

现代自然科学基础的哲学和数学反思

量子力学形式逻辑 与物质基础探析

下 册

Exploration into the formal logic and material foundation
of quantum mechanics

杨本洛 著

上海交通大学出版社

内 容 简 介

下册是全书的第四部分,作为自然科学基础的重新认识涉及三个不同领域。首先,仍局限于量子力学范畴之内,指出以背离逻辑的“独断论——第一性原理”为基础而衍生的一系列概念必然逻辑不当。其次,着力讨论现代数学,指出借助“独断论”掩饰、容忍数学基础大量逻辑悖论的存在纯属自欺,使得包括“现代微分几何”的整个现代数学真实处于“自否定”危机之中,必须重新诚实面对和解决“集合论悖论”、“电磁场定解问题”等实实在在的数学命题。最后,大致探讨了西方哲学,指出一系列“认识论”基本命题至今无力解决的根本原因仍然在于认识中的逻辑紊乱。

本书可供从事物理学、数学和哲学研究的基础科学工作者以及相关工程技术人员参考。

目 录

下 册

第四部分 坚持自然科学研究中的理性原则

第 13 章 量子力学若干基本概念的重新认识	3
13.1 Hilbert 空间歧义	4
13.1.1 量子力学解空间不是 Hilbert 空间	5
13.1.2 解空间物理内涵的不完备性和形式逻辑歧义	7
13.1.3 状态空间和解空间两种不同前提性认定蕴涵的哲学理念分歧	13
13.2 不同叠加形式共存及其物质基础	15
13.2.1 干涉叠加现象	16
13.2.2 干涉叠加得以存在的条件以及“波粒二象性”	16
13.3 连续性 Schrödinger 方程与量子效应离散本质的逻辑自悖	17
13.3.1 Schrödinger 方程的连续性本质	18
13.3.2 Schrödinger 方程独立于动力学分析过程	19
13.3.3 Schrödinger 方程“无关”于能量极值原理	19
13.3.4 广义坐标量子约束与 Schrödinger 方程之间的独立性	20
13.3.5 Schrödinger 方程难以求解的物理本原	20
13.3.6 Schrödinger 方程的“伪”边界条件	21
13.4 量子约束与 Heisenberg 方程的“空言”陈述	22
13.4.1 量子约束的真实性与量子力学中不可交换代数的虚妄性	22
13.4.2 经典量子力学“算子运算”中的逻辑紊乱	25
13.4.3 Heisenberg 矩阵方程与 Schrödinger 方程的相异性	28
13.4.4 Heisenberg 矩阵方程与 Hamilton 力学的无关性	28
13.5 经典量子力学中的测量歧义	29
13.5.1 关于力学量不同经典认定方式的独立意义及其逻辑悖论	30
13.5.2 量子力学引入“测量”称谓的本质原因及其蕴涵逻辑悖论	32
13.5.3 “测不准原理”对于整个自然科学体系的一般性意义	34

13.6	关于 Einstein 对量子力学质疑的回答	34
13.6.1	EPR 佯谬	35
13.6.2	量子力学“统计诠释”的物质基础	36
13.6.3	什么是物理实在——自存物质世界的确认是进行自然科学研究的逻辑前提	38
13.6.4	经典“态”与力学量表象以及力学量重新表述所具备的形式确定性与逻辑一致性	42
13.7	叠加态,纠缠态和相干性问题.....	43
13.7.1	经典量子力学中的“本征态”以及相关陈述的澄清	44
13.7.2	量子力学中的“叠加态”及其相关陈述的澄清	46
13.7.3	量子力学中的纠缠态	52
13.7.4	“量子公设”正名以及“细致性描述”的不合理性	53
13.8	关于理论体系“构造性”特征的认识歧义和拓展量子力学的基本途径	54
13.8.1	理论体系“构造性”特征正名	55
13.8.2	经典量子力学中普遍存在的“构造”悖论	56
13.9	量子力学体系的理性拓展	59
13.9.1	彻底清除自然科学研究中的“无穷演绎”倾向	59
13.9.2	拓展量子力学的基本途径	60
13.9.3	探讨物质的基本途径与对称性研究的逻辑倒置	64
13.10	物质世界“复杂性”的内蕴特征和形式系统中“耦合现象”的普遍存在.....	66
13.10.1	客观存在的“复杂性”独立于人为构造的非线性算子.....	67
13.10.2	物质世界的“离散”本质.....	68
13.10.3	形式系统普遍存在的“耦合”现象.....	68
13.11	经典量子力学物理基础和形式表述的重新认定.....	69
13.11.1	量子力学体系所研究的物质对象.....	70
13.11.2	量子力学希望表现的物理真实和态函数的统计内涵.....	70
13.11.3	量子效应的刻画与量子力学基本方程.....	73
13.11.4	形式系统“有限论域”的确定.....	74
第 14 章	关于量子力学语言系统的若干思考.....	77
14.1	质能变换关系独立于“相对论”	79
14.1.1	Einstein 关于质能变换最初表述中的逻辑悖论	80
14.1.2	源于相对论推导质能变换的其他方法及其隐含的逻辑悖论	83
14.1.3	质能变换和相对性原理之间的逻辑悖论	94
14.2	质量定义及其反思	95
14.2.1	经典力学质量定义中隐含的循环逻辑	95
14.2.2	关于质量定义中循环逻辑的若干反思	96
14.2.3	质量的现代定义及其隐含的逻辑悖论	97
14.3	质能变换相关经验事实的重新审视	99

14.3.1	Kaufman 质速关系实验	101
14.3.2	核反应中的质量亏损	102
14.3.3	质速变换关系论证中的循环逻辑结构	103
14.3.4	质能变换中的循环论证	104
14.4	现代理论物理语言系统一般规则的大概探讨	105
14.4.1	构造语言系统的若干前提性认识	106
14.4.2	“工具”语言和“命题”语言	107
14.4.3	科学陈述中的关系式以及关系式得以存在的前提	108
14.4.4	物质观革命的永恒意义和“时空观”革命的荒谬性	109
14.4.5	对称性原理的条件存在和对称性研究在探索物质世界中的意义	110
14.5	“量子”存在的独立性、客观性及其理想化抽象定义	111
14.5.1	“量子”的经典定义	111
14.5.2	客观存在“量子”概念的前提性认定	112
14.5.3	连续电磁场的条件存在与物质世界的离散本质	112
14.5.4	关于“光的波动性”假说的反思	116
14.5.5	量子的独立存在及其一般特征	119
14.6	关于“量子叠加”的表述	123
14.6.1	“波”与“干涉现象”	123
14.6.2	物质场中的干涉现象及其存在条件	124
14.6.3	量子力学研究对象的再次探讨	126
14.6.4	微观干涉现象的条件存在及其描述	128
14.7	关于“微观事件统计决定性、de Broglie 波和概率波”的若干补充分析	130
14.7.1	微观事件的统计决定性	130
14.7.2	de Broglie 波	133
14.7.3	概率幅	136
	结束语	139
第 15 章	以“约定论”为基础的现代数学面对“自否定”的重大危机	141
15.0	引言 —— 关于“Hilbert 公理化思想”本质蕴含“伪科学性”的 一般性概述	142
15.0.1	现代自然科学体系对于“逻辑”的退让	143
15.0.2	Hilbert“公理化思想”蕴含的“伪科学”本质	145
15.0.3	现代物理学的“独断论”基础以及对逻辑和理性的彻底否定	146
15.0.4	揭示“公理化体系”的欺骗性和重新确立“逻辑自治性”基本原则	149
15.0.5	对于“直觉主义”潜藏“理性意识”的重新肯定	153
15.1	数学学科中自然科学基本原则的重新确立	155
15.1.1	形式表述“逻辑主体”的确立与“存在性”原则的提出	156
15.1.2	缺乏逻辑主体的形式系统的“空言”本质及其隐含的逻辑紊乱	158
15.2	数学基础逻辑悖论及其理性重释	160

15.2.1	理发师悖论释疑·····	163
15.2.2	说谎者悖论释疑·····	164
15.2.3	Cantor 悖论释疑 ·····	167
15.2.4	Russell 悖论释疑 ·····	176
15.2.5	关于“逻辑悖论”的一般性评述·····	182
15.3	现代形式语言系统个别“关键词”的缺失及其纠正·····	184
15.3.1	集合论符号“ $\in$ ”确切内涵的重新界定·····	184
15.3.2	形式逻辑中“隶属”关系的独立意义及相关“符号”的约定·····	186
15.3.3	集合论“外延原则”和“概括原则”的重新表述·····	186
15.4	与“数学直觉主义”的异同性分析·····	188
15.5	公理化集合论反思·····	189
15.5.1	公理化集合论基本思想·····	189
15.5.2	公理化集合论中的循环逻辑·····	190
15.6	Hilbert 公理化思想隐含的逻辑不相容 ·····	191
15.6.1	Hilbert 形式主义的“无定域”本质 ·····	193
15.6.2	Hilbert 形式主义和“概括原则”之间的逻辑呼应 ·····	196
15.6.3	Hilbert“运动”概念引发的逻辑紊乱 ·····	197
15.6.4	理想化物质对象所定义的“有限论域”与形式系统的“有限性”·····	199
15.7	伪 Minkowski 空间逻辑蕴涵的“绝对伪性” ·····	204
15.7.1	伪 Minkowski 空间“负”距离本质蕴涵的“自悖”特征 ·····	204
15.7.2	伪 Minkowski 空间不是 4 维空间 ·····	205
15.7.3	伪 Minkowski 空间隐含的“恒长度”约束及其对“独立向量”的 逻辑否定·····	205
15.7.4	伪 Minkowski 空间逻辑蕴涵的“非线性”结构 ·····	206
15.7.5	伪 Minkowski 空间中的“量纲不统一”问题及其蕴涵的逻辑倒置 ·····	207
15.7.6	伪 Minkowski 空间中的“除法”运算 ·····	208
15.8	现代数学中大量存在的逻辑倒置问题·····	208
15.8.1	基本拓扑概念中的逻辑悖论·····	209
15.8.2	现代数学体系中普遍存在的认识逻辑倒置·····	212
15.9	物质第一性原则对于自然科学研究所具有的普遍意义·····	217
15.9.1	自然科学“物质第一性原则”与形式系统“存在原则”的 逻辑一致性·····	218
15.9.2	关于“非 Euclid 几何”等相关数学理念的附加评述 ·····	219
第 16 章	现代天体力学物理内涵反思——关于“广义相对论”的一个导引性评述 ·····	222
16.0	引力场“拖曳实验”及其相关背景材料介绍·····	223
16.1	“广义相对论”的基本构思及其大概评述·····	225
16.1.1	Weinberg 著述中的“序言” ·····	225
16.1.2	Weinberg 著述中的“历史介绍” ·····	226

16.2	经典“天体力学”局限性的重新认识	236
16.2.1	“惯性质量和引力质量”的等价性质疑	236
16.2.2	“超距作用”质疑	238
16.2.3	“Neumann-Zeeliger 佯谬”及其解释	239
16.3	两类“相对论”的数学悖谬及其“数学思想”冲突	240
16.3.1	“Minkowski 空间”和“Lorentz 变换群”的“伪”性	241
16.3.2	引力场“弯曲时空”隐含的逻辑悖谬	251
16.3.3	两类“相对论”数学理念的逻辑自悖及其共性特征	256
16.4	“框架拖曳”蕴涵的平凡物理真实及其“数学模型”大概认定	258
16.4.1	一个平凡的“框架拖曳”实验及其蕴涵的平凡物理实在	259
16.4.2	宇航测量若干需要面对基本命题的重新思考	260
16.4.3	赋予发展中“天体力学”以真实的物理内涵	262
16.5	Dirac 著《广义相对论》一般评析——以及关于 “现代微分几何基础”的若干反思	263
16.5.1	序	263
16.5.2	狭义相对论	264
16.5.3	斜轴	266
16.5.4	曲线坐标	270
16.5.5	非张量	273
16.5.6	弯曲空间	275
16.5.7	平行位移	275
16.5.8	Christoffel 记号	278
16.5.9	短程线	290
16.5.10	短程线的稳定性	293
16.5.11	协变微分法	296
16.5.12	曲率张量	313
16.5.13	空间平坦的条件	318
16.5.14	Bianchi 关系式	324
16.5.15	Ricci 张量	325
16.5.16	Einstein 引力定律	326
16.5.17	Newton 近似	330
16.5.18	引力红移	332
16.5.19	Schwarzschild 解	333
16.5.20	黑洞	334
16.5.21	张量密度	338
16.5.22	Gauss 定理和 Stokes 定理	339
16.5.23	谐和坐标	341
16.6	几何学从“实体论”到“约定论”的“自我异化”过程及其隐含的 大量逻辑失当	342

16.6.1	曲面上“向量平移”及其相关概念隐含的“伪”科学性·····	344
16.6.2	现代“张量分析”的逻辑倒置·····	350
16.6.3	几何与物理的本质差异以及约定几何学研究可能意义的探索·····	350
	附: Nature 杂志的原文·····	355
第 17 章 西方哲学基元理念反思·····		359
17.0	引言——哲学、理性和理性的哲学批判·····	359
17.1	经验和理性——知识起源论的检讨·····	364
17.1.1	西方哲学关于“理性”和“经验”的习惯界定·····	365
17.1.2	西方哲学中的“唯理论”、“经验论”和“批判论”·····	370
17.1.3	源于“概念前提不确定”的“知识起源”争论·····	396
17.1.4	关于“知识起源”的回答·····	398
17.1.5	某西方哲学家的“哲学澄清”及其简单评述·····	402
17.2	实在与概念——知识对象论的检讨·····	406
17.2.1	西方哲学中的“实在论”以及相关逻辑悖论置疑·····	407
17.2.2	西方哲学中的“观念论”及其逻辑悖论·····	415
17.2.3	西方哲学中的“现象论”及其逻辑紊乱·····	420
17.3	真理与谬误——知识判断论的检讨·····	427
17.3.1	“真理之涵义”之辨析·····	428
17.3.2	“符合论”辨析·····	431
17.3.3	“实用论”的历史背景和允许“对矛盾退让”的本质内涵·····	435
17.4	自由与必然·····	437
17.4.1	“必然真理”的幼稚可笑和逻辑错置·····	438
17.4.2	经典“因果关系”命题的逻辑紊乱·····	443
17.5	物质“实在”的重新界定与哲学的“有限论域”前提·····	444
17.5.1	何为“物质”或者何为“物理实在”的问题·····	444
17.5.2	知识体系必需的“客观性”基础及其主要逻辑特征·····	446
17.5.3	哲学同样需要回答“研究什么”的问题·····	447
17.6	自然科学研究的物质第一性原则与自然科学基本图式探询 ——辩证唯物主义在自然科学研究中的应用·····	453
17.6.1	若干前提性概念的重新界定·····	453
17.6.2	自然科学研究中物质对象的“理想化”前提认定·····	460
17.6.3	自然科学“真理性判断”的确定性意义·····	462
17.6.4	自然科学研究“逻辑自洽性”原则与“物质第一性”原则的逻辑呼应·····	463
17.6.5	一切合理科学陈述必然也必须遵循的“可解释性”原则·····	463
17.6.6	自然科学研究中“世界基本图式”的一般性探讨·····	464
17.6.7	自然科学理论体系“客观性基础”的重新确认·····	467
17.7	捍卫科学语言的纯洁性以及严肃规范科学争论和科学批判的语言·····	472
17.7.1	现代“分析哲学”一般理念的大致辨析·····	473

17.7.2 科学思维“辩证统一”的“客观性”内核与 Hegel 辩证法对“辩证统一”的背离	479
索引(Index)	488
后记.....	492

第四部分

坚持自然科学研究中的理性原则

其实 ,自然科学研究中所谓的理性原则 ,就是一切科学陈述必须严格遵守的无矛盾原则 ,形式系统自身的严格无矛盾 ,形式系统与其描述的理想化物质对象之间严格无矛盾 ,以及不同形式表述在统一的科学概念、科学语言下的严格无矛盾。

彼此逻辑相悖的陈述必然导致自我否定 ,因此 ,本质上不具任何真正的科学意义。

第 13 章 量子力学若干基本概念的重新认识

至此为止,人们已经不难看出,差不多整整一个世纪以来,在由西方学者做出主要贡献的经典量子力学研究中,他们努力以实验室中的某些经验事实为基本依据,同时凭借对于经典理论体系形式表述的一种模仿,乃至源于这种形式模仿所激发的某种心灵启示,构造诸如“物质波”、“波粒二象性”、“力学量算符”等一些纯粹属于“心智”活动的产物,采用一种完全的“实用主义”立场,以最终形成 Heisenberg 所坦言的实验室的数据系统,只要它们具有实际的“应用价值”,不仅根本不在乎物理概念的统一性,而且,作为一种十分不好的习惯,西方的主流科学社会总希望将这些充满思维紊乱的形式逻辑拔高为无逻辑前提制约的某种真理体系,相应将研究者个体置于一种“神”的位置之上,尽管这种做法将对研究者个体构成一种极大的伤害。或许可以说,Einstein 最终正成为这样一种不良恶习的严重受害者。

事实上,物质世界无以穷尽,它们的存在形式和运动形式都无以穷尽,当然,相关的实验事实也无以穷尽。因此,人们恰恰可以断言:正是因为破坏了一切科学概念必需的一致性,以及科学陈述必需的逻辑相容性,对于某些似乎已经得到局部证实的形式表述,仍然根本归结为“逻辑”自身蕴涵的逻辑必然性,它们必然在更多的、无以穷尽的其他实验事实中表现形形色色的反例。应该说,在大多数情况下不能求解 Schrödinger 方程,从来没有真正应用过 Heisenberg 的矩阵方程,都是这种逻辑必然性的实证。

某些教授量子力学的学者曾经十分奇特地指出这样的事实:“学生学会了用量子力学解题,却往往并不懂得量子力学;而老师们则是你教你的量子力学,他教他的量子力学,每一个人都有属于自己的量子力学。”仁者见仁、智者见智,其实不应该成为自然科学研究者规避科学批判,放弃寻求科学真理的遁词。当然,当人们需要对这样一种过分庞杂、过分复杂、掩盖了本质悖论的形式表述进行重新梳理的时候,发现这种梳理同样是十分庞杂甚至琐碎的。另外,如果说,对于许多长期工作在这个领域中的研究者,他们几乎已经根深蒂固地对于这个本质上充满矛盾的认识体系已经形成一种习惯性的认同感,那么,笔者作为一个曾经几乎从来没有真正深入接触过量子力学体系,但是,在理论物理几乎所有其他分支曾经进行了独立的研究,并且相应得到了一系列独立研究结果的研究者,或许以前对于经典量子力学的无知正是一种十分难得的思维优势。

本书绝对不是一本教科书,而仅仅作为一种纯粹的研究性论著,或许还可以将它们称之为一些“大论文”更为合适。因此,笔者期望努力按照曾经真实存在的一种思维顺序,将对于经典量子力学体系如何进行反思、批判乃至最终形式重建的过程展现出来。因为,任何真正的科学思维其实必然十分平常和自然。任何存在矛盾的陈述,必然违背基本科学原则。相反,认真寻求一切可能存在的矛盾,成为解决一切科学难题的必经之路。

可以相信,任何一种基本正确的思维过程,应该是一般人进行正常思维的过程。因此,经典量子力学希望表现的“微观世界”到底是什么,如果剔除那种没有任何本质意义的 10^{-8} cm 的认定,那么,为经典量子力学所说微观世界中蕴涵的本质内核到底是什么,根据经典量子力学得到的最终结果到底表现了什么,以及经典量子力学为什么能够在它期望表达的某些物质

对象上获得成功,这些表述哪些并不必要,相应是否存在任何“些微”的逻辑悖论?所有这一切思考成为笔者学习、了解和剖析经典量子力学中的指导思想。因此,作为对于经典量子力学一种初步的,然而较为系统反思的论述,保留笔者的这样一种真实的思考过程,不仅符合“由表及里、由浅入深”的理性思维特征,对于熟悉量子力学的研究者重新思考量子力学也可能不无裨益。当然,这也是在此处需要对于量子力学中的一些基本概念的认识进行一种较为系统整理的原因。

可以做出一种一般性的判断,物质的存在必然决定了人们的意识存在。故而值得再次指出:仅仅通过学术著述的形式,而不是采取一般学术刊物中学术论文的形式发表笔者在自然科学基础研究中获得的一系列独立结果,仍然具有某种不以人们意志而转移的必然性。

出现这种状况的原因一方面:仍然主要由西方学者控制着的主流科学社会,从他们的情感上就根本不愿意相信或者正视自 Newton 开创他的经典力学体系以来,就普遍存在于经典力学、热力学、电磁场理论以及数学本身的一系列重大的前提性悖论;当然,也决定于主流科学社会长期形成的一种根深蒂固的实用主义和形而上学哲学理念,以及过分急功近利缺乏严谨思维的一种自以为是的不习惯,使得他们对于整个自然科学体系缺乏一种进行整体分析的能力;加之长期以来对于东方思维已经形成的一种“天然”优越感,英国的《自然》杂志,美国的《物理评论》在不能对笔者使用科学语言针对经典理论中一系列重大论题中存在的错误和不当所作的批判做出任何实质意义答辩的情况下,粗暴拒绝刊登任何对于经典理论体系构成整体性挑战的论文。

中国《科学时报》的记者曾经报道笔者所作“在自然科学尚未解决的大量难题中,几乎处处存在着逻辑不自洽问题”的断言。笔者一再声言,科学只能在“批判性的继承”和“承继性的批判”的辩证统一中得以发展。另外,笔者也再次声言:如果说 Newton, Clausius, Maxwell 在他们所创建的经典理论中存在种种不足或者错误,那么,所有这些人类深化认识过程中的一种历史必然,但是,今天的主流科学世界则有意识和无意识地将这些不足推至一种非理性的极至状态。在信息交流无法遏止的时代,拒绝正视错误和拒绝科学批判同样只能被视为一种十分幼稚的行为。如果说,笔者能够被称之为对经典理论中许多不足的一个批判者,其实,这种批判同样包含着大量的对于自己过去认识不足和不当乃至错误的批判。不断努力学会批判是进行基础科学研究的一种基本素质,也仅仅于此,笔者总想让笔者曾经思考的过程,包括那些已经发现的不足真实地保留下来。

使用著述而不是通常论文的形式,发表基础理论方面的独立研究结果的另一方面原因则是:自然科学中的所有重大问题不仅具有深厚的历史渊源,而且,随着自然科学的飞速发展,出现在自然科学不同分支中的些微不足都可能相互交叉影响最终形成体系性的重大错误。其实,那个只能被视为“神学”,到处充满形形色色逻辑悖论的“相对论”之所以出现,除了因为 Einstein 本人过分依赖“直觉和顿悟”以外,还具有其他的深刻原因。这就是:Newton 经典力学中何为惯性系的问题,本质上正是因为这个整个现代自然科学的前提性基元概念没有得到解决,Maxwell 除了在他构造经典电磁场理论时存在诸多形式逻辑和物理概念方面的不当,他还提出了“测量‘以太’相对于地球运动速度”这样一个自身就根本错误的实验命题。因此,人们可以相信:目前的自然科学还远未完备,不仅存在前人遗留下来的许多没有解决的难题,如美国学术界自 20 世纪 50 年代就指出经典热力学一系列神秘性可能蕴涵的逻辑不自洽问题,以及由此引起的“热力学理性重建”课题至今没有得到解决,而且,更为严重的是,目前的自然科学存在着被人们重新降格为神学的深刻危机。因此,对于目前的自然科学体系,人们必须进行一次“历史性”和“全局性”的重新审查。

13.1 Hilbert 空间歧义

自然科学的研究对象总是那个自存的物质世界。因此,在自然科学研究中,对于人们希望

描述的特定物质对象在“逻辑”上必须始终是第一位的,任何一个形式表述系统只不过是人们针对某一个物质对象所作理想化认定的逻辑必然。更明确地说,一旦人们能够对被描述的物质对象做出一种基本符合物理真实的理想化认定,那么,隶属于这个特定理想化物质对象,并且,相应表现某种物理真实的形式系统也就自然地形成了。因此,对于物质对象构造一种本质上仍然决定于物质对象自身的理想化认定,将成为一切理性分析唯一可靠的基础。但是,这种看似简单甚至似乎十分朴素的理念,至今也没有在自然科学研究中确立一种本来应该属于它的前提地位。正因为此,Newton 力学,Maxwell 电磁场理论等许多经典理论,在研究或者构造之始就真实地处于一种前提性的深刻矛盾之中。只不过,由于经典理论处理的问题相对比较简单,西方主流科学社会所崇尚的“实用主义哲学”将这些基元理念的认识紊乱掩盖了。

因此,正因为科学大厦的基础并没有真正奠定,当量子力学面临一些较为复杂的问题时,那些本质上并没有真正得到解决的前提性认识困惑,必然再次将人们本来就不充分的理性认识引入到更为深刻的认识危机和逻辑紊乱之中。如果说,Heisenberg 诚实地告诫人们,只能放弃通常的物理理念,必须将量子力学视为实验室“数”之间的一种特定关联的时候,实际上公开表现了“放弃理性”的一种无可奈何,那么,Dirac 通过引入“Hilbert 空间”等一些表面上较为复杂的数学形式,试图给人们构造一种所谓“公理化系统”的印象,从而能够为这些以破坏物理学概念所必需的统一性为代价的“数据系统”披上“合法”的外衣,因而将“形而上学”的模仿视为公理的方法不仅具有更大的蒙骗性,而且从长远意义考虑也具有更为深刻的危害性。事实上,物质世界及其运动形形色色、无以穷尽,借助不断改变概念以吻合于物理真实的陈述系统必然陷入无尽矛盾之中。

13.1.1 量子力学解空间不是 Hilbert 空间

就数学形式本身而言,它不具特指的物理内涵,通常仅仅成为表示不同形式量之间怎样构成逻辑关联的一种结构。当然,也仅仅因为此,数学形式才可能作为一种普适工具,被广泛应用于自然科学研究的不同领域,代表完全不同的物理实在。

在目前几乎所有的量子力学著述中,人们通常都强调“态函数”作为整个量子力学形式系统的“求解”对象,需要定义在一个称之为 Hilbert 的特定空间之中。如果依据《数学百科全书》中的解释,那么,Hilbert 空间本质上只是定义在复数或者实数域中的一个无穷维向量空间 H ,相应存在定义在 $H \times H$ 上的复值或者实值的函数 (x, y) ,并且,该函数具有以下性质:

$$\begin{aligned}(x, x) &= 0 \rightarrow x = 0 \quad \bigcap \quad \forall x \in H \quad \exists (x, x) \geq 0 \\(x + y, z) &= (x, z) + (y, z) \quad x, y, z \in H \\(\alpha x, y) &= \alpha(x, y) \quad (x, y) = (y, x)^* \quad x, y \in H\end{aligned}$$

以及

$$\forall x_n \in H, n = 1, 2, \dots \bigcap \lim_{m, n \rightarrow \infty} (x_n - x_m, x_n - x_m) = 0, \exists x : \lim_{n \rightarrow \infty} (x - x_n, x - x_n) = 0$$

并且,将 x 称之为序列 (x_n) 的极限。

这样,人们可以看到,Hilbert 空间作为一个无穷集合,它的最基本特征应该在于具有一种较为优良的“逼近”性能。除此以外,Hilbert 空间与通常被赋予“内积”函数以表示向量空间一种特定的“度量”特征以外,几乎与一般的“线性空间”没有多少差别。但是,无论是属于线性向量空间的一般“度量”特征,还是一切线性空间以“连续性”为基础的“线性叠加”性能,乃至 Hilbert 空间所具有较为优良的“逼近”性能,它们都与刻画 Bohr 所述“量子跳跃”特征的量子

力学“态”函数格格不入,或者不可能隶属于由“态函数集合”所张的那个“离散”抽象空间。

首先,考虑内积空间的度量特征。由于量子力学中的态函数仅仅表述粒子系统运动学状况的一种“几率”特征,也就是像人们通常所说的那样,因此在量子力学中,态函数总可以相差一个任意的常数,即

$$|\Psi\rangle \sim |c\Psi\rangle \leftrightarrow \langle\Psi|\Psi\rangle \sim \langle c^*\Psi|c\Psi\rangle = c^*c\langle\Psi|\Psi\rangle$$

该关系式明确告诉人们:即使愿意将量子力学中“态”函数的集合定义为抽象的函数空间,但是,讨论这个空间的“度量”特征没有本质意义。

其次,如果必须将满足量子力学基本方程的解的集合,即“态”函数的集合构成一种“空间”的话,那么,作为这种数学结构的最基本特征,恰恰就是它并不满足线性空间通常需要满足的“线性叠加”原理。事实上,经典量子力学分析中“态函数空间”中的“每”一个函数被赋予了一种特定的“形式”意义和“物理”意义,不能随意将“态函数空间”中两个不同函数进行叠加。当然,更谈不上利用“态函数空间”必需的完备性,考虑由该“态函数空间”中无穷多函数“线性叠加”如何与表现“个性”特征的边界条件匹配的问题,从而求出一个唯一的解函数^①。

例如,态函数 Ψ_i 和 Ψ_j 是某量子系统“解空间”中的两个不同的解函数,假设考虑量子力学中通常讨论的一维谐振子,则与较低能级对应的解分别为

$$\begin{aligned}\Psi_0(x) &= \frac{\sqrt{\alpha}}{\pi^{\frac{1}{4}}} \exp\left(-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right) \\ \Psi_1(x) &= \frac{\sqrt{2\alpha}}{\pi^{\frac{1}{4}}} \alpha x \exp\left(-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right) \\ &\dots\dots \\ \alpha &= \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}\end{aligned}$$

根据量子力学的经典陈述,对于上面列出的“每一个”解,都被人们赋予了确定的物理意义,或者对应于不同的特定物理实在。如果真的能够满足叠加原理,那么,则应该存在另一个态函数,为

$$\Psi(x) = c_i\Psi_i + c_j\Psi_j$$

但是,这样的形式叠加根本不存在。当然,在经典量子力学的讨论中,也从来没有在一维谐振子的分析中真正进行过类似这样的叠加。

更为明确地讲,即使仍然能够将 Schrödinger 所“创造”出来的波动方程视为量子力学的基本方程,用以求解量子力学中的“态”函数,其实正如人们熟知,对于定态 Schrödinger 方程所构造的本征值问题

$$(\hat{H} - E)\Psi = 0$$

它的每一个“本征态”解都被量子力学赋予了一种“独立”意义。其实,正因为此,在量子力学的经典陈述中,一方面“无需也根本不允许”考虑不同本征值所对应本征函数之间的“叠加”如何与边界条件彼此吻合的问题,另一方面, Schrödinger 方程也从来没有“真正”被当作数学上的

① 注意到,量子力学所述的边界条件仍然是纯粹人为构造的“共性”特征,刻画了“一切统计表述”需要自然满足的“连续性”特性,而不是“数学物理”问题中边界条件被赋予确定物理内涵的“个性”特征。

“数理方程”使用过一次。

还可以这样说,正由于“不可叠加”这样一种数学上明显存在的无理性,量子力学才可能提供了一种让人们“聊以自慰”的理由:不同本征值所对应的不同本征函数,恰恰能够刻画量子效应本质蕴涵的“离散”特征。或者考虑到量子效应内蕴的这种离散特征,无需也不可能为这些不同的本征函数构造 Cauchy 序列,考虑与其相关的极限问题。

总之,对于与量子效应不同“能量跃变”所对应不同“态”函数构造的离散集合,即使希望将其称之为一个数学上的“空间”,它也根本和数学上的 Hilbert 空间不可相提并论。在这个解空间中,不存在具有确定意义的度量,并且,由于两个不同解的叠加并不一定构成一个新的解,当然,相应也不存在解函数之间的线性叠加问题。

与量子力学处理 Schrödinger 方程本征值和本征函数的方式完全不同,对于定义在“空间域 x 和时间域 t ”中的任意一个线性算子,如果存在形式分解

$$\hat{H}(x, t) = \hat{X}(x) \hat{T}(t)$$

则通常它的解 $u(x, t)$ 总可以形式地表示为如下的线性叠加:

$$u(x, t) = \sum X(x) T(t)$$

其中 $X(x)$ 需要满足空间算子及边界条件所构造的本征值方程

$$(\hat{X} - \lambda)X = 0$$

从而人们能够最终根据给定的初始条件确定原定解问题的解 $u(x, t)$ 。在物理上,这些仅仅定义在空间域中的函数 $X(x)$ 可以视为“行波”,因此,同样可以将原方程的解视为不同行波的叠加。此时,如果还能够给空间域中的函数 $X(x)$ 构造“内积”,那么,人们可以将所谓满足本征值方程的本征函数所构造的抽象空间称之为 Hilbert 空间。显然,数理方程中求解线性方程时普遍适用的行波法,并没有应用于量子力学求解态函数之中。相应,不存在所谓的 Hilbert 空间。

此外,根据某些确定的物理条件求解“态”函数,再进而由其表述粒子系统运动学状态这样一个角度考虑,量子效应自身蕴涵的“离散”特征,只能形式地存在于“状态空间”的不同“广义坐标”之间。不同能量本征值仅仅与量子效应中“能量跃变”的幅度相关,对于重新构造的变分原理,能量跃变幅度则以量子约束中“确定参数”的形式出现。因此,即使可以将 Schrödinger 方程中的能量分立值视为表现量子效应一种表现意义上的离散特征,但是,在物理上仍然本质相异于决定于能量跃变的离散量子约束。

13.1.2 解空间物理内涵的不完备性和形式逻辑歧义

在 Newton 经典力学分析中,通常总是将属于粒子系统的“状态空间”首先确定下来。当然,状态空间的确定,逻辑地意味着对被描述物质对象构造了一种“理想化”认定。经典量子力学则不然,尽管 Hilbert 空间被称之为“态”所构造解的一种抽象空间,但是,正如探究量子力学哲学基础时所提出的那样,人们至今没有解决量子力学所表述“物质对象”到底是什么的问题。因此,量子力学中的 Hilbert 空间,无非“期望”用来表示某一个“人为构造”方程,即 Schrödinger 方程的“解函数”或“态”所构造的集合。当然,此处使用“期望”的称谓,只是因为如上面分析所述。量子力学中的“态”并非 Schrödinger 方程真正数学意义上的解函数。而且,在量子力学的经典表述中,人们仅仅对“态”函数的几率表述作了一种形式认定,即

$$\text{Prob}(\Psi) = \frac{\langle \Psi | \Psi \rangle}{\sum_{\text{for all}} \langle \Psi | \Psi \rangle} \frac{\sum_{\text{for all}} \langle \Psi | \Psi \rangle = 1}{\langle \Psi | \Psi \rangle} \quad (13.1.1)$$

它告诉人们:对于量子力学待求的“态函数”,只是作为态函数“自变量”所描述粒子系统运动学状况的一种“几率”表述。或者更明确地讲,在物理上具有真实意义的只是态函数自身的标量积,在“归一性”条件约束之下,等于相应量子力学状态出现的几率。

此外,经典量子力学还指出,态函数可以定义于两种不同“表象空间”之中,对应于不同表象空间,态函数的表述形式尽管不同,但是,两种表象应该刻画的物理内涵没有任何不同。也就是说,在量子力学所述的“位置表象”和“动量表象”之间存在确定的关联

$$\Psi(x, t) \simeq \Psi(p, t) \quad (13.1.2a)$$

当然,量子力学中一个相对更为恰当的形式表述应该是

$$\Psi(x, \chi, t) \simeq \Psi(p, \chi, t) \quad (13.1.2b)$$

与以上分析相同,式中的参量 χ 仍然用以表示粒子的自旋状态。

根据以上认定,人们自然会提出一个十分简单的问题:对于式(13.1.2)所示两种表象中的自变量,它们是否同属于粒子系统的同一个运动学状态,即

$$\exists x, p, t \in s(x, p, t) : x \leftrightarrow \Psi(x, t) \cap p \leftrightarrow \Psi(p, t)$$

围绕这个基本问题,相应存在一系列需要进一步回答的问题。

13.1.2.1 物理量不同表述中隐含的“逻辑自悖”问题

首先,如果回答是肯定的,即两种表象中两组自变量同属于粒子系统一个确定的运动学状态。那么,这意味着只要“态”函数得以确定,无论该态函数属于哪一种表象,粒子系统与该态函数所对应的“整个”运动学状态必须是确定的。或者更为明确地说,对应于粒子系统的任何一种表象,只要任意一个确定时刻 t_c 的态函数是已知的,那么必然存在如下所述的一一对应关系:

$$[\Psi(x) \rightarrow \Psi(x, p)] \cap [\Psi(p) \rightarrow \Psi(x, p)] \quad t = t_c$$

从而使粒子系统的“所有”广义坐标都得以逻辑地确定。当然,一旦粒子系统的所有广义坐标得以确定,那么,属于该粒子系统上的任何一种力学量 $A(x, p)$ 同样能够在形式上得以“唯一”确定。当然,根据式(13.1.1)的约定,量子力学只能赋予态函数以一种概率意义,因此,所谓力学量的确定,同样只具有概率的意义,即存在

$$\bar{A}(x, p) = \langle \Psi | A | \Psi \rangle = \sum_{\text{for all } \Psi} \Psi^2 A \quad (13.1.3)$$

显然,与式(13.1.1)所述的求和运算一致,存在于每一项之上的“态函数”和“力学量”都为“完全相同”的广义坐标所定义,即

$$\Psi(x, p) \rightarrow A(x, p)$$

因此,根据以上分析,随着任何一种表象的“态”函数得以确定,粒子系统的所有力学量起码能够在一种“平均意义”上得到自然确定。

但是,根据经典量子力学,关于力学量的表述通常存在两种不同的认定。第一种可以被视为一种“直接”的形式认定。其中,力学量的位置表象为

$$\bar{A}(x) = \langle \Psi(x) | \hat{A}(x) | \Psi(x) \rangle \quad (13.1.4a)$$

而相应的动量表象为

$$\bar{A}(p) = \langle \Psi(p) | \hat{A}(p) | \Psi(p) \rangle \quad (13.1.4b)$$

于是,针对关于力学量所作的这种“直接”认定,相应存在同一力学量在两种不同表象中是否保

持严格同一的问题。显然,答案是否定的。实际上,当态函数的两种不同表象为两个不同的主导方程所描述或者唯一定义,同时还要求这两个不同的解满足上述关系,那么,相当于增加了一个“附加”约束条件,但是,由于缺乏附加的“可调未知量”以满足这个附加约束方程,自然出现“解”根本不存在的问题。或者说,关于力学量的两种表述本质上成为矛盾方程组。

此外,量子力学还构造了另一种关于力学量的认定形式,或者企图进一步给出力学量平均值的具体内涵。对于力学量算符的本征值方程

$$(\hat{A} - A_\lambda) |\phi_\lambda\rangle = 0 \quad (13.1.5)$$

量子力学指出,与此方程所决定本征函数形成对应,仅仅当粒子系统对应于本征函数所描述的“状态” ϕ_λ 时,为该力学量算符表示的力学量才具有“确定”值,并且等于本征方程所定义的本征值 A_λ 。

于是,量子力学经典陈述进一步指出,那个在求解 Schrödinger 方程时从来没有真正被应用过,属于 Hilbert 空间的“线性叠加”性质在此处必须存在,需要用于力学量的具体表述上。也就是说,对于粒子系统某一个任意给定的态矢量 Ψ ,可以并且必须按照力学量本征方程给出的本征函数作形式分解,即

$$|\Psi\rangle = |\phi_\lambda\rangle \langle\phi_\lambda|\Psi\rangle \quad \lambda = 1, 2, \dots$$

这样,对应于给定粒子系统的态函数 Ψ ,力学量 A 的平均值

$$\bar{A} = \sum_\lambda c_\lambda A_\lambda \quad c_\lambda = \langle\phi_\lambda|\Psi\rangle \quad (13.1.4c)$$

其中, A_λ 对应于任意一次测量的值,而 c_λ 则表示出现这个特定值的几率。

首先需要再次指出,量子力学关于力学量“本征方程”上述内涵的认定,与 Schrödinger 方程的相关认定一样,仍然仅仅属于量子力学“第一性原理”的范畴,根本不同于数学上任何形式数学物理方程所具有的基本内涵。其次,还需要注意到,在关于力学量的这个陈述中,由于引入了与粒子系统自身的“态”,即与 $\Psi(x)$ 或 $\Psi(p)$ 完全不同,而由力学量算符本征函数所决定的无穷多个“状态” ϕ_λ ,那么,在借助粒子系统上的物理量具体表现粒子系统的状态时,量子力学中这两种“态”又如何予以区分呢?

当然,由于量子力学中这两种态之间明显存在的“自悖”结构,人们不得不将“测量”的概念引入量子力学以达到掩饰矛盾的目的。其实,这也正是某些研究者明确提出“不能回避测量问题和将测不准改成含糊其词的不确定,测不准原理必须放到最基本第一性原理位置之上”这样一种主张的缘由。但是,如果真的接受“第一性原理”,承认量子力学是对于微观物质世界一种普适性的表述,那么,像另一些学者主张的那样,“测量属于一个独立概念,必须将测量从关于微观物质系统所作的描述中删除出去”,同样成为不可违背的自然推论。这样,量子力学仍然服从这样一种基本规律:既然量子力学的构建从承认矛盾开始,那么这个陈述系统将自始至终不可能回避矛盾的存在。

事实上,与 Landau 公然将“理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人”的思想密切关联,还有一个一直没有为人们充分注意的问题在于:由于没有附加任何“可调整量”,联立方程 (13.1.4a, b) 不可能有解,当然,现在又增加了另一个附加方程 (13.1.4c),需要同时满足这些独立方程的解就更不可能存在,它们相应构造了一个更大的矛盾方程组。

因此,量子力学中所有这些关于力学量的经典陈述的存在,在逻辑上必然对式 (13.1.3) 所表达“态函数对于任何力学量都具有一种确定性意义”的肯定性答复重新构成了否定,或者说

相应出现了逻辑悖论。

13.1.2.2 量子力学态的同一性和完备性思考

如果与前述肯定性假设相反,即对于前面式(13.1.2)所提出,态函数两种表象中的自变量是否同属于粒子系统的同一个运动学状态的问题

$$\exists x, p, t \in s(x, p, t) : x \leftrightarrow \Psi(x, t) \cap p \leftrightarrow \Psi(p, t)$$

做出否定性假设,也就是说,在关于态函数的位置表象 $\Psi(x, t)$ 和动量表象 $\Psi(p, t)$ 这两种不同表述形式中,在作为“自变量”存在的位置坐标 x 与动量坐标 p 之间没有任何关联,那么将出现怎样的情况呢?

此时, x 和 p 自然地对应于两组“完全独立”的广义坐标,同时,分别由它们构造的两种形式的态函数,即位置表象 $\Psi(x, t)$ 和动量表象 $\Psi(p, t)$,也自然地成为两种被赋予不同“独立意义”的不同物理学表述。当然,也仅仅基于对这样一种完全“独立性”的承认,才可能不出现上述分析所指出的,式(13.1.4)以及式(13.1.5)实际上构造了矛盾方程组的问题。

但是,如果接受这种否定性的答案,则由于粒子系统同一“态”函数的两种不同表象,即位置表象 $\Psi(x, t)$ 和动量表象 $\Psi(p, t)$ 随着它们自变量 x 和 p 的彼此独立存在,使得“态”函数的两种表象即使在量子力学“统计”意义上,也不再对应于粒子系统一个“相同”的特定状态。或者说,对于粒子系统的某一个确定状态,它的两种表象不再具有“同一性”。

从另一个角度讲,为了保证式(13.1.4a, b)、(13.1.5)所述,量子力学关于“力学量”的几种不同陈述都能够无矛盾地同时存在,必须在“态”函数两种自变量 x 和 p 之间存在一种形式上不可缺省的“独立性”前提。当然,经典量子力学中,与态函数的两种表象不具“同一内涵”一致,如果对某一个粒子系统“态”函数只构造了一种表象形式,那么,该粒子系统运动学状态则不可能得到“完备性”的描述。事实上,这相当于 Einstein 的一个没有能够阐述清楚,对经典量子力学所作“不具完备性”的合理批判。

其实,逻辑存在的本身并不以人们的“意志”,或者以人们“是否愿意尊重逻辑的主观愿望”为转移。并且,逻辑以表面上两种看似“相反”的表现形式,相辅相成地展现逻辑自身的规律:处处逻辑相容,才可能保证陈述的整个逻辑相容;任何一处隐伏矛盾,则到处蕴涵着矛盾。事实上,对于任何一个形式系统,它的不完备性几乎必然与其蕴涵的某种逻辑歧义密切关联着。因此,一旦像 Heisenberg 所述,在建立量子力学之始,不得不将其置于“借助改变‘概念’内涵”的基础上,那么,必然导致 Landau 坦言的“只能将理论物理中的数学严谨性视为自欺欺人”的最终结果。其实, Landau 一针见血的陈述非但不属妄语,反而显示他胜于别人,是一种对现代理论物理深邃入里的认识和理解。

13.1.2.3 量子力学“态”的示例分析

如果对上述同一问题在两种完全相反假设基础上所作的推理尚不能做出一种判断,不妨再看一看“经典量子力学”在针对一些“实际”问题进行分析的时候,到底是怎样认识和具体处理这个对于整个经典量子力学至关重要的前提性问题的。

此处,不妨重新考察经典量子力学中的“一维谐振子”问题

$$V(x) = \frac{1}{2}Kx^2 \quad x = a \sin(\omega t + \phi) \quad \omega = \left(\frac{K}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

并且仍然接受经典理论的陈述,一维谐振子在量子效应下的态函数的表达式为

$$\begin{aligned}\Psi_0(x) &= \frac{\sqrt{\alpha}}{\pi^{\frac{1}{4}}} \exp\left(-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right) \\ \Psi_1(x) &= \frac{\sqrt{2\alpha}}{\pi^{\frac{1}{4}}} \alpha x \exp\left(-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right) \\ &\dots\dots \\ \alpha &= \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}\end{aligned}$$

显然,如果从最终的表述结果考虑,相关表述式中的态函数不仅决定于谐振子所处的空间位置 x ,本质上还与谐振子通过振动频率 ω 以及振幅 a 间接表述的运动速度有关。因此,尽管态函数所表述的仅仅是谐振子运动学状态的几率,但是,与几率对应的运动学状态是确定的。其实,如果某种物质对象运动学状况并不完备,或者说运动学状态自身不确定,那么,讨论该物质对象与这个特定运动学状态所对应的几率也必然变得没有任何意义。

在关于谐振子的分析中,量子力学特别指出:如果按照 Newton 经典力学的思想,谐振子运动需要满足如下的约束条件:

$$|x| \leq a = \frac{(2n+1)^{\frac{1}{2}}}{\alpha}$$

因为如果超越了这个边界,则会出现粒子“动能大于总能量”的不合理状况。但是,对于“量子力学”则不然,在经典理论不允许存在的区域中,仍然可能出现几率不等于零的谐振子。于是,在量子力学中,这种经典力学所不允许的现象称之为“量子效应”。

一维谐振子分析属于量子力学中若干最简单实际研究范例中的一个。有关“量子效应”的叙述,同样表达了现代量子力学的一般思想。但是,如果认真审视量子力学针对这个简单示例所作的分析,不难发现在如何认识量子力学中的“态”以及与其相关的“物质对象运动学状态”这个基本命题上,存在以下的主要思维特点:

(1) 在实际分析中,与态函数所对应的运动学状态其实是完全确定的。或者说,在量子力学关于谐振子运动的实际分析中,关于运动学状况的描述是“完备”的,自然地包括了位置和动量等不同方面,并没有因为再构造独立动量算符求解动量而必然出现的“逻辑不相容”问题;

(2) 一旦希望对相关物理学现象做出某种“解释或分析”的时候,量子力学的“整个”思考基础仍然仅仅属于 Newton 力学所给予人们或者自然科学那种“通常或过分平凡”的理念;

(3) 对“谐振子出现于粒子动能大于总能量区域”这种“看似明显反常”的现象,当量子力学仅仅将其“形而上学”地归结为一种“量子效应”时,其实什么也没有告诉人们。事实上,这种面对未知时解决问题的方式,与 Einstein 首先倡导的,在自然科学研究中“可以并且必须”放弃“可解释性原则”以及“容忍和无视”形形色色“矛盾”存在这种纯粹“自欺式”的思想方式如出一辙。当然,这也是 20 世纪 20 年代构建量子力学之初,Heisenberg 为什么敢于公然承认矛盾的存在,将这个陈述系统置于“修改物理学概念的物理内涵”之上,乃至在 20 世纪末出版的《理论物理教程》中,依然引用 Landau 所述“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”的缘故。

总之,因为量子力学并没有对“量子效应”的真实内涵做出任何解释与界定,所以将物质世界真实存在的种种“现象反常”仅仅归结为量子效应时,整个量子力学只能成为过分简单和形

而上学的“空言”陈述,不仅本质上什么也没有告诉人们,而且无法改变从构建这个陈述系统之初就为人们承认与接受的“矛盾——逻辑自悖”始终存在的状态。因此,期望以放弃可解释性为代价,将量子力学全部置于“第一性原理”的“神学”理念之上,只能成为纯粹的自欺欺人。

物质世界中任何一种存在如果是真实的,那么总是可解释的,而可解释性的全部内涵仅仅在于“概念”的严格同一,以及在此基础上所有不同物理实在的“逻辑”相容性。因此,对于量子力学中的一维谐振子,之所以在“超越经典极限”的情况下,即

$$|x| > a = \frac{(2n+1)^{\frac{1}{2}}}{\alpha}$$

时,还会有粒子的真实存在,绝对不是因为某些“智者”已经将这种存在命名为一种“量子效应”,或者因为它属于根据“第一性原理”所构造“量子力学”的研究范畴,就可以合理地允许运动中粒子出现“动能大于总能量”这种状态反常。正如数学中的“局部恒不得大于全部”一样,粒子的动能永远不可能大于它的全部能量,它并不因为粒子被“人为”地归属于量子力学的研究范畴而有所变化。

事实上,量子力学中的谐振子出现于“经典禁区”之中,因为且仅仅因为作为一种“物理实在”,而并非“称谓”上的“量子效应”的真实存在。或者说,完全不同于建立在与物质对象自身无关的“测量”理念之上,一种本质上仍然依赖“想象”而存在,为 Heisenberg 所提出的“不确定原理”

$$\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta \phi \cdot \Delta L \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{cases}$$

或者仅仅作作为“第一性原理”或者“公理化假设”而存在的基本对易关系

$$[\hat{X}, \hat{P}] = i\hbar$$

这些“人文化”的“思维”概念,量子效应的存在是完全真实的,属于一种物理实在。当粒子系统与其所处物质环境之间发生某种“量子作用”时,那么,该粒子系统相应存在同样作为“物理实在”而出现能量跃变,并且,这种能量跃变能够也必须借助真实的“量子约束条件”所描述,即

$$\delta\tau \cdot \delta E = \lambda\hbar : \delta\tau \quad \delta E \in (0, \infty)$$

它的全部内涵在于:量子作用只能是“一份一份”发生的,并且,其能量跃变 δE 随着量子作用的时间历程 $\delta\tau$ 的不同而变化。因此,尽管从粒子系统的“总体”考虑,相容于“最小作用原理”,经历了量子作用的粒子系统拥有某种确定的平均能量,但是,对于“个别”粒子,随着量子作用的“时间历程 $\delta\tau$ ”的不同,原则上能量跃变 δE 允许在 $0 \rightarrow \infty$ 范围中变化。因此,谐振子可能出现在超越“经典禁区”的区域之中,成为一种“十分自然或者过分平凡”的物理真实,无需也不允许修改物理学中的任何基本概念。(概念不同,自然不再存在“可解释性”,且必然处于矛盾之中。)

当然,人们还可以根据完全相同的思想重新考察“势垒”问题。首先,与态函数对应的运动学状态必然具有确定意义,否则,与某一个特定运动状况对应的“几率”表述也只能成为一句空话。另外,所谓的“隧道效应(Tunnel effect)”的存在,并不源于人为意识中的一种“量子效

应”，它同样因为发生量子效应过程中能量变分存在的不确定性，使得运动中粒子在量子效应中可能被真实地赋予了较大的能量，从而能够“飞跃”势垒。因此，除了那个真实作用着的“量子效应”，并且，人们需要相应对其做出一种大致合理的描述以外，与经典理论不存在任何矛盾。

13.1.3 状态空间和解空间两种不同前提性认定蕴涵的哲学理念分歧

对于一个形式表述系统，形式逻辑方面存在的紊乱，几乎必然与相关哲学理念的认识紊乱密切相关着。因此，上面所指出，经典量子力学关于 Hilbert 空间陈述中存在的一系列逻辑悖论具有一种必然性。事实上，在研究某一个物理现象时，究竟是对其描述物质对象的“状态空间”首先做出一种形式认定，还是像 Dirac 所作的那样，首先借助他所杜撰的 Hilbert 空间对“解空间”做出一种前提性的认定，同样深刻反映了目前自然科学研究两种完全不同的哲学观。

针对某一个确定的被描述物质对象，需要将其“状态空间”构造一种“前提性”的形式认定，本质上包容以下几个方面的基本意思：

首先，从形式逻辑考虑，那个被描述的物质对象必须是“第一位”的，对于物质对象所作的理想化认定决定了整个形式系统；

其次，严格满足科学陈述语言的同一性和无歧义性要求，绝对不允许随意杜撰物理学概念和物理学基本原理，以保持一切科学陈述必须的无矛盾性或者逻辑相容性。因此，形式系统仅是针对物质对象所作理想化认定的一种逻辑必然；

最后，其实同样也是上述陈述的逻辑必然，任何形式系统只能条件存在、有限真实，逻辑地属于那个理想化的物质对象。

例如，在以上关于“理想化”粒子系统所作的分析中，曾经提到相应存在几种不同状态空间。第一种属于经典力学所研究的“理想化粒子”系统

$$S_{\text{particle}} : \{m_n, q_i, p_j\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad i, j \in (1, \dots, 3n)$$

此时，粒子系统中的所有粒子仅仅存在独立的平移运动。但是，如果运动中粒子自身的“几何结构”，以及由此决定并且相应被赋予了独立意义的旋转运动不可忽略的时候，则状态空间变化为一种相对较为复杂的形式

$$S_{\text{rigid}} : \{m_n, \mathbf{I}_n, q_i, p_j, \mathbf{\Omega}_n\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad i, j \in (1, \dots, 3n)$$

此时，式中的 $\mathbf{I}_n$ 和 $\mathbf{\Omega}_n$ 分别被用来表示有限大刚体粒子的惯性矩张量以及相应的旋转向量。

但是，如果局限于“经典量子力学”的研究范畴，情况相应发生比较大的变化。此时，对于任何粒子系统，相应的理想化状态空间为

$$S_{\text{quantum}} : \{m_n, q_i, p_j, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad i, j \in (1, \dots, 3n)$$

$$\chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad (13.1.6)$$

它作为一种经验事实，告诉人们，局限于经典量子力学的“有限论域”之中，人们需要也只能考虑粒子的“两种”分立旋转状况。但是，并不因为对于物质对象所作的理想化认定不同，而改变赋予状态空间所有的物理内涵。也就是说，人们仍然需要确信，根据状态空间的定义，当且仅当属于状态空间中的所有形式量得以确定的时候，属于这个“特定理想化”物质对象之上的所有物理学量能够并且必须得以唯一确定。

而且，人们还需要形成一种理性意识，与经典力学的分析在原则上不存在任何差异，状态

空间可以也仅仅可以等价地视为对物质对象所作的一种理想化定义,并不涉及运动学状况变化的描述。

但是,如果粒子系统承受一种“量子效应”引起的“激发”作用,仍然由于“局限于”经典量子力学“有限论域”的缘故,尽管每一次“单独”的量子效应都“真实地”存在属于自己的特定演变过程,相应真实地存在于量子效应有关的各种细节,但是,人们“既无力、通常也无需”对这些真实存在的细节做出描述。因此,局限于这个特定的形式系统之中,人们只能对发生在“特定时刻”上的量子效应所产生的“激发”效应做出描述。与此同时,仍然囿因于不了解量子效应细节的缘故,人们只能对“许许多多”次量子效应的综合影响做出预测,并且,把这种预测仍然形式地定义在一个特定的“时刻”上,讨论该时刻前后发生“不同”变化的几率。因此,对应于发生“量子效应”的一种仅仅具有形式意义的“特定”时刻,状态空间中的广义坐标不再允许作自由变化,其必须满足量子约束条件

$$\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \lambda \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N$$

显然,在不讨论量子效应所激发的影响时,人们无需考虑此处的量子约束条件。

事实上,正如前述分析已经指出的那样,人们在进行 Stern-Gerlach 实验时,并没有考虑量子效应的激发影响,而仅仅基于式(13.1.6)对于量子力学中粒子系统所作的一种理想化认定进行的分析。经典量子力学把这两种不同的“物理真实”混淆了。事实上,一些研究者已经注意到在量子力学研究中,真实存在着需要和不需要使用所谓 Schrödinger 基本方程的两种不同情况。但是,他们将这种真实存在的差异,归结为不知所云的“量子力学区分主观和客观的困难或者任意性”之上,最终不得不再次落入“第一性原理”本质蕴涵的科学宗教之中。

与人们对理想化物质对象的状态空间做出一种“前提性”的形式认定不同,Dirac 则首先对“解空间”做出一种形式认定。本质上,这样一种做法在哲学取向上,恰恰与前面所说以对物质对象所作的理想化认定完全相反,它告诉人们:

首先,从形式逻辑考虑,对于任何一种形式表述的理论体系而言,某一个“恰当”构造的“特定形式”具有决定性的意义,或者说仅仅是形式系统的形式而不是它的内容才是“第一位”的。正因为此,Dirac 在年逾七旬以后觉得需要对量子力学的历史发展进程进行总结的时候,人们才可能从中懂得“形式表述”本身所具有的前提性意义,相应获得关于经典力学与量子力学之间逻辑关联一系列十分奇特的理解:“量子力学发展过程中,最出人意料和最使人惊奇的是它们从根本上违背了 Newton 定律,但是居然获得了成功。Heisenberg 新力学的一个最重要之点,就在于动力学变量需要服从一个不遵守乘法交换律的代数。于是,我们所面临的问题就是要改变 Newton 方程,使其服从 ab 不等于 ba 的代数。Hamilton 找到了表示这些方程的另一种方法,这个方法的重要性在于容易把它推广以引进非交换性代数。这样看来,Hamilton 对什么东西是重要的有一种卓越的见解,并且成为一个数学家曾经有过的最杰出见解之一,其重要性在其逝世很久以后才为人们所认识。因此,作为一种有趣的游戏,人们就能把 Newton 理论动力学体系中的各种模型变换成新的力学模型。”总之,在 Dirac 的心目中,一种恰当的表述形式应该具有一种永恒的意义。

其次,与前面提出的,自然科学陈述必须严格满足科学陈述语言的同一性和无歧义性,以及一切科学陈述必须满足的逻辑相容性要求完全相反,自然科学研究中对于某种具有本质意义的形式表述自身的探询和追求,才可能具有最根本的意义。当然,人们完全可以不在乎概念是否统一以及不同科学陈述能否逻辑相容的问题。事实上,通过阅读 Dirac 的著述,人们可以深切感受到他内心深含的这种哲学理念。在他的著述中,几乎很少看到证明,他仅仅使用着一些最简洁的“陈述性”语言,依靠他对于真理的纯粹“直觉”意识,以及凭借像他称颂 Hamilton 时所说的那种对于某些“具有深远历史意义的形式表述”具有的一种非凡领悟能力和技巧,在十分自由地创造着他所说的新科学。

最后,同样也是上述论断另一种的逻辑必然,依赖智者们的“直觉和顿悟”所创造的形式系统必然普遍真实,无需逻辑前提与存在条件。或者正像目前的主流科学世界虔诚相信的那样:对于小于 10^{-8}cm 以下的“微观世界”,能够并且必须无条件地服从 Schrödinger 方程。即使对于极少数的研究者,虽然他们已经发现量子力学研究中这样一种“同一化”的认定并不真实,但是,他们仍然虔诚地相信,造成这种差异的原因根本在于“实验者的不同安排,或者量子力学区分主观和客观的困难”。

13.2 不同叠加形式共存及其物质基础

人们总可以确信,对于任何一种仅仅凭借“形式模仿”方法所构造的理论体系,几乎必然隐含着形形色色的逻辑悖论,并且,也成为差不多所有的人实际上始终不可能真正读懂这个形式系统的原因。当然,也正因为此,在当今主流科学社会自觉还是不自觉地接受“第一性原理”,或者推崇所谓的“科学宗教”的时候,一些研究者能够明确指出:为量子力学建立一种可信的哲学基础,首先在于如何搞清楚“量子力学所描述的客观世界究竟是什么”的前提性问题应该极其难能可贵,具有一种本质上的指导意义。

进一步说,在人们阅读量子力学或者期望为其构造一种哲学基础的时候,必须将思考问题的出发点从仅仅始于对诸如 Schrödinger 方程这样一种特定“形式表述”的无条件认同,或者对像“物质波”这样一些“纯粹人为创造的概念”必须给予确认这样一种习惯的思维定式中扭转过来,认真检讨经典量子力学中一切可能存在或许在我们看来甚至“过分细微”的不合理陈述,或者矛盾,以最终发现那些可能为量子力学所描述但是属于物质世界自身存在的某些物理现象。

从这个意义上讲,人们指出经典量子力学体系中实际上存在两种形式完全不同的叠加原理,相应包容着完全不同的物理内涵,对于暴露隐含于整个经典量子力学体系在形式逻辑上的矛盾具有重要的启示性意义。但是,如果仅仅作为一种矛盾的揭示,还远远没有能够使得认识真正达至深刻的程度,人们还需要意识到,对任何一种“特定”叠加形式加以“固定化”都没有意义,这只能属于一种简单的形而上学思维方法。实际上,任何形式的叠加方式都应该是可能的或者都是允许的,至于在实际问题中,到底需要采用哪一种叠加方法,仍然本质地取决于那个需要表现的物质真实。或者更为本质地讲,不是首先对被描述的特定物质对象加以具有形式意义的“理想化”确认,作为建立某一个条件存在、有限真实的形式系统的“唯一”基础,相反,却在寻找或者创造出某一个“一成不变”的形式表述,以希望这个普适表述能够“无条件”地应用于相互之间可能存在极大差异的不同物质对象之上,充分显露了在思维逻辑上目前主流科学

社会真实存在的高度紊乱。

因此,在量子力学中讨论“哪一种叠加方式更为合适”的问题本身,其实就是一个并不恰当的命题。任何一种叠加形式都可能存在。人们需要始终相信的是:某一个特定的形式表述系统,以及属于这个形式系统中某一种具体叠加方式的选择,只能被视为针对不同“物质集合”所作不同“理想化认定”的一种逻辑必然。于是,对于物质对象的理想化认定,以及对该物质对象需要表述的某些物理现象得以存在的条件做出明确认定,才可能具有前提性的根本意义。事实上,在经典量子力学意义上的“纯态”或者“混合态”,本质上都是针对人们所研究不同物质对象相应构造的不同理想化认定。因此,在此基础上,能够自然地得到不同的特定“叠加”形式。一些优秀的经典量子力学著述,已经对这些问题进行了相当深入的分析和讨论,此处不再重复,而仅仅讨论与“干涉效应”相关的叠加问题。

13.2.1 干涉叠加现象

让我们重新考察汤川秀树在其《量子力学》针对“干涉实验”所作的较为详尽的论述。

干涉实验告诉人们这样一种基本事实:在某一个“粒子”发射器与装有感光膜的检测器之间,安放了一个带有两个小孔 a 和 b 的屏幕。当两个小孔之间的距离 $d_{a,b}$ 与“量子效应”的“特征距离 λ ”大致相当的时候,即

$$d_{a,b} \simeq \lambda \approx \kappa \frac{\hbar}{\delta p} \quad (13.2.1a)$$

才可能出现干涉现象,式中的 κ 表示量子数。也就是说,当单独开启 a 孔和 b 孔时,如果出现在显示屏上的几率分别记作

$$P_a \approx |\Psi_a|^2 \quad P_b \approx |\Psi_b|^2$$

则当同时开启两个小孔的时候,出现在显示屏上的几率并不简单等于两次单独作用之和

$$|\Psi_a|^2 + |\Psi_b|^2$$

而出现一个新的结果,通常记为

$$P_{a,b} \approx |\Psi_a + \Psi_b|^2 = |\Psi_a|^2 + |\Psi_b|^2 + 2|\Psi_a \cdot \Psi_b^*| \quad (13.2.2a)$$

这样,将它们之间存在的差异

$$P_{a,b} - (P_a + P_b) \approx 2|\Psi_a \cdot \Psi_b^*| \quad (13.2.2b)$$

称为干涉项。

13.2.2 干涉叠加得以存在的条件以及“波粒二象性”

人们指出,对于上述现象的存在,如果仅仅根据经典理论中的概念是无法解释的。首先,人们通过让入射束明显减弱,使得“每秒钟”只发射一个粒子,从而可以观察“一个粒子”引起的干涉效应。但是,实验结果表明此时不再存在干涉条纹。因此,粒子具有“粒子”必须具有的一种不可分割性。那么,如何解释经典理论中仅仅存在于“波”中的干涉现象呢?

但是,如果人们注意到关于干涉现象的另一个重要的陈述,即“就量子力学的粒子而言,分布函数 $P_{a,b}$ 是对应于‘同时’拍摄‘极多个粒子’时在屏幕上呈现的干涉条纹”,那么,尽管后来人们还同时指出“如果把很多‘单个粒子’的画面‘重叠’冲洗,就能再现原来的干涉条纹,这样,出现在干涉实验中的波动性还应该视为‘单个’粒子的一种本质属性”。此处所说的物理真实仍然可以借助平常的概念加以解释,而无需引入自身存在“概念自我否定”的“波粒二象性”

陈述。

事实上,如果考虑到式(13.2.1)所示干涉叠加得以存在的必要前提,即

$$d_{a,b} \simeq \lambda \approx \kappa \frac{\hbar}{\delta p}$$

那么,人们首先可以判断,此时诱发干涉叠加现象的只能是某一个真实存在的,作用于运动粒子上的“量子效应”。与此同时,人们还可以做出推断,与上述‘同时’拍摄‘极多个粒子’时在屏幕上呈现的干涉条纹对应,两个相继发射的粒子在前后抵达两个不同小孔时,它们的时间间隔必然也是小量,并且,还应该存在和“量子效应特征时间”保持大致对应的关系

$$\delta \tau_{a,b} \simeq \kappa \frac{\hbar}{\delta E} \quad (13.2.1b)$$

因此,人们可以做出推断:即使不能肯定前后到达小孔的粒子实际上处于一种量子相互作用状态之中,也可能相信那两个通常通过“晶体点阵”实在的小孔仍然处于量子效应的一种相互激发状态之中,从而影响了粒子的运动。至于对于任何一次量子效应的“真实”细节,或者实现量子效应的“具体”过程的研究,已经超越了“经典量子力学”的范畴,人们只能在一个更为深刻的物质层次上,做出一种依然有限真实的描述。

总之,对于物质世界中出现的任何一种现象只要它的确是真实的,那么,这种现象必然对应着同样真实存在的“物理作用”,以及激发和承受这些真实物理作用的不同“载体”,尽管人们只能逐步地认识这些不同的物理作用和作为载体的不同物质存在形式。而且,物质并不存在人们通常想象的那种特定存在形式,时刻可能处于变化之中。但是,作为形式表述系统中纯粹人为的两种不同“理想化”认定,物质总可以分成“场”和“粒子”两种完全不同的形式。作为前一种理想化物质存在形式,“场”的本质特征完全在于它的“无形”,能够“理想化”地充满着人们所关注的整个空间,相应不存在真正属于“场”自身的几何,而定义于不同形式场之上的不同物理量在空间形成的“扰动”及其“传播”是场的唯一的运动形式;而对于后一种理想化物质存在形式则恰恰相反,“粒子”的本质特征正在于它拥有属于自己的“几何”或者“形”,因此,以“位移”为基本特征的运动仅仅属于粒子。粒子和场可以相互转化,但是,作为两种理想化物质的基本运动形式,位移只能属于粒子,而波动仅仅属于场。

将那个“自存”的、人类或许永远也“无以穷尽其真实”的物质世界,与另一个仅仅人为构造,当然相应只能“条件存在、有限真实”的形式化系统混为一谈,不能不说是 20 世纪中实际上由西方学者掌控的主流科学社会不可理喻的一种幼稚心态。至于一方面期望通过“修改概念”的方式,认识或者解释包括诸如“量子干涉”在内的这样一些未知现象的物质世界,另一方面却公开抛弃“一切科学概念”必需的统一性,凭借“直觉和顿悟”随意变更科学语言必需的“同一化”语意,甚至将形式表述系统必须遵循的“数学严谨性”称之为“自欺欺人”,其实才是现代自然科学体系中不应该存在的道道地地的自欺欺人。再次指出,在主要由西方学者构建的现代自然科学体系中,任何存在着神秘性的陈述,几乎无一不存在着严重的“逻辑不自洽”问题。

13.3 连续性 Schrödinger 方程与量子效应离散本质的逻辑自悖

在经典量子力学中,人们一直将 Schrödinger 于 1926 年提出,纯粹基于“物质波”的想象所构造的波动方程置于前提性基本方程的地位之上。其实,以连续性为存在前提的 Schrödinger

方程与作为量子效应本质的离散特征之间存在本质分歧。现在,对上述分析中涉及这个方程的一系列主要问题进行大概的总结。

13.3.1 Schrödinger 方程的连续性本质

毋庸置疑,Schrödinger 的波动方程

$$\left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - \hat{H} \right) |\Psi\rangle = 0 \quad (13.3.1a)$$

必须以其所涉及的所有物理量的连续存在为基本前提,同时,这个方程如果合理,它同样只能表现所有物理量的一种连续变化。因此,当人们断言物理现象存在着某种“量子跃变”的时候,那么,如果从形式逻辑考虑,对于表现这样一种以“跃变特征”的量子效应,这个方程无能为力。

至于人们采用类似于现代求解数学物理方程的“频谱分解”方法,将 Schrödinger 方程变化为两个不同部分

$$\begin{cases} (\hat{H} - E_\lambda) |\Psi_\lambda\rangle = 0 \\ \left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - E_\lambda \right) \Psi_\lambda = 0 \end{cases} \quad (13.3.1b)$$

在形式上,似乎将出现由不同本征值引起的不同“离散”本征函数,从而能够与人们期待的离散现象构成一种逻辑对应。但是,这种形式上“离散量”的出现,仅仅只能被视之为一种具体的数学处理方法。由于相关的最终形式为

$$|\Psi(x, t)\rangle = \sum_{\lambda} c_{\lambda} \exp\left(-\frac{i}{\hbar} E_{\lambda} t\right) |\Psi_{\lambda}\rangle : \lambda \rightarrow \infty \quad (13.3.1c)$$

使得这些曾经在求解过程中出现的“中间形式”的离散量,不能用来否定最初数学表述本质蕴涵的“连续性”特征。相反,正因为此,经典量子力学没有“一次”真正求解过这个数学上的最终形式,当然也恰恰暴露了整个形式系统必然隐含着的重大逻辑悖论。默认甚至纵容形形色色逻辑悖论的存在,却满足于个别的不具本质意义的局部证实,同时也暴露了现代主流科学社会普遍存在的一种纯粹“自欺欺人”非科学态度。

其实,在需要考虑这样一种前提性问题的時候,人们不妨重新认真地阅读这个理论体系最初得以构建时人们的一些争论。在 1926~1927 年期间,除了 Schrödinger 本人十分顽强地捍卫他的波动方程必然只具备的一种“连续性”意义以外,Heisenberg 也与 Bohr 存有较大的分歧。在 Heisenberg 年逾六十回忆历史的时候还这样谈到:“Bohr 和我自己之间也存在争论,这种争论的困难在于,我要求完全从量子力学的数学方案出发,并且,有时也许可以作为数学工具来用一用 Schrödinger 理论,但是从来不涉及我不能相信的 Schrödinger 诠释。然而,Bohr 却想要以某种方式认真地对待 Schrödinger 的诠释,并且希望同时运用两种方案。”

应该说,在这个特定问题上,Heisenberg 关于量子力学的这种基本思想是准确的,也可以说是十分深刻的。但是,可能源于那个时代的人们总期望构造一种“解析形式”基本方程的思维习惯,Heisenberg 并没有能够真正实现他关于“(本质上离散的)量子力学数学方案”的基本设想。

不过,阅读那个时代研究者在进行这个全新领域的开拓研究时的许多论述,总会有所启发,而且,也常常感受到那个时代的人们为了追求真理付出的艰辛和真诚,以及由于难以获得一种完满解答的无奈和不安。不能不指出,他们的心态,与 Dirac 在向人们灌输那些迫于无奈而采用的形式模仿时的心安理得甚至洋洋自得存在太大差异。告诉人们矛盾的真实存在,是矛盾得以解决的必要前提和基础。

13.3.2 Schrödinger 方程独立于动力学分析过程

将“虚数”引入形式表述之中,或许能够为人们提供这样一种可能,这就是让人们理性地意识到:形式表述体系以外,还可能存在着某些不能为这个形式系统所描述的但是却真实存在着的。但是,如果不是这样一种真正理性的认识,那么,“虚数”作为一个本质上已经超越了理论体系“有限论域”以外的形式量,只能严重扰乱人们的正常思维。

事实上,也正是 Schrödinger 方程中添加在时间导数算子之上的“虚数”,人们可以从前面的式(13.3.1c)

$$|\Psi(\mathbf{x}, t)\rangle = \sum_{\lambda} c_{\lambda} \exp\left(-\frac{i}{\hbar} E_{\lambda} t\right) |\Psi_{\lambda}\rangle : \lambda \rightarrow \infty$$

看到,即使能够将 Schrödinger 方程视为一种动力学方程,但是,一切与时间相关的量都由于只存在于指数函数的“虚数项”之中,对这个形式系统需要表现的态函数的“实数”内积没有任何影响,从而不但本质上成为一种纯粹的“空言”陈述,而且还极大地给人们造成了思维紊乱。当经典量子力学构造时间域中的“演变算符”

$$\begin{cases} |\Psi(\mathbf{x}, t)\rangle = \hat{U}(t, t_0) |\Psi(\mathbf{x}, t_0)\rangle \\ \hat{U}(t, t_0) = 1 + \frac{1}{i\hbar} \int_{t_0}^t \hat{H}(\tau) \hat{U}(\tau, t_0) d\tau \end{cases}$$

指出该演变算符具有天然的“么正”特征,即

$$\hat{U}\hat{U}^* = I$$

并且,连篇累牍地叙述这种“非同一般”的形式特征时,其实正是这种“反复空言陈述”,除了给人造成量子力学一种表面上十分复杂的假象和思维紊乱以外没有任何意义。

由于在经典量子力学的有限论域之中,人们无从得知量子效应的细节,因此用以刻画量子效应历程的“真实时间”不属于这个理论体系的表现范畴。或者正如节 7.2.3 所说的那样,涉及量子效应的时候通常存在两种完全不同的时间量度。第一种

$$\tau \notin \text{quantum}$$

用以表现量子效应的真实历程,但是,不属于经典量子力学的有限论域,尽管它的确真实地存在着。另一种则属于经典量子力学形式系统的另一个时间尺度

$$t \in \text{quantum}$$

当人们不可能了解量子效应的真实历程时,任何关于量子效应最终效果的陈述只能定义在这个形式系统时间域的一个特定时间点之上,从而才可能在物理内涵和形式逻辑两个不同方面,同时为经典量子力学的“统计诠释”提供可信的基础。

13.3.3 Schrödinger 方程“无关”于能量极值原理

在节 7.5.4 所作的分析中曾经指出,如果完全模仿经典著述关于 Schrödinger 方程与“能量极值原理”保持一致的证明方法,那么,只要“随意”给定任何一个力学量 A ,总可以推得同样的结果

$$\delta\langle\Psi|\hat{A}|\Psi\rangle = 0 \leftrightarrow (\hat{A} - \lambda)|\Psi\rangle = 0$$

也就是说,无论是什么样的力学量算子,由这个算子所构造的本征值方程,总能够使待求态矢

量成为极值函数

$$(\hat{A} - \lambda) |\Psi\rangle = 0 \rightarrow \delta\langle\Psi| \hat{A} |\Psi\rangle = 0$$

显然,这样的证明肯定属于一种“虚假”证明,其中隐含着某些推理不当。人们不能根据量子力学的通常分析,说明 Schrödinger 方程本能地与能量极值原理构成逻辑对应。

事实上,如果重新仔细地阅读经典量子力学运用“能量极值原理”进行数值求解的不同实例,不难发现,相关计算只是根据能量原理寻求能量本征状态“集合”中那个“最低”的能量状态。因此,量子力学中的这些计算实例与 Schrödinger 波动方程等价于能量极值原理之间没有任何关联,它们不能用来说明按波动方程求得“所有”能量本征态自身的“极值”特征,即并不说明:集合中的每一个能量本征态,都能够逻辑地对应于“虚广义位移”中“无穷小邻域”中的极值状态。

13.3.4 广义坐标量子约束与 Schrödinger 方程之间的独立性

由于没有理性地意识到,量子效应过程的“细节”尽管真实存在,但是已经超越了经典量子力学可能存在的“有限表现”能力,人们只能将所有的这些物理真实在“形式”上理想化为一种“量子约束”。因此,在经典量子力学陈述中,给人们留下一种模糊的印象:位移和动量、角位移和对应的角动量,即所有对偶广义坐标之间存在的量子约束条件,应该是求解 Schrödinger 方程所显示的一种必然结果。

显然,这是思维理念上一种严重的因果倒置。对于人们熟知的量子约束

$$\begin{cases} \Delta \mathbf{x} \cdot \Delta \mathbf{p} = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta \mathbf{L} = \lambda \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N$$

只能成为逻辑推理的前提,而不是最终的结果。当然,人们也仅仅于此,才可能在节 7.5.1 中叙述的那样,构造“允许自由变化”的广义虚位移空间

$$\varepsilon_q: (\delta q_i) \quad i \in (1, 3n)$$

或者

$$\varepsilon_p: (\delta p_j) \quad j \in (1, 3n)$$

并且,在此基础上相应构造形式系统。

13.3.5 Schrödinger 方程难以求解的物理本原

经典量子力学指出,除了个别的简单情况,一般无法直接求解 Schrödinger 方程。对此人们需要意识到:造成这种情况的原因并不在于人们曾经拥有或者目前拥有的计算手段尚不完备,本质上只能归结为这个根据人为杜撰的“物质波”假设而“拼凑”出来的形式表述本身就是一个不真的表述。前提不真实,推论当然谈不上真实。对于任何一种“悖谬”的陈述,或许总可能找到某种个别的经验证实。Einstein 曾经指出:任何经验证实都不具备本质意义。因此,对于 Schrödinger 方程的任何经验证实同样不具本质意义。更何况,许许多多不可计算的实例,本质上不正可以成为对其构成逻辑否定的一种证据吗?

我们在节 7.5.3 的推论中,曾经尽可能地去寻求定态 Schrödinger 方程与一般能量极值原理之间任何“一点点”可能存在的关联,以对这个形式表述为什么在个别实例分析的确构成一

种“大体真实”描述提供一些可以说服自己的理由。实际上,在一些简单情况下,定义在“位置坐标空间”的定态 Schrödinger 可以表示为

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_r^2 + U(\mathbf{r}) - E \right] \Psi = 0 \quad \in s(x_1, x_2, x_3)$$

而其中与 Laplace 算子所对应的形式量

$$\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_r^2 \simeq \frac{\hbar^2}{m \delta x_i \cdot \delta x_i} \sim \delta E$$

或许能够大体反映量子效应所激起的一种能量变化。

当然,所有这样的分析没有任何科学严格性可言,不可能隶属于科学讨论的范畴。或者说,这些纯粹牵强附会的解释,或许只是为了能够让自己相信,为什么这个“过分粗糙”的形式表述得以长时间存在的原因。

13.3.6 Schrödinger 方程的“伪”边界条件

在经典量子力学中,对于 Schrödinger 方程所定义的波函数,人们提出需要满足“单值、有界、连续”这样三个通常被称之为波函数的标准条件。也就是说,对于粒子坐标的几率密度函数

$$\rho(\mathbf{x}, t) = \langle \Psi(\mathbf{x}, t) | \Psi(\mathbf{x}, t) \rangle$$

以及相应存在的“几率流”密度函数

$$\mathbf{j}(\mathbf{x}, t) = \frac{i\hbar}{2m} (\Psi \nabla \Psi^* - \Psi^* \nabla \Psi)$$

需要满足“有限性、单值性和连续性”要求。并且,在求解某一个具体问题的时候,正依赖于这些标准条件,转化为求解“微分方程定解问题”的特定边界条件。

但是,这样一种通常的认识并不准确。在求解微分方程的“定解问题”时,能够单纯满足“泛定方程”的解无以穷尽,当且仅仅当根据“不同”具体的物理问题给出“不同”的边界条件以及初始条件的时候,定解问题的解才可能得以唯一确定。也正因为此,人们把边界条件以及初始条件称为微分方程的定解条件。并且,仅仅是泛定方程和定解条件共同构造的“整体”,才可能成为一个具有完整意义的数学物理问题。

显然,正如人们恰当地把“单值、有界、连续”称为波函数的“标准条件”那样,它们表现了波函数的一种“共性”特征,原则上完全不同于“边界条件”所提供不同特定物理问题的“个性”特征。换一句话说,“单值、有界、连续”仅仅表示一切“几率性质”场描述通常必须共同具备的一种“平凡”特征。

这样,它再次告诉人们这样的事实:经典量子力学中的 Schrödinger 方程不同于数学上通常的微分方程。

量子力学的经典陈述中,往往模仿流体力学中的连续性方程,以及经典电磁场理论中的电荷守恒定律,构造了一个 Schrödinger 方程的连续性条件,并且,在若干相关计算中还将其视为一种边界上的定解条件。其实,这样一种通常的理解仍然属于简单形而上学的思维范畴。

事实上,正如前述经典电动力学分析已经指出的那样,以连续方程出现的电荷守恒定律并不普遍真实,仅仅存在于宏观电磁学的“统计”表述之中。可以做出严格证明,仅仅对于“统计量”的场表述形式,这样一种特定形式的数学表述才具有普遍意义。而且,如果像某些量子力学著述所说的那样,“可以由 Maxwell 方程

推导出电荷守恒定律”,那么,这样一种理解恰恰成为认识的逻辑倒置。仅仅由电荷守恒定律,才可能演绎地推导出一个恰当表述的电磁场方程组。

与针对统计量场表述所构造的这样一种连续性限制存在根本差异,对于任何一个场的定解问题,不仅存在边界条件如何与泛定方程保持逻辑相容的问题,而且,给定的边界条件自身具有确定的“物质”意义,相应表现边界上物理真实做出的贡献。因此,只要愿意真正抛弃“第一性”原理的心理障碍,与数学上通常所说“微分方程定解问题”进行对比,正像前面分析已经指出的那样,经典量子力学从来没有按照数学中微分方程的真正内涵,求解过 Schrödinger 方程。

13.4 量子约束与 Heisenberg 方程的“空言”陈述

应该说,无论是从纯粹的哲学理念考虑,还是从物理学研究与数学表述之间的因果关系考虑,Heisenberg 能够始终坚持将如何形式地表现“量子效应”必然具备的“离散”特征,置于一种前提性的地位上是十分不容易的。只是限于那个时代的认识水平,他不可能真正理解如下所示的“量子约束”自身:

$$\begin{cases} \Delta \mathbf{x} \cdot \Delta \mathbf{p} = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta \mathbf{L} = \lambda \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N$$

就足以为构造一个在本质上必然满足“离散”特征的一般性方程

$$\begin{cases} \text{Min} : \text{Act}(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{fine} : \Psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}, t) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \\ \delta q_i, \delta p_j \in (0, \infty) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c$$

提供了完备的形式基础。而仍然采取引入“虚数”的方式,将一个本身已经超越“可能表述范围”的物理真实不恰当地引入了形式体系之中,并且,构造了这样一个

$$qp - pq = i\hbar \quad (13.4.1)$$

完全在“欺骗自己”的形式表述。广义位置坐标和广义动量坐标都是一种实在,何以能够经过一种“不可交换”的数学运算,以能够与那个从形式表述中最终必须加以消除的“虚数”构造一种形式关联呢?由于最初的假设前提过分虚妄,由此建立的形式表述体系也只能最终进入虚妄和紊乱之中。

针对 Heisenberg 所构造形式表述以“空言”陈述为本质内涵的虚妄性,下面再将重新进行大概的小结。

13.4.1 量子约束的真实性与量子力学中不可交换代数的虚妄性

对于今天,或者特别是对于未来的研究者而言,难以想象 1925 年的 Heisenberg 是如何从与量子约束

$$\begin{cases} \Delta \mathbf{x} \cdot \Delta \mathbf{p} = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta \mathbf{L} = \lambda \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N$$

能够大体保持一致的“测不准原理”

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta \phi \cdot \Delta L \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{array} \right. \quad (13.4.2)$$

推得那个借助一个所谓“不可交换代数”所表述的一般性量子条件的,并且,得到了那个时代研究者的认同。

事实上,尽管任何著述都指出式(13.4.1)

$$qp - pq = i\hbar$$

所表示的量子条件,以及由其构造的 Heisenberg 矩阵方程从来没有被人们实际使用过。但是,这个借助虚数所表述的量子条件,差不多延续了近一个世纪,为人们几乎可以完全凭借纯粹的“人为想象”,或者对于不同形式模仿的“好恶”去不断“构造着”的经典量子力学,提供了唯一的思维基础。

但是,任何人都可以十分直接地看出,“测不准原理”即使不能被视为定义在“广义坐标空间”中“量子约束”的一个合理的等价表述,但是,Heisenberg 首先提出的“测不准原理”仍然被赋予了确定的物理内涵,与同样为他自己提出的量子条件完全无关,即

$$qp - pq = i\hbar \neq \begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \hbar \end{cases}$$

而且,人们还需要理性地注意到:绝对不是需要再为这种“明白无误”的“不等价性”关系再提供任何证明。相反,一个恰恰为人们忘却了的“反常”事实意识却正是:对这个被人们重复了将近一个世纪,乃至最终自然地成为一种“真理”的等价性表述,似乎很少有人认真考虑过如何为这样一种不可交换代数的结果提供有力证据的问题。

此处不妨重新考察汤川秀树在其所著《量子力学》中是如何对此做出证明的。在讨论“量子条件和对易关系”问题时,汤川指出:

“看来,(坐标表象和动量表象的不同形式量之间存在的)这种严谨的功能变换和各算符的简化形式,暗示存在着极简单的数学关系。事实上,存在反映微分算符这样一些特性

$$\frac{\partial x}{\partial x} = 1 \quad \frac{\partial x}{\partial y} = 0 \quad \dots$$

的恒等式

$$\left[x \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} x \right] \Psi(x, t) = -\Psi(x, t) \quad \left[x \frac{\partial}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial y} x \right] \Psi(x, t) = 0 \quad (A)$$

它们对任意波函数都成立,因而定义算符

$$\hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \quad \hat{p}_y = -i\hbar \frac{\partial}{\partial y}$$

则

$$x\hat{p}_x - \hat{p}_x x = i\hbar \quad x\hat{p}_y - \hat{p}_y x = 0 \quad \dots$$

于是,量子力学存在如上所述的‘不可交换’代数。”

但是,以上“证明”得以存在的前提是人们默认了一种“特定”的计算方法,也就是说,如果将经典量子力学实际赋予式(A)逻辑蕴涵完整地写出来,则为

$$\begin{aligned}
& \left[\hat{x} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \hat{x} \right] \Psi(x, t) \\
&= \left[\hat{x} \frac{\partial}{\partial x} \right] \Psi - \left[\frac{\partial}{\partial x} \hat{x} \right] \Psi \\
&\stackrel{\text{def}}{=} [\hat{x}] \left(\frac{\partial}{\partial x} \Psi \right) - \left[\frac{\partial}{\partial x} \right] (\hat{x} \Psi) \\
&\stackrel{\text{def}}{=} [\hat{x}] \frac{\partial \Psi}{\partial x} - \left[\frac{\partial}{\partial x} \right] (x \Psi) = -\Psi(x, t) \quad (A')
\end{aligned}$$

显然,整个“推导过程”完全不符合关于“数或者函数”的一般数学运算规则。因此,这样的推导根本不能被称为一种数学意义上的“证明”,而只是人们重新“构造”的一种全新的“运算规则”。或者可以等价地说,人们只不过对那个纯粹“想象”出来的经典量子力学体系存在的形式基础,即量子力学中的“算符”提供了一种“构造性”定义。

上述推导中,存在如下所示的基本认定:

$$\hat{x}\Psi = x\Psi \rightarrow \hat{x} \sim x \quad (B)$$

那么,如果仍然按照量子力学的习惯运算规则,上述式(A')的第二项为什么不可以写为如下所示的另外一种完全不同的形式呢?

$$\left[\frac{\partial}{\partial x} \hat{x} \right] \Psi = \left[\frac{\partial}{\partial x} \hat{x} \right] I \Psi = \left[\frac{\partial}{\partial x} (\hat{x} I) \right] \Psi = \left[\frac{\partial}{\partial x} x \right] \Psi = \Psi$$

式中 I 是量子力学中人们经常使用的“单位”量,其形态随函数 Ψ 的形态而确定。前提认定的随意性,决定了推论的不确定性。当然,这也是人们在为经典量子力学中不得不为“算符”的定义不断补充彼此不同规定的缘故。

另外,量子力学纯粹人为杜撰的“不可交换代数”不仅不同于真实存在的量子约束,它同样本质地相异于经典力学中存在于广义坐标之间的关系

$$[q_\alpha, q_\beta] = 0 \quad [p_\alpha, p_\beta] = 0 \quad [q_\alpha, p_\beta] = \delta_{\alpha, \beta} \quad (13.4.3a)$$

考虑到 Poisson 括号的定义

$$[\phi, \varphi] = \sum_\alpha \left(\frac{\partial \phi}{\partial q_\alpha} \frac{\partial \varphi}{\partial p_\alpha} - \frac{\partial \phi}{\partial p_\alpha} \frac{\partial \varphi}{\partial q_\alpha} \right)$$

因此,上述关系仅仅是经典力学中不同广义坐标之间必须保持“彼此独立”这样一个前提性条件

$$\frac{\partial q_\alpha}{\partial q_\beta} = 0 \quad \frac{\partial p_\alpha}{\partial p_\beta} = 0 (\alpha \neq \beta) \quad \frac{\partial p_\alpha}{\partial q_\beta} \equiv 0 \quad \frac{\partial q_\alpha}{\partial p_\beta} \equiv 0 \quad (13.4.3b)$$

的逻辑必然。但是,在经典量子力学中

$$[q_i, q_j] = 0 \quad [p_i, p_j] = 0 \quad [q_i, p_j] = i\hbar \delta_{i,j} \quad (13.4.4)$$

虽然,第一和第二个关系式,依然保持不同位置坐标以及不同动量坐标必须分别满足独立性要求。但是,对于第三个关系式则不然,它的存在对于两种不同性质广义坐标之间原来存在的独立性构造了一种逻辑否定。

当然,粒子系统存在量子效应时,对偶广义坐标之间不再彼此独立,原本正是人们需要反映的一种客观真实。或者说,正如我们已经分析的那样,如果粒子系统存在着“量子效应”,那么,由于可以独立变化的“状态空间”的自由度缩小了,此时,不仅是经典力学中的 Poisson 括号所表述的关系不再适用,而且这种与经典表述类似的表述形式已经不再存在。但是,从另一方面考虑,同样因为量子效应对于粒子系统存在的“约束”影响反映的是一种物理实在,所以人

们也不能像经典量子力学所作的那样,继续将“虚数”保留在量子化条件表述式中。

13.4.2 经典量子力学“算子运算”中的逻辑紊乱

在经典量子力学中,在其构造形式表述体系过程中普遍存在一种“约定”意义的推导形式。因此,仍然为了表现这种基本特征,不妨再花一些时间,对于经典量子力学如何从“量子化条件”的原始假定出发构造“动量算符”的基础问题再做一次重新考察,以进一步认识经典量子力学陈述中“必然”普遍存在的逻辑紊乱。

此处首先列出一本量子力学著述中使用的经典证明方案。考虑一个单自由度系统,正则变量满足的对易关系为

$$[\hat{q}, \hat{p}] = i\hbar$$

假定坐标具有连续谱

$$\hat{q} | q \rangle = q | q \rangle \quad \{q\} : (-\infty < q < \infty)$$

于是,在 q 表象中存在

$$\langle q | [\hat{q}, \hat{p}] | q' \rangle = \langle q | i\hbar | q' \rangle = i\hbar \langle q | q' \rangle = i\hbar (q - q')$$

考虑到 δ 函数的性质

$$x\delta(x) = 0 \xrightarrow{\frac{d[x\delta(x)]}{dx} = 0} x \frac{d}{dx} \delta(x) = -\delta(x) \quad (C)$$

相应存在

$$\langle q | [\hat{q}, \hat{p}] | q' \rangle = i\hbar \delta(q - q') = -i\hbar (q - q') \frac{d\delta(q - q')}{d(q - q')} \quad (D)$$

→

$$\langle q | [\hat{q}, \hat{p}] | q' \rangle = -i\hbar (q - q') \frac{d}{d(q - q')} \langle q | q' \rangle$$

继而考虑到

$$\langle q | [\hat{q}, \hat{p}] | q' \rangle = \langle q | \hat{q}\hat{p} | q' \rangle - \langle q | \hat{p}\hat{q} | q' \rangle$$

考虑到

$$\begin{cases} \langle q | \hat{q} = q \langle q | \leftrightarrow \hat{q} | q \rangle = q | q \rangle \\ \langle q' | \hat{q} = q' \langle q' | \leftrightarrow \hat{q} | q' \rangle = q' | q' \rangle \end{cases} \quad (E)$$

于是

$$\langle q | [\hat{q}, \hat{p}] | q' \rangle = (q - q') \langle q | \hat{p} | q' \rangle$$

与式(C)比较,得

$$\langle q | \hat{p} | q' \rangle = -i\hbar \frac{d}{d(q - q')} \langle q | q' \rangle$$

再如果分别让出现在自变量微分中的 q' 和 q 保持不变,则

$$\langle q | \hat{p} | q' \rangle = \begin{cases} i\hbar \frac{d}{dq} \langle q | q' \rangle \\ -i\hbar \frac{d}{dq'} \langle q | q' \rangle \end{cases}$$

分别从方程的左侧和右侧,作用右矢和左矢,并且,利用量子力学的基本关系式

$$|q\rangle\langle q| \equiv \mathbf{I}$$

并且,用偏导数代替式中的全导数,以用于一般的多自由度场合,即

$$\begin{cases} \hat{p}|q\rangle = i\hbar \frac{\partial}{\partial q}|q\rangle \\ \langle q|\hat{p} = -i\hbar \frac{\partial}{\partial q}\langle q| \end{cases} \quad (\text{F})$$

另一方面,考虑到量子力学中的完备性关系式

$$|\Psi\rangle = \int dq |q\rangle\langle q|\Psi\rangle \rightarrow 1 = \int dq |q\rangle\langle q|$$

首先用动量算符左乘完备性关系式,得

$$\begin{aligned} \hat{p} &= \hat{p} \int dq |q\rangle\langle q| = \int dq \hat{p}|q\rangle\langle q| = i\hbar \int dq \left(\frac{\partial}{\partial q} |q\rangle \right) \langle q| \\ &= i\hbar \int dq \left[\frac{\partial}{\partial q} (|q\rangle\langle q|) - |q\rangle \frac{\partial}{\partial q} \langle q| \right] \\ &= i\hbar \left\{ (|q\rangle\langle q|) \Big|_{-\infty}^{+\infty} - \int dq \left[|q\rangle \frac{\partial}{\partial q} \langle q| \right] \right\} \end{aligned} \quad (\text{G})$$

继而再用动量算符右乘完备性关系式

$$\hat{p} = \left[\int dq |q\rangle\langle q| \right] \hat{p} = \int dq [|q\rangle\langle q| \hat{p}] = -i\hbar \int dq \left[|q\rangle \left(\frac{\partial}{\partial q} \langle q| \right) \right]$$

比较两式可知,仅仅当满足如下所述的边界条件:

$$(|q\rangle\langle q|) \Big|_{-\infty}^{+\infty} = 0 \quad (\text{H})$$

即波函数需要满足无穷远处等于零的条件,上述关于动量算符的两种表述才可能一致。此时

$$\hat{p} = -i\hbar \int dq \left[|q\rangle \frac{\partial}{\partial q} \langle q| \right]$$

这样,人们最终得到量子力学中动量算符的数学表述^①。

的确像人们指出的那样:“你有你的量子力学,他有他的量子力学”,笔者不能断言此处援引的推导过程是否是一个相对最好的推导。不过如果局限于经典量子力学的陈述规范,应该说整个推导是一个较为优秀或者“大致通达”的推导。但是,正如前面提到的那样,这种推导并不具有真正的数学意义,而只能被视为不考虑逻辑前提的一种纯粹“约定式”的推导。而且,即使作为一种约定,人们仍然可以发现一系列彼此逻辑相悖的地方。

首先,重新考虑作为整个推理基础的量子化条件

$$[\hat{q}, \hat{p}] = i\hbar$$

显然,式左表示不同算子所构造的一种新的“运算规则”,而式右只是某一个特定的“数”,两者不可相提并论,相应存在完全不同的数学特征。可以说,将两种完全不同的数学概念混为一谈,是导致经典量子力学出现种种逻辑悖论和形式表述并不统一的最大隐患之一。也正因为这个前提性毛病的存在,经典量子力学针对算符所构造公式作的过程,根本不是以如何保持

① 再次指出,笔者以为此处引用的推导从最基本的逻辑前提出发,因此,可以称之为经典量子力学中相关证明中最优秀的证明之一。但是,这些证明仍然是通过杜撰概念,再证明结论,所以没有任何意义。

“逻辑一致性”为本质内涵的数学推导过程。如果说,现代物理史学家十分自豪地将量子力学的发展历史称之为“发展‘概念’的概念史”,那么,这些算符表示式,同样只能被人们视为一种“以形式上的模仿”为唯一依据的一种纯粹的“人为认定”过程。

例如,让人们重新比较经典量子力学算符推演中两个最常用的表述,即前面的式(B)和式(E)

$$\hat{x} | \Psi \rangle = x | \Psi \rangle \rightarrow \hat{x} \sim x \neq \begin{cases} \langle q | \hat{q} = q \langle q | \leftrightarrow \hat{q} | q \rangle = q | q \rangle \\ \langle q' | \hat{q} = q' \langle q' | \leftrightarrow \hat{q} | q' \rangle = q' | q' \rangle \end{cases}$$

两者显然表示了完全不同数学内涵。

继而,经典量子力学中基本公式

$$\langle q | q' \rangle = \delta(q - q')$$

本质上是一种人为约定,它用以表示人们赋予所谓“基矢量”的一种“正交归一”特征。但是,对于数学上的 δ 函数则不然,它通常又被人们称为“分布函数”,作为一个特定的算子(或者广义函数),表现对于函数空间中不同函数的一种“筛选(Selection)”功能。因此,仅仅因为人们选择了一个相同的符号,就可以把式(C)所示,数学上属于 δ 函数的基本特性用于“另一种功能性”算子之上呢?事实上,也正因为,量子力学基本公式中的这个 δ 函数是用以表现“正交归一”功能的,所以前述构造过程中进行如下所示的推导时:

$$\langle q | \hat{p} | q' \rangle = -i\hbar \frac{d}{d(q-q')} \langle q | q' \rangle \rightarrow \langle q | \hat{p} | q' \rangle = \begin{cases} i\hbar \frac{d}{dq} \langle q | q' \rangle \\ -i\hbar \frac{d}{dq'} \langle q | q' \rangle \end{cases}$$

怎样分别让出现在自变量微分中的 q' 和 q 保持不变,它们的数学意义又是什么呢?

人们还可以看到,在上述推导过程中,几乎到处存在随意地按照自己的意愿,将微分和积分次序进行变换的问题。事实上,在式(G)所示的推导过程中,那个最初的前提性推导

$$\hat{p} = \hat{p} \int dq | q \rangle \langle q | \rightarrow \hat{p} = \int dq \hat{p} | q \rangle \langle q | \rightarrow \hat{p} = i\hbar \int dq \left(\frac{\partial}{\partial q} | q \rangle \right) \langle q |$$

并不存在。因为,无论使用式(F)所示两种方式中的一种,都只能有

$$\hat{p} = \hat{p} \int dq | q \rangle \langle q | \rightarrow \hat{p} = \pm i\hbar \frac{\partial}{\partial q} \int dq | q \rangle \langle q |$$

所以,甚至都谈不上式(G)推导过程中所出现的分部积分问题。

当然,在么正算子

$$| q \rangle \langle q | \equiv \mathbf{I}$$

与所谓无穷远处的边界条件

$$(| q \rangle \langle q |) \Big|_{-\infty}^{+\infty} = 0$$

乃至完备性关系式

$$1 = \int dq | q \rangle \langle q |$$

这样一些涉及到同一个形式量的不同表述之间存在显而易见的逻辑不相容问题。

总之,与我们重新进行量子力学形式系统构造时,必须保持概念的严格统一,一切仅仅从对于被研究物质对象的“理想化”认定作为唯一基础完全不同,经典量子力学在建立之初,就抛

弃了自然科学研究中必须遵循的概念一致性、逻辑相容性等这样一些基本原则,以一种简单的“形而上学”和“实用主义”的方式,随意“杜撰”着概念,“制造”着无需考虑数学严谨性,让人们看不懂的愈益复杂的方程。因此,仍然严格逻辑相容于 Schrödinger 方程本身只能拼凑而得的这样一些基本事实,Dirac 在其著述中基本上不给任何“证明”,心安理得地将这样一些人为提出的数学变换视为一种“创造”,或者直接称之为“有趣的游戏”更为准确。应该可以相信,也正是基于完全同样的理由,Landau 仅仅在其所著《理论物理教程》的《经典量子力学》卷的序言中,才公开提出“理论物理中的数学严谨性只不过是‘自欺欺人’”这样一个“普遍存在于整个理论物理”之中足以令所有人深刻反思的真实。其实,Landau 这一断言本身就极为难得,对于人们重新理性地认识量子力学乃至恰当评价目前的理论物理体系,具有一种深刻的启示性意义。

13.4.3 Heisenberg 矩阵方程与 Schrödinger 方程的相异性

如果作为一种历史痕迹的记忆,人们仍然愿意使用经典表述的 Schrödinger 方程

$$\left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - \hat{H}\right)\Psi(\mathbf{x}, t) = 0$$

那么,正如以上分析指出的那样,仅仅属于待求函数的那个定态部分

$$\varphi(\mathbf{x}) : \Psi(\mathbf{x}, t) = \varphi(\mathbf{x})f(t)$$

以及相关的定态方程

$$(\hat{H} - E_\lambda)\varphi_\lambda = 0$$

作为一种“过分粗糙”的近似表述形式,或许还能够在某些简单情况下用以刻画某种“量子作用”,表现这种作用对于粒子系统运动学状态所产生的一种在“几率”意义上的影响。

至于 Schrödinger 方程中原来属于“动力学”分析的那个部分

$$\left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - E_\lambda\right)f(t) = 0$$

从形式系统的“有限论域”考虑,它已经超越了经典量子力学需要和可能表现的范畴,而如果从形式逻辑考虑,则由于方程中算子的系数恒为虚数,对于希望表述的物理内容没有任何影响。因此,这个古典的形式表述本质上只成为一种纯粹的“空言”陈述。

事实上,已经做出证明,也仅仅局限于这种“空言陈述”的特定意义上,在所谓的 Schrödinger“波动”方程和 Heisenberg 的“矩阵”方程之间,才可能保持逻辑相容,即

$$\frac{d\hat{A}(\mathbf{x}, \tau)}{d\tau} = \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} + \frac{1}{i\hbar}[\hat{A}, \hat{H}] \left\{ \begin{array}{l} \langle A \rangle_{\text{Sch}} = \langle \Psi(\mathbf{x}, \tau) | \hat{A}(\mathbf{x}) | \Psi(\mathbf{x}, \tau) \rangle \\ \langle A \rangle_{\text{Hei}} = \langle \Psi(\mathbf{x}) | \hat{A}(\mathbf{x}, \tau) | \Psi(\mathbf{x}) \rangle \end{array} \right. \quad (13.4.5)$$

$\tau \notin \text{domain of quantum}$

也正因为此,经典量子力学中的时变算子恒为“么正”算子,对于解函数最终表示的几率分布没有任何影响。

至于,那个勉强能够反映一些量子作用信息的定态 Schrödinger 方程,则与 Heisenberg 提出的矩阵方程毫无关联。

13.4.4 Heisenberg 矩阵方程与 Hamilton 力学的无关性

当然,在 Heisenberg 的矩阵方程与经典理论中的 Hamilton 表述形式之间,除了在“表现”

上似乎给人们一种“一致性”的错觉外，

$$\frac{d\hat{A}(\mathbf{x}, \tau)}{d\tau} = \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} + \frac{1}{i\hbar}[\hat{A}, \hat{H}] \neq \frac{dF(\mathbf{x}, t)}{dt} = \frac{\partial F}{\partial t} + \{F, H\} \quad (13.4.6)$$

$$\tau \notin \text{domain of quantum} \quad t \in \text{domain of classical mech}$$

两种形式表述之间毫无关联,而且,由于存在量子效应的存在,粒子系统的运动学自由度发生变化。因此,与两种形式表述定义域对应的“状态空间”都完全不同。

13.5 经典量子力学中的测量歧义

经典量子力学研究中,在 Dirac 赋予“形式模仿”对某一个形式系统的构造具有前提性的独立意义的同时,又将“测量”界定为一种“独立”存在的“形式量”,直接引入到一个形式表述的理论体系之中,或许再一次生动体现了他对于他所说“数学形式美观性”的一种特别偏爱。事实上,这也是自 Newton 开创现代自然科学研究以来,继 Einstein 首次将不同“观察者”引入形式表述系统之后的又一次重大事件,将独立于自存物质世界的“测试者”引入了形式系统之中。从哲学理念考虑,尽管曾经对于量子力学的理解有所差异,但是,恰恰是 Dirac,他忠实地承继和遵循了 Einstein 自然科学中一种纯粹“人文化”思想,本质上否定了物质世界能够独立于“主观意志”而存在。事实上,也仅仅于此,人们才可能相信物质世界为什么能够满足依赖于一种纯粹的“人为想象”,或者 Einstein 所说的“直觉和顿悟”构造出来的形式系统。

正因为此,在如何认识和对待经典量子力学中出现的“测量”,属于量子力学基础研究中的另一个存在严重争议的重大问题。

或许可以视为出于自然科学研究者对于自然科学研究中“一般(正常)理性认识”的理解,一些学者在其著述中明确指出:“我们称‘物理量’而不像 Dirac 那样称‘可观察量’的原因也是为了不过分强调测量。量子力学中的物理量很多,并不是个个都可以测量的;且不说 Runge-Lenz 一类的物理量,就是极为常见的物理量轨道角动量的平方 L^2 也未见有人指出它的直接测量方法。对于‘测量’一词本身,我们也只限于作一般的理解,即理解为像核物理实验或者粒子物理实验中那样的测量。在‘量子力学’的基本问题研究中,有一个很大的领域,称之为‘测量理论’,本书不涉及这个理论。对于不确定关系,我们只把它看成是在任何统计系统中 X 和 P 两个物理量的不确定度之间的一个必然联系。我们不认为测量是造成不确定关系的原因,因为这个关系说的是测量以前的事,而不是测量之后的事。我们不认为 Heisenberg 的那些‘实验思想’是不确定关系的恰当解释。由于含时 Schrödinger 方程只在测量之前成立,以五条基本原理为基础的量子力学,除了给出测量结果的预言之外,并不涉及测量过程以及测量以后的事情。所以本书不说‘测量位置会使动量受到不可控制的干扰’或者‘波包的编缩’一类的话。”

与此同时,另外一些学者在其著述中则提出“要讲量子力学的物理原理,我认为最好还是从物理上把基本原理讲清楚,不要采取公理化的讲法”这样一个应该同样合理的主张。该著者还更为坦白和直率地指出:“本书把 Heisenberg 测不准原理真正放到了最基本的第一原理的位置。测量是量子力学的一个核心概念,测不准是量子力学的精髓。我不赞成回避测量问题,把测不准改成含糊其辞的不确定。正像被誉为物理学之良心的 Pauli 所说,量子力学的建立,是以放弃对物理现象的客观处理,亦即放弃我们唯一地区分观察者与被观察者的能力为代

价的。”

在该著述中,著者还接着写了这么一段话,即:“对于量子力学的理解,我想 Planck 的被戏称为 Planck 原理的下面的一段话是恰当的:‘一项重要的科学发明创造,很少是通过逐渐争取和转变它的对手而获得成功的。Saul 变成 Paul(圣经典故)是罕见的事。一般情况是,对手们逐渐故去,成长中的一代人从一开始就熟悉这种观念。这是未来属于青年的又一实例。’”

可以相信,当第一段引文的著者十分谦虚和真诚地自认“我们的立场是相当保守的”,并且将如何认识它们归结为量子力学研究中“下一个层次所应解决的问题”的时候,其实,这样一些陈述恰恰是十分自然和朴素的。而且,这些似乎“过分平凡”的理念,恰恰反映了人们对于自然科学研究中“正常理念或者一般性原理”一种“必需”的本原意义上的追求。而在另一方面,第二段引文所反映的事实和理念,真实地刻画了存在于整个经典量子力学体系的一种真实,从而本质地揭示了现代量子力学研究中实际存在的一种“反常认识”基础。尽管人们能够从这个陈述中不难体会到著者为了坚持实事求是原则所承受的艰难以及一种极为难得的真诚,但是,将“认识反常”明确界定为一种“正常认识”的必然或者前提,那么,最终只能陷入为该著者所确信的“第一性原理”引起的种种悖谬的理念之中。

显然,统一两种完全相悖理念的唯一途径,只能是或许目前争辩双方都共同否定的一种认识:否定自然科学研究中的一切“反常认识”和“认识反常”;否定 Einstein 和 Dirac 重新灌输给人们的“第一性原理”;彻底否定 Pauli 以他的“科学良心”而得以深刻揭示的,只能以“放弃对物理现象的客观处理,亦即放弃我们唯一地区分观察者与被观察者的能力”为代价,充斥于 20 世纪主流科学世界的种种荒谬理念。

事实上,远远不止于一种“科学良心”或者“科学道德”的需要,而是因为在自然科学研究中一旦赋予“认识的反常”以一种合法地位,那么,这个“反常的认识体系”或许能够像 Heisenberg 所说的那样仅仅被“实用主义”地视之作为一种纯粹的“实验室数据系统”,但是,实验无以穷尽,一个几乎到处充斥着“认识悖论”和“认识矛盾”的认识体系,必将重新成为人类理性认识大自然的严重障碍。

13.5.1 关于力学量不同经典认定方式的独立意义及其逻辑悖论

在经典量子力学陈述中,在如何形式地界定“力学量”的问题上,存在一个“前提性”的基本认定

$$\langle A \rangle = \langle \Psi | \hat{A} | \Psi \rangle \quad (13.5.1a)$$

它表示,如果某一个量子系统的一个特定的力学量 A 需要得以确定,那么,由于在经典量子力学体系中,任何力学量都唯一地对应着一个确定的力学量算子,一旦量子系统的“态函数” Ψ 得以确定,该力学量也必然能够在“形式上”得以“唯一”的确定,即

$$\hat{A}(A) : | \Psi \rangle \rightarrow \langle A \rangle \quad (13.5.1b)$$

人们可以将其称之为一种逻辑蕴涵关系,从而赋予“态函数”在确定量子系统一切力学量方面具有一种“形式上”的确定性意义,尽管经典量子力学又同时指出,由此决定的力学量仅仅是一种“几率”表述形式。

人们同时还指出,尽管力学量表述只具有几率意义,但是,既然是力学量,那么它必须被视为一种“物理实在”。因此,对应于任何一次确定的“测量”,量子系统的力学量值必须同时具有

确定性意义。为了表现力学量必须具有的确定性物理意义,于是,仿照定态 Schrödinger 方程

$$(\hat{H} - E_\lambda) |\Psi_\lambda\rangle = 0 \quad (13.5.2)$$

在经典量子力学中,人们又提出另一个关于力学量的一般假设,即对于由力学量算子所构造的本征方程

$$(\hat{A} - A_\kappa) |\varphi_\kappa\rangle = 0 \quad (13.5.3a)$$

同样具有一种“独立”意义,其本征值 A_κ 表示某一次任意的“特定测量”中实际测得力学量 A 的确定量值。当然,如果考虑经典量子力学赖以存在的另一个“独立”陈述,即“态叠加定理”,于是

$$|\Psi\rangle = \sum |\varphi\rangle \langle\varphi|\Psi\rangle = \sum c_\kappa |\varphi_\kappa\rangle \quad (13.5.3b)$$

将此重新代入式(13.5.1),有

$$\begin{aligned} \langle A \rangle &= \langle \Psi | \hat{A} | \Psi \rangle = \langle \Psi | \varphi \rangle \langle \varphi | \hat{A} | \varphi \rangle \langle \varphi | \Psi \rangle \\ &= \sum c_\kappa^2 A_\kappa \end{aligned} \quad (13.5.3c)$$

式中的系数表示力学量 A 呈现 A_κ 值的几率。

显然,如果我们的陈述能够到此为止,并且只要不考虑相关物理理念是否恰当的问题,那么起码从形式逻辑考虑并没有什么不当。但是,问题在于式(13.5.1)

$$\langle A \rangle = \langle \Psi | \hat{A} | \Psi \rangle \quad \hat{A}(A) : \Psi \rightarrow \langle A \rangle$$

中的态函数 Ψ 还需要满足另一个独立方程,即所谓的量子力学基本方程的问题,在满足定态假设时该方程就是式(13.5.2)。因此,当这样一系列不同的“独立”陈述汇聚在一起的时候,人们几乎立即可以做出判断:它们充其量也只能“条件”地成立,或者说,必须为这些不同的独立陈述给出相关的“相容性”证明。

此外,按照经典量子力学体系,态函数以及力学量算符还需要分别定义在“位置表象”和“动量表象”两个不同的广义坐标空间之中,即

$$\{\Psi, \hat{A}\} \in (q_i) \cap \{\Psi, \hat{A}\} \in (p_j) \quad (13.5.4)$$

因此,除了上述的“相容性”问题以外,还存在经典量子力学中两种不同表象之间能否严格逻辑相容的前提性问题。

作为一个基本上并无本质意义的示例,人们曾经指出,在讨论经典量子力学中的“一维无限深势阱”时所碰到的解的“不同一”问题。此时,质量为 m 的粒子处于势函数为

$$V(x) = \begin{cases} 0 & (-a < x < a) \\ \infty & (|x| \geq a) \end{cases}$$

的外场之中,解得的定态能量本征值为

$$E_n = n^2 \frac{\pi^2 \hbar^2}{18ma^2} \quad n = 1, 2, \dots$$

基态时的定态波函数为

$$\Psi_1(x) = \sqrt{\frac{1}{a}} \cos \frac{\pi x}{2a} \quad |x| < a$$

将其转换为动量表象

$$\varphi_1(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}} \int_{-\infty}^{+\infty} dx \Psi_1(x) \exp\left(-\frac{ipx}{\hbar}\right)$$

相应得到基态动量分布几率

$$P_1(p) = |\varphi_1(p)|^2 = \frac{\pi\hbar^3}{2a^3} \left[p^2 - \left(\frac{\pi\hbar}{2a}\right)^2 \right]^{-2} \cdot \cos^2\left(\frac{pa}{\hbar}\right) \quad (13.5.5a)$$

但是, Einstein, Pauli, 汤川秀树等“直接从动量表象的概念”出发, 提出基态仅仅存在两个分立的动量

$$p' = \pm \frac{\pi\hbar}{2a}$$

相应的动量分布几率为

$$P'_1\left(p' = \frac{\pi\hbar}{2a}\right) = P'_1\left(p' = -\frac{\pi\hbar}{2a}\right) = \frac{1}{2} \quad (13.5.5b)$$

因而出现了经典量子力学形式表述逻辑不相容的问题。

之所以不称这样的示例具有本质意义, 绝对不是希望表示对任何一次“证伪”本质上都具有确定性意义的论断构造一种逻辑否定, 只不过这样的示例性陈述实在过分“平凡”了, 比其严重得多的例证在经典量子力学中几乎比比皆是。其实, 在经典量子力学陈述中, 除了为“算符”直接构造所谓的“经典对应”规则以外, 人们还进一步提出诸如 Bohm 规则

$$A(x, p) = \frac{1}{2} [f(x)g(p) + g(p)f(x)] \rightarrow \hat{A}(\hat{x}, \hat{p}) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2} [f(\hat{x})g(\hat{p}) + g(\hat{p})f(\hat{x})]$$

以及 Weyl 规则

$$A(x, p) = \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} d\zeta a \exp(i\xi x + i\zeta p) \rightarrow \hat{A}(\hat{x}, \hat{p}) = \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} d\zeta a \exp(i\xi \hat{x} + i\zeta \hat{p})$$

显然, 这些本身就逻辑地意味着自我否定的不同人为认定, 对于经典量子力学形式体系逻辑虚相容性在本质上就构成了一种逻辑否定。甚至, 节 6.2 针对 Stern-Gerlach 实验分析所作的重新探讨, 指出经典分析事实上根本没有真正理会量子力学基本方程的事实, 同样要格外本质和重要得多。因此, 不仅这些不同陈述之间逻辑不相容现象几乎到处存在, 而且, 更为可怕的是, 对于自 Newton 开创现代自然科学体系以来, 这样一种完全违背科学基本原则的反常现象, 人们似乎已经不再感到任何奇怪了。

正因为此, 在参考文献所列著述中, 个别著者能够明确指出经典量子力学研究中实际上存在着“并不服从所谓量子力学基本方程的事实”更具本质意义, 并且, 也相合于 Stern-Gerlach 实验分析本质上并没有真正理会 Schrödinger 方程的真实。当然, 正如我们一再指出的那样, 这样一种具有更为深刻内涵的揭示, 相应存在一个并不恰当的解释, 即“(量子力学研究中存在)两种不同的过程: 一种是作为研究对象的客体在不受研究者干扰时的运动, 这时波函数的变化遵从 Schrödinger 方程; 另一种是作为研究主体的观测者对于观测对象的测量过程, 这时的波函数的变化过程称之为‘波包的缩编’, 根据波函数的统计诠释的规则来计算。”这样一种解释最终只能将人类的自然科学研究归结为其所笃信的“第一性原理”之中, 从而不可避免地出现形形色色的紊乱概念和逻辑悖论。

13.5.2 量子力学引入“测量”称谓的本质原因及其蕴涵逻辑悖论

在某些量子力学著述中, 引入了如下所述的与“量子力学”中“测量”相关的若干基本命题以及一个基本说明:

命题一: 测量必然要改变客体的状态;

命题二: 测量在本质上也是量子的。测量时仪器与客体的量子关联(有时也叫纠缠 Enga-

nglement)必然会破坏原来存在于客体的量子关联态(或量子相干性);

命题三:在测量以前,并不存在任何信息(即各种实验数据)。

为了说明这三个命题,我们希望强调:测量不是一种“反映”过程,而是一种“变革”过程,而这个道理并不自量子力学开始,它在经典物理学中早已存在,只不过大家不注意罢了。

其实,在以上陈述中,一旦给出了“这个道理并不自量子力学开始,它在经典物理学中早已存在,只不过大家不注意罢了”的补充说明,那么,对于人们所关注的“量子力学”中的“测量”,以上的所谓三个命题实际上什么也没有告诉人们,它仅仅相当于科学上的一个“空话”陈述。当然,如果更明确地说,以上提出的三个命题,只涉及前面另一引文中提到的那个“在‘量子力学’的基本问题研究中,有一个很大的领域,称之为‘测量理论’”的讨论范畴。因此,这些所谓的测量命题,与人们对量子力学基本理论体系中所关注的“测量”风牛马不相及,没有任何本质意义。

那么,为什么在经典量子力学理论体系中,需要给“测量”以一种独特的地位呢?其实,最为本质的原因仅仅在于:对于式(13.5.3)所示,由“力学量算符”所构造的本征方程

$$(\hat{A} - A_k) |\varphi_k\rangle = 0$$

被人们赋予了一种“独立”意义,相应使原来由量子力学基本方程

$$(\hat{H} - E_\lambda) |\Psi_\lambda\rangle = 0$$

所确定的“态函数”发生了变化,当然,这种变化使整个经典量子力学体系出现了一种明显的逻辑悖论。因此,既然整个经典量子力学体系仅仅基于人们“心理活动”而得以创造,那么,为了起码能够获得一种“心理”上满足,或者能够维护这个理论体系在“心理效应”上的一种的合理性,人们才不得不把由于“力学量算子”引起量子系统的状态变化归结为一种“测量”效应。

当然,从另一个角度讲,这也是由于在经典量子力学中,人们不能不为在“力学量算符”和与该力学量的“测量”之间构造一种逻辑关联的缘故,即

$$\hat{A} \leftrightarrow \text{measurement on } A \quad (13.5.6a)$$

否则,人们无法做出一种哪怕仅仅是“心理意义”上的一种说明,以解释“力学量算符”对于“波函数”所表示的“量子力学状态”必然造成的变化。这样,一个本不该属于量子力学基础理论分析范畴的“测量”问题,不得不被“反常”地纳入到这个理论体系之中

$$\hat{A} \leftrightarrow \text{measurement on } A \in \text{quantum} \quad (13.5.6b)$$

也就是说,属于量子力学中的“测量”并不满足前面提到的“测量三命题”,并且,“测量”已经被界定为形式系统中的一个形式量,与一个只能在抽象意义上存在的特定“算符”构成了逻辑关联。

此处,我们不妨重新回顾前面曾经引用的陈述:“量子力学中的物理量很多,并不是个个都可以测量的;且不说 Runge-Lenz 一类的物理量,就是极为常见的物理量轨道角动量的平方 L^2 也未见有人指出它的直接测量方法。”显然,这种十分自然的陈述具有毋庸置疑的合理性,人们甚至可以说,这也是任何一个量子力学研究者其实是心知肚明的事情。但是,当“力学量算符”的作用通常引起“状态”变化时,人们不得不将这种变化在形式上转嫁到另一个独立事实“测量”上。因此,对于经典量子力学体系中的“测量”,它的全部寓意仅仅在于与“算符”之间的一种联系,即将某一个人为想象的“抽象算符”通过该算符所构造“本征值方程”所产生对“态函

数”的影响,通过一种纯粹“抽象”意义上的“测量”加以表述。

也就是说,在经典量子力学中,“测量”本质上已经成为一种“形式”量,它完全独立于“与该算符所对应的实验”是否真实存在的问题,当然,也根本与人们如何具体安排一个特定实验的“操作规程”毫无关联。因此,量子力学中“测量”的存在价值仅仅在于:人们希望它能够为独立“力学量算符”对量子系统“状态”的变化提供一种依据。当然,当经典量子力学的创建者们在他们构建这个理论体系之始,已经公然提出“抛弃一切基本概念必须保持严格同一”的束缚,凭借他们的“心智”活动在不断“创造”理论体系,那么,因为作为整个陈述基础的“基元语汇”存在着歧义,所以这个陈述系统必然始终充满矛盾。

13.5.3 “测不准原理”对于整个自然科学体系的一般性意义

对于 Heisenberg 首先提出的测不准原理

$$qp - pq = i\hbar \neq \begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \hbar \end{cases}$$

如果舍弃这个表述中隐含的逻辑不对应问题,而仅仅将其视为量子效应对于粒子系统的状态空间所产生的一种约束

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i = \lambda \hbar \\ \delta t \cdot \delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, 3n \quad \lambda = 1, 2, \dots \quad (13.5.7)$$

那么,“测不准原理”仅仅属于量子力学,它表示作用在粒子系统之上“客观”存在的量子效应,对于状态空间中的广义坐标构造的真实约束。这种约束关系的存在同样是客观的,完全“独立于”任何人的主观意志。

但是,如果把“测不准原理”理解为一种具体的“测量”操作,即将前面曾经引用的关于量子力学测量的“三个基本命题”修正为一般命题:

命题一:测量必然要改变客体的状态;

命题二:测量仪器的存在必然会破坏原来存在于客体的独立性;

命题三:在测量以前,并不存在任何信息(即各种实验数据)。

那么,“测不准原理”并不仅仅属于量子力学,还属于整个自然科学体系。并且,此时的“测不准原理”,在本质上仅仅刻画了一种“过分平凡”的普遍真实,它根本相异于量子力学需要表述的量子约束条件。

13.6 关于 Einstein 对量子力学质疑的回答

现在,大体按照一般量子力学著述的叙述,将 Einstein 针对量子力学的批判归于如下四个不同问题:

- (1) 如何解释 EPR 佯谬?
- (2) 量子力学为什么是统计性的?
- (3) 什么是物理实在?
- (4) 量子力学对于物理实在的描述是完备的吗?

继而相应做出回答。

13.6.1 EPR 佯谬

原则上,应该类似于文献[3],围绕“能认为量子力学对物理实在的描述是完备的吗?”这个命题,对 Einstein-Podolsky-Rosen 针对经典量子力学理论提出的质疑,即人们通常所说的 ERP 佯谬所作的解释是较为恰当的。但是,为了做出较为细致的分析,避免与上面提到的另外几个问题重复,此处按照另外一些著述的提法,仅仅将 ERP 佯谬界定如下的特定的意义:

如所周知,一个粒子在一维空间中运动时,其动量算符为

$$\hat{p} = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$$

相应存在对易关系

$$[\hat{x}, \hat{p}] = i\hbar$$

现在,考虑一个二粒子系统,则不难验证,存在另一个对易关系

$$[\hat{x}_1 - \hat{x}_2, \hat{p}_1 + \hat{p}_2] = 0 \quad (13.6.1)$$

根据量子力学基本原理,它们存在共同的本征态。其中,允许存在

$$\begin{cases} x_1 - x_2 = a = \text{const} \\ p_1 + p_2 = 0 \end{cases} \quad (13.6.2)$$

于是,该推论向人们展现了一种“反常”状态:两个以相反方向运动着的粒子,却能够始终保持彼此之间的距离不变。

针对这样一个明显存在的悖论,一些研究者提出了如下的解释:

EPR 提出的问题十分尖锐,也十分重要。实际上,它强烈暗示我们:量子力学中引入反粒子态是必要的,而且,反粒子的波函数也是毫不含糊地被确定了。

解释粒子 1 是正粒子,其波函数是熟知的

$$\Psi(x_1, t) = \exp\left[\frac{i}{\hbar}(p_1 x_1 - E_1 t)\right]$$

其中,粒子的动量和能量都大于零。可以相信,ERP 态中的第二个粒子只能是一个反粒子,其波函数为

$$\Psi(x_2, t) = \exp\left[\frac{i}{\hbar}(p_2 x_2 - E_2 t)\right] = \exp\left[-\frac{i}{\hbar}(p_1 x_1 - E_1 t)\right]$$

其中

$$p_2 = -p_1 < 0 \quad E_2 = -E_1 < 0$$

于是,当 ERP 二粒子态为一对正反粒子组成的体系时,它们具有相同的平行动量和彼此之间保持不变距离,一切都合理了。

现在,姑且不论在宇宙中收集反粒子的实验是否能够取得成功,同时也允许让我们假设此处针对一对“正反粒子集合”所构造的波函数的确能够成为一种完全成功的描述。但是,充其量只能将其视为属于与 EPR 所说的双粒子系统完全独立于另一个粒子系统的成功陈述。也就是说,仅仅从一般的证明逻辑考虑,由于论证的逻辑主体不再同一,此处的所谓解释对于 EPR 悖论没有任何意义。而且,采取不断借助改变“概念”原有内涵,以构造相关物理学解释的方法,似乎已经成为现代物理学研究中一种见怪不怪的幼稚和原始的错误。

事实上,对于以上界定的 EPR 悖论,如果人们讨论的仅仅属于“经典量子力学”中的一般双粒子系统,并且,认为式(13.6.1)所示的推论是一个不合理的存在,那么,符合于“证伪学说”的一般原则,应该认为,它已经足以对于经典量子力学体系构成一种具有确定意义的逻辑否定。

但是,如果作进一步的分析,人们还可以发现,在经典量子力学中,以所谓“Hilbert 线性空间”为基础所构造的整个“算符”理论其实是一个荒谬的理论体系。而 Einstein 正是抓住了量子力学“算符理论”在逻辑上几乎到处存在的漏洞,构造了如式(13.6.1)所示的一个“反常”对易式

$$[\hat{x}_1 - \hat{x}_2, \hat{p}_1 + \hat{p}_2] = 0$$

继而,才可能在此基础上导得那个最终的悖谬结论。

事实上,如果一个粒子系统的确存在某一种“量子效应”,那么,作用在“状态空间”的不同“广义坐标”上的量子约束

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i = \lambda \hbar & i = 1, 2, \dots, 3n \quad \lambda = 1, 2, \dots \quad \tau \notin \text{quantum} \\ \delta \tau \cdot \delta E = \lambda \hbar \end{cases}$$

同样表现了一种物理真实的存在。但是,当且仅仅当广义坐标以此处所示的一种“对偶量”的形式出现时,那个量子约束才可能存在。因此,如果认识到这样一种物理实在,那么,对于那个“反常”对易关系式中为相关“算符”所定义的两组力学量 $(x_1 - x_2)$ 和 $(p_1 + p_2)$ 之间既不存在什么“共存”关系,也不存在“对偶”关系。当然,由它们构造的“对易关系”本身就完全不恰当,不存在与其对应的物理基础。

13.6.2 量子力学“统计诠释”的物质基础

尽管人们已经指出,Einstein 其实是完全支持 Born 对于量子力学的统计诠释的。但是,这并不等于整个问题已经获得完全的解答。事实上,为了准确认识和回答 Einstein 为什么提出量子力学是统计性的质疑,人们必须首先明确到底何为“Born 统计诠释”确切内涵这样前提性的问题。如果引用《物理大百科全书》在“量子力学”条目关于“概率考虑”一栏中的陈述,目前正统量子力学大概是这样回答这个问题的:

“限制实验工作者描写物理系统的能力的不确定原理和互补原理,必然会同样限制实验工作者对这个系统测量的能力……普遍地说,假定已经知道系统处于可观察量 A 的对应本征值 a 的本征态上,那么,对于在某种程度上于 A 互补的任何可观察量 B ,就不可能预言 B 的许多可能值中哪一个被观测到。但是,预言随后可能找到的可观察量 B 等于它的某一个本征值 b 的相对概率 $P_a(b)$ 则是可能的。

这种形式表述包含这样的基本性质,若从单个系统所作的每次测量得到的新的知识,就必然会失去过去得到的一些知识,或者使这些知识变成为不真实。事实上,这个形式体系导致了不确定关系

$$\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta \phi \cdot \Delta L \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{cases}$$

的严格推导。例如,对处于 $A=a$ 的系统测量 B ,可以发现 B 精确地等于 b ,但是,由于测量的动作必然且不可避免地扰动了系统,结果测量之后的系统处于新的本征态之上。也就是说,在测量以后, $A=a$ 不再是确定的,而找到 $A=a$ 的概率为 $P_b(a)$ 。

因此,包含在这个形式系统中的下述原则得到了很好确立:虽然可能预言对全同系统作大量观测的平均值,但对单个系统的一次测量结果一般却是不能预言的,大多属于概率的问题。”

显然,从以上陈述希望告诉人们以下这样几件事实:

- (1) 通常情况下,量子力学所表述的力学量仅仅具有统计意义;
- (2) 如果从物理现象本身考虑,力学量出现不确定的原因是源于“测量”对于测量前确定状况的干扰;
- (3) 从原理上考虑,力学量的不确定性则源于“不确定原理”和“互补原理”。

人们可以将这样一些事实视为正统量子理论对于“统计诠释”所作的界定。可以相信:除了第一条能够视为对“统计表述”事实本身的肯定,其他两点恐怕是不能为 Einstein 接受的,否则,他不可能提出对于其他问题的质疑。

事实上,正如一般研究者所确认的那样,测量理论并不属于量子力学理论的自身讨论的范围。因此,从一般的思维原则考虑,如果将量子力学的统计诠释仅仅归结为一种“测量”效应,并没有真正构成对于量子力学统计诠释一种可以接受的合理解释;另一方面,如果将量子力学的统计诠释归于“测量”效应,那么,在逻辑上它明确表示:量子力学中的“态函数”并不能真正视为一种通常意义上对于“物理学状态”,以及属于这个“物理学状态”的一切物理量,构成一种在“形式意义”上必需的明确认定,哪怕此处的“形式认定”仅仅具有一种“概率”意义。实际上,笔者相信,对于经典量子力学中的“态函数”并不具备物理学中“态”通常必须具备的物理意义,才是 Einstein 对于量子力学不具“完备性”批判的一种准确意义。如果的确是这样一种意义上的批判,当然是无可非议的。

但是,从另一个角度出发,正如前面分析已经指出的那样,由于经典量子力学中的“力学量算符”不仅被人们赋予了一种“测量”意义,而且,力学量算符所构造的本征方程

$$(\hat{A} - A_k) | \varphi_k \rangle = 0$$

同样被人们赋予了一种“独立”意义,这样,对于定态量子力学基本方程

$$(\hat{H} - E_k) | \Psi_k \rangle = 0$$

所认定的“状态”必然失去了任何一个被称之为“态函数”必须具备的基本物理意义。也正因为此,一些学者能够力排众议,明确提出量子力学不可能回避“测量”,并且将“测量”称之为量子力学的一个“核心概念”的确十分不容易。

然而,可能除了 Einstein 以外,人们并没有真正“敏感”意识到整个经典量子力学在物理基础以及形式逻辑两个方面“内蕴”的深刻矛盾,而这种“本原性矛盾”是永远不可能仅仅凭借人们的“解释”而加以解决的。但是,Heisenberg 等将“实验操作”引入物理学,并且,企图通过改变“概念”的模式去描述量子现象的全部思想基础正源于 Einstein。是 Einstein 首先将“观察者”引入物理学陈述,并且,借助包括改变“空间”与“时间”仅仅作作为“陈述语言”这样一些无可变更的基元理念,将仅仅暂时不知如何解释的 Michelson-Morley 实验置于一种不可解释和不容解释的前提性地位,以他所说的一对“矛盾着的真实”作为构造“相对论”的唯一基础,当然,不仅他的“相对论”永远充满逻辑悖论,而且,他也绝对不可能真正理性地回答他对于量子力学

的任何质疑。

至于,像上面第三点所说的那样,将量子力学的统计诠释归于人为提出的某种“原理”,它相当于什么也没有真正告诉人们,没有任何本质意义。

对于 Born 所说的量子力学“统计诠释”,以及与其构成逻辑对应的,为 Heisenberg 所说的一个并不十分准确的“测不准原理”,它们得以存在的唯一基础就是那个被人们描述的“量子效应”或者 Bohr 所说的“量子跃变(Quantum transition)”自身。当被描述的粒子系统存在一种“不可知细节”的量子作用时,粒子系统原“状态空间”中的广义坐标彼此之间不再完全独立,而处于如下所示的量子约束之中:

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i = \lambda \hbar \\ \delta \tau \cdot \delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, 3n \quad \lambda = 1, 2, \dots$$

当然,由于“未可知细节量子约束”的客观存在,人们只能构造一种仅仅具有“统计意义”的形式量,对于量子效应所“激发”粒子系统运动学状态的变化做出一种“形式上仍然需要完全确定”的描述,从而构造了量子力学统计诠释的真正物理内涵。

需要再次指出,此处的量子约束,尽管表面上十分相似于 Heisenberg 所述的测不准原理的形式表述,但是,两者的物理内涵并不完全一致,而且,量子约束根本独立于人们的任何特定测量。

13.6.3 什么是物理实在 —— 自存物质世界的确认是进行自然科学研究的逻辑前提

继而讨论“到底什么是物理实在”的问题。可以认为,这个问题直接涉及现代理论物理何以得以存在的基础问题。为了较为明确和准确地展示 Einstein 或者其他研究者真实希望表达的科学理念,不妨借用某些著述中所对应的一个如下所述的英文命题:

Is the moon there when nobody looks?

如果纯粹按照“字译”的方式,则“到底什么是物理实在”的问题似乎又相当于:

“如果没有人看,月亮还会真的存在吗?”

这样一个十分奇特,然而相对而言寓意更为直接的命题。

还是让我们先看一看目前物理学界的一些通常认识。在“什么是物理实在”问题上,某些关于量子力学的著述给人们提供了这样几个认识层次:

认识层次 1: 电子对撞机中,两个高速运行的正负电子迎头相撞,变成静止质量为原来电子静止质量 6 千多倍的粒子。显然,不能认为新粒子原来就存在于电子的内部。因此,我们宁可以说粒子都是从“真空(亦可称为以太、元气)”中激发出来的。什么在激发呢?我们认为用“矛盾”这个词还是合适的。因为当矛盾不激发时是看不见的,没有质量的。仅当矛盾被激发起来,它的双方处于排斥、吸引和相互转化的过程时才有质量,才能被观察到;

认识层次 2: 因此,波粒二象性应该理解为:一个微观粒子在运动时,当它的量子相干性尚未被破坏之前,在理论上应该当作“波”处理,用 Schrödinger 方程描述,而一旦被探测到,则显示出粒子性,这是属于两个层次之上的“二重性格”问题;

认识层次 3: 最后,“实在”或者“事物”同样需要分两个层次来定义。一个事物,当它独立于人们的意识之外,未被测量以前,不妨称之为“自在之物(thing in itself)”。在某种意义上,

它是一种“绝对”的东西,不包含任何信息。然后,当它被我们测量以后,便转化为“为我之物 (thing for us)”,或者通常所说的“现象”,这才是“相对”的被我们认识的东西。而量子力学中的波函数则通过虚拟的测量,把这两个层次的“物”沟通了起来。

总之:“现象非到被观察到以前,决非现象。”(No phenomenon is phenomenon until it is as observed phenomenon.)

等价地说:“我们想看什么,我们才能看到什么。”(We can see what we intend to see.)

还可以说:“天人合一”。(Oneness of heaven and man.)

事实上,从 Springer 出版社近些年出版的, Walter Greiner 所著多卷本《理论物理教程 (Theoretical Physics)》中的论述来看,将理论物理中的某些疑难完全转化一种纯粹哲学理念似乎已经成为当今科学世界的一种普遍倾向。同样,仅仅为了在理论物理中这样一个具有前提性根本问题上的讨论更为深入,不妨将该教程《量子力学导论》中名为 The Problem of Reality(实在问题)一节中的主要论述也摘录于下:

A fundamental question of any theory of the physical world deals with the nature of that which really exists. This problem is particularly acute in quantum mechanics.

For quantum mechanics, the wave function has no direct physical meaning, but is a theoretical construction that can be used to derive the probability of later events. On the other hand, we have seen that the assumption of additional properties of quantum system (namely, hidden variables), which are not contained in wave function, lead to results contrary to experiment. If the wave function is not physical, and there are no hidden variables, what, in fact, does exist?

One possible answer to this question is again offered by *subjectivism*; all we know to exist is that which we perceive through our senses; therefore only they are real. Another answer is given by *positivism*, which claims that the question we are posing is senseless, since the existence or nonexistence of objects which we do not perceive cannot be verified. Assuming that we are part of a gigantic brain (computer) where all objects of the universe, their motion etc. exist as fabrication (as computer games), it would not be possible to distinguish between that brain and a real world.

The base of an objective theory of reality could be given by the concept of indelible recording.

相关的译文为:

对于任何与物理世界相关的理论体系而言,一个重要的基础需要涉及到什么才真实存在着的本原问题。在量子力学研究中,这个问题特别敏锐。

在量子力学中,波函数并无直接的物理内涵,而仅仅作为一种理论上的结构,被用来预示后续事件得以发生的几率。另一方面,我们已经注意到,由于量子系统的某些附加特性,也就是隐参数并不包含在波函数以内,从而导致与某些真实相悖的结论。如果波函数不具具体的意义,并且,也不存在隐参数,那么,实际上到底存在什么呢?

对于这个问题,一个可能的答案源于“主观主义”。它告诉我们:我们知道存在的东西,仅仅是那些通过我们的感觉能够感知到的东西,因此,只有它们才是真实的。另一种答案则来自“实证主义”。它声言:我们提出这个问题本身就是一个无意义的命题,对于我们无法感知的物质对象,它的存在或者不存在都无从证实。假设我们是巨大神经网络(计算机)的一个部分,在那儿,宇宙中的一切包括它们的运动等等都像一座人造工厂(类似于计算机游戏)那样存在着,因此,在这个巨大的神经网络和一个真实存在的物质世界之间,人们无法做出区分。

关于“实在”的客观性理论的基础,或许能够借助一个不可拭除的记录设备得以实现。

当然,如果还是回到人们最初提出关于“到底什么是物理实在”的另一个等价性命题之上,

即需要重新回答

Is the moon there when nobody looks ? (如果没有人看,月亮还会真的存在吗?)

这个问题时,上面的推理给予我们的答案只能有一个,这就是:

如果没有人看,月亮当然不再存在。

当然,对于西方学者而言,因为他们完全不必有任何顾忌,所以可以坦诚地将其直接归结为“主观主义(Subjectivism)”,或者一个被曲解了含义的“实证主义(Positivism)”。

可以相信,对于绝大多数以“自存物质世界”为研究对象的自然科学工作者,恐怕是难以接受这样一种立论的。倘若以“已不欲视,则所视之物不在”为由解释物理学,那么,在本书序言之首,曾经引用“量子力学对于独立于认识以外的客观世界究竟给出了什么表述”这样的命题自身也不再存在。因此,同样可以相信的是:上述不同认识层次在逻辑推理上肯定存在着问题,需要人们加以澄清。

首先,针对第一个认识层次,人们或许的确可以理性地相信有质量的粒子仅仅是“场”的一种“激发”状态。同时,也可以将“碰撞”等这样一些实际物理作用抽象地称之为一种“矛盾”,于是广义地说,粒子成为“矛盾”的一种激发体。但是,无论被称为矛盾,还是被直接视为物理上的碰撞,它们的“逻辑属体”都是明确的,就是那个被人们描述的“理想化物质对象”,即

$$(\text{conflict}, \text{excitation}, \dots) \in \text{object} : (\text{particle}, \text{field}) \quad (13.6.3a)$$

相应存在一种等价表述

$$\text{conflict} \rightarrow \text{excitation} \in \text{object} : (\text{particle}, \text{field}) \quad (13.6.3b)$$

也就是说,如果能够将粒子的碰撞到新粒子的激发视为一种“因果关系”,那么,这个因果关系的“逻辑属体”仍然只是那个本质上“自存”的物质对象。

或许同样可以被视为一种众所周知的事实,那个物理上出现的“碰撞”并非物质世界中的自发现象,而是物理学的某些“研究者”施加的,同时,仍然可以认为是完全相同的,抽象意义上的“研究者”进行着相应的观察。显然,尽管这个陈述中的所有真实必然与上述物理现象密切相关,但是,以“研究者”为“逻辑主体”的命题只能是

$$\begin{cases} \text{How making confliction?} \\ \text{What can be seen?} \end{cases} \in \text{observer} \quad (13.6.4)$$

它与前面以物质对象本身作为“陈述主体”的命题不同,属于另一个独立的命题。

显然,对于任何一个仅仅进行“一般”思维的人,绝对不可能将式(13.6.3)所描述的那个仅仅属于被描述物质对象的因果关系,置于另一个完全“不相干”的逻辑主体即研究者之上。也就是说

$$(\text{conflict} \rightarrow \text{excitation}) \notin \text{observer}$$

并且,对于上述两个命题的“内涵”之差,人们或许还可以将其作为“测量理论”的一种形式定义,即

$$\text{Measurement} : \text{Event belong to objects} - \text{Observation} \quad (13.6.5)$$

当然,对于“量子力学”理论,它只能属于前者,用于探讨那些仅仅“属于”物质对象自身所发生的事情。如何构造一个相关的实验,怎样观察,以及相关的误差分析则属于另一个理论体系,即测量理论的讨论范畴。

于是,对于那个最初提出的命题

Is the moon there when nobody looks ? (如果没有人看,月亮还会真的存在吗?)

绝对不可能得到

If nobody looks, there must not be moon. (如果没有人看,月亮当然不再存在。)

这样一种明显有悖常理的结论。

关于前面提到的另外几个总结性命题,人们可以发现,它们都不同形式地存在逻辑错乱的现象。例如,对于其中的第一个陈述句:

No phenomenon is phenomenon until it is as observed phenomenon. (现象非到被观察到以前,决非现象。)

可以容易地做出判断,由于在条件从句与主句之间,它们的逻辑主体并不同一,这个判断句本身就是一个逻辑不当,或者起码可以被视为一种“无意义”的陈述。另外

We can see what we intend to see. (我们想看什么,我们才能看到什么。)

它告诉了人们一个显然的事实,没有任何错误。但是,这个事实不仅过于平凡,而且与其他陈述之间没有任何逻辑关联,是一个与我们所讨论的问题完全无关的命题。当然,它同样相当于什么也没有说。最后,对于套用古人所说

Oneness of heaven and man. (天人合一。)

更不知所云何意。不过人们可以发现,对于西方现代主流科学社会的一些研究者,在他们面对一系列“逻辑不自洽”问题难以解决的时候,似乎养成了一种习惯,总喜欢将许多相关的“反常意识”归于中国的古代哲学。其实,这样的做法对于中国的古代哲学既不公平,也不利于以一种严肃和诚实的态度,认真对待自然科学中一些暂时没有解决问题的真正解决。

事实上,在讨论“到底什么是物理实在”这样一个基本问题的时候,人们需要严格区分如下所述的两种不同完全不同的命题:

Formal definition of idealized material object

in logic
→

Construction of a unique and unambiguous possessor of all the formal system

(13. 6. 6)

它明确表示:对于理想化物质对象构造一种形式定义,从而能够在逻辑上为整个形式系统提供一个唯一的不至于引起紊乱的“持有者”,或者通常所说的“逻辑属体”。而另一个与其相关的问题则是

Does the physical reality described by an idealized material object really exist?

(13. 6. 7a)

也就是说:为某一个理想化物质对象所描述的物理实在的确真实地存在吗?当然,也可以大致等价地提出

How do both a physical reality and its idealized definition differ from each other?

(13. 6. 7b)

或者说,一个物理实在与它的理想化形式定义相差多大呢?

显然,无论人们所构造的形式系统怎样合理,物质世界中的真实存在必然与人为构造的理想化物质对象之间存在着差异。因此,在自然科学研究中,任何形式系统只可能具有有限真实性,而且只能条件地存在。像 Einstein 所说的那样,寻找某一个“无穷真实、相应无需存在条件”的优秀公式,从而能够用于整个物质世界,并由此进行无穷推理,这只能是一个永远不可能

实现的愿望。而且,如果这个优秀的公式必须依赖修正概念,或者改变科学语言的内涵而存在,那么,科学还必然由此引入紊乱,本质上那个公式自身也不再存在。

但是,无论某一个为人们期待的物理实在是否真实存在,为式(13.6.6)所表述,关于形式系统逻辑主体的形式认定则始终是必需的、不可缺省的。否则,由于形式系统的逻辑主体不明确,整个形式表述必将出现紊乱。其实,在现代自然科学体系中,一系列所谓科学难题长时间没有解决的本质原因,仅仅在于逻辑主体必需的前提性确认上出现了不一致。可以相信,如果能把“逻辑”直接理解为“无矛盾”准则,那么,逻辑蕴涵的力量的是无穷的,它不仅成为一切科学陈述必须严格遵循的基本原则,而且,它还是人们用以解决科学疑难的一种有力工具。只要违背“逻辑”,必然遭受“逻辑”所蕴涵的必然规律的惩罚,更不要说公然将理论物理中的数学严谨性称之为“自欺欺人”了。

至于,在认识层次2中提到:“波粒二象性应该理解为两个层次之上的‘二重性格’”等问题,因为这样一些说法在本质上已经把自然科学中需要使用严格“形式语言”的争论,纳入到“人文科学”的“仁者见仁、智者见智”这样的陈述范围之中,本身已经没有多少争辩的价值。当然,从形式逻辑考虑,这仅仅是在一个命题已经被认同的基础之上,再对于这个命题的一种“人文意义”上的阐述。因此,它既不能成为一种严格的证明,甚至也不能成为一种具有纯粹科学意义上的陈述。

13.6.4 经典“态”与力学量表象以及力学量重新表述所具备的形式确定性与逻辑一致性

现在,讨论 Einstein 关于经典量子力学质疑中遗留下来的最后一个命题:“量子力学对于物理实在的描述是完备的吗?”

在经典量子力学之中,因为引入了具有独立意义的力学量“算符”,所以即使仅仅从“形式”意义考虑,粒子系统的“态”函数对于存在于自身的力学量也不具确定意义。如果仍然引用《(美国)物理大百科全书》的话,则是:“这种形式表述包含这样的基本性质,若从单个系统所作的每次测量得到的新的知识,就必然会失去过去得到的一些知识,或者使这些知识变成为不真实。”这样,它不仅将属于“测量理论”所讨论的问题不恰当地带入到反映物质世界自身“量子效应”的理论体系之中,同样,也对“态”通常具有的“一般意义”构成了一种逻辑否定。当然,我们支持 Einstein 针对经典量子力学形式“不完备性”问题所作的批判。

或许值得再次指出,即使经典量子力学真实地出现了这样一种形式不完备的问题,但是,Einstein 并没有理性地意识到,正如 Bohr,Heisenberg 多次指出的那样,所有的这一切都只能本原地归咎于 Einstein 自己。事实上,在他本人作序的那本《相对论引论》中,讨论如何进行“异地校钟”操作,人为地提出“必须”把仪器放置在两个事件 A 和 B 中点上这个限制条件时,已经将由于不同实验操作必然引起的“多义性”带入了形式系统。并且,如果必须遵照这种属于“论域”以外的人为限定,当同时出现三个以上事件时,此处所说的“异地校钟”操作甚至都无法进行。

为了进一步认识量子力学的经典体系中由于“无理的力学量算符”所引起的“形式不完备性”,人们可以对重新建立的形式表述进行简单比较。首先,在这个重新构建的形式系统中,作为对被描述物质对象一种前提性认定的是定义在“粒子系统”之上的状态空间

$$s : \{q_i, p_j, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad i, j \in (1, \dots, 3n) \quad k \in (1, \dots, n) \quad (13.6.8)$$

这意味着,所谓粒子系统的状态得以确定是指,该“状态空间”中的所有自变量必须得以确定。当然,定义在该“理想化”物质对象之上的所有物理量也必须自然地得以确定,否则,意味着该状态空间并不完备,还存在着另外一些可以独立变化的自变量。

进而,当人们需要考察出现在这个理想化物质对象之上的量子效应,以及这个物理真实对粒子系统运动学状况的影响时,状况空间中原来的广义坐标不再完全独立,而需要满足量子约束条件

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ \delta \phi_i \cdot \delta \mathbf{L}_i = \lambda \hbar \quad i = 1, 2, \dots, 3n \quad \lambda = 1, 2, \dots \quad \tau \notin \text{quantum} \\ \delta \tau \cdot \delta E = \lambda \hbar \end{cases}$$

但是,与此式明确表示的与“量子效应”具体历程对应的时间尺度 τ ,并不隶属于经典量子力学的有限论域,人们只能对于“若干次”量子效应的统计行为做出描述。考虑到,量子效应的时间尺度远小于形式系统“可能或者需要”的表述精度,因此,人们“可以并且也只能”将这些“远不止于一次的量子效应”折合在形式系统的一个特定时刻 t 之上,并且,根据普适的,本质上仅仅反映自存物质世界独立于人们的意志,以一种“最有效”形式实现属于自己运动的“理性”判断,构造具有“一般意义”的变分原理

$$\begin{cases} \text{Min} : \text{Act}(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{fine} : \Psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}, t) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \\ \delta q_i, \delta p_j \in (0, \infty) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c \quad (13.6.9)$$

其中待求的“态”函数依然定义原来的状态空间 s 之中,即

$$\Psi(\mathbf{x}, \mathbf{p}, t) \in s : \{q_i, p_j, \chi_k\}$$

当然,只要态函数是确定的,属于该粒子系统的所有力学量都得以唯一确定,尽管它仅仅具有“统计平均”内涵。

于是,此时不再存在 Einstein 提出经典量子力学在描述力学量上出现的形式“不完备性”问题。而且,人们可以看到,除了使用真实的量子约束以“有限真实”地去表现那些真实存在的量子效应以外,没有提出任何人为假设,也无需改变适用于整个自然科学体系的任何概念,重新展示了任何恰当形式表述体系必须具备的形式确定性与逻辑一致性。

13.7 叠加态 纠缠态和相干性问题

某些现代量子力学研究者指出:量子力学中的“纠缠态(Entangled State)”,属于量子力学“多体系(多自由度体系)”一种“特殊”然而“普遍”存在的形态。显然,较为准确地理解纠缠态,对于重新认识量子力学的基本概念,以及如何正确看待 EPR 对于量子力学正统诠释的批判都具有基本启示意义。

一般而言,关于“纯态、叠加态、纠缠态”以及“相干性”等问题的讨论,可以被视为经典量子力学中一些比较“细致”的论题。因此,对于此处所作关于量子力学基础的初步研究,这些论题并不属于需要关注或者必须探讨的范围。但是,考虑到现代自然科学研究中普遍存在这种不良习惯:一旦某一个理论体系中遇到一些困难的时候,往往会模糊“有限论域”的限制,自觉或

者不自觉地期望借助“论域以外”若干命题,来处理“论域以内”的一些没有解决的问题。可以说,在经典量子力学体系中,任何与所谓“相位”相关问题的讨论,不仅超越了这个理论体系的“有限论域”,还掩盖了这个陈述系统内蕴的基本矛盾。

13.7.1 经典量子力学中的“本征态”以及相关陈述的澄清

为了不至于引起歧义,同时还便于对一些相关的其他问题进行讨论,仍然采取整体引用原文的方式,介绍经典理论中关于不同量子力学态的一般描述。此处,作为讨论的基础,模仿引用文献所采取的方式,首先介绍本征态。

“——本征态(Eigenstate)

量子力学中,一个可观测量 A 用一个线性自共轭算符刻画,其本征方程为

$$\hat{A} | m \rangle = A_m | m \rangle \quad (\text{A})$$

实数 A_m 为该可观测量算符的某一个本征值, $| m \rangle$ 为相应的本征态。在本征态 $| m \rangle$ 下测量力学量 A 时,将得到一个确切的结果(概率等于 1),即本征值 A_m 。例如对于 Hamilton 量,其本征方程为

$$\hat{H} | n \rangle = E_n | n \rangle \quad (\text{B})$$

E_n 为能量本征值,能量本征态 $| n \rangle$ 常被称为定态。

对于多粒子体系,Hamilton 量并不构成力学量完全集。所谓的力学量完全集,是指体系的一组力学量,它们两两彼此对易,而它们的共同本征态(Simultaneous Eigenstate)又足以把体系的量子态完全确定下来。此时,式(A)中的力学量 A ,可理解为包括 A 在内的力学量完全集,而 n 代表一组量子数。如果完全集中所有力学量都是守恒量,则称为守恒量完全集。此时, n 为一组好量子数……”

其实,仅仅从这一段关于本征态不长的叙说中,人们就可以发现经典量子力学关于“态”的一系列逻辑不自洽的陈述。下面分三个方面进行讨论。

首先,如果人们能够确认式(B)所示的定态 Schrödinger 方程对于粒子系统具有确定性意义,那么,由该方程求得的解,对于被描述粒子系统量子力学状态的确定同样具有决定性意义。于是,按照正常的思维理念,属于该量子系统的运动学状态同样能够在原则上得以确定,虽然,这种确定只表现为“概率”形式的表述。事实上,人们在利用定态 Schrödinger 方程分析“一维谐振子”、“有限势垒穿透”这样一些简单问题时,就是仅仅按照这种方式进行的,不涉及其他的力学量。

另一方面,根据量子力学的经典解释,针对此处所述的定态情况,定态 Schrödinger 方程(B)所确定的某一个态 $| n \rangle$,就是粒子系统的一个“量子力学”态。但是,对处于这个特定“态”的粒子系统而言,如果还需要了解某一个特定力学量 A 的具体大小或状态,则出现量子力学所述“虽然粒子系统的‘态’得以确定,但是,处于这个态之上的物理量并不都能得以确定的”奇异状况。进一步说,此时存在映射:考虑到力学量 A 所构造的本征态 $| m \rangle$ 集合,同时考虑到不同态矢量 $| n \rangle$ 之间的“线性”关联,因此,可以构造如下所述的形式分解:

$$| n \rangle = \sum_m | m_m \rangle \langle m_m | n \rangle : \bar{A} | m \rangle = A | m \rangle$$

仅仅于此,量子力学指出:对于粒子系统的某一个本征态 $| n \rangle$,尽管力学量 A 通常不具确定意义,但是存在具有“确定意义”的平均值

$$\bar{A} = \langle n | \hat{A} | n \rangle = \sum_m c_m^2 A_m$$

其中系数为上式分解所得

$$c_m = \langle m_m | n \rangle$$

这样,在量子力学中出现这样一种极其反常的“第一性原理”认识:粒子系统处于一种“确定”状态,为某一个本征态 $|n\rangle$ 所唯一定义,但是,对于粒子系统的这个确定状态,粒子系统的“物理量(本质地类同于状态参量)”并不具有确定的状态(在量子力学许多陈述中,往往将这种关于物理量的不确定性归结为“测量”的影响)。显然,对于量子力学赋予“态”的这样一种特定内涵,必然对如下的“通常认定”构造了一种完全的逻辑否定:物质对象的“状态”一旦得以确定,那么,作为“态”的具体表述,属于该“态”的所有“力学量(状态量)”自然得到确定。事实上,量子力学中的“态”,已经蜕化为没有任何本质内涵的“空”词。当然,这就是量子力学遭致“关于‘态’不具‘完备性’批判”的实际内涵。

最后,在前面所引用的陈述中,将式(A)和式(B)联立起来,于是给人们展现了关于“态”抽象诠释的另一种新图案:对于“多粒子系统”,原则上当并且必须当同时满足两组不同的本征方程

$$\begin{cases} \hat{A} | n \rangle = A_n | n \rangle \\ \hat{H} | n \rangle = E | n \rangle \end{cases}$$

的时候,这个系统的量子态才可能得以完全确定。此时,独立本征方程的数目与力学量完全集中独立力学量的数目一致。

显然,以上关于“本征态”的三种陈述处于彼此矛盾之中。特别是,对于此处引用的陈述虽然特定冠以“多粒子系统”称谓,但是,人们熟知,量子力学的一般陈述也没有对粒子系统补充“单粒子”的限制。

将量子力学中物理量所表现的“不定”特征归于测量同样不当。物理学中,对于任何一个确定物质对象,它的“状态”以及处于该“状态”上的所有物理量属于一个不可分割的整体。随着状态的确定,相关物理量必然随之确定,否则谈不上状态。事实上,对于处于“量子作用”中的粒子系统,根本归结为“客观”存在离散“量子约束”的影响,即

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i = \lambda \hbar \quad i = 1, 2, \dots, 3n \quad \lambda = 1, 2, \dots \\ \delta \tau \cdot \delta E = \lambda \hbar \end{cases}$$

粒子系统的最终状态本质地蕴涵着“不确定性”。并且,这种不确定性,表现为粒子系统的“状态”以及属于这些状态的“所有物理量状态”整体意义的不确定性。仅仅这样,才可能在逻辑上说得过去,而且,也可能与形形色色的经验事实补充一致。事实上,在任何一个量子力学的相关实验中,例如电子的双缝实验,单个粒子运动的最终状态并不确定,但是,对于粒子任何一个确定的最终状态,其上的“所有物理量”必然被赋予了确定意义。当然,也正是在这个意义上,那个完全虚幻,并且依然定义在“连续”空间域的 Heisenberg 不确定性关系

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i \geq \frac{\hbar}{2} \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i \geq \frac{\hbar}{2} \\ \delta \tau \cdot \delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{cases}$$

是完全不恰当的。任何测量都存在测量的“自”干扰。因此,无需也不允许将“客观”存在的离散“量子约束”所引起的运动不确定性,与另一个独立存在的物理事实,即测量混为一谈。

13.7.2 量子力学中的“叠加态”及其相关陈述的澄清

仍然首先给出经典理论中的一个相关陈述:

“根据量子力学的态叠加原理,体系的任何一个量子态 $|\Psi\rangle$ 均可表示成力学量完全集 A 共同本征态的线性叠加,即

$$|\Psi\rangle = \sum_n c_n |n\rangle \quad c_n = \langle n | \Psi \rangle \quad (C)$$

于是,如本式所示的那样,由式(B)所定义的本征态的任意线性叠加,就构成了一个叠加态(Superposed State)。例如,对于一维谐振子

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|0\rangle + |1\rangle] \quad (D)$$

就是一个叠加态。在此态下,测量谐振子能量时,所得结果是不确定的,或为 $\frac{\hbar\omega}{2}$,或为 $\frac{3\hbar\omega}{2}$,概率均为 $\frac{1}{2}$ 。

能量本征态的叠加,常称为非定态。初学者对于非定态的概念大多可以接受。然而,本征态叠加所导致测量结果的不确定性,完全是一种量子效应,并无经典对应。这是量子力学中最难理解,也是常常被人误解的基本概念。例如,在坐标表象中,粒子坐标本征态表示为

$$\langle x | x_1 \rangle = \Psi_{x_1}(x) = \delta(x - x_1)$$

坐标本征值为 x_1 ,在此状态下,测量粒子坐标得到的结果是完全确定的,即 x_1 。但是,对于叠加态

$$\Psi(x) = \delta(x - x_1) + \delta(x - x_2)$$

则不然,测量粒子坐标的结果是不确定的,或为 x_1 ,或为 x_2 。

但应强调,本征态与叠加态之分,要根据所讨论力学量来判断。即一个力学量的本征态,往往是另一个力学量的叠加态,除非是它们的共同本征态。例如一个粒子坐标的本征态

$$\Psi_{x_0}(x) = \delta(x - x_0) = \frac{1}{2\pi\hbar} \int_{-\infty}^{+\infty} dp \exp\left[ip \frac{x - x_0}{\hbar}\right]$$

它就是无穷多个动量本征态 $\exp\left[ip \frac{x - x_0}{\hbar}\right]$ 的叠加,因此,测量动量的结果将是完全不确定的。”

以上所引用关于“叠加态”的陈述,通常表示了经典量子力学关于“态”的一种普遍认识。根据式(C)和式(D)以及上面所作的解释,可以发现整个陈述试图表述这样三个并存的基本事实:其一,当被描述的粒子系统处于能量本征态的时候,该粒子系统的能量处于确定的状态;其二,对于式(D)所示的叠加态,粒子系统的能量“等概率”地处于 $\frac{\hbar\omega}{2}$ 以及 $\frac{3\hbar\omega}{2}$ 状态之中,即它们的概率均为 $\frac{1}{2}$;最后,强调粒子的位置坐标和动量坐标不可能被同时确定。

对于整个经典量子力学,上述事实甚至可以被视作“第一性原理”意义上的几个基本认定。但是,只要不是轻信经典量子力学给出的“教条”,而是针对一些具体实例稍加深入分析,人们

就可以发现这些前提性的认定并不真实,隐含着种种矛盾,当然也根本没有合理性可言。下面从几个不同方面加以讨论。

13.7.2.1 本征态力学量“具有确定意义”的不真实性

仍然考虑式(D)所示的一维谐振子。根据定态 Schrödinger 方程可知,如果谐振子处于基态 $|0\rangle$ 之中,则解得的波函数为

$$\Psi(x) = \frac{\sqrt{\alpha}}{\pi^{1/4}} \exp\left[-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right] \quad \alpha = \sqrt{\frac{\mu\omega}{\hbar}}$$

此处 μ 表示粒子的质量。但是,在讨论该“波函数”所表现的“量子效应”时,正如前面指出的那样,除了那个量子力学中的“基态”以外,人们对于粒子“运动学状况”的描述或者理解,又重新“全部”地恢复到“经典”理念之上。此处,不妨引用同一著者在其他量子力学著述中关于“一维谐振子”问题所作的陈述:

“由于‘基态’的能量为 $\frac{\hbar\omega}{2}$,按照‘经典力学’,粒子将限制在

$$|\xi| = |\alpha x| \leq 1$$

的范围中运动。因为,在其边界点之上,势能

$$V(x) = \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}\hbar\omega \quad |\alpha x| = 1$$

等于总能量。也就是说,在这点,粒子速度减慢为零,不能继续往外跑。但是,根据量子力学,粒子有一定的概率处于经典允许区之外,此概率为

$$\text{Prob}(|\alpha x| > 1) = \frac{\int_0^\infty \exp[-\xi^2] d\xi}{\int_0^\infty \exp[-\xi^2] d\xi} \approx 0.16$$

称为一种量子效应。”

于是,对于量子力学中的“力学量”,如果还能够被看作是一种物理真实,与物理学实际测量所得的“量”之间还真实地存在一种确定的对应关系,那么,经典量子力学中这个应用实例明白无误地告诉人们:一维谐振子存在 16% 的概率,此时粒子的真实能量大于前面所说“基态”的能量 $\frac{\hbar\omega}{2}$ 。当然,它明确告诉人们:上述处于能量本征态的粒子系统的能量处于确定状态的论断是不当的。即使某一个量子态能够与能量本征方程对应,个别粒子的能量仍然是一个不确定值,并且,能量脉动真实地源于“离散”量子作用的存在。因此,对于此处的谐振子,如果以能量的平均值为基准,那么,能量脉动允许的范围必然与真实的“量子约束”对应,即存在

$$\delta E \cdot \delta \tau = \lambda \hbar \rightarrow \delta E : 0 \sim \frac{1}{2} \frac{\lambda \hbar}{\delta \tau} \quad (\hat{H} - E)\Psi = 0 \quad (13.7.1)$$

当然,由于量子效应的时间历程 $\delta \tau$ 是不具确定性的未知量,能量脉动 δE 原则上可以在零到无穷大之间变化^①。

① 在量子力学的所有分析中,仅仅在构造“第一性原理”性质的基本原理或者基本公设的时候,才需要像 Heisenberg 曾经指出的那样,不得不放弃或者打破一切通常的运动学概念。但是,对于任何一个实例,或者对某一个物理现象进行具体分析的时候,人们不难发现,可以作为“思维工具”使用的仍然是那些为经典力学所定义的“通常”概念。

13.7.2.2 定态 Schrödinger 方程中的“量子数”物理内涵的重新确认

其实,对于谐振子所表现的能量跃变,是一个十分容易理解的普通物理真实。因为即使经典量子力学也承认这样一个基本事实,粒子系统承受如下所示量子效应的作用:

$$\Delta\tau \cdot \Delta E = \lambda\hbar \quad \tau \notin \text{quantum} \quad \lambda = 1, 2, \dots$$

其中,在一个真实的时间域 τ 中,与量子作用对应的时间历程是一个无法确定的量,当然,与其对应,量子效应所激起粒子系统的能量变化同样是一个变化中的量。或者说,正是真实量子效应在量子力学这个特定形式系统中存在的不确定性,使得能量的变化必然处于一种不确定之中。另一方面,自然数 λ 则仅仅用以表示“每一份”量子效应“大小”,或者成为量子效应“烈度”的一种量度。因此, λ 并不像量子力学通常显示的那样,属于一种“主观”认定,而依然是“客观”的,原则上决定于特定的实验条件,或者只能视为一个“特定”量子效应中的“特定”参量。

当然,如果粒子系统可能同时承受“烈度”不同的量子效应的作用,并且,需要同时考虑它们的影响时,诸如引文中式(D)

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|0\rangle + |1\rangle]$$

所示,表现两个“本征态”叠加的解同样允许存在。但是,即使在这种情况下,仍然不能像经典量子力学所述,仅仅纯粹凭借为 Dirac 特别欣赏,被其称之为“有趣游戏”的形式模仿或者纯粹人为猜测,认定两种本征态被“自然”地赋予完全相同的概率。此时,还需要根据理论物理中的“最小作用原理”,一个本质上刻画物质世界“自为”特征的客观性真理,做出一种统计性的预测。

13.7.2.3 经典“不确定原理”认识错位的再分析

人类的自然科学体系,是用以描述自存物质世界的。因此,即使从最简单的“思维逻辑”考虑,也绝不可能是某一个人为构造的形式表述,或者因人而称的“基本公设”被置于“第一性原理”的前提性位置之上。相反,在自然科学研究中,必须首先对被研究的物质对象做出理想化的前提性认定,成为构造形式表述系统的唯一前提和基础。

在量子力学的研究范畴中,“量子效应”属于一种真实的物理实在。因此,在考察和表述量子效应对于粒子系统运动学状况所激发的影响时,在粒子系统的变化过程中,原状态空间中的广义坐标不能继续保持独立。显然,能够刻画这样一种物理真实的形式表述,只能是曾经重新定义的“量子约束”方程

$$\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \lambda\hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \lambda\hbar \\ \Delta \tau \cdot \Delta E = \lambda\hbar \end{cases} \quad \lambda \in N \quad (13.7.2)$$

虽然对于式中的自然数 λ ,在许多情况往往是不定量,但是,包括这个参数在内的整个表述都是“客观”的,独立于“第一性原理”,相应表现所有“量子作用”内蕴的一种“离散”本质。

另一方面,考虑到人们通常不知道量子效应的细节,或者更为准确地说,由于量子效应的真实存在的“时间历程 $\Delta\tau$ ”几乎总小于人们“需要或者可能实现”的“探测或者表述”精度,于是,通常总把它们转化为如下所述,作用于“广义坐标空间中虚位移”之上的一般约束形式,即

$$d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{p} = \sum_{j=1}^3 dx_j \cdot dp_j = \lambda \hbar \rightarrow \begin{cases} \delta x_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ j = 1, 2, 3 \end{cases} \quad (13.7.3)$$

并且,仍然因为量子作用的时间历程 $\Delta\tau$ 实际上“过分短促”的原因,可以将这个形式约束合理地定义在“形式系统时间域”的“特定”时刻 t 之上。

这样,尽管 Heisenberg 最初提出的不确定性关系

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i \geq \frac{\hbar}{2} \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i \geq \frac{\hbar}{2} \\ \delta \tau \cdot \delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{cases}$$

似乎并没有违背基本物理真实,但是,这个“表象”上吻合于物理真实依然定义在“理性空间”中的形式表述,对需要描述的“量子效应”而言,不仅远没有达至深刻的程度,而且恰恰表现了一种“物理失真”以及与这种失真密切关联的“逻辑不当”:破坏了量子世界具有本质意义的“离散”特征,最终还不得不把与“自存物质对象”完全无关的“测量”带进了量子力学。因此,这个学科在创建之始,就处于“哲学不当”和“逻辑紊乱”并存的先天性尴尬之中。当然,也是这个学科在构建之始就不得不承认,需要容忍形形色色“矛盾”的存在,而在最终又不得不公然声明“彻底放弃数学严谨性”的缘故。

任何真正合理的科学陈述必须严格保持逻辑相容,出现于不同科学陈述中不同的形式表述仅仅决定于被描述物质对象之间的差异。这样,一个被重新定义的量子约束,可以视为对经典量子力学“不确定原理”期望表述物理内涵的一种重新诠释。当然,一旦如此,不仅根本无需像 Dirac 所做的那样,在强行割裂量子力学和经典力学的同时又通过毫无理由的简单形式模仿,为量子力学中形形色色公设的杜撰提供纯粹自欺欺人的依据,可以重新将“量子力学”与整个“经典力学”陈述保持逻辑相容,而且,也根本规避了 Einstein 批判经典量子力学形式系统“不完备性”问题。

从形式逻辑考虑,因为量子约束仅仅定义在粒子系统的“虚位移”空间之中,所以量子约束的存在逻辑地表示了“个别”粒子运动学最终状态的不确定性。但是,这种不确定性绝不等价于在这个通过“概率”表述的形式系统中,属于某确定“运动学状态”的物理量学却无法得到确定这样一种完全无理的“反常”状态。事实上,对于一维谐振子的基态波函数

$$\Psi(x) = \frac{\sqrt{\alpha}}{\pi^{\frac{1}{4}}} \exp\left[-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2\right] \quad \alpha = \sqrt{\frac{\mu\omega}{\hbar}}$$

即使根据量子力学的一般陈述解释该基矢量的“概率”内涵时,人们熟知,与某一个特定概率 $\Psi(x)$ 所对应的并不仅仅是粒子的“位置”坐标 x ,而且,还包含出现在这个方程中的广义动量 $\mu\omega$ 。而且,进行具体问题分析时,没有任何人对于这一事实表示过怀疑。如若不然,量子力学中谐振子的“经典运动区”,或者由于“量子效应”而运动粒子处于“超越经典运动区”的问题都无从提起。

或者说,对于一个运动中的粒子,承受一种“量子作用”的激发,当人们指出该粒子的运动学状态不能在“唯一”意义下得以确定,而只能通过一种“几率”的形式给予表述的时候,并不是意味着这个运动中的粒子,不可能同时具备属于自己的空间位置 x 以及仍然属于自己的动量

p , 而仅仅表示: 当仍然“允许”, 并且在逻辑上也“必须”依赖于任何一对“空间位置 x 和动量 p ”表述粒子某一个确定的运动学状态的时候, 因为人们无法知道粒子效应的细节, 所以相应不可能确定与这个特定运动学状态相对应的运动粒子是否“一定”存在。但是, 根据具有普适意义, 并且本质地反映了物质世界独立于人们主观意志的“最小作用原理”或者“能量极值原理”, 人们能够在“几率”意义上对量子效应所激发的“结果”做出一种大概的预测。

当然, 也正是这种“内蕴”于物理实在的“几率”表述特征, 它必然完全独立于人们对于人为构造“算符”的选择, 也完全独立于某一个“量子状态”是否成为某一个待定力学量的算符“本征态”这样一种纯粹人为的愿望。因此, 为式(13.7.1)所表述的物理真实

$$\delta E \cdot \delta \tau = \lambda \hbar \rightarrow \delta E : 0 \sim \frac{1}{2} \frac{\lambda \hbar}{\delta \tau} \quad (\hat{H} - E) \Psi = 0$$

才可能为人们理性接受。也就是说, 即使对应于经典量子力学所说“能量本征方程”的本征态, 粒子的真实能量仍然是一个不确定量。可以相信: 真正科学的, 必定处处逻辑相容; 相反, 破坏了概念同一性内涵的陈述则始终充满矛盾。

显然, 恰恰在这样一些前提性基元理念的认定或者理解上, 经典量子力学的构建者出现了疏忽或者认识紊乱。对于式(13.7.3)在逻辑上仅仅具有的“蕴涵(Implication)”关系

$$dx \cdot dp = \sum_{j=1}^3 dx_j \cdot dp_j = \lambda \hbar \rightarrow \begin{cases} \delta x_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ j = 1, 2, 3 \end{cases}$$

被他们错误地理解为逻辑上的“等价(Equivalence)”关系。等价地说, 在形式逻辑上几乎十分显然地存在这样一种“不等价”关系

$$dx \cdot dp = \sum_{j=1}^3 dx_j \cdot dp_j = \lambda \hbar \neq \begin{cases} \delta x_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ j = 1, 2, 3 \end{cases} \quad (13.7.4)$$

在这个不等价关系中, 左面的方程刻画的一种物理真实, 并且, 仅仅因为出现于该式中的所有物理量, 即 dx 和 dp 表现的是一种物理真实, 整个形式表述才能够相应刻画量子效应中的一种物理实在。而对于右面的方程则不然, 它仅仅定义在“虚广义位移”空间, 属于“人为”构造的某一个形式系统, 为人们求解粒子系统的运动学状况提供了一种符合物理真实的约束条件。可以相信, 对于任何仅仅具有一般科学思维意识, 崇尚理性, 或者更为简单地说, 尊重“理性”本质蕴涵的“逻辑一致性”与“平常”思维, 但是能够不为某些“权威”所惑的研究者, 无论是对于刻画物理真实

$$dx \cdot dp = \sum_{j=1}^3 dx_j \cdot dp_j = \lambda \hbar$$

的“过程”方程, 还是仅仅定义在“虚广义位移”空间的“量子约束”条件

$$\begin{cases} \delta x_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ j = 1, 2, 3 \end{cases}$$

它们都不可能成为现在理论物理通常所说的“不确定性原理”, 从而构成对一个运动中粒子具有属于自己的“完整运动学状态”的逻辑否定。当然, 严格保持思维中的一种“理性”意识, 不为“权威”所惑并不是一件容易做到的事。

但是, 与经典量子力学的其他构建者不同, Dirac 是对量子力学中存在非理性认识的推波助澜者。人们发现, 当 Dirac 指出量子力学“从根本上违背了经典力学 Newton 表述”的同时, 却没有作任何证明和解释, 莫名其妙地将构建整个量子力学形式系统的基础, 置于对经典力学

Hamilton 陈述的一种纯粹的形式模仿之上。可以相信,恰恰在分析力学若干“基元概念”的认识上,量子力学构建者们存在前提性的认识错误。

事实上,对于一个 n 个粒子构造的粒子系统,无论它是否存在或者存在怎样的约束,它总存在 $6n$ 个广义坐标,即相应存在状态空间

$$s : s(x_i, p_j) \quad i, j = 1, 2, \dots, 3n \quad (13.7.5)$$

一旦粒子系统的“所有”广义坐标得以唯一确定,那么,属于该粒子系统上的所有物理量都同样得以唯一确定。当然,人们也仅仅在这个特定意义上,可以把这些广义坐标所构造的集合称之为“状态空间”。

但是,如果在求解这个状态空间中的所有广义坐标以前,还“预先”知道粒子系统上存在 m 个“约束”,即

$$f_\eta(x_i, p_j) = 0 \quad i, j = 1, 2, \dots, 3n \quad \eta = 1, \dots, m < 6n \quad (13.7.6a)$$

此时,可以将状态空间等价地表示为

$$\begin{cases} s : s(x_i, p_j) \\ f_\eta(x_i, p_j) = 0 \end{cases} \quad i, j = 1, 2, \dots, 3n \quad \eta = 1, \dots, m < 6n \quad (13.7.6b)$$

在这种情况下,人们可以断言,在“求解”这个粒子系统的运动学状态时,它仅仅具有 $6n-m$ 个可以独立变化的自变量,或者 $6n-m$ 个运动学自由度。但是,人们必须明白一个事实:并不因为约束条件的存在,原来属于粒子系统的 $6n$ 个广义坐标就不存在。实际上,粒子系统的所有物理学量,只要真实存在,那么它仍然本质地依赖于 $6n$ 个广义坐标的唯一确定。

当且仅仅当粒子系统之上的约束条件允许取某种简单的形式,才相应允许“显式”地表述那些允许“自由”变化的广义坐标。例如,与式(13.7.3)所述的量子约束

$$\begin{cases} \delta x_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ j = 1, 2, 3 \end{cases}$$

对应,当人们希望描述量子效应的影响时,状态空间通常可以写成如下三种形式,即

$$\begin{cases} s : s(x_i, p_j, \chi_k) \\ \delta x_i \cdot \delta p_i = 0 \end{cases} \quad i, j = 1, 2, \dots, 3n \quad k = 1, \dots, n \quad (13.7.7a)$$

式中,还引入量子力学研究中需要考虑的,表征粒子“自旋”运动的广义坐标。以及

$$\begin{cases} s_{\text{free}} : s(x_i, \chi_k) \\ \delta x_i \cdot \delta p_i = 0 \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, 3n \quad k = 1, \dots, n \quad (13.7.7b)$$

与

$$\begin{cases} s_{\text{free}} : s(p_j, \chi_k) \\ \delta x_j \cdot \delta p_j = 0 \end{cases} \quad j = 1, 2, \dots, 3n \quad k = 1, \dots, n \quad (13.7.7c)$$

通常,关于状态空间的这样三种表述形式的物理内涵并不统一。但是,在人们并不了解量子效应“细节”的前提下,它们之间不存在任何差异,与定义在“虚广义位移”空间中的量子约束保持严格逻辑相容。

显然,对于整个自然科学体系,随着人们研究物质对象的不同,以及希望表现的物理真实不同,具体的形式系统层出不穷。但是,作为形式系统单位“语词”的概念、符号必须保持严格同一。

至于,如《(美国)物理大百科全书》所述,或者像经典量子力学通常所作的那样,构造如下
的推论:

$$\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \lambda \hbar \\ \Delta \tau \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N \quad \rightarrow \quad \begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta \phi \cdot \Delta L \geq \frac{\hbar}{2} \\ \Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{cases}$$

仅仅从表面上看,这个推理似乎并没有违反形式逻辑。但是,如果没有真正意识到该逻辑推理的“前件(Antecedent)”,即“力学量的不确定关系”得以存在的基础是本质“蕴涵”于量子效应自身的“物理”真实,却随意根据人们的主观意志,将相关的“推论(Seccedent)”置于某一个与粒子效应无关,人为施加的另一个独立“测量”操作之上,进而将其称为“测不准原理”则完全不当,因为推理过程中的形式主体发生了变化。

当然,如果仍然采纳前面所引用《(美国)物理大百科全书》关于“统计诠释”所作的解释,将作为一种物理真实的“量子效应”自身所蕴涵的“不确定性关系”,仅仅归于经典量子力学中一个纯粹人为杜撰的“力学量算符”,从而能够为这些完全虚妄概念的存在提供基础更是毫无道理可言。并且,还需要再次重申:此处存在于“虚广义位移”空间的量子约束,仅仅属于量子力学。对于节 13.5.4 所述属于整个自然科学体系的“测不准原理”,以及一切“具体”的测量过程,“量子约束”与它们没有任何关联。

13.7.3 量子力学中的纠缠态

接着,继续经典陈述中关于“纠缠态”所作的定义。人们指出:

“考虑体系 A 和 B 组成的二体系。设 A 的一组力学量完全集的共同本征态记为 $|u\rangle$, u 代表一组完全量子数。同时,假设 B 的一组力学量完全集的共同本征态为 $|v\rangle$, v 相应代表一组完备量子数。则直积 $|u\rangle_A \otimes |v\rangle_B$ 可以作为复合体系的一个完备基,如果复合体系的任意量子态 $|\Psi\rangle_{AB}$ 可以表示它们的线性叠加

$$|\Psi\rangle_{AB} = \sum_{u,v} C_{uv} |u\rangle_A \otimes |v\rangle_B \quad (E)$$

则称之为二体系的“非纠缠态”。相反,如果二体系不能表示成两个子系统本征态的直积形式,则称之为二体系的纠缠态。

以上讨论可以推广至多体系或者多自由度体系。可以看出:多体系量子态的最普遍形式是纠缠态,而能够表示成子系统本征态直积形式的非纠缠态只是一种很特殊的量子态。对于一多自由度体系,对应于具有不同自由度的子系统的不同彼此保持对易力学量,它们的本征态的直积,也称为多体系的一个非纠缠态,而体系的一般状态则是这种“直积”形式量子态的线性叠加,这就构成纠缠态,用以描述不同自由度的量子态之间的纠缠。”

在目前的量子力学中,引入所谓“纠缠态”的目的无非在于如何回答 EPR 佯谬的问题。前面所作分析已经指出:由于量子力学背弃了一切科学陈述必需的无矛盾原则,在公然放弃经典力学一系列基本概念,并且指出本质上背离于 Newton 力学的同时,却仅仅根据没有任何理由可言,甚至被 Dirac 称之为“有趣游戏”的“形式模仿”,不断地随意“创造”概念,继而,在此基础上再不断随意地“构造”公式,当然,这样一种纯粹杜撰的形式系统必然到处充满着矛盾。因此,如果不考虑历史渊源,并且仅仅从“形式逻辑”的角度考虑,Einstein 针对量子力学指出的若干悖论,已经在本质上对这个“陈述系统”构成了一种完全的逻辑否定。人们无法回避量子

力学陈述中到底“何为物理实在”的问题,也根本无法解决这个陈述体系中几乎无处不在的“逻辑不自洽”问题。注意:对于一个凭借不断“创造概念”和不断“构造公式”而建立起来的陈述系统,是没有任何逻辑可言的^①。

此处仅仅指出:

(1) 除了用于不断地“构造”公式,在经典量子力学中,人们其实从来没有“真正”使用过叠加原理,其中包括对于量子力学基本方程的处理。也就是说,人们从来没有真正求解过定态 Schrödinger 方程所构造真正意义上的“边值问题”,当然,也更谈不上求解动态 Schrödinger 方程所构造的一般“定解问题”了;

(2) 如果能够接受上面所说关于“纠缠”的描述,即所谓:“多体系的一般状态是式(D)所示这种‘直积’形式量子态的线性叠加,相应构成了纠缠态,用以描述不同自由度的量子态之间的纠缠”的论断,那么,由于式(D)所示的直积本来就是一种线性叠加,线性叠加的线性叠加依然是线性叠加,即

$$|\Psi\rangle_{AB} = \sum_{u,v} C_{uv} |u\rangle_A \otimes |v\rangle_B \rightarrow \sum |\Psi\rangle \equiv \sum_{m,n} C_{m,n} |m\rangle_A |n\rangle_B$$

因此,如果仅仅就此处所引用关于“纠缠”的陈述而言,已经是一个悖论性的陈述了;

(3) 至于在某些量子力学论著中,将此处所说的“纠缠”与相应具有不同“相位”的本征态的叠加构造了一种联系,应该说从逻辑推理考虑似乎还能说得过去。但是,如果注意到,经典量子力学陈述系统本质上是针对“单个”粒子的行为做出描述的,与此对应,其中的“相位”,只能定义在一个本质上没有任何意义的“虚数”域中,那么,在这样的特定意义上,微观粒子的“相干性”问题虽然真实地存在着,但是已经超越了“经典”量子力学有限论域。

13.7.4 “量子公设”正名以及“细致性描述”的不合理性

再次指出,人们不能回避 Heisenberg 曾经坦然面对的一个“连续性形式系统与离散物理本质”之间的、深刻的、前提性的矛盾。

应该说,Bohr 能够坚持把“量子跃变”,或者他们所说的“量子公设”界定为进行量子力学研究必须严格遵循的最基本的逻辑前提极其难得。但是,如果需要重新使用定义在“虚广义位移”空间之中的量子约束

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i = \lambda \hbar & i = 1, 2, \dots, 3n \quad \lambda = 1, 2, \dots \\ \delta \tau \cdot \delta E = \lambda \hbar \end{cases}$$

取代那个经典量子力学通常使用的,但是,我们已经指出在形式逻辑和物理内涵两个方面都不够准确的 Heisenberg 测不准原理,即

$$\begin{cases} \delta x_i \cdot \delta p_i \geq \frac{\hbar}{2} \\ \delta \phi_i \cdot \delta L_i \geq \frac{\hbar}{2} & i = 1, 2, \dots, 3n \\ \delta \tau \cdot \delta E \geq \frac{\hbar}{2} \end{cases}$$

^① 关于这个问题的进一步讨论将在下面展开。

那么,人们还需要本质地意识到,这样一种形式上的置换意味着两种形式表述的“定义域”并不完全相同。如果记

$$dA = \begin{cases} d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{p} \\ d\phi \cdot d\mathbf{L} \\ d\tau \cdot dE \end{cases}$$

为量子效应的一种作用量,那么,与 Heisenberg 所给出,通过一个“不等”算子所表述的测不准原理相对应,该“作用量”可以定义在连续域中

$$dA = \begin{cases} d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{p} \\ d\phi \cdot d\mathbf{L} \\ d\tau \cdot dE \end{cases} \in (h, \infty)$$

如果不严格地讲,的确可以将其用作一种“测不准”关系,但是,对于重新认定的量子约束条件则不然,此时

$$dA = \lambda h = \begin{cases} d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{p} \\ d\phi \cdot \delta\mathbf{L} \\ d\tau \cdot dE \end{cases} \quad \lambda = 1, 2, \dots \quad (13.7.8)$$

该式明确表示:量子效应的作用量只能定义在“离散域”之中。于是,人们只能将这个定义在离散域之中,关于量子效应“作用量”的形式表述称之为“量子公设”。它告诉人们:局限于经典量子力学的有限论域,任何“量子”作用只能是“一份一份”发生的,或者更明确地说,这种“一份一份”的作用成为量子作用的最小单位,人们不可能对量子作用的真实历程或者细节做出描述。如若不然,也就不能称之为“量子”力学了。

当然,与此保持逻辑对应,当人们只能把“许多次”量子效应激发的效果以一种几率形式表述的时候,刻画具体量子力学历程的时间变量不属于此处所构造的形式系统,即

$$\tau \notin \text{quantum}, \delta\tau \cdot \delta E = \lambda h \quad (13.7.9)$$

之所以再次写出这个前面分析已经多次使用过的限制,希望告诉人们:任何关于“相位”的描述,以及相关的“相干”效应的陈述都超越了经典量子力学的讨论范围。如果的确需要刻画某一次量子作用的细节,那么,人们需要重新为其构造一个新的理论体系。将针对某一个理论体系的分析严格限定在属于该理论体系的有限论域之中,始终具有一种前提性的根本意义。

13.8 关于理论体系“构造性”特征的认识歧义和拓展量子力学的基本途径

一旦人们真正理性地意识到任何理论体系都不可能无穷真实,而必然包容构建者的某种人为意志的话,那么,人们总可以指出,一切理论体系都是构造性的。

可以相信,如果不能对这样一个如何合理构造理论体系的基本问题存在的种种错误理念加以澄清,那么,人们也不可能真正弄清量子力学本质上到底希望描述物质世界什么的一些独立于人们理念中的“客观真实”的问题;同时,当 Einstein 公然提出“应当对量子力学的成功感到羞愧”的时候,对于那些“多么密切沿着 Einstein 所指引的路线前进”的量子力学构建者们,他们除了表示一种发自内心的“深深失望和永久意外”以外,并不知这一切到底源于何处;当然,在如何进一步拓展量子力学这样一些前瞻性的根本问题上仍然会陷入迷茫。

13.8.1 理论体系“构造性”特征正名

人们可以自然地得到一种结论:任何理论体系必然是“构造性”的。并且,理论体系的构造性特征必须包容以下主要内涵:

- (1) 对被描述物质对象所作的“理想化”认定;
- (2) 对与被描述物质对象发生主要作用的“理想化”物质对象的确认;
- (3) 对人们期望表现的某一种特定物理真实做出“理想化”的确认。

如果采取一种大概的“形式化”的认定,则为

$$\text{Idealized construction of} \begin{cases} \text{the described object} \\ \text{main-influential environment} \\ \text{special reaction} \end{cases} \quad (13.8.1)$$

当然,正如我们一再声言的那样:一方面,此处所作的所有认定,本质上只能源于那个自存的物质世界;另一方面,人们不可能完全穷尽物质世界的真实,当然,此处所作的所有认定都不可能完全真实。因此,任何一种理论体系的“构造性”特征,仅仅是对被描述“客观世界”中的某一个部分做出的“理想化”认定,没有也绝对不允许对所谓的不同“基本原则”,或者某一个特定的“形式表述”本身,做出人为的前提性认定。相反,也正是对“被描述对象”做出的前提性认定,不仅自然地成为形式系统的逻辑前提或者存在条件,同时也明白无误地告诉人们:任何理论体系只可能具有“有限”真实性,但是,必然“严格”保持逻辑相容。

在这样一种意义上,对于基于式(13.8.1)所作形式认定而构造的形式系统,人们也可以将其称之为一个通常所说的“公理化形式体系”。但是,两者之间的一个重要或者最根本的差异在于:对于公理化假设的认定并不是“完全”随意的,而且,它也根本不是对某一种人为提出的特定“关系式”的随意认定,而仅仅是对被描述对象所作的,一种本质上仍然依赖于被描述对象自身的形式认定。

此外,人们还需要特别注意:既然被认定是一种形式表述系统,那么,上述对于“物质对象”、“物质环境”以及特定“物理作用”所作的认定,都必须被赋予“确定”的形式意义。或者更为准确地说:一旦将科学陈述形式化,那么,在这个陈述系统中不允许再存在只能借助“通常语言”所表述的概念。例如,对于式(7.3.3)所述的一般性变分原理

$$\begin{cases} \text{Min} : \text{Act}(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c$$

以及相应给出的定义域

$$\begin{cases} s : (q_i, p_j, \chi_k) \in (S_{\text{phy}}, t), \\ \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \end{cases} \quad i, j \in (1, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n)$$

本质上所作的一切就是完成了式(13.8.1)所提出,针对被描述的那个“特定部分物质世界”所“构造”的“理想化”认定。此时,状态空间 s 成为对被物质对象所作的一种“理想化”界定;并且,当相关的形式表述被形式地定义在物理空间 S_{phy} 的时候,这个“特定”的物理空间又成为此处物理学陈述中,对物质对象发生“主要作用”的物质环境的一种理想化认定;最后,为“量子约束”所明确界定的一种限制,正是对所描述物理真实所构造的理想化认定。从而,在“形式系统”与被描述的某一个特定的“物理事件”之间,形成了一种严格的逻辑对应关系。

当然,如果与节 4.3 关于“物质第一性原则和逻辑自洽性原则的辩证统一”中的陈述对比,人们可以发现,此处式(13.8.1)关于“被描述”的那部分物质世界所作“形式认定”的表述,与另一种描述物质世界的另一种“普遍模式”,即式(4.3.1)

$$\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{l} \text{material object} \\ \text{in a certain surround} \end{array} \right\} \in \text{the real material world} \\ \xrightarrow{\text{formal definition on the material}} \\ \left\{ \begin{array}{l} f(T) \xrightarrow{T: \text{tensor independent of reference system}} 0 \\ T \in S_{\text{phy}} \subset R^3 \end{array} \right\} \in \text{the idealized material} \end{array}$$

可以大体地视为一种“重言式”表述。一旦,对被描述的物质世界做出了形式认定,那么,独立于坐标系的人为选择,仅仅属于理想化物质对象的形式系统必然随之而得到确定。当然,一个形式系统需要定义在特定的理想化物质对象之上,它也必然对 Einstein 所期待的那个能够无条件地用于一切物质对象之上的所谓“世界图(World picture)”

$$\begin{array}{c} \text{world point } x \rightarrow \text{event independent of any special material object } x \in R^4 \\ \xrightarrow{\text{universally and unqualifidely used in all the nature}} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{trans}(x_i) \in \text{Mink}^4 \leftrightarrow x \in \text{inertial reference system} \\ \text{trans}(x_i) \in \text{Riem}^4 \leftrightarrow x \in \text{non-inertial reference system} \end{array} \right\} \end{array}$$

构造了根本的逻辑否定。仅仅希望借助“时空观”这样一种属于“意识形态”范围之内的革命,以达到重新“认识”或者“描述”物质世界的目的,这当然是完全荒诞无稽的。

13.8.2 经典量子力学中普遍存在的“构造”悖论

但是,如果对照经典量子力学陈述,则人们不难发现:虽然整个形式系统建立在“物质波”、“波包”、“波粒二象性”等这样一系列前提性的概念之上,但是,这个陈述体系至今“没有”也“无法”给它们做出具有任何“形式意义”的明确认定。只是在不同的场合,人们根据不同的主观意愿,凭借对于不同形式表述的不同感悟,利用这些“没有严格科学意义”的概念杜撰那些人们期待着的方程。当然,也正因为此,对于所有这些“过分无理”的明显存在,尽管 Dirac 总是表现得十分心安理得,甚至常常使用诸如“数学美、卓越、美妙、伟大”这样一些词语加以粉饰,但是,他也不得不将所做的这一切,称之为不能根本改变“游戏”的本质内涵的一种尽管“十分有趣”的“游戏”。

当然,除了由于经典量子力学体系的构建者们在开始构建这个形式系统的时候,抛弃了科学概念必需的统一性,以及公然容许矛盾的存在这样一些前提性的认识悖论,使得这个陈述体系本质地蕴涵着种种矛盾。如果从形式逻辑考虑,则是不同的“概念”缺乏具有确定“形式”意义的认定,它同样成为经典量子力学充满矛盾的另一个根本原因。

事实上,只要稍加认真分析,人们就可以发现:经典量子力学根本不属于通常所说的“公理化假设下的形式系统”,因为,在经典量子力学陈述中似乎根本不需要考虑一切形式系统必须满足的“演绎逻辑”的问题,它“从头到尾”都是在“构造”什么,构造着那些“构造者们”以为需要的任何东西。在经典量子力学中,那些人们预先提出的“前提性假设”,只不过为人们以后彻底摆脱“演绎逻辑”的限制,提供一种纯粹用以“自欺欺人”的“合理”依据。

根据“演绎逻辑”,一旦最初的“前提”得以确定,那么,其后的一切推理必须是严格“演绎”的,一切推论都只是前提的一种蕴涵式表述。因此,在这个推理过程中,不允许人们再“提出”

任何假设,或者“构造”任何其他的独立概念。但是,在经典量子力学构造形式表述的过程中,展现给人们的既不是逻辑上的“等价”表述,也不是逻辑上的“蕴涵”结构,推理的唯一依据就是人们对于不同经典表述形式的不同理解,以及由此产生的对于不同经典表述所作的不同形式模仿。当然,这一切最为明显的是,对作为经典量子力学系统核心内涵的“算子”所作的一种毫无道理的随意认定。

例如,在经典力学中存在 Poisson 括号所表述的关系

$$[q_i, p_j] = \delta_{i,j}$$

人们则仅仅根据“形式模仿”指出,相应存在

$$[q_i, p_j] = \delta_{i,j} \xrightarrow{?} [\hat{q}_i, \hat{p}_j] = i\hbar\delta_{i,j} \quad (\text{A})$$

显然,推理的“前件”陈述得以存在的基础只是不同广义坐标之间的一种独立性,而对于推理的“后件”所表述的则是完全没有任何关联的事实,并且,在所有相关的形式量之间没有任何可比性,那么,人们为什么需要相信这样的一种只能被称之为“有趣游戏”的“形式模仿”,承认所谓的“量子条件”呢?

同样,即使人们承认上述的“量子条件”,但是,经典量子力学中的另一个前提性的基本认定

$$[\hat{q}_i, \hat{p}_j] = i\hbar\delta_{i,j} \xrightarrow{?} \hat{p} = -i\hbar\nabla \quad (\text{B})$$

仍然只能被视为一种“人为”认定。因为正如前面分析中曾经证明的那样:不可能真正通过“演绎逻辑”的方式,完成上述推理过程。因此,对于“动量算子”的形式界定仍然只能被视为一种“构造性”定义,但是,为什么要相信这样一种人为的“构造性”定义呢?

继而,假设人们对于“动量算子”所作的形式定义能够被人们接受,但是,人们为什么相信一种所谓的“正则假定”

$$A = A(q_i, p_j) \xrightarrow{?} \hat{A} \stackrel{\text{def}}{=} A(\hat{q}, \hat{p}) \quad (\text{C1})$$

接受关于一般性算子的这样一种人为定义呢?而且,经典量子力学中构造“算子”的其他一些规则,如人们通常称作的 Bohr 规则

$$\begin{aligned} A(x, p) &= \frac{1}{2} [f(x)g(p) + g(p)f(x)] \\ &\xrightarrow{?} \\ \hat{A}(\hat{x}, \hat{p}) &\stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2} [f(\hat{x})g(\hat{p}) + g(\hat{p})f(\hat{x})] \end{aligned} \quad (\text{C2})$$

以及所谓的 Weyl 规则

$$\begin{aligned} A(x, p) &= \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} d\zeta a \exp(i\xi x + i\zeta p) \\ &\xrightarrow{?} \\ \hat{A}(\hat{x}, \hat{p}) &= \int_{-\infty}^{+\infty} d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} d\zeta a \exp(i\xi \hat{x} + i\zeta \hat{p}) \end{aligned} \quad (\text{C3})$$

同样毫无道理可言,所有这些关于“算子”的不同认定,必然形成了一种逻辑上彼此“互为否定”的“构造性”结构。

至于,仅仅因为代数关系

$$e^{aA} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \alpha^n A^n \quad (D1)$$

的存在,就将这样一种关系类推至“线性算子”之上

$$\hat{e}^{a\hat{A}} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} \hat{\alpha}^n \hat{A}^n \quad (D2)$$

并且,还以此作为构造“新”算子的基础,对于任何一个只要对“初等微积分”有所了解的人,都可以立即看出这种“推理”的荒诞无稽。线性算子的线性特征只能在“加法”运算中得以保持,更何以谈到远比“乘法”运算还要复杂的“指数”运算呢。

显然,以上普遍存在于经典量子力学中的这些表述,只能被视为一系列的“人为”认定。在经典量子力学中,“逻辑相容”已经变得荡然无存,它们完全否定了实质上只能以“逻辑相容”为根本内涵的“逻辑推理”过程,当然,完全不属于“数学推导”的范畴。事实上,出现在经典量子力学中的所有这一切,只能属于被 Dirac 称作的“有趣游戏”,或者一些纯粹依赖于不同人的不同“心灵感应”,“顿悟”而生的“形式模仿”。这样,最终形成了人们实际见到的,普遍存在于整个经典量子力学中的“无以穷尽”的“构造”过程。

可以相信:对于任何一个内心崇尚“理性”,仍然真诚期待科学陈述必须严格遵循“无矛盾”原则的研究者,只能将所有这些人“构造”的概念、公式等,统统视为无穷无理的“反常”认定。当然,它们对式(13.8.1)所述,关于形式系统“构造性”特征所作的形式定义

$$\text{Idealized construction of} \begin{cases} \text{the described object} \\ \text{main-influential environment} \\ \text{special reaction} \end{cases}$$

以及这种形式定义必然蕴涵的“演绎逻辑”结构

$$\text{Deductive logic} \leftrightarrow \text{Impossible to make any added definition during a middle infering progress} \quad (13.8.2)$$

构成完全的“逻辑否定”。故而,人们可以在这个意义上,将经典量子力学中层出不穷的“构造”,称为自然科学研究中的一种“构造”悖论。当然,所有的这一切也向人们表明:那个曾经为 Einstein 真诚期待,能够普适地用于描述整个物质世界的“世界图”

$$\begin{aligned} & \text{world point } \mathbf{x} \leftrightarrow \text{event}_{\text{independent of any special material object}}, \mathbf{x} \in R^4 \\ & \xrightarrow{\text{universally and unqualifidely used in all the nature}} \\ & \begin{cases} \text{trans}(x_i) \in \text{Mink}^4, \leftrightarrow \mathbf{x} \in \text{inertial reference system} \\ \text{trans}(x_i) \in \text{Riem}^4 \leftrightarrow \mathbf{x} \in \text{non-inertial reference system} \end{cases} \end{aligned}$$

必然也是完全荒谬的。

因此,即使人们像某些学者期待的那样,能够将经典量子力学理解为从“第一性原理”出发所构造的一个陈述体系,但是,由于这个陈述体系彻底否定了逻辑,根本没有他们曾经以为的“严密逻辑推理和数学演绎”可言,而仅仅是不同“形式模仿”或者“人为构造”的堆砌。对于这个纯粹杜撰的陈述体系,因为相同的符号及其所对应的概念可能蕴涵着完全不同的物理内涵,所以原则上不能再称之为“形式量”,这也是暂时仅仅能够将其称为一个陈述体系,而不能称为形式系统的缘故。现在看来,Landau 能够在他的《经典量子力学》卷中开宗明义地指出“理论物理中的数学严谨性只能被视为自欺欺人”,应该表现了他在逻辑思维方面的一种过人之处。

13.9 量子力学体系的理性拓展

面对着无尽的物质世界,人类自然希望了解更多、更为复杂和更为深刻的物理现象,于是,自然地存在着如何逐步“拓展”自然科学体系的课题。但是,对于 20 世纪的自然科学,凭借人类空前拥有的“复杂技术”的支撑,发现了许许多多前人没有认识甚至难以想象的现象。当然,这些先进技术的出现,本质上同样依赖人类对物质世界认识的深化。但是,无可否认的是:由于科学的主流世界,并没有真正认识到一切科学陈述必须严格服从以“逻辑相容”为本质内涵“可解释性”原则,在一种过分“实用主义”理念的驱使之下,放弃了科学概念以及科学语言必需的“无歧义”原则,不仅亵渎了人类引以自豪的“理性”原则,甚至对任何有意义陈述必须满足的“无矛盾性”原则的存在都产生了怀疑。

同样,在正确认识和理解如何拓展人类知识体系这样一个重要的问题上,人们需要对经典量子力学中实际存在的不恰当认识加以澄清,并且,进而为量子力学研究领域的有效拓展构建较为合理的认识前提。

13.9.1 彻底清除自然科学研究中的“无穷演绎”倾向

在论及“理论物理学”的原理的时候,Einstein 曾经给人们展现了这样一幅激动人心的美好图景:

“科学家必须在庞杂的经验事实中间抓住某些可用精密公式表示的普遍拓展,由此完成探求自然界的普遍原理。

这种公式一旦胜利完成以后,推理就一个接着一个,它们往往显示出一些预想不到的关系,远远超出这些原理所依据的实在的范围。但是,只要这些用来作为演绎出发点的原理尚未得出,个别经验事实对理论家是毫无用处的。实际上,单靠一些从经验中抽象出来的孤立的普遍定律,他甚至什么也做不出来。在他没有揭示出那些能作为演绎推理基础的原理之前,他在经验研究的个别结果面前总是无能为力的。”

这段引言中字下黑点为笔者所加,仅仅用以强调 Einstein 对于他所说的那些可以普适于整个物质世界的“原理”,或者“第一性原理”的热衷和期待。其实,人们也可以说,这样一种对于“普遍原理”的期待并不首先属于 Einstein,而归于 Descartes,或者归于同样希望借助“运动定律”描述整个物质世界的 Newton。并且,这样一种期待,始终普遍地存在于自 Newton 以来的整个自然科学研究之中。显然,经典量子力学中为 Schrödinger 所提出的波动方程,本质上属于“第一性原理”。其实,包括 Einstein 在内的人们,都认同将这个方程的存在置于“前提性”地位之上。然后,正像 Einstein 所描述的那样,从这个方程出发的,“一个接着一个”的推理能够用于描述整个“微观世界”。

实际上,也正因为此,在目前的所有理论物理著述中,几乎从来没有论及某一个理论体系的“逻辑前提、存在条件、有限真实性”等这样一些前提性的问题。与这样一种认识保持严格一致,人们相信,仅仅凭借流体力学中的“精密”公式,即 Navier-Stokes 方程就能够描述包括那个“到底何为‘湍流’尚不知道的”在内的一切流动现象;人们同样相信,统计力学中的 Liouville 方程同样是一个期待中的“精密”公式,它能够告诉人们关于大数粒子系统所具有的一切特征,尽管人们已经知道它与由其“导得”的 Boltzmann 方程逻辑相悖。显然,经典力学中的所有这

些期待,都与经典量子力学对于 Schrödinger 的期待是一致的。因此,对于这样一种“无视逻辑前提,不考虑存在条件,进行无穷推理”的普遍存在,可以被称为目前自然科学研究中的“无穷演绎”倾向。

但是,只要人们不彻底放弃逻辑,不放弃以无矛盾性为唯一内涵的逻辑推理,那么,与人们的认识通常总是遵循“从简单到复杂”这样一种逐次深化的认识规律相反,对于人们构造的形式系统只能遵循“由一般到特殊”的基本规律,永远不能采取纯粹“演绎”的方式,从某一个“简单”方程出发,导得另一个能够表现“复杂”现象的其他方程。在数学上,人们可以通过“约束映射(Constrain mapping)”,将某一个复杂的形式表述变化为本质上仍然蕴涵于原来表述之中的简单形式;但是,反之不然,“解析延拓(Analytical extension)”除了“定义域”的扩张以外,不可能包容比原表述中原来不存在的更多内容,即,

$$\begin{cases} \in (\text{Complicated formal expression} \rightarrow \text{Simpler formal expression}) \\ \notin (\text{Simple formal expression} \rightarrow \text{Complicated formal expression}) \end{cases} \quad (13.9.1)$$

因此,对于目前自然科学研究中普遍存在的“无穷演绎”的不良倾向,需要予以彻底铲除。

此处,为了较深刻体会现代物理学对逻辑的严重摧残,不妨再次审视式(13.9.1)针对形式系统“构造性”特征曾经做出的形式定义

$$\text{Idealized construction of} \begin{cases} \text{the described object} \\ \text{main-influential environment} \\ \text{special reaction} \end{cases}$$

人们可以发现:因为任何形式系统本质地决定于对被描述对象所作的理想化认定,所以随着被描述物质对象自身的愈益复杂,或者人们期望表现物理内容的不断增加,这个形式系统不可能为某一个原来的,仅仅用以描述某些简单现象的形式系统所包容。因此,为了表现某些新的复杂现象,人们只能通过一种整体“构造”的方式,但是,采用与以往表述中的概念、所有词语的语意完全保持一致的形式语言,重新构造出一个新的、更为复杂的,但是与其他简单体系自然保持逻辑相容的形式系统。事实上,也仅仅在这个特定意义之上,人们可以说建立在不同理想化物质对象上的不同形式系统,乃至整个自然科学体系能够并且必须保持逻辑相容。

与此相反,如果像 Einstein 的“世界图”

$$\begin{array}{c} \text{world point } \mathbf{x} \leftrightarrow \text{event}_{\text{independent of any special material object}}, \mathbf{x} \in R^4 \\ \xrightarrow{\text{universally and unqualifidely used in all the nature}} \\ \begin{cases} \text{trans}(x_i) \in \text{Mink}^4 \leftrightarrow \mathbf{x} \in \text{inertial reference system} \\ \text{trans}(x_i) \in \text{Riem}^4 \leftrightarrow \mathbf{x} \in \text{non-inertial reference system} \end{cases} \end{array}$$

所期望表现的那样,确信存在某一个完全独立于物质对象、无需任何条件的“普遍原理”,相应存在一个在“形式上”始终保持一成不变,却需要用于普适地描述整个物质世界的理论体系,那么,一旦人们面临某些更为复杂现象时,为了维持这个最初人为认定、被赋予无穷内涵的“精密公式”的继续存在,人们必须不断补充“构造”新的概念,扩充这个“不变形式表述”中不同形式量的实际蕴涵,以符合那些复杂的物理真实。当然,这个期望成为普遍真理的表述始终充满矛盾。

13.9.2 拓展量子力学的基本途径

为了尽可能保证叙述的可靠性,此处采用《(美国)物理大百科全书》的归类方法,可以把“量子电动力学”、“量子场论”以及“量子色动力学”等视为发展“经典量子力学”陈述体系的一种自然归属。当然,人们需要大概了解,目前的主流科学世界是如何对量子力学的上述三门专

门化学学科构造一般界定的。此处,仍然完全采用《物理大百科全书》中的叙述方式,做出尽可能简短的介绍。

首先,给出关于“量子电动力学”一个十分简短的叙述:

“量子电动力学研究电磁辐射的性质及其与荷电物质的相互作用。特别是与原子和组成原子的电子的相互作用。支配量子电动力学的基本方程实际上被认为包含着全部物理学、化学、大块物质的性质和经典电磁理论。几乎所有容易由感官觉察的现象,相信从根本上都可以根据量子电动力学的定律来理解。……实际上,量子电动力学这一术语是指有关电磁辐射的量子性质所特有的那些现象。这包括研究原子发射和吸收光,以及光与电子和其他基础粒子的基本相互作用。

在量子力学的基础于 1925 年建立后不久,量子电动力学就由 Dirac, Hensenberg 和 Pauli 系统地表述出来。根据量子力学的实验基础,这个系统表述对光的波粒二象性给出了满意的解释。……虽然量子电动力学的预言与实验比较都取得完全成功,但理论的基础却是有问题。”

至于与“量子场论”相关的陈述则是:

“量子场论是研究电磁场、引力场或一媒质中的波动场那样具有无限自由度的物理系统的量子理论。它的主要应用是对基本粒子及与其相关联的波动场的尝试性描述,其中量子力学和狭义相对论两种效应都是重要的。”

最后是关于“量子色动力学”,相关陈述为:

“量子色动力学试图解释夸克为什么能组成可观察的亚核粒子形态,如质子或 π 介子。”

毋庸置疑,具体讨论这些学科已经超出笔者目前能力所及的范围,并且,也超越了本书作为探讨经典量子力学在“形式逻辑”与“物理基础”两方面存在最基本问题的范畴。因此,本书对于以上针对三门学科所作的界定,不作任何“直接”的评价,仅仅根据以上重新构造量子力学形式系统的“物质第一性”原则,独立提出拓展量子力学体系的基本途径。相信,对于熟悉这些领域中的研究者,只要不怀偏见,并不难形成一种十分自然的判断。

自然科学中形式体系的复杂化,根本源于被研究物质对象自身的复杂化,或者人们研究问题的“有限论域”的扩大。因此,当需要更为“真实”或者更为“细致”地表现物质世界中的那些“相互纠缠”在一起的物理真实存在,从而需要构造某种更为复杂的形式表述系统的时候,人们同样需要对被描述的物质对象以及可能表现的范围首先做出理想化的认定。于是,正是对被描述对象及其范围所作的理想化形式认定,将成为构造相关形式系统唯一的、独立于人们主观意识的、与一切科学概念严格保持逻辑相容的形式系统的基础。当然,人们也可以反过来说,形式系统将成为这些理想化认定的一种逻辑必然。显然,此处的所有一切,恰恰都与 Einstein 无视不同特定物质对象自身蕴涵的不同共性特征,却期待“直觉和顿悟”所激发的灵感,以构造一个普适的、没有任何条件限制的、可以用于整个物质世界的基本理念完全相反。

(1) 第一种模式

作为拓展经典量子力学的第一种方式,首先假设,在人们希望了解或者希望表述的某一个特定物理现象中,直接被形式系统所描述的仍然是经典量子力学所研究的粒子系统,并且,人们还假设,与这个特定的需要表现的“现象”相关,表现该粒子系统自身“内蕴”特征没有变化,或者等价地说,人们仍然可以使用式(7.1.2)所定义的状态空间

$$s : \{q_i, p_j, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n)$$

抽象地表现人们需要描述的物质对象。式中所有状态参数的物理意义不变。在许多情况下,人们需要考虑“两个”粒子之间的相互作用,那么,此时还可以将“粒子系统”的状态空间直接表述为一个更为简单的形式

$$s_{\text{part}} : \{Q_i, P_i, q_j, p_j, \rho_k, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t) \\ i, j \in (1, 2, 3) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, 2) \quad (13.9.2)$$

式中的 ρ 为粒子的荷电量。显然,在这种情况下,将形式系统所存在的物理空间 S_{phy} 直接定义为“大”粒子所张的几何空间,可以视为一种比较方便的形式。

进而,如果人们仍然将“量子跃变”视为一种“基本”物理真实,并且,以此作为构造形式系统的另一种前提性认定,那么,对于式(7.3.1)所示的量子约束,即

$$\delta q_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \quad i \in (1, 3n)$$

仍然是一个不可缺省的基本约束条件,只不过对于此处所说的双粒子系统,可以直接表示为

$$\begin{cases} \delta Q_i \cdot \delta P_i = \lambda \hbar \\ \delta q_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \end{cases} \quad i, j \in (1, 3) \quad (13.9.3)$$

并且,量子约束仍然只是定义在“虚”的“广义位移”空间之中,不能也不允许与广义坐标的真实变化混淆。

当然,如果讨论仅仅到此就结束了,那么,一切仍然回到经典量子力学所讨论的有限论域之中了。但是,比较《物理大百科全书》中关于量子电动力学的一种尽管远不够准确的界定,人们可以发现,在两个粒子所“生存”的一个“有限”的物理空间中,还充满着被人们称为“场”的另一种“理想化”物质存在形式,并且,由于“场”同样作为“能量”的一种载体,场的状态必然相应发生变化,因此在对于“量子效应”某种“必需”的细致性描述中,场的状态变化对于粒子系统运动学状态的影响需要予以考虑。

从形式逻辑考虑,这意味着需要直接将“场”以一种“显式”的方式纳入到此处的形式表述系统之中。当然,人们同样需要对“场”做出“理想化”的形式认定。因此,目前先作为一种纯粹的人为假设,认为该“场”仍然可以电磁参量加以表述,即相应存在属于该“理想化场”的一个状态空间

$$s_{\text{field}} : (\phi, A) \quad (13.9.4)$$

式中的标量函数 ϕ 和矢量函数 A , 仍然分别称为该“理想化场”的标量和矢量势。

于是,在人们仍然可以将粒子系统视为处于“保守力场”中的粒子系统的前提下,对于式(7.5.1)所示,与保守力场中能量极值原理形成逻辑对应的一般性变分原理

$$\begin{cases} \text{Min} : \delta E(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{fine} : \Psi(x, p, t) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \\ \delta q_i, \delta p_j \in (0, \infty) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c$$

相应需要做出修正,变化为

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min} : \delta E_{\text{total}}(Q_i, P_i, q_j, p_j, \chi_k, \rho_k, \phi, A) \\ \text{fine} : \Psi(x, p, t) \\ \text{obj} : \delta Q_i \cdot \delta P_i = \lambda \hbar \\ \quad \delta q_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ \quad \delta E_{\text{particle}} + \delta E_{\text{field}} \approx 0 \\ \quad \delta q_i, \delta p_j \in (0, \infty) \end{array} \right. \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c \quad (13.9.5)$$

显然,式中与“场”所对应的能量变化量 δE_{field} ,需要服从相应的“场”方程。

当然,通常情况下,人们并没有理由总可以将作用于粒子系统的力视为保守力。因此,人们需要考虑节 7.6 中所作的陈述,重新探讨式(7.4.3)所示的一般性变分原理

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min} : \text{Act}(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{fine} : \Psi(x, p, t) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \\ \quad \delta q_i, \delta p_j \in (0, \infty) \end{array} \right. \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c$$

并且,在原则上仍然与式(7.6.1)所定义的作用量函数

$$\text{Act} = \int_{t_1}^{t_2} L(q_i, p_j, t) dt$$

以及相应需要依赖经验事实而加以认定的,与式(7.6.2)所述保持一致,表现“过程效应”的经验方程

$$L = T - V + D \quad D \neq 0$$

在形式上,仍然可以把 D 视为一种“耗散”。因此,考虑到以上各别物理量的真实内涵以后,一个具有一般意义的变分原理可以表述为

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min} : \text{Act}(Q_i, P_i, q_j, p_j, \chi_k, \rho_k, \phi, A) \\ \text{fine} : \Psi(x, p, t) \\ \text{obj} : \delta Q_i \cdot \delta P_i = \lambda \hbar \\ \quad \delta q_j \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \\ \quad \delta E_{\text{particle}} + \delta E_{\text{field}} \approx 0 \\ \quad \delta q_i, \delta p_j \in (0, \infty) \end{array} \right. \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c \quad (13.9.6)$$

除了最小化目标函数变化以外,状态空间以及定义于“虚”广义位移空间的物理约束都没有出现本质意义的变化。

但是,需要特别注意,在以上的所有约束条件中,都没有写出同样具有“真实”物理意义的另一个粒子约束条件

$$\delta E \cdot \delta \tau = 0 \quad \tau \notin \text{Quantum}$$

也就是说,本质上人们并不知道相应出现的能量的真实变化,以及由此引起的粒子系统运动学状态的一种具有“确定意义”的变化。因此,待求解的“态”函数仍然只被赋予了一种“内蕴”的统计意义,并且,只能折合于“形式系统时间域”的一个特定时刻之上。其物理基础仅仅在于:对于以“一份一份”形式出现的量子效应,人们仍然不知道它的细节,或者在真实的“时间域”将量子效应的真实历程展开。如若不然,无论从形式逻辑考虑,还是从物理内涵考虑,也就谈不上“一份一份”量子效应的存在前提了。

(2) 第二种模式

显然,在以上分析中,仅仅考虑了粒子系统与其所存在的“场”之间一种单纯“能量”意义上的耦合现象。经验事实告诉人们:在“场与粒子”这样两种不同的“理想化”物质存在形式之间,不仅可能存在能量形式的转移,而且,作为能量的逻辑载体,粒子与场本身也处于相互转化中。于是,人们此时面对的只能是一个变粒子数的粒子系统,相应的状态空间需要重新定义为

$$S_{\text{particle}} : \{q_i, p_j, \rho_k, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad (13.9.7)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad \delta n \neq 0$$

而对于上述的一般性变分原理仍然适用,只不过增加了一个新的约束条件,即人们通常所说的质能变换关系。如果借用 Einstein 的公式,则为

$$\delta E_{\text{particle}}^2 = c^2 \delta p^2 + c^4 (m \delta n)^2 \quad (13.9.8)$$

但是,必须指出:该公式即使能够相当好地符合经验事实,在本质上它仍然只是一个经验公式,绝对不可能从一个普适公式推导出来。并且,正如实验已经证明存在不同光速一样,质能变换公式同样不可能唯一。可以相信,随着“场”(在“本质上并不‘绝对’存在的一种‘理想化’粒子”之间传递“作用”的一种具有“普适”意义的物质存在形式)的存在形式的不同,或者粒子间不同“作用”形式的真实存在,质能变换公式必然相应具有不同的形式表述。

(3) 第三种模式

正如上面指出的那样,一种被人们想当然地以为是一种“物理实在(Physical Entity)”的粒子并不真的存在。对于某一个人们以为已经“十分密实”的粒子,其实,这个粒子必定仍然逻辑地与一定大小的几何空间对应,而在这个空间中,仍然存在着“差异”,当然相应也就无绝对意义上的密实可言。另一方面,人类面临的物质对象其实是一个不可分割的整体,彼此之间存在“形形色色(有穷或无穷?)”差异的物质存在之间,相应存在着形形色色的不同作用形式。其实,人们可以将其视为现代粒子物理学中不同粒子得以存在的,一种十分自然的认识基础。当然,对于这些粒子而言,随着不同作用“形式”的存在,表现粒子内蕴特征的“状态空间”需要相应做出变化。也就是说,式(13.9.11)所定义的状态空间需要做出进一步的扩充,作为一种一般性的表述则为

$$S_{\text{particle}} : \{q_i, p_j, m_k, \rho_k, \chi_k, \dots\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad (13.9.9)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad \delta n \neq 0$$

式中那些没有列出的状态参量可以是人们所说的轻子、超荷、色、……它们构成人类对物质微观结构的一种无穷探索过程。

13.9.3 探讨物质的基本途径与对称性研究的逻辑倒置

物质世界是自存的,完全独立于人们的意志。但是,对于物质世界的“存在”形式的认定,必然包容了研究者的某种主观意识。人们无法穷尽物质世界的真实,只能在一种“期待”的或者“可能”的表述精度内,对被描述物质对象做出一种大概真实的理想化认定。而由形式量所构成的状态空间,既成为对理想化物质对象的一种形式定义,同时也自然成为对其状态具有“确定性”意义的描述。

在这个意义上,人们可以看到从经典力学针对“自由粒子”所构造一种最为简单的状态空间物质模型,直到式(13.9.9)所表示一个远为复杂得多的,且尚没有“终结”状态空间的变化

$$S_{\text{particle}} : \{q_i, p_j, m_k\} \rightarrow \{q_i, p_j, m_k, \rho_k, \chi_k, \dots\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad (13.9.10)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad \delta n \neq 0$$

真实地反映了人类逐次深化认识物质的一种真实过程。并且,人们不敢轻易断言:式中那些由省略号所表述未知状态参量到底还有多少。但是,人们总可以相信:随着物质之间不同“独立”作用形式的发现,那么,将必然相应出现新的独立状态参量。并且,可以对人类在物质存在形式上所进行的探索做出一种形式定义,这就是:对所有具有不同“独立”意义状态参量的探索和扩大过程。原则上,还可以采取类似于式(13.9.14)的形式,逐步扩大式(13.9.4)所定义关于“场”的状态空间

$$S_{\text{field}} : (\phi, A) \rightarrow (\phi, A, \dots) \quad (13.9.11)$$

也就是说,如果人们能够逻辑地断定:状态空间中所有已知的独立状态参量已经不足以描述人们期望表现的那种物理真实,那么,人们可以根据相关的经验事实,“猜测”性提出新的状态参量,扩大状态空间,再重新借助经验事实加以检验。

而且,正如我们一再重复的那样,物质的“存在”形式,以及存在于不同物质形式之间的不同“作用”形式密不可分。因此,在某一个场合下,某一个状态参量是恰当的,但是,同样的状态参量在其他场合并不一定存在。而且,仍然在这样一种意义上,人们不仅可以将“场”视为传递“作用”的一种物质存在形式,而且,随着“作用”和“存在”的密不可分,在“场”和“粒子”之间,同样没有“物理本原”上的本质差异。

但是,在人们所构造的任何形式系统中,“场”和“粒子”已经成为关于物质形式的两种“理想化”形式定义,或者表现了两种完全不同的“独立”物质存在形式:“场”无形,相应不存在真正属于“场”的几何,出现在整个空间以扰动传播为本质内涵的“波”是其唯一的一种运动形式;“粒子”则不然,一旦被视作一种“理想化”的“粒子”或“实体”,它就被赋予了一种属于自己的“几何”,仅仅于空间中的若干的“点”或者“点的集合”构成逻辑关联,“位移”成为其最基本的运动形式。两者则不能作任何混淆。

一方面,向人们昭示:从“物理本质”考虑,在“场”和“粒子”之间密不可分;另一方面,又明确提出:对于任何一个“形式表述”系统,必须对“场”和“粒子”这样两种完全不同的独立物质“存在”形式,以及相应存在的两种完全不同的“运动”形式加以严格区分,似乎是矛盾的。其实不然。相反,所有的这一切恰恰显示了任何“理性陈述”必然蕴涵的一种“辩证统一”内涵。前者告诉人们,任何一种理性陈述都不可能完全真实;而后者则告诉人们,尽管不可能绝对真实,但是,任何陈述必须是无矛盾的。可以相信:正是这样一种建立在“辩证统一”规律之上的理性原则,构造了自然科学体系在描述如此复杂的物质世界时得以存在的基础。

或许,是西方学者最早在形式上提出了“辩证逻辑”,但是,一种过分追求“形而上学”,并且总喜好过分急于“理论化”的不良思维习惯,使得他们远没有像东方古代先贤们那样能够“领会”辩证逻辑的真谛,许多思想十分僵硬,根本无辩证法可言,当然,随之而来的只能是逻辑紊乱。

值得指出,人们并不能简单地,经典力学中所定义的状态空间,就必然是一个相对不真实的形式定义。因为,在经典力学期望表现的物理真实中,粒子系统中的确实是以一种“自由”的状态运动着,所以,粒子物理

学中那些真实存在的物质参量尽管是真实的,但是,对人们需要表现的那个“局部”物理真实而言,则是完全多余的。一个形式系统的合理性,本质地决定于它是否与那个希望描述的物理真实保持逻辑一致性。但是,一种简单物质模型自然地包容于复杂物质模型之中,因此,在依赖不同“物质模型”基础所建立起来的不同形式系统之间,仍然必须严格逻辑相容。

事实上,正是这样一种基本真实,决定了 Stern-Gerlach 实验中人们所看到的一切。运动中的原子在进入磁场,以及越过磁场以后,并不是原子中表现一种“内蕴”特征的“自旋”量子数 χ_k 不存在了。或者更明确地说,对于人们所研究的粒子集合而言,其状态空间依然可以同一地表示为

$$s: \{q_i, p_j, m_k, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n)$$

只是随着物质环境的不同,即作为物质环境中的“磁场”不再存在,使得“自旋”状态的影响相应不复存在。

也就是说,在“磁场”中所发生的一切,与量子力学本质上需要表现“量子效应”的一种“激发”作用完全无关,它仅仅是由于磁场的“定向”作用,引起经历磁场的粒子相应出现的不同“排序”现象。也正因为此,正如在相关经典分析中人们实际看到的那样:真正控制粒子运动学行为的仍然是“经典力学”中的 Newton 方程,人们甚至根本没有真正理会那个被称之为经典量子力学基本方程的 Schrödinger 方程的解。当然,在与这个实验相关的整个经典分析中,必然同时充满物理理念和形式逻辑两个方面的严重紊乱和失真。

显然,一旦对某一个“理想化”状态空间做出界定,那么,人们就能够做出具有逻辑意义的判断,为该状态空间所定义的“理想化”物质对象相应具有怎样的“对称性”特征。不首先对物质对象做出理想化的形式认定,相反,确信以“对称性”的存在为基础的“守恒量”的存在,则是一种完全的思维倒置。从形式逻辑考虑,它与目前自然科学体系总习惯于从某一个固定的“形式表述”出发,无视“物质对象”和“逻辑前提”的存在,进行不讲逻辑严谨性的“无穷演绎”的错误倾向完全一致。当然,一旦真正认识到这一点,被李政道称之为 21 世纪第一科学难题的,关于“物质世界中普遍存在的无对称性与物理世界中的对称性”矛盾问题将自然地不复存在。事实上,这个命题本身的提出,恰恰反映了 20 世纪科学世界长期存在的一种认识紊乱。

脱离对理想化物质对象本身的前提性,奢谈守恒量所表现思维过程中一种严重逻辑倒置现象早已存在在自然科学体系之中。事实上,当某一个特定的物质对象一旦被人们界定为一个理想化的“粒子”,那么,仅仅作作为这样一种理想化论断的逻辑必然,由于它不存在真正属于自身的“几何构形”,该理想化物质对象根本无独立意义的“旋转”运动,与其对应,也不存在定义在所谓“坐标系”上具有独立意义的“旋转变换”,当然,所谓的“角动量守恒”的问题根本无从谈起。正是由于无视一个物理学陈述得以存在逻辑前提,以及总喜好将某一个条件存在的物理学陈述的应用范围加以随意扩大的不良习惯,在经典力学中,那个在 19 世纪 20 年代就为 Cauchy 提出,至今仍然影响着宏观力学研究,著名的“应力定理”本质上成为一个完全不真实的表述,在其相关的数学推导和物理理念上都存在严重的错误。相关论述,请参见笔者的其他论著。

13.10 物质世界“复杂性”的内蕴特征和形式系统中“耦合现象”的普遍存在

对人们关注的粒子系统而言,作用于其上的“量子作用”本质地显示了一种“离散”形式的效应。因此,随着能够与这样一种本质特征形成逻辑对应的形式系统的重新构造,其实已经没有必要再专门讨论“复杂性”,以及许多年来科学世界总将其与人们构造的某一个所谓“非线性

性”如何关联的问题。不过,如果考虑到这样一种理念曾经在 20 世纪后期的科学世界发挥过的影响,简单探讨到底什么是物质世界“复杂性”的本原,以及这样一种“自存”于物质世界的普遍真实,在人们所构造的形式系统中通常具有一种怎样的一般形式特征或许仍然是有益的。

13.10.1 客观存在的“复杂性”独立于人为构造的非线性算子

自 20 世纪初,当整个科学世界面对 Michelson-Morley 实验的困惑而变得一筹莫展的时候,一个年轻人,凭借着他所说的“直觉和顿悟”,向整个人类展现了解决科学困难的一种“全新”模式:

人们完全不必“理会”一些暂时尚不能认识的物理现象的存在,而可以通过一种纯粹“认识论”意义上的革命,重新赋予“时间和空间”以与那种“通常”的,或者更为准确地讲应该称之为过分“陈旧”认识完全不一致的内涵,于是,虽然无法认识或者解释这个未知“物理现象”,但是,人们却可以“无需”解释,也“不容”解释地把这个现象中“彼此矛盾”着的“物理真实”在形式上完全确认下来。

众所周知,这就是差不多主宰了整个 20 世纪科学世界的 Einstein。而那个他所说“无需”也“不容”解释的陈述体系,是只能作为自然科学中的“圣经”而存在的“相对论”。事实上,因为构造理论体系之始,已经向人们开宗明义地约定:允许并且将“矛盾”的真实作为构建这个陈述体系的基础,所以尽管人们发现这个陈述体系几乎处处充满着矛盾,但是,它们都不足以否定这个陈述体系。

当然,正如像 Heisenberg 坦言的那样,尽管人们明知在“连续性和非连续性”之间,在“波和粒子”之间存在本质上互悖的矛盾,但是,只要预先公开声言并不“否定”这些矛盾的“真实”存在,并且,还恰恰因为这些“矛盾”存在的前提,才使得人们获得“必须抛弃对于科学概念同一化认定”这种过分“陈腐”观念的一个十分充足的理由。事实上,对整个经典量子力学而言,正是在 Einstein 所发明的这种“理念”的支撑下得以构造出来的。因此,当 Bohr 在其给 Einstein 最后一封信中,公开表达他对 Einstein 针对量子力学所作批判的“深刻而永久意外和失望”时,人们应该是完全可以理解的。

其实,如果从“哲学理念”考虑,随着一个同样荒谬的“耗散结构”陈述体系在 20 世纪 60 年代的出现,曾经在整个科学世界喧嚣一时的“非线性”理论仍然如出一辙,虽然这个新陈述体系的创造者充满对 Einstein 期待构造“大一统”的讥讽。在自然科学研究中,一旦遇到某些难题长时间不能解决的时候,则以一句没有任何本质内涵的“复杂性”而涵盖之,再加之与一个同样没有特定内涵的“非线性”算子关联,这同样不失为一种十分“省力”的创造。

事实上,笔者早已在拙著中指出:“离开非线性算子的具体形式谈论非线性没有根本意义。至于把对未知世界中的复杂性,完全地归于非线性结构的存在,以至于期望通过对非线性结构的研究,根本地解决对于未知世界的探索更是完全不恰当的。”

对于量子力学中长期存在的本原性困难,人们也自然将其解决的希望置于“非线性”算子之上。人们可以发现,在美国的《物理大百科全书》的“孤子(Soliton)”条目中就已经做出这样的描述:

“一个在传播中能量不会弥散到越来越大的空间区域的孤立的波。有许多数理方程具有孤子型的解,相应,这些方程所描述的物理现象表现出孤子。因为孤子很像一个粒子,这一事实最终受到了注意,人们建议将孤子作为‘基本粒子’的模型。”

其实,一个十分令人不解的事实是:即使对于生活在 18 世纪的自然科学研究者,或者今天的一个中学生都能够或者应该明白,波仅仅是“扰动”在物质场的一种传播形式,它根本相异于某一个“特定物质对象”在空间进行以“位移”为本质特征的运动。因此,即使 19 世纪的 Russell 发现河湾中的“孤立波”是一种物理真实,但是,它依然是“波”,是空间不同局部域中流体“表观构形”的传播过程,与某一个“粒子”在几何空间中的运动毫无关联。因此,对于 20 世纪后期人们大量构造的“非线性微分方程”,即使它们的确能够展现某些“孤子”解,除了获得某种“心灵慰藉”以外,它什么也没有告诉人们。

至于,对于同样是“人为”构造出来的非线性 Schrödinger 方程,有如下所示的一个非线性形式:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + \beta |\Psi|^2 \Psi + V(\mathbf{x}, t) \Psi + A$$

充其量,人们只能将其中的“非线性”项视为一种“隐”参数,而没有改变 Schrödinger 方程缺少物理支撑的本质缺憾。

因此,将物质世界自存的“复杂性”归于任何一种凭借人为意志所构造的数学形式,本质上都没有多少不同,是无意义的。数学表述形式只能在物质对象的“理想化”认定之后,是对物质对象本质蕴涵“共性”特征做出形式认定后的一种逻辑必然。因此,人们需要揭示物质世界自存的“复杂性”的共同特征。

13.10.2 物质世界的“离散”本质

可以断言:物质世界普遍存在的“复杂性”,是物质世界“离散”本质的必然表现。等价地说,物质世界的复杂性,就是形形色色“差异”的存在。本质上,人们几乎不可能使用一种定义在“实数域”中的“数学公式”对充满差异的物质世界做出描述。

当然,也正因为此,当人们指出“微分流形”本质上是对于“高维”几何空间的连续性特征所作的一种“抽象”的时候,无论这个数学形式多么漂亮,多么吸引人,但是,它都极大地相悖于人类真实面临的物质世界。除非是像状态空间

$$s: (q_i, p_j) \in (S_{\text{phy}}, t) \quad i, j \in (1, \dots, 3n)$$

中表现“个别”运动粒子运动学状态的“信息”所构造的连续量。但是,即使对于彼此相邻的粒子,它们的运动学坐标也不连续。

当陈省身先生在其所著《微分几何讲义》一书的最末处指出“一切物理的理论最终要‘量子化’,在数学上我们则需要研究无穷维的空间及分离现象”的时候,或许比他在全书中所作的完整叙述更为精彩和发人深省。

13.10.3 形式系统普遍存在的“耦合”现象

像 Einstein 那样,期望会存在某一个单独的“数学公式”,能够用它来描述整个物质世界,无疑是一种幻想。其实,当他如此“真诚”期望整个物质世界能够满足他所期望的“简单、和谐和统一”的时候,却公然允许“矛盾”前提的存在,完全破坏了自然科学陈述必需的“简单、和谐和统一”的基本原则。

以离散特征为本质内涵的物质世界“复杂性”预示着:尽管任何形式表述都不可能绝对真实,人们需要自觉承认即使是合理的形式表述也存在有限真实性;但是,许多情况下,仅仅使用

一个“单独”的公式表现不同的物质对象几乎是完全不可能的。其实,人们从来没有考虑到运用 Maxwell 方程取代 Newton 力学方程的问题,因为人们知道它们所描述的对象相差太大了。物质世界内蕴的本质差异是一种普遍存在。

另一方面,仅仅作作为一种“人”的意识,认识到物质世界的不同部分总存在着差异的同时,其实,人类面对的物质世界是独立于人们意志、“不容”分割的整体,物质世界的不同部分始终彼此“关联和作用”地共存着。因此,当人们希望构造一个特定的形式系统,去表现这些相互作用着物质世界内蕴的“复杂性”时,一个最显著的特征就是为不同“数学公式”所描述的不同局部域处于相互“耦合”之中。

事实上,当前面提供了拓展“经典量子力学”体系的不同途径时,一个最本质的共性特征仍然在于“耦合”。例如,不同变分原理中几乎共同存在的“能量”耦合方程,即

$$\delta E_{\text{particle}} + \delta E_{\text{field}} = 0 \quad (13.10.1)$$

就是不同的“理想化”物质存在形式相互关联的一种表征。不过,由于理想化的“场”在几何上的“无形”,使得“场”与处于这个场中的“粒子”之间的逻辑关联,相对显得比较简单。但是,如果人们考虑“复杂”流场中存在不同“流动结构”的不同局部域,或者对于一个存在“化学反应”的流场,在通常所说“火焰锋面”两侧的流场,在它们彼此相邻的边界上都真实存在着“耦合”的问题。同样,由于没有注意到这样一系列的物理“真实”的存在,对于相关“宏观理论”的经典陈述一直隐含着许多逻辑悖论。当然,忽视对物质对象构造一种基本合理的“理想化”物质模型,习惯于从某一个特定方程出发,进行不考虑逻辑前提以及逻辑严谨性的无穷演绎,同样是“湍流”疑难长时间没有得到解决的原因。

13.11 经典量子力学物理基础和形式表述的重新认定

尽管在原则上已经没有任何必要继续展开此处的讨论,因为,在前面所有的分析和讨论中,实际上已经包含了该命题需要讨论的一切内容,但是,为了能够以一种最简单明了的形式回答本书的前言所引用为某些学者提出的“量子力学对于独立于认识以外的客观世界究竟给出了什么表述,量子力学对于客观世界究竟给出了什么深度的表达”的一种具有本质意义的质疑,当然,甚至也可以说,希望能够通过此处一小节中一个相当简略但是在物理内涵和形式逻辑两个方面都十分明确的陈述,回答 20 世纪的科学世界耗费了几乎整整一个世纪,至今仍然“没有任何结果”的争论^①。

^① 从关洪先生所著《量子力学的基本概念》获知,年近古稀的 Dirac 已经勇敢地宣布“量子力学的主要特征并不是”那个他曾经深情讴歌的“不可对易代数”;而在 1972 年,Heisenberg 则“不再着重讲不确定性原理和对易关系”;甚至这个经典体系的构建者已经坦言“物质波”可能隐含“逻辑自悖”等。其实,所有的这些质疑原则上已经对整个形式体系陈述基础的构成了完全否定。除了根本否定科学陈述必需的可解释性,仍然不可能回答何以一个连续性的 Schrödinger 方程能够用以描述离散的量子作用,如何对“算子”的存在,以及这种独立存在本质上构成对“态”的确定意义的逻辑否定等做出理性的解释。故而,笔者只能将其称为依然是“没有任何结果”的争辩。显然,所有的这一切远远不是书中所说“理论开始创立的时候主要着眼于那个建造其一座完整的理论大厦,不大注意逻辑上的简洁性。结果,在所提出来的理论体系里,往往包含影响互相重复、意义暧昧甚至完全多余的基本假定”这样一种过分简单和浮面上的问题。十分可惜,只是在即将完成此书的全部初稿时,笔者才得到了关先生的书。当然,不能无视经典量子力学构建者们所作的“新”论述,相关评述请参见后记。

13.11.1 量子力学体系所研究的物质对象

局限于“经典”量子力学体系,人们所研究的物质对象仍然是经典理论所说的那个粒子系统,只不过,此时的粒子不再能够与一个纯粹的“几何点”构成确定的逻辑关联,还需要引入一个被称为“自旋量子数”的状态参量表现量子所进行的、具有独立意义的“自旋”运动。于是,作为对于此时人们所讨论的理想化物质对象,一个相关的形式认定为如下所示的状态空间:

$$S_{\text{particle}} : \{q_i, p_j, m_k, \rho_k, \chi_k, \dots\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad (13.11.1)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad \delta n \neq 0$$

对于这些属于该“理想化粒子”上的所有形式量,都定义在对其施加“量子作用”的另一个确定“物质集合”所张的“物理空间 S_{phy} ”之中。当然,作为一种基本事实,属于该理想化粒子上的所有物理量,都能够也必须通过该状态空间中不同状态量的组合加以“唯一”表述。

上述形式表述逻辑地意味着:对于一个理想化的物质对象,任何属于该理想化物质对象的物理量,“必然”也“必须”为某一个特定状态空间所“唯一”定义。当然,在针对该理想化物质对象所构造的形式系统中,“无需”也“不容”添加被赋予其他独立意义的“力学量算子”。一切算子本质上仅仅是表达确定逻辑关联的运算符号,因此,算子并不仅仅从属于某一个特定的自然科学体系,而必须逻辑地隶属于“抽象存在”的任何形式系统。

对于运动中的粒子集合,如果不与“物质环境”发生以“一份一份”形式出现的“量子”作用下的能量交换,那么,根据一切自然科学陈述必需的逻辑相容性,它仍然“可以”并且“必须”为经典力学所描述,唯一的差异仅仅在于属于粒子系统的状态空间变化了。事实上,在关于 Stern-Gerlach 实验所作的经典分析中,人们从来没有真实使用过所谓的量子力学基本方程。其原因正是:当不发生量子作用时,粒子系统的行为“可以”也仅仅“只需”经典力学方程做出描述。

13.11.2 量子力学希望表现的物理真实和态函数的统计内涵

对于经典量子力学体系,人们更为关注作用在粒子集合上的“量子效应”所激发的影响。

仍然局限于经典量子力学的“有限论域”之中,量子效应只出现“能量”形式的转移,而不存在“物质存在形式”自身的变换。也就是说,根据人们普遍接受的经验事实,发生量子作用时的能量转移必然是“一份一份”的。于是,相应存在如下关于“量子效应”的形式表述:

$$\begin{cases} \Delta x_i \cdot \Delta p_i = \lambda \hbar \\ (\Delta \phi_i \cdot \Delta L_i = \lambda \hbar) \\ \Delta \tau_i \cdot \Delta E_i = \lambda \hbar \end{cases} \quad i \in (1, n) \quad \lambda \in N \quad (13.11.2a)$$

在这个特定表述中,自然数 λ 才可以被真正称为量子数,用以表现一个未知量子效应的强度。于是,我们可以将其称为量子作用方程。如果考虑 3 维 Cartesian 坐标系,则存在

$$\Delta x_i \cdot \Delta p_i = \sum_{j=1}^3 \Delta x_j \cdot \Delta p_j = \lambda \hbar \quad i \in (1, n) \quad \lambda \in N$$

注意,以上式中所示的所有物理量都是“真实”的,表现粒子集合由于承受“量子作用”以后所激发的实际变更。另外,如果考虑到式(13.11.2)中,人们通常所说的“角度”变更以及相关的“动量矩”并不与粒子所作的“独立”旋转运动关联,而仅仅是粒子位移的一种“重言式”表述,因此,

在本质上,与其相关的表述应该被视之为一种“多余”陈述。

继而,仍然完全“依据”量子作用中只能“一份一份”地实现能量转移的“经验事实”,或者仅仅“局限”于经典量子力学的“有限论域”,则在原则上存在

$$(\Delta x, \Delta p, \Delta \phi, \Delta L, \Delta \tau, \Delta E) \in (0, \infty) \quad (13.11.2b)$$

该式表明,所有的这些由于量子效应所激发的真实变化量是充分“自由”的,可以在任意大范围内变化。从另一个角度讲,则是对于作用在粒子系统之上的真实量子效应,它所激发粒子系统运动学状态的变化是不确定的。

注意,对于此处所述的两个逻辑前提,它们实际隐含了重大差异。如果的确可以确信,微观世界中的所有能量转移形式只能与 Planck 常数关联,以“一份一份”的形式发生,那么,此处刻画的量子效应就是“客观”的,成为一种“无需”也“不能”解释的普遍真实。甚至还可以设想,随着人们研究的物质对象的不同,可能出现与“Planck 常数”相异的特征常数,但是,它们共同反映的“离散”本质不会改变。如若不然,仅仅限制于经典量子力学的一种“表述”能力,那么,此时的逻辑前提则包容了某种“人为理念”在内,一定程度上属于“主观意识和能力”的范畴。当然,如果是后一种情况,人们可以相信,随着人类探究物质世界技术水平的改进,这种限制也可望发生改变。

因此,在这种场合下,人们只能采取一种“几率”的方式,“大概”地表现粒子系统由于量子效应的激发,对应于运动学状态的“不同真实”变化的“分布”状况。当然,这就是量子力学中所说的“几率”表述的真实物理内涵。人们又可以发现:量子效应所激发粒子系统运动学状态的变化是“真实”的,但是,由于这种“变化”并不确定,人们只能对这种“不确定”的“真实变化”构造一种几率性质的表述。因此,粒子系统运动学状态变化的“真实性”,与表现这种“真实变化”的“不确定性”是两个完全不同的概念。但是,同样完全不可思议,恰恰在这样一种十分简单和明白无误的理念的认识上,经典量子力学的构建者们长时间处于一种思维紊乱状态,做出太多纯粹依赖“人为想象”的矛盾解释。

于是,需要引入一个定义在粒子系统原“状态空间”之中,通常被人们称之为“态函数”的物理量,即

$$\Psi(q_i, p_j, \chi_k) : \{q_i, p_j, \chi_k\} \leftrightarrow \Psi \quad (13.11.3)$$

$$i, j \in (1, 3n) \quad k \in (1, n) \quad \Psi \in [0, 1]$$

该式告诉人们:以粒子系统“状态空间”中的状态参量为“自变量”的态函数 Ψ ,是定义于闭区域 $[0,1]$ 上的一个实数,该实数与其“自变量组”所定义的一个确定“运动学状态”出现的“几率”形成逻辑对应。作为“态函数”上述定义的一种自然延伸,恒存在关于该函数的约束条件

$$1 \equiv \int_{\text{all free variables}} \Psi(q_i, p_j, \chi_k) dV \quad (13.11.4)$$

相合于经典量子力学中的“归一化”条件。其中的积分域明确表示,需要对所有可以作“自由”变化的自变量进行积分。另一方面,如果人们习惯用“态函数”的平方表示相关运动学状态的几率,则该归一化条件可以重写为

$$1 \equiv \int_{\text{all free variables}} \Psi^2(q_i, p_j, \chi_k) dV$$

但是,作为一种纯粹的“人为”喜好,并不总是必要的。事实上,以往的分析还说明,这种习惯性的人为认定其实并不方便。

因此,在量子力学论域中,对量子效应所激发粒子系统运动学状态的变化,人们虽然不能做出确定性的描述,但是,人们仍然希望寻求一种方法,能够通过此处所引入的“态函数”,对量子效应产生的“可能”影响做出一种具有“确定形式意义”的描述。当然,人们又必须做出一种区分:尽管某一个形式量仅仅被赋予“几率”意义,但是,在一个特定的形式表述系统之中,该形式量自身必须仍然具有“确定”的形式意义。否则,该形式系统是不完备的,也没有意义。

吻合于理论物理中的一般认定,状态空间的确立,本质上就成为对物质对象的一种理想化形式定义。当然,该理想化物质对象之上真实存在的所有物理量都能够,也必须由状态空间中的一组状态量加以完全确定。因此,一旦求得了上述的“态函数”,那么,与该态函数所对应,定义于该理想化物质对象之上的任何一个物理学量得以确定。对于满足“可加性”条件的物理学量,则为

$$\bar{A} = \int_{\text{all free variables}} \Psi(q_i, p_j, \chi_k) A(q_i, p_j, \chi_k) dV \quad (13.11.5)$$

它表示,如果物理量满足“可加性”条件,那么,对于通过“态函数”表述的一种“不确定”状态,人们可以知道该物理量一种具有“确定”意义的平均值。此时,即此处所作的“和式”运算中,作为几率表述的“态函数”实际上相当于一个“权”函数。

显然,对于出现在经典力学中的粒子系统,当讨论物理量平均值时,人们或许不必过分强调物理量必须满足“可加性”这样一个前提性条件的问题。也可以说,对于此处所说的“可加性”条件,通常是一个几乎总可以满足的一个“平凡性”陈述。但是,在量子力学讨论中则不然。由于在量子力学中需要考虑粒子的自旋运动,相应引入了“自旋”量子数 χ_k , 而该物理量不是一个“可加”量,因此,不能对其进行加法运算。但是,一切可能的不同“自旋”态,都需要计入积分式中的“可以自由变化”的自变量集合之中。事实上,在人们对 Stern-Gerlach 实验进行分析时,就仅仅利用了这一基本事实。

这样,人们赋予了“态函数”以完整的统计内涵,随着某一个粒子系统的“态函数”得到唯一确定,那么,该粒子系统的所有物理学量都能够在“形式”上同样得到唯一确定,尽管人们所得到的只是一个“统计”意义上的信息量。

作为量子力学几率解释的提出者,Born 曾经这样正确地指出:在量子力学中,“满足波动方程的波完全不能代表物质粒子的运动,它们仅仅决定物质的可能运动,或者不如说仅仅决定物质的可能状态。”并且,Born 一直不相信 Schrödinger 的物质波理论。但是,由于没有真正意识到这种几率解释的物质基础,Born 只是把态函数描述的波称为“几率波”,以明确区别于 Schrödinger 的“物质波”。并且,以“粒子运动遵循几率定律,而几率本身按照因果律传播”作为量子力学统计本质的解释,仍然不可避免地陷入 20 世纪物理世界的“形而上学”泥潭之中。

当人们面临科学上某些暂时不可解释的现象时,往往喜好依靠某一个所谓的“原理”去解释另一个“原理”的存在。其实,这样解释没有任何本质意义,不能避免所有“非理性”陈述几乎无一幸免的“循环逻辑”问题。与这些形形色色的经典解释不同,此处的一切仅仅决定于被描述的物质对象以及物理现象的本身。之所以出现这种差异,同样因为此处的所有陈述都仅仅从对物质对象的理想化认定作为讨论,以及进一步构造形式系统的唯一基础。当然,也正因为这样一种以确定理想化物质对象的形式认定在前,其后的所有叙述都相应存在具有确切意义的“形式表述”,而不会像 20 世纪物理世界普遍存在不断使用“通俗语言”补充概念,解释方程,以至于形式表述自身出现种种“逻辑歧义”的这样一种根本违背形式表述本意的状况。

13.11.3 量子效应的刻画与量子力学基本方程

显然,在量子力学研究中之所以引入“态函数”,并且,赋予这个函数以一种“几率”意义,完全决定于为式(13.11.2)

$$\begin{cases} \Delta x_i \cdot \Delta p_i = \lambda \hbar \\ (\Delta \phi_i \cdot \Delta L_i = \lambda \hbar) \quad \lambda \in (1, n) \quad \lambda \in N \\ \Delta \tau_i \cdot \Delta E_i = \lambda \hbar \end{cases}$$

$$\leftrightarrow$$

$$(\Delta x, \Delta p, \Delta \phi, \Delta L, \Delta \tau, \Delta E) \in (0, \infty)$$

所形式表述的,一个称之为“量子作用”的基本物理事实。并且,反过来也通过态函数所蕴涵的“几率”特征,表现“许许多多”量子作用所引起的“统计”效应。这样,如何构造一个方程,能够在形式上将态函数加以“唯一”确定,自然成为量子力学研究中另一个需要解决的根本问题。

于是,仅仅基于这样一种基本理念:对于自存的物质世界,它必然独立于人们的意志,自为地运动着。因此,对于物质世界的某一个确定部分,在其一切“可能得以实现”的不同运动形式中,那个相对“消耗”最小或者需要付出“代价”最小的运动形式,将一定成为该部分物质集合实现真实运动的一种“最可几”形式。这样,在量子力学研究中,虽然人们无法把握作用在粒子集合之上的“量子作用”的细节,但是,人们“可以”并且“需要”对粒子系统一切可能的“允许运动”状况首先做出界定,即对“量子作用”中的“量子约束”条件做出具有形式意义的认定。

当然,与上述“量子作用”的形式表述相对应,定义于粒子系统“状态空间”中的约束条件为

$$\begin{cases} \delta q_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \\ (\delta \phi_i \cdot \delta L_i = \lambda \hbar) \quad \lambda \in (1, 3n) \quad j = (1, n) \quad \lambda \in N \\ \delta \tau_j \cdot \delta E_j = \lambda \hbar \end{cases}$$

注意,此处仅仅是对于状态空间中独立变量构造的一种约束条件,因此,这些力学量的变化都仅仅是一种“虚拟”变化,并不表示粒子系统广义坐标的真实变化。另外,特定量子作用的真实历程并不了解,而仅仅期望通过态函数表现“量子效应”的一种最终“统计”效果。也就是说,任何与“真实历程”相关的表述都不存在,而只能折合在一个特定的“时刻”上。因此,上述约束条件中的第 3 式是多余的,而且,还需要将该“量子约束”条件明确地定义在“形式系统”的时间域 t 的某一个特定“时刻”之上,即

$$\delta q_i \cdot \delta p_i = \lambda \hbar \leftrightarrow t = t_0 \quad i \in (1, 3n) \quad \lambda \in N \quad (13.11.6)$$

$$(\delta q_i, \delta p_j) \in (0, \infty)$$

当然,对于表现量子效应“真实”时间历程的“时间域” τ ,它不属于量子力学的形式系统,即

$$\tau \notin \text{Quantum}$$

并且,这一事实,才能与经典量子力学分析其实从来没有真正求解过“动力学方程”的真实,以及经典量子力学中的“时变算符”总呈现“么正”算符的形式特征吻合。

基于以上分析,构造一个具有一般意义的变分原理,以表现量子效应的统计规律将成为一种十分简单和顺理成章的事情。即显然存在

$$\begin{cases} \text{Min} : \text{Act}(q_i, p_j, \chi_k, D) \\ \text{fine} : \Psi(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c \quad (13.11.7)$$

式中的 Act 表示一个具有一般意义的作用量函数, 其中的形式量 D 作为一个经验参数, 用以表现过程特征。当然, 如果粒子系统所处的力场可以视为一个保守力场, 则存在

$$\begin{cases} \text{Min} : E(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{fine} : \Psi(q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c \quad (13.11.8)$$

式中 E 为粒子系统的能量, 此时的变分原理仅仅定义在状态空间之中, 演变成为人们通常所说的最小能量原理。

并且, 根据前面所作的讨论, 不难给出能量变分显式表述形式。也就是说, 考虑到量子力学只可能用于表现量子作用的一种平均效应, 因此粒子系统的平均能量表述为

$$\bar{E} = \int_{\text{all free variables}} \Psi(q_i, p_j, \chi_k) E(q_i, p_j, \chi_k) dV \quad (13.11.9a)$$

本质上, 该式可以视为以能量函数 $E(q_i, p_j, \chi_k)$ 为作用量函数, 一个定义在态函数空间之上的范函。相应的能量变分为

$$\delta E = \sum_i \delta q_i \frac{\partial \bar{E}}{\partial q_i} + \sum_j \delta p_j \frac{\partial \bar{E}}{\partial p_j}$$

继而, 再应用量子约束条件, 则

$$\delta E = \sum_i \delta q_i \left[\frac{\partial \bar{E}}{\partial q_i} + \frac{\lambda \hbar}{\delta q_i^2} \frac{\partial \bar{E}}{\partial p_i} \right] \quad (13.11.9b)$$

于是, 人们最终完成了一个定义在广义函数之上的变分的构造。

13.11.4 形式系统“有限论域”的确定

应该说, 此处提出的命题实际上已经成为自明的事实。但是, 考虑到目前的自然科学体系几乎总不考虑“逻辑前提”和“有限论域”的习惯, 特别是 Einstein 的“相对论”竟然不允许人们讨论“逻辑前提”和“有限论域”这样一种反常事实的长期存在, 因此, 仍然有必要将以上所建立的形式表述体系的有限论域进一步加以明确认定。

当然, 首先根据前面的第一个基本假设, 被描述物质对象必须满足“状态空间”所作的理想化认定, 因此, 对于此处建立的形式表述系统, 它的确定“论域(Spielraum)”, 或者它可能描述的“物质对象”必须包容于那个理想化的状态空间之内, 即

$$S_{\text{obj}} \subset s : \{q_i, p_j, m_k, \rho_k, \chi_k, \dots\} \in (S_{\text{phy}}, t) \quad (13.11.10a)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad \delta n \neq 0$$

其次, 对于我们的形式系统, 或者上述变分原理, 它表现的是作用在该理想化物质集合之上的“量子效应”所造成的最终影响。因此, 作为对于被“描述现象”的一种自然限制, 该“有限论域”同样需要满足另一个并存的限制条件

$$S_{\text{describing}} \subset \begin{cases} \Delta x_j \cdot \Delta p_i = \lambda \hbar \\ (\Delta \phi_i \cdot \Delta L_i = \lambda \hbar) \quad i \in (1, n) \quad \lambda \in N \\ \Delta \tau_i \cdot \Delta E_i = \lambda \hbar \end{cases} \quad (13.11.10b)$$

或者更为明确地说, 整个形式系统是用以表现那个只能以“一份一份”形式出现的“量子效应”的, 尽管这种表述仅仅具有一种“平均”意义。

这样,我们已经通过极小的篇幅,完成了对于经典量子力学物理基础以及相关形式系统构造的一个一般性论述。并且,除了为我们研究的物质对象自身存在差异,以及那个需要表述的以离散形式出现的“量子效应”本身有所不同,在逻辑上所有的陈述完全严格相容于经典力学。

总之,在自然科学研究中,“物质第一性原则”和“逻辑自洽性原则”是两个必须严格遵循,并且,还是彼此互为依赖而得以共存的最基本原则。人们可以相信,在量子力学与经典力学以及一切不同的自然科学体系之间,不可能也不允许存在任何“概念”、“语言”、“原理”上的差异,不同理论体系在形式表述上存在的差异,仅仅决定于它们所描述的理想化物质对象以及相关物理真实的客观差异。当然,也仅仅于此,人们才可以说:科学的必然是自然的、和谐的、统一的、甚至简单的,而这一切才可能显示出一种人们期待的真正意义上的科学美。

参 考 文 献

- [1] 数学百科全书,第二卷. 北京:科学出版社,1995
- [2] 喀兴林. 高等量子力学. 北京:高等教育出版社,1999
- [3] 尹鸿钧. 高等量子力学. 北京:中国科学技术大学出版社,1999
- [4] 汤川秀树. 量子力学(I). 北京:科学出版社,1991
- [5] 余寿绵. 高等量子力学. 济南:山东科学技术出版社,1985
- [6] 王正行. 量子力学原理. 北京:北京大学出版社,2003
- [7] 倪光炯,陈苏卿. 高等量子力学. 上海:复旦大学出版社,2000
- [8] Parker S P. 物理百科全书. 北京:科学出版社,1998
- [9] Greiner W. Quantum mechanics. an introduction, Third Edi. Springer, 1994
- [10] Bergmann P G. 相对论引论. 北京:人民教育出版社,1961
- [11] 曾谨言. 量子力学新进展. 北京:北京大学出版社,2000
- [12] 曾谨言. 量子力学. 卷 1. 北京:科学出版社,1995
- [13] 许良英,范岱年. 爱因斯坦文集,第一卷. 北京:商务出版社,1976
- [14] 汤川秀树. 经典物理学. 北京:科学出版社,1986
- [15] 陈滨. 分析动力学. 北京:北京大学出版社,1987
- [16] 钱诚德. 高等量子力学. 上海:上海交通大学出版社,1998
- [17] P. A. M. Dirac. 物理学的方向. 北京:科学出版社,1978
- [18] 尼耳斯·玻尔集,卷 6,(量子物理学基础 I). 北京:科学出版社,1991
- [19] 尼耳斯·玻尔集,卷 7,(量子物理学基础 II). 北京:科学出版社,1998
- [20] Landau L D and Lifshitz E M. Quantum mechanics, Beijing World Publishing Corporation, 1999
- [21] 魏凤文,申先甲. 20 世纪物理学史. 南昌:江西教育出版社,1994
- [22] 广重彻. 物理学史. 北京:求实出版社,1988
- [23] Nicholas Bunnin,余纪元. 西方哲学英汉对照辞典. 北京:人民教育出版社,2001
- [24] 关洪. 量子力学的基本概念. 北京:高等教育出版社,1990
- [25] 杨本洛. 经典热力学中若干基本概念的探讨. 北京:科学出版社,1996
- [26] 杨本洛. 流体运动经典分析. 北京:科学出版社,1996
- [27] 杨本洛. 理论流体力学的逻辑自洽化分析. 上海:上海交通大学出版社,1998
- [28] 杨本洛. 自然哲学基础分析——“相对论”的哲学和数学反思. 上海:上海交通大学出版社,2001
- [29] 杨本洛. 湍流和理论流体力学理性重构. 上海:上海交通大学出版社,2003
- [30] 杨本洛. 宏观物质粒子本质和热力学理性重建. 上海:上海交通大学出版社(待出版)

- [31] Yang Benluo. Reflection and reinterpretation on electromagnetic theory-Philosophical and mathematical examination of Maxwell's equations(待出版)

第 14 章 关于量子力学语言系统的若干思考

经验事实似乎总表明,一旦涉及原子、核反应等这样一些与“粒子高速运动”行为相关的现象时,一个如下所述,定义于微观粒子的质量 m 和静止质量 m_0 之间,通常被称之为 Einstein 质速关系的表达式

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

或者,另一个在若干假设下与其对应,以质量 m 、能量 E 和动量 p 表述的质能变换关系

$$E^2 = c^2 p^2 + m^2 c^4$$

几乎是不可避免的。对于这样一类普遍存在的物理现象,被目前的理论物理称为“相对论性”现象。

或许可以说,也正因为这样一类现象的真实存在,使得一个世纪以来科学世界中几乎所有的研究者不能不发自内心,将 Einstein 置于一种“神”的位置上。同样,由于 Einstein 公然声称他的理论源于他的“直觉和顿悟”,事实上,也的确像这个陈述系统构造过程所显示的那样,这个理论体系表现得如此反常,因此,除了认同 Einstein 所说“无需也不容任何解释”的解释以外,人们还能做什么呢?于是,那个曾经被 Newton 部分否定了的“第一性原理”重新被引入自然科学,乃至人们不得不彻底放弃自然科学陈述必须遵守的无矛盾原则,公然将数学严谨性称为自欺欺人。

因此,如果说需要重新认识相对论,重新认识量子力学,其分歧并不在于要不要否定任何一种经验事实,恰恰相反,根本的分歧在于:是否必须在否定无矛盾性原则的同时,却需要承认这样一种先知先觉的存在,最终迫使人们只能在一种宗教意识上,承认这种几乎到处存在矛盾的普遍真理;还是反其道而行之,自觉意识到一切科学陈述只能本原地来自于经验事实,以及正因为一切经验事实必然存在的局限性和特定条件,使得一切科学陈述只能具有有限真实性和必要的逻辑前提,从而使得人们需要认真研究一切科学陈述得以存在的前提性条件、有限真实性和有限论域等基本问题,以最终严格遵循科学陈述的逻辑相容性原则,与保证包括整个科学语言的严格无歧义的问题。

当然,也正是在这样一种意义上可以说,人们一方面不得不自觉地承认,无尽的大自然永远是一个谜,另一方面,又可以心存一种自信,大自然中发生的一切仍然是可解释的。但是,仅仅因为自存的物质世界根本独立于人们的意志,所以可解释性的意义绝对不是意味着能够说出为什么出现这样一种存在的问题,可解释性的全部内涵仅仅在于:针对物质对象所作的不同理想化假设为基础的不同科学陈述,可以并且必须保持严格逻辑相容。当然,人们也可以说,严格规范科学语言,绝对不允许轻信某一个以无视矛盾作为存在条件的普适真理体系,也只是为了彻底摆脱这种虚假真理体系对于人类思想的禁锢,以一种诚实和谨慎的态度面对无尽的大自然。

对于物质世界的了解和认识,始终处于一种逐步深化之中。如果说自地球上人类诞生以

来,仅仅凭借一种直觉意识,几乎总只能将那些感觉上“有形”的物质存在视为一种物质实体,而只是到了19世纪中叶,这才由Maxwell构造的电磁场理论,能够大概地告诉人们:世界不空,对于那些“看似无形”的场,本质上仍然是物质存在的一种真实形式。继而,如果仍然只从认识物质世界的角度考虑,那么,对20世纪的物理学而言,或许它的最伟大成就莫过于进一步告诉人们:无形的场和有形粒子不仅同样是物质存在真实,而且,它们之间的差别也并不是永恒与绝对的;或者像《McGraw-hill 物理百科全书》所说的那样,今天的人类已经完成了“由物质产生电磁辐射和由辐射产生物质”这样一种变化。

这样,对于以揭示物质世界基本规律的物理学,随着被描述的物质世界变得愈益丰富和复杂,首先面临着怎样构造一种恰当的概念体系,或者语言系统,从而能够对自存的物质世界以及蕴涵于物质世界自身的抽象同一性,做出一种尽管有限真实但是必须无矛盾的形式表述的问题。因此,对于本章希望讨论的语言系统问题,可以视为上一章“量子力学若干基本概念重新认识”的一种自然延续。

事实上,如果重新审视20世纪物理学的基本进展过程,那么,人们可以发现,除了整个物理学赖以存在的经验事实基础以外,全部努力就在于如何构造一个恰当的语言系统,以描述这样一个全新物质世界的问题。当然,也正因为此,在人们公认于1926年构造了“现代量子力学”的第二年,Heisenberg在首次尝试对量子力学做出诠释的时候,才会诚实地公开承认:“量子力学的直观诠释,仍然充满连续和离散、颗粒和波动这样的内在矛盾”;并且提出:“在任何情况下,都不可能利用通常的运动学概念以及力学概念对量子力学做出诠释”的基本判断。

但是,在面对如何恰当构造语言系统,或者概念系统这样一个必须解决的前提性问题的同时,人们同样面临着一系列基本科学理念需要重新认识和抉择的问题。或者说,对于普遍存在于目前整个科学世界,并且,相关现代科学体系赖以存在的基本理念,需要人们进行重新认识。这样一些需要重新认识的基本问题是:

(1) 在否定任何物理学陈述只能“条件存在、有限真实”,却期待着没有任何条件限制、无条件适用于整个物质世界、相应也不存在确定逻辑属体的“普适真理”体系的同时,目前的科学世界彻底放弃了科学陈述的“无矛盾”原则。因此,等价地说,是否必须像Landau指出的那样,只能将自然科学体系中的数学严谨性视为自欺欺人,从而公然否定科学陈述必须遵循的“逻辑相容性”的问题;

(2) 对于现代科学世界,在他们不论是以一种公开的方式,还是仅仅含蓄地对“逻辑自治性”原则做出根本否定的时候,却又一次向人们公然提出了“第一性原理”的认识观。在人类的现代文明史中,第一性原理曾经遭到Newton经典力学的批判,尽管这样一种批判并不彻底,但是仍然被视为人类深化认识自然历程中的重大进步。于是,当绝大多数自然科学研究者坚信,一切物理学陈述只能来源于经验事实,从而对本质上蕴涵于物质世界自身的基本规律做出描述的时候,他们却将“第一性原理”和“对逻辑自治性原则的否定”并列起来,互为支撑,重新引入现代自然科学研究,从而成为对“物理学本质上是一门实验科学”的根本否定,以经验事实为基础的实验验证本质上也蜕化至自然科学研究的一种从属地位。因此,在20世纪的人们获取了对于物质世界更多直观认识和丰富信息的同时,却不得不重新思考:在对于某些研究者个体神学化的同时,以及将现代自然科学重新视为一种神学系统吗?与此同时,人们还需要考虑,到底什么是目前科学世界所期待寻求的第一性原理,是否像现代主流科学社会某些人所说

的那样,在可以完全不在乎逻辑的同时,人类对于物质世界的认识已经基本上完成了呢?^①

(3) 对于以物质世界为研究对象的自然科学体系,能否像目前所作的那样,总习惯于以对某些方程,如 Schrödinger 方程、Dirac 方程的认定作为前提,期待它们对愈益复杂的物质世界做出描述,还是自觉地意识到任何形式表述系统只能条件存在、有限真实,彻底改变和否定这样一种本末倒置的思维结构,以对于物质对象的理想化认定为唯一前提,使用统一的语言,构造仅仅属于这个特定理想化物质对象的形式表述呢?

(4) 进一步讲,到底是以确信存在某一个特定的关系,并且以这种关系的存在为前提,期望对整个物质世界做出描述,即某些现代哲学家所说的“关系实在论”,还是,以对被研究物质对象构造某一个大概真实的理想化认定为前提,相应构造与其对应的有限真实表述的问题?

(5) 与其保持一致,在人们需要重新构造语言系统的时候,同样需要考虑这样一个何为前提的问题:即到底是以对某种特定关系的确认为前提,进而对物质对象或者说概念系统做出描述与确认;还是相反,以对物质对象做出一种“理想化”前提性确定为基础,继而定义仅仅“属于”这个特定理想化物质对象的“概念、关系以及性质”?这是两种并不不同的概念构造结构,并且,它们与集合论中的“外延原则”和“概括原则”相对应。

可以合理地相信:对于任何一个自然科学研究者,如果最终只能以一种纯粹宗教的虔诚接受“第一性原理”,乃至公开放弃逻辑相容性,不敢承认“二律背反(Antinomy)”必然蕴涵的否定意义,只能是一件迫不得已的事情。从另一个角度考虑,本质上正是因为语言系统的紊乱,导致了整个认识体系的紊乱。因此,人们不得不重新考虑量子力学的语言系统问题。事实上,如果注意到经典力学、经典电磁场理论乃至数学本身,无论在基本概念还是具体的数学推导方面都远没有完善,存在着大量需要重新严谨化的问题,那么,从量子力学的语言基础进行认真梳理,自然成为一件不可避免的事情。

自然科学的语言系统问题,应该归属于数学基础讨论的范畴,或许同样可以归属于怎样看待科学这样一种哲学的大理念问题。其实,正因为在一个基本理念问题上出现的认识困惑,才出现数学基础上众所周知的逻辑悖论问题。反过来,作为自然科学语言系统出现的问题,又极为深刻地影响着整个自然科学体系。因此,人们无法回避数学基础存在的前提性问题。关于如何重新认识和解决数学基础上的三大逻辑悖论的问题,将在下一章进行讨论。并且,数学基础的讨论,与包括经典力学、经典电磁场理论以及量子力学的物理学讨论构成一种互为呼应的逻辑支撑。

14.1 质能变换关系独立于“相对论”

在量子力学或者整个现代理论物理中,似乎已经形成一种基本约定,只要相关论述涉及到类似于如下所述的质能变换关系式:

① 人们不再避嫌于曾经遭到抛弃的“第一性原理”,甚至以一种崇尚的情结对其加以公开宣扬,似乎重新成为基础理论研究中的一种时髦。在一本优秀的理论物理教材中,在陈述若干物理学常数的时候,指出:“这些物理常数为什么是这样的数值,而不是那样的数值?我们至今无法回答。”如果仅仅于此,那么,这已经足以说明自然科学的本质属性。但是,不可思议的是,著者却马上做了一个补充陈述:“今天的物理学还没有能力从第一性原理出发导出这些常数。”那么,到底什么是物理学呢?

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

或者

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$$

那么,人们就将相关论述称为“相对论性”的。反之,由于这样的关系式在一系列微观现象研究中得到普遍应用,又成为相对论得以普遍成立的有力佐证。

其实,这种认识纯粹是一种误解。即使不考虑一系列逻辑悖论的问题,对于源于直觉和顿悟的相对论,充其量也只能属于纯粹意识形态范畴。但是,质能变换则不然,它刻画的是物理真实,当然,它与所有的物理学陈述一样,只能源于经验事实。因此,在对于质能变换的物理意义,以及相关的语言系统进行重新解释以前,需要做出澄清:质能变换并不逻辑相容于相对论,而且,仅仅根据相对论,也根本不可能导得质能变换关系式。

14.1.1 Einstein 关于质能变换最初表述中的逻辑悖论

在通常所说 1905 年的三篇划时代论文的最后一篇,即名为《物体的惯性同它所含的能量有关吗?》的论文中,Einstein 首次提出了“质能关联”的问题。毋庸置疑,Einstein 的哲学论述充满雄辩和奇想。如果能够不顾忌哲学家们中肯指出他的哲学思想充满“庞杂、混乱和摇摆”,那么,读来往往会给人一种短暂的兴奋和冲动。但是,不得不指出,阅读 Einstein 使用形式语言的科学论文几乎总是痛苦的。人们或许会奇怪地发现,即使他对量子力学曾经提出的批判中包含了许多合理的成分,但是,将诸如“Schrödinger 猫”这样一种讨论问题的方法引入自然科学则完全不可思议,既不严格也不严肃。可以相信,对于任何一位习惯于依赖“直觉和顿悟”进行科学思维和科学判断的研究者,绝对不可能真正运用严格逻辑推理的方法。当然,恐怕这也是当今科学世界认同相对论的同时,目前几乎所有的理论物理著述都没有认真理会 Einstein 的那篇文章是到底怎样陈述他最初提出的“质能关联”判断的根本原因。此处,人们不妨耐下心来,花费一点精力和时间,重新阅读那篇最初的论述是怎样阐述这个重大科学命题的。

“设有一组平面光波,参照于坐标系 (x, y, z) 具有能量 l ; 设光线的方向(波面法线)同坐标系 x 轴的相交角为 φ 。如果我们引进一个相当于上述坐标系作匀速平行移动的新坐标系 (ξ, ζ, η) , 它的坐标原点以速度 v 沿 x 轴运动,那么,这道光线在新坐标系中的能量为

$$l^* = l \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

此处 c 表示光速。

在坐标系 (x, y, z) 中有一个静止物体,假设它的能量——参照于坐标系 (x, y, z) ——是 E_0 。并且,假设该物体相对于坐标系 (ξ, ζ, η) 的能量为 H_0 。

设该物体发出一列平面光波,其方向同 x 轴相交为 φ 角,相对于坐标系 (x, y, z) 的能量为 $\frac{L}{2}$, 同时,在相反方向也发出等量的光线。在这时间内,该物体相对于坐标系 (x, y, z) 保持静止。能量原理必定适用于这一过程,而且,根据相对性原理,对于两个坐标系都是适用的。如果把这个物体发光后的能量,对于坐标系 (x, y, z) 和 (ξ, ζ, η) 量出的值分别叫做 E_1 和 H_1 。

我们就得到

$$E_0 = E_1 + \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2} \right)$$

(该式表示,对于坐标系 (x, y, z) 中的静止物体,发射光线前后的能量保持守恒)。此外,在另一个坐标系 (ξ, ζ, η) 中,相应存在

$$\begin{aligned} H_0 &= H_1 + \left[\frac{L}{2} \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2}} + \frac{L}{2} \frac{1 + \frac{v}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2}} \right] \\ &= H_1 + \frac{L}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2}} \end{aligned}$$

两式相减,得

$$(H_0 - E_0) - (H_1 - E_1) = L \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2}} - 1 \right]$$

(注意:一个物体在发光前相对于静止和运动坐标系的能量差为 $(H_0 - E_0)$,同一物体发光后相对于静止和运动坐标系的能量差为 $(H_1 - E_1)$,那么,该式表示发射光线前后能量差值的变化与发射光线能量之间的关系。)

在这个表示式中,以 $H - E$ 这种形式出现的两个差,具有简单的物理意义。 H 和 E 是同一物体参照于两个彼此相对运动着的坐标系的能量,而且,这物体在其中一个坐标系 (x, y, z) 中是静止的。所以很明显,对于另一个坐标系 (ξ, ζ, η) 来说,差值 $H - E$ 不同于该物体动能 K 的,只在于某一个附加常数 C ,而这个常数取决于对能量 H 和 E 的任意附加常数的选择。由此,我们可以置

$$H_0 - E_0 = K_0 + C$$

$$H_1 - E_1 = K_1 + C$$

因为发光时常数 C 不变,所以物体发光前后的动能差为

$$K_0 - K_1 = L \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2}} - 1 \right]$$

即对于坐标系 (ξ, ζ, η) 而言,这个物体的动能由于光的发射而减少了,并且,减少的量同物体的性质无关。此外,动能差 $K_0 - K_1$,像电子的动能一样,是同速度有关的。略去 4 阶和更高阶小量,我们可以置

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{c^2} \frac{v^2}{2} \quad (14.1.1)$$

从这个方程可以直接得知:

如果一物体以辐射的形式发射能量 L ,那么,它的质量就要减少 $\frac{L}{c^2}$ 。至于物体所失去的能量是否恰好变成辐射能,在这里显然是无关紧要的。于是,我们被引入到这样一个更加普遍的结论上来:

物体的质量是它所含能量的量度;如果能量改变了 L ,那么,质量就相应改变 $\frac{L}{c^2}$,此处能量

用尔格来计量,质量用克来计量。

用那些所含能量是高度可变的物体,比如镭盐,来验证这个理论,不是不能成功的。

如果这一理论同事实符合,那么,在发射体和吸收体之间,辐射有传递着的惯性。”

首先,对于作为此处全部推导基础,Einstein 所断言能量为 l 的光线在新坐标系中的能量表述

$$l^* = l \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

其依据何来?即使能够将其与 Einstein 前一篇光辉论述《论动体的电动力学》中关于“电力或磁力的振幅”的表述相对应,但是,如果说光速不变原理的确表现了一种物理真实,那么,为什么随着坐标系的人为选择不同,具有不变光速的光线的能量为什么需要发生如上所述的变化呢?^①

当然,可以肯定,对于没有严格数学演绎能力以及严格思维习惯的 Einstein 而言,他根本不可能发现上述断言隐含的根本矛盾。事实上,不妨将他的天才想象再发挥一次,继续考虑一个新坐标系变换相应出现的光线能量变换,即

$$l \rightarrow l^* : l^* = l \frac{1 - \frac{v}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}; \quad l^* \rightarrow l^{**} : l^{**} = l^* \frac{1 - \frac{u}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$$

显然,只要 v 与 u 不同时等于零,恒不可能出现与原表述一致的表述

$$l^{**} \neq l \frac{1 - \frac{w}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{w}{c}\right)^2}}; \quad w = v + u$$

这样,对 Einstein 最初提出的一般性判断构成了完全逻辑否定。当然,这仍然与所谓的 Lorentz 变换不可能构造群的基本特征保持本质同一。

此外,人们还会发现,在 Einstein 按照纯粹的人为“主观”意愿,不断随意引入不同坐标系以期望构造一个能够刻画物体“自身”动能变换的表述式时,即如上所述

$$K = H - E \quad H : H = H(\xi, \zeta, \eta) \quad E : E = E(x, y, z)$$

它明显地告知这样一种十分奇特的认识反常:对于某一个确定的物质对象,其动能 K 并不真正决定于该物体自己的运动学状况,却根本依赖于另一个与物质对象完全无关,但依赖于研究者主观意志的对坐标系的人为选择,即此处所说坐标系 (ξ, ζ, η) 的选择。而且,当 Einstein 在上述推导中指出,只能将能量 E 和 H 分别定义于他所说的两个惯性系 (x, y, z) 以及 (ξ, ζ, η) 之中,或者加以量度时,那么,形式表述中最后出现的动能 K 又需要在哪一个惯性系中加以定义或者量度呢?事实上,当 Einstein 在其几乎所有陈述中充分“自由”地使用着“坐标系(Coordinate System)”和“参照系(Reference System)”两个完全不同概念时,他从来没有考虑过这两个概念蕴涵的不同抽象内涵。

① 将现代物理学中光子能量与经典电磁场理论中电磁波振幅构造简单的普遍关联,乃至对于电磁波振幅随意使用所谓的长度变换再次表现 Einstein 习惯思维中的过分随意性。

14.1.2 源于相对论推导质能变换的其他方法及其隐含的逻辑悖论

显然,“质能变换”关系是如此重要,涉及如何正确对待现代物理学中一系列重要的基本物理事实的问题,对于整个现代物理学具有重要意义。那么,在现代的其他著述中,又是如何从相对论出发,重新引入质能变换关系的呢?

14.1.2.1 推导质能变换关系式的几种相近方法

下面首先分别介绍几本我国作为 21 世纪新教程的理论物理著述,就这个重大命题是如何作相关陈述的。首先是:

“狭义相对论要求以 Lorentz 变换替代 Galileo 变换。因此,对 Galileo 变换具有协变性的 Newton 定律亦将被新的定律所代替。由 Lorentz 变换导出的加速度变换式异常复杂,似乎已经表明加速度这一概念在相对论力学将大大降低。其实,即使在 Newton 力学中,动量、能量等概念以及与这些概念相联系的守恒定律的作用已经显得更为有效。因此,此处不是寻找新的动力学定律,而是修改 Newton 力学中的动量守恒定律和包括质量在内的能量守恒定律。修改的途径是在承认动量和能量仍然守恒以及相对性原理的条件下,寻找动量和能量的具体定义和表示形式。

我们从质点间的碰撞着手研究相对论的质点动量。为了保证相对论范围内守恒定律仍然有效,我们期望质点的动量应具有以下性质:

(1) 对于包括两质点碰撞在内的孤立质点系内部发生的过程,重新定义的动量仍然保持守恒;

(2) 当质点的速度远小于光速,即 $u \ll c$ 时,重新定义的动量应过渡到 mu , m 为质点的质量。

为此,可以设想新的动量为

$$p = m(u)u \quad (A1)$$

即在形式上动量仍然是 mu , 仅仅质量 m 不再是恒量,而与速度 u 的大小有关。为了找到动量 $p = m(u)u$ 的具体表述形式,我们研究两个光滑质点的弹性碰撞。

假设有两个完全相同的质点 A 和 B , 分别处于 x 轴彼此叠合, 以速度 v 相对运动的惯性系 S 和 S' 中。显然, 只要两个质点相对于各自惯性系的运动状态相同, 则在每个惯性系中观测到的质点的各种行为应是相同的。例如, 质点相对 S 系静止时, 其质量为 m , 则另一个质点相对 S' 系同样静止时, 质量亦为 m ; 若质点相对 S 系以速度 u 运动, 其质量为 m' , 则另一质点相对 S' 系以速度 u 运动, 其质量亦为 m' 。现在假定质点 A 相对 S 系沿 y 轴方向, 以速率 u_0 运动, 质点 B 相对 S' 系沿 y 轴反方向运动, 速率仍然为 u_0 , 并且, 让两个质点发生碰撞, 碰撞的地点正好在 x 轴上。

根据相对论速度变换公式, 碰撞前, 质点 A 和 B 相对于 S 系的速度 u_1 和 u_2 分别为

$$\begin{aligned} u_{1,x} &= 0 & u_{1,y} &= u_0 & u_{1,z} &= 0 \\ &\Rightarrow \\ u_1 &= u_0 \end{aligned}$$

以及

$$u_{2,x} = v \quad u_{2,y} = -u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \quad u_{2,z} = 0$$

$\Rightarrow$

$$u_2 = \sqrt{v^2 + u_0^2 \left[1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right]}$$

碰撞后,如果仍然从 S 系看,质点 A 沿 y 轴的负方向被弹回,在 x 方向上仍无运动。设碰撞后 A 质点的速度为 u_1^* , 则

$$u_{1,x}^* = 0 \quad u_{1,y}^* = -u_0 \quad u_{1,z}^* = 0$$

$\Rightarrow$

$$u_1^* = u_0$$

现在从 S' 系考察 B 质点的运动。因为质点 B 在 S' 系中的所处的地位与质点 A 相对于 S 系所处的地位相同,所以碰撞后质点 B 相对于 S' 系,仍然只有 y' 方向上的速度,即

$$u_{2,x}' = 0 \quad u_{2,y}' = -u_0 \quad u_{2,z}' = 0$$

也就是说,碰撞后的质点 B 在 S 系中的速度 u_2^* 为

$$u_{2,x}^* = v \quad u_{2,y}^* = u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \quad u_{2,z}^* = 0$$

$\Rightarrow$

$$u_2^* = \sqrt{v^2 + u_0^2 \left[1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right]}$$

于是,碰撞前两质点的动量

$$\sum p_x = m(u_1)u_{1,x} + m(u_2)u_{2,x} = m(u_2)v$$

$$\sum p_y = m(u_1)u_{1,y} + m(u_2)u_{2,y} = m(u_1)u_0 - m(u_2)u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

碰撞后,两质点的动量为

$$\sum p_x^* = m(u_1^*)u_{1,x}^* + m(u_2^*)u_{2,x}^* = m(u_2^*)v$$

$$\sum p_y^* = m(u_1^*)u_{1,y}^* + m(u_2^*)u_{2,y}^* = -m(u_1^*)u_0 + m(u_2^*)u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

相对于 S 系,碰撞前后动量守恒,即有

$$m(u_2)v = m(u_2^*)v \quad (\text{A2})$$

和

$$\begin{aligned} & m(u_1)u_0 - m(u_2)u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \\ &= -m(u_1^*)u_0 + m(u_2^*)u_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \end{aligned} \quad (\text{A3})$$

由两式分别求得

$$m(u_2) = m(u_2^*) \Rightarrow u_2 = u_2^*$$

以及

$$m(u_1) = m(u_2) \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \Leftrightarrow m(u_2) = \frac{m(u_1)}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

再假设:如果碰撞前质点 A 的速度 u_1 等于零,即 $u_0=0$,这时质点 B 的速度等于两参照系的相对位移速度,即 $u_2=v$,因此,上式变化为

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

式中 m_0 为 $u_0=0$ 时的质量, v 为质点相对于 S 系的运动速度。这表示:相对于 S' 静止的质点,其质量为 m_0 ,但是,相对于 S 系该质点的速度为 v ,质量变为 $m(v)$ 。

在一般情况下,任一质点相对于某一惯性系静止时,其质量 m_0 为静质量,当该质点相对该惯性系以速率 u 运动时,其质量为

$$m(u) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}} \quad (\text{A4})$$

称 $m(u)$ 为动质量。于是,在相对论情况下,质点的质量不再是恒量,而与质点的运动速率有关,上式则称之为质速关系。与其对应,质点的动量为

$$\mathbf{p} = m(u)\mathbf{u} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}\mathbf{u} \quad (\text{A5})$$

当动量具有以上形式时,孤立体系的动量在所有惯性系中都守恒。

进而考虑作用在质点上的力。在 Newton 力学中,作用于质点上的力等于该质点动量的变化率,即

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{u})}{dt}$$

由于质量 m 是恒量, $\frac{d\mathbf{u}}{dt} = \mathbf{a}$, 使得熟知的 Newton 第二定律表示式: $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ 。在相对论中,仍然保留力作为动量变化率的这一定义,于是

$$\mathbf{F} = \frac{d}{dt} \left[\frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}} \mathbf{u} \right]$$

此时, $\mathbf{F}$ 不再与加速度 $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{u}}{dt}$ 保持正比关系。

另一方面,相对论中动能定理仍然成立,但是动能 E_k 的表述形式发生了变化。如果某一个过程中质点承受的力为 $\mathbf{F}$, 作用于该质点之上的功量为

$$A = \int_a^b \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = E_{k2} - E_{k1}$$

或

$$E_{k2} - E_{k1} = \int_a^b \frac{d\mathbf{p}}{dt} \cdot d\mathbf{r} = \int_a^b d\mathbf{p} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \int_a^b \mathbf{u} \cdot d\mathbf{p} = \int_a^b \frac{1}{m} \mathbf{p} \cdot d\mathbf{p}$$

注意到

$$m \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} = m_0 \quad p = mu$$

即

$$m^2 c^2 - p^2 = m_0^2 c^2 \Rightarrow \mathbf{p} \cdot d\mathbf{p} = mc^2 dm$$

代入上式,得

$$E_{k2} - E_{k1} = \int_a^b c^2 dm$$

如果质点初态的速度以及对应的动能都等于零,质点的静止质量为 m_0 ;则对应于任意给定的终态,存在

$$E_k = c^2 \int_{m_0}^{m(u)} dm = mc^2 - m_0 c^2$$

式中 $m_0 c^2$ 与质点处在静止状态相对应,称之为质点的静能。任何具有静止质量的质点都具有静能。这样,处于一般运动状态下质点的能量 mc^2 ,等于质点的动能 E_k 和静能 $m_0 c^2$ 之和, Einstein 将其称为质点的总能量,用 E 表示,即

$$E = m(u)c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}} \quad (\text{A6})$$

该式即为质能关系,式中 u 为质点的运动速率。质点的动能等于其总能量与静能之差

$$E_k = [m(u) - m_0]c^2 = m_0 c^2 \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}} - 1 \right] \quad (\text{A7})$$

该式成为相对论中的动能表示式。如果质点的速度 u 远小于光速 c ,则

$$\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \approx 1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} \Rightarrow E_k \approx \frac{1}{2} m_0 u^2$$

这表明,Newton 力学中的动能表述是一般表述在 $u \ll c$ 时的特殊情况。

显然,在质点的能量变化和质量变化之间,存在简单关系

$$\Delta E = c^2 \Delta m \quad (\text{A8})$$

也就是说,在一个物理过程中,若质点的质量有一个微小的变化 Δm ,则质点的能量将发生 c^2 倍于 Δm 的变化,因此, ΔE 将是一个非常大的值。

另外,由总能量表述式(A6),直接导得

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4 \quad (\text{A9})$$

该式为质点的能量与动量关系式。”

此处,继续介绍另一种在基本思路与其大致相仿,但是彼此并不相同的推理结构和具体推导过程。

“在动力学里有一系列的物理概念,如能量、动量、角动量和质量等守恒量,以及与守恒量传递相联系的物理量,如力、功等。所有这些量,在相对论中都面临着重新定义的问题。如何定义? Einstein 说:‘把经典力学改变成既不与相对论矛盾,又不与已经观察到的以及已经由经典力学解释出来的大量资料相矛盾就很简便了。旧力学只能应用于小的速度,而成为新力学的特殊情况。’所以,我们首先要有一条对应原则的限制,即当速度 $v \ll c$ 时,新定义的物理量必须趋于经典物理中对应的量。除此之外有一定的选择余地。不过选择得好,可以使重要的定律(如守恒定律)得以保持,否则它们将遭到破坏。我们不只一次指出,物理学家偏爱守恒的思想,并对某些基本的守恒定律笃信不移。因此,尽量保持基本守恒定律继续成立,也是定义新物理量的一条重要原则。此外,逻辑上的自洽性当然是必要的。

在相对论中,我们仍然一个将质点的动量 p 定义为与它速度 v 同方向的矢量,故仍把它写成

$$p = mv \quad (\text{B1})$$

式中,动量和速度的比例系数 m ,仍然定义为该质点的质量。不过,由于在数量上 p 不一定与 v 有正比关系,可以将对此的偏离都归结到比例系数 m 内,即假设质量 m 是速度的函数。由于空间各向同性,我们认为 m 只依赖于速度的大小 v ,而不再与它的方向有关,即

$$m = m(v)$$

且当 $\frac{v}{c} \rightarrow 0$ 时, $m \rightarrow$ 经典力学中的质量 m_0 (称之为静质量)。

下面考察一个例子:全同粒子的‘完全非弹性碰撞’,即 A 、 B 两个全同粒子正面碰撞以后结合成一个复合粒子,并且,从 K 、 K' 两个惯性参考系来讨论这一事件。在 K 系中, B 粒子静止, A 粒子的速度为 v , 它们的质量分别为 $m_B = m_0$ 和 $m_A = m(v)$; 在 K' 系中, A 粒子静止, B 粒子的速度为 $-v$, 它们的质量分别为 $m_A = m_0$ 和 $m_B = m(v)$ 。显然, K' 系相对于 K 系的运动速度为 v 。设碰撞后复合粒子在 K 系中的运动速度为 u , 质量为 $M(u)$; 在 K' 系中, 复合粒子的速度为 u' , 由对称性可以看出, $u' = -u$, 故复合粒子的质量仍然为 $M(u)$ 。

根据守恒定律,我们有质量守恒

$$m(v) + m_0 = M(u) \quad (\text{B2})$$

和动量守恒

$$m(v)v = M(u)u \quad (\text{B3})$$

于是

$$\frac{M(u)}{m(v)} = \frac{m(v) + m_0}{m(v)} = \frac{v}{u} \quad (\text{B4})$$

另一方面,根据相对论的‘速度合成定理’

$$u' = -u = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}}$$

即

$$\frac{v}{u} - 1 = 1 - \frac{u}{v} \frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \left(\frac{v}{u}\right)^2 - 2 \frac{v}{u} + \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 0$$

由此解得

$$\frac{v}{u} = 1 \pm \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

因 $u < v$, 负号应舍去, 将其代入式(B4)的右端, 即

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \gamma m_0 \quad (\text{B5})$$

这是相对论中非常重要的质速关系。

据此以及式(B1), 可以立即写出动量的完整表达式

$$p = m(v)v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \gamma m_0 v \quad (\text{B6})$$

显然,在物体的速度不大时,质量和静止质量差不多,基本上可以看作是常量。只有当速度接近光速 c 时,物体的质量 $m(v)$ 才明显迅速增大。此时,相对论效应开始变得重要起来。”

该著述继而给出力、功和动能的形式表述,以及质能变换关系等,由于仅仅在数学推导的细节与前面引用的分析有所差异,相关陈述不再一一列出。最后,不妨再介绍另一本理论物理教程,看一看又一种不同的陈述是如何叙述相对论中的动力学规律的。

“相对论时空观是经典时空观的发展。可以相信,相对论动力学与经典动力学也有内在联系。

若有一个由两质点组成的孤立系,两质点的质量分别为 m_1 和 m_2 ,对于某一个惯性系的速度分别为 u_1 和 u_2 ,质心的速度为 u_c 。则在经典力学中,动量守恒定律可表示为

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u_c = \text{const},$$

如果动量守恒定律仍是相对论力学的基本定律,那么,上述表达式对 Lorentz 变换能保持形式不变吗?相对论的动量仍为 mu 吗?

为了便于讨论,先研究一种最简单的质点组。设质点组由两个无相互作用的质点组成,且两质点的质量相等

$$m_1 = m_2 = m$$

若 S 系是该质点组的质心系,在 S 系中

$$u_1 = u \quad u_2 = -u$$

且 u_1 定义在 x 轴的正方向上。于是, S 系中的动量守恒定律可以表示为

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u_c = 0 \quad (\text{C1})$$

建立在质点 m_1 上的参照系 S' 也是惯性系,则 S' 系相对于 S 系,以速度 u 在 x 轴方向上运动。根据 Galileo 变换

$$u_1 = u'_1 + u \quad u_2 = u'_2 + u \Rightarrow u'_1 = 0 \quad u'_2 = -2u$$

将其代入式(C1)中,得

$$m_1 u'_1 + m_2 u'_2 = -(m_1 + m_2) u \quad (\text{C2})$$

式中 $-u$ 仍然是质点组质心对 S' 系的速度,与式(C1)保持一致。因此,以上说明动量守恒定律遵循相对性原理,对 Galileo 变换保持形式不变。

假定在相对论的 4 维空间中,动量守恒定律具有原来的形式,则在 Lorentz 变换中,应该保持形式不变。对于上述例子,根据相对论中的速度变换关系,两质点在 S' 系中的速度分别为

$$\begin{cases} u'_1 = \frac{u - u}{1 + \left(\frac{u}{c}\right)^2} = 0 \\ u'_2 = \frac{-u - u}{1 + \left(\frac{u}{c}\right)^2} = -2 \frac{u}{1 + \left(\frac{u}{c}\right)^2} \end{cases} \quad (\text{C3})$$

则 S' 系中的动量守恒定律为

$$m_1 u'_1 + m_2 u'_2 = -2m_2 \frac{u}{1 + \left(\frac{u}{c}\right)^2}$$

显然,式右出现的并不是通常所说的质点组的动量。

也就是说,在相对论中,式(C1)经过 Lorentz 变换不能变为与式(C2)对应的形式。那么,是动量守恒不成立,还是相对论动量不再是 mu ? 有一点可以确信,在低速情况下,相对论的动力学规律应该与经典规律一致。因此,动量和动量守恒定律的表达式不宜轻易否定。从另一个角度考虑,长度、时间和质量是三个基本物理量。经典的长度和时间,是物体在相对静止的参照系(以自身为参照系)的原长和原时。观察到的长度和时间都与物体相对于参照系的速度有关。可否设想,质量也有这样的属性呢? 这是一种合乎逻辑的猜想。

假定质点的质量是它相对于参照系的速度的函数

$$m = m(u)$$

在相对静止的参照系中,质点的质量叫做静止质量,记为 m_0 :

$$m_0 = m(0)$$

如果这一猜想成立,则可规定使质点组组合动量为零的参照系是质点组的动量中心系,简称动心系。在经典概念中,质心系就是动心系。前面研究的质点组在动心系(S' 系)的动量守恒定律为

$$m_1(u_1)u_1 + m_2(u_2)u_2 = 0$$

质心系相对于 S' 系的速度 u'_c 就是质点组的动量中心在 S' 系中的速度,因而在 S' 系中动量守恒定律的表示式为

$$m_1(u'_1)u'_1 + m_2(u'_2)u'_2 = [m_1(u'_1) + m_2(u'_2)]u'_c$$

上面的设想使动量守恒定律在概念和形式上与经典理论保持和谐一致。但是,在作参照系变换时,除了作速度的变换外,还要作质量变换。

对于上面讨论的质点组,在 S' 系中

$$\begin{cases} u'_1 = 0 & u'_2 = \frac{-2u}{1 + \left(\frac{u}{c}\right)^2} & u'_c = -u \\ m_1(u'_1) = m(0) & m_2(u'_2) = m(u'_2) \end{cases} \quad (C4)$$

动量守恒定律应为

$$m(u'_2) = -[m(0) + m(u'_2)]u$$

由此解得

$$m(u'_2) = -\frac{m(0)}{1 + \frac{u'_2}{u}} \quad (C5)$$

代入 u'_2 的表达式,(经简单数学运算,舍弃不合理的负数解,并且,考虑到速度 u'_2 的任意性),最终得

$$m(u) = \frac{m(0)}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}} \quad (C6)$$

此式为质点质量与速度的关系式。

以上用一个特例说明,若质点的质量与速度之间满足上述关系,则质点的动量为

$$p = m(u)u \quad (C7)$$

并且使得相对论的动量守恒定律在形式上保持不变。

.....

以上讨论了质点的质量。但是,通常所说的质量,往往是指质点组的动质量。质点组的质量也能按式(C6)计算吗?如果该式对理想的质点适用,那么对质点组也应适用,否则在逻辑上将出现矛盾。因为,实际的质点都是质点组,而不是理想质点。因此,首先遇到的问题是:何为质点组的静止质量?

直观地想,可以认为对任何质点组总有一个惯性参照系,使得质点的合动量为零,则称该参照系为动量中心系,简称动心系。经典力学中,动心系就是质心系。可以认为,质点组在动心系中的质量相当于质点组的静止质量,记为 M_0 。对于前面所述的例子,在动心系(S 系)中两质点的速度皆为 u ,因而有

$$M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$$

另一方面,质点组动心在 S' 系中的速度为

$$u'_c = -u$$

因此,作为一种猜测,如果质点组的质量仍然可以用式(C6)表示,则它在 S' 系中的质量可以表示为

$$M_0(u'_c) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u'_c}{c}\right)^2}} \approx \frac{2m_0}{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2} \quad (\text{C8})$$

当然,这一设想是否成立,可以通过直接计算加以检验。根据前面的讨论,两质点在 S' 系中的质量为

$$M(u'_c) = m_1(0) + m_2(u'_2) = m_0 + \frac{2m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u'_2}{c}\right)^2}}$$

考虑到式(C3)所表示的速度关系,可得

$$M_0(u'_c) = \frac{2m_0}{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}$$

计算结果与式(C8)完全一致。

以上只是举例说明质点组的静止质量与动质量的意义,并说明质点组的质量公式。若动心对参照系的速度为 u_c ,则可定义

$$M(u_c) = \gamma_u M_0 \quad \gamma_u = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{u_c}{c}\right)^2}} \quad (\text{C9})$$

为质点组的质量。如果质点组只含有一个质点,则质点组的质量就是该质点的质量。换一句话说,上述公式也是质点的质量公式。

于是,在说明了质点组的质量之后,动量守恒定律可以表示为

$$\sum m_i(u_i)u_i = M(u_c)u_c = \text{const} \quad (\text{C10})$$

即对于任意一惯性系,孤立系各质点的动量之和,等于系统的动心对该参照系的动量,且保持为恒量。

根据式(C10),若动量为恒量,则质点组动心的速度也是恒量,因而质点组的质量也必为

恒量,即

$$\sum m_i(u_i) = M(u_c) = \text{const} \quad (\text{C11})$$

对于任意惯性系,系统内部的相互作用可以改变每一质点的速度与质量,但是,质点组的总质量保持不变。这就是质量守恒定律,简述为:孤立系的质量守恒。

相对论中的质量守恒在形式上与经典概念不悖,但有不同内涵:

(1) 经典的质量与参照系无关是绝对的,每一质点的质量是绝对的恒量。相对论的质量守恒定律允许每一质点的质量有变化,但是孤立系统的内部作用使得质点组的总质量为恒量。因此,质量守恒定律是描述物质相互作用规律的一条基本定律;

(2) 物质观不同。经典的质点不包括电磁场、电磁波;相对论的质点包括被称为场的一类物质。

.....

最后讨论相对论中的能量守恒定律。经典力学中质点的动能定理为

$$dE_k = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = d\mathbf{p} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{u} \cdot d\mathbf{p} \quad \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad \mathbf{u} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} \quad (\text{C12})$$

同样,将其视为相对论中的动能定理。(经过与前面所援引其他著述中完全相仿的运算,)可求得

$$E_k = m(u)c^2 - m_0c^2$$

Einstein 以其敏锐的洞察力,预言

$$E = m(u)c^2 \quad (\text{C13})$$

是一个质点的总能量,称之为质能公式。它告诉人们: $m(u)c^2$ 是质点以速度 u 相对于参照系运动时所具有的总能量,而 m_0c^2 是相对于参照系静止时的总能量,两者之差就是质点的动能。这里所说的总能量,包括动能以及蕴涵的各种可能的内能。

在式(C11)的两边同乘以常数 c^2 ,可得

$$\sum m_i(u_i)c^2 = M(u_c)c^2 = \text{const} \quad (\text{C14})$$

也就是说,对于任意惯性系,孤立系中各质点的能量之和保持为恒量。简述为:孤立系能量守恒。这就是相对论的能量守恒定律。”

14.1.2.2 相关推导中的逻辑悖论

经过比较,往往容易鉴别,并且,为最终形成较为稳定和中肯的判断提供可能。质能变换,属于一个前提性的重大命题,对此形成一种恰当的认识,不仅对于现代理论物理的基本理念,而且对于如何看待现代物理学中一系列相关物理实验,乃至如何进一步认识未知的物质世界本身都具有基本意义。应该说,前面援引的几种相关推导似乎相当简单,或许因为过分的自然,甚至给人们留下一种乏味的印象。但是,正因为此,的确需要以一种极大的耐心,认真阅读和比对这些不同的陈述。那么,不难发现,不仅不同论证之间存在着矛盾,而且,每一个陈述的内部,都存在许多论证结构上的瑕疵或者漏洞。严格地说,这一系列矛盾存在的本身,已经足以对经典陈述的“质能变换”构造了一种否定性的证明。

首先,从证明的逻辑结构考虑,除了每一种陈述都提出需要服从 Lorentz 变换这样一个共同的前提以外,在借助“一对粒子”所构成的粒子系统,推导那个共同的最终形式表述,即如下

所述那个运动中质点的质量公式时

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

对于前面援引的三种不同推导程式,它们的逻辑前提并不相同,甚至彼此相悖。在第一个论证中,即对于从式(A1)到式(A9)全部推理过程,相应假设前提是:“两个光滑质点之间的‘弹性’碰撞”;而在第二个论证中,即从式(B1)到式(B6)推理过程,其得以存在的基础是:“两个全同粒子之间的‘完全非弹性’碰撞”;至于最后一个论证,即从式(C1)到式(C14)的推理过程,其最初假设前提更是与文中反复提及的“动量守恒”风马牛不相及,仅仅是经典力学关于“质心系”所构造的形式定义。

对于两粒子之间发生的碰撞过程,“弹性碰撞”和“完全非弹性碰撞”恰恰是两种相反的极端情况,并且,两者都不可能完全真实存在,只能被视为一种“理想化”的假设。因此,在第一种和第二种论证中,以与物理真实并不吻合的假设为逻辑前提,进而推导最终要广延至整个理论物理一般性命题,当然是不允许的,没有任何可信性可言,充其量也只能视为两种条件存在的推理。另外,由于后续推理属于简单的数学演算,但是,两种“相反”前提却能够演绎地推导一个“相同”的结论,那么,这一事实只能再次说明:它们的共同逻辑前提,即 Lorentz 变换是错误的。从形式逻辑考虑,两种相反假设前提的存在,恰恰为人们构造了一个完整的否定性证明^①。

当然,正因为这种整体意义上的矛盾存在,人们可以断言:在每一个单独的论证过程中,必然会存在形形色色的自否定结构。首先,在以上三种推理过程中,都无一例外地使用了不同系数间的特定关系。事实上,如果代之以两个原来质量不同的质点,乃至三个质点,则无论使用哪一种方法,都无法推得那个期待的最终结果。也就是说,所有的这些结果纯粹拼凑而得,相关推导超出了自然科学研究所允许具有普遍意义的正常推理结构。

同样,也正因为此,除了这些共性特征上存在的严重不足外,在每一个特定的论证过程中,必然会出现违反一般规律不同形式的具体错误。

例如,对于第一种推导过程,质点 A 和 B 并不只能分别专属于惯性系 S 和 S',也就是说,对于 S 系中的质点 B 以及 S'系中的质点 A,它们都具有 x 方向上的速度。因此,无论从哪一个参照系考虑,此处所论的碰撞都属于质点之间的“斜”弹性碰撞问题。如果采信第二种推理过程所述,一种大概合理的“对称性”认定,则碰撞后的 A 质点与 B 质点在 x 方向上拥有相同的动量。但是,无论碰撞以后的动量如何分配,都不可能出现文中所述“碰撞后, S'系中的质点 B 仍然只有 y'方向上速度”的情况。

而在第二种推导过程中,对于经过“完全非弹性碰撞”后形成一体的复合粒子,根据所谓的“对称性”原则,这样一种仅仅在“直觉”意义才能够成立,但是仍然可以将其视为“大概合理”的假设,确定该复合粒子分别在 K 参照系和 K'参照系中速度 u 和 u'的关联时,对于成为整个推理过程具有“关键”意义的联系式

① 再次请读者注意本书前面针对 Lorentz 变换所作的分析。首先,它根本不能构造一个封闭的群,只要经历连续两次变换,就不再满足原来的表述,从而破坏了一切合理变换必须拥有的“平权性”特征。至于量子力学中那个 Lorentz 变换,只能局限于两个彼此之间没有“时间域”中运动的坐标系旋转变换,与定义于彼此之间以不同恒定速度运动的参照系之间的变换没有任何共同之处。

$$u' = -u$$

人们不难发现:著者之所以提出这个重要关系式,本质上恰恰反映了整个思维并没有真正超越“经典意识”的范畴。或者说,对于相对论所说的“时空观”革命,其实只能在需要使用时,作为一种纯粹形而上学的教条加以接受罢了。真正根植于人们“潜意识”之中的,仍然是“Galileo 速度叠加原理(注意,绝对不是后人杜撰的所谓 Galileo 变换)”,这样一种“平凡、简单而自然”的认识。而且,著者可能没有发现,即使考虑 Newton 力学框架中的“对称性”思维,上面的表述也不恰当,需要重新修正为

$$u' = -u \Rightarrow u' = |u'| = |u| = u$$

当然,最终的结果只能是:无法得到那个人们所期待,能够与经验事实吻合的最终形式表述。毋庸置疑,所谓的 Newton 和 Einstein“时空观”,本质上处于互为逻辑否定之中。显然,如果局限于任何一个“特定”的命题,如果能够随心所欲地同时使用两种彼此相悖的意识处理问题,那么最终不免流于悖谬。

最后,再让我们重新考察上面援引的第三种推导过程。或许可以说,从立论开始就存在许多不可理喻的问题。首先,对于作为整个推导思维基础的第一个方程

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u_c = \text{const}$$

只是“双粒子”系统“质心系”的一个定义式。这个表述既不能刻画粒子系统碰撞前后动量的变化特征,也不能反映动量作为一种“客观”量,必须独立于形形色色参照系人为选择的这样一种“客观性”标准。几乎在任何一本经典力学著述中,从来没有人将其称为经典理论中“动量守恒定律”的形式表述。事实上,对于文中式(C1)所述,定义在 S 系中形式表述

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u_c = 0$$

只能被视为该质点系质心的定义式。至于,在以质点 m_1 为基准点所构造的参照系 S' 中的表述式(C2)

$$m_1 u'_1 + m_2 u'_2 = -(m_1 + m_2) u$$

充其量只能视之为粒子系统“质心”定义在一个新坐标系中的自然延续,与该著述希望表达的动量守恒定律毫无关联。恰恰相反,这个表达式明确告诉人们,由于参照系选择的不同,表观动量发生了从 0 到 $-2mu$ 的变化。因此,即使在经典力学中,动量守恒也完全不同于以力表示的 Newton 运动定理,甚至在“形式上”也不能满足后人杜撰的所谓 Galileo 变换^①。

显然,该著述推理过程中,根据上式得到的推论

$$m_1 u'_1 + m_2 u'_2 = -(m_1 + m_2) u = [m_1(0) + m_2(u'_2)] u'_c \rightarrow u'_c = -u$$

只能用于“经典力学”的范畴,即以质点“质量保持不变”为逻辑前提。这样,对于如下重新写出的式(C4)

$$\begin{cases} u'_1 = 0 & u'_2 = \frac{-2u}{1 + \left(\frac{u}{c}\right)^2} & u'_c = -u \\ m_1(u'_1) = m(0) & m_2(u'_2) = m(u'_2) \end{cases}$$

其中,那个只是为了最终能够拼凑出期待结果,一个必需的关系式

① 同样不得不再次指出:“Galileo 小船”所展示的同一性,仅仅是一系列“物质基础”造就的条件存在,没有任何一般性意义。至于 Newton 运动定理,它作为力的形式定义,将作用于质点之上的力与受力体相对与施力体的加速度构成确定的逻辑关联,这样,这个表达式自然与“参照系”的运动速度没有关系。

$$u'_c = -u$$

同样只能应用于经典力学之中。或者说,从形式逻辑考虑,这个关系式恰恰成为对上述“质心”定义的一种逻辑否定。

至于,出现于后续式(C8)之中,数学推导上的明显失误,即

$$\begin{aligned} M_0(u'_c) &= \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u'_c}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{1 - \frac{1}{2}\left(\frac{u}{c}\right)^2 + \dots} \approx \frac{2m_0}{2 - \left(\frac{u}{c}\right)^2} \\ &\neq \frac{2m_0}{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2} \end{aligned}$$

更是不应该的。当然,这个失误本身,也成为无以计数的否定性证明中的一个。

14.1.3 质能变换和相对性原理之间的逻辑悖论

当 Einstein 以一种“常理”或者“逻辑”批判量子力学时,唯独他以及他的相对论不容任何批判,可以无视一切形式的逻辑约束。但是,一旦否定了逻辑,任何形式的“推理”本质上也不复存在,那么,即使他的相对论又能告诉人们什么呢?

前面分析已经指出,Einstein 发表于 1905 年,名为《物体的惯性同它的能量有关吗?》的文章,不仅充满着思维的紊乱,而且,他所说“辐射传递着惯性”的结论,无论从数学表述还是物理内涵讲,与现在科学世界普遍接受的质能变换关系式完全无关。同样,如同上面分析已经指出的:在以上援引的不同推导过程中,都存在形形色色的概念或者简单数学运算的错误。当然,现在的人们或许不得而知;对于 20 世纪的科学世界,乃至 Einstein 本人何以显得如此心安理得,为什么将这个尽管已经能够证明并不正确的结论,但是毕竟曾经引发巨大影响的“光环”归于 Einstein。

但是,更为根本或者致命的问题并不在于以上所提出,在基本物理理念以及简单数学运算中存在的一系列错误,而在于:作为 Einstein 整个“相对论”前提而存在的“相对性”原理,本质上对“质能变换”关系式恰恰构成了逻辑否定。或者说,惯性系的等价原理本身,已经根本否定了质能变换关系式,使之成为一种无意义的陈述。

其实,对于任何不是仅仅由于“心灵震撼”,而心怀“宗教虔诚”的研究者而言,这仅仅是一种不言而喻的简单事实。如果说,前面第三种推导质能变换关系时,为式(C1)所表述,定义在 S 系中的动量

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = 0$$

与定义在另一个参照系 S' 中动量,即式(C2)

$$m_1 u'_1 + m_2 u'_2 = -2mu$$

本身已经对不同参照系中具有相同的动量构成一种逻辑否定,那么,无论是对于质量的直接表述形式

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

还是对所谓的总能量表述式

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$$

根据“相对性”原理可以对惯性系做出“任意”选择,也就是说,随着质点的速度 v 原则上可以覆盖整个“实数”数轴,而不具任何确定性意义,因此,这些不等式本身同样变得没有任何意义。

因此,对于 Mach 所提出的,到底什么是惯性系这样一个涉及整个现代自然科学体系的前提性问题,如果人们无法做出回答,那么,整个自然科学体系必然是始终紊乱的。

人类的认识只能循序渐进地发展着。对于任何一个严肃或者认真的科学研究者,首先需要一种诚实,不允许有意或者无意地回避或者掩盖任何问题的存在,即使当人们暂时还无力解决这些问题的时候。可以说,像 Einstein 那样,在无力对 Michelson-Morley 实验做出理性解释的时候,公然宣称只能承认“矛盾事实”的存在,“不必”而且也“不允许”做出任何解释的时候,才真正是 Landau 所说的那种彻头彻尾的“自欺欺人”,或者是一种自己并没有意识到的“不诚实”行为。

“福兮祸所伏、祸兮福所依”。对宇宙中同样只能有限存在,却仍然充满争斗的人类而言,或许尚无法简单断言:出现于 20 世纪的这样一种史无前例的“物质繁荣”,当然,也相伴着空前的物质耗费,到底是一种幸运还是灾难?但是,面对无尽的大自然,人类努力保持一份足够的谨慎似乎总应该是需要的。

14.2 质量定义及其反思

一般情况下,质量几乎总被视为一种自明的抽象概念,用以表示某一个确定物质对象自身“多少”的内蕴量。但是,不仅随着粒子和场之间可能发生物质存在形式的变化,需要对质量的概念相应做出扩展,而且,即使在经典力学的框架内,如何准确定义质量仍然是一个并不十分容易的问题。

14.2.1 经典力学质量定义中隐含的循环逻辑

作为一种自觉意识,物体的质量表示物体自身的多寡。但是,人们发现,在描述那个复杂和自存的物质世界时,如何定义某一个物质对象的质量,以希望构造逻辑上仅仅属于“物质对象”自身的一种“客观”量,其实远不是人们想象的那么容易。当许多研究者对于这些似乎过分细微的问题无暇顾及乃至不屑一顾的时候,在吴大猷先生所著《理论物理教程》中,却十分难得地保留了 Mach 曾经就“质量、力及动量”定义所提出的质疑。

“在比较初等的书中,有时候可以发现质量的定义如下:

$$\text{Mass} : m = \frac{|f|}{a} : \frac{\text{Force}}{\text{Acceleration}}$$

而力的定义为

$$\text{Force} : f = ma : \text{Mass} \times \text{Acceleration}$$

显然,前一个定义,只有当力的定义与质量完全无关时,才有意义;而后一个定义,则只有当质量的定义与力完全无关的时候,才具意义。不根据力的定义而作质量定义,是 Mach 建议的。

兹考虑三质点,1, 2, 3, 并假设此三质点系依次以每两个相互作用。我们可以发现,不论初始条件如何,两个相互作用中质点的加速度永远相反,且其数值总成比例关系,即

$$a_{1,2} = -k_{2,1}a_{2,1} \quad a_{1,3} = -k_{3,1}a_{3,1} \quad a_{2,3} = -k_{3,2}a_{3,2}$$

其中, $a_{i,j}$ 系质点 i 受到质点 j 之作用所获得的加速度, $k_{i,j}$ 为决定于某一种力学性质的系数。

根据实验

$$k_{i,j} = \frac{m_i}{m_j}$$

相应存在

$$m_i a_{i,j} = -m_j a_{j,i}$$

于是,我们可以选择质点 1 作参考质点,将

$$m_i = -\frac{a_{1,i}}{a_{i,1}} m_1 = -\frac{a_{1,i}}{a_{i,1}}$$

定义为 m_i 的质量,并且,此时参考质点的质量为单位质量。

继而,可以将 $f=ma$ 和 $p=mv$ 分别定义为质点所承受的力和质点自身的动量。”

或许可以相信,正如 Mach 曾经对无穷多惯性系的存在提出了质疑,但是,他根据他所提出的“思维经济原则”而将地心系定义为一个优秀的参照系无法为人们理性接受那样,对于大多数读者而言,也无法真正认同这样一种方式对质点的质量做出定义。事实上,如果说 Mach 最初的思想在于努力避免由力定义质量,同时又需要由质量定义力所必然蕴涵的循环逻辑,那么,即使不考虑将某一种特定的实验方法引入定义是否恰当,以至于如此烦琐的定义不可能具备普遍意义的问题,考虑到对于质量的整个形式定义,必须依赖某一个特定质点上质量的前提性存在,因此,这样的定义本质上仍然属于循环定义的范畴。

当然,人们同样可以相信,对于这样一种引入质量的方式,或许 Mach 本人也一定不会满意的。然而,对于人类的整个自然科学事业而言,一个十分重要的问题恰恰在于:尽管某一个研究者不一定有能力去解决某一个特定的问题,但是,他能够诚实地提出存在问题这一事实的本身就具有重要意义,也十分难得。应该说,当“非 Euclid 几何”创始人之一的俄罗斯学者 Лобачевский 将“人类认识史”称为一部“认识错误”的时候,那些对于掩饰错误和矛盾显得如此心安理得的智慧者,作为科学研究的后继人不能不格外缅怀像 Mach 这样敢于“揭短”,却似乎显得有点迂腐的科学斗士。

14.2.2 关于质量定义中循环逻辑的若干反思

进一步讨论以前,或许值得从形式逻辑的角度探讨一些问题。人们不难发现,正如提出何为惯性系的质疑一样,Mach 首先指出质量定义中隐含的循环逻辑是有道理的。但是,如果进一步考虑,人们又不难发现,提出这个问题的本身,仍然反映了自然科学研究中长期存在的这样一种潜意识:人们总是在自觉或者不自觉地期望为物质世界构造一种“完全真实”的描述。应该说,正是这样一种几乎自然的期待,使得概念系统的定义步入循环定义之中。

事实上,人们需要形成一种理性意识:在自然科学研究中,不仅如何使用概念系统去表述某一个特定的经验事实,而且这个概念系统的构造,同样只能本质地源于经验事实。于是,任何一个被陈述的经验事实,乃至用以陈述相关事实的概念系统都谈不上“绝对”真实的问题,与被描述的物质世界之间存在永恒的“矛盾”或者“差异”。

但是,问题在于:尽管陈述系统与被陈述的物质对象之间永远不可能绝对一致,但是,作为用以表述客观真实的“语言系统”中基本单元的“概念”,必须满足具有“无歧义性”的基本要求。否则,如果语言系统自身处于变幻之中,那么,使用这样的语言系统所构造的陈述系统本质上没有任何意义。当然,这也是 Einstein 不得不引入一对“原时和钢尺”,用以构造“同一化”的时

空基准,从而使他的相对论不仅从以“承认矛盾”开始,而且自始至终都处于深刻矛盾之中的缘故。因此,任何概念都不可能绝对真实,它仅仅是源于经验事实基础之上,经过“人为思维”加工以后的一种抽象存在。

当然,也仅仅因此,在构造一个概念系统之前,必须首先构造一种“理想化”的物质对象。不同的概念只能逻辑地隶属于不同的理想化物质对象。或者更明确地说:从形式逻辑考虑,理想化物质对象的定义必须“严格”在前,从而能够成为这个理想化物质对象之上所有概念的逻辑属体,或者逻辑前提;而相关的不同概念只能在后,使得这些概念能够“依附”于特定理想化物质对象的存在而存在。对于某一个已经被认定为质点的理想化物质对象,由于根本不存在具有独立意义的旋转运动,当然,没有定义于质点之上,具有独立意义的动量矩可言。同样,对于一个被界定为“无质、无形”的理想化“场”,也不存在真正属于这个场的力、速度、动量等一切相关的物理量。显然,与此保持逻辑相容,对于一个已经被界定为一个理想化质点的物质对象而言,质量成为这个特定理想化物质对象理想化定义的一个不可缺省的部分,质量是不能、也不必借助其他物理量加以定义的。

这样,在自然科学研究中,人们不得不承认往往会面对一种两难的境地:一方面,需要通过某一个特定的形式表述定义某一个理想化物质对象,另一方面,又只能借助理想化物质对象的存在而构造属于该理想化物质对象之上的特定属性或者关系式。那么,两者之间,到底何为先呢?根据形式逻辑,“拥有”和“从属”表现了两种完全不同的逻辑关联。因此,尽管两者互为依存,但是从特定的逻辑关联考虑,理想化物质对象的前提存在必须为先,而属性为后。也就是说,理想化物质对象对特定属性而言,它所具有的拥有关系必然是一种“绝对和完全”的;但是,在某种性质只能逻辑地隶属于某种特定理想化物质对象的同时,它对其逻辑属体的认定只能具有“相对和可能”的意义。

在逻辑上,“拥有”和“从属”本质上体现了不同的逻辑结构,需要加以严格区分。依赖这种严格区分,人们将发现,数学基础长期存在的三大逻辑悖论问题能够得以解决。当然,与此同时,人们也可以发现,一旦引入理想化物质对象,并且,以理想化物质对象的存在作为前提所构造的形式表述系统只能是有限真实、条件存在的。这样,它必然与目前科学世界所宣扬,作为科学宗教而存在的普遍真理体系形成了根本对立。如果说,为了保证科学陈述的真理性,必须强调或者懂得如何进行科学研究中的哲学和数学思考,那么,恰恰同样与此相反,对于今天的主流科学社会,在他们将自然科学体系神学化的同时,必然否定数学严谨性,否定自然科学陈述赖以存在的逻辑相容性。

14.2.3 质量的现代定义及其隐含的逻辑悖论

如果仍然援引《McGraw-hill 物理百科全书》中的相关陈述,质量的定义是:质量表示物体的惯性,是把物体在其速度改变时所显示的阻抗能力定量化的量度。显然,在现代理论物理学中,质量已经不再是物质对象“自身多寡”这样一种自觉意义上的理念了。

为了认识为什么会出现这样一种理念上的变化,此处继续援引该百科全书在“质量”条目中所作的部分解释:

“Newton 曾经说过,物体的质量是它物质含量多寡的量度。这个概念在比较同一种特定物质所含质量的多寡时是有用的。因为,它正确地指出:当确定一个样品在所拥有该特定物质的不可变基本特性的强弱程度时,质量的多寡就是基本因素。……但是,经常需要比较不同

种类的物体之间的质量,所以必须通过它们的共同性质来定义质量。这种性质不能只为某种物体所固有并永恒不变,而且应为一切实已知物质形式所共同具有。所有的物质都具有惯性,惯性必须为每个物体对其任何改变其运动的外界作用以阻抗。因此,质量的定义现在用惯性表示,两个物体的质量多寡可以通过给两者施加相等的力,并测出它们的加速度来进行比较。

通过实验发现,当一个给定力作用在高速运动电子上时产生的加速度小于它在静止电子上产生的加速度,因此,(根据上述关于质量的定义)电子在运动速度接近光速时的质量 m 大于它在静止时的质量 m_0 。另一个例子由中子和质子给出,当它们组成稳定的原子核时,由于巨大的吸引力,所具有的能量大大低于它们处在自由、分离状态时的能量,原子核的质量明显小于组成它的两个粒子的质量之和。

也就是说,物体的质量不仅可以通过例如切去一块来使之改变,而且,还可以通过能量的改变来使之改变。这样,Newton 把质量作为物质含量的解释不适用于问题中有巨大能量的情况,甚至会引起误解。因此,任何形式的能量都必须赋予质量,对于像光这样的非质实体也要被赋予质量。虽然光子并无静止质量,但它运动时是具有能量的,因而也具有质量,这个质量等于光子的能量除以 c^2 。在一些已知的较重的光子中, γ 射线的质量几乎和一个电子的质量相同。

即使在质量这个更为广义的超物质概念下,质量仍然是守恒的。就是说,如果某一个系统由于失去了一些物质或者失去了一些能量而失去一些质量,则别的系统必定要获得同样多的质量。物质总可以通过使之光能量的办法来毁灭或产生,但总质量保持不变,然而质量就不能简单相加了。”

人们不难发现,与质量的经典定义比较,质量的现代定义只不过是对原质量定义构造了一种期待中的“广义化”,并没有解决,甚至没有考虑“由力定义质量”而必然蕴涵着“循环定义”的问题。人们熟知,以“矢量”形式出现的力,只能借助 Newton 运动定律定义在一个“理想化”的质点上。因此,对于某一个特定的物质对象,一旦需要考虑它的几何构形,那么,这个特定物质对象与其外界之间的作用,已经不能借助矢量性质的力加以完整表述。当然,即使能够根据作为“人为假设”而提出的力的叠加原理,计算该物体承受的合力,但是,一个明显的事实是:此时的合力,已经不再满足“质量广义化定义”所必需的逻辑前提,即改变运动状况的“阻抗”与物体质量之间的比例关系。

显然,从认识论的角度考虑,对于现代质量定义的“广义化”,并不能被视为相关认识变得更为深刻和严谨的体现。相反,如果说质量的经典定义曾经隐含着循环逻辑的问题,那么,由于明显地将这种循环定义的方式进一步固定化了,对于质量的这种广义化定义更多表现的应该是一种无奈,甚至是逻辑上的进一步紊乱。当然,也正因为此,出现了一个没有为当今物理世界所认识的质量定义“多重性”的问题,从而最终与相对论得以存在的“相对性”原理构成矛盾。

在关于 Galileo 变换的讨论中,曾经指出:Galileo 对那艘著名小船运动表象同一性的描述,只不过是一种过分平凡的描述,只能在若干特定物质环境下条件存在,没有任何本质意义。或者说,由于作为作用在质点之上“力”的形式定义,Newton 力学定理

$$f = ma = m \frac{dv}{dt}$$

所定义的力 f 独立于速度质点的真实运动 v ,而仅仅决定于加速度 a ,以至于这样一种不当认

识延续至今。而且,人们早已认识到:对于两个彼此之间以恒定速度相对运动的所谓“惯性系”,它们的等价性并非所有的运动学表象都相同,只不过某一个“特定”的运动学形式表述罢了。也就是说,诸如“运动轨道”这样一些基本运动学量并不同一,因此,Galileo 所说的同一性并不普遍真实。

这样,如果按照现代理论物理测量“粒子质量”通常使用的操作方式,即对于电荷为 e ,速度为 u 的带电粒子,在给定磁场 B 作用下作变向运动时,只要测出其“旋转轨道”半径 R ,那么,根据简单力学平衡计算可以立即推得该带电粒子的质量为

$$m = e \frac{BR}{u} \quad (14.2.1)$$

显然,正如人们已经意识到的那样,在不同“惯性系”中呈现的运动轨道乃至表观运动速度都允许出现任意大的差异,也就是说,随着惯性系的选择不同,这样定义的质量没有任何确定意义。

因此,现代理论物理中一个扩大化的质量定义,不仅仅依然存在经典定义中可能存在的循环定义的问题,否定了质量作为特定物质对象“内蕴”量的本质内涵,而且,这个不存在唯一性的形式定义自身,对相对论赖以存在的相对性原理进一步构成了逻辑否定。

14.3 质能变换相关经验事实的重新审视

当今天的主流科学社会重新向人们灌输“第一性原理”,并且,不断强调这些第一性原理已经得到实验充分验证的时候,十分难能可贵的是,还有一些物理学著述,能够明确地将物理学界定为一门“实验科学”,相应指出:“物理学中的所有理论与学说无一不是以实验中的新发现为依据,而又被进一步的实验所验证的。”当然,能够坚持这种信仰的物理学著述已经变得相当稀缺了,甚至只能将这样的判断视为一种过分朴素和陈旧的理念。

人们可以看到,在《McGraw-hill 物理百科全书》的“物理学”条目中,给人们展现的正是这样一种表面上含糊其辞,然而倾向性仍然十分明显的定义:物理学在以前被称为自然哲学。物理学涉及自然的某些方面,这些不同的方面,可以通过一种基本途径,即依据一些基本原理的基本定律来加以解释。随着时间的推移,不同的特殊学科从物理学中分了出来,形成自己的研究领域,但是,在这个过程中,物理学依然保持着它的本来目的:理解自然界的结构和解释自然现象。但是,就此处希望讨论的论题而言,这个解释的哲学内涵应该是明确的,它告诉人们:哪些基本原理或者基本定律是第一位的,或者说,只有那些真正的原理和定律,才可能无条件地用于表现自然界的结构,解释自然现象。

或者从纯粹形式逻辑的角度考虑,一个无可回避的根本分歧在于:如果任何人都不反对,需要将自然科学界定为用于描述物质世界的一种陈述系统,那么,对这个陈述系统而言,到底是那个被描述的物质对象处于“第一性”位置之上,从而确认一切形式表述只能是有限真实、条件存在的,还是与其完全相反,必须将某一个陈述体系认定为源于智者的顿悟,并且将其视为可以普遍适用于整个物质世界,没有任何条件限制的“第一性原理”,乃至为此不惜放弃“无矛盾性”原则,无视数学严谨性的问题。

从这个意义上讲,今天所做的一切努力,绝对不是否定任何一种已经为人们确认的经验事实。恰恰与其相反,在让每一个研究者充分意识到经验事实必然存在着不同限制这样一种理性认识的前提下,彻底否认那种“过分幼稚”,并且以承认或者掩饰形形色色“矛盾”为前提,充

满“自欺欺人”的普适原理。因此,在切实寻求和昭示每一个经验方程得以存在的“逻辑前提、有限真实性以及相关的有限论域”的同时,接受这样的基本事实:除了必须保持作为语言而存在的概念所需要的同一性,这种属于自身可以不懈努力的范围以外,对于我们的人类而言,或许任何一种事情都是可能的。

正因为此,在讨论质能变换关系之前,需要再次特别指出,对于如下所示,Einstein 在 1905 年系列论文中导得的“能量惯性”关系,即由式(14.1.1)所构造的等价形式

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{2} \frac{v^2}{c^2} \xrightarrow{L = \delta E} \delta K = \frac{\delta E}{c^2} \frac{v^2}{2}$$

按 Einstein, L 为某物体所发出平面光波的能量,以通常所述的能量差 δE 替代, K 为物体的动能。显然,如果将其与在现代理论物理中那个普遍使用的质能关系式相比,即

$$E = m(u)c^2$$

或者如下所示的质速关系相比:

$$m(u) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$$

其中, E 为某物体的能量, m_0 为静止质量,而 m 对应于该物质对象以速度 u 运动时的质量,用以表示某“独立”物体由于自身运动速度变化而相应出现质量变化。人们可以发现,无论从形式表述本身,还是从物理内涵的角度考虑,不同的形式表述之间都存在重大差异。

事实上,对于 Einstein 最初构造的表述式,充其量只能视之为某物体由于发射了能量值为 δE 的“光脉冲”而引起的质量变化。此外,正如 Einstein 整个陈述所表明的那样,由于运动物体质量变化的规律,决定于不同惯性坐标系之间的相对速度 v 的大小,物体的质量不再成为一种“客观”量,只能十分奇特地依赖人们对于不同惯性坐标系选择的主观意志。并且,对于并不关注逻辑也似乎不怎么懂得逻辑,仅仅习惯于作“直觉和顿悟”式思考的 Einstein 而言,他绝对不可能发现这个规律还逻辑地隐含着某种附加约定,即他针对两个惯性系的选择只允许进行一次。也就是说,当 Einstein 在两个惯性系进行比较以后,如果某一天突然希望再相继构造第三个惯性系进行比较的时候,他将发现,那个原来构造的变换规律不再存在了,因为自变量 v 在这个变换规律中是以“平方”形式出现的,无法构造一个自封闭的变换群。

当然,对于这样的问题,理论物理中一般所说的质能变换关系依然存在,除非人们彻底否定那个完全悖谬的“相对性”原理,重新将运动速度 u 视为属于物质对象自身的“客观”量。事实上,正如前面分析一再指出的那样,“何为惯性系”的问题是影响整个现代自然科学体系合理存在的前提性问题。在经典力学中,本质上作为“力”的形式定义的 Newton 运动定理

$$f = ma \in S_{\text{phy}}$$

作为“施力体”等价表述的特定几何空间 S_{phy} ,以一种人们没有意识到的“隐形式”出现在整个形式表述之中,才出现“何为惯性系”这样一个至今影响整个自然科学体系合理存在的认识困惑。但是,对于现代物理学则不然,因为讨论的问题总直接涉及两个彼此作用着的物体,也就是说对某一个特定物质对象产生主要影响的“物质环境”是以一种“显形式”出现于形式表述系统之中的,因此,到底选择哪一个特定物质对象作为参照系的问题,其答案几乎是“自明”的,从而经典力学中何为“惯性系”的问题被掩盖了。

除了需要从形式逻辑和物理内涵两个不同的角度做出某种简单澄清以外,还需要对相关

的历史事实做出进一步的澄清。事实上,一个同样值得人们深思的历史真实还在于:对于目前理论物理中普遍使用的这个质能关系式,并不是由 Einstein 首先提出的,而是 Poincare 在 Einstein 建立他的相对论之前 5 年,即于 1900 年首先提出的。当然,或许更为重要的是,早于 1897 年,德国学者 W. Kaufman 就首先得到了相关的实验结果,而不是相反的事实,由天才的 Einstein 首先构造一个相关的结论,从而将类似的实验至今被视为质速变换关系,乃至 Einstein 天才创造的证明。

事实上,除了作为一种纯粹“意识形态”革命而提出的“时空变换”以外,在狭义相对论中,几乎所有的陈述都源于 Lorentz 或者 Poincare,都不是真正出自于 Einstein。但是,正是由于所有这样一些陈述无可置疑地给人们一种完全“无理”的印象时,只有那个本质上寓于“宗教”之中的“时空观”革命,才可能给人们的困惑以一种心灵上的解脱。当然,也正因为这样一种源于心灵深处期待的解脱,现代科学世界将全部的“功绩”归于 Einstein 的同时,不仅将目前整个理论物理赖以存在的“第一性原理”重新公然地引入了自然科学,而且,还出现了认识上的一种根本逻辑倒置,似乎如果没有第一性原理的支撑,任何独立的经验事实都显得过分平凡和浅薄。

14.3.1 Kaufman 质速关系实验

任何一个“独立”的物理学陈述,永远不可能采取演绎逻辑的方式推导出来。或者说,即使质速关系能够成为一个合理的物理学陈述,那么,它仍然源于相关的经验事实,根本不可能仅仅凭借过分简单的代数运算由相对论推导出来。事实上,对于某一个逻辑推理过程,如果最终的推论超越它的最初前提,那么,这个推理过程一定存在形形色色的错误。“数学直觉主义”学派创始人 Brouwer 曾经深刻指出:“逻辑绝不是揭露真理的可靠工具,用其他办法不能得到的真理,用逻辑也不能得到。”在这个意义上,在他和“数学形式主义”创始人 Hilbert 就数学基础所进行的长期争论中,Brouwer 的思想不仅更为深刻,也更为诚实。

在被称之为基本粒子的微观物质实体中,电子是人们发现的第一个基本粒子。事实上,为 Kaufman 于 1897 年首先完成的实验,最初是用以测定电子“荷电量”以及电子“质量”的实验。只是在现在,被重新称之为“快速电子动量能量的相对论关系”实验。该实验十分简单,属于现代理论物理若干最基本的实验之一。通常,首先设置一个均匀的磁场,同时让某一个“ β 源”射出与磁场垂直的高速电子,然后考察该电子在 Lorentz 力作用下出现的圆周运动,研究相关出现的基本规律。显然,根据经典电动力学,Lorentz 力为

$$f_B = evB \quad (14.3.1a)$$

式中 e, v 和 B 分别为电子携带的电量,运动速度和磁场(感应)强度。另一方面,根据经典力学,出现弯曲运动时,粒子承受的离心力为

$$f_{\text{cen}} = \frac{mv^2}{R} \quad (14.3.1b)$$

根据测得的不同速度 v , 弯曲半径 R 等,可以推算得

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad (14.3.2)$$

人们指出:Kaufman 于 1897 年测得的结果十分精确,即使与现代所作实验的结果比较,其误

差也不超过 1%。但是,对于这样一个蕴涵着“深远内涵”的实验结果,Kaufman 却没有勇气加以发表,直至 1901 年才将其公布于世。当然,正是因为这个原因,对于许多充满智慧勇气的现代研究者,只能将 Kaufman 的谨慎视为一种深刻的教训。并且,将其称之为那些“当真理碰到鼻尖上的时候还是没有见到真理”的人的代表。

14.3.2 核反应中的质量亏损

当然,作为质能变换关系得以存在一种更为重要和广泛的证明,莫过于对 20 世纪人类生活曾经产生重大影响的核反应了:核反应中真实出现的质量亏损,以及与这种物质亏损伴生的极大能量。

首先需要看一看,对于核反应中的真实出现的质能变换,现代理论物理到底是怎样分析和计算的。对如下所示,由粒子 x 与核 A 碰撞形成核 B 和粒子 y 的二体核反应:

$$x + A \rightarrow B + y$$

假设反应前后各粒子的静止质量分别为 m_A , m_x , m_B 和 m_y ,而各自的动能分别记为 K_A , K_x , K_B 和 K_y ,相应存在如下的能量守恒方程:

$$m_x c^2 + K_x + m_A c^2 + K_A = m_B c^2 + K_B + m_y c^2 + K_y$$

显然,核反应生成物与反应物的“动能”差,恰恰等于反应物和生成物的“静能”差。于是,可以引入形式量

$$Q = (K_B + K_y) - (K_A + K_x) = [(m_A + m_x) - (m_B + m_y)]c^2 \quad (14.3.3a)$$

其中,式右的质量变化通常称为核反应的质量亏损 Δm ,这样核反应所释放的能量为

$$Q = \Delta E = \Delta m c^2 \quad (14.3.3b)$$

该物理量即为核反应的反应能。

另一方面,通常总可以假设作为“靶粒子”而存在的核 A 是静止的,也就是说核 A 处于静止状态,从而有^①

$$\begin{cases} K_A = 0 \\ p_A = 0 \end{cases}$$

式中 p_A 表示靶粒子 A 的动量。于是,动量守恒方程为

$$p_x = p_B + p_y \leftrightarrow p_y^2 = p_x^2 + p_B^2 - 2p_x p_B \cos \theta$$

继而,再代入动能和动量之间的关系式,可以重新写出反应能方程。

于是,一个使人们似乎不得不承认的事实是:Kaufman 的质速实验,以及许许多多的核反应真实,不是已经为那个让人们心灵震撼的质能变换提供了可靠的证据了吗?但是,答案是肯定的。其实,人们不难做出分析:所有的这一切证据都深深陷入了循环论证之中,而循环论证

① 不得不再次指出:根据“相对性”原理,任何物体都根本不可能处于绝对静止状态或者绝对运动的状态。当然,断言靶粒子处于静止状态,本身已经与相对性原理构成矛盾。但是,在分析和处理任何物理学问题的时候,实际上没有人认真理会那个完全虚幻、仅仅由于无法解释“惯性系”而引入的相对性原理。事实上,当研究一对微观粒子“相互作用”的时候,人们所关注的同样只是它们之间的“相对运动”状况,无需也不允许随意引入其他的参照物。参照物的随意选择,对于所谓的质能变换关系式 $E=m(u)c^2$ 而言,同样由于其中的速度 u 不具确定意义,或者随着不同惯性系的任意选择,速度 u 在原则上可以取从 $-\infty$ 到 $+\infty$ 的一切实数值,使得这个关系式不具任何实际意义。当然,与其保持严格逻辑相容,一旦人们理性地意识到 Newton 力学中的“基本公式” $f=ma$ 本质上只能被视为力的形式定义的时候,那么,这个特定的形式表述同样只能定义在“施力体”所张的特定几何空间之中,根本不存在无穷多个虚幻惯性系的认知困惑。

正是一切“悖论性陈述”共同具有的基本特征。

14.3.3 质速变换关系论证中的循环逻辑结构

考虑根据 Kaufman 的实验而导出的质速公式(14.3.2),显然,式(14.3.1)所示,作为该结论得以成立的逻辑前提的两个方程,分别是 Lorentz 力公式

$$f_B = evB$$

以及经典力学中的离心力公式

$$f_{\text{cen}} = \frac{mv^2}{R}$$

于是,在逻辑上自然出现如何看待这两个方程的前提性问题。

首先, Lorentz 力公式只不过是经典电磁场相关经验事实的一个推论,也就是说这个公式自身仍然属于一种基本假设,而这个基本假设恰当与否同样需要经验事实的证实。这样,对于 Lorentz 公式与质速关系的正确性,实际上处于彼此论证的循环逻辑之中。事实上,人们或许可以合理地相信,当电子的运动速度与光速接近的时候, Lorentz 力公式的本身需要做出修正,如

$$f_B = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} evB$$

这样仍然吻合于 Kaufman 所得的实验结果。因此,从另一个角度考虑,可以相信这或许正是 Kaufman 不愿意轻易公布他首先获得的实验结果的原因。对于许多反常事实的出现,人们总期待着某种“理性”的支撑。当然,这也是 20 世纪初叶至今的物理世界以为只能从相对论之中得到这样一种支撑的原因。

但是,对于需要证明的质速公式而言,另一个需要考虑的问题则更为根本,却似乎是人们几乎从来没有关注过的问题,这就是:使用经典力学中离心力公式是否合理的前提性问题。既然以相对论为基础,那么根据相对论,质点所承受的力在形式上只能被定义为一个导出量,也就是说等于如下所述的质点动量变化率:

$$f = \frac{dp}{dt} = \frac{d[um(u)]}{dt}$$

当然,此时同样必须代入相对论中的质量公式,从而存在

$$f = \frac{dp}{dt} = \frac{d}{dt} \left[u \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}} \right]$$

这样,即使 Lorentz 力公式无需做出任何修正,但是只要将这个由“相对论”所定义的力重新与 Lorentz 力公式联立,无论怎样也不可能导出那个为“相对论”所期待的质速变换关系。当然,如果再考虑到整个相对论赖以存在的“相对性”原理,由于任意物质对象的运动学状态不可能独立于参照系的人为选择,也就是说,质点的运动速度 u 并不是真正属于自己的客观量,可以相差任意一个速度常量 v ,那么,随着速度 u 允许从 $-\infty$ 到 $+\infty$ 进行变化,这里陈述的一切格外扑朔迷离,也变得没有任何意义了。

总之,大体上还是 Mach 在那个过分简单的“思维经济原则”中所显示的一种“朴素”理念:不存在真正的因果律,原因和结果不过是从本质和现象中派生出来的形而上学。面对无尽的大自然,人类要保持充分的自律,永远也不能像 Einstein 那样妄语普遍真理,除了严格规范科

学陈述的语言, 自觉意识一切源于经验事实的科学陈述必然存在逻辑前提、存在条件、有限领域等限制以外, 永远不能说出比大自然本身更多的东西。

因此, 根本没有那种纯粹杜撰出来的“第一性原理”。对于现代理论物理中普遍使用的质速变换, “充其量”只能视之为对 Kaufman 实验所表现的经验事实, 在依然承认包括离心力公式在内的整个经典力学的合理性, 并且, 还必须将 Lorentz 力公式视为一种普遍真实的逻辑前提之下的“语言规范”, 或者在这样一系列约定下关于“质量”概念的一种记号。

不仅如此, 人们还需要理性地意识到: 在自然科学研究中, 对某特定物质对象做出一种大概符合物理真实的“理想化”约定, 并不仅仅为了刻画科学陈述与物质真实之间必然存在着永恒的差距, 从形式逻辑考虑, 更为了对相关陈述做出一种前提性的明确约定。因此, 与这样一种理性认识存在根本差异, 在这样一种似乎允许的“语言规范”约定中, 一旦将 Lorentz 力公式界定为逻辑前提, 那么, 逻辑上否定了一切物理学陈述只可能有限真实存在的基本前提。当然, 如果说本章讨论之始就已经向人们展示, 对于包括 Einstein 本人在内所有由“相对论”推导质速变换的过程, 无一不包括形形色色的自否定结构的话, 那么, 这样一种普遍存在正完全根源于一种不合理的逻辑倒置: 将永远只能条件存在的“关系”, 不合理地设置为“无条件存在”的逻辑前提。

而且, 人们必须形成一种理性意识: 任何一个独立的物理学陈述, 它永远不可能仅仅凭借演绎逻辑的方式从其他独立的物理学陈述推导出来的。因此, 即使根据那个“顿悟”出来的相对论, 由于物质用以表示独立于“时空”的物理量, 那么, 质速变换也根本不可能从时空变换推导出来。

14.3.4 质能变换中的循环论证

几乎基于同样的原因, 人们可以断言: 对于形形色色的核反应, 它们所表现的只能是“物质变成能量”这样独立的物理真实, 这个物理真实并不能成为基于“第一性原理”而得所谓“质能变换”的证明, 并且, 核反应中的相关形式表述仅仅是对相关物理实在的一种语言约定。

为了进一步认识这一问题, 必须知道现代理论物理到底是怎样定义和测定质量的。此处, 首先介绍相关著述的论述。

“质量是粒子的基本性质, 测定粒子质量是辨识粒子的根本途径。由于粒子的质量很小, 粒子的寿命又很短, 因此, 迅速准确地测定粒子质量并不容易。下面将举出三种典型的质量测定方法:

(1) 在电磁场的作用下, 不同荷质比的粒子聚焦到照相底片上不同的部位, 从而测得粒子的相对质量;

(2) 对于寿命较长的带电粒子, 可以通过测量其动量(用偏转磁铁)、能量(量能器)和速度三个量中的任意两个, 就可以算出粒子的质量;

(3) 对于寿命很短或者本身不带电荷的粒子, 其动量、能量不能直接测量时, 可以通过测量其衰变产物的动量等相关物理量, 确定衰变前粒子的质量。”

如果重新对照核反应的核反应能公式(14.3.3), 即

$$Q = (K_B + K_y) - (K_A + K_x) = [(m_A + m_x) - (m_B + m_y)]c^2$$

与

$$Q = \Delta E = \Delta mc^2$$

人们立即可以做出判断:此处给出的质能变换关系,正是上述测定粒子质量的第三种方法中一个实际使用的计算公式。于是,对于此处所说的这个质能变换公式,同时只能“充其量”被视为一种人为构造的“语言规范”,以用作在这个关系式中仅仅作为“因变量”而出现的粒子质量的形式定义,而根本谈不上对质能变换关系的证明。

当然,对于上述“质量定义”和“质能变换”关系之间,实际上必然隐含着某种“循环论证”的问题,早已为一些研究者所认识。正因为此,在他们的著述中才能够提醒人们注意这样一个极其重要的事实:

“核的结合能曲线是由实验结果标绘而成的。至今人们还无法从‘第一性原理’出发,导出一个核质量公式,或核的结合能公式,以算出所有核素的质量。”

也就是说,如果现在的确还有一些物理学研究者,仍然诚实地去探究那个独立于人们意识以外的“客观物质世界”的话,那么,对于另一些“聪慧的研究者”而言,他们早已放弃这样一种过分天真的理念,融入了当今主流科学社会对于“第一性原理”的追寻之中了。

14.4 现代理论物理语言系统一般规则的大概探讨

既然如上所述,现代理论物理中的许多陈述可以被认定为一种语言系统,而且,许许多多的形式认定几乎成为一种约定俗成的习惯,已经被成功地应用于大量的现代物理研究之中,那么,即使存在一系列的逻辑不相容问题,甚至像 Landau 诚实指出的那样,无需考虑理论物理中的数学严谨性,只能将其视为自欺欺人,或者正如 Heisenberg 曾经解释的那样,可以把量子力学仅仅看作一种实验室的数据系统,那么,存在于现代理论物理中的所有这一切不同样无可厚非吗?

其实不然。一旦否定陈述语言的统一性以及和不同物理学陈述之间的逻辑相容性,整个自然科学研究将无可避免地处于紊乱之中:

(1) 首先,既然现代理论物理事实上使用着形式语言和演绎逻辑,希望表现形形色色运动学表象中共同蕴涵的某种抽象特征,或者反过来,再利用这样一些抽象存在的共同特征,揭示某些特定对象的具体运动学行为规律的时候,却公然否认逻辑,那么,被现代科学世界称之为数学写就的物理学的理论物理本质上不复存在。此时,人们无从知道什么情况下需要遵循严格的演绎逻辑,进行认真的数学推理,并且,相信那些数学推导给出的结果;另一方面,也无法断定在什么情况下可以根本无视矛盾的存在,或者像 Dirac 轻描淡写的那样,可以自然地接受那些本质上没有任何逻辑关联的形式模仿,并且,能够将这些形式模仿仅仅视为有趣的游戏;

(2) 无视矛盾事实所具有的完全否定意义,或者否认自然科学研究中必需的逻辑相容性,将被证明是人类认识史中的又一次大倒退,因为它否定了以逻辑相容性为本质内涵的人类理性认识。当然,这正是将严肃的科学研究归于个别人的“直觉和顿悟”的一种过分简单化,并且,否定陈述语言必需的无歧义性同时,却层出不穷地涌现“第一性原理”,期待它们能够无限制地“穷尽”对于整个物质世界的描述,成为“神学和否定逻辑”并存于当今科学世界这种严重反常的缘故;

此处不妨列举数例。在前述关于经典电动力学的分析中,指出经典电磁场理论在数学表述和物理理念上存在的一系列严重错误或者不足。其中,包括两个彼此之间并不统一的 Coulomb 规范和 Lorentz 规范必然

隐含的无理性问题。其实,即使仅仅凭借“直觉”意识,许多研究者也早已对其提出这些人为提出的规范缺乏相关数学或者物理基础的质疑。但是,一些现代研究者不是采取严肃的态度,探讨这样一些前提性问题可能存在的数学和物理不足,却笃信第一性原理,希望将这种规范变换所蕴涵的对称性推广至粒子和场的范畴;

同样,不是坚信“存在就意味着合理”,而“合理性”仅仅在于一切抽象同一事物中所蕴涵的“严格逻辑相容性”这样一种朴素理念,努力对 Michelson-Morley 实验所刻画的物理真实做出理性解释,而是将科学引入神学之中,拒绝对这个实验结果所表现简单真实的解释;

当然,对人类的整个自然科学事业而言,最为严重的莫过于无视整个数学基础存在的逻辑悖论,在一个完全不牢靠的基础上,进行几乎没有理性的无穷演绎。从形式逻辑考虑,丰富多彩物质世界的本质就在于它的离散特征,根本相异于以“无穷可微、高度光滑”微分流形。这样,当 20 世纪的科学世界在无法解决一系列重大逻辑悖论,从而公然否定逻辑相容性的同时,却上演了一出“物理学几何化”的闹剧,使得人类的自然科学体系陷入空前的紊乱和自悖之中。

(3) 一切合理科学陈述必须严格遵循的无矛盾性原则,必须依赖为不同科学陈述设置“条件存在、有限真实性、有限论域”而存在。因此,从另一个不同的角度考虑,彻底批判自然科学研究崇信“直觉和顿悟”必然隐含的轻浮,根本否定“公然拒绝逻辑”中真实隐含着“无为”意识,在使用严格逻辑以严肃地规范科学思维的同时,根本否定通过“第一性原理”对研究者个体加以无限神化这样一种过分幼稚的行为等等一切,却正是为了保持对“大自然”自身的足够敬畏。事实上,为什么允许 Einstein、Dirac 等人如此公然地否定和践踏逻辑的同时,却让人类必须笃信他们仅仅凭借“直觉和顿悟”而提出的一系列断言呢?面对无尽的大自然,只要存在,一切都是合理的,根本没有理由拒绝“超光速”乃至形形色色的其他未知的真实存在。

14.4.1 构造语言系统的若干前提性认识

或许可以说,关于科学陈述语言系统的问题本质上属于科学哲学家关心的内容,相关的深入和准确讨论都已经超越笔者能力所及的研究范畴。但是,为了对人类面对那个愈益复杂的大自然做出描述,任何科学工作者无法回避语言的问题。此处,仅仅针对自然科学体系中长期存在的一系列本质上彼此相关的悖论性论题的重新认识过程中,逐步形成的一种大概心得和体会做出陈述。

(1) 对自然科学研究而言,必须自觉承认那个被描述的物质世界是独立于人们意识以外,一种本质上不可分割的客观存在。而且,还必须做出前提性的认定,那个自存的物质世界如此丰富多彩,几乎到处充满差异;

(2) 继而,作为这样一种前提性认定的逻辑必然,必须进一步承认,对于人类构造的任何一种描述系统,总与物质世界之间存在着差距,根本不存在可以用以描述整个物质世界的普遍真理。也就是说,任何一种陈述系统只能有限真实、条件存在,仅仅隶属于某一个确定的有限论域;

(3) 因此,对于物质对象以及与物质对象发生主要作用的物质环境做出前提性的理想化认定,在此基础上对该陈述系统存在条件、有限论域相应做出前提性的确认。仅仅于此,才可能存在无歧义的语言系统,使得不同的科学陈述处于逻辑相容之中。

对于理论物理中普遍使用的动量定理、动量矩定理等等,它们同样只能是有限真实和条件存在的。对于一个“理想化”的粒子系统,如果承认 Newton 第三运动定律,即不同粒子之间的作用力与反作用力互等定理,

并且,还需要接受“力的叠加性原理”假设前提,那么,动量定理成为上述认定一种自然的逻辑推论,相应才可能被视为一种恰当的物理学陈述。而且,如果仍然针对此处所提出的理想化粒子系统,动量矩只不过是动量定理的一种重言式表述,没有任何独立意义。在逻辑上,只有针对被赋予了特定几何构形的刚体及其集合,才谈得上可能具有独立意义的动量矩,以及能够与动量定理保持逻辑相容并且被赋予独立意义的动量矩定理。

在许多情况下,针对物质对象所作的粒子假设是可接受的。但是,它毕竟只属于一种理想化的认定,与真实的物质对象之间存在永恒的差距。作为一种简单的逻辑推论,如果那个理想化粒子假设的前提不存在,反映理想化粒子系统基本属性的动量定理也自然不复存在。因此,如果不是首先对被描述的物质对象做出某种大体吻合于相关物理真实的前提性认定,奢谈动量定理的普适性,不仅成为逻辑推理中的本末倒置,而且最终必然引起逻辑紊乱。

至于现代的粒子物理,人们目前考虑的仍然只是个别粒子之间的简单作用。因此,认定粒子之间的作用仍然满足 Newton 第三定律,应该被视为一种大体合理的假设。当然,作为这样一种前提性认定的逻辑推论,动量定理仍然可以被视为一种合理的认定。而且,更为重要的事实是:正如前面讨论质能变换关系时已经指出的那样,对那些未知基本粒子而言,动量定理乃至动量矩定理这样一些表现对称性关系的基本原理,原则上可以被视为用来定义这些特定理想化物质对象的“语言系统”中的一个有机部分。当然,在被称之为“隶属”关系的这一特定逻辑关联之中,某种基本属性和拥有这些属性的逻辑主体是完全不等价的,它们在这个特定逻辑关联中处于完全不同的地位。因此,必须对“拥有”和“从属于”这样两种完全不同的逻辑关联做出严格区分,与此对应,需要首先对理想化的“基本粒子”做出前提性的认定,绝对不是相反,而将属于这些理想化物质对象的基本属性视为无条件的普适真理。

显然,对人类所面对这样一个如此丰富多彩的大自然而言,蕴涵于形形色色差异之中的非对称性是永恒的,而对称性则永远只能属于一种条件存在。但是,由于现代自然科学体系中诸如“何为惯性系”这样一些前提性概念中的疑难没有解决,特别是面对更为复杂的物质世界某些认识上的暂时困惑的时候,现代科学世界彻底放弃了一切合理科学陈述必须严格遵循的逻辑相容性原则,习惯将那些永远只能条件存在、有限真实的物理学陈述无条件化,几乎从来没有认真研究物理学陈述得以存在的“条件存在、有限真实性以及有限论域”等前提性问题,才出现现代科学世界所提出“物质世界中的非对称性与物理世界中对称性矛盾”的认识困惑。当然,从另一个角度考虑,提出这样一种基本矛盾的命题本身,恰恰真实刻画了科学世界在这样一个基本逻辑关联认识上长期以来存在的逻辑倒置。并且,这种认识倒置还深刻影响着现代数学系统的合理构造。

14.4.2 “工具”语言和“命题”语言

或许正如哲学家至今并不能对“命题(Proposition)”以及“陈述(Statement)”这样两种称谓做出严格区分那样,将科学语言划分为“工具(Tool)”语言和“命题”语言同样不是一件容易的事,甚至难以使用现代的语汇加以准确表现。

但是,一般而言,正如 Einstein 曾经凭借一种“通常意识(直觉)”而正确提出,最终对其“时空观”革命必然构造了逻辑否定的一对“原时和刚尺(Proper time & Rigid ruler)”那样,此处所说“工具语言”同样泛指适用于“一切物质对象”之上的一种“描述性”语言;所谓的“命题语言”,则大概类似于哲学家所说的那种“关于某一个特定对象的知识(Knowledge about a special object)”的语词,从而对“抽象存在物(Abstract entity)”本质上构造了一种“确定性(Determination)”定义。

显然,两种语言具有完全不同的基本特征。对于工具语言,必须被赋予普适性和不变性,以能够像 Einstein 所说的“原时和刚尺”那样,以一种共同的基准或者尺度,对人们所面对的那个无以穷尽物质世界做出具有“可比较”的描述。

但是,对于此处所说的“命题”语言则恰恰相反,既然被界定为对“抽象存在物”的一种理想化定义,那么,这种抽象定义所蕴涵的“个性”特征,自然成为这种特定语汇的“特征”属性。而且,根据前述关于“构造语言系统的若干前提性认识”所提出的若干基本原则,对这种定义性的“命题”语汇而言,还同时存在两个并存的基本属性:

(1) 该命题本质上仅仅属于一种“人为”构造的抽象认定,与那个被描述物质对象之间存在“永恒”的差异;

(2) 另一方面,尽管属于人为构造的理想化认定,但是,如果这种人为认定能够被视为一种有意义的认定,那么,该理想化认定所蕴涵的抽象特征,仍然本质地源于那个被描述的物质对象自身。否则,人们只能断言这种人为认定属于一种失败的认定,不具科学意义;

(3) 最后,虽然承认理想化人为认定永恒地差异于物质世界本身,但是,这样一种前提性的认定,并不对所有理想化认定必须被同样赋予“不变性”意义构成逻辑否定;

(4) 等价地说,为人类描述的物质世界充满差异和复杂性,根本没有那种基于过分幼稚信念而生的“统一、和谐”;但是与其相反,对于与物质世界存在永恒差异的科学陈述系统,则必须是统一、和谐和无矛盾的。当然,在整个自然科学系统中,那些为定义性命题所界定的理想化物质对象必须保持不变性。

14.4.3 科学陈述中的关系式以及关系式得以存在的前提

在自然科学研究中,需要对经验事实所表现不同物理量之间的特定逻辑关联做出定量描述,这种关联就是科学陈述中普遍存在的关系式。但是,相容于以上针对语言系统所作的基本认定,除了需要自觉认识到任何关系式只可能“条件”存在,相应只具有“有限”真实性以外,另外一个在逻辑关联上更为本质的前提性认识为:必须首先对该关系式所描述的特定物质对象,以及那个与该特定物质对象发生为关系式所描述的特定作用的另一个独立物质对象做出明确认定,并且,不仅理性认识到这个特定的关系式,而且这个关系式中的所有物理量都逻辑地属于人们预先明确认定的理想化物质对象。如果不能对物质对象以及该物质对象所处的物质环境做出理想化的前提认定,那么,阐述某一个特定关系式不仅在物理理念上没有任何意义,而且由于该关系式乃至该关系式中不同物理量的逻辑主体都不存在,在逻辑上则成为一种“不允许”的陈述。

也就是说,对于如下所示一个任意给定的关系式,必须首先确定这样一种前提性的逻辑“隶属”关系:

$$\begin{aligned} & f(a, b, c, \dots); \\ & \left\{ \begin{array}{l} (a, b, c, \dots) \in \text{A particular idealized object existing in an idealized material environment} \\ f(a, b, c, \dots) \in \text{The special space extended from the environment} \end{array} \right. \end{aligned}$$

(14.4.1a)

该隶属关系明确表示:出现于表达式中的所有物理量, $a, b, c, \dots$,仅仅属于存在于某一个理想化物质环境中的特定理想化物质对象,而整个关系式只能形式地定义在特定物质环境所张的特定几何空间之中。等价地说,给定关系式中的所有物理量只能逻辑地属于某一个确定的理想化物质对象,并且,这些物理量以及它们共同构造的关系式,必须形式地定义在对该物质世界发生主要作用的理想化物质环境之中,以明确表示所有这样一些物理实在之间的逻辑关联。

反之,如果相信物理学中所有的陈述本质上源于被描述的物质对象,那么,一旦对物质对

象以及相关的物质环境做出理想化的前提认定,自然地存在与上述表达式本质上保持一致的另一种确定性逻辑关联

(A particular idealized material object & Another idealized material environment)

→

$f(a, b, c, \dots) \in$ The space extended from the environment

(14.4.1b)

它同样告诉人们:只要那个特定的理想化物质对象得到以前提性的确认,那么,属于这个特定物质对象自身的所有逻辑关联则成为这样一种前提性认定的逻辑必然。

于是,此处所说的一切,再次与式(4.3.1)曾经指出科学陈述的一般模式,即

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{material object} \\ \text{in a certain surround} \end{array} \right\} \in \text{the real material world}$$

$$\xrightarrow{\text{formal definition on both the material object and environment}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f(\mathbf{T}) \xrightarrow{\text{T: tensor independent of reference system}} 0 \\ \mathbf{T} \in S_{\text{phy}} \subset R^3 \end{array} \right\} \in \text{the idealized material}$$

取得了一致。

14.4.4 物质观革命的永恒意义和“时空观”革命的悖谬性

时空描述属于“工具”语言的范畴。其实也正因为此,Einstein 引入那一对作为时空量度基准的“原时和刚尺”的时候,本来只是一种十分自然、平凡或者“下意识”的事情,用以保证“工具语言”必须严格保持的无歧义原则。但是,恰恰源于这样一种几乎纯粹的“下意识”行为,以至于 Einstein 在构造他的相对论时从来没有对他的这样一种“平凡”行为产生丝毫怀疑,直到晚年“蓦然回首”往事时,才形成一种大概的意识:这样一对“同一化”时空量度基准的引入似乎是不必要的。其实,从形式逻辑考虑,既然存在一对“不变”的时空量度基准,那么,他的“时空观”革命本质上只能重新回到了他希望否定的 Newton 世界之中。

现代科学史研究者往往将 Einstein 的一生称为“悲剧”式的生命。其实,如果从历史唯物主义的角度,或者从人类认识深化的承继性本原特征考虑,那么可以说,这样一种个人生命悲剧的偶然性仍然寓于一种必然性之中:它本质地源于现代自然科学体系中诸如“何为惯性系”、“为什么允许 Maxwell 引入人为假设”等一系列基元性概念中的认识困惑没有真正得到解决,因此,一旦面对那个远比人们原来想象之中复杂得多的大自然只能进一步陷入认识的困惑之中,并且最终只能公然放弃逻辑这样极其反常认识之中的缘故。

事实上,自存的物质世界无以穷尽,对于物质对象中不同真实存在的理想化认定相应无以穷尽。但是,一旦被描述的物质对象得以唯一确定,那么,属于该物质对象自身的抽象特征同样得以唯一确定。因此,面对无尽的大自然,物质观的革命才可能始终具有本质意义。也仅仅于此,到处充满矛盾的时空观革命不仅仅完全悖谬,而且,那些本身根本不在乎逻辑一致性而仅仅凭借直觉和顿悟得到的不同相对论关系式,只能成为人类面对那个无尽大自然时的一种思维桎梏。

因此,对于出现在理想化“电磁场”之上的光速,与出现在其他理想化“物质场”之上的波动速度,不存在任何本质差异。当然,如果发现“超光速”或者“亚光速”现象,那么,所有这一切都

仅仅是一种过分平凡的简单事实。并且,如果真正接受这样一种理性意识:无论是“有形”的粒子,还是“无形”的物质场,本质上它们都仅仅存在于人们的“理念”之中,成为被赋予“不变”物理内涵的理想化概念,与那个人类面对的真实的大自然存在永恒的差距。也仅仅因此,像《McGraw-hill 物理百科全书》所说的那样:对于今天的科学技术,无论将场转变为粒子,或者将粒子转变为场都已经成为十分容易的事,并且,在这样一种物质存在形式的变化过程之中相应伴随能量的转移。因此,在研究这种物质存在形式变化过程时,对于现代物理学普遍使用的约束方程

$$E^2 = c^2 p^2 + m^2 c^4 \quad (14.4.2)$$

仍然可以被视为“物态变化”过程中的能量方程,仅仅反映某种相关的“经验”事实,而绝对不是那种神学意义上的教条。或者在一个恰当语言系统得以重新构造时,一个同样需要重新构造,并且需要相关经验事实重新验证的经验方程。当然,既然是经验方程,那么,对于不同的特定粒子以及相应不同的场,在它们的变化过程中完全可能呈现并不相同的形式表述。

总之,为 Einstein 所真诚期待的“统一、和谐”,绝对不是指无尽的大自然可能服从某一个“特定”的关系式。更何况在“数学严谨性”已经被现代科学世界彻底否定的情况下,对于任何特定关系式的无限肯定自身,已经变得没有任何本质意义。因此,对于自然科学研究而言,“统一、和谐”只是对一切科学陈述“逻辑相容性”一种直觉意义上的理解。“统一、和谐”的全部意义仅仅根本在于:构造这个关系式中的所有“语言单元”必须与整个自然科学体系保持严格的“无歧义”性。并且,只能在“物质第一性”和“逻辑自洽性”的辩证统一支撑之下,对于“统一、和谐”的期待才可能真正实现。

14.4.5 对称性原理的条件存在和对称性研究在探索物质世界中的意义

对称意味着“简单”、“规律”以及某种“同一性”等等;而人们面对的物质世界则不然,对于本质上不可分割的大自然所呈现的是“复杂”、“变化”乃至由此而充满着“神奇”。因此,对称性只能条件存在,与大自然存在永恒的差异。

另一方面,当人们需要认识物质世界的某一个有限域中的存在,并且相应做出大体真实的描述时,对称性分析则相应成为一种优良的工具。对某一个为事先预定的“状态空间”所定义的理想化物质对象而言,如果在某一个相关的物理过程中发生任何一种形式的对称性出现破缺,那么,在逻辑上预示原“状态空间”过分简单,不足以对这个相对更为复杂的物质对象做出人们期待的描述,因此,需要相应补充新的状态参数。其实,整个量子力学的具体发展过程,就是利用“对称性分析”的手段,将这个属于“微观物理实在”的状态空间逐步拓展的过程。

因此,在人类面对那些“未知”的,并且对于它们的“时空特征”难以做出某种“直接”和“简单”量度的物质世界时,那么,对称性分析自然成为一种有效的“探索性”工具。而且,人们还可以相信,伴随从简单到复杂这样一种认识愈益深化的过程,对称性分析将愈益发挥重大的作用。但是,人们并不能由此将对称性视为物质世界的天然属性。相反,任何一种对称性,都仅仅存在于那些与物质世界发生永恒差异的特定“理想化”物质对象之上。当然,这些对称性特征也只能逻辑地隶属于这些特定的理想化物质对象。任何一种将对称性特征无条件化的处理方法,都是对物质世界自身复杂性的逻辑否定,当然,最终只能导致某些现代科学家诚实指出的所谓“物质世界反对称性和物理世界对称性矛盾”的问题。

定义在“特定有限论域”之中的理想化物质对象往往凭借其特定属性被形式地认定,相反,特定属性乃至用以表现这种特定属性的物理量本身都只能逻辑地依赖理想化物质对象的前提性存在而存在。两者不可分割,但是,又不可混为一谈。两种陈述表现了两种完全不同的逻辑关联。其实,这就是人们通常所说“存在决定意识”中蕴涵的“辩证统一”思维观,根本不同于对某一种形式表述加以无条件认定,最终必然形成一种过分简单的“形而上学”思维习惯。

14.5 “量子”存在的独立性、客观性及其理想化抽象定义

可以确信,人类对于大自然的深化认识的过程,本质地体现为对于“物质存在形式”的一种逐步拓展过程。19 世纪中叶以前,人们只能将那些可以“直接触及”的物体视为物质实在。直到 Faraday, Maxwell 等自然科学研究先行者构造了经典电磁场理论,人们才逐步接受“无形、无质”的“场”其实同样是真实的物质存在。但是,关于这种特定物质存在形式的理性认识其实并没有真正得以完成。正因为此,对于 19 世纪末叶的科学世界,在他们面对 Michelson-Morley 实验才出现了空前的认识困惑。而且,在许许多多基元概念以及相关的前提性认识问题并没有解决的情况下,随着技术手段极为迅速的发展,人们面临着“场与粒子”两种物质存在形式的变化,以及一系列与物质存在形式相关的基本问题。在所有这些问题中,怎样认识“量子”的问题,对于整个现代理论物理则具有前提性的意义。

14.5.1 “量子”的经典定义

需要重视现代理论物理存在这样一个奇怪的“反常”事实:对于目前几乎全部的“量子力学”著述,都不约而同地回避“何为量子”这样一个必然涉及整个量子力学“核心内涵”的基本问题^①。

不过,与“何为惯性系”或者“何为湍流”这样一些本质上源于认识中的“循环逻辑”而引入的概念不同,量子本身真实地显示了一种物理实在,因此,人们可以在科技词典中找到关于量子一词的相关定义:

“量子(Quantum)表示任何形式的物理能量的不可分割单位的通用术语。特别是光子(Photon),表示电磁辐射能的分立量。”

至于《McGraw-hill 物理百科全书》中的相关解释为

“量子这一术语表征波或场的激发,这种激发含有像能量或者质量、动量和角动量那样类粒子的基本性质。通常,任何场或者波动方程式的量子化,包括已用量子力学处理的系统的二次量子化,都会导致对激发做出粒子的解释,被称为场的量子。历史上这一术语首先被用来表示电磁能或者光能的不可分割的数额,通常称为光子。光子即电磁场的量子,是一种无质量的粒子,通过对 Maxwell 方程组的量子化就会得到最好的解释。类似的,通过 Dirac 方程的二次量子化,电子可以看作为 Dirac 场的量子,这也导致了预料到作为这个场的另一种量子的正电

① 在自然科学研究中,某一个概念难以定义本身就显示了一种认识困难,那么,直面问题而不是加以回避才可能成为真正解决问题的唯一途径。如果说宏观力学中的“湍流”困惑存在了一个多世纪,但是只能像许多流体力学著述下意识地将其与一个同样无法定义的“涡”关联在一起的时候,人们如果不是回避什么是“涡”的问题,而进行认真的探讨,并且一旦能够做出理性解答,那么,到底什么是湍流的问题也几乎能够自然地迎刃而解。

荷的存在。

.....

量子用作形容词时,意指对特定客体按照已发展了的量子化体系的新式规则去处理。”

14.5.2 客观存在“量子”概念的前提性认定

人们不难发现关于量子的经典解释中,都是以被称之为“术语”这样一种不确定的模糊形式出现的,并不是直接用来表现物质存在的某一种特定形式。或者需要像《McGraw-hill 物理百科全书》解释着意刻画的那样:“量子”并不真正属于“物质存在”的某一种确定状态。相反,量子只能被赋予一种“从属性”的意义。因此,需要被定义为“场”这样一种特定物质存在形式的“激发”态,用以表现“场”所具有的一种“类粒子”特征,从而与现代理论物理通常所说的电磁波“波包”,或者“微观实体”普遍具有的“波粒二象性”,乃至与 Born 提出的“几率波”这样一些概念保持一致。

其实,如果真正形成这样一种理性意识:无论是 Newton 经典力学中的理想化质点,还是 Maxwell 电磁场理论所定义的电磁场都不可能被视为是绝对真实的物质存在。这些借助相关形式表述所定义的仍然只属于主观意识中的“抽象”存在物,与这些抽象存在期望描述的物理真实存在“永恒”的差距。那么,既然人们确信人类面对的大千世界的确实实地“存在”这样一种物理实在,它既不能吻合于经典力学中通常被赋予特定“几何构形”一般物质集合,同时又与“弥漫”于整个空间中的“场”存在着根本差异,则一个独立物质形式的“存在”自身,对于这个与“粒子和场”都并不完全相同的另一种特定“物质存在”形式而言,就是其得以存在的全部理由。

或者可以进一步说,与其无法摆脱仅仅存在“粒子和场”两种特定物质存在形式这样一种根深蒂固的思维束缚,只能构造“类粒子”、“概率波”等既无明确数学表述,又无准确物理内涵这样一些似是而非的“术语”,甚至引入“波粒二象性”这种在逻辑上构成“自否定”结构的不合理称谓,为什么不能对这样一种特定的物质存在形式首先做出一种抽象定义,并且,在这样一种前提性认定的基础上构造属于这个特定理想化物质对象的形式系统呢?当然,这个同时“相异于粒子和场”的真实物质存在,就应该是此处所说的“量子”。

14.5.3 连续电磁场的条件存在与物质世界的离散本质

自从 17 世纪的 Newton 构造的经典力学在如此广泛的领域里得以普遍证实,在自然科学研究中往往不自觉地形成了这样一种“特定”的思维习惯:寻找某一个具有普适意义的公式,期待这个公式能够对相关的物质世界做出统一的描述。其实,在如何给出“何为惯性系”的答案之前,几乎不可能真正明白 Newton 力学公式为什么具有普适意义的问题,这种普适性本原于语言系统的统一性:Newton 力学定理本质上不是一个所谓的公式,而仅仅是人们对于“力”首次做出的统一定义。也仅仅因为此,这样一种力的定义依然被广泛地应用于现代量子力学分析之中,甚至从来没有人因为现代物理学一再声称宏观物质世界和微观物质世界需要遵循完全不同的基本规律而提出异议。此外,因为在差不多所有的量子力学实际分析中,不仅“受力体”而且“施力体”总是同时“显式”地出现在关于“相互作用”的讨论之中,所以在讨论物质对象的动力学关系时,几乎总自然地将运动学参照系定义在那个已知的“施力体”上,从来没有经典力学中由于“施力体”往往以“隐式”方式出现而形成“何为惯性系”这样的困惑。

如果对经典力学和现代量子力学进行认真比较,可以十分容易地发现这样一个事实:仍然

是那些使用统一语言所表述的一切“正常”理念,不仅仍然普遍存在于整个量子力学,而且正是这样一些平凡的思想指导着人们寻找所有的基本粒子。因此,现代理论物理关于“宏观物质世界”和“微观物质世界”需要遵循完全不同规律的声音,其实远不彻底,本质上只能被视为一种“绥靖(Pacify)”主义或者用以“规避矛盾”的遁词。一旦无法面对那些暂时无法解释的物理真实,则提出形形色色的“第一性原理”,甚至彻底否定一切合理陈述必须满足的无矛盾原则。必须接受这样一种简单而朴实的基本理念:对于通常所说的宏观物质世界和微观物质世界,绝对不是它们需要服从完全不同的基本原则,如果说它们的确存在极大差异,那么,所有这些差异只能决定于不同理论体系所描述的物质对象自身存在的本质差异,而作为自然科学研究的基本任务就在于寻找和使用“统一”的语言,对这些不同物质对象自身蕴涵的差异或者主要抽象特征做出“有限真实”,但是必须“无矛盾”地描述。

这样,从形式逻辑考虑,又一次回归到式(4.3.1)曾经指出科学陈述的一般模式

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{material object} \\ \text{in a certain surround} \end{array} \right\} \in \text{the real material world}$$

formal definition on both the material object and environment $\longrightarrow$

$$\left\{ \begin{array}{l} f(T) \xrightarrow{T: \text{ tensor independent of reference system}} 0 \\ T \in S_{\text{phy}} \subset R^3 \end{array} \right\} \in \text{the idealized material}$$

也就是说,在自然科学研究中,不仅仅一切形式系统只能逻辑地隶属于处于某一特定物质环境中的理想化物质对象,而且,自然科学研究的本质目标正是使用统一的语言系统认识、描述人类面对的无尽物质世界。

必须承认,科学陈述必须遵循的“无矛盾性”原则,才可能成为“统一、和谐”的唯一准确内涵。一方面期待整个物质世界满足某一个特定的方程,无论这个方程如何复杂,但是与无尽大自然相比必然过分的简单;另一方面却不敢承认科学陈述的无矛盾原则,乃至最终公开拒绝语言系统的无歧义原则以及形式表述的数学严谨性。因此,已经远不仅仅导致了科学研究中某种过分幼稚和简单的思维倾向,事实上已经成为指导 20 世纪科学研究的一种最大失误和悲哀。当然,从历史唯物主义的角度或许可以说,这样的代价总是必须付出的。

人们必须承认这样一个基本事实:至今的量子力学从来没有真正按照赋予“数学物理方程”的特定内涵,求解过 Schrödinger 方程或者 Dirac 方程。尽管在探索未知“微观实体”所内蕴本质特征的实际历程中,诸如认识和接受“角量子数、自旋量子数”等物理量,这样一些方程曾经真实地发挥过某种“启示”作用。但是,所有这一切,毕竟只是在那个时代的研究者面对他们的前人遗留下“何为惯性系”、“为什么允许 Maxwell 提出‘位移电流’人为假设”、“如何认识 Michelson-Morley 实验”等一系列前提性问题,并且仍然无力解决这样一个特定前提下,出现了将崇尚“第一性原理”和否定“逻辑相容性”构成一种奇怪结合的认识反常。

可以相信,对于当前主流科学社会中的任何研究者如果仍然坚持拒绝一种认真、严肃但是并不复杂的理性思考,那么,让他们接受 Maxwell 经典电磁场理论在物理理念和数学表述两个方面都存在大量的逻辑不当乃至错误几乎是不可能的。然而,这就是真实:Maxwell 基本方程组的 4 个方程中,有 2 个基本方程存在形式表述上的错误,需要予以修正

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{\epsilon_0} \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} = \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{\epsilon_0} \mathbf{J} - \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \end{array} \right.$$

这种变化意味着:经典电磁场理论中,诸如 Poynting 能量分析等许多相关陈述需要重新精确化。并且,相关分析进一步证明,不仅根本“无需”、实际上也“不允许”Maxwell 仅仅凭借一种“人为假设”的方式提出他的“位移电流”假设。更为准确地说,这样一个存在至今关于“附加电流”的认识并不恰当,本质上与 Biot-Savart 公式所表明的经验事实不能逻辑相容。根据且仅仅根据演绎逻辑,人们可以推导如下所示等价表述:

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{\epsilon_0} \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \mathbf{B} = \nabla \times \boldsymbol{\Psi}, \mathbf{E} = \frac{\partial \boldsymbol{\Psi}}{\partial t} \\ \leftrightarrow \nabla \times \nabla \times \boldsymbol{\Psi} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \boldsymbol{\Psi}}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J} \end{array}$$

而且,正如本书第 8 章和第 11 章曾经做出的分析所指出的那样,对于使用纯粹“演绎逻辑”语言推导所得的上述关系,它向人们明确展现了一系列基本事实:

首先,如果注意到仅仅存在如下所示的“条件”推理:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \nabla \times \int_V \frac{\mathbf{J}}{r} dV \xrightarrow{\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}, \nabla \cdot \mathbf{A} = 0} \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$$

那么,磁场的旋度 $\nabla \times \mathbf{B}$ 对应于空间域中总电流密度分布 $\mathbf{J}_{\text{total}}$ 这样一种习惯认识其实是不恰当的,它仅仅属于一种条件推论,并不能与相关的经验方程,即 Biot-Savart 公式严格保持逻辑相容。事实上,进一步考虑到

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{1}{r} \nabla \cdot \mathbf{J} dV \leftrightarrow \nabla \cdot \mathbf{A} = f(\rho_{\text{add}}) : \rho_{\text{add}} = -\nabla \cdot \mathbf{J}$$

也就是说,如果给定的电流分布 $\mathbf{J}$ 处于变化之中,则相应出现为 ρ_{add} 所显示的“电荷”积累。因此,作为这种物理真实的逻辑必然,一个动态附加表观电场 $\mathbf{E}$ 的出现成为一件十分自然的事情。其实,恰恰由于保持了相关数学推导必需的逻辑严谨性,相关的结论才可能真正合理,并且,吻合于相关的物理真实:给定的电荷分布只可能相应诱导一个静态电场,对于宏观电磁场的动态变化分量场,仅仅本质地源于“变化”之中的电流分布。当然,也仅仅于此,才可能与借助对变化电流的控制,发射“电磁波”信号的工程实际一致。

这样,如果说仅仅需要凭借一种平常的“直觉”意识,某些研究者曾经指出电磁场理论中普遍使用的 Coulomb 规范与 Lorentz 规范,既缺乏相关的物理基础又没有数学证明的支撑,从而对它们的合理性提出了质疑。那么,现在已经做出严格证明,对于经典电磁场理论中通常所说的矢量势 $\mathbf{A}$,其散度 $\nabla \cdot \mathbf{A} = \mathcal{J}$ 蕴涵着“实实在在”的物理内涵,当然,人们完全没有理由按照所谓的正则变换,对这个特定形式量随意做出人为假设。这一事实再次说明任何合理科学陈述必须严格性。如果没有严格的数学证明,或者缺乏相关物理真实的支撑,任何一种仅仅源于主观理念所提出的“正则规范”,几乎都不可避免地隐含重大的逻辑悖论。但是,人们可以看

到,对于现代自然科学体系广泛存在的这样一些没有任何根据的人为假设,当今科学世界不仅没有予以充分警惕和认真对待,相反,却希望从这种没有任何理性支撑的“正则变换”出发,构造同样属于“想当然”的统一场。虽然这些无理性可言的努力必然过分的容易和简单,但是,由于根本违背了自然科学必须严格遵循的逻辑相容性原则,除了哗众取宠以外,这样的努力注定不可能成功。当然,最终可以拿 Landau 所说“理论物理根本不存在数学严谨性”作为自我解嘲的借口。

事实上,只要承认“数学”工具的存在,那么,否定逻辑严谨性,或者对于任何一个推理过程,如果根本不在乎“前件”自身可能隐含的逻辑悖论,最终只能使得一切推理陷入悖谬与无聊之中。从科学道德考虑,人们需要正视任何矛盾的存在,做出切切实实的努力以解决这些矛盾存在的前提性问题;即使暂时无力解决这些问题,那么,也必须像 Mach 那样,将这些问题诚实地展现给每一个研究者。而从科学研究的方法论考虑,永远不能以对某一个关系式的无条件认定为基础,进行不考虑数学严谨性的无穷推理;对于自然科学研究中的一切推理过程,它唯一可靠的基础只能是根据相关经验事实,对物质对象做出的前提性理想化认定,并且,自觉地由此对这个特定推理过程做出相应的前提性限定,从而保证一切科学陈述的逻辑相容。

正因为此,如果说在人类认识史中,是 Faraday, Maxwell 最早形成一种理性意识,将传递电磁作用的电磁场视为物质的一种真实存在形式,但是,如果将这样理性认识“无条件”化,即声言整个空间都充满由“(修正了的)Maxwell 方程”所定义的理想化电磁场,则使得这个最初的合理陈述走向它的反面,不仅不符合 20 世纪科学世界揭示无以穷尽的物理真实,而且,同样

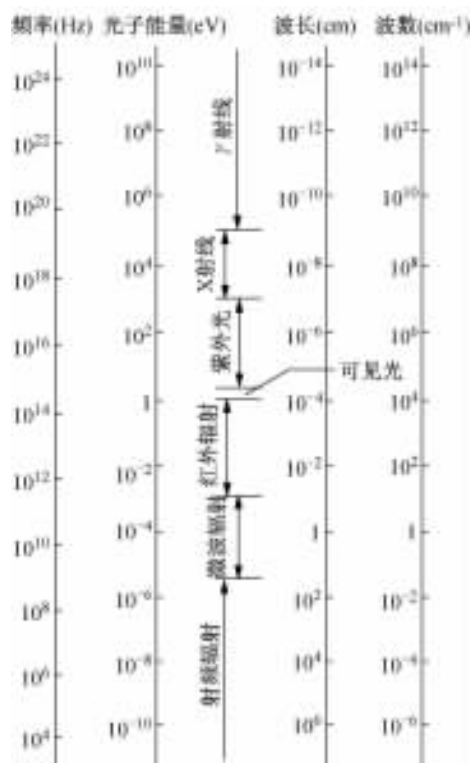


图 14.1 电磁辐射谱

最终成为人们进行理性思维的障碍。为了说明这一问题,此处值得引用“电磁辐射谱”的相关数据(见图 14.1),或许这一组数据不仅说明了“量变引起质变”这样一种人们熟知的关系,它还向人们显示:质的定义以及由此而生的判断仍然随着数的变化而处于一种并不完全确定的状态之中。人们可以发现:一旦进入与“广义核反应”相关的 X 射线, γ 射线,其传递的能量单元为通常所说电磁辐射能量单元的 $10^2 \sim 10^8$ 倍。另一方面,人们熟知,对于任何一种形式的物质波,它们都仅仅对应于“物质场”中“小扰动”在物质场所对应几何空间的传播。这样,对于与一般具有“漫”辐射特征的“射频辐射(Radio)”所对应,任何一种形式的电磁状态变化可以视之为“小扰动”,从而可以在一个被合理地视之为“各向同性”的整个空间传播,那么,如果“扰动”的能量增大了 10^4 乃至 10^{10} 倍以上的时候,人们为什么还要求它具有“波”在整个空间作各向同性方式的传播,继而引入“波包”、“波粒二象性”、“概率波”、“类粒子”这样一些似是而非、处于自否定结构之中的称谓呢?显然,对于这样一种一成不变思维方式,实际上仅仅满足于那个已经习以为常,一种过分简单的“形而上学”思维模式,而根本背离了那个需要被描述的物理实在。

为什么呢?对于我们的科学世界,为什么最终只能沦落为公然拒绝逻辑,一定要作这样一种明知无理的事情不可呢?人类永远没有理由拒绝理性,无论我们的技术手段已经怎样成功。事实上,这正如古埃及的金字塔,中国商周华美的青铜器甚至难以让现代人复制那样,并不能因此说远古的科学事业已经超越今日。

必须老老实实承认,对于至今的人们,从来没有能够对大自然中的一切存在真正说出“为什么”的问题。人们至今可能作的仅仅是对自己的陈述做出严格规范,保持概念、语言以及一切形式表述之间的严格无矛盾性,并且,将不同的形式表述明确地限定在不同的特定“理想化”物质对象上,而无法对这些理想化物质对象为什么能够存在的问题做出回答。

因此,与经典力学中理想化实物粒子的独立存在,经典电磁场理论中理想化电磁场的独立存在一样,“量子”同样是无尽物质世界中一种“独立”的物质存在形式,它无需也不允许“寄生”于另一个独立物质存在形式,即因“电磁场”的存在而存在。并且,仍然是那句老话,对于物质世界无以穷尽的物质存在形式为什么能够得以存在的问题,人们是无需或许永远也无力予以解释的。人们只能以经验事实为基础,对任何一种具有独立意义的存在予以前提性的认定,对其做出以这种认定为全部基础,从而能够与所有科学陈述保持逻辑相容的合理陈述。

而且,如果意识到,与整个量子力学所揭示的物理实在保持一致,人们面临的物质世界本质上是一个离散的物质世界,那么,离散量子的存在比“充满整个空间,能够大致吻合于某一个建立在连续统之上的连续方程”的理想化经典电磁场更为本质。

14.5.4 关于“光的波动性”假说的反思

按照现代理论物理,对光的认识深化经历了从几何光学,到波动光学,以及最终进入量子光学这样逐次发展的历程。一般而言,现在的几乎所有的人们都接受这样一种普遍认识:本质上,光就是电磁波的一种。同样根据现代理论物理,之所以形成这样一种判断的另一个认识基础是:“波具有一些明显地不同于粒子的独特性质,主要是波(非线性波除外)的叠加性,干涉现象和衍射现象等。”这样,是否存在形形色色的干涉现象,通常被认定为区分波动现象与一般位移运动的基准。并且,也仅仅于此,由于量子现象中大量存在的不同形式的干涉现象,人们以为不得不引入“波粒二象性”这样一种前提性的认定。

但是,这种习惯认识并不准确,并且,正因为这个不当的认识前提,导致量子力学从其构建之始就陷入一种由于前提性认识不当而引起的不当认识的重复循环之中。

应该说,除了一种根深蒂固的认识习惯难以改变以外,纠正这种并不准确的认识没有本质意义上的困难。下面从几个不同方面做出简单论述。

首先,正如经典理论已经意识到的那样,既然非线性波不满足通常所说的叠加原则,而非线性波的存在比线性波的存在更为普遍和真实,因此,从形式逻辑考虑,以此建立在线性叠加原理上的若干现象作为界定波的唯一前提并不准确。

光的波动说理论得以最终确立,归功于 19 世纪 Maxwell 经典电磁场理论的建立。几乎每一本电动力学的著述都会花费一定篇幅,指出为 Fresnel 于 1815 年最初提出光的衍射公式,可以如何使用电磁场理论加以“严格”证明的。其实,如果说当初 Fresnel 的证明仅仅属于一种“表象”意义上的认识,那么,使用电磁场理论所提出的证明,并没有本质地改变这样一种属于“经验事实总结”的证明结构。或者说,没有能够真正揭示产生“干涉效应”的物质基础或者物理机制。众所周知,除了使用电磁场理论中的边界条件

$$\begin{cases} \mathbf{n} \times (\mathbf{E} - \mathbf{E}) = 0 \\ \mathbf{n} \times (\mathbf{H} - \mathbf{H}) = \mathbf{j} \\ \mathbf{n} \cdot (\mathbf{D} - \mathbf{D}) = \sigma \\ \mathbf{n} \cdot (\mathbf{B} - \mathbf{B}) = 0 \end{cases}$$

以外,人们还使用了另一个如下所示关于“平面波”的人为认定作为论证的逻辑前提

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \exp i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{x} - \omega t)$$

其他的证明与 Fresnel 最初的证明几乎毫无二致。但是,同样众所周知的是:不仅此处引入的平面波并不能真实地存在于 3 维几何空间之中,而且,也不能将这个形式表述所定义的运动视为波的普遍定义。除了表现为时间域中出现“振荡”这样一个共同特征以外,作为任何一种形式的小扰动在某一个物质场中传播而定义的“波”,由空间一点处产生的扰动向这个点周围空间进行扩散过程当中的一个本质属性就在于:波的“弥散”特征,如果物质场是处处均匀的,那么,这种小扰动在整个几何空间的传播被自然地赋予了“无”方向性特征,而根本不同于上述形式界定的平面波。事实上,这儿出现了一个严重的认识错乱:光属于电磁现象,并不等价于光就是波。“波”仅仅属于电磁现象中的一种特定运动形式。并且,不仅仅这样一种被人们予以明确形式界定的特定运动形式,而且负载这种特定运动形式的物质场,即此处所说“连续”地覆盖整个几何空间的电磁场,都仅仅是一种“条件”意义的理想化存在。

正如人们熟知的那样,波动现象并不仅仅属于诸如“电磁场”这样一种被赋予了“连续”意义的物质场,而且,对于诸如空气、水、弹性体等这样本质上由离散粒子集合所构造的,本质上仍然属于离散集合的“物质场”,在宏观统计意义上仍然呈现出形形色色的“波”。因此,无论从形式逻辑还是从物理理念考虑,以上引文中的经典论述将“粒子和波”进行比较都是完全不当的。作为物质存在的不同形式,粒子只能与场相提并论,而作为物质运动的两种不同形式,波只能与位移运动进行比较。

因此,无论是光的传播过程中大量存在的干涉现象,还是宏观粒子集合场中同样存在的形形色色干涉现象,同样都仅仅属于一种纯粹“表象”意义上的认识。而蕴涵于宏观介质中的不同形式“恢复力”的存在,使得原本离散的粒子集合形成了一个彼此关联的整体,成为呈现形形色色弹性波的一种最本质的物理机制;同样,为 Lorentz“电子论”所揭示,存在于不同微观粒子

之间的电磁力,使得这些微观粒子集合同样形成一个彼此关联互相牵制的整体,从而在包括所谓“非线性波”在内的许许多多电磁现象中相应出现形形色色的干涉现象,才是这些干涉现象的真实内涵。

正如现代量子力学所揭示的那样,对于人类所面对的无尽大自然,本质上表现为一个“离散”的物质世界。所谓离散,其全部意义就在于形形色色“差异”的存在。因此,远不用说现代微分几何通常需要的那种“任意阶连续可微”前提性假设,甚至期待借助某“一个”特定的函数加以表述几乎都是完全不可能的。这样,那个以“连续”形式存在于物质世界中的“物质场”以及出现于物质场的“波”,都只能视为一种“特定条件下”大概吻合于局部物质世界的理想化存在。之所以能够将本质上离散的物质世界连接成一个“彼此关联”的整体,是由于不同形式的特定作用将它们联系在一起,相应构造了诸如电磁场、弹性体之类这样一些不同形式的“物质场”。因此,为了表现一切“物质场”,以及出现于这种特定理想化物质存在形式上的特定运动形式,即“波”得以存在的共同前提条件,不妨使用一种“大体意义”上的形式表述方式加以明确认定,

$$\forall \left\{ \begin{array}{l} \text{Field} \\ \text{Wave} \end{array} \right. \rightarrow \exists : f(x, t) : x \in S \subset R^3 \quad (14.5.1)$$

它希望告诉人们:对于某一个存在于3维Euclid空间 R^3 的一个有限空间域 S 中的物质场Field,以及作为小扰动在这个空间中传播的波Wave,其得以存在的逻辑前提是在这个特定空间域中存在某一个(组)约束方程 $f(x, t)$,作用在覆盖该空间域中的整个物质集合之上,使其成为一个彼此关联的整体。对于呈现形形色色弹性波的“宏观物质场”,这个约束方程就是属于该宏观物质集合的“本构方程(Constitutive Equation)”,而对于电磁场而言,所谓的约束方程则为一个“恰当”表述电磁场方程。

显然,形形色色的干涉现象出现于“波”运动之中,本质原因仍然是此处所说约束方程的存在,使得物质集合不同“子集合”并不独立,相应出现了干涉现象。因此,对于任何一种形式的“波”运动,总可能相应出现“干涉”现象。但是,定义于物质场之上的波,是“干涉”现象得以存在的“充分而非必要”条件。如果仍然试图使用形式语言表示,则大概为

$$\forall \left\{ \begin{array}{l} \text{Field} \\ \text{Wave} \end{array} \right. \exists \text{Interference} \cap \text{Interference} \notin \left\{ \begin{array}{l} \text{Field} \\ \text{Wave} \end{array} \right. \quad (14.5.2)$$

也就是说,物质场及其存在于上的波动总可能呈现干涉现象,但是,干涉现象并不仅仅属于物质场及其上的波动。进一步说,只要存在式(14.5.1)所示的那种约束 $f(x, t)$,那么,在约束所影响的“局部域运动”之间总会出现某种“相互干涉”的效应,即

$$\forall f(x, t) \rightarrow \exists : \text{interference} \quad (14.5.3)$$

但是,式(14.5.1)的逆并不总能存在,或者说它尚不足以在一个为人们关注的大空间 S 中形成整体意义上连续的物质场以及存在于其上的波。

当然,也正是在这个意义上,人们才可以理性地说,Lorentz关于光学现象所做的“电子论”分析更为本质,而Fresnel公式只不过是一种“唯象”意义上的表述。当然,人们也根本无需将微观世界普遍存在的相互干涉现象牵强附会于“波动”之上。

对于无尽的大自然,人类只能处于逐步深化认识过程之中。更何况随着人们希望表述的物质世界愈益复杂,不仅物质对象自身存在太多的未知,而且,表现这些未知的形式语言自身也处于逐步完善之中。但是,绝对不能因为问题的复杂而放弃以“无矛盾”原则为本质内涵的

科学严肃性。事实上,一旦真正能够将前提性概念严格化了,那么,对于现代理论物理以抛弃物理学概念的严格同一性以及公然放弃逻辑推理中的严格性为代价,希图对复杂物理现象仅仅做出一种局部真实描述的无奈和尴尬可以不复存在。当然,也可以说,正是凭借这样一种严格化,人们才可能对那个希望表现的物质世界做出一种合理的陈述。并且,与现代主流科学社会借助“第一性原理”,否定以逻辑相容性为本质的可解释性完全相反,此处所说的“合理性”,本质上正依赖对所有陈述仅仅具有有限表现能力、有限真实性、存在于特定的理想化物质对象之上这样一些前提性的自觉认定为基础。

14.5.5 量子的独立存在及其一般特征

总之,作为物质世界的理想化存在形式中的一种,量子并不隶属于其他形式的理想化物质存在,而是被赋予同等独立意义的物理实在。因此,需要对这个特定的物质存在形式首先做出认定,继而在这种前提性认定的基础上,赋予量子以具体的物理特征。

14.5.5.1 量子与微观粒子的引入

在物理学陈述中,需要引入“量子”这样一个“理想化”物质对象的唯一理由在于也仅仅在于:随着物理学陈述“几何和时间表述精度”的提高,大量经验事实表明那个依赖“统计平均”而展现于空间域中,传输能量的“连续性表象”不再存在,而吻合于 Planck 首先予以确认以“离散”形式出现的“能量子”,即

$$\epsilon = h\nu \quad \nu = 1, 2, 3, \dots \quad (14.5.4)$$

其中, h 为 Planck 常数,而出现在能量子中的系数 ν 只能被定义为“自然数”域中,从而吻合于“能量不能无限可分”这样一种基本物理真实。

以上关于“能量子”的表述,属于现代理论物理中的最基本事实,它向人们展示:一方面,对“弥漫”于整个空间的电磁场而言,对应于“电磁小扰动”向整个空间传播的“连续”过程,电磁波同样属于整个空间,相应表现了一种物理真实;另一方面,对于上述定义能量子,它同样表现为一种物理真实,不仅仅只能以“离散”的形式出现,而且,它的运动形式也完全类似于实物粒子的“位移”运动,只能按照某一特定方向作“定向”运动。也就是说,两者的物质存在形态和运动方式完全不同。但是,完全不可思议、最终成为历史遗憾的事情是:恰恰在这样一种最基本的不同物理事实的认定上,20 世纪初叶的物理世界出现了严重的认识紊乱,想当然地将两种完全不同物理实在强行关联在一起,从而使得整个现代理论物理从一开始,就陷入了前提性概念紊乱必然造成的思维歧途之中,最终不得不公然使理论物理蜕化为无法考虑概念同一性原则、无视数学严谨性、几乎到处存在逻辑悖论、一种纯粹实用主义的陈述系统。

其实,如果说晚年的 de Broglie 再次声言,目前量子力学所说的“物质波”概念并不符合他的真实思想,当初只不过希望指出:伴随着一个带电粒子的运动过程,相应会出现由这个运动粒子所激发的“波”,但是,他却仍然无法回避这样一个众所周知但是几乎没有人予以认真关注的逻辑悖论,即将上述能量子与某一个平面波构成如下所述的逻辑关联:

$$\epsilon = h\nu \leftrightarrow \varphi(\mathbf{r}, t) = A \exp(i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)) : \mathbf{p} = \hbar \mathbf{k}$$

式中, ϵ' 和 $\mathbf{p}$ 分别为运动中自由粒子,即此处所说能量子的能量和动量,而 $\mathbf{k}$ 和 ω 则分别对应于平面波的波矢量和角频率。显然,正如任何一本较为严肃的理论物理著述总要指出的那样,从波的角度考虑,平面波不可能成为一个能够独立存在的物理实在。当然,同样需要注意的

是,为了与一个粒子的有向运动对应,人为赋予上述平面波的特定方向性特征,恰恰构成对一般“波”运动特征的逻辑否定。

于是,既然所有相关经验事实都表明,借助 Planck 关系式(14.5.4)所引入的能量子,不仅能够传递能量 E ,还具有动量 p ,这样,能量子实际上被赋予宏观粒子所具有的全部动力学特征。因此,此处所述的能量子亦可被泛称为人们通常所说的那种“微观粒子”,并且,还可以相应做出逻辑判断:用以表现这个微观粒子物理状态的状态空间 S_{mic} 由于被赋予更多的物理内涵,相应比宏观力学单个粒子的状态空间 S_{mac} 要“大”得多。或者说,对于分别属于微观粒子和宏观粒子的两个不同状态空间而言,它们之间必然存在如下所示的“逻辑包容”关系:

$$S_{\text{mic}} \supset S_{\text{mac}} : S_{\text{mac}} = \{m, r, v\} \leftrightarrow \{r, p\} \quad (14.5.5)$$

事实上,这样的逻辑关联完全吻合于至今量子力学实际上刻画的全部事实。而且,人们还可以发现,无论是那个凭借想象之中的“波粒二象性”原理而纯粹猜测出来的 Schrödinger 波动方程,还是在这个不当认识基础上进一步拓展而成的 Dirac 方程,它们努力期望揭示的全部物理真实仍然莫过于这样一个简单事实:针对出现于不同特定场合下的微观粒子,对属于相应微观粒子的状态空间 S_{mic} ,或者这个状态空间中所有独立的“状态”参量做出界定。

但是,正如前面根据形式逻辑所指出的那样:对于任何一个特定的理想化物质对象,自然需要借助不同的关系式对其加以界定;但是,不仅这些相关的关系式而且关系式中的物理量都只能逻辑地“隶属”于理想化物质对象。这样,两种不同的逻辑关联互为依存、不可分割,但是又绝对不允许混为一谈、互相混淆。也就是说,在逻辑上那个往往有待人们探讨的理想化物质对象,始终拥有“前提性”的地位,而不能将条件存在的关系式简单沿用于其他理想化物质对象。因此,当人们面对某一个完全未知的物质对象时,几乎十分自然地需要构造形形色色的“猜测”模式,乃至相当于 Wiener 所说的“黑箱理论”,根据对不同输入信息的反馈,以能够决定这个未知物质对象的行为特征。但是,人们必须懂得,就此处构造的这个“黑箱”本身而言,它并无独立意义。

因此,同样如同至今的量子力学所揭示的那样,除了需要进一步补充荷电量、不同量子数等等相关的状态参数以外,微观粒子仍然拥有质量 m 、矢径 r 、速度 v 等基本物理量,相应存在由它们而引出诸如动量 p 、动能 K 等在内的导出量,并且,仍然需要逻辑相容于经典力学关于粒子所作的相关限定,即

$$\begin{cases} E = (K) = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow E = \frac{1}{2}v \cdot p & m = \frac{1}{2} \frac{p \cdot p}{E} \\ p = mv \end{cases} \quad (14.5.6)$$

对于经典力学所说的“自由粒子”系统,通常不考虑粒子之间的势能,因此,在这个特定情况下,粒子的势能 E 与粒子的动能 K 保持一致。事实上,经典力学中几乎所有这些用以定义基本物理量的关系,一直被人们应用在现代量子力学之中。

14.5.5.2 电磁场量子与光子的重新定义

根据现代理论物理,对于微观粒子普遍存在的电磁作用而言,电磁场被定义为传递这种特定作用的媒质,而按照如下所示的方式所定义的光子:

$$\begin{cases} E = h\nu \\ p = \frac{h\nu}{c}n \end{cases} \quad (14.5.7a)$$

就是电磁场的能量子,或者电磁场量子,其中 n 为光子运动方向上的单位矢量。既然式(14.5.6)所表示只是粒子具有的一般特征,于是光子同样存在属于自己的质量

$$m = \frac{1}{2} \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{p}}{E} = \frac{h\nu}{2c^2} \quad (14.5.7b)$$

事实上,无论从一般的物理理念考虑,还是基于纯粹的形式逻辑,人们没有理由拒绝赋予光子以质量。相反,恰恰需要将弥漫于整个空间的某一个“作用场”,与那个在“直觉”意义上被称之为这个场激发态的“能量子”加以严格区分。存在于两种不同物质存在形式之间的能量传递以及诱导这种能量传递的某种激发过程,乃至大量经验事实所证明的场和粒子两种物质存在形式之间的变换,并不能否定两种不同“理想化”物质形式以及与其对应的“理想化”运动形式的“独立”存在。

进一步讲,任何理想化的物质存在和物质运动形式都不可能与被描述的物质世界完全同一。正因为此,必须自觉形成一种意识:因为以对于特定物质对象所作某种“理想化”假设为前提,相应导得的形式表述同样只能属于一种“理想化”的存在,所以需要对被描述物质对象首先做出前提性的理想化认定,不仅使之明确地成为那个特定形式系统的逻辑主体,而且也对形式表述系统的“有限论域”做出具有明确意义的认定。事实上,也仅仅在于将“人类”构造的自然科学体系明确限定在不同的“理想化”物质对象之上,虽然这样一种限定必然意味着人们对科学陈述的“价值、有用性、适用范围”等等同样做出了限定,但是,也仅仅因为此,人们针对自存物质世界所做的描述,绝对不是那个被描述的物质世界本身才可能是“统一、和谐和自然”的。

因此,像许多现代理论物理学著述那样,无条件地将光子集合构造的“电磁脉冲”简单等同于“电磁波”并不准确。大量经验事实以及相关的理论分析都表明,对于“离散”光子在空间的运动以及本质上表现为小电磁扰动在“整个”空间传播的电磁波,借助不同的激发或者转化过程它们能够彼此逻辑相容地存在着,但是,并不能因此而否定这种“理想化”存在必须具有的“独立”性。作为一种无可争辩的事实,“电磁波”和“光子位移”相应显示完全不同的运动学特征,分别隶属于需要借助不同“状态空间”加以描述的两种完全不同的物质存在形式,彼此不可混为一谈。当然,作为一种理想化的物质存在形式,光子只能存在于那些“理想化”的特定环境之中,不能将其无限延拓为一种“无条件”存在的普遍真实。

此外,对于那个前面已经证明,本质上只源于对 Kaufman 实验一个并不恰当的理解,而根本不能从“相对论”采用演绎方式推导而得,并且,在不同推导方式之间,以及在每一个特定推导过程中都无一不存在形形色色推导错误的“质速变换”关系式

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

不仅仅由于“相对性”原理,任何物质对象不存在真正属于自己的运动速度 v ,以至于这个关于“质速变换”的表述不具任何意义这样一个几乎显然存在的一般性问题,而且,由此解释光子具有零质量,即

$$m(c) = \frac{m_{\text{photon}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{c}{c}\right)^2}} = \frac{m_{\text{photon}}}{0} \rightarrow m_{\text{photon}} = 0$$

则同样陷入任何一个有意义物理学陈述必须严格避免的由 $0/0$ 所引起数学上的不定式问题之中。并且,由于“零质量”的物质对象却可能拥有一个只能逻辑地属于“有质物体”的“非零”动

量,这样,所有关于光子“能量和动量”的陈述本质地处于逻辑不相容之中。虽然似乎总可以像现代理论物理通常所做的那样,默认这样一种明显存在的不合理性,将光子特别地定义为一种“反常”量子,但是,任何反常事实的存在,最终仍然不可避免出现“个性不允许违反共性”这样一种一般性原则的破坏。

借助引入层出不穷的“特例”,为形形色色“矛盾”的存在提供“法律”依据,甚至公然将数学严谨性称之为自欺欺人,不仅仅是对理性的践踏,而且,这种只能以承认矛盾为思维前提的所谓“第一性原理”才是真正的自欺欺人,本质上表现了陷入纯粹实用主义的整个现代理论物理的一种深刻悲哀。

当然,无论从形式逻辑还是哲学理念考虑,之所以出现这种明显错误和反常的根本原因仍然在于颠倒了“理想化物质对象与隶属于这个特定物质对象某种物理学特征”之间的不同逻辑关联。

其实,正如曾经反复指出的那样,真正处理通常所说微观世界中的任何实际问题时,影响和指导人们思考的仍然是那个无需也不允许进行革命的,一种通常意义上的“时空观”。因为时空仅仅是考虑和表现物理现象的工具,既然是工具必须被赋予统一的尺度,当然,这也是 Einstein 几乎不自觉地将对统一的时空量度尺度,即将他所说的“原时和刚尺”自然地引入相对论之中,从而本质上使他的时空又重新本质地返回到 Newton 时空之中的缘故。

那么,在面对的物质世界存在如此大的差异,以至于似乎非得借助改变语言、概念等等不可,否则根本不可能对表现如此不同的物质对象做出描述的时候,人们恰恰需要自觉承认物质世界自身充分的丰富多彩,接受对于“物质观”的一种认识革命。那些经验事实已经表明,独立存在自身,就可以视之为一种物质。与此对应,只要将那些原来以为不可思议的存在,限制在不同的特定理想化物质对象之上,以物质世界为描述对象的自然科学体系就可以处于必需的逻辑相容状态之中。因此,无需也不能改变语言和概念,而需要对所有的描述即关系式加以限定。

在这个意义上,几乎一切存在都是可理解的。可解释性的全部内涵在于也仅仅在于逻辑相容性。在许多现代理论物理著述中往往指出,对于“电子自旋”假设只能归根于“第一性原理”,而不允许做出任何理性解释,其因为:

“提出电子像一个陀螺,能够绕自身轴旋转,似乎并无创造性可言;绕太阳运动的地球不是也在自转吗?不过提出任何电子都有相同的自旋角动量,而且它们在 z 方向的分量只取两个数值,这对经典理论是无法接受的。更迷惑人的还在于,如果把电子一个带有电荷 $-e$ 的小球,半径为 10^{-14} cm,它像陀螺一样绕自身轴旋转,那么,可以证明,自旋角动量为 $\frac{h}{2}$ 的电子,在表面上的切向线速度将大大超过光速,因此,是不可能的。”

于是,对于这种似乎明显存在无理性的“电子自旋”概念的发现和最终确认,不仅被视为现代理论物理发展历程中的“趣事”,并且成为“理论物理有些荒唐没有关系”,最终不得不接受“第一性原理”的有力佐证。

其实不然。首先,在自然科学研究中,人们必须学会养成一种习惯:自觉地对任何一种陈述做出前提性的限定,使之仅仅存在于某一个特定的有限论域之中。因此,为描述电子的一切物理量都逻辑地属于一个特定“状态量”集合,它们作为一个不可分割的整体,构成对电子这样一种依然并不绝对真实而仍然只属于一种“理想化物质存在”的等价描述,并且,仅仅存在于某一个特定的物质层次分析之中。而包括质量在内的所有的状态量集合,都仅仅属于这个理想化电子的整体。在这个特定的物质层次分析中,希图了解电子的真实结构并无意义,原则上也是不允许的。这正和经典力学中的人们说到宏观粒子,在这个特定物质分析层次中,人们不会真正追究这个粒子整体的质量到底属于什么样的微观粒子是一致的。

其次,即使希望进一步了解电子更为深入的物质层次,也不能将上面所说的物理现象必须视为一种无理陈述。为什么只能将电子想象为一个小球呢?其实,关于几何尺度“大、小”的认识仍然离不开人们的视野。

当宇宙中的许多星系几乎总在某一个“平面”之中运动时,为什么电子不可以以类似的形式运动呢?如果电子也以这种形式运动,那么,在特定磁场环境之中,电子表现出两种反向旋转的特征也就不奇怪了。

至于超光速的质疑更不成为任何问题。当人们面对无以穷尽的物质世界时,总可以相信任何奇异物质对象的存在,但是,绝对不要相信某一个特定关系式的无条件存在。更何况这样一个自身无法解释、本质上彻底否定逻辑的陈述,却需要迫使无尽的物质世界去“逻辑”地服从它呢?当然,必须重复指出:在目前的分析层次中,这样一种进一步深刻化的描述并不必要。但是,人们却总可以相信,任何物理真实总是合理的,所谓的合理性仅仅在于定义在不同理想化物质对象之上的逻辑相容性。

14.6 关于“量子叠加”的表述

在微观物质世界中大量存在着“相互干涉”现象。本质上正是由于这种普遍存在的物理真实,量子力学往往只能以一种与经典力学不同的特定方式进行“概率”的叠加运算,从而提出一个必须以“第一性原理”为存在基础,以至于“无需也不能”使用通常科学语言赋予相应物理内涵的“波粒二象性”命题。

但是,如果真正理性地接受自存的物质决定对于这种物质相应做出描述的形式特征,或者说,物理学中的一切抽象特征只能逻辑地依存于理想化物质对象的前提存在,那么,量子力学中的量子叠加同样具有相应的物质基础,无需也不允许借助改变科学语言,或者概念去表现这种物理实在。

14.6.1 “波”与“干涉现象”

众所周知,Schrödinger 完全借助一种“反推猜测”的方法,相当“成功”地构造出那个被现代量子力学称之为“波动方程”的基本方程,其全部思维基础在于前面讨论中已经提及的所谓 de Broglie 物质波

$$\epsilon = h\nu \leftrightarrow \varphi(\mathbf{r}, t) = A \exp i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t) : \mathbf{p} = \hbar \mathbf{k}$$

的前提性存在。或者说,这是首先存在此处所说物质波的解,再根据这个解的特定形式猜测地构造了量子力学基本方程

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = H\Psi : H = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V$$

也正因为此,在许多量子力学著述中,不能不将这个方程界定为整个量子力学陈述系统的一种“公理化”认定。从而本质上与现代理论物理中的“相对论”一样,它是无需也不容给出任何理性解释的。或者,像 Heisenberg 诚实指出的那样,只能放弃对于概念的同一性期待,将整个量子力学视为一种“实验室的数据陈述系统”。

当然可以肯定,任意一个研究者都不会愿意轻易放弃逻辑,也不会愿意自动接受“第一性原理”所隐含的不可解释性。而且,当物质波只允许存在于某一个特定平面之中,被赋予了与位移运动一样的方向性特征时,它已经根本不同于存在几何空间中任何一种特定形式的“波”运动。此外,如果将“物质场(波)”和“粒子”视为物质存在的两种独立形式,那么,“波粒二象性”逻辑上必然蕴涵着一种“自否定”结构,以至于人们声言微观粒子具有“波粒二象性”的同时,又不得不反复强调微观粒子“既不是波,也不是粒子”这样一些本质上不知所云的解释。于是,只有无条件地接受“第一性原理”,则成为摆脱困境的唯一途径。但是,人们对于理性的自然渴望,使得自量子力学诞生以来,对于“波粒二象性”到底表现什么,以及这样一种是否合理

的争论从来没有停止过。

那么,最终为什么会接受这些几乎十分明显的逻辑不当,或者一种无理性可言而强加于人的“第一性原理”呢?关于这个问题,可以从量子力学对“量子干涉”,以及与其对应的“量子几率叠加方式”的解释找到答案。相当长时间来,通过对物质世界的观察,人们已经逐步形成了一种理性认识:“波”和“位移”属于物质世界中两种完全不同的独立运动形式,在“波”运动过程中,往往会展现“位移”运动所不具备的许多独立的运动学特征。例如,人们逐步意识到,对于通常所说的“干涉(Interference)”和“衍射(Diffraction)”等现象,它们本质上正是关于“波叠加”过程一种规律性的描述。于是,人们进一步形成这样一种彼此依存的判断:在粒子的运动过程中,不可能出现粒子运动之间“互为干涉”的现象;与此同时,一旦某一个物质对象在运动过程中出现了“干涉”现象,那么,这个物质对象只能被视为“波(物质场)”。

在近代科学发展历程中,特别是 Maxwell 预言了“电磁波”的存在以及进而为实验所证实,并且在把光归于电磁波中的一种,从而能够对一系列光学现象做出更为合理和准确的解释以后,对于“波”和“粒子”以及“干涉”现象之间的这样判断,几乎已经根深蒂固地存在于所有研究者的认识之中,甚至似乎从来没有人对这种判断自身的合理性认真提出过怀疑。

其实,这样一个习惯性的判断恰恰是不合适的,它仅仅是人们对物质运动规律性一种纯粹表观意义上的“形式”模仿,不具有揭示相关物质基础的“本质”功能。而如果从思维方式考虑,这种判断仍然根源于现代自然科学研究中长期以来严重存在的、有待于人们予以彻底清算的、习惯于“从形式到形式”,然而并不真正注重形式逻辑严谨性的一种过分简单化的“形而上学”思潮。正是源于这样一种前提性认识的不当,使得面对一个完全陌生和相对复杂得多的“微观物质”世界,期望为其构建相应的陈述系统之初,人们就陷入了深刻的认识矛盾之中。

14.6.2 物质场中的干涉现象及其存在条件

首先需要注意,对于现代理论物理中通常使用的“波粒二象性(Wave-particle duality)”,如果从语词学或相关物理内涵考虑,这个称谓本身就是不当或者不准确的,预示着这个不当称谓几乎必然隐含着某种认识紊乱。波表示物质运动的一种特定形式,粒子则表现物质存在的一种特定形式,两者无法混为一谈。波只能与场对应,表示物质存在的两种不同基本形式;而粒子只能与位移对应,表示物质运动的两种不同基本形式。

因此,如果暂时不考虑那个需要被视为“实验室数据系统”,完全不在乎数学严谨性和物理概念同一性的现代量子力学,根据“通常”的物理理念,即无需也不允许诸如时空观革命这样一些只能依赖“第一性原理”而存在的认识反常可知:波仅仅属于物质场的一种运动形式,由于波“可能”出现形形色色的干涉现象,作为物质存在一种特定形式的物质场“允许”干涉现象的存在,因此关于“干涉现象”的讨论则“对应”地转化为这样的命题:位移属于单个粒子的唯一运动形式,如果出现多于一个粒子同时处于运动之中,在运动粒子之间是否允许出现“干涉”现象呢?

必须注意,只有在这样一个修正了的命题中,作为物质存在两种特定形式,“物质场”和“粒子”才能够在逻辑上真正获得同等地位,使得人们明确那个需要讨论的问题在于:干涉现象“允许”存在于“物质场”的某些特定运动过程之中,那么,干涉现象是否也允许存在于粒子运动的某些特定过程之中呢?

同时还要注意,以上陈述谈及“波”的干涉现象时,使用了“可能”存在于波的运动过程这样

一种明确表示“不确定性”的语汇,作为该可能性的逻辑必然,继而指出物质场中“允许”干涉现象的存在。因此,既然干涉现象即使在物质场中也只能“条件”地存在着,那么,能否通过对物质场中干涉现象得以发生的前提性条件的分析,寻找运动中粒子之间是否也可能存在相似的条件,使得运动粒子之间也能够发生干涉现象呢?如果这样的努力得以成功,那么,现代理论物理根本无需引入所有一切以“不具可解释性”为本质内涵的形形色色第一性原理,当然,也不再需要公然将数学严谨性称之为自欺欺人,或者把那些根本无数学可言的数学表述形式的模仿敷衍为“有趣游戏”,才可能最终避免那种真正“自欺欺人”的尴尬。

按照《McGraw-hill 物理百科全书》,作为一种通用术语,波用以表述“扰动从介质中一点到其他点的传播,就整体来说,扰动并没有使介质产生任何永久的位移。”通常,还借助一般的波动方程

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} - \nabla^2 \phi = 0$$

或者直接表示为

$$\sum A_i \exp i(\omega_i t - \mathbf{x} \cdot \mathbf{k})$$

这样一些类似于“简谐波”叠加的形式。

经验事实表明,当频率相同的波相遇组合成一个波,这个组合波的振幅是相互干涉的各波的振幅之和。该过程称为波的干涉。如果只讨论两个波的干涉,假设第一个波在空间某特定地点处的振幅为

$$A = A_0 \sin(\omega t + \phi_1) \quad (14.6.1)$$

另一个波为

$$B = B_0 \sin(\omega t + \phi_2) \quad (14.6.2)$$

对于它们相干组合波

$$C = A + B = C_0 \sin(\omega t + \phi_3) \quad (14.6.3a)$$

不难立即推得

$$C_0^2 = A_0^2 + B_0^2 + 2A_0 B_0 \cos(\phi_2 - \phi_1) \quad (14.6.3b)$$

其中,最后一项通常被称为“干涉”项。

人们可以发现,在不同波的干涉过程中,不仅仅需要具有“相同频率”这样一个逻辑前提,而且,任何一种特定形式波的存在,都意味着在空间不同点的运动学表象之间构造了某种确定的“约束”关系。因此,如果透过关于波的不同具体形式表述,而进一步从呈现“波动”现象的不同“物质集合”共同具有的物理本原考虑,“波”的存在本身就告示人们:对于呈现“波”现象的物质集合,其内部存在着某种“作用”机制,才使得不同空间点处的运动形成了相应的逻辑关联。

事实上,正是“电磁作用”的存在,才使得相关几何空间出现一个被人们称之为“电磁场”的物质存在整体;同样正是不同形式“弹性作用”的存在,那些表现意义上的“离散粒子”集合本质地构成了一个彼此关联的整体,相应使得这些不同粒子独自完成的离散运动形成了具有整体运动特征的“波”运动。因此,对于任何一种形式的“波”运动,那个隐含于运动表象内的“相互作用”更具本质意义。或者说,没有这些内在作用的存在,无论怎样的物质存在形式也不可能出现“波”运动。事实上,物质场的存在也仅仅依赖这种作用的存在,才形成一种物质存在的整体形式。相反,对于表面上独立存在的离散粒子,如果这些不同粒子之间存在某种“确定性”的力学关联,那么,正如被赋予“反抗相对距离变化”能力,通常称为“宏观物质”的空气粒子集合

那样,它们仍然可以呈现“波”运动,并且能够在一定条件之下呈现“干涉”现象。

因此,如果说人们已经意识到简单断言所有形式的“波”都会出现干涉现象并不恰当,那么,不考虑波自身得以存在的逻辑前提,甚至将“相干叠加”这个本质上仅仅用以表示相互关联作用的普遍存在,仅仅归于“电磁场”这样的物质集合或者那种只具有表观意义的“波”则完全不恰当。至于希望借助“波粒二象性”这样一种存在自否定结构的假设,以说明量子力学为“Hilbert 空间”态函数构造类似于波的“相干”叠加的合理性,并且,由此将这种叠加方式无条件地强加于整个微观物质世界,只能再一次沦为认识微观世界的“形而上学”,或者那个本质上无理性可言的“第一性原理”。这样,不仅否定了人们已经意识到的,微观世界中同样存在大量“非相关叠加”的物理真实,使得量子力学自身又一次处于“自否定”矛盾结构的尴尬之中,而且还由于违背了形形色色“弹性波”的“相干叠加”普遍存在于“宏观粒子系统”这样一种物理真实,整个理论物理学也只能进一步陷入“形而上学和逻辑悖论”共存的奇异共同体之中。

总之,与自然界中许许多多的物理真实只能条件存在一样,微观世界中“相干叠加”现象同样只能条件地存在着,相应存在引起相干效应的物质基础。因此,将微观世界的“相关叠加”无条件化,掩盖了相关物质基础的真实存在,不仅使量子力学深深陷入矛盾之中,还成为干扰人们进行正常理性思维的严重障碍。

14.6.3 量子力学研究对象的再次探讨

前面的分析曾经指出,如果暂时超越自然科学必须严格遵循的、以逻辑相容性为全部内涵的理性原则的限制,而仅仅从人类逐步深化认识历程中的实际贡献这样一种历史唯物主义角度考虑,那么,经典量子力学曾经发挥的重大历史意义在于:在人们面对一个几乎毫无理性认识的微观世界时,无论是像 Schrödinger 方程那样仅仅依赖对物质运动的一种想象拼凑而来,还是采用被 Dirac 称之为“有趣游戏”的数学模仿所建构,或者更为直接地说就是没有任何理性可言的其他形式表述,实际上它们都为人们提供了一种“试探”式的思考模型,使得人们渐渐打开了那个荫蔽于微观世界之中的“黑箱”,将宏观理论最初对于“物质粒子”一种过分贫乏、简单、虚假的认识逐步引向丰富、复杂和真实。

如果采用形式表述的方式表示这种逐步符合物理真实的复杂化过程,那么,这种试探式思考的实际历程,本质上就是对作为“处于不同理想化物质环境之中的不同理想化粒子”一种形式界定的“状态空间”,做出了如下所示的一种“渐次扩展”过程:

$$S_{\text{macro}} : \{x, p\} \rightarrow S_{\text{micro}} : \{x, p, n, \dots, \chi, \dots\} \quad (14.6.4)$$

除了原来存在于宏观力学粒子状态空间中的空间位置矢径 x , 粒子动量 p 以外,其他所有形式的“量子数”本质上仍然属于微观粒子的状态参数。

此处,值得再次引用那个曾经引用于本书开卷之首,并且其间一再重复引用,为某些研究者针对量子力学哲学基础问题而深刻提出的两大质疑,即针对量子力学所研究的特定“物质对象”的质疑

“量子力学对于独立于认识之外的客观世界究竟给出了什么表述?”

以及与这个质疑关联,本质上针对量子力学“有限表现能力”或者“有限论域”所作的另一个质疑

“量子力学对于客观世界究竟给出了什么深度的表述?”

当然,之所以反复引用这样的质疑,在于告示人们这样一个平凡然而重要的基本事实:对于整

个量子力学所作的这种前提性的质疑,其实应该是过分平常、合理和吻合于一般科学理念的,当然,也可以说是对一种基本科学精神的维护和捍卫。但是,对目前的主流科学世界而言,当他们以承认和鼓吹所谓的“第一性原理”,实际上以此为借口回避自然科学的“可解释性”原则,以及由此而彻底否定蕴涵于可解释性之中的“逻辑相容性”原则,从而最终只能公然放弃自然科学研究必须满足的无矛盾性原则的时候,提出上述质疑的这一事实本身,本质上就对这种纯粹“自欺欺人”式的自我安慰,或者以“宗教情结”为借口而维护谬误,拒绝一切理性批判的“霸道”行为构成了一种逻辑否定。

尽管笔者不能确信,原质疑的提出者是否愿意,或者是否十分反感将其推至这样一种人们通常不愿意介入,然而在重大科学争论几乎无可避免涉及“科学人”的严重冲突之中,但是,任何一个善良和诚实的研究者必须意识到,对于任何形式“第一性原理”的鼓噪以及借助“第一性原理”而掩饰矛盾所作的严肃批判,必然对当今主流科学世界构成一种“人文”意义上的挑战和冲击则是毋庸置疑的。

显然,如式(14.6.4)所示,在经典量子力学客观上逐次完成对微观粒子状态空间的扩充过程中,那个为相应状态空间

$$S_{\text{micro}} : \{x, p, n, \dots, \chi, \dots\}$$

所形式定义的理想化微观粒子正是量子力学所研究的物质对象,相反,以这些理想化微观粒子为确定物质对象所构造的形式系统,必须以理想化微观粒子存在本身作为形式系统得以存在的逻辑前提。

另一方面,当人们已经认知无法穷尽某一个“量子作用历程”的细节,并且根据“自存的物质世界总以一种最有效方式实现属于自己的运动”这样一种最朴实理念,相应能够为其合理地构造一种变分原理,诸如下式所示的一种形式表述:

$$\begin{cases} \text{Min} : \text{Act.} (q_i, p_j, \chi_k) \\ \text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \end{cases} \in S_{\text{phy}} \cap t = t_c$$

人们还需要理性意识到,对于式中作为“约束条件”而出现,那个无法知晓相关细节的“量子作用”历程

$$\text{obj} : \delta q_i \cdot \delta p_j = \lambda \hbar \delta(i, j) \quad (14.6.5)$$

仍然需要前提性地存在着。否则,对于必须以“概率”形式出现的形式表述系统而言,相应也不存在这个形式系统得以存在的逻辑前提。这样,从侧面大概地回答了上面所提出关于“表述能力”的第二个质疑。和自然科学体系中的所有形式表述系统一样,量子力学不仅仅是粗糙的,而且,也根本不可能成为微观物质世界中一种“无论域”限制的普适性真理。

实际上,在描述诸如“氢原子”内部的运动学行为特征时,一种本质上完全相别于一般量子力学“几率表述”的 Bohr 量子论就是一种合理的描述。再次指出,在整个经典量子力学中,人们从来没有按照赋予数学物理方程的本质内涵,真正使用过一次 Schrödinger 方程,只是在人类对微观世界尚无形成理性认识的特定情况下,它曾经被用来猜测微观粒子状态空间的一种“试探”工具罢了。至于长时间以来人们以为,Bohr 量子论存在与经典电动力学中的相关结论逻辑不相容的问题,则由于已经重新做出严格证明,被否定的并不是 Bohr 量子论,而是那个用以否定量子论的整个经典电动力学存在大量数学推导方面的严重错误。其实,即使仅仅从现代科学世界通常崇尚的“直觉”意义考虑,对于作为表现“时间域”中运动电荷激发电磁场基础的 Lienard-Wiechert 势

$$\phi = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{e}{r - \frac{\mathbf{v} \cdot \mathbf{r}}{c}}$$

以及

$$\mathbf{A} = \mu_0 \frac{e\mathbf{v}}{r - \frac{\mathbf{v} \cdot \mathbf{r}}{c}}$$

其中都没有独立时间坐标的存在,几乎没有任何理性可言。而且,由于相关的数学推导早已在微分方程的“经典理论”中得以解决,并不像某些问题本身渊源于相关数学问题的存在。因此,这样的错误长时间存在于现代理论物理之中远不仅仅不可思议,而且,还凸现了现代主流科学社会在彻底放弃数学严谨性,崇尚所谓“第一性原理”的同时,对于形式逻辑一种过分实用主义的不严肃态度。

14.6.4 微观干涉现象的条件存在及其描述

明确指出式(14.6.5)所示前提性约束条件的存在,再一次告诉人们:建立在“几率表述”形式上的经典量子力学,绝对不可能成为微观物质世界的一种“无论域”限制的普适真理体系。这个陈述系统的形式特征仍然本质决定于被描述的特定物质对象本身:当存在某一个无法获知其细节的“量子作用”时,仅仅对微观量子集合最终结果的“几率”做出某种合理的预测。因此,根本无视特定的物质对象,无视逻辑,无限拓展量子力学的应用范围,乃至冠以“第一性原理”这样一种纯粹神学意义上的花环,最终使建立在几个人为猜测或者杜撰出来的公式之上的量子力学流于彻底的荒唐。

众所周知,量子力学中存在分别称之为“纯态(Pure state)”和“混合态(Mixture)”的两种状态,它们对应于两种不同的概率叠加方法。或者更为准确地说,因为在描述微观事件时的确存在两种完全不同的物理真实,所以相应需要引入两种不同叠加概率的方法加以表现。但是,在人们尚不能揭示这种差异真实蕴涵的物理内涵的时候,只是为了对这两种不同的物理实在加以区分,只能再一次误导和滥用“形而上学”,借助引入两种关于“态”的不同称谓掩饰认识中的不足。人们不能不遗憾地接受这样一种事实:自 Einstein 开创“凭借改变概念以搁置‘矛盾’客观存在”先河以来,这种奇怪的科学研究方法普遍存在于现代理论物理之中。但是,正如 Einstein 创造的“相对论”至今无法对 Michelson-Morley 实验做出任何理性解释那样,它并不能改变人们对于“无知”仍然处于“浑然不知”的状态。

在第 7 章和第 13 章的有关章节中已经多次提到了微观事件中真实存在的“量子干涉”问题。并且,通过电子双缝实验中仅仅当双缝距离处于“量子作用”尺度内才可能出现衍射现象的物理真实指出,微观世界中的相干现象与所谓宏观世界中的相干现象并无本质差异,它们都是对两个或者两个以上处于“彼此关联事件”最终作用结果的一种描述。不仅仅不能把微观世界中的“相干性”无条件化,而且,在本质上针对“单个”粒子行为,并且只能把“量子干涉”作用中真实存在的“相位”定义为“虚数”的经典量子力学体系中,任何希望对相干性做出描述的愿望本质上都超越了这个理论体系的有限论域。

事实上,一旦真实地意识到任何“量子相干”现象的出现都必然相应存在真实的物质基础,那么,探究这样一种物理真实并且努力做出描述将成为表现相干特征的唯一途径。因此,即使不考虑由于建立在错误的立论基础之上,纯粹拼凑出来的经典量子力学存在大量的非理性意

识,以至于最终只能借助“第一性原理”来掩饰形形色色矛盾的问题,但是,人们仍然需要清楚:一种根本不考虑逻辑前提、存在条件和有限论域,仅仅从某一个(甚至不是杜撰猜测而来的)公式出发所进行的无穷推理,虽然仍然可以根据经验事实,在无视逻辑严谨性的前提下拼凑出来与这种经验事实大概一致的描述,但是,正因为彻底抛弃以逻辑相容性为本质内涵的理性原则,最终只能将科学进一步引向紊乱和悖谬。

对照前面针对两个正弦波所作的分析可知,由于某一种真实物理作用的存在,使得两个波在满足相同“约束方程(即此处的正弦波方程)”的同时,产生了一种“有规律”的叠合效应。而这种有规律的叠合作用,又决定于两个“分波”的初始相位, ϕ_1 和 ϕ_2 , 即

$$C_0^2 = A_0^2 + B_0^2 + 2A_0B_0\cos(\phi_2 - \phi_1)$$

当然,如果仍然以电子的双缝衍射为例,人们可以推测如果微观粒子发生“相干效应”,那么,组合波的波幅 C_0 可以大概表示为如下的函数形式:

$$C_0 = C_0(D, v, m, e, \lambda) \quad (14.6.6)$$

除了 m 和 e 仍然用以表示微观粒子的质量和电荷量以外, v , D 和 λ 分别用以表示发射电子的速度、晶格距离和表示微观作用能量的量子数。显然,在特定实验条件下,微观粒子的干涉条纹相应是确定的,当然,对于相干效应的研究,超越了 Schrödinger 方程本质上以“个别”微观粒子为物质对象而定义“几率波”可能具有的表述能力。

在以物质世界为对象的自然科学研究中,人们必须努力杜绝那些以接受“第一性原理”为基础,本质上掩饰那种不具任何“解释”能力,并且,借助对于形式表述一种过分简单的形而上学,相应形成一种纯粹属于自欺欺人的心理安慰式的思维习惯,努力寻求隐含于形形色色“相干效应”中的物理本质。因此,一般而言,对于任何两个离散粒子 a 和 b ,只要在某种力学作用 $f(a, b)$ 之下而处于彼此关联之中,那么,属于这两个离散粒子的运动 $v(a)$ 和 $v(b)$ 并不完全独立,自然地处于一种“相干”作用之中,即

$$f(a, b) \rightarrow v(a) \wedge v(b) \quad (14.6.7)$$

特别是对于某一个特定的粒子集合,如果其中的每一对粒子都具有完全相同的力学作用,并且,相应呈现一种“周期性”特征的时候,那么,存在于粒子集合中的“相干效应”同样会呈现出某种周期性特征。

因此,人们可以将此处的这个表述视为“相干效应”的一种“广义”定义,可以据此对形形色色干涉现象的出现做出解释。并且,在这样一种特定意义上,对于一个本质上是离散的物质世界而言,同样正是某种特定作用的存在,使得某一个特定空间域中的物质存在处于一种“彼此关联”的状态之中,相应形成局部域中的一种理想化的“物质场”。于是,不仅仅干涉效应并不仅仅属于场,并且,与干涉效应隐含着某种物理作用的存在相一致,物质场的存在仍然需要以某种物理作用为逻辑前提。当然,正如 Lorentz 电子论正确揭示的那样,普遍存在于微观世界中带电粒子之间的电磁力,成为呈现形形色色干涉现象的物理基础,而根本无需一种源于简单“形而上学”思维,对于“波”运动形式的依赖。

至于对 Dirac 关于“电子干涉”所说的那个名言,即“电子的干涉只能是电子自己与自己的干涉”,充其量也只是由于对量子力学所描述对象的无知,而源于“第一性原理”的某种灵感,它将随着量子力学被描述物质对象的确定而会在整个人类认识物质世界的逐次深化历程中自然地消失。其实,如果注意到对于为什么允许量子力学仅仅采取没有任何逻辑关联的“形式模仿”构造整个算符系统这样的重大论题,Dirac 也只不过描淡写地将这种模仿称为一种“有趣游

戏”而已,当然,对他的话就无需予以任何认真对待。

14.7 关于“微观事件统计决定性、de Broglie 波和概率波”的若干补充分析

无论是从人们通常关注的量子力学哲学基础出发,还是从那个实际上已经被放弃了的形式逻辑考虑,在针对一般量子力学著述所说“微观事件的统计决定性”的问题上如何真正形成一种理性认识,都具有前提性的根本意义。由于这个问题对于整个量子力学的认识如此重要,在即将结束直接与量子力学有关的讨论以前,仍然值得花费较大篇幅和精力,再对这个命题进行一些补充讨论。

14.7.1 微观事件的统计决定性

按照惯例,仍然先援引经典著述中的相关论述,再对其中的主要论点进行评述。此处所引用的,属于某量子力学教材“绪论”一章中的若干主要陈述,并且,仍然按照原标题所述顺序逐次进行讨论。

“在原子的自发辐射和光电效应或者 Compton 散射等光的产生和转化过程中,光的能量和动量总是以一个个光量子即光子的形式出现的。在这些物理过程中,光的能量和动量总是一份一份进行交换的,其中的每一份能量和动量就对应着一个光量子。对于单色光说来,分别由

$$E = h\nu$$

和

$$p = \frac{h\nu}{c}$$

表示每个光量子所携带的能量和动量。

以上论断具有双重意义:一方面,在光的产生和吸收过程中,不可能出现小于一个光量子的能量或动量的交换;另一方面,所有宏观的光学现象都是由一个个光子的产生和吸收的效果积累而成的。一句话,所有观察到的光学现象,都可以分解为一个个不可以再分解的单元,其中,每个单元都是由一个光子的产生和吸收的微观过程所引起的结果。

事实上,从 20 世纪开始,就不断有人用极弱的光束,对细针衍射、阶梯光栅、双缝衍射和 Fabry-Perot 干涉仪等有关的光学现象,进行很长时间的观察。在这类实验中,光束的强度减弱到每次接受到的都只可能是由单个光子所引起的响应,所以叫‘单光子干涉实验’。把这样积累起来的记录加到一起就会发现,所得到的图像都与用强光在短时间内曝光所得到的相同。由这些实验所得出的、总的观察结果同曝光时间长短无关的结论充分说明了由单个光子的效应所引起的各个观察单元是互相独立的,总的结果并不是由于各个光子之间的相互影响而形成的。

以上所说的一个观察单元,称为一个事件。它不仅是光学现象,而且是我们所观察到的一切物理现象的基本单元。例如,假若在一块电视屏幕上显示出一幅固定的画面,当我们逐渐减弱送给显像管的信号时,屏幕将会逐渐暗淡下去,最后用肉眼就什么也看不清了。但是,如果我们用专门的手段进行检测,并且继续减弱信号,那么当画面暗淡到一定程度之后,就不会出

现一幅幅完整的画面,而是会出现一些千疮百孔式甚至满天星斗式的一幅幅不完整的图像。最后,如果还可以观察到的话,当信号减到极弱时,我们将看到一个个光点先后在屏幕的不同位置上闪亮。这每一个光点就代表着一个观察事件。当我们把足够长的时间内记录下来的大量光点拼集起来,结果就会得到原来的画面。

在上面所举的例子里,在荧光屏上观察到的每一个光点,是由一个电子轰击所引起的,它的响应只局限在微小的空间范围之内。这一区域在宏观上是微小的,但是在微观上却包含了许多原子分子,这样才可能用肉眼或者显微镜之类的仪器看得到。另外有一类探测器,例如电离室和计数管等等,当在它们内部触发了一个微观过程的时候,相应输出的是一个电脉冲信号。这里所讲的每一个小光点和每一个短脉冲,都是一个可以观察到的事件。无论如何,只要观察过程足够缓慢,总可以看到观察到的结果是由一个个的事件组成的,而且每个事件的响应只局限在宏观上很小的空间或者时间范围之内。这就足以使我们相信,每个事件都是由某种物质的量子即粒子所引起的。

下面以放射性现象为例,继续做进一步的讨论。设有一种放射性核素,它会发射出某种带电的射线粒子。这些粒子在云雾室或核乳胶内留下一条条径迹,或者使电离室或计数管装置发出一个个电脉冲。在 19 世纪末,即放射性现象发现之初,就已经知道了放射性衰变等的指数规律

$$N(t) = N(0)\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

式中的 $N(t)$ 是在时刻 t 存在放射性核素的数目, τ 是这种核素的平均寿命。这里所说‘平均’的意思是,参数 τ 是用大量放射性衰变事件的观察数据,与上述表述作拟合处理而得出的一种平均结果。

由此可见,仅仅凭借观察一两个事件,根本不可能谈论粒子的寿命。只凭从少数事例得来的数据,也是无法准确测定放射性核素的寿命的。此外,从对实际上数目有限的衰变事件所得出的数据同上述指数式定律的偏差的研究表明,这种偏差的性质与随机事件的正态分布相同。由此可以得出结论:放射性衰变是完全随机发生的。亦即,每个事件是独立发生的,互相之间不存在任何有规律的联系。

譬如,面对一块放射性物质,当我们观察到一次衰变事件之后,无法确切地知道下一次衰变将在什么时刻发生,也无法知道下一次将会轮到哪一个原子核发生衰变。这是因为,从来不存在任何理论可以确切地预测,个别的原子核将会在什么时刻发生衰变。我们还可以从全同性原理知道,所有同一类的原子核都是相同的,对它们既不可以进行辨识区别,也不可以贴上标记编号。这种全同性意味着,微观粒子是同它已经存在的时间是没有关系的;或者说,不管什么时候产生的粒子,都是一样的。在这个意义上,微观粒子是没有历史包袱的,同一种粒子是没有老嫩强弱之分的。因此,现存的同种粒子都是一样的,个别粒子为什么会在某一时刻消失,是不可能找出具体原因的。

在像医学统计或者产品统计那样的普通统计学里,每个个体的行为都是遵循一定因果规律的。亦即,在这些情况下,任何一个体出了毛病甚至要报废,原则上都是可以找出原因的。所以,在普通统计学里对大量个体进行调查检验所得出的统计发布,是建筑在每个个体因果决定性的基础之上的。再回顾在经典统计物理学中,虽然我们实际上不可能同时对一个宏观物理系统内所有原子或分子的坐标和速度进行测量,但是我们仍然假定每个原子分子都遵循着

Newton 运动定律,沿着某种轨道改变着它的位置和速度。而且,尽管我们事实上没有办法给任何一个原子分子贴上标签,可还是在想象中为它们编上了一个个号码进行计算。由此可见,在经典统计物理学里,实际上对微观粒子使用了一套只适用于宏观对象的方法。在那里所讲的统计发布,也是建筑在每个个体的假想的因果决定性的基础上的。

现在,在微观物理学里,对个别的微观事件会怎样发生,是无法做出确切预言的,因而也是无法找出具体原因的。所以,微观物理学里的统计决定性是不依赖个体行为因果决定性的一种全新的统计决定性,可以称它为本质上的统计决定性。

以上的论证对于微观现象是具有普遍意义的。例如,当被观察到的粒子存在着几种不同的衰变方式时,现代物理学理论只能求出大量的观察事件中各种衰变方式所占的统计比例即‘分支比’,而无法预言个别粒子的衰变将以哪一种方式进行。又如,一般来说,探测到的衰变过程的末态粒子,朝哪一个方向射出都是有可能的;理论上只能求出在大量的观察事件里的某种末态粒子,对于各个不同的射出角度的统计分布即‘角分布’,而无法预言个别末态粒子将朝哪一个角度射出。事实上,我们亦不能建造某种实验装置,使微观粒子只能按某种指定方式进行衰变,或者其中只出现沿指定角度产生的某一种末态粒子。这都说明了,个别微观事件为什么按这一种方式而不按另一种方式发射,是找不出具体原因的。

Bohr 曾经设想,能量守恒和动量守恒也只在统计意义上成立,而个别的微观过程不必遵守,这样仍然有可能推出过去在宏观范围内得到支持的这两条守恒定律。后来,Compton 散射的实验结果证明这种极端想法是没有根据的,个别的微观过程依然严格遵守能量和动量守恒定律。可是,即使受到系统总能量和总动量在反应前后保持不变的限制,在末态含有三个或者更多个粒子的情况下,末态粒子的能量分配仍然不能确定。例如放射性核素的 β 衰变中,放出的 β 粒子的能量的取值不是固定的,而是可以在从零到某一个极大值范围内变化。现代物理学理论只能计算出这些 β 粒子的能量在这个范围内的统计发布即 β 能谱,而无法预言个别衰变事件中放出的 β 粒子的能量将会采取什么数值。

总而言之,在微观物理学的领域中,除了由有限的一些守恒定律所限制的严格要求之外,一般来说,在理论上我们只能满足于求出大量同类事件的统计分布;而对个别事件将会怎样发生的问题,无法做出具体的回答。Born 很早就讲过:‘在这方面量子理论是和实验者一致的,因为对实验者说来,微观坐标也是力所不及的,所以他仅仅数出事例的数目,并且满足于统计学。这表明量子力学同样只回答适当提出的统计问题,关于个别现象的过程问题是说不出什么的。’这就是我们所讲的微观物理学的本质上的统计决定性意义。”

正如本书前面曾经加以引用,实际上也几乎为所有传授量子力学理论的大学教师共同承认的一个基本事实:讲解量子力学的版本太多,而对量子力学原理理解上的争论也都不了了之,以至于最终出现“你教你的量子力学,我教我的量子力学,每个人都有自己的量子力学”的情况。当然,此处所引用的经典论述属于许多不同版本中的一个,但是,应该承认除了能够反映目前科学世界对量子力学体系一种大体上的“主流”看法以外,对于量子力学基本原理的阐述和理解是有许多独到之处的。当然,这也是不厌其烦较为完整引用原文,进而再做若干简单分析的缘故。

首先需要肯定,引文指出与宏观粒子个体处于一种“确定性”的描述之中不同,微观粒子自身则始终处于一种“不确定性”之中,从而针对宏观物理学以及量子力学两种统计方法蕴涵着本质差异的认定是恰当的,尽管笔者并不主张使用“因果决定性”这样一种哲学用语。事实上,

笔者更主张接受 Mach 关于“因果性(Causality)”的主要观点。对于人类面对的那个自存、彼此关联的物质世界而言,本质上谈不上何为因何为果的问题。任何一种形式表述的“规律”,本质上只是蕴涵于“理想化”物质对象之中的某种“抽象同一性”罢了。吻合于对物质对象所做的理想化认定,当然,必须满足该理想化物质对象内蕴的这种抽象同一性;相反,某一个特定的物质对象服从该处所说的抽象同一性,则它自然就属于相应的理想化物质对象。所谓“因果律”仅仅作为一种习惯认识,属于人们的思维理念,而不属于为人们希望认识的无尽和充满复杂性的物质世界。

但是不得不指出,正如整个量子力学由于它所描述的物质对象到底是什么这样一个前提性的问题没有解决,不仅本质地放弃了数学严谨性,将其降格为“实验室数据”系统,而且,除了让人们接受“第一性原理”以外没有任何理性可言,人们同样无法从上述引文的相关陈述中发现微观粒子为什么出现不确定性的原因,一种独立于人为意识以外的,归结于物质对象自身的客观原因。或者说,相关的整个论述无法真正摆脱目前理论物理普遍存在,本质上相合于“第一性原理”这样一种进行简单“形而上学”思考的范畴,从一个有待证明的观念开始,到另一个同样没有予以证明的观念而结束。

事实上,处于“量子作用”之中微观粒子的运动之所以不具“确定性”,全部在于 Planck 量子理论所揭示的“离散”物理真实

$$E = h\nu \quad \nu = 1, 2, \dots$$

也就是说,对于这样一种真实存在的“离散”过程,除了微观粒子的某种“初始”状态以及作用其上的“离散能量”以外,人们无法了解这个过程的任何真实存在的细节,当然,这成为经历了量子作用的粒子的运动学状态不可能具有“确定性”结果的全部原因。

14.7.2 de Broglie 波

“1922 年,de Broglie 就曾经以 Einstein 的光子概念为基础,研究过黑体辐射和其他问题。1923 年,他又把关于光既是波动又表现出粒子性质的这种令人费解的双重性,以一种新的形式赋予电子那样的实物粒子。de Broglie 提出:‘任何运动着的都会由一种波动伴随着,因而不能讲物体的运动同波动的传播分拆开来。’他把这种设想的波动称为‘相位波’,并且认为,为了使实物粒子的能量和动量同时满足量子化条件和狭义相对论的要求,就必须存在着这种包围着粒子的相位波。

今天看来,de Broglie 当年的推导,也许只有历史上的意义了。所以,我们不必在这里重复,而只列出他的结果,即 de Broglie 波长公式

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

式中 p 是电子的动量, λ 是与电子相伴的相位波的波长。

回顾 Einstein 在为光子设定的动量公式

$$p = \frac{h\nu}{c}$$

中,由于光的波长

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

所以对光子说来,亦满足 de Broglie 波长公式所表示波长 λ 与动量 p 成反比的关系。因此,后

来由一种流行的说法是:de Broglie 所做的,不过是简单地把关于光子的波长公式‘推广’给了电子。然而,如上所述,de Broglie 当时并不是简单地搬用了光子的结果,而是进行过一种以相对论和量子论为基础的具体推导。而且,de Broglie 的原意并不是认为电子有什么波长,他的波长公式是属于同电子并驾齐驱的‘相位波’的。按照 de Broglie 的设想,相位波本身并不携带能量,只是起到引导电子运动的作用。de Broglie 还证明,在他的理论中,当满足 Bohr—Sommerfeld 量子化条件时,原子中电子轨道的周长,正好等于伴随电子的相位波的波长的整数倍。亦即,当相位波沿着闭合的电子轨道形成驻波时,电子的运动状态就达到稳定。de Broglie 由此宣称:‘我们相信这是对 Bohr-Sommerfeld 稳定性法则合理性的第一个物理学解释。’

de Broglie 在提出他的假设时还指出,当电子束穿过小孔或者射到晶体表面上时,应当显示出衍射现象,从而可以观察到这种假想波动的效应。1925 年, Davisson-Germer 用电子束轰击单晶镍的适当晶面,观察到反射电子角分布的最大值与入射电子的速度有关。而且,所得结果同用 X 射线射到相应晶面上所产生的衍射图样相吻合,通过同光学对比所测定的波长也同 de Broglie 公式相符。因此,他们的工作实际上是运用从 X 射线衍射了解到的规则晶体点阵作为衍射光栅,对于电子束验证了 de Broglie 波的存在。

例如,对于非相对论性粒子,可以把 de Broglie 波长公式写成

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}} \quad E = \frac{p^2}{2m}$$

对于电子有公式

$$\lambda(\text{nm}) = \sqrt{\frac{1.50}{E(\text{eV})}}$$

例如,能量为 150eV 的电子的 de Broglie 波长等于 0.1nm,相当于原子大小的数量级。

后来,随着量子力学的诞生和发展,人们普遍把 de Broglie 波说成是描述电子等实物粒子本身的一种“物质波”。而在一段漫长的岁月里,de Broglie 自己也不再提起他的相位波了。其实,在量子力学里,对于适当的粒子束流状态,完全可以独立地推导出 de Broglie 波长公式,而不需要什么额外的假定。并且,在量子力学中出现的这种波动形式,既不是什么‘物质波’,也不是什么‘相位波’,而仅仅是一种‘概率波’。

事实上,以上提到的 Davisson-Germer 实验中,从晶体表面反射回来的电子所呈现出来的角分布,就是那种大量同类观察事件对于各种射出角度的统计分布的概率分布。所以,所谓 de Broglie 波的实际意义,指的就是在观察时发现的概率的一种传播形式。正是在这个意义上,我们把它当作一种概率波。并且,这种理解与我们对量子力学的解释相一致。

基于以上所说的原因,在许多现代的量子力学教科书里,都没有单独设立 de Broglie 波这个论题。不过,为了展示历史发展的脉络,消除一些不必要的误解,讲一讲这部分内容还是有好处的。

.....

必须强调,无论在电子的晶体衍射还是在中子干涉的情况,像在相应的光学实验中一样,能够直接测定的只是有关的波长而不是波动的频率。因此,谈论 de Broglie 波的频率或者电子本身振动的频率是没有意义的。因为所谓‘频率’是没有观察效果的。所以,一般讲的 de Broglie 关系专指

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

至于适用于光子的关系式

$$E = h\nu$$

则称为 Einstein 关系。”

对于此处的引文,需要引起人们重视的是:与长期以来习惯于将“波粒二象性”作为构建整个量子力学基础的这样一种主流意识存在明显差异,而以一种较为含蓄的方式予以了回避,甚至可以理解为对这样一种通常认识的否定。或者说,与许多现代量子力学著述“没有单独设立 de Broglie 波这个论题”,但是却避免做任何深入探讨的现状不同,在此处的引文中,对相关概念提出的历史真实以及如何加以澄清的问题都进行了正面的阐述。应该说,这样一种努力仍然是相当不容易的。^①

但是,如果说以“波粒二象性”为本质内涵的“物质波”概念并不反映 de Broglie 的本意,或者正如许多研究者都已经理性意识到的,de Broglie 将那个想象之中“相位波”所形成的“驻波”与电子运动状态构成逻辑关联的解释过分勉强,仅仅隶属于一种纯粹“思想实验”的范畴,相应缺乏任何真实物质基础的支撑,那么,人们可以发现:即使像引文所述“既不是什么‘物质波’,也不是什么‘相位波’,而需要代之以‘概率波’”,但是,这样一种变化仍然只是称谓上的变化,对于如何赋予所谓“量子力学中出现的波动形式”一种建立在物质基础之上具有可信意义物理解释这样一个具有根本意义的问题,并没有丝毫实质性的变化。

而且,在相关陈述中存在一系列的认识不当问题。

首先,什么叫做“概率波”呢?按引文所述,指的是“观察时发现电子的概率的一种传播方式,从而可以把它‘当做’一种概率波。”如果按照量子力学,将此处所说的概念视为空间“一点”处发现某“微观粒子”的概率,那么,何以理解所谓概率在空间的传播,为什么可以以及如何将定义在离散微观粒子上的概念与另一种仅仅属于“连续场”的“波”构成逻辑关联呢?也就是说,只要承认“波动形式”或者所谓“波动方程”的存在,本质上就不能回避“波粒二象性”的问题。除非仍然采用“第一性原理”,彻底放弃作出任何物理解释的企图,将相关表述直接定义为一个“公理化”的逻辑前提。

从另一个角度考虑,该引文的著者仍然没有真正搞懂如 6.4 节所描述的这样一个具有前提意义的基本事实:波运动总可能呈现相关效应,而出现相关效应的物理基础在于隐藏于波运动之中、某种“约束”机制的真实存在;另一方面,对于处于两个相互力学关联之中的粒子,正因为也仅仅因为这个力学关联的存在,使得它们的运动并不独立,而这种运动学中的相互影响正是相关效应的物理本质。因此,对于物质世界形形色色相关效应的存在,揭示存在于物质对象自身的力学关联才具有本质意义。相反,就干涉效应仅仅归结为波运动,不仅仅属于一种过分简单化的形而上学思维方式,而且,掩盖了大量真实存在于波以外的干涉效应。

当然,如果说展现“相干效应”的力学机制能够处于一种“大体”不变的状态之中,因此,可以采用类似于三角函数这样的周期函数对其加以描述的话,那么,这个引文的著者依然没有认

① 当然,对于这样一种含蓄否定乃至起码是冷落“波粒二象性”的方式,或许可以视为主流意识中普遍发生的一种“潜”变化。人们可以发现,即使对于本书所引用不多著述中的不是个别的著述,同样采取了完全不再提及“波粒二象性”这样一个即使从语义学考虑也由于“自否定”结构而明显存在逻辑不当,被长期用做构造量子力学的前提性概念。

识到这样一个基本事实:对于由“量子作用”而处于相互关联之中的微观粒子,尽管几乎时时处处都真实地处于一种“相干效应”之中,但是,任何试图对相干效应做出“细致化”描述的努力,都超越了经典量子力学以“单个”微观粒子在空间某一点处出现的“几率”为因变量,不自觉地以“能量极值”原理为物理基础,一个猜测出来并不正确构造形式系统可能具有的表现能力。如果希望表现微观粒子之间真实存在的“量子相干”效应,那么,必须采取类似于式(14.6.6)

$$C_0 = C_0(D, v, m, e, \lambda)$$

的方式,努力揭示所有与相干效应相关的物理真实。

14.7.3 概率幅

“通过关于 de Broglie 波的讨论,我们看到了作为波动形式特征的干涉效应。然而,对电子在晶体表面上的衍射和中子干涉仪的分析,都需要依赖通过光学实验手段对晶体结构的了解,因而并不能算作是对 de Broglie 波的直接证实。历史上,光的波动性的关键性证据来自杨氏的双小孔或者双缝衍射实验的结果。因此,de Broglie 波的最有说服力的证据,必须来自利用人工制成的形状规则障碍物所做的衍射实验。

根据 20 世纪 80 年代使用电子全息技术完成的电子双路衍射实验,对于涉及电子微观现象的基本性质可以概括成以下两条原则:

(A) 每一个独立观察到的事件,总是只在一个很小的时间-空间区域内发生响应,它是由接受到的一个电子所引起的效果;

(B) 在相同条件下观察到的大量事件的积累,显示出一种反映确定衍射图像的,电子到达位置的统计分布。

这样得到的大量事件的统计分布,亦即电子到达位置的概率分布,所以对这种现象的表现采用了‘概率波’的说法。可是,在这一类过程里,究竟是什么东西在互相干涉呢?或者说,什么才是这种‘概率波’的波动振幅呢?事实上,在量子力学建立之初,即在电子双缝衍射实验还没有实现以前,已经把它当做一种‘思想实验’来讨论一些基本问题了。

双缝电子衍射实验表明,假如将电子束的强度减弱到足以分开每一个事件,我们将会发现电子是逐个到达屏幕上的,每个事件对应于荧光屏上的小光点,而不会同时出现多于一个光点或者一大片光晕。大量事件记录积累的结果,会呈现出一定的衍射图像。

作为电子双缝衍射的第一步,先封闭缝 2,只开放缝 1。这时每个个别事件的光点位置是不确定的,而积累了大量事件,就观察到用一条曲线 P_1 表示事件数目的统计分布,显示了单缝衍射的效应。

第二步,反过来关闭缝 1,只开放缝 2,相应得到与曲线 P_1 形状完全一致的另一条曲线 P_2 。

最后,同时打开两个缝,发现个别事件的光点更不确定,各个光点散布的范围更广,显示为曲线 P 表示的统计分布。

在以上三种情况下,三条曲线 P_1 , P_2 和 P 分别表示各自情况下荧光屏上出现光点的概率分布。如果研究的不是电子等微观粒子,而是如沙粒或者弹丸那样服从经典物理学规律的宏观颗粒的话,无疑有

$$P = P_1 + P_2$$

但是,在微观粒子的衍射实验中

$$P \neq P_1 + P_2$$

由此可见,在过去一切统计理论中一直严格遵守的概率相加规则,并不适用于微观物理学。因而,需要寻求能够解释电子双缝衍射结果的一种新的概率计算规则。

为了解决这个问题,必须引入概率幅的概念。设每一种概率分布函数都可以表示成一个概率幅复函数的绝对值平方

$$P(z) = |\Psi(z)|^2$$

式中的 Ψ 函数就是概率幅,因为它的模方等于概率函数而得名。可以认为,它就是 de Broglie 波或者概率波的波幅即概率振幅。

现在,需要陈述微观物理学理论里面最重要的一条原则,它使得量子力学从根本上区别于过去的一切科学理论;

(C) 每种情况下观察到的电子到达荧光屏的概率,等于相应概率幅的模方。当电子可以通过不同途径到达时,其概率幅等于分别通过每条路径到达的概率幅之和。

以下把这条原则应用于电子的双缝实验。按照这条规定,当单独开启缝 1 或缝 2 时,相应的概率分布函数分别是

$$\begin{cases} P_1 = |\Psi_1(z)|^2 \\ P_2 = |\Psi_2(z)|^2 \end{cases}$$

其中, Ψ_1 和 Ψ_2 分别是单独开放缝 1 和缝 2 时的概率幅。当同时开放两条狭缝时,总的概率幅应当是它们的叠加

$$\Psi(z) = \Psi_1(z) + \Psi_2(z)$$

因此

$$\begin{aligned} P(z) &= |\Psi(z)|^2 \\ &= P_1(z) + P_2(z) + 2\text{Re}[\Psi_1^*(z)\Psi_2(z)] \\ &= P_1(z) + P_2(z) + 2\sqrt{P_1(z)P_2(z)}\cos[\delta_1(z) - \delta_2(z)] \end{aligned}$$

式中 δ_1 和 δ_2 为复函数 Ψ_1 和 Ψ_2 的相位因子。于是,式中最后一项表现出概率幅相位差的周期变化引起的干涉机制。

事实上,只接受以上所讲的(A)和(B)两条原则,仍然可以保留概率叠加的旧规则而不会发生逻辑上的矛盾。这样的理论,也许可以在处理简单的放射性衰变现象时不会产生什么困难,但是,对电子双缝衍射实验的解释则是无能为力的。因此,量子力学的关键一步,乃是概率幅叠加的规则(C)。由此亦可看到,量子力学并没有使概率论这门数学变得无效,而是发展了它的新形式,用概率幅的叠加代替了过去的概率叠加。

要注意的是,以上原则(C)里所讲的多种不同的‘可能途径’,指的是实验条件使得电子有可能通过不同途径到达探测器而不加辨别。在这种情况下适用概率幅的叠加原则。此外,一般来说,我们还是可以弄明白电子是通过什么途径到达的。例如,在双缝衍射装置障板附近施加适当的照明,就可以看清楚电子是从哪一条狭缝穿过去的。不过,在光照下,一个电子被看到了,意味着发生了电子同光子的 Compton 散射过程。能够被看到的,正是散射之后能量和动量改变了的光子。与此同时,在散射以后,电子的能量和动量由于同光子的交换而发生变化,它不再属于原来具有特定动量值的‘单色’电子了。因此,被测定了位置的电子就失去原有的相干性而不再适用于衍射实验了。对于这些被确定了通过途径而变得非相干的电子,上述叠加公式中的干涉项消失,退回为简单的概率叠加规则。

总之,此处提出的(A),(B)和(C)三条原则,引入的概率幅概念以及相应的叠加规则,蕴涵着量子力学的主要原理及其基本解释,为我们提供了理解量子力学的一串钥匙。”

显然,如果能够接受引文的思想,将其提出的三条基本原则界定为指导整个微观物理学的基本原则,并且,仍然像引文著者主张的那样,将其中的第一、第二条认定为一切科学理论需要共同遵循的普遍原则,而将其中的第三条原则仅仅归于微观物理学,那么,人们不难发现相关陈述存在如下无法解释的问题:

(1) 引文所介绍的电子衍射实验并不能为人们引入“概率幅”提供任何理由,相反,这个实验恰恰告诉人们:当且仅仅当两条缝同时开启,成为另一种特定的物理条件的时候,才使得越过两条缝的电子运动处于一种“相关”状态之中。人们甚至还可以设想,存在于电子之间的相关效应,是通过缝材料微观状态的变化实现的;

(2) 或者说,除了仍然采取一种纯粹的“无理由”方式,引入“概率幅”这样一种人为构造的概念,并且,相应为其构造了一种特定的计算概率的方式以外,人们并不知道这个概念以及相关计算方法为什么能够存在的物理基础;

(3) 存在着“相干效应”的微观粒子属于一种物理真实;与此同时,彼此之间没有“相干效应”的微观粒子同样是一种普遍存在的物理真实。因此,上述第三种认定否定了后一种物理实在得以存在的基础,显然成为一种不真实的限定。当然,从形式逻辑考虑,正是上面所说引文无力揭示这一原则的真实物理内涵,必然出现这样一种不合理的状况;

(4) 即使能够以一种“第一性原理”的方式,接受引文关于“概率幅”所做的一种认定,并且,按照其规定的运算方式,即

$$\begin{aligned} P(z) &= |\Psi(z)|^2 \\ &= P_1(z) + P_2(z) + 2\operatorname{Re}[\Psi_1^*(z)\Psi_2(z)] \\ &= P_1(z) + P_2(z) + 2\sqrt{P_1(z)P_2(z)}\cos[\delta_1(z) - \delta_2(z)] \end{aligned}$$

计算概率幅的叠加,但是,本质上人们无法从经典量子力学的形式系统中了解该叠加法则存在的相位因子。事实上,从形式表述考虑,经典量子力学中的相位因子定义于“虚数”空间之中,对于概率的计算没有任何实际影响,当然,也正因为此,量子力学中的“时变”算子才可能恒为“么正”算子。而从相关的物理机制考虑,任何期望对“单个”粒子承受量子作用细节的描述,都超越了经典量子力学的有限论域。

总之,对于自然科学中任何一个陈述系统而言,如果在其建立之始就不得不承认某些前提性矛盾的存在,那么,这个陈述系统必然永远被置于矛盾之中,不可能因为强行引入个别名词或者称谓就可能改变这样一种内蕴矛盾的本质。

此处引文的著者似乎一再表达这样一种强烈的自信,以为他所做的这些相关陈述能够为理解整个量子力学提供一串“必备”的钥匙。其实,正如该著者在另一个著述引用其他研究者所说实际主张的那样:“我现在弄明白了,这里面没有什么需要弄明白的。以至于最终懂得,从一开始就将量子力学当做一种简单而自然的思考方式来接受。”当然,这正是几乎所有量子力学著述公开或者隐晦认同的那样,除了“第一性原理”以外,任何试图对量子力学做出解释的努力都永远不可能成功。事实上,如果承认存在“量子力学对于独立于认识之外的客观世界究竟给出了什么表述”这样的质疑,并且在这个前提性问题获得真正解决以前,那么,任何形式的解释始终不可能超越人为认识以内“循环论证”的范畴。

可以发现,该引文著者在他的其他著述中,重复援引曾经为汤川秀树十分赞许,当然也必然为援引者所

称颂的《老子》道学箴言：

“道，可道，非常道；
名，可名，非常名。”

相应给予这样的诠释：“自然的规律和秩序是可以讲清楚的，但是，它们不是通常意义的规律和秩序；科学的术语和概念是可以给予称呼的，但是，它们不是通常意义的术语和概念。”显然，这正吻合于目前科学世界中部分流行的所谓“物理学之道(The Tao of Physics)”思潮，用他们所称的“东方神秘主义(Eastern Mysticism)”搪塞现代物理学中大量存在的逻辑自悖现象，一种纯粹“鸵鸟式”思维的自我解嘲方式。

其实，此处不妨将《老子》所语稍作变动，重写于下：

“道，可道，非‘真’道；
名，可名，必‘恒’名。”

当然，恰恰与上述解释完全相反，它仅仅希望表现这样一个或许属于自然科学研究中的永恒理念：“面对无尽的大自然，可以对于蕴涵于物质对象自身的抽象同一性做出描述，但是，人类或许永远也不能真正说清楚什么是原因和结果的问题；相反，着眼于人为构造的自然科学体系，可以随着被描述物质对象的不同而构造不同理想化定义的概念，但是，无论被描述的物质世界如何变化和丰富多彩，人们必须赋予作为无歧义科学语言系统基元语汇的概念以恒定的意义。”

结 束 语

总之，如果说需要严格遵循“物质第一性”和“逻辑自洽性”原则，并且以这样两个彼此互为依存的原则作为唯一的判断基准，对自 Newton 以来的整个自然科学体系进行一次历史性和全局性的梳理，那么，绝对不是对经典理论体系的简单否定，更不是否定任何一个特定的经验事实，而只是揭示不同经验事实中隐含的理想化物质对象，以对于理想化物质对象做出前提性认定为基础，使用无歧义的统一科学语言，努力对所有的经验事实做出有限真实、但是必须彼此逻辑相容的重新表述。

当然，面对无尽的大自然，当人们真正理性意识到任何一种形式表述仅仅逻辑地隶属于某一种特定的理想化物质对象，而不再成为一种限制人们理性思维的教条之时，才可能不断探索和发现无尽物质世界中那些尚没有为人类认识到的更多未知现象，从而能够对于这些有待人们认识的未知现象，隐含于其中具有“独立”意义的理想化物质，以及相应存在的抽象同一性做出无矛盾的描述。

参 考 文 献

- [1] Parker S P. 物理百科全书. 北京:科学出版社,1998
- [2] 杨福家. 原子物理学. 北京:高等教育出版社,2000
- [3] 范岱年等. 爱因斯坦文集,第二卷. 北京:商务印书馆,1977
- [4] Bergmann P G. 相对论引论. 北京:人民教育出版社,1961
- [5] 郑永令,贾起民,方小敏. 力学. 北京:高等教育出版社,2002
- [6] 赵凯华,罗蔚茵. 力学. 北京:高等教育出版社,2002
- [7] 王楚,李椿,周乐柱,郑乐民. 力学. 北京:北京大学出版社,1999
- [8] 吴大猷. 古典动力学. 理论物理(第一册),北京:科学出版社,1988
- [9] 丁慎训,张连芳. 物理实验教程. 北京:清华大学出版社,2002

[10] 章乃森. 粒子物理学. 北京:科学出版社, 1994

[11] 关洪. 量子力学基础. 北京:高等教育出版社, 2003

第 15 章 以“约定论”为基础的现代 数学面对“自否定”的重大危机

反省理论物理的同时,从整个自然科学角度考虑,人们无法回避经历了一个多世纪尚没有解决的“数学基础三大逻辑悖论”问题及其深刻影响,需要认真反思建立在“约定论”之上的整个现代数学体系真实面临着“自我否定”的重大危机。

19 世纪末和 20 世纪初叶物理学出现的“非理性”灾难,几乎不可避免地影响着数学。当然,也可以说物理学与数学几乎同时面对形形色色认识矛盾的巨大挑战,并且,它们彼此互为影响地共同推进人类自然科学研究史中空前出现的“非理性”思潮。等价地说,对于以捍卫逻辑相容性为唯一本质内涵与基本职责的数学体系,同样深刻面临着“逻辑不相容”的重大危机。

当然,或许即使对于通常不一定关注数学基础研究的数学工作者而言,他们也不见得都知道作为当代“数学基础”的重要流派之一的 Brouwer 的“数学直觉主义(Intuitionism)”,其实早已采取一种诚实的态度,公然拒绝了逻辑,指出“数学推演真性的基本标准,只是执行一个关于此推演的智力试验在直觉上明显存在的可能性。”这样,在一方面,对于当代的整个数学世界,他们中的大多数人几乎无法面对“完全公开放弃逻辑或否定逻辑”的现实;但是,在另一方面,当面对一系列重大逻辑悖论的存在长时间无力做出真正合乎逻辑的回答的时候,又不得不“羞羞答答”地依赖形形色色对逻辑实际形成的否定,以维系本质上仅仅沦落为一种“称谓”的数学得以继续存在。其实,我们的当代数学世界真实地处于一种自我否定的尴尬之中。

如果允许从历史唯物主义的认识论角度考虑,19 世纪末和 20 世纪初,科学世界的思想呈现一种空前活跃的状况应该是可理解的。太多看似光怪陆离的“物理实在”突如其来地涌现于那个时代人们的面前,对于这些物理实在的认识远远超越了人们可能想象的范围或可以理性接受的程度。事实上,除了像 Mach 这样极少数的研究者,西方科学世界中的大部分人普遍接受“因果律”的思想,想当然地“以为”人类需要并且能够为物质世界自身的不同存在形式提供某种合理存在的依据。其实他们不懂,除了能够也必须“无矛盾”地使用同一化的形式语言,有限真实并且只是条件存在地表现这些自存的物质真实以外,人类并不能做比大自然本身更多的东西。于是,在理想中的主观愿望与客观能力限制之间,发生了一次史无前例的认识大碰撞,以至于一直以“崇尚逻辑”而自豪的西方科学世界,最终发展至“否定逻辑”这样一种完全相反的极端之上。

20 世纪初,当人们面对数学基础的一系列“逻辑悖论”问题长时间争执不下的时候,L. Brouwer 在一种“直觉”意义上觉察到,“公理化学派”并不能因为将某一个内蕴矛盾的陈述人为地称为“公理化假设”就可能真的改变矛盾存在的事实,从而改变一系列数学悖论的现状。在这种“直觉”认识基础上,Brouwer 向人们指出:“逻辑并不是先验和不可违反的”、“数学不过是心智的自由创造”等直觉主义的基本理念,从而为数学世界至今无力解答“数学悖论”存在的事实“仅仅”做出一种“默认”式的辩解。于是,直觉主义理念意味着:数学世界中的“逻辑不相容”不仅是一种真实的客观存在,而且,完全雷同于整个物理世界的真实存在,二律背反作为论证冲突的理性原则已经不再必要,矛盾已经让人们难以置信地在科学陈述中取得了一种“合

法”地位。

因此,围绕数学基础的争论向人们说明:现在已远不是考虑“逻辑不相容”现象在现代数学存在与否的问题,而是需要重新探讨数学到底是否能够服从逻辑,或者是否允许遵循逻辑乃至是否需要彻底放弃“逻辑相容性准则”的传统认定这样一个不容回避的本质问题。当然,如果任何一个科学工作者都理性地意识到任何矛盾的存在必然意味着自我否定,从而不可能真正抛弃或者甘心抛弃以“无矛盾性”为唯一本质内涵的理性原则的时候,那么,恰恰需要重视 Brouwer 为什么会公开声言放弃逻辑,与此同时却针对 Hilbert“形式主义”进行尖锐批判的基本事实,并且,发掘这种批判之中可能隐含的某些理性意识。

毋庸置疑,掩饰矛盾远比坦诚揭示矛盾偏离真理更远。因此,需要重新研究形式主义为什么不可能消除基础数学悖论的具体原因,进而在此基础之上努力探讨如何消除所有这一切逻辑悖论必须遵循的共同途径。事实上,也只能在这样一种严厉拒绝以“纯粹自欺欺人”方式回避和掩饰矛盾的认识前提下,才可能完成共同拯救已经严重陷入“逻辑不相容”危机之中的现代数学体系的使命。

15.0 引言——关于“Hilbert 公理化思想”本质蕴涵“伪科学性”的一般性概述

跨越了整整 7 个年头(1994.1~2000.12),中国的科学出版社终于完成了五卷本《数学百科全书》的出版工作。陈省身先生特地为该洋洋大著作“序”。其中,对数学做出这样一种描述性的概括:

数学的对象不外“数”与“形”,虽然近代的观点,已与原始的意义相差甚远。数学的主要方法,是逻辑的推理。因之建立了一个坚固的思想结构。这些结果会对其他学科有用,是可以意料的。但应用远超过了想象。数学固然成了基本教育的一部分。其他科学也需要数学作为理想的模型,从而发现相应科学的基本规律。

事实上,作为一种十分素朴甚至不妨称之为纯粹直觉意义的信念,人们通常总可以理性地相信:数学的全部灵魂和内核在于也仅仅在于“逻辑相容性”。人们可以借助本身并不包容任何特定内涵的形式语言,以达到保证在某一个形式表述系统的内部以及不同形式表述系统之间,需要严格遵循的无矛盾性目的。因为,如果同一陈述系统的内部存在矛盾,或者在不同陈述系统之间存在彼此相悖的论断,那么,必然逻辑地形成某种形式的“自我否定”结论,本质上也就不可能成为具有科学意义的陈述。所以,人们又十分自然地将数学视为保证一切有意义陈述满足“无矛盾性”要求的一种基本工具。

但是,从认识论的角度考虑,人类的知识体系始终体现人类认识的一种整体水平。或者说,对于知识自身的认识同样始终充满“时代”的特征,不同时代的知识系统具有属于不同特定“时代”的不同特定印记。正因为此,人们可以想象:在 20 世纪初叶, Einstein 仅仅凭借他的“直觉和顿悟”,公然提出“可以”且“必须”把他所说一对“矛盾着”的物理真实同时在“形式”上固定下来,继而仅仅以对“矛盾事实”所作人为认定作为唯一基础,构造一个无需任何与物质世界相关联的“逻辑前提”以及“存在条件”,从而可以普适地用于描述整个物质世界的“相对论”,并且,最终得到那个特定时代的科学世界承认的时候,这样一种公然以“矛盾事实”作为全部陈述基础的“反常”理念,自然演变成一种普遍认可的思维方式。事实上, Bohr, Heisenberg, Di-

rac 等属于那个特定时代的物理学研究者,正同样以一种完全“开诚布公”的态度,诚实地承认形形色色“内在矛盾”的前提存在,继而“创造”出一个本质上同样无需逻辑的量子力学。

当然,发生在那个特定时代物理世界中的一切,也必然深刻影响着那个仅仅以“逻辑相容”为全部本质内涵的“数学”本身。事实上,对于任何一个能够称之为“逻辑推理”的过程,结论或后件永远也不可能超越它的前提或前件。因此,假设人们能够认为某一个形式系统的“内部”在逻辑上是严密的,那么,如果在最初构造形式系统时存在着某种矛盾,该矛盾必然将始终蕴涵于整个陈述系统之中。于是,正如人们看到的那样:在整个现代自然科学体系中,逻辑已经形同虚设,完全被哲学家所说的形形色色“独断论”所取代,或者仅仅因为人们十分诚实地将任何一种人为认定称为一种“公理化假设”,那么,这种假设就是可接受和合理的,人们可以从形形色色公理化假设之中获取关于大自然的全部知识。而且,如果最初的假设尚不能足以满足人们的期待,还允许或者鼓励继续不断提出新的“独断论”假设,以创造与自由地获取新的独立知识^①。

当然,一个同样可以预料到的事实是:尽管某些哲学家将“哲学”的目的明确界定为“借助澄清‘命题’而医治日常语言的误用”的时候,自然科学体系中普遍存在的这种“反常认识”最终不可能不直接影响着哲学本身。

事实上,或许正吻合于前面所引用陈省身先生对数学上“近代的观点已与原始意义相差甚远”特别做出的强调,哲学家们甚至也不得不对“矛盾”做出与原始意义几乎完全不同的诠释。哲学家曾经以一种十分明确的方式指出:“找出一个矛盾一直是证明某个系统必须被拒斥的途径,容纳矛盾一直被认为在理智上是自毁的,因为每一个命题都可以从矛盾中推出来。”但是,面对自然科学体系大量矛盾的公然存在甚至允许将矛盾直接界定为构造形式系统的基础的不争事实,于是正如人们完全可预料的那样,由于自己并不直接从事逻辑推理工作或者缺乏经验事实的支撑,哲学家或者整个西方哲学在面对科学褻渎他们理应捍卫的理性原则的时候退缩了。西方哲学家们只能以一种闪烁其辞的语调,重新告诉人们:“近来的研究似乎表明,能够容忍某些矛盾的逻辑系统。”那么,当人类步入 20 世纪的时候,不仅仅对于包括物理学和数学在内的自然科学,而且对于本质上应该用来指导或者监督科学研究的哲学本身,都同时出现“公开允许逻辑和矛盾并存”这样一种十分奇特的状况。

15.0.1 现代自然科学体系对于“逻辑”的退让

于是,当人们往往总会以一种“自明”的方式谈论“逻辑”的时候,恰恰需要重新考虑到底什么样的东西才可以真正称得上是“逻辑”的,或者怎样才可能对“符合逻辑”做出判断的前提性命题。

在某些西方哲学著述中,曾经向人们介绍 F. Strawson 在其所著《逻辑原理引言》针对“矛盾”所做出的生动刻画:“矛盾取消它自身并留下虚无(A contradiction cancels itself and leaves nothing)”。如果人们能够大概理解和接受对矛盾做出的这种描述,当然,只能相应彻底拒绝

^① 或许值得在此指出,一个将在 16 章补充做出的后续分析将要展示一种大概意义上,但是在逻辑论证方面仍然足够严格的基本事实:整个的 Riemann 微分几何都只能建立在本质上没有逻辑关联一种“独断论”的形形色色“人为约定”之上。当然,从逻辑相容性的本质考虑,也正因为整个现代微分几何已经无需考虑任何逻辑的约束,它才可能凭借彼此之间没有逻辑关联的形形色色人为假设,持续地告诉人们许许多多希望知道的“独立”事实。需要牢牢记住,逻辑本身永远不可能告知任何独立事实。

矛盾所带来“没有任何意义乃至自否定”的东西。与此同时,就“逻辑”自身而言,原则上同样可以视之为一种“虚无”。除了保证推论和前提之间的严格一致性以外,逻辑没有也不允许说出任何比前提更多的东西。也就是说,如果前提是一种实在,那么,与前提严格保持本质同一的推论才可能真正成为一种实在。当然,这也是逻辑仅仅作作为“理性思维”必须遵循的一种基本判断准则,可以并且必须在一切称得上合理思考过程之中得以普遍使用的缘故。因此,哲学对于“无矛盾性”原则无论是做出一种公然声张或者仅仅隐蔽认同的退让,本质上已经成为对哲学所期待“理性原则”的彻底否定。不妨诚实地指出,仍然本质地归结为缺乏有效驾驭逻辑的能力,虽然许多诚实和有勇气的哲学家能够遵循哲学的批判精神,极不容易地指出 Einstein 思想中到处存在并且几乎不作任何掩饰的“庞杂、混乱和摇摆”,但是,这些诚实的哲学家根本不可能有效地阻止紊乱的自然科学必然造成哲学自身的严重紊乱。当然,或许还可以更为客观和坦率地指出,根本归咎于认识的逻辑紊乱,哲学家们不可能解决哲学自身需要面对的、伴随西方哲学诞生在一系列基本命题上就已存在的根本认识紊乱^①。

需要形成一种稳定的理性判断,对于任何一个推理过程,如果能够将其称之为严格地满足“逻辑相容性”要求的话,那么,可以也必须肯定:绝对不可能通过纯粹推理的方法,推导出比其“前件(Antecedent)”更多的内容。因此,简单断言可以通过数学“发现”相应科学的基本规律,只能属于一个并不真实的论断。相反,数学的根本功能应该在于,并且也仅仅在于:如何捍卫一切科学陈述必须严格遵循的无矛盾性,寻找“本质上与逻辑前提保持严格一致”但是“具体表述有所不同而且为人们直接需求”的其他“等价性”形式陈述,以及为人们在自然科学研究(原则上应该包括一切“合理性”陈述和判断)中,有效地“寻找、诊断与修正”一切“伪科学”陈述必然共存的“逻辑不自洽”问题提供一种必要的工具。事实上,也仅仅于此,对于 Popper 提出的“证伪”学说,尽管这个学说中的许多相关陈述其实并不真正符合道理,但是,其中所述“任何一次单独证伪都能够对相关陈述构成彻底否定”的“证伪”功能,作为这个学说的核心思想才可能真实存在,并且,对整个自然科学研究具有重大的指导性意义。

当然,人们也由此可以相信:在进行自然科学研究,特别当人们希望重新创建某一个理论体系的时候,对于每一个研究者所特别需要的数学分析能力,绝对不是在简单认同前人概念的基础上不断作“堆砌”式的概念重复甚至创造,而本质地表现于:对于任何传统理论体系之中可能“隐含”的“逻辑不自洽”问题所具有的敏感洞察力和稳定判断。如果在包括数学自身在内的自然科学研究之中,彻底放弃一切“合理陈述”必须严格遵循的“无矛盾”准则,那么,最终不仅仅像 Landau 曾经无奈哀叹“只能将理论物理中的数学严谨性视之为‘自欺欺人’”的那样,其实,此时人们更需要将只能依赖“独断论(Dogmatism)”或者与其本质同一的“约定论(Conventionalism)”而存在的“现代数学体系”本身视为更具欺骗性的自欺欺人。本质上,对任何一种形式的“独断论”或者“约定论”而言,它们最为核心的内涵就在于对“逻辑”的彻底藐视和完全否定。当然,否则也无需将仅仅依赖纯粹主观意志的假设称为“约定”和“独断”。

此外,需要形成一种吻合于逻辑的理性意识:由于现代自然科学在一系列最重要的“基元”理念,诸如如何为“惯性系”,为什么允许 Maxwell“人为”地提出“电位移假设”这样一些前提性概念隐含的认识悖论一直没有真正得到解决,因此,从逻辑一致性考虑或者也仅仅依据于逻辑,

^① 当然,同时需要指出,这也是笔者不得不最后做出决定,在本书最后一章即第 17 章,补充做出题为“西方哲学基元理念反思”相关论述的根本原因。

对于 20 世纪的物理学家,在面对更为复杂的物质世界需要认识的时候,如果缺乏一种能真正摆脱在“基元概念上大量认识矛盾真实存在”的困扰和束缚,那么,他们根本不可能对更为复杂的物质世界做出一种尽管有限真实,但是却需要“符合理性”即没有任何“逻辑自悖”的陈述。还可以反过来更为深刻地指出,一旦真正确理性地意识到“逻辑”其实同样本质地蕴涵着一种根本独立于人为主观愿望的“必然性”规律或者无可回避的“客观性”结果的话,那么,呈现于整个 20 世纪的空前认识紊乱,则依然属于一种独立于人们意志的“逻辑”必然;简单命题的任何前提性概念可能隐含的任何细微认识不当或混乱,蕴育着复杂命题中的彻底逻辑紊乱。

15.0.2 Hilbert“公理化思想”蕴涵的“伪科学”本质

对于整个现代自然科学体系而言,“公理化思想”为一切无理陈述得以合法存在提供了一种属于纯粹“主观意识”范畴,当然也只能是纯粹“自欺”的依据。但是,当包括数学自身在内的现代自然科学无法否认大量逻辑悖论真实存在的时候,“公理化思想”则自然地成为这个矛盾体系所必需的全部信念基础。作为一个被同时赋予“最大欺骗性和最大破坏力”的“伪科学体系”的倡导者,Hilbert 曾经以一种貌似公允的态度向人们指出一切公理系统必须严格遵守的三个基本要求:相容性、独立性和完备性。毫无疑问,对于所有崇尚理性和尊重逻辑的研究者,没有任何人会拒绝这个闪耀理性光芒的论断,以至于几乎完全不知不觉地坠入 Hilbert 为人们乃至包括他自己精心构造的思维陷阱之中。事实上,即使某一个形式系统能够满足“相容性、独立性和完备性”的要求,但是,考虑到这些基本要求本质上只是针对“逻辑相容性”原则相应构造的一种“细致化”诠释,以及除了与逻辑前提保持严格本质同一以外,“逻辑”本身并不能告诉人们任何独立实在的根本事实,因此,Hilbert 对于恰当逻辑系统提出的这样一种“合理性”要求,只能成为他在“公理化思想”中作为本质内核而存在,那种对“任意无理假设”都允许合法存在的“无理性”的掩饰,混淆了两种完全不同的理念。进一步说,则借助对形式系统所必须“合理性”一种表面意义上的故意强化,对形式系统假设前提中可能隐含的“无理性”加以掩饰,或者由此否定“随意假设中无理性真实存在”的基本事实。根据逻辑并且也仅仅根据逻辑,对于任何一个恰当的形式系统,它的逻辑前提和逻辑推论本质上只可能成为同一“独立事实”的重言式表述。因此,对于只能依赖“独断论”或者“约定论”而存在的现代数学体系,一个致命要害之处就在于那个“公理化假设”自身蕴涵的无理性,或者对无理陈述赋予合理性的非法存在。而且,特别在形式系统自身能够“在表面上表现出某种局部性意义‘逻辑相容性’特征”的时候,这个公理化陈述系统的欺骗性和破坏性也更为严重。当然,任何一个只能以“完全随意和纯粹无理假设”作为存在前提的形式系统,只可能始终蕴涵着形形色色的逻辑悖论,并且,与这个形式系统的“局部性推理”是否能“局部性”地吻合于逻辑完全无关。这种情况下,逻辑只不过已经完全蜕化为“独断论”者为了发挥他们“独断论”思维的一种可以随心所欲驾驭的工具^①。

因此,如果值得对一个恰当陈述系统的合理性做出某种“细致化”描述,需要强调“相容性、

① 如果在一个形式系统的内部,真的能满足逻辑相容性要求,那么,除了最初的无理假设以外,它不可能告诉除此以外的任何其他东西;相反,为了从某些明知无理的逻辑前提出发“推导”出某些期待中的有用结果,那么,相关的“逻辑推理”当然只能是非逻辑的,属于“独断论”的堆砌。当然,正如我们将在第 16 章相关分析中看到的那样,任何一个真正了解现代微分几何的研究者实际上都公开承认这个陈述系统只可能依赖形形色色的“独断论”假设而存在,那么,这个陈述系统的所有一切推论本质上仍然是“独断论”的,自始至终充满矛盾,没有任何逻辑和理性可言。

独立性和完备性”这样一些基本形式特征的时候,还需要首先对形式系统得以存在的逻辑前提的“真伪性”做出前提性的逻辑判断,并且,必须将其严格限制在“有限论域”之中。事实上,作为几何学的基本抽象概念,几何学的“点、线、面”之间存在具有确定性意义的逻辑关联。因此,绝对不会因为 Hilbert 是一名公认的数学家,或者他以为他真的会拥有其他人不具备的天赋,从而允许他完全随意地“用桌子、椅子、啤酒瓶取代几何学点、线、面”,并且,只是也只是因为他愿意将这样一种完全无理的认定称之为“公理化假设”,就可能否定这个假设真实存在的无理性。可以相信,任何以这个完全荒唐的无理认定作为基本前提的逻辑前提,永远不可能推导出任何有意义的逻辑推论。当然,如果换一句话说,对于任何一个恰当的形式系统,它的合理性除了需要在其内部满足“相容性、独立性、完备性”这样一些与逻辑相容性一致的基本要求以外,还必须首先关注“有限论域”的问题。那种妄图构造没有逻辑前提,不需要存在条件,却具有无限表现功能的形式系统,是包括数学在内的整个自然科学出现严重紊乱的本质根源。

15.0.3 现代物理学的“独断论”基础以及对逻辑和理性的彻底否定

人们可以发现,在人类整个自然科学发展进程中,20 世纪的自然科学无疑呈现一种过分离奇特和完全反常的认识论特征。对于那个特定时代的科学世界而言,既然整个自然科学体系真实地存在着大量认识矛盾,而且,事实似乎已经告诉人们这些矛盾根本无法得以解决,那么,与其继续这样一种没有任何希望的努力,倒不如彻底放弃解决矛盾的所有努力与全部愿望,不仅仅已经不必顾忌任何矛盾的存在,相反还可以以一种诚实和坦率的态度公开地宣称矛盾的真正的存在,只不过需要事先赋予所有的这些矛盾存在以一种“合法性”地位而已。于是,这就是为什么 Hilbert 明明知道“桌子、椅子、啤酒瓶作为几何学点、线、面”的假设几乎没有任何道理,却依然允许将其当作一种“合理认定”的原因。事实上,Hilbert 希望告诉人们的全部思想正是:任何无理认定只要人们愿意,它就是合理的存在。当然,这同样是 Hilbert 的“公理化思想”希望表达的“独断论”全部本质内涵。

物质世界独立于人们的意志和意识而真实地存在着。在人类至今的所有自然科学研究中,真实地存在着任何人都无法否定的这样一种基本事实:一切“具有实在意义的陈述”只可能本原地依赖相关的经验事实,物质世界本身成为对经验事实构造某种合理描述的唯一基础。但是,由于大量认识矛盾的存在,当 20 世纪的物理学家不得不真实地指出理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人的时候,其实,整个物理学只能依赖上述意义的“独断论”而完全自欺地存在着。

毫无疑问,当 Einstein 凭借他的“直觉和顿悟”,创造出那个所谓“普适真理”体系的时候,一个基本事实是:Einstein 本人并不懂得这个陈述系统需要被“配置”的那种数学,而只是那些已经放弃逻辑的“职业”数学家使用“独断论”“创造”出来的。当然,除了模仿这些职业数学家为其“量身定制”的运算规则以外,Einstein 不可能真正理解或者读懂这些数学,当然,至死也不可能知道他的数学老师为其创造的那个“伪向量空间”,并不能因为诚实地提出一个“伪”字,就能够否定这个“伪科学概念”已经对“向量空间”的逻辑前提构成逻辑否定的根本事实。

在本质上,对于“约定论(独断论)”任何形式的容忍,已经完全构成对逻辑的根本否定。否则,人们无需谈及只能依赖“直觉和顿悟”而存在,相应无需也不可能存在任何逻辑关联的人为约定。当然,这同样是诚实的 Landau 在著述中特地指出现代理论物理中的数学严谨性是自欺欺人的缘故。因此,当人们提出“数学作为理想的模型,可以为相应科学揭示基本规律”,并

且,当 Einstein 天真地以为凭借演绎逻辑能够从某一个优越的数学表述推导出一个个真理,以及笃信他的所有创造根本归结为只有上帝才可能赋予他的“直觉和顿悟”的时候,此处,不妨重新考察他本人在“数学思维”中的天赋。但是,一个令人遗憾的事实是:Einstein 几乎从来没有讳言他在“数学领域里的‘直觉’能力不够强”的这样一种真切的感受。

事实上,恰恰在 Einstein 的“自述”中,他曾经对自己“数学直觉能力不够强”的基本事实,做出这样一段幽默、不乏深刻,并且实际上也极其难得诚实的描述:“我看到数学被分成许多专门领域,每一个领域都能费去我们能有的短暂一生。因此,我觉得自己的处境像 Buridan 里的驴子一样,不能决定吃哪一捆干草。”可以相信,如果对于“数学直觉能力不够强”这样一种普通事实,仅仅发生在某一个工程应用领域中的技术人员身上,并且,只不过仅将这种技术工作视为“谋生”职业,没有多少超越前人的意愿的话,那么,他大体仍然能够成为一名“称职”的技术员,兢兢业业地重复着他的前辈教他从事的工作。但是,当“数学直觉能力不强”的事实出现在一个期待为人类“创造”出“普适真理”体系,并且,还真的被那个时代的科学世界所容忍与真的接受为普适真理的时候,这样一种对于一般人而言无关紧要的思维缺陷,对于人类的科学事业而言则必然是致命的。正因为此,与人类理性意识保持本质同一的逻辑遭受人类历史上最为严重的摧残。

按照事物的本来面貌,一切关于物质世界的知识只可能渊源于物质世界本身。因此,在现代自然科学体系的研究中,当西方的主流科学社会否定科学陈述所必需的物质基础,大肆蛊惑“第一性原理”这样一种“独断论”主张的时候,对于任何在总体意义上否定逻辑却在局部意义上直接拷贝“物理实在”的陈述,总可能得到局部经验事实的直接验证。但是,任何认识矛盾的存在,必然意味着对于其他物理真实的某种否定。因此,在自然科学研究中,逻辑始终是第一位的,具有逻辑的科学陈述才具有普遍意义。符合逻辑的陈述不仅仅必须和自然地符合让现代科学世界自觉满足,但是始终无法真正实现的“经验证实”,而且,在面对更为复杂物质世界的时候,一个符合逻辑的陈述才可能展现启示意义。

由于缺乏严格逻辑思维的习惯,或者说由于几乎完全不懂得到底什么才可以称得上逻辑推理,在 Einstein 的所谓“推理过程”中才会出现允许不断补充假设,以至于对逻辑推理构成完全逻辑否定的最终结果。不仅仅“狭义相对论”自始至终充满逻辑悖论和荒诞,不可能由“时空变换”关系逻辑地推导出“质能变换”表述,也不仅仅是“广义相对论”只不过是彼此没有逻辑关联的不同“独断论假设”的堆砌,除了荒谬什么东西也不可能告诉人们,而且,Einstein 本人津津乐道的那个“从某一个优秀公式出发就可能使用纯粹演绎逻辑推导所有有用真理”的思维导向基础,将 Einstein 的所有一切引入前提性的彻底荒诞之中。如果是真正符合逻辑的,推论永远也不可能彰显任何超越前提的东西。正因为此,对于一个几乎不懂得“真正数学思维”的 Einstein,他能够也仅仅能够凭借着他所说的“直觉和顿悟”去不断地“创造”出他梦中期待的真理。此处,或许不妨做出这样一种猜测:如果 Einstein 只要能够对逻辑推理有些微领悟,或者稍具他真心倚重的那种“直觉数学思维”能力,那么,诚实而且终生对“科学和真理”充满激情和真诚的 Einstein,绝对不会陷入实际上被那些职业数学家“或许是同样只是无意识”耍弄的地步。在 Einstein 内心深处始终充满对数学的崇敬之情,但是,他却始终无法理解“独断论的人为约定”必然对逻辑构成的彻底否定。

2005 年正值“相对论”诞生 100 年之际。对于 4 个世纪来的现代自然科学体系而言,西方科学世界曾经为其做出了不可磨灭的历史性巨大贡献。同样,现今整个科学世界,仍然完全由

西方的主流科学社会所操控和把持着。但是,当逻辑本质上已经荡然无存,而这个科学世界只能不断凭借鼓吹“第一性原理”,由此掩饰现代自然科学体系到处存在着悖论、荒诞的时候,所有的一切不仅仅是一种极大讽刺,其实同样成为整个人类的共同悲哀。不乏智慧的西方科学世界需要形成一种真正理性意识:自然科学属于整个人类,并不仅仅属于西方科学世界。

或许可以相信,对“理性和逻辑”实际构成的彻底背弃,这样一种对于期待探求真理者而言最为沉痛的莫大悲哀,并不仅仅属于以探求真理为整个生命归依的 Einstein,事实上,这样一种悲哀将同样深深笼罩着属于 20 世纪的整个科学世界。无可非议,生存于这个时代的人们确获取了充分享受物质繁荣的机会。然而,在尚没有真正学会如何理性约束自己的时候,任何人都不敢断言,这样一种对于物质生活的过分追求和享受,对于整个人类到底是福还是祸?

重复指出,作为一个完全自明却为所有唯心主义者不敢承认的基本事实:大自然并不因为人类尚未诞生就不存在,也同样不可能因为人类的最终消亡而随之消亡。其实,也仅仅是物理实在“自身拥有的可重复性”这样一种“客观性”基础,凭借经验事实单纯复现那些物理实在并没有任何本质意义的困难。同时,在原则上,也正是这种简单的可重复性,使得现代科学世界所主张的“经验证实”可能得以存在,但是,凭借“单个”物理实在客观存在的可复现性,掩饰或者否定现代自然科学体系到处充满矛盾的“无理性”则是完全无理的。事实上,对于充满差异和复杂性的物质世界,它本质上是一个彼此关联、互为依存的有机整体,并不简单等同于许许多多“单个”物理实在的简单叠加。因此,在人类期望对那个“自存”物质世界做出一种“大概合理”描述的时候,如果只能采取诸如“时空观革命”这样一些“独断论”的假设,并且,本质上只是借助改变语言、概念内涵的方式,那么,这样的描述没有任何意义,无异于纯粹自欺。进一步说,对物质世界“和谐、统一”的幻想不仅过分天真、幼稚和荒唐,完全违背物质世界的普遍真实,但是,那个被用来描述物质世界的科学语言系统,却必须满足“统一、和谐、无歧义”的最低要求。因此,如何使用“统一”的科学语言,以及如何努力“彼此逻辑相容”地表现那些真实存在的不同物理实在,自然地成为自然科学陈述的基本要求和对人类智慧的真正考验。

当然,也仅仅因为这样一些自然、自明的简单道理,对于出现于 20 世纪初叶的量子力学而言,当这个陈述系统的个别构建者觉得需要凭借一种“科学良心”,诚实地告诉人们相关哲学基础真实存在的大量矛盾,不得不指出整个陈述系统只能凭借不断改变概念(科学陈述的基本语言)而存在,或者干脆只能更为直接地被视为一种“单纯的实验室数据系统”的时候;以及当某些具有影响的量子力学著述不得不开宗明义地指出“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”的时候,难道还不需要人们一种严肃反思乃至起码的自省吗?事实上,这个曾经并且继续为现代科学世界引以自豪的陈述系统,远未达至可以谈论完备性之类问题的程度,而且,一个无法否定矛盾基础和篡改概念存在的陈述系统的存在本身,已经成为对人类所崇尚的理性和逻辑构成了一种彻底否定。特别是现代科学世界最终只能重新提出“第一性原理”这样一种甚至为中世纪经院哲学者也不屑一顾,实际上,“独断论”也就是“没有也根本无需任何道理可言”的“强制性”的无理认定,作为整个量子力学得以存在的唯一基础的时候,那么,所有的这一切,对西方科学世界动辄就喜好谈及的“天才、天赋”恰恰成为一种极大讽刺。

人类深化认识的历史,只能在逐步认识错误的反复之中得以逐步深化。因此,面对无穷无尽的大自然,人类认识中任何暂时存在的认识困惑,或者认识体系中真实存在的不足、不当乃至错误都属于十分平常、平凡的事实。但是,容忍矛盾、掩饰矛盾,甚至公然否定矛盾陈述的无理性,则成为人类对于理性追求的最大背叛。

15.0.4 揭示“公理化体系”的欺骗性和重新确立“逻辑自治性”基本原则

如果仅仅以一种“平常心”以及必需的“诚实”态度,但是,却需要以逾越二千年的西方哲学所尊崇和认同,那种本质上只能与“逻辑”大致保持一致的“理性”意识作为唯一的判断准则,重新审视差不多自 16 世纪开始的 4 个多世纪以来,主要由西方科学世界做出开拓性贡献的现代自然科学体系,那么,任何一个负责任的研究者都不难发现:这个陈述系统存在太多基元概念的认识不当和困惑,以至于整个陈述系统本质地充满认识矛盾。另一方面,作为一种基本事实,所有这些真实存在的认识疑难,实际上都曾经以不同方式被不同历史时期不同研究者提到,只不过随着自然科学体系的急速庞大,几乎没有多少人愿意花费巨大劳动,历史地和整体地认真反思和处理这些历史上遗留下来并无力解决的认识困惑。当然,前提性认识困惑的真实存在与蔓延,必然导致后续认识陷入更大困惑之中。于是,整个现代自然科学体系,实际上处于一种“否定逻辑、期望逻辑并存”的歧异状况,相应陷入了“自否定”的恶性循环之中。

但是,当需要也仅仅需要以“逻辑自治性”原则作为理性判断的唯一准则,以及同样必须以一种“平常心”反思现代自然科学中一切真实存在的认识困惑之时,任何一个研究者同样不难发现:认识困惑往往只是渊源于对简单认识有意无意的人为复杂化,恰恰违反了简单逻辑所致。事实上,当现代人使用着 1 个乃至 4 个世纪前的科学先行者根本不可能使用的数学工具、拥有他们不可能拥有对于物质世界复杂性的理性认识,重新审视现代自然科学体系的每一个基元概念,并且,一旦能够真正获得哪怕一个“单独”的但是必须具有“独立意义”的研究结果,继而,再努力将这种独立思考结果相互链接与彼此关联地扩展,那么,必然会“自发”而生一种“强烈和深刻”的理性判断:

任何真正的科学的陈述,必然是自然的;所谓“自然的”的全部内涵,仅仅在于科学陈述必须是吻合于逻辑的;并且,也仅仅于此,任何真正的科学陈述,一定能够在一种严格“逻辑相容”意义上容易为人们理性地接受。

相反,自然科学陈述中任何让人们觉得晦涩难懂的地方,几乎都存在“逻辑不自洽”的问题;并且,随着晦涩难懂程度的增加,“逻辑不自洽”问题变得愈益隐蔽,它对于整个自然科学体系造成的危害也就愈益严重和深刻。

事实上,Einstein 曾经真诚向往,并且被其当做“创造出一个普适真理体系”的全部意识基础,即对于无穷无尽物质世界所具有“统一、和谐、自然”的那种期待,不仅仅表现 Einstein 思维的天真和荒唐,而且,根本问题恰恰完全在于他在一个最简单、然而最基本前提性命题的认识上出现了逻辑倒置:对于充满差异和复杂性的无尽物质世界而言,根本没有他所说的“统一、和谐、自然”可言,但是,用以描述物质世界的语言系统则必须是“统一、和谐、严格无歧义”的。由于基本理性意识上存在的认识颠倒,Einstein 甚至缺乏这样的理性意识:对于任何一个陈述系统,当它只能以“矛盾前提”作为唯一存在基础的时候,那么,它必然自始至终地充满和蕴涵着矛盾。并且,还仅仅当这个陈述系统能够满足 Hilbert 所期待的那种“相容性、独立性和完备性”的时候,这个系统之中的话语才可能大致被视为一种通常意义上的陈述;否则,一切只能沦落为荒诞。

西方哲学家曾经指出:中世纪的欧洲出现持续许多世纪的技术繁荣,从而为欧洲的工业革命提供了基础;但是,这个时期同样成为对理性以及科学信仰最为残酷摧残的黑暗时期。理性

给予人类以知识、知识继而给人类以创造物质财富的力量;但是,为了维系社会的固有秩序,既得利益者又总会出来压制人们对于理性的追求,相应抑止知识的进一步发展……人类正是在这样一种周而复始的反复中逐步深化认识,逐步获得认识的自由。因此,尽管在大致认识以及有效利用物质世界方面,20 世纪的科学世界获得了许许多多前人难以想象的巨大飞跃,但是,并不能由此而否认一个本质上已经彻底放弃了逻辑的科学世界,对于人类的理性、科学乃至这种科学中必然蕴涵的更大生产力的摧残。

当现代主流科学世界不断鼓吹“第一性原理”,容忍形形色色在“独断论”意义上存在的人为假设,相应对某些研究者的生命个体故意加以“神化”的时候,人们必须理性地懂得:自然科学只是对自存物质世界做出的描述,因此,自然科学只可能本原地决定于被描述物质世界本身,而绝对不是任何研究者个体,针对物质世界所作的科学实验才是构造科学体系的唯一基础。并且,随着人类的发展,即认识能力和实验能力的进步,所有蕴涵于物质世界自身并且具有客观性意义的抽象同一性,必然以一种不以研究者主观意志为转移的方式逐步展现给人类。因此,尽管需要对从事自然科学研究的生命个体予以足够尊重,但是,否定自然科学真理性的客观性物质基础,对于研究者个体的过分渲染,不仅仅成为理性认识的本末倒置,而且,还往往掩盖了人类认识深化历程中本来十分平常的认识不足、不当乃至错误,最终必然会阻碍人类科学事业健康、正常的发展。不妨指出,往往正是某些科学人自己的无知,许多本来简单平凡的事实被无谓地复杂化起来,与此同时,那些本来只是平凡的人才可能变得不再平凡起来。其实,或许需要形成一种自觉的理性意识:平凡不仅是一种真实,一种和谐,同时还体现一种相伴而生的淡泊和愉悦。显然,只是为了表现对大自然应有的敬重,为了尊重以逻辑为全部本质内涵的理性,为了属于整个人类的科学事业的持续存在和健康发展,需要把这种颠倒了的认识重新颠倒过来。

现代西方主流科学社会在谈及近代数学家的时候,通常总会提到 D. Hilbert 这位“大数学家”对物理学研究同样做出了巨大贡献。并且,往往还会特别指出:与其他物理学家的研究方法完全不同,Hilbert 研究物理学的基本途径独立于物理学实验,他只需要“借助‘公理’来研究那些在物理学中‘数学’起着重要作用的物理科学”。于是,尽管物理学被界定为对物质世界“最基本存在形式以及运动规律”进行描述的一门学科,但是,根据 Hilbert,内蕴于物质世界的规律并不真正决定于物质世界自己,却本质地依赖只有像他这样一类天才可能拥有,诸如“桌子、椅子、啤酒瓶同样可以被视为几何学点、线、面”这样一种完全随意提出的“公理化”假设之中。当然,正是在这个意义上,人们可以相信,Hilbert 的科学理念几乎不可能与 Einstein 有多少差异;无视或根本不在乎任何形式“矛盾”的真实存在,否定“理想化物质对象在形式意义上的确认”对于构造“任何蕴涵独立物理内涵的形式系统”所具有不可缺省前提性意义,相反,将自然科学全部建立在这些拥有天赋者的“直觉、顿悟”之上,甚至仅仅决定于这些天才们对“桌子、椅子、啤酒瓶”的不同特殊喜好而已。这样,数学已经不再仅仅成为“逻辑推理”的工具,数学已经完全不在乎是否逻辑相容的问题,并且,随着 Hilbert 所创造的“公理化思想”为诸如“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一种纯粹无理的随意假设设置了一种纯粹自欺的“合法”地位,数学自身才可能像他们期待的那样,被赋予了除“逻辑”以外的物理实在内容。

与物质世界内蕴的不可分割性保持本质一致,人类的知识体系同样是一个彼此关联的认识系统。显然,从基本哲学基础考虑,Hilbert 的公理化思想,进一步为 Einstein 仅仅从某一种心灵感应所激发的“直觉”意识出发,就允许构造出一种独立于不同物质存在形式、无条件的普

适真理体系,提供了一种本质上隶属于“心理学”范畴并且纯粹自欺的理论依据。或者说,现代数学中的“公理化思想”和被视为现代物理学基础的“相对论”,在对待诸如“矛盾前提、客观物理实在、主观随意认定”这样一些原则问题上的认识,它们彼此契合、互为支撑地共存于现代自然科学体系之中。当然,也正因为此,读到 Hilbert 和 Einstein 之间许许多多显得十分谦恭、文雅、彼此赞赏的话语,特别当这些话语还往往被现代科学世界渲染为现代科学史佳话而广泛流传的时候,人们也就会觉得不足为怪了。

事实上,在谈及现代数学体系时,作为目前主流科学社会的一种主要共识,往往会这样告诉人们:“20 世纪数学的最显著特征在于它的公理化,Hilbert 的《几何基础》一书为这个新的方向开辟了道路”;自该著述于 1899 年出版以后,受到各国学术界的重视,成为“数学史上一部具有划时代意义的著作”。因此,其后许多年,当 Einstein 提出从“形式上”承认一对“矛盾着的物理真实”为唯一基础,就可以创造出一个全新的“公理化”陈述系统的时候,人们对于这样以“公开和诚实地指出矛盾的真实存在,并且进而以此作为矛盾合理存在依据”的反常意识,乃至最终普遍存在于 20 世纪自然科学体系,并且最终成为这个陈述系统得以存在的唯一基础的事实,其实恰恰是可理解的,它们具有共同的时代特征以及共同的认识基础。这就是:当“数学”和“物理学”这样两门自然科学的基础学科同样面对长时间无法解脱的认识困惑时,最终共同提出了一种以“蒙上眼睛”作为解决认识困惑的“聪明”方法。当然,如果说 Landau 迫不得已指出“物理学中的数学严谨性只能是自欺欺人”的时候,那么,根据逻辑且仅仅根据逻辑,随着 20 世纪“物理学几何化”浪潮的涌现,对于只能以“约定论”作为唯一存在基础的整个现代数学体系而言,它在本质上已经只允许“欺人”并且“自欺”地存在了^①。

当然,也正是这个缘故,笔者在许多不同场合重复地指出一个看似过分平凡、但是往往并不真正容易做到的道理:在自然科学研究中,诚实远比智慧更为重要和更为本质;一个本来只可能渊源于那个“自存”着的物质世界,并且,由此也必然表现得自然、简单并且平凡的认识体系,却被那些其实远不智慧而且因为无知才可能变得过分轻浮和狂妄的浅薄者糟蹋了。承认矛盾的真实存在,承认暂时无力解决认识中的矛盾,与那些看似智慧而掩饰矛盾的聪明人相比,其实不仅仅更为诚实、勇敢,而且也更为智慧。因为,只有通过对于矛盾及其根源的进一步揭示,才可能解决那些真实存在的矛盾。如果不以一种追根溯源的方式,寻找、正视自 Newton 经典力学以及 Maxwell 经典电磁场理论中那些真实存在的认识悖论,探求合理解决这些认识悖论的途径,那么,许多自然科学体系只能持续自欺地存在着。

同样,也仅仅因为此,当今天的主流科学社会只可能以一种鹦鹉学舌般的方式,重复着 Einstein 对 Mach 那种本质上源于无知的颂扬时,人们需要在一种严肃的科学意义上重新倡导和学习 Mach 精神。事实上,当那个已经被特定年代的主流科学社会推上了“神”的宝座的

① 人所共知:对于整个“现代微分几何(非经典的 Gauss 微分几何)”而言,它只可能以“约定论”,或者形形色色的“独断论”的假设作为唯一存在基础。事实上,既然属于彼此不同被赋予“独立意义(相异于逻辑前提)”的人为约定,甚至不妨将其理解为满足 Hilbert 所提“独立性”要求的必然结果,或者逻辑地依赖这些不同人为约定必须蕴涵的独立意义才可能对物质世界做出具有“实在意义”的描述,不同人为约定之间无法也不允许存在任何“逻辑”关联。因此,对于在 16 章相关分析所揭示整个 Riemann 几何充满逻辑悖论的真实,恰恰是完全可理解和可预料的。随着西方主流科学世界无论是公开还是以隐讳的方式放弃了逻辑,那么,主要由西方科学世界做出历史性贡献的现代自然科学体系的整体,必然到处隐含着悖论、谎言和荒谬。对于物质世界做出的描述,只可能本原地决定于被描述的物质世界,而与那些一方面彻底放弃逻辑,另一方面却要求物质世界逻辑地服从他们由于无知而提出的公理化假设完全无关。

Einstein, 以他那种特有的真诚, 将其创造“相对论”归于一个几乎与其没有任何逻辑关联的“Mach 批判”启示的时候, 一再遭到 Mach 本人严词拒绝。实际上直到去世, Einstein 都没有能力真正回答 Mach 曾经提出的“何为惯性系”的质疑; 同时, 由于 Einstein 从来没有真正领悟他所崇尚数学的本质精神, 所以他也不可能理性意识到 Hilbert 的“公理化体系”思想对于他一种“潜移默化”错误导向的影响, 并且, 在他埋头于“大一统”那种虚幻思维之中, 甚至诚实地告诫人们“科学史上经常碰到这样的情况, 一些重大的问题似乎已经得到了解决, 但是却以新的形式重新出现”的时候, 他甚至不可能形成一种简单的理性意识: 逻辑永远不可能推导出比逻辑前提一点点更多的东西。

因此, 现在需要重新提倡 Mach 精神, 它的本质远不在于他对于 Newton 经典力学“惯性系”质疑的一种洞见能力, 而根本在于他维理性意识的那种诚实。如果说 Hilbert 的“公理化思想”为那些功利主义的数学家彻底摆脱了“逻辑相容性”的思维束缚, 充分地享受“约定论”给他们带来的种种愉悦, 从而为这样的创造而欢呼的时候, Hilbert 公理化思想对于数学乃至整个自然科学的破坏, 正在于他凭借“逻辑”的幌子彻底否定了逻辑, 同时也彻底否定了数学, 使得那个看似抽象、实则否定逻辑的“约定论”数学具有太大的破坏力和欺骗性。其实, 如果作为一个诚实、严肃的数学工作者, 特别当他对“偏微分方程理论体系”曾经做出许多有价值的论述的时候, Hilbert 应该诚实地面对往往需要专业的数学工作者才可能处理的“双旋度 Poisson 方程如何构造恰当定解问题”的问题、需要正视和切实解决经典电磁场理论在推导“波动方程”过程中, 人为地引入“Lorentz 规范、Coulomb 规范”这样一些“公然违背演绎逻辑本质”的无理存在, 以至于不会存在经历了一个多世纪人们才发现“Maxwell 的经典电磁场理论体系”本质上只是一个“数学不可能求解”的符号系统这样一些实实在在的问题。

对于任何一个仅仅具有一般理性思维意识的人, 都能够十分容易地明白这样一个“浅显、素朴以及平凡”真理意识: 当现代自然科学体系本质上只可能依赖借助对平凡科学人的“神化”, 借助“第一性原理”这样一种甚至连中世纪经院哲学都不屑一顾的“独断论”假设作为唯一基础而存在的时候, 建立在形形色色“约定论”之上的现代自然科学体系在否定一切合理科学陈述必需的物质基础的同时, 必然到处充满逻辑悖论, 沦落为由自欺欺人谎言构造的大杂烩。

人类的认识史, 始终是一部随着认识错误而不断深化着的认识史。因此, 在人类的任何历史时期, 存在认识中的不足、不当乃至错误都不足为怪。但是, 如果因为浅薄、无知、幼稚, 乃至因为缺乏足够真诚或者追逐科学以外的东西, 蓄意掩饰形形色色的错误无疑成为人类共同的最大悲哀。任何人都不会也不可能否定和抹杀西方科学世界在近 4~5 个世纪对于人类科学事业做出的巨大贡献。但是, 真的以为自己就比其他民族聪慧得多的个别西方人, 在他们天真地以为那些只可能逻辑地依赖物质世界自身、关于物质世界的知识真的渊源于他们的天赋, 从而对其他民族缺乏足够尊重或者拒绝一切使用科学语言的科学批判, 其实是最大的不聪慧。一切认识需要经受历史的考验, 重新面对“逻辑自洽性”的理性判断。正是在这个意义上可以说, 无论是 Einstein 还是 Hilbert, 从他们本质地拒绝了“逻辑”接受“矛盾”的那个时刻开始, 他们已经注定成为人类历史长河中与他们的期待完全相反, 一些真正不幸的人: 不是最早为历史遗忘就是只能成为违反理性意识的教训。

需要牢牢记住: 人类永远不可能说出比大自然自身更多的东西; 属于整个人类的科学事业永无终结, 根本渊源于人类所面对的物质世界永无终结。

15.0.5 对于“直觉主义”潜藏“理性意识”的重新肯定

作为人类理性意识的整体,科学和哲学同样密不可分,它们互为渊源地共存并且互为影响地发展着。在本书的第 17 章,即题为“西方哲学基元理念反思”的最后一章,将单独讨论西方哲学长时间一系列没有解决的基本哲学命题。该章关于哲学的讨论将指出,极大限制于西方科学世界形而上学思考方式中长期形成的简单、片面、绝对化思维习惯,在他们期望认识那个“无尽和自存”的物质世界时,几乎不可能形成一种必需的“对立统一”的辩证意识,或者对其深刻蕴涵的“相反相成、相生相克”规律形成一种生动活泼的理解。同样,根本限制于西方科学世界这种长期形成的形而上学的过分简单思维方式,他们几乎不可能形成一种“活动变化”着的理性意识,认识到 Hilbert 的“公理化思想”在其提出“相容性、独立性和完备性”这样一系列表面上看似尊重逻辑的基本认定的时候,恰恰由于“桌子、椅子等当做几何学基本概念”的前提性认识的完全荒唐,而本质地陷入否定逻辑的荒唐之中;相反,一个看似公然对“逻辑和理性”公开提出怀疑的“直觉主义”数学观,并且,因此而通常被归类于“非理性主义”范畴的哲学思潮,在实际上却潜藏着对于“理性和逻辑”一种诚实的追求和尊重。

事实上,本来可以被视作一种明显、朴素和自然的“直觉”意识:数学的本质内涵及其根本价值,其实也仅仅在于如何保证人们的所有陈述都能够严格满足“逻辑相容性”的基本要求之上。甚至还可以说:不仅仅任何严格的逻辑推理不可能告诉任何超越逻辑前提的东西,而且,数学真正让人们心潮激动的地方,正是它所捍卫的“逻辑相容性”展现给人们的一种和谐和美妙。但是,对于大部分真诚期待着“理性”的普通研究者而言,或许绝对没有想到,作为当代基础数学研究中的一个“重要”流派,即主要由荷兰数学家 L. E. J. Brouwer 所创立的“数学直觉主义(Mathematical Intuitionism)”却公然告诉人们:“逻辑并不是先验的和不可违反的”。而且,人们还指出了“尽管没有能够成功地改变数学家们的观念,但直觉主义者工作得到了全世界的承认”的重要事实。尽管如此,出于对任何“损毁理性向往”一种自发意识的天然拒斥,可以相信,任何一个科学工作者都不愿意轻易附和“数学直觉主义”对逻辑采取公然排斥的观点。

但是,当现代科学世界庆幸于“物理学的几何化”巨大意识变化,并且,将这样一种从来没有真实存在过的“形式统一”或者持续热衷于对“形式统一”的无限追求,称为 20 世纪自然科学基础的一个重大进展的时候,20 世纪的物理学和数学,却正是仅仅在“否定理性”和“否定逻辑”的意义上取得了高度的一致。相反,对于一个表面上对“逻辑和理性”持公然否定态度的数学直觉主义,却正在从“严格逻辑”的角度出发,对“公理化思想”彻底违背逻辑的行为给予无情的揭露;或者说,直觉主义者本质上只是捍卫了“逻辑”的尊严和严肃性。当然,这也只是那些虚伪的“公理主义”者,根本不可能正面反驳直觉主义提出的严肃批判,采取他们驾轻就熟的“视而不见、充耳不闻”的方法,但是,寄托于他们的“独断论”假设,更为严厉地玷污和亵渎了人类对“理性和逻辑”的崇尚,欺骗了整个科学世界,当然也同样欺骗着他们自己。

其实,当 Brouwer 期望依靠一个缺乏任何明确内涵的“直觉”称谓,并且,将数学基础上具有确定内涵的争论引向哲学争论,无奈地将“直觉”与所谓“令人信服的心智的自由创造”构成一种似是而非的关联的时候,人们不难发现:Brouwer 此处所说“直觉”一种最本原的内涵仍然是“逻辑”或者“逻辑相容性”原则。当然,这正如一位同样活跃于那个特定年代的数学家,曾经不无深刻指出的“逻辑是不可战胜的,因为要反对逻辑还得使用逻辑”那样,正是 Brouwer 对

“公理化思想”所作无情批判隐含对逻辑的深刻吻合,才可能真正令人信服,使得那些公理主义者只能容忍非理性主义对于他们的无情嘲弄和攻击。

与此同时,也不得不指出:Brouwer 与任何一位非理性主义者一样,他们在逻辑思辨能力方面远没有达到他们中的某些人曾经期待的那种能够否定“逻辑”的程度。或者可以更为准确地说,对于那个时代的人们针对数学基础本质上构成严重威胁的一系列“数学悖论”的存在,他们同样缺乏回答这些逻辑悖论的能力,才使得他们最终无奈地采取一种“诚实”的态度,否定逻辑或者理性的可能存在。也正因为此,正如人们可以普遍看到的那样,在许许多多现代“非理性主义者”的著述中,他们会格外强调对于理性一种“更为真诚”的追求。

尽管如此,甚至也恰恰因为此,如果和同时代的一些更负盛名的数学家相比,Brouwer 在许多方面表现得更为不容易,他能够极其难得地保持了一份严肃科学工作者必需的清醒。人们知道,包括 Hilbert 与 Einstein 在内的当时整个科学世界,一方面默认形形色色认识矛盾的真实存在,另一方面却又热衷于构造形形色色的“公理化体系”,并且仅仅寄希望于林林总总的人为“独断论”作为唯一存在基础,因而必然自始至终充满逻辑悖论的陈述系统,无条件 and 普适地表现那个自存的、无以穷尽的、充满差异和复杂性的全部物质世界,乃至为这样一种幼稚、荒唐的科学理想而自我陶醉的时候,Brouwer 却能够切中要害地告诉那个处于幼稚冲动中的科学世界,并且比他们早生一个世纪的德国哲学家 I. Kant 早已同样指出一个本来只是“十分简单和平凡”的基本事实:“逻辑绝不是揭露真理的工具。用其他办法不能得到的真理,用逻辑也照样不能得到。”正因为此,Brouwer 针对数学基础“集合论悖论”的真实存在,以及 Hilbert 所作的“公理化假设”的后续修补,还切中要害地明确指出:“无论怎样用 Hilbert 所设想的相容性证明来进行修补,数学的公理基础都必须毫不留情地抛弃。”

因此,人们能够这样理解:面对数学基础长期存在的一系列逻辑悖论,Hilbert 的公理化体系,当然,仍然包括 Zermelo 后来添补的所谓“公理化集合论”,它们除了自欺式模糊概念以外,本质上是无所作为的。从另一个角度讲,Brouwer 针对“公理主义者”所提出的不同批判同样是中肯和深刻的,只不过不能仅仅停留在纯粹“哲学思辨”意义上的论述,仍然需要人们借助“形式语言”,相应构造符合“演绎逻辑”和具有严肃“科学意义”的补充证明。

这样,仅从逻辑的角度考虑,如果说在物理学上期望真正解决如何解释 Michelson-Morley 实验,就不得不重新考虑 Mach 批判所提出“到底何为惯性系”这样一个属于整个自然科学体系基元概念上的前提性疑难,那么,在数学基础上,人们同样不得不回答 Russell 悖论这样一些前提性的基本疑难。对于任何严肃意义上的科学研究,矛盾是不能也绝对不允许回避的。在自然科学研究中,回避矛盾才真正成为 Landau 所说的“自欺欺人”。而且,人们总可以坚信,既然已经发现在逻辑上存在“悖论”的事实,那么,人们必然可以凭借逻辑的方法,寻找认识体系中真实存在的那些需要人们重新认识的问题。换一句话讲,悖论自身只能依“逻辑”而存,那么,试图通过否定逻辑而达到回避悖论的目的,不恰恰反映人们缺乏 Brouwer 所说的那种智慧吗?

作为一个非专业的数学研究者,本来无意或许更为准确地说并没有太多兴趣以及足够的精力,按照 20 世纪前后的数学家们所创造,本身缺乏确定内涵乃至自身隐含太多逻辑悖论的数学“语言或者概念”,形而上学地探讨那些仍然归结为形而上学意义的“数学基础”问题。

但是,如果说一个多世纪以来的“湍流”研究之所以没有取得成功,是因为这个命题本身已经完全陷入了

“研究一个被预先界定为‘无规则流动’的流动规律”所必然构造的恶性循环;同样,因为经典量子力学已经认同“矛盾”的存在前提,那么,这个体系将永远无法摆脱矛盾。因此,人们几乎可以同样断言:如果因循这些数学家们自己也从来没有真正说清的“概念”,或者回避那些矛盾的真实存在所进行的任何讨论,将永远没有结果,永远是“混沌”的。因此,独立于任何研究者的个人意志与喜好,根本问题在于:为了使得人类构造的自然科学体系真正逻辑相容,尽管它只可能是有限真实、条件存在的,或者说,在面对“相对论”、“量子力学”乃至“现代微分几何”这些在本质上只可能依赖于形形色色“独断论”的人为约定而存在的“神学”系统的时候,为了彻底摆脱它们对人类理性意识的再一次束缚,人们同样不可能回避数学以及数学基础上一系列逻辑悖论的真实存在。

最后,仍然需要诚实地指出:如果考虑到并不属于职业的数学工作者,以下关于数学基础的一系列论题的论述在某些职业数学家看来或许难免显得过分“朴素”,但是,任何人不能因此而回避重新认识数学基础一系列逻辑悖论问题的真实存在。否定逻辑仍然需要逻辑。对于使用具有确定意义的形式语言,针对形形色色“逻辑不相容性”所作的批判,如果不能为我们的数学家所接受,那么,他们只能使用确定意义的形式语言针对批判再进行反批判。

15.1 数学学科中自然科学基本原则的重新确立

自然科学是研究自存物质世界的。因此,在自然科学研究中,“物质第一性”原则和“逻辑自洽性”原则成为两个必须得到严格遵守的基本原则。并且,这样两个基本原则彼此互为关联与互为依赖,自然地贯穿于整个自然科学研究之中。

但是,现代自然科学体系大量认识悖论无可否定地真实存在着,以至于现代科学世界最终只能以公开(或隐蔽)的方式,十分无奈地放弃了“逻辑自洽性”原则。当然,如果进一步说,当整个现代科学世界几乎完全以一种“独断论”的方式被西方科学家所控制,并且,与这样一种对于整个人类而言远不正常局面的长期存在相对应,尽管现代人拥有他们的前人从来没有拥有的强大技术,但是却不得不同时面对西方科学世界彻底放弃他们曾经引以为自豪的逻辑的尴尬局面。实际上,只要从一般思维习惯乃至基本哲学理念出发,重新认真思考发生在现代科学世界如此严重反常和扭曲的状况,那么,人们并不难做出一种直观的解释。其根本原因往往在于:长期隐含于西方科学世界形而上学简单思考方式之中,一种根深蒂固的盲目自大,或浑然无知的天真,以及必然与之伴生的逻辑紊乱。

十分奇怪:与东方人自幼接受“知之为知之、不知为不知”这样一些古训的熏陶和训诫,从而无形之中总会形成一种足够谨慎和诚恳的治学态度恰恰完全相反,不知道西方学者为什么特别喜好谈论“绝对真理”或者议论“天才”这样的习惯。或许正因为此,西方科学世界中不乏少数者,往往稍有成就就会自觉或者不自觉地真的把自己当作“天才”,或者起码喜好其他人将他们真的当作“天才”对待。因此,无论源于幼稚和天真,还是归结为无知和狂妄,但是只要“潜意识”地将知识与天赋相关联,那么,在他们狂妄也过分幼稚地要求那个自存物质世界必须服从他们“创造”出来的普遍真理的时候,在属于某种特定对象的“有限知识”和拥有这个特定知识体系的“物质属体”的认识必然出现逻辑倒置。当然,这种前提性逻辑关系之上的认识颠倒,使得西方自然科学体系几乎很少“自觉”地,或者根本不愿意认真探讨诸如“存在条件、逻辑前提、有限论域、有限真实性”这样一些具有根本意义的基本命题。这样,西方科学世界最终只可能彻底放弃逻辑。

因此,当现代数学体系只能依赖甚至连中世纪经院哲学者即使为了维护神学理念,也羞于

认同的“独断论”基础,即 Hilbert 的“公理化思想”假设,以一种纯粹“自欺”的方式而存在,面对大量逻辑悖论真实存在无能为力时,同样必须首先在数学学科之中重新确立自然科学研究的普遍原则,避免认识前提中的根本逻辑紊乱。

15.1.1 形式表述“逻辑主体”的确立与“存在性”原则的提出

由于大量逻辑悖论的存在,自 Newton 以来的整个自然科学体系,真实地面临着一次“历史性和全局性梳理”这样一个重大的科学命题。那么,人们可以相信,对于自然科学体系中以“逻辑相容性”为全部本质内涵的数学体系而言,则首先需要进行以“逻辑自洽性原则”作为唯一判断基准的理性重整。而且,正如几乎所有论述一再向人们理性展示的那样,自然科学研究中的“物质第一性原则”和“逻辑自洽性原则”是一对辩证统一的共存体,自然科学陈述必须满足的“物质第一性原则”,本质上成为“逻辑自洽性原则”的逻辑必然与基本保证。与其对应,尽管数学原则上隶属于科学语言的范畴,需要应用于形形色色的不同特定几何实体或者物理实在之上,但是,其实也源于此,在使用形式系统或者数学语言表现不同实在的时候,必须首先对形式系统的逻辑主体做出前提性的明确界定。否则,形式语言几乎必然蕴涵着逻辑歧义,对于某一个表现同一的形式表述,却因为它对应于彼此并不相同的逻辑主体,相应拥有完全不同的逻辑内涵。

正因为此,在自然科学陈述中,不仅仅对于以不同特定物质对象作为特定描述对象的物理学而言,而且对于往往用作普适描述语言的数学,同样需要对一切形式系统所描述的对象,做出明确的、无歧义的、具有确定形式意义的前提性认定。与这种针对逻辑主体所作前提性的认定保持一致,相应构造了一个仅仅逻辑地隶属于这个特定陈述系统的“有限论域”。事实上,当整个自然科学体系必须严格保持语言、概念的一致性的时候,仅仅依赖“有限论域”的前提性确立,自然科学体系之中形形色色的不同形式表述系统之间,才可能满足一个其实十分“朴素”然而必须严格遵循的“无矛盾”原则。而且,人们还需要形成一种“理性”意识,尽管数学表面上看起来似乎比物理学更为抽象,但是一旦使用形式语言,那么,形式系统所描述的数学对象或者物理对象都只能“抽象”地存在着,共同构造一种对于特定对象的“理想化”认定。

总之,无论是数学还是物理学,它们都必须满足“物质第一性”基本原则。在一切合理的科学陈述中,这个被赋予普适意义的基本原则,就是对形式系统“逻辑主体”做出前提性认定的一种“抽象意义”表述。因此,明确地界定形式系统的逻辑主体和一切科学陈述必须满足的物质第一性原则,成为同一基本要素的两种等价性表述,它们共同构造了一切合理陈述必须严格遵循的“逻辑自洽性原则”的必要前提和基本保证。

因此,为了明确表示一切形式表述系统必须共同遵守,对形式系统“逻辑主体”必须做出前提性认定的基本原则,在人们尚不能明确经典形式语言系统中的“逻辑关联”符号与期望表达的内容是否严格一致的情况下,此处不妨首先采用“通常语言”的形式,大概表达以上做出的基本认定

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ Belongs to } S_{\text{idealized definition in formal}} \quad (5.1.1a)$$

其中, n 个形式量或参数 $x_1, \dots, x_n$, 以及由这些确定形式量所构造的形式系统 $f(x_1, \dots, x_n)$, 逻辑地隶属于标记为 S 的逻辑主体,或者某一种特定的理想化物质对象。与其完全一致的另一等价表述形式为

$$S_{\text{idealized definition in formal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n) \quad (15.1.1b)$$

它则进一步明确告诉人们:仅仅是那个标记为 S 的逻辑主体,才可能逻辑地拥有形式系统中的全部形式逻辑以及那个特定形式表述本身。

于是,对于以上所明确表示的逻辑关联,可以称之为自然科学陈述中,任何一个“形式系统(包括该形式系统中的全部形式量在内)”必须严格遵循的“存在性”原则。如果作进一步的诠释,那么,形式系统必需的“存在性”原则是指:形式系统及其构造形式系统的所有形式量,不可能独立于某一个拥有该形式系统的“逻辑主体”而存在,形式系统及其形式量集合只可能逻辑地隶属于某一个特定的逻辑主体;反过来说,缺乏确定逻辑主体的形式系统及其形式量集合不具意义,必然会引起逻辑歧义。

显然,在这个形式表述系统中,形式量集合 $(x_1, \dots, x_n)$, 可以视为对形式系统的“逻辑主体”也就是通常所说的“理想化物质对象”所构造一种“抽象”意义的形式定义。如果使用物理学中的概念,那么,这个形式量集合同样可以视为该特定对象的“状态空间”,对该逻辑主体的抽象状态做出明确的形式认定。此外,对于任何有意义的自然科学研究,在抽象对象必须具备的“客观性意义”与此处所说“理想化认定”的之间,必然相应存在确定的逻辑关联。也就是说,必然存在另一个“状态量”集合 $\{X_1, \dots, X_n, \dots\}$, 与上述的“形式量集合”所构造的理想化状态空间之间存在某种“大致对应”关系,即

$$\begin{aligned} \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} &\sim \{X_1, \dots, X_n, \dots\}_{\text{real}} \\ &\leftrightarrow \\ x_1 &\sim X_1, \dots, x_n \sim X_n \end{aligned} \quad (15.1.2)$$

此处的关联之所以只能称为一种“大致对应”关系,首先是每一对参量之间,即 $x_i \sim X_i$, 并不存在严格的对应,彼此存在“恒定”差异,而且,形式量集合对真实状态的描述总是不“完备”的,它不可能穷尽“物质对象”的真实。当然,这才是只能将其称为“理想化认定”的缘故。但是,它与 Hilbert“公理化思想”隐含对于人为假设一种纯粹的“随意性”约定完全不同。此处,理想化状态空间存在具有“客观性”意义的物质基础。

进而,根据也仅仅根据基本的演绎逻辑,作为式(15.1.1)所描述“存在原则”的一个自然推论,必须对下述两种存在本质差异的推理形式加以严格区分,即

$$\begin{aligned} \forall \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} &\rightarrow \exists f(x_1, \dots, x_n) \\ &\cap \\ \bar{\exists} : f(x_1, \dots, x_n) &\rightarrow \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \end{aligned} \quad (15.1.3a)$$

它告诉人们:如果确认某一个“逻辑主体”的前提存在,那么,属于该逻辑主体的形式系统必然存在;相反,如果相应存在一个形式系统,但是在并不知道该形式系统中形式量集合的“逻辑归属”以前,并不能仅仅由此断言那个最初“逻辑主体”的真实存在。对于后一种情况,除非人们还能够确信,给定形式表述的形式量集合还逻辑地隶属于由特定“逻辑主体”所构造的“有限论域”之中,即

$$\begin{aligned} \forall \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} &\rightarrow \exists f(x_1, \dots, x_n) \\ &\cap \\ \forall f(x_1, \dots, x_n) : (x_1, \dots, x_n) &\in \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \rightarrow \exists \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \end{aligned} \quad (15.1.3b)$$

那么,才可能由逻辑地隶属于给定论域之中关系式的存在,进而逻辑地断定为该关系式所描述

的某一个特定“逻辑主体”的真实存在。附带指出,此处的 $(x_1, \dots, x_n)$ 实际上为状态空间 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 中的一个状态点,故而可以使用通常的逻辑关联符“ $\in$ ”表示此处存在的“逻辑归属(Classification)”关系。

事实上,形式系统的“存在性”原则,只是明确地表达了这样一个必须得到严格遵循的前提性基本认识:任何形式系统不可能“真正独立”存在;或者说,形式系统只能依赖形式系统所描述抽象对象的前提存在而存在;还可以进一步指出,缺乏确定逻辑主体的任何形式系统自身,必然随着逻辑主体的失却相应失去了形式系统自身的存在意义。显然,所有这些同样只是再一次告诉人们这样一种平凡事实:即使对于一般仅作为形式逻辑而存在的数学研究而言,它仍然需要无条件地服从“物质第一性”的基本原则,对于形式系统所描述对象做出具有确定形式意义的前提性“理想化”界定仍然是第一位的;仅仅在被描述的理想化对象得到了明确的、具有形式意义的前提性界定以后,人们才可能构造那个仅仅属于该理想化对象的“形式系统”。当然,也仅仅于此,自然地为一个特定“形式表述”系统构造了一个具有明确意义的“有限论域”;在形式系统相应获得必需的确切意义同时,对形式系统自身做出了必需的限定。

并且,格外重要或者更为本质的事实是:所有的这一切并非源于人们的直觉意识、情感好恶、乃至任何一种纯粹的哲学信仰,一切形式系统必须严格遵循的“存在性”原则源于也仅仅根源于“逻辑”;任何一个“合理陈述”必须严格遵循的“无矛盾性”原则。因此,作为“物质第一性”原则等价表述的“存在性”原则,不仅仅适用于以特定物质集合作为研究对象的自然科学研究,而且,还存在与诸如数学这样一些本质上隶属于“工具或者科学语言”范畴的理性陈述之中,为任何一个合理陈述的“合理性”设置必需的对象和有限范围。当然,反过来不难断言:对于任何一个形式表述系统,一旦违背了一切形式表述系统必须服从“存在性原则”的基本前提,那么,这个陈述系统从其一开始就已经彻底陷入了逻辑悖论之中。

对比此处所提出形式系统的“存在性”基本原则,人们不难发现,这也是目前主要由西方科学世界所创造,包括数学学科在内的整个现代自然科学体系,一方面曲解、无知以及一厢情愿地故意夸大“逻辑”的作用,对于任何只可能“条件存在”的形式系统或者只能依赖确定“逻辑主体”而存在的概念作随意扩张,变幻为与特定对象无关的“普适性”真理陈述;而在另一方面,却又容忍或完全无视形形色色“矛盾事实”的真实存在,这样,在他们否定一切合理陈述的必需的“物质性基础”的同时,最终只能彻底陷入由于否定逻辑而必然存在的自欺和逻辑紊乱之中。

15.1.2 缺乏逻辑主体的形式系统的“空言”本质及其隐含的逻辑紊乱

其实,对于式(15.1.1)明确定义的那个关于形式系统必须严格遵守的“存在性”原则,以及式(15.1.3)所表述,在“形式系统”和形式系统所隶属的“逻辑主体”之间,两种“彼此关联”但是彼此“并不等价”的逻辑关联,或者一对“不可逆逻辑关联”互为并存的事实,只不过告诉人们一个本来十分“简单、平凡”的基本判断:

对于任何一种“属性”,它永远不可能独立于拥有该属性的某一个特定“逻辑主体”,只是以一种完全“虚幻”的形式而存在。或者说,对于人们研究的任何一种形式的性质,无论是“抽象”的数学属性还是“具体”的物理特征,它们都必须逻辑地“从属”于某一个确定的研究对象。并且,在许多情况下,由形式量所构造函数 $f(x, y, z, \dots)$ 表示的“性质”特征,往往可以根据人们针对确定研究对象所作“理想化认定”而演绎地推导而得,以至于可以视为这种理想化认定 $\{x, y, z, \dots\}$ 的逻辑必然;反之则不然,如果仍然仅仅根据严格的演绎逻辑,人们无法仅仅依

据某些性质表述的存在,继而借助纯粹演绎的方式,逻辑地推断相关理想化对象的“必然”存在,除非已经明确地“设定”或者潜意识地“默认”了某一个相关“确定论域”的预先存在。关于“性质”和拥有性质“者”之间所做出的严格区分,不妨可以将其称为逻辑推理中的“逻辑主体”原则。

当然,如果考虑到努力符合目前科学世界的一般陈述习惯,还可以将式(15.1.1)重新写作为

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ Belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

直接称之为“形式系统”或“合理陈述”必须普遍遵循的“存在原则”,以表示任何形式表述得以存在必须遵守的基本前提,这就是:必须首先将该形式系统所表现的逻辑主体在形式上首先加以前提性的确认^①。

也正因为此,人们还可以大体等价地将形式系统的“存在原则”直接称为“逻辑推理”中必须严格遵循的“主体原则”。它表示另一个与其基本相同的事实,即对于任何一个形式表述系统,需要在作为陈述对象的“抽象主体”与具体陈述内容所表示的“性质集合”之间的逻辑关联,首先做出明确而严格的区分:“性质集合”应该被视为某种“抽象主体”的逻辑必然,它们属于也仅仅逻辑地从属于这个抽象化了的逻辑主体。或者说,没有逻辑主体自身的存在,也就没有从属于给定逻辑主体的性质得以存在的基础或场所。不妨以一种“会意”的、而绝对不是那种形而上学“认死理”的简单思维方式,大概思考中国人通常所说“皮之不存,毛将焉附”的寓意,那么,任何缺乏特定逻辑主体的性质,只能随着拥有性质者的不存在而对于性质的存在构成了逻辑否定。

事实上,脱离一个确定的尽管往往被抽象化了的逻辑主体,原来属于该抽象实在的所有性质也不复存在。或者进一步说,抽象化并不意味着不存在。相反,任何一种具有合理性的抽象化,必须满足式(15.1.2)所表现的那种大概对应关系,即

$$\begin{aligned} \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} &\sim \{X_1, \dots, X_n, \dots\}_{\text{real}} \\ &\leftrightarrow \\ x_1 &\sim X_1, \dots, x_n \sim X_n \end{aligned}$$

从而逻辑地赋予抽象化对象以实实在在的物质基础。这样,对于任何一个“完全虚幻即根本不存在”的抽象化逻辑主体,随着其趋于虚无,最初隶属于该抽象化对象之上的所有属性自然不再存在。因此,讨论一个“本质无”的属性特征,在哲学上纯属荒唐,而在逻辑上则是不允许的。如果从一般理念考虑,这样一种自身没有“确定属体”的性质,似乎仍然可能隶属于纯粹“意识范畴”而抽象存在。但是,如果“抽象思维”没有意识到属性自身客观存在的逻辑主体,以及逻辑主体相应为属性构置的限制,即我们多次强调的“有限论域”的限制,那么,这样的抽象思维只能沦落为“失却理性、无意义”的紊乱思维。

显然,在这个涉及一切“合理性陈述(原则上超越自然科学范畴而仅仅依赖逻辑和理性)”的“基元概念”的认定上,作为一种基本原理而提出的形式系统“存在原则”或者逻辑推理的“主体原则”,无论是考虑 Cantor 最初提出的“朴素集合论”还是考虑那个后来经过 Zermelo 修补

① 需要注意,在这个使用“一般语言”的形式表述之中,有意识地没有使用现代数学体系中“ $\in$ ”这样一个似乎与“Belong to 或者 Possess”的语义保持一致,但是却要简单得多的逻辑符号。之所以特地使用“非形式语言”的原因,将在后续分析中做进一步讨论。

过了的“公理化集合论”,对于它们所“共同”蕴涵的构造某一个“无论域限制”形式系统的愿望形成了一种完全意义上的逻辑否定;同时,对于 Brouwer 的“数学直觉主义”所期待“把智力构造看成‘与构造对象性质无关,只与它们的存在问题有关,而它们的存在性独立于我们关于它们的知识’这样一种本质上仍然与特定研究对象无关,从而同样可能被赋予普适意义”的认识体系的判断构成一种逻辑否定;当然,对于 Hilbert 为了表现他的“公理化主义”期望表达的纯粹“独断论”主张,而公然提出“我们可以使用‘桌子、椅子、啤酒瓶’代替‘点、线、面’”这样一句“过分荒唐”的名言,更是构成完全和彻底的逻辑否定。其实,无论 Hilbert 具有怎样的智慧或天赋,当无穷彼此相连的点可能形成线段的时候,无穷张桌子绝对不可能拼凑成一把椅子;同样,当无穷多直线可能逻辑地展现成面的时候,无论多少椅子也绝对不可能变成他所说的啤酒瓶。

总之,绝对不可能是一种“完全虚幻的、缺乏确定内涵”的形式表述,或者完全与某一个特定的、具有确定形式意义的“理想化”对象无关的“公理化假设”能够作为一个陈述前提存在,继而,对这个“形式表述”中存在的形式量,人们再像 Brouwer 所说纯粹“依赖心智自由创造”那样作随意的充填。实体,无论这个实体是人们直接感受到的,还是仅仅作为一种抽象意义上的存在,都表现在形式表述之前加以形式认定;反之,一个形式系统仅仅因为形式量本身具有前提性的意义而相应存在确定的数学内涵。将不同的理想化实体,置于相同的形式表述之中,必然出现形形色色的逻辑不相容现象。当然,这也是数学基础中的所谓“直觉主义”、“形式主义”和“逻辑主义”谁也说服不了谁的根本缘故,它们都同样地深深陷入了“逻辑自悖”的陷阱之中而不能自拔。

当然,尽管随着人们对于物质世界描述的愈益“细致”化,数学语言本身必然变得愈益丰富,以能够更为深刻和准确地描述那些“理想化”对象抽象蕴涵的共性特征,但是,任何严格逻辑相容的东西,仍必然是自然的、简单的、容易为人们理性接受的。对于许多将整个生命都献身于数学研究的基础科学研究者,都无法整体地去认识、接受和理解数学,只能被视为数学远未成熟的标记。当然,如果人们并不把数学视为一种单纯以“无矛盾”为准则的“逻辑演绎”游戏,那么,数学科学中的理想化描述对象仍然属于物质世界中那些真实存在的东西,还可以称之为“理想化物质对象”。

15.2 数学基础逻辑悖论及其理性重释

从“理性原则”或者本质上与其保持一致的“逻辑相容性”考虑,数学同样不允许像某些西方哲学家错误理解或者只是源于“形而上学简单思维”几乎必然内蕴的一种幼稚、天真乃至无知,被蓄意渲染成为一种纯粹“心智”的创造。尽管数学隶属于“形式逻辑”的范畴,但是,正如前述形式表述的“存在原则”已经充分显示的那样,形式并不意味着“空乏”;相反,任何缺乏逻辑主体的“空言性”表述在流于“空、零、无”的同时,几乎必然陷入形形色色逻辑悖论之中,从而必然以“独立于任何简单思维者简单思维的主观意志”的方式,逻辑地与“空、零、无”本质蕴涵的“自否定本质”保持一致。

因此,数学大致对应于如何进行“正确推理或者合理思维”的一种思维规范。如果进一步讲,数学则需要考虑形式系统与其所描述的理想化物质对象之间是否保持逻辑一致性的问题,需要考虑如何维护一个恰当推理过程必须满足的“逻辑相容性”要求的问题,乃至需要考虑怎

样保证无以穷尽的形式表述之间处于“彼此无矛盾”之中的问题……。显然,需要和应该将“逻辑——无矛盾性”看作是数学学科的一种“重言式”表述,需要和应该将“逻辑或者无矛盾性”看成数学的唯一灵魂、全部本质内涵或者最终使命。当然,任何“否定逻辑、容忍矛盾”的行为,也就完全否定了数学的存在。

然而,令任何诚实的数学工作者汗颜或者让西方科学世界所说的“本质上以崇尚和追求真理为唯一使命”的每一个科学工作者感到耻辱和羞愧的事实却是:在经历了 3000 多年的人类文明史,特别是西方科学世界曾经做出巨大开拓性贡献的现代自然科学诞生数个世纪以后,恰恰在 19~20 世纪之交,在称之为“数学”的学科体系内部,提出了“是否允许矛盾存在或是否允许无视和否定逻辑”这样一种本质上已经对数学构成了“完全和彻底”的逻辑否定,同时在本质上也对人类所崇尚的“理性和逻辑”构成人类认识史中几乎从未出现过的空前挑战、严重摧残和恣意亵渎。

当然,如果从“认识论”的整体考虑,之所以出现人类认识中的这种荒诞情景,不仅仅自 Newton 开创现代自然科学体系一系列元认识没有得到真正解决,以及 19~20 世纪的人类面对一个展现出空前复杂性而使得那个时代的科学世界几乎完全陷入暂时性认识困惑的问题,而具有更为深厚的历史渊源:西方科学世界尽管对人类的现代自然科学体系做出了历史性的、开拓性的巨大贡献,但是,在“知识与自存物质世界作为人类有限认识体系唯一存在基础、逻辑主体”的前提性认识之上,不仅仅西方科学世界长期存在的一种认识能力方面的思维困惑乃至理性判断上的完全逻辑倒置;而且,还渊源于西方科学世界中某些人由于“过分无知”而导致“将平凡人的自己置于无尽物质世界之上”的不良风气乃至过分急功近利:将那些只可能决定于或渊源于物质世界自身的某种“有限真理性”描述,归结为个别研究者的天赋,甚至滑稽、可笑、荒唐地夸张为需要无尽物质世界无条件服从以及整个人类需要顶礼膜拜的真理。绝对不是仅仅作为一种最为简单、朴素、自明的理性意识,而应该因为这个道理过分简单需要视之作为一种“道德规范”的束缚,任何人都明白,在一个错误逻辑前提的基础之上的“逻辑推理”毫无意义,根本无法成为逻辑推理。对于诚实的科学世界而言,不能自欺地无视、容忍逻辑前提中矛盾的存在,再自欺地进行逻辑推理。而且,人类的理性意识并不仅仅属于西方世界,蛮横拒绝使用他们的先辈曾经做出巨大历史性贡献的逻辑进行科学批判更是纯粹无理的。人们必须从哲学、自然科学、数学的源头开始,进行以“逻辑自洽性”为唯一基本原则的重新梳理。

此处,局限于“数学”之内,重新探讨数学源头上的问题。事实上,在数学科学内,之所以提出这样一种“是否容忍矛盾存在”这样一个隐含“自否定”结构的反常命题,乃至最终导致普遍接受 Hilbert 的公理化思想,将整个现代数学全部建立在“独断论”的、本质上彼此之间没有任何逻辑关联的形形色色人为约定之上,这样一种对人类理性彻底背离的结果,只是源于 19 世纪末、20 世纪初,在重建数学基础时,一些诚实的数学家向人们提出了一系列真实存在的“悖论性”命题。当然,同样也只是根本渊源于西方科学世界缺乏一种能力,解决这样一些本质上直接动摇整个数学基础“逻辑悖论”真实存在的问题,最终出现包括数学在内的整个现代自然科学“否定逻辑”现象的普遍存在,甚至将“矛盾前提”视为正常的荒唐事。

因此,人们必须正视和重新审视数学基础一系列“逻辑悖论”的问题,不能也不允许现代西方主流科学社会凭借形形色色“约定论”的假设继续掩饰矛盾的真实存在。在自然科学研究中,任何形式的“第一性原理”或者“独断论”的人为假设都是完全无理和霸道的,它们不仅欺骗和戏弄了自己,欺骗了并不仅仅属于西方科学世界而理应属于整个人类的科学事业,而且,真

正逻辑相容的,必然是简单的、自然的,容易为人们理性接受的,才可能真正称得上是真正科学的。在包括数学在内的现代自然科学体系中,之所以在本质上否定逻辑的同时却变得如此复杂、难懂、晦涩,恰恰渊源于构造者自身的逻辑紊乱,乃至与无能并存的自大。因此,对自然科学体系进行以“逻辑自治性原则”为唯一判断准则的梳理,也自然地成为对西方科学世界所渲染形形色色、林林总总“天才论”荒唐的批判。

自然科学的合理性,只可能渊源于被描述的物质世界本身;而科学陈述的理性本质,全部在于任何合理科学陈述的平凡、自然和吻合于逻辑。

在五卷本的《数学百科全书》,在名为“悖论(Antinomy & Paradox)”条目中,提出“悖论”通常是指这样一种情景:在悖论中可以证明两个互相矛盾的命题成立,并且,每一个推出过程的工具都是在同一个理论的观点下可信的。为了具体说明什么是悖论,还列出了对目前整个数学基础直接威胁的三个逻辑悖论作为示例,这些称之为数学基础的三个基本逻辑悖论,即人们熟知的“Russell 悖论(Russell Paradox)”、“乡村理发师悖论(Village barber Paradox)”和“Cantor 悖论(Cantor Paradox)”。

需要注意:在这个反映目前数学世界一般观点的陈述中,并没有遵循“悖论”本意,因为悖论必然导致两个互相矛盾命题的成立,从而最终对相关的理论体系构成逻辑否定的一般常识,而是仍然类似于 20 世纪整个科学世界笼罩的“实用主义”思潮,采取默认矛盾的存在相应具有某种合理性的方法,自欺欺人式地回避了矛盾。下面,不是按照书中原来所述的次序,而仅仅按照问题的复杂程度以及相应涉及的范围逐一进行分析。

顺便指出:在英文中,赋予单词 Antinomy 和 Paradox 的语意并不相同。因此,在哲学语汇中,前者通常直接翻译为“二律背反”;而后者才被译为“悖论”。为了充分注意和警惕通过细微差别语汇的不同使用隐含着什么,进一步弄清这两个词的词意应该仍然是有意义的。

二律背反:悖论的一种极端形式,是指一对对称的“正题”和“反题”是组成的对立命题,其中,每个命题都似乎为形式可靠的证明所支持,但它们却相互不一致,于是,过去通常作为相互并列的冲突论证。(Antinomy: Being as an extreme form of paradox, a pair of opposed propositions, called a thesis and antithesis, each of which seems to be supposed by formally valid argument, but which are inconsistency with one other, and then it was usually presented as conflicting arguments side-by-side.)

悖论:从字面上说,意指某种与通常接受的观点相反的东西,某种看起来不合理但意味着哲学挑战的东西。在逻辑中,悖论是从可靠的前提或可靠的证明中产生的矛盾立场。在这种意义上,它是“二律背反”的同义词。(Paradox: Literally, something which is against the generally accepted view or something which looks implausible but implies a philosophical challenge. In logic, a paradox is a contradictory position arising from sound premises or sound proof. In this sense, it is a synonym for antinomy.)

这样,如果从纯粹的形式逻辑考虑,两者同一,从而在原则上导致由于矛盾所必然引起的自我否定。但是,数学家们将两个仍然存在细微差异的词并用的时候,一个显然目的是:将悖论理解为一种哲学意义上的新挑战,当然,这样才能起码在心理上接受和允许数学基础悖论存在的事实。如果从哲学家的角度考虑,由于自身没有真正解决具体问题的能力,他们似乎也总愿意给科学上一些明显违反理智的存在提供一种保护伞。

于是,作为一种十分有意思的现象,当科学内部发生任何重大争论的时候,哲学往往并不能真正发挥本来赋予它的一种“指导”或者“规范”作用,而根本无法抵挡住“伪科学”对于理性的攻击,不仅在争论面前退缩了,而且,还为科学中“非理性”的存在提供某种依据。这样,一旦科学出现疑难时,科学家几乎总在寻求哲学的保护。事实上,这是 Einstein 几乎不能为他的理论体系拿出任何科学意义上的证据,总喜欢将自己称为哲学家的缘故。看来,以捍卫“逻辑相容性”为使命的数学家,在无法逃脱“逻辑悖论”对自身的质难时,他们也只能同样依靠哲学的庇护。只要违背科学原则,一切自然变得如此相像。

15.2.1 理发师悖论释疑

现代数学家通常将“理发师悖论”称作为是 Russell 悖论的一个变种,它告诉人们这样一个陈述性命题:

“有一个乡村理发师,他要给而且只给村上那些‘不是自己刮脸’的村民刮脸。”

在这个命题的前提下,数学家们继而提出了这样一个疑问:

“理发师要不要给自己刮脸呢?”

数学家们并且指出,根据上述前提可能存在两种不同的答案。其中,第一个答案为

“因为理发师不属于满足‘不是自己刮脸’条件的村民范畴,所以不允许理发师给自己刮脸”;

与此同时,数学家们还给出了另一个答案

“理发师要给自己刮脸。”

数学家们指出,由于两个不同答案处于互相否定之中,从而构造了被现代数学称之为的“理发师悖论”。

不过,如果重新逻辑地审视数学家们的上述推理过程,人们不难发现一个逻辑前提上没有做出前提性界定的认识隐患。或者说,这些数学家们在构造上述推论的时候,人们实际上无法得知是如何对此处所说“理发师”所隶属的范畴,抑或可以大致视为对此处所说“理发师的定义域”如何做出前提性限定的。事实上,如果在这个所谓的悖论性命题之中,首先将理发师归类于“职业理发师”的范畴,那么,既然仅仅作为一种职业,这位理发师自然具有一种能力,而且也允许给自己刮脸。因此,数学家由此给出“理发师要给自己刮脸”的推断不仅仅十分平凡,在逻辑上也没有任何不妥。另一方面,如果只是这位理发师所居住村庄的“特定”的一种村规,为了避免这些具有“天赋”的数学家以为的无序竞争,或者只是为了加强不同职业理发师之间的情感交流,乃至为了在这种交流之中提高理发师的技艺,提出了“乡村中的理发师只允许给村上那些‘不是自己刮脸’的村民刮脸”,那么,作为该村庄一个“遵守法规”的村民,理发师需要认真执行“不允许理发师给自己刮脸”的村规。这样,数学家们指出的第一种答案,即“理发师严格遵从不给自己刮脸”的观点同样十分平凡和正常。

考虑到以上两种“矛盾推论”并存的事实,天才的数学家们最终指出:

“因为两种不同推论互相矛盾,所以没有一个满足这样一种自相矛盾要求的理发师。”这样,数学家为人们构造了一个“他们自以为是属于逻辑悖论”的陈述。

需要再一次注意:即使按照西方哲学或者数学关于“悖论”所构造的形而上学定义,悖论性陈述中的两个对立命题中的任何一个都应该得到“可靠理由”的支持。因此,此处的“理发师悖论”最多只能被当作一个存在“语漏”的陈述,几乎没有任何逻辑意义上悖论问题所隐含的那种认识困惑需要人们认真对待。事实上,如果仅仅依照纯粹“逻辑推理”必须遵循的“无矛盾”法则,考虑到理发师既是一位“合格”的理发师,完全具备自我理发的能力,而且他还是一位“合法”的好村民,严格遵守村民共同制订的法律、法规,那么,在这种情况下,针对数学陈述中所提问题的答案只有一个,这就是:“任何情况下,理发师不得给自己理发。”

将情感推测引入形式逻辑之中,无疑会导致逻辑错乱乃至极大荒唐。事实上,尽管数学家们合乎情理地认为理发师没有任何理由不给自己刮脸,但是,逻辑上无法阻止那个村庄为“理发师”设置的职业规范。因此,充其量只能把“理发师悖论”中的第一种推论视为一种“有悖常

理”的陈述,但是,它在形式逻辑上根本不存在任何“逻辑相悖”的问题。而且,人们还可以不妨假设:随着时代的发展,在一个富裕起来了的新农村,的确制定了不允许所有理发师给自己刮脸这样一个“劳动保护法”呢?

至于,对于第二种猜测而言,如果数学家们考虑到理发师也属于村子中的一个村民,因此,自然地属于该理发师的自我服务对象,那么,这同样只是天才数学家们进行他们推理过程中引入形式逻辑以外的一种“一相情愿”的理由,你为什么要干涉那个村庄自立的“理发规则”呢?

显然,将“理发师悖论”称为形式逻辑意义上的悖论性陈述是完全不合理的,甚至连西方科学世界所说的“语意悖论”也算不上。当然,它也再次提醒人们:在构造类似于“某一事实是否存在”这样的逻辑判断之前,必须首先对“相关特定事实的允许存在范围或定义域”做出明确界定,以免逻辑推理的前提自身存在逻辑歧义使得后续推导始终处于歧义之中。因此,除此以外,数学基础之中的“理发师悖论”,只能被大致视为数学家们在进行某些“过分简单思维”过程中往往容易出现的一种推理疏漏。

15.2.2 说谎者悖论释疑

在《数学百科全书》中,“说谎者悖论(Liar Paradox)”并没有直接被列入“逻辑悖论”的三个范例之中,而仅仅归于“语意悖论(Semantic Paradox)”的范畴。其实,“说谎者悖论”与逻辑之间的关联应该比前面所述“理发师悖论”还要直接或更密切,故而一并作简单的分析。

数学家们指出,“说谎者悖论”是著名的公元前4世纪的“Eubulides 悖论”不同变种中的一个,通常是指一个人所说:

“我现在正说的是一句谎话。”

人们提出质疑:该说谎者所说到底是真话还是假话呢?并且,考虑到其中任何一种似乎都是合理的,与此同时,必然对另一回答构成逻辑否定。于是,将其称为说谎者悖论。

其实,这个由看似智者所构造的悖论性陈述,同样并不真正存在“逻辑相悖”的问题,而只是陈述句中的语词不完整,以至于导致认识歧义的出现。事实上,在这个陈述句中缺少一个确定的“命词”,以明确界定该陈述者所陈述的特定对象。也就是说,在仅仅给出“我现在正说的是一句谎话”的陈述句中,“正”的特指意义是含混的,它隐含了对于作为陈述对象的“实在”一种在逻辑上必需的明确认定。或者,正如下面所表示的那样:

“我现在‘正说的(What?)’是一句谎话。”

人们并不确切了解语句中那个“正说的”到底特指什么问题。但是,在人们的日常语言交流之中,这句通常使用的话语往往并不会引起听者的判断紊乱,其原因只在于该命词的确切内涵可以从该话语的“前后交待”中得以逻辑的认定,以至于不会产生逻辑歧义。可以相信,只有那些习惯于“形而上学”简单思维并且还“自作聪明”的人,才会将日常陈述并不完整的语句引入数学的形式逻辑讨论之中,探究是否会出现逻辑悖论这样一些具有严肃科学意义的命题。

不过,如果并不是仅仅从语意本身而着眼于语句的形式逻辑结构,那么,此处的说谎者悖论,似乎仍然可以与后面将要述及的 Russell 悖论构造一种“大概的”逻辑关联。事实上,如果将全部语词所构造语句整体视为一个特定的语词集合

$$S : \text{What}(x) \text{ I am talking about is a lie.} \quad (\text{Liar. 1})$$

其中,对于那个“不真”的语词 x ,在形式上相应存在一种逻辑上的从属关系

$$x \in S$$

与此同时,一个需要进一步回答的问题则在于:对于语词集合 X 中的一个元素 x ,当其被界定为“被陈述对象(What)”的一种“代表元素”的时候,对于该“代表元素 x ”所作的“真伪性”判断,能否取代对那个“一切陈述对象”所构造集合 X 做出的判断呢?或者说,还需要对如下所述的逻辑判词做出判断:

$$?x \in \{x\} \stackrel{\text{def}}{=} X : X = \{x\} \quad (\text{Liar. 2})$$

如果答案是肯定的,那么,才会相应存在“说谎者悖论”的构造者最初希望表述的那种“悖论性”意思:无法从这句话出发,做出那个话语者到底是否成为一个逻辑意义上的“说谎者——其所说的‘每一句话’必须都是谎言”的确定性判断。

从一般常识考虑,上述关于集合与集合中个别元素保持“真假同一”的认定是绝对不允许或者不合情理的。在一个陈述句中,用某一个“特指”陈述对象取代一切符合条件的“可能对象”构造的集合,在此处则相当于存在

$$x = X$$

那么,作为最初给定否定句中“特指否定对象的 x 到底是什么”的前提性问题,始终没有得到解决。而且,只因为某一个特指对象的“不真”,就断言陈述者所有陈述对象“必然不真”,从而变成一个严格意义的“说谎者”在逻辑上同样是武断和不合理的。因此,考虑到该陈述句自身存在一个未知的 What,为了使该陈述句具有确定的判断意义,人们必须明确指认该 What 的具体内涵,即

$$\text{What} \in X ? \rightarrow x : x = (x_1, x_2, \dots)$$

当然,如果让特指的 x 等于一切可能对象构造的命题集合 X 自身,因为原命题中隐含着“不确定”的 What,所以用以表示陈述对象自身的 x 同样逻辑地隐含着未知的 What,即依然不满足作为陈述对象必须具有“确定性”要求的基本前提。

总之,通过对“说谎者悖论”所作分析,人们可以逻辑地推得如下结论:

- (1) 如果希望使原命题具有确定意义,必须赋予其中的被陈述对象以确定的内涵,即

$$S : \text{What}(x) \text{ I am talking about is a lie. } x \in X$$

→

$$\text{The 'x' must be endowed with a certain connotation}$$

- (2) 因为 X 自身不满足确定性要求,作为一种必然的逻辑推论,不允许将 x 定义为 X 本身,即

$$\forall S : \text{What}(x) \text{ I am talking about is a lie. } x \in X$$

→

$$\bar{\exists} : \text{All things, } X = \{x\}, \text{ I am talking about must be lie}$$

或者说,如若不然,因为 x 被定义为陈述句一切可能对象所构造集合 X 本身,所以 x 仍然是未确定的。也就是说,人们仍然不了解具体陈述的对象。因此,对被陈述对象自身不确定的陈述,本质上人们不可能做出“是”或者“非”的任何判断。

- (3) 进一步讲,对于原来的陈述句,如果允许特指的被陈述对象 x 用该陈述句泛指的一切可能对象构造的集合 X 表示,那么,当这个话语者所说的每一句话都是谎话,从而成为逻辑上严格意义的说谎者的同时,原陈述句中“什么是被界定的对象(What the described object is)?”的核心问题依然存在,即

$S : \text{All things } X \text{ I am talking about are lies.}$

$$\xrightarrow{x=X}$$

$\exists : \text{What is the specially described object?}$

当然,人们无法对一个始终蕴涵着不确定内涵的陈述句真伪做出判断。

(4) 与上述逻辑论断完全一致,人们也不可能借助一个不存在确定内涵命题来定义命题自身或者描述其他命题。当然,任何“借助概念自身定义概念的”只能属于“循环定义”的范畴,而循环定义除了自欺以外,没有任何实际意义。实际上,Newton 使用惯性系定义惯性系,不仅仅使人们至今无法回答到底什么是惯性系的问题,一切与运动学状态有关的物理量失去了确定性意义,而且,建立在惯性系上的整个现代自然科学体系都真实地处于前提性认识悖论之中。

这样,“说谎者悖论”只不过是现今自然科学体系中“循环逻辑”普遍存在的一种形式或者真实写照,根本不值得如此大惊小怪。但是,如果将“说谎者悖论”视为现代数学著名的“Godel 不完备性定理(Godel Incompleteness theorem)”的一种思维基础,应该说在逻辑上并不合适或者并不准确。相反,如果的确需要像某些数学家所说的那样将它们两者相连,将此处的“说谎者悖论”作为“Godel 不完备性定理”的证明基础,那么,不完备性定理所揭示的数学意义似乎变得十分“平凡”了。

(5) 进而,如果允许按照上述的“集合论”语言,那么,不妨构造与上述结论保持一致的一种大概“推论”:对于任何一个给定的集合,不允许使用该集合中的某一个“元”取代该“集合”本身。也就是说

$$X : (x, \dots) \rightarrow \bar{\exists} x = X$$

事实上,在考虑某一个多元集合的时候,该集合中的不同组元必须存在可分辨性。而且,即使从直观意义考虑,集合和集合中的元属于两个不同的概念,在逻辑上必然对应于完全不同的涵指。因此,即使对于某一个“单元”集合而言,也不能将元和该独立元所构造的集合混为一谈。

(6) 最后,如果从严格逻辑的角度出发,整体意义地重新审视“说谎者悖论”之所以出现一对看似“逻辑自悖”结果的原因,人们不难发现,它仍然完全归结为整个陈述违背了式(15. 1. 1),即

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

所表述,一个需要为一切形式系统必须共同和严格遵守的“存在原则”或者“主体原则”。

因此,不仅仅局限于自然科学,而且,对于任何一种符合理性的陈述,它都需要首先明确相关陈述的特定对象,或者将某一个陈述系统前提性地置于某一个具有确定意义的逻辑主体之上。任何缺乏逻辑主体的形式表述乃至这个形式表述之中的一切形式量,都随着陈述系统逻辑主体的失却而失去了存在意义。事实上,在主要由西方科学世界所构建、包括现代数学在内的整个现代自然科学中,正由于这些构建者往往心存一种“过分幼稚”的欲望,将某一个特定陈述系统置于“无有限论域、无逻辑前提、无存在条件、乃至无特定逻辑主体”限制这样一种“普适真理”的状况,从而使得这些“简单欲望”中的形式系统由于缺乏确定逻辑主体而流于“空乏(空言陈述)”的同时,几乎必然处于形形色色的“逻辑自悖”之中。

恩格斯(F. Engels)曾经将 19 世纪初欧洲的哲学家 Hegel 被誉为“那个时代最博学的人”。在 Hegel 的

“辩证逻辑(Dialectical Logic)”中,他曾经提出了这样的思想:事实上每个概念、每个范畴都是二律背反的。但是,如果这样一种理念真的能够称为一种“辩证法”或者“辩证思维”的话,那么,由于任何概念不再具备确定的内涵,理论上为“悖论”的必然存在提供了一种意识基础。其实,当 Hegel 的哲学只能被归结为“绝对唯心主义”范畴的时候,必然隐含着形形色色的逻辑错乱,并且不可能真正领会“辩证思维”的那种只是依赖“有限论域、不同特定物质对象”的千变万化,一种与形而上学的僵硬、片面和绝对完全相反的“生动活泼”思考模式。实际上,正如本书最末一章的讨论将要指出的那样,形而上学的 Hegel 辩证法本质上毫无辩证可言,自始至终充满认识悖论。

当然,从逻辑并且仅仅从被西方哲学家视为与理性同义词的逻辑角度考虑, Hegel 辩证法本质上并不辩证,处于本质上逻辑自悖的“自由”认识之中,仍然是根本违背了任何一个合理陈述必须严格遵循的“存在原则”或者思维推理中的“主体原则”的。因此,需要形成一种“理性意识”的判断:“唯物主义”绝对不能被仅仅视为一种信仰,允许不同信仰者存在不同的情感色彩,对唯物主义和唯心主义做出凭借主观意识好恶的取舍。事实上,唯物主义是一种科学,根本决定于一切合理陈述必须遵循的“逻辑相容性”基本原则。毫无疑问,对于以自存物质世界为研究对象的自然科学,如果将概念独立于“概念得以存在的确定理想化物质对象”之上,而仅仅界定为不同人们不同“心智”活动的产物,最终必然导致逻辑推理的彻底紊乱。当然,这才是 Landau 只能诚实地告诫人们“数学严谨性是自欺欺人”,而整个现代自然科学不得不依赖甚至中世纪经院哲学家也不屑一顾、那个与“指鹿为马”毫无二致的 Hilbert 公理化思想而“自欺”地存在着,这实属一种十分可悲的状况。

人类的理性意识只可能在批判之批判的循环中得以逐步深化。因此,在属于整个人类的自然科学逐步发展的历程中,出现某些暂时认识困惑本来属于一种平凡的真实。正因为此,明确指出认识不足或者彰显真实存在的认识矛盾,不仅仅是任何科学研究者必需的那种诚实,而且,成为人们深化认识的必要前提。但是,因为西方科学世界长期以来完全颠倒了“自存物质世界”和认识物质世界的“科学探求者”之间显然存在的确定逻辑关联,过分幼稚甚至不妨说其实相当无聊地视自己为“天才、天赋”,所以自然科学一旦出现某些暂时认识困惑的时候,他们几乎不能养成一种自觉习惯,从基元概念开始认识探讨曾经认识一切可能存在的认识不足、不当乃至错误,相反他们似乎总习惯于引入类似于悖论性的似是而非的概念、议论,在掩饰认识不当的同时,将属于人类的自然科学以及他们自己的思维引入紊乱之中。

如果需要一针见血地点明整个现代自然科学体系的要害,那么,无论出于一种幼稚的无知还是曲意的掩饰,当这些被称为“数学家”实际上与“一般人”并没有任何本质差异的人,一再提出数学基础之中的这些逻辑悖论的时候,他们的目的无非在于“有意识、潜意识、无意识”地掩饰数学基础中种种“逻辑不相容”的真实存在。其实,如果人们稍加注意,就可以发现 Einstein 提出经典量子力学明显存在的不合理性,但是,他根本没有能力抓住这个陈述体系在“逻辑(理性意识)”上的要害问题,不可能形成一种理性意识,认识到整个量子力学的问题在于前提性地容忍了种种“矛盾”的存在。因此,诸如“Schrödinger 猫”之类对量子力学所作的批判不仅过于简单幼稚、逻辑思维紊乱,而且不可能涉及量子力学问题的本质,只能将人们的思想进一步引向紊乱。

重新认真和严肃地反省 19~20 世纪的自然科学史,这个历史其实仅仅说明这样一个基本道理:自然科学的唯一存在基础,只可能是通过科学实验而揭示属于物质世界自身的物理实在。如果说那个时代的主流科学世界无法接受 Einstein 对于量子力学所作批判,但是,他们并没有形成一种理性意识,现代自然科学体系中的一切认识紊乱,都根本渊源于西方科学世界在“知识和知识对象或基础”之间长期存在认识上的逻辑倒置,渊源于“独断论”者对理性和逻辑彻底破坏。

15.2.3 Cantor 悖论释疑

主要活跃于 19 世纪下半叶的 P. Cantor,是作为整个现代数学基础的“集合论”的缔造者。就在 Cantor 完成他的集合论,虔诚地表达了他所说“上帝所恩赐的知识去防止在无穷集合信

念上可能发生的错误”的感谢不久,其他研究者相继发现了“超穷数理论”包含矛盾的问题,而 Cantor 本人则于 1899 年以一种极其难能可贵的诚实,提出了一个更简单也更基本的集合论悖论。这个对自己花费巨大心血而构造出来的理论体系可能形成逻辑否定的悖论,就是现代数学世界通常所说的著名 Cantor 悖论。考虑到讨论这个悖论在逻辑上一种毋庸置疑的复杂性,同时也为了不至于在讨论过程中出现认识歧义,此处不妨采取逐段叙述的形式进行讨论。

15.2.3.1 什么是 Cantor 悖论

仍然大体按照《数学百科全书》中的叙述方式,首先大体交待什么是 Cantor 悖论的问题。Cantor 悖论是指:

“根据集合论的‘概括原则(Comprehensive Principle)’,首先定义一个集合 M ,作为构造该集合的一种共性特征,令集合中‘所有的元素’自身都是集合,如果将这些‘集合元’记为 s ,即存在由‘所有’集合组成的集合

$$M = (s_1, s_2, \dots, \infty) : \text{A set to be consisted of all sets}$$

另一方面,仍然根据集合论,对于这个由‘所有集合’组成的集合 M ,自身还存在一个由其构造的幂集合,即

$$P(M) : (S_1, S_2, \dots, \infty) \quad S_i \subset M$$

于是,根据通常被称为 Cantor 定理的集合论基本定理:任意集合所构造的幂集必然大于原来的集合,即

$$\bar{P}(M) > \bar{M} \quad (\text{Cant. 1})$$

但是,另一方面,根据最初构造集合 M 的定义,它包容了所有的集合,那么,幂集合 P 中的所有元素 S 作为集合 M 的子集合仍然是集合,因此,幂集合又自然地成为由所有集合所构造集合 M 的一个子集合,即

$$S \in M$$

但是,根据子集合不大于集合的基本规则

$$\bar{P}(M) \leqslant M \quad (\text{Cant. 2})$$

这样,在最终导得的两个推论之间,明显出现了矛盾。这个矛盾推论就是人们通常所说的 Cantor 悖论。”

需要注意:能够导致两个处于“逻辑自悖”中的推论,它们的基础分别是集合论的“Cantor 基本定理”以及构造集合论的“概括原则”。众所周知,集合论中的 Cantor 基本定理只不过是把“有限集合”一些明显存在的事实推广至“无穷集合”而已,因此,几乎从来没有人对于 Cantor 基本定理的正确性曾经表示过怀疑。于是,关于 Cantor 悖论问题的争论焦点,集中在如何看待构造集合论的“概括原则”是否合理。

15.2.3.2 Cantor 关于集合的“相容性”补充条件及其大概分析

事实上,随着发现自己所创造的集合论可能导致悖论性的推论,Cantor 公开提出导致出现逻辑不相容现象的根本原因是使用了“太大集合”的缘故。Cantor 曾经这样指出:“我们应当把集合区分成相容和不相容的,后者不能看成‘一’,而必须看成‘多’。”而于 1899 年,Cantor 在致 Dedekind 的信中,还以一种更为明确方式告诉人们:“对于一个多数体来说,如果把它设想为一切‘元素’的共存将会导致矛盾,从而把这个多数体视为一个统一体或者一个已完成的

形式是不可能的,这个多数体就是不相容的多数体。例如‘可以想象到的所有事物的总体’就是这种不相容的多数体。相反,如果一个多数体可以被视为所有元素的‘共存’,也即为一个统一体而不导致矛盾,就是说这一多数体是相容的。只有相容的多数体才叫集合。”

如果仍然采用形式表述的语言,Cantor 的上述陈述则为

$$S = \{x \mid p(x)\} \cap \{x\} : \text{Comparable} \quad (\text{Cant. 3})$$

该“相容性”补充条件表示:集合中的元素必须彼此相容,否则,只能被称为一个彼此不相容的“多数体”,而无法构成能够作为“统一体”而存在的集合。

其后,Cantor 通过进一步分析又继而指出:“(如果仅仅从‘是否相容’这个特定‘属性’考虑),两个对等的‘多数体’或者都是相容的,或者都是不相容的,从而这些‘多数体’又重新成为集合。”

现在重新认真反思 Cantor 在一个多世纪前做出的陈述,可以发现,Cantor 对于相关补充条件的分析大体刻画了他为了避免出现集合论悖论,并且意识到是因为存在“太大集合”的缘故,而予以努力避免这种“太大集合”的真实思维过程。事实上,补充陈述中最后关于“多数体相容或者不相容”所作的结论告诉人们:集合论的本原思想在于“总括——关于某种特定属性的前提性认定”之上;当然,为了保证据此而构造的集合具有一般性意义,集合论没有也不允许对“概括原则”中所说的“性质”做出任何其他限制;继而,仍然只渊源于完全相同的道理,同样允许将补充陈述中的“相容性”条件定义为“概括原则”中的另一种基本判断特征,由此重新构造新的集合。也就是说,在存在 Cantor 所说的那种“对等多数体”的时候,如果人们选择“是否逻辑相容”作为区分不同“元素”的一种确定基准,判断不同元素能否隶属于某一个特定集合的时候,“两个对等多数体”仍然是可比较的,两者或者相容或者不相容,并且,允许“这些”多数体中性质不同的“元”,重新构造了一个以是否满足“相容性”为可比较基准的集合。

但是,针对 Cantor 所提出当存在“由彼此不相容元素”构造的“多数体”,并且,采取按照“相容性”原则重新构造集合的时候,那些重新构造的集合与最初的那些“处于不相容之中的多数体”并没有任何逻辑关联。因此,在本质上,Cantor 补充提出的“相容性”条件,并没有像他最初期待的那样,能够真正构成对没有“任何限制”的“概括原则”补充一种限制。等价地说,Cantor 根据相容性原则重新构造集合的方法,并没有对他直觉意识到集合论定义了一个“过大集合”的问题形成任何限制。因此,Cantor 对于他的集合论使用了“太大集合”从而导致集合论悖论的一种认识即使是准确的,但是仍然只能大致归结为“直觉意识”的范畴,没有理性意识到集合论悖论在“逻辑关联”上存在认识不当的症结。当然,也正因为此,Cantor 的“相容性”补充条件不可能真正解决他正确指出集合论存在“集合太大”的问题,也不可能真正为 Cantor 其后的数学家所特别关注。

综上所述,Cantor 意识到:由自己所构造的集合论悖论,对于同样由自己所创造的集合论将构成一种具有本质意义逻辑否定。所有的一切,就是这个至今影响着现代整个数学基础存在的 Cantor 悖论。

15.2.3.3 集合论本质蕴涵“无论域限制”的基本理念

在自然科学体系承继性批判和发展的历程中,如何努力读懂前人的著述,以期较为准确领会前人工作的基本思想或者哲学理念,始终具有根本意义。也正因为此,在面对集合论悖论长时间没有得到解决的情况下,人们不得不对整个集合论再进行“逻辑溯源”的分析,重新审视和

领会集合论的基本思想。在我国的现代数学著述中,曾经有作者这样生动地描述了集合论创始人 Cantor 对于集合所作的刻画:“吾人‘直观’或‘思维’的对象,如为‘相异’之物,其‘总括’即谓之集合,其组成之物谓之元素。”

通常,为了表现集合论具有“无所不包”表现能力的愿望,人们还往往特地强调:“任意的对象都可以作为集合的元素。特别地,集合也是人们的思维对象,因此,集合暂时也可以用作集合的元素。”

总之,从集合论缔造者的最初愿望考虑,构造集合论的最根本思想在于:构造一个“无任何论域”限制的形式系统,从而在一方面能够为“数学”作为一种具有“普适意义”的工具提供理论依据,而在另一方面则相应提供具体的处理手段。

15.2.3.4 集合论“构造原则”的重新考察

因此,“总括”成为整个集合论的灵魂。那么,何为“总括”或者“总括之全体”到底意味着什么呢?

在集合论中,存在两条关于如何具体构造集合的基本原则。其中,构造集合的第一个准则是“外延原则(Extensionality Axiom)”,即

$$S = \{a, b, \dots\} \quad (15.2.1)$$

外延原则告诉人们:一个集合是由它的元素完全确定的^①。

作为构造集合的另一个原则,则是前面已经多次提到过的“概括原则(Comprehension Axiom)”。概括原则的相关形式定义为

$$S = \{x \mid p(x)\} \quad (15.2.2a)$$

它表示对于此处所定义的集合 S 而言, $p(x)$ 是对于集合中所有元素“共同”具备属性的一种确定描述或者认定,因此,该集合中的所有元素都满足该条件,同时一切满足该条件的则成为集合中的一个元素

$$\forall x: x \in S \leftrightarrow x: p(x) \quad (15.2.2b)$$

当且仅当不属于该集合的任何东西才不满足概括原则所提的条件。

15.2.3.5 集合论“概括原则”隐含的逻辑倒置问题

在本章上一节曾经明确告诉人们这样一个基本事实:在逻辑推理或者逻辑关联中,尽管逻辑关联词“蕴涵(Possess)”和“隶属(Belong)”连接的是一对相同的实在,但是,两个逻辑关联词被赋予了两种完全不同的逻辑意义。当然,根据此并且也仅仅根据此,才提出式(15.1.1)所示,即

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

关于一切陈述系统当然也包括“属性陈述”在内的“存在原则”。它表示一切“属性陈述”只能逻辑地隶属于那个拥有该形式界定的逻辑主体,尽管该逻辑主体仍然可以仅仅被视为一种“理想

① 注意,对于集合论所说集合中的元素,如果真的完全被视为所谓“吾人‘直观’或‘思维’的对象”,那么,像 Hilbert 所说“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一种纯粹决定于主观意识的选择没有任何不当,当然集合中的元素无需也不存在任何逻辑关联。但是,可以设想:绝对没有逻辑关联的元素所构造的集合本质上成为“空言性”的无聊陈述,没有任何实际存在意义。正因为此,Cantor 才合理地提出了“相容性”的补充概念,并且,这个补充提出“相容性”概念才可能与“概括原则”或者“描述性原则”之间形成某种隐含的逻辑对应关系。需要理性意识到,任何真正合理的陈述必然处处逻辑相容。

化”的存在形式。与形式系统的“存在原则”一致,还相应存在如式(15.1.3)所述,逻辑推理过程中的“主体原则”,即

$$\begin{aligned} & \forall \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \rightarrow \exists f(x_1, \dots, x_n) \\ & \quad \cap \\ & \bar{\exists} : f(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \end{aligned}$$

它告诉人们,本质上只能从“逻辑属体”本身出发,或者根据对形式系统“逻辑主体”所构造的前提性“理想化”认定,逻辑地“推导”出隶属于该“逻辑主体”的性质特征或者形式表述;相反的“逻辑推理”过程,即由某个“性质或者形式表述”的存在前提出发,希望逻辑地推断某拥有该“性质或形式表述”的特定“逻辑主体”的逆过程则并不恒定存在。在无法预知该形式系统的“有限论域”的时候,充其量只能将这种逆向判断过程视为一种“大致合理”猜测,可能为人们做出进一步判断提供依据。因此,从拥有某种性质特征的逻辑主体出发,推断相关的性质特征或者相关形式表述,与仅仅凭借某种性质特征推断拥有该性质特征的逻辑主体存在之间,逻辑上存在根本差异。

显然,对于集合论的第一种基本原则,即外延原则

$$S = \{a, b, \dots\}$$

它不会产生任何逻辑歧义。尽管集合中的一切原则上应该成为一种“理想化”的存在,但是,正是在这样一种针对“形式主体(逻辑主体)”所作的理想化认定中,可以逻辑地推知属于该集合所具有的“共性”知识^①,即

$$S = \{a, b, \dots\} \rightarrow p(x) : x \in \{a, b, \dots\} \quad (15.2.3)$$

反之,则不然。也就是说,在没有构造确定的“有限论域”或者“逻辑前提”的时候,由于物质世界的丰富多彩或者形式系统的错综复杂,不能仅仅由“属性”本身作出一种具有确定逻辑意义的认定,即

$$\bar{\exists} : p(x) \rightarrow S = \{x \mid p(x)\} \quad (15.2.4a)$$

最多只能被视之为一种“合理推测”,即

$$\exists : p(x) \rightarrow S = \{x \mid p(x)\} \cup S \neq \{x \mid p(x)\} \quad (15.2.4b)$$

作为一个简单的基本事实,因为随着不同特定问题中的“论域”不同,依照这种属性所构造集合自然有所不同。而且,更为重要的事实还在于:如果没有确定“论域”作为陈述系统的存在基础,那么,在这个推理过程中,作为“前提”所定义“属性”自身原则上都无法存在,当然,这个推理也不复存在。

因此,仍然仅仅局限于“逻辑推理”的考虑,当人们希望按照“概括原则”构造某一个集合时,必须首先相应构造一个确定的“有限论域(Finite Discussion Universe)”,并且,将属于该“论域 D ”中一切可能存在的“不同性质特征”罗列出来,本质上相当于构造了一个仍然定义于该“论域”之内的“特性”集合,即

$$S_{\text{properties}} \{p_i(x) : x \in D \quad i = 1, 2, \dots\} \quad (15.2.5a)$$

于是,也仅仅在这个特定“有限论域”之上,人们可以选择属于相同“论域”中“特征集合”中的任

① 当然,正因为此,像 Cantor 所说那种不具“相容性”或者“可比性”的元素,本质上不可能构造一个具有实际意义的集合。请参见前一注释中的分析。

意一个特性,按照“概括原则”定义集合,即

$$S = \{x \mid p(x)\} \quad p(x) \in S_{\text{properties}} \{p_i(x)\} \quad x \in D \quad (15.2.5b)$$

仅仅在这个时候,作为“概括原则”中所说的性质 $p(x)$ 才可能成为一种“实实在在”的,具有确定“逻辑属体”或者“逻辑主体”的一种“有效”陈述。当然,也仅仅在这个具有确定“有限论域”的特定条件下,根据“概括原则”所定义的集合不可能出现任何歧义。

15.2.3.6 “相容性”补充条件的无效性分析

这样,人们可以重新逻辑地考虑前面曾经提出的问题,即尽管 Cantor 已经形成一种正确的“直觉”判断,大体意识到之所以出现集合论悖论的问题,其本质原因可能在于“使用了太大集合”的缘故。因此,Cantor 明确提出了“相容性”条件的补充约束,期望能够对他所说“过分的集合”做出了一种限制。但是,他所添加的这种限制并没有获得成功,那么,这是什么原因呢?

如果从思维结构的本质考虑,这根本渊源于 Cantor 并没有真正认识到他最初提出的集合论在逻辑意义何处存在不当。任何没有洞察“认识矛盾”或者“认识悖论”的分析,尽管可能看似合理,但是,只可能停留在直觉意义的浅层次的认识水平上。事实上,人们不难发现,对于式 (Can. 3) 所示,为 Cantor 提出的“相容性”限制条件

$$S = \{x \mid p(x)\} \cap \{x\} : \text{Comparable}$$

除了对“概括原则”中的性质再补充或者增加了一个限制以外,并没有使一个隐含逻辑不当的“概括原则”发生任何具有本质意义的变化。也就是说,如果令

$$P(x) = p(x) \cap \text{Comparable}$$

则存在

$$S = \{x \mid P(x)\}$$

因此,该定义仍然完全重新回到原来的概括原则之上。

当然,如果“概括原则”在基本逻辑关联上的确存在认识不当,那么,不可能仅仅通过对不当“概括原则”中的性质集合再增加一个“相容性”限制条件,而使“概括原则”内蕴逻辑不当的状况有所真正改变。为了避免逻辑悖论或者消除已经存在的某种逻辑悖论,必须首先从源头真正揭示“认识矛盾”所在。那种因为缺乏严格逻辑思维能力,而只能无视或掩饰矛盾,甚至像 Hilbert 那样公然提出的“独断论”假设,强行赋予“矛盾”以合法地位的方法,不仅仅沦落为纯粹的自欺,实际上也是对人类共同崇尚的“真善美”构成难以容忍的亵渎。

15.2.3.7 Cantor 集合论隐含的“总括”悖论

以上分析表明,从纯粹逻辑的角度考虑,纠正 Cantor 悖论的唯一途径只能是严格遵循一切逻辑推理必须共同服从的“逻辑主体”原则,即

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

也就是说,任何一种“性质”只能逻辑地属于某一个确定对象。因此,在原则上,陈述体系的逻辑主体确定了,那么,属于这些逻辑主体的性质必然需要得到唯一确定。反之不然,任何缺乏确定“有限论域”限制的属性不仅仅可能会引起逻辑歧义,甚至由于“逻辑主体”的缺失而本质上根本不存在。

当然,在几乎任何一个形式表述系统中,对于此处提出的“逻辑主体”仍然存在如何定义的

问题, 尽管这些“逻辑主体”实际上只能作为一种“理想化形式”而存在。于是, 除了 Cantor 根据“外延原则”将所有为人们关注的对象全部形式地罗列出来以外, 人们提出: 考虑到“逻辑主体”自身仍然需要借助“一组性质”对它们加以形式地认定, 因此, 如果能够预先知道这样一些“逻辑主体”必须具备的基本特征, 那么, 只要“任何一个”元素能够满足给定的条件, 这些元素的整体自然地成为拥有相关特征性质的“逻辑主体”的一种形式定义。也就是说, 如果存在给定的一组性质 $\{f_i(x, y, z, \dots)\}$, 并且预知它们将成为那些需要认定元素“必须”严格遵循的性质特征, 则形式表述

$$S = \{x \mid p(x)\} \quad p(x) \in \{f_i(x, y, z, \dots)\} \quad (\text{Cant. 4})$$

成为由那些元素构造的特定集合。显然, 对于这样一种习惯性的论证方法, 如果真的属于逻辑上一种“合理”的分析, 那么, 关于如何定义“集合”的问题, 本质上又重新回到 Cantor 最早提出构造集合的另一个原则, 即“概括原则”之中, 并且, 最终仍然无法避免因为“概括原则”而引起集合论逻辑悖论的问题。

因此, 人们无法回避对上述一个看似合理的论证问题中可能隐含的逻辑不当进行分析。反过来说, 如果上述论证过程的确没有任何逻辑不当存在, 那么同样由 Cantor 自己构造的“Cantor 悖论”则是虚幻的。等价地说, 在这个涉及到整个现代数学存在基础的逻辑悖论的构造中, 必然存在某种人们尚未认识到的逻辑失当, 从而根本无需以一种纯粹自欺的方式, 借助形形色色“后续补充的公理化假设”来粉饰、弥补集合论悖论本质蕴涵的逻辑不相容问题, 而需要重新对 Cantor 逻辑悖论是否存在的问题进行分析。毫无疑义, 这才是任何一个“真正严肃的数学工作者”需要认真探讨的基本问题。当然, 这同样也是为什么花费较大篇幅, 将 Cantor 在一个多世纪前最初提出他的“概括原则”时那些看似“简单、自然、朴实”以至于似乎理所当然的思想重新展现出来的根本原因。

事实上, 如果仅仅以一种“平常心 —— 因循‘常理’和吻合于‘逻辑’, 而绝对不能以某些在充分享受着科学的人特意渲染的那种‘震撼心灵’的虔诚”, 纵观或者重新认真审视 400 余年来主要由西方科学世界曾经做出开拓性历史贡献的自然科学体系, 那么, 人们不难发现: 物极必反, 一个不可思议乃至完全不可理喻的认识反常或者理性颠倒, 正在极其严重地困扰着理应属于整个人类, 但是目前却极不正常地由西方科学世界以一种“独断论”方式蛮横地霸控着的知识体系。

对于任何一个具有“平凡、正常”思维的人, 必须形成一种自觉意识: 人类所构造的自然科学, 本质上只体现人类对其所生存物质世界一种“符合理性 — 服从逻辑”的认识, 以及据此而构造的一种语言描述系统。因此, 逻辑地和本质地渊源于无尽物质世界自身充满的差异和复杂性, 只能相应存在一个无以穷尽和无可终结的自然科学, 并且必然始终逻辑地隶属于那个被描述的物质世界本身。但是, 的确难以相信, 西方科学世界中不乏少数的研究者为什么会养成这样一种不良习惯: 动辄喜好谈论普适真理的问题, 而缺乏自我严格检讨和反省。当然, 之所以反反复复提出这样一个看起来似乎并不直接属于自然科学体系内的问题, 而且, 在科学殿堂之上表现得如此粗鲁、赤裸裸, 完全缺乏西方上流社会所崇尚的那种“文雅、谦逊、谦恭、含蓄”的最低教养, 只是源于这样一个明显存在的事实: 对于一个已经公然宣称放弃“逻辑 — 理性”, 但是却依然凭借他们的“独断论”蛮横地掌控着整个现代自然科学体系的西方科学世界而言, 任何遵循“理性 — 逻辑”的分析实际上已经失去了存在意义。因此, 西方科学世界无需过分追求那种表面上的“文雅、谦逊、谦恭、含蓄”, 而需要从“科学道德或伦理学”最低标准即“诚实”

开始,身体力行地进行一种严肃和认真的自我反省。并且,他们还需要自觉地摈弃形形色色“第一性原理”,将“科学人和物质世界”之间客观存在特定逻辑关联的颠倒再重新颠倒过来,认识到由于纯粹无知乃至缺乏承认错误的诚实和勇气,将“平凡科学人置于无尽、自存物质世界之上”的无理、反常和荒唐^①。

事实上,只要严肃、认真、仔细地重新阅读与式(Can. 4)对应的全部描述,人们不难发现Cantor 提出他的“概括原则”的大概思考过程,其实属于一种典型的“循环论证”结构。在论述过程中,他只是将“因为和所以”的内容或者“条件和结果”做了一个简单的调换,从而本质地违背了一切逻辑推理必须严格遵循的“主体原则”:拥有性质的拥有者,对于性质的拥有是“必然”的;而仅仅依据单纯性质的存在,推断该性质的拥有者的存在只能是“或然”的,并且,如果缺乏该性质拥有者的“前提”存在,存在性质可能源于拥有者实际上流于“无”而不具存在意义。显然,正是在这样两个并不逻辑等价的逻辑推理之间,不仅仅是Cantor 本人,而且为了解决Cantor 悖论曾经花费了大量精力的那个特定时代的西方科学世界,都出现了认识的逻辑混乱,忽视了这样一个本来十分“简单、自然、素朴”的基本道理。

而且,即使允许暂且不考虑本书首次明确提出的形式系统的“存在原则”以及逻辑推理的“主体原则”,人们仍然不难发现构造“概括原则”时明显存在的逻辑不当。事实上,如果注意到构造式(Can. 4)的相关表述时曾经做出的基本判断,即“如果存在给定的一组性质 $\{f_i(x, y, z, \dots)\}$, 并且预知它们将成为那些需要认定元素‘必须’严格遵循的性质特征,则形式表述

$$S = \{x \mid p(x)\} \quad p(x) \in \{f_i(x, y, z, \dots)\}$$

成为由那些元素构造的特定集合”,那么,人们不难发现:在这个习惯性的陈述中,也只是将符合给定属性称为“必要”条件,但是作为一种基本常识,必要条件仅仅是“充满条件”中一个不可失却的部分,但是,满足必要条件并不逻辑地意味着对象的必然存在。当然,值得并且必须重复地指出:任何真理必然是简单、自然、朴素的,正是在许多简单、自然、朴素的基本理性意识上的认识紊乱,才需要借助“晦涩”的语言或者鼓吹“第一性原理”掩饰认识矛盾。

因此,此处不妨根据形式系统的“存在原则”或者逻辑推理的“主体原则”,对于集合论中为Cantor 最初提出的“概括原则”加以构造与修正。根据“存在原则”,对于任何一个合理的形式表述系统,拥有该形式系统以至于该形式系统中的所有形式量的“逻辑主体”的前提存在具有前提性的根本意义,没有“拥有者”的前提存在,该拥有者理应拥有的一切自然等于零。因此,需要首先给出与“拥有者”相关的定义域 D , 这个定义域之中的彼此不同的“拥有者”相应存在彼此并不完全相同的属性。但是,对于该定义域或者有限论域 D 中某一个为人们感兴趣的对象,当它们拥有某一种特定的共同属性,即 $\{f_i(x, y, z, \dots)\}$ 的时候,那么形式表述

$$\begin{aligned} \{x, y, z, \dots\} : \{x, y, z, \dots\} \in D \cap \{x, y, z, \dots\} \mid \{f_i(x, y, z, \dots)\} \\ i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (15.2.6)$$

相应构造一个集合,当然,该集合由隶属于给定定义域,并且吻合于给定属性的“一切元素”构

① 将理性和逻辑相联系是逻辑的和合乎理性的。而且,这样一种合乎理性的认识曾经贯串于整个西方哲学之中,只不过由于西方科学世界至今无力解决包括哲学、自然科学在内真实存在的一系列认识困惑,或者认识中的逻辑悖论,他们不得不以一种“自欺和蛮横”的交混,公然放弃和否定逻辑,并且蛮横拒绝使用逻辑的理性批判。因此,如果西方科学世界缺乏理性的自我反省,一切理性的批判失去存在意义。

成。原则上,仍然可以将其视为关于“概括原则”的一种形式表述,只不过需要某一个被赋予“逻辑主体”意义的有限论域作为逻辑前提。因此,这个以有限论域为基本前提的“概括性”描述,不妨称为集合论中定义集合的“条件”概括原则^①。

显然,上述关于集合所作的“描述性”定义,直接以特定逻辑主体的前提存在为基本前提,逻辑主体的出现是“显式”的。此处,仍然可以构造一个本质上与其保持一致,但是在表观形式上,拥有形式系统的逻辑主体只是以一种“隐式”的方式存在。在式(15.2.6)中,给定的定义域 D 直接以“逻辑主体”为陈述对象,相应给出针对形形色色“逻辑主体”的直接认定。考虑到这些不同“逻辑主体”拥有彼此不同的特征属性,因此,可以相应构造与定义域 D 相对应,但是由“不同性质(Character)”构造的定义域 D_c ,即

$$\begin{aligned} D_c : \{ \{ f_i(x, y, z, \dots) \}_j \mid \{ f_i(x, y, z, \dots) \}_j \\ \text{belong to } \{ x, y, z, \dots \} \in D \end{aligned} \quad (15.2.7a)$$

当然,在这个特定限制前提下,集合论中通常所说的“概括原则”依然适用。也就是说,可以按照如下方式定义集合:

$$\{ x, y, z, \dots \} : \{ x, y, z, \dots \} \mid \{ f_i(x, y, z, \dots) \} \in D_c \quad (15.2.7b)$$

无疑,在本质上这个关于集合构造的“概括性”定义,在本质上并没有违背形式表述的“主体原则”,并且,只可能限制在某一个特定的“性质有限论域” D_c 之中。

不难发现,只是为了使得“集合”可能像 Cantor 最初曾经期待的,通过用以描述一切具有某种“共性”特征的“概括原则”所构造的集合,相应赋予集合一种没有“论域”限制的“总括”特征,进而使得建立在集合论上的“数学”成为一种期待之中无需任何“特定对象”的普适性真理,人们才会特别声言:集合可以成为人们“纯粹思维”的对象,与此同时,建立在集合论上的数学,同样可以没有“论域”限制以及独立于任何特定的对象,而仅仅属于“纯粹思维”的普遍真理。当然,这样一种思想完全契合于西方科学世界长时间以来希望将数学绝对抽象化和绝对真理化的基本认识。但是,意识只能决定于存在,不仅仅那些想象之中,能够纯粹依赖“理念”而存在的“性质特征”几乎必然隐含着具体内涵的不确定性,最终容易导致逻辑紊乱,而且,根本的问题还在于性质无法脱离拥有性质的实体而独立存在。因此,一个不加任何限制的“概括原则”,随着相关性质由于缺乏特定“逻辑主体”而流于空乏的同时失去了存在意义。

而且,与需要对“概括原则”加以某种限制对应,同样需要对 Cantor 最初提出构造集合的另一个“外延原则”做出某种限制。尽管表面上可以完全凭借人们的主观意志,随意选择任何对象构造某一个集合,但是,任何存在必然对应于某种特定属性,没有属性的存在同样流于空乏。因此,同样需要对“外延原则”做出限制,当且仅当某一些特定对象实际蕴涵着某种“共性”特征的时候,由它们所构造的集合才可能“有意义”地存在着。显然,对于现代数学中以最强烈的方式主张纯粹“独断论”思想的 Hilbert,他所说的“桌子、椅子、啤酒瓶”本质上不能被视为一种“有意义”的集合,当然,更不可能使用它们取代“几何学中的点、线、面”。这样,仍然需要对式(15.2.1)所示“外延原则”加以修正或补充一种限制,即

$$S = \{ a, b, \dots \} \mid \exists \text{ universal belongs to } \forall \in \{ a, b, \dots \} \quad (15.2.8)$$

① 任何真正科学的陈述,必然到处保持逻辑相容。显然,此处这个看起来只为形式系统重新构造的“概括原则”定义,再次与自然科学陈述必须严格遵循的“物质第一性原则”处于一种“本质同一”的状态之中。当然,这也是之所以一再强调“物质第一性原则”绝对不是一种哲学信仰,而是科学,只是服从“逻辑自治性原则”所必需的科学理念。

在许多情况下,式中所述的“共性(universal)”往往只以一种“默认”的方式存在着,但是,这样一种“默认”丝毫不改变它必然存在的客观性或实在性。当然,也仅仅于此,Cantor 后来增加的那个“相容性”补充条件才可能真实地存在,从而才可能对他曾经直觉意识到“集合太大”的问题构造了一种具有“实际意义”限制^①。

总之,任何属性只可能依赖拥有属性的“逻辑主体”的前提存在而存在,与此同时,自身没有任何特征性质的存在逻辑地意味着“什么”也不存在。因此,期望构造那样一种没有任何“有限论域”限制,同时保持“逻辑相容”的陈述系统是永远不可能的,不仅仅是直接描述物质世界的物理学如此,而且对于作为纯粹形式系统的数学本质上同样也不例外。原则上,不存在 Cantor 最初构造他的集合论时所期待的那种“总括”,人们必须为他的陈述构造一种限制,即“有限论域”,或者对某一类特定“物质对象即逻辑主体”做出前提性的认定。并且,无论他愿意与否,经过重新限制“外延原则”和“概括原则”重新以一种彼此逻辑相容的方式,辩证统一地存在着。

15.2.4 Russell 悖论释疑

1901 年,由于受到了 Cantor 悖论的影响,即将进入而立之年的 B. Russell 提出另一个对于整个数学基础产生重大冲击的悖论,以至于作为“数学逻辑主义”创始人之一的德国数学家 G. Frege 在其出版于 1903 年的《数学基本规律》的著述的后记中,曾经这样不无悲哀地写道:“对于一个科学工作者来说,最不幸的事情莫过于:当他的全部工作刚刚完成的时候,却发现知识大厦的一块基石突然动摇了。正当本书的印刷接近完成之际,B. Russell 先生给我的一封信使我陷入这种境地。”并且,正是 Russell 悖论最终迫使 Frege“彻底放弃把算术归为逻辑的一切希望”。

最后,让我们重新认识、了解并且认真讨论被称为现代数学基础三大逻辑悖论中的最后一个悖论,即现代数学中具有相当影响的 Russell 悖论。

15.2.4.1 Russell 悖论的构造

与上述几个悖论相比,对 Russell 悖论做出较为清晰的陈述要困难一些,甚至不妨说这个悖论自身的意义相当晦涩。因此,此处基本采用《公理集合论导引》一书针对 Russell 悖论相应所作陈述的同时,努力以一种相对容易为人们理解的语言,以及局部添加评述的叙议结合方式介绍这个悖论的具体构造。

根据集合论,任意一种对象都可以成为集合的元素。特别地,集合也是人们思维的对象,因此,集合也可以作为“集合”的元素^②。需要注意:正如 Russell 在叙述他是如何发现他所提出的悖论时特别指出的那样,此处之所以需要强调“任意一种对象都可以成为集合的元素”的随意性,只是为了能够与 Cantor 悖论中所定义的那个“由‘所有集合’构造的集合”的基本理念

① 局限于“自然科学研究——使用形式语言和逻辑”这样一个特定的范畴之中,可以推断,任何类似于将纯粹思维对象独立化的唯心主义认识论,必然最终导致逻辑悖论。任何唯心主义认识观,在逻辑上必然违背形式表述或者属性必须严格遵循的“存在原则”。

② 注意与前一个注释加以比较,对于科学陈述中绝对唯心主义的否定并不源于信仰,而仅仅源于与“无矛盾性”保持一致的理性原则。事实上,任何不懂得如何对主观意识加以自觉约束的绝对唯心主义,由于蕴涵对“存在原则”的否定,最终必然导致逻辑紊乱。

保持一致。但是,促使 Russell 进一步思考的问题与 Cantor 悖论并不相同,Russell 提出了另一个独立命题:在这个由集合所构造的“集合”中,是否存在不是该“集合”中元素的集合?

事实上,仍然根据现代集合论的基本思想,不仅“对象”的认定极其广泛,无需也不允许有限论域的限制,而且,根据集合论的“概括原则”,对于对象的“性质”或者“条件”这一概念的认定同样极其广泛,没有任何限制的存在。例如,当用“性质” $p_1(x)$ 表示 x 是一自然数时,性质 $p_1(x)$ 就相应成为刻画自然数集合的“概括原则”。故而,在集合论中又常常将“性质”称为“谓词(predicate)”。显然,如果用 N 表示自然数集合,则存在这样一些简单而自然的推论

$$2 \in N \quad \frac{1}{2} \notin N \quad N \notin N$$

注意,上述自然推论中的最后的命题 $N \notin N$ 通常表示这样一层意义:集合中的不同元素必须是“可辨(distinguishable)”的,尽管自然数集合中的所有不同元素是可辨的,但是作为自然数集合的整体不具“可分辨”性,所以自然数集合本身不属于自然数集合。

另一方面,因为任意对象都可以成为集合的元素,集合也可以成为集合的元素,所以对于任意给定的两个集合 x 和 y 而言,总允许存在两种不同的情况,即

$$x \in y \cup x \notin y$$

并且,可以分别将它们定义为集合 x (或者集合 y)的两种不同的“性质”。继而,作为一种特例,人们没有理由不允许直接将集合 y 取为集合 x 。于是,对于一个任意给定的集合 x 而言,相应存在两种可能

$$x \in x \cup x \notin x \quad (\text{Rus. 1})$$

它们分别对应于“属于”和“不属于”,即“集合属于自身以及集合不属于自身”这样两种不同性质。

与此同时,既然“不属于”被界定为集合的一种性质,考虑到集合论中定义集合的“概括原则”,那么,可以构造如下所示的集合:

$$T = \{x \mid x \notin x\} \quad (\text{Rus. 2})$$

该集合表示由“所有不属于自身的集合”所组成的集合。

但是,现在出现了这样一个需要考虑的问题,这就是:此处定义的集合 T 是否属于自身呢?如果等价地说,则是:一个由“所有不属于自身的集合”所构造的集合,能否满足“不属于自身”这样一个前提性的属性呢?显然,似乎应该选择一个“肯定性”答案,因为根据概括原则,该集合必须满足定义这个集合时提出“不属于自身”的前提条件。于是,相应存在

$$T \in T \vdash T \notin T \quad (\text{Rus. 3a})$$

然而,与此同时,选择“否定性”的答案几乎同样是理所当然的,因为根据定义,该集合必须为不属于此处所定义的集合,当然,它不能符合“不属于自身”的判断条件,即

$$T \notin T \vdash T \in T \quad (\text{Rus. 3b})$$

两种推论之间出现了矛盾,这就是 Russell 悖论。

15.2.4.2 Russell 悖论对于朴素集合论的影响

集合论研究者往往这样指出:在 Cantor 悖论中,除了“概括原则”以外,还使用了关于“幂集”这样一个集合论的基本定理。但是,Russell 悖论则不然,在 Russell 悖论的相关构造中仅仅涉及集合论的最基本概念和原则。因此,Russell 悖论的存在,无疑将对于集合论进而对整

个数学的基础,构成比 Cantor 悖论更为直接的冲击。

而且,集合论研究者进一步告诉人们,如果更明确地讲,除了集合论中的“概括原则”以及“逻辑法则”是否适用这样两个问题以外,另一个最直接的问题则是对于式(Rus. 1)所示的命题方式,即性质

$$?D: x \in x \cup x \notin x \quad (\text{Rus. 4})$$

是否存在的问题。

在另一些相关的经典论述中,人们还往往会这样指出,在逻辑上还可以对 Russell 悖论构造另一种等价性表述:

按照一种性质是否适用于自身,可以对所有性质进行分类。其中,对于那些所有不适用于自身的性质统称为“非直谓的(Impredicative)”。例如,作为一种性质的认定,“是红的”这一性质就无法适用于自身。因为,作为一个集合,“红”已经被界定为一种性质,人们无法将“性质”称为红的。但是,作为另一种性质的认定,“抽象的”则不同,该性质可以用于自身。因为即使作为一个集合,“抽象”作为一种性质仍然是抽象的。

因此,“非直谓的”也是一种性质。但是,当人们考虑“非直谓”性质是否适用于自身时,立即陷入矛盾之中。因为,这一性质不适用于自身,当且仅当适用于自身^①。

此外,针对以上构造的 Russell 悖论对朴素集合论实际造成的冲击,在《数学百科全书》中,则是这样描述的:

“如果把上面所证明的一切看成仅仅表明集合 T 的不存在性,即性质 D 根本不能用以刻画集合,那么,这个悖论就能避免。然而,这是不能接受的。因为从朴素集合论的观点看,很自然地要假定任何精确描述的关于客体的性质 B 总可以定义一个集合 C ,其中的元素恰恰是具有这个性质的客体。

Russell 悖论对这个自然的观念是个很大的打击。人们必然会得到这样的结果:要么把某些简单的性质看成是没有精确描述的,要么承认有些精确描述不能定义一个集合。这转而又出现了几个困难问题:什么是“精确描述”的性质,而什么又不是“精确描述”的性质?哪些性质可以定义集合,哪些性质又不能定义集合?在集合论中广泛使用的性质中间,是否还会导致矛盾而必须抛弃?是否可能至少确定一个可靠的领域,在其中可以排除悖论而又足以包含通常的数学内容。”

15.2.4.3 Russell 悖论再次构造了对“概括(总括)原则”的逻辑否定

毫无疑问,数学思维的真谛在于如何保证形式思维的严密性、一致性和逻辑相容性。与之对应,数学思维能力方面,表现为如何培养对于任何“逻辑不自洽”问题的敏锐洞察以及准确判断上。

应该说,Russell 悖论的存在,甚至这个悖论构造过程的过分晦涩(它不像其他几个悖论那样容易为人们直观认识和理解)的本身,本质上再次暴露了集合论自身的先天不足,以及对于以“无论域限制”为本质内涵的“概括原则(Comprehension Principle)”所构造的一种具有根本意义的逻辑否定。反过来讲,Russell 也只是或者也只能凭借他对那个“真实存在悖论”的一种灵感,牢牢抓住集合论在逻辑上真实存在的致命缺陷,从而构造了一个原则上“已经完全置集合论乃至整个现代数学于死地”的“自悖性”结果。但是,Russell 本人并不真正具备“深刻、严谨、缜密思维”的能力,以至于他并不可能洞察和揭示造成集合论悖论的逻辑本原。仅仅展示悖论而无力解决悖论问题存在的根源,不具严格的科学意义。当然,这也是最初以“崇尚逻辑”

^① 关于“非直谓性质”较为明白的进一步阐述,请参见本节最后的补充讨论。

而闻名于 20 世纪的 Russell 最终只能改行成“人文学”研究者,而他所创造的“逻辑主义”实际上仍然处于悖论之中或者什么也没有真正告诉人们,几乎没有多少人认真理会他意念之中的“逻辑主义”的缘故^①。

在重新考察 Russell 悖论的时候,首先需要形成这样一种准确判断: Cantor 构造集合论的本意在于他所期待的“概括原则”实际蕴涵的“总括性”。在英语中,按照 Webster's 词典的解释,形容词 Comprehensive 的第一词义在于: 大范围、包容足够多内容 (Of large scope; Covering or involving much)。也就是说,集合论中“概括原则”的核心或者它本质蕴涵的精神就在于“无所不包”。毋庸置疑,构造与“独立于任何特定对象”的一种“普适真理”体系的思想,完全契合于自 Newton 开创现代自然科学体系之始就植根于整个西方科学世界的愿望,贯串于几乎整个现代自然科学体系,自始至终深刻影响着自然科学研究的进程。当然,面对集合论引起的一系列逻辑悖论,后续的“公理化集合论”只不过是对于这些逻辑悖论真实存在不得已做出修修补补。但是,任何形式悖论的出现,都相当于一次“证伪”,具有确定的否定性意义,修修补补根本不可能改变逻辑悖论依然存在的基本事实。

其实, Russell 正是在深刻领会了集合论中“概括原则”本质蕴涵“无所不包”的内核,与此同时他也同样觉察或者领悟到这种“无所不包”几乎必然蕴涵的逻辑悖论。也就是说, Russell 敏锐地洞察并且也仅仅抓住和利用了 this “概括原则”所蕴涵“无所不包”的把柄,才可能对下述两种可能性判断:

$$x \in y \cup x \notin y$$

分别包含的“性质”特征,赋予一种能够与“概括原则”严格保持一致,并且具有普遍意义的“判别”原则。于是,仍然根据“概括原则”蕴涵着“没有任何限制”的逻辑前提,人们同样“没有理由”阻止将这种关于“相异集合 y ”的性质判断作一种“反身”变换,将其进一步用于集合 x 之上。这样,出现上面列出的 Russell 悖论的第一个表述

$$x \in x \cup x \notin x$$

最终结果只能是导致前面所提一系列“二律背反”现象。

而且,即使暂且不考虑集合论在“总括性”理解上所充分反映,一个实际上影响或者动摇整个现代自然科学体系存在基础的根本认识不当问题,而仅仅着眼于逻辑推理的若干具体细节,人们仍然不难发现 Russell 构造他的悖论过程中存在着逻辑不严密问题。事实上,对于 Russell 在其逻辑推理过程中所提的前件

$$x \in y \cup x \notin y$$

通常可以认为这个前件是允许或者是恰当的,但是,仍然仅仅根据集合论,在总可以赋予集合 y 一种“显式”表述形式的时候,这个前件实际上还隐含另一个逻辑前提

$$x \in y \cup x \notin y \vdash y = \{a, b, \dots\} : \begin{cases} x = \text{one of } \{a, b, \dots\} \\ x \neq \text{any of } \{a, b, \dots\} \end{cases}$$

并且,作为与其完全逻辑相容的特例,相应存在

^① 在《数学百科全书》的相关条目中,这样指出:“作为数学基础的主要方向之一,逻辑主义的目标是通过把数学的初始概念归约为逻辑概念,进而论证数学的合理性。”数学的全部精髓在于逻辑,将数学概念变化为逻辑概念除了形而上学的琐碎以外什么也没有说。当然,回避矛盾存在的根源,任何类似于“语言游戏”的努力,必然像《数学百科全书》指出的那样,最终不可能真正获得成功。此外,请注意节 17.7.1 关于“现代‘分析哲学’一般理念的大致辨析”所作的推论。

$$y = \{a, b, \dots\} \xrightarrow{\text{As a special case}} y = \{x\}$$

此时,作为一个集合, y 所表示的仍然仅仅是一个整体。因此,尽管在此处的这个特定场合之下,即当这个整体 y 仅仅只有一个元 x 的场合下,逻辑上依然不允许用整体取代只能逻辑地隶属于整体之中的元素。无论元素的数目多少,元素组成的整体与元素属于两种不可替代的独立概念。也就是说

$$\bar{\exists} : y = \{x\} \mapsto \{x\} = x$$

它表明,在 Russell 构造他的逻辑悖论过程中,那个曾经为他使用的“推理”其实是完全无理和无意义的。

如果使用一种“通俗”语言,对以上事实加以进一步表述,则是:尽管集合 $\{x\}$ 只有一个元 x ,但是,单元集合 $\{x\}$ 始终不可能与集合中的那个确定元 x 相提并论。不仅仅在抽象逻辑上而且在一种素朴理念上,这都是一个平凡、简单、直观的事实。例如:因为出现流行性疾病,某一个班级只剩下一个同学了,但是,任何人都不会把这个同学直接等同于班级;尽管在这个非常时期,该同学的确能够当仁不让地充当这个班级的“唯一”代表;并且,随着该同学履行“代表”的职责的同时,他原来只作为“学生集合”之中普通一员的地位也自然地随着丧失了。严格地区分概念,是严格逻辑思维的最基本前提。为什么对于如此平凡的事实,在那些自诩为数学家的人们那儿会变得如此复杂,而且,不能对明显的逻辑失当做出自我否定呢?

显然,作为一种十分自然的推论

$$\bar{\exists} : \{x\} \in \{x\} \cup \{x\} \notin \{x\}$$

最多只能代之以

$$\{x\} \subset \{x\} \cup \{x\} \supset \{x\}$$

以表示一个没有本质内涵,但是逻辑上没有不当的“空言式”陈述。当然,相应存在与之并存的逻辑判断

$$\bar{\exists} : x \in x \cup x \notin x \quad (15.2.9)$$

它明确告诉人们,前面所给出 Russell 悖论的第一命题

$$(\text{Rus. } 1) : x \in x \cup x \notin x$$

自身就是一个完全无理,纯粹杜撰出来的悖谬命题。任何涉及到“自身是否属于自身”的讨论,已经对“属于”的确定逻辑内涵构成了完全逻辑否定。

如果说,式(15.2.9)已经充分表现 Russell 在构造以他的名字命名的悖论中真实存在的概念失当以及逻辑失误,但是,也正因为在一个简单逻辑推理过程中不应有的失当和失误,使得这种失当和失误在数学乃至在哲学上几乎没有任何本质意义。因此,与这种简单推理过程中明显存在的逻辑紊乱相比,重新认识作为最初构造 Russell 悖论基础的“概括原则”则具有远为深刻的意义。

事实上,对于集合论中“概括原则”希望赋予“性质”即“谓词(Predicate)”以一种没有任何约束的普遍意义的本质内涵,人们同样可以直接构造一种既充分吻合于“直觉意识”又能够严格遵循“逻辑思维”的完全否定性证明。注意到,如果仍然像集合论所说的那样,能够以字母 p 表示人们“意念”中的某一种性质,那么,作为一种几乎完全自明的逻辑推论,存在如下的非等价表述:

$$S_x = \{x \mid p(x)\} \neq S_{\{x\}} \{\{x\} \mid p(\{x\})\} \quad (15.2.10)$$

不难发现,在这个“非等价性表述”的两侧,当人们使用了一个相同的字母 p 以表述人们“意念”之中某一个完全相同的“谓词判断”的时候,对于两种谓词所作的“等价性”判断同样只可能仅仅隶属于人们的“虚妄理念”之中。其实,考虑某一个特定的形式表述系统,以及对应于该形式系统所描述的某种实在,任何一个“无需天赋”而仅仅需要具有“正常推理能力”的思考者都清楚地懂得:在性质 $p(x)$ 和性质 $p(\{x\})$ 之间远不是仅仅实际蕴涵着某种差别的问题,而是由于两个命题的“论域”完全不同,同一字母希望表达性质根本不存在任何可比性的问题。任何性质的存在,必须逻辑地依赖拥有该性质的任何逻辑主体的前提性存在;否则,拥有性质的逻辑主体不存在,讨论一个并不存在的性质不仅失去意义,而且几乎不可避免地陷入逻辑紊乱之中。其实,这并不是此处所提“存在原则”的首创,而仅仅是西方哲学家早已明白并且曾经多次指出一个十分浅显的道理。但是,期待构造“独立于一切真实存在”的普适性真理的无知、幼稚和狂妄,恰恰完全违背了这个最浅显的道理,使得“没有任何限制”的主观思维最终对人类共同崇尚的“理性和逻辑”形成彻底背叛。

这样,如果针对 Cantor 悖论的前述分析已经充分表明这样一个基本事实,这就是对于任何一个形式表述系统而言,为了保证一切合理陈述必须严格遵循的逻辑相容原则,必须首先严格遵循一切形式表述必须共同服从的“逻辑主体”原则,那么,此处关于 Russell 悖论的分析其实仍然重复地表明了一个完全相同的基本事实,这同样是,只要严格遵循逻辑推理过程必须遵守的“逻辑主体”原则,即

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

那么, Russell 提出的所有悖论都不复存在。任何“属性”的无歧义认定,只能逻辑地依赖对“特定陈述对象”做出前提性的明确认定。当然,这样一个本来十分简单和平常的理性认识,对于集合论“概括原则”所期待的“无限制”内涵构成完全逻辑否定。

最后,或许仍然值得明确指出,与目前主流科学社会的判断相反,不仅仅 Cantor 自己对自己创建集合论构成某种逻辑否定集合论悖论,其数学意义乃至哲学意义都远比 Russell 悖论深刻,而且, Cantor 其后通过他补充做出的“相容性”分析,对于构造了“太大集合”的自我反省也更为准确。事实上,除了两种悖论共同渊源于“概括原则”中所期待那种“无所不包”的根本认识不当以外, Russell 悖论则更多源于 Russell 思考过程之中的自己存在认识悖论,因此不具本质意义。

在结束 Russell 悖论的讨论以前,此处不妨再回顾和反思前面关于所谓“非直谓性”性质,或者作为该性质示例的关于性质“红”的那段陈述。如果将“红”与式(15.2.10)

$$S_x = \{x \mid p(x)\} \neq S_{\{x\}} \{\{x\} \mid p(\{x\})\}$$

所述一般中的性质 $p(x)$ 相联系,不难发现:“红”作为某一个特定的颜色,它可以用来表现物体的一个特定颜色,并且,人们能够以此对不同的物体在色彩上进行分类。但是,一旦考虑“红”所构造的“集合”,那么,该集合充其量只能表示“红”以及与“红”具有类似性质的一种“共同体”,而且可以设想此时的这个“共同体”只有“红”一种颜色罢了。于是,反映该“共同体”不同个性特征不能继续是“红”,而只能通过重量、体积,乃至深浅表现不同“共同体”之间的差异,人们无法继续仅仅用“红”表现不同“共同体”可能具有的不同属性。

与此同时,人们还可以逻辑地断定,“红”作为一种属性并不具有集合论所期待的“普适”意义。仅仅对于那些能够用颜色加以描述的特定对象,“红”作为颜色的一种属性才可能得以存在。原则上,作为数学科学的根本任务之一,正在于如何将这样一些属于“个例”之上的“平凡陈述”一般化,演变成蕴涵一般性真理意义的

科学陈述。

15.2.5 关于“逻辑悖论”的一般性评述

在对人们通常所说数学基础的三大逻辑悖论进行了讨论,并且本质上已经消除这些悖论的事实说明,科学世界中的相当部分的人提出“悖论是不可避免的”的结论并不恰当。事实上,包括人们通常所说芝诺(Zenon)这样的古代智者,他们构造的任何一个悖论本质上都表现了那个时代人们的一种认识局限性,或者说关于某种认识的存疑罢了。可以相信,随着人类理性认识的逐步深化,任何悖论都能够并且必须得到理性的解决^①。

首先,人们必须理性意识到,任何悖论或者矛盾的存在,本质上都是对逻辑或者理性的彻底否定。不能因为“悖论”对于矛盾事实的表现往往是间接或者隐晦的,就可以否认矛盾事实的真实存在。因此,任何“合理性”的陈述都绝对不允许隐含悖论。而对于一个诚实的科学家而言,他们都不应该对悖论的存在采取公开或者隐蔽形式的容忍、默认或者退让的态度。当然,对于某些并不认真致力于如何解决逻辑悖论的问题,反而乐于从悖论之中再故意衍生形形色色的悖论,并且以一种神秘感夸大悖论的寓意从而显示超越一般人的才智,则完全违背了科学的本质精神。

应该说,当西方哲学早已将“理性和逻辑”相连,并且任何人也无法否定这样一种本质意义逻辑关联的时候,逻辑和理性的本质意义本来是简单和自然的,这就仅仅是:符合“常理”而已,相关陈述之中不允许出现处于“自否定”之中的矛盾。然而,恰恰在西方科学世界往往一再自觉和不自觉地夸大他们想象之中的那种理性,并且予以故意的复杂化和神秘化的时候,他们完全陷入了思维不当,以至于最终彻底放弃他们曾经引以为豪的逻辑。因此,不仅仅绝对不存在永恒的、始终无法解决的逻辑悖论,而且解决逻辑悖论的问题本质上并不困难。解决悖论所需要的唯一的基础则是科学研究必需的一种“老老实实”的态度:诚实地承认和探索任何细微矛盾的客观存在,像 Cantor 那样,以一种极其难得的诚实态度公开揭示、承认乃至否定自己认识中可能存在的一切不足、不当乃至错误;与此同时,解决任何悖论的唯一途径是“追根溯源”的精神:从每一个已经发现的细微矛盾的环节开始,逐步地追溯矛盾认识的源头。

事实上,一旦能够真正做到这样两点,那么,任何矛盾或者悖论的解决都不存在本质意义上的任何困难。此时,也根本无需像现代科学世界主流社会实际做的那样:一方面否认一切合理科学陈述必需的物质基础,故意渲染“形式系统”的普适性意义,无理地要求“自存的物质世界”以及生活在地球上的“所有人”必须逻辑服从许许多多只能依据“直觉和顿悟”而杜撰出来,公然称为“第一性原理”的神学系统;另一方面,却又通过 Hilbert“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一种无理“独断论”,容许形形色色悖论、矛盾的真实存在,公然地放弃、否定逻辑。

当然,只要以“逻辑自洽性原则”作为“理性判断”的唯一准绳,采取此处所说的这样一种“追根溯源”方式,重新审视、反思和检讨整个现代自然科学为什么竟然会堕落到“故意渲染逻辑和公然放弃逻辑”并存这样一种纯粹自欺、欺人,完全无理蛮横状态的时候,人们不难发现:

① 事实上,Zenon 悖论真实地纯属认识悖论,重新理性认识这个悖论没有任何认识上的困难。在《自然哲学基础分析》一书中,笔者曾经探讨了这个问题构造之中存在的认识不当,并且指出,它与 Poincare 最初提出一个完全谬误的“相对性原理”存在某种认识上的共通之处。至于人们所提现代物理学中“波粒二象性悖论”、“孪生子悖论”等等,这些本来就是完全荒谬的,相应刻画了现代理论物理已经对逻辑和理性完全背离的真实。当然,正因为此,需要重新使用逻辑的武器对现代自然科学体系进行一种整体意义的梳理。

主要由西方科学世界构造的现代自然科学体系的问题在哲学、物理学乃至数学的一系列“基元概念”上都存在大量的认识不当、错误乃至根本的认识颠倒。反过来讲,只要真正以一种“诚实、严谨、严格和严肃”的科学精神,对西方科学世界在哲学、物理学、数学基础上的每一个基本概念重新进行分析、判别和鉴定,一个合理的自然科学体系则必然重新返回到“简单、自然、朴素、和谐”这样一种以“无矛盾性”为本质内涵的本原状态之中。

而且,需要也值得以整个人类理应崇尚的那种“真诚、善良和坦率”,向具有许多优秀品质,并且曾经为现代自然科学体系的建树以及现代物质生活的空前繁荣做出了开拓性历史贡献的“西方民族”坦率进言:人各有所长,切切不可“有意识或无意识”地轻视甚至无视其他民族的存在和做出的贡献。如果使用一种“有失风雅”的话说,你们应该看到,在 400~500 年前,无论在数学、天文学、冶金学、航海术等许多方面,东方人不仅不落后于西方人,相反还超越西方人许多世纪。因此,对于现在仍然控制着科学世界的西方主流科学社会中许多不乏诚实的科学工作者,的确首先需要有一种自觉承认认识不足、不当乃至错误的诚实和勇气,不应该继续允许逻辑悖论的存在乃至故意渲染悖论的神秘性,曲意粉饰自身认识不足、不当乃至错误,这样一些人类深化认识过程中其实本来十分平常的事实。

最后仍然回归到数学自身的讨论。人们可以发现,《数学百科全书》列出的所有逻辑悖论真实地刻画了现代数学世界存在的认识紊乱,并且,所有悖论几乎都无一例外地渊源于它们共同的源头:缺乏对性质、对形式表述自身的约束。事实上,任何缺乏“逻辑主体”的“性质”不仅仅随着拥有性质的逻辑主体不存在而必然失去了真实的存在意义,而且,由于逻辑主体不存在,性质自身必然隐含形形色色的认识歧义,最终必然逻辑地导致形形色色的逻辑悖论。

因此,值得重复地指出,与式(15.1.1)所定义,为一切形式系统必须共同遵循的“存在原则”的前提

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

保持一致,以及进而与式(15.1.3)所述,根据任何“合理推断”中的“主体原则”需要对两种彼此关联但是并不同一的推理形式做出的严格区分

$$\forall \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \rightarrow \exists f(x_1, \dots, x_n)$$

$$\cap$$

$$\forall f(x_1, \dots, x_n) : (x_1, \dots, x_n) \in \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \rightarrow \exists \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}}$$

逻辑相容,在根据 Cantor 集合论中的“外延原则”以及“概括原则”构造集合的时候,它们都需要相应做出修正或增加补充条件。此时,“外延原则”应该如式(15.2.8)所表示的那样,需要重新表述为

$$S = \{a, b, \dots\} \mid \exists \text{ universal belongs to } \forall \in \{a, b, \dots\} \quad (15.2.11a)$$

借助某一个“共性特征(universal)”或者 Cantor 直觉意识到的“相容性”,将那些原来没有任何逻辑关联的个体连接起来构造成一个整体。并且,无论是否需要“显式”地表述把这种共性特征表述出来,但是,它必须是一个真实存在。当然,“概括原则”同样不允许像西方科学家错误理解的那样,其中的性质可以被视为一种“纯粹随意”的人为主观认定。正如式(15.2.7)所表述,“性质论域” D_c 需要重新修正为

$$D_c : \{\{f_i(x, y, z, \dots)\}_j \mid \{f_i(x, y, z, \dots)\}_j \text{ belong to } \{x, y, z, \dots\}_j \in D \quad (15.2.11b)$$

与此同时,作为一个必需的逻辑前提,“概括原则”被自然性地限制在某一个“确定”有限论域

之中。

而且,仍然需要反复强调的是:此处的所有一切均不是来自于“哲学理念”或者“政治信仰”,而仅仅来自一切合理陈述必须严格遵循的“逻辑自洽性”原则。也正因为此,尽管著名的西方哲学家 Hegel 曾经这样入木三分地指出:“当思维要去认识无限时,思维自身的本性已经有陷入矛盾的趋势。”但是,人们不难发现,作为一个“绝对唯心主义”者,Hegel 的上述认识表面上看似不乏深刻性,充其量只可能归类于“直觉意识”的范畴。他既不可能形成一种真正的理性意识,也不可能在他的形而上学哲学中真正实践他做出的这个正确判断。纵观一个充满晦涩词语辩证法,大体上仍然局限于语词分析的范畴。因为作为一个“绝对唯心主义”者,根本不可能形成一种“理性”意识,认识到描述物质世界的知识只可能“逻辑地”隶属于和渊源于那个自存的物质世界。而无尽物质世界充满差异和复杂性,与描述物质世界的知识体系之间始终充满差异,以至于“对立统一”规律同样被赋予了一种客观性基础。语言晦涩,本质地意味着逻辑不清晰,才会让人们难以捉摸。当然,对于一个“绝对唯心主义”者使用语言的晦涩,正是思维紊乱的无奈和逻辑必然。

对于整个现代西方科学世界而言,的确需要一种整体意义的认真反省,并且形成一种理性意识:期望一个“有限真实、条件存在”的形式系统具有刻画无尽物质世界的能力,本质上属于西方科学世界一种根深蒂固的思维痼疾,最终只能导致逻辑紊乱或抛弃逻辑。

15.3 现代形式语言系统个别“关键词”的缺失及其纠正

作为近代分析哲学家,G. Frege 第一个设计了一套与逻辑推理有关的符号系统。这个符号系统不仅仅为人们表述具体逻辑推理过程带来了方便,而且,更为根本的是相应较为严格地限定了特定的逻辑内涵,有效减少了由于语言不当而造成的逻辑推理不当。

但是,上述讨论在陈述一切形式系统必须共同遵循的“存在原则”的前提,并且,相应形成一种“大概”的形式表述的时候,即

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

却没有直接使用通常的逻辑连词符号。在一般数学著述或者数学陈述中,任何述及“逻辑归属”关系或者涉及“属于(belong to)”这个单词的时候,通常认为只存在一种确定的“逻辑语义”,并且,直接使用符号“ $\in$ ”加以统一表示。如果这样一种认定合理,那么,上面所述的“存在原则”可以直接表示为

$$f(x_1, \dots, x_n) \in S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \ni f(x_1, \dots, x_n)$$

但是,为什么没有采取这样一种看起来更为简洁和明快的表述形式呢?这正是本节需要讨论的基本问题:在现代形式语言系统中,实际上存在“逻辑关键词”缺失的问题,与单词“属于”相关的逻辑关系并不只有一个,需要相应做出进一步的划分,当然,同时也需要对逻辑符号“ $\in$ ”的确切逻辑意义作重新界定^①。

15.3.1 集合论符号“ $\in$ ”确切内涵的重新界定

在集合论中,对于形式表述

^① 其实,书写本章初稿的时候,几乎没有丝毫犹豫就使用了此处所说的第二种书写形式。只是随着讨论的深入,才逐步意识到此处所说“逻辑关键词”缺失,并且,需要对两种不同逻辑意义完全不同的逻辑关联词加以明确区分的问题。

$$a \in S : S = (a, b, c, \dots) \quad (15.3.1)$$

其蕴涵的逻辑意义十分清楚,它表示:元素 a 仅仅是集合 S 中的一个成员,并且,在这个特定陈述之中 a 与集合中的所有其他成员,如此处所说的 $b, c, \dots$,处于完全同等的地位。于是,按照通常的理解,作为集合 S 中的一员, a 自然逻辑地“隶属于”集合 S 。

但是,这样的通常认识其实并不真正准确。在“属于”的习惯性陈述中,本质地隐含着两种完全不同的逻辑关联。为了表述这个甚至为“逻辑主义者”所遗忘的基本认识,不妨考察两个不同的实例,对通常所说“属于”可能蕴涵的不同逻辑关联做出区分。首先,考察由若干个国家的首都构造的集合。例如,此处以 B 代表北京,以 P 代表巴黎,以 W 代表华盛顿,那么,相应存在几个并列逻辑关系式

$$B \in (B, P, W) \quad P \in (B, P, W) \quad W \in (B, P, W) \quad (A)$$

它们表示,任意一个首都同样是这个“首都集合”中的一员,是该集合中彼此可以区别的独立元素。与此同时,还存在三个彼此并存而且在逻辑上保持严格一致的逻辑关系式

$$B \text{ belongs to China} \quad P \text{ belongs to France} \quad W \text{ belongs to America} \quad (B)$$

但是,在三个陈述句中,相同连接词“belong to”两侧的名词没有任何关系,反映了各自独立“逻辑隶属关系”的基本事实。显然,对于上述两式,无论是实际反映的真实内涵,还是从抽象逻辑关联的角度考虑,两者不可混为一谈。也就是说,如果依然使用符号“ $\in$ ”表示第二种陈述的“属于”,即

$$B \in \text{China} \quad P \in \text{France} \quad W \in \text{America} \quad (C)$$

必然出现逻辑歧义。

于是,与集合是一系列“元素”构造的一个“整体”保持严格逻辑相容,频繁使用于集合论中的逻辑关联符号“ $\in$ ”,并不表示一种“隶属于”或者“为它物掌控、持有”的逻辑意义。对于作为基本定义而存在的式(15.3.1)而言,即

$$a \in S : S = (a, b, c, \dots)$$

其中的逻辑关联词“ $\in$ ”更为准确的意义是:它用以表示某一个集体中的一员的意思,并且,这个称为“集合”的集体的所有组员在某一种“性质”的意义上处于一种“等价关系”之中。事实上,也仅仅在此时,才可能存在式(15.2.11a)那样一种关于集合所构造的“外延原则”,即

$$S = \{a, b, \dots\} \mid \exists \text{ universal belongs to } \forall \in \{a, b, \dots\}$$

在某一个特定性质的意义上,形成一个“彼此可区分但是又隐含某种确定关联”的整体。当然,也正因为此,人们才可能如式(15.2.11b)所述,即

$$D_c : \{\{f_i(x, y, z, \dots)\}_j\} \mid \{f_i(x, y, z, \dots)\}_j \text{ belong to } \{x, y, z, \dots\}_j \in D$$

构造一种与“外延原则”保持逻辑相容的“概括原则”,以另一种形式等价地定义一个本质内涵完全相同的集合。

综上所述,作为一种“示例式”的表述,关于逻辑关联词“ $\in$ ”实际内涵的恰当定义需要做出变更,重新写为

$$\begin{cases} a \in S \cap S \ni a : S = (a, b, c, \dots) \\ \bar{\exists} : a \text{ belongs to } S \cap S \text{ possesses } a \\ \exists : a \text{ is classified to } S \cap S \text{ contains } a \end{cases} \quad (15.3.2)$$

这个形式定义明确告诉人们:对于逻辑关联词“ $\in$ ”而言,它本质上只允许表示一种“归类

(Classification)”关系。也就是说,此处的 a 只能逻辑地归类于集合 S 所代表的一个大集体,它并不真实地表达一种“隶属于(belong to)”的逻辑内涵,并且,还需要在其某一个“特定”性质特征之上, a 能够与这个大集体中的其他成员表现得没有任何差异,仅仅于此才可能使用“概括原则”定义集合。当然,经典集合论在使用“外延原则”定义集合时,过分强调了不同元素之间必须具有“差异”从而拥有“可辨性”这一方面,而忽略了“共性”特征的另一方面,从而与“概括原则”隐含着认识前提的矛盾。与此同时,作为这个由许许多多元素共同组成大集体的代表的 S ,仅仅是所有组员的总括或者聚合。当然,作为个体的聚合而成的总括,在逻辑上完全谈不上“拥有(possess)”这样一种表现强烈的“掌控、占有”的内涵,既然只是一个集体,只不过“包含(contain、include)”了它的许许多多不同成员而已。

15.3.2 形式逻辑中“隶属”关系的独立意义及相关“符号”的约定

正如前面的讨论已经指出的那样,在考虑由若干国家的首都所构造的集合,以及这些不同实在之间的逻辑关联的时候,即面对

$$B \in (B, P, W) \quad P \in (B, P, W) \quad W \in (B, P, W)$$

和

$$B \text{ belongs to China} \quad P \text{ belongs to France} \quad W \text{ belongs to America}$$

这样两组不同的逻辑关系式的时候,作为一种显然的事实:上下两组关系式蕴涵着完全不同逻辑内涵。或者说,根据式(15.3.2)已经为逻辑关联词“ $\in$ ”构造了明确定义,关联词“属于(belong to)”或者“拥有(possess)”具有“独立”的逻辑内涵,相应需要为其构造独立的逻辑关联词符号。

因此,作为一个“约定论”的合理定义,相应存在^①

$$\begin{cases} b \ll P \cap P \gg b \\ \exists : b \text{ belongs to } P \cap P \text{ possesses } b \\ \bar{\exists} : b \text{ is classified to } P \cap P \text{ contains } b \end{cases} \quad (15.3.3)$$

于是,此处引入的逻辑符号“ $\ll$ ”才具有通常所说“从属、隶属于(belong to)”那样的本质蕴涵,至于逻辑符号“ $\gg$ ”与其相反,则相应表现一种“掌控、拥有(possess)”的基本语义。并且,对于纯粹的“隶属和拥有”关系而言,此处所定义的逻辑关联词具有天然的“传递性”特征。例如,系有若干专业,那么,学校则自然拥有所有系各自拥有的专业。但是,对于“性质”属性则不然,它不一定具有“传递性”特征。当然,如果为了保证叙述的逻辑严谨性,不妨对这样两者的不同“隶属”特征作进一步的划分。

15.3.3 集合论“外延原则”和“概括原则”的重新表述

以上讨论已经指出,无论是集合论的“外延原则”还是“概括原则”都相应存在逻辑不当的

① 值得指出,即使从自然科学的整体考虑,既然形式系统永恒差异于被描述的物理实在,不可避免存在形形色色的理想化前提认定,那么,“约定论”是必需和不可缺省的。根本问题在于“约定”是否符合理性,是否拥有相关的“客观性”基础的问题。如果是一个严肃的数学工作者,Hilbert 理应研究双旋度 Poisson 方程如何构造恰当定解问题、经典电磁场理论逻辑推理过程中为什么容忍加入没有任何依据的正则规范以及怎样进一步构造数学可以求解的基本方程等许多实实在在的数学命题。

问题,需要进行修正。

一个多世纪来,尽管人们面对“集合论悖论”导致整个数学基础处于“实质性动摇”之中的严峻挑战,但是,令人难以置信的是,对于这几个前后相继习惯性陈述中的逻辑悖论,20 世纪的数学工作者却全然熟视无睹,竟然最终共同接受了 Hilbert 那种将“矛盾前提”界定为“合理假设”的“独断论”思想,并且,仅仅以此作为“整个现代数学矛盾普遍存在”的合理依据。任何形式的“约定论”都逻辑地意味着对逻辑的否定,当然,只可能处于矛盾之中^①。

其实,为式(15.2.2a)所形式定义的“概括原则”而描述,那个为集合中所有元素必须共同遵循的“共性”特征,本质上已经对式(15.2.1)所述“外延原则”中所有元素“没有任何制约”的基本前提构成了完全的逻辑否定。当然,构造 Russell 悖论的本质内涵就在于:一方面利用“外延原则”对集合中的元素“不加任何约束”的前提,另一方面又利用“概括原则”必须仰仗集合需要“共同”遵循的某一个“共性”特征的基本属性,从而把这两者固有的矛盾或者冲突,借助简单逻辑推理进一步明显化或者尖锐化了。正因为此,Cantor 针对他自己所创造集合论所作的自我批判以及后来所作的“相容性”补充陈述,其实恰恰是准确或者一语中的的,只不过他没有能够形成一种逻辑相容的最终表述罢了。当然,任何对陈述系统自觉做出“前提性限制”的努力,根本不可能为现代科学世界鼓吹“普适真理”的浅薄和浮躁所容。

此处,不妨使用具有独立意义的新逻辑关联符号“ $\ll$ ”,重新修正集合论中经典表述的“概括原则”,即将式(15.2.2a)相应演变为

$$\begin{aligned} S &= \{x \mid p(x)\} \\ \Rightarrow \\ S &= \{x\} : p(x) \ll x \cap x \in D \end{aligned} \quad (15.3.4a)$$

它表示:对于给定论域 D 之中的任意元素 x ,当且仅当吻合于给定的性质条件 $p(x)$ 或者该元素拥有给定的特定属性的时候,那么,元素 x 自然成为集合 S 中的元素;相反,给定定义域之中的集合 S 也只能由这些元素所构成。当然,正如式(15.3.3)引入符号“ $\ll$ ”曾经指出的那样,如果仅仅就“性质”而言,属于组元的性质通常不一定适用于描述作为组元整体的集合。组元与许多组元构造的整个并不简单同一。

与此同时,集合论经典表述的“外延原则”同样需要进行修正。此时,形式表述(A)可以相应变化为

$$S = \{a, b, c, \dots\} : \text{universal} \ll x \cap x \in (a, b, c, \dots) \quad (15.3.4b)$$

显然,此时两种表述本质上已经没有任何差异,只不过在外延原则之中,那个必需的“共性特征”通常可以以“隐式”的方式存在。

当然,对于式(15.1.1)所述,作为所有形式系统必须共同遵循“存在原则”这样一个最基本的认识前提,即

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ belongs to } S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \text{ possesses } f(x_1, \dots, x_n)$$

同样可以借助新的逻辑符号,改写为

$$f(x_1, \dots, x_n) \ll S_{\text{ideal}}$$

^① 不得不重复指出,在给某数学学院关于“现代微分几何”的报告中,当笔者以无可辩驳的事实指出建立在“约定论”基础之上的这个陈述系统其实到处充满逻辑悖论的时候,一些诚实的数学工作者则这样告诉笔者:没有矛盾、真正保持逻辑相容的数学是不可能的。但是,数学如果真的放弃和否定了逻辑,那么,数学还能够剩下什么呢?

$$\bigcap S_{\text{ideal}} \gg f(x_1, \dots, x_n) \quad (15.3.5)$$

它明确告诉人们:任何形式系统不可能独立于拥有该形式表述的逻辑主体而存在,形式系统必须逻辑地从属于某一个理想化的逻辑主体;相反,一旦能够对逻辑主体做出理想化的前提认定,那么,属于该理想化逻辑主体的全部属性必须自然地得以完全确定。

15.4 与“数学直觉主义”的异同性分析

自然科学研究中,诚实远比智慧更为重要和根本。正因为此,人们其实需要给予包括 Brouwer 等“非理性主义者”以更多的敬重。当一个科学工作者公然宣称无法做到逻辑相容的时候,他们无疑不可能获得更多鲜花和掌声。但是,正如“非理性主义者”所说的那样,因为他们对理性和逻辑充满更多的热爱和真诚,所以他们无法采取“公理化主义”那样一种予以无理陈述以合法性的“独断论”方式,而只能以一种诚实的方式告诉人们:那些正是矛盾的真实存在^①。

此处,仅仅作为一个十分简短的附加评述,将针对集合论悖论重新做出的分析及其结果与直觉主义者的理念进行一种大概的比较。事实上,如果与 Brouwer 数学直觉主义所说的“构造对象(Constructive Object)”相比,式(15.3.5)所述的“存在原则”,即

$$f(x_1, \dots, x_n) \langle S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \rangle f(x_1, \dots, x_n)$$

两者在表观意义几乎没有任何本质意义上的差别。应该说,这样一种判断是准确的。但是,问题在于尽管最终希望表达的结论完全一致,但是,构造同一结论的认识基础并不相同。

在 Brouwer 的直觉主义看来,逻辑相容是绝对不可能实现的。因此,他们抛弃了以避免一切矛盾存在为目的的“排中律(Law of Excluded Middle)”,而仅仅将数学中的“证明”蜕化为无明确限定或者判别标准的纯粹“智力”行为。可以说,直觉主义看到了数学中基本矛盾存在的事实,并且,将矛盾的真实存在诚实地确认下来本身同样是认识的重大进步。更为准确地说,尽管当初的“直觉主义”和近代“非理性主义”仍然存在若干认识论上的基本差异,但是,客观上它们共同维护了以无矛盾性为唯一内涵的“理性”的纯洁性。但是,十分遗憾的是,直觉主义者没有能够采取一种“追根溯源”的方式,在正视他们已经认识到每一个矛盾的同时,努力采取一种“溯源式”的思维方式,寻找和揭示最终导致矛盾的认识本源。相反,只是因为“暂时无力”解决这些真实存在的矛盾,就将这种认识中平常存在的“认识困惑”乃至解决这些认识困惑的“不可能性”加以固定化,这样一种消极主义的方法则完全不当。因此,在某种意义上可以认为,如果与 Landau 诚实地宣称“理论物理中的数学严谨性只是自欺欺人”相比,数学上的直觉主义与其没有多少根本的差别,同属于“无为论者”的范畴。其实,必须形成一种稳定而清晰的理性意识:真正理性的认识必然是“自然、简单、素朴乃至十分平常”的,恰恰因为思维者主观思维的紊乱,才使最终形式逻辑变得如此繁琐、复杂甚至晦涩,以至于某一个“约定论”领域的数学家看不懂另一个“约定论”领域中的数学著述。

但是,此处的讨论则不然。一切结果全部源于逻辑也仅仅渊源于逻辑,依赖对“逻辑相容性”的坚定信念,以及在“逻辑相容原则”指导下进行的细致化分析和严密推理。需要理性意识

^① 正因为此,值得推荐著名非理性主义者 Paul Feyerabend 所著《反对方法——无政府主义知识论纲要》一书。

到,只是逻辑原则告诉人们:从本原意义考虑,对于任何一个形式表述系统,都必须首先将这个形式系统的“陈述对象”首先逻辑地确立下来,尽管这个陈述对象远不存在是否“绝对真实”的问题。但是,仅仅当陈述对象得以确定,那么,属于该理想化对象之上的一切描述才可能逻辑地相应得以存在。当然,也同样在这个意义上,人们可以将陈述对象称为“构造对象”,而整个形式系统仅仅是“构造对象”的一种逻辑必然。而且,性质只可能逻辑地从属于拥有该性质的逻辑主体,并且只能随着逻辑主体的存在而存在的基本理念,其实本来只是一个“平凡、朴实”基本理念,并且,这样一种本来平凡、简单的理念无需任何天才创造,而可以在许多古代西方哲学著述见到。当然,或许也恰恰因为这些理念过分平凡、朴素的缘故,总不能为那些自认拥有“天赋”的西方科学世界所容,似乎不繁复不足以显示他们的天才。

其实,对于数学直觉主义者而言,由于他们并不能对他们视之为最高准则的所谓合理“心智”活动做出任何具有确定意义的界定,而只可能仍然“潜意识”地将“心智”与“无矛盾性”为真实内涵的所谓“直觉信服”构成关联。因此,在这样一种意义上,两种不同的努力同样可以认为是对于“理性”两种“自觉与不自觉”意识的“殊途同归”。而且,人们永远可以相信,任何人都不可能抵制对于以“逻辑相容性”为唯一本质内涵的“理性意识”一种发自内心的渴望。

15.5 公理化集合论反思

随着集合论悖论的彻底解决,那个似乎只能依赖不断做出“补丁式交待”的所谓公理化集合论,已经没有任何存在意义。当然,从本质上讲,公理化集合论也没有什么真正需要人们认真对待和值得批判的东西。

在《数学百科全书》的“公理集合论(Axiomatic Set Theory)”的条目中,首先这样指出:“G. Cantor 和 B. Russell 基本悖论的分析,引起了数理逻辑基础的本质修改。集合论的公理化方向可视为对由此产生的这种状况作更彻底研究的工具。”现代科学世界所声言的这种努力能够成功吗?数学直觉主义者已经对之明确给出了一个完全否定的答案。但是,因为直觉主义者自己抛弃了逻辑,所以他们的否定本质上仍然是一种“直觉”意义的,而缺乏让其他人足以相信的证据。

无疑,整个公理化集合论是一个看起来相当复杂的系统,此处无力也无意对其进行深入地讨论。但是,可以仅仅依据即使现代科学世界也不敢公然否认的“证伪”法则,只要指出这个陈述系统隐含的任何一个细微的矛盾,那么从严格逻辑的角度考虑,对于验证直觉主义者的论断已经提供相当充分证据了。与此同时,人们仍然可以发现,任何内心努力探询理性的研究必然隐含着某些共性特征,根本区别于 Hilbert 的“独断论”对理性的公然蔑视。

15.5.1 公理化集合论基本思想

在集合论的“公理化”方面,通常总把相关的探索首先归于 E. Zermelo 做出的贡献。事情也的确是这样。一些数学著述告诉人们:其实比 Russell 还早两年,Zermelo 就已经发现了后来被称为 Russell 悖论的逻辑悖论,并且将这个发现告诉了 Hilbert。Zermelo 曾经向别人提出,用所有集合组成集合本身就是一个矛盾。但是,在这些相关数学著述同时还告诉人们:Zermelo 保持沉默,没有公开发表这个悖论,这个事实本身同样表示 Zermelo 对集合论的基本态度与 Russell 有重要区别。

对于集合论出现悖论的情况, Zermelo 的基本态度是: 在解决这一问题时, 一方面必须对 Cantor 集合论中的基本原则加以足够的限制, 以避免矛盾出现; 另一方面, 有必要使它们充分地保留理论中一切“有价值”的地方。Cantor 本人首先提出他的悖论以后, 曾经提出出现集合论悖论的原因在于“使用了太大集合的缘故”。这方面, Zermelo 也说过几乎完全相同的话, 将集合论悖论同样归于“集合太大”的缘故。因此, Zermelo 试图通过“公理化”的方法, 即提出一系列的公理对集合加以限制使其排除悖论, 同时可以将“集合”的概念进行足够广泛的外延, 从而仍然发挥“数学基础”的作用。

相关数学著述指出, 在 Zermelo 所提的一系列公理中, “分离公理(Axiom of Separation)”需要特别引起人们的重视。分离公理的表述为: 对于任意给定的性质 $p(x)$ 以及一个已知的集合 S_{init} , 总存在“原集合的一个子集合(Subset)”, 即

$$S_{\text{sub}} = \{x \mid p(x) \cap x \in S_{\text{init}}\} \quad (15.5.1)$$

也就是说, 人们可以通过“谓词 $p(x)$ ”从一个已知的集合中划分出一个集合来, 并且, 该新集合恒为原集合的子集合。继而, 人们指出: 与朴素集合论相比, 原来的“概括原则”构造的集合“太大”从而引起悖论的毛病, 可以通过此处提出的“分离原则”得以避免。

在 19 世纪 70 年代, Cantor 陆续发表了他所创造的集合论。但是, 集合论的公理系统, 则是相隔 30 年, 由 Zermelo 于 1907 年系统提出来的。人们不妨回忆前面关于 Cantor 悖论的分析, Cantor 曾经提出补充的“相容性”条件以期望避免集合过大的问题。我们曾经借助一个类似的表述表示该相容性条件, 即节 15.2 中的(Cant. 3)式

$$S = \{x \mid p(x)\} \cap \{x\} : \text{comparable}$$

将其与分离原理比较, 人们可以发现两种表述本质上完全一致。事实上, 根据 Cantor, 仅仅当“多数体”中的所有元素都满足“相容性”条件时, 该多数体才能称得上一个集合。因此, 相容性条件相应存在一个等价表述

$$\{x\} : \text{comparable} = \{x\} \subset S_{\text{unknown}}$$

这样, 如果用此等价表述中的未知集合 S_{unknown} 取代那个最初给定的集合 S_{init} , 则考虑 Cantor “相容性”补充条件的“概括原则”全同于“分离原则”。

因此, 在集合论期望表达的基本思想上, Zermelo 的公理化集合论与 Cantor 的朴素集合论保持原则上同一。当然, 这个基本思想, 或者 Zermelo 以及目前数学世界共同期望, 朴素集合论中“有价值”需要保留的正是: 构造一个不受任何限制, 可以外延到任何地方, 具有普适意义的“数学基础”。

15.5.2 公理化集合论中的循环逻辑

前面的分析曾经指出, 虽然 Cantor 给出了“相容性”补充条件, 但是其中的“相容性”要求本质上无从定义, 即

$$? \{x\} : \text{comparable}$$

以至于 Cantor 根本无法从他面对的逻辑困惑之中解脱出来。此处, 仍然与 Cantor 的逻辑困惑一致, 当 Zermelo 仅仅通过式(15.5.1), 即

$$S = \{x \mid p(x) \cap x \in S_{\text{init}}\}$$

对他所说“原集合中的一个子集合”做出某种“合理”定义的时候, 但是, Zermelo 所面对的逻辑困惑则是: 对于“分离原则”中作为前提条件出现的已知集合 S_{init} , 同样真实地在逻辑上存在无

从定义的前提性困惑。或者说,在这个补充做出的分离原则中,Zermelo 只不过将朴素集合论中“谓词 $p(x)$ ”本质蕴涵的不确定性,几乎不加任何隐蔽地转移到另一个集合,即定义“子集合”最初给定的集合 S_{init} 之上罢了。这就是我们所说的公理化集合论隐含的“循环逻辑”问题。而且,在主要由西方科学世界所构造的现代自然科学体系任何一个悖论性的基本理念上,几乎无一不相应存在“循环逻辑或循环定义”的问题。

于是,人们的确可以说,Brouwer 对于公理化集合论一种直觉意识的否定是正确的。而且,人们可以发现:尽管“否定逻辑”在表面上与强调和坚持以“无矛盾性”为本质内涵的理性意识形成一种完全的对立,但是,无论是“直觉”地还是“理性”地意识到矛盾存在的自身,并且公开承认和揭示这种矛盾的存在,远比“自觉或者有意识”与“不自觉或者无意识”地掩盖矛盾更接近真理,当然,也更加有利于科学研究的发展。

当然,解决问题的根本途径在于遵循“集合太大”的理性判断,将式(15.1.1)隐含的理性意识从“子集合”直接转移到“集合” S 本身之上,并且,继而使用某一个确定的有限论域 D 取代初始集合 S_{init} ,即

$$\begin{aligned} S &= \{x \mid p(x) \cap x \in D\} \\ &\leftrightarrow \\ S &= \{x\} : p(x) \ll x \cap x \in D \end{aligned} \quad (15.5.2)$$

那么,集合论悖论的问题自然不再存在。当然,与其对应,需要对“概括原则”所内蕴“无所不包”的错误导向以及“外延原则”可以涵盖“任何对象”的致命缺陷,予以公开、彻底和完全的否定,而无需也不应该采取羞羞答答“打补丁”的方法掩饰认识中的前提性错误。

至于到底应该如何本质地解决“集合论悖论”的问题,在上一节已经进行了比较充分的讨论,此处不再重复。

15.6 Hilbert 公理化思想隐含的逻辑不相容

许多人往往会不无赞颂地指出:Hilbert 的“形式主义”是在与 Brouwer 为代表的“直觉主义”针锋相对的争论中发展的。在面临数学基础逻辑悖论的时候,直觉主义者主张放弃包括“相容性”在内的一切使“真实性”受到怀疑的概念和方法,以摆脱数学基础的危机。但是,Hilbert 坚决反对为了保全真实性而牺牲部分数学财富以建立一种“残缺不全”的数学。Hilbert 希望通过完全抽掉对象的真实意义,进而建立纯粹的形式系统,并且通过形式系统的“相容性”以挽救数学,最终能够“一劳永逸”地解决整个数学基础问题。

但是,发表于 1931 年的“Godel 数学不完全性定理(Incompleteness Theorem)”几乎完全针锋相对地提出:对于一个形式系统,如果是相容的则它是不完全的;系统的相容性不可能在系统自身内得以证明,更不能有穷的方法加以证明。如果这样一种不完全性定理的确是恰当的,那么,意味着 Hilbert 的形式主义计划不可能继续进行下去。

毫无疑问,逻辑相容性是数学赖以存在的灵魂和唯一基础。因此,在面临数学悖论的挑战时,Hilbert 能够公开捍卫数学的“无矛盾性原则”本来是应该值得尊敬的。但是,坚持“理性”和尊重“逻辑”,绝对不仅仅因为对理性的口头声张就能够得以真正实现。事实上,Brouwer 所说:“并不能因为将某一个内蕴矛盾的陈述人为地称为‘公理化假设’就可能真的改变矛盾存在的事实,从而改变一系列数学悖论的现状”,难道不正是对“逻辑精神”的一种体现吗?相反,为

Hilbert 所提,被形式主义者奉为至宝的名言:“桌子、椅子、啤酒瓶都可以合理地视为几何学点、线、面”,难道不正是借助一种公然、蛮横以及毋庸置疑的口吻和方式,将无异于“指鹿为马”这样一种绝对意义上的“独断论”主张宣泄到淋漓尽致、登峰造极的地步的同时,对“逻辑和理性”构成一种彻底和完全的否定吗?

事实上,根据并且也仅仅根据逻辑,人们可以断言:任何以“无理假设”为逻辑前提而得的结果,必然自始至终都是无理的。也就是说,对于任何类似于“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一种纯粹“独断论”的假设,因为已经对逻辑推理的“前件”的合理性构成一种事实上的完全逻辑否定,所以即使整个后续推导真的能够满足 Hilbert 所说的“相容性、独立性、完备性”要求,但是根本不可能改变“整个陈述”本质蕴涵无理性的事实。如果说,Popper 的证伪学说在“任何单称性悖谬都能够对整体性陈述构成完全否定”方面的确刻画一种真理意识,那么,那种完全建立在“独断论”的“无理假设”之上的形式系统只可能是彻底荒唐悖谬的,本质上已经失去了作任何进一步讨论的意义。而且,还可以逻辑地断言:任何根据“独断论”为唯一基础,只能渊源于“纯粹主观意识”之中所构造的形式系统,几乎到处存在“逻辑不相容”问题。

事实上,Hilbert 绝对不会也无法真的实行这样一种完全无理的基本认定。正因为此,当 20 世纪的整个现代数学体系几乎完全建立在“约定论”之上,实际上处于“利用逻辑否定逻辑”这样一种纯粹自欺的状态的时候,仍然需要从逻辑的角度,揭示 Hilbert“公理化主义”对逻辑、对理性构成更大的欺骗和破坏。

当然,正如前面分析已经充分显示的那样,如果从“数学基础或逻辑思维根源”的角度考虑,为“非理性主义”尖锐地指出,同样也是“公理化主义”根本无法否定,现代数学体系大量“逻辑不自洽”之所以存在的原因仍然在于:当由西方学者为主的现代科学世界过分幼稚地期望构造某一个没有“任何论域”限制、被赋予“普适意义”的纯粹“思维体系”的时候,他们没有正确地认识到一切“形式系统(包括性质)”必须严格遵循“存在原则”,没有意识到一切“正确逻辑推理”过程之中,以一种独立于人们主观意志或者愿望而客观存在的“主体原则”,没有真正懂得在逻辑关联上“从属于”和“归类于”这样两种不同“逻辑关联词”存在的本质差异。其实,也正因为认识前提上的逻辑不当,包括数学在内的现代自然科学体系必然充满逻辑悖论。

如何较为准确、深刻地评述 Hilbert 提出的公理化思想,无疑属于一个太大的命题,必然涉及对建立在“公理化思想”之上整个 19~20 世纪现代数学体系的重新认识和判断。若干年前,当笔者的《自然哲学基础分析》一书出版不久,一位诚实、敏锐和善良的科学哲学工作者曾经这样中肯地提醒笔者:“你的许多论述的确是有道理的。但是,恐怕你需要知道,因为你实际上已经把整个科学世界推到了你的反面,所以太艰难了;……”。作为一个非职业数学工作者,对于目前“过分浩瀚(当然,这本身就是有悖逻辑的根本反常)”的数学体系缺乏足够和较为完整的了解,因此,不得不有意识地回避许多年前已经大体意识到整个数学基础在逻辑前提上隐含的“致命性”逻辑悖论问题。但是,随着对于整个现代自然科学体系重新认识范围的不断拓展以及加深,如何面对数学体系自身存在的大量逻辑悖论,成为任何一个诚实、严肃的科学工作者无法回避的问题。而且,只要同样采取诚实和严肃的态度,那么,任何一个科学工作者都能够理性地接受,任何一次“证伪”都具有根本否定性意义。因此,在这个意义上,形成理性共识不存在任何本质意义的困难。至于这样一种“共识”何时、或者怎样能够为现代科学世界最终接受,则属于另外一个独立命题,无法也无力仅仅由研究者自己左右。

事实上,当 Hilbert 将几何学中的基本元素“点、线、面”代之以“桌子、椅子和啤酒瓶”,从而变成一种纯粹“主观意念”中的“概念”的时候,Hilbert 所提出的公理化思想根本相异于“平凡人”通常理解的那样一种“符合

于理性”的形式表述系统。人们可以发现：Hilbert 的形式系统远远不只是由于缺乏对这个系统所描述的对象做出“前提性”的有限认定，从而在逻辑上必然导致他关于公理化系统所提出“相容性、独立性和完备性”原则根本失效或不可能存在的问题；而且，因为 Hilbert 根本否定了一切合理性陈述“逻辑主体”实际存在的“客观性”基础，完全归结为一种“绝对意义”上纯粹随意的主观理念，所以可以说 Hilbert 的形式主义是比 Einstein 仅仅局限于“空间与时间”之内的所谓“时空观”革命走得更远的、一种“无需、否定和拒绝任何约束”存在的“反常认识”革命。因此，Hilbert 的形式主义，不仅彻底否定了自然科学研究必须严格遵循的“物质第一性”原则，而且完全抹杀了人们对被描述“物质对象”所作前提性理想化“认定”在自然科学体系中的存在地位。或者说，不仅仅使得“形式(性质)”被反常地置于拥有性质的逻辑主体之上，而且，还彻底否定逻辑主体存在的合法性，以至于形成他所期待的那种“完全抽掉对象实际意义的纯粹形式系统”。一个只能依赖“没有任何约束主观想象——形形色色没有逻辑关联的人为约定”而存在的纯粹形式系统，在必然堕落为无意义的“空言性”陈述的同时，因为层出不穷的人为约定之间没有任何逻辑关联而陷入彻底逻辑紊乱之中。

也仅仅考虑到此，尽管对于许多职业的数学工作者看来，此处所作的论述如此大差异于他们已经在现代数学司空见惯的“约定论”方式，或许还由于相关陈述显得格外平凡、朴素、太不够抽象，以至于不屑一顾。但是，即使不谈那些以维护“理性和逻辑相容性”为己任的形式主义者，而且任何一个诚实严肃的数学工作者，都没有理由公开否定或断然拒绝对“逻辑不相容性”所进行的哪怕十分细微、离散的批判。

15.6.1 Hilbert 形式主义的“无定域”本质

在介绍 20 世纪数学的时候，人们往往总是把 M. Pasch 称为 Hilbert 公理主义的先行者。那么，Hilbert 的形式主义与其先行者在公理化的认识上差别于何处呢？

作为一种通常认识，在“几何学公理法结构领域”中，第一个巨大研究成果当数 Pasch 所著的《新几何学讲义》。在这部著述中，Pasch 向人们指出：几何学的基本命题应该从“实验”得来，但是，几何系统的进一步展开应该遵循纯粹“逻辑”推断的途径进行。这样，在原则上，除了考虑如何保证整个几何系统严格的逻辑相容，Pasch 所构造几何学的基础仍然是人们的“经验”事实。

但是，与 Pasch 的基本理念完全不同，Hilbert 在承继 Pasch 的公理化几何学时，他则提出一个完全不同的指导思想：希望考虑如何能够仅仅维持几何学的一种纯粹逻辑特征，从而以若干特别挑出并且被称为“公理”的命题出发，逻辑地推导整个几何学的命题，这样，最终把他所说的“公理”从人们的经验基础中“完全摆脱”出来。此处，如果沿用一位俄罗斯学者为其所著《几何基础》所作序言中的解释则是：

“作为数学的几何学所关心的只是几何命题如何纯逻辑地从其中有限制的几个来推得，这些特别挑出的命题就是公理。如果从公理推得的结论完全是按照形式逻辑的法则做出的，则只要公理成立，所谓对象(点、线、面)和这些对象的所谓关系(属于、介于、合同)究竟指的什么就完全不起作用了。

事实上，形式逻辑之所以被叫作形式的，正是因为它的结论就形式说是正确的，不管我们所讨论的对象在实质上指的是什么。所以，在几何的公理法结构下，不论我们如何理解‘点’、‘直线’、‘点属于直线’等等，只要我们在作证明时所运用的公理是正确的，则严密逻辑地证明了定理也是正确的。特别地，可以不必与通常直觉观念下的点、直线等等发生任何关系。”

作为一种基本事实，对于任何一种“抽象性”的形式表述，它必然相异于为该抽象描述脱胎而出的最初“经验性”陈述。但是，同样作为一种无可否定的事实，绝对不可能因为抽象性而否定形式陈述的“经验事实”基础。“差之毫厘、谬之千里”。事实上，一些人正是利用思考过程中

的细微差异,在人们不知不觉中将真理引入谬误。显然,那句闻名于 20 世纪整个科学世界,并且特别为 Hilbert 本人引以为豪的“可以用‘桌子、椅子、啤酒瓶’代替‘点、线、面’”的“至理名言”,其实正是对以上理性认识构造的彻底歪曲,否定了一切合理性陈述必需的物质基础。没有“物质基础”或者“逻辑主体”的形式表述不仅仅必然流于空乏,而且必然因为空乏而陷入逻辑悖论之中。当然,如果不是对前提理念中任何可能存在的认识不当保持一种警戒,并且自觉地加以约束,反而使这种认识不当无穷衍生和拓展,引入更为广泛的论题之中,那么,那些最初或许尚属细微的认识不当最终必然走向彻底的荒唐悖谬之中。事实上,由于对“思维无理性”完全丧失了警戒,这样一位自诩为“崇尚理性”的“大数学家”,于 1915 年在向 Gottingen 学会提交的《物理学基础》公然提出:遵循公理化方法,可以导出用于描述整个物质世界的物理学基本方程。当然,Hilbert 的这种基本理念成为他与 Einstein 并行不悖地展开“统一场论”研究的思想基础。

因此,如果也能够将 Pasch 基于“经验事实”基础之上的公理化思想称为一种“朴素公理化”理念,人们不难看出,这个“朴素公理化”的“理念”恰恰能够在“总体上”逻辑地相合于一切形式系统必须共同遵循式(15.1.1)所述的“存在原则”以及逻辑推理必须满足的“主体原则”,或者能够大体吻合于通过式(15.3.5),即

$$f(x_1, \dots, x_n) \langle S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \rangle f(x_1, \dots, x_n)$$

所明确表现的那种“客体论”的基本思想。但是,如果说 Pasch 的“朴素公理化”思想有所缺陷的话,那么,这个最终引起人们思维困惑的问题在于他没有能够将这样一种“潜意识”的理性认识真正贯彻于始终。或者更明确地说,Pasch 并没有能够形成一种理性意识;他所说那些本质上基于“实验”而提出来的“几何学基本命题”,仍然需要通过对特定经验事实所描述“物质对象”构造一种“理想化”的前提认定,作为这些“基本命题”得以存在的逻辑前提和基础。任何一个基本命题,都不可能脱离特定理想化物质对象而独立存在。也就是说,缺乏确定“逻辑主体”的基本命题,以及没有任何“有限论域”约束,一种仅仅存在于主观意识之中那种“纯粹形式并且被赋予普适意义”的“理想化认定”不可能存在。如果使用集合论的语言,那么必须像式(15.2.2)重新表述的那样,即

$$S = \{x \mid p(x) \cap x \in D\}$$

$$\leftrightarrow$$

$$S = \{x\} : p(x) \langle x \cap x \in D$$

必须以一个特定“有限论域” D 的前提存在作为“概括原则”中特定性质 $p(x)$ 得以存在的必要基础,否则,如果抽去有限论域 D 的限制,重新回复到素朴集合论最初提出的“概括原则”

$$S = \{x \mid p(x)\}$$

$$\leftrightarrow$$

$$S = \{x\} : p(x) \langle x$$

最终必然陷入逻辑悖论之中^①。

① 事实上,不仅通过 16 章关于“现代天体力学”所作分析可以看到,正归咎于根本违背形式表述的“存在原则”,“现代微分几何”中几乎到处存在逻辑悖论,而所谓的“广义相对论”只是许多荒诞悖谬理念的堆砌;并且,还可以通过 17 章针对“西方哲学”所作分析看到,一系列基本哲学问题之所以长时间无法解决,同样只是渊源于对于这样基本理性认识的完全背离。任何时候都需要牢牢记得:真正理性的,必然是简单、自然、处处逻辑相容的。

事实上,正由于 Pasch 没有能够对“理想化对象”做出前提性的明确认定,导致诸如 Hilbert 这样的“独断论者”出现进一步的思维困惑,甚至不妨被称之为被这些“约定论者”找得了“空子”,将本质上决定于经验事实的“基本命题”加以纯粹意义上“形式化”的同时,否定了任何合理命题必须存在的物质基础。

总之,对于 Hilbert 的形式主义而言,导致整个认识系统最终陷入逻辑紊乱的前提性认识不当,根本在于完全否定了形式系统必须满足的“存在原则”以及逻辑推理中必须严格遵循的“主体原则”。事实上,Hilbert 的“公理化思想”,远不仅仅完全颠倒了“拥有”和“从属”两种关联词蕴涵的不同前提性关联,而且,还对性质自身得以存在的“逻辑主体”本身给予了否定。进一步讲,Hilbert 形式主义者认识上的致命错误在于:他们不仅提出是“关系(Relation)”决定着“存在(Existing)”这样一种认识颠倒,否定只可能是“存在”逻辑地决定“存在”所拥有的“性质(Properties)”这样一种显然存在的基本事实;而且更为荒唐悖谬的是,这些打着“理性主义”外衣的现代“独断论”,甚至完全否定了“存在”在自然科学陈述中自身得以存在的“地位(Proposition)”,从而将自然科学中的一切引向空无,成为 20 世纪“现代新神学”的精神基础。

在针对集合论悖论讨论时,曾经借助式(15.2.11)所定义的“性质论域” D_c ,示意表示了“存在”与“关系”之间的一种大概逻辑关联。此处,使用补充构造的逻辑关联词“ $\langle \rangle$ ”,重新将该式写出如下:

$$D_c : \{ \{ f_i(x, y, z, \dots) \}_j \} \mid \{ f_i(x, y, z, \dots) \}_j \langle \{ x, y, z, \dots \} \rangle_j \in D$$

并且,仅仅作作为一种“示范性”表述,进一步明确给出具有“实体意义”的“有限论域” D 一种“显式表述”的定义

$$D = \{ a, b, c, \dots \} : \{ a, b, c, \dots \} \simeq D_{\text{real}} = \{ A, B, C, \dots \}$$

这个表述式无非希望告诉人们这样一种基本认定:作为由经验事实中那些真实存在的“实在”所构造的集合 $D_{\text{real}} : (A, B, C, \dots)$ 本质上不可能与任何形式表述系统直接形成逻辑关联。或者说,Hilbert 只是为了充分显示他的那种绝对“独断论”思想,才可能提出诸如“桌子、椅子、啤酒瓶”等等实物无疑过分“素朴、直接、无确定的形式性意义”,以至于根本不可能被引入到任何“抽象”的理性陈述之中,因此,构造形式表述的第一个前提是:必须对这些存在首先构造“理想化”的前提认定

$$D_{\text{real}} = \{ A, B, C, \dots \} \xrightarrow{\text{idealization}} D = \{ a, b, c, \dots \}$$

毫无疑义,既然称为是“理想化”认定,它就不可能是严格逻辑的,只允许本质对应于一种“构造性”的认定。特别值得指出,任何“约定论”的假设,甚至那些能够被视为“合理假设”的约定都不可能是逻辑的,任何假设必然被赋予了独立的逻辑内涵。当然,这才是在第 16 章的后续讨论中看到的那样,建立在“约定论”基础之上的“现代微分几何”没有逻辑可言。

与此同时,同样只是作为一种“简单、自明、素朴、自然和毋庸置疑”的理性认识,在这个“理想化”的构造性认定中,相应存在两个基本原则:

第一,仅仅是经过“理想化认定”后的“抽象”概念,即此处所述的 $\{ a, b, c, \dots \}$ 并且只有像 Hilbert 所说的“点、线、面”才可能进入形式表述系统。相反,那种“粗俗、繁琐、直观”的陈述,也就是说类似于 Hilbert 所说的“桌子、椅子、啤酒瓶”根本不允许进入任何形式表述系统之中;

第二,尽管是人为构造的“理想化”认定,但是,绝对不意味着这种认定具有像 Hilbert 公然提出无视、纵容“绝对主观随意性”的“独断论”主张。远不必提及那些非常人所有的“天赋”,而对于任何一个仅仅需要“通常理智和思维能力”的科学工作者,绝对不可能关注三个孤零零的、彼此之间没有任何作用和影响的“桌子、椅子、啤酒瓶”的真实存在。相反,当且仅当它们之间某种“真实作用”存在,需要进一步探讨这些作用的最终结果,而且还只是当这样的结果对于探索物质世界的一般性规律具有某种意义的时候,人们才可能探讨 Hilbert 这样的大数学家所关注的“桌子、椅子、啤酒瓶”,并且,根据实际作用的不同物理真实,将它们抽象为“理想接触面”之上的相互作用,甚至把它们同样视为与“几何点”保持抽象同一的理想化质点,考察它们之间发

生的某种碰撞效应。

因此,形式量集合 $\{x, y, z, \dots\}$ 中的任何一个元素,同样仅仅是针对“理想化对象” $\{a, b, c, \dots\}$ 所构造一种具体形式意义的“抽象化”描述,或者成为这些理想化实体的某些内蕴特征的一种抽象,当然,它们并不直接属于 $\{A, B, C, \dots\}$ 类似于 Hilbert 所说“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一些仅仅具有平凡意义的物质对象。进一步讲,不仅仅作为性质描述的关系式 $f(x, y, z, \dots)$,而且构造这些关系式的所有形式量本身,只可能逻辑地隶属于理想化物质对象,并且,根据是否满足给定的性质特征,对这些理想化物质对象作进一步的分类。

人们在阅读 Hilbert 的《几何基础》时,可以在前面已经提及的那位俄罗斯学者对 Hilbert 大加颂扬的一篇序言之中,看到这样一段关于几何学陈述及其与陈述对象之间关系的精彩描述:

“几何学中的概念和命题全都反映了物质对象的性质和物质世界的法则,它们的‘理想’的特征只是表明了物质性质的已知联系中非主要的性质之被抛弃,特别地是它们只以一定的精确程度而被考虑。这就是‘抽象’。这种抽象可以用来清楚地揭露物体的共同而又深藏的性质。几何法则之所以为自然界所必需,就因为它们是从自然界抽象出来的。”

但是,十分可惜的是,这些描述充其量只能称之为是这位俄罗斯编撰者“自作多情”,或者只是凭借一种纯粹的“想当然”,将“他的理解”或者应该视为是“通常人的平凡认识”强加在他一再特别赞颂的 Hilbert 之上。这样的陈述所表达的只是 Pasch 最初的几何学思想。倘若如此,又何以谈得上 Hilbert 的非凡呢? Hilbert 几何学的全部理念仅仅在于:需要“完全和彻底抽去物质对象蕴含的实在意义”。当然,只有这样,才可能像他所说的那样,完全可以合理地将“桌子、椅子、啤酒瓶”定义为几何学中的点、线、面;也才可能根据某一个关系式定义他所创造的“泛函空间”;当然,也才可能实现他所首创,那个将整个 20 世纪科学世界引入“独断论”之中的“物理学几何化”浪潮。

15.6.2 Hilbert 形式主义和“概括原则”之间的逻辑呼应

从哲学理念考虑,Cantor 集合论曾经期待的那种“总括”特征,与 Hilbert 形式主义构造一个独立于任何确定“物质对象”普适真理体系的愿望完全一致。当然,在相关的数学特征上,人们可以发现:Hilbert 形式主义对于“形式”的认定,甚至可以视之为对集合论中的“概括原则”所作的一种诠释。也就是说,性质纯粹属于人们的“心智”活动,独立于任何特定的物质对象。因此,根据某些特定“性质”或者“关系”的一种“恰当”的人为认定,人们可以对由其表述的一切做出统一的、本质上没有任何限制的描述。

这样,基于也仅仅基于 Hilbert 或许曾经真诚期待的逻辑,他的形式主义哲学最终仍然需要回答集合论悖论的根本质疑。回避矛盾,绝不表示矛盾真的不再存在或者因为回避而得到解决,相反,逻辑前提隐含的逻辑悖论,只不过在“相容性、独立性、完备性”这样一些良好期待下隐藏得更深一些而已。

值得再次指出:在 Brouwer 的“直觉主义”数学中,他能够形成一种直觉认识,并且明确提出需要对被研究对象首先作出“构造性(Constructive)”认定,无疑具有前提性的根本意义,在“客观上”维护了任何形式表述(或者性质)必须满足的“存在原则”,避免了缺失逻辑主体的形式表述流于空乏,而最终导致形形色色逻辑悖论的问题,当然,Brouwer 的直觉主义,本质上远比 Hilbert 的形式主义在认识论方面要深刻和准确得多。

只不过对于这样一种“服从常理——吻合逻辑”的认识,Brouwer 不恰当地将其简单归结于“直觉”或者所谓“令人直觉信服”的智力,以致最终潜藏于“直觉意识”之中的逻辑却遭到了否定。也就是说,Brouwer 没有能够理性地意识到:恰恰是作为整个数学内核而存在的“逻辑”相容性,迫使人们需要首先对被研究的物质对象作出理想化的前提性认定。

15.6.3 Hilbert“运动”概念引发的逻辑紊乱

对于以“自存物质世界”作为特定研究对象的整个自然科学研究而言,如何认识和定义物质的“运动(Motion)”,无疑属于一系列“基元概念”若干最重要概念中的一个。但是,恰恰在这个基元概念的前提性认定上,一直存在许多认识歧义和认识不当。在 Newton 的经典力学中,由于无法逻辑地定义“惯性系”,导致 20 世纪初叶的科学世界提出了一个完全不恰当的“相对性原理”,从而第一次以物理学基本原理的方式,公开地否定了任何“物质存在”在“真实发生运动的过程”中必然也必须具备的“客观性”意义,这样,整个理论物理学由于“运动状态的不确定性”只能本质地处于一种前提性认识紊乱之中。不仅仅限于此,由 Hilbert 所倡导几乎贯穿整个 20 世纪的“物理学几何化”,Hilbert 针对“运动”重新构造的定义,则将这样一种最初或许可以称之为“素朴”的认识不当,代之以被覆盖的“理性外衣”的认识悖谬。

在 1902 年 Hilbert 发表的《几何学基础》一书中,有这样一段与运动定义有关的文字:

“运动的定义:运动是数平面到自身的连续变换(Transformation)且具唯一的逆,它使闭 Jordan 曲线的定向恒保持不变。运动变换的逆变换仍是运动。”

事实上,只是与 Hilbert 的陈述保持一致,但是与《物理百科全书》通常完全否定“运动确定性”意义的“物理学经典认识”相悖,在《数学百科全书》的“运动”条目中,则给出关于“运动”的确定性定义,即:

“保持图形几何性质(维数、形状等等)的空间变换称为运动。并且,根据空间的定向是否保持而称之为‘正常(Proper)’运动和‘反常(Improper)’运动。”

无可非议,作为一门“独立”学科,数学针对“运动”所作这样一种具有明确意义的认定,如果同样只是被严格地限制在“数学”学科之内,原则上并没有任何不当之处。人们可以合理地认为,这不过是某一个相同的“称谓”被用于两门不同学科之中,相应被赋予彼此不同的实际内涵罢了。而且,局限于此,如果作为一种历史性附记,针对“运动”作出的这样一种认定,也并不真正源于 Hilbert。因此,人们最多只需要大概地明白:数学中所定义的运动,就是明白无误地表示几何图形的变换,或者更为准确地说,对应于几何图形变换的最终结果,从而与一般理念,即物理学中运动属于两种完全不同的概念。

此处,不妨再次重新审视物理学关于运动的定义。在《物理百科全书》名为“运动(Motion)”的条目下,相应做出了这样的陈述:

“如果一个物质系统的位置,由某一个观察者来测量是随时间而变化的,就称是相对于该观察者而运动。因此,绝对运动是没有意义的,只有相对运动才可以有定义。”

显然,对于目前的物理学针对“运动”所作的这样一种叙述,与一个概念所作“定义”必须包容某种“确定内涵”的合理期待相比,两者存在明显的差距。当然,作为一种更为合适的解释,只能将物理学关于运动所作的相关陈述逻辑地视为关于“不存在绝对运动”的一个物理学命题。尽管如此,无论物理学关于运动的定义实际存在怎样的不足、不当,但是这样一个基本事实则是明确的,这就是:物理学中的运动必然也必须与“时间”相关,从而将物理学中的“运动”与任何一种物理实在实际经历的“变化历程(Course, Progress)”自然地形成一种逻辑关联。正因为此,即使仅仅考虑几何学所说不同“几何图形”之间的变换,几何学仍然只可能表现“原像”和“像”之间的关系,而不可能是这两种“像”经历的变化历程。其实,所有这一切本来只是一种“完全自明、过分平凡、无可置疑”的基本真实。当然,也正是它过于平凡,几乎没有人会对

其表现特别的关注。

当然,作为 20 世纪自然科学研究基本主导思想的一种真实刻画,Hilbert 所著《几何基础》一书的序言特别指出:“20 世纪科学的历史发展”就是沿着“物理学几何化方向”的道路进行的。事实上,当人类已经迈入 21 世纪这样一个新纪元的时候,曾经深刻影响整个 20 世纪基础科学研究的这样一种完全错误的思维导向,至今仍然深刻影响着属于整个人类的科学事业。

事实上,正如人们已经看到的那样,对于 Brouwer 直觉主义者而言,他们并非从“内心”真正反对数学中的逻辑相容性,只是他们看到了矛盾的“真实”存在,并且,当他们承认自己无力解决这些矛盾的时候,面对矛盾采取了一种尽管消极但是却十分诚实的态度。如果直觉主义者能够“辩证”地意识到,他们提出的“构造对象”其实正是逻辑需要的时候,他们自然地成为对“逻辑”一种更为忠诚的拥戴者。

至于 Hilbert 的形式主义,正如人们已经看到的那样,它虽然同样明明白白地知道集合论悖论的存在,并且,作为现代数学基础之中这些逻辑悖论的存,本质上必然对整个数学体系最终能否满足“无矛盾性”的起码要求形成致命威胁。但是,他们同样采取一方面完全不答理这种“前提性矛盾”的无理存在,另一方面,却举起“理性和逻辑”的大旗,对 Brouwer 同样因为无法解决集合论悖论而不得已提出否定逻辑的“违法”行为,进行“针锋相对”的斗争,从而以“默认”矛盾存在的方式而达到捍卫“逻辑”尊严的目的。

因此,活跃于 20 世纪的 Hilbert 形式主义,以及同样出现于那个世纪的“相对论”、“量子力学”,它们在基本哲学理念、形式逻辑以及具体处理方法上完全显示了一种异曲同工之妙。但是,如果考虑到数学特有的“工具性和基础性”地位,那么,Hilbert 的形式主义自然地成为 20 世纪自然科学的理论基础。事实上,也正因为此,Landau 才敢于如此大胆,公开指出理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人而已。20 世纪科学世界发生的一切都不能太认真了!当然,或许只是因为仍然过分认真的缘故,诚实的 Bohr 才可能对 Einstein 针对量子力学的严厉批判觉得不可理解乃至感受到一种无法容忍的感情刺创。

物理学与数学属于两门独立学科,它们在形式上的最大差异首先在于:数学仅仅研究“数与形”的问题,相应不存在具有独立意义的时间坐标。因此,即使引入“几何变换”的思想,数学所关注的并且可能关注和表达的,也仅仅是几何体经历“运动”或者“变形”以后的最终结果,以及与初始图形之间的变换关系。正因为此,几何学才可能像 Hilbert 以及那个时代的一些几何学研究者所说的那样,几何学中的运动可以构造成一个“变换群”。并且,可以相信,包括 Hilbert 在内的所有研究者不可能不明白:几何学中的“变换群”只可能表现“始末状态”之间的静态特征,对于表现几何体如何实现具体变化的“动态历程”无能为力。事实上,即使引入“时空观”革命,构造出“时间、空间”并存的“统一”空间,但是,对于任何一个特定的变换,逻辑上仍然真实地存在完全超越数学可能表述范围,与一个“未知变换历程”相关的问题。当然,在这个特定场合下,必然还相应存在“另一个新的被赋予独立意义,不一定称之为‘时间坐标’的时间坐标”的标尺,以刻画“时间空间”中几何体的变化历程问题。当然,依赖“时空观革命”而构造的几何学,只能再一次陷入循环逻辑之中。

与数学不同,在物理学研究中,需要面对的是处于变化和运动中的物质世界,不仅仅期望了解物质对象运动和变化的最终结果,往往还希望了解物质对象进行这种变化的具体历程及其基本规律。因此,正如任何一个“仅仅需要正常、普通、平凡的思维能力,无需特别天赋”的人真实看到的那样,差异于数学学科的最基本形式特征就在于:物理学必须存在“独立”的时间坐

标,并且,时间坐标和空间坐标作为两种不可比拟的“独立”标尺,分别对应于两种同样不可比拟的“独立”事实,最终共同完成对于物质世界动态变化历程的描述。

在一种直觉意义的想象之中,似乎“运动”只是一种朴素和自然的理念,对其作出形式定义并不困难。其实远不尽然。事实上,或许只是类似于“Britannica 百科全书(Encyclopedia)”、“Webster’s 大词典”这样一些“一般性”词书,能够有一种胆量,敢于给“运动(Motion)”作出诸如下述的定义:

“运动着的、或者改变地点或者位置的作用或者过程。(The action or process of moving or of changing place or position.)”

除此以外,几乎任何一本专门的自然科学著述或者较为严格的百科全书,都尽可能回避对运动做出明确定义的问题。

例如,1991 年重版的 Chamber’s 技术词典(Chamber’s Technical Dictionary)有许许多多关于“运动(Motion)”派生词的条目,但是,唯独没有“运动(Motion)”条目。甚至在本书经常引用,一本 2001 年出版、自称为具有“权威性”的哲学词典,也只是将“运动(Motion)”的条目直接转移到另一个明显与其不一致,名为“变化(Change)”条目之中。

其实,从纯粹逻辑相容性的角度,或者从本章一再强调关于“一切属性或形式系统”的“存在原则”考虑,任何一个具有“确定”意义的物质对象,必然也必须拥有“仅仅”隶属于该物质对象自身的运动。而且,仍然仅仅根据逻辑,这个只能逻辑地属于确定逻辑主体的运动学状态,必须也必然独立于与其无关、形形总总、无以穷尽的不同观察者。

但是,以西方科学世界为主的现代主流科学社会,至今没有能够形成这样一种理性意识。并且,正是在这样一个最基本的前提性基元概念上存在的严重紊乱,那么,依据理性思维的逻辑一贯性,对于目前自然科学体系中存在的种种紊乱当然是可理解、可预料和必然的。

15.6.4 理想化物质对象所定义的“有限论域”与形式系统的“有限性”

在重新考察 Hilbert 的形式主义思潮的时候,如果将相关讨论完全限制在某一个形式系统的内部,那么,Hilbert 针对公理系统提出必须严格满足的三大基本要求,即:“相容性(Consistency)、独立性(Independency)、完备性(Completeness)”要求,无疑是深刻和准确的,成为对“逻辑相容性”原则的一种细致化描述,当然,几乎必然为任何一个崇尚理性的自然科学研究者所期待。但是,任何形式系统如果缺乏另一个独立条件,即“有限性(Finiteness)”条件的支撑,那么 Hilbert 期待公理化系统的几个基本要求,其实都不可能真正得以实现。

根据逻辑,并且始终只是仅仅根据逻辑,此处针对任何一个合理的形式系统而补充提出的“有限性”特征,仍然本质地决定于形式系统必须严格遵循的“存在原则”:形式表述系统只能建立在某些特定的理想化物质对象之上。离开对确定物质对象所作的前提性理想化认定,不仅整个形式系统,而且形式系统中的所有形式量都成为无本之木、无源之水,在流于空乏的同时,必然最终导致逻辑紊乱。或者说,对于被形式系统所描述的理想化物质对象不能作出一种前提性的认定,那么,那些仅仅逻辑地属于该理想化物质对象上的形式量以及相关的形式表述也不能存在。

否认自然科学的经验事实基础和物质基础,将自然科学引向纯粹的心智领域中的思维,在逻辑上必将使自然科学引向悖谬。

显然,以上这些陈述可以视为对本章引言中所述形式系统“存在原则”,或者逻辑推理必需的“逻辑主体”原则的一种重言式表述。因此,不妨引用笔者所著《理论流体力学的逻辑自洽化分析——源于“湍流”的哲学

和数学思考》一书关于“Cauchy 第二应力定理逻辑悖论分析”中的叙述,作为对此处所述命题的一种示例性的论证陈述。

此处,全文引用原书所作的陈述:

经典理论中的动量方程通过 Stokes 提出的一系列人为假设,在方程的最终表现形式上掩盖了经典应力理论中不合理的内容。而以下对于粒子系统将要进行的分析表明,任何一个粒子系统的唯一运动学量就是速度。因此,对于一个反映了客观物理真实,表现宏观物质的粒子模型来说,根本不存在独立的动量矩以及动量矩方程。这种符合物理本质的真实,与经典宏观力学的形式表述中不存在独立动量矩方程现象相一致,同样掩盖了经典理论中的逻辑不自洽问题。但是,在经典连续介质力学的理论中,隐含于动量矩方程的逻辑不自洽问题更为复杂,相应的哲学内含也更为深刻。

对于这个问题进行认真分析以前,首先需要注意到,对于连续介质力学的经典理论,并不是在根本上否定动量矩定理在连续介质运动分析中的独立性。只是在于说明,根据 Cauchy 第二应力定理,连续介质一旦满足动量定理,必将自动满足动量矩定理。并且人们可以演绎地得到这样一个在整个连续介质力学中非常重要的推论,动量矩定理虽然在形式演绎体系中不再成为一个独立定理,为满足动量定理的宏观物质所自动满足。但是,由于动量矩定理自身的独立性,由其演绎地导得连续体应力张量恒为对称张量的结论必然是一个普适结论。

在一个形式逻辑系统中,一个独立定理在形式上恒为另一独立定理的满足而满足,与公理化体系基本形式结构构成了矛盾。而且,两个彼此可以互相替代的定理,却能够附带地导得另一个独立的普适性结论,在逻辑上同样是十分奇怪的。尽管应力张量恒为对称张量的结论明显地与宏观力学的大量试验事实相悖,但是这个作为历史上具有重大影响的数学大师 Cauchy 所导得的结论,仍然极大地影响着整个连续介质力学。

因此,连续介质模型下的形式逻辑体系,是否应该独立地包含动量矩方程,以及应力张量是否恒为对称张量这样两个彼此关联的问题,自然成为相关理论中的一个重要的基础性问题,需要人们给予认真对待。

1. Cauchy 第二应力定理

Cauchy 第二应力定理的证明并不复杂。考察一个任意的能够成为连续介质的物质系,除了需要满足总惯性力与体系所受总外力相平衡的条件以外,物质系的总惯性力矩和总外力矩必须同样处于平衡状态,即有

$$\int_V \mathbf{x} \times \rho(\mathbf{a} - \mathbf{f}) dV = \oint_A \mathbf{x} \times t dA \quad (\text{A})$$

用人们构造的场量——应力张量 σ ,代换式右的表面力 t ,并作如下变换:

$$\begin{aligned} \oint_A \mathbf{x} \times t dA &= \oint_A \mathbf{x} \times (\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma}) dA \\ &= \oint_A -\mathbf{n} \cdot (\boldsymbol{\sigma} \times \mathbf{x}) dA \\ &= \int_V -\nabla(\boldsymbol{\sigma} \mathbf{x} : \boldsymbol{\varepsilon}) dV \\ &= \int_V -[(\nabla \cdot \boldsymbol{\sigma}) \mathbf{x} + \boldsymbol{\sigma} \cdot (\mathbf{x} \nabla)] : \boldsymbol{\varepsilon} dV \end{aligned}$$

式中 $\boldsymbol{\varepsilon}$ 为三阶的 Eddington 置换张量,将此结果代入式(A),得

$$\int_V \mathbf{x} \times (\rho \mathbf{a} - \rho \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma}) dV = \int_V -\boldsymbol{\sigma} : \boldsymbol{\varepsilon} dV \quad (\text{B})$$

考虑到微元体必须满足的动量方程

$$\rho \mathbf{a} - \rho \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} = 0 \quad (\text{C})$$

积分式(B)左侧内的被积函数恒为零,故

$$\boldsymbol{\varepsilon} : \boldsymbol{\sigma} = 0$$

或等价地有

$$\boldsymbol{\sigma} = \boldsymbol{\sigma}^T \quad (\text{D})$$

以上完整的推导过程,及其相应演绎表述,构成了宏观力学中著名的 Caychy 第二应力定理。

2. Caychy 第二应力定理构成了逻辑悖论

通过严格逻辑思辨的方法,对以上推导过程进行逐步分析,人们将不难看出,Caychy 第二应力定理在逻辑上实际上明确地表示了以下几层意思:

a. 首先,对于连续介质所组成的物质系统,动量矩定理是一个必须遵守的独立定理,而方程(A)是 Caychy 提出的关于动量矩定理的一个逻辑表述。

b. 其次,从方程(A)到方程(B)的推导过程中,Caychy 没有提出如何新的假设,是任何一个演绎体系都允许的严格演绎过程。因此,可以认为方程(B)是方程(A)的同言式,等价地表述了 Caychy 关于连续介质力学的动量矩定理。同时,因为连续体必须恒满足动量定理,所以根据动量矩定理的同言式(B)出发,连续体的应力张量必须像式(D)所表现的那样,恒为对称张量。

c. 进而,如果应力张量是对称张量,动量矩定理将自动满足。因此,正如人们一直以为的那样,应力张量恒为对称张量的结论亦为“动量矩定理”的同言式。实际上,式(D)在经典连续介质力学中,的确是被视为“动量矩定理”的最终形式表述。在动量矩定理上面之所以要加一个引号,是因为这个同言式仅仅是对于 Caychy 的动量矩表述才成立。

d. 反之,一旦动量矩定理得到满足,由于式(B)中坐标 x 不恒为零和物质系的任意性,动量定理(C)同样自动得到满足。因此,人们可以进一步演绎地导得,如果应力张量是对称张量,不仅动量矩定理得到满足,而且动量定理亦将自动满足。等价地说,表示应力张量恒为对称张量的式(D),是表述动量定理和“动量矩定理”同时得到满足的一个同言式。

e. 因此,人们最终可以逻辑地导得一个普适结论,整个连续体力学的动力学问题完全地归于应力张量是否对称的问题。只要应力张量对称,则动量矩方程恒可满足,进而动量方程也可得到满足;反之,因为动量方程和动量矩方程必须得到满足,所以应力张量恒为对称张量。

显然,Caychy 第二应力定理所逻辑表现的内容是不恰当的。因此,整个 Caychy 第二应力定理在逻辑上构成了一个十分奇怪的逻辑悖论。当然也正因为此,Caychy 第二应力定理导得应力张量恒为对称张量的结论,从来没有能够得到实验的证实。

3. 对于 Caychy 第二应力定理所构造逻辑悖论的分析

应该说,Caychy 第二应力定理的以上整个推理过程是严格逻辑的,它们构造了一个逻辑上的同言式表述。但是,Caychy 第二应力定理能够得以成立的逻辑前提是,Caychy 关于动量矩定理所作如式(A)这样一个形式表述必须是恰当的。也就是说,对于 Caychy 第二应力定理所表现的逻辑悖论,问题只可能出现在整个演绎推导的根部,出现在 Caychy 对一个视为连续介质物质系统的独立动量矩方程的构造上面。因此,人们需要对于一个连续介质假设下的宏观物质系统,如何构造动量矩方程进行重新认识。

几何上,点是一个没有体积的抽象存在。对于人们生活的 3 维 Euclid 空间,没有一个真实存在的物体能够与几何上的点严格对应。因此,在理论物理中,需要给“质点”一个具有逻辑意义的定义。事实上,一个真实的物体尽管必然存在有限大小的体积,但是如果在对于这种物质对象的研究过程中,可以合理地认为它的运动状态可以,并且仅仅可以作一种同一化描述的时候,那么这个物质对象必然可以认定为一个物理上的质点。相反,一个物质对象的体积在人们的感觉上无论多么微小,但是只要在人们对于这个对象的研究过程中,必须考虑它所存在的“速度分布”——运动状态不同一,且这种分布成为对弥漫于相应空间“物质分布”的一种运动学描述的时候,那么这个可能充分小的物质对象同样不能抽象为一个几何点,它只能是微几何体。

通常,把质点理解为一个没有体积的物质对象。这种解释尽管十分直观,容易为人们接受。但是,对于一种物体大小的判断是随意的,具有一种主观性。因此,这种直观的对于质点的解释,缺乏一种严格的逻辑意义。相反,是否存在一种同一化的运动学描述,必然成为物质对象是否能够作为质点的逻辑判断。对于一

个不能视为质点的物质对象,必然存在一个不同的运动学描述。因此,在对某一个物质对象运动规律的研究过程中,质点作为一个抽象的概念,仅仅属于相应的形式描述系统。离开一个确定的理论体系,谈论一个确定物质对象是否是质点,完全没有意义。

进而,讨论一个由许多物质单元组成,被称为物质系统的更为复杂的物质对象,并且考虑如何为这个系统建立动量矩方程的问题。

如果一个物质系统中的任一个组元都可以视为一个质点,也就是说,系统中的每一个组元都可以并且只能作出一种运动学同一化描述的时候,对于一个任意给定的点,将其不失一般性地定义为原点,则这个系统的动量矩为

$$\mathbf{K} = \sum_i \mathbf{x}_i \times m_i \mathbf{u}_i \quad (\text{Cauchy, 1})$$

如果物质系统中能够视为质点的物质单元充分致密,以致人们能够提出一种假设

$$\rho(\mathbf{x}) = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \sum m_i \quad \mathbf{x} \in V \quad (\text{Cauchy, 2})$$

因为对于这个物质系统来说,既然是质点构造的,不同质点之间的运动状况不一定存在必然的联系,所以必须继续作出一种假设

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}) = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{n} \sum \mathbf{u}_i \quad \mathbf{x} \in V \quad (\text{Cauchy, 3a})$$

或者作出另一种假设

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}_i) \rightarrow \mathbf{u}(\mathbf{x}) \quad \mathbf{x}_i, \mathbf{x} \in R^3 \quad (\text{Cauchy, 3b})$$

这样,这个质点所构造的物质系统的动量矩可以重新写为

$$\mathbf{K} = \int_V (\mathbf{x} \times \rho \mathbf{u}) dV \quad (\text{Cauchy, 4})$$

该式则成为粒子系统的动量矩形式表述。

显然,关于粒子系统动量矩的这个表述形式,是 Cauchy 构造他的动量矩方程的基础。在这个系统中,一切组元实际上都是一些彼此无关的独立存在。无论人们可以认为这个系统中的组元多么密集,对于这些仅仅存在单一化运动学描述的物质组元来说,它们所构造的物质系统本质上仍然是一个离散系统。

后续的粒子—统计模型分析中将严格证明,对于离散系统并不存在一个独立的动量矩定理。另外一个需要注意的事实是,在构造整个实数空间中速度分布假设中,式(Cauchy, 3a)和式(Cauchy, 3b)表现了两种完全不同的数学机制。前者是统计性的,适用于一个完全无规的粒子系统,而后者是对于离散分布定义域所构造的一种扩张,它必须以离散物质系统仍然存在一种规则的分布作为前提。显然,前一种形式适用于流体,而后一种形式仅仅适用于固体。这两种不同的构造方法,形成了流体力学与固体力学之间的本质差异。

但是,在宏观物质的连续介质模型假定下,一切抽象的理想化物质对象无论怎样小,它们都不可能是质点,而是一个几何体。也正因为此,人们针对任一物质微元内部的运动状况进行讨论时,可以假设它存在一个连续的运动学分布,进行整个连续介质力学的分析赖以存在的运动学分解,并为现代理性力学引入微分流形提供了基础。因此,既然这个物质系统的任一个组元本身存在速度分布,不能为同一化的速度所描述,这些物质单元对于整个物质系统构造动量矩的时候,不仅物质元的平移速度对整个系统的动量矩作出贡献,而且属于物质微元自身的旋转运动,同样对整个物质系统的动量矩作出了一份贡献。

根据经典力学,物质元对于任一给定点的动量矩为

$$\mathbf{k} = \mathbf{x} \times \mathbf{u} + \mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega} \quad (\text{Cauchy, 5})$$

因此,对于连续介质模型假设下的宏观物质系统,动量矩方程应该为

$$\mathbf{L} = \int_V [\mathbf{x} \times \rho(\mathbf{a} - \mathbf{f}) + \mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega}] dV \quad (\text{Cauchy, 6a})$$

其中 $\mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega}$ 表现了微体积元 dV 自身旋转运动对于物质系动量矩的贡献。用此式代替 Cauchy 第二应力定理中的式(A),经过和 Cauchy 第二应力定理推导中完全相仿的运算,导得

$$\int_V [\mathbf{x} \times (\rho \mathbf{a} - \rho \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma}) + \mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega}] dV = \int_V -\boldsymbol{\sigma} : \boldsymbol{\varepsilon} dV \quad (\text{Cauchy, 6b})$$

进而考虑动量方程,得

$$\mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega} + \boldsymbol{\sigma} : \boldsymbol{\varepsilon} = 0 \quad (\text{Cauchy, 6c})$$

该方程与微分方程组(2.1.3)中,着眼于微元体运动学分析的动量矩方程完全一致。

事实上,当考虑整个物质系统时,人们可以直接写出动量方程的一种积分表述形式

$$\int_V \rho(\mathbf{a} - \mathbf{f}) dV = \oint_A \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma} dA$$

如果用 $\mathbf{x}$ 叉乘该动量方程的被积函数,则立即得到 Cauchy 的动量矩方程表述(A)。这一事实再次告诉人们,在 Cauchy 应力理论中,动量矩方程和动量方程在数学形式上是一种同言式表述,根本不具本质意义。

总之,Cauchy 第二应力定理出现逻辑悖论的根本原因首先在于,在对于连续介质物质元的几何属性以及运动学描述的理解上,Cauchy 出现了错误。而且,更为严重的问题在于,Cauchy 在具体的逻辑演绎过程中,违背了公理化体系一切公理化假设的独立性原理,把两个物理意义彼此独立,相应数学表述必须不同一的物理定理简单同一化了。或者说,Cauchy 将使用于离散系统,一个在物理内含以及数学本质都与动量方程完全同一的演绎表述形式(A),用于另一个完全不同的物质系统,作为连续介质理论体系中具有独立意义的动量矩方程逻辑表述,从而最终导致整个形式系统的逻辑悖论。

和 Cauchy 第二应力定理关于动量矩方程的表述不同,此处导得的动量矩方程(Cauchy, 6),是一个真正的独立定理,无论在数学形式与物理内含方面,都和动量定理不同。这一事实本质地说明,动量定理和动量矩定理如果必须作为两个独立定理,那么它们不仅必须为一个物质系统的整体所满足,而且同样必须为构造这个物质系统的任何一个独立组元所满足。只有这样,两个独立定理的独立意义才可能真正得到表现。此处从整个物质系统出发导得的动量矩方程,与前面直接针对微元体分析所导得动量矩方程完全一致。这种不同形式演绎之间取得的一致性,以及流体力学试验中应力张量从来不恒为对称张量的事实,即理论与实际的一致性,都再次说明,任何真正演绎的分析必然是处处逻辑自洽的。

重复地指出,弹性静力学中应力张量的对称性源于应力的本构机制。仅仅是平衡态下弹性体的应力恒处于对称状态。此时,应力与包括旋转运动在内的整体运动状况无关,只是变形状态的函数。而在流体力学中,作为最后实际运算形式的 Navie-Stokes 方程,其中真实表现的应力状况并不对称。

同时需要再次指出,对于一种以连续介质模型作为宏观物质抽象化表述的理论体系,动量矩方程是一个独立的方程,不包含动量矩方程的表述是不完整的。反之,在一个理论体系中,如果当且仅当物质微元能够视为质点时,“动量矩方程”已经不能构成一个独立的定理,当然动量矩方程应该不予以考虑。但是,就是在质点系统的情况下,仍然不会重新退化为经典的 Cauchy 第二应力定理。有关这部分的分析将在构建粒子—统计模型理论体系的过程中进行。

对于某些不一定十分熟悉流体力学的读者,或许并不熟悉相关的具体演绎过程。但是,以上证明所反映的道理却是真实和浅显的,它告诉人们这样一个基本事实:

当人们认定理想化物质对象“本质上”仅仅具有一个被称之为“速度”的运动学量,并且,能够相应对其运动学状态做出确定性描述的时候,该理想化物质对象根本不存在真正属于自身的旋转运动,相应不存在一切与旋转运动本质关联的动力学量,当然,也相应不存在属于这个确定物质对象、具有独立意义的动量矩原理。因此,人们如果不能对被描述的物质对象做出前提性的理想化认定,人们就不可能真正定义属于这个理想化物质对象的形式量,使得相关的形式表述具有真实意义。当然,在这种情况下,形式系统的“相容性”要求,“形式系统”中不同物理学陈述必需的“独立性”要求,乃至“完备性”要求都不可能真正得以满足。

当然,这样一切最终仍然回到本章最初提出的形式系统“存在原则”和逻辑推理必须相应遵循的“逻辑主体原则”之中。

15.7 伪 Minkowski 空间逻辑蕴涵的“绝对伪性”

15.7.1 伪 Minkowski 空间“负”距离本质蕴涵的“自悖”特征

几乎与 20 世纪一切“伪科学”体系的构造如出一辙, Minkowski 同样以一种十分“诚恳、率真和谦逊”的态度, 提前自觉地告诉人们: 他所定义的那种向量空间与人们经验理念中的那个特定的向量空间不同, 只能被视为一种“伪”向量空间。

事实上, 在这个为 Minkowski 所说的“伪向量空间”中, 当其中的一个“任意向量 r ”被形式地表述为

$$r: (x, y, z, t) \quad (\text{Min. 1})$$

的时候, Minkowski 特地提出: 给定向量 r 分量表述 (x, y, z, t) 中的各个分量, 依然仅仅被赋予空间坐标和时间坐标的意义。但是, 与一般向量空间不同的是, 必须服从“相对论”中作为逻辑前提而提出的“光速不变原理”, 因此, 任何向量的不同分量之间必须满足一个附加的约束方程, 即

$$\delta s^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \sim c^2 \delta t^2 \quad (\text{Min. 2})$$

式中常数 c 为光速。

继而, Minkowski 根据以上认定进一步提出: 需要重新定义这个向量空间之中的“度规张量(Gauge Tensor)”, 即

$$\Theta_{\xi, \zeta} = \left\{ \begin{array}{cccc} -\frac{1}{c^2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{c^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{c^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{c^2} \end{array} \right\}$$

于是, 对于 Minkowski 空间中的向量, 任意给定向量的长度

$$\delta r^2 = r \cdot \Theta \cdot r: \begin{cases} > 0 \\ = 0 \\ < 0 \end{cases} \quad (\text{Min. 3})$$

也就是说, 向量的长度可能出现大于、等于或者小于零的状况。于是, 考虑到向量长度小于零这样一个“反常”事实的存在, Minkowski 只能十分诚实地将他所构造的空间称为“伪向量空间”。

由于无尽物质世界自身充满差异和复杂性, 只可能通过“抽象——理想化”才可能对物质世界做出一种具有确定意义的描述。但是, 这绝对不是意味着完全随意的主观认定, 任何有意义的抽象必须具有确定的客观性基础。作为一个基本概念, “距离”同样只是针对物质世界普遍真实做出的一种“抽象”认定。对于任何一个抽象概念, 一旦缺乏确定“逻辑主体”基础的依靠、支撑和限制, 不仅仅成为“空”陈述, 而且也因为无所限制而陷入形形色色逻辑悖论之中。当然, 从形式逻辑的角度考虑, 任何“反常”事实出现的本身, 已经“足以”构成对于 Minkowski

空间作为一种数学概念的逻辑否定。进一步讲, Minkowski 本人在构造这个概念的同时, 实际上已经做出一种具有“充分性”意义的证明: 这个所谓的几何空间吻合于一切“伪概念(Pseudo-Concepts)”蕴涵的“虚妄”性质。因此, 对于否定这个完全虚妄的概念, 原则上无需再补充任何其他的附加性证明。

15.7.2 伪 Minkowski 空间不是 4 维空间

首先, 伪 Minkowski 空间不仅仅是一个“绝对意义”上的伪向量空间, 而且, 这个空间根本不可能成为他所说的那种“伪 4 维向量空间”, 也就是说, 它不具备 4 维向量空间必须具备的 4 个“独立”坐标。

作为一个“过分简单、自明、无可置疑”的基本事实, 由于并且本质地渊源于那个只能凭借“直觉和顿悟”而杜撰出来的约束方程 (Min. 2), 即

$$\delta s^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \sim c^2 \delta t^2$$

式中 4 个坐标不再具有独立意义。或者说, 这个人为杜撰出来的约束方程, 已经对任何一个抽象 4 维向量空间必须具有 4 个独立坐标的基本逻辑前提构成了完全的逻辑否定。也就是说, 作为“独立坐标”而存在的这些独立变量, 并不逻辑地属于这个真伪空间

$$(x, y, z, t) \notin S_{\text{Min}} \quad (15.7.1)$$

当然, 对于这个“绝对伪”的向量空间, 根本谈不上 Minkowski 自认为的那种具有“4 个独立坐标”的伪 4 维向量空间。

15.7.3 伪 Minkowski 空间隐含的“恒长度”约束及其对“独立向量”的逻辑否定

逻辑前提的悖谬, 必然导致所有后续陈述处于悖谬之中。与此同时, 仍然渊源于那个纯粹杜撰出来的附加约束方程 (Min. 2), 也就是说, 当 Minkowski 仅作为一种纯粹“独断论”意义上的完全主观的人为认定, 将如下表述“光速不变原理”这样一个被赋予“独立物理意义”的陈述强加于一个数学上的“纯粹抽象向量空间”的同时

$$\delta s^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \sim c^2 \delta t^2$$

已经逻辑地完全否定了这个“抽象集合”中的基本元素, 即“独立向量”必须拥有的“独立性”意义。从形式逻辑考虑, 这样一个夹杂着“人为杜撰”假设的抽象空间, 其实已经沦落为一个“残缺不全”的集合, 甚至不可能进行作为向量空间本质蕴涵的“加法——线性结构”的独立运算, 进一步对“向量空间”构成完全否定。

事实上, 同样仅仅作为一个“过分简单、自明、无可置疑”的基本事实: 在数学中, 被赋予抽象意义的向量空间, 本质上仅仅是定义于实数域中“无以穷尽、无所约束”的向量, 在配置了“加法运算”以后而构造的一个无穷集合。因此, 只要在这样一个由许许多多“自由向量”构造的无穷集合中强加了一个附加的约束方程, 那么, 逻辑上必然对“自由向量”本身的前提存在构成完全否定。也就是说, 那些本来由定义于整个实数域, 即 $0 \sim \infty$ 之间的“无穷多向量”所构造的无穷集合, 相应出现了一个“无穷大”的空白区。这样, 违背了向量空间的最初定义。而且, 作为一个并不复杂的逻辑推论, 随着向量空间中一个“空白区”的出现, 不仅仅向量空间出现造成“破损”的问题, 另一个更为致命的严重问题还在于: 在仅仅考虑扣除了空白区后那个剩下来的“子向量空间”的时候, 这个“余空间”中的向量已经不允许随意作“加法”运算, 否则将重新落入

空白区中。

为了使人们相应形成一种更为直观的判断,认识到“真伪 Minkowski 空间”对“独立向量”构造的逻辑否定,不妨构造一个简单的形式变换。事实上,考虑到伪 Minkowski 空间通常定义在复数域中,那么,针对式(Min. 1)所定义的基本向量,构造如下形式的向量变换是允许的:

$$r(x, y, z, t) \rightarrow r'(x, y, z, it)$$

于是,那个仅仅源于纯粹的“独断论”假设,人为强加于向量空间的附加约束方程(Min. 2),可以合理地变化为

$$\delta s'^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 - c^2 \delta t^2 \equiv 0 \quad (15.7.2)$$

显然,这个等价性陈述明确告诉人们:经过任何线性空间允许的线性变换,最初提出的约束条件被赋予了一种更明确的抽象意义:对于伪 Minkowski 空间而言,它逻辑地对应于一个其中一切向量长度处于不变之中的“恒长度”空间。

于是,在这样一个逻辑地包容了“独断论”的人为主观意志的向量空间中,所有向量都具有“统一”的长度,任何向量空间得以存在基础的“加法运算”本质上已经不复存在。这样,人们又何以将其称为“向量空间”呢?

15.7.4 伪 Minkowski 空间逻辑蕴涵的“非线性”结构

众所周知,在“理论”上,长期以来能够支撑整个“狭义相对论”得以存在的一个重要证据是:从伪 Minkowski 空间出发,可以仅仅凭借 Einstein 内心中的确真诚崇尚的演绎逻辑,推导出“狭义相对论”的基本公式, Lorentz 变换

$$\begin{cases} \begin{pmatrix} t' \\ x' \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} 1 & -\frac{v}{c^2} \\ -v & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} \\ y' = y \\ z' = z \end{cases}$$

作为一个明显存在的基本事实:建立在两个所谓惯性坐标系之间,这个所谓的变换是“非线性”的。

那么,即使暂时不考虑具体的推导过程,认真、严肃和诚实的研究者,只要稍加警觉和认真思考就不难提出这样一个疑问:如果从被赋予“线性结构”的几何空间出发,那么,怎么可能逻辑地推导出一种“非线性”结构呢^①?

其实,同样只需要一种真诚、严肃和认真的态度,就可以发现答案同样几乎是完全自明的。逻辑上,正是由于那个凭借“直觉和顿悟”而杜撰出来的约束方程(Min. 2)

$$\delta s^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \sim c^2 \delta t^2$$

的存在,彻底改变了伪 Minkowski 空间的所期待的“线性”本质。进一步讲,任何附加约束方程的存在,必然导致如上所述的,破坏向量空间中“独立向量”的存在基础,否定了向量空间的 4 维结构,最终对向量空间形成逻辑否定等基本问题;而且,还由于此处给出的附加约束方程是一个“明白无疑”的“非线性”约束方程,当然,只要略知“线性代数”的研究者都知道:对于这个“非线性方程”附加约束下的任何一个变换,如果使用“现代数学习惯使用但是逻辑上其实远

^① 现代理论物理给出的具体推导过程以及与此相关的进一步分析,参见节 16.3.1 的相关讨论。

不严格和准确的语言”，那么，这个变换的“像”或最终结果，只可能是一个“非线性”的几何空间。

也就是说，作为上述非线性约束方程的逻辑必然，伪 Minkowski 空间不仅仅不可能逻辑地视为向量空间，同时不具备 4 个独立坐标即不能成为 4 维向量空间，而且独立于人们的主观意志，与凭借“直觉和顿悟”而杜撰出来的非线性约束方程 (Min. 2) 保持严格的逻辑一致性，这个人为杜撰出来的集合，即伪 Minkowski 空间本质上还蕴涵着一种“非线性”结构，根本不属于线性空间的范畴，

$$\begin{aligned} \delta s^2 &= \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \sim c^2 \delta t^2 \\ &\leftrightarrow \\ S_{\text{Min}} &\notin \text{Linear Space} \end{aligned} \quad (15.7.3)$$

当然，也正因为此，人们才可能形成一种理性意识，认识到 Lorentz 变换实际内蕴的“非线性”本质以及为什么不可能构成“封闭群”的根本原因。

其实，对于那些鼓吹“独断论”意义上形形色色的“第一性原理”的人们，至今得到的事实已经无疑是当头一棒。无论杜撰者自己是否原意，逻辑都本质地无处不在地出现在人们的所有相关陈述中。并不因为一厢情愿地做出某种“独断论”的人为认定，那个杜撰出来的 Minkowski 空间就能真的成为他自己期待的那种空间，相反，随着伪 Minkowski 空间中，为式 (Min. 2) 所定义，一个纯粹人为杜撰出来的、本质上属于“非线性”范畴的约束方程，即

$$\delta s^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 - c^2 \delta t^2$$

的出现，这个称之为伪 Minkowski 空间的“反常集合”，不仅仅不可能成为被赋予严格逻辑内涵的向量空间，而且，原来隶属于向量空间中的“加法运算、线性结构”也自然地随之失去。

反过来讲，难道人们不觉得：正是这样一系列基本事实以完全独立于“独断论”主观意志的方式存在着，对于那个期待中的逻辑，才可能同样以一种独立于人们“主观意志”的方式存在着，被赋予“客观性”内涵，相应成为一切科学陈述的可靠基础吗？

15.7.5 伪 Minkowski 空间中的“量纲不统一”问题及其蕴涵的逻辑倒置

作为一种最基本的科学常识，几乎任何一个具有“平凡理性思维能力”的人都知道：在不同量纲的物理量之间不具“可比较”性；当然，更不可能以不同量纲的物理量为基础，构造某一个“抽象意义”上的空间，表现抽象形式量之间可能存在的不同逻辑关联^①。

针对物质世界所构造的任何一种形式表述系统，形式量必须与确定的物理实在构成确定逻辑关联，否则，这样的形式表述不具任何意义。正因为此，Einstein 用来测量时间的“时钟”和用来丈量长度的“钢尺”不能混为一谈。事实上，也只是根据这样一个无需“天赋”就可以懂得的普通道理，Einstein 在他的“相对论”中，同时引入了一对“原时 (Proper Time)”和“钢尺 (Rigid Ruler)”，作为“时空量度”两个“独立”存在的基准。殊不知，当年的 Einstein 仅仅以一种平常人的“天然意识”赋予“原时”和“钢尺”以“独立性”的同时，对于他所说的“时空观革命”也构成了一种根本的逻辑否定。当然，整个“相对论”必然逻辑地处于“自否定”结构之中。

① 注意：对于粒子系统由广义坐标和广义动量构造的“状态空间”，本质上类似于热力学中通常由“压力、温度、比容”等物理学量构造的状态空间一致，人们不能为该状态空间中不同点之间构造具有确定物理意义的量度。

那么,这样的“自否定”结构是否同样会出现在伪 Minkowski 空间之中呢?根据逻辑且仅仅根据逻辑,答案只能是肯定的。事实上,Minkowski 之所以能够将“时间 t ”和“长度 l ”形式地置于同一个抽象“量度空间”之内,首先考虑到如下所示的量纲关系:

$$[c] = \left[\frac{L}{T} \right]$$

继而,人们往往这样指出:因为光速 c 等于恒定常数,所以只要选择恰当的量纲,那么,原则上允许做出一种纯粹的人为认定,令光速 c 恒等于单位量,即

$$[c] \equiv 1$$

并且,将符合这样一些类似认定的单位制称为“自然单位制(System of Natural Units)”。

其实,即使不考虑电磁作用仅仅属于“基本作用”的一种,与此对应,作为特定“物质场”中扰动传播的速度,电磁波波速同样只可能是不同“物质波传播速度”中的一种,以及人们已经发现许许多多“超光速”和“亚光速”现象平凡存在的基本事实,只是因为引入“自然单位制”就可能真正改变“速度逻辑上隶属于从属基本量”的做法,仍然充分表现“约定论”者那种习惯的纯粹自欺欺人。光速是形形色色速度中的一种,同样只能等于光波传播的“距离”和相应“时间”的比值

$$c = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{\delta l}{\delta t} \quad (15.7.4)$$

因此,如果基本物理量“距离”和“时间”自身不存在,那么,又何以谈到光速常量 c 的存在,以及赋予光波常量那种期待的普适物理意义呢?进一步讲,如果一个物理量连自身得以存在的基本意义已经失去,当然,这样的物理量根本不可能被定义为比基本物理量“更基本”的物理量。

还是那句老话:皮之不存,毛将焉附?在进行自然科学研究时,必须严格服从逻辑推理中的“逻辑主体”原则,认真区分“蕴涵”和“从属”两种完全不同的逻辑关联。

15.7.6 伪 Minkowski 空间中的“除法”运算

前面的分析已经指出,伪 Minkowski 空间本质上不具有任何“向量空间”都必须具有的“加法”运算功能。另一方面,根据式(15.5.4)所示,关于任何形式的速度所构造“定义性前提约定”的天然存在,并且考虑到这个伪 Minkowski 空间的实际构造,这个伪空间却被反常地配置了任何“向量空间”都不存在的“除法”运算规则。例如,对于如下所示的两类向量,相应存在

$$\left. \begin{aligned} r_l &= (a, b, c, 0) - (0, 0, 0, 0) \\ r_t &= (0, 0, 0, t) - (0, 0, 0, 0) \end{aligned} \right\} \mapsto \exists : c \sim \frac{r_l}{r_t}$$

并且,由此导得另一个与两者量纲完全不同的新物理量。这样,对抽象的“向量空间”再一次构成逻辑否定。

15.8 现代数学中大量存在的逻辑倒置问题

数学本身只是一种工具,它通过严格的形式语言和形式逻辑,使得人们的思维真正处于无矛盾的理性意识之中。相比而言,西方科学世界无疑具有一种能力,特别善于使用“剖析”的武器,能够对形式逻辑中许许多多真实存在细微特征,给予更为深刻和准确的刻画。然而,与此同时,作为西方科学世界习惯思维中的一个“致命”弱点:他们的思维方式总是过分的简单化和

程式化,往往只习惯于一种“机械式的、过分简单、形而上学”的无穷剖分,还往往以一种“过分幼稚和过分自大必然伴生”的态度,喜好把这样一些剖分的结果“绝对化——无条件化”,或者说,将一些本来只可能“彼此关联、无法分割”的个性特征推至“绝对真理”的地步,并且,做纯属无意义的自我欣赏。

事实上,如果暂时不考虑西方哲学大量基本问题没有真正得到解决现状,但是,作为一种自明、朴素、简单的理性意识,古老的西方哲学早已提出:任何性质只可能隶属于实体而存在,没有实体的逻辑前提性质也不复存在。因此,任何一种具体、个别的形式特征,一旦离开了拥有这些性质特征的“逻辑主体”、离开隶属于这个特定逻辑主体中的“所有性质特征”共同构造的整体,那么,一个剖分而得的性质特征尽管原来是合理的,但是却由于否定它得以存在的逻辑前提而最终走向它的反面,形成认识的悖谬。而且,同样只是一个过分简单、自明、素朴的认识,建立在悖论前提上的推理始终处于悖论之中。因此,由于无力解决数学基础中大量明显存在的认识悖论,现代数学中那种过分繁华和繁杂,恰恰成为对于形形色色逻辑悖论的掩饰^①。

现代数学的根本问题在于:源于“逻辑主体和形式属性”以及“拥有和从属于”这样一些最基本逻辑关联的认识紊乱。因此,根据逻辑也仅仅根据逻辑,在涉及现代数学体系几乎所有基本概念、逻辑推理上真实存在着逻辑倒置现象。事实上,当现代物理学家只能实事求是地承认:理论物理中的数学严谨性只是自欺欺人的时候,我们的数学家同样不能避免种种逻辑悖论的真实存在,并且,需要诚实地承担现代自然科学体系处于严重逻辑紊乱的责任。

当然,需要补充指出:并不是否定“剖分研究”以及相应“剖分结果”可能蕴涵的“细致性、准确性、深刻性”意义,而只是指出将这些细致化分析的结果“孤立化、绝对化、无条件化”引起的悖谬。在能够“较为系统、完整”地分析现代数学体系中大量真实存在的逻辑倒置问题以前,此处只是援引若干简单例证。

15.8.1 基本拓扑概念中的逻辑悖论

与一个“和谐、统一、并且因此而变得简单”的自然科学体系相反,无穷无尽的大自然始终充满差异和复杂性。换一种方式讲,正是在形式特征上对“简单、统一、和谐”构造的根本偏离,自存的物质世界才可能向人类展现它的丰富多彩、难以捉摸、无际无涯。面对无尽的大自然,人类永远也不可能轻言“永恒真理、认识终结”这样的命题。当然,像现代科学世界那样,一方面公开地放弃逻辑、容忍逻辑悖论,依赖创造概念、篡改科学语言统一内涵种种反常事实的普遍存在;另一方面却又过分荒诞地寄希望于某一个简单“数学表达式”,能够对无尽物质世界做出“统一、无所制约”的描述,从而使得人类的认识处于史无前例的空前“认识颠倒”之中。

^① 当然,如果从“思维习惯以及情感因素”的角度考虑,正如多次重复指出的那样,发生在西方科学世界中的所有这一切,本质上都渊源于长时期蕴涵于西方世界中一种过分奇怪、狂妄和不无幼稚的反常意识:伴随构造“无论域限制”的普适真理体系的同时,将平凡的科学人置于“神”的位置之上。殊不知,古代东方哲人所说的“知之之为知之、不知为不知”,远不仅仅属于知识者“道德素养”的范畴,而是刻画了一种“辩证统一”的真理意识。缺乏约束的知识必然最终走向悖谬。因此,在西方科学世界“贪天之功(无论是有意识还是无意识)”,将那些他们只是凭借科学实验所得、本质上依然只可能隶属于物质世界的知识归结为他们津津乐道的所谓“天赋”的时候,恰恰成为对“理性——素朴、简单、自然”意识的严重摧残。当然,这也是近 5 个世纪的现代数学、物理学乃至 2 千年西方哲学中大量认识困惑交织在一起,长期无法解决的一种“思想意识”范畴的原因。事实上,只要有服从真理的勇气和真诚,那么,对于认识悖论的重新认识不存在任何本质意义上的困难。

事实上,当 Einstein 的陈述系统从“一对矛盾着的真实”出发,使得整个陈述系统只能自始至终充满逻辑悖论,并且,永远拒斥以“逻辑相容性”为本质内涵的“可解释性”原则的时候,对于这样一些明显违背“理性和逻辑”的反常意识,现代数学家无力提出任何有意义的批判,以维护他们理应维护的“逻辑——理性”原则。相反,在“约定论”乃至“独断论”这样一种甚至为中世纪经院哲学也不屑,一种“明显否定理性”却表面上似乎“愈加抽象”的轨道上愈行愈远,根本否定了数学的本质精神。今天,数学领域不同分支中的研究者,不能相互读懂对方的数学论述已经成为十分平常的事实。但是,任何晦涩难懂的抽象陈述,本质上成为对“简单、统一、和谐”的逻辑否定,几乎无一不隐含逻辑悖论。同样,只能建立在“约定论”之上,作为现代数学体系重要基础之一的“拓扑学”仍然无法避免逻辑悖论的问题。

在一些数学著述中,介绍拓扑学时往往这样指出:现代数学使用的一些基本术语,如开、闭、紧等,都来自普通拓扑学,而现代数学的这一分支则建立在“极限和连续性”的概念之上。作为现代数学的一门单独学科,拓扑学的最初形式是由 F. Hausdorff 于 1914 年在其所著《集合论(Set Theory)》中提出的。现在,拓扑学已经和代数学一起,共同成为促进“数学统一”的普遍基础。

毋庸置疑,整个现代数学得以存在的基础在于集合论。但是,集合论悖论的真实存在又说明目前的数学基础并不牢靠。这样,如果注意到拓扑学伴生于一个存在重大逻辑悖论的集合论,那么,拓扑学中可能相应存在逻辑不相容问题应该是可预料的。事实上,以上分析曾经指出,集合论悖论隐含的根本认识不当在于:无视形式表述或者逻辑推理必须普遍遵循的“逻辑主体”原则,即在一个形式系统中,“逻辑主体”的前提性存在,对于形式表述的“性质”具备一种完全的“决定性”意义,包括全部“形式量”自身在内的整个形式表述只可能逻辑地“从属”于逻辑主体;相反,如果形式系统及其表述性质的逻辑主体并不存在,或者没有得到前提性的认定,那么,整个形式表述自然失去存在基础和意义。

也就是说,如式(15.1.3)所示,对于 $f(x_1, \dots, x_n)$ 所描述某一个特定属性,只可能逻辑地隶属于拥有该属性的“理想化”实体,相反,并不能因为某一个缺乏逻辑主体的形式系统的存在,逻辑地推知该逻辑主体的必然存在,即

$$\forall \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}} \rightarrow \exists f(x_1, \dots, x_n) \cap \bar{\exists} : f(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \{x_1, \dots, x_n\}_{\text{ideal}}$$

事实上,正是对于“任何性质只可能逻辑地依赖拥有性质的逻辑主体的前提存在而存在”这样一个看起来十分朴素、平凡的认识,实际存在的逻辑混淆,最终造成集合论处于悖论之中,并且,根本不可能由于“公理集合论”中一系列“补充约定”的提出而真正改变集合论内蕴逻辑悖论的真实。

然而,值得指出的是,作为集合论创始人的 Cantor,虽然最终并没有形成一种完整的理性意识,认识到任何形式量以及借助形式表述的一切“性质”只能从属于作为一种具有确定形式意义与前提性认定的“理想化对象”之上,以至于任何缺乏“实体基础”乃至相应缺乏“该实体实际构造约束”的性质,在必然流于“空乏”的同时几乎必然隐含逻辑悖论的问题实质。但是,极其难能可贵的是 Cantor“自我批判”中的那种真诚和服从真理的精神。事实上,Cantor 已经形成一种“直觉意义”上的理性判断,集合论悖论的全部要害在于一个“无所制约”的“概括原则”太大了!

其实,对于建立在“约定论”乃至“独断论”上的整个现代数学体系而言,它们最终只能“无

奈地隐忍和掩饰——欺骗外行人”种种矛盾存在的根本原因,仍然在于这些 20 世纪的“约定论者”至今没有形成一种素朴的理性意识:对于任何一种形式表述以及形式定义的属性,如果缺乏诸如 Brouwer 所指出的“构造对象(Constructive object)——逻辑地等价于我们所说的理想化物质对象”相应构造的前提性约束,以及相伴提供的“存在基础——性质不可缺省的逻辑主体”,那么,所有的“约定论”陈述必然最终陷入形形色色以“自否定”为本质内涵的逻辑悖论之中。

例如,在基础拓扑学中,针对“离散集合”中不同元素之间的“距离”概念,人们提出可以这样一种纯粹“约定论”意义上的形式定义

$$d(x, y) = \begin{cases} 0, & x = y \\ 1, & x \neq y \end{cases} \in S_{\text{discrete}}$$

在此基础上,继而可以模仿“连续域”中的基本概念,为这个离散集合引入“内点、外点、边界”等这样一些拓扑学中的最基本概念。显然,如果没有形成一种稳定和强烈的理性批判意识,特别在还没有考虑到由于数学基础逻辑悖论的存在而需要保持足够警觉的时候,任何一个初学者在读到此处构造的形式定义,并且重新比照“距离公理”以后几乎无不做出由衷赞叹:这样的“抽象化”太精致了,能够将许多基本数学概念“无所限制”地用于一切需要使用数学表述的地方,在数学的这样一种“统一化”进程之中,让人们充分感受那种“统一、和谐”的科学美。

然而,根本类同于 M. Pasch 关于几何学最初提出的“朴素公理化”思想,任何有意义的概念只可能渊源于经验事实之中,并且,由此而赋予相关抽象概念以“恰当、稳定、明确”,并且本质上也因此而变得“深刻”的内涵。距离并不仅仅存在于“纯粹意念”之中,它真实刻画了某种具有确定物理意义或者几何意义的基元概念。尽管存在距离的不同量度方法,但是,正如 Einstein 以他惯常使用的“直觉思维”而提出的“钢尺”概念一样,不可能改变距离的本质内涵。并且,现代数学通常所说,对几何空间任意两点 x, y 之间距离 $\rho(x, y)$, 需要普遍遵循“距离三公理”要求,即

$$\begin{cases} \rho(x, y) = 0 \rightarrow x = y \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z) \\ \rho(x, y) = \rho(y, x) \end{cases}$$

显然,这些关于距离概念而构造的基本属性,渊源于对“距离”属性的一种抽象。但是,作为一种有意义的描述,距离只可能逻辑地属于“拥有距离”的几何实体,以吻合一切形式系统必须共同遵循的“存在原则”。并且,因此而使得几何图形变换中的距离变换被相应赋予确定性意义。任何脱离“几何实体”的基础,将距离公理“空泛化”的人为认定最终必然导致逻辑紊乱。

也就是说,对于现代数学通常所说的“距离公理”,仍然需要满足一切“性质或形式表述”必须满足的“存在原则”,即相应存在如下所示的特定逻辑关联:

$$S_{\text{dis}} \not\models \left\{ \begin{array}{l} \rho(x, y) = 0 \rightarrow x = y \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z) \\ \rho(x, y) = \rho(y, x) \end{array} \right\} \ll S_{\text{cont}} \quad (15.8.1)$$

它明确表示:“距离公理”只可能逻辑地隶属于拥有“距离”的连续空间 S_{cont} 。与连续空间不同,离散空间 S_{dis} 不可能拥有也无需服从“距离公理”。当然,作为一个自明的简单事实,“距离公理”并不能对“距离”构成一种“充分性”描述,或者说它不可能与 Hilbert 针对任何一个“合理陈述”必须满足的“完备性”要求保持一致,充其量只能视为“距离属性”某种“必要性”描述。因

此,经典“距离公理”所作的那种“抽象”即使对于原概念是真实的,但是,这样一种仅仅根据某一个“约定论者”的简单意念而“抽象”出来的真实,本质上没有任何意义。

不仅如此,任何只能渊源于“人为意念”的概念缺乏“有限论域”的确定性约束,最终必然导致认识悖谬或处于逻辑紊乱之中。事实上,如果重新考察 3 维 Euclid 空间 R^3 内某一个确定几何域 V 中的离散集合

$$S_{\text{discrete}}(x, y, z, \dots) \in V \subset R^3$$

人们显然可以看到:对于“内、外以及边界”这样一些拓扑学的概念,它们并不属于离散集合 S_{discrete} 本身,在逻辑上,这些以“极限和连续性”的存在为逻辑前提的概念仍然只可能隶属于连续空间 R^3 包容该离散集合的体积域 V 。当然,也正是在这个意义上,那些与“距离、邻域”等基本概念严格保持逻辑一致的“开集”或“闭集”的概念,被人为强加于离散集合是完全无理的。当然,据此而定义的“拓扑空间”必然隐含着逻辑悖论。

也就是说,对于拓扑学著述必须提出的第一基元概念,即在如下所示作为“拓扑”形式定义的一般性的拓扑公理中:

$$\begin{cases} U_i \subset J \mapsto \bigcap_i U_i \subset J & i \in (1, 2, \dots, n) \\ U_i \subset J \mapsto \bigcup_i U_i \subset J & i \in (1, 2, \dots, \infty) \end{cases}$$

如果作为前提概念的“开集”和“闭集”无从定义,那么,以它们为基础的“拓扑”又如何定义呢?同样,只要稍作“独立”和“真正严格吻合于逻辑”的认真反思,而切切不可作顶礼膜拜式的盲从,更不能将“缺乏独立思考的认知敏锐”误认为“聪慧过人”,那么,完全不难逻辑地推知:作为拓扑公理的一个必要补充陈述的 De Morgan 定律的存在,仍然需要自身得以存在的前提条件,而绝对不可能像现代数学家“有意无意”误导的那样,将其视为“无所约束”普遍性真理^①。

任何形式系统只可能逻辑地从属于某一个特定的“理想化”对象,否则,形式系统乃至形式系统之中的所有形式量自然沦为“空言性”陈述,而且由此而陷入逻辑悖论之中。正因为此,一个形式系统只要在“逻辑主体”前提认定上出现认识错乱,必将导致整个陈述体系的逻辑紊乱。值得重复提醒那些只能以中世纪经院哲学家也不屑一顾的“约定论”乃至“独断论”作为唯一认识基础的现代数学家们,需要切实懂得任何一个“平凡人”都不难懂得的基本道理:不仅仅一切“特定性质”只能逻辑地隶属于某一个特定的“理想化”实体,而且,属于该理想化实体的“全部性质”构造了一个“不容分割”的整体。任何将“属性整体”中的某一个“特定”性质分割出来,构造某一个被人为赋予“独立、普适意义”概念的企图,都完全违背了这样一个十分平常、普通的基本理性认识,最终必然导致彻底逻辑紊乱。当然,根据同样的道理,目前的拓扑学需要被视为一种简单的形而上学,不仅仅自身深刻蕴涵逻辑悖论,还因为“有意无意”地掩饰现代数学体系中大量逻辑悖论的真实存在。

15.8.2 现代数学体系中普遍存在的认识逻辑倒置

任何真正逻辑的,必然是自然的,并且最终一定容易为人们“逻辑——理性地”予以接受。几乎可以断言:任何一种曲意复杂化和曲意晦涩的形式表述,必然隐含形形色色的逻辑悖论。

^① 之所以将这样一种认识不当称为“有意无意”的误导,的确是无法让人们相信:在许许多多的专业数学工作者中,竟然没有一个人意识到或碰到在将 De Morgan 定理视为一种“公理化”逻辑前提时,必然存在可能导致逻辑悖论的特例。

实际上,当 20 世纪的数学突然变得如此庞杂、晦涩的同时,却真实地掩饰一些职业数学家在诸如“集合论悖论”、“双旋度 Poisson 方程”等许多素朴、自然的,看起来毫无抽象,然而实实在在的数学基本命题无能为力的无奈和尴尬。

真正符合逻辑的数学,相关的逻辑推理过程必然是流畅、严密乃至自然的,无需也完全不容将任何“人为约定”注入逻辑推理的过程之中。事实上,添加任何人为约定,必然成为对逻辑的彻底否定。而且,正如一再指出的那样,现代数学体系之所以最终出现“否定逻辑”这样一种反常事实,其原因同样并不复杂和深奥,只是渊源于对一个简单、平凡事实,即对一切形式系统以及形式系统所定义的性质特征必须服从的“存在原则”或“主体原则”的根本违背。或者说,当现代西方科学世界以一种幼稚的自大,期望构造“无论域”限制的“普适真理”系统,将那些永远只可能条件存在的形式系统置于“独立于一切特定对象”的前提位置的同时,已经自然地走到这个“宏大然而过分幼稚”理想的对立面,陷入悖谬之中。

事实上,也只是这样一个浅显、朴素、自明,然而不容悖逆的基本道理,在主要由西方学者凭借纯粹无理的“约定论”乃至“独断论”假设,希图“创造出”一种“无论域限制”的“大一统”的现代数学体系的时候,几乎在所有相关的基本概念的认识上都前提性地存在着“逻辑倒置、因果颠倒”的问题。

例如,此处首先重新考虑现代理论物理中被赋予一种特别地位的“对称性(Symmetry)”分析。根据形式逻辑,需要对某一个特定研究对象做出某种“前提性”的理想化认定,如

$$\begin{aligned} \text{An idealized object : } f(x, y, z, \cdots) \in D \\ \longleftrightarrow \\ O_{\text{ideal}} \gg f(x, y, z, \cdots) \in D \end{aligned} \quad (15.8.2a)$$

显然,此处针对理想化实体 O_{ideal} 所构造的形式定义,与式(15.2.6)所示,在重新讨论集合论时所提出的一个经过“修正”后的“概括原则”表述完全一致。与经典的概括原则不同,此时的性质 $f(x, y, z, \cdots)$ 需要被预先定义于某一个确定的“有限论域 D ”之中。

继而,根据针对该理想化形式定义以及正确逻辑推理必须服从的“主体原则”,可以采用演绎逻辑的方法推导出这个理想化实体拥有的“对称性”特征。假设所有独立单称性特征构造的集合形式地记为 $\{s_i\}$,那么,需要存在如下所述的确定逻辑关联:

$$\begin{aligned} O_{\text{ideal}} : f(x, y, z, \cdots) \in D \\ \xrightarrow{\text{Positively}} \\ \exists S = \{s_i\} \ll O_{\text{ideal}} : s_i = \text{a kind of symmetrical characters} \end{aligned} \quad (15.8.2b)$$

也就是说,一旦对被描述的对象做出具有确定形式意义的“理想化”界定,那么,属于该理想化对象的不同对称性特征在逻辑上自然相应得到“明确”认定。

与此同时,如果确信另一个几何实体 O 同样能够满足上述的对称性特征,那么,相应存在一种“可能性”判断,即

$$\begin{aligned} S = \{s_i\} \ll O \\ \xrightarrow{\text{Possibly}} \\ O : O_{\text{ideal}} \end{aligned} \quad (15.8.2c)$$

或者说,此时人们可以做出的仅仅是一种推测,给定的几何实体“可能”吻合于最初定义的那种理想化几何实体。

但是,如果相关讨论严格限制在给定论域 D 中,并且,此处所述的对称性特征对理想化几何体的认定被赋予“充分性”意义,那么,如果确信某一个几何实体 O 能够满足上述的对称性特征,则相应存在

$$\begin{array}{c} S = \{s_i\} \ll O \in D \\ \text{Positively} \\ \vdash \\ O : O_{\text{real}} \end{array} \quad (15.8.2d)$$

此时,可以从形式特征判断是否吻合最初给出的“理想化”定义。

事实上,当仅仅考察未知物质对象的几何特征的时候,以上关于“对称性”的分析具有一般性意义。并且,这样一种分析方法,将伴随探求未知物质世界的整个过程。

但是,与此同时,仅仅作作为一种过分简单、自明的基本判断:绝对不允许将任何“形式表述”的“对称性”特征“泛定”化,成为脱离确定几何实体的某种“纯粹抽象意义”的存在。例如,考虑到理想化“质点”并不存在真正属于质点自身的动量矩,当然,相应不可能存在反映“旋转对称特征”并被赋予“独立”意义的动量矩定理;同样,对于“几何上无形”的电磁场而言,无需讨论与动量、动量矩相关的一切论题,与其对应,能量分析相应成为“直接讨论电磁场”的唯一合理途径。但是,正是对这样一些看起来“简单、素朴、自然”的理性认识的根本违背,现代理论物理的许多基元概念陷入前提性的认识悖谬之中,使得理论物理研究者最终不得不公然抛弃逻辑。

在纯粹的“约定论”基础之上,整个现代数学在变得“过分繁杂”以及追逐“过分抽象”的同时,必然陷入空乏和悖谬并存之中。并且,从最基本逻辑的角度考虑,所有逻辑紊乱几乎无一不是渊源于对“拥有性质的几何实体和从属于几何实体性质的不同逻辑关联”的认识颠倒。下一章关于“现代微分几何”的重新分析,将要论及张量的形式定义以及相关判断隐含逻辑悖论的问题。此处,不妨以此为例,针对现代数学在“逻辑主体和从属性质”之间普遍存在的认识颠倒再作简单分析。

人所共知,张量的本质内涵在于该形式量内蕴的“客观性”意义,以及作为一个复杂形式量相应存在的“整体性”特征。为了能够“定量”地刻画张量的数学性质,必须引入坐标系作为相关的“量度”工具。工具的选择是任意的,原则上决定于研究者的主观意志。因此,作为“客观量”的一种标志性特征,张量的本质内涵在于也仅仅在于与坐标系选择无关的独立性。如果以 T 示意地表示一个任意阶的张量,那么,张量内蕴的“客观性”本质可以大概表示为

$$T \ll \{x, y, z\} : \{x, y, z\} \subseteq \text{any coordinate system} \quad (15.8.3)$$

也就是说,张量并不属于任何坐标系。据此,可以逻辑地推导出隶属于不同特定坐标系的不同个性特征。事实上,如果以二阶张量 T 为例,那么正如人们熟知的那样,对于任意给定的仿射坐标系,二阶张量的一般形式为

$$T = T_{ij} e^i e^j = T^{\bar{i}} e_i e_j = T^{\bar{i}} e^i e_j \in \text{affine coordinate} \quad (15.8.4a)$$

于是,在一些关于张量的现代著述中,往往将二阶张量 T 直接与一个“二重线性函数”之间形式地构造了确定逻辑关联^①

$$T : V \times V \rightarrow R : (u_1, u_2) \mapsto T(u_1, u_2) \in \text{affine coordinate} \quad (15.8.4b)$$

并且,直接以此作为二阶张量的形式定义。

^① 关于二阶张量的这个形式定义,参照郭仲衡著《张量(理论和应用)》广义 r 阶张量一个完全相仿的形式定义。

此外,考虑张量场的微分运算问题。事实上,与张量自身的“客观性本质”一致,对于给定空间域中某一个张量性质质量分布“不均匀程度”的描述同样需要具有“客观性”意义。也就是说,用以刻画张量分布不均匀性程度的“梯度”算子,同样属于被赋予“客观性”意义的算子。等价地说,梯度算子必须具备“独立于坐标选择的不变性”基本特征。当然,也只是因为此,如果给定空间域 V 中存在某一个不均匀分布的向量场 $u(x)$,那么

$$\begin{aligned} u(x) &\bar{\ll} \{x, y, z\} \\ &\rightarrow (x \in V \cap \{x, y, z\} \sim \text{any coordinate system}) \quad (15.8.5a) \\ \nabla u &\bar{\ll} \{x, y, z\} \end{aligned}$$

也就是说,向量场的梯度场 ∇u 仍然属于张量性质的客观量,独立于任何坐标系的选择。并且,在仿射坐标系中,相应存在

$$\nabla u(x) = \frac{\partial u_i}{\partial x^j} e^i e^j \in \text{affine coordinate} \quad (15.8.5b)$$

从而与式(15.8.4)关于二阶张量所作习惯性认定保持一致。但是,坐标系的选择是完全人为的。人所共知,在曲线坐标系中,向量场梯度场的形式表述是

$$\begin{aligned} u(x) &\bar{\ll} \{x, y, z\} \\ &\rightarrow (x \in V \cap \{x, y, z\} \sim \text{any coordinate system}) \quad (15.8.5c) \\ \nabla u &= \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} + \Gamma_{jk}^i u^k \right) e_i e^j : \{x^i\} \sim \text{curvi. coordinate sys.} \end{aligned}$$

其中, Γ 为人们熟知的 Christoffel 符号。显然,对于曲线坐标系中向量场梯度场 ∇u 的分量表述而言,它得以存在的基础仍然只是向量场 u 自身的客观性意义。并且,还可以逻辑地推知:尽管关于 ∇u 所给出的(15.8.5b, c)两式在具体的分量表述形式上差别如此之大,但是,作为不同分量集合“整体”所表述的数学内涵却没有任何本质意义上的差异,同样用以表现一个完全相同的并且具有“客观性”意义的复杂量。当然,作为另一个显然存在的事实,向量场梯度场 ∇u 在曲线坐标系中的分量表述形式,并不满足通常式(15.8.4)所述那种“线性变换”关系。

于是,在现代张量分析乃至现代微分几何中,从张量的“线性表述”基础出发,针对向量场梯度场 ∇u 习惯做出的那种“形式认定”完全不当的或者说根本不存在

$$\begin{aligned} \forall u(x) : u^i e_i &\mapsto \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} e_i e^j \right) \\ &\xrightarrow{\times} (x \in V \cap \{x, y, z\} \sim \text{any coordinate system}) \quad (15.8.6) \\ \exists \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} e_i e^j \right) &\bar{\ll} \{x, y, z\} \end{aligned}$$

也就是说,不能因为某一个复杂量呈现一种“表观”意义上的线性形式,就可以逻辑地断言该形式量的整体必然是张量。

而且,对于向量场梯度场 ∇u 这样一个客观量而言,不同形式的分量表述同样只可能“整体”意义地存在着。如果将其中的某一个部分从整体中分割出来,那么,这个被分割出来的部分通常也就失去了存在意义。例如,对于式(15.8.5c)所述,定义于曲线坐标系中向量场梯度场 ∇u 的形式表述,相应存在

$$u(x) \bar{\ll} \{x, y, z\} \cap \nabla u = \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} + \Gamma_{jk}^i u^k \right) e_i e^j$$

$$\begin{aligned} & \vdash \\ & \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} + \Gamma_{jk}^i u^k \right) e_i e^j \ll \nabla u \cap \exists \text{ an independent quantity : } \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} e_i e^j \right) \end{aligned} \quad (15.8.7a)$$

进一步说,对于给定空间域 V 中的任何一个向量场 $u(x)$,如果使用曲线坐标系 $\{x^i\}$ 表示,那么,分量集合 $\left\{ e_i e^j \frac{\partial u^i}{\partial x^j} \right\}$ 仅仅是作为“整体意义”而存在于“客观量 ∇u ”中,一个只能依赖坐标系的不同选择而处于变化之中的“部分量”表述,因此,该部分量不具任何“独立”的存在意义,即

$$\begin{aligned} & u(x) \in V \cap \forall \{x^i\} : \text{curvilinear coordinate sys.} \\ & \vdash \\ & \exists \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} e_i e^j \right) : \ll (\nabla u \cap \{x^i\}) \end{aligned} \quad (15.8.7b)$$

式中,逻辑符号“ $\ll$ ”仍然用以表示“从属于”的意义,表示该“部分量集合 $\left\{ e_i, e^j, \frac{\partial u^i}{\partial x^j} \right\}$ ”不仅仅依赖“客观性量” ∇u ,还逻辑地决定于人们对坐标系的“主观”选择。毋庸置疑,在任何科学陈述之中,这样一种形式量的存在除了导致逻辑紊乱以外没有任何意义。

继而,作为一种特例以及上述一般结果的自然推论,当讨论某一个给定曲面 $S \subset V$ 上的向量场 $u(x)$, $x \in S$ 分布的时候,几乎立即可以推断

$$\begin{aligned} & u(x) \in S \subset V \cap \forall \{x^i\} \ll S \\ & \vdash \\ & \exists \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} e_i e^j \right) : \ll (\nabla u \cap \{x^i\}) \end{aligned} \quad (15.8.8)$$

也就是说,此时的“部分量集合 $\left\{ e_i, e^j, \frac{\partial u^i}{\partial x^j} \right\}$ ”仍然只可能是“客观性量” ∇u 中的一个部分;并且,由于还依赖对曲面 S 上坐标系的“人为”选择,这个部分量的存在没有任何意义。显然,根据逻辑也仅仅根据逻辑,任何以该“部分量集合 $\left\{ e_i, e^j, \frac{\partial u^i}{\partial x^j} \right\}$ ”为前提的“后续”推理,最终只可能陷入形形色色的逻辑悖论之中。

对照以上所述,对于那个只可能建立在“约定论”上、一个称之为“现代微分几何”的陈述系统,人们不难对其思维基础的合理性进行重新考察。事实上,当这个陈述体系的构造者只能以曲面 S 上不具任何“客观性”意义、本质上无法“独立存在”的“部分量集合 $\left\{ e_i, e^j, \frac{\partial u^i}{\partial x^j} \right\}$ ”作为相关“思考”的根本出发点,并且,需要借助一种依赖“纯粹想象”而得到的“线性关系(必须注意:任何‘曲’必然逻辑地意味着对‘线性’构成完全否定)”作为构造该陈述系统的形式基础,定义曲面一点处、由作用于该点处任意切向量的“全体线性函数 df ”所构造的“切空间 T_p ”的时候,即

$$T_p : \langle [\gamma], (df)_p \rangle \quad \gamma \in \Gamma_p \cap p \in S$$

式中, $\gamma \in \Gamma_p$, 表示曲面上覆盖 p 点的任何光滑曲线。那么,不难发现,这个作为整个“现代微分几何”重要基础的“切空间”概念,不仅仅属于一种纯粹“独断论”意义上的人为假设,根本否定了任何“形式系统、属性”必须严格遵循的“存在性”原则,而且还由于这个陈述系统的构建者无力形成一种“理性”意识,认识到曲面 S 上根据给定的向量分布,即 $u(x)$, $x \in S$, 相应构造的

“分量集合 $\left\{e_i, e^j, \frac{\partial u^i}{\partial x^j}\right\}$ ”不具任何“确定性”意义, 仅仅属于“客观量” ∇u , 依赖曲面上不同“坐标网络”的人为选择而处于“不确定变化”之中的“部分”量。因此, 作为现代微分几何形式基础的“切空间”概念, 仅仅属于一种完全“虚幻意义”的存在, 没有任何确定性意义, 即

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\partial u^i}{\partial x^j} e_i e^j\right) \ll (\nabla u \cap \{x^i\}) \\ & \quad \mapsto \\ & \exists T_p : \langle [\gamma], (df)_p \rangle \quad \gamma \in \Gamma_p \cap p \in S \end{aligned} \quad (15.8.9)$$

当然, 对于使得从头至尾都只可能存在于“人为想象”中的现代微分几何, 本质上根本失去了存在意义^①。

其实, 当包括数学在内的现代自然科学已经完全抛弃逻辑的时候, 逻辑却完全独立于“一切约定论者”的主观愿望, 自始至终地真实存在着, 并且, 同样完全不以人们的主观意志为转移, 真实地制控着人们的陈述系统。因此, 当人们凭借“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一种完全荒诞不经的“独断论”回避集合论基础中真实存在的逻辑悖论, 从数学基础开始就完全违背了任何形式表述系统必须严格遵循的“存在原则”以及一切合理推理必须无条件满足的“主体原则”的时候, 除了以上所述的问题以外, 在诸如“非线性算子理论”、“孤立波分析”等许多方面都存在认识的严重逻辑倒置, 以及由此而引起种种认识悖谬和紊乱。

15.9 物质第一性原则对于自然科学研究所具有的普遍意义

或许反复重申这样的理念已经显得纯属多余。但是, 正是只为了重复这样一个“自然、素朴”的理性意识, 对于被西方科学世界人为地变得“十分复杂、抽象和晦涩”的现代自然科学体系, 并且当这个陈述系统已经完全反常地“彻底抛弃了逻辑”的时候, 其实, 所有问题并不复杂, 导致认识反常的症结归结于: 对“性质仅仅逻辑地隶属于拥有该性质的理想化实体”这样一个本来应该“十分简单、平常和自明道理”的根本违背。渊源于基元概念的认识不当, 一个本应简单的认识系统只能依赖于“神学意识”或者通常所说的“第一性原理”掩饰到处存在的逻辑悖谬。

当然, 与其一致, 仍然值得重申: 对于包括数学在内的整个自然科学体系, “物质第一性”原则绝对不能体会为一种“精神”信仰, 而只是逻辑地依赖于一切合理陈述必须严格遵循的“逻辑自洽性”基本原则。或者说, 在仅仅局限于以“物质世界”为特定研究对象的“自然科学”研究中, 提出“物质第一性”原则, 只是为了使用“无歧义”科学语言, 并且, 保证所有科学陈述之间严格“无矛盾”的逻辑必然。并且, 也正是在这个特定意义之上, 可以明确指出: 作为两个互为依

① 当然, 也仅仅于此, 对于下一章与“现代微分几何”相关的分析所指出大量逻辑悖论的存在才可能形成真正理性的意识。同样, 人们才可能理解, 为什么一些诚实的“现代微分几何”研究者会提出“逻辑相容是绝对不可能真正实现”的根本原因。事实上, Landau 所述“数学严谨性只是自欺欺人”的断言, 不仅仅属于现代理论物理, 而且, 随着 20 世纪“物理学几何化”思潮的涌现以及数学基础一系列逻辑悖论的真实存在, 还必然属于数学自身。任何违背“存在原则”、缺失“逻辑主体”制约、只能渊源于“主观随意想象”的陈述系统, 最终只可能陷入悖论和荒谬之中。因此, 需要以一种科学的真诚, 再次告诫至今主要由西方学者所把持的现代主流科学社会: 应该切切实实研究前人遗留下来没有解决的实实在在问题, 不要在“否定逻辑”的同时, 却自我陶醉于“独断论”的纯粹自欺之中。

存、互为补充的普遍准则,“物质第一性原则”和“逻辑自洽性原则”可以视为同一事物的辩证统一,它们共同构造了一个“被赋予客观性基础、逻辑相容,同时只是有限真实、条件存在”的自然科学体系得以存在的全部基础。

15.9.1 自然科学“物质第一性原则”与形式系统“存在原则”的逻辑一致性

在全书的第一部分,首先向人们昭示这样一个基本理念,恰恰与 Einstein 构造独立于一切特定物质对象的普适真理体系的妄想完全相反,任何合理的自然科学必须懂得严格自律,需要满足如式(4.3.1)所描述,属于自然科学体系的另一个“普遍”认识模式。如果重新使用本章所引入的“逻辑从属于”符号“ $\ll$ ”,那么,这个用以描述物质世界的“普遍模式”可以更为准确地表示为

$$\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{l} \text{material object} \\ \text{in a certain surround} \end{array} \right\} \ll \text{the real material world} \\ \xrightarrow{\text{formal definition on both the material object and environment}} \\ \left\{ \begin{array}{l} f(T) \xrightarrow{T: \text{ tensor independent of reference system}} 0 \\ T \in S_{\text{ph}} \subset R^3 \end{array} \right\} \ll \text{the idealized material} \end{array} \quad (15.9.1)$$

它再次明确地指出:与整个自然科学体系只可能逻辑地从属于“自存”物质世界严格保持逻辑相容,任何一个特定的、并且必须使用“与坐标系选择无关”的张量所构造的形式系统,同样只可能逻辑地隶属于某一个“特定”理想化物质对象。

那么,如果针对这个“普遍模式”构造一种“约束”映射,将其限制在仅仅作作为“逻辑推理工具”而存在的“数学”论域之中,那么,对于任何一个借助于 $f(x_1, \dots, x_n)$ 表述的抽象形式系统,与某一个表示为 S_{ideal} 的逻辑主体之间,必然存在如下所示特定逻辑关联:

$$f(x_1, \dots, x_n) \ll S_{\text{ideal}} \cap S_{\text{ideal}} \gg f(x_1, \dots, x_n) \quad (15.9.2)$$

于是,抽象形式系统需要满足的“存在原则”和自然科学陈述中的“物质第一性原则”处于严格逻辑相容^①。

作为现代“数学直觉主义”的构建者, Brouwer 曾经凭借他的“直觉”感悟,深刻提出“逻辑绝不是揭示真理的可靠工具,用其他方法不能得到的真理,用逻辑同样不能推导出来”这样一种朴素的真理意识。并且,他还以一种明确的语言,首次指出需要将数学描述建立在“构造对象”的前提性确认上的理性意识。他所说“构造性”对象的前提确立,逻辑地意味着形式表述相应存在“有限论域、存在条件、有限真实性”等基本问题,从而对西方科学世界本质上以舍弃逻辑为代价的“普适真理体系”的追求构造了根本逻辑否定。十分遗憾的是, Brouwer 没有能够理性地意识到所有这一切恰恰源于“逻辑”,源于需要对“从属于”和“拥有”这样两种完全不同逻辑关联做出区分,反而使得他最终走上“否定逻辑”的道路。

并且,与 Brouwer 所提出的“构造性对象”逻辑前提保持一致,数学或者逻辑推理本身并不能告诉人们比前提更多的对象。以“构造性对象”为基础的形式系统,逻辑地隶属于这个特

① 或许还需要再次明确指出:此处的一切陈述都仅仅源于“逻辑”,并且,不讨论也不关注“物质的本原是什么”,以及“什么是生命”乃至“什么是神”这样一些本质上超越一般自然科学研究范畴的论题。

定的理想化实体的同时,还应该是该理想化实体的逻辑必然。当然,如果数学自身都抽掉或者放弃了“逻辑相容性”准则,数学已经不复存在。相反,因为人们总是习惯和自然地将数学与理性、逻辑联系或者等同起来,所以一个否定了逻辑的数学将成为一切反常意识的掩蔽所,对理性和逻辑形成更大破坏。

15.9.2 关于“非 Euclid 几何”等相关数学理念的附加评述

可以相信,随着自然科学研究中“物质第一性原则”以及与其保持逻辑相容关于形式系统的“存在性原则”的明确提出,形式系统或者某些特定的公式、公理、属性只能被置于一种“从属性”的地位,逻辑地决定于它们所描述的理想化物质对象,从而与目前自然科学体系中以“公理化假设(姑且不论那些完全无理的‘独断论’假设)”作为逻辑前提的普遍认识完全背道而驰。当然,这样一种认识的彻底颠倒,必然对数学研究本身产生根本性的影响。

长期以来,根据 Euclid 的《几何原本》,Euclid 所说的五大公设成为几何学的全部基础。只是自 19 世纪初期,人们提出可以删除第五公设即平行公理,而其余的基本公设可以构成另一个“公理化”体系,并且在此基础上构造了称为“非 Euclid 几何”的陈述系统。其实,如果人们真的形成一种“稳定”的理性意识,能够真正接受形式系统的“存在性”原则,承认“性质”只能逻辑地从属于“理想化”实体,不可能成为脱离实体的“空乏”陈述的时候,那么,人们可以发现,一系列习惯认识真实地存在着如何重新严格化的问题。

无可非议,从人类历史“深化认识真实历程”的“认识论”角度考虑,的确真实地存在着如何从“基本公设(Postulates)——本质上对应于一系列基本理性意识的逻辑前提”出发,相应构造一个称之为“几何学(Geometry)”的理性陈述系统的问题,即

$$(\text{Postulates}) \rightarrow \text{Geometry} \quad (15.9.3a)$$

但是,从知识系统的本原或者纯粹形式逻辑的角度考虑,确定性的认识依然需要逻辑地从属于“理想化实体”的基本前提。也就是说,仍然需要按照的形式系统必须普遍遵循的“存在性”原则,进行如下所述的重新整理:

$$\exists \text{Geometry body} \rightarrow \exists (\text{Postulates}) \langle \text{The prerequisite geometry body} \rangle \quad (15.9.3b)$$

它明确表示:对于“几何体(Geometry body)”的认定是必要前提,在此基础上,继而才可能进一步提出只允许逻辑地从属于那个“不可缺省(prerequisite)”几何体的一系列基本公设。因此,上述两种推理结构表面上看似完全相反,但是,它们并不矛盾,因为思考问题的出发点并不相同。当然,在自然科学研究中,只有当相关陈述系统完全独立于不同研究者的不同“主观”意志,或者相应被赋予了与不同具体研究者无关的“客观性”基础的时候,原则上才可能成为具有“合理性”的陈述。

在这个意义上,并不能像许多西方哲学家通常认定的那样,将 Euclid 公设称为属于“纯粹主观思维范畴”的某种“理性”意识,并且视为“人的天赋”使然。其实,这些公设仍然并且必须逻辑地隶属于特定的研究几何实体。进一步明确地说,如果认真考察 Euclid 公设,其实它们只不过反映了对现代人所说“Euclid 几何空间”中,关于“点、线、圆弧”等这样一些“最基元概念”构造的理性认识。等价地说,如果从“知识系统”和“知识系统所描述特定抽象对象”的逻辑关联,而不是从人们如何思考的“主观意识”角度考虑,那么,仍然存在如下所示的“隶属”关系:

$$(5 \text{ Postulates}) \langle \text{Euclidean space} \rangle \quad (15.9.4)$$

因此,人们可以说, Euclid 所提出的基本公设是“合理”的,本质吻合于这个陈述系统需要描述

的若干“基元几何体”的客观性属性。并且,如果给定论域中任何较为复杂的几何体都可以视为这些基本单元的某种叠合的时候,仍然不允许违背这些最基本的认定。

基于同样明显的朴素真理,所谓“非 Euclid 几何”绝对不是真正源于“纯粹心智”的创造。如果相关陈述系统是合理的,那么,相应只可能存在

$$?: (4 \text{ Postulates}) \langle \text{Non-Euclidean space} \rangle \quad (15.9.5)$$

而且,当出现于 19 世纪的这个陈述系统指出无需也不能服从“平行公设”的时候,其实人们不难发现,在关于“线”的形式认定上隐含着“偷换概念”的问题。对于任意给定的曲面,其上根本不可能存在被赋予了确定内涵的那种“直线”。当然,也正因为此,正如下一章相关分析将要看到的那样,建立在“约定论”上的现代微分几何充满逻辑悖论。

而且,如果考虑到任何曲面都“包容”于某一个平直空间中,那么,如果需要将曲面几何相应构成一个独立陈述体系,那么,在逻辑上同样相应存在如下所示的包容结构:

$$\text{Euclidean space} \subset \text{Non-Euclidean space} \quad (15.9.6)$$

也就是说,一个真正“合理”的曲面几何,原则上总可以从平直几何逻辑地推导出来,从而保证一切有意义科学陈述必须严格遵循的“逻辑相容性”。

当然,过分渲染所谓“曲空间”中的“Riemann 微分几何”没有任何本质意义。更何况,渊源于 Gauss 在构造那个最初“素朴意义”上的“微分几何”的时候在一系列基元概念上隐含的逻辑不当,只能建立在“约定论”乃至纯粹“独断论”上,相应缺乏确定“理想化实体”约束和制约的现代微分几何必然到处充斥逻辑悖论。

总之,当现代的主流科学社会不得不以一种“时而公开、时而隐蔽”的方式,已经彻底抛弃了逻辑的时候,人们恰恰需要形成这样一种“理性判断”意识:西方科学世界在认识论上真实存在的逻辑紊乱,其实是一个彼此关联着的不当认识整体。将只可能“条件存在”的性质极其反常地置于拥有性质的“抽象逻辑主体”之上,这样一种认识颠倒几乎同时出现在“数学、理论物理乃至西方哲学”等几乎所有的不同学科,导致一系列基元概念处于前提性的认识不当之中。也就是说,如果只是从“理性——逻辑”的角度考虑,那么,对于目前主要由西方人构建的知识体系(注意,它并不是人类知识体系的全部)而言,一切问题本原仍然只是因为逻辑推理的不当,均渊源于一系列最基本、最简单、最朴素认识上大量存在的逻辑错乱。任何庞杂紊乱、晦涩难懂,都真实地源自认识者自身的逻辑混乱。那些本来简单、自明的问题,恰恰由于自诩聪明者的逻辑紊乱而人为地复杂化了。但是,如果从“思维习惯”或者不妨从“心理学”的角度考虑,那么,之所以最终出现曾经对形式逻辑做出许多开拓性贡献的西方科学世界首先抛弃逻辑的反常现象,则还应该归咎为西方科学世界中长期存在“穷尽真实、构造真理”这样一种“过分盲目自大、不无过分简单幼稚”的好大喜功欲望。任何对于“天才、天赋”意识的无限制吹捧,必然导致违背任何真理意识必需的“客观性”基础。因此,对于西方世界的主流科学社会而言,的确切实存在意识修养方面如何进行深刻自我反省的问题。

正因为此,尽管 19 世纪末的 Cantor 构造一个“无限制”集合论的简单愿望,最终导致现代数学基础处于严重逻辑悖论之中,但如果从思想基础考虑,并不应该仅仅指责 Cantor 本人。构造“无限制真理体系”的思想,属于西方科学世界一种根深蒂固的思维痼疾。相反,不仅仅根据形式系统“存在原则”重新构造的“修正集合论”(注意,绝对不是自欺的公理化集合论),仍然可以成为建立现代数学的可靠基础,而且,正是 Cantor 本人最早提出“集合论悖论”问题,公开对自己的创造性工作提出了置疑和批判。并且,当他诚实而尖锐地指出“概括原则太大”以及

“外延原则则需要暗合于相容性”这样两个“彼此逻辑相容”的基本判断的时候, Cantor 的认识应该恰恰是深刻、中肯或者切中要害的, 本质上与形式系统必需的“存在原则”保持一致。当然, 对形式系统“自觉做出限制”的理性意识, 完全不可能得到那个“浮躁狂妄、急功近利”的西方主流科学社会的重视。因此, 虽然 Cantor 本人最终没有能够将他基于一种“直觉意义”上的洞见, 借助形式语言加以完整表述出来, 但是, Cantor 那种特有的诚实、自省和谦虚, 始终值得每一个后继者的深深尊重和敬仰。自然科学研究中, 诚实始终远比智慧更为根本。

当然, 无视 Cantor 具有启示意义的自我检讨, 拒绝 Brouwer 针对“公理化思想”所作入木三分的深刻批判, 反而以一种难以想象的蛮横、荒唐、无理, 公然提出“桌子、椅子、啤酒瓶”这样一种“指鹿为马”的“现代独断论”思想, 充分表达了对逻辑、理性一种无以复加的蔑视和难以容忍的践踏、歪曲, 从而与整个现代自然科学体系“承认矛盾、抛弃逻辑、崇尚神学”的大量反常存在互为呼应。但是, “青山遮不住、毕竟东流去”。可以坚信: 许多诚实、严肃的科学工作者一旦真正意识到“独断论”对逻辑和理性的极大摧残, 意识到建立在“独断论”基础之上的现代数学体系真实面对“自否定”的深刻危机, 那么, 一个能够也必须以“逻辑相容性”为内核, 建立在“理想化实体”的确定性基础之上, 尽管抽象但是并不晦涩难懂的新数学体系, 必将重新出现于人类深化认识的历史进程之中。

参 考 文 献

- [1] 数学百科全书(1~5 卷). 北京: 科学出版社, 1994~2000
- [2] Nicholas Bunnin, 余纪元. 西方哲学英汉对照辞典. 北京: 人民教育出版社, 2001
- [3] 许良英, 范岱年. 爱因斯坦文集, 第一卷. 北京: 商务出版社, 1976
- [4] 吴文俊. 世界著名数学家传记. 北京: 科学出版社, 1995
- [5] D. Hilbert. 几何基础. 北京: 科学出版社, 1995
- [6] 张锦文. 公理集合论导引. 北京: 科学出版社, 1999
- [7] 申先甲, 林可济. 科学悖论集. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1998
- [8] Paul Roman. Some modern mathematics for physicists and other outsiders. Pergamon, 1975
- [9] [瑞典]Lars Garding. 数学概观. 胡作玄译. 北京: 科学出版社, 2001
- [10] Parker S P. 物理百科全书. 北京: 科学出版社, 1998
- [11] 卢嘉锡, 梁宗巨. 自然科学发展大事记(数学卷、物理卷). 沈阳: 辽宁教育出版社, 1994

第 16 章 现代天体力学物理内涵反思

——关于“广义相对论”的一个导引性评述

在现代自然科学体系中,经典天体力学通常被定义为研究“天体运动和形状”的学科。此处所说的运动,泛指天体质心在空间的移动以及天体绕其质心转动这样两部分力学运动,而关于天体形状的问题则主要研究天体内部质量密度的分布结构。但是,对于需要建立在“广义相对论”之上的引力论或者现代天体物理学,除了“运动和形状”以外,天体之上到底还存在什么样的“物理实在”必须依赖于“时空变换”进行研究呢?

人们通常指出,“广义相对论”作为牛顿(Newton)引力理论一种必然发展,它的基础是“狭义相对论”和“现代微分几何”。但是,对于 Newton 经典引力理论存在不足的习惯认识并不恰当,而为 Gauss 首先提出“必须抛弃曲面只能用它在通常 3 维空间中的嵌入来描述概念”的愿望实际上并没有真正实现,当然,在这些不当认识之上纯粹拼凑起来的“广义相对论”只能与“狭义相对论”一样,处于完全悖谬之中。

作为本章所引用主要文献的著者,S. Weinberg 在其著述中指出了这样一个具有意义的历史事实:“Newton 关于‘绝对空间’的概念,曾被他的劲敌 G. W. von Leibnize 所拒绝。Leibnize 争辩说,‘与物质客体相分离的任何空间概念都没有哲学上的必要。’……当然,这些高贵的形而上学家没有一个能引入关于怎样发展动力学理论以代替牛顿理论的任何观念。”^[1]

其实,在“空间”这个长时间让人们困惑的概念上,Leibnize 曾经做出的,对于包括笔者在内的许许多多由于缺乏对科学历史充分了解的人而显得特别新鲜的论断,难道不正是与自然科学研究必须普遍遵循的“物质第一性”原则严格保持一致的一种最好诠释吗?从另一个角度考虑,如果说现代自然科学体系真实面临着“历史性和全局性梳理”的重大历史课题,那么,在针对“如何认识空间”这个涉及整个现代自然科学体系存在基础的重大命题上,从两位曾经为构建现代自然科学体系做出历史性巨大贡献的奠基人之间开始,至今延续了四个世纪仍然没有结果的争论,使得自然科学体系必须在整体意义上的梳理成为不可避免的一种逻辑必然。事实上,当投身于四个世纪前这场重大争论的人们被 Weinberg 谐称为“高贵的形而上学家”的时候,那个主要由西方学者构建的整个现代自然科学,不正是被“高贵的形而上学”所完全笼罩吗?

毫无疑问,对于 Weinberg 所提出,那个整个西方科学世界至今没有能力予以解决的“怎样发展动力学理论以代替牛顿理论的任何观念”的问题,属于自然科学必须解决的前提性根本问题。即使今天的技术水平似乎已经高度发达,以为人类的自然科学体系已经充分成熟的时候,任何一个诚实的研究者都不能无视现代科学世界不得不“将自然科学体系中的数学严谨性视之为自欺欺人”这样一种真正意义上的自欺欺人。总之,需要重新直面自然科学体系重重矛盾存在的事实,努力地解决目前由西方科学世界所垄断的自然科学体系许许多多没有得到解

决的问题^①。

16.0 引力场“拖曳实验”及其相关背景材料介绍

在 2004 年 10 月 21 日出版的英国 Nature 杂志中,发表了名为“广义相对论的框架拖曳证实(Frame-dragging confirmed general relativity)”的文章。就在同一天,英国路透社同时做出“Einstein 的相对论又一次被证明是正确的”报道。除了将 Nature 杂志的这篇文章作为附录刊出以外,此处不妨援引中国《参考消息》转引路透社相关报道中一些肯定性的评述:

“美国航天局今天说,由各国科学家和大学研究人员组成的研究小组首次发现地球自转时拖曳周围时空的直接证据。

这一发现首次直接测出并且证实 Einstein 广义相对论的一个重要方面:一个旋转的天体能使组成 3 维空间以及第 4 维的时间的‘结构’发生偏转和扭曲。

地球在旋转时确实在拖曳时空,离地球越近,扭曲的幅度就越大。时空的这种扭曲也称框架拖曳,以前从未直接观测到过。这是首次找到真实、有力和直接的证据,说明旋转天体拖曳时空。

.....

我们已经排除了如潮汐等所有已知的力以及引力模型的误差。如同蜜罐里搅动的勺子,地球旋转时也会拖动周围的时空。这就会改变绕地运行的卫星的轨道。以前也有过框架拖曳的间接证据,但这是首次获得的直接测量结果。今年美国航天局发射了携带有 4 个回转仪的‘引力探测器 B’,等明年它的探测结果出来后,就能用更高的精确度证明 Einstein 的理论。”

与 Nature 杂志发表这篇文章的时间保持如此切合,路透社在同一天就做出了报道。当然,一切都是由至今仍然对属于整个人类的自然科学事业构成垄断的西方世界事先安排好了的。事实上,面对着现代主流科学社会已经不得不公开声言“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”的时候,Nature、Science、Physical Review 这样一些由西方科学世界严厉控制的著名杂志几乎断然拒绝对现代科学体系中大量真实存在的逻辑悖论进行任何一种实质性批判。毋庸置疑,这样一些著名的西方科学杂志尽管在现代自然科学的发展进程中曾经发挥巨大的作用,但是,此时它们所捍卫的已经不再是真正的科学精神,而仅仅希望将西方世界在近现代自然科学研究所处垄断地位的这样一种反常状态不断延续下去。

人类面对的整个世界充满物质,尽管物质的存在形式各不相同。因此,一个旋转着的物体以某种“方式”或者通过某种“媒质”拖曳其周围的物体,只不过属于一种平凡的事实。或者说,这一普通事实告诉人们:在“旋转体”与被其“拖曳”的另一个“物体”之间,必然存在某种“作用”

① 本书纳入这样一个重大命题的讨论则纯属偶然。只是因为书写本书的同时,西方科学世界提出,一个能够对“广义相对论”提供“直接证据”的“框架拖曳(Frame-Dragging)”实验结果获得了成功。显然,在 Einstein 曾经诚实地指出由于概念自身的变化几乎不可能存在任何具有实际意义的“外部证实”,从而使这个实验结果本质上同样不可能对“相对论”形成真正验证的时候,人们希望对这一实验事实相应做出澄清。但是,与由于概念的不确定性而缺乏任何“本质意义”的经验证实相反,人们不难发现:在上一章关于“电磁波物理基础”讨论中,曾经借助式(11.5.10a)对“电磁波”所处的特定“物质场背景”做出了一种明确认定,那么,西方科学世界最近完成的“框架拖曳”实验不恰恰为这样一种物理实在提供了一幅与其大致一致的生动画面吗?尽管目前的这样一种描述仍然限制在“定性”描述的范畴,但是,对于如何重新认识“天体物理学”以及如何为其赋予实实在在的物理内涵具有本质意义。

或者作用于被拖曳物体上“力”的物理实在。另一方面,同样作为一种平凡的物理真实,现代科学世界人为赋予其过多内涵的“时空”,只不过是人类用以描述物质运动时“共同”使用的一个“舞台”,形形色色的物质在这样一个“统一”的背景下进行着形形色色的运动而已。因此,自然科学的根本使命就在于如何使用包括“时空”在内的“无歧义”科学语言,对丰富多彩的物质世界做出彼此“逻辑相容”的描述。曾经使得 19~20 世纪的西方科学世界陷入窘迫之中的 Michelson-Morley 实验只不过是一个平凡的物理事实,无需也不允许借助改变科学语言的语意,像 Einstein 所说的那样,人们只能“无需也不容解释”地去复现被其称为“矛盾”着的一对物理真实。对于“自存”的物质世界而言,物质世界中真实存在的一切无需宇宙中短暂存在的人类做出任何“解释”。相反,自然科学陈述必需的“可解释性”,根本在于你是否具有一种“能力”,把大自然中的物理真实“无矛盾”地表现出来。

无视矛盾,妄图借助修改科学陈述语言系统的语意,简单复现大自然只能视为一种彻底的“无能”,只能将人类重新引向愚昧,将以自存物质世界为研究对象的自然科学重新陷入紊乱之中;而将这种无能美其名曰“第一性原理”,则无疑进一步堕落为过分可怜的自欺。事实上,如果说美国航天局里以及目前西方社会中那些著名大学中的“科学家(其实只是构造 Heisenberg 所述‘实验室数据系统’中的简单实验操作者)”断然指出“我们已经排除了‘已知’的所有力以及‘引力模型’的误差”,那么,这些可敬的科学家们是否需要认真想一想:是不是还有一些真实存在的“力”,只是你们还不知道,此外,你们对于“引力模型”的认识尚远未达至准确和完备的程度呢?

值得向高傲的西方科学世界反复提醒中国古代圣贤向每一个“平凡学子”提出的谆谆告诫:知之为知之、不知为不知。面对“无尽”的大自然,何以有如此勇气以及如此心安理得地轻易妄言“第一性原理”,希望充满“差异和复杂性”的无尽物质世界去服从没有任何理性可言的“直觉和顿悟”而杜撰出来,必然充满矛盾的一个十分简单的数学表述呢?

对于今天的西方科学世界,当他们耗费大量人力物力去寻找那个“由于缺乏稳定的概念前提甚至连 Einstein 本人也指出根本不存在的‘外部证实’”时,其实他们应该明白:他们大量耗费的“物质资源”并不真正属于“富有”的西方世界,而属于整个人类。因此,今天的西方科学世界必须诚实地面对从 Newton 力学开始,就真实存在于整个现代自然科学体系中的一系列“前提性”的认识困惑。当局限于此处实际涉及的“电磁场”基本命题时,对于那个始终自傲的现代西方科学世界而言,需要认真考虑“Maxwell 方程组为什么数学上不能求解,怎样构造恰当替代方程”的问题,需要认真考虑你们甚至从来没有想到“电磁场上的电磁波与作为电磁波载体的电磁场之间存在怎样的本质关联,以及如何形式地表现这样一些属于物质世界自身的逻辑关联”等许许多多没有解决的基本问题。仅仅在这些前提性问题得以解决的基础之上,才可能真正理解“框架拖曳”这样一些内蕴于物质世界自身的平凡现象,才可能理解整个“相对论”在物理理念上的荒谬以及在形式逻辑上的紊乱,才可能根本抛弃那个以“无视或者掩饰‘矛盾’真实存在”为本质内涵的“约定论”,清算这种以纯粹“自欺”和“欺人”的方式对待“矛盾”给人类自然科学造成的极大危害^①。

① 在《参考消息》于 2004 年 10 月 23 日刊登路透社相关报道的当天上午,出任“中国电子学会电磁波波速专家工作组组长”的黄志洵教授特地从北京打来电话将从该报纸获知的这一消息转告了笔者。

16.1 “广义相对论”的基本构思及其大概评述

与“狭义相对论”几乎使用十分简单的“代数”语言不同,对于根据 Einstein 的“等价原理”而提出的“广义相对论”,现代数学中的“张量分析”成为相关陈述必须使用的主要形式语言。显然,对于一些并不熟悉现代数学中这个相对较为繁杂的数学分支的物理学研究者,甚至许许多多日常研究中熟悉使用着这种数学语言的物理学工作者乃至纯粹的数学工作者,由于并没有真正理解这个特定“形式语言系统”得以存在的基础,或者没有意识到张量分析中“协变性原理”以类似于“集合论”中“概括原则(Comprehension Axiom)”的方式期望对“客观量集合”做出定义时隐含的“逻辑倒置”现象,因此,他们几乎不可能认识到由于这种“逻辑(因果关系)倒置”在相关物理理念以及数学推理中必然大量存在的认识不当或者逻辑紊乱。当然,也可以说正是张量表述在形式上的过分繁杂,掩盖了数学推理以及相关物理理念的紊乱。并且,当一个“数学语言”表面上变得繁杂以至于除了不断增加和补充“约定”以外,甚至熟练使用这种数学工具的数学家自己都不知道“所云到底为何物”的时候,这样一种以隐含着种种逻辑悖论的“伪数学”被赋予了极大的欺骗性。

当然,从哲学理念考虑,与 Leibnize 提出“与物质客体相分离的任何空间概念都没有哲学上的必要”这样一种“辩证唯物主义”的科学理念完全一致,对于包括“以捍卫逻辑相容性为本质内涵”的数学在内的整个现代自然科学体系而言,一切问题均根源于在 20 世纪科学世界关于“实体论”和“约定论”两种完全相反科学理念的争论。

和“狭义相对论”一样,无论在数学表述还是物理理念上,“广义相对论”同样没有任何值得人们“认真对待”或者“严肃批判”的东西。或许令许多年以后的人们完全不可思议:对于 20 世纪的科学世界,何以能够在完全“无视逻辑”的同时,却幼稚地期待着整个物质世界能够“逻辑地”服从一个自身“充满矛盾”其实也“十分简单”的数学表述呢?但是,读懂“广义相对论”到底希望告诉人们一些什么以及怎样把这些希望表达的东西告诉人们并不容易。在涉及“广义相对论”的许许多多著述中,由 S. Weinberg 所著的《引力论和宇宙论——广义相对论的原理和应用》一书或许可以认为是一本较为成功的书。为了使一些并不了解这个陈述系统以及对现代张量分析缺乏较为深刻研究的读者能够对“广义相对论”乃至“现代微分几何”形成一种大概印象,本节以较大篇幅,按照原书的顺序援引该书的若干“基础性”叙述。并努力通过较为“简单和明确”的逻辑推理,以“夹叙夹议”的方式首先做出一些简单评述。当然,正是这些概略性评述,为后续若干个彼此“较为松散”联系在一起却具有“完全否定性”意义的分析,相应提供了认识前提。

16.1.1 Weinberg 著述中的“序言”

在引用 Weinberg 著述时,将他的陈述列于下述表格的左侧,其中的黑体字为笔者所加,以便与右侧的相关评述呼应。此节的后续陈述都沿用这个规定。

在本书脱稿之际,我可以回顾并核实以下引起我动笔并指导我写完这本书的两个目的了。

一个很实际的目的,是汇集和评价最近十年来由实验物理学以及光学、射电、雷达、射线和红外天文学的新技术所提供的丰富数据。当然,即使本书已经付印,新的数据还会不断出现,所以我并不奢望本书将永远是新的。不过,我确实希望描绘出一幅广义相对论和观测宇宙学的实验验证的广泛图景,以帮助读者(和我自己)能够在新数据出现时理解它们。我也试图展望一下未来,并讨论可能进行的新实验,特别是以地球和太阳的人造卫星为基础的实验。

我写作本书的另一个目的,是出于个人方面的。我在学习广义相对论以及后来在加州大学伯克利分校和麻省理工学院讲授它的过程中,我对于通常讲授这一学科的方式感到颇不满意。我发现在多数教科书中,把几何概念的作用过分突出,以致学生想知道引力场为什么由“度规张量”代表,自由下落粒子为什么沿“测地线”运动,场方程为什么是“广义协变”的,但在学完这个课程后得到的印象却是:这些问题都与“空-时是 Riemann 流形”这一事实有点关系。

当然,这曾经是 Einstein 的观点,他的卓越才华必然影响我们对他所创立的理论的理解。不过我认为,这种几何观点在广义相对论和基本粒子理论之间造成了人为的隔阂。只要我们能够指望(正如 Einstein 曾经指望过的)物质最终可以用几何语言来理解,那么在描述引力理论是给 Riemann 几何以首要地位,才是有意义的。但是现在,时间的流逝已教导我们,不能指望强作用、弱作用和电磁作用都可用几何语言来理解了。因而过分地强调几何,只能模糊引力理论与物理学其余分支之间的深刻联系。

我没有采用 Riemann 几何,而把从实验导出的引力与惯性等效的原理作为讨论广义相对论的基础。可以看到,诸如度规、仿射联络、曲率张量等几何概念将自然地纳入以等效原理为基础的引力理论。当然,最后还是归结为 Einstein 的广义相对论。不过,我已设法把几何概念推迟到它们必须引入的时候,以便 Riemann 几何只作为阐述等效原理的一种数学工具,而不是作为引力理论的根本基础。

1. 如何认识和如何定义“广义协变”?
2. 什么是“度规张量”及其存在基础?
3. Minkowski: 空间的度规和广义相对论所构造空间中的度规在数学内涵上保持一致吗?
4. 引力场能够用另一个空间中的度规张量表述吗?
5. 测地线能够存在于广义相对论所定义几何空间之中吗?

1. 笔者不知: 能否将 Weinberg 此处关于“几何语言”的陈述对 20 世纪“物理学几何化”思潮已经构成一种大概意义上的“否定”或者可以起码视为一种“置疑”呢?
2. 此处提及的“仿射联络、曲率张量”真的能“自然”存在于以等效原理为基础的引力理论中吗?

16.1.2 Weinberg 著述中的“历史介绍”

对于同样必须以“约定论”为存在基础的现代微分几何,成为“广义相对论”必须使用的一种纯粹“工具”意义上的数学语言。在 Weinberg 的著述中,著者以相当大的篇幅对引力理论进行了一种历史性的回顾。应该说,正是这样一种历史性的回顾,对于认识整个“广义相对论”蕴涵的荒谬性具有重大启示意义。而且,也正如笔者一再声言的那样,Einstein 的问题并不仅

仅属于不属于严格逻辑思维的 Einstein, 而属于那个时代的科学世界, 渊源于在 Newton 开创现代自然科学体系之始在重大基元理念上就存在的认识困惑。

物理学并不是一个已经完成的逻辑体系。相反, 它每时每刻都存在着一些观念上的巨大混乱, 有些观念就像民间史诗那样, 从往昔英雄时代流传下来; 而另一些则是像空想小说那样, 从我们对于将来会有伟大的综合理论的向往中产生出来。为了从这混乱中理出一个头绪, 一本物理书籍的作者可以采用下列两种方式之一来组织材料: 一种是摘引物理学史; 另一种是遵循他自己对物理定律的最终逻辑结构的最佳推测。这两种方法都是有价值的; 要紧的是不要将物理学误认为历史, 也不要将历史误为物理学。

本书叙述引力理论, 是根据它作为物理学一个分支的内在逻辑(按我的认识), 而不是根据他的历史发展。确实有这样一个历史事实, 当 Albert Einstein 创立广义相对论的时候, 他手边有一种现成的数学形式——Riemann 几何, 他能够全盘接受过来, 事实上他的确全盘接受了。然而, 这一历史事实并不意味着广义相对论的精髓就必定是把 Riemann 几何应用于物理空-时。依我看来, 把广义相对论首先看成引力的理论要有益得多。至于这一理论与几何学的联系, 则在于引力的一些独特的经验性质, 继 Einstein 的引力与惯性之间的等效原理所概括的一些性质。因为这个理由, 我在全书中总是推迟介绍诸如度规、曲率等几何概念, 直到物理考虑要用到它们的时候才予以介绍。这样一来, 本书各章节的顺序就与历史的顺序很不相同。

尽管如此, 我们不能让物理学“陷入被遗忘的深渊”, 因而在这第一章里, 就简单回顾一下广义相对论的三大前提——非欧几何、Newton 引力理论和相对性原理。我们在这里只概括它们在 1916 年以前的历史, 因为到了 1916 年, 爱因斯坦已将这三者结合在广义相对论之中了。

以下进一步给出 Weinberg 就他所说的三个命题所进行的历史性回顾, 并相应给出简单评述。至于相关评述所需要的数学支撑, 将在后续论述中给出。

16.1.2.1 非欧几何的历史

这仅仅是非欧几何发展的开始。我们看到, 为了发现 Gauss, Bolyai 和 Lobachevski 几何, 就必须抛弃曲面只能用它在通常 3 维空间的嵌入描述的观念。那么, 我们怎样才能对弯曲空间加以描述和分类呢? 为此, 我们必须追溯到 1827 年, 那时 Gauss 出版了他的《关于曲

自然科学研究中, 诚实地承认“巨大混乱”的存在远比掩盖矛盾更具意义。并且, 需要将这些真实存在的认识紊乱进行一种历史性的“溯源”分析。

在 Bohr 称为需要“足够疯狂”的 20 世纪面对太多“新鲜”事实时, Einstein 享受着其他人为其定做的数学工具。但是, 正如他从来没有真正读懂 Minkowski 的伪空间, 也无力认识数学家为他构造的几何对他所认同“实体论”的曲解。

如何认识此处所说的三大前提自然成为重新认识广义相对论的基础。

1. 弯曲空间真的能独立于其嵌入的平直空间? Gauss 曲面几何第二基本形式的独立性

面的一般研究》。Gauss 首先区分了曲面的内在性质(即生活在曲面中的小扁虫所体验到的几何)与它的外在性质(即它在较高维空间中的嵌入)两者不同,并且他认识到,曲面的内在性质才正是“最值得几何学家去努力探讨的”。

Gauss 也认识到任一曲面的基本的内在性质是度规函数 $d(x, X)$, 它决定 x 和 X 在曲面上沿着它们之间的最短路径的距离。例如, 圆锥或圆柱具有与平面相同的局部内在性质, 因为平面可以卷成圆锥或圆柱而不致伸缩或撕裂(也就是不只是度规关系产生畸变), 另一方面, 所有的制图者都知道, 球面不可能展为平面而不产生畸变, 因而它的局部内在性质与平面不同。

如果曲面是非 Euclid 的, 那么用满足 Pythagoras 定律(即“勾股定律”)的 Euclid 的坐标系 (ξ_1, ξ_2) 就不能覆盖它的任何“有限部分”。假定我们采用另一种能够覆盖空间的坐标系 (x_1, x_2) , 并且寻求在这种坐标系中 Gauss 假设取何种形式, 容易计算出 (x_1, x_2) 与 $(x_1 + dx_1, x_2 + dx_2)$ 两点之间的距离由下式给出:

$ds^2 = g_{11}(x_1, x_2)dx_1^2 + 2g_{12}(x_1, x_2)dx_1dx_2 + g_{22}(x_1, x_2)dx_2^2$

式中

$$\begin{aligned} g_{11} &= \left(\frac{\partial \xi_1}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial \xi_2}{\partial x_1}\right)^2 \\ g_{12} &= \left(\frac{\partial \xi_1}{\partial x_1}\right)\left(\frac{\partial \xi_1}{\partial x_2}\right) + \left(\frac{\partial \xi_2}{\partial x_1}\right)\left(\frac{\partial \xi_2}{\partial x_2}\right) \\ g_{22} &= \left(\frac{\partial \xi_1}{\partial x_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial \xi_2}{\partial x_2}\right)^2 \end{aligned}$$

ds^2 的这种形式是量度空间的标志。

度规函数 g_{ij} 决定了度规空间的所有内在性质, 但度规函数也取决于我们如何选择坐标网格。然而我们怎么才能由考察空间的度规函数而得知它的内在性质呢? 我们所需要的是 g_{ij} 及其导数的某个函数, 它只依赖于空间的内在性质, 而不像 g_{ij} 那样还依赖于描述空间所选取的特定坐标系。

Gauss 发现了这个函数, 并且发现它在本质上是唯一的, 这就是所谓的 Gauss 曲率。数学家得到这些结果后, 不多久便开始转向描述 3 维或多维弯曲空间的内在性质问题。

恰恰形成逻辑否定。

2. 曲面的内蕴特征相对简单, 曲面的空间结构远为丰富。

如果离开“曲面”的前提存在, 根本不存在讨论“最短路径”的概念基础, 两点间的连线被赋予“唯一”意义。

1. 对于著者特地注明的“有限部分”, 是否因为引入度规张量就允许在任意两点之间定义距离呢? 答案是否定的。曲面上两点距离的“不确定性”同样属于特定几何体的内蕴性质, 相应出现“测地线”这样的命题, 并不因为人为引入度规张量而改变几何体自身的内蕴特征。

2. 在将度规视为量度空间标志的时候, 确定的“量度”及“量度空间”是逻辑前提^①。

且不论 Weinberg 的陈述没有准确反映希望表现的内容, 依赖于曲面内蕴特征的 Gauss 曲率的确被数学家用以证明曲面内蕴特征的独立性。但勿忘: Gauss 曲率不能完整反映曲面弯曲状况。

^① 注意与本小节后面所作的简单评述进行对比。

把 Gauss 的工作推广到 2 维以上很不容易,因为这些空间的内在性质不是单独一个曲率函数 K 所能描述的。这个问题在 1854 年由 Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826 ~ 1866) 完全解决。他在 Göttingen 大学的就职讲演“论作为几何基础的假设”提出了我们现在所说的 Riemann 几何。随后,由 Christoffel, Ricci, Levi-Civita, Beltrami 和其他人所做的工作把 Riemann 观点发展成完美的数学结构,这在本书关于张量分析和曲率的各章中将予以描述。不过,直到 Einstein 才看出物理学可以利用非欧几何。

问题首先在于:将 2 维曲面从其得以存在的 3 维空间完全割裂开来的逻辑前提并不准确。在不当前提下进行推理当然没有任何意义。

在援引 Weinberg 关于“非欧几何历史”的相关叙述以及相应做出简单评述以后,值得提醒读者始终注意,正如本书最末一章关于“数学基础深刻蕴涵的逻辑不相容危机”相关分析所指出的那样:对于主要由西方科学世界所构造的整个现代自然科学体系而言,之所以会出现无视“数学基础”一系列逻辑悖论的存在,允许 Einstein 借助“时空革命”篡改“科学语言语意”为本质内涵的自欺式方式,公然将科学陈述建立在所谓“矛盾事实”之上,乃至最终只能出现“将数学严谨性称之为自欺欺人”这样的严重反常,从“数学思维”考虑,其根本原因在于混淆了某物理实在“拥有”某种特征与某形式特征只能“从属”于特定物理实在的这样两种完全不同的逻辑关联;而从自然科学的基本“哲学理念”分析,则渊源于 20 世纪科学世界关于“实体论”和“约定论”之间的重大争论,或者更早于 4 个世纪前,在 Leibniz 与 Newton 关于如何对待“几何空间”这个最基本概念的认识上,一种“客体论”认识和类似于“第一性原理”的“唯心论”之间的原则性争论,至今没有得到解决的缘故。

从逻辑关系考虑,任何一种特定的属性只能逻辑地隶属于某一个特定的理想化物质对象。如果拥有这个特定属性的理想化“客体”不能作为逻辑前提存在,那么,又何以谈得上特定属性的存在呢?

事实上,量度的逻辑前提必须是具有“可量度”性质的“客观量”的前提存在。反过来,也正因为这些“客观量”自身的前提存在以及拥有独立于人们意志的独立性,才可能在不同人为选择的坐标系以及坐标变换过程中显示出现代科学世界形而上学强调的“不变性”意义。在“不变性”形式特征与拥有这种特征的“客体”之间孰先孰后的认识上出现了根本的逻辑倒置。那个形式上存在的“量度张量”必须以具有“确定量度”的矢量空间作为该“形式量”得以存在的逻辑前提。因此,在他“模仿”向量空间量度张量,创造性地构造了另一种“量度”结构时,尽管他同时十分诚实地声言这个空间只能称为“伪”空间,他完全没有想到:这个“伪”空间已经对具有确定“量度”的几何空间构成了逻辑否定,当然,仅仅属于量度空间的“伪”量度也不可能存在。从而使得这个纯粹杜撰的“伪”空间充满逻辑悖论。

当然,从思维方法考虑,对于一个长于实践,同时又特别喜于和善于将某些源于物质世界本身的局部性真理“总结”为“普适真理”体系的西方科学世界而言,他们往往以“分析”或者“无穷剖分”见长,但是在这种“剖分”中却往往忽视了事物本身的“整体性”特征,不懂得不同局部性特征本质地处于“彼此关联、互为依存”之中。正是思维习惯中的这样一种根深蒂固的“简单化”和“简单形而上学”的倾向,使得西方科学世界在面对诸如“双旋度 Poisson 方程”长时间无法求解等数学问题,怎样看待“惯性系”的唯心论定义,如何认识“湍流”,乃至“电磁场理论”涉

及的不同物理实在的逻辑关联方面实际上处于一种纯粹的“无能”状态。最终只能出现这样一种令人啼笑皆非的戏剧性场面:一方面公然承认矛盾的存在、否定自然科学陈述必需的逻辑自洽性,另一方面却又期待某些简单的数学表述能够无所不包地描述整个物质世界,而且还不允许对这些充满矛盾的陈述系统进行批判。试问,如果数学自身都否定了逻辑,又何以谈得上数学的存在呢?

无可否认,在 Gauss 最初对几何曲面的研究中对曲面两类不同的几何特征曾经做出一种有意义的划分,即表现曲面“内蕴”特征的第一基本形式以及表现曲面在其所嵌入空间之中的“外部”特征。可以相信,这样一种划分对于清晰地认识曲面的不同几何特征具有明显的启示意义。但是,这样两种不同的特征不可绝然分割,它们“彼此关联和互为补充”地对曲面的全部特征做出了“完整”的描述。事实上,正如建立在“实体论”上的“古典微分几何”已经明确实际表明的那样,曲面在空间域中的“外部”特征并不能为第一基本形式所描述,而且即使对于曲面的“内蕴”特征而言,它也不具有真正的“独立”意义。因为对于不同曲面上的度规张量,仍然具有不同的具体数学特征,而这些不同的个性特征仍然本质地依赖曲面在其所嵌入几何空间中的弯曲状况。

将一个彼此逻辑关联的整体做出一种“强行”分割,然后再把某一个“局部性”特征做不讲究“逻辑严谨性”的“无穷”推理,最终只能陷入重重矛盾之中,尽管这样一种不讲究逻辑严谨性的“逻辑推理”必然变得十分容易,也必然获得奉行“实用主义”研究者的热忱欢迎。尽管现代微分几何的“整体性”分析试图弥补“局部分析”中明显存在的不足,但是如果逻辑前提不当,后续分析不仅人为地变得复杂,而且这些复杂的形式表述只能掩盖矛盾的前提性存在。人们必须诚实地对待逻辑前提中可能存在的任何矛盾,在任何不具可靠性基础之上进行的逻辑推理不可能成为真正意义上的逻辑推理。因此,不能不对目前几乎完全控制着现代自然科学研究的西方科学世界提出忠告:相信你们之中的绝大多数人都具有一种真正意义上的科学真诚,因此,他们必须放弃那种已经习以为常的自尊,需要对已经根深蒂固意义上的“绝对化”和“简单化”的“形而上学”思维方式进行彻底反思,重新接受自然科学必须遵循的“逻辑自洽性”或者“无矛盾”基本原则。

当然,在本章的后续讨论中,将进一步指出现代张量分析以及微分几何中存在的一系列前提性认识不当和错误。而且,人们还需要始终记住:根据现代主流科学社会也不敢予以否定的“证伪”学说,仅仅任何一次“证伪”对于某一个命题都被赋予了完全的否定性意义。

16.1.2.2 引力理论的历史

作为人们通常所述构造“广义相对论”的另一个基础理论体系,则是 Newton 的经典引力理论。因此,仍然需要保持一种足够耐心,重新回顾这个为人们熟悉的经典理论体系,并且考察现代科学世界又是如何将 Newton 的经典陈述系统展现给人们的。

在《自然哲学的数学原理》一书结尾,Isaac Newton (1642~1727)把引力描述为作用在太阳与行星上的一种力,它“按其所包含的物质数量,向各方向传播到无限远,并总与距离的平方成反比地减小”Newton 定律有两个部分,它们是以不同的方式发现的,

不同质量间的引力何以必须定义为“时间域和空间域”的“传播”过程呢?即使引力不能视为“超距”作用,但这种物理真实超越了引力论的有

并且在从 Newton 到 Einstein 的力学发展中起了不同的作用。

发现落体的速率与质量无关的当然是 Galileo (1564~1642), 它的工具是一块使落体缓慢下落的斜面, 一个测量降落时间的滴漏。为了避免滚动摩擦, 还用过摆。这些观测后来由 Christiaan Huygens (1629~1695) 加以改进。于是 Newton 就可应用它的第二定律得出结论, 引力正比于它所作用的物体的质量; 然后由第三定律得出, 此力也正比于引力源的质量。

Newton 十分明白, 这些结论可能只是近似的正确; 而且他的第二定律中出现的“惯性质量”可能并不精确地等同于引力定律中出现的“引力质量”。若是这种情形, 我们就得将牛顿第二定律写为

$$F = m_i a$$

而把引力定律写为

$$F = m_g g$$

式中 g 是依赖于位置和其他质量的场。在一给定的加速度就是

$$a = \left(\frac{m_g}{m_i} \right) g$$

对于比值 $\left(\frac{m_g}{m_i} \right)$ 不同的物体, 它就会有不同的值。

Einstein 对于观测到的引力质量与惯性质量相等印象很深。正如我们将看到的, 这成了把他引向等效原理的路标。等效原理对于可能存在的任何非引力的力也加了严格的限制。例如, 一种新型静电力(其中核子数起着电荷作用)必然要比引力弱得多。近几年来, 在 Princeton, 由 R. H. Dicke 领导的小组改进了 Eotvos 的方法, 利用太阳的引力场, 与地球朝向太阳的加速度(而不用地球的自转)产生杆臂上的转矩。优点是太阳的方向与臂杆之间的夹角以 24 小时为周期而变化, 因此 Dicke 就可以从数据中滤出任何非周日频率的噪声。他用这种方法总结出: “铝和金朝太阳降落的加速度是相同的, 其差值小于 10^{-11} ”, 也证明了(但准确度小得多)种子降落的加速度与普通物质相同, 以及铜中的电子受的引力与自由电子所受的引力相同。

我们现在转向 Newton 引力定律第二部分, 它说引力与距离平方成反比地减小。这个观念并不完全是由 Newton 创始的。Johannes Scotus Erigena (约 810~约 877 年)已经猜测过物体的轻重随着与地球的距离而变化。这个理论被 Bath 的 Adelard(12 世纪)所接受, 他认为落到很深的井里的石头不能掉得比地球中心

限论域。

1. 《McGraw-Hill 物理百科全书》明确指出, Newton 力学定律实际上是“力”的定义, 否则 Newton 力学在逻辑上是矛盾的;
2. 人类不能说出比大自然本身更多的东西, Newton 第二定律以及引力定律本质上仍然只是经验事实的表述。因此, 这两个经验定律不能被视为定义“质量”的前提;
3. 相反, 仅对被赋予“质量”的理想化物质对象, 才能在其上定义力及使用引力公式;
4. 其实, 对于处于相互作用中的“质点系”, 经典的万有引力几乎成为“平权性”表述的逻辑必然^[3]。

事实上, Einstein 从来没有形成理性意识, 认识到 Newton 公式视为力学定律在逻辑上存在的矛盾。当然, 他也完全不可能懂得经典力学中“质量”作为理想化物质对象必需的前提性意义。这样, 作为“空言”陈述的“等效原理”只能将认识进一步引向紊乱。

再次指出:

对于“彼此等价、并且处于相互作用”之中的“物质集合”而言, 为了满足不同“组元”之间必须满足的“平权性”特征, 对于人们熟悉的“平方反

更远。(附带说一句,也把 Adelard Eucliol 的著作从阿拉伯文译成拉丁文,使它能流传于中世纪的欧洲。)关于平方反比律的第一个建议可能是 1640 年前后由 Ismael Bullialdas (1605~1694 年)做出的。然而,肯定是牛顿在 1665 年或 1666 年首先从观测数据中推导了平方反比定律。他知道月球每秒向地球降落 0.0045 英尺的距离,而月球离地球中心的距离是地球半径的 60 倍。因此,如果引力服从平方反比律,那么在林肯郡(Lincolnshire,离地球中心的距离是一个地球半径)掉下来的苹果第一秒钟要降落的距离为 0.0045 英尺的 3600 倍,即大约 16 英尺,这与预测量值完全一致。但是,Newton 在二十年中没有发表这个计算,因为他不知道怎样论证把地球的全部质量看作集中在地心这一处理是正确的。同时,皇家学会的某些会员,包括 Edmund Halley (1656~1742), Christopher Wren (1632~1723)和 Robert Hooke (1635~1703)都逐渐知道了,如果行星的轨道是圆形,则 Kepler 第三定律就包含这里的平方反比律。也就是说,如果周期的平方 $\frac{r^2}{v^2}$ 正比于半径的立方 r^3 ,则向心加速度 $\frac{v^2}{r}$ 就与 $\frac{1}{r^2}$ 成正比例。但是,行星的运动实际上是沿着椭圆而不是圆,而当时没有懂得如何计算它们的向心加速度。在 Halley 的鼓励下,1684 年 Newton 证明了,行星在具有平方反比律的力作用下的运动确实服从 Johannes Kepler (1571~1630)的三个经验定律。也就是说,它们沿着椭圆轨道运动,太阳位于椭圆的一个焦点;它们在相等时间内扫过相等的面积;它们的周期的平方与其长轴的立方成正比。最后在 1685 年,Newton 完成了他从 1665 年开始的关于月球运动的计算。这些惊人的成就在 1686 年 7 月 5 日发表,书名为《自然哲学的数学原理》。

在往后的几百年内,Newton 的引力定律对于阐明月球与行星的运动方面取得了一系列辉煌的成功。天王星轨道的若干不规则型一直得不到解释,直到 1846 年,英国的 John Couch Adams (1819~1892)和法国的 Urbain Jean Joseph LeVerrier (1811~1877)利用这种不规则型各自独立地预言了海王星的存在,并计算出了它的位置。以后几乎立刻就发现了海王星,这也许是 Newton 理论最卓越的验证。月球和 Encke 彗星(以及稍后的 Halley 彗星)的运动还显出对牛顿理论有所偏离,但当时已经清楚,可能有非引力的力在起作用。

还留下一个问题。在预言海王星前一年,LeVerrier 算出水星近日点的实际进动,比按照牛顿理论从其他行星的已知摄动中预

比律”,几乎成为一种这种“平权性”特征的逻辑必然。

正因为此,“平方反比律”广泛和自然地出现在理论物理的“不同”学科之中。不仅“引力”理论和“静电场”分析直接为这种数学形式所描述,而且,“静磁场”理论也与这种形式表述大致保持一致,只不过相关数学表述更为复杂而已。

然而,对于为构建现代自然科学体系做出巨大历史贡献的科学先行者,他们认识和最终接受“平方反比律”这样一种自然的数学表述则经历了一个漫长的试探过程。

但是,保留这样一段历史真实的目的仍然在于揭示这样一个基本事实:平方反比律并非决定于某一个智者的创造,而在于描述“自存”物质世界时必须满足的“客观性”和“平权性”基本原则。

显然,此处的陈述同样属于“现代引力论”为人们熟知的

期的值每百年快 $35''$ 。这个差异在 1882 年由 Simon Newcomb (1835~1909 年) 所证实, 他得出水星近日点多余的进动值为每百年 $43''$ 。Leverrier 设想这个余额可能是由于水星与太阳之间存在一群小行星, 但是经过仔细地搜寻, 一个也没有发现。于是 Newcomb 提出, 或许是由于在太阳系黄道面上引起可见的暗弱“黄道光”的某种物质, 也会引起了水星近日点的剩余进动。不过它的计算表明, 为解释水星进动所需要的物质总量, 如果它位于黄道平面上, 就会产生水星与进行轨道平面的旋转(也就是说, 交点的进动), 与实际观测不符。因为这个理由, 使 Newcomb 在 1895 年“放弃这些不满意的探索, 而宁愿暂时假定太阳的引力并不严格地遵守平方反比律”。

可惜这未成定论。1896 年, H. H. Seeliger 精心构造了一个由位于接近太阳的黄道面上的物质造成黄道面的模型, 它可以解释水星进动近日点的剩余进动, 而且并不破坏内行星轨道平面的旋转在理论上和经验上的一致。今天我们知道这个模型是完全错了。并不存在足够的行星际物质可以解释观测到的水星的剩余进动。然而 Seeliger 假设连同牛顿理论在其他方面的不断成功, 使 Newcomb 在 1911 年相信不必改变引力定律。

我不知道 Einstein 在创立广义相对论时, 是否因水星近日点进动的问题受到很大的影响。但是, 毫无疑问, 它的理论的第一个证据就是精确地预言了水星近日点每百年 $43''$ 的剩余进动。

习惯陈述。但是, 甚至在 Einstein 本人在对其一生做出小结的《自述》中明确而诚实地指出现代自然科学体系实际上不存在“外部证实”的情况下, 我们的物理学家何以敢说出“精确地预言”这样的话呢?

即使姑且不论“广义相对论”中大量存在的逻辑悖论, 但是人所共知: 在“广义相对论”中, 存在许许多多不同的“猜测性”表述, 这样的精确预言如何存在的呢?

实际上, 除了不断构造概念以及虚幻的时空结构以外, 人们至今不知道“现代引力论”到底研究怎样的物理实在。

研究现代自然科学发展历程的历史学家指出, 由于 Newton 首先将“经验事实”引入自然科学研究之中, 从而对 Descartes 的“先验哲学”构成了一次革命。但是, Newton 的革命远不彻底。尽管 Newton 相信科学陈述源于经验事实, 但是, Newton 没有真正搞明白, 一旦将这些源于经验事实的陈述自觉或者不自觉地界定为“基本原理”, 甚至被视为特别为现代科学世界乐于称道的“第一性原理”, 那么, 这些妄图主宰物质世界的形形色色“第一性原理”只能使得科学重又本质地陷入“神学”之中。因此, 现代自然科学如果希望摆脱矛盾的困扰, 必须首先摆脱自然科学研究中根深蒂固的“神学”意识, 首先考虑“逻辑前提、存在条件、有限论域”以及那个被研究的“物质对象到底是什么或者怎样予以理想化定义”的基本问题。

16.1.2.3 相对性原理的历史

尽管“相对性原理”的提出实际上是 20 世纪初叶的事情, 并且自从这个自然科学陈述中必须普遍遵循的“普适性原理”以两种“彼此矛盾”的方式被 Poincare 首先提出以后, 几乎没有人怀疑过它的真实性。其实, 这个原理的出现仍然具有深厚的历史渊源, 它根本归结为自 Newton 开始就没有能够完成的“如何对确定物质对象的运动学状态做出具有确定性意义描述”的根本问题。

此处值得感谢 Weinberg, 在这个涉及自然科学最根本理念的认识上, 他的著述告诉笔者(或许也包括许多人)都不知晓的重大历史事实: 作为通过“形式语言”而建立“微积分”体系的

真正创始人, Leibniz 曾经断然拒绝 Newton 所提出关于“绝对空间”的概念。Leibniz 指出: “与物质客体相分离的任何空间概念都没有哲学上的必要”。Leibniz 的断言闪耀着朴素唯物论和朴素辩证法的光辉, 不仅仅确立了将任何一个科学陈述建立在特定物质对象上的基本认识前提, 而且相应为科学陈述构造不可缺省的有限论域。这样的思维理念, 与 Newton 从经验事实出发构造一般性“普适真理”的思想导向完全格格不入。Leibniz 能够在 4 个世纪以前就提出这样的思想极其难能可贵。当然, 对于总特别期望将关于“局部性”经验事实的陈述拔高为“绝对真理”的西方科学世界, 是绝对不愿意认真理会 Leibniz 这个具有深刻思想内涵的论断的。

Newton 力学定义了一类参考系, 叫作惯性系, 其中自然规律采取《自然哲学的数学原理》一书所给出的形式。例如, 引力相互作用的质点系的运动方程是:

$$m_N \frac{d^2 \mathbf{x}_N}{dt^2} = G \sum_M \frac{m_N m_M (\mathbf{x}_M - \mathbf{x}_N)}{|\mathbf{x}_M - \mathbf{x}_N|^3}$$

式中 m_N 是第 N 个质点的质量, $\mathbf{x}_N$ 是它在时刻 t 的 Descartes 坐标。不难验证, 若以一组新的空时坐标

$$\begin{aligned} \mathbf{x}' &= \mathbf{R}\mathbf{x} + \mathbf{v}t + \mathbf{d} \\ t' &= t + \tau \end{aligned}$$

来表达, 这些方程将具有同样的形式, 式中 $\mathbf{v}$, $\mathbf{d}$ 和 τ 是任意实常量, $\mathbf{R}$ 是任意实正交矩阵。(若 O 与 O' 分别表示不带撇和带撇的坐标系, 于是 O 看到 O' 坐标轴被 $\mathbf{R}$ 旋转, 并以速度 $\mathbf{v}$ 运动, 且当 $t=0$ 时为 $\mathbf{d}$ 所代替。而且 O' 看到 O 钟比自己的钟落后一段时间 τ 。)变换 (1.3.2) 形成 10 个参数的群 ($\mathbf{R}$ 有三个 Euler 角, 加上 $\mathbf{v}$ 和 $\mathbf{d}$ 各有三个分量, 再加一个 τ), 现在叫作 Galileo 群, 而运动定律在这种变换下的不变性叫作 Galileo 不变性, 或者 Galileo 相对性原理。

使得 Newton 对这一点印象极深的原因是这样一事实, 即还有许许多多的变换不能使运动方程不变。例如, 如果变换到加速坐标系或旋转坐标系中, 也就是如果我们令 $\mathbf{v}$ 或 $\mathbf{R}$ 依赖于 t , 那么 (1.3.1) 就不能保持它的形式。只有在一种特定的坐标系称为惯性系中, 运动方程才可以保持它的通常形式。那么, 是什么性质确定哪些参考系是惯性系呢? 牛顿回答说, 一定存在一个绝对空间, 而惯性系就是在绝对空间中静止, 或相对于绝对空间作匀速直线运动的那些参考系。用他的话来说:

“绝对空间, 就其本性以及与任何外在事物的关系而言, 总是保持统一和不动的。相对空间是绝对空间的可动部分或量度, 我们的感官通过相对于别的物体的位置而决定它, 并且通常把它当

1. 现代科学世界回避了“到底什么是惯性系”, 以及由于“无穷多惯性系”的存在使得一切与运动学状态相关的物理学陈述不具意义等最基本的前提性问题;

2. 同时, 还混淆了“坐标系”和“参照系”两个完全不同的概念;

3. 即使可以将该变换视为数学上的封闭群, 但它不是纯粹的数学概念, 只是作用于物体上“力”独立于物体运动速度这个“单称性”物理陈述的简单推论。

显然, 对 Einstein 时空观的批判绝对不是简单返回 Newton 的“绝对空间”和“相对空间”理念之中。

除了“惯性系”概念的虚妄, 与《McGraw-Hill 物理百科全书》指出 Newton 力学的逻辑不当一致, Newton 的根本问题在于: 没有意识到“运动、力”的客观性及如何“恰当、完备”表现这种客观性的问题。相反, 将与物质客体没有任何关联的观察者不恰

作绝对空间看待。”

Newton 关于绝对空间的概念,曾被他的劲敌 Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646~1716)所拒绝。Leibniz 争辩说,与物质客体相分离的任何空间概念没有哲学上的必要。在 Leibniz 和 Newton 的支持者 Samuel Clarke (1675~1729) 之间曾有著名的一系列通信(1715~1716)讨论这个问题。哲学家们继续辩论,Leonhard Euler (1707~1783)与 Immanuel Kant (1724~1804)维护 Newton 的立场,而 Bisshop George Berkeley (1685~1753)在他的《人类知识原理》(1710)与《分析家》(1734)两书中却加以攻击。当然,这些高贵的形而上学家没有一个能引入关于怎样发展动力学理论以代替 Newton 理论的任何观念。

当地引入了关于“物质客体”的描述,使得现代自然科学体系建立之初就处于前提性认识矛盾之中。

对于 Newton 绝对空间的第一次建设性批评是 1880 年由奥地利哲学家 Ernst Mach (1836~1916)发动的。……他认为“地球与其他天体的质量”对于决定惯性系有若干影响的假说称为 Mach 原理。

看来我们面临着不可回避的选择:或是承认存在着 Newton 绝对空间,它定义了惯性系,并且对于典型星系恰好是静止的;或是我们必须相信 Mach 的主张,即惯性归因于同宇宙平均质量的相互作用。

Mach 批判的核心在于如何定义“惯性系”的问题^[4]。当然,Mach 的“思维经济论”同属于“简单唯心主义”的范畴,他的批判最终仍然陷入逻辑不相容之中。

1864 年由 James Claerk Maxwell (1831~1879)所提出的电动力学理论显然不满足 Galileo 相对性原理。例如 Maxwell 方程预言,真空中的光速是一个普适常数 c ,但如果他在一个坐标系 (x^i, t) 中是正确的,那么它在由 Galileo 变换所定义的“运动”坐标系 (x'^i, t') 中将是错误的。Maxwell 本人设想电磁波由媒质(光学以太)运载着,所以它的方程只成立于一种限定的 Galileo 惯性系,也就是相对于以太静止的坐标系中。

Galileo 协变性原理只是 Newton 力学定律的自然推论,不具“普适”意义。物体运动速度的不确定性,使整个经典电动力学处于“不确定”中,但是科学世界却回避这更为致命的问题。

如果说 Weinberg 为他的读者很好地回顾了相关历史,特别是在他告诉人们一个鲜为人知,发生于 Newton 和 Leibniz 之间关于“绝对空间”的重大争论以后,马上又坦率地展现了另一个极其重要基本事实:“当然,这些高贵的形而上学家没有一个能够引入关于怎样发展动力学理论以代替 Newton 理论的任何观念。”那么,作为自然科学研究后继者的整个现代科学世界,难道不正需要努力完成现代自然科学研究先行者们至今没有真正完成的历史使命吗?

事实上,经典 Newton 力学的数学形式相对简单,因此,基本哲学理念中存在的前提性认识不当往往容易被一些不恰当的概念所掩盖。但是,经典电磁场理论涉及的数学形式要复杂得多,相关的数学基础问题并没有真正解决。这样,归根结底还是首先需要解决那个同样曾经被视为“第一性原理”的经典电磁场理论中隐含的太多物理理念和数学推导中存在的不足、不当和错误的问题,需要重新建立一个在数学上可以求解的电磁场理论体系。

16.2 经典“天体力学”局限性的重新认识

因为没有认识到“广义相对论”几乎到处存在的逻辑悖论,当然,根缘于整个现代自然科学体系在基元理念上存在的大量认识困惑,现代主流科学社会提出基于 Newton 引力理论而建立的“经典天体力学”面对着许多难以克服的困难,并且,“现代天体力学”的出现正是为了解决经典理论体系中这些不足的逻辑必然。

根据一般著述的介绍,现代科学世界所说经典天体力学的不足主要包括:“惯性质量和引力质量”、“超距作用”以及所谓“Neumann-Zeeligier 佯谬”这样三方面的问题。但是,这些已经被现代科学世界视为定论的习惯性认识是否真的恰当呢?这些成为本节讨论的主要内容。

16.2.1 “惯性质量和引力质量”的等价性质疑

现代科学世界存在这样一种习惯性认识:已经为许许多多经验事实证明了的“惯性质量和引力质量”之间的等价性,成为 Einstein 作为其构造“广义相对论”基础的“等效原理”的合法依据。事实上,对于 Newton 力学中“惯性质量和引力质量是否等价”问题的研究,或许可以认为随着 Newton 力学的诞生之初就开始了,并且这样的研究一直持续到 20 世纪末。

但是,令人完全不可思议的是:如果说 Michelson-Morley 实验使得 19 世纪末至 20 世纪初的整个科学世界陷入一种空前的认识困惑的时候,却从来没有人认真考虑过这个为 Maxwell 提出的“实验性命题”自身是否恰当的问题,当然,也从来没有人想到在这个曾经被称为“十分完美”的经典陈述系统,会在其诞生一个半世纪后被断言它存在“数学上根本不可能求解”的问题。事实上,本书关于电磁场理论体系的论述已经充分说明,无论在基本物理理念的理解还是在相关形式表述的数学推导过程中,这个经典陈述系统都存在太多不足、不当乃至根本错误。当然,“测量以太相对于地球运动速度”的实验性命题,正是 Maxwell 在一系列不当认识基础上所构造的一个完全错误的实验性命题。

那么,为什么从 Newton 力学诞生之始就出现“惯性质量”和“引力质量”两个不同的物理概念,以至于人们不得不面对这两个概念是否等价的命题呢?

其实,答案很简单。首先,对于如下定义,作用于某一个“物质质点”上的 Newton 力学定律

$$f(x) = ma \quad x \in \text{Inertial system} \quad (16.2.1)$$

因为这个源于经验事实的形式表述需要成为一种与特定物质对象完全无关的“普适性”真理陈述,所以它几乎只能独立于 Leibniz 强调的“物质客体”,而被 Newton 限定在那个至今无法定义或者只能依赖“循环定义”而存在完全虚幻的“惯性系”之中^①。

与此同时,本质上仍然源于相关“经验事实”,关于一个位于 x 处,质量为 m 的质点在受到质量为 $\{m_i\}$ 以及相应处于 $\{x_i\}$ 处的质点系作用时,用以表现这种作用力(被称之为 Newton 万有引力定律)的定律为

$$f(x) = -G \frac{mm_i}{|x - x_i|} (x - x_i) \quad (16.2.2)$$

^① 或许值得再次援引西方科学世界对“循环定义(Circular definition)”做出的定义:如果定义项必须诉诸于被定义项定义则称之为循环定义。当然,包括“惯性系”在内的所有“循环定义”都属于无效定义。

当然,它同样被视为一种“普适性”真理性表述。

正因为此,原则上人们绝对不可能讨论这些形式表述得以存在的“逻辑前提、有限论域以及有限真实性”这样一些在自然科学陈述中必须予以认真考虑的前提性问题。并且,也只是因为 Newton 最初提出的两个形式表述被“习惯性”视为某种“无条件”存在的普适性真理或者现代科学世界特别乐于称道的“第一性原理”,那么,人们几乎自然会提出这样的思考:出现在两个不同形式表述中的质量是否等价的问题。于是,相应出现了惯性质量和引力质量这样两个不同的物理学概念。

但是,全部问题正源于经典力学中这样一些为人们熟知陈述存在的认识不当以及由此而引起的逻辑不当。事实上,除了《McGraw-Hill 物理百科全书》已经指出 Newton 公式被视为“基本定律”在逻辑上隐含的不当,只能代之一种源于经验事实关于“力”的形式定义而存在以外,甚至对于这个仅仅因为作为“理想化人为认定(隶属于自然科学的语言系统)”而被赋予了“普适”意义的定义,仍然必须以被赋予“质量”的“理想化质点”的前提存在而存在。并且,关于这个以“受力体”作为特定陈述对象的形式表述还只能逻辑地定义在“施力体”所张,被赋予特定“物质意义”的几何空间之中,即

$$f(x) = ma \quad (16.2.3)$$

$x \in A$ space extended from the body supplying the force

显然,仅仅在这个时候,才符合 Leibniz 所提“与物质客体相分离的任何空间概念都没有哲学上的必要”的基本论断。当然,在这种情况下,不仅仅解决了 Weinberg 所说的那些“高贵形而上学家们”至今没有能力“引入怎样发展动力学理论以代替 Newton 理论”的问题,而且,正如本书第一部分分析已经充分展示这个全新动力学理论完全避免了经典 Newton 力学由于“惯性系”缺乏定义而引起的许许多多逻辑不自洽问题。

因此,需要处理的并不是两个“经验公式”中的质量是否等价的问题,而是需要认识到这些形式表述所涉及的对象必须首先被赋予“质量”这样一种“相同”的理想化前提,否则这些形式表述自身也无法存在。并且,由此而重新检讨这两个经验公式“有限”真实性。对于“物质对象”首先做出的“理想化”的前提认定以及揭示“从属于”该理想化物质对象的某种属性,甚至借助这些特定属性对特定的“理想化”物质对象做出形式定义,尽管属于“同一问题”两个互为补充的不同方面,但是,两者之间在逻辑因果关系上处于完全不同的地位,不能将其混淆或者将逻辑上的“拥有”和“从属”视为等价关系。正是在这样一种基本逻辑关联的认识上,为西方人构建的现代自然科学体系长时间处于前提性的紊乱之中,在“物质、无形”电磁场中定义“力”以及以“质量和位移”为存在前提的“动量”这样一些充满逻辑紊乱的概念。因此,不仅仅 Newton 力学体系自身,而且对于包括 Maxwell 经典电磁场理论体系在内的整个现代自然科学体系,都不可避免地处于由于基元概念认识不当而产生的整体性认识紊乱之中。

值得指出:上面陈述中对“力”的定义提出了必须满足的“普适性”要求。但是,此处所说的“普适性”,完全不同于西方科学世界习惯称作的“第一性原理”所蕴涵的那种绝对真理性。它只是告诉人们:作为一种人为提出的“定义”,它必须在该定义的“有限论域”中保持有效。因此,正是“有限论域”的逻辑前提,保证了在这个“特定”论域中必须具有的“普适性”意义。当然,正由于“有限论域”的前提限制,这个被赋予了普适意义的科学陈述相应只能具有“有限”真实性。其实,所有的这一切都是西方科学世界极力奉行简单“形而上学”科学观所无法理性认识的“辩证法”,以及正依赖“辩证法”而得以严格存在的“形式逻辑”。

16.2.2 “超距作用”质疑

在现代科学世界叙述“广义相对论”时,相关著述往往这样指出:

“对于 Newton 引力场,被称为引力势的函数 ϕ 满足如下基本方程:

$$\nabla^2 \phi = 4\pi G\rho \quad (16.2.4)$$

因此,引力作用是一种超距作用。但是,即使在 Newton 时代,这一点也难以让人们接受。两个远距离之间物体的作用,必须通过某种介质——场的作用一点一点地传递过去。

引力场的情况类似于经典电磁场理论中的静电场。但是,静电场的解只是 Maxwell 方程解的一种特殊情况。当然,Newton 引力理论也一定是某一个完整理论体系的特殊情况。这个完整的理论体系就是广义相对论。”

关于经典引力理论不足的这一段陈述看似无可挑剔,其实,仍然显示西方思维根深蒂固的形而上学习惯。

首先,一般而言,“广义相对论”研究者几乎不知道 Maxwell 方程在数学上根本不能求解的基本事实。因此,他们只是出于对经典理论的一种信仰,提出“静电场”只是 Maxwell 方程一般解的“特殊”情况的推测。当然,不仅仅 Einstein 为 Maxwell 方程构造“协变性”表述无从谈起,而且,断言“静电场”理论只属于 Maxwell 理论体系中的一个特例,同样只属于“臆断”,没有任何实际价值。

其次,之所以往往会不自觉地将“静电场理论”视为某一个“大”理论体系中特例的判断,仍然渊源于西方科学世界在“忽视逻辑”的同时,却总期望能够构造出某一个“大一统”的理论体系,甚至像 Einstein 曾经宣扬的那样:能够从某一个“优良”的数学公式或者“原理”出发,仅仅借助“演绎逻辑”就可以推得超出“这些原理最初依据的实在的范围”的普遍结果。当然,Einstein 不可能懂得:如果逻辑推论一旦展现超越逻辑前提的结果,那么,它已经不成为逻辑推理或者不符合“演绎逻辑”了,相关推理过程必然存在错误。实际上,对于处于“恒定”位置之中的“静止电荷”以及处于运动之中的“动态电流”属于两种独立存在的不同物理实在,与相对应,在经典电磁场理论讨论的范畴内,它们所激发的电磁场同样“可以”并且“必须”被两个具有“独立”意义的形式系统所描述。而经典电磁场理论体系之中的“静电场”理论,正是对前者构成了一个“完备”的形式描述。但是,对于“动态电流”所激发的“动态”电磁场,在经典的电磁场理论中,仅仅对它的一个“最简单”分支,即“动态电流”仅仅处于“时间域中的恒定不变”简单特例做了描述,而关于“动态电流”激发“动态电磁场”的一般问题,不仅仅没有被主要由西方科学世界构造的现代自然科学体系所解决,甚至没有意识到这个“重大科学命题”的真实存在。当然,之所以出现这种严重的认识反常,除了与其相关的数学基础没有真正得到解决的因素以外,还因为近代西方科学世界急功近利,往往不愿意对某些即使具有真实价值的研究成果自觉做出一种“限制”,相反,总喜欢作完全“无视逻辑严谨性”的任意“外延”,以至于对于作为传播电磁扰动物质载体的“电磁场”以及作为电磁场中电磁扰动传播的“电磁波”这样两个显然不同的命题,至今的西方科学世界甚至没有想到需要做出具有明确意义的区分。当然,也正因为此,对于“框架拖曳”这样一种平凡的物理现象,美国宇航局以及诸如 Nature 杂志这样一些所谓的“权威”机构才会以为如获至宝,成为验证“广义相对论”的直接证据。特别在人们熟知诚实的 Einstein 一再指出“经验证实”不具决定意义,以及由于形式系统自身概念的不确定性以至于“外部证实”本质上都不存在的时候,我们的西方科学世界为什么总愿意构造这样一些“耸人听

闻”的“划时代”巨大科学发现呢？

同样,仍然由于西方科学世界习惯的“形而上学”简单思维,他们完全不懂得这样一个十分简单的基本事实:即使对于某一个“相同”的物理实在,但是当其处于“不同”论域之中,则完全可以表现“不同”的物理现象。事实上,当仅仅考虑引力场中不同物质集合之间的“相互引力”作用时,即使人们可以合理地相信不同物质集合之间的“引力”需要借助某种“物质场”加以“传递”的这样一种物理真实,但是,这种物理真实并不一定属于此处论述的范围。这正如“静电场”理论体系只能讨论静止电荷之间的相互“静电”作用一样,局限于这个特定的“有限论域”,人们无力也无需对“引力如何传播”这样一种物理真实做出描述。但是,并不因此而否定这个“有限真实”描述的“合理”存在。相反,那个曾经被西方科学世界以为对“电磁场”构造了一个“一览无遗”的 Maxwell 理论体系,不仅存在太多的逻辑不当和物理理念不当,而且,连“电磁波”和“电磁场”这样两个完全不同的物理实在都没有得到区分。

不得不向过分自信和自大的西方科学世界提出:对于无尽和充满复杂性的物质世界而言,人类所构造的形形色色形式系统始终显得十分简单和粗糙,它们只能“有限”真实地描述那些自存于无尽物质世界某些“局部”真实。因此,切切不要妄自尊大,在几乎完全放弃“逻辑”和纵容形形色色“矛盾”的同时,却真的以为无垠的物质世界能够“逻辑地”服从那些以“否认逻辑”为前提,凭借“直觉和顿悟”而杜撰的“第一性原理”。

16.2.3 “Neumann-Zeeliger 佯谬”及其解释

在“广义相对论”的相关著述中,通常还提出一个被称为“Neumann-Zeeliger 佯谬”的悖论性陈述,用以说明经典 Newton 经典引力理论的不足。关于这个佯谬的通常表述为

“如果假定宇宙是无限的,且宇宙物质‘均匀’地分布,则如果对式(16.2.4)所示的引力势方程,即

$$\nabla^2 \phi = 4\pi G\rho$$

在无穷大空间域中积分,考虑到物质分布的均匀性假设,有

$$\oint_{\partial V} \nabla \phi \cdot ds = \int_V \nabla^2 \phi dV = \int_V 4\pi G\rho dV = 4\pi G\rho \frac{4\pi R^3}{3}$$

于是,(注意,只能是无限大宇宙‘边界’上的引力场场强 $\nabla \phi$)

$$|\mathbf{I}_{\text{gravity}}| = |-\nabla \phi| \approx \rho R \rightarrow \infty$$

再次考虑宇宙中质量分布的均匀性,推得宇宙中每一点的引力场场强为无限大。这一结论显然不合理,这就是 Neumann 与 Zeeliger 于 1874 年最早提出的那个佯谬。

与其完全类似,Newton 的宇宙学中还有 Olbers 佯谬:如果宇宙无限,发光星在宇宙中的分布是均匀的,则将导致天空无限亮。

总之,Newton 理论体系与无限、均匀的宇宙之间存在内在矛盾。”

显然,对于某些“现代宇宙学”著述提出的上述佯谬,只要稍加分析就不难看出这个简单的数学推理过程明显存在着逻辑不合理性。事实上,即使能够想当然地将“引力势方程”置于无垠的宇宙,接受 2 阶无穷大宇宙边界的场强趋于无穷大的结论,但是,何以能够进一步推得 3 阶无穷大空间域中的引力场能够同样处于无穷大状态的结论呢？

16.2A 关于“水星近日点进动”现象及其补充说明

在“现代宇宙论或者广义相对论”中,往往总要提及的“水星近日点进动”(Precession of Mercury's periheli-

on)”现象,将其作为说明“古典引力理论”不足的另一证据。

但是,人们不难发现,天体的进动现象与美国宇航局大肆宣张“框架拖曳”实验中的进动现象之间不应该存在任何本质差别。因此,为了表现或者突出任何物理学命题必须蕴涵的某种“实在”意义,在此处关于“经典天体力学”局限性分析中,有意识地没有单独列入这个命题。

此处,或许值得援引一位学者近日寄给笔者,在一篇思考物理学基本命题的文章中的精彩话语,他大致这样说道:“在物理学的发展历程中,人们建立了不同的‘框架’,将那个时代人们所关注的问题放入不同框架之中。……物理学中的这个‘框’,主要是指空间和时间以及把空间、时间与万物联系在一起的那种数学关系。有人往往会问:时间空间和‘物’到底哪一个主要的。我也这样反复地询问自己,也多少次这样回答自己:‘物’才是最重要的。时间和空间只是用来描述世间万物的工具,哪能工具和方法比物质对象主体更重要呢?但是,又会一次又一次地否定自己的这种‘简单’看法。也许关于时间和空间的问题我们还要一直这样讨论下去。”

不难看出,这样的思考方式吻合于东方人“自律、自持和自省”的思维习惯。但是,如果 Einstein 以及他所生活的那个西方科学世界能够同样保持一种最起码的自律,时刻警惕“直觉和顿悟”中隐含的幼稚和可笑,并且真的像 Einstein 自己曾经告诫人们的那样,需要对无尽大自然始终保持足够的尊重和敬畏,将大自然视为一个“永恒”的谜,那么值得宇宙中那个短暂存在的人类进行永无止境的探究。

因此,正如下面进一步分析所表明的那样:一个因为并不真正懂得数学而拼凑出来的数学形式,必然充满着矛盾,本质上已经没有任何数学可言。当然,一旦放弃“相对论”中所谓“时空观革命”这样一种以修改“科学语言的语意”为根本内涵,一种简单的形而上学思维模式,相反如果真正按照 Einstein 不具能力实现的“实体论”的思想,那么,在一个有待重新建立的“现代天体力学”中,人们需要认真考虑的问题恰恰在于:如何使用包括“时间和空间”在内,被赋予“无歧义”内涵的所有科学语言,去探讨在诸如“框架拖曳”等物理现象中那些尚未为人们意识到的物理实在?

16.3 两类“相对论”的数学悖谬及其“数学思想”冲突

除了在《McGraw-Hill 物理百科全书》的“理论物理学”的条目中,编著者能够极其难能可贵地指出“除了其名称以外,很难找到狭义相对论同广义相对论有什么共同之处”这样一个基本事实以外,包括该书以及其他的相关著述都说着几乎完全相同的话:“广义相对论是 Newton 的经典天体力学与狭义相对论一种自然的发展”;或者“广义相对论是克服经典天体力学一系列局限性的必然”。

对于完全悖谬的“狭义相对论”以及同样完全悖谬的“广义相对论”,自身没有逻辑可言。当然,这样两个纯粹杜撰出来的符号系统也不可能存在任何逻辑意义上的关联。此处暂时不考虑这些几乎明显存在的事实,而首先重新考察“现代天体力学”通常指出经典“天体力学”所存在的不足或者局限性的问题。

笔者在不同场合反复指出:在“相对论”中根本没有数学,这个借助修改科学语言内涵的陈述系统到处充满矛盾。因此,除了对诸如“光速不变原理”、“物质运动的客观性,即随着进行运动物质主体的确定相应存在具有确定意义的运动”等这样一些真实存在,但是因为 Einstein 以及那个时代的科学世界没有认识的平凡事实加以重新澄清以外,谈不上使用严格的数学语言对“相对论”进行批判的问题。

试想:当 Einstein 提出只能以一对“矛盾事实”为基本前提,公开声言“无需也不容”解释,完全不理解“光速不变原理”属于所有“物质场”中的“波动”现象所共有的一种十分“平凡和普通”的物理真实,而只能形而上学地将其认定为一种“第一性原理”,与此同时甚至不知道他的

“光子钟”模型本质上已经对这个“基本原理”构成了一种完全逻辑否定。如果真的能够为其提供一个具有“数学”意义上的形式表述系统,显然,唯一的可能只能让数学本身也同样彻底舍弃“逻辑相容性”原则。事实上,像 Hilbert 那样的“数学家”提出了与“相对论”异曲同工的主张:完全可以随意地将“桌子、椅子、啤酒瓶”认定为“几何学中的点、线、面”。既然如此,数学基础中那些“尚过分细微”的逻辑悖论的存在更何足挂齿呢?进一步讲,“桌子、椅子、啤酒瓶”作为三个没有“任何关系”的物体,都可以合理地用以取代几何上彼此存在确定“逻辑关联”的“点、线、面”,只要人们学会“自觉”地将这些认定称之为“公理化假设”就可以了。也就是说,自然科学陈述中任何逻辑悖论的存在其实都无所谓,只要自己“不看、不想、不予承认”就可以了。于是,对于 20 世纪的西方科学世界而言,他们无需为是否逻辑相容而担忧,可以充分随心所欲地“创造”着自然科学,甚至像 Bohr 指出的那样:“唯恐不及的是要成为正确的理论是否足够疯狂”。所有的这一切,就是作为构建 20 世纪自然科学体系的“约定论”基础或者“公理化”方法的全部本质内涵。

当然,这也是敏锐的 Landau 公开提出“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”的断言,而诚实的 Heisenberg 干脆将量子力学称为“由实验给出的一些数之间的具体关系”的缘故。然而问题在于:即使接受现代科学世界中许多研究者提出的这样一些十分中肯的建议,人们并不能真正回避数学,因为这些被人们认定为“第一性原理”的普遍真理仍然需要借助数学预示着不同的具体答案。于是,最可怕的真实情况就是:在一些数学家们无视 Helmholtz 坚持的“实体论”所必需的特定“几何体”实在的逻辑前提,而仅仅凭借“约定论”玩弄着数学的时候,不仅对于像 Einstein 这样一些非数学工作者,甚至对于像 Minkowski 这样的构建者,其实也没有真正读懂他自己“创造”出来的数学。当然,在必须接受“约定论”乃至“约定论”中必然蕴涵着形形色色“神学”意义的时候,对于已经将“数学严谨性视之为自欺欺人”的一般“理论物理学家”乃至一般的“数学工作者”而言,除了附会这些神学意义上的约定论及其无视逻辑的推论,他们无需也不可能真正读懂这些数学。一个自身否定逻辑的数学,同样已经堕落为吓唬平凡人的神学工具。

事实上,既然“相对论”只能以无视矛盾为它的存在基础,纯粹充当粉饰物的“相对论数学表述”必然蕴涵着种种逻辑紊乱。此外,如果注意到《McGraw-Hill 物理百科全书》诚实指出两类“相对论”之间根本没有任何联系的这样一种反常现象时,人们还可以进一步发现:这样两种数学表述蕴涵的“数学思考”倾向,其实同样处于严重对立之中。

16.3.1 “Minkowski 空间”和“Lorentz 变换群”的“伪”性

当 Einstein 公然提出只能以形而上学地承认一对“矛盾事实——光速不变原理和相对性原理”为唯一基础,以放弃科学陈述必需的“可解释性”作为基本前提,杜撰那个只能依赖“宗教情结”而存在的“相对论”的时候,为了“有意或者无意”地粉饰这个自始至终充满矛盾的系统,作为数学工作者的 Minkowski 与 Einstein 公然承认“矛盾”前提的悖谬理念如出一辙,同样纯粹“自欺”地借助一个公然承认的“伪”字,杜撰了一个构建者自己也毫无觉察,与“几何空间”形成自悖的“Minkowski 伪空间”。

此外,笔者在不同场合多次指出,只要进行简单的代数运算,不难立即构造一个“否定性”证明:作为“相对论”形式基础的 Lorentz 变换根本不可能满足“封闭性”要求,也就是说 Lorentz 变换不可能成为一个数学上的群。可以相信,任何人无法否定任何一个“否定性证明

(证伪)”在“否定性证明”中必然具有的“决定”意义。但是,的确在许多现代的理论物理著述中,给人们展示了一个相关的“数学推导”过程:能够从“Minkowski 伪空间”出发,采用“演绎逻辑”的方法推导出满足“封闭性”要求的 Lorentz 变换群。但是,既然现代自然科学体系已经公然提出“数学严谨性只不过是自欺欺人”或者“默认形形色色矛盾”的存在,那么几乎可以断言:在现代理论物理中任何一个蕴涵某种独立“物理内涵”的数学证明,大多已经失去了数学证明的本来意义,充其量只能像 Dirac 那样,将它们轻轻松松地视为一种“有趣游戏”而已。当然,同样不难做出严格的数学证明:由“Minkowski 伪空间”推导 Lorentz 变换群的过程也只能属于没有任何数学意义的“伪”证明过程。

16.3.1.1 由“Minkowski 伪空间”构造“Lorentz 变换群”的经典“推导”过程

此处,仍然首先直接援引 Weinberg 著述在“如何从 Minkowski 空间推导 Lorentz 变换群”所作的相关陈述。或许需要指出,以 Weinberg 的著述作为批判“广义相对论”的蓝本,是该著述写出了比许多其他著述更为清晰陈述的缘故。

在 Weinberg 著述中,与“Minkowski 伪空间”相关以及怎样由其构造“Lorentz 变换”的陈述为:

“狭义相对性原理说,自然定律对 Lorentz 变换群(一个特定的空-时坐标变换群)是不变的。Newton 运动定律对 Galileo 变换不变,而 Maxwell 方程则不然。Einstein 通过把 Galileo 不变性换成 Lorentz 不变性解决了这一矛盾。我们不准按照历史发展的顺序进行讨论,而只是先定义 Lorentz 变换,再示明 Lorentz 不变性如何指导我们研究自然定律。

Lorentz 变换是由一个空-时坐标系 x^a 到另一个坐标系 x'^a 的变换,这种变换具有如下形式:

$$x'^a = \Lambda^a_{\beta} x^{\beta} + a^a \quad (A_S)$$

式中 Λ^a_{β} 和 a^a 是常数,且满足条件

$$\Lambda^a_{\gamma} \Lambda^{\beta}_{\delta} \eta_{a\beta} = \eta_{\gamma\delta} \quad (B_S)$$

而

$$\eta_{a\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases} \quad (C_S)$$

我们所采用的符号 α, β, γ 等遍取 1, 2, 3, 0 这 4 个值,而 x^1, x^2, x^3 是位置向量 $\mathbf{x}$ 的 Descartes 分量, x^0 是时间 t 。采用光速等于 1 的自然单位制,因而所有的 x^a 都具有长度的量纲。

标志 Lorentz 变换的基本性质是它保持“原时” $d\tau$ 不变,而 $d\tau$ 的定义是

$$\begin{aligned} d\tau^2 &\equiv dt^2 - d\mathbf{x}^2 \\ &= -\eta_{a\beta} dx^a dx^{\beta} \end{aligned} \quad (D_S)$$

在新坐标系 x'^a 中,由式(A_S)得出坐标的微分为

$$dx'^a = \Lambda^a_{\gamma} dx^{\gamma}$$

故新的原时将是

$$\begin{aligned} d\tau'^2 &= -\eta_{a\beta} dx'^a dx'^{\beta} \\ &= -\eta_{a\beta} \Lambda^a_{\gamma} \Lambda^{\beta}_{\delta} dx^{\gamma} dx^{\delta} \\ &= -\eta_{\gamma\delta} dx^{\gamma} dx^{\delta} \end{aligned}$$

因而有

$$d\tau'^2 = d\tau^2 \quad (E_s)$$

正是这个性质解释了 Michelson 和 Morley 观测到的光速在全部惯性系中都有相同的现象。

光的波阵面的 $\left| \frac{dx}{dt} \right|$ 就等于光速, 它在我们的单位制中等于 1; 因此光的传播为下列陈述所描写:

$$d\tau = 0 \quad (F_s)$$

实行一个 Lorentz 变换后并不改变 $d\tau$, 因而 $d\tau^2 = 0$, 所以 $\left| \frac{dx'}{dt'} \right| = 1$, 即光速在新的坐标系中仍等于 1。

我们还可以指出, Lorentz 变换 (A_s) 是保持 $d\tau^2$ 不变的仅有的非异坐标变换 $x \rightarrow x'$ 。一个一般的坐标变换 $x \rightarrow x'$ 将把 $d\tau$ 变成 $d\tau'$

$$\begin{aligned} d\tau'^2 &= -\eta_{\alpha\beta} dx'^\alpha dx'^\beta \\ &= -\eta_{\alpha\beta} \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\gamma} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta} dx^\gamma dx^\delta \end{aligned}$$

如果此式对所有的 dx^γ 都等于 $d\tau'^2$, 则必有^①

$$\eta_{\gamma\delta} = \eta_{\alpha\beta} \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\gamma} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta} \quad (G_s)$$

把上式对 x^ϵ 求导数得

$$0 = \eta_{\alpha\beta} \frac{\partial^2 x'^\alpha}{\partial x^\gamma \partial x^\epsilon} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta} + \eta_{\alpha\beta} \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\gamma} \frac{\partial^2 x'^\beta}{\partial x^\epsilon \partial x^\delta}$$

为要解出 2 阶导数, 我们将上式加上 γ 与 ϵ 互换后所得的同一方程, 再减去 ϵ 与 δ 互换后的方程, 即

$$\begin{aligned} 0 &= \eta_{\alpha\beta} \left[\frac{\partial^2 x'^\alpha}{\partial x^\gamma \partial x^\epsilon} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta} + \frac{\partial^2 x'^\beta}{\partial x^\delta \partial x^\epsilon} \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\gamma} + \frac{\partial^2 x'^\alpha}{\partial x^\epsilon \partial x^\gamma} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial^2 x'^\beta}{\partial x^\delta \partial x^\gamma} \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\epsilon} - \frac{\partial^2 x'^\alpha}{\partial x^\gamma \partial x^\delta} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\epsilon} - \frac{\partial^2 x'^\beta}{\partial x^\epsilon \partial x^\delta} \frac{\partial x'^\alpha}{\partial x^\gamma} \right] \end{aligned}$$

最后一项与第二项相消, 倒数第二项与第四项相消 (因为 $\eta_{\alpha\beta} = \eta_{\beta\alpha}$), 第一项等于第三项, 因而我们有

$$0 = 2\eta_{\alpha\beta} \frac{\partial^2 x'^\alpha}{\partial x^\gamma \partial x^\epsilon} \frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta}$$

可是因为 $\eta_{\alpha\beta}$ 和 $\frac{\partial x'^\beta}{\partial x^\delta}$ 都是非异矩阵, 因而立即得到

$$0 = \frac{\partial^2 x'^\alpha}{\partial x^\gamma \partial x^\epsilon} \quad (H_s)$$

^① 在原著述中, $d\tau'^2$ 写为 $d\tau^2$, 显然属于笔误或者印刷错误。

当然,方程(H_S)的通解正是线性函数(A_S),而把(A_S)重新代入(G_S)可看出 Λ_{β}^{α} 必满足条件(B_S)^①。

.....

形如(A_S)的所有 Lorentz 变换的集合被正确地称为非齐次 Lorentz 群或 Poincare 群,而 a^{α} 的子集合称为齐次 Lorentz 群。齐次 Lorentz 群与非齐次 Lorentz 群两者都有子群分别成为正齐次 Lorentz 群和非正齐次 Lorentz 群。..... 其中,正齐次 Lorentz 变换有一个子群是由转动构成的,它们是

$$\Lambda_j^i = R_{ij} \quad \Lambda_0^i = \Lambda_i^0 = 0 \quad \Lambda_0^0 = 1 \quad (I_S)$$

式中 R_{ij} 是一个么模正交矩阵(即 $\text{Det } R=1$ 且 $R^T R=1$),而下标 i, j 遍历值 1, 2, 3 只涉及转动空-时平移 $x^{\alpha} \rightarrow x^{\alpha} + a^{\alpha}$ 时, Lorentz 群与前面讨论过的 Galileo 群没有区别。区别仅发生在那些称为‘推动(boost)’的变换,它改变坐标系的速度。

假定一个观测者 O 看到一个粒子处于静止,而第二个观测者 O' 看到此粒子以速度 v 运动,由(A_S)我们有

$$dx'^{\alpha} = \Lambda_{\beta}^{\alpha} dx^{\beta}$$

或者,因为 dx 等于零

$$\begin{aligned} dx'^i &= \Lambda_0^i dt \quad (i = 1, 2, 3) \\ dt &= \Lambda_0^0 dt \end{aligned}$$

用 dt' 除 dx' 则得速度 v , 因而

$$\Lambda_0^i = v_i \Lambda_0^0 \quad (I_S')$$

我们可以得到 Λ_0^i 与 Λ_0^0 的第二个关系,只须在方程(B_S)中令 $\gamma=\delta=0$ 即可:

$$-1 = \Lambda_0^{\alpha} \Lambda_0^{\beta} \eta_{\alpha\beta} = \sum_{i=1,2,3} (\Lambda_0^i)^2 - (\Lambda_0^0)^2 \quad (J_S)$$

方程组(I_S')与(I_S)的解是

$$\begin{aligned} \Lambda_0^0 &= \gamma \\ \Lambda_0^i &= \gamma v_i \end{aligned}$$

式中

$$\gamma \equiv (1 - v^2)^{-\frac{1}{2}}$$

其他的 Λ_{β}^{α} 不是唯一确定的,因为如果 Λ_{β}^{α} 把一个粒子由静止变到有速度 v , 则 $\Lambda_{\beta}^{\alpha} R_{\gamma}^{\beta}$ (其中 R 是任意转动)也可把此粒子由静止变到有速度 v 。满足方程(B_S)的一个很方便的选择是:

$$\begin{cases} \Lambda_j^i = \delta_{ij} + v_i v_j \frac{(\gamma-1)}{v^2} \\ \Lambda_j^0 = \gamma v_j \end{cases} \quad (K_S)$$

① 需要指出:如果仅作为线性空间之间“线性变换”的分析,是无需也不能随意进行求导运算的。或者说,存在于不同“线性空间”的变换,以及作为这种变换的一种等价表述,同一“向量空间”属于不同仿射框架不同分量之间的线性变换都属于一个不可分割的整体,对于它们相应不允许讨论所谓的“高阶导数”问题。与其不同,如果相关分析属于作为用以表现“客观量”所蕴涵“不变”特征的“张量分析”范畴,则同样不能简单引入偏导数进行简单意义上的微分运算。需要根据使用的不同坐标系,首先相应引入被赋予“不变性”的微分运算定义,继而揭示不同偏导数之间的关系。事实上,向量空间定义于曲线坐标系之上的 Christoffel 记号正是这样一种客观性分析得到的自然结果。显然,Weinberg 推导式(H)所示结果的整个过程,反映了相关数学理念理解的错误。

不难看出,任何正齐次 Lorentz 变换皆可表为推动 $\Lambda(v)$ 与 R 转动的乘积。”

16.3.1.2 由“Minkowski 伪空间”到“Lorentz 变换群”经典“推导”过程中的基本思路

当现代西方科学世界只能把理论物理中的数学严谨性视为“自欺欺人”,或者实际上不过把数学推导视为一种“有趣游戏”,乃至接受可以“完全随意”做出任何一种人为假设的“约定论”理念,对于以上援引的一个如此复杂和详尽的“推理”过程,应该已经称得上足够严密的了,或者起码让包括 Minkowski 本人以及他的学生 Einstein 眼花缭乱的了。正因为此,在进行较为具体的数学分析以前,不妨首先针对这个在整个 20 世纪的理论物理中占有基础性地位重要陈述构造过程中的“主要思路”作一个大概的整理。

人们不难看出,以上推理过程中的主要思维结构为:

(1) 首先,承认存在一个由式(C_S),即

$$\eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases}$$

定义了“量度”特征的向量空间;

(2) 其次,因为是向量空间,所以相应存在向量空间之间的线性变换,或者坐标系变换。因此,当坐标系发生如式(A_S)所示的变化时

$$x'^a = \Lambda^a_{\beta} x^{\beta} + a^a$$

上述的量度张量相应存在如式(B_S)所示的变换

$$\Lambda^a_{\gamma} \Lambda^{\beta}_{\delta} \eta_{\alpha\beta} = \eta_{\gamma\delta}$$

并且,在进行这样的形式变换以后,为式(C_S)定义的度规准则必须保持不变;

(3) 暂时跨过以上“推导”过程中与最终导得“Lorentz 变换”没有直接关系的某些局部细节的论述,只针对如何构造 Lorentz 变换的特例进行讨论。也就是说,此时并不存在式(G_S)所定义的转动变换子群,而仅仅需要考虑式(I_S)

$$\Lambda^i_0 = v_i \Lambda^0_0$$

所定义的一个“推动”变换,那么,将其代入一般性的线性变换式(B_S)中,最终根据作为“Minkowski 伪空间”内核,即式(J_S)所示的关于“原时”不变的基本约定

$$-1 = \Lambda^a_0 \Lambda^{\beta}_0 \eta_{a\beta} = \sum_{i=1,2,3} (\Lambda^i_0)^2 - (\Lambda^0_0)^2$$

最终,推得式(K_S)所示,现代理论物理学通常所说 Lorentz 变换中的“推动”子群

$$\begin{cases} \Lambda^i_j = \delta_{ij} + v_i v_j \frac{(\gamma-1)}{v^2} \\ \Lambda^0_j = \gamma v_j \end{cases}$$

从而与由“相对论”出发提出的 Lorentz 变换保持一致。

16.3.1.3 由“Minkowski 伪空间”到“Lorentz 变换群”的经典“推导”过程中的大量逻辑悖论

首先,需要指出一个几乎明显存在,但是不可思议地至今为整个现代物理世界所忽视的逻辑悖论。事实上,即使暂时不考虑仅仅用以表现“空间广延”特征的“几何空间”根本不允许包容被赋予“独立”意义的“时间”坐标的问题,同样也暂时不考虑“几何空间(即使接受此处所说

‘时间和空间’共同构造的‘空间’在内)变换”永远不可能两个变换空间之间可能存在的不同特定变换历程,从而也永远不可能刻画“物理世界”中大量真实存在的“动力学”过程的问题,让我们暂时违心地接受现代理论物理学完全杜撰出来的一个所谓“时空变换”,并且继续沿用在本章 16.1.2.3“相对性原理的历史”一节中,Weinberg 关于“Newton 惯性系以及 Galileo 变换”的习惯陈述,即

“若以一组新的空时坐标

$$\begin{aligned} \mathbf{x}' &= R\mathbf{x} + \mathbf{v}t + \mathbf{d} \\ t' &= t + \tau \end{aligned}$$

来表达,这些方程将具有同样的形式,式中 $\mathbf{v}$, $\mathbf{d}$ 和 τ 是任意实常量, R 是任意实正交矩阵。”显然,正如这个形式表述直接显示的那样,作为连接向量空间之间变换只能具有“线性”结构,也就是说,其中的形式量“ R , $\mathbf{v}$, $\mathbf{d}$, τ ”只能以“线性”的方式出现于变换中,否则这个纯粹人为杜撰出来的变换不满足封闭性。但是,在此处所述 Minkowski 伪空间中,与“推动”变换相对应,由式(K_S)所示,即

$$\Lambda_j^i = \delta_{ij} + v_i v_j \frac{(\gamma - 1)}{v^2}$$

的最终结果却成为一种“非线性”的 Lorentz 变换子群,直接违背式(B_S)最初提出“线性变换”的逻辑前提。当然,作为一种十分简单的事实,与本书其他论及这个完全虚幻的变换时已经指出的事实完全一致,正因为“推动”Lorentz 变换子群的“非线性”性,所以只要人们连续进行任何两次此处所说“推动”变换,它的最终结果将不再满足该 Lorentz 变换子群的原来形式。也就是说,Lorentz 变换完全不是“线性空间”之间的线性变换,根本不可能构成封闭群。但是,如果真的是从某一个“线性空间”的“线性变换”出发,为什么最终会出现这样一种结论和逻辑前提完全相悖的状况呢?^①

当然,Minkowski 为了粉饰以修改“科学语言”为唯一本质内涵的“相对论”必然蕴涵的悖谬性,赋予只能以“宗教情结”而存在的陈述系统以更多的神秘色彩,仍然只能依据“约定论”思想才可能允许的“直觉和顿悟”,从其杜撰出一个“真伪”空间的那个时刻开始,无论他有意识还是无意识,以及愿意还是不愿意,所有的一切都同样处于悖谬之中。

事实上,作为经典理论中整个推理逻辑前提的线性变换关系式(A_S),此处将其重新写出并且重新编号,即

$$x'^{\alpha} = \Lambda_{\beta}^{\alpha} x^{\beta} + a^{\alpha} \quad (16.3.1)$$

绝对不像接受“约定论”思想的现代主流科学社会过分天真以为的那样,这个关系式真的能够仅仅作为一种纯粹的“人为约定”而自动存在于某一个同样依赖“人们想象”而存在的所谓“向量空间”之中。相反,对于这样一个特定的数学表述形式,它必须以某一个“向量空间”的真实存在,即一个被赋予“加法”运算结构以及还伴随着“量度”结构的无穷集合的前提存在作为逻辑前提。

或者说,对于某一个人们通常称之为 Euclid 空间的“正交平直”空间,该空间相应被赋予

① 值得再次提醒许多并不真正熟悉现代理论物理学的人们重新阅读本书节 5.6.4 A 关于 Lorentz 群所作的分析。其实,对于现代物理世界中若干细心的物理学家而言,他们早已熟知 Lorentz 变换不可能构成成群的基本事实,只不过是有意识地使用此处所说“坐标系旋转”所构造的所谓“转动”子群取代“推动”子群,达到掩饰 Lorentz 变换成为封闭群的谎言。在自然科学研究中,人们仍然需要始终相信:诚实远比智慧更为重要。

一个特定的 Euclid 量度

$$\boldsymbol{\eta} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \leftrightarrow \eta_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0 & i \neq j \end{cases} \quad (16.3.2)$$

当然,对于任何一个“实体论”者,或者只是接受“那个‘自存’物质世界是构造自然科学形式表述系统唯一基础”的普通研究者而言,他们都清楚,上述形式的量度之所以能够存在并不真的源于某一个“智者”随意做出的人为约定,而相应具有确定的“物质存在——几何实体”基础。事实上,当且仅仅当某一个借助 Cardetes 坐标 (x_1, x_2, x_3) 的矢量 $\boldsymbol{r}$ 存在着如下式所表示的确定长度:

$$r^2 = (x_1, x_2, x_3) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad (16.3.3a)$$

是构造上述 Euclid 量度的物质基础或者逻辑前提。也就是说,对于不同 Euclid 空间,无论它们之间进行着怎样形式的旋转变换,但是为了保证任意矢量 $\boldsymbol{r}$ 长度所具有的“客观性”意义与量度基准的统一性,必须统一采用式(16.3.2)所定义的量度。并且,与定义在“实数域”的向量空间形成逻辑对应,所有的坐标分量都可以或者必须定义在整个“实数域”中。

另一方面,坐标系的选择是完全人为的。因此,人们不仅仅可以使用彼此正交的 Descartes 坐标系,还可以通过定义于“整个”空间域的“斜”坐标系表示定义在向量空间中的“矢量”以及其他形式的几何实体。此时,矢量 $\boldsymbol{r}$ 长度的形式表述为

$$r^2 = (x_1, x_2, x_3) \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad (16.3.3b)$$

显然,作为这个形式认定的必然结果,量度矩阵 (d_{ij}) 相应存在如下特征:

$$d_{ij} = d_{ji} \cap \exists (i \neq j \mapsto d_{ij} = 0) \quad (16.3.3c)$$

前者表示“量度矩阵”恒保持“对称”形式;而后者则表示允许不同坐标轴处于一般的“彼此斜交”状况之中。

在现代数学陈述中,借助不同 Descartes 垂直坐标系中“不同”坐标表现某一个“同一化”矢量的问题,往往还在形式上代之以“相同”坐标表现“不同”矢量的等价问题。这样,与“同一化”形式表述对应于“不同”几何实在的问题,相应形成了人们通常所说的“空间变换”问题。显然,针对不同的 Euclid 空间,由同一化坐标所表述的向量实际上对应彼此不同的空间方位。与这种思想一致,针对“斜交”坐标系所表述的状况,则同样允许做出一种纯粹“形式”意义上的抽象假设,将“几何量”蕴涵于不同斜交坐标系中的“不变性”意义,变换为“相同”坐标分量表述“不同”几何量之间变化的问题。此时,与不同 Euclid 空间中的向量只存在空间方位的变化不同,向量的空间“方位”而且向量自身的“长度”都同样处于变化之中。当然,对于后一种情况,就是现代几何学中通常所说的“仿射空间”变换问题。

对于一个本质上渊源于“几何客体”或者“物理实在”独立于“坐标系”人为选择具有的“不变性”意义问题,现代的“西方数学家”为什么要花费如此大的气力和代价,使用那些“抽象”当然也显得格外“玄妙”的语言,必须将这个原本简单的问题完全“颠倒”过来,进一步变换为借助

“相同”表述形式表述“不同”的“几何客体”或者“物理实在”的问题呢？并且，恰恰是这样一些纯粹的“约定论”假设以及由其引起林林总总的补充约定，最终让这些表面上似乎十分善于“抽象思维”的西方科学世界陷入自己也不知晓的逻辑紊乱之中，以至于出现否定逻辑，不得不把“数学严谨性称之为自欺欺人”这样一种真正自欺的尴尬之中。

把一个原本“简单而自然”的理念，借助“十分复杂”并且隐含着“种种矛盾”的概念体系，变换为让许许多多数学家自己也从来没有真正理解的“抽象”形式，还不能简单归结为西方科学世界一种根深蒂固的“形而上学”简单思维习惯，或许更为致命的是“过于自负和天真”的西方科学世界潜意识中一种不可遏制的强烈渴望：那些被默认为“第一性原理”的真理应该具有“普适”意义，自存的物质世界必须服从他们发现的这些普适真理。正因为此，尽管《MacGraw-Hill 物理百科全书》明确指出 Newton 力学中在逻辑上明显存在的矛盾，并且不难为任何一个具有一般理性思维的人所接受。但是，西方科学世界不仅完全无视这种矛盾的存在，并且纵容 Einstein 将 Newton 逻辑不当的“无理性”进一步推至反科学的现代神学的极至。当然，在 Newton 与 Leibniz 的争论之中，即使不考虑如何“引入代替 Newton 观念的动力学理论”的实际困难，而仅仅从感情的角度考虑，西方科学世界的主流社会也完全不可能自觉接受 Leibniz 所提出的“与物质客体分离的空间概念没有任何意义”，这样一个将自然科学陈述局限于某“特定”物质对象的朴素认识。

在现代数学体系之中，对于“几何客体”以及“物理实在”自身蕴涵的“客观性”以及怎样表现这种客观性的命题，现代数学家提出的上述两种不同形式似乎并没有多少差异，可以视为同一命题的两种“等价”表述形式。或者从一种“表观”意义上“无矛盾性原则”的角度考虑，强调针对相同“几何客体”在不同形式表述中蕴涵的“客观性”本质，与借助“不变性”形式表述表现不同的物质对象在逻辑上并没有任何不当。其实不然。在刻画不同事物之间“逻辑关联”的基本认识上，对于“从属于”和“拥有”这样两个具有完全不同逻辑内涵的“关联”词，被现代西方科学世界长时间忽略了。因此，在逻辑上，并不总能将“存在于或者仅仅存在”于某一个特定“客体”上的特定“关系”独立出来，形成一种具有独立意义的表述。

事实上，对于那个被用作为整个陈述系统存在基础的数学关系式(16.3.1)，它并不具有独立意义，仅仅依附于“向量空间”的前提存在而存在，即

$$x'^a = \Lambda^a_{\beta} x^{\beta} + a^a \in S: r^2 = \mathbf{r} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{r} \quad (16.3.4a)$$

式中， $\mathbf{D}$ 为式(16.3.3)所定义的一个度规张量。与其对应，相应存在另一种被赋予特定意义的逻辑关联

$$\forall S: r^2 = \mathbf{r} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{r} \quad \exists x'^a = \Lambda^a_{\beta} x^{\beta} + a^a \quad (16.3.4b)$$

它告诉人们：只要存在一个被赋予了长度定义的向量空间，那么，一定拥有隶属于该向量空间的线性变换，以保证向量自身具有的客观性意义。显然，这样两个关系式反映了同一事物的两个“不同”方面，它们互为关联和依存，不可将它们简单混为一谈。

当然，从形式逻辑或者理性思维的角度考虑，一旦能够对于“逻辑前提”和“逻辑推论”在“逻辑推理”过程中具有完全不同的地位做出严格区分，那么，不仅仅是 Minkowski 空间中的度规，而且在那个由于对“运动客观性”以及“Newton 力学定律真实物理内涵”缺乏理性认识，以至于出现所谓“Galileo 变换群”的度规，隐含在这样一些纯粹杜撰而得来概念之中的荒唐几乎一目了然。

事实上，即使考虑现代理论物理之中的 Galileo 变换，相应的度规为

$$\text{Galileo Metric : } \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

根据现代理论物理,它除了表示 Euclid 空间不同空间坐标的正交特征以外,还表示时间坐标 t 和任意空间坐标 x_i 的正交关系。对于该形式表述希望表现的这个事实,十分明显,似乎不应该存在任何疑义。但是,参照以上的“客观性”分析,如果这样的形式表述不属于人为杜撰,而的确是物质世界某种客观事实的表现,那么,同样可以完全“任意”地借助“斜交”坐标系加以表述。但是,一旦引入斜交坐标系,可能出现时间坐标 t 和空间坐标 x_i 不能继续保持彼此独立的状况,即根据式(16.3.3),存在 $d_{t,i} \neq 0$,显然,这不符合起码的物理真实,属于“不合理”陈述。

至于 Minkowski 构造的“伪”空间,如果它真的属于“几何空间”,并且可以在其中定义不同坐标系之间的坐标变换的话,自然仍然允许引入某一个“斜交”坐标系,那么,将同样会出现由于时间坐标 t 和任意一个空间坐标 x_i 彼此耦合,即

$$d_{i,j} \neq 0 \mapsto \Delta x_i \cdot \Delta t = \text{Constant : a certain real or imaginary number}$$

对于式中示意表示的这个“确定数 Constant”,甚至无论 Minkowski 将其限定为实数还是虚数,但是,如何为其构造一个确定定义又具有怎样的物理内涵呢?当然,当必须借助实数这样一个与“距离”直接关联的数表示“空间距离”或者“时间间隔”的时候,Minkowski 引入的虚数到底具有怎样的“几何内涵”或者“物理内涵”呢?在自然科学研究中,绝不能因为某一个研究者十分“诚实”,能够极其不容易地将他的构造的陈述称为“伪”陈述,从而就可以无视这种“伪”陈述的无理性。事实上,在一个作为“几何实体”而真实存在的向量空间之中,对于式(16.3.3)所定义被赋予了“一般”意义度规,即

$$r^2 = (x_1, x_2, x_3) \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

显然,这样一种形式表述的存在,并不决定于任何一个研究者的“主观”意志,相反,这个特定形式表述的存在,仅仅本质地决定于“向量空间”中向量独立于人们主观意志的客观性。因此,为什么仅仅凭借一个自认的“伪”字,就可以在自然科学之中引入这样的“怪胎”

$$\eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases}$$

并且,完全无视它的“无理性”,将这样一种完全荒唐的东西强加于“自存”的物质世界呢?

作为一个数学教师,或许 Hilbert 的确成功地给予科学世界一种“任何数学问题都可以得到解决”这样一种富有感染力的“乐观主义”的信念。但是,如果真的作为一个严肃的数学研究者,似乎更需要首先具备承认“矛盾”再进而解决“矛盾”的诚实。对于几乎与 Hilbert 整个生命并存,直接影响到整个经典电磁场理论体系如何合理构造,诸如涉及“双旋度 Poisson 方程”这样一些看起来过分“细碎”数学命题如何予以解决的问题,其实,更需要许多实实在在数学家予以实实在在地关注。公然宣扬“约定论”中的绝对主观随意性,借助引入无以穷尽的概念系统以回避矛盾当然十分轻松,但是,在现代科学世界公然将数学严谨性称之为自欺欺人的时

候,这才是真正意义上的自欺,当然还无疑成为自然科学研究中的麻醉剂。

事实上,与 Euclid 垂直空间中的“正交归一”量度本质地依赖于“几何量度”的客观性完全不同,那个由 Minkowski 纯粹想当然“杜撰”出来,只是为了形而上学地简单复现那个同样只能“杜撰”出来“相对论”中“原时保持不变”的另一个完全荒谬的“人为约定”罢了,即

$$d\tau^2 = \text{const} \Leftrightarrow \eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases}$$

因此, Minkowski 同样因循着“直觉和顿悟”而创造出现的“伪”度规,恰恰与向量空间线性变换深刻蕴涵的“客观性”基础完全背道而驰,属于一种实实在在杜撰出来的一种“真伪”概念。当然,正因为这个纯粹“主观”杜撰的概念对于向量空间形式表述不变性蕴涵的“客观性”构成根本否定,正如本书其他论述 Minkowski 伪空间的已经指出的那样,由于这个“伪度规”实际上给整个“向量空间”构造了一种“长度”上的“人为”约束,最终完全破坏了“向量空间”需要定义在整个“实数系(从 $-\infty$ 到 $+\infty$)”上,相应被赋予特定“线性运算”结构的“无穷集合”的前提性认定。也就是说, Minkowski 的“伪空间”不仅仅它的量度是“伪”的,而且由于量度的“伪”性,已经对“向量空间”的逻辑前提构成否定。这样,任何将仅仅属于向量空间的数学特征,被当作“有趣游戏”那样,拷贝在这个纯粹杜撰出来的“真伪”空间中属于“非法”操作。

那么, Minkowski 为什么要杜撰这样一个“明显反常”并且与“客观性”原则完全背离的“伪”空间呢?当然,唯一的理由就是:为了拷贝作为“神学”系统而压制在 20 世纪科学世界,乃至控制着整个物质世界的“相对论”。因此,向量空间“量度”的客观性是次要的,但是, Einstein “时空革命”中的“不变性”则是压倒一切的。于是, Minkowski 根本不在乎这个“伪”空间本质上已经对为客观量而存在的“向量空间”构成的逻辑否定的问题,相反,前述表述中为式(E_S)

$$d\tau'^2 = d\tau^2$$

所定义“相对论”所说的“不变性”前提必须得到严格遵守。进而,推得一个以“平方(非线性)”形式出现的关系式(J_S)

$$-1 = \Lambda_0^\alpha \Lambda_0^\beta \eta_{\alpha\beta} = \sum_{i=1,2,3} (\Lambda_0^i)^2 - (\Lambda_0^0)^2$$

作为这个“平方关系式”附加约束的一个自然的逻辑推论,只能导得以“非线性”形式出现,被称之为“Lorentz 推动子群”的最终结果,从而又对整个推理过程最初前提的“线性”约定再次形成逻辑否定。

16.3.1.4 再论“时空变换”中的量纲不一致问题

在节 9.4.6 的讨论中,曾经提及 Minkowski 伪空间存在的量纲不一致问题。那么,此处同样值得提醒人们注意上述经典理论在构造“伪”Minkowski 度规时特地做出的一个附加解释:“采用光速等于 1 的自然单位制,因而所有的 x^α 都具有长度的量纲。”

其实,经典理论特地做出的这个附加陈述有点“此地无银三百两”的味道。它实际上告诉人们这样一个现代物理世界无法否定的基本事实:

从平常物理理念考虑,时间和空间属于两个完全不同的物理学概念。正如 Einstein 本人曾经引入一对完全不同的“时钟和钢尺”一样,时间和空间相应具有彼此完全不同的量纲,两种物理量之间完全不具可比较性。这样,即使从“物理学量纲”的角度考虑,由于“时空变换”将两

个具有不同量纲的物理量纠合在一起,它只能成为一个荒唐的变换。

但是,是否像此处的补充解释希望“含蓄”表述的那样,只是因为人为引入光速 c 等于 1 的自然单位制,从而可以本质地免除“相对论”将不同量纲物理量加以比较的悖谬呢?毋庸置疑,答案是否定的。或者说,对于某一个自身悖谬的陈述,绝对不可能仅仅因为重新引入了某种人为认定,就可以真正改变那个悖谬陈述自身蕴涵的悖谬本质。

根据此处做出的解释,在表观上似乎的确可能避免“量纲不统一”的问题。但是,在原来无理陈述之上人为添加的独立解释,只能重新导致另一种形式的悖谬。正如 Leibniz 批判 Newton“时空观”已经充分表达的那样,在以“自存”物质世界作为特定研究对象的自然科学研究中,任何形式的物理量以及由这些物理学量所构造的“形式系统”只可能逻辑地隶属于某一个“特定”的物质对象。但是,为了创造出一个与任何“特定”物质对象完全无关的“普适性”真理体系,只能建立在“相对论”以及根据“相对论”杜撰出来的“Minkowski 伪空间”,极其悖谬地将这个空间中的“几何点——世界点”与不属于任何“物质客体”的“事件”构成逻辑关联,相应构成没有任何“特定物质对象”约束,凌驾于“物质世界”之上的神学系统。但是,如果一旦接受“自然单位制”及其蕴涵的物理解释,那么,这个世界点甚至不可能完整地属于“世界图”中的某一个“事件”本身。

事实上,根据这个重新添加的约定,在 Minkowski 杜撰的“伪”空间中,第 4 坐标只能用以表示“光”在真实空间中行进的距离,即

$$x^0 \sim t \xrightarrow{c=1, x^0=a} x^0 \sim \text{a distance of light determined by } t$$

当然,在物质世界中,“光的传播”属于一个“独立”的物理现象,它不可能与作为普适真理体系的“世界图”中“世界点”被赋予“一般意义”的“事件”在任何情况下始终保持一致。这样,在 Minkowski 杜撰出来的那个“伪”空间中,世界点的 4 个坐标已经不仅仅是不可能属于某一个“特定”物质对象的问题,而且,这个世界图中的 4 个坐标还不可能同一地属于某一个“特定”事件。

16.3.2 引力场“弯曲时空”隐含的逻辑悖谬

目前的理论物理在谈及“广义相对论”时总这样指出:依赖 Einstein 提出的“等效原理”,从而为将“狭义相对论”中的 Minkowski“平直”空间变换为“广义相对论”之中,一个能够包容更为丰富物理内涵的“弯曲”的几何空间提供了可能,从而进一步为“现代天体力学”或者“引力论学与宇宙论”提供了基础。

真的能够从那个“伪”的 Minkowski 平直空间出发,借助“等效原理”演绎地推导出所谓的 Riemann 弯曲空间吗?答案仍然是否定的,建立在悖谬“约定论”之下的数学推导根本不可能真正成为以保持“逻辑相容”为本质内涵的数学推导。构造“广义相对论”的相关推理过程存在太多的逻辑悖谬。其实,还是那句老话,对于缺乏严格数学思维习惯只能依赖其他人为其提供数学工具的 Einstein,他在和他的同学 M. Grossmann 共同“创造”他的“广义相对论”过程中,甚至从来没有真正读懂那个建立在“实体论”之上的“古典”微分几何,以及存在于这个实实在在的学科中关于“空间、度规、‘平直空间’中的曲线坐标系和‘弯曲空间’自身的本质差异,曲面,以及为什么只能在‘曲面’的任意两点之间需要讨论和定义‘测地线’……”这样一些最重要的前提性基本概念。

尽管在 20 世纪上半叶整个科学世界在关于“实体论”和“约定论”的重大争论中, Einstein 凭借他的“直觉”意识, 勇敢地站立在“科学实体论”一边, 对只能以“约定论”作为存在基础的“量子力学”进行了“无情而合理”的批判。但是, 由于他只晓得简单和随意地照搬“数学表述”, 从来没有真正懂得逻辑的本质内涵, 他甚至没有形成一种理性意识: 包括那个只能凭借“直觉和顿悟”而杜撰出来的两种“相对论”在内的 20 世纪整个现代物理学, 乃至建立在“公理化假设”之上与其形成呼应的“物理学几何化”思潮, 都只能依赖“约定论”生存。正因为此, Einstein 思维严重存在的“反常”意识, 不仅仅使得 Bohr 所说那个“多么密切沿着 Einstein 所指给我们的路线继续前进”的科学世界困惑不解, 也使得任何一个诚实的哲学家都不得不坦率指出 Einstein 哲学思想中“庞杂、混乱和摇摆”的真实存在。当然, 在西方科学世界过分追求“实用主义”和简单“形而上学”的同时, 属于整个人类自然科学体系只能进一步被引入充满矛盾和神学色彩的歧途。

16.3.2.1 表述“等效原理”的数学形式及其批判

作为“广义相对论”的整个理论基础, 是 Einstein 由于一系列哲学理念认识不当而杜撰出来的“等效原理”。关于这个习惯认识中隐含的物理概念不当, 已经在节 16.1.2.2 中进行了论述。至于如何由这个无理的“等效原理”进一步杜撰成“广义相对论”中的“弯曲”空间, 则属于数学范畴中的问题。毫无疑问, 一个不当物理理念构造的数学表述必然隐含着逻辑不当或者错误, 只不过人们尚没有注意与发觉这些不当。当然, 甚至根据“约定论”或者 Hilbert 为现代科学世界发明的“公理化假设方法”的强大工具, 人们根本无需在意任何科学陈述中的任何可能真实存在的“矛盾”罢了。正像“桌子、椅子、啤酒瓶完全可以合理地视为点、线、面”一样, 只要将任何一种与客观事实毫无关联的陈述, 老老实实在地称之为“公理化”假设就可以了^①。

“广义相对论”中关于“引力”的形式表述:

根据惯例, 仍然首先不加批判地援引理论物理中的习惯陈述, 看一看现代物理世界到底是怎样把这样一些“神奇”的概念“创造”出来的。Weinberg 在其所著《引力论和宇宙论》一书的“引力”一节中的叙述为:

“考虑在纯粹引力作用下自由运动的一个粒子。根据等效原理, 存在一个自由降落的坐标系 ξ^a , 粒子在这个坐标系里的运动方程式是空-时中的一条直线, 即

$$\frac{d^2 \xi^a}{d\tau^2} = 0 \quad (A_G)$$

其中 $d\tau$ 是原时,

$$d\tau^2 = -\eta_{a\beta} d\xi^a d\xi^\beta \quad (B_G)$$

① 某些学者批评笔者言辞过分尖刻, 似乎不具宽容之心, 或者笔者故意抓住西方科学家的小辫子就不肯放过。其实不然。因为正是在这样一些本来十分“简单和自然”的基元科学理念上, 现代西方科学世界不仅仅颠倒黑白, 而且正如“相对论”这样一些重复了千遍的谎言最终在人们的心目中演变成某种绝对真理一样, 这些简单然而具有根本意义的科学基元理念上的“反常认识”被蛮横的西方科学世界用作拒绝一切科学批判的宗教式武器, 同时也束缚了包括西方学者在内的正常理性思维。事实上, 在将自然科学重新“神学化”倾向的同时, 容忍矛盾和对于逻辑的恣意破坏似乎成为对自然科学研究的重大贡献; 相反, 如果对西方人随意杜撰的“第一性原理”表示怀疑或者批判, 期望努力重新寻找“逻辑”或者捍卫“逻辑相容性”原则则反而成为一种不可容忍的罪过。因此, 在面对现代自然科学体系中这样一种严重“认识颠倒”甚至已经“无理可讲”的时候, 只能无奈地重复说着这些原本十分“简单和自然”的话语, 努力把那些根深蒂固了的认识颠倒再重新颠倒过来。

与前述狭义相对论讨论中的式(D_S)一致。

现在假设我们采用任意别的坐标系 x^μ , 它可以是静止于实验室的笛卡尔坐标系, 但也可以是曲线的、加速的、旋转的或我们想要的任何其他坐标系^①。自由降落坐标 ξ^a 是 x^μ 的函数, 而方程(A_G)变为

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{d}{d\tau} \left(\frac{\partial \xi^a}{\partial x^\mu} \frac{dx^\mu}{d\tau} \right) \\ &= \frac{\partial \xi^a}{\partial x^\mu} \frac{d^2 x^\mu}{d\tau^2} + \frac{\partial^2 \xi^a}{\partial x^\mu \partial x^\nu} \frac{dx^\mu}{d\tau} \frac{dx^\nu}{d\tau} \end{aligned}$$

此式乘以 $\frac{\partial x^\lambda}{\partial \xi^a}$, 利用熟知的乘积规则

$$\frac{\partial \xi^a}{\partial x^\mu} \frac{dx^\lambda}{d\tau} = \delta_\mu^\lambda$$

就得到运动方程

$$0 = \frac{d^2 x^\lambda}{d\tau^2} + \Gamma_{\mu\nu}^\lambda \frac{dx^\mu}{d\tau} \frac{dx^\nu}{d\tau} \quad (\text{C}_G)$$

其中 $\Gamma_{\mu\nu}^\lambda$ 是仿射联络, 定义为

$$\Gamma_{\mu\nu}^\lambda = \frac{\partial x^\lambda}{\partial \xi^a} \frac{\partial^2 \xi^a}{\partial x^\mu \partial x^\nu} \quad (\text{D}_G)$$

原时式(B_G)也可以用任意的坐标系表示成

$$d\tau^2 = - \eta_{a\beta} \frac{\partial \xi^a}{\partial x^\mu} \cdot dx^\mu \frac{\partial \xi^\beta}{\partial x^\nu} dx^\nu$$

或

$$d\tau^2 = - g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu \quad (\text{E}_G)$$

其中 $g_{\mu\nu}$ 是度规张量,

$$g_{\mu\nu} = \frac{\partial \xi^a}{\partial x^\mu} \frac{\partial \xi^\beta}{\partial x^\nu} \eta_{a\beta} \quad (\text{F}_G)$$

定义在此处所说的一般坐标系之中。

作为一种特例, 对于光子或中微子, 它在自由降落坐标系里的运动方程和式(A_G)相同, 只是独立变量不能取为原时式(B_G), 因为对于零质量粒子, 式(B_G)的右边为零。我们用 $\sigma = \xi^0$ 代替, 于是式(A_G)和(B_G)变为

$$\begin{aligned} \frac{\partial \xi^a}{\partial \sigma} &= 0 \\ 0 &= - \eta_{a\beta} \frac{\partial \xi^a}{\partial \sigma} \frac{\partial \xi^\beta}{\partial \sigma} \end{aligned}$$

① 需要指出: 此处再次出现现代理论物理在基本概念上普遍出现的认识不当, 混淆了“坐标系”和“参照系”两个完全不同的概念。坐标系原则上仅仅属于“几何”概念, 不同坐标系之间只存在空间方位、原点差异, 乃至坐标系自身定义上的几何差异。几何学不具独立的时间坐标, 因此, 不能将任何涉及“运动学状态”描述代入纯粹“几何形体”的抽象分析之中。相反, 人们不难发现: 一旦在“广义相对论”的后续陈述中采用“物理学几何化”的方法, 则始终不可能对两个“参照系”之间可能真实存在的“相对运动”做出具有确定意义的认定, 同时, 尽管两个“抽象空间”可能为某一个特定“数学变换”形式所描述, 但是, 却始终不可能将“抽象空间”之间的这种特定变化“历程”表现出来。对于只能以“无视矛盾”为存在前提的“约定论”作为“物理学几何化”的现代自然科学体系, 自始至终充满矛盾和悖谬。

根据上述同样的理由,我们得到在任意引力场和任意坐标系里的运动方程为

$$\frac{d^2 x^\mu}{d\sigma^2} + \Gamma_{\nu\lambda}^\mu \frac{\partial x^\nu}{\partial \sigma} \frac{dx^\lambda}{d\sigma} = 0 \quad (G_G)$$

$$0 = -g_{\mu\nu} \frac{\partial x^\mu}{\partial \sigma} \frac{dx^\nu}{d\sigma} \quad (H_G)$$

其中 $\Gamma_{\nu\lambda}^\mu$ 和 $g_{\mu\nu}$ 同前面一样,由式(D_G)和(F_G)定义。

顺便指出,在(C_G)和(G_G)两式中,为得到粒子的运动,我们并不需要知道 τ 和 σ 是什么。因为解这些方程得到 $x^\mu(\tau)$ 或 $x^\mu(\sigma)$ 。可以消掉 τ 或 σ 得到 $x(t)$ 。式(E_G)的目的是告诉我们如何去计算原时,而式(H_G)的目的是给零质量粒子附加上适当的初始条件。特别是,方程(H_G)告诉我们,光子经过一段距离 dx 所需时间 dt 由如下二次方程确定:

$$0 = g_{00} dt^2 + 2g_{i0} dx^i dt + g_{ij} dx^i dx^j$$

其中 i 和 j 遍取 1, 2, 3, 它的解是

$$dt = \frac{1}{g_{00}} \{ -g_{i0} dx^i - [(g_{i0} g_{j0} - g_{ij} g_{00}) dx^i dx^j] \}$$

光沿任意路径传播所需要的时间,可沿这条路径对 dt 积分计算得到。

在任意坐标系里 x^μ 的一点 X 处的度规张量 $g_{\mu\nu}$ 和仿射联络 $\Gamma_{\mu\nu}^\lambda$ 的值提供了足够信息来确定在点 X 邻域的局部惯性坐标 $\xi^a(x)$ 。首先用 $\frac{\partial \xi^\beta}{\partial x^\lambda}$ 乘方程(D_G)并利用乘积规则

$$\frac{\partial \xi^\beta}{\partial x^\lambda} \frac{dx^\lambda}{d\xi^a} = \delta_a^\beta$$

由此得到 ξ^a 的微分方程

$$\frac{\partial^2 \xi^a}{\partial x^\mu \partial x^\nu} = \Gamma_{\mu\nu}^a \frac{\partial \xi^a}{\partial x^\lambda} \quad (I_G)$$

它的解是

$$\begin{aligned} \xi^a(x) = & a^a + b_\mu^a (x^\mu - X^\mu) \\ & + \frac{1}{2} b_\lambda^a (x^\mu - X^\mu)(x^\nu - X^\nu) + \dots \end{aligned} \quad (J_G)$$

其中

$$a^a = \xi^a(X) \quad b_\lambda^a = \frac{\partial \xi^a(x)}{\partial X^\lambda} \quad (K_G)$$

由方程(F_G)我们还知道

$$\eta_{a\beta} b_\mu^a b_\nu^\beta = g_{\mu\nu}(X)$$

因此,给定 X 处的 $\Gamma_{\mu\nu}^\lambda$ 和 $g_{\mu\nu}$, 局部惯性坐标 ξ^a 就被确定到 $(x-X)^2$ 阶,留下常数 a^a 和 b_λ^a 未定。 b_λ^a 由方程(K_G)可以确定到差一个 Lorentz 变换 $b_\mu^a \rightarrow \Lambda_\beta^a b_\mu^\beta$, 所以 $\xi^a(x)$ 的解的不确定性恰好反映了这样的事实,即如果 ξ^a 是局部惯性坐标,那么 $\Lambda_\beta^a \xi^\beta + c^a$ 也是局部惯性坐标。由于 $\Gamma_{\mu\nu}^\lambda$ 和 $g_{\mu\nu}$ 决定局部惯性坐标准确到只差一个非齐次变换,又由于引力场不能在局部惯性坐标系里产生任何效应,因此发现引力的所有效应均包含在 $\Gamma_{\mu\nu}^\lambda$ 和 $g_{\mu\nu}$ 中,就不应当引起我们的惊讶。

.....

遵从自由下落的方程(C_G)的质点所取空时路径应该使得它所经历过的原时为极小值,即

$$\delta T_{B,A} = 0 \quad (L_G)$$

因此,我们可以使用几何的方式,把运动方程(C_G)表述为:在称为引力场的弯曲空间中,一个

自由降落的质点将沿着两点间最短可能的路径运动,长度是由“原时”量度的。这样的路径称为测地线。”

16.3.2.2 关于“引力”表述的彻底数学悖谬

笔者一再指出,与西方科学世界在“经典力学”、“热力学”、“电磁场理论”乃至包括“微分方程理论”等一系列数学基础中存在大量“实实在在”的不足、不当乃至错误,需要人们予以“切切实实”的纠正完全不同,“相对论”没有任何真正值得人们批判的东西。

事实上,作为一个依赖数学给予人们的“第一性原理”,在整个“广义相对论”中没有丝毫真实意义上的数学,充满形形色色“过分简单”的悖谬:

(1) 首先,考察 Einstein 所杜撰的,由式(A_G)

$$\frac{d^2 \xi^a}{d\tau^2} = 0$$

所定义“惯性坐标系”中的运动方程。对于任何一个了解“初等微积分”的人都知道,由于式中的 $d\tau$ 属于 Einstein“狭义相对论”中的原时,或者可以被多元微积分学中的一个“隐函数”,它既不能直接与某一个坐标对应直接构造“偏微分”,更不可能对应于张量分析中被赋予“不变性”意义的微分算子,因此,作为整个“数学”推导的第一个定义式都不存在,后续推理自然也没有任何意义。

(2) 当 Einstein 引入一个“新”坐标系,即如其所说可能是“曲线、加速、旋转等任何我们想要的”“一般”坐标系,并且,依赖“同一”几何空间中不同坐标系之间的确定关联,构造他所说的“运动学方程”,即式(C_G)

$$0 = \frac{d^2 x^2}{d\tau^2} + \Gamma_{\mu\nu}^{\lambda} \frac{\partial x^{\mu}}{\partial \tau} \frac{dx^{\nu}}{d\tau}$$

并且,将其定义为他所说与“引力场”形成逻辑对应的另一个“弯曲”空间的时候,Einstein 当然根本不晓得:即使这些没有“数学”的数学推导,即不同“坐标系”之间的数学变换能够成立,也根本依赖“同一”几何空间中的几何实体独立于“坐标系”的不同“人为”选择的缘故。没有属于“同一”几何空间以及这些真实几何实体所蕴涵的“客观性”逻辑前提,不同坐标系之间任何一种形式变换都不再存在。因此,即使不考虑相关推导属于没有任何“逻辑”意义的纯粹杜撰,而仅仅从 Einstein 的“直觉和顿悟”考虑,物质世界中真实存在的不同“客观事实”怎么就可以演化为对于不同坐标系的“人为”选择呢?

(3) 作为上述问题的自然延续,如果可以像 Einstein 那样,引入他所说的“惯性系(注意:惯性系至今没有定义),Einstein 却无力解决自然科学体系中这样一些‘实实在在’的难题”以及另一个处于运动之中的“非惯性系”,但是,作为一种显然的事实:两个坐标系之间发生的“相对”运动状况,不可能为某一个“单独”坐标系的“内蕴”特征所描述。那么,何以为两个不同坐标系构造逻辑关联呢?

(4) 当 Einstein 只能依赖“同一”空间中“不同”坐标系之间的坐标变换,杜撰出那个运动学方程,并且,希望借助式(D_G)所示的“仿射联络”

$$\Gamma_{\mu\nu}^{\lambda} = \frac{\partial x^{\lambda}}{\partial \xi^a} \frac{\partial^2 \xi^a}{\partial x^{\mu} \partial x^{\nu}}$$

以及式(F_G)所定义的“度规”

$$g_{\mu\nu} = \frac{\partial \xi^\alpha}{\partial x^\mu} \frac{\partial \xi^\beta}{\partial x^\nu} \eta_{\alpha\beta}$$

表现他所说与引力场对应的“弯曲空间”的“几何”特征时,他根本没有想到:这样两个数学表述充其量只能属于那个最初的“平直”空间中的“坐标系”,否则,也不可能存在他所使用的任何一个变换关系式。也就是说,为此处定义的“仿射联络”与“度规”不可能用以表示他纯粹想当然杜撰出来的弯曲空间。当然,人们可以相信,尽管 Einstein 能够“驾驭”着张量分析中的这些习惯称谓,但是他不可能真正弄懂以“客观性”为本质内涵的“张量分析”中的基本概念。

(5) 当然,这些形式量只能属于“同一”空间中的“曲线”坐标系,为这些形式量所描述的空间仍然是那个最初的“平直”空间。因此,Einstein 只能抄袭现代“微分几何”关于定义“弯曲空间”中一点处“切空间”的概念,再次想当然地将其与“没有引力存在”的“惯性系”构成关联。

(6) 同样,当 Einstein 提出可以求解式(G_G)

$$\frac{d^2 x^\sigma}{d\sigma^2} + \Gamma_{\alpha\lambda}^\sigma \frac{dx^\alpha}{d\sigma} \frac{dx^\lambda}{d\sigma} = 0$$

这样的方程时,Einstein 甚至从来没有想到还存在如何为“微分方程”构造“恰当”定解问题这样一些前提性的命题。一个纯粹拼凑出来“符号”形式,甚至不知道它到底应该表述什么,就是 Einstein 所期待的一个“优秀”公式,能够从中不断再“想象”出许许多多希望的结果。Einstein 凭借他人难以企及的“直觉”意识,又曾经指出在这种情况下任何“外部证实”都不存在的事实。因此,“广义相对论”从头至尾充满着符号意义上的拼凑以及随意想象,相应不仅仅没有任何值得批判的东西,同时也没有任何需要证实的地方。当然,对于可尊敬的“美国宇航局”,又凭什么提出“经验证实”的问题呢?

(7) 最后需要指出,对于以数学为生的“数学家”肯定知道,由式(L_G)所示变分原理 $\delta T_{B,A}=0$ 所定义的“测地线”只属于“弯曲”空间。尽管在一个“平直”几何空间中可以使用“曲线”坐标系,但是,空间任意两点之间只存在“唯一”一根连线。那么,正如上述分析已经指出的那样,当不同坐标系定义在一个相同的几何空间中,并且,因其而可以为不同坐标系中的不同分量表述构造逻辑关联的时候,在这个空间中怎么可能存在“测地线”的概念呢?

其实,本章的最后一节将通过实例进一步指出:只能建立在形形色色人为“约定”之上,由西方科学世界“想象”出来的那个现代微分几何,同样缺乏可靠的“客观性”前提和基础,隐含许许多多的逻辑悖论^①。

16.3.3 两类“相对论”数学理念的逻辑自悖及其共性特征

如果说《McGraw-Hill 物理百科全书》在其“理论物理”条目中能够指出两类“相对论”几乎没有任何本质关联的事实,应该说已经极其不容易了。但是,可以相信这个条目的著者其实几乎不可能形成一种真正“理性”意义上的认识。

① 当然,如果从西方科学世界奉行的“实用主义”哲学考虑,甚至在“微分几何”学家也不得不提出“一切物理的理论最终要量子化,相应数学上需要研究无穷维空间及其离散想象”的时候,那个人为设定任意阶导数都始终保持光滑的“微分流形”怎样用于描述真实存在的物质世界呢?其实,任何在容忍逻辑悖论存在的基础之上进行推理的数学,已经不可能真正成为数学。对于我们的数学家们,需要重新认真探讨西方科学世界没有解决的如何避免数学基础逻辑悖论的问题,处理经典电磁场理论基本方程为什么不能求解,乃至古典电磁场分析为什么必须引入许多物理学家已经意识到缺乏物理基础以及数学推证的“正则假设”明显存在的“无理性”这样一些实实在在的基础问题。

此处,从基本的“数学思维”方式的角度,为该百科全书的这一论断补充依据。

人们可以发现,在 Minkowski 为纯粹杜撰出来的“相对论”再次杜撰了一个“真伪”几何空间中,相关的全部数学思想在于构造一个“意念”中的“度规”,即

$$\eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases} \quad (16.3.5a)$$

当然,由于 Minkowski 同样笃信“约定论”能够为任何“无理”假设提供“有理”依据的这样一种纯粹“自欺”的理念,他没有认识到一般 Euclid 向量空间中的度规

$$\eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases}$$

其根本原因并不是 Hilbert 所说的那个“公理化假设”,而是向量空间中“向量”实际蕴涵的“客观性”意义。因此,作为“向量空间”自身“客观性”的逻辑必然,尽管随着坐标系的不同人为选择相应存在不同形式向量的分量表述,但是,本质上所有的分量表述必须保持一致。正是,独立于人为“主观”意识的客观性,赋予了不同向量空间以不同的确定变换形式,使得这些表面上不同的形式表述逻辑地对应于一个相同的“物质实体”。

但是,形式上存在于不同“Euclid 空间”间的线性变换所蕴涵的“客观性”基础,对于只能称之为一个“完全不合格”数学家的 Minkowski 全然没有懂得。相反,他那个意念之中的度规,实际上只是对 Einstein 所杜撰“相对论”中“光速不变原理”以及“原时不变性”的一种简单复现,即

$$d\tau^2 = \text{const} \Leftrightarrow \eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases} \quad (16.3.5b)$$

或者说,这个杜撰出来的“约束方程”,正是借助于 Minkowski“真伪”空间加以表述的“狭义相对论”的本质内涵。

当然,正如以上分析已经指出的那样,这个杜撰出来的数学式,实际上成为对“向量空间”中的“向量长度”构造一种人为杜撰的“附加”约束,从而使得这个纯粹杜撰而得的“几何空间”在否定“几何空间”自身的“客观性”内涵的同时,对于只能以“向量空间”的“客观性”作为存在基础的一般“线性”变换

$$x'^{\alpha} = \Lambda^{\alpha}_{\beta} x^{\beta} + a^{\alpha} \in S : r^2 = \mathbf{r} \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{r} \quad (16.3.6)$$

构成了“全然”否定。

与约束方程(16.3.5)作为“狭义相对论”的思维基础不同,在利用对于“张量分析”的一知半解“拼凑”出“广义相对论”的整个过程中,人们不难发现,相关数学思考的基础却只能依赖式(16.3.6)所述的线性变换。更明确地说,一个在“狭义相对论”中遭到实质性否定,以表现“向量空间”中向量所蕴涵“客观性”为全部基础的线性变换,在 Einstein 重新杜撰“广义相对论”时却成为那种“拼凑”式思考的基础。这样,在数学思维的基本模式上,两种“相对论”实际上处于严重“对立”之中。

当然,以上分析仍然属于一种“形而上学”的分析。两种“相对论”之所以出现悖谬,它们的“共性”特征在于“约定论”对于几何实体自身蕴涵“客观”属性的逻辑否定。或者说,Einstein 以及他的简单认同者们没有理解“张量分析”中所有形式意义上的“不变性”表述,只能根本渊

源于“矢量”自身拥有的“客观性”本质。

例如,对于向量空间中某一个任意向量 r ,该向量包括“长度和方位”在内的基本几何特征完全独立于任何人的“主观”意志。或者说,作为一种“客观量”,向量 r 必须本质地独立于不同坐标系的人为选择。正因为此,正如任何一本“张量”的“初级教程”所描述的那样,假设存在某一个可以定义“整个”空间域的“仿射”坐标系

$$r = r^i i_i \quad i = 1, 2, 3 \quad (16.3.7)$$

式中的 $i_i (i = 1, 2, 3)$ 称为定义于整个空间域的三个基向量。

与此同时,坐标系的选择是任意的,还可以构造属于同一空间的“曲线”坐标系。也就是说,对于上述仿射坐标系中三个坐标 r^i 所定义的向量 r ,如果存在连续可微且单值的函数

$$x^i = x^i(r^1, r^2, r^3) \quad i = 1, 2, 3 \quad (16.3.8a)$$

那么当此处引入的函数不可能表示为线性函数的时候,这样的 $\{x^i\}$ 成为定义于“同一”空间域中的曲线坐标系。

但是,与定义于整个“几何域”中仿射坐标系中的三个“基向量 i_i ”同样能够定义于整个几何域之中不同空间点 r 处,与曲线坐标“无穷小变化”构成对应的“坐标向量 e_i ”,即

$$e_i = \frac{\partial r}{\partial x^i} \quad i = 1, 2, 3 \quad (16.3.8b)$$

并不相同,相应构造人们通常所说的“运动”框架。也正因为此,对于定义不同“空间点”处的向量,不能根据不同“分量”的大小进行直接比较。

然而,在空间点的“无穷小”邻域中,仍然可以为矢量定义量度,即

$$g_{i,j} = e_i \cdot e_j = \frac{\partial r}{\partial x^i} \frac{\partial r}{\partial x^j} \quad (16.3.9)$$

考虑到矢量 r 是客观量,独立于坐标系的选择,相应存在

$$\frac{\partial r}{\partial x^i} = \frac{\partial r^1}{\partial x^i} i_1 + \frac{\partial r^2}{\partial x^i} i_2 + \frac{\partial r^3}{\partial x^i} i_3 = \frac{\partial r^k}{\partial x^i} i_k$$

继而假设式(16.3.7)所定义的仿射坐标 Cartesian 坐标系,基矢量具有单位长度。于是

$$g_{i,j} = \sum_k \frac{\partial r^k}{\partial x^i} \frac{\partial r^k}{\partial x^j} \quad (16.3.10)$$

该数学表述即人们通常所称的“量度张量”。显然,以上简单分析得以存在的唯一基础或者前提就是作为“客观量”而存在的“向量”真实蕴涵的“不变性”意义。

16.4 “框架拖曳”蕴涵的平凡物理真实及其“数学模型”大概认定

作为主宰 20 世纪科学世界的“约定论”的一大发明是:只要能够诚实地承认“矛盾”的存在,那么,这个矛盾的存在就会变得无足轻重,甚至在本质意义上已经不复存在了。事实上,正因为有在“Minkowski 空间”、“广义相对论”乃至“Schrödinger 方程”等这样一些纯粹杜撰而得的陈述系统过分明显的反常和悖谬,并且,在这些陈述系统的杜撰者公开展示这些所有的悖谬以后,不仅仅完全不必为悖谬而自愧,相反,应该为这些“常人”无法发现的悖谬成为“真理”而足以自傲。此时,“逻辑”或者“数学严谨性”已经变得没有任何实在意义,只是西方科学世界中那些不断“创造”着真理的“天才”们手中视为“有趣游戏”的“玩物”而已。此时,人类的科学事业重新被“宗教”所取代,而那些从中得到些许“实惠”的人则在要求许多不知情者在“逻辑”地遵

循这些“第一性原理”的同时,不能不以一种“震撼心灵”的真诚去接受它们。当然,这也是诚实的 Bohr 谈及 20 世纪物理学时向人们提出“要成为正确的理论,问题在于它是否足够的疯狂”这样一种“疯狂”论断的缘故。

同样,正如以上分析已经充分说明的那样,当“广义相对论”使用着 Einstein 从来没有真正搞懂的“数学语汇”,凭借彼此没有任何“逻辑”的“逻辑推理”方式,将“张量分析”中的一些符号重新拼凑出一种已经完全改变数学语言原来语意,相应只可能用以表现天才 Einstein 的“直觉和顿悟”这样一个“特制”的“符号”系统,甚至在 Einstein 本人晚年时已经指出实际上不存在任何“外部经验证实”的时候,的确不知道美国宇航局的“实验学家”们到底为这个自身充满矛盾的“符号”系统在“验证”着什么,也不知道那个过分自信的西方科学世界为什么能够提出“广义相对论”得到再次验证的断言?

其实,许多年来,包括西方学者在内的许多人都已经指出“Maxwell 基本方程在数学上不可能求解”这样一个足以让人们警醒的基本事实。当然,人们不难相信,尽管自然科学上真实存在的许多难题的确像 Hilbert 曾经断言的最终并不难得到解决,但是,对于那个过分崇尚“实用主义”,以至于以默认矛盾存在为前提的西方科学世界,他们几乎不可能解决自 Newton 以来就真实存在于自然科学体系中的一系列没有解决的基础科学问题。正因为此,对于一个过分急功近利以及过分自信和自大的西方科学世界,甚至不知道如何将“电磁波赖以存在的电磁场”与“作为电磁场中小扰动传播的电磁波”两个完全不同的命题加以区分。当然,这些可敬的实验科学家也根本不可能形成一种理性意识;许多年来花费了并不仅仅属于西方世界,而本质上属于“人类”太多资源的“框架拖曳”实验,只不过反映了物质世界中一个平凡的真实。

当然,任何人都能够从西方科学世界构造的许多科学实验中,深切感受西方学者“勇于实践、善于实践、精细实践”的非凡能力,以及“特别乐于总结和善于总结”这样一种有待商榷的思维倾向。但是,一个需要整个人类反思的基本事实在于:东方民族几乎从来没有轻视任何西方民族,相反,西方世界则不然,或许因为他们的祖先曾经为人类的“现代”自然科学体系曾经做出了历史性的巨大贡献,一种几乎无法自制某种根深蒂固的盲目自大的倾向极大阻碍了人类科学事业的正常发展。

16.4.1 一个平凡的“框架拖曳”实验及其蕴涵的平凡物理实在

在目前 Nature 杂志关于“框架拖曳”实验的报道中,没有具体实验装置以及相关定量测量结果的报道。根据这个新闻性质的报道,除了对已经被视为“基本定论”的“弯曲时空”做出验证以外,唯一可以了解的基本“物理实在”是:对于在地球邻域中运动的飞行器,存在着经典引力理论无法解释的力,并且,这个真实存在的力随着飞行器与地球相对位置的不同而变化着。

如果说,Leibniz 在 4 个世纪以前已经正确指出,“与物质客体相分离的任何空间概念都没有哲学上的必要”,那么,如果缺乏一个“平直空间”作为陈述物质世界基本特征的“统一”背景,甚至连“弯曲”概念本身都不可能存在。或者说,即使飞行器实际上呈现某种“弯曲”运动轨迹,这样一种“弯曲”仍然表现于物质世界真实存在的那个“3 维平直空间”之中。因此,除了经典引力理论所说的“重力”以外,运动中的飞行器到底还承受怎样的力,成为需要讨论的根本问题。

正如前面提及“经典天体力学”时已经指出的那样,对于建立在 Newton 力学体系上的这个“经典理论”体系,它仅仅研究天体质量、形状以及由其引起的相互作用问题。但是,任何一

个具有一般科学常识的人都了解或者可以相信:诸如地球这样的星体,除了质量以及它们的形状以外,还存在着某种“静态电荷”或者“动态电荷”分布的问题。一般情况下,可以大致认为这些“物理实在”的分布充分均匀,以至于往往不能感受到它们的存在。但是,当飞行器中由许许多多“电气原件”构造的测量仪器变得越来越精密的时候,那么,这些仪器自然会感受到星体中“静止”或者“运动中”电荷分布不均匀的物理实在,相应会出现一个“引力”以外的附加力。

事实上,人们总可以相信:发生在物质世界中的一切只要是真实的,那么,它就必然是可解释的。但是,自然科学必需的“可解释性”,绝不意味着能够真的说出自存大自然中发生的一切“为什么”能够存在的问题,或者像 Einstein 幼稚地期待的那样,能够凭借人的“主观意志”设置一种“由于容忍矛盾或者无视逻辑以至于本身已经失去任何存在价值和实际意义”的规律,去束缚或者制约那个自存和无尽的大自然。其实,自然科学必需的“可解释性”,乃至进行自然科学研究的根本目的仅仅在于:如何发现大自然中形形色色具有“独立”意义的真实存在,或者通常所说的物理实在,努力使用包括概念在内的“无歧义”科学语言,对发生在物质世界中的一切做出“有限真实然而必须彼此逻辑相容”的描述。如果这样一种描述能够基本吻合于被描述理想化物质对象,那么,人们就能够“逻辑地”对与这种理想化物质对象相关的某种物理真实做出某种程度预测。

当然,正如自 Newton 以来的整个现代自然科学体系已经充分表明的那样,蕴涵于物质世界自身的规律性根本独立于某些人的主观意志,而根本渊源于一切“抽象同一”物理实在中共同蕴涵“抽象同一”特征。因此,在彻底批判西方科学世界强加于物质世界之上的“第一性原理”,自觉对人类构建的自然科学体系加以限制的同时,需要形成一种自觉意识:借助科学实验揭示大自然无以穷尽的独立存在,将成为构建自然科学体系的唯一基础。

16.4.2 宇航测量若干需要面对基本命题的重新思考

与“相对论”不同,Maxwell 的经典电磁场得以存在的基础是 Coulomb 开始,而由许许多多科学家进行的科学实验。因此,如果说对于“电磁场”这样一种“无形、无质物质”的真实存在形成一种理性认识需要一个逐步深化的过程,乃至在那个时代一系列相关的数学基础问题尚未得到解决,这个经典理论体系实际上属于一个“数学上不可能求解”的陈述系统的话,那么,随着与其相关的这些问题得以真正解决,在其得以存在的“有限论域”中,一个得以理性重建的电磁场理论体系自然成为需要得以普遍遵循的“有限真理”系统,能够对若干与其相关的经验事实做出预测。

例如,在飞行器的惯性导航系统中,目前仅仅考虑了重力场的影响。但是,地球实际上也是带电体,运动中的地球同样会激发电磁场。因此,在较为精致的导航定位系统中,需要考虑运动中地球所激发的电磁场对诸如“陀螺仪”中敏感原件所发出电信号的影响。然而,正如许多研究者已经指出的那样,Maxwell 所构造的经典电磁场方程属于一个数学上不可能求解的不当表述形式。这样,运动中地球所激发的电磁场对于飞行器定位问题的影响,长时间处于一种实际上不可能予以考虑的状态。

一般而言,如果飞行器绕地球运动,通常把飞行器的瞬时运动曲面和飞行器陀螺自旋面交线在空中的运动称为“进动(Precession)”,用“进动角 Ψ ”加以表示。在仅仅考虑重力作用时,根据刚体力学的 Euler 方程有

$$\frac{d\Psi}{dt} = \text{const} \quad (16.4.1)$$

那么,由于并不真正了解航空导航技术以及相关实验的具体情况,并且只能从 Nature 杂志中“Generaly relativity Frame-dragging confirmed”所作简单报道进行推测时,可以相信之所以被西方学者视为“广义相对论”的最有力实验证据,其依据只能是相关实验结果违背了 Euler 方程,于是必须借助“自转的飞行物导致其周围时空弯曲”这样一种本质上改变“时间和空间”仅仅属于科学陈述语言系统的方式加以解释。但是,对于这些“过分自信和自负”而又仅仅习惯于“简单”的形而上学思维的西方学者,为什么不能反思,一旦“时间和空间”随着不同物体自身运动状况的不同而处于彼此完全不同的变化之中,那么,包括上述 Euler 方程在内的所有科学陈述都会因为陈述语言的不同而失去了存在意义。相反,为什么不能认真思考到底存在怎样的“物理实在”或者“物理作用”,迫使飞行陀螺出现了此处所说的“进动”现象呢?

显然,对于经典“引力场理论”没有考虑然而却真实存在的物理实在,应该“首推”地球中电荷所激发的电磁场。之所以使用这样的叙述方式,无疑在于强调这样一种贯穿始终的基本科学理念:与那个一方面否定逻辑,另一方面却幼稚地期望为整个物质世界构造某种“统一”模式的 Einstein 完全相反,人们始终需要自觉地承认,人类描述无穷大自然的能力极其有限,永远也不可能穷尽其真实。这样,如果说由于经典电磁场理论无法求解而忽视了“电磁作用”的基本物理真实,那么,式(11.4.12)为电磁场重新构造了一个数学上可以求解的形式表述,即

$$\left\{ \begin{array}{l} -\nabla^2 \phi = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \times \nabla \times \Psi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \nabla \cdot \Psi = -\frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{1}{r} \nabla \cdot \mathbf{J} dV \\ \frac{\partial \phi}{\partial n} = -\sigma \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \Psi = \frac{1}{c^2} \mathbf{j} \end{array} \right. \quad (16.4.2a)$$

$\mathbf{x} \in V_{\text{phy}} : \text{Extended from the earth}$

在许多情况下,还可以按照上一章的叙述,将这个动态电磁场进一步简化为“恒定”电磁场的特例考虑。显然,除了数学表述形式的不同以外,与经典理论在物理理念上的最大差别在于:与其中的电荷密度 ρ 以及电流密度 $\mathbf{J}$ 都属于地球保持严格逻辑一致,整个形式系统必须同样严格定义在地球所张几何空间之中。显然,这样的理念不仅仅彻底免除因为建立在“循环逻辑”上的“惯性系”使得一切与运动学有关的物理学量失去确定意义的认识悖谬,而且十分有意思的是,它能够与 Leibniz(1646~1716 年)已经做出的哲学判断保持吻合^①。

此外,对存在于该电磁场中,诸如导航设备中带电原件,它们实际承受的“电磁作用”可以借助经典电磁场理论中为人们熟悉的一对物理量所描述,即

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{B} = \nabla \times \Psi \\ \mathbf{E} = -\nabla \phi + \frac{\partial \Psi}{\partial t} \end{array} \right. \quad (16.4.2b)$$

① 值得再次感谢 Wienberg 的著述,它告诉这样一个许许多多现代自然科学研究者都不知道,并且几乎被现代科学史所遗忘的重大历史事实。

注意,根据严格的逻辑相容性,物理量 B 和 E 并不直接属于电磁场,它们只能逻辑地定义在处于电磁场中的带电体上。当然,一旦将飞行器中“定位元器件”实际承受的力得以确定,那么,包括进动在内的运动状况在理论上都可能得以定量确定。

此外,除了以上所述飞行器如何“定位”的基本命题以外,对于不同的飞行器以及飞行器与地面接收站进行电磁通信的时候,还需要重新探讨经典的 Maxwell 电磁场理论根本不可能描述的,一个在通常 3 维空间中电磁波怎样进行传播的“一般性”问题。为了突出这样一个由西方科学世界所构造的经典理论根本没有提及,甚至没有意识到其独立存在的基本命题,不妨将上一章的相关主要结论做简单复述。

事实上,自从 Maxwell 构造出他的经典电磁场理论体系以来的一个半世纪中,西方科学世界一直不懂得如何对电磁场中小扰动传播的“电磁波”与电磁小扰动赖以存在的“电磁场”加以区分。

考虑电磁波的传播,原则上需要首先对其赖以存在的物质场背景做出定义。如果仅仅考虑一个处于“恒定静态”状况的简单“背景场”模型,该背景电磁场的相关数学模型为

$$\left\{ \begin{array}{l} -\nabla^2 \phi = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = \mu_0 J \\ \nabla \cdot \Psi = 0 \\ n \cdot \nabla \phi(x) = -\sigma \quad x \in b \\ c^2 n \times \nabla \times \Psi(x, t) = j \quad x \in b \end{array} \right. \quad (16.4.3a)$$

其中,关于矢量势散度 $\nabla \cdot \Psi$ 等于零的陈述完全不同于经典静磁场分析中人为提出的假设,真实反映了“恒定”电流分布必须满足的基本条件,仅仅于此,才可能构造关于矢量势自身 Ψ 而不是其旋度 $\nabla \times \Psi$ 的恰当定解问题。进而在这个静态的背景电磁场之上,如果存在某一个动态的电流分布 $j(x, t)$,并且该动态电流成为激发电磁扰动 Φ 的唯一“源”项,那么,相应存在关于电磁扰动的数学描述为

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \times \nabla \times \Phi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = \mu_0 j \\ \nabla \cdot \Phi = -\frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\nabla \cdot j}{r} dV \\ n \times \nabla \times \Phi(x, t) = \frac{1}{c^2} j' \quad x \in b \end{array} \right. \quad (16.4.3b)$$

并且,还相应存在与电磁扰动相关的能量方程

$$\dot{W}_{\text{perturbation}} = \frac{\partial U}{\partial t} - c^2 \oint_A n \cdot \left[\left(-\nabla \phi + \frac{\partial \Psi}{\partial t} \right) \times \nabla \times \Phi + \frac{\partial \Phi}{\partial t} \times \nabla \times \Psi \right] dA \quad (16.4.3c)$$

所有这些重新构造的方程为研究“特定”电磁场中的电磁扰动提供了基础。较为具体的分析仍然参照上一章已经做出的分析。

16.4.3 赋予发展中“天体力学”以真实的物理内涵

毫无疑义,人类必须从 Einstein 以及那个时代科学世界在过分追求实用主义的同时,却由于本质上无力处理一系列基础数学和物理理念的问题,最终陷入“容忍矛盾”且无法从依赖“杜撰概念”这样一些彻底违反人类自诞生以来逐步形成的“理性”意识的彻底悖谬之中解脱出来。重新赋予“现代天体力学”以实实在在的物理内涵。

既然人们指出,“经典天体力学”只能研究天体的质量、形状、运动的问题,那么,由于对于天体这样“尺度”的特定“物质层次”的物质对象而言,天体中真实蕴涵的“电荷”以及这些电荷可能的“运动”情况,同样会影响天体间的实际作用,及其运动学状况。因此,进一步探讨天体中的电荷分布与它们的运动状况,即

$$\rho = \begin{cases} \rho(\mathbf{x}, t) : \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0 \\ \mathbf{J}(\mathbf{x}, t) \end{cases} \quad (16.4.4)$$

成为以“自存”物质世界为特定研究对象的一门“实实在在”的学科。

16.5 Dirac 著《广义相对论》一般评析——以及关于“现代微分几何基础”的若干反思

虽然“狭义相对论”已经不断受到研究者的质疑,但是,似乎大部分人仍然轻信“广义相对论”是一个非常优秀的理论体系。其实,“广义相对论”与“狭义相对论”一样都是荒谬的陈述系统。只不过由于大部分研究者与认同者,乃至向往科学的人往往并不真正熟悉,更为直接地说,是从来没有真正读懂这个陈述系统需要使用的数学而处于被蒙蔽状况罢了。

在 1975 年,已经年近古稀的 Dirac 曾经出版了一本名为《广义相对论》的著述。在这本篇幅相当紧凑的小册子中,Dirac 期望以一种“直接、简明的方式”,为他所笃信的“广义相对论”必须使用的一种“成熟但是相当复杂的数学技巧”提供了“必不可少的基础材料”。应该承认,如果与其他论述广义相对论的著述乃至微分几何著述相比,Dirac 在这本小册子中的论述的确表现了他的许多过人之处,相当系统和完整地阐述了广义相对论的思想体系以及相关数学基础的基本结构。读了这本书,可以相信,Dirac 称得上真正“领悟”了 18~19 世纪微分几何的基本思想;甚至还可以做出一种大概合理的猜测,Dirac 或许已经大体意识到微分几何中隐含的许多逻辑悖论;当然,也同样可以确信,Dirac 依然缺乏一种能力,能够对前人开拓性工作中可能存在的不足、不当乃至错误做出纠正。因此,即使对依然认同广义相对论的研究者仍然值得好好一读 Dirac 的这本书。当然,也正是这个缘故,笔者最终下定决心,以任何科学陈述必须遵循的“逻辑自洽性”原则作为进行科学评判的唯一有效武器,重新认真阅读、仔细推敲和反思 Dirac 做出的精彩论述。这样一种较为系统的反思,对于准确认识和彻底批判“广义相对论”到处充斥的认识紊乱和逻辑悖论,乃至对只能以纯粹“约定论”为基础的现代微分几何的恰当认识和评价,相信都会具有重要意义。

基于同样的原因,期望本书读者再花费一点精力,认真学习和阅读 Dirac 这部篇幅不大却不乏精彩的论述。当然,同样需要以一种认真和严格的态度,对待本书针对 Dirac 陈述作出的严厉批判。可以相信,在真正读懂他人著述的基础和前提之上,并不难对涉及现代自然科学存在基础的重大命题做出独立的和理性的判断。事实上,真正科学的必须逻辑自洽,当然,也正因为此,最终容易为人们理性接受或者做出理性判断。

16.5.1 序

我们希望不限于对物理关系作肤浅的讨论,就必须建立一些精确的方程来处理弯曲空间。有一种成熟的但相当复杂的数学技巧能够做到这一点。任何读者想要了解 Einstein 的理论,就必须掌握这种数学技巧。

本书是根据作者在佛罗里达州立大学物理系所作的连续讲演而写成的,其目的在于以直接、简明的方式提供必不可少的材料。除了狭义相对论的基本概念和场函数的微分处理外,毋须具备更深的指示。本书将使读者能够克服了解广义相对论时所遇到的主要障碍,而且使花费的时间和精力尽可能地少一些,并使读者能够进一步深入研究他感兴趣的任何专门领域。

部内涵在于也仅仅在于如何为人们构造出一个“弯曲”空间的问题。

其实,在重新认识或者批判广义相对论的时候,全部核心同样在于 Dirac 所说的那个“成熟的但是相当复杂的数学技巧”是否真正存在的问题。

16.5.2 狭义相对论

物理学的时空,需要有四个坐标:时间 t 和三个空间坐标 x, y, z 。令

$$t = x^0, x = x^1, y = x^2, z = x^3$$

于是这四个坐标可以写成 x^μ , 这里附标 μ 取 $0, 1, 2, 3$ 四个值。附标写在上方,是为了可以使相对论的所有普遍方程中的附标保持“均衡”。均衡的精确含义稍后就会明白。

我们再取一点,它接近于原先考虑的点 x^μ , 令其坐标为 $x^\mu + dx^\mu$ 。构成位移的四个量可以看作是一个矢量的四个分量。狭义相对论定律允许我们作出坐标的线性非齐次变换,这些变换导致 x^μ 的线性齐次变换。如果我们适当选择距离和时间的单位,使得光速恒等于 1, 那么由 dx^μ 的这些线性齐次变换,便使得

$$(dx^0)^2 - (dx^1)^2 - (dx^2)^2 - (dx^3)^2 \quad (2.1)$$

为不变量。

在坐标变换下按与 dx^μ 同样方式变换的四个量 A^μ 组成的任一集合构成一个逆变矢量。可以把不变量

$$(A^0)^2 - (A^1)^2 - (A^2)^2 - (A^3)^2 = (A, A) \quad (2.2)$$

叫作矢量长度平方。设有另一逆变换矢量 B^μ , 则有标积不变量:

$$A^0 B^0 - A^1 B^1 - A^2 B^2 - A^3 B^3 = (A, B) \quad (2.3)$$

为了得到这些不变量的一种方便写法,我们引进降低附标的方法,定义

$$A_0 = A^0, A_1 = -A^1, A_2 = -A^2, A_3 = -A^3 \quad (2.4)$$

那么式(2.2)左边的表达式可以写作 $A_\mu A^\mu$, 这里应该理解为对 μ 的所有四个值求和。用同样的记号,我们可以把式(2.3) 写为 $A_\mu B^\mu$ 或 $A^\mu B_\mu$ 。

1. 首先需要对“坐标变换”的概念做出前提性界定:在向量空间中,当两个坐标系的两组坐标能够为一个矩阵相关联的时候,该变换称为“线性”的;除线性变换矩阵以外,如果还相差某一个“恒向量”,则该变换为“非齐次线性”变换,即

$$x'^a = \Lambda^a_\beta x^\beta + a^a$$

但是,在 Minkowski 所构造的“真伪”空间中,不可能求得属于上述线性变换所示的“线性变换矩阵 Λ ”(对比节 16.3.1 最终给出的非线性结果)。也就是说, Minkowski 杜撰的空间首先不是向量空间;

2. 其次,向量空间中不同形式“不变量”得以存在的基础只能是向量作为“客观量”的前提存在,从而表现它们独立于不同研究者不同主观意志的客观性(物质性)本质。对于作为向量空间中基本元素的“向量”而言,向量自身

式(2.4)引进的四个量 A_μ , 也可以看作一个矢量的四个分量, 由于正、负号的差别, A_μ 在坐标变换下的变换规律和 A^μ 的稍有不同, 这种矢量叫做协变矢量。

由两个逆变矢量 A^μ 和 B^ν , 可以构成十六个量 $A^\mu B^\nu$ 。像本书中出现的所有希腊附标一样, 附标 ν 也取 0, 1, 2, 3 四个值。这是六个量构成一个二秩张量的十六个分量。有时把它叫做矢量 A^μ 和 B^ν 的外积, 以区别于称之为内积的标积(1.3)。

张量 $A^\mu B^\nu$ 是一个较为特殊的张量, 因其分量之间有特殊的关系。但是, 我们可以把用这种方法构成的几个张量加起来, 得到一般的二秩张量; 比方说,

$$T^{\mu\nu} = A^\mu B^\nu + A'^\mu B'^\nu + A''^\mu B''^\nu + \dots \quad (2.5)$$

一般张量的主要性质是: 在坐标变换下, 张量分量的变换方式和量 $A^\mu B^\nu$ 的相同。

我们可以采用对式(2.5)右边每一项降低附标的方法来降低 $T^{\mu\nu}$ 中的一个附标。这样我们就可构成 T^ν_μ 或 T^μ_ν 。我们可以把两个附标一起降低而得到 $T_{\mu\nu}$ 。

在 T^ν_μ 中, 我们可以令 $\nu=\mu$ 而得到 T^μ_μ 。这里要对 μ 的所有四个值求和。一附标在某项中出现两次, 总是意味着对此附标求和。于是 T^ν_μ 是一个标量, 等于 T^μ_μ 。

我们可以继续采用这一方法, 把两个以上的矢量相乘, 注意它们的附标全都不同。用这种方法, 可以构成更高秩的张量, 其附标全在上方。然后我们可以降低任一个附标而得到一般张量, 它有任意个上标和任意个下标。

我们可以另一个下标等于一个上标。于是我们必须对这个附标的所有值求和。这个附标就变为傀标。得到的张量比原来的张量就少了两个有效附标。这种方法叫作缩并。因此, 如果我们要把四秩张量 $T^{\mu\sigma}_{\nu\rho}$ 缩并, 有一种方法是令 $\sigma=\rho$, 它给出二次张量 $T^{\mu\rho}_{\nu\rho}$, 只有十六个分量, 这是由 μ 和 ν 的四个值产生的。我们可以再一次缩并而得到标量 $T^{\mu\rho}_{\mu\rho}$, 仅有一个分量。

至此, 我们就能体会到附标均衡的含义。一个方程中出现的任一有效附标, 在该方程的每一项中只出现一次, 不是在上方, 就是在下方。一个附标在项中出现两次, 即为一个傀标, 而且它必须在上方和下方各出现一次。它可以用该项中未曾出现过的其他希腊字母取代之。于是, $T^{\mu\rho}_{\nu\rho} = T^{\mu\alpha}_{\nu\alpha}$ 一个附标在项中决不可出现两次以上。

具有的“长度”就属于一种客观量; 向量自身的长度不能也不允许随着坐标系选择的不同而变化。但是, 式(2.1)和(2.2)属于纯粹的人为规定, 本质上用以反映“相对论”所说的“原时”不变性, 完全不同于向量的长度概念;

3. 借助一般的线性变换矩阵, 例如

$$x'^\alpha = \Lambda^\alpha_\beta x^\beta$$

将两个向量空间构成确定逻辑关联的时候, 可以将其广义地视之作为一种变形: 某一个向量变化为另一个向量。此时没有理由要求向量的长度保持恒定, 除非是诸如正交对称矩阵的特例。因此, 即使允许将式(2.1)和(2.2)定义的“数”视之为向量的长度, 也完全没有理由要求一个向量在经历线性变换变成“另一个”向量以后仍然保持原向量的长度;

4. 正因为式(2.1)和(2.2)作为纯粹杜撰出来的“主观约定”而强加于向量空间的不变量, 对不变量自身的客观性基础构成彻底的逻辑否定。

16.5.2A 关于“一般张量性质”的大概评述

无论从哲学理念还是从形式逻辑考虑, 都告诉人们这样一个基本事实: 任何形式的特定属性只能逻辑地

隶属于某种特定的理想化客体,或者说,理想化客体的存在是性质集合得以存在的基础和前提。因此,对于几何实体的理想化确认是前提,而对于性质的认定和描述仅仅是从属性的。在描述客观存在的几何实体或者物理实在的“客观性”方面,张量具有重大意义。尽管如此,或者更为准确地说是正因为此,不能把张量在某种“特定条件”下的某种“特定形式表述”以一种过分简单的方式予以“固定”化。

需要注意,在现代数学的相关陈述之中,往往总把张量与线性变换构成确定关联,并且,以此作为张量的形式定义。但是,这种习惯性的认定并不具有普遍意义或者并不恰当。其实,作为现代微分几何研究的核心内容,随着使用曲线坐标系这样的“非直线”工具,或者引入曲面这样的“非平直”空间作为对定义域构造的约束,表现形式上的“线性变换”特征不再存在。因此,对于几何实体以及物理实在的确认,远比某一个特定形式一种简单形而上学意义的固定化更为根本和本质。

无视理想化客体存在的逻辑前提,类似“集合论”中的“概括原则”那样,将某种属性“无条件化”的最终结果只能产生逻辑悖论。等价地说,某一个具体的形式表述只能逻辑地属于某一个特定的物质对象客体,如果将形式表述变得“人为的过分复杂化”的同时,还将形式表述自身泛化为“与逻辑属性完全无关”的独立存在,不仅使得形式表述而且还使得形式表述中形式量自身失去了“物质(客观性)”意义。

当然,这正是建立在美其名曰“公理化假设”的“约定论”基础之上、包括微分几何在内整个现代数学隐含大量逻辑不自洽的本质。事实上,努力将 20 世纪“约定论”造成的认识颠倒再重新颠倒过来,将贯彻于梳理整个现代自然科学体系的始终。

16.5.3 斜轴

在表述广义相对论以前,为方便起见,先考虑一种中间表述方式——斜交直线轴表述的狭义相对论。

如果我们变换到斜轴,式(2.1)中 dx^μ 的每一个分量变为新 dx^μ 的线性函数,而其二次式(2.1)就变为新的 dx^μ 的一般二次式。我们可以把它写成

$$g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu \quad (3.1)$$

式中理解为对 μ, ν 的所有值求和。式(3.1)中出现的系数 $g_{\mu\nu}$ 依赖于斜轴系。当然,由于 $g_{\mu\nu}$ 和 $g_{\nu\mu}$ 的差别在二次式(3.1)中不出现,我们可取 $g_{\mu\nu} = g_{\nu\mu}$,因而有十个独立系数 $g_{\mu\nu}$ 。

一般的逆变矢量有四个分量 A^μ ,它在任何斜轴变换下像 dx^μ 一样。于是

$$g_{\mu\nu} A^\mu A^\nu$$

是不变量。它是矢量 A^μ 的长度平方。

设 B^μ 是另一逆变矢量;则当 λ 为任意数值时, $A^\mu + \lambda B^\mu$ 仍是逆变矢量。其长度平方为

$$g_{\mu\nu} (A^\mu + \lambda B^\mu) (A^\nu + \lambda B^\nu) = g_{\mu\nu} A^\mu A^\nu + \lambda (g_{\mu\nu} A^\mu B^\nu + g_{\mu\nu} A^\nu B^\mu) + \lambda^2 g_{\mu\nu} B^\mu B^\nu$$

对一切 λ 值来说,上式必为一不变量。由此得出,与 λ 无关的一项以及 λ 与 λ^2 的系数,必定分别为不变量。 λ 的系数为

$$g_{\mu\nu} A^\mu B^\nu + g_{\mu\nu} A^\nu B^\mu = 2g_{\mu\nu} A^\mu B^\nu$$

1. 首先,需要强调前面曾经指出的结论,式(2.1)仅仅作为一种纯粹的“人为”认定,用以表现“原时不变”这样一个由相对论杜撰而得的概念,完全不同于向量空间中某一个向量的长度。或者即使允许将 Minkowski 杜撰而得的那个集合视为某一个向量空间,相应存在为式(3.1)所定义的“量度”以及量度矩阵 $g_{\mu\nu}$,但是,两种表述之间毫无逻辑关联。也就是说,在此处所说的“斜轴”重新变换为“Cartesian 正交坐标系”的时候,式(2.1)并不能相应成为对式(3.1)构造的一个约束映射;

(如果重新回顾节 16.3.3 所述从“狭义相对论”到“广义相对论”的推导过程,正是因为基础理念之上的概念错位,导致最终结论的荒谬。)

这是由于在上式左边第二项中可以交换 μ 和 ν , 然后再利用 $g_{\mu\nu} = g_{\nu\mu}$ 。这样, 我们发现 $g_{\mu\nu}A^\mu B^\nu$ 为一不变量。它是 A^μ 和 B^μ 的标积。

令 g 为 $g_{\mu\nu}$ 的行列式。它必定不等于零; 否则这四个轴不会提供时空的四个独立方向, 从而不是作为坐标轴。就前一节的正交轴来说, $g_{\mu\nu}$ 的对角元素为 $1, -1, -1, 1$, 非对角元素为零。于是 $g = -1$ 。对斜轴来说, g 必须仍为负值, 因为斜轴可以由正交轴通过一种连续程序而得到, 这种程序导致 g 连续变化, 而且 g 不能通过零值。

有一个下标的协变矢量 A_μ 定义为

$$A_\mu = g_{\mu\nu}A^\nu \quad (3.2)$$

因行列式 g 不等于零, 通过这些方程可以 A_μ 由求出 A^ν 的解。令其结果为

$$A^\nu = g^{\nu\mu}A_\mu \quad (3.3)$$

每个 $g^{\mu\nu}$ 等于 $g_{\mu\nu}$ 行列式中对应元素 $g_{\mu\nu}$ 的余子式除以行列式本身。由此得出

$$g^{\mu\nu} = g^{\nu\mu}$$

让我们把式(3.2)中 A^ν 代以式(3.3)所给出的值。为使同一项中不含三个 μ 附标, 我们必须用其他希腊字母, 比方说 ρ , 代替式(3.3)中的傀标 μ 。我们得到

$$A_\mu = g_{\mu\nu}g^{\nu\rho}A_\rho$$

因为这方程必须对任何四个量 A_μ 成立, 我们可以推知

$$g_{\mu\nu}g^{\nu\rho} = g_\mu^\rho \quad (3.4)$$

其中

$$\text{当 } \mu = \rho \text{ 时, } g_\mu^\rho = 1$$

$$\text{当 } \mu \neq \rho \text{ 时, } g_\mu^\rho = 0 \quad (3.5)$$

式(3.2)可以用来降低张量中出现的任一上标。同样, 式(3.3)可以用来升高任一下标。如果把一个附标降低后又再升高, 则因式(3.4)和式(3.5), 其结果等于原来那个张量。请注意: g_μ^ρ 起的作用正好是以 ρ 取代 μ ,

$$g_\mu^\rho A^\mu = A^\rho$$

或以 μ 取代 ρ ,

$$g_\mu^\rho A_\rho = A_\mu$$

当我们把升高附标规则应用到 $g_{\mu\nu}$ 中的 μ 时, 就得

$$g_\nu^\alpha = g^{\alpha\mu}g_{\mu\nu}$$

若我们考虑到, 由于 $g_{\mu\nu}$ 的对称性, 可以在 g_ν^α 中写出两个附标, 其中一个在另一个之上, 则与式(3.4)一致。而且我们可以用同一规

2. 20 世纪之初曾经发生在主流科学社会之中关于“约定论和实体论”争论, 其实质就在于“数学关系与客观实体”孰优孰劣, 或者两者之中哪一个更为根本的问题。一旦接受类似于 Hilbert 公理化思想的“约定论”, 那么, 由于关系式完全渊源于纯粹随意的人为约定, 不仅仅最终必然导致逻辑悖论, 而且处处充满“形而上学”简单思维的痕迹。事实上, 当 Dirac 针对式(3.1)中的量度矩阵指出: “由于 $g_{\mu\nu}$ 和 $g_{\nu\mu}$ 的差别在这个二次式中不出现, 我们可取 $g_{\mu\nu} = g_{\nu\mu}$ ”, 并且继而由此得到 $g_{\mu\nu}A^\mu B^\nu$ 为不变量的时候, 在逻辑推理过程中已经出现了“本末倒置”的逻辑错误。只是因为两个向量的标量积是客观量, 所以才可能得量度矩阵是对称矩阵的结论, 乃至二次式计算结果不会因为量度矩阵的转置而变化的推论;

3. 同样不应该将向量场计算中“协变”和“逆变”这两个概念简单地形而上学化。两个不同概念的存在, 仅仅源于向量空间中仿射框架的基矢量与对偶基矢量并不简单同一的缘故;

4. 当然, 正因为向量空间之中的向量自身的客观性, 才可能存在属于向量的一系列数学特征。如果否定向量(具有确定长度的有方向量)的前提存在, 就谈不上属于向量的数学特征的存在。

则升高附标 ν , 得到

$$g^{a\beta} = g^{\nu\beta} g_{\nu}^a$$

此结果可直接由式(2.5)得出。升高和降低附标的规则适用于

$g_{\mu\nu}$, g_{ν}^{μ} , $g^{\mu\nu}$ 的一切附标。

16.5.3A 仿射坐标系、仿射空间和仿射变形辨析

Dirac 在此处所引入的“斜轴”, 实际上对应于现代几何学通常所说“仿射坐标系”中的坐标轴。反过来说, 仿射坐标系就是能够定义于“整个”向量空间, 但是不一定需要满足“正交归一”条件的基矢量, 即“斜轴”所构造的坐标系。

本来数学中的许多最基本概念十分清晰和简单, 仅仅源于对物质世界许许多多被赋予“独立意义”相应保持“抽象同一”的物质对象的一种“直观”意义上的认识, 以及由此为基础所作一种前提意义上的“理想化”认定。如果从基本哲学理念和形式逻辑两个方面考虑, 那么对于“几何实体或者物理实在”必须做出一种“前提性理想化”的认定, 能够“大致”同一于作为“数学直觉主义者”的 Brouwer 所提出“构造性对象(Constructive Object)”的认定。其实, 正如 Kant 曾经深刻指出“逻辑并不能告诉人们任何东西”那样, 针对物质对象所作的前提性理想化认定, 不可能凭借逻辑加以说明, 它只能承受实践的检验, 相应表现不同理想化认定与物质真实的“吻合”程度。

但是, 在现代数学或者整个 20 世纪自然科学的“公理化”浪潮中, 作为拥有某种性质特征逻辑主体的“几何实体或者物理实在”却反常地失去了“前提性”的存在基础。相反, 某些“本质上随着拥有这些性质的逻辑主体不再存在, 相应不再具有任何意义”特定性质, 或者某些“原来只能条件存在”, 并且同样“随着拥有这些数学量的逻辑主体不再存在, 相应不可能存在”, 而且“实际上也过分简单”的若干关系式却被西方科学世界“固定化或者程式化”了, 在乐于见到某些西方人被无限神化的同时, 许许多多纯粹杜撰出来的荒谬相反成为了构造全部科学陈述的基础。

正因为此, 在现代的“公理化数学体系”中, 由于需要使用关系式定义概念, 几乎没有一个原始概念不存在“使用概念定义自身”这样一种为“一般逻辑或者通常理性认识”所不容的“循环定义”模式。于是, 在现代的“公理化数学”实际上已经不得不“本质地完全放弃逻辑”的同时, 许多原本“简单、实朴、自然”的基本概念, 表面上似乎变得“抽象、复杂、高贵”的同时, 到处存在认识紊乱以及相关的逻辑悖论。同样, 在如何对待“仿射坐标系”的问题上同样存在故意复杂化, 最后陷入逻辑悖论之中的问题。

此处, 不妨首先引入对于“仿射空间”的现代定义^[7]:

“一个集合 A (其元素被称为仿射空间的点), 它对应于 k 上的一个向量空间 L (称为 A 的相伴空间) 和一个由集合 $A \times A$ 到空间 L 的映射

$$(a, b) \in A \times A \rightarrow \vec{ab} \in L$$

该映射的像称为具有起点 a 和终点 b 的向量, 并且, 具有下述性质:

a) 对于任何固定的点 a , 映射

$$x \rightarrow \vec{ax} \quad x \in A$$

是 A 到 L 上的一个双射;

b) 对于任意点 $a, b, c \in A$, 关系

$$\vec{ab} + \vec{bc} + \vec{ca} = \vec{0}$$

成立。仿射空间 A 的维数取为 L 的维数。点 $a \in A$ 和向量 $l \in L$ 定义了另一个点, 记为 $a+l$, 即空间 L 的向量加法群自由和可迁移地作用于对应于 L 的仿射空间。”

在这个关于“仿射空间”的形式定义中, 明显存在“循环定义”的问题: 它使用了被其称为“向量空间 L ”中的“向量 l ”定义了“仿射空间”中的向量, 而且, 仍然类似于该定义所指出“空间 L 的向量加法群自由和可迁移

地作用于对应于 L 的仿射空间”的那样,此处给出的性质仍然属于一般向量空间的一般性质,并没有任何新的内容。当然,这样一种故弄玄虚的形而上学认定,本质上只能陷入所有“循环定义”共同存在的“空言陈述”的陷阱之中。

当然,从这样一种简单形而上学的循环定义出发的思考,不仅仅始终是形而上学的,而且还必然隐含逻辑悖论。在一些现代微分几何的著述中,则是以这样的方式进一步引入“仿射框架”概念的^[11]:

“设 A 是 n 维仿射空间, V 是伴随的向量空间。任取 A 中的一点 p 以及 V 中的一个基底 $\{v_i\}$, 则称图形 $\{p; v_i\}$ 为仿射空间 A 中的一个标架。

在仿射空间 A 中,取定一个标架 $\{o; \delta_i\}$, 就相当于在仿射空间 A 之中建立了一个仿射坐标系。此时,点 $p \in A$ 与 n 元实数组 $(\lambda^1, \dots, \lambda^n)$ 建立了一一对应关系

$$P \leftrightarrow \vec{op} = \sum \lambda^i \delta_i \leftrightarrow (\lambda^1, \dots, \lambda^n)$$

实数组 $(\lambda^1, \dots, \lambda^n)$ 称为点 p 在标架 $\{o; \delta_i\}$ 下的坐标,或者点 p 关于标架 $\{o; \delta_i\}$ 的坐标。”

此处,姑且不论类似于前述“仿射空间”定义中已经存在“无法对仿射空间及其伴随空间做出实质性区分”的问题,但是,在这段关于仿射坐标系所作的形式定义中,一个不可忽视的重要问题则在于以上陈述明确指出的一个基本论断:“仿射坐标系只能存在于仿射空间之中”;或者“仿射空间中只可能使用仿射坐标系”;乃至隐含“仿射空间与仿射坐标系互为等价”等。

这样,原来“向量空间”只作为被赋予“线性结构”的一个“无穷集合”的初始认定的同时,而“坐标系”只不过是“向量空间”中的一个“量度”工具,或者将“向量空间中的几何量与数”构造某种确定“逻辑关联”的一种手段,却由于这个形而上学的形式定义,被完全混淆在一起,甚至无法对“仿射空间”、“仿射坐标系”以及“仿射变换”这样一些必然蕴涵不同本质内涵的概念做出界定。

事实上,正如前面关于“仿射空间”的形式定义之中,实际上面对无法将其与所谓的伴随空间即一般“向量空间”加以实质性区分的尴尬一致,如果从“向量空间”只是无以穷尽的“直线段”构造的“无穷集合”的一般认识,并且,仍然将“仿射空间”同样界定为被赋予同样线性结构的无穷多向量集合的角度考虑,无需也不能再单独引入“仿射空间”的概念。两个没有任何本质差异、相应没有任何明确形式区分的概念,除了引起认识紊乱以外是无意义的。因此,在这个意义之上,无需也不能引入仿射空间的概念。

但是,作为一种“量度”工具,不仅仅最简单的 Cartesian 直角单位坐标系,而且仿射坐标系,乃至曲线坐标系并没有任何本质差异,可以为研究者自由地使用。为什么仿射坐标系只能用于仿射空间之中呢?甚至可以说,没有“无歧义”向量空间的“统一”背景,都无法对这些不同的坐标系做出区分。

最后,如果不是像现代几何学主张的那样,将几何学研究界定为形形色色作为“关系”而存在的“变换群”研究,重新确认“实体论”期望表现的“客观性”基础,相反,与只是作为“主观理念”之中的某种“抽象存在”的“变换关系式”不同,将“变换”真实地与“几何实体”发生的某种“几何构形”的真实变化相应构成逻辑关联的时候,那么,此处所述的“仿射空间”可以作为“实际变形”的最终结果。并且,可以将几何体所发生与其对应的真实变形,称为“仿射”变换。这样,相关数学概念,在相应获得了“实在”意义的同时,也自然避免了上面所述的一系列逻辑悖论。并且,对于“实际变形”的结果,同样可以使用形形色色的不同坐标系作为量度工具。

事实上,存在于“仿射空间”、“仿射坐标系”乃至“仿射变换”的前提性概念紊乱,同样深刻地存在于现代微分几何学的“弯曲空间”、“曲线坐标系”以及相关的“非线性变换”之中。

向量就是“有向直线段”,必然与任何形式的“弯曲”概念逻辑相悖。反过来,任何形式的“弯曲”,只可能在包容它的“大平直空间”中得以逻辑的表现。一些最初“简单、朴素、自然”基本概念,却由于西方科学世界一种形而上学思维中必然存在“简单、静止、片面、孤立”的不当认识,使得包括数学在内的自然科学在变得愈益“人为复杂化”的同时,陷入彻底逻辑紊乱中。以至于,他们似乎过分强调“形式表述”的同时,却完全背弃一切

形式表述必须依赖的逻辑^①。

16.5.4 曲线坐标

我们现在转入讨论曲线坐标系。我们讨论在空间一点上的那些量。这种量相对于该点上的轴可以有各种分量。可能有一个量在空间一切点上具有相同的性质,这个量就变成一个场量。

如果取这样的—个量 Q (若它有几个分量的话,或取其—分量),我们把它对四个坐标的任何一个取微分。把结果写为

$$\frac{\partial Q}{\partial x^\mu} = Q_{,\mu}$$

下标前面加上一个逗号,总是用来表示上面这样的导数。我们把附标 μ 写在下面,是为了和左边分母的上标 μ 相均衡。注意到从点 x^μ 移到邻点 $x^\mu + \delta x^\mu$ 时, Q 的变化为

$$\delta Q = Q_{,\mu} \delta x^\mu \quad (4.1)$$

由此看到附标是均衡的。

我们将会遇到空间一点上的矢量和张量,它们相对于该点上的轴有各种分量。当我们改变坐标系时,取决于该点上轴的变化,诸分量将按照和上一节相同的规则变换,正如前述,我们将有 $g_{\mu\nu}$ 和 $g^{\mu\nu}$ 用来降低和升高附标。然而,它们不再是常量。它们是逐点改变的。它们是场量。

我们来研究坐标系做一种特殊变换所导致的结果。取新曲线坐标 x'^μ , 每一个 x'^μ 都是四个 x^μ 的函数。可以把 x'^μ 更方便地写成 $x^{\mu'}$, 撇加在附标上而不是主要符号上。

令 x^μ 作微小改变,我们得到四个 δx^μ 量,它们构成一个逆变矢量的四个分量。对新的轴来说,这矢量有下列分量:

$$\delta x^{\mu'} = \frac{\partial x^{\mu'}}{\partial x^\nu} \delta x^\nu = x^{\mu'}_{,\nu} \delta x^\nu$$

这里用了式(4.1)的记号。上式给出了任一逆变矢量 A^ν 的变换规

1. 首先,当 Dirac 指出:“正如前述,我们将有 $g_{\mu\nu}$ 和 $g^{\mu\nu}$ 用来降低和升高附标。然而,它们不再是常量。它们是逐点改变的。它们是场量”的时候,人们同样不能简单地将其形而上学化。量度张量的两种形式,即 $g_{\mu\nu}$ 和 $g^{\mu\nu}$ 决定于仿射坐标系中基矢量及其对偶基矢量的客观存在,至于曲线坐标系中的量度张量形成一个“量度场”的缘故同样是“客观”的:决定于曲线坐标系不可能构造能够定义于整个向量空间某一个“同一化”仿射坐标的缘故;

2. 至于 Dirac 所说“如果取这样的—个量 Q (若它有几个分量的话,或取其—分量),我们把它对四个坐标的任何一个取微分。把结果写为

$$\frac{\partial Q}{\partial x^\mu} = Q_{,\mu}$$

不能不对 Dirac 能够提出这样一种完全无理的假设觉得不可理喻,或许他真的从来没有真正读懂与理解“场”以及涉及场的“微分演算”的本

① 在定义“仿射空间”时,文献[11]实际使用了与《数学百科全书》即本章所述文献[7]大体一致的形式定义。但是,在该《数学百科全书》中,仅仅列出“坐标”的条目,相应做出的“一般性”定义为:“用来说明(或确定)在一个总体(一个集合 M)中,例如平面或曲面中、空间中、流形上,某种元素(点)的位置的数或量。”但是,在文献[11]中,不知著者何以会向人们展示这样一种基本认定:仿射坐标系本质上似乎只能依赖仿射空间而存在?此外,是否因为自觉到逻辑上的过分牵强,该著者在这个诠释“ n 维欧氏空间”的最基本陈述的最后,特地增加了这样一段说明:“我们强调仿射空间、欧氏空间是点的空间,而向量空间、欧氏向量空间是向量的空间。向量之间有代数运算,而点与点之间没有代数运算。”但是,这个补充说明并不能改变相关陈述中实际隐含的种种逻辑不当。而且,即使从现代数学的理念出发,空间不仅仅是一个无穷集合,还必须具备某种结构。因此,无需也不能将某一个“概念整体”继续作“无穷”剖分。

则,即

$$A^{\mu'} = x^{\mu'}_{,\nu} A^{\nu} \quad (4.2)$$

交换两个轴系,并改变附标,得

$$A^{\lambda} = x^{\lambda}_{,\mu'} A^{\mu'} \quad (4.3)$$

由偏微分规则可知:

$$\frac{\partial x^{\lambda}}{\partial x^{\mu'}} \frac{\partial x^{\mu'}}{\partial x^{\nu}} = g^{\lambda}_{\nu}$$

这里用了记号(3.5),于是

$$x^{\lambda}_{,\mu'} x^{\mu'}_{,\nu} = g^{\lambda}_{\nu} \quad (4.4)$$

这使我们能看出(4.2)和(4.3)这两方程是一致的,因为如果把式(4.2)代入式(4.3)的右边,就得

$$x^{\lambda}_{,\mu'} x^{\mu'}_{,\nu} A^{\nu} = g^{\lambda}_{\nu} A^{\nu} = A^{\lambda}$$

要知道协变矢量 B_{μ} 是如何变换的,我们利用 $A^{\mu} B_{\mu}$ 为不变量这一条件,于是,借助式(4.3),有

$$A^{\mu'} B_{\mu'} = A^{\lambda} B_{\lambda} = x^{\lambda}_{,\mu'} A^{\mu'} B_{\lambda}$$

上式必须对四个 $A^{\mu'}$ 的一切值成立;因此,我们可以令 $A^{\mu'}$ 的系数相等而得

$$B_{\mu'} = x^{\lambda}_{,\mu'} B_{\lambda} \quad (4.5)$$

现在我们就用式(4.2)和(4.5)来对含有任一个上标和下标的任何张量实行变换。我们只需对每个上标运用像 $x^{\mu'}_{,\nu}$ 那样的系数,对每个下标运用像 $x^{\lambda}_{,\mu'}$ 那样的系数,并令所有附标均衡,例如

$$T^{\alpha'\beta'}_{\gamma} = x^{\alpha'}_{,\lambda} x^{\beta'}_{,\mu'} x^{\nu}_{,\gamma'} T^{\lambda\mu}_{\nu} \quad (4.6)$$

按这条规则变换的任一量都是张量。这可以当作张量的定义。

应该注意,一个张量对其两个附标(比如 λ 和 μ)是对称的或反对称的,才有意义,因为这种对称性质在坐标变换下保持不变。

式(4.4)可以写成

$$x^{\lambda}_{,\alpha'} x^{\beta'}_{,\nu} g^{\alpha'\nu} = g^{\lambda}_{\nu}$$

这正好证明 g^{λ}_{ν} 为一张量。对任意两个矢量 A^{μ}, B^{ν} , 我们也有

$$g_{\alpha'\beta'} A^{\alpha'} B^{\beta'} = g_{\mu\nu} A^{\mu} B^{\nu} = g_{\mu\nu} x^{\mu}_{,\alpha'} x^{\nu}_{,\beta'} A^{\alpha'} B^{\beta'}$$

因为上式对 $A^{\alpha'}, B^{\beta'}$ 一切值成立,故我们能推知

$$g_{\alpha'\beta'} = g_{\mu\nu} x^{\mu}_{,\alpha'} x^{\nu}_{,\beta'} \quad (4.7)$$

质内涵。

即使不考虑不能将“微分和导数”两种不同概念加以混淆这样一个勉强可以称之为“口误”的普遍问题,更为根本或者致命的错误在于:以上针对标量场所构造的偏导数并不适用他所说“若它有几个分量的话,或取其一分量”这样的场合。

在此处所述“向量空间”背景的前提下,如果确认场量 Q 同时具有几个分量 Q_i ($i \neq 1$),也就是说这个分量组的整体本质上与“张量(最简单也对应于一阶张量的向量)”这样的形式量构成逻辑对应的时候,因为曲线坐标系的基矢量 e_i 随着空间点移动而处于变化之中(一般情况下不同基矢量之间还不满足彼此正交的条件),所以作为张量或者向量以某种方式向基矢量投影的分量 Q_i 由于某坐标分量 x_{μ} 引起的变化并不仅仅决定于标量函数 $Q_i(x_1, \dots, x_n)$ 对该坐标分量的偏导数 $Q_{i,\mu}$ 。当然,将式(4.1),即

$$\delta Q = Q_{i,\mu} \delta x^{\mu}$$

称之为“从点 x^{μ} 移到邻点 $x^{\mu} + \delta x^{\mu}$ 时, Q 的变化”则完全不恰当。事实上,这才是曲线坐标系中的场分析需要引入 Christoffel 记号以及通常称作的“协变微分”的原因;

3. 此外,如果注意到分量组 $(Q_1, \dots, Q_i, \dots)$ 本质上是一个不可分割的整体,与某一个称之为“张量”的客观量对应,那么,张量场的梯度、散

上式表明 $g_{\mu\nu}$ 为一张量。同理, $g^{\mu\nu}$ 也为一张量。它们称为基本张量。如果 S 为任意标量场量, 可以把它看作四个 x^μ 的函数或四个 $x^{\mu'}$ 的函数, 由偏微分规则,

$$S_{,\mu'} = S_{,\lambda} x^\lambda_{,\mu'}$$

因此, $S_{,\lambda}$ 的变换类似于方程(4.5)的 B_λ , 于是标量场的导数是一协变矢量场。

度乃至旋度同样是客观量, 需要被视为一个整体。因此, 将张量的“某一个分量的协变微分”从其得以存在的“整体”之中随意分割出来, 再依据“约定论”, 人为地赋予这个数学表述以某种“独立”意义, 继而构造新的约定, 最终将不可避免地出现逻辑悖论。

16.5.4A 曲线坐标系与“线性变换”歧义

在论述“曲线坐标系”时, 虽然 Dirac 借助式(4.1), 即

$$\delta Q = Q_{,\mu} \delta x^\mu$$

这样一种方式, 引入向量空间中“函数微分(或者导数)”的基本概念, 相关的认识不当难免显得过分“朴素”或者“反常”。一般而言, 或许对于许多稍微熟悉“张量分析”的研究者, 都不至于出现类似此处的“低层次”错误。但是, 在 Dirac 不当陈述中, 仍然隐含着某种普遍性的认识紊乱。

事实上, 在这样一段不长的关于“曲线坐标”的叙述中, Dirac 花费相当大篇幅和精力所介绍的实际上只是曲线坐标的所谓“量度”张量, 并且, 最终希望通过式(4.7)

$$g_{\alpha'\beta'} = g_{\mu\nu} x^\mu_{,\alpha'} x^\nu_{,\beta'}$$

说明一个似乎为目前一般“张量理论”着意表现的基本观念; 对于“ n 维向量空间”不同给定的“曲线”坐标系, 考虑由曲线坐标系基矢量所诱导的一个 2 阶“有序”数组, 即

$$g_{\alpha\beta} = \mathbf{e}_\alpha \cdot \mathbf{e}_\beta = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^\alpha} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^\beta} \quad (\text{A})$$

当且仅仅当这个有序数组的 n^2 个分量能够满足此处所述 2 阶“线性变换”关系, 相应满足现代数学通常将 2 阶张量界定为“2 重线性函数”的通常定义, 故而应该称之为曲线坐标系的量度张量。

如果仅仅就“ m 阶张量与向量空间中的 m 阶线性变换构成逻辑关联”这样一种已经习惯的形式认定而言, 此处所述自然并无任何不当。但是, 如果稍加仔细分析, 仍然不难发现其中隐含着许多认识歧义。

首先, 正如一些张量著述在指出张量的根本意义时明确指出的那样: “张量分析获得成功的实质在于它的不变性, 即不随坐标系的选择而变化的性质。”也就是说, 如果此处所述的“量度张量”仍然被视为一种“客观性”量, 那么, 它必须独立于“坐标系”的选择, 将其定义在某一个特定坐标系上本身已经形成逻辑悖论;

其次, 正如最初引入“曲线坐标系”时, 许多著述都往往会需要说明的: 曲线坐标系只能与“非线性变换”关联, 否则, 曲线坐标系蜕化为通常所说的“仿射”坐标系。并且, 这也是 Dirac 之所以使用式(4.1), 即

$$\delta Q = Q_{,\mu} \delta x^\mu$$

引入曲线坐标系中“导数”概念的原因。事实上, 这样一个明显不当的思想导向, 仍然存在于现代微分几何引入“协变导数”或者“曲面上联络”的具体分析过程之中。

其实, 对于向量空间中任意一个给定的坐标系而言, 一旦坐标系在给定向量空间任意一点处的基矢量

$$\{\mathbf{e}_i\} : \mathbf{e}_i(\mathbf{X}) = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \in \mathbf{R}^n \quad (\text{B})$$

得以确定, 那么, 式(A)所示的只是空间“一点处”坐标系的一种“静止”特性, 属于一个“过分平凡”的表达式,

无法用以刻画沿着函数不同“坐标曲线”甚至“坐标曲线”自身的变化特征^①。

因此,在定义某一个曲线坐标系或者对其影响进行描述的时候,如果强调或者过分关注式(A)所表现的“静止”特性,不仅没有丝毫本质意义,反而容易导致认识紊乱。或者说,无论是讨论曲线坐标系还是讨论弯曲流形,恰恰需要对于它们本质蕴涵的“非线性”特征予以足够重视。仅仅于此,在为“一般流形(逻辑地对应于‘弯曲’本质)”构造“微分运算”结构时,才可能避免类似于为 Dirac 所忽略,并且同样十分遗憾地普遍存在于现代微分几何之中的错误。

16.5.5 非张量

我们可能遇到一种量 $N_{\nu\rho}^{\mu}$, 它有各种不同的上标和下标, 但不是张量。如果它是张量, 则在坐标变换下必须按照式(4.6)表示的规则而变换。按任何别的规则变换的则是非张量。张量有下述性质: 如果其全分量在此坐标系中等于零, 则在一切坐标系中均等于零。非张量可以不具备这一性质。

对于非张量, 我们可以用与张量相同的规则来升高或降低其附标。例如,

$$g^{a\nu} N_{\nu\rho}^{\mu} = N^{\mu a} \rho$$

这些规则的一致性与不同坐标系间的变换规则完全无关。同样, 我们可以令一上标与一下标相等而把非张量缩并。

在同一方程中张量与非张量可以一起出现。附标均衡规则同样适用于张量和非张量。

商定理

设 $P_{\lambda\mu\nu}$ 满足下列条件: 对于任一矢量 A^{λ} , $A^{\lambda} P_{\lambda\mu\nu}$ 为一张量。于是 $P_{\lambda\mu\nu}$ 为一张量。

为了证明这一定理, 我们写为 $A^{\lambda} P_{\lambda\mu\nu} = Q_{\lambda\mu\nu}$ 已知它为一张量故有

$$Q_{\beta\gamma} = Q_{\mu'\nu'}^{\mu''} x_{\mu'}^{\mu''} x_{\nu'}^{\gamma}$$

于是

$$A^a P_{a\beta\gamma} = A^{\lambda'} P_{\lambda'\mu'\nu'}^{\mu''} x_{\mu'}^{\mu''} x_{\nu'}^{\gamma}$$

因为 A^{λ} 为一矢量, 由知

$$A^{\lambda'} = A^a x_{,a}^{\lambda'}$$

所以

$$A^a P_{a\beta\gamma} = A^a x_{,a}^{\lambda'} P_{\lambda'\mu'\nu'}^{\mu''} x_{\mu'}^{\mu''} x_{\nu'}^{\gamma}$$

此方程必须对 A^a 的一切值成立, 故

$$P_{a\beta\gamma} = P_{\lambda'\mu'\nu'}^{\mu''} x_{,a}^{\lambda'} x_{\mu'}^{\mu''} x_{\nu'}^{\gamma}$$

当 Dirac 自以为是和信誓旦旦地指出“我们可能遇到一种量, 它有各种不同的上标和下标, 但不是张量。如果它是张量, 则在坐标变换下必须按照式(4.6)表示的规则而变换”, 从而试图对张量做出一种判断的时候, 根本问题仍然在于他完全不能形成一种真正的“理性”意识: 即使他所述的式(4.6)能够用以表现张量的某种数学特征, 但是, 这种特征只能隶属于张量, 而张量的本质内涵在于也仅仅在于张量逻辑地对应于某一个“客观量”的存在, 从而在对坐标系可能的“不同人为”选择之中表现出独立于这些不同人为选择的不变性。

因此, 作为客体的张量是不同形式不变性得以存在的逻辑前提; 而如果缺乏“客观量”的存在, 不仅仅从属于张量的“不变性”特征不能存在, 而且表现这些不变性特征的形式量往往都不可能存在。

同样, 因为张量间“标量积运

① 可以相信, 正因为在这个看似简单然而基本的前提性理念上的认识疏忽, 现代微分几何往往把弯曲流形与一点处这样一种“静止、孤立点”的几何特征, 不恰当地扩充到覆盖该点, 但是却处于“运动、非孤立点”的某一个“无限小邻域”之中, 从而把“弯曲流形”上“无限小局部域”错误地混同于“平直空间”的“无限小局部域”, 最终导致一系列推论的不当。

这就证明了 $P_{\alpha\beta\gamma}$ 为一张量。

如果有任意个附标的量代替 $P_{\lambda\mu\nu}$, 本定理也成立, 如果其中某些附标是上标, 本定理也仍然成立。

算”属于独立于不同坐标系选择的不变性运算, 所以如果某一个数学表述与张量的标量积恒为张量, 则该数学表述必然为反映客观性量的张量。

16.5.5A 张量“逻辑主体”不可缺失性以及“商定理”不具普适意义的大概说明

任何一种属性一旦离开拥有这种属性的逻辑主体, 那么, 讨论这种特定属性已经没有任何意义。特别是对于张量而言, 蕴涵于张量之中的不变性只能本质地渊源于被描述物质对象自身的客观性, 独立于不同坐标系的人为选择。也就是说, 虽然某一个特定物质客体往往会出现不同性质的形式量, 需要对这些形式量是否能够成为张量做出判断, 但是如果缺乏具有确定物质意义对象的存在, 连进行这种判断的逻辑前提都不存在。因此, 在“张量分析”中, 最为本质的仍然是对拥有某种形式“张量”的逻辑主体, 即某种“几何实体”或者“物理实在”必须做出的前提性确认。它们的真实存在, 才可能相应称为形式表述中某种“不变性”的存在基础或者逻辑前提。

与某一个“几何实体”或者“物理实在”的真实存在, 以及这种“真实存在”必然拥有的“独立于类似于坐标系任何主观选择”这样的“客观性”本质, 乃至在“形式表述”方面显示的某种特定的“不变性”特征相反, 用以反映“客观性量”某种特定“性质”特征的某一种具体“形式”描述, 同样包括此处所说的“商定理”判断法则, 永远不可能具有“普适”意义, 只可能“条件”存在。

张量只是向量本质内涵的发展或者某种扩充。在张量表述中, “商”判断法则之所以能够存在, 是因为“向量空间”之间通常存在的“线性变换”形式。但是, 一旦引入“非线性”的“曲线坐标系”, 那么, “商”判断法则的基础不复存在。这正如使用“曲线坐标系”的时候, 由于 Christoffel 算符的存在, 使得“向量场梯度场”在仿射坐标系中显示的“线性特征”不再具备, 当然, 也不可能简单满足此处所说的“商”判断法则。但是, 只要向量场的存在是客观的, 那么, 向量场的梯度场同样应该是一个“客观性”量。也就是说, 不能因为向量场的梯度场在曲线坐标系的时候不满足“商”法则, 就可以因而否定这个“真实存在”自身拥有的客观性。

然而, 十分遗憾和可惜的是, 正是在这样一个最为“根本”, 实际上也最为“朴素、自然、简单”的基元理念的认识上, 西方科学世界长期处于一种彻底的逻辑倒置或者思维错乱之中。或者诚实而不客气地说, 只是为了满足心里上“自我陶醉”的愿望, 他们往往会自觉或者不自觉地科学实验中偶有所获的某种“有限真理性”加以无限扩大, 反常地演变为类似于“第一性原理”这样一种凌驾于一般人乃至整个大自然的所谓“普适性”真理。这样, 不仅仅彻底颠倒了科学实验在自然科学研究中的基础性意义, 还本质地彻底否定了逻辑, 否定自然科学必需的“客观性”基础和“客观性”检验标准, 从而给属于“整个人类”的自然科学事业带来极大和持续性的危害。

人们曾经指出: 要否定逻辑仍然必须使用逻辑。但是, 对于诸如“桌子、椅子和啤酒瓶都可以视为几何学的点、线、面”这样一种根本无视逻辑的随意人为约定, 尽管冠以“公理化假设”的称谓, 已经无法或者根本不值得继续使用逻辑进行批判。实际上, 完全类似于前面针对“狭义相对论”曾经做出的分析: 由于 Minkowski 杜撰出来的那个“集合”自身不能满足“向量空间”的存在前提, 最终出现根据仅仅属于向量空间的“线性变换”而推导出来的结果却无法满“线性变换”要求的逻辑悖论。当然, 通常所说的“Minkowski 伪空间”只能成为一个道道地地的“伪”陈述。

16.5.6 弯曲空间

我们容易把 2 维弯曲空间想象为 3 维欧几里德空间中的一个曲面。同样,可以把 4 维弯曲空间浸没于更高维平坦空间之中。这样的弯曲空间叫黎曼空间。黎曼空间中的微小区域近似的是平坦的。

Einstein 假定物理空间具有这种性质,由此奠定了他的引力论的基础。

为了处理弯曲空间,不能引进直线坐标系。必须用曲线坐标,如第 3 节中所讨论的。那一节的全部公式都可适用于弯曲空间,因为所有方程都是局部方程,不受弯曲影响。

点 x^μ 和邻点 $x^\mu + dx^\mu$ 之间的不变距离 ds 由下式给出:

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

和式(3.1)一样。对于类时间隔, ds 是实数;对于类空间隔, ds 是虚数。

就曲线坐标网来说, $g_{\mu\nu}$ 作为坐标的函数,确定了全部距离元;所以 $g_{\mu\nu}$ 也确定了度规。它们确定坐标系和空间的弯曲。

1. 首先,3 维 Euclid 空间中的曲面是一种真实存在或几何实体。不能将其与 Dirac 故意妄称的“想象”相混淆,继而为 Einstein 杜撰的物理空间提供依据;

2. 空间是某一个特定的几何客体。平直空间中同样可以引入曲线坐标。并且,对于张量性质的“客观”量,不会也不允许随着坐标系选择不同而变化;

3. Dirac 所说“第 3 节的全部公式都可适用于弯曲空间”纯为张冠李戴,属于完全错误的结论。

16.5.6A 严格区分“曲线坐标”和“弯曲空间”的问题

将几何学中使用某种曲线坐标系的一般“平直空间”与另一个本身具有独立意义的“弯曲空间”混为一谈,不知道 20 世纪的主流科学社会是故意混淆视听,还是的确像 Einstein 那样由于几乎不懂得渊源于数学本质的逻辑推理而受到包括 Minkowski 在内的这样一些“数学家”的欺蒙。但是,当 Dirac 指出一个弯曲空间需要“浸没(Immerge)”在另一个“高维平直空间”中的时候,却将两个完全不同的概念混为一谈是令人不可思议的。

不仅仅像前面分析曾经指出的那样,第 3 节导得的结果并不准确,而且即使可用也只能属于平直的 3 维 Euclid 空间。对于任何反映几何实体自身属性的客观性量,能够也必须独立于包括曲线坐标系在内的任何坐标系的独立选择。事实上,这才是张量性质的形式量所具有的本质内涵。

此外,对于 3 维 Euclid 空间中的 2 维曲面,由于该几何实体自身是弯曲的,无法在弯曲空间中定义直线坐标系,只能引入 Dirac 所说的曲线坐标网。但是,不能将其与 3 维平直空间中的曲线坐标系混为一谈。而且,2 维曲面的“几何特征”仅仅属于 2 维曲面自身,以 2 维曲面的存在为基本前提,它与 3 维平直空间中借助曲线坐标系构造的描述具有本质差异。

16.5.7 平行位移

设在点 P 有一矢量 A^μ 。正如我们考虑 3 维欧几里德空间中 2 维弯曲空间这个实例所容易理解的那样,如果空间是弯曲的,则

1. 首先,作为一个实实在在的“几何体”而存在的 2 维曲面

我们不能给出在不同点 Q 上的平行矢量的含义。然而,如果我们取点 P' 接近于 P ,并把 P 到 P' 的距离考虑作一级小量,则在二级小量误差范围内, P' 有一平行矢量。这样,我们就能给出矢量 A^μ 保持其自身平行和长度不变而从 P 移到 P' 时位移的意义。

通过平行位移这一方法,我们就能沿一条路线把矢量连续地移位。取 P 到 Q 的一条路线,在点 Q 最终得到的矢量对这条路线来说是平行于点的原矢量的。但是,不同的路线给出不同的结果。点 Q 的平行矢量没有绝对意义。如果我们绕一闭合回路用平行位移的方法把点 P 的矢量移动,最后在点 P 所得的矢量通常具有不同方法。

假定我们的 4 维物理空间浸没于更高维(比方说 N 维)的平坦空间中,我们可以得到矢量平行位移方程。在这维空间中,我们引进直线坐标 $z^n (n=1,2,\dots,N)$,这些坐标无需是正交的,只需是直线的。在相邻点之间有一个不变距离 ds ,由下式给出:

$$ds^2 = h_{nm} dz^n dz^m \quad (7.1)$$

对 $n, m=1,2,\dots,N$ 求和。 h_{nm} 不同于 $g_{\mu\nu}$,是常数。我们可以用它们来降低 N 维空间的附标;于是

$$dz_n = h_{nm} dz^m$$

物理空间构成 N 维平直空间中的一个 4 维“曲面”。曲面上每一点 x^μ 决定 N 维空间中的一个顶点 y^n 。每个坐标 y^n 为 4 个 x 的函数,例如 $y^n(x)$ 。曲面方程将由 N 各 $y^n(x)$ 消去 x 而给出。这些方程共有 $N-4$ 个。

将 $y^n(x)$ 对参数 x^μ 取微分,得

$$\frac{\partial y^n}{\partial x^\mu} = y_{,\mu}^n$$

对于曲面上相差 δx^μ 的两邻点,有

$$\delta y^n = y_{,\mu}^n \delta x^\mu \quad (7.2)$$

由式(7.1),这两点距离的平方为

$$\delta s^2 = h_{nm} \delta y^n \delta y^m = h_{nm} y_{,\mu}^n y_{,\nu}^m \delta x^\mu \delta x^\nu$$

因为 h_{nm} 是常数,上式可以写成

$$\delta s^2 = y_{,\mu}^n y_{,\nu}^m \delta x^\mu \delta x^\nu.$$

我们还有

$$\delta s^2 = g_{\mu\nu} \delta x^\mu \delta x^\nu$$

因此

实际上只对应于 Euclid3 维空间中的一个同样真实存在的“子空间”。并且原则上无法在曲面上定义“向量”的概念,否则不能称其为弯曲几何体了。因此,在讨论某一个 2 维曲面上的“向量场”或“向量分布”的时候,此处所说的向量仍然属于 3 维几何空间中的向量,只不过这些向量被定义在曲面上罢了。当然,人们完全没有理由要求这个向量场必须处处相切于给定的曲面①;

2. 当然,如果将讨论限制在曲面上某一点的无穷小邻域之内,定义于该无穷小邻域中的曲线在忽略高阶无穷小量的情况下,可以视为直线。但是,这只能属于一种纯粹的“人为”的认定,根本相异于作为“客观量”而存在,最初被定义于 3 维 Euclid 空间中真实存在的向量。况且对于有实际意义向量场分析,诸如第 10 章所讨论的不同形式的向量方程,人们真正关注的并不是以“无穷小量”形式出现的向量场。(注意:数学分析对不同无穷小量进行比较的时候,导得的并非是无无穷小量。)因此,以一种“条件允许”的纯粹“主观人为认定”作为“广义相对论”推理基础,已经不可避免地埋下了“逻辑不自洽”或者“彻头彻尾逻辑紊乱”的种子;

① 建议读者不妨重新阅读节 10.1.1.2 针对“双旋度 Poisson 方程的第二类积分表述形式(1 阶表述)”曾经进行的讨论,并作对比分析。事实上,当笔者指出“双旋度 Poisson 方程的第二类积分表述本质上构造了一个属于 2 维 Riemann 空间中的向量约束方程”的时候,所有的向量仍然被定义在该 2 维 Riemann 空间所嵌入的 3 维 Euclid 空间之中,否则连“边界上的法向量”的概念都无从定义。

$$g_{\mu\nu} = y_{,\mu}^n y_{n,\nu} \quad (7.3)$$

在物理空间的 x 点上取一逆变矢量 A^μ 。其分量与式(7.2)的 δx^μ 类似。他们将给出 N 维空间的一逆变矢量 A^n , 后者与式(7.2)的 δy^n 类似。于是

$$A^n = y_{,\mu}^n A^\mu \quad (7.4)$$

当然,这个矢量是位于曲面内的。

现在把矢量 A^n 保持与其自身平行(当然,这就意味着保持其分量不变),而移位到曲面内一邻点 $x+dx$ 处。由于曲面的曲率,在新的点该矢量不再位于曲面内,但是我们可以把它投影到曲面上,以得到一个位于曲面内的确定矢量。

投影法在于把矢量分解为两部分:切向部分和法向部分,并且去掉法向部分。于是

$$A^n = A_{\text{tan}}^n + A_{\text{nor}}^n \quad (7.5)$$

现在如果 K^μ 表示相对于曲面内 x 坐标系而言的部分 A_{tan}^n , 则与式(7.4)相应,我们有

$$A_{\text{tan}}^n = K^\mu y_{,\mu}^n (x+dx) \quad (7.6)$$

其中系数 $y_{,\mu}^n$ 是在新点 $x+dx$ 上取的。

我们定义 A_{nor}^n 正交于点 $x+dx$ 的每个切向矢量,因而不管什么 K^μ , 它正交于与式(7.6)右边类似的每个矢量。于是

$$A_{\text{nor}}^n y_{n,\mu} (x+dx) = 0.$$

如果我们将式(7.5)乘以 $y_{n,\mu} (x+dx)$, 就去掉了 A_{nor}^n 项,留下

$$\begin{aligned} A^n y_{n,\nu} (x+dx) &= K^\mu y_{,\mu}^n (x+dx) y_{n,\nu} (x+dx) \\ &= K^\mu g_{\mu\nu} (x+dx) \end{aligned}$$

这里利用了式(7.3)。于是,展开至 dx 的一级小量有

$$\begin{aligned} K_\nu (x+dx) &= A^n [y_{n,\nu} (x) + y_{n,\nu,\sigma} dx^\sigma] \\ &= A^\mu y_{,\mu}^n [y_{n,\nu} + y_{n,\nu,\sigma} dx^\sigma] \\ &= A_\nu + A^\mu y_{,\mu}^n y_{n,\nu,\sigma} dx^\sigma. \end{aligned}$$

此 K_ν 是 A_ν 平行位移到点 $x+dx$ 的结果。我们可以令

3. 与将 3 维平直空间中的向量限制于 2 维弯曲空间的切平面上同纯粹的“人为约定”如出一辙,此处所说的“平行移动”仍然是一种人为提出的假设。而且,Dirac 所说:“如果我们取点 P' 接近于 P , 并把 P 到 P' 的距离考虑作一级小量,则在二级小量误差范围内, P' 有一平行矢量”属于一个完全错误的推断。对于曲面的一个无穷小邻域,在作为“人为认定”而提出的“平行移动”中,那个被舍去的量是和最终保留下来的量属于“同阶次”量^①;

4. 提醒人们注意:从式(7.1)到式(7.4)所作的推导,为诸如前面所援引 Weinberg 著述没有提及的内容。这说明 Dirac 不同于那些简单承认“约定论”的相关著述作者,他曾经阅读过 Gauss 建立在“实体论”上的微分几何。但是,曲面上没有矢量,因此最终将式(7.4)所定义的矢量 A^n 称为“位于曲面内的”的结论不当。除此以外,整个数学推理应该是合理的。然而,问题在于:以上所有推理必须以 Dirac 所说的物理空间被认定为某一 N 维平直空间 4 维弯曲空间的确定存在为逻辑前提。但是,无论现在还是未来,广义相对论都没有对这个子空间做出定义,甚至无法对这个子空间所浸入平直空间的

① 参见后面节 16.6.1.2 针对“‘向量平移’失真及其对现代微分几何构成的颠覆性影响”所作的分析。注意到“Levi-Civita 向量平移”的定义,作向量平移时应该舍去式(C)所示的 $Da = da - (n \cdot da)n$ 分量。然而问题在于:与需要被保留的 da 的向量相比, Da 并不是高阶小量,两者属于“同阶次”小量。

$$K_\nu - A_\nu = dA_\nu$$

这样, dA_ν 表示 A_ν 在平行位移下的变化。于是我们有

$$dA_\nu = A^\mu y_{,\mu}^n y_{n,\nu,\sigma} d\alpha^\sigma \quad (7.7)$$

维数, 即 N 做出判断。因此, 这些合理陈述最终只能成为“空言”陈述。或许这才是某些作者根本不敢提及“实体论”微分几何的原因;
5. 因“平行位移”纯属杜撰, Dirac 略去的 A_{hor}^n 不是高阶小量。

16.5.7A 人为设定“平行位移”操作对几何量客观基础构成的逻辑否定

显然, 此处所说的“平行位移”纯属人为构置的某种操作, 相关论述对于只能建立在“(允许做出‘完全随意’甚至‘明知无理’假设的)约定论”上的整个现代微分几何得以存在的哲学基础和数学基础, 更为本质地构成了一种根本性的否定。完全不可思议的是: 集合论悖论的根源来自“概括原则”对某一个形式表述(性质)做出了“无限制”的认定, 怎么可能因为给集合论再补充一系列“公理化假设(本质上属于精神领域中一种纯粹‘自慰(当然完全等价于自欺)’式的‘人为主观’假设)”而会真的否定逻辑悖论的“客观性”存在呢? 而且, 同样完全不可理解的是: 以捍卫“逻辑相容性”为根本使命的数学家们竟然有这样的胆量, 敢于容忍诸如“桌子、椅子等被认定为几何学元素”这样明显无理的假设前提, 而且在一个明知自身基础尚不牢靠的基础上做出“无穷约定、再进行无穷推理”呢? 真正逻辑的, 推论永远不可能超越逻辑推理的最初提出的逻辑前提。

当然, 对于目前的“整个现代数学体系”而言, 如果从哲学理念考虑, “约定论”本质上已经成为对“无理性”或者“矛盾存在”的一种被逼无奈的放纵, 那么, 如果从形式逻辑的角度考虑, 这样一种“无奈”则根本渊源于对“任何属性只可能逻辑地隶属于某一个理想化客体”以及“没有理想化客体的前提存在就没有属于该特定理想化客体逻辑属性的独立存在”这样一种平凡、朴素和简单真理的漠视、无知和违反。

16.5.8 Christoffel 记号

将式(7.3)微分, 因 h_{mn} 恒定, 我们可以随意升高和降低附标 n , 于是得到(在两次微分时省略第二个逗号)

$$\begin{aligned} g_{\mu\nu,\sigma} &= y_{,\mu\sigma}^n y_{n,\nu} + y_{,\mu}^n y_{n,\nu\sigma} \\ &= y_{n,\mu\sigma} y_{n,\nu}^n + y_{n,\nu\sigma} y_{n,\mu}^n \end{aligned} \quad (8.1)$$

交换式(8.1)中的 μ 和 σ , 得

$$g_{\sigma\nu,\mu} = y_{n,\sigma\mu} y_{n,\nu}^n + y_{n,\nu\mu} y_{n,\sigma}^n \quad (8.2)$$

交换式(8.1)中的 ν 和 σ

$$g_{\mu\sigma,\nu} = y_{n,\mu\nu} y_{n,\sigma}^n + y_{n,\nu\sigma} y_{n,\mu}^n \quad (8.3)$$

现在将式(8.1)与(8.3)相加, 减去式(8.2), 并除以 2, 结果为

$$\frac{1}{2}(g_{\mu\nu,\sigma} + g_{\mu\sigma,\nu} - g_{\nu\sigma,\mu}) = y_{n,\nu\sigma} y_{n,\mu}^n \quad (8.4)$$

令

$$\Gamma_{\mu\nu\sigma} = \frac{1}{2}(g_{\mu\nu,\sigma} + g_{\mu\sigma,\nu} - g_{\nu\sigma,\mu}) \quad (8.5)$$

尽管此处的数学推导看起来相当繁杂, 甚至让“某些”专业的数学研究者或许也会望而生畏, 以至于出现这些数学表述或者广义相对论的认同者似乎并没有都真正读懂这些数学表述的问题。

其实, 此处所述只是初等微分几何中的一些简单结论, 相关的数学推导也只是一些简单的微分运算, 除了需要保持足够耐心以外, 本质上没有任何复杂之处。

但是, 真正困难或者容易引起逻辑紊乱的倒是对实施这

$\Gamma_{\mu\nu\sigma}$ 叫作第一类 Christoffel 记号。它对最后两个附标是对称的。它是个非张量。式(8.5)的一个简单结果为

$$\Gamma_{\mu\nu\sigma} + \Gamma_{\nu\mu\sigma} = g_{\mu\nu,\sigma} \quad (8.6)$$

我们现在看出式(7.7)可以写为

$$dA_\nu = A^\mu \Gamma_{\mu\nu\sigma} dx^\sigma \quad (8.7)$$

因为 Christoffel 记号只牵涉到物理空间的度规 $g_{\mu\nu}$, 故与 N 维空间有关的量现在全都不见了。

我们可以推断, 平行位移下矢量长度不变。因

$$\begin{aligned} d(g^{\mu\nu} A_\mu A_\nu) &= g^{\mu\nu} A_\mu dA_\nu + g^{\mu\nu} A_\nu dA_\mu + A_\mu A_\nu g^{\mu\nu}_{,\sigma} dx^\sigma \\ &= A^\nu dA_\nu + A^\mu dA_\mu + A_\alpha A_\beta g^{\alpha\beta}_{,\sigma} dx^\sigma \\ &= A^\nu A^\mu \Gamma_{\mu\nu\sigma} dx^\sigma + A^\mu A^\nu \Gamma_{\nu\mu\sigma} dx^\sigma + A_\alpha A_\beta g^{\alpha\beta}_{,\sigma} dx^\sigma \\ &= A^\nu A^\mu g_{\mu\nu,\sigma} dx^\sigma + A_\alpha A_\beta g^{\alpha\beta}_{,\sigma} dx^\sigma \end{aligned} \quad (8.8)$$

现

$$g^{\alpha\mu}_{,\sigma} g_{\mu\nu} + g^{\alpha\mu}_{,\sigma} g_{\mu\nu,\sigma} = (g^{\alpha\mu} g_{\mu\nu})_{,\sigma} = g^{\alpha}_{\nu,\sigma} = 0$$

乘以 $g^{\beta\nu}$, 得

$$g^{\alpha\beta}_{,\sigma} = -g^{\alpha\mu} g^{\beta\nu} g_{\mu\nu,\sigma} \quad (8.9)$$

这是一个有用的公式, 它用 $g_{\mu\nu}$ 的导数来给出 g^{β} 的导数。由式(8.9)我们推知

$$A_\alpha A_\beta g^{\alpha\beta}_{,\sigma} = -A^\mu A^\nu g_{\mu\nu,\sigma}$$

从而式(8.8)等于零。这样就证明了矢量长度不变。特别是, 零矢量(即长度为零的矢量)在平行位移下仍为零矢量。

从几何论证也可推知矢量长度的不变性。当我们按式(7.5)把矢量分解成切向部分和法向部分, 法向部分为无穷小, 并正交于切向部分。由此可见, 在一级近似下, 整个矢量的长度等于其切向部分。

任一矢量的长度不变性要求任意两矢量的标积不变。这个要求可以从“参数取任何值时, 矢量的长度不变”这一性质推知。

把 Christoffel 记号的第一附标升高为

$$\Gamma^\mu_{\nu\sigma} = g^{\mu\lambda} \Gamma_{\lambda\nu\sigma}$$

常常是有用的, 叫作第二类 Christoffel 记号。它对其两个下标是对称的。正如 4 节所阐明的, 即使对非张量, 这样的升高也是完全许可的。

式(8.7)可以改写为

$$dA_\nu = \Gamma^\mu_{\nu\sigma} A_\mu dx^\sigma \quad (8.10)$$

这是协变分量的标准公式。当有另一矢量时, 我们有

$$\begin{aligned} d(A_\nu B^\nu) &= 0 \\ A_\nu dB^\nu &= -B^\nu dA_\nu = -B^\nu \Gamma^\mu_{\nu\sigma} A_\mu dx^\sigma \\ &= -B^\mu \Gamma^\nu_{\mu\sigma} A_\nu dx^\sigma \end{aligned}$$

些具体推导的逻辑前提或者基本概念应该如何恰当认识和理解的问题。

事实上, Dirac 此处引入的 Christoffel 符号根本不同于前面叙述中由 Weinberg 所引用的同一符号。并且, 从严格的形式逻辑考虑, 正是两种完全不同 Christoffel 符号混杂在“广义相对论”中的事实, 再次对 Einstein 的陈述系统构造了逻辑否定。

对于 Weinberg 所使用的陈述, Christoffel 只属于“平直空间”中的某一个“曲线坐标系”, 相应表现使用曲线坐标进行场的微分运算时的某种运算规则。因此, 正如前面对 Weinberg 论述所作批判时已经指出的那样: 对包括曲线坐标系在内的坐标系的选择是完全任意的, 因此, 无需也不允许因为在同一几何空间中实际使用的“坐标系工具”有所不同或者因为坐标系的“弯曲”性质, 就可以改变几何空间自身的几何特征。

无疑, 对于这个前提性概念的恰当认识方面, Dirac 明显比其他广义相对论的简单认同者要高明得多, 避免在一般几何空间中仅仅因为使用曲线坐标系就将几何空间错认为弯曲空间的荒唐。

但是, 对于 Dirac 来讲, 致命的问题仍然在于前面所说: 只能作为人为认定而提出的“平行位移”自身的无理性, 或者这个人为杜撰的操作对原来作为客观量而存在的矢量必然造成失真。对于一个

上式对任何都必须成立,故我们得

$$dB^\nu = -\Gamma_{\mu\sigma}^\nu B^\mu dx^\sigma \quad (8.11)$$

这是关于逆变分量的平行位移标准公式。

引起失真的数学操作,实际上已经没有任何逻辑可言。当然,让 Dirac 陷入尴尬的问题还在于:他既无力对 Einstein 杜撰出来的弯曲 4 维空间构造具有确定内涵的形式认定,甚至不能对该弯曲空间嵌入的平直空间的维数做出明确认定。

16.5.8A 曲面论“内蕴特征”隐涵的逻辑不当

在现代数学的发展历程中,Bernoulli 和 Euler 已经开始了对曲面的研究,但是相对进行较为系统研究的通常归于 Gauss。与现代微分几何纯粹建立在某种纯粹“人为约定”基础之上不同,Gauss 对于曲面所作的分析仍然属于“实体论”分析的范畴,相关分析以某一个实实在在曲面的前提存在为其存在的全部基础。但是,当 Gauss 将曲面的性质划分为通过“第一基本形式”所表示隶属于曲面自身的“内蕴”特征,以及通过“第二基本形式”反映曲面在其存在的几何空间弯曲状况的“外在”特征时,这样一种划分同样深刻地暴露了西方科学世界思维意识中一种习以为常的“形而上学”习惯。并且,正是习惯于进行“无穷剖分和解析”的片面思维习惯,相应缺乏“如何进行整体分析乃至忽视或者无视局部特征对于整体存在的逻辑依赖关联”的一种辩证思维能力,从而为微分几何的后续发展构造了一种错误导向。

事实上,如果仍然沿用实体论微分几何通常使用的符号,即

$$L = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{uu} \quad M = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{uv} \quad N = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{vv} \quad (16.5.1a)$$

其中, $\mathbf{r}$ 为定义在 3 维 Euclid 空间中的矢径,下标 u, v 对应于曲面上的两个坐标。此时,曲面存在如下所述的第二基本形式:

$$II = \mathbf{n} \cdot d^2 \mathbf{r} = Ldu^2 + 2Mdudv + Ndv^2 \quad (16.5.1b)$$

人们指出:“上式表明,曲面的第二基本形式近似地等于曲面与切平面有向距离的两倍,因而它刻画了曲面向离开切平面的弯曲程度,即刻画了曲面在几何空间中的弯曲性。”不妨对此做出进一步的诠释:由于外法线矢量 $\mathbf{n}$ 只可能存在于曲面所嵌入的几何空间内,不能直接嵌入曲面内,当然不能将第二基本形式视为曲面的“内蕴”特征。但是,似乎与曲面的第二基本形式明显存在的“外部弯曲”特征不同,对于如下所示,直接与曲面上“量度”特征相关的曲面第一基本形式

$$I = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2 \quad (16.5.2a)$$

其中

$$E = \mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_u \quad F = \mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_v \quad G = \mathbf{r}_v \cdot \mathbf{r}_v \quad (16.5.2b)$$

考虑到式中的所有系数都能够仅仅定义在曲面内,允许人们将曲面的第一基本形式称为曲面的“内蕴”特征。或者做出进一步的推论,作为曲面的一种内蕴特征,第一基本形式与整个曲面在其所浸入 3 维几何空间中的弯曲状况无关。

其实,将曲面的第一和第二基本形式做出一种绝对意义上的分割,明显表现为一种形而上学的简单思维模式。尽管曲面的第一和第二基本形式从两个不同侧面表现了曲面的几何特征,但是,这样两个表面上不尽相同的“个性”特征恰恰同属于作为一个几何客体“统一”存在的 2 维曲面。因此,如果按照前面的约定,仍然使用“逻辑从属符号《》”以及“逻辑拥有符号》”,那么,在逻辑上存在如下的特定逻辑关联:

$$\left. \begin{aligned} I &= Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2 \\ II &= \mathbf{n} \cdot d^2 \mathbf{r} = Ldu^2 + 2Mdudv + Ndv^2 \end{aligned} \right\} \langle S : S \in V \quad (16.5.3a)$$

以及

$$S \in V \mapsto S \gg \begin{cases} \text{I} = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2 \\ \text{II} = \mathbf{n} \cdot d^2 \mathbf{r} = Ldu^2 + 2Mdudv + Ndv^2 \end{cases} \quad (16.5.3b)$$

当然

$$\exists S \in V \mapsto \exists \begin{cases} \text{I} = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2 \\ \text{II} = \mathbf{n} \cdot d^2 \mathbf{r} = Ldu^2 + 2Mdudv + Ndv^2 \end{cases} \quad (16.5.3c)$$

也就是说,对于 3 维几何空间 V 中作为一个“完整”几何客体的某一个曲面 S 而言,一旦它能够得到前提性的认定,那么,同属于该曲面的两个基本形式自然都是确定的。于是,在略去高阶向量的前提下,该曲面的“量度”特征以及“弯曲”特征也得以确定。并且,正是这样两个本质上“互为依存”的不同个性特征的“辩证统一”,才可能对曲面的整体几何特征做出一种大致合理的完整描述。因此,仅仅强调两种“个性”特征中的任何一方都是不恰当的,只能属于一种“不完备”的描述。相反,如果作为几何客体的 2 维曲面自身尚不能得到“前提性”认定或者并不“真实”存在,那么,不仅仅曲面的两种基本形式不可能得到唯一认定,而且如果还将其中的任何一个基本形式“固定化”则更没有任何意思。

其实,即使允许接受一种纯粹形而上学的简单分割,将曲面一种整体意义上的几何特征强行分割为“内蕴量度”以及“外在弯曲”两种特征,但是,考虑到“实体论”微分几何中关于曲面基本向量

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{r}_1 &= \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u^1} \\ \mathbf{r}_2 &= \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u^2} \\ \mathbf{n} &= \left(\frac{\mathbf{r}_1 \times \mathbf{r}_2}{\sqrt{g}} \right) \end{aligned} \right\} \langle S : \mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v) = \mathbf{r}(u^1, u^2) \rangle \quad (16.5.4a)$$

的导向量公式,或者通常所说的曲面基本方程

$$\begin{cases} \mathbf{r}_{ij} = \sum I_{ij}^k \mathbf{r}_k + L_{ij} \mathbf{n} \\ \mathbf{n}_i = - \sum L_{ik} g^{kj} \mathbf{r}_j \end{cases} \quad i, j = 1, 2 \quad (16.5.4b)$$

由于式中的 L_{ij} 属于曲面的第二类基本量,也不能将 Christoffel 符号称为“内蕴”量。或者更为直观地说,由于曲面自身是弯曲的,不仅仅坐标矢量 $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2$ 只允许定义在曲面的“切平面”上,并不可能成为真正隶属于曲面自身的几何量。因此,从严格的形式逻辑考虑,表面上的“量度张量”不能被真的视为曲面的“内蕴”量,它只是对于曲面上曲线进行量度的一种“近似”表述。一个“符合客观”的科学陈述与另一个“合理近似”的有效陈述之间存在天壤之别,绝对不能将两个蕴涵“本质”差异的不同陈述混为一谈。此外,如果还需要进一步表现这些坐标矢量对于坐标的变化率,即 $\mathbf{r}_{ij}$, 那么必然要涉及曲面的法向量 $\mathbf{n}$ 。事实上,根本不可能像西方学者以一种纯粹“自欺、自慰”的方式,在考虑一个嵌入高维几何空间“曲空间”的实体时,能够把仅仅属于“曲空间”自身的那些“内蕴”特征独立出来。其实,一旦离开“高维平直空间”的背景,甚至谈论其中某一个子空间是否弯曲的问题都已经变得没有任何意义^①。

而且,在讨论 Christoffel 符号的时候,不知是故意混淆概念还是的确缺乏一种严格思维的习惯,相关著述往往总是将属于“3 维 Euclid 空间曲线坐标”的 Christoffel 符号与量度张量之间的关系,即

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_{ij,k} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial g_{jk}}{\partial x^i} + \frac{\partial g_{ik}}{\partial x^j} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^k} \right) \\ \Gamma_{ij}^k &= \frac{1}{2} g^{km} \left(\frac{\partial g_{im}}{\partial x^j} + \frac{\partial g_{jm}}{\partial x^i} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^m} \right) \end{aligned} \right\} \langle (x_1, x_2, x_3) \in R^3 \rangle \quad (16.5.5)$$

① 或许值得提醒人们注意,参考文献[5]的第一版在给出 Christoffel 符号的具体表达式以后,曾经立即给出这样一种判语:“注意,Christoffel 符号仅仅依赖曲面的第一基本形式,因此该符号是曲面的内蕴量。”但是,著者在其第二版著述的完全相同的地方却把这一段话删去了。

错置于曲面的 Christoffel 符号之中。在人们论及 3 维 Euclid 空间时,该几何空间的全部抽象内涵都是确定和完整的,并且允许对定义于该空间的坐标系做出完全任意的选择。一旦坐标系得以唯一确定,那么,对定义于该几何空间场的微分运算的具体表达式也自然地得以唯一确定。但是,在论及曲面的数学特征时情况则发生了根本变化。对于几何学家热心期待的那种“内蕴”特征,充其量只属于曲面完整几何性态的一个部分,无法独立于曲面的其他几何特征或者曲面自身的存在而存在。当然,仅仅使用定义于表面上的坐标,不可能将该曲面以及定义于该曲面上其他数学量的变化特征表现出来^①。

此外,即使仅仅考虑“实体论”意义上的初等微分几何的问题,对于曲面“内蕴特征”的过分强调,或者将曲面上“曲线的弧长、不同方向的交角、曲面域的面积”等这样一些通常称为“量度特征”的性质都归于曲面的“内蕴性质”,指出它们与曲面自身在空间中如何弯曲无关的断语也完全不恰当。事实上,对于作为刻画曲面“量度特征”最基本量的曲面上曲线的弧长,显然存在

$$\begin{aligned} ds^2 &= d\mathbf{r} \cdot d\mathbf{r} = (\mathbf{r}_u du + \mathbf{r}_v dv) \\ &= \mathbf{r}_u^2 du^2 + 2\mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_v dudv + \mathbf{r}_v^2 dv^2 \end{aligned}$$

考虑到式(16.5.2)所定义的第一基本形式,相应存在

$$ds^2 = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2 \quad (16.5.6a)$$

以及某一个有限曲线段 C 的弧长

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_0^t dt \sqrt{E \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + 2F \frac{du}{dt} \frac{dv}{dt} + G \left(\frac{dv}{dt} \right)^2} \quad (16.5.6b)$$

仅仅决定于曲面的第一基本形式。于是,经典微分几何指出:表面上的量度特征仅仅属于曲面的“内蕴”特征,与曲面在其所嵌入几何空间中如何弯曲的状况无关。事实上,正是将曲面的量度性质仅仅视为与曲面弯曲无关的“内蕴”特征的经典认识,成为将曲面从其所存在的几何空间中独立出来,相应构造仅仅属于表面上的微分几何的思维基础。

然而,对于西方科学世界这样一种“割裂式”的习惯性思考方式,不仅仅首先在原则上根本违反了式(16.5.3)着意表示任何“性质集合”所必需的“整体性”意义以及在逻辑上必须从属于某一个理想化物质对象的“依赖性”特征,而且在数学表述的具体细节或者实际内涵的准确认定与恰当理解方面同样完全不当。

此处不妨再重新仔细地阅读古典微分几何的相关陈述,以能够尽可能准确地领会这个陈述系统创建者最初希望表达的基本理念。考虑到曲面的第一基本形式仅仅定义在“曲面的一点”处,本质上仅仅与“该点处的切平面”相关,这样,相应形成一种“近乎于自然”的推论:对于式(16.5.6a)所定义的“无穷小”弧长,因为在本质上它仅仅决定于“该点处坐标曲线”的具体性态,或者只与曲面“在该点处的切平面”有关,所以表面上的“无穷小”弧长与“整个曲面在大空间中如何弯曲”的状况完全无关;继而,在进一步考虑式(16.5.6b)所定义的“有限长曲线 C ”弧长的时候,由于线积分的被积函数正是上面所述的无穷小弧长,该被积函数完全独立于曲面在大空间中的弯曲状况,因此,作为该函数的积分即曲面上有限线段的弧长,也必然与“整个曲面在大空间中怎样弯曲”的状况完全无关。于是,将某一个“弯曲空间”与其在所嵌入大几何空间中的“实际弯曲状况”独立开来,寻找“仅仅属于该弯曲空间”自身的“内蕴”特征,成为以 Riemann 几何为基础的整个现代微分几何的哲学基础和认识基础。

表面上看,以上所述近乎自然的推理过程似乎丝丝相扣、无懈可击,其实完全不然。还是首先从“逻辑学”的角度考虑,导致整个结论最终错误的致命之处仍然在于逻辑关系的紊乱:推理过程中发生了“将不同性质或者形式表述的不同逻辑主体错乱”的严重问题。

① 其实,如果重温前面 Weinberg 引用 Christoffel 符号的方式,那么可以发现,他正是在“伪 Minkowski 平直空间”之中添加了一个曲线坐标系,继而将属于平直空间曲线坐标系的这个符号再安装在广义相对论杜撰的弯曲空间之中。显然,Dirac 要高明得多,没有重犯这个过分简单和明显的错误。但是,致命的问题仍然存在于:至今没有人知道广义相对论中的弯曲空间到底是什么,从而无从定义属于该弯曲空间中的联络符号。因此,Weinberg 或许并非真的不知道逻辑推理之中这个过分粗浅的错误,只是不得已而为之罢了。

首先,对于式(16.5.6b)所定义曲面上“有限线段”的弧长,作为该形式表述逻辑主体本身的就是一个定义于整个大空间之中“弯曲”线段 C ,即

$$C \gg S = \int_0^t dt \sqrt{E \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + 2F \frac{du}{dt} \frac{dv}{dt} + G \left(\frac{dv}{dt} \right)^2}$$

因此,无论需要怎样看待此处给出的形式表述,但是任何人也不能否定“弯曲”线段 C 的前提存在以及该逻辑主体自身蕴涵的“弯曲”本质。如若不然,也无需使用上述积分计算该曲线的弧长,而直接代之以计算“两确定空间点之间连线”的直线长度就可以了。或者说,之所以提出这样的计算公式,就是因为此处的逻辑主体是实实在在“弯曲”的:不仅仅与曲线在“曲面一点处延伸的方向”有关,还根本决定于“曲面自身在空间中的弯曲”状况。当然,曲线 C 的弯曲程度不可能独立于曲面在空间中的弯曲状况。本来,对于逻辑主体必须做出的前提性肯定只属于一个“过分平常、平凡、朴素”的基本认识前提,但是,除了下面进一步指出的“逻辑紊乱”以外,还因为西方科学世界长期形成一种“过分形而上学的简单思维习惯”以及“对于构造出某种真理体系一种过分急切的期待”所迷惑了。

事实上,即使此处的“被积函数”仅仅源于曲面上“一点处”的第一基本形式,与曲面的“整体弯曲状况”无关,但是,人们不要忘记:积分并不仅仅逻辑地决定于被积函数,它还同时决定于积分自身的积分途径,而此处的“积分曲线”却是弯曲的。因此,仅仅作为一种平凡而简单的理性认定:考虑给定曲面上任何一个有限线段,它的弧长必然与曲面在整个大空间中的弯曲状况密切相关。

而且,还需要进一步指出:对于空间中某一个给定的曲面,一旦涉及“曲面上两个不同几何点”之间的逻辑关联时,这种逻辑关联必然与曲面在大空间的弯曲状况有关。仅仅在讨论诸如某一个线段在一点处的方向,从而原则上可以与“曲面上的一个几何点”发生关系的时候,才允许不考虑曲面如何在大空间之中弯曲的状况。其实,对于古典微分几何通常所述的曲面第一基本形式,完全没有真正涉及曲面自身的几何性态,它可能表现的只是“曲面上一点处切平面”的性态,并且还只是借助本质上可以随意认定的“坐标曲线”对这种性态做出了描述,甚至还可以视为对曲面上某一个特定“坐标曲线”几何特征做出的描述。坐标曲线只是工具。绝对不允许把曲面上一点处的切平面和曲面自身相混淆,曲面和曲面一点处的切平面是两个彼此关联但是又完全不同的几何实体。因此,不能将仅仅隶属于“曲面切平面”的某些平凡性质称为曲面的内蕴特征。仅仅在讨论曲面的第二基本形式,由于真正涉及到曲面上几何点的运动或者曲面上不同几何点之间的逻辑关联,才相应对曲面而不是曲面上切平面的几何特征做出某种描述。

此外,如果进一步考察古典微分几何关于曲面上有限曲线段 C 弧长的计算公式

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_0^t dt \sqrt{E \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + 2F \frac{du}{dt} \frac{dv}{dt} + G \left(\frac{dv}{dt} \right)^2}$$

人们不难发现,该计算实际上构造如下两个彼此逻辑相容或者互为约束的等价性表述:

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_0^s dt \cap s = \int_0^t dt \sqrt{E \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + 2F \frac{du}{dt} \frac{dv}{dt} + G \left(\frac{dv}{dt} \right)^2}$$

其中,对于第一个等式,并且对照微分几何关于空间曲线“自然坐标”的定义可以推知,只要将曲面上曲线 C 的参数 t 仍然定义为曲线的自然坐标,与曲线的弧长 s 形成完全对应关系,则相应存在

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_{s_0}^s ds \xrightarrow{t=s} s = \int_0^t dt$$

故而存在一个确定的约束方程

$$\begin{aligned} ds^2 &= Edu^2 + 2Fdu dv + Gdv^2 \\ \Leftrightarrow \\ 1 &\equiv E \left(\frac{du}{ds} \right)^2 + 2F \frac{du}{ds} \frac{dv}{ds} + G \left(\frac{dv}{ds} \right)^2 \end{aligned} \quad (16.5.7)$$

它告诉人们:坐标系只是定量描述几何量的工具,曲面上坐标的选择如同一般几何空间中坐标系一样,允许人们做出不同的选择,但是,为了保持“量度(线度)”的统一,这些不同选择的坐标系与量度之间需要满足确定的约束关系。同时,也可以反过来说,在曲面上任意给定的坐标不能满足上述约束方程的时候,则相应定

义了一种“量度”结构

$$\begin{aligned} ds^2 &= Edu^2 + 2Fdu dv + Gdv^2 \\ \Leftrightarrow \\ \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 &= E\left(\frac{du}{dt}\right)^2 + 2F\frac{du}{dt}\frac{dv}{dt} + G\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 \end{aligned} \quad (16.5.8)$$

式中 t 仍然为曲面上曲线的自然参数,与通常的长度尺度保持一致,成为判断和比较量度的基准。由于任意曲面坐标所定义的量度结构是曲面上不同确定点的函数,从而相应构造了一个定义曲面上的量度场。

在这种情况下,如果考虑现代数学陈述习惯使用的“空间变换”的提法,如果两个曲面的第一基本形式即使并不满足上述约束方程,但是只要它们彼此完全保持一致,那么,这两个曲面上所有曲线的确定义了一种“相同量度”,两个曲面相应成为古典微分几何所说的“等距变换”。但是,一个需要澄清的基本理念在于:对于某一个给定的曲面以及曲面上的曲线 C 而言,与该曲线是一个客观性存在一致,它的长度同样只是一个客观量。因此,在谈及此处所述曲面上曲线长度的时候,本质上绝对不是该客观存在的曲线长度发生变化,而只是原则上仅仅隶属于“解析几何”范畴作为“定量描述工具”的坐标发生了变化,需要对这个量度工具进行“重新标定”的问题。显然,正是在这个前提性基本理念的恰当理解上,由于一种根深蒂固的“形而上学”思维习惯,总期望构造某一个与特定物质对象无关的普遍真理性表述,西方科学世界长期处于认识紊乱或者逻辑倒置之中。

从另一方面考虑,如果真正形成一种理性意识:曲面上曲线的长度仅仅逻辑地决定于曲面上曲线自身,与曲面的第一基本形式本质上几乎没有任何逻辑关联,那么,前面分析已经指出“曲面上的 Christoffel 符号不可能仅仅决定于第一基本形式以及曲面上的‘量度’特征”的结论,应该成为一目了然的基本事实。事实上,对于古典微分几何中的第一基本形式中所定义的基本量,如果仍然回到 3 维几何空间的角度考虑,它们所表现的是“空间一点处”两个坐标矢量 $r_i (i=1,2)$ 相互之间不同形式的点积,只不过要求这两个坐标矢量与曲面相切罢了。只是对该坐标矢量再次求导,即 $r_{ij} (i, j=1,2)$,才可能真正刻画曲面上坐标矢量的“变化”特征。Christoffel 符号又称为曲面上的“联络”,当然,它在本质上只可能与反映曲面上坐标矢量变化的第二基本形式中的第二类基本量发生关联。考虑和分析问题,切切不可形而上学,仅仅着眼于数学表述式的表面现象。

16.5.8B 几何“弯曲”与数学表述“非线性形式”间的逻辑一致性

实际上,向量的意义本来十分简单和直观,就是一个具有方向性的直线段,它属于物质世界中一种“客观”存在的最简单几何实体。毋庸置疑,即使需要懂得“抽象”思维,或者需要学会如何使用形式语言进行“稳定、无歧义并且逻辑相容”的思考,但是从最终目的考虑,包括数学在内的整个自然科学本质上仍然是用以描述“自存”物质世界,或者揭示理想化物质对象内蕴的抽象同一性以及不同理想化物质对象的抽象关联的。因此,在自然科学研究中,如何保证形式语言自身的“不变性”始终具有根本意义。正因为此,为了满足几何实体自身蕴涵的客观性或者保证物理实在的不变性,“向量分析”乃至现代“张量分析”成为现代自然科学研究最重要形式语言的全部基础。

向量空间往往又称为线性空间,因为,向量空间中的向量自然满足通常所说的“线性叠加”原理

$$\begin{cases} (\lambda + \mu)x = \lambda x + \mu x \\ \lambda(x + y) = \lambda x + \lambda y \\ \lambda(\mu x) = (\lambda\mu)x \end{cases} \quad x, y \in E \quad \lambda, \mu \in R \quad (A)$$

式中 x, y 为 Euclid 向量空间 E 中的两个向量,而系数 λ 和 μ 通常总定义在实数系中。显然,从逻辑隶属关系考虑,此处所说的线性特征逻辑地“属于”向量空间,或者说,向量空间具有的“线性”特征,是作为“有向直线段”这个客观存在的逻辑必然。因此,向量空间以及向量空间中向量的存在是线性特征得以存在的逻辑前提;相反,谈及这样的线性特征时,则需要首先将这个真实存在的几何实体做出前提性的确认。

并且,也仅仅因为向量空间的线性特征以及向量自身的客观性,如果在“整个”向量空间中,允许引入一个具有恒定不变的“线性无关”向量组 $\{e_i\}$ 作为“基矢量”组,用以“定量”表述任意向量 x 的一种基准,即

$$\mathbf{x} = x^i \mathbf{e}_i : \mathbf{x}, \mathbf{e}_i \in E \quad x^i \in R \quad (\text{B})$$

并且,还可以以此为基础,进一步引入以向量 $\mathbf{x}$ 为自变量的向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$,

$$\mathbf{A}(\mathbf{x}) = A^i \mathbf{e}_i : A^i(\mathbf{x}) = A^i(x^1, x^2, x^3) \quad (\text{C})$$

显然,此时向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 的线性特征都能够自然地得以保持。

同样,在如何认识或者定义“向量”乃至作为向量推广的“张量”的时候,西方科学世界几乎不可避免地重复这种认识论上的逻辑倒置:借助一种“广义线性函数”引入张量,从而将往往只能“条件存在”的性质或者“条件存在”的相关形式表述人为“无条件”化,被再一次反常地置于“拥有性质”的逻辑主体上。例如,现代数学关于 r 阶张量的通常定义为:对于任意正整数 r ,如果存在 r 重线性函数

$$\Phi : \underbrace{V \times \cdots \times V}_r \rightarrow R : (v_1, \dots, v_r) \mapsto \Phi(v_1, \dots, v_r)$$

其中

$$\begin{aligned} \Phi(\cdots, \alpha v_i + \beta v'_i, \cdots) &= \alpha(\cdots, v_i, \cdots) + \beta(\cdots, v'_i, \cdots) \\ \forall v_i, v'_i \in V \quad \alpha, \beta \in R \end{aligned}$$

则该 r 重线性函数称为 V 中的 r 阶张量。

其实,一旦将这个形式定义与某一个特定的“坐标系”联系,并且往往像微分几何实际使用的形式表述那样,构造用坐标系“分量”所表述的函数的時候,此处这个关于张量的形式定义并不具有“普适”意义。这是因为式(A)和式(C)所表述的线性特征,必须以定义于“整个”向量空间 V 中的“不变基矢量组 $\{\mathbf{e}_i\}$ ”的前提存在作为存在条件。也就是说,如果使用坐标系的“分量表述”形式,那么,一旦涉及“曲线坐标系”或者“曲面(相应不存在覆盖曲面的直线坐标系)”,向量通常在形式上具有的“线性特征”自然不再存在。

事实上,无论从几何直观思考,还是基于抽象的形式逻辑,任何一种形式的“弯曲”都已经对“直线”天然地构成了一种逻辑否定,当然,借助坐标系分量函数表述的线性特征不再成立。例如,让我们重新考察式(D)所述的向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 。此时,对于作为一个“客观量”的“整体”的向量而言,如果使用的是某一个曲线坐标系

$$\mathbf{e}_i(\mathbf{x}) = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \quad \{x^i\} : \text{Curvilinear Coordinate}$$

对于给定向量空间中的任意向量

$$\forall \mathbf{A} : \mathbf{A} = A^i \mathbf{e}_i \in V$$

它们之间仍然满足式(A)所示的线性叠加定理。也就是说,向量自身的这样的线性叠加性存在于向量自身,与任意坐标系的选择完全无关。但是,对于定义于同一向量空间 V 的向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$,并且,还着眼于该向量场的“分量”形式表述,考虑到

$$\begin{aligned} \mathbf{A}(\mathbf{x}) &= A^i \mathbf{e}_i : A^i = A^i(\mathbf{x}) \quad \mathbf{e}_i = \mathbf{e}_i(\mathbf{x}) \\ &\mapsto \\ \mathbf{A}(\mathbf{x}) &= A^i(\mathbf{x}) \mathbf{e}_i(\mathbf{x}) \neq \mathbf{e}_i A^i(\mathbf{x}) \end{aligned} \quad (16.5.9)$$

该式明确告诉人们:对于给定空间 V 中的一个任意向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$,如果相应使用的是曲线坐标系,那么,此时不仅仅向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 的系数(分量) A^i 是 $\mathbf{x}$ 的函数,而且,基矢量 $\mathbf{e}_i$ 本身也是 $\mathbf{x}$ 的函数。于是,对照“线性函数”的定义可知,此时向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 的分量形式表述,即 $A^i \mathbf{e}_i$,不属于线性函数。等价地说,一旦涉及“曲线”坐标系,或者涉及只能定义曲线坐标系的“弯曲”曲面,向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 的“分量”表述,在形式上不再具有最初的“线性”表现特征。

当然,也正因为此,仅仅对于式(B)所示能够适用于“整个”向量空间中的仿射坐标系,可以根据向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 在分量表述形式上所具有的线性特征,作为向量场分布的另一个被赋予“客观性”的量,即梯度允许存在“简单”形式

$$\begin{aligned} \nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) &= \frac{\partial (A^i \mathbf{e}_i)}{\partial \mathbf{x}} = \frac{\partial A_j(\mathbf{x})}{\partial x^i} \mathbf{e}^j = \mathbf{e}^i \mathbf{e}^j \frac{\partial A_j(\mathbf{x})}{\partial x^i} \\ &\in \text{Affine Coordinate} \end{aligned} \quad (16.5.10a)$$

但是,对于一般的“曲线”坐标系,由于此时的基矢量组 $\{\mathbf{e}_i\}$ 不再是常向量,向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 的分量表述不再保持

向量最初的“线性”特征。因此,尽管同是“客观”量,但是,在曲线坐标系之中,向量场的梯度不再呈现上述简单的线性形式,即

$$\nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) = \frac{\partial(A^i \mathbf{e}_i)}{\partial \mathbf{x}} = \mathbf{e}^i \frac{\partial(A_j \mathbf{e}^j)}{\partial x^i} \cap \nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) \neq \mathbf{e}^i \mathbf{e}^j \frac{\partial A_j(\mathbf{x})}{\partial x^i} \quad (16.5.10b)$$

$\in \text{Curvilinear Coordinate}$

无疑,此处所说的这一事实其实十分简单、直观而且自然。但是,恰恰在这样一个与“线性表述”相关的基础理念上不应有的疏忽,使得在构造现代微分几何之始,许多分析已经陷入前提性的认识不当之中^①。

16.5.8C 再论曲面上 Christoffel 的“非内蕴”本质

为了能够附和 Gauss 最初所提“内蕴几何”的基本思想,强行将“曲面”与曲面赖以存在的“平直空间”分割开来,构造出仅仅属于“曲面”自身,而独立于该曲面在其所嵌入的高维平直空间中的“外在弯曲”状况的几何,成为 Gauss 以后几何学研究者的主要工作。殊不知,一旦否定“平直空间”背景的客观存在,弯曲空间自身也不再存在。当然,这也是目前针对一般弯曲流形的分析,虽然凭借不断补充形形色色人为约定的方式,相应构造出一个形式系统,但是,人们不难发现,这个形式表述系统本质上仍然只是对“平直空间”相关结果的一种简单拷贝。事实上,Gauss 把曲面自身“内蕴”和“外在”特征分割开来的基本思想,恰恰深刻反映了西方科学世界长时间形成的“孤立、割裂”形而上学思想习惯。当然,由于哲学基础的思维导向不当,对于曲面中不同“互为依存个性特征”所构造的“性质集合”整体,任何将它们强行割裂开来的努力注定不可能成功。

长期以来,作为说明 Gauss 基本思想正确性的一个最重要的佐证是:由于表面上的“量度张量”是内蕴量,根据量度张量而定义的“Christoffel 联络”于是也自然地成为仅仅属于曲面自身内蕴量,与曲面在其浸入大空间中的几何特征完全无关。但是,这个为西方科学世界确认的观点,依然表现了他们一种十分简单形而上学思维的范畴,相关推论并不正确。

事实上,当 Gauss 将 2 维曲面划分为两组基本量。其中,被 Gauss 称为“内蕴量”的第一组基本量为

$$E = \mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_u \quad F = \mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_v \quad G = \mathbf{r}_v \cdot \mathbf{r}_v$$

其中, $\mathbf{r}$ 为定义在 3 维 Euclid 空间中的矢径,下标 u, v 对应于表面上的两个坐标。此外,还有第二组基本量

$$L = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{uu} \quad M = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{uv} \quad N = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{vv}$$

则对应于 Gauss 所说曲面在其所浸入大空间中的“外在”特征。

再次指出,如果没有“大平直”空间的背景,无法谈及“面”是否“弯曲”的问题,乃至“曲面”概念的本身也不可能存在。因此,Gauss 所强调的“内蕴”和“外在”特征,只能是曲面属性集合中“互为依存、不可分割”的不同“个性”特征,否则其中任意一个不存在,另一个也不复存在。换句话说,Gauss 最初做出的这种划分,从“方法论”讲,只能是形而上学的,而从逻辑归属考虑,只可能隶属于“主观认定”的范畴之内。

但是,对于某一个给定的“曲面”以及该给定曲面上某一个给定的“坐标系”而言,如果能够代之以某种具有“客观性”意义的划分,并且,在此基础上重新考察 Gauss 所述的两类基本量,那么,可以预料这样的划分应该是有意义的。事实上,如果引入表面上的曲线坐标系 $\{x^1, x^2\}$,以及相应的基矢量组 $\{\mathbf{e}^1, \mathbf{e}^2\}$,与 Gauss 所述的第一类基本量形成逻辑对应的是

$$\{E = \mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_u \quad F = \mathbf{r}_u \cdot \mathbf{r}_v \quad G = \mathbf{r}_v \cdot \mathbf{r}_v\}$$

$\leftrightarrow$

① 任何真正合理的陈述,必然也必须处处逻辑相容。当然,人们也可以换一个角度思考此处所说的“线性特征”问题。事实上,只能借助线性变换才可能将不同的“向量空间”构成逻辑关联的时候,任何与“曲线坐标系”对应的变换,显然不属于“线性变换”范畴。因此,即使的确“希望”遵循现代数学着意突出的“变换”观点,那么,已经不能将经过曲线坐标系这样的“非线性变换”而得的“像”,继续视为与“线性空间”保持本质一致的向量空间。反过来说,一种“不加限制”的变换,只可能大致表现研究者的某种主观意愿或者情感好恶。因此,为什么不能以几何量的“客观”存在作为“客观”基准,重新检讨研究者的“主观”愿望是否恰当呢?

$$\{e^i \cdot e^j\} : g^{ij} = e^i \cdot e^j \quad e^i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \quad \mathbf{r} \in R^3 \quad (16.5.11a)$$

其中, g^{ij} 为度量张量。至于第二类基本量, 与其形成“大概”逻辑关联的则是

$$\begin{aligned} \{L = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{uu} \quad M = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{uv} \quad N = \mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_{vv}\} \\ \leftrightarrow \\ \left\{ \frac{\partial e^i}{\partial x^j} \right\} : \frac{\partial e^i}{\partial x^j} = \frac{\partial^2 \mathbf{r}}{\partial x^i \partial x^j} \quad (\mathbf{r}, \mathbf{e}, \mathbf{e}) \in R^3 \end{aligned} \quad (16.5.11b)$$

显然, 对于 Gauss 所述的曲面上第一类基本量和第二类基本量, 与他着意表现的所谓“内蕴”和“外在”这样一种纯粹人为的“主观意识”完全不同, 两类基本量相应表现的分别是: 如果给定曲面上给定坐标系的一组基矢量, 那么, 第一类基本量则对应于一个“孤立点”处某种“静止、固定”特征; 而只是第二类基本量, 才可以进而表现该一点“邻域”中的“变化、动态”特征, 或者现代微分几何重新强调的一种“大范围”属性。并且, 所有的形式量必须本质地定义于曲面所浸没的“大平直空间”中, 只是形式表述的定义域被限制在“曲面”之上罢了^①。

于是, 根本无需“本质地隐含重重逻辑悖论而恰恰在形式表述上不断故弄玄虚”的予以复杂化, 并且, 只能依赖“约定论”而存在从而必然对“演绎逻辑”构成根本否定的现代数学那样, 而仅仅作为一个“过分简单、直观以及自然”的推论, 人们可以获知: 既然作为流形上“联络”而出现的曲面上 Christoffel 符号, 本质上需要表现的正是式(16.5.11b)所示, 借助曲面上给定坐标系基矢量变化, 但是“内蕴”曲面在大平直空间之中的“弯曲”特征。也就是说, 仅仅当如下所示的“本质关联”存在

$$\begin{aligned} \{\Gamma_{ij}^k\} \\ \leftrightarrow \\ \left\{ \frac{\partial e^i}{\partial x^j} \right\} : \frac{\partial e^i}{\partial x^j} = \frac{\partial^2 \mathbf{r}}{\partial x^i \partial x^j} \quad (\mathbf{r}, \mathbf{e}, \mathbf{e}) \in R^3 \end{aligned} \quad (16.5.11c)$$

才可能使得 Christoffel 符号相应被赋予一种刻画曲面“大范围”变化的“动态变化”特征。

事实上, 如果重新考察式(16.5.5), 即现代微分几何中关于 2 维曲面 Christoffel 符号一个为人们熟知的结果

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_{ij,k} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial g_{jk}}{\partial x^i} + \frac{\partial g_{ik}}{\partial x^j} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^k} \right) \\ \Gamma_{ij}^k &= \frac{1}{2} g^{km} \left(\frac{\partial g_{im}}{\partial x^j} + \frac{\partial g_{jm}}{\partial x^i} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^m} \right) \end{aligned} \right\} \langle (x_1, x_2, x_3) \in R^3$$

并且, 对照式(16.5.11a)关于量度张量的定义, 以及式(16.5.11b)所定义的第二类基本量本质上与“基矢量导数”逻辑关联的基本事实, 由于 Christoffel 符号形式上同样决定于基矢量的导函数, 本质上必然与曲面的二类基本量共同关联, 即

$$\begin{aligned} \{E, F, H, L, M, N\} \\ \leftrightarrow \\ \{\Gamma_{ij}^k\} \end{aligned} \quad (16.5.11d)$$

因此, 即使接受 Gauss 就曲面上的基本量划分为“内蕴”和“外在”特征量, 这样一种本质上否定曲面自身存在的“自悖”理念结构, Christoffel 也绝对不是“内蕴”特征量。

① 值得再次提请人们注意前一个注释所作的诠释: 一切与“弯曲”相关的概念, 逻辑上已经对“向量”本质蕴涵的“平直”特征构成否定。因此, 除了“定义域”予以限制以及使用的具体“工具(坐标系)”的不同以外, 向量分析本质上只可能逻辑地属于平直空间。也正因为不懂得这个浅显但是十分基本的道理, 作为一种“人为操作”而引入微分几何的 Levi-Civita 平移, 完全改变了科学陈述必需的逻辑一致性, 最终陷入形形色色矛盾之中。因此, 需要从向量分析乃至张量分析的“分量”表述法的习惯思维束缚之中解脱出来, 努力学会使用张量的“整体性”表述方法。当然, 这样一种充分考虑形式表述的“整体性”从而不至于引起本质内涵“失真”的表述方法, 在哲学上则再次与西方科学世界已经习惯的“割裂”式简单思维形成尖锐冲突。

16.5.8D 19 世纪“内蕴几何学”隐含的简单、片面、孤立化形而上学思维倾向

剖分是一把锋利的刀,能够将蕴涵于某种物质实在的特性一览无余地展示给人们。数千年来,西方人一直熟练和成功地使用着这把刀。也正因为此,在曾经主要由西方人做出历史性巨大贡献的现代自然科学体系中,剖分乃至不加任何限制一种纯粹形而上学意义的剖分,成为科学研究以及科学思维的主要工具。

原则上讲,剖分大致能够与穷尽真理乃至实用主义的目标更为密切,相应表现出探求未知过程中一种极其难得的认真、严肃的精神。或许正因为此,更为崇尚“淡泊无为”自然哲学倾向的东方人在如何认识大自然乃至最终充分享受物质世界方面都被西方人远远抛在了后面。但是,无穷剖分,乃至将一个有机整体剖分出来的局部细节分割、孤立乃至绝对化,毕竟只能属于简单、幼稚和片面思维的基本范畴。事实上,在主要由西方人构建的现代自然科学中,之所以至今仍然存在“惯性系的循环定义”、“由于无法确定地定义物质对象的运动,导致一切与运动学量相关的物理学陈述失去本质意义”、乃至最终出现“一方面否定逻辑,无视推理过程或者逻辑前提中大量逻辑悖论的存在,甚至不惜借助改变概念和科学语言去描述无尽大自然;另一方面要求那个‘自存’物质世界,却必须逻辑地服从由许多自认为‘天才’的西方人的‘约定’而想象出来,但是本质上已经没有任何数学可言的数学符号,这样一种彻底荒诞的逻辑倒置”,究其根本原因仍然在于他们过分简单的形而上学思维习惯。

毫无疑问,Gauss 能够熟练地使用剖分工具,并且,因此对人类真实面对 3 维 Euclid 空间中的 2 维曲面的几何性质的研究做出了不可磨灭的巨大贡献。但是,在这个本属于“实体论”范畴之内的“理性”研究,如果对于他自己的重大发现,即 Gauss 曲率仅仅依赖曲面的第一基本形式而与曲面的第二基本形式无关,Gauss 仍然仅仅能够以一种“平常心”待之,完全不必自诩或者纵容他人因为将其视之为“绝妙定理(Egregious Theorem)”,而做无视逻辑前提的“无穷演绎”的话,那么,现代几何学完全不至于会发展到只能依赖形形色色彼此处于逻辑相悖中的不同约定而存在,从而本质地抛弃逻辑的地步。

对于 3 维几何空间 R^3 中一个真实存在的 2 维曲面 M^2 而言,尽管微分几何通常所说的第一和第二基本形式相应表现几何实体的不同个性特征,但是,所有的不同个性特征不仅仅互为补充、相互依存,以及正是这些不同个性特征构造的“完整集合”才可能对被研究几何实体相应构成完整描述。而且,更为根本的是:如果没有 2 维曲面几何实体的存在前提,根本就没有属于 2 维曲面的任何个性特征。因此,不能不坦率地指出:除了形而上学推理结构中长期形成的一种根深蒂固的“简单、绝对、粗糙和孤立化”思维倾向,而且似乎诱因于某种“好大喜功”的不当本能,使得西方科学世界在自然科学研究中似乎总习惯于将“性质集合”中的个别性质割裂开来,再加以过分幼稚的推测和无限延拓,演化为某种期待之中的“真理性”表述,从而最终只能陷入自悖和紊乱之中。

同样,当人们指出 B. Riemann 于 1854 年发表的《关于几何学的基本假设》对于现代几何学的发展做出了划时代贡献的时候,其实恰恰与其相反,同样正是由于一种纯粹的形而上学简单思维倾向,使得几何学的发展被引入没有任何可靠思维基础的形形色色“约定论”而必然导致的逻辑悖论之中。没有某一个几何实体的前提性限制,渊源于人为想象的不同主观约定必然隐含着矛盾。从最根本的逻辑理念考虑,现代数学中的所有真实存在逻辑悖论,本质上都与集合论基础的逻辑悖论互为渊源,缺乏某一种“实体论”意义的限制。

如果像人们热情赞颂的那样,尽管在那个时代尚没有具体与确切描述量度空间以及拓扑空间等概念的方式,但是在 Riemann 的头脑中“已经把 n 维流形设想为在局部上与 n 维 Euclid 空间相仿的对象,其中每一个点都可以用 n 个有序实数的数组加以描述”的理念,其实,正是这个完全源于简单思维中的“想当然”开始,微分几何已经注定步入“约定论”的反理性歧途之中。事实上,即使完全限制在“局部”域, n 维弯曲流形 M^n 也不能和不允许与 n 维 Euclid 空间 R^n 混为一谈。这正如即使限制在“无穷小邻域”的分析,本质上也根本无法使用 2 维曲面一点处切平面取代无穷小曲面自身的原因一样简单和自然。在 Gauss 的曲面论中,难道不正是他关于 2 维曲面所作局部意义上的“许多细微差别”的整体,才可能完整构造和描述了“曲面与平面”之间的本质差异吗?在现代微分几何的某些局部性分析中,将借助曲面坐标所表现“曲面”上的某种微变化,误认为是“切平面”所对应的微变化并不恰当,尽管两种微变化拥有表观上相同的自变量。

同样,在谈及流形上的“量度”及其相关定义时,人们往往总会提出 Riemann 曾经做出的“开拓性”贡献:在 Euclid 空间中,为了求曲线的长度,需要首先指定直线段的长度,然后把曲线的长度定义为它内折线的上确界。在这里,直线段是一类特殊曲线,需要把它从一般曲线中区分出来。现在,Riemann 提出一种与之不同的统一模式,无需预先区分直线和曲线,而是首先定义切向量的长度,然后把曲线的长度定义为切向量沿曲线的积分。因而,这种做法适用于任意的光滑流形,不必要求该流形具有如同 Euclid 空间的平直结构。由此建立了通常所说的 Riemann 量度,并且最终出现:“Riemann 几何不过是 Gauss 曲面内蕴微分几何的推广,而曲面的内蕴几何则成为 2 维 Riemann 流形的几何学。”

但是,如果回顾本书针对曲面上曲线长度所作的重新分析,也就是说仍然根据经典微分几何引入曲面上曲线“量度”的基础,即式(16.5.6)所述切向量 $d\mathbf{r}$ 长度,

$$ds^2 = d\mathbf{r} \cdot d\mathbf{r} = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2$$

以及某一个“有限”曲线段 C 的弧长

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_0^t dt \sqrt{E \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + 2F \frac{du}{dt} \frac{dv}{dt} + G \left(\frac{dv}{dt} \right)^2}$$

但是,在曲面上曲线使用“自然坐标”的前提下,相应存在

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_{s_0}^s ds \cap s = \int_0^t dt \sqrt{E \left(\frac{du}{dt} \right)^2 + 2F \frac{du}{dt} \frac{dv}{dt} + G \left(\frac{dv}{dt} \right)^2}$$

或者说,曲面上给定曲线的长度仍然是“客观”的,与曲面上任何一种坐标系的人为选择完全无关,当然也自然与 Riemann 以一种简单形而上学所引入的“量度”无关,即

$$s = \int_0^t \frac{ds}{dt} dt = \int_{s_0}^s ds \xrightarrow{t \mapsto s} = \int_0^t dt$$

进一步说,为了保持量度的“客观性”或者包括几何学分析在内的任何一种科学推断必须满足的“不失真”要求,对于 Riemann 形式上引入的量度,最终需要满足为式(16.5.7)所定义的附加约束方程

$$\begin{aligned} ds^2 &= Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2 \\ &\Leftrightarrow \\ 1 &\equiv E \left(\frac{du}{ds} \right)^2 + 2F \frac{du}{ds} \frac{dv}{ds} + G \left(\frac{dv}{ds} \right)^2 \end{aligned}$$

当然,仅此,所有的一切陈述才是自然的、朴实的,并且能够使得相关形式表述与需要描述的几何实体始终保持一致或者逻辑相容。

反过来,也不难发现,对于嵌入于平直空间中的某一个弯曲曲面这样“本质上互为依赖而共存”的“有机”整体,只是为了满足 Gauss、Riemann 等现代微分几何的开拓者一种习惯于进行无穷剖分,将弯曲曲面从其赖以存在的背景之中强行分割出来的简单人为愿望,而杜撰的“量度”基础中,大量隐含的认识不当和逻辑紊乱:

(1) 其实,Gauss 微分几何中的所有分析,都完全依赖 3 维平直空间中的向量分析。并且,作为该空间中的一个特定几何体的 2 维曲面的全部性质,也只能在特定背景之下才可能得以表现。或者说,没有 3 维平直空间的背景,2 维弯曲曲面的全部性质乃至该曲面本身都不可能存在;

(2) 对于 3 维平直空间中的某一个曲面,以及该曲面上的某一个曲线线段本质上都是客观存在。当然,曲面上曲线的长度,必须独立于人们选择的不同坐标以及因为坐标的差异而出现具体表述形式的差异。事实上,无论是对于直接定义于平直空间中曲线段,还是借助曲面间接定义的曲线,除了使用的具体方式乃至相关的形式表述有所差异以外,它们的量度没有也不允许存在任何本质差异;

(3) 事实上,正是独立于坐标系选择的“客观性”准则,相应成为张量表述得以存在的基础,以及对某一个表述形式能否成为张量的唯一判断标准,而绝对不是像目前数学通常认同的那样,只是把某一个“特定表述形式”固定化,作为张量的判断标准;

(4) 在描述自存物质世界时,包括曲线长度在内这样一些具有本质不变意义的“客观性”标准,将成为检讨不同特定形式表述唯一基准。反过来,在量度曲线段长度时完全允许使用不同的工具,因此,随着诸如坐标系这样一些具体“表述工具”的不同,乃至随着是否引入曲面这样一些“中介体(相当于对‘定义域’构造某

种限制)”于形式表述之中,不同的形式表述只可能条件存在。但是,恰恰在需要借助“客体”自身的不变性,检讨形式表述中所蕴涵“主体”意识的合理性上面,西方人长期处于认识上的一种逻辑颠倒之中,十分滑稽也十分幼稚地将他们自己置身于“自存和无尽”的大自然之上,在他们自己无力处理数学基础逻辑悖论等许多自然科学中的重大问题的同时,却要求物质世界必须逻辑地服从他们想当然杜撰出来,并且始终充满矛盾甚至缺乏确定形式意义的“符号”拼凑体。

毋庸置疑,正因为对于自然科学研究中“主观和客观”的彻底颠倒,许多本来简单、自然的事实,被这些习惯于形而上学思考问题的西方学者弄得十分复杂,而且,还不可避免地陷入重重悖论和矛盾之中。当然,这才是为了“实现或者在技术上吻合 Riemann 的思想”,作为其后继者的 Christoffel、Ricci、Levi-Civita 不得不“差不多花费了大半个世纪”,最后才可能拼凑出诸如“绝对微分学”、“曲面上的切向量平行移动”以及出现“张量分析形而上学化中对张量客观性基础构成逻辑否定”等,这样一些本质上只能基于“约定论”而存在,最终无法避免形形色色逻辑悖论的人为假设的根本原因。无论“约定论”的具体形式怎样,一旦允许把“人为约定”引入“推理过程”中,则必然成为对演绎逻辑的彻底否定,其实,也对西方科学世界向往的形而上学相应构成根本否定。尽管随后的一切必然变得十分容易,但是,不仅像现代科学世界实际认同的那样,完全放弃了逻辑,还本质地只能陷入彻底的“自欺”之中。

16.5.9 短程线

取一点,其坐标为 z^μ , 设它沿一路线移动;我们把 z^μ 当作某一参数 τ 的函数。令 $\frac{dz^\mu}{d\tau} = u^\mu$ 。

在此路线的每一点上有一矢量 u^μ 。假定沿此路线移动时,矢量 u^μ 按平行位移移动。如果给定了初始点和矢量 u^μ 的初始值,则整个路线就被决定。我们只需把初始点自 z^μ 移到 $z^\mu + u^\mu d\tau$, 则矢量通过平行位移移到了此新点,接着再把该点沿新 u^μ 的所定的方向移动,以此类推。这样不但路线被确定,而且沿路线的参数 τ 也被确定。按这种方法产生的路线叫做短程线。

如果矢量 u^μ 最初是零矢量,它就永远是零矢量,而其路线称为零短路线。如果矢量 u^μ 最初是类时矢量(即 $u^\mu u_\mu > 0$),我们就有一条类时短路线。同样,如果 u^μ 最初是类空矢量,它就永远是类空矢量(也就是 $u^\mu u_\mu < 0$),我们就有一条类空短程线。

令 $B^\nu = u^\nu$, $dx^\sigma = dz^\sigma$, 利用式(8.11),我们得短程线方程。于是

$$\frac{du^\nu}{d\tau} + \Gamma_{\mu\sigma}^\nu u^\mu \frac{dz^\sigma}{d\tau} = 0 \quad (9.1)$$

或

$$\frac{d^2 z^\nu}{d\tau^2} + \Gamma_{\mu\sigma}^\nu u^\mu \frac{dz^\mu}{d\tau} \frac{dz^\sigma}{d\tau} = 0 \quad (9.2)$$

对于类时短程线,我们可以将初始的 u^μ 乘以一因子,使其长度为 1。这只需改变 τ 的尺度。于是矢量 u^μ 的长度就永远等于

对于曲面上任意两点之间的“短程线”的研究属于实体论微分几何早期做出的主要工作,指出曲面上两点间的测地线必然是连接两点的最短线。显然,没有弯曲曲面的前提存在,就无需提出短程线的概念。

无疑,Weinberg 将短程线或者测地线的概念引入仅仅使用曲线坐标系的 Minkowski 空间纯属概念紊乱,需要一个弯曲空间的前提存在作为讨论短程线的逻辑前提。

这样,Dirac 引入短程线的方式无疑要恰当得多。

但是,对于纯粹杜撰出来的广义相对论而言,贯穿始终的致命问题仍然在于:这个弯曲空间存在的逻辑前提并不真实,人们至今都不知道这是一个怎样的弯曲空间,采取怎样一种方式为其构造形式定义。因此,定义于真实曲面上的短程线概念,仍

1. 它正好是速度矢量 $v^\mu = \frac{dz^\mu}{ds}$, 而参数 τ 变成原时 s 。

方程(9.1)变为

$$\frac{dv^\mu}{ds} + \Gamma_{\nu\sigma}^\mu v^\nu v^\sigma = 0 \quad (9.3)$$

方程(9.2)变为

$$\frac{d^2 z^\mu}{ds^2} + \Gamma_{\nu\sigma}^\mu \frac{dz^\nu}{ds} \frac{dz^\sigma}{ds} = 0 \quad (9.4)$$

我们作如下物理假设: 不受引力以外的任何力作用的一个质点, 其世界线是一条类时短程线。这个假设代替了 Newton 第一运动定律。方程(9.4)决定加速度, 给出运动方程。

我们还作如下假设: 光走的路线是零短程线, 这零短程线由沿路线的某参数 τ 的方程(9.2)确定。因 ds 等于零, 此时不能用原时。

然无法真正移植到广义相对论的相关论述之中。

当然, 由于整个现代微分几何只能建立在纯粹的“约定论”基础之上, 因此, 即使允许将其合理地视为一种纯粹的“虚拟”几何而存在, 该陈述系统仍然隐含大量的逻辑悖论。同样, 在“测地线”或者“短程线”的概念上, 不可避免地存在逻辑不当问题。

16.5.9A 微分几何“测地线存在性”命题的重新考察

在现代微分几何中, “测地线”或者“短程线”实际上已经被认定为某一个“同一化”概念的两种不同称谓。并且, 随着 20 世纪所掀起“物理学几何化”这样一种只能依赖“约定论”而存在, 并且本质上属于纯粹自欺的浪潮, 由于考虑到物理世界中存在“最小作用原理”的普遍理念, 人们往往又一厢情愿地赋予这个概念以许许多多人为意念意义上的丰富内涵和巨大应用价值。

当然, 即使以“约定论”作为唯一存在依据的现代数学体系, 对于其中任何一种人为构造出来的抽象, 仍然都本源地渊源于对于几何实体最初所作的研究。但是, 不仅仅远未达到现代数学世界做出“诸如 Riemann 空间测地线的概念已经被彻底研究”的判断, 而且完全类似于前面已经做出的许多分析, 即使仅仅局限建立在“实体论”之上的 Euclid 微分几何框架以内仍然存在大量的认识不当与逻辑不相容问题。事实上, 同样由于经典微分几何在对待“测地线”概念上隐含的认识不当, 导致现代微分几何陷入前提性的逻辑悖论之中。其中, 需要对“曲面上测地线是否存在”的基本问题重新认定。该命题为:

对于给定 2 维曲面上的任意两点, 如果存在测地线, 那么, 正如人们已经给出的证明一样, 该测地线一定满足短程线(最短或者最长)的要求。但是, 问题在于该命题的逆命题: 曲面上任意两点之间总会存在短程线, 但是能否将短程线视为满足“测地曲率等于零”的测地线的一种等价表述呢? 对于这个本质上涉及“曲面上测地线存在性”的基本命题, 经典微分几何的答案是肯定的, 相应存在几个等价性陈述: 曲面上任意两点之间总存在测地线; 对于曲面上的任意一点以及该点的任意方向上, 总相应存在唯一的测地线; 曲面上的测地线方程相应总存在唯一解。当然, 只有给出肯定性的答案, 才可能像目前科学世界所作的那样, 以测地线方程作为进一步分析的全部基础。

但是, 对于这个同样涉及“广义相对论”存在基础的基本命题, 经典理论做出的习惯认定并不正确。

(1) 首先, 不妨重新考察曲面论最初赋予测地线的基本意义, 相应做出一种直观意义上的大致判断。

当任意给定一个曲面 S 以及给定该曲面上的任意一个几何点 P 的时候, 显然存在许许多多属于该曲面并且覆盖给定几何点的曲线。对于其中的任意一条曲线 C , 总可以引入称之为“测地曲率”的如下定义:

$$k_{\text{geodesic}} = \ddot{\mathbf{r}} \cdot \boldsymbol{\varepsilon} : \ddot{\mathbf{r}} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{n} \times \boldsymbol{\alpha} \quad (16.5.12a)$$

其中, t 仍然是曲线 C 上的自然坐标, $\mathbf{n}$ 为曲面 S 在 P 点处的单位法向量, $\boldsymbol{\alpha}$ 为曲线 C 单位切向量。

显然,即使从一种纯粹直观意义的角度作大概考察,当曲线在空间发生 $\frac{dr^2}{dt^2}$ 所描述弯曲时,由于此处给出测地曲率 k_g 对应于该变化矢量在“同时与曲面法向量 $\mathbf{n}$ 以及曲线切向量 $\boldsymbol{\alpha}$ 正交的有向线段 $\boldsymbol{\varepsilon}$ ”上的投影, k_g 越大则意味着与“最捷线”的一种偏离。当然,对于给定曲面 S 在某一个确定点处 P 的某一个特定方向 $\boldsymbol{\alpha}$ 上,如果测地曲率等于零,即与Dirac著述中的式(8.4)一致,定义2维曲面之中的测地线方程为

$$\frac{d^2 z^\mu}{ds^2} + \Gamma_{\nu\sigma}^\mu \frac{dz^\nu}{ds} \frac{dz^\sigma}{ds} = 0 \quad \mu = 1, 2 \quad (16.5.12b)$$

那么,该方向给出了必然对应于“最捷线”的方向。并且,将曲面上满足上述方程的曲线称为“测地线”方向。

但是,几乎与此同时可以立即做出基本判断:对于给定曲面上覆盖给定几何点的曲线,不可能在所有方向上都存在满足测地线方程的曲线。否则,每一个方向都能够满足测地线方程,或者说曲面的所有方向上都能够满足测地曲率恒等于零的条件,相当于曲面一点处的任意方向的曲线本质上都是测地线。这意味着,测地线与曲面上的其他曲线已经没有任何本质区别,因此,提出测地线乃至测地曲率的概念已经没有任何意义;当然,作为曲面上两点之间“最捷线”的概念,以及如何求解“最捷线”的命题也同时失去了存在意义。毋庸置疑,尽管以上推导看起来合乎逻辑,却违背了曲面上“最捷线”存在的客观事实,它不可能真正为人们理性接受。或者说,经典分析中一定存在某种漏洞。

(2) 因此,需要对经典微分几何关于测地线的“存在定理”作重新分析。

经典微分几何理论指出:测地线基本方程

$$\frac{d^2 z^\mu}{ds^2} + \Gamma_{\nu\sigma}^\mu \frac{dz^\nu}{ds} \frac{dz^\sigma}{ds} = 0 \quad \mu = 1, 2$$

属于常微分方程,根据常微分方程的一般理论,测地线的解总能够存在。也就是说,只要给定平面上的点以及该点处任意给定的切方向,即

$$s = s_0 : z^\mu = z_0^\mu \quad \frac{dz^\mu}{ds} = \left(\frac{dz^\mu}{ds} \right)_0$$

必然存在属于整个微分方程定解问题的唯一解。从形式逻辑考虑,上述结论相应存在如下所述的两个等价命题:首先,对于给定曲面上任意点的任意方向,总相应存在满足测地线方程的测地线;其次,由于曲面上给定点处任意给定的方向上,总存在测地曲率等于零的测地线,原则上无法找到某一个确定方向,能够使得该方向的测地曲率等于零。因此,测地线的普遍性,对于测地曲率具有的一般意义构成逻辑否定。

于是,古典微分几何根据微分方程理论推得的经典结论,实际上已经否定了前面仅仅凭借“对测地线一种直观几何诠释”所得到的推测。一个理论上可靠的推论,果真会否定一个直观意义上恰当的推测吗?答案肯定是否定的。自然科学中任何一个真正合理的推断,必须同时是自然的,或者说必然吻合于理性意识上的判断。

事实上,根据式(16.5.12a)对“测地曲率”所作的定义,关于“测地线”方程的原始表述应该为

$$k_{\text{geodesic}} = \ddot{\mathbf{r}} \cdot \boldsymbol{\varepsilon} = 0 : \ddot{\mathbf{r}} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{n} \times \boldsymbol{\alpha}$$

这样,该数学表述本质上是定义为3维Euclid空间 V 之中两个矢量,即 $\frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}$ 与 $\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{n} \times \boldsymbol{\alpha}$,构造了一个相关的约束方程。当然,由此推得借助曲面坐标所表述的测地线方程,不可能改变“为3维Euclid空间 V 中的向量构造某种约束性定义”的本质内涵,即

$$\left[\frac{d^2 z^\mu}{ds^2} + \Gamma_{\nu\sigma}^\mu \frac{dz^\nu}{ds} \frac{dz^\sigma}{ds} = 0 \quad \mu = 1, 2 \right] \in V \subset R^3 \quad (16.5.13a)$$

其实,如果注意到在实体论微分几何中最初引入Christoffel符号时的基本定义

$$\begin{cases} \mathbf{r}_{ij} = \Gamma_{ij}^k \mathbf{r}_k + \lambda_{ij} \mathbf{n} : \lambda_{ij} = \mathbf{r}_{ij} \cdot \mathbf{n} = L_{ij} \\ \mathbf{n}_i = \mu_i^j \mathbf{r}_j : \mu_i^j = g^{jk} L_{ik} \end{cases} \quad i, j = 1, 2$$

则更为明确地说明,尽管所有这些数学表述使用了平面上的坐标,但是它们在本质上所给出的仍然只是“定义在3维Euclid空间中向量”之间的关系式。

与此同时,在进行“曲面论”的相关讨论时,尽管本质上需要面对或者处理的仍然是属于 3 维 Euclid 空间中的向量,但是,一个至关重要但是往往为人们忽视的问题在于:在曲面论研究中,与直接在 3 维 Euclid 空间中进行“向量分析”对应于 3 个独立变量的情况不同,此时在形式上具有“独立”意义的坐标只有两个。等价地说,在使用一对定义于表面上的坐标反映向量空间某种特征的同时,实际上还“始终伴随”着一个作为基本逻辑前提的约束方程,这个约束方程就是定义弯曲曲面的曲面方程

$$\left. \begin{aligned} x &= x(u, v) \\ y &= y(u, v) \\ z &= z(u, v) \end{aligned} \right\} \leftrightarrow z = z(u, v) \quad (16.5.13b)$$

显然,如果忘记或者忽略了这个“前提性约束方程”的真实存在,期望仅仅使用定义在表面上的坐标 u, v 去表现本质上属于 3 维 Euclid 空间中的向量之间关系的时候,必然成为一种“欠定性”的陈述,不具确定意义。

因此,一旦需要联合考虑式(16.5.13)所隐含的两个独立方程时,对于表面上的某一个任意给定的点,并不是所有方向上的曲线都能够满足测地线方程;反过来,却可以联立这两个方程,寻找表面上一处满足测地线条件的某一个特定方向。与其一致,对于一般表面上任意给定的两个点,尽管总存在连接这两个点的“短程线”或者“最捷线(Brachistochrone Path)”,但是,短程线的每一个点并不一定都满足测地曲率等于零的条件。也就是说,两点之间的短程线不一定就是测地线^①。

毋庸置疑,在人类理性认识的逐步深化发展历程中,西方世界的确为自然科学体系中形式逻辑的构造做出了许多重大贡献。或许正因为此,率真且一贯毫无顾忌的 Einstein 甚至公开嘲讽东方人不善于逻辑思维。然而,如果不是把主要由西方科学世界曾经做出开拓性巨大贡献的现代自然科学视为“第一性原理”,而是试图真正读懂他们的著述,则不能不感到过分奇怪:为什么许许多多的西方科学家总不愿意自觉考虑逻辑前提之类的问题,相反总习惯于进行纯粹断章取义的推断呢?其实,这正是西方科学世界在面对自然科学愈益复杂的今天,恰恰是他们首先放弃他们先辈曾经做出巨大贡献的逻辑的根本原因。

(3) 当然,除了以上针对测地线所提出的一系列问题以外,属于“广义相对论”乃至整个现代微分几何的一个致命问题仍然存在于:表面上的 Christoffel 符号的确定必须依赖表面自身的确定,如果不能对“弯曲空间”本身做出前提性的界定,定义于表面上的 Christoffel 符号根本不存在,当然,一系列的后续推论同样无法存在。

(4) 最后,值得重复指出,以上论证再次说明:不仅仅表面上的一系列性质只能依据曲面的前提存在而存在,而且,曲面的属性属于一个彼此逻辑关联、不可分割的整体,将这些性质强行划分为所谓“内涵特征”和“外在弯曲”特征必然隐含大量逻辑推理的错误,同时也是一种习惯性简单思维的逻辑必然。

16.5.10 短程线的稳定性

短程线若不是零短程线,则具有这样的性质:沿端点为 P, Q 的一般路线取积分 $\int ds$, 如果令端点固定而使其路线作微小变动, 则积分 $\int ds$ 是稳定的。

假设此路线上坐标为 z^μ 的各点出现微小的偏移, 这样, 其坐标变为 $z^\mu + \delta z^\mu$ 。如果 dx^μ 表示路线的线元,

基于上一节关于“测地线”可知, 表面上的测地线不仅仅需要满足该曲线上所有点处的“测地曲率”恒等于零的条件, 而且, 测地线还需要首先满足该曲线必须位于表面上的“前提性”条件。因此, 测地

① 由于混淆了两个彼此并不同一的基本概念, 作为数学中的两个特定词汇, “短程线”和“测地线”在英语中共用一个单词 Geodesic。

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

则

$$\begin{aligned} 2ds\delta(ds) &= dx^\mu dx^\nu \delta g_{\mu\nu} + g_{\mu\nu} dx^\mu \delta dx^\nu + g_{\mu\nu} dx^\nu \delta dx^\mu \\ &= dx^\mu dx^\nu g_{\mu\nu,\lambda} \delta x^\lambda + 2g_{\mu\lambda} dx^\mu \delta dx^\lambda \end{aligned}$$

现

$$\delta dx^\lambda = d\delta x^\lambda$$

借助 $dx^\mu = v^\mu ds$, 于是

$$\delta(ds) = \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu,\lambda} v^\mu v^\nu \delta x^\lambda + g_{\mu\nu} v^\mu \frac{d\delta x^\lambda}{ds} \right) ds$$

因此

$$\delta \int ds = \int \delta(ds) = \int \left[\frac{1}{2} g_{\mu\nu,\lambda} v^\mu v^\nu \delta x^\lambda + g_{\mu\lambda} v^\mu \frac{d\delta x^\lambda}{ds} \right] ds$$

通过分部积分, 利用端点 P, Q 上 $\delta x^\lambda = 0$ 这一条件, 得

$$\delta \int ds = \int \left[\frac{1}{2} g_{\mu\nu,\lambda} v^\mu v^\nu - \frac{d}{ds} (g_{\mu\lambda} v^\mu) \right] \delta x^\lambda ds \quad (10.1)$$

对任意的 δx^λ 上式等于零的条件是

$$\frac{d}{ds} (g_{\mu\lambda} v^\mu) - \frac{1}{2} g_{\mu\nu,\lambda} v^\mu v^\nu = 0 \quad (10.2)$$

现在

$$\begin{aligned} \frac{d}{ds} (g_{\mu\lambda} v^\mu) &= g_{\mu\lambda} \frac{dv^\mu}{ds} + g_{\mu\lambda,\nu} v^\mu v^\nu \\ &= g_{\mu\lambda} \frac{dv^\mu}{ds} + \frac{1}{2} (g_{\lambda\mu,\nu} + g_{\lambda\nu,\mu}) v^\mu v^\nu \end{aligned}$$

于是条件(10.2)就变为

$$g_{\mu\lambda} \frac{dv^\mu}{ds} + \Gamma_{\lambda\mu\nu} v^\mu v^\nu = 0$$

上式乘以, 变为

$$\frac{dv^\mu}{ds} + \Gamma_{\nu\sigma}^\mu v^\nu v^\sigma = 0$$

这刚好是短程线的条件(9.3).

上面的推导表明: 对短程线来说, 式(10.1)等于零, 从而 $\int ds$ 是稳定的。反之, 如果我们假定 $\int ds$ 是稳定的, 我们可推断起积分路线是一短程线。于是, 除零短程线的情况外, 我们可以用稳定条件作为短程线的定义。

线尽管是短程线, 但是, 曲面上两点之间的“短程线”却并不一定总是测地线, 不能简单使用“测地线方程”直接求解曲面上两点之间的短程线。这样, Dirac 在此处引用经典理论中所采用的变分法对“最捷线”进行分析时, 同样没有注意曲线必须首先在曲面上存在的前提性条件, 忽视了曲面上曲线自身的存在性条件。

显然, 在连接曲面上两点之间的“曲线族”之中, 总存在“唯一”甚至“若干”个“行程最短”的曲线, 即“短程线”。另一方面, 吻合于初等数学分析, 取最小值的函数并不一定总满足函数的极值条件。但是, 既然属于表面上的曲线, 却必须满足曲面方程的约束条件。

综上所述, 在首先满足表面上的曲线必须满足曲面方程的逻辑前提下, 只要将经典理论给出的“极值”条件代之以作为最初定义“短程线”时必须遵守的“最小值”条件, 就可以得到与以上分析逻辑相容的结果。

数学的全部本质仅仅在于逻辑。如果作忽视数学式的逻辑前提或者存在条件的“无穷演绎”, 最终必然陷入彻底逻辑紊乱之中。当然, 对于这样一种仅仅在表现形式上追求简单形而上学的演绎, 本质上已经没有任何数学可言。

至于, Dirac 在此处提出所谓“短程线稳定性”的问题, 更是与最初命题风牛马不相及。

16.5.10A 变分原理和 Euler 方程的等价性问题

对于任何熟悉自然科学的研究者都知道这样一个基本事实:在一般意义上,极值原理几乎总直接对应于物质世界自身“内蕴(客观)”的一种普遍真实。正因为这样一个合乎理性乃至十分朴素的基本判断,建立在极值原理上的变分法已经具有相当悠久的历史,它对于刻画物质世界的本来面目具有重大应用价值。

进而,如果从仅仅着眼于形式逻辑的角度考虑,在人们为被描述的物质对象添加了许多条件,诸如通常提出的“连续可微”条件乃至此处必然需要涉及的“存在性”条件时,还可以由变分原理出发推导出与其保持一致的微分方程,即通常称作的 Euler 方程。相当长时间以来,人们往往更愿意接受或者期待一个微分方程的存在,以为微分方程似乎对于相关问题的认识或者本质内涵的揭示更为深刻。因此,除了由于现代计算机拥有前人几乎难以想象的巨大计算功能,变分原理在实际计算或者工程技术分析中得以广泛使用以外,但是,在进行理论分析时,变分原理似乎重新退化为构建微分方程的一种工具。其实,对于这样一种已经习以为常的认识,需要再次重新颠倒过来。自然科学是描述自存物质世界的。因此,特别是人们已经认识到量子世界乃至整个物质世界的离散本质的时候,格外需要重视极值原理所具有本源意义,而不能将变分原理降格为推导应用范围小得多乃至深刻程度也极为有限的微分方程的工具。

事实上,对于任何熟练掌握初等微积分学运算或者透彻领会逻辑推理真谛的研究者都清楚:变分原理通常导得的 Euler 方程,只不过是附加条件对最初极值原理所构造一个“约束映射”的像,它不能简单取代最初的变分原理。或者说,变分原理自身的意义和内涵都要广泛和深刻得多,不能为条件约束所构造的 Euler 方程所包容,

当然,对于此处所讨论曲面上的短程线问题,由于在曲面上任意两点之间并不总存在曲线上所有点处的测地曲率恒等于零的测地线,经典理论关于测地线所构造的变分原理以及由其导得的 Euler 方程并不恰当。进一步说,对于连接曲面上任意两点之间的短程线,首要条件是该曲线满足在给定曲面之上的存在条件。因此,短程线必须首先满足存在性条件,即

$$\left. \begin{aligned} x &= x(u, v) \\ y &= y(u, v) \\ z &= z(u, v) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\leftrightarrow \\ & \\ & \end{aligned} \begin{aligned} x &= u, y = v \\ & \\ z &= z(u, v) \end{aligned} \quad (16.5.14a)$$

继而将经典理论所说的极值条件,即 Dirac 陈述中的极值方程

$$0 = \delta \int ds = \int \delta(ds) = \int \left[\frac{1}{2} g_{\mu\nu} v^\mu v^\nu \delta x^\lambda + g_{\mu\nu} v^\mu \frac{d\delta x^\lambda}{ds} \right] ds$$

恢复为与其对应的“最小值”条件

$$\min S : S = \int ds = \int ds \sqrt{g_{ij} \frac{du^i}{ds} \frac{du^j}{ds}} \quad (16.5.14b)$$

这样,上述两个数学表述式共同构造了曲面上两个任意点之间短程线的形式定义。

如果考虑到测地曲率的大小能够大致表示曲面上曲线对“最捷线”的一种偏离程度,那么,根据式(16.5.11)曾经就“测地曲率”做出的定义,即

$$k_{\text{geodesic}} = \ddot{\mathbf{r}} \cdot \boldsymbol{\varepsilon} : \ddot{\mathbf{r}} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} \cdot \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{n} \times \boldsymbol{\alpha}$$

可望作出一种“直觉”意义上的判断:在曲面上连接任意两点之间的某一个曲线族之中,那个“测地曲率积累值”最小的曲线,即

$$\min \int ds k_{\text{geodesic}} : k_{\text{geodesic}} = g_{kl} \left(\frac{d^2 u^k}{ds^2} + \Gamma_{ij}^k \frac{du^i}{ds} \frac{du^j}{ds} \right)$$

能够对应于短程线。

16.5.11 协变微分法

令 S 为一标量场。正如 4 节所见, S 的导数 $S_{,\nu}$ 是一协变矢量。现在令 A_μ 为一矢量场。 A_μ 的 $A_{\mu,\nu}$ 导数是张量吗?

我们必须考查在坐标变换下 $A_{\mu,\nu}$ 是如何变换的。用 4 节的记号, 像方程(4.5)那样, A_μ 变换成

$$A_{\mu'} = A_\rho x_{,\mu'}^\rho$$

因而

$$\begin{aligned} A_{\mu',\nu} &= (A_\rho x_{,\mu'}^\rho)_{,\nu} \\ &= A_{\rho,\sigma} x_{,\nu}^\sigma x_{,\mu'}^\rho + A_\rho x_{,\mu'\nu}^\rho \end{aligned}$$

如果我们要得到正确的张量变换法则, 上式最后一项应该不出现。由此可见, $A_{\mu',\nu}$ 为非张量。

但是我们可以改变微分的方法, 以便得到张量。让我们在点 x 取矢量 A_μ , 通过平行位移把它移到 $x+dx$, 它仍然是一个矢量。我们可以把它从点 $x+dx$ 的矢量 A_μ 中减去, 其差仍将是一个矢量。在一级近似下, 其差为

$$A_\mu(x+dx) - [A_\mu(x) + \Gamma_{\mu\nu}^\alpha A_\alpha dx^\nu] = (A_{\mu,\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^\alpha A_\alpha) dx^\nu$$

对于任何矢量 dx^ν , 上面这些量均为矢量; 因此, 由 4 节的商定理, 系数

$$A_{\mu,\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^\alpha A_\alpha$$

为一张量。我们可以很容易地直接验证: 在坐标变换下次系数的确按张量而变换。

我们把它叫做 A_μ 的协变导数, 写为

$$A_{\mu;\nu} = A_{\mu,\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^\alpha A_\alpha \quad (11.1)$$

下标前的符号“:”总是表示协变导数, 正如用逗号表示普通导数那样。

令 B_ν 为另一矢量。我们规定外积 $A_\mu B_\nu$ 具有以下的协变导数:

$$(A_\mu B_\nu)_{;\sigma} = A_{\mu;\sigma} B_\nu + A_\mu B_{\nu;\sigma} \quad (11.2)$$

显然它是一个含三附标的张量。它有以下值:

$$\begin{aligned} (A_\mu B_\nu)_{;\sigma} &= (A_{\mu,\sigma} - \Gamma_{\mu\sigma}^\alpha A_\alpha) B_\nu + A_\mu (B_{\nu,\sigma} - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha B_\alpha) \\ &= (A_{\mu,\sigma} B_\nu)_{;\sigma} - \Gamma_{\mu\sigma}^\alpha A_\alpha B_\nu - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha A_\mu B_\alpha \end{aligned}$$

协变微分是构造现代微分几何的另一个重要基础概念或者推理环节。但是, 仍然不难从 Dirac 的相关陈述中发现一种形而上学意义上的过分简单思维痕迹, 以及这种简单思维模式必然造成逻辑悖论或者认识颠倒。

1. 首先, 张量的存在基础在于相关几何量自身的“客观”性; 而作为对这种客观性本质予以有效揭示的则是对不同坐标系选择中所表现的“不变性”特征。但是, 展现不变性的具体形式不仅仅随着“几何量”自身的不同而不同, 而且还因实际使用“坐标系”的不同而变化。进而, 现代数学对向量梯度场 ∇A 的通常认定

$$A_{\mu',\nu} = A_{\rho,\nu} x_{,\nu'}^\rho$$

其得以存在的“物质基础”首先是向量场梯度同样是不以人们意志转移的“客观”量, 此外, 上述关系式只属于不同“仿射坐标系”之间。或者说, 存在定义于“整个”空间域中的仿射坐标系是该关系式得以存在的另一个逻辑前提。任何关系式都只能条件存在, 逻辑地从属于拥有该条件关系式的物质主体。

因此, 绝对不可能像 Dirac (更恰当地说应该是建立在“约定论”之上的整个现代科学世界) 以一种形而上学的简单化思维模式, 过分幼稚地以为: 将上述条件关系式固定化, 不满足该关系式就

令 $T_{\mu\nu}$ 为一个含两附标的张量。它可以表示为像 $A_\mu B_\nu$ 那样数项之和, 则其协变导数为

$$T_{\mu\nu;\sigma} = T_{\mu\nu,\sigma} - \Gamma_{\mu\sigma}^\alpha T_{\alpha\nu} - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha T_{\mu\alpha} \quad (11.3)$$

该规则可以推广到含任意个下标的张量 $T_{\mu\nu}$ 的协变导数:

$$Y_{\mu\nu\cdots;\sigma} = Y_{\mu\nu\cdots,\sigma} - \text{每个附标的 } \Gamma \text{ 项} \quad (11.4)$$

在这些 Γ 项中, 分别与式中的附标对应, 并且必须使附标均衡, 由此就可以确定附标所放的位置。

标量情况包括在普遍公式 (11.4) 中, 其中 Y 的附标个数等于零。

$$Y_{;\sigma} = Y_{,\sigma} \quad (11.5)$$

让我们把式 (11.3) 应用到基本张量 $g_{\mu\nu}$ 。由式 (8.6) 得

$$\begin{aligned} g_{\mu\nu;\sigma} &= g_{\mu\nu,\sigma} - \Gamma_{\mu\sigma}^\alpha g_{\alpha\nu} - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha g_{\mu\alpha} \\ &= g_{\mu\nu,\sigma} - \Gamma_{\nu\mu\sigma} - \Gamma_{\mu\nu\sigma} = 0 \end{aligned} \quad (11.6)$$

因此, $g_{\mu\nu}$ 在协变微分下可视为常数。

式 (11.2) 是用来求乘积微分的常用规则。我们假定这条常用规则对两矢量的标积的协变导数也有效。于是

$$(A^\mu B_\mu)_{;\sigma} = A^\mu_{;\sigma} B_\mu + A^\mu B_{\mu;\sigma}$$

按式 (11.5) 和 (11.1), 我们得

$$(A^\mu B_\mu)_{;\sigma} = A^\mu_{;\sigma} B_\mu + A^\mu (B_{\mu,\sigma} - \Gamma_{\mu\sigma}^\alpha B_\alpha)$$

因而

$$A^\mu_{;\sigma} B_\mu = A^\mu_{;\sigma} B_\mu - A^\alpha \Gamma_{\alpha\sigma}^\mu B_\mu$$

因为上式对任何 B_μ 都成立, 我们得

$$A^\mu_{;\sigma} B_\mu = A^\mu_{;\sigma} + \Gamma_{\alpha\sigma}^\mu A^\alpha \quad (11.7)$$

这是逆变矢量的协变导数的基本公式。式中出现的 Christoffel 记号跟协变矢量基本公式 (11.1) 中的相同。但现在冠以“+”号。附标的安排完全取决于均衡的要求。

我们可以把这些公式推广到含任意个上标和下标的任何张量的协变导数。有一个附标就出现一个项, 如果是上标, 则冠以“+”号, 如果是下标, 则冠以“-”号。假如我们把张量的两附标缩并, 则对应的 Γ 项就互相抵消了。

乘积的协变导数公式

$$(XY)_{;\sigma} = X_{;\sigma} Y + X Y_{;\sigma} \quad (11.8)$$

否认向量场梯度分布 ∇A 自身的客观性基础与张量的本质内涵。

相反, 几何空间中客观存在的矢量 (或张量) 分布 A , 它的空间变化特征同样是“客观”的, 不因使用曲线坐标系而影响其客观性。因此, 作为自然科学基本工具的数学正需要承担一种基本责任: 在更为一般的曲线坐标系中, 如何赋予矢量梯度场一种“客观性”表述呢?

2. 如果真的像 Dirac 所说“我们可以改变微分的方法, 以便得到张量”, 那么, 如果这种方法成功, 或者借助于使用方法的改变而构造出来某一个的数学量, 必然不可能成为张量, 它恰恰对张量必需的客观性基础构成完全否定。事实上, 张量的全部意义乃至它的存在价值都在于它的客观性; 独立于包括坐标系在内的不同具体表述方案的任意选择。

3. 如果将 Dirac 的著述与其他介绍“广义相对论”的著述相比, 必须客观地指出: Dirac 对于相关数学基础的理解和把握, 显然比许许多多其他认同者要深刻得多, 能够在其最初陈述中将仅仅使用曲线坐标系的平直空间与弯曲空间作出区分。但是, 囿于这个陈述体系自身的完全荒诞, Dirac 仍然无法避免将这两个完全不同数学概念混为一谈的尴尬, 并且, 最终不得不使用前面已经批判过“平行位移”这个纯粹人为杜撰出来的失真性操作, 对向量的客观性造成彻底破坏。

很普遍地成立,其中 X, Y 为任何一类张量。因 $g_{\mu\nu}$ 在协变微分下可视为常数,我们可以在协变微分前线把附标升高或降低,其结果跟我们在协变微分后把附标升高或降低是一样的。

非张量的协变导数没有意义。

物理学定律必须在一切坐标系中都有效。它们必须表示成张量形式的方程。当张量方程包含场量的导数时,此导数必定是协变导数。物理学的场方程必须全部写成用协变导数替代普通导数。例如,标量 V 的 D'Alembert 方程 $\square V = 0$ 变为下列协变形式:

$$g^{\mu\nu} V_{;\mu;\nu} = 0$$

由式(11.1)和(11.5),上式给出

$$g^{\mu\nu} (V_{;\mu;\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha} V_{;\alpha}) = 0 \quad (11.9)$$

即使我们对平空间(意味着忽略引力场)求解,采用曲线坐标,如果要使方程在一切坐标系中成立,我们就必须用协变导数写出那些方程。

4. 当 Dirac 指出“由 4 节的商定理,系数

$$A_{\mu;\nu} = A_{\mu,\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha} A_{\alpha}$$

为一张量。我们可以很容易地直接验证:在坐标变换下次系数的确按张量而变换”,并继而引出式(11.1)所示“协变导数”定义的时候,其实,至今任何一本微分几何著述都没有给出不同曲线坐标系之间的变换关系式。该关系式远比原始定义式要复杂,也没有任何存在意义。因此,姑且不说 Dirac 不够诚实,起码也像他将量子力学基本关系式的推导称为“有趣游戏”那样,缺乏科学研究必需的严肃精神。

16.5.11A 梯度算子的“客观性”基础与弯曲空间“协变微分”的重新构造

张量,以及作为张量中两种最简单形式的标量和矢量,最根本的意义在于其客观性。或者说,张量与某种客观存在的“几何实在或者物理实在”构成逻辑对应,必然也必须表现为独立于坐标系不同人为选择的不变性特征。如果某一个“物理实在”真实分布在 3 维 Euclid 空间中,那么,该物理实在分布的梯度场相应构成对该物理实在空间不均匀化程度的一种完整描述,并且,这样一种描述同样必须是“客观”的,不因为人们选择的坐标系是正交 Cartesian 坐标系,还是协交的、存在于整个几何空间中的仿射坐标系,还是坐标方向处处都处于变化中的曲线坐标系而出现本质差异。数学描述具体使用的工具形形色色,但是,不同形式表述必须始终逻辑同一于被描述的物理实在,这正是张量作为一种数学量得以存在的本质意义和重大价值所在;与此同时,对于诸如作为构造现代微分几何基础的“向量平移”这样一种“并非仅仅相差一阶小量”的纯粹人为操作,它不仅仅破坏了张量得以存在的全部基础及其本质内涵,而且对于以捍卫“逻辑自洽性”为根本目标的数学而言,这种想当然的杜撰失去任何存在意义,以此为基础的后续推导只能将数学引入彻底悖谬之中。

此处仅仅以向量场为例,分析用以完整刻画“场分布不均匀性特征”的“梯度算子”真实蕴涵的“客观性”本质。并且,考虑到该命题本身的重要性,以及包括数学家在内的研究者在数学理念上长期存在的认识不当,分别按照下述三个不同的子命题进行简单讨论。

1. 梯度算子的形式定义

人们熟知,数学上的梯度算子或者通常所说 Hamilton 算子的基本定义为

$$\nabla : \nabla(x) \stackrel{x=x_0}{=} e^i \frac{\partial}{\partial x^i} = e_i \frac{\partial}{\partial x_i} : e^i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \quad e_i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \quad e^i \cdot e_i = 1 \quad (i = 1, 2, 3) \quad (16.5.15a)$$

在这个定义式中,同样使用了 Einstein 求和约定,并且,由于坐标系的一般性,式中的基向量 e 通常不具单位长度,属于曲面坐标系的自然基向量。此外,注意到正如函数的导数虽然用以表示函数的变化特征,但是它必须仅仅定义在自变量的某一个“确定点”处,场的梯度算子 ∇ 同样需要定义在几何域的某一个“确定空间点 x ”处,本质上对应于一个梯度算子场。只不过考虑到书写形式的简单,在不至于出现理解混淆的时候,往往

不一定“显式”地表示该梯度算子自身具有的“场”特征。

因此,在讨论梯度算子是否具有独立于坐标系选择的不变性时,可以只考虑不同坐标系(包括曲线坐标系在内)在同一点处基矢量以及坐标之间变化。也就是说,对于张量场所定义的 3 维几何空间中的一个确定点,相应存在

$$\mathbf{e}_i' = A_i^j \mathbf{e}_j \quad \mathbf{e}_i = A_i^{j'} \mathbf{e}_{j'} \Leftrightarrow A_i^j A_j^{i'} = \delta_i^{i'} \quad A_i^{j'} A_j^i = \delta_i^j$$

而

$$\mathbf{x} = x^i \mathbf{e}_i = x^{i'} \mathbf{e}_{i'} \Leftrightarrow x^{i'} = A_i^{i'} x^i \quad x^i = A_i^{i'} x^{i'}$$

以及

$$\mathbf{e}^{k'} = \frac{\mathbf{e}_i' \times \mathbf{e}_j'}{\mathbf{e}_{k'} \cdot (\mathbf{e}_i' \times \mathbf{e}_j')} = \frac{1}{A_k^i} \mathbf{e}^k$$

故而

$$\nabla = \mathbf{e}^{i'} \frac{\partial}{\partial x^{i'}} = \frac{1}{A_i^{i'}} \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} = \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} \quad (16.5.15b)$$

该结论明确告诉人们:即使对于 3 维 Euclid 空间中的一般曲线坐标系,梯度运算仍然与具体使用的坐标系无关;等价地说,梯度算子是一个“矢量性”的不变量微分算子,独立于坐标系的人为选择。

显然,上述关于“梯度算子不变性”的证明十分简单,然而经典理论中的一个根本问题恰恰在于:至今为止的所有相关陈述中,人们忽略和忘记了“场分析”中这个最基本算子自身蕴涵的“不变性”内涵。数学表述所显示与坐标系选择无关的不变性,本质地渊源于被描述物理实在自身具有的客观性。或者说,正因为梯度这个不变性微分算子自身被赋予的“客观性”基础,它才可能尽管随着使用坐标系的不同相应呈现不同的形式表述,却能够始终保持逻辑相容。但是,由于西方科学世界长期以来形成的简单形而上学思维习惯,往往总是把某一个只能条件存在的形式表述无限真理化,甚至置于被描述的特定物质对象之上。正因为此,才会出现像 Dirac 著述所述的那种逻辑上完全被颠倒了“推理”过程:“考虑到方程(3.5)所示的变换

$$A_{\mu'} = A_{\rho} x_{\mu'}^{\rho}$$

因而

$$\begin{aligned} A_{\mu', \nu'} &= (A_{\rho} x_{\mu'}^{\rho})_{, \nu'} \\ &= A_{\rho, \sigma} x_{\nu'}^{\sigma} x_{\mu'}^{\rho} + A_{\rho} x_{\mu' \nu'}^{\rho} \end{aligned}$$

应该被称为非张量。”事实上,对于一个特定几何量,如果它在不同坐标系之间存在某种确定的变换关系,那么,这种关系只能根本依赖该几何量自身的客观存在,并且,还因为坐标系自身性质的不同而使得相关变换关系式发生某种形式的变化。

当然,仍然可以对梯度场进一步作梯度运算,即相应存在如何刻画“梯度场自身的不均匀性”问题,此时

$$\nabla \nabla \stackrel{\text{def}}{=} \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} \left(\mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^j} \right) \neq \mathbf{e}^i \mathbf{e}^j \frac{\partial^2}{\partial x^i \partial x^j} \quad (16.5.16a)$$

在这个关于两重梯度的定义式中,不能将先后出现在定义式中的两组基矢量 $\mathbf{e}^i, \mathbf{e}^j$ 同时视为定义在空间“一点处”的恒定基矢量。这是因为在第二次梯度运算中,人们需要考察的正是处于变化之中第一次梯度运算所构造的梯度场。因此,在使用基矢量“显式”地表示双梯度算子时,不能随意交换基矢量以及微分算子的次序。

但是,需要重视上述算子“ $\nabla \nabla$ ”的整体性意义,例如向量场梯度的梯度场 $\nabla \nabla \mathbf{A}$ 本质上是一个整体。或者说,如果注意到上述定义式中的指标 i, j 都是求和指标,即通常所说的“哑标”,因此,无需也不能特别强调此处所指出形式意义上的不可交换性。相反,始终存在等价性定义

$$\nabla \nabla \stackrel{\text{def}}{=} \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} \left(\mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^j} \right) = \mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^j} \left(\mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} \right) \quad (16.5.16b)$$

同样,由于西方科学世界一种简单形而上学的思维模式,长期形成仅仅注重数学表述本身的“表观”形式,而缺乏对数学表述“整体意义”或者“完整内涵”的深刻理解和把握,导致在对所谓 Riemann 张量的不当定义。

2. 梯度算子的具体表述形式

与梯度算子 ∇ 本身必须被限定在某一个“确定”空间点不同,被该微分算子作用的函数或者场则处于动

态变化之中。因此,此处仅仅以 3 维 Euclid 空间中的某向量场 A 为例,其梯度场为

$$\nabla A = e^i \frac{\partial}{\partial x^i} A = e^i \frac{\partial}{\partial x^i} (a_j e^j) \in R^3 \quad (16.5.17a)$$

如果人们使用的是可以定义于整个空间域之中的“仿射”坐标系,此时由于基矢量 e 始终保持不变,可以从微分运算符中作为常向量提出来,梯度场相应存在简单形式

$$\nabla A = e^i e^j \frac{\partial a_j}{\partial x^i} \in \text{Affine coordinate system} \quad (16.5.17b)$$

与其不同,如果使用的是曲线坐标系,这种情况下不仅仅向量函数 A 的系数 a_j ,而且与其对应的基矢量 e^j ,它们都同时处于变化之中。但是,仍然只需要根据具有一般意义的微分运算法则,相应存在

$$\nabla A = e^i e^j \frac{\partial a_j}{\partial x^i} + a_j e^i \frac{\partial e^j}{\partial x^i} \quad (16.5.17c)$$

并且,可以将其视为涵盖式(16.5.15 b),与初始定义式(16.5.15 a)保持严格逻辑相容,被赋予更一般意义的普遍关系式。此时,仅仅需要借助简单几何运算(参见任何一本“微分几何”或者“张量分析”的著述),就可以导得 Dirac 著述中式(11.1)所示向量场梯度场的分量表述形式,即

$$\nabla A : A_{\mu;\nu} = A_{\mu,\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^a A_a \in \text{Curvilinear system} \quad (16.5.17d)$$

式中出现的变换系数 $\Gamma_{\mu\nu}^a$,即人们通常所说的 Christoffel 符号,仅仅决定于实际使用的曲线坐标系。显然,此处所有的一切推理都是“自然”的,在所有陈述之间保持严格逻辑相容,无需、当然也根本不允许像现代微分几何那样,在逻辑推理过程中随意添加任何人为假设。

3. 定义于 2 维曲面上的向量分析

对于式(16.5.17)所定义向量场的梯度场 ∇A ,作为该数学表述的逻辑主体是定义于 3 维 Euclid 空间 R^3 中作为客观量而存在向量场 $A \in R^3$ 的前提存在。此时,如果该向量场还被限制在该 3 维空间中的一个 2 维曲面上,或者直接将其称为 2 维 Riemann 曲面 M^2 ,即

$$A(x) : x \in M^2 \quad M^2 \subset R^3 \quad (16.5.18a)$$

但是,一个极其重要的基本逻辑前提是:定义在该曲面之上的向量场 $A(x)$ 作为一个“有向线段”分布,除了该线段的始点 x 限定在曲面 M^2 之上以外,定义在“整个”曲面之上的“向量场”本质上仍然是属于 3 维 Euclid 空间 R^3 中的向量场,即

$$A(x) \in R^3 \cap A(x) \notin M^2 : x \in M^2 \quad (16.5.18b)$$

否则,如果必须要将作为“有向线段”的向量分布 $A(x)$ 严格限制在 3 维 Euclid 空间 R^3 的 2 维子空间 M^2 之中,必然相应存在

$$A(x) \in M^2 \mapsto M^2 \subset R^2 \cap \exists M^2 : A(x) \in M^2$$

也就是说,要使得某“直线段”包容在 3 维 Euclid 空间的 2 维子空间 M^2 中,该子空间必须是 2 维平直空间的子空间,从而对“ M^2 是非平直空间”的逻辑前提构成了逻辑否定。事实上,既然 2 维子空间 M^2 必须是弯曲的,那么,根本不可能存在隶属于该弯曲空间之中的任何作为“有向直线段”的向量。否则,该子空间就不是弯曲子空间。当然,这也是目前的微分几何不得不引入“切空间”概念,并且将向量定义在曲面的“切空间”之内的缘故。但是,曲面上不同点处的切空间与曲面本身,它们属于两个完全不同的几何概念。

考虑 3 维几何空间中某一个任意给定曲面

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v) \leftrightarrow \mathbf{r} = \mathbf{r}(x_1, x_2) \quad (\text{Surface } 1)$$

式中 u, v 或者 x_1, x_2 为曲面上的两个独立坐标。显然,相应存在属于该给定曲面的一组确定向量

$$\mathbf{r}_1 = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^1}, \quad \mathbf{r}_2 = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^2}, \quad \mathbf{n} = \frac{\mathbf{r}_1 \times \mathbf{r}_2}{\sqrt{g}} : \sqrt{g} = |\mathbf{r}_1 \times \mathbf{r}_2| = \sqrt{EG - F^2} \quad (\text{Surface } 2)$$

于是,在讨论某一个通常称作定义于 2 维曲面上的向量场 $A(x)$, 并且希望进而探讨该向量场在给定空间中的变化特征时,该向量场除了起点 x 被严格限制在曲面 M^2 上,或者说向量场 $A(x)$ 的自变量 x 需要相应满足上述曲面方程以外,在本质内涵或者形式逻辑上都必须与 3 维 Euclid 空间中的“向量场分析”严格保持一致。如果无法保证相关分析始终逻辑相容,也就不成其为数学了。因此,对于曲面上某一个给定的向量场 $A(x)$, 同样可以将上述属于曲面的基本矢量视为一组确定的基矢量,相应存在如下形式的分量表述:

$$A(x) = A^1 r_1 + A^2 r_2 + A^n n$$

式中,作为向量场 $A(x)$ 自变量的空间点 x 需要满足给定曲面的约束方程。由于随着 x 在曲面上的移动,基矢量处于变化之中。因此,对照式(16.5.17)关于向量场 $A(x)$ 梯度场 ∇A 的最初定义,即

$$\nabla A = e^i e^j \frac{\partial a_i}{\partial x^j} + a_j e^i \frac{\partial e^j}{\partial x^i}$$

需要首先考虑“曲面上基矢量”的变化规律。根据建立在“实体论”上微分几何中的曲面基本方程,即微分几何中通常所述的 Gauss 方程和 Weingarten 方程

$$\begin{cases} r_{ij} = \Gamma_{ij}^k r_k + L_{ij} n \\ n_i = -L_{ik} g^{kj} r_j \end{cases} \quad i, j = 1, 2 \quad (\text{Surface } 3)$$

于是,将“曲面论”中的这个基本方程代入向量场梯度场的原始定义式中,得

$$\begin{aligned} \nabla A(x) &= r_j r_i (A^{i,j} - \Gamma_a^{ij} A^a) + m A^{n,n} - r_\beta r_a (L_{\beta k} g^{ka} A^n) \\ i, j &= 1, 2 \quad x \in M^2 \quad A(x) \in R^3 \quad n = \frac{r_1 \times r_2}{\sqrt{g}} \end{aligned}$$

在这个数学表述中,除了向量场的自变量 x 被严格限制在曲面 M^2 上之外,仍然完全“逻辑相容”于式(16.5.17a)针对梯度算子 ∇ 所作的原始定义。因此,可以作为曲面上向量分析的基础。

事实上,通常总假设在曲面 M^2 上所给定的向量场 $A(x)$ 只是曲面上确定点的函数,随着曲面上点 x 的位置确定而得以唯一确定,即相应存在

$$\begin{aligned} A(x) &= A^1 r_1 + A^2 r_2 + A^n n \\ &= A(u, v) = A(x_1, x_2) \end{aligned}$$

那么,给定曲面上向量场的梯度还可以表示为较为简单的形式

$$\begin{aligned} \nabla A(x) &= r_j r_i (A^{i,j} - \Gamma_a^{ij} A^a) - r_j r_i (L_{jk} g^{ki} A^n) \\ i, j &= 1, 2 \quad x \in M^2 \quad A(x) \in R^3 \end{aligned} \quad (16.5.18c)$$

此时,不仅仅曲面上向量场 $A(x)$ 所在的位置 x ,而且本质上作为 3 维 Euclid 空间 R^3 中的向量场 $A(x)$ 本身,它们都只有两个可以“独立”变化的自变量。

此外,在某一个特定问题中,如果还确信所讨论曲面确定点 x 点处的向量 $A(x)$ 不存在法向分量,即

$$A^n(x) = n \cdot A(x) = 0$$

$$x \in M^2 \leftrightarrow A(x) \in T(x) : T(x) \subset R^3 \cap T(x) \not\subset M^2$$

上面所定义的梯度场还可以进一步变化为

$$\begin{aligned} \nabla A(x) &= r_j r_i (A^{i,j} - \Gamma_a^{ij} A^a) \\ i, j &= 1, 2 \quad x \in M^2 \quad A(x) \in T(x) : T(x) \subset R^3 \cap T(x) \not\subset M^2 \end{aligned} \quad (16.5.18d)$$

并且,当整个曲面上的向量场都同时满足这个条件时,相应形成一个属于曲面切平面上向量场的一种“形式上具有自封闭性”的陈述体系。不难发现,仅仅在这种特定情况下,如果与经典理论的相关表述相比,即

$$A_{\mu;\nu} = A_{\mu\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^a A_a \quad (\text{Dirac } 10.1)$$

才可能取得“数学表述形式”上的一致性。但是,对于两种表面上一致形式定义的实际数学内涵存在本质差异,此处只是一般梯度算子在若干特定条件下的逻辑推论,而在通常的微分几何中,却是根据“曲面上 Levi-

Civita 向量平移”这个纯粹人为约定而构造的一种“无条件”形式定义^①。

但是,无论着眼于具体的逻辑推理过程,还是从基本的数学理念考虑,两种表述之间都存在重大的差异。

首先,在此处的整个推理过程中,没有添加任何人为假设,全部分析严格属于“客观性分析”和“演绎逻辑”的范畴。之所以出现彼此不同的结果,完全渊源于曲面上最初给定向量场 $A(x)$ 的定义域以及自身性质的不同。因此,推导过程中,无需也根本不允许出现通过人为杜撰的“绝对微分”概念或者“向量平移”方法,将并不处于切平面之中的向量强行拉入到切平面这样一种无理状况的存在。而且,更为本质的是:任何曲面的“弯曲”特征,只可能在能够包容它的平直空间之中才可能“真实”地得以表现;如果没有平直空间的背景基础,甚至无法谈论“弯曲空间”自身的存在。因此,试图在为形形色色“人为约定”提供合法基础上,将某一个弯曲曲面与其赖以生存的平直空间强行分割开来,充分表现了许多世纪以来西方科学世界长期养成“孤立、静止、绝对化”的形而上学简单思维习惯。当然,由于他们的简单意愿违背了物质世界客观蕴涵的“整体、独立、自为和相互依存”的本质特征,这些一厢情愿和过分简单的思维模式,最终必然使得包括数学在内的整个自然科学陷入形形色色的逻辑悖论之中。而且,正如人们看到的那样,无论人们面对的是哪一种特殊情况,曲面上的 Christoffel 符号都不可能仅仅依赖曲面论中的第一类基本量加以逻辑定义。与其对应,针对曲面向量场分析中的向量场,与该弯曲曲面一样只能本质地存在于 3 维 Euclid 几何空间之中。当然,此处引入的梯度算子 ∇ 本身,同样被赋予一种“整体性”意义,相应只能严格定义于 3 维几何空间之中,只能逻辑地隶属于“3 维 Euclid 几何空间向量场分析”的范畴。事实上,人们始终可以相信:在推理过程中如果随意添加任何人为假设,已经不成为逻辑推理,而只是另一个表现某种“主观意志”的独立命题。

考虑到协变微分在微分几何中具有的基础性地位,此处不妨再严格遵循“从一般性陈述到特殊性陈述”这样一种真正吻合于“演绎逻辑”本质的合法推理过程,重新考察上述推导过程的基本思想,继而较为准确地了解和认识不同相关结论得以存在的条件和逻辑。

首先,与平面可以构成向量空间中一个自闭的真子空间不同,曲面、曲面不同点处的切平面、切平面上的向量,都只可能在 3 维平直空间的背景下存在。因此,用以表现 3 维 Euclid 空间中向量场不均匀性,并且因而或者必须被赋予“客观性”意义,为式(16.5.15)所定义的梯度算子

$$\nabla(x) \stackrel{\text{def}}{=} e^i \frac{\partial}{\partial x^i} = e_i \frac{\partial}{\partial x_i} : e^i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x_i} \quad e_i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \quad e^i \cdot e_i = 1 (i = 1, 2, 3) \in R^3$$

成为包括曲面上向量场在内的全部向量分析的共同基础。

但是,此处需要考虑的是曲面上的向量场 $A(x)$ 问题。这意味着对向量场自变量的定义域构造了一个约束,即

$$A(x) : x \in R^3 \rightarrow x \in M^2 \quad M^2 \subset R^3 \cap A(x) \in R^3$$

与其对应,同样存在一个数学上通常所说,作用在“梯度算子”上的“约束”映射。或者说,与向量场自变量 x 定义域所构造的约束严格对应,作为“像”函数的向量场梯度场 ∇A 相应存在

$$\begin{aligned} x \in R^3 &\rightarrow x \in M^2 \\ &\mapsto \\ \nabla A(x) : A_{i,j}(i, j = 1, 2, 3) &\rightarrow ? : \nabla A(x) : A_{i,j}(i, j = 1, 2) \end{aligned} \quad (A)$$

① 当然,在现代微分几何中,一个人们从来没有认真思考过的问题在于:尽管在推论曲面上向量场 $A(x)$ 在某一“特定点 x ”处的梯度场 ∇A 时,允许对该向量场在该点处的性态做出某种前提性认定,使其仅仅成为定义在该点处切平面上的向量,从而相应存在与目前微分几何中“协变导数”形式上完全一致的定义。但是,如果在曲面上的向量场能够满足连续可微条件或者向量场自身存在连续梯度场的前提下,对于曲面上某一个特定点处所构造的前提性约定,即将该点处的向量严格限定在该点切平面上的纯粹人为认定,是否总能够为该曲面上的其他所有点处的向量场所满足呢?在节 16.5.12A 关于“空间平坦条件”的补充论述中将给出否定性的证明。事实上,当 19~20 世纪的西方数学家面对数学基础的一系列矛盾无力解决,最终只能放纵“约定论”,期望根据“形形色色、层出不穷的人为认定”拼凑出某一个陈述系统的时候,他们也根本没有能力或者以一种完全自欺的方式以为无需讨论所有的这些人为约定前提是否逻辑相容的问题,以至于最终只能出现同样自始至终充满矛盾和悖论约定集合。

而式(16.5.16c)所示的梯度表述

$$\begin{aligned}\nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) &= \mathbf{r}_j \mathbf{r}_i (A^{i,j} - \Gamma_a^{ij} A^a) - \mathbf{r}_j \mathbf{r}_i (L_{jk} g^{ki} A^n) \\ i, j &= 1, 2 \quad \mathbf{x} \in M^2 \quad \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in R^3\end{aligned}$$

正是这个“约束映射”的解。在这种情况下,人们无需也不能像最初“实体论”所做的那样,通过引入“绝对微分”以及“Levi-Civita 向量平移”这样一些人为杜撰出来的概念,构造曲面上向量场梯度的形式定义。

继而,再对向量场自身做出某种制约,即如果表面上的向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 到处不存在法向分量,或者只存在切向分量,即

$$\mathbf{A}(\mathbf{x}) : \mathbf{x} \in R^3 \rightarrow \mathbf{x} \in M^2 \quad M^2 \subset R^3 \cap \mathbf{n} \cdot \mathbf{A} = 0 \leftrightarrow \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in T(\mathbf{x}) \ll M^2$$

当然,就梯度算子而言,被其作用的向量场应该被视为“泛函数”的“自变量”,因此,相关的约束映射为

$$\begin{aligned}\mathbf{x} \in R^3 \rightarrow \mathbf{x} \in M^2 \cap \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in R^3 \rightarrow \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in T(\mathbf{x}) \\ \mapsto\end{aligned}\tag{B}$$

$$\nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) : A_{ii,j}(i, j = 1, 2, 3) \rightarrow ? : \nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) : A_{ii,j}(i, j = 1, 2)$$

仅仅在这种情况下,式(16.5.16d)给出的结果

$$\begin{aligned}\nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) &= \mathbf{r}_j \mathbf{r}_i (A^{i,j} - \Gamma_a^{ij} A^a) \\ i, j &= 1, 2 \quad \mathbf{x} \in M^2 \quad \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in T(\mathbf{x}) : T(\mathbf{x}) \subset R^3 \cap T(\mathbf{x}) \not\subset M^2\end{aligned}$$

才成立^①。

将“数学推导”的合理性全部寄托于不断添加“人为约定”上,即使像 Hilbert 所主张的那样,允许将这些人为约定称为“公理化假设”,但是,这些无非只是带给人们一种心里上慰藉而已。因此,如果说 Landau 公然把“数学严谨性”称为自欺欺人,那么, Hilbert 的公理化思想其实才是整个 20 世纪自然科学研究中最可怕和最具欺骗性的自欺欺人。

16.5.11B 流形上协变微分与联络的“约定论”本质及其必然隐含的逻辑悖论

整个现代微分几何本质上都是“约定论”的。作为自然科学研究中的一个基本准则,任何严肃的科学工作者都熟知,逻辑推理永远不能给出比逻辑前提更多的东西。因此,对于自然科学中的任何一个“推理”过程,一旦允许在这个过程中补充“独立”约定,那么,由此得到的推论本质上已经相异于最初给定的命题,甚至往往会对某些最初的判断构成彻底否定。也就是说,任何允许补充人为假设的“推理”过程,根本不属于“演绎逻辑”的范畴。或者可以这样说,建立在“约定论”上的陈述系统,本质上只是根据某一个“科学共同体”的某种共同兴趣或者信仰,相应构造的某种语言规范。于是,如果某一种语言规范自身逻辑相容,或者不存在像 Cantor 集合论中隐含的逻辑悖论,这样的语言规范则可以存在。并且,相应制订出来的语言规范如果还具有或者预示着某种重大应用价值,这样的规范则是成功的。

反过来,如果某一个语言规范破坏了某些更为基本的“一般”规范,通俗地讲则是不合乎常理,乃至提出的“约定”自身实际上处于逻辑自悖之中,那么,这种语言规范将成为完全失败的规范。

可以确信,任何合理存在的规范,必须是可解释的、自然的,甚至不妨说是质朴的,最终必然容易为人们接受的。对于自然科学陈述必须严格遵守的“可解释性”原则,它的本质内涵在于也仅仅在于逻辑相容性。或者也可以反过来说,正是因为严格逻辑相容、符合常理,所以任何合理的科学陈述必然容易为人们理解和接受。只有那些缺乏逻辑和违背常理的约定,才可能使人们觉得神妙莫测和难以理喻;与此同时,违背常理的约定者最终必然拒绝一切以“逻辑自洽性”原则为准绳的科学批判,需要凭借他们特别乐于称道的“宗教情结”让无知者继续顶礼膜拜他们形形色色违背常理的约定。

① 事实上,数理方程理论中关于双旋度 Poisson 方程的第一类积分经典表述,笔者为该方程重新构造的第二类积分表述乃至针对“向量场求散旋‘逆’命题”所做的分析,都隐含或者一再使用了此处所构造梯度算子的概念。因此,式(16.5.16c)所述,但是为现代微分几何所忽视的形式定义,恰恰具有实际应用价值。要求表面上的向量分布仅仅存在“切向”分量,无疑是一个过分苛刻甚至相当无理的条件。

面对无以穷尽的“物质世界”以及这个世界中层出不穷的新鲜“事物”,人类不可避免地需要不断做出补充“约定”,从而能够对这些“物理实在”相应做出某种恰当的描述。当然,也正是为了人类构造的自然科学体系能够与其针对物质世界做出的描述始终处于逻辑相容之中,需要对“约定”做出规范和限制,并且同样需要对目前主要由西方科学世界做出的种种约定是否合理的问题进行重新审视。

事实上,现代微分几何的全部要害,正是这个陈述系统的“约定论”基础所隐含的种种不合理“前提约定”的问题。其中,流形上的“联络”以及由其相应构造出来的“协变微分”概念,属于支撑这个陈述系统赖以存在的两个最基本理念。但是,正如前面针对弯曲空间中微分算子重新构造所作分析指出的那样,经典理论通常使用“协变微分”算子的定义,仅仅属于“单称性”或者“条件存在”的定义式,相应不具普适性意义。因此,以这个形式定义作为整个微分几何的分析基础,必然导致相关分析的整体失效。本来,从针对任何命题的“否定性”论证结构考虑,即使某一种否定性证明仅仅具有“单称性”意义,但是,任何一个“单称性否定”本质上已经足以对原命题构成“彻底”的逻辑否定,根本无需再添加任何进一步的补充陈述。当然,这实际上只是 Popper “证伪学说”蕴涵的本质内涵。

然而,不仅仅考虑到某些微分几何研究者对这个否定性证明的有效性提出了否定性意见,指出“现代微分几何”早已完成对流形上“Christoffel 联络”以及相应构造的“协变微分”的证明,此外,还需要对“证伪学说”的有效性再次提供一种证明实例。这样,似乎仍然有一种必要,需要对于这个涉及整个现代微分几何存在基础的基本概念的合理性问题再次进行分析。

在进行相关的具体分析以前,值得大致浏览和理解现代微分几何著述对于这个基础概念的存在意义和基本特征所作的大概诠释和分析。

“从 Riemann 几何的发展过程,以及 Riemann 几何在各个数学分支中的应用来看,联络的概念处于中心位置。在流形给定微分结构以后,微分流形上的切向量、切空间和光滑向量场都是有意义的,因为它们所涉及的是微分流形上的光滑函数,以及光滑函数的导数。若要在微分流形上进一步应用微分手段,必须能够对光滑的切向量场求微分。

然而,微分流形的光滑结构本身并未提供对光滑切向量求导的手段。对光滑切向量场求导本身是‘加在’光滑流形上的一种新的结构,这种结构就是所谓联络。

有幸的是,在 Riemann 流形上存在一种‘自然’的特殊联络,称为 Riemann 联络或 Levi-Civita 联络,它是由 Riemann 结构(Riemann 量度)唯一确定的。”^①

首先,仍然需要再次指出:在现代微分几何中,作为一个人工认定前提,光滑流形对应于流形上的函数必须满足“任意阶可微”的条件。显然,这个人为认定无疑过分苛刻,严重相悖于“充满复杂性和充满差异”的物质世界。问题在于,在 20 世纪“物理学几何化浪潮”中,由于并不仅仅将微分几何单纯视为某一种纯粹的“抽象思维”结构,那么,人们不能无视只能建立在“任意阶可微”基础上的微分流形与真实物质世界之间的根本差异。

其次,需要注意引文中的第二段陈述,即“微分流形的光滑结构本身并未提供对光滑切向量求导的手段。对光滑切向量场求导本身是‘加在’光滑流形上的一种新的结构,这种结构就是所谓联络。”它明确告诉人们这样一个基本事实(尽管按照著者的本来意思,这个基本事实只是在“一般”情况下才会出现):在微分几何中,联络并不逻辑地隶属于一个给定的微分流形,它只是研究者后来“追加”或者“配置”到微分流形上的。因此,所谓流形上的“联络”,其实只是不同研究者相应做出的不同“人为认定”而已,本质上不具任何“客观性”以及相应的“确定性”意义。当然,这也是目前的微分几何,存在形形色色的彼此处于逻辑相悖中的联络的缘故。

任何自然科学研究者都知道,如果将相关分析仅仅建立在纯粹人为约定之上,而且,不同约定之间还存在巨大差异,以至于科学陈述最终失去期待的“确定性”意义,那么,类似这样的陈述原则上毫无意义。因此,

① 此处引用的陈述摘自文献[9]。尽管相关陈述应该能够视为属于现代微分几何的一般理念,但是,如果仅仅局限在经典理论的习惯认识框架以内,此处关于联络的陈述仍然相当深刻,实际上较为“客观”地揭示了现代微分几何的整个思维基础。文中的小括号系笔者引用时所加,只是希望读者予以格外关注。

只是为了对针对联络做出的形形色色人为约定,起码能够提供一种“心理”上的依据。书写该段引文的著者指出了一个被其称为“有幸的是”的事实:在 Riemann 流形上存在一种‘自然’的特殊联络,称为 Riemann 联络或 Levi-Civita 联络,它是被 Riemann 结构(Riemann 量度)唯一确定的。显然,此处所述“自然”的意义根本内涵无非在于:在这个特定情况下,联络的导出不是根据“约定论”做出的随意假设,而的确成为被赋予 Riemann 量度的 Riemann 空间的逻辑推论。于是,尽管不能根本改变“约定论”实际处于“无理由”的“无理”状况,但是,如果在这个特定情况下能够真的被视为一种“自然”的合理存在,那么,这种存在“个性”特征中的形式一致性,最少为微分几何中普遍存在的“形式模仿”提供了一种“情感”基础。

然而,除了与任何“个别”的否定性证明能够构造“整体”性否定相反,无法由“个性”特征简单延拓为普遍的“共性”以外,这个长期以来被人们当作合理陈述的个性陈述仍然属于一个不真实的陈述。当然,在逻辑上,也仅仅于此,才可能与前面构造的否定性证明严格保持一致。

显然,对于整个现代微分几何而言,流形上的“联络”或者“协变导数”具有基础性意义。因此,值得在此处较为完整地引用现代微分几何的相关分析,重新考察 Riemann 量度到底是如何“自然”地赋予流形以“联络”这样一个附加结构的^①。

“光滑结构使我们能够在微分流形上定义光滑函数,进而建立相应的微积分理论,并使之成为有效的研究工具。特别地,对于光滑流形 M 上的任意一个光滑函数 f ,其微分 df 是有意义的。按定义,在 M 上的任意一点 p , $df(p)$ 是切空间 $T_p M$ 上的一个线性函数,使得

$$[df(p)](v) = v(f) \quad \forall v \in T_p M$$

在直观上,微分 df 仍然是函数 f 在‘无限接近的’两点的函数之差。^[1]

若设光滑曲线 $\gamma: (-\epsilon, \epsilon) \rightarrow M$ 满足条件

$$\gamma(0) = p \quad \gamma'(0) = v$$

则有

$$[df(p)](v) = v(f) = \left. \frac{d(f \circ \gamma)}{dt} \right|_{t=0} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{f(\gamma(t)) - f(p)}{t}$$

由此可见,当 $|t|$ 充分小时

$$f(\gamma(t)) - f(p) = t \cdot [df(p)](v) + o(t^2)$$

其中, $o(t^2)$ 是指 t 的二阶无穷小量。^[2]

假定 X 是光滑流形 M 上的一个光滑切向量场,一个自然的问题是:对切向量场能否进行微分?如何求它们的微分?^[3]

我们知道,如果 M 是 Euclid 空间 R^n ,那么,沿光滑曲线 $\gamma(t)$ 定义的切向量场 $X(t)$ 可以表示为 n 个分量的函数

$$X(t) = [X^1(t), \dots, X^n(t)]$$

它的导数为

$$\frac{dX(t)}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{X(t+\Delta t) - X(t)}{\Delta t} = \left(\frac{dX^1(t)}{dt}, \dots, \frac{dX^n(t)}{dt} \right)$$

然而,对于一般的光滑流形 M 来说,由于 $X(t+\Delta t)$ 与 $X(t)$ 分别属于两个不同点处的切空间 $T_{\gamma(t+\Delta t)} M$ 和 $T_{\gamma(t)} M$,它们不能相减,故上式是没有意义的。有鉴于此,若要引入流形上切向量场的某种‘微分’,必须有一种确定的方式在 $T_{\gamma(t+\Delta t)} M$ 和 $T_{\gamma(t)} M$ 之间建立同构。一般而言,这相当于除了光滑结构以外在 M 上再附加一种结构,即所谓的联络。^[4]

不过,对于 Riemann 流形来说,这种称为联络的附加结构是由其 Riemann 量度诱导并唯一地确定的。下面,从 $\mathcal{R}^{m+1}$ 中的浸入超曲面着手来讨论这个问题。

① 只是为了便于进行比较和判断,在以下引文相关陈述的上方,笔者有意添加了用方框表示的数标,从而能够直接与后面所作分析对应。

设 M 是一个 m 维光滑流形, $X \in \mathcal{X}(M)$, $f: M \rightarrow \mathcal{R}^{m+1}$ 是光滑浸入, 即 M 是 $\mathcal{R}^{m+1}$ 中的浸入超曲面, 相应存在由 $\mathcal{R}$ 上的内积在 M 上诱导出一个 Riemann 度量, 记为 $\langle \cdot, \cdot \rangle$ 。对于任意的点 $p \in M$, 存在点 p 的局部坐标系 $(U; x^i)$, 使得 $f|_U: U \rightarrow \mathcal{R}^{m+1}$ 是一个嵌入, 其局部坐标表示设为

$$y^\alpha = f^\alpha(x^1, \dots, x^m) \quad 1 \leq \alpha \leq m+1$$

于是, 可以把 U 和 $f(U)$ 等同起来, 同时把切向量场 $X|_U$ 和 $f \cdot (X|_U)$ 等同起来。如果

$$X|_U = X^i \frac{\partial}{\partial x^i}$$

则有

$$f_*(X|_U) = X^i f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right) = X^i \frac{\partial f^\alpha}{\partial x^i} \frac{\partial}{\partial y^\alpha}$$

注意到 $f_*(X|_U)$ 是在 $\mathcal{R}_{m+1}$ 中定义在 $f(U)$ 上的切向量场, 故微分 $d(f_*(X|_U))$ 是有意义的。但是, 如果用 N 表示 $f(U)$ 在 $\mathcal{R}^{m+1}$ 中的单位法向量场, 则在一般情况下, $d(f_*(X|_U))$ 不一定与 N 处处正交。换言之, 它未必与 $f(U)$ 相切。

为了从 $d(f_*(X|_U))$ 得到与 $f(U)$ 相切的分量, 令

$$D(f_*(X|_U)) = (d(f_*(X|_U)))^T = d(f_*(X|_U)) - \langle d(f_*(X|_U)), N \rangle N \quad (\text{A})$$

其中的上标“T”表示从 $\mathcal{R}^{m+1}$ 到 $f(U)$ 在各个切空间上的正交投影。直接计算可以得到

$$\begin{aligned} d(f_*(X|_U)) &= dX^i f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right) + X^i d \left(f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right) \right) \\ &= dX^i f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right) + X^i dx^j \frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \frac{\partial}{\partial y^\alpha} \end{aligned} \quad (\text{B})$$

由于

$$\frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \cdot \frac{\partial}{\partial y^\alpha}$$

是在 $\mathcal{R}^{m+1}$ 中沿 $f(U)$ 定义的向量场, 故可设

$$\frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \frac{\partial}{\partial y^\alpha} = \Gamma_{ij}^k f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^k} \right) + b_{ij} N \quad (\text{C})$$

其中右端的第一项是该向量场的切分量, 将上式两端与 $f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^l} \right)$ 作内积, 得到

$$\begin{aligned} \sum_{\alpha=1}^{m+1} \frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \frac{\partial}{\partial y^\alpha} &= \left\langle \frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \frac{\partial}{\partial y^\alpha}, \frac{\partial f^\beta}{\partial x^l} \frac{\partial}{\partial y^\beta} \right\rangle \\ &= \Gamma_{ij}^k \left\langle f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^k} \right), f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^l} \right) \right\rangle = \Gamma_{ij}^k g_{kl} \end{aligned} \quad (\text{D})$$

其中

$$g_{ij} = \left\langle f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right), f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^j} \right) \right\rangle = \sum_{\alpha=1}^{m+1} \frac{\partial f^\alpha}{\partial x^i} \frac{\partial f^\alpha}{\partial x^j} \quad (\text{E})$$

是 $\mathcal{R}^{m+1}$ 的内积通过浸入 f 在 U 上诱导的 Riemann 度量的分量。

对该分量表述求偏导数, 同时利用式(D)可以得到

$$\begin{aligned} \sum_{\alpha=1}^{m+1} \frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \frac{\partial}{\partial y^\alpha} &= \left\langle \frac{\partial^2 f^\alpha}{\partial x^i \partial x^j} \frac{\partial}{\partial y^\alpha}, \frac{\partial f^\beta}{\partial x^l} \frac{\partial}{\partial y^\beta} \right\rangle \\ &= \Gamma_{ij}^k \left\langle f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^k} \right), f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^l} \right) \right\rangle = \Gamma_{ij}^k g_{kl} \end{aligned}$$

由于

$$\Gamma_{ij}^k = \Gamma_{ji}^k$$

从上式可以求出

$$\Gamma_{ij}^k = \frac{1}{2} g^{kl} \left(\frac{\partial g_{il}}{\partial x^j} + \frac{\partial g_{lj}}{\partial x^i} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^l} \right) \quad (\text{F})$$

这里 g^{kl} 是度量矩阵 (g_{ij}) 的逆矩阵的元素。

由此可见,函数 Γ_{ij}^k 由诱导度量的分量 g_{ij} 完全确定,叫作 Riemann 度量 g 在局部坐标系 $(U; x^i)$ 下(或关于自然标架场 $\left\{\frac{\partial}{\partial x^i}\right\}$) 的 Christoffel 记号;仅仅为了方便起见,通常也称 Γ_{ij}^k 为度量矩阵 (g_{ij}) 的 Christoffel 记号。^[5]

将式(F)通过式(C)和式(B)代回式(A),便可得到

$$D(f_*(X|_U)) = (dX^i + X^j \Gamma_{jk}^i dx^k) f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right) \quad (G)$$

因此,可以定义

$$\begin{aligned} D(X_U) &= (dX^i + X^j \Gamma_{jk}^i dx^k) \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \\ &= \left(\frac{\partial X^i}{\partial x^k} + X^j \Gamma_{jk}^i \right) dx^k \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \end{aligned} \quad (H)$$

不难验证,由向量场 X 通过式(G)定义的切向量场 $D(f_*(X|_U))$ 与局部坐标系的选择无关,因而式(H)的右端不依赖局部坐标系的选取。

所以,如果令

$$(DX)|_U = D(X|_U)$$

则 DX 在 M 式处处有定义,因而是大范围的定义在 M 上的量。对于 $X \in \mathcal{X}(M)$, DX 是光滑流形 M 上以 1 次微分式为系数的切向量场,也是以切向量为值的 1 次微分式,即它是光滑的 $(1, 1)$ 型张量场。”^[5]

笔者的确无法肯定,此处所引用 Riemann 流形(赋予 Riemann 度量的流形)上,以其所说的一种“自然(非约定论)方式”而诱导“联络”的全部推导过程,是否具有为整个微分几何研究者所公认的一种“权威”意义。

此处,只是在承认以上所引用的论证或许具有权威性的前提下,指出由于前提性认识不当,整个论证过程的始终必然隐含的大量逻辑悖论。

(1) 关于“流形上函数微分”引入方式的失当

作为整个推导过程的一种前提性认定基础,引文指出:“对于光滑流形 M 上的任意一个光滑函数 f , 其微分 df 是有意义的。按定义,在 M 上的任意一点 p , $df(p)$ 是切空间 $T_p M$ 上的一个线性函数。”但是,这恰恰是不当的认识前提。

首先,正如节 16.5.7B 关于“几何‘弯曲’与数学表述‘非线性形式’间的逻辑一致性”的相关分析已经指出的那样,一旦涉及“弯曲”,无论是“曲线坐标系”还是“弯曲曲面”,并且,当使用向量的“分量”表述形式时,一切相关的形式表述只能表现为一种“非线性”特征。事实上,当“向量空间”与“线性空间”保持本质一致的时候,不同向量空间只可能借助“线性变换”形成逻辑关联。当然,任何一种“弯曲”,作为对“几何平直”以及“线性表述”的逻辑否定,相关形式表述必然是非线性的。

实际上,根据该引文式(G)所述协变微分

$$D(f_*(X|_U)) = (dX^i + X^j \Gamma_{jk}^i dx^k) f_* \left(\frac{\partial}{\partial x^i} \right)$$

由于存在与 Christoffel 相关联的“非线性”项,这样,最终导得的结果已经对最初的假设前提构成逻辑否定。

其次,这个最初认定将函数的微分以一种“人为主观”认定的方式,强制撇入到曲面的切平面上同样是错误的。事实上,即使作为一个允许任意给定的初始条件,给定点处的向量处于该点处的切平面之中,但是,对于该点处的任意一个邻点而言,它已经不在邻点处的切平面之中。而且,即使作为一种特例,对于给定封闭曲面上的向量场而言,曲面上每一个点处的向量仅仅处于该点的切平面之中,但是,作为这些切向量的“整体”,给人们展现的只能是曲面所浸入平直空间中某一个向量集合。否则,只可能导致“曲面不曲”的结论,相应表现的仅仅是平面上向量场的特征。与函数本身相比,函数的微分总是小量,但是,根据 Levi-Civita 平移这样一种人为构造的操作,被舍去的只是与微分“同阶”的小量(参见节 16.6 给出的相关证明)。而且,正如一再重申的那样,一旦将某个人为操作或者人为认定引入到逻辑推理过程之中,便已经失去逻辑推理的全部意义。

当然,基于“线性空间泛函分析”的思想,借助切平面 $T_p M$ 中的向量 v ,引入流形上函数微分 df 的概念(相应实现把“向量与方向导数”两个本来完全不同的抽象概念等同起来的一种“人为”愿望),即

$$(df(p))(v) = v(f) \quad \forall v \in T_p M$$

再次表现现代西方科学世界几乎已经完全不在于“演绎逻辑”必须严格遵循“从一般到特殊”的基本原则,恣意进行“约定式”的随意推理,而且还充分显示他们“总特别喜好将‘关系’置于被关系所描述的‘客体’之上”这样一种习惯性形而上学思维之中必然隐含的逻辑倒置。因此,相应存在这样一个致命的问题:由于几何上任何形式的“弯曲”已经本质地对形式表述的“线性结构”必然构成逻辑否定,根本无法在“弯曲流形”甚至“曲线坐标系(对应于非线性变换)”上使用此处“泛函分析”所述的“线性”逻辑关联。从另一个角度考虑,由于最终出现的是“非线性”的“联络”的结果,自然对此处所述“线性假设”的前提构成逻辑否定。于是,这一逻辑悖论的存在,也同样说明相关的所谓推导过程必然存在逻辑推理的错误。

但是,从“一般”哲学理念甚至一种“平凡、朴素”的思维常识考虑,一个让后人难免百思不解的困惑在于:为什么不能从“向量分布的梯度场”这样一个“客观量”的基本逻辑内涵出发,进行一种更为理性也相应更为朴实,当然也能自然避免形形色色逻辑悖论的思考呢?事实上,式(16.5.17)针对向量场梯度场的形式定义,不仅被赋予一般性的形式意义,而且也较为完整地揭示了这个“几何量(客观量)”的本质内涵。因此,不难根据针对“向量场定义域”所作的“前提性”限制,继而使用纯粹的“演绎逻辑(严格杜绝在推理过程之中添加任何人为约定)”,相应以一种真正“自然”的方式,并且以尽可能“朴素”的数学语言推导出不同的特定结果。如果仍然以此处所说2维弯曲流形为例,相应的命题则不过是对一般命题构造的一个“约束”映射,即

$$\begin{aligned} \nabla A(x) &= e^i e^j \frac{\partial a_j}{\partial x^i} + a_j e^i \frac{\partial e^j}{\partial x^i} \in R^3 \\ &\quad \xrightarrow{x \in M^2} \\ ? = \nabla A(x) : A &\in R^3 \cap x \in M^2 \subset R^3 \end{aligned}$$

仅仅在此时,一切才可能真正是“演绎”的。当然,也正因为此,所有的结果才可能称为是“自然”的。

并且,人们还可以做出推断:尽管向量场乃至向量场的梯度场具有天然的“线性”结构,但是,如果使用了一个“弯曲”的度量工具或者被限制在一个“弯曲”的定义域中,相关形式表述的“线性特征”必将自然消失。与向量场以及向量场梯度场作为一种“客观性”几何量,因此可以也必须具有与坐标系选择无关的“不变性”完全不同,客观性的任何一种“分量形式”的具体表述,则只能条件存在,不具普适性意义。显然,正是在这样一个最基本的逻辑关联的理解方面,却被彻底丢弃了。

以上一系列彼此逻辑关联的分析,是从“因变量”角度进行的讨论。此外,如果再将注意力转移到“自变量”的分析之中,则仍然不难发现:在这个前提性人为认定中,同样隐含着“命题失真”这样一个对于整个现代微分几何极为致命的问题。

注意到,随着引文将“光滑流形 M 上任意光滑函数 f 的微分 $df(p)$ 定义为切空间 $T_p M$ 上的一个线性函数”,那么,作为这个待定函数的自变量 p 的定义域,实际上已经从最初的“弯曲流形 M ”上被“人为”转移至“弯曲流形的切平面 $T_p M$ ”上,即

$$df(p) : p \in M \mapsto df(p) : p \in T_p M$$

无论流形上一点处的切平面与流形自身如何接近,两者属于两个完全不同的概念或者两个不同的几何实体,不可混为一谈。事实上,向量场的导数或者梯度总定义在自变量的某一个特定点处,讨论覆盖该点处无穷小邻域中的变化特征。因此,如果将曲面一点处函数的变化特征误认为同一函数在该点处切平面上的变化特征,那么,定义于曲面上的函数实际上已经不复存在^①。

① 注意与注释22中所作相关分析进行比较。从对流形上函数自变量定义域的失真分析可以再次发现,西方科学世界习惯与进行“无限剖分”分析的同时,几乎必然存在的“简单、孤立”思维倾向以及由此引起的逻辑悖论和几何失真。共性依赖个性加以表述。在弯曲曲面的每一个点,必然相应蕴涵弯曲的本质特征。当然,将流形的每一点的邻域与 Euclid 平直空间同构,正是上述简单思维的逻辑必然,最终也不可能重新拼凑出保持光滑的弯曲流形。

(2) 关于由“曲面上给定曲线”引入微分的逻辑失当

在通常的“多元微积分”初等分析中,由于初学者开始难以接受“梯度场”这个看起来较为抽象的概念,不妨借助“方向导数”这样一个较为简单的理念,继而再通过“所有方向上变化率”的“整体”这样一种“直观、朴实”的想象,引入空间域中函数“梯度场”的概念。

显然,当人们正确指出“微分几何”本质上属于“分析和几何”的一种综合的时候,却同样过分简单地使用了现代微分几何,乃至包括量子力学这样一些现代自然科学不同学科体系普遍存在的“形式复制(简单模仿和拷贝)”的方式,过分机械乃至完全一成不变地处理着那些随着条件、前提不同而自然变得“复杂化”的同一化特定对象。与几何实体或者物理实在自身存在的“客观性”基础相反,任何形式表述只可能条件存在,随着给定前提条件乃至具体使用工具的不同而处于变化之中。显然,目前西方科学世界在一种形而上学简单思维驱使下将某一种“特定”形式表述固定化,属于思维理念的一种“天真烂漫”的逻辑倒置,最终只能造成被描述客观实体的失真。

人类生存或者面对的就是那个 3 维的 Euclid 空间,一旦给定 3 维 Euclid 空间中的向量场 $A(x)$,那么,作为向量场的梯度场 ∇A ,同样属于一个“客观”存在,独立于任何给定的坐标系,

$$\nabla A(x) \in R^3 \cap \nabla A(x) \notin \text{any coordinate system}$$

但是,初等多元微积分学中所给出标量场的“梯度”定义,或者与“方向导数”之间的确定关联,以及它们的进一步延拓

$$\nabla A \sim e^j \frac{\partial A}{\partial x^j} \mapsto \nabla A = e^j e^j \frac{\partial A_j}{\partial x^j}$$

则仅仅属于“条件存在”的关系式,相应不具普适性意义。

事实上,当现代微分几何简单模仿初等多元微积分学,仍然通过某给定方向上的“方向导数”定义弯曲流形之上“梯度”的时候,即如引文所述:

“若设光滑曲线 $\gamma: (-\epsilon, \epsilon) \rightarrow M$ 满足条件

$$\gamma(0) = p \quad \gamma'(0) = v$$

则有

$$(df(p))(v) = v(f) = \left. \frac{d(f \circ \gamma)}{dt} \right|_{t=0} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{f(\gamma(t)) - f(p)}{t} \quad "$$

殊不知,这个认定前提同样对 Christoffel 符号的本质内涵

$$\Gamma_{ij}^k \simeq e^k \cdot e_{i,j}$$

即“曲面上基矢量的变化特征”构成了逻辑否定。

因此,在分析向量场的梯度场 ∇A 时,人们需要强调或者予以前提性肯定的只能是作为这个客观量“整体”的形式表述

$$\nabla A(x) \in R^3 \cap \nabla A(x) \notin \text{any coordinate system}$$

至于被现代微分几何用作推理基础的“线性”表述,仅仅条件存在,并且一旦涉及弯曲曲面或者曲线坐标系,相关的形式表述必然蕴涵“非线性”特征。事实上,探讨这些“非线性”表述的具体形式,正成为相关研究的主要任务^①。

(3) 关于“流形上切空间不具可比较性”以及由此引入“联络”的逻辑失当

在后续分析中,引文首先对 Euclid 空间 R^n 向量场的导数作了介绍,指出:

“如果 M 是 Euclid 空间 R^n ,那么,沿光滑曲线 $\gamma(t)$ 定义的切向量场 $X(t)$ 可以表示为 n 个分量的函数

$$X(t) = (X^1(t), \dots, X^n(t))$$

① 十分有意思的是,连 Einstein 都已经认识到“弯曲空间”必然对应于“非线性”特征,这是他一再强调非线性的主要理由。当然,Einstein 不可能领悟其中是否逻辑相容的问题,也根本不懂得无论是“线性”表述还是“非线性”表述都不具绝对意义,只可能条件存在,相反,只有那个被描述物质对象的确认才是根本的。

它的导数为

$$\frac{dX(t)}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{X(t+\Delta t) - X(t)}{\Delta t} = \left(\frac{dX^1(t)}{dt}, \dots, \frac{dX^n(t)}{dt} \right) \quad "$$

其实,著者(应该说现代微分几何认同者)似乎并没有形成一种实质性的理性认识:即使限制在 Euclid 空间中,如果希望最终将给定曲线上的这个函数变化关系式与“向量场梯度场”乃至“张量场梯度场”构成某种确定的逻辑关联,那么,此处所述的形式表述没有任何意义。

事实上,空间 R^n 给定一点 x 处,对于某一根给定曲线,可能给出的只是一个方向,相应存在

$$\left. \frac{dX(t)}{dt} \right|_{\text{line}} = \overline{\text{line}} \cdot \nabla X(x) \in R^n$$

因此,如果在 Euclid 空间中使用的是“非仿射坐标系(曲线坐标系)”,仍然无法回避如何表现“基矢量变化”的问题。这样,此处引入这个定义于给定曲线上函数变化率的形式表述,希望说明什么问题呢?

引文继而指出:“然而,对于一般的光滑流形 M 来说,由于 $X(t+\Delta t)$ 与 $X(t)$ 分别属于两个不同点处的切空间 $T_{\gamma(t+\Delta t)}M$ 和 $T_{\gamma(t)}M$,它们不能相减,故上式是没有意义的。”作为一种显然存在的基本事实,弯曲空间之中不同点处的切空间,以及这些不同切空间之间的逻辑关联,都根本依赖弯曲空间在其所浸没的大平直空间中的几何性态。反过来讲,同样作为一种显然存在的基本事实,如果不知道或者无视曲面在大空间中实际存在的弯曲,或者作为被 Gauss 所说的外部特征从曲面中割裂出来,那么,曲面上不同点之间的“客观性”联系也不再存在。实际上需要再次指出,对于 Gauss 的“曲面论”,除了定义域的变化以外,整个分析都建立在 3 维 Euclid 空间中,或者说,只是也必须借助 3 维 Euclid 空间中的变化特征,才可能相应对面形的形形色色几何特征做出描述。

当然,即使存在某一个表面上的“切向量”分布,但是,作为这个客观存在的“切向量场”同样只能定义于曲面所浸入的大空间中,否则不可能具有“客观性”意义。因此,一旦作为一种人为理念或者愿望,将流形上不同点处的“向量”强行插入到不同点的不同切空间中,那么,正如引文正确指出的那样,对于这些不同切空间中向量进行任何形式的比较,必然“是没有意义的”。那么,面对这个“没有意义”的逻辑前提,则相应存在应该怎么处理的问题。

面对这个认识前提中无法回避的“无理存在”问题,相应存在两种完全不同或者互为根本否定的处理方案。

第一种方案是:对于包括数学在内的整个自然科学研究,重新确认被研究“几何实体”以及“物理实在”自身被天然赋予的一种“基础性”地位,继而,承认某一个特定物质对象所拥有某种性质集合的“整体性”意义,以及这个性质集合在逻辑上对于特定物质对象的“依赖性”本质,乃至对于性质集合某一种“特定”形式表述的“条件存在”的确认,从而彻底摒弃 Gauss 曲面论中片面强调曲面“内蕴”特征时必然蕴涵的种种认识不当和逻辑紊乱;

而另一种与其完全相反的方案则是:完全无视“几何实体”真实存在的“客观性”基础,将几何实体的“性质集合”乃至蕴涵于性质集合中的某一些“个性”特征,以及对于这些个别属性的某种特定“描述”形式从客观性物质对象的“母体”中彻底分离出来,进而凭借某种人为约定,或者只要予以任何一个随意约定以“公理化假设”的称谓,以构造一种只能依赖“主观意识”或者“纯粹抽象”概念的“无条件”独立存在,并且,允许不断地补充彼此逻辑相悖的人为约定,以维系这些人为构建概念或者某些特定形式表述的持续存在。

可以相信,除了某些“过于自负其实也相应显得过分幼稚”的智者,他们只是为了能够满足对于自身智慧一种过分的信赖以及期许以外,对于任何一个仅仅具有一般理性思维的平常人而言,是绝对不可能接受后面所述“约定论”这样一种实际上“纯粹自欺”的处理方案的。但是,在 19~20 世纪科学史中,以西方学为主的科学世界所给出的,恰恰正是与“平凡人”的“平凡”思维相反的第二种处理方案。

现代微分几何研究者告诉人们:为了保证曲面对于其所存在“大平直空间”一种期待之中的独立性,是 Christoffel, Levi-Civita 这样一些现代微分几何的开拓者“花费了大半个世纪”的时间,提出了“曲面上向量平移”的概念,最终才得以保证流形上的向量只允许存在于给定点切平面上的人为认定,并且相应避免不同点

处的向量不具可比性的难题。但是,为什么要构造这样一种纯粹人为提出的操作方案,将某一个“客观”存在“向量”中的某一个“有限部分(向量场‘微分’中的切向分量和法向分量为同阶小量)”划去,仅仅为了满足某些人某种过分幼稚的主观意愿呢?

事实上,只是由于现代数学对于“人为约定”缺乏任何约束,引文才必须也允许进一步提出:“有鉴于此,若要引入流形上切向量场的某种‘微分’,必须有一种确定的方式在 $T_{\gamma(t+\Delta t)}M$ 和 $T_{\gamma(t)}M$ 之间建立同构。一般而言,这相当于除了光滑结构以外在 M 上再附加一种结构,即所谓的联络。”也就是说,19~20 世纪的几何学家们,仅仅凭借自己提出的一种人为的“纯粹主观”意识上的约定,就可以把“彼此逻辑关联在一起,并且作为‘整体’而存在”的曲面“逐点地分割”开来,人为地将表面上的向量场定义在“不同”点处的“不同”切空间之中,进而强制“流形 M 上的每一点 $p \in M$ 的切空间与 Euclid 空间”形成逻辑对应,现在,则再次凭借另一个纯粹的“人为”约定,将这些“被他们分割开来的点”重新拼接起来,或者说为流形“附加”某种称之为“联络”的结构。于是,对于只具有“平常思维”或者服从“演绎逻辑”的研究者不免提出疑问:当现代微分几何所推崇“空间合同变换”的研究导向只能依赖“初始分割”以及“重新拼接”这样一些人为操作而存在的时候,它们到底告诉我们什么是可以值得相信的东西呢?

当然,微分几何之所以将此处所述“联络”仅仅称为一种“附加”结构,因为这个结构本质上并不逻辑隶属于某一个客观存在的几何实体,而只能依赖不同智者的不同“天才创造”而已。

(4) 关于“Riemann 流形诱导联络”推理的“约定论”结构以及对于“联络内蕴特征”构造的逻辑否定

显然,引文关于“如何从被赋予度量的 Riemann 流形推导由度量所诱导联络”的全部过程,只可能属于“约定论”意义上的一种“说明”过程,它完全不同于本书通过式(16.5.17)以及式(16.5.18)所展示,根据“从一般到特殊”的演绎逻辑做出的推理过程。事实上,既然是“约定论”的,本质上根本无需逻辑。也就是说,除了需要彻底否定“约定论”必然蕴涵的“无理、荒谬、自欺和反科学”以外,人们无法真正使用形式逻辑对“约定论”的陈述进行具有科学意义的批判。事实上,正如前面分析已经指出的,一切本质上涉及“弯曲”的形式表述,已经对“向量(有向直线段)空间”拥有的“线性特征”构成根本否定。于是,由于不满足“线性变换”的前提,凭借 Hilbert 看似“抽象、纯粹”,但是其实过分“简单、机械”的形式模仿,本质上只能隶属于“想当然”的杜撰,借助“线性变换”所构造“对偶空间”作为此处全部推导逻辑前提的所有分析不具任何意义。

当然,令笔者感到十分奇怪或者大惑不解的是 Hilbert,为什么恰恰回避诸如“如何为双旋度 Poisson 方程构造‘恰当’定解问题”、“经典电磁场理论体系中‘Coulomb 规范’与‘Lorentz 规范’由于缺乏数学证明和物理基础而明显存在的‘无理性’,乃至经典电磁场理论同样存在无法构造数学上可以求解的恰当定解问题”等等这样一些实实在在,但是与现代自然科学的正常推进密切相关的一般命题,却热衷于鼓吹“桌子、椅子、啤酒瓶可以被视为几何学上的点、线、面”这样一些“因为过分悖谬乃至让人们不敢否定其悖谬”的命题,以至于使得西方科学世界最终不得不默许 Landau 诚实指出“理论物理之中的数学严谨性只是自欺欺人”这样反常、无理现状的真实存在呢?

事实上,如果忽略不计任何“约定论”推理自身根本不可能具有逻辑可言的普遍问题,而只是从相关陈述的“整体思维结构”以及“最终结果”考虑,仍然十分容易发现其中隐含的大量逻辑悖论或者认识悖论的问题。

如果说现代微分几何期望表达的根本目标在于:肯定浸入在大平直空间之中某个弯曲子空间自身具备的“独立”性。但是,当引文形式地引入“法向量 N ”,(当然还需要再次姑且忽略诸如为什么 M 流形中只存在“单独一个”法向量,这样一些必然伴随于“约定论”推理的始终允许“随时随地做出随意假设”的致命缺陷),并且依赖这个“不属于切空间而只能隶属于流形所浸没的大平直空间”中的客观性量,能够“创造”出那个“期待”中的最终表述,那么,对于现代微分几何着意表示“流形能够独立于其所浸没的大平直空间存在”的形而上学基本目标相应构成了逻辑否定^①。

至于从最终的结果考虑,那么,式(F)所示的 Christoffel 符号

^① 之所以只能将其称为一种“创造”,因为即使在 2 维曲面中,仍然不可能根据“演绎逻辑”,逻辑地推得现代微分几何需要的结果。参见式(16.5.18)的构造及其相关分析。

$$\Gamma_{ij}^k = \frac{1}{2} g^{kl} \left(\frac{\partial g_{lj}}{\partial x^i} + \frac{\partial g_{li}}{\partial x^j} - \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^l} \right)$$

以及由此而构造的协变微分中,几乎显然存在的“非线性”结构也对最初的“线性假设”前提构造了逻辑否定。

(5) 最终结论所显示思维结构的逻辑倒置

与“约定论”思维大致一致,当只能借助“个例”讨论中获得的某种“单称性”结果,凭借主观愿望延拓为一般性结论的时候,必然相应出现一系列的认识上的逻辑颠倒。

首先,当引文的最终结果,即根据特例导得的形式表述,即式(H)

$$\begin{aligned} D(X|_U) &= (dX^i + X^j \Gamma_{jk}^i dx^k) \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \\ &= \left(\frac{\partial X^i}{\partial x^k} + X^j \Gamma_{jk}^i \right) dx^k \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \end{aligned}$$

认定为“协变导数”的形式定义的时候,殊不知即使暂时允许将此处的这个特定形式表述视为一个恰当定义的时候,本质上仍然需要首先承认作为“客观量”而存在的“向量场”前提,以及仍然必须被视为“客观性”存在的“向量场的梯度场”首先做出前提性界定,继而在此基础上,根据不同具体情况推导不同形式表述的问题,即

$$\nabla \mathbf{A} = \nabla(A^i e_i) : x \in M^2 \subset R^3 \mapsto ? = \nabla \mathbf{A}$$

当然,正因为思维理念上的根本逻辑倒置,现代微分几何上述的“非线性”表述充其量只是一个“条件”定义式,无法成为具有“一般性”意义的形式定义式。

不难发现,也正因为整个分析过程缺乏“严格逻辑”支撑,而仅仅凭借“约定论”假设中一种“直觉”意义上直观而不乏肤浅的认识作为推理基础,甚至无法对通常所说“流形”上的“局部域”以及“大范围”两个不同命题,真正做出一种“理性”的以及具有确定“形式意义”的区分。对于流形上“协变导数”的最终形式定义

$$\begin{aligned} D(X|_U) &= (dX^i + X^j \Gamma_{jk}^i dx^k) \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \\ &= \left(\frac{\partial X^i}{\partial x^k} + X^j \Gamma_{jk}^i \right) dx^k \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \end{aligned}$$

当引文指出这个形式表述的右侧“并不依赖局部坐标系选取”,从而自然赋予这个概念以一种“局部性”意义的同时,却又马上指出,“如果令

$$(DX)|_U = D(X|_U)$$

则 DX 在 M 式处处有定义,因而是大范围的定义在 M 上的量”。于是,相关的所有陈述,以及这些陈述的“合理性”本质上只可能决定于人们做出的不同“认定”,没有任何科学陈述必需的“确定性”意义,而且,还必然使得“局部”和“大范围”的概念再次处于紊乱乃至自悖之中。

其实,引文在此处提出的关系式

$$(DX)|_U = D(X|_U)$$

是绝对不允许仅仅作“如果令(某种‘人为’约定)”的方式而提出来的。事实上,无论从引文前面实际使用的“推理过程”考虑,还是从微分几何“希望最终表达的实际结果”考虑,这个关系式的两侧都具有完全不同的数学内涵。

如果考虑此处实际推导过程中的基本思想,需要将“导数算子 D ”视为定义于流形 M 所浸没的 Euclid 空间 $\mathcal{R}^{m+1}$ 中的“基本数学概念”,同时把 U 视为流形 M 一点处局部域的一种“等价表述”的时候,那么,上述关系式左侧的大概诠释为

$$\begin{aligned} (DX)|_U : \mathcal{R}^{m+1} \rightarrow U &\mapsto DX \rightarrow (DX)|_U \\ D, X \in \mathcal{R}^{m+1} \quad U \subset M^m \subset \mathcal{R}^{m+1} \end{aligned}$$

而关系式右侧的大概诠释为

$$\begin{aligned} D(X|_U) : \mathcal{R}^{m+1} \rightarrow U &\mapsto D(X|_U) \\ D \in \mathcal{R}^{m+1} \quad X \in U \subset M^m \subset \mathcal{R}^{m+1} \end{aligned}$$

也就是说,对于定义于 $\mathcal{R}^{n+1}$ 中的导数算子 D 而言,前者是“导数算子的像”从平直空间到流形一点处邻域上的“浸入”映射;而后者则对应于算子 D 的“定义域”,首先从平直空间到流形上一点处邻域作“浸入”映射,或者说是“定义域浸入”映射的“像”所作导数运算。两种结果完全不同。

至于按照微分几何希望表达的实际内涵考虑,即将导数算子 D 定义在流形 M 上,而把 U 视为流形处的切空间,那么,上述关系式的两侧仍然表现出两个完全不同的结果,同样不可混为一谈,此处不再赘言。

除此以外,即使不考虑最后引入“协变微分”算子的形式表述不具“一般性”意义的问题,而且,引文所说在相关形式表述

$$\begin{aligned} D(X|_U) &= (dX^i + X^j \Gamma_{jk}^i dx^k) \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \\ &= \left(\frac{\partial X^i}{\partial x^k} + X^j \Gamma_{jk}^i \right) dx^k \otimes \frac{\partial}{\partial x^i} \end{aligned}$$

的右侧,其中的“坐标(x^i)”隶属于给定点处“切空间”,这个对于现代微分几何至关重要的论断并不正确,它只能与“流形 M 上的‘曲线’坐标”构成逻辑对应,而不是给定点处 Euclid 空间中的任意平直坐标系。否则,上述构造“协变微分”的全部过程都不再成立。

至于到底如何对流形的“局部域”以及“大范围”做出明确区分的问题,其实,这个命题本身就充分反映西方科学世界“形而上学”思维方式中的“绝对化、简单、孤立”错误倾向。曲面是一个有机整体,它的“整体性”弯曲特征与曲面上“一点处”的变化规律是彼此互为支撑的“辩证统一”存在。事实上,当任何一个“梯度算子(全导数)”被定义于函数定义域的某一个“确定”点处的时候,借助覆盖该点“无穷小邻域”所刻画的变化特征,正是流形本质蕴涵“整体变化”特征,从整个流形到该局部域构造的映射。相反,没有局部域的“弯曲”本质,同样没有“弯曲空间”的整体存在。

16.5.12 曲率张量

由乘积规则(11.8)看出,协变微分非常类似于普通微分。但是普通微分有一重要性质:如果我们接连微分两次,微分次序无关紧要;然而协变微分通常不具有这一性质。

首先让我们考虑标量场 S 。由式(11.1),我们有

$$\begin{aligned} S_{;\mu;\nu} &= S_{;\nu;\mu} - \Gamma_{\mu\nu}^\alpha S_{;\alpha} \\ &= S_{;\mu\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^\alpha S_{;\alpha} \end{aligned} \quad (12.1)$$

上式对 μ, ν 是对称的,所以在通常情况下,协变微分次序无关紧要。

现在我们来考虑矢量 A_ν ,且对它施行两次协变微分。由式(11.3),把 $A_{\nu;\rho}$ 当作 $T_{\nu\rho}$,得

$$\begin{aligned} A_{\nu;\rho;\sigma} &= A_{\nu;\rho;\sigma} - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha A_{\alpha;\rho} - \Gamma_{\rho\sigma}^\alpha A_{\nu;\alpha} \\ &= (A_{\nu;\rho} - \Gamma_{\nu\rho}^\alpha A_{\alpha;\sigma}) - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha (A_{\alpha;\rho} - \Gamma_{\alpha\rho}^\beta A_{\beta;\sigma}) \\ &\quad - \Gamma_{\rho\sigma}^\alpha (A_{\nu;\alpha} - \Gamma_{\nu\alpha}^\beta A_{\beta;\sigma}) \\ &= A_{\nu;\rho;\sigma} - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha A_{\alpha;\rho} - \Gamma_{\rho\sigma}^\alpha A_{\nu;\alpha} \\ &\quad - A_{\beta;\sigma} (\Gamma_{\nu\rho;\sigma}^\beta - \Gamma_{\nu\sigma}^\alpha \Gamma_{\alpha\rho}^\beta - \Gamma_{\rho\sigma}^\alpha \Gamma_{\nu\alpha}^\beta) \end{aligned}$$

交换上式的 ρ 和 σ 后得到一个表式,再把上式与它相减,结果为

$$A_{\nu;\rho;\sigma} - A_{\nu;\sigma;\rho} = A_{\beta} R_{\nu\rho\sigma}^\beta \quad (12.2)$$

此处所述,形式上属于经典“曲面论”关于 3 维 Euclid 空间 R^3 中一个确定 2 维弯曲曲面中的结果。并且,如果仅仅从逻辑推理的“表观形式”考虑,Dirac 列出的所有推导,相合于本书式(16.5.15)给出的系列方程。但是,正如经典“曲面论”只能将曲面的弯曲性质纳入曲面的“非内蕴几何”范畴之中,或者说,曲面的“弯曲”性质必须借助该曲面在其所浸没的大平直空间中的性态加以表现,因此,仍然逻辑相容于本书给出的所有附加分析,所有的分析本质上仍然是属于 3 维 Euclid 空间中的向量分析。根本不存在诸如

式中

$$R_{\nu\rho\sigma}^{\beta} = \Gamma_{\nu\sigma,\rho}^{\beta} - \Gamma_{\nu\rho,\sigma}^{\beta} + \Gamma_{\nu\sigma}^{\alpha}\Gamma_{\alpha\rho}^{\beta} - \Gamma_{\nu\rho}^{\alpha}\Gamma_{\alpha\sigma}^{\beta} \quad (12.3)$$

式(12.2)左边为一张量。由此得出式(12.2)右边也为一张量。这对任何矢量 A_{β} 都有效;所以根据4节的商定理, $R_{\nu\rho\sigma}^{\beta}$ 为一张量,称之为 Riemann-Christoffel 张量或曲率张量。

此张量具有以下明显性质:

$$R_{\nu\rho\sigma}^{\beta} = -R_{\rho\nu\sigma}^{\beta} \quad (12.4)$$

又由式(12.3),我们容易看出

$$R_{\nu\rho\sigma}^{\beta} + R_{\rho\sigma\nu}^{\beta} + R_{\sigma\nu\rho}^{\beta} = 0 \quad (12.5)$$

我们降低附标 β ,并把它当作第一附标,得

$$R_{\mu\nu\rho\sigma} = g_{\mu\beta}R_{\nu\rho\sigma}^{\beta} = g_{\mu\beta}\Gamma_{\nu\sigma,\rho}^{\beta} + \Gamma_{\nu\sigma}^{\alpha}\Gamma_{\mu\alpha\rho} - \langle\rho\sigma\rangle$$

式中记号 $\langle\rho\sigma\rangle$ 用来表示把前几项交换 ρ, σ 后而得到的那些项。于是,由式(8.6)

$$\begin{aligned} R_{\mu\nu\rho\sigma} &= \Gamma_{\mu\nu\sigma,\rho} - g_{\mu\beta,\rho}\Gamma_{\nu\sigma}^{\beta} + \Gamma_{\mu\beta\rho}\Gamma_{\nu\sigma}^{\beta} - \langle\rho\sigma\rangle \\ &= \Gamma_{\mu\nu\sigma,\rho} - \Gamma_{\beta\mu\rho}\Gamma_{\nu\sigma}^{\beta} - \langle\rho\sigma\rangle \end{aligned}$$

同样由式(8.5)

$$R_{\mu\nu\rho\sigma} = \frac{1}{2}(g_{\mu\sigma,\nu\rho} - g_{\nu\sigma,\mu\rho} - g_{\mu\rho,\nu\sigma} + g_{\nu\rho,\mu\sigma}) + \Gamma_{\beta\mu\sigma}\Gamma_{\nu\rho}^{\beta} - \Gamma_{\beta\mu\rho}\Gamma_{\nu\sigma}^{\beta} \quad (12.6)$$

现在就显示出另一些对称性质,即

$$R_{\mu\nu\rho\sigma} = -R_{\nu\mu\rho\sigma} \quad (12.7)$$

和

$$R_{\mu\nu\rho\sigma} = R_{\rho\sigma\mu\nu} = R_{\sigma\rho\nu\mu} \quad (12.8)$$

从所有这些对称性得出如下结果:在 $R_{\mu\nu\rho\sigma}$ 的 256 个分量中,只有 20 个是独立的。

“向量平移”这样一些人为杜撰的概念前提。

此外,对于基本上能够以自然科学所必需的“实体论”为基础,由 Gauss 和 Riemann 最初建立的“微分几何”而言,尽管它提供了许多有价值的结果,但是,将某一个“完整”几何客体强行拆分为“内蕴”和“非内蕴”的一种错误的形而上学思维方式,使得这个学科从开始便注定彻底陷入错误导向之中。

当然,由于认识的历史局限性或者人类认识只能处于逐次深化之中的基本事实,这个学科体系的开创者甚至无力发现对后续微分几何发展具有根本意义的 Riemann 张量实际隐含的大量逻辑不当或者错误。

而且,仍然需要不断重复指出:即使容忍现代微分几何在随意约定基础上所作的所有无理操作,但是,如果无法对曲面本身做出前提性的认定,那么,也根本无法将“实体论微分几何”中一些甚至自身存在错误的结论简单移植到所谓的一般 Riemann 空间向量分析之中。任何特性只能逻辑地从属于特定客体,客体自身无法确定,特性又如何存在的呢?

16.5.12A “Riemann 张量”实际蕴涵的“非张量”本质

在现代微分几何中,“Riemann 张量”同样应该被视为一个基础性的重要前提概念,成为一系列后续推论的基础。如果仅仅着眼于推导“Riemann 张量”的“局部”推导过程,目前大部分著述的相关叙述似乎无可非议。但是,恰恰由于逻辑前提的认识不当,关于这个数学形式的许多相关结论都存在严重的认识不当。

首先,介绍经典理论通常是如何引入“Riemann 张量”的。与 Dirac 著述中的基本思想一致,某些“张量分析”著述往往会这样指出:

在 3 维 Euclid 空间一旦引入“曲线坐标系”以及相应导出的“协变导数”概念,那么,原则上允许对诸如 $A(x)$ 这样的向量场连续进行两次“协变导数”运算。但是,人们发现,如果在这个特定的两次求导运算中,改变“协变导数”的运算次序,相应会出现一些有意义的结果。当然,其中最重要的是此处需要讨论的“Riemann 张量”。

在 3 维 Euclid 空间中,假设存在某一个向量场 $A(x)$,以及以上给出“协变微分(本质上应该代之以‘梯度’的称谓)”的运算法则,相应有

$$\begin{aligned}\nabla_k \nabla_j A_i &= \frac{\partial^2 A_i}{\partial x^k \partial x^j} - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p - \Gamma_{ij}^p \frac{\partial A_p}{\partial x^k} - \Gamma_{ik}^p \frac{\partial A_p}{\partial x^j} \\ &\quad + \Gamma_{ik}^p \Gamma_{pj}^q A_q - \Gamma_{jk}^p \frac{\partial A_i}{\partial x^p} + \Gamma_{jk}^p \Gamma_{ip}^r A_r\end{aligned}$$

按照以上所述,改变前后求导的次序,得

$$\begin{aligned}\nabla_j \nabla_k A_i &= \frac{\partial^2 A_i}{\partial x^j \partial x^k} - \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p A_p - \Gamma_{ik}^p \frac{\partial A_p}{\partial x^j} - \Gamma_{ij}^p \frac{\partial A_p}{\partial x^k} \\ &\quad + \Gamma_{ij}^p \Gamma_{pk}^q A_q - \Gamma_{kj}^p \frac{\partial A_i}{\partial x^p} + \Gamma_{kj}^p \Gamma_{ip}^r A_r\end{aligned}$$

继而,将两式相减得

$$\nabla_k \nabla_j A_i - \nabla_j \nabla_k A_i = \left\{ \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p + \Gamma_{ik}^p \Gamma_{ij}^p - \Gamma_{ij}^p \Gamma_{ik}^p \right\} A_p \quad (\text{Classicl a})$$

于是,可以引入如下所示的形式量:

$$R_{ijk}^p = \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p + \Gamma_{ik}^p \Gamma_{ij}^p - \Gamma_{ij}^p \Gamma_{ik}^p \quad (\text{Classicl b})$$

相应存在

$$\nabla_k \nabla_j A_i - \nabla_j \nabla_k A_i = R_{ijk}^p A_p \quad (\text{Classicl c})$$

于是,人们这样指出:根据判断张量的“商原则”,可以由 4 阶数组 R_{ijk}^p 构造的集合称为张量,即此处所述的 Riemann 张量。

其实,以上所述的推理过程,恰恰极其生动地表现了西方科学世界长期以来总习惯于进行一种“割裂式”的,当然也“过分简单和粗糙”的形而上学思维,最终几乎必然导致逻辑推理中“本末倒置”的问题。

首先,给定空间域中的向量场 $A(x)$,以及表现向量场“不均匀性”状态的向量场梯度场 ∇A ,乃至进一步表现向量场梯度场“不均匀性”状态的二次梯度场 $\nabla \nabla A$,它们都属于一种“客观性”的存在,不仅仅是相关形式表述得以存在的基础,而且还是相关形式表述是否恰当的唯一客观性基准。因此,都可以将它们称为“客观性”量。另一方面,正如任何一个稍微熟悉或者理解张量“客观性”本质的研究者都知道,这样一些“客观性量”的形式表述较为复杂,乃至它们在不同坐标系中的不同“分量”表述,在本质上需要被视为一种“整体”意义的独立存在。或者说,如果离开某个坐标系的“特定背景”谈论张量的某种具体“分量”表述,甚至把某一个特定坐标系中“分量集合整体”中的某一个“单独分量”孤立开来,以一种过分简单的“形而上学”方式讨论张量的特征,恰恰成为对“张量本质”的根本背离。也就是说,一旦向量空间中的“张量”与某一些特定的“数”关联,那么,作为对于“客观性”量的一种“数”的表述形式,本质上是一个不可分割的整体,不仅仅由“所有分量”构造的集合,而且与作为引入“数”的基准的坐标系共同关联在一起。仅仅于此,才可能吻合于“张量”乃至一切“客观量(几何实体和物理实在)”的本质内涵,使得不同形式量构造的“整体”能够“独立”于不同坐标系的人为选择。

在西方科学世界中,由于长期奉行一种“无视逻辑前提和存在条件”,乃至颠倒“性质”和“拥有性质”逻辑主体之间确定的“从属性”关联,在无视拥有性质的“逻辑主体”的情况下,将只能“仅仅条件存在”的某种性质(或者某个关系式)无条件化,并且,习惯于进行纯粹形而上学意义之上的“无穷剖分”,当然,这样一些过分简单和粗糙的分立式思维模式,自然对“张量分析”客观蕴涵的“整体性”本质构成逻辑否定。也正因为此,面对许多较为复杂问题时,不可避免地陷入重重矛盾和认识紊乱之中。

事实上,既然包括 $\nabla \nabla \mathbf{A}$ 在内的这些形式量被赋予“客观性”意义,只不过蕴涵的内涵较为丰富以至于形式亦较为复杂而已,那么,正如多元函数中的“全微分”或者“态函数”那样,它们能够也必须独立于“坐标系”的任意选择,当然,能够也必须独立于某一个坐标系中构造的特定“运算”过程,或者此处所说“对坐标求导次序”的具体操作方式。于是,作为一个“客观性”量或者向量空间中的一个“态”函数,向量场的梯度场 $\nabla \nabla \mathbf{A}$ 同样是客观的,相应存在独立于一切坐标系的基本特征

$$\nabla \nabla \mathbf{A} : \nabla \nabla \mathbf{A} \in R^3 \cap \nabla \nabla \mathbf{A} \notin \{x^1, x^2, x^3\} \quad (\text{A})$$

既然向量场的梯度场 $\nabla \mathbf{A}$ 作为客观性量与坐标系无关,则更谈不上由于对坐标求导次序不同相应产生客观性差异的问题。

如果以为这样的分析仍然太抽象,需要从特定的“坐标系”以及客观性量对应于该坐标系中的“数组”考虑,那么,正如上面分析一再强调的,此时所述的“数组”不仅仅是一个不可分割的“数组”整体,而且,这个“数组整体”还不允许与构造该“数组”的坐标系分割开来。或者说,对于向量空间中的某一个给定向量场 $\mathbf{A}$ 而言,它的梯度场 $\nabla \mathbf{A}$ 的“完整”表述应该是

$$\nabla \nabla \mathbf{A} = \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} \left[\mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^j} (\mathbf{e}^k A_k) \right] \in R^3 \quad (\text{B})$$

至于其中出现的某一个分量 A_k 乃至某一个形式表述的求导运算 $\frac{\partial}{\partial x^i}$,它们都属于这个“有机整体”中的不同单元,而不能从这个完整“集合”中孤立出来。或者以一种更为“直观而明确”的方式讲则是:在这个关于向量场梯度场的完整形式定义式中,正如人们熟知的那样,所有出现的指标 i, j, k 其实都属于现代数学通常所说的“哑标(Dummy Index)”,也就是说,这些指标没有任何确定性的“指标”意义,当然根本不会也完全不允许对这个数学表述的实际结果产生任何本质影响。

当然,此处构造“Riemann 张量”时最初提出“交换对向量场求导次序”的前提性人为认定,只能成为一个“完全无理”或者“过分直观和肤浅”的表观认识。

从一般思维原则考虑,在面对一个“形式上较为复杂而其内部互为关联的整体性”数学量,乃至相应考虑由“不同的看似分立然而本质上彼此孤立并且互为依赖的物理实在”所构造相应拥有某种“作用”的某一个复杂物理真实的时候,必须学会如何努力使用一种“整体分析”的思考方式对待这些复杂的形式量和物理真实。其实,仅仅凭借一种主观意愿,恣意“分割”某一个整体量,继而以一种“简单、幼稚”的愿望,再把得到的不同部分“独立”起来的时候,人们应该理性意识到:这些被强行分割出来的个体或者个性特征,其实已经随着这种分割而失去了依赖整体而存在的确定意义;也可以说,随着原来隶属于整体而存在的个体特征的失去,这些个体本身也相应失去独立存在的基础。这种蕴涵于整体中的不同个性特征的相互依存,乃至个体对于作为“母体”的整体的一种依赖,同样体现了“辩证统一”的科学思维方法。当然,因为彻底违背了这样一种“辩证统一”的思维原则,现代微分几何中一种纯粹杜撰出来的“局部性分析”,将一个彼此不容分离的整体强行分割以后,已经永远不可能再由另一个同样纯粹杜撰出来的“整体性分析”或者“人为附加”的“联络”得以补救。其实,从方法论考虑,同样由于不善于或者不懂得如何进行“整体意义”的分析,而习惯于“无穷剖分”的简单思考,Newton 力学自其诞生的 4 个世纪,一直不能摆脱“惯性系”隐含的“循环定义”问题。正因为此,对于西方科学世界曾经做出巨大开拓性历史贡献的现代自然科学体系,不得不始终处于由于基元概念不当必然造成的根本逻辑紊乱之中。

于是,作为式(B)关于向量场梯度场所作的“整体性”认定,相应存在一个自然的逻辑推论

$$\begin{aligned} \nabla \nabla \mathbf{A} &= \nabla \nabla \mathbf{A} \in R^3 \\ \nabla \nabla \mathbf{A} &= \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} \left[\mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^j} (\mathbf{e}^k A_k) \right] \cap \nabla \nabla \mathbf{A} = \mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^j} \left[\mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^i} (\mathbf{e}^k A_k) \right] \\ &\quad \mapsto \\ &\quad \mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^i} \left[\mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^j} (A_k \mathbf{e}^k) \right] - \mathbf{e}^j \frac{\partial}{\partial x^j} \left[\mathbf{e}^i \frac{\partial}{\partial x^i} (A_k \mathbf{e}^k) \right] \equiv \mathbf{0} \end{aligned} \quad (16.5.19a)$$

当然,对于作为构造“Riemann 张量”的基础关系式,即前面得到的式(Classic1 a)

$$\nabla_k \nabla_j A_i - \nabla_j \nabla_k A_i = \left\{ \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p + \Gamma_{ik}^q \Gamma_{qj}^p - \Gamma_{ij}^q \Gamma_{qk}^p \right\} A_p$$

相应存在关系式

$$e^k e^j e^p \left\{ \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p + \Gamma_{ik}^q \Gamma_{qj}^p - \Gamma_{ij}^q \Gamma_{qk}^p \right\} A_p \equiv 0 \quad (16.5.19b)$$

如果考虑到向量场 A 的一般性意义,并且,如果允许将经典理论中的“Riemann 张量”仅仅视为一种“数学记号”的时候,必然存在

$$R_{ijk}^p = \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p + \Gamma_{ik}^q \Gamma_{qj}^p - \Gamma_{ij}^q \Gamma_{qk}^p \equiv 0 \quad (16.5.19c)$$

从而成为一种纯粹的“空”陈述,没有任何独立的数学意义。事实上,这也是仅仅限定在 3 维 Euclid 几何空间中的情况下,“Riemann 张量”的所有系数都恒为零的缘故^①。

因此,即使不考虑节 16.5.4 A 关于“张量‘逻辑主体’不可缺失性以及‘商定理’不具普适意义的大概说明”所作的讨论,也就是说,不考虑经典张量理论所述的“商原则”并不具有“一般性”意义,实际上不允许用于“曲线坐标系”这样一个为简单张量理论忽视的认识不当问题,但是,如果注意到此处所述的这个“数学记号”只是式(16.5.17a)所示“张量”整体“分量集合”表述中的一个不完整的部分,那么,这个本质上恒等于零的分量不允许被称为张量。与其对应,经典理论通常采取式(Classic1 c)所示的形式表述,即

$$\nabla_k \nabla_j A_i - \nabla_j \nabla_k A_i = R_{ijk}^p A_p \in R^3$$

应该视为一种“原则上不允许使用”的表述方法。

以上是针对一般 3 维 Euclid 空间进行的讨论。如果通过构造一个“约束映射”,将向量场 A 的定义域限制在 3 维 Euclid 空间中的一个 2 维曲面上,那么依据演绎逻辑,上述针对“Riemann 张量”做出的逻辑否定依然适用。也就是说,充其量允许将

$$\nabla_k \nabla_j A_i - \nabla_j \nabla_k A_i = R_{ijk}^p A_p \in M^2$$

继续视为一个“数学符号”,但是,这个“数学符号”根本不可能像明确微分几何所说的那样,能够成为被赋予“客观性”意义的 4 阶张量。

事实上,可以从两个方面认识此处重新做出的逻辑判断。首先,在经典微分几何针对 2 维弯曲空间所作的相关分析中,还有一个与“Riemann 张量”相关的众所周知的结果,即考虑“Riemann 张量”的另一种等价表述形式

$$R_{mijk} = g_{mi} R_{jk}^l : g_{ml} = \mathbf{r}_m \cdot \mathbf{r}_l \quad (m, i, j, k = 1, 2)$$

此时,不难做出验证,在“Riemann 张量”的 16 个分量中,除了只有两个彼此对称的分量不等于零以外,所有其他分量都等于零,即

$$R_{2121} = R_{1212} = L_{12} L_{12} - L_{11} L_{22} = -K(EG - F^2) \quad (C)$$

在这个表达式中,除了 E, F, G, L 为前面已经提及属于“曲面论”的一系列基本量以外,另一个量为

$$K = \frac{LN - M^2}{EG - F^2}$$

通常称之为曲面的 Gauss 曲率。

显然,Gauss 曲率 K 属于给定曲面自身的客观量。于是,可以等价地说,Gauss 曲率 K 相应构造了一个定义于曲面之上的“标量场”,即

① 不仅仅“Riemann 张量”不能成为真正意义上的张量,而且即使只将其视为一个记号,考虑到向量场梯度的梯度场“使用不同求导次序乃至使用不同坐标系”得到的结果都必须保持同一,因此,将“两个同一量的差”形式化并且将其引入到相关分析的本身就纯属无理。值得指出,在大部分相关著述对此没有形成任何理性认识的时候,在郭仲衡先生所著《张量》一书中,尽管在张量场分析时同样提到“绝对微分、协变导数、Christoffel 符号”以至于“向量平移”等这样一些经典理论中的通常概念,但是,他没有像许多著述那样在此处就提出“Riemann 曲率张量”的概念,直到讨论曲面上张量分析的时候才引入“Riemann 张量”以及相关的古典结果。或许可以相信,在作者特别强调“张量分析获得成功的实质是在于它的不变性,即不随坐标系选择而变化的性质”的时候,这种与众不同的陈述方法似乎应该隐含了某种思想。^[9]

$$K(x) = \frac{Ln - M^2}{EG - F^2} \quad x \in M^2 \subset R^3 \quad (D)$$

当然,这个标量场 K 必须独立于曲面上一切坐标系的选择。继而,如果确实像现代微分几何所说的那样,相应存在 4 阶 Riemann 张量 R ,那么根据式(C),该张量的一种完整表述形式应该为

$$R = R_{\alpha\beta\lambda\mu} e^\alpha e^\beta e^\lambda e^\mu = R_{1212} e^1 e^2 e^1 e^2 + R_{2121} e^2 e^1 e^2 e^1 \in M^2$$

另一方面,根据“非零阶张量”的基本特征,式中的系数即张量分量不仅仅是曲面上点 x 的函数,还是坐标系 $\{x_i\}$ 或者坐标系基矢量 $\{e^i\}$ 的函数,即

$$R_{1212} = R_{1212}(x, e^1(x), e^2(x))$$

于是

$$K(x) \notin \{x_1, x_2\} \leftrightarrow K(x) \neq R_{1212}(x, e^1(x), e^2(x))$$

也就是说,Gauss 曲率 K 作为曲面上的标量场与坐标系无关,而作为 Riemann 张量 R 中的个别分量还决定于坐标系,如果强制两者相等则必然出现逻辑悖论。

此处,需要回顾节 16.5.10A,即“梯度算子的‘客观性’基础与弯曲空间‘协变微分’的重新构造”所作的分析。其中,曾经指出:式(16.5.18d),即现代微分几何关于曲面上向量场微分运算所构造的形式定义

$$\nabla A(x) = r_j r_i (A^{i,j} - \Gamma_a^j A^a)$$

$$i, j = 1, 2 \quad x \in M^2 \quad A(x) \in T(x) : T(x) \subset R^3 \cap T(x) \not\subset M^2$$

仅仅只是一个“条件”定义式,作为曲面上向量场的微分运算并不具有一般意义。为了与向量空间中的一般微分运算保持逻辑相容,曲面上向量场微分运算的形式定义需要代之以式(16.5.18c)所示的形式,即

$$\nabla A(x) = r_j r_i (A^{i,j} - \Gamma_a^j A^a) - r_j r_i (L_{jk} g^{ki} A^n)$$

$$i, j = 1, 2 \quad x \in M^2 \quad A(x) \in R^3$$

那么,由于经典微分几何使用了关于“曲面上向量场微分运算”的一个“不当”定义式,当 Gauss 曲率 K 与仅仅作为一种“数学记号”而并非真正意义上的“4 阶 Riemann 张量 R ”中的个别分量一致的结果应该是可能接受的,不会因此而与式(16.5.19)所示的一般结果发生逻辑悖论的状况。

进一步讲,对于 3 维 Euclid 空间中向量场的微分运算而言,即使将定义域严格限制在某一个特定“弯曲子空间”之中,那么,向量场 A 梯度场的梯度场 $\nabla \nabla A$ 仍然是一个客观量,绝对不可能因为变更“微分运算的次序”而改变该客观量的真实内涵。也就是说,此时仍然存在与“一般结论”保持逻辑相容的结果

$$\nabla \nabla A = e^i \frac{\partial}{\partial x^i} \left[e^j \frac{\partial}{\partial x^j} (e^k A_k) \right] \cap \nabla \nabla A = e^i \frac{\partial}{\partial x^j} \left[e^j \frac{\partial}{\partial x^i} (e^k A_k) \right] \quad (16.5.20a)$$

$\mapsto$

$$e^i \frac{\partial}{\partial x^i} \left[e^j \frac{\partial}{\partial x^j} (A_k e^k) \right] - e^j \frac{\partial}{\partial x^j} \left[e^i \frac{\partial}{\partial x^i} (A_k e^k) \right] \equiv 0$$

以及

$$e^i e^j e^p \left\{ \frac{\partial}{\partial x^j} \Gamma_{ik}^p - \frac{\partial}{\partial x^k} \Gamma_{ij}^p A_p + \Gamma_{ik}^q \Gamma_{jq}^p - \Gamma_{ij}^q \Gamma_{qk}^p \right\} A_p \equiv 0 \quad (16.5.20b)$$

$$x \in M^2 \quad A \in R^3$$

反过来讲,也仅仅于此,才可能使人们相信相关的推导是符合逻辑的,当然也应该是合理和可接受的。如果在一个推理过程中允许随时随地地引入不同“人为”约定,那么,已经没有任何“推理”可言。

16.5.13 空间平坦的条件

可以说,至此所做的分析基本上已经涵盖“广义相对论”的全部概念基础(或者从“实体论”微分几何到“约定论”微分几何的思维基础)。因此,一旦在这些基元概念的认识上真正形成理性认识和准确判断,那么,对于 Dirac 著述中后续概念的正误真伪同样能够方便地做出判断。当然,不妨更为明确地说:对于建立在“约定论”基础上的“广义相对论”和目前的微分几何而

言,由于一系列最基本的概念前提只不过表现了“本质失真”的不同人为认定,相应几乎在每一个重要推理环节上都隐含根本的“逻辑不相容”问题,因而自然地变成由被许多“看似抽象而实为虚妄并且过分晦涩”的概念而掩盖起来的“伪科学”系统,以至于任何后续分析本质上没有继续存在的必要,不仅仅必然变得索然无味,而且,这种已经完全多余的分析还根本破坏了科学批判所必需的严肃性;如果以“无理存在”作为逻辑推理的基础或者逻辑前提,那么,已经逻辑地注定其后所有的一切都是无理的,因此,在任何无理基础前提下的后续分析已经谈不上科学。

另一方面,仍然需要反复地指出,重新认识“相对论”的本质并不在于“逻辑”或者任何真正属于“科学以内”的问题,而根本在于彻底抛弃和批判宗教情结对于自然科学研究的又一次干扰和亵渎,或者重新维护和坚持自然科学研究必须严格遵循的理性原则的根本问题。对于公然提出只能以“直觉和顿悟”为唯一存在基础的整个“相对论”,根本没有逻辑可言。其实,这也是聪慧的 Dirac 能够将量子力学中的数学称为“有趣游戏”的缘故。其实,对于 20 世纪西方科学世界所构造的现代自然科学体系,Dirac 的断语实质上正起着一种“画龙点睛”的作用,它本质上告诉人们:面对“愈益复杂”的大自然,以及实际上还需要同时面对“包括数学乃至哲学在内的自然科学”中遗留下来的一系列并没有真正得到解决认识困惑的时候,对于目前仍然由西方科学家主导的科学世界,迫不得已对“逻辑和理性”做出的一次彻底退让。

同样毋庸置疑的是,现代主流科学社会竟然敢于公开提出“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”并且向人们大肆灌输“科学宗教情结”的同时,却又强行要求人们乃至自存的物质世界必须“严格逻辑”地服从他们杜撰出来的普遍真理。当然,在这样一种与强盗逻辑毫无差异的强大压力之下,自然科学研究中几乎所有的人早已不能不彻底放弃了自然科学体系赖以存在的“独立思考”和“科学批判”精神。实际上,也正因为此,如果说西方科学世界中的某些人曾经诚实地指出,包括 Einstein 在内的任何人都不可能真正读懂“相对论”的时候,人们同样可以相信,包括 Dirac 在内的许许多多的研究者实际上从来没有真正读懂他们所认同的形形色色“第一性原理”,甚至只能像一些现代量子力学著述所主张的,需要反过来仰仗于“第一性原理”,成为让所有后继者不加任何思辨地接受认识量子力学的唯一有效途径。

于是,在人类期望认识对其得以存在的物质世界,或者对自存的物质世界本身能够做出一种“合理(逻辑相容)”以及尽管只能“大概真实”描述的时候,却由于“描述者试图依赖将自己置于被描述的对象之上以回避矛盾”这样一种明显无理和纯粹自欺的认识颠倒,现代科学世界在掌控许许多多前人难以想象的先进技术的同时,却处于认识论中一种同样前所未有的尴尬之中。

或许正是在这样一种意义之上,仍然具有某种价值需要继续读完 Dirac 的著述,让那些已经彻底放弃独立思考以及彻底放弃逻辑的人们重新感悟“逻辑”的真实内涵,使得人类的自然科学从“约定论”的自欺之中彻底摆脱出来。

如果空间是平坦的,我们可以选取直线坐标系,于是 $g_{\mu\nu}$ 即为常数。于是,张量 $R_{\mu\nu\rho\sigma}$ 等于零。

反之,如果 $R_{\mu\nu\rho\sigma}$ 等于零,我们能够证明空间是平坦的。我们取一矢量 A_μ ,它位于点 x ,通过平行位移把它移到点 $x+dx$ 。然

无疑,Dirac 关于“平坦空间”的全部推理过程只能属于“形而上学”意义上的简单思辨范畴。此处,仍然以“实体论”微分几何中针对 2 维曲

后又通过平行位移把它移到点 $x+dx+\delta x$ 。如果 $R_{\mu\nu\rho\sigma}$ 等于零,则其结果必定相同于我们先把它从 x 移到 $x+dx$,然后再移到 $x+dx+\delta x$ 。这样我们就能把此矢量移到遥远点,而所得的结果与到此遥远点的路线无关。因此,如果我们把原来在 x 的矢量 A_μ 通过平行位移移到所有各点,那么就得到一矢量场,满足 $A_{\mu;\nu}=0$,或

$$A_{\mu;\nu} = \Gamma_{\mu\nu}^\sigma A_\sigma$$

这样的一矢量场能否满足是某一标量场的梯度呢?在式(13.1)中如果令 $A_\mu = S_{,\mu}$,得

$$S_{,\mu\nu} = \Gamma_{\mu\nu}^\sigma S_{,\sigma}$$

因 $\Gamma_{\mu\nu}^\sigma$ 对其两个下标是对称的, $S_{,\mu\nu}$ 和 $S_{,\nu\mu}$ 有相同值,方程(13.2)是可积的。

让我们取四个独立的标量,它们都满足式(13.2),并且令它们为新坐标系的四个坐标 $x^{a'}$ 。于是

$$x^{a'}_{;\mu\nu} = \Gamma_{\mu\nu}^a x^{a'}_{,\sigma}$$

按照变换规则(4.7),

$$g_{\mu\nu} = g_{a'\beta'} x^{a'}_{,\mu} x^{\beta'}_{,\nu}$$

此方程对 x^ν 微分,由式(8.6)得

$$\begin{aligned} g_{\mu\lambda,\nu} - g_{a'\beta',\nu} x^{a'}_{,\mu} x^{\beta'}_{,\lambda} &= g_{a'\beta'} (x^{a'}_{,\mu\nu} x^{\beta'}_{,\lambda} + x^{a'}_{,\mu} x^{\beta'}_{,\lambda\nu}) \\ &= g_{a'\beta'} (\Gamma_{\mu\nu}^\sigma x^{a'}_{,\sigma} x^{\beta'}_{,\lambda} + x^{a'}_{,\mu} \Gamma_{\lambda\nu}^\sigma x^{\beta'}_{,\sigma}) \\ &= g_{\sigma\lambda} \Gamma_{\mu\nu}^\sigma + g_{\mu\sigma} \Gamma_{\lambda\nu}^\sigma \\ &= \Gamma_{\lambda\mu\nu} + \Gamma_{\mu\lambda\nu} = g_{\mu\lambda,\nu} \end{aligned}$$

因而

$$g_{a'\beta',\nu} x^{a'}_{,\mu} x^{\beta'}_{,\lambda} = 0$$

由此可见 $g_{a'\beta',\nu}=0$,对新坐标系来说,基本张量是常数。这样我们就证明了空间是平坦的,可以选取直线坐标。

面维基础进行分析:

1. 首先,根据曲面论关于 Gauss 曲率的定义推知:

$$K = k_1 k_2:$$

$$k_1 = \frac{L}{E} \quad k_2 = \frac{N}{G}$$

因此, Gauss 曲率 K 等于零并不意味着曲面的两个主曲率 k_1 和 k_2 同时等于零,也就是说,所论 2 维子空间仍然是弯曲曲面;

2. 必须牢记,初等微分几何的 Levi-Civita 平移只是一种“人为约定”的操作,不允许引入到推理过程之中。以某一个人为操作(补充约定)为基础所导得的结果不属于演绎逻辑推理,没有任何意义;

3. 事实上,如果像 Dirac 所述,能够按照“平行移动”所规定的法则,从曲面上某一点移动至“遥远”点,那么,作为曲面上向量平移的一种特例,定义于地球北极的某一个切向量被平移到赤道上时,相应只能变化为零向量。那么,这种完全失真的操作对于表现曲面上某一个真实存在的向量场的状态特征有何意义呢?

4. 至于对“只要 $g_{a'\beta',\nu}=0$,就证明了空间是平坦”的结论,非常容易找到它的反例:对于均匀球面,自然存在恒定的度量张量。

16.5.13A 曲面上向量场“在某一个点处梯度等于零”实际蕴涵的几何意义

在自然科学研究(特别是自身往往只作为“形式量”而存在的数学研究)中,任何一种分析或者推理过程能否被称为一种“合理”和“有效”的分析,唯一的判别原则仅仅在于推论和前提是否严格保持一致或者逻辑相容。当然,这也是通常所说“演绎逻辑”的全部内涵,在演绎推理过程绝对不允许再添加任何其他人为约定,或者说任何补充约定本质上与演绎逻辑格格不入,必然伴随着逻辑不相容。显然,Dirac 在此处所说“空间

平坦条件”与前面提出“向量平移、协变微分”等概念一样,同属于补充人为约定的范畴,也几乎不可避免地隐含逻辑不相容的问题。

事实上,在 Gauss 等最初构造微分几何的时候,整个分析仍然属于“实体论”的思维范畴,承认曲面只是平直空间中的集合,并且,只能依赖曲面所生存的平直空间为基准,讨论某一个“给定曲面”乃至“定义于曲面上某个给定向量场”的空间分布特征。没有给定曲面乃至曲面上给定向量场的逻辑前提,也根本不存在属于曲面的几何或者曲面上向量场分布的空间特征。正因为此,初等微分几何的所有分析都是以曲线或者曲面所存在的 3 维 Euclid 空间为基础的。

同样,前面所有的补充分析都表明这样一种基本原则: 曲面上的几何乃至定义于曲面上的向量场作为几何实体,只可能真实地存在于 3 维 Euclid 空间之中; 当然,属于曲面自身的几何乃至关于曲面上向量场的分析,必须完全逻辑相容于 3 维 Euclid 空间中的一般向量分析以及张量分析; 或者更为准确地说, 曲面几何只是在空间几何上构造不同“约束映射”自然获得的逻辑推论。

可以相信,对于这样一种明显的“理性”认识,即使对于承认“约定论”的现代微分几何学家,也绝对不至于会公开予以否定。因此,人们可以此为基础,重新检讨“曲面上向量场在一点处的梯度等于零”、“曲面上恒向量场”以及“平坦空间条件”等这样一些现代微分几何基本概念的真实内涵。

首先,需要再次指出本书独立给出的式(16. 5. 18a)是根据 3 维空间中梯度算子的“一般性”定义,通过严格的演绎逻辑,针对“曲面上向量场梯度场”所作的定义式,即

$$\nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}) = \mathbf{r}_j \mathbf{r}_i (A^{i,j} - \Gamma_{\alpha}^j A^{\alpha})$$

$$i, j = 1, 2 \quad \mathbf{x} \in M^2 \quad \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in T(\mathbf{x}) : T(\mathbf{x}) \subset R^3 \cap T(\mathbf{x}) \not\subset M^2 \quad (\text{Dirac 11. 1})$$

在表现形式上,这个定义式与目前微分几何中的相关定义完全一致,故而此处仍然沿用前述讨论曾经使用过的记号,即式(Dirac 11. 1)表示这个定义式。但是,引入形式上相同定义式的过程完全不同,以至于它们相应的数学内涵存在根本差异; 对于目前的微分几何,如果撇开“向量平移”之类人为认定不说,其实只是简单模仿“3 维平直空间曲线坐标系中向量场梯度形式定义”的数学表述,或者说仅仅属于“约定论”意义上的一种“人为”认定。因此,正如现代微分几何所期待的那样,这个定义式的存在可以也只能是无条件的。但是,建立在“实体论”上并且仅仅根据演绎逻辑(没有添加任何人为约定)而重新推导出来的结果,只是节 16. 5. 11 A 中式(A)所定义双重约束映射

$$\mathbf{x} \in R^3 \rightarrow \mathbf{x} \in M^2 \cap \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in R^3 \rightarrow \mathbf{A}(\mathbf{x}) \in T(\mathbf{x})$$

作用在“一般梯度算子”上得到的一个“条件”推论,当然,这个定义式同样只能视为条件定义式: 不仅仅向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$ 自变量的定义域被限定在 2 维曲面 M^2 上,而且,该向量场在该点处只存在切向分量。

于是,现在不妨从这个定义式出发,进一步探讨 Dirac 著述在此处所提“曲面上向量场在某一点处梯度(即通常所述协变导数)等于零”实际隐含的逻辑内涵。事实上,对于定义于曲面上的某一个向量场 $\mathbf{A}(\mathbf{x})$,如果它在曲面的某一个特定点 $\mathbf{x}_{\text{part}}$ 处的向量仅仅存在切向分量,并且该点处的梯度等于零,即

$$\mathbf{x} \in M^2 \cap \mathbf{A}(\mathbf{x}_{\text{part}}) \in T(\mathbf{x}) \cap \nabla \mathbf{A}(\mathbf{x}_{\text{part}}) = 0$$

那么,在曲面上该点处一个无穷小邻域中,对于曲面上任何一个方向上出现的无穷小位移 $\delta \mathbf{x}$,该向量场相应存在

$$\delta \mathbf{A}(\mathbf{x}) = \mathbf{A}(\mathbf{x}) - \mathbf{A}(\mathbf{x}_{\text{part}}) = \delta \mathbf{x} \cdot \nabla \mathbf{A} = 0 \leftrightarrow \mathbf{A}(\mathbf{x}) \equiv \mathbf{A}(\mathbf{x}_{\text{part}})$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{x}_{\text{part}} + \delta \mathbf{x} \quad (16. 5. 21)$$

考虑到给定点 $\mathbf{x}_{\text{part}}$ 处向量 $\mathbf{A}$ 只存在切向分量,满足式(Dirac 10. 1)所作梯度运算的形式定义,那么,相应存在

$$\delta \mathbf{A}(\mathbf{x}) = 0 \leftrightarrow A_{\mu,\nu} = \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha} A_{\alpha} \quad (\text{Dirac 13. 1})$$

这正是 Dirac 著述中指出的结果。

如果仅仅从“数学符号”的角度考虑,以上所述结论的正确性是显然或者过分平凡。但是,问题恰恰在于至今的微分几何关于这些结论的理解正停留在“数学符号”上,属于一种纯粹“浅层次”的认识,没有真正理解这些数学表述式蕴含的逻辑内涵。

首先,对于式(16. 5. 20)所示的恒等式,它是否吻合目前微分几何在“约定论”基础上所期望的那种表示,

即由于现代微分几何已经将曲面上的向量场前提性地限制在曲面各点处的各自切空间,那么,这个向量恒等式是否意味着给定点 x 处的向量 $A(x_{\text{parti}})$ 与其邻点 $x + \delta x$ 处的向量 $A(x + \delta x)$ 形成一种形式意义上的完全对应呢?也就是说

$$\begin{aligned} \delta A(x) &= A(x) - A(x_{\text{parti}}) = 0 \\ &\vdash \end{aligned} \quad (A)$$

$$\begin{aligned} A(x) &\equiv A(x_{\text{parti}}) : A(x_{\text{parti}}) \in T(x_{\text{parti}}) \cap A(x) \in T(x) \\ x &= x_{\text{parti}} + \delta x \end{aligned}$$

继而,如果再根据子空间之间“合同变换(Congruent Transformation)”这样一种现代微分几何观点,在曲面上不同点处引入正交的 Darboux 活动框架 $[x, e_1, e_2 : x \in M^2]$,那么,相应存在

$$\begin{aligned} A(x) &\equiv A(x_{\text{parti}}) : A(x_{\text{parti}}) = A_i e_i \in T(x_{\text{parti}}) \cap A(x) = A_i e_i \in T(x) \\ &\vdash \\ \begin{cases} A_1(x_{\text{parti}}) = A_1(x) \\ A_2(x_{\text{parti}}) = A_2(x) \end{cases} & \end{aligned} \quad (B)$$

$$x = x_{\text{parti}} + \delta x$$

这样,曲面上不同点处的向量形式地处于“完全对应”之中。当然,这个结果正应该是现代微分几何所期待的结果。或者说,对于此处所述一种几乎为现代微分几何研究者完全不屑一顾简单特例,能够大概浅显地表现了 F. Klein 于 1872 年关于几何学基础所提出的“Erlangen 纲领(Program)”;几何学的主要任务是研究空间中的变换群以及变换群中的不变量。

但是,无论数学以怎样的形式发展,或者说指导数学研究的数学基础曾经发生怎样变化,乃至未来又将出现怎样的变化,但是,对于“逻辑自洽性”的矢志不渝的追求始终可以被认作是数学的全部精髓和核心内涵。不难做出严格证明:式(B)所期待的那种“合同变换”得以存在的逻辑前提,即式(A)并不成立,或者说,式(A)本质上已经违背了梯度算子的“一般性”定义的逻辑前提。

事实上,与张量(向量)的客观性基础一致,式(16.5.21)所表达的是一种“客观性”关系式。也就是说,当曲面上向量场 $A(x)$, $x \in M^2$ 在给定点 x_{parti} 处的梯度 ∇A 等于零的时候,相邻点处的向量与该给定点处向量的等价关系同样属于一种“客观性”表述,与具体使用坐标系的选择完全无关。事实上,如果说最初建立在“实体论”上微分几何中的所有向量分析都渊源于 3 维 Euclid 空间中的向量分析一致,那么,与其完全保持逻辑相容,这个向量关系式同样必须逻辑地定义于 3 维 Euclid 空间 R^3 之中

$$\begin{aligned} \nabla A \Big|_{x=x_{\text{parti}}} &= 0 \\ &\vdash \in R^3 \\ \delta A(x) &= A(x) - A(x_{\text{parti}}) = 0 \leftrightarrow A(x) \equiv A(x_{\text{parti}}) \\ x &= x_{\text{parti}} + \delta x \end{aligned}$$

并且,根据式(16.5.15)最初定义梯度算子

$$\nabla : \nabla(x) \Big|_{x=x_0} e^i \frac{\partial}{\partial x^i} = e_i \frac{\partial}{\partial x_i} : e^i = \frac{\partial r(x_0)}{\partial x_i} \quad e_i = \frac{\partial r(x_0)}{\partial x^i} \quad e^i \cdot e_i = 1 \quad (i = 1, 2, 3)$$

时所作的基本认定一致,一旦引入坐标系,那么,向量关系式中的“基矢量”以及与其对应的“向量分量”都需要定义在与“梯度算子定义点”保持一致的局部坐标系之中。因此,对于现代微分几何通常理解的关系式(A),或者作为一种前提性的基本约定

$$\begin{aligned} \delta A(x) &= A(x) - A(x_{\text{parti}}) = 0 \\ &\vdash \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A(x) &\equiv A(x_{\text{parti}}) : A(x_{\text{parti}}) \in T(x_{\text{parti}}) \cap A(x) \in T(x) \\ x &= x_{\text{parti}} + \delta x \end{aligned}$$

属于完全不当或者失真的理解,需要相应改变为

$$\delta A(x) = A(x) - A(x_{\text{parti}}) = 0$$

$$\begin{aligned} & \vdash \\ & A(x) \equiv A(x_{\text{parti}}) \in R^3 : A(x_{\text{parti}}) \in T(x_{\text{parti}}) \cap A(x) \notin T(x) \\ & x = x_{\text{parti}} + \delta x \end{aligned} \quad (C)$$

它告诉人们:对于定义于表面上的某一个真实存在的向量场 $A(x)$, $x \in M^2$, 如果该向量场在曲面一点 x_{parti} 处的梯度等于零, 那么在不考虑高阶向量的前提下, 该给定点“无穷小邻域”中所有其他点处的向量, 即 $A(x + \delta x)$, $\delta x \rightarrow 0$, 在一种“实在”或者“客观”意义上保持同一。当然, 如果给定曲面在此点处两种主曲率都不等于零, 或者说是“完全弯曲”的, 那么, 一旦给定点处向量场的梯度等于零, 则逻辑地意味着该给定点无穷小邻域中“任何邻点处”的向量都不可能继续处于“该邻点的切空间”之中。

于是, 根据严格演绎逻辑给出的结果进一步向人们表明: 对于式(B)所示, 由 19~20 世纪西方几何学家做出的人为假设并不真实存在, 即

$$\begin{aligned} & \nabla A(x_{\text{parti}}) = 0 \leftrightarrow A(x) \equiv A(x_{\text{parti}}) : \\ & \exists A(x_{\text{parti}}) = A_i e_i \in T(x_{\text{parti}}) \cap A(x) = A_i e_i \in T(x) \\ & \text{also} \\ & \exists \begin{cases} A_1(x_{\text{parti}}) = A_1(x) \\ A_2(x_{\text{parti}}) = A_2(x) \end{cases} \quad x = x_{\text{parti}} + \delta x \end{aligned} \quad (D)$$

或者说, 这个人为认定只能被称之为一种纯粹“一厢情愿”的虚幻假设。如果需要认同这个人为假设, 则必然与定义于 3 维几何空间中“一般向量分析”构成逻辑悖论。

继而, 再考虑 Dirac 所述表面上向量场的自变量在经历“有限距离移动”以后造成变化的问题。对于表面上的某一个向量场, $A(x)$, $x \in M^2$, 如果人们确信该向量场在整个表面上的梯度场 ∇A 处处为零, 那么, 根据重新建立构造的式(C), (D)相应现代微分几何仅仅作为“人为约定”而提出的式(A), (B)所做出的逻辑否定, 首先可以做出第一个判断:

$$\begin{aligned} & \nabla A(x) \equiv 0 : x \in M^2 \\ & \vdash \end{aligned} \quad (16.5.22a)$$

$$A(x) \equiv \text{const} \quad A(x) \in R^3 \cap A(x) \notin T(x)$$

只要给定 2 维子空间 M^2 是真正弯曲的, 并且, 该表面上的向量场梯度恒等于零, 那么, 该向量场只能成为只管定义域被限定在曲面之上, 但是, 自身只能在 3 维平直空间存在的 3 维向量分布。

此外, 与其对应, 自然存在

$$\begin{aligned} & \nabla A(x) \equiv 0 : x \in M^2 \cap A(x) \in R^3 \\ & \vdash \\ & \exists A(x) : A(x) \notin T(x) \end{aligned} \quad (16.5.22b)$$

也就是说, 除了表面上的“个别”点以外, 向量场不可能包容于曲面的切平面之上。当然, 这个结论同样严格逻辑相容于 3 维 Euclid 空间中的“恒”向量场。

最后, 只要表面上的向量场满足连续可微条件, 那么, 即使定义于表面上“个别点”处的向量能够满足没有“法向分量”的条件, 从而可以使用现代微分几何对“协变微分”做出的形式认定, 即式(Dirac 11. 1)。但是, 这只是一个“特殊性”条件, 不能为向量场在表面上大部分点处的向量所满足。因此, 一般情况下, 不存在现代微分几何通常定义的协变导数, 即

$$\bar{\nabla} \nabla A(x) : A_{\mu;\nu} = A_{\mu;\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^a A_a \quad x \in M^2 \cap A \in R^3$$

或者说, 对于现代微分几何中作为人为约定而提出关于“梯度算子”的定义, 仍然需要代之以式(16.5.18c)所述关于表面上向量场梯度算子的“一般性”定义, 即

$$\begin{aligned} \nabla A(x) &= r_j r_i (A^{i,j} - \Gamma_a^{ij} A^a) - r_j r_i (L_{jk}^i g^{ki} A^n) \\ & \quad i, j = 1, 2 \quad x \in M^2 \quad A(x) \in R^3 \end{aligned} \quad (16.5.22c)$$

这样, 定义于表面上的向量场的所有分析才可能真正处于逻辑相容之中。并且, 所有的一切仅仅源于作为定

义域而存在“空间曲面”自身隐含的约束方程,导致曲面上向量场 3 维而自变量 2 维这样一种“混合性”的形式特征。

当然,作为曲面上向量场分析得以存在的逻辑前提,处于 3 维 Euclid 空间中一个真实几何体的“弯曲曲面”必须依赖 3 维空间的前提存在才存在,或者说仅仅定义于平直空间的背景之中,才可能被称为“弯曲曲面”。因此,如果仅仅因为源于 Gauss 微分几何对于“内蕴特征”一种纯粹形而上学乃至必然隐含逻辑悖论的不当人为理念,就抛弃平直空间的真实存在背景,这种凭借“约定论”而杜撰出来的微分几何,同样只能依赖必然始终“充满逻辑紊乱”的纯粹想象而存在。

16.5.14 Bianchi 关系式

为了讨论张量的二阶协变导数,先讨论张量为二矢量的外积 $A_\mu B_\tau$ 这种情况。这时我们有

$$\begin{aligned}(A_\mu B_\tau)_{;\rho;\sigma} &= (A_{\mu;\rho} B_\tau + A_\mu B_{\tau;\rho})_{;\sigma} \\ &= A_{\mu;\rho;\sigma} B_\tau + A_{\mu;\rho} B_{\tau;\sigma} + A_{\mu;\sigma} B_{\tau;\rho} + A_\mu B_{\tau;\rho;\sigma}\end{aligned}$$

现在交换 ρ 和 σ , 并相减。由式(12.2)得

$$(A_\mu B_\tau)_{;\rho;\sigma} - (A_\mu B_\tau)_{;\sigma;\rho} = (A_\mu R_{\mu\rho\sigma}^a B_\tau + A_\mu R_{\tau\rho\sigma}^a B_a)$$

一个普通张量 $T_{\mu\tau}$ 可表示为 $A_\mu B_\tau$ 那样诸项之和,故 $T_{\mu\tau}$ 必满足

$$T_{\mu\tau;\rho;\sigma} - T_{\mu\tau;\sigma;\rho} = T_{a\tau} R_{\mu\rho\sigma}^a + T_{\mu a} R_{\tau\rho\sigma}^a \quad (14.1)$$

现在令 $T_{\mu\tau}$ 为矢量的协变导数 $A_{\mu;\tau}$, 我们得

$$A_{\mu;\tau;\rho;\sigma} - A_{\mu;\tau;\sigma;\rho} = A_{a;\tau} R_{\mu\rho\sigma}^a + A_{\mu;a} R_{\tau\rho\sigma}^a$$

对上式的 τ, ρ, σ 作循环置换, 并把所得的三个方程相加。左边给出

$$\begin{aligned}A_{\mu;\rho;\sigma;\tau} - A_{\mu;\sigma;\rho;\tau} + \text{cyclid permutation} \\ = (A_a R_{\mu\rho\sigma}^a)_{;\tau} + \text{cyclid permutation} \\ = A_{a;\tau} R_{\mu\rho\sigma}^a + A_a R_{\mu\rho\sigma;\tau}^a + \text{cyclid permutation}\end{aligned} \quad (14.2)$$

右边利用式(12.5)消去一些项后,剩下

$$A_{a;\tau} R_{\mu\rho\sigma}^a + \text{cyclid permutation} \quad (14.3)$$

式(14.2)第一项跟式(14.3)相消,剩下

$$A_a R_{\mu\rho\sigma;\tau}^a + \text{cyclid permutation} = 0$$

因子 A_a 出现在此方程的各项中,可以消去。剩下

$$R_{\mu\rho\sigma;\tau}^a + R_{\mu\sigma\tau;\rho}^a + R_{\mu\tau\rho;\sigma}^a \quad (14.4)$$

曲率张量满足这些微分方程和 12 节的全部对称关系式,它们称为 Bianchi 关系式。

此处所述,仅仅是按照微分几何在“约定论”意义所构造“协变导数”的形式定义,相应进行的简单运算以及相关结果。

但是,如果还承认数学只不过是维护推理过程满足逻辑相容性的基本工具,当然,数学自身必须首先满足逻辑自洽性原则,那么,由于前面的分析已经指出,为了与曲面所处平直空间中的向量分析保持逻辑相容,目前微分几何所使用协变导数的基本定义,即 Dirac 著述中的式(11.1),充其量只可能“条件”地存在,不允许成为用于“整个”曲面梯度算子的“一般性”定义,否则与该条件定义的逻辑前提矛盾。

因此,根据错误逻辑前提导得的最终结果没有任何意义。也就是说,此处的 Bianchi 恒等式也自然是一个没有任何意义或者完全错误的推论。

16.5.15 Ricci 张量

让我们缩并 $R_{\mu\nu\rho\sigma}$ 中的两个附标。如果相对于这两个附标,它是反对称的,那么缩并后的结果当然就得到零,如果我们缩并任何其他两附标,因对称性式(12.4),(12.7)和(12.8),除正负号外,得到的结果将相同。让我们缩并第一个和最后一个附标,且令

$$R_{\nu\rho}^{\mu} = R_{\nu\rho}$$

我们称它为 Ricci 张量。

式(12.8)乘以 $g^{\mu\sigma}$,得

$$R_{\nu\rho} = R_{\rho\nu} \quad (15.1)$$

Ricci 张量是对称的。

我们可以再一次缩并,例如缩并成

$$g^{\nu\rho} R_{\nu\rho} = R_{\nu}^{\nu} = R$$

这 R 是个标量,叫做标量曲率或总曲率。它按以下方式定义:对于 3 维空间中的球面, R 是正的;或者通过直接计算即能证明。

Bianchi 关系式(14.4)包含五个附标。让我们把式(14.4)缩并两次,得到只含一个非傀标的关系式。令 $\tau=\alpha$,并乘以 $g^{\mu\rho}$,结果为

$$g^{\mu\rho}(R_{\mu\rho\sigma;\alpha}^{\alpha} + R_{\mu\sigma\alpha;\rho}^{\alpha} + R_{\mu\alpha\rho;\sigma}^{\alpha}) = 0$$

或

$$(g^{\mu\rho} R_{\mu\rho\sigma}^{\alpha})_{;\alpha} + (g^{\mu\rho} R_{\mu\sigma\alpha}^{\alpha})_{;\rho} + (g^{\mu\rho} R_{\mu\alpha\rho}^{\alpha})_{;\sigma} = 0 \quad (15.2)$$

现在

$$g^{\mu\rho} R_{\mu\rho\sigma}^{\alpha} = g^{\mu\rho} g^{\alpha\beta} R_{\beta\mu\rho\sigma} = g^{\mu\rho} g^{\alpha\beta} R_{\mu\beta\sigma\rho} = g^{\alpha\beta} R_{\beta\sigma} = R_{\sigma}^{\alpha}$$

由于 $R_{\alpha\sigma}$ 是对称的,我们可以把这一附标升高,放在另一附标上而写成 g_{σ}^{α} 。式(15.2)现在变为

$$R_{\sigma;\alpha}^{\alpha} + (g^{\mu\rho} R_{\mu\sigma}^{\alpha})_{;\rho} + R_{;\sigma} = 0$$

或

$$2R_{\sigma;\alpha}^{\alpha} - R_{;\sigma} = 0 \quad (15.3)$$

上式是 Ricci 张量的 Bianci 关系式。若升高附标 σ ,得

$$\left(R^{\sigma\alpha} - \frac{1}{2}g^{\sigma\alpha}R\right)_{;\alpha} = 0$$

由式(12.3),Ricci 张量的明显表式是

$$R_{\mu\nu} = \Gamma_{\mu\alpha,\nu}^{\alpha} - \Gamma_{\mu\nu,\alpha}^{\alpha} - \Gamma_{\mu\nu}^{\alpha}\Gamma_{\alpha\beta}^{\beta} + \Gamma_{\mu\beta}^{\alpha}\Gamma_{\nu\alpha}^{\beta} \quad (15.4)$$

式中第一项并不表现出对 μ, ν 是对称的,虽然其他三项对 μ, ν 是明显地对称的。为了证明第一项实际上是对称的,我们只需进行一点计算。

为了对行列式 g 微分,我们必须对 g 的每个元素 $g_{\lambda\mu}$ 求微分

仍然将相关评析暂时限制于 2 维曲面 M^2 的特例。当然,如果已经证明“单称性”命题是错误的,相关的“全局性”命题必然错误。

姑且不论“协变导数”的错误,以至于在此基础上所有后续推理必然失效以外的问题,考虑到前面分析已经指出的,“曲面论”所引入的“Riemann 张量”充其量只能算一个记号或者称谓。事实上,对于 2 维曲面 M^2 ,人们已经证明相应只存在一个不恒为零的分量,即 R_{1212} 。并且,该非零张量等于曲面自身的 Gauss 曲率,与坐标系的任意选择完全无关。因此,即使根据最初等的张量知识,也可以判断,除非将该非零分量直接与某一个“标量场”构成逻辑关联,如果视为 4 阶张量,那么 Riemann 张量恒不可能满足张量在不同坐标系之间必须满足的基本变换法则。

于是,根据“Riemann 张量”实际蕴涵的“标量”本质,构造“Ricci 张量”必须进行的“缩并”运算,相应根本不可能存在。

并乘以其子式。于是

$$g_{,\nu} = g g^{\lambda\mu} g_{\lambda\mu,\nu} \quad (15.5)$$

因此

$$\begin{aligned} \Gamma_{\nu\mu}^{\mu} &= g^{\lambda\mu} \Gamma_{\lambda\nu\mu} = \frac{1}{2} g^{\lambda\mu} (g_{\lambda\nu,\mu} + g_{\lambda\mu,\nu} - g_{\mu\nu,\lambda}) \\ &= \frac{1}{2} g^{\lambda\mu} g_{\lambda\mu,\nu} = \frac{1}{2} g^{-1} g_{,\nu} = \frac{1}{2} (\log g)_{,\nu} \end{aligned} \quad (15.6)$$

由上式显而易见,式(15.4)的第一项是对称的。

16.5.16 Einstein 引力定律

按照 Dirac 的陈述,至此以前的分析都大致属于纯粹数学的讨论范畴。也就是说,正是这样的一些充满逻辑悖论的“数学”成为进一步创造整个“广义相对论”的思维基础。

事实上,以上所作分析应该已经无可争辩地告诉人们:对于 3 维 Euclid 空间 R^3 中的任何一个 2 维弯曲曲面 M^2 而言,它的存在以及属于这个几何实体中的一切抽象特征,或者正是这些抽象特征集合的整体对曲面自身构造了完整定义,自然地也必须逻辑地依赖平直 3 维空间的真实背景而存在。因此,任何将 2 维曲面从其赖以存在的 3 维平直空间割裂出来的企图,不仅仅表现了西方科学世界一种习惯性形而上学思维的过分简单、幼稚和绝对化,同时由于就陈述系统仅仅建立在形形色色的“约定论”基础之上,在相应变得过分轻松和容易的同时,最终必然陷入形形色色的逻辑悖论之中,从而对数学形成根本背叛^①。

当然,对于以“约定论”为基础的任何进一步讨论,自然也必须始终依赖不同“人为约定”的持续补充。除了以一种“救世主”的方式,要求他们的认同者必须“逻辑地”服从给出的最终结果以外,形形色色的不同约定必然成为一个没有逻辑可言的大杂烩。其实,这正是 Landau 为什么敢于公然将理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人,而我们的主流科学社会没有一个人敢于站出来做出任何反驳而只能予以默认的缘由。

然而,对于 Dirac 所说作为“广义相对论”基础的“纯粹”数学,基本反映目前微分几何的一种“普遍”认识,相关分析还能大体显示某种“逻辑推理”的痕迹或者一种努力遵循“演绎逻辑”的愿望,只不过那个时代的人们缺乏一种能力发现这些“逻辑推理”的认识前提中实际隐含的逻辑悖论,以至于后续推导本质上已经完全失去了他们期待的逻辑。

现在让我们继续按照 Dirac 对“广义相对论”的理解和整理,进一步 Einstein 是如何凭借他的想象,再一次“创造出”某一个普适性方程,迫使“充满复杂性和差异并且自存”的物质世界需要严格遵循。事实上,在只能以荒诞的前提以及不断补充荒诞假设作为思考的唯一途径的时候,对于任何一个努力进行理性考虑的严肃科学工作者而言,这一切不仅变得十分乏味也无疑成为一件相当痛苦的事情。

① 自然科学根据研究的具体对象不同而划分为不同的学科。但是,从哲学理念和方法论的考虑,自然科学仍然是一个整体。人们不妨对照本书针对 Newton 经典力学以及 Maxwell 电磁场经典理论所作的批判,在所有这些西方科学世界曾经做出开拓性巨大贡献的经典理论体系中,都普遍存在将被直接描述的物质对象与物质对象赖以存在的物质环境人为割裂开来的错误倾向。

到目前为止,我们的工作全部都是纯数学的(只有一个物理假设,即质点的运动路线是短程线)。这些工作大部分在上世纪已经完成,并已应用到任意维的弯曲空间。在这些数学形式中唯一出现维数的地方是以下方程:

$$g_{\mu}^{\mu} = \text{Dimensionality}$$

Einstein 作了如下假设:在真空中

$$R_{\mu\nu} = 0 \quad (16.1)$$

这就构成了 Einstein 的引力定律。这里“真空”意味着除引力外没有物质存在,也没有物理场存在。引力场不影响真空。别的场则影响真空。真空的这些条件对于太阳系内的行星际空间在很好的近似下完全成立,方程(16.1)在那里是适用的。

平空间显然满足式(16.1)。这里短程线是直线,所以质点沿直线运动。在空间不平的地方,Einstein 引力定律对曲率加以限制。与行星沿短程线运动这一假设结合起来,就能得到有关行星运动的一些知识。

乍看起来,Einstein 引力定律与 Newton 引力定律毫无相似之处。为了看出其相似性,我们必须把 $g_{\mu\nu}$ 看作是描写引力场的势。这些势有十个而不像牛顿理论只有一个势。它们不但描写引力场,而且描写坐标系。在 Einstein 理论中引力场和坐标系不可分地联系在一起,我们不能只描写其一而不描写另一个。

把 $g_{\mu\nu}$ 看作势,我们发现式(16.1)就是场方程。因为 Christoffel 记号含有一阶导数,式(15.4)含有二阶导数,所以式(16.1)像物理学中通常的场方程也正是在于它是二阶的。但式(16.1)又是非线性的,它不像通常的场方程;不但如此,非线性意味着这些方程是复杂的,难以求出精确的解。

1. 声波之所以出现“弯曲”迹线仅仅源于传播声波媒质自身的不均匀,与声波媒质所处空间是否弯曲完全无关。引力场的存在是客观的。如果物质世界所处空间自身的弯曲能够被视为一种“客观”,那么,是否意味着包括声波、电磁波乃至有形粒子的运动都必须以一种彼此同一的“恒定弯曲”方式运动呢?

2. 不研究“真空”中运动物体的个性特征或者存在小扰动“物质场”自身的状态,却将某种一成不变的“弯曲”强加于整个物质世界所处 3 维空间,无疑属于认识不当和逻辑颠倒。

3. 即使不考虑“协变导数”的无理性、Ricci 张量 $R_{\mu\nu}$ 的不存在以及 Einstein 假设是否合理和能否构成恰当数学模型的问题,人们甚至无从得知此处所说的方程到底求解什么的前提问题。

16.5.16A 从微分几何到“广义相对论”过渡过程的荒诞

本节针对 Dirac 所述“Einstein 引力定律”已经做出的分析,从一般物理理念的角度指出其中明显存在的种种思维悖论。

1. 时空度量的定义悖论

对于作为有向线段的“矢量”而言,它是物质世界中一个普遍存在的客观量。事实上,也正是这个几何实在自身的客观性,才可能构造“张量”这样一种特定的数学形式,并且成为现代微分几何希望表达这种客观

性,但是由于隐含种种逻辑悖论而不可能真正实现这种朴素愿望的“协变导数”的全部思维基础^①。

与定义于给定空间中向量场的“客观性”不同,坐标系的选择则属于研究者的“主观意识”范畴,不同研究者可以选择完全不同的坐标系。正因为此,才存在人们熟知的,定义于物质世界真实存在的 3 维 Euclid 空间中,关于基矢量的一般关系式

$$\{0, x_1, x_2, x_3\} \mapsto e^i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x_i} \quad (i = 1, 2, 3) \in R^3$$

仅仅当存在另一个几何实在,即同一几何空间某一个记为 M^2 的曲面

$$M^2 : f(x_1, x_2, x_3) = \text{const} \subset R^3$$

由于在自变量集合的定义域,相应存在一个约束方程,使得自变量的数目在降为两个的同时,独立基矢量的数目也相应降低为两个。但是,这种因为自变量定义域发生的变化,不会也不能改变最初发生在 3 维 Euclid 空间中的全部几何真实,即

$$M^2 : f(x_1, x_2, x_3) = \text{const} \mapsto \begin{cases} e^i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x_i} & (i = 1, 2) \\ \mathbf{n} = \frac{\mathbf{e}^1 \times \mathbf{e}^2}{|\mathbf{e}^1 \times \mathbf{e}^2|} \end{cases} \in R^3 \quad (\text{A})$$

也就是说,与前面定义的基矢量集合相比,其差异仅仅在于曲面的法向基矢量 $\mathbf{n}$ 为曲面上的另两个独立基矢量 e^i 所定义罢了。

并且,也仅仅因为矢量 $\mathbf{r}$ 自身的客观性或者实在性,即包括“长度”与“方向”两个方面确定内涵,可以逻辑地引入属于 3 维 Euclid 空间中曲线坐标系以及弯曲曲面上坐标系(必然是曲线坐标系,否则不成为弯曲曲面)的度量张量

$$\begin{cases} g_{ij} = \mathbf{e}_i \cdot \mathbf{e}_j = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^j} & (i, j = 1, 2, 3) \in R^3 \\ g_{ij} = \mathbf{e}_i \cdot \mathbf{e}_j = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^j} & (i, j = 1, 2) \in M^2 \subset R^3 \end{cases} \quad (\text{B})$$

从另一个角度讲,度量张量 g_{ij} 相当于为作为“记数”的坐标 x_i ,相应构置与其匹配的长度计量。当然,作为构造“合理度量”的全部基础,只可能是保持向量长度必需的“客观性”或者“不变性”。反过来说,如果没有这样一种客观性基础的逻辑前提,度量张量本质上失去存在意义。尽管随着坐标系选择的不同,度量张量似乎会向人们展现较为复杂的形式,但是,仅仅追求对形式上的简单演绎无疑流于肤浅^②。

当然,由于矢量空间中被赋予“客观性”意义的矢量,在“相对论”的时空集合中不复存在,式(B)所示构造“度量”的基础也不再存在。那么,又何以能够以不存在的“度量张量”为基础进行推理呢?

值得重复指出:正如节 16.3.1 所述,为了满足 Einstein“狭义相对论”中“光速不变原理”以及“原时不变性”,必须存在如式(16.3.5b)的约束方程

$$d\tau^2 = \text{const} \Leftrightarrow \eta_{\alpha\beta} = \begin{cases} +1 & \alpha = \beta = 1, 2, 3 \\ -1 & \alpha = \beta = 0 \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases}$$

但是,这个方程不仅仅破坏了向量空间中矢量自身的客观性,而且,还对这个虚幻空间中矢量的长度实际上构造一种限制,从而使得向量空间本身也不能继续存在。当然,这才是由向量空间之间的线性变换关系式出

① 值得提醒人们注意:以某一个客观存在的“确定物质对象”作为构造自然科学陈述的全部基础,从而相应为该科学陈述构造了“有限论域、逻辑前提”,相应成为“条件存在、有限真实”但是却可能始终保持“逻辑相容”的形式表述;还是与其完全相反,像目前西方科学世界普遍所主张或者一厢情愿期待的那样,将那些其实仍然本质地渊源于“自存物质世界”的“偶有所得”,即某一个“特定数学关系式”无穷真理化,强制为需要整个物质世界必须服从的“普遍”真理,本质上已经成为如何认识自然科学,乃至如何对待理性的重大分歧。

② 如果说,作为 non-Euclid 几何创始人之一的 Лобачевский 曾经坦言:“人类的认识历史,就是一部认识错误的历史”,那么,或许需要重新审视 Klein 将现代几何研究简单引入空间变换的思维导向的合理性。

发,最终却推导出 Lorentz 变换这样一个“非线性”形式的原因。

2. 4 维弯曲空间的维数困惑

任何一个弯曲空间,本质上必然相应“浸没”在某一个平直空间之中,否则无法体现其弯曲。那么,即使承认“广义相对论”所述的 4 维弯曲空间,那么,包容这个 4 维弯曲空间的平直空间到底是多少维空间呢?

如果能够相信 H. Whitney 的证明结果,即

$$M^m \subset R^n : n = 2 \times m + 1 \mapsto M^4 \subset R^9 \quad (\text{C})$$

这意味着,按照“广义相对论”,它所述的 4 维弯曲时空属于一种“物理实在”,相应还需要嵌入 9 维 Euclid 空间之中。那么,人们又如何发挥想象,猜测这个 9 维几何空间以及这个几何空间中的向量呢^①?

3. 4 维弯曲空间 Christoffel 符号定义悖论

对于一个平直空间,一旦在该空间中建立一个恰当的曲线坐标系,那么,通常所说的 Christoffel 符号相应得以确定。Christoffel 符号相关的几何意义是:由于空间不同点处的基矢量处于变化之中,随着向量场(或者张量场)沿着某一坐标的变化,与该坐标对应基矢量变化所产生的影响。当然,也仅仅因此,只要平直空间中的坐标系得以确定,与其对应的 Christoffel 符号也自然地得以唯一确定。

当然,相关理念应该同样适用于曲面上的坐标系。但是,这种一致性是从几何“本质”考虑的,而不是像目前微分几何那种形而上学意义上的简单同一性。进一步讲,只有当平直空间中的曲面首先得以前提性的确定,才可能将曲面上的 Christoffel 符号确定下来。事实上,参照实体论微分几何中针对 2 维曲面的分析可知,式(A)

$$M^2: f(x_1, x_2, x_3) = \text{const} \mapsto \begin{cases} \mathbf{e}^i = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial x^i} & (i = 1, 2) \\ \mathbf{n} = \frac{\mathbf{e}^1 \times \mathbf{e}^2}{|\mathbf{e}^1 \times \mathbf{e}^2|} \end{cases} \in R^3$$

是构造曲面上 Christoffel 符号的基础。在这个关于基矢量的形式表示中,本质上仍然定义于最初平直空间之中,只不过随着曲面 M^2 自身的确定,一旦曲面上的两个坐标得以确定,该点处的单位法向量 $\mathbf{n}$ 自然得以确定而已。

反过来讲,如果 3 维 Euclid 几何空间中的曲面 M^2 尚没有得到确定,那么,尽管允许像目前微分几何所作的那样,纯粹“想当然”地构造属于该曲面一个完全“虚幻”的坐标系,但是,由于曲面自身没有确定,也无从对曲面的单位法向量相应做出具有“确定意义”的形式认定。当然,该曲面上的 Christoffel 符号也无从谈起。

因此,对于“广义相对论”中的那个 4 维弯曲空间 M^4 即使允许存在,但是,由于并不确切知道这个弯曲空间的“完整”形式定义,这个曲面上的 Christoffel 符号相应不可能得以完整确定。更何况,如果还真的接受式(C)所示,为目前微分几何普遍认同的那个称为“Whitney 证明”的结论

$$M^m \subset R^n : n = 2 \times m + 1 \mapsto M^4 \subset R^9$$

那么,这个结论则逻辑地告诉人们,对于该曲面 M^4 而言,原则上应该存在本质地隶属于 9 维 Euclid 空间 R^9 中的“5 元独立”单位法向量组,即

$$\{\mathbf{n}_i\} \in R^9 \supset M^4 \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5) \quad (\text{D})$$

显然,仅仅当这个同时被称为“法向量”的独立向量组与 4 维曲面上坐标之间的逻辑关联得以确定以后,属于这个 4 维曲面的 Christoffel 符号才可能相应得以确定。并且,这个未知的符号必然比 2 维曲面上的 Christoffel

① 该相关结论请读者参见陈省身,陈维桓著《微分几何讲义》(北京大学出版社,1983, p. 25)。当然,为了避免这样一种无法对弯曲空间所嵌入平直空间的维数做出判断,乃至进而无法对 Christoffel 符号给予定义而明显存在的尴尬,前面所引用 Weinberg 著述述及的弯曲空间,实际上只是以一种“隐讳”的手法在“狭义相对论”的平直空间中偷偷塞进一个“曲线坐标系”而已。当然,也有一些“广义相对论”著述的作者更为实在,毫不遮掩地指出:“非惯性系用时空参数描述,其参数可以看成是 Minkowski 空间的曲线坐标系”,从而否定了弯曲空间的客观存在(王仁川,广义相对论,中国科学技术大学出版社,1996, p. 95)。但是,无论采取哪一种做法,都无法回避这些不同陈述彼此逻辑相悖以及各自逻辑自悖的本质。

fel 符号要复杂得多,无法简单套用 2 维曲面上 Christoffel 的形式定义。

这样,在所有这一切关于 4 维弯曲空间的逻辑前提都无从得知的情况下,企图构造作为“广义相对论”全部逻辑推理基础之一的 Christoffel 符号,自然只能陷于逻辑悖论之中。

4. 场方程悖论

不知何故,在 Dirac 的“广义相对论”陈述中没有引入一般著述通常提及的 Einstein 张量,即

$$G_{\mu\nu} \equiv R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R : R = g^{\mu\nu} R_{\mu\nu} = R_{\mu}^{\mu}$$

当然,是否引入这个人为约定无碍大局。

但是,从上述讨论可知,即使不考虑前面已经提及不可能存在 M^4 中“只有单一不为零分量 4 阶 Riemann 张量”,相应也根本不可能构造 Ricci 张量等一系列前提性问题,按照“约定论”的思想,接受 Dirac 所述 4 维“弯曲真空”中的场方程,即式(16.1)

$$R_{\mu\nu} = 0 \quad \in M^4$$

但是,面对这个充满太多未知内涵一种纯粹的符号(甚至无法将其称为数学式),人们根本无从得知这个符号中的“自变量和因变量”是什么,什么是此处所说的“场”,乃至这个符号到底需要“求解什么”的前提性问题,那么,又何以能够将其称为“场方程”呢?而且,人们熟知,任何一个单纯的微分方程都不可能构造恰当的定解问题,又何为为其构造恰当的定解条件呢?

16.5.17 Newton 近似

我们来考虑静止引力场,并相对于一个静止坐标系来讨论它。这时 $g_{\mu\nu}$ 不随时间而改变, $g_{\mu\nu,0} = 0$ 。并且我们必须有

$$g_{m0} = 0 \quad (m = 1, 2, 3)$$

上式导致

$$g^{m0} = 0 \quad g^{00} = (g_{00})^{-1}$$

g^{mn} 是 g_{mn} 的逆矩阵。像 m, n 那样的罗马附标总是取值 1, 2, 3。

我们发现 $\Gamma_{m0n} = 0$, 因此 $\Gamma_{0n}^m = 0$ 。

我们来考虑质点以远小于光速的速度缓慢地运动。这时 v^m 是一级小量,忽略二级小量。

$$g_{00} v^{0^2} = 1 \quad (17.1)$$

该质点将沿着一级短程线运动。忽略二级小量,方程(9.3)给出

$$\begin{aligned} \frac{dv^m}{ds} &= -\Gamma_{00}^m v^{0^2} = -g^{mn} \Gamma_{n00} v^{0^2} \\ &= \frac{1}{2} g^{mn} g_{00,n} v^{0^2} \end{aligned}$$

现在,在一级近似下

$$\frac{dv^m}{ds} = \frac{dv^m}{dx^\mu} \frac{dx^\mu}{ds} = \frac{dv^m}{dx^0} v^0$$

于是借助式(17.1)得

$$\frac{dv^m}{dx^0} = \frac{1}{2} g^{mn} g_{00,n} v^0 = g^{mn} (g_{00}^{\frac{1}{2}})_{,n} \quad (17.2)$$

因为 $g_{\mu\nu}$ 与 x_0 无关,我们可以降低上式的附标 m 而得

其实,Dirac 在此处所说的一切,仅属于“约定论”范畴,每一个命题都只能被视为人为假设,没有丝毫演绎逻辑可言。当然,必然始终充满逻辑悖论。

首先,对处于“时空关联”中的空间而言,何为“静止引力场”、“矩阵坐标系”,乃至为什么时时刻刻处于“时空变换”之中的弯曲空间中的度量张量,即使能够无视以上指出的所有逻辑悖论从而承认它存在的话,那么,为什么能够不随时间而变化呢?必须意识到,一旦将空间和时间联系在一起,对于此处讨论的任何一个运动物体而言,已经没有“静止”概念。

而且,因为前面已经提及,曲面上并不存在与平直空间曲线坐标系中梯度算子在形式上完全保持一致的“协变导

$$\frac{dv_m}{dx^0} = (g_{00}^{\frac{1}{2}})_{,m} \quad (17.3)$$

我们看到,该质点仿佛是在势 $g_{00}^{\frac{1}{2}}$ 的影响下运动的。我们没有用 Einstein 引力定律来得到此结果。现在我们利用 Einstein 引力定律来求出引力势可与 Newton 引力势相比较的条件。

我们假设引力场是微弱的,以致空间曲率很小。那么我们可以选取坐标系,使得坐标线(每一坐标线有三个 x 为常数)的曲率很小。在这些条件下, $g_{\mu\nu}$ 近似地是常数,而且 $g_{\mu\nu,\sigma}$ 以及所有 Christoffel 记号是很小的。如果我们把它们看成一级量,忽略二级量,由式(15.4), Einstein 引力定律(16.1)变为

$$\Gamma_{\mu\alpha,\nu}^{\alpha} - \Gamma_{\mu\nu,\alpha}^{\alpha} = 0$$

将式(12.6)先交换 ρ, μ 再缩并,略去二级项,就能最方便地计算上式。结果如下:

$$g^{\rho\sigma}(g_{\rho\sigma,\mu\nu} - g_{\sigma\sigma,\mu\rho} - g_{\mu\rho,\nu\sigma} + g_{\mu\nu,\rho\sigma}) = 0 \quad (17.4)$$

令取 $\mu=\nu=0$, 并利用 $g_{\mu\nu}$ 与 x^0 无关的条件,我们得

$$g^{mn}g_{00,mn} = 0 \quad (17.5)$$

d'Alembert 方程(11.9)在弱场近似下变为

$$g^{\mu\nu}V_{,\mu\nu} = 0$$

在静止情况下,上式简化为 Laplace 方程。

$$g^{mn}V_{,mn} = 0$$

方程(17.5)告诉我们, g_{00} 满足 Laplace 方程。

我们可以选择时间的单位使得 g_{00} 近似地等于 1。于是我们可以令

$$g_{00} = 1 + 2V \quad (17.6)$$

其中 V 是很小的。我们得 $g_{00}^{\frac{1}{2}} = 1 + V$, 而 V 就变为引力势。它满足 Laplace 方程,所以可以认为它等同于 Newton 势,对位于原点的质点 m 来说,等于 $-\frac{m}{r}$ 。为了核对这负号,我们看到,因为 g^{mn} 的对角元素近似地等于 -1 , 式(7.2)导出

$$\text{Acceleration} = -\text{grad}V$$

由此可见,引力场为弱场和静态场, Einstein 引力定律就变为 Newton 引力定律。因此 Einstein 理论保存了 Newton 理论在解释行星运动的成功之处。因为行星速度较之光速都是很小的,静态近似是很好的近似。因为空间非常接近平坦的,故弱场近似也是很好的近似。我们来考虑某些量的数量级。

我们知道,地球表面 $2V$ 值的数量级为 10^{-9} 。因而式(17.6)给出的 g_{00} 非常接近于 1。即使这样,它与 1 之差还是大得足以产生我们在地球上看得到显著的引力效应。取地球半径数量级为 10^9 cm , 我们求出 $g_{00,m}$ 的数量级为 10^{-18} cm^{-1} 。因而偏离平坦的

数”的一般性定义的问题以外,所以,此处使用的所有形式推导,由于不具存在前提而失去存在意义。

此外,对于此处所说的 d'Alembert 方程,或 d'Alembert 算子,相应具有确定的数学意义,即

$$\square: \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \nabla^2$$

那么,如果接受“时空变换”,它何以能按照 Dirac 在节 11 “协变微分法”所作人为认定,变化为此处式(11.9)所示的形式,而且,又根据什么引入这个通常被称为波动方程的数学表述作为此处所说的“引力势 V ”的形式定义呢?

其实,最为“根本或者致命”的问题恰恰在于“惯性系”定义本身:当 Einstein 不断妄言“惯性系”或者“非惯性系”的时候,他无法对“惯性系”的概念前提做出具有确定意义的定义。事实上,他根本无法理解“惯性系”经典定义中隐含的循环逻辑,以及他无论是利用“惯性系”区分两类“相对论”,或者反过来通过两类“相对论”定义“惯性系”都陷入循环逻辑之中。同样,他缺乏能力形成一种理性意识:由于“无穷多”个“惯性系”的存在,或者一旦否定了运动状态的客观性意义,使得物理学中一切与“运动学状态”相关的物理量,和包括“质能变换”在内的物理学表述完全失去了确定性意义。

程度是极其微小的。但是,必须把这个值乘以光速平方,即 $9 \times 10^{20} (\text{cm/s})^2$,才能给出地球表面重力产生的加速度。这个加速度约为 $10^3 (\text{cm/s})^2$,它是相当可观的,即使偏离平坦程度太小,以至无法直接观测到。

同样,无法获知“时空变化”的弯曲空间中的 d'Alembert 方程何以变为 Laplace 方程,且

$$\square \rightarrow \nabla^2 V = g^{mn} V_{,mn}$$

乃至完全违背 Laplace 算子的一般定义。

.....

显然,除了一系列的人为猜测或者纯粹杜撰以外,没有任何逻辑和理性可言。

16.5.18 引力红移

我们再次讨论静止引力场,并考虑一个发出单色辐射的静止原子。光的波长相当于一定的 Δs 。因为原子是静止的,如 17 节采用的,对静止坐标系而言,我们有

$$\Delta s^2 = g_{00} \Delta x^{0^2}$$

式中 Δx^0 为周期,即相对于静止坐标系的两相继波峰之间的时间。

如果光传播到另一地点, Δx^0 将保持不变。这 Δx^0 将不同于由当地原子发射的同一谱线的周期,后者仍为 Δs ,于是,周期依赖光发射地点的引力势:

$$\Delta x^0 \propto g_{00}^{-\frac{1}{2}}$$

谱线移动量为 $g_{00}^{-\frac{1}{2}}$

若我们用 Newton 近似,有

$$\Delta x^0 \propto 1 - V$$

在引力场强的地方,如太阳表面, V 为负值,故在那里发射的光比地球发射的相应光将朝红端移动。这效应可以用太阳光观测到,但往往被其他物理效应所掩盖,例如由发射原子运动引起 Doppler 效应。引力红移效应可以在白矮星发射的光中较为明显地观测到,白矮星物质密度很高,在其表面产生非常强的引力势。

以上分析已经充分说明:“广义相对论”中的所有概念都不具确定意义,不同命题之间没有任何逻辑关联。因此,即使此处所说“引力红移”能够视为一种物理真实,也与作为不同“臆测”集合而存在的整个“相对论”没有任何关系。

16.5.19 Schwarzschild 解

真空的 Einstein 方程式是非线性的,因而非常复杂,难以求得它们精确解。然而有一种特殊情况,可以不太麻烦地求出它们的解,这就是静止球对称物体产生的静止球对称场。

静止条件意味着采用静止坐标系时, $g_{\mu\nu}$ 与 x^0 时间或 t 无关, 同样有 $g_{0m}=0$ 。空间坐标可以取球极坐标 $x^1=r, x^2=\theta, x^3=\phi$ 。满足球对称的 ds^2 的最普遍形式为

$$ds^2 = U dt^2 - V dr^2 - W r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2)$$

式中, U, V, W 只是 r 的函数。我们可以用任何一个的函数代替 r , 而不会影响球对称性。因此可以利用这一点尽可能地使问题简化, 最方便的是令 $W=1$ 。那么 ds^2 表式可以写为:

$$ds^2 = e^{2\nu} dt^2 - e^{2\lambda} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2 \quad (19.1)$$

式中 ν, λ 只是 r 的函数。 ν, λ 必须选得满足 Einstein 方程。

我们可以从式(19.1)得到 $g_{\mu\nu}$ 的值, 即

$$g_{00} = e^{2\nu}, g_{11} = -e^{2\lambda}, g_{22} = -r^2, g_{33} = -r^2 \sin^2 \theta$$

以及

$$g_{\mu\nu} = 0, \mu \neq \nu$$

我们求得

$$g^{00} = e^{-2\nu}, g^{11} = -e^{-2\lambda}, g^{22} = -r^{-2}, g^{33} = -r^{-2} \sin^2 \theta$$

以及

$$g^{\mu\nu} = 0, \mu \neq \nu$$

现在必须计算所有 Christoffel 记号 $\Gamma_{\mu\nu}^\sigma$ 。其中许多分量都等于零。用撇号表示对 r 的微分, 不等于零的 Christoffel 记号如下:

$$\begin{aligned} \Gamma_{00}^1 &= v' e^{2\nu-2\lambda} & \Gamma_{10}^0 &= v' \\ \Gamma_{11}^1 &= \lambda' & \Gamma_{12}^2 &= \Gamma_{13}^3 = r^{-1} \\ \Gamma_{22}^1 &= -r e^{-2\lambda} & \Gamma_{23}^2 &= \cot \theta \\ \Gamma_{33}^1 &= -r \sin^2 \theta e^{-2\lambda} & \Gamma_{33}^2 &= -\sin \theta \cos \theta \end{aligned}$$

把这些表式代入式(15.4)。结果为

$$R_{00} = \left(-v'' + \lambda' v' - v'^2 - \frac{2v'}{r} \right) e^{2\nu-2\lambda} \quad (19.2)$$

$$R_{11} = v'' - \lambda' v' + v'^2 - \frac{2v'}{r} \quad (19.3)$$

$$R_{22} = (1 + r v' - r \lambda') e^{-2\lambda} - 1 \quad (19.4)$$

$$R_{33} = R_{22} \sin^2 \theta$$

$R_{\mu\nu}$ 的其他分量等于零。

Einstein 引力定律要求这些表式等于零。式(19.2)和(19.3)

对于任何一个稍熟悉或者了解数理方程的研究者, 都应该知道: 无论是 d'Alembert 波动方程还是 Laplace 方程都是线性方程, 而且, 微分方程的线性特征不能也不允许随着坐标系选择的变化而变化。

那么, 何以无故提出“非线性”问题, 掩饰毫无逻辑推理可言的种种臆测呢?

等于零,导致

$$\lambda' + \nu' = 0$$

当 r 值很大时,空间必定趋近于平空间,故当 $r \rightarrow \infty$ 时, λ 和 ν 都趋近于零。由此得出

$$\lambda + \nu = 0$$

由式(19.4)等于零给出

$$(1 + 2rv')e^{2\nu} = 1$$

或

$$(re^{2\nu})' = 1$$

于是

$$re^{2\nu} = r - 2m$$

式中 m 为积分常数。上式也使得式(19.2)和(19.3)等于零。现在我们在得

$$g_{00} = 1 - \frac{2m}{r} \quad (19.5)$$

当 r 值很大时,Newton 近似必须成立。把式(19.5)和(17.6)比较我们看出,式(19.5)中出现的积分常数正好就是产生引力场的中心物体的质量。

完全解是

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2 - \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2 \theta d\phi^2 \quad (19.6)$$

这就是 Schwarzschild 解。它在产生场的物体表面之外(在那里不存在物质)成立。因而在星球表面外它相当精确地成立。

解式(19.6)导致关于行星绕太阳运动的 Newton 理论的微小修正。只有在水星——最接近太阳的行星的情况,这些修正才是明显的,它们揭示了这颗行星运动对 Newton 理论的偏差。因此,这些修正为 Einstein 理论提供了惊人的验证。

16.5.20 黑洞

解式(19.6)在 $r = 2m$ 处变为奇异解,因为那时 $g_{00} = 0$ 和 $g_{11} = -\infty$ 。似乎 $r = 2m$ 将给出质量为 m 的物体的最小半径。然而进一步研究表明并非如此。

考虑一质点正降落到中心物体,令其速度矢量为 $v^\mu = \frac{dz^\mu}{ds}$ 。设该质点沿径向而降落,则 $v^2 = v^3 = 0$ 。质点运动由短程线方程

如果说,对于以“约定论”为全部存在基础的现代“微分几何”而言,实际上已经不可能真正使用“逻辑”对其中形形色色的认识悖谬和逻辑紊乱进行批判的话,那么,无论是此处所说的“黑洞”,还是

(9.3) 确定:

$$\begin{aligned}\frac{dv^0}{ds} &= -\Gamma_{\mu\nu}^0 v^\mu v^\nu = -g^{00} \Gamma_{0\mu\nu} v^\mu v^\nu \\ &= -g^{00} g_{00,1} v^0 v^1 = -g^{00} \frac{dg_{00}}{ds} v^0\end{aligned}$$

现在 $g^{00} = \frac{1}{g_{00}}$, 故得

$$g_{00} \frac{dv^0}{ds} + \frac{dg_{00}}{ds} v^0 = 0$$

上式积分得

$$g_{00} v^0 = k$$

式中 k 为常数, k 是质点开始降落处的 g_{00} 值。

另一方面, 我们有

$$1 = g_{\mu\nu} v^\mu v^\nu = g_{00} v^0{}^2 + g_{11} v^1{}^2$$

将此方程乘以 g_{00} , 并利用上节所得的 $g_{00} g_{11} = -1$, 得

$$k^2 - v^1{}^2 = g_{00} = 1 - \frac{2m}{r}$$

对于落体 $v^1 < 0$, 因此有

$$v^1 = -\left(k^2 - 1 + \frac{2m}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

现在

$$\frac{dt}{dr} = \frac{v^0}{v^1} = -k \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} \left(k^2 - 1 + \frac{2m}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

我们假定, 质点接近临界半径, 于是 $r = 2m + \epsilon$, 其中 ϵ 是小量, 且设 ϵ^2 可忽略, 则

$$\frac{dt}{dr} = -\frac{2m}{\epsilon} = -\frac{2m}{r - 2m}$$

上式积分后得

$$t = -2m \log(r - 2m) + \text{常数}$$

于是, 当 $r \rightarrow 2m$ 时, $t \rightarrow \infty$. 质点到达临界半径 $r = 2m$ 的时间为无穷大。

假定质点发射某一谱线的光, 被在 r 值很大处的某一观测者观测到。这条光谱线红移一个因子 $g_{00}^{-\frac{1}{2}} = \left(1 - 2\frac{m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}$ 。质点趋于临界半径时, 这因子变成无穷大。当质点趋于 $r = 2m$, 将观测到质点上发生的一切物理过程越来越慢。

现在考虑观测者随同质点一起运行。他的时标由 ds 度量。现

$$\frac{ds}{dr} = \frac{1}{v^1} = -\left(k^2 - 1 + \frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

现代宇宙论中所说的其他任何一样东西, 本质上都属于纯粹“科学幻想”的范畴, 无需也无法使用形式语言以及形式逻辑进行任何形式的分析和讨论。

当然, 在这样一个仅仅依赖幻想的无际思维空间之中, 耄耋老人与天真烂漫的稚童都拥有完全平等的想象权力。

此时, 随着想象的任意驰骋, 不仅仅根本不必在乎 Heisenberg 曾经流露对“打破一切动力学概念限制”的某种担心, 更不必丝毫在意逻辑, 一切唯恐不是“随心所欲”的。

因此, 即使仅仅想稍作点评, 实际上已经变得没有可操作性。之所以仍然保留“黑洞”这样几段陈述, 只不过让人们努力体会这种无边际的想象力而已。

当然, 这些只能适可而止。

当 r 趋于 $2m$ 时, $\frac{ds}{dr}$ 趋于 $-k^{-1}$ 。所以,对观测者来说,质点经过有限原时后,到达 $r=2m$ 。运动观测者到达时只花费了有限时间。此后他会发生什么情况呢?它可以通过真空继续运行达到 r 值更小的地方。

为了研究 Schwarzschild 解延拓到 $r < 2m$ 的情况,必须采用非静止坐标系,使 $g_{\mu\nu}$ 随时间坐标而变化。令坐标 θ 和 ϕ 保持不变,但我们不用 t, r , 而用 τ, ρ , 其定义如下:

$$\tau = t + f(r), \quad \rho = t + g(r) \quad (20.1)$$

这里函数 f, g 是任意的。

仍用撇号表示对 r 的导数,我们有

$$\begin{aligned} d\tau^2 - \frac{2m}{r} d\rho^2 &= (dt + f' dr)^2 - \frac{2m}{r} (dt + g' dr)^2 \\ &= \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2 - 2\left(f' - \frac{2m}{r} g'\right) dt dr \\ &\quad + \left(f'^2 - \frac{2m}{r} g'^2\right) dr^2 \\ &= \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2 - \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 \end{aligned} \quad (20.2)$$

只要我们选取函数 f 和 g 满足

$$f' = \frac{2m}{r} g' \quad (20.3)$$

和

$$\left(\frac{2m}{r} g'^2 - f'^2\right) = \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} \quad (20.4)$$

从这些方程中消去 f , 给出

$$g' = \left(\frac{r}{2m}\right)^{\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} \quad (20.5)$$

为了求这方程的积分,令 $r=y^2$ 和 $2m=a^2$ 。当 $r > 2m$ 时,有 $y > a$ 。现在我们有

$$\frac{dg}{dy} = 2y \frac{dg}{dr} = \frac{2y^4}{a} \frac{1}{y^2 - a^2}$$

上式给出

$$g = \frac{2}{3a} y^3 + 2ay - a^2 \log \frac{y+a}{y-a} \quad (20.6)$$

最后由式(20.3)和(20.5)得

$$g' - f' = \left(1 - \frac{2m}{r}\right) g' = \left(\frac{r}{2m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

上式积分为

$$\frac{2}{3} \frac{1}{\sqrt{2m}} r^{\frac{3}{2}} = g - f = \rho - \tau \quad (20.7)$$

于是

$$r = \mu(\rho - \tau)^{\frac{2}{3}} \quad (20.8)$$

其中

$$\mu = \left(\frac{3}{2} \sqrt{2m} \right)^{\frac{2}{3}}$$

由此我们看出,能够满足条件(20.3)和(20.4),因此也可以用式(20.2),代入到 Schwarzschild 解(19.6),得

$$ds^2 = d\tau^2 - \frac{2m}{\mu(\rho - \tau)^{\frac{2}{3}}} d\rho^2 - \mu^2(\rho - \tau)^{\frac{4}{3}} (d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \quad (20.9)$$

由式(20.7),临界值 $r = 2m$ 相当于 $\rho - \tau = \frac{4m}{3}$ 。这时度规(20.9)在该处没有奇异性。

我们知道,度规(20.9)在 $r > 2m$ 的区域中满足真空的 Einstein 方程,因为它可以有坐标变换变成 Schwarzschild 解。由此可以推断,因为式(20.9)在 $r = 2m$ 处不存在任何奇异性,由解析延拓,当 $r \leq 2m$ 时,式(20.9)也满足 Einstein 方程。度规(20.9)的这种性质可以一直保持到 $r = 0$ 或 $\rho - \tau = 0$ 。

奇异性出现在新、旧坐标的关系式(20.1)中。但是,一旦我们建立了新坐标系,就可以不管旧坐标系,而奇异性也就不再出现。

我们看到,真空的 Schwarzschild 解能延拓到 $r < 2m$ 区域。但是这个区域无法同 $r > 2m$ 的空间沟通起来。正如我们能容易地证明的,任何信号即使是光信号,越过边界 $r = 2m$ 要花费无限长的时间。所以,对 $r < 2m$ 的区域,我们不可能得到直接的观测知识。这样一个区域称之为黑洞,因为物体可以掉入其内(根据我们的钟,要花无限长时间),但却没有东西能从其中出来。

于是就产生了一个问题:这样一个区域实际上能否存在?我们能够明确说的只是 Einstein 方程允许有这样一个区域存在。一个质量很大的物体可以坍缩成很小的半径,那时引力变得如此强大,没有什么已知的物理力能够顶住引力,而阻止其进一步坍缩。似乎它只好坍缩成为一个黑洞。按照我们的钟,到达这一点要花费无限长时间,然而相对于坍缩物质本身,只需花费有限时间。

16.5.21 张量密度

在坐标变换下,四维体积元按如下法则变换:

$$dx^{0'} dx^{1'} dx^{2'} dx^{3'} = dx^0 dx^1 dx^2 dx^3 J \quad (21.1)$$

式中 J 是雅可比量

$$J = \frac{\partial(x^{0'} x^{1'} x^{2'} x^{3'})}{\partial(x^0 x^1 x^2 x^3)} = |x_{\alpha}^{\mu'}|$$

为简单起见,我们可以把式(21.1)写成

$$d^4 x' = J d^4 x \quad (21.2)$$

现在

$$g_{\alpha\beta} = x_{\alpha}^{\mu'} g_{\mu'\nu'} x_{\beta}^{\nu'}$$

我们可以把右边看作三个矩阵的乘积,第一个矩阵的行由 α 标明,其列由 μ' 标明,第二个矩阵的行由 μ' 标明,其列由 ν' 标明,第三个矩阵的行由 ν' 标明,其列由 β 标明。此乘积等于左边的 $g_{\alpha\beta}$ 。这些行列式之间必有对应方程成立,因此

$$g = J g' J$$

或

$$g = J^2 g'$$

现在 g 是一负的量,所以我们可以作出 $\sqrt{-g}$,平方根取正值。于是

$$\sqrt{-g} = J \sqrt{-g'} \quad (21.3)$$

设 S 为一标量场量, $S = S'$ 。如果 x' 的积分区域相当于 x 的积分区域,则

$$\int S \sqrt{-g} d^4 x = \int S \sqrt{-g'} J d^4 x = \int S' \sqrt{-g} d^4 x'$$

于是

$$\int S \sqrt{-g} d^4 x = \text{Invariant} \quad (21.4)$$

我们把 $S \sqrt{-g}$ 叫做标量密度,以及这个量的积分为一不变量。

同样,对于任一张量场 $T^{\mu\nu\dots}$,我们可以把 $T^{\mu\nu\dots} \sqrt{-g}$ 叫做张量密度。若积分区域很小,积分

$$\int T^{\mu\nu} \sqrt{-g} d^4 x$$

一旦像 Dirac 所说,允许将纯粹的“形式模仿”轻松地称为“有趣游戏”,而且,还因为善于这种游戏能够成为“不朽”的话,那么,逻辑自然失去了存在意义。

事实上,在经典张量代数的基本概念中,之所以会提出又往往被视为“伪张量”的“张量密度”概念,尽管这样的概念仍然纯属于“形而上学”的简单思维范畴,对应于从“关系的无条件确定”开始,再对“客观真实”做出最终确认结束。但是,之所以出现这个形而上学的概念,仍然具有相关的客观性基础,这就是“斜轴”坐标系中由一组基矢量 $\{e_i\}$ 所构造“容积元 v ”的存在,它必须对“度量”产生某种影响,并且,人们还往往指出,当其表示为

$$v = e_1 \cdot (e_2 \times e_3)$$

这个本来作为“纯数”出现的量并不具有“坐标系反射变换”中的不变性,因此,只能将这个对相关度量产生影响的量称为“伪”张量^①。

然而,即使不考虑“张量密度”概念自身的形而上学问题,此处的问题在于:

① 其实,这样一种习惯了的经典认识仍然属于简单形而上学的思维范畴,同样需要重新认识。事实上,作为客观量表述的张量必须独立于一切坐标系的选择,但是一旦涉及到某种具体“运算”形式,并且不同坐标系相应隐含不同的运算规律的时候,仍然要求最终的结果保持一致则显然成为“无理”要求。因此,科学研究中切忌将某一个,或者某几个具体的形式表述形而上学地“固定”化,而需要认真探讨和真正领悟形式表述蕴涵的本质内涵或者抽象的逻辑关联。如果无视甚至否定某一个形式表述内蕴的逻辑关联,这个形式表述也自然失去存在意义。

为一张量。若积分区域不小,则该积分不是一个张量。因为这是该积分由位于不同点的张量之和组成,从而在坐标变换下不按任何简单方式变换。

量 $\sqrt{-g}$ 以后非常有用。为简单起见,把它简写为 $\sqrt{}$,我们有

$$g^{-1}g_{,\nu} = 2 \sqrt{-1} \sqrt{},_{\nu}$$

于是式(15.5)给出

$$\sqrt{},_{\nu} = \frac{1}{2} \sqrt{g^{\lambda\mu}} g_{\lambda\mu,\nu} \quad (21.5)$$

而式(15.6)可以写为

$$\Gamma_{\nu\mu}^{\mu} \sqrt{} = \sqrt{},_{\nu} \quad (21.6)$$

首先,任意一个一般了解初等向量计算的研究者都熟知,向量的三重标量积(包括叉积运算),仅仅存在于 3 维向量空间中,人们如何为 4 维向量空间中的向量构造如上所述的容积呢?

当然,根据 Einstein 的“相对论”,即使只考虑平直的 Minkowski 伪空间,4 个坐标分别对应于时间和空间,又怎样定义其容积呢?

因此,类似于前面分析所指出,Minkowski 空间是一个“伪”空间,已经破坏了“向量空间”的存在前提那样,此处无法定义张量密度。

16.5.22 Gauss 定理和 Stokes 定理

矢量 A^{μ} 的协变散度 $A^{\mu}_{;\mu}$ 是一个标量。我们有

$$A^{\mu}_{;\mu} = A^{\mu}_{,\mu} + \Gamma_{\nu\mu}^{\mu} A^{\nu} = A^{\mu}_{,\mu} + \sqrt{-1} \sqrt{},_{\nu} A^{\nu}$$

于是

$$A^{\mu}_{,\mu} \sqrt{} = (A^{\mu} \sqrt{})_{,\mu} \quad (22.1)$$

我们可以令 $A^{\mu}_{;\mu}$ 为式(21.4)中的 S ,得到不变量

$$\int A^{\mu}_{;\mu} \sqrt{} d^4x = \int (A^{\mu} \sqrt{})_{,\mu} d^4x$$

如果积分遍及一有限(四维)体积,则由 Gauss 定理,上式右边可以换成遍及该体积的整个边界曲面(三维)的积分。

若 $A^{\mu}_{;\mu}=0$,有

$$(A^{\mu} \sqrt{})_{,\mu} = 0 \quad (22.2)$$

这给出了一个守恒定律;也就是说,对于密度为 $A^0 \sqrt{}$,而流由 3 维矢量 $A^m \sqrt{}$ ($m=1, 2, 3$)给出的流体是守恒的。我们可以在确定时间 x^0 把式(22.2)遍及整个三维体积 V 取积分。结果为

$$\left(\int A^0 \sqrt{} d^3x \right)_{,0} = - \int (A^m \sqrt{})_{,m} d^3x$$

: Surface intergral over the whole boundary

当然,由于张量密度的概念不存在,即使允许将“形式模仿”界定为科学研究的主要工具,也无法简单拷贝一般向量场分析中的 Gauss 公式以及 Stokes 公式。

而且,一旦将“时间和空间”关联在一起,并且必须满足“原时不变关系式”的同时,对于此处所述两个基本定理,作为其存在基本前提,包围某一个“时-空域”的“时-空边界”,到底怎样才能将它们确定下来呢?

如果没有流通过 V 的界面,则 $\int (A^0 \sqrt{}) d^3x$ 恒定。

一般地说,矢量 A^μ 的这些结果不能用到有一个以上附标的张量。如果以有两附标的张量 $Y^{\mu\nu}$ 为例,在平坦空间中,我们可用 Gauss 定理把 $\int Y^{\mu\nu}_{;\nu} d^4x$ 表示成一个面积分。但是,如果是弯曲空间,我们一般不能把 $\int Y^{\mu\nu}_{;\nu} \sqrt{} d^4x$ 表示成一个面积分。对反对称张量 $F^{\mu\nu} = -F^{\nu\mu}$, 出现一个例外情况。在此情况下,我们有

$$F^{\mu\nu}_{;\sigma} = F^{\mu\nu}_{,\sigma} + \Gamma_{\sigma\rho}^\mu F^{\rho\nu} + \Gamma_{\sigma\rho}^\nu F^{\mu\rho}$$

所以由式(21.6)

$$\begin{aligned} F^{\mu\nu}_{;\nu} &= F^{\mu\nu}_{,\nu} + \Gamma_{\nu\rho}^\mu F^{\rho\nu} + \Gamma_{\nu\rho}^\nu F^{\mu\rho} \\ &= F^{\mu\nu}_{,\nu} + \sqrt{}^{-1} \sqrt{}_{,\rho} F^{\mu\rho} \end{aligned}$$

于是

$$F^{\mu\nu}_{;\nu} \sqrt{} = (F^{\mu\nu} \sqrt{})_{,\nu} \quad (22.3)$$

因此 $\int F^{\mu\nu}_{;\nu} d^4x = \text{一个面积分}$, 若 $F^{\mu\nu}_{;\nu} = 0$, 我们有守恒定律。

在对称情况下 $Y^{\mu\nu} = Y^{\nu\mu}$, 倘若我们把其中的一个附标降低而讨论 $T^{\nu}_{\mu;\nu}$, 我们得到一个对应方程, 但其中多了一项。我们有

$$Y^{\nu}_{\mu;\sigma} = Y^{\nu}_{\mu,\sigma} - \Gamma_{\mu\sigma}^\alpha Y^\sigma_\alpha + \Gamma_{\sigma\alpha}^\nu Y^\alpha_\mu$$

令 $\sigma = \nu$, 利用式(21.6), 我们得

$$Y^{\nu}_{\mu;\nu} = Y^{\nu}_{\mu,\nu} - \sqrt{}^{-1} \sqrt{}_{,\alpha} Y^\alpha_\mu - \Gamma_{\alpha\mu\nu} Y^{\alpha\nu}$$

因 $Y^{\alpha\nu}$ 是对称的, 由式(8.6), 末项中的 $\Gamma_{\alpha\mu\nu}$ 可被下式代替:

$$\frac{1}{2} (\Gamma_{\alpha\nu\mu} + \Gamma_{\nu\alpha\mu}) = \frac{1}{2} g_{\alpha\nu,\mu}$$

于是, 我们得

$$Y^{\nu}_{\mu;\nu} \sqrt{} = (Y^\nu_\mu \sqrt{})_{,\nu} - \frac{1}{2} g_{\alpha\beta,\mu} Y^{\alpha\beta} \sqrt{} \quad (22.4)$$

对于协变矢量 A_μ , 我们有

$$\begin{aligned} A_{\mu;\nu} - A_{\nu;\mu} &= A_{\mu,\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^\rho A_\rho - (A_{\nu,\mu} - \Gamma_{\nu\mu}^\rho A_\rho) \\ &= A_{\mu,\nu} - A_{\nu,\mu} \end{aligned} \quad (22.5)$$

这个结果可以表述于下: 协变旋度等于普通旋度。上式只对协变矢量成立。对于逆变矢量, 由于附标不均衡, 我们不能构成旋度。

取 $\mu=1, \nu=2$, 我们得

$$A_{1;2} - A_{2;1} = A_{1,2} - A_{2,1}$$

我们把此方程遍及整个曲面 $x^0 = \text{常数}, x^3 = \text{常数}$ 而取积分。由 Stokes 定理, 我们得到

$$\begin{aligned} \iint (A_{1;2} - A_{2;1}) dx^1 dx^2 &= \iint (A_{1,2} - A_{2,1}) dx^1 dx^2 \\ &= \int (A_1 dx^1 + A_2 dx^2) \end{aligned} \quad (22.6)$$

对环绕曲面的周边取积分。于是,我们得到环绕周边的积分等于以此周边为界的曲面所流过的通量。此结果不仅对曲面方程是 $x^0 = \text{常数}$, $x^3 = \text{常数}$ 的那些坐标系成立,而且对一切坐标系普遍成立。

为了用不变量形式写出结果,我们引进二位曲面元的普遍公式。如果我们取两个微小的逆变矢量 ξ^μ 和 ζ^μ , 它们所张的曲面面积元决定于反对称二指标张量

$$dS^{\mu\nu} = \xi^\mu \zeta^\nu - \xi^\nu \zeta^\mu$$

于是,若 ξ^μ 具有分量 $0, dx^1, 0, 0$, 而 ζ^μ 具有分量 $0, 0, d^2x, 0$, 则 $dS^{\mu\nu}$ 具有分量

$$dS^{12} = dx^1 dx^2, \quad dS^{21} = -dx^1 dx^2$$

其他分量等于零。式(22.6)左边变为

$$\iint A_{\mu;\nu} dS^{\mu\nu}$$

右边显然是 $\int A^\mu dx^\mu$, 所以此式变为

$$\frac{1}{2} \iint (A_{\mu;\nu} - A_{\nu;\mu}) dS^{\mu\nu} = \oint A_\mu dx^\mu \quad (22.7)$$

16.5.23 谐和坐标

标量 V 的 d'Alembert 方程, 即 $\square V = 0$, 其协变形式由式(11.9)给出

$$g^{\mu\nu} (V_{,\mu\nu} - \Gamma_{\mu\nu}^a V_{,a}) = 0 \quad (23.1)$$

如果我们采用平坦空间中的直线轴, 四个坐标 x^λ 的每一个都满足 $\square x^\lambda = 0$ 。我们可以用 x^λ 代替式(23.1)中的 V 。当然, 由于 x^λ 不是 V 那样的标量, 所得的结果不是一个张量方程, 所以只在某些坐标系中成立。这就对坐标加上了一个限制。

如果我们以 x^λ 代替 V , 那么必须以 $A_{,a}^\lambda = g_{,a}^\lambda$ 代替 $V_{,a}$, 方程(23.1)变为

$$g^{\mu\nu} \Gamma_{\mu\nu}^\lambda = 0 \quad (23.2)$$

满足这个条件的坐标叫做谐和坐标。谐和坐标提供了我们在弯曲空间中所能采用的最接近直线坐标的近似。只要我们愿意, 我们可以在任何问题中使用谐和坐标, 但因为一般坐标的张量形式实际上更为方便, 采用谐和坐标常常是不值得的。然而在讨论引力波时, 谐和坐标是非常有用的。

由式(8.9)和(8.6), 在一般坐标中, 我们有

此处, 作为对 Dirac 著述一系列荒诞的未尽陈述中的最后一个点评, 仅仅指出: 不同于“向量空间”中坐标系的任意选择, 一旦确认是向量空间之中的某一个“弯曲”子空间, 那么, 这个子空间之中的坐标系只可能是弯曲的, 当然, 此时的 Christoffel 相应成为一个“客观”量, 不可能再随意做出“谐和”坐标的假设。

$$\begin{aligned} g^{\mu\nu}_{,\sigma} &= -g^{\mu\alpha}g^{\nu\beta}(\Gamma_{\alpha\beta\sigma} + \Gamma_{\beta\alpha\sigma}) \\ &= -g^{\nu\beta}\Gamma_{\beta\sigma}^{\mu} - g^{\mu\alpha}\Gamma_{\alpha\sigma}^{\nu} \end{aligned} \quad (23.3)$$

于是,借助式(21.6)

$$(g^{\mu\nu}\sqrt{})_{,\nu} = (-g^{\nu\beta}\Gamma_{\beta\sigma}^{\mu} - g^{\mu\alpha}\Gamma_{\alpha\sigma}^{\nu} + g^{\mu\nu}\Gamma_{\sigma\beta}^{\beta})\sqrt{} \quad (23.4)$$

令 $\sigma=\nu$, 缩并上式, 我们得

$$(g^{\mu\nu}\sqrt{})_{,\nu} = -g^{\nu\beta}\Gamma_{\beta\nu}^{\mu}\sqrt{} \quad (23.5)$$

我们现在看到, 谐和条件的另一形式是

$$(g^{\mu\nu}\sqrt{})_{,\nu} = 0 \quad (23.6)$$

面对无尽大自然, 人类仍然知之甚少。因此, 如果从自然科学的本原考虑, 现代人类其实正重新面对哲学家们曾经指出公元前 450 年存在于古代希腊哲学世界一个几乎完全相同的问题: “需要对宇宙狂妄的和无事实根据的沉思之中, 向对知识以及知识理论的怀疑论的批判转变。”或者说, 人们必须重新面对“无穷多惯性系”明显存在的循环定义和认识反常问题, 需要认真反思经典电磁场理论体系中随意添加诸如“Coulomb 规范”或者“Lorentz 规范”这样一些明显无理的人为约定的问题, 需要严肃对待如何为其建立的一个“数学上可以求解”的合理数学物理模型等实实在在的问题。事实上, 只要能够对“电磁场”必然存在的“非均匀性”特征做出描述, 那么, 电磁场中电磁波以“弯曲迹线”传播只是一个简单和平凡的自然现象。因此, 现代自然科学必须重树科学实验以“基础性”地位的同时, 需要扎扎实实研究和处理现代数学以及物理学中许许多多没有真正解决的问题, 从“相对论”这样一些根据“第一性原理(约定论)”而构造的束缚中彻底解脱出来。

16.6 几何学从“实体论”到“约定论”的“自我异化”过程及其隐含的大量逻辑失当^①

对于主要由西方科学世界构建的现代自然科学体系, 虽然为人类的现代物质文明做出了巨大的历史性贡献, 但是, 由于过分急功近利, 奉行实用主义的哲学, 以及习惯中过分简单和粗糙的形而上学思维模式, 使得他们已经彻底抛弃任何科学陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则, 公然允许在承认“矛盾前提”之下进行“无穷推理”, 从而使得这个经历了整整 4 个世纪蓬勃发展的陈述系统不得不面对“历史性和全局性梳理”这样一个并不仅仅属于西方世界, 而属于整个人类的重大历史命题。值得着重指出西方科学世界从 18 世纪已经开始, 关于“几何学”从

① 本小节所讨论的内容, 既可以视为在本书最末一章“数学基础深刻蕴涵的‘逻辑不相容’危机”所提“为形式系统所描述的特定物质对象的前提性存在成为形式系统本身得以存在的基础和逻辑前提”基本理念的指导下, 对于几何学分析中的一次具体应用, 当然, 也可以视为上述基本理念的一种补充论证。(另外, 需要作补充说明, 本小节写于前面节 16.5 对 Dirac 所著《广义相对论》作评述之前, 论述的范围和深度其实都不及上一节所作的讨论。但是, 考虑到不少物理学研究者都没有认真读过微分几何, 或者并没有真正领会微分几何的基本思维结构, 因此将本小节所作的简单论述保留下来或许对他们仍然会有所帮助。)

“实体论”演变到“约定论”，一种他们没有意识到的“自我异化”过程^①。

不知道为什么几乎总是与东方人一种习惯性的过分谨慎完全相反，对于西方科学世界中的某些研究者偶有所得似乎就容易忘形，期望将这样一些本质上只能渊源于物质世界本身，相应只能条件存在和有限真实的客观性描述演变成一种绝对真理，甚至重新凌驾于整个宇宙之上。其实，在 Newton 将他的力学公式称为一个定理，在 Clausius 的热力学以及 Maxwell 的经典电磁场理论中，人们都不难发现这样的思维倾向，当时的 Einstein 只不过将这种思维倾向发挥到极致罢了。事实上，随着将几何学演变为纯粹的形式表述，脱离其得以存在的特定“几何实体”或者 Leibniz 所说的“物质客体”的那个时刻起，数学实际上已经逐步陷入不断杜撰概念的一种简单形式主义的自欺之中了。

与东方哲学中蕴涵的“整体式”思考方式相比，西方科学世界已经习惯了的“分析—分解再分解”式思维模式的确显得过分简单。其实，那个复杂的物质世界本质上只能彼此依赖地共存着。尽管目前的西方科学世界已经大概意识到微分几何中所谓“整体”分析的问题，但是，一旦把那个原来不可分割的整体人为地割裂来看，这样一些破碎的局部再也拼凑不出一个整体。这样一些亡羊补牢式的努力徒劳无益。当然，对于西方科学世界中任何一个诚实的研究者几乎熟知，现代自然科学体系存在大量没有解决的基础问题，诸如：

“无法定义惯性系，建立在‘循环逻辑’之上的惯性系逻辑上只能使得一切与运动相关的物理学陈述失去确定意义”的问题；

“由 Clausius 构建的经典热力学在‘熵’函数的神秘性后面隐含着太多逻辑不当，以至于曾经担任美国应用数学家协会主席的一批学者从 20 世纪 50 年代就开始的‘热力学理性重建’至今没有完成”的困惑；

“何为湍流，何为流体力学作为基本方程 Navier-Stokes 方程的研究对象、存在条件、有限论域？”

“什么是 Maxwell 构建他的经典电磁场理论所必需基础的位移电流，为什么这个理论方程不可能求解？”

“在面对一个尚不具能力求解的数学方程，为什么允许提出诸如‘正则规范’这样一种没有任何物理基础和数学论证的假设？”

“为什么 Heisenberg 指出整个量子力学只能建立在一系列矛盾前提之中，从而只能将其视为‘实验数据间’关系”的问题；

乃至“数学基础自身的逻辑悖论”问题；

.....

面对真实存在于主要由西方科学世界曾经做出重大贡献的现代自然科学体系中，这样一些许许多多本质上“互为关联”的基础问题，几乎可以断言：如果不对他们的基本哲学理念进行

① 根据《哲学词典》中的解释，“异化 (Alienation)”的基本意义为：某物通过自身的活动而与某种曾经属于它的他物相分离，以至于这个他物成为自足的并与本来拥有它的某物相对立的一种状态。至于“自我异化 (Self-alienation)”则指：与真实的自我、本性和意识相分离，失去个体的完整性和独立性，成为陌生于自我的一种状态。无疑，此处所说的“几何学的自我异化”在于表示这样一种认定：由于作为现代微分几何基础的“约定论”所必需的“主观”随意性，使得原来用以逻辑地表述特定几何体“客观”属性的几何学已经完全失去了自我，处于因为缺乏确定概念前提而导致的逻辑紊乱之中。当然，正如本书最后一章希望表明的那样，对现代几何学的这样一种基本判断，同样适用于一个只能建立在“约定论”之上，其基础就存在逻辑悖论的整个现代数学体系。

深刻反省,彻底改变轻易鼓吹形形色色自欺的“第一性原理”和纵容“无视逻辑的逻辑推理”的习惯,不努力学会一种“整体”和“辩证”意义上的思考,西方科学世界不仅仅不可能为人类理性意识的深化继续做出贡献,相反只能成为人类科学事业的严重障碍。

为了让西方科学世界真正明白他们所习惯的“简单、局部、单向”思维对于自然科学研究的极大危害,此处不妨给出一个简单而严格的数学证明:曲面的内在性质一旦离开了它自身得以“生存(嵌入)”的真实空间,这样的性质甚至都不存在,更完全谈不上这个只能依赖“约定论”而杜撰出来形式系统的“完备性”的问题。

16.6.1 曲面上“向量平移”及其相关概念隐含的“伪”科学性

为了在一个真实存在的“几何曲面”,乃至在根据“约定论”创造出来的现代微分几何中所说的“流形”上,构造那个能够仅仅属于“曲面”或者“流形”自身,而与该特定“几何实在”实际“嵌入(赖以生存)”的“高维空间”之间没有任何逻辑关联的独立形式表述系统,作为这个陈述体系中一个不可缺省的前提性理念是:首先需要引入仅仅隶属于曲面上的“向量平移”概念,以及以其为基础的“绝对微分”概念,进而建立仅仅属于曲面或者流形自身的微分运算结构。

为了对这个建立在“约定论”上的陈述体系是否能够与其希望描述的“几何实体”真正保持一致,或者不至于因为出现“大失真”而使其本质上不具任何存在意义的前提性问题做出可靠的判断,不妨重新认真阅读那个最初仍然以“实体论”为基础的古典微分几何,到底是以怎样的方式引入现代微分几何学所必需的这些基本概念的?或者说,对于生存于“高维几何空间”中的某一个或者某一些“低维几何构形”是否真的能够脱离它们的“母体”而独立存在,这样一个涉及现代微分几何核心内涵的前提性命题重新进行考察。

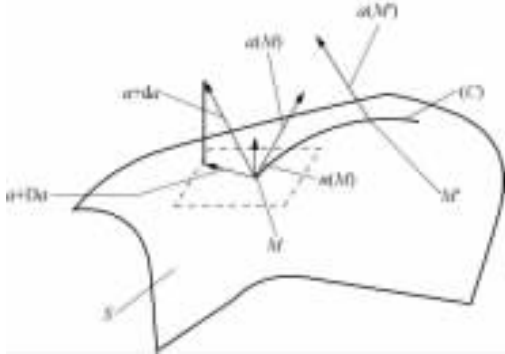
16.6.1.1 相关经典陈述

仍旧遵循惯例,首先介绍为目前科学世界共同认可的那种推理结构^①:

“一、曲面上的向量及其平行移动

曲面上的向量,指的是曲面上给定点处切于此曲面的向量。如果从曲面的某一点到另外一点‘平行移动’一向量,那么,一般来说平行移动以后的向量的方向已不能继续保持在曲面的切平面上,或者与切平面形成一定角度,因而不能认为是曲面上的向量。

我们在这里建立曲面上向量平面的平行移动概念。如下图所示:



^① 此处的全部陈述援引自文献[4]。

假设曲面 S 上存在一条曲线 (C)

$$u^i = u^i(t) \quad i = 1, 2$$

该曲线上的点 $M(t)$ 给出了表面上的向量 $a(t)$, 或者说, 该向量在表面上点 $M(t)$ 处切于曲面。并且, 沿着该曲线给出了一个定义在表面上的向量场。

当曲线上的参量 t 从与点 M 对应的值变化到与邻点 M' 所对应的值时, 表面上的向量场相应变化为 $a(t')$ 。如果将 M' 点处的向量 $a(t')$ 按照‘通常意义的移动’重新移动到原来的 M 点, 并且将其增量的主要部分记为微分 da 。显然, 这个定义于 M' 一点处的向量 $a(t')$ 按照‘通常意义’重新平移至点 M 处的向量 $a + da$ 一般不再在 M 点处的切平面上。因此, 该向量 $a + da$ 不再是曲面在 M 点处的切向量^①。

也就是说, 对于 M' 点处向量 $a(t')$, 按照通常意义平移而至 M 点, 等价地表示为向量 $a + da$ 时(注意: 仅仅为了赋予古典微分几何中的这一表述以更为明确的几何内涵, 可以相应构造与以上陈述一致的映射

$$\begin{aligned} a_M &\rightarrow a_M : \\ a(M') \in M' &\rightarrow ? = a(M) \in M : a(M') = (a + da)(M) \end{aligned} \quad (A)$$

$$M, M' \in (C) : u^i = u^i(t) \subset R^2$$

即对于定义于 M' 点的向量如何在其邻点 M 予以表述的问题。)向量 $a + da$ 可以进一步分解为 M 点处在切平面上的和沿曲面法线 n 方向的两个分量。其中, 该向量在法线方向上的分量为

$$(a + da)_n = [n \cdot (a + da)]n = (n \cdot da)n \quad (B_1)$$

其中已经考虑向量 a 定义在 M 点的切平面上, 因此其法向分量 $n \cdot a$ 恒等于零。相应得到切向量

$$(a + da)_t = a + da - (n \cdot da)n \quad (B_2)$$

这是沿曲线 (C) , 表面上向量场 a 在 M' 点处的向量 $a(t')$ 按照“通常平移”的概念移动至 M 点时, 在 M 点的切平面上的投影向量。

于是, 我们把表面上点 M 处向量 $(a + da)_t$ 与向量 a 的差称为表面上向量场 a 从 M 点沿曲线 (C) 移动到 M' 点的绝对微分, 表示为

$$Da = da - (n \cdot da)n \quad (C)$$

由以上分析看出, 对于定义在表面上的向量场 a 及其表面上的一个给定曲线 (C) 而言, 向量场 a 在表面上 M 点处并且沿着给定曲线的绝对微分 Da , 就等于它的通常微分 da 投影到 M 点切平面上的那个部分。因此, 表面上向量场 a 在点 M 处的绝对微分 Da 仍然是定义在表面上的向量^②。

如果上式所定义的绝对微分等于零, 即

$$Da = 0 \mapsto da = (n \cdot da)n \quad (D)$$

① 值得指出, 援引这一段陈述时, 笔者对相关陈述的原次序做了某些细微的变动。最初的陈述是: “当向量 a 从点 M 移动到(按通常意义的移动)到邻近点 M' 时得到增量, 其主要部分等于微分 da 。从点 M 引 $a + da$, 那么一般来说, 这个向量不在点 M 的切平面上。因此, 它不再是 M 的切向量。”显然, 细心的读者不难发现, 这些细微的差异并不在于语言是否通顺本身, 而在于不同陈述隐含着如何对相关几何图像形成一种较为准确理解上。

② 原文最初的相关叙述为: “由以上看出, 当向量从点 M 沿曲线 (C) 移动到点 M' 时, 向量 a 的绝对微分 Da 等于把它的通常微分 da 投影到点 M 处的切平面上的部分。因此在点 M 处向量的绝对微分 Da 仍然是一个在点 M 处切于曲面的向量。”敬请读者注意, 两种陈述尽管都没有超越现代数学所认同的范畴, 但是对于现代数学希望表述几何内涵的较为准确理解方面两者实际上存在着差异。

该式表示:曲面上向量场在 M' 点处的向量 $a(t')$ 按照‘通常意义平移’概念移动至 M 点,并且表示为 M 点处的向量 $a+da$ 时,向量场的增量即通常意义上的微分 da 恰恰只与该点的法线方向 n 重叠。换句话说,对于定义于表面上的向量场 a ,如果当此处所定义的绝对微分 Da 能够满足等于零的条件,那么,将曲面上某确定点 M 邻点 M' 处的向量 $a(t')$ 按照通常意义的平移概念移动到原该确定点 M ,表示为该点处的向量 $a+da$,那么,向量 $a+da$ 在该确定点 M 的切平面之上的投影该就等于向量场原来定义在 M 点处的向量 a 。此时,对于曲面上向量场 a ,我们可以将其称为曲面上沿着给定曲线 (C) 所限定的方向上的平行向量场。当然,在这个特定条件下,对于给定曲面沿着给定曲线 (C) 上不同点处的不同向量,可以将它们视为经过‘平行移动’而得到的向量^①。

显然,上述定义的‘平行移动’概念与曲面所选取的曲线 $u^i = u^i(t)$ 有关。因此,特别将 a 和 $a+da$ 称为沿着曲线 $u^i = u^i(t)$ 在 Levi-Civita 意义下的平移,即称向量 $a+da$ 和 a 是沿曲面上曲线 $u^i = u^i(t)$ 的 Levi-Civita 平行移动。

特别地,在平面上向量的 Levi-Civita 平移与通常意义下的平移一致,这是由于平面上始终存在 $da=Da$ 。

二、曲面上向量场绝对微分的分析表达式

继而,再导出曲面上向量场绝对微分的分析表达式,从而可以得到曲面上向量场平行移动的分析条件。假设沿着曲面上曲线 (C) 上的每一个点,向量场 a 的分量表述为

$$a(t) = a^1 r_1 + a^2 r_2 \quad \in (C)$$

其中, r_1 和 r_2 为曲面上与曲线 (C) 的参数 t 所对应点处切平面上的两个坐标向量,而 a^1 和 a^2 则为向量 a 所对应的两个坐标分量。

继而,(根据古典微分几何的相关结论,略)

.....

最终不难求得

$$Da = r_1 Da^1 + r_2 Da^2$$

其中

$$\begin{cases} Da^1 = da^1 + \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \Gamma_{\alpha\beta}^1 a^\alpha du^\beta \\ Da^2 = da^2 + \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \Gamma_{\alpha\beta}^2 a^\alpha du^\beta \end{cases} \quad (E)$$

该式为曲面上向量场绝对微分的分析表达式。(式中, Γ_{ij}^k 为张量分析中为人们熟知,定义在曲面之上的 Christoffel 符号。)

特别地,对于表面上的给定点,如果将定义于该点处的向量 a 向‘任意’方向上的邻点实现上述‘平行移动’意义上的移动,则 $Da=0$,且 $Da^1=Da^2=0$ 。因此,曲面上向量 a 由点 M 沿着坐标方向 (du^1, du^2) 平行移动到邻点 M' 的分析表达式为

① 再次指出,这个重新整理的陈述与引用文献中的最初陈述之间存在差异。其实,在现代微分几何中,对于一个人“构造”出来的“平行移动”概念,它与且仅仅与 3 维空间中 2 维曲面之上的这样一种向量场形成逻辑对应;对于曲面上不同点处的向量,无论它们的真实状况如何,但是,只要这些向量在它们所在点的切平面上的“投影分量”处于彼此相等的状况,那么,表面上的这个向量场就可以被定义为平行向量场,将这些 3 维空间之中完全不同的向量视为彼此处于“平行移动”状态之中。当然,这样一种人为称谓的“平行移动”之所以能够成立,依赖此处所述绝对微分等于零的逻辑前提。

$$\begin{cases} da^1 = - \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \Gamma_{\alpha\beta}^1 a^\alpha du^\beta \\ da^2 = - \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \Gamma_{\alpha\beta}^2 a^\alpha du^\beta \end{cases}$$

该条件表示,在平行移动下,曲面上 M 点处向量 a 坐标的微分可以用向量在该点处的坐标 a^1 , a^2 , 和定义于同一点处 Christoffel 符号,以及从点 M 到邻点 M' 的唯一位移的坐标微分 du^1 , du^2 来表达。”

16.6.1.2 “向量平移”失真及其对现代微分几何构成的颠覆性影响

其实,只要认真阅读了涉及现代微分几何基元概念的上述经典陈述,几乎可以马上发现这些必须以“约定论”为基础的概念明显存在的“失真”问题。但是,在西方科学世界过分注重于“形式”,并且又特别喜好将某些“局部”意义上的“形式特征”上升为某种“普遍原理”的同时,却不愿意对这些形式特征得以存在的“逻辑前提”条件或者某些形式特征实际隐含的“本质关联”予以足够关注,这样,他们构造的“逻辑推理”只能演变为没有任何“逻辑关联”的“意念”结构。当然,那些他们所期待的形式系统,也最终失去了存在意义。

因此,许多自然科学研究者往往会感到现代数学似乎过分抽象和深奥,最后几乎完全放弃独立思考而只能作没有任何思考的简单认同的时候,其实需要的恰恰是如何剥开过分抽象和深奥的外衣,努力探询这样一些抽象表述在人类希望描述大自然时,它到底希望告诉人们什么“几何实在”或者“物理实在”的问题。反过来说,往往正因为凭借“约定论”而杜撰出来的概念完全失真或者背离于那个自存的物质世界,才会让人们觉得神秘、抽象和难以理解。其实,真正科学的陈述,它必然是“自然、简单”以及恰恰容易为人们所“理性接受”的。

那么,对于只能建立在“约定论”基础之上的现代微分几何,当剥开所有只能依赖人为想象而得以存在的抽象概念所蕴涵的种种神秘色彩以后,它期望告诉人们的最基本理念是什么呢?从“实体论”到“约定论”微分几何的变化历程考虑,这就是:

如果考虑与“物质世界”形成严格逻辑对应的 3 维几何空间,以及这个真实几何空间之中同样真实存在的 2 维曲面,18 世纪的人们(Gauss)发现了这个 2 维曲面存在许多仅仅属于自身的性质,将其称为曲面的“内蕴”特征。吻合于首先进行“剖析、划分”分析,继而再将相关结论加以“归纳、扩展”这样一种习惯性的思维模式,西方科学世界几乎立即提出这样的命题:如何将这样一些属于曲面的“内蕴”特征构造成一个“完备”的陈述系统,使得这个逻辑上仅仅属于“曲面”的陈述系统与其赖以生存的 3 维空间完全隔离开来。并且,将这样一种原来仅仅属于几何实体的抽象,进一步扩展到“意念世界”中的那个抽象高维空间之中。

正如 2 维曲面存在一系列仅仅属于曲面自身的“内蕴”性质一样,人们同样可以相信,如果对于高维抽象空间以及这个抽象空间中抽象曲面的定义是严谨的,那么,这些抽象存在的高维曲面也一定会存在某些仅仅逻辑地隶属于曲面本身的“内蕴”特征。但是,问题并不在于要否定曲面上任何内蕴特征的真实存在,而在于与其对应的另一个完全不同的命题:这样一些属于曲面的“内蕴特征”能否为这个曲面构造一种“完整”的描述?甚至仅仅把属于曲面的“内蕴”特征独立出来,相应构成一个同样仅仅属于“理念世界”中抽象存在的“自完备”形式系统呢?

对于第一个命题的答案,古典微分几何已经做出回答:由于曲面相应存在“曲面的第二基本形式”,曲面的内蕴性质只能称为一种“局部性”的描述,而不能为曲面的全部几何特征构成

完整的描述。至于此处提出的第二个命题,从“客观”的实际效果考虑,同样需要遭到彻底否定。而且,对于任何一个真实了解“演绎逻辑”本质内涵的研究者都知道:从某一个“局部”事实的确认拓展到“整体”意义上的确认,属于归纳逻辑的范畴,永远不可能是完全相关的必要实证;与其相反,对于某一个陈述系统,任何细枝末节意义上的“证伪”却都被赋予了完整的否定性意义。

事实上,在古典微分几何中,当曲面上定义于某一个点 M' 处的向量 $a_{M'}$ 按照“通常平移意义”移动到曲面上的另一个与其相邻的点 M , 并且形式地表示为 $(a + da)_M$ 时,对于式(A)所定义的映射,即

$$\begin{aligned} a_{M'} &\rightarrow a_M : \\ a(M') &\in M' \rightarrow ? = a(M) \in M : a(M') = (a + da)(M) \\ M, M' &\in (C) : u^i = u^i(t) \subset R^2 \end{aligned}$$

它得以存在的全部基础仅仅在于:在这样一种被微分几何称为“通常平移”过程之中,对于那个原来只能逻辑地属于 3 维空间,并且作为一个真实“几何体”而存在的“3 维向量”所必需的“客观性”或者“真实性”。当然,如果一个陈述是真正科学的,那么,它必须满足此处所说的这种“客观性”与“真实性”的要求。

但是,与“通常平移”这样一种自然蕴涵于“几何实在”自身的“客观性”描述完全不同,现代微分几何按照式(C)所引入的绝对微分

$$Da = da - (n \cdot da)n$$

则属于一种人为的“主观”认定。当然,仅仅根据这样的主观认定,进一步构造的所谓 Levi-Civita 平移,即根据另一个“人为”限定

$$Da = 0 \mapsto da = (n \cdot da)n$$

将曲面上不同点处向量的真实变化“限制”在曲面的法线方向时,一个重要问题在于:按照微分几何的“平移”概念,对于定义在曲面上两个不同点处的切向量,尽管与它们局部标架对应的分量表述具有完全相同的形式,但是,并不能因此否认它们恰恰是两个“完全不同几何实在”的客观真实。而且,如果无法能将曲面在其所嵌入几何空间中的几何属性做出前提性的认定,这样两个不同“几何实在”到底具有怎样的逻辑关联都一无所知。试问:为什么必须将“人为约定”置之于被描述的某一个客观对象之上,以至于否定物质对象自身蕴涵的“几何真实”以及“物理真实”呢?反过来讲,对于这样一种只能依赖“约定论”拼凑而得,并且由于逻辑前提的不确定实际上不具确定性意义的形式系统,在人类描述自存物质世界的自然科学研究之中,到底具有什么意义呢?

此外,即使能够按照式(E)

$$\begin{cases} Da^1 = da^1 + \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \Gamma_{\alpha\beta}^1 a^\alpha du^\beta \\ Da^2 = da^2 + \sum_{\alpha, \beta=1}^2 \Gamma_{\alpha\beta}^2 a^\alpha du^\beta \end{cases}$$

对曲面上的微分做出一种纯粹“人为意识”上的约定,但是,这些并不真正懂得“逻辑”的“高贵的形而上学家”们需要知道:2 维曲面上的 Christoffel 符号并不属于曲面的“内蕴”性质,还本质地决定于曲面自身在 3 维空间的“外部”特征。因此,不可能相应构造出一个仅仅隶属于曲面的“自封闭”形式系统。至于在 3 维空间中,一个涉及曲线坐标系,为人们通常使用的微分运

算表述为

$$\nabla_m U_k \equiv \frac{\partial U_k}{\partial x^m} - \Gamma_{km}^n U_n \quad (16.6.1)$$

尽管它同样需要借助 Christoffel 符号加以表述,但是,此处的这个符号不仅仅在“形式”上完全不同于定义在曲面上的 Christoffel 符号,还相应被赋予了确定意义,而且,更为根本的差别在于:当 3 维空间中的向量需要借助某一个曲线坐标加以描述的时候,针对“向量(乃至任何具有实在意义的客观量)”所构造的“微分运算”,必须被赋予“客观性”意义。正因为此,上述微分运算在不同曲线坐标系中具有不同的具体表现形式,但是却拥有完全相同的“物理”内涵,或者“共同”刻画了一个本质相同的物理实在。并且,正因为它的客观性,该微分运算并不真正属于 3 维空间中的曲线坐标,而仍然逻辑地隶属于那个真实的 3 维空间以及空间中真实存在的物理实在。

令人完全不可思议,在现代理论物理涉及“广义相对论”的叙述,乃至微分几何自身的一些叙述中,不仅仅把式(16.5.1)这样的“客观性”描述与定义在曲面之上只能以“约定论”作为存在基础的“主观性”描述混为一谈,而且还往往把真实 3 维空间中的曲线坐标系与弯曲空间混为一谈。当然,也正因为这种逻辑上的完全紊乱,才可能将只能存在于 3 维空间中的“叉积”运算进一步抽象化,将“李群”这样的概念无条件地应用在一切几何空间之中;才可能在“广义相对论”之中出现一方面引用“同一几何空间”之中不同坐标系间引起的变换,另一方面又引入只能属于该空间中一个“真子空间(曲面)”才可能存在的“测地线”这样的概念。当然,如果“桌子、椅子、啤酒瓶”都可以被认定为几何上的“点、线、面”,那么,在这些接受“约定论”而并不在乎“逻辑相容性”的数学家看来,诸如将方向导数算子构造的集合定义为与切空间的对偶空间不仅神秘,而且也足够严密了。

.....

几何空间中的真实存在的低维曲面的性质,不可能独立于其所生存的几何空间而存在。同样,曲面中不同点处的“切空间”仍然彼此本质地关联地存在着,仅仅因为依附于作为“母体”而存在的曲面的前提性存在,这些切空间才可能重新构成一个整体。当然,不可能仅仅凭借一种人为意念就能够维曲面构造具有“独立”意义的切空间,也根本不可能建立仅仅属于曲面切空间的几何,当然,也同样不可能将那个被人们强行背离出来的切空间,再重新“人为”地拼凑在一起。

显然,面对人类自然科学研究历程中某些暂时存在的认识困难,一个最初仅仅由少数西方学者提出,最终却被整个西方科学世界接受,并且被捧为至宝以作为现代数学和现代理论物理得以存在基础的“约定论”假设,它的全部本质内涵就在于掩盖矛盾,属于整个人类文明史中“悖谬、自欺和愚昧”的登峰造极^①。

① 建立在“约定论”之上的现代微分几何除了为完全悖谬的“相对论”提供某种本质上同样没有任何可信性的依据以外,它从来没有为“怎样解决惯性系隐含的循环逻辑问题”、“怎样解决湍流困惑”、“如何为电磁场提供数学上可以求解的数学表述”等许许多多具有实实在在意义的科学疑难提供帮助,相反将自然科学引入无视矛盾的彻底“自欺”之中。实际上,对于曾经担任美国应用数学家学会主席的 J. Serrin 所发起,希望应用现代微分几何理性重建热力学体系的努力,尽管持续了半个多世纪耗费大量的人力,但是始终不可能获得任何成功相反形成许多认识倒退的本质原因。

16.6.2 现代“张量分析”的逻辑倒置

作为上述分析的一个其实已经显得无足轻重的补充,需要注意现代“张量分析”中一种前提性认识中的逻辑倒置。

在现代科学世界中,为了与形形色色杜撰出来的“第一性原理”保持一致,总会自觉或者不自觉地将某种特定的“数学关系”独立于拥有这种关系的“物质客体”,使得仅仅属于特定“物质客体”的某种数学关系置于物质客体之上,成为一种普适性的关系式。例如在文献[6]中,著者几乎总是首先从某一个“关系”出发,继而再引出相关的数学概念。与许多在“自觉或者不自觉”接受“实体论”影响的其他张量著述相比,在反映和遵循现代科学世界的这一基本理念方面,或许可以说这本著述表现得更为准确和严格。该著述的著者特别指出:“张量分析获得成功的实质在于它的不变性”。但是,这样一种近乎真实的认定并没有能够揭示这样一种事实得以存在的“客观性”基础。

事实上,对于以自存物质世界作为特定研究对象的自然科学体系,形形色色的数学表述形式之所以能够在“坐标系变换”蕴涵着一种不变性,并不真正决定于一种“约定论”意义上的“协变性”原理,而根本渊源于被描述物质对象自身的客观存在。因此,在逻辑上,形式表述可能和需要的“不变性”意义,只能依赖被描述对象前提性存在而存在。当然,也正因为此,才可能真正实现该著述所提“张量分析的目的在于寻求一种不同具体坐标系的描述几何和物理规律的手段及其运算法则”。因此,那个被描述的几何或者物理学规律的“独立”存在,应该成为形式上的不变性表述的“本和源”,从而赋予对“本和源”,即被描述“物质客体”明确认定所必需的前提性意义。

然而,令人奇怪的是,在许许多多有关张量的习惯性陈述中,对于只能依赖“物质实在”的客观存在才可能赋予形式表述以“不变性”表现性质的特定逻辑结构,往往都采取一种完全漠视的态度。或者说,人们总期望能够“无条件”地应用这些形式表述,有意识地将原来仅仅隶属于某些特定“物质实在”,以某种特定形式出现的“不变性表述”演变为与物质对象完全无关的“普适性”表述。一种原本属于“物质客体”的“不变性”描述,落入了“约定论”设置的“主观随意性”陷阱之中。当然,这些“客观性”描述最终难免出现形形色色的逻辑紊乱。

事实上,也正因为此,不仅仅在文献[6]中,出现在对“张量分析”做出的定义的同时,却无法为“张量”自身做出定义的反常状况,而且,即使那本长达五卷之巨,被称为具有“严格定义和特定符号”的《数学百科全书》之中,编著者同样只能列出“张量分析”的条目,却相应没有“张量”的条目。这样,在数学家们过分热衷于研究以及表述“张量运算的基本规则”的同时,却并不知道什么是张量,或者不知道被数学家们赋予“普适”意义的这种“运算手段和运算法则”应该归属于怎样的“物理实在”或者“几何实体”的问题。

16.6.3 几何与物理学的本质差异以及约定论几何学研究可能意义的探索

重复指出:时间和空间属于自然科学语言系统的范畴,是用以描述物质世界中一切物质存在和运动的基本工具,两者不可混为一谈也缺一不可。如果着眼于形式量的角度,几何学和物理学的表象差异在于:前者不允许存在独立的时间坐标,而后者则依赖独立的时间坐标,能够对物质世界发生现象的“真实历程”或者“动力学过程”做出描述。事实上,即使为了回避物理

学以及数学自身一系列暂时无法解决问题的困惑,以一种纯粹自欺的方式将物理学纳入几何学研究的框架之中,依赖“约定论”基础之上的故弄玄虚,互为掩饰物理学和数学两者各自存在逻辑悖论,但是,当人们试图把不同的“几何构形”联系在一起,但是最终仍然无法本质地回避这些“不同构形”之间是如何实现“具体变换历程”的另一个独立命题,以至于无法否定另一个独立命题的客观存在。

于是,人们不得不诚实指出,为了掩饰形形色色逻辑悖论而盛行于 20 世纪由西方科学家为主的科学世界中的“约定论”,对于整个自然科学构成了空前巨大的破坏或者对人类的理性意识形成了难以估量的摧残。

但是,对于只能以“约定论”为全部存在基础的现代几何学乃至整个数学体系,是否在人类探索物质世界未知的过程中可能隐含着某种可利用的启示意义呢?应该说,该命题的答案同样应该是肯定的。相对于人类乃至无尽的物质世界,物质的存在形式和运动形式无以穷尽。但是,为了最为“有效地”实现属于物质世界“自己”的运动,自存的物质世界必然独立于人类的种种臆念,或者那些西方科学家往往自以为是认作的某一个被一厢情愿地赋予“普适性”数学式(其实,一个更为合理的称谓,应该只能是一些甚至连“统一的确定形式意义”都不具备的紊乱“符号”系统),必然只能以与自身物质结构一致的有效形式存在或者运动着。因此,在暂时无法确认某个被研究物质对象的“特定”个体真实存在形式的情况下,的确允许类似于现代微分几何为形形色色微分流形人为构置联络那样:不断“赋予(Assign)”几何体以某种或者某一些“特殊”结构,继而构造某种数学上的“反命题”,通过求解“逻辑前提、存在条件、有限论域”的相关问题,从而最终实现探究 3 维 Euclid 空间中物质世界自身真实结构的本源目的。并且,对于这样一种探索,必然随着希望涵盖物质对象范围的增加而显得愈益复杂。

例如,对于 3 维 Euclid 空间 R^3 中,某一个由 2 维 Riemann 曲面 R^2 包裹的均匀化物质对象

$$b \in M^2 \subset R^3 \quad b: f(x_1, x_2, x_3) = 0 \in R^3 \quad (16.6.2a)$$

那么,一个与几何学相关的命题允许为:根据表面上的某一个场分布 $A(x)$, $x \in M^2$ 的某种特定变化特征,寻求此时所述曲面的定义方程,即

$$b \in M^2 \subset R^3 \cap A(x) \quad x \in M^2 \mapsto ? = b: f(x_1, x_2, x_3) = 0 \in R^3 \quad (16.6.2b)$$

显然,在这种情况下,不仅仅未知 2 维曲面所定义的物质对象成为需要本质探究的对象,而且,定义于待定曲面上向量场 $A(x)$ 的全部性质仍然需要逻辑地隶属于这个曲面本身。

但是,物质世界远非如此简单,而是作为物质存在两种“极端”理想化形式的场和粒子的某种“复杂”形式的综合呈现在人们的面前。因此,随着所探究物质对象“定义域”的不断扩展,人们探究物质对象的几何模型同样处于复杂化之中。例如,可能需要同时考虑若干个具有不同几何构形 b_i 的物质对象

$$b_i \in M^2 \subset R^3 \quad b_i: f_i(x_1, x_2, x_3) = 0 \in R^3 \quad (16.6.3a)$$

而且,如果确信这些不同物质对象还处于同样被赋予“物质”意义的不同“作用场”之中,甚至在无法避免考虑“物质场”自身的不均匀性的情况下,还需要进一步对不同物质对象之间某种具体的“作用途径——物质场的相应变化”做出确认。此时,作为一种最简单的认定,假设不同物质对象相距过分遥远,以至于可以用两点之间的“作用线”描述不同物质实体之间的作用,即

$$\begin{aligned} a_{i,j} \in (b_i, b_j): a_{i,j} \in M^1 \cap b_i \in M^2 \subset R^3 \\ a_{i,j}: x_2 = g_2(x_1) \cap g_3(x_1) \in R^3 \end{aligned} \quad (16.6.3b)$$

那么,相关命题的形式表述大致演变成

$$\begin{aligned}
 & b_i \in M^2 \cap a_{i,j} \in M^1 \subset R^3 \cap A(x) \quad x \in R^3 \\
 & \quad \quad \quad \mapsto \\
 & ? = b : f(x_1, x_2, x_3) \cap ? = a_{i,j} : \begin{cases} x_2 = g_2(x_1) \\ x_3 = g_3(x_1) \end{cases} \in R^3
 \end{aligned}
 \tag{16.6.3c}$$

也就是说,在探索未知物质世界并且仅仅从几何学的角度考虑的时候,相关命题往往成为如何寻求“有形、有质”物质实体的几何构形,这些物质实体之间“无形、无质”物质场的作用线的形式定义,以及如何对它们耦合求解的问题。可以相信,对于在探究物质存在形式的一些“反命题”的求解过程中,总不可能避免如何为未知物质对象做出前提性假设的问题。

人所共知,物质世界本质上是粒子或者是离散的。但是,此处所述“离散”或者“粒子”的概念,并不能过分简单或者形而上学地理解为等同于数轴上若干个“分离”点,当然,更绝对不是3维 Euclid 空间或者目前的实数轴已经不能描述人类真实面对的物质世界,从而只能像陈省身先生所说的那样,需要将物质世界的“量子化(Quantization)”理解为引入和研究“无穷维空间及其分离(Discrete)现象”的问题。无穷维空间仅仅存在于某种看似复杂实则十分简单的形而上学想象之中。其实,粒子世界“离散特征”的全部本质内涵在于且仅仅在于:无尽物质世界充满“复杂性”或者充满“差异”,以至于根本不可能存在这样一种可能,寻找到某一个特定的方程、函数或者数学模式,允许这个数学模式对这个充满差异的物质世界做出某种“同一化”的描述。作为一个简单而自明的基本事实,整个人类赖以生存的空间,就是那个面对许许多多逻辑悖论无能为力的数学家们称为十分简单的3维 Euclid 空间。同样,仍然是这个真实存在的3维 Euclid 空间,成为描述一切几何实体乃至一切物理实在的大舞台。绝对不是3维 Euclid 空间的舞台太小,只不过那些被描述的物质对象过分复杂,使得目前以西方人为主的现代主流科学社会由于崇尚简单形而上学思维,相应缺乏一种能力,能够对这些复杂现象做出彼此逻辑相容的描述而已。

事实上,当现代微分几何学家凭借一种“似乎天然存在以至于无需做出任何说明”的充分理由,以一种轻松的口吻引入“无穷可微”概念作为他们定义“光滑流形(Smooth Manifold)”的基础,并且,通常将整个微分几何的研究建立在这个天然存在几何实体上的时候,难道他们不觉得自己做出的这个前提性认定不过分幼稚可笑,而整个陈述系统赖以存在的基础不过分脆弱和荒唐吗?在数学上,函数的“连续可微”其实已经是一个十分苛刻的前提条件,何况还需要满足“无穷可微”的条件呢?需要牢记:人类面对的只是一个“充满复杂性”的“离散”粒子世界,不可能存在某一个函数或者数学模式对无尽物质世界做出某种“大一统”描述。当然,由于函数自身不存在,以至于缺乏谈论是否“连续可微”的基础,又何以能够将对物质世界建立在这样一种想当然的“无穷可微的光滑流形”之上呢?

同样,需要重复指出:数学本身永远不可能告诉任何超越“前提”的独立事实,数学的全部价值和本质内涵仅仅在于维护逻辑;当然,依赖不断补充约定的数学已经完全不成其为数学了,必然充满矛盾^①。

① 逻辑推理永远不可能说出比前提更多的事实,否则谈不上逻辑推理。但是,奇怪的正是19~20世纪的数学家似乎已经完全放弃了对逻辑前提的研究,而满足于在“不当前提”或者“干脆无视逻辑前提”下的“无穷”推理。并且,正如 Hilbert 对形形色色无理假设公开予以合法化的大胆创造显得十分自得一样,现代科学世界一些不无天真的人们同样以为:数学基础的逻辑悖论、量子力学离散和连续性的前提性矛盾以及缺乏任何解释的 Lorentz 规范等明显存在的无理性真的不再存在了。

事实上,即使允许某些数学家不无自豪地鄙视或者不屑于任何针对“物理实在”的研究,而仅仅将数学研究纳入“纯粹抽象思维”的范畴,但是,一旦抽象思维放弃了逻辑自洽性原则,或者无视逻辑推理过程所必需的逻辑相容性,依赖不断补充约定而存在,那么,这样的抽象思维已经失去了任何抽象思维的本质内涵。当然,只能基于这样一种理念而自得、自乐的不同数学家群体,无非成为承认不同“语言游戏”规则但是共同玷污着“逻辑和数学”的不同“清谈”笔友而已。当然,这不仅仅是 Dirac 只能使用“有趣游戏”称呼量子力学之中的逻辑推理,同时也是某一个“清谈俱乐部”中的数学家看不懂另一个“清谈俱乐部”中数学家数学研究的根本原因。当然,如果说他们完全不懂得理性思考中的一个最为根本也最为素朴的基本规则:真正逻辑的必然是自然的,当然真正的科学陈述必然容易为人们所理性接受,不如更为中肯乃至不无尖刻地指出,对于这些只能借助“约定论”而生存的数学家而言,他们可能依赖的全部正是让大部分人无法看懂的不同约定以及掩盖于抽象之中对于逻辑的彻底背离,以至于:他们能够回避数学基础真实存在的逻辑悖论问题;可以回避 Maxwell 方程为什么不能求解、如何构造替代性方程的实质问题;回避经典电磁场理论为什么允许引入诸如“Coulomb 规范”或者“Lorentz 规范”这样一些既无数学证明又无物理基础的人为假设于逻辑推理过程之中;回避经历半个世纪以上,由美国应用数学家发起由于隐含形形色色逻辑悖论,对“经典热力学”理性重建至今无法完成的实实在在问题;回避流体力学中作为基本方程的 Navier-Stokes 方程的存在基础、逻辑前提的研究,乃至对“由于将‘湍流’前提性地界定为‘无规则流’,从而在逻辑上必然导致针对湍流的一切研究最终注定失败”这样一种明显逻辑悖论的存在;回避“作为整个现代自然科学基础的‘惯性系’概念中明白无误存在的‘循环’定义”问题;……

总之,逻辑本身永远也不可能告诉人们任何比逻辑前提更多的独立事实;同时,正如西方科学家曾经深刻指出“否定逻辑也需要使用逻辑”那样,人们永远也无法否定逻辑在一切严肃科学研究被赋予的重大价值。正因为此,数学的全部存在意义在于也仅仅在于如何保证逻辑推理过程中必须严格保持的逻辑一致性,数学永远无法替代物理学实验对物质世界所蕴涵独立事实的本质探索和研究。当然,如果像 20 世纪的数学那样,无视矛盾的存在,或者因为无力解决逻辑推理以及陈述系统中“等价于理性自毁的矛盾”的普遍存在,而允许借助于林林总总的“约定”为形形色色矛盾和悖论提供某种存在基础,那么,这样的数学只能属于纯粹自欺,成为对数学本质精神的彻底背叛。而且,正如“公理化集合论”所作的那样,如果无力解决集合论悖论的真实存在,却只能凭借不断补充约定以弥补前提性逻辑悖论的所谓证明,不觉得使得数学变得过分容易乃至实际上十分无聊吗?

任何一种性质只可能是“个性”的,必须逻辑地隶属于某种“特定”的理想化物质对象;否则,性质一旦无所制约或者被赋予“普适”意义,缺乏逻辑前提或者有限论域予以的明确限制,那么性质已经不能成其为性质,而演变为陈述语言。因此,无论是发现了如何奇妙的性质,以及无论使用了怎样巧妙的方法或者途径,但是,从探索物质世界的本源考虑,对于拥有这些属性的不同逻辑主体(理想化物质对象)的确认才可能成为最终目的。于是,制约于物质世界自身的无穷和复杂性,人类只能对自存物质世界中的某一个特定部分做出有限真实的描述,或者说,必须对被描述的某种理想化物质对象做出前提性的约定。与此同时,某一个特定“性质集合”的整体,相应成为该理想化物质对象的逻辑必然。当然,与性质集合的逻辑归属保持严格一致,在推测和判断这些性质集合的逻辑推理过程中,任何约定只允许存在于任何逻辑前提之始,从而形成西方科学世界曾经笃信的“演绎逻辑”全部内涵。如果在思维推理过程之中,还允

许不断补充假设或者约定,那么,它们只能相继形成不同彼此相连的不同“独立命题”的集合,而这种依赖于补充约定的“推测”过程相应完全可能蜕化为荒诞的“臆测”。

事实上,人们总可以相信:整个现代主流科学社会赖以存在的“约定论”,其实就是现代自然科学研究中的“Pandora 魔匣”,一旦真的允许“约定论”恣意横行,我们的自然科学研究就变得无据可依,科学陈述必需的“客观性基础”以及数学推导必需的“逻辑严谨性”都已经没有存在意义。

16.6A 西方科学世界长期存在“简单、片面、孤立和绝对化”思考模式的若干反思

有关数学基础存在逻辑悖论的重新分析已经指出:由于缺乏对于“拥有”和“从属”这样两者完全不同的逻辑关系加以严格区分,以至于处于前提性的严重逻辑紊乱之中。或者说,当提出一个特定的关系式的时候,不仅仅这个关系式本身,而且构成这个关系式中的所有形式量都必须逻辑地依赖另一个“理想化”的物质客体的前提存在而存在,因此,关系式通常总是“条件存在、有限真实”,处于“从属”的地位之上;相反,一旦对被描述的物质客体做出某种“理想化”的前提认定,那么,这个被抽象了的物质客体自然拥有属于它自己的形形色色特征,因此,某种理想化物质客观的确认具有“统治和决定性”的地位。

除了在这样一个最基本逻辑关联的认识上,西方科学世界长时间存在认识紊乱以外,人们仍然值得对占据西方科学世界统治地位的主流社会习惯了的思维方法进行较为深刻的检讨和反思。

此处,不妨再简单回顾本书针对现代自然科学体系中不同学科已经做出的分析。事实上,Newton 力学公式即使像《McGraw—Hill 物理百科全书》已经明确指出的那样,它在逻辑上不允许被称为一个力学定理,相反只可能被逻辑地认定为对“力”所作的一种形式定义。但是,即使如此,人们仍然可以发现,这样一种已经得到修正的认识仍然并不完整。因为“力”表示不同物体之间的作用,所以力的存在不仅仅需要一个定义为“理想化质点”的特定物质对象,作为“力”的形式定义得以存在的一个不可缺省的逻辑前提,即首先解决“受力体”问题。但是,仅此尚不够。从形式逻辑的完整性考虑,还需要同时对“施力体”做出明确认定,否则“力”的定义在逻辑上依然不完整。正因对两个“彼此关联”着的物体缺乏一种“整体意义”的认识,Wienberg 会在他那本述及“广义相对论的应用和原理”中的《引力论和宇宙论》中以一种嘲讽的口吻指出,那些“可敬的形而上学家”经历了 4 个世纪也不具能力构造出“能取代 Newton 理论的动力学理论”的历史真实。

同样,对于 Maxwell 构造的经典电磁场理论,除了由于一系列数学基础的问题至今没有得到解决,以至于引入“正则规范”这样一些完全“无理”的人为认定以外,从哲学理念考虑,西方学者似乎同样存在一种近于“天然”的“孤立、分割、静态”考虑问题的习惯。他们通过西方人擅长的实验,理性意识到“电磁场”必须依赖于激发电磁场的“源电荷集合(静止或者运动)”的存在而存在。但是,在另一方面,他们却无法理性意识到“自存”的物质世界是一个整体,对于任何一个“源电荷集合”的确认,只能属于一种人为主观意义上的认定。也就是说,一个特定的“源电荷集合”以及该电荷集合所激发的“电磁场”尽管可以被视为一种“物理实在”,但是,正是这个被视为“电磁作用”等价表述的“电磁场”,在逻辑上却相当于对两种不同“电荷集合”构造一种关联。其中,一个是形式系统予以明确认定“源电荷集合”,另一个虽然并没有出现在形式系统中,但是,无论从形式逻辑还是物理内涵考虑,它都必须存在。否则,无法赋予电磁场以完整的物理内涵。当然,这个仅仅在经典表述的形式系统中没有“显式”出现,但是却实实在在存在电荷集合,就是一个同样只能“隐式”存在并且被赋予了“抽象”意义的“理想化”物质环境。其实,如果真的具有一种“整体性”思维的自觉意识,Maxwell 也不可能提出“测量以太相当于地球运动速度”的命题,同样不可能出现现代严肃电磁场理论著述所指出“电荷的运动学状态”实际上无法认定的疑难,当然,更不会出现两种“相对论”给自然科学世界造成史无前例的认识紊乱;

.....

缺乏“全局性和整体性”思考,缺乏“辩证逻辑”,简单“无穷剖分”的形而上学思考模式,同样成为将那个“有机”地生存于三维空间中的“曲面”强行割裂出来的思维基础。事实上,没有三维空间作为“曲面”这样一个

真实几何量的“母体”的存在前提,甚至对“曲面”的弯曲都无法做出定义。同样,对于仅仅隶属于 3 维几何空间中的矢量,一旦脱离 3 维空间逻辑前提的存在,属于矢量的许多几何特征也不再存在。

参考文献

- [1] (美)S·温伯格(S. Weinberg). 引力论和宇宙论——广义相对论的原理和应用. 邹振隆,张历宁译. 北京:科学出版社,1980
- [2] Parker S P. 物理百科全书. 北京:科学出版社,1998
- [3] 杨本洛. 自然哲学基础分析——“相对论”的哲学和数学反思. 上海:上海交通大学出版社,2000
- [4] (日)汤川秀树. 经典物理学,周成民,方丹群译. 北京:科学出版社,1986
- [5] 梅向明,黄敬之. 微分几何(第二版). 北京:高等教育出版社,1988
- [6] 郭仲衡. 张量(理论和应用). 北京:科学出版社,1998
- [7] 王元,严士健等. 数学百科全书(第一至第五卷). 北京:科学出版社,1994~2000
- [8] P. A. M·狄拉克. 广义相对论. 朱培豫译. 北京:科学出版社,1979
- [9] 陈维桓,李兴校. 黎曼几何引论(上册). 北京:北京大学出版社,2004
- [10] 陈维桓. 微分几何初步. 北京:北京大学出版社,1999
- [11] 陈维桓. 微分流形初步. 北京:高等教育出版社,2002

附 :Nature 杂志的原文

news and views

918 NATURE | VOL 431 | 21 OCTOBER 2004 | www.nature.com/nature

General relativity

Frame-dragging confirmed

Neil Ashby

According to a prediction of general relativity, the spinning mass of the Earth affects the motion of satellites. A measurement of this 'frame-dragging' effect confirms Einstein's theory.

General relativity predicts that a spinning mass distorts space-time—one of a variety of 'gravitomagnetic' phenomena that are absent in Newtonian gravity. Unfortunately, gravitational forces are so weak that it is useless to try to detect this warping of space-time unless the mass is very large and spinning rapidly — an astronomical body, say, such as the Earth or the Sun, or a neutron star. After many years' work and through the analysis of millions of 'laserranging' measurements made from more than 50 Earth-based stations, Ciufolini and Pavlis¹ have confirmed the twisting effect of the spinning Earth on the orbits of two artificial satellites (page 958 of this issue). The remarkable precision they have achieved is due in

large part to recent improvements in the modelling of Earth's gravitational field.

According to general relativity, a spinning flywheel imparts a twist to space and time in its proximity that can affect a nearby gyroscope. If a frictionless gyroscope is placed near the flywheel's axis of rotation, the gyroscope's spin axis will be dragged along in the direction of the flywheel's rotation. However, if the gyroscope is placed near the flywheel's perimeter, its spin axis will be dragged in a direction opposite to the flywheel's rotation. First analysed by Joseph Lense and Hans Thirring, soon after Einstein published his general theory of relativity, the phenomenon is known as the Lense—Thirring effect—or 'frame-dragging', because the spin axes of ideal gyroscopes could be used to track the directions of coordinate axes in an inertial reference frame.

Frame-dragging is one aspect of the class of relativistic phenomena loosely known as gravitomagnetism, through their analogy with the effects of ordinary magnetic forces on moving electric charges. General relativity describes gravity in terms of a set of ten independent quantities (the components of a second-rank tensor). The gravitomagnetic terms, however, vanish unless the mass producing the gravitational field is moving. Among the effects caused by gravitomagnetic forces are precessions (similar to the wobble of the axis of a spinning top) of the orbital plane of a satellite around a spinning body (such as Earth), or precessions of the orbit of an Earth satellite as the Earth—satellite system orbits the Sun. This latter effect is usually called de Sitter or geodetic precession.

Precise measurement of these effects predicted by relativistic gravity theories is crucial, as they have important implications for our view of the cosmos. Gravitomagnetic effects can be significant in many astrophysical systems. For example, in the binary pulsar B1913+16, geodetic precession of the orbits may cause the pulsed beam from this star to precess out of our line of sight in a few dozen years, and to reappear some centuries later². However, the uncertainties in such distant systems are usually too large for astronomical objects to be used for precision tests of gravitomagnetic effects.

In the case of the Earth—Moon system, the Moon's orbit may be thought of as a gyroscope with its spin axis perpendicular to the Moon's orbital plane. A change in the direction of this axis can be measured by observing the change in the nodal angle; this is the angle between an astronomical reference line (the first point of Aries, in Earth's equatorial plane) and the line of intersection between Earth's equatorial plane and the Moon's orbital plane. According to general relativity, the geodetic precession of the nodal angle is only a little more than five-millionths of a degree per century, which amounts to motion of the node (on the orbit) of about 3 metres per month. This prediction has been verified³ to an accuracy of about 0.7%, through many years of accurate laser ranging — bouncing laser signals off retro-reflectors placed on the lunar surface by Apollo astronauts — and by the development of extremely sophisticated models of the perturbed orbital motion and rotations of the Moon. However, frame-dragging of the Moon's orbit caused by the spin of the Earth is negligible, because the effect falls off rapidly with distance and the Earth is not spinning particularly

fast.

But near-Earth satellites suffer larger perturbations owing to gravitomagnetic effects. These perturbations are still extremely tiny, and require enormous effort to measure, as Ciufolini and Pavlis¹ have shown. The two satellites used in their analysis are LAGEOS and LAGEOS 2 (for Laser Geodynamics Satellite). LAGEOS was launched in 1976; the satellite is compact, completely passive, and consists of a heavy sphere covered with retroreflectors. LAGEOS 2 was launched in 1992 from the Space Shuttle. Accurate laser ranging to these satellites is used to develop better models of Earth's gravity field. This field is not spherical, but has many ripples because of the variations in Earth's mass distribution (Fig. 1). As a result, any frame-dragging experiment must take account of large orbital perturbations that are solely due to ordinary Newtonian gravity.

In fact, uncertainties in some of the ripples in Earth's gravity field are large enough to mask frame-dragging effects almost completely: for a satellite at an altitude of 12,000 km, frame-dragging of the node is only about 1.9 metres per year, whereas the nodal precession due to oblateness of the Earth is many thousands of kilometres per year. Geodesy missions such as CHAMP and GRACE^{4, 5}, whose purpose is to further refine models of Earth's gravity field and study crustal motions, have been essential in reducing the uncertainties. Ciufolini and Pavlis¹ have used two observable parameters — the nodal precession rates of both LAGEOS satellites — to eliminate the principal uncertainty caused by Earth's oblateness. From the remaining data, which consist of more than 100 million laser-ranging observations between Earth and the satellites, the frame-dragging effect could be measured. The result — the first reasonably accurate measurement of frame-dragging — confirms the general theory of relativity to within a conservative error estimate of 10%. Further analysis is anticipated as additional geodesy missions are undertaken to improve our knowledge of Earth's gravity field. And results are eagerly awaited from NASA's Gravity Probe B, which was launched into polar orbit in April this year. This satellite had been under development for more than 40 years, and seems to be performing well. Its array of gyroscopes and readout systems should produce an even more precise measurement of gravitomagnetic precession, to an accuracy better than 1%. Precise observations of such theoretical predictions will improve our understanding of the cosmos. In all experiments performed up to now, general relativity has been accurately confirmed. ■

*Neil Ashby is in the Department of Physics ,
University of Colorado , 2000 Colorado Boulevard ,
Boulder , Colorado 80309-0390 , USA.
e-mail : ashby@boulder.nist.gov*

1. Ciufolini, I. & Pavlis, E. C. *Nature* **431**, 958 – 960 (2004).
2. Kramer, M. *Astrophys. J.* **509**, 856 – 860 (1998).

3. Williams , J. G. , Newhall , X. X. & Dickey , J. O. *Phys. Rev. D* **53** , 6730 — 6739 (1996).
4. <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/GRACE/grace2.html>
5. Reigber , C. *et. al. J. Geodyn.* (in the press).

第 17 章 西方哲学基元理念反思

本章献给 17 世纪的英国哲学家 John Locke——
近代西方哲学史上一位闪耀着“唯物主义”和“辩证思维”朴素思想光辉、用哲学批判武器捍卫“理性原则”的
“思想清洁”师。

诞生于 20 世纪元年的著名英国哲学家 Gibbert Ryle 曾经生动地指出：“科学谈论世界，而哲学则谈论关于世界的谈论 (Science talks about the world, while philosophy talks about talk about the world)。”显然，当我们的讨论涉及包括数学在内的自然科学“全部”基础的时候，任何完整的分析也无法回避“谈论科学”的哲学讨论。

17.0 引言——哲学、理性和理性的哲学批判

现代物理学和现代数学实际上共生在一起，以至于在重新检讨整个理论物理的时候，根本不容回避论述“现代数学基础”自身存在的一系列逻辑悖论问题。与此同时，一个原则上必须同样做出合理解释的根本问题是：当 20 世纪人类在科学技术上取得历史中从未有过的灿烂辉煌的成就，以至于 S. W. Hawking 在前些年就公开告诫人们“人类对于大自然的认识已经可告完成，人类未来的科学研究仅仅是如何应用这些知识的问题”，但是，实际上对现代自然科学几乎所有领域（并且往往直接动摇到它们的合法存在的基础）提出了广泛、乃至不乏颠覆性意义的质疑的时候，人们不能不对这种极其反常的存在做出逻辑的或者合乎理性的“哲学”诠释。事实上，“哲学答案的重要性通常并不在于它们被得到承认，而在于它们可以使我们对事情理解得更好”，那么，人们需要从哲学基本理念出发进行认真和严肃的思考：由西方学者做出主要贡献，并且，他们曾经以推崇“形式逻辑”为自豪的现代自然科学体系中，为什么最终却出现了“彻底放弃逻辑”本质上蕴涵“自我否定”的认识悖论呢？

不容否定，任何严格“形而上学”意义上的“哲学”思考，几乎必然超越并且相异于自然科学一般研究者的能力和思维习惯。然而，同样不容否定的是：本质上并不能对“科学”和“哲学”之间做出一种绝然分割；甚至可以指出：哲学的诞生仍然渊源于人类对其所生存的物质世界的思考，它的发展自始至终承受科学发展的影响，以至于几乎所有的哲学家将“理性和逻辑”构成关联，另一方面，因为现代自然科学实际上已经放弃逻辑，现代哲学也不得不同样以一种公开或者隐晦的方式，放弃人类理性意识核心内涵的“无矛盾性”原则。或许还可以反过来说：正因为具有 2000 多年历史的整个西方哲学体系在“经验和理性、实在和概念、真理和谬误、自由和必然”等一系列基元概念上长期没有解决的认识矛盾和困惑，使得西方学者所构建的自然科学体系前提陷入认识悖论之中。

因此，不妨相信：源于自然科学工作者对“自然科学体系”理解和思考的启发，对西方哲学基础的科学反思，或许比哲学家“形而上学”意义上的习惯思考更能逼近哲学问题的本质，使我

他们对重新认识整个西方哲学体系不乏启示意义。可以确信:以自然科学为特定解剖对象的哲学思考,对于重新理性认识整个现代自然科学体系,必然同样具有重大的指导和启示意义。

此外,需要首先声明:此处所有的哲学讨论被严格限制在为“自然科学”所关注“如何认识物质世界”的这个特定的基本命题以内,讨论完全不涉及哲学家们往往关注的“伦理学”以及“神学”方面的问题。通常所说西方哲学的三大“传统”主题:上帝(第一存在)、物质(自然界)和灵魂(精神),此处的讨论都不涉及。或许不妨严肃地指出:绝对不是基于“哲学信仰或者情感好恶”的差异,而只是根据任何“合理陈述”必须无条件 and 严格遵循的“无矛盾性”的原则——以避免最终出现“自否定”的结果。西方哲学上述三大“传统主题”提出的本身,深刻暴露了“论述对象紊乱、有限论域混杂”的致命缺陷。前面关于现代数学基础的讨论曾经借助于形式逻辑给出“演绎”证明,一个世纪以来“集合论”悖论之所以没有能得到解决,正如 Kantor 本人已经深刻体会到的那样,一个形式逻辑和哲学理念上的重要原因在于:“集合论”希望描述的领域太大,相应缺乏“有限论域”的制约。并且,与其保持严格逻辑相容,当人们提及某一个对象逻辑地“从属于(Belong to)”另一个不同对象,以及某一个对象被逻辑地“包含于(Be contained in)”某一等价类所组成集合的时候,它们蕴涵的逻辑关联完全不同。但是,这样两个完全不同的逻辑关联,却一直被西方科学世界混淆了。将存在“本质差异”的不同描述对象纳入“同一个”陈述系统之中,最终必然导致逻辑紊乱或认识悖谬。

只要将“上帝与灵魂”与“物质(自然界)”混为一谈,或者,不懂得如何自觉地将彼此完全不同的命题加以严格界定和区分,那么,属于不同特定对象的不同认识系统没有任何“同一性、统一与和谐”可言。在论述对象处于紊乱中这种“前提性认识悖论”指导之下,整个西方哲学只可能对他们内心推崇的“形而上学”构成彻底的逻辑否定,只可能始终陷入“永远莫衷一是”的“自由思辨”之中。稍作独立思考,并不难发现:贯串整个西方哲学,尽管“主义层出不穷、理论重重叠叠”,并且往往以一种“寻求真理和捍卫真理”的真诚倡导不同学派进行严厉的哲学争辩或者哲学批判,明确提出“理性就是相合于逻辑、而逻辑本质地类同于无矛盾性”的准确判断,但是,十分遗憾的是:整个西方哲学实际欠缺的正是一种进行严格“逻辑思辨和逻辑推理”的能力,以至于西方哲学至今在“经验和理性、实在和概念、真理和谬误、自由和必然”这些基元概念的认识上陷入了“形形色色矛盾理念”的认识紊乱和困惑之中。不容否认,任何基元概念认识中的认识矛盾,只能使相关认识体系逻辑地陷入“自否定”之中。事实上,西方哲学中大量处于逻辑相悖之中的理论体系的长期并存,本质上正是对西方哲学长期形成一种“过分简单”的“形而上学”思维结构,以及这种思维结构必然蕴涵认识悖谬的一种掩饰,无奈的自慰、自嘲和自讽。如果说,哲学家公讨论物质世界的自然科学必须具有“统一”的规范,那么,作为讨论科学的哲学同样需要一个“不允许隐含任何矛盾”的“统一”评判规范,同样需要在“经验和理性、实在和概念、真理和谬误、自由和必然”等一系列基元理念上取得共识,否则,统一的“科学规范”根本不可能存在,或者即使存在也自然失去作为规范所必须的“客观性”真理意义。

长期以来,西方哲学蕴涵的“认识紊乱”以及对于“矛盾认识”的认识,其实是充满自欺特征的。包括“非理性主义(Irrationalism)”在内的几乎所有西方哲学流派,实际上都不反对“理性和逻辑”或者“理性和无矛盾性”之间的等价性意义,然而,如果说“非理性主义者”本质上只是宣扬了一种“悲观主义”认识,以为不可能让科学陈述满足“无矛盾性”要求,但是,面对现代自然科学体系中种种“认识矛盾”的真实存在,非理性主义者的论断由于符合于真实也恰恰根本符合于逻辑,从而与“理性意识”保持本质相容,并且,非理性主义者还向人们彰显科学研究中

一种极其难得、任何科学人必须起码具备的“诚实和严肃”的高贵品质。事实上,当 Landau 在其著述中,开宗明义地告诫学习理论物理的人们需要意识到“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”,与此同时,却又下意识地要求那个“自存”的物质世界必须逻辑地服从人为杜撰的理论物理做出的描述的时候,难道这不是一种真正的自欺欺人吗?同时,当自诩为大数学家的 Hilbert 无力解决那个他的职业“理应需要”他努力解决的“集合论”悖论的时候,他却以一种极端的蛮横和无理,向人们提出了“桌子、椅子、啤酒瓶可以视为几何学中的点、线、面”这样一种曾经为中国古代学者借助“指鹿为马”加以无情嘲讽,同时也为中世纪“经院哲学家”所鄙视和不屑的“独断论”假设,并且妄图以此作为全部基础建立包括 Riemann 几何在内的整个现代数学体系的时候,那么,现代“公理化主义”所作的一切,难道这不正是作为“直觉主义者”的 Brouwer 曾经予以严厉批判的“虚伪”以及“对逻辑一种更为彻底的背叛”吗?当然,这才是现代科学世界在彻底抛弃逻辑的同时,又不得不向人们渲染“第一性原理”将自然科学建立在“神学”基础上的根本原因。显然,在人类认识史中出现 20 世纪又一次“理性认识大倒退”的时候,本应承担“科学批判”任务的哲学失职了。也正因为此,在现代的西方重要哲学论著中,可以看到这样的陈述:“从传统上讲,找出一个矛盾一直是证明某一个系统必须被拒斥的途径。容纳矛盾一直被认为在理智上是自毁的,因为每一个命题都可以从矛盾推出来。但是,近来已经有人在探索、研究能够容忍某些矛盾的逻辑系统。”这种“绥靖主义”的哲学论述,不过是为现代自然科学大量矛盾存在的事实做出违背“哲学良心”的辩护和掩饰而已。

“哲学的批判,批判的哲学”。如果要真正和彻底解决哲学基础在“经验和理性、实在和概念、真理和谬误、自由和必然”等一系列基元概念上的认识紊乱,同样需要像对待整个“现代自然科学体系”那样,哲学需要重新树立“无矛盾性”的基本理性信念,拒斥彼此矛盾的哲学体系,并且,以“逻辑自洽性”原则作为唯一的判别准绳和批判武器,对整个西方哲学体系进行一次“历史性和全局性”的梳理。可以相信,无论人类的未来将怎样发展,但是任何“细微矛盾”的存在,都逻辑地意味着一种“自我否定”的真实存在。当然,处于“自否定”中的论述,无论是隶属于“哲学”的范畴还是隶属于“科学”的范畴,只可能“同等”地失去存在意义。鼓励“自由”的哲学争辩,并不简单等同于所谓哲学信仰的“绝对”自由。西方哲学不同体系之间长期存在的严重对立和争论不休,并不真正说明西方哲学自由的欣欣向荣以及形而上学的博大精深,相反只是真实地告诉人们这样一个基本事实:基元概念中的莫衷一是只是认识紊乱的逻辑必然。因此,当西方哲学家真诚地向人们灌输他们对“逻辑”的尊崇和信仰的时候,西方哲学的紊乱、繁杂、对立的背后仍然根本在于缺乏严格“逻辑思维”的努力,以至于陷入“仁者见仁、智者见智”的无穷思辨之中。如果真的容忍矛盾普遍存在,则只能同样归结为纯粹的欺骗和自欺,何以还谈得上哲学家们所期盼的任何一种“理性”呢?

现代自然科学体系中几乎所有的认识反常,本质上同样渊源于西方哲学中若干最基本哲学理念从来没有真正得到澄清的认识困惑。因此,在这个意义上可以更为透彻地指出:出现于现代自然科学体系中的一系列逻辑悖论和认识反常,它们根源于西方哲学理念长期存在的认识不当和认识困惑;对现代自然科学体系的“历史性和全局性”梳理,必然包含对西方哲学体系自身的“逻辑”梳理。

针对西方哲学体系的一种“整体”意义梳理的,是被许多西方哲学家称之为“思想清洁师”的西方近代哲学先驱 J. Locke。他曾经指出,“有必要更为彻底地检查知识问题”;此外,西方哲学史研究者指出 I. Kant 的“批判哲学”面对的是“迫切地需要考察或者批判人类的理性,或

者是审问理性,以便保障理性的正当要求,摈弃无稽的要求;换言之,迫切需要一种认识论,这种认识论要研究普遍和必然的知识的可能或不可能、来源、范围和界限”,今天针对西方哲学体系的梳理,则是重新履行 Kant 以及整个西方哲学世界并没有真正完成的一种历史责任。

从哲学本原考虑,此处所提西方哲学体系需要系统梳理的命题,本质上同样关系到西方哲学家所述“对存在的根本问题(What is being)”以及如何对这个基本命题做出回答的再次努力。至于,“人类在文明的各个不同阶段如何做出不同解答及其评价”的问题,并不属于此处需要讨论的范围;如果哲学的根本问题没有解决,任何历史性评价自身缺乏评价的理性基础。然而,人类无法回避历史。因此,值得重视哲学史家基于“历史唯物主义”的科学历史观做出的谆谆告诫:

“我们不能单从现在的成就方面着眼来批判一个体系,就是说,不能用今天的标准来衡量而贬低它。同近代理论比较,古希腊的世界观似乎是朴素、幼稚和粗糙的,而嘲讽这种世界观却极不明智。从当时的观点来看,人类最初努力了解世界而形成的这种世界观,显然是划时代的事件。评价一种思想体系,必须着眼与它本身的目的和历史背景,着眼于同它直接的前身和后继的体系相比较,着眼于它的前因后果以及引起的发展。因此,必须遵循历史的批判的研究方法。”

也正因为必须重申或者需要严格遵循这样一种“历史唯物主义”的科学认识观和评价意识,值得现代西方科学世界和哲学世界特别关注的重要事实还在于:

如果注意到,西方哲学家在评析萌芽期的希腊哲学曾经这样指出:“这些理论在很大程度上仍然只能满足含有诗意的想象,而不能满足进行推理的理智的要求;它们求助于超自然的力量和动因,而不求助于自然的动因。只有以理性代替幻想,以智慧代替想象,摈弃超自然的动因作为解释的原则,而以经验事实作为探究和解脱的基础才产生哲学”,那么,20世纪中,以彻底放弃科学陈述必须遵循的“可解释性”原则和借助改变“概念与科学语言”无歧义内涵为基本手段,以“第一性原理”或者“约定论”作为唯一存在基础的现代自然科学体系,不恰恰成为对于人类理性的一种背叛,又重新回归到两千多年前西方人的理性萌芽状态之中了吗?

哲学的力量在于能够以一种“清晰”的方式,向从事具体事物研究的科学工作者指明一种“理性”的判断意识,以避免因为被研究“客观”物质世界的复杂而陷入“主观”意识的紊乱之中。正因为此,自然科学工作者阅读哲学,承受哲学的批判和检讨,只在于从哲学之中获得“清晰”的思维导向。任何真正“理性”的认识,必然也必须首先是“朴素、自然”或者起码可以说是必须“符合常理”的。人类的任何理性陈述,起码应该是无矛盾的,从而避免“自否定”结构的存在。面对无尽大自然,人类永远不能说出比大自然本身更多的东西。因此,理性的全部本质内涵在于也仅仅蕴涵于“无矛盾性”之中,并且,也只是因为无矛盾性而自然地获得人们真诚期待的“可解释性”乃至“真理性”。如果一个陈述系统公然放弃理性陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则,乃至几乎处处呈现“逻辑悖论”以及由此而必然处于“自否定”之中,又何以谈得上西方哲学那种“形而上学”意义上的最终真理体系呢?

整个西方哲学需要承受“逻辑自治性”为基本原则的检讨,任何鼓吹“哲学信仰自由”以回避矛盾的哲学思辨无异于自欺欺人,只能成为对哲学的根本背叛。

17.0A 关于“哲学反思”的附加说明

远远超出笔者动笔之初的打算:《量子力学形式逻辑和物质基础探析》只能严格限制在量子力学以内。事实上,出于基础科学研究必需的“严肃性”及其自身蕴涵的“整体性”内涵,在论述现代理论物理时,笔者无法回避关系到“现代数学基础”的评述和批判。当面对由西方科学世界所建立包括数学在内的整个现代自然科学,努力将那些渊源于“物质世界”却被西方人错置为纯粹“精神产物”重新回归于它们的本来面目的时候,几乎不可能回避针对若干基本哲学问题的探讨。

一些学者曾经这样尖锐地指出:“尽管你的许多陈述和研究结果是有道理的,但是实际上已经把整个现代科学世界推到了自己的反面。”面对这样一种基本事实,许多超出科学本身的“艰难”再进一步扩大和变得愈益严峻,因此,努力将针对现代自然科学的反思和批判限制在一个有限的范围以内,以尽可能避免出现科学批判中存在的“导向性”错误。但是,如果说只是知识体系“内在关联”的客观性,不允许认真和严肃的科学工作者回避一种“整体性”的探讨,那么,由西方人建立的现代自然科学体系必须在哲学理念上重新颠倒过来。

必须承认,人类认识体系的“整体性和承继性”特征是无可否认的客观事实。任何一个诚实和严肃的研究者不可能真正回避这样一种事实。从另一个层面讲,这正如在论及自然科学的基本问题时,不能回避自然科学所使用的形式语言——数学体系,是一个道理。其实,没有无所不包的知识领域。哲学仍然是自然科学研究中的一种工具,或者一种思维导向。

在人类深化认识自然的历史进程中,认识体系的“整体性”关联和“批评性”承继特征,属于独立于人们主观意志而存在的客观事实。其实,没有无所不包的知识领域。作为人类如何进行思想的一种知识体系,哲学只是自然科学研究中的一种工具或者一种思维导向。人类知识体系的复杂性,只可能根源于物质世界自身的复杂性。

毋庸置疑,激发古希腊思想家的“独立思考精神以及对于真理的爱好”是西方哲学思想的一种象征,能够称得上是人类精神世界中那个“极为崇高”的部分,甚至,也可称之为人类一种“无与伦比”的精神。但是,追求“真理和理性”的精神,并不专属于西方世界。当某些西方哲学史家公然提出“不是所有的民族都已产生真正的思想体系,只有少数几个民族的思辨可以说具有历史。甚至东方民族如印度人、埃及人和中国人的理论,主要是神话和伦理学说,而不是纯粹的思想体系”的论断时,事实上,习惯于形而上学简单思维的西方哲学家或许根本不能真正读懂古老的东方哲学,领悟东方哲学中深刻蕴涵的“活”的辩证法。西方哲学著述中的这种言论并不能简单视为个别西方学者的狂妄,它表现了西方哲学世界乃至现代科学社会的一种思维判断倾向。但是,如果仔细考察包括“现代数学”在内的整个现代自然科学体系,人们不难发现,近代和现代西方科学世界中这种普遍论断“潜意识”,充分显示西方哲学“简单形而上学”思辨中幼稚、武断的思维痼疾,将个别幼稚的“主观意志”强加于“自存”物质世界之上,这种认识颠倒和认识荒谬。

如果长期遭受西方人欺凌的东方民族需要深刻反思,但是,从人类共同追求的那些最美好的东西出发,即使局限于科学研究范围,现代西方民族难道同样需要深刻反思吗?一般而言,“浅薄和自大”以及与之并存的“幼稚、坦率乃至真诚”,西方科学世界似乎总难真正形成一种“自觉”的理性认识。

对于人类而言,充满差异和复杂性的大自然永远是一个谜;人类只能处于永恒探索之中,永远不可能谈及探索“绝对真理”的权力。因此,人类除了必须严格约束自己,保证科学语言和概念的统一,努力使相关陈述处于“无矛盾”之中以外,切切不可在形形色色悖论存在的同时,试图为大自然构造某一个无处不存的“普适”规律。相反,对于任何一个严肃的哲学家,他同样需要严肃地考虑如何为“哲学”构造“有限论域”这种前提性的命题,或者需要注意到这样一些基本事实:人类其实至今也无力回答或许永远也不会知道“生命以及人自己到底是什么、人类为什么能够进行如此复杂思维”等原始命题。因此,绝不能因为人类科学事业赖以生存的“追求真理”的精神,就往往像西方学者过分天真、幼稚乃至错误以为的那样,真的把探求无尽物质世界中的偶有所得误认为普遍真理。

数千年来华夏民族对待自然的态度是谨慎乃至不无保守,但是,在哲学理念上恰恰存在一种潜意识的“客观”意识:自然科学只可能逻辑地渊源于那个自存的物质世界。毋庸置疑,西方世界对人类自然科学的构

建做出了巨大贡献,西方学者“重视实践、勇于实践、善于实践”。但是,正如现代科学世界所作的那样,一方面容忍大量矛盾陈述的存在,否认科学陈述必需的“逻辑自洽性”基本原则,另一方面却将自然科学知识归结为个别人的“直觉和顿悟”,将科学蜕化为神学,从而下意识地达到回避矛盾真实存在的目的。或者说,尽管西方科学世界首先为“形式逻辑”做出了历史性贡献,但是,面对复杂的物质世界,这种“形式语言和形式逻辑”却被他们堕落为“机械、固定、一成不变”的形而上学,否定了作为“形式语言和形式逻辑”全部内核的“逻辑——无矛盾”本质。同时,现代科学的主流社会,往往以一种新“卫道士”的身份,又重新借助与“神学”一致的“第一性原理”,粗暴地拒绝他人使用逻辑语言所进行的科学批判,恣意地践踏着西方哲学所崇尚的“追求理性”精神。

因此,无论是哲学还是科学,任何形式的神秘化本质上都是对“理智、良知和智慧”的否定。事实上,隐居于西方哲学过分繁琐的“解剖”或者貌似华丽的形形色色“词藻、概念、主义”的背后,与同样由西方世界做出主要贡献的现代自然科学体系一样,西方哲学的致命缺陷仍然在于“过分简单形而上学”必然造成的思维悖论或者认识的逻辑不相容。因此,面对庞大、繁杂、充满自否定结构的西方哲学体系,人们或许需要的是彻底解放思想,重新将哲学还原为“简单、自然、素朴”的理性系统。

众所周知,西方哲学存在许许多多他们至今难以打开的思维结点。与此同时,在任何一本西方哲学著述中,几乎无一例外地洋溢着著者一种难以掩饰的自豪、自诩的公允、乃至对其他民族哲学思想缺乏一种发自内心的尊重或者不无狂妄和幼稚的自信。或许既是一种思维呼应又可视为一个暂时落后民族的思维反差,与西方哲学著述形成一种鲜明对照,在某些将西方哲学介绍给中国人的不同哲学著述中,字里行间似乎总让读者感受某种“顶礼膜拜”的情结。殊不知,无论对于自然科学还是哲学思想的学习、领会和认识,任何一种顶礼膜拜式的真诚,本质上恰恰渊源于并没有真正“读懂”他们以为需要崇拜的经典理论。真正科学的,必然是平凡的、自然的、严格符合逻辑的,因此恰恰容易为人们理性地接受和认识。事实上,如果放弃平等意识的认识前提,放弃了独立批判和独立思考,或者放弃了近代西方理性哲学开拓者 Descartes 所提出、并且被 Karl Marx 奉为座右铭的“怀疑一切”本质蕴涵的独立意识和批判精神,无条件认同西方哲学、或者遵循“原则上盲从、细节上深化、不敢提出根本否定意见”的习惯,那么,这种思维模式恰恰根本违背西方哲学所倡导“自由思想”最为宝贵的精髓。可以确信,对于西方简单形而上学哲学的形而上学简单思考,永远不可能对西方哲学形成任何准确认识和深刻体验,不能解决西方哲学面对的种种认识困惑,只能始终成为缺乏独立思考和判断的简单尾随者或者真诚、素朴的顶礼膜拜者。甚至不妨反过来这样说,只有懂得如何以其人之道还治其人之身,才可谓真悟其道。因此,还是那句重复了许多次的老话:中国人不乏智慧,却缺乏自信、自重、自持乃至足够的自奋。事实上,西方哲学中最为珍贵的“怀疑一切”内核,绝非仅仅用来向学生传道所用,而是任何一个真正从事“科学研究或者原创性思考”的研究者必须具备的起码气质、素质和能力。

当然,只要真正领悟真正合理的陈述必然是自然、素朴、逻辑相容的,人们同样可以相信:一旦真正领会和接受作为西方哲学“追求和维护真理、破除迷信、勇于批判”的大无畏气质,学会有效使用西方人的“逻辑自洽化分析(无矛盾性原则)”作为判别是非的唯一准绳和锐利武器,那么,对于繁杂、庞大、紊乱、充满自否定结构西方哲学体系,进行整体意义的梳理,任何一个中国学者都不难解开西方哲学简单形而上学中大量存在“认识循环逻辑”的死结。

17.1 经验和理性——知识起源论的检讨

追寻理性与公正的哲学批判,被西方哲学尊崇为批判哲学的内核、灵魂和生命线。我们可以使用西方哲学这一把锐利武器,重新剖析整个西方哲学。

“知识起源”的问题属于整个哲学体系的最基本命题,同时也是西方哲学至今争论不休的

重大命题。关于这个问题,哲学家大致是这样告诉人们的^①:

“人的知识是何以成为可能的?或者换句话说,人的知识是如何成立的?循此问题而说明其理由并揭示其要素的理论,即为知识起源论。在哲学史上,有关知识起源问题的解释林林总总,归根起来,不外以经验还是以理性作为根据的争论最为典型,最为激烈。

经验就是借助人的感官所获得的关于事物的感觉和知觉。人所知道的东西,至少就其常识的部分来说,绝大部分来自人的感觉经验。在这个意义上,一些哲学家声称,经验即是知识的唯一根据或起源。但是,以经验作为知识的起源或唯一根据是否可行,在另外一些场合中,则不免受到挑战和置疑。因为,在人的认识中,理性或者推理也起着重要的作用。逻辑和数学知识在很大程度上并不直接依赖人的感觉和经验,并且它们本身还是感觉经验能否超出常识的范围而达到更高的认识的前提条件。

凡此引起的种种分歧,在知识起源问题上把哲学划分成了唯理论、经验论以及试图对之作出综合统一的批评论。”

显然,需要首先对哲学家就知识起源做出“经验”还是“理性”的习惯划分,以及其中所涉及诸如“唯理论、经验论、批评论”等基元概念逐步做出明确界定,继而才可能在此基础上重新探询“知识起源”问题,特别是此处所限制与“自然科学”相关的“知识起源”的问题。

17.1.1 西方哲学关于“理性”和“经验”的习惯界定

无论是西方学者构建的自然科学体系,还是西方哲学体系,其实都普遍存在着“概念的循环定义”这样一个致命缺陷。因此,如何予以概念以“确定性”的实际内涵,避免循环定义必然逻辑蕴涵“空言性陈述”的本质,始终成为西方认识体系摆脱形形色色思维悖论的前提性重大问题。

17.1.1.1 何为“理性”

此处所说的“理性”只能大致称之为一个“习惯”称谓,缺乏明确而肯定的定义。事实上,在西方哲学词典中,与中文所说的“理性”相关的英文词汇不止一个,这就是:“Rationality, Ratio, Logos, Wisdom”等,往往给予这些不同的词汇以彼此相连又不尽相同的解释^[1]。但是,一个重要的问题在于:哲学家对西方哲学“理性”的不同解释,其实隐含着由于概念的“逻辑主体”不同,从而导致同一概念的不同定义存在逻辑悖论。

为了便于对不同哲学概念的不同解释和不同观点加以比对,发现和寻找西方哲学相关陈述中可能隐含的认识悖论或思维矛盾点,在以下讨论中,大体采取“夹叙夹议”以及“综合评述”方法,对西方哲学的若干基本命题进行简单分析。

在哲学史上,这种坚决相信人的理智(Reason and Intellect)的态度通常被称为理性主义(Rationalism)。所谓

显然,此处出现“逻辑主体”混淆的问题:掌握“理智”的人与能够称之为

① 如果不加“特别”说明,本章的前 4 节所引用的陈述则均引自文献[2]。实际上,该文献相当精练地介绍了西方哲学的主要思想,的确能够充当展现和介绍主要西方哲学思想的一本优秀教材。应该说也正因为此,才将其中的许多论述直接当作一个“靶子”用以批判西方哲学。故而,首先需要向该著述的著者致谢。另外,限于篇幅不能完整引用原文,因此可能由于理解不准确往往难免出现“断章取义”之嫌,只能向该著述的著者表示歉意。

理性主义者,就是百分之百相信人类的理智是世间一切知识泉源的人。

如果一个人想要简明、准确地使用一个词的话,这个词必须有某种涵义,而它所指的东西在某种意义上必须存在。

词语或概念不过是关于事物的类的特征或一般性的一种抽象或概括,而“理性”就是指人通过抽象或推理把握事物的类特性的一种能力,标志认识的高级阶段。

理性就是通过抽象或者推理把握事物的特性或一般性的一种能力。既然如此,可见推理或者抽象是理性的一种本质规定。通过理性的抽象或者推理,一定能够达到对真理的认识。

当然,这并不意味着,人们总是能够正确地推理。如何知道自己所做的推理是正确或者不正确呢?有没有一个据以判定这种正确性的标准呢?当我们思考这个问题时,我们首先想到的是‘逻辑’这个概念。因为,逻辑就是推理正确性必须遵守的规则或原则,而逻辑则是对推理正确性的研究。

逻辑于哲学的贡献,就如数学之于物理学或天文学一样,是任何哲学思考不能违背的基本前提^①。

理性是人类与其他种类动物相区别的特殊功能。人类的长处就在于运用这个功能。……纯粹的理性活动,即思辨是最幸福的生活。(Aristotle)

只有演绎推理和数学推理具有理性的可靠性(D. Hume)。

说某物是有理性的或者是合理的是指,它与普通的规则、规律和公认的目标一致,并且坚持一致性、连贯性、完整

“理性”的知识彼此关联,然而,人期望了解的知识与创造知识的人,是两个完全不同论述对象。

能指出“词(概念)”必须具备“确定性”内涵和只能依赖“存在”的“客观性”本质所具有根本意义;但是,概念的构造不属“推理”而仅仅属于“抽象”或“概括”的范畴,且仍需满足“客观性”要求;事实上,西方哲学陷入紊乱的全部要害正在于违背了这两个基本判断。

1. 如上所述,需要把属于人的“能力”与评判知识合理性的“理性”严格区分;
2. 切不要輕易提及“绝对真理”的问题。逻辑永远不可能告诉比逻辑前提任何更多的东西;
3. 把“理性、逻辑、推理的正确性”联系在一起,无疑具有本质意义,但必须懂得:符合逻辑的推理永远不可能展现任何“独立”事实;
4. 将数学等同于逻辑属于西方哲学中一种过分简单和僵化的形而上学。数学同样存在是否合理的问题,需要接受逻辑相容性的检讨。

演绎推理不能推出比前提更多东西,故而,将理性简单地与思辨、演绎、数学关联,只不过是“过分平凡(无实质意义)”的形而上学。

至于“一致、连贯、完整,恰当、有道理、可理解”等无疑是对“理性”正确而不具确定内涵的理解。

① 至于文献[2]继而关于“逻辑对理性的抽象和推理活动有哪些基本的规则和要求”所作的论述以及将这些理性规则与“演绎和归纳”相关联的进一步讨论,由于篇幅较长不再专门引出。关于论述逻辑“基本要求”的命题,在本节的后续论述中将明确做出回答,这就是一切“符合理性”的陈述必须严格满足的“无矛盾性”原则:陈述系统与其描述的“理想化”物质对象之间的严格一致性,以及一切陈述系统在包括所有概念在内的严格逻辑相容性。至于涉及到“演绎和归纳”的后一命题,将在节 17.6.1.1 中作为一个专题进行讨论。不难发现,在这个基本命题的认识上,西方哲学不仅仅由于习惯性的“形而上学”思考,相关定义几乎必然流入“空乏”之中,而且,本质上也恰恰违背该文献指出的“任何正确哲学思考不能违背逻辑”这样一个极其重要的基本判断。

性等等。这样,有“理性的”意味着例如是恰当的、有道理的、可理解的等等^[1]。

但是,任何“理性”陈述必须是“可理解或可解释”的,完全不同于现代自然科学所渲染的“第一性原理”。

事实上,西方哲学对于“理性”通常做出的解释,如果不能把“理智”和“理性”明确地加以区分,或者无法赋予“理智”以确定的哲学内涵,那么,即使允许将“理智”和“理性”直接视为某种同义词,这样的定义也难以避免“循环定义”之嫌,属于一种“空言性”表述。

其次,除了以上所说概念的“循环定义”的问题,另一个更为重要的问题还涉及概念“逻辑归属”的认识紊乱。在提出“理性主义百分之百相信人类的理智是世间所有知识泉源”或指出“理性就是通过抽象或者推理把握事物的特性或一般性的一种能力”的时候,无论是“理性”还是“理智”都只可能逻辑地从属于某一个“特定”的人,或者是对“思维者”智力状况的一种评价,而不可能成为对此处需要予以关注的“知识(knowledge)”如《西方哲学词典》中所说的“某物(something)”的一种特定指称。“人和物”属于完全不同的两种对象,不允许把属于“人和物”的不同特征加以混淆。但是,关于“人”的智慧的评价本质上属于“主观”认定范畴,没有任何确定性标准;而对于“知识”评判则完全不同,知识是否符合理性必须具有确定的“客观性”标准。

显然,在讨论“知识起源”问题,以及需要评判相关知识是否“符合道理”的时候,“理性”的定义只能与 Hume 所构造的定义基本一致,或者像针对“理性”所作第二种解释的后半段陈述所说:以一种“较为模糊但是大体正确”的方式指出:“逻辑就是推理正确性必须遵守的规则或原则,而逻辑则是对推理正确性的研究。”至于《西方哲学词典》所描述的“一致性、连贯性、完整性”乃至“恰当的、有道理的、可理解的”等等性质,则属于“理性”的自然属性,甚至不妨视为一种“理性”的表观特征。这样,从哲学理念考虑,“理性(Rationality)”与“逻辑(Logic)”之间取得了一种直接的并且被赋予“本质”意义的关联。但是,为了努力避免前面所提到在引入“抽象”概念时,如果稍有不慎就往往容易出现“循环定义”的问题,从而变为“空言性”陈述的弊病,需要赋予“逻辑——理性”以更明确、不至于出现任何逻辑歧义的内涵。事实上,如果注意到前面所述“一致性、连贯性、完整性”乃至“恰当的、有道理的、可理解的”等等性质,那么,作为所有这些基本属性得以存在所必须遵循的“必要”条件,必然需要满足“无矛盾性(Noncontradiction)”这样一种最起码要求。更明确地说,任何用以表现“自存”物质世界并且符合“理性”的陈述系统,必须要求与所描述的“理想化物质对象”保持严格一致,而且还必须与整个科学陈述系统,即概念、语言严格保持逻辑相容。反过来说,任何“细微”矛盾的存在,必然逻辑地意味着“逻辑自悖”或者不同形式的“自否定”存在。当然,存在矛盾的陈述毫无理性可言^①。

此外,正如前面已经指出,人们需要“自觉”承认:面对无尽的物质世界,地球上的人类其实永远也不可能说出比大自然本身任何更多的东西。人类本质上永远不可能真正回答“为什么”的问题,只能使用“无歧义”的语言,努力“无矛盾”地去表现那个“自存”的物质世界。那么,“无

① 再次注意比对:20 世纪初,当年轻的 Einstein 仅仅根据“直觉和顿悟”而“创造”出一个与任何特定物质对象无关的“相对论”的时候,他公然提出必须以“矛盾事实”作为基本前提,首次提出了自然科学中的“不可解释性”原则,本质上属于语言革命;量子力学同样不仅仅承认大量矛盾前提存在,同样只能建立在允许随意修改、杜撰概念的基础之上;而在 Hilbert 的“公理化体系”中,则公然鼓吹只要把“矛盾前提”称之为“公理化”假设,就可以以其作为构建现代数学的全部基础。当然,任何建立在矛盾前提上的推理,即使后续推理之中没有错误,也永远不可能改变前提蕴涵的“矛盾——无理和悖谬”的本质。

矛盾性”原则不仅仅成为“理性——逻辑”的必要条件,还自然成为“逻辑——理性”的充分条件。

因此,无论是自然科学还是检讨科学的哲学,被赋予“客观”判别意义,通常所说的“理性——逻辑——无矛盾性”自然成为一种“同义词”表述。也就是说,只要能够称之为是真正“逻辑”或者“无矛盾”的,那么,它就必然是“合理”的、符合于人类理智共同期待的“理性”原则。

值得指出,如果仔细对照西方哲学著述的相关陈述,那么,人们不难发现,关于将“理性”与“逻辑”构造确定性关联的上述定义,实际上吻合于绝大部分西方哲学家实际期望表达的理念。但是,长期以来,西方学者似乎完全不懂必须先将“探讨”物质世界的“人”与“人所探讨”的“物质世界”两个完全不同的对象在逻辑上做出明确区分。以下的所有分析都表明:西方哲学不同学派的对立存在,相关理念的所有认识困惑,无一不根源于逻辑的紊乱。

17. 1. 1. 2 何为“经验”

当西方哲学自诞生之日开始,就对“知识源于理性还是源于经验”命题争论不休的时候,又是如何定义他们所说的“经验(Experience)”呢?显然,同样需要对这个前提性的概念先做出明确界定。

与理性主义者激烈地否定感性、推崇理念的态度相反,经验主义者一般地都把人的感官的作用置于认识的首位,强调一切关于世界的知识都只能来自感观经验。‘认识只能依赖于人的感官’。

如果与后来的经验主义哲学奠基人 Locke 的那句经典性的比喻:人的心灵犹如一块白板,只有经验才使这块白板刻上花纹作一比较,我们就可以看到,经验这一概念对那些主张以经验而不是理性作为知识的来源的哲学家来说,其地位有多么重要。

不过,作为一个概念,经验的涵义并不总是那么清晰、明确。……于是,经验可以尝试地划分为感知、内省、直觉……

涉及一“事物”的知识,该知识的逻辑主体是所论“特定”事物,与创造知识的不同“人”乃至如何创建知识的具体“经历”无关。论述知识起源时,“经验”只是逻辑隶属于被研究对象的“抽象”概念。西方哲学再次出现了逻辑主体的认识紊乱。

著名的 Locke 白板说(Tabula Rasa)没有任何不当,它显示一个简单自然的事实:任何知识无不首先在感觉之中。问题在于:此处整个陈述的逻辑主体,是学习或创造知识的“人”,而不是被描述的“物”。正因逻辑上的紊乱,Locke 的朴素唯物主义,曾经遭受 Berkeley 大主教充满逻辑紊乱、无聊而荒唐的攻击。

逻辑紊乱:
此处所说的感知、内省、直觉等,无不属于关于“人”的思维的陈述。它与论述描述物质世界的“知识来源”问题,属于不同逻辑主体。

在哲学中,经验一般是指我们通过感官所知觉的东西,从他人那里学到的东西,或凡是从外部源泉(External source)或内部反省(Inner reflection)而来的东西。在此意义上,经验与观察和实验相联系。

经验主义强调知识必须建立在经验基础之上,而理性主义主张经验是错误的潜在来源,所以宁可选择理性的确定性,而不要纯粹的经验概括^[1]。

针对同一事物,不同人可能有完全不同的感觉。将探究某一特定事物、逻辑地隶属于该事物的“经验”指称,切不可与人的“感觉”混淆。

正因为陈述对象上的逻辑紊乱,西方哲学无力认识到理性主义所说“错误潜在来源”是个别“人”的感觉,而不是隶属于“物”的经验。

当然,西方哲学同样无法理解在不同场合他们提出的“逻辑不能告诉任何独立事实”浅显道理。

局限于地球上,关于物质世界的任何知识体系,必然总是由具有智慧的“人”建立起来的。然而,如果从一直被西方哲学口头上称之为“生命、内核、灵魂”,但恰恰又完全被现代西方科学世界、乃至包括实际上只是充当自然科学“辩护士”的西方哲学,公开或者隐晦地全盘抛弃的“逻辑”或者“理性原则”考虑,人们必须懂得,用以表现某一个物质对象的知识体系,只可能逻辑地隶属于被描述的特定物质对象,而不属于研究物质对象的某一个人或者某一些人。

事实上,某一个知识体系的建立,往往包容了许许多多人的劳动、思索和反复推敲,经历了数个世纪,当然,如果将关于某一个特定“物质对象”的知识系统,与往往是无以计数的研究者之中某一个“人”的感觉相关联,在哲学理念上无疑是完全荒唐的,而在逻辑上则必然陷入彻底紊乱之中。

因此,对于近代西方哲学史中第一位闪耀“唯物主义”和“辩证思维”朴素光辉,被西方哲学世界称之为“思想清洁剂”的哲学家 Locke,他以一种哲学理应捍卫的“平实、朴素”思想,指出“知识只可能来源于经验”这样朴实无华、简单而自然的判断的时候,此处的“经验”无疑是从特定物质对象的一种“抽象集合”名词。也就是说,在研究某一个特定物质对象时,“经验”相应成为一种抽象指称,总可能包容由许许多多研究者可能使用了彼此完全不同仪器所构造的不同“观察”及加以“综合”的结果。

当然,此处的“综合”同样绝非简单叠加,而可以大致称为“去伪存真、舍小留大”但不能称为“去粗取精”的“筛选”过程。此处作为“抽象集合”指称的“经验”,与西方哲学仍然只是基于“形而上学”和“过分简单”的习惯思维方式——一种只能隶属于纯粹“主观”意识意义上的“归纳”过程不同。或者说,在“筛选”过程中,加以“去伪存真”操作的唯一依据,只能是被描述物质对象自身蕴涵的“客观性”基础;与此同时,之所以还需要提出“舍小留大”的问题,是因为人们必须形成一种自觉意识:自存的物质世界无穷无尽、无边无涯、不可分割、充满差异和复杂性,人们永远不可能穷尽物质对象的全部真实,只可能将特定物质对象中那些“主要的、起决定作用”的部分保留下来,相应形成一种人为构造的“理想化”认定。当然,西方学者尤其是那些崇尚“形而上学”的哲学家们,似乎特别喜欢谈及“绝对真理”的问题,其实这只能说明思维的幼稚和无知。并且,正如 Einstein 那样一些致力于寻求“终极真理”的人,最终只能陷入对他们所向往“逻辑”完全背弃的对立面之上。

最后,必须特别指出:针对特定物质对象所构造的“理想化”前提认定,与现代西方科学世界所鼓吹的“独断论”,属于纯粹“主观意识”范畴完全随人为认定完全不同,一个恰当、合理的

“理想化”认定的基础仍然是“客观”的,必须吻合于被描述物质对象自身逻辑蕴涵的“本质”内涵。

17.1.2 西方哲学中的“唯理论”、“经验论”和“批判论”

西方哲学史告诉人们,自西方哲学家称作的“人类理性意识”萌芽开始,关于知识起源的问题就争论不休。特别是西方哲学家颂扬体现“思考精神觉醒,反抗权威和传统,反对专制和集权主义,要求思想、感情和行动自由”,或者在“理性重新成为科学和哲学中的权威”的近代哲学发展历程中,针对知识的泉源或准则的不同判断,分裂为三种不同认知的“哲学共同体”,这三种不同的哲学体系就是近代西方哲学著名的“唯理主义、经验主义和批判哲学”。

17.1.2.1 “唯理主义”以及对“理性先天性”的批判

以下为阅读现代哲学著述关于“唯理主义”的论述,并做出的简单评述。

在知识起源问题上,唯理论(Rationalism)以其对经验和感觉的拒斥并强调理性和普遍概念的唯一性而自成体系。唯理论并不否认认识中经验和感觉因素的存在,但认为就根源和基础来看,认识应是先天的、与生俱来的、依存于理性的,而不是后天的、依存于感觉经验的。在这个意义上,唯理论又被称为先验论(Apriorism)。唯理论之所以主张认识的先天性,从根本上说,乃是试图以此说明知识的普遍性、必然性和确定性,并以先天的理性之所思、所想为真理。

唯理论作为一种独立的知识论类型的出现,严格来说是近代的事。但是,唯理论崇尚理性、贬抑感性的哲学倾向,在哲学史上具有久远的传统。……

Plato之所以反对“把知识等同于知觉,把真知识等同于符合经验事物”的知觉观念,根本一点在于,他否认通过感官能对独立于人的、自在自为的真实存在,及理念的认识。由于理念是一种与具体的存在相脱离、并且规定了具体存在的性质的“精神性”纯形式。这就决定了能够达到对这种真实存在和纯形式的所谓真知识,不是以混乱和不确切为特征、与感官作用相联系的经验性知觉,而是带普遍性的原理或观念。

Plato一再强调,他并不否定所谓真知识,他的任务在于为真知识找到一个与之符合的对象从而使之真正成为真。

从“人”的角度讲,“唯理论”者指出认识是“先天、与生俱来”这个几乎明显悖谬的事实。

现代自然科学体系到处存在矛盾,乃至不得不公开放弃逻辑、杜撰彼此矛盾的概念,却希望构造此处所说“普遍、必然、确定”的真理并且依赖“天才论”吓唬人的时候,已经没有丝毫理性可言。

其实,科学陈述的有限合理性依赖“有限论域”而存在。

不能苛求 2000 年前的 Plato。Plato 指出“知识”具有“独立于人、自在自为”的本质,其实这正是对知识“客观性”或者独立于“主观意志”一种素朴理性意识。如果 Plato 在天之灵知道今天的某些天才主张将知识建立在“直觉和顿悟”之上,不知有何感慨? Plato 指出要使用“与具体的存在相脱离、并且规定了具体存在的性质的‘精神性’纯形式”的理念表述知识时,其实只不过强调“概念”必须具备的不变性,以及相别于具体存在、知觉的“抽象性”意义。因此,如果知道了为了满足 Schrödinger 方程必须随意修改概念,且将其视为第一性原理,Plato 又作何想?

被 B. Russell 尊奉为“近代哲学之父”的 R. Descartes 所构造的唯理论哲学,是近代直接专注于数学和方法论这两种影响,以古典作家的恢弘气魄融合唯一一个崭新的哲学体系。作为哲学史上的第一个严格意义上的“知识论”哲学家,Descartes 第一次提出哲学家必须使用特定数学方法来解决哲学问题,必须用哲学方法进行哲学思考,并把数学的演绎方法成功地转变为哲学的演绎方法。

所谓用“数学方法”进行哲学思考,就是用一般人证明数学定理的方式来证明哲学思维方法。换言之,就是运用我们在计算数学时所依据的同一种工具,也就是理性。

按照 Descartes,理性的观念是天赋的、自明的。……

如果把由 Descartes 开端,中经 Spinoza, Leibniz 等人而成系统的唯理论哲学的原则和原理加以概括,它们主要体现在以下几个方面:

(1) 理性的基础性

在知识的起源问题上,经验论强调知识本于经验,一切知识从经验开始,并视此为经验论之首要和基本原理。而从唯理论看来,经验只是知识的构成因素之一,并且只是知识中不确定的、须由理性加以约束或限定的因素。从孤立的知识生成的角度看,或许可以勉强承认倘无经验即无知识,因为知识确始于经验。但是,从具体的知识实现的角度看,则经验的作用就大受限制。单纯的经验无论如何不可能构成知识,任何经验均须理性之运用方能成知识。如人无理性,就无法自觉其有经验、有知识。

(2) 理性的先天性

唯理论之所以坚持理性的基础性,在于它认为:理性是先天的、不依存于经验的,理性的先天性地位保证了理性在知识中的基础性地位。如上所述,唯理论并不否认人类知识经验因素的存在,但认为由经验而来的知识都是后天的知识,它本身不能保证知识的普遍性、必然性和确定性。唯理论者无一例外地认为,自己发现了某种尚未为人所知、超出经验的或先于经验的认识工具,只要借助这种先天的工具,就能为人的现实的认识活动奠定可靠的、不变的基础,

或许要首先指出:面对数学基础逻辑悖论,Russell 尽管崇尚“逻辑主义”,但对数学基础并没有任何具体贡献。至于 Descartes,虽然做出巨大历史性贡献,通过“坐标系”将数和形构造了逻辑关联,但作为 17 世纪初叶的思想家,无论对哲学还是数学的认识都过分素朴:

历史证明,他期待的数学式哲学思考从未实现;

至于对数学的理解,只源于对数学的向往和冲动,绝不会预料到现代数学基础逻辑悖论乃至放弃逻辑的问题;对“天赋论”的赞许,同样是幼稚的。

甚至 Kant 都曾经指出:逻辑不能告诉人们任何独立事实。因此,不是经验是知识构成“要素”的问题,而是离开经验知识必然成为“空”陈述的致命问题。

即使从“具体的知识实现的角度”考虑,知识仍然只能逻辑地渊源于经验。至于“单纯经验不可能构成知识”的问题,是因为前面已指出的,由于西方哲学习惯于作形而上学的简单思维,根本不懂得理性地区分仅仅属于个别研究者的“具体”经验和隶属于被描述物质对象的“抽象集合”经验之间的本质差异。将从属于不同“逻辑主体”的陈述混为一谈,只能导致认识紊乱乃至悖谬。

避免“逻辑悖论”的能力只能通过“后天”训练和培养。当然,不容否定不同人的“智慧”或者西方哲学家乐于称道的“天资”不尽相同。

现实说明:现代数学基础逻辑悖论的存在、量子力学不得不容忍矛盾前提存在,乃至 Hilbert 只能建立在“独断论”上的数学体系,都说明西方主流科学社会中不少人“逻辑能力较弱”的基本事实。这样,何以能够将理性称之

这种认识工具就是理性。

(3) 理性的必然性

唯理论关于理性先天性的论证,又与唯理论关于数学和逻辑知识具有先天性的信念相呼应。具有普遍必然性的知识不能由经验而导出。

.....

唯理论哲学家,通过对知识前提的批判,最终确立了理性是思维的起点的基本原则,把从古希腊以来在相当一部分哲学家中普遍存在崇尚理性的倾向,发展为以理性为基点的自觉意义上的知识论派别,是哲学史上一个极为重要的转变和引人注目的现象。

这个理论派别的最重要思想精华无疑是它的批评性怀疑方式或原则。以这种方法或原则为前提的哲学活动,在理论的构造中推展为一种普遍性的怀疑,深刻表现出哲学所蕴涵的批判的、革命的特质。

按照唯理论哲学家的思想,普遍必然性是一切知识的本质;这种本质就存在于数学以及由此展开的逻辑结构之中;数学知识不是来自经验而是一切经验所以可能的前提条件;因而进行数学思考和逻辑演算的人的理性就是先天的而不是后天的。

为“先天”的呢?否则,鼓吹“理性先天性”的人不是“天生”愚笨了吗?

其实,人类的智力并没有本质差异。真正科学的必须逻辑自洽因而也是自然的,最终必然容易为一切“平凡人”所理解。

恰恰相反,面对“无尽”大自然,除了坚决反对和杜绝现代西方自然科学体系随意修改概念,以保持科学语言的严格无歧义性和科学陈述的逻辑相容性以外,人们永远不可能说出比大自然本身任何更多的东西,更谈不上此处所说的“必然性”了。

正如逻辑不能显示任何“独立”事实一样,只作为“抽象”特征的理性无法成为“具体”思维的起点。没有特定对象的思维属于“空言”陈述,是否符合理性在逻辑上根本无从谈起^①。

哲学“怀疑和批判”的根本意义,只在于对任何“违背逻辑”现象的高度警觉和彻底批判,在于对以“无矛盾性”为本质内涵的“理性”原则的坚决维护。一方面将哲学怀疑和批判再次蜕化为简单形而上学,另一方面却容忍哲学上大量矛盾体系的存在,本身已经违反逻辑和理性。

至于希图赋予知识以一种“普遍必然性”的本质,仍然充分体现西方哲学的幼稚和逻辑紊乱;逻辑地决定于物质世界自身无以穷尽,描述物质世界的知识永远不可能具有“普遍必然性”;但是,作为“符合理性”的陈述,必须严格无矛

^① 请注意比较本书在 15 章“现代数学基础分析”中,针对“性质与拥有性质逻辑主体相互依赖关系”这个命题曾经进行的讨论。其实,西方哲学家早已指出:“任何一种形式的性质,只可能以拥有该性质的‘物’的前提存在作为性质自身得以存在前提”的事实。但是,寻求与“特定”物质对象完全无关、具有“普适性”意义绝对真理的一种过分简单、幼稚的欲望,或者也恰恰只是因为幼稚才变得“过分轻信”的自大,使得西方哲学或科学世界似乎总不愿意认真对待和接受这样一个明白无误的浅显事实。从单纯逻辑的角度考虑,任何一个陈述如果缺乏具体内容,自然成为“空言性”陈述,无论对该陈述做出“有理”还是“无理”的判断,它们同属于“无理”乃至纯粹“无聊”的判断。所有事实都表明,西方哲学和西方科学的“认识紊乱和盲目自大”的交织,根本渊源于相关思维判断中的逻辑紊乱。其实,对于逻辑较为严密的思考者,在哲学判断上几乎总是审慎的,自觉地懂得和重视一切合理知识必然具有“有限性、条件性、相对性”的基本特征,懂得需要怎样自觉强调任何知识只能从属于“有限论域”这样一些起码的理性认识。

盾,绝不允许糟蹋科学语言体系的纯洁性、统一性或者无歧义性。

以上直接引用哲学著述的相关陈述,对西方哲学中“唯理主义”做了大致介绍,并且相应进行了初步的大概评述。现在,将这些评述以及基本哲学理念简单小结如下:

(1) 首先,人们需要理性地认识到,仅仅作作为一种“性质”或者一种判断“准则”,乃至合理思维的“工具”,作为“理性”等价性表述的“逻辑”并不能告诉人们任何“独立”的事实。对于某一个陈述系统“是否吻合逻辑”的问题,必须以“被描述对象以及描述系统的存在”作为前提,否则,只可能成为对“空言性”陈述所做的“无意义”判断。从抽象逻辑的角度考虑,类似于“零乘一切恒为零”这样一个浅显的道理,对缺乏任何实质内涵的陈述做出“有理或者无理”的判断,都是完全无理、无意义,乃至不妨称之为无聊的。

应该指出:以上对于逻辑所作“不能说出任何独立事实”的基本判断,是属于 18 世纪西方哲学家 I. Kant 的。但是,问题在于西方哲学一种根深蒂固“形而上学”思维习惯,在把许许多多本来简单、自然、素朴的理性认识人为变得过分复杂和晦涩的同时,却陷入了认识紊乱之中,或者对他们真心期待的逻辑恰恰构成完全否定。

(2) 对于表面上崇尚“理性、逻辑”的“唯理性主义”者,在他们反驳或者鄙视“经验主义”的时候,对“经验”做出的前提界定同样存在思维“逻辑紊乱”的问题。在论述“知识起源”命题时,经验只能逻辑地隶属于某一个特定描述对象,相应成为一种“抽象、泛称、集合”意义上的指称,可能综合了许许多多世纪、无以穷尽研究者的共同实践。当然,此时所论的经验,完全相异于只能从属于“个别人”的经验乃至感知。这样,由于在一个隐含逻辑紊乱的“前提性命题”上进行后续讨论,西方哲学只可能陷入彻底逻辑紊乱之中。

(3) 如果以上分析能够大致地被称之为一种“客观、理性”意义的分析,那么从西方哲学同样予以关注的“伦理学”角度考虑,人们不难发现:在西方哲学之中,不知道为什么总充斥“天才论”这样一种根深蒂固的情结。其实,对于任何一个能够大体意识或领悟到“辩证”思维的人,他真的比别人“聪明”一点,就一定会严词拒绝充当“天才”的玩偶。一旦“认真和天真”地把自己当做拥有“天赋”者,乃至不可思议地轻信“直觉和顿悟”能天然蕴涵某种绝对真理,那么,只是由于缺乏使用严格逻辑的“深刻和严肃”的检讨,最终只能陷入形形色色认识悖谬之中,成为对“天才”的最大讽刺和嘲弄。

(4) 最后,如果从“实用论”的角度讲,一切“唯理性”主义对“空理性”的渲染都具有极大欺骗性和危害性,为对“理性”构成彻底否定的“独断论”存在提供了生存空间。也正是在这个意义上,人们可以合理地指出:其实,在面对整个现代科学体系一系列逻辑悖论的真实存在,以至于理论物理学家不得不公开提出抛弃“数学严谨性”的时候,“非理性主义者”恰恰极其难能可贵地“忠实”维护了“理性——逻辑”的纯粹性和纯洁性。只不过由于整个西方哲学以及整个现代自然科学体系中大量“矛盾——自否定”结构的存在,“非理性主义者”对于能否实现“无矛盾”的期待缺乏信心而已。

事实上,现代自然科学体系乃至现代西方哲学体系已经公然或者隐蔽地抛弃了“逻辑”和一切合理陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则;与其一致,拯救自然科学以及西方哲学的唯一途径,正在于需要重新确立“一切科学陈述必须是逻辑相容”这样一个起码的“理性”原则。

同样,在对“知识起源”问题进行系统分析以前,必须首先指出在此处“唯理主义”许多貌似有理的陈述之中隐含的一个重大前提性认识悖论:科学陈述的“逻辑一致性”是必须的,并且,虽然“逻辑一致性”原则必须完全独立于一切经验事实。但是,逻辑一致性与经验事实之间的独立性,怎么能够等同于理性的“先天性”或者他们所说的“与生俱来”呢?姑且不说 Descartes 时代的那些数学以及对于物质世界的理解现在看来多么幼稚和可笑,而 Spinoza 根本就不懂得数学,或者只是对他所不懂的数学一种想当然的憧憬,更何况他们尚不知道数学基础的集合论悖论、Maxwell 基本方程组数学上不可求解、建立在约定论上的现代微分几何几乎到处充斥着矛盾并威胁着整个现代自然科学体系。

也就是说,对于期待了解大自然,并且希望形成对物质世界一种彼此逻辑相容的形式表述的人类而言,数学知识的掌握只能是后天的,同样依赖于数学思维的实践和训练。当然,在某种程度上,数学思维或者把握逻辑的能力也与西方科学世界着意渲染的研究者个体的智慧不无关系。然而,能否以为这正是西方科学世界尽管对创造形式逻辑做出了开拓性贡献,却最终不得不放弃逻辑,借助“公理化假设”这样一种纯粹自欺欺人的心理安慰,容忍、默认和纵容形形色色逻辑不相容大量出现于 20 世纪自然科学之中的原因之一呢?但是,作为根本违背哲学的批判精神和理性原则的一种现象,对于现代自然科学体系这种明显违背理性的现象的普遍存在,西方哲学家却十分宽容地为他们设置了一种“绥靖”式的借口:“从传统上讲,找出一个矛盾一直是证明某个系统必须被拒斥的途径。容纳矛盾一直被认为是理智上自毁的,因为每一个命题都能够从矛盾推出来。但是,近来已经有人在探索、研究似乎能够容忍某些矛盾存在的系统。”

在现代西方科学世界已经彻底放弃逻辑的同时,他们同样在逻辑上缺乏一种能力分清和辨别两个完全不同的命题:

首先,对于一切能够称之为“理性陈述”的科学陈述,必须也必然是“无矛盾”的。因此,相应存在对于以捍卫“无矛盾性”原则为全部本质内涵的“逻辑或者数学”一种“绝对意义”上的依赖。当然,对以“无矛盾性”为本质内涵的“理性原则”,可以大致认为“理性”必须遵循的“普遍性、必然性和确定性”特征。并且,这样一种判断准则是针对“科学陈述”系统而言的,或者同样可以称之为属于一种“客观”意义上的判断,它与某一个或者某些具体的“科学人”乃至这些科学人的数学水平或者智力状况完全无关;

与此同时,对于科学陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则,与试图构造科学陈述的科学人是否具备这样一种能力,从而保证他们的陈述处于“无矛盾”之中属于两个完全不可比拟的命题。研究者的逻辑思辨能力属于研究者的“主观”范畴,它根本相异于科学陈述必须服从“逻辑相容性”这样一种“客观”要求。或者说,正是科学陈述必备的“客观性要求”和科学人可能具有“主观能力”之间的一种差异,需要科学人始终自觉保持足够的“清醒”乃至“自省”意识。如果像 Hilbert 那样,只是因为自诩为“公理化假设”,就真的允许“将桌子、椅子、啤酒瓶视为几何学上的点、线、面”,那不是对于理性一种最大亵渎和自欺吗?同样,像那些过分天真的“唯理论者”自慰甚至自得的那样,以为只要能够以一种发自内心的真诚,承认和倡导以“逻辑”为本质内涵的“理性”原则,他们也就能自然地获得了这样一种“先天”的认识工具,这难道不成为天大的笑话了吗?

在西方科学世界往往表现得让人难以置信的过分自信、自大、自负甚至妄言什么“第一性原理”的时候,对于他们思维习惯中的简单、幼稚、紊乱和矛盾也同样让人难以置信。

17.1.2.2 “经验主义”以及“经验和感觉”概念的辨析

仍然按照惯例,以下介绍西方哲学关于“经验主义”相关论述,与此同时加以适当的点评。

在知识起源上,经验论(Empiricism)以其对经验而不是理性的强调与唯理论形成鲜明的对照。

与唯理论者把理性视为知识的起源不同,经验论者认为一切知识最初都来自经验,更确切地说来自人的感觉。

准确地说,不只是“强调”经验的问题,而是表现物质世界的知识只能“渊源”于经验。

与特定知识从属于被描述的特定物质对象一致,此处的“经验”只具抽象

人们即使不把感性知觉当做关于外部世界真实信念的唯一来源,至少也应作为任何可接受的理论必须服从的最终标准。

从哲学上看,经验论与作为一种思维方式的相对主义之间具有理论上的共通性,都不承认有所谓终极性的知识公设或理性基础,否认有所谓一成不变的、永恒的真理知识。

如果说古希腊具有理性主义倾向的哲学家强调理念高于特殊事物的思想,那么,经验论的理论主张得之于“重视感觉”的倾向,特别是 Aristotle 强调“形式内在于特殊事物”的思想。

理性主义试图从变动不居的日常事物中找到不变的、永恒的一般事物,由此发现比之感官世界更高层次的理念世界,那么,Plato 把这种一般高于个别思想推向关于知识起源的论证,自然得出理念比具体事物更为真实的结论。

与其不同,Aristotle 关于知识起源的思想,是通过 Plato 贬低感性、抬高共相(Universal)和一般的唯理论立场的系统反驳体现出来的。他认为,Plato 的理念论纯粹是一种逻辑上的虚构。所谓理念,实际上是一种共相,而共相是根本不可能脱离个别事物而存在的。

如何确切阐明上述反驳历来是十分困难的事。按照 Russell 的观点,Aristotle 的形而上学不过是被常识冲淡了的 Plato 的理念论。

严格说来,Aristotle 并不能算是一个经验主义者。因为,虽然他认为实体或者个别事物是独立存在的,而共相或一般概念是内在于个别事物之中的,但他同时也承认共相或一般概念是独立的、绝对存在的,这与经验主义的哲学立场有相当大的距离。

但是,中世纪关于个别事物先于一般概念的唯名论

意义,逻辑地属于特定物质对象。若将其与属于个人的“感觉”混淆,即相应出现陈述“逻辑主体”的紊乱。隶属于特定“理想化”物质对象的知识,只能是“相对”真理。借助改变概念、语言构造“统一”真理,既无知、幼稚,又彻底否定理性和逻辑。这是现代自然科学抛弃逻辑的原因。

同属于人类初始文明的最精华部分,但与东方哲学相比,西方哲学的致命缺陷在于不善、甚至不懂“辩证”思维,以至因僵化、绝对而陷入悖谬之中。

关于“物”的经验需要依赖“人”的感知而构造,但“经验”和“感知”是两个不同概念,逻辑地属于不同对象;理念高于事物,只因理念“纯粹而简单”,而具体事物“复杂”。理念并不真的高贵,更无“更真实”可言;将“理念”称为共相,源于其类似于性质乃至语言,允许且必须能用于它“物”之上。一旦脱离个别事物,作为“共性特征”语言的理念也不存在。无疑,Aristotle 的观点是“唯物和辩证”的,绝不是形而上学。并且,描述物质世界必须遵循“辩证唯物主义”认识观,依赖于“逻辑相容性”原则。当然,Russell 所作的“中庸性”评述应该属于一种理性的退让,源于号称“逻辑主义者”并不真懂逻辑。

不知该陈述能否真正反映“经验主义”的立场,但 Aristotle 承认共相或概念具有“独立性、绝对存在性”恰恰是必需的。其合理性源于描述物质世界时,任何有意义的概念必须具有确定的物质基础,并且,为了保证科学语言系统必需的纯粹性,概念应该具有独立意义,绝不允许将科学陈述建立在“语言革命”上。

在西方哲学中,当实在论和唯名论被

(Nominalism)思想直接来源于 Aristotle,而经过唯名论者与主张一般先于个别事物的唯实论(Realism)者之间的激烈争论,经验主义的看待问题的方式才被逐步推广开来。

一个附加说明:

西方哲学中的“主义”林林总总,太多太滥。引用《西方哲学词典》中的相关陈述作进一步分析^[1]。

唯实论或实在论是一个家族相似的观念,指承认种种对象和属性的客观存在的各种理论。实在论的中心思想是,某些或全部这些事物存在,独立于我们的心灵,且不论我们是否知道或是否相信它们存在。实在论的最为普通形式之一是关于“共相的本体论地位(the ontological status of universals)”的,它认为共相是真实的存在,被用来说明普遍词如何应用于不同的殊相(different particulars),是知识的对象。关于共相的实在论,既对立认为共相只是一个共名的唯名论,又对立认为把共相看作是由心灵产生概念的概念论。

与唯实论相反,唯名论认为:被纳入同一普遍词之下的各个殊相所共同具有的唯一特征,是它们都为这同一个词所指称。共相只是名称,不是独立的存在物,尽管在知识中有共相的成分。或者说,共相是谈论相似物而由心灵发明的词,语言与其称之为独立的实在,还不如视为领悟相似性的基础(language, rather than independent reality, underlies perceived similarity)。每一存在物都是殊相,共相是为谈论相似物而由心灵发明的词。对性质和抽象实体的谈论,只有当它们可以还原为对殊相的讨论时才是合法的。总之,唯名论坚持认为,共相只是名称,没有相对应的实在(Nominalism maintains that universals are names only, corresponding to no reality)。

在知识起源问题上,Descartes 坚持认为感性知觉不能成为知识的基础,因为它不能提供无可置疑的知识前提。相反,能够声称知道的命题,首先是那些理性告诉我们是自明的命题,其次是那些能够从自明命题逻辑地推导出来的命题。以 Descartes 哲学为集中体现的这种理性主义,支配着整个 17 世纪知识论哲学的基本走向。

18 世纪的经验论者坚持认为知识的前提只能来源于经验,而不是所谓的理性直觉。离开感官获取的经验,心灵

视为处于“彼此对立”中的两个家族观念的时候,从逻辑的角度重新考察和审视它们的观点和论据是有意义的。其实,在实在论提出“事物存在独立于人类意志”以及“共相是真实存在”的思想与唯名论所主张“共相只是名称,不是独立的存在物,或是谈论相似物的词”之间,并没有根本矛盾,或者都具有某种真实性,这也是至今的哲学家不能否定它们的原因。问题在于西方哲学“形而上学”思考必然蕴涵的“片面”性和“绝对”化。共相如果是有意义的,必须如实在论所述,对应于某种实在,甚至成为唯名论所称对相似物某“共性”特征的描述,当然该相似物必须首先存在。另一方面,由于物质世界的复杂性,任何共相始终相异于任何具体的实在,它只能被视为抽象存在的词。因此,作为词的共相等价于知识的统一语言,不能形而上学地视为知识的对象。

同时,作为一个词,共相的构造必然隐含某种“主观”认定在内,但绝非纯粹心灵的创造,而需要客观性基础,否则堕落为“独断论”的虚幻杜撰,失去存在意义。

当然,将实在论和唯名论各自合理部分统一起来的“唯一途径”只能是:维护语言“纯洁性”的同时,彻底放弃简单“形而上学”的绝对真理观。

其实,从历史唯物主义的角度看待问题,Descartes 的思想恰恰刻画了那个时代人们对逻辑一种“幼稚”的向往。逻辑不能超越前提。因此,即使真的存在某“自明”命题,逻辑只能对该虚幻命题进行无穷重复。

Locke“白板说”的真理性毋庸置疑。但问题在于:“白板说”的逻辑主体只是希

只不过是一张白纸(J. Locke 的“白板说”)。

经验论者所说的经验,既指我们关于外部世界的感性知觉,也指我们对内在思想活动的反思即所谓内省。

经验论者并不简单否定理性,而是把理性当做解释和阐明经验事实的涵义,以及对由经验提供的基本前提进行逻辑推演的重要思维基础来看待。

关于经验主义的哲学要义,大概描述为:

(1) 经验的原初性

把经验,严格说来是感觉,视为全部知识的基础,或者当做人类知识的起点和来源,是经验论哲学最基本的特征。按照 Locke 的观点,把人的知识看作是天赋的、与生俱来的,这是唯理论,特别是 Descartes 哲学制造的一大迷幻。

从经验论的观点来看,不仅就儿童和未开化的族群而言,不具唯理论者所说之天赋观念,而且就人对这些观念的解释而言,也因彼此差异而不同。这表明人的心灵最初只不过是一张白纸,是感觉经验使心灵白纸获得了思想内容。知识的来源只能是经验,而经验归根到底是感觉。

知识的来源只能是经验,经验归根到底是感觉。

(2) 经验的可靠性

经验论者坚持经验是知识的基础和根据的理由,除了知识只能来源于经验以外,就是经验提供的知识还具有可靠性。而这种可靠性,无论从何种意义上说,也较唯理论者所说的天赋的观念的作用更为可信。它们通常指:

知觉经验是共相概念得以建立的前提,离开知觉经验,共相概念就无以成立。经验是单称的、个别的、偶然的和不可复得的,但是,经验能够生成观念,而共相概念不过是个别事物的符号或者名称;

感觉经验不仅是共相概念得以建立的前提,反过来,它也是否定或者否证共相概念的基本依据;

知觉经验不仅仅不否定数学、逻辑知识的有效性,而且还提供了数学、逻辑知识普遍必然性的最好说明。

(3) 经验的相对性

知识都是来自经验,而经验是具体的、个别的,因此,由

望认识物质世界的人,而不是知识所描述的特定物质对象,相应出现了逻辑错乱的问题,这成为 Locke 学说最终无力有效回答他人攻击的根本原因。

至于经验论者对理性的界定不过是一种素朴的猜想,且没有任何“实在”内涵。

其实,正如 Mach 所说,人类永远不能真正回答关于物质世界与“为什么”关联的问题。但是,人们可以并且必须努力使用“统一”的语言,“无矛盾”地描述那个自存的物质世界。

对于 Locke 此处所提“白板说”蕴涵真理性,已经无需补充任何解释,是显然存在的事实。

但是,必须重复指出:Locke 所有陈述中,逻辑主体是“构造”知识体系的人,相应刻画在建立知识系统时“人”通常经历的过程。但是,建立知识体系的人不具确定性意义,然而,某知识体系描述的对象却是确定的。于是,逻辑上只能将构造知识的“经验”基础与其描述的特定“物质对象”构成确定逻辑关联。

因此,在承认经验是知识唯一来源的同时,必须努力寻找和摒弃不同观察者“感觉”中那些不属客观物质世界的“主观”成分。或许,这就是“科学认识论”必需的“辩证”意识,根本相悖于西方哲学“形而上学”的僵化、简单思维。

此处关于经验可靠性的具体陈述,属于一种无可辩驳的“朴素”描述。但是,从严格逻辑推敲,需要澄清如下事实:

经验的可靠性,渊源于隶属特定“物质对象”的“抽象”经验集合的“客观”性,并非研究者的“感觉”经验。正如理性主义批判的那样,人的感觉根本不具可靠性。

当然,同样不是“感觉”经验,而是自存的物质世界,为人类的“理性思维”提供了得以施展的对象,不至于蜕化

经验而来的知识是相对的而不是绝对的。知识的确性乃是在人的认识过程中逐步建立的,其可靠程度之高低,最终决定于认识过程获取外部经验性证据程度之高低。尽管必然性的最典型表现是所谓因果性,但是,因果性并不像唯理论者所说,是知识普遍性和绝对性的证明或体现,正相反,它表明经验是知识的基础,由经验而来的知识只具有相对的而不是绝对的性质。至于人们为什么会产生“原因”和“结果”之间的必然联系观念,只不过是相似实例反复出现若干次以后,心灵为习惯所影响。

.....

为无意义的、纯粹虚幻的“空”思维。此处所述,同样属于无可辩驳但“质朴”意义的描述,逻辑上存在大量认识不当。

根本问题在于:知识乃至经验的“有限”真理性或者“相对性”意义,固然与人类自身认识的“主观”能力有关,但本质决定于物质世界自身“客观”存在的复杂性。

但是,极其难能可贵的是,能将“原因”和“结果”归类于某种“认识习惯”之中,从而本质上否定了现代理论物理中的“因果论”得以合法存在的基础。其实,科学规律如果是真的,只是“抽象同一”物质必然蕴涵的“抽象同一性”罢了,而“原因和结果”则逻辑地隶属于“主观”认定的范畴。

事实上,以上列出的主要是文献[2]对西方哲学中“经验论”主要思想乃至大致历史的一种直接介绍,下面所引用的是该著述所作“经验论之评述”,属于该著述著者自己对“经验论”的理解。但是,人们仍然可以合理地相信,这种理解并不仅仅代表著者个人的思想,而大致反映了现代哲学家某一个“共同体”的普遍判断。因此,考虑到这个评述所反映的“现代”意识,剖析相关评述之中的“合理性”以及“逻辑不当”具有重要意义,特地将该著述中的这一部分论述及相关分析与上面的叙述有意识地区分开来。

在知识起源问题上,经验论的论证较之唯理论无疑有着更多合理性。就其关于经验,尤其是感觉在知识中的基础地位来看,不仅较好地解释了人的日常生活,而且体现了与经验科学基本精神的内在联系。

从一个方面看,我们必须承认人确实具有某种与生俱来的、能够发展的、特殊的禀赋或资质,否则就无以区分天才与普通个人;但同样不能设想的是,未经教育和扶掖的心灵会有潜在的思想或知识。……因此,唯理论关于理念具有先天性,知识具有天赋性的论证,至少在某种程度上表达或传递了一种错误的关于知识来源与可靠性的信息。

作为前提认定,此处所说的知识,只是人类对自存“物质世界”构造的认识系统。尽管认识系统的构造必须由“人”具体完成,但是在讨论知识起源问题时,知识只能逻辑地属于被描述的“物”。故而,必须将其与研究“人”日常生活的另一特定“论域”严格区分。

姑且不论“天才论”的荒谬以及对“人类乃至西方人自己”的精神桎梏,逻辑上需要对“能力”和某种能力的“产品”两个不同概念加以区分:某“人”即使真的拥有天赋却没有运用天赋的“物”的对象,当然没有任何结果出现,乃至因为内涵的“空”而不成其为知识。

同时,经验论关于经验具有相对性,由经验而来的知识只具有相对性而不是经典性的思想,也大大加深了关于科学理论与科学知识的基本性质的认识。经验论对于经验的个别性以及因果关系的习惯性论证,在很大程度上准确描述出了科学理论与科学知识所具有的相对的、逼近的性质。

由于科学理论、科学知识的获取只能通过经验积累、观察求证、逐步演进的方式来进行,因而怀疑的、某种情况下是不可知的情绪或态度,就不能被一概认为是完全消极或一无是处的。固然 Descartes 唯理论由对知识前提的怀疑开始,最终却能得出知识的确定性的方法不无高明之处。但是,由于唯理论在很大程度上是一种脱离了人类经验感觉来抽象地谈论知识起源和性质的知识理论,它对经验科学与科学理论的实际作用,就远不如唯理论者认为的那样明显和有效。

就像唯理论者坚持于自己的立场而始终拒绝经验论者的批判一样,经验论也把经验感觉的来源作用看作是唯一的、不可移易的,这就给它的理论本身带来了一些难以解决的矛盾和困难。首先,尽管人们大多承认感觉是知识的可靠来源,但是这并不意味着它就是知识的唯一来源;除了感觉经验,理性无疑也是人类知识的主要来源之一。人们之所以不赞成唯理论关于知识来源的主张,并不是因为它对理性作用的揭示毫无

认识的“逻辑错乱”与背离辩证思维的“形而上学”,属于西方哲学中的一对孪生兄弟;关于特定“物质对象”的抽象经验集合,完全不同于个别“研究者”的具体经验;知识的相对性,并不根本渊源于研究者“主观”能力的不足,而“客观”决定于物质世界的复杂性和不可分割性。因此,只能使用“确定性”科学语言描述物质世界中某一“抽象同一”但必须“客观存在”的局部真实;针对确定“有限论域”中的“理想化”物质对象,科学描述必须具有确定“形式”意义,不允许似是而非,更不允许逻辑相悖。只是客观存在、同时过分简单的“理想化”物质对象始终差异于复杂的“真实”物质存在,任何合理科学陈述只可能具有“相对、逼近”性质。当然,知识系统的辩证特征,客观地决定于物质世界,与“天才”的主观臆测毫无关系。

对于“怀疑”的理解,再次出现“陈述对象”的界定紊乱:

从以“人”为论述对象的“方法论”考虑,在学习和理解旧有知识时,作为一种科学的学习观和有效方法,学习者首先需要保持“与前人平等”的人格取向以及“探求真理”独立而严肃的思考,乃至不妨采取 Descartes 主张的“怀疑一切”剖析方法,以“逻辑自洽性”为唯一准绳,重新严肃和认真审视和考察前人曾经进行的思考,坚决反对盲从盲信。任何“盲从”者绝不可能真正“读懂”前人的知识。只有经历属于自己的“独立”思考,对于前人思考的合理性乃至不足和不当才可能形成稳定、准确而深刻的判断和理解。

毋庸置疑,这种就“人”而言的“合理”学习方法,不能曲解为针对“物质对象”的描述可能拥有“合理性”构造普遍怀疑的依据。

必须注意,本质地从属于“主观意识”范畴的“感觉”恰恰是破坏“合理”知识体系所必须“客观性”和“可靠性”的罪魁祸首。

因此,对于作为构造知识系统一种“抽象、集合”意义的经验基础而言,必须认真摒弃属于不同研究者个人“主观”意识中的“感觉”成分,最终才可能保留“经验事实”中那些仅仅逻辑地隶属于被研究物质对象自身的“客观”真实。

正因为西方哲学在前提性理念上的逻辑紊乱,整

根据,而是由于它过分强调了理性的先天性,以至于把理性与经验及外部世界完全割裂开来。

其次,经验论由因果关系的经验性得出否定知识必然性的结论,全盘否定唯理论对知识必然性的论证,这也未免失之过分。科学家的研究活动,就其基本的方面来说,乃是力图通过演绎系统来展示一定的因果关系。这一过程中,原因引出了结果,犹如一个正确论证的结论出自于前提,在这两者之间当然不能说没有必然关系。

再次,经验论由追求知识的确定性出发得出知识相对性的结论,也与自己理论的初衷背离。经验论的目的是为了探讨知识的基础和可靠性问题,对科学知识作理性和经验论上的证明。然而,如果知觉认识的结果只能带来一种不可知或不确定的知识的话,则这种追求知识确定性的努力就成了泡影。

在哲学上,经验论的相对主义性质集中表现为,它根本不承认有所谓终极性的知识公设或理性基础,否认有所谓一成不变、永恒的真理性知识。

经验论的困难在于,如果仅仅依靠经验来说明知识和真理,那么就不可避免地要诉诸分析经验的性质来达到知识证明的目的。然而,由于经验的过程乃是心理的过程,因而心理知觉的主观性必然导致否定任何知识理论的客观性和可靠

个现代自然科学的认识基础只能处于紊乱之中。

不要把逻辑从属于特定物质对象的知识系统以及对其合理性的判断,混同于往往经历数个世纪乃至逾越千年的时间历程中,难以计数的研究者的具体认识过程。对于任何一个“合理”的科学陈述,它所必须具有的“必然性、普适性、相容性”特征,本质依赖于“有限论域、理想化物质对象”的前提性确立。与此同时,从“整个”科学体系而言,由于“有限论域”的存在以及“理想化”物质对象必然相异于充满差异和复杂性的物质世界,又只能是有限真实、条件存在。

无疑,习惯于形而上学简单思维的思考者,不可能理性接受本质蕴涵于无尽物质世界中那种“生动活泼”的辩证法。

对于一个合理的知识系统,它所需要的“确定性和可靠性”要求,只能渊源于其所描述“理想化”物质对象自身的“客观性”基础。与此同时,科学知识必然存在“不确定性和非可靠性”的不足,并不根本决定于研究者“主观”认识能力的欠缺,而“客观”地决定于无尽物质世界的复杂性。

与此处评述恰恰完全相反,必须形成一种自觉意识:面对无尽大自然永远也没有终极和永恒的真理。但是,科学语言必须严格统一,不允许像现代自然科学体系所作的那样,随意破坏科学语言和科学概念的严格无歧义性。

与此同时,如果西方哲学“真的”崇尚逻辑,那么,原则上同样不允许彼此处于“严重对立”或“自否定”之中的不同哲学流派的继续存在。事实上,哲学家同样需要以“逻辑自洽性”原则作为哲学批判的唯一准绳,进行一次“历史性和全局性”的梳理。

该陈述再次说明:对从属于被研究物质对象、一种“抽象、集合”意义上的经验,以及另一种显示不同研究者不同“心理历程”从而只能逻辑地隶属于个别研究者某种“局部、具体”的经验必须加以严格区分。

显然,在相关陈述不同“逻辑主体”上存在的前提性认识紊乱,是造成整个西方哲学虽然逾越两千年,

性,从而导致相对主义和不可知论的结论。

却无法真正摆脱逻辑紊乱的根本原因之一。

当现代自然科学体系被重新建立在“第一性原理”或者“独断论”基础之上,以及实际上“或者隐晦或者公开”地完全抛弃了逻辑的时候,解决逻辑悖论大量存在问题的唯一工具,只能是重新使用和依赖“逻辑自治化分析”的这个武器。必须坚信:真正科学的,或者真正合理的必然逻辑相容,当然也应该是素朴、自然和易为人们理解。西方哲学虽然崇尚逻辑,但是引起西方哲学存在大量认识对立和紊乱、或许多彼此对立的理论体系长期存在的根本原因,仍然在于西方哲学在思维逻辑上的认识紊乱。当然,解开西方哲学思维紊乱之结的唯一武器,同样只可能是逻辑分析。

因此,值得从纯粹“逻辑”的角度,对西方哲学就“唯经验论”所作的一系列论述、评述以及主要基本理念进行大概总结和澄清。但是,首先需要重申:此处的所有讨论仅仅涉及“如何认识和描述物质世界”的问题,且此处所说的知识,同样只是针对物质世界或者某特定物质对象的知识^①。

(1) 需要对“知识”的逻辑主体做出明确而严格的前提性界定。任何知识体系的建立必须依赖“人”的劳动和创造。但是,此处的“人”已经被实际异化为一种“抽象集体”指称,而不再直观地与彼此存在太多差异、彼此之间没有任何确定内涵的不同“主观”感觉构成联系。显然,在对待“知识起源”的问题上,更为本质的是必须形成一种“理性——符合逻辑”的意识:人类渴望的知识,或者人所希望和能够揭示的一切,只可能是被描述“物质对象”自身内蕴的某种“客观”实在。

当然,对于任何知识体系而言,它的“逻辑主体”只能是被描述的“物”,而绝对不是构造知识体系的“人”。

十分遗憾,正是在知识“逻辑主体”这个前提性概念的基本判断上,整个西方哲学体系一直处于认识的逻辑紊乱之中。

(2) 一旦澄清上述概念,那么,仅仅根据“逻辑”而绝对不是凭借哲学家所提倡“哲学信仰自由”中的一种特定信仰,那个似乎已经为不少现代哲学家不再愿意提及的“物质第一性原则”不仅仅是必需的,而且还需要意识到,这个原则只不过是西方哲学所尊崇“逻辑自治性原则”的必然推论。

事实上,即使暂时承认西方哲学体系着意渲染的“天才论”,真的相信某一研究者“个体”拥有非凡的天赋,但是,如果没有特定的“研究对象”作为前提,那么,根据逻辑,任何“天才”作用于“零集合”之上的最终结果只能是零^②。

正因为此,那个不受任何特定“物质对象”约束,只可能依赖“天才论”而存在,仅仅根据Einstein的“直觉和顿悟”而“创造”出来的“世界图(World picture)”只能逻辑地沦落为“空”陈

① 在此处关于“知识起源论”的探讨分析中,对于这个必需的“逻辑前提”或者“有限论域”做出明确无误前提性确认同样具有根本意义。其实,西方哲学在论述这个命题的时候,往往下意识地确认了这个论述前提。但是,问题在于,由于缺乏对论述前提和有限论域做出明确规范的一种优良思维习惯,往往随着论述的推进,西方哲学家做出的论述就出现“跑题”的现象,或者说出现陈述系统“逻辑主体”被无意识“变异”了的状况。当然,这种情况的出现,只能使整个论述最终陷入逻辑紊乱之中。

② 在本书的不同场合,多次反复援引作为东方古代文明和智慧象征的孔子曾经提出“知之为知之、不知为不知”的箴言。并且明确指出,孔子的论断远不仅仅成为道德素养的一种意识规范,而且还在于需要懂得如何对知识系统自觉构造“有限论域”或者自觉做出“限制”的理性判断,相应显示认识论中的一种“素朴真理”意识。但是,完全不可理喻:西方哲学为什么会如此热衷讨论“天才、天赋”的命题,不懂得如何学会自觉地做出自我限制。任何缺乏约束的陈述,最终只能陷入彻底逻辑悖谬之中。

述,并充满悖谬,同样,建立在纯粹的“独断论”基础之上,为 Hilbert 提出的“公理化体系”本质上什么也没有告诉人们,而且通过“演绎逻辑”已经指出的那样,所有“零陈述”之中隐含着大量逻辑悖论。当然,这才是 Landau 诚实地指出“理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人”、现代自然科学体系重新倡导“宗教情结、公然放弃逻辑”的缘故。因此,或许首先需要从“数学家”开始做起,重新维护“逻辑”的尊严,老老实实解决数学基础上的逻辑悖论的问题。任何形式的“独断论”只能成为对理性最大的背叛。

(3) 同样,逻辑推理必须严格一致,因为知识只能逻辑地隶属于自存的物质世界,或者说只是无尽的物质世界成为知识系统永恒的主题和逻辑主体,所以对于知识系统必然存在的“相对性、有限性和局限性”特征,同样只能逻辑地决定于物质世界自身的“复杂性、无限性或不可终极性”本质。

实际上,与西方哲学极力推崇的“天才论”已经形成悖论,西方哲学已经指出:人自身认识能力必然存在某种局限性。因此把知识系统的“局限性”归结为人的“有限认识”能力,那么,从逻辑的角度考虑则完全不当。如果接受对知识有限性的这种解释,对于一切合理陈述必须拥有的“客观性、确定性、决定性”意义,相应必然构造了完全否定。事实上,逻辑相容于在这个基本问题认识上存在的逻辑错乱,诚实的 Einstein 才提出“科学陈述的真理性检验根本不具确定标准”的判断。

知识系统的“相对性、有限性”特征,只逻辑地决定于物质世界自身蕴涵“复杂性、不可分割、无可穷尽”本质的“客观”存在。与此同时,对于物质世界中仍然必须以某一个“真实存在”为基础,同时经过“人为‘理想化’认定——绝不是‘独断论’意义上的纯粹杜撰,而只是忽略客观实在中影响较小部分,从而保留‘影响较大、且抽象同一’部分”一个必要的处理程序,那个特定的知识系统仍然被赋予了一切合理陈述所必需的“客观性、确定性”意义。

(4) 进一步讲,对必然隐含形形色色差异的“复杂”物质对象,当人们不可能使用统一的形式语言做出一种“同一化”描述,以至于只能对特定物质对象之中内蕴的并且起主导作用的那个部分做出一种前提性的“理想化”认定的时候,理想化认定是否合理的基础仍然只可能是那个“自存”的物质对象。因此,对于此处所说,面对“充满差异和复杂性”的物质世界,自然科学研究中永远不可失却的“人为理想化认定”的前提,并不真正像西方哲学简单理解的是一种纯粹“主观、随意”的认定,而是完全决定于“客观存在”的物理实在,并且,只是对相关陈述自觉做出一种限制而已。当然,自然科学研究中这种必要的“理想化”前提认定,根本不同于 Hilbert 只能建立在纯粹“独断论”之上,那种与“指鹿为马”没有任何差异的荒唐认定。

于是,在自然科学研究中,对于任何一个合理的“理想化”认定,它仍然只能依赖被描述的物质对象自身,必须相应拥有“客观性”存在基础。

(5) 这样,限制在某一个特定“有限论域”中的具体知识体系,必然、必须和能够满足 Hilbert 曾经正确提出的“自洽性、独立性和完备性”基本要求,相应成为对特定“理想化”物质对象一种具有确定意义的描述。与此同时,面对无尽的物质世界,人类的知识体系只可能在“相对、有限、局部”意义下存在。这样,知识在“局部”意义上必需的形式“确定性”与“整体”知识体系的“有限真理性”取得了辩证统一。

当然,与这种根本决定于“物质世界”本身,相应做出前提限制的自觉意识完全不同,Hilbert 所杜撰的“公理化思想”体系,不过是甚至为中世纪经院哲学家也完全不屑一顾的“独断论”的现代翻版,通过指鹿为马的彻底蛮横无理,赋予“缺乏任何客观基础的随意主观臆测”以

合法性,从而以对逻辑的彻底违背并且完全自欺的方式,达到掩饰无力解决包括现代数学在内的整个自然科学体系大量逻辑悖论存在的尴尬。

显然,如果不能真正领悟和理解“辩证”思维,人类曾经真诚向往和期待的“逻辑”也无从谈起;而一旦公开放弃了逻辑,无视乃至纵容“逻辑悖论”的存在,那么,一切将重新陷入只能依赖“神学”而自慰、自欺的彻底荒唐之中。

在全书的不同陈述之中,之所以不断重复地提醒人们注意和正视:Landau 曾经诚实地指出“理论物理的数学严谨性不过是自欺欺人”的基本事实,量子力学创建者以一种遗憾而明确的方式提出“这个理论体系哲学基础存在的大量矛盾以及必须依赖不断修改概念而存在”,而 Hilbert 不仅毫无愧疚之心,反而宣称“桌子、椅子、啤酒瓶完全可以当做几何学点、线、面”的纯粹“独断论”主张,……等等,公开见诸于现代自然科学著述的论述的时候,只是希望展示这个基本事实;对于整个现代自然科学体系而言,已经根本不是是否认识和注意到“逻辑悖论、违背理性是否存在”的问题,而是已经把“逻辑悖论、违背理性的存在”视之为科学所必需的“正常秩序”的问题。事实上,正因为此 Bohr 才会提出“20 世纪的物理学需要的只是是否足够疯狂的问题”这样一个符合客观事实的判断。这样,与其说是对“矛盾、悖论的普遍存在”完全变得“麻木不仁”的问题,还不如更为准确地说,是“独断论”者在彻底抛弃逻辑的同时,却要求“自存”物质世界必须“逻辑地”服从他们所做的毫无理性可言的判断,这种过分荒诞无稽、彻底颠倒了“是非曲直、理智悖谬”的问题。因此,只要尚承认人类是地球上唯一具有“理智”和向往“理性”的,那么,必须将这种对于理性的颠倒重新颠倒过来。

毋庸置疑,与现代哲学家一种只能归属于“直觉意义”上的评述保持大体一致,在知识起源以及如何对待知识本身的前提认识上,为 J. Locke 最早提出的经验主义哲学,更接近于本质上只可能决定于“逻辑”的“辩证唯物主义”真理。但是,由于西方哲学之中一种根深蒂固的“片面、绝对、孤立以及简单程式化”的形而上学思维痼疾,难以真正理清不同陈述之中某些“概念”之间可能存在的不同逻辑关联,这样,古典的经验主义哲学难以回答“主观唯心主义”的“唯理论者”借助“逻辑”而提出的批判和攻击。需要再次指出:当笔者坚持任何合理陈述必须严格遵循“辩证唯物主义”思想的时候,这绝对不能视为一种单纯的哲学理念甚至纯粹政治意义上的信仰,辩证唯物主义思想的合理性,取决于一切“合理陈述”必须遵循的“无矛盾性——逻辑自洽性”原则,它是“科学认识论”的逻辑必然。

如果说,一切科学陈述必须严格遵循的“无矛盾性”或者“理性”原则,本质上应该归结为一种“客观性”要求的范畴,但是,无论是对于从事科学研究的某个科学人“个体”还是即使从科学研究者的“整体”考虑,他们是否具有这样一种“无矛盾”表现“客观真实”的资质,则需要纳入研究者“主观能力”的层次。事实上,对于反映客观实在和决定于物质世界自身的知识体系与认识物质世界和进而构造知识体系的人,它们显然属于两种完全不同的理念。但是,不仅仅“唯理主义”在本质上隶属于物质世界的知识体系与创建知识体系的人之间出现了难以置信的认识混淆,而且,对于“经验主义”而言,在关于“经验”与“感觉”这样两个完全不同概念的认识或者界定上,同样出现了不应有的逻辑紊乱。

需要理性地意识到,与物质世界自身“独立于”人的存在而存在一致,一个能够“大体吻合于”物质世界的知识体系在逻辑上仍然本质地独立于人类的存在而存在。因此,尽管人类的知识系统只能借助人的实践和思维而得以建立,并且,正如经验主义者正确指出的那样,面对无尽物质世界和人类有限的认识能力,人类的认识体系只可能永远处于发展、递进和深化过程之中。但是,只要一个科学体系能够称之为是“合理”的,那么,它的存在必然是客观的,不仅仅独立于个别研究者的“主观”意志,甚至必须独立于人类的存在而存在。因此,在努力刻画那个“自存物质世界”的时候,对于经验主义者所说“经验”而言,它的真实逻辑主体同样只能是那个自存的物质世界。并且,具体经验的方式随着时代的变迁而可能具有完全不同的形式,这样随着实际刻画对象的不同而相应拥有不同的内涵。因此,知识所描述的物质对象的“客观存在”始终是第一位的,它对于知识系统本身具有决定意义。

但是,对属于“主观意识”之内的“感觉”,它的逻辑主体只能是人,即某一个从事具体“科学实验”的人。不

同研究者可能存在彼此完全不同的感觉,它们属于研究者全体的整个“经验集合”中一个经验元。毫无疑问,从科学研究的合理性角度考虑,对于形形色色科学人几乎必然形成的不同感觉而言,正需要把其中那些逻辑地隶属于个别人“主观意识”中的那个部分删除出去,保留“经验集合”之中隶属于“理想化”物质对象的部分,这样才能使得构造知识体系的“经验基础”拥有“客观性”内涵。

总之,在需要区分“人”以及“人所研究的物质世界”的同时,隶属于许许多多研究者的某种“个别感觉”以及以物质世界作为特定对象和逻辑属体、相应由“客观经验”构造的抽象集合,属于两个完全不同的概念,需要加以前提性的严格区分。

17.1.2.3 “批判哲学”内蕴的“中庸之道”及其对哲学批判的背离

作为西方哲学的一种优良传统,崇尚哲学信仰的自由和哲学批判大无畏精神,存在于西方哲学发展历程之中。经历了中世纪经院哲学的禁锢,理性得以在近代西方哲学启蒙运动中重新兴起,“唯理主义”和“经验主义”作为它的两个重要的基元理论体系,处于相互对立并且谁也说服不了谁的时候,由德国哲学家 I. Kant 所创造,并且自称是“哲学中的哥白尼(Copernicus)革命”而通常被西方哲学称之为“批判哲学”的认识体系也就应运而生了。

在介绍这个哲学体系的主要思想和论述并且相应进行评析以前,首先引用文献[2]关于“批判论”所作的一般介绍以及总体评价:

“所谓批判论(Criticism),是一种在唯理论和经验论的冲突中取其中道,力图调和两者之间的对立,并在此基础上对知识起源问题加以对立统一的阐述的哲学理论。具体地说,这种理论就是康德(I. Kant)的‘先天综合判断(Synthetic a priori judgement)’理论。从一个方面看,它承认知识有其可能,并认为这种可能维系于人之先天的理性,由此而表现出对唯理论原则的某种继承;从另一个方面看,它又承认知识不可能脱离经验,并强调知识仅仅限于经验的范围,由此又表现出对经验主义原则的某种肯定。在批判论看来,现实的认识活动乃是人的先天的理性和后天的感觉经验相结合的结果。离开理性和经验之间的这种对立统一关系,就不能正确解释和说明知识的基础和起源。

.....

毫无疑问,Kant 的批判论是哲学史上最为引人入胜的一种关于人的知识来源和性质问题的理论。从研究知识之所以可能的条件开始,以后天的经验为知识的内容,而以先天的理性为知识之形式,强调两者须交相作用、互为联系,知识始能成立,最终把一度在经验论和唯理论那里势同冰炭、不能相容的两个对立因素,成功地结合到一个全新的哲学体系中。其构思之精妙,论证之细密,令人抚案叫绝,钦佩不已。”

事实上,关于“知识起源论”的问题,至今都没有能得到一个让所有哲学家信服的“统一”结论。但是,既然对 18 世纪 Kant 所提出的“批判论”做出“构思之精妙,论证之细密,令人抚案叫绝,钦佩不已”这样实属难得的评价,不妨认为在关于“知识起源论”不同认识中,Kant 的批判哲学应该是相对最为符合理性判断的理论体系。当然,不能不花费较多篇幅,认真读一读相关的具体陈述,并且仍然努力以“理性”本质蕴涵的“逻辑自洽性”原则作为“理性判断”的唯一依据,重新进行较为深刻的检讨和反思,考察和认识 Kant 哲学思想中可能存在的合理和悖谬之处。

1. 批判论之前提

唯理论与经验论作为关于知识来源及可 西方哲学赋予“共相”的本来意义是指“属于一个类

靠性问题的两种对立的理论,其形态上的区别固然在很大程度上与理性和经验这两个概念有关,但其分歧的真正焦点,却在于如何理解共相(Universal)概念在知识体系中的地位,及是否承认有所谓纯粹依赖理性而建立的普遍必然知识的问题。

诚如我们所知,唯理论者声称人的理性是一切知识的基础,而经验论者则强调感觉才是知识的来源。D. Hume 更指出,人们通过感官获取知识显然有其限制,它们只具有相对的而不是绝对的性质。

在 Kant 看来,这些说法无疑都有其合理的一面,但总的说来,由于它们都绝对地排斥了对立的知识要素的存在,因而都不可能正确地说明知识的来源和限制问题。……对因果问题与 Hume 的不同解释,是 Kant 协调唯理论与经验论的对立并建立自己的批判哲学的基本前提。

就其哲学思想的基本特征来看,Kant 基本上属于一个理性主义者。这是由于 Kant 承认共相概念在知识中的基础地位,并且相信有所谓普遍必然知识的存在。

但是,Kant 认为,这两点并不能作为拒绝经验,否认经验在知识形成中有着不可替代的理由和依据。没有对经验作用的恰当说明,就既无法真正奠定共相概念在知识中的基础地位,也不能合理解释知识的普遍必然性问题。

似有成员、无限制或包容一切”的抽象特征。因此,类的存在是共相存在的前提条件,如没有特定“物”的前提,谈论“共相”在知识体系的地位,充分表现出西方认识的逻辑紊乱。

理性的本质内涵在于逻辑,没有以特定“物”为对象的知识体系的前提存在,谈论是否“符合理性”的命题在逻辑上根本不存在。

一个以特定“物”为对象的知识体系,逻辑上仍属于该“物”的经验只是“抽象意义”的经验集合,它完全不同于个别人的经验,更不同于人的“主观”感觉,被“客观”地赋予了某种“确定性”的内涵。

当然,知识系统的有限性并不根本决定于研究者“主观”能力的不足,而客观地决定于拥有共相或抽象同一性的“类”始终相异于充满差异和复杂性的客观世界。

如果从哲学思考的“方法论”角度考虑,因为 Kant 仅仅“表象”地注意到处于“对立和冲突”中经验论和唯理论似乎各自“合理”的一面,但是缺乏逻辑上的严格剖析能力,无力准确揭示两种理论内蕴“不合理”或“违背逻辑”的要害所在,所以正如人们已经指出的那样,Kant 哲学最终仍然“陷入两种两难局面”之中。

当然,也正因为 Kant 的论述缺乏符合逻辑的严格批判,无法满足一切“批判哲学”必须具备的“批判”要义,只属于著述[2]正确指出“取其中道”的一种浅层次思考。因此,Kant 哲学原则上不应纳入“批判哲学”范畴,或者只能视为凭借不断创造“晦涩概念”的“和稀泥”哲学。当然,正如后续分析将要指出的那样,这同样是“Hegel 辩证法”其实并不真正辩证,根本不可能解决基本哲学争论的致密原因。

既然“共相”被认定为蕴涵于“类”的“抽象”同一性,那么,面对无尽、充满差异和复杂性的物质世界,共相属于“概念和语言”的范畴,应具有“不变性”意义,以保证合理陈述语言系统必需的统一和纯洁。但是,这个必需的前提性理性判断,不能与此处讨论知识“起源”或构造知识系统的“基础”简单相提并论。与此同时,任何合理陈述必需的“普遍必然性”,仅仅逻辑地依赖“有限论域”的前提存在而存在。或者说,包括共相在内的语言系统的严格一致性,与只能以特定“理想化”物质对象作为特定陈述

Kant 同意 Hume 以及经验论者的这一观点,即认为关于世界的知识都是通过感官得来的,没有感官作为直观的基础,知识的材料就无法获得说明。

但是,Kant 强调,并不能由此而忽视直观事物所必需的主观能动的认识因素,即人的理性作用。人对世界的观念,在某种程度上是受到人的心灵中的某些因素的左右或影响的。

Kant 所说的人的心灵中左右或影响人对事物的经验的东西,按他的说法,就是所谓先天的时间和空间直观形式。时间和空间并不像人们通常以为的那样,是外部世界或外部事物的属性,而纯粹是一种主观性的东西,是存在于主观意识中的直观形式,它先于关于事物的经验,并且是经验所以可能的先决条件。

换句话说,被时间和空间地直观到的东西,当然是经验从外部给予的,但却不能说仅仅是经验发生的。因为,当我们经验事物的时候,我们的思想中预先就已经存在直观的时间与空间形式。如果时间与空间直观形式不是先于经验而为我们所有,则最初就无所谓经验,即被时间和空间直观到的事物。无论如何,时间或空间地直观事物的能力是人先天固有的,先于经验而存在的,舍此则无所谓经验可言。

对象的知识体系只存在于“有限论域”之中辩证统一、互为依赖地并存于人类知识体系之中。

首先,Kant 所同意 Hume 经验论者所说“知识都是通过感官得来”的观点,恰恰是一个逻辑上完全失当或者一种表象意义的错误观点。知识必需的“经验”基础,对应于逻辑隶属于特定物质对象的“抽象、集合”指称,其“合理性”根本在于摈弃不同认识主体几乎必然存在的某种“主观”随意性,而积淀出,仅仅从属于特定物质对象的“客观性”内涵。至于 Kant 所说“不能由此而忽视直观事物所必需的主观能动的认识因素”等等,逻辑上隶属于另一个关于“人的认识能力”之类的命题,它与“知识起源”命题具有完全不同的逻辑主体。

正如现代自然科学之中大量逻辑悖论的存在,西方哲学的要害始终在于“逻辑关联”上的认识紊乱。

同样属于西方科学世界一种根深蒂固的思维:当他们无法认识和揭示认识之中某些逻辑不当和紊乱的时候,往往寄希望于杜撰许许多多的模糊概念,混淆那个最初希望解决的科学命题或者哲学命题。本来,任何“具有正常理性思维能力”的平凡人,都容易形成一种简单、素朴、自然的判断;时间和空间只不过是用以描述无尽物质世界的一种必需的、并被赋予“无歧义性”的统一工具而已。

当然,既然是工具,时间和空间逻辑上不可能仅仅属于某一个特定的物质对象。但是,以为时间和空间属于“纯粹主观性的东西”同样对隶属于“类”的“共相”蕴涵的客观性本质构成逻辑否定。仅仅因为人类面对的物质世界客观存在“几何尺度”以及为了描述物质世界的“动态变化”过程,所以不以任何人的“主观意志”为转移,必须引入空间和时间的概念,并且,基于同样的客观原因,Einstein 无法舍弃的“原时和钢尺”对他的“时空观”革命相应形成完全逻辑否定。

事实上,即使切换到“人”的角度考虑问题,人类对时间和空间的认知,也根本谈不上“先天概念”的问题,只是随着不断实践,人类才逐步懂得需要引入一对被赋予不变意义,本质上与 Einstein 所说“原时和钢尺”保持一致的度量工具。而且,即使不考虑充满悖谬的“时空观”革命属于人类理性意识的一次大倒退,但是,它却从另一个方面说明,对时间

Kant 特别指出,这种先天的或先于经验的直观活动,集中到一点就是指:在我们并未认识事物的时候,我们的头脑中就已经存在着直观的时间与空间形式,而一旦我们开始经验事物认识事物的时候,使经验称为可能的人的这种直观活动就在瞬间发动起来,与经验相接,使经验不得不顺应我们的直观形式。

在这个意义上,人的这种先于经验并且使经验成为可能的直观能力又被 Kant 称为“先验”的。Kant 自信地认为,他所证明的这一事实,即不仅我们的心灵会适应事物的形状,而且事物也会适应我们的心灵,与 Copernicus 当初证明的事实,即不是太阳绕着地球运转,而是地球绕着太阳运转,具有同等重要的意义和性质,因而是一次哲学领域中的真正的“哥白尼式的革命”。

和空间的认知谈不上“先天”的。

只是“客观”地决定于无穷无尽物质世界自身充满差异和复杂性,人类对物质世界的理性认识永无终结。当然,人类知识系统的复杂性,只能逻辑地决定于物质世界“客观”蕴涵的复杂性。但是,无论物质世界如何复杂,用以描述物质世界的语言系统,必须是统一、无歧义的。否则,没有任何逻辑当然也没有任何理性可言。

其实,Kant 此处所述只不过是以上“平凡认识”一种直觉意义上的素朴理解。但是,由于对“知识、知识的对象、构造知识人”等基元概念逻辑关联的前提性认识上存在严重紊乱,一个本来简单的问题因为主观认识的错乱而被人为复杂化了。

显然,与“哲学批判”根本背离,一个“主观”意识中“取其中道”的模糊哲学,根本不可能与“客观”刻画自存物质世界的“哥白尼式的革命”相提并论。当然,同样由于西方哲学没有认识到彼此对立冲突认识论中客观存在的认识紊乱或逻辑悖论,甚至不妨更明确地说,人们并没有真正读懂前人的哲学,人们只能将这个“取其中道”的紊乱认识体系“形而上学”地称为批判哲学。

2. 批判论之理论

(1) 范畴的先天性

在知识起源问题上,Kant 以其对知识的普遍必然性的论证,通常被认为是最深刻的理性主义哲学家。Kant 的知识起源论与 Hume 的最大不同之处就在于:Hume 从来不承认有所谓来自经验的普遍必然知识,有所谓普遍必然的因果性规律;而在 Kant 看来,普遍必然的知识当然是有的,这就是人用来整合感觉经验的知性范畴。

Kant 希望用具有普遍必然性的范畴来说明知觉经验的秩序和连贯性问题,以克服自 Locke 以来一切经验论者无法解决的经验与必然性分离,从而也无法获得普遍必然的知识的

没有特定“理想化”物质对象的逻辑前提,没有相关“有限论域”的明确限制,根本谈不上知识系统在特定论域之中必须具备的“普遍必然性”基本要求,以及以“逻辑相容性”为本质内涵的“秩序和连贯性”的表象判断。

当 Kant 使用“范畴、知性”这样一些至今缺乏明晰内涵的称谓表达对知识系统的认识时,一切只可能归于“直观、表象”的浅层次认识之上。

事实上,所有符合客观事实的规律,只不过是内蕴于“理想化同一物质对象”中的“抽象同一性”罢了,反过来,任何满足同一理想化设定的物质对象,必然逻辑地符合上述规律,与任何研究者的“主观”意志本质上没有任何逻辑关联。

至于在这种确定性的客观关联之中,对不同要素做

问题。

在 Kant 看来,直观的时间与空间形式固然是人认识事物的基础,以及使经验成为可能的先决条件,但直观本身并不构成普遍必然的知识。要使知识具有普遍必然性,就必须把经验纳入人的先天的思维形式即知性范畴中加以整理。

从理论上讲,直观是我们的心灵接受和包容由感觉提供经验的能力,而知性则是我们的心灵对由直观接受和包容了的感性杂多加以思维的能力。所谓思维,就是将由直观获得的感性杂多纳入一个严格的、有系统的思想框架中使其规律化的过程。这种严格的、有系统的、并且能够使经验在我们的思想中呈现出秩序和连贯性的东西,就是所谓的范畴^①。

在知性的诸多范畴中,因果性是最重要和最基本的一对。与 Hume 声称的因果性仅仅是人的一种经验,因果性无法获得在经验上的

出“因果”的分辨,本质上只能属于人的“主观”意识的范畴,充其量只能依循在独立的“时间序列”做出一种划分。因此,并非 Hume 否认因果性有任何不当,而只是缺乏“理性和逻辑”的客观标准,代之以“主观思考”的习惯认识势力过强大的缘故。

不难做出符合逻辑和理性的判断:此处 Kant 所说“要使知识具有普遍必然性,就必须把经验纳入人的先天的思维形式即知性范畴中加以整理”,如果使用现代的科学语言或者哲学理念讲,本质上就是对“必须使用‘统一和无歧义的概念、乃至被赋予确定内涵的形式语言’去表现无尽物质世界的‘抽象’意义的经验集合”一种直觉、素朴意义上的初步认识。

当然,反过来说,根据这个自然的素朴理性判断,以杜撰语言、修改概念为主要手段、建立在“独断论”之上、包括数学在内的整个现代自然科学体系,对西方哲学崇尚的“理性和逻辑”形成根本背叛。

此处的所有陈述,只能逻辑地隶属于构造知识系统的人,并且可能是经历了数个世纪、乃至逾越千年的“人”的集合,与探索表现某特定物质对象的知识起源问题毫无逻辑关联。

此外,只凭借引入“范畴、知性、思维”等等缺乏确定内涵的称谓,同样是对“知识起源论”这样严肃哲学命题的一种曲意模糊化,任何结论本质上同样只能是模糊乃至自欺的。

重复指出,在关于“因果论”的态度上,对于 Hume 的习惯批判恰恰是不当与错误的。这种错误批判,本质地囿于西方哲学无力对知识论中不同概念做出符合逻辑的澄清,理性意识到任何合理规律

① 在西方哲学中,由于一种根深蒂固的“形而上学”思维习惯,往往会不自觉地凭借引入一些似是而非的模糊词语,实际上达到回避对基本哲学理念的正误是非做出确定性判断。事实上,“范畴(Category)”和“知性(Understanding)”都缺乏明晰的意义。因此,对于它们“希望”表达的哲学意义,需要在此处作若干简单的补充交待。在《西方哲学词典》中,“范畴”条目这样指出:“Category 源自希腊词,其字义最初为‘指责、控告’,今天它一般指‘思想、语言、实在的基本的和一般的概念(The basic and general concepts of thought, language or reality)’。根据 Kant,范畴是我们必须借以构造和整理经验对象以使经验自身成为可能的纯粹非经验的知性概念,是把被直观的事物统摄于其中的概念,或对直观的综合给予统一的概念。”至于“知性(Understanding)”的意义,该词典则这样指出:“知性又常译为‘悟性(Inlection)’。Kant 把知性区别于感性(sensibility)和理性(reason)。感性是接受性的,而知性则是自发性的;知性关涉现象领域,并且‘无直观则空(is empty without intuition)’;理性‘倾向于超越经验的界限并产生许多谬误推理(is directed beyond the limit of experience and generates many fallacious inferences)’。知性的主要功能是判断,因此也被称为‘判断的官能(faculty of judgement)’。”当然,也只因为这些概念自身没有任何确定意义,不值得将这些解释放入正文之中,同样不值得对这些没有确定意义的解释加以评述。

证明的说法不同,Kant 认为,因果性或因果规律等先验范畴并不是存在于外部事物、物质世界的法则,它们本质上属于人的心灵,不过是人的心灵用来对外物进行有规则的联结和判断的先天的思维方法。

人并不是通过外物去经验地认识因果规律的,相反,是人先天的认识能力将因果性或因果规律加以时间和空间直观形式提供的无规律的杂多之上。如果因果规律不是先天地为我们的知性能力所拥有,我们又怎么能够因果性思维对象呢?

因此,Kant 得出结论:因果性或因果规律植根于我们的心灵,“事物”本身和“我们眼中的事物”是不一样的,人永远无法确切地知道事物的本来面貌。我们所知道的,不过是我们眼中所看到的事物而已。

必须内蕴的“客观性”本质。

即使从“人”的角度考虑,任何认识能力都不是“先天”的,没有经历“后天”学习的人只可能是“白板”。

即使允许将“因果规律”视为同一理想化物质对象内蕴“抽象同一性”的等价性称谓,但是,其合理性仍然根本依赖物质对象自身。

或者,需要反过来强调:针对某特定物质对象所构造知识系统,它必须具有的“合理性”之所以能够存在,根本在于努力删除“经验集合”中那些逻辑上隶属于人的“主观感觉”中的“伪”判断,以保留仅仅属于物质对象自身“客观”蕴涵共相,即抽象同一性。

(2) 范畴的统一性

Kant 的批判论的另外一个特征,就是详尽论证了先天知性范畴对后天经验材料进行综合统一的具体形式。

一方面,Kant 同意 Hume 以及其他经验论者的观点,认为一切知识归根到底都来自经验;另一方面,Kant 又认为,经验固然是知识的起源,但是经验本身不会自动地转化为知识,要使经验上升为知识,就必须借助知识的形式对之进行分析整理。

从范畴的先天性可以看出,如果不是人的心灵提供了用以规范经验的基本的知性范畴,经验就不能上升为知识。由于知识在性质上是与命题相关的,因此,要从经验导出知识就必须分析命题的形式,以说明先天的范畴是如何使后天的经验成为可能的问题。这就是 Kant 精心策划的“先天综合判断”理论。

Kant 区分了两种不同的知识和两类不同的判断,希望通过它们之间的相互关系及其性质的揭示,建立在后天的经验与先天的知性的统一,以此解决 Hume 哲学中它们

如果将其此处所说没有任何确定内涵的“先天知性范畴”代之以一切科学陈述必需的“统一概念和语言系统”,那么,他所说“对后天经验材料进行综合统一的具体形式”实际上就是使用科学语言对“经验事实”所构造的一种“形式”规范。

显然,Kant 没有能找到唯经验论与唯理论在哲学思考中存在的“矛盾”结点。这样,他无论是对经验论者做出肯定或者否定,本质上只能归结于“直觉判断和素朴认识”的层次,无法切中逻辑不当的要害,并由于引入一系列无意义的“模糊”概念,本质上偏离真理更远。注定最终陷入实际处于一种“自否定”的“两难”局面。

彼此对立和相互隔离的问题。

对于 Kant 提出“两种不同知识”或者“两类不同判断”的说法,为了能够形成一种较为深刻和大致准确的认知和理解,此处插入《西方哲学词典》对“先天综合判断(Synthetic a priori judgement)”所作,一个具有明确哲学内涵或哲学倾向的诠释。^[1]

判断可以划分为分析判断和综合判断,在分析判断(analytic judgement)中,谓词没有给主词增加什么新的内容,在综合判断(synthetic judgement)中,谓词不能从对主词的分析而抽取某种预测(the predicate cannot be extracted from the analysis of the subject)^①。

判断也可以划分为先天和后天判断。先天判断独立于经验,因而是普遍的、必然的,并不会为经验所否决;后天判断则要求经验的证实。

Kant 注意到有这样一种判断,它同时既是综合的又是先天的。这样的判断不能单独由句子中的词的意义而推断它们的真,但又表达了某种不能由经验所否认的东西。它们是由理性所普遍同意和必然确定的。Kant 的观点是,并非所有的先天真理是分析的,而数学、科学和哲学的某些基本真理都属于先天综合判断。

但是,先天综合判断被“逻辑实证主义者(logical positivists)”认为是自相矛盾的,因为他们相信分析判断和综合判断的二分对立与先天判断和后天判断的二分对立是相等的。

Kant 认为,真正的认识只能由这种增加了知识内容的综合判断所构成。然而,Kant 又指出,并非所有的综合判断都是真正的知识。只有那些既增加了知识的内容又具有普遍必然性的判断,才能被认为是真正的知识。

由此 Kant 引入另外一种关于知识划分的标准,即把知识区分为“先天的”和“后天的”两大类。所谓“先天的”知识,是指那些原则上独立于经验的知识;所谓“后天的”知识,则指一切源于经验的知识。

在逻辑上需要对“判断”和“判断能力”这样两个完全不同的概念加以严格区分。也就是说,即使认同“天才论”主张,承认某一个天才具有“先天”判断能力,但是,如果不存在需要做出“判断”的特定对象,那么,任何具有真实内涵的“判断”在逻辑上根本不存在。因此,提出“先天判断”和“后天判断”纯属妄言。

相反,如果需要对一个陈述系统的“真伪”做出判断,唯一的判断基准只能是与“理性”本质同一的“逻辑自治性”准则;陈述系统必须与被描述的理想化物质对象保持严格的一致性,此外,还需要与一切科学陈述体系严格逻辑相容,即满足科学概念和语言必需的统一和无歧义性。于是,对于仅仅以“逻辑”作为唯一准则的理性判断而言,无需也无法做出“先天和后天”的区分。

至于 Kant 把“数学、科学和哲学”归类于“先天综合判断”的范畴,只反映了那个时代人们对数学和理性一种“纯粹幼稚”的冲动和向往。事实上,绝不因为自身命名为数学、科学、哲学,相关陈述就天然地拥有逻辑一致性。相反,是否成为合理的陈述,需要接受逻辑的检讨。

显然,同样由于前提概念的认识紊乱或者缺乏确定内涵,Kant 此处所有关于“先天、后天、先天综合判断”的所有论述,本质上只可能逻辑地隶属于形而上学“空议论”的范畴。

① 值得首先指出,对于《西方哲学词典》所说的“分析和综合”,基本上与西方哲学所说的“演绎逻辑和归纳逻辑”大致对应。但是,在西方哲学中,关于演绎逻辑以及归纳逻辑的分析同样存在许多失误之处,请注意本书后续所做相关分析。

在 Hume 那里,这两类知识实际上是等同的。分析的判断与先天的知识同义,而综合的判断则与后天的知识等同。

但是,Kant 却发现,这两种判断实际上是交叉的。他一方面承认前者,即承认分析的判断与先天的知识同义;另一方面则对后者做出重要的修正,极力主张还存在另一种判断,而且是更重要的判断,即先天综合判断。在 Kant 看来,数学的判断就是既先天又综合的判断。因此,Kant 得出结论,数学一定是先验地综合的,因而范畴也一定是统一的。

(3) 范畴的有限性

从另一方面看,Kant 知性范畴统一性的理论又是一种知性范畴有限性的理论。

Kant 认为,在论证先天综合判断时,知识与对象是否一致或符合的问题,是一个首先要加以说明的问题。

而在这个问题上,以往的哲学家,包括 Hume,遇到逻辑上很大的挑战和困难:如果知识和对象不相符合,那么这样的知识就是错误的,就根本谈不上是科学知识;

反过来,如果知识与对象是相符合的,那么这种知识只能来自对象,知识的性质就由对象来定,Hume 由此得出了经验主义的不可知论的结论,这与 Kant 的先天综合判断理论是不相容的。

在具有知识的普遍必然性的先天综合判断中,来自经验、得自对象的仅仅是知识的内容,而先天的形式则与对象无关,因此也就根本谈不上与对象是否相符的问题。

其实,Kant 能明确指出知识或他所说“知性范畴”存在“有限性”的论断具有重要意义,尽管他的所有判断只能归类于直观意义的“理智判断”范畴。

毋庸置疑,任何有意义的知识体系必须与其“论述对象”之间保持严格的逻辑一致性。否则,由于无法说明对象,必然出现“这样的知识就是错误的,或根本谈不上是科学知识”的论断。

至于经验主义所说的“不可知”论,并非真正源于“个别”认识者几乎必然存在的某种“主观”认识局限性,而“客观”地决定于被描述的只是物质对象中起主要影响的一个“理想化”部分。所有这一切与 Kant 纯粹杜撰出来的“先天综合判断”理念没有丝毫关联。

显然,Kant 的“直观理念”又一次出现“概念判断”的紊乱:

使用统一科学语言描述特定对象的知识系统,独立于个别人的经验,只可能逻辑地决定于知识所描述的“客观”实在;

而 Kant 此处所说的“先天的形式”相应隶属于科学陈述“形式规范”或“语言规范”的范畴。考虑到这种规范需要使用形形色色的“不同”的特定对象,这种“普遍性”要求自然必须“独立于”任何特定的

这表明,并不能按照传统的方式来对待知识与对象的关系。知识的对象并不像通常认为的那样,是所谓独立于认识主体的外部事物,而只是加上了主体先天形式或被主体先天形式构造了的东西。

Kant 把这种被主体的先天形式构造或改变过的东西成为“现象(Phenomenon)”,而原来一直被哲学家认为是知识对象的外部事物,则被他解释为离开主体意识而独立存在的、不可认识的本体(Noumenon),即所谓“物自体(Thing-in-itself)”。

既然“物自体”并不能成为知识的对象,那么,它的性质也就一定是不可知的。

Kant 认为,一切关于“物自体”的追问都不免遇到范畴有限性的制约,因而必然陷入有限与无限的深刻矛盾。

因为,一方面,我们的心灵感知事物有其限制,不可能超越经验给予的范围去认识外部事物;另一方面,我们的本性之中又有一种根深蒂固的欲望要提出认识外部事物的问题,这就必然引发有限和无限的矛盾和冲突。

同样,只是为了给出“现象”和“本体”在哲学上希望表达某种准确意义,插入在《西方哲学词典》中的相关解释^[1]:

“现象(Phenomenon)”源于希腊文,表示显现自身的东西或表象(what appears by itself, hence appearance)。在哲学上,一般意义为感知表象(perceptual appearance),即可以感觉的对象和事物看起来的样子。

“本体(Noumenon)”源于希腊文,其义为

物质对象。同样,关于科学陈述规范的“独立性”要求同样是客观的,与 Kant 十分牵强引入的所谓“先天、后天”意识无关。而且,关于人的理智到底是“先天还是后天”的问题,本质上并不属于“知识论”或“知识起源论”需要讨论的问题,而涉及如何认识“人的认识能力”另一个独立命题。

科学陈述必须具有的“统一规范”本质上独立于人的“主观意志”,因此不妨将合理规范同样视为“客观、本质”的。而且,科学陈述必需的“合理”性正在于它的“客观”性,且本质地依赖于有效摈弃不同研究者不同判断中可能隐含的不同“主观”认定。

其实,当 Kant 将“现象”只是与作为认识物质世界“主体”的人构成确定逻辑关联的时候,那么,对于 Kant 所说的现象,就可能在原则上隐含某种源于“主观意识”在内的失真问题。另一方面,Kant 又以一种“直觉”的方式,接受“自存”物质世界的概念。这样,为 Kant 所提出,一个本质上“骑墙”的批判论必然陷入前提矛盾之中。

在认识“自存”物质世界的时候,只可能是“物自体”成为人们希望和需要探究的对象。

但是,物质世界充满差异、复杂性且不可分割。物质世界的任何“局部实在”同样蕴涵差异、复杂性和对外界的依存关系,始终不可能为某个或某些抽象同一性完全描述。仅此而言,Kant 所说“一切关于‘物自体’的追问都不免遇到范畴有限性的制约”是“客观”的。

由于没有认识到知识“局限性”的“客观”基础,Kant 再次将心灵和知识两个没有逻辑关联命题混淆了。

注意:现象被称为“表示显现自身的东西或表象”时,在逻辑上它仍隶属于“物自体”而不是 Kant 所说被视为“知识主体”的人。对不同人的具体“感觉、看”,不妨视为数学上不同的映射,而物自体 and 现象则相当于“原象”和“象”。

显然,对应于不同“映射”可能出现的形形色色“象”,但只有那个使用“统一”科学语言并且基本吻合于物自体“客观真实”的描述才可能是“合理”的。于是,这两个本来“素朴、自然”的要求,相应对科学陈述构造了一种“理性”规范。

被思想的事物或理智的事物 (the thing thought or intelligible thing)。在哲学上,相对于现象,作为可理解对象或终极实在的事物。在 Kant 的哲学中,本体主要用于一种消极的意义 (in a negative sense),即某种超越于感性、直观或经验界限的东西,或超越现象世界的东西。因此,本体是不可知之物,用于表明可能知识的界限以及一切科学探究中作为纯粹推理而设定的起点。Kant 坚持:作为一个允许自由思考的人类,这样的设定是必要的,并且,如果将客观性归于本体,那么,我们就可以从一个没有内容的逻辑形式步入以自在之物作为确定知识对象的进程之中。

(此处,重新回到继续引用文献[2]所作的相关论述之中。)

这种(前面所指出“引发有限和无限”的)矛盾和冲突从反面说明了知识必然起源于经验,我们不能超越经验的范围去探讨关于宇宙有限还是无限,上帝存在还是不存在之类的玄妙的形而上学问题。

值得指出,从一些现代哲学著述字里行间隐含的思维倾向可以大概推知,对于包括文献[2]著者在内一个不在少数的哲学家群体,不妨说应该是十分崇尚形而上学的。然而,这些职业哲学家对“形而上学”的内心崇拜,充其量也只能归结为“形而上学哲学信仰”的范畴。事实上,恰恰在这些推崇形而上学的哲学著述中,往往没有能够明确给出这个基础哲学词汇的定义与解释。

在《西方哲学词典》中,对“形而上学 (Metaphysics)”所作哲学定义或诠释的篇幅相当大。此处,仅仅摘录相关解释中的一个较小部分如下^[1]:

……现在,形而上学一般是指对实在的最基本成分或特征的研究。(Metaphysics now generally refers to the study of the most basic items or features of reality (ontology))。

事实上,此处所说的科学规范仅仅决定于知识必需的“无矛盾性”和“客观性”基础,与 Kant 由于缺乏相应的理性认识而随意引入、且没有任何确定内涵的“心灵”没有丝毫关联。

而且,考虑到任何能称之为“规范”的合理约束必须具有的“普遍性”意义,即不允许只专属某一个特定对象,这样,再次得到严格证明:任何合理的科学陈述,只可能逻辑地隶属于被描述的特定物质对象。当然,西方哲学的所有认识紊乱,无一例外地源于认识的逻辑紊乱。

根本问题在于:需要对逻辑地隶属于特定物质对象、具有确定内涵的“知识”体系,与不思考就不能称之为人类的“推测”做出严格区分。

其实,当人类几乎始终不能真正回答“到底什么是生命、人类为什么能够思考”等这样一些本原问题的时候,不妨将“上帝”视为与其相类似、一种抽象意义之上、一切“无知”的代称。

人类面对的物质世界在其“纵深”两个方面,无边无际、无根无源。渊源于这样一种物理实在“客观”真实,并且像至今人类理性认识充分表明的那样,任何追究“终极原因和原则”的“第一哲学”,不过是人类开始步入文明时代一种幼稚的理智冲动。事实上,面对太多认识悖论,西方哲学尚无力解决,何能轻率谈论终极真理的问题呢?

其实,诚如几乎所有哲学家承认的那样,理性的全部内涵仅仅在于“逻辑——无矛盾”之上。因此,还是应该像 Locke 曾经严肃、深刻而尖锐指出的那样:首先需要追问我们的概念是否极不清晰、极不恰当的问题。Kant 引入诸如“纯粹理性”这样似是而非的语词,只不过是“认识不恰当、概念不清晰”的曲意掩饰乃至一种纯粹的理性自欺。

无疑,一方面回避认识悖论的真实存在,另一方面热衷于凭借无意义的语言游戏,无休无止地探讨严肃的哲学命题,那么,任何“形而上学”的思考问题模式,只可能像 Marx 描述那样,成为“片面、静

Aristotle把这类研究称作“第一哲学”或智慧，止、孤立思维”的代名词。即关于终极原因和原则的科学。

对于 Kant,他把使用纯粹理性(pure reason)叙述超越人类理智的超验实在(transcendent reality)的一切努力标记为思辨的形而上学(speculative metaphysics)。Kant 认为,形而上学乃是人类心灵寻求整体解释的一种必然倾向。虽然思辨的形而上学不能产生知识,但是它的超验主题可以当做正当行为的依据。

.....

在与马克思主义有关的专门意义上,形而上学被看作是一种片面的、静止的和孤立的思维方式,与 Hegel 辩证法相对立。

3. 批判论之批判

毫无疑问,Kant 的批判论是哲学史上最引人入胜的一种关于人的知识起源和性质问题的理论。

它从知识之所以可能的条件开始,以后天的经验为知识之内容,而以先天的理性知识为知识之形式,强调两者须交相作用、互为联系,知识始能成立,最终把一度在经验论和唯理论那里势同冰炭、不能相容的两个对立因素,成功地集合到一个全新的哲学体系中。Kant 把自己的哲学称之为批判哲学,声称发动了哲学领域中的“哥白尼式的革命”。

在哲学史上,批判哲学并非自 Kant 始。Locke 就把自己的哲学称为一种批判理论,因为他在自己的哲学中全面审视了传统知识起源理论的合理性问题。然而,仿照 Locke 的方法,不可避免地会引向 Hume 的怀疑主义(注:正如前面曾经提到的,遭到西方哲学普遍否定的 Hume 怀疑主义,一般常常是指他对“因果论”明确提出否定的问题)。为了避免重蹈 Hume 的覆辙,Kant 不像那样用经验来说明概念,而是一开始就用概念说明经验。Kant 确实达到了他的目的。因为,能够符合于具有普遍必然性的表象,

对 Kant 哲学所作“引人入胜”的评价,只能纳入毫无意义的形而上学思维范畴。

事实上,如果注意到 Kant 哲学只能陷入“两难局面”的最终结果,那么,从“方法论”角度考虑,出现这种结果的唯一原因只在于同样已经为著者已经明确指出“取其中道”这样一种“绥靖主义”哲学的缘故。任何掩饰矛盾的哲学分析,永远不可能成功。当然,这同样是 Hegel 辩证法本质上并不辩证,同样无力解决西方哲学所面对认识论基本认识困惑的根本原因。

在哲学上,似乎的确存在这样一种必要,对“批判”语意的曲解进行拨乱反正。如果一个哲学体系自诩为“批判”的哲学,就真的被视为“批判哲学”不仅属于简单形而上学,而且理智上无疑是荒唐的。

由于只“取其中道”,没有指出习惯认识之中隐含的任何逻辑不当,Kant 的“批判哲学”本质上没有任何“批判”可言。

又有谁能认为它不是客观的呢？

然而,这也不过是 Kant 的一厢情愿而已。具有先天必然性的综合判断确实具有统一知觉秩序及其连贯性的能力。用先天综合判断和知性范畴来约束知觉,这意味着知觉不仅在内在的直观形式中与时间取得一致,而且在知性的思维形式中与范畴取得了一致,而这种一致性是无可怀疑的。

.....

但是,Kant 并没有如他自己所声称的那样,已经解决了知识的必然性问题和知识的起源问题。Kant 没有看到,就像 Locke 不应该根据他自己的理论推论出一个产生感觉的概念的外部世界一样,他也无权把本体或物自体说成是产生现象的原因。

由此看来,围绕着 Kant 和一切知识论哲学家的最深层的思想矛盾,就是如何解决经验知觉的个别的、偶然的性质同知识所要求的必然的普遍有效性质的矛盾。而这种矛盾,正如我们所看到的那样,至少在 Kant 的哲学中并未得到彻底的解决。

显然,只要从经验论的原则出发,就无法回避这样一个简单悖论:如果坚持以个别的、偶然的经验去包容普遍的、绝对的经验的话,则普遍、绝对就成为可知的了,但与此同时它也失去它的普遍绝对性,仅成为一种经验的片段而已。

这样一来,普遍必然性的存在就将依赖于为它的特殊的、个别的片段所认识的事实,而特殊的、个别的片段势必把自我的经验扩展至整个世界,这也就是经验论的知识起源论的实质。

反过来,如果坚持一普遍的、绝对的经验去包容个别的、偶然的经验的话,那么普遍必然性的存在固然成为一种事实,然而由于这种存在超出了经验知觉的范围,则不可知论就是一种无可选择的选择。

相反,努力揭示和澄清习惯认识中逻辑不当的 Locke,才能够当之无愧于高举“哲学批判大旗”的哲学家。

理性的本质内涵在于逻辑。因此,对于前提性概念中任何可能隐含逻辑不当的漠视、容忍、无动于衷,必然导致后续推理的无效,乃至陷入进一步的荒诞之中。

当然,由于 Locke 指出一系列前提性概念没有真正得到澄清的原因,Kant 的所谓“批判哲学”只属于“直觉意义”上一种“似是而非”的推测。尽管 Kant 局限于“主观意识”中的推测的确不乏深刻与启示之处,但是,由于包括“先天必然性”等等基本概念属于人为杜撰、缺乏确定哲学内涵的称谓,因此,以这些晦涩词汇为基础其实只是回避矛盾的哲学讨论,不可能具有任何本质意义。

事实上,这才是 Kant 最终不可能成功的哲学本原。

不考虑经验论还是唯理论的是非曲直,相关陈述存在认识中的大量逻辑悖论:

经验只可能是个别的,逻辑地从属于希望探究的“特定”物质对象,讨论“经验的普遍性和绝对性”命题,乃至谈及“普遍、绝对经验包容个别、偶然经验”的话题,在逻辑上无疑都是悖谬的;

面对无尽、充满差异和复杂性的物质世界,没有“绝对和普遍性”可言。人类需要切实努力的是如何保证科学语言的无歧义性和不同科学陈述如何严格逻辑相容的问题。

当然,值得重复指出:从“方法论”角

这就是 Kant 知识起源论的矛盾之所在。Kant 在这里陷入一种两难局面之中。

度考虑, Kant 之所以最终陷入两难局面, 其概念根本原因在于他完全背弃了科学的“批判”精神, 只不过是过分平庸的“取其中道”而已。

总之, Kant 的“批判哲学”本质上舍弃了“哲学批判”的武器, 无力对“对立”哲学基本理念的“真伪”做出明晰的界定, 充其量只属于“取其中道”和“和稀泥”式, 一种“伪批判哲学”的论述范畴。当然, 这个陈述系统不可能解决西方哲学在基本理念上深刻存在的认识困惑。

17.1.3 源于“概念前提不确定”的“知识起源”争论

理性的全部本质内涵在于逻辑。因此, 也仅仅因为逻辑, 必然要求任何合理或者有意义的科学讨论需要首先澄清认识前提; 或者说, 只有前提理念中真实存在认识困惑真正被理清, 才可能存在后续理性分析的基础和前提; 当然, 一旦理顺前提概念, 认识困惑的解决往往成为水到渠成的逻辑必然。

在重新回答“何为知识起源”问题以前, 需要形成这样一种理性或者符合逻辑的判断: 西方哲学之所以在“知识起源论”上不同理论体系长期对立争论不休, 本质上仍然渊源于“概念前提”缺乏准确认定, 从而引起认识上的“逻辑不当”原因。理性必须吻合于逻辑, 相反, 符合逻辑的分析又成为维理性唯一最有效的武器。

需要注意, 在以上讨论中, 首先就一切科学陈述必须严格遵循的“逻辑相容性”原则或者西方哲学家通常所说“必须天然蕴涵于任何合理陈述之中”的“理性”原则, 与另一个“独立”的概念, 即科学共同体中不同研究者“个体”作为具体“思维结构或者大脑”的“认识主体”做出明确区分。进一步说, 一个研究者主体是否“主观拥有”科学研究这样一种“客观需要”的理性思维能力, 涉及两个完全不同的概念, 需要做出明确区分。与此同时, 以物质世界中不同“特定”部分作为特定研究对象的形形色色“具体探索”, 它在逻辑上必须仅仅从属于这个“特定”物质对象。于是, 对于一个特定的“知识系统”而言, 在论述“该知识系统到底起源于什么”的命题时, 无论是对“唯理论”还是“经验论”的认同者, 都需要做这样一种吻合“逻辑一致性”的判断: 此处所说的“经验”只能是抽象的、复合的, 完全不同于西方哲学家以一种“纯粹直觉和过分素朴”的习惯意识所认定, 仅仅从属于不同“个别”研究者个体的“具体”经验。当然, 两种经验对应于完全两种不同的逻辑主体, 需要做出严格区分。无疑, 对于不同研究者个体拥有的不同“个别”经验, 几乎必然包含决定于不同研究者不同“主观意识”的不同“感觉”判断; 而作为抽象的、集合性质的、逻辑上只能隶属于特定物质对象的经验, 即使按照西方哲学家习惯于使用一种“大致想象”的“直观思维”方式, 那么, 作为那些“可能彼此存在矛盾认识的个别研究”的统计平均, 在所有“矛盾判断必然被中和为零”的同时, 最终积淀于“抽象经验”集合之中的, 只可能是“表现同一性特征、并且本质地蕴涵于客观物质对象”自身的基本事实。

显然, 无论作自然科学研究还是进行基本的哲学思考, 都必须懂得或者努力学会怎样如何合理地进行“抽象思维”的问题: 在必须摈弃许许多多“表象、直觉”判断中必然本质地包容不同“主观”意识并且因此而不可能具有确定意义的“伪知识”成分的同时, 将那些真正隶属于被探讨特定对象自身并且“客观”存在的东西保留下来。对于某一个表面上相同的概念、称谓, 往往随着它们实际从属的“逻辑主体”不同, 实际蕴涵的意义也不再相同; 在一个哲学命题或者科学

论述之中,保证被论述对象的“严格同一”成为避免形形色色认识紊乱和逻辑紊乱的一个最基本前提。

毋庸置疑,研究者期望研究的“物质世界”以及构造能够大致合理表现物质世界的“人”;以及与其保持严格的逻辑对应,那些仅仅逻辑地隶属于某特定物质对象且用以构造相关知识体系的“抽象、集合”的经验,与逻辑上只是从属于研究该特定物质对象的不同研究者的“个别、具体”的经验,它们属于“彼此密切关联,但是又完全不同”的基本概念。进一步说,无论是考虑西方哲学家所说“谈论物质世界”的科学还是“谈论科学”的哲学,必须在逻辑上做出明晰的前提性判断:属于“研究对象”本身乃至在探讨“人”自身的时候,那些属于“研究对象”的一切,都必须视为“客观存在或客观需要”的东西,相应成为具有“某种确定不变内涵”的对象;但是,从个别研究者的角度考虑,则相应存在“主观能力或者主观体验”以及由于无法对研究者个体做出限定而出现的“不确定性”问题。如果研究对象自身不确定,那么,针对研究的任何思考将失去存在意义;相反,除非需要对某一个研究者个体的种种特质做出界定,无需也不能对研究者做出限制。并且,即使在界定某一个研究者的素质时,仍然需要把那个“被界定研究者”前提性地确定下来,相应存在与“被界定研究者”不同,研究该“特定”研究者并且通常无需具有“确定性”意义的“一群”研究者。当然,在这个界定特定研究者的命题中,此时所说的两类研究者原则上不具可比性。

实际上,对于“研究对象”和“研究者”,以及与这两个不同“基本概念”相关的一系列其他不同概念“逻辑隶属关系”做出前提性的划分,应该只是过分简单、素朴、一目了然甚至不妨说是原本完全不值得一提的基本认识前提。但是,令人匪夷所思的是:恰恰在这样一些本来过分简单概念的认识以及相关逻辑关系的判断上,西方哲学世界长时间处于前提性的严重紊乱之中。当然,也可以这样说,一种“删简就繁、无穷剖分、形而上学”的固定思维模式,以及自觉或不自觉地喜好“将有限知识上升为绝对真理”的不良习惯,使得西方哲学不善于甚至完全不懂得“必须对知识体系自觉做出限制”的理性意识。这样,无论是西方科学还是西方哲学,几乎从其诞生之始就无可避免地陷入 Karl Marx 曾经深刻揭示“形而上学(Metaphysics)”思考方式必然存在的那种“片面、静止和孤立(Partial, Stationary, Isolated)”的“琐碎”思维之中。事实上,正由于前提性基本概念没有得到澄清,没有能够对被描述的“物自体”以及逻辑上属于“物自体”的知识体系,与如何构造知识体系一种“泛称”意义上的“人”以及逻辑上隶属于“人”的一切行为做出区分,关于知识起源的“唯理主义”和“经验主义”两种对立的思想体系,只可能陷入缺乏本质意义当然也永远没有结果的无端争论之中。

作为一种“比对”分析,不难发现,当现代自然科学的运动学理念只能建立在“惯性系”上的时候,由于“无以穷尽惯性系”缺乏真正属于自己、具有确定意义的逻辑主体,人们至今无法赋予这个的前提性概念具有确切内涵的定义,整个现代自然科学体系同样缺乏一个可信的哲学基础或者理性基础。

当然,如果从纯粹抽象的“形式逻辑”角度考虑,并且对照本书第 15 章关于数学基础的分析可知,无论是对于西方的哲学体系还是主要由西方学者做出开拓性贡献的现代自然科学体系,一个致命或者最终足以导致认识的彻底紊乱的思维缺陷在于:它们共同违背了式(15. 1. 1)所述,必须为一切“理性陈述”严格遵循的“存在性原则”的基本前提

$$f(x_1, \dots, x_n) \text{ Belongs to } S_{\text{idealized definition in formal}}$$

或者对于重新表述于下的,通过式(15. 3. 3)最初引入关于“ P 拥有 b ”与“ b 属于 P 或者为 P 所拥有”这样两个不同对象之间“逻辑隶属”关系做出明确认定,一个在不可缺失的逻辑关联词

$$\left\{ \begin{array}{l} b \ll P \cap P \gg b \\ \exists : b \text{ belongs to } P \cap P \text{ possesses } b \\ \bar{\exists} : b \text{ is classified to } P \cap P \text{ contains } b \end{array} \right.$$

缺乏认识,以至于现代数学基础乃至整个现代数学体系实际上陷入“独断论”所引起逻辑悖谬的泥潭之中。一切合理陈述的“存在性原则”告诉人们:任何一个形式表述或者借助形式表述定义的性质特征,必须逻辑地隶属于某一个事先存在的特定逻辑主体,相应对形式表述或者性质构造了特定的约束或者有限论域;反过来,对于任何缺乏特定逻辑主体的“形式表述”或者“性质特征”陈述,如果失却“拥有”它们的逻辑主体,那么只能逻辑地“从属于”该逻辑主体陈述本身自然失去存在意义,或者成为最终导致逻辑紊乱的“空言性”陈述。

当然,对于“谈论科学”的“哲学论述”而言,在满足任何理性陈述必须严格遵循的“存在性原则”认识前提方面不存在任何豁免权,相反,哲学思考理应成为“理性思考”的表率,需要理性地懂得,缺乏特定逻辑主体的哲学论述没有任何意义,在属于不同逻辑主体的论述之间根本不具“可比较性”,原则上也不允许从属于某一个“特定命题”的陈述系统之中。与其对应,追寻“缺乏特定逻辑主体约束、具有普遍绝对性”真理的任何哲学努力,必将毫无例外地导致认识的荒谬。

不难看到,当任何能够称之为“理性陈述”的陈述必须符合逻辑,反之,任何“逻辑不相容”必然“逻辑地”导致荒谬的时候,逻辑的存在实际上同样可以被视为独立于人们“主观意志”的一种“客观”规律。正因为在对科学陈述“存在性原则”共同存在的前提性认识紊乱,西方哲学、现代数学和现代科学同样不以人们的主观意志为转移,共同陷入前提性的认识悖谬之中。这也是梳理现代自然科学体系的同时,必须同时直面现代数学基础和整个西方哲学大量逻辑悖论真实存在的缘故。

17.1.4 关于“知识起源”的回答

显然,当现代哲学家仅仅凭借一种“直觉、素朴”的意识,几乎不能不指出 Locke 的“经验主义”较之“唯理主义”无疑有着更多的合理性,但是,却因为同时以“不无赞许”的口吻,罗列“唯理论主义者”对“经验主义”提出许许多多似乎根本无法回答置疑的时候,不能不让人们产生这样一种大概准确的判断:与 20 世纪科学主流社会公然渲染自然科学只可能依赖于“第一性原理”而存在,这样一种思潮相契合,对于不乏少数的现代哲学家而言,在“形而上学”地崇尚一个几乎完全空乏的“形而上学”的同时,由于林林总总处于对立之中的西方哲学理论体系的长期“客观”存在,在他们“杂乱纷繁”的“内心”世界之中,其实也是更为倾向于形形色色“唯心主义”的^①。

因此,对于任何严肃的哲学论述,必须针对本质上归结为“唯心主义”哲学家对于朴素“经验主义”曾经提出的置疑做出合理解释,并且,必须有效地改变仅仅凭借“哲学信仰自由”这样一种纯粹属于“自慰、自欺”的托词,以掩饰在若干基本哲学命题上形形色色“认识矛盾、认识对立”长时间存在的无理状况,重新严肃和认真地探讨和回答“知识起源”的问题,

首先,针对“尽管人们大多承认感觉是知识的可靠来源,但是这并不意味着它就是知识的唯一来源;除了感觉经验,理性无疑也是人类知识的主要领域”的指责,做出如下解答:

① 人们需要“理性而诚实”地意识到:无论是西方科学世界所说的哲学还是科学,在他们的理性意识遇到认识的困惑长时间无法和无力解决的时候,一个逃避矛盾的最好办法就是祭起本质上隶属于“唯心主义”范畴的形形色色的理论大旗,自欺地赋予“独断论者”或“约定论者”随意主张的“人为约定”以前提性的合法地位,从而达到规避“逻辑——逻辑检讨”的本质目的。并且,还需要再次指出,科学陈述必须严格遵循的“物质第一性”原则,本质上只是一切合理陈述必须严格遵循的“逻辑自洽性”原则的逻辑必然。因此,当此处明确指出“唯心主义”在逻辑上必然隐含种种“自欺和无理”的时候,并不涉及对任何只不过以“神”作为代名词的“无尽未知”的承认。

作为任何不同哲学派别实际上都共同承认的基本事实:与“无尽大自然”相比,人类的历史无疑过分的短暂,当然,绝不因人类的诞生乃至人类的最终消亡大自然也因之存在或消亡。因此,承认“自存物质世界”的存在,是认识物质世界的“理性意识”前提。

事实上,如果从一切“理性陈述”希望努力遵循的“逻辑思考”的角度出发,在人类需要“认识和描述”大自然的时候,也必须首先把这个需要认识对象的“独立存在”做出“前提性”的明确界定。等价地说,局限于“认识物质世界”这个人为构造的“特定”命题之中,必须首先承认“认识对象”与“认识者”这样两个不同概念的“独立”存在,避免出现诸如“研究包括研究者在内的整个人类如何影响大自然”这样一种看起来与“绝对真理”似乎更为逼近,然而却在逻辑上必然导致陷入“循环论述”中的不当命题。也就是说,即使需要探讨“人类活动如何影响大自然”这个重要命题的时候,此时对于作为研究者的某一个或某一些“人”而言,在逻辑上已经自然地该命题中“人类”的抽象称谓中被抽象地“独立”了出来,相应成为与被“研究对象”并列的另一个“独立存在”的行为主体。显然,仅仅基于“逻辑”即人类引以自豪的“理性”意识,在科学家需要研究物质世界的时候,必须首先承认“自存”的物质世界是一个独立于研究者“主观”意志的“客观”实体;同样,在哲学家需要评述科学的时候,哲学家也从科学家的行列之中独立了出来。

当然,人类的全部文明史同样说明这样一种事实:面对无尽的大自然,人类永远也不可能说出比大自然本身更多的东西。事实上,即使局限于相对于人类整个历史相对短暂、近 400 余年来曾经主要由西方学者做出开拓性贡献的现代自然科学发展史,西方科学界所说的一切都无一例外地渊源于他们做出的科学实验。甚至在 Einstein 将他的“相对论”命名为“世界图”,希望相应成为“放之四海而皆准”的普遍真理,并且只能将所有的一切完全归结为他的“直觉和顿悟”之上的时候,其实,已经彻底抛弃了逻辑。

在探索大自然过程中,形形色色的独立“经验事实”成为智慧人类构造自然科学体系的唯一基础和源泉。

但是,针对物质世界而构筑的“经验”事实,绝非西方哲学家长期误认的,属于具体研究者一种“感觉”意义之上、必然相应包容了太多“主观不确定性”,并且在逻辑上只能隶属于研究者那种认识。恰恰相反,在论述“知识起源”这个特定命题,或者在探究“关于某一特定物质对象的知识系统到底渊源于何处”的时候,整个相关论述的“逻辑主体”只能是那个“人类希望描述”但是却“独立于人类意志”而“客观”存在着的特定物质世界。显然,不能也不允许将作为“被研究对象”的自存物质世界和作为“研究者”的人混淆。因此,在必须将“知识系统”及其相关“经验基础”逻辑地归属于为被描述的物质对象同时,为了保证反映“物质对象”的“认识系统”的必须具备的“客观性”前提,对于任何一个“理智”的研究者而言,必然懂得需要努力将那些逻辑上只能隶属于不同研究者“个体”的不同“具体”感觉,从仅仅逻辑地属于特定物质对象、一种“抽象意义”上的“经验集合”中认真剔除出去,从而保证“经验事实”所必需的“客观性”基础和它的“有效存在”意义。并且,在仅仅论述逻辑地隶属于某一个特定“物质对象”的知识系统以及评价这个知识系统“真伪、优劣”的时候,对于任何一个“理智”的研究者而言,他绝对“不会”在意或者实际上也“不允许”论及与该命题没有任何逻辑关联,涉及到“关于研究者的行为及其相关评价”的另一个独立命题。

但是,让人们完全难以置信的事实是:在这样一个本来只是“十分简单”但是必须首先做出“逻辑界定”的前提性认识上,崇尚“逻辑”的西方哲学却出现了前提认识的逻辑紊乱,一个简单、素朴、自然的问题被西方哲学世界人为地变得无比复杂起来。

毋庸置疑,对于西方哲学喜好谈论的“理性”,在本质上属于另一个完全不同层面上的问题。当西方哲学合理地将“理性”归结为“逻辑”的同时,它明确告诉人们:尽管人类无法穷尽物质世界的真实,但是,科学陈述必须吻合于逻辑,或者说,任何能够称之为“合理陈述”的陈述必须严格满足“无矛盾性”的基本要求。顾名思义,任何细微矛盾的存在,都必然逻辑地隐含着某种“自否定”结构的存在。正因为此,西方哲学曾经做出“承认和容忍矛盾,必然逻辑地意味着人类的理性自毁”这个尽管简单但是极其重要的理性判断。然而,当西方哲学和西方科学世界面对太多矛盾无法解决的真实存在,以至于现代西方哲学家只能附和科学世界,以一种“羞羞答答”的方式提出“或许允许矛盾存在”的时候,哲学已经不再“谈论科学”的理性判断系统,而蜕变为“掩饰科学无理性”的工具。

在人类认识大自然的逐步深化认识历程之中,难免会出现形形色色暂时“认识不足、不当乃至错误”的问题。但是,只要坚持理性,并且勇于进行诚实的科学批判和严肃的自我批判,那么,理性总将战胜愚昧。

其次,针对“经验论由因果关系的经验性得出否定知识必然性的结论,全盘否定唯理论对知识必然性的论证也未免过分”以及“经验论由追求知识的确定性出发得出知识相对性的结论,也与自己理论的初衷背离”的指责,同样不难做出答复:

姑且不讨论“因果关系”这个得到目前科学世界普遍认同的概念是否恰当的问题(这个命题留待后续部分讨论),对于此处针对“经验论”所作的指责,人们仍然不难看到该指责在“逻辑关联”上隐含的认识紊乱;以及由于一种习惯性的形而上学思考方式,责难者无法理解任何合理的知识系统在“相对性和必然性”上显示的辩证统一特征,以及这种辩证统一形式特征根本决定于“自存”物质世界自身复杂性的“客观性”基础。

首先,知识系统的必然性,本质上是就某一个陈述体系“内部”必须具有的“确定意义”而言的。进一步说,就一个科学命题而言,任何诚实的科学陈述应该给予一种意义明确的回答,不能含糊其词。(当然,一个研究者个体如果坦言目前尚无能力或者无兴趣于某一个特定科学命题,这同样属于意义明确的回答,该研究者已经自动退出探讨相关命题的行列。)因此,除了与论述对象之间保持严格的逻辑一致性,并且还需要与科学陈述中的其他陈述系统处于严格逻辑相容之中以外,对于“唯理论者”所憧憬的理性知识必须具备的“必然性”性质,本质上无非可以合理地视为对“科学概念、陈述语言”必须具有的“同一性或无歧义性”相应做出明确而严格的限制。这样,从科学陈述必须具备“明晰”意义上讲,甚至在自然科学中往往使用“概率性语言”的方式讨论和回答问题的时候,仍然没有违背此处所提的“确定性”要求,因为它明确告诉人们就是“需要”或者“只能”提供的概率。但是,任何类似于“相对论”中关于“时空观革命”的主张,本质上隶属于“概念革命”或者“语言革命”的范畴,由于概念已经不具“确定性”意义,相关的全部陈述也自然失却“唯理论者”合理希望知识应该具有的“必然性”意义。如出一辙,对于20世纪“量子力学”的构建者们,当他们希望“形式地”复现相关“经验事实”所反映的某些物理真实,但是又同时意识到认识基础中真实存在的前提性悖论,而不得不公然提出“修改物理学概念的内涵”的时候,由于科学陈述语言自身已经失却“确定性”意义,当然,整个量子力学必然失去了科学陈述必须具有的“确定性”意义,并且还失去必须依赖不变概念才可能存在的“可解释性”意义,在只能凭借纯粹“自欺”的“第一性原理”而存在的同时,充其量只能像 Heisenberg 诚实指出的那样,蜕化为仅仅用以“简单复现”实验数据,一种“形而上学”的“实验数据”系统。

其次,在需要被严格限制于“有限论域”的逻辑前提下,能够与“唯理论者”所提出知识“必然性”主张基本一致,能够为一切合理化陈述系统满足的“相容性、独立性和完备性”的要求,绝对不允许被曲解为一种潜意识中的“绝对”真理性。其实,对任何合理科学陈述系统理应具有“相容性、独立性和完备性”特征,虽然历史上大概为所谓“公理化体系”创造者的 Hilbert 最先明确提出,但是,作为一个本质上严重摧残“理性和逻辑”的“独断论”者,Hilbert 根本不懂得这些看起来冠冕堂皇的“理性主张”必须依赖科学陈述“有限论域”存在而存在。事实上,Hilbert 所提出的“公理化思想”体系,只不过是任何形式的“无理认定”借助“公理化”的称谓而伪装起来的现代“独断论”主张。正因为此,当现代数学体系把某一个“随意认定”作为构造陈述系统的全部基础的时候,这个陈述系统必然自始至终隐含着渊源于“初始‘独断论’无理认定”中的逻辑悖论。而且,即使允许只局限于依据“独断论”所构造陈述体系的“内”部,根据逻辑且仅仅根据逻辑,Hilbert 所说的“相容性、独立性和完备性”同样是虚妄和根本不可能实现的。如若不然,那个被用作构造整个陈述系统基础的最初“公理化假设”就绝对不允许是类似于“桌子、椅子、啤酒瓶”那样的“独断论”随意认定,而必须是首先符合“理性和逻辑”的。逻辑永远不能说出比逻辑前提更多的东西。以“独断论”无理假设为基础的所谓推理没有任何逻辑可言,而且即使相信后续的某一个局部推理过程能局部地符合逻辑,但是依然不可能改变“独断论”假设蕴涵的无理前提。

事实上,如果从单纯“形式逻辑”的角度考虑,任何一个合理陈述必须满足的“相容性、独立性和完备性”要求,只能与任何合理陈述系统必然存在的“有限论域”一起共同构造了一个“辩证统一、相依相存”的整体。没有“有限论域”的逻辑前提和限制,就不可能保证相关陈述满足“相容性、独立性和完备性”的要求,最终只能陷入与其背道而驰的“逻辑紊乱”之中;相反,正由于依赖“有限论域”约束,陈述系统才不只是仅仅逻辑地隶属于某一个“特定”陈述对象,而且还因此能够与形形色色的陈述系统保持逻辑相容。因此,“经验论者”所提出的“应该如何理解知识体系确定性和相对性矛盾”的责难,恰恰说明责难者自身“形而上学”的认识偏见,不懂得一切合理知识体系内蕴“确定性和相对性”的辩证统一。

此外,如果从知识体系所描述物质世界的“客观真实”考虑,一切合理陈述系统同样被“物质地”决定了只可能拥有“确定性和相对性”这样一种“对立统一”的本质特征。人们必须诚实地承认:人类面对的物质世界是一个“充满差异、十分复杂并且原则上不允许被分割”的统一整体;并且,当人们希望对物质世界中的某一个“局部真实”构造一个与其对应的陈述系统的时候,人们还需要理性地承认这个局部域的物质真实作为整个物质世界的一个缩影,仍然本质蕴涵“充满差异、过分复杂并且原则上不允许分割”的基本特征。因此,在针对某一个“特定”物质对象,相应构造一个“局部化”的“合理”陈述系统,或者企图揭示该“有限物理实在”自身内蕴的某种“抽象同一性”特征的时候,人们必须懂得如何自觉地形成这样一种“理性”的意识判断:

一方面,由于物质对象自身的复杂性和差异,乃至与该物质对象以外其他物质真实之间真实存在的影响,人们只可能对蕴涵于该物质对象的某一个“局部”真实,或者对在“特定”命题之中该物质对象起“主要影响”的那个“特定部分”做出合理描述,并且,仅仅对这个被人们“抽象”出来的“特定部分”而言,相关描述被赋予了“确定性”意义;但是,在另一方面,人们必须始终形成一种“自觉”意识,由于这个被“抽象”出来的物理实在始终差异于希望认识和描述的“物质对象”整体,当然,这个合理的描述仍然只可能具有“相对性”意义。

显然,在人类希望描述“自存、无尽、充满复杂性”物质世界中某一个特定“物质对象”的时

候,对于任何一个能够称得上是“合理”的知识系统,它只可能逻辑地隶属于该陈述系统所描述的那个“理想化”物质对象;或者说,对于特定物质对象所作“理想化”的前提认定,成为构造“恰当形式表述系统”的唯一物质基础。并且,根据一切“合理陈述”必须严格遵循的“存在性”基本原则,还需要懂得:“理想化”物质对象的“前提存在”是整个形式系统得以存在的基础,而形式系统自然成为该“理想化”物质对象“客观”存在的逻辑必然,不允许将两者所具有不同的逻辑依存关系加以混淆。因此,对于此处所述针对特定物质对象所作“理想化”前提认定与 Hilbert 提出的“公理化假设”这样两个看似相仿然而存在本质差异的概念,人们必须做出严格区分。

Hilbert 在他的“公理化”体系中所提出的“公理化”假设,属于纯粹“独断论”意义上容忍任何“主观随意认定”的思想范畴。实际上,当 20 世纪初的数学世界面对“集合论悖论”引起整个现代数学“基础”的动摇,并且长期处于认识困惑之中而无力解决的时候,Hilbert 之所以提出“桌子、椅子、啤酒瓶都可以被视为几何学的点、线、面”这样一种“独断论”的主张,并不是 Hilbert 不知道这个前提认定的完全无理,相反,Hilbert 正期待通过这个现代“指鹿为马”的“显然无理”认定告诉人们:“只要人们真的乐意,任何‘随意主观认定’都是合理和允许的,只要将其称之为‘公理化’假设就可以了。于是,根据这样的‘独断论’主张,尽管数学基础真实存在逻辑悖论,但是没有任何可怕之处,只要将其称之为‘公理化’假设就可以了,根本无需在意这个‘公理化假设’的逻辑前提是否真实和合理的问题。”无疑,对于 Hilbert 的公理化体系,彻底否定了知识系统的物质基础,整个思想基础隶属于“主观随意性”的范畴,而且,不只是“约定论”的还是强烈“独断论”意义的纯粹主观认定。

但是,此处针对物质对象做出“理想化”的前提认定本质上仍然属于“客观认定”的范畴。如果从“主观意识”的角度考虑,只不过表现为研究者的一种“被迫”行为:因为不可能描述物质对象的“绝对”真实,只能被迫舍弃物质对象中那些“影响较小却真实存在”的次要部分。这样,尽管任何“理想化”认定必然包容“主观意志”的成分在内,但是,这样一种被迫“舍弃次要”部分的“主观”行为,它的合理性仍然根本依赖“自存”物质对象自身的“客观”真实。并且,也仅仅于此,对于 Einstein 曾经指出“实际上并不真实存在的”经验证实,才可能相应提供了“合理存在”的基础^①。

总之,不仅仅决定于“形式逻辑”的基本规律,还根本依赖自存“物质世界”自身客观存在的复杂性,对于任何一个“合理”的知识系统,必然是“必然性和相对性”处于辩证统一之中的陈述系统。

17.1.5 某西方哲学家的“哲学澄清”及其简单评述

以上针对近代西方哲学中“唯理主义”和“经验主义”的初步分析和探讨,大体是以中国出版的哲学著述^[2]为基本素材进行的讨论。毋庸置疑,一个自然科学研究者存在所读哲学著述相当有限的限制。但是,在结束整个“知识起源论”的讨论以前,觉得仍然值得介绍一位“以为东方哲学根本不值一提”的西方哲学史家,为了避免人们对浩大的西方哲学可能产生误会,在谈及这两个基本体系所作的总结性陈述,相应作简单点评^[8]。

近代哲学按照它们以理性(Ratio)或经验

1. 如果因为“肯定知识的标准是理性而不是启示或权威。从这个意义来看,一切近代哲学体系都是

① 与“检验真理”命题相关的探讨,除了后面作进一步分析讨论以外,注意本书节 9.5.2 题为“自然科学研究真理标准的重新探讨”中的论述。

为知识的源泉或准则被划分为唯理主义和经验主义。为了避免误会,必须强调以下数点:

(1) 所谓唯理主义可以指这种态度,它肯定知识的标准是理性而不是启示或权威。

从这个意义来看,一切近代哲学体系都是唯理主义的;其实由于这一特征,我们才把它们划归近代哲学体系。

诚然有这种世界观,它们不在理智中,而在感情、信仰或直觉中寻求真理的源泉;不过这种信仰哲学或感情哲学也努力控制理论,证明它们把握真理的方法和信仰是合乎理性的。

(2) 所谓唯理主义可以指这种观点,它认为真正的知识由全称和必然的判断所组成,思维的目的在于制定真理的体系,其中各种命题在逻辑上相互有联系。

这是关于知识的数学式概念,几乎所有的新思想都视之为理想。无论他们是否相信这种理想是能实现的,他们只承认合乎数学模型的知识,才是真正的知识。

(3) 还有关于知识的起源问题,近代哲学有不同的答案:

第一,真正的知识不能来源于感官知觉或经验,而必然在思想或者理性中有其基础。真理是理性天然所有或理性所固有的,那就是天赋、与生俱来或先验的真理。确实的真理始于思想本身。这种观点虽然有些人愿意定名为直觉主义或者先验论,也被称为唯理主义。

其次,没有与生俱来的真理,一切知识都发源于感官知觉或经验,因此,所谓必然的命题根本不是必然或者绝对确实的,只能给人以或然的知识。这种观点被称为经验主义或感觉主义。

唯理主义的”,并且还“确实由于这一特征”,以至于得到“我们才把它们划归近代哲学体系”,从而达到最终全部肯定西方哲学乃至进而肯定全部现代自然科学的结论,那么,由于没有对“理性”的前提界定,整个推论不具意义。

此外,当大部分西方哲学著述认同理性本质归结为逻辑的时候,西方哲学大量对立理论体系的存在,将整个近代哲学体系归于“唯理主义”范畴显然缺失公允。

并且,一切合理陈述必须满足以逻辑相容性为本质内涵的理性原则,完全不同于西方哲学中的唯理主义;

2. 任何凭借感情、信仰和直觉构造真理系统的企图必然陷入逻辑不相容之中。当然,这正是现代自然科学最终抛弃逻辑和理性的根本原因。

1. 知识的“全称和必然的判断”只可能依赖“有限论域”的前提存在而存在。显然,著者混淆了“概念同一性”和“知识有限性”两个彼此关联又不同的理念。至于提出“思维的目的在于制定真理的体系”无论在哲学和逻辑上都是荒诞的,无对象的思维永远是“空”。

2. 显然,该著者并不真懂数学,属于形而上学范畴的幼稚猜想。一般而言,现代数学必须使用形式语言;但使用形式语言的并不总是数学,必须吻合于逻辑。因此,并不是所有真正知识必须使用数学表述,同时更不是使用形式语言的就是数学。

1. 指出“真正知识不能源于感官知觉”时,其合理性在于感觉中隐含并不属于知识对象“客观”存在,而体现认识者“主观”意识的“伪”判断。因此,与“真理是理性天然固有,就是天赋、与生俱来或先验的真理”本质上处于自否定之中。

逻辑不能告诉比前提任何更多东西,依赖“客观前提”的逻辑对“信仰、感情”隐含的独立事实构成否定。而且,关于“物”的理性思考,其本质内涵就在于如何揭示物自身的“客观”蕴涵,消除“主观意识”中的“伪”。

至于鼓吹“天才”论,本质上是对前面所说“肯定知识的标准是理性而不是启示或权威”的彻底违背。

2. 描述“自存”物质世界时,必须“理性”地懂得:“抽象、集合”意义的经验对“主观感觉”中的“不确定性”构成否定,它只能逻辑地隶属于被描述物的

经验主义者会承认第一种和第二种意义的唯理主义,认为只有绝对确实的知识是真知识,同时否认有获得真实知识的可能性,除非在数学中或许有这种可能。

如果经验主义者指经验世界是哲学的对象,哲学必须解释经验世界,那么,一切近代哲学都是经验主义的。如果经验主义指没有经验就不能有知识,纯粹思想或绝对脱离感官知觉的思想是不可能的,那么,近代哲学又大部分是经验主义的。

质对象。由于概念错乱和逻辑紊乱,西方哲学只能长期处于无意义的争论不休之中。

真知识理应具备“绝对、确实”的优秀品质,根本决定于对物质对象所作“理想化”认定而获得的“确定性”意义,以及这种认定必须蕴涵的“客观性”基础。对于习惯于形而上学“简单思维”的西方哲学,几乎难以理解理想化认定中“主观意志”和“客观真实”的辩证统一。

当然,在上述意义上,获取隶属于确定“有限论域”中的“真知”是可能的。

同样不能将数学作为“形而上学”对待。除了希望描述的特定几何对象,数学自身没有独立内涵。数学的灵魂在于且仅在于保证推理的严格逻辑相容。对于被 Hilbert 称为“公理化体系”的所谓数学,由于容忍、纵容“独断论”的随意约定,已经对逻辑,对数学精神,构成彻底否定。

西方哲学在无力处理它们面对的太多逻辑悖论和认识困惑的同时,却习惯于一种“好高骛远”和“过分幼稚”的自我欣赏,奢谈“如何解释世界”这样一种人类或许永远无法企及的命题。

任何一个现代人都应该诚实地承认西方科学世界对近代自然科学体系的构建曾经做出的历史性贡献。但是,对于西方科学世界而言,他们同样需要以一种诚实的态度对待科学和对待自己,需要承认整个现代自然科学体系其实仍然本原地来自西方科学世界所擅长的科学实验,需要承认现代自然科学体系乃至西方哲学体系之中大量矛盾陈述的客观存在,需要承认默认矛盾本身就是对理性的背弃,同样是对天才论的根本否定。事实上,需要再次指出:在认识和希望描述“自存”物质世界的时候,之所以必须重新明确树立“物质第一性”的原则,它绝对不是一种哲学信仰,而只是因为这个科学原则在本质上只是一切科学陈述必须严格遵循的“逻辑自治性”原则的逻辑必然,并且,也仅仅于此,西方哲学和现代自然科学体系才可能重归理性和逻辑。

17.1A 关于“批判哲学”的“哲学批判”附记

作为补记,或许首先值得指出书写本书时这样一种“历史”的真实:初稿针对 Kant“批判哲学”所作的哲学批判,本来只有不到一页纸的篇幅。这是因为既然人们已经正确指出方法论上的“取其中道”本质,承认由于并没有真正解决“认识论”命题中的认识困惑最终只是“陷入两难局面”的结果,如果再认识到 Kant 的论述往往采取凭借众多至今无法准确定义的词语进行“空论证”的基本特征,那么,任何缺乏准确定义的概念基础上的论述本质上不可能真正逾越“空言性陈述”的范畴。反过来说,如果能够对“经验论者”以及“唯理论者”在最基本的“认识论”哲学命题所持明确、彼此对立的观点真正做出澄清,那么,任何针对“取其中道”的无意义

论述的评述似乎也就“自然地”失去了意义。但是,这种不加分析的“自然”否定,难免存在某种“独断论”的嫌疑。此外,Kant 的论述在哲学世界至今都具有重大影响,这说明仍然有一种必要,以“逻辑自洽性”作为理性判断的唯一准绳,重新对 Kant 的主要相关论述进行较为仔细的分析和讨论。

当然,一个重要的事实还在于:在哲学论述和哲学批判上,凭借杜撰种种“晦涩难解”的词语,却无力对经典理论中“前提性对立理念的是非曲直”做出明晰确定的肯否判断,一种称之为“取其中道”但是本质上无异于“自慰、自蒙、自欺”的思维模式并不仅仅属于 Kant 一个人。在西方近代哲学史上,一个采取完全相同的论证方式,但是影响相对更大、相应也更富“蒙蔽性”的理论体系则非 Hegel 的“辩证法”莫属。从哲学本原考虑,Hegel 的辩证法仍然本质地隶属于思维“片面、静止、绝对”的形而上学范畴,把根本决定于客观世界自身的“复杂性、相生相克、互为依存”的本质特征,一个本应“生动活泼、充满变化”的“辩证统一”思辨方式,异化为形而上学的、僵化的简单固定思维模式。事实上,尽管 Hegel 希望修正、完善经典理论,改变西方哲学的矛盾状况,但是由于缺乏符合于“逻辑——理性”的准确判断能力,无力对不同相关理念的正误、是非做出明晰判断,他的能力不可能获得真正成功。当然,这才是“认识论”一系列基本认识问题中的严重分歧和对立,整个西方哲学世界至今莫衷一是的根本原因。

对于经历了两千余年不断变迁和处于拓展之中的整个西方哲学而言,一个极其不容易的重大贡献在于:它们之中的几乎任何一个哲学流派,都能无争议地将“理性”和“逻辑”构成明确的关联,承认逻辑本质上就是理性的同义词。其实,任何人企图进行任何一个能够称之为“理性思考”的思考的时候,是否符合理性的问题同样只可能归结为是否符合逻辑的问题。因为“逻辑——理性”“无处不在”地影响和控制着具有“理性思维本性”的人类的整个思考。

不难看到,在如何对待“逻辑——理性”的认识和态度上,不同人之间的根本差别只在于:

其中,对于任何一个“诚实其实算得上真正聪明”的研究者,他必然将符合逻辑的思考“贯彻始终”于思考问题的整个过程,致力于“揭示”认识体系中任何认识矛盾的真实存在,或者严肃地“正视”某些人所共知、但是暂时尚无力解决的逻辑悖论,甚至在确信自己仍然无力解决这些问题的时候,始终以一个追求真理者必需的坦荡和诚实,明确“告示人们”以待后人努力解决;

但是,另一些“自恃聪明然而实质纯粹自欺”的研究者,在他们面对认识的某些暂时困惑时,则对“逻辑和理性”采取了一种纯粹“实用主义”的立场,采取部分使用“逻辑”和部分使用“约定论”乃至“独断论”一种齐头并进的方法,简单之处要求人们严格使用逻辑、乃至还要求“自存”物质世界必须“逻辑”地服从他们提出的普遍真理,而一旦遇到复杂难解之处,则鼓吹“第一性原理”和凭借“宗教情结”否定逻辑,否定科学陈述必需的可知解释性原则,回避、漠视和掩饰矛盾的真实存在。

事实上,Kant 的批判哲学为什么会有吸引人的地方,同样在于在他的论证之中往往无意识地巧妙使用了逻辑。如果撇去那些杜撰出来的虚幻语词被用作“推论基础”前提认识不当的问题,那么,在 Kant 具体论证过程之中的论述,仍然不乏一种“直觉意识”上对“理性和逻辑”深刻追求中显示的非凡睿智。特别值得一提的是,Kant 能够指出“逻辑并不能告诉人们任何实在”这样一种极其深刻而精辟的论断,对于现代整个科学研究仍然具有重大的哲学指导意义。事实上,即使不考虑“相对论”以及 Schrödinger 方程的悖谬,也不考虑允许不断改变科学概念内涵的完全无理,但是,人们起码需要理智地懂得:根据逻辑,永远也不可能推导比这些简单数学表述自身更多的“独立”事实。

因此,科学研究中对待“理性——逻辑”的严肃性,本质上必然与研究者的“是否真正诚实”这样一种道德素质密切相关,而且对于这种客观存在的认识无论是自觉的、还是不自觉的、甚至是完全麻木和无意识的。正因为此,值得重复被称为“近代经验论之父”的 J. Locke,他在哲学研究上所提出的一种“方法论”上的基本理念:“在有可能处理大问题之前,我们必须首先考察我们的工具,也就是我们的概念。”显然,Locke 倡导的哲学才是真正的批判哲学。任何对概念前提认识不当的容忍都属于“自欺”,那种凭借“哲学信仰自由”、无视甚至掩饰基本哲学理念认识紊乱的长期存在,同样是对西方哲学所崇尚“理性信仰”的根本背离。

事实上,在错误认识前提上的任何“理性分析”已经彻底失去了理性,必须诚实、严肃地正视和致力于解决前提认识中一切可能存在的认识不当。建立在错误前提之上的陈述系统,不仅仅自始至终充满逻辑悖论,

而且由于逻辑前提的悖谬本质上已经失去任何需要严肃批判的价值。当然,正如前面针对现代数学基础以及相关知识所作分析时看到的那样,这同样是只能建立在“独断论”上现代微分几何自始至终充满悖谬,并且本质上同样不值得认真批判的根本原因。根据基本为科学世界接受的 Popper“证伪”学说,任何“个别”矛盾的存在,都足以对整个论述系统构成“完全”否定,更何况逻辑前提自身已经处于悖谬之中呢?

17.2 实在与概念——知识对象论的检讨

西方哲学家在一种潜意识之中,往往会自觉或者不自觉地自视、自诩、自认为圣贤或者先知、先觉,当然也几乎必然以为哲学应该无所不包,从而出现“科学”与“心理学”乃至“神学”相混的状况。其实,正是西方哲学家过分自信的绝对化思考必然隐含的天真和幼稚,使得西方哲学尽管能够充分使用“剖析的工具”深刻地剖析物质世界不同性质特征的同时,却不能剖析他们自己所使用的“剖析工具”本身,在个别基元概念的认识乃至思维体系的整体判断上,陷入由于简单形而上学造成的形形色色认识悖论之中。因此,西方哲学不少的研究者实际已经默认“科学谈论物质世界,而哲学谈论科学”这个合理界定,但是,仍然需要以格外明晰的方式声言,此处的所有讨论仅仅严格限制在自然科学领域,即只讨论如何认识或者描述人类所面对的物质世界的问题。

公正地说,西方哲学一旦真正涉及“知识对象论”命题的时候,其所有的讨论仍然重新本质地回归到“自然科学”或者“谈论自然科学”的确定论域之中,之所以对哲学研究对象再次做出前提性界定,本质上仍然渊源于西方哲学一直不知道到底怎样认定那个需要认识或者需要描述的物质世界而已。

按照我们已经使用的讨论问题的习惯,对于西方哲学世界也不得不自认尚无力解决的“知识对象论”的基本问题,仍然需要首先看一看它们到底是如何阐述这个特定命题的。

“有关知识起源问题的讨论,换一个角度看,即是知识对象应如何理解和确定的问题。但凡谈到知识,通常总假定有所谓知识对象之存在。然而,这个被称为知识对象的存在究竟是什么?究竟应该怎样看待知识的对象及其性质?如果说,知识起源的理论是从形式的方面探讨知识的主体和主观作用的话,那么,知识对象的理论就是从内容的方面揭示知识客体的性质及其与主体的关系。

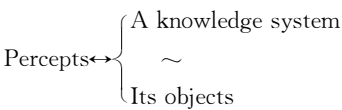
一般而言,坚持以独立于主体之客观存在,即主体意识之外的事物作为知识对象的实在论;否认有所谓独立于主体的外部事物之存在的,强调以主观的意识或观念作为知识的对象的观念论;以及尝试协调实在论和观念论的对立,主张以体现主观与客观统一之现象为知识对象的现象论,是哲学上的三种基本的知识对象理论。”

在具体探讨西方哲学所述“实在论、观念论、现象论”这样三种知识对象理论以前,不得不首先对这一段引出知识对象理论的不长叙述作简单澄清,纠正其中明显存在个别概念的认识不当或隐含逻辑紊乱的问题。或者说,当引文提出“知识起源的理论是从形式的方面探讨知识的主体和主观作用的话,那么,知识对象的理论就是从内容的方面揭示知识客体的性质及其与主体的关系”的时候,必须首先对其中述及的“形式和内容”以及“主体和客体”这样两组不同概念做出较为严格的前提性界定。

在谈及关于某一个“未知对象(这样说只是为了与此处尚未最终定论的‘知识对象论’保持一致)”以及表现该特定对象的恰当“知识系统”的时候,通常还会涉及到如何发现特定对象以及建立相关知识系统的构造者。当然,无论知识系统的“实际对象”如何,只要该知识系统能够与其所描述的特定对象保持一致,那么,人

们总可以说这个知识系统应该是“合理”的,或者说可以说是“客观”的。因此,对于一个知识系统而言,无论就其真实表述的“具体内容”还是实际采用的“描述形式”而言,它们只能是同一事物中的两个彼此关联、不可分割、互为统一的方面,只要这个知识系统能够与其希望描述的“对象(尽管尚未定论)”一致,该知识系统的内容和形式同时获得了“合理性”以及一种大体一致的“客观性”。因此,何以能够将“知识起源的理论”断言为“是从形式的方面探讨知识”,并且,还将其进一步归结为一种“主体(研究者)和主观作用”的范畴,与此同时,则将“知识对象的理论”称之为“就是从内容的方面揭示知识客体的性质及其与主体的关系”呢?因此,无论这种划分属于西方哲学本身,还是引用者的一种创造和发展,均属于无实在内涵的形而上学简单思辨的范畴。

此外,在谈及“自然科学体系”或者此处希望探讨的“知识对象论”的时候,必然会逻辑地涉及某一个理论体系和知识系统前提存在。一般而言,该理论体系可以使用形式语言也可以不使用形式语言加以构造。但是,对于已经为该理论体系所描述和界定的“特定对象”而言,如果允许暂时借用西方哲学中“知觉对象(Percepts)”这样一种完全不准确的形而上学称谓,这因为隶属于特定“物质对象”从而必须被赋予“客观性基础”的知识系统,必然与仅仅逻辑地从属于特定研究者,相应包含太多属于“主观意识”范畴的“不确定性”的知觉完全不同,那么,在“知觉对象”与“知识系统的特定对象”之间只存在如下所示的逻辑关联:



也就是说,在论述“知识对象论”的时候,完全不会涉及任何关于“人——知识系统构建者”另一个彼此不同的独立概念。从这个意义上讲,此处所有陈述都属于“客观性”分析范畴,与构造知识系统的人以及不同人的不同“主观意识”完全无关。当然,也正依赖这样一种必需的仅仅决定于“知识对象”的“客观性”基础,关于“知识对象论”的任何分析才可能具有价值和意义。

未来分析进一步说明,正是在一系列最基本哲学概念的“逻辑划分”、“逻辑关联”和“逻辑判断”上面,西方哲学体系存在大量的逻辑紊乱,以至于希腊文明尽管推崇“追求真理”的理性探索精神,但是,恰恰渊源于对真理认识的绝对化,许许多多的前提性理念处于悖论之中。这样,两千多年以来的西方哲学体系根深蒂固地隐含着形形色色逻辑悖论的同时,使得西方哲学一方面由于形而上学而表现得过分繁杂,另一方面同样由于形而上学的简单思考不可能从逻辑悖论中得以自拔。

17.2.1 西方哲学中的“实在论”以及相关逻辑悖论置疑

西方哲学词典指出:实在论(Realism)属于一种“家族相似(Family resemblance)”观点,但是,不同种类实在论的“共同要旨”在于指认种种对象与属性的“客观”存在。

哲学家们通常指出:实在论的问题在西方哲学中具有“核心”地位,但是至今仍然存在许许多多没有解决的基本问题。也正因为此,为了进行有效比对,发现和寻找西方哲学相关陈述中隐含的认识悖论或者思维矛盾点,进而能够由此做出较为合理和准确的判断,在介绍相关引文时,仍然大致采取“夹叙夹议”的方式^①。

实在论所谓的实在(Reality),是指事物本身的真实存在性。它要探讨的问题是,事物本

需要注意:此处提出了两个“相互关联”而又“彼此独立”的命题:

① 值得提醒人们注意:当 20 世纪的量子力学面对太多矛盾,以至于甚至无法回答该理论体系所描述的物质对象究竟是什么的时候,由于哲学上至今无法回答“到底何为物质或者实在”的问题,它恰恰成为挽救量子力学一种纯粹心理上的麻醉剂。当然,也正因为涉及“存在为何物”的问题不仅仅直接与哲学相关,而且还影响到 20 世纪理论物理学的存在基础,同样需要认真对待这一哲学领域中的基本命题。

身究竟是怎样的?人们应该怎样看待事物的真实性质?等等。

换句话说,实在论坚持人们不应该把事物仅仅看作是现象。由于现象只与主体看待事物的方式有关,因此,在实在论那里,

实在就被看作是独立于主体或主体知觉而存在的东西;

实在不能由现象所决定;

实在永远超出我们从现象出发所做的一切探究努力的范围。

那么,究竟什么是实在?有关实在的性质问题,哲学家们提出了哪些不同的看法和观点?应该怎样对这些理论和观点作基本分析和评价?这些已成为极为复杂的哲学问题。

什么是真实存在(What)?

如果存在事物本身的实在,怎样对实在做出界定乃至人如何对实在进行描述(How)?

这些基本问题将贯穿于“知识对象论”讨论的始终。

事物不同于事物所表现的现象是简单的基本事实,但“现象”只能逻辑地从属于事物客体,相应独立于认识事物的主体^①。

这样,如果承认“现象只与主体看待事物方式有关”,则自然对“实在被看作独立于主体或主体知觉的东西”形成否定,处于悖论之中;

但是,如果将“抽象”意义的观察者当做具体的映射,并且在承认“现象是显现自身的东西”的同时,现象就是实在的“像”,那么,在此特定情况下,实在与现象不过是“同一化”事物两种“不同陈述”方式;进一步讲,一旦承认“实在和现象”间必需的逻辑一致性,必然意味着“实在”独立于认识主体而存在。而且,在探索知识对象的客体是否真实存在的时候,与具体的认识主体属于完全不同的概念。问题在于:知识系统的有限表现能力和物质世界自身的复杂性,使得知识对象的实在与物质世界的实在这样两种实在之间“客观”地存在永恒差异。当然,不能简单推断:实在不能由现象所决定。

注意做出严格区分:到底是以上叙述的“客观存在或事实”过分复杂,还是由于西方哲学家“主观思维”或“概念判断”中的逻辑紊乱,才使得问题人为地变得复杂起来?

无论是“科学”研究还是评述科学研究的“哲学”研究,在判断命题和论述真伪或者是否符合合理性的时候,一个具有决定意义的认识前提在于:必须首先对命题、概念的“逻辑主体”做出前提性的确认。任何一个陈述,包括性质、概念、命题等等,如果缺失确定“逻辑主体”的前提,那么,所有的性质、概念和命题自身自然流于空乏,而不具有任何本质存在意义。与此同时,对于隶属于不同逻辑主体的性质、概念、命题,它们在本质上不具可比性。

因此,在探讨“知识对象论”并且根本不去关注某特定“研究者”如何构造知识系统的具体工作以及对这种工作予以评价的时候,必须做出确定逻辑意义的界定:知识仅仅从属于一个特定的物质对象,显现自身的现象同样隶属于特定物质对象。

^① 注意:前面讨论中曾经引用《西方哲学词典》在“现象”条目中所作“显现自身的东西”的部分解释。因此,无论讨论知识起源或者知识对象命题时,都需要将“现象”与人所看到的“表象”加以严格区分。

17.2.1.1 Descartes“理性实在论”中的“素朴真理”以及相关认识中的大量逻辑紊乱

按照西方哲学的形而上学行为方式,“实在论”又被划分为不同种类。首先,讨论此处所说,以 Descartes 为主要代表的理性实在论。

在许多人看来,如果有什么东西可以被认为是确定的话,这就是,我们的知识总是通过我们的感官来获得的。我们不是总是通过去看、去听、去闻、去品尝和去触摸等感官活动,才获得关于事物的知识吗?

然而,还是有人怀疑这一点。这种人被称为怀疑论者。所谓怀疑论(Skeptics),就是怀疑关于世界的知识是通过我们的感官获得的理论。

从理论上讲,一个人可以在多方面表现为一个怀疑论者,但是,很少有人会把自己定位为是对感性知觉可靠性表示怀疑的怀疑论者。

因为,桃树上绽开的桃花鲜艳无比,我把它拿在手里翻来覆去的观赏,又有谁会怀疑这种感觉的真实性呢?

怀疑论者就对这种感性知觉表现出来的可靠性公开表示怀疑。

历史上最著名的怀疑论者是 Descartes。就其哲学特征来说,Descartes 的怀疑论是一种关于知识对象的理性实在论。所谓理性怀疑论,是指那种坚持认为理性是世界的本质,只有理性才是知识的唯一对象的哲学理论。

Descartes 指出“我并不知道这些东西的存在。我所知道的只是,它们现在看起来仿佛是存在的。但是,可能我的看法是错误的,可能我

此处所说的大体是希腊古典哲学一种最素朴的认识。其实,只因其过分朴素和简单,为已蕴涵较复杂“辩证思维”的中国古代哲学当然不屑一顾。将隶属于物质对象的“知识”归结为不同“研究者”不同感觉时,出现了逻辑主体错乱。当然,与其判断相反,必造成知识的不确定性。

对知识可能不具理性的怀疑归结为对感觉的怀疑,仅属过分朴素、初原的怀疑论。即使允许考虑构造知识的人而不是知识本身的“错位”思考,感觉和思维同属生命的整体功能,其中任何一个不能独立存在。因此,同一人的思维何以变得如此高尚和纯粹,而感觉又显得如此粗劣和浅陋呢?可以相信,甚至在 2000 年前,已初步懂得“辩证和整体思维”的东方思想家,绝对不会进行这种割裂式思考,提出如此浅薄、隐含逻辑悖谬的无意义命题。

抽象的“经验”集合逻辑地属于知识以及知识对象,个别“感觉”则隶属于研究者个体。因此,不是感觉是否可靠,而是需要对概念的不同逻辑主体做出明晰鉴别的问题。

至于“绽开桃花鲜艳无比”的真实性纯属无稽之谈。厌恶桃花者不仅怀疑这种“真实”感觉,还痛恨其存在。一个自诩懂得思考者,将隶属于不同研究者的不同“主观”感觉引入探讨知识是否合理的“客观判断”之中,表现明显的思维紊乱。

重复指出:怀疑论者所说的感性知觉不可靠性,根本在于这种“感知”从属于研究者个体。因此,西方哲学家进行哲学论述前必须首先懂得如何对陈述的逻辑主体做出明确界定,并且在整个陈述中保持逻辑主体的一致性;特定物质对象以及关于它的合理知识体系,与构造知识系统的人以及如何构造对应于两个不同的论述对象或逻辑主体。概念前提的逻辑紊乱,后续论述始终处于紊乱的无意义陈述之中。

至于 Descartes 指出“理性是世界的本质,只有理性才是知识的唯一对象”,由于他既不懂得如何定义

看去认为是真实存在的东西没有一样是真实的。”这说明感性知觉对人的认识的误导性或欺骗性:感觉提供给我们的东西并不都是可靠的,不能以知觉作为知识或者真理的标准。

Descartes 就这样逐渐扩大了事物和原理的范围,把怀疑论的锋芒指向物理学、天文学、医学和其他自然科学,对它们的存在及其真实性表示深切怀疑。

他指出:自然科学提供的知识并不总是可靠的,因为它们涉及的是现实存在着的事物。既然我们不可能完全相信我们的感觉,那么,我们就不应该把建立在经验观察基础上的自然科学知识看作是理所当然的。

那么,什么才是 Descartes 所认为的真实存在呢?这就是通过人的理智的思考所获得的确切的知识,只有经过我们理智的审视和普遍的怀疑以后才能确定。一方面,理智告诉我们,没有什么东西是不可怀疑的,不管是上帝或者普通的算术原理和几何原理;另一方面,理智也告诉我们,这个世界上一定有某种无可怀疑的东西存在。这就是,对一切都怀疑的“我”之存在。

“理性”也不知道他所说的“世界”到底是什么,只能属于典型“循环论证”范畴内的“空言性”陈述。当然,与他引以为傲的“我思故我在”的“空思维”本质同一。

一切理性陈述必须严格遵守“存在性”原则,缺乏确定对象的思考永远为“空”,即使思考者自认和自诩为是“理性”的。当然,这与“逻辑揭示理性的本质内涵,但逻辑并不能告诉任何独立事实”的理性判断完全一致。

无疑 Descartes 真诚向往逻辑,但受限于形而上学的僵化思维和人类认识的“时代”局限性,本质上缺乏一种能力领悟逻辑的真正内涵。

当然,Descartes 所说的那种怀疑只不过来自概念判断上的彻底逻辑错乱,完全不同于 Bacon 通过“怀疑一切”所提倡“方法论”上的科学批判精神。

事实上,如果 Descartes 理性地懂得把隶属于特定“物”的知识体系与构造知识体系、不具确定意义的许许多多的“人”这样两个完全不同的概念加以区分,那么,Descartes 自然会明白这样一个本来过分浅显、直白的道理:不是要怀疑逻辑隶属于特定物质对象,因而具有“客观意义”的抽象经验集合,而是需要时时刻刻对包括他 Descartes 自己在内的人的理性思考能力保持足够自省和警惕。但是,恰恰在这个浅显、直白的道理上,Descartes 出现了认识的彻底颠倒。

当然在这一点上,与现代科学主流社会一方面公开放弃逻辑,另一方面却借助纯粹自欺的“第一性原理”,天真地要求“自存”物质世界服从他们杜撰出来的普遍真理同样荒诞无稽。正因为此,值得再读读和品味 Hilbert 所说“桌、椅、啤酒瓶可视为几何学点线面”的现代“独断论”对真理的颠倒。

在《西方哲学词典》中,曾经指出:定义项诉诸于被定义项的定义叫循环定义,循环定义什么也没有告诉人们。在什么是事物和理智无法做出前提性定义的时候,诸如“我思故我在”的名句除了一种过分幼稚和无聊的自我欣赏以外,其实什么也没有告诉人们。

由于西方哲学大量基元概念自身缺乏定义,隐含着形形色色的前提性认识的逻辑紊乱,从而使得他们的陈述除了相应存在大量的认识悖论以外,往往最终陷入“空言”陈述之中。当然,应该指出,在作为 Descartes 最初提出的“怀疑论”中包含了西方“朴素思考者”的大量“素朴”意识,对重新思考和恰当回答“知识对象论”的命题具有一定启示意义。其中,一种直觉意义上的最重要判断或许在于:在古老的东方哲学早已懂得如何对知识体系做出某种“自觉”限制,但是西方哲学 2000 余年一直“有意识或无意识”地,以一种“过分幼稚”的方式致力于追求所谓“绝对真理”的时候,诞生于 17 世纪的 Descartes 哲学却能够警示人们,任何建立在经验事实上的知识体系,永远只可能是条件存在、有限真实。

当然,也由于 Descartes 的警示实际上只属于“直觉”层次的朴素判断,或者只属于“我思故我在”这样一种纯粹“主观意念”之中、缺乏对象和内容的无穷遐想,并没有理性地认识到“知识、知识对象”以及“构造知识系统的人”这样两个不同概念的“独立”意义,无力对它们在逻辑上予以明确区分和界定,以至于近代西方哲学在“认识论”方面进一步陷入认识的逻辑紊乱之中。

17.2.1.2 “共相实在论”隐含的朴素“辩证思维”及其逻辑自洽化分析

按照西方哲学的形而上学分类,与 Descartes“理性实在论”同属于“唯心主义”范畴的另一种关于知识对象论的主张,是此处讨论的“共相实在论”。

与 Descartes 在哲学性质上同属客观唯心主义,即主张实在是精神而不是物质的(与唯物主义相区别),并且是客观的精神而不是主观的精神(与主观唯心主义相区别)的思想家中,就不乏有人从另外的角度出发来理解作为知识对象的实在的性质。

这一类思想家主要是基督教的经院哲学家,也即神学家。他们认为,把实在理解为精神而不是物质的,并没有什么克服不了的困难,因为这个世界本质上就是精神的,也只能被理解为精神。

经院哲学的实在论,就其逻辑特征来说,主要是一种共相实在论,是相对于殊相实在论而言的。

在神学兴盛的中世纪,它们分别被称为唯

提出“实在是精神而不是物质”的主张,同样由于无法对“实在、精神和物质”做出前提性界定而使这个判断失去意义。事实上,按此逻辑,人类一旦消亡,整个宇宙只能随之而亡,这岂不荒唐之至?

人类开始懂得理性思维之初,正如该著述前面所指出“实在无非是独立于知觉主体而存在的东西”这个原本“过分素朴但不容否定”的真理性简单判断。只不过由于人类自身“认识紊乱”才否定了这个“素朴、平凡而必然”的理性认识。

事实上,任何诚实者容易发现,仅仅当存在认识矛盾的时候,才会将某个人的“直观”意识作“绝对真理化”处理,这样极其“方便”当然也完全“自欺”地掩饰认识矛盾的真实存在。因此,西方哲学动辄提及诸如“第一性原理”这样的唯心主义理念,与其将之称为西方哲学一种“幼稚”的自大,还不如更为准确地被视为面对认识逻辑紊乱时“无能和无奈”的自慰和自欺。

把共相和殊相,把属性与拥有属性的实体决然分开,乃至称共相为本质,同属西方哲学所习惯的简单形而上学。必须懂得或切实领会古老西方哲学其实早已提及“没有实体就没有性质”的基本判断。

实论和唯名论。唯实论认为,只有一般概念即共相才是真实存在的;共相存在于思维主体之外,是独立的、不变的和唯一真实存在的实体;殊相即特殊事物由共相产生,共相才是事物的本质。

与之相反,按照唯名论的观点,共相只作为一类事物的名称即类名词出现,它本身并不具有独立存在意义。

按照著名经院哲学家 Anselmus 关于上帝“本体论的证明”中的推论,真实的存在,只能是那种不但存在于我们心中,而且也存在于我们心外的东西。并且,他的论证集中表达了关于共相和殊相关系的一般观点:普遍性越多,现实性也就越多。

但是,Anselmus 关于共相实在性的论证,从来没有在经院哲学家中得到公认,因为人们不能设想会有这样一种东西:仅仅凭借我们对它的想象就能证明它的存在,从而使从纯粹的思维向事物的转化成为一件顺理成章的事情。

正因为此,另一位也是哲学史上最重要的经院哲学家 Aquinas 做出重要的,也是温和的修正,把最初与个别事物完全隔离的共相,改造成个别事物的内在形式;在不否定共相的同时,使共相与殊相获得某种巧妙的统一。也就是说,共相当然是先于殊相、高于殊相的真实存在,但是它并不是离开殊相而孤立存在的,而总是作为殊相的内在形式被包含于殊相之中。共相实际是一种形式,一方面作为事物的本质存在于个别事物之中,另一方面又作为个别事物的抽象而以概念的方式进入理性之中。

换句话说,物质世界虽然不能被认为是真实存在,但我们却不能离开物质世界谈论信仰

将性质独立于实在不仅仅表现为简单形而上学而且必然陷入认识悖谬之中。

将共相和殊相绝对化同样是认识的简单化,随着陈述对象的不同,共相和殊相同样处于变化之中。当然,不仅共相而且殊相都可以被称之为名称,因为任何概念都可以视之作为一种理想化,永恒差异于它所描述的对象。

在不具确定性意义的概念基础上进行的任何讨论,只是没有任何意义的语言游戏。因此,西方哲学必须认真接受 Locke 的告诫:首先进行语言、概念的批判和整理。

任何属性不能离开拥有性质的逻辑主体,离开了特定逻辑主体或者有限论域,谈论共相和殊相,或者谈论普遍性和现实性都失去意义,当然,也不可能构成确定逻辑关联。

需要重视甚至中世纪神学家都不愿意接受,一种纯粹悖谬的约定论。

当然,建立在“独断论”之上的现代“公理化体系”只能视为人类理性的空前大倒退。

注意 Aquinas 在共相和殊相之间构造的统一只是形式上的或者是一种技巧。他并没有真正形成一种理性意识:“共相和殊相”在本质意义上互为依赖的“共生”特征。既然属于共生,共相和殊相之间,相应不存在主观理念之中的“先后、高低”之分。不知西方哲学何以总喜好把本质上只能属于“约定论”范畴的个人意识不断添加到理性分析过程之中,使得任何“合理论证”必须为“逻辑”所关联的“统一体”被割裂得支离破碎。

这样,虽然西方科学世界口头崇尚逻辑,但是却正是他们首先公开抛弃或背弃了的逻辑,将独立于任何“主观约定”的逻辑蜕化为一种纯粹的“实用主义”工具。

既然物质世界是智慧的对象,那么智慧所得“印象——知识系统”只能逻辑地属于自存的物质世

或者概念,物质世界是人的智慧的直接和合适的对象。

至于“何为智慧乃至何为人”的问题则属于其他知识体系的范畴,并且往往是一个始终无法确切回答,为任何“鄙视形而上学简单思维”的研究者不屑思考的命题。

事实上,作为一个以“自存物质世界”为特定研究对象,同时以“逻辑自洽性”作为唯一判断准则的自然科学工作者,既无兴趣当然实际上也完全没有能力讨论任何涉及“神”或者“宗教”的问题。无疑,此处的所有讨论,原则上仅仅局限于纯粹“逻辑思考”的层次,从保证一切科学或者哲学陈述必须严格遵循“无矛盾性”这个最起码的“理性原则”的角度出发,重新面对、思考和分析“自然科学”以及“谈论科学的哲学”一系列没有解决的认识困惑问题。

人们并不难发现,无论是“有神论者”还是“无神论者”,对于现代自然科学以及整个西方哲学而言,一个致命的共同弱点在于在他们所期待“理性思考”中大量存在“逻辑前提、命题论域、逻辑关联以及逻辑推理”的思维紊乱。当然,在西方哲学林林总总处于“对立”之中的理论体系使得其中任何一个论述都可能被其他论述否定的同时,这同样是现代自然科学体系中大量存在诸如“惯性系悖论”、“湍流悖论”、“集合论悖论”、“何以允许 Maxwell 最初提出位移电流的人为假设”,甚至容忍在逻辑推理过程之中随意提出“Coulomb 规范或者 Lorentz 规范”这样一些蕴涵“自否定”结构的人为假设,以至于诚实的 Einstein 不得不指出由于概念自身的不确定使得现代自然科学期待“外部证实”本质上都不存在等重大问题。

需要诚实地记住:逻辑绝对不是简单说辞,更不能蜕化为一种“召之即来、弃之如无”的纯粹实用主义工具,乃至对他人、甚至对“自存”的物质世界如此严肃,提出必须服从“逻辑”的理性约束;但是对自己、对自己杜撰的理论体系则无意识的特别宽容,允许放任“独断论”意义的随意约定。其实,一个真正智慧的人,自然懂得必须以一种老老实实的态度对待和遵循逻辑。悖论前提上的任何推理,最终只能是自欺。

17.2.1.3 “客观经验实在论”

在西方哲学林林总总的“思想、理论、主义”中,此处的“客观经验实在论”成为层出不穷主义中的又一个。当然,或许可以相信,仅仅凭借这些本质上处于“对立”之中的理论体系,才可能使缔造形形色色“主义”的众多大师获得一种机会,被归入他们中或许不为少数人所期待、而且又往往还为西方人不自觉地视为拥有“专属权”的那种“天赋者”的无尽行列之中。

所谓客观经验实在论(Objective-experience realism),是指从常识的经验体系出发,强调物质世界或物理对象的实在性的理论。

就此而言,它又被称为一般唯物主义。

从认识论的角度来看,客观经验实在论固然具有一般唯物主义的性质,即承认物质世界和物理对象的实在性,但它毕竟不同于一般唯物主义。

严格地说,唯物主义是一个本体论的,或者说是形而上

其实,需要并且仅仅需要将人们希望认识的物质世界视为独立于主观意识的客观存在。对实在缺乏明确界定的实在论,只能使人们陷入诸多不确定的名词所堆砌,一种始终似是而非的无意义论述之中。

对“本体论”和“认识论”作西方哲学至今无法真正说清楚的形而上学分割,除了掩饰认识前提的矛盾,将哲

学的概念,而实在论则是一个认识论的概念。就认识论而言,物质世界或者物理对象的存在性不过是客观经验实在论的一种理论假定,或者说是客观经验实在论的一种既定的理论前提。

在认识论的范围内,客观经验实在论所关注的,首先不是世界的本质是什么,或者世界究竟由什么构成的,它所关注的是意识能否达到意识以外的事物的认识。

如果换一个角度来看这个问题的话,我们不妨说,哲学唯心主义在认识论的层次上是反对客观经验实在论而不是唯物主义。

因为,客观经验实在论断定存在着独立于主体的世界,而唯心主义则认为世界就是人的意识。也正是在这个意义上,哲学唯心主义首先是一个认识论概念,其次才是一个本体论概念。

学争论引入进一步前提不确定的矛盾认识以外没有任何意义。

接受 Locke 的忠告:“学术语言一不小心就会沦为含糊的抽象,看上去表达深刻智慧,实际上只是语言的误用”。终止一切缺乏明晰概念的哲学争论,化大力气首先批判和分析哲学的语言和概念。

无论属于什么主义,提出:“关注的首先不是世界的本质是什么,或者世界究竟由什么构成的,它所关注的是意识能否达到意识以外的事物的认识”只能再次视为对原始命题的曲解,故意模糊“何为实在、怎样认识和描述实在”的问题核心。

人类过分短暂,面对无尽和充满复杂性的物质世界,人类的探索永无止境。因此,探询“世界的本质是什么”或“世界究竟由什么构成的”的问题,已经对物质世界自身的复杂性以及人类有限存在构成逻辑否定。

至于提出“意识能否达到意识以外的事物的认识”问题,则已对“意识”构造了一个内蕴“自否定结构”的矛盾命题。

与古代东方智者提出“知之为知之、不知为不知”一种自觉的“自省、自制”意识,从而对可能拥有知识的人的“主观”能力乃至对某一个具体知识体系“客观”存在的适用范围、深刻层次以及存在条件,努力做出严格限制的思维模式完全相反,西方哲学中的许多人往往像 Locke 所说的那样,热衷于通过一种“本质上只属于语言误用范畴的模糊抽象”表达那些他们自以为“深刻”的智慧,并且,总喜好谈论“绝对”真理,把本来属于特定对象、条件存在的有限知识愚昧和自欺地引向无穷。

其实,“认识对象论”的全部核心就在于最初提出“什么是真实存在(What)以及如何对存在做出描述(How)?”这样两个基本命题。西方哲学中涌现层出不穷的“概念、主义、理论”,却不知道概念的确定内涵以及如何把握不同陈述严格逻辑相容的问题。于是,这样一些“概念、主义、理论”除了能够给这些创作者提供许多心理安慰以外,不仅对基本问题的解决没有任何帮助,只能使人们的思维陷入更多逻辑紊乱之中。也因为此,文献中那些“素朴实在论”或者“批判实在论”的繁琐陈述自然不再值得引用了。

17.2.2 西方哲学中的“观念论”及其逻辑悖论

继续引用相关文献中的后继陈述。在介绍“观念论”这样一种本质上仍然归属于形而上学范畴的模糊理念的时候,一个原则意义的界定为:

“几乎与实在论一样悠久、一样古老,但在某种程度上却更具现代意蕴的另外一种基本的认识对象理论是观念论(Idealism)。观念论亦称主观经验论(Subjective Empiricism),或曰主观经验实在论(Subjective-experience realism)。这是一种以强调主观经验实在性为特征的哲学理论。从哲学上看,一切形式的观念论都否认外部世界或者外部事物的实在性。”

但是,对此做出逻辑上最为严谨、推论上最为极端、语言上最为直率的论证的代表性观点,当属 18 世纪英国哲学家 G. Berkeley 建立的彻底主观经验论哲学。在 Berkeley 的观念论中,实在是指人的心灵及其经验,真理是心灵及其经验的直接证实。”

但是,在能够就“观念论”问题进行具体分析和讨论以前,似乎不得不首先对若干命题本身加以简单澄清,并且还需要提醒人们注意若干需要特别关注的理念或基本思想倾向。

首先,在《西方哲学词典》上,尽管“Idea”被译为观念,但是,与英文“Idealism”对应的中译名则是“唯心主义”这样一个被赋予特定哲学内涵的“学术”指称;

其次,需要注意引文中特别提出“观念论(Idealism)在某种程度上却更具现代意蕴”的真实哲学含义,无非在于提出一种暗示,这个哲学理论与 20 世纪自然科学体系重新推崇“第一性原理”的哲学取向更为一致;

最后,当该著述的著者对 Berkeley 大主教的理论体系做出“逻辑上最为严谨、推论上最为极端、语言上最为直率”这样一种几乎完全直白的明确肯定时,特别注意到“逻辑”其实是哲学的“理性判断”的唯一基准,那么这种肯定应该被视为刻画著者内心世界的一种基本哲学倾向。也就是说,在如何认识物质世界的几种不同对立的哲学理论中,不妨可以看作实际上以一种“间接迂回”方式表达对“观念论”的首肯。当然,需要格外重视 Berkeley 大主教对 Locke 的批判是否真的符合逻辑的问题。

事实上,当现代自然科学体系恰恰因为面对包括“数学基础逻辑悖论”在内,以及几乎涵盖所有理论物理不同分支的大量矛盾现状而无能为力,以至于 Landau 只能无奈地叹息“理论物理中的数学严谨性只能被视为自欺欺人”,并且,当主要由西方人所构建的现代自然科学体系不得不依赖连中世纪 Aquinas 这样的神学家都予以严厉拒斥的“约定论”而支撑,甚至都提出“允许将桌子、椅子、啤酒瓶视为几何学上的点、线、面”这样的现代“独断论”作为现代数学的基础的时候,不可思议的是:Berkeley 大主教对于“经验主义”的批判在逻辑上难道真的能站得住脚,真的符合逻辑吗?可以断言,答案必然是否定的。或者说,尽管 Berkeley 暴露了 Locke 素朴经验主义中若干真实存在的认识不足或者思维悖论,但是,Locke 提出“首先需要进行语言分析和语言批判”的哲学主张是完全符合逻辑的,对整个西方哲学摆脱形形色色认识悖论和困惑具有根本的指导意义。正因为此,Berkeley 对 Locke 的批判和嘲弄,几乎必然属于“模糊语言游戏”的范畴,根本不可能具有理性分析的能力解决他所意识到的逻辑不当,最终只能将一个尚不完善的理性意识萌芽引向了它的反面,彻底走向谬误。

当然,也可以反过来做出判断,恰恰因为 2000 多年来西方哲学体系在若干最基本概念上内蕴的前提性认识紊乱,导致今天的自然科学和西方哲学陷入重重矛盾之中,不得不重新企求“神学”或者“观念论”的庇护,以至于现代西方科学世界甚至已经不仅仅是“羞羞答答、半遮半

掩”地抛弃他们的先辈曾经做出历史性重大贡献的逻辑了。

17.2.2.1 “观念论”中前提理念的认识悖论

在具体评述“概念论”以前,首先需要注意到这个理论体系中一系列基本概念和前提性认识之中隐含的逻辑悖论。

实在论都假设有一个独立于人的外部世界的存在,并坚持认为这个外部世界才是知识的唯一对象。这一点遭到了观念论的极力反对和严厉批判。从理论上讲,观念论的批判锋芒指向一切形式的客观实在论,但它最直接批判的对象是 Locke 论证外部物理对象实在性的批判实在论。

素朴经验实在论认为,外部物理对象是直接呈现在人的意识之前的,而且只能如其所呈现的那样。

这种理论忽略了人在观察上容易发生的错误以及主体感觉后面的复杂认识机制。

图像论改进了素朴实在论,把知觉与外部世界的关系表达为是以观念为中介加以表象的关系。

这种观点固然较好解释了谬误和幻觉的发生,以及知觉客观性和主观性的关系。但是,按照此观点,物理世界不过是一个为了说明观念的发生及其所处秩序而不得不假定的前提。

这样一来,外在物理世界就成为一个人人们

根据逻辑且只需要根据逻辑,“独立于人的外部世界,外部世界是知识的唯一对象”不仅是必然还是自明的。同样,当谈论“人类认识世界”这个特定命题的同时,仅仅依据逻辑,已经将“物质世界”和“人”抽象为两个“独立”存在。

西方哲学之所以对“物质世界独立于人类存在”这个本应自明的判断提出质疑,只是因为缺乏严格思辨的能力,不能逻辑地理顺“无限世界”和“有限知识”的辩证关联。当然,同样因为缺乏严格的逻辑思辨能力,诚实的 Einstein 才会明确提出本质上无法检验真理的断言。

无疑,素朴经验论出现了概念的逻辑紊乱。既然承认物质世界自身的独立存在,则需要将自存物质世界与呈现于意识中的“直观”印象加以严格区分:原则上只是众多印象构造的“抽象”集合,从而摒弃不同感觉者不同“主观意识”中不同“伪判断”后的积淀,才可能是“客观”的,并且能够且必须与蕴涵于物质对象中某一“抽象同一性”形成严格的逻辑对应。

至于“人在观察上容易发生的错误以及主体感觉后面的复杂认识机制”不仅是过分素朴、平凡、直观、无本质意义的描述,更为致命问题还在于再次出现“论述对象”的逻辑错乱。因此,西方哲学家认识和处理对立理论体系纷争时,首先要解决意识判断中逻辑紊乱的问题。

指出“把知觉与外部世界的关系表达为是以观念为中介加以表象的关系”同样只是一个朴素的简单真实。问题在于:此时需要把“知觉、观念”加以抽象化,使其属于“认识者集合”构造的抽象对象。于是所谓“知觉中的表象”仍然只逻辑地隶属于外部世界,或者独立于无以计数的具体知觉者。至于“这种观点较好解释了谬误和幻觉的发生”,其实源于对“抽象知觉体”缺乏理性认识或在“论述对象”上的认识错乱,从而使“伪知觉”被错误地合法

永远不能经验的世界,而人所能够经验的物理世界的存在乃是一个内在的观念世界。

化;而提出“物理世界不过是一个为了说明观念的发生及其所处秩序而不得不假定的前提”的命题,只属于由于前提认识紊乱而出现的认识颠倒,当然是彻底悖谬的。

最后,与西方哲学致力于寻求“绝对真理”的虚幻理想相比,能意识到“外部世界需要以观念作为中介加以表象”以及“外在世界是一个永远不能‘完全’经验的世界”的存在,不妨视为西方哲学的一种认识进步。但是,由于陈述“逻辑主体”的认识错乱,仍然存在逻辑判断上的重大失误;此处所揭示认识的有限性,并不根本决定于人的“主观”认识能力,而逻辑渊源于“无尽物质世界”与“有限知识系统”表现能力之间“客观”存在的永恒差异。

正是基于这个原因,观念论者坚决否定有所谓外部物理世界的存在,认为这个外部物理世界不过是客观经验实在论者为了理论上自圆其说而任意构造出来的东西。

按照观念论者的观点,没有主体就没有客体,没有关于存在的意识就谈不上所谓存在。

前提不当,任何推论已失去存在意义。因此,必须首先解决 Locke 所说的哲学语言紊乱的问题。

从严格逻辑推理的角度考虑,任何诚实的研究者都应该明白:对某一陈述的否定,并不逻辑地表示与原陈述相悖的其他陈述都能自动成立。当然,尽管经验论者逻辑判断上存在瑕疵和错误,但因此提出“没有主体就没有客体,没有关于存在的意识就谈不上所谓存在”的推论在逻辑上彻底悖谬。

需要不断提醒自己:西方哲学中大量“对立”理论体系长期存在的真实,相应必然隐含于基本概念中的种种认识悖谬,根本渊源于西方哲学“逻辑思辨”的紊乱。如果生活于地球之上的整个人类需要感谢西方哲学对于“逻辑”的特别推崇,那么,同样只可能是“逻辑”将成为西方哲学最终摆脱种种认识悖谬的唯一手段和武器。

17.2.2.2 “观念论”之理论的批判

在近代西方哲学史中,G. Berkeley 大主教显然具有相当显赫的地位,他对 Locke 的批判对西方哲学一直具有重大的影响。在 Berkeley 自认“既反对形而上学而维护常识,又反对无神论和唯物论而主张有神论”的同时,哲学家们通常认为他对 Locke 的批判应该是“逻辑”的^①。

因此,当一再提出自然科学研究中的“物质第一性”原则绝对不能只被看作是一种纯粹的“哲学信仰”,并且基于“哲学信仰”必需的“自由”而可以随意取舍,相反,需要视为一切合理陈

① 与此同时,仍然需要提醒人们值得充分重视 Berkeley 大主教能够将“形而上学”与“常识”明确对立起来所具有的启示性积极意义。特别是对那些字里行间崇尚形而上学却无力解读形而上学、推崇 Berkeley 大主教的逻辑能力的哲学家,格外需要重新思考“形而上学”问题。其实,对于“理性”而言,它的全部本质内涵就应该相合于“常识”中所蕴涵“素朴、自然、明快、贯通”的根本内涵。只有当认识之中发生形形色色逻辑紊乱时,才需要借助形而上学的“繁琐、晦涩、杂乱”来掩饰认识矛盾,相应出现 Locke 所指出“含糊抽象”之中必然隐含的“语言误用”的问题。

述必须遵循“无矛盾性”的理性原则的“逻辑必然”的时候,那么,值得重新认真考察这位神学家到底是如何使用逻辑的武器,最终实现否定科学研究必须严格遵循的“物质第一性”原则的。

在 Locke 那里,有着物体和观念的对立,有着第一性的质的观念与第二性的质的观念的差异。

Berkeley 则要取消这些差异和对立。

他认为,独立于观念的外部世界是不真实的,人的一切观念本质上都是主观的。

对于 Locke 的否定,Berkeley 并未遇到太大困难。

之所以出现这种状况,重要的一点就在于,Locke 的学说本身即包含着向主观论或者唯心论方向发展的因素和可能性。

在 Locke 的理论中,关于第二性的质的观念在很大程度上依赖于感觉器官。尽管作为一个实在论者,Locke 仍然坚持这种观念有其实在性,指出“我们的所有简单观念都是实在的,都是与实在的事物相契合的。”

但是,Berkeley 并不满足于 Locke 那样认为外物的第二性的质作为存在于对象中的东西只能是推论出来的,他根本否认第二性的质具有 Locke 给予第一性的质的那种可以由推论得出的地位。

姑且不论“第一性与第二性”问题,如真的像大主教所说必须“取消物体和观念的差异和对立”,那么,随着两个“前提概念”被同一化,一切关于“物体和观念”关系的探讨在逻辑上不复存在。因此,对于大主教逻辑推理而言,由于逻辑前提的错误,其后的所有一切只能陷入逻辑悖谬之中。

广义地讲,正如西方哲学家不懂得对哲学同样需要做出限制,相应存在“有限论域”那样,如果不把此处的谈论严格限制在“知识及其知识对象”这个特定命题之上,任何关于“第一性或第二性”概念的提出都没有意义。论域明确界定,成为概念可能得以明确界定的必要逻辑前提。

缺乏“论域、谈论对象限制”的谈论,反映西方哲学形而上学思考中的片面、绝对、简单、且空乏的思维陋习,必然出现由于缺乏确定逻辑主体而造成认识的逻辑紊乱。

1. 之所以看起来“对 Locke 的否定并未遇到太大困难”,因为 Locke 的经验论的确存在逻辑判断紊乱,他没有认识到:个别感觉属于认识世界的个人,表现物质世界的某知识系统仍属于物质世界,两者涉及的逻辑主体完全不同;
2. 作为物理概念的观念必然是实在的,必须与实在事物相契合,但不能与个别人的观念混淆。或者说,在 Locke 陈述中作为第一性的“物”和作为第二性的某研究者的具体“观念”,逻辑地从属于不同逻辑主体,因此不是孰先孰后的问题,而是两者不具有可比性的问题;
3. 作为物理概念的观念,不能逻辑地推论出来,逻辑上不可能从“无”推导出“有”,因此,Berkeley 对“Locke 认为外物的第二性的质作为存在于对象中的东西只能是推论出来的”的否定完全违反基本逻辑;
4. 同样基于逻辑,任何抽象、纯粹的主观认定,必须与实在契合,必须以物理实在作为其得以存在的客观基础。否则,任何概念流于“空”,没有意义;
5. 尽管 Locke 所说“关于第二性的质的观念在很大程度上依赖于感觉器官”存在逻辑紊乱,将“物”的“质的观念”误认为认识个体“感觉器官”使然,但

能提出“质”的概念实属不易,显示了一种“素朴”的辩证意识:观念的质“源于物但差异于物”的真实。不过 Locke 没有意识到这种辩证统一与人的“主观”意识完全无关,而“客观”决定于无尽物质世界的“复杂性”和知识系统简单对应于“抽象同一性”的有限表现能力之间的永恒差距。

Berkeley 以一种极为机智的手法对 Locke 的学说提出挑战。

他首先同意 Locke 的这样一个说法,即外物的第二性的质是依赖于人的感觉器官和感知条件的,因而是因人而异的。

但他旋即指出,这种情况不仅仅发生在第二性的质中,第一性的质同样也会发生这样的变化。

Berkeley 断言,任何一种性质都依赖于人的感觉器官和感觉经验,而不仅仅是第二性如此,进而,第一性的质和第二性的质也是不可分的,两者的区别不过是一种人为的区别而已。

既然 Berkeley 否定了 Locke 关于外物第一性的质具有独立于人的知觉而言的实在性的说法,也就意味着否定了 Locke 关于知觉与外物第一性的质具有相似性的原理。

Berkeley 提出,Locke 坚持知觉必然与外物第一性的质相似的说法是缺乏根据的,因为 Locke 自己也强调第二性的质并不存在于物理对象本身之中,不过是受物理对象的某种“能力”的激发而引起的。

更明确地说,以上论述一再指出“知识”和构造知识一种抽象意义之上的“经验集合”必须逻辑地同属于被描述的“物”对象,而在这个问题上 Locke 出现了判断失当的问题,但是,这位机智的 Berkeley 大主教则把原属于“物”的一切统统错置于描述物质世界的“人”之上,从而导致整个理念及其推论的彻底悖谬。

如果 Locke 存在思维判断缺陷,那么,Berkeley 不仅同样存在逻辑主体的认识紊乱,而且还是在逻辑上一次最严重的是非颠倒:对于希望认识物质世界的人,当然需要努力使“知觉”契合于被认识的外物。

为什么不对构造知识的人,知识系统的有限真实性做出限制,而反过来对他希望认识和描述的对象做出限制呢?

显然,Berkeley 大主教对 Locke 的批判本质上只是纳入借助概念错位诡辩(Sophist-fallacy ambiguity)的范畴,他并不真正理解和懂得如何进行严格和严肃的逻辑思考。

17.2.2.3 “观念论”之评论的评论

Locke 的体系之所以会有主观性的因素,就在于他相信,对于知觉者而言的相对性中就蕴涵着主观性。

由于 Locke 从第二性的质的相对性质归

坦然承认知识体系“主观”因素的必然存在:人具有选择特定物质对象的权力,还具有决定相关描述深刻程度的权力。但是,除了这种大致属于描述对象主观认定以外,知识本身只可能逻辑地隶属于

纳出主观性的结论,因而 Berkeley 要指出第一性质具有同样的、甚至更大程度的相对性也就是主观性,就不是一件困难的事。

既然我们能够说任何与知觉者具有相对应关系的客体只能作为观念而存在,我们为什么不能说那些解决存在于物理对象知道第一性的质也不过是一些主观的观念而已呢?

被描述的特定物质对象。并且,知识系统的合理性,仅仅在于如何排除“个别知觉者”蕴涵的不同“主观性”意识,积淀那些真正属于物质对象自身的“客观”真实。或者说,正需要将 Locke 所指出“知觉者相对性蕴涵着主观性”那个逻辑上本来不属于物质对象的部分。

当然,Berkeley 大主教完全无视 Locke 认识论中“符合客观真实”的理性核心,却相反保留了其中隐含认识悖谬的部分。

既然存在作为“客体”的物以及作为“主体”知觉这样的前提划分,那么,两种存在的独立性已经得到前提性的确认,并不因为主体使用统一的概念(语言)对客体做出描述而得到否定客体独立存在的逻辑前提,只是需要严肃对待这种纯粹概念描述与物的差异。

或者说,客体自身的独立存在与使用观念(物理学概念)对存在及其属性做出的人为描述,本质上属于两个不同层面的概念。

显然,Berkeley 既不懂得如何严格逻辑思维更不理解辩证法。

总之,与西方哲学乃至西方科学的所有悖谬一样,Berkeley 大主教哲学思想的谬误首先源于“逻辑推理”的紊乱。作为一个原本简单自明的逻辑判断:描述特定物质对象的知识系统,以及用作构造知识系统的全部素材、一种“抽象集合”意义之上的经验基础,只可能逻辑地从属于被描述的特定物质对象,独立于作为研究者“个体”的人。实际上,在探讨与“知识论”相关的基本哲学命题时,人们并不也不能关注某一个具体研究者的思维过程。于是,作为一个自然的逻辑推论,任何属于研究者个体的“直观感觉”不具意义,而是许许多多“个体感知”的综合构成隶属于知识系统,对应于物质对象客观真实的抽象集合。显然,在这个“整个西方哲学世界至今也没有形成理性判断”的“逻辑归属”的界定上,对于已经极其不易地显示朴素“唯物主义(才可能相合于逻辑)”和“辩证思维”光辉的 Locke 而言,出现了认识中的逻辑错乱。然而,Berkeley 则是把认识中的不当部分引向极端,从而出现整体逻辑倒置的悖谬。

另一方面,如果从哲学思考和哲学批判的“方法论”或者“论述原则”考虑,那么,西方哲学的所有哲学紊乱首先在于哲学语言和哲学概念的前提紊乱。在概念缺失确定内涵的基础上,任何哲学讨论其实已经失去严肃哲学讨论的意义。

17.2.3 西方哲学中的“现象论”及其逻辑紊乱

根据文献[2],西方哲学在论述“知识对象论”的时候,与“实在论”、“观念论”并存的还有此处即将谈论的“现象论”。首先,仍然援引引文关于“现象论”一个总括性陈述:

“在哲学上,现象论(Phenomenalism)是一种介于实在论和观念论之间的中间性理论。这

一理论不否认有独立外物的存在,但怀疑人能达到对外物的认识。

从知识论上看,现象论的最重要特征,就是既把知觉当做知识的起点,又把知觉当做知识的界限,并由此把所谓不能知觉的外物排除出知识的范围。‘实在’又被分解为感知者、感知活动和感知对象三个不同的层面;感知材料即‘现象’成为知识的对象。”

其实,在真正澄清关于“实在论”和“观念论”两个对立理论中的一系列基本观点以后,正如像前面评述 Kant 的“批判哲学”时已经表现的那样,对于本质上作为“骑墙观点”的任何“中间理论”的进一步评述原则上应该是多余的。但是,考虑到既然是一种哲学思潮,仍然需要予以关注。不过,在继续引用相关文献并进行相应分析以前,仍然值得指出:

首先,在《西方哲学词典》关于“现象主义(Phenomenalism)”这个条目所做的解释是:“现象主义是对感觉材料论的接受。根据这个理论,在知觉中直接觉知的并非物质对象本身,而是感觉材料,这就使得物质对象的本质与地位作为知觉的原因成为疑问。”也就是说,与上面所作大概介绍存在本质歧义,现象论的核心内涵其实仍然在于不承认“有独立外物的存在”;^①

其次,总括性陈述特地构造的那种分解,即“实在又被分解为感知者、感知活动和感知对象三个不同的层面”存在明显的逻辑不一致问题。因为,根据关于现象论承认“有独立外物的存在”的逻辑前提,实在起码不能逻辑地隶属于感知者。当然,即使无需这样一种前提性的认定,也能做出逻辑上的严格界定:感知者和感知活动属于同一逻辑主体,而感知者需要或者希望的感知对象则属于另一个逻辑主体。因此,此处对实在做出的分解在逻辑上是紊乱的。必须记住,西方哲学体系中的全部认知紊乱,无一例外地渊源于西方哲学在逻辑思辨过程中出现的逻辑紊乱;

当然,作为上述分析的逻辑必然,也不允许存在这样的判断句:“感知材料即现象成为知识的对象”。因为即使把“感知和知识”视为一种等价性语词,但是感知的具体材料也绝对不能简单等同于感知的对象。再次指出,西方哲学乃至现代自然科学体系看上去花团锦簇,其实在林林总总、繁复无比的不同主义和名词乃至一种唯心主义的过度自我欣赏的后面,只是西方学者在基元理念以及基本逻辑关联方面存在太多认识紊乱。

17.2.3.1 “现象论”之特点的反思

Locke 否认在真实的现象界中有一般的存在,并坚持唯名论的观点,这就为 Berkeley 的观念论,甚至为后来的现象论打开逻辑通道。

在 Locke 的理论中,有两个观点是极为引人注目的:其一是物理世界或物理对象是真实存在的,但它的本质是不可知的;其二是真理既是观念与对象的符合,又是一个观念与另一个观念的相符。

Locke 在实在性和真理问题上表现出来的

若所述真能代表 Locke 的思想,那么,17 世纪的这个哲学体系十分不易,不仅仅没有著者所说“在实在性和真理问题上表现出来混乱”的问题,还大体表现“辩证唯物主义思想”的朴素真理光辉。只是需要后人以逻辑为思维导向,对相关理念作进一步澄清和严谨化:

1. 关于“否认真实的现象界中有一般的存在”,不妨理解为物理实在和形式表述间始终存在永恒差异;
2. 关于“坚持唯名论观点”,可视为对科学语言必须“无歧义性”一种朴素认识;
3. 至于“物理世界或物理对象是真实存在的”是朴

^① 在《西方哲学词典》中,相关的中译文是:“根据这种理论,我们在感觉中直接觉知的并非物质对象本身,而是感觉材料,这样就使得物质对象作为知觉原因的本质上和地位成了问题”,而对应的英文原文则是:“According to the theory, what we are directly aware of in perception is not the material object itself but rather sensa, renders problematic the nature and status of material object as the cause of perception.”

混乱,是他的体系的矛盾性的一种反映。

现象论既然是在实在论和观念论的对峙中取中道,意味着它必然对这两种观点有所舍弃亦有所包容。

Locke 的主旨是强调人们能够感知到一个独立的外物,尽管他不否定也同时感受到精神事物;Berkeley 的主旨是强调人们只能感知自己的经验,甚至把物理世界和物理对象宣布为无。其实,Berkeley 本来可以更聪明一些,把物理世界和物理对象当做一个存而不论的东西看待。

实真理,而“物理对象的本质是不可知的”揭示物质世界自身蕴涵“无穷无尽、无可终结”的复杂性。尽管对于物质世界的描述等同于对物质对象起主导作用那部分客观存在内蕴“抽象同一性”的刻画,但是与物质对象存在永恒差异;

4. 当然,“真理既是观念与对象的符合,又是一个观念与另一个观念的相符”则是对以上陈述的合理补充,揭示一切合理陈述必须满足的无矛盾性要求;与“理想化”物质对象的逻辑相容、不同科学陈述间的严格逻辑相容。从而形成一种辩证统一的知识观。

如果缺乏对认识中“矛盾结点”的准确认识和揭示,那么,科学争论中任何“取中道”者,最终只能陷入语言游戏的“自欺”之中。事实上,说在包容理性同时还必然包容谬误,更准确地说是不懂区别理性和谬误的问题。

其实,当 Locke 提出“人们能感知独立外物也同时感受精神事物”的时候,西方哲学家没有注意到:精神事物逻辑上同属于“外物即感知对象”的范畴。从“知觉”不可缺省“对象”的“抽象”意义考虑,无需对对象的精神属性还是物质属性做出区分。假如 Locke 只是认识上存在某种紊乱,但 Berkeley 则属于认识的完全逻辑倒置,蓄意抓住认识中的个别不当引向彻底悖谬。

作为一种素朴、自明的理性常识前提,物质世界的存在只能是“客观”的,不可能因为“Berkeley 把物理世界和物理对象宣布为无”就真的允许被“约定”为无。

显然,几乎所有唯心主义“约定论”思考除了逻辑上必然存在思维漏缺外,还暴露约定论者心灵中内蕴“愚昧和狂妄”并存的病态特征^①。

① 对于一个真正“符合逻辑”的推理,必然吐弃和鄙视在逻辑推理过程之中提出任何隐含推理者“主观认定”的“约定论”假设。或者说,逻辑推理过程中的任何“约定论”假设,必然出现超越逻辑前提的“独立”内涵,成为对逻辑推理的根本否定。正如现代数学显示的那样,由于 19~20 世纪的数学家无力解决数学基础逻辑悖论的困惑,才出现本质上与“独断论”没有任何差异的“公理化思想”体系,允许将“一切人为随意认定”作为构造形式系统的唯一基础。本书已经在第 15 和第 16 章针对现代数学所作分析中充分揭示,任何建立在“独断论”基础上的陈述系统必然自始至终充满逻辑悖论。此外,如果从科学研究的哲学理念乃至哲学家同样关注的道德素养考虑,任何“独断论”的假设不仅仅由于违背逻辑是无理的,而且还是武断、荒谬和狂妄的。

17.2.3.2 “现象论”之理论的批判

仍然按照原著的基本陈述次序,在大体介绍“现象论”中的不同哲学流派的同时,并予进行简要评述。

1. Hume 的印象论

现象论在历史上不能不首先溯及 Hume 的印象哲学。

Hume 的印象论的基础和出发点也是知觉。但是,Hume 的知觉理论一开始就表现出对知觉可靠性的深刻怀疑。

在 Hume 看来,知觉可以分为两类,一类叫印象,一类叫观念。两者的主要区别在于,当它们刺激心灵、进入人的思想或者意识中时,它们的强烈程度和生动程度是各不相同的。

Hume 强调,他之所以对知觉作如此划分,是因为想确切地弄清楚究竟什么是原因,什么是结果的问题。

Hume 印象哲学的基础和出发点已经在陈述“逻辑主体”的确认上出现了前提性的认识悖谬。

知觉只逻辑地属于构造知识体系的人,而描述物质世界的知识体系却逻辑地属于另一个抽象对象,即自存的物质世界。如果陈述的逻辑主体不同,不同陈述之间不具可比性。

即使可以认为 Hume 对“印象和观念”之类的进一步区分和描述如何真切和合理,但是,所有这一切充其量只能属于涉及“人”的“心理学”范畴,与此处所讨论“知识系统以及知识系统的真实对象”的问题完全风牛马不相及。对于这种混淆命题论域的讨论,本质上根本不屑予以理会。

原则上,任何涉及到“原因和结果”的探讨,以及关于“印象和观念”的讨论同属于以“人”为逻辑主体的论域之中,再次出现“论题”转移的逻辑错乱。

2. Kant 的现象论

由于 Hume 的印象论完全排拒外物或理性对知识对象之形成的作用,在某种程度上甚至比 Berkeley 走得更远,不能被视为一种真正意义上的现象论。于是,人们通常把 Kant 的现象哲学视为哲学史上最早的现象论。

Kant 的现象论作为调和实在论和观念论之对立而提出的一种独特的知识对象理论,它的一个突出特点,就是把知识对象既不看成是纯粹个人主观意识的产物,也不看作是与个人主观意识完全无关的外部实在,而是看成主观与客观、观念与实在二者相互作用而形成的所谓“现象”。

如果就其仍然承认有所谓本体或者客观实

Kant 不愧为“调和”大师,无论从看似崇高的西方哲学还是从平凡的一般思维结构考虑,调和绝对不能等同于理性思考所必须“辩证统一”的思维模式,只可能成为对矛盾真实存在的曲意掩饰。当然,正如以后分析将要指出的 Hegel 的辩证法本质上仍然属于借助“语言错用”的形而上学范畴,掩饰哲学争论中的矛盾结点以及回避做出明晰回答的“含糊抽象”。

在认识和描述物质世界的时候,实在论(唯物主义)和观念论(唯心主义)是一对完全对立、互为否定的基本哲学观点,事实上涉及到在认识世界时思考问题的基本出发点或者逻辑前提,没有任何可能调和的地方。

任何一种“批判哲学”的本质内涵只在于寻找、揭示

在的存在这一点而言,Kant 的现象论颇类似于实在论,但又不应将之等同于将本体或客观实在看作就是紊乱世界或物理对象的实在论;如果就其把知识对象理解为是意识范围的这一点而言,Kant 的现象论又颇类似于观念论,但亦不应将一切外物划归为个人主观意识的观念论。

Kant 对作为知识对象的论证,是以他的批判论的思想方法为基础的:一切知识都是判断,但并非所有的判断都是知识。

知识必须同时具备两个基本条件:第一,它能为我们带来新的知识;第二,同时它又具有知识所必须具有的普遍必然性质。

唯理论的分析判断只具有后一种特点而不具有前一种特点;经验论的综合判断则只具有前一种特点而不具有后一种特点。只有“先天综合判断”才能实现这两方面的统一。其中,“先天”体现的是判断所必须到达普遍必然性;“综合”体现的则是理性的判断所必须具有的新的知识内容。

矛盾,探究产生认识矛盾之中的逻辑不当之处。因此,真正意义上的哲学批判成为辨识是非的唯一武器以及哲学家必需的诚实态度,根本不可能通过一种自欺的调和,解决两种基本观点的根本对立。

一般而言,Kant 提出“一切知识都是判断,但并非所有的判断都是知识”的论断,只属于平凡的合理陈述,问题在于它并没有说出任何具有实质内涵的东西。

至于 Kant 所说“知识必须能带来新的知识又具有知识所必须具有的普遍必然性质”的两个基本条件,同样属于对知识“独立性”与“逻辑相容性”的一种“素朴”的直觉意识,尽管这种意识对于认识具有启示意义。根据逻辑,只有首先存在具有“独立意义”的知识“对象”前提,才可能相应存在逻辑隶属于该“独立”对象、从而被赋予独立内涵的“新”知识体系。知识系统特定“有限论域”的限制和知识系统所需“独立性”意义的“辩证统一”同样是客观的,决定于合理陈述必需的逻辑相容性原则。

当然,作为调和大师的 Kant 对于上面所说的“辩证统一”特征并没有真正形成理性认识,只是属于“直观表象”范畴的直觉意识,因此,Kant 只能再次提出诸如“先天、先天综合判断”这样一类只能被归结为 Locke 所说“含糊抽象、语言误用”的晦涩词语,在陈述他那个基本“符合理性”但只能划入“直觉意识”范畴的素朴判断的同时,整个哲学却只能陷入“概念前提紊乱”引起的进一步认识紊乱之中。

诚实、严肃的哲学家必须以诚实和严肃的态度正视认识中的矛盾和悖论。对于认识中矛盾真实存在的掩饰,都是对“理性”的根本背弃。

3. Husserl 的现象学(Phenomenology)

在哲学上,Husserl 的现象学是一种特殊形态的现象论。

它固然强调知识的对象为“现象”,但这种现象既非 Hume 心理主义的经验“印象”,亦非

人们不难发现,在西方的哲学争论中,往往存在这样一种怪异的普遍现象:似乎只要我们的哲学家在命题、概念之中再添加若干主义、理论或者名词,那些原来存在的矛盾或者争论也就不再存在或者自然得到了解决。试问:到底什么是内在自觉,或

Kant 先天主义的直观“现象”，而是直觉主义的本质现象。

换句话说，Husserl 现象学中的“现象”是一种纯粹意识的现象，是人的意识活动及其所构成的一切对象。

这种现象既是呈现在人的“直接经验”中的一切东西，但又不能将之归结为所谓的“原始感性材料”，只有而且也只能在纯粹的内在直觉（或称本质的直观）中才能被把握到。

作为一个持直觉主义信念的哲学家，Husserl 坚定不移地认为，哲学应该是一门严密的科学，哲学的任务在于寻求绝对真理。

以经验的观察和实证为特征的自然科学，逻辑上受经验的制约和限制，因而不可能成为一门提供绝对真理的科学；而传统的哲学，由于其对知识的错误理解，也无法担当提供绝对真理的重任。

要获得绝对真理，只能依靠他所成功构建起来的“现象学”。

者所谓本质的直观，能否依赖这样一些没有任何确定内涵的称谓——“概念”进行哲学基本命题上的严肃争论呢？

答案自然是完全否定的。一切依赖“含糊抽象”的哲学争论不仅缺乏任何本质意义，而且势必将严肃的哲学引入歧途。

西方哲学总喜好提出类似“绝对真理”这样的命题。但是，令人不解的是，在追寻这种绝对真理的哲学争论中，为什么我们的哲学家竟然会偏离这种绝对意义上的真理如此之远，能够轻信某一个人主观意念之中本质上没有任何理性可言、只可能属于“独断论”范畴的直觉意识，为什么不能严词拒绝那些仅仅凭借添加名词，逻辑上必然陷入“循环论证”的那些无效论证呢？

再次指出，如果不接受 Locke 所说的“语言清理”的必要前提，那些依据自身处于紊乱之中的语言系统所构造“绝对真理”中的真理成分怎么表述呢？

在西方哲学乃至自然科学思考中，普遍存在一种形式繁琐、内涵空乏、互为交叉，本质上隶属于“循环论证”范畴的无效思维。为便于进一步认识和了解这种以“含混抽象”为掩饰、以“语言误用”为本质的无效思维模式，以及这样一种纯粹自欺的习惯性思考对属于整个人类的理性认识体系、形式逻辑系统的存在基础以及整个自然科学体系造成巨大危害或者潜移默化的影响，不妨在此处再读一读《西方哲学词典》中介绍“Husserl 现象学”所特有的方法论步骤。该词典指出：

“作为 Husserl 现象学所特有的方法论步骤，现象学的还原是一个探测体验的意向结构或者本质结构的方式。通过撇开体验流中的感官内容，就能专注于体验中本质的、基本的、不可还原的东西。这样一种从经验层次到先验层次的还原，使得我们获得从体验的意向结构到作为这个世界的知识源头的意向对象的内容。

现象学还原的基本方式是现象学的悬置。在我们与世界的认知关系中，我们的自然态度预设了外部时空世界的实存，同时预设了作为心理和肉身的我们自己的实存。Husserl 的现象学悬置将这种自然态度‘放进括弧之中’或者让它失去作用，因而并不否认事实世界的存在，只是抑制住关于这个世界和我们在其中的身体存在的判断。这样，就能进入被先验地纯粹化了的体验领域。”^[1]

事实上，当人们探讨此处所述“知识对象论”命题的时候，为哲学真正关注或者争论的核心在于“独立于认识主体的客观实在是否存在以及如果客观现实存在应该怎样揭示这种客观真实”这样两个彼此关联然而不可简单替代的问题。当然，如果仅仅就此处需要探讨的特定命题

而言, Husserl 所说的一切不都是与他所期待的那种“本质的、基本的、不可还原”的最初目标渐行渐远了吗?

如果说“大道则简、大朴归真”,那么,远不止于那些直觉意义上的“肤浅细碎道理必然繁杂紊乱”的问题,而是 Locke 所指出,那些依赖形形色色名词、主义、理论的论述本质上只属于一种毫无科学意义的循环论证,并且最终把严肃的科学引入无聊清谈、乃至进一步的认识紊乱之中。当然,对于这样一些无力正视严肃科学命题中不同哲学基本理念的争论,企图以“中庸之道”加以调和的方法本质上不值得予以重视。本质上,这同样是 Hegel 采取中庸对待他那个时代的哲学争论,他的辩证法大体仍然属于简单形而上学的范畴,与“辩证思维”的精髓背道而驰的。

因此,对于任何一个诚实、严肃的哲学家,在需要直面或者必须以诚实和严肃的态度重新思考和回答“独立于认识主体的客观实在是否存在以及如果客观现实存在应该怎样揭示这种客观真实”这样两个基本哲学命题的时候,作为一种素朴、自明的理性判断,或者从最简单的一般逻辑角度考虑,只要论述“知识对象”或者构造某一个“知识系统”的时候,那个作为整个论述前提的“对象”必须前提性的存在,没有对象的陈述,逻辑上只能落为没有任何意义的纯粹“空”陈述,这同样是任何“否定对象客观性前提的论述”只能陷入“空”陈述的逻辑必然。为什么西方哲学家会对这样一个本来十分浅显自明、无可非议的基本理性判断提出质疑,乃至公然予以否定呢?

其实,原因仅仅在于:对于西方哲学,由于缺乏严格符合逻辑的理性思辨能力,对“如果客观现实存在应该怎样揭示这种客观真实”的第二个命题无法做出能够说服自己的理性回答,以至于不得不对“独立于认识主体的客观实在是否存在”这样本来素朴自明的理性意识提出了质疑。并且,也只是因为完全同样的理由,诚实的 Einstein 才会提出无论是“外在和内在的真理验证本质上都不可能真正存在”的论断。根据逻辑,事实上也仅仅根据独立于那些喜好鼓吹“天才论”、当然也往往会下意识地自诩为“天才”、然而并不真的聪慧的个别西方学者的“主观意识”的逻辑,所有这些没有解决的基本哲学命题必然逻辑关联一直存在于西方哲学之中,不可能因为“独断论者”提出种种独断论的人为假设,就可能否定这些没有解决基本哲学命题的真实存在。

当然,也正因为此,人们格外怀念和尊重被称为“语言清洁大师”的 J. Locke 曾经做出的开创性工作。

17.2A 关于“如何构建知识系统”的简单总结

至于到底如何回答“应该怎样揭示这种客观真实”的问题,前面的所有讨论实际上已经做出了完整的回答。只是为了便于人们廓清基本理念,此处不妨作简单小结如下:

(1) 首先作为一个前提性的,简单、素朴、自明的理性判断或者基本理论,作为某一个陈述系统希望陈述的特定对象必须前提性的存在。而且,随着论述的具体内涵不同,这个抽象意义上的特定对象,不仅仅可以是西方哲学所说的“实在”外物,还允许是属于“意识、精神”范畴的思想,甚至还可以是思考者自己的思想,即哲学家通常所说“自省”中的反思对象。但是,从纯粹逻辑和抽象概念的角度考虑,无论“对象”的具体属性如何,在一个特定“知识体系”有限论域之中,这个对象是确定的,并且也仅仅是知识系统的特定对象;

(2) 继而,限制在“知识系统和知识对象”所构造的这个“特定框架”或“有限论域”之中,作为构造知识系统的全部基础,只能是逻辑地隶属于知识对象、集合意义上、一种“抽象存在”经验。如果使用西方哲学习惯使用的那些概念,那么,此处所说这个抽象、集合意义、逻辑地隶属于论述对象的经验,可以与“现象、表象、感

知”构成具有本质意义的逻辑关联；

(3) 于是,问题的全部核心在于:此处所说的这个“经验集合”仅仅逻辑地隶属于知识系统的对象。虽然,任何“真实”意义上的“现象、表象、感知”必然与具体的研究者相关。事实上,正如在探究一个知识系统“是否合理、是否符合客观”的时候,没有任何一个具有一般“理性思维和判断能力”的研究者会把这种经验直接与某个研究者“个体”的感觉相关联,而与通常人们并不感兴趣的“研究者群体”一种抽象和整体意义的那些感觉相关联。当然,与其保持严格逻辑相容,这个抽象的经验集合中,能够继续存留或者积淀下来只可能是属于特定对象自身“客观”存在的东西。由于个别研究者“主观意识”中、不属于知识对象自身的“伪”判断在原则上无以穷尽的不同“主观意识”的冲撞之中荡然无存,从而赋予了任何合理知识系统必需的“客观性”基础;

(4) 无疑,知识系统的表达能力十分有限,远谈不上西方哲学奢谈的“绝对真理”问题。或者说,独立于西方哲学致力追求真理的激情和天真,根本渊源于物质世界自身的“无以穷尽、充满差异和复杂性、本质上不容分割”这样一些不以人们主观意志转移的“客观”真实,人类不仅不可能穷尽“物质世界”的真实,而且即使对于物质世界某一个“局部域”中的物理实在也不可能做出完全真实的描述。于是,一个合理的知识系统,只能对物质对象中的某一个“局部真实”做出描述。当然,根据基本逻辑或曾经得到西方哲学认同、一种初原意义上的理性判断,性质不可能独立存在而只能从属于拥有该性质的特定物质对象。因此,一个合理的知识系统,在逻辑上可以被视为针对物质对象所作“理想化”认定的逻辑必然,或者“理想化”物质对象内蕴“抽象同一性”的等价性表述;

(5) 显然,还必须做出补充澄清:对于此处所说的“理想化”前提认定,尽管相应刻画“主观意识”中的一种人为判断。但是,从这个人为认定的“本质内涵”考虑,任何一个合理的“主观认定”必然具有依赖物质对象的“客观性”基础,完全不同于 Hilbert 的那种纯粹的现代“独断论”主张。更明确地说,对于任何一个合理的“理想化”认定,它必须吻合于物质对象中那些“真实存在并且往往起着主导作用”的客观真实;

(6) 作为以上陈述的自然推论:在认识物质世界的时候,人们真正可以做到的只是,对知识系统的范围、深刻程度做出前提性的限制;

(7) 反过来讲,任何合理的知识系统不仅有限真实,而且必须存在于一个确定的“有限论域”之中,逻辑地从属于一个特定的“理想化”物质对象;

(8) 事实上,也仅仅因此,依赖不同“特定论域”的限制,人类的整个知识系统才可能彼此逻辑相容地得以共存;

(9) 当然,对于自存、无尽、充满差异和复杂性,并且原则上不可分割彼此关联的物质世界而言,根本没有任何“统一、和谐、简单”而言,但是,人类所构造的理性知识系统则必须是“统一、和谐、简单、自然”的。凭借杜撰科学语言构造“普适真理”的理念,只可能将人类的科学事业引向和科学背道而驰的紊乱和愚昧之中。

显然,如果能够对于以上的基本判断形成一种理性共识,那么,针对以下命题所作的讨论在本质上已经显得多余了。这样,以下的哲学论述采取尽可能较为简洁的语言,甚至直接给出相关结论。

17.3 真理与谬误——知识判断论的检讨

哲学家这样告诉我们:

“与知识起源和知识对象问题相联系的另外一个重要而基本的认识论问题,就是知识的判断问题,亦即真理问题。知识的目的在于获得真理。然而,什么是真理?何种意义上的知识才能被称为真理?或者换句话说,什么才是判定真理的根据和标准?”

从哲学上看,主张真理就是命题与事实之间相符合的‘符合论’;坚持真理是命题与命题之间相融贯的‘融贯论’;以及强调只有有用的东西,即导致预期的结果或使人类得到满足的东西就是真理的‘实用论’,是真理问题上的三种基本的理论类型。”

17.3.1 “真理涵义”之辨析

在关于真理问题的探讨上,被哲学家们视为一种哲学上必要的前提性基本知识,他们往往这样告诉我们:

“在哲学上,真理作为认识论或者知识论体系中的一个核心范畴的特征,在于通过它能够体现或者揭示出人类认识或者知识之一种‘是真的’或‘为真的’性质或状态。

何谓‘是真的’或‘为真的’?如何看待真理范畴涵义?它们在客观上涉及相关的三个基本问题:真与假;逻辑真还是事实真;以及几种不同类型真理论的区分。”

仍然值得在此引用《西方哲学词典》在“真理(Truth)”条目中的所做的主要解释:

“当科学在寻求什么是真(What is true)的时候,哲学却在追问什么是真理的本性(What is the nature of truth)。由于真理涉及与实在(Reality)的特征的关系,一个自然的回答是:如果一个信念(Belief)符合于实在,则它是真的。这是大多数人所主张的对真理的符合论说明。不过,这一理论存在许多困难从而导致许多替代的真理论以尝试克服这些困难。”

注意,尽管哲学似乎看起来远比科学高深和纯粹,以至于哲学家指出当科学只能讨论“什么是真”的时候,哲学家们却在探究“真理的本性”这样远为深奥和含蓄的命题。且不知,当哲学家连“实在为何物”的逻辑前提尚无能为力解决的时候,这种看似深刻的探讨不仅由于陷入循环逻辑之中变得空无一物,而且,最重要或者也是最要害的问题是,哲学家此处所主张对“真”的内涵作出的退让,无非是为自然科学之中大量存在的矛盾或者悖论寻找遁词罢了。当然这也是哲学一方面指出“理性”大致等同于“逻辑”的同时,而现代哲学甚至对一切理性陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则同样做出让步的原因。

原则上,哲学对于科学研究的指导作用在于也仅仅在于:如何捍卫“理性”意识之中许多最朴素、最简单、最自然甚至最直观的基本理念,以免自然科学研究由于形式过分繁杂而在大的理念或者宏观思维导向上出现不应有的认识紊乱。但是,当哲学自身变得越复繁杂,并且陷入由于逻辑前提或者概念前提无法确定而出现的循环论证之中不能自拔的时候,混乱的哲学则反过来成为科学紊乱的最好避难所。当然,这正是一些自然科学研究者的内心世界尽管轻视哲学探讨却仍然愿意与哲学家结成同盟的缘故。

其实,对于一个多世纪以来投入太多精力、时间和物力的流体力学的湍流研究,当流体力学工作者首先把“湍流”界定为“无规则流”的同时,又在努力探讨“无规则流的运动规律”的时候,哲学家应该凭借最简单和自然的哲学理念首先站出来告诉流体力学家:这样的研究始终不能成功,因为一旦获知“无规则流的流动规律”,那么已经对“无规则流”的逻辑前提构成完全逻辑否定。但是,我们的哲学家似乎只能始终跟在科学家的后面,说着那些附和科学家们的公然粉饰认识紊乱的话语。

17.3.1.1 “真与假”陈述中的命题篡改

真与假是相反相成的一对范畴。所谓真,如果撇开它在特定理论体系或命题结构中的要求来看,“真实的”无疑是它的最基本涵义。哲学上所谓真理之真,当然不止于日常生活中素朴的、直观的真实性认定,但无论对这种真的涵义在理解上有多么不同,真实性仍然是它的基本要求。

“真”的唯一本质内涵只能是“真实”,该界定没有素朴、直观的浅层次意义。因严格性或严密性而篡改“真”的语意,必然陷入逻辑紊乱。至于“真”和“真理”,词性不同,不具可比性。混淆两个词语,是哲学蓄意掩饰真理观上的认识紊乱。

问题的复杂性在于,当我们把真实性作为真理的一个基本要求,但不囿于素朴的、直观的真实性认定来看待真理的涵义,并且力图从知识论的角度来规定真理的概念时,一些本来不成为问题的问题都会成为横亘在我们面前的难题。思想、信念、意见、判断、语句、观念等,它们作为人的认识或认识体系中的一些重要环节或因素,无疑都有真和假的问题。然而,“是真的”或“为真的”东西究竟是什么?我们能否把上述环节或因素中的任何一方面都规定为真理之真的基础或体现呢?显然不能。这是因为,如果我们把“为真的”看作是观念的性质,那么真理就必须对应于观念所指之对象。如果我们把“为真的”看作是意见或思想,那么真理就决定于人的主观认识。所以,哲学家们一般认为,是判断或陈述,亦即命题之所指有所谓真或假。

进一步的问题就是:究竟怎样才能判明一个判断或陈述的真或假呢?这是较前一个问题更为现实、更为具体的问题。从哲学上看,判断或陈述的真或假,其判定往往由于两个互相缠绕、难以分割的方面相互作用而变得殊为不易,这就是:判断或陈述本身固有的真或假与人对判断或陈述的信念的真或假。前者是事实为真,后者是信念为真。真命题或真理应该是客观条件与主观条件、事实为真与信念为真的统一。然而,这两者在相当场合、相当情况下也存在分离的可能。

既然判断或者陈述之真只决定于它们与确定事实之间的关系,而不取决于人们判断或陈述本身的关系,不受人对判断或陈述的信念的真或假的影响,因而客观性就应是真理的基本属性。

一切真的知识,或者说是包含真理的知识,都是客观性知识;而一切不具客观性的知识,都是一种虚假的知识,或总是包含谬误的知识。

同时,客观的知识必定也是确定的知识。任何确定的知识都意味着包含了客观的内容,否则就不能获得确定的性质。

不过,确定的知识固然都是真的知识与具有客观性的

继续在有意识地篡改命题:

1. 某一个陈述是“真”或具有“确定”意义,是真理性陈述的必要条件。如果一个陈述真假不分,缺乏确定性意义,那么不具讨论该陈述的前提。反过来,并非真的或者具有确定意义的陈述都是真理性陈述。哲学在故意混淆原本简单明了的概念;
2. 当然,除了故弄玄虚的哲学家蓄意混淆“真”和“真理”以至于自己抑或不知所云,任何素朴、平凡思维的人都知道:“仅仅命题之所指才有所谓真或假”。

到此,哲学家才说出真理性问题的核心:“究竟怎样才能判明一个判断或陈述的真或假呢?”这是整个西方哲学和西方科学世界至今无力解决的基本命题^①。

至于“事实为真、信念为真”绝不是仅仅“存在分离的可能”的问题,而是两个完全不同的命题。哲学家又一次在欺骗哲学和他们自己。

1. 毋庸置疑,“客观性就应是真理的基本属性”;
2. 其次,任何有效论述必需的“确定性”并不等于该论述具有合理性;
3. 继而,一个合理的陈述并不一定具有客观性或实在内容。不具“实在(客观性)”内容的知识,如作为形式语言的数学仍属于人类知识中极其重要的范畴;
4. 最后,关于物质世界知识的真理性不等于形而上学的简单、绝对客观性,得依赖“有限论域”的保证。

① 提请人们重新阅读和注意节 9.5.2,即“自然科学研究真理标准的重新探讨”曾经指出的一系列基本事实。其中,Einstein 曾经诚实地告诉人们:无论他所说的“外部证实”还是“内部证实”其实都不可能存在。当然,之所以出现无法对科学陈述做出“真伪判断”的这样一种反常状况,是因为目前西方人构建的哲学体系和自然科学体系都隐含太多的认识悖论或者逻辑不相容状况的缘故。

知识,但却不能反过来说不确定的知识都是假的知识和不具客观性的知识。

知识的确定性乃是相对于人而言的东西。人的知识就其发展而言,总是要经历一个由不确定到肯定的过程;而且就人的知识的基本性质来说,感性的知识,或者说对经验事物的知识,其确定性程度相对而言就要低一些。在这个意义上,有关经验事实的知识,或者说经验性的真理,永远只具有相当的而不是绝对的性质。

再次出现严重逻辑紊乱:将逻辑地隶属于物质世界的知识体系,与人类对物质世界有限认识与人所构建的知识体系混淆在一起。人类构造的知识体系永远只能属于相对真理,处于永恒发展和变化之中。正因为此,远谈不上西方科学世界着意渲染的“第一性原理”。

或许不得不真诚而坦率地指出,历史和现实似乎都一再说明这样一种基本事实:自命能够并且应该对科学形成“指导”的哲学,其实几乎总是站在科学的后面,通常只能对科学做出一种事后的大概归纳和总结。

之所以出现哲学本质上往往会成为“科学附庸”的状况,除了因为西方哲学一种“无所不包”的幼稚愿望,恰恰使其只能走向“无所不包”的反面这样一种前提性认识悖论的问题以外,还因为哲学家总存在自己一般不善于或者基本不懂得如何使用严格“形式语言”分析问题的致命缺陷。这样,除了附和科学家那些似乎已经获得足够科学验证的结果,并且仍然由于并不真正懂得逻辑还自发地期望为这些科学研究结果提供进一步的哲学依据以外,他们缺乏一种具有决定意义的力量,能够站出来公开和严肃地与现代“约定论”,这样一些连中世纪“经院哲学家”都予以唾弃、明显违背人类“理性”原则、对逻辑构成恣意玷污和严重破坏的现状进行抗争。

17.3.1.2 关于“逻辑真和事实真”的“细节化”模糊论题的本质

判断或陈述作为真理表达的基本逻辑形式,其“是真的”或“为真的”性质固然取决于是否与最终与外部实在取得一致,然而,这种真与不真、一致或悖逆的论证却是一个极其复杂的过程。从理论上讲,真理属于认识论或者知识论的范畴,而在认识论或知识论的领域中,知识与信念的交织和缠绕使得人对事物所作的判断与该判断是否无偏差地符合事物自身的区分变得尤为困难。

此处所有陈述无非是上述“不断混淆概念和篡改命题”的继续,干扰了基本命题的严肃探讨。借助不断添加概念与形式上的复杂化,掩饰基本命题上真实存在的“无力、无能”状态,不仅普遍存在于西方哲学,同样也是现代自然科学研究中的重大弊病。

在什么情况下能够确切地说“知道了”?而在做出一个判断或者陈述以后,又能在多大程度上声称“我知道此事无可怀疑”?

提出“什么情况下”以及“多大程度上”的问题具有重要意义,对形而上学的绝对化构成逻辑否定。

显然,这里涉及的不只是一些原则或前提的问题,其中还又大量逻辑上或技术上的细节需要澄清。

一切关于“逻辑真和事实真”细节的陈述,只是明显事实的无意义重复,

干扰了基本命题的解决。

17.3.1.3 “真理论”的“空”陈述

所谓真理论,就是以真理为研究对象的、关于真理问题的理论。西方哲学中,真理作为源远流长的认识论或知识论的一个核心范畴,可以区分为三种基本哲学理论:即“符合论(Correspondence)”、“融贯论(Coherence)”和“实用论(Pragmatic)”。

- 1. “真理论”又一次陷入循环定义之中,什么也没有告诉人们;
- 2. 无以穷尽的主义、理论并不表现智慧和真诚,恰恰对无力解决基本命题真实状态构成无聊的掩饰。

17.3.2 “符合论”辨析

在哲学上,“真理问题”通常被哲学家称为整个认识论的核心。

全部认识论的核心是真理问题,而真理问题的要害在于如何判明理论的性质和真假问题。

注意“真理问题”命题具有确定意义:针对某“理论”体系所作“判明该理论的性质和真假问题”。

何为“符合”?认识与对象、观念与实在如何才能做到“符合”?这是哲学家们长久以来为之殚精竭虑、苦心孤诣必欲加以解决的一个重要问题。

而“认识 and 对象、观念和实在”两对概念是否一致及在怎样基础上一致,为与上述真理问题不同的命题。

对相关命题做出严格意义的界定,不允许随意混淆不同的命题,是处理任何科学难题所必须遵守的最重要前提。

因此,切不可将上述两类不同命题混淆。甚至可以这样说:对于某一个给定的理论体系而言,关于“认识 and 对象、观念和实在”的问题,属于必须解决的前提性基本概念。反之,一旦真正能够对这些前提性概念做出明确而清晰的界定,那么,关于这个理论体系“是否真实”以及具有“何种程度”的真实性,或者这个理论体系得以存在的“逻辑前提”以及“有限论域”这样一些几乎为西方哲学体系乃至整个现代自然科学体系通常忽视,然而具有基础意义的基本理念,乃至关于该理论体系的“真理性命题”会自然地得以解决。

当然,也正是对这种前提性理念的忽视,西方哲学家数千年来尽管“为之殚精竭虑、苦心孤诣必欲加以解决”,但是他们却始终不能解决的根本原因。从认识基础开始就陷入逻辑紊乱,当然后续思考同样只能是紊乱的。

17.3.2.1 “符合论基础”中的循环逻辑

符合论在其最初的意义,表达的是一种认识与对象、思想与实在的契合关系。

而任何认识与对象、思想与实在的关系,无不涉及到两个基本的方面:对外,涉及知觉与对象的关系;对内,涉及知觉与理性的关系。如何说明这两个问题,取决于如何看待知觉,如何看待主体与客体,以及如何看待主体与客体的同一性问题。

哲学史上,Aristotle 就是从知觉的意义上理解真理,用符合论的方式来规定真理概念,一个相关的符合论定义为:“每一事物之真理与各事物之实是必相符合。”在论及古希腊学者的理论贡献时,Hegel 则明确指出:“关于真理的一般有名的定义‘真理是对象和意识的一致’正是被他们提出来的,真理的通常定义是‘真理是观念和对象的符合’。”

人作为知识的主体,无疑具有将事物的形式和质料综合成为统一知识的能力,这种能力就是专属于人而动物不具的“理性灵魂”或“心灵”。在这个意义上,人不过是“理性的动物”,通过感官与事物的接触为理性提供了为之演绎的材料,从而理性能够通过思维把握形式或共相。就此而言,理性把握了事物的形式或共相,也就认识了事物与实体。理性思维与对象符合,就是主体与客体的统一。在这个意义上,思维者和被思维者是同一的,由此形成的二者统一就是真理。

无法对“认识与对象、思想与实在”做前提性认定。因此,任何涉及它们之间契合关系的谈论,只能在逻辑上陷入“空言”陈述。

关于物质对象的知识,只能逻辑地隶属于被描述的物质对象;此外,知识是“人的群体”的共同创造。因此,需要一种智慧:寻找隶属于物质对象,同时又独立于研究者个体不同“主观意志”的途径,寻找知识的客观性基础。当然,在探讨知识的客观性基础或者合理性的时候,反而引入需要努力摆脱的“不同主体思维”的影响,讨论只能再次陷入逻辑紊乱之中。

西方哲学家必须逐步形成一种自觉的理性意识:他们所说的“观念”永远差异于他们心目中的“对象”。正因为此,任何以“真理是观念和对象的符合”为终极目标的探索,已经将他们的思考前提性地置于永无终结的徒劳之中。

切切不可轻易提及诸如“绝对真理”这样的命题,相反,需要自觉、认真、严肃地思索任何一种知识体系必然涉及的“逻辑前提、存在条件、有限论域”问题。

不能不再次指出,由于概念自身缺乏定义,相关陈述不仅仅本质地隶属于“空言陈述”的范畴,还给人们带来思维困惑。

其实,谈不上“理性把握了事物的形式或共相”这样一种不仅“空乏”并且完全“失真”的论断。理性的全部意义在于并且始终在于:保证知识体系的无矛盾;概念的统一、形式表述之间逻辑相容性等等。当然,所谓“思维者和被思维者是同一的”同样只是一厢情愿的无稽之谈。理性思维的使命在于也仅仅在于:通过“逻辑前提、存在条件、有限论域”的明确限制,展现一个尽管“有限真实却不允许彼此相悖”的相容性陈述。

西方哲学家们引入了太多概念、理念乃至主义。但是,由于所有这些认定缺乏明确的前提性限定,以至于所有关于这些概念、理念和主义的论述,在逻辑上只能彻底陷入“循环论证”的

范畴。事实上,在西方学者不断引入概念、理念和主义的时候,他们甚至从来没有真的弄清楚自己到底在说些什么。从哲学思维考虑,这同样是 Hegel 的“辩证法”并不真的相合于“辩证思维”博大精深的内涵,却仍然本质地显示着简单形而上学思考问题的缘故。

与此同时,这样一种前提性的认识紊乱,同样十分可悲地出现在主要由西方人所构建的现代自然科学体系之中。事实上,这正如 Newton 引入了一个称之为“惯性系”的概念作为他经典理论的整个陈述基础,经历了 400 多年,包括 21 世纪的现代量子力学家们都能够不加思考地、娴熟地运用着这个所有现代人所周知的初原概念。直至今日,仍然是谁也不知道到底应该怎么定义这个关系到整个现代自然科学体系存在基础的最初原概念。然而,西方科学家们却利用这个不知所以然的概念,不断向人们展示着许许多多的新概念。

17.3.2.2 “Locke 真理观”蕴涵的“真理火花”与一个“合理”哲学命题的遗留

由于形形色色概念缺乏确切定义以及一种形而上学简单思维的痼习,西方哲学几乎不可避免地要陷入前提性认识紊乱引起的认识困惑之中。但是,与西方哲学中普遍存在的繁琐不同,作为西方近代哲学启蒙者的 John Locke 却提出了“我们需要追问我们的许多概念是否极不清楚、极不恰当的”这样一种本质上会动摇整个西方哲学形而上学思考模式的质疑;向人们指出“在有可能处理大问题之前,必须首先考察我们的工具,也就是我们的概念”这样一个对于澄清人类的知识体系(包括哲学和自然科学)具有根本指导意义的课题;同时为自己构造了“从事思想清洁工作或者对我们的知识作一番批判的检验”历史使命^[7]。

正因为 Locke 手握或者努力运用“哲学批判、严格逻辑”的武器,提出和遵循他所说的那种“循序渐进、步步探索”的思维方式,Locke 的许多思想远不仅仅属于“经验论”的朴素“唯物主义”范畴,而且 Locke 的许多论述还往往显示出西方哲学中似乎极其难得一见的、与形而上学思维格格不入的“辩证思辨”模式。

在近代哲学史中,Locke 是第一个试图从“真理是知觉观念之间的符合”的角度,定义真理的经验论哲学家。Locke 给真理所下的一个符合论定义是:真理是代表观念的各种符号之间的契合。

作为一个经验论哲学家,Locke 不否认人在知觉之外存在着一个独立于知觉的物理世界。但是,Locke 又不同意早期经验论哲学家所主张的,人们意识到的东西与意识之外的物质实体是等同的,人们已获得的经验材料与经验所表征的对象是等同的,人们通过知觉的性质可以直接地、绝对地把握外部物体的本然状态的观点。在 Locke 看来,固然应该承认物理对象的独立性,却不能由此认为知觉与物理对象就是完全等同的。

尽管 Locke 的真理观仍然有如何进一步准确化的问题,但无论“真理是知觉观念之间的符合”还是“真理是代表观念的各种符号之间的契合”都与后面对 Locke 相关理念的陈述存在相当差异。

Locke 在此处做出的陈述不仅仅是准确的,符合“逻辑”,显示西方哲学中极其难得的“辩证思维”光辉,而且还隐含这样一种理念:理性思维并不简单等价于完全逼近物理真实。事实上,正是这样一种永恒差距,给人类认识物质世界留下无尽的探索空间。切不可妄谈“绝对真理”或者许多自然科学体系赖以存在的“第一性原理”。

于是,这就决定了我们知觉到的东西绝不可能与物理对象完全等同,它们至多只是对物理对象的一种摹写。不仅如此,由于事物本身是否互相契合,即事物之间的关系是无法经验到的,因而人所能知觉的只是观念自身是否契合的问题。所以,所谓真理,“只是按照实在物的契合与否,而进行的各种符号的分合”。

至于 Locke 所说“只是按照实在物的契合与否,而进行的各种符号的分合”显然是意义并不明确与完整的陈述,不妨理解为两种内涵:
作为科学语言的概念与被描述物质对象之间“必需的大致”吻合,乃至成为对物质对象所蕴涵某些本质内涵而构造的“理想化”定义;
但是,所有的科学陈述必须严格遵循无矛盾性或者逻辑一致性原则。

作为从事一般自然科学研究的工作者,笔者几乎不可能有足够时间和充裕的精力较为系统地阅读哲学书籍。只是一种大概的读书习惯,试图从哲学往往过分繁琐论述的只言片语的阅读和学习中,努力汲取有用营养启发自然科学研究罢了。但是,读到介绍 Locke 关于“真理论”的“不拘一格(摆脱西方哲学习惯性的形而上学繁琐思维)”论述,不由涌现一种震撼心灵的感动。

其实,哲学研究或者哲学争辩,并不真的决定于不同研究者就“唯物主义”或者“唯心主义”所持的不同信仰。不同哲学理论的肯否,最终只在于能否真正使用“符合逻辑”的语言,阐述人们心目中所期待的“理性”罢了。正因为此,笔者才会一再强调,自然科学研究必须严格遵循的“物质第一性原则”并非信仰,而仅仅是“逻辑自洽性”原则的逻辑使然。同样,“辩证唯物主义”和“历史唯物主义”作为一种认识观,不能仅仅被视为一种信仰,在原则上它们就是吻合于“理性原则”的科学陈述。

17.3.2.3 对 Locke 真理观的“Berkeley 逻辑批判”中的“反逻辑”

不可思议,我们的哲学家为什么会有这样一种喜好或者判断:总愿意将“逻辑简洁而明快”之类的判语加在忠实捍卫神学的 Berkeley 大主教身上。

其实,既然已经指出“以知觉经验为出发点的主观性,经过一个繁杂的推论构成,竟至以承认上帝对知觉秩序和连贯性的约束和限制为其归宿,主观论走向了客观论成为认识论中的一个难解之结”的质疑,那么,可以逻辑地断言 Berkeley 大主教的推理必然不合乎逻辑。事实上,Berkeley 只是利用了西方哲学家一直没有对陈述句的“逻辑归属”予以严格限制的思维缺陷,才能够凭借不经意之间变换着陈述句逻辑主体的小技巧,最终达到随心所欲摆布逻辑的异常状态。

在真理问题上,Berkeley 也是从符合论的角度提出问题,并且他的逻辑简洁而明快;可感觉的东西都是可知觉的,可直接知觉的对象就是观念,观念只存在于心中。

讨论知识体系真理性时,只存在知识体系与被其描述物质对象两个逻辑主体,此时,不涉及构造知识的人。在逻辑上,这与无法讨论睿智的 Berkeley 主教心目中的知觉系统与某智障者知觉系统,甚至手握仪器的现代人与古人是同样道理。

在 Locke 哲学中,由于存在着不能解决的物体与观念的对立,第一性的质的观念与第二

前面分析中,笔者同样曾经指出引入第一性和第二性的不恰当,反映了 Locke 的某种思维缺陷,乃成“蛇足之举”。但是,肯定自存物与对其描述必需

性的质的观念的差异,表现出实体与知觉关系上彷徨不定的状况。

的确定逻辑关联及其差异的辩证统一,恰恰显示了西方哲学中极为罕见的“辩证思维”光辉。

在 Berkeley 看来,Locke“图像说”承认的“知觉与之符合的物理对象”实际上是不存在的,知觉符合的对象只能是纯粹的感觉经验的事实。就人的感觉器官而言,只能感觉到属性,而感觉不到实体。

由于 Berkeley 将“人”引入恰恰需要努力删除源于“不同人的不同主观影响”的科学陈述之中,他的分析不仅违背逻辑而且不值一提。

17.3.2.4 “现代符合论”的大概评述

从思维逻辑考虑,无论是奥地利学者 L. Wittgenstein 还是波兰哲学家 A. Tarski 就“真理观”所作属于“现代哲学”范畴中的论述,其实都没有本质地超出 Locke 最初所提出真理观的基本框架。尽管不乏若干启发性的思考,但是由于无力真正找到 Locke 思维中真正存在的不足之处,反而往往会不自觉陷入诸如“绝对真理”和“客观真理”之类,西方哲学一种根深蒂固的繁杂形而上学以及必然与之相伴的简单思考之中。

因此,不再花费笔墨继续讨论所谓的“现代符合论”,同时,也不讨论“从命题体系内部的融贯关系”而定义“融贯论”这样的真理观。事实上,如果一个陈述系统自身真实存在矛盾或者逻辑悖论,那么,这个陈述系统已经背离真理,根本不值得认真对待。当然,也正是所有的这一切,西方科学世界才会沦落到 Einstein 所说原则上根本不能做出任何严格科学判断的地步。

17.3.3 “实用论”的历史背景和允许“对矛盾退让”的本质内涵

在西方哲学努力寻求他们所期待的某种“绝对真理(形而上学)”时,如果只是凭借添加“无以穷尽的概念、理论和主义”以回避认识困惑中某些暂时存在的矛盾点,绝对不能表示探求真理所必需的智慧乃至真诚,相反,恰恰对“无力解决基本命题构成种种无聊掩饰的尴尬”做了一种极为生动的刻画。因此,解决西方哲学疑难的要害,首先在于需要一种面对矛盾的真诚和勇气,其次则需要把他们从形而上学过分繁杂而又过分简单的思考之中解救出来。应该形成一种朴素、自然的理性意识;对于某一个“有机存在、整体意义”上的“性质集合”而言,一旦对其作无穷分割,并且试图将其中任意一个“性质单元”与“性质集合”的整体完全割裂开来的时候,一切都变得面目全非,不仅仅“性质整体”不再存在,而且“性质个体”同样会失去赖以存在的基础。

事实上,从人类开启“文明史”以来,绝对不是人们并不知道“实用论”具有的“实用”价值,但是,任何一个“期望思考或者愿意思想”者绝对不会仅仅轻易将源于经验的知识仅仅满足于“实用”的层次之上,而期望对“经验知识的合理性”做出某种解释,或者赋予这样的知识以某种自己能够大体接受的“道理”。只不过,经历了数千年,人们并不真的能够回答内心期待的那种“道理”到底是什么的问题,从而出现此处所述西方哲学针对“真理观”所作的讨论。或者说,正如至今无法或者无力真正回答“什么是人或者人为什么存在”这样一些问题一样:面对无尽大自然,其实除了保持陈述语言的严格一致性以外,人们永远不能真正说出比大自然本身更多的东西。

尽管往往对“为什么”的问题难以自觉地形成这样一种理性意识,或者主观上根本不愿意

轻易放弃对“心目中某种的道理”的追求与期待,但是,任何人内心都明白:与“道理”保持起码一致的最低标准则应该遵循不同陈述之间的“无矛盾性”原则,承认“任何矛盾本质上意味着对理智构成背弃”的基本判断。然而,全部问题恰恰表现为这样一个自人类开始懂得思维以来就从来没有任何人否定过的“理性”原则受到了怀疑。并且,这种对于一般理性原则的动摇恰恰发生在“孕育现代技术革命”前夕的 19 世纪末和 20 世纪初。

进一步讲,当哲学家指出用以判断真理标准的“实用论”出现在这样一个特定的年代时,人们切不可忘记这个历史时期科学世界曾经发生的一切:不仅仅物理学的天空出现了 Kelvin 所说的两朵乌云,而且连数学本身也出现数学基础的逻辑悖论问题,……。而且,此时所有发生的一切,最大的困惑并不是此处所述“到底何为真理”这样一类只能称之为“哲学清谈”的问题,而根本地在于自 17 世纪 Newton 力学开端整个的经验科学体系,面临着“处于彼此对立的互否定之中”这样一种对于人类通常认定的“理性意识”的最严峻挑战。如果沿用 Einstein 的描述,此时一切本质上发生的是:物理现象中“无可否定”的基本事实,却同样“无可否定”地处于“矛盾”之中!

在一位或许可以视为目前西方哲学界不无影响哲学家的哲学著述中,当其谈及“当代西方哲学”概况的时候,曾经以一种十分自豪口吻提出“整个当代哲学可以视为对现代物理量和新逻辑的新成就的哲学回应”的判断^[7]。

其实,与这位现代西方哲学家的判断完全一致,或者无论是从“历史唯物主义”的科学认识论出发,还是从“一般逻辑分析”的严格思维的角度考虑,对于诱发于那个特定的历史时代,关于“真理观”所构造“实用论”,它的全部本质意义在于也仅仅在于:对整个人类数千年来孜孜以求的“逻辑、理性、无矛盾性”等这样一些最为“平凡、朴素、自然”的意识,当自然科学家由于无力解决太多复杂问题已经不得不完全放弃的时候,哲学家则同样以一种完全“公开”方式所表达的回应。这样,现代自然科学从哲学家那里获得一种哲学上的合理性,进入人类认识史中另一个“神学”时代。事实上,如果说中世纪经院哲学家 T. Aquinas 都明确对“由上帝到事实”这样一种“约定论神学”的唾弃或者蔑视,而提出“从事实到上帝”的赋予神学以某种“哲学内涵”的主张,那么,现代神学远比中世纪的神学走的离理性更远和无所顾忌。当然,也正因为如此,才可能达致 Hilbert 通过他的“公理化思想”中对“理性、逻辑”所作肆无忌惮的攻击。

因此,不仅仅需要揭露实用主义的哲学本原,它在本质上对数千年来人类所向往的“真理精神”或者“理性原则”形成一种事实上的背叛,同时也严肃指出一个科学工作者不应有的虚伪,哪怕它仅仅是无意识的。在科学研究中,明确存留认识中暂时存在的不足,或者公然向人们昭示某些暂时无力没有解决的问题,不仅仅是科学研究自身之必需,而且还是对科学工作者的科学人格提出的一种起码要求。

其实,一旦真正认识到产生“实用论”的特定历史背景以及它实际蕴涵的哲学本质,那么,对于这样一种“真理观”的继续分析已经没有意义,或者说原则上已经属于完全多余的讨论。

但是,人们总可以相信,对于任何一个诚实的哲学家而言,绝对不愿意或者心甘情愿地舍弃“恰恰需要哲学予以捍卫”的理性或者逻辑。事实上,对于这个特定历史条件下出现的特定哲学思潮,作为这个哲学体系开创者的 C. S. Peirce,不仅仅并不愿意接受实际上一个已经被进一步“异化”了,或者又再一次“实用主义化”了的“实用论”观念,而且明确表示对任何“放弃逻辑”的实用主义的反对。

在《西方哲学词典》的名为“实效主义 (Pragmatism)”条目中,有这样一段有趣的历史性陈述:

“虽然‘实用主义 (Pragmatism)’一词是由 Peirce 本人引入的,但后来又发明了‘实效主义 (Pragmacism)’

以标示自己的实用主义观点,达到使自己与其他形式的实用主义,特别是他认为是反理智的 W. James 的更为通俗的实用主义保持距离的目的。

实效主义起初是一种逻辑方法,建立在 Peirce 的实用主义原理基础之上。这一原理表述为:‘对于我们的某一个概念对象,考虑它可能具有什么样的可想象的具有实际意义的效果。那么,我们关于这样一些效果的概念,就是我们关于这个对象的概念的全部。’这是一个意义澄清的标准,它把一般术语的意义与对于结果的预期结合起来。为获得一个抽象表达式的清晰含义,我们仅仅需要考虑它涉及什么样的可想象的效果。这些效果的概念对我们来说,就是这一表达式总体上的确定意义。

(Consider what effects, that might conceivably have practical bearings, we conceive the object of our conception to have. Our conception of these effects is the whole of our conception of the object. This is a criterion of the clarity of meaning which connects the meaning of general terms with expectations of consequence. To attain a clear meaning of an abstract formula, we need only consider what conceivable practical effects it may involve. The conception of these effects is for us the whole positive significance of that formula.)

Peirce 由此试图用这一标准去澄清传统的哲学问题和消除传统的形而上学问题,尽管他自己也提出了一种强硬的形而上学主张。Peirce 强调,实效主义是一种逻辑的理论而表示一种思辨哲学。”

显然,在 Peirce 的哲学主张中,那个人们希望认识的“对象”在逻辑上仍然是处于前提位置之上。也就是说,他的思想本质上的确不同于 W. James 和 J. Dewey 的“实用主义”主张。后者提出“应该通过寻求由一信念为真所造成的差别去探求真理(Truth should be approached by enquiring about the difference made by a belief being true)”的判断模式,此时则是信念被赋予了独立的前提意义。因此,Peirce 做出一种澄清,无论从哲学还是从逻辑的角度考虑,都是必需的。

如果把“实用主义”这样一种纯粹“人文主义”的理念抛开,并且,仅仅把知识体系与知识体系所描述的物质对象构造逻辑关联,那么,Peirce 的思想与笔者一直沿用的“理想化物质对象”的称谓保持相当的一致性。当然,这同时是笔者一再提出:在自然科学研究中,必须严格遵循的“物质第一性”原则,绝对不是一种哲学理念或者哲学信仰,而本原地仅仅决定于“逻辑”的缘故。

17.4 自由与必然

对于局限于研究物质世界的自然科学而言,哲学著述通常指出的“自由与必然”属于另一个需要考虑的基本命题。哲学家首先是这样告诉我们的:

“在讨论了与知识论有关的最一般问题以后,让我们转到哲学领域中谈论最多、然而也是最令人困惑的问题之一,也就是形而上学问题上来。

在形而上学的众多问题中,决定论与自由的关系问题是一个带有基础性意义的理论问题。因为,对宇宙论的任何探索,都必须公开对人是自由的还是被决定的这一问题做出说明;而对人是自由的还是被决定的这一问题的回答,又对伦理学中一些根本性的问题,如道德责任、道德义务、奖善罚恶等问题的解决至为关键。

所谓决定论和自由的关系问题,可以表述为:我们人本身究竟是真正自由的,还是归根到底是受某种外在于人的力量所决定的?如果我们不能否认人本身是自由的,又在多大程度上是被决定的?显然,无论是自然科学家,还是神学家、哲学家、伦理学家,甚至是普通人,这一问题都是他们生活中最感兴趣并能激起他们极大思考热情的问题之一。

然而,什么是决定论?什么是自由?决定论与自由之间有着怎样的关系?有关形而上学的讨论为什么必须服从决定论与自由的关系问题谈起?”

首先,作为一个无可争议的事实,著者所述知识论的最一般问题并没有得到解决。或者至此为止,只是一系列彼此完全对立的观点,以及仅仅作这些矛盾观点某种妥协的并存与展示罢了。当然,由于概念前提尚没有得以澄清,所有的后续讨论已经失去可信的基础,也完全谈不上著者自诩或者曾经真诚期待的那种“不抱偏见的推导”,大体上并没有真正超越著者所称“填空”式叙述的基本框架。

同样,当该著述特别表述对“欧洲哲学家形而上学情怀留下深刻印象”的情愫,并且反复提出“形而上学”以及“形而上学的众多问题”的时候,却似乎除了提出“Leibnitz 最早区分了‘必然真理’和‘偶然真理’这样一对重要范畴,并将这种区分推广到形而上学与非形而上学加以划分”的“理论原则”以外,本质上读者始终无从得知“如此为哲学家们深深向往的那个形而上学的前提性概念到底什么是是什么”的问题。此外,或许希望特地做出告示“虽然没有多少马克思主义的标签,但无疑是符合马克思主义哲学”的时候,仍然可以相信,该著述不会真的只想告诉人们:“形而上学的问题归根到底要归结到心灵、世界和上帝在人的思想中存在的根据和基础究竟是什么的这样一些最基本的问题”之上吧。其实,如果说古希腊人哲学的本质在于对“真理(无矛盾)”的执著追求,那么,恰恰应该唾弃一种形而上学的方式学习形而上学。同样因此,唯物主义科学观并不与一种过分狭隘的无神论简单等价。事实上,即使对待哲学,同样需要一种实实在在的科学态度。或者努力像 Locke 近 400 年前就已诚实告诫人们所作的那样:不要作道德问题和宗教问题的无休止争论;应该循序渐进,脚踏实地、步步探索;特别在可能处理大问题以前,必须首先考察我们的工具也就是我们的概念,着手于知识自身的批判和语言自身的分析。

至于某些现代物理学家特别愿意津津乐道的“宇宙论”,建议哲学家们应该需要保持一分足够的清醒,切勿不可轻易唱和。尽管哲学家自己通常不直接使用他们过分赞誉数学,但是,仍然不妨想一想:一方面公然地或者已经事实上地将理论物理中的数学严谨性仅仅视之为自欺欺人,另一方面却又创造着“实质上已经没有任何逻辑,只是存留诸如‘桌子、椅子、啤酒瓶都可以视为几何学点、线、面’这种漠视一切理性的形形色色‘约定论’,并且仅仅依赖这些已经彻底无需逻辑的不同约定串联而成”数学,那么,凭借这样的数学所告诉人们的“黑洞”能够让哲学家们敢于去相信吗?其实,无论是谈论宇宙的边缘还是它的无穷未来或许最为容易,任何人都不妨眉飞色舞一番。但是,像 Locke 所说的那样,从每一个基元概念开始脚踏实地澄清所有的认识则最不容易。

当然,由于所有的讨论只局限于一般“自然科学基础(或者理论物理)”的范畴之内,一切与“人”或者“论理学”相关,乃至与“神”或者“宗教”相关的问题原则上已经超越了此书的范围。

17.4.1 “必然真理”的幼稚可笑和逻辑错置

哲学家往往首先告诉人们:“在形而上学中,决定论意味着承认普遍的因果关系。也就是说,世界上没有一件事情不是被决定了的。如此一来,决定论就与人的自由发生矛盾。……作为决定论的思想前提是必然真理,因为世界上如果没有必然真理存在,强调普遍的因果关系也就失去了自己的逻辑基础。”其实,对于哲学家希望了解“必然真理”以及“因果关系”,从来没有真正得到确切意义的认定。因此,不仅仅任何涉及“决定论与人的自由”的讨论超出了曾经限定的论域,而且还需要指出这些结论必然变得过分素朴和天真,本质上同样失去严格科学论述的意义。

在观察西方哲学是如何引入“必然真理”的概念之前,首先看一看他们又是如何理解他们所说自然科学中的真理性的。

17.4.1.1 自然科学“真理性判定”的澄清

在自然科学中,理论或原理之真理性的判定,须求助观察和实验。在某些情况下,理论所

在自然科学中,合理性的判断必须“求助观察和实验”。但是,并不逻辑地意味着:“理论与(感觉)经验一致”就是真理;也更不表明“理论与(感觉)经验

说的东西与感觉经验之间存在着相当大的距离。

为了避免理论遭到被否证的命运,人们有时对理论做出某种程度的修改,甚至放弃理论本身。

所以如此,在于自然科学本身不能容忍通过经验观察的检验仍然存在非证实的理论,它不接受任何建立在经验基础上的不确定的结论。

之间不允许存在距离”。

在自然科学中,理论并不像哲学家或科学家以为的能够“创造”出来,因而再凭借某种“主观”意志予以修改乃至放弃。用以描述某“特定”物质对象的理论体系,只是针对该物质对象所作“理想化认定”后的逻辑必然。也就是说,合理的理论本质上是“客观”的,依赖“有限论域”的制约。

请注意:甚至 Einstein 都曾指出本质上不存在“外部证实”的问题。因此,此处所说“自然科学本身不能容忍非经验证实”以及“不接受任何经验基础上不确定结论”的断言,只是哲学家由于不知道自然科学现状一种“一厢情愿”的主观认定。

17. 4. 1. 2 引出“必然真理”中的逻辑紊乱

但是,并不是所有的陈述都是观察陈述,也并不是所有的理论都需要获得经验上的证实。有些陈述尽管它们的获得与经验无关,我们仍然相信它们是真的,例如“ $2+2=4$ ”就是一个真陈述。我们为什么相信一个并不是来自经验的陈述的正确性呢?从根本上说,是因为这一陈述是从逻辑中得来的。

对这样的数学陈述或命题,是不需要付诸经验或者实验加以检验的,相反,经验或者观察只要符合这种陈述或者命题本身,我们才认为它是正确的。

这是哲学家一种低级的认识紊乱,关键在于他们不懂得:一个“空言性”陈述尽管是“真”陈述,却属于“无意义”的陈述,当然,谈不上“真理性”陈述。对于逻辑,它的全部内涵在于也只在于如何保证陈述的无矛盾性;但是,逻辑本身却不一定告诉人们什么。也就是说,符合逻辑是一切合理陈述必须严格遵循的基本原则;但是,仅仅符合逻辑的陈述却不一定属于真理性陈述。例如,此处的“ $2+2=4$ ”就没有任何实质性内涵。方程的两侧,除了记号不同以外,它们本来就是同一的。事实上,形式表述自身通常没有真的告诉人们任何实在。但是,类似这样的逻辑关系则保证一切合理陈述处于彼此逻辑相容之中,从而成为任何科学陈述必须严格遵守的条件罢了。

再次说明:科学的必须是逻辑的;但是,逻辑的却不一定就成为科学陈述。由于建立于甚至中世纪经院哲学也断然拒绝的“约定论”基础之上,现代自然科学体系只能成为人类历史上一个最具欺骗性的“伪科学”体系。

当然,这是以、并且仅仅以“逻辑自洽性”作为唯一判断标准,对“整个现代自然科学体系”乃至“西方

在我们的推理所涉及的种种逻辑中,数学推理是最纯粹、最可靠的推理之一。在哲学上,把通过逻辑的或数学的推理方式获得的确定结论,称为必然真理。必然真理之所以是必然真理,在于它们是通过逻辑或者数学的方式获得的。而通过逻辑的或数学的方式获得的真理,是在任何可以设想的情况下都成立的真理,否则它就是不可能的。

哲学”必须进行“历史性和全局性”梳理的理由。

其实,数学的本质仅仅在于逻辑,在于捍卫严格的无矛盾性。如果只是保留了一种“数学”的称谓,却已经完全违背甚至公然拒绝逻辑,这样的“数学”还叫数学吗?

逻辑的本质在于告诉人们:凭借逻辑永远不可能推导出任何比前提更多的东西或者任何新的信息。但是,包括现代数学在内的整个现代自然科学体系,却放纵随意提出的人为约定,依赖于“人为约定”构造的信息去描述物质世界,还能够谈及任何形式的真理性吗?

17.4.1.3 Leibniz 所作“必然真理和偶然真理”划分中的逻辑紊乱

近代科学史中,Leibniz 其实是“使用形式语言构造微积分乃至整个现代数学基础”一位事实上的创始人。而且,极其难能可贵的是,Leibniz 能够在 4 个世纪以前就提出“与物质客体相分离的任何空间概念都没有哲学上的必要”的论断。但是,正是这样一种无疑十分朴实却真正吻合于自然科学本质的重要“理性”原则,恰恰为整个现代科学世界以及所有的哲学家们所忽视、遗忘或者根本从来没有在逻辑上认识到这个基本判断所具有的根本意义。以至于主要由西方科学世界构建的现代自然科学体系,不光是始终无法从“无穷多惯性系明显构造的逻辑悖论”之中解脱出来,还进一步陷入了“对 Einstein 自己所说一对不变‘钢尺和原时’完全形成逻辑否定的‘时空观’革命”这样一个更大认识悖谬之中。

但是,Leibniz 毕竟是生活在 4 个世纪以前的 17 世纪的科学家。因此,人们需要如何领会他对于数学认识的某种具有本质意义的启示,而不能视为某种一成不变的形而上学。事实上,Leibniz 对于数学或者对于逻辑,包括此处所说“绝对真理和偶然真理”的理解和认识只能是直觉的、幼稚的、朴素的和本质地违反逻辑的。

在近代哲学中,Leibniz 最早区分了必然真理与偶然真理这一对重要的范畴,并将这两个范畴的区分推广到关于形而上学与非形而上学划分的理论原则方面,从而为后来一切关于自由与必然关系问题的理论奠定了思想基础。

如果 Leibniz 的这个命题为真,那么,正如将要看到的,由于“必然真理”和“偶然真理”不具确定意义,形而上学必然不具确定意义。

按照 Leibniz 的观点,推理建立在两大基本原则上:
(1)矛盾原则,凭着这个原则,判定矛盾者为假,与假的相对立或相矛盾的为真;(2)充足理由原则:凭着这个原则,任何一件事如果是真实的或实在的,任何一个陈述如果说真的,就必须有一个为什么这样而不那样的充足理由,虽然,这些理由常常总是不能为我们所知道的。

尽管“矛盾者必为假”,但作为显然事实,“与假相矛盾的并不都真”;不得不重复指出:为尽可能构造客观性描述,必须努力摆脱源于不同研究者的不同主观意识。

此外,还有两种真理:推理的真理和事实的真理。推理的真理是必然的,它们的反面是不可能的;事实的真理是偶然的,它们的反面是可能的。

Leibniz 把数学、逻辑、形而上学等等这样一些在他看来不必依赖人的知觉和经验事实,仅仅天赋的理性原则即可获得和证明的学科,纳入必然真理的范围。

Leibniz 机智地指出,事实的真理纯粹是偶然的,但由于科学家在他们的研究所要达到的,无非是要努力抓住偶然,并把这种偶然作为其他的什么东西的后果的存在方式显示出来,从而在这种意义上才是必然的。

尽管 Leibniz 相信,偶然的事物中也有一种确定无误性,但是他明确指出:“必须在一种绝对的必然性和一种假设的必然性之间作出区别。也必须区别这样的两种必然性:一种必然性之所以成为必然性是因为其对立面蕴涵着矛盾,它被叫做逻辑的、形而上学的或数学的必然性;另一种则是道德的必然性,贤明者选择那最好的,使一切心灵遵循的那种最大倾向。”

Leibniz 的这种观点,反映了历史上一切形而上学家根深蒂固的一种信念:必须把逻辑学看作是规范性学科的前提。纯粹逻辑所涉及的对象不是个别的、暂时的过程,而是本质的、普遍的、无时间性的观念关系。只有通过纯粹逻辑的演绎,才可能获得奠基在真理的概念、判断、定义等基础上的先验命题。

同时,只有依据这些命题,才可能演绎出规范的逻辑原理,并由此推导出适当的实践规则。从这个角度看,纯粹逻辑的领域既不依赖自然界,也不依赖人,它独立构成真理、意义的特殊领域。

真理需要满足独立性要求,否则成为重言式;此外,推理不可能超越前提。因此,不能由逻辑“推导”出独立真理。于是,Leibniz 的认识前提就是根本错误的。

西方人往往习惯于使用“天赋”这样的语汇,以表达他们内心对于“人类智慧”的一种“真诚向往”乃至某种“过分自信”的时候,恰恰应该诚实地指出:这往往正是西方学者最不聪明、最不智慧乃至最终导致认识紊乱的根源。

恰恰完全相反,自然科学研究的使命正在于:从相关事件中努力删除包括不同研究者“主观意识”在内的“一切偶然”因素,寻找或者揭示寓于“理想化物质对象”之中并且“客观”存在的必然。

已经指出,对立面蕴涵矛盾的,并不一定都成为真理,更谈不上绝对真理;

至于将所谓的“贤明者”混入自然科学力求的“客观性”陈述中,这仅仅是西方学者过分自负和自大的同时,几乎必然存在的幼稚和单纯。

甚至 Kant 都指出:逻辑不能揭示任何真理,此处“逻辑等价于真理”的陈述自然属于幼稚和错误的理念。但是,任何合理和有意义的陈述必须吻合于逻辑。因此,现代“约定论”彻底抛弃逻辑的时候,哲学同样肩负捍卫逻辑和理性的使命。

作为“理性思维”工具,逻辑同样是实在的,真实依赖“人”的创造性劳动,需要人们解决数学基础悖论、何为流体力学 N-S 方程的存在基础、Maxwell 方程数学上为何不能求解以及

如何构造可求解的数学表述这样一些实实在在的问题。

在 400 年前,Leibniz 提出了关于真理的一种素朴认识。如果说,在他的陈述中几乎到处显示一种认识上的幼稚,那么,这不仅完全可以理解,而且恰恰应该视为“历史唯物主义”的一种逻辑必然。但是,今天的哲学家如此崇信形而上学,并且仍然只是以这样一种隐含太多认识悖论的理解作为表述形而上学的认识基础则难免觉得不可思议。

17. 4. 1. 4 Kant“先天综合判断”中的逻辑紊乱

在知识性质的问题上,历史上的唯理论者一般而言都重视先天的、必然的、分析的知识,因为它们具有普遍性。在唯理论者看来,不具普遍性,随个别、偶然、特殊的变化而变化的知识是没有意义的。

与之相反,历史上的经验论者则更为重视后天的、偶然的、综合的知识,即建立在知觉基础上的知识,因为这一类知识才与经验世界有实际联系。

尽管经验论者与唯理论者在有关知识起源、本质、判断问题上抵牾对立、各不相让,但是对于两类知识(必然真理和偶然真理)的划分他们基本不持异议。

在哲学史上,Kant 率先对唯理论和经验论的这种划分发起挑战,开启了解理解必然真理的另一个道路。诚如我们所知,在知识起源问题上,Kant 同样认为一切知识只能通过经验得来。但是,与其他经验主义者不同的是,Kant 添加了一个重要的限制条件:必须把实际产生知识的东西,与知识实际采取的形式区别开来。这样,知识虽然通过经验而来,却并不导源于经验。

换句话说,感觉经验对于知识是必要的,却远不能说是充分的。因此,任何确实的知识,即具有必然性和普遍性的知识,都必须建立在这样一种判断基础之上:一方面,它必须具有分析性的判断性质,即是先天的,因为只有先天的东西才具有普遍必然性;另一方面,它又必须具有综合性判断

没有“先天、必然、分析”的知识。此处的“普遍性”被异化为“无论域限制”的曲解。知识系统普遍性的本质内涵在于:包括概念在内的陈述语言的严格无歧义性,科学陈述在给定论域中必需的普适意义。

同样属于认识论的曲解。除了保持科学语言的严格一致性,人类无法说出比大自然本身更多的东西。

正因为两种认识论者同样没有解决认识论的根本问题,无论是个别命题上的同一认识,还是其他命题上的分歧,都属于认识不当。

Kant 大致刻画了对人类知识一种素朴的理性认识,但逻辑上并不准确。更明确讲,“产生知识的与知识”对应于构造知识的“人”与知识所属的“特定物质”对象;而“知识通过经验而来却并不导源于经验”则表示:需要对构造知识的具体“探索途径”与知识体系最终的“逻辑属体”严格加以区别。

因认识前提的逻辑紊乱,“经验对于知识是必要却远不充分”的论断是空乏的。至于继而提出的“先天综合判断”,只是一厢情愿的主观认定,由于基元概念不当,成为不当且无意义判断。

的性质,即是经验的,因为只有经验才能扩充我们的知识。

在 Kant 那里,这种理想性的判断就是他所谓的“先天综合判断”。按照 Kant 的观点,数学就是一种既体现知识的先天性又具有知识的综合性的最典型的“先天综合判断”。

伴生于“无穷真理观”,一种对“数学称谓”的幼稚信仰。在现代自然科学体系中,使用无视逻辑的数学符号成为对数学本质的最大欺骗。

17.4.2 经典“因果关系”命题的逻辑紊乱

对于“因果关系”这样一个同样对于自然科学具有重要意义的命题,除了需要对相关陈述的不同“逻辑主体”加以严格界定,或者需要“摒除心理学因素”以外,本质上与已经讨论的“必然真理”没有根本差别。并且,将在后续讨论中针对这一问题,努力给出一种大致符合理性或者符合逻辑的理解或解释。但是,考虑到西方哲学习惯性形而上学中一种他们往往难以觉察的“形式繁琐与思维简单并存几乎必然导致认识紊乱”的痼习,此处需要指出的是:目前哲学著述在构造这个命题的同时,仍然隐含着若干认识悖论。

世界上一切发生的東西都有着这种或者那种原因吗?

当我们这样谈论问题的时候,实际上是在另外一个方向上提出并讨论必然真理的问题。在日常使用中,因果性与必然性往往成为一对可以互换的概念,具有因果性的东西也就是符合必然性的东西。

但是,既然必然性并不绝对地表现为先天性,必然中往往存在着偶然,那么,必然性是否就一定意味着因果性?

原因与结果的问题,本质上隶属于主观意识的范畴。实际上,以张扬理性为根本目标的哲学必须努力为自己构造有限论域,以保证论述的准确或者吻合于逻辑。与其一致,在讨论因果关系的时候,同样需要学会首先为其设置有限论域的问题。

应该注意:的确只允许“在日常使用中”,将“因果性与必然性视为一对可以互换的概念”,因为两个命题在逻辑上并不完全对应。必然性,针对特定事物而言,指称该事物需要遵循的某种规律;而谈及因果性,则还首先需要一对被称之为“原因”和“结果”命题的前提性存在。事实上,西方哲学在崇尚形而上学以及无穷剖分,从而导致形式过分繁琐但是思维却由于模式化而趋于简单的同时,在概念的认定上又缺乏逻辑上的严格一致性。这样,后续分析必然出现思维歧义。当然,这个问题同样严重存在于整个现代数学体系之中,以至于相当程度地背离了数学的灵魂——逻辑。

这是由于前提概念不清晰,造成命题自身紊乱或者无意义的明显示例:先天性属于纯粹主观意识的范畴,缺乏任何哲学上的实在意义;而某个命题表现出必然性,只依赖有限论域的存在而存在,它完全不同于一切“合理陈述(还不一定是科学陈述)”必须遵循的“无矛盾性”原则。

或者,当因果性可以在大致层面上与必然性等价的时候,因果性的强度是否也会发生像在必然真理中看到的那种不确定的变化?

任何“因果性”命题,只相应存在“是非、肯否”的判断。进一步说,若不能首先为“因果性”定义度量,则无法谈及此处所述“因果性的强度”问题。保证概念自身的确切意义,是保证相关讨论具有意义的基本前提。

或许可以做出这样一种大概推测:以上的陈述难免让所有学派的哲学家大失所望,甚至无论不同哲学流派在他们的哲学观念存在多么大的差异或者几乎完全对立,但是,在对待此处的哲学批判上面,则足以让所有不同的学派形成一个新的哲学家共同体,以表达他们的一致公愤:无法允许推倒西方哲学中的一切。

但是,事实并不尽然。如果说在“何为实在、何为知识、如何判断真理”这样一些最基本的哲学命题上,尽管不同的哲学学派总试图独立回答一些问题或者构造不同形式的主义的时候,从方法论的角度考虑,问题恰恰在于:任何一个学派并没有能够真正说其他学术观点到底在“哪一个思维点或者某一个具体思维环节”上出现了推理中的逻辑悖论。这样,长期处于“互为否定、互为批判又互为补充”的不同学派实际上又达成这样一种默契:所有的一切只能归结为不同天赋关于理性做出的不同“主观”认定,相应不存在具有“客观”意义的标准,当然最后的结局只能是谁也不能真正说服谁,从而出现西方哲学不同学派林林总总,长期共存,但是,对于“何为实在、何为知识、如何判断真理”的基本命题只能本质地处于一种“互为否定、互为补充、都不存在”的尴尬状态之中。

另一方面,西方哲学世界关于“物质与精神”孰先孰后的命题尽管已经持续了 2000 多年,但是这样的争论只能将永远没有结果地持续争论下去。事实上,这个命题本身已经陷入没有“客观”的确定标准,源于不同“主观”认定而构造的“循环逻辑”之中。

17.5 物质“实在”的重新界定与哲学的“有限论域”前提

俄罗斯教育学家 Lobachevsky 曾经深刻而不无尖锐指出:人类的认识史就是一部认识错误的历史。在科学研究中,倡导努力寻找和澄清前提认识中的不足、不当乃至错误的研究方法,与 Locke 曾经极力主张“对我们的知识作一番批判的检验”的“思想清洁”工作,或者“首先追问我们的概念是否极不清楚、极不恰当”的“知识批判和语言分析”工作,在思想导向上是完全一致的。它们都告诉人们这样一个基本事实:任何概念前提的不当,都必然使后续思考失去意义(或者可信基础)。

当然,也可以反过来做出这样的推断:当经典理论中真实存在着形形色色认识矛盾的时候,如果对于这些认识矛盾的揭示和分析真的是充分、深刻和准确的,那么,几乎一定能够自然地形成一种正确的认识体系,或者至少会对这样一种期待中认识体系的重新构造具有某种正确的导向作用和启示意义。

17.5.1 何为“物质”或者何为“物理实在”的问题

事实上,正如哲学家或者现代物理学家(特别是量子力学研究者)已经明白无误地告诉人

们的那样,哲学或者整个自然科学一个最大的前提性认识困惑在于:在人们希望对人类所生活或者存在的“物质世界”做出某种“合理”描述的时候,却至今不知道如何对这个称之为“物质”或者“物理实在”的对象做出一种恰当的定义;甚至不能对“知识(包括人的意识、思想在内)还是那个被描述的物质对象孰先孰后”的问题做出判断,以至于人类的认识系统处于前提性的逻辑紊乱之中。因此,必须直面这一基本问题的存在,做出一种“合乎理性”的前提性回答。

首先,人们需要以一种“朴实、自然而诚实”的态度,承认这样一个最简单的基本事实:远不仅仅西方学者所界定作为人类最古老文明的希腊文明出现以前,而是生活在地球上的整个人类得以诞生以前,人类赖以生存的地球乃至广袤无垠的宇宙已经真实地存在着了;

并且可以根据目前的知识,做出一种合理推断:整个宇宙绝对不会因为人类的消亡,甚至不会因为地球的消亡而消亡;

同样,人们需要以一种“朴实、自然而诚实”的态度,承认另一个独立的并且只是最简单的基本事实:人类几乎没有能力回答“什么是人”的问题,以及无法理性地解释“人到底为什么会思考许许多多如此复杂问题”等这样一些看似简单,但是至今没有给出任何答案,乃至直到人类消亡或许也永远无力做出回答的问题,更何况那些西方哲学所憧憬,但是虚无缥缈,自己尚不知所云为何的无穷真理呢?

一旦意识到这样一些基本事实,人们不难看到,一种贯串于西方哲学理念之中那种探求真理的勇气、真诚与执著固然始终值得整个人类的珍惜和尊重,但是,物极必反,如果不懂得如何对某种尽管曾经合理的愿望自觉地加以限制,那么它恰恰会走向它所追求的真理的反面。当然,这正是西方学者形而上学思维中往往存在的简单、幼稚,以及几乎必然与幼稚和简单伴生的过分自大、自信甚至不无狂妄,但是却最终不得不首先公开抛弃“逻辑——理性思维的本质内涵和根本前提”的缘故。事实上,对于西方哲学真诚期待的那种形而上学意义上的绝对真理,从这样一种潜意识真理观指导下的研究的一开始,已经注定整个西方哲学陷入了循环逻辑无所终结之中。因此,任何一个真正聪慧的研究者,必然懂得首先对“研究、知识、研究者自己”自觉地做出一种限制;而对于诚实和理智的研究者,则必须对“研究、知识、研究者自己”做出前提性的严格限制。还是那句重复多次的话:面对无尽的大自然,除了保持“概念或者语言系统”的严格无歧义性,除了保证一个陈述系统与其描述的特定物质对象严格逻辑自洽,除了保证不同陈述系统之间严格的逻辑相容以外,对于人类而言,他永远不可能真正说出比大自然本身更多的东西!

事实上,一旦建立了以上所述的认识基础或者认识前提,完全可以从西方哲学关于“物理实在或者知识对象”所杜撰的“实在论、观念论、现象论”的无聊争论之中首先解脱出来,相应做出一个“理性”的,并且必然对于这样一些经典理念同时构成某种“逻辑否定”的重新认定^①。

那么,从纯粹“逻辑”的角度考虑,或者说从哲学家所主张“一种能够与‘最高理性’保持本质一致”的思维角度考虑,到底是什么,才可能成为哲学或者物理学通常所称作的“知识对象”或者“物理实在”呢?

① 此处,需要分清两个完全不同的概念:从构造和建立知识体系的“人的认识”角度考虑,任何正确理念的建立必须依赖对被替代理论体系的学习和理解,从中汲取营养,并且必然包含这些被替代理论体系之中的理性认识;但是,从知识体系的角度考虑,一个新的理论体系必须明确指出旧陈述体系真实存在的认识矛盾或者错误,从而在必然逻辑上,吻合于“证伪”学说,构成对被替代理论体系的一种完全否定。事实上,这也是人类认识系统必须遵循“否定之否定”的轨迹发展乃至“批判哲学”的本质内涵。当然,这同样是包括 Hegel 辩证法在内的形形色色“哲学综合”,本质上始终不可能真正解决哲学基本命题上的认识困惑或者逻辑悖论的根本原因。

首先,人们面对的是一个“无尽”的大自然,并且,还是一个“充满着差异(等价于复杂性)”的大自然。因此,永远不可能构造“同一化的并且具有确定形式意义”的概念,去定义那个人类期望认识乃至描述的物质世界,即

$$\neg \exists \text{ a formulation; the formulation} \langle \text{Infinite material world} \rangle \quad (17.5.1)$$

其次,既然已经承认:无论人类是否诞生或者是否消亡,人类期待认识的那个物质世界的存在是“真实”的,也就是说

$$\begin{aligned} & \exists \text{ a material world; } \text{Persons} \vee \overline{\text{Persons}} \\ & \rightarrow \end{aligned} \quad (17.5.2a)$$

$$\exists \text{ an independent or existing-in-itself material world}$$

作为一种等价性表述,在人类希望“认识”或者“描述”这个自存着的物质世界时,对于整个“物质世界”或者物质世界中任何一个称之为“物理实在”的特定部分的“一般性表述”的“存在(Existence)”而言,它必须具备的“共相特征(Universal)”就在于“必须独立于人的存在”而存在,或者,作为该共相特征的逻辑推论,它同样“必须独立于不同个别研究者以及他们不同主观意志的存在”而存在,即

$$\forall \text{ existence } \exists \text{ a universal; independence of persons} \quad (17.5.2b)$$

独立于人类一切主观意识之中的存在都属于客观存在。这种存在客观性的基础在于也仅仅在于:它不因某一个思考中的人的逝去而消逝,同样不因整个人类的消亡而消亡。因此,尽管在逻辑上无法或者也往往无需特地为“存在”做出一个“泛定而具体”的形式定义,但是,某一个对象既然能够称之为“存在”,那么,它必须遵循的前提条件或者相应具有的最基本核心内涵就在于这个特定对象自身的“独立性”或者“客观”意义。

或许读了这样一种形式的基本认定,难免给人一种“过分空乏”甚至“似乎什么也没有说”的感觉。其实不然,正是对“存在”所必需的共性特征的理性认识,才可能形成与式(17.5.1)以及(17.5.2)所述,对于物质世界所作基本认定保持逻辑相容的理性认识。

在17.2.1.3节讨论“客观经验实在论”的时候,前面所援引的哲学论述曾经给出一段不乏深刻启示意义的陈述,值得我们重新阅读和仔细咀嚼,它这样告诉人们:

“在认识论的范围内,客观经验实在论所关注的,首先不是世界的本质是什么,或者世界究竟由什么构成的,它所关注的是意识能否达到意识以外的事物的认识。”

也就是说:从哲学的“认识论”角度考虑,人们真正关注的其实并不是“物质世界的本质或者它的最终构成到底是什么”这样一类表面上看似追根究底实质过于幼稚,一种永远只可能隶属于“无穷探索”过程中当然同样也只能“无所终结”的命题。或者说,对于任何一个真正懂得“理智思考”问题的理性思维者而言,他们真正关注或者需要予以关注的仅仅是我们的认识“能否达到意识以外的事物的认识”的问题,以及如果这种可能性存在的时候,继而解决“如何实现这样一种可能”的认识论本质问题。

于是,对于“认识论”本质问题这样一种一语中的的理解,与此处对于“实在”的解释并不形成任何认识悖论,相反,它们互为支撑地共存着。至于“如何实现这种达到意识以外的事物的认识”的另一个独立命题,则属于后续讨论中需要予以研究的基本问题。

17.5.2 知识体系必需的“客观性”基础及其主要逻辑特征

其实,仍然仅仅从“逻辑”的角度出发,并且也只是始终遵循一切“理性陈述”必须严格满足

的“逻辑相容性”基本原则,在人们希望为某一个特定“物理现象”或者“物理实在”相应构造一个描述系统的时候,在逻辑上,那个被描述的“物质对象”必然也必须处于“前提性”的位置之中,或者说该特定物质对象逻辑地成为构造描述系统的基础。进一步等价地说,在描述上述的自存物质世界时,对于任何一个能够称之为“合理”的科学陈述而言,它必须也必然被天然地赋予一种“客观性”属性或者特征。反过来,如果一个陈述缺乏“客观性”的本质内涵,那么,在描述物质世界时,这个陈述自然不可能成为真正合理的科学陈述。当然,知识体系必需的“客观性”基础,本来是一个过分简单和自然的基本事实,只不过“如何为自存的物质世界构造恰当科学陈述”的前提性命题在哲学理念上没有得到真正解决,所以才反而出现否定这样一个朴素、平凡认识的认识反常。

因此,在描述自存物质世界时,如果将如何为特定物质对象构造恰当陈述系统的问题暂时搁置起来,那么,仅仅从知识体系必需的“客观性”原则出发,也可以推知任何一个合理知识体系必须具备的基本逻辑特征。首先,对于自然科学体系中的一个合理的陈述系统,它必须“逻辑地从属于”那个特定的被描述物质对象,即

$$\forall \text{ System} \in \text{Natural Science}; \quad \text{System} \ll \text{Some special material objects} \quad (17.5.3a)$$

可以相信,这样的结论或者逻辑关联几乎应该是“自明”的。与此同时,还需要相应形成一种理性意识,这样一种逻辑上必需的从属关系,并不简单同一于逻辑上的“等价”关系,也就是说

$$\forall \text{ System} \in \text{Natural Science}; \quad \text{System} \ll \text{Some special material objects} \quad (17.5.3b)$$

当然,这样的逻辑关联同样应该是“自明”的。甚至不妨将它们同称之为“素朴、简单和自然”的基本理念。然而,严重的问题在于:人们并不能因此而允许轻视这样一些看起来似乎过分朴实的理性认识;或者说,恰恰由于某些最基本理念所存在的认识紊乱,最终导致整个经典哲学体系在“认识论”上的逻辑紊乱。

事实上,不仅仅那个自存的物质世界必须也自然地独立于人类的存在而存在,而且,尽管人类的知识体系渊源于人类的创造,但是,如果这个知识体系是大体真实、合乎逻辑,也就是合乎理性的,那么,人类创建的知识体系也同样不会因为某一个思考者个体的人的逝去而消逝,乃至不会因为整个人类的消亡而消亡。

17.5.3 哲学同样需要回答“研究什么”的问题

除了在“什么是实在”、“知识源于何处”、“怎样做合理科学判断”这样一些基本命题上,哲学至今无法做出明确回答以外,同样还面对“到底什么是哲学”这样一个同样难以准确回答的认识困惑。正因为此,《西方哲学词典》列出“哲学(Philosophy)”的四个不同条目^[1]。

此处,仍然不妨先将这些不同条目中的主要陈述摘引出来,并且采用以前习惯采用的方式首先做简短的分析,努力理解和发掘这些不同陈述中希望表达的合理思想,同时寻找哲学陈述之中所有可能存在的矛盾点。

(1) 哲学(Kant)

哲学只是可能科学的概念,并非具体地存在于任何地 需要充分注意 Kant 总是把哲学与

方,而只能通过不同途径去接近它。我们学习哲学并不是学习哲学本身,而是学习如何进行哲学思考,通过针对某些已经存在的哲学尝试的推理,去锻炼我们的推理能力。因为人类的理性思考(reason)总是主动的,所以对于“什么是哲学”乃至“谁拥有哲学”的问题,不可能做出一种终极的和独断性的回答。事实上,那样一种答案只能意味着哲学思考的终结,因而是哲学的死亡。

因此,哲学是一种理性活动(an activity of reason),而不是一个知识的静止载体(a static body of knowledge)。如果说,哲学的传统在于把哲学作为逻辑上的完满(the logical perfection of knowledge),那么,构成哲学真正基础的另一个概念则应该是,把哲学视为将人类的所有知识与人类对理性思考一种本质追求相连接起来的科学。所谓的哲学家乃是人类理性的立法者。哲学知识既渊源于纯粹的理性思考,也同样产生于经验过程之中的理性反思。

在 Kant 那里,哲学是体系性的,试图以一种模式回答所有的哲学问题;同时又是批判性的,借助对理性自身的考察,来确定知识体系的界限与外延。

Kant 指出:作为人类理性思考的一种立法,哲学具有两个目标,自然和自由。……自然哲学讨论一切存在,而道德哲学则研究什么应该存在。

“理性、推理能力”相联系的根本意义。理性与哲学在本质上不可分割。但是,仍然需要对什么是哲学的问题努力做出回答,并且,并不因为这种回答而造成哲学的终结或者死亡。

进而,Kant 把理性与逻辑构成关联,在本质上揭示:如果哲学能够视为一种武器,那么,这个武器用以捍卫一切“理性陈述”必须严格遵守的无矛盾性。

但是,即使承认“哲学乃是为人人类理性立法”,它仍然本质地不同于“哲学家乃是人类理性的立法者”。

哲学的基本功能正在于批判:检讨构造知识体系的思维是否符合理性。

无需也不能将对“思维的理性检讨”划分为自然哲学和道德哲学,也不能用哲学取代研究真实存在的科学^①。

(2) 逻辑实证主义(Logical Positivism)的哲学

基于科学应该视为所有知识范例这样一种强烈的信念,逻辑实证主义要求哲学同样具有精确性和客观性的科学标准。仅仅有两种陈述满足这样的严格科学标准,即逻辑或者纯粹数学这样一种先天性的陈述以及经验陈述。因而,传统形而上学与道德哲学中的大部分都不能称之为知识,应该被清除掉。

原则上,任何具有真实意义的哲学评判,同样需要满足“确定性”和“客观性”的基本要求。

与逻辑保证推理的可靠性但是自身并不能提供独立的知识一样,哲学只是捍卫理性思维的基本工具,它并不能直接提供知识。

① 对于懂得“理性思维”的人类而言,始终面对着如何认识其所生存的物质世界这样一个亘古不变的基本命题。不难看出,此处援引《西方哲学词典》关于“哲学”的不同条目,它们真正关注或者实际环绕的思维中心仍然针对这样一个基本命题。事实上,只是由于西方哲学家无法对这个基本命题做出正面回答的时候,才不得已将“神学”、“伦理学”这样一些明显属于其他论域中的问题混入哲学讨论之中。正因为此,再次重申,此处的所有论述不涉及任何与神学、伦理学相关的讨论,当然,也不涉及某些哲学家所说“哲学是以提高人生境界为目标的学问”那样一种特定类型的哲学。

哲学的积极作用是针对科学理论与语言的结构和规则所作的逻辑分析,因而是逻辑的一个部分。哲学必须使用科学的方法提供知识,而认识论只是科学的哲学(philosophy of science)。

正因为此,Carnap 讲:一旦清除了科学的成分,一个纯粹的科学就仅仅剩下科学的逻辑。

(3) 哲学 (Ryle)

哲学并没有真正属于自己的领域(its own domain),也根本不关心存在的问题(problem of entities),所要做的仅仅在于逻辑的范畴,相应成为维护日常语言或者科学语言的“表观语法(surface grammar)”吻合于逻辑的基础。这种做法是必需的,因为逻辑结构往往会被这些表观语法所淹没甚至歪曲。哲学具有描绘和比较所有概念的逻辑概貌,以及澄清不同概念之间逻辑关联的功能。

总之,哲学的使命并不在于直接研究物质世界的真实面貌,而仅仅在于重新安排和分析语言,从而揭示语言自身恰当的逻辑形式与准确的内涵。哲学表示经验科学,而与许许多多分散的学科或者知识形式中的逻辑密切相关。

于是,Ryle 这样告诉人们:科学谈论世界,而谈论关于世界的谈论则是哲学。(Science talks about the world, while philosophy talks about talk about the world.)

(4) 哲学(Wittgenstein)

哲学并不呈现实在的图像,既不能说明也不能演绎东西。哲学不同于各门自然科学,与它们没有共同的研究方法。哲学不能肯定也不能否定某一个具体的科学命题。因为自然科学是由真命题的总体所构成的,而哲学命题并非真理。

哲学与其称之为一种理论,倒不如视为一种活动,其目的在于通过澄清命题自身以医治我们在日常语言上的错误

并且,尽管在维护人类的理性思维方面,哲学和逻辑具有许多共性特征,但是,仍然需要努力对哲学和逻辑做出某种合理的区分。

不妨合理地相信,为 Ryle 所指出“科学谈论世界,而谈论关于世界的谈论则是哲学”这样一种关于哲学的分析更为深刻,或者说,哲学自身就是“关于理性思考进行理性检讨”的一门科学。

事实上,哲学正由此而获得了属于哲学自身的领域。

需要形成一种理性判断:一个没有确定论域的知识体系,最终只能成为一个“空言”陈述系统,并且,还因为“空”而必然陷入形形色色逻辑悖论之中。

显然,Wittgenstein 更为生动地刻画了哲学的对于科学活动本身的批判功能。

如果说,逻辑主要从自身无需确定物理内涵的“形式语言”的角度,捍卫了一切合理陈述必须遵循以“无矛盾性”为本质内涵的“理性”原则,那么,哲学则是从概念,联系物质世界与陈述语言之间的桥梁,乃至思维本身,

使用。大多数传统的哲学问题是由于误用而产生的,我们不应追求对它们的回答,实际上并不存在这些问题的答案。因此,需要像对待疾病那样对待这些问题,借助于指出它们是如何违反逻辑语法,使得这样一些问题不再存在。

为此,Wittgenstein 这样指出:全部的哲学就在于语言的批判。(All philosophy is a critique of language.)

应该说,如果认真阅读以上所列《西方哲学词典》关于“哲学”的四种不同陈述,人们不难发现,不同陈述之中蕴涵的共同性远大于它们之间的理解差异。当然,也可以等价地指出:在如何较为准确地界定哲学这个特定命题之上,哲学家并不真的存在任何本质的困难。

事实上,正如前面的讨论实际表明的那样,哲学或者科学需要面对的真正困难仅仅在于:对于人类所生存的物质世界,当人们希望努力认识这个自存的物质世界,或者对其做出某种合理的描述的时候,如何认识我们的知识体系,或者如何将人类构造的知识体系与被描述物质世界之间构造恰当逻辑关联的问题。关于这个特定命题留待下一节解决。

但是,也正因为西方哲学之中,这个有待解决的基本哲学命题一直没有得到有效解决,此处仍然有一种必要或者启示意义,对不同哲学家对哲学所做大致相同、也不无细微差异的理解作一总结,罗列出人们赋予“哲学”这样一门独特学科的本质内涵。

(1) 哲学的使命。哲学的使命或者基本任务在于捍卫一切思考必需的“理性”原则。而理性原则的最根本意义则本质地蕴涵于一切合理思维必须遵循的“逻辑相容性”要求之中。或者说,任何一种陈述如果能够称之为是“合理”的陈述,那么它首先必须严格地遵守“无矛盾性”基本准则。当然,这才是数千年来差不多所有的西方哲学家都会自觉或不自觉地将哲学与逻辑相关联的缘故。

然而,由于形而上学思考的琐碎和呆板之中几乎必然存在着思维的简单和幼稚,在西方哲学理念中还长期存在一种并不准确的认知:将数学,一个“本质上仅仅以逻辑为唯一陈述内容和分析工具”的学科,直接与“逻辑”相混同的状况。其实,逻辑或许还可以在大体上被视为一种原则,逻辑的全部本质意义仅仅蕴涵于无矛盾性之中,逻辑永远不可能说出比逻辑前提更多的东西。与其一致,以陈述、分析、展现在不同逻辑前提之下不同逻辑推理的不同具体形式特征的数学,同样也不能或者不允许说出比逻辑前提更多的东西。

事实上,如果无视甚至公开否定这样一个仅仅源于“逻辑自洽性”的最基本要求,像现代“微分几何”所热衷的那样,赋予陈述系统自身以远比逻辑前提多得多的“实实在在”内容,将整个陈述体系建立在“彼此之间没有任何逻辑关联”、各自包含“渊源于某些数学共同体共同认定的独立内涵”并且允许或者纵容“凭借着无以终结地持续添加的形形色色人为约定”,以不断掩饰“所有不同独立约定中的独立事实对于逻辑构成背离”的矛盾事实,那么,这样的数学只能成为对“逻辑或者数学本质”的根本背叛。

当然,如果存在这样一种“数学”体系,它只能以彻底放弃逻辑相容性原则作为它得以存在的整个基础,那么,依循哲学的使命,哲学家们责无旁贷地需要严肃而勇敢地承担起这样一种“维理性”的责任:揭露这种“数学”对于数学本质的背离和欺骗;而不允许目前的西方哲学家以“背弃哲学的基本原则”为代价,公开纵容或者掩饰科学世界对于理性的背叛和欺骗,提出诸

如“探索和研究似乎能够容忍某些矛盾的逻辑系统”这样一种完全悖谬的命题,违背科学、理性和良心^[1]。

(2) 哲学的工具。显然,对于人类知识宝库中两门同时具有“指导意义”和“工具价值”的哲学和逻辑而言,它们同样承担着捍卫人类理性思维之中以“无矛盾性”为本质内涵的“理性”原则。但是,哲学和数学毕竟属于两门存在相当大差异的知识体系,它们用以捍卫“理性”原则的工具并不相同。因此,人们需要做出具有某种实际内涵的严格区分。不难看到,西方哲学家尽管合理而不无深刻地将“哲学与逻辑”予以一种本质性关联的同时,却没有完成如何充分或者较为准确地揭示“哲学与逻辑”之间的差异的任务。也可以说,也正是西方哲学至今没有解决这个必须解决的哲学基本问题,西方哲学家几乎不可避免地陷入关于“哲学与逻辑”的一种他们习以为常,由无穷无尽的“主义、思想、理论、模式”所构造“空谈”的恶习之中的同时,最终却不得不在实际上对逻辑本质蕴涵的“无矛盾性”原则做出不可思议乃至不可原谅的退让。

大体上说,数学属于“形式系统”的范畴,它直接用以表示“数与形”之间的一种“抽象”关联。在这个特定的形式系统之中,人们通常并不关注这些抽象概念与物质世界中的某些具体物理实在之间怎样关联的问题。作为逻辑推理的一种普适性的工具,数学根本关注的是:形式量之间的逻辑关联;或者某一个特定的逻辑关系式的不同等价性形式表述。此处,不妨以某一个“特定微分方程所构造的恰当定解问题”或者人们通常提及的“数学物理模型”为例,重新考察数学的实际意义。其实,在这个“恰当”的定解问题之中,那个最终求得的解,在本质上并没有告诉人们任何比最初给定的“微分方程与定解条件”更多的东西。也就是说,除了最初的数学命题与最终的解在具体的形式表述之上存在“表观差异”以外,两种数学表述形式保持严格同一,只不过后一种表述形式,即那个最终求得的解,才符合求解者希望了解那个“同一化”事实实际隐含的某一个具体表现形式的心愿而已。但是,如果解和数学命题不存在它们必须蕴涵的逻辑一致性,相反能够向人们展现与逻辑前提没有任何逻辑关联,当然也更为丰富的事实,那么,那个符合求解者心愿的解实际上已经完全失去它自身得以存在的意义。

那么,哲学家捍卫“理性”的主要工具是什么呢?进一步讲,在捍卫科学陈述以“无矛盾性”为本质内涵的“理性”原则方面,哲学与逻辑的分工存在什么样的差异呢?这是需要哲学家重新予以明确认定的基本论题。

应该承认,无论是哲学家 Ryle 曾经做出“科学谈论世界,而谈论关于世界谈论的则是哲学”的评述,还是另一位哲学家 Wittgenstein 所揭示“全部的哲学就在于语言的批判”的基本论断都不无深刻性。或者说,所有这些现代哲学家提出的论断,本质地相仿于 Locke 远在近 4 个世纪以前已经提出“在可能处理大问题以前,哲学家必须首先考察哲学语言,也就是哲学概念”这样一种属于“知识批判和语言分析”范畴的基本哲学主张。

如果作进一步分析,那么,在“哲学和逻辑”同时承担着捍卫一切“合理性陈述”必须严格遵循的“无矛盾性”基本原则方面,对于哲学而言,它不仅仅需要与西方哲学中“语言哲学”学派以澄清概念前提的合理主张保持一致,而且,在面对人类希望认识乃至使用科学语言去描述那个无尽物质世界的时候,还应该与“逻辑”的功能做出一种明确的分工。事实上,此处已经指出“逻辑”只是从某一个特定“形式表述系统”的内部,完成如何保证以“无矛盾性”为本质内涵的“理性原则”的使命,当然,哲学所承担捍卫“理性原则”的基本功能,则应该表现在某一个特定的“形式系统”和该形式系统希望描述“物质世界”中那个特定的物理实在方面。也仅仅于此,为了捍卫一切合理科学陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则,在“哲学和逻辑”之间才可能“彼

此依赖、互为补充、辩证统一”,最终保证一切科学陈述不至于因为彼此否定而失去存在意义。当然,也仅仅在这个时候,才可能真正吻合于哲学家所指出“科学谈论世界,而谈论关于世界谈论的则是哲学”,以及“全部的哲学就在于语言的批判”这样一种基本合理的判断。

这样,哲学家需要澄清的语言或者概念,与形式系统自身的抽象概念不同,它们本质上存在于希望认识的物质世界或者特定物理实在之上。当然,从另一个角度考虑问题,与数学家必须捍卫和研究或者实际使用的“形式逻辑”武器不同,哲学家用以维护“理性原则”的基本工具,则在于如何保证“抽象概念与真实存在的物质世界”之间逻辑相容的问题。

毫无疑问,这个被界定为哲学基本工具和职能的命题,本质上又重新回归到“到底何为实在、何为知识、何为真理”这样一些哲学至今无力解决的基本命题之上;反过来说,也正因为哲学自身无力解决哲学理应担负的责任,它也只能对 20 世纪的现代科学体系对“理性、逻辑”的公然亵渎和挑衅只能采取默认、退让的绥靖主义策略。当然,一旦这样一些属于哲学的基本命题真正得以合理解决,那么,哲学则可能重新使用它应该拥有的武器,捍卫人类能够引以为豪的“理性思考”。

(3) 哲学的有限论域。既然哲学家们已经合理地把“理性”和“逻辑”构成一种本质意义上的逻辑关联,那么,仍然只是根据“逻辑——无矛盾性”这样一个最基本的理念出发,必须彻底改变自觉或者不自觉地将哲学视为一种“无所不包”知识系统的习惯认识,而需要明确指出:作为一个特定的知识体系,哲学同样必须存在仅仅属于哲学自身的“有限”论域,任何“漫无边际”的陈述不仅只能变为毫无意义的“清谈”或者纯粹的“空”陈述,而且最终还必然本质地处于矛盾之中^①。

那么,到底什么是哲学的“有限论域”呢?其实,Ryle 所作“科学谈论世界,而哲学则谈论关于世界的谈论”的论断,实际上已经给哲学构造了一个恰当的论域,这就是:

以是否吻合“无矛盾性”要求作为“唯一”的判断准则,以“概念批判或者语言批判”作为判断是否满足“无矛盾性”要求的基本分析工具,探讨“关于物质世界的探讨与陈述”是否真正符合以“无矛盾性”为内涵的“理性原则”问题。当然,需要从哲学的角度对相关陈述的合理性相应做出具有“确定肯否意见”的明确判断,此外,还往往需要对“无尽物质世界探讨历程”之中的“某一个局部性”体系的恰当构造,能够做出一种具有“前瞻性与整体性”意义上的战略指导。

其实,一旦对哲学需要承担的“使命、主要工具、相关职能”形成真正理性的认识,哲学不仅仅绝对不应该像西方哲学长期推崇形而上学那样“繁琐、晦涩乃至故显复杂”的扭曲,而恰恰应该是“简单、明快和自然”的,并且,也由此真正容易为人们所理性接受。或者还可以反过来说,也正因为哲学判断理应具备的“前瞻性、明确性”功能以及“简单、自然和朴实”的基本特征,当科学家由于处理某些较为复杂问题往往难免不自觉地堕入形形色色逻辑悖论所构造的思维陷阱的时候,哲学即使无力预先提出警示或者告诫,但是明确的哲学判断也不至于让科学在逻辑悖论构造的光怪陆离之中滑得更远、更荒唐。

当然,同样需要坦诚地指出,现代哲学所表现的无力,同样本原地决定于整个西方哲学理论尚缺乏一种能力,解决“如何界定或者描述物质世界”这样一个 2000 余年以来一直困扰着整个西方哲学世界的前提性认识困惑。人们甚至可以说,即使真的接受式(17.5.2)所定义的那

^① 此处,值得再次引用《西方哲学词典》关于“矛盾(Contradiction)”的一段论述:从传统上讲,找出一个矛盾一直是证明某个系统必须被拒斥的途径。容忍矛盾一直被认为在理智上是自毁的,因为每一个命题都可以从矛盾中推出来。

个“自存”物质世界

$\forall$ material existence $\exists$ a universal : independence of persons

也就是说,承认被描述物质世界必然或者必须具有独立于不同研究者不同主观意志的“客观性”本质,但是,在这个“自存”的物质世界与许多“人为构造”的知识系统之间,如何为它们构造一种恰当的逻辑关联呢?显然,这成为整个哲学不容回避的基本命题。

17.6 自然科学研究的物质第一性原则与自然科学基本图式探询 ——辩证唯物主义在自然科学研究中的应用

如果承认哲学家所说“科学谈论世界,而谈论关于世界谈论的则是哲学”的论断,那么,哲学家指认的科学必然是此处需要讨论的自然科学。自然科学就是谈论世界的,或者是探索、研究和描述自存的物质世界的。此处,仍然从得到哲学家普遍认同的“逻辑”的角度,并且也仅仅从“逻辑”的角度出发,也就是说以一切“理性陈述”必须严格满足的“无矛盾性”原则这样一个基本判断作为唯一基础,重新探讨“自然科学需要遵循的基本原则、自然科学知识的一般图式、如何对自然科学的真理性做出判断”这样一些前提性问题。

当然,一旦关于自然科学的这些基本问题真正得以合理解决,那么,对于作为“谈论关于世界谈论”的哲学而言,它长期面对“知识起源、知识对象以及知识判断”等基本哲学命题上长期存在莫衷一是的尴尬状况也将不复存在。

17.6.1 若干前提性概念的重新界定

为了形成一种“真理性”的判断,或者说,为了能够在上述的所有不同哲学学派共同予以捍卫的“逻辑——无矛盾性”原则的基础之上形成理性共识,或者也是为了避免在基本哲学命题之上长期存在“仁者见仁、智者见智”,这样一种“谁也否定不了谁,但是谁也说服不了谁”,结果本质上什么也没有真正回答的“无理状况”的继续存在,首先需要澄清几个基本的前提性概念。

17.6.1.1 关于“归纳法”的重新剖析

事实上,作为一种自明的事实,任何人也不否定,人类知识体系的构建不可能独立于人们对于经验事实的总结,从而不可避免地要涉及西方哲学通常所说的“归纳”思维。那么,西方哲学所说的归纳法到底是什么,以及如何认识归纳法的意义、限制、理性基础等相关问题呢?

1. Bacon 的“归纳法”描述

此处,不妨首先阅读相关文献对被称为西方近代哲学“新思潮典型代表”的 F. Bacon 对他重新提倡的“归纳法”所作的生动并且不乏深刻性的描述^[8]:

归纳法不是单纯的枚举,单纯的枚举只是儿戏。

枚举仅仅是简单重复,但是,对于归纳思维,其中包容创造。因此,归纳思维不属于“逻辑”的范畴。

人类认识的目的在于发现某种特性或性质的形式,或

首先,明确“物质”是研究对象,具有

其真正的差异,或它所产生的根源。这种形式不是唯实论者所指的抽象的形式和理念。因为我们关注的对象是物质并非形式,而自然中除去按照固定规律运动的物质个体以外别无它物,所以在哲学中研究、发现和解释这个定律既是认识的基础与活动的基础,也是此处所说的形式。

认识了形式,理解了极不相同的实体中的自然齐一性,就认识了自然中恒常、永久和普遍的东西,就为人类的力量开辟了广阔的道路。

形而上学研究永恒和不变的形式(原因),物理学研究动力因、物质、潜在的过程和潜在的结构。

因此,科学要发现的最重要的原因或规律是形式,而靠的则是归纳法:

(1) 一种特性或者性质的形式是这样,有了形式,性质就丝毫不爽地跟随而来。因此,性质存在时,形式总存在;形式含有性质,恒常为性质所固有。

(2) 形式又是这样,如果把形式移去,性质一定消失。因此,性质不在时,形式总是不在;形式的不在含有性质的不在,形式不蕴藏于任何其他的东西里面。

(3) 最后,真正的形式是这样的形式,它从较多性质所固有的某种存在之源推演出某种性质,而这较多性质所固有者,在事物的自然秩序中比形式本身更清楚地为人所认识。

这一切提供了进行合理研究的基本线索:

(1) 给出一种性质,我们必须首先研究一切已知的事例,这些事例尽管在质料之上非常不同,在这同一性质方面却彼此一致。

(2) 其次,检查缺乏这种性质的事例。应该给肯定的事例增补否定的事例,在那些非常类似于具有或者可能具有这种性质的事物之中,探究某种性质的缺乏。

.....

逻辑上的根本意义,它表明:从逻辑关系考虑,任何一种知识,必须逻辑地从属于特定物质对象。

进而表明,知识的本质意义,并不在于简单“抄袭、模仿”物质存在,而在于揭示不同“特定”物质对象蕴涵的“抽象同一性”。

此处,不妨将形而上学理解为“形式逻辑”或者“形式语言”的范畴;而物理学则是针对不同特定物质对象所作的具体化陈述。

同样,不妨作一种以“逻辑自治化原则”作为唯一判断准则的梳理,用物质存在取代此处所述的形式,而某一特定形式则作为对性质所作的具体确认,那么,必然存在如下逻辑推论:由“形式”所定义的性质,必须逻辑地隶属于某种特定物质对象;但是,这样一种特定性质,并不能代表其所描述物质对象真实拥有全部性质的整体。

它本质地告诉人们:

仅仅作为抽象意义而存在的性质,具有普遍性,并非仅仅属于某一个特定的物质对象;

从相近性质某些更细微差异的进一步比较之中,寻找某些新的性质特征。

如果通过认真比对,人们不难发现,对于笔者反复提出需要对西方科学世界所构造现代自然科学体系进行一次“历史性和全局性”梳理,以及贯串于整个相关梳理过程之中的哲学指导

思想,与 Bacon 关于“归纳法”的陈述之间存在太多的本质一致性。事实上,尽管 Bacon 与 500~400 年前针对“归纳法”曾经做出一种“叙述”层面的描述,仍然不免让人们感受到人类理性思维中许多只能归属于“素朴、自然、简单”范畴的思想,但是,或许恰恰需要为此而值得对一个生活在 16~17 世纪哲学家充满如此睿智的思维而尊重和震撼。事实上,从真理的本质的角度考虑,任何真正符合理性的陈述,又几乎必然和必须表现出“理性”本质蕴涵的“素朴、自然、简单”这样一些最本原的特征。与其相反,往往正是西方哲学形而上学思维的过分琐碎、繁杂和呆板,完全掩盖了理性自身的光辉。

因此,努力使用更为准确的语言以及更为严格的逻辑加以规范,表述 Bacon 陈述之中那些吻合于逻辑的基本内容,那么,如何在自存物质世界与人类所构造知识体系寻找恰当逻辑关联的问题,将会得到自然的解决。

在西方的近代哲学中,“新工具或者新思潮(New Organon)”通常被视为 F. Bacon 哲学思想的一种同义词。对于 Bacon 以及他的基本思想,在一些哲学史著述中,曾经做出这样一种大致的介绍:

“在许多方面,F. Bacon 是新思潮的典型代表。Bacon 反对古典权威,他反对 Aristotle 和希腊哲学并不亚于他反对空洞无益的经院哲学。Bacon 指出,思想的眼光永远不能脱离事物的本身,应该知道如实地看待它们的影像。过去一事无成,它的方法、基础和结果都是错误的,必须从头开始,使我们的头脑摆脱流传下来、因袭的偏见和理念,不要人云亦云和玩弄文字,而要研究事物本身。”

尽管 Bacon 告诫人们需要认真探讨的正是“研究事物本身”这样一个基本事实,看起来过分简单或者过分直白,乃至觉得有一种“似乎什么也没有说”的感觉。但是,无论是陷入“湍流”困境之中的经典流体力学,还是拒绝“可解释性”原则的两类“相对论”,以及不得不建立在“第一性原理”之上并且至今不知道整个形式表述体系所描述的到底为“何物”的量子力学,从而使得现代科学世界甚至不再“羞羞答答”地公然丢弃逻辑的时候,难道不都是彻底忘却或者完全背离了 Bacon 关于“思想的眼光永远不能脱离事物的本身,应该知道如实地看待它们的影像”这样一种尽管平实,但是却无可违背的忠告吗?而且,当 Bacon 使用“影像”的称谓以明确区别该影像所逻辑隶属的特定物质对象的时候,Bacon 这样一种朴素而平和的陈述之中,不仅仅逻辑地吻合于原则上决定于“逻辑相容性”原则的“唯物主义”理念,而且还逻辑地蕴涵着一种朴素的“辩证法”意识。

2. 关于“归纳问题”的问题

显然,哲学家通常所说的“归纳法”始终广泛应用于整个自然科学研究之中。因此,此处不妨再抄录《西方哲学词典》关于“归纳法”的一些相关论述,并且,由此进一步探讨为整个西方哲学世界所关注,但是本质上同样至今没有真正解决的“归纳推理合法性”问题。

归纳相对于演绎。在演绎中特殊的结论是从普遍的前提推断出来的,这种推论具有逻辑的必然性。但是,在归纳中,普遍是由特殊的东西推导出来的,结论超出了它的前提内容。

据此,归纳又被 Peirce 称之为“扩充论证(Ampliative Argument)”。因此,归纳论证的结论一般是可能的而不是必然的,归纳论述与“概率和确证(Probability and Confirmation)”密切相关。

归纳与演绎不具可比性。演绎不能告诉超越前提的任何东西,归纳则蕴涵主观意志的筛选或一种重新创造,不属于逻辑的范畴。

不能使用“扩充论证”掩饰和混淆“论证和归纳”完全不同的逻辑属性。归纳相当于人为约定,与“概率和确证”同样没有丝毫关联。

在归纳问题上,Hume 提出如下主张:

(1) 从观察到的规律性可能推断出另外一些规律的连续性是缺乏足够依据(Lack adequate grounds to infer from observed regularities to the probable continuance of these regularities)的。

(2) 归纳推理(Inductive reasoning)以“自然的齐一性原理(Principle of uniformity of nature)”为基础,根据这种原理,人们尚未观察到的事件相似于人们已经观察到的事件。

(3) 但是,关于自然的这种“齐一性”原理自身,就是一种以归纳为基础的结论。

总之,Hume 指出,归纳不是一种理性推理,而是习惯或惯例(custom and habit)的结果。

但是,对 Hume 说明的一种“怀疑论解释(Sceptical interpretation)”是:归纳需要理性支持,而习惯和惯例并不能提供这样的支持。

与此同时,对 Hume 说明的一种“自然主义解释(Naturalistic interpretation)”则是:我们的归纳实践并不需要任何外在的辩护,或者说,习惯和惯例正是我们所需要的辩护。

归纳推理的理性基础一直是后继哲学的一个主要论题,特别在经验主义的传统中尤为如此。反归纳主义(Anti-inductivism)拒绝把归纳视为一种理性过程,提出“假设-演绎(Hypothetico-deductive method)”与归纳法抗争。

其实,与任何唯心主义哲学家类似,Hume 的错误仍然在于认识的逻辑紊乱之上:

什么是观察性规律和其他规律的逻辑主体,Hume 不知道;

大自然充满差异和复杂性,赋予自然以“齐一性”纯属 Hume 的幼稚;

没有“齐一性”原理,也谈不上需要归纳法支撑这个充满逻辑紊乱的推论。

归纳不是推理,更不能沦落为习惯。习惯没有理性,不属严肃科学论述的范畴。

在描述物质世界时,归纳的合理性只可能渊源于被描述物质对象的本身。因此,合理归纳无需担心习惯不具理性;同时也藐视不具理性的习惯作辩护。

建议西方哲学家切不可轻易杜撰概念、思想、理论、主义的危害,需要切实把握哲学所崇尚的逻辑,认真解读 Bacon 对归纳法的形象化描述。

总之,尽管西方哲学家的内心崇尚逻辑,但是,如果透过形而上学思维中几乎不可避免“认真和幼稚”并存的状态,那么,仍然不难发现:西方哲学最大失误之处,恰恰在于他们并没有真正领悟逻辑,当然也不知道如何具体地服从逻辑。

3. 自然科学研究中“归纳法”若干基本原则的大概总结

在期望了解乃至描述物质世界的基本规律时,一切真知只可能渊源于人们在探求物质世界过程中所作的所有经验事实。因此,在自然科学研究中,不可能回避“归纳思维”的问题,当然也值得对任何一个“合理”的“归纳思维”必须具备的本质内涵以及基本特征作一般性的总结。

首先,归纳分析不属于逻辑的范畴。逻辑没有任何属于自身的独立内涵,它不可能给出任何超越逻辑前提的推论。因此,当哲学家们花费大量篇幅特地指出:“归纳相对于演绎。在演绎中特殊的结论是从普遍的前提推断出来的,这种推论具有逻辑的必然性。但是,在归纳中,普遍是由特殊的東西推导出来的,结论超出了它的前提内容”这样一些“表象意义”上无可争辩

的事实的时候,但是,在基本概念的理解上恰恰出现了逻辑上不允许的认识紊乱。也就是说,需要形成一种前提意识:归纳本质上只属于一种“主观意识和主观认定”的过程,也正因为此,归纳才可能为人们期待的知识体系的构建提供具有“独立意义”的信息和内容^①。

但是,主动和自觉承认“归纳思维”本质蕴涵的“主观创造”意识或者赋予某种“独立内涵”的人为约定,绝对不能逻辑地表示:归纳思维就简单地等同于 Hume 所指认“习惯或惯例(custom and habit)”的结果。事实上,如果真的将“归纳思维”纳入人们某种“思维习惯或惯例”的范畴,正如 Hume 必然和其他研究者总存在某种不同的思维习惯或惯例那样,归纳思维相应失去了任何必需的确定性意义或者理性基础。那么,归纳只能从“科学思维或者理性思考”中被删除出去。当然,这一基本事实同样告诉人们:一个具体的科学思考过程中,几乎不可避免地隐含着某种“主观”认定,但是,这样的事实并不意味着“主观认定”就是纯粹“随意”的,甚至允许蜕化为不同研究者可能拥有的不同“思维习惯或惯例”。也就是说,哲学依然需要承担如何对“主观认定”的合理性做出明确界定这样一个至今没有得到合理解决的基本问题。

此处,值得再重新认真阅读 Bacon 在阐述他的新思想时的论述:“思想的眼光永远不能脱离事物的本身,应该知道如实地看待它们的影像”。其实,它首先告诉人们:既然是希望描述或者认识某一个特定事物,那么,一切相关的思考自然绝对不允许脱离那个特定的物质。如果努力使用形式逻辑或者逻辑语言,那么,Bacon 话语的进一步解释是:包括“概念、形式表述以及所有相关的一切”都只能“逻辑地隶属于”这个有待认识那种描述的特定物质对象,相应存在

All the System《The special material objects》 (17. 6. 1a)

对照此处关于“逻辑上的隶属特征”的形式表述,仍然不妨再读一读 Bacon 的另一段相关论述:“一种特性或者性质的形式是这样的,有了形式,性质就丝毫不爽地跟随而来。因此,性质存在时,形式总存在;形式含有性质,恒常为性质所固有。同时,形式又是这样的,如果把形式移去,性质一定消失。因此,性质不在时,形式总是不在;形式的不在含有性质的不在,形式不隐藏于任何其他的东西里面。”那么,Bacon 的描述不正是对以上形式表述一种“素朴”意义上的直观描述吗?

其次,因为 Bacon 还同时引入了他所说“如实地看待它们的影像”的概念,所以还在本质上进一步告诉人们或者提出了一种明显的暗示,此处仅仅涉及逻辑上的“从属”关系而并非简单的“等价”关系,即

System $\neq$ The special material objects (17. 6. 1b)

并且,仍然需要再一次阅读 Bacon 的另一段陈述:“真正的形式是这样的形式,它从较多性质所固有的某种存在之源推演出某种性质,而这较多性质所固有者,在事物的自然秩序中是比形式本身更清楚地为人所认识。”那么,对照上面的两个形式表述,则不难推知,在形式系统所定义的某种特殊性质与特定物质对象真实具有的性质集合之间,如分别被形式地记为 P_{system} 和 $\{p_i\}$,则必须存在如下所述的确定逻辑关联:

$$P_{\text{system}} \in \{p_i\}$$

^① 此处,值得提醒人们再次注意:与“逻辑”不可能提供任何独立的信息完全相反,任何一次“人为约定”都表示对逻辑前提的超越,意味着相应存在与前提不同的某个“独立”命题。事实上,也正因为此,当整个现代微分几何只能以人为持续提出的不同约定作为基础的时候,这个陈述系统已经没有任何逻辑当然也没有任何科学可言。当然,与其对比,Dirac 能够公开将量子力学之中的数学结构称之为一种“有趣的游戏”仍然不乏哲学上的深刻启示意义。

$$P_{\text{system}} \langle \text{System} \cap \{p_i\} \rangle \langle \text{The material objects} \rangle \quad (17.6.1c)$$

显然,在这个形式表述中,它明确无误地告诉人们这样一个极其重要的基本事实:

人类面对的物质世界无边无际、充满差异和复杂性,并且,不会因为人类自身是否消亡而消亡。因此,人们不可能对物质世界做出无穷真实的描述,或者说不可能穷尽物质对象的真实属性。事实上,在刻画与描述某一个特定的物质对象或者物理现象的时候,人们总需要从相关的经验事实之中做出一种本质上体现了研究者某种“主观意志”的“筛选”或者哲学家通常所说的“归纳思维”过程,相应构造某一个特定的“理想化”物质对象,这个特定的理想化物质对象与物理实在之中一系列真实属性之中的某一个特定属性形成严格的逻辑对应。当然,这个包容了研究者某种主观意志的特定属性的最终确定,它的全部基础仍然只能是“客观”的。并且,也正因为这样一种“客观性”基础的真实存在,对于哲学家所说的归纳判断、乃至进而构造整个相关知识系统的合理性,才可能构造一个合理的判断基础。毋庸置疑,判断基础自身是否“合理”的根本问题,仍然仅仅在于这个判断基础是否拥有“客观性”的问题。

对于此处提出的判断,为了大致形成一种较为直观而符合理性的印象,不妨重新考察节 7.4.2 针对量子力学中的“质点”所作的一般性定义。其实,一般情况下,属于任何一个真实存在的“粒子集合”的状态空间通常总可以表示为

$$s : \{m, Q, f, q_i, p_j, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t) \\ i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n) \quad (17.6.2a)$$

此处,除了依然使用 q_i, p_j, χ_k 表示粒子的动量、位置和自旋量子数以外,又补充了 m, Q, f 表示粒子的质量、电荷和几何结构参数。显然,该状态参数集合仍然不能视为一种具有“绝对完备”意义的认定,但是在仅仅需要表述一般“量子作用”的时候,此处关于粒子集合所作的形式定义可以视为一种大致恰当的描述。继而,作为上述情况的特例,尽管面对的仍然是完全相同的粒子,但是人们如果确信并不存在量子作用,而且也无需考虑粒子自身几何结构以及与其相伴的运动时,描述粒子集合的状态空间可以简化为

$$s : \{m, Q, q_i, p_j\} \in (S_{\text{phy}}, t) \\ i, j \in (1, \dots, 3n) \quad (17.6.2b)$$

如果还确信外部并不存在电磁场,那么,该粒子集合的状态空间还可以简化为

$$s : \{q_i, p_j\} \in (S_{\text{phy}}, t) \\ i, j \in (1, \dots, 3n) \quad (17.6.2c)$$

从而完全蜕化为“经典力学”之中的粒子系统。显然,此处所有的“主观认定”仍然可以纳入“归纳思维”的范畴。但是,对于归纳思考是否合理的判断,则仍然是客观的。

当然,也完全因为此,人们还可以做出断言:面对无尽的物质世界,为了构造某一个特定的知识系统,它不仅仅相应需要构造这个知识系统的客观性基础,而且,任何一个合理的知识系统永远只可能具有有限真实性,尽管作为任何一种“理性陈述”必须严格满足逻辑相容性要求。

17.6.1.2 西方哲学关于“天赋”命题隐含的逻辑紊乱

曾经多次指出,任何涉及到与“人”相关的,或者诸如“什么是人、人为什么懂得思维、怎样学习或者如何提高思维能力”的这样一些本质上与“心理学、伦理学”相关的问题,它们在原则

上都不属于本书甚至也不属于“生命学”所讨论的范围。

但是,不知道为什么西方哲学在对于“逻辑或者理性”展现出某种发自内心的尊崇的同时,却总喜好谈论“天赋(Innate gift)”的问题,从而使得某些研究者因为拥有“天赋”而使得他们的某种独断处于一种“不容批判”的位置之上,这样重新对“逻辑或者理性”的判断准则构成了一种事实上的完全否定。对于理性的尊重,演变为彻底的理性自悖。

在《西方哲学词典》中,对“天赋观念”给出彼此相差不大的解释。如果使用其中所引用 Kant 的解释,则是:“我们的知性有一些先天的范畴,它们对于经验材料的组织具是先决条件。”对于“天赋观念”的肯定和否定成为 17、18 世纪理性主义和经验主义争论中的关键问题。Locke 通过他的“白板说”,指出经验是知识的唯一来源。而 Descartes 以及 Leibniz 则捍卫天赋观念。在一本国内近年出版的大学哲学教材中,针对“天赋观念”的命题,著者花费了较大篇幅告诉人们:“面对 Locke 对‘天赋观念’的批判,Leibniz 不再强调天赋观念是‘普遍同意’的观念或者原则,而加强天赋观念的‘潜在性’论证”,以至于最终成为著者所说“理论交锋的精彩篇章”与“趋于一致的范例”^[4]。

此处,不妨看一看近代西方哲学史上,这个涉及到“经验论和唯理论”两种完全不同哲学信念的问题最终是如何实现该著述所说的那种趋于一致的。当然,仍然需要并且也仅仅需要使用所有哲学家共同认同的“逻辑分析”的武器,对相关论述作重新剖析。

Leibniz 指出:Locke 也承认知识除了感觉的外部来源以外,还有反省这一心灵固有的来源,可见 Locke 也不否定心灵中有某种天赋的东西。因此,Leibniz 和 Locke 分歧的焦点并不在于有无天赋的东西,而在于天赋的东西是什么,是观念还是能力?潜在观念是否等于现实能力?Leibniz 指出,天赋观念不是现成的清楚明白的观念,而是作为“倾向、禀赋、习性或自然的潜在能力而天赋于我们的心中。”……Locke 的分析没有考虑到心灵活动的实际内容。公允地说,Leibniz 对意识潜在功能的肯定是符合现代心理学关于下意识的理论的。

Leibniz 接着又把天赋观念论与经验论的分歧归结为这样一个问题:经验是不是知识的唯一基础?Leibniz 肯定经验对知识的基础作用,但坚决否认经验是唯一基础。Leibniz 敏锐地发现经验作用的局限性:即使在实验科学领域也不能完全依靠经验的方法,因为以经验为基础的归纳法是有缺陷的。对个别发生的事件的归纳不足以证明一般命题争论的普遍性和必然性,从过去发生的事件不能推导出将来也必然会发生同样的事件。

Leibniz 并不否定经验的作用,他与 Locke 的分歧在于

任何有意义的争论,必须首先明确争论的命题、有限论域归属。

哲学和心理学属于两个完全不同的论域。哲学本质上讨论“知识与知识所描述的物质世界”之间逻辑关联问题,而心理学则着眼于“人”自身的研究。两者逻辑主体不同,不可混为一谈。

对知识系统构造的具体行为过程属于人;但知识系统最终只与知识所描述的物质对象关联,独立于研究者的具体思考行为。

Leibniz 对归纳法的理解不当。如前所述,合理归纳的基础仍在于自存物质对象。

Leibniz 的论述再次出现逻辑紊乱。真理针对特定物质对象而言,于是,

如何评价经验的作用。经验究竟是知识的源泉呢,还只是知识的机缘? Leibniz 认为经验的作用是提供了发现天赋观念所需要的注意力。如果没有经验,天赋观念将一直潜伏在心灵之中,只是由于经验,人们才注意到天赋,并用实验检验它们。因此,可以说经验是发现真理的机缘,但不能说它是真理的来源。

争论至此,Leibniz 与 Locke 的分歧已经缩小。Locke 并不反对说人有自然的认知能力,他反对把天赋观念说成是潜在的,但这并不意味着自然能力就不是潜在的。事实上,如果把天赋观念解释为天然的认识能力,Locke 想必也是能够接受的。Locke 也承认知识有心灵之内的来源,那就是反省,只不过他从来没有研究反省的来源何在,这就为天赋观念留下了余地。

Locke 与 Leibniz 围绕天赋观念问题展开的争论是经验论与唯理论交锋的精彩篇章,也是对立的这些观点通过争论而趋于一致的范例。通过批判和反批判,Leibniz 把天赋观念转变为倾向、习性、能力等功能性的概念。

经验成为构造知识的唯一基础;天赋属于研究者个体,大致表现为理性思维的能力。当然,天赋和真理不具可比性。

事实上,Locke 的高明之处恰恰在于:意识到能力和需要能力处理的知识,具有完全不同的逻辑属体,绝对不能将两个具有不同逻辑属体的命题加以混淆。

是否承认知识的客观性基础,成为区分“唯物论和唯心论”的分水岭,两者不可调和。至于唯心论的错误,其实并不源于一种信仰,而根本来自认识中逻辑推理的不当。

事实上,对于“天赋观念”持肯定以及持否定态度的两种认识论,当并且仅仅当人们从纯粹“逻辑”的角度加以辨析的时候,它们之间的全部分歧本质地集中于这样一个特定逻辑关联的辨识之上,即:如果人们希望认识、探索乃至使用统一的、无歧义的科学语言对人类所生存的物质世界加以描述,那么,在人类希望描述的“物质对象”与描述物质对象的“描述者”之间,到底是哪一个真正处于“前提性”位置之上,这样一个“逻辑上不容任何颠倒”的原则性大是大非问题。

当然,仍然根据也仅仅根据逻辑,人们可以做出明确判断:既然希望对某一个物理实在做出合理的描述,那么被描述的物质对象在逻辑上必然是首要的、第一位、具有决定性意义的,并且相关的陈述系统只可能逻辑地隶属于被描述的物理实在本身,至于相关描述到底具有多少合理性、与期望描述的物理实在吻合程度怎样则属于其他的判断命题,并不对知识系统只可能逻辑地隶属于其期望描述的物理实在的必然判断构成丝毫否定。

17.6.2 自然科学研究中物质对象的“理想化”前提认定

自然科学的根本使命在于研究那个独立于人的存在而存在的物质世界。因此,从逻辑并且仅仅从逻辑的角度考虑,自然科学研究需要首先将被研究的物质对象加以明确的认定。但是,正如人类至今形成的所有理性认识都告诉人们这样一个基本事实:物质世界无边无际、无原无末,充满着差异和复杂性,因此,即使人们仅仅需要考虑物质世界中某一个已经十分微小的特定部分,但是这个微小部分仍然深刻蕴涵的差异和复杂性,使得任何一种构造与被描述物

质对象保持完全一致陈述系统的愿望,实际上永远也不可能实现。

因此,在以物质世界为确定对象的自然科学研究中,一方面,人们需要对被描述的特定物质对象做出一种前提性的明确界定,以保证相关科学陈述拥有确定的逻辑主体,避免逻辑关联方面出现任何紊乱;另一方面,研究者又要自觉承认人类仅仅具有“有限真实”的表述能力,因此只能被迫对被描述的物质对象做出一种“理想化”的认定。并且,还需要老实地承认,针对物质对象所作的“理想化”界定,并不源于任何一个“智慧者”的主观愿望,而完全是无奈的,本质地决定于那个期望描述的物质对象过分复杂这样一种“客观事实”的存在。

于是,如果让我们再一次审视式(17.5.1),即

$$\exists \text{ a formulation : the formulation } \langle \text{Infinite material world} \rangle$$

该关系式告诉人们:对无尽的物质世界,永远不可能存在一个不加限制的“统一”形式表述;并且,也再一次审视式(17.5.2)对物质世界本身做出的界定,即

$$\exists \text{ a material world : persons } \vee \overline{\text{Persons}}$$

→

$$\exists \text{ an independent or existing-in-itself material world}$$

它告诉人们:物质世界独立于人类的存在而存在。因此,对于此处所说,那个能够也必须借助统一的科学语言加以形式认定的“理想化”物质对象(Idealized material object),可将其表示为

$$\text{Mo}_{\text{ideal}} : \text{Mo} \rangle \{c_1, \dots, c_n\} \cap \text{Mo} \in \text{Formal sys.} \quad (17.6.3)$$

式中,集合 $\{c_1, \dots, c_n\}$ 表示隶属于形式系统(Formal sys.)之中的理想化物质对象实际拥有,并且能够使用形式语言表述的基本属性。同时,对于与该理想化物质对象形成一种实际对应的物质实体(Entity),记为

$$\text{Ent} : \text{Ent} \rangle \{c_1, \dots, c_n, \dots\} \cap \text{Ent} \notin \text{Formal sys.} \quad (17.6.4)$$

其中, $\{c_1, \dots, c_n, \dots\}$ 用以表示由不同属性构造的“无穷”集合,从而在本质上与真实物质世界的“无以穷尽”形成逻辑对应。当然,也正因为此,物质实体不可能隶属于形式表述系统之中,尽管“属性无穷集合”之中的许多使用形式语言表现的不同具体属性特征可以纳入形式表述系统之中。

这样,人们不难做出一种纯粹理性的推断,揭示这个人为构造的理想化物质对象相应具有的性质特征。首先,该理想化物质对象不可能穷尽物质实体的真实,因此,两者并不等价

$$\text{Mo}_{\text{ideal}} \neq \text{Ent} : \text{Mo} \in \text{Formal sys.} \cap \text{Ent} \in \text{Material world} \quad (17.6.5a)$$

并且,还从属于完全不同的领域,一个属于使用科学语言的形式表述系统,另一个则属于不可能使用科学语言穷尽其真实的物质世界。其次,为了保证“理想化物质对象”成为一种具有科学意义的陈述,还需要满足如下所示的基本要求:

$$\{c_1, \dots, c_n\} \subset \{c_1, \dots, c_n, \dots\} \quad (17.6.5b)$$

当然,也仅仅于此,人们才可以说,此处针对物质对象所作的理想化前提认定是有意义的,能够与任何科学陈述所必需的“客观性”要求在逻辑上保持一致。

根据逻辑,并且仍然始终只是根据哲学家内心推崇的逻辑,还可以相应做出一系列与其相关的判断。首先,自然科学中的任何一个形式表述系统(Formula),只可能逻辑地隶属于某一个特定的理想化物质对象,即

$$\forall \text{ Form : From } \langle \text{Mo}_{\text{ideal}} \rangle \quad (17.6.6a)$$

也就是说,形式表述系统永恒差异于它希望描述的真实物质世界。其次,为了表现物质世界中更为真实的物理实在,相应探究真实物质对象中那些尚未发现、但是却真实存在的另一个属性。于是,理论体系的真实化、细致化与深刻化过程,本质上依赖“科学实验”提供更多物理实在,以相应刻画这样一种期待之中的“扩充”过程,即

$$\{c_1, \dots, c_n\} \xrightarrow{\text{Science Experiments}} \{c_1, \dots, c_n, \dots\} \quad (17.6.6b)$$

而不可能成为一种“逻辑推理”过程。与其对应,从形式逻辑考虑,人们只能从一个能够刻画较为复杂物理现象的形式系统,借助“约束映射”构造相对较为简单的物理现象,即

$$\text{Form}_{\text{complex}} \xrightarrow{\text{Restriction}} \text{Form}_{\text{simple}} \quad (17.6.6c)$$

相反的逻辑推理,即“解析延拓”过程则不允许存在。

或许许多习惯于形而上学繁琐思维习惯的哲学家不免以为这样的事实过分简单和朴素,以至于几乎不值得哲学家所关注。但是,事实完全不然。一个多世纪以来,花费了大量人力、物力的湍流研究,不正是把研究某一个“更为复杂流动现象”的物理学问题,完全寄托于力学家自知的一个只能描述较为简单现象的简单方程之上了吗?其实,哲学家的真正使命正在于:当科学家面对较为复杂的问题而往往会不自觉地的前提性的导向认识出现某种认识困惑,甚至在一些本来过分简单的问题上出现与理性意识完全背离的判断的时候,恰恰需要哲学家能够提出忠告,为科学研究重新指明正确的方向。而且,人们需要始终相信:任何真正理性的认识,必须首先是朴实的、自然的,乃至还是相当简单的^①。

17.6.3 自然科学“真理性判断”的确定性意义

当现代物理学乃至现代数学容忍太多“矛盾、悖论”的存在,以至于在否定逻辑的同时,又完全自欺地将整个自然科学体系只能建立在“经验验证”的基础之上的时候,是 Einstein 诚实地告诉人们:无论是理论体系外部的实验验证还是理论体系内部的相容性,它们在本质上都不存在。当然,这同样是前面已经提及,那些实际上几乎只可能跟随“科学家”的思维而思维“哲学家”们,在所谓“认识判断论”上持续争论不休的根本原因。

但是,一旦对“物质世界”必然蕴涵的“客观性”形成一种理性认识,并且,理性意识到知识系统真正描述的物质对象在“理想化”认定中所蕴涵的辩证统一内涵,即:由于不可能穷尽物理真实而必须“主观约定”中的非真实性,以及对科学陈述“客观性”基础对于“主观认定”构造的必要约束,那么,人们仍然不难对知识系统的合理性做出具有确定形式意义,并且与科学陈述以及科学实验的“客观性”基础保持逻辑相容的认定。

对于西方哲学在“任何作真理性判断”这个争论不休的基本命题,实际上已经在节 9.5.2,即“自然科学研究真理标准的重新探讨”一节中作了较为深入的探讨。尽管论述的角度不尽相同,但是并不存在任何本质意义上的差别。因此,此处不再重复已经进行过的讨论。

^① 关于自然科学研究中较为复杂理论体系“批判性和构造性”特征的分析,感兴趣的读者不妨参阅笔者在《理论流体力学逻辑自洽化分析》一书的第 13 章以及《自然哲学基础分析》中第 9 章的相关论述。此外,也仅仅因为抓住自然科学必须严格遵循的“物质第一性”基本原则,对形式系统实际描述的“理想化物质对象”首先做出前提性的形式认定,从而得以完成“理论流体力学体系”的理性重构工作。这样,不仅纠正了往往由“猜测、模仿”而得经典理论中大量存在的逻辑不当,消除了“湍流”困惑,而且,由于固体力学可以被合理地视为对流体力学所构造约束映射的逻辑推论,第一次将宏观力学的两个不同分支处于一种真正的逻辑相容之中,相应推导得经典理论所没有的一系列独立结果。相关具体分析请参见《湍流及理论流体力学的理性重构》一书。

17.6.4 自然科学研究“逻辑自洽性”原则与“物质第一性”原则的逻辑呼应

随着针对整个现代自然科学体系的不断认识与领悟,或者仅仅遵循以“无矛盾性”原则为唯一判别准则的独立思考以及批评性研究的逐步深入,许多年来笔者已经逐步形成这样一种稳定的判断:对于西方科学世界曾经做出了开拓性巨大贡献的整个自然科学体系,尽管这个陈述系统中所有有意义的科学陈述本质上都根本渊源于西方科学世界寻求未知、从事于现代科学实验的执著精神、严肃态度以及不乏智慧的操作技巧,并且,还得益于对形式语言的有效运用,但与此同时,却也囿因于一种形而上学考虑问题中必然伴生的固定、呆板、简单、绝对化的思维不足,以及习惯于过分夸大研究者个人作用的陋习,他们始终没有形成为“有限性真理陈述”构造前提性限制这样一种必需的自觉意识,而总喜好谈论“主义、理论、精神”这样一些归结到某种“绝对真理”寓意的论述,最终只能走到他们曾经热切向往的“逻辑”的对立面,对逻辑和理性构成史无前例的巨大冲击。

也仅仅因此,对于整个现代自然科学体系而言,它真实面临着以“逻辑相容性”原则和“物质第一性”原则作为两个最基本的判断准则,一次“历史性和全局性”梳理的重大课题。

对于这个重复了多次的历史性重大科学命题,此处值得再次重复指出的只是:人们一旦锁定或者承认自然科学是以物质世界作为特定研究对象的知识体系,那么,从并且仅仅从逻辑自洽性的角度考虑,物质第一性的原则成为必然的逻辑推论。因此,自然科学研究的“逻辑自洽性”原则与“物质第一性”原则,是彼此互为逻辑呼应的两个基本原则。

对于理性原则的尊崇,不仅仅属于古希腊和西方科学世界,而属于整个人类或者对于人类自身的一种尊崇。因此必须重新确认“任何一种形式的矛盾都自然成为对理智自毁”这样一种素朴和平凡的基本认定,需要重新确立一切合理陈述必须严格遵循的“逻辑相容性”基本前提。事实上,“逻辑自洽性”原则不仅仅是一切合理陈述必须普遍遵循的基本准则,而且以“逻辑自洽性”原则为唯一判断准绳的理性思维,反过来还自然地成为解决一切科学疑难以及一切哲学疑难的最有效的武器。

17.6.5 一切合理科学陈述必然也必须遵循的“可解释性”原则

既然承认物质世界无边无涯、无穷无尽、始终充满差异和复杂性,那么,面对着这样一种真实存在,人类除了严格保持科学陈述语言系统自身的无歧义性,除了努力保证形式系统与其所描述的理想化物质对象之间严格地逻辑对应,以及除了认真探究如何使不同科学陈述之间满足严格的逻辑相容性以外,还能说出比物质世界自身更多的什么呢?因此,诸如“科学或者哲学到底属于绝对真理还是相对真理”的争论或者“脱离有限论域进行自由和必然”的探讨本身,都属于认识前提不当的错误命题。除了西方哲学的形而上学思维,往往习惯或者恰恰喜好追逐这样一种无休无止的空谈以外,没有任何本质意义。至于“因果关系”原则上只可能存在于人们的“思维理念”之中,至于与“因果关系”构成逻辑对应或者隐藏于这种“主观意识”之中的某种“规律性”,本质上只是刻画了“理想化同一”物质自然蕴涵的“抽象同一性”。面对“无尽但是自存”的物质世界,需要将蕴涵于物质世界不同特定部分的不同抽象同一性,仍然本原地回归到拥有它们的不同物质世界之中。

但是,否定所谓绝对真理的存在,仅仅将蕴涵于物质世界自身的抽象同一性严格限制在那

些保持抽象同一的物质集合之上,并不意味着需要抛弃或者否定一切合理陈述必须遵守的“可解释性”原则。本质上,自然科学所表现的形形色色规律仍然根本决定于,或者更为准确地说是逻辑地隶属于被描述的特定物质对象,而无穷无尽的物质世界充满差异和复杂性。因此,自然科学之中不可能存在一成不变的规律。但是,当人们指出一切真正合理的科学陈述必然是“可解释”的,并且容易为人们“理性而自然”地加以接受的时候,此处所说“可解释性”的全部本质内涵仅仅在于一切合理陈述的“无矛盾性”。其实,也正因为一切合理陈述是无矛盾的、保持逻辑相容,所以总能够为人们自然地接受。

事实上,正如本书第三部分,即“经典电磁场理论及经典电动力学的一般反思”所作分析已经充分指明的那样,Michelson-Morley 实验所表现只不过是一种十分平凡和简单的物理现象,至于被 Einstein 特别认定的“光速不变性”原理,其实并不仅仅属于“电磁场”,它表现为“一切物质场发生小扰动现象”时的一种共性特征,仍然以一种“抽象同一”的方式普遍存在于类似于“声波”这样一些物质场之中。也正因为此,人们可以始终坚信:物质世界所发生的一切只要是“真实”存在,那么,这样一种真实存在就必然是可解释的;相反,如果对于这样一种存在出现难以“理性接受”的认识疑难时,那么,如果不是那个所谓的新物理事实并不真实,则只能是人们的习惯理念自身已经隐含着某种自己视为觉察的思维悖论。

当然,本书通过“逻辑自洽化”分析已经告诉人们:作为 Newton 力学存在基础的“惯性系”概念,就是一个导致整个现代自然科学陷入前提性认识悖论的错误概念,不仅仅只能逻辑地依赖“循环逻辑”而定义,而且,无穷多惯性系的存在使得运动学状态不再具有确定性意义,必然使一切“涉及运动学状态的物理学陈述”相应失去了任何实际意义,还导致出现一个在形式逻辑和物理内涵都完全错误的“Galileo 相对性原理”,长时间地困惑着整个科学世界;另一方面,由 Maxwell 构造的经典电磁场理论,无论在形式逻辑与物理内涵方面则存在更多需要“重新认识和逻辑自洽化”的问题,首先由于整个形式表述系统与其严格对应的物质基础,从而使“测量‘以太’相对于地球运动速度”自身就成为一个悖论性的实验命题,此外,由于容忍乃至纯粹依赖太多“人为独立约定”的无理存在,不仅仅出现了现代科学世界中的一些研究者已经开始意识到“这个陈述系统在数学上根本不可能求解”的反常事实,而且,一个难以理喻的认识不当还在于:至今科学世界都没有一种能力,能够把“电磁波赖以存在的电磁场”和“作为电磁场之中小扰动传播的电磁波”这样两个完全不同的概念加以区分。

因此,对于 20 世纪科学世界赖以自豪的“相对论”和“量子力学”这样两门学科,当它们都只能以放弃“可解释性”作为前提而存在,实际上是以一种不加丝毫掩饰、昭然若揭的方式彻底抛弃人类数千年真诚向往和努力捍卫的“理性”原则的时候,难道我们的哲学家不正应该理直气壮地站出来,严肃地承担起哲学理应承担“捍卫理性原则或者捍卫可解释性原则”这样一种基本职责吗?十分遗憾的是:现代哲学家不仅仅对现代科学世界对理性肆无忌惮的摧残熟视无睹,甚至还推波助澜,提出“实用主义哲学”以及“或许可以容忍对无矛盾性原则违背”的哲学,以一种纯粹自欺的方式作为“诋毁理性”的掩护。

17.6.6 自然科学研究中“世界基本图式”的一般性探讨

首先需要明确指出:期望无尽的物质世界能够同一地满足某一个特定的“数学式”,只不过是完全不懂得“数学或者逻辑”的幼稚而导致的后果。如果能够被视为是符合逻辑的或者是真正数学的,那么,使用“数学语言或者形式逻辑”而导得的任何一个推论都绝对不可能超越

它最初的逻辑前提,怎么可能由某一个“数学式”推知无穷无尽、充满差异和复杂性的物质世界发生的一切呢?因此,对于此处所要探讨的“世界基本图式”,它完全不同于 Einstein 曾经真诚期待过的那个“优越”的公式,也同样不是使用他从来没有也不可能真正读懂的“现代微分几何”,但是却伴随他整个后半生的那个“统一场论”的梦幻。相反,人们必须形成一种自然、朴素然而必需的理性意识前提:充满差异和复杂性的无尽物质世界,根本没有统一、和谐的问题可谈,但是,那个被人们用来描述物质对象的“工具”的语言系统,则必然也必须是严格统一、和谐、无歧义的。

对于 20 世纪的现代自然科学体系在取得许许多多人类历史上难以想象光辉业绩的同时,却在形式逻辑或者人类期待的理性原则上,最终出现诚实的 Landau 无奈地指出“理论物理中的数学严谨性只能被视为自欺欺人”的尴尬,或者聪慧的 Dirac 所说“量子力学中数学形式的模仿只不过是一种有趣游戏”一种故作轻松中的认识反常,根本渊源于根本哲学导向的错误。实际上,当 Einstein 自诩更合适于担当哲学家的时候,他正是通过类似于式(4.2.1)所示,一种“能够完全独立于任何特定物质对象”的“世界图”,即

$$\begin{array}{c} \text{world point } \mathbf{x} \leftrightarrow \text{event}_{\text{independent of any special material object}}, \mathbf{x} \in R^4 \\ \xrightarrow{\text{universally and unqualifidely used in all the nature}} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{trans}(x_i) \in \text{Mink.}^4 \leftrightarrow \mathbf{x} \in \text{inertial reference system} \\ \text{trans}(x_i) \in \text{Riem.}^4 \leftrightarrow \mathbf{x} \in \text{non-inertial reference system} \end{array} \right. \end{array}$$

向人们展现对物质世界“统一模式”的理解。

同样,也只是为了表达在如何表现物质世界方面,与 Einstein 完全相反的哲学理念,在本书的开篇不久,已经通过式(4.3.1)构造了另一种所谓的“普遍”模式,并且,再一次将其重新写出如下:

$$\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{l} \text{material object} \\ \text{in a certain surround} \end{array} \right. \in \text{the real material world} \\ \xrightarrow{\text{formal definition on both the material object and environment}} \\ \left\{ \begin{array}{l} f(\mathbf{T}) \xrightarrow{\mathbf{T}; \text{ tensor independent of reference system}} 0 \\ \mathbf{T} \in S_{\text{phy}} \subset R^3 \end{array} \right. \in \text{the idealized material} \end{array}$$

此时,科学陈述的语言是统一的,必须使用独立于任何参照系的张量语言加以表述,但是,那个逻辑地依赖特定物质对象以及特定物质环境的形式系统,却只能是条件存在与有限真实的。

毋庸置疑,在两种基本模型中,显示了人类认识物质世界时两种“彻底相反和完全对立”的理解与哲学导向。在 Einstein 的“世界图”那里,表达了他的一种真诚期待:那个特定的形式表述,即他热切期待的某一个(当然,现在已经不止一个,而是处于逻辑互悖之中两个)公式,必须被赋予独立于一切物质真实的“绝对真理性”意义,甚至不惜对语言自身不间断地做出改变。但是,在那个重新构造的普遍模式中,除了维护语言自身的统一,以及昭示使用统一语言所构造的形式系统只可能逻辑地决定于被描述物质对象,它希望告诉人们的却是:用以描述充满差异和复杂性的物质世界的形式系统,只能相应地处于一种永恒的变动之中,同时也仅仅因此,整个自然科学体系才可能保持严格逻辑相容,以及保证一个严格逻辑相容陈述系统所必需的,包括概念在内的整个语言系统的严格统一、无歧义性。

但是,如果进一步对照目前自然科学研究中实际存在的许多认识困惑,除了需要确认一切

自然科学陈述必须严格遵循的“客观性”基础,以保证科学陈述基本满足“逻辑相容”准则,或者吻合于蕴涵于整个人类精神内核的“理性原则”以外,人们还可以发现,对于整个现代自然科学体系,实际上还存在着另一个至今没有真正得到解决,并且同样属于“哲学导向”上的一种认识不足或者认识困惑:自 Newton 的经典力学、Maxwell 的经典电磁场理论体系,乃至那个到现在还不知道自己描述的是什么物质对象的现代量子力学,在自觉或者不自觉地放弃了科学陈述的“客观性”原则的同时,它们都没有理性意识到那个被描述物质世界内蕴的“互为作用、互为依存”的这样一种“不可分割性”的基本特征。

因此,值得从“逻辑关联”的角度,再一次审视属于整个自然科学体系,某种被赋予“普遍意义”的形式逻辑特征。

无尽的物质世界不仅仅存在“充满差异和复杂性”这样一种表观意义上的物理真实,而且,更为重要或许也更为本质的是:正是依赖这样一种“差异和复杂性”以及与其相伴而生的“相互作用和相互关联”的存在,人类面对的大自然才可能不至于化作某一个“支离破碎、特立独行”的拼凑物,而自然地成为“牵一发而动全局、彼此互为作用、互为依赖”的一种“不可分割”的整体。

回顾 Newton 经典力学,如果从单纯的形式逻辑角度考虑,由于 Newton 没有形成一种理性意识或者逻辑相容的判断:作为一个独立和被赋予确定物理内涵的基本概念,“力”必须起码被定义于两个“客观存在”的真实不同物体之上,否则不成为力。于是,由于逻辑结构的不完备,才使得经典力学出现那个纯粹“想当然”的,只能存在于“人为意念”之中,并且至今始终无法定义的“无穷多个惯性系”以及由此而引起的一系列前提性认识悖论。当然,如果从一般“哲学理念”的角度考虑,那么,对于形式逻辑之上所显现的不完备问题,还源于 Newton 缺乏对物质世界所蕴涵“差异、作用、关联”的整体认识,而习惯于针对那些事实上只是“被人所分割”的个体进行某种“孤立、片面和静止”的简单思维。同样,也囿因于完全相同的简单思维习惯,Maxwell 不懂得如何将他所希望描述的电磁场与激发电磁场的物质实体构造逻辑上的确定关联,不仅仅提出 Michelson—Morley 实验这样一个本质上存在导向错误的实验命题,而且还由此出现 Einstein 曾经指出因为运动状态不具客观性,所以本质上无法对处于相对运动之中电荷和电流的状态做出区分的前提性认识疑难。

当然,也正因为这个缘故,Leibniz 就能够一针见血地指出 Newton 认识之中隐含的哲学不当和最终必然导致的逻辑紊乱,相应做出“与物质客体相分离的任何空间概念在哲学上都没有必要”的明确论断实属极其难能可贵。不可思议的是,整个西方科学世界和整个西方的哲学世界长期无视“惯性系”只能建立在“循环定义”上的逻辑不当,乃至无视 Newton 力学体系之中“惯性力”定义对于整个形式系统形成逻辑否定的基本事实,却没有充分注意到 Leibniz 在这个涉及整个现代自然科学体系存在基础的重大命题上提出的忠告。

于是,在描述乃至准备期望描述物质世界的时候,任何研究者必须形成一种稳定而明确的前提性认识:那个被描述的物质世界充满存在着差异的不同物质实体,并且,正因为这些存在差异的不同物质实体的之间相互作用,使得它们形成处于相互作用之中的一个不可分割的整体。如果使用形式语言以刻画吻合于这个特定逻辑关联的物理实在的话,那么,这样一种形式表述不妨大致表述为如下所示的基本形式:

$$\begin{aligned} & \forall \text{ a formal system } \in \text{ Natural science,} \\ & \text{the system } (a, b, c, \dots) : a \neq b, b \neq c, \dots \bigcap f_{ab} \neq 0, \dots \end{aligned} \quad (17.6.7a)$$

它表示:对于任何一个隶属于自然科学中的形式系统,它必须逻辑地定义于由彼此不同的“理想化”物质实体所构造的集合 $(a, b, c, \dots)$ 上,并且,在两两不同的理想化物质实体之间,还存在由 f_{ab} 等所描述一种“不恒为零”的相互作用。正是这样一种特定的形式表述结构,能够在刻画物质世界必须拥有本质内涵的这样一个特定层面上,与物质世界自身内蕴“充满差异、彼此关联、互为作用、不可分割”的基本特征保持严格逻辑相容。

并且,还相应需要形成一种与其保持逻辑一致,但是同时存在差异而又形成彼此呼应的理性意识:在不可分割物质世界自身的“无以穷尽”本质以及人类无法穷尽物理真实的“有限表现”能力存在无可调和的矛盾,因此,对于自然科学领域中任何一个真实存在的形式系统,它只可能定义于有限个不同物质实体之间

$$\begin{aligned} & \forall \text{ a real formal system} \in \text{Natural science,} \\ & \text{the system } (a, b, c, \dots, n) : a \neq b, b \neq c, \dots \cap f_{ab} \neq 0 \end{aligned} \quad (17.6.7b)$$

相应与人们期望描述的物质世界之间存在“恒定”的差异。或者说,自然科学中任何一个尽管在逻辑上合理的形式表述系统,永远只可能具有“有限真实性”或者“有限真实”的表现能力,差异则是永恒的。

但是,无论形式系统的“定义域”怎样收缩,或者等价地说不管形式系统所涉及物质实体的数目如何减少,但是,作为一种极限状态,在逻辑上可能存在的“最小形式表述系统”只允许是

$$\begin{aligned} & \exists \text{ the minimum formal system} \in \text{Natural science,} \\ & \text{the system } (a, b) : a \neq b \cap f_{ab} \neq 0, \dots \end{aligned} \quad (17.6.7c)$$

并且,如果仍然仅仅从单纯形式逻辑的角度考虑,那么,对于式(17.6.7a)所示一般表述形式,此处提出的这个允许的最小的形式表述系统,仍然可以被合理地视为在一般形式表述之上所构造“约束约束”的像。显然,还要进一步减少形式系统所涉及物质实体,则不再继续与一般形式表述保持逻辑相容,同时也根本违背“依赖不同物质实体互为作用而存在”的物质世界的本质特征。也就是说,仅仅定义于一个特定物质对象上的形式系统并不存在,即

$$\begin{aligned} & \overline{\exists} \text{ a formal system} \in \text{Natural science,} \\ & \text{the system : (a single body)} \end{aligned} \quad (17.6.7d)$$

从而,与本书曾经多次强调指出“对于自然科学中建立在某一个特定物质对象之上的形式系统,它还必须形式地定义于与该特定物质对象发生主要作用的特定物质环境之中”的基本要求,这个特定关系式再一次给出一个完全逻辑一致的表述。

当然,无论是 Newton 的经典力学还是 Maxwell 的经典电磁场理论,都由于忽视或者违背了这个逻辑上必须遵循的基本条件,只能处于由于运动学状态无法确定的前提性认识不当引起的逻辑紊乱之中。至于量子力学,由于基础科学中一系列基本问题尚未得到真正解决,而它自己需要处理的问题则相对更为复杂,因此最终只能像 Landau 所说的那样,不仅仅完全没有能力考虑数学严谨性的基本要求,甚至已经完全失去了一种信心,继续顾忌科学陈述是否能够逻辑相容的问题了。

17.6.7 自然科学理论体系“客观性基础”的重新确认

在自然科学研究中,如果某一个陈述系统本质上已经彻底背弃了逻辑,并且只可能依赖类似于“宗教信仰”这样的“第一性原理”而存在的时候,可以相信,无论是对于这个形式系统的构

建者,还是对这个形式系统只能做出简单认同的研究者而言,他们的内心难免能够心安理得地容许本质上并不真实存在的“经验证实”而无所顾忌于“逻辑不相容”现象的普遍存在。但是,世界上的任何事情总是相反相成、相依相克的。正因为此,往往会存在与“无条件信仰”完全相悖的另一种“极端”认识,这就是彻底的怀疑论:对自然科学中理论体系是否具有实际指导性意义表示怀疑。当然,这样一些趋于极端化“肯定或者否定”的相反判断,具有本质上完全一致的哲学渊源,它们同属于由于“何为实在、如何表现实在”这样一些最基本哲学命题没有真正得到解决,所导致两种“既互为依存、又互为否定”的逻辑必然。

纵观当今科学社会,同样不难发现存在着的两类完全不同的人群:第一种是自觉自愿放弃一切独立思考 and 科学批判意识,无条件地接受科学主流社会已经安排的形形色色“第一性原理”者;另一种则拒绝放弃独立思考并且坚持哲学批判原则,但是由于目睹现代自然科学体系太多矛盾而断然承认所有科学论述可能具有合理性的“现代非理性主义(Irrationalism)”者。当然,识时务者为俊杰,前者远不仅人多势众,还能充分享受“科学”给予的种种实惠。然而,后者则无疑更为让人可敬。正如非理性主义者自己特地澄清的那样,非理性主义之所以否定理性,只是为了坚持理性的本质和纯洁性。因此,尽管非理性主义者同时又不恰当地充当了悲观主义者的角色,但是,能够诚实指出种种“非理性”真实地存在于现代自然科学体系的本身,恰恰本质地为探求真理的人们保留重新获得“纯真理性”的一份希望。其实,始终可以坚信的是:真正理性的,必须首先是自然的,最终必然容易为人们理性地接受。相反,对于 Hilbert 那样一些本来应该承担“捍卫逻辑也就是捍卫理性”重责的职业数学工作者,他们所提出“赋予一切随意乃至彻底无理假设以合法地位”的“人为约定论”基础,不仅仅成为对理性的根本背弃,而且,对一切渴望探求真理的人们也是一种最大的欺骗。事实上,也只是这个缘故,笔者不得不始终重复着这样看似过分简单、朴实,然而做起来却并不真正容易的基本理念:自然科学研究其实和如何做人是一样的道理,诚实远比智慧更为重要和根本。

那么,自然科学研究中许多人为构造的理论体系是否真的具有“指导性”意义呢?当然,答案是肯定的,并且,合理科学陈述体系具有的指导性意义,仍然只可能本质地蕴涵于这个合理陈述必须具备的“客观性”基础之中。

首先,不妨以 Newton 经典力学为例。针对某一个人们所感兴趣的物理现象,如果在这个特定的物理现象之中,所有相关的物质实体都允许被大致合理地视为“理想化质点”的时候,那么,Newton 公式本质上作为“作用于两特定质点之间的力”的一种形式定义,即

$$f_{ab} = m_a a_{ab} = -m_b a_{ba}$$

该公式在“物理内涵和形式逻辑”两方面都是完备的,逻辑相容于 Leibniz 对 Newton 力学曾经做出的合理批判。事实上,此时该公式不仅仅“能够也必须”独立于那个至今无法定义的惯性系,而且还根本因为是一个“定义式”被相应赋予了“普适性”意义。也正因为此,即使在现代量子力学的相关陈述之中,仍然需要使用这个普遍公式,以保证概念所必需的严格“同一性”意义。与此同时,如果希望研究由 n 个质点所构造粒子系统的运动学规律,那么可以断言,该粒子系统一定能够满足经典力学中 Hamilton 体系的最小作用量原理

$$\text{Min: action } (p_i, q_j) \quad i, j \in (1, 3n)$$

并且,对于这样一个已经得到大量实验验证的科学判断,似乎可以视为一种纯粹“主观意义”的人为认定,从而否定这个科学陈述需要具有的客观性基础的时候,其实恰恰出现了逻辑思维的本末倒置。对于一个本质上“自存”着的物质世界而言,它在一切可能实现的运动中,当然只可

能自发地选择一种“最有效”的形式,去实现那个仅仅逻辑地隶属于物质世界自身的运动。因此,尽管一再申述此处不讨论任何与“人”自身有关的命题,以保持用以描述物质世界的“知识体系”必须在逻辑上仅仅从属于物质世界这个不可违背的基本特性,不过此处仍然值得我们由衷赞叹最先提出“最小作用原理”的 Maupertuis,发自内心地称颂他所具有的非凡智慧。然而,即使如此,一个更为根本的问题在于:对于首先提出这个普适性原理的科学先驱而言,最伟大或者最值得人们赞叹的智慧,正在于这个人为论断吻合于物质世界的普遍真实。或者说,正因为“最小作用原理”实际蕴涵的“客观性”本质,成为赋予整个自然科学体系一种“合理性”的基础。

同样,如果所有的物理真实都告诉人们:对于量子力学研究所涉及的粒子系统,整个粒子系统所构造的状态空间通常总能够表述为类似于式(17.6.2)的形式,即

$$s: \{m, Q, f, q_i, p_j, \chi_k\} \in (S_{\text{phy}}, t)$$

$$i, j \in (1, \dots, 3n) \quad \chi = \pm \frac{1}{2} \quad k \in (1, n)$$

而且,相关的物理真实还告诉人们另外一种完全独立的基本事实:作用于粒子之上的所有量子作用都不可能做“无穷细分”,而只能与 Planck 数的整数倍相关联,即粒子作用必须满足离散的“量子约束”方程,即

$$\begin{cases} \Delta \mathbf{x} \cdot \Delta \mathbf{p} = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta \mathbf{L} = \lambda \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N$$

那么,作为对于“粒子系统承受某量子作用最终状态”的一种推测,解函数的“定义域空间”必然是离散空间,否则不可能与上述“离散量子作用”的物理真实保持一致。因此,对于能够大致吻合于以上物理真实的形式表述,因为拥有“客观性”基础,所以它的相关推测自然地赋予了“可信性”意义。此时,又何需那个纯粹杜撰出来的 Schrödinger 方程作为一种完全自欺的“心理”安慰呢?只要了解一般的偏微分方程理论,就知道波动方程只可能定义于“连续域”空间之中,而与“泛定方程”对应的“通解”同样是连续的,并且,也仅仅于此,可能也必须与“恰当边界条件”共同构造一个恰当的“定解”问题。根据演绎逻辑,或者哲学家所崇尚的逻辑,永远不可能由“连续”的波动方程演绎地推得具有“离散”特征的解。正因为此,正如本书相关分析指出的那样,自量子力学诞生以来,从来没有一次,真正按照赋予这个形式表述的“数学意义”,求解过 Schrödinger 波动方程。或许,这同样正是 Landau 不得不在他的《量子力学》卷的序言中,指出“理论物理中的数学严谨性是自欺欺人”的缘故。

仅仅作为一个过分简单、朴素或者几乎完全自明的基本道理:逻辑永远不可能告诉人们任何实在,逻辑推论永远也不可能超越它的逻辑前提。因此,无论是只能建立在“约定论”之上,本质上没有任何内在逻辑关联,从头至尾充满逻辑悖论的“现代微分几何”;还是那个退而居其次,还依赖充满逻辑悖论的“现代微分几何”作为其支撑的“广义相对论”,它们都需要“允许赋予任何形式人为假设以合法性”这样一种“彻底无聊、纯粹自欺,甚至连中世纪经院哲学家也不屑一顾”的“约定论”作为共同的基础。但是,当这些约定论者层出不穷地展现“仅仅存留‘数学’的形式,而完全失去数学的本质——逻辑,或者更为准确地讲是对作为数学灵魂的逻辑已经构成全盘否定的不同约定”的时候,人们不竟提出质疑:自存的物质世界为什么服从这样一些没有任何逻辑关联的“由数学符号拼凑出来的符号”呢?更何况,这些纯粹拼凑出来“数学

符号”缺乏确定物质对象的支撑,以至于这些约定论者“约定”出来的“数学符号”缺乏任何确定性的意义,那么,这样的约定论又能真实地指出什么“实实在在”的东西呢?

事实上,这正如即使承认“广义相对论”所说,人类生存的那个空间只能是一个“弯曲”的几何空间,继而因为空间是弯曲的,所以“弯曲空间传播的光波迹线才应该是弯曲”的,并且,因此而接受现代科学世界极力希望人们认同的那个基本判断,Einstein 的预言成为当今最具划时代意义的光辉论断。但是,一个无可回避,或许应该令整个现代科学世界陷入尴尬之中的另一个基本事实则是:除了 Nature 杂志所说,能够对“广义相对论”提供“直接证据”的“标架拖曳(Frame-Dragging)”实验获得了成功以外,由于无论是“现代微分几何”还是“广义相对论”都只能建立在无穷无尽的人为约定上,它没有也不可能提供任何源于物质世界的物理学参数,因此,它不仅仅无法对“几何空间到底是什么样的弯曲空间”的大命题,而且甚至不可能对“电磁波在电磁场之中到底以怎样特定方式进行弯曲传播”的具体命题做出任何有意义的回答。这样,仍然严格吻合于逻辑所蕴涵的基本特征,在这样一些只能凭借“天才们直觉、顿悟,甚至因为他们对‘将桌子、椅子等视为几何学基本概念’的一种喜好或者偏爱”而杜撰出来的“普适真理”体系中,所有的一切都仅仅起源于“人为约定”的陈述,因此,除了那些最初的约定以外,在本质上仍然什么也不可能告诉人们。

或许应该承认,如果说“理性”本质地意味着对于人类的构成一种“思维约束”的话,毫无疑问的是这种约束只能是哲学家特别颂扬的逻辑,那么,正如人类几乎所有民族步入文明之初曾经呈现丰富多彩的“神话”那样,喜好思考的人类自身蕴涵着一种无拘无束自由幻想的本能。正因为此,当“广义相对论”告诉人们:“人类所面临的几何空间实际上是一个弯曲空间,于是,光线在这个弯曲空间之中自然以一种弯曲的方式行进”,这样陈述,无疑会吸引许许多多充满着科学幻想的人们。而且,这个出现于 20 世纪的“幻想结构”还因为能够彻底摆脱“逻辑推理或者理性思维”的桎梏,更容易得到许许多多“职业科学家”的特别青睐。对于这些“以科学为生”的人们,他们放纵幻想的闸门,像充满激情的 S. W. Hawking 那样,豪情澎湃地向人们不断变幻着他们的幻想。并且,越是玄妙,才能越显现他们的非凡才华。当然,与他们充满激情的幻想相比,本书关于“不均匀电磁场中电磁波以曲线方式传播”的论断,只能成为一种过分“朴素、平凡和平常”的陈述。而且在原则上,此处重新提出的论断,只不过是针对一个多世纪乃至两个世纪以前,由现代自然科学体系的前驱者所发现一系列独立经验事实的逻辑必然。

此处,不妨重新回顾第 11 章关于“电磁场中电磁波”所作的论述,或者直接对式(11.5.10)重新构造的数学表述进行大概的分析。首先,在这个数学表述中的第一个部分,即

$$\left\{ \begin{array}{l} -\nabla^2 \phi = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = \mu_0 J \\ \nabla \cdot \Psi = 0 \\ n \cdot \nabla \phi(x) = -\sigma \quad x \in b \\ c^2 n \times \nabla \times \Psi(x, t) = j \quad x \in b \end{array} \right. \quad (A)$$

在数学上,它因为属于“恰当的定解问题”,所以能够相应构成一个人们通常所说的“恰当”数学模型;而在物理上,这个数学模型所表达的同样只是一个简单的物理实在:处于“恒定静态”状况之中,并且仅仅作作为“动态电磁扰动载体”而存在的“背景”电磁场。如果仅仅从“形式逻辑”的角度考虑,给定体积域之中的电荷和电流分布, ρ 和 J ,以及给定边界上的电荷和电流分布, σ

和 j , 相应构成整个电磁场两组被赋予“独立”意义的“源”项。事实上, 也仅仅于此, 它们才能够与“允许直接定义于电磁场之上的两个势函数, ϕ 和 Ψ , 而不是经典理论通常所说的 E 和 B ”进一步构成严格的逻辑对应。并且, 这个数学表述所表述的一切, 都没有超越 2 个世纪前, 由西方科学世界的先行者所发现的所有经验事实。

此外, 对于该数学表述的第二部分

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \times \nabla \times \Phi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = \mu_0 j \\ \nabla \cdot \Phi = -\frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\nabla \cdot j}{r} dV \\ n \times \nabla \times \Phi(x, t) = \frac{1}{c^2} j' \quad x \in b \end{array} \right. \quad (B)$$

与前述数学表述一致, 首先作为任何一个具有实际科学意义的形式表述, 它必须在数学上是恰当或者可以“唯一”求解的, 不允许现代科学工作者已经开始逐步意识到“Maxwell 方程组本质上只是一个不可求解的数学表述”这样一种反常情况的存在; 同时更不允许诸如“Lienard-Weichert 势”那样一种, 几乎在它推理过程的每一步都存在逻辑悖谬, 实际上不自觉地欺骗着整个科学世界也蒙骗着他们自己的问题。当然, 从这个数学表述所对应物理内涵的角度考虑, 同样不允许丝毫超越相关的经验事实。事实上, 正如本书所作分析实际表明的那样, 这个特定的数学表述只不过是经过了“逻辑自洽化”修正以后的 Maxwell 方程组之中, 那个与“动态电流 j, j' ”相关部分的逻辑推论。或者说, 在两种不同数学表述之间, 彼此存在着严格的逻辑相容性, 即

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \times E = \frac{\partial B}{\partial t} \\ \nabla \cdot B = 0 \\ \nabla \times B = \frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{\epsilon_0} J - \frac{\partial E}{\partial t} \right) \end{array} \right\} \xleftrightarrow{E \sim \frac{\partial \Phi}{\partial t}, B \sim \nabla \times \Phi} \left\{ \begin{array}{l} \nabla \times \nabla \times \Phi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = \mu_0 j \\ \nabla \cdot \Phi = -\frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \frac{\nabla \cdot j}{r} dV \\ n \times \nabla \times \Phi(x, t) = \frac{1}{c^2} j' \quad x \in b \end{array} \right.$$

当然, 在相关的逻辑推理过程之中, 不允许 Maxwell 超越经验事实, 仅仅通过纯粹“人为约定”的方式引入他所杜撰的“位移电流”, 而且, 更不允许提出“Lorentz 规范或者 Coulomb 规范”这样一些没有任何理由的人为认定, 使得整个陈述系统实际上处于“逻辑自悖”之中。

于是, 根据且仅仅根据西方哲学家热切向往的“逻辑”, 因为一个合理形式表述中的所有一切都没有超越与其相关的所有基本经验事实, 所以只要这些经验事实的确是真实的并且具有独立的存在意义, 那么, 对于人们期待了解的某种物理现象, 例如此处所说“电磁场之中的电磁波”, 当相关的物理实在能够与前述的独立经验事实保持抽象一致的时候, 这个形式表述所揭示一切自然同样是真实的, 并且, 在本质上它依然没有真正超越该形式系统的逻辑前提。也正因为此, 借助上述数学表述可以计算而得的“光线的弯曲传播迹线”同样应该是真实的, 并且是平凡的, 与西方科学世界已经理性意识到的“弯曲声波迹线”没有任何根本差别, 只不过是人们所给定一系列物理实在的逻辑必然。

当然, 这就是本书通过整个第三部分, 即“经典电磁场理论及经典电动力学的一般反思”所告诉人们的一个基本事实: 尽管西方科学世界内心崇尚形式逻辑, 反映整个人类对于理性一种共同的追求, 但是, 一旦在西方科学世界面对暂时的认识困惑, 而允许将形形色色的人为约定

引入逻辑推理过程的那个时刻,已经成为对逻辑一种本质意义上的彻底背离或者背叛。一位从事“实验科学研究”的物理学工作者曾经以一种十分朴素、平凡的语言,指出一个同样平凡、朴素的简单事实:无论面对怎样复杂的物理学实验,其实,最终始终只能使用抽象意义完全同一的“那一把尺和那一只钟”,度量我们真实存在的几何空间中发生的一切。

17.7 捍卫科学语言的纯洁性以及严肃规范科学争论和科学批判的语言

为西方哲学家热切期待的“理性”原则或者一切合理陈述所必需的“无矛盾性”原则,并不仅仅属于西方世界,它真实地属于对于“真理和逻辑”同样充满真诚期待并且也同样曾经做出许多独立贡献的其他民族。科学和真理是整个人类的。事实上,尽管在近 5 个世纪以来,西方科学世界为形式逻辑的构建的确做出了许多超越其他民族的开拓性历史贡献,但是,本质地囿于西方形而上学和无穷剖析在能够揭示某些更为深刻、细致内涵的同时,一种繁琐、简单和绝对化的“割裂式”思维陋习,西方科学世界对“理性和逻辑”乃至对他们自己所构造形式系统的破坏、摧残乃至亵渎同样是巨大的。或许可以说,破坏和贡献往往被赋予大致相同的威力。因此,对于包括西方科学世界在内的整个人类,在能够充分享受着 20 世纪技术高度繁荣和物质繁荣的时候,格外需要重视对人类理性的极大摧残,乃至由此而造成对于整个人类未来一种难以估量的影响。

但是,在需要严肃而认真反省现代人类自己全部行为的时候,如果仅仅从哲学以及从自然科学研究的角度考虑,那么,必须着重考虑对于科学陈述的语言系统的反思,需要对科学研究、科学争论和科学批判所使用的语言系统加以严格规范。此处,作为本章乃至全书的最后一节,首先期望进一步强调 Locke 已经指出“在可能处理大问题之前,必须考察我们的工具也就是我们的概念,首先致力于进行知识批判和语言分析”这一光辉论断必然具备的重大前提性意义。毫无疑问,任何一个具有“正常思维”的哲学家或者自然科学工作者,原则上不会公然反驳 Locke 曾经提出的科学语言自身的重要性^①。

然而,当哲学在“到底何为实在”这样一些前提性命题之上无能为力的时候,真正实现语言系统的纯洁性不仅远不容易,原则上也是一件不可能做到的事情。但是,在 19~20 世纪之交,从数学基础到整个物理学出现的大量逻辑悖论,使得哲学家无法继续回避科学语言自身的问题。于是,从哲学本原考虑,不妨将 20 世纪以后的整个现代西方哲学大致纳入“语言分析”的范畴。显然,这些属于一个过分庞大的体系。此处,无力也无需对西方哲学一种习惯的繁琐花费许多精力进行较为深入的分析。甚至还可以反过来说,如果关于“何为实在”这样一些最基本的哲学命题能够在本质上得到解决,那么,对于西方哲学习惯于“从语言到语言、从概念到概念、从主义到主义”的形而上学,却绕开“根本矛盾”的论述只可能归结为“空言性陈述”的范畴,

^① 保持语言系统自身的纯洁性应该是一个自明的基本认识前提。但是,此处仍然不得不重复地提醒人们注意本书反复指出的基本事实:当 20 世纪的科学世界以“相对论”以及“量子力学”而引以自豪的时候,它们得以存在的基础恰恰是凭借“对不断改变概念”纵容,从而造成对“语言系统”的彻底破坏。科学陈述的语言不统一,当然也完全谈不上逻辑相容性的问题了。实际上,在整个现代科学世界,没有任何人敢于站出来对科学陈述“最起码理性原则”遭受公然践踏的事实予以否定。其实,人类历史上存在暂时的认识困惑并不奇怪,但是像 Heisenberg、Bohr 那样,仍然心存对理性的向往却并不容易。当然,这也是需要对他们始终保持一份深深敬意的缘故。

本质上并不值得予以过分认真的对待。但是,考虑到其中的“分析哲学”对自然科学的直接影响和实际关联,那么,努力从他们起码在初期时同样予以认同的“逻辑”的角度,对相关陈述的真伪做出判断仍然具有现实的意义。

除了对“分析哲学”进行简短讨论以外,不妨仍然从“方法论”的角度出发,重新探讨比“分析哲学”早一个世纪出现,往往被我们的哲学家称为“西方哲学史上集大成者”的 Hegel 辩证法,考察它为什么在面对基本哲学理念重大争论的时候并没有真正获得成功的原因。其实,如果说 Hegel 辩证法真诚地期望通过“对立统一”原则以表现面对“复杂物质世界”所必需的“复杂性思考”方式,但是,恰恰是西方形而上学思维的陋习,使得其在回避一系列哲学基本矛盾的同时,不可能真正脱离 K. Marx 所批判的那种“片面、静止、孤立”思维方式,当然,也不可能深切体会充满“生动、活泼、变化”的“动态”思维结构。最终,Hegel 的辩证法仍然与“辩证思维”形成本质意义的背离。或许可以认为,对于这个使用了大量“意义晦涩含混甚至显得荒谬和无意义”的一种“集大成哲学”,这正是现代的西方哲学家并没有继续予以更多关注的根本原因。

17.7.1 现代“分析哲学”一般理念的大致辨析

20 世纪“分析哲学”的出现,渊源于 19 世纪和 20 世纪之交,出现于整个西方理论科学体系的危机,以及为了挽救这样一种人类历史一种空前的巨大认识危机而做出的种种哲学努力。在《西方哲学词典》中,对“分析哲学(Analytic philosophy)”做出较大篇幅的解释,其中有这样一段概括性的叙述:

“作为一种运动,分析哲学自身有着不同的方法和理论主张。但是,统一这个运动的则是对于理性尊重的精神(the spirit of the respect for rationality),对于独断假设的怀疑(the suspicion of dogmatic assumption),对于自然科学中论证的严格性及其模型清晰性的追求(the pursuit of argumentative rigour and clarity on natural science)。”

可以相信,对于该解释中为“分析哲学”公开表示怀疑的“独断性假设”,应该首先是针对 Hilbert 所说“桌子、椅子这些毫不相干的东西都可以被当做几何学基本概念”,这样一种仅仅因为被“独断”地赋予了“公理化假设”的称谓,从而能够自动获取“合法性”地位的“约定论”而言的。但是,如果真的根据分析哲学的基本原则或者该哲学所尊重的理性精神,那么,所谓的独断性假设还需要包括:Maxwell 在构造他的经典电磁场理论体系时所提出的“位移电流”假设、在推导那个根本不可能构造恰当“定解问题”的过程之中,人们提出的“Coulomb 规范和 Lorenz 规范”、相对论中的“时空变换”以及量子力学的 Schrödinger 方程,……当然,如果更为严格地说,这个独断性假设,还应该包括 Newton 经典力学之中那个始终无法定义的“惯性系”,乃至经典流体力学之中缺乏严格逻辑对应以及确定物质基础支撑 Navier-Stokes 基本方程组,等几乎涵盖整个西方自然科学体系的基本概念。

当然,对于作为 20 世纪一种哲学运动的“分析哲学”而言,这个运动中的所有不同学派或者理论绝对没有考虑到那么广泛和深刻。但是,如果真的从“分析哲学”真诚期待的“理性”或者“逻辑”的角度考虑,也恰恰因为缺乏一种真正符合“理性”的洞见或者与“逻辑”保持严格一致的准确分析,他们的所有努力注定不可能获得成功。现在让我们重新审视分析哲学前期完成的若干主要工作,并且,仅仅从逻辑的角度对这些工作的成败得失进行重新评析。至于某些哲学著述中,那些类似于“后期 Wittgenstein 日常语义规则”却依然被纳入“分析哲学”的范畴的论述,由于它们实际上已经根本放弃了曾经努力追求和捍卫过的逻辑规则,这些所谓的主义

本质上已经不值得予以认真理会。当然,最终“放弃逻辑”的结果能够从另一个侧面告诉人们:那些曾经“为了坚持理性或者逻辑做出的努力”为什么不能获得成功的根本原因,其实仍然在于所有这些努力尚没有真正达到吻合于它们希望遵循的逻辑的严格程度^①。

17.7.1.1 关于“Moore 语义分析法”及其“评述”的大概评述

Moore 是第一个起而反抗新 Hegel 主义的。他似乎认为,所有的唯心主义都有一个共同点,那就是没有区别意识的内容和意识的对象。他指出,意识的内容是心理活动,意识的对象是独立于心理活动的客观实在。

不得不赞叹:Moore 对唯心论所作批判远不仅是素朴的,而且,从理性和逻辑的角度考虑,还是相当准确的。

Moore 通过“我的肉体存在,而且已经存在了一段世间”、“地球在我出生以前已经存在了许多年”等这样一些“自明之理”组成的“常识世界观”来批驳唯心论和不可知论的荒谬。

如果对“不可知论”做出明确的限定,那么,Moore 所述的“自明之理”对主观唯心论足以构造完全的逻辑否定。

Moore 的做法不禁想起为了反驳 Berkeley 所说“存在就是被感知”的观点,一位博士踢了踢路边的一块石头说,石头在我踢以前就存在了。毋庸赘言,这位博士和 Moore 对唯心论的理解和批判都是十分粗糙的。

如果断言 Moore 与那位博士思维十分粗糙,著者不觉得这种嘲弄言之无物吗?

Moore 由批判唯心论而否定整个传统哲学,指出伦理学和其他哲学领域中之所以存在不可解决争论的主要原因在于:“人们企图去回答问题,却没有首先精确地确定什么是他们想要讨论的问题。哲学家们试图以‘是’或者‘不是’的方式回答问题,但这两种答案中没有哪一种是正确的。”因此,在回答问题以前首先要分析问题。

一般而言,Moore 的批判切中整个传统哲学要害。只不过“首先要分析问题”的判断缺乏必需的逻辑内涵:任何“关系式”不能独立存在,对其肯定或否定前,要确定关系式的逻辑主体。

Moore 所说的语义分析,主要是对概念按照其字面上的意义进行分解,如把“兄弟”分解为“男性”和“同母所生”这样两个概念。由于缺乏逻辑知识,Moore 没有进行逻辑分析工作,正如一位评论家所说:Moore 的哲学兴趣完全是分析和批判的,根本不相信任何建设性的形而上学体系的可能性,是摧毁这个体系所固有的各种错误和混乱的批判者。

对 Moore 所作“字面意义分解”的批判是正确的。这种表面分解,甚至成为对前面所述正确逻辑批判的曲解。当然,这同样是其无力解决西方哲学困惑原因。

^① 后续所有关于“分析哲学”经典论述的介绍,如不加以特别说明,均援引自文献[5]中的相关陈述。

在此处所援引的哲学著述中,著者以一种相当不客气的口吻,当然或许也称得上是相当公允的态度,将曾经长期从事“精神哲学和逻辑学”的 G. Moore(1873~1958)称之为“一位‘缺乏逻辑知识’的学者”。其实,如果仅仅局限于“纯粹逻辑”的层面上思考问题,那么,针对“唯心论”在基本逻辑关联方面长期存在认识失误,Moore 教授的批判恰恰可以说是极其难得、鞭辟入里的。事实上,由于社会分工的不同,对于几乎绝大多数的哲学家而言,往往都在相当程度上缺乏“如何具体使用形式语言并进而作严格逻辑推理”的能力。但是,问题在于:哲学家的根本职责并不在于进行某些具体的逻辑推理,而恰恰需要在若干“最基础、最根本、最简单”的基元概念的认识上,为那些从事实际逻辑推理的研究者,把握或者提供“怎样凭借若干基本逻辑”而予以保证的“理性判断”原则。

人们需要始终记得:真正的理性陈述,几乎必然是简单、自然甚至朴素的;相反,西方哲学已经习惯的那种形而上学的繁琐,看似繁花似锦、引人入胜,却往往走到它所向往的绝对真理的对立面上。事实上,如果不是越俎代庖、画蛇添足,说了若干本不属于哲学家需要说的话,那么,Moore 针对整个传统哲学的批判,不妨可以视为“西方哲学太多、太泛甚至过分庸俗的形形色色主义、理论、思想”中并不多见的真知灼见。

17.7.1.2 关于“Frege 数理逻辑”的大概评析

作为一名数学教授和“数理逻辑”的开创者,Frege 提出需要构造一种“纯粹思维的形式语言”系统。他指出:“在科学的较为抽象的部分,人们一再感到缺少一种既可以避免别人曲解,又可以避免自己思想中错误的工具。出现这两个问题的原因都在于语言的不完善性。”

Aristotle 以来的传统逻辑虽然企图规范语言形式,却未获得成功。原因在于传统的形式逻辑从根本上说是主谓逻辑。……为了精确性的目的,Frege 设计了一种形式语言,用它来代替主谓逻辑。Frege 所说的形式语言就是现在人们所说的数理逻辑。

Frege 坚定地反对心理主义思潮,一再强调:逻辑对象以及一切可以被归结为逻辑的对象(如数学对象)不依赖人的心理活动而独立存在,这就是逻辑符号和规则普遍性及必然性的客观基础。他指出:心理学的论证方法对哲学的宰制已经侵入逻辑领域,这一倾向已经使数学完全不可理喻。……必须记住,当我停止思想一个命题时,它并不停止为真,正像我们闭上眼睛的时候,太阳并不终止存在。这样,充分表达 Frege 的“逻辑本体论”的思想。

作为晚生于 Frege 差不多一个世纪的自然科学工作者,必须表示对其诚挚的谢意,他为我们开启能够进行较为准确逻辑推理的工具,一个形式化的语言系统。

将“逻辑联词与逻辑量词”符号化,能严格规范科学语言的语义。但语言的“主谓结构”仍属于客观存在,不可能随着形式化而消失。

逻辑的全部内涵只在于保证陈述或者推理的“无矛盾性”,因此,逻辑与形式语言自身是“空”的,谈不上“客观”基础。但是,对心理学或诸如 Hilbert 那种约定论的唾弃和蔑视实属难能可贵。

服从逻辑,保证陈述系统必须遵循的“无矛盾性”原则,应该成为对人类所期待“理性原则”一种最本原也最朴素的理解。从 Frege 关于形式逻辑的构造和解释之中,人们不难体会到一位数学工作者为了捍卫逻辑和起码的理性原则时的那种热切和真诚,以及由于这种真诚对于将“心理学论证方法”引入自然科学研究乃至数学时难以言表的一种愤慨。

其实,对于哲学家而言,尽管通常无需也不能从事科学以内的具体研究,但是作为一种职业操守,他们的职责不就是要像 Frege 在此处所做那样:在人类或者科学世界面对某些暂时困难或者某种认识困惑的时候,需要郑重地提醒科学家,必须严厉拒绝历史上在出现暂时认识困惑时往往会自发出现,一种拒绝凭借“约定论”或者“独断论”而回避矛盾存在的自我欺骗吗?^①

当然,在肯定甚至需要感谢 Frege 在形式语言方面做出创造性工作的同时,仍然又不得不诚实地指出:囿于西方世界一种根深蒂固的形而上学思维痼习,Frege 的思考中总难免透析出“固定程式化”思维的简单、幼稚和粗糙。或者更准确地说,对于西方形而上学繁琐之中的思维过分简单,不能不觉得十分诧异乃至完全不可理喻。事实上,当 Frege 指出真理分为两种,一种诸如物理学中的定理必须以经验事实为根据,而另一种真理则可以纯粹从逻辑规律出发,需要特别强化逻辑的严格性的时候,恰恰在如何“认定真理”的这个前提性认识之上存在逻辑并不严格的问题,或者说他并不懂得在提出“逻辑符号和规则普遍性及必然性的客观基础”的时候,首先需要将“客观性基础”加以明确界定才可能真正保持逻辑相容的问题。

正因为此,在 Frege“设计了一种形式语言,用它来代替主谓逻辑”的时候,他却不能形成一种几乎过分简单的理性判断:即使一种形式意义上的替代是合理和允许的,它仍然只是他所说主谓逻辑的一种“重言式”表述。任何一个逻辑上合理的陈述,永远也不可能超越最初的逻辑前提。当然,仍然局限于逻辑分辨能力的限制,在 Frege 于在数学史中开创“形式语言”系统的同时,他却在“基本名词集合”的构造上出现了一个逻辑上不应有的认识疏漏,即:忘记了“对北京属于北京、华盛顿、伦敦、巴黎、…… 这样一个‘首都集合’中的一个首都”所对应的“属于”,与“北京属于中国的首都”所表示的另一种完全不同性质“属于”加以明确区分。当然,在“逻辑联词”的构造上出现的疏漏不能归咎于 Frege 一人,而属于那个年代西方科学世界的問題。但是,这个疏漏却对几乎使得整个现代自然科学体系不可避免地陷入前提性逻辑紊乱之中。

从中国人写作的哲学著述中,人们往往还可以看到这样一些话语,在那个特定年代与 Frege 同样崇尚“逻辑主义”的 Russell 曾经说过:中国人崇尚自尊、自制和礼节等美德,而西方人追求权力,创造了制服自然的科学和制服社会的民主;但是,中国人追求娱乐,因为中国人太懒散、天性太善良,不适合于追求西方人的目标。毫无疑问,在中国尚过分贫穷落后,西方人差不多都会不自觉地“俯视着看待”整个东方世界的时候,Russell 所表达对于中国人民的深刻同情和理解,与他最终获得“理性和人道最杰出代言人以及自由言论和自由思想无畏斗士”的荣誉或许可以说是完全相称的。但是,在值得对这样一位善良西方人的同情表示一种感激的同

① 此处,不妨从哲学的角度出发,简单考察经历了半个世纪的“规范场论”虽然曾经吸引许多人,但是为此花费了大量劳动和精力最终为什么不可能成功的问题。事实上,作为这个期待中的陈述系统,不仅仅 Schrödinger 方程,而且作为其一步改进基础的经典电磁场理论“正则规范”都是纯粹“独断论”的。那么,物质世界为什么要满足这样一些独断,以及相关陈述之中不断提出的新的独断呢?事实上,人们必须明白:除了用以维护理性陈述必须的“无矛盾性”原则外,逻辑不可能告诉比逻辑前提任何更多的事实。

时,或许更需要的则是我们的深思。在近代史中,贫穷落后的中国长期承受着西方列强的欺凌、屈辱,又何以能够将这种状况归结为“追求娱乐”之上呢?

事实上,当 Russell 断言他所说“西方人所追求的目标”,此处实际上也就是“人类对科学和理性向往”的一种代言词,并不适合于中国人的时候,在他的善良、谦恭和同情之中所蕴涵的仍然是西方人内心深处的自大,乃至伴随于自大的无知。其实,中国人远不缺乏智慧,他们真正缺乏的恰恰是 Russell 所美誉的,由于长期贫穷落后以及西方列强长期欺凌而失去的那种真正发自内心的自尊、自信、自强。

此外,如果说 Russell 在数学上的一个重大贡献在于他指出了“Russell 悖论”的存在,但是,他以及其他西方数学家不仅无力解决数学基础上明显存在的一系列逻辑悖论,而且,当差不多整个现代数学体系最终只能依赖 Hilbert 所提,那种与逻辑构成彻底相悖的“约定论”,或者哲学家所说的那种“独断论”而存在的时候,西方科学世界向往的“理性”恰恰被西方科学世界自己所彻底葬送。历史告诉人们:对于没有如何逻辑前提的随意人为约定,甚至中世纪的经院哲学也根本不屑一顾的时候,现代的自然科学体系却只能赖此而存在,从而成为对理性一种最大讽刺。事实上,尽管对于现代自然科学体系的构建,西方科学世界曾经做出历史性的巨大贡献,但是,由于他们最终彻底放弃逻辑,也相应对整个人类的科学和理性构成空前巨大的破坏。而且,同样是历史告诉人们:在 4~5 世纪以前,在包括数学、天文学、航海、冶金术等许许多多方面,中国人都曾经长期走在世界的前列^[9]。

无可非议,自尊、自强、自省、自制始终是整个人类共同拥有和需要追求的美德。也正因为此,在不得不指出西方哲学家公然提出“东方民族的理论不能像古希腊文明那样纳入人类纯粹的思想体系”时一种纯粹的狂妄、无知乃至完全失实,以及在我们重新努力使用实际上已经为西方科学世界已经完全放弃了“逻辑自治化”武器,再一次审视和梳理整个现代自然科学体系的时候,需要诚实而深情地呼唤:科学、智慧、理性属于整个人类,生活在地球之上的人其实是一个命运相依的整体,人类真实地面对着大自然置于整个人类的严峻挑战!^①

17.7.1.3 关于“早期 Wittgenstein 逻辑哲学”的一般评述

此处仅仅涉及 Wittgenstein 早期的工作。本质上仍然归结为他关于“逻辑哲学”的一系列构想并不真的符合逻辑,以至于他晚年时只能彻底放弃他曾经追求过的“以逻辑规则为唯一标准”的思想,并转而接受“日常语义规则”这样一种本质上只能纳入西方科学世界用以“自慰、自娱、自欺”的思想范畴。因此,不仅仅本书中不讨论他晚年所做工作,而且需要明确指出将他的晚期工作纳入“分析哲学发展”并不恰当。

关于“逻辑的性质”,Wittgenstein 指出“逻辑是世界的一面镜子”。

世界虽然由千差万别、千变万化的事物组成,但是,这些事物都是按照符合它们内在属性的方式集合在一起的。

逻辑所反映的不是事物的具体形态、特殊性质和变化整体,而是事物之间的必然联系。所有事物必然联系的总和,就是世界的逻辑结构。

正是在此意义上,可以说逻辑是世界的一面镜子。

所谓“逻辑是世界的一面镜子”纯属无稽之谈:首先,数学形式不是逻辑,仅合理的数学陈述才吻合于逻辑;其次,什么是“事物及内在属性与方式”的具体内涵?再次,又什么是“事物必然联系的总和”,何以能将其称为“世界的逻辑结构”?

① 在被划入“逻辑主义者”范畴内的研究者之中,Russell 的位置更前,影响也更大。但是,除了他提出以他自己名字命名却也无力解决“Russell 悖论”以外,在如何解决逻辑或者数学基础所处的深刻危机方面并没有具体和实在的贡献。因此,不再专门谈论 Russell 的分析哲学。

逻辑所揭示的世界结构,不同于自然科学所描述的自然规律。

每一门科学所研究的规律只适用于一定范围内的事物,事物之间的逻辑结构却是普遍适用、整齐划一的。

自然规律所揭示的属于事物之间的因果关系,仍然是偶然关系,总会有例外事件发生;逻辑关系却是必然关系,不允许可能或者不可能的例外。

因此,逻辑和自然科学的另一个区别在于:自然科学的命题和规律依赖经验的发现和证实,但我们却无需依靠经验来发现和证实逻辑命题和规律。

在我们的思想中,一事物总是和其他事物联系在一起的,孤立存在的事物是不可想象的。

因此,只要具有正常的思维能力,我们就必定会把握事物之间的逻辑关联。

在此意义上,事物之间的逻辑关联是先天的。所谓先天,即先于经验之意。总之,世界的逻辑结构具有普遍性、必然性和先天性。

逻辑本质表示“无矛盾性”原则,一个需遵守的“原则”与特定“物质结构”无关。

形式表述的规律性仅具“抽象”形式意义,只服从逻辑检验,其“偶然性”或“必然性”特征同样属于形式系统自身,与具体描述的特定对象无关。几乎到处存在逻辑错乱。

物质世界的不可分割性是客观的,怎可决定于我们的思想呢?

自以为“正常思维”就必定把握逻辑关联纯属幼稚。

当然,又怎能牵扯到“先天性”呢?充满逻辑紊乱。

不难看到,如果仅仅从此处所援引的内容看,Wittgenstein 对于逻辑的理解充满认识上的逻辑紊乱。首先,他几乎完全不懂得:对于用以描述物质对象的“形式语言”或“形式表述”系统以及任何一个形式系统需要遵循的“逻辑相容性”原则,它们在本质上属于两个完全不同的基本概念。绝对不会只是因为使用了形式语言,就能够自动保证这个形式系统符合逻辑,从而自发成为一个理性的陈述体系。当然,这才是 Frege 唾弃和鄙视他所说的“心理学论证方法”,也就是那种对逻辑形成彻底否定“约定论”的缘故。如果只是因为某一个理论体系使用了数学符号、数学表述形式就可以“天然”地拥有逻辑,这不仅仅是自欺,而是本质上成为对逻辑一种最大的诬蔑和挑衅。事实上,这也就是在 19~20 世纪的自然科学的不同领域出现太多认识困惑,最终只能借助“约定论”或者哲学家在此处所说的“独断论”而彻底放弃逻辑的时候,不同“分析哲学”的构造者奋而承担“捍卫理性”的一种历史性责任。

类似于对“形式系统需要遵循的逻辑”和“使用逻辑约束的形式系统”两个不同基本概念的认识紊乱,在涉及到“物质世界、世界结构、因果关系、偶然性和必然性、思维能力、先天性,乃至什么东西可以作‘求和’运算”等等最基本概念的理解上,Wittgenstein 的认识都是紊乱或者违背逻辑的。正因为前提性概念的认识不当,在“逻辑的性质”这个命题以后,另外针对“物质世界逻辑结构”以及“图式论”的相关论述,本质上不可能真正摆脱一种“浅层次表观认识”的范畴。因此,不再继续花费篇幅加以评述。

17.7.2 科学思维“辩证统一”的“客观性”内核与 Hegel 辩证法对“辩证统一”的背离

在诸如 F. Thilly 那样西方哲学家的著述之中,不难看到他们总会情不自禁地表述对西方哲学的自我崇拜。从历史的真实考虑,无视其他民族对于人类理性意识做出贡献的自负,不仅偏颇、粗鲁而无理,其实还同时表现出一种无知的幼稚。但是,如果所有这些西方哲学家的陈述属于大致意料之中或者不妨看作情有可原,那么,难以理喻的却是:在我们自己的一些哲学著述中,字里行间似乎都浸透着对于西方哲学一种溢于言表的景仰,乃至急于表述那种连著者自己也没有真正弄清楚的形而上学的崇拜。当然,也正是这样的缘故,的确可以真实地相信:除了谙熟于西方哲学形形色色的概念、名词、主义以外,对于这样的职业哲学家而言,他们其实并没有“真正读懂”西方哲学。或者从另一更具本质意义的角度考虑,作为西方哲学的简单认同者,仍然缺乏能力真正领悟贯串于西方哲学之中对于“逻辑”一种发自内心的崇尚,以及有效使用“逻辑”的武器,努力从西方哲学太多主义的过分繁琐之中,理顺西方哲学的思想命脉、不同主义的矛盾节点以及化解这些矛盾的根本途径。

其实,在人类认识物质世界的逐步深化过程之中,存在许许多多暂时的认识不足、不当或错误,乃至还会不断地涌向新的不足、不当乃至错误,正是人类深化认识自然历程中一种平凡、正常以及简单的真实存在。如果从更为本质意义的层面考虑,则需要将这样一种认识不足的恒定存在,视为人类在认识“充满差异和复杂性的无尽物质世界”一种仅仅决定于认识对象自身的“逻辑”必然。

也正因为此,在学习、消化、吸收西方现代自然科学体系的时候,必须学会如何使用西方哲学曾经向往但是却由于暂时认识困惑而最终不得不彻底放弃了“逻辑思辨”武器,努力真正懂得这些为构建人类现代物质文明的认识系统。当然,无论是自然科学研究者面对“量子力学”的形形色色矛盾乃至这个体系的构建者只能将其借助“第一性原理”而存在,还是哲学工作者面对西方哲学不同派系在一些基本哲学命题处于互为否定状态之中本质上无法对其正误做出理性判断的时候,格外需要注意给自己的陈述留有充分余地和保证一份足够的清醒^①。

从方法论的角度考虑,本质上受限于整个西方科学世界长期形成一种根深蒂固“繁琐、支离、片面、形式化”思考方式,这种习惯性思考方式几乎必然蕴涵的“简单、幼稚和绝对化”推理模式,以及往往与其伴生,个别研究者只是由于偶有所得往往就动辄喜好谈论“绝对真理”的浮躁、幼稚和浅薄,使得那个用于描述物质世界,当然也只可能逻辑地渊源于物质世界本身的自然科学,被他们中的某些人天真地视为是他们“天才般智慧”的创造,乃至因为认识的前提性紊乱,最终陷入甚至连中世纪经院哲学也不齿“独断论”这样一种,本质上成为“对逻辑,人类共同崇尚的理性”的完全背弃之中。同样,作为某些哲学家信奉的一种“哲学教条”,指出 Hegel 的

① 必须直面这样的基本事实:对于西方科学世界为现代物质文明做出开创性杰出贡献的事实,任何人不能、不应也根本不可能予以否定。但是,人类的科学事业并不仅仅属于西方世界。而且,正是为了捍卫属于整个人类的理性原则,不得不严肃、严厉而诚挚地指出:主要由西方学者构建的现代自然科学体系远未完备,从“数学基础、数学物理方程”开始,中间包括“经典力学、热力学、统计力学、电磁场理论”,直至“量子力学”这样一个完全覆盖了整个现代理论物理不同学科的全部领域,几乎没有一处不存在“逻辑不自洽”的问题,并且这些“逻辑不自洽”问题“互为关联、互为支撑”地存在着。与此同时,西方哲学之所以在一系列最基本哲学理念上长期存在“彼此互为否定”的不同学派、主义,仍然渊源于在陈述“主体和客体”这样一些最基本的前提性哲学理念存在“逻辑不相容”的缘故。

唯心主义的辩证法属于“第一个系统地、自觉地阐述了辩证法一般形式和特征”的系统,并且处于一种“集大成”地位的时候,其实,在“论述自然”这个特定前提之下,既然隶属于“唯心主义”的认识范畴,它就不可能真正表现蕴涵于无尽物质世界自身的那种“对立统一”本质特征。或者说,许许多多只是逻辑地归结为物质对象自身的“差异、变化和复杂性”,以至于对于物质世界的认识与描述必然相应逻辑地呈现一幅“活的、生气蓬勃地变化和发展着”图画这样一种活生生的概念,一旦被西方哲学家赋予“表面形式过分复杂但是思维本质却过分简单”的一种“形而上学”的程式化处理,那么,最终只能重新蜕化为由“僵死、呆板、固定”的概念而拼凑出来的繁琐哲学和本本主义,不仅仅对“对立统一或者辩证统一”构成逻辑否定,还自然地隐含着种种逻辑悖论。

因此,在进行科学研究的时候,必须自觉地形成一种理性意识:逻辑地决定于蕴涵于被描述自存物质世界自身的“差异、复杂性、无可穷尽……”等种种本质特征。因此,任何一个能够称得上符合“科学思维”的认识体系,它只能以一种“辩证统一”的方式存在着。或者还可以进一步明确指出,绝对不是作为一种信仰,而只是根据逻辑并且也仅仅需要依赖逻辑,对于哲学家通常所说的“唯物主义”和“辩证法”,它们作为人类认识其所生存的物质世界时一种“唯一合理”的思维方式,必须也自然地以一种“对立统一”的方式,生动地存在于为前面陈述曾经引用,为《西方哲学词典》合理定义的那个“特定哲学”之中。

事实上,当使用并且也仅仅使用为西方哲学家所自豪、向往,但是却始终没有真正领悟以及知道如何有效使用的那个“逻辑自洽化”思辨工具作为唯一武器,针对目前主要由西方科学世界所构造现代自然科学的“理性重构”向人们表明:几乎任何一个“逻辑上保持相容,因而相应能显示最清晰、简单、自然哲学思想”的基本理念,无不展现一种“活泼生动”的辩证统一特征,并且,本质上也依此而得以存在于整个合理的科学陈述之中:

自存物质世界的“无可穷尽”本质,与人类构建知识系统时的“有限认识和表述”能力,以及两者之间必需的确定逻辑关联,与由此而本质蕴涵“知识合理性”和“无尽大自然”的辩证统一;

物质世界自身“充满差异和复杂性”本质,与科学陈述语言系统必需的“无歧义性和统一性”原则,及其辩证统一;

无穷物质世界的“不可分割”性、物质世界不同部分之间“彼此作用、互为依赖”的存在,与特定形式表述系统相应必须“形式地定义于”特定理想化物质环境中、从而被自然地赋予必需的“形式确定性”意义,以及在“基本吻合物理本质”的合理性却囿于“无法穷尽物理真实”的有限表现能力之间,再一次出现的辩证统一;

依赖针对“物质对象”必须做出“前提性理想化认定”的明确形式意义以及由此而赋予“科学验证”的确定性意义,与科学陈述自身的“以逻辑相容为本质内涵的合理性和合理陈述仍然只拥有有限真实性”的再一次辩证统一;

在一切以自存物质世界为描述对象的自然科学研究之中,物质第一性原则和逻辑自洽性原则的辩证统一;

……

毋庸置疑,与西方哲学的繁琐相比,此处所说的一切在本质上都是简单、朴素、平常的,或者本质上是完全自明的。然而,不仅仅正是因为对这些原本“完全自明道理”的根本违背,西方科学世界陷入重重矛盾之中,以至于最终不得不抛弃逻辑,依赖没有任何理性可言的“独断论”而自欺地存在着,从而对他们曾经热切向往的“理性原则”构成彻底的逻辑否定;而且,同样也

只是自觉地遵循这样一些“简单、朴素、平常”就基本原则,可以重新构造一个使用“无歧义”的统一科学语言,仅仅逻辑地隶属于被描述的理想化物质对象,但是,却公开声言只可能具有有限真实性并且因此保持处处严格逻辑相容的科学陈述系统。当然,当 Hegel 的“辩证法”只能凭借甚至职业哲学家也不得不指出那种“意义晦涩含混,甚至显得荒谬和无意义”的语言,向人们展现“辩证统一”规律并且将这种辩证统一规律依然归结为某些智慧者“非凡才智”的时候,Hegel 根本不可能真正领悟、理解和较为准确地揭示那种为《西方哲学词典》明确定义的那种“哲学”所真正关注,内蕴于物质世界自身一种自然、富有生命、活动着的“辩证统一”规律。

此处,不妨大致阅读哲学家通过较为简单的语言所介绍 Hegel“辩证法”的主要特点,指出这个被称之为集“客观唯心论之大成”的陈述系统在“客观”和“唯心论”之间蕴涵的前提性认识矛盾,以及由于前提性矛盾的存在而必然陷入逻辑悖论之中最终对“辩证统一”规律构成根本否定的问题,并且,借助“逻辑自治化”的分析方法,努力探询 Hegel 陈述之中那些与“唯心主义”根本背离,本质地蕴涵于客观物质世界之中的“真理性”论述^①。

(1) 关于“真理是全体”

Hegel 指出,真理不是对个别事物的简单判断。诸如恺撒生于何时、一米等于多少尺这样一类确定而又简捷的结论与哲学的真理是大不相同的。

哲学的真理是科学,而哲学如果没有体系就不能成为科学。但是,哲学真理的科学性和体系性被哲学史上的分歧掩盖了。历史上的哲学家建立了一个个的哲学体系,每一个哲学体系都声称发现了最高真理,又被后来的体系所取代。但是,如果哲学史只是纷争意见的堆砌,那么,全部哲学史就成了死人的王国,充满被推翻了的哲学体系的骸骨。

Hegel 反对两种貌似对立的真理观:一种是独断论,认为自己已经发现了终极的真理;另一种则是怀疑论和折中主义,认为哲学无真理,有的只是纷争的意见或纷争意见的总和。这两种立场有一个共同点,那就是持守 Plato 关于真理和意见的区分,只是一个以真理的名义排斥意见,另一个以意见的多样性否认真理。

无疑,Hegel 所提“对个别事物简单判断”的事例过分平凡,不足以成为真理。

尽管指出“哲学的真理是科学”看似公允,却无力对哲学、真理、科学作前提认定。

无非梦想成为一种“终极”的“最高真理”,当然,同样不能逃脱自己所说“充满被推翻哲学骸骨”的命运。

貌似充满“辩证思维”的 Hegel 辩证法,实属假辩证法,要害在于:回避不同真理观在基本哲学命题的根本对立,无力发现传统哲学中的思维矛盾点。

^① 必须诚实地承认“唯物主义”和“唯心主义”在哲学上两种根本对立的认识基础或者完全相反的认识导向,并且需要将此处所有关于哲学的讨论严格限制在节 17.5.3 所讨论,与《西方哲学词典》关于哲学所作四种不同定义大致认定的框架之内,严肃地探讨“何为实在、如何理性地描述实在”等这样一些至今困扰着整个西方哲学乃至整个西方科学世界的根本问题。如果允许将“心理学”之类的论述混杂进来,或者借助混淆概念、篡改命题,那么一切只能蜕化为没有特定对象的无意义空谈。实际上,正如将要看到的那样,这才是 Hegel 的“客观唯心主义”最终不可能成为科学的哲学原因。

针对独断论的真理观, Hegel 说明哲学就是关于上帝、自然和精神的意见; 而针对怀疑论的真理观, Hegel 又指出, 哲学不包含意见, 哲学的意见是没有的。哲学理论既是意见, 又是真理, 两点之间并不矛盾。因为每一个哲学体系都只是真理的一个环节, 所有的哲学体系构成了真理全体。真理只有一个, 但这一真理是全体, 而不是任何一个部分。

真理是全体的意思是说, 真理是历史发展的全过程, 一个由低级到高级的过程。历史上后起的体系要比以前的体系更加高级, 克服了以前体系的缺点而保留其优点; 当它被更新近的哲学体系所推翻时, 又以同样的方式保留了缺点, 因而成为真理的一个环节。

在 Hegel 以前, Kant 以这样的方式把经验论和唯理论转变为自己体系的环节, Fichte 和 Schelling 力图克服 Kant 体系的缺点, 把它作为自己体系的环节。而 Hegel 继续这一综合过程, 把历史上所有的哲学体系作为自己体系的一个个环节, 建立了集大成的哲学体系。于是, 这个体系就是真理的全体, 哲学史终结于此。

继续玩弄“上帝、自然、精神和意见”等不具确定内涵的词藻, 至于“真理只有一个, 但真理是全体, 不是任何部分”的陈述, 只是故作玄妙, 实质上充满逻辑紊乱: 一个何以划分为部分?

再次陷入认识悖谬: 在“真理是历史发展的全过程”中, 真理和过程逻辑上不具可比性。而“历史上后起的体系比以前体系更加高级”, 只能属于无理的独断论判断。

人类的深化认识史就是认识错误(矛盾)的历史。无力发现传统理论隐含的矛盾, 试图把对立体系同时变为自己体系的环节, 无异于纯粹自欺。当然, 这才是 Hegel 辩证法只能纳入彻底“唯心主义”的根本原因^①。

(2) 关于“哲学无前提”

Hegel 认识到, 哲学史上任何体系都有自己的前提, 它们的真理性都依赖于前提的正确性。因此, 哲学家们都要寻求一个绝对正确的前提作为出发点, 以保证哲学体系的真理性。所谓绝对正确的标准有两种: 一种是直观的标准, 即认为正确的前提是自明的; 另一种则是逻辑的标准, 即认为正确的前提具有可以通过逻辑论证的必然性。

对于这些作法, Hegel 都不满意, 独辟蹊径地指出: 哲学上的起点只是就研究哲学主体的方便而言的, 至于哲学本身却无所谓的起点。这不是说, 哲学可以从任何一点开始, 而是说, 为了研究方便的目的而设定的起点必须贯串于始终; 起点不应仅仅是起点, 它也是终点。

再次出现逻辑紊乱: 任一封闭体系, “前提、后继”同属体系之内; 而“体系都有自己前提”为“体系应有确定陈述对象”的理解失误, 至于“直观标准、逻辑标准”纯属无确定意义的杜撰。

如果不认真追究 Hegel 思维逻辑的紊乱, 不妨将此处的陈述视为对科学和哲学所作“纯粹感性意义”的划分: 对于自然科学研究而言, 需要某一具体物质对象作为相关陈述的逻辑主

^① 必须正视“唯心主义”的哲学本意。《西方哲学词典》指出, 任何观念先于物体, 以观念作为“是”的依据的哲学立场称之为唯心主义。至于此处所说 Hegel 的“客观唯心主义”, 通常又被西方哲学家称之为“绝对唯心主义”, 它明确表达: 是观念决定了事物之“是”的基本哲学观。当然, 从逻辑并且仅仅从逻辑的角度考虑, 任何唯心主义都与“独断论”或“约定论”具有一种天然的渊源关系。

对此, Hegel 有一段精彩的论述:“哲学是独立自为的, 因而自己创造了自己的对象。而且, 哲学开端所采取的直接的观念, 必须在哲学体系的发挥的过程里转变为终点, 亦即成为最后的结论。当哲学达到这个终点时, 也就是重新达到其起点而回归到它自身之时。这样一来, 哲学就俨然是一个自己返回到自己的圆圈, 因而哲学没有与别的科学同样意义的起点。”

这样, Hegel 把哲学思维的自由(自己创造对象), 哲学前提的直观性(哲学开端所采取的直接的观念), 以及逻辑论证的必然性都结合了起来。

于是, 我们可以理解 Hegel 为什么把自己的体系称为逻辑学, 这种逻辑学满足了哲学体系所需要的绝对正确性。……这是一个由贫乏到丰富、由低级到高级、由片面到全面的发展过程。哲学体系是通过这样的动态过程被建构出来的, 当其达到它的最终结论, 也就最终证明了自身的绝对真理。

体; 但哲学则不然, 无需也不能仅仅局限于某一个特定物质对象上, 作为以捍卫“人类理性”为本质使命的哲学, 相应成为指导自然科学研究如何满足最基本理性原则的科学。

哲学对自然科学体系的整体性指导意义, 绝不简单等同于 Hegel 杜撰的“哲学思维自由”。一个完全不懂逻辑者, 当然, 也根本不懂必然性的本质内涵, 不具认真谈论逻辑必需的基本知识基础。作为“无矛盾性”的等价表述, 逻辑永远不能告诉比前提更多的东西。

(3) 关于“否定辩证法”

Hegel 的逻辑是辩证法, 而德国古典哲学家对辩证法的使用经历了一个从否定到肯定的过程。Kant 在其先验辩证论中把二律背反看作先验幻象的表现^①。

Hegel 高度评价 Kant 关于理性不可避免引起矛盾的看法, 认为这一观点恢复了辩证法的权威; 但是又批判 Kant 解决矛盾的方法肤浅的, 把矛盾看作世界的本质所不应有的污点是一种“温情主义”。

辩证法与形式逻辑的区别在于, 形式逻辑不承认矛盾, 而辩证逻辑却以矛盾为原则。Hegel 说, 形式逻辑的矛盾律认为矛盾不可设想是可笑的, 矛盾是推动整个世界的原则, 在这样一种无法抵抗的力量面前, 无论表面上如何稳固

承认识与被描述物质对象存在永恒差异与对二律背反的背弃, 属于完全不同的概念。西方哲学家不懂对物质对象构造“理想化认定”的前提意义与这种认定蕴涵的客观性基础, 以至于在何为实在上长期处于认识困惑之中。但这种认识不足, 完全不同于 Hegel 此处所作无意义的语言游戏。

最可笑者当属 Hegel, 辩证法绝对不意味允许矛盾存在。物质世界内蕴差异、矛盾和物质世界的变化同属物质世界自身, 互为关联相互依存。无

① 根据《西方哲学词典》, Kant 的“先验辩证论(Transcendental dialectic)”大概指理性中的某些“失常”机制, 揭露某些“貌似真理, 实为幻觉”的判断。进一步讲, Kant 指出, 人类理性的错误是自然、不可避免和不可救药的, 植根于人类对完美性和统一性要求之中。于是, 这种理念实质上成为对“二律背反(Antinomy)”的一种退让。

坚定的事物没有一个能够坚持不动。

Hegel 的高明之处在于他看到无论哪一种形式都是对前一形式的否定;反题是对正题的否定,合题是对反题的否定;而合题表现为正题时,立即又会被更高一级的反题所否定,如此螺旋式的上升,直至达到终极目标。严格地说,Hegel 的辩证法不是圆圈,而是由很多大大小小的圆圈组成的一个个螺旋,螺旋的转动就是否定。在此意义上,Hegel 的辩证法是否定辩证法,否定的原则是辩证法的核心。

为此,Hegel 这样评价否定的原则:“对于这一原则而言,没有东西是永恒不变的,没有东西是绝对神圣的,而且这否定原则能够冒一切事物的任何危险并承担一切事物的任何损失。”

需 Hegel 将其中一者称为“推动整个世界的原则”。

除了概念、语词的紊乱以及缺乏确定逻辑主体外,此处的“否定原则”没有告诉人们任何实在的东西。当然,根本没有任何高明可言。

指出“没有东西是永恒不变的”成为不多的有价值的话语,但 Hegel 依然要知道,其价值并不源于置于前提的观念,而在于吻合变化中物质世界的真实。

(4) 关于“实体就是主体”

辩证法的原意是对话的方法。中世纪的哲学家将辩证法理解为形式逻辑的证明方法,而 Fichte 看到辩证法与自我意识的活动的内容之间的必然联系。Hegel 肯定了 Fichte 的功绩,同时批判了把辩证法局限于自我意识范围内的缺陷,指出:把自我作为辩证法运动的主体会引起“朴素意识的抗议”,而朴素意识有权提出抗议,因为辩证法不只是自我意识的活动,更重要的是事物本身的客观运动,主观辩证法只是客观辩证法的反映而已。

Hegel 把传统上用以表示客观对象的实体概念与用以表示主观意识的主体概念结合在一起,得出了“实体就是主体”的论断,提出一切问题的关键在于“不仅把真实的东西或真理理解和表述为实体,而且同样理解和表述为主体。”这样,Hegel 把绝对精神确立为自己哲学体系的主题。正如 Marx 理解的那样,绝对精神是 Spinoza 所说的实体和 Fichte 所说自我意识的统一。

可以从两个方面来理解 Hegel 所说的绝对精神的性质。首先,针对 Kant 关于主体只是自我意识的活动而不是实体的观点,Hegel 明确地肯定主体和实体的统一,其意

指出“没有东西是永恒不变的”成为不多的有价值的话语,但 Hegel 依然要知道,其价值并不源于置于前提的观念,而在于吻合变化中物质世界的真实。

其实,不仅仅 Hegel 本人,一切崇拜 Hegel 的哲学家都需要首先诚实地面对“何为实在”这个西方哲学至今没有解决的前提性概念。在一个缺乏确定内涵的概念上无穷推理没有丝毫意义。

此外,需要再次重申:对于由 K. Marx 所提出的“辩证唯物主义”和“历史唯物主义”认识论,它们绝对不是一种政治信仰或者人为提出某种哲学主张,它们表现的是一种“科学”认识观,这种认识观的科学性在于也仅仅在于“逻辑地”相容于物质世界的真

义是主观与客观的统一。受到 Spinoza 哲学的影响, Hegel 认为实体不是在人的意识之外, 相反, 人的意识在实体之中; 同时, Hegel 用绝对唯心论构造 Spinoza 的实体观, 得出精神实体是唯一实体的结论。Hegel 说“理性是宇宙实体”。这样, 在大多数场合, 所谓的宇宙实体被称为绝对精神或绝对观念: 实体的精神性或观念性使之成为主体, 主体的客观性或存在性使之成为实体。

其次, 针对传统认识中僵硬的、凝固的实体观, Hegel 明确地肯定实体是运动变化的主体。从 Fichte 关于自我的学说得到启发, Hegel 认为: 实体不是现成的、被给予的存在, 也不是永恒不变的本质, 而是辩证运动的主体。实体的特征在于实体的能动性, 它自己设定自身, 并在克服矛盾对立面的辩证发展过程中实现自身、完善自身。实体不是一蹴而就的, 只有经历了辩证发展的全过程, 把所有环节都包含于自身, 它才是全面的、绝对的。

(5) 关于“辩证法、历史和认识论的统一”

传统哲学在理论与实践、科学与道德、自然与社会、真理与历史之间设置了不少隔阂, Kant 关于理论哲学与实践哲学的区分是这一传统的延续。与之相反, Schelling 做出了意识历史与自然历史之间存在着对应关系的猜测, 试图把这两个被分割开的领域结合在一起。在这一方面, Hegel 继承并彻底贯彻了 Schelling 的做法, 把本体论、认识论、自然哲学、道德哲学、艺术哲学、历史哲学和宗教哲学等各门学科结合成一以贯之的体系。辩证法是贯穿在所有这些领域的原则、规律和过程。

按照 Hegel 的解释, 不管是自然界还是人类社会, 不管是个人意识还是人类精神, 都有自己的历史, 都是辩证发展的过程。辩证法是历史的本质和规律, 历史是辩证法的具体应用。从原则上说, 历史的每一个阶段都与辩证法的某一个环节相对应; 按照辩证法螺旋上升的方向, 就是历史发展的进步方向, 达到了辩证法规定的最后目标, 历史也就终结了。

实以及“大致合理地刻画了”那个人类认识的真实发展历程。

另一方面, 因为整个哲学体系在“何为实在”等基本命题上的认识困惑并没有真正得到解决, 所以可以相信: 作为一种基本的认识体系, Marx 哲学同样真实存在如何进一步“逻辑自洽化”的问题。

任何一门学科都必须对自身构造确定的有限论域。没有确定论域限制的知识系统, 本质上只能成为“空言性”陈述系统, 而且, 必然充满逻辑悖论。

说了许许多多, Hegel 仍然陷入西方哲学家的思维痼疾之中: Hegel 自己才是“终极真理”的“终结”构造者。最终, 只能对辩证法深刻蕴涵“对立统一”原则重新构成彻底逻辑否定。

在一本西方人写的哲学史著述中,介绍 Hegel 哲学的最后,曾经使用了一个带有“引号”的标题,即“‘Hegel 的辩证法是胡言乱语’”的标题,对这个哲学体系作出了一个“寓意含混却又相当明快”的总结^[7]。称其含混,囿于哲学的基本理念至今没有解决,不可能清晰;称其明快,则在于著者以一种痛快淋漓的方式彰显这个“集大成”体系的逻辑紊乱甚至只能称之为“胡言乱语”的荒唐。故而,似乎值得将这个不长的陈述援引如下:

“Hegel 的所谓辩证法仅仅是经验科学(比如心理学)和半逻辑科学的杂烩。这个责难看来发源于一种极端的经验主义;除了经验科学和演绎逻辑的方法以外就不存在正当方法。显然,这种经验主义本身是成问题的,我们已经设法表明,辩证法在何种意义上可以被理解为对于先验哲学的一种‘软化’,但是,这并不是要暗示 Hegel 的辩证法是没有争议、不成问题的。”

对 Hegel 的最简单,然而并不是最不重要的批评,是说他所写的东西常常是不清楚、难懂的。因此,从 Locke 澄清概念的看法以及 Kant 要说明和辩护其主张的意志那里, Hegel 可能学到的什么,这还是一个悬而未决的问题。”

事实上,基于并且仍然基于“逻辑、常理”的朴素意识,对于任何一种隐含着“思维逻辑紊乱”的哲学体系,它们必然具有一个共同的归属:最终陷入与一切“唯心主义”保持本质同一的“独断论”泥潭,依赖形形色色的“独断”而自欺、自慰地存在。

其实,如果透过西方哲学中那些过多、过泛、过杂的概念、词汇、主义,不难发现:对于“整个哲学”体系而言,乃至不妨将其视为“人类理性一种重言式”表述,哲学真正希望或者努力寻求的只是“合乎常理、服从逻辑”这样一个平凡、朴素和简单的道理。但是,做到符合这个简单道理并不真的那么容易,其根本原因在于,且仅仅在于:人类面对的那个物质世界不仅仅浩淼无际,充满差异和复杂性,并且,本质上正是凭借物质世界内蕴的差异相应形成本质上不可分割的整体。因此,除了保持“科学陈述语言系统”自身的纯洁性;除了保证不同相关陈述之间必需的严格无矛盾性;除了自觉意识到关于大自然的一切合理陈述仅仅源于那个被描述的物质世界;除了自觉意识到不可能无穷真实表现物质世界的真实,以至于那个“本质上渊源于物质对象自身”的合理陈述,只可能逻辑地表现一个由“理想化认定”所构造“理想化物质对象”自身蕴涵着的“客观性”特征,人们不能不说出任何比大自然本身更多的东西。而且,还需要理性地懂得:即使对于此处所说的那个“理想化物质对象”,它所蕴涵的一切仍然属于物质世界自身的“客观”存在,并不因为它是一种“理想化意义”上的人为认定,就允许将那些没有任何“客观依据”的“主观意志”随意地强加于这些特定的“理想化物质对象”之上。此处所说“理想化认定”的全部内涵仅仅在于:囿于人类的有限表现能力,只能将特定物质对象那些“相对不太重要属性”有意识地略去不计而已。因此,针对物质对象所作“人为认定”的合理性,仍然本质地依赖物质对象自身的客观真实。

显然,如果缺乏一种“活动着”的思维能力,如果不具有进行“活动着”的思维习惯,不善于对渊源于物质世界自身复杂性进行一种“复杂性”的思考,不可能真正领悟“辩证统一”的本质内涵。如果仅仅局限于自然科学研究,那么,对于此处所说的“统一”,它的根本意义则在于强调人类所构造陈述系统必须遵循“无矛盾性”原则,或者必须吻合于“逻辑”,也正因为此,可以将其称之为是“统一”的;与此同时,“辩证”的意义则在于强调“差异”的真实存在,知识系统与物质对象之间的永恒差异,并且,恰恰依赖知识系统只能逻辑地定义于“理想化物质对象”所构造的“有限论域”之中,相应获得一切“服从逻辑、符合常理”陈述所必需的“统一、和谐”。

此外,如果从“方法论”的角度出发,还相应存在“主观上 Hegel 辩证法的确在努力寻求‘辩证统一’,但是,为什么最终只能变成一种语言大杂烩,从而本质背离‘辩证统一’结局”这样

一个哲学命题需要人们考虑。其实,全部问题都根源于他所期待和实际使用的“综合分析”。人们曾经这样称颂 Hegel 的哲学:“Hegel 的哲学就是想把两种完全对立的精神追求和思想倾向调和起来、统一起来:一方面要讲主体性、讲自由、讲不受自然的束缚;另一方面又要讲主体和客体或者说实体的融合,讲自由和自然的融合。Hegel 哲学的任务就是想把‘启蒙运动的主客二分的主体性思想和浪漫主义的主客融合的思想’统一起来。”

然而,从逻辑并且仅仅从西方哲学所崇尚的逻辑的角度考虑,根本问题在于:Hegel 并不真正懂得两种完全对立思想无法调和的根本原因,进一步讲,他并没有认识到两种不同思想体系各自存在的认识悖论或者思维“矛盾点”,因此,他在把两个各自存在“逻辑紊乱和思维悖论”的陈述系统混杂在一起的时候,他所说的一切无疑成为自欺,最终只能演化为一个由“意义晦涩含混,甚至显得悖谬和无意义”语言构造的大杂烩。但是,如果从科学研究或者探求真理的精神素质考虑,Hegel 的教训同样再次告诉人们另一个“素朴”的真理:矛盾的存在是真实的,并不能因为“约定论”回避或者无视矛盾的存在就真的不再存在,回避掩饰矛盾的结果最终只能成为最愚蠢的自欺。事实上,也只是这样一种纯粹的自欺,才可能像目前整个自然科学体系乃至整个哲学体系充分表现的那样,尽管西方科学世界曾经努力而真诚地追寻真理,并且,还在近代科学史中对形式逻辑在内的理性认识体系做出了历史性的巨大贡献,但是,一个十分遗憾的事实却是:西方科学世界在面对人类认识中的某些暂时认识困难或者认识困惑的时候,首先彻底抛弃了逻辑。

毋庸置疑,科学探求的是真知。但是,科学永恒差异于真知或者科学的无限,根本渊源于科学所寻求物质世界的无限。事实上,科学绝对没有某些人由于无知乃至私欲而故意渲染的那么复杂。一个能够称之为科学陈述的陈述,仅仅是因为它“服从逻辑、合乎常理”的缘故。于是,在科学研究中,最为可贵的品质只能是诚实和坦荡:一种发自内心对于探求真知的渴望和对于捍卫真知的忠诚,以及一种自觉承认不足的坦荡。

参 考 文 献

- [1] 尼古拉斯·布宁,余纪元. 西方哲学英汉对照词典. 北京:人民出版社,2001
- [2] 曾志. 西方哲学导论. 北京:中国人民大学出版社,2003
- [3] 张世英. 新哲学讲演录. 桂林:广西师范大学出版社,2004
- [4] 赵敦华. 西方哲学简史. 北京:北京大学出版社,2004
- [5] 赵敦华. 现代西方哲学新编. 北京:北京大学出版社,2004
- [6] 萧焜焘. 科学认识史论. 南京:江苏人民出版社,2004
- [7] [挪] G·希尔贝克, N·伊耶. 西方哲学史. 上海:上海译文出版社,2004
- [8] [美] 梯利,伍德. 西方哲学史. 北京:商务印书馆,2004
- [9] 潘吉星,李约瑟文集. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1986

索引(Index)

(按照汉语拼音顺序)

A

B

波粒二象性(wave-partical duality) 13. 2. 2;13. 6. 3;13. 9. 2;14. 5. 2;

本征函数(eigen function) 13. 1. 1;13. 3. 1;

Biot-Savart 公式 (Biot-Savart equation) 14. 5. 3;

辩证唯物主义(dialectic materialism)17. 1;17. 2;17. 6;17. 7;

不确定性关系 (uncertainty relation) 13. 7. 1;13. 7. 2;

C

超光速 (superluminal light) 14. 4;

测不准原理(uncertainty principle) 13. 1. 2;13. 5. 4;

Coulomb 规范 (Coulomb's gauge) 14. 4;16. 5. 3;16. 6. 3;17. 2. 1;17. 6. 7;

Cantor 悖论 (Cantor's paradox) 15. 1. 3;15. 2;15. 5;

D

d'Alembert 方程 (d'Alembert's equation) 16. 5. 10;

叠加原理 (superposition principle) 13. 2;13. 7;14. 2;14. 5;

叠加态 (superposition state) 13. 7;

定解问题 (definition problem) 13. 3. 6;13. 7. 3;15. 0. 1;15. 6. 1;16. 3. 2;16. 5. 7;

度量张量 (gauge tensor)16. 3. 3;16. 5. 3;

E

Euclid 度量(Euclidion gauge)16. 3. 1

Euclid 空间(Euclidion space)14. 5. 4;15. 6. 4;16. 3. 1;16. 5. 5;

EPR 佯谬 (EPR paradox) 13. 6. 1

EPY 佯谬 (EPY paradox) 13. 5. 2

F

泛定方程(universal definition equation)13. 3. 6;17. 6. 7;

非欧几何 (non-euclidion geometry)16. 1;

分析哲学(analytic philosophy)17. 2;17. 7. 1;

符合论(correspondence)17. 3. 13;

G

高斯几何(Gouss geometry)16. 1. 2;16. 5. 7;16. 5. 11;16. 5. 12

惯性系 (inertial system) 17. 2. 1;

惯性力(inertial Force)17. 6. 6;

惯性质量 (inertial mass)16. 2. 1
 观念论(Idealism)17. 2. 2;17. 6;
 规范变换 (gauge transformation)11. 3. 4
 广义相对论 (general relativity) 16. 1
 概率幅 (property amplify) 14. 7. 3
 干涉叠加 (interference superposition)13. 2. 1

H

Hilbert 空间 (Hilbert space) 5. 1;13. 1
 Heisenberg 方程 (Heisenberg equation) 5. 3;13. 4

I

J

集合(set)17. 1;17. 2;17. 6. 2;
 代数几何空间 (algebra space) 17. 6. 7;
 经验证实 (empirical confirmation)13. 3. 5;
 纠缠态 (entangled state) 13. 7

K

Kaufman 质速关系实验 (Kaufman mass-speed relation experiment) 14. 3. 1
 框架拖曳(frame daggle)16. 4

L

理性力学 (rational mechanics) 15. 6. 4;
 黎曼微分几何(Riemann differential geometry) 15. 9. 2;16. 1. 1;16. 1. 2;16. 5. 7;17. 0;
 历史唯物主义(historic materialism)17. 0;17. 1;17. 3;17. 4;17. 7;
 逻辑自洽性原则 (principle of logic self-consistency) 13. 8. 1;13. 11. 4;15. 1. 1;15. 2;15. 9;
 16. 5;17. 1. 2
 逻辑悖论 (logic contradiction) 13. 1;13. 5;13. 10;14. 1;14. 5;15. 0;15. 2;15. 6;16. 2;16. 3;
 16. 5;17. 1;
 逻辑不相容 (logic incompatibility) 13. 1;15. 3;13. 4;14. 1;14. 4;14. 6;15. 1;15. 6;17. 1;
 17. 6;
 逻辑实证主义(logical positivism)17. 1;17. 5. 3;
 量子约束 (quantum obligation) 13. 1;13. 4;13. 11;
 量子效应 (quantum effection) 13. 1;13. 3;13. 11;
 理发师悖论 (barber paradox) 15. 2;
 Lorentz 变换 (Lorentz transformation)14. 1. 1;15. 7. 4;16. 3. 1;16. 5. 15
 Lorentz 规范 (Lorentz gauge) 17. 0;17. 6. 7;

M

Michelson-Morley 实验 (Michelson-Morley experiment) 13. 6;13. 10;14. 1;14. 4;15. 0;16. 0;
 16. 6;
 Mach 批判 (Mach critisize) 15. 0. 4;16. 1;
 Maxwell 电磁场理论 (Maxwell's theory of electromagnetic field) 16. 5. 15;

Maxwell 方程组 (Maxwell equations) 17. 5. 2;17. 6. 7;

Minkowski 空间 (Minkowski space) 15. 4;15. 7;16. 3. 1

N

Navier-Stokes 方程 (Navier-Stokes equation)13. 9. 1;16. 6;17. 0;

能量极值原理 (energe extremum principle) 13. 3;13. 7;

Newton 力学 (Newton dynamic) 13. 6. 3;13. 10. 3;14. 1. 2;14. 5. 3;16. 0;16. 1;16. 4. 1;17. 6. 6

O

欧几里得几何 (Euclidion geometry) 14. 2. 1;14. 5. 4;15. 6. 4;15. 9. 2;16. 5. 5;16. 5. 7;16. 6. 3;

P

批判论 (criticism)17. 1. 2;

Q

R

Russell 悖论 (Russell's contradiction) 15. 1. 4

S

Schrödinger 方程 (Schrödinger equation) 13. 1;13. 2;13. 3;13. 4;13. 5;13. 7;14. 5;17. 1

Stern-Gerlach 实验 (Stern-Gerlach experiment) 13. 5. 1;13. 11;

双旋度 Poisson 方程 (Poisson bispinor equation) 15. 0. 1;15. 8. 2;16. 5. 3;

说谎者悖论 (lier's paradox) 15. 1. 2

水星近日点进动 (precession of Mercury's perihelion) 16. 1;16. 2A

实体论 (substantialism)13. 11;16. 0;16. 3;16. 5;16. 6;

实在论 (realism)17. 2. 1;

实用论 (pragmatic)17. 1;17. 3;

世界点 (world point) 16. 3. 1;

世界图 (world picture)17. 6. 6;

T

湍流 (turbulence) 17. 0;17. 2;17. 6. 1;

统计诠释 (statistic annotation)13. 3;13. 5;13. 6. 2

U

V

W

微分方程 (differential equation) 17. 5. 3;17. 6. 7;

物质第一性原则 (material first principle) 13. 8. 1;13. 9. 4;13. 11. 4;15. 1. 1;15. 6;15. 9;17. 3;17. 6;

位移电流 (displacement current) 17. 0;17. 2;17. 6. 7;

弯曲时空 (curl time-space)16. 3. 2;16. 4. 1;

唯理主义 (rationalism)17. 1. 2;

X

现象论(phenonmenalism)17. 2. 3;17. 5. 1;
 相对性原理 (relative principle) 14. 1. 3;15. 6. 3;16. 1;17. 6. 5;
 相干性 (coherency)13. 7;14. 6. 4;14. 7. 3;
 相对论 (relativity) 14. 1;
 形式逻辑 (formal logic)13. 1;13. 3;13. 8;14. 5. 4;14. 6. 3;15. 2;15. 3. 2;15. 7. 1;16. 2. 1;16. 5. 8;17. 1;17. 6
 形式系统 (form system) 13. 2;13. 11. 4;14. 7;15. 1. 2;
 形式模仿(formal imitate) 17. 3. 3;
 循环逻辑 (cycle logic) 15. 2. 2;

Y

一维谐振子 (one dimension harmonic oscillaton) 13. 1. 1;13. 7. 2;
 原时(proper time) 17. 1. 2;
 有限论域 (finite universe of discourse) 7. 2. 2;11. A. 1;12. 3. 1;13. 11. 4; 15. 3. 4
 引力场 (gravitational field)16. 0;16. 3. 2
 引力质量 (gravitational mass)16. 2. 1
 一般性变分原理 (general variational principle) 13. 8. 1;13. 9. 2;
 以太 (aether) 13. 4;
 约定论 (conventionallism)13. 11;15. 0;15. 1. 3;15. 3. 2;15. 6;15. 7. 5;15. 8;16. 1. 2;16. 3;16. 5;16. 6;17. 3

Z

哲学紊乱 (philosophy paradox) 17. 2. 2;
 驻波 (standing wave) 14. 7. 2;
 自由度 (degree of freedom) 13. 4;13. 7;13. 9;
 张量 (tensor) 13. 1. 3;15. 6. 4;15. 8. 2;16. 1. 1;16. 3. 3;16. 5;
 质能变换 (mass-energy transformation) 13. 9. 2;14. 1;14. 3
 质量定义 (mass definition)14. 2
 最小作用原理 (principle of least action) 13. 1;13. 7;

后 记

内心认为“伟大的白种人”是地球上最优秀民族而且天生就聪明的人应当学一点历史,以便承认欧洲引为骄傲的许多东西原来并不是在欧洲产生的。

.....

W. G. Horner 于 1819 年所发明求解高次方程的方法,在 1247 年秦九韶的著述中已经给出实际上一致的描述形式^①。

Joseph Needham

全书所述,已经远远超出最初设定《量子力学形式逻辑与物质基础探析——现代自然科学基础的哲学和数学反思》名称时通常以为应该陈述的范围。实际上,随着探讨问题深刻程度的逐步加大以及需要涉及范围的不断延伸,相应需要花费的时间和精力完全超出当初的预料。当然,之所以出现意料以外的如此大变化并不缘于兴趣所至,而根本决定于那个需要表述物理实在自身蕴涵的复杂性,以及随着对这种复杂性认识和领悟的逐步深刻,从事严肃科学研究的那种责任迫使笔者没有任何其他选择。

众所周知,量子力学至今不知道如何回答这门学科到底描述的是什么样“物质实在”的问题;不得不公开指出量子力学基础存在类似于“连续和离散、场与粒子”这样的一系列前提认识矛盾;无奈地接受量子力学只可能凭借“改变通常概念——本质上无异于篡改科学陈述的语言”这样一种明显无理方式而存在的事实;……。正因为此,某些诚实的研究者以为需要以一种坦率的方式郑重告诫人们:理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人;而现代科学世界中的许多人重新提出了“第一性原理”,试图掩饰“矛盾陈述”的大量存在。事实上,对于建立在 Schrödinger 的整个量子力学体系而言,只可能再一次建立在连中世纪经院哲学家也不屑一顾或公开鄙视的“独断论”基础之上。

从人类深化认识的“承继性批判和批评性继承”的基本规律考虑,并且重新建立以“逻辑相容性”为本质内涵的“理性”原则,以此认真检讨人类的现代知识系统,那么,并不难发现:整个量子力学自始至终存在的逻辑不相容问题,从哲学理念和形式逻辑两个方面考虑,都本质上渊源于 Newton 经典力学以及 Maxwell 经典电磁场理论大量逻辑不相容问题的真实存在。事实上,任何不愿“自欺”的人都可以理性地相信:绝不可能因为抛弃、否定、拒绝逻辑,就能够真的赋予“矛盾的真实存在”以合法性;一切合理的科学陈述必须严格逻辑相容;反过来,任何细微矛盾的存在,同样逻辑地决定了陈述系统之中处处隐含着逻辑不相容的本质,改变那些“本质上仍然只是渊源于逻辑”的必然规律。如果追根溯源,量子力学乃至包括“现代微分几何”在内的整个自然科学体系,实际上还涵盖整个西方哲学,在这样一个目前由西方科学世界所主宰的认识体系中,之所以最终会出现完全抛弃西方学者们曾经引以为豪的逻辑,彻底放弃人类对于

^① 引自《李约瑟文集》第 55 页和 401 页。(潘吉星,辽宁科学技术出版社,1986,沈阳)

“理性——逻辑”不懈追求的空前认识反常,这不仅仅是近4个世纪来,西方科学世界曾经做出历史性巨大贡献的现代自然科学体系在一系列基元概念真实存在的认识紊乱,而且还是2千多年以来贯串于整个西方哲学体系大量认识不当没有得到解决的逻辑必然。任何隐含于“前提性认识”中的逻辑不当,必然逻辑地导致“认识体系整体”处于逻辑不当和认识困域之中。

本来只是一个过分简单、自明的基本事实;逻辑永远不能告诉人们任何比前提更多的东西,不可能改变陈述前提实际所蕴涵的独立事实。当然,正是在这个意义上,人们需要形成一种理性意识:逻辑是客观和不可悖逆的,完全独立于那些“约定论”乃至“独断论”者的主观意志,任何前提认识不当将必然贯串于整个陈述系统的始终。基于同样的道理,如何从科学体系的“整体”出发,对整个现代自然科学体系进行“历史性和全局性”梳理,同样表现为一种完全独立于研究者主观意志的客观规律。事实上,对于任何一个“诚实、严肃”的科学工作者,需要以一种“诚实和严肃”的态度,面对量子力学根源于“矛盾基础”而必然普遍存在逻辑不相容问题的同时,不可能回避对包括整个“西方哲学和现代数学”在内整个现代知识体系的彻底反思。当然,一个更为明确、直接甚至不无实用主义的说法应该是:如果要真正改变现代自然科学体系本质上已经“彻底抛弃逻辑、重新陷入依赖‘神学’而存在的无奈和自欺”的现状,那么,必须以任何科学研究必需的“诚实和严肃”,重新面对和严肃探讨 Newton 经典力学中“何为惯性系”的认识困惑基元概念问题;反思 Maxwell 经典电磁场理论中“何以容忍‘位移电流’以及形形色色‘正则规范’这样一些纯粹‘独断论’意义的无理假设至今反常存在”的基本问题,进而以及如何切实改变“约定论”的自欺,实实在在地重新考虑如何为电磁场理论重新构造“数学上可以求解”的基本方程,乃至如何将“电磁场”和“电磁波”两种完全不同物理概念加以严格区分,相应做出具有确定意义的预测等这样一些因为西方科学世界无力解决而遗留至今,但是真实存在并且不容回避的必须予以解决的前提性基本问题。

值得重复指出,人们必须切实地明白并且稳定地建立一个本来只是“十分简单、自明、朴素”的真理意识:除了承担“逻辑推理的后件必须严格相容于前件”这样一种为“无矛盾性原则”所赋予的责任以外,逻辑永远不可能告诉如何独立的事实。因此,19~20 世纪的西方科学世界由于面对一系列认识之中的暂时困惑无力解决,根据“独断论”建立的陈述系统不仅仅自始至终充满荒唐和悖谬,而且,所以这些“约定论”的论断充其量只是对最初“人为约定”做出简单重复的“空言性”陈述,不可能具有任何“实在”内涵,本质上没有存在意义。进一步讲,理论物理研究者公然指出数学严谨性只不过是自欺欺人的同时,20 世纪建立在类似于“Hilbert 独断论”基础上的形式系统,除了从头至尾存在大量的认识悖谬以外,本质上它没有也不可能告诉人们任何东西。一切关于物质世界的真知,只可能逻辑地渊源于自存的物质世界自身。因此,对于具有“理性意识、反省精神”的人类而言,可能和需要做的也仅仅是如何使用“无歧义”的基元概念、“统一”的科学语言,将那些本质上只可能渊源于无穷无尽物质世界的复杂事实逻辑相容地表现出来。

如果从纯粹“几何特征”考虑,电磁场完全不同于离散粒子,充满它可能发挥影响的整个空间域之中。当然,一切用以描述空间域中连续变化的物理学描述,必然逻辑地对应于微分方程及其构造的恰当定解问题与电磁场相关的物理学特征,只可能通过“微分方程”的方式加以描述。用“初等数学思维方式”去考虑需要本质上依赖“微分方程”才可能表述的相关物理现象显然是极不科学的。

事实上,只要以一种“平常心”以及任何科学研究所必需的“严肃、严谨”态度,大致地重新

审视那个只能建立在“独断论”之上的“广义相对论”,那么,对于任何一个仅仅需要具有较为扎实一般自然科学基础的研究者,只要作仔细反思,并不难理解不同形式“物质场”内蕴的抽象同一性,当然也不难发现:由一个“看似过分复杂却充满逻辑悖论”现代数学所掩盖,因而“狭义相对论”的陈述系统希望描述的“光线弯曲传播”现象,与人们熟知的“声迹线弯曲”没有任何本质差别。或者说,对于任何一个“自身状态不均匀”物质场,其中发生“小扰动以非直线方式传播”只不过是物质世界中许许多多“过分平凡”物理真实中的一个,何以需要杜撰一个“弯曲空间”去适应这个平凡的物理真实呢?而且,倘若这样的“弯曲空间”真的成为必要,那么,包括“声学场”在内的任何“个别的不均匀物质场”都必然需要逻辑地对应于彼此完全不同的“弯曲空间”,这样的理论不是荒谬绝伦吗?而且,既然属于建立在“独断论”之上的陈述,“广义相对论”只能是“空言性”陈述,它仍然不可能告诉人们“光线到底如何弯曲”的信息。相反,随着电磁场理论中那个至今没有建立、数学上可以计算的基本方程的重新建立,人们自然可以对“光线弯曲传播”现象做出“符合理性并且被赋予任何科学陈述必需的确定性意义,但是依然只是大体真实”的描述和预测。

认识的颠倒,必须重新颠倒过来。任何人不会也不可能否定这样一个历史真实:西方科学世界曾经为现代自然科学体系的建立做出了历史性的巨大贡献,与此同时,几乎绝大部分的现代人都在充分享受现代科学和技术带给人类的巨大物质文明。但是,对于一个任何具有起码理性思维和起码理性判断能力的人,需要始终铭记一个值得不断重复的理性意识:科学只可能本质地渊源于科学所描述的物质世界,人类永远不可能说出比大自然更多的东西。难道不正是那些自诩“拥有天赋”的人其实远不真的聪明,由于在许多本来并不复杂的基元认识中大量存在的认识不当以及逻辑紊乱,最终导致整个现代自然科学陈述系统只能抛弃逻辑和陷入“独断论”的悖谬之中吗?更何况,科学和理性只可能属于“整个”人类,它并不仅仅从属于西方世界。当个别西方学者指出“东方没有自然科学、也不可能产生自然科学”的时候,其实如果诚实考察,就会发现它并不仅仅从属于西方世界,而且,纵观人类的历史长河,科学也从来没有仅仅隶属于西方世界,尽管近 5 个世纪来西方科学世界一直走在人类自然科学研究的前列。

人类科学事业得以“健康发展”的唯一途径在于:积极倡导“严肃”的科学批判精神,规范“严格”的科学论证机制,允许和鼓励使用“无歧义”科学语言,认真探究、揭示、检讨和纠正习惯认识中任何以“逻辑不自洽”为本质内涵的认识不当与错误。

毋庸置疑,近代西方科学世界涌现出许许多多优秀的科学先行者,他们在探索物质世界的艰难历程中表现出执著、认真、严肃和率真,以及勇于实践和善于实验的非凡能力。所有这样一些宝贵的精神品质,永远值得人们的敬仰和尊重,并且,成为属于整个人类巨大财富。但是,对于任何一个曾经富于理性意识的研究者,一旦偶有所获就失去自持、自省,就变得忘乎所以,甚至将渊源于物质世界自身的真知归结为自己的“天赋”,那么,只能可悲地走向反面,最终失去起码的“理性判断”能力。其实,当 S. Hawking 于去年承认他的“黑洞悖论理论是错误”的,又准备向人们提出一个新的“独断论”之上的理论创造时,对于西方科学世界乃至整个人类而言,教训仍然极其深刻。其实,只要保持理性意识中一份最小的清醒和警觉,那么,几乎可以立即做出明确判断:对于 20 世纪所有只能建立在“独断论”之上的“普适真理”体系,从其开始就不可逆转地陷入荒唐、悖谬之中。因此,如果说那些“独断论体系”杜撰者无疑过分悖谬,但是,那些曾经对 Hawking 的“黑洞理论”或者 Prigogine“耗散结构”这样一些纯粹的“独断论体系”加以恣意吹捧的盲从者,难道同样需要警醒、认真反思和深刻自省吗?

正因为此,必须诚实而严肃地指出:现代西方学者不仅仅在以一种过分简单的方式片面追求“形而上学”或者习惯于进行并不恰当的“无穷剖分”的时候,这些西方学者的思维其实的确是过分粗糙、偏颇、武断的。如果说东方先哲所说“知之为知之、不知为不知”不无隐含着某种“保守”意识,但是,“知之为知之、不知为不知”远不仅仅反映任何一个探究真知的科学工作者必须具备的基本品质素养,而且,这样一种懂得“自我约束”的基本思想,难道不正是真实地蕴涵着对“理性知识体系”一种“辩证唯物主义”的素朴意识吗?东西方民族共同生存于同一个“地球村”之中。无论是缺乏自信的懦怯乃至丧失自我的盲从,还是希望他人顶礼膜拜的自大,同样都是对理性的严重背离。因此,当需要呼唤东方民族重树理性的自信的同时,那么,对于西方科学世界而言,他们之中不乏少数的研究者需要特别警惕的恰恰在于:努力避免因为无知才可能导致的“自大和自以为是”,如何保持科学研究足够的谨慎、谦虚乃至科学严肃性的问题。面对无尽的大自然,绝对不要轻易提出“第一性原理”或者动辄谈论“绝对真理”这样的命题。

因此,切切不要养成只是因为获得某些只可能渊源于物质世界自身的知识,就容忍或者轻易接受,甚至纵容或鼓励许多善良的人们将自己称作“天才、天赋”的不良习惯。始终需要理性地懂得:关于自存物质世界的一切真知,只可能逻辑地渊源于科学实践;而且,即使某一个“数学式”能够反映某种物理真实,它也只可能条件存在,并且永远不可能表现任何超越最初本质内涵的其他实在。于是,总可以理性地相信,只要真实存在于物质世界之中,那么,这种真实存在就是“合理”的,而“合理性”的全部内涵其实仅仅在于:所有源于物质世界自身的科学陈述必须严格遵循的无矛盾性原则。毋庸讳言,近几个世纪来实际操控现代自然科学体系的西方科学世界,需要形成一种理性意义的自省:现代科学体系的过分复杂、紊乱、晦涩乃至最终抛弃逻辑,只可能根本归咎于构造者自身认识的紊乱。

当然,同样因为此,需要郑重和严肃地指出:面对现代自然科学体系大量“逻辑不相容问题”肆无忌惮地真实存在以及与科学精神背道而驰的“现代宗教意识”重新出现于20世纪科学世界的反常事实,人们必须重新确立以“无矛盾性”为本质内涵的“理性”原则,彻底批判和唾弃“现代独断论”对逻辑和理性的严重摧残和亵渎,树立以科学陈述的“逻辑自治性”原则,以此作为“理性判断”的唯一基准,对包括数学在内的整个现代自然科学体系乃至整个西方哲学体系,进行一次“历史性和全局性”的梳理。需要意识到,在整个西方哲学体系之中,关于“何为知识基础”等一系列认识论方面的基本问题之所以一直没有得到真正解决,仍然本原地归结为认识判断之中的大量“逻辑不相容”或者“逻辑推理不当”问题的真实存在。

事实上,当现代“独断论者”层出不穷“独断论论述”能够连篇累牍地得以发表,不断对“逻辑”构成彻底冲击的时候,这些所谓“权威刊物”往往自觉或不自觉地几乎以一种总极其严厉的态度,和無理地拒绝使用严格科学语言对于经典理论大量逻辑不自洽所作的严肃科学批判。作为人类一种善良的愿望共同理想,属于整个人类的“自然科学”理应服从真理,成为与“社会生活无关”的一片净土。但是,不仅仅人类的现代生活远未达到真正“公正、公平”的那种理想状态,社会存在时刻决定着社会中人的自发意识。这些“权威刊物”自然地服务于掌控它们的那个科学主流社会。而且,长期以来,泛滥于现代科学世界的形形色色“独断论”对理性和逻辑构成的严重摧残,严重束缚扭曲了许多诚实、严肃科学工作者的理性思维。

事实上,如果15~16世纪近代西方科学思想刚刚萌芽的时候,曾经崇尚“科学精神仅仅在于对于‘权威’的蔑视以及对于‘理性’的绝对服从”这样一种“真理”意识,那么,在现代自然科

学体系已经“公开放弃逻辑”以及将源于物质世界自身的科学发现归结为“第一性原理”的时候,这样一些“权威刊物”就是束缚人类理性,本质上也同样是束缚西方科学世界自己的精神枷锁;当然,在现代自然科学体系到处“存在逻辑悖论”却重新依赖“神学”而自欺的时候,一方面“无力回答、曲意回避、无理拒绝”严肃的科学批判,另一方面却主张仅仅凭借许许多多“几乎没有独立科学内涵,仅仅附和‘独断论’论文”的多寡,判断某一个大学、某一个国家科学研究的水平、活力的时候,恰恰无异于成为扼杀“科学理性、独立思考”的阴谋,再次陷入“纯粹自欺”和“彻底欺骗”之中。一切科学研究中,诚实始终远比智慧更为重要。

人贵有自知之明。在某种意义上,不妨说人类的理性意识正在于人类深切懂得自省,自省才可能折射出人类理性的光辉和力量。近5个世纪来,西方人之所以能够在现代自然科学体系的建构上做出了历史性的巨大贡献,根本归结为他们重视“科学实验”和初步懂得如何使用“形式逻辑”的工具。如果舍弃这两个基本点,容忍矛盾和恣意渲染第一性原理,同样成为对现代科学先行者曾经做出巨大贡献的现代自然科学体系的最大背叛。因此,对于现代自然科学体系的批判,其实正是承继了西方科学世界曾经崇尚的科学精神。真正科学的,始终是自然、逻辑相容的,最终必然容易为人们接受。无需也不应经率地过度夸大科学人个体的作用。人类科学事业的发展本质上独立于科学人个体的存在。当然,针对西方科学世界貌似复杂而实质过分简单的形而上学思维方式,以及这种简单形而上学思维最终只能根本背离逻辑的事实,一旦能够形成了一种真正的理性意识,包括西方人在内的整个现代人就会自然地在这种简单思维的作茧自缚之中彻底解脱出来。

面对无尽宇宙,人类过于渺小;面对人类历史,任何个体生命过于短暂,而且更多决定于偶然。笔者始终承认:只不过人生难以逆料的际遇,才“几乎完全不自觉”地步入基础科学乃至纯粹基础科学研究领域。恍惚之中,不知不觉进入了“耳顺之年”,反观人生并不确切知道生命所剩几许,还能做些什么或者应该继续做些什么?不过,能够聊以自慰乃至莫大幸运的事是:随着本书即将交稿,总算已经大体地完成一个“某个独立思考者必须经历了完整独立思考”以后才可能对自然科学体系的整体所形成的一种大概判断。尽管人类认识体系的进一步深刻化和延拓永无止境,如何将理论体系用于工程技术研究仍然需要大量艰苦、细致的劳动,依赖经验事实做出修正、补充、完善,但是,如果能够真正理顺自存物质世界与描述物质世界的知识体系之间的逻辑关联,那么,原则上已经可以这样说,后续思考一般不应该再存在哲学意义的重大认识困惑。

最后,笔者或许需要做出一种“看似多余”的解释;之所以讲出让太多人不愉悦甚至不免难堪的尖锐批判,只是期望人们从某种习惯性的思维定式之中猛醒,真正理性地意识到科学批判是解决一切科学疑难的唯一武器和途径,而且,真诚希望充当科学批判的靶子,从而在科学的严肃批判之中将人类的理性认识不断趋于深刻。为此,仍然值得再一次衷心感谢历史给予笔者的一次机会。可以相信,任何一个诚实的研究者只要拥有大致相同的人生际遇,同样使用着科学批判的锐利武器,相应付出差不多同样的艰辛劳动,那么,必然会获得与所有陈述几乎完全一致的研究结果。这是因为认识的紊乱和庞杂只可能源于认识者自身的认识紊乱,任何“真知”必然逻辑同一而且必然只是平凡的。

杨本洛

2006年初春补记于付稿之际