

自然科学体系梳理

An Arrangement of the Natural Science System

杨本洛

上海交通大学出版社

内 容 简 介

自Newton力学开始,无论是在自然科学基元概念的认识方面还是在相关形式系统的构造方面都深刻存在许许多多本质上彼此关联的“逻辑不自洽”问题。因此,对于经历了近4个世纪蓬勃发展的整个现代自然科学体系而言,真实地面临着如何以任何有意义的科学陈述都必须严格遵循的“无矛盾性”理性原则作为基本判断标准的一次“历史性和全局性梳理”的重大课题。

为了便于人们进一步的深入探讨、研究乃至对于批判进行重新批判,本书大致按照“命题、经典表述、修正结果和相关解释”的次序,不加证明地罗列出著者得出的一系列独立研究结果。这些研究涉及数学、经典力学、热力学和统计力学、电磁场理论、“相对论”以及量子力学等现代自然科学体系的不同基础学科。

人类的认识史,始终是一个在承继性批判和批判性继承发展历程中逐步深化着的历史。因此,人们不能轻易将“革命”这样的语汇引入自然科学的承继性发展历程之中,当然,更不允许凭借“人文化”的认识革命回避和掩饰自然科学研究中任何认识矛盾的真实存在。人们总可以相信,在科学研究中,诚实和严肃远比智慧更为重要。不当前提下的推理就是彻底的自欺欺人,只能将科学引向荒谬。

自然科学是以自存物质世界为特定研究对象的认识体系,因此,科学和技术互为依赖地发展着。得益于19世纪科学自身的急速发展,19~20世纪的技术几乎处于爆炸性的突飞猛进之中。如果说,由此使得科学世界面对物质世界一系列从未预料的复杂现象而缺乏能力进行理性的科学分析,于是求助于主观想像及“直觉与顿悟”,最终不得不放弃逻辑也是必然的了。其实,认识的深化和对深化认识不足的进一步意识,同样本质地刻画了科学和技术这样一种彼此互动的状态。

对于任何一个了解现代自然科学和拒绝第一性原理的诚实研究者,都不能否定这样一个事实:虽然Einstein表现了一种探求未知的极其难能可贵的热忱、勇气和敏锐性,但是,由于缺乏严格数学思维素养,并不习惯甚至不懂得如何对自己的“直觉和顿悟”加以严格规范,他的科学思想充满混乱和矛盾。事实上,在他使用通常思维批判量子力学以承认矛盾为前提而必然存在的无理性的时候,却没有意识到正是他开启了这样一种“允许矛盾前提性存在”的先河,要求无尽物质世界服从那个顿悟而得的普适真理体系。

需要再次重申:绝对不是否认任何经验事实,而是反对以否定逻辑相容性为代价对经验事实所做出彼此矛盾的简单描述。其实,存在矛盾的描述,本质上仍然成为对经验事实的根本否定。或许可以一言以蔽之,我们的所有努力在于彻底批判Einstein无视物质对象和无视逻辑的科学观。Einstein寻求一种独立于特定物质对象,以适用于整个物质世界的普适真理体系,这种普适真理体系必然蕴含神学意识;与之完全相反,我们主张“物质第一性”原则,明确指出任何形式表述系统必须逻辑地隶属于某一个特定的理想化物质对象,且仅仅具有有限真实性。同样和Einstein允许矛盾存在,借助于改变概念的内涵以符合局部化经验事实的简单形而上学认识论完全相反,我们则努力揭示和杜绝任何可能存在的矛盾,捍卫科学陈述的“逻辑自洽性”原则以及科学语言系统的纯洁性。

自Newton开创现代自然科学体系已经经历了近四个世纪,其中存在诸如“何为惯性系”、“什么是Maxwell位移电流的物理内涵”等一系列基元概念认识困惑的问题,因此,需要进行一次历史性和全局性的梳理,以维护属于整个人类并且以

“无矛盾”为本质内涵的理性认识体系。

许多年来,笔者针对现代自然科学体系提出的一系列认识歧义以及相关的研究结果涉及哲学、数学乃至理论物理几乎所有的不同学科。其实,这些不同学科属于一个整体。如果没有对不同学科一种整体意识的认识 and 了解,或许任何一个独立研究结果也几乎不可能完成。相反,只要面对同样机遇并且付出同等的劳动,也容易为任何一个研究者所获得。科学的真理性正在于它的可接受性。只有那些凭借宗教情结而存在的神学,才需要将平凡的科学人置于神的位置之上。

此处,将这些本质上彼此关联的独立研究结果整理出来,不仅仅为了便于人们容易了解和认识这些表面上似乎过分庞大和繁杂不同的科学命题,同时更为了方便人们有效地使用科学批判的武器,对于批判的不当乃至错误进行再批判。

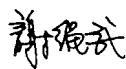
序

自然科学体系本质上是一个不可分割整体。在一定程度上可以讲,如果缺乏整体意义和追根溯源式的分析和思索,或许任何一个问题都不可能真正获得解决。

许多年来,我校的杨本洛教授相继出版了一系列专著,分别针对热力学、宏观力学、相对论乃至相关的数学基础发表了一系列属于他自己的独立研究结果。从去年起他开始致力于《量子力学中的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》一书的撰著工作,该书即将由我校出版社出版。对于杨本洛教授这样一种倾心基础科学研究的精神,学校的态度一直是慎重而积极的,切实鼓励教师努力使用严格科学语言进行严肃科学意义下的探讨。

为了便于人们对自然科学体系中的一系列重大基础问题进行较为深入的分析和讨论,学校同意杨本洛教授将这些年通过不同著述发表的独立研究结果汇编成书出版。

上海交通大学校长

A handwritten signature in black ink, appearing to read '谢杰' (Xie Jie), the name of the Shanghai Jiao Tong University President.

2004 年初秋

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课题

(前言)

1. 历史性和全局性梳理命题的提出

关于“现代自然科学体系迫切需要进行一次历史性和全局性梳理”的思想逐步形成于我最初三本专著的成书过程之中,并且,只是在我所任教的上海交通大学主要领导于 1998 年致中国科学院领导报告的附加报告中才第一次大概提出了本质上与其一致的基本看法。关于这个命题最初提法是:

“可以说,从 Galileo 以来人类开创的现代科学体系,仍然极其尖锐地面临着如何从认识体系的整体进行逻辑自洽化分析的重大课题。”

于是,在隐约地提出基础科学中的“溯源性”和“整体性”研究特征的同时,强调必须以“逻辑自洽性”原则,即形式系统与被研究理想化物质对象之间以及不同科学陈述系统之间必须严格遵循的“无矛盾”原则,作为进行科学论证和科学思辨的唯一判断基准。

此外,在这个报告中还进一步提出:

“……对于当今人类,这个课题既是一次极为严峻的挑战,又是一次在深化认识自然方面能够有所重大作为的难得机遇。我们中华民族是一个充满智慧、具有悠久文明、同时饱经磨难的民族,怎么能够再不抓住这个难得的机遇,在认识自然的又一次空前挑战中做出具有历史意义的重大贡献呢?”

由于近百年来长期遭受的屈辱,人们几乎无法回避潜藏于中华民族内心深处一种自觉或者不自觉的自卑心理和无为意识。因此,为了民族的伟大复兴,中国的科学工作者必须认真改变目前基础科学研究中普遍存在着一种“简单”尾随西方科学世界的不良风气,牢牢抓住这一难得的历史机遇。

2. 自然科学使命和现代自然科学体系真实存在的大量逻辑不自洽问题

对于整个人类,自然科学被界定为研究物质世界的一门科学。因此,根据自然科学的这一前提性定义,面对“自存和无尽”的大自然,自然科学的使命只能是对同样“自存”于物质世界自身的本质联系做出“无矛盾”的描述。人们需要自觉意识到:人类永远不可能说出比大自然更多的东西,当然,也不存在目前科学世界所竭力推崇的“第一性原理”。事实上,如果真的否定了科学陈述必须遵循的“无矛盾”原则,或者放弃了仍然以逻辑相容性为本质内涵的“可解释性”原则,公开或者隐约地允许不同科学体系或者同一科学体系中的不同陈述处于一种实际的“自悖”状态,那么,这样的陈述系统根本没有科学可言。

仍然本质地决定于自然科学的使命,自然科学得以存在的基础只能是科学实践。也正因为此,依赖于西方民族重视实践、敢于实践以及善于总结的思维传统以及这种思维习惯必然带

来的历史机遇,使得西方民族在人类的近代发展史中始终走在前列,并且,为整个现代自然科学的建立以及人类的现代物质文明做出了历史性的重大贡献。

但是,综观整个现代自然科学体系,不得不诚实而中肯地指出:西方的科学思维往往过分粗糙。而且,对于整个西方科学世界而言,或许由于长期处于一种事实上领先地位的优越感,使得他们或者他们之中的某些人,自觉与不自觉地形成了一种不好的习惯思维:几乎绝少认真讨论“逻辑前提、存在条件和有限论域”这样的问题,因此对于自己的研究结果不能自觉地做出一种限制,相反,往往总是自觉与不自觉地喜好将那些本质上仍然蕴含于物质世界自身,并且仅仅具有“有限真实性”的“相对真理性”陈述,无限制地上升为“绝对真理”或者所谓“第一性原理”的地位,进而将研究物质世界的人置于高于被研究对象这样一种极其反常的状态。

一旦无视特定物质对象的存在,期望赋予某一个陈述系统以一种无所限制的“普适性”特征时,往往随着这个陈述系统有限论域随意扩张程度的加大,相应隐含的问题就格外严重和荒谬。例如,对于前些年喧嚣一时的“耗散结构”理论,当构建者自诩这个理论体系的应用范围不仅仅几乎涵盖了整个自然科学体系,甚至还可以应用于社会科学研究的时候,人们就需要一种特别的警戒。事实上,这个陈述系统不仅仅存在许多基本概念理解不准确的问题,而且还出现一些相关数学推导完全失当的问题。

此外,当量子力学的奠基人坦诚承认这个陈述系统充满“不连续性和连续性、颗粒和波动”的内在矛盾,并且中肯地指出:“量子力学恰恰起源于这样一种努力:打破一切通常的运动学概念而代之以具体的、由实验给出的一些数之间的关系”的时候,那么,此时任何“局部”意义上的“经验证实”几乎已经成为上述“诚实认定”的逻辑必然。但是,因为也仅仅因为已经打破了“一切通常的运动学概念”,所以一旦涉及某些较为复杂的情况,这样一些“实验给出的数之间的关系”也自然变得不具任何意义。同样,当一方面公然将理论物理中的数学严谨性坦陈为“自欺欺人”,从而为自然科学体系中形形色色矛盾存在提供了一种貌似合法的前提,另一方面,却又要求研究者按照局部的数学规律去遵循物理学中的那些没有数学可言的真理,难道这样一种完全无理“双重标准”不正是一种真正的自欺吗?

不难发现:由于一系列的基元概念并没有真正得到澄清,对于自Newton力学开始并且包括数学自身在内,主要由西方人构建的整个现代自然科学体系,其中几乎到处充满着逻辑悖论。事实上,大概是为了适应目前自然科学体系中矛盾普遍存在的现状,现代哲学家也不得不做出让步,他们这样指出:“从传统上说,找出一个矛盾一直是证明某个系统必须被拒斥的途径,容纳矛盾被认为在理智上是自毁的。但是,近来已经有人在探索和研究,似乎存在某一能够容忍某些矛盾的逻辑系统。”但是,矛盾和逻辑永远不可能并存。矛盾的真实存在,绝对不会因为你的容忍或者无视它的存在而真的不再存在。相反,正视矛盾,努力寻求自然科学体系中任何可能真实存在着的细微矛盾,恰恰成为最终规避一切逻辑悖论的必由之路^①。

3. 历史性和全局性梳理是自然科学发展“承继性”特征的逻辑必然

人类的认识体系是一个整体,并且只能在“承继性批判和批判性继承”的历程中得以深化。

^① 在2001年4月20日《科学时报》中“书界动态”的小栏目中,简短报道了笔者在中国社科院哲学所一次小型学术研讨会上的相关发言。其中提及笔者的看法:“自然科学的哲学基础事实上并没有建立。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。而今天的自然科学存在一个极其严重的问题:不讲逻辑前提和逻辑严谨性的同时进行‘无穷局部’演绎。”

特别对于现代的自然科学体系,因为只能建立在“实验和逻辑”基础之上,所以在自然科学研究中,如果无视逻辑前提可能存在的不当或者在不当前提之上进行逻辑推理都只能将科学引入荒谬。

另一方面,同样因为自然科学所研究的是那个自存的物质世界,所以人类对于物质世界的认识并不真正依赖于个别研究者或者研究者个体的智慧,而本质地决定于那个时代人类关于自然的认识水平和技术水平。或者说,尽管无法否定研究者个体对人类自然科学体系发展做出的贡献,但是,人类关于自然的认识水平和认识能力被赋予了时代烙印和与其对应的“物质”内涵。

人们完全可以合理地相信:不能要求近四个世纪以前的Newton,近两个世纪以前的Maxwell具备今天一个普通研究者可能拥有的数学推演能力或者清晰的物理理念。事实上,人们至今无法定义依赖循环定义而存在的惯性系,无法否定经典电磁场理论体系中自变量和因变量之间明显存在的不对应问题,……。当然,对于在不可靠认识基础上所进行的推理,其最终结果只能彻底放弃逻辑。因此,随着自然科学的发展,每经历一段时间,人们都不得不对那些曾经发挥重大作用的经典陈述系统进行一种“整体”意义上的反思。并且,这样一种螺旋式深化认识的过程将始终伴随着人类自然科学发展的整个历程。

4. 密切关注现代自然科学研究中“人文化”的不当倾向与严肃规范科学论证机制

对于任何一个真正了解自然科学体系现状的研究者,都无法否认目前自然科学体系中大量存在的逻辑悖论问题。于是,某些科学工作者公然鼓噪所谓的“科学宗教”情结以掩饰这些矛盾存在,或者由此而放弃自然科学中以逻辑相容性为本质内涵的“可解释性”原则,与此同时,还大量出现了“仁者见仁、智者见智”这样一种莫衷一是的“人文化”思辨倾向。当然,从另一个角度考虑,这种思维倾向的出现,正是现代自然科学大量存在逻辑悖论的事实以及重新崇尚“第一性原理”的一种自然归宿。或者说,正是目前自然科学研究中出现了这样一种“人文化”的反常倾向,为形形色色的“非科学”、“伪科学”乃至“反科学”提供了隐蔽所。

对于无尽的大自然,人类永远不可能穷尽物质世界的真实。人们甚至可以相信:与人文科学研究人类情感、道德、思维体系自身这样一些问题相比,以自存物质世界伪特定研究对象的自然科学体系或许还要“简单”或者“单纯”得多,并且,也因此而具有一种严格的界定标准。自然科学研究中判断真伪的唯一界定标准就是:形式系统和被描述的理想化物质对象之间严格的逻辑一致性,以及不同形式表述系统之间严格的逻辑相容性。矛盾必然意味着自悖,允许矛盾存在就是自欺和对于理智的自毁。

因此,为了促进和激励基础科学研究的发展,并不仅仅在于形式主义地鼓励科学批判和科学争论,而需要首先严肃规范科学的论证机制。严肃的科学论证机制首先在于严肃规范科学语言的无歧义性:概念的严格一致性以及形式逻辑的严谨性。如果真的像时年26岁的Einstein那样,以承认一对“矛盾事实”的存在为前提,以放弃科学陈述必须的可解释性为条件,在“时钟”与“钢尺”这样两个毫无关联的物理存在之间构造那个只能凭借“直觉和顿悟”而存在,并且以改变科学语言“语义”为本质内涵的这样一种“时空观”革命,并且将其强加于整个物质世界之上,这难道不是人类理性意识一种空前倒退和彻底荒谬吗?

只要稍具独立思辨意识,人们不难反思:对于充满复杂性的无尽物质世界而言,为什么必须无条件地服从某一个人为构造的简单公式呢?而且,从形式逻辑考虑,任何逻辑推论总不可

能超越它的逻辑前提所可能描述的一切,那么,又怎么可能像Einstein如此幼稚期待的那样,存在某一个十分优秀的公式,人们能够由其“逻辑地推出”一个个新的需要使用的公式呢?其实,当Einstein讥笑东方人只晓得辩证逻辑而根本不懂得形式逻辑的时候,一个依赖于他人提供数学表述的相对论自始至终充满逻辑悖论。

作为中华民族的骄傲,大思想家孔夫子在二千多年以前曾经提出“知之之为知之,不知为不知”的格言。其实,这远不仅仅是对于人们的一种品质意识规范,而且还显示了东方文化蕴含的高度思辨能力和一种朴素的意识修养:任何知识都是有限的,一旦超越它的有限论域只能流于荒谬。

实际上,现代自然科学体系尚存在如此多的逻辑悖论,以至于不得不将数学严谨性称之为自欺欺人,甚至无视数学基础自身存在的一系列逻辑悖论而“轻松”地构造着现代数学。而且,习惯于将那些仅仅依赖于“直觉和顿悟”的杜撰轻易称之为“第一性原理”的同时,严厉拒绝人们使用严格科学语言进行严肃意义上的科学批判和科学论证。我们的科学主流世界格外需要一种“自律”精神,多研究一点逻辑前提、存在条件和有限论域的问题。此处所说严格规范科学的论证机制仅仅指:使用统一和“无歧义”的物理学概念,以及借助于“无矛盾”的形式语言进行严肃的科学争论和科学论证。在重新探讨自然科学一些重大基本理念的时候,引用某某“名人”或者“大师”的话语作为论证的依据已经没有任何意义。

人类的科学事业属于整个人类,人类的自然科学本质上渊源于科学实验。正因为此,需要每一个科学人时刻保持一种自觉的严格“自律”精神,保持足够的谨慎,切切不可过分随便地将某一个即使在局部域中得到验证的真实研究结果“无限”真理化,喜好、默认乃至纵容人们将自己推至一种滑稽而幼稚的“先知”地位。其实,真正科学的必然是自然的,并且容易为人们理性地接受。那些只能凭借人们的“宗教情结”甚至杜撰者自己也无法做出解释的“普适性”真理陈述,只能使这些曾经显赫一时的人物淡出历史舞台而最终为人们所遗忘。

当然,对于现代的科学工作者,还需要切实防止目前普遍存在的一种“滥用技术”的不良倾向。任何一个严肃和诚实的科学工作者都无法否认目前自然科学体系中存在太多不足、不当乃至错误。在这个时候,为何仅仅因为些许一知半解就轻易妄谈“宇宙大爆炸”,或者整个宇宙经历多少秒得以诞生这样的论题呢?此外,即使若干年后个别宇航员真的能够步入火星,那也不过是小小地球村上的个别生物到邻近村落的一次访问,切不可轻易外延至所谓“探索太空”这样的巨大命题。而且,人类还不得不认真考虑有限资源或者为此需要付出代价是否必要和值得的问题。因此,笔者甚至不能排除这样一种疑虑:对于习惯于实用主义,以及具有天然优越感的某些民族中的某些领导人来讲,探索太空的真正意图是否仍然在于人类自身的争斗?但是,整个宇宙中为人类居住的地球无疑过分渺小也十分脆弱,那么,滥用技术的结果只能加速整个人类的最终毁灭。当然,但愿这种担忧只是庸人自扰。

5. 反“天才论”和崇尚科学研究的踏实精神

或许在西方语言中,“天才”仅仅属于褒奖他人或者相互称颂时一种相当平常的习惯用语,为此可以频繁见诸于许许多多西方的科学文献之中。当然,对于相对较为拘谨的东方民族来讲,可以将其视为一种文化差异,不必过于认真。

但是,近日《科学时报》发表了一篇题为《天才、批评、争论》的文章,在系统报道某位曾经担任国家科学研究主管工作的科学家论述“发展理论物理所需条件”这一重大命题的一系列基本

观点时,除了一再鼓励进行真正的“学术批判、学术争论”以外,还着重表达了将我国基础科学的发展寄希望于“天才般青年人”这样一种朴素和善良的愿望。文章中有一段关于现代科学世界的最大天才Einstein的描述,此处不妨全文引用如下:

“如果说Heisenberg的成长是自己天才的努力与一代科学家的精心培养,那么,Einstein的情况则完全不一样。Einstein是完全依靠自己。他在中学时就不受老师喜欢,第一次考大学也没有考上,在瑞士大学毕业时想留校做研究也没有成功,做了两年不受欢迎的中学老师后到专利局做职员。就是在专利局工作期间他发表了包括狭义相对论在内的四篇划时代的论文,1905年因此成为Einstein生命中的奇迹年。”

该文进而还极其真诚地表达了“中国也有个具有Einstein素质的小孩”的愿望和提了许多设想。

在即将出版的《量子力学中的形式逻辑与物质基础探析》一书中,除了对整个相对论充满逻辑悖论以及哲学理念的荒悖进行较为充分的讨论以外,还指出了Einstein实际上没有对经典理论中真实存在的认识不足提出过任何实质性批判的事实。其实,对于任何一个不愿意接受所谓的“科学宗教”情结,或者不愿意轻易放弃独立思考的读者而言,即使仅仅对照上述《科学时报》中不长的文字也可以做出大概判断:除了对科学研究一种一厢情愿的真诚,Einstein其实并没有真正读懂经典理论,或者不具一种能力能够对经典理论中真实存在的许多不足、不当和错误进行具有严格科学意义的批判。事实上,一旦承认和接受“天才论”,那么,必须建立在科学平等机制下的“科学批判和科学争论”也不复存在了。当然,这也曾经是Bohr等量子力学构建者对于Einstein针对量子力学所作批判忿忿不平的原因。

未来总是属于年轻人的。但是,随着科学技术的不断发展,随着自然科学涵盖的内容愈益庞大和复杂,那么,几乎可以断言:年轻的科学工作者需要花费更多的劳动和艰辛,真正读懂经典理论并且能够发表独立科学见解的年龄将愈益推迟。不花费巨大劳动首先真正读懂经典理论,是不可能进行真正意义上的科学创新的。联想到目前大学校园中的年轻学生,普遍存在将主要甚至全部精力花费在“外语、计算机应用”方面,而不愿意付出极大劳动进行基础理论学习,甚至出现这些年被提拔为教授的某些年轻教师并没有真正读懂他所任教专业的基础理论的极其反常的状况,不能不为每一个热爱祖国、热爱科学的科学工作者担忧。

6. 坚持自然科学研究中的“物质第一性”和“逻辑自洽性”基本原则

在自然科学研究中,明确提出“物质第一性”原则并非渊源于研究者个体的一种哲学信仰。自然科学研究中必须遵循的“物质第一性”原则,根本决定于自然科学研究的使命,是保证所有科学陈述逻辑相容的前提和基本条件。或者说,在自然科学研究中需要严格遵循的“物质第一性”和“逻辑自洽性”原则,是两个不以不同研究者的不同意志或者不同兴趣为转移的基本规律。

进一步说,物质第一性原则彻底改变了自Newton经典力学开始,至今存在于现代自然科学体系中的以对某一个“数学方程”的前提性承认为基础的研究方法,而之以对被研究物质对象所作“理想化”假设作为构造相关形式系统的全部基础。因此,任何形式系统都只能条件存在、有限真实,仅仅是适用于一个有限论域中的相对真理体系,并且,还成为对特定物质对象所作理想化假设的逻辑必然。也正因为此,人为构造的,用于描述物质世界的自然科学体系必须严格无矛盾,相应展现出“统一、和谐、协调”的科学美。而不能将那个充满差异和复杂性的

自存大自然归纳入Einstein曾经过分幼稚和简单地设想的“统一、和谐、协调”之中。一位著名的俄罗斯现代科学哲学家Б. Г. Кузнецов在描述 20 世纪的科学世界现状时,曾经借用了Bohr在讨论Heisenberg所提基本粒子统一理论时说过的话:“不容置疑,一种疯狂的理论摆在我们面前。问题在于,要成为正确的理论,它是否足够疯狂。”实际上,他希望告诉人们这样一个为其称颂的基本事实:在 20 世纪,一个科学家如果是“最反常和最彻底”摒弃旧世界观的创造者,那么,他就可以荣获“完人”的称号。1999 年 5 月,笔者曾经应邀在北京大学力学系就流体力学中的一些基本问题作了一次学术报告。报告会后,主持人使用“挑战性、颠覆性和革命性”的词语评述了笔者的工作。但是,20 世纪展示的只不过是人类历史长河中过分短暂的一幕,笔者不得不郑重指出:如果的确对目前科学世界构成一种挑战的话,那么,所有的这些也仅仅是对以“否定逻辑相容”为本质内涵的“彻底反常”的彻底摒弃。人类的科学事业发展总是承继性的,需要重新树立“将矛盾视为理性自毁”这样一种自人类形成理性认识以来就指导人们进行理性思考的基本原则。

杨本洛

2004 年 8 月 14~15 日

目 录

1 数学	1
1.1 数学基础三大逻辑悖论及相关基础命题重释	3
1.1.1 数学基础的三大逻辑悖论与“存在性”基本原则	3
1.1.2 Hilbert 形式主义公理化思想隐含的逻辑悖论	4
1.1.3 公理化集合论无法改变集合论悖论的本质存在	5
1.2 古典数学物理方程理论中的几个没有解决的问题	5
1.2.1 双旋度 Poisson 方程	6
1.2.2 用任意给定标量函数和无散向量函数作散度和旋度表述向量场的问题	9
1.2.3 向量场求散和求旋的逆运算问题	10
1.2.4 双旋度算子构造的波动方程	11
1.3 现代数学体系普遍存在的逻辑倒置	13
1.3.1 几何公设的重新认定	13
1.3.2 张量分析隐含的逻辑倒置	14
1.3.3 各向同性张量函数的形式定义	14
2 经典力学	17
2.1 Newton 力学体系	19
2.1.1 Newton 第一运动定律	19
2.1.2 Newton 第二运动定律	21
2.1.3 Newton 第三运动定律	24
2.1.4 守恒律	25
2.2 宏观力学一般分析	28
2.2.1 宏观物质模型与“伪”物质流形	29
2.2.2 变形和流动、变形体和流体辨析	33
2.2.3 宏观力学的一般应力-应变理论	34
2.3 流体力学	37
2.3.1 流体力学一般概念	37
2.3.2 流体力学动力学方程序列	39
2.3.3 压力场歧义	42
2.3.4 不可压缩流流场	43
2.3.5 湍流和伪 Reynolds 方程	44
2.3.6 Prandtl 边界层、复杂流动和复杂流动的多区模型	48
2.3.7 动力学边界条件的重新提出与绕流体最佳型线	49

2.3.8	“涡动力学”	52
2.4	化学流体力学和燃烧理论	56
2.5	固体力学	58
3	热力学和统计力学	63
3.1	经典热力学	65
3.1.1	热力学系统和宏观表象	65
3.1.2	热力学第一定律及形式系统的自封闭性	67
3.1.3	热力学第二定律	70
3.1.4	若干基本概念辨析	72
3.2	现代热力学——“熵极大值原理”与“最小熵增率原理”的辩证统一	75
3.2.1	“平衡态”与热力学重新分类	75
3.2.2	热静力学与熵的极大值原理	77
3.2.3	热动力学与熵增率极小原理	80
3.3	“耗散结构”及相关陈述的证伪	82
3.3.1	非平衡态热力学前提性概念的逻辑紊乱	83
3.3.2	“最小熵产率”原理的否定性证明	85
3.3.3	耗散结构的“无理性”	86
3.4	统计力学	87
4	经典电动力学	91
4.1	形式系统的“物质基础”的重新认定	93
4.2	电磁场理论经验方程的重新认定	95
4.2.1	Maxwell“位移电流”假设的逻辑不当	95
4.2.2	Faraday 电磁感应电流经典表述的逻辑不当及其修正	97
4.2.3	Ampere 定律“存在条件”分析	98
4.2.4	Maxwell 方程组的修正及其重新定性	99
4.2.5	Poynting 能量理论的重新分析	101
4.3	电磁场数学模型的恰当构造	102
4.3.1	静磁场定解问题	102
4.3.2	动态电磁场(波动方程)定解问题	103
4.3.3	Lorentz 规范和 Coulomb 规范的“伪科学”性	106
4.4	经典电动力学	107
5	“相对论”	111
5.1	Poincare“相对性原理”的伪真理性	115
5.1.1	物质存在和物质运动“客观性和主观性”的辩证统一	115
5.1.2	Galileo 相对性原理的伪真理性	117
5.1.3	Lorentz 变换的“空”群结构	119

5.2	自始至终贯穿于整个“相对论”中的逻辑悖论	120
5.3	Michelson-Morley 实验的可解释性	123
5.4	质能变换的“经验事实”基础及其逻辑自治化分析	124
5.5	广义相对论的彻底虚妄性	126
5.6	Einstein“统一、和谐”哲学观的虚伪性和逻辑错置	128
6	量子力学	133
6.1	物质世界的“独立存在”形式与“独立运动”形式	135
6.1.1	粒子、场和物质世界的离散本质	136
6.1.2	微观物质世界中物质对象和态	139
6.1.3	“波粒二象性”的自否定结构和作为中间物质“量子”的探讨	140
6.1.4	位移与波	141
6.1.5	波与干涉	143
6.2	经典量子力学若干基本概念的重新认识	145
6.2.1	量子统计和因果规律重释	145
6.2.2	Heisenberg 不确定性原理隐含的逻辑不当和量子约束的重新提出	147
6.2.3	Schrödinger 波动方程的虚妄性	149
6.2.4	Heisenberg 矩阵方程与 Schrödinger 波动方程之间的逻辑不一致性	152
6.2.5	量子力学算子构造的自欺性	154
6.2.6	Feynman 路径积分中的若干思维反常	155
6.2.7	规范场分析存在基础的反思	157
6.2.8	量子力学中不同叠加原则的物质基础、形式系统有限论域与纠缠态问题	157
6.2.9	对称性分析与物质对象理想化认定的辩证统一	159
6.2.10	量子力学中 Hilbert 空间的彻底虚妄性	160
6.3	量子力学体系的理性重建	163
6.3.1	量子力学理性重建的基本原则	163
6.3.2	最小能量原理的普遍意义和量子力学形式系统	166
6.3.3	最小作用原理和量子力学路径积分的重新构造	167
6.3.4	量子力学论域的一般拓展途径	168
	附录	171
	自然科学体系面临“历史性和全局性”梳理的重大课题——兼论“相对论”的意识基础 与建立“科学论证机制”探询	173

1 数 学

从整个自然科学体系考虑,数学本质上隶属于语言系统的范畴。或者说,数学仅仅是科学陈述的一个工具,数学本身并不能给出超越前提以外的任何东西,它的全部内涵仅仅在于如何保证推理的严格逻辑一致性。因此,在自然科学研究中,一旦被描述的物质对象得以理想化的界定,那么,在原则上,相关的陈述系统仅仅是最初理想化认定的逻辑必然。也正因为此,为了保证整个科学陈述系统的严格逻辑相容,数学在自然科学研究中扮演了一个极其重要的角色。可以做出这样一种论断,对于人们熟知的所有科学难题之中,几乎没有一个不伴生着相关数学推理失当的问题。

事实上,作为整个自然科学体系的一个重要基础,数学自身同样真实地存在着许多逻辑不自洽的问题,而且,与自然科学体系中其他领域里的问题互相交叉影响着。

1.1 数学基础三大逻辑悖论及相关基础命题重释

众所周知,19 世纪末到 20 世纪初叶,出现了至今尚无力解答的数学基础三大逻辑悖论问题。并且,最终导致了一种“搁置矛盾”的公理化方法,本质上将数学引入了歧途。

事实上,如果说当代科学主流社会面对一系列的逻辑不相容问题长时间无所作为,以至于公开放弃数学严谨性的时候,这样一种思潮同样深刻影响着数学自身。因此,对于无视数学基础一系列众所周知逻辑悖论的存在,却在一个没有可信性基础之上进行无穷推理的方法,正是目前科学世界公然放弃逻辑,推崇无理性可言的“第一性原理”这样一种普遍态度的反映。当然,以默认逻辑悖论为思考前提的推理,同样没有任何可信性而言,而且,在不当立论前提之上进行推理本身就是对数学精神的一种背叛。

1.1.1 数学基础的三大逻辑悖论与“存在性”基本原则

数学基础的三大逻辑悖论通常指“理发师悖论”、“Cantor悖论”和“Russell悖论”。考虑到“理发师悖论”本质上只属于一般意义上的“病态”语句,此处仅列出与逻辑更为直接关联的后两个悖论及其相关辨析,并且,提出对于所有形式表述具有一般意义,并且与理论物理中的“物质第一性”原则保持一致的“存在性”基本原则。

命 题	经典陈述或结论	修正结果或解释	一般分析
Cantor悖论	对于元 s_i 所构造的集合 M, 以及相应构造的幂集合 P, 即 $\begin{cases} M=(s_1, s_2, \cdots) \\ P(M); (S_1, S_2, \cdots) \\ S_i \subset M \end{cases}$ 不难推得 $\begin{cases} P(M) > M \\ P(M) \leq M \end{cases}$ 故而出现悖论	提出形式系统必须普遍遵循的“存在性原则” $f(x, y, z, \cdots) \in \{x, y, z, \cdots\}$ $\{x, y, z, \cdots\}; \text{formal qualities}$ & $\{x, y, z, \cdots\} \in \{A, B, C, \cdots\}$ $\{A, B, C, \cdots\}; \text{idealized material object set}$ 可以做出证明:出现于数学基础上的所有逻辑悖论,都同样违背了这两个基本原则	1. 形式表述的“性质”和拥有性质的“存在主体”在逻辑上并不等价。事实上,不仅仅性质 f, 而且定义性质的所有形式量 x, y, z 都仅仅逻辑地从属于它的逻辑主体——某一个特定的理想化物质对象集合; 2. 与 Hilbert 所说“桌子、椅子、啤酒瓶”一种纯粹主观随意的公理化理念完全相反,在定义形式量以及借助于形式量所表述的某一特定关系以前,首先需要“理想化存在”本身做出

(续表)

命 题	经典陈述或结论	修正结果或解释	一般分析
Russell 悖论	对于任何两个给定集合 x, y $x \in y \cup x \notin y$ $\rightarrow$ $x \in x \cup x \notin x$ 由集合论概括原则 $T = \{x x \notin x\}$ $\rightarrow$ $\begin{cases} T \in T \rightarrow T \notin T \\ T \notin T \rightarrow T \in T \end{cases}$ 再次出现悖论	与上述原则保持一致,“拥有”和 “从属”属于两种完全不同逻辑关 系,必须加以严格区分,即 $\exists : \{A, B, C, \dots\} \rightarrow f\{x, y, z, \dots\}$ $\cap$ $\bar{\exists} : f\{x, y, z, \dots\} \rightarrow \{A, B, C, \dots\}$	前提性的认定。没有形式系统 逻辑主体的前提存在,就没有 整个形式系统; 3. 集合论“概括原则”未能区分 “拥有”和“从属”两种不同逻辑 关联,将它们与全同逻辑混 淆了; 4. 无论域限制的性质以及无论 域限制的集合都不存在。尽管 Cantor试图提出“相容性”条件 加以约束,但是仍不能根本改 变构造无论域限制集合论的错 误导向

1. 1. 2 Hilbert 形式主义公理化思想隐含的逻辑悖论

如果说, Brouwer 认识到数学基础中逻辑悖论的真实存在, 不得已提出了一种表面上似乎是以“拒绝逻辑”为基本特征的“直觉主义”理念。但是, 恰恰由于对矛盾存在采取了一种诚实的态度, 数学直觉主义者所提的“构造对象”(constructive object)的“前提”恰恰吻合于逻辑, 即对“拥有者”和“从属特征”在形式系统中的不同地位做出严格区分, 从而与上述“存在性”原则保持一致。只不过 Brouwer 没有形成一种理性意识, 认识到任何形式表述的对象仅仅属于某一个特定的“理想化”物质对象罢了。

恰恰与 Brouwer 对于矛盾存在持一种诚实的态度完全相反, 面对数学基础中存在的一系列逻辑悖论, Hilbert 同样没有能力给予正面回答, 却提出诸如“允许以桌子、椅子、啤酒瓶取代几何中的点、线、面”这样一种完全荒悖理念的所谓“公理化”方法, 相应构造一个以回避矛盾存在为本质的“形式主义”数学思想, 为以承认矛盾为前提从而必然始终充满矛盾的“相对论”、“量子力学”等陈述系统公然采取否定逻辑的“无理性”提供了所谓的依据, 成为 20 世纪“物理学几何化”的始作俑者, 使得人类的自然科学体系进一步陷入以牺牲以逻辑相容性为本质内涵的“理性”原则为代价的纯粹实用主义哲学之中。

既然与 Einstein 以承认矛盾为前提构造相对论的基本理念一致, Hilbert 以无视集合论悖论这样一些前提性矛盾存在为基础, 甚至根本不在乎“桌子、椅子、啤酒瓶”与几何学中的“点、性、面”之间存在的前提性差异, 他的形式主义当然同样始终充满逻辑悖论, 主要表现为:

(1) Hilbert 形式主义的“无论域限制”的本质内涵, 与“普适真理”必然隐含的神学思想之间遥相呼应;

(2) 为“桌子、椅子、啤酒瓶取代几何学点、线、面”所充分显示的一种对于“公理化”所做前提性认定的纯粹人为随意性, 同样与 Hilbert 本人无从解决的“概括原则”隐含的逻辑悖论互为呼应;

(3) 对于 Hilbert 使用“桌子、椅子、啤酒瓶取代几何学点、线、面”所构造的几何学, 无法获得任何与“度量”相关的确切信息;

(4) 几何学中的“变换”仅仅限于“始末”几何图像之间的变化特征, 而无力对几何图像从

“初始”状态到“终了”状态的变化过程特征做出描述。即使引入完全荒谬的“时空观”变化,广义时空中的几何变换仍然无法对物理学的运动过程做出描述。

1.1.3 公理化集合论无法改变集合论悖论的本质存在

正如经典集合论创建者Cantor曾经意识到的那样,集合论之所以存在悖论的根本原因在于,这个陈述系统企图构建一个没有“论域”限制的普适体系。因此,形式主义的公理化思想,如果不正面解决这样的前提性问题,遵循一切形式表述系统必须严格遵循的“存在性”原则,那么,仍然始终充满着形形色色的逻辑悖论。

可以证明,在现代数学中,对于诸如Minkowski所构造的“伪Euclid空间”等一系列被冠以“伪(pseudo-)”字头的概念,往往掩盖了相关概念的“真伪性”或者隐含了它们对某些前提性概念所构成的“逻辑否定”^①。

[简单结论]

绝对不是简单否定建立“公理化”假设基础之上构造形式系统所具有的根本意义,但是,任何公理化假设必须首先以对描述对象的理想化假设为基本前提,以吻合形式系统必须普遍遵守的“存在性”原则。数学上的存在性原则对应于物理上的物质第一性原则,它们共同成为逻辑相容性的保证或者基础。

必须注意,由于数学基础之上存在的逻辑悖论,不仅仅出现了“物理学几何化”这样一种完全错误的思维导向,而且出现了在一个并不可靠的经典集合论之上建立起来的“拓扑学”,以及进而在“无穷光滑”认定之下所构造的现代“微分几何”。无疑,这些都需要严肃地考虑这样一个前提性的问题:对于实验室提供的某种数据集合,不妨赋予其足够的光滑性,以能够相应构造一种仅仅存在于理念之中的信息流形,但是,如果已经确信人类面对的物质世界充满差异,为什么将一个高度连续的流形强加于这个本质上属于一个离散物质世界呢?对于一个连自身逻辑前提都存在不相容、也无力对待的无穷推理,它的结论自然不具有可信性。

1.2 古典数学物理方程理论中的几个没有解决的问题

无视被描述对象本身,无需相应做出任何前提性的限制,仅仅依赖于纯粹人为提出的假设作为形式系统的公理化基础,本质上成为对“无约束”思维的随意放纵,为当今科学世界中形形色色具有普适意义的真理系统层出不穷地提供了土壤。

实际上,即使在古典微分方程理论中仍然存在许多没有真正解决的问题。正是作为数学工具自身问题没有获得解决,使得人们至今没有意识到经典电磁场理论中“Maxwell位移电流”只能作为一种人为假设提出时必然存在的逻辑不当;不可能意识到Coulomb以及Lorentz分别提出的“正则变换”实际上蕴含着不同物理内涵,以及由此而引起在数学和物理上的无理

^① 彻底抛弃Hilbert以“绝对随意”的“主观认定”为基础的所谓公理化思想,将必然对整个现代数学体系构成巨大冲击。根据度量公理,将离散集合中的距离定义为0和1,它们分别对应于相互叠合的元与相异的元。这样的解释似乎并不难以接受,但是,“度量”则由此失去了自身蕴含的普遍意义。因此,脱离了为Brouwer所称“构造性对象(constructive object)”的特定逻辑属体,公理化陈述没有任何意义。人们需要学会对自己的陈述做出严格规范,而绝对不是相反,在无视逻辑相容的同时却将其有限功能无穷扩大。

性;当然,也不可能意识到在这个不当基础之上进一步创造的“规范场”必然隐含着前提性认识不当;……

因此,人们必须自觉杜绝Hilbert那种本质上仍然是以“无视矛盾真实存在”为前提的“公理化”思想,拒绝那些没有任何约束和过分轻松的“创造性”思维,扎扎实实地处理古典数学理论中一些并没有真正解决的问题。

1.2.1 双旋度 Poisson 方程

关于矢量势 Ψ 所构造的双旋度 Poisson 方程

$$\nabla \times \nabla \times \Psi = f$$

属于古典数学物理理论中的重要一类,广泛应用于诸如电磁场这样的“场”分析中。但是,在如何构造恰当积分表述、决定恰当定解条件、矢量势散度恒为零假设的存在基础,能否将该方程转化为一般 Poisson 方程等一系列基本问题都没有真正获得解决,从而导致理论物理中需要使用该方程的许多重大命题以及它们的推论存在错误。

命 题		经典陈述或结论	修正结果或解释	一般分析
积分表述	0-阶表述	$\begin{aligned} &u\Psi(x) \\ &= \int_V fE dV - \oint_A [n \cdot \Psi \nabla E \\ &\quad + n \times (\nabla \times \Psi) E \\ &\quad + (n \times \Psi) \times \nabla E] dA \end{aligned}$	$\begin{aligned} &u\Psi(x) \\ &= \int_V (fE + \nabla \cdot \Psi \nabla E) dV \\ &\quad - \oint_A [n \cdot \Psi \nabla E \\ &\quad + n \times (\nabla \times \Psi) E \\ &\quad + (n \times \Psi) \times \nabla E] dA \end{aligned}$	1. 如果假设矢量势散度等于零则修正表述重新回归为经典表述。但是,两者隐含不同物理内涵,经典陈述缺乏相关证明; 2. 古典表述只能被视为一种“整体”意义上的约束方程。由于未知量数少于约束方程数,不能直接用作边界积分方程,相应构造一个相关的离散形式; 3. 在任何恰当的形式表述之间,必须满足逻辑相容性要求; 4. 两种处理方法存在的细微差别显示:前者允许推理过程中添加人为假设;而后者则只允许将基于物理真实所做的“限制”置于推理之初,以满足逻辑推理必须满足的严格一致性
	1-阶表述	$\begin{aligned} &w\nabla \times \Psi(x) \\ &= \int_V f \times \nabla E dV \\ &\quad - \oint_A [(n \times \nabla \times \Psi) \times \nabla E \\ &\quad + n \cdot \nabla \times \Psi \nabla E] dA \end{aligned}$	$\begin{aligned} &w\nabla \times \Psi(x) \\ &= \int_V f \times \nabla E dV \\ &\quad - \oint_A [(n \times \nabla \times \Psi) \times \nabla E \\ &\quad + (n \times \Psi) \cdot \nabla \nabla E] dA \end{aligned}$	
	两类表述逻辑关联	无法通过对 0 阶积分表述作求旋运算导得 1 阶积分表述。两类积分表述处于逻辑不相容之中	可以借助于对 0 阶积分表述作求旋运算,直接导得 1 阶积分表述。两类积分表述处于逻辑相容之中	
	积分表述奇异性分析	经典奇异性分析,往往总凭借添加如 Cauchy 积分主值、Hadamard 有限积分的“假设”,以消除奇异点的存在,从而解决形式表述可能存在的奇异性问题。这样,形式表述的恰当性,只能逻辑地依赖于人为假设的存在而存在	与经典的奇异性分析相反,首先确认任何有意义的物理量必须满足无奇异前提。因此,作为其逻辑推论,广义函数只能预定义在 Cauchy 积分主值与 Hadamard 有限积分之上,而 Green 公式自然定义在删除奇异点空间域中	

(续表)

命 题		经典陈述或结论	修正结果或解释	一般分析
正则假设		仅作为自明及唯一形式的假定 $\nabla \cdot \Psi = 0$ 被应用于物理学中,相应缺乏数学证明或者物理基础。而且,尚未注意相应存在的约束方程 $\oint_A \mathbf{n} \cdot \Psi dA = 0$ 该约束表明不能随意将矢量势法向分量用作边界条件	如只将“矢量势旋度”定义为待解函数,则存在如下任意假设 $\nabla \cdot \Psi = f$ 相应有如下所述的约束方程 $\oint_A \mathbf{n} \cdot \Psi dA = \int f dV$ 经典正则假设仅仅属于上述一般假设中的一种特定形式	形形色色正则假设源于双旋度方程自蕴含的“欠定”特征,适用于只求解矢量势旋度的场合,此时矢量势法向分量不能用作边界条件。一般情况下,矢量势散度仍然对应于某种确定物理内涵,故而不能使用正则假设
势分析	附加势	势分析得以存在的基础,是所论微分方程以及相应积分表述具有的线性特征。由于经典理论在双旋度 Poisson 方程的积分表述上存在一系列的认识混乱,经典理论从来没有进行相关的势分析	$\Psi_{ad} = \int_V \nabla \cdot \Psi \nabla E dV$ $-\oint_A \mathbf{n} \cdot \Psi \nabla E dA$ $\nabla \times \Psi_{ad} \equiv 0$	针对双旋度 Poisson 方程所做的势分析揭示了不同源项的影响。无论从数学或者物理学考虑,这种分析都具有重要意义。由于不同分量势具有不同的数学特征,显示该方程与一般 Poisson 完全不同的特性性质。在所有这些特性中,特别值得关注两个特征性的差异: 1. 附加势对矢量势的旋度没有任何影响,从而与在仅仅求解矢量势旋度时可以对矢量势散度做出任意假设一致; 2. 由于体积势的二阶旋度并不等于体源项,体积势不能被简单地视为泛定方程的特解。这是与一般 Poisson 方程另一个重要的差异
	体积势		$\Psi_V = \int_V f E dV$ $\nabla \times \Psi_V = \int_V \mathbf{f} \times \nabla E dV$ $\nabla \times \nabla \times \Psi_V = \mathbf{f} + \int_V \mathbf{f} \cdot \nabla \nabla E dV$	
	单层势		$\Psi_{s,s} = -\oint_A \mathbf{n} \times (\nabla \times \Psi) E dA$ $\nabla \times \Psi_{s,s} = -\oint_A [\mathbf{n} \times (\nabla \times \Psi)] \times \nabla E dA$ $\nabla \times \nabla \times \Psi_{s,s} = -\int \mathbf{f} \cdot \nabla \nabla E dV$	
	双层势		$\Psi_{d,s} = -\oint_A (\mathbf{n} \times \Psi) \times \nabla E dA$ $\nabla \times \Psi_{d,s} = -\oint_A (\mathbf{n} \times \Psi) \cdot \nabla \nabla E dA$ $\nabla \times \nabla \times \Psi_{d,s} \equiv 0$	
齐次方程的唯一性定理		存在许多逻辑混乱,例如边界上的全连续性条件 $\Psi(\mathbf{x}) = 0, \quad \mathbf{x} \in A$ 被不恰当地用作齐次方程解的恒为零条件	重新证明,仅仅是边界上的矢量势旋度切向分量 $\mathbf{n} \times \nabla \times \Psi = 0$ 才可以使齐次方程“普遍”地满足解的恒为零条件	1. 经典分析混淆了全同逻辑和蕴涵逻辑; 2. 齐次方程恒为零条件经典分析中的所有不当,与相关积分表述中的失当相关

(续表)

命 题		经典陈述或结论	修正结果或解释	一般分析
单个双旋度 Poisson 方程构造的定解问题	定解对象	尽管具体问题中,实际上总以矢量势的旋度作为定解对象,但是,由于缺乏相关的严格分析,导致整个经典分析的混乱	单个双旋度 Poisson 方程所构造的定解问题恒为欠定,仅仅是矢量势的旋度 $\nabla \times \Psi$ 而不是矢量势本身才可能成为单个双旋度 Poisson 方程的定解对象,除非增加与矢量势散度有关的另一个独立方程	必须严格区分:由单个双旋度 Poisson 方程和补充了散度方程的两类独立定解问题。经典分析中,与广义 Biot-Savart 公式的逻辑不当一致,存在太多随意的和彼此矛盾的关于边界条件的陈述。正因为关于这个数学方程的许多基本问题没有解决,经典电磁场理论存在认识不当。甚至可以说,经典电磁场理论中,关于变化中电磁场的动力学方程并没有真正建立
	定解条件	1. 根据第 2 类积分表述,根本不存在恰当的定解条件; 2. 基于齐次方程恒为零条件的习惯分析,边界条件为 $\begin{cases} \Psi(x) = a \\ n \times \nabla \times \Psi = b \end{cases}$ 3. 如按第 1 类积分表述,则为 $\begin{cases} n \times \Psi(x) = a \\ n \times \nabla \times \Psi = b \end{cases}$ 这些不同的结论处于矛盾之中	1. 如能补充矢量势散度方程,边界条件 $\begin{cases} n \times \Psi(x) = a \\ n \times \nabla \times \Psi = b \end{cases}$ 此时,法向分量仍然不能用作边界条件。 2. 由于矢量势自身不定,边界条件只能取唯一的形式 $n \times \nabla \times \Psi = b$ 并且,能够与物理学陈述保持一致	
关于双旋度形式和一般向量形式 Poisson 方程的变换		基于正则假设 $\nabla \cdot \Psi = 0$ 似乎总存在“等价”变换 $\nabla \times \nabla \times \Psi = f$ $\rightarrow$ $-\nabla^2 \Psi = f$ 该变换广泛用于物理学不同领域中	即使允许作正则变换,作为泛定方程,两类方程也不等价,即 $\nabla \times \nabla \times \Psi = f$ $\nabla \cdot \Psi = 0$ $\neq$ $-\nabla^2 \Psi = f$ 相应构造的定解问题,无论在数学形式与物理内涵方面都完全不同	1. 正则假设必须基于双旋度形式方程的存在而存在,该方程不存在,当然正则假设也不再存在; 2. 两方程具有不同物理背景,定义于不同几何空间,对应不同定解问题; 3. 后者可以用 $n \cdot \Psi$ 作边界条件,前者不可
泛定方程组 $\begin{cases} \nabla \cdot \Psi = g \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = f \end{cases}$ 构造的定解问题		由于对正则假设得以存在的数学物理基础缺乏正确认识,同样没有意识到该泛定方程组所构造定解问题的独立意义,无相关论述	该泛定方程组所构造的定解问题直接以矢量势 Ψ 为定解对象,属于一类独立的数学物理问题。 与单个双旋度 Poisson 方程对矢量势散度任意假设逻辑相容,单个双旋度 Poisson 方程的两种积分表述依然成立,即 $\omega \Psi(x)$ $= \int_V (fE + \nabla \cdot \Psi \nabla E) dV$ $- \oint_A [n \cdot \Psi \nabla E + n \times (\nabla \times \Psi) E + (n \times \Psi) \times \nabla E] dA$ 与	1. 该定解问题属于一类独立的定解问题,完全不同于单个双旋度 Poisson 方程构造的定解问题。后者只能以矢量势的旋度 $\nabla \times \Psi$ 作定解对象,而前者以矢量势 Ψ 为定解对象,旋度只是其导出量; 2. 两类定解问题对应于完全不同的物理背景,相应展现不同的物理真实; 3. 该泛定方程组构造的定解问题,成为分析双旋度算子波动方程的基础;

(续表)

命 题	经典陈述或结论	修正结果或解释	一般分析
泛定方程组 $\begin{cases} \nabla \cdot \Psi = g \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = f \end{cases}$ 构造的定解 问题	由于对正则假设得以存在的 数学物理基础缺乏正确认 识,同样没有意识到该泛定 方程组所构造定解问题的独 立意义,无相关论述	$\begin{aligned} &\omega \nabla \times \Psi(x) \\ &= \int_V f \times \nabla E dV \\ &\quad - \oint_A [(n \times \nabla \times \Psi) \times \nabla E \\ &\quad + (n \times \Psi) \cdot \nabla \nabla E] dA \end{aligned}$	4. 由于没有认识到该数学 模型的独立存在,电磁场 理论基本方程组的数学推 导存在许多逻辑不当。并 且,一个恰当的电磁场动 态方程并没有得以真正 建立
		相关定解问题的唯一形式为 $\begin{cases} \nabla \cdot \Psi = g \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = f \\ n \times \nabla \times \Psi = b \end{cases}$	

1.2.2 用任意给定标量函数和无散向量函数作散度和旋度表述向量场的问题

在场分析中往往出现这样的命题:对于空间域 V 中一对任意给定的标量函数 θ 和无散向量函数 ω ,如何构造一个恰当的边值问题,即求解满足唯一性要求的向量场 u ,使其散度和旋度分别等于两个给定函数

$$\left\{ \begin{matrix} \theta(x) \\ \omega(x): \nabla \cdot \omega = 0 \end{matrix} \right\} \in V \mapsto u(x): \begin{cases} \nabla \cdot u = \theta \\ \nabla \times u = \omega \\ ?; x \in \partial V \end{cases}$$

与其等价的另一种提法,则表示为求解待定向量场 u 的一对势函数问题

$$u = -\nabla \phi + \nabla \times \Psi: \begin{cases} -\nabla^2 \phi = \theta \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = \omega \\ ?; x \in \partial V \end{cases}$$

对于以上命题,一般简称为用散度和旋度表述向量场的问题,通常归结为如何确定相关的边界条件问题。但是,由于在唯一性定理、积分表述等一系列相关的经典分析中存在大量逻辑不当,该问题实际上仍然属于至今没有得到解决的古典命题。

论 题	经典陈述或困难	修正结果或解释	一般分析
齐次方程 唯一性分 析与边界 条件	作为一种习惯认定,往往将线性微 分方程边界条件的确定转化为相 关齐次方程解的恒为零条件问题 $w = -\nabla \phi + \nabla \times \Psi \equiv 0$; $\begin{cases} -\nabla^2 \phi = 0 \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = 0 \\ ?; x \in \partial V \end{cases}$ 继而由无旋条件 $w = -\nabla \phi \equiv 0$; $\begin{cases} -\nabla^2 \phi = 0 \\ n \cdot \nabla \phi = 0 \end{cases}$	实际上,如果严格按照经典分析 的推理结构,还并行存在其他中 间模型 $w = \nabla \times \Psi \equiv 0$; $\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \Psi = 0 \\ n \times \nabla \times \Psi = 0 \end{cases}$ 以及 $w = -\nabla \phi + \nabla \times \Psi \equiv 0$; $\begin{cases} -\nabla^2 \phi = 0 \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = 0 \\ n \times (-\nabla \phi + \nabla \Psi) = 0 \end{cases}$	1. 经典唯一性的问题在 于混淆了蕴涵逻辑与等 价逻辑两种不同的逻辑 关联; 2. 一个恰当的一般性结 论,必须存在于所有特 例之中,从而导得与经 典唯一性定理不同的边 界条件; 3. 经典唯一性定理所述 的法向边界条件仅仅适

(续表)

论 题		经典陈述或困难	修正结果或解释	一般分析
齐次方程 唯一性分 析与边界 条件		得“法向”边界条件 $\mathbf{n} \cdot \mathbf{u} = -\mathbf{n} \cdot \nabla \phi = b$ 即为通常所说的经典唯一性定理	根据形式逻辑,共性必须寓于个性之中,得 $\mathbf{n} \times \mathbf{u} = \mathbf{n} \times (-\nabla \phi + \nabla \times \Psi) = \mathbf{b}$ 与经典结论不同	用于 2 维场分析中,不具一般意义; 4. 与经典表述中相关的积分表述处于矛盾之中
定解问题		$\begin{cases} -\nabla^2 \phi = \theta \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = \mathbf{f} \\ \mathbf{n} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{n} \cdot \mathbf{u}_b \end{cases}$	$\begin{cases} -\nabla^2 \phi = \theta \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = \mathbf{f} \\ \mathbf{n} \times \mathbf{u} = \mathbf{n} \times \mathbf{u}_b \end{cases}$	一般情况下,经典表述是一个欠定的数学物理模型 (该结论已经得到数值计算的验证)
积分表述	0 次 表述	$\begin{aligned} \phi &= \int_V \theta E dV - \oint_{\partial V} \mathbf{n} \cdot \mathbf{u} E dA \\ \Psi &= \int_V \mathbf{f} E dV - \oint_{\partial V} \mathbf{n} \times \mathbf{u} E dA \end{aligned}$	$\begin{cases} w\phi = \int_V \theta E dV + \oint_{\partial V} \frac{\partial \phi}{\partial n} E dA \\ w\Psi = \int_V \mathbf{f} E dV - \oint_{\partial V} [\mathbf{n} \cdot \Psi \nabla E \\ + \mathbf{n} \times \mathbf{u}_b E \\ + (\mathbf{n} \times \Psi) \times \nabla E] dA \end{cases}$	1. 经典表述的积分表述是完全不当推理的结果,并且,与前述经典唯一性定理矛盾; 2. 广义 Biot-Savart 公式无未知量,不能用来构造边界积分方程,故从未真正予以应用;
	1 次 表述	$\begin{aligned} \mathbf{u} &= \int_V (\theta \nabla E - \mathbf{f} \times \nabla E) dV \\ &\quad - \oint_{\partial V} [\mathbf{n} \cdot \mathbf{u} \\ &\quad + (\mathbf{n} \times \mathbf{u}) \times \nabla E] dA \end{aligned}$ 经典理论中,仍然将这个没有未知的表述称之为广义 Biot-Savart 公式	$\begin{aligned} w\mathbf{u} &= \int_V (\theta \nabla E + \mathbf{f} \times \nabla E) dV \\ &\quad - \oint_{\partial V} \left[\phi \frac{\partial \nabla E}{\partial n} - \frac{\partial \phi}{\partial n} \nabla E \right. \\ &\quad \left. + (\mathbf{n} \times \nabla \times \Psi) \times \nabla E \right. \\ &\quad \left. + (\mathbf{n} \times \Psi) \cdot \nabla \nabla E \right] dA \end{aligned}$	3. 重新导出的积分表述仍然与以上的所有分析保持严格的逻辑一致; 4. 修正的积分表述还可以进一步做出简化,以能够形式地与边界条件保持一致

1.2.3 向量场求散和求旋的逆运算问题

与任意给定一对标量函数和无散向量函数,寻求一个向量场使其散度和旋度分别等于两个给定函数的上述命题不同,此处所述纯粹属于向量场求导运算的“逆运算”问题,即

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta(\mathbf{x}) : \theta = \nabla \cdot \mathbf{u} \\ \omega(\mathbf{x}) : \omega = \nabla \times \mathbf{u} \end{array} \right. \in V \mapsto \mathbf{u}(\mathbf{x}) : \left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \mathbf{u} = \theta \\ \nabla \times \mathbf{u} = \omega \\ \mathbf{u}(\mathbf{x}) = \mathbf{u}_b \end{array} \right. \quad \mathbf{x} \in \partial V$$

其势函数形式表述为

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta(\mathbf{x}) : \theta = \nabla \cdot \mathbf{u} \\ \omega(\mathbf{x}) : \omega = \nabla \times \mathbf{u} \end{array} \right. \in V \mapsto \mathbf{u}(\mathbf{x}) = -\nabla \phi + \nabla \times \Psi : \left\{ \begin{array}{l} -\nabla^2 \phi = \theta \\ \nabla \times \nabla \times \Psi = \omega \\ -\nabla \phi + \nabla \times \Psi = \mathbf{u}_b \end{array} \right. \quad \mathbf{x} \in \partial V$$

此时,两个给定函数 θ 和 ω 并不真正独立,源于那个相同的待求向量场 $\mathbf{u}$,故而隐含某种关联,而作为逆命题,必须满足边界上的“全”连续性条件。

尽管向量场求导运算的逆运算问题或许只属于纯粹形式逻辑的范畴,更多的只具有形式意义。但是,因为以往的经典分析没有意识到该命题与前述命题的不同,还因为长期存在所谓的“超定”问题,所以该问题不仅仅是一个没有解决的古典命题,而且,这个问题的存在还引起

了许多认识紊乱。

论 题		经典陈述或困难	修正结果或解释	一般分析
方程耦合和超定问题		由于没有认识到一对给定的源函数并不真正独立,当然,也不可能相应意识到控制方程之间本质蕴含的耦合现象,这样,在强行让控制方程“脱耦”的不同形式的方案中,始终共同面临不能摆脱的“超定”问题,使得向量场求导运算的逆运算问题成为一个至今没有解决的问题	两控制方程之间的耦合属于该数学模型的本质特征,因此,相应需要构造仍然处于耦合之中的边界条件,即所谓广义 Robin 条件 $\begin{cases} \frac{\partial \phi}{\partial n}(x) = \frac{\partial \Psi_t}{\partial \xi_a} \cdot (n \times r_a) - u_{b,n} \\ = f(n \times \Psi, u_{b,n}) \\ n \times \nabla \times \Psi(x) = n \times r_a \frac{\partial \phi}{\partial \xi_a} \\ + n \times u_b \\ = g(\phi, u_t) \end{cases}$	1. 当一对给定标量函数和无散向量函数并不真正独立,而源于某一个向量场的时候,该两函数必然隐含某种内在联系,从而使方程之间的耦合成为一种内蕴特征。此时,任何强行脱耦的努力都成为对这种内蕴特征的否定,当然,不可能成功; 2. 与方程内蕴的耦合特征一致,无需也不能强行对全连续性边界条件作形式分解,并且,成为构造广义 Robin 边界条件的基础;
积分表述	0 阶表述	无	$\begin{cases} w\phi(x) = \int_V \theta E dV - \oint_A \left(\phi \frac{\partial E}{\partial n} - fE \right) dA \\ w\Psi(x) = \int_V \omega E dV \\ - \oint_A [n \cdot \Psi \nabla E + (n \times \Psi) \times \nabla E + gE] dA \end{cases}$	3. 作为向量场求导运算的逆运算,必须相容于全连续性边界条件;
	1 阶表述		$\begin{aligned} wu(x) = & \int_V (\theta \nabla E + \omega \times \nabla E) dV \\ & - \oint_{\partial V} \left[\phi \frac{\partial \nabla E}{\partial n} - f \nabla E + g \times \nabla E + (n \times \Psi) \cdot \nabla \nabla E \right] dA \end{aligned}$	4. 必须满足边界上的全连续性条件,并不意味着该边界条件成为定解问题的必要条件。可以做出证明,尽管并不因为全连续性边界条件而出现超定问题,但是,该条件是边值问题的充分而非必要条件,仅仅切向分量的边界条件已经足以唯一确定待求的向量场。这样,向量场求导的逆运算问题又能重新与前述命题保持逻辑相容
相容性分析		无	此处所说相容性问题,是指与前述用散度和旋度表述向量场命题之间的逻辑相容性问题。可以证明,上述积分表述仍然逻辑相容于仅仅使用“切向”边界条件的积分表述,即 $\begin{cases} 0 = \int_A \theta E dA + \oint_L E \frac{\partial \phi}{\partial n} dl \\ w\Psi(x) = \int_A \omega E dA \\ - \oint_L (\Psi \frac{\partial E}{\partial n} + u_t E) dl \end{cases}$	

1.2.4 双旋度算子构造的波动方程

在理论物理,主要是经典电磁场理论中,人们往往会自然地导得如下形式的偏微分方程

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + \nabla \times \nabla \times \Psi = f$$

该方程即为此处所说的双旋度算子构造的波动方程。显然,如果相比于另一个通常所说的波动方程

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} - \nabla^2 \Psi = f$$

那么,即使仅仅从定义于空间域的 Laplace 算子 ∇^2 与双旋度算子 $\nabla \times \nabla \times$ 对应于完全不同形式的边界条件考虑,也可以断言它们属于两类不同的独立方程,对应于不同的物理背景,相应表现“扰动”在几何空间中的两种不同的具体传播形式。

但是,本质上归结为 1.2.1 节所述,与双旋度 Poisson 方程相关一系列基本问题没有得到解决,至今的经典理论只能不恰当地将双旋度波动方程转化为一般波动方程,使得该方程实际上成为一个至今从来没有得到深入讨论的基本方程。当然,也正因为此,理论物理中的许多习惯论断,如经典电磁场理论中的Coulomb规范和Lorentz规范,以及由这些不当基础上希望构造的“规范场”本质上处于不同的逻辑前提之中。

由于经典理论几乎从来没有对双旋度波动方程进行任何独立研究,不具与经典陈述的可比性。因此,针对双旋度波动方程导得一些独立结果,只能与一般波动方程的相应结果进行比较。

论 题	一般波动方程	双旋度波动方程	一般分析
形式表述	$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} - \nabla^2 \Psi = f$	$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + \nabla \times \nabla \times \Psi = f$	作为空间域中的两种导数算子,表现了完全不同的空间变化特征
与其对应的空间域定解问题	$\begin{cases} -\nabla^2 \Psi = f \\ \Psi = g \quad x \in A_1 \\ n \cdot \nabla \Psi = h \quad x \in A_2 \end{cases}$	$\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \Psi = f \\ \nabla \cdot \Psi = \vartheta \\ n \times \Psi = g \quad x \in A_2 \\ n \times \nabla \times \Psi = h \quad x \in A_2 \end{cases}$	需要注意:波动方程表现的是因变量 Ψ 而并不仅仅是其旋度 $\nabla \times \Psi$ 在空间中的变化。因此,与其对应的空间域方程并不是单独的双旋度 Poisson 方程
边界条件	$\left. \begin{array}{l} \Psi = g \\ n \cdot \nabla \Psi = h \end{array} \right\} \leftrightarrow a\Psi + C \cdot \nabla \Psi = B$ 右式为广义形式,系数C, B为二阶张量。	$n \times \nabla \times \Psi = b$	与控制方程对应,边界上的函数完全不同,相应显示不同的方向性特征
波动特征	纵波	横波	如果将边界条件视为小扰动源,则波动的方向性特征与其对应
定解问题形式	$\begin{cases} \Psi_n(x, t) - a^2 \nabla^2 \Psi(x, t) = f(x, t) \\ \Psi(x, 0) = a(x) \\ \Psi_t(x, 0) = b(x) \\ \Psi(x, t) = g(x, t), x \in A_1 \\ n \cdot \nabla \Psi(x, t) = h(x, t), x \in A_2 \end{cases}$	$\begin{cases} \Psi_n(x, t) + a^2 \nabla \times \nabla \times \Psi(x, t) = f(x, t) \\ \nabla \cdot \Psi(x, t) = \vartheta \\ \Psi(x, 0) = a(x) \\ \Psi_t(x, 0) = b(x) \\ n \times \Psi(x, t) = g(x, t), x \in A_1 \\ n \times \nabla \times \Psi(x, t) = h(x, t), x \in A_2 \end{cases}$	不仅仅边界条件的形式不同,泛定方程同样存在相当大差异。即使因变量散度 ϑ 等于零,两个方程都具有根本差异。何况一般情况下, ϑ 具有独立的内涵

(续表)

论 题	一般波动方程	双旋度波动方程	一般分析
无穷大域中积分表述	$\Psi(x,t)=\int_{R^3}\frac{1}{a}Eb\delta(r-at)dV$ $+\frac{\partial}{\partial t}\int_{R^3}\frac{1}{a}Ea\delta(r-at)dV$ $+\int_0^td\tau\int_{R^3}Ef\delta[r-a(t-\tau)]dV$	$\Psi(x,t)=\int_{R^3}\frac{1}{a}(bE+\vartheta\nabla E)\delta(r-at)dV$ $+\frac{\partial}{\partial t}\int_{R^3}\frac{1}{a}(aE+\vartheta\nabla E)\delta(r-at)dV$ $+\int_0^td\tau\int_{R^3}(fE+\vartheta\nabla E)\delta[r-a(t-\tau)]dV$	仅仅在无穷大体积域,并且,因变量的散度 ϑ 恒为零时,两种积分表述才相同。但是,即使在这种情况下,其导数 $\nabla\Psi$ 仍然存在不同的方向性特征

[简单结论]

总之,场分析中 Laplace 算子和双旋度算子是定义于空间域中两个不同的算子,相应具有不同的空间特征,绝对不能简单混为一谈。事实上,场分析中以上所说的几个不同数学命题互为依赖,逻辑相容地存在着。

1.3 现代数学体系普遍存在的逻辑倒置

形式系统的存在性原则的根本意义在于指出:为形式系统所定义的性质集合,只能逻辑地从属于理想化实体,如果没有理想化实体的前提存在,不仅仅不可能存在这些特定的性质集合,而且表现这些性质的形式量自身也不存在。因此,只要承认“拥有”和“从属”两个关联词所蕴含的不同逻辑内涵,那么,绝对不能仅仅因为 Hilbert 将性质集合预称为“公理化假设”,就可以自欺欺人地将其置于理想化实体之上。

正因为在这个前提性逻辑关联的认定上出现了认识错误,现代数学体系中大量存在形式逻辑的逻辑倒置问题。

1.3.1 几何公设的重新认定

尽管数学本身属于抽象意义的思维,无要求形形色色几何体的真实存在。但是,从严格的逻辑推理考虑,对于几何公设以及不同几何公设所定义的几何体,两者之中究竟哪一个处于前提性地位的问题需要加以明确界定。

命 题	经典结论	修正结果	一般分析
前提和推论	将“几何公设”处于前提性位置之上 $\exists$ (postulates) → $\exists$ (geometry: geometry $\leftrightarrow$ (postulates) 即首先存在人为认定的公理化体系,再由公理化体系定义特定的几何体	经典认识反映人们的真实意识过程,从逻辑结构考虑则必须将其颠倒过来,即 $\exists$ idealized geometric body → $\exists$ (postulates) $\in$ the geometric body 几何公设及其构造的形式系统逻辑地属于理想化的几何体,甚至该几何体只具抽象意义,并不真实存在	1. 必须将被描述几何体置于前提位置,严格区分“拥有”和“从属”之间的不同逻辑关联; 2. 几何体永不绝对真实。逻辑上明确性质从属于

(续表)

命 题	经典结论	修正结果	一般分析
Euclid 几何	根据 Euclid 的 5 个基本公设, 定义 Euclid 几何 $\exists (5 \text{ postulates}) \rightarrow \exists \text{ Euclidean geometry}$	首先存在理想化 Euclid 空间, 才可能有属于该理想化空间的 5 个基本几何公设 $\exists (E. \text{ space} \rightarrow \exists (\text{postulates}) \in E. \text{ space})$ 进而构造定义于其上的形式系统	特定对象同样属于抽象“客观性”; 3. 几何体与被描述对象大致一致, 才可能成为有意义的描述; 4. 不同几何体的概念(线、角度等)并不同一。
非 Euclid 几何	根据平行公理以外的 Euclid 公设, 定义非 Euclid 几何 $\exists (4 \text{ postulates}) \rightarrow \exists \text{ Non-E. geometry}$	相仿存在弯曲几何体之上非 Euclid 几何 $\exists N. E. \text{ space} \rightarrow \exists (4 \text{ postulates}) \in N. E. S.$ 因此, 非 Euclid 几何并不能为完全虚妄的“广义相对论”提供存在基础	但正因为不同对象构造了有限论域, 才可能保证它们逻辑相容

1.3.2 张量分析隐含的逻辑倒置

同样, 对于“张量分析”目前普遍存在的描述方式也要根本改变, 无需对某一个几何体在不同形式坐标系变换显示的变换关系给予过分关注。事实上, 这样的描述随着坐标系形式选择的不同, 原则上上无以穷尽。

相反, 则需要凸现张量存在的“客观性”基础。由于几何体自身的客观存在, 并且, 独立于坐标系的人为选择, 因此, 随着坐标系的不同, 自然显示相关的变换。

1.3.3 各向同性张量函数的形式定义

尽管与以上数学命题相比, 怎样形式地定义“各向同性”张量函数似乎要简单得多, 并且, 主要为致力于“现代理性力学”研究的应用数学家所关注。指导构造这样一个形式量的主要思想在于如何与建立于 17 世纪至 19 世纪初期的经典理论保持一致。目前, 为相关领域普遍接受的结果, 是 M. Reiner 于 1945 年针对各向同性函数所构造的一个形式定义。但是, 这个形式定义其实并不准确, 没有意识到应力应变经验方程实际蕴涵的某种方向性特征, 从而掩盖了经典“本构理论”存在的认识不当。

命 题	经典结论	修正结果	一般分析
形式定义	各向同性仿射量 T : $Q \cdot T \cdot Q^T = T, \forall Q \in \text{orth}$ 其中 Q 表示任意的正交仿射变换, 而各向同性变换 F 的形式定义为 $F(Q \cdot T \cdot Q^T) = Q \cdot F(T) \cdot Q^T$ $\forall Q \in \text{orth}$	对于各向同性张量以及各向同性张量函数所构造的经典定义, 仅仅表现了“各向同性”必然蕴含的基本属性, 而不能反映“各向同性”本质蕴含的“无方向性”特征。因此, 各向同性的等价定义就是无方向性的标量: isotropy $\leftrightarrow$ scalar	1. 一般张量展示的是几何空间中“数量”与“方向”特征一种有序的综合表述; 2 各向同性的本质内涵在于无方向性, 并非经典定义所述: 各向同性张量函数自变量转动一个角度以后的值, 等于原自变量下函数转过相同角度以后的函数值; 3. 因此, 仅仅零阶张量, 即标量

(续表)

命 题	经典结论	修正结果	一般分析
2 阶张量之间的各向同性变换	4 阶变换张量函数： $\begin{cases} \mathbf{F}: \mathbf{T} \mapsto \mathbf{C}; \mathbf{T} \\ C_{i,j,k,l} = \lambda \delta_{i,j} \delta_{k,l} + \mu \delta_{i,k} \delta_{j,l} \\ \quad + \nu \delta_{i,l} \delta_{j,k} \end{cases}$	仍然只允许是常函数变换 $F_{\text{Isotropy}}: \mathbf{T} \mapsto c\mathbf{T}$	性质的缩放变换才可能称得上是各向同性的。各向同性不同于仿射变换,属于线性变换中的一种最简单形式; 4. 张量的基本特征在于独立于坐标系选择。经典定义的 4 阶各向同性张量无法表示为独立于坐标系的形式,同样显示原定义的不当

[简单结论]

从赋予概念本身的本质内涵出发,时刻保持一种警觉,严格检讨经典理论可能存在的任何不合理性,进而较为准确地揭示相关陈述的物理内涵,而不是相反:对一切经典陈述采取一种无条件简单认同的形而上学态度。其实,随着认识的不断深化和准确,绝对不是那些以搁置矛盾为基础,凭借所谓直觉和顿悟,没有任何理性支撑的“科学观革命”,而只能是这样一种基于理性认识的批判性继承才真正符合科学精神,这样,也才可能显示对科学先行者的真正尊重。

参考文献

[1] 数学百科全书编译委员会. 数学百科全书(1~5 卷). 北京:科学出版社,1994~2000

[2] 吴文俊. 世界著名数学家传记. 北京:科学出版社,1995

[3] Hilbert D. 几何基础. 江泽涵,朱鼎勋译. 北京:科学出版社,1995

[4] 张锦文. 公理集合论导引. 北京:科学出版社,1999

[5] 申先甲,林可济. 科学悖论集. 长沙:湖南科学技术出版社,1998

[6] Parker S. P. 物理百科全书. 物理百科全书翻译组译. 北京:科学出版社,1998

[7] 卢嘉锡,梁宗巨. 自然科学发展大事记(数学卷、物理卷). 辽宁教育出版社,1994

[8] 郭仲衡. 张量(理论和应用). 北京:科学出版社,1988

[9] 杨本洛. 流体运动经典分析. 北京:科学出版社,1996

[10] 杨本洛. 理论流体力学逻辑自治化分析. 上海:上海交通大学出版社,1998

2 经典力学

从形式逻辑考虑,而不是从一般的哲学理念出发,对于以“无矛盾性”为本质内涵的“逻辑自洽性”原则而言,该原则得以存在的基础首先在于“物质第一性”原则能够真正在自然科学研究中得以确立。若此,对于目前理论物理中的不同学科,自然需要进行重新分类。也就是说,需要改变长期以来实际上以不同公式为前提对物理学进行分类的习惯方法,而代之以被研究对象的不同理想化认定为唯一基础的分类方法。

当然,物理学不同学科的重新分类并不容易,需要以对目前的整个物理学进行重新梳理为基础。因此,此处仍然按照目前理论物理的分类方法,将无需考虑量子效应的不同力学分支纳入此处讨论的内容。

2.1 Newton 力学体系

诞生于 17 世纪的 Newton 力学,开启了现代意义上人类的自然科学研究活动。如果说,人类经历了中世纪“以哲学支撑神学”的经院哲学的长期桎梏,但是,作为那个时代的思想主导,以 Descartes 名言“我思故我在”为代表,着力寻求“上帝予以的清晰明确观念”为科学研究唯一基础的“自然哲学”,本质上仍然属于“神学”的范畴,那么,正如科学史研究者指出的那样,Newton 力学的伟大历史功绩正在于对形形色色的“第一性原理”的否定,第一次将经验事实置于一一种前提性的地位之上。

但是,对于第一性原理的否定远不彻底。Newton 仍然真诚地期待,那个源于经验事实的结果同样能够成为无条件成立的普遍真理体系。这样,Newton 力学又重新被实质性地置于“第一性原理”的位置之上,成为对自然科学研究“物质第一性”原则的逻辑否定,最终必然同样构成对与其互为依赖的“逻辑自洽性”原则的根本否定,陷入了由“惯性系”引起的逻辑紊乱之中。事实上,正由于自然科学在基元概念上存在的紊乱,导致整个现代自然科学体系不可避免地陷入紊乱之中。

2.1.1 Newton 第一运动定律

Newton 第一运动定律:任何物体都保持静止或者匀速直线运动状态,直到其他物体作用其上的力迫使它改变这种状态为止。保持原有运动状态的特性为任何物体所固有,通常称之为物体的惯性,因此,Newton 第一定律往往又称之为惯性定律或 Galileo 惯性定律。人们指出:尽管可以将该定律包括在第二定律之中,但是因为首次改变了“运动只能源于力”的 Aristotle 教条,所以这个定律成为构建整个 Newton 力学的哲学基础。

但是,仅仅直观地考察,则由于“运动和静止”这样的前提性概念并没有真正得到解决,惯性定律以及其中几乎所有的物理量依然属于一种表象意义上的认识,并且,这些不同的概念将不可避免地陷入某种形式的“循环逻辑”之中。

进而,如果从“演绎逻辑”的角度考虑,该定律仍然因“任何物体”这样一种术语隐含的“无论域限制”内涵,最终必然面临曾经使“经典集合论”出现“Cantor 悖论”完全类似的问题;或者说,该定律仍然违背了 1.1 节所述:任何形式系统都必须严格遵循的“存在性原则”基本前提,即

$$\begin{array}{l} f(x,y,z,\dots) \in \{x,y,z,\dots\} \\ \{x,y,z,\dots\} : \text{formal qualities} \end{array} \quad \& \quad \begin{array}{l} \{x,y,z,\dots\} \in \{A,B,C,\dots\} \\ \{A,B,C,\dots\} : \text{idealized} \\ \text{material object set} \end{array}$$

以及

$$\exists : \{A, B, C, \dots\} \rightarrow f(x, y, z, \dots) \cap \bar{\exists} : f(x, y, z, \dots) \rightarrow \{A, B, C, \dots\}$$

针对“拥有”和“从属”两种不同逻辑关系所做出的严格区分。

当然,如果从“哲学理念”考虑,该定律显然违背了自然科学陈述的“物质第一性”原则。对于任何一个物理学陈述,如果不能对被该定律描述的“理想化”物质对象首先做出某种前提性的认定,那么,这个物理学陈述必然构成对“逻辑自洽性”原则的违背,最终使得整个陈述系统陷入逻辑紊乱之中。

命 题	经典陈述要素	隐含逻辑不当	一般分析
惯性	1. “力”与物体是否运动无关,而仅仅是改变物体运动状态的动因; 2. 与力改变物体运动学状况的趋势相反,任何物体都具有保持最初运动学状态的能力,这种能力称之为惯性; 3. 上述惯性定律为世间万物所共同具有; 4. 故而尽管获取“真理”的途径不同,但是,最终仍然可以归结为 Descartes 所声言的那种源于上帝的普适性真理陈述	属于对于物质运动一种“表观”认识的范畴,相应缺少关于惯性明确定义及其相应的形式表述	1. 惯性定律本质表现了一种“惰性”特征,仅仅属于人们对物质世界中普遍真实的一种“直觉”意义认识; 2. 由于缺乏对物质对象所作的理想化前提性认定,这样一种直觉认识相应缺乏确定的物理内涵和形式意义; 3. 当不能对物质对象以及对物质对象产生作用的特定物质环境做出前提性的确认,而将其视为一种“普适真理”对待,那么,必然类同于集合论中“无论域限制”的概括原则那样,将相关的形式系统引入紊乱; 4. 实际上,物理学中的许多逻辑紊乱,都共同源于对形式系统物质主体缺乏明确界定而引起的紊乱
		考虑到力 f 被界定为改变物体运动学状态的原因,以及经典力学中的基本事实 $f \rightarrow \delta(mv)$ 自然存在如下逻辑推论 inertial; mv 因此,在没有能够对真理和物体运动速度做出前提性认定时,惯性无确定内涵	
		此处所说“有质”物体仍然只是理想化的存在,首先需要做出前提性认定,即引入质量,而动量只能视为该基本物理量的外延。因此,在逻辑上需要做出调整,必须首先对质量 m 做出理想化的前提认定,即 $m \rightarrow mv$ 继而才可能逻辑地定义动量	
		Newton 力学中,对于运动学状态的确定本质上处于人为随意认定的状况,这样,惯性相应成为非客观性物理量	
惯性系	1. 惯性系的非确定性:任何以匀速直线相对于惯性系运动的参照系仍然是惯性系; 2. 以惯性系的前提存在定义惯性系; 3. 赋予运动状态的变化,而不是赋予运动状态本身	作为上述结论的逻辑必然,惯性定义缺乏任何物理量必须的“唯一性”	无穷多惯性系的无理存在不仅使 Newton 力学,还使整个物理学陷入前提性紊乱之中,根本要害为: 1. 总期望构造无论域限制的普适真理体系; 2. 惯性系源于主观理念,
		Newton 力学以“惯性”的认定为前提,由于惯性缺乏确切定义,以其作为前提的任何形式表述始终不具确切意义	
		运动状态本身无法定义,运动状态变化的定义自然成为无本之木	
惯性系		以惯性系定义惯性系,逻辑上属于循环定义范畴	

(续表)

命 题	经典陈述要素	隐含逻辑不当	一般分析
惯性系	以前提性的地位； 4. 包容物体多的参照系 优于包容物体少的参照 系,即参照系越大越优越	惯性系的无以穷尽,一切运动学量均失 去存在意义,原则上可以从 $-\infty$ 到 $+\infty$ 任意变化	相应缺乏“特定”物质 内涵； 3. 源于对以上问题缺乏 理性认识, Mach 批判的 “思维经济”原则自然不 能解决惯性系困惑
		参照系越大越好,自然再次陷入“空”循 环结构之中	
运动 和静止	在 Newton 的运动观中, 存在一系列吻合于“朴素 唯物论”的正确思想： 1. 按照 Newton 的思想, 将“运动或者静止”逻辑地 归属某一个物质对象,从 而赋予运动学量以特定的 物质意义； 2. 一旦物质对象得以确 定,那么,必须相应存在仅 属于该物质对象的确定 运动状态。它成为 New- ton 力学赋予“绝对运动” 的实际物理内涵； 3. 由于 Newton 力学仅仅 将运动学量逻辑地隶属于 特定物质对象,从而赋予 整个物理学陈述以确定物 质意义和由此而生的唯 一性； 4. 对于 Newton 力学所主 张的“不变时空”,本质上 与 Einstein 作为“度量”基 准而提出的一对“刚尺和 原时”没有任何差别。它 们同时对 Einstein 杜撰的 时空革命构成逻辑否定； 5. 需要做出严格区分:是 否存在属于物质对象自身 的“绝对运动”与作为“时 空度量”基准的不变性属 于两个完全不同的独立命 题,两者不能加以混淆	但是,Newton 的运动观本质上仍然属于 一种过分“简单和朴实”的初级认识阶 段,缺少“辩证统一”分析和对物质世界 “不可分割性”一种整体意识。因此,存 在一系列至今无法解决的问题： 1. 首先,Newton 所说的“运动或者静 止”仅仅属于“感觉意义”上的认识,缺乏 具有确定形式意义的定义,从而导致至 今为止的物理学由于无穷多惯性系的存 在而引起运动学状态失去确定意义的紊 乱之中； 2. 本质上,物质世界是一个不可分割的 整体。因此,尽管 Newton 对运动中的 物质对象做出前提性认定,但是,任何物 质对象不可能独立存在,只能存在于一个 理想化的物质环境之中,即 $\{m,v\} \leftrightarrow \text{idealized environment}$ 相应存在 $f(m,v) \in S$ 于是,整个形式系统定义于理想化物质 环境所张的几何空间 S 之中； 3. 作为上述论断的自然推论,这个被赋 予确定物质内涵的几何空间 S ,应该用 以取代那个只能定义于“循环逻辑”之 中,完全虚幻的,无穷多惯性系； 4. 最终,仅仅逻辑地隶属于某个特定物 质对象,在由“绝对运动”所蕴涵的运动 学状态确定性与物体总相对于某一个特 定参照物进行“相对运动”的表象意义之 间,自然取得了辩证统一。当然,也因此 彻底摆脱无穷多惯性系使得所有的运动 学陈述本质上不具任何意义的困惑	1. 自然科学体系的不同 学科中出现的认识困惑 往往本质相关地并存 着。与诸如集合论悖论 之类的困惑一致,仍然 本原于期待构造一个无 条件地适用于整个物质 世界普适真理体系这样 一种朴素的愿望,尽管 Newton 构造了一个特 定物质对象作为形式表 述的确定逻辑属体,但 是,它没有理性意识到 物质世界本质蕴含的不可 分割性,忽视了对任何 物质对象赖以生存的理想 化物质环境加以前提性 理想化确认所具有的,与 对物质对象本身的确认 所具有的几乎“同等”主 要意义； 2. 如果说,认识到 New- ton 力学不能对“运动状 态”做出确定意义的描 述从而失去本质意义, 因此, Poincare 于 20 世 纪初叶提出了“相对性” 原理。但是,由于没有 意识到出现运动学状态 无法确定的本质原因, 导致“时空”变换这样 一种纯粹唯心主义和自欺 欺人的更大认识紊乱

2.1.2 Newton 第二运动定律

作为整个经典力学的核心,定义在惯性系之中的 Newton 第二定律

$$f = ma = \frac{d(mv)}{dt} \in \text{initial references}$$

通常被人们称之为一种实验定律,用以表示物体所受作用力 f ,由此产生的加速度 a ,或者动量 mv 变化等不同物理量之间的基本规律。

但是,从诸如《McGraw-Hill 物理百科全书》这样的物理学著述可以发现,人们早已注意到 Newton 的这个陈述在逻辑上所存在的矛盾,明确指出:“在把第二定律陈述为某些物理量的关系时是应该从这些物理量的定义入手的,但是,Newton 没有对不依赖于这个定律的质量和力二者下定义。现在看来,最能避免在逻辑上陷入困境的办法,就是把 Newton 第二定律当成一个‘下定义’的关系式。”

自然科学是描述处于“相互作用”中物质世界的。因此,任何一个合理的物理学陈述本质上起码需要与两个相异物质集合构成逻辑关联。或者说,针对某一个确定物质对象所构造的形式系统,必须形式地定义在对其发生主要作用的物质环境之中。由于缺乏这种理性认识,以至于在“到底何为惯性系?”“非惯性系中力和加速度关系对 Newton 力学构成的逻辑否定何以能够存在?”以及“究竟什么是‘虚拟’惯性力?”等许多本质上源于“无穷多个建立在‘循环逻辑’之上的惯性系”引起的认识困惑至今严重地影响着整个自然科学体系。

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
关于 Newton 第二定律 的若干基 元概念	基本 属性 性 认 定	被界定为制约物体运动的一个基本定律,用来表现具有确定质量 m (基本公设)物体所承受的力 f 和由此所引起该物体加速度 a 之间必须遵循的一种确定关系: $\forall \{f,a\}, \exists f = ma \leftrightarrow a = a(f)$ 因此,正如经典理论一般期待的那样,Newton 被视为一种“客观”规律	绝不是物理学基本定律——运动物体需要普遍遵循的基本规律,而只能被界定为以往科学陈述体系从没有予以形式认定的,一个定义在质点之上真实存在的“力”所做的形式定义: $f: f = ma$ 并且,成为与“局部”经验事实基本吻合的一种“人为主观”认定	显然,在对于如何认定 Newton 第二定律的基本物理内涵方面,表现了经典认识之间的重大差异: 1. 首先,不接受某一个形式表述规律的前提存在。相反,它不是一个基本定律,而只是对某一个物理量所作的一种形式定义; 2. 因为是针对“力”概念所作形式定义,所以必须满足一切概念必须的普适性要求; 3. 作为不同物质集合之间作用的“力”存在多种形式。因此,此处为 Newton 所定义的这个概念,必须以理想化质
	普 适 意 义 与 条 件 存 在	不仅被重新界定为一种经验规律,还明确指出在“形式”上仅仅适用于没有任何特定物理内涵的惯性系: $f=ma \in \text{inertial references}$ 于是,一方面,这个基本定律在“形式”上不具普适意义,只能被限定在某一特定的参照系中;另一方面,却由于“惯性系”仅仅属于一种完全虚幻的人为理念,实质上又成为一种事实上的无条件存在的真理性陈述,即 $f=ma: \text{for all the world}$ 成为一个“普适”的物理学定律(或者至少可以被认为是一个关于所有物体的力的形式定义)	与经典表述完全相反。一方面,作为物理学基元“概念”,或者对某一“客观存在”所构造的人为约定,必须具有恒定不变意义,独立于“参照系”作为另一个“独立”概念的人为选择,即 $f=ma: \text{independence of any reference}$ 从而赋予形式意义上必须的普适性。另一方面,这个关于“力”的形式定义只适用于“理想化质点”之上,即 $f=ma \in \text{idealized point with mass}$ 或者说,力的存在方式和形式定义并不唯一。随着对物质对象的理想化认定不同,相应存在不同形式的力,这些不同的形式的定义仅仅需要逻辑相容罢了	

(续表)

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
关于 Newton 第二定律 的若干基 元概念	形式 完备性 和有限 真实性	作为一种简单、自然而又不容质疑的基本常识,“力”可以理解为不同物体之间相互作用的同义词。任何物体可能同时承受不同物体的作用。因此,仅仅着眼于“受力体”的力的形式定义在逻辑上必然是不完备的,即存在 ? What supplies the f: $f=ma$ 正是由于形式逻辑上明显存在的不完备性,使得 Newton 力学乃至整个现代物理学都陷入由于前提性概念不当而引起的认识紊乱之中。当然,对于一个给定的形式表述,由于其物理内涵和形式逻辑都不完整,人们也根本没有能力进一步理性地思考这个形式表述是否充分真实的问题	既然力表现不同物体之间的相互作用,为了保证力定义具有完整的物理内涵和逻辑完备性,需要重新作形式定义 $f=ma \in S, S$: space extended from a body supplying the f 整个形式表述定义在被赋予确定物质内涵的,为施力体所张几何空间 S 之中。另外,考虑到物质世界中的任何一个物体,总真实地承受着彼此处于相对运动中的其他不同物质集合的作用,因此,关于力所作的形式定义永远只具有有限真实性。但是,也正因为此,才存在 formal completeness$\Leftrightarrow$finite reality 即形式完备性和物理内涵的有限真实性构成一个辩证统一	点的前提性存在而存在。如果没有这个逻辑前提,关于力的这个形式定义也不能存在,且由此获得普适性; 4. 既然作为力的形式定义,必然涉及施加力的另一个独立物质集合,只有将它们同时表现出来,形式逻辑才可能完备; 5. 也正因为作为一种概念,该形式定义只可能具有有限真实性,从而与必须的形式完备性之间形成一种必须的辩证统一
		根据不同的力学关系,对质量做出不同的划分。如果从物体的惯性出发,相应定义的质量为惯性质量,即 inertial mass m: $m \sim a$ 根据物体的引力性质所定义的质量则称为引力质量 gravity mass m: $w=G(Mm/R^2)$ 继而,再由某一个人认定为(广义相对论),承认两种质量之间的同一性	从性质或者某一种关系出发,定义该关系式中的形式量是一种确定无疑的逻辑倒置。这种逻辑倒置与目前科学世界已经认识到的 Newton 第二定律存在的逻辑不当没有任何差异。因此,唯一恰当的逻辑关联只能是 $m \mapsto \begin{cases} f=ma \\ w=G(Mm/R^2) \end{cases}$ 并且,还必须存在如下所示逻辑关联 $m \in \text{idealized mass point}$ & $\forall \text{ idealized mass point } \exists m$ 也就是说,必须首先将那个被赋予特定物理内涵的理想化质点加以前提性的确认。进而,再检验两种形式表述在某一个有限论域中能否逻辑相容的问题	人们可以无数地发现自然科学研究中的这样一个基本事实:出现于物理学中的认识不当或者思维困惑,几乎总与存在于数学基础之上的逻辑悖论构成逻辑关联。对于理想化物质对象的确认,必须始终置于对从属于理想化物质对象之上的形式量以及由这些形式量所构造的某种性质之前。相反,理想化逻辑主体不存在,所有的性质以及形式量都不复存在

(续表)

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
理想化物质环境的确立和独立于参照系的人为选择		经典表述仅仅着眼于一个“孤立”的受力体,没有意识到正是那个形式表述的力 $f=ma$ 将物质世界的不同部分以及它们之间的作用逻辑地关联到了一起	被描述的那个自存着的无尽物质世界始终处于相互作用之中,蕴涵着“不可分割性”本质特征,与人为构造的一切形式系统存在永恒差异。因此,任何形式表述不仅“直接”定义于理想化物质对象之上,而且,随着这个理想化物质对象真实存在于对其发生主要影响的理想化物质环境之中,还被定义在物质环境所抽象定义的几何空间 S 之中,即 $f(x,t);x\in S$ 此时,不仅无需也不允许引入那个缺乏确定物质内涵的虚幻理念之中的“无穷多”惯性系,而且由于表述空间被赋予了确定物质内涵,完全独立于对“坐标系”的人为选择	物质世界本质上是不可分割的整体。事实上,当借助于一个形式系统对物质世界中的某一个特定部分的行为特征做出描述的时候,那个被描述的物质对象仍然处于某一个特定物质环境的作用之中。因此,与相互作用中不同物质真实逻辑关联的形式系统,能够且必须表示为独立于参照系选择的“张量”形式
惯性力悖论	非惯性系	惯性系被称为“较优越”的参照系。更多的是非惯性系。于是作补充陈述: $ma=f+f_{\text{inertial}}$ $f_{\text{inertial}}=-ma_{\text{entrained}}$ 不满足原来的 Newton 定律。其中,两个人为补充的力和加速度分别为惯性力和牵连加速度	一旦赋予力以确定的物质内涵,那么不仅无需也不能引入惯性系,而且与对加速度 a 所作的任意形式分解 $a=a_{\text{relative}}+a_{\text{entrained}}$ 保持逻辑相容,相应存在 $f=ma\leftrightarrow\begin{cases} f=f_{\text{rel}}+f_{\text{ent}} \\ f_{\text{rel}}=ma_{\text{rel}} \\ f_{\text{ent}}=ma_{\text{ent}} \end{cases}$	真正合理的陈述必须严格保持逻辑相容。相反,任何存在逻辑悖论的陈述必然是不合理陈述,不能因为自欺欺人地引入“虚拟力”这样的称谓而改变它蕴含的不合理性。当然,赋予每个形式表述以确定物质内涵,不仅为物理学陈述所必需,还为形式逻辑所需要
	惯性力	考虑到与 Newton 定律明显不相容,只能将上述定义,并且实际应用的惯性力 $f_{\text{inertial}}=-ma_{\text{entrained}}$ 称为不真实存在的“虚拟”力。并且,随着“中间坐标系”的不同人为选择而变化,失去了物理量的客观性	表示:特定物质环境中物质对象所受总力 f ,等于相对加速运动中间体施加的力 f_{rel} 与其传递力 f_{ent} 之和	

2.1.3 Newton 第三运动定律

Newton 第三定律通常也称之为作用 and 反作用定律,它表示两个物体之间的相互作用力大小相等、方向相反且在同一直线之上,即

$$f_{A\text{ on }B}=-f_{B\text{ on }A}$$

尽管这个定律甚至在 Newton 陈述以前就已经建立起来,但是,人们不难发现在如何对待这个

定律是否“普遍真实”或者是否需要“存在条件”等问题上的认识上,不同物理学著述的提法其实并不完全一致。因此,相应做出进一步的澄清仍然具有意义。

命 题	经典结论	修正结果或解释	一般分析
存在条件	通常总确信该定律是条件存在的,在一些物理学著述中,往往指出以下所述的一些存在条件: 无外力作用的“孤立”系; 相互作用物体处于“直接”接触之中; 以及只适用于“惯性系”等; ……	如果注意到作为“相互作用”的同义表述,力 f 必须定义于两个不存在“中间媒质”的物体 A, B 之上,自然存在如下逻辑推理 $A \approx B \rightarrow f_{A \text{ on } B} = -f_{B \text{ on } A}$ 也就是说,能否满足 Newton 第三定律决定且仅仅决定于两个“直接”作用“物体”是否具有完全相同的抽象特征	修正表述与经典分析的根本差异在于:在经典陈述中,推理的全部基础是对某些人为构建关系式的前提性确认。因为并不清楚关系式得以存在的“物质”基础,后续判断只能属于主观意识范畴。因此,不同研究者甚至同一个研究者本人,都可能随着情况的不同出现种种不确定性乃至彼此矛盾的判断;但是,在重新构造的相关陈述中,作为逻辑推理的唯一基础是对“理想化”物质对象所作的前提性认定。于是,一方面它告诉人们,由于是理想化认定,任何形式表述只有限真实;另一方面,由于理想化认定在前,后续推理必须是完全逻辑的,当然,不存在任何判断歧义
真实性	只要符合上述条件,那么,作用和反作用定律就是“绝对”真实的。以质点碰撞为例,无论是理想化的“弹性”碰撞还是理想化的“非弹性”碰撞,都同样满足 Newton 第三定律。这样,在碰撞的经典分析中,导致这样一个人们通常认同的结论:包括两种极端情况在内的所有碰撞都满足“动量”守恒,但是,由于“动能”可能转化为质点内部的变形成,通常不一定守恒	1. 首先,仍然以质点碰撞为例,如果两质点的抽象属性不同,则作用于两质点之上的“相互作用”可能产生不同的动量变化,因此,两作用力并不互等; 2. 尽管出现“弹塑性”变形,只要两者的抽象特征完全相同,两者之间的相互作用同样相同; 3. 一般情况下,根据经验事实的能量守恒定律,总能量守恒,但是,与力的不对等构成对应,动量并不守恒	
与动量守恒关系	根据现代物理学的一般思想,需要对守恒律的认同置于前提性位置之上,于是部分著述提出:“Newton 第三定律是孤立体系动量守恒的结果。”	包括“守恒律”在内的一切形式表述只能条件存在,依赖于“理想化”物质对象的前提存在。因此,与前述推理一致,对于以“单个”质点为陈述对象的粒子系统而言,只可能存在如下逻辑推理 $A \approx B \rightarrow f_{A \text{ on } B}$ $= -f_{B \text{ on } A} \rightarrow \sum (\delta m v)_i = 0$ 此时,动量守恒成为 Newton 第三定律的自然归属,而不是第三定律的前提	

2.1.4 守恒律

提出形形色色的“守恒律”以及与其对应的“对称性”表述,并且,将它们在形式上固定化和置于物理学陈述的一种前提性位置之上,属于近代物理学的基本思想。

事实上,如果从哲学理念考虑,只有“无条件”地承认某一个或者某些特定关系的前提性存在,才可能与 Einstein 对于构造“普适真理”体系的真诚期待,以及 Hilbert“可以用桌子、椅子、啤酒瓶取代几何学点、线、面”的声言中所集中表现的,一种仅仅依赖于“主观意志”而与一切特定物质对象没有任何关联的“形式主义”思想,以及在此基础上于 20 世纪形成的“物理学

几何化”思潮才可能保持一致。

与此同时,人们不能否定这样的历史真实:无论是 Einstein 还是 Hilbert,都是在他们面对各自所关注研究领域中出现了重大认识困惑而无所作为的时候,以一种统一的方式,即一方面采取“搁置或者无视矛盾”的存在,另一方面则通过“不断变更概念内涵”的同时,凭借对个别经验事实一种“直觉意义”上的理解,并且,因为将一个或者一组关系式称之为“公理化”假设,所以能够赋予这些关系式他们所期待的“无需也不容解释”的法律地位。显然,所有的这一切没有任何吻合逻辑的“因果”关联,只能隶属和归结为“心智活动”中一种纯粹“自慰”和“自循环”思辨的范畴。可以相信,这也是 Landau 不得已诚实地告诉人们理论物理中的数学严谨性只不过是自欺欺人,而现代科学主流社会的许多人不得不公然渲染和倡导“科学宗教”情结,向人们重新灌输神学意义上“第一性原理”的根本原因。

其实,如果还能够承认人类构造的自然科学体系只是用来表现那个“自存”的物质世界的,那么,在李政道先生将“物质世界中普遍存在的非对称性和物理学中的对称性”之间的矛盾列为 21 世纪第一科学难题的同一时刻,已经明白无误地向人们宣示这样一个基本事实:像任何一个物理学陈述那样,对称性或者守恒律同样只能条件存在,它们与真实的物质世界之间存在永恒差异。同时,它也告诉人们:任何一个诚实和严肃的科学工作者,都不会轻易放弃对逻辑和理性的追求,去接受先验的“第一性原理”所蕴涵的神学思想。

当然,出现于经典 Newton 力学体系中的守恒律,它们同样只能是条件存在和有限真实的,依赖于对物质对象的理想化前提性假定为全部基础。相反,任何将守恒律无条件化的企图,都只能使科学陈述陷入矛盾之中。

命 题	经典结论	修正结果或解释	补充分析
动量守恒	任何一个物质系统不受外力作用,或者合外力等于零时,恒存在 $\sum p_i = \sum (mv)_i = \text{const}$ 该陈述即为经典表述的动量守恒定律。并且,(如《McGraw-Hill 物理百科全书》)着重指出: 1. 动量守恒原理普遍成立,适用于物理学所有领域; 2. 特别是,即使在系统内各个质点有力的相互作用或者总机械能并不守恒的情况下,动量也保持不变; 3. 因此,成为求解粒子碰撞问题的基础; 4. 动量守恒原理可以由 Newton 第二和第三定律逻辑地推导而得	1. 声称动量守恒适用所有场合,将其无条件化完全不当。宏观力学普遍存在的耗散效应,已经对其构成充分否定; 2. 故而,当且仅当粒子系统“个别”粒子被直接界定为形式表述的描述对象,才可能论动量是否守恒的命题。否则,动量恒不守恒; 3. 作为 Newton 第三定律的逻辑推论,动量守恒需要满足同样的前提条件; 4. 粒子碰撞中,动量守恒必须以粒子的“全同”认定为必要前提。一般情况下,最多只能视为一个较为合理的假设; 5. 根据形式系统的存在性原则,对于粒子系统是否满足动量守恒律的问题,需要逻辑地依赖于对粒子自身所作的前提性理想化认定	其实,对动量守恒定律所作“无条件化”界定是完全直觉的。因此,相应如何对其构造一种直觉意义的逻辑否定,此处不妨提供一个思路。 考虑粒子通常所说“非弹性碰撞”中发生变形的那个粒子,不难验算:当其变形绝对均匀,并且粒子质心速度与该粒子每一“微质点”运动速度仍然严格同一,而不仅仅是该粒子中非均匀动量分布的“统计平均”时,才满足动量守恒律。当然,物理学陈述的任何一次否定,都足以对该陈述构成完全的逻辑否定

(续表)

命 题	经典结论	修正结果或解释	补充分析
动量矩守恒	相对任意“给定”参考点,定义质点的动量矩为 $L=\boldsymbol{r}\times m\boldsymbol{v}$ 如质点组不受外力,或对同一参考点的外力矩等于零,则质点组动量矩守恒 $L=\sum(\boldsymbol{r}\times m\boldsymbol{v})_i=\text{const}$ 类同于动量守恒,动量矩守恒定律同样具有普适性	1. 对于给定质点,人为给定的参考点并不属于物质对象自身,因此,逻辑上没有真正属于质点的动量矩,或者说,质点的动量矩没有确定的物理内涵; 2. 与其对应,讨论质点和质点组没有任何本质意义,充其量只能视为动量守恒定律的一个“重言式”; 3. 当然,由于动量守恒条件存在,一个不具独立意义的动量矩定律也只能条件存在; 4. 仅仅对经典力学中的刚体,或量子力学中被赋予独立意义自旋量子数的粒子,动量矩守恒律才可能成为一个具有独立意义的物理学陈述	对于 Hilbert 的“公理化”形式系统,由于前提的完全随意性以及缺少“确定论域”的约束,形式主义中互为依赖的“相容性、独立性和完备性”三原则只能流于形式,必然蕴涵某种逻辑悖论。 与此同时,不同物理学陈述不仅要保持严格逻辑相容,还要满足独立性要求。往往因为没有注意物理学陈述必须的独立性,如古典 Cauchy 应力定理,导致最终结论的荒悖
能量守恒 (与最小作用原理以及动量原理相辨析)	作为经典力学三大守恒律之一,能量守恒定律一个较为完整的说法为: 对应于物质的不同存在形式,物质具有不同的运动形式。伴随相同形式或者不同形式物质之间的相互作用,作为物质运动“能力”量度的能量的形式,同样处于变换之中,并且,相互作用中物质的能量总量保持守恒	应该说,此处陈述的能量守恒定律与通常的经典陈述之间不存在任何根本差别。但是,仍然需要注意: 1. 如果说“最小作用原理”作为“人为”构造的基本认定,因为吻合于对物质世界必然以“最有效”方式实现属于自己运动这样一种“客观性”信念,所以被合理地赋予了一种普适意义,那么,能量守恒定律则不同,它似乎缺乏某种“理性思维”的明确支撑,只能属于一种纯粹的“唯象”表述,其普适意义仅仅直接渊源于至今的所有“经验”事实。但是,问题在于:两种陈述共同本源地决定于物质世界自身; 2. 真正的孤立系统几乎不存在,任何物质集合总存在于某一个特定的物质环境之中。并且,正因为此,粒子系统能够同时使用“动量定理”和“能量定理”而不会出现形式逻辑上的矛盾。但是,根据 Newton 第二定律推导“自由粒子系统”的“动量定理”时,如果忘记了存在实际影响的物质环境,则必然出现逻辑不相容; 3. 作为“唯象定律”,能量守恒仅仅源于经验事实,不存在所谓“可解释性”或者“第一性原理”的问题。事实上,除了努力忠实和无矛盾地表现自存物质世界自身蕴涵抽象同一性以外,人们不能说出更多的东西	物理学所有不同的形式系统,通常共同遵循这样的基本规律:形式系统本质上是针对特定物质对象所作理想化认定的逻辑必然。或者说,当且仅仅当物质对象得以前提性的界定,那么,属于这个特定物质对象的形式系统也自然得以逻辑地确定。与其不同,能量守恒定律和最小作用原理在物理学中占有不同的地位,它们不受特定物质对象的约束,被认为是适用于整个物质世界的两个合理表述。但是,它们仍然不属于主观意识范畴中纯粹人为构造的“第一性原理”,而源于经验事实,反映物质世界自身存在的一种普遍真实。考虑到人们无法穷尽经验事实,更无法限制未来。因此,物理学的这两个最基本陈述正类似于 Hilbert 所说的“公理化”假设,它们为形式系统相应构造了有限论域。然而,与 Hilbert 仅仅凭借主观意志,完全自由地将“桌子、椅子、啤酒瓶”定义为“点、线、面”的根本差异在于:物理学的这两个基本陈述源于也只源于自存的客观世界

(续表)

命 题	经典结论	修正结果或解释	补充分析
对称性与 Nöther 引理	将物理学守恒定律与对称性构成逻辑关联,首先源于 E. Nöther 的工作,相应指出:使作用量泛函具有不变性的任一对称变换群,对应于一个守恒定律,即对于某变换 $G: (x_1, x_2, x_3, t) \rightarrow (x'_1, x'_2, x'_3, t')$ 如果由 Lagrange 函数 L 所构造的作用量泛函 $S = \int_v L(q, q', t) dv$ 保持不变,则上述变换为对称群,相应存在与其对应的守恒律。借助于空间平移和转动变换,以及时间平移变换,可以分别求得自由粒子系统的动量、动量矩和能量守恒定律	借助于 Nöther 引理能够在守恒原理与对称性特征之间构造一种逻辑关联,但是,值得注意的是: 1. 这种逻辑关联,并不意味着守恒定律自身的无条件存在或普适意义; 2. 正如已经指出的那样,物质系统具有怎样的对称性特征仍决定于系统 Lagrange 函数自身的性态。例如,只当质点组势能表示为质点距离函数时才满足空间平移不变性; 3. 基于同样理由,如由 $\partial L / \partial \varphi = 0$ 推知动量矩守恒时,必须以角度坐标 φ 自身的独立存在为逻辑前提。因此,对于自身无几何构形纯粹粒子系统,无独立的动量矩定理可言; 4. 远不仅于此,对于作为推理前提的任何形式表述的 Lagrange 函数本身都只能条件存在,决定于对物质对象所作的理想化认定	因为 Nöther 引理而导致对称性或者守恒律无条件存在的结论在逻辑上没有任何理由。恰恰相反,从该引理的具体推导过程可以警示人们格外重视针对不同物质对象所作理想化假设具有的前提意义。不同 Lagrange 函数仅仅依赖于不同的前提性假设而得以存在,当然,相应导得的守恒律也只能逻辑地属于这个特定的理想化物质对象。自然科学中,无论域限制的陈述最终必将陷入重重矛盾之中

[简单结论]

对于大多数研究者而言,经典力学中的许多基元概念显得过分简单和自然,似乎完全不值得予以特别关注。其实不然,往往正因为认识“基础”中存在的任何细微不当,必然引起在不当基础之上的逻辑推理最终陷入彻底紊乱之中。更何况,人们至今没有严肃地对待 Mach 针对无穷多惯性系所提出的批判或质疑,无法回避由于这种无理存在而引起一切运动学量失去确定意义这样一个影响整个自然科学的前提性问题。

2.2 宏观力学一般分析

此处所说的宏观力学,通常包括固体力学、流体力学、气体力学乃至化学流体力学这样一些不同的力学分支,它们都以“宏观物质”为特定研究对象,隶属于现代物理学理论中一般所说“连续介质力学”的研究范畴。

在人类直接面对的物质世界中,宏观物质是一种最为普遍的物质存在形式。1755 年,在满足“连续性”条件的“流线”假设之上,Euler 首次构造了用于描述流体运动的流体力学基本方程,即现在所说的理想流体动力学方程,揭开了人类研究“连续介质”的序幕。并且,以连续介质为特定理想化物质对象的研究一直持续到今天。

但是,在形式语言系统中,“离散”和“连续”属于两个完全不同的基本概念,它们表现了两种截然相反的本质内涵。如果说,连续介质模型本质表现了“连续体经历‘无穷’切割仍然是连续体”这样一种抽象特征,那么恰恰与其相反,对于被界定为“大数粒子集合”的宏观物质,它们

不仅仅由“离散”粒子所构成,而且,对于任何一个确定体积域中的宏观物质集合,它所包容的粒子数也极其有限。因此,对于宏观力学期待表现的宏观物质集合而言,连续介质模型必然成为一个“完全失真”的物质模型。

人们不难发现,自 Newton 力学以来的所有经典理论,几乎总有意识或者无意识地遵循着这样一种共同的思维规范:寻找某一个“优秀”的数学公式,寄希望于这个确定的形式表述能够对“所有相关物理现象共同蕴涵的规律(关系)”做出统一描述,而从来没有作过认真的努力,首先对那个被描述的物质对象本身做出“前提性”的形式界定,从而能够相应对那个特定公式得以存在的“有限论域、逻辑前提以及有限真实性”问题做出具有逻辑意义的界定。

事实上,至今我们所作的全部努力在于也仅仅在于:明确指出,将“逻辑主体和逻辑属性之间‘主从关联’完全颠倒”了的习惯认识,是造成包括数学基础出现逻辑悖论,从而使整个自然科学最终只能放弃逻辑,陷入“神学”系统的本质原因。因此,需要将这种潜意识存在了近 4 个世纪的认识颠倒再重新颠倒过来。可以相信,面对复杂和无尽的大自然,在公然放弃数学严谨性,允许形形色色矛盾存在的同时,却期待某一个特定公式能够对整个物质世界做出统一描述只能属于一种纯粹的“自欺”行为。无尽物质世界自存的复杂性和客观性,逻辑地决定了一切形式表述系统的有限真实性和有条件存在,相反,对于任何一个合理的形式系统,它只能成为恰当物质模型的逻辑必然。

当然,人们可以确信:宏观力学中一个本质上完全失真的物质模型,是造成逾越一个多世纪的“湍流”疑难困惑科学世界的根本原因,同时,仍然根本渊源于物质模型的前提性失真,大量的逻辑不当必然隐含于宏观力学的许多经典理念之中。

2.2.1 宏观物质模型与“伪”物质流形

任何建立在微分方程之上的形式系统,必须以“连续可微”作为这个形式系统得以存在的逻辑前提。于是,对于物理上一个为人们熟知的离散宏观物质集合,如何能够与形式系统中必须的连续假设构成逻辑关联呢?正是这个问题没有得到解决,不仅仅长期存在一个完全失真的连续介质模型,而且,随着微分几何的发展,不得不引入在 3 维几何空间根本不可能存在的物质流形。

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
物质模型	形式定义	连续介质模型: 对于某几何空间 S 中任意给定的初始物质构形 B 以及该物质构形在任一后继时刻 t 所占有的子空间 b 之间,恒存在如下所示的连续可逆映射 $B \rightarrow b \text{ 且 } b \rightarrow B \subset S$ 与其对应,恒存在 Euler 坐标 x 和 Lagrange 坐标 X 之间的可逆映射 $x = x(X, t) \leftrightarrow X = X(x, t) \in S$ 它们分别作为连续介质中质点的空间标志和物质标志	粒子模式:根本不存在经典宏观力学与连续性公理对应的习惯认定,即 $\begin{cases} B \rightarrow b \text{ 且 } b \rightarrow B \subset S \\ \exists \begin{cases} x = x(X, t) \leftrightarrow X = X(x, t) \\ \in S \end{cases} \end{cases}$ 即,作为物质点标志的 Lagrange 坐标并不普遍存在。对于有限空间域 S 中的宏观物质集合 M,只存在 $M \leftrightarrow \{m(x_i)\}; x_i \in S \subset R^3$ 离散粒子系统永远不能与连续系统对应	总之,人们发现经典宏观力学的物质模型构造上长期存在这样一种十分奇特的逻辑: 一方面,允许一个完全不真实物质模型的存在,混淆离散和连续两种完全相反的抽象概念,使得被描述物质对象和理想化物质模型之间存在本质差

(续表)

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
物质模型	基本属性	这样,建立在连续介质模型之上的宏观力学系统,不仅仅定义在空间域之中,还同时定义在物质域之中,即 $f_s(x,t) \leftrightarrow f_m(X,t)$ 分别称之为宏观物质运动的空间描述与物质描述	通常不存在物质描述。只是“覆盖”空间任意一点处子系统的宏观表象,构造了定义于真实几何空间 S 中的形式系统 $f_s(x,t) \in S \subset R^3$ 粒子系统不可能真正稠密,但是,不妨碍覆盖整个空间宏观表象的条件存在	异;另一方面,甚至从来不关心理想化假设必然存在的限制,考虑相应的有限论域问题,将一个与物理真实完全不相符的人为假设,乃至在其基础上构建的形式系统无条件化,陷入以无视逻辑前提和逻辑相容性为基础的简单形而上学之中。当然,这是导致形形色色矛盾存在,并且,至今没有为人们认识的原因
	物质导数	根据连续变形的的基本前提,无条件存在如下定义的物质导数 $\exists \frac{d}{dt} : \frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \cdot \nabla$ 并且,该算子成为整个宏观力学进行动力学分析的全部基础	同样,对于宏观物质的一般运动,不存在物质导数,即 $\nexists \frac{d}{dt} : \frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \cdot \nabla$ 当然,相应不存在建立在物质导数基础之上的物质描述	
连续性公理	物理内涵	对于宏观物质集合的一切运动过程,集合中曾经相连的部分必须永远相连,不曾相连的则永远不得相连,故而往往又被现代理性力学称之为“不可切入”公理	1. 从形式逻辑考虑,粒子系统不仅与连续统严格对应的“连续性”无关,甚至连“稠密性”也谈不上; 2. 与连续介质的连续性假设形成大概对应,运动中粒子系统的粒子需要始终满足不变的“相邻性”条件。但是,一般情况下,运动中粒子往往处于相互“位错”之中,因此,相邻性条件通常也不能实现; 3. 将不符合物理真实的逻辑前提无条件化,却否定任何形式系统仅仅条件存在和有限真实的普遍特征	在数学上,连续性远比稠密性要严格得多。但是,即使稠密性也要满足集合无限剖分后仍保持抽象同一的要求,它不可能与真实粒子集合的有限性和离散性保持一致。此外,不仅物质流形不真实,而且,流形之间只满足线性变换,完全相悖于一般动力学方程的非线性特征。
	必要性	连续性(不可切入)公设是整个宏观力学建立在物质描述思想之上的形式系统得以存在,或者可以无条件使用物质导数概念的必要前提		
	存在条件	由于连续介质力学可以“无条件”地用于描述整个宏观物质,与其对应,作为这个形式系统逻辑前提的连续性公理必须同样无条件存在		
几何空间		根据现代理性力学(微分几何) $S \subset M^3 \subset R^6$ 即除了某种整体意义上的“线性变形”以外,处于一般运动中的宏观物质集合只能存在于嵌入 6 维 Euclid 空间 R^6 的一个 3 维流形 M^3 之中	1. 既然真实的物质世界属于 3 维 Euclid 空间 R^3 ,则 $S \subset R^3$ 作为 6 维 Euclid 空间 R^6 的 3 维物质流形 M^3 只存在意念之中,违背客观真实; 2. 况且根据微分几何,3 维流形的局部子流形仍然只满足线性变换,不符合宏观力学中动力学方程的非线性特征	毋庸置疑,物质模型的前提性失真,必然导致形形色色推论的逻辑悖论

(续表)

命 题	经典结论	修正结果或解释	一般分析
形式定义	借助“纯粹”的人为理念,将一对取意“相反”的概念,无穷大和无穷小,同时捏合到宏观力学的“物质微元”之中: $\forall e: \begin{cases} e \rightarrow 0, \text{in macro.} \\ e \rightarrow \infty, \text{in micro.} \end{cases}$ 即如熟知的那样,宏观力学的物质元需要满足宏观无穷小,微观无限大的认定	物质元绝不能蜕化为人为了理念中纯粹的“虚拟”概念,仍然必须本质地对应于一种物理实在,即 $\forall x \in S, \exists e(x): x \in e(x) \cap e(x) \leftrightarrow v \subset S$ 它表示:对于空间中的任意点 x,总存在一个覆盖该点物质元 e,并且,该物质元与该空间中决定于“测量”精度的有限大体积元 v 构成逻辑关联	如果诚实接受这样的基本信念:人类构造的自然科学只不过是用于描述自存物质世界的,那么,不仅物质元需要真实的物理内涵,而且,在同一个命题中,时空度量基准必须严格同一
物质元 基本内涵	与上述形式认定对应,期望表达物质元的这样一种特定内涵 $\forall e, \exists \begin{cases} e \leftrightarrow x, \text{in geom.} \\ e \leftrightarrow \{x_n\}, \\ n \rightarrow \infty, \text{in phys.} \end{cases}$ 也就是说,在几何上,物质元 e 能够与一个特定点 x 对应,而在物理上,又必须包容足够多个物质质点,以显示物质元的宏观特征	既然赋予物质元 e 以实在的物理内涵,并且和有限大小的体积元 v 对应,即 $e(x): \{m_i\} \in e \cap i \in (1, \dots, n)$ 其中, n 对应于某一个真实的数,表示该物质元中的粒子数。当然,属于该物质元的物理量 P 只能是定义于所有粒子上相关物理量 p 的统计平均 $P \in e(x): P = \{ \sum p_i \} / n \cap m_i \in v$ 这样,不是直接定义于离散粒子之上的物理量,而是定义于“覆盖”整个几何空间 S 的物质元之上的宏观物理量,相应构造了一个属于整个几何空间的宏观物理量分布	与物质元形式定义的完全虚妄相对应,经典理论赋予物质元的物理内涵只能被视之为一种“自欺欺人”。对于本质上决定于度量精度的空间域体积元 v,其中可能包含的粒子数同样显示了一种物理实在。如果宏观物质中的粒子不仅过分稀疏,而且 v 中粒子物理学状态变化过于剧烈时,都自然出现宏观意义上的间断
构造方式	本质上,属于一种直观意义对宏观物质集合所作的“剖分”分割: $x_i \neq x_j \rightarrow e(x_i) \cap e(x_j) = 0$ 这样,定义于不同几何点之上的物质元恒不得相交,以吻合连续性公理内蕴的“不可切入性”,并且保持 Lagrange 坐标对物质元所作的确定性定义	粒子统计模型中,无需也根本不允许那个过分严厉而且完全失真的“连续性”公理,与此相应,当然无需也不能提出不同点处物质元恒不得相交的条件,即 $e: e(x_i) \cap e(x_j) = 0 \& e(x_i) \cap e(x_j) \neq 0$ 因此,只能采取“覆盖”方式分割宏观物质集合。并且,正因为此,这些有限大物质元能够与实数空间形成严格对应,“覆盖”几何空间中的所有几何点	如果使用“剖分”法分割物质集合,由于彼此不容叠合的每一子集合总存在无穷多质点,这样,作为一种自然推论,子集合的数目必然总少于总质点数,从而不可能构造与连续统对应的物质元集合

(续表)

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
物质元	与集合整体的关系	对于一个给定的宏观物质集合 M, 按照剖分所得的物质元 e 组成一个物质元的无限集合 $\{e\}$, 并且, 考虑到不同物质元之间严格不相交的前提, 相应存在 $M = \sum e_i$ 所有物质元的“简单和”等于原宏观物质集合。 其次, 由于不同物质元之间的独立性(不相交), 允许同时考虑不同物质元, 以及不同物质元之间的相互作用	因为不同物质元可能处于彼此相交的状态, 所以不是通常意义上的“和”式运算, 而只能通过定义于不同子集合之上的“并”运算, 才能使所有物质元 e 与原宏观物质集合 M 构成逻辑关联 $M = \bigcup e_i$ 其次, 由于不同物质元不具独立性, 同时考虑不同物质元必然失去确定的物质意义, 原则上需要也只能考虑一个“单独”的物质元。对于某一个任意确定的物质元, 该物质元以外的所有物质成为另一个整体, 它与宏观物质集合所处的理想化物质环境形成抽象对应。这样, 从形式逻辑考虑, 只同时存在“物质对象”和“物质环境”两种不同抽象存在	必须理性认识到宏观力学中引入物质元的本质意义, 它在于也仅仅在于: 对于宏观物质集合所处的几何空间, 当不同局部域中子集合存在较大差异, 只能用“分布”加以描述的时候, 人们无法直接对分布直接构造控制方程。因此, 需要构造一个“代表元”, 用以表示宏观物质集合整体。当然, 此时存在如下特征: 1. 必须赋予代表元以“均匀性”特征。否则, 仍然无法构造控制方程, 失去构造物质元的意义; 2. 对于定义在空间不同几何点处的代表元, 必须严格抽象“同一”, 即满足相同的物理学规律。否则, 同样无法构造适用于整个空间域的控制方程; 3. 既然某特定物质元已经成为整个宏观物质的代表, 无需也不能同时考虑其他物质元; 4. 对于任何“非复合”形式系统, 仅仅对应于“物质对象”和“物质环境”两种抽象存在; 5. 如果接受定义于物质元的Helmholtz分解, 引入物质元失去意义。面对的仍然是物理量的分布, 无法直接为其构造相关约束, 陷入了循环逻辑
	基本特征	与无穷集合的任一子集合仍然是无穷集合的本质特征一致, 物质元在抽象意义上“全同”于原来的宏观物质集合整体, 即 $e \leftrightarrow M$ 继而, 除了定义域大小不同, 一切物理量分布, 如速度分布 u, 必须以相同形式存在于整个宏观物质集合以及物质元之上	一方面, 对于定义于空间任意一点 x 处的物质元 $e(x)$, 仍然可以像经典理论那样, 可以视为整个宏观物质集合 M 的一种“代表”元, 即 $e; e(M)$ 从而可以只着眼于物质元, 建立用于整个宏观物质集合的控制方程。 但是, 两者并不完全对应, 由“统计”映射构造的物理量“均匀”覆盖整个物质元。这样, 定义于宏观物质整体的物理量分布 u, 并不相应存在于物质元上 $u(x) \in M \cap u(x) \notin e$ 注意到, 引入物质元的缘故正在于无法对“不均匀分布”直接构造物理学控制方程	
	Helmholtz 分解	物质元与宏观物质集合整体没有本质差异, 但是物质元“宏观”尺度充分小, 存在物质元内“空间”意义的形式分解 $\begin{aligned} u(x) &= u_0 + dx \cdot \nabla u \\ &= u_0 + \omega \times dx / 2 + D \cdot dx; dx \\ &= x - x_0 \end{aligned}$ 该式为宏观力学中的 Helmholtz 分解	引入物质元的目的, 在于构造一特定物质对象; 在其上定义仅仅具有统计平均意义但是逻辑上属于“整个”物质元的宏观物理量 $P \in e(x): P = \left\{ \sum p_i \right\} / n \cap m_i \in v$ 当然, 相应不再存在 Helmholtz 分解	

2.2.2 变形和流动、变形体和流体辨析

对于宏观物质而言,变形体和流体属于它的两种基本存在形式;变形和流动则对应于宏观物质的两种基本运动形式。在物理学中,变形体和流体以及变形和流动似乎已经成为一种完全“自明”的概念,以至于如何对它们做出具有确定形式意义界定的问题,长时间以来没有得到人们足够的关注。

其实,对于经典的宏观力学,由于作出了前提性的限定,所有宏观物质都必须共同满足“连续性公理”,这样逻辑上根本不存在这样一种可能性:对宏观物质两种不同物质形式以及两种不同运动形式的真实存在做出区分。实际上,正因为经典宏观力学在前提性概念上的认识不当,不仅无力揭示同属于宏观力学的“变形体力学”和“流体力学”之间蕴涵的本质联系,还相应存在大量的形式表述不当和物理理念紊乱。

命 题	经典结论	修正结果或解释	一般分析
物质存在形式	在不真实“连续介质”模型的同一化假设下,经典宏观力学不具能力形式地区分变形体和流体这样两种不同的物质存在形式。于是,总将宏观物质集合 M 与 n 维实 Euclid 空间中的几何构形 B 构成一一对应关系 $\forall M \exists B: B \subset R^n$	作为宏观物质的粒子模型,对于存在于真实几何空间 S 中的宏观物质集合 $M \leftrightarrow \{m(x_i)\}; x_i \in S \subset R^3$ 如果粒子恒满足“无滑移”条件 $\forall t \exists m_i \wedge m_j \mapsto \exists m_i \wedge m_j$ $\forall t \exists m_i \wedge m_j \mapsto \exists m_i \wedge m_j$ 即粒子集合中相邻质点必须永远相邻,不相邻的恒不得相邻时,该宏观物质集合为变形体	不难发现在修正结果与经典结论之间,存在着一系列彼此逻辑关联的深刻分歧: 1. 经典理论的全部思维基础在于对某一个人为构造公式,以及对这个形式表述所作的一种不再作任何辨析的无条件确认;而修正表述则恰恰反其意而用之,强调形式系统的条件存在,从而有意识地寻找和研究逻辑前提、有限论域和有限真实性的问题,全部思考的基础仅仅是被描述物质对象本身,努力对物质对象的本质属性做出理想化的前提认定; 2. 经典理论混淆了本质上总是稀疏的粒子系统与覆盖几何空间宏观表象的差别,无法认识和描述不同场合下粒子系统的差异和联系等辩证关联; 3. 经典理论在引入诸如在真实几何空间不可能存在的“物质流形”等概念的时候,一方
	如果宏观物质满足“协调性”要求,该 n 维实空间成为通常的 3 维 Euclid 空间	与变形体形式定义相反,当且仅当任何空间域中的粒子集合不能满足无滑移条件时,该宏观物质称之为流体	
运动特征	变形 无力做出任何分辨	如果作为宏观物质的粒子集合仅仅存在变形运动,根据无滑移条件,总可以为所有的粒子构造一个具有确定意义的标识系统 $\{m_i\}; i \in (1, 2, \dots)$ 于是,仅仅在此时可以引入 Lagrange 坐标,相应定义物质导数	
	流动	对于宏观物质的“流动”现象,本质内涵在于粒子之间出现了滑移运动。因此,流动中的粒子集合相应成为“不可标识”的离散系统,不可能形式地引入物质导数	
复杂运动	复杂变形 经典宏观力学中,将出现局部域流动现象的变形运动称之为复杂变形。但是,由于经典理论无力对变形和流动做出具有形式意义的区分,经典宏观力学关于复杂变形的认定只能属于“直觉”意义上的一种合理判断	根据变形和流动的前提性定义,可以为复杂变形构造确定的形式定义,即在宏观物质发生变形的空间域 S 存在如下所示的“局部”域: $(m_i \wedge m_j \mapsto m_i \wedge m_j) \in s$ 则此变形运动称之为复杂变形	

(续表)

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
复杂运动	复杂流动	不仅无力,实际上也从来没有理性地意识到这个真实命题的存在。正因为此,流体力学出现了一个逾越一个多世纪的“湍流”疑难,长期困惑整个科学世界	既然宏观物质本质上同属于粒子集合,那么,与复杂变形取意相反的复杂流动同样成为一种物理真实。也就是说,在宏观物质流动的空间域 S 中,一旦出现某一个局部域 s ,其中出现如下所定义的基本变形: $(m_i \wedge m_j \mapsto m_i \wedge m_j) \in s$ 那么,可以将这样的流动称之为复杂流动。由于运动中粒子处于不同的力学状况之中,相应满足不同的力学(应力)方程	面将形式系统人为地变得愈益复杂化,另一方面,几乎不可避免的是,由于前提性概念与被描述物质对象之间的逻辑不自洽,相关形式表述自然地陷入形形色色的逻辑悖论之中; 4. 尽管总可能会认识到某些形式矛盾的存在,但是,由于没有认识到物质对象与基本概念之间存在的前提性矛盾,只能将形式系统进一步复杂化。于是,周而复始,始终处于恶性循环之中

2.2.3 宏观力学的一般应力-应变理论

历史上,Cauchy 曾经为数学系统的严谨化做出了重大贡献。但是,Cauchy 最初提出的,曾经对整个宏观力学产生持续影响的两个应力理论本质上同属于不当陈述:第一应力定理由于推导过程不当,导致最终结果表述的不准确;而第二应力定理则属于一个完全错误的命题。这可以归结为人类认识逐步深化过程中必然存在的历史局限性。

此外,现代自然科学研究长期存在将某一个特定形式表述“无条件 and 固定化”的习惯性思维,在如何认识宏观力学应力应变关系的 Lamb 表述的问题上,同样存在这样一种“简单形而上学”的倾向,对于整个宏观力学应力理论的恰当构造产生不良影响。

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
Cauchy 第一应力定理		对于定义在空间域 V 中的二阶应力张量分布 Π ,如果考虑 x 点处 n 方向微曲面上的应力矢量 t ,则恒存在 $t(x,n) = n \cdot \Pi(x), \quad x \in S$ 该陈述属于宏观力学一个十分重要的基本结论。 作为现在一种普遍认同的观点,这就是 Cauchy 首次的提出第一应力定理。 其存在基础为:以 h 作为几何体的“线度”特征标志,相应存在力	1. 首先,需要注意 Cauchy 所推导的结果 $t_{ij} = \cos(n \cdot x_j) t_n$ 本质上表示的是不同空间点(尽管 Cauchy 让它们非常接近)以及不同方向曲面上的不同“应力矢量”之间的关系,而 $t(x,n) = n \cdot \Pi(x)$ 则属于“二阶张量和一阶矢量”的一种内蕴联系,两个关系式完全不同; 2. 造成最终表述不准确的原因:	将不同量纲的物理量进行比较而导致完全不当的表述,对 Cauchy 这样的大师似乎完全不可思议。从历史唯物主义角度考虑,出现这种失误则具必然性。张量的系统研究始于 20 世纪,对于 Cauchy 时代的研究者,不可能真正形成理性认识。事实上,应力张量分布 Π 定义于整个空间域 V 的同时,应力矢量 t 却

(续表)

命 题	经典结论	修正结果或解释	一般分析
Cauchy 第一应力定理	平衡关系 $vf_i + \sum s_j t_{ji} = 0, i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4$ 其中, f 为体积力, i 对应于应力矢量 t 的三个标量方向, 而 s_j 分别和三个坐标面及斜面对应。由于 $s \approx h^2 \quad v \approx h^3$ 令几何体无限收缩, 考虑到 h^3 是 h^2 的高阶小量, 可以略去体积力, 即 $\sum s_j \Pi_{ji} = 0 \rightarrow t_{ij} = \cos(n \cdot x_j) t_n$ 从而得上述应力定理	对如下两组不具可比性的不同量纲的量 $s [h^2] \sim v [h^3]; t [kg \cdot h^{-2}] \sim f [kg \cdot h^{-3}]$ Cauchy 错误地进行了比较, 导致略去了不可略去的体积力; 3. 其实, 正因为此不同量纲的量相应刻画不同的力学内涵, 表面力和体积力之间才存在为人们熟知的关联 $\sum s t \approx \int t ds = \int \Pi \cdot ds \leftrightarrow f$ 并且, 由此构造经典宏观力学的一般动力学方程	定义于另一空间: 覆盖空间点 x 的无穷小邻域 $v(x)$; $x \in v \subset V$。仅仅根据张量存在定理, 导得该小空间中“常”应力张量 Π 和 n 的点积与应力矢量 t 相对应, 并且, 吻合表面力分布与其合力的平衡关系
Cauchy 第二应力定理	针对宏观物质每一质点, 构造属于宏观物质集合的动量矩方程 $\int_V x \times \rho(a - f) dV = \oint_{\partial V} x \times t dA$ 根据如下变换: $\oint_{\partial V} x \times t dA$ $= \oint_{\partial V} x \times (n \cdot \Pi) dA$ $= \int_V -\nabla (\Pi x : \varepsilon) dV$ $= \int_V (x \times \nabla \cdot \Pi + \Pi : \varepsilon) dV$ 继而考虑动量方程 $\rho a - \rho f + \nabla \cdot \Pi = 0$ 相应存在 $\varepsilon : \Pi = 0 \leftrightarrow \Pi = \Pi^T$ 即最终得如下结果: 根据动量矩定理, 应力张量必须恒为对称张量; 反之, 如果应力张量为对称张量, 则自动满足动量矩定理	如果 Cauchy 第二应力定理属于恰当的力学陈述, 则存在如下逻辑推理: 首先, 动量矩定理是一个必须遵守的独立定理; → 整个推导过程中没有提出任何新的假设, 所以连续体的应力张量必须恒为对称张量; → 如果应力张量是对称张量, 动量矩定理将自动满足。因此, 应力张量恒为对称张量的结论亦为“动量矩定理”的重言式; → 此外, 一旦动量矩定理得到满足, 由于动量矩方程中坐标 x 不恒为零和物质系的任意性, 动量定理同样自动得到满足。等价地说, 应力张量恒为对称张量成为“动量定理”和“动量矩定理”同时得到满足的一个重言式。 于是, 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, 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, 根据 Cauchy 第二应力定理, 最终导致一个完全荒悖的结论。由于相关推理过程没有违背逻辑, 那么, 造成谬误的唯一原因在于最初逻辑前提的不当。事实上, 对于由理想化“质点”构造的形式系统, 根本不存在真正属于这个系统的动量矩方程。仅仅对于被赋予特定几何构形的物质集合所构造的集合, 才存在独立的动量矩方程。当然, 此时需要相应定义转动惯量等属于新物质集合之上的独立物理量。 总之, 仍然与重新认识数学基础逻辑悖论时提出的“存在性”原则一致, 如果没有具有几何构形的理想化物质对象的前提存在, 就没有独立的动量矩和动量矩定理

(续表)

命 题	经典结论	修正结果或解释	一般分析
Hook 定律和 Lamb 表述	在宏观力学中,通常把二阶应力张量 $\boldsymbol{\Pi}$ 与位移矢量 $\boldsymbol{u}$ 之间的如下关系: $\boldsymbol{\Pi} = \lambda \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{u} + \mu \boldsymbol{\nabla} \boldsymbol{u} + \nu \boldsymbol{\nabla} \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{u}$ 称之为各向同性应力张量的 Lamb 表述形式,式右的三个线性系数分别称为 Lamb 系数。显然,如果根据经典的 Cauchy 第二应力定理,应力张量必须满足对称性,则 $\boldsymbol{\Pi} = \lambda \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{u} + 2\mu \boldsymbol{\nabla} \boldsymbol{u}$ 该表述成为宏观力学应力张量,或者“应力应变”关系的一般表述形式	1. 对于如下所示的两个二阶张量 $\boldsymbol{\Pi} \sim \boldsymbol{\nabla} \boldsymbol{u}$ 不可能根据线性映射的各向同性假设,采取演绎逻辑的方式推得应力张量 Lamb 表述,故而在理论上 Lamb 表述并不具有人们通常赋予它的一般性意义; 2. 从形式逻辑考虑,Lamb 表述只不过是经验 Hook 方程 $\begin{cases} e_i = \frac{1+\nu}{E} \boldsymbol{\Pi}_i - \frac{\nu}{E} \Theta \\ \gamma_{i,j} = \frac{1}{G} \boldsymbol{\Pi}_{i,j} \end{cases}$ 所作的一种重新规整; 3. 注意到宏观物质的“粒子”本质,于是:仅仅是粒子之间的“相对位移”运动,才可能对表观意义上的“变形”运动具有本质意义。事实上,Hook 方程表现的正是材料对“不同方向”上粒子相对位移所显示的不同形式的反抗,当然,完全无各向同性可言; 4. 与其对应,Hook 定律显示的是材料对两种不同的特定相对运动形式的反抗,当然,仅仅存在两个独立的经验系数的事实与错误的 Cauchy 应力定理完全无关; 5. 因此,将经验的应力张量 Lamb 表述固定化,普遍用于宏观力学分析之中显然不当,最终容易导致错误推论	1. 重新确认应力张量 Lamb 表述的经验事实基础,明确这个形式表述并不具有所谓各向同性应力张量的一般性意义,从而为进一步认识宏观物质运动中不同形式表观应力张量的真实存在提供了一个恰当的认识前提; 2. 任何一种特定的形式表述,都本质地归结为对被描述物质对象所作不同形式的理想化认定。因此,重新揭示应力张量 Lamb 表述以及 Hook 定律的真实本质内涵,对于如何恰当地对简单变形体做出理想化认定同样具有意义; 3. 根本源于认识的历史局限性,往往采取“模拟”的方式,将定义在某一些特定物质对象之上的已知关系式用于那些暂时还不完全了解的物质对象之上,作“试探性”分析。但是,最终仍然需要重新回归到对物质对象所作理想化认定前提,不能轻易将条件存在的形式表述“泛定”化
应力张量 Reiner 表述形式	根据经典本构理论,应力张量 $\boldsymbol{\Pi}$ 应该是变形或者变形率张量 $\boldsymbol{D}$ 的泛函,即 $\boldsymbol{\Pi} = f_0 \boldsymbol{I} + f_1 \boldsymbol{D} + f_2 \boldsymbol{D} \cdot \boldsymbol{D} + \cdots$ 其中,标量系数 f_i 为变形张量三个标量性质不变量构造的函数。最终,在应力应变线性关系的假设下不难导得 $\boldsymbol{\Pi} = \lambda \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{u} \boldsymbol{I} + \mu \boldsymbol{D}$ 该表述为 Reiner 于 1954 年首次提出。显然,如果的确需要接受宏观物质的应力只能源于应变的	为人们熟知,另一个直接由 Lamb 表述出发而得,并且一直得到实际使用的关系式为 $\boldsymbol{\Pi} = \lambda \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{u} \boldsymbol{I} + 2\mu \boldsymbol{D}$ 显然,该关系式与 Reiner 表述不一致,相关的一系列重要推论,如单位体积元承受的净作用力等等都不一致	形式逻辑上的任何细微不当,都可能隐含某种重大认识悖论的存在。实际上,应力张量 Lamb 表述之所以能够得以实际应用,根本原因是这个形式表述本质上源于经验事实。与此同时,如果说应力张量的 Reiner 表述更吻合应力应变关系的经典理论,那么与 Lamb 表述之间的差异则告知人们:经典的应力

(续表)

命 题	经典结论	修正结果或解释	一般分析
应力张量 Reiner 表述形式	一般认定,那么,Reiner 表述的推导不仅在形式上更为简洁和明确,而且所表述的物理内涵也更为准确。正因为此,Reiner 表述受到一些现代力学家的关注		应变理论必然存在某种认识不当

[简单结论]

宏观物质本质上属于大数粒子集合。对于离散的粒子集合,无论进行怎样的拼凑,都不可能构造定义在连续统上的连续介质。相反,正因为宏观物质的粒子本质,可以在那个真实的 3 维 Euclid 空间中作“几何”意义上的自由运动,并且,本质上源于运动中粒子集合粒子的不同相邻性机构,相应展现形形色色丰富多彩的复杂宏观表象。

由于物质模型的本质失真,建立在连续介质之上的宏观力学,甚至无力对变形、流动等基础性概念做出具有“形式”意义的区分,从而在对形式表述予以无条件认定的简单形而上学化同时,却陷入了认识的前提性紊乱和逻辑悖论之中。

2.3 流体力学

流体力学属于宏观力学中一个极其重要的分支。自 Euler 于 1755 年为流体力学构造了第一个理论方程,即理想的“无粘流”方程,从而开拓了对流体运动进行形式描述的系统研究以来,经历了几乎整整一个世纪,由于 Navier,Poisson,Saint-Vnent 以及 Stokes 等研究者的共同努力,于 1845 年提出了一个可以用于“实际”流体运动分析的动力学方程,这个方程即为现代物理学中具有重大影响的 Navier-Stokes 方程。

其间,流体力学的研究又取得了持续的蓬勃发展,相应获得许许多多的重大研究结果。在后续的差不多两个世纪之中,Navier-Stokes 方程一直被视为整个现代流体力学体系的唯一基础。然而,完全不可思议乃至从来没有认真考虑过的问题在于:人们至今不知道这个方程得以存在的逻辑前提、有限论域以及有限真实性等基本问题。本质上,与现代自然科学体系普遍存在的一种简单形而上学思潮一致,正如一个世纪来量子力学研究者并不真正知道量子力学所描述的物质对象到底是什么的问题一样,人们同样无法回答 Navier-Stokes 方程所描述的理想化物质对象到底是什么,以及如何对这个特定物质对象加以理想化认定的问题。

其实,本质上正因为一系列前提性问题没有真正得到解决,面对逾世纪“湍流”困惑的严峻挑战,现代科学世界显得如此无能为力。

2.3.1 流体力学一般概念

人们毫不讳言,现代流体力学的构造,是凭借和依赖固体力学中的许多概念和形式表述模仿而得。当然,由于忽略对物质对象自身所作前提性抽象认定,必然导致相应形式系统基本概念的紊乱和需要重新严谨化的问题。

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
物质导数算子	形式定义	$\frac{D}{Dt} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + \boldsymbol{u} \cdot \nabla \leftrightarrow$ $\frac{Df}{Dt} \equiv \lim_{\partial t \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \boldsymbol{x}}{\partial t} \cdot \nabla f + \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial f}{\partial t} \right) \bigg _{\boldsymbol{X}(\boldsymbol{x},t)} = \boldsymbol{u} \cdot \nabla f + \frac{\partial f}{\partial t}$ 根据“条件偏导数”的存在性定理,对于物质导数形式定义中的“条件”方程,即定义于空间域和时间域之中的物质元标志 $\boldsymbol{X}(\boldsymbol{x},t)$ 必须满足连续性条件		自然科学体系中的任何一个形式系统必须定义在某一个特定理想化物质对象之上。当然,相容于“数学基础重新分析”所指出“形式系统存在性定理”,定义于确定物质元之上的物质导数,必须以物质元自身的前提性存在,或“可跟踪性”为必要前提。本质上,由于破坏了形式表述或者形式量的“逻辑主体”必须前提性存在的存在性定理,流体力学的基本理念陷入认识紊乱之中
	物理内涵	物质导数算子被定义为一个特定的映射。或者说,当物质导数算子作用在定义于空间任意一点 x 处物质元之上的任意一种物理量时,该映射的像表示该“特定物质元”上物理量在时间域中的变化率		
	存在条件	无条件存在。 或者说,在经典流体力学陈述中,从来没有考虑过物质导数的存在条件问题	条件存在: $\forall D/Dt, \exists (m_i \wedge m_j) \rightarrow (m_i \wedge m_j)$ 即,当且仅当流动过程中任意一物质元具有确定的“相邻性”结构,不与相邻流体集合出现交混,从而使物质元自身能够在“时间域”中持续存在,才谈得上定义于时间域中属于该特定物质对象的物理量的变化率	
	必要性	不可缺省。必须依赖于物质导数算子的无条件存在,才可能构造 Newton 力学定律需要的关系 $D\boldsymbol{u}/Dt \sim f$ 从而构造流体力学中普遍存在的物质描述	作为一种前提性概念,物质导数的引入并不必要。而且,流动中流体几乎总处于“整体”或者“局部域”的交混之中,因此,经典流体力学关于物质导数所作的习惯定义并不普遍真实。当然,这逻辑地预示人们:需要重新寻找构造流体力学一般方法的方法	
流体应力张量	一般形式表述	Lamb 表述: $\boldsymbol{\Pi} = (-p + \lambda \nabla \cdot \boldsymbol{u}) \boldsymbol{I} + 2\mu \boldsymbol{D}; \boldsymbol{D} = (\nabla \boldsymbol{u} + \boldsymbol{u} \nabla)/2$	由于宏观物质本质上属于“粒子”集合,整个宏观力学中的应力张量仅仅具有形式意义。对于“均匀”流场,形式上大概存在如下所示的应力张量 $\boldsymbol{\Pi} = (-p + \lambda \nabla \cdot \boldsymbol{u}) \boldsymbol{I} + \mu \nabla \boldsymbol{u}$	其实,对于整个宏观力学而言,如何恰当认识应力张量的问题都属于一种前提性的概念: 首先,由于宏观物质本质上属于粒子集合,粒子仅仅承受“有心力”,因此,原则上讲,不存在以“受力面”为逻辑前提的应力张量概念; 事实上,当且仅当形式系统引入与“单元体
		Reiner 表述: $\boldsymbol{\Pi} = (-p + \lambda \nabla \cdot \boldsymbol{u}) \boldsymbol{I} + \mu \boldsymbol{D}; \boldsymbol{D} = (\nabla \boldsymbol{u} + \boldsymbol{u} \nabla)/2$		
		Stokes 表述: $\boldsymbol{\Pi} = (-p + \mu' \nabla \cdot \boldsymbol{u}) \boldsymbol{I} + 2\mu (\boldsymbol{D} - \nabla \cdot \boldsymbol{u} \boldsymbol{I}/3)$		
	表面力净效果	$\nabla \cdot \boldsymbol{\Pi} = -\nabla p + (\lambda + \mu) \nabla \nabla \cdot \boldsymbol{u} + \mu \nabla^2 \boldsymbol{u}$	$\nabla \cdot \boldsymbol{\Pi} = -\nabla p + \lambda \nabla \nabla \cdot \boldsymbol{u} + \mu \nabla^2 \boldsymbol{u}$	

(续表)

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
流体应力张量	相容性	在不同形式表述之间,几乎到处存在逻辑不相容的问题	明确指出应力张量在内的所有形式量仅仅具有有限真实性,但是,却正因为此,保持严格的逻辑相容性	积元”对应的物质元时,那么,限定在这个特定的形式系统之中,存在应力张量以及进一步导得的应力矢量概念。因此,必须自觉意识到,应力张量只具有形式意义;仅仅意识到应力张量的形式意义还远远不够,应力张量的 Lamb 表述本原于弹性力学中的 Hook 定律,不能将应用于一般弹性体之上的经验方程变成一种过分简单的形而上学,无视不同应力表述的存在前提;流场中的应力被定义为泛函具有根本意义
	对称性	作为 Cauchy 第二应力定理的必然推论,需要恒满足对称性条件 $\boldsymbol{\Pi} = \boldsymbol{\Pi}^T$	无需,且一般情况下不满足对称性条件,即 $\boldsymbol{\Pi} \neq \boldsymbol{\Pi}^T$	
	应力极限	原则上,允许存在“无限大”应力张量 $\exists \boldsymbol{\Pi}: \boldsymbol{\Pi} \rightarrow \infty$ 或者说,应力张量的范数可以随着变形愈益剧烈而趋于无限	只允许存在“有限”大小的应力张量。等价地说,流场中任意一点处应力张量的范数必须恒小于某一个确定值 $\forall \boldsymbol{\Pi}: \boldsymbol{\Pi} < \text{const.}$ 一旦超越这个限制,本质上作为粒子集合的流体不再具有“宏观物质”的特征	
	物理属性	与弹性力学中的弹性模量相仿,往往被视为宏观物质的“物性参数”	不属于流体的物性参数。原则上,应力张量上应该被定义为流场运动学分布的泛函 $\boldsymbol{\Pi}; \boldsymbol{\Pi} = \boldsymbol{\Pi}(u)$ 流体的物理属性是泛函定义式中的参数	
	测试方法	针对“流体”自身所作的静态测试	测试流场的“场分布”,进而根据不同应力张量模型,由数值分析反求相关参数	
	存在条件	与经典理论的习惯做法一致,几乎从来没有考虑过存在条件的问题	不同应力模型,仅存在于具有不同特征状态的流场之中	
Reynolds 数		在不考虑其他力的时候,无量纲数 $Re \approx (u \Delta l) / \nu$ 表示惯性力与粘性力之比	如果与粘性力的动量输运机制保持一致,则无量纲的 Re 数所本质表现的仍然只是一种“分布”,即 $Re(x) = (\Delta l_{\max} / \Delta l_{\min})^2$ 即:对于流场同一点处不同方向上出现相同速度变化时,与其对应的最大和最小特征长度的差异。成为对流场不均匀程度的一种描述	对于一切物体,一旦引入“惯性力”,所有的力必然处于平衡之中。不考虑其他力时,惯性力恒与粘性力相当。如果 ν 表示并不存在的 Newton 粘性系数,则 Re 相应为惯性力和粘性力“能力”之比

2.3.2 流体力学动力学方程序列

原则上讲,模仿弹性力学动力学方程所构造的流体力学基本方程,即 Navier-Stokes 方程

仍然属于现代物理学通常所说的“第一性原理”范畴,因为同样存在并不知道该方程所描述的理想化物质对象到底是什么的问题,或者说,现代流体力学尚不能对这个理想化物质对象做出具有形式意义的明确认定。事实上,也正因为物质对象是什么的问题没有解决,不同经典表述之间蕴涵着矛盾。

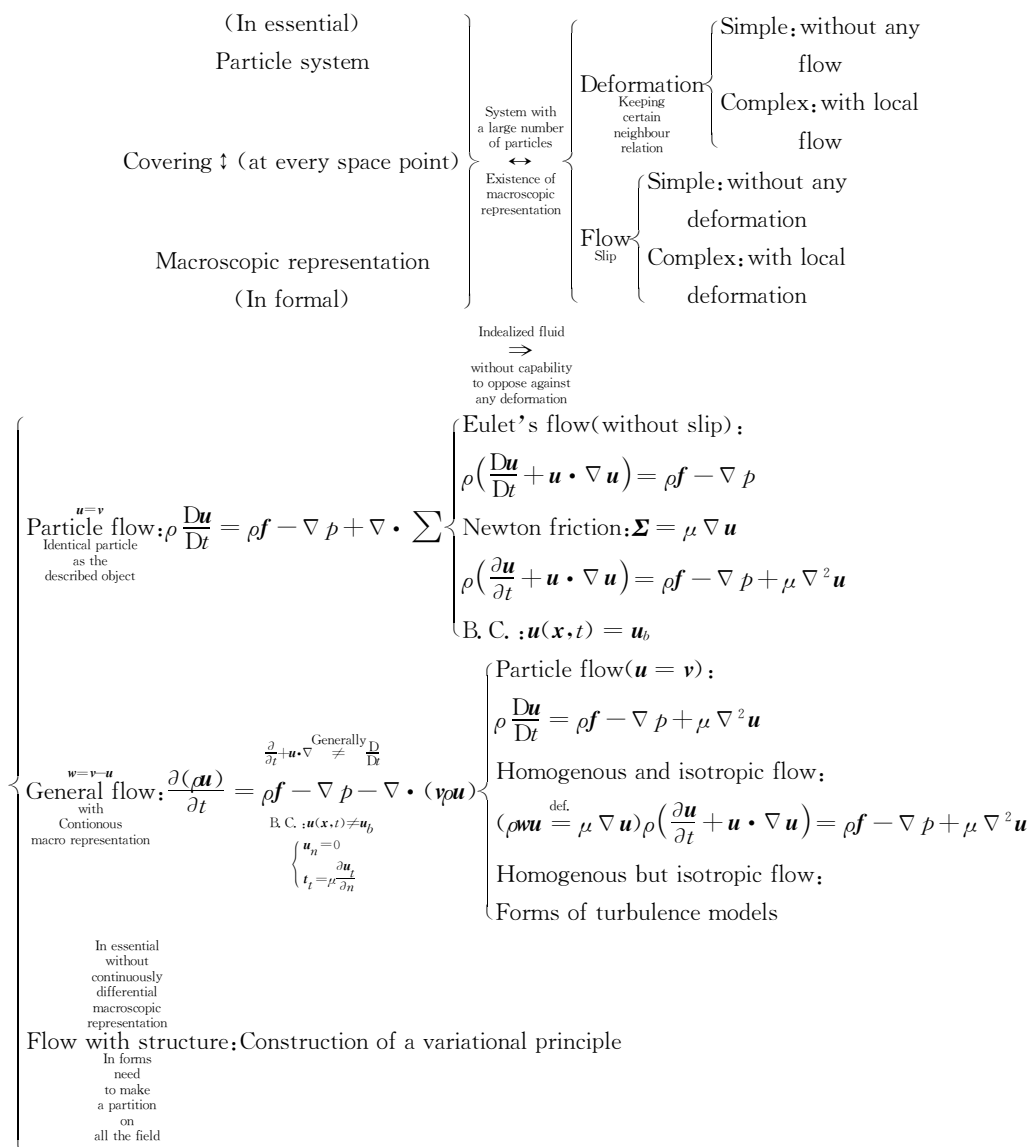
与其相反,以对流体所作理想化认定为基础构造的动力学方程,不仅能够对存在条件、确定论域和有限真实性做出明确界定,还能够根据对物质对象构造约束条件的不同,形成一个吻合演绎逻辑的动力学方程序列。

命 题	经典表述	重新构造	一般分析
动力学方程的一般表述	基于“物质元”前提存在而构造的“物质描述”形式,即 Navier-Stokes 方程 $\rho \frac{D\mathbf{u}}{Dt} = \mathbf{f} - \nabla p + \frac{1}{3}\mu \nabla \theta + \mu \nabla^2 \mathbf{u}$ 其中 $\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u}, \theta = \nabla \cdot \mathbf{u}$ 于是:一方面被视之作为一种“无条件”存在,并且,是表现流体“真实”运动的理论方程;另一方面,却需要继续补充做出人为假设,才可能得到吻合于实际使用的动力学方程	与物质元在时间域是否存在无关,覆盖“空间域”任意一点的单位体积元总有 $\frac{\partial(\rho \mathbf{u})}{\partial t} = \rho \mathbf{f} - \nabla \cdot (\rho \mathbf{v})$ 式中 $\mathbf{v}$ 由粒子“实际”运动速度延拓而得。进而有关于“统计”速度 $\mathbf{u}$ 的一般性方程 $\rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} \right) = \rho \mathbf{f} - \nabla p + \nabla \cdot \boldsymbol{\Sigma}$ 相应存在演绎结果 $\begin{cases} \mathbf{P} = -p\mathbf{I} = -\rho \mathbf{w} \mathbf{w} \\ \boldsymbol{\Sigma} = \mu \nabla \mathbf{u} = -\rho(\mathbf{w} \mathbf{u} + \mathbf{u} \mathbf{w}) \end{cases}$ 其中, $\mathbf{w} = \mathbf{v} - \mathbf{u}$, 表示粒子的无规运动速度,从而不仅与实际使用的动力学方程“自然”地保持严格同一,而且,还明确表示“表观粘性”应力张量的“动量输运”机制	经典 Navier-Stokes 方程在被无条件“真理化”的同时又不得不补充人为假设才吻合实际使用方程的事实本身,已充分说明建立在“形而上学”之上的经典陈述的无理性 与其相反,对于重新构造的动力学方程,由于建立在某种理想化物质对象之上,它明确告诉人们:只存在有限真实性。但是正因此,才可能与实际使用的动力学方程严格同一,而且所有形式量都被赋予确定的物质意义
动力学方程的构造基础	(1) 与每一空间点构成逻辑对应,宏观上无穷小、微观上充分大,并且,相互之间没有叠合的“物质元”在“时间域”中的持续存在; (2) 定义于其上的物质导数 $D/Dt = \partial/\partial t + \mathbf{u} \cdot \nabla$ 的无条件存在; (3) Newton 第二定律 $\mathbf{f} = D(\rho \mathbf{u})/Dt$ (4) 以弹性力学中应力张量的 Lamb 表述 $\boldsymbol{\Pi} = (-p + \lambda \nabla \cdot \mathbf{u})\mathbf{I} + 2\mu \mathbf{D}; \mathbf{D}$ 为基础,再推测它的具体表述形式	(1) 以本质上决定于“测量”精度,覆盖流场任意一点“单位”体积元 v 为特定对象,将该体积元中的粒子集合 $\{m_i\} \in v(\mathbf{x}), \mathbf{x} \in v(\mathbf{x})$ 作为理想化物质对象的“代表”; (2) 任意空间域粒子集合的动量方程 $\frac{\partial}{\partial t} \left(\sum_V m_i \mathbf{v} \right) = \sum_A m_i \mathbf{v}_i (\mathbf{v}_i \cdot \mathbf{n}_A) + \mathbf{f}$ 其中, A 为空间域 V 的封闭曲面; (3) 构造该体积域中粒子集合的宏观速度 $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) \sum m_i = \sum (m \mathbf{v}_i)$ 以及其他宏观物理量; (4) 与单位体积元上的表面力构成逻辑关联的应力张量,不再是一种形式上的“预”认定,只是上述动量方程的“自然”推论	两者存在根本差异: 经典表述中,物质元、物质导数与应力张量 Lamb 表述都不真正属于运动中流体,最终必然导致形式系统充满逻辑悖论; 以对物质对象理想化假设为基础重新构造形式系统才吻合于形式系统的存在性定理。注意到粒子集合仍属于“理想化”认定,由此不仅构造了必要的有限论域,还使被赋予明确物质内涵的形式系统完全服从演绎逻辑

(续表)

命 题	经典表述	重新构造	一般分析
方程的演绎结构	借助不同“关系式”认定而构造的形式系统必然蕴涵矛盾,无演绎逻辑可言	随着对物质对象不断补充理想化限制,整个形式系统处于严格的演绎逻辑结构之中	参见附图

附图:流体力学形式系统的演绎结构图



当然,关于流体力学动力学方程重新构造中的所有事实再次告诉人们:任何形式系统必须严格满足“存在性”基本定理,即首先需要对“形式量以及整个形式表述系统”的“逻辑主体”做出前提性的认定。否则,一旦违背这一定理,不仅导致数学基础中 Cantor 悖论等一系列的逻辑悖论永远无法解决,同时还将使得自然科学中的一切形式表述陷入前提性的逻辑混乱之中。

2.3.3 压力场歧义

压力属于经典热力学中的一个习惯性定义,其物理内涵在于:大数粒子集合中的“自由粒子(内运动)”对于边界构成的一种“碰撞”效应,或者,宏观物质集合对于“体积变化率”的一种反抗。其实,对于压力的两种物理解释彼此逻辑相容,但是并不完全同一,前者仅仅属于存在“自由运动”的气体。

对于流体力学的经典陈述,尽管也承认宏观物质本质上是大数粒子集合,但是由于完全建立在对若干公式的一种纯粹形而上学的认定之上,无力揭示形式系统的物质基础,也无力进而将形式表述与粒子运动构成逻辑关联,当然,对于本质上源于粒子运动的压力场的认识只能陷入混乱之中。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
物理内涵		在宏观力学中,通常总采用经典热力学定义压力的方法,即将其定义为作用在宏观物质单位面积上法向作用力 $p(x) = \lim_{\delta S \rightarrow 0} \frac{\delta F}{\delta S}; \delta F \perp \delta S$ 显然,该表述得以存在的基础仍然是宏观物质的连续介质模型。(注意,按此定义的气体压力,并不逻辑地隶属于自己,而只属于包裹它的固壁,即另一个独立存在的物质对象。)	需要更改为统计力学定义压力 p 的方式 $\begin{cases} p(x, n) = -n \cdot t = -m : \Pi \\ \Pi = -pI + \Sigma \end{cases}$ 其中, Π 为定义于空间域任意一点处的二阶应力张量,仅与覆盖该点的“单位体积元”构成逻辑关联,而 Σ 为该张量的偏斜分量 此时,整个形式表述只定义于空间域之中,与物质元是否恒定存在无关。因此,这是定义运动中宏观物质压力场的唯一恰当方法	关于压力的经典定义,本质上属于“表观”意义的认定,并且,必须建立在具有封闭表面的物质元之上。对于处于“宏观运动”过程中的“粒子”集合,通常并不存在恒定不变的物质元,使得经典热力学定义的压力并不总能够存在
基本特征和分析基础		从物理本质考虑,压力本质上表现为宏观物质的一种“物性”参数,或者说属于对“材料”或“流动工质”所作的一种纯粹“静态”分析的范畴。 与其对应,关于压力的形式表述仅仅是一种“唯象”表述,源于静态的,类似于材料的分析实验	根据宏观物质的“粒子”本质,宏观压力场仍然本质地源于粒子的动量传输特征。因此,对于“自由”粒子集合,仅仅是定义于这个粒子集合之上的一般性动力学方程 $\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} = -\nabla \cdot (\rho v v)$ 才可能成为构造压力场 p 的基础	任何有意义的物理学表述,原则上都可以最终归结为物质对象本身。当然,一旦能够对物质对象做出恰当的理想化认定,它将自然地提供构造物理学表述的可靠基础
运动中宏观物质压力场形式表述	气体	状态方程: $f(p, v, T) = 0$ 本质上渊源于经典热力学或者统计力学所提供的,不考虑粒子集合中粒子“外运动”的“静态”结果。因此,在理论上无力考虑运动中的两种不同宏观物质“表观压力”蕴涵的不同物理内涵	气体基本属于“自由”粒子集合,因此,气体集合“热力学”压力 p 的本质内涵为 $pI \approx \rho w w, (w = v - u)$ 相当于无规运动速度 w 的碰撞效应。由于 w 对应于粒子集合中的“内”运动,从而与经典热力学关于压力的物理内涵保持一致	宏观物质同属于粒子集合。因此,统计力学所描述的,表现为自由粒子无规运动的碰撞效应属于运动中流体压力的共同特征。但是,液体表观上不可压。或者说,流体中相邻粒子总存在某一个“特征”距离。任何改变这种特

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
运动中宏观物质压力场形式表述	液体	状态方程: $f(p, v, T) = 0$ 本质上渊源于经典热力学或者统计力学所提供的, 不考虑粒子集合中粒子“外运动”的“静态”结果。因此, 在理论上无力考虑运动中的两种不同宏观物质“表观压力”蕴涵的不同物理内涵	液体不是“自由”粒子集合, 因此 $p = p_w + p_{\partial v / \partial t}$ 即, 运动中“液体”集合的表观压力, 除了存在如上式所示无规运动 w 做出的贡献 p_w 以外, 还表现为对体积变化的强烈反抗	征距离的倾向, 都会遭受剧烈的反抗

2.3.4 不可压缩流流场

不可压缩流属于经典流体力学中一个较为古典的命题。然而, 一些计算流体力学家往往指出: “不可压缩流的动力学问题, 表面上似乎是流体力学中较为简单的问题。事实上, 它的数学性质比可压缩的气动力学问题更为复杂, 属于一个极限问题。”其实, 不可压缩流流场的复杂性并不在数学方面, 仍然源于物质模型的失真。

命题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
形式定义		作为连续性方程的推论 $\frac{D\rho}{Dt} + \rho \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \xrightarrow{\rho \approx \text{const.}} \nabla \cdot \mathbf{u} = 0$ 于是, 在经典流体力学中, 不可压缩流严格对应于速度场散度恒为零	数学上, “零”被赋予特殊意义。一个充分小的量与零之间存在本质差异。因此 $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0 \xrightarrow{\rho \approx \text{const.}} \nabla \cdot \mathbf{u} = 0$ 其中, 0 仅表示小量, 仍然具有确定意义	对不可压缩流经典分析的重新思考再次说明: 在自然科学研究中, 如果将某一个特定形式的表述无条件化, 而不再考虑形式
基本方程组		根据不可压缩流定义, 存在 $\begin{cases} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u} \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \end{cases}$ 显然, 如果密度 ρ 被允许认定为常数, 压力 p 只能被视为一个“可调整量”以满足速度散度等于零的附加要求, 失去了原来的物理意义	不存在绝对不可压宏观物质, 因此 $\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \\ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u} \\ f(\rho, p, T) = 0 \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \end{cases}$ 其中, 定义于密度、密度的时间变化率和压力之间的函数 f 为它们的“动态”约束方程	表述所描述特定理想化物质对象自身的前提性定义, 以及相应构成的约束, 必然最终陷入逻辑和认识混乱之中: 1. 首先, 从物理理念考虑, 如果绝对不可压, 则意味宏观物质集合不具对外“做功”
不可压缩流存在条件		考虑到 $\frac{\partial \rho}{\rho} \approx \frac{u^2}{a^2} = (Ma)^2, \frac{\partial \rho}{\rho} \approx \frac{l_c^2}{t_c^2 a^2}$ 其中, a 和 Ma 分别为流体的声速和流场 Mach 数; 而 l_c 和 t_c 分别为流场的特征长度和特征时间, 于是 $Ma \ll 1, (l_c/t_c)/a \ll 1$ 通常被定义为不可压缩流两个并列的存在条件, 不再限定于液体	其实, 仅仅存在如下所示的逻辑推理 $Ma \ll 1, (l_c/t_c)/a \ll 1$ $\xrightarrow{\quad} \nabla \cdot \mathbf{u} = 0$ 也就是说, 根据经典不可压缩流条件, 可能导得的仅仅是速度场散度为小量的结果, 并不能改变不可压缩流经典表述中压力缺乏物理内涵的状况	本领, 因为破坏“状态公理”而成为无理陈述; 2. 压力和密度变化之间需要满足确定的约束条件。因此, 需要根据不同物质对象, 赋予这个确定关系以不同的物理内涵;

(续表)

命题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
压力场分析	可以证明,对于“气体”流场,由于压力与速度场散度之间能够大概满足线性关系,将压力视为散度场趋于零时的一个调整量恰恰可以成为一个合理假设。相反,对于表面上似乎更吻合“不可压”的液体,却因为对比容的任何微小变化都会引起压力的强烈非线性响应,经典陈述的不可压缩流无法刻画这种真实的物理机制而出现失真	显然,按照经典表述的基本方程 $\begin{cases} \partial \mathbf{u} / \partial t + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\nabla p / \rho + \nu \nabla^2 \mathbf{u} \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \end{cases}$ 所求速度场与真实分布只相差小量,却会引起“液体”压力场较大失真。于是,仍然归结为如何构造恰当的动态约束方程 $\nabla \cdot (\rho, \partial \rho / \partial t, p) = 0$ 如何为其赋予确切物理内涵的问题	3. 气体与直观意义上的不可压缩流假设相距更远。但是,正因为气体的明显可压缩性,反而使低速气流压力场更吻合经典表述的不可压缩流; 4. 液体对任何微小体积变化的强烈反抗属于一种物理真实,因此,不能回避如何对这种物理真实加以表述的问题; 5. 为液体压力场构造可靠物理模型,超越了经典的静态分析范畴,属于“动态”场反计算问题

2.3.5 湍流和伪 Reynolds 方程

自从 Reynolds 发现湍流的一个多世纪来,一方面湍流被定义为“无规则”流,另一方面却又在孜孜以求寻找着湍流运动的“规律”,于是,湍流研究从一开始就已经被前提性地置于永远无法成功的循环逻辑之中。

与此同时,对于那个缺乏理性基础,只不过采取模仿方式推测而得的,并且,在不同形式表述之间明显存在许多逻辑悖论的 Navier-Stokes 方程,人们从来没有认真探讨这个形式表述的“存在条件、逻辑前提、有限论域”,或者对其所描述的理想化物质对象如何予以形式界定等一系列前提性问题,却不可思议和过分幼稚地将这个形式表述界定为一种“无条件存在、绝对真实”的真理性表述,人们似乎可以从这个方程演绎推断出所期望了解的一切。作为一种过分简单的事实:对于一个恰当的逻辑推理过程,永远不可能展现比逻辑前提更多的任何东西。于是,以 Navier-Stokes 方程为唯一基础的湍流研究再次陷入前提性的认识混乱之中。

正因为此,Reynolds 从只表现相对较为简单运动现象的 Navier-Stokes 方程出发,希望仅仅借助于演绎逻辑就推导出一个能够描述更为复杂的现象,即湍流的动力学方程,自然成为一种过分奇怪的反常意识,他的“推导”以及那个所谓的湍流方程也自然充满逻辑悖论。

命题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
严格分层流和 Stokes 流动	与至今无法给予“湍流”以确定形式的定义保持一致,在至今的经典流体力学中,同样无力给予层流以具有确切形式意义的定义	需要满足特别的约束条件,否则不可能呈现严格分层流。但是,严格分层流毕竟是一种物理真实,特别在“流线坐标 η ”所张曲线坐标系 $\{\xi, \zeta, \eta\}$ 中存在形式定义	严格分层流是一种物理真实,于是需要也能够对其做出形式上的明确认定。但是,分层流以

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
严格分层流和 Stokes 流动	以《McGraw-Hill 物理百科全书》为例,层流被其称为“满足 Navier-Stokes 方程的粘性流体流线流”,与“湍流”不能直接为 Navier-Stokes 方程描述,而只能服从 Reynolds 方程形成一种大概的对应。 而在 Landau 的相关著述中,层流则直接被定义湍流的逆,当然,由于湍流的无定义,层流也没有定义。 因此,在经典流体力学中,关于层流所作的定义充其量只能属于一种“唯象”和“直觉”意义上的认定,当然,根本没有能力揭示 Navier-Stokes 方程实际蕴含的物理内涵	$\begin{cases} u_{\xi}=u_{\zeta}=0 \\ \partial(\rho u)/\partial\eta=0 \end{cases} \mapsto u=u(\xi,\zeta)。$ 对应于被赋予物质意义,实际上已被修正的 N-S 方程 $\rho(Du/Dt)=f-\nabla p+\mu\nabla^2 u$ 并且,仅仅在此时,式中的粘性系数 μ 为“物性”参数,符合 Newton 所赋予的物理内涵;所有流体粒子“同一”地处于相互滑移之中,承受完全相同的“摩擦”应力。 此外,还可以证明:将极慢 Stokes 流定义为严格层流的经典认定并不正确	及在此基础上的 Newton 粘性应力机制毕竟只属于“表观”意义认识,几乎不可能存在于“整个”流场。 另一方面,对于那个实际使用的 N-S 方程(不同于最初提出的表述),仍然像任何一个形式表述一样,仅仅适用于某些确定的理想化物质对象之上。正因为不知道这个方程真实描述的物质对象是什么,当然不仅不知道该方程中不同形式量的真实物理内涵,还不可能知道不同经典陈述之间为什么存在形形色色矛盾的原因
粒子流和广义层流		表观和直觉意义上的严格“分层流”几乎不存在。但是,从形式逻辑考虑,如果形式系统所描述的逻辑主体仍然是那些“离散流体粒子”自身,并且,所有粒子都在彼此滑移之中,则上述被赋予确定物质意义的动力学方程 $\rho(Du/Dt)=f-\nabla p+\mu\nabla^2 u$ 依然有效,而无需做出“严格分层”的限制。此时的流动可以被合理地称之为“粒子流”或者“广义层流”	
“细涡”和广义 N-S 方程		没有理由要求运动中所有流体粒子都处于相互滑移之中。或者说,为了更为有效地实现属于流体自己的运动,必然出现通常所说的“细涡”。但是,只要细涡的几何尺度远小于流场的空间表述精度,则仍然存在 $\rho[(\partial u/\partial t)+u\cdot\nabla u]=f-\nabla p+\mu\nabla^2 u$ ($\mu=\text{const.}$) 其中,μ 为表现整个流场宏观动量输运效应的常数,与实际使用的 N-S 方程一致,将其称之为广义 N-S 方程	
“涡”和 Euler 方程	物理机制	在现代流体力学的湍流研究中,往往会将湍流和形形色色“涡”构成一种逻辑关联。但是,由于并没有真正形成理性认识,懂得流场为什么总存在“自发构造涡”的物理机制,同时,也由于经典理论都不懂得如何对“变形”和“流动”加以形式区分的前提 宏观物质本质上属于离散的粒子集合;但是,宏观物质的粒子本质并不逻辑地意味着每一个单独的流体粒子必须成为形式系统的逻辑主体,或者说,所有的流体粒子都服从人为构造的形式表述,承受形式系统所描述的物理作用。可以理性地确信:为了且仅仅为了更为有效地实现属于流体自身的运动,运动中流体具有一种“自组织”倾向,以尽可能减少功率的耗损	人们不难发现在经典理论和重新构造的形式表述存在哲学理念上的重大分歧,这就是:经典理论在放弃逻辑严谨性,容忍形形色色矛盾存在的同时,却将某一个形式系统予以无条

(续表)

命 题	经典表述		修正结果或解释	一般分析
“涡”和 Euler 方程	物理机制	性认识困惑,也根本无力对“涡”这样的普遍物理真实做出具有形式意义的认定,仅仅局限于纯粹“表观、直觉”认识的范畴。	当然,对于理论物理普遍存在的“最小作用原理”本质蕴涵的“客观性”内涵,这又一次成为一个生动例证	件的真理化。当然,反过来,正因为这样一种简单意义上的形而上学,不能回答形式表述真实描述的物质对象到底是什么的前提性问题,经典理论必然陷入认识矛盾之中。 与经典理论的简单形而上学理念完全相反,修正表述首先总自觉承认任何形式表述只可能具有有限真实性,存在于某些特定的理想化物质对象之上。因此,对于被描述物质对象做出明确的形式认定成为系统分析的唯一基础,相应为形式表述自然地构造了有限论域。也正因为这种与“形式表述存在性”原理一致明确限定,所有的形式表述自然处于严格逻辑相容之中
	形式定义	也就是说,经典流体力学在无法回答到底什么是湍流的同时,也根本无法回答什么是“涡”的问题。这样,几乎与自然科学中所有暂时存在的认识困惑一样,经典意义的湍流研究再次陷入了认识的循环逻辑之中	因为宏观物质本质上是粒子集合,所以运动中的变形体完全可能出现“局部域流动”的复杂变形,即通常所说的“塑性”变形。同样,也仅仅由于宏观物质是粒子集合,不可能排斥运动中流体为了实现最有效运动这样一种自发趋势的作用下,相仿出现“局部域变形”的复杂流动现象。 因此,对于流场中的一种普遍真实:局部空间域和局部时间域中出现的“局部域变形”现象,即 $\left\{ \begin{array}{l} p_i \wedge p_j \xrightarrow{\delta t} p_i \wedge p_j \\ p_i \wedge p_j \xrightarrow{\delta t} p_i \wedge p_j \end{array} \right. \in v$ $v \subset V, \quad V \not\subset v$ 则将其称之为“涡”。其中, v 为整个流场 V 的一个真子域,该形式定义表示对应于时间间隔 δt ,作为局部“有序”粒子集合的涡在其中存在	
	动力学方程		根据涡实际存在的粒子结构形式,在涡得以存在的局部域中,不仅不存在直观意义上的 Newton 粘性应力,也不可能出现本质上表现粒子无规运动引起宏观动量输运的表观应力张量。并且,仍然由于此时粒子集合内蕴的有序特征,相应恒存在物质导数,这可以由一般性动力学方程演绎导出 $\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p$ 显然,该方程形式上全同于 Euler 最早给出的流体力学动力学方程。 可以确信,对于局部域中运动的有序粒子集合而言,通常的 Navier-Stokes 方程是一个粗糙的、不真实的表述,而 Euler 方程恰恰成为一种较为精确的形式表述	
Reynolds 方程	仅仅作作为 N-S 方程的一个逻辑推论,Reynolds 推得的湍流方程为 $\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u}$		该方程是一个完全错误的形式表述: 1. 首先,将 N-S 方程中的因变量,即速度 $\mathbf{u}$ 理解为流体运动的真实速度,属于一个前提性的认识不当。正如大量经验事实所表明,除了严格粒子流,一般 N-S	仅仅依靠形式逻辑,永远不可能揭示比形式表述自身蕴涵的更多内容。因此,期望从一个只

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
Reynolds 方程	$= f - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u} - \nabla \cdot (\mathbf{w}\mathbf{w})$ 其中, $\mathbf{w}$ 仍定义为无规速度, 由其诱导的应力称之为湍流应力	方程中的形式量 $\mathbf{u}$ 只具有统计平均意义。当然, Reynolds 构造的形式分解, 颠倒了这种物理真实, 其结果必然不当; 2. 如果将 Newton 所述的粘性应力视为一种附加的独立存在, 则由一般性动力学方程导得一个相关的形式表述 $\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = f - \frac{\nabla p}{\rho} + \nu \nabla^2 \mathbf{u} - \nabla \cdot (\mathbf{u}\mathbf{w} + \mathbf{w}\mathbf{u})$ 3. 将湍流附加应力仅仅归于无规运动速度, 无法反映流体真实运动的影响	能描述相对较为简单现象的 N-S 方程出发, 演绎推导一个用于描述更为复杂现象的方程, 违背了一般常识。当然, 无论其前提、过程以及结果必然充满悖论
湍流	湍流本质	应该说, 湍流只是对流体运动中普遍存在的复杂现象一种大概称谓。同时, 所谓的复杂性只本质地隶属于“主观意识”的范畴。流动复杂性本原于: 宏观物质的粒子本质与人们表现大数粒子运动时的有限能力之间的深刻矛盾。如果人们的确具备一种能力, 能够对运动中流体集合中的每一个流体粒子的行为做出跟踪性描述, 那么, 它依然大体服从经典的 Newton 力学体系, 无复杂性可言。相反, 如果只能借助于自由度数少得多的“宏观表象”对大数粒子的运动学行为做出一种“平均化”描述, 并且, 不同个别粒子所处不同“力学机制”的差异与人们期待的表述精度相比已经变得充分大, 而不允许予以忽略时, 或者说, 其物理真实超越了人们的有限表现能力, 于是出现了人们意识中的湍流。 其实, 对于流动现象能够做出某种“同一化”描述只是一种过分幼稚的期待, 更谈不上 Navier-Stokes 方程是否普遍真实这样一个同样过分幼稚的问题	其实, 从整个物质世界的角度考虑, “差异”的存在是永恒的, 也更为根本。只是人类永远不可能对大自然作完全真实的描述, 而只能对充满差异的大自然作出某种“单一化”的描述, 物质世界真实存在形形色色差异与这种有限能力的描述之间永恒存在的差异, 成为人们意识中的“复杂性”。 事实上, 除了相信那个自存的无尽物质世界必然以一种最有效形式实现属于自己的运动以外, 人类可能做出的只是对使用的概念、语言做出严格规范, 使得那个蕴涵于理想化物质对象自身的规律性处于逻辑相容之中。也只因为不同理想化物质对象的前提性限制, 自然科学能够逻辑相容
	基本特征	1. 对于运动中的流体集合, 如果流体粒子处于一种“整体无序”和“局部有序”并存状态, 示意表述为 $\begin{cases} p_i \wedge p_j \leftrightarrow p_i \wedge p_j; \text{ for the whole field } V \\ p_i \wedge p_j \rightarrow p_i \wedge p_j; \text{ some local domains } v \end{cases}$ 等价地说, 整个流场相应存在不同的力学机制; 2. 此时, 形式系统恒不封闭, 需要补充其他人为假设	

(续表)

命 题	经典表述		修正结果或解释	一般分析
湍流	湍流模型		即使像经典理论所述,将流场视为“均匀化”流场,不考虑不同局部域之间的差异,但是,包括“ $\epsilon\delta$ 模型” $\sum_{\text{turbulence}} = (\underline{uv} + \underline{vu}) = f(\xi, \delta)$ 在内所有湍流应力模型,都不符合通常所说的“各向同性”假设,而本质地表现了空间一点处不同空间方向上存在的不同力学响应特征	

2.3.6 Prandtl 边界层、复杂流动和复杂流动的多区模型

如果说只有根据宏观物质的“粒子”模型,通过粒子的不同相邻性结构形式地揭示“变形和流动”的本质差异,那么,仍然依赖于变形体和流体共同蕴涵的粒子本质,可以在变形运动和流动现象之间发现某些更为深刻的共性特征。

事实上,既然变形体可以在“整体变形运动”背景下出现局部域流动的“复杂变形”现象,当然,也同样允许流体在“整体流动”背景下出现局部域变形的“复杂流动”现象。并且可以确信,宏观物质之所以出现两种不同形式的复杂运动与研究者的主观意志完全无关,它们共同渊源于“最小作用原理”的驱使。从形式表述考虑,宏观物质的复杂变形分析和复杂流动分析,分别隶属于宏观物质运动“静态分析”和“动态分析”范畴,对应于“物质描述”和“空间描述”两种不同表现形式,以及各自与“最小能量原理”和“最小能量‘率’原理”构成逻辑关联。

这样,对于流体力学中通常所说的“湍流”模型,本质上是在流场“均匀性”假设前提下所构造的一种理想化模型,相应表现了流场任意“点”处力学响应隐含的“各向异性”特征。至于此处泛指“复杂”流动,本质上仍然属于一种理想化模型,成为对复杂流场空间域中“非均匀性”的一种刻画。但是,两种不同几何特征的复杂性,都共同渊源于流体的粒子本质。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
Prandtl 边界层和有限大“涡”	1904 年 Prandtl 提出边界层理论,是现代流体力学发展中的一个重大事件。只是由于 Prandtl 边界层理论的提出,才可能于 4 年后出现第一个表现粘性流动的 Blasius 无限长平板流的数值解。 对于 Prandtl 的边界层理论,边界层相对于主流区而存在。当古典意义的 Re 数足够大,流场便出现一个主流区,仅仅需要满足“无粘流”的 Euler 方程 $\frac{\partial \underline{u}}{\partial t} + \underline{u} \cdot \nabla \underline{u} = \underline{f} - \frac{\nabla p}{\rho}$	其实,Prandtl 边界层理论所说的主流区,就是“涡”,是剧烈流动的流体粒子集合中一个被赋予有序结构的子集合。只不过与一般的“涡”相比,流场的这个“局部有序”具有相当大的几何尺度,甚至能够达到与整个流场相当的程度。从物理本质考虑,剧烈流动流场中存在只满足 Euler 方程的主流区,不仅对自身隐含种种逻辑悖论的 N-S 方程就是流体力学普适方程经典结论再次构造逻辑否定,而且,它还再次展现这样一个基本事实:大自然不可能满足人们一种过分简单的意愿,会无条件地服从某一个人为构造的公式;相反,由于较大不平衡势驱使相应存在不同形式的运动时,自为的物质集合总会选择最有效的形式,实现属于自己的运动	现代流体力学中,似乎更愿意将工程师出身的 Prandtl 称为实验流体力学家。其实,无论研究者的研究背景有什么不同,都必须首先对经验事实表现高度的尊重。正因为尊重事实,Prandtl 才能够不在乎经典理论中所谓“连续性公理”等习惯认定,提出与其完全相悖的,诸如“速度间断”等具有重要意义的

(续表)

命题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
复杂流动的一般模型	而主流区以外的较小称为边界层,根据量纲分析,可以推得一个相对较为简单的动力学方程 $\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla^* \mathbf{u} = \mathbf{f} - \frac{\nabla^* p}{\rho} + \nu \nabla^{*2} \mathbf{u}$ 其中,在边界所张的曲面坐标系中,作为一种形式定义 $\nabla^* = \mathbf{e}_\xi \frac{\partial}{\partial \xi} + \mathbf{e}_\zeta \frac{\partial}{\partial \zeta}$ $\nabla^{*2} = \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2}$ 上述的动力学方程即为 Prandtl 边界层方程。 但是,至今的 Prandtl 边界层理论仅仅属于一种“唯象”意义上的初级理论,存在一系列没有解决的问题: 1. 在一个流场中,为什么会出现不同的局部域,相应需要遵循不同的动力学方程,其物理内涵是什么? 2. 相似于变形体分析中对“滑移面”的确定,如何对流场结构,即如何对不同流动局部域做出具有定量意义的划分? 3. 对于存在不同局部域的流场,如何相应构造与其对应的形式表述系统?	考虑到流场可能出现具有本质差异的不同局部域,相应构造一个具有一般意义的三区模型: 1. 一般连通域,服从通常的粒子-统计模型 $\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0 \\ \rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} \right) = \rho \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\Sigma} \\ \rho \left(\frac{\partial e}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla e \right) = \sum_i \nabla \cdot \mathbf{u} \quad x \in S_p \\ f(\rho, e, p) = 0 \\ \boldsymbol{\Sigma} = -p^* \mathbf{I} + \mu \nabla \mathbf{u} \\ \ \nabla \mathbf{u}\ \leq \text{const} \end{cases}$ 2. 局部有序域,服从 Euler 方程 $\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0 \\ \rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} \right) = \rho \mathbf{f} - \nabla p \quad x \in S_v \\ \rho \left(\frac{\partial e}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla e \right) = p \nabla \cdot \mathbf{u} \\ f(\rho, e, p) = 0 \end{cases}$ 3. 剧烈变化区,对应于 Prandtl 边界层 $\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0 \\ \rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}_t}{\partial t} + \mathbf{u}_t \cdot \nabla \mathbf{u}_t \right) = \rho \mathbf{f}_t - \nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{u} \\ \nabla = \mathbf{e}_\xi \frac{\partial}{\partial \xi} + \mathbf{e}_\zeta \frac{\partial}{\partial \zeta} \\ \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2}{\partial \zeta^2} \\ \rho \left(\frac{\partial e}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla e \right) = \sum_i \nabla \cdot \mathbf{u} \\ \ \nabla \mathbf{u}\ > \text{const} \end{cases}$	论断。 对于剧烈流动的流场,其中的“主流区”是一种“物质真实”。并且,在表现这样一种物质真实时,由于与 Euler 方程相差极大, N-S 方程自然成为虚假的形式表述,甚至不必考虑这个方程不同表述之间许多为人们熟知的矛盾。因此,将模仿固体力学而构造的 N-S 方程界定为研究流体运动基本规律的唯一基础,使得整个经典流体力学在哲学理念和形式逻辑两个方面都陷入前提性矛盾之中。 反过来,作为自然科学研究的一种共性特征,必须通过不同的物理现象,揭示隐含于这些物理学现象后面的理想化物质对象本身。这样,不仅使得人们的认识得以深刻,也可能使得对于不同物理现象的描述得到严格限制,从而保证逻辑相容
最小作用原理和变分原理		确定流场的结构,本质上归结为如何划分不同局部域的问题。根据最小作用原理,存在变分原理 $\begin{cases} \text{find: } v_i \quad i = 1, 2, \dots \\ \text{min: } \dot{w} \\ \text{s. t. : equations} \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} \dot{w} = \dot{w}_v + \dot{w}_{\partial v} \\ \dot{w}_v = \int_V \sum_i \nabla \cdot \mathbf{u} dV \\ \dot{w}_{\partial v} = \sum_n \oint_{\partial v} \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\Sigma} \cdot \mathbf{u} dA \end{array} \right.$	最小作用原理的普适性,不属于人为理念,恰恰是独立于人为意志的,“自存”物质世界“客观性”的充分表现

2.3.7 动力学边界条件的重新提出与绕流体最佳型线

在物理学中,“力”通常表示不同物体之间的一种作用。于是,只要存在两种彼此相邻的不

同物质对象,那么,无论它们之间的相互作用孰大孰小,甚至几乎接近于零,但是,由于只是表现和需要表现这样一种过分平凡的物理真实,动力学边界条件被自然地赋予了普适意义。至于力学分析中其他形式的边界条件,原则上总可以归结为一般动力学边界条件的不同特例。

在流体力学研究中,Stokes 曾经提出过动力学边界条件。但是,因为那个时代的研究者发现,如果按照动力学边界条件,相应的计算结果明显不符合 Poiseuille 流实验,所以差不多自从现代粘性流体力学诞生以来,人们通常所说的“无滑移边界条件”一直被界定为唯一恰当的边界条件表述方式。

但是,在否定动力学边界条件所具有“共性”特征的同时,经典流体力学却由此陷入了一种至今都没有发现的认识尴尬之中:作为严格“无滑移”边界条件的逻辑推论,流动中流体在流经任何一种固体壁面时,恒不存在“功”的消耗。毋庸置疑,这个推论明显违背一般常识。然而,却因为经典流体力学的这个反常认定处于不容否定位置之上,至今无法为“绕流体”的最佳型线做出具有形式意义的定义。与其对应,只允许凭借单纯的“风洞实验”分析,而无法应用流场的数值模拟为最佳型线的求解提供任何有意义的信息,甚至无法对“绕流体表面”大量真实存在“烧蚀”问题构造符合物理真实的物理模型。

命题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
动力学边界条件	保持力所示相互作用的连续性,仅仅是一种平凡认识。因此,在最初将粘性效应引入流体力学时,固壁上的动力学边界条件曾经成为一种自然的选择。于是 $\mu(\partial u_t/\partial n)=\beta u_t, \quad x\in b$ 成为人们对动力学边界条件做出的第一个形式认定,其中 β 即为 Stokes 称作固壁上的滑移系数。 如果将上述动力学边界条件应用于 Poiseuille 流动,相应存在如下速度分布 $u=\frac{(p_1-p_2)(a^2-r^2+2a\mu/\beta)}{4\mu l}$ 后继分析进而指出,当且仅当满足如下所示的不等式条件时 $a\mu\ll\beta\leftrightarrow\lambda\equiv\mu/\beta\ll a$ 上述速度分布才可能与实验结果保持一致。 但是,当时完成的实验表明,这个不等式条件不能满足。这样,历史上为人们第一次提出的动力学边界条件遭到了否定	既然力连续性条件属于普遍物理真实,流体力学同样不能违背该共性特征,根据边界上不同的具体情况,相应存在动力学边界条件的不同形式: 1. 第一类边界条件——“速度”边界条件 $u(x)=u_b, \quad x\in b$ 此处的 u_b 定义为边界速度分布,由测量而得,不再是恒量,并不构成对力连续性关系的否定; 2. 第二类边界条件——“力”边界条件仍然对应于运动中流体粒子动量输运效应 $n\cdot\Pi=t;\Pi=-pI-\rho(wu+uw), \quad x\in b$ 其中 t 为实测边界力矢量。假如可以形式地引入系数 μ,则存在等价表述 $\mu(\partial u/\partial n)=t+pn, \quad x\in b$ 即使考虑“外流”场,仍有部分边界对应于第一类边界条件,故而不会出现“不定”问题; 3. 第三类边界条件——“力学”关系式 $\mu(\partial u_t/\partial n)=\beta u_t, \quad x\in b$ 表观上与 Stokes 动力学边界条件似乎没有差别。但两者并不相同。除了仍然将系数形式地视为流场内部特征量以外,滑移系数 β 并不只决定于运动中流体,还依赖“固壁”自身物理性质; 4. 附加的“无渗透”边界条件 $u_n=n\cdot u=u_{b,n}, \quad x\in b$ 当然,无渗透条件本质上只与连续方程对应。	1. 对于任何一个合理的数学模型,其中的“泛定”微分方程,本质上与被描述理想化物质对象自身蕴涵抽象共性特征构成一种逻辑关联,而边界条件则逻辑地对应于不同的特定物质环境。于是,在一个完整的数学物理问题中,理想化物质对象内蕴的共性特征和不同物质环境赋予的个性特征才可能构成一个彼此逻辑相容的整体; 2. 显然,流体力学普适的黏附性边界条件失去边界条件应该具备的个性特征。可以相信,流体力学之所以会出现这样一种几乎明显的逻辑不当,主要原因在于流场内蕴特征的过度复杂,

(续表)

命题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
黏附性边界条件	被界定为流体运动的一种“共性”特征,即固壁上流体必须恒定满足“无滑移”边界条件 $u=u_0, \quad x \in b$ 人们指出,仅仅在此时,才可能与 Poiseuille 流动的实验结果,即如下所示速度分布 $u=(p_1-p_2)(a^2-r^2)/(4\mu l)$ 保持一致	不难发现黏附性边界条件经典陈述中的许多不当: 1. 即使对 Poiseuille 流动的理解吻合于经验事实,但是,任何成功个例远不足以构造一个一般性陈述; 2. 滑移系数 β 并不只决定于流体,还依赖于固壁的不同具体特性。由于没有意识到这一点,对于动力学边界条件的实验否定不具根本意义。其实,一旦意识到这一点,在 Poiseuille 流这样足够缓慢的流动中,可以相信流体粒子之间的粘性阻力大大小于流体与固壁之间的粘性阻力。于是,可以将 $\mu \ll \beta/a$ 视为一个大概合理的假设,从而仍然能够符合于经验事实; 3. 只要确认流体力学形式系统所定义的速度场只可能具有统计平均意义,那么,定义于固壁任意一点之上,作为覆盖该点有限体积域中粒子速度的平均量 $u(x) \sim \sum (m_i u_i) / \sum (m_i)$ 几乎“总”不等于零,从而违背无滑移条件; 4. 对于 Poiseuille 流动这样的简单流动,可以大概视之为一种纯粹的“粒子流”。也就是说,考虑到运动中所有流体粒子处于完全“平权”状态之中,可以将这些离散粒子定义为形式系统直接描述的对象。仅仅在此时,才可以直观地认为流体粒子黏附于固壁之上。但是,即使如此,黏附于固壁之上的流体粒子只能逻辑地归属于“固壁”,能够用作为定解条件,即对流体集合整个运动特征产生决定性影响的,只能是最“邻近”固壁那些流体粒子的运动学行为; 5. 由于赋予黏附性边界条件一种普适意义,成为运动中流体必须共同遵循的共性特征,而不能反映不同物质环境对于运动中产生的不同影响,从而对边界条件蕴涵的基本意义构成一种逻辑否定; 6. 当然,由于固壁上流体恒不出现相对运动,固壁与流体之间相应不存在任何“功量”的交流,这违背一般物理真实	以至于忽视了这样一个似乎过分简单的事实。当然,这种认识不当与现代自然科学研究中长期存在一种构造“普适真理”的潜意识也不无关系; 3. 变形体和流体同属于宏观物质,同样由离散粒子而构成。只不过前者具有确定的相邻性粒子结构,而后者无需满足这个附加条件,并且,流场中总需要存在局部域的滑移成为流动现象的特征表述。因此,既然固体力学中存在第一类、第二类定解条件,没有理由允许流体力学拒绝它们的合理存在。当然,在原则上,固体力学同样允许存在表现特定力学关系的第三类边界条件,只不过两个不同固体之间的接触状态过于复杂,使得这样的边界条件不具实际意义; 4. 如果不是经典黏附性边界条件给予人们根深蒂固的影响,运动中流体在包裹体它的固壁上展现并不同一的速度分布几乎是过分自然的事实。并且,可以基于这样一种物理真实计算功率耗损

(续表)

命题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
最佳型线的形式定义	由于固壁上流体恒不出现相对运动,相应不存在功率耗损,无力为绕流体最佳型线构造具体的形式定义,当然,也无法为最佳型线的设计提供计算模型	流体越过某一个物体的绕流运动,与绕流体在给定流场中的运动,本质上属于同一问题两种不同层面的表述。所谓绕流体的“最佳型线”问题,就是希望寻找一个恰当的边界曲面,使其消耗功率最小的问题,即 $\min; dW/dt$ 根据动力学边界条件,边界上功率消耗的形式表述为 $dW/dt = \int_{\partial V} \mathbf{u} \cdot \mathbf{t} dA$ 原则上,流场中流体的动力消耗总包含于边界消耗之中。于是,除了依然通过实验对绕流体的动力学性能作出大概的判断,还可以根据流场数值模拟计算绕流体功率消耗,对绕流体最佳型线做出定量描述	在自然科学研究中,提出逻辑自洽性原则,其目的无非在于尽可能保证物理学模型与这个模型所表现的物理真实更为一致。显然,一旦实现这样的目标,那么,对于这个能够与理想化物质对象一致,同时保证不同相关物理学陈述严格逻辑相容的形式系统,一定会被赋予一系列具体的工程应用价值
最佳型线变分问题的构造		相应存在如下变分问题所构造的优化模型: find; type-line $\min; dW/dt$ s. t. fundamental equation set of fluid dynamics 这样,与绕流体最佳动力学性能的“实验研究”互为补充的优化分析,不仅能够在理论上提供较大的寻优空间,同时也可望降低分析成本	

2.3.8 “涡动力学”

在流体力学大体系中,经典涡动力学所展示的是这样一个基本命题:期望回避直接求解较为复杂的速度场,代之以首先求解速度场的散度和涡量分布,继而再通过演绎推理的方式反求由散度和涡量所唯一确定的速度场。

其实,流体力学的复杂性根本渊源于被描述物质对象自身蕴涵的复杂性。形式逻辑本身不可能向人们提供任何真理。同样,凭借形式表述的变化改变流场自身复杂性的愿望永远无法实现。因此,就其本质而言,涡动力学只能归类为纯粹“演绎逻辑”的范畴,甚至由于无法对“涡(vortex)”、“涡量(vorticity)”、“散度”等基本概念的物理内涵做出严格界定,只能被视为应用于某些特定场合下的一种“计算技巧”。

或者说,正因为一系列前提性概念的认识不当,以及若干相关的数学基础问题没有得到解决,远不仅仅存在所谓“体系不封闭”对涡动力学理论长期构成的困扰,其实,这个经典陈述系统中的概念、形式表述以及结论几乎到处都隐含着逻辑悖论,充其量只属于对于复杂流动现象一种“直觉”意义上的“表现”认识。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
本构关系以及 Helmholtz 分解		对于如下所述“本构关系”的无条件确认是构造涡动力学的认识基础之一 $\boldsymbol{\Pi}_{ij} + \rho I_{ij} = \mu_{ijkl} D_{kl}$ 表现应力张量 $\boldsymbol{\Pi}$ 和变形率张量 $\boldsymbol{D}$ 之间的关系。 (如果注意到用以定义各向同性线性映射的 4 阶张量 μ 恒不能表示为独立于坐标系的整体形式, 这个经典认定在形式逻辑上也必然存在不当。)	流体不具有真正属于自己的构形, 相应不存在变形或者变形率张量。更何况运动中流体几乎总处于相互交混之中, 具有确定物质内涵的物质元都不存在, 无本构关系可言。 根据覆盖流场任意一点的体积元的动量方程, 导得只具有形式意义的应力张量 $\boldsymbol{\Pi} = \mu \nabla \mathbf{u} \leftrightarrow \nabla (\mathbf{u} \mathbf{w} + \mathbf{w} \mathbf{u})$ 本质上表示无关速度 $\mathbf{w}$ 反抗宏观整体运动的一种自均匀能力	此处涉及涡动力学基本概念的三个命题, 必须首先以“物质描述”的前提存在而存在, 然而几乎所有真实流动都不满足这个必要的逻辑前提。但是, 即使不这个逻辑前提的问题, 从纯粹演绎逻辑的角度考虑, 经典陈述仍然存在太多数学推导不当的问题;
		根据向量场的 Helmholtz 形式分解 $\mathbf{u} = \mathbf{u}_0 + \boldsymbol{\Omega} \times \delta \mathbf{x} + \boldsymbol{D} \cdot \delta \mathbf{x}$ 将流体物质元的运动分解为平移、转动和变形三个独立部分	即使不考虑物质元是否持续存在的问题, 引入物质元的目的仅在于构造一个“均匀化”的物质对象, 以便与某一个物理学定律构成逻辑关联。因此, 将属于整个流场的形式分解置于物质元之上, 并且, 赋予流体物质元不具备的物理内涵完全不当	1. 流体只具有体积而没有构形, 因此, 不能简单照搬固体力学中的经验方程; 2. 作为一种特定的形式表述, 张量的本质意义在于完全独立于坐标系, 从而具有与人为意志无关的一种客观性。反过来, 任何客观性陈述必须可以借助于张量表述; 3. 出现于张量的微分运算中的“旋度算子: $\nabla \times$”并不属于“不变量”算子, 因为“叉乘算子”无法刻画坐标系“非正交变换(如仿射变换)”相应出现的附加影响, 运算中必须代之以 3 阶的 Ed-dington 张量, 以真正保证张量关系式独立于坐标系的基本性质。较为严格和系统的张量分析仅出现在 20 世纪, 因此, 对于 Cauchy 那个时代的研究者, 根本不可能形成正确认识
物质涡 Cauchy & Truesdell	形式定义	由于确信物质描述比空间描述具有更为丰富的物理内涵, 故而引入由物质梯度算子 ∇_m 定义的物质涡, 其与空间涡 ω 以及变形张量 $\mathbf{F}$ 存在如下关系: $\boldsymbol{\Omega} = J \omega \cdot \mathbf{F}^{-1},$ $J \equiv \det \mathbf{F} = \partial x^i / \partial X^j $ J 为张量 $\mathbf{F}$ 所诱导的 Jacobi 行列式	作为不变量算子, 两种梯度算子恒存在 $\nabla_m = (\partial \mathbf{x} / \partial \mathbf{X}) \cdot (\partial / \partial \mathbf{x}) = \mathbf{F} \cdot \nabla$ $\nabla = \mathbf{F}^{-1} \cdot \nabla_m$ 因此, 数学上保持逻辑相容的表述只能是 $\boldsymbol{\Omega} = \omega \cdot \mathbf{F}^{-1}$ 张量独立于坐标系选择, 故而任意仿射变换的 Jacobi 行列式自然蕴含于张量运算之中	
	变化率	$\dot{\boldsymbol{\Omega}} = \dot{\nabla} \times \dot{\mathbf{a}}, \quad \dot{\nabla} \equiv \nabla_m$	$\dot{\boldsymbol{\Omega}} = -\boldsymbol{\Omega} \frac{J}{J} + \dot{\nabla} \times \dot{\mathbf{a}}$	
	基本涡量公式	$\begin{cases} \boldsymbol{\Omega} = \omega_0 + \int_0^t \dot{\nabla} \times \dot{\mathbf{a}} dt \\ \omega = \frac{1}{J} \left[\omega_0 + \int_0^t [(\dot{\nabla} \times \dot{\mathbf{a}}) \cdot \mathbf{F} dt] \right] \end{cases}$	$\begin{cases} \boldsymbol{\Omega} = \omega_0 + \int_0^t \left(-\frac{J}{J} \boldsymbol{\Omega} + \dot{\nabla} \times \dot{\mathbf{a}} \right) dt \\ \omega = \left[\omega_0 + \int_0^t \left(-\frac{J}{J} \boldsymbol{\Omega} + \dot{\nabla} \times \dot{\mathbf{a}} \right) \cdot \mathbf{F} dt \right] \end{cases}$	

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
涡量 (Vorticity) 输运方程	从空间涡量 ω 的物质表述出发,不能演绎推导那个涡量物质导数的空间表述 $\frac{D\omega}{Dt} = \omega \nabla \cdot \mathbf{u} + \nabla \times \mathbf{a} + \omega \cdot \nabla \mathbf{u}$	空间涡量 ω 的两种表述严格逻辑相容,即 $\left. \begin{aligned} \frac{D\omega}{Dt} &= \frac{\partial}{\partial t} (\boldsymbol{\Omega} \cdot \mathbf{F}) \Big _x \\ &\mapsto \\ \frac{D\omega}{Dt} &= \omega \nabla \cdot \mathbf{u} + \nabla \times \mathbf{a} + \omega \cdot \nabla \mathbf{u} \end{aligned} \right _x$	
唯一性定理	从相关齐次问题的恒为零条件出发,推得如下所述的边界法向分量 $\mathbf{n} \cdot \mathbf{u}(x) = u_n, \quad x \in b$ 即必须以此作为解的唯一性条件	可以构造不同形式的齐次模型,在所有不同形式齐次模型中,只有边界上的切向分量才可能成为共同遵循的唯一性条件,即 $\mathbf{n} \times \mathbf{u}(x) = \mathbf{n} \times \mathbf{u}_b, \quad x \in b$ 并且,吻合于相关的积分表述	其实,存在于整个涡量运动学经典分析,以形式系统理论上不具封闭性为核心的一系列问题都本原地归结为“形式逻辑”或者纯粹数学推导方面的问题。
涡量力学的封闭性	由散度和涡量表述原速度场的逆问题,必须保证边界上的速度全连续性条件,从而与上述定解条件相悖,使得整个涡动力学出现形式不封闭的问题	当确认给定的散度和涡量真实源于同一个速度场时,可证明全连续条件尽管并不必要,但是与切向边界条件严格逻辑相容,即 $\mathbf{n} \times \mathbf{u}(x) = \mathbf{n} \times \mathbf{u}_b \leftrightarrow \mathbf{u}(x) = \mathbf{u}_b, \quad x \in b$ 于是,理论体系所谓不封闭问题并不存在	这些问题的存在再次告诫人们:不能回避数学问题本身的存在,如果将自然科学中的数学严谨性称之为自欺欺人才是真正的自欺欺人;
涡量运动学基本方程 (广义 Biot-Savart 公式)	涡量场的运动学分析,本质上就是如何用散度和旋度表述原速度场的问题。在经典理论中,存在如下的积分表述: $\begin{aligned} \omega \mathbf{u} &= \int_V (\theta \nabla E + \omega \times \nabla E) dV \\ &\quad - \oint_{\partial V} \left[(\mathbf{n} \times \mathbf{u}) \times \nabla E \right. \\ &\quad \left. + \mathbf{n} \cdot \mathbf{u} \nabla E \right] dA \end{aligned}$ 即通常所说的另一个广义 Biot-Savart 公式。显然,由于该积分表述不存在边界“多余”变量,充其量只能成为一个附加约束,无法构成求解速度场的边界积分方程。当然,这正是从来不能应用该方程求解速度场的缘故	与全连续性充分条件逻辑相容的积分表述 $\begin{aligned} \omega \mathbf{u} &= \int_V (\theta \nabla E + \omega \times \nabla E) dV \\ &\quad - \oint_{\partial V} \left[\phi \frac{\partial \nabla E}{\partial n} - \int \nabla E \right. \\ &\quad \left. + \mathbf{g} \times \nabla E \right. \\ &\quad \left. + (\mathbf{n} \times \boldsymbol{\Psi}) \cdot \nabla \nabla E \right] dA \end{aligned}$ (早已完成 2 维流场中与此相应的数值模拟) 与作为“必要充分”定解条件的切向边界条件直接对应的数学模型为 $\begin{cases} \mathbf{u} = -\nabla \phi + \nabla \times \boldsymbol{\Psi} \\ -\nabla^2 \phi = \nabla \cdot \mathbf{u} \\ \nabla \times \nabla \times \boldsymbol{\Psi} = \nabla \times \mathbf{u} \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \boldsymbol{\Psi} = \mathbf{n} \times \mathbf{u}_b \\ \phi = \text{const.} \end{cases}$ 及其相应构造的积分表述。(与其对应的数值模拟亦已完成)	当然,同样就数学本身而言,如果回避数学基础自身存在的一系列逻辑悖论,而习惯于在一个无可靠性而言的基础之上,心安理得地进行一种“漠视矛盾”的无穷推理,并且还总习惯于将这样一种凭借“局部演绎”推导得来结果的意义作为一种纯粹自欺欺人的无限扩大,只能成为对科学求实精神的严重背叛;对于某一个特定物理问题,其蕴含的复杂性仍然本质地决定于那个被描述的物质对象自身。尽管某一些运算技巧能够给人们带来方便,但是,不可

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
速度场分解 (Batchelor)	基于将一个较为复杂速度场的整体分解为若干分量场,继而分别求解这些较为简单分量场的愿望,构造如下所示的速度场形式分解: $\boldsymbol{u}=\boldsymbol{u}_P+\boldsymbol{u}_R+\boldsymbol{u}_H$ 其中: $\boldsymbol{u}_P:\nabla\cdot\boldsymbol{u}_P=\nabla\cdot\boldsymbol{u},\quad\nabla\times\boldsymbol{u}_P=\mathbf{0}$ $\boldsymbol{u}_R:\nabla\cdot\boldsymbol{u}_R=\mathbf{0},\quad\nabla\times\boldsymbol{u}_R=\nabla\times\boldsymbol{u}$ $\boldsymbol{u}_H:\nabla\cdot\boldsymbol{u}_H=\mathbf{0},\quad\nabla\times\boldsymbol{u}_H=\mathbf{0}$ 于是,可以分别将它们称之为流场的有势分量场、有旋分量场和调和分量场	对于任何合理的数学模型,泛定微分方程和边界上的定解条件对被描述的物理现象构成一个不可分割的整体。 因此,一方面,正如非齐次标量 Poisson 方程的相关分析曾经明确显示的那样,尽管可以将其变换为齐次形式,但由于重新表述边界条件的复杂化,并没有任何实质性的变化; 另一方面,随着泛定方程的形式分解,同样需要将作为整体而存在的边界条件做出形式分解,最终必然出现经典涡动力学分析至今无力解决的“超定”问题,使得整个形式系统重新面对理论上不封闭问题	能改变问题本身的复杂性。期待对作为整体问题的某一个局部做出分解而改变问题自身本质蕴含的复杂性,不仅表现为严格数学推理能力的贫乏,实际上也同样表现为哲学理念上一种过分幼稚和浮躁的心态
涡(vortex)及其稳定性分析	本质上由于并不知道什么是涡,或者说至今无法形式地定义涡,以涡为对象的现代流体力学研究自然前提性地陷入了循环逻辑之中	现代流体力学研究已经意识到“湍流和涡”之间必然隐含某种逻辑关联,但是对于涡的认识和与此相关的分析属于“直觉”认识的范畴,存在一系列前提性的认识悖论: 1. 虽然认识到“涡(vortex)”并不同于“涡量(vorticity)”,但是,依然没有认识到两者属于完全不同的概念,本质上没有任何逻辑关联。涡属于运动中流体集合一种特定“内蕴”结构,至于这个特定物质集合是否在“外在表现”显示某种旋转运动与其存在完全无关。而涡量只是旋度算子作用于速度场之上的一个“象”函数,同样与仅仅存在于“变形体”之上的旋转运动无关; 2. 如果说一些流体力学研究者曾经正确指出,将湍流研究形式地归结为稳定性研究之中属于无奈之举,因为人们并不知道什么是湍流,什么是涡,那么,一个更为根本的认识悖论还在于:即使直至失稳以前的研究准确无误,但是,由于湍流只与失稳以后的流体行为构成逻辑关联,稳定性研究仍然无法对湍流的行为特征做出任何有价值的描述; 3. 从物理本质和形式逻辑两方面考虑,归结为流体力学基本物质模型的失真,无法形式地表现涡的本质内涵	

[简单结论]

经典流体力学属于现代自然科学体系中一个历史较为悠久的古老分支,相应取得许许多多的重大研究结果。但是,并不能由于这些重大研究结果的成功,就断言整个理论体系的完全成功。人类的科学技术活动根本决定于实践,在创立经典流体力学理论体系的许多世纪以前,早已制造出船舶、成功构建水利工程、……。另一方面,认识的不断理性化,又必然会更有效地指导人们的工程实践,减小由于认识盲目性所引起科学研究的过大成本。事实上,理性认识湍流,重

新确认动力学边界条件,相应构造绕流体最佳型线的数学模型等等,都属于认识的一种进步。

从哲学根源和形式逻辑考虑,经典流体力学的问题仍然与数学基础中长期存在的逻辑悖论问题归于本质同一;它们共同违背了形式表述所必须共同遵循的“存在性”原则。当形式系统的逻辑主体无法得到前提性确认时,整个形式系统必然不可避免地陷入逻辑混乱之中。事实上,正因为依赖于模仿而构造的流体力学,存在物质模型上的失真,这个形式系统几乎不可能对流体运动的种种运动真实做出具有形式意义的区分和描述,当然只能陷入简单形而上学造成的认识混乱之中。

2.4 化学流体力学和燃烧理论

考虑到流体力学自身尚存在一系列没有解决的基本问题,作为流体力学一个特定应用分支的化学流体力学当然无完备可言。不过从化学流体力学自身考虑,由于普遍接受俄罗斯学者 Я. Зельдович 于 1948 年提出的,一个称之为“Zeldovich 变换”的形式变换,企图由此将有源方程形式地变换为无源方程,使得建立这个完全失真变换之上的整个形式表述系统处于前提性的失真之中。

与此同时,建立在化学反应“静态分析”基础之上与燃烧相关的许多基本概念,都存在如何与流场的“动态分析”保持一致,进一步严格化的问题。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
燃烧场无源变换的无理性与基本方程的重新构造	存在一个能够将有源方程无源化的形式变换被命名为 Zeldovich 变换; 对于一个存在化学反应的流场,通常使用的动力学微分方程组为 $\begin{cases} \rho u_j \frac{\partial m_i}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(D \rho \frac{\partial m_i}{\partial x_j} \right) - w_i \\ \rho u_j c_p \frac{\partial T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_j} \right) + W_s Q_s \\ \rho u_j \frac{\partial h}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) \end{cases}$ 引入如下定义的“综合函数”: $X = m_1 - m_2 / \beta$ $Z = c_p T + m_s Q_s$ 其中 β 为化学反应的化学当量比,可以构造一个形式上“无源”的微分方程组 $\begin{cases} \rho u_j \frac{\partial X}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(D \rho \frac{\partial X}{\partial x_j} \right) \\ \rho u_j c_p \frac{\partial Z}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda \frac{\partial Z}{\partial x_j} \right) \\ \rho u_j \frac{\partial h}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) \end{cases}$ 当将其用于燃烧射流时,计算	1. 注意到,所谓 Zeldovich 变换能够被实验证实,仅仅在于射流火焰锋面几何形状这一个特定方面,不具一般意义。事实上,已经在数学上做出分析;这个完全失真的形式变换为什么可能与真实火焰锋面吻合的原因; 2. 作为物理实在,源项的存在同样是一种真实。而在数学上,任何恒等变换不能将非齐次线性方程变换为齐次方程,同样,有源微分方程恒不等价于无源微分方程; 3. 但是,理论分析和经验事实都表明,燃烧反应仅仅在流场一个通常称之为火焰锋面的“狭小空间”中进行 Flame; $m_i / m_{ox} = \beta$ 火焰锋面以外,分别为“燃料”和“氧化物”分流场,满足混合物的一般动力学方程	在时间域能持续进行的气相燃烧过程总表现为某种“跃变”形式,即化学反应只发生在一个充分小的,以至于被视为“几何面”的小空间之中。于是,化学流体力学所研究的是存在“间断面”的流场,不满足微分方程得以存在的“连续可微”前提,而需要解决为火焰锋面所分割流场的耦合求解问题。 因此,仅凭借火焰锋面形状的表现一致性而提出 Zeldovich 变换,不仅出现了数学上不应有的疏忽,还完全违背了基本物理真实。 于是,对于目前具有相当影响,建立在这个

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
燃烧场 无源变 换的无 理性与 基本方 程的重 新构造		求得火焰锋面形状与实验得到的结果一致	从而在数学上出现一个耦合求解的问题; 4. 存在与化学反应速率有关的变分问题 $\begin{cases} \text{find; flame} \\ \text{min; area(flame)} \\ \omega = cm_i^{n_i} m_{\text{ox}}^{n_{\text{ox}}} \exp\left(\frac{-e}{RT}\right) \\ x \in \text{flame} \end{cases}$ 以表现大自然自身蕴含的“最有效”原则	形式表述基础之上的 Spalding 计算燃烧体系,自然只能成为一个完全错误的形式表述系统。 当然,如果注意到经典燃烧理论的基本方程组中甚至没有反映化学反应速率化学动力学方程,这样一种过分明显的反常也进一步说明整个经典理论必然隐含着认识不当
	火焰锋 面的形 式定义	根据 Zeldovich 变换,在火焰锋面处 $m_i = m_{\text{ox}} = 0$ 反应物的浓度恒为零 而按照经典的化学动力学理论,存在 $m_i / m_{\text{ox}} = \beta$ 即火焰锋面处满足化学当量比	持续燃烧属于一个“动态”过程。因此,在火焰锋面两侧,流入反应区两种反应物的流率应该满足化学当量比,即 $n \cdot (um)_i / n \cdot (um)_{\text{ox}} = \beta$ 以维持一个满足化学当量比的燃烧过程得以进行	1. 两种经典定义属于悖论性陈述; 2. 引入反应物浓度,对于陈述一个动态过程不具本质意义; 3. 作为间断面,焰面内真实的化学反应历程超越了此处的有限论域
化学动力 学方程和 焰面厚度 估算		只存在适用于化学反应“静态”分析中的经典 Arrhenius 定律: $m_f = cm_i^{n_1} m_{\text{ox}}^{n_2} \exp \frac{-e}{RT_f}$ 不可能对火焰锋面的厚度做出估算	静态 $m_i = c_s m_i^{n_1} m_{\text{ox}}^{n_2} \exp \frac{-e}{RT_f}$ 动态 $m_{i,n} = c_d m_i^{n_1} m_{\text{ox}}^{n_2} \exp \left(\frac{-e}{RT_f} \right)$ 焰面厚度估计 稳定燃烧时,流入焰面的反应物质量流应该与该局部域中由反应物浓度决定的速率对应,于是,可以做大概估算 $dA \cdot m_i \approx \delta \cdot dAm$ 右侧燃烧速率决定于 Arrhenius 定律	持续燃烧属于动态过程。因此,原则上需要由燃烧场计算,再反推着眼于“焰面”边界上的动态过程的化学动力学方程。 另一方面,如果假设燃烧域中的反应速率仍然满足静态的 Arrhenius 方程,那么,通过比较两类不同的方程,可以大概估算焰面的实际厚度
温度 场分 析	基本 方程	引入如下定义的化学焓 $h = \sum (c_{pi} T + m_i H_i)$ 相应存在场方程 $dh/dt = k \nabla^2 h / c_p$	仅仅在火焰锋面“两侧”仍存在无源温度场 $dh/dt = k \nabla^2 h / c_p$ 并且,两个温度场并不连续,分别满足彼此逻辑相容的第三类边界条件,吸收燃烧热	1. 引入化学焓分布取代温度场,意味着燃烧场的任何空间点都存在化学反应,违背了燃烧仅仅出现在火焰锋面的物理真实;

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
温度场分析	物理诠释	与引入无理的 Zeldovich 变换一致,引入化学焓的目的仍然 在于如何构造一个无源化的形式表述	化学反应只形式地出现于火焰锋面之上。因此,火焰锋面两侧仍然属于无源场。并且,需要反映该火焰锋面处 化学反应产生热量对整个温度场的影响	2. 存在化学反应的燃烧场,与其中的流体力学状态属于彼此逻辑关联动态变化着的整体。利用静态概念,分割这个整体总 将出现失真
	火焰温度	物性参数	火焰锋面处的温度不属于物性参数,而只是上述温度场定解问题的解,不仅决定于燃烧场的内部状况,还决定于燃烧场边界的“换热”状态	
着火判断	形式表述	某些计算燃烧学指出:点火的“一定时间”以后,如最高温度接近于绝热温度 $\exists x: T_{\max}(x) \rightarrow T_{\text{adia}}$ 则,点火成功	点火以后的“动态变化”过程中,燃烧场中最高温度一旦出现如下所示的临界点 $\partial T_{\max}(t)/\partial t > 0$ 则意味着该燃烧场点火获得成功。与其一致,边界上的一个必要并不充分的条件为 $\partial T(x,t)/\partial t > 0; \quad x \in b$ 当然,包括最高温度在内的温度分布本质上服从存在“点发热源”的能量方程	计算燃烧学重新构造的着火判据,本质上源于经典燃烧理论。它告诉人们:一旦燃烧场中的最高温度停止下降趋势,则必然表示点火成功,与该最高温度是否接近绝热火焰温度完全无关
	物理机制	源于火焰温度为“物性参数”思想。其实,绝热火焰温度为条件存在,而“一定时间”无从定义,即使出现高于绝热温度的温度,散热仍可导致点火失败		

2.5 固体力学

一旦认识到变形体和流体同属于大数粒子集合,只不过变形体中所有粒子需要保持确定性的相邻结构,而流体则无需满足这个必要条件。与此对应,运动中变形体具有反抗“变形”的应力机制,而运动中流体则表现为粒子无规则运动导致“宏观动量均匀化”的应力机制。并且,还可以根据变形体中真实存在“粒子结构”形式,对变形体应力张量的对于宏观变形的力学响应做出某种“细致化”的推测。

因此,除了应力张量的形式表述需要变化,对于变形体力学形式系统而言,本质上可以将其视为“条件压缩映射”作用于流体力学形式系统之上而得到的一个象。这样,两个不同的经典力学体系自然变得更为逻辑相容,互为补充地共存于一起。从另一个角度考虑,连续统力学根本无视物质对象的真实内涵,甚至无力区分变形和流动,却期望为整个宏观力学构造一个“大一统”形式表述,必然是对自然科学以“无矛盾性”为本质内涵的“统一、和谐”的根本否定。

当然,由于变形体中粒子满足确定性相邻结构的前提条件,每一个仍然需要与“单位体积元”构成逻辑对应,用以表现统计平均宏观特征的物质元,被自然地赋予了可跟踪性。这样,变形体宏观表象恒满足“物质描述”的逻辑前提,可以仅仅着眼于变形前后的最终结果进行纯粹的“静态”分析。

也正因为此,与流体力学相比,固体力学本质上要简单许多,下面只提出几个与经典表述存在不同理解或者解释的基础命题。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
变形体的物质模型		连续介质模型： 根据无穷集合任意子集仍然本质同一于原无穷集合的基本思想，每一个物质元仍然是隐含着“无穷粒子”的连续介质； 按照现代理性力学的理解（并不严格的微分几何），无穷多局部域 3 维 Euclid 子空间的并，只存在于 3 维流形之中	粒子统计模型： 变形体表观上似乎就是一个“连续体”。但是，任意多粒子永远无法拼凑出连续体，相反，连续体也永远切割不出粒子； 物质元只能与空间域中的体积元对应，表现该体积元中粒子的统计平均行为； 正因为粒子集合属于离散集合，才可能在真实存在的 R^3 中实现以改变“粒子距离”为本质内涵的变形运动	重复指出： 由于宏观物质动力学方程普遍存在的“非线性”特征，即使在 3 维流形之中，变形体也不可能出现表观变形运动。 并且，基于这样的前提性认定，可以对应应力张量的形式表述作细致化分析
动量矩定理的独立性		变形体存在独立的动量矩定理	独立的动量矩定理只属于“刚体”这样一个特定的理想化物质对象。 或者说，刚体的动量矩定理能够与粒子集合针对任意给定点的动量矩定理保持逻辑相容，但是，粒子集合的动量矩只是动量定理的重言式，不具独立意义。 同样，相洽于变形体的粒子本质，变形体的几何变形只具有“表象”意义，粒子的平移运动才是本质的。因此，变形体力学只存在具有独立意义的动量方程	形式表述的独立性同样具有前提性意义，并且，不同陈述之间的独立性往往成为形式表述保持逻辑相容的保证
协调性分析物理内涵的重新认识		被现代理性力学界定为一种几何性质。即对于经典表述的协调性条件 $\nabla \times \nabla u = \nabla \times E = 0 \quad x \in R^3$ 归结为 3 维流形 M^3 中存在几何构形 $\sum e \subset M^3, \forall e \subset r^3, r^3 \subset M^3$ 能够嵌入 3 维 Euclid 空间 $\sum e \subset R^3, \forall e \subset r^3, R^3 \subset M^3$ 的必要条件	即使从微分几何的角度考虑，经典陈述也完全不当。 事实上，协调性条件 $\nabla \times \nabla u = 0$ 属于也仅仅属于张量场的一种基本微分属性	这种认识不当源于 20 世纪物理学的几何化浪潮。事实上，如果无力解决数学基础的逻辑悖论，无视形式表述逻辑主体的存在前提，Hilbert 以随意主观认定为基础的公理化系统始终处于混乱之中
各向异性导热的边值问题	微分方程	通常总将导热系数张量 K 认定为常张量 $\rho c \partial T / \partial t = K : \nabla \nabla T + q$ 其中 q 对应于热源密度分布	考虑到各向异性体物性较大依赖于温度，因此 $\rho c \partial T / \partial t = K : \nabla \nabla T + \nabla \cdot K \cdot \nabla T + q = K : \nabla \nabla T + \nabla T \cdot (\partial K / \partial T) \cdot \nabla T + q$	此命题属于传热学所讨论的工程技术范畴，显然在理论上比较简单。但是，意识到“广义”边界条件的存在仍然具有普遍意义。此外，该命题也再次告诉人们：任何

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
各向异性导热 的边界问题	边界条件	$k_{\text{ref}}(\partial T/\partial n^*)=\alpha(T-T_i)$ 其中 $k_{\text{ref}}:k_{\text{ref}}\in(k_{11},k_{22},k_{33})$ $\partial T/\partial n^*=(\mathbf{K}\cdot\nabla T)/k_{\text{ref}}$ (属于一个明显的不对等关系式,且 n^* 不是几何参数。)	对于一般的二阶微分方程,相应有一个“广义”的一次关系式可用作定解条件,即 $\mathbf{n}\cdot\mathbf{K}\cdot\nabla T=\alpha(T-T_i)$ 其中 $\mathbf{n}$ 仍为边界的单位法向矢量,并且,仍然保持最初的物理内涵	数学上不当的表述,在相应物理内涵上几乎必然存在不当 ^①

[简单结论]

作为对整个经典力学一系列重大命题重新陈述的简单结语,仍然在于对科学陈述“无矛盾性”原则一种诚实、严肃和不懈追求。事实上,也只有努力揭示一切可能存在的矛盾,以保证科学陈述与其描述的理想化物质对象之间,以及不同科学陈述之间的严格逻辑相容,才可能对希望表现的物理真实相应做出尽可能真实的描述。

参考文献

[1] Parker S P. Encyclopedia of Physics, McGraw-Hill Comp. 1983

[2] 中国大百科全书编委会. 中国大百科全书. 物理学. 北京:中国大百科全书出版社,1987

[3] 中国大百科全书编委会. 中国大百科全书. 力学. 北京:中国大百科全书出版社,1985

[4] Eringen A C. Mechanics of Continua, Sec. Edi. Robert E. Krieger Publishing Company,1980

[5] 郭仲衡,梁浩云. 变形体非协调理论. 重庆:重庆出版社,1989

[6] 陈省身,陈维桓. 微分几何讲义. 北京:北京大学出版社,1983

[7] Lamb H. Hydrodynamics, Sixth Edition, Cambridge Press,1932

[8] Reichl L E. A modern course in statistical mechanics, University of Texas Press,1980

[9] 程心一. 计算流体力学——偏微分方程的数值解法. 北京:科学出版社,1984

[10] 窦国仁. 紊流(上册). 北京:人民教育出版社,1981

[11] 是勋刚. 湍流. 天津:天津大学出版社,1994

[12] Landau L D and Lifshitz E M, Mechanics, Sixth Edition, Course of theoretical physics, Vol. 1, 6, Oxford Boston,1999

[13] Batchelor G K, An introduction to fluid dynamics, Cambridge Univ. Press,1994

[14] 吴介之,马晖扬,周明德. 涡动力学引论. 北京:高等教育出版社,1993

[15] Forman A. Williams, Combustion Theory, The Fundamental Theory of Chemically Reacting Flow System, Second Edition, The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc. 1985

[16] 杨本洛. 流体运动经典分析. 北京:科学出版社,1996

[17] 杨本洛. 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. 上海:上海交通大学出版社,1998

^① 关于该问题的较具体的分析,请参见《计算物理(Vol. 15,1)》中由笔者及其他合作者所写的“各向异性刚体导热微分方程的一般表述”一文。此文没有列入笔者的相关著述之中。

- [18] 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
- [19] 杨本洛. 宏观物理学的哲学和数学反思(第 1 卷)·湍流及理论流体力学的理性重构. 上海: 上海交通大学出版社, 2003

3 热力学和统计力学

作为现代理论物理中最为古老的分支的热力学和统计力学,两个相辅相成的分支学科,通常被认为是从两个不同侧面,即所谓“宏观和微观”的角度分别对相同“热现象”加以描述。包括Einstein在内的许多现代研究者曾经一再强调,这样两个学科的共同特点在于它们的普适意义;尽管相关的基本假设十分简单,应用却十分广泛,本质上成为自然过程需要普遍遵循的基本原理。

但是,从20世纪50年代以J. Serrin为代表的一批研究者就开始了所谓的“热力学理性重建”工作,指出充满着神秘的热力学必然隐含的数学不严格问题。其实,能够直言热力学体系可能存在着逻辑问题应该是一件了不起的事情。不过,历时半个多世纪,热力学的理性重建工作至今并没有完成。与此同时,被视为统计力学基本结论的 Boltzmann 方程和作为其逻辑前提的 Liouville 方程之间的逻辑不相容问题,同样没有真正得到解决。

至于,那个曾经为 Prigogine 赢得 Nobel 奖的耗散结构理论以及他的许多陈述,则只能归结为一个完全错误的陈述系统。事实上,由于对热力学前提概念的不足缺乏理性思辨以及相关数学推导的不当,包括著名“最小熵产率”在内的差不多所有命题都充满逻辑悖论。当然,人们可以推测,或许这正是现代《McGraw-Hill 物理百科全书》根本没有理睬这个曾经坦言能够改变科学世界的陈述系统的缘故。

因此,热学理论同样面临如何进行历史性和全局性梳理的课题。而这个古老学科所面对的一系列逻辑不自洽问题,恰恰与人们对热学理论的期待相反,本质上仍然根源于现代自然科学体系共同存在的严重缺陷:总习惯于将形式系统的有限论域无限扩大,却对其描述的理想化物质对象,即形式系统的逻辑主体缺乏具有形式意义的明确限定。

3.1 经典热力学

至今的物理学理论总是根据“平衡态”这样一种称谓,将热力学区分为“平衡态热力学”和“非平衡态热力学”两个不同的热力学分支,或者相应将它们分别称为经典热力学和现代热力学。但是,如果稍加认真分析,人们就不难发现,根源于古典意义平衡态的概念只能被视之作为一种习惯性称谓,因为在现代热力学理论中恰恰缺乏关于平衡态的一个具有不变意义的严格定义。

于是,同样只作为一种习惯性的认定,对于此处所说的经典热力学,只能暂时被界定为以经典理论通常研究的“简单可压缩系统”为特定对象的一个形式系统。尽管这个特定物质对象似乎如此简单,但是,建立在这个简单物质对象之上的热力学系统仍然存在一系列的前提性认识不当或者逻辑悖论。

3.1.1 热力学系统和宏观表象

当热力学被确认为一种“普适真理”系统的时候,其实整个热力学形式系统赖以存在的宏观物质集合同样只属于一种“理想化”的认定,从而使这个形式系统与自然科学中的所有形式系统没有任何本质差异,仅仅具有“有限”论域,在若干特定“条件”下得以存在。当然,也正因为此,当人们熟知热力学仅仅具有“有限真实性”的时候,所有的这些特征才可能保持逻辑相容。

自建立经典热力学之初,将有限真实热力学体系无限真理化的简单形而上学,是导致热力

学充满神秘以及隐含种种认识悖论和数学混乱的哲学本原。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
热力学的有限论域	物质对象	由于热力学需要被视为一种“普适”真理,当然不可能对“有限论域”的问题进行讨论,相应地表现为: 1. 通常,热力学著述往往将其与 (10^{23}) 大数粒子集合关联,但是,物质世界的离散特征,决定了大数粒子集合成为无特定限制的一种“泛”定义; 2. 甚至,为了明确不受特定物质对象的限制,热力学又常常被定义为和物质冷热变化(热效应)有关的学科。这样,由于热效应缺乏前提性定义,相关认定再次陷入循环逻辑之中	1. 从物质真实考虑,作为热力学研究对象的宏观物质集合,必须与自然界中大量真实存在的粒子集合构成逻辑关联; 2. 从物理学表述考虑,宏观物质又属于一种人为构造的“理想化”认定,它并不简单同一于自然界中真实存在的粒子集合	除了个别数学推导细节上的差异,现代自然科学体系包括“何为惯性系、何为湍流、如何认识量子力学的研究对象”等在内,乃至数学基础一系列逻辑悖论的问题,它们在数学上都同样渊源于没有能够对“拥有”和“从属”两种完全不同的逻辑关联加以区分;而从哲学理念考虑,则同一地渊源于期望构造普适真理体系这样一个过分幼稚的愿望,而从来不认真考虑如何对形式系统做出前提性限制的问题。将非平衡态、弛豫过程以及热力学涨落这样一些热力学有限论域以外的物理真实引入热力学研究之中,相反,没有形成一种理性意识,作为一个有限真理体系,热力学根本无力描述“真实过程”,并且,对自身的统计特征构成逻辑否定。其实,这才是经典热力学充满为 J. Serrin 所说神秘性问题的本质。同样由于没有形成这种理性意识,他的热力学理性重建不可能成功
	存在条件		既然作为一种“理想化”认定,宏观物质只能条件存在。对于经典热力学体系而言,有 $\exists \{p_i\} : \{p_i\} \in m \rightarrow m \subset m_{\text{macro}}$ 它表示,当存在一组称之为热力学参量的物理量能够逻辑地“隶属”于一个本质上是粒子集合的物质对象 m ,并且,相应构成对其状态一种“形式上”完备描述的时候,该物质对象才可能成为热力学体系的研究对象,称之为宏观物质,而相应的热力学参量为该宏观物质的宏观表象。(至于现代热力学所讨论的宏观物质,则成为此定义的一种自然延伸。)	
宏观物质与宏观表象		两者同时无条件存在	宏观物质和宏观表象只能条件存在,而且,它们还必须严格遵守数学基础论述中所述形式系统的“存在性”原则 $\forall \{p_i\} \in m_{\text{macro}}, \bigcap \bar{\exists} m_{\text{macro}}, \mapsto \bar{\exists} \{p_i\}$ 即没有宏观物质的前提性存在,就无宏观表象可言	弛豫过程和涨落同样刻画了大数粒子系统的一种普遍真实,但两者都不属于“理想化”的热力学系统,对于这样物理真实的任何讨论都超越了热力学有限论域: $\left. \begin{matrix} \text{relaxation} \\ \text{fluctuation} \end{matrix} \right\} \notin D_{\text{thermodynamics}}$
弛豫过程与热力学涨落		当热力学系统处于非平衡态时,经过一定时间,变化到平衡态的过程称之为热力学系统的弛豫过程(relaxation)。当热力学系统中的粒子数较少,系统的热力学量随时间变化,与平均值发生的差异称之为涨落(fluctuation)		
物质环境的抽象认定		几乎与现代自然科学体系的其他分支一样,经典热力学中的物质环境可以被视为与物质对象本质上完全“无关”的另一个独立存在。为了这一目标,往往赋予边界以不同内涵的“隔离”特征。(其实,被隔离的不同宏观物质集合仍然对应于不同的理想化物质环境。)	在经典热力学中,为某一组热力学量集合所描述的热力学系统一旦得以确认,该热力学系统所处的“理想化”物质环境必须在仅仅相差“小量”意义上得以确定: $\forall \{p_i\} \in m \rightarrow \exists \{p_i + \delta p_i\} \in m_{\text{environment}} : \delta p_i \rightarrow 0$ 该物质环境只形式地与系统“边界”抽象对应,这种联系成为构造热力学方程的基础	物质世界永远属于一个不可分割、彼此作用和相互依存的整体。将物质对象孤立起来必然引起物理失真,还最终导致逻辑混乱

3.1.2 热力学第一定律及形式系统的自封闭性

至今的经验事实都表明:随着物质存在形式的不同,相应具有不同的运动形式,而不同物质的存在形式相互作用时,作为运动“强度”或者“能力”度量的“物质能量”可以相互转化,并且,在这样的转化过程中能够保持能量总量不变。

事实上,上述经验事实就是物理学通常所说的能量转换和守恒定律,相应构成热力学第一定律的全部内涵。可以证明,局限于经典热力学以内,整个陈述系统可能做出“形式表述”的全部物理真实,本质上仅仅隶属于热力学第一定律的范畴。对于人们通常所说热力学第二定律,则属于另一个“独立”和依然只能“条件存在”的物理学陈述,与经典热力学构造的形式系统原则上不存在逻辑关联。

进一步说,在对宏观物质的理想化存在做出前提性认定的条件之下,仅仅根据热力学第一定律,就可以构成一个形式上自封闭的表述系统。并且,仅仅于此,才可能摆脱经典热力学神秘性中必然隐含的种种逻辑不当,为正确理解热力学第二定律的物理内涵提供认识基础。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
热力学状态与能量方程	热力学状态 经典热力学中的状态只与热力学“平衡态”关联,界定为没有外界影响的条件下,宏观物质性质“长时间”不随时间变化的状态: Equilibrium state: $\begin{cases} \partial\{p_i\}/\partial t=0 \\ \text{no action} \end{cases}$	任何物质对象都存在于对其发生主要影响的特定物质环境之中。以否定外界影响为逻辑前提引入热力学平衡态,否定了一种基本物理真实,并且完全没有必要。局限于经典热力学论域,最多只需引入“静态”假设: Static state: $\partial\{p_i\}/\partial t=0$	尽管任何形式系统仅仅具有有限表现能力,或者说,只能依赖于对物质对象所作理想化认定的存在而存在。在经典热力学中,对于宏观物质所作的前提性认定就是:对宏观物质对象一种并不绝对真实的“均匀化”认定,表现其中许多粒子的统计平均行为;
	存在条件 $\begin{cases} T=T' \\ p=p' \\ \mu=\mu' \end{cases}$ 即经典热力学通常称作的“热、力、相”平衡条件	作为逻辑前提,热力学量定义于整个宏观物质集合之上,因此,“内”平衡条件成为“多余”的陈述。至于“外”平衡则完全不真实。事实上,限于“单元”系统的表述能力,无法对“真实”物质环境同时作形式表述,只能引入理想化物质环境,两者需满足 $\{\delta T, \delta p, \delta \mu\} \rightarrow 0$ 即,任意热力学量间的差异都足够小	指出形式系统只存在有限真实性并不是对物理真实的否定。而且,热力学描述的仍是处于物质环境作用下的宏观物质,而系统与外界差异“足够小”则依赖于表述精度;
	能量方程 以“不存在外界作用”为热力学描述的逻辑前提,相应不存在能量方程	在热力学态“充分小”邻域中,作为必要而非充分条件,系统仍需要满足能量方程: $dE=\delta Q-\delta W$ 能量变化与吸热和作功量处于平衡之中	在无穷夸大表述能力的同时,经典热力学却因为否定另一个与其发生热作用的物质实体的存在而陷入前提性矛盾之中
	物理特征 经典热力学引入的“平衡态”描述,属于“死态”、“孤立”的机械描述方法	吻合于为热力学所描述,构成宏观物质分子“热运动”为基础的物理真实。因此,对热力学“态”不仅不构成任何逻辑否定,而且与统计表述的“有限真实性”明确对应	

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
熵	引入方式	构造熵函数的全部基础是 Carnot 定理 $(Q_1 - Q_2)/Q_1 \leq (T_1 - T_2)/T_1$ 及由其而构造的 Clausius 不等式 $\int (\delta Q/T) \leq 0$ 由此,形式地引入借助不等式定义的熵 $dS \geq \delta Q/T$ (即使不考虑 Clausius 不等式与 Carnot 定理物理内涵的不一致,不能由积分关系推断被积函数遵循同样的关系。)	本质上,Carnot 定理刻画了某一“独立”物理真实,相应存在尚未为人们理性认识的逻辑前提。而作为表现宏观物质“完整”状态的熵,其引入与 Carnot 定理完全无关,仅仅决定于宏观物质与外界交换能量时存在两种“独立”形式。于是,形式上自然存在 $\delta W = p dV \leftrightarrow \delta Q = T dS$ 它们分别对应于做功和吸热这两种“独立”的能量传递的形式。其中,S 称之为熵	1. 在自然科学研究中,当借助于若干人为构造的概念,将形式系统与某特定的物质对象构成一种确定逻辑关联的时候,在形式上,所有概念,以及所有需要表现的物理真实都必须与形式量以及它们的组合构成确定的逻辑关联。并且,形式系统自身的完备性与其对于物理真实仅仅具有的有限表现能力,构成辩证统一。恰恰在这个前提性认识上,经典热力学出现了认识颠倒;
	确定性	不具物理学陈述必须具备的确定性。 并且,在现代自然科学陈述中,开创了借助于不等式定义物理量的不良先例	任何形式表述系统只具有有限真实性,但是,对于逻辑上完备的形式表述系统,其中所有形式量必须具有确定的形式意义	2. “吸热”现象属于热力学不能回避的基本物理实在,因此,在热力学有限论域中必须对这种基本物理实在做出形式描述,与独立的 Carnot 定理及其逻辑推论完全无关;
	物理内涵	尽管同样承认熵本质上反映了粒子系统的一种“平均化”程度,但是,因为熵必须通过不等式定义,所以通常被认定为“对具有特殊方向的自发过程进行定量研究”的基础。这样,如经典热力学“熵增原理”所说:对于处于绝热条件下的真实宏观物质,熵总处于增加状态之中。与其一致,作为不确定性量的熵,必然始终与“过程”构成逻辑关联	对于宏观物质的一个确定的热力学状态,熵同样必须是一个“不变”的状态量,成为对粒子系统的平均化程度的一种度量,与该物质对象未来可能如何变换没有任何关联。 并且,当宏观物质满足热力学描述的逻辑前提时,由于熵变是表示系统吸热的唯一特征量,对绝热条件下系统,熵恒不得变化。 当然,也仅仅于此,熵才可能成为描述宏观物质确定“状态”的确定物理量	3. 形式系统所描述的物质对象只能属于一种“理想化”,谈不上绝对“真实”的问题。因此,将真实物质对象的熵定义在始终变化之中,自然是对其作为状态量的一种逻辑否定。 总之,如果根本不讲究逻辑严谨性,却将有限真实、条件存在的形式表述置于简单形而上学之上,只能流于神学,成为对形式逻辑最大的亵渎
	逻辑相容性	经典热力学隐含着众所周知的某种“神学”意识的同时,几乎充满数学物理的意识反常,根本无逻辑相容性可言。 其实,对于 Serrin 曾经指出的热力学所表现的“神秘性”以及 与神秘性必然相伴的数学不严格,正完全源于熵只能借助不等式加以定义,本质上表示另一个完全独立物理真实的认识反常。但是,在 Serrin 的工作中,没有对引起这种神秘性的原因进行任何具体分析,相反,	任何合理的物理学陈述,必然到处逻辑相容,表现出 Einstein 期待的那种和谐。 1. 与宏观物质“粒子本质”的逻辑一致性: $\delta Q > 0 \cap dT = 0 \rightarrow dS > 0 \leftrightarrow n \uparrow$ 温度 T 表示粒子平均运动程度。因此,在系统吸热过程如果保持温度不变,那么,熵 S 的增大相应表示与温度 T 对应的“代表”粒子数 n 的增加; 2. 进而,与统计力学 Boltzmann 熵关系式 $S = k \ln B$	

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
熵	逻辑相容性	还进一步陷入“大一统”的形而上学之中。当然,他的理性重建永远不可能成功。 此外,对于熵的认识反常,还最终影响对热力学第二定律作为另一个独立物理学陈述的正确理解	严格逻辑相容; 3. 并且,还能够与 Nernst 后来提出的热力学第三定律严格逻辑相容。事实上,如果热力学系统的温度为绝对零度,则所有粒子原则上都处于“静止”之中。当然,对于用以刻画均匀化程度的熵,此时恒处于极值状态,其存在价值相应失真了	
	准静态过程	按照《中国大百科全书》的相关诠释,热力学中的准静态过程是指: 热力学系统在变化时经历的一种理想过程,其中每一个中间状态都处于平衡态。或者说,如果热力学过程无限缓慢,其经历的时间与弛豫时间相比足够长,以至中间状态无穷接近平衡态	1. 正如经典热力学所指出,任何动态变化都意味着对平衡态的背离,因此,对于只能描述平衡态的经典热力学无力对任何“过程”做出描述; 2. 弛豫时间超越经典热力学的有限论域。此外,此处所说变化快慢仅属于“感觉”上称谓,需要给予形式定义; 3. 对过程的描述超越经典热力学的表述范围,作为表现过程快慢的“时间”度量不存在。这才是经典热力学似乎总可以将变化时间随意延长,引入准静态过程的缘故; 4. 经典热力学只能定义属于整个宏观物质对象的“均匀化”热力学态。因此,只要认为该热力学态具有确定意义,那么,作为确定态的“差异”同样具有确定意义	1. 热力学系统实际经历的变化历程,与热力学系统两个确定状态之状态量的确定差异属于两个完全不同的概念,为经典热力学所混淆; 2. 局限于平衡态热力学有限论域,需要和可能关注的属于态的变化结果,与历程无关。原则上,允许对历程做出任意假设; 3. 正因为此,可以根据与实际历程大致相仿的过程特征,相应做出一种纯粹理想化的描述;
(简单) Gibbs-Duhem 方程		其微分表述为 $TdS=C_vdT+pdV$ 与此对应,存在积分表述 $\Delta S=\int(C_vdT+pdV)/T$ 虽然,通常总将它们称之为热力学“普遍”关系式,但是,是否需要对其经历的过程做出特别限定的问题并没有真正解决	对于相同的形式表述存在与经典理论完全不同的理解: 1. 微分表述,仅仅是热力学充分小邻域中关于能量方程的一种等价表述,与是否需要满足“可逆过程”的假设无关; 2. 同样,积分表述只表示两个确定状态量变化之间的确定关系,与热力学系统真实经历的过程毫无关联	4. 对于 Gibbs-Duhem 方程,特别是宏观力学中一般的更为复杂的形式表述,是否具有普适意义的问题,长期以来一直存在着争论。其实,正完全源于上述认识不当
热力学系统	一般系统	任意的确定宏观物质对象,用作热力学研究对象	只有满足“均匀化”逻辑前提的宏观物质对象才可能成为经典热力学的研究对象	对研究物质对象做出明确形式限定,才可能为形式系统构造必须的有限论域。开口系统的“均匀化”前提,使得表观上表现“变化”过程的形式系统仍然不存在独立时间坐标,表现“不变”态
	封闭系统	与外界有能量但是没有质量交换的热力学系统		
	开口系统	与外界既存在能量又存在质量交换的热力学系统	同样需要满足“均匀化”逻辑前提,一个“充满”宏观物质的“空间”域	
	孤立系统	与外界没有任何作用的热力学系统	任何物质集合都与特定物质环境互为依赖地存在,没有能量交换并不表示没有作用	

3.1.3 热力学第二定律

不容否认,仅仅由于 Clausius 提出了熵函数的概念,与热现象相关的经验事实才能够构成一个“自封闭”的理论体系。但是,仍然共同本原于现代自然科学研究中一个没有为人们重视和解决的问题,即如何认识形式系统与其描述的物质对象以及物质环境恰当逻辑关联的问题,Clausius 引入的熵以及热力学第二定律的方式存在形形色色的逻辑悖论。

正由于概念的前提性认识不当,不仅热力学隐含着人们深切感受到的一种宗教意识上的神秘感,而且,对热力学第二定律的独立意义、存在条件等一系列基本问题至今都没有真正形成理性认识。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
Carnot 定理与 Clausius 不等式	等价性	等价表述。或者说,在经典热力学中,Clausius 不等式一直被认定是 Carnot 定理的自然推论	完全不等价。 Clausius 不等式根本不属于 Carnot 定理的逻辑推论,两者对应于不同物质对象,表现了不同的物理内涵	对于物理学的任何推理过程,严格保持论述对象始终“严格同一”是保证推理有效的必要前提。
	物质对象	借助于构造一个动力学循环,将处于热力学循环中的系统与两个独立存在的热源,乃至由无穷多组相异热源,构成形式系统中一个“同一化”的逻辑主体	在 Carnot 定理中,两个热源表现了两个独立的物理实在。并且,每一个热源依然存在仅仅属于自己、与其仅仅相差无穷小的理想化物质环境。 进一步说,为 Carnot 定理陈述的逻辑主体是两个独立存在的热源	但是,恰恰在这样一个前提性的概念上,Clausius 出现了认识混乱。人们熟知,为了使数学表述不出现“符号”的明显错乱,经典热力学必须对热源与工质两种不同逻辑主体做出区分。那么,与其逻辑相容,同样不能将关系式简单用于不同的逻辑主体;将用于两个热源之上的不等式关系错置于从其吸收热量的工质之上,必然造成结论的不当;
			在 Clausius 构造的动力学循环中,逻辑主体只是循环中的变化中的工质。 并且,限制于经典热力学只能描述“均匀化”宏观物质对象的有限表现能力,处于热力循环中的工质,需要存在无穷多个与变化中工质状态相差无穷小的理想化物质环境,与其构成逻辑对应	与其对应,人们总不习惯于自觉接受任何“合理”的物理学陈述体系仍然存在“有限”论域,并且可以说,这种合理性正根本依赖于论域自身的前提存在。事实上,建立在平衡态假设之上的经典热力学根本无力对热力学过程做出描述,经典热力学可能表现的只是宏观物质
	物理内涵	两个热源可能提供的“最大”功率,与热力循环中工质的某一个热力学量变化之间尽管存在逻辑关联,但是,它们属于两个完全不同的概念。前者可以借助于不等式加以表现,而后者如果能够视为一个确定的状态参量,必须被赋予确定的意义。 由于概念上的逻辑混乱,不能揭示两者不同的物理内涵,并且,诸如相对论等所有无论域限制的无限真理体系一样,最终只能借助于“第一性原理”,即形	在 Canrot 定理中,逻辑主体是两个相异的热源,作为这两个作功能力的一种量度,可以也需要以“放热量”构造的不等式加以表述 $W_{\max} = \frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} \leftrightarrow \sum \frac{Q_i}{T_i} \leqslant 0$ 不等式表述与“最大功”的概念逻辑相容。 但是,对于以热力循环中工质为对象所构造的 Clausius 不等式而言,作为状态量恒存在 $dS \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dQ}{T} \mapsto \oint \frac{\partial Q}{T} = \oint dS \equiv 0$ 并且,局限于经典热力学有限论域,积分式中的温度 T 与工质真实经历的过程无关,只表现一切“态”函数蕴含的自然属性	

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
Carnot 定理与 Clausius 不等式	形形色色的宗教意志掩盖陈述中的非理性。这才是经典热力学充满神秘性的本质原因	另一方面,如果同时考虑热源和工质,假设它们都遵循热力学描述的前提条件,并且依照 Q 用以表示“吸热量”的统一认定,则 $\sum \frac{Q_i}{T_i} + \oint dS = \sum S_i > 0$ 该不等式逻辑地属于存在“宏观差异”的宏观物质的“复合体”,并且,每一独立子集合都对应于一个独立的理想化物质环境	对象“态”变化的最终结果。当然,作为后继者绝不应该无理地要求 Clausius 创建经典热力学体系之始不允许出现任何认识中的不足。但是,不准对经典认识中的逻辑悖论进行批判和重新认识同样是无理的
熵增原理与熵极大值原理	构造方式 由不当的 Clausius 不等式 $\oint \frac{\delta Q}{T} = \oint dS \geq 0$ 经过“不严格”的数学推导,推得 $dS \geq 0$	逻辑“相容”于定义于不同宏观物质集合所构造的复合系统之上的 Carnot 定理。可由此推断,在不施加其他影响时,任何热力学作用的最终结果都满足“总熵”不减小的判断 $\sum (\Delta S_i) \geq 0$	原则上,关于熵增原理、熵的极大值原理、“平衡”判据以及最小功势函数原理,都属于同一命题的不同表述。显然,经典热力学不仅存在由于熵函数的引入方式不当而出现的神秘性问题,而且,对于热力学第二定律真正内蕴的基本特征的认识也远没有达到深入和准确的程度。 1. 在物理学研究中,一个物理学陈述的合理性还逻辑地依赖于这个陈述的独立性; 2. 与其对应,对应物理学陈述独立性的恰当认识,又逻辑地依赖于对于这个陈述存在条件的认识。显然,对于这样两个前提性的认识问题,经典热力学并没有真正完成; 3. 相反,一旦对于经典热力学中的第二定律得以存在的条件和相关具有的独立意义形成理性判断,那么,这些无需也不可做出
	适用对象与应用范围 一方面确信熵增原理没有任何限制,作为一个普适真理,可以“无条件”地适用于一切宏观物质;另一方面,却正因为没有认识到作为一个“独立”物理学陈述必须的前提性条件,不可能意识到这个物理学陈述在描述存在“宏观间断”现象时所具有的本质意义	1. 首先,作为热力学中的一个基本假设无需做出也无法构造一种普适性的证明,仅仅逻辑地决定于宏观物质对象的粒子本质; 2. 另一方面,仅仅对于存在“宏观差异”的宏观物质集合才具有“独立”意义,故而同样成为一种“条件”陈述; 3. 事实上,如果不存在宏观意义的差异,那么,所论物质对象重新融合为“同一化”的宏观物质集合。在经典热力学中,被描述对象必须满足“均匀化”逻辑前提,当然,熵作为表现宏观状态的热力学参数,可以也必须具有任意确定的值,因此,某“同一化”宏观物质“熵自发”增大的问题无从谈起	
	物理内涵 合理地认识到熵增原理本质对应于大数粒子集合自然蕴含的“自均匀化”倾向。但是,由于没有认识到如何将其构造成一个具有“独立”意义的形式表述以及相应的存在条件,在将其“无条件”地而上学化同时,蜕化为隐含着“第一性原理”的神学意识或“神秘性”	宏观物质“粒子本质”的辩证统一: 1. 由于是粒子集合,运动中粒子的相互作用使得宏观物质具有一种“自均匀化”趋势,于是,作为大数粒子集合自均匀化程度度量的熵,原则上被赋予一种自发增加的趋势; 2. 经典热力学所表现的是粒子平均行为。只要存在热力学描述,则属于宏观物质对象整体。当然,逻辑上谈不上熵自发增加问题	

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
平衡判据	形式表述	任意划分体积 V 、内能 U 和粒子数 n 为定值的孤立系统为两个部分 $V_1+V_2=V, n_1+n_2=n,$ $U_1+U_2=U$ 由极大熵原理,得 $T_1=T_2, p_1=p_2, \mu_1=\mu_2$ 为极大熵原理导得的平衡判据	当且仅当处于彼此热接触中宏观物质对象存在“宏观”意义上“差异(间断)”时,根据熵极大值原理,可构造如下所述变分问题 Fine: $\{p_l\}_k: \exists (p_{i,j}-p_{i,l})>C$ Max: $S=\sum S_k$ 其中,常数 C 仅表示一个有限大的数	演绎证明,通常被称之为“公理化”假设的基本判断又可以与理论物理中具有普适意义的“最小作用原理”保持逻辑相容; 4. 在此基础上,才可能将热力学第二定律与自然界中普遍存在的“宏观间断”以及由此引起的“不确定”问题形成一种逻辑关联,相应构造具有独立意义的变分问题; 5. 当然,一旦对经典热力学中的第二定律形成理性认识,那么,在针对宏观物质进行一般动力学分析时,还将会发现与之保持逻辑一致,并且,同样不可证明的“最小熵增率”原理。当然,它完全不同于 Prigogine 臆造出来的“最小熵产率”原理
	物理意义	该平衡判据没有任何独立意义,仅仅是经典热力学对“均匀化”宏观物质对象做出描述的一种“重言式”表述	原则上允许“无以计数”宏观间断形式的存在,它们共同遵循一般的物理学原理,但是,在满足热力学描述的逻辑前提时,仅仅熵为最大值的那个解才是“最可几”的解	
最小功势函数原理	形式表述	如果以 G 表示不同特定条件(对应于不同的自变量)下的功势函数,则极大熵原理与最小功势函数对应 Max: $S \leftrightarrow \text{Min}: G$ 最终导得与最大熵原理一致,只不过自变量不同,但是,仍然没有任何独立意义的形式表述	当且仅当处于彼此热接触中宏观物质对象存在“宏观”意义上“差异(间断)”时,相应于熵极大值原理,可构造功势函数表示的变分问题 Fine: $\{p_l\}_k: \exists (p_{i,j}-p_{i,l})>C$ Min: $G=\sum G_k$ 其中,常数 C 仅表示一个有限大的数	
	物理意义	除了依然导出“热力学自变量处处相同”的结果,从而成为“热力学只能描述均匀化宏观物质对象”的重言式表述以外,由于不存在“许许多多”满足“可描述”前提的热力学状态,该变分原理没有实际意义	逻辑上,复合系统终态功势函数的增加越小,意味着需要付出的代价越小;同样,复合系统终态熵的增加越大,意味着更加吻合于粒子系统的自均匀化趋势,相应需要付出的代价(代数量)同样最小。 于是,热力学系统的最大熵原理以及最小功势原理,与物理学中普遍存在的“最小作用原理”再次取得逻辑相容	

3.1.4 若干基本概念辨析

在经典热力学的陈述中,存在大量人文化的神秘性倾向。究其原因,渊源于形式逻辑上存在的一系列不自洽问题。当然,许多相关概念需要重新澄清。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
时间之矢	所谓“时间之矢”是指：作为过程快慢计量基准的时间，被赋予的一种特定“方向性”特征。 作为一种示意性表述 $t: \uparrow \in t$ 其中，$\uparrow$ 为属于时间的特定方向	时间仅仅用作表示进程快慢的“同一化”基础 $ \delta t \leftrightarrow C$ 因此，与任何度量基准一样，时间基准 C 具有人为选择的完全随意性以及一经选择后的恒定不变性。 至于所谓的方向性特征 $\uparrow$，只能逻辑地隶属另一个“独立”参照物	1. 无法构造属于时间的方向性； 2. 某些物质变化时所表现的特定方向，只能逻辑地决定于物质对象自身，与作为统一度量的独立时间坐标没有任何关联； 3. 之所以出现时间的方向性错觉，最初源于 Clausius 引入熵函数方式的完全不当； 4. 至于 Prigogine 所说与耗散结构相关的时间方向性，则由于该陈述系统隐含太多逻辑悖论而趋于荒谬； 5. 统计物理学中，Boltzmann 方程所表现的方向性特征，同样决定于被描述物质对象自身。至于与 Liouville 方程间的逻辑不相容，则源于相关数学推导中的失误
“热寂说”	根据熵增原理，Clausius 指出： 宇宙的熵趋于极大值，最终进入一个“死寂的永恒状态”	作为热力学状态参数的“熵”的存在，以及由熵函数表述的“熵增原理”，必须以“热力学描述得以存在”为逻辑前提。将一个自身需要严格逻辑前提，只适用于有限论域，具有有限表现能力的形式表述随意扩大至整个宇宙，当然没有任何道理	无尽的大自然存在着差异，由差异而处于永恒运动之中；另一方面，任何运动都意味着差异的缩小。但是，原则上，任何与“无限”和“永恒”相关的命题都超越“有限”人类的“有限”认识范围。 因此，或许正如 Mach 所说，真正回答“为什么”的问题不属于人类的认识范畴。正因为此，人们格外需要对自己的陈述做出严格规范：使用统一的科学语言，无矛盾地表现那个蕴含于物质世界自身的抽象同一性
作功能力和“■”分析	1. 在建立经典热力学之初，为这个理论体系做出开拓性贡献的 Kelvin, Maxwell 曾经提出能量“品质”的问题，将宏观物质对象“能量 E 中能够用来作功 W”的部分 Φ 定义为“有用”能量，即 $\Phi: \Phi \subset E \cap \Phi \leftrightarrow W$ 并且，将这部分能量称之为宏观物质的作功能力； 2. 但是，在 20 世纪 70 年代，人们首先提出逻辑上可能出现能量中“可以作功”的部分大于能量自身的状况，即	1. 对于任何“单个”物体，无论其温度多高，压力多大，都不具作功能力。因此，定义能量中的一个部分为有用能与上述基本事实矛盾； 2. 作功能力仅仅属于两个存在宏观差异的物体，或者所谓的复合系统； 3. 与其对应，只要两个宏观物质集合存在任何形式的宏观差异，可以严格证明，存在“恒大于零”的作功能力 $\Phi = \int_{(T_i, Y_i, n_j)_0}^{(T_f, Y_f, n_j)} [T_0 dS - Y_{i0} dX_i + \mu_{j0} dn_j - dU] > 0$	将一个宏观物质集合能量中的一个部分定义为“有用能”本身就违背了热力学第二定律，相应存在一系列的逻辑悖论： 1. 首先，根据热力学第二定律，持续意义的“作功”过程只存在于两个彼此相异的宏观物质集合的能量传递过程中； 2. 此外，热力学第二定律所刻画的方向性特征，必须以两相异宏观物质的存在为逻辑前提，正由于经典理论将其错置于“单个”宏观物质对象之上，才会相应出现上述定义不当； 3. 广义地讲，差异就意味着运动。在经典热力学中，任何形式的宏观差

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
作功能力和“■”分析	$\Phi > E \cap \Phi \subset E$ 这样,在逻辑上构造了一个“部分大于全体”的明显悖论	其中, Y_i 和 X_i 分别表示广义力和广义位移,而 μ_j 则对应于不同组分的化学势	异都对应于作功能力; 4. 较大的熵意味着具有较小的作功能力。因此,满足极大熵原理的“终态”需要付出的代价最小,与普适的最小作用原理自然逻辑相容;
极大熵原理与最小作用原理	两个“公理化”意义上的“独立”物理学陈述	在具有宏观差异的不同宏观物质对象都可以用热力学量做出统一描述的前提下,极大熵原理逻辑相容于普适的最小作用原理,或者可以视为最小作用原理的一个逻辑推论	5. 局限于经典热力学的有限论域之中,甚至可以恒大于零作功能力的形式表述视作为热力学第二定律的一种等式表述形式。这样,对于两个存在宏观差异的宏观物质对象,它们自发变化的方向性特征、作功能力,或者自发变化中出现的“耗散”等现象可以用某一个“确定”量,并且能逻辑相容地加以表述
宏观差异的抽象度量	在热力学的经典陈述中,没有意识到宏观差异存在的问题,以及仅仅定义于存在宏观差异的宏观物质集合之上的热力学第二定律的独立意义,当然,从来不可能考虑如何抽象度量宏观差异的问题	对于两个宏观物质集合,可以将它们共同具有的作功能力 $\Phi = \int_{(T,Y_i,\mu_j)}^{(T,Y_i,\mu_j)_0} [T_0 dS - Y_{i0} dX_i + \mu_{j0} dn_j - dU]$ 定义为它们之间宏观差异的一种抽象度量	
可逆过程和不可逆过程	仅仅对于理想化可逆过程,存在 $dS = \delta Q/T, \quad \delta W = p dV$ 而对于真实的热力学过程,则 $dS > \delta Q/T$ 并且,将其称之为不可逆过程	任何能为热力学描述的“过程”,恒需要满足形式量得以表述的完备性 $\delta Q = T dS, \quad \delta W = p dV$ 以“均匀化”为逻辑前提的经典热力学根本不具表现过程的能力,上述恒等式只用以表示一个确定“热力学”态无穷小邻域中的能量变化情况	经典热力学不仅远不具通常期待的“普适”意义,而且,是以“均匀化”假设为逻辑前提的一个过分粗糙的形式系统,任何对过程的描述都超越了其有限论域。 能量守恒定律的普适意义与热力学普适性属于两个完全不同的概念
熵增原理的不等式约束≠熵函数的不确定性	经典理论将两个完全不同的概念混淆了。 这样,在整个热力学的经典陈述中,一方面没有意识到定义于“相异”宏观物质之上的热力学第二定律所具有的“独立”意义;另一方面,熵的不确定性,使整个形式系统处于前提性的认识混乱之中	作为一个特定宏观物质对象状态函数的熵,可以从任意一个确定的状态任意地变化到另一个确定的状态,只要这两个不同的热力学状态真实存在。并且,随着始末状态的确定,熵的变化同样具有确定性 $1 \rightarrow 2: \Delta S = S_2 - S_1$ 但是,必须以两个或者两个以上彼此之间存在“宏观差异”的宏观物质集合的存在为逻辑前提,才可能谈及熵增原理,即 $\Delta S_{\text{total}} = \sum S_i > \sum (\delta Q/T)_i$ 两个物理学陈述的对象不同,相应逻辑前提不同,不可混为一谈	
经典热力学的形式特征	一个隐含逻辑悖论,纯粹直觉意义的概念:“平衡态”,造成整个现代热力学处于前提性认识混乱之中	不存在的独立的时间坐标,相应不能对热力学系统的变化“历程”作任何形式表述。 本质上属于“静态”分析范畴,或者说只能描述“态变化”的最终结果	

[简单结论]

在许多物理学陈述中,都以为经典热力学当属于整个现代自然科学体系中若干最成熟的分支学科之一,并且,普遍存在将其应用范围无限扩大化的倾向。

自然科学中的所有形式系统都仅仅具有有限真实性,本质决定于对那个被描述物质对象所作的理想化认定。经典热力学必须以“均匀化”假设为逻辑前提,或者只能描述与丰富多彩物质世界存在太大差异的、这样一种过分简单的宏观物质对象,当然,经典热力学的“论域”不是大,而自然是过分的狭小。由于总不习惯于研究“存在条件、逻辑前提和有限论域”等对科学陈述加以限制的问题,人们在建立经典热力学之初就陷入了前提性的认识困惑之中。

事实上,一旦对热力学研究对象做出严格界定,对形式系统自身必须的形式完备性与这个形式系统所描述物质对象之间存在的永恒差异形成理性认识,那么,长期存在于经典热力学中的种种神秘性,以及这种神秘性之中必然隐含的逻辑不自洽问题将自然得到解决。而且,能够为重新理性地审视现代热力学构建一个可靠的基础。

3.2 现代热力学——“熵极大值原理”与“最小熵增率原理”的辩证统一^①

无疑,经典热力学对宏观物质所作的“均匀化”认定,属于一种过分简单和不真实的人为假设。当然,面对充满差异的物质世界,同样存在如何表现充满差异的宏观物质对象的问题。于是,被描述宏观物质对象是否满足“均匀化”的假设,成为现代热力学和经典热力学之间一种“可视性”差异。

但是,自然科学体系的恰当划分仍然根本决定于被描述物理现象的“客观”实在,而不能仅仅依赖研究者的“主观”表现能力。正因为前提性的认识缺陷,整个现代热力学几乎不可避免地陷入认识的根本混乱之中,乃至最终出现诸如 Prigogine 这样一种纯粹“想当然”的陈述体系。事实上,许多基本问题不仅没有解决,甚至还不知道这些问题的真实存在以及如何为它们构造恰当命题的问题。

3.2.1 “平衡态”与热力学重新分类

在经典热力学中,通常总把其可以描述的“热力学态”理解为处于绝对平衡之中的“平衡态”。如果说,关于“平衡态”是一种“僵硬”的认识并不恰当,显示了深化认识过程中必然存在某种不足和简单化,然而它作为一种概念仍然具有明确的意义。但是,在现代热力学中,一方面借助于“平衡态”的称谓对热力学体系进行划分,另一方面,却不能对平衡态做出前后一贯的无矛盾定义,甚至回避对这个重要的“划分基准”做出明确界定。

^① 首先需要澄清,此处所说的“最小熵增率”完全不同于 Prigogine 的“最小熵产率”。此外,对于 J. Serrin 所作“热力学理性重建”明显存在“无理性”的批判不在此处列入。其实,当 Serrin 接受一种形而上学的过分简单思维理念,将蕴含“粒子本质”的宏观物质对象置于以“无穷光滑”为逻辑前提之上的微分流形之上,并且,从期待构造一个没有存在条件的“大一统”那个时刻开始,整个“理性重新”陷入了前提性悖论之中。但是,当人们错认为经典热力学似乎无懈可击时,Serrin 能够提出经典热力学普遍存在的神秘性及其不合理性仍然具有重要意义。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
“平衡态”	在现代热力学中,“平衡态”被界定为对其进行划分的基准。但是,这个基准只能算是一种“自明”概念,乃至出现一系列的矛盾定义,例如: 几何空间中的“均匀”分布; 定态,不随时间变化的“恒定”状态; 不存在动力学过程的状态; …… 或者,回避对这个前提性概念作任何明确界定	当缺乏一种能力,能够借助于“场描述”方法对充满差异的宏观表象做出形式表述的时候,将形式系统定义于整个宏观物质对象的“均匀化”认定,是“平衡态”假设的本质内涵。因此,需要做出澄清: 1. 平衡态仅仅与几何上的“均匀化”表象构成逻辑关联: $f(x,t)=f(t)$ 2. 所谓宏观“平衡态”绝不意味经典热力学以为的那种认识:宏观物质集合与外界不存在形形色色的相互作用; 3. 提出平衡态假设只局限于一种归属于“主观意识”范畴的表现“能力”,不能用作划分不同物理实在的“客观性”标准	如果说人类面对的物质世界属于不可分割的整体,那么,用以描述物质世界的自然科学体系更为本质地逻辑关联着。因此,不难发现从数学基础的逻辑悖论,直至热力学形形色色的认识不当,隐含着许多的本质关联。 1. 现代热力学中,平衡态存在彼此矛盾的定义为人们熟知的事实。因此,绝对不是如 Landau 那样将数学严谨性视为自欺欺人,回避矛盾的存在才是真正的自欺欺人;
非平衡态和线性判据	无法对“平衡态”及“非平衡态”做出具有形式意义的前提性界定,却引入所谓的“线性”判据,进一步划分“近平衡态”和“远非平衡态”,为杜撰“最小熵产率”原理和“耗散结构”提供纯粹“人文意义”的基础	作为一种纯粹的数学特征,“线性 L ”或“非线性 $N-L$ ”只逻辑地属于确定的算子 $L \in \text{Opr.} \cup N-L \in \text{Opr.}$ 进而,形式系统中的算子逻辑地依赖于被描述的理想化物质对象 $\text{Opr.} \in \text{idealization on the material object}$	2. 任何关系式只能条件存在,决定于被描述物质对象自身,将某一个数学表述甚至某一种数学特征无条件化,必然导致认识混乱和自然科学的宗教化;
现代热力学中的非平衡态	在使用“场描述”方法的现代热力学中,存在满足平衡态和不满足平衡态条件的两种情况,即“平衡态热力学”和“非平衡态热力学”两个不同分支,即 $f(x,t) \neq f(t) \cup f(x,t) = f(t)$	建立在“场描述”方法上的现代热力学,自然地与物质世界中普遍存在的“不均匀”现象构成逻辑关联,即 $\exists f(x,t) \neq f(t) \rightarrow \text{modern thermodynamics}$ 或者说,如果需要使用整个现代热力学,那么,为其描述的宏观物质对象必然隶属于“非平衡态”的范畴,否则 $\forall f(x,t) = f(t); \text{classical thermodynamics}$ 重新回归为经典热力学	3. 数学基础逻辑悖论源于违背形式表述的存在性原理。实际上,现代自然科学中将“非线性”特征予以绝对化的做法,同样根本违背了存在性原则; 4. 热力学需要引入场描述方法,以表现存在形形色色差异的物质世界。但是,场描述方法本身并不改变宏观物质对象的粒子本质。因此,经典热力学中定义于整个宏观物质集合之上的“均匀化”宏观表象,在现代热力学的场描述中,这样一种表述粒子集合统计平均行为的本质特征,依然存在于场描述中的“物质元”
现代热力学的“场描述”基础与经典热力学	在现代热力学中,整个场描述方法建立在“连续介质”模型基础之上。于是,对于存在于整个几何空间 V 中的宏观表象分布 $f(x,t) \in V$ 依然适合于构造整个宏观物质集合的物质元 v ,即存在单纯的“约束”映射	仍然属于“粒子统计”模型。对于整个宏观物质所对应的几何空间 V ,存在不均匀的宏观表象分布 $f(x,t) \in V$ 但是,在“覆盖”空间一点处一个“有限大”单位体积元 v 以及相关“时间表述”精度中需要满足热力学描述的“均匀化”假设, $v(x): x \in v \rightarrow f(x,t) = \text{const.} \in v \cap \delta t$	

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
现代热力学的“场描述”基础与经典热力学	$f(x, t) \in V \rightarrow f(x, t) \in v$; $v \subset V$ 两种分布之间没有任何本质差异	从而,与经典热力学本质上逻辑相容,并且,总可以在任意“时刻”构造一种仅仅定义于空间域的“空间描述”方法	之上。正因为此,一个处处逻辑相容的自然科学体系才谈得上和谐、统一的问题; 5. “平衡态”属于热力学的一种个性特征,以表现大数粒子集合的一种统计平均行为。但是,个性总蕴含于共性之中,不允许对共性特征构成逻辑否定。因此,当以是否存在独立时间坐标为基准做出一种实质性划分的时候,热力学同样只能本质地划分为“热静力学”和“热动力学”;
时间坐标与重新划分“热力学”的客观性基准	由于一系列前提概念的认识不当,根本没有能力对经典热力学中“虚拟”存在的时间坐标,与现代热力学中“真实”存在的时间坐标做出区分。相反,却否定与场描述构成逻辑对应的“非平衡”普遍真实,以“平衡态”作为进一步划分理论体系的基准,陷入逻辑悖论之中	自然地存在如下所示的“逻辑推理”过程: 1. 时间域中的变化与空间域中的差异互为共存。因此,经典热力学中原则上不存在时间坐标。于是,只是想当然地“随意”延长时间的假设,再想当然地构造“准静态”过程。其实,根本事实在于:经典热力学无力对一切过程做出描述; 2. 由于引入空间域中的“场分析”,现代热力学相应允许对时间域中的真实动力学变化过程做出描述。因此,现代热力学中存在具有真实意义的时间坐标; 3. 根据所需要表现“物理实在”自身的不同,可以对宏观物质的运动作“静态”以及“动力学”过程两种不同的分析; 4. 与经典热力学“受限于”表现能力完全不同,在现代热力学中,由于“同一”引入了表现“非平衡态”的场描述方法,可以根据所描述物理现象的“客观性”差异,被逻辑地划分为“热静力学”和“热动力学”两个不同分支; 5. 继而,根据作为宏观物质对象的粒子集合能否在运动过程保持具有确定意义的“相邻性”结构,决定能否在“热动力学”中构造所谓的“物质描述”方法	6. 逻辑自洽化分析成为解决一切科学难题的必由之路。然而,首先需要科学人诚实和严肃的精神

3.2.2 热静力学与熵的极大值原理

对于整个变形体力学,如果人们仅仅关注变形前后的最终变化,那么,除了需要构造“本构方程”以表现宏观物质对于变形的力学响应以外,仍然本质地归属于此处所说的“热静力学”范畴之内。但是,不仅仅存在 Gibbs-Duhem 方程是否具有普适意义这样众所周知的问题,在如何恰当构造“非均匀”的热力学态,如何认识热力学第二定律的“独立”性以及如何这个独立物理学陈述做出形式表述等方面都需要重新认真探讨。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
热静力学——无宏观间断的变形分析	宏观物质的非均匀性与热力学态	提出“局部平衡态”假设, 以其为逻辑前提, 为宏观物质的物质元构造一种热力学意义上的描述。 但是: 1. 如何将其与宏观物质“实际”对应的“粒子”本质构成确定形式意义逻辑关联的问题并没有完成。甚至可认为属于经典理论中一个没有认真思考的命题; 2. 如果说, 整个宏观物质集合在“不平衡”外力作用下相应呈现“非均匀”的宏观表象, 那么, 作为宏观物质“代表”的物质元本质上仍然受到“不平衡”外力的作用。因此, 借助于一个“虚假”局部平衡态假设的称谓, 仍然简单沿用经典热力学的概念, 违反“不平衡”真实存在的物理本质; 3. 正因为此, 出现无法对“热力学量”与“力学量”在形式上做出明确分割的问题; 4. 与此对应, 本质同一的“变形体静力学”和“静热力学”被不合理地强行分割了	热力学“态”的本质内涵: 所谓热力学态, 就是能使用宏观物理量所表示的一种在形式上具有确定意义的状态。因此, 定义于空间任意一点 x 处的某宏观表象 $f(x)$, 需要与定义于该点 x , 由“有限多”粒子所构造宏观物质集合 $s(x)$ 的行为构成形式上的确定关联 $f(x) \leftrightarrow s(x)$ 所有定义于该点的独立宏观参数, 共同构造了属于该点的热力学态	非均匀化表述的出现仍然依赖于“客观”存在的物理真实。在允许的表述或者测量精度以内, 如果无法接受经典热力学所提“均匀化”假设前提, 需要对空间域中充满差异的宏观表象作形式上的描述的时候, 自然会出现定义于整个空间域中的宏观表象“分布”。 但是, 如何将形式系统所构造的空间域分布, 与被描述的宏观物质, 或者空间一点“真实”存在“有限多”的粒子集合, 而不是统计力学中那种只存在意念之中, 允许“任意充分多”粒子构成一种确定的逻辑关联, 成为构造分均匀化宏观表象时必须认真讨论的问题。 进一步讲, 任何形式系统所描述的物质对象都只能“理想化”地存在, 但是, 为物质对象构造“理想化”形式定义的基础仍然必须是真实存在的物质对象, 而不能像 Hilbert 所说的那样, 可以依照不同人的兴趣和喜好随意提出“公理化”假设。 因此, 此处提出的一系列问题实际上是经典理论在不当哲学思想影响下从未考虑过的基本问题
			热力学态构造的空间分布: 此处所说宏观物质呈现“非均匀”状态, 因此, 与其对应的是定义空间域中的分布 $f(x): x \in V$	
			作为热力学态的“逻辑属体”, 定义于一点处的宏观物质集合 $s(x)$ 及宏观表象的基本特征: 1. $s(x) \leftrightarrow v(x): x \in v \subset V$ 其中, v 为“覆盖” x 点的一个“有限大”体积元, 其大小本质上决定于几何表述或测量精度; 2. 定义于“不同”点之上的体积元 v 、宏观物质集合 s 可以彼此叠合, 并不影响定义于整个几何空间 V 之上宏观表象的可辨识性; 3. 同样, 一点处宏观表象 $f(x)$ 可以定义于同一点的确定体积元 $v(x)$ 之上	
			能量交换的“独立”方式与引入独立“态”函数: 定义于宏观物质“之上”的热力学, 只具表现能量及其交换等“内”特征能力。根据任意确定的热力学态邻域中独立能量交换的形式, 自然存在 Heat; $\delta q = T ds$ Work; $\delta W = \boldsymbol{\Pi} : \nabla \mathbf{x}$ 除了温度 T 、熵 S 以外, 此处与位移张量 $\nabla \mathbf{x}$ 对应的应力张量 $\boldsymbol{\Pi}$ 必须与物质元承受“非均匀”力的状况对应。当然, 定义于物质元 $s(x)$ 之上的所有热力学量与有限大体积元 $v(x)$ 构成逻辑关联。热力学态的“条件”存在: 仍然与经典热力学一致, 在可接受的表述精度内, 当且仅当热力学态能定义于“整个”物质元时, 热力学态才存在	

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
热静力学——无宏观间断的变形分析	Gibbs-Duhem 方程和“普适”约束 变形体力学中的 Gibbs-Duhem 方程为 $TdS = de + p dv$ 但是,如仿照经典热力学的习惯理解,需要定义在“可逆”过程之中;但是,宏观物质的实际运动总不满足可逆条件,于是,存在该方程在理论上到底是否可用的问题	该方程的存在与宏观物质经历的“实际过程”毫无关联,它仅仅是在一个“非均匀化”的热力学态定义存在的前提下,在该热力学态任意充分小邻域中,一个与能量方程一致,使用热力学量所表述的“普适约束”方程,即 $\delta q = \delta w + \delta e \rightarrow TdS = de - \boldsymbol{\Pi} : \nabla \mathbf{x}$ 而这个逻辑推理的存在,本质上仅依据为形式系统必须的“完备性”,需要对形式系统中所有基本物理实在做出具有确定形式意义的描述	该陈述再次与经典热力学逻辑相容。对于“静热力学”有限论域,仍然不存在时间坐标以及定义于时间坐标之上的历程,只能也只需利用态函数属性,对“状态”变化的结果做出描述。但是,作为宏观物质代表的物质元对应于不均匀外力,与其一致,Gibbs-Duhem 方程的形式出现了变化
	变形研究的基本命题	最终变形结果。 但是,相关研究完全独立于真实的变形过程,而只表现“态”的变化	
	非均匀分布与“恒定状态”	宏观物质集合“非均匀化”状态之所以能在时间域中“持续”存在,根源于“非均匀化”物质环境的前提存在,原则上与经典热力学的最大熵原理没有矛盾	再次表明:对于任何形式系统,物质对象与物质环境的相互依存都具有根本意义
	熵方程的非独立性 几乎总将 Gibbs-Duhem 方程 $TdS = de + p dv$ 理解为“独立”的熵方程。但是,存在问题:(1)如何定义压力 p ? (2)是否普遍适用? (3)并不需要真的求解这个方程	如不存在宏观意义的“间断”,则存在与非均匀分布一致,一个修正了的 Gibbs-Duhem 方程 $Tds = de - \boldsymbol{\Pi} : \nabla \mathbf{x}$ 且,该方程仅仅是“能量方程”的重言式,不具任何独立意义。当然,这也是经典理论实际应用中并没有实际使用该方程的本质原因	这样,再次与重新解释的经典热力学陈述逻辑相容,作为独立的物理学陈述,热力学第二定律需要定义于存在“宏观差异”的物质对象之上
复杂变形——存在宏观间断的变形	复杂变形“命题” 共同认识到:所谓复杂变形就是存在“宏观间断”面,以至空间域中的宏观物质可能遵循不同约束方程的变形场 $\exists v_1, v_2 \subset V : f_1(\boldsymbol{\Pi}, \nabla \mathbf{x}) \neq f_2(\boldsymbol{\Pi}, \nabla \mathbf{x})$ 于是,除了需要求解满足一般物理学方程的变形场,还需要唯一地确定间断面本身,即出现定义在“解空间”中的变分问题 $\text{fine } s : s = v_1 \cap v_2$ 通常存在与“最小能量原理”逻辑相容的不同变分原理		将形形色色表面上不同的合理陈述逻辑相关联,其实同样是自然科学研究中的一个重要命题。 无尽物质世界充满差异,不可能满足 Einstein,或者 Serrin 的真诚期待,能够为某一个同一化的形式表述普适地描述。随着被描述物质对象的不同,形式表述系统自然存在差异
	熵方程的独立性 与没有理性意识到热力学第二定律作为物理学独立陈述必须的前提条件一致,当然,也绝对不可能认识到熵方程的实际价值	当且仅仅当出现“复杂”变形时,才存在定义于出现宏观差异的宏观物质集合之上,具有“独立”意义的熵方程 $S = \sum S_i$	

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
复杂变形 —— 存在宏观间断的变形	熵方程的独立性		由于间断面分割的不同子集合的“热力学态”不同,随着宏观间断面的不同,整个宏观物质集合的“总熵”不再相同。从而为构造变分原理提供可能	但是,所有合理的形式表述必然逻辑相容。以“物质第一性”为基础的严格“逻辑相容性”才可能真正表现自然科学的和谐、统一和科学美。否定了数学严谨性谈不上和谐、统一,也谈不上科学美
	极大熵与最小能量原理		可以严格证明,以最小能量原理为基础构造的变分原理与极大熵原理构造的变分原理逻辑相容 $\text{Max } S \leftrightarrow \text{Min } W$ 但是最大熵原理必须以“热力学态”的前提存在为存在条件,因此,最小能量原理更具普适性	
	极大熵原理与简单变形		仍然可以做出证明,当宏观物质只存在简单变形时,自动满足最大熵原理	

3.2.3 热力学与熵增率极小原理

一旦引入具有独立意义的“时间”坐标,热力学就自然地进入了“热力学”范畴。并且,处于时间域“动态”变化以及空间域“非均匀”分布的热力学态,需要同时定义在“覆盖”确定“空间点”以及确定“时刻”,本质上与表述精度构成逻辑关联的一个“有限大”邻域之中。在这个前提性认定基础之上,按照完全同样的思考方法,可以重新构造与“热静力学”以及“经典热力学”严格逻辑相容的“热力学”。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
热动力学 —— 无宏观间断的简单流动	运动中宏观物质与热力学态	一个虚幻或者没有实在内容的“局部平衡态”假设。 仍然存在与“热静力学”分析中指出的同样问题	所谓热力学态,仍然是能使用宏观物理量所表示的一种具有确定形式意义的状态。此时,宏观表象 $f(x, t)$ 需要同时定义于空间点 x 处和某一个确定时刻 t 之上,本质上表现与它们对应,由“有限多”粒子所构造宏观物质集合 $s(x, t)$ 的统计平均行为 $f(x, t) \leftrightarrow s(x, t)$	在不平衡外力作用下进行宏观运动的宏观物质必然处于“非均匀”状态之中。因此,关于热静力学分析中的所有结论原则上仍然适用于此处
			作为热力学态的“逻辑属体”,定义于一点处的宏观物质集合 $s(x)$ 及宏观表象的基本特征: 1. $s(x, t) \leftrightarrow v(x, t) : x \in v \subset V, t \in (t, \delta t)$ 其中, v 仍为覆盖 x 点的“有限大”体积元,而 δt 为与其对应的时间表述精度; 2. 定义于“不同”点之上的体积元 v 、宏观物质集合 s 可以彼此叠合,并不影响定义于整个几何空间 V 之上宏观表象的可辨识性;	除此以外,还需要将热力学态限制在与允许表述精度相关联的时间间隔之中。因此,当整个形式系统定义于某一个时刻时,与能量传递相关的热力学量以“时间上的变化率”代替。当然,热力学态仍然不

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
热力学中无宏观间断的简单流动	运动中宏观物质与热力学态	3. 于是,一点处宏观表象 $f(x,t)$ 可以定义于同一空间点的确定体积元 $v(x)$ 之上; 4. 至于由此定义的物质元是否在时间域中保持确定“物质”意义,并不影响宏观表象在允许表述精度下的“连续”存在 能量交换的“独立”方式与引入独立“态”函数: 同样只是根据任意确定热力学态邻域中能够进行独立能量交换的形式,自然存在 heat: $\partial q/\partial t = T\partial s/\partial t$ work: $\partial w/\partial t = \Pi : \nabla u$ 此时,与速度张量 ∇u 逻辑对应的应力张量 Π 承受着“非均匀”的力。原则上,热力学压力 p 不再具有本质意义	允许“无条件”存在,而决定于可接受的表述精度。 再次表明:对于任何形式系统,物质对象与物质环境的相互依存都具有根本意义
	Gibbs-Duhem 方程和“普适”约束	仍然沿用经典热力学中的认定, Gibbs-Duhem 方程为 $T\partial s/\partial t = \partial e/\partial t + p\partial v$ 但是,非均匀态的热力学压力如何定义?其次,并不知道该方程到底是否普遍存在? 只要热力学态的逻辑前提存在,则作为能量方程的等价表述,构造了一个态参量之间的约束方程,普遍存在于热力学态的领域中,即 $\partial q/\partial t = \partial w/\partial t + \partial e/\partial t \rightarrow T\partial s/\partial t = \partial e/\partial t - \Pi : \nabla u$ 该结论同样只本质地依据形式系统所必须的“完备性”,与宏观物质经历的实际过程无关	
	熵方程的非独立性	同样,总将 Gibbs-Duhem 方程 $T\partial s/\partial t = \partial e/\partial t + p\partial v$ 理解为“独立”的熵方程。并且也同样可以发现,任何实际计算从未真的需要求解这个方程 与“热静力学”分析相同,如不存在宏观意义“间断”,则重新表述的 Gibbs-Duhem 方程 $Tds = de - \Pi : \nabla x$ 仍然只是“能量方程”的重言式,不具任何独立意义。同样,这是经典理论实际应用中并没有实际使用该方程的本质原因	
复杂流动中存在宏观间断的变形	“复杂”流动的提出	没有意识到与“复杂”变形对应,同样存在“复杂”流动现象 与复杂变形一致,如果在流场中存在宏观表象意义上的“速度”间断面,或者存在需要遵循不同约束方程的子空间域,即 $\exists v_1, v_2 \subset V: f_1(\Pi, \nabla u) \neq f_2(\Pi, \nabla u)$ 于是,同样除了需要求解满足一般物理学方程的流场,还应该唯一地确定间断面本身的几何特征。从而出现定义在“解空间”中的变分问题 fine $s: s = v_1 \cap v_2$ 可以相信,该变分原理仍然满足与普适的“最小能量原理”逻辑相容	理性认识到,作为一个独立的物理学陈述,经典热力学中的第二定律必须定义在存在“宏观差异”的物质集合之上。 与其对应,当宏观物质进行宏观运动时,必须出现宏观意义的差异,才可能出现与经典热力学第二定律

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
复杂流动中存在宏观间断的变形	熵方程的独立性	与没有理性意识到热力学第二定律作为物理学独立陈述必须的前提条件一致,当然,也绝对不可能认识到熵方程的实际价值	当且仅仅当速度场出现宏观“间断”,或者非同一的“流场结构”时,才存在具有“独立”意义的熵方程 $\partial S/\partial t = \sum \partial S_i/\partial t$ 从而为采用熵函数构造变分原理提供基础	对应的独立物理学陈述: 热静力学中的“最大熵”原理; 热动力学中的“最小熵增率”原理。 此时,这样两个表面上似乎完全相反的物理学基本陈述,恰恰完全逻辑相容于反映自存物质世界独立于人为意志,以最有效方式实现属于自己运动的的“最小作用原理”
	极大熵与最小能量原理		可以证明,以最小能量原理为基础构造的变分原理与“最小熵增率”原理构造的变分原理 $\text{Min} \partial S/\partial t \leftrightarrow \text{Min} \partial W/\partial t$ 严格逻辑相容。同样,它们都不可能演绎推导而得,而且以熵函数表述的变分原理必须以“热力学态”的存在为存在前提。因此,最小能量原理更具普适性	
	极大熵原理与简单流动		同样可以做出证明,当只存在简单流动时,自动满足最大熵原理,从而无需单独构造熵方程	

[简单结论]

在一个尽管粗糙,但是必须具有形式完备性的热力学体系中,作为形式系统的一个特定状态量,熵必须被赋予完整的形式意义,因此,不可能用不等式定义熵。与此同时,熵增原理需要定义在存在宏观差异的宏观物质对象之上,仅仅于此,才可能成为一个具有独立意义的物理学陈述。

另一方面,任何定义于时间域中的动力学过程,必然对应于空间域中的差异。因此,以“均匀化”假设为前提的经典热力学本质上不存在“时间”坐标,自然不可能对任何过程做出描述。这样,对于引入了场描述方式的现代热力学,它不应该与一般自然科学的分类存在本质差异,只能被划分为“热静力学”和“热动力学”两个不同的分支,相应描述宏观物质态的最终变化以及变化过程中的动力学特征。当且仅仅当出现以存在“宏观差异”为本质内涵的“复杂”运动时,相应存在“最大熵原理”和“最小熵增率原理”,并且,它们与普适的“最小作用原理”保持严格逻辑相容。

显然,只有对被描述的物理实在以及不同物理实在之间真实存在的差异形成较为准确的认识,才可能真正揭示所有不同物理实在共同蕴含的抽象同一性。当然,也仅仅在这个时候,一个严格保持逻辑相容的科学陈述体系才可以真正称得上和谐、统一。

3.3 “耗散结构”及相关陈述的证伪

与现代科学主流社会面对一系列矛盾无法解释而一再渲染“宗教情节”恰恰相反,由于自

然科学以自存物质世界为研究对象的本质内涵使然,几乎所有诚实和严肃的自然科学工作者都会自觉不自觉地对“唯物论”怀有一种天然情结。或许正是这个缘故,Prigogine 曾经相当不客气地批判了 Einstein 的科学观,指出 Einstein 想把一切都压缩到一个“统一场论”中的巨大梦想已经破灭了。

然而,如果说自然科学中许多问题长时间不能解决本质上根源于研究方法的“导向”的错误,那么,Prigogine 的耗散结构仍然源于纯粹的“心智”活动,并且当其希望能够包容“物理、化学、生物、社会学”等学科成为另一个普适真理体系时,同样不可避免地充满形形色色的逻辑悖论。事实上,现代自然科学发展历程中这个曾经显赫一时的神学体系,似乎已经不再引起人们的认真对待。但是,耗散结构毕竟对 20 世纪后半叶的科学世界产生过相当大影响,因此,揭示这个陈述系统隐含的逻辑悖论以及物理理念不当,对于重新确立自然科学研究必须的“唯物论”仍然具有意义。

3.3.1 非平衡态热力学前提性概念的逻辑混乱

对于如何认识和定义“平衡态和非平衡态、恒定状态、熵流和熵产”等一系列前提性概念方面,现代热力学普遍存在矛盾定义或者无确定定义的问题^①。

命 题		经典表述	大概评述
平衡态与有序结构	平衡态	大致存在如下所述的不同定义: 1. 满足热、力和化学平衡条件的状态。与其对应,系统总能量不变时的熵极大值状态,或者其他条件下,相应功势函数处于极小值的状态。 2. (Reichl) 2.1 如果系统的力学变量不随时间改变,也不存在宏观流动过程,则系统处于热力学平衡态; 2.2 对力没有限制时,极小熵产生的状态为平衡态; 2.3 对于趋向热平衡的系统,定态是平衡态。 3. (Prigogine) 3.1 在与外界没有物质交换的条件下,宏观体系的各部分不发生任何变化的状态,为热力学意义的平衡; 3.2 非平衡是有序之源→平衡对应于无序; 3.3 平衡状态下的稳定化有序结构为平衡结构; 3.4 平衡结构是“死”的有序化结构。 4. 其他认同者的理解 4.1 一个初始具有不均匀温度分布或者不均匀浓度分布的物体总自发并且单向地趋于一个均匀分布的状态,即平衡态。(于是,平衡态即几何上的均匀态。) 4.2 平衡态为分子水平上最混乱的最无序状态。 	人们必须以足够的耐心去认真阅读现代非平衡态热力学关于若干最基本概念的丰富多彩的陈述。当同一个概念存在形形色色彼此矛盾定义的同时,又不得不在“不同”概念的定义上互为引用物理内涵完全相同的界定。 但是,如果说在前面关于“现代热力学”相关命题的分析中已经对这些基本概念作了澄清,那么,将 Prigogine 陈述系统必须的若干概念重新引入此处的目的

^① 在不同的现代非平衡态热力学著述乃至同一本著述中,概念的定义并不相同,或者对某些概念直接做出定义采取回避的做法。此处所引用的经典陈述除某些习惯认定以外,通常标明所援引文献的著者。

(续表)

命 题		经典表述	大概评述
平衡态与有序结构	近平衡态——平衡结构	近平衡态又称为“线性区非平衡态”或者“平衡有序”结构,通常见到的定义为 1. 平衡态“附近”的区域。 2. (Reichl) 2.1 涨落不可能驱使一个系统离开定态的区域; 2.2 定态处于稳定状态时的区域。 3. (Prigogine) 3.1 平衡状态下的稳定化有序结构为平衡结构; 3.2 平衡结构是“死”的有序化结构; 3.3 平衡结构不进行任何能量或者物质的交换就能维持; 3.4 最小熵产生原理表示非平衡态的一种“惯性”性质,如果给出边界条件来阻止系统达到热力学平衡(即熵产生为零),则系统会停止在最小熵产生状态,并且,仅仅在平衡态附加才是严格成立的。 	显然不在于如何认识这些概念本身,而只是期望通过它们认识到存在于 Prigogine 陈述系统乃至现代整个自然科学体系中一种具有普遍意义的错误导向; 面对愈益复杂的物质世界和某些暂时认识困惑时,现代的主流科学社会一方面公然放弃自然科学陈述的“逻辑自洽性”原则,以及使得这个原则赖以存在、并且本质上决定于自然科学根本目的“物质第一性”原则,另一方面,却极其反常地将自然科学研究引导至一种过分简单的“人文化”倾向之中。而这种人文化倾向与 Einstein 在无视矛盾的真实存在和不同特定物质对象,甚至不在乎科学语言的严格同一性所鼓吹的自觉和顿悟完全一致。正因为此,如果撇开具体研究内容的差异,对于 Einstein 和 Prigogine 而言,他们都同样期待给人类提供一个无论域限制的“神学”系统。当然,与自
	远离平衡态——耗散结构	远离平衡态又称为“非线性的非平衡”区域或者“耗散结构”,常见定义为 1. 远离平衡态的开放系统,通过与外界交换物质和能量,可能在一定条件下形成一种新的稳定的结构。此处所说的“稳定”,主要是指空间和时序上宏观层次呈现某种有序化现象。等价地说,耗散结构是依靠与外界物质和能量的交换得以维持的,其共同特征为:(1)存在于“开放系统”之中,通过与外界物质和能量交换产生的“负熵流”使系统的熵减少而产生有序结构;(2)保持远离平衡态的条件;(3)系统内各要素之间存在非线性的相互作用。或者说,在平衡结构中,涨落是一种消极的破坏稳定无序的干扰;而远离平衡态的非线性作用使涨落被放大,成为使涨落达致有序的积极性作用。 2. 远离热力学平衡是产生“不稳定性”的必要而不充分条件。从动力学考虑,产生不稳定的另一个必要条件是必须包括适当的非线性反馈。这些非线性反馈使得体系中各单元有可能合作起来行动而形成有序的耗散结构,可以更一般地称之为非平衡非线性现象,或者自组织现象。 3. (Reichl) 可通过改变参量而形成不稳定态的非线性区域;(避免直接定义耗散结构,但是,与前述耗散结构的稳定存在明显相悖。) 4. (Prigogine) 4.1 只有通过外界交换能量,某些情况下也交换物质,此能维持耗散结构; 4.2 远离平衡态时,热力学行为会大不相同,甚至与最小熵产生原理完全相反。.....	
定态		1. (Degroot) 状态参量不随时间改变的状态是恒定状态,可以是平衡态,也可以是非平衡态; 恒定状态就是与外界约束相适应的最小熵产生状态,并且,恒定的非平衡态对于扰动是稳定的; 具有最小熵产生状态的恒定状态是一种稳定状态; 恒定状态并非必须相当于具有最小熵产生状态。 2. (Reichl) 定态是熵产生极小的态;	

(续表)

命 题	经典表述		大概评述
定态	在线性范围,定态常常是稳定的,也就是说,涨落不能驱使系统离开定态;非线性范围内,可通过改变参量而形成一个不稳定的定态。 3. (Prigogine) 最小熵产生原理对于稳定的任意定态都是有效的。在线性区域,熵产生只能增加,于是定态可由熵产生最小原理表征; 最小熵产生原理只描述平衡情况下通过连续“形变”可以得到的定态		然科学中形形色色的认识悖论相同,由于作为逻辑推理的前提性概念完全依赖于构建者的意志,相应缺乏确定的形式表述和与确定的物理内涵,最终只能陷入彻底的逻辑混乱之中
“熵流”与“熵产”	熵的形式分解	根据经典热力学中的 Gibbs-Duhem 方程 $TdS = du + pdv - \mu_k dn_k$ 以及物质导数算子的一般定义 $d/dt = \partial/\partial t + \mathbf{u} \cdot \nabla$ 相应存在 $d(\rho s)/dt = -\nabla \cdot \mathbf{J}_s + \sigma$ 即为熵增加率的形式分解	如果仅仅从形式逻辑角度考虑,因为经典热力学中以均匀态假设为存在前提的 Gibbs-Duhem 方程不再存在,而需要代之以通过定义于“非均匀化”物质元之上的应力张量 Π 表述的一般性表述 $Td_s = de - \Pi : \nabla \mathbf{x} - \mu_k dn_k$ 此外,物质导数的形式定义需要满足的逻辑前提也并不总存在。 因此,熵流、熵产的形式定义不存在,自然更不能成为逻辑推理的基础,只能属于一种直观意义上的认识
	熵流	上述形式分解中的矢量流率 $\mathbf{J}_s = (\mathbf{J}_q - \mu_k \mathbf{J}_k)/T$ 称之为熵流	
	熵产	此外 $\sigma = -(\mathbf{J}_q \cdot \nabla T)/T^2 + \dots$ 称之为熵产	

3.3.2 “最小熵产率”原理的否定性证明

共性寓于个性之中。如果说 Einstein 和 Prigogine 共同期待着为人类构造不同的普适真理体系的话,那么,正如 Einstein 只允许凭借“直觉和顿悟”,无需也不容解释地“创造”了相对论那样,一个为 Prigogine 所构造,期待着几乎可以适用于一切学科领域中的陈述系统,其中的所有概念同样只能依赖一种纯粹“人文化”的意念而存在,人们绝少看到具有严格的数学意义、前后一贯的系统推导过程。

但是,为 Prigogine 于 1947 年提出的“最小熵产生原理”或许可以视为一个例外。人们可以看到如何由导热方程相应构造变分原理的一个较为完整的实例。十分可惜,在这个较少夹杂人文化论证的推理过程始末,几乎充满数学物理理念的完全失当^①。

^① 关于现代非平衡态热力学如何为导热问题构造变分表述的具体过程,以及对这个过程中大量出现数学推导错误怎样进行分析,乃至最终如何重新构造导热变分问题的一系列相关论述均参见文献[21]。此处,仅仅列出 Prigogine 在若干基本理念与结论上存在的认识不当。

命 题	Prigogine 表述	相关批判或解释	一般分析
唯象系数	为了最终能够拼凑出一个期待的,由熵函数表述的变分原理,需要首先通过待求的温度分布 T 构造一个具有不变意义的“唯象系数”假设,即 $L_{qi} = T^{\circ} k = \text{const}$ 其中, k 为通常所说的导热系数	作为物性参数,导热体的导热系数 k 通常可以合理地假定为常数。即使这种人为假设与物理真实存在比较大的误差,但是,考虑到待求温度场 T 处于明显变化之中,因此,可以做出逻辑判断 $L_{qi} = T^{\circ} k \neq \text{const}$ 即 Prigogine 引入的“唯象系数”恒不可能为常数	从最初人为假设,到最终结果存在大量推导和理念上的错误: 1. 熵属于状态参数,是一整体,无法做出分解。此外,恒定不变态的总熵不变。无法由导热微分方程推导被赋予独立内涵的熵极值原理;
变分问题的形式表述	存在如下所示的极值问题 $\delta P = 0 : P = \int_V \sigma dV$ 其中 σ 为定义于空间域中的“熵产”	不仅上述假设不真实,而且,相关数学推导过程中存在明显错误。事实上,与导热微分方程相对应的变分极值问题为 $\min : \int \nabla T \cdot \nabla T dV$ 即“温度差异”极小的变分问题	2. 热传导隶属于“热静力学”分析范畴,仅与熵极大值原理对应; 3. 按照变分学导得“温度差异”最小结果,构成对 Prigogine 绝热条件下“最小熵原理”的逻辑否定
极值判断	根据“错误算得”的高阶导数,判断 $\min : P$ 即相应为“熵的极小值”问题	与最小温度差异对应 $\max : S$ 对应于“熵的极大值”问题	

3.3.3 耗散结构的“无理性”

除了牵强附会地引用了微分方程稳定性分析的分支理论以外,Prigogine 曾经真诚期待的能够用于包括“社会学”在内的整个科学研究领域的“耗散结构”理论,其实只能属于一种纯粹人文意义上创造。在这个意义上,无需也无法使用形式语言对人文创建中的大量思维不当进行批判。

值得指出,在 Serrin 的“热力学理性重建”中,同样将一个与“离散”粒子系统没有任何逻辑关联的,甚至在抽象内涵方面完全相反的“微分流形”引入热力学,期望能够构造一个具有普适意义、没有任何限制的热力学体系,从而陷入由错误前提最终注定的无尽矛盾之中。但是, Serrin 毕竟意识到经典热力学围绕“熵”所作一系列“神秘性”陈述中几乎必然隐含的无理性。而 Prigogine 则不然,他不仅无力认识和解决热力学前提性概念中大量存在的认识不当,而且,将经典热力学关于“熵”的神秘性进一步延伸到“时间”的神秘性之上,这样,在将自然科学进一步引入认识混乱的同时,也必然和曾经为其嘲讽的 Einstein 一样,有意无意地将自己推至“神”的地位之上。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
不可逆性	将经典热力学第二定律所述的“不可逆性”进一步无条件化,以至于最终成为一种“神学”语言	1. 热力学所述的方向性特征,仅仅存在于彼此处于相互热接触、且具有“宏观差异”的两个“本质同一”的“大数粒子集合”之间,表现了大数粒子无规运动自然蕴含的一种自均匀化作用。因此,热力学中的方向性特征条件存在,不能将其无条件化; 2. 物质世界始终充满差异。物质的不同“存在形式”和物质的不同“运动形式”互为依赖地共存着,相应构造出一个丰富多彩、不可分割的物质世界整体。当然,更不能将只存在于同一化大数粒子之间的自均匀化作用无穷延伸,置于充满差异的物质世界之上	Einstein 源于直觉和顿悟所杜撰的相对论和像 Prigogine 这样的一些几乎没有严格逻辑推理可言的普适真理体系,能够出现于 20 世纪科学世界的事件本身,以及其中几乎毫不遮掩的宗教意识,远比这些陈述体系自身大量存在的逻辑不当更需要科学世界关注
时间的方向性	将定义于熵函数,一个不恰当认识,所形成的方向性特征扩展至“时间”坐标之上,进一步导致荒谬	1. 首先,熵函数显示的方向性特征,决定于热力学描述对象自身的粒子本质,并且,依赖于宏观差异的存在,才可能成为一个独立的物理学陈述; 2. 至于物质对象在“时间域”中通常显示的方向性特征更完全决定于物质对象自身。如果不另外设置“参照物”,时间自身根本无方向性可言	事实上,一旦 20 世纪初叶的科学世界彻底放弃对数学基础出现逻辑悖论的探询,凭借技术进步而构建的现代自然科学体系就陷入了形形色色自否定的逻辑混乱之中。包括数学基础逻辑悖论在内的所有逻辑混乱的共同特征是:一方面,放弃逻辑相容性为本质内涵的数学严谨性,放弃被描述对象对于整个形式系统所具有的前提性地位;另一方面,将这些依赖局部真实却隐含种种矛盾的陈述无限真理化
耗散结构的本质内涵	将大自然普遍存在的“有序”结构,或者“自组织”结构归咎于“耗散”,并且,将其形式化	除了缺乏严格的形式表述,Prigogine 所有相关“耗散”的陈述都源于一种纯粹“表象”意义的认识,根本不当为: 1. 何为有序?无力对粒子本质的宏观物质的有序做出形式表述; 2. 大自然独立于人类意志而存在。因此,物质世界总以最有效方式实现属于自己的运动。耗散恰恰对其构造逻辑否定	

[简单结论]

尽管 Prigogine 凭借他杜撰的耗散结构理论获得了 Nobel 奖,似乎可以相信:现代科学世界的主流社会已经意识到这个陈述系统存在的大量认识不当。正因为此,在现在许多权威性科学著述中,已经不再提及这个曾经对 20 世纪后期产生相当大影响的工作。

但是,人们并没有形成一种真正的理性意识,意识到:在数学基础中以“无约制”为本质内涵的逻辑悖论,Einstein 凭借改变语义所构造的一个“无需也不容解释”却可以无条件地适用于整个物质世界的相对论,以及和 Prigogine 的工作之间,无论是在形式逻辑还是在哲学理念两个方面,它们都没有任何根本差异。

3.4 统计力学

统计力学的基本方程仍然存在逻辑前提。事实上,著名的 Boltzmann 方程和 Liouville 方

程逻辑悖论等一系列基础问题的长期存在,同样困囿于对于理论体系的逻辑前提缺乏足够重视和在不当逻辑前提下进行无穷演绎的错误倾向。

命 题		经典结论	修正结果或解释	一般分析
Γ 空间的形式表述		将 Γ 空间与流体力学中的不可压缩流构成逻辑对应	流体力学中不可压缩流体充满整个流场,而 Γ 空间的大部分几何域中几乎是没有代表点的空白,两者没有可比性	尽管同作为“大数粒子系统”,但针对“单个”粒子还是以“若干”粒子的统计平均行为为陈述对象,属于本质上完全不同的前提性认定。因此,将无视物质对象真实,且缺乏严格数学推导的 Liouville 方程界定为统计力学基本方程并不恰当
Liouville 定理	逻辑前提	1. Hamilton 定理:有势力场中运动粒子的可分辨性; 2. 不可压缩流假设:与其对应,存在定义于 Γ 空间连续可微的密度 ρ	考虑大数粒子系统的“宏观统计”表象时,恒存在“耗散”效应,相应无法满足 Hamilton 正则假设的有势力场前提。当然,也无“连续可微”密度可言	
	性质	由上述逻辑前提,“演绎”地导得 $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla_{\mathbf{x}} \rho + \dot{\mathbf{v}} \cdot \nabla_{\mathbf{v}} \rho = 0$ 该方程即为 Liouville 方程	当直接以离散粒子为对象,且人为认定满足“有势”条件时,充其量只能将其视为一个“公理化”假设,不能由不真实的不可压缩流假设“推导”	
应力表述	形式表述	在同一本统计力学著述中,会出现自悖性陈述: $\boldsymbol{\Sigma} = - \int \mathbf{w} \mathbf{w} f d\mathbf{v}$ 与 $\boldsymbol{\Sigma} = - \int \mathbf{w} f d\mathbf{v}$	如果将统计力学与通常的热力学理论对应,将“参照系”置于宏观物质集合之上,只考虑粒子无规“内”运动,则 $\rho \mathbf{I} \leftrightarrow - \int \mathbf{w} \mathbf{w} f d\mathbf{v} \approx - \rho \int \mathbf{w} \mathbf{w} d\mathbf{v}$ 否则,即考虑所谓的粒子集合输运过程时,作为一个习惯性定义存在	1. 熟知的两种不同应力张量表述形式的存在本身,充分说明相关理论体系不可靠; 2. 大数粒子系统“宏观表象”恒不能满足动量守恒,同样属于基本物理真实; 3. 仍然得从对物质对象构造理想化认定开始,构造形式系统
	存在基础	在统计力学著述中,关于应力张量的上述两种经典表述,分别相应于“动量守恒”和“能量守恒”,由 Maxwell 输运方程推得	$\boldsymbol{\Sigma} = - \int \mathbf{w} \mathbf{w} f d\mathbf{v}$ 从而与运动中流体粘性应力与粒子无规运动引起的宏观动量输运相连	
Boltzmann 方程和 Liouville 方程的逻辑不自洽	问题性质	统计力学指出:Liouville 方程蕴含的可逆性与 Boltzmann 方程需要表现的不可逆性逻辑不相容。属于一个众所周知的重大“逻辑悖论”	两个方程的逻辑不相容具有本质意义,因为两个方程所描述的理想化物质对象并不相同。相反,如果两方程逻辑相容才真正成为“反常”现象	当 Landau 诚实地将现代理论物理中的数学严谨性坦言为“自欺欺人”之际,现代自然科学研究却普遍存在这样一种极其反常的现象:一方面,无视逻辑推理的前提是否足够准确可靠,根本不在于逻辑推理是否满足准确可靠;但是,在另一方面,却希望这些无逻辑可言的推导结果具有普适意义
	解决方案	期望借助于另一个独立提出的“混沌”假设,为两方程的不一致提供依据	宏观表象自洽于最大数粒子系统可几表现的逻辑必然	
	B B G K Y 系列	从 Liouville 方程出发,一个形式上过分复杂,却缺乏数学严谨性的所谓推理过程	可以证明,如的确从 Liouville 方程出发,那么,只能导得无源形式的方程。相反,源项的存在恰恰说明,真实粒子系统不可能满足无源的 Liouville 方程	

[简单结论]

当科学主流社会盛赞统计力学由于它的普适意义而成为现代理论物理中又一个最完美的分支的时候,其实,人们恰恰需要保持更大的警觉:任何昭示某种普适真理性的陈述系统,几乎必然成为现代自然科学体系中“逻辑混乱”和“神学泛滥”并存的一个重灾区。

参考文献

- [1] Parker S P. Encyclopedia of Physics, McGraw-Hill Company, 1983
- [2] Serrin J. New perspective in thermodynamics, Springer-Verlag, 1986
- [3] 美国机械工程师协会. 应用力学最新进展. 郭仲衡等译. 北京: 科学出版社, 1991
- [4] 湛垦华, 沈小峰. 普利高津与耗散结构理论. 西安: 陕西科学技术出版社, 1982
- [5] Reichl L E. A Modern course in statistical physics, University of Texas Press, 1980
- [6] Landau L D. Lifshitz EM. Course of theoretical physics (Vol. 2, 5, 6, 10), Butterworth Heinemann, 1999
- [7] 王竹溪. 热力学. 北京: 高等教育出版社, 1983(第 13 次印刷)
- [8] 龚昌德. 热力学与统计物理学. 北京: 人民教育出版社, 1982
- [9] Michael J. Moran, Availability analysis: A guide to effeicient energy use, Prentice-Hall, Inc. , 1982
- [10] 李如生. 非平衡态热力学和耗散结构. 北京: 清华大学出版社, 1986
- [11] 祖巴列夫(Zubarev D), 非平衡统计热力学. 李沅柏, 郑哲洙. 北京: 高等教育出版社, 1982
- [12] 玻戈留玻夫(Bogoliubov NN). 量子统计力学导论. 刘典宽等. 北京: 高等教育出版社, 1992
- [13] Prigogine I. Non-equilibrium statistical mechanics, Interscience Publishers, 1962
- [14] Degroot S R and Mazur P. Non-equilibrium thermodynamics, North-Holland Publishing, 1962
- [15] Truesdell C, Mechanics of solid(vol. 2), Springer-Verleg, 1973
- [16] 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
- [17] 杨本洛. 流体运动经典分析. 北京: 科学出版社, 1996
- [18] 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
- [19] 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
- [20] 杨本洛. 湍流及理论流体力学的理性重构, 宏观力学的哲学和数学反思(第 1 卷). 上海: 上海交通大学出版社, 2003
- [21] 杨本洛. 宏观物质粒子本质和热力学理性重建, 宏观力学的哲学和数学反思(第 2 卷). 上海: 上海交通大学出版社, (即将出版)

4 经典电动力学

通常人们总以为建立在 Maxwell 方程基础之上的经典电动力学可以属于自然科学体系中最为成熟的部分,其实远不尽然。虽然 Maxwell 能够坚持“物质论”的观点,为认识电磁场开拓了一个正确的研究方向,但是局限于那个时代的数学水平,以及自 Newton 开创经典力学体系以来就一直深刻影响着整个自然科学研究的“形而上学”、简单“经验实证主义”,以及“构造普适真理体系的期待”等一系列影响,Maxwell 所构造的陈述系统实际上隐含着在物理概念和形式表述两个方面大量存在的逻辑不自洽问题。

当然,人们可以合理地推断,其实正因为这样一些前提性的问题没有得到解决,才出现所谓 Michelson-Morley 实验不可解释的问题,并且,最终导致在若干不容解释的物理认定基础之上所建立的一个完全荒悖的相对论。

4.1 形式系统的“物质基础”的重新认定

在自然科学中,任何一个合理的形式表述系统只能建立在一个特定的理想化“物质对象”之上,并且,用以表示这个特定物质对象与其发生主要影响的理想化“物质环境”之间存在的某种抽象关联。与形式系统的存在性原则一致,赋予形式系统以确定的物质内涵成为保持形式系统逻辑相容的基础。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
自变量 $\left\{\begin{array}{l}\rho(x) \\ J(x,t)\end{array}\right.$ 的独立 性分析	在经典电磁场理论中,尽管将在某几何空间的固定电荷分布 ρ 和电流分布 J 界定为形式系统的两个自变量,但是,却同时确认 $J=\rho v$ 其中, v 对应于电荷在空间中的移动速度。这样,形式系统中的电荷和电流本质上不再独立	经典电磁场理论源于 Coulomb 定律和 Biot-Savart 定律所表述的两个经验事实。与上述两定律对应的电荷和电流属于两个独立存在,即 $J\leftrightarrow\rho^* v: \rho^*\neq\rho$ 即,形式量电流 J 中的运动电荷 ρ^* 并不是另一个给定的自变量——固定不变的电荷 ρ 。 若接受经典认识,则自变量 ρ 表示的固定电荷不再存在,相应不存在由其激发的静电场 E	1. 保证形式系统自变量的严格独立需要予以普遍遵循; 2. 若电流 J 源于电荷 ρ ,甚至不能与势函数 ϕ,A 在“独立变量数目”上逻辑相容; 3. 电荷 ρ 处于固定状态,只能是空间位置的函数; 4. 动态电磁场只源于动态的电流分布。不允许凭借人为给定的“位移电流”,而必须“演绎”地推导动力学方程
自变量电流 的物理内涵	除了将自变量电流 J 与另一个自变量电荷 ρ 构成不恰当的逻辑关联外,还对电流做出简单认定 $J\leftrightarrow\rho^* v$ 即将电流单纯定义为运动中的电荷	仍然根本决定于 Biot-Savart 定律所对应的经验事实,此时,作为自变量的电流 J 并非单纯的移动电荷 ρ^* ,而需要叠加与移动电荷极性相反,“静止”不动的另一部分电荷 ρ' ,即 $J\leftrightarrow\rho^* v: \cup\rho': \rho'=-\rho^*$ 并且,吻合于基本物理真实,存在 $n\cdot J(x)\equiv 0, \quad x\in b$ 即允许作为一个通常的限制,有限域边界的电流法向分量恒为零	1. 在电磁场理论的经典陈述中,在总把电流认定为纯粹的移动电荷的同时,却对运动中电荷同样能够激发电场构成逻辑否定; 2. 有限域边界只存在电流切向分量是构造相关形式表述的前提,其依据仍然是相关物理真实; 3. 当然,边界认定同样构造了存在条件

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
形式系统定义域或物理表述空间	定义于无以穷尽并且完全虚幻的“惯性系”之中。如果仍然像经典理论那样,引入电场 E 和磁场 B, 则 $\{\rho, \mathbf{J}, \mathbf{E}, \mathbf{B}\} \in S : \text{inertial}$ 于是, 自然出现经典电磁场理论所述的“运动学状态”本质上无从确定的问题	电磁场源于给定的电荷和电流源, 抽象表示这些源对置于电磁场中“实验电荷以及电流”的真实物理作用, 于是, 电磁场的形式表述同样只能“物质地”定义在自变量“固定电荷 ρ”所张几何空间之中 $\{\rho, \mathbf{J}, \mathbf{E}, \mathbf{B}\} \in S_{\text{phy.}}$ $S_{\text{phy.}}$: extended from ρ 以保证与电磁作用的物质对象严格逻辑相容。由于电流中与运动电荷极性相反, 同样处于“静止”之中的电荷 ρ' 恰恰是运动电荷运动状况的天然参照系, 电流 $\mathbf{J}$ 隐含的电荷运动速度 $\mathbf{v}$ 亦得以唯一确定	1. 虚幻惯性系的存在基础属于 Hilbert 所主张完全随意的“公理化”认定, 然而由其引起的不确定性为人们熟知; 2. 自然科学用以描述物质世界, 描述确定物质对象的形式系统逻辑地定义在确定理想化物质环境之上。一旦意识到此, Michelson 实验将成为简单事实; 3. 被赋予物质意义的形式系统拥有确定形式意义, 同时逻辑地显示: 只能条件存在和有限真实
“实验电荷”以及形式系统的逻辑完备性	因变量 E 和 B 直接与“力”关联, 因此, 必须借助于“实验电荷”以及“实验电流”的存在, 通过作用于它们之上的力而引入 E 和 B。由于 E 和 B 在形式上不能脱离实验电荷和实验电流而存在, 于是, 存在 E 和 B 是否包容了实验电荷、电流影响的问题。经典理论中, 通常存在两种不同的说法: 1. 电磁场属于一种“物质”实在, 由所有真实存在的电荷、电流所激发。实验电荷、电流只是为了引导电磁力而存在的, 因此, 它们被视之为“虚拟”存在; 2. 与经验事实对应, 承认包括实验电荷、电流在内的所有电荷的真实性。放置实验电荷 q 会影响原来的电荷分布, 因此在分析电荷 q 的运动时, 总约定: 一点处的电场视为由该点处“以外”的其他电荷所激发	1. 电磁场是独立的物质实在。为 Maxwell 方程所描述, 定义于空间 V 中的 E 和 B 应视为这个特定物质存在形式的“状态”量, 与存在于相同几何空间中的源, 即电荷集合构成确定的“逻辑”关联: $\exists \{E, B\} = f(\rho, \mathbf{J}) : (\rho, \mathbf{J}) \in V$ 但是, 带电粒子和带电粒子激发的电磁场属于两个独立的物质存在, 因此, 电磁场完全独立于“虚拟”实验电荷的存在而存在; 2. 可以定义在带电粒子之上的物理量不一定能够定义在电磁场之上, 并且, 更不需要必须以定义于带电粒子之上的物理量定义电磁场。力只能存在于“有质、有形”物质对象之上, 不能在“无质、无形”的电磁场之上定义力、动量等物理量; 3. 任何一种作用都必须存在于两个不同的物质集合之间。在此意义上, 似乎可以将实验电荷与电磁作用的“承受体”构成关联。但是, 按照此解释, 则不允许实验电荷界定为不真实的“虚拟”存在; 4. 为 Maxwell 方程所描述的电磁场完全决定于相应几何域中的电荷集合 $(\rho, \mathbf{J})$, 无需也不能再在其中补充“虚拟”电荷的存在。事实上, 作为电磁作用的承受体, 就是给定几何域以外的真实物质存在, 并且, 整个形式系统相应定义于这个特定物质环境中, 即 $(\rho, \mathbf{J})_{\text{test}} \in \text{the idealized material environment}$ 这种被赋予完整逻辑意义的认识将成为能量分析的一个恰当基础; 5. 电磁作用存在于不同电荷集合之间。对于单独的带电粒子, 不可能承受自身激发电磁场的作用。而对于一个定义于给定几何域电荷集合所激发的电磁场作为一个整体而存在时, 同样不能作用于该电荷集合自身。或者说, 电磁场的存在不仅仅依赖激发其存在的电荷集合, 还同时依赖于承受该作用的另一个独立电荷集合的存在	

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
形式量 H 和 D 的逻辑不当	虽然几乎所有现代电磁场著述都指出:仅由于历史的原因将 H 称为磁场强度,但是这种称谓明显不当,原则上应代之以将 B 称为磁场强度。但是,并不是所有电磁场著述都形成严格的理性认识: E 和 B 才可能成为隶属于“场”的基本物理量,而 H 和 D 充其量只能被称之为辅助量		从形式逻辑考虑,电磁场必须与作为其“源”而存在的某一个特定电荷集合形成确定的逻辑关联。但是, H 和 D 的根本问题则在于破坏了这种必须的逻辑关联。因此,它们只能成为两个便于直接实验分析的可计算量

[简单结论]

对于人们真诚期待的“统一、和谐”,其实,它的全部内涵就在于自然科学研究中几乎无处不在的“逻辑一致性”上。在数学基础方面,由于否定了形式系统的“存在性”原则,混淆了“拥有”和“从属”两种完全不同的逻辑关联,使得作为“逻辑推理”工具的数学不得不处于面对一系列逻辑悖论,甚至处于最终放弃逻辑的尴尬之中。

如果说严格维护逻辑是澄清认识困惑的唯一途径,那么,赋予形式表述以确定物质内涵则成为保证形式表述系统逻辑相容的基础。此时,经典电磁场理论中诸如“Maxwell 位移电流”、“Lorentz 规范”等这样一些纯粹的人为假设不再存在,整个形式系统将成为针对物质对象所作“理想化认定”的逻辑必然。

4.2 电磁场理论经验方程的重新认定

在经典电磁场理论中,除了 Coulomb 定律与 Biot-Savart 定律这样两个本质上属于“恒定态”的经验公式较为直接,定义于时间域中的“位移电流”表述以及 Faraday 电磁感应定律都相对较为复杂,目前使用的最终结果均源自于 Maxwell 的工作。为了构造两个动力学方程,从 1855 年发表著名的《论 Faraday 力线》论文开始,直至 1865 年完成《电磁场的动力学理论》结束,Maxwell 经历了整整 10 年的艰辛劳动。Maxwell 的研究开创自然科学研究中的一个新纪元。

但是,根本归咎于那个时代普遍存在无视不同物质对象前提存在进行“简单模仿”研究的不正确影响,以及作为“场分析”必要数学基础的“张量分析”尚未出现,Maxwell 构造的两个经验方程其实都不正确。并且,数学上的不当表述影响了对待一系列物理学概念的准确认识。

4.2.1 Maxwell“位移电流”假设的逻辑不当

在自然科学的任何一个合理的理论体系中,假设只能作为最初的逻辑前提而存在,后续推理过程不允许再补充其他人为假设,当然,更难以想象一个没有任何确定物理内涵,只存在于纯粹“人为理念”中的关系式。可以相信,任何一个习惯于独立思考的研究者,都会对 Maxwell 人为提出位移电流假设中几乎明显存在的反常意识形成一种自然的警觉。

命 题	经典表述	不当性分析	修正结果
位移电流的基本定义	按照《McGraw-Hill 物理百科全书》，关于位移电流的基本定义为：对应于测量结果，电流密度 $\boldsymbol{J}$ 等于磁场强度 $\boldsymbol{H}$ 的旋度。将其推广至时变场，则需要作如下变化： $\nabla \times \boldsymbol{H} = \boldsymbol{J} + \partial \boldsymbol{D} / \partial t$ 其中，$\boldsymbol{D}$ 为介质的电位移矢量场，而 $\boldsymbol{J}_d = \partial \boldsymbol{D} / \partial t \rightarrow \boldsymbol{J}_d = \epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ 则为需要补充的位移电流	正如只能将此处定义的位移电流称之为“假设”那样，在物理理念和形式逻辑方面的不当几乎是明显的，以下作逐一分析	对于任何理论体系，存在于最基本前提性概念上的认识不当，几乎都必然是致命的。而且，形式系统中的每一个形式量必须被赋予以确定物理内涵。主要的修正结果为： 1. 对于存在于经典电磁场理论基本方程中的那个被称之为“位移电流”的物理量，应该修正为 $\boldsymbol{J}_d = -\epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ 形式上，与经典表述相差一个负号； 2. 该物理量的存在，逻辑上仅仅源于作为“经验表述”，表现电流激发磁场的 Biot-Savart 公式。或者说，对于时间域中处于变化之中的电流分布 $\boldsymbol{J}$，并不需要再额外补充所谓“附加”电流。磁场的形式表述中出现的形式量 $-\epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ 仅仅是上述经验方程的一个自然的逻辑推论。只不过经典理论在从经验方程推导“静磁场”的形式表述，即 $\nabla \times \boldsymbol{B} = \mu \boldsymbol{J}$ 的演绎推理过程中，没有注意到与“静态”假设逻辑相容的必要假设； 3. 固定电荷 ρ 是一种物理真实，同样，恒定不变电流或者变化中电流 $\boldsymbol{J}$ 的存在依然是一种物理实在。当然，电磁场的一切动态特征只能逻辑地源于“动态”的电流。可以做出严格证明：根据“电荷守恒定律”重新给出的形式量 $-\epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$
构造位移电流的不同途径	大部分电磁场理论著述仍沿用 Maxwell 将位移电流源于电介质中“极化电荷”的最初思考引入位移电流，即由介质中电极化矢量 $\boldsymbol{P}$ 的形式定义和电荷守恒定律出发，推导位移电流的形式表述，即 $\boldsymbol{P} = \epsilon \boldsymbol{E} \ \& \ \nabla \cdot \boldsymbol{J} + \partial \rho / \partial t = 0 \rightarrow \boldsymbol{J}_d = \partial \boldsymbol{D} / \partial t$	姑且不论提出一系列人为假设，使位移电流的构造过程不具逻辑意义，另一个无法接受的该构造过程的明显不当还在于：依赖于电介质构造的位移电流不具必须的一般性意义	
	考虑到 Maxwell 方程必须独立于电介质的存在而存在，因此，个别著述提出了一种直接构造位移电流的方式^[5]：对于处于动态变化中的电磁场，由于 $\nabla \cdot \boldsymbol{J} = -\partial \rho / \partial t \neq 0$ & $\nabla \times \boldsymbol{B} = \mu \boldsymbol{J}$ 逻辑不相容，形式地引入位移电流 $\boldsymbol{J}_d$，使 $\nabla \cdot (\boldsymbol{J} + \boldsymbol{J}_d) = 0 \ \& \ \nabla \times \boldsymbol{B} = \mu (\boldsymbol{J} + \boldsymbol{J}_d)$ 于是，将两个显然存在的关系式 $\nabla \cdot \boldsymbol{J} = \partial \rho / \partial t$ & $\epsilon \nabla \cdot \boldsymbol{E} = \rho$ 代入前式，得 $\nabla \cdot (\boldsymbol{J} + \epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t) = 0 \rightarrow \boldsymbol{J}_d = \epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$	如果仍遵循该推理过程的基本思想，因为推理的基础为 $\nabla \cdot \boldsymbol{J} = \partial \rho / \partial t$ & $\epsilon \nabla \cdot \boldsymbol{E} = \rho$ 相应隐含另一个逻辑推论 $\boldsymbol{J} = -\epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ 这样，不仅存在所需要的结果 $\nabla \cdot (\boldsymbol{J} + \boldsymbol{J}_d) = 0$ 还同时导出 $\boldsymbol{J} + \boldsymbol{J}_d = 0; \boldsymbol{J} = -\epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ $\boldsymbol{J}_d = \epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ 属于明显的逻辑悖论	
	为了赋予位移电流以明确的物质意义，不妨在认定给定电流分布 $\boldsymbol{J}$ 为“独立”自变量的同时，确信位移电流 $\boldsymbol{J}_d$ 是另一个“独立”变量，即给定电荷 ρ 分布在几何空间中真实进行的运动。并且，仅仅在此时，即在电荷和由“该”电荷所诱导的电流之间，才满足电荷守恒定律，即 $\boldsymbol{J}_{\text{total}} \supset (\boldsymbol{J}, \boldsymbol{J}_d) : \boldsymbol{J}_d = \rho \boldsymbol{v}_{\text{displacement}}$ 于是，自然地存在 $\nabla \cdot \boldsymbol{J}_d = \partial \rho / \partial t \ \& \ \epsilon \nabla \cdot \boldsymbol{E} = \rho \rightarrow \boldsymbol{J}_d = -\epsilon \partial \boldsymbol{E} / \partial t$ 与 Maxwell 的最初定义相差一个负号	虽然，无论在形式逻辑还是物理内涵两个方面，都比经典表述取得明显进步，但是，将位移电流 $\boldsymbol{J}_d$ 归结为独立电荷分布 ρ 在几何空间中出现的运动，仍然造成对该电荷被确认为“固定”电荷分布这样一种基本“经验事实”的逻辑否定	

(续表)

命 题	经典表述	不当性分析	修正结果
位移电流的物理内涵	无法赋予位移电流以确切的物理内涵属于经典电磁场理论中的基本事实。正因为此,《McGraw-Hill 物理百科全书》指出: “如果把电流定义为电荷的传输,那么,在没有任何电荷存在的真空中,使用‘位移电流’这一名词无疑是错误的 ^① 。但是,如果电流是用它产生的磁场来定义,那么这个定义是合理的。在电介质中,电场使正负电荷出现相对位移,位移电流就有了意义。即使对于真空,Maxwell 仍然使用了这一类图像,假设真空中有一种能够被极化的以太。”	寄希望于借助“称谓”的改变以解释或者回避自然科学陈述明显存在的逻辑不当,属于现代自然科学面对暂时认识困惑时长期存在的一种不良痼习。暂时的认识不足在所难免,但是,明确宣示认识不足的存在,才可能成为认识深化的基本前提。如果 Landau 将数学严谨性称之为自欺欺人,那么放弃逻辑相容性原则,掩盖矛盾才是真正的自欺欺人	根本不是附加电流,在物理上与给定“变化”电流 J 自然出现的“电荷”空间积累形成逻辑关联

4.2.2 Faraday 电磁感应电流经典表述的逻辑不当及其修正

自从 Faraday 于 1831 年首次提出“电磁感应”的经验事实,直至 Maxwell 于 1865 年最终为电磁场理论建立一个封闭的形式表述系统的 30 余年之中,电磁学理论研究的一个重要方面就是围绕如何为“电磁感应”经验事实构造相关形式表述的论题而进行的。应该说,能够相应获得一个相关的形式表述应归功于德国物理学家 F. E. Neumann 的工作。而且,不可理喻的是,在 Maxwell 著名的三篇电磁学论文中的第一篇予以发表时,就出现了一个不应有的疏忽,将 Lenz 定律错误地引用于 Neumann 最初的恰当表述之中,导致经典电磁场理论中所有“动态”表述项的失当和错误。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
Lenz 定律中“逻辑主体”的错位问题	经验事实告诉人们:对置于磁场 B 中的封闭线圈,如果磁场在时间域中存在变化,则线圈相应产生感生电流,其感生电动势为 $\mathcal{E}_{in} = \oint_{C_{in}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{c} \approx \frac{d}{dt} \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$ 即为 Faraday 电磁感应定律的最初表述,当时右侧符号未定。但吻合于普遍存在“自	显然,出现于 Lenz 定律中的磁场 B 和该磁场中封闭线圈中的感生电流 J_{in} 并不相同于电磁场理论中通常所说“场”与“源”之间的关系。也就是说,感生电流 J_{in} 并不是此处所说激发磁场 B 的那个源。为了保持“电流与电流所激发电磁场”这样一种电磁场理论中的确定性关系,可以确信:为减小作为激发条件存在的磁场 B 的变化,感生电动势与为感生电流所激发的磁	关于如何恰当构造电磁场理论中不同“动态”项的问题,主要属于演绎逻辑的范畴,后续命题将作进一步分析。 其实,此处针对 Faraday 电磁感应经典陈述存在的的讨论仍然归结为一种“表观、直觉”意义上的认识。但是,考虑

① 该引入位移电流的方式本质上仍然属于一种“直觉”意义上的推导,为笔者在书写《自然哲学基础分析》一书时所提出。由于能够赋予位移电流以明确的物质意义,同时还保证形式系统中两个自变量,电荷密度 ρ 和电流密度分布 J 以具有必须的独立性,可以视之为相关认识的一种初步深刻化。尽管相应获得一个正确的最终结果,纠正了位移电流经典表述长期存在的形式不当,并且,源于这种修正进一步发现了经典理论在形式逻辑和物理理念上大量存在的认识不当问题,但是,整个思想仍然渊源于“附加电流”的习惯思维,直到此次书写本书时,才发现相关推理的不当。

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
Lenz 定律中“逻辑主体”的错位问题	发反抗任何变化趋势”的认定,重写为 $\mathcal{E}_{\text{in}} = -\frac{\text{d}}{\text{d}t} \int \mathbf{B} \cdot \text{d}\mathbf{S}$ 即为 Lenz 定律。如果可以认为式中两物理量的逻辑主体保持一致,则 $\nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t$ 为 Maxwell 采用的表述形式	场之间有 $\mathcal{E}_{\text{in}} = \frac{\text{d}}{\text{d}t} \int \mathbf{B}_{\text{in}} \cdot \text{d}\mathbf{S}$ 相应存在 $\nabla \times \mathbf{E} = \partial \mathbf{B} / \partial t$ 与经典表述相差一个负号。(需要指出:Neumann 的最初表述保留下标以明示物理量的不同逻辑主体则并无不当。)	到如何切实防止现代自然科学普遍存在一种过分“形而上学”的倾向方面,这样的命题仍然具有意义。事实上,在如何理性地认识“电动势”和“电场”逻辑关联方面,仍然值得指出:根据 Biot-Savart 公式定义的磁场 $\mathbf{B}$,只能作用于电荷运动的“法线”方向上,但是,如果线圈中的电荷处于“加速”运动状态之中,那么,一定需要存在切线方向上的力。此时,线圈中沿切线方向上“推动”电荷运动的电动势 $\mathcal{E}$,与相应存在的电场 $\mathbf{E}$,其实成为表述同一物理真实的两个不同侧面。当然,随着线圈中电流的增大,由“其”激发的磁场 $\mathbf{B}$ 亦在增加之中,相应需要激励电荷运动的电场 $\mathbf{E}$ 或电动势 $\mathcal{E}$
感生电流的能量分析	如修正结果所表明,对于经典表述的 Faraday 电磁感应定律 $\nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t$ 必然与经典理论中关于封闭线圈激发磁场动态过程的能量分析存在逻辑悖论	仅仅根据静磁场经典理论,假设封闭线圈的电感为 L ,电流为 i ,存在磁通量 $\varphi = \int_A \mathbf{B} \cdot \text{d}\mathbf{a} = iL$ 电流增大过程中功率消耗,即电动势为 $\Sigma = \frac{\partial \varphi}{\partial t} = L \frac{\partial i}{\partial t} = \int_A \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot \text{d}\mathbf{a}$ 根据能量守恒,求得磁场的能量 $U_m = I\varphi/2 = B^2/2$ 注意到电动势的等价表述 $\Sigma = \oint \mathbf{E} \cdot \text{d}\mathbf{I} = \int_A \nabla \times \mathbf{E} \cdot \text{d}\mathbf{a}$ 立即有 $\nabla \times \mathbf{E} = \partial \mathbf{B} / \partial t$ 这样,除了再次与前面的修正表述逻辑相容以外,还预示经典的 Poynting 能量分析必然存在问题	

4.2.3 Ampere 定律“存在条件”分析

丹麦科学家 H. C. Oersted 于 1820 年首次构造了电流激发磁场的实验,次年由法国科学家 J. B. Biot 和 F. Savart 完成了相关的定量实验,并在 Laplace 帮助下于 1823 年发表了闭合电流线圈激发磁场的积分表述,即 Biot-Savart 公式

$$\mathbf{B}(\mathbf{x}) = \mu_0 \int_V \frac{\mathbf{J}(\mathbf{x}') \times \mathbf{r}}{r^3} \text{d}V' = \mu_0 \int_V \mathbf{J} \times \nabla \frac{1}{r} \text{d}V'$$

继而,Ampere 经历了许多年“实验”研究,并且在一系列基本假设的基础上,于 1825 年获得定义于电流元之上,其现代表述形式为

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$$

被称作 Ampere 定律的基本方程。

在现代电磁场理论中,一方面提出微分表述的 Ampere 定律比积分表述的 Biot-Savart 公式应该具有更为深刻和宽泛的物理内涵,也不再关注 Ampere 当年构造相关形式表述的具体方法乃至相应的基本思想,另一方面,却总直接由 Biot-Savart 公式出发,通过纯粹演绎的方式

推导 Ampere 定律,以表现这个微分表述的合理性。但是, Ampere 定律并不与 Biot-Savart 公式保持严格逻辑相容,微分表述仅仅是积分表述在若干附加条件下的逻辑推论,或者所谓“条件约束”映射所构造的象。

当然,依据且仅仅依据“演绎逻辑”,在如何恰当理解磁场 B 两种不同形式表述的关系方面,习惯性认定并不恰当。也就是说,绝对不是 Biot-Savart 公式在“深度、广度、重要性”方面不可能与 Ampere 定律比拟,相反,积分表述必然蕴含了更为丰富的物理内涵。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
边界附加条件	在从 Biot-Savart 公式推导那个最终需要的微分表述时,必须符合如下所述边界附加条件: $n \cdot J(x)=0, \quad x \in b.$ 即边界上的法向电流分量恒为零	其实,仅仅逻辑地源于这个边界上必须的附加条件,对于为经典电磁场理论体系“可能”描述的电磁波,才自然地始终呈现“横波”特征。 当然,这个基本特征仍然吻合于相关的经验事实	应该说,在电磁场理论的现代分析中,为了从 B-S 公式演绎推导 Maxwell 方程组中 Ampere 定律,所有的附加条件都为人们习以为常地使用着。 但是,现代自然科学研究中,“无视逻辑严谨性”和“过分形而上学”极其反常结合的长期存在,使得人们几乎从来没有认真考虑过存在条件、有限论域等前提性的问题。这样,在怎样认识磁场的积分表述和微分表述的应用范围上面出现了严重的认识倒置。
空间域附加条件及其逻辑推论	与此同时,对于给定的电流空间分布 J ,为了导得所需要的微分表述,还必须满足电流分布的散度恒为零条件,即 $\nabla \cdot J(x)=0, \quad x \in V$ 根据普适的电荷守恒定律,相应存在 $\partial \rho / \partial t=0$ 当然,在电磁场理论的经典分析中,往往根据电流的“恒定”前提,反过来说明不存在非零散度 $\nabla \cdot J$ 的影响	为了获得最终期望的微分表述形式,此处所述的“空间域”附加条件,以及相应存在于“时间域”中关于电荷分布处于恒定不变状态的推论,只不过被“自动”地应用相关的推理过程之中。 但是,经典理论并没有形成一种理性意识;此处为“电荷守恒定律”所描述的电荷 ρ ,根本不等于另一个通常所说的独立电荷分布密度,而仅仅是同样处于“变化中”电流 J 所诱导的电荷积累	当然,就目前而言, B-S 定律可能用于动态分析还仅仅属于一种推测。需要作进一步分析,才可能推知,由该公式可以演绎推导得一个属于“变化电流”的完整动力学方程
有限论域的重立新确立	仅仅作作为一种纯粹“直觉”意义认识,确信微分表述的 Ampere 定律具有更为宽泛应用范围,即 $\nabla \times B=\mu J \supset B$ $=\mu \int J \times \nabla(1 / r) d V$ 并且,微分表述可以用于动态分析之中	显然, Ampere 定律不能用于“动态”分析,只能定义于“静态分析”论域 $\nabla \times B=\mu J \in(x)$ 作为推测, B-S 定律允许定义于动态域 $B=\mu \int J \times \nabla(1 / r) d V \in(x, t)$ 且此时积分表述必然包容微分表述	

4.2.4 Maxwell 方程组的修正及其重新定性

由于位移电流、Faraday 电磁感应定律的形式表述需要予以修正,同时,还由于 Ampere 定律的物理内涵发生了变化,电磁场的 Maxwell 基本方程相应需要做出修正,并且,对其可能蕴含的物理内涵作重新解释。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
微分表述的基本方程组	$\begin{cases} \epsilon_0 \nabla \cdot \mathbf{E} = \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \partial \mathbf{E} / c^2 \partial t \end{cases}$	如果仅仅考虑位移电流和 Faraday 电磁感应定律两种形式表述需要的修正, 则 $\begin{cases} \epsilon_0 \nabla \cdot \mathbf{E} = \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} = \partial \mathbf{B} / \partial t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} - \partial \mathbf{E} / (c^2 \partial t) \end{cases}$	Maxwell 方程需要作如此重大调整或许超越了几乎所有研究者的预料。但是, 人类深化认识大自然的过程中, 几乎总是从形形色色“猜测”开始, 再逐步形成合理和完整的陈述系统。这样, 任何理论体系在其构建的初始阶段, 出现认识不足恰恰成为一种正常。因此, 科学的主流社会不应该拒绝使用严格科学语言进行的科学批判, 当然, 更不允许默许或者掩饰矛盾而公然放弃逻辑相容性。显然, 对于 Maxwell 所构建的经典电磁场理论, 还远不仅仅是对形式系统中的两个动态项的形式表述进行简单修正的问题, 在自变量和因变量的逻辑关联、形式量和形式量的逻辑主体之间, 以及如何恰当构造与自变量所表现物理真实严格逻辑相容的独立陈述系统等许多方面, 都存在进一步深刻化的问题。
“定义域”或“描述空间”	从未认真考虑过。也可以更明确地说, 由于形式表述相同被定义在完全虚妄并且“无穷多”惯性系之中 $\{\rho, \mathbf{J}, \mathbf{E}, \mathbf{B}\} \in \text{Inertial systems}$ 形式表述不仅不具必需的物质意义, 还不具形式上的确定性	仅仅定义在给定电荷集合 ρ 以及与其保持逻辑相容, 电流中的“静止电荷”所张的几何空间之中。即 $\{\rho, \mathbf{J}, \mathbf{E}, \mathbf{B}\} \in S : \text{Extended from } \rho$ 这样, 为电磁学量描述作用于任意场点 x 之上的电磁作用, 都逻辑地源于给定电荷或者电流集合。当电磁学中的所有形式量被赋予了确定物质意义的同时, 形式上也自然满足一切合理形式系统所必需的“唯一性”要求。一旦意识到此, 电磁波与一般物质波没有任何本质差异。Michelson-Morley 实验只不过是一个过分平凡的事实	如果像 Einstein 那样, 一方面容忍和默认形形色色“矛盾前提”的存在, 另一方面仅仅凭借无需严肃思考的直觉和顿悟, 借助于改变概念描述自存的物质世界才是 Landau 错置于“数学严谨性”之上的自欺欺人。任何“个别”经验事实的验证没有丝毫本质意义, 根本不能改变 Einstein 在默认矛盾的同时却期望构造普遍真理体系的过分荒唐
物理内涵和逻辑相容性	被认为是用于描述电磁场这样一种特定物质存在形式的普适方程	1. 电磁场必须被认定为物质存在的一种形式。但是, 它需要表现的是“力”, 力必须逻辑地定义在不同物质实体之上。于是, 除了诸如边界上只允许存在切向电流等条件, 为电磁学所描述的场只逻辑地属于真实电荷存在中的一个子集合; 2. 微分表述的 Ampere 定律需要满足静态逻辑前提, 原则上, 由其构造的形式系统同样只属于静态分析范畴; 3. 至于 Maxwell 方程中的 Ampere 定律, 由于添加了本质上表现“变化电流”所引起的电荷积累, 可望用于“动态”分析。但是, 该推测尚有待进一步证明; 4. 即使电荷守恒定律不适用于给定的电荷 ρ , 电流 $\mathbf{J}$ 分布, 还可以将它们其视为一对独立自变量, 但是, 仍然存在与因变量 $\mathbf{E}$ 和 $\mathbf{B}$ 逻辑不相容的问题	如果像 Einstein 那样, 一方面容忍和默认形形色色“矛盾前提”的存在, 另一方面仅仅凭借无需严肃思考的直觉和顿悟, 借助于改变概念描述自存的物质世界才是 Landau 错置于“数学严谨性”之上的自欺欺人。任何“个别”经验事实的验证没有丝毫本质意义, 根本不能改变 Einstein 在默认矛盾的同时却期望构造普遍真理体系的过分荒唐
自变量电荷和电流的“独立性”及其形式分解	一方面, 将给定电荷分布 ρ 与给定电流分布 $\mathbf{J}$ 定义为自变量, 另一方面, 又要求它们满足电荷守恒定律 $\nabla \cdot \mathbf{J} = \partial \rho / \partial t$ 这样, 不仅对 ρ 和 $\mathbf{J}$ 作为自变量的前提认定构	不仅作为自变量的 ρ 和 $\mathbf{J}$ 必须保持严格独立性, 而且, 与其对应必须存在两个彼此独立的形式系统, 即属于独立电荷的 $\begin{cases} \epsilon_0 \nabla \cdot \mathbf{E} = \rho \in \rho(x) \\ \nabla \times \mathbf{E} = \partial \mathbf{B} / \partial t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} - \partial \mathbf{E} / (c^2 \partial t) \end{cases} \in \mathbf{J}(x, t)$ 以及属于独立电流的另一个形式系统	如果像 Einstein 那样, 一方面容忍和默认形形色色“矛盾前提”的存在, 另一方面仅仅凭借无需严肃思考的直觉和顿悟, 借助于改变概念描述自存的物质世界才是 Landau 错置于“数学严谨性”之上的自欺欺人。任何“个别”经验事实的验证没有丝毫本质意义, 根本不能改变 Einstein 在默认矛盾的同时却期望构造普遍真理体系的过分荒唐

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
自变量 电荷和 电流的 “独立 性”及 其形式 分解	造了逻辑否定,还使因 变量 E 和 B 之间存在 的逻辑不相容进一步 扩大	前后两个 E 并不相同。在后一系统中, E 和 B 同属于变化中电流。并且,可以做出一种 大概“合理”的推断:仅仅对于动态变化的电 流分布,电荷守恒定律才具有独立意义,相应 成为 Ampere 定律附加项提供了存在基 础,即 $\nabla \cdot \mathbf{J} = \partial \rho / \partial t \leftrightarrow -\partial \mathbf{E} / (c^2 \partial t)$ 进一步的演绎推导将证明,该推断是恰当的, 当然,相关形式表述需要修正	

4.2.5 Poynting 能量理论的重新分析

为 Poynting 构造的能量分析系统属于经典电磁场理论中的一个重要部分。

由于 Maxwell 方程组中两个动态项的符号都发生了变化,可以推断,相关能量分析中的形式表述几乎必然要相应发生变化。当然,Poynting 能量理论不仅仅表现在由于形式表述不当引起的一系列逻辑不当,一个更为根本的问题还在于:相关能量分析隐含了将电磁场“孤立”化的不恰当认识。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
能量方程	对于动态电磁场中作为电磁场 “源”而存在的电流(运动电荷), 在其运动过程中需要消耗的功 率为 $\dot{W} \stackrel{\text{def}}{=} \int_V \mathbf{f} \cdot \mathbf{v} dV = \int_V \mathbf{J} \cdot \mathbf{E} dV$ $= -\frac{\partial U}{\partial t} - \oint_A \mathbf{n} \cdot \mathbf{S} dA$ $= -\frac{\partial U}{\partial t} - c^2 \oint_A \mathbf{n} \cdot (\mathbf{E} \times \mathbf{B}) dA$ 其中 U 为电磁场体积域中的 能量 $U = \frac{1}{2} \int_V (E^2 + c^2 B^2) dV$	对于同样的动态电磁场,运动电 荷消耗的能量为 $\dot{W} = \frac{\partial U}{\partial t} - \oint_A \mathbf{n} \cdot \mathbf{S} dA$ $= \frac{\partial U}{\partial t} - c^2 \oint_A \mathbf{n} \cdot (\mathbf{E} \times \mathbf{B}) dA$ 与经典表述的能量方程相比,在 电磁场能量变化项上相差一个 负号	仅仅从能量方程的推导 过程考虑,Poynting 能量 理论的形式不当源自于 Maxwell 方程两个动态 项最初出现的形式不当。 但从较为深刻的哲学层 次考虑,相关形式不当 及由此引起的大量逻辑 悖论则反映了自 Newton 力学开始就存在于整个 自然科学体系中的认识 不当:没有意识到物质 世界自身蕴含的不可分 割性,与其对应,没有认 识到表现某个特定物质 对象的形式系统必须逻 辑地定义在特定物质环 境之中
物理内涵	对于动态电磁场,尽管给定的电 流是该电磁场的“源”,但是,电流 所消耗的能量仍然由其所激发的 电磁场自身提供	如不考虑“宏观电流”自身的耗 散,那么,作为电磁场源而存在的 电流需要的能量,等价于其激发 电磁场所消耗的能量,当然,它必 须由其他的“独立”物质集合提供	

[简单结论]

一切合理的科学陈述的基础都源于经验事实。但是,能够逻辑相容地叙述彼此逻辑关联

的经验事实并不容易。为了保持科学陈述之间的严格逻辑相容,必须对被描述物质对象以及
与物质对象发生主要作用的物质环境做出前提性的界定。事实上,一旦真正做到这一点,就不
会出现诸如将定义于“有质、有形”理想化物质对象之上的力、动量等等物理量形而上学定义于
“无质、无形”的电磁场之上,进一步导致一系列的逻辑不当。

4.3 电磁场数学模型的恰当构造

能够对经验事实做出彼此逻辑相容的陈述,仍然不等于为某一个物理现象相应构造一个
完整的数学物理模型。当然,反过来,只有借助于一个合理数学物理模型的构造,才可能真正
检讨相关经验事实的陈述是否恰当。

4.3.1 静磁场定解问题

静电场仅仅与一般的 Poisson 算子 ∇^2 关联,其定解问题的构造相对较为简单。与其不
同,由于与双旋度算子 $\nabla \times \nabla \times$ 相关的一系列数学基础问题并没有真正解决,在如何为恒定电
流所诱导的静磁场构造恰当定解问题上,其实还存在许多需要重新探讨的问题。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
泛定方程 及其存在 基础	在经典电磁场理论中,为恒定 电流所诱导的静磁场构造泛定 方程时,其基础是“普适”存在 方程组 $\nabla \cdot \boldsymbol{B}=0, \nabla \times \boldsymbol{B}=\boldsymbol{J}$ 故而在仅仅关注如下定义的磁 场时 $\boldsymbol{B}=\nabla \times \boldsymbol{A}$ 作为上述方程的自然推论, 存在 $\nabla \times \nabla \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{J}$ 于是,该泛定方程同样无条件 存在	虽然对于静磁场,只需要关注如下定义 的磁场 $\boldsymbol{B}=\nabla \times \boldsymbol{A}$ 相应存在关于矢量势的泛定方程 $\nabla \times \nabla \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{J}$ 但是,上述结论得以存在的基础是经验 表述的 Biot-Savart 公式 $\boldsymbol{B}=\mu_0 \int_V \frac{\boldsymbol{J} \times \boldsymbol{r}}{r^3} dV=\mu_0 \nabla \times \int_V \boldsymbol{J} \frac{1}{r} dV$ 并且,仅仅是满足两个彼此相容附加 条件 $\nabla \cdot \boldsymbol{J}=0, \quad x \in V$ $\boldsymbol{n} \cdot \boldsymbol{J}(x)=0, \quad x \in b$ 后的条件推论	任何物理上真正合 理的陈述必然在形 式逻辑上保持严格 的逻辑自洽,尽管 人们同时自觉和公 开地声明:物理学 陈述的合理性其实 正依赖于建立在 “理想化”物质对象 之上必然蕴含的 “有限”真实性。 可以相信,在公然 放弃科学陈述的数 学严谨性,甚至将 数学严谨性称之为 自欺欺人的同时, 却追求所谓的普适 真理系统,属于自 然科学研究中一种 极不严肃的态度
边界条件	并存两种形式的边界条件 $\boldsymbol{n} \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{a} \cup \boldsymbol{n} \times \nabla \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{b}$	只存在一种形式的边界条件 $\boldsymbol{n} \times \nabla \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{j}$	
正则变换	作为一种纯粹的“人为”假设, 矢量势散度允许等于零 $\nabla \cdot \boldsymbol{A}=0$ 故而允许随意地构造一种变换 $\nabla \times \nabla \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{J} \rightarrow-\nabla^2 \boldsymbol{A}=\boldsymbol{J}$ 以改变定解问题的类型,通常 称其为 Lorentz 变换	可严格证明:双旋度 Poisson 方程属于 欠定方程,故对任意散度假设 $\nabla \cdot \boldsymbol{A}=\varphi \supset \nabla \cdot \boldsymbol{A}=0$ 存在自适应性。相应存在 $\nabla \cdot \boldsymbol{A}=0 \in \nabla \times \nabla \times \boldsymbol{A}=\boldsymbol{J}$ 即散度为零假设只属于该特定方程,不 允许改变定解问题的类型	

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
定解问题		$\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \mathbf{n} \times \mathbf{A} = ? \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j} \end{cases}$ 并且,根据人为提出的正则变换,存在等价表述 $\begin{cases} \nabla \times \mathbf{A} \\ \leftrightarrow \\ -\nabla^2 \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{J} \\ ? \end{cases}$ 但是,在经典理论中,没有告诉人们应该如何定义边界条件	在需要求解矢量势 $\mathbf{A}$,或者矢量势 $\mathbf{A}$ 视为计算中必须求解的中间量时 $\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \nabla \cdot \mathbf{A} = 0 \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j} \end{cases}$ 根据双旋度 Poisson 方程所定义矢量势满足任意散度的数学性质,有 $\begin{cases} \nabla \times \mathbf{A} \\ \leftrightarrow \\ \nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j} \end{cases}$ 此时,仅仅求解势函数旋度	
积分表述	第一类	根据未予证明的矢量势散度为零的假设,求得 $\begin{aligned} & \omega \mathbf{A}(\mathbf{x}) \\ &= \int_V \mathbf{J} E dV - \oint_A [\mathbf{n} \cdot \mathbf{A} \nabla E \\ & \quad + \mathbf{n} \times (\nabla \times \mathbf{A}) E \\ & \quad + (\mathbf{n} \times \mathbf{A}) \times \nabla E] dA \end{aligned}$	存在与矢量势散度 $\nabla \cdot \mathbf{A}$ 的任意假设保持严格逻辑相容的积分表述 $\begin{aligned} & \omega \mathbf{A}(\mathbf{x}) \\ &= \int_V (\mathbf{J} E + \nabla \cdot \mathbf{A} \nabla E) dV - \oint_A [\mathbf{n} \cdot \mathbf{A} \nabla E \\ & \quad + \mathbf{n} \times (\nabla \times \mathbf{A}) E \\ & \quad + (\mathbf{n} \times \mathbf{A}) \times \nabla E] dA \end{aligned}$	
	第二类	一个无法构造边界积分方程的积分表述 $\begin{aligned} & \omega \nabla \times \mathbf{A}(\mathbf{x}) \\ &= \int_V \mathbf{J} \times \nabla E dV \\ & \quad - \oint_A [(\mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{A}) \times \nabla E \\ & \quad + \mathbf{n} \cdot \nabla \times \mathbf{A} \nabla E] dA \end{aligned}$	相应存在一个可以构造可求解的边界积分方程的积分表述 $\begin{aligned} & \omega \nabla \times \mathbf{A}(\mathbf{x}) \\ &= \int_V \mathbf{J} \times \nabla E dV - \oint_A [(\mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{J}) \times \nabla E \\ & \quad + (\mathbf{n} \times \mathbf{J}) \cdot \nabla \nabla E] dA \end{aligned}$	
	逻辑相容性	第二类积分表述无法构造一个可求解的边界积分方程,以至从来没有考虑逻辑相容性问题。事实上,如果对第一类积分表述直接施加旋度运算,不能导出第二类积分表述	两种积分表述以及与边界上具有物理意义的定解条件之间都严格逻辑相容。如果对第一类积分表述施以旋度运算,可以再一次演绎推导得第二类积分表述	

4.3.2 动态电磁场(波动方程)定解问题

根据经验事实,给定空间域中的电荷和电流分布本质上属于两个独立存在的物理实在。从形式逻辑考虑,只有对于同时定义于时间域和空间域之中的电流分布,才可能诱导一个处于变化之中的“动态”电磁场。

由于没有认识到形式系统中两个自变量真实蕴含的独立性,而且,正如经典电磁场理论显示那样,在逻辑推理几乎所有的关键地方,经典的电磁场动态分析中同样总掺杂着彼此逻辑不相容的人为假设。因此,如何为动态电磁场构造一个恰当的数学物理模型,即包括构造数学物理模型的形式基础、边界条件、完整的形式表述以及相关积分表述问题等等,在经典理论中实

际上处于一片空白状态。

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
形式基础		电荷守恒定律 $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ 以及在动态项表述上存在逻辑不当的 Maxwell 方程组 $\begin{cases} \nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho \\ \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c^2} \left(\frac{1}{\epsilon_0} \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \end{cases}$	对于一个动态变化中的电磁场，只能源于定义于时间域中同样处于动态变化中的电流分布 $\mathbf{J}(x, t)$。因此，作为推导动态电磁场的形式基础为 $\mathbf{J}(x, t) \ni \begin{cases} \nabla \times \mathbf{E} = \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{cases}$ 并且，该微分表述与 Biot-Savart 定律的等价表述 $\mathbf{B}(x, t) = \nabla \times \boldsymbol{\Psi}$ $\boldsymbol{\Psi} = \mu_0 \int_V \frac{\mathbf{J}}{r} dV$ 严格逻辑相容。或者说，是该积分表述在不满足两个附加条件 $\partial \mathbf{J} / \partial t = \mathbf{0}, \quad \nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ 时的一个普遍推论	1. 将动态电磁场归结为同时定义于时间域和空间域中的电流分布 $\mathbf{J}(x, t)$ 具有前提性的意义； 2. 与经验事实一致，仍允许存在具有独立意义的电荷分布 ρ。但是，给定的电荷分布仅仅作为一种“背景”而存在，即只影响电磁场“静止”状态，对动态变化项没有影响； 3. 经典 Maxwell 方程组不仅存在形式表述需要修正的问题，还混淆两个独立自变量的独立意义； 4. 一次边界条件与二次泛定方程的整体，才能共同构造恰当数学物理问题。正因此，Maxwell 方程组隐含导向性不当
	物理内涵	按照 19 世纪对于电磁场的最初理解：电场源于电荷、磁场源于电流，于是，“动态”电磁场的本质内涵在于研究“变化电场激发磁场与变化磁场激发电场”的问题： $\partial E(\rho) / \partial t \rightarrow \mathbf{B} \cup \partial \mathbf{B}(\mathbf{J}) / \partial t \rightarrow \mathbf{E}$ 及其在电磁场中传播规律	变化中的电磁场同时定义于时间域和空间域之中。当然，动态电磁场的源只能归结为同样定义于时间域和空间域中的电流分布。因此，动态电磁场的研究归结为“变化电流 $\mathbf{J}$”诱导的一个变化电磁场 $\boldsymbol{\Psi}$ 问题： $\mathbf{J}(x, t) \rightarrow \boldsymbol{\Psi}(x, t)$ 此时，矢量势 $\boldsymbol{\Psi}$ 是电磁场的唯一状态量	变化中电流需要满足普适的电荷守恒定律，因此，时间域中存在变化的电流，一般总伴随空间域中“电荷积累”的出现。从直觉意义考虑，动态电磁场相应存在定义于实验电荷之上的电场 $\mathbf{E}$
形式量的相容分析	自变量	$\begin{cases} \rho(x) \\ \mathbf{J}(x, t) \end{cases} : \partial \rho / \partial t + \nabla \cdot \mathbf{J} = 0$	同时定义于空间域和时间域中的电流分布： $\mathbf{J}(x, t)$	对于任何一个合理的形式表述系统，保证自变量和因变量之间的严格逻辑

(续表)

命 题		经典表述	修正结果或解释	一般分析
形式量的相容分析	因变量	电场 E 和磁场 B ; 或标量势 ϕ 和矢量势 A , 作为人为假设存在 $B=\nabla\times A, \quad E=-\nabla\phi-\partial A/\partial t$	仅一个因变量: $\Psi=\Psi(J)$ 。对定义于“实验电荷、电流”之上的 E 和 B , 可以演绎推得 $B=\nabla\times\Psi, \quad E=\partial\Psi/\partial t$	相容属于必须遵守的一般性条件。其实, 也正因为吻合于形式逻辑, 才可能准确揭示形式表述的相应物理内涵
	相容性	由于自变量还需要满足约束方程, 只有 2 个标性独立变量, 与因变量恒不相容	严格逻辑相容。由电荷守恒定律 $\partial\rho^*/\partial t+\nabla\cdot J=0: \rho^*=\rho^*(J)$ 所描述的电荷积累 ρ^* 并不显式出现	
泛定方程 (波动方程)		引入两种势函数以后, 出现势函数处于“耦合”之中的波动方程 $\begin{cases} -\nabla^2\phi=\rho-\frac{\partial}{\partial t}\nabla\cdot A \\ \nabla\times\nabla\times A=\frac{1}{c^2}\left(J+\frac{\partial}{\partial t}\nabla\phi-\frac{\partial^2 A}{\partial t^2}\right) \end{cases}$	仅仅与作为“唯一”因变量的变化电流 J 构成逻辑对应, 只存在定义于“唯一”矢量势之上的一般性波动方程 $\nabla\times\nabla\times\Psi+\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\Psi}{\partial t^2}=\mu_0 J$	由于在包括自变量与因变量关系等一系列前提性认定中存在的错误, 最终导致“泛定方程”以及相关“边界条件”的表述均出现“怪异”现象, 不仅不具备确定的物理内涵, 也根本不可能对最终构造的形式表述求解。相反, 随着整个形式系统被赋予恰当和真实的物质内涵, 相关的形式表述同样是自然的, 几乎到处呈现逻辑相容性
边界条件		相应存在“耦合”边界条件 $\begin{cases} \frac{\partial\phi}{\partial n}=-\sigma+\frac{\partial A_n}{\partial t} \\ n\times\nabla\times A=-\frac{1}{c^2}j \end{cases} \quad x\in b.$ 不仅两个势函数互为耦合, 甚至无法形式地区分边界条件和初始条件	边界上, 对应于被赋予确定物理内涵的边界条件 $n\times\nabla\times\Psi=j/c^2$ 其中, j 为边界上的电流分布	
定解问题		相应出现一种通常数学物理方程理论没有出现过的形式表述 $\begin{cases} -\nabla^2\phi=\rho-\frac{\partial}{\partial t}\nabla\cdot A \\ \nabla\times\nabla\times A+\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 A}{\partial t^2}=\frac{1}{c^2}\left(J+\frac{\partial}{\partial t}\nabla\phi\right) \\ \frac{\partial\phi}{\partial n}=-\sigma+\frac{\partial A_n}{\partial t} \\ n\times\nabla\times A=\frac{1}{c^2}j \end{cases}$ 几何域中的边界条件与时间域中的初始条件被不恰当的交混, 不属于通常所说的定解问题	与独立电荷和电流存在的物理真实对应, 存在关于两个“独立”势函数的两个“独立”的恰当数学物理模型 $\begin{cases} \nabla\times\nabla\times\Psi+\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\Psi}{\partial t^2}=\mu_0 J \\ \nabla\cdot\Psi=\mu_0\int_V\frac{1}{r}\nabla\cdot JdV\neq 0 \\ n\times\nabla\times\Psi=\frac{1}{c^2}j \end{cases}$ $\begin{cases} -\epsilon_0\nabla\phi=\rho \\ \frac{\partial\phi}{\partial n}=-\sigma \end{cases}$	
独立性与可解性		由于将两个“独立”存在的自变量, 即定义于空间域中的电荷分布 ρ 与同时定义于时间域和空间域中的变化电流 J 不恰当地关联在一起, 两势函数不具独立性。当然, 对于一个过分复杂且不真实的方程, 几乎不可能求解	吻合于数学物理方程的一般理论, 可以恰当求解	
积分表述		由于定解问题自身的不恰当, 相应不可能存在与其对应的积分表述	对于无穷大域, 相应存在与通常数学物理方程理论一致的积分表述	

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
积分表述		$\begin{aligned} &\Psi(\boldsymbol{x}, t) \\ &= \int_{R^3} c(\boldsymbol{b}E + \vartheta \nabla E) \delta\left(\boldsymbol{r} - \frac{\boldsymbol{t}}{c}\right) dV \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial t} \int_{R^3} c(\boldsymbol{a}E + \vartheta \nabla E) \delta\left(\boldsymbol{r} - \frac{\boldsymbol{t}}{c}\right) dV + \int_0^t d\tau \int_{R^3} (\boldsymbol{J}E \\ &\quad + \vartheta \nabla E) \delta\left[\boldsymbol{r} - \frac{1}{c}(t - \tau)\right] dV \end{aligned}$	
势函数表述能量方程	无	根据势函数的一般意义,存在能量方程 $\begin{aligned} \dot{W} &= \frac{\partial U}{\partial t} - \oint_S \boldsymbol{n} \cdot \boldsymbol{S} da \\ &= \frac{\partial U}{\partial t} - c^2 \oint_A \boldsymbol{n} \cdot \left[(-\nabla \phi \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial \Psi}{\partial t}) \times \nabla \times \Psi \right] dA \end{aligned}$	

4.3.3 Lorentz 规范和 Coulomb 规范的“伪科学”性

在经典电磁场的数学物理模型构造中,基于“形式量”与“物理实在”逻辑关联方面存在的前提性认识不当,以及与双旋度算子 $\nabla \times \nabla \times$ 相关的一系列数学基础问题没有真正得到解决,最终导致形式上怪异,无法求解的形式表述。

于是,面对这种明显的不当,经典理论不是对整个形式系统作重新审视,而针对矢量势散度提出了不同的“正则变换”,以图回避矛盾的存在。事实上,正如至今无法解释 Maxwell 提出的“位移电流”那样,无论是 Coulomb 规范还是 Lorentz 规范,它们同样仅仅属于一种纯粹人为意义的臆测;既没有可靠的数学证明,也不存在相关的物理基础。

在经典理论中,对于“静磁场”分析出现的双旋度 Poisson 方程以及“动态电磁场”分析中最初导得的形式表述

$$\nabla \times \nabla \times \boldsymbol{A} = \mu_0 \boldsymbol{J} \sim \begin{cases} -\nabla^2 \phi = \rho - \frac{\partial}{\partial t} \nabla \cdot \boldsymbol{A} \\ \nabla \times \nabla \times \boldsymbol{A} = \frac{1}{c^2} \left(\boldsymbol{J} + \frac{\partial}{\partial t} \nabla \phi - \frac{\partial^2 \boldsymbol{A}}{\partial t^2} \right) \end{cases}$$

虽然两个形式表述中的因变量 $\boldsymbol{A}$ 采用了相同的符号,但是,它们的数学特征以及相应的物理意义都存在根本差异。对于前者:由于泛定方程自身的欠定特征,只能对因变量的旋度 $\boldsymbol{B} = \nabla \times \boldsymbol{A}$ 做出具有唯一意义的描述,相应允许对散度 $\nabla \cdot \boldsymbol{A}$ 做出随意认定;但是,对于后者,需要表述的则是因变量自身 $\boldsymbol{A}$ 而不仅仅是其旋度的“波动”特征,此时,正如动力学方程已经“显式”表现的那样, $\nabla \cdot \boldsymbol{A}$ 被赋予了确定的意义,当然不可能再对其做出随意假设。事实上,与 Biot-Savart 公式以及电荷守恒定律严格保持逻辑相容,矢量势的散度

$$\nabla \cdot \boldsymbol{A} = \mu_0 \int_V \frac{1}{r} \nabla \cdot \boldsymbol{J} dV; \nabla \cdot \boldsymbol{J} \leftrightarrow -\frac{\partial \rho^*}{\partial t}$$

被赋予了明确的物理内涵:与电流分布不“恒为零”的散度 $\nabla \cdot \mathbf{J}$ 构成逻辑对应,并且,由其诱导的 $-\partial \rho^* / \partial t$ 成为激发“动态电场”一种真实存在的“物质”基础。

总之,在自然科学研究中,任何形式系统的基础都只能是自存的物质世界自身。容忍形式表述系统中任何似乎过分细微的矛盾,代之以某种人为假设以回避矛盾存在的时候,只能将自然科学引入混乱。事实上,当经典电磁场理论中的“正则变换”被进一步应用于量子力学,作为构造另一个同样纯粹人为杜撰的“规范场”基础时,必须对正则变换隐含的“无理性”前提予以足够重视。

命 题	经典表述	相关批判	一般分析
Coulomb 规范及 定解问题	$\begin{cases} -\nabla^2 \phi = \rho \\ -\nabla^2 \mathbf{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = \frac{1}{c^2} \left(\mu_0 \mathbf{J} - \frac{\partial}{\partial t} \nabla \phi \right) \\ \mathbf{n} \cdot \nabla \phi = -\sigma / \epsilon_0 \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j} \end{cases}$	泛定方程与边界条件不能逻辑相容	证实永无穷尽。相反,任何仅仅一次做出的“证伪”,都足以构成被赋予“绝对和完整”意义的否定性判断。
Lorentz 规范及 定解问题	$\begin{cases} -\nabla^2 \phi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho \\ -\nabla^2 \mathbf{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \mathbf{n} \cdot \nabla \phi = -\sigma / \epsilon_0 \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \mathbf{A} = \mu_0 \mathbf{j} \end{cases}$	泛定方程同样无法与边界条件逻辑相容	而所谓“证伪”,其全部内容就在于能够揭示任何一个“矛盾”或者“逻辑不相容”的存在,不管这个矛盾显得何等细微
逻辑相容性	两种形式表述蕴含完全不同的物理内涵,当然,恒不得逻辑相容		

[简单结论]

从形式逻辑考虑,“边界条件”和“泛定方程”属于形式系统两个不可分割的部分,它们的整体才共同构造了一个恰当的数学物理问题。因此,在定解问题的研究中,需要自始至终贯串一种“整体”的观念。Maxwell 从一种直觉意识出发,总希望将某个待定向量场仅仅与该向量场的散度和旋度构成某种逻辑关联的时候,已经隐含一种导向性的逻辑不当。更何况在数学上,如何用散度和旋度表述向量场的问题长时间以来并没有得到真正解决。

如果说泛定方程本质上表达了被描述物质对象一种“共性”特征,那么,边界条件则对应于该理想化物质对象某种“个性”特征。也正因为这样一种“物理实在”的存在,当边界上的定解条件为一次函数所表述,泛定方程必然对应于二次形式的微分方程。

4.4 经典电动力学

在自然科学研究中,如果某一个命题的存在基础尚存在太多认识困惑,那么,它的后继必然充满荒谬和不当。实际上,与其说经典电动力学内涵隐含许多不确定性,不如更为准确地指出:经典电动力学本身就是一个逻辑不当的命题。其中,那些为人们熟知的结论,诸如“推迟势”、“Lienard-Wiechert 势”、“加速带电粒子激发电磁场”等等,无一不是在不当认识前提之下,经历了几乎没有“数学”可言的数学推导拼凑而得的结果。这些经典论断没有任何可信性,

而且,它们将整个“量子力学”同样置于前提性认识不当造成的认识困惑之中。

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
推迟势	根据 Lorentz 规范,无论是标量势 ϕ 还是矢量势 $\mathbf{A}$,都存在彼此完全类似的波动方程,即 $-\nabla^2 \phi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$ 与 $-\nabla^2 \mathbf{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J}$ 除了两势函数的矢量特征不同,没有任何本质差异,同称为D'Alembert方程	作为形式系统的一个“直观”事实,电荷分布 ρ 仅仅定义在空间域中,独立于时间变量。因此,不可能存在以其为源,同时定义于空间域和时间域中,反映动态特征的波动方程。即 $\exists: -\nabla^2 \phi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$ 至于矢量势 $\mathbf{A}$ 动态特征仍根源于变化电流 $\mathbf{J}$ 蕴含的动态特征。并且,波动方程描述的是 $\mathbf{A}$ 本身,而不再只是 $\nabla \times \mathbf{A}$,此时 $\nabla \cdot \mathbf{A}$ 具有确定物理内涵,直接与电流变化相关,不能再被随意假设。当然,依然不存在经典表述 $\exists: -\nabla^2 \mathbf{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J}$	无论从一般形式逻辑考虑,还是从物理内涵的直觉意识考虑,作为经典理论推导“推迟势”整个逻辑前提的 D'Alembert 方程根本不存在。当然,不难做出理性判断,对于建立在一个完全不当逻辑前提之下的推理,不仅它的最终结论几乎必然不当,而且,只要认真审视相关的推导过程,就容易发现,这些所谓的推理过程纯粹依赖于形形色色的人为假设或者杜撰而成立,实际上已经成为根本没有数学可言的数学推导
	与 $\phi(x,t) = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(x',t-\frac{r}{c})}{r} dV'$ 与 $\mathbf{A}(x,t) = \mu_0 \int_V \frac{\mathbf{J}(x',t-\frac{r}{c})}{r} dV'$	即使不考虑经典表述中 D'Alembert方程是否存在的问题,根据微分方程的经典理论,该方程在无穷大域中的积分表述应该是 $\phi(x,t) = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^t d\tau \int_{R^3} \frac{\rho}{r} \delta[r-c(t-\tau)] dV$ 仅仅于此,才可能显示并存于“时间和空间域”中的动态传播特征	
带电粒子的 Lienard-Wiechert 势	$\begin{cases} \phi(x,t) = \left[\frac{e}{G} \right]_{\text{ret}} \\ \mathbf{A}(x,t) = \left[\frac{e\Phi}{G} \right]_{\text{ret}} \end{cases}$ $G = R[1 - \mathbf{n}(\tau) \cdot \Phi(\tau)]$	如果不考虑“单个”带电粒子激发电磁场命题自身是否恰当,则存在 $\begin{cases} -\nabla^2 \Psi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \mu_0 e \mathbf{v}^* \\ (\nabla \cdot \Psi = 0) \end{cases}$ 式中 $\mathbf{v}^*$ 为解析延拓而成的速度分布,并且,可以相应构造定义于无穷大域中的初值问题 $\begin{cases} -\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + c^2 \nabla^2 \Psi = \mu_0 e \mathbf{v}^* \\ \Psi(x,t) \Big _{t=0} = 0 \\ \frac{\partial \Psi(x,t)}{\partial t} \Big _{t=0} = 0 \end{cases}$ 相应与其对应存在积分表述 $\frac{1}{\mu_0 e} \Psi(x,t) = \int_0^t d\tau \int_{R^3} E \mathbf{v}^* \delta[r-c(t-\tau)] dV$	1. 在物理理念上,一切物质总处于相互作用之中,因此,不能将某一“单个”带电粒子孤立起来,相应引起运动学状态都无法确定的问题; 2. 对于通常所说的电流,实际上由运动电荷以及与其极性相反的静止电荷组成。因此,在静止电荷所张空间之中,运动电荷具有确定的运动学状态;
带电粒子的电场与磁场	$\mathbf{E}(x,t) = \left\{ \frac{e(\mathbf{n} - \Phi)}{\gamma^2 R^2 (1 - \mathbf{n} \cdot \Phi)} + \frac{e\{\mathbf{n} \times [(\mathbf{n} - \Phi) \times \Psi]\}}{R(1 - \mathbf{n} \cdot \Phi)^3} \right\}$ 与 $\mathbf{B}(x,t) = \left\{ \frac{e\Phi \times \mathbf{n}}{\gamma^2 R^2 (1 - \mathbf{n} \cdot \Phi)^3} + \frac{e\mathbf{n} \times \{\mathbf{n} \times [(\mathbf{n} - \Phi) \times \Psi]\}}{R(1 - \mathbf{n} \cdot \Phi)^3} \right\}$		

(续表)

命 题	经典表述	修正结果或解释	一般分析
加速带电 粒子激发 电磁辐射	存在恒大于零的边界能量流,即 $S_n = \mathbf{n} \cdot (\mathbf{E} \times \mathbf{B}) > 0$		3. 错误前提下所构造的关于电流粒子激发电磁场的经典陈述,自然到处充斥数学上的混乱

[简单结论]

科学陈述的经验证实是一切科学陈述必须遵守的必要条件。但是,经验证实无以穷尽,任何经验证实不可能成为证明科学陈述合理性的充分条件。事实上,对于任何以无视矛盾为存在前提,依赖于“直觉”而杜撰的“神学”系统,个别经验事实的证实不仅过于平凡,也远谈不上现代科学主流社会为掩盖种种矛盾而故意渲染的“科学美”。

科学美的全部内涵在于也仅仅在于:有限真实的科学陈述与被描述的“理想化”物质对象以及所有不同条件存在的科学陈述必须严格遵循的逻辑相容性。

参考文献

[1] 曹昌祺. 电动力学. 北京:人民教育出版社,1978

[2] 郭硕鸿. 电动力学. 北京:高等教育出版社,2003

[3] 蔡圣善等. 电动力学. 北京:高等教育出版社,2002

[4] 陈秉乾等. 电磁学专题研究. 北京:高等教育出版社,2001

[5] Jackson J D. Classical Electrodynamics, Wiley, New York,1997

[6] Stratton J A. Electromagnetic Theory, McGraw-Hill, New York,1941

[7] Nathan Ida, J. P. A. Bastos, Electromagnetics and Calculation of Fields, Second Edi. Spring 1997

[8] Parker S P. Encyclopedia of Physics, McGraw-Hill,1983

[9] Tung Tsang, Classical electrodynamics, World Scientific,1997

[10] Wamgsness R K. Electromagnetic field, 2-nd edition, John Wiley & sons,1986

[11] Yang Benluo, Reflection and reinterpretation on electromagnetic theory-Philosophical and mathematical examination of Maxwell's equations(将由上海交通大学出版社出版)

[12] 杨本洛. 流体运动经典分析. 北京:科学出版社,1996

[13] 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

5 “相对论”

事实上,当现代的科学主流社会已经十分坦率地将“理论物理中的数学严谨性”称之为自欺欺人,并且,诚挚地告诫人们只能以一种“震撼心灵的宗教情结”认识整个现代自然科学体系的时候,对于处于这个陈述系统的中心,本质上以改变“语言系统语义”为核心内涵的“相对论”进行的科学批判,都已经不再真正隶属于自然科学的研究范围之内了。也可以说,建立在神学意识之上的“相对论”,根本不同于存在许多大量逻辑不当的经典电磁场理论或者量子力学,属于一种完全虚幻的存在,本质上没有值得批判的东西。

逻辑的全部本质内涵在于也仅仅在于“无矛盾”性,或者保证相关论述的“前后贯一”。那么,只需要借助最简单的“逻辑”推理,就可以做出一种充分合理的确定性判断:

由于现代科学主流社会公开倡导“科学宗教”和重新向人们提出了“第一性原理”所蕴含的“不可解释性”,以“逻辑相容性”为本质内涵的科学语言本质上已经不复存在。当然,任何期望努力使用科学语言,针对“相对论”所进行的分析、讨论和批判已经同样不再具有任何意义。“相对论”就是现代宗教。或者说,对于一个从头到尾充满矛盾的“相对论”,它存在的全部意义正在于现代科学主流社会公开主张的现代宗教,能够为现代自然科学体系中几乎处处存在逻辑不相容现象提供了一个庇护所。

其实,仍然基于最简单的逻辑思考:对于当时尚过分年轻的 Einstein 首次在“物理学”中提出,对于某些“矛盾事实”的真实存在,既“无需”也“不容”做出任何解释,进而不可思议地将整个自然科学置于某个智者的“直觉和顿悟”的那个时刻起,无论 Einstein 本人是否真心愿意,或者他是否具有一种理性判断能力,Einstein 几乎已经“宿命”地扮演了现代科学最大宗教的“教主”,这样一个被许多现代科学史研究者称之为“人生悲剧”的角色。

也正因为此,人们无需为 Einstein 本人在构建他的“相对论”时,甚至根本不懂“相对论”所需要的数学这样一种极其反常的事实而感到丝毫奇怪。事实上,当 Einstein 面对数学被分成许多分支,坦陈自己像“Bridan 著述中的驴子”那样,不知道应该吃哪一堆干草,从而自诩更适合担当哲学家的时候,人们不难发现:在他的整个一生中,的确极少使用严格的数学语言,进行过较为“系统”的科学思考。可以相信,当年轻的 Einstein 最初凭借“直觉和顿悟”提出电磁现象中的“光速不变性”原理,或者许多年后希望对这种发现做出某种解释的时候,对于需要使用较多现代数学语言的经典电磁场理论,Einstein 其实并没有真正读懂过。他不仅不可能真正意识到仅仅作为一种人为假设而提出的“位移电流”,由于缺乏确定物理内涵所必然隐含哲学理念的不当,也绝对不可能认识到这些哲学不当在相关数学表述中必然涉及的逻辑不当。当然,人们还可以看到,作为现代科学宗教“教主”的 Einstein 在批判他所不喜欢的“量子力学”时,几乎所有的分析同样都是细碎、直觉和缺乏严格数学语言支撑的。当然,正如 Bohr, Heisenberg 等许多诚实的量子力学研究者感到困惑的那样:如果说 Einstein 针对“量子力学”隐含一系列严重认识反常所提出的批判的确反映了一种朴实的真理性,但是,无视矛盾的前提存在以及否定形式表述的物质基础的始作俑者,恰恰是杜撰了整个“相对论”的 Einstein 本人。

事实上,对于19~20世纪的人类,只是因为无法解释 Michelson-Morley 实验而陷入了一种空前的认识困惑之中的时候,正是这种本不值得奇怪的暂时认识困惑,为现代科学主流社会并不讳言为“神学”系统的“相对论”的出现提供了基础。但是,人们可以发现:迄今为止,“相对论”仍然没有能够为 Michelson-Morley 实验的存在提出任何依据。或者更为准确地说,对于以否认“可解释性”为存在前提的“相对论”,本质上绝对不允许任何理性解释的存在。当然,同样可以做出明确的理性判断:随着 Michelson-Morley 实验能够得到理性解释,整个“相对论”

得以存在的基础将不复存在。

其实,如果从 Einstein 所倚重的“哲学理念”出发重新审视“相对论”,那么,它所告诉人们的全部真理内涵其实只有一个,这就是:面对物质世界某些不可解释的物理现象时,放弃以“无矛盾性”为本质内涵的“可解释性”原则,代之以一种“坦诚”的态度承认“矛盾事实”的存在,并且,仍然以一种“完全坦诚”的态度,借助通过改变“概念”的内涵,或者改变“语言系统”的语义,从而赋予“矛盾事实”以一种“无需且不容解释”的先天地位,进而,在此基础上构建一个仅仅依赖于“直觉和顿悟”之上,没有任何限制和约束的普遍真理体系。

于是,容忍或者尊重“矛盾事实”的存在,乃至,将“矛盾事实”作为基础而构造的“相对论”,为整个科学世界提供了“摆脱矛盾”的捷径。当然,正渊源于“相对论”这样一种创造性思维,作为量子力学构建者之一的 Messenger 才可能诚恳而坦率向人们指出:“量子力学的直观诠释充满内在矛盾,不连续性和连续性、颗粒和波动争论中的矛盾。”如果仍然可以从 Heisenberg 的话语中不时感受一种心灵的冲撞和不安,那么,对于坦言“量子力学”中广泛存在没有任何逻辑可言的“数学模拟”只不过是“有趣游戏”的 Dirac,可能感受到的只是对漠视逻辑的心安理得。当然,也正因为此,现代科学主流社会才往往将 Dirac 和 Einstein 并列在一起,同称为现代“第一性原理”两个最光辉的构建者。

当然,对于“无视或者容忍矛盾的存在,允许完全不必顾及常理,以纯粹人为意念作为形式系统全部基础和唯一前提”的伟大发明,在数学领域中的首创权并不属于 Einstein,而属于被称作数学家的 Hilbert。之所以可以完全自由地用“桌子、椅子、啤酒瓶”取代几何中“点、线、面”,只是因为已经“诚实”地将它们称之为“公理化假设”了。此时,逻辑蜕化为纯粹自欺欺人的“摆设”,当然,这才是真正诚实的 Brower 提出“直觉主义”,严厉批判“公理化思想”和公开否定逻辑的本意。

于是,在 20 世纪的科学世界,形成了一个十分奇特的科学共同体。哲学家指出:“对于将‘矛盾’视为‘理性自毁’同义词的经典判断可以作出重新判断”;而在人们自然地将“数学”视为“逻辑相容”的同义词时,数学家则告诉人们:“可以坦然地面对和搁置数学基础逻辑悖论的存在。对于任何你愿意做出的陈述,只要将其称为‘公理化假设’,那么,就可以完全摆脱逻辑对于前提是否符合理性的束缚,继而再在其上进行充分自由的逻辑推理”;物理学家的表现则更为直截了当,将“理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人”的同时,虔诚地劝导人们重新接受科学的“宗教”情结。

仅仅作作为“逻辑自洽性”的逻辑必然:因为“相对论”以承认“矛盾事实”开始,所以将自始至终“充满”矛盾。然而,面对那个已经公开拒绝逻辑,以对宗教的虔诚作为构建自然科学体系唯一基础的现代科学主流社会而言,所有以揭示“矛盾”为基本手段的科学批判完全失去了意义。当然,这正是罗列以下所示的一切,揭示完全堕落为神学体系的“相对论”到处充满矛盾和荒谬之前,不得不希望人们以一种较大耐心阅读这个前提性说明的原因。

值得顺便指出:针对“相对论”神学系统的批判仅仅局限于相关陈述本身,与对 Einstein 个人品格的评价无关。后者属于人文学家的研究领域,也超越了笔者可能研究的范围。

人类的整个自然科学体系同样只能属于整个人类。毋庸置疑,在现代自然科学体系的初期构建上,西方人比其他民族曾经做出了更多的开拓性贡献。但是,现代自然科学远没有完备。而且,正是由于彻底放弃和践踏了“物质第一性”和“逻辑自洽性”这样两个体现整个现代自然科学精髓的基本准则,仍然以西方学者为主的现代科学主流社会极其严重地误导了人类

的自然科学,在过分“功利化”理念的驱使下,将自然科学研究引至“简单主观唯心主义”和“否定逻辑”并存的自欺欺人迷津之中。为此,人类付出了过多的代价。

人们总可以相信,真正的科学必须是自然的,容易为人们认识。作为人类深化认识物质世界进程中的研究者个体,如果说能够获得某些研究结果其实更多决定于一种际遇,而且相关认识的深刻程度本质地决定于那个时代的人类认识水平。因此,对任何研究者个体的神化没有任何意义。这种神化不仅对于神化者,而且对被神化者或许最终都将成为一种悲剧。

5.1 Poincare“相对性原理”的伪真理性

因为没有意识到作用在不同物质对象的“力”,必须同样“形式”地定义于不同物质集合之间,Newton 错误地引入了一个完全虚幻“惯性系”,使得现代自然科学体系从其构建开始就处于一种前提性的重大认识不当之中。除此以外,Newton 已经深刻指出:作为描述形形色色物理现象的一种“语言”或者“工具”,时间和空间的概念十分简单和平常。

但是,年轻的 Einstein 无力回答“何为惯性系”这样一个对整个现代自然科学体系具有根本意义的问题,却提出所谓的“时空观”革命,将“统一”的语言系统和“无以穷尽”的陈述对象混淆起来,将自然科学研究引入人文主义思考的歧途,无非是逃避和掩饰矛盾的一种过分反常同时也过分浅薄的“遁词(subterfuge)”罢了,并且,与同样为 Einstein 本人在“相对论”中引入的“原时和钢尺”直接构成逻辑悖论。

过分极度的荒谬,往往更容易被视为一种真理。也仅仅因为此,当那个时代的科学世界一下子发现太多未知现象而无所适从的时候,恰恰极其自然地将当年尚过分年轻和稚嫩,并且也“过分反常”的 Einstein 奉为神灵。但是,从历史唯物主义的科学观考虑,Einstein 的许多思想并不属于他自己,只是那个时代种种反常认识的一种真实写照。事实上,对于至今仍然影响着现代自然科学研究的“相对性原理”,仍然本质地反映了自 Newton 开始,隐含于整个现代自然科学体系一系列认识不当的历史必然。而且,这个完全错误断言的首创权并不属于年轻的 Einstein,而属于当时科学社会已经具有重大影响的 Poincare。

5.1.1 物质存在和物质运动“客观性和主观性”的辩证统一

自然科学被界定为是研究“自存”物质世界的一门科学,但是,到底什么才可能成为自然科学所研究的物质对象呢?对于自然科学中这样一个具有明显前提性意义的问题,至今没有得到解决。这样,它不仅仅困扰着整个自然科学,而且,还成为掩饰自然科学中种种矛盾的遁词。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
物质存在的客观性	对于自然科学所研究的物质对象,至今存在两种截然相反的习惯认识 1. 被研究物质对象 MO 属于“自存”的物质世界 MO. ∈ existing-in-itself 因此,物质对象必然和必须是	1. 物质世界是自存的。因此,被研究的物质世界 M. e-i 独立于人的意志 M. e-i : independent of people’s ideal 2. 但是,形式系统所定义的物质对象与自存的物质世界之间并不等价 MO≠M. e-i 3. 形式系统所描述的物质对象属于理	其实,长期存在于自然科学乃至哲学领域之中,关于如何认定“物质对象”的困惑,仍然源于对不同“实体”之间确定逻辑关联的认

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
物质存在的客观性		“客观”的,完全独立于人们的意识。属于“朴素唯物论”的认识范畴。 $MO \leftrightarrow objective$ 2. 与其相反,物质对象是否存在仅仅依赖于人们的意识 $MO, depending\ of\ people's\ ideal$ 于是 $MO \leftrightarrow subjective$ 该理念的典型代表为 Des-cartes 所说的“我思故我在”	想化存在,与其一致,形式系统只能逻辑地属于“理想化”对象 $MO \in idealization \leftrightarrow Sys. \in MO$ 4. 作为上述基本认定的逻辑必然,定义于理想化物质对象之上的形式系统仅仅具有“有限”真实性,并且,其真实性程度决定于理想化物质对象的真实程度,即 $reality \propto 1/(MO-M, e-i)$	识不当的困惑。逻辑仅仅用以保证相关陈述的无矛盾性,永远不能替代建立在经验事实基础之上的实验研究。但是,一个违背逻辑的陈述系统必然充满矛盾,完全失去了科学陈述的原来意义
物质运动的客观性		否认运动的客观性。 只承认“相对”运动。等价地说,物质运动仅仅存在于某一个“人为”引入的特定参照系中 $Mov. \in reference \leftrightarrow observer$ 于是,物质运动必须依赖于观察者的存在而存在,本身没有确定意义	1. 与“物质存在”的客观性严格保持一致,物质运动同样是客观存在,必须完全独立于人们的意志或观察者 $Mov. independent\ of\ every\ observer$ 2. 因此,任何“人为”选择的参照系在形式系统中没有独立存在的地位 $references \notin formal\ sys.$ 3. 与其对应,包括运动学量在内的所有物理量必须表述为“独立”于坐标系人为选择的“张量”形式 $formal\ system \leftrightarrow tensor$ 4. 相反,物理量在不同坐标系之间所表现的“确定性”变换 $transformation : different\ referents$ 正是上述“客观性”的逻辑必然,而不能将其置于“前提性”认定之上。 5. 任何形式表述的物质运动,与其期望表现的物理实在之间,依然因为物质对象理想化认定必然存在的前提性差异而必然永远存在差异	如果的确能够形成理性意识:把 Einstein 自己从来没有真正实现过,实际上只能成为一种“蛊惑”人心,并且被完全错置于充满“复杂性和差异”的物质世界之上的,所谓的“同一与和谐”视之为科学陈述所必需的无矛盾性的话,那么,在“逻辑相容性”原则指导下,针对物质对象“客观性和主观意识”相互关联的重新表述,不仅满足“辩证统一”的基本原则,同时,也恰恰显示一种“实实在在”的和谐和统一
绝对空间	存在性	Newton: 存在,且“越大越优越”。 Einstein: 认识矛盾体。对于引入时间后的“大”空间仍被赋予绝对意义	绝对空间的存在只以承认物质运动“客观性”为基础,以表现特定物质对象在该空间“表现运动”的真实性	1. 与一切构造“普适真理体系”的期待完全相反,总自觉地将形式系统限定在特定物质对象之上; 2. 形式表述的逻辑相容性完全依赖于
	普适性	完全隶属于纯粹“主观”意识的范畴,相应被赋予独立于不同物质对象的“普适”意义	不具普适性。 绝对空间与定义于该空间的整个形式表述逻辑地隶属于特定物质对象	

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
绝对空间	物理意义	纯粹“主观意念”中的概念,没有任何物质内涵	形式系统理想化物质对象所必需的独立性,根本依赖于对特定“物理学陈述”中“物质环境”的理想化认定。与“物质环境”构成逻辑关联	对形式系统的前提性限定; 3. 对于某特定物质对象,相关陈述的物理内涵不同时,物质环境的理想化认定并不相同
	动量	因为拒绝物质运动的客观性,相应不存在具有确定意义的动量	被赋予唯一性,成为属于某一个物质对象自身,具有确切意义的物理量	
物质世界的不可分割性与形式系统		与朴素的“机械唯物论”对应,允许存在绝对意义的“孤立”系统。 事实上,除了过分虚妄和荒唐的“相对论”能够“独立”于一切特定物质对象以外,在自然科学中,所有形式系统都被仅仅定义在某一个“单独”存在的物质对象之上	1. 自存的物质世界,本质上属于处于相互“作用”之中的不可分割整体; 2. 必须与其形成逻辑对应,即使最简单的形式系统也不能脱离物质环境,只定义在“单独”物质对象之上; 3. 与没有纯粹孤立体系一致,属于单独物质对象的陈述成为“空”陈述	描述物质世界的使命决定了自然科学必需的物质第一性原则。与相互作用的物质世界逻辑相容,形式系统必须形式地定义于物质对象和物质环境之中
形式系统的有限论域与有限真实性		公然放弃“逻辑相容性”的同时,却追寻无论域限制的普适真理体系。 因此,经典理论中从来没有认真考虑过形式系统的有限论域以及有限真实性的问题	1. 形式系统只能定义于“理想化”物质对象之上,于是,形式系统必然相应存在“有限”论域; 2. 仍然由于定义在理想化物质对象之上,只具有“有限”真实性	正因为形式系统“存在条件、有限论域和有限真实性”之间的辩证统一,才保证了科学陈述的严格逻辑相容

5.1.2 Galileo 相对性原理的伪真理性

将 Galileo 发表于 1632 年《两个世界体系对话》中的陈述上升为“原理”,只是近 300 年以后发生于 20 世纪初叶的事情,并且,仍然不属于 Einstein。首先是 Poincare,分别于 1904 年和 1908 年,前后两次提出关于“相对论原理”两个本质上彼此逻辑相悖的陈述。

但是,Poincare 的“相对性原理”是一个完全错误的物理学断言,至于对那艘 Galileo 小船的描述,则仅仅属于“条件存在”和“过分平凡”的物理学陈述,没有任何科学意义。

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
Poincare 第一相对性原理		1904 年的陈述: 无论对“静止”不动的观察者,还是对“匀速”运动的观察者,物理现象的定律应当是相同的	1. 首先,两者逻辑相悖。按照后一陈述只存在相对速度,那么,前者针对观察者所说“静止”或“运动”的前提都无从定义; 2. 任何一个物理学定律,本质上都是针对“理想化”物质对象自身蕴含	1. 除了对物质对象构造理想化“前提”定义以外,后续推理不允许再做其他“主观”认定; 2. 将独立于物质世界

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
Poincare 第二相对 性原理		1908 年重新修正的陈述： 无论使用什么方法，除了“相对”速度以外，我们将永远不能揭示其他任何东西；此处所说的某些物体的速度是相对另外一些物体而言的。 并且，继而断言：不能逃脱相对性原理是普遍的自然规律的这一印象	抽象同一性所作的重言式表述，只能逻辑地隶属于理想化物质对象本身； 3. 任何物理学陈述远不仅需要独立于根本无法定义的“匀速”观察者，还必须“完全”独立于与物质对象无关的“一切”观察者	的观察者引入科学陈述，其实是无力理清物质对象间的逻辑关联； 3. 特定“物理陈述”涉及的“所有”物质对象一旦确定，相关物理量自然得到唯一性的确定
Galileo 原理	表 观 意 义	“Galileo 小船”同一化运动表象 ⇔ 运动学描述独立于彼此匀速运动“参照系”的任意选择	Galileo 小船“同一化”表象仅为“单称性”陈述。人们早已指出：在“运动轨迹”等基本运动状态上存在差异。因此，同一性不具普遍意义	1. Galileo 小船所显示 的同一化运动学表象 仅仅是全部运动学表 象中的一个部分。在 逻辑上，任何一点例 外，都足以对肯定性 陈述构成完全的逻辑 否定；
	隐 含 目 的	将上述个别“平权性”扩大为“一般性”原理：任何物理学陈述必须独立于彼此作“匀速运动”的观察者 ⇔ “惯性系”之间的平权性 最终实现“相对性原理”所说的“否定运动客观存在”的目的	1. 任何合理陈述所蕴含的“客观性”决定于物质对象本身，独立于观察者 any observer $\notin$ formal system 形式系统没有“观察者”独立地位； 2. 正因为 Galileo 所述的“同一”表象并不完全，所以不能成为“否定运动”的依据	2. 初等运动学中大量 虚妄概念的涌现，本 质上仍然历史地源于 构建现代自然科学体 系初期时，那个时代 的人们对所有相关的 物质对象构成一个彼 此逻辑相容的形式系 统尚不具能力；
	形 式 表 述	并且，对于惯性系之间存在满足的平权性，相应存在一种特定形式关联 $\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -v \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t \end{bmatrix}$ 又称之为 Galileo 变换	1. Galileo 变换与 Galileo 的最初描述及“相对性原理”都不本质同一； 2. 仅仅首先存在某一个特定的物理学陈述，才可能继而提出该陈述满足此处所述的 Galileo 变换的问题； 3. 事实上，只适用于 Newton 力学定律这样仅与加速度有关的陈述。一旦涉及位移、速度，该变换不再成立	3. 反过来，应该也只 需要严格遵循科学陈 述的“逻辑自洽性”以 及其相互依存的 “逻辑完备性”原则， 就可以将诸如惯性系 这样一些主观意念中 的，由于逻辑混乱而 杜撰的概念从整个自 然科学陈述彻底铲除 出去
	存 在 条 件	作为一种“普遍原理”，无需任何条件。并且，如果当物理学陈述不能满足 Galileo 原理时，存在另一个替代的相对性原理，如 Lorentz 变换	Galileo 小船显示的“局部”同一化运动学表象，仍与主观意识中参照系的选择无关，而仅仅是一系列“物质条件”的结果，没有任何本质意义	
	物 理 真 实	当两参照系以恒定速度 v 相对运动时，存在 $\begin{cases} \mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{V}t \\ \mathbf{v}' = \mathbf{v} - \mathbf{V} & \mathbf{V} = \text{const} \\ \mathbf{a}' = \mathbf{a} \end{cases}$	1. 参照系属于独立于物质对象的另一个“独立”物质存在。因此，同一物质对象相对于不同参照系的运动表现了两个不同的“独立”物理实在； 2. 即使如此，任何涉及位移、速度本身的物理量都不具可比性	

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
Galileo原理与惯性系	为完全虚幻,没有任何物质意义,建立在“循环定义”上的惯性系,再次提供了自欺欺人的存在理由	由于运动无法定义,作为维系运动继续存在的“惯性”同样属于主观意念中一个虚妄的概念	
Galileo原理与Newton定律	两者逻辑相容	形式表述的 Galileo 变换,只不过是 Newton 运动定理中,将“力”借助于加速度而加以形式定义的自然推论,没有任何一点独立的科学意义	

5.1.3 Lorentz 变换的“空”群结构

同样,Lorentz 变换的提出并不属于当时还过分年轻的 Einstein。当然,人们也可以完全相信,对于习惯于“直觉”思考而缺乏严格数学语言规范的 Einstein,根本不可能具备一种能力,能够认识 Lorentz 变换并不满足“群”必须满足的“封闭性”前提要求,与相应蕴含的“空群”结构。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
原始 Lorentz 变换	当坐标系的 x 轴经历了“运动”速度为 v 的变换,则相应存在 $\begin{cases} \begin{pmatrix} t' \\ x' \end{pmatrix} = \frac{1}{\beta} \begin{pmatrix} 1 & -v/c^2 \\ -v & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} \\ \beta = \sqrt{1-v^2/c^2} \\ y' = y \\ z' = z \end{cases}$	假设坐标系的 x 轴,连续经历“运动”速度分别为 u 和 v 的两次变换,且 $w = u + v$ 不难立即推断 $\begin{cases} \begin{pmatrix} t'' \\ x'' \end{pmatrix} = \frac{1}{\beta_u} \begin{pmatrix} 1 & -u/c^2 \\ -u & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t' \\ x' \end{pmatrix} \\ = \frac{1}{\beta_u} \begin{pmatrix} 1 & -u/c^2 \\ -u & 1 \end{pmatrix} \frac{1}{\beta_v} \begin{pmatrix} 1 & -v/c^2 \\ -v & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} \\ \neq \frac{1}{\beta_w} \begin{pmatrix} 1 & -w/c^2 \\ -w & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix} \\ y' = y \\ z' = z \end{cases}$ 故不满足变换群的“封闭性”要求	1. 变换群需要满足的封闭性,本质上源于不同变换的“平权”性。因此,经历了任意次变换以后,必然仍然满足最初的变换关系式; 2. 任何合理的物理学陈述必须可以表示为张量形式,以表现相关陈述的独立于坐标系人为选择的客观性。只能借助于分量形式表述的 Lorentz 变换本身就违背了这样一个一般性的基本原则;
对应的物理真实	写不出类似 Galileo 变换的物理真实 $\begin{cases} \mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{V}t \\ \mathbf{v}' = \mathbf{v} - \mathbf{V} \\ a' = a \end{cases} \quad \mathbf{V} = \text{const}$	在 Galileo 变换中反映随着参照系选择的不同两个真实存在物理真实之间的关联。但是,Lorentz 变换属于完全虚假人为杜撰,故不存在相应表述	3. 当然,与其对应,坐标变换中显示的不变性只逻辑地属于物理学陈述的客观性。将某种特定

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
虚假 Lorentz 变换	坐标系除了经历上述“运动”变换以外,如这个坐标系还绕 x^2 轴“旋转”了 β 角度,则在这些不同“角度”的变换之间存在变换矩阵 $[\Lambda(\beta)]=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \sin\beta & 0 & \cos\beta\end{bmatrix}$	1. 对于不同旋转“角度”,相应出现的变换关系式的确可以满足“群”的封闭性要求; 2. 但是,无论经典 Galileo 变换还是此处的 Lorentz 变换,必须定义于相对“运动”坐标系之间,与坐标系仅仅旋转某一个“静态”角度属于不同概念。因此,偷梁换柱引入的变换只能称为虚假 Lorentz 变换; 3. 并且,此处所说的不变性,仅仅决定于同一几何空间不同“坐标系”之间的分量关系	坐标变换“无条件化”,独立于其得以存在的特定理想化物质属体,与数学基础中逻辑悖论一样,出现逻辑倒置,共同违反了形式表述必须遵循的“存在性”原则; 4. 至于“虚假” Lorentz 变换拥有的“群”结构,与其说自欺欺人,不如坦率地视为科学研究中的不诚实行为

5.2 自始至终贯穿于整个“相对论”中的逻辑悖论

本质上仅仅因为独立于人们主观愿望的“逻辑自洽性”,一旦 Einstein 凭借没有任何理性可言的“直觉与顿悟”,在前提性地承认“矛盾”存在的基础之上,期望通过以“改变科学语言语义”为实质性内涵的“时空观”革命,构造他的“相对论”那个时刻起,所有的相关陈述都自始至终处于形形色色的矛盾之中。

命 题	经典表述	相关批判	一般分析
校钟操作的不唯一性	异地校钟仅属于“相对论”的一种特有的“操作性”定义。为了保证“相对论”作为物理学陈述独立于不同具体实验操作的一般意义,必须满足不同异地校钟“同时性”的基本要求。 考虑到实验方式不同,为 Einstein 作序的某“相对论”著述者(Bergmann)则补充提出: 为了补偿信号传播中消失的有限时间,必须把测试仪器放置在两事件连线的中点上	1. 实验性操作的特定程序包含了操作者的主观意志。Einstein 首次将某特定实验操作程式引入物理学陈述,从而为表现“理想化”物质对象自身蕴含客观性规律物理学陈述允许存在不同主观意志提供了依据; 2. 即使能接受 Bergmann 的补充约定,但如果同时出现 3 个或者 3 个以上的事件,仍然不可能避免出现校钟结果不唯一性。同样,对于本身无理陈述做任何补充,仍然是无理的	对于自然科学研究而言,其本质任务就在于从“无以穷尽”的经验事实中,摆脱不同观察者必然存在的不同影响,揭示那个仅仅蕴含于理想化物质对象自身的抽象关联。恰恰在这个最基本的科学理念上,Einstein 出现了严重的认识倒置

(续表)

命 题	经典表述	相关批判	一般分析
自然单位制蕴含逻辑倒置	以承认“光速 c 恒定性”为前提,构造了一个“自然”单位制,相应存在如下的推理结构: $c=1, [c]=[L]/[T]$ $\Rightarrow$ $[L]=[T], [M]=[L]^{-1}$ 其中, L, T, M 分别对应于长度、时间和质量,它们成为光速的导出量。如果只从特定物理陈述物理量的“数”关系考虑,上述认定“似”无不当	1. 但是,当 c 定义为比长度、时间更为基本的量,“光速”如何定义? 2. 在视 c 为更基本量同时,违背“运动”不具确定意义的“相对性原理”; 3. 量纲对应于独立物理实在。仅仅当量纲恰当时,物理学陈述才可能构造纯粹“数”的关系,因此 $[L]=[T], [M]=[L]^{-1}$ 时间和空间被同一化同时,又构成与质量倒数的关联,说明物理理念的完全混乱。物理理念的混乱,必将导致包括“Minkowski 空间”这样一些数学完全荒谬的表述形式	1. 对于任何一个特定的关系式,乃至属于该关系式的所有形式量,只能逻辑地依赖于某一个特定“理想化物质对象——逻辑属体”的前提存在而存在。否定形式系统的“存在性”原则,将“拥有”和“从属”两个完全不同的逻辑关联加以混淆,是造成数学基础出现逻辑悖论的根本原因。同样,
Minkowski 空间 “自悖性”	引入纯粹人为定义的度规张量 $\Theta_{\xi,\xi}$ $= \begin{Bmatrix} -1/c^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1/c^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1/c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1/c^2 \end{Bmatrix}$ 相应存在一般度量公理的长度 $\delta r^2 = \mathbf{r} \cdot \Theta \cdot \mathbf{r} \in (>0, 0, <0)$ 于是称之为“伪”Euclid 空间	1. 考虑到构造该“伪”空间的前提 $\delta s^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \sim c^2 \delta t^2$ 根据允许的线性变换,存在附加约束 $\delta s'^2 = \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 - c^2 \delta t^2 \equiv 0$ 该“伪”空间对应于“恒”长度空间; 2. 该空间没有线性空间必需的“加法”运算,或变为无意义“空”运算; 3. 必须定义向量空间不存在的除法 $\exists \mathbf{r}_i / \mathbf{r}_i : \mathbf{r}_i = (a, b, c, 0),$ $\mathbf{r}_i = (0, 0, 0, t)$ 最终构成对“向量空间”的逻辑否定	2. 似乎诚实地冠以一个“伪”字,就能够为一切不合理陈述提供存在依据,属于纯粹自欺欺人,也是回避矛盾的恶习。Minkowski 空间已对“空间”的概念前提构成逻辑否定
原时与钢尺构成时空革命的逻辑否定	在“相对论”中,在构造所谓“时空观”革命的同时,引入一对“原时和钢尺 (proper time & rigid ruler)”,以用做诸如“校钟”操作或者其他物理学陈述的“时空度量”的统一基准	1. 既然存在属于“时空度量”的“统一”基准,自然对“时空变换”本身构成逻辑否定; 2. 充其量只能像许多为“相对论”作辩解的著述所说,需要将时空变换视为由于依赖于观察者而不具“唯一性”意义的一种“观察”效应; 3. 于是,无论怎样,时空变换不能成为表现物质世界内蕴特征的陈述	在到处充满矛盾的“相对论”中,“原时和钢尺”与“时空变换”构成“自悖性”陈述几乎是一目了然的事情。正因其过分简单,晚年 Einstein 反思他的一生时,才会再次“顿悟”:引入它们或许是多余的^[12]

(续表)

命 题		经典表述	相关批判	一般分析
孪生子悖论		对于这个明显的逻辑悖论, Einstein 指出它超越了该命题所属的“狭义相对论”论域。 当然, 这是诸如《McGraw-Hill 物理百科全书》等现代科学著述不得不花费太大篇幅希望构造相关解释的原因。 但是, 即使另一些推崇“相对论”的著述也不得不同时指出: 对于某一个论域中的命题, 试图用论域外的其他理论加以解释是不当的	其实, 在“A, B”两个孪生子间, 无论构造怎样的解释, 只要将用于 A 之上的陈述置于 B 之上, 另外, 将用于 B 之上的陈述用于 A 之上, 最终必然构成完全的逻辑否定	对于明显悖论的种种袒护, 不仅对“将‘矛盾’自然地视为对‘理性’自毁”这样一种极其平凡的认识构成逻辑否定, 相应对 Einstein 所述“统一、和谐”形成极大讽刺, 还充分表现了现代科学世界所倡导“宗教”情结的无知、愚昧和可悲
Einstein 伪光子钟	时间膨胀	对于一个通常被称之为“Einstein 光子钟”的“思维实验”模型, 存在如下所示的“时间碰撞”效应 $T = \frac{T'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 表明运动中时间膨胀了, 该关系式往往又被称为 Einstein 时间膨胀方程	同时考虑“时间膨胀”和“长度收缩”效应, 不难立即导出逻辑悖论: 运动系 S' 中, 光前行和返回时间为 $\begin{cases} c\beta T'_{\text{for}} = l'/\beta + v\beta T'_{\text{for}} \\ c\beta T'_{\text{back}} = l'/\beta - v\beta T'_{\text{back}} \end{cases}$ 根据“原时”概念, 两者必须相等 $T'_{\text{for}} = T'_{\text{back}} \stackrel{\text{def.}}{=} T^*$ 于是	1. 即使这些物理学命题完全错误, 但几乎与所有不当陈述一样, 仍不可能真正源于当时过分年轻的 Einstein; 2. 但是, 与 Lorentz 思想相伴于一系列具体推理过程不同, Einstein 表现为纯粹的“构造性”杜撰, 这样才能与 20 世纪“公理化”思想无视矛盾及所蕴含的完全主观随意性吻合; 3. 正因为此, Einstein 被推至“神”的位置, 也更具危害性
	长度收缩	在另一个关于运动机车的光信号的测试模型中, 则相应存在“长度收缩”效应 $l = l' \sqrt{1 - v^2/c^2}$ 表明运动中长度收缩了, 往往又被称为 Lorentz 长度收缩方程	$\begin{cases} c\beta T^* = l'/\beta + v\beta T^* \\ c\beta T^* = l'/\beta - v\beta T^* \end{cases} \in S'$ 最终, 导致逻辑悖论 $v\beta T^* = -v\beta T^*$	
坐标系和参照系		对于这两个“完全不同”的概念, 经典理论通常“有意识”或者“无意识”地不予以区分, 更是被 Einstein 随意替代	坐标系属于几何学概念。几何体自身的特征是客观存在, 因此, 独立于对坐标系的“人为”选择; 参照系属于物理学概念。参照系与被描述物质对象构造两个“独立”存在的客观实体。因此, 即使对于相同的物质对象, 相对于不同参照系所构造的物理学(运动学或者力学)陈述, 相应表现的是完全不同的物理真实	1. 坐标系属于度量工具, 因此, 自存的几何体必须独立于坐标系的人为选择, 并且, 相应构造“张量”数学的存在基础。参照系属于另一个“独立”存在物理实在。参照系不同, 物理学内涵也不相同;

(续表)

命 题	经典表述	相关批判	一般分析
时间坐标与运动独立性	由于 Einstein 所构造的“时空变换”既不存在独立的几何坐标,也不存在独立时间坐标,因此,即使接受那个完全虚妄的Minkowski空间,只能在两个事件“始末状态”之间,构造形式表述的逻辑关联,相应不存在反映动态变化“历程”的描述	将“时间”和“空间”两个完全不同的概念混为一谈,除了对“原时和钢尺”这样的“自然”概念构成了逻辑否定,相应到处出现逻辑混乱和认识反常,同时也否定了“动力学”变化过程乃至整个“物理学”科学的独立存在	2. 物理学与几何学形式上的根本差异在于拥有独立的时间坐标; 3. 20 世纪的“物理学几何化”思潮,是无视矛盾前提性存在而最终造成的空前荒唐

[简单历史评述]

对于一个研究者,如果他的“逻辑推理能力”和“科学激情”存在过分大反差,并且仅仅因为没有任何可信性可言的“直觉和顿悟”,而被一系列前提性认识无法解决而处于困惑之中,且不由自主地被过分急切的科学世界推至“领袖”地位之上,从而必须终生面对着“由于从承认矛盾开始,必然导致无以穷尽逻辑不相容”的存在,其内心必然极其痛苦。因此,如果说一些科学史研究者往往将 Einstein 的一生称之为“悲剧”人生,那么,这才是造成这种“不以意志为转移”悲剧的根本原因。

5.3 Michelson-Morley 实验的可解释性

年轻的 Einstein 将“光速不变性”和“相对性原理”称之为“一对矛盾”物理真实,并且,因为赋予这种矛盾以一种前提性的“不可和不容”解释性,所以能够回避那个时代科学世界面对 Michelson-Morley 实验无法解释的困惑,从而最终实现这个最初困惑将不再存在的目的。竟然出现这样的思维逻辑,或许让科学世界以外的许多善良人觉得不可思议。但是,这正是整个 20 世纪自然科学体系依赖存在的基础。当然,几乎可以肯定:当现代科学世界将数学严谨性称之为自欺欺人的时候,这样一种自视矛盾不再存在的“鸵鸟”政策才真正是纯粹的自欺欺人。

可解释性的本质内涵在于无矛盾性。因此,存在本身足以说明 Michelson-Morley 实验必然拥有的可解释性。之所以需要提出不可解释性,只是因为认识自身出现了问题。

命 题	重新认识	一般分析
Michelson-Morley 实验的可解释性	即使依循远不严格的经典电磁场理论,能够将电场 E 和磁场 B 认作是电磁场的两个“状态”量,那么,与 Michelson-Morley 实验对应的那个特定的“电磁场”只能定义在“地球”所张的几何空间之中,即 $f(E,B) \in S_{\text{phy}} \cap S_{\text{phy}} : \text{extension of the earth}$ 作为一种自然的逻辑推理,光速作为该电磁场中的扰动传播速度 $c = c(E,B) \in S_{\text{phy}} \cap S_{\text{phy}} : \text{extension of the earth}$ 同样只能定义在这个特定几何空间之中,于是整个 Michelson-Morley 实验是完全可解释的	1. 显然,Maxwell 在构造那个“测量以太相对于地球运动速度”实验命题时,将“地磁场和地球”界定为两种独立存在的逻辑前提并不存在,该实验成为错误的实验命题; 2. 从更为深刻层次考虑,任何一种特定的物理学陈

(续表)

命 题	重新认识	一般分析
电磁波与物质波的一致性	共性寓于个性之中,而个性融于共性之内。 电磁波仅仅是形形色色物质波中的一种,当然,Michelson-Morley实验所表现的物理特征,同样只是一般物质波共同特征的逻辑必然	述必须逻辑地对应于一种特定的物理实在。当 Maxwell 无力为他的位移电流假设相应提供物质基础时,整个经典电磁场理论已经埋下了前提性逻辑不当的危机;
电磁波“横波”特征的物质基础	根据为动态电磁场重新构造的数学物理模型 $\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \Psi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \nabla \cdot \Psi = \mu_0 \int_V \frac{1}{r} \nabla \cdot \mathbf{J} dV \neq 0 \rightarrow \begin{cases} \mathbf{B} = \nabla \times \Psi \\ \mathbf{E} = \partial \Psi / \partial t \end{cases} \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \Psi = \frac{1}{c^2} \mathbf{j} \end{cases}$ 当只有边界上“电流扰动”源 $\mathbf{j}$ 时,相应存在真空中的波动方程 $\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \Psi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \mathbf{0} \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \Psi = \frac{1}{c^2} \mathbf{j} \end{cases}$ 因此,电磁场“横波”特征本质地决定于边界上扰动源的行为特征	3. 与其对应,任何一种特定关系式只能逻辑地隶属于某一个理想化物质对象。因此,不是以对物质对象的“理想化假设”作为构造形式系统的全部逻辑前提,而是将只能条件存在的关系式“无条件”化,最终只能导致逻辑混乱;
超光速存在的物质基础	既然电磁波与其他形式的物质波本质上没有差别,因此,对于作为物性参数的光速,对应于电磁场的不同特定状态,相应存在不同的速度自然成为一种“平凡”真实	4. 所有一切仍然告诫人们,自然科学研究必须有一种老老实实态度:直面真实存在的矛盾,正视矛盾必然隐含的认识不当

5.4 质能变换的“经验事实”基础及其逻辑自治化分析

其实,在Einstein的“相对论”中,能够对现代理论物理发挥某种“实际”影响的只有所谓的“质能变换”关系式。

但是,无法单纯根据“演绎”逻辑,从“相对论”推得这个关系式。现代物理学构造的所有证明,都充满矛盾和自欺欺人的“拼凑”痕迹。质能变换关系得以存在的基础,仍然是远早于“相对论”就为人们揭示的经验事实——W. Kaufmann 于 1897 年完成的电子测速实验。

而且,从形式逻辑考虑,目前公认的质能变换关系,必须以对Lorentz力形式表述的“无条件”确认作为存在前提。因此,质能变换充其量只能被视为以某种“经验事实”为存在基础,因“习惯成自然”而形成的一种并不严格的“人为”认定。也就是说,质能变换仍然不能为现代理论物理对于“无限真理”一种“宗教”情结之上的虔诚期待提供依据。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
Einstein 的最初表述	在 Einstein 发表于 1905 年第三篇“划时代”的论文中,根据电磁辐射在不同坐标系能量的不同,提出物体辐射能量 L 后的动能	1. 首先,将物体质量的变化归结为物体对外辐射的电磁能量,并不符合现代物理学所期待的物体质量和物体自身运动速度之间逻辑关联。或者说,两者属于完全不同的物理学命题;	1. 对于现代物理学研究中普遍予以应用的质能变换关系,揭示其与神学的“相对论”没有任何逻辑关联具有基本意义;

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
Einstein 的最初表述	变化为 $K_0 - K_1 = (L/c^2)v^2/2$ 进而说明,物体由于能量辐射相应出现为 L/c^2 的质量亏损	2. 其次,在 Einstein 的推导中,坐标系是人为选择的。将物体质量的变化归咎为坐标系的不同人为选择,同样不能为人们的理性接受; 3. 按照 Einstein 的思考方式,只要相继作两次坐标变换,就得到对最初表述的逻辑否定	2. “相对论”从承认矛盾开始,根据且仅仅根据逻辑,必然自始至终充满矛盾; 3. 事实上,除了神学意义的“相对论”外,整个自然科学都说明人类永远也不能说出比大自然本身更多的东西。因此,在抛弃“相对论”的神学意识同时,为实际使用的“质能变换”关系重新提供实验基础同样具有极其重要哲学意义; 4. 严格和统一的科学语言是进行自然科学研究的必要前提。因此,不许也不需借助改变概念或者语言本身去描述自存的物质世界。与其对应,任何形式表述系统只能建立在对物质对象所作基本吻合真实的“理想化”假设之上,属于那个特定的理想化物质对象;
质能变换的通常表述	在现代理论物理学中,通常所用的形式表述为 $m = m_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 或者 $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$ 其中, m_0 , p , E 分别为质点的静止质量、动量和能量	根据作为整个现代物理基础的“相对性原理”,物体的运动只具有相对意义,因此,一切合理的物理学陈述必须适用于彼此作任意恒定“相对运动”的惯性系。显然,质能变换不满足“相对性原理”。如果物体的速度叠加某一个恒定速度,则不再满足原质能变换。或者说,对质能变换期望表现的确定性意义,相对性原理必然相应构成一种彻底的逻辑否定	5. 遵循逻辑,对于物质对象的前提性认定作为构造形式系统的基础成为逻辑必然。因此,如果确认带电粒子的粒子前提,质量作为物质质点理想化认定的有机部分,同样具有前提性意义; 6. 另一方面,因为“有质有形”质点与“无质无形”场之间存在的物质形式变化属于普遍存在的物理真实,所以针对“物质存在形式”自身处于“变化”之中的特定场合,原则上应该允许将“质能变换”视为对这种“中间态物质”一种“概念性”的理想化认定
“相对论”与质能变换	构造粒子之间的不同碰撞模型,利用相对论的时空变换关系推导期待的质能变换关系式	1. 粒子碰撞时,存在彼此不同形式的碰撞模型,即任何碰撞模型必然包容互为矛盾的人为假定。该事实自然地对象质能变换的客观性或者真理性构成完全逻辑否定; 2. 当然,基于同样的原因,不同碰撞模型推得相同表述的结果表明,所有这些推导都仅仅是拼凑而得,隐含形形色色的逻辑不当	
Kaufmann 实验及其重新诠释	远在 1897 年,即 Einstein 杜撰“相对论”的 8 年前, Kaufmann 就发现了最终能够与上述质能变换 $m = m_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$ 保持一致的实验结果。正为此,在一些现代理论物理著述中, Kaufmann 往往被讥讽为“当真理碰到鼻尖上还是没有得到真理”的人的代表	从形式逻辑考虑,对于 Kaufmann 首先发现的实验真实,作为质能变换关系经验验证的依据并不充分。还必须以对 Lorentz 力公式 $\mathbf{f} = e\mathbf{E} + e\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ 的无条件承认为逻辑前提。于是,带电质点处于远小于光速时得到验证的 Lorentz 公式,在速度与光速相当时是否继续有效成为前提性问题。因此, Kaufmann 的慎重恰恰是严肃的	
理想化粒子与“中间态”理想化存在	与包括现代数学在内的整个现代自然科学体系中普遍存在的错误认识一致,将对于关系式的认定处于前提性位置之上,从而为构造无论域限制的“普适真理体系”提供存在基础	如果确信带电粒子的前提存在,那么,作为“粒子理想化定义”中的一个部分,质量被赋予前提性的内蕴特征,不容改变 $m : m = \text{const.} \in (\text{idealization})$ 与此同时,当带电粒子运动速度与光速大致相当时, Lorentz 力公式 $\mathbf{f} = e\mathbf{E} + e\mathbf{v} \times \mathbf{B}$	

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
理想化粒子与“中间态”理想化存在		的可靠性需要相应做出修正。作为概念的理想化定义不容改变,但作为经验事实表述的公式只能有限真实和条件存在。因此,质能变换充其量只能逻辑地隶属于“中间态”物质	

5.5 广义相对论的彻底虚妄性

为 19 世纪末 Michelson-Morley 实验揭示了一个十分“自然”的结果。只是由于一系列前提性概念认识困惑的长期存在,暂时无法为那个时代的科学世界所认识,最终成为当时还过分离年轻的 Einstein 借助改变语言而杜撰“狭义相对论”的一个特定历史背景。但是,“广义相对论”则不然,它的出现则源于被推至“科学神坛”之上的Einstein,植根于“直觉和顿悟”之中的一种“过分朴素、过分简单也必然过分混乱”愿望;摆脱 Einstein 自己始终无法定义的“惯性系”对某一个期待中“更具普遍意义真理体系”的限制;以及解决 Einstein 根本没有能力认识到自身并不存在的“Lorentz 变换”为什么不能为“Newton 引力公式”满足,这样一个因为前提荒诞而命题必然荒诞的问题。

如果说《McGraw-Hill 物理百科全书》曾经坦率而深刻地指出,很难在“狭义相对论”和“广义相对论”之间找到什么共同之处,那么:从哲学思想考虑,则由于 Einstein 在真诚追求幻想之中的普适真理体系时,根本不懂针对物质对象所作“理想化认定”对于永远只可能“条件存在、有限真实”形式系统所具有的前提性地位;而从形式逻辑考虑,则对于似乎并不喜欢同时也从来没有真正明白数学的全部本质仅仅在于“逻辑相容性”的 Einstein,因为习惯于将严肃科学思考寄托于无理性可言“直觉和顿悟”之上的过分幼稚,所以根本无法理解承认“矛盾前提”进行的任何推理必然自始至终蕴含着“矛盾”这样一种几乎完全自明的逻辑必然,一对本质上处于“逻辑自悖”之中的“相对论”只能同样流于彻底荒谬。

在寄托于“宗教情结”的现代自然科学中,一方面公然否定数学严谨性,容忍形形色色矛盾的存在和容忍不断补充人为假设造成对演绎逻辑的本质否定,另一方面却又将探求未知仅仅寄托于个别“细碎和具体数学表述”形式之上,形成了人类认识史“神学意识”和“形而上学”相互依存的一种空前荒唐的怪圈。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
惯性质量和引力质量	对于定义于“引力公式”以及“Newton 力学公式”上的“质量”,往往被人们分别称之为“引力质量”和“惯性质量”。Einstein 提出了等效性原理 $m_g = m_i$ 期望以此为基础构造建立在“非惯性系”中更为普适的“相对论”	同一“质量”是质点理想化认定的不可分割部分,等效原理为该认定的逻辑必然。因此,需要检讨的是 Newton 两公式可信度、有限论域,而非等效原理。至于重力下物体为何加速度恒定,正像无力无需解释 Planck 数存在那样,只能也必须无矛盾表现它们	Einstein 不懂 Maxwell 所提测量“相对地球光速”命题的不当,导致狭义相对论;同样因不懂等效原理不当,又杜撰了对狭义相对论构造否定的广义相对论

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
惯性系与相对论分类	能够用于“非惯性系”的相对论称之为“广义相对论”，反之，则为“狭义相对论”； 因此，可以利用两种“相对论”定义相对论	用惯性系定义惯性系，属于形式逻辑中的循环定义。同样，用惯性系区分两种相对论，以及进而用两种相对论来定义惯性系，仍然同属于循环逻辑的范畴	Einstein 将自然科学研究置于“直觉和顿悟”之上，却总无力认识和解决前提性概念显存或隐含的逻辑不当
广义相对论中的时空变换	考虑引力场 g 中粒子的 Newton 方程 $md^2x/dt^2 = mg + f$ 构造“非线性时空”变换 $x' = x - gt^2/2, t' = t$ 对于 f 等于零的自由粒子，满足方程 $md^2x'/dt'^2 = 0$ 而弯曲引力空间中的测地线方程 $d^2x^\mu/d\tau^2 + \Gamma_{\alpha\beta}^\mu (dx^\alpha/d\tau)(dx^\beta/d\tau) = 0$ 正是自由粒子的运动方程。 于是，引力场问题最终转化为如何构造弯曲空间的“联络系数”问题	到处充满推理不当和逻辑自悖： 1. 当且仅仅当加速度与速度为同一方向时，才存在关系 $x' = x - gt^2/2, t' = t$ 一般情况下，上述推断不真； 2. 而且，根据 Einstein 称为普遍真理的“相对性”原理，运动只相对于特定参照系而存在，那么，什么是该非线性时空变换前后中的参照系，或者是否 Einstein 又重新否定相对性原理赋予参照系的前提性意义呢？ 3. 抽象曲面的 Christoffel 系数决定于几何体自身的存在。何以在 Einstein 处，几何体自存的几何特征就可以仅仅决定于他的心智活动呢？	Einstein 极其严厉批判量子力学，指出必须存在独立于感觉和测量的物理实在。但是，理性和非理性、客观真实性和主观随意性、逻辑和非逻辑，统统只决定于 Einstein 的意志与喜好。对自己则允许反复、公开和自由地使用着“构造性”原则。其实，只晓得形式上简单模仿，而根本不懂逻辑和藐视理性的 Einstein 就是 20 世纪的“神”
两种相对论的逻辑自悖	对于任何稍有“自思维”能力的研究者，不能不承认《McGraw-Hill 物理百科全书》所指出的基本事实： 除了名称以外，两种相对论几乎没有什么共同之处	由于无法对“惯性系”做出前提性定义，相应无法对两种相对论的定义域做出界定，对于两种在哲学上同样依赖于“直觉和顿悟”而存在的“相对论”，则在逻辑上构造了形成“自否定”结构的两种时空变换。 事实上，正如前一命题重新分析所述，“广义相对论”已经对“相对性原理”构造了逻辑否定	任何以所谓“直觉与顿悟”为唯一基础，无视物质对象及其自然构造的有限论域，漠视矛盾存在，缺乏严格逻辑规范思考，最终必然重新面对“逻辑”的无情惩罚，陷入重重矛盾之中
物理学研究的几何化	将针对自存物质世界所作的物理学研究，归结为以纯粹人为假设为基础的“几何学公理化”研究范畴	1. 首先，从数学理念自身考虑，并不因为自称为“公理化假设”就可能回避数学基础自身存在的逻辑悖论。无视矛盾前提存在的公理化体系，仅仅属于纯粹自欺欺人的自我安慰； 2. 正如 Einstein 引入的“原时和钢尺”一样，时间和空间隶属于完全不同范畴。否定时间的独立性，就否定了物理学的存在，取消	或许 Hilbert 自认“桌子、椅子、啤酒瓶代替点、线、面”的名言成为几何学的最伟大创举，其实正好暴露 20 世纪科学世界对“矛盾视为理性自毁”的极大摧残和自欺。物质世界的离散特征源于其复杂性，本质相异

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
物理学研究的几何化		以“时间”为度量基准,针对“变化历程”做出的描述。 3. 无论是考虑充满逻辑悖论的 Minkowski 空间还是弯曲的 Riemann 空间,它们都只能表现事件“始末”两态之间的关联,而不可能对相关变化历程做出形式表述	于抽象连续的几何流形。一旦否定物质对象的前提存在,智者自诩的“理性”将丧失殆尽,一切均陷入形形色色矛盾之中
证伪与经验证实	同样,对于任何有独立思考能力的研究者都一定感觉到如《McGraw-Hill 物理百科全书》所说的,作为整个“广义相对论”基础的“等效原理”在逻辑上所表现的“不精确性”。但是,当整个现代科学世界面对太多真实存在的矛盾,而将理论物理中的数学严谨性公开称为自欺欺人,并且只能寄托于所谓的“科学宗教”情结时,人们仍然真诚期待着种种“经验证实”	经验证实无以穷尽。原则上,用以证明相对论的一切事实都是可解释的,而可解释性的全部内涵仅仅在于“无矛盾性”,人们永远不可能说出比大自然自身还要多的真实。 相反,即使不考虑充斥整个相对论的逻辑混乱和逻辑悖论,因为相对论建立在 Einstein 所说“矛盾”之上,乃至几何空间连续性基础与物质世界离散本质之间的“矛盾”,对作为现代“神学”的相对论已构成完全否定	对于经验证实不具任何决定性的判断,虽然不一定属于 Einstein 的首创,但是,曾经多次被 Einstein 用作维护自己理论的依据。仅就历史事实而言, Einstein 与 Bohr 们的矛盾,并不仅源于不同认识,而在于神坛上的 Einstein 所持的双重判断标准

5.6 Einstein“统一、和谐”哲学观的虚伪性和逻辑错置

今天,或许对许多并不深刻了解甚至并不关注自然科学的人,都熟悉现代科学世界所述 Einstein 对于“统一、和谐”所显示的激情和向往:“赞美秩序与和谐的美,相信其中存在的逻辑简单性,谦恭而且只能是不完全地去领会。”

然而,恰恰因为 Einstein 并不懂得理性思维的辩证法以及自觉接受数学语言的严格规范,将严肃的科学研究置于毫无可信性而言的“直觉和顿悟”之上,所以即使 Einstein 将终生献给了自然科学研究,但是,在人类历史中,这种过分幼稚和草率的研究方法,对于以“逻辑相容性”为本质内涵的“统一、和谐”构成一次最为粗暴的亵渎和影响最为恶劣的破坏。

命题	经典表述	重新分析	一般认识
统一与和谐的本质内涵	Einstein 心目中的统一与和谐,在数学上表现为对某一个称之为“普遍原理”的所谓“精密公式”的追求: 这种公式一旦胜利完成以后,推理就一个接着一个,往往显示出一些意想不到的关系,远远超出这些原理所依据的实在范围。但是,只要这些用来作为演绎	既然 Einstein 以及科学主流社会并不否定“统一与和谐”理念深刻蕴含的神学基础,仅就其真诚期待的演绎推理而言,仍然充满根本的逻辑错乱: 1. 即使 Einstein 所期待的那个作为演绎推理基础的精密公式得以完成,也绝对不可能显示“超越原理所依据范围”	对于以承认矛盾的前提性存在为基础,而且几乎完全不懂得形式逻辑和严格理性思维,将严肃的自然科学研究置于没有任何可

(续表)

命题	经典表述	重新分析	一般认识
统一与和谐的本质内涵	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。……在没有揭示那些能作为演绎推理基础的原理以前,经验研究的个别结果总是无能为力的。 哲学上则表现为纯粹的神学意志,不妨援引其助手 B. Hoffmann 的评述: Einstein 科学研究的动机归根结底是宗教的,虽然不是就宗教仪式而言。每当他判断一个科学理论都会问自己,如果自己是上帝,是否也会像那样创造宇宙。这个判别准则似乎接近于神秘主义,而不吻合一般科学思想,可是正表明 Einstein 信仰宇宙有一种最终的简单性和美	以外的意想不到的关系。真正吻合逻辑的演绎推理,绝对不可能得到任何超越“前件”的推论; 2. 尽管将期待的精密公式称为原理,但是这只是一厢情愿的人为称谓。Einstein 根本不懂得,不仅公式,而且公式中所有形式量,必须依赖针对物质对象所作理想化认定才可能存在。建立在特定理想化物质对象上的公式,何以能用于其他物质之上呢? 3. 如 Einstein 真的对他信仰的上帝怀有丝毫敬畏,那么,无边无际、丰富多彩的大自然恰恰不可能仅仅服从一个看来已充分复杂的公式,“智者们”需要对自己所说做出严格规范	信性而言的“直觉和顿悟”之上的 Einstein,构造了一个彻底颠倒理性、完全自欺的陈述系统。 当然,不可否认,Einstein 做出的某些论断或者猜测的确为 20 世纪科学世界揭示和认识未知做出了某种“实际”意义上的贡献。但是,Einstein 对于自然科学、对于人类理性的摧残则更为严重。
物质对象和形式系统	在 Einstein 自己构造的全部“神学世界”里,恰恰没有那个因对其十分厌恶(或许因人即物的缘故,否则过分反常)而针对量子力学所作严厉批判时正确指出的“独立于感觉和测量”的物理实在。或者说,被描述的特定物质对象并不存在于 Einstein 的所有陈述中,而必须代之以“事件”成为形式系统的逻辑主体。 当然,仅仅于此,才可能使 Einstein 的陈述成为不受任何特定物质对象约束的普遍真理	事实上,姑且不论“相对论”的完全荒谬,如果能够将在物理内涵和形式表述方面已经本质地构造了“自否定”结构的“两种相对论”同时视为两个并存的普适真理体系,那么,也只能因为它们所描述的物质对象或者物理实在之间的不同而得以存在。绝对不可能源于独立于物质对象本身的“惯性系”或者“非惯性系”人为选择的不同。更何况,Einstein 无力回答那个他应该首先予以关注的“何为惯性系”的前提性问题呢	正如 Einstein 本人意识到的那样,任何个别的经验证实,对于自然科学没有任何本质意义。而且,技术的先进并不简单地等价于科学的可靠。人们熟知,两千多年以前,中华民族的先祖们已经成功铸造出叹为观止的优美青铜器;600 多年前,中华民族的航海家已经能够驰骋于大洋之上。但是,这并不表示相关科学认识的成熟和深刻。
物质世界“复杂性”与语言系统“纯洁性”的辩证统一	对于 Einstein 热切企盼的那个无论域限制的科學世界里,因为存在“神”的意志,所以无尽的大自然应该是统一、和谐和简单的。 与此同时,则容忍形形色色矛盾存在于表现大自然的陈述系统之中,或者将矛盾置于“无需也不容”解释的前提性地位之上,乃至通过构造仅仅需要服从于某些“智者”的意志的“语言系统”,用以描述那个期待中统一、和谐、简单的大自然。 于是,作为无可置疑的基本原理: 承认“光速不变原理”和“相对性原理”处于逻辑相悖同时,将它们置于无需也不容解释的前提性地位之上; 承认“原时和钢尺”作为统一的时空度量基准的同时,需要服从 Lorentz 变换	当然,需要把 Einstein 彻底颠倒的认识重新颠倒过来 $\left. \begin{array}{l} \text{simplicity} \\ \text{unity} \\ \text{harmony} \end{array} \right\} \in \text{science system}$ $\Leftrightarrow \text{world} \ni \left\{ \begin{array}{l} \text{complexity} \\ \text{diversity} \\ \text{conflict} \end{array} \right.$ 自然科学的任务恰恰在于:使用统一、无歧义的科学语言,揭示本质蕴育于“复杂、多彩和相互冲突(相互作用)”的物质世界不同特定部分的抽象同一性。因此,绝对不是被描述的物质世界本身,而是那个人为构造的自然科学体系必须是统一、和谐和无矛盾的。并且,任何真正科学的,必然容易为人们自然地接受	人类至今成功构造的自然科学其实都明白无误地告诉人们这样一个事实:除了努力使用统一、无歧义的科学语言,将自存于物质世界自身不同的抽象同一性,即所谓

(续表)

命题	经典表述	重新分析	一般认识
物质世界“复杂性”与语言系统“纯洁性”的辩证统一	构造的时空变换； 尽管 Einstein 并不知道到底什么是惯性系,但是,因为被称之为“非惯性系”,则允许存在对 Lorentz 变换构成逻辑否定的另一个时空变换,并且,允许其对相对性原理在本质上再次构造逻辑否定。 总之,对于物质世界统一、和谐与简单性的期待,必须以对于“语言系统无歧义性”为基础的根本否定,对于“矛盾意味着理性自毁”一种平凡和自然认识的彻底牺牲为代价。一切均允许时刻处于“逻辑自悖”的形形色色变幻之中的同时,一切均决定于本质上将自己置身于“上帝”之上的 Einstein 的感情、喜好、直觉、顿悟之上。 如果大致对照“辩证统一”的一般思维原则,Einstein 的科学世界为 simplicity unity harmony ⌋ world ⇔formal system ⊃ complexity diversity conflict 即期待中统一和谐的世界与复杂、零乱和冲突的科学系统并存		规律加以逻辑相容的表现以外,人们并不能真正说出比自然本身还多的东西。因此,如果否定“矛盾意味着理性自毁”的基本判断,如果容忍形形色色矛盾的存在,如果容许恣意修改无矛盾表现自然的语言系统,最终只能将数学严谨性称之为自欺欺人,那么,人类的自然科学已经不复存在。 自然科学的理性原则和可信性,恰恰在于对科学陈述本身做出前提性的限定。一方面寻求普适真理体系,另一方面却公然否定逻辑,成为 20 世纪包括数学科学在内的整个自然科学对人类理性一次最严峻的摧残
物质第一性与逻辑自治性的辩证统一	一个过分荒诞、奇异和浅薄的宗教混合物: 一方面否定被描述物质对象所具有的前提性地位,期望构造一个无论域限制,以某一个特定公式无条件认定为基础的普适真理体系; 另一方面,公然否定逻辑,允许形形色色矛盾的存在	即使仅仅从循环逻辑考虑,对于自然科学中的任何一个形式系统,也仅仅属于某一个特定的理想化物质对象。 正因为此,在自觉承认有限真实、条件存在的同时,能够保证科学陈述与其描述的理想化物质对象,以及所有不同的形式表述系统之间严格逻辑相容	

[简单结论]

不容否认,对于生活于 20 世纪,任何一个内心渴求真理和憧憬科学的人,内心一定经历过对 Einstein 一种极大崇敬和神往。的确,如果没有真正步入科学之内,没有进行任何严格科学意义上的反思,几乎任何人或许都无法抗拒 Einstein 那些具有强烈煽动性话语的蛊惑,及其对于心灵产生的强烈撞击。但是,科学研究需要的并不仅仅是激情和冲动。相反,人类认识的任何深化,恰恰需要一种细致、认真、踏实、诚实和严肃的坚韧精神。特别在面对认识的暂时困惑时,格外需要对经典科学陈述中任何可能存在的细微矛盾保持高度敏锐的洞察能力。事实上,

正是对矛盾陈述的揭示,可能成为解决困惑、深化认识的突破口。

严格地说,Einstein 从来没有真正读懂过经典理论。既不懂得 Newton 力学公式的本质内涵,也不明白完全虚幻的“惯性系”对于整个经典力学可能形成的致命威胁。同样,也不可能真正读懂经典 Maxwell 电磁场理论;既不能对纯粹人为引入“位移电流”可能掩盖的认识不当保持足够警觉,无力揭示这个形式量实际蕴含的物理内涵,当然,也根本不可能意识到不同“正则规范”彼此形成的自否定结构以及必然隐含的无理性,相应为电磁场理论重新构造逻辑相容的形式表述。

而且,针对 19~20 世纪科学世界暂时面对的认识困惑,一个过分年轻、幼稚、无知乃至过分草率的 Einstein,在自己尚无力真正读懂经典理论以澄清经典论述中一系列明显的逻辑悖论的时候,竟然公然将严肃的自然科学置于没有理性可言的“直觉和顿悟”之上,借助于改变科学语言语义这样一种纯粹自欺欺人的方式,将对“矛盾事实”的承认作为构造陈述系统的基础,使得其从步入科学研究之始就陷入“万劫不复”的灾难性导向错误之中,对于人类以“无矛盾性”为本质内涵的理性意识形成史无前例的极大摧残。

科学史研究者曾经因为 Einstein 后半生远离科学主流社会,而将其一生称之为一种人生的悲剧。其实,在不得不对这种悲剧人生内涵作重新定义时,或许需要更为准确地指出,显示于科学研究者个体生命的悲剧命运恰恰表现了某种必然性:任何对自然科学研究规律与严肃科学精神的背叛,相应地必然存在无情惩罚。同样,如果遵循历史唯物主义的认识论,则需要更为公正地指出:出现于 Einstein 理念中的种种荒谬并不完全源于他本人,而是 Newton 经典力学以及 Maxwell 经典电磁场理论中一系列前提性概念没有真正得到澄清,一系列不当认识所形成的历史积累。

如果允许相当不严格地讲,Einstein 的单纯的哲学思考或许更多依赖于他所推崇的“直觉”思维。这样,对于许多像 Einstein 这样相对睿智和善于独立思考的人,其哲学思想往往显得特别丰富、激动人心,乃至不乏一定的深刻性。然而,面对愈益复杂的物质世界,任何深邃的哲学思考如果缺乏数学语言即逻辑的严格规范,必然流于荒谬。这也是本来处于指导科学地位的哲学思想,往往不能坚持理性原则,最终只能屈服于科学家们明显不当陈述的缘故。因此,尽管对于认识错误的重新认识本来属于人类深化认识历程中的平凡事实,但是,对于本来缺乏严格思维习惯或者资质的 Einstein,不由自主地被面对太多无知变得不知所措又过分急躁的科学世界推至他本来无力担任的领袖位置之上,最终则成为一种个人的历史性悲剧。

因此,当现代科学主流社会在公然拒绝逻辑的同时,不得不将自然科学寄托于“宗教情结”的时候,人们需要的正是彻底批判和抛弃现代神学造成的空前认识混乱,彻底批判已经不仅仅作为个人而存在的 Einstein。与此同时,以一种老老实实的态度从新检讨自 Newton 力学体系、经典 Maxwell 电磁场理论中存在的任何细微不当开始,对整个自然科学体系进行整体意义上的系统梳理。

参考文献

- [1] 许良英,范岱年. 爱因斯坦文集(第一卷). 上海:商务印书馆,1976
- [2] 范岱年,赵中立,许良英. 爱因斯坦文集(第二卷). 上海:商务印书馆,1977
- [3] 编者. 中国大百科全书,物理学. 北京:中国大百科全书出版社,1987

- [4] Parker S. P. 物理百科全书. 北京:科学出版社,1998
- [5] Wamgsness R. K. Electromagnetic field, 2-nd edition, John Wiley & sons,1986
- [6] 陈秉乾,舒幼生,胡望雨. 电磁学专题研究. 北京:高等教育出版社,2001
- [7] Goldstein H, Poole C, Safko J. Classical Mechanics, Third Edi. Addison Wesley,2002
- [8] 广重彻. 物理学史. 李醒民译. 求实出版社,1988
- [9] 魏凤文,申先甲. 20 世纪物理学史. 南昌:江西教育出版社,1994
- [10] 汤川秀树. 经典物理学. 周成民译. 北京:科学出版社,1986
- [11] 王正行. 近代物理学. 北京:北京大学出版社,1995
- [12] Bergmann P. G. 相对论引论. 周奇,郝莘译. 北京:人民教育出版社,1961
- [13] 关洪. 量子力学的基本概念. 北京:高等教育出版社,1990
- [14] 张元仲. 狭义相对论实验基础. 北京:科学出版社,1994
- [15] Б. Г. 库兹涅佐夫,爱因斯坦传. 刘盛际译. 上海:商务印书馆,1995
- [16] 王永久,唐智明. 引力理论和引力效应. 长沙:湖南科学技术出版社,1990
- [17] 须重明,吴雪君. 广义相对论与现代宇宙学. 南京:南京师范大学出版社,1999
- [18] 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

6 量子力学

在现代科学世界所称的“量子力学”刚刚诞生之际,Heisenberg 就曾经这样诚实而中肯地指出:“量子力学的直观诠释迄今仍然是充满着内在矛盾的,它们出现在关于不连续性理论和连续性理论、颗粒和波动等观点的争论中。人们由此已经可以得出结论:利用通常的运动学概念对量子力学作出诠释在任何情况下都是不可能的。事实上,量子力学恰恰起源于这样一种努力:打破一切通常的运动学概念而代之以具体的,由实验给出的一些数之间的关系。”

可以相信,重新召唤自然科学研究中的理性原则,需要对经过近一个世纪整个经典量子力学再重新审视,乃至不得不试图重建一个全新陈述系统时,它的全部意义或者目标就在于需要进行与 Heisenberg 所述完全相反的努力:

(1) 严肃批判允许形形色色“矛盾”合法存在于量子力学中的完全无理性,彻底摒除公然将“数学严谨性称之为自欺欺人”这样一种纯粹自欺的伪科学行为,重新呼唤自然科学研究以“逻辑相容性”为本质内涵的“理性”原则。

(2) 仅仅作“理性思维”的逻辑必然,人们不得不承认:将以“连续可微”为存在前提,仅仅建立在“思维实验”之上的“Schrödinger 波动方程”,与其所期望描述的“离散世界”构成逻辑关联本质上正是一种纯粹的自欺行为。事实上,量子力学中的 Schrödinger 方程从来没有“一次”在严格数学意义上被实际应用过,它只是以牺牲形式表述的确定数学内涵为代价,以一种纯粹“自欺”的方式存在于量子力学之中。因此,需要彻底抛弃那个逻辑上不属于任何确定的理想化物质对象,相应不存在有限论域,表现为“第一性原理”和否定数学自身的量子力学“基本方程”。

(3) 自然科学中的任何形式表述,仅仅逻辑地隶属于某个特定的理想化物质对象,有限真实,但是,却能够与所有合理的科学陈述保持严格逻辑相容。因此,需要首先对量子力学所研究的不同物质对象做出不同的前提性界定,作为重新构造不同形式系统的唯一基础。

(4) 概念属于科学语言的有机部分,如果否定概念的同一性,则必然否定了科学陈述自身。因此,需要在保证概念或者科学陈述整个语言系统严格无歧义的前提下,重新认识量子力学所描述的微观物质世界以及重建量子力学。

6.1 物质世界的“独立存在”形式与“独立运动”形式

人类的自然科学,本质上是研究人类所面对的物质世界的一个认识系统。自存的物质世界无穷无尽。相对过于短暂的人类,大自然或许成为一个“永恒”的谜。因此,人类不能不保持足够清醒、谨慎和自律,绝不要轻言什么普适真理,更不要说只能以“无视矛盾”为存在前提的,自始至终充满“自否定”结构的,形形色色自欺欺人的“神学”系统了。

如果说 Mach 曾经深刻地指出,人类也许将永远无法真正回答“为什么”的问题。但是,也正因为如此,在寻求以及表述那些本质上蕴含于物质世界的规律性,或者说,揭示物质世界不同特定部分自身内蕴的“抽象同一性”时,人们对于自己的陈述必须加以严格规范,不允许任何矛盾出现。于是,从“无矛盾性”原则,并且,本质上也仅仅根据这个维护科学陈述有效性和合理性的原则出发,需要首先对物质世界中独立的“物质存在”和“物质运动”形式做出前提性的确认,从而将人类构造的科学陈述系统定义于这些具有独立意义的不同物质对象之上。

显然,作为科学陈述或者形式表述系统的逻辑主体,理想化物质对象必然具有以下所述的基本特征:

- (1) 抽象性:可以并且必须能够用形式语言加以定义,从而可以成为形式系统赖以存在的基元概念。
- (2) 有限真实性:任何理想化物质对象,必然总相异于它所代表的那个“局部域”物质世界。当然,仅仅当这种差异能够为人们希望的表述精度所接受时,建立在这个特定理想化物质对象之上的形式系统才相应具有意义。
- (3) 确定性:既然被视为一种理想化认定,那么,这种认定必须被赋予确定不变的持续意义,可以应用于整个自然科学的不同陈述之中。
- (4) 独立性或可辨性:对于任何相异的理想化物质对象,必须相应存在彼此不同的物质内涵,并且形式可辨,否则,不能同时成为对理想化物质对象有意义的界定。
- (5) 逻辑相容性和经验基础:尽管理想化认定与物质实在存在永恒差异,但其存在基础仍然是真实的物质世界。因此,理想化认定必须与经验事实逻辑相容。
- (6) 与理想化物质环境互为依赖的存在:自存的物质世界是一个彼此互为依赖、不可分割的整体。物质世界中的任何一个部分,本质上必须依赖其他部分的存在而存在。于是,在任何一个有意义的形式表述系统中,“理想化物质对象”与“理想化物质环境”构成辩证统一的逻辑关联^①。

以上关于物质对象所作的基本认定,成为构造合理科学陈述系统的基础。或许粗看起来,这些认识似乎都十分简单甚至过分平常,但是,如果认真审视整个自然科学体系,则不难发现:如果除个别数学推导可能需要一定技巧或者相应存在一定难度以外,恰恰在这样一些最平常的概念上,目前的自然科学体系出现了认识困惑。其实,就经典量子力学而言,其中几乎没有多少真正的数学。当然,这正是 Dirac 能够坦言量子力学中的数学只不过是一种“有趣游戏”的缘故。

6.1.1 粒子、场和物质世界的离散本质

粒子和场,或许可以称之为自然科学对物质世界存在形式做出的两种最极端的理想化认定,它们“抽象”刻画了两种几何性质决然相反的物质存在形式。然而,在包括《McGraw-Hill 物理百科全书》在内的许多物理学著述中,往往都将它们视为一种“自明”的概念,而没有对物质世界中这样两个最基本的物质存在形式做出确定意义的定义。其实,往往越是对那些似乎显得十分简单的前提性概念缺乏严格界定,越容易出现后续推理不当乃至整个概念系统不准确的问题,最终导致整个物理学语言系统的逻辑混乱。

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
粒子	形式定义	几乎所有提及该概念的物理学著述,粒子 (particle) 往往被视为“质点 (mass point)”的同义词,其通常定义为:没有大小和内部结构的理想化	粒子属于物质世界一个“大类”,故 $\text{particle} \subset \text{world}$ 物质世界中的物质要成为这个特定理想化物质形式,需要满足条件 $\text{particle}; (m, v) \in \text{particle}$	1. 物质对象的理想化认定绝不容许对物理真实作否定性定义。事实上,正因为连续介质物质模型的错误,导致整个

^① 即使对于经典热力学所说的“孤立系统”,原则上仍然需要依赖于与其保持“平衡”的理想化物质环境的存在而存在。否定理想化物质对象与理想化物质环境之间的逻辑关联,不仅不符合需要表现的基本物理真实,而且也正因为此,充其量只能被视为一种“过分平凡 (too-trivial)”的无意义陈述。

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
粒子	形式定义	实体。 或许可以被视为唯一例外,汤川秀树曾经深刻地指出:当且仅仅当速度向量可以作为运动学完备性表述时,那么,该理想化物质对象为粒子	粒子“类”可被继续划分为更细致的条件粒子集合,必相应存在 $\text{particle} \supset \text{sub-particle};$ $(m, v) \subset (m, v, \dots)$	宏观力学出现前提性错误和陷入所谓“湍流”困惑之中; 2. 至今的物理学研究表明:任何物质实体都存在结构。作为物质形式“类”的一个确定指称,粒子蕴含不同的特征性结构。但是,无论其如何复杂,必须满足粒子的“共性”特征; 3. 一旦物理学研究已经不能忽视粒子中除质量 m 以外的其他基本属性,粒子进一步被逻辑地划分为不同的特征粒子。正是这样一种划分成为整个量子力学得以存在的物质基础和实际研究的基本内容;
	几何特征	从形式逻辑考虑,理想化的质点本质上“全等于”几何空间中的几何点 $m_x \leftrightarrow x$ 当然,正因为这样一种表观意义上的认识,长期以来,才存在宏观物质的所谓“连续介质”模型,并且,明确将其与建立在连续统之上的实数空间构成逻辑关联,成为现代宏观力学的形式基础	在任何形式表述系统中,作为一个被认定为理想化质点的物质对象,必须与几何空间中的几何点 x 形成“一一对应”的映射 $x \rightarrow p(x) \cap p(x) \rightarrow x$ 但是,这绝对不意味存在质点与空间中的几何点互为等价的简单推理,更不可能将质点集合与其生存的几何空间构成逻辑关联	4. 当然,“引力质量与惯性质量是否相同”的命题,恰恰表现认识自身逻辑上的完全错乱
	物理属性	至今仍然属于一种“直觉”意义上的认识,最终导致形形色色逻辑错乱	作为上述认定的一种自然的逻辑推论: 1. 存在属于理想化质点的空间位置 $x \in p$ 2. 时间用以表现一切“独立”物质对象的变化历程。因此,存在只属于质点自身的速度 $v = dx/dt \in p$ 3. 相应存在仅仅属于粒子的动量 $p = mv \in p.$ 4. 考虑到前述理想化物质对象的基本特征(6),形式表述“物质地”定义在理想化物质环境所张物理空间之中。 5. 并且,所有陈述必然与一切“坐标系”的“人为”选择完全无关	
场	形式定义	在几乎可见的有影响的物理学著述或辞典中,大多回避如何为“场”直接构造形式定义的问题。作为不多的例外,《中国大百科全书》中名为“场方程”条目的相关定义为: 场和粒子是统一的物质的两种不同表现形式。场反映物质的“连续”特征,粒子反映物质的“断续”特征	粒子和场属于物质的两种理想化的极端形式。如果说粒子的本质内涵在于“有质有形”,那么,作为另一个理想化的极端认定,场需要表现的特征内涵就在于其“无质、无形”,即 $(m, x) \notin \text{field}$ 也就是说,在逻辑上,质量 m 和空间点位置 x 都不隶属于理想化的场	1. 针对物质对象所作理想化的认定必然包容人为的主观认定。然而主观认定是否合理仍依据于与被描述物质对象是否基本一致。科学陈述之所以引入场,是因为它超越了粒子可能表述的物理真实; 2. 一旦对物质对象做出

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
场	几何特征	对于某一个给定空间域 V 以及作为“几何点集合”而存在于其中的几何体 b 而言,可以根据该集合 b 中“元素”能否与实数系构成一一对应做出判断:该“点集合”究竟属于“连续”集合还是“离散”集合。 根据上述的一般经典认识,场属于连续的点集合	显然,作为物质存在形式的场只与所关注的几何域的“整体”形成逻辑关联 $\text{field} \leftrightarrow V$ 场不是“点”集合,本质上没有属于自身的几何。因此,除了定义于场之上的状态,如电场 E 可能“局部”呈现连续或跳跃特征,讨论场自身“连续”或者“离散”的前提都不存在	理想化认定后,一切必须是严格逻辑的。因为无法将场与几何点构成逻辑关联,讨论这些点是否满足连续性还是离散性无从谈起; 3. 同样,由于场“无质无形”,一切依赖于质量和位移定义的物理量都不属于场,形式上只能讨论能量交换
	物理属性	尽管承认场和粒子是不同的物质形式,其实只为直觉意义的认识。将仅仅属于粒子,以质量 m 和与几何点 x 存在确定关联为基础的物理量,如动量等,不当地置于“场”之上	可在与“场”叠合的空间域中引入表现场状态的物理量,如静电场势 $\exists E(x): E \in \text{field} \cap x \in V$ 但是,任何以 m 和 x 为存在前提的物理量都不属于无质无形的场	
物质世界的离散本质		虽然差不多所有的现代物理学著述都承认物质世界的离散本质,但是,由于一系列基元概念没有真正得到澄清,这种理性认识本质上仍然隶属于“直觉”认识的范畴。 或许可以说,现代科学世界普遍存在这样一种潜意识:充分致密的“场(ether)”属于一种无条件存在的普遍物理真实,并且,可以被合理地视为整个物质世界中的一种“背景材料”。也等价地说,对于可视的“离散”粒子,其实只是“连续”背景场上出现的激发态。 实际上,对于通常所说物质世界的离散本质,上述的习惯认定构造了一种逻辑否定	粒子作为物质的一种普遍存在形式,其基础在于物质世界充满“差异”,无法用同一化的状态,或者数学表述描述这些本质不同的物质对象。 此外,形式系统之所以必须形式地引入被赋予物质意义的“场”,是因为物质世界中的“有距作用”同样反映一种物理实在。但是,场的形式定义,不仅需要与某几何域整体构成逻辑关联,还要求能够为定义于该几何域中的“连续分布”所描述。因此,需要意识到:与体现形形色色“差异”的“离散”物理实在相比,理想化“场”得以存在的逻辑前提要严格得多。 但是,问题的要害在于:根据量子力学,作为物质“场”存在基础的“作用”并不“无限”可分。因此,将“场”直觉地视为物质世界的连续存在背景,同样不符合基本物理真实。 于是,作为物理实在的离散“粒子”以及同样作为物理实在的离散“作用场”,共同逻辑地依赖于充满差异的物质世界。当然,丰富多彩的物质世界不可能简单满足某一个同一化的形式表述,同样表现了物质世界离散本质的完整物理内涵	人们必须牢牢记住:自然科学研究中通常所说的“理性”意识,其最终本质仅仅在于“逻辑相容”罢了。仅仅依靠人类意识中的“理性”思考,绝对不能揭示蕴含于自存物质世界中的客观规律。或者说,对于任何真正的逻辑推理,永远不能告诉比“前件(antecedent)”本身更多的东西。至于过分轻率的 Einstein,因为将自己错置于“神”的位置之上,从来没有认真考虑逻辑和遵循逻辑,所以才会过分幼稚地以为能够借助于逻辑推理揭示真理。 因此,只有真正懂得形式定义的理想化“场”得以存在的条件,才可能真正理解物质世界自身本质蕴含的离散特征及其必然性

6.1.2 微观物质世界中物质对象和态

经典量子力学研究的物质对象,原则上属于处于“为 Planck 常数所描述的量子效应(并不总需要以其为存在前提)”作用下的微观粒子。微观粒子仍然归属于粒子,只不过对应于不同的微观物理作用,需要更为细致的物理学量对粒子的状态(或差异)加以描述而已。

因此,完全不必将量子力学神秘化,类同于自然科学研究中的所有分支,首先需要对量子力学的研究对象及其基本特征形成理性认识。

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
微观世界和微观粒子		除个别物理学著述大致按照原子尺度,将与其相当的物质世界划分为微观世界,大部分著述回避赋予“微观”以确定内涵。仍以《McGraw-Hill 物理百科全书》为例,“微观量子化效应(microscopic quantization effects)”条目的相应解释为:微观量子效应是在“很小距离”内观察到的物质性质和辐射性质,为量子力学所预言	1. 距离大小相对存在,宇宙中地球很小,并不能视为微观粒子。同一粒子,也不总吻合通常认作的微观粒子; 2. 需要揭示微观粒子的“内蕴”特征; 3. 电磁场理论通常称为宏观理论。粒子携带的电荷不作为微观粒子判据; 4. 态参数集合超越带电粒子态集合 $(state\ parameters) \not\subset (m, v, q)$ 该粒子成为通常所说“微观”粒子	自然科学是用以描述自存物质世界的。正因为量子力学并不清楚其描述的理想化物质对象是什么的前提性问题,整个形式系统自然陷入逻辑混乱之中,并且,需要凭借第一性原理而存在
微观粒子的状态参数	存在前提	属于整个现代量子力学的空白,当然,相应成为量子力学哲学基础研究的本质内涵	既然微观粒子是粒子,微观粒子仍然需要满足粒子的基本前提,即 $(state\ parameters) \supset (m, v, q)$ 事实上,如何确定不同情况下微观粒子的独立状态参数构造的集合正是整个量子力学研究的基本课题	在哲学上,量子力学只能以“第一性原理”为其得以存在的基础。而在形式上,量子力学则以纯粹依赖于人为想像,并且与离散化物质对象完全不一致的 Schrödinger 波动方程为构造陈述系统的全部思维基础。因此,对于此处所提的一系列前提性问题,几乎从来没有认真考虑过。当然,这也自然成为一些现代量子力学著述深刻指出:“量子力学并不知道对独立于意识以外的客观世界究竟给出了什么表述”的困惑。其实,形式表述是“状态参数”集合所定义理想化物质对象的逻辑必然,而非其逆
	物理内涵		微观粒子的存在独立于研究者的主观意志。不同场合下,相应存在不同的物理作用。因此,微观粒子需要定义的状态决定于独立的物理作用	
	独立性		微观粒子的状态集合仅仅属于微观粒子自身。但是,如果不存在某种特定的物理作用,与其对应某状态参数不具辨识意义,从而在相关物理学表述中成为一种“多余”陈述。 例如,对于 Stern-Gerlach 实验中越过外磁场前后的粒子,自旋量子数虽然同为客观真实,但是,仅仅在磁场背景中,才能相应表现一种独立物理学影响的存在	
	完备性		微观粒子状态参数集合的完备性,决定于能否将相关独立存在的物理作用予以完整表述	

6.1.3 “波粒二象性”的自否定结构和作为中间物质“量子”的探讨

波粒二象性被视为整个量子力学得以存在的重要基础之一。但是,场和粒子属于物质存在的两种不同形式。因此,即使从语义学角度考虑,“波粒二象性”也构造了一种逻辑上的自否定结构。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
波粒二象性	物理内涵 作为量子力学基本概念,如《McGraw-Hill 物理百科全书》,波粒二象性通常指: 经典力学中的粒子(事实上的一切物质系统)具有波动性质;而经典电磁场理论中的波动现象则联系着无质但是具有动量和能量而传递的粒子	1. 首先,粒子与场对应,位移与波动对应。波粒二象性似乎为“粒子和场”表述的约定俗成,但称谓的不严谨恰恰为后继逻辑不当提供了基础; 2. 物理上,单个粒子不能形成波,几何上无形的场不允许出现位移; 3. 语义上,波粒二象性对于粒子和波(物质场)两种物质形式的独立存在构成逻辑否定	自然科学研究中,矛盾的存在通常意味着两个不同方面:不同科学陈述之间出现了自否定现象;科学陈述与其描述的物质对象之间逻辑不相容。 因此,矛盾的存在就逻辑地意味着“无理性”或者“荒谬”的客观存在。它并不能因为人们使用了不同的语汇或者概念而改变矛盾存在的真实。 正因为此,当 20 世纪初叶的科学世界企图通过改变概念的统一内涵,仅仅构造与实验室数据保持一致的数的陈述系统,而回避形形色色矛盾的前提存在时,无疑属于纯粹的自欺欺人。当然,由于仅仅将科学陈述降格为实验室数据系统,总能够为局部实验事实所验证。但是,由于矛盾前提的存在,则理性意识不再存在,科学陈述必然始终处于致命的自悖之中
	形式表述 通常用 de Broglie 物质波所描述的波长 λ 或者频率 ν 加以定义: $\lambda = h/p$; $\nu = E/h$ 其中, p 和 E 为粒子的动量和能量,而 h 为 Planck 常数	对于一个物理内涵和形式逻辑两个方面都无理的陈述,是无需也不能构造相应形式表述的。当然,这是一些现代量子力学著述重新倡导“第一性原理”,而不谈物质波的缘故	
	引入目的 量子力学引入物质波或者波粒二象性,其根本目的在于为 Schrödinger 构造他所提出的波动方程提供“思维”基础	Schrödinger 方程依然不属于物质波定义的逻辑推论。波粒二象性不过为这个纯粹杜撰的形式表述的无理性提供一种“自欺”的心理安慰罢了	
	存在基础 大部分量子力学著述指出: 1. 干涉现象仅仅属于波; 2. 微观粒子普遍存在双缝干涉现象。 因此,波粒二象性存在经验基础	波的相互叠加,“可能(条件地)”导致干涉现象;但是,干涉并不仅仅属于波。因此,微观粒子干涉现象为波粒二象性提供经验事实基础属于误解	
	实际争议 1. 晚年的 de Broglie 再次提出,物质波曲解了他的本意; 2. 通常将关于波粒二象性的“肯定性”陈述调整为“既不是经典粒子也不是经典波”的“否定性”陈述 ^[14] ; 3. 回避波粒二象性命题的真伪,而直接把量子力学中的 Schrödinger 波动方程界定为公理化形式系统的一种公理化假设 ^[10]	量子力学在最基本理念上存在的争议,说明无法回避其明显的无理性。但是,既然“粒子”和“场”同属“理想化”认定,那么,不仅在逻辑上而且在物理上,允许存在“既不是粒子也不是场”的其他物质存在形式,自然成为充分合理的陈述。现代物理学中缺乏确切内涵的“量子”概念,可以与这种中间物质大致地对应	

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
量子	一般定义	量子力学频繁使用“量子化”、“量子态”等许多以“量子”为主干词的术语,但是,几乎所有量子力学著述都回避如何对“量子”直接作定义。除了《中国大百科全书》将“电磁波射出的能量微粒”大致地称之为“量子”外,《McGraw-Hill 物理百科全书》列出名为“量子(quantum)”的条目,其定义为: 量子这一术语表征波或场的激发,其含有像能量或质量、动量和角动量那样“类粒子”的基本性质	当量子力学只能建立在“第一性原理”之上,或者依赖“思维实验”中的“虚拟”概念而存在时,物理概念的真假反而变得不可辨识了。 其实,无需按《McGraw-Hill 物理百科全书》的解释,将“量子”视为某种作用下场的“激发”态,从而必须将量子逻辑地隶属于场。量子就是不同于“场和粒子”的另一种“理想化”物质形式。其存在逻辑上并无不当,相应物理基础是:核反应等大量事实所表明“物质存在形式”的变化。此时,对于粒子或者场的一般认定	1. 自然科学研究中,物质世界真实“存在”的,并不等于在形式系统中就是可“描述”或“定义”的。“量子”应该视为“粒子和场”的一种中间物质,但并不一定能为其构造一个确定的形式定义。正如一般无需也不能对“固、液、气”三相变化“过程”的物质存在做出定义一样; 2. 但是,需要也往往能够对“态变化”的最终结果及其影响(质能变换)做出描述; 3. 更为重要和根本的是:展现连续性的“场”实为更苛刻的“条件”存在。将电磁场无条件视为物质背景的认识并不准确,对应于较高表述精度,电磁场仍呈现离散特征。因此,量子的离散性更本质,无需称之为场的激发态
	形式定义	没有对应的形式定义。 当然,这也是一般量子力学,乃至“量子场论”或者“量子电动力学”著述回避对量子作定义的缘故	particle: $(m, v) \in \text{particle field} \leftrightarrow V$ 都不存在。原则上,允许根据相关经验事实对其重新构造形式定义。	
	存在基础	同样,对于量子的真实性及其存在基础的问题缺乏明确的论述	而且,考虑到物质世界的离散性远比连续性更为本质,因此,量子自然拥有“类粒子”特征	
光子		光子被定义为电磁场量子。 根据 Maxwell 构造经典电磁场理论和其后预示电磁波的经验证实,普遍接受光具有“电磁波”的连续性特征。 因此,现代实验证明的光粒子性,成为同时显示“波和粒子”属性的强力佐证	足够大分辨率的物理实验表明,充分小光脉冲更接近有形体定向运动,而相异于“波”向整个空间的“漫”辐射。 即“电磁波”存在条件更苛刻,“光”蕴含的粒子特征更符合物质离散本质,无需也不能引入“波粒二象性”或“波包”等隐含逻辑自悖的依据	

6.1.4 位移与波

对于自存的物质世界而言,理想化的运动形式与其理想化的存在形式密不可分。仅仅为了便于做出分类,下面转而叙述与物质“运动形式”相关的命题。

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
位移	形式定义	如果引用《McGraw-Hill 物理百科全书》中的解释,则为: 当物体从一位置到另一位置时,则该物体发生了位移	同于经典解释,出现于某物质对象 b 之上的位移为 $\Delta x \in b; \Delta x = x_{\text{end}} - x_{\text{initial}}$ 即最终和初始位置之差	1. 可以说,全部“重新认识”都是简单和自然的,除了尊重起码的逻辑外,几乎无需任何高深的数学;

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
位移	存在前提与基本特征	仍然仅仅归于一种自明概念,经典理论从未认真考虑过“位移”概念得以存在的逻辑前提,以及与相关基本特征的关系问题,最终导致 Poincare 提出一个完全错误的“相对性”原理	物质对象 b 允许作位移运动的前提为 $x \in b$ 即物体有形,相应存在属于该物体的位置。此外,既然位移对应于“位矢”差,因此,独立于“坐标系”以及“参照系”的任何人为选择 $\Delta x \notin \text{any reference}$ 等价地说,只要有形物质对象得以确定,其位移属于“客观”量	2. 但是,正因为经典理论将认识全部置于“直觉”意识之上,而不习惯努力使用形式语言将理性思考严格表述出来,现代自然科学体系那些貌似繁杂的形式表述过分强调形而上学的同时,恰恰陷入否定逻辑的混乱中; 3. 只涉及某特定物质对象,其上的“运动学”量都是客观的,具有确定意义。但是,针对单一对象的描述过分平凡,通常没有意义; 4. 任何考虑相互作用的“动力学”分析,运动学表象自然地定义于“物质环境”之中
	派生物理量及其客观性	同样隶属于直觉认识的范畴,不可能逻辑地思考如何以位移为基础,进一步派生物理量以及相关物理量的客观性问题	1. 存在独立的时间,则存在速度 $\exists t \rightarrow \exists v = \delta x / \delta t; \delta x \rightarrow 0$ 2. 存在属于物质对象的独立构形 f , 则可以引入角速度 $\exists f \rightarrow \exists \omega; v(x) = (x - x_0) \times \omega$ 3. 如存在属于 b 的质量,则存在动量 $\exists m \rightarrow \exists p; p = mv$ 4. 作为逻辑推论,以上引入的物理学量都仅仅属于有形体 b 自身,被赋予独立于一切参照系的“客观”性。 5. 当然,再次对 Poincare 所提的“相对性原理”自然构造了逻辑否定	
波	形式定义及基本特征	如仍使用《McGraw-Hill 物理百科全书》的陈述,则作为通用术语,波描述扰动从介质中一点到其他点的传播,并不表示介质出现永久位移。 波一般以其振幅在空间和时间域中的变化表示,涉及波动方程和相关的边界条件。 3 维空间中的波动方程为 $\partial^2 \phi / \partial t^2 - c^2 \nabla^2 \phi = 0$ 其中 c 为波速	1. 波属于扰动对整个“物质场”影响的“广义”概念。因此,除机械波以外,扰动并不需要总和“位移”关联; 2. 正因为此,只要给定空间域边界的某一部分存在时间域中的扰动源,那么,包含该局部边界在内的恰当“定解问题”可构造“波”的一般表述; 3. “横波和纵波”本质决定于扰动源运动,不能将其形而上学地固定化; 4. 波速为“物性”参数,且与“场”在包容它的更大空间中的运动无关; 5. 线性波可形式地转化为“振动”叠加,但波并不总借助“振幅”表述	1. 显然,一旦真正理顺波的物理内涵和形式表述之间的关系,曾困惑 19 世纪末科学世界的 Michelson-Morley 实验的全部结果恰恰是正常和自然的; 2. 电磁波的横波特征,完全起因于边界电流自身的“横”向扰动。因此,电磁波与一般扰动的传播没有本质差异,无需神秘化; 3. 定义于自然科学中的物质“存在”形式与物质“运动”形式都永恒“相异”于物质世界中的物理真实,必须努力懂得和学会自觉接受这种真实。但是,
	存在前提	在至今的经典理论陈述中,总不习惯考虑逻辑前提的问题,从而导致“质点波”这样的悖论性概念	必须以“充满”整个相关空间“物质场”的前提存在作为定义于该空间中“波”存在的必要条件。广义地说,波由定义于空间域和时间域中的恰当“定解问题”而形式表述。因此,与其对应,尽管“光”物理上真实源于电磁扰动,但是,以直线形式传播的“光线”绝不同于上述定解问题所“形式定义”的电磁波	

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
波	波动量特征	充满逻辑混乱,将仅仅属于离散粒子,以位移运动为基础构造的物理量不恰当地置于“场”以及“波动”之上	一切以“位移和质量”为逻辑前提的物理量,例如动量等,都不属于甚至包括“机械波”在内的所有波动现象。动量本质上表现“有质、有形”的理想化物质对象的确定“运动学”状态,不属于“场”	条件存在和有限真实的自然科学陈述或者概念必须满足“公理化”的确定形式定义,故而将“光”称为电磁“波”逻辑不当,最终引起一系列认识困惑
	场和粒子间的相互作用	随意引入“力”、“动量”等仅仅属于有质粒子的物理学量,表现与“无质无形”场之间的作用	仅仅存在两种不同物质存在形式之间“运动能力”的转换。事实上,不同物质存在形式的运动形式不同,因此,不可能谈及以“加速度”定义的“力”的概念。但是,如果能够为不同物质存在形式“运动”的“能力”构造恰当物理量,那么,运动“能力”的转换没有逻辑不当	需要牢牢记住: Ampere 为电磁感应定律构造形式表述不能成功的原因在于:将只属于有质粒子“力”的概念及相关动力学分析不恰当地引入“无质”电磁场分析之中

6.1.5 波与干涉

经典理论中将“干涉”现象仅仅归属于波,其实仍然表现了一种习惯的形而上学思考方式或者认识的逻辑倒置问题^①。

事实上,波的存在需要前提或者相应的物质基础,而干涉现象正是蕴含于波之中这种物质基础的逻辑必然。或者说,干涉现象应该是自然界一种更为普遍的存在,并不需要逻辑地隶属于波。

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
波运动中的干涉现象	一般定义	两列或者多列波在空间某个区域相遇,其强度不是简单相加,而是在一些点处加强,另一些点处减弱甚至抵消,即出现重新分布的现象	属于表现“物理真实”的描述,但是,也仅仅是描述,没有揭示相关物理真实的物理本质	1. 物质的不同独立运动处于相互影响和干扰之中,是一个过分平凡的物理真实。至于这种影响是否具有特定规律,并且,能否相应构成一种具有“可视”意义的“表象”则属于另一个不同的命题;
	存在条件	1. 频率相同; 2. 振动方向相同或存在相互平行的振动分量; 3. 相位差稳定。 其中,第一条属于一切干涉现象需要共同遵守的必要条件,第二条仅仅适用于矢量波,而第三条则是形成“稳定干涉”图样的关键	同样是真实的。但是,与干涉的最初定义一致,所有关于存在条件的陈述仍然只属于“描述”的范畴	2. 显然,经典理论关于波干涉现象的全部陈述都是真实的,但是

^① 值得补充说明:对于目前的自然科学陈述,一方面公然否定逻辑推理的数学严谨性,另一方面却总喜好从某特定形式表述出发,进行不考虑逻辑前提和物质基础的所谓形式演绎,这就是此处所说的简单形而上学。

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
波运动中的干涉现象	特征意义	波的干涉,波动现象中的衍射(以及作为这些现象存在基础的波的叠加性),共同被认为是波区别于“粒子运动”的特征性质	存在于波之间的干涉现象,表现不同的物质运动相互影响时可能出现的一种“可视性”基本规律。但是,没有理由将呈现“波”运动特征的物质运动形而上学化。因此,在没有揭示波现象中这种规律性得以存在的物质基础时,在逻辑上并没有理由断言:这种规律性的存在仅仅属于波	仅仅属于表象意义的陈述; 3. 那么,在研究波的干涉现象时,一个没有解决甚至没有认识到的问题正在于:波为什么会出现这样一种“可视”意义的规律性?
波运动的物质基础		当“波”被定义为扰动在“介质”中的传播时,经典理论却忽视了对“介质”自身物理内涵所具前提性意义的探讨。相反,将存在于这种特定物质基础之上的运动形式,即“波”被严重地形而上学化了	波的存在,必须以“彼此逻辑关联或相互影响,但是,不同局部域又以各不同物质集合”整体的存在为逻辑前提。因此,物质集合整体自身内蕴的相互影响,对波具有根本意义。 事实上,对 Newton 力学中的纯粹“粒子集合”而言,不可能存在波动现象。仅当这些粒子构造的集合对于“体积变化”具有反抗能力时,才可能相应呈现通常所说的“声波”;而如果这个粒子集合具有对“构形变化”的反抗能力时,则进一步表现为复杂得多的“弹性波”。而对于存在于这些“波”运动中的种种干涉现象,真正的逻辑主体仍然是经典理论所说的粒子。 因此,经典理论断言干涉现象不属于粒子,必然引起逻辑不当。同样,这也是引起整个量子力学认识基础不当的原因之一	忽视甚至几乎从来不愿认真对“物质”对象自身进行深层次探讨,正是经典理论对“物质第一性”原则普遍存在的轻视和否定。事实上,任何特定物理现象,都可以本原地归结为展现该现象的物质存在自身蕴含的本质特征。 无视物理现象得以存在的“物质”基础,在不得不放弃“逻辑”的同时,却将这些条件存在的物理现象予以无条件地形而上学化,不仅过分幼稚,也导致整个自然科学处于混乱之中
一般干涉的重新认定	基本特征	在经典理论中,干涉属于一种没有确切物理内涵的形而上学概念,仅仅逻辑地隶属于波	任何不同的物质运动总处于相互影响或者干扰之中。但是,对于此处所说的“干涉”现象,则被赋予了特定的“表象”意义:在一个“时间域”中,如果这种相互影响“持续”呈现某种空间规律性,则称之为干涉	从物理现象“表象”层次上的研究,逐步深入到揭示展现这种物理现象的物质对象所蕴含的“本质”内涵,始终成为自然科学研究的一个基本目标。
	物理内涵		考虑空间域中某特定的运动物质集合,当相继经过一个“局部域”的不同物质“子”集合(往往由于某特定外部条件诱发),存在一个持续意义的“确定”相互影响,使该空间域呈现与原运动学表象不同的规律性	其实,也仅仅于此,才可能依据不同物质对象之间在本质内涵上的“抽象”同一性,揭示它们需要共同遵循的某种规律性。于是,一旦认识到干涉的

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
一般干涉的重新认定	存在条件		局部域中持续存在的规律性影响,是呈现干涉现象的本质条件。显然,符合经典理论所说条件的波和电子双缝实验中的电子都满足此干涉条件	真实内涵,那么,干涉自然成为一种广泛存在

6.2 经典量子力学若干基本概念的重新认识

当 20 世纪初叶的科学世界在面对一个突然冒出的全新物质世界,最终不得不借助“改变概念的物理内涵”以构造一种过分“直白”,乃至只需要与“实验室数据”相吻合的陈述系统的时候,或许应该承认:对于除了 Einstein 或者 Dirac 以外的这样一些崇尚先知先觉的研究者而言,这实在是一种极其无奈与十分痛苦的事情。

不容否认,20 世纪初叶的大部分科学研究者,都曾经真诚地希望能够借助不断改变概念的内涵以最终构造一个能够吻合经验事实的陈述系统。但是,他们显然没有认真考虑或者愿意接受这样一个严峻的明显事实:在模仿经验事实的基础上,构造无视“概念同一性”的陈述系统尽管极其便利,但是,前提性概念的不统一,最终必然导致整个陈述系统的混乱。当然,当人们欣喜于一个接着一个的实验发现,更无暇顾及和思考自 Newton 力学体系创建之始就存在的逻辑悖论问题。人们一方面诚实地承认矛盾的前提存在,而另一方面在矛盾认识基础上又作无视矛盾的推理。

这样,逻辑本质上遭到再一次否定或者彻底放弃,20 世纪的自然科学又“简单”地返回到了 18 世纪 Kant 曾经主张的“先验哲学”之中。

6.2.1 量子统计和因果规律重释

将量子力学得以存在的基础建立在“第一性原理”之上时,往往将“量子统计”视为一种前提性的认定,并且构造了两种对立的统计规律,指出:与经典物理学中仍然依赖于“个体”行为因果规律的统计决定性根本不同,微观物理学里的统计决定性彻底否定因果规律,成为一种“本质”上的统计决定性。这样,量子统计与 Heisenberg 不确定性原理,共同被置于唯心主义的“先验哲学”的位置之上。

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
经典统计		在医学统计和产品统计那样的普通统计学中,个体的行为仍然遵循一定因果规律。因此,普通统计学的基础仍然吻合于个体的因果决定性,相应表现“本质同一”的不同行为者个体,源于不同初始或者边界条件所表现不同结果的统计特征	此处所引经典表述符合物理真实,但是,相关形式表述的逻辑主体仍然是独立的行为者个体。因此,即使考虑经典物理学大量出现的统计规律,相关陈述也并不完整。事实上,宏观力学或者统计物理学中的逻辑主体已经不是	任何合理的物理学陈述,属于也仅仅属于理想化的物质对象。因此,不仅仅科学陈述得以存在的基础仍然是那个自存物质世界自身,而且,被描述

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
经典统计			行为者个体,而是不同行为者个体构造的物质集合。此时,相关陈述需要逻辑相容于针对个别粒子描述的经典力学,但是,又不同于单纯的粒子系统力学,并且,形式上恒不封闭,仍不简单符合“决定性”规律	的物质对象也自然地 为科学陈述构造了有 限论域。 将某一种仅仅属于某 特定物质对象的特定 计算方法,或者某一 个具体的计算公式无 条件地程式化,最终 必然导致矛盾,并且 陷入神学之中
量子统计		在量子力学的相关实验中,不可能制造某种实验装置,使微观粒子按照某种特定的方式进行变化,或者其中只出现沿指定方向产生的某种末态粒子。从而说明:个别微观事件为什么按照这一种方式,而不按照另一种方式发生,是找不出原因的。因此,微观物理学表现为本质统计规律	1. 首先,关于微观现象所作的“不确定性”描述同样是真实的; 2. 但是,现象的不确定性仍然是有原因的,决定于微观粒子实际承受的物理作用,并且,揭示这种作用成为量子力学需要研究的主要课题之一; 3. 不能因为暂时没有找到量子统计原因,而将量子力学引入先验哲学	
物质 波与 概率 波	物质 波	作为建立量子力学之初,以及仍为小部分现代量子力学著述继续沿用,由 Schrödinger 提出的一种基本理念: 所谓的微观粒子,只不过是作为物质实体的“波场”集中积聚在微小空间内而形成的波群,或波包。 显然,物质波的概念仍属于一种“实物”层次上的认识,不同于现代物理学将量子力学归于“第一性原理”的普遍认识	1. 如果不真的愿意将以“自存物质世界”为特定研究对象的自然科学堕落为“无视逻辑”的神学系统,或者仅仅遵循作为现代科学宗教宗主地位的 Einstein 那种“对人不对己”的“二元”判断标准,也需要努力与被描述的物理实在构成逻辑关联; 2. 无论如何,意识到形形色色“实在论”解释始终隐含着某种矛盾的本身仍然属于认识的一种进步。其实,揭示矛盾的真实存在,正是形成理性认识系统一种几乎不可缺省的前提; 3. 但是,当以一种“第一性原理”的方式,引入一种纯粹抽象意义“概念波”的概念,以取代那些实在意义上的概念时,人们仍然不得不提出质疑:除了扰动源的具体运动形式不同,由于波本质刻画了“物质场”自身的物性特征,那么,即使只考虑形式逻辑,抽象“概率”的逻辑主体是什么,何以能够、以怎样的方式、又在什么样的空间内进行传播呢?	1. 认识到不同“实在论”解释无法避免矛盾存在的尴尬而引入的“第一性原理”,本质上与 Einstein 曾经赋予“拒绝或无需解释”以合法地位的形而上学没有差别。但是,作为一种完全“自明”的事实:“第一性原理”充其量只能赋予矛盾以纯粹自欺欺人的“合法”地位,无法改变矛盾存在的事实; 2. 既然“第一性原理”只不过将矛盾合法化,完全可以不必在意“实在论”解释中的矛盾; 3. 当然,之所以引入“第一性原理”,只不过为明显无理的量子力学提供一种纯粹“自慰”式的依据;
	概率 波	考虑到“波包几乎不可能持续存在”等许多不容否定的基本事实,而且既然赋予微观统计规律性以“第一性原理”的意义,那么,以“概率”方式进行传播的波,似乎自然地被赋予了相同的“第一性原理”意义。因此,如果必须以接受“第一性原理”作为构造整个量子力学的“唯一”认识基础,那么,概率波的概念或许成为一种为人们所期待,能够将矛盾降低至最低程度的一种理念		

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
物理学的因果规律	不少著述将“因果律”反复引入量子力学,并且再次“构造性”地赋予因果律以不同的特定内涵,其目的无非在于:努力为量子力学提供一种即使仅仅“形而上学”意义上的支撑。 在“经典哲学”中,因果律的本意或者表现的一种哲学主张是:世界中一切都是客观和必然的,发生的每一件事情必然对应于一个原因,任何事不能没有原因存在或者不存在。 在物理学中,因果律则被衍生为作为整个理论基础的物理学基本规律。如果仍沿用《McGraw-Hill 物理百科全书》的解释,因果律被“构造性”地赋予了不同的“形而上学”内涵: 经典力学中,因果律是指系统的所有力学量都可以精确测量,而它们随时间的变化则是由作用力严格确定的; 量子力学也存在严格的因果律,但根据 Heisenberg 的不确定关系,不能完全确定所有变量,而且,只有对大量事件的平均才能精确地与理论比较	此处不讨论哲学层面的因果关系,而且,也不讨论物理学因果律陈述中隐含的种种逻辑不当。这些问题均留待于在其他相关命题中作个别陈述。 此处,仅仅指出物理学赋予因果律以不同的内涵,从而希望能够为量子力学提供合理存在依据的虚妄性。 显然,此处所有关于因果律的陈述同样属于人为提出的主观认定。因此,所有主观认定构造的集合,不可能超越主观认定的基本属性,当然,根本不可能为其他主观认定提供存在依据	4. 如果重新审视创立量子力学理论体系之初, Heisenberg 指出量子力学存在的一系列前提性矛盾,认真回味和反思 Landau 为什么在其《量子力学》著述中将理论物理的数学严谨性称之为自欺欺人,以及形形色色的“第一性原理”并不能改变矛盾自身存在的基本事实,那么,人们需要正视的正是这些为人们视而不见“矛盾”的真实存在,量子力学中广泛存在于数学构造的“实质性”的否定,以及所谓“第一性原理”中几乎完全自明的彻底欺骗性

6.2.2 Heisenberg 不确定性原理隐含的逻辑不当和量子约束的重新提出

在量子力学中,围绕着物理量的测量,最先为 Heisenberg 提出的“不确定原理”通常被认作是构造整个量子力学体系的一个基础性前提认定。

然而,作为几乎完全自明的事实:将“测量”引入到某一个陈述系统之中,并且,将其认定为这个体系得以成立的基础,必然对其可能蕴含的“客观性”构成严重威胁。正因为此,原先称作“测不准原理”被改称为“不确定性原理”,而且,一些量子力学研究者明确提出:“我们称‘物理量’而不像 Dirac 那样称‘可观察量’的原因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。……我们不认为测量是造成不确定性关系的原因;不认为 Heisenberg 的那些‘思想实验’是不确定性关系的恰当解释。”

另一方面,个别量子力学著述则针锋相对地提出:“测量是量子力学的核心概念,测不准是量子力学的精髓,不能回避测量问题,需要把‘测不准原理’真正放到最基本的‘第一性原理’的位置。正如被誉为‘物理学良心’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’,亦即放弃区分‘观测者和被观测者的能力’为代价的。”当然,正是这种极其难得的科学诚实,使人们必须承认量子力学对客观性所构成的根本否定。

但是,一个没有能为争论双方共同意识到的本质问题在于:Heisenberg 的不确定性原理充其量只属于对物理现象一种“过分直觉”的认识,在形式逻辑上存在明显不当,它不能为形式系统的合理构造提供基础。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
测量和测不准原理	仍然援引《McGraw-Hill 物理百科全书》所述,Heisenberg 于 1927 年最初提出的测不准原理为: 对一个可观测量的准确测量,必然会引起对其他一些可观测量的数值上的不确定性。如对于单粒子 $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2, \Delta \phi \Delta L \geq \hbar/2,$ $\Delta t \Delta E \geq \hbar/2$ 分别对应于位置和动量、角度和角动量以及时间和能量	1. 测不准原理明白无误指出:不确定性是由“测量”而引起的,并且,真实地构成该原理的最初表述; 2. 任何形式的测量都对被测量物质对象产生影响。在这个意义上,测不准原理可以被视为“一般性”陈述; 3. 测量独立于物质对象,将描述微观物质世界的形式系统建立在“操作”之上显然不当,除非凭借所谓“物理学良心”承认该系统的“非客观性”	1. 任何实际测量都对结果产生影响,属于普遍存在的简单事实; 2. 将过分平凡的物理真实引入量子力学,再通过不断补充“人文”意义上的解释,以构造一个自称的“原理”或者 Hilbert 称作的“公理化”假设,最终只能成为彻底的自欺;
不确定关系和不确定原理	将 Heisenberg 最先提出的不等式 $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2, \Delta \phi \Delta L \geq \hbar/2,$ $\Delta t \Delta E \geq \hbar/2$ 改称为不确定关系,构成一种“主观意识”范畴中的原理,以回避赋予该原理测量基础的明显不合理性	将自然科学独立于被描述的物质对象基础,引入所谓“第一性原理”作为随意构造科学陈述的基础,属于一种纯粹“自欺”的思维方式	3. 重新给出的量子约束是“离散”的,它不同于 Heisenberg 不确定关系,属于微观世界的普遍真实; 4. 量子约束为 Bohr 量子论提供可靠的物质基础。经典电动力学形式表述的错误,影响了对 Bohr 量子论的恰当判断。建立以“纯粹人为虚构”波动方程为基础的量子力学,成为人类认识的大倒退
Planck 量子论和量子约束	根据经验事实,Planck 量子论指出 $\epsilon = h\nu$ 该式表示:发生在量子世界的能量传递,只能以“一份一份”离散的方式进行。 那么,对于微观世界的一般现象,这种“离散”是否还继续存在呢?	极为反常地容忍“连续和离散”矛盾的前提存在,将所谓的“朴素”量子论改造成纯粹杜撰的,以与离散物质世界格格不入的“波动方程”为基础,在完全虚妄的“量子力学”过程中,微观物质世界自身蕴含的本质特征恰恰被完全否定了,出现了认识倒置。 显然,如下所示的离散“量子约束” $\Delta x \Delta p = n\hbar/2, \Delta \phi \Delta L = n\hbar/2,$ $\Delta t \Delta E = n\hbar/2$ 才是对“一份一份”物理实在的描述	
量子约束与量子统计	由于否定或者无视微观世界中“离散量子约束”的客观存在,对于量子力学显示的“统计”形式特征,只能隶属于“先觉”所赋予的“第一性原理”的范畴。或者说,量子力学成为“与物质对象无关”以及“否定逻辑(容	显然,量子力学所蕴含的“统计”特征,仅仅是上述“量子约束” $\Delta x \Delta p = n\hbar/2, \Delta \phi \Delta L = n\hbar/2,$ $\Delta t \Delta E = n\hbar/2$ 这样一种“物理实在”的逻辑必然。 进一步说,绝对不是像 Heisenberg 不确定原理所说的那样,因为需要服从强加	1. 再次说明,任何形式系统如果无视“客观真实”,却容忍矛盾的前提存在,任何“第一性原理”都不能拯救这个本质无理的系统;

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
量子约束与量子统计	忍矛盾)”并存,一种纯粹、当然也过分简单的形而上学	于物质世界的一种人为意志,所以自存的微观粒子必须与一般粒子不同,处于一种“不确定”状态之中。事实上,仅仅由于作用于微观粒子之上“量子作用”客观存在的离散特征,不可能对量子作用的“细节”做出任何确定性描述。当然,即使对于“单个”微观粒子,在其经历了某一个不完全确定的量子作用以后,它的“最终结果”自然必然是“不确定”的,只能对其统计特征做出预测。但是,单个粒子经历量子作用“最终结果”的“不确定”,并不对粒子具有确定状态本身构成任何否定	2. 其实,单个粒子自身的确定状态,正是量子统计得以存在的基础,当然也是量子力学著述努力期望表达的基本内涵。只不过不能自圆其说而已; 3. 如果存有 Pauli 那样的物理学良心,则远不只是否定量子力学的客观性,而应该昭示一切以人为虚构方程为基础的陈述系统必然蕴含的虚妄和无理

6.2.3 Schrödinger 波动方程的虚妄性

从以“波动方程”为全部形式基础的现代量子力学建立的那个时刻开始,作为该“形式表述”的提出者,Schrödinger 一再公开表达他对得到大部分研究者所认同“量子跳跃”概念的强烈不满,甚至还如此激愤地指出:假如知道必须要承认这个该死的量子跳跃,就悔不该过问什么量子理论了。

应该说,在这个前提性基本问题的认定上,Schrödinger 不仅十分诚实,也十分严肃和睿智。一个必须以“连续可微”条件为存在前提的波动方程,怎么也不可能与任何形式的“间断”构成逻辑关联。但是,正是这样一份理性的诚实为人们提供了一个合理的证明:任何凭借“思想”实验,由主观意志“创造”出来的形式表述必然是完全虚妄的。

其实,Bohr 曾经指出“Schrödinger 不但企图按字面将定态解释为‘驻物质波’,而且还企图把这种态的跃迁描绘成连续过程”明显存在的无理性,但是,一个没有能够为他们共同意识到,然而对整个量子力学却如此致命的问题是:Schrödinger 的波动方程本质上没有“时间”坐标,根本谈不上“动力学”方程,而且,即使根据“定态”假设,这个数学表述仍然不具备一般“微分方程”应该具有的意义。事实上,量子力学中这个纯粹人为杜撰出来的基本方程,从来没有“一次”能够按照微分方程的意义真正使用过,只不过是基于“遐想”而构造的无理表述,再为“进一步遐想”提供了思维空间。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
波动方程及连续性本质	量子力学的 Schrödinger 波动方程为 $(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - \hat{H}) \Psi\rangle = 0$ 其中,时间导数算子定义在“虚”空间之中	即使暂不讨论将波动方程定义于“Hilbert 空间”是否合理等问题,但既然是微分方程,必须满足“连续可微”的前提条件。因此,Schrödinger 拒绝“量子跳跃”是有理的	数学上,离散和连续属于两个完全不同的概念,表现几乎决然相反的抽象特征。波动方程永远不能描述“间断”

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
求解方程的一般特征	按照量子力学,根据波动方程的线性特征,作如下形式变换 $\begin{cases} (\hat{H}-E_{\lambda}) \Psi_{\lambda}\rangle=0 \\ \left(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}-E_{\lambda}\right)\Psi_{\lambda}=0 \end{cases}$ 继而根据统计表述“归一性”条件 $\langle\Psi(x,t) \Psi(x,t)\rangle=1$ 其中,“动态”态矢量的形式表述为 $ \Psi(x,t)\rangle=\sum_{\lambda}c_{\lambda}e^{(-\frac{i}{\hbar}E_{\lambda}t)} \Psi_{\lambda}\rangle$ 求解系数 c_{λ}。如果考虑量子力学所说演变算子具有的恒定“么正”特性,那么,归一计算可以退化量子力学中“定态”问题的纯粹空间域中的叠加计算	即使能够承认“Schrödinger 波动方程”的合法性,那么,根据线性微分方程的叠加性,关于待求“态矢量”一个“允许”的表述形式为 $ \Psi(x,t)\rangle=\sum_{\lambda}c_{\lambda}e^{(-\frac{i}{\hbar}E_{\lambda}t)} \Psi_{\lambda}\rangle$ $\lambda\rightarrow\infty$ 显然,该表述形式的存在,与线性函数的频谱分析方法一致。进而,如果该波动方程确实能视为数学上的微分方程,而不是纯粹人为杜撰的理念或计算规则,那么,用以确定待求态函数“形式解”中待定系数的唯一方法只能是:将其带入被赋予“特定”内涵的“定解”条件之中,而不是那个仅仅依据人为理念所构造的“普适”归一性条件	不难发现:任何“一本”量子力学著述,从来没有“一次”,真正按照赋予“微分方程定解问题”以特定的数学意义和约定方式,求解过 Schrödinger 波动方程。当然,正因为这个所谓的“波动方程”完全属于人为杜撰,独立于期望描述的物理实在,或者更准确地如某些著述所说“根本不知道什么是需要描述的物理实在”,所以无需认真对待它。因此,从头至尾,Schrödinger 波动方程就是纯粹的妄想
虚时间与虚演变算符	根据量子力学,Schrödinger 波动方程属于动力学方程的范畴,用以表现量子世界的“动态”变化特征。形式上,可以存在如下定义的“演变算符” $\begin{cases} \Psi(x,t)\rangle=\hat{U}(t,t_0) \Psi(x,t_0)\rangle \\ \hat{U}(t,t_0)=1+\frac{1}{i\hbar}\int_0^t\hat{H}(\tau)\hat{U}(\tau,t_0)d\tau \end{cases}$ 并且,恒存在 $\hat{U}\hat{U}^*=I$ 即演变算符恒为“么正”算符	1. 首先,为什么要将“真实”的时间变量定义于“虚数”域之中呢? 2. 经典量子力学任何关于演变算符为么正算符的证明,其得以存在的全部基础为:时间定义于虚数域之中; 3. 按照量子力学的“统计”诠释,由于演变算符恒为么正算符,呈现不同特征量子态的概率不出现任何变化; 4. 故而,除了形式表述中虚数部分处于变化之中,对于波动方程期望描述的动力学过程其实是不变“死”过程; 5. 与时间的“虚”概念一致,波动方程的动力学特征同样是“虚假”的	在现代物理学中,频繁地引入“虚数”实属一种重大创造,它能够为那些虚妄的“思维实验”提供一种使人们在“心理”上得以合理存在的基础。但是,如果说 Landau 只能将理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人,那么,这种借助心理安慰而存在的逻辑错乱才是真正的自欺
波动方程和能量极值	在不少量子力学著述中,都构造了定态波动方程与能量极值的等价性证明。考虑到系统的能量变分 $\delta E=\delta\langle\Psi \hat{H} \Psi\rangle=0$ 根据约束条件下的变分原理 $\delta[\langle\Psi \hat{H} \Psi\rangle-\lambda\langle\Psi \Psi\rangle]=0$ 其中 λ 为 Lagrangian 乘子,最终导得 $(\hat{H}-\lambda) \Psi\rangle=0$ 于是,定态 Schrödinger 方程隐含能量极值原理	1. 可立即构造相关的否定性证明; 2. 量子力学“能量法”计算实例比较的是不同能量本征态的能量大小,不说明每一能量本征态就是极值状态; 3. 广义“虚位移”空间能量变分为 $\delta E=\sum_i^{3n}\left(\frac{\partial\bar{E}}{\partial q_i}+\frac{\partial\bar{E}}{\partial p_i}\frac{\lambda\hbar}{\delta q_i^2}\right)\delta q_i$	1. 将不符合数学严谨性的数学证明引入物理学中,不仅没有任何本质意义,相反,只会引起认识的格外混乱; 2. 可以发现,广义“虚位移”空间中的能量变分算子与 Schrödinger 定态波动方程的形式表述有一点点相像。是

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
波动方程和能量极值		具有形式意义的能量变分算子为 $\delta E: \sum_i^{3n} \left(\frac{\partial}{\partial q_i} + \frac{\lambda \hbar}{\delta q_i^2} \frac{\partial}{\partial p_i} \right) \in (\delta q_i)$ 与 Schrödinger 方程本质无关	不是该方程的“拼凑式”计算偶尔反映一点物理真实的缘故呢？
连续波动方程与离散量子约束	量子力学中,对于以“连续性”假设为基础的 Schrödinger 波动方程 $\left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - \hat{H} \right) \Psi\rangle = 0$ 以及根据该方程线性特征所构造的一个在形式上“离散”的解 $ \Psi(x,t)\rangle = \sum_{\lambda} c_{\lambda} e^{\left(-\frac{i}{\hbar} E_{\lambda} t\right)} \Psi_{\lambda}\rangle$ 成为波动方程表述量子世界中离散真实的基础	事实上,只要形式上离散的无穷集合 $ \Psi(x,t)\rangle = \sum_{\lambda} c_{\lambda} e^{\left(-\frac{i}{\hbar} E_{\lambda} t\right)} \Psi_{\lambda}\rangle$ 满足完备性要求,那么,它们总可以构造连续函数。因此,本征函数集合“离散”表象并不构成对 Schrödinger 波动方程“连续”本质的否定。 与波动方程的人为杜撰无关,表现粒子系统“状态”的广义坐标并不独立 $\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \lambda \hbar & \lambda \in N \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases}$ 因此,不能在该空间定义微分方程	1. 定义于“连续统”之上的微分方程,与广义坐标中存在“离散”约束的物理实在恒不可能逻辑相容。这是造成一系列后续逻辑不相容的本质原因; 2. 在一个恰当的“数学物理”问题,即由微分方程所构造的“定解问题”中,微分方程实质上表现被描述物质对象自身蕴含的一种“共性”特征。而作为“定解条件”的初始条件和边界条件,则体现一种特定的物理作用,属于同一化物质对象在不同特定情况下所表现的“个性”特征。当然,正是“共性和个性”两种不同特征的辩证统一,才可能构造一个完整的数学物理模型; 3. 汤川秀树在《经典物理学》中曾经深刻指出:如果运动方程吻合于自然现象的本质,那么,该方程在其适用范围内必然有解,且表现为单一解,因为,自然现象本身就是解
波动方程伪边界条件	在量子力学中,为 Schrödinger 波动方程所提供的边界条件通常总源于波函数的标准条件:有限性、单值性和连续性。即对粒子的坐标概率密度 $\rho(x,t) = \langle \Psi(x,t) \Psi(x,t) \rangle$ 以及相应存在的“概率流”密度函数 $j(x,t) = \frac{i\hbar}{2m} (\Psi \nabla \Psi^* - \Psi^* \nabla \Psi)$ 需要满足“有限、单值、连续”的基本要求。进而由此为不同具体问题构造边界条件	如考虑单粒子在势场 V 中的运动,存在如下所示 Schrödinger 波动方程 $\left(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\nabla^2}{2m} - V \right) \Psi = 0$ 如果该表述是真实的,则根据数理方程的一般知识,相关“定解”条件为 $\begin{cases} a\Psi + b\partial\Psi/\partial n = c & x \in \partial v \\ \Psi(x,t) = \Psi_0 & t = 0 \end{cases}$ 与“泛定方程”共同构造一个“定解”问题。显然,定解条件不仅需要特定物理内涵,且表现的是“个性”特征	
波动方程为何“难以”求解	作为量子力学中一个共知的不争事实:Schrödinger 波动方程尽管属于线性方程,却极难求解,包括采用数值方法直接求解该方程。为什么呢?	量子力学 Schrödinger 方程难以求解的本质原因在于也仅仅在于,该方程属于纯粹人为杜撰,根本背离于物理真实	

6.2.4 Heisenberg 矩阵方程与 Schrödinger 波动方程之间的逻辑不一致性

虽然从来没有按照微分方程的“严格”意义真正求解过量子力学波动方程,但是,在夹杂着不断补充“人为”认定的同时,Schrödinger 所“创造”的这个形式表述,在历史上的确为认识微观物质世界提供过一些有用的信息或者有价值的思考。与其不同,在量子力学经典陈述系统中,还同时存在一个所谓的“Heisenberg 矩阵方程”。矩阵方程不仅在形式上与波动方程没有“丝毫”相似之处,而且,一个没有为人们注意到的事实是:矩阵方程其实从来没有提供过任何“具体”的信息。

对于这样两个形式上相差如此之大的形式表述,Schrödinger 曾经构造了一个“等价性”证明。然而,不难论证这个证明的完全无效性。事实上,支撑 Schrödinger 证明的,恰恰是波动方程本质上不是动力学方程。当然,这也进一步暴露量子力学两个基本方程的完全虚妄和无理。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
量子力学的 Schrödinger 绘景	引入波动方程的时变算子,即 $ \Psi(t)\rangle = \hat{U} \Psi_0\rangle, (\hat{H}-E) \Psi_0\rangle = 0$ 于是,力学量平均值表述为 $\langle F \rangle = \langle \Psi \hat{F} \Psi \rangle$ $= \langle \Psi_0 \hat{U}^+ \hat{F} \hat{U} \Psi_0 \rangle$ 时变算子仍由最初的波动方程决定 $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \hat{U}(t, t_0) = \hat{H} \hat{U}(t, t_0)$ 该描述方式称之为 Schrödinger 绘景	仍然根据量子力学的经典论述,亦不难做出验证,时变算子恒满足 $\hat{U}^+ \hat{U} = 1$ 也就是说,时变算子恒为幺正算符。 需要重复指出,该结论实际上一目了然。考虑到 Schrödinger 方程中的时变算子仅仅被限制在“虚数”域中,成为一种完全“虚假”的存在,当然对于任何借助实数表达的物理实在没有丝毫影响。 因此,用 Schrödinger 绘景表现量子系统“动态变化”特征纯属谎言	意识到“时变算子”所具有的“幺正特征”属于 Schrödinger 波动方程的逻辑推论,以及这个推论相应隐含“力学量处于恒定不变状态之中”的物理内涵,对于认识整个量子力学都具有前提性意义
量子力学的 Heisenberg 绘景	显然,如果做一种纯粹形式意义的变换,将 Schrödinger 绘景中的时变算子直接作用在力学量算符之上,即 $\langle F \rangle = \langle \Psi \hat{F} \Psi \rangle$ $= \langle \Psi_0 \hat{U}^+ \hat{F} \hat{U} \Psi_0 \rangle$ $\langle \Psi_0 \hat{F}(t) \Psi_0 \rangle$ 在这个表述中,波函数保持不变,而力学量算符则定义为时间的函数。继而,将上式在时间域内求导,利用量子力学 Schrödinger 方程不难求得 $\frac{d}{dt} \langle F \rangle = \frac{\partial}{\partial t} \hat{F} + \frac{1}{i\hbar} [\hat{F}, \hat{H}]$ 在经典量子力学中,将其称为量子系统时变过程的 Heisenberg 绘景	注意到上述 Schrödinger 绘景关于量子系统“动态变化”特征的陈述,实际上只是一种纯粹的“空言”陈述,因此,从 Schrödinger 绘景过渡到所谓的 Heisenberg 绘景的确在形式逻辑上不存在任何推导不当,但是,它依然是一个“空言”陈述,本质上什么也没有告诉人们	在一个数学推理过程中,如果它的前件属于纯粹的人为杜撰,那么,即使后续的逻辑推理是严格的,也不可能改变它最初人为杜撰的本质。 逻辑永远不可能推出比前提更多的东西

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
两种绘景的等价性	于是,作为一种明显的自然推论,量子力学的 Schrödinger 波动方程 $\left(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}-\hat{H}\right) \Psi\rangle=0$ 与上述的 Heisenberg 绘景,即如下的形式表述: $\frac{d}{dt}\langle F\rangle=\frac{\partial}{\partial t}\hat{F}+\frac{1}{i\hbar}[\hat{F},\hat{H}]$ 互为等价。在量子力学中,两种动力学绘景间的等价性,成为 Schrödinger 和 Heisenberg 分别为量子力学所构造波动方程和矩阵方程等价性的依据	需要再次注意:量子力学两种动力学绘景的等价性,必须依赖于“时变算子”恒满足的么正性,即 $\hat{U}^+\hat{U}\equiv 1$ 而正如量子力学所述的那样,由于该算子恒为么正算子,为 Schrödinger 波动方程所描述量子力学的力学量实际上处于“恒定不变”状态,从而成为动力学上的“空言”陈述。 显然,以“空言”陈述为基础的等价性证明,仍然属于“空言”证明	在一个存在“零因子”的数学表述中,绝对不能因为同等于零的结果而逻辑地推至与其相乘的两个不同因子之间的等价性。当然,对于为波动方程所描述的力学量处于“恒定不变”的陈述,永远不可能推导出真正的动力学方程
Heisenberg 矩阵方程	按照 Dirac 对量子力学中数学处理的最为“生动”也最为“准确”的诠释,仅作为“有趣的游戏”,可以将经典力学中的关系“过渡”到量子力学 $[a,b]=ab-ba$ $\Rightarrow$ $[a,b]=(ab-ba)/i\hbar$ 进而再“过渡”为 $\frac{d}{dt}\langle F\rangle=\frac{\partial}{\partial t}\hat{F}+\frac{1}{i\hbar}[\hat{F},\hat{H}]$ 此即 Heisenberg 矩阵方程	与建立在“空言”陈述基础上的两种动力学绘景完全不同,为 Heisenberg 最初提出的“矩阵方程”则被赋予了一种“实在”意义。显然,作为一种期待中的动力学方程“不恒等于”零 $\frac{d}{dt}\langle F\rangle=\frac{\partial}{\partial t}\hat{F}+\frac{1}{i\hbar}[\hat{F},\hat{H}]\neq 0$ 完全不同于由波动方程推导所得的 Heisenberg 绘景中力学量的变化只能恒为零的结果 $\frac{d}{dt}\langle F\rangle\equiv 0$ 因此,量子力学中的 Heisenberg 矩阵方程“独立”存在,并且,希望用来表达量子系统的“真实”变化	实际上,正是因为矩阵方程被认作是等价于 Schrödinger 波动方程的另一个普适性的量子力学基本方程,才为量子力学中算符的所谓“对应原则”提供了一种自欺的存在基础
矩阵方程与波动方程	因为波动方程两种绘景的等价性,推知量子力学中 Schrödinger 波动方程与 Heisenberg 矩阵方程的等价性,即 $\left(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}-\hat{H}\right) \Psi\rangle=0$ $\Leftrightarrow$ $\frac{d}{dt}\langle F\rangle=\frac{\partial}{\partial t}\hat{F}+\frac{1}{i\hbar}[\hat{F},\hat{H}]$ 因此,它们可以共同作为量子力学的两个基本方程	当然,两个以“空言”陈述为基础的形式表述,即 Schrödinger 动力学绘景和 Heisenberg 绘景之间的等价性是以它们同样不“真实”存在,或者对物理实在没有任何实际影响为存在前提。 因此,与量子力学中两个同为杜撰的波动方程与矩阵方程的等价性毫无关联	在自然科学研究中,如果真像 Dirac 所说,可以将数学推导蜕化为一种“有趣游戏”,或者如 Landau 所说,只能把理论物理学的数学严谨性视之为“自欺欺人”,那么,最终必然受到“逻辑”自身的无情惩罚

6.2.5 量子力学算子构造的自欺性

对于量子力学而言,“算子”处于形式系统的核心地位之中。但是,正如以“思想实验”为存在基础的量子力学本质上属于一种纯粹人为认定一样,算子的构造仍然完全依赖于人的意志。甚至为了得到“唯一的, Hermitian 的和能正确地用以描述物理量”条件的算符,不得不构造可能出现不同结果的不同规则。事实上,任何独立于“理想化物质对象”的人为认定规则,必然充满形形色色的逻辑混乱,最初只能沦为一种“自欺”。

命题	经典表述	重新认识	一般分析
经典时变率与量子时变率	经典力学中,任意力学量 u 的时间变化率可以借助于 Hamiltonian 函数和以 Poisson 括号的形式表示为 $du/dt=\partial u/\partial t+[u,H]$ 继而由“人为构造”的量子对应 $[a,b]=(ab-ba)/(i\hbar)$ 通过“形式模仿”,得到 $d\langle F\rangle/dt=\partial\hat{F}/\partial t+[\hat{F},\hat{H}]/(i\hbar)$	即使仅仅从纯粹“形式模仿”的角度考虑,对于 n 粒子系统,经典力学力学量时变率的形式表述需要定义于 $6n$ 自由度空间,而量子力学中的形式表述只能定义于 $3n$ 自由度空间之中。因此,不仅所谓的形式模仿不存在,甚至两种表述之间根本不具可比性	1. 无论是人为构造的量子对应,还是针对力学量时间变化率的形式模仿,本质上都属于没有任何“理由”的“第一性原理”的范畴; 2. 事实上,两个数学式即使“表观”一致,但是,定义于完全不同的自变量空间之中,两个数学表述之间根本不存在可模仿性;
经典对应与量子对应	经典力学中,对于广义坐标和广义动量所构造的 Poisson 括号,蕴含如下所示的经典对应关系: $[q_\alpha,q_\beta]=0$ $[p_\alpha,p_\beta]=0$ $[q_\alpha,p_\beta]=\delta_{\alpha,\beta}$ 而根据“形式模仿”,量子力学中存在量子对应 $[x_i,x_j]=0$ $[p_i,p_j]=0$ $[x_i,p_j]=i\hbar\delta_{i,j}$ 以此为基础构造相关形式表述	不难证明,经典对应本质内涵是 $\frac{\partial q_\alpha}{\partial q_\beta}=0, \quad \frac{\partial p_\alpha}{\partial p_\beta}=0 \quad (\alpha\neq\beta)$ $\frac{\partial q_\alpha}{\partial p_\beta}=0, \quad \frac{\partial p_\alpha}{\partial q_\beta}=0$ 即不同广义坐标间的“独立”性。 但是,在量子力学中,除了不同位置坐标以及不同动量坐标必须具备的独立性以外,由于 $[x_i,p_j]=\delta_{i,j}-\sum\frac{\partial x_i}{\partial p_\alpha}\frac{\partial p_i}{\partial x_\alpha}\neq\delta_{i,j}$ $\rightarrow$ $\frac{\partial x_i}{\partial p_j}\neq 0, \quad \frac{\partial p_i}{\partial x_j}\neq 0 \quad (i=j)$ 位置坐标和动量坐标之间不再满足通常的全独立性条件,相应不存在类似于经典力学表述的基础	3. 经典力学中的经典对应源于广义坐标之间完全的独立性。而在量子力学之中,由于量子约束的存在,在广义坐标与同名广义动量之间并不保持独立。当然,由于数学特征的根本差异,一个与合理的经典对应形式上完全相同的量子对应必然成为不合理的表述; 4. 构造量子力学物理量算符的规则,不仅纯属人为杜撰,没有任何物理基础,而且明显存在的一系列矛盾结果已经对整个陈述系统构成逻辑否定
Bohm 规则和 Weyl 规则	在为物理量构造相应的量子力学算符时,为了得到满足“唯一的、Hermitian 和能够正确描述该物理量”条件的算符,相应存在 Bohm 规则,即将物理量经典式 $A(x,p)$ 写成 $f(x)g(p)$ 的多项式形式,与该项对应的算符规定为 $[f(x)g(p)+g(p)f(x)]/2$ 此外,还存在 Weyl 规则:将物理量的经典形式 $A(x,p)$ 改写为以 ξ 和 η 为变量的 Fourier 积分	1. 经典理论已经指出,同一物理量使用两种规则所导得的结果往往并不一致。实际上,两种规则所得任何“一次”不同的结果,原则上已足以对它们的合理性构成完全否定; 2. 作为自明的事实,或者不难做出验证:定义于变量之上的某种代数运算,绝对不能套用于不同的“微分算子”之上	

(续表)

命题	经典表述	重新认识	一般分析
Bohm 规则和 Weyl 规则	$A(x, p)$ $= \int_{-\infty}^{\infty} d\xi \int_{-\infty}^{\infty} d\eta a(\xi, \eta) \exp(i\xi x + i\eta p)$ 将被积函数中的 x 和 p 变换为对应的算符 X 和 P , 则成为与物理量对应的算符		

6.2.6 Feynman 路径积分中的若干思维反常

许多量子力学研究者都给予 Feynman 的研究工作以极高的评价,指出继 Schrödinger 与 Heisenberg 分别创造了“波动方程”和“矩阵力学”两种表述形式之后,Feynman 则为量子力学提供了“路径积分”这样的第三种独立表述形式,并且,“由于只涉及经典力学量”能使某些问题的推演大为简化。

如果说,Feynman 敢于豪言“没有人真正理解量子力学”的同时,那么对“只涉及经典力学量”的考虑,必然隐含对量子力学中形形色色“算子”的合理性提出了根本质疑,或者说,这样一种考虑对重新认识整个量子力学体系得以存在的基础表达了一种具有本质意义的启示,但是,Feynman 的思考仍然隶属于“直觉思维”的层次,没有形成理性意识:如果缺乏对被描述物质对象做出的前提性认定,像量子力学这样一些任何仅仅依赖于人为理念而存在的形式表述系统,由于“逻辑主体”的不确定,最终必然陷入重重矛盾之中。正因为没有认识到“量子作用”自身的离散本质,以人为理念为基础构造而成的 Feynman 的路径积分,依然存在一系列的严重认识反常。

命题	经典表述	重新认识	一般分析
经典路径	粒子系统从某一个特定态变化到另一个特定态的时候,吻合于“最小作用原理”的路径是可能真实出现的路径,该路径并被称之为经典路径。 与此同时,有些量子力学著述还特定指出,最小作用量原理只是作为“第一性原理”而出现的,人们永远不能说为什么只选择作用量最小的路径运动	为理论物理普遍承认和得到无数实验证实的“最小作用量原理”,绝对不属于一般量子力学著述所说的“第一性原理”。 相反,最小作用原理恰恰是物质世界独立于人们主观意志,以最有效方式实现属于自己的运动这样一种“客观”规律性的逻辑必然,不能与量子力学大量纯粹人为杜撰的假设混为一谈	1. 应该说,当完全建立在 Schrödinger 波动方程之上的旧量子力学在经历了近 20 年的反复以后,Feynman 能够将普适的“最小作用原理”乃至粒子运动过程中某些真实的“物理实在”置于前提性位置之上,重新开始考虑如何为量子力学构造恰当形式系统的问题是相当不容易的。因为,这样的思考表现了两个导向性的理性意识: 其一,与 Dirac 在形式上“过分简单,过分形而上学以及过分无理”
量子路径	某些量子力学著述这样指出:按照 Feynman 的观点,处于量子作用中的粒子走各种道路的可能性都存在。那么,这样是否违反了经过无	相关陈述应为量子力学不多的优秀陈述,但仍隐含形形色色认识不当: 1. 当确认两种路径存在,而吻合最小作用原理的路径被定义为“经典”路径之时,“量子”路径自然逻辑地成为不符合最小作用原理的	

(续表)

命题	经典表述	重新认识	一般分析
量子 路径	数实践检验的最小作用原理？否。 按照路径积分理论，量子系统从始点到终点的所有轨道是平权的，均应一视同仁地考虑，但是，不同轨道所贡献的概率波幅的“相位”不同，因而导致“干涉”现象	路径。并不因为强加了“人为”否定，就能使这种否定真的成立； 2. 如果因为路径积分为“普适性”陈述，导致出现“干涉”现象的可解释性，那么，逻辑上则意味着“干涉”必须无条件普遍存在。但是，量子力学中的干涉属于“个性”特征。因此，出现了论证逻辑的“倒置”问题，尽管类似的路径积分的确能为干涉现象做出较合理的解释； 3. 量子系统从始点到终点存在形形色色的被赋予了“平权”特征的轨道，同样并不依赖于人的主观意志，而本质地决定于“离散”量子约束条件“客观”的存在。因此，就单个粒子运行的“每一条”轨道而言，仍然属于在特定条件下那个吻合于“最小作用量原理”的轨道； 4. 当然，即使能够承认 Schrödinger 以及 Feynman 两种不同陈述方式，但是，它们所描述的物质对象不同，完全谈不上两者的等价性问题	地模仿经典力学，却同样“过分形而上学”地强调量子力学与经典力学存在本质差异完全相反，恰恰着重于自然科学不同体系间的本质同一性，它们共同服从最小作用原理； 其二，独立于“波”的纯粹人为想像，而仅仅从“粒子”运动的物理实在作为考虑问题的基础。 这样，Feynman 的思想表达了对于科学陈述必需的“逻辑相容”以及“物质基础”基本特征的一种直觉上的认同； 2. 显然，Feynman 还不具能力将其朴素的理性愿望，通过严格的数学语言“无矛盾”地表现出来。因此，相关陈述仍然不得不随时添加许多人为的“中间假设”，处于一种事实上的“逻辑相悖”之中； 3. 也正因为此，虽然 Feynman 的思想以及相关的形式构造的确源于一种理性意识，但是他无法将这种理性意识贯彻下去，无力认识 Heisenberg 的不确定性原理仅仅是作为一种“人为”假设，不可避免地陷入虚幻，而相应缺乏明确的物理意义，需要代之以完全“客观”的“量子约束”离散条件。当然，尽管他以真实“粒子”为基础进行的分析，但最终仍然不得不归结为建立在虚妄“物质波”之上
作用 量及 其物 质基 础	整个量子力学体系完全建立在形形色色的“人为”认定的基础之上，以至于正如某些量子力学著述提出的那样，存在着人们至今不知道“这个理论体系对于独立于认识以外的客观世界到底描述了什么”的质疑。 当然，在这样一种认识基础之上，根本不可能认识到引入以“最小作用量原理”为基础的路径积分实际蕴含的物质基础	1. 在经典力学中，如果粒子系统处于非保守力场，无法仅仅通过“状态量”刻画系统的能量变化相应构造与“最小能量原理”一致的形式表述时，则需要引入作用量函数； 2. 自然科学中的一切理性原则都严格同一，并不因为所研究的是人们所说的“微观世界”或者“宏观世界”而有所差异。出现于不同科学陈述之间的差异，只决定于被研究物质对象自身的差异。因此，在量子力学中，一旦微观粒子的作用过程不能为人们为其构造的“状态空间”所描述，即无法为其构造仅仅使用“状态参数”所定义的“最小能量原理”时，自然需要引入表现某种特定过程特征的过程参数，进而构造与“最小作用量原理”一致的形式表述； 3. 因此，不是无视不同物质对象以及不同的具体物理实在，无条件地将某一个“条件存在、有限真实”的形式表述置于“形而上学”位置之上，而是与其相反，首先需要揭示引入“作用量”的物质基础； 4. 事实上，如果以“电子双缝实验”为例，受到运动中电子反作用的“缝”本身可能同样处于“微观状态”的一种变化之中，或者超越两个不同缝的电子处于“量子作用”之中。于是，	

(续表)

命题	经典表述	重新认识	一般分析
作用量及其物质基础		正是这些源于“客观”的“物质原因”变化的真实存在,需要引入粒子系统“状态空间”以外的物理量以刻画这样一种真实存在的变化,成为构造“作用量”表述的物质基础; 5. 同样,如果说“Feynman 路径积分的思想在量子场论中特别重要,成为分析‘微扰系统’的有效手段”,那么,对于“微扰”物质存在的前提性认定和形式表述则具有基本意义	的 Schrödinger 波动方程之上,失去了这样一种形式表述的存在意义; 4. 基于完全相同的原因,Feynman 不可能真正理性地意识到“干涉”现象自身得以存在的真实“物质”基础。最终,由于无视“理想化物质对象”的前提性存在,仍然陷入到以形形色色人为假设为基础的逻辑混乱之中

6.2.7 规范场分析存在基础的反思

无视特定的物质对象自身,或者根本不考虑如何为物质对象做出恰当理想化认定这样的前提性问题,却总是“构造性”去创造一些源于个人理念中的“数学结构”系统,其实对于任何一个只要稍微了解现代数学语汇的人而言都是十分轻而易举的事情。

如果说 Hilbert 尽管无力解决数学基础中的逻辑悖论,却为人们提供了一种由于冠以“公理化”的称谓就可以心安理得无视矛盾存在的“创造性”思维,从而为现代“不必拘泥于逻辑的数学”的极大繁荣提供了基础,那么,量子力学的规范场分析方法,同样得益于这样一种无视逻辑的逻辑思维。

事实上,将创造规范场论归结为经典电磁场理论中的“规范变换”的启发时,对于一些研究者针对 Lorentz 规范和 Coulomb 规范这样两个明显自悖的人为认定,何以能够存在的物理基础以及相关数学证明所提出的疑义,怎么能够不予以首先考虑呢?做学问需要扎扎实实。经典电磁场理论中大量存在的逻辑不当,成为上述两个人为规范存在的基础。当然,基于此而构造的规范场理论,除了那些“构造性”思考以外,并没有多少真正值得批判的东西。

6.2.8 量子力学中不同叠加原则的物质基础、形式系统有限论域与纠缠态问题

个别著者曾经诙谐地指出,在量子力学课程的施教者中往往流传这样的话:“你教你的量子力学,我教我的量子力学,每个人都有他自己的量子力学。”不同“理解歧义”的存在,原则上也显示这样一种共同认识:“允许也必须”将整个量子力学置于“第一性原理”之上。但是,当量子力学只能寄托于不同的“第一性原理”或者对“第一性原理”的不同理解而存在时,所有争论不再具有任何科学意义;随着缺乏独立于“主观”意志的“客观”评判标准,不仅关于“何为第一”的争论将无休止地永存于量子力学之中,还必然出现形形色色隐含“自否定”的不同陈述。

命题	经典表述	重新认识	一般分析
数学叠加和物理叠加	叠加原理属于量子力学基本公式,相应存在不同叠加原则。此处采用文献[8]的叙述方式,将此问题凸现出来: 1. 数学叠加: Hilbert 空间中任意两个矢量都可以相加得出一个确定的矢量;相应,系统任何两个状态都可以叠加成一个新的状态,这两个态不需要处于相同外部环境之中,也不需要具有相同的边界条件。单粒子束缚态按平面波展开就是一个例子 $ \Psi\rangle = \sum c_i p_i\rangle, \quad \sum c_i^2 = 1$ 式中 c_i^2 是粒子动量取 p_i 的概率。这正是物理量不同本征态的叠加性质。 2. 物理叠加: 系统在相同的外界环境下的两个状态叠加成一个状态 $ \Psi\rangle = c_1 \Psi_1\rangle + c_2 \Psi_2\rangle$ 该式着重表示: 微观粒子态的叠加不是概率的叠加而是态矢量的叠加, 或对波函数而言, 状态叠加是先相加后平方而不是先平方后相加。 3. 文献[8]著述倾向于将物理叠加称之为状态叠加原理, 并且特别强调: 叠加态 $\Psi\rangle$ 既不是 $\Psi_1\rangle$ 也不是 $\Psi_2\rangle$, 而是一个和它们都不相同的新状态	即使仅仅局限于此处所作的局部陈述, 仍然不难发现相关定义中的不足和矛盾: 1. 如果考察此处关于量子系统的“态的数学叠加”所做示例, 可以推知其得以存在的基础是属于系统的某一个“特定”物理量, 以及由该物理量本征态矢量为“基矢量”所构造的空间。于是, 出现这样的自然推论: 对于粒子系统某一个借助于态矢量 $\Psi\rangle$ 所定义的“态”而言, 它的“物理内涵”其实并不确定, 而依赖于需要表现的“物理量”, 从而使“态”不具有确定性意义。实际上, 正因为不同物理量算子间的关系与这些物理量本身的确定关系并不一致, 最终出现将“测量”引入量子力学, 否定“态”函数原应具有本质内涵的反常情况; 2. 考虑到 Hilbert 空间中数学叠加的普适性, 则对于两矢量的带权叠加 $ \Psi\rangle = \Psi_1\rangle p_1 + \Psi_2\rangle p_2 \quad (p_1 + p_2 = 1)$ 进而, 如果仍然考虑物理量 A $\hat{A} \Psi\rangle = a_i a_i\rangle$ 以及 $ \Psi_1\rangle = \sum c_{1i} a_i\rangle$ $ \Psi_2\rangle = \sum c_{2i} a_i\rangle$	当现代物理公然放弃相干陈述中的“数学严谨性”, 并且, 将整个量子力学建立在以“第一性原理”为存在基础的形式系统之上, 又期待这个借助于形式语言构造的陈述系统能够对那个“自己并不知道是什么”的整个“微观物质世界”做出没有任何限制的普适性描述的时候, 已经必然和极其反常地将自己置身于一种纯粹自欺欺人的自慰与彻底的逻辑混乱之中。 1. 对于一个形式系统, 如果总需要不断补充这样那样的“人为”认定, 或者说, 只能寄托于通过不断补充新的人为认定来回避许多已经意识到的矛盾时, 必然回避形式系统的本质内涵, 处于矛盾之中的这些认定, 自然毫无意义。事实上, 从 Heisenberg 坦陈量子力学存在一系列前提性矛盾, 期望借助于根本概念的内涵以回避这些矛盾存在的那个时刻开始, 整个量子力学就被置于永恒矛盾之中。正因为此, 无论补充怎样的假设或者公理, 量子力学关于“态”的陈述在充满形形色色“自悖”问题的同时, 作为被赋予特定内涵的“态”的概念已经不复存在。当然, 任何允许矛盾存在的陈述系统完全谈不上什么“第一性原理”; 2. 既然物理学是用以描述物质世界的, 那么, 对
	与“叠加方式”密切相关的另一概念是如何界定“纯态”和“混合态”的不同物理内涵的问题。此处, 继续沿用文献[8]的基本思想和叙述方式。 1. 纯态: 与前述的物理叠加 $ \Psi\rangle = c_1 \Psi_1\rangle + c_2 \Psi_2\rangle$ 完全一致, 表示 Hilbert 空间中一个独立状态。如考虑物理量 A, 存在 $\hat{A} \Psi\rangle = a_i a_i\rangle$ 则按照量子力学基本认定, 存在 $ \langle a_i \Psi \rangle ^2 = c_1 \langle a_i \Psi_1 \rangle + c_2 \langle a_i \Psi_2 \rangle ^2$ 为纯态时物理量 A 取 a_i 的概率, 且与前述“先相加再平方”规则一致。 2. 混合态: 系统处于不确定态, “几率”地处于不同量子态中, 因此, 不属于 Hilbert 空间的矢量, 如	根据矢量空间中一切矢量所具“独立”内涵, 物理量 A 等于 a_i 的几率 $p_1 \langle a_i \Psi_1 \rangle + p_2 \langle a_i \Psi_2 \rangle$ $= p_1 c_{1,i}^2 + p_2 c_{2,i}^2$ 于是, 出现与“先相加后平方”不一致的结果, 并进一步说明量子力学的相关规定在逻辑上并不封闭。当然, 这正是不得不补充“叠加态 $\Psi\rangle$ 既不是 $\Psi_1\rangle$ 也不是 $\Psi_2\rangle$, 而是和它们都不相同的‘新’状态”这个纯粹人为认定的缘故, 并且, 这种认定意味着“矢量和”对“和运算中分矢量”的原来物理内涵的逻辑否定以及整个陈述系统的逻辑不相容以及不具封闭性。实际上, 这与前述“态”自身的“不确定性”保持一致; 3. 在物理学中, 两个波的叠合还决	

(续表)

命题	经典表述	重新认识	一般分析
纯态和混合态	$ \Psi_1\rangle; p_1; \Psi_2\rangle; p_2 (p_1 + p_2 = 1)$ 表示系统处于 $ \Psi_1\rangle$ 和 $ \Psi_2\rangle$ 态的几率分别为 p_1 和 p_2 。显然,在混合态时 $ \langle a_i \Psi_1 \rangle ^2 p_1 + \langle a_i \Psi_2 \rangle ^2 p_2$ 为物理量 A 取 a_i 的概率。 3. 纯态和混合态的物理内涵 对于 Hilbert 空间中不同态矢量构造的纯态,表现了态矢量的“相干”叠加;而 Hilbert 空间不同态矢量构造的混合态,则为“不相干”叠加	定于两“分波”的初始相位,如 ϕ_1 和 ϕ_2 ,通常其波幅存在如下表述: $C = A + B + 2AB\cos(\phi_2 - \phi_1)$ 也就是说,“相干效应”拥有与相干作用一致的某种特定物理内涵。显然,这与量子力学关于“叠加”所做形式上“一成不变”的人为认定 $ \langle a_i \Psi \rangle ^2 = c_1 \langle a_i \Psi_1 \rangle + c_2 \langle a_i \Psi_2 \rangle ^2$ 完全不同	物质对象本身做出前提性界定始终具有根本意义。并且,依托于针对物质对象所作理想化定义而存在的有限真理陈述自然得到严格逻辑相容。因此,绝对不是不断引入不同的概念,而是需要揭示这些概念需要表达的真实物理实在; 3. 任何形式系统永远不可能说出超越有限论域以外的物理真实。因此,局限于形式系统内部不断进行无视存在前提和逻辑相容性的无穷推理不仅无意义,也很无聊
干涉叠加的物质基础	无论作为“数学叠加与物理叠加”,或者“纯态与混合态”,以及“相干叠加还是非相干叠加”,所有这些量子力学的概念乃至整个量子力学的陈述系统都属于纯粹人为理念的构造,人们并不知道所有陈述所对应的特定“物质对象”或者需要表现的“物理内涵”是什么,一切都建立在“第一性原理”之上。 当然,量子力学同样不知道干涉叠加得以存在的物质基础到底是什么,以及如何表现这种物理实在的问题	对于量子力学所描述的粒子系统,除了它们的自身状态不能为经典力学中的状态空间所定义,需要加以拓展以外,通常还存在两种与过程相关的独立物理真实。首先,是量子约束 $\begin{cases} \Delta x \cdot \Delta p = \lambda \hbar \\ \Delta \phi \cdot \Delta L = \lambda \hbar \\ \Delta t \cdot \Delta E = \lambda \hbar \end{cases} \quad \lambda \in N$ 所描述的离散量子作用。其次,则诸如电子双缝实验中出现的相干约束。前者可直接表示为“内”参量,而后者必须借助于“外”参量加以“个性”化的表述。但是,两者都是物理实在	
纠缠态和有限论域	对复合体系系统的完备基 $ u\rangle, v\rangle$,如某量子态不能表示为其线性叠加 $ \Psi\rangle \neq \sum C_{uv} u\rangle v\rangle$ 则称为复合系统的纠缠态	充其量可以将纠缠态视为:量子力学所定义的“相干叠加”无法刻画“幅角”的实际影响,由此而引入新概念。但是,超出经典量子力学的有限论域	

6.2.9 对称性分析与物质对象理想化认定的辩证统一

与当代科学世界普遍存在的“宗教化”倾向完全相反,某些研究者诚实地提出“物理世界中的对称性与物质世界的非对称性”的基本矛盾问题。无论质疑者是否具有一种明确的主观意识,但是,提出这一问题已经逻辑地意味着对现代理论物理的某种挑战^①。

^① 李政道先生在展望 21 世纪自然科学进展时,曾经将此质疑命名为“第一”科学难题。与当今科学主流社会公然容忍形形色色矛盾的存在,将数学严谨性称之为自欺欺人,纵容甚至煽动“宗教情结”之际,能够正视和提出“矛盾”存在的本身已经极其不易。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
对称性的存在基础	与现代理论物理建立在“第一性原理”之上的普遍思潮一致,无视不同对称性特征的不同存在条件,将属于不同特定理想化物质对象的对称性特征“程式化”和“固定化”,从而使对称性成为无需特定物质基础的“普适性”陈述。作为“无需物质基础”思想的一个最简单示例:因为守恒定律是普适的,所以“动量矩守恒”定律同样适用于包括粒子集合在内的所有实体	任何一种形式特征只能逻辑地属于某一特定的理想化物质对象。例如,对于粒子系统,它没有真正属于自己的“空间方位”,因此,粒子系统不存在独立的“动量矩”定律,尽管它能够与刚体的动量矩定律逻辑相容。因此,将“对称性”无条件地置于前提性位置之上,充分表现现代理论物理放弃逻辑严谨性和过分形而上学的反常结合,以及宗教化倾向	1. 当逻辑地指出数学基础的三大逻辑悖论本质地源于混淆“拥有和从属”两种完全不同的逻辑关联的时候,不难发现这样一种认识困惑普遍存在于理论物理的研究之中; 2. 事实上,在否定对称性得以存在的物质基础的同时,同样混淆了特定物质对象与隶属于该物质对象之上的对称性特征“拥有和从属”这两个基本概念的逻辑关联。粒子系统不存在独立的“角度”坐标,当然,也没有与其相关的独立物理学陈述;
对称性分析的基本特征	与否定对称性特征必需的物质基础同时,在对称性分析的具体表述形式上还存在如下基本特征: 1. 将“坐标系”和“参照系”两个概念合而为一; 2. 继而,把纯粹“主观”认定的“物质客体”几何特征必然独立于坐标系选择所表现的“客观”性,以及形式表述系统可能独立于参照系选择这样两个完全独立的命题,作有意识或者无意识合而为一	存在基本概念的严重认识错乱: 1. 几何学中的“坐标系”和物理学中的“参照系”属于两个完全不同的概念。前者,仅仅是为了表现几何体具体量度特征而引入的工具,因此,同一几何体在不同人为选择坐标系中虽然具有不同的分量表述,但是,由于描述的是同一客体,这些不同分量表述之间存在确定的逻辑关联,与几何体自身的客观存在逻辑相容。但是,参照系则隐含某一个“独立运动”的观察者,这样不同参照系中的物理实在本质上并不完全同一; 2. 当然,几何特征独立于坐标系属于客观属性的自然推论,而物理学陈述独立于不同参照系选择的判断即使存在,也只属于条件存在	3. 在研究物质对象自身蕴含的运动学规律时,如何努力从源于不同观察者而出现的形形色色运动学表象中寻找仅仅属于物质对象自己的内在规律才是物理学的本质使命
对称性的本质内涵	在无视物质存在基础的同时,对称性分析被严重形而上学化,当然,不可能认识到对称性的本质内涵	一切形式表述总差异于自存物质世界。因此,任何对称性构成对物质世界复杂性的否定,表现为简单性	意识到对称性意味着简单性的同时,借助对称性破坏分析以逐步深入物质本原,正是 20 世纪拓展认识的历史,该认识并将持续下去
对称性研究与复杂性探询	同样,在容忍形式表述形形色色矛盾的情况下,根本不可能认识到对称性分析和复杂性探询之间的逻辑关联	与认识从简单到复杂对应,未知世界对任何形式对称性的“破缺”,意味着复杂性的增加,需要引入新参量	

6.2.10 量子力学中 Hilbert 空间的彻底虚妄性

将 Hilbert 空间引入量子力学,并且将它置于一种前提性的位置。其实,除了使用一些看似复杂,本质上过分简单的数学语言,为量子力学“形式基础”构造中深刻存在的“无理性”或者

“反逻辑”提供“隐蔽所”以外,任何“实际”分析都没有真正理会过这个完全虚构的向量空间。当然,也正因为这个概念在量子力学中的“前提性”地位以及彻底“虚妄性”的奇异结合,被有意识地认作为“重新认识量子力学基本概念”的最后一个命题。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
解空间或 状态空间	量子力学中,被视为解空间或状态空间的一种等价定义,“人为”引入了 Hilbert 空间。并且,作为 Hilbert 空间中的态矢量,相应存在“位置表象” $ \Psi\rangle: \Psi(x,t)\rangle$ 和“动量表象” $ \Psi\rangle: \Psi(p,t)\rangle$ 两种不同的表述方式。并且,仍然定义在“经典力学”所构造的“状态空间”之中。只不过相应存在 $(x,t)\subset(x,p,t)$ 或 $(p,t)\subset(x,p,t)$ 即量子力学中的 Hilbert 空间作为两个并列的“子空间”,仍然逻辑地包含于“经典力学”的状态空间之中	对于量子力学所研究的粒子系统,随着存在粒子系统需要真实表现的“物理实在”的增加,经典力学的状态空间已经无法刻画相关的物理真实。量子力学人为提出的包容关系 $\text{Hilbert's space} \subset (x,p,t)$ 根本不再存在,需要代之以一种“完全”相反的包容关系,如 $(x,p,\chi,\dots,t) \supset (x,p,t)$ 其中 χ 为自旋量子数。因此,经典力学的状态空间只能被包容于量子力学重新构造的状态空间之中。 此外,如果真实存在离散的“量子作用”,那么粒子系统的变化还需满足 $\Delta x \cdot \Delta p = \lambda \hbar \quad \lambda=1,2,\dots$ 所示的离散“量子约束”条件	注意:量子力学关于 Hilbert 空间的认定全部属于“主观意识”的范畴,或者表现了对于某种“第一性原理”的人为认定。但是,对于重新构造的认识系统,一切都源于那个希望描述的自存物理真实。 事实上,正因为被描述的微观粒子系统远比经典力学中需要表现的物理真实复杂,当然不会出现 Hilbert 空间依然被经典力学状态空间包容的认识反常
解空间 连续性	作为 Schrödinger 波动方程的解空间以及向量空间的某种特定形式, Hilbert 空间必须满足“连续性”的逻辑前提	如果被视为粒子系统在经历“量子跃变”后“解空间”的一般性定义,即 $(x,p,\chi,\dots,t):$ $\Delta x \cdot \Delta p = \lambda \hbar \quad \lambda=1,2,\dots$ 那么,解空间为不能满足连续性条件的离散空间,或者离散集合	当然,解空间的离散特征并不依赖于某一个研究者的主观意志,而决定于被描述“量子效应”的离散本质
线性叠加	作为向量空间的最基本属性, Hilbert 空间必须满足线性叠加原理。但是: 1. 求解 Schrödinger 方程时,从来没有根据“本征函数”空间必须满足的叠加原理,构造本征函数族的线性叠加,寻求满足特定边界条件的解。事实上,定态 Schrödinger 方程的本征函数通常被直接认作为“离散解”的集合,从而背离了一般数学法则; 2. 根据为物理量 A 人为杜撰本征方程,再将粒子系统“态”函数 $ \Psi\rangle$ 构造如下在该本征函数空间的形式	显然,所有这些建立在“第一性原理”之上,最终必然引起“自否定”结果,一系列纯粹人为杜撰的认定都没有存在必要	Hilbert 空间引入到量子力学之中,纯属故弄玄虚。如果说,在求解 Schrödinger 方程时,从来没有应用过这种属于“解空间”的线性叠加性质,而在另一“独立”的,但是同样“想当然”而得到关于力学量所构造的本征方程以及态函数对其定义的本征函数分解时却必须予以应用的本身,就构造了自

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
线性叠加	分解： $ \Psi\rangle = \sum c_i a_i\rangle : \hat{A} \Psi_A\rangle$ $= a_i a_i\rangle$ 则又必须重新使用叠加原理		否定结构
态矢量的完备性	在量子力学的“态”函数用以描述粒子系统“运动学状态”方面是否具有完备性的基本问题上,同样存在如下所述的一对“自悖性”推论: 1. 由于相应存在“位置表象” $\Psi\rangle: \Psi(x,t)\rangle$ 和“动量表象” $\Psi\rangle: \Psi(p,t)\rangle$ 两种不同的表述方式,同时,还存在为不同力学量所构造的关于“状态”的形式表述 $ \Psi\rangle = \sum c_i a_i\rangle : \hat{A} \Psi_A\rangle$ $= a_i a_i\rangle$ 为了使它们能够同时存在,不至于出现“矛盾方程组”的问题,三种表述方式实际定义的“运动学状态”理论上不允许同一。当然,对于其中的任何一种表述形式而言,自然都会出现 Einstein 所批判的量子力学所定义的状态不具“完备性”的问题; 2. 另一方面,在包括一维谐振子、势垒、Stern-Gerlach 实验分析等所有实际问题的分析中,为不同特定“几率”所定义的特定“状态”从来不存在相关“运动学状态”不完备的问题。当然,量子力学经典分析也从来没有使用上述三种并存的描述方式对同一问题进行推论	在几率描述方式中,作为几率表述的自变量被定义在上述的状态空间之中,即 $\rho(x,p,\chi,\cdots) \subset (x,p,\chi,\cdots)$ 因此,根本不会出现因为任何独立自变量的缺省,而出现运动学状态表述自身不完备的问题。整个表述中,不能确定的仅仅是这些状态到底是否会出现,因为这仅仅是一种“几率”描述	同样,所有的争论都源于任何一种“第一性原理”几乎不可能避免的“逻辑不自洽”问题。只不过由于完全放弃了自然科学研究中必须严格遵循的数学严谨性,使得关于量子力学逻辑不相容现象的分析远未达致“深刻”或者“本质”而已。 必须牢记:在自然科学研究中,任何一个陈述系统在其建立之始就不得不承认矛盾的存在,公然将形式表述寄托于“修正或者补充概念的内涵”之上,那么,无论怎么对概念不断地施以修正和补充,这个陈述系统始终蕴含着深刻的矛盾,并且,随着希望表现物理现象的不断拓展,陷入越来越多的逻辑悖论和认识混乱之中

[简单结论]

必须承认:人类了解和认识物质世界的范围和深度,以及无矛盾地表现这些认识的数学工具都处于逐步深化和完备之中。正因为此,人类的理性认识根本独立于任何研究者个体的智慧,而历史地决定于时代的整体认识水平。或者说,人类深化认识的过程,自然表现为理性意识的一种“逐步积淀”过程。

面对无尽的大自然,除了保持包括概念在内的整个语言系统的严格同一,永远不会存在任何建立在“第一性原理”之上人为构造的普适真理。始终可以坚信,真正科学的恰恰是自然的,

必然容易为人们理性地接受,并且,仅仅存在于“有限”论域,具有“有限”真实性。相反,那些只能依赖于“神学”意识而存在的第一性原理,蕴含着形形色色的认识混乱和矛盾。

由于无视矛盾的前提性存在,导致量子力学的整个陈述系统始终处于深刻的悖论性结构之中。但是,量子力学毕竟不同于以虚妄的“时空变换”为全部内涵,到处充满逻辑悖论的“相对论”。年轻的 Einstein 所杜撰的“时空革命”,只不过为自然科学研究中的“回避矛盾”和“篡改概念”提供了一种纯粹自欺的“合法”地位。“相对论”没有任何确定的研究对象,不存在任何限制,所展示的一切不仅虚妄,其实也十分幼稚和无聊。除了将 Einstein 推至现代科学之“神”,使得人类的自然科学重新堕落为现代神学,最终导致“公然否定逻辑”这样一些严重的导向性错误以外,“相对论”什么也没有告诉人们。但是,量子力学则不然。量子力学仍然以某种“物质存在”为确定对象,期望努力地揭示属于微观物质世界中真实存在的物理实在。

虽然 Heisenberg 曾经诚实和明确地指出创建量子力学的“矛盾认识”基础,但是,根本问题恰恰在于:并不因为“主观”上“承认矛盾”的坦然和诚实,就可以成为“矛盾真的不再存在”的“客观”依据和理由。因此,所有一切都得“从头”开始,寻找和弄清自然科学“基础”中的任何一个细微的矛盾或者认识不当。或者说,这也就是要坚持科学研究必须起码具备的“老老实实”的精神。并且,只要“正视”乃至“自觉揭示”一切真实存在的矛盾,那么绝对不会存在任何难以逾越的思维障碍,当然,也根本无需像 Einstein 这样一些并不怎么懂得逻辑,却凭借“直觉和顿悟”在不断创造着“第一性原理”的先知先觉。

6.3 量子力学体系的理性重建

一旦澄清了认识中的种种矛盾和困惑,并且,彻底破除现代量子力学“一方面将人为杜撰的形式表述视为‘第一性原理’,另一方面却至今不知道这个杜撰出来的陈述系统到底描述的是什么的反常意识,认识到那个被描述物质对象所具有的“前提性”意义,并且能够为其构造一种“理想化”的界定作为构造形式表述系统的全部基础,那么,整个量子力学的理性重建将成为一种“水到渠成”的事情。

而且,正如人们看到的那样,如果仅仅从“形式表述”的角度考虑,因为需要描述的物理真实相对比较单纯,所以还要比描述“湍流”、“电动力学”这样的问题简单得多。

6.3.1 量子力学理性重建的基本原则

其实,理性重建量子力学需要遵循的基本原则,与自然科学一切学科体系需要共同遵循的基本原则一致,这就是:“物质第一性原则”、“逻辑自洽性原则”,以及自然融合于这样两个基本原则之中的“形式系统的非孤立性原则”,与一切合理陈述系统共同具备的“抽象性、独立性、完整性、确定性、有限性”特征。

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
物质第一性原则	当年轻的 Einstein 期望构造一个适用于“整个”物质世界的“普适”真理体系,也以一种“完全独立于主观意志”的方式将	对被描述的物质对象首先做出理想化界定,始终具有第一位的前提意义。随着微观粒子需要表现的物理真实愈益复杂和丰富,经典力学中的状态空间	需要特别强调,此处关于“物质第一性”原则的论述,根本不同于一般哲学中关于

(续表)

命 题	经典表述	重新认识	一般分析
物质第一性原则	自己推至“神”的位置的时候,“特定”物质对象自然失去在自然科学研究中所具有的地位。在哲学与逻辑两个方面,这与Hilbert所说可以将“桌子、椅子、啤酒瓶”定义为几何学的“点、线、面”没有任何差别,一切决定于人们的“主观”意志。同样,这也是将量子力学建立在“第一性原理”的基础之上,至今都不知道该陈述系统所描述的物质对象到底是什么的原因。由于 $(x,p,\chi,\cdots)\not\subset (x,p);\rho(x,p)$ 仍定义于经典力学状态空间的量子力学被置于前提性逻辑悖论之中	$(x,p)\in \text{classical mechanics}$ 已经不足以对微观粒子的物理学状态做出确定性的表述。 根据且仅仅根据“经验”事实,需要重新为微观粒子构造能够完整刻画它的物理学状态的状态空间 $(x,p,\chi,\cdots)\in \text{quantum mechanics}$ 并且,这个状态空间成为被描述物质对象的一种“理想化”界定。 当然,待建的量子力学成为该理想化认定的逻辑推论,无需也不允许篡改概念的统一内涵或者杜撰新原则	“唯物主义和唯心主义”的争论,它仅仅属于自然科学范畴。事实上,自然科学是以物质世界为研究对象的科学陈述体系。因此,如果从也只需要从合理陈述的“逻辑自洽性”原则,或者“无矛盾”原则出发,形式系统也必须首先对被描述的物质对象做出前提性的理想化认定
逻辑自洽性原则	在推崇“第一性原理”并且将某些“特定”形式表述过分简单和过分形而上学地加以“程式化”同时,却允许篡改“概念”的统一内涵从而破坏了“语言系统”必需的无歧义性,或者容忍与无视形形色色矛盾的前提存在,甚至公然将自然科学中的数学推导仅仅戏称为一种“有趣游戏”,或者干脆把理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人	自然科学不允许任何矛盾存在。与经验证实的“无以穷尽”相反,任何一次“矛盾”的揭示,就足以对整个陈述系统构成完全的“逻辑否定”。其实,这正是现代“证伪学说”的本质内涵	始于20世纪初,对于矛盾,曾经被哲学家自然地称之为“理性自毁”的公然容忍,成为人类认识史中一次极其严重的理性倒退。 这种认识倒退不仅仅存在于以数学写就的理论物理之中,还存在于数学自身之中
形式系统非孤立性原则	对于现代自然科学普遍存在的“神学化”倾向,除了表现为“否定特定物质对象在科学陈述中的前提性地位和将形式表述无条件化”,以及由此而引发“无视逻辑”和“崇尚过分简单的形而上学”这样一些最基本的特征以外,一个与它们仍然密切关联的表现还在于:对所描述特定物理实在的“孤立和绝对”化,忽视这种存在的整体内涵、存在条件或物质环境	自存的物质世界是一个“不可分割”的整体。因此,当形式系统定义在某一确定的理想化物质对象之上的同时,还需要将与理想化物质对象发生主要“作用”的理想化物质环境加以前提性确认。不同物质集合之间的作用形式不同。但是,不存在不承受任何作用的真正孤立体系。正是这些作用中的不同物质集合的互补存在,才可能构造一种“完备”的物理学陈述	显然,此处所述的不同形式特征,它们得以存在的基础仍然是一切有意义陈述必须共同遵循的“无矛盾”原则。因此,这样一些原则或者基本特征并不仅仅属于量子力学,而属于人类构造的整个自然科学体系。 事实上,面对未知的物质世界,人们几乎

(续表)

命 题		经典表述	重新认识	一般分析
逻辑相容的形式特征	抽象性	现代科学主流社会对“第一性原理”这样一种纯粹神学意识顶礼膜拜,而彻底放弃了以“逻辑相容性”为唯一判断基准的科学批判。逻辑相容性包括形式系统与被描述物质对象之间的严格逻辑自洽,以及不同形式系统之间的严格逻辑自洽。当然,对于以围绕“逻辑自洽性”原则为核心的一切合理的陈述系统必然和必须具有的这些彼此互为依赖的形式特征更无从谈起	形式系统中的任何一个概念,必须借助“形式语言”加以“抽象”认定。当然,抽象认定的概念只能逻辑地定义于特定理想化物质对象之上,且与物理真实存在永恒差异	总不可能事先成功地构造一种对被描述物质对象所作的理想化认定。人们只能通过各种各样的物理学实验,试探性地对物质对象自身蕴含的基本抽象特征进行探索。但是,存在两种性质完全不同,但是又相辅相成的研究过程:首先,针对物质对象所作的探索性研究,以达到为这个特定物质对象构造理想化定义的目的;而另一个则是在此基础上构造仅仅属于这个特定理想化物质对象的形式系统,以表现该理想化物质对象共性特征。例如,“对称性”分析通常只属于探索性分析的范畴。
	独立性		在某一形式表述系统中,所有物理学陈述必须具有独立性。例如,粒子系统相对于某一人为设定的点,可以构造动量矩定理。但它仅仅是动量定理的逻辑推论,不具独立意义	因此,在构造形式表述系统时,不仅仅那些借助修正概念的内涵或者篡改陈述语言而杜撰的形形色色的“第一性原理”完全荒悖,而且,在自然科学中根本没有那些并不真正聪慧的智者“直觉和顿悟”的地位。人们永远不能说出比自然本身更多的东西,那些凭借实验研究得以证实的经验事实才可能始终处于真正的前提性地位
	确定性		一切人为构造的概念与其希望描述的物质对象存在永恒差距。随着被描述物质对象的不同,相关的形式表述系统也不同。但是,作为人为定义的“概念”必须具有恒定不变的内涵。这样,才可能保证语言系统必须遵循的“无歧义”前提,当然,也才可能保证不同的科学陈述始终处于无矛盾之中	
	完备性		对于自然科学中任何一个恰当形式表述系统,其完备性本质上表现为“内外”两个不同方面: 1. 对于物质对象所作“理想化”认定本身,实际上构造了一个相关的有限论域。但是,局限于有限论域,形式系统具有表现其中“所有物理真实”的能力,并且,相关描述在形式上必须是完整的; 2. 任何物质集合总承受其他物质集合的作用,或者说,任何物质集合不可能“孤立”存在。因此,形式系统不仅仅需要定义在特定物质对象之上,还需要与将对其发生主要作用理想化物质环境构成逻辑关联,并且形式地表现出来	
	有限性		既然形式系统,以及形式系统中的所有概念都抽象存在,逻辑地隶属于被描述的理想化物质对象。那么,建立在理想化物质对象之上的形式系统必然仅仅具有“有限真实”性,并且,也仅仅存在于“有限论域”之中	

6.3.2 最小能量原理的普遍意义和量子力学形式系统

实际上,定义于任何一个特定物质对象之上的“状态空间”,构造了对这个理想化物质对象的一种形式认定。因此,一旦微观粒子状态空间得以形式地确定,那么,用以表现这个特定理想化物质对象运动规律的形式系统也就自然地形成了。

命题	经典表述	重新认识	一般分析
量子力学的状态空间	在经典量子力学中,借助 Hilbert 空间中矢量所表述的“态”函数被定义在经典力学粒子系统的状态空间之中,即 $(x,p)\in \text{classical mechanics}$ 从而本质地出现了该状态空间太小无法表示量子力学中粒子系统“更为复杂”状态的前提性悖论	对于量子力学所研究的粒子系统,经典力学关于粒子系统所构造的状态空间已经不足以刻画相关的物理真实。以物理学实验为基础,相应构造了一个新的状态空间 $(x,p,\chi,\cdots)\in \text{quantum mechanics}$ 自然存在 $(x,p,\chi,\cdots)\supset (x,p)$ 可以用新状态空间描述量子力学所研究的粒子系统	不难发现量子力学的经典表述与重新构造的量子力学体系之间存在以下基本差别: 1. 经典表述的基础是“第一性原理”,完全源于人们的主观意识;而作为修正表述前提的是被描述的物质对象,整个形式表述系统成为对粒子系统理想化认定的逻辑必然;
量子约束	对于通常所说的量子作用,相应存在一个仍然定义于连续空间之中,被称之为 Heisenberg 不确定关系的表述 $\Delta x\Delta p\geq \hbar, \Delta\phi\Delta L\geq \hbar, \Delta t\Delta E\geq \hbar$ 并且,最终将其归结为与粒子系统自身没有本质关联的“测量”影响	由于量子作用的客观存在,当粒子系统经历量子作用,从某一个已知的始态变化到另一个未知的终态时,相关状态参量的变化需要满足 $\Delta x\Delta p\geq \lambda\hbar, \Delta\phi\Delta L\geq \lambda\hbar, \Delta t\Delta E\geq \lambda\hbar$ 将这种“物理实在”称为量子约束	2. 除了对描述粒子系统做出前提性理想化认定以外,修正表述没有再提出任何人为概念,而且粒子系统的理想化认定仍然根源于粒子系统自身;
最小能量原理的客观性基础与相关限制	在量子力学的经典陈述中,虽然也笼统地接受“最小作用原理”,或者在某些特定条件下与其等价的“最小能量原理”所具有的一般意义,乃至通过一个并不准确的数学证明,试图赋予 Schrödinger 方程与能量极值原理等价意义,但是,最小作用原理并不拥有实际的基础地位。某些量子力学著述甚至指出:最小作用原理隐含着某种“主观”认定,而对称性分析则不然,能够在更深刻层次上反映物理规律的一般特征	接受“最小作用原理”拥有的普遍意义,其思维基础在于:对物质世界必然独立于人们的主观意识,或者独立于任何形式“第一性原理”的一种客观性原则的确认。自存的物质世界为什么不按照一种“最有效”方式或者最小的代价实现属于自己的运动呢? 最小能量原理与最小作用原理保持本质一致,其差别仅仅在于:当最小作用原理中的“作用量”能够借助状态参量表述的时候,则退化为最小能量原理	3. 经典表述必须借助不断修改概念的内涵而得以存在,但是,在修正表述中的所有概念、形式量仍然可以用于其他物理学陈述。一切差异仅仅由于被描述物质对象自身的差异;
量子力学的形式系统	在形式上,是仍然定义于经典力学状态空间之中,以连续可微为存在条件,由 Schrödinger 凭借想像构造出一个以“第一性原理”为基础的波动方程 $(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}-\hat{H}) \Psi\rangle=0$ 但是,不仅与被描述的离散的物理真实不相容,而且也从来没有真正按照赋予这个表述的数学内涵作过计算	对于由量子力学重新构造状态空间 $(x,p,\chi,\cdots)\supset (x,p)$ 所定义的粒子系统,如果经历了某种量子作用,那么,相应满足量子约束 $\Delta x\Delta p\geq \lambda\hbar, \Delta\phi\Delta L\geq \lambda\hbar, \Delta t\Delta E\geq \lambda\hbar$ 的同时,该粒子系统最终状态的“统计表述”中满足最小作用原理 $\text{Min}_\chi E(x,p,\chi,\cdots)$ 成为该粒子系统的最可几状态	4. 经典表述不断改变概念内涵的同时,又不得不放弃逻辑相容性原则,公然允许矛盾的存在。其实,从用经典力学状态空间中的“态矢量”表现该状态空间所不能定义复杂现象之始,已显然处于矛盾之中

6.3.3 最小作用原理和量子力学路径积分的重新构造

使用借助“作用量”所构造的最小作用原理,替代必须使用“状态参数”表述的最小能量原理并不依赖某个智者的主观意志,而根本决定于需要描述的物理真实。与经典力学中的分析没有任何差异一样,当、且仅仅当粒子系统中的力学过程不能完全通过状态量加以形式表述的时候,必须引入最小作用原理。

命题	经典表述	重新认识	一般分析
过程量的独立意义	虽然,Feynman 大体认识到量子力学经典陈述中几乎明显存在的无理性,相应对其发起冲击,并且,构造了被人们称之为“重新发明量子力学”这样的命题。但是,Feynman 的认识仍然局限于“直觉意识”的层次,无力揭示量子力学由于建立在“第一性原理”之上,从而必然导致始终蕴含矛盾这样一个根本性的问题。 当然,Feynman 所构造的路径积分同样充满形式逻辑和物理理念的混乱,与此处所述的最小作用原理不可同日而语	量子力学的粒子系统被赋予更丰富的物理内涵,需要用“包容”经典力学状态空间的更大状态空间表示,即 $(x,p,\chi,\cdots)\supset(x,p)$ 以及附加了一个离散量子意识条件 $\Delta x\Delta p\geqslant\lambda\hbar,\Delta\phi\Delta L\geqslant\lambda\hbar,\Delta t\Delta E\geqslant\lambda\hbar$ 除此以外,仍然仿照经典力学或者逻辑相容于经典力学,构造粒子系统的 Lagrange 函数 $L=T-V+D;D\notin(x,p,\chi,\cdots)$ 其中,除了 T 和 V 仍为粒子系统的动能和势能以外,还存在一个不能为粒子系统的状况空间表述的函数 D 时,则该函数具有独立意义,还往往被称为“耗散”函数	可以发现,除了因为研究的“物质对象”以及需要描述的“物理真实”大大复杂了,需要对经典力学中的状态空间加以扩展,并且增加一个附加的离散量子约束条件以外,对于仅仅作作为“科学词汇”而存在的“基本概念”或者需要遵循的“基本原则”而言,在如何认定它们的本质方面,量子力学与经典力学“没有也绝对不允许”存在任何差别。
变分原理的一般表述		当存在独立的过程量函数,与经典力学相同,粒子系统的运动不能为最小能量原理描述,此时 $\left\{\begin{array}{l}\text{Min;Act.}(q_i,p_j,\chi_k)\\ \text{fine;}\Psi(x,p,t)\\ \text{s.t.}:\delta q_i\cdot\delta p_j=\lambda\hbar\delta(i,j)\\ \delta q_i,\delta p_j\in(-\infty,\infty)\end{array}\right.$ 其中 $\text{Act.}=\int_{t_1}^{t_2}L(q_i,p_j,t)dt$ 相应构造一个一般性的变分原理	当然,也正是科学理念的完全一致性以及不同形式表述之间的严格逻辑相容,才体现出人们真诚期待的“科学美”,或者那个曾经为 Einstein 同样真诚追求的“简单、统一、和谐”。但是,当 Einstein 将自然科学体系以“无矛盾性”为本质内涵的“统一、和谐”错置于“充满复杂性的无尽物质世界”之上,乃至最终不得不彻底放弃自然科学表述中的逻辑相容性,将数学严谨性称之为自欺欺人,充满逻辑混乱的时候,根本没有任何“美”可言
变分原理一般的能量退化表述形式		如果确信过程函数 D 的存在仅源于粒子系统某一个尚未为人们探知的特征量,那么,原则上可以通过相应对状态空间构造一种扩张 $(x,p,\chi)\Rightarrow(x,p,\chi,\zeta)$ 此时,借助作用量表述的一般性变分原理,可以重新演变为最小能量原理的形式	

6.3.4 量子力学论域的一般拓展途径

当研究的物理现象愈益复杂,乃至还需要考虑粒子系统所处“物质场”(不仅仅是电磁场的自身变化,以及在诸如电子双缝实验这样一些现象)中需要表现“外部物质环境”的变化,乃至诱因于外部环境重新发生某种变化时,原则上,仍然归结为如何为被描述的物质对象(包括“粒子系统”和“物质场”等)构造恰当的状态空间,并且,将这样一些作用加以形式表现的问题。面对无尽可能自然,当希望对自存于物质世界的形形色色的抽象同一性做出无矛盾的描述的时候,首先需要确认的始终是那个被描述的物质对象和相关物理真实。

[简单结论]

一旦将被描述的物质对象置于自然科学的前提性位置,彻底抛弃自然科学至今存在以对某一个人构造公式的无条件确认为全部推理基础的习惯性认定,那么正如人们看到的那样,自 Newton 建立于 17 世纪开始的整个现代自然科学必然将发生巨大的变化。其实,这种思维理念上发生的巨大变化,正是自 Newton、Maxwell、Bohr 等许许多多自然科学研究先行者所开拓理性思维的一种真正意义上的承继和深化。或者说,对于任何不愿意放弃科学研究理性原则的研究者,只要以一种诚实和严肃的态度认真学习,从而真正读懂他们的思想,那么,这种看似巨大的变化,恰恰是人类理性考虑得以逐步深化的逻辑必然。

数学并不能告诉前提以外的事实,它的全部内涵仅仅在于如何保证相关推理的严格逻辑相容。当然,作为数学家,他的天职也在于捍卫逻辑。但是,Hilbert 却似乎告诉人们这样一种技巧,只要赋予前提以“公理化假设”的“称谓”,那么,就可以回避或者根本无视前提中任何可能存在的矛盾。因此,如果说需要彻底批判 Einstein 无视逻辑给整个现代理论物理带来的混乱,那么,就逻辑思维自身而言,不得不彻底批判 Hilbert 以掩饰矛盾为本质的公理化思想。

可以想像,从自然科学研究的长远价值考虑,诚实或许远比智慧更为重要和根本。在面对认识困惑时,可以公开承认暂时无力解决矛盾,以提醒后继者继续做出努力,但是,绝对不允许掩饰或者否定矛盾。当然,对于许多不乏真诚的研究者,对矛盾的掩饰不妨视为一种软弱的无奈或者无知的善良。

参考文献

- [1] E·吕丁格尔·尼耳斯·玻尔集,卷 6,(量子物理学基础 I). 戈革译. 北京:科学出版社,1991
- [2] E·吕丁格尔·尼耳斯·玻尔集,卷 7,(量子物理学基础 II). 戈革译. 北京:科学出版社,1998
- [3] Parker S. P. 物理百科全书,北京:科学出版社,1998
- [4] 数学百科全书,第二卷,北京:科学出版社,1995
- [5] Ronald Lane Reese, University Physics, Brooks/Cole Publishing Company,2002
- [6] Frederick J. Keller, W. Edward Gettys, Malcolm J. Skove, Physics (Classical and Modern), Second Edi. McGraw-Hill Book Company,1992
- [7] P. A. M. Dirac, 物理学的方向. 张宜宗等译. 北京:科学出版社,1978
- [8] 喀兴林. 高等量子力学. 北京:高等教育出版社,1999
- [9] 尹鸿钧. 高等量子力学. 合肥:中国科学技术大学出版社,1999
- [10] 曾谨言. 量子力学,卷 1,2. 北京:科学出版社,2000

-
- [11] 曾谨言. 量子力学新进展. 北京:北京大学出版社,2000
 - [12] 汤川秀树. 经典物理学. 周成民译. 北京:科学出版社,1986
 - [13] 汤川秀树. 量子力学(I). 阎寒梅等译. 北京:科学出版社,1991
 - [14] Landau L. D. and Lifshitz E. M. Quantum mechanics, Beijing World Publishing Corporation,1999
 - [15] Greiner W. Quantum mechanics, an introduction, Third Edi. Springer,1994
 - [16] 关洪. 量子力学的基本概念,北京:高等教育出版社,1990
 - [17] 关洪. 量子力学基础,北京:高等教育出版社,2003
 - [18] 王正行. 量子力学原理. 北京:北京大学出版社,2003
 - [19] 陈滨. 分析动力学. 北京:北京大学出版社,1987

附录

自然科学体系面临“历史性和全局性” 梳理的重大课题

——兼论“相对论”的意识基础与建立“科学论证机制”探询

摘要:本文大体依照理论物理的结构特征,罗列 Newton 力学、Maxwell 电磁场理论乃至现代数学基础本身在基元概念上存在的一系列认识不当和逻辑混乱。并且指出,正是前提性概念的认识困惑与面对 Michelson-Morley 实验这样一个本质上过分平凡,而事实上又暂时无法解决的特定历史背景,才允许当年尚过分年轻的 Einstein 仅仅凭借“直觉和顿悟”,以默认“矛盾”和放弃“可解释性”为前提,构造了一种纯粹“宗教”意识上的相对论,最终造成现代人类在取得巨大技术进步的同时却陷入了认识论的一种空前逻辑混乱之中。人类对于物质世界的认识只能在“批判性继承和承继性批判”的历程中得以深化。其实,除了“语言革命”以外,相对论什么也没有告诉人们。因此,重新认识相对论的思维基础绝对不能局限于自身充满逻辑混乱的相对论本身,必须以一种诚实和严肃的态度追溯、探询、梳理和解决自然科学体系一系列基元概念上长期存在的认识不当,重新确立一切“有意义”的科学陈述必须严格遵循的“无矛盾性”原则。当然,为了最终能够达致一种“以理服人”的理性共识,还根本依赖于自然科学研究中的一种正常“科学论证”机制的有效建立。

关键词:物质,客观性,逻辑,无矛盾,历史性,全局性,梳理,科学批判

0. 引言

自然科学是研究“自存”物质世界的。因此,科学技术的进步本质上依赖于实践,依赖于实验技术和生产能力的提高,科学实践是人类理性认识之源。所有这一切,与数千年前还没有出现现代流体力学时人类就能够航海,及热力学只能出现于 17 世纪工业革命之后的所有历史真实保持一致。

另一方面,自然科学的研究对象既然是那个自存的物质世界,原则上人类不能说出比自然本身更多的东西,相反,人类的自然科学承担一种责任:使用统一的科学语言系统,以能够彼此“无矛盾”然而仅仅“有限真实”地去表现物质世界中某一个“理想化”部分自身蕴含的抽象同一性。事实上,像 Einstein 真诚期待的那样,能够从某一个优秀的数学公式出发,仅仅采用演绎逻辑的方法推得表现整个物质世界所有公式,不仅构成对自身充满差异的物质世界的“复杂性”构成逻辑否定,而且,从严格的形式逻辑考虑,任何逻辑推理永远不可能说出比“前提”更多的东西,除非是根本不讲逻辑的随意猜测。

事实上,Einstein 虽然以为构造“狭义相对论”的两条原理(光速不变原理和相对性原理)已经获得“经验事实”的强有力支持,但是当他同时不得不承认“它们在逻辑上却好像是互相矛盾”的时候,那么,恰恰决定于他所期待的“演绎逻辑”,建立在矛盾前提下的任何推论将始终充

满逻辑悖论。此外,当俄罗斯科学家 Landau 公然将理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人,当现代量子力学奠基人之一的 Heisenberg 诚实而无奈地承认“量子力学充满内在矛盾,只能打破一切通常的运动学概念,而代之以具体、由实验给出的一些数之间的关系”的时候,为什么能够将这样一些充满矛盾的陈述视之为“第一性原理”,而且,一旦否定了以“无矛盾性”为本质内涵的数学严谨性,又采用怎样的方式从这些第一性原理做出符合理性推断呢?^[1,2,3]

显然,源于且仅仅源于自然科学自身的“物质”基础,当现代自然科学以牺牲“逻辑相容性”为代价,降格为一种“具体的实验数据”系统时,这些系统并不难复现于与相关实验简单雷同的物理事实之中。但是,一旦面对若干简单现象交叉所构造的复杂系统时,由于作为科学语言基本元素的“概念”不再统一,整个认识体系必然陷入严重的逻辑混乱之中。事实上,为 20 世纪科学主流社会所倡导的“物理学几何化”倾向,由于根本混淆“时间和空间”、“坐标系和参照系”、“动力学过程和静态变化”等一系列基本概念,从而形成一种完全不当的认识导向。

但是,根据“历史唯物主义”的科学观,出现于 20 世纪自然科学研究中的空前认识混乱并不仅仅渊源于这个世纪的科学世界,而历史地渊源于自 Newton 力学体系建立以来基元概念中隐含的一系列细微认识不当没有真正得到解决的缘故。人类的认识只能在“承继性的批判和批判性的继承”中得以发展,在不当前提下进行的推理必然蕴含着巨大认识悖论。2 个、3 个甚至 4 个世纪以前的科学先行者,历史地局限于那个时代的数学物理水平,后人不能也不应该要求他们的认识不存在不当乃至错误。因此,现代科学世界承担一种历史责任:重新建立以“逻辑自治性”为基本判断原则的科学论证机制,对自 Newton 以来的自然科学体系进行一次“历史性和全局性”的梳理。并且,这样的理性梳理将持续存在于人类未来的历史进程之中。

与自存的物质世界不容分割一样,自然科学本质上同样是一个有机的整体,不同的科学分支本质地互相逻辑关联着。限于文章篇幅,只能以“叙述”的方式大致罗列相关的主要研究结果。关于这些结果较为完整的形式表述和简要说明,请参见笔者所著《自然科学体系的历史性和全局性梳理》一书,至于这些研究结果的具体数学推导以及物理诠释则参见笔者的其他论著^[4~11]。

1. Newton 力学体系中惯性系的“逻辑虚构”与“相对性原理”中的认识悖论

不仅仅对于 Newton 的经典力学,而且对于整个现代自然科学体系而言,最为本质的问题在于如何回答 Mach 最初提出的“到底何为惯性系”的质疑。事实上,惯性系建立在循环逻辑之上,并且,由于运动速度不具确定意义,使得包括“质能变换”在内的所有物理学陈述不具确定意义。

1.1 “相对性原理”错误导向与物质运动“客观性”的重新认识

作为目前物理学中的一个特定命题,“相对性原理”最初由法国科学家 Poincare 于 1904 年和 1908 年分两次提出。但是,不仅两种提法处于逻辑自悖之中,而且,两者中的任意一种都相应存在逻辑不当。

首先,作为一种目前被为人们普遍接受的一种直觉认识,物质的运动似乎仅仅具有相对意

义,绝对意义的运动并不存在。如果直接引用《McGraw-Hill 物理百科全书》在“运动”条目中的陈述则是:“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运动着,就称此系统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意义;由某一个观察者测得是静止的物质系统,对处于另一个参考系的观察者就可能是运动着的。”^[12]

事实上,特定物质集合自己的运动只能决定于物质集合自身,同样属于一种“客观”存在。随着某一个物理学陈述中物质主体得以明确确定,那么属于该物质主体的运动必然随之而得以唯一确定。物质自身完成的运动不同于观察者构造的不同观察性运动表象。如果进一步讲,观察者无以穷尽,但是,不同观察表象之间必然蕴含的某种确定逻辑关联正寓于物质运动自身的客观性。而且,作为一种有意义的物理学陈述,它的使命正在于如何从这些无以穷尽的“观察表象”之中揭示那个逻辑地隶属于特定“物质对象”自身的运动。

从一般思维理念考虑,“时间与空间”只是表现物质运动的工具,同属于科学陈述的语言范畴。或者说,只要承认 Newton 所说“时间和空间”独立存在,乃至类似于 Einstein 引入“相对论”之中一对“原时和钢尺”保持恒定不变这样一种过分平凡的事实,并且在能够将某一个特定物质对象视作标记为 m 的理想化“质点”时候,那么,与时间“参数” t 对应,对于包容该物质质点的“任意”一个“几何”空间 V ,其中必然存在

$$m, t \mapsto x(t), v(t) = \partial x / \partial t, : x, v \in V$$

显然,作为几何点集合构造的“几何”空间不存在时间坐标,这正是只能将时间 t 称之为“参数”的缘故。因此,定义在该几何空间之中的空间位置 x 以及位置的时间变化率 v ,逻辑地隶属于此处所述的物质对象。事实上,此时那个仅仅反映位置“变化”状况的速度 v ,所表现的只能是属于该“特定”物质对象自身的“绝对”运动。于是,“物质运动”被自然地赋予独立于其他观察者或者参照系的“客观性”内涵。

可以说,以往的问题仅仅在于:西方科学世界一直没有真正懂得如何摆脱“表象”认识中观察者的影响,从形形色色观察性表象中形式地揭示属于物质对象自身的“抽象”联系罢了。当然,也正因为此,在如何认识以及区分“坐标系、参照系、观察者”这样三个彼此完全不同基本概念方面,整个理论物理一直存在严重的认识紊乱,从而导致现代自然科学体系在认识基础出现的前提性不当^①。

1.2 相对运动、Newton 运动定律的重新诠释和“惯性系”的伪科学性

物质运动是客观的。但是,无尽的物质世界是一个整体,不同部分的物质总互相影响和作用地存在着。

因此,严格对应于或者更为准确地说是依赖于物质世界的这种“物理真实”,对于许多物理学所感兴趣的命题,往往并不总关心某一个“孤立”物质存在自身的绝对运动,而需要对“相互作用”中不同物质之间的运动以及它们之间的作用做出恰当表述。或者说,在任何涉及两个处于相互作用中“不同”特定物质对象的物理学陈述中,为了保证相关陈述的严格逻辑相容,不仅

^① 在论述物质运动的“客观性”的时候,需要以“物质存在”独立于人们“主观意志”为逻辑前提。于是,自然涉及“到底是什么是物质”这样一个为目前科学世界普遍关注的基本命题。关于这个更为基本命题较为深入的探讨请参见文献[11]中的相关陈述。

仅相互作用必须被逻辑地定义两个不同物质对象之间,而且与其相关的运动学描述也被自然地赋予了一种“相对性”意义。于是,在这样的特定物理学陈述中,相对运动完全不同于不同观察者构造的不同观察性描述,而被逻辑地赋予了特定“物质”内涵。当然,这也是“观察者”与“参照系”在物理内涵上的根本差异:观察者独立于物理学陈述实际描述的物质对象,是“主观”的,或者说是属于实验室技术操作的范畴;而被赋予确定物质内涵的参照系则完全决定于物理学陈述本身,是“客观”的,所表现的是自存于物质世界中的物理实在。

事实上,人们通常所说的 Newton 力学定律,本质上正是对于两个处于相互作用中物质的行为所做出的第一次理性描述。但是,正如《McGraw-Hill 物理百科全书》曾经大概指出的那样:由于“力”自身缺乏定义,Newton 第二定律被视为一个“运动定律”在逻辑上是完全不恰当的,当然也谈不上现代科学社会习惯津津乐道的“第一性原理”了,Newton 定律只不过是根据经验事实对“力——不同物质集合之间的相互作用”做出的形式定义。其实,也正因为是定义,这个形式表述必须被赋予“普适”意义。

但是,对于 Newton 定律的恰当认识仅仅到这个程度仍然没有真正达致完备。既然作为两个不同物体,例如 a 和 b 之间“力”的定义,Newton 运动定律的完整表述只能是

$$f_{a,b} = ma = m\partial v/\partial t \leftrightarrow f, a; \text{Action and Acceleration between } a \text{ and } b$$

这样,在赋予力 f 以完整物质意义的同时,加速度 a 也必须被逻辑地定义于“施力体”和“受力体”之间,否则必然出现逻辑歧义。于是,整个陈述被相应赋予了完整的物理内涵。

因此,与以上表述保持严格逻辑对应,如果相关形式表述系统只“显式”地出现某一个单独“受力体”的时候,那么,此时 Newton 力学定律的完整表述应该是

$$f = ma = m\partial v/\partial t \in S_{\text{phy.}}$$

这样,关于力所作的一个具有完整物理意义的物理学陈述,被形式地定义于“施力体”所张的几何空间 $S_{\text{phy.}}$ 之中。等价地说,形式系统得以定义的恰当“物理表述空间”不再是经典理论通常说的任意参照系,而被一个完整的物理学陈述赋予了特定的“物质”内涵。当然,也仅仅在这个关于“力”的物理学陈述具有“完整”物理内涵的时候,才可能完全独立于与物质对象无关的“观察者”或者无以穷尽的“惯性参照系”,相应被赋予了一切科学陈述所必需的“客观性”意义。

显然,当目前的整个自然科学只能借助惯性系定义惯性系的时候,它就是形式逻辑所说的“循环定义”,没有任何意义。当然,无以穷尽的“惯性系”存在,破坏了任何有意义科学陈述必须遵循的“单称性”要求,使得一切与运动学状态相关的物理量乃至几乎所有的物理学陈述不具意义。一个完全虚妄和无理的惯性系长期存在,是造成整个现代自然科学基础严重混乱的重要原因之一,必须把惯性系从所有自然科学陈述中彻底删除出去。

1.3 Galileo 小船中同一运动表象的重新认识与协变性原理蕴含的逻辑混乱

此处述及的是两个彼此关联然而本质上又完全不同的“独立”命题。

首先,在重新认识静止或者匀速运动中 Galileo 小船所表现的“同一化”运动表象时,需要注意两个问题。第一个问题是正如许多物理学著述往往特地提出的那样,并不是所有的运动学都相同,任何涉及“运动轨道、速度”的物理表象并不相同。这样,此处的同一化运动表象充其量只能称之为一种“单称性”的陈述。另一个问题,则似乎是文献[8]以前的物理学著述从来

没有提及的,如果从物理学基本理论考虑,即使那些人们所看到的同一化运动表象仍然只属于“条件存在”的范畴,是一系列真实存在的“物质”条件,使得“立于船舱的旅客以及即将落下的水滴具有与船一样的初速度”这样一些实实在在的物质原因,相应展现了“同一化”运动表象。因此,将这样一些仅仅“条件存在”的“单称性”陈述人为地上升为“无条件”和“全称性”的一般性陈述则完全不当,必然导致大量逻辑悖论的出现。

至于被现代物理学规定为物理学普遍原理的“协变性原理”并不同于 Galileo 最初的描述。它渊源于 Poincare 关于“相对性原理”(1904 年版本)的陈述:无论对于静止不动的观察者还是对于匀速运动着的观察者,物理现象的定律应当是相同的。但是,正如前面陈述已经指出 Poincare 关于“物质运动”的认识完全不当那样,关于“物理学规律”的理解同样是完全错误的。不仅仅存在无法对“静止”乃至“匀速运动”首先做出前提性界定的逻辑混乱,还否定了物质运动以及物理学定律自身蕴含的“客观性”物质基础。事实上,由于将独立于被描述物质客体的形形色色观察者不恰当地引入了以表现物质世界自身抽象关联的物理学陈述之中,在整个现代物理学陈述中长期造成“观察者”、“参照系”乃至“坐标系”这些最基本物理概念的认识混乱。

如果说前面已经提及“观察者”和“参照系”分别与不同操作者的“主观故意”和特定物理实在的“客观需求”相对应,两者存在根本差异,那么,坐标系与参照系同样属于两个完全不同的概念范畴。坐标系是纯粹的“几何”概念,属于人们可以“随意”选择的一种“表述”工具。但是,参照系是“物理学”中的基本概念,本质地决定于需要描述的物理真实。事实上据所有涉及“相互作用”的物理学陈述中,当某一个特定物质对象为形式系统所直接描述的同时,这个形式系统必然还与另一个不同的物质集合“隐式”地构造了某种确定的逻辑关联。当然,正是这个与特定物质对象相异的真实物质存在,构造了物理学通常所说参照系的“物质”基础。但是,从形式逻辑考虑,则需要以一个具有特定“物质内涵”的物理表述空间取代已经习惯使用的参照系概念,从而使得定义在这个特定几何空间中的形式系统不仅仅满足任何科学陈述所必需的“唯一性”要求,还被自然地赋予科学陈述同样必需的特定“物质”意义。与此同时,在这个被赋予特定物质内涵的特定几何空间之中,尽管存在“无以穷尽”人为选择的不同坐标系,但是定义在这个特定几何空间中的物理学陈述必须完全独立于不同坐标系的人为选择,以保证物理学陈述的客观性基础。当然,也正因为此,一切物理学陈述“可以并且必须”以独立于坐标系的“张量”形式加以表述。

因此,对于为 Poincare 最初提出的,被现代理论物理称为“协变性原理”的那个所谓物理学“普遍”原理,即“物理学定律需要在彼此匀速运动中参照系保持‘不变’或者满足某种‘协变性’的要求”的命题是一个完全错误的陈述。当然,如果更为准确地说则应该是:对于“协变性原理”以“无穷多”参照系存在作为该陈述得以存在的逻辑前提的基本认定,其本身就是一个充满认识混乱和逻辑混乱的错误命题。

事实上,即使不像《McGraw-Hill 物理百科全书》正确指出的那样,应该把 Newton 运动定律视为关于“力”的一种形式定义,而仍然暂时认作是物理学的基本定律,那么,也只是由于该形式表述的力仅仅决定于物质对象的加速度,才可能出现整个形式系统与速度自身的大小无关这样一个过分简单的逻辑推论。这个自然的逻辑推论不仅仅与 Galileo 发表于 17 世纪 30 年代的陈述毫无逻辑关联,而且把这样一个仅仅属于 Newton 力学定理的“单称性”陈述无限扩大,相应拓展成一种纯粹形而上学意义上的普适性原理,无论从物理理念还是从形式逻辑的角度考虑都是完全错误的。

正因为此,即使暂时不考虑Maxwell方程自身存在一系列物理和数学不当以及如何为这个经典理论体系重新提供恰当数学表述的问题,完全仿照 Newton 公式的“个性”特征要求 Maxwell 方程组满足一个所谓的“协变性”原理同样是完全无理的。事实上,理论物理中的 Lorentz 变换由于存在非线性因子,不可能构成一个“自封闭”的群。也就是说,当参照系连续两次发生变换的时候,那个为人们强加的“协变性”要求自然无法得以满足。

毋庸置疑,从现代自然科学的整个哲学基础和逻辑基础考虑,仍然是需要如何回答 Mach 最初提出“到底何为惯性系”的置疑,彻底澄清在“观察者、参照系与坐标系”这样一些最基元概念上长期存在的认识混乱。在一个自身严重认识混乱的思维基础之上再进行推理没有任何意义。当然,这也是当代西方科学世界一方面鼓吹形形色色第一性原理,另一方面又公然否认逻辑的根本原因。

1.4 物质世界“非对称性”和物理世界“对称性”的辩证统一关联

若干年前,一位华裔 Nobel 奖获得者曾经著文,将“物质世界的非对称性和物理世界中对称性之间的矛盾”称之为 21 世纪科学世界所面对四大难题中的第一难题。无疑,与某些学者曲意夸张科学的“神秘性”和渲染“宗教情结”,从而让人们完全放弃科学研究必需的独立意识完全相反,能够诚实指出这个矛盾的真实存在十分不容易,具有一种深远的启示意义。无论提出者主观上是否愿意或者是否自觉地形成一种自觉的理性意识,但是,这一质疑本身已经对于目前科学主流社会一方面容忍和默许形形色色“矛盾”陈述的存在,另一方面却对某一个数学表述“无条件”地“无穷”真理化乃至上升为所谓“第一性原理”的普遍认识反常构成严峻挑战。

自存和无尽的物质世界始终充满差异和复杂性。这样,在原则上,物质世界根本没有对称性可言,永远不可能服从某一个“同一化”的形式表述。但是,对于人为构造的自然科学体系则不然。任何一个形式系统必然蕴含着某种规律或者特定形式的不变性,从而在一般性意义上逻辑地对应着简单、重复、同一和对称性。于是,在本质上,任何形式系统对物质世界普遍存在的差异和复杂性自然地构造了一种逻辑否定。或者等价地说,形式系统必然永恒差异于那个被描述的物质世界。当然,在自然科学研究中,完全谈不上任何形式的“第一性原理”的存在。

但是,同样根本依赖于“自存”物质世界独立于人们主观意志这样一个“客观性”原则,对于处于某特定环境之下的某一个特定的物质集合而言,它几乎总存在使自己的存在状态或者运动状态以一种“最有效化”方式而出现的“自发”倾向。因此,一旦合理地舍弃那些虽然真实但是却相对影响甚微的差异,那么,物质世界展现给人们的却往往正是不同形式的对称性和规律。这样,可以合理地指出,自然科学的任务正在于如何揭示不同“理想化”特定物质存在相应于不同“理想化”特定物质环境所展现的不同共性特征或抽象联系。当然,任何形式系统只可能具有有限真实性,相应存在有限论域,必须以对物质对象的某种“理想化”假设作为形式系统得以存在的逻辑前提。

不仅如此,随着对于物质世界研究的愈益深刻化,需要面对物质世界中许许多多“未知”成分的时候,人们总可以借助形形色色的“对称性”分析,探索那些不能为一系列简单对称性所描述的“复杂”结构。于是,物理世界“对称性”所展现的简单同一性与物质世界“非对称性”自然蕴含的复杂性成为“互为依赖”和“辩证统一”的对立面,伴随于人类探索物质世界的整个历史进程。当然,也正是在这个意义上,可以理性地指出:非对称总是普遍和真实的,而对称性只是

特殊和有条件存在的。不仅“宇称不守恒”本质上只不过是一种过分平凡的事实,而且,更为根本的是,与“平移”和“转动”对称形成逻辑关联的“动量”和“动量矩”守恒仍然只能条件存在和仅仅具有有限真实性。因此,无视针对物质对象所构造的“理想化”逻辑前提,将对称性绝对化,同样反映了认识论中存在的一种逻辑错置,最终只能将自然科学引入放弃逻辑的严重混乱之中。

2. Maxwell 经典电磁场理论体系的重新认识

诞生于 19 世纪中叶的 Maxwell 电磁场理论,通常被划分为理论物理中与 Newton 力学平行的另一个重要分支,它们同样成为构筑现代物质文明的重要基础。但是,这个经典理论远不像许多习惯的过分溢美之辞所述的那样完备,无论是数学表述还是物理理念都存在大量的问题需要修正或者加以进一步完善。

事实上,人类的认识总处于螺旋式上升的历程之中。一个半世纪前,进行“场分析”的数学工具尚没有建立,人们关于物质的存在形式和运动形式的认识也远未达到现在这样深刻的程度。因此,经典电磁场理论中如果不存在一系列的认识不足、不当乃至错误恰恰是难以接受和不可想像的。事实上,这些问题的大量存在,不仅进一步验证了“历史唯物主义”所阐明科学认识观,而且澄清和梳理经典电磁场理论中的许多认识困惑自然成为重新认识相对论和量子力学的理性基础。

2.1 Maxwell 经典电磁场理论体系中大量存在的逻辑不当

在 Newton 力学中,需要的形式逻辑相对较为简单,相伴而生留待后人进一步完善的初等微积分。与其不同,Maxwell 理论体系中的数学形式较为复杂。虽然也可以说因电磁场理论而催生了“多元”微积分,即“场”分析,但是它遗留下太多至今尚没有真正解决的数学问题。事实上,不仅仅作为对于场分析中基本方程之一的双旋度 Poisson 方程,它的数学理论一直没有得到真正解决,而且,正如某些学者已经正确指出的那样:“Maxwell 所提出的关于电磁场的统一方程组实际上是无法求解的”。^①

与大量数学问题没有解决相对应,在物理学的基本理念上同样存在许许多多没有解决的认识困惑。诸如:该经典理论体系自变量和因变量中的独立标量数明显不同,为什么会出现这样一种反常情况呢?运动中电荷能够激发电场,但是当经典理论将电流定义为运动电荷的时候,为什么处于“恒定”状态的电流却不能激发电场呢?如果说 Maxwell 作为人为假设而引入的“位移电流”对于整个形式系统的构造是必须的,那么,这个不容省却的物理实在中到底真实蕴含着怎么样的物理内涵呢?……

当然,还需要指出,由于经典电磁场理论体系的立论前提存在认识不当,整个形式表述几

^① 在宋文森先生及其合作者所著《电磁波基本方程组》(科学出版社,2003)一书中,著者明确提出了 Maxwell 方程组不能求解的论断。应该说,能够指出这一事实本身就是一件相当不容易的事情。但是,十分可惜的是,对于这个方程组为什么在数学上不能求解以及怎样为其构造替代方程,还有与其相关的一系列物理概念需要如何重新澄清的许多基础性问题,该著述没有能够继续作进一步较为深刻的探讨。

乎“到处”存在逻辑不自洽的问题,不仅仅破坏了演绎逻辑必须的数学严谨性,而且相应造成一系列物理概念的认识混乱。同样,这正是包括“相对论”和“量子力学”的现代理论物理,在陷入一种过分简单“形而上学”和只能求助于“宗教情结”一种奇异结合的同时,却不得不公然放弃逻辑的根本原因。

此处,仅仅不加证明地列出某些主要的修正结果。

(1) Maxwell 方程组的形式表述

如果仍然沿用电荷 ρ 和电流 $\mathbf{J}$ 作为自变量,而因变量定义为电场 $\mathbf{E}$ 和磁场 $\mathbf{B}$ 这样一种习惯表述形式,Maxwell 方程组需要做出如下修正:

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\epsilon \\ \nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B}/\partial t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu \mathbf{J} + \partial \mathbf{E}/(\epsilon^2 \partial t) \end{array} \right. \in R^3 \quad \rightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\epsilon \\ \nabla \times \mathbf{E} = \partial \mathbf{B}/\partial t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu \mathbf{J} - \partial \mathbf{E}/(\epsilon^2 \partial t) \end{array} \right. \in V; \text{extended from } (\rho, \mathbf{J}) \subset R^3$$

两者的主要差别在于:形式表述中的两个“动态”变化项都相应出现了符号的变化;其次,在重新修正的形式表述中,习惯称作的“位移电流”不再像 Maxwell 最初仅仅作为一种纯粹“人为假设”而提出的形式量,而是严格推导而得,并且,所有形式量都拥有与其对应的物质内涵;当然,与经典表述依赖于虚幻的“惯性系”而定义,从而必然出现运动状态的不确定性不同,修正表述需要定义在某一个被赋予特定物质内涵的几何空间之中,相应不再存在与运动状态相关的物理量不具确定性的问题。但是,除了自变量集合 $(\rho, \mathbf{J})$ 与因变量集合 $(\mathbf{E}, \mathbf{B})$ 由于“独立”标量分量的数目不同依然处于“前提性”的逻辑不相容之中以外,对于相关形式表述不可能构造可以求得“唯一解”的一个数学上恰当“定解问题”的不正常状况,同样没有得到解决。

(2) 独立电荷分布激发的电磁场

在物理学实验中,独立电荷的存在属于一种物理真实。因此,与独立电荷存在的物理实在一致,对于给定电荷集合 $\rho(x)$ 所激发的电磁场,一个相关的完整数学表述“必须”要地修改为如下形式,即

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\epsilon \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -\epsilon \nabla^2 \phi = \rho \\ \epsilon \mathbf{n} \cdot \nabla \phi = \sigma(x), x \in \partial V \end{array} \right. \in V$$

表面上看,此处所述的形式变化属于经典理论早已使用的一个“平常”结果,因此,这种修正似乎没有任何本质意义。其实不然,关键在于:经典表述中的自变量 ρ 与因变量 $\mathbf{E}$ 之间不能保持逻辑自洽。或者说,习惯称作的物理量“电场 $\mathbf{E}$ ”本质上不能直接定义在由“电荷 ρ ”所激发的特定“物质场”之上。事实上,如果数学物理模型中的“泛定”微分方程本质地表现了“理想化”物质对象一种内在的“共性”特征,那么,特定边界条件则相应表现这个“同一化”物质对象具有的不同“个性”特征,仅仅两者保持逻辑相容,才可能构造一个完整的形式表述。

几乎可以相信:如果在那些相对较为简单问题上都放弃了形式逻辑所必须的严谨性,那么一旦面对较为复杂的物理现象时,相关思考只可能进一步陷入形形色色的逻辑混乱和认识混乱之中。

(3) 独立电流分布激发的“动态”电磁场

与静止电荷的“独立”存在一致,同样存在具有独立意义的“线圈”电流。实际上,经典电磁场理论正是根据相关经验事实所构造的形式表述系统。但是,对处于同时定义在“空间域”和

“时间域”中的动态电流分布 $\mathbf{J}(\mathbf{x}, t)$, 如何为其激发的“动态”电磁场相应构造一个“恰当”数学物理模型的问题其实至今都没有解决。在这种情况下, 如果不特地写出通常意义的初始条件, 那么与“动态”电流分布保持严格逻辑相容, 一个关于同样被定义在“空间域”和“时间域”之中的矢量势函数 Ψ 的恰当数学表述形式(定解问题)应该是

$$\begin{cases} \nabla \times \nabla \times \Psi + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \mu_0 \mathbf{J} \\ \nabla \cdot \Psi = \mu_0 \int_V \frac{1}{r} \nabla \cdot \mathbf{J} dV \neq 0 \\ \mathbf{n} \times \nabla \times \Psi = \frac{1}{c^2} \mathbf{j} \end{cases}$$

此时, 不仅根本改变了经典理论中动态电磁场“泛定方程”与“定解条件”之间由于逻辑不相容而实际存在相关数学表述从来没有真正求解过的问题, 而且, 完全独立于针对“位移电流”所做出的任何“人为”假设, 而仅仅根据纯粹演绎逻辑, 这个重新构造的定解问题与经典 Maxwell 方程组中的那个经过修正的相关部分, 即

$$\mathbf{J}(\mathbf{x}, t) \ni \begin{cases} \nabla \times \mathbf{E} = \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \\ \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{cases}$$

保持严格逻辑相容, 其中, 电场 $\mathbf{E}$ 和磁场 $\mathbf{B}$ 完全决定于独立存在的矢量势 Ψ , 即

$$\begin{cases} \mathbf{E} = \partial \Psi / \partial t \\ \mathbf{B} = \nabla \times \Psi \end{cases}$$

并且在逻辑上, 形式量 $\mathbf{E}$ 和 $\mathbf{B}$ 并不真正隶属于“电磁场”这样一个特定的物质存在, 而只能定义在与其不同的另外两个“独立”物质存在, 即“实验电荷”和“实验电流”之上。

这样, 对应于经典电磁场理论的“有限”论域, 一个变化中的“动态”电磁场本质上仅仅源于那个同样处于变化之中的“动态”电流分布。当然, 自 19 世纪起通常以为变化中“电现象”和“磁现象”相互激发的习惯理念, 只能属于一种想象之中的不准确认识。

(4) 规范变换和规范场隐含的“伪科学”性

本质上由于与双旋度 Poisson 方程相关的一系列数学基础问题没有解决, 经典电磁场理论总是凭借两个“既没有数学证明又缺乏相关物理基础”的规范变换, 即所谓的 Lorentz 规范和 Coulomb 规范, 将“双旋度算子 $\nabla \times \nabla \times$ ”构造的波动方程“想当然”地变换为“Laplace 算子 ∇^2 ”所表述, 与相关边界条件无法匹配的一般波动方程。当然, 这正是 Maxwell 方程无法求解的根本原因。事实上, 与上述动态电流所激发的动态电磁场的数学表述一致, 动态电磁场势函数的散度

$$\nabla \cdot \Psi = \mu_0 \int_V \frac{1}{r} \nabla \cdot \mathbf{J} dV; \nabla \cdot \mathbf{J} \leftrightarrow -\frac{\partial \rho^*}{\partial t}$$

具有确定意义的物理内涵, 与动态电流 $\mathbf{J}$ 在空间一点处可能出现的电荷积累 ρ^* 保持一致, 从而进一步与“隐式”存在的电荷守恒定律严格逻辑相容。

同样, 因为没有认识到经典电磁场理论中人为提出“规范变换”本质蕴含的无理性, 所以以其为思维基础的所谓“规范场论”当然不可能获得成功。由不当前提出发的任何推理都没有意

义,无视前提中真实存在的矛盾当然只能称之为自欺。

(5) Lienard-Wiechert 势

由于基本方程在数学表述上存在的错误,经典理论中关于运动中带电粒子所激发电磁场的 Lienard-Wiechert 势纯属“拼凑”而得,相关的推导过程几乎没有任何数学可言。而且,即使对于不考虑边界的“无穷大域”特例,允许将双旋度算子构造的波动方程变换为 Laplace 算子所定义的一般波动方程,那么,仅仅根据“经典”的数学物理方程理论,相关积分表述也不可能单独定义在“空间域”,而需要同时定义于“时间域”和“空间域”之中,即

$$\frac{1}{\mu_0 e} \Psi(\mathbf{x}, t) = \int_0^t d\tau \int_{R^3} E v^* \delta[r - c(t - \tau)] dV$$

该式直接表现电磁扰动随着时间 t 的推延在空间域 V 中相应运动的物理真实。于是,除了经典电动力学中完全错误的 Lienard-Wiechert 势表述需要予以纠正以外,一个更为重要的事实还在于:以这个错误表达式的某个错误推论为依据否定 Bohr“朴素”量子论是毫无道理的。

2.2 能量分析的“一般性”意义

按照目前的一般认识,可以将 Coulomb 于 1777 年研究“静电场”视为现代电磁学研究的开始,而似乎应该将 Maxwell 于 1865 年发表他的第三篇论文相应构造了一个形式表述系统视为这个理论体系的最终完成。但是,如果重新审视这个横跨近一个世纪,反映许多科学先行者集体智慧和劳动的承继性发展历史过程,不难发现,在这样一些开拓性贡献中,如何为 Faraday 于 1831 年发现的电磁感应定律相应构造形式表述的问题或许最为困难,经历的时间也相对最为漫长。直到 1845 年才由德国物理学家 F. E. Neumann 提供了一个与现代认识大体一致的形式表述^[13]。

但是,不得不指出,无论从形式表述角度或者相关物理内涵的考虑,对于 Neumann 研究工作所做贡献的评价远不充分。表面上,Maxwell 整理 Neumann 的形式表述时似乎仅仅由于不应有的“细微”疏忽而最终出现“符号表述”不当。但是,如果联想到 Maxwell 将作用于电流元的 Ampere“力”公式誉为“科学中的最光辉成就之一”,甚至将 Ampere 称之为“电学中 Newton”的时候,那么可以断言:Maxwell 对于 Ampere 长期使用“力学分析”为什么不能为 Faraday 电磁感应定律提供相关定量表述的本质原因缺乏深刻理解。事实上,属于那个时代的认识不足至今仍然严重地存在着,现代科学世界并没有真正理性地意识到“能量分析”方法引入电磁场分析所蕴含根本意义和巨大价值。

在自然科学研究中,“概念”属于“语言系统”中的基元语汇。尽管“概念”始终差异于那个被描述的物质世界,但是,概念必须被赋予不变的物理内涵和形式意义,否则一切科学陈述由于科学语言自身的混乱而失去存在意义。在现代自然科学体系中,粒子和场,同属于对物质“存在形式”两种极端的“理想化”认定。场的本质内涵在于它的“无质、无形”,场没有真正属于自身的几何,自然地充满相关的整个“几何域”之中。因此,无论就形式逻辑还是就物理内涵而言,像目前理论物理习惯所作的那样,将“力、动量”等一切必须以“质量”以及“空间位移”的前提性存在为基础的物理量随意定义在“场”这样一种特定物质存在形式之上显然完全不当。当然,这同样正是 Ampere 的动力学分析历经十余年,为 Faraday 电磁感应定律构造相关数学表述始终不能获得成功的根本原因。

但是,根据“经验”的能量转换和守恒定律,对于不同的物质存在形式,虽然它们相应存在的运动形式不同,但是,作为运动“能量”度量的“能量”却可能相互转换并且在运动形式的转换过程中保持总量不变。因此,能量分析具有一般性意义。当然,这也是现代量子力学几乎“本能”地在使用能量分析的根本原因。

2.3 物质世界“不可分割性”以及形式系统“完备性”和“有限论域”的辩证统一

随着研究物质对象的不同,相关形式系统必然表现出相当大的差异。但是,对于不同理论体系存在的不足,仍然显示出许多共性特征。事实上,当前面的分析指出 Newton 力学公式原则上只不过是对两个由“力”关联起来并且处于“相对运动”中两个物体所作的一种理性描述,因此经典 Newton 力学必须彻底摆脱建立在“循环逻辑”之上的“惯性系”所构造认识困惑的时候,人们同样需要认识到,电磁场理论所描述的“电磁作用”既然还是一种作用,那么它必须定义在不同的带电物质集合之间,从而摆脱经典理论同样渊源于虚妄惯性系的困惑,相应赋予整个形式系统的“表述空间”以确定的物质意义。

自然科学所研究的物质世界其实是一个“不可分割”的整体,物质世界的不同部分彼此关联地相互作用着和互为依赖地存在着。只不过限于人类的有限表现能力,不可能对无限物质世界做出无所不包的描述。于是,在人们构造的某一个特定的理论体系之中,那个感兴趣的特定物质集合才被“人为”地列为确定的研究对象。因此,根本归咎为物质世界自身不可分割的“整体性”特征,并不因为人们仅仅对某一个“特定”物质对象感兴趣,就可以否定其他物质存在对这个特定物质对象真实存在的作用和影响。事实上,热力学理论中的“孤立系统”即使能够“条件”存在,但是,这个物质系统的行为特征过分简单,并不足以引起人们的真正兴趣。

因此,对于自然科学体系中几乎所有的形式系统,不仅需要某一个“理想化”物质对象作为形式系统直接描述的“逻辑主体”,而且,整个形式系统还需要被逻辑地定义在与这个特定物质对象相异,并且与其发生主要作用的“理想化”物质环境之中,即

$$f(x, t) \in V_{\text{phy.}} : V_{\text{phy.}} \leftrightarrow \text{An Special Idealized Material Environment}$$

于是,在赋予整个形式表述以确定的“物质内涵”的同时,这个形式系统不仅自然地拥有形式系统必须满足的完备性和逻辑相容性,同时相应存在一个仅仅属于该形式系统的“有限”论域。当然,不仅仅由于 Maxwell 方程自身的数学错误,同样因为对此处所说的辩证统一缺乏理性认识,经典电磁场理论的能量分析相应存在许多认识不当。而且,在不得不放弃逻辑的同时,西方科学世界似乎从来不愿意自觉考虑“有限论域”这样的问题,总过分热衷于诸如怎样将“地磁场”的某些“个性”特征无穷外推至遥远的太空之中这种几乎不可能做出最终判断的论题。

3. Einstein 思想中的“神学”基础及其历史背景

应该说,除了数学处理中的许多不当以外,Newton 力学以及 Maxwell 电磁场理论中的问题,涉及到如何理性认识物质运动的“客观性”以及怎样给予物质运动以恰当的形式表述,和如何考虑物质世界自身蕴含的“整体”关联这样一些 Einstein 时代以前就真实存在,但是一直没有得到解决本质上涉及整个现代自然科学存在基础的基本问题。如果不是以现代科学世界所

倡导的“宗教情结”,而仅仅采取一种“平常心”或者反对一切为“认识矛盾”提供借口所必须的“批判”意识,重新审视 Einstein 曾经做出的工作,那么可以发现,除了以“拒绝可解释性”为逻辑前提,以“改变科学语言的语意”为本质内涵,以“科学宗教”为存在基础,自始至终充满逻辑混乱的“时空观”革命以外,其实什么也没有告诉人们,没有对 Newton 和 Maxwell 的经典理论提出任何具有实际内涵的批判。必须承认:演绎逻辑不可能讲出比前提更多的任何东西。物理学中目前普遍应用的“质能变换”关系从来没有也永远不可能从“相对论”演绎地推导出来。

事实上,如果真正摆脱“宗教情结”对“理性思维”的束缚,以“历史唯物主义”科学观重新审视历史,那么,可以做出一种近乎自然的理性判断:对于一个时年 26 岁的年轻人,尚自嘲自己只能“像布里丹的驴子,不能决定自己究竟该吃数学领域里的哪一堆干草”,仅仅凭借“Spinoza”式的科学激情,依赖于没有任何理性可信的“直觉和顿悟”去创造一个“想象”中能够“一个接着一个”给出推理的“精密公式”,却同时等待着别人为其构造所需要“数学”的时候,这样的年轻人当然根本不可能对经典理论中真实存在的不足、不当乃至错误提出任何严肃和中肯的批判。某些哲学家曾经不得不诚实指出“Einstein 的哲学思想却是庞杂、混乱和摇摆的”,或许可以更准确地说,Einstein 所做的一切充分表现了一个对于自然科学充满真诚、激情和憧憬的年轻人的过分幼稚和可笑。当然,普遍存在于现今科学世界中的“天才论”以及人们对“天才”一种真诚和善良的期待同样是幼稚和可笑的,极大危害人类自然科学的正常发展。从形式逻辑考虑,当 Einstein 在其所著的《什么是相对论?》一文中,将他说“逻辑上却好像是矛盾”的一对原理,即“光速不变原理和相对性原理”界定为整个陈述系统得以存在的“逻辑前提”的那个时刻起,这个只能建立在“矛盾”基础之上的陈述系统已经注定自始至终充满着形形色色的悖论和荒谬。

因此,从这个意义上可以说:除了解除“相对论”作为一种纯粹“神学”意识而强加于现代自然科学体系,从而构成对“理性”思维的束缚以外,这个充满矛盾的陈述系统又没有任何真正属于科学以内值得人们认真批判的东西。但是,将贯串于整个 20 世纪自然科学研究中以“否定逻辑”和“否定理性”为本质内涵的“神学化”问题全部归咎为 Einstein 一人,这样的做法同样极不公正。本质上,出现于“相对论”以及 20 世纪自然科学中的形形色色“反常”意识,只不过是积淀于整个现代自然科学基础中一系列认识不当在突然面对完全超出想象的一个崭新物质世界时的充分爆发,同样是 Newton 力学针对 Descartes“自然哲学”中“先验哲学”所做批判没有真正贯彻到底的逻辑必然。

当然,也正因为此,现代自然科学研究需要重树以捍卫“无矛盾性”为本质内涵的理性原则,以此作为科学争论和科学批判的唯一判断标准,提倡使用严肃科学语言的“真正”科学批判,对于产生“相对论”的历史背景以及存在于包括“数学”自身在内的种种反常意识进行严肃和认真的思考。

3.1 Michelson-Morley 实验的可解释性

本质上,存在本身就意味着合理性。或者说,只要某一个物理实在是真实的,那么,它必然也必须是可解释的。但是,正如至今所有合理自然科学研究实际表明的那样,自然科学不可或缺的可解释性,并不表示为物质世界的物理实在提供得以存在的真正原因。自然科学研究中的可解释性,其实仍然本质地同一于一切有意义的科学陈述需要遵循的“无矛盾性”准则。也

就是说,在对科学语言做出“无歧意”的认定前提之上,不同科学陈述之间必须严格遵循的“逻辑相容性”原则。因此,首先从哲学理念考虑,Einstein 轻易断言 Michelson-Morley 实验不具有可解释性就是完全错误的。

对于 Einstein 所说的一对“矛盾”真实,其中正如前面已经指出的那样,为 Poincare 最早提出的“相对性原理”仅仅属于一种“表象”认识,相应表现了相关思维理念的紊乱和不当;至于 Michelson-Morley 实验则属于一个过分平凡的物理真实。或者更为明确地说,只是由于 Maxwell 无力突破虚妄“惯性系”的思维限制以及没有认识到形式系统与物质基础之间必须的逻辑关联,从而提出“测量以太相对于地球运动速度”这样一个让那个时代科学世界陷入空前混乱的错误实验命题。

共性借助于个性表现,个性寓于共性之中。作为物理学中的通常概念,波泛指小扰动在物质场中的传播过程,波速属于物质场的“物性”参数。事实上,Einstein 所述“光速不变原理”中的三个命题,即真空中光速为一普适常数、光速与光源的运动状态无关以及光速与观察者的运动状况无关过分平凡,存在于“所有”物质场的扰动传播现象之中。例如,在人们考察机械波的时候,几乎任何一个一般的研究者都清楚这样一个过分平凡的事实:“波源”自身的运动和“波”的运动发生在两种完全不同的“物质存在”之上。也就是说,波源属于与“波动”赖以存在的“物质场”完全不同的另一个特定物体,波源的运动状态仅仅影响机械波的振幅与波形,与它所激发的扰动在物质场中的后续传播过程本质上没有直接的逻辑关联。

当然,同样仅仅因为包括光速在内的波速都属于物质场的“物性”参数,所以如果电磁场自身特征状态发生变化,那么相应出现“超光速、亚光速”等现象不仍然只是一种“过分平凡”的物理真实吗?令人不解的是,当某些实验工作者一方面以一种“晦涩”但是无疑期待能够引起巨大“轰动”效应的方式宣称发现“超光速”现象的同时,却似乎又“违心”地申明对“相对论”不构成任何冲突的时候,其实正源于没有认识到“光速不变现象”不过是一些平凡物理真实而已的缘故。群速本质上是一种技术概念,相应存在定义歧义,不能隶属于纯粹理论分析的范畴。因此,以群速为基础,对光速不变原理的肯定或者否定都没有任何意义。

或许可以相信:如果说经典热力学理论曾经为“理想气体”构造了一个较好的“声速”公式,那么目前关于电磁波“物质属性”方面的研究尚属于“起步”阶段。

3.2 Einstein 相对论大量蕴含的逻辑悖论及其神学本质

必须牢记,自然科学的本质任务在于如何从形形色色的不同“观察性”表象之中,寻找和揭示那个独立于不同“观察者”,而蕴含于特定物质对象自身,被赋予“客观性”基础的抽象关联。在一定意义上讲,Mach 最初针对 Newton 力学中“惯性系”所提具有重大意义的批判之所以没有获得成功,同样渊源于对这个“朴素”然而具有“本质意义”的基本认识缺乏深刻和稳定的理解。

当然,缺乏深厚科学基础的年轻 Einstein 根本不可能读懂 Mach 批判,不可能具有能力解决“理念”中无穷多个彼此处于“相对运动”中“惯性系”的存在,使得包括“质能变换”在内的一切与“运动学状态”相关的物理学陈述失去本质意义这样一个涉及整个现代自然科学能否合理存在的基础性问题。恰恰相反,为了构造一个想象中的“普适”真理体系,在 Einstein 的陈述系统中没有真正属于特定“物质对象”的合法地位,相反,形形色色的“观察者”却极其反常地扮演

了远比被研究的物质对象更为重要的角色。毫无疑问,观察者无以穷尽,并且原则上只属于“主观随意”认定的范畴。当然,一个必须依赖于“观察效应”得以存在的陈述系统,几乎必然随着观察者做出某种形式的“相反”观察而始终处于“逻辑自悖”之中。

经验证实永远是必须的,然而恒不充分,无以穷尽。事实上,当无视逻辑前提中大量真实存在的矛盾甚至容忍篡改或者随意地杜撰概念,那么,一个仅仅蜕化为“实验给出数之间的关系”陈述系统十分容易得到相同实验事实的验证,但是,这种重复出现的实验数据并没有本质意义。相反,任何一次“证伪”都足以成为对“伪科学”体系构成完全的逻辑否定。因此,当某些研究者诚实地指出“Einstein 企图从广义相对论出发消除‘时钟佯谬’的困惑”必然存在逻辑不当的事实本身,同样已经足以对整个“相对论”构成完全的逻辑否定。

此外,从形式逻辑考虑,当 Einstein 只能将整个“相对论”建立在一对“矛盾真实”之上,如果相关的后续推导没有逻辑不当,那么,前提中的“矛盾”自始至终存在于整个陈述系统之中;如果后续推导根本不在乎“逻辑”,那么,对于这个从头至尾无视矛盾乃至必然充满矛盾的陈述系统,又凭借着什么揭示它所期待的普适真理呢?再次重复指出,从来没有真正从“相对论”演绎地推导出“质能变换”关系。在 Einstein 提出“相对论”以前的许多年,已经出现与“质能变换”一致的实验结果。

事实上,演绎逻辑永远不可能说出比逻辑前提更多的东西,否则也不能称之为演绎逻辑。正因为此,自然科学中一切合理陈述自然也必须渊源于不同独立存在的经验事实。或者说,自然科学的任务同样在于如何使用“统一、无歧义”的科学语言,对一系列独立存在的经验事实做出彼此“无矛盾”的陈述。Einstein 基于毫无理性可言的“直觉和顿悟”而构造的“时空观”革命本质上属于“语言系统”革命,最终使整个科学陈述陷入前提性的矛盾之中。作为科学语言系统中的两个不同基本词汇,“时间和空间”相应表现完全不同的物理内涵,两者毫无共同之处。而且,这正如在同样是由 Einstein 自己引入的一对“原时和钢尺”之间,不可能进行任何形式的变换一样简单、自然和明了。当然,相对论只能依赖于“神学”而存在,而目前科学世界一再渲染的“宗教情结”,无非是剥夺人们独立思维,对 20 世纪自然科学体系形形色色矛盾进行批判的庇护所。

3.3 Lorentz 变换蕴含的“观察”效应

首先,Lorentz 变换不是一个群,不满足群必须满足的“封闭性”特征。当然,Lorentz 变换也根本不是 Lorentz 构建“电子论”时曾经以为的,运动中物体“长度收缩”和“时钟膨胀”这样一种蕴含于物质世界,独立于形形色色观察者的“客观性”特征。然而,Lorentz 变换可能具有的实际意义或者应用价值,恰恰在于 Einstein 最先引入的“观察”效应。

自然科学的本质使命在于揭示存在于物质世界自身的“客观”规律性。但是,自然科学同时需要服务于人类从事的不同科学实践活动。于是,在构造一个表现物质世界客观性规律的相关理论体系时,需要从形形色色“观察性”表象中努力剔除“观察者”的影响,以保留仅仅隶属于理想化物质对象自身蕴含的抽象规律性;但是在应用这些“客观”规律性于不同于具体的科学实践时,又需要重新引入“观察者(研究者)”,相应构造一个与客观规律保持逻辑相容的“观察性”表述。这样,同一问题的两个不同侧面,再一次辩证统一地存在于整个科学研究之中。

事实上,如果说 Einstein 的“相对论”客观上尚具有某种“实际”价值的话,那么,也仅仅在

于对那个本来“过分平凡”但是没有为 20 世纪初叶科学世界理性认识的“光速不变原理”一种纯粹“直觉和朴素”意义的理解之上,较为成功构造的一种“技术性”实验操作规范。当然,这也是 Lorentz 变换不可能成为一种“形而上学”或者根本无法构成“群”的根本原因。但是,这个完全违背了 Einstein 最初心愿的“单称性”技术存在规范,对于同样仅仅具有“单称性”特征的电磁信号测量却具有某种启示意义。

3.4 Einstein 世界图反思与科学表述的“客观性”和“有限真实性”的辩证统一

事实上,当年轻的 Einstein 笃信 Spinoza 式理想,以为无垠的大自然能够服从某一个特定数学公式,相应表现他所真诚期待的那种“简单、统一、和谐”的时候,不仅仅对充满“差异”的物质世界必然蕴含的“复杂性”构造了逻辑否定,而且,还由于放弃了科学陈述必须严格遵循的“无矛盾性”法则,使得人为构造的,相应只能“条件存在、有限真实”但是必须“简单、统一、和谐”的“自然科学”体系充满着矛盾,从而出现了人类认识史中一次空前的理性认识大倒退。

对于如下所示不难看出,Einstein 所提出的“世界图”模式正是这样一种反常认识的充分体现:

$$\begin{array}{c} \text{world point } x \leftrightarrow \text{event}_{\text{independent of any special material object}}, x \in R^4, R^{12} \\ \text{universally and unqualifidely} \\ \text{used in all the nature} \\ \longrightarrow \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{trans}(x_i) \in \text{Mink.}^4 \leftrightarrow x \in \text{inertial reference system} \\ \text{trans}(x_i) \in \text{Riem.}^4 \leftrightarrow x \in \text{non-inertial reference system} \end{array} \right. \end{array}$$

无疑,世界图的名称希望表达“无所不能、无所不包”的一种期待。也正因为此,在这个“普适”的真理体系之中,极其反常地没有属于被描述“物质集合”应该具有的地位,而代之以可以适用于“一切”物质对象的“事件”;另一方面,这个普适真理体系的具体表述形式却根本决定于一个至今没有定义的“惯性系”和“非惯性系”的人为选择。而且,即使不考虑诸如 Minkowski 空间并不因其称之为“伪 Euclid 空间”就可以不满足一切向量空间必须满足的“可加性”逻辑前提等太多逻辑悖论和思维荒谬,另一个“直观”意义上的前提性缺陷还在于:由于这个“时空”模式只能表现“始末事件”之间的最终变换“结果”,根本无力表现“始末事件”进行变换的具体“历程”(即使允许将其视之为“事件”链)”。因此,在原则上,这个所谓的“普适真理”充其量只隶属于“静态”分析的范畴。

如果同样希望为自然科学中的不同陈述系统相应构造一种具有“普适”意义的形式定义,那么,在如下所示的这个示意性表述中:

$$\begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{l} \text{material object} \\ \text{in a certain surround} \end{array} \right. \in \text{the real material world} \\ \text{formal definition} \\ \text{on the material existing in a special material environment} \\ \longrightarrow \\ \left\{ \begin{array}{l} f(T) \\ T \in S_{\text{ph}} \subset R^3 \end{array} \right. \stackrel{T; \text{ tensor independent of reference system}}{=} 0 \in \text{the idealized material} \end{array}$$

所有的一切恰恰与 Einstein 真诚期待的“无所不能、无所不在”的“普适真理”模式完全相反,它

告诉人们:自然科学中的任何一个形式系统仅仅具有有限真实性,逻辑地隶属于物质世界中某一个特定的“理想化”物质对象以及对其产生主要影响的“理想化”物质环境,并且,必须表现为独立于不同坐标系的“人为”选择的“张量”形式。

于是,如果说现代自然科学体系只能以“容忍矛盾”、“否定逻辑”以及鼓吹“第一性原理”作为其存在前提,那么,此处这个统一模式所坚持的则是“物质第一性”和“逻辑自洽性”两个并存的基本原则。一方面明确指出,任何形式系统得以存在的基础只能是“客观”存在的物质世界,是那个被人为略去某些细微影响的“理想化”物质对象;另一方面,在保持“语言系统”的纯洁性或者无歧义性,即反对一切“概念革命”的同时,必须保证形式系统与被描述理想化物质对象之间的严格逻辑自洽,保证建立在不同理想化物质对象之上的整个自然科学体系的严格逻辑相容。

正因为此,与期望那个充满差异和复杂性物质世界必须服从某一个“特定数学表述”形式却同时“否认数学严谨性”这样一种过分反常和幼稚,并且只能以“否定可解释性”为存在基础的“神学”意识相反,人们必须理性意识到,一切形式系统永远只能条件存在,且仅仅具有有限真实性,因此,必须彻底摒除本质上剥夺人们“理性”思维的形形色色“第一性原理”,自觉地重视和探索科学陈述的“逻辑前提”和“有限论域”等一系列基本问题。

4. 数学基础悖论以及“公理化思想”和“物理学几何化”的错误倾向

无视或者默许“矛盾”前提的存在,从某一个完全随意“人为假设”出发构造形式表述系统并不属于 Einstein 的首创,而是 20 世纪科学世界面对一系列重大认识困惑暂时无法解决时一种“自欺”式的共同选择。准确地说,对于建立在“约定论”基础之上的现代数学体自身,同样深刻面临着“逻辑不相容”问题的巨大挑战。

Cantor 于 19 世纪末所创建的集合论成为构造整个现代数学体系的基础。但是,不久就发现集合论悖论的问题。并且,由于在数学基础上人们通常所说三大逻辑悖论的前提性问题至今没有得到真正解决,相应出现数学基础“逻辑主义”、“直觉主义”和“形式主义”三种彼此互为否定的不同流派共存的反常情况。

其实,在自然科学发展历程中,发现某些认识不足或者认识困惑的存在,甚至由于暂时尚没有能力解决它们,但是却能够以一种“诚实”的态度宣示问题存在以留待后人的进一步研究,那么,这一事实本身仍然应该被视为深化人类认识过程中的一种进步。由于看到理论物理中大量矛盾的真实存在,Landau 将目前理论物理中的数学严谨性公开称之为“自欺欺人”,无疑这同样表现了一种难能可贵的诚实。但是,如果将矛盾的存在视之为理所当然,甚至仅仅因为“承认矛盾”从而赋予矛盾的存在以“合法”地位,则成为一种纯粹“自欺”。其实,由 Hilbert 所倡导的“公理化”思想就属于后者,它对 20 世纪的整个自然科学研究产生了极其恶劣的影响。

最能反映 Hilbert 真正纯粹“自欺”式思维结构的莫非就是他的名言:“可以用桌子、椅子、啤酒瓶代替几何学中的点、线、面”。但是,为什么仅仅因为冠以“公理化”这样一种纯粹人为赋予的称谓,就可以为这样一些明显“无理”的前提假设提供它们得以“合法”存在的理由呢?正是这样一种纯粹“自欺”的思想,不仅为“相对论”公开以“矛盾事实”为基础,为“量子力学”构建者无视形形色色前提性矛盾存在提供了“自欺”式的依据,而且同样为 20 世纪的“物理学几何化”思潮提供了基础。事实上,约定论者一方面公开容忍形形色色“矛盾”的前提性存在;另一

方面,却又灌输所谓的“宗教”情结,迫使人们彻底放弃科学批判的武器,仅仅因为某一个数学表述式称之为“第一性原理”,就必须轻信那个自存的物质世界能够服从由这个数学表述出发,并且仍然完全并不在意“数学严谨性”的推论。

无论从“形式逻辑”还是从“物理内涵”的角度考虑,几何学和物理学都属于两个完全不同的学科,讨论不同的基本科学命题。几何学中没有被赋予独立意义的时间坐标,不可能表现物理学需要描述的“动力学”过程。因此,随着物理学的几何化,将时间坐标并入“广义”的抽象几何空间之中,动力学过程分析也将自然地不复存在。

众所周知,数学上所说的“连续可微”条件十分苛刻。但是,现代微分几何总认为被研究的几何体能够“自动”地满足任意阶“连续可微”条件,进而可能用以表现“高维几何空间”在纯粹“抽象”意义上的“光滑、连续”特征。那么,这个用以描述高维光滑空间高度抽象特征的形式系统,为什么可以与到处充满差异的粒子世界构成逻辑对应呢?粒子世界的本质内涵在于“离散”及其内蕴的“差异”性,不可能存在一个“函数”以能够对物质世界做出“同一化”的描述,这样又何以谈得上这个自身不存在的函数还需要满足“任意连续可微”的基本前提呢?其实,一些认真和严肃的几何研究者早已提醒人们充分注意物质世界与微分几何之间存在前提性的本质差异。于是问题在于:逻辑推理的基础根本不存在,又何以迫使人们接受它的推论呢?

事实上,解决数学基础长期存在的逻辑悖论并不存在根本困难。数学基础逻辑悖论的要害,从哲学上讲,与东方哲学以“知之为知之,不知为不知”为代表充满辩证法的“相对真理观”相反,渊源于长期存在于西方科学世界追求“普适真理”的一种形而上学意义上的一元论;而从思维逻辑考虑,虽然古代的西方科学世界为开创形式逻辑做出了巨大的开拓性贡献,但是现代西方科学世界没有能够保持进行严格逻辑思维的习惯,以至于长期混淆了“逻辑”赋予“拥有(Possession)”和“隶属于(Subordination)”这样两种“谓词”的完全不同内涵。其实,即使被 Hilbert 称之为“公理化假设”的某一个“关系式”能够成为一种“合理”存在,那么,在逻辑上仍然需要依附于另一个“理想化”物质对象,而这个理想化的物质对象成为该关系式的“拥有者(或者哲学上的逻辑主体)”,从而赋予这个关系式以一种“实在”意义。事实上,当 Hilbert 赋予“公理化”假设以绝对“随意性”的同时,没有理性认识到任何关于“空间方位”的描述是绝对不可能定义在一种纯粹的几何点之上的。可以相信,没有确定“逻辑主体”的关系式不仅仅是“虚幻”的,而且几乎必然造成逻辑混乱。或者说,如果某一个关系式缺乏确定的逻辑主体,不仅仅这个关系式而且这个关系式中的形式量也本质地不存在。因此,在逻辑上,对于理想化关系式逻辑属体的理想化定义永远比关系式自身的定义更为基本。

其实,也仅仅因此,曾经强烈地批判 Hilbert“公理化主义”以“默许矛盾”为存在前提这样一种纯粹“自欺”本质的同时,作为数学基础“直觉主义”奠基人的 Brouwer,则与其相反,提出了必须以“构造性对象(Constructive Object)”作为数学研究的对象或者“初始对象”这样一种“直觉”意义上的认识。不难看出,Brouwer 所说的构造性对象,大体吻合于针对“物质对象”所做的一种“前提性理想化”认定,从而使得相关的形式系统只能“条件”存在,逻辑地隶属于这个特定的理想化物质对象。当然,十分遗憾的是 Brouwer 没有能够理性地认识到他的“直觉”意识恰恰本质地渊源于他希望否定的“逻辑”或者科学陈述必须的“逻辑相容性”法则。但是,与借助于某种“人为”构造的“称谓”而企图无视或者掩饰“矛盾”真实存在的“公理化主义”相比,能够诚实地承认矛盾的真实存在,以至于公开对逻辑提出怀疑的“直觉主义”恰恰极其难能可贵^[15]。

不难做出严格证明:对于现代自然科学体系中一系列被人们公认的所谓重大难题,几乎没有一个不相应地存在数学推导不当的问题。自然科学是一个整体,根本依赖于“经验事实”的积累,逻辑永远不能说出比“逻辑前提”更多的东西。也正因为此,一旦理性意识到“公理化主义”公开默认和允许“矛盾”存在本身就是对“数学本质”的一种背叛,并且,重新以一种“严肃和诚实”的态度对待数学基础的逻辑悖论,放弃在不当基础之上进行没有任何本质意义的“无穷”推理,那么,同样可以做出理性判断:建立在一个纯粹“自欺”的“约定论”基础之上现代数学体系自身,几乎必然大量存在“逻辑不自洽”问题。并且还可以相信,一旦真正理性意识到“逻辑前提、存在条件、有限论域”在一切科学陈述所具有的根本意义,那么,对于包括数学自身在内的整个自然科学体系中许许多多历史遗留下来的许多重大科学疑难都能够迎刃而解。

5. 结束语——彻底改变现代自然科学研究的“人文化”倾向和建立严肃和严格的“科学论证”机制

真正科学的,必然是自然的,最终容易为人们所理性接受,无需也不允许放弃一切科学陈述的必须遵循以“无矛盾性”为本质内涵的“可解释性”原则,无需也不允许将自然科学建立在形形色色“第一性原理”的“神学”基础之上。

此处,不妨引用现代哲学家对于科学世界在如何认识“矛盾”问题上所作的描述:“从传统上讲,找出一个矛盾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。但是,近来已经有人在探索和研究似乎能够容忍某些矛盾的逻辑系统。”^[16]

可以相信,哲学家们之所以对“矛盾——理性自毁”公然采取“退让”的态度,正是目前自然科学体系到处充斥“矛盾”现状的逻辑使然。于是,与纯粹主观主义的无约束“约定论”乃至“神学”意识一致,类似于“仁者见仁、智者见智”这样一些与自然科学本质上格格不入的“人文化”倾向,极其反常地屡见不鲜地出现于现代自然科学的形形色色陈述之中,对自然科学必须的严肃性构成极大亵渎。事实上,在现代科学主流社会无力处理一系列显然存在的矛盾认识,只能寄托于“第一性原理”而存在,并且,却将某些科学研究者个体无穷“神化”的同时,自然科学陈述实际上已经没有任何确定的判断标准。当然,这也是现代科学主流社会面对 Einstein 公然提出“直觉和顿悟”的“不可解释性”,将一对“矛盾真实”置于前提性地位从而使整个“相对论”自始至终充满逻辑混乱这样一些明显存在的“无理性”莫衷一是,最终只能将“相对论”和 Einstein 以及现代自然科学体系中那些同样以承认矛盾为前提的陈述系统置于“神坛”之上的缘故。

不得不诚实地指出,如果说东方人的思维往往过于谨慎乃至过于保守的话,那么,西方科学世界长期以来则一直存在另一种同样不良的思维痼疾:总不习惯或者更为准确地说是不愿意对某一个合理陈述明确做出一种限制,相反,往往喜好将一个“有限真实、条件存在”的“相对性”真理陈述无穷扩大,试图变成一个“无限真实、无需条件”的“普遍真理”陈述。当然,尽管西方科学世界对形式逻辑做出了许多开拓性的贡献,最终仍然正是他们不得不首先放弃逻辑,使得现代自然科学体系陷入了空前的哲学和逻辑混乱之中。

事实上,如果真正拒绝“自欺”,那么,绝对不是像 Landau 那样公然将理论物理中的数学严谨性称之为自欺欺人,而是需要诚实地意识到:矛盾的全部内涵仅仅在于“昭示”或者“隐含”某种“自否定”结构的存在。因此,无论对于哲学家所说的“传统”意识还是“现代”意识,一旦允许矛盾陈述的存在,则必然意味着对矛盾的“双方”或者矛盾中的“某一方”最终构成逻辑否定。

当然,绝对不会因为“时代”的发展,就会改变“矛盾等价于理智自毁”的本质。

人类的 20 世纪无疑属于一个过分反常的时期,技术高度发展向人们展现了一个过分复杂物质世界,这种复杂性使得人类的认识体系陷入公开容忍矛盾存在的空前认识反常之中。因此,如果说以“逻辑自洽性”为基本判断原则对整个现代自然科学体系所进行的一次历史性和全局性梳理,本质上构成对 20 世纪反常认识的挑战和冲击,那么还不如将其称为人类理性意识的重新回归。事实上,对于这样一个涉及现代自然科学体系认识基础的重大问题,真正的对话者只能是 Newton, Clausius, Maxwell, Bohr 等这样一些现代自然科学体系的构建者,相应可以使用的只能是科学的“元”语言:无歧义的基本概念和用以保证相关陈述严格无矛盾的形式逻辑。当然,在这种情况下,仅仅简单复述或者引用某某著名刊物乃至某位 Nobel 奖获得者的话语已经变得没有任何意义。事实上,这也正是在西方科学世界中诸如 Nature、Science、Physical Review 这些著名刊物中,尽管文章连篇累牍,但是充其量只属于 Heisenberg 所说“实验数据系统”的范畴,而对于“何为惯性系、为什么需要人为地引入位移电流”等许多跨越数个世纪众所周知的科学基础问题无能为力的缘故。

真正科学的必然严格逻辑自洽。因此,在人类面对格外复杂的物质世界时,必须重新检讨和严格规范科学陈述的科学语言,遵循科学陈述必须遵循的“无矛盾性”原则,正视、检讨和反思认识中一切真实存在的认识不足,为科学论述建立严肃和严格的科学论证机制,将现代自然科学从“神学”桎梏中解脱出来。

参考文献

- [1] 许良英,范岱年. 爱因斯坦文集,第一卷. 上海:商务印书馆,1976
- [2] Landau L. D. Lifshitz E. M. Course of theoretical physics, Vol. 3, p. XI, Butterworth Heinemann, 1999
- [3] Rudinger E. 尼尔斯·波尔集,第六卷. 北京:科学出版社,1991
- [4] 杨本洛. 自然科学体系梳理. 上海:上海交通大学出版社,2004
- [5] 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
- [6] 杨本洛. 流体运动经典分析. 北京:科学出版社,1996
- [7] 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
- [8] 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
- [9] 杨本洛. 湍流及理论流体力学的理性重构,宏观力学的哲学和数学反思(第 1 卷). 上海:上海交通大学出版社,2003
- [10] 杨本洛. 量子力学中的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. 上海:上海交通大学出版社,(将出版)
- [11] Yang Benluo. Reflection and reinterpretation on electromagnetic theory • Philosophical and mathematical examination of Maxwell's equations(待出版)
- [12] Parker S. P. Encyclopedia of Physics, McGraw-Hill Company, 1983
- [13] 陈秉乾,舒幼生,胡望雨. 电磁学专题研究. 北京:高等教育出版社,2001
- [14] Einstein A. How I created the theory of relativity, 1922 (Weart S. R., Phillips M. History of Physics, American Institute of Physics, New York 1985)
- [15] 本书编委会. 数学百科全书,第三卷. 北京:科学出版社,1997
- [16] 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