

四川省教育厅组织编写
主编 陈光 副主编 辜堪生

四川省研究生政治理论课统编教材

SICHUANSHENG YANJIUSHENG ZHENGZHI LILUN KE TONGBIAN JIAOCAI

自然辩证法

ZIRAN BIANZHENGFA GAILUN

概论

四川大学出版社



GAILUN

Ziran Bianzhengfa



责任编辑:刘 珺
责任校对:朱兰双
封面设计:罗 光
责任印制:李 平

图书在版编目(CIP)数据

自然辩证法概论 / 陈光主编. — 成都: 四川大学出版社, 2004.8

四川省研究生政治理论课统编教材

ISBN 7-5614-2866-9

I. 自... II. 陈... III. 自然辩证法概论—高等学校—教材 IV. N031

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 089209 号

书名 自然辩证法概论

主 编 陈 光
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
印 刷 成都宏明印刷厂
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 24.25
字 数 410 千字
版 次 2004 年 8 月第 1 版
印 次 2004 年 8 月第 1 次印刷
印 数 0 001~5 000 册
定 价 29.00 元

◆ 读者邮购本书, 请与本社发行科联系。电 话: 85408408/85401670/85408023 邮政编码: 610065

◆ 本社图书如有印装质量问题, 请寄回出版社调换。

◆ 网址: www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究
此书无本社防伪标识一律不准销售

目 录

绪 论	1
第一节 自然辩证法的对象、内容和性质	1
一、研究对象	1
二、学科内容	2
三、学科性质	4
第二节 自然辩证法与相近学科的关系	6
一、自然辩证法与自然哲学的关系	6
二、自然辩证法与西方科学哲学的关系	7
三、自然辩证法与科学学的关系	9
四、自然辩证法与自然科学的关系	10
第三节 自然辩证法的创立与发展	11
一、历史渊源	11
二、创立及意义	13
三、传播与发展	15
第四节 自然辩证法研究与中国现代化建设	17

第一篇 辩证唯物主义自然观

第一章 辩证唯物主义自然观的创立	23
第一节 古代自然科学与朴素辩证法自然观	23
一、古代自然科学	23
二、古代朴素辩证法自然观	29
第二节 近代自然科学与机械唯物主义自然观	34
一、16 世纪至 18 世纪前期的自然科学	34

二、16 世纪至 18 世纪前期的机械唯物主义自然观	36
第三节 18 世纪后期、19 世纪自然科学与辩证唯物主义自然观	39
一、18 世纪后期至 19 世纪的自然科学	40
二、辩证唯物主义自然观	50
第二章 辩证唯物主义自然观的发展：系统自然观	55
第一节 自然界的系统存在	55
一、物质联系的系统方式	56
二、自然界物质存在的系统特性	60
第二节 自然界系统的层次结构	64
一、层次结构的基本特征	64
二、自然界的基本层次	65
三、层次结构的联系与过渡	67
第三节 自然界的系统演化	71
一、自然界的演化过程	71
二、自然界演化的方向	73
第四节 自然界演化的规律性	77
一、矛盾是自然界运动与演化的根本动力	77
二、自然界演化的渐变与突变	81
三、自然界演化的周期性	83
第三章 辩证唯物主义自然观的发展：生态自然观	88
第一节 自然界是人类赖以生存的基础	89
一、人类是自然界长期进化的产物	89
二、人与自然界的相互关系	94
第二节 天然自然、人工自然和生态自然观	98
一、天然自然与人工自然	98
二、人工自然与天然自然的关系	99
三、生态自然观是解决人工自然和天然自然矛盾冲突的基本模式	101
第三节 可持续发展是人与自然协调发展的必由之路	103
一、人与自然协调发展的基本条件	103
二、人与自然协调发展的基本途径	107

第二篇 科学技术观

第四章 科学的本质和科学认识过程.....	113
第一节 科学的性质和特征.....	113
一、科学的本质特征.....	114
二、科学的体系结构.....	120
第二节 科学认识过程.....	125
一、科学事实.....	127
二、科学概念.....	128
三、科学定律.....	129
四、科学假说.....	131
五、科学理论.....	132
第三节 科学价值.....	134
一、科学的社会价值.....	134
二、科学的精神价值.....	137
第五章 技术的本质与结构.....	141
第一节 技术的本质与特征.....	141
一、技术.....	141
二、技术的基本特征.....	144
三、技术的二重性.....	146
第二节 技术发展的模式.....	146
一、技术发展的基本矛盾.....	146
二、技术发展的主要形式.....	148
三、技术发展的一般模式.....	149
第三节 技术要素与技术结构.....	153
一、技术要素.....	153
二、技术结构.....	154
第六章 技术价值与技术伦理.....	156
第一节 技术的价值.....	156
一、技术的价值负荷.....	156
二、技术的基本价值.....	159



三、技术的社会价值.....	161
第二节 技术伦理.....	165
一、技术伦理的产生.....	165
二、技术伦理的内容.....	166
三、技术伦理的重建.....	172
第三节 技术的社会形成和社会控制.....	175
一、技术的社会形成.....	175
二、技术的社会控制.....	178
第七章 技术创新与高技术产业化.....	184
第一节 技术创新.....	185
一、技术创新的概念、特征和分类.....	185
二、技术创新过程.....	190
三、科技创新、组织创新和制度创新.....	195
四、符合中国国情的创新战略.....	196
第二节 高技术产业化.....	198
一、高技术与高技术产业化.....	198
二、高技术产业化开发基地——科技园区.....	202
三、中国高技术产业与科技园区.....	204
第八章 科学技术与社会.....	210
第一节 科学技术的社会运行.....	211
一、科学技术社会运行的现代特点.....	211
二、科学技术社会运行的非均衡性.....	220
三、科学技术社会运行的保障系统.....	230
第二节 科学技术的社会建制.....	233
一、科学技术的体制化.....	234
二、科学技术的社会组织.....	237
三、科学技术的社会规范.....	239

第三篇 科学技术方法论

第九章 科学研究选题和科研方法的结构.....	243
第一节 科学问题和科研选题.....	243

一、科学问题.....	243
二、科研选题及步骤.....	252
三、科研选题的原则、方法和技巧.....	257
第二节 科学研究方法的结构.....	271
一、科学研究的一般过程.....	271
二、科学研究方法的层次.....	274
第十章 获取科学材料的方法.....	279
第一节 观察方法.....	279
一、观察方法的含义、分类和特点.....	279
二、观察方法的应用.....	283
第二节 实验方法.....	293
一、实验方法的含义、分类和特点.....	293
二、实验方法的应用.....	296
第三节 模型方法.....	304
一、模型方法的含义、分类和特点.....	304
二、模型方法的应用.....	308
第十一章 整理科学材料的方法.....	316
第一节 归纳方法.....	317
一、归纳方法的含义和特点.....	317
二、归纳方法的种类及其应用.....	319
第二节 类比方法.....	334
一、类比方法的含义、特点和分类.....	334
二、类比方法的应用.....	337
第三节 数学方法.....	339
一、数学方法的含义和特点.....	339
二、数学方法的类型.....	341
三、数学方法的应用.....	343
第十二章 建立科学理论的方法.....	346
第一节 科学假说的方法.....	346
一、科学假说的一般特征.....	346
二、科学假说的形成.....	348
三、科学假说的检验.....	352



第二节 演绎方法.....	357
一、演绎方法的逻辑形式.....	357
二、演绎方法的作用.....	358
三、演绎方法的局限性.....	359
第三节 系统科学方法.....	361
一、系统和系统科学.....	361
二、系统方法及其应用.....	365
三、应用系统方法的原则.....	370
参考文献.....	373
后 记.....	377

绪论

自然辩证法是哲学学科的重要组成部分，是人类对自然界和科学技术的本质及其发展的一般规律进行哲学概括所形成的学科，是人类认识自然和改造自然的方法论。自然辩证法是随着科学技术的发展而不断丰富和发展的与时俱进的理论体系。

第一节 自然辩证法的对象、内容和性质

一、研究对象

世界发展的历史，包括自然史和人类史。人类和人类的智慧是自然演化的结果。自从在自然界的发展中分化出人类以后，便开始了人类文明和人类社会的历史。而人类文明的进步和人类社会的变迁，归根结底又是在不断变革人与自然的的基础上实现的。在这一过程中，人类发展了认识与改造自然的科学和技术，也发展了认识和改造自然的世界观和方法论。

在唯物主义看来，“自然界是不依赖任何哲学而存在的，它是我们人类即自然界的产物本身赖以生长的基础，在自然界和人以外不存在任何东西”^①。在辩证法看来，“自然界的一切归根到底是辩证地而不是形而上学地发生的”，“辩证法的规律是自然界的实在的发展规

① 《马克思恩格斯选集》，第4卷，218页，北京：人民出版社，1972。



律，因而对于理论自然科学也是有效的。”“所谓客观辩证法是支配着整个自然界的，而所谓主观辩证法，即辩证的思维，不过是自然界中到处盛行的对立中的运动的反映而已。”^①

自然辩证法作为关于自然界以及人类认识与改造自然界的根本观点和根本方法，是在科学地解决人和自然界的矛盾的过程中产生和发展起来的，也是为合理地处理人和自然界的矛盾服务的。因此，它始终以人和自然界的关系作为贯穿其研究全过程的中心线索。在人和自然界的关系中，自然界处于客体的地位，是人类所要认识和改造的客观对象，也是决定人类认识和改造这个对象的全部活动之合理性的客观依据。人则是人和自然界的关系中的主体，是积极地变革这一关系的主动的方面，是认识与改造自然的能动的实践者。主体要反映和改变客体，人类要认识和改造自然界，还必须借助于科学技术这个中介。正是由于掌握了科学和技术，才使人类高于动物界，使人类与自然界的关系根本不同于动物与自然界的联系。

以马克思主义哲学的观点，从人和自然界的关系出发，来考察作为这一关系中的客体的自然界，作为这一关系中的主体的人的认识和实践活动，以及作为这一关系的中介的科学与技术，便构成了自然辩证法的三部分研究对象。自然辩证法所要研究和揭示的是：自然界存在和演化的一般规律，即自然界的辩证法；作为一种认识现象和社会现象的科学技术发生和发展的一般规律，即科学技术发展的辩证法；人类通过科学技术实践活动认识自然和改造自然的一般规律，即科学技术研究的辩证法。

二、学科内容

与自然辩证法的研究对象相适应，自然辩证法的学科内容也由三个部分组成：

第一，辩证唯物主义的自然观。自然观是人们对自然界的总体看法。辩证唯物主义自然观是马克思主义关于自然界的本质及其发展规律的根本观点。它旨在对自然界的存在方式、演化发展以及人和自然界的关系，做出唯物的同时又是辩证的说明。按照辩证唯物主义观点，辩证法是自然界固有的规律，要把它从自然界本身的存在和发展中抽象和阐发出来，就必须概括和总结各门实证自然科学已经取得的成果。现代自然科学的发展，尤其是 20 世纪中叶以来科

^① 《马克思恩格斯选集》，第 3 卷，42、485、534 页，北京：人民出版社，1972。

学认识的进步，为丰富和深化我们对自然界的哲学认识提供了现实的可能性。不过，要对现代自然科学成果做哲学概括，却是一件艰巨的工作。这不仅因为它所涉及的科学领域是如此庞大，而且因为科学本身也还处于如此激烈的变革过程中。但是，辩证唯物主义的自然观必须努力去做到这一点。

第二，辩证唯物主义的科学技术观。科学技术观是人们对科学技术的总体看法。辩证唯物主义科学技术观是马克思主义关于科学技术的本质及其发展规律的根本观点。按照辩证唯物主义的观点，辩证法既是人类认识和改造自然必须遵循的规律，也是发展科学技术必须遵循的规律，科学和技术无论是作为一种认识现象或者是作为一种社会现象，其自然的发展规律，都是唯物辩证法的普遍规律在科学技术发展中具体、生动的表现。20世纪以来，尤其是近几十年来，科学已发展为大科学，技术已发展到高技术，现代自然科学与现代技术的革命，一方面，使科学技术本身变成日益庞大的知识体系和日益复杂的社会建制；另一方面，科学技术的成果广泛地渗透到社会生产和人类生活的各个领域，急剧地改变着社会生产和人类生活的面貌。这就使人们不能不对科学技术的性质、科学技术的价值、科学技术的体系结构及其发展规律、科学技术与社会的互动以及科学、技术、经济、社会的协调发展等问题作更加深刻的反思。这些问题，都是辩证唯物主义科学技术观要加以研究和回答的。

第三，辩证唯物主义的科学技术方法论。科学技术方法论是人们对从事科学技术研究所运用的认识和实践方法的哲学概括。辩证唯物主义的科学技术方法论是马克思主义关于人类认识自然和改造自然的一般方法的理论。它以辩证唯物主义认识论为指导，在现代科学技术发展的水平上对各门科学技术的研究方法做出概括和总结，以历史和逻辑相统一的原则来理解科学技术方法的结构。科学活动起始于问题，选题之后是获取科学事实的感性阶段，科学材料必须通过科学抽象与科学思维阶段，才能形成科学假说与科学理论。

辩证唯物主义的自然观从人和自然界的关系到研究自然界，依据当代自然科学认识所取得的实证成果，阐明了自然界本身的辩证法在人的认识中的反映形式，体现了主观辩证法与客观辩证法的统一；辩证唯物主义的科学技术观从人和自然界的关系到研究科学技术作为一个相对独立的系统的发展，必然把人和自然界的关系的变革与科学技术的发展都如实地看成是在社会历史中开展的，必然把科学技术系统放回到整个社会大系统中去加以考察，从而阐明科学技术发展的辩证法，这又体现了自然观与社会历史观的统一；辩证唯物主义的科学技术方法论从人和自然界的关系到研究人对科学技术的认识和实践活动，

按照辩证唯物主义的世界观，在认识论和方法论的高度上，概括和总结科学技术研究过程的规律，阐明科学技术研究的辩证法，这体现了世界观和方法论的统一。有了自然界本身的辩证法，才有了人类认识与改造自然的辩证法以及科学技术发展的辩证法。这既是逻辑的必然性，也是历史发展的实际过程。在这一点上又体现了逻辑和历史的一致。自然辩证法的三部分科学内容，构成一个统一的有机整体。

自然辩证法的理论体系是统一的，它的科学内容又是开放的、不断丰富和发展着的。随着科学技术的进步，自然界的辩证法、科学技术发展的辩证法和科学技术研究的辩证法，越来越深刻也越来越清晰地体现在各门自然科学和各个技术领域的辩证内容、辩证方法和辩证发展中。辩证唯物主义自然观、科学技术观和科学技术方法论，还同许多相关学科，如自然史、科学史、技术史、科学学、技术学、创造学、科学技术社会学和科学技术管理等有着密切的联系。

三、学科性质

自然辩证法，就其学科性质而言，属于哲学门类。自然辩证法所要研究的，是自然界、人类认识与改造自然以及科学技术发展的一般规律，而不是自然界中某一特殊现象、人类认识与改造自然某一特殊过程或者科学技术某一特殊学科的特殊规律。而且，自然辩证法作为自然观、科学技术观和科学技术方法论，是在世界观、认识论和方法论的高度，从整体上来把握自然界、人类认识与改造自然的科学技术研究活动以及科学技术发展的一般规律的。这就使自然辩证法明显地区别于自然科学和技术的各门具体学科，具有哲学的性质。

在科学和哲学认识的层次上，自然辩证法在科学技术的具体学科与马克思主义哲学的普遍原理之间，处于一种中间的位置。自然辩证法研究的，只是存在于自然界中、人类认识与改造自然的科学技术研究活动中以及科学技术发展中的一般规律，而不像辩证唯物主义所研究的普遍规律那样具有最高的普适性和抽象性。这就使自然辩证法在各门科学技术的科学研究和辩证唯物主义的哲学研究之间，占据着一个独立的中间层次。

在马克思主义哲学体系中，自然辩证法与历史唯物主义相并列。自然辩证法，是马克思主义关于人类认识和改造自然的成果，即自然科学和技术的理论成果的概括和总结。历史唯物主义，是马克思主义关于人类认识和改造社会的成果，即社会科学和人文科学理论成果的概括和总结。它们在整个科学——哲

学认识的层次上，都从具体科学上升到了哲学，并同时构成了马克思主义哲学的普遍原理即辩证唯物主义的基石。在自然辩证法与历史唯物主义之间，一方面，由于它们的研究对象和研究任务的不同而相互区别——前者主要是研究人与自然界的关系，解决人与自然界之间的矛盾；后者主要是研究人与人的社会关系，解决人与人之间的矛盾。另一方面，它们的研究对象以及研究任务又由于相互过渡而联系在一起——解决人与自然界之间的矛盾的一切科学技术活动都是在人类社会展开的；解决人与人之间的矛盾的一切社会活动又必须以人类对自然界的支配与改造为前提。所以，自然辩证法和历史唯物主义也是统一的。

正因为自然辩证法是从科学技术具体学科的科学认识上升到马克思主义哲学的普遍原理的必经环节，所以，自然辩证法既是马克思主义哲学的重要组成部分，又是联系马克思主义哲学与科学技术的纽带。辩证唯物主义、自然辩证法和科学技术之间的关系，是普遍、一般和特殊的关系。自然辩证法所研究的自然界和科学技术发展的一般规律，以及人类认识和改造自然的一般方法，既是依据科学技术发展的成果从自然界本身以及人类认识和改造自然的科学技术实践中概括和总结出来的，又是辩证唯物主义的世界观和方法论在自然界以及科学技术发展中的具体表现和具体应用。自然辩证法作为一门哲学学科，不可能也不应该脱离自然科学去直接研究自然界。它只能植根于自然科学对自然界的实证研究，把自然科学认识已经建立的科学概念、规律和理论提升为更具一般性的哲学范畴、规律和原理，在哲学世界观和方法论的高度上，从整体上把握自然界。同样地，自然辩证法也不可能更不应该以自己的这种哲学研究代替自然科学的实证研究。它的任务只在于为科学技术的发展提供正确的世界观和方法论的启迪，以帮助和促进而不是替代科学技术的认识与实践。如果哲学试图代替自然科学，那么它就会失去自然科学这一立足点，也必然制约其自身的发展。

自然辩证法作为对科学技术发展的马克思主义的哲学概括和马克思主义哲学在科学技术认识与实践中的应用，反映了哲学与具体科学的交叉；自然辩证法不仅研究自然界，而且研究人和自然界的关系以及这种关系在人的思维中的反映和在人类社会展开与发展的过程，它又反映了自然科学、技术科学、思维科学、社会科学的交叉。从这个意义上说，科学技术哲学也带有交叉学科的性质，与其他学科既相互联系，又相互区别。

第二节 自然辩证法与相近学科的关系

自然辩证法有着自己的理论内核，它不能作为一个知识混合体而存在。它不能也不应该把其他学科网罗进来充作自己的内容。例如，它不能也不应该把科学学、科学史、未来学、系统论、控制论、信息论、天体演化论、生物进化论、生命起源论等等作为本学科的内容而包括进来；否则，自然辩证法就失去了作为一门学科而独立存在的依据。当然，如果根本否认自然辩证法与其他学科的联系也是片面的。自然辩证法重要的学科特点正是它的学科交叉性。

对自然辩证法的独立性要求，既要看到它与其他学科、理论有联系，也要看到它们之间的区别。为了进一步弄清楚什么是自然辩证法，有必要把它同相近的学科、理论作一比较。

一、自然辩证法与自然哲学的关系

自然哲学是一个古老的哲学形态，属于传统形而上学范围。现代西方哲学家用这个眼光来看自然辩证法，于是，自然辩证法也被看作是形而上学。例如，存在主义者萨特就认为，马克思主义的自然辩证法把辩证法弄成一种强加于宇宙的天然规律，弄成一种它自己会产生历史过程的形而上学力量，这就重新堕入黑格尔的唯心主义，这就是自以为发现一种自然辩证法的形而上学的梦想。萨特先把手自然辩证法与自然哲学混为一谈，断定自然辩证法先验地和没有证明地描绘自然界的辩证图景；然后推论说，这样使辩证法自然化了和成为外在的，于是成了一种形而上学。

我们不同意萨特尔的观点。自然辩证法并不是传统的形而上学。它研究自然界的辩证法但并不是先验地研究，也不是没有证明地猜想；相反，它把这种研究建立在自然科学的基础之上，依靠经验、自然科学本身提供的材料，把这种研究与对自然科学的辩证法的研究结合在一起。自然辩证法与自然哲学是有本质区别的。

恩格斯曾对自然哲学作过精辟的分析。自然哲学的历史任务是对自然界总体情景作出系统的说明，而且是绝对真理，并由此构成所谓自然体系。它用来执行这个任务的唯一办法，是拿理想的、幻想的联系来代替它不知道的真实的联系，拿虚构、臆想来代替缺乏的事实，单只在想像中把真实的缺口填补起

来。自然哲学或者依靠直观或者凭借思辨，甚至出现了“自然哲学的过度理论化”。恩格斯指出，黑格尔的自然哲学是先验主义怪想或粗鄙的理论。这一点对于其他自然哲学也适用。自然辩证法给马克思以前的旧哲学一个致命的打击，已使得任何自然哲学都成了无用的和不可能存在的了^①。

按照恩格斯的说法，自然辩证法也包括自然观。但那是新的自然观，即承认并论证存在自然界的辩证法。自然辩证法也从整体上看自然界，并提供自然界总图景。但那是依靠经验自然科学本身的发展，因为自然科学不仅表明了自然界个别领域内诸多过程间的联系，而且表明了将这些个别领域结合为一的联系。

自然哲学与自然辩证法的区别是明显的。自然哲学直接对自然界做出判断而不考虑自然科学的辩证法；自然辩证法则以自然科学为基础，首先着眼于自然科学是怎样揭示自然界的辩证过程和辩证联系的。自然哲学所依靠的手段或者是直观，或者是猜想、虚构和思辨的方法；自然辩证法则依靠概括和总结自然科学的成果；自然哲学以建立绝对的“自然体系”为目标，而自然辩证法赞成把“体系”打烂抛弃在一旁。

恩格斯指出，黑格尔不自觉地指示了一条走出体系迷宫而达到真正切实认识世界的途径，那就是循着实证科学和用辩证思维方法概括科学成果的途径，这条途径对我们来说是可达到的。自然哲学包罗万象，顽固地不承认自然科学从自然哲学当中分化出去，坚持用自然科学的内容充作自己的内容；自然辩证法则不是也不应该是这样。

马克思主义的自然辩证法是对黑格尔的自然哲学的否定。不仅如此，它还是对一切自然哲学的否定。

脱离自然科学的辩证法而从整体上研究自然界以至自然界的辩证法，这种研究可以成为自然哲学但不能成为自然辩证法。那么，研究自然科学的哲学问题（甚至它的辩证法）而不过问自然界及其辩证法，这种研究也能算作自然辩证法吗？为了回答这个问题，有必要比较一下自然辩证法与西方科学哲学的不同。

二、自然辩证法与西方科学哲学的关系

由于西方科学哲学派别杂多，众说纷纭，为了便于说明问题，这里只谈标

^① 参看《费尔巴哈与德国古典哲学的终结》和《自然辩证法》。

准科学哲学，并且主要以逻辑实证主义为背景。

就哲学根本观点说，西方科学哲学与自然辩证法根本对立。它们或者否认有辩证法，或者说它不是科学而属于传统形而上学，或者断言即使有辩证法，也不是自然界的辩证法。标准科学哲学与自然哲学不同，它拒斥传统哲学意义上的形而上学，因而拒斥自然哲学。它把自然辩证法当成形而上学无疑是错了，然而，在拒斥自然哲学这一点上同自然辩证法还是有某种相似性的。

标准科学哲学围绕着科学从事哲学研究，它是关于科学的哲学并且作为哲学流派而出现。它以科学为标本研究知识，以至于把科学哲学称为科学的认识论或科学方法论或科学的逻辑。它对科学的界限、科学探索以及科学的基本概念、方法、构成和发展等等有浓厚兴趣，并试图予以解释。它所研究的许多课题也是自然辩证法的课题，当然给出的答案是不同的。

标准科学哲学表示关心科学，信赖科学，推崇科学精神和科学方法。虽然在其出发点和结局上颇成问题，对于科学的旗帜，自然辩证法并不加以反对，只是实质上有不同。按照各自的原则，自然辩证法和标准科学哲学都利用自然科学成果，来做“建筑材料”以至“基石”。

然而，即使以标准科学哲学为标准，自然辩证法与西方科学哲学的区别也很清楚。西方科学哲学研究自然科学的哲学问题，但一般说来无视甚至反对自然科学的辩证法。退一步说，就算它有条件地谈到和承认自然科学的辩证法，也决不承认自然界存在有辩证法。这里既有基本观点的分歧，又有学科性质和研究路线上的区别。

西方科学哲学面向自然科学并从整体上考察它，但有禁区。它只停留在自然科学本身及其经验材料上，至于自然科学背后的本质和客观基础就属于禁区。即使超越传统界限而涉及本体论性质问题，那也不深入到自然界本身，不追究到客观自然实在根源。如果用简化了的方式来表达，西方科学哲学走到了与自然哲学相反的另一个极端。自然哲学注视自然界，追究其本质，而不给自然科学以应有的地位；而西方科学哲学则以自然科学为对象，却不追究自然科学的客观基础，目中没有自然界。或者再简略点说，自然哲学面对自然界而不顾自然科学；西方科学哲学面对自然科学而不看自然界。显然，这是两个极端、两种片面。

自然辩证法旨在克服自然哲学和西方科学哲学的片面性。它既面对自然科学又注视自然科学背后的自然界。它研究自然科学的辩证法和自然界的辩证法，并使二者统一起来。于是，在自然辩证法中，自然科学的辩证法有了唯物

主义基础；而自然界的辩证法不再是自在的，而是通过自然科学本身揭示出来，有了科学依据。萨特说：“自然辩证法就是没有人类的自然，因此，它不再需要证实检验。”这样在研究中把客观的自然辩证法与自然科学的辩证法绝对对立起来，实质在于否认可认识客观的自然辩证法，进而从根本上否认自然界客观上存在有辩证法。

三、自然辩证法与科学学的关系

自然辩证法从整体上研究自然科学，是同西方科学哲学有区别的，这一点已经说过了。科学学不也从整体上研究自然科学吗？它与自然辩证法的关系又如何呢？其实科学学不仅从整体上研究自然科学，它还研究包括人文科学在内的科学整体。当然，还是可以考察一下它们之间的关系。怎样看它们之间的关系，除了与怎样理解自然辩证法有关以外，还取决于怎样解释科学学。因此，在这里我们便跨进了一个多争议的领域。

科学学有可能在其理论基础部分同自然辩证法存在交替的地方。没有理由完全排除自然辩证法的一般观点被科学学用去解释自然科学的可能性，尤其像什么是科学以及科学发展的模式等相关问题，科学学与自然辩证法都在研究。J·贝尔纳、D·普赖斯等在《科学的科学》中给科学学下了定义，即科学学是“科学、技术、医学等的历史、哲学、社会学、心理学、经济学、政治学、方法论等等”。在这个定义中，科学学的构成成分之中就包括有科学哲学、科学发现逻辑学等相关内容。

可是，即使科学学的基础理论中有自然科学的辩证法，但它也不研究自然界的客观辩证法。况且科学学的内容相当广泛，它包括理论部分和应用部分。仅就理论部分而言，它也侧重于科学具体方面的理论研究或者侧重于旨在便于应用的理论研究。目前科学学的研究方法和研究方向表明了这一点，如贝尔纳等所说的，有统计研究、关键事例研究、结构研究、试验研究、分类研究等，它对整个科学过程和作为一种独立行业的科学活动作描述以及定量分析和结构分析。与自然辩证法和西方科学哲学不同，科学学特别注重如何使科学应用于人类社会的需要。

自然辩证法与科学学虽然可以有共同关心的课题，但它们的学科性质不同，这种区别在研究方法、研究目标、研究重心等方面都有所表现。



四、自然辩证法与自然科学的关系

如何理解自然辩证法和自然科学的关系呢？从恩格斯时代以来，它们二者之间的密切联系越来越清楚，但它们绝不是可以相互代替的。

“自然科学的对象是运动着的物质、物体。”^①例如，从天体到基本粒子，从原子到有机体，总之，是自然界中实际存在的客体。自然科学直接面对自然事实或实际，即直接从自然事实或实际获得信息。无疑，自然科学可以分为理论部分和实验部分或应用部分。后一部分较之前一部分更直接地同自然事实或实际相联系。可是，自然科学的理论部分即理论自然科学要以实验自然科学为基础，需要实验自然科学提供实验数据、经验知识和经验性定律。因此，自然科学的理论部分是自然科学研究过程或认识过程的深入，而包括两个部分在内的自然科学整个说来是直接以自然界的客观实在为对象的。

与此不同，自然辩证法不像实验自然科学那样接近客观物体，不像它那样通过实验、经验材料、实验数据等直接与运动着的物体相联系。不仅如此，自然辩证法也不像理论自然科学那样接近客观实际，而是有更长的距离；不像理论自然科学那样有那么具体的对象。总之，自然辩证法比理论自然科学的理论性还要强得多。

由于物体和运动是不可分的，各种物体的形式和种类只有在运动中才能被认识，“因此，自然科学只有在物体的相互关系中，在运动中观察物体，才能认识物体。对运动的各种形式的认识，就是对物体的认识。所以，对这些不同的运动形式的探讨，就是自然科学的主要对象。”^②不同的运动形式服从于不同的自然规律，因而，自然科学研究的是特殊的自然规律。与此不同，自然辩证法研究一般的自然规律。可以说，作为理论形态，自然科学和自然辩证法都是自然界客观规律的反映，但前者反映特殊的自然规律，而后者反映一般的自然规律。

由于自然辩证法和自然科学从不同的知识层次上对客观实际发生关系，由于它们的研究对象有所区别，所以，它们的研究成果有不同的性质，从而它们各自的研究成果所构成的内容也不同。这就决定了自然辩证法和自然科学不可互相代替，既不同能用自然辩证法理论代替自然科学的解释、论证和研究，也

① 《马克思恩格斯全集》，第33卷，82页，北京：人民出版社，1972。

② 《马克思恩格斯全集》，第33卷，82页，北京：人民出版社，1972。

不能把自然科学的材料充作自然辩证法的内容。

在历史上，自然科学曾经被包括在自然哲学之中，因此自然科学的课题，尤其那些有关“起源”的课题都属于自然哲学研究范围之内。历史在前进，自然科学一门一门地从自然哲学当中分化出来而独立存在了。原来属于自然哲学的某些课题，已由独立的自然科学在经验或经验的基础上加以研究。这些研究的性质是自然科学的内容而不属于自然辩证法的内容。

哲学家不承认自然科学独立而坚持把它塞在自然哲学之中的时候，便把自然科学和自然哲学混同了。自然辩证法不像自然哲学那样，它公开表明自己与自然科学有不同的性质。

至于科学史，它在学科的分类上与自然辩证法相距较远。顾名思义，科学史属于“历史”范围，而自然辩证法则属于“理论”范围。但正如可以利用自然科学的材料进行理论思维一样，自然辩证法也可以利用科学发展的史料进行理论概括。

第三节 自然辩证法的创立与发展

一、历史渊源

人类对自然界的认识，经历了一个漫长的过程。自然辩证法就是这一认识过程发展的产物。

在古代，人类曾以自然哲学的形式，产生了对自然界自发的唯物主义和朴素的辩证法的理解。古希腊人到自然界本身之中去寻求对它的解释，并把自然界当作一个整体从总的方面来观察。在他们看来，自然界就是其自身存在的根据和变化的原因。整个自然界都处于永恒的产生和消亡中。但是，限于当时人类的实践和认识水平，这种自然哲学还没有进步到对自然界进行解剖和分析的地步，自然现象的总联系还没有在细节方面得到证明，它还没有取得也不可能取得足够的科学基础。这就使古希腊人的自然观不能不带有浓厚的直观、思辨和猜测的性质，并且不可避免地包含了以后分裂的种子。

在随之而来的中世纪，宗教神学的自然观和为宗教神学服务的经院哲学在一段较长的时期内占了统治地位。到15世纪末16世纪初，欧洲城市商业经济的发展和地理上的大发现，奠定了以后的世界贸易以及从家庭手工业过渡到工场手工业的基础。在经济和生产发展的推动下，伴随着思想文化领域的文艺复

兴和宗教改革运动，科学又重新兴起。1543年，哥白尼的不朽著作《天体运行论》出版，标志着自然科学开始从神学中解放出来，走上了独立的发展道路。近代自然科学不仅摆脱了神学和经院哲学的束缚，也克服了旧的自然哲学的缺陷，它把自己对自然界的认识建立在观察和实验的基础之上，并把观察、实验方法与数学方法结合起来，使自然科学在17世纪获得了大踏步的前进。弗兰西斯·培根创立了唯物主义的自然观、经验论的认识论和归纳法的方法论，笛卡儿则提出了唯物论的认识论和演绎法的方法论。在科学观方面，培根发展了近代科学的人文主义传统，强调真正的科学应当具有实践的性质，科学的合理目标应是给人类生活提供新的发现和力量。这些都对近代自然科学的发展起了积极的进步的作用。

然而，17世纪乃至18世纪的自然科学，毕竟还处于近代科学发展的初期阶段。限于当时的科学发展水平，也在自然观和方法论方面造成了这一时期人类认识自然的局限性。近代自然科学为了把自己对自然界的认识建立在对自然界的精细研究的基础上，它所采用的主要是分析、解剖的方法：为了认识整个自然界，首先把自然界分成许多部分，分门别类地去研究各个领域的自然现象；为了认识某一自然事物，首先把它加以解剖，去研究各个局部的细微构造；为了认识某一自然过程，首先把它分成若干阶段，在静止的状态上去研究它的某一截面。这种研究方法，为科学认识积累了大量的经验材料，也是近代自然科学获得巨大进展的基本条件。但是，这种做法也给人们留下了一种孤立地、静止地思考问题的习惯。而且，直到18世纪末，在自然科学中只有力学（主要是刚体力学）和天文学（主要是天体力学）取得了一定的成就，自然科学的其他学科还处在襁褓之中。人们已获得的关于自然界的认识主要是对机械运动的认识，而自然界的普遍联系和运动、发展还远没有通过对自然科学本身的认识被揭示出来。这就使得这个时代的自然观不能不带有形而上学和机械论的特征。

从18世纪下半叶开始，工场手工业逐步向机器大工业过渡，近代技术迅速崛起，一场彻底改变了整个社会经济结构的工业革命，首先在英国，接着在欧洲和北美的许多国家相继发生。工业革命有力地推动了科学技术的发展，到19世纪，科学技术已进入全面发展时期。自然科学从搜集经验材料的阶段开始进入对这些材料进行理论概括的阶段。科学本身对自然界认识的进展，要求突破形而上学的局限。在这一过程中，辩证法曾在德国古典哲学特别是黑格尔哲学中，达到它继古希腊哲学之后的第二种历史发展形态。黑格尔第一次把整

个自然、历史和精神的世界，描绘为一个不断运动、变化、发展的过程，并试图揭示这种运动、变化和发展的内在联系。但在黑格尔所处的时代，虽然自然科学的发展已开始突破形而上学的自然观，但科学认识已经取得的成果还不足以把自然界的辩证法充分揭示出来。黑格尔只是在概念的辩证法中猜测到了事物的辩证法，他的辩证法还被深深地束缚在唯心主义的体系之中。

从 19 世纪 30 年代末到 70 年代，在自然科学的各个领域相继涌现出一系列新的发现——细胞学说、能量守恒与转化定律、生物进化论等决定性的重大发现以及自然科学的其他成就，这些越来越深刻地揭示出了自然界的辩证性质。这就使得一方面，有了在这种接连而来的发现的混乱状态中建立起联系的可能，从而使它们条理化；另一方面，自然科学除了从形而上学思维复归到辩证思维，已经没有其他出路了。正是在历史发展的这种必然进程中，也是为了适应自然科学和哲学发展的需要，马克思和恩格斯科学地总结和概括了当时自然科学以及技术发展的最新成就，批判地继承了哲学史上的宝贵遗产以及人类文明史中一切有价值的成果，特别是吸取了黑格尔哲学中辩证法的合理内核，并在唯物主义的基础上对它加以革命的改造，在他们建立和完善马克思主义哲学体系的过程中创立了自然辩证法。

二、创立及意义

马克思、恩格斯是自然辩证法的创始人。马克思、恩格斯酝酿和形成他们新的哲学世界观，开始于 19 世纪 40 年代，他们关于自然辩证法的思想萌芽，也应该追溯到这一时期。阐明自然界和自然科学的辩证法，是马克思和恩格斯共同提出的任务。系统地研究并开展自然辩证法研究的实际工作，则主要是由恩格斯来进行的。不过，马克思一直非常了解并完全支持恩格斯的工作，他们还经常通过信件交流见解。应当认为，在《自然辩证法》和《反杜林论》等著作中所表达的，是他们二人共同的思想。

恩格斯说过：“马克思和我，可以说是从德国唯心主义哲学中拯救了自觉的辩证法，并且把它转为唯物主义的自然科学和历史观的唯一的人。可是要确立辩证的同时又是唯物主义的自然科学，需要具备数学和自然科学的知识。”^① 所以他们都非常重视自然科学，一直密切注视着自然科学的发展状况。为了总结和概括自然科学在认识自然界方面已经取得的成果，恩格斯曾对他那个时代

① 《马克思恩格斯全集》，第 3 卷，51 页，北京：人民出版社，1972。

为止的自然科学各个领域的最新成就，进行了极其广泛、深入的研究。马克思在准备写作《资本论》的过程中还研究了技术发展的历史，特别是研究了体现自然力和自然科学应用的近代技术在工业革命中产生和发展的过程，及其在资本主义生产方式下应用的前提和后果。他还研究过数学，特别是微分学的辩证性质，写了著名的《数学手稿》。

1873年5月底，恩格斯在致马克思的信中提出一整套“关于自然科学的辩证思想”，形成了《自然辩证法》的第一个提纲。在这以后的整整3年里，他埋头于对自然辩证法的全面探索，并开始了《自然辩证法》一书的撰写。

到1876年5月底，恩格斯在致马克思的信中说，在他的头脑中已经形成“这部著作的清晰的轮廓”。从1876年6月，恩格斯转而撰写《反杜林论》，并在其“哲学篇”中充分运用了他写作《自然辩证法》所准备的材料，也深刻地阐述了自然辩证法的一些基本思想。从1878年7月开始，恩格斯继续写作《自然辩证法》，为此他还制定了一个《总计划草案》。在这以后的五年时间里，恩格斯在学术方面主要是从事对自然辩证法的研究，并一直希望尽早地把这项工作完成。但是，1883年3月14日马克思突然逝世打乱了他的这一计划，使他不得不把几乎全部精力转向整理和出版《资本论》第二、三卷的手稿及马克思的其他著作，直到1895年恩格斯逝世，终究未能把《自然辩证法》一书完成。但自然辩证法作为马克思主义哲学这一完整理论体系的一个重要组成部分，已经被实际地建立起来了。

自然辩证法的创立，是人类自然观、科学技术观和自然科学方法论发展中的划时代的变革。

在自然观方面，马克思、恩格斯克服了古代自然观由于缺乏科学认识基础所造成的直观、思辨的局限性，吸取了古代自然哲学关于自然界运动、发展和整体联系的思想，以近代自然科学对自然界认识的最新成就为依据，批判了形而上学和机械论，深刻地揭示了自然界本身发展的辩证法，从而建立了一种反映自然界本来面目、适合自然科学发展需要的辩证唯物主义自然观。辩证唯物主义自然观的产生，标志着从古代的辩证思维到近代的形而上学思维再复归到现代辩证思维的否定之否定的过程的完成。

在科学认识论和方法论方面，马克思、恩格斯克服了培根经验论的形而上学的缺陷和笛卡儿唯物理论中的唯心主义倾向，把他们的归纳法和演绎法辩证地结合了起来；批判了康德的“先验论”和黑格尔的“理念论”的唯心主义观点，并对他们尤其是对黑格尔关于思维的能动作用的观点加以唯物主义的改

造；第一次把社会实践放到认识论和方法论的首要地位，阐述了在实践基础上科学认识发展的辩证法，从而创立了辩证唯物主义的科学认识论和科学方法论。

在科学技术观方面，马克思、恩格斯与传统的观点不同，不仅深刻地揭示了科学技术自身发展的内在逻辑，而且把科学技术的发展作为一种社会现象来考察，并由此提出了许多崭新的思想：自然科学属于一般社会生产力的范围；科学技术投入生产过程转变为直接的生产力；社会实践的需要，首先是经济、生产的需要，是科学技术发展的基本动力；科学技术又是推动社会历史前进的革命力量。这样，就把辩证唯物主义和历史唯物主义贯穿于对科学技术的认识之中，深刻地揭示了科学技术的实质及其发展的辩证规律，创造了崭新的马克思主义的科学技术观。

三、传播与发展

1925年，恩格斯的《自然辩证法》首次以德、俄两种文字对照的形式在苏联出版。接着，《自然辩证法》的日文版（1929年）、中文版（1929年）、英文版（1939年）等多种文字的版本也相继面世。这部著作的出版，促进了自然辩证法在世界的广泛传播。1931年，苏联物理学家在伦敦第二届科学史世界大会上作了题为《牛顿（原理）的社会经济根源》的报告，用辩证唯物主义和历史唯物主义观点从社会经济背景上研究自然科学的发展，这在西方科学史界引起强烈反响。1932年，日本学术界在“唯物论研究会”内，设立了自然科学部门研究会，专门从事自然辩证法研究。从20世纪30年代中期开始，美国、英国、法国的一些科学家和哲学家也致力于自然辩证法的研究，并发表了一些重要论著。在30年代末的中国，也出现了学习和研究自然辩证法的组织，促进了自然辩证法在中国的传播。

在马克思、恩格斯之后，列宁对自然辩证法的发展做出了积极的贡献。随着19世纪末20世纪初X射线、放射性和电子的发现，在现代物理学中提出了一系列重大理论问题，围绕这些问题展开了一场两条哲学路线的斗争。在《唯物主义和经验批判主义》等著作中，列宁精辟地回答了这些问题。

第一，在物质观方面，强调了物质的客观实在性。针对马赫主义者提出的“物质消失了”的错误观点，列宁反驳道，物理学最新发现所证明的，绝不是“物质的消失”，而是指旧物理学关于物质结构的界限“正在消失”，关于物质结构的形而上学观点“正在消失”，永恒运动着的物质是绝不会消失的。为了



从根本上批驳“物质消失了”的观点，列宁在物质定义中将客观实在性作为最根本的规定，从物质的客观实在性出发，列宁进一步阐明了恩格斯提出的“世界的统一性在于它的物质性”的观点。列宁提出了“原子的可变性和不可穷尽性”与“电子和原子一样，也是不可穷尽的”^①著名论断。

第二，在运动观方面，针对马赫主义者宣扬的没有物质的运动和唯能论观点，列宁重申了恩格斯的思想：没有运动的物质和没有物质的运动是同样不可想象的。

第三，在时空观方面，批驳了马赫主义者提出的“时空是主观的”唯心主义的观点，肯定了唯物主义关于“时间和空间是纯粹客观的范畴”^②的观点。

第四，在总结物理学中两条哲学路线斗争的主要经验教训时，列宁一再告诫自然科学家要学习辩证法，“应当做一个辩证唯物主义者”^③。

列宁上述思想，对于自然辩证法和自然科学的发展，都有重要的指导意义。

自然辩证法的发展，如同它的独立一样，其坚实基础在自然科学本身的发展之中。20世纪以来，自然科学突飞猛进的发展，极大地扩展和加深了人类对自然界的认识。爱因斯坦的狭义相对论和广义相对论更新了物理学的一系列科学概念和思想观念；从普朗克的量子论、波尔的量子化原子结构理论到薛定谔、海森伯的量子力学的建立，揭示了微观物理世界中不同于宏观物理世界的崭新的规律；对基本粒子及其相互转化和物质结构更深层次的研究，以及对自然界中各种基本的相互作用的统一的研究，展现了物质深远的无限性及其深刻的统一性；现代宇宙论的研究不仅把演化的概念推广到更广的范围，而且推进到元素和基本粒子演化的更深层次；现代生理学的研究借助于物理学和化学的成就，从20世纪40年代开始由细胞水平深入到分子水平，并从50年代开始揭开了生命活动和遗传现象的秘密，直到21世纪初在人类基因组测序方面取得重大进展；从电子计算机的发明到人工智能的研究，使人类终于掌握了可以在越来越大的程度上代替人的脑力劳动和放大人脑功能的技术手段，也推动了思维科学的研究；电子计算机不断更新换代并广泛地获得应用，以及微电子技术的发展，促进了高技术的兴起，把整个现代技术推进到了一个新的发展阶

① 《列宁选集》，第2卷，268、185页，北京：人民出版社，1972。

② 《列宁选集》，第2卷，268、185页，北京：人民出版社，1972。

③ 《列宁选集》，第4卷，609页，北京：人民出版社，1972。

段。与此同时，系统论、信息论、控制论、自组织理论的创立和整个系统科学的发展，使系统科学方法被应用于科学技术的各个领域，沟通了学科之间的联系，突破了传统方法的局限，把现代科学认识提到了更高的水平。在这一发展过程中，科学革命引起了技术革命，技术革命又引起产业革命，最终导致社会生产力的巨大进步，并使人类的物质生活、社会关系乃至思维方式都发生了极其深刻的变化；随着人类作用于自然界能力的急剧增长，也在环境、生态等方面带来了许多尖锐的问题，迫使人们不得不对自己与自然界的关系以及科学技术的发展进行更深刻的反思。这样，20世纪科学技术的发展就在更加广阔和更加深刻的程度上揭示了自然界的辩证法和科学技术的辩证法，表明现代自然科学向辩证思维的复归已成为不可逆转的历史潮流。人类已进入21世纪，一方面，辩证法的许多基本观点由于被无数确凿的自然科学事实所证明而在实际上已为自然科学界所广泛接受，使许多科学家在自己的科学实践中已经取得了大量符合唯物辩证法的成果；另一方面，在急剧发展的各门科学技术的前沿上，在人类与自然界、科学技术与社会的相互关系上，又提出一系列需要科学家和哲学家们去认真研究和探讨的重大问题。这就为科学技术哲学的发展奠定了牢固的基础，也为对它的研究开辟了广阔的天地。

第四节 自然辩证法研究与中国现代化建设

我们的时代，正处于一个伟大的转变时期。“非常值得注意的是科学自身也在转变之中”，并且正是科学的转变深刻地影响着时代的转变进程，所以人们都把科学看做一种希望。科学家们也更加自觉地“追随我们时代的主要潮流，并把时代的发展、变化和向前的趋势反映到科学之中”^①。刚刚过去的20世纪，经典力学经历了一场深刻的革命，已经突破了它几百年来所遵循的古典决定论的、精确的和解析的传统。如果说在19世纪以进化论的创立为标志，生物学首先发展为一门演化的科学的话，那么20世纪尤其是近几十年的科学进展——关于基本粒子的复杂性的发现，关于早期宇宙演化的宇宙学的建立，关于非平衡的、相干的、一致的结构的研究——使物理学和化学也已发展为演

^① 普里高津：《科学对我们是一种希望》，载《自然辩证法研究》，1987年第Ⅲ卷，第2期。

化的科学。科学本身的发展正在改变着我们对自然界的看法，也改变着科学关于平衡与非平衡、有序与无序、可逆与不可逆、对称与非对称、进化与退化、渐变与突变、简单性与复杂性、精确性与模糊性、系统与要素、结构与功能等一系列最基本的观念。在这一过程中，自然科学的发展不但没有远离哲学，而且在自然观、认识论和方法论方面都提出了越来越多的问题需要在哲学认识层次上加以认真的研究。处于科学前沿的理论自然科学家们，也不能不对这些问题进行严肃的哲学思考。这样，对科学技术哲学的研究，就不是游离于科学发展之外，更不是强加于科学研究之上的什么多余的东西，而是自然科学本身发展的一种需要。

“科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。”^① 现代科学的发展，已经完全证实了这一论断。在当今世界上，新的科学革命正在引起新的技术革命，新的技术革命正在引起社会生产力的巨大飞跃和社会经济结构的剧烈变革，以致生活环境、职业性质、文化教养迥然不同的人们都同样深切地感受到科学技术的力量和价值，不管西方学者还是东方学者都同样把科学技术视为经济发展和社会进步的决定性因素，不论发达国家还是发展中国家都同样在它们所面临的战略选择中把科学技术的发展置于首要地位。与此同时，科学技术本身也已发展成为庞大而复杂的社会建制，它又与经济、政治、文化、教育等各种社会要素的发生和发展有着极为密切的联系，因此它的发展也在越来越大的程度上受到社会为它提供的条件和环境的制约。在这种情况下，我们要更加自觉地推进科学技术的发展，并通过它的发展来推动经济发展与社会进步。要做到这一点，就不仅需要更加深入地研究科学技术发展的内在规律，而且必须更加深入地研究它在社会发展中的规律，包括科学技术的发展如何转化为经济、社会发展的机制，也包括科学技术发展可能带来的深刻的法律和伦理方面的问题研究等。因而，自然辩证法关于科学技术观的研究，也就具有了特别突出的意义。

20 世纪以来科学技术的高度发展和广泛应用，一方面导致了許多积极结果，实现着人们利用科学造福于社会的理想；另一方面，也带来了不少未曾预料的消极后果，引起了诸如在环境、生态、资源、人口、粮食等方面所产生的一系列全球性问题。被科学技术不断扩大着的人对自然界的影响，已经超过作为一个自然系统的地球的自我调节和所能承载的界限。人类把越来越强大的科

① 《马克思恩格斯选集》，第 3 卷，575 页，北京：人民出版社，1972。

学技术手段用于社会，其广泛而深刻的社会影响更难以为人们所预料。于是，几个世纪以来一直被人们所尊崇的理性与自然的和谐似乎已经破裂，代之而起的是两种对立的思潮：一种认为科学技术的进步是一个用计划和控制的世界来扫除习俗和无知的世界的有益过程；一种则认为科学技术使人同自然，并同自己的本质相分离，它以对人本身的侵犯为代价去征服自然，以内部的精神的丧失为代价去换取外部的物质的满足。在这种情况下，我们不能不认真地进行反思：人类在自然界和社会面前，以及在科学技术发展面前，到底获得了多大自由？而为了扩大人类活动的自由度，我们就得更多地认识必然。为了更充分地理解自己行动的意义和后果，理解由于这种行动将给周围世界带来的变化，我们就得更深刻地把握和更自觉地遵循科学技术发展的客观规律。所以，自然辩证法的研究，对于形成科学的发展观，对于真正实现人和自然的协调发展以及科学、技术与经济、社会的协调发展，都是十分必要的。

研究自然辩证法，还是发展马克思主义哲学的需要。辩证唯物主义作为适用于自然界、社会和人类思维的最一般的发展规律的科学，是在自然科学对自然界的认识、社会科学对社会的认识和思维科学对思维的认识的基础上总结和概括出来的。它也必须随着这些科学的发展不断丰富、更新自己的内容并改变自己的形式。哲学是时代精神的精华。马克思主义哲学要充分体现时代的精神，就必须从当代迅速发展的自然科学中吸取营养，也就必须发展自然辩证法的研究，这是显而易见的。如果自然辩证法的研究被冷藏，马克思主义哲学联系科学技术的纽带就会被阻断，哲学的发展就会失去其最重要的基础之一，也就难以摆脱陷于贫困的危机。

当代中国正在进行全面建设小康社会的伟大事业，正在进行前所未有的现代化的建设。科学技术现代化无疑是整个现代化的关键。恩格斯早就指出：“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。”^①在科学革命的进程中，哲学对科学的作用就更为明显。它可以启迪科学家的思维，开阔科学家的思路。如果说用唯物辩证法武装我们科学家的头脑，使之变得更加高明，对于推动我国科学技术的发展是十分重要的，那么以唯物辩证法为指导，真正在切实掌握科学技术发展客观规律的基础上制定发展科学技术的方针和政策就更为重要。因为对一个国家来说，这种方针、政策的指导是否正确将从根本上决定科学家个人努力的成败。自然辩证法对科学技术观的研究，可以为科

① 《马克思恩格斯选集》，第3卷，467页，北京：人民出版社，1972。



学技术方针和政策的制定、科学技术发展的规划、科学技术工作的领导和管理提供科学基础，其重要性正日益突出。

自然辩证法只有被科学技术认识与实践的主体所掌握，才能更好地实现其存在价值。对于科学技术工作者来说，学习和研究自然辩证法，有助于提高自己的哲学素养，进一步树立辩证唯物主义世界观，用正确观点去分析科学技术发展中提出的各种问题，并分析科学技术领域中的各种哲学、社会思潮以增强自身的鉴别能力；有助于提高辩证思维能力，掌握和运用科学的思维工具去探索自然界和科学技术发展的规律性，增强自身从事科学技术活动的自觉性；有助于加深对党和国家的科学技术方针、政策的理解，并密切结合自身的科学技术工作实际，更自觉地贯彻、执行这些方针和政策。

【思考题】

1. 自然辩证法的性质、内容和特点是什么？
2. 自然辩证法的创立在人类哲学认识史上有何意义？
3. 自然辩证法的研究和学习对于中国现代化建设有何指导意义？

第一篇

辩证唯物主义自然观

自然观是人们关于自然界以及人与自然关系的总的看法和根本观点。不同的人由于各自的知识和经验的不同，会形成不同的自然观。但是，代表性最广的自然观，主要来自于对该时期科学成果的概括和提炼。从古代到近代，人类自然观经历了从自然哲学到基督教神学再到机械论的变迁。19 世纪中叶以来，不同领域的科学技术的重大突破，孕育和发展了一种新的自然观——辩证唯物主义的自然观。

辩证唯物主义自然观是马克思主义关于自然界的本质和发展规律的根本观点。辩证唯物主义自然观有三个基本的观点：一是认为自然界的本原是物质的，而物质是以系统的方式存在的，即系统自然观；二是认为自然界的一切物质都是按其内在的固有规律运动、演化、发展和灭亡的，即演进自然观；三是认为人、自然与社会可以而且应当协调发展，即生态自然观。



第一章 辩证唯物主义自然观的创立

辩证唯物主义自然观，是在概括总结古代自然哲学成果特别是近代自然科学发展成就的基础上形成的。它主要揭示了自然界物质的客观实在性和自然界的存在方式与演化发展。辩证唯物主义自然观还揭示了人类社会与自然界的辩证统一关系，提出了“人化自然”与“自然化人”的思想，形成了人、社会与自然界相统一的大自然观。

第一节 古代自然科学与朴素辩证法自然观

一、古代自然科学

人类古代社会究竟有没有自然科学？学术界普遍认为，自然科学是从近代开始的。这种看法是把自然科学视为以实验为基础的，理论化、系统化的科学，而古代社会并没有达到这种认识水平，所以古代社会只有自然哲学，还没有形成自然科学。甚至连牛顿的著作也被叫做《自然哲学的数学原理》，把他的自然科学成果看作是自然哲学。

我们认为，这种看法过于绝对，不能用今天的标准去苛求古人。近代自然科学并不是凭空产生的，它也是在古代自然科学（尽管还不成熟、不系统，许多学科还缺乏实验基础）基础上发展起来的。英国著名科技史专家李约瑟先生就把科学发展划分为三大阶段：古代科

学、现代科学和未来科学。古代自然科学的一个显著特点就是它与哲学还没有分开，所以那时的科学家大都是哲学家，而哲学家也大都是科学家。

（一）西方古代自然科学

西方古代自然科学萌芽于奴隶社会时期。由于生产力的进步，脑体分工使得一部分人可以专职从事科学文化研究。奴隶社会的科学高峰是古希腊罗马时期的科学文化，而古埃及和古巴比伦的数学、天文学及其技术则是古希腊科学文化的基础。

古埃及的科学技术成就突出地表现在金字塔的建筑上。从金字塔的建造，可以看出当时的力学知识、数学知识尤其是几何学知识已相当丰富，他们已能精确计算长方形、三角形、梯形、圆形面积，以及截头角锥体和半球的体积，还能计算一元一次方程。古埃及的天文学知识也达到相当高的水平。他们观察到天狼星的升降与尼罗河水涨落相吻合，计算出天狼星两次从东方升起的间隔时间为 365 天，并定此为一年，制定了历法。他们还根据天文观察，绘制了星空图，区别出恒星和行星。

古巴比伦在数学、天文学、工艺等方面也达到较高水平。古巴比伦天文学家已能预测日食、月食，还发现并估算出岁差是每年 36 角秒。数学方面已有了分数、乘方、开方、开方表，发现了勾股定理，制定了 60 进位制，公布了长度、重量、容量的度量衡标准，还会解二次、三次方程式。他们还运用了几何学知识，绘制了复杂的城市平面图和当时已知的世界地图。

在古埃及和古巴比伦科学技术基础上，古希腊罗马的科学技术达到古代文明的高峰。古希腊的天文学家、数学家希帕克发明了许多天文仪器，计算出月球的直径为地球直径的 $\frac{1}{3}$ ，月球与地球的距离约为地球直径的 33 倍；他还发明了平面三角和球面三角的解法，以及测量地球各点的经纬度；他还论证了地球中心说（为托勒密“地心说”奠定了基础），并能预测未来日、月、行星的运行位置和准确预测日食与月食。亚里士多德是古希腊罗马时期哲学和自然科学知识的集大成者，他在自然科学上最突出的贡献是开拓了生物学研究。他记录了 540 种动物，并对其中 50 种动物作有解剖图。他发现了鲸是胎生动物（这是近百年来才重新发现的），并对动植物作了 11 级分类，有些内容已接近现代水平。古希腊罗马时期的医学也已达到很高水平。希波克拉底采用观察和实验的方法来研究医学，把医学从古代的巫术迷信中解放出来，他的医学著作竟达到了 60 卷。他提出的“血液”、“黏液”、“黄胆汁”、“黑胆汁”这些体液术语一直沿用到今天。继希波克拉底之后，赫罗菲拉斯创立了人体解剖学，对

人体的大脑、神经、动脉、静脉、眼、肝及其他内脏器官都作了具体描述，并纠正了亚里士多德关于心脏是思维器官的观点，提出了大脑才是智力器官的科学结论。到了古罗马时期，已经开始出现医学校，当时最著名的医生塞尔苏斯还写出了一部内外科医学论著，很多看法与现代医学相符合。古希腊时代最伟大的数学家欧几里得在总结泰勒斯、毕达哥拉斯等前人成果基础上，写出了13卷《几何原本》，把古代几何学发展成一个严密的科学体系，这就是我们今天还在沿用的欧氏平面几何学。古希腊最伟大的物理学家当数阿基米德，他把数学、自然科学和工程技术有机结合起来，以实验为依据，运用数学方法和演绎推理，以精密的定量公式，提出杠杆原理和浮力原理。是他首先推导出密度、比重、质量中心、力的平衡和液体压力等概念，推翻了前人关于物体重量与其体积成比例的错误观念。他还运用静力学的方法去推导几何图形的面积、体积、物体重心。阿基米德还运用“穷竭法”求得外接柱体与圆锥体的体积之比既不能大于3，也不能小于3，因而只能等于3。他还发现了以他名字命名的“阿基米德螺线极坐标方程”。由此，阿基米德获得了微积分鼻祖的称誉。阿基米德还是一个发明家，他运用力学与数学知识发明了螺旋抽水机、复滑轮起重机、投石机，以及包括行星仪在内的多种天文仪器。

此外，特别值得一提的是，由托勒密在亚历山大里亚建立的缪斯学院，是一个集科研、教学、技术应用为一体的庞大科学机构。这个学院设立了动物园、植物园、解剖室、实验室、天文台、文学部、数学部、天文学部和医学部，图书馆藏书达到了50万卷，成为西方古代科学研究中心，希腊化时期的科学家、学者大都在此从事各门科学的研究，阿基米德等外地学者经常通过书信往来与学院保持密切联系。该学院持续存在了600年之久，对后世自然科学的发展产生了极大影响。

（二）中国古代自然科学

在人类科技发展史上，古希腊罗马的科学文化是奴隶社会科学文化的最高成就。但从公元5世纪到15世纪的封建社会，被称为欧洲黑暗时代的中世纪，宗教神学占据统治地位，自然科学的研究和发展受到宗教桎梏的严重约束甚至迫害，显得比较贫乏。科学文化的中心转移到了中国。阿拉伯世界在医学、天文学、数学以及东西方科技交流方面虽然也作出了很大贡献，但与当时的中国相比，则不能不逊色一筹。正如英国著名的科技史专家李约瑟在《中国科学技术史》中所评价的，中国“在公元三世纪到十三世纪之间保持一个西方望尘莫

及的科学知识水平”^①。

中国封建制度从春秋战国开始形成，中经秦汉、隋唐、宋元、明清阶段，有着几千年的悠久历史。几千年来，中国人民创造了光辉灿烂的科学文化，涌现出许多卓越的科学家和发明家，大大丰富了世界文化的宝库。

中世纪中国的科学成就主要集中在天文学、地学、数学、医学和生物学几个方面。在天文学上，由于我国历代统治者为了表明他们的统治是“受命于天”，因此十分重视把皇权统治与历法编制结合起来，从而大大推动了天文学的发展。为了观察天象，我国古代发明制造了如浑天仪、漏壶、浑象仪、简仪、候极仪、玲珑仪、定时仪、仰仪、高表、星晷、正方案、丸表、悬图、异方浑盖图、水运仪象台等先进的天文仪器，在当时遥遥领先于世界。这使得我国古代的天象记录不仅时间早，而且内容准确、完整、丰富，具有很高的科学价值。凡中国古代史书几乎都有天文记载，如二十四史的《律历志》，就记载了十分丰富的天文现象。据统计，从春秋到乾隆年间记有日食约 1 000 次，月食 900 多次。唐代天文学家张遂认真研究分析了历史上日食、月食的记载，初步找到发生日食和月食的规律性，成功地预报了 3 次日食的发生。对西方人来说，太阳长期被认为是完整无缺的，但我国从汉代到明代却有 100 多次太阳黑子的记录。关于彗星的记录在世界上也是最早的，单是对哈雷彗星的记载从春秋到清末就达 31 次。我国古代还有星陨如雨的生动记录 100 余次。另外，我国古代还有关于新星和超新星的记载。从殷商年代到公元 1700 年，共记载了 90 颗新星和超新星。其中一颗叫做“无关客星”，是在宋至和元年（公元 1054 年）爆发的，这个记录证实了蟹状星云就是这颗超新星爆发后留下的痕迹。1968 年发现这个星云的中心原是一颗脉冲星（中子星），这就为恒星演化理论提供了新证据。这说明我国古代的天象记录至今仍保持着很高的科学价值，这在世界天文学史上是少见的。在天文观察基础上，我国古代历法内容极为丰富、完整，且具有较高的科学性。如汉武帝时期的《太初历》、东汉的《四分历》、东汉末的《乾象历》、南北朝祖冲之制定的《大明历》、唐代张遂领导制定的《大衍历》、宋代沈括制定的《奉元历》和《十二气历》、元初王恂和郭守敬制定的《授时历》等历书，都具有较高的科学价值。中国天文学史上特别值得一提的是郭守敬，他一生不仅研制了 20 种天文仪器、建立了 27 个天文观测

① [英] 李约瑟：《中国科学技术史》，第 1 卷，第 1 分册，3 页，北京：科学出版社，1975。

台，还写下了天文学著作十多种，达一百多卷，是天文学史上十分珍贵的史料。他的杰出成就受到国际天文学界的高度评价，被誉为“中国的第谷”。为纪念中国这位杰出的天文学家，1970年国际天文学会特地将月亮背面的一个环形山命名为“郭守敬山”。

中国古代数学不仅源远流长，而且独具风格。尤其是算盘和珠算口诀的发明与外传，对朝鲜、日本、东南亚一些国家的计算技术的发展起了积极的推动作用。即使在日益广泛运用电子计算机的现代社会中，算盘与珠算仍有着很大的作用，难以完全取代。这说明中国古代数学成就的影响之深远，正如日本著名科学家汤川秀树所说：“中国的计算技术是颇为发达的。对比起来，西方的计算技术要差一些。”^① 由于我国古代数学家非常注重数学在天文改历、生产、水利、建筑、商业、税收等实践中的应用，因而使数学具有从个别上升到一般的理论结构形式，即从一个个具体问题的解法入手，然后导出同类问题上的一般的解法。这使得我国古代代数学的成就尤为突出，不仅代数学内容丰富，而且解题技巧极高，不少代数定理、解法都是中国首创的。例如，我国西汉成书的《九章算术》是世界上最早提出负数概念、正负数加减法则以及三元一次联立方程组的。又如，代数学上的剩余定理，就是《孙子算法》中的“物不知数”题。这个题后来演变为“韩信点兵”、“秦王暗点兵”、“隔墙算”等题目。华罗庚教授曾指出：“这类问题与解法是世界数学史上著名的东西。欧洲一直到十八世纪中叶，欧拉、拉格朗日都进行过研究，德国数学家高斯，在1801年出版的《算术探究》中明确解决了这一类问题。”他还说，这个定理“在电子计算机的设计中也有重要的应用”^②。我国北宋时期数学家贾宪，就已经知道了二项式系数法则，南宋数学家杨辉在其《详解九章算法》中详细地介绍了二项式系数三角形的结构，列出了正指数从0到6的二项式系数表。公元1303年，元朝朱世杰在其《四元玉鉴》一书中，把二项式系数增到8次方。在国外，最早知道这个法则的是帕斯卡和德国数学家亚披纳斯（1527年），与中国贾宪相比，他们落后了600多年。贾宪也是世界上最早发明增乘开方法（求高次幂的正根法）的人。英国人霍纳于1819年才找到与中国增乘开方法大致相同的算法，这已是贾宪之后800余年的事了。元朝的朱世杰对于多元高次方程的解法、高阶等差级数和有限差分等都有独到的研究。从以上实例足以说明我

① 《科学史译丛》，1981（2），5页。

② 郑积源编著：《科学技术简史》，46页，上海：上海人民出版社，1987。



中国古代数学的学术水平在当时是无与伦比的。此外，不少几何定理也是中国首创的。据《周髀算经》记载，周朝的离高就已发现了勾股定理。祖冲之计算圆周率准确到了小数点后 7 位数（这一记录直到 15 世纪—16 世纪才被打破），祖冲之的儿子在世界数学史上最早提出了计算球体积的原理。

我国古代的数学著作也可谓汗牛充栋，除上述著述外，汉唐时期的数学专著还有《海岛算经》、《五曹算经》、《孙子算经》、《夏侯阳算经》、《张丘建算经》、《五经算经》、《辑古算经》、《缀术》等。宋元时期，著名数学著作有《数书九章》、《测图海镜》、《益古演段》、《详解九章算法》、《日用算法》、《杨辉算法》、《算学启蒙》、《四元玉鉴》等。可以自豪地说，在世界数学史上，中国古代数学和古希腊的几何学犹如两盏明灯，遥相辉映，光照后人。

同天文学、数学一样，中国医药学也是历史悠久，博大精深，具有极高的医学科学价值。战国末期的《黄帝内经》是现今最早最完整的古典医学名著。《内经》以我国古代阴阳五行说、气化说的朴素唯物主义为理论基础，论述了人体生理活动规律、病理变化规律和中医临床规律。《内经》把“阴平阳秘”作为人的生存条件，如“阴阳失调”就要得病。它把调整阴阳、补偏救弊作为治病的根本原则，即用所谓“阳病治阴，阴病治阳”、“热者寒之，寒者热之”的办法来恢复“阴平阳秘”的阴阳相对的动态平衡。《内经》内容丰富，从基本的医学理论，疾病的症状诊断和治疗、针灸，一直到葬身之道，均有详细的记载。特别是医学基本理论部分，不但是以往中医基本理论的总结，而且是以后近两千年中医实践的准则。有些医疗原则至今还在运用。从哲学的角度看，《内经》还有丰富的朴素唯物论和辩证法思想，是对人类科学与哲学思想的重大贡献。东汉大医学家张仲景写的《伤寒杂病论》，记载了治传染病的方子 300 多个，治疗原则 397 条，还有治疗各种杂病的方法。在医学基本理论上，它对《内经》建立的“辨证施治”思想作了很大的发展。这种方法至今还是中医的一个基本方法。明代伟大科学家李时珍耗尽一生心血写成的《本草纲目》，是一部集药物学、生物学、化学、地质、天文、气象等为一体的巨著。全书共 190 万字，共记载药物 1 892 种，附方 11 096 个，附图 1 160 幅，其规模比过去任何一部讲述本草的书都大。《本草纲目》把动物分成虫（昆虫）、鳞（鱼类）、介（软体动物）、禽（鸟类）、兽（哺乳类）和人这几类，体现了进化的思想。《本草纲目》是我国古代最重要的文化遗产之一，同时也是世界重要的科学文献，它曾经被全部或部分译成拉丁文、英文、日文、法文、德文和俄文等而流芳世界。达尔文曾经受《本草纲目》的影响，他把这本书称为“中国古

代的百科全书”。这部书至今还是人们经常应用的医药书籍之一，指导着中医药物学与医学实践。唐朝孙思邈写的《千金要方》、《千金翼方》也具有很高的医学价值，在日本、朝鲜都产生了极大影响。自春秋战国到汉唐，我国已建立起了一个独特的完整的古医药学体系。这个体系是包括中医学、中药学、脉学、针灸学、外科和骨科学，以及独特的气功疗法与法医学等的一整套医学理论。目前，中医、针灸已被许多西方国家接受，为世界医学开辟出中西医相结合的新路子。

中国古代地学也具有内容广泛、综合性强的特点。春秋战国时代成书的《山海经》是我国最早的地质、地理著作，它记载了 70 余种矿物、170 多处金属产地，还记有每一个山岳的位置、水文、动植物、矿物特产等。稍后的《禹贡》、《管子·地员》对古代中国的地貌进行分类，对植物分布作了详细的图文说明。汉代的《汉书·地理志》是我国第一部正式以“地理”命名的著作。东汉三国时期成书的《水经》记载了 137 条河流。北魏大地理学家酈道元的巨著《水经注》对以往地理学知识作了全面总结与发展。它对 1 252 条河流的源头、河道、支流以及流域的水文、地形、气候、土壤、物产都作了详细记述，至今仍有参考价值。它还记录了自春秋战国以来的水利工程、治山治水，以及冶炼业、煮盐业、农业等情况，因此也算得上是一部经济地理著作。此后，唐宋时期十分重视地图与地方志的制作，明清时代康熙皇帝亲自领导测绘的《皇舆全图》，更是堪称中外测绘史上一项前所未有的创举。明末杰出地理学家徐霞客的巨著《徐霞客游记》，对中国西南、中南地区的岩溶地貌和溶洞作了详细的描述与研究。

中国古代的化学知识主要体现在古代本草学与炼丹术的著作中。李时珍的《本草纲目》集历史上本草学中的化学知识之大成，它记载了无机药物 266 种，正确而精细地区分了纯金属与合金属。古代道家创立的炼丹术，摒弃其唯心主义杂质，仍留下了许多宝贵的化学知识，如金属的置换，物质的化合与分解、氧化与还原，化合物的性质以及操作等方法。

二、古代朴素辩证法自然观

所谓自然观即指人类对自然界的总的看法或根本的观点，它主要包括对自然界的本质、自然界万物的形成及运动变化的原因、人与自然界的关系等根本问题的认识和观点。前述古代自然科学的成就与古代自然哲学的成就是密不可分的。一方面，古代朴素辩证法的自然观把古人的思想从原始宗教、神话的世



界观束缚下解放出来，开始从物质世界自身去寻找物质世界的原因，从而开启了自然科学之大门；另一方面，古代自然科学的成就又不断证实、修正、丰富和发展古人的唯物辩证的自然观。

由于受当时自然科学发展水平和认识水平的限制，古人只能从总体上直观地勾画整个自然界的轮廓，还不足以从细节上具体说明自然界的联系，这迫使他们不得不采用哲学的睿智、思辨、猜测来填补对自然知识的空白和不足，完善其自然观。这就使他们的自然观只能是笼统的、朦胧的和粗糙的，并带有直观性、思辨性和猜测性等特点。

（一）古希腊的朴素辩证法自然观

古希腊人首先形成了人类历史上最初的朴素辩证法的自然观。

关于自然界的本质或万物的本原问题，在人类早期大都只能借助原始宗教、神话传说来解释。如古希腊的神话中，创生万物的父母是海神奥启安诺斯和德修斯。古希腊被誉为“哲学之父”的米利都学派创始人泰勒斯（约为公元前7世纪—前6世纪前期）破天荒地提出构成万物的本原应该是“水”，而不是什么海神，从而开创了从物质世界自身去寻找和说明自然万物的原因之先河（这就开启了科学研究之大门）。把“水”作为万物的本原是很直观、很形象的，也是有一定道理的，因为万物生长都离不开水，万物死亡之后又化成了水，水就是生命万物之源。然而，气象万千、纷繁复杂的物质世界岂能是只用“水”这样一种单一的物质成分就能解释的？例如，“火”这样的事物与“水”就是根本对立的，用“水”这样湿的、冷的东西就难以解释“火”这样干的、热的不同性质事物。所以，泰勒斯的弟子阿拉克西曼德（公元前611—前547年）提出构成万物的“本原”或“始基”应该是没有任何规定性的，他把它叫做“无规定者”。各种不同规定性的事物就是从“无规定者”中分离出来的。因此，“无规定者”包含着各种“对立物”，“对立物”必然产生分离运动。显然，阿拉克西曼德的“无规定者”已经包含着许多辩证法因素了。

此后，作为阿拉克西曼德学生的阿那克西米尼（约公元前587—前526年）虽然赞成其老师的主张，认为“本原”或“始基”应该是唯一的、无规定性的，但不同意把“无规定者”作为万物的本原。他提出“气”是万物的本原，因为“气”的形态是最均匀而又不可见，且无任何规定性，只是由于冷和热，才成为雾气，或因为其运动才成为风，才为我们所知。通过气的变浓或变稀，就产生了各种事物。如变浓时就产生风、云、水、土乃至石头，变稀时就成为火。这样，从泰勒斯的“水”到阿拉克西曼德的“无规定者”，再到阿那

克西米尼的“气”，经过一个否定之否定，使米利都学派的唯物主义一元论理论得到相对完善。

继米利都学派之后，毕达哥拉斯学派兴起。由于受数学研究的影响，毕达哥拉斯（约公元前580—前500年）把“数”作为万物的本原。虽然这是从唯心主义方面去解释自然界，但却包含着诸如奇与偶、一与多、左与右、正与反、直与曲、正方与长方等对立面和谐的辩证法思想。特别是他的宇宙结构论不失为一种天才的构想。毕氏认为，整个宇宙是以“火”为中心的，向外依次为地球、月亮、太阳、金星、水星、火星、木星、土星和恒星。由于他们认为10才是完美和谐的数，所以又虚构了第十个天体——“对地”。他们认为一切天体都是围绕“火”这个中心而旋转的。

赫拉克利特（约公元前540—前470年）是古希腊杰出的辩证法大师，他提出“火”是万物的本原。他认为，宇宙生成的过程是火生气，气生水，水生土，而土又还原成火。火可以化生一切事物，一切事物又复归于火。他还提出，宇宙万物是永远流动、变化的，“一切皆流，无物常住”，而万物的变化是遵循着“逻各斯”（即规律）来运动的。他发展了米利都学派的辩证法思想，指出宇宙间充满对立和矛盾，并认识到了对立面可以相互转化，而对立面的斗争乃是万物之父、万物之王。

到埃利亚学派之后，某些自然哲学家进一步提出构成自然界万物的本原不是单一的，而是多元的。例如，恩培多克勒（约公元前495—前435年）提出了“四根说”。他认为，宇宙万物是由火、气、水、土四种物质元素按不同比例混合，从而形成各种不同性质的东西；万物分解后又重新回到火、气、土、水。那么，是什么力量造成这“四根”的结合与分离呢？恩培多克勒认为是两种外在的力量，即“爱”和“恨”。“爱”的力量使四种元素相结合，“恨”的力量使四种元素相分离。

德谟克利特（约公元前460—前370年）一生著述颇多，著名的有《小宇宙秩序》、《论自然》、《论人生》等，并且是古希腊朴素唯物主义之集大成者。他在留基伯（约公元前500—前440年）思想基础上创立了“原子论”学说，他提出，万物的本原是原子与虚空。原子是一种最细小的、不可见的、不能再分的物质微粒，虚空则是原子活动的场所，也是实在的存在。原子在虚空中急剧而零乱地作直线运动，互相碰撞形成一个漩涡运动，结合成世界万物。他还提出，世界上一切事物都是相互联系的，都受因果必然性和客观规律性的制约。德谟克利特的“原子论”已开始试图克服古代唯物主义自然观的直观性，



合理地推导或猜测到“原子”这个物质的构成成分。“原子论”的思想对西方后世产生了深远的影响，列宁称他为古希腊唯物主义的代表，马克思、恩格斯称他是“经验的自然科学家和希腊人中第一个百科全书式的学者”。

亚里士多德（公元前384—前322年）是古希腊最渊博的学者，他首次将哲学与其他科学区别开来，开创了逻辑学、伦理学、政治学和生物学等学科的独立研究，对西方文化的发展有巨大影响。亚里士多德的自然观主要有以下几个方面：第一，提出“四因论”。他认为一切事物的运动、变化皆由质料因、形式因、动力因、目的因所决定。所谓“质料”，就是构成万物的原料；“形式”，是指事物是根据什么而形成的，也就是事物的形式结构；“动力”，是指把质料和形式结合起来的制造者，它是事物“变动的来源”；“目的”，是指事物的归宿，即“一切制造与变动的终极”，“一件事之所以做的缘由”。第二，提出“形式质料说”。亚里士多德认为一切事物都是由形式和质料两方面构成的，在具体事物中的形式和质料是结合在一起的，他把“形式因”、“动力因”和“目的因”统称为“形式因”，他认为质料是消极的、被动的、未完成的东西，是可能性（潜能）；形式因是积极的、能动的、完成了的东西，是现实性。在具体的事物中，没有无质料的形式，也没有无形式的质料，质料和形式的结合，就是潜能转化为现实的运动，事物的运动、变化就是质料向形式的转化，是质料形式化的过程。第三，提出“原性说”。在万物本原问题上，亚里士多德认为性质比物质更基本，是属性决定事物。他把火、气、水、土等自然事物归结为热、湿、冷、干四种性质两两结合的产物，即热和干结合为火，热和湿结合为气，湿和冷结合为水，冷和干结合为土，再由火、气、水、土四种元素构成了地上万物。此外，还有一种比火更热、更干、更轻灵的元素，一种燃烧着的东西，他称之为“以太”。“以太”在不停地作圆周循环运动，形成了月亮以上的一切天体。

（二）中国古代朴素辩证法自然观

中国古代自然观最早可见于商周之际产生的著作《周易》之中的“八卦”说。《周易·系辞》曰，“圣人设卦观象”，“据其数遂定天下之象”。“八卦”据传是伏羲氏所创，原来是作为观测天象、占筮吉凶所用的一种方法，后来被用来说明世界万物的生成和转化，成为最早的一种自然观。《周易》所谓“易有太极，是生两仪，两仪生四象，四象生八卦”，被某些易学家解释成宇宙的生成过程。其中，“太极”是宇宙的总根源（秦汉以后逐渐演变成原始混沌的“元气”）。古人从日常生活中选取八种自然物或自然现象作为构成万物的本原。



八卦即指：天（乾）、地（坤）、雷（震）、火（离）、风（巽）、泽（兑）、水（坎）、山（艮），其中，天、地为父母，雷、火、风、泽、水、山为“六子”。八卦中对立的卦象以刚柔两爻互易表示事物的相互转化，蕴涵着朴素辩证法思想的胚芽，对后世产生了较大影响。

西周末年（约公元前 11 世纪）产生的“阴阳二气说”（后发展为“精气说”、“元气说”）是中国古代有代表性的朴素辩证的自然观。古人在从对客观世界矛盾现象的观察中逐步把矛盾概念上升为阴阳范畴，并用阴阳二气的消长来解释事物运动变化的原因，认为“万物之生，皆稟元气”。如周宣王卿士虢文公认为，土地解冻是由于阴气上升，春雷震动是由于阴阳二气处于“分布”状态；周幽王太史伯阳父则用阴阳二气的力量对比变化来解释地震现象，并把阴阳二气的均衡状态看作是不能破坏的正常秩序；春秋时期（约公元前 7 世纪）的《老子》一书提出，“万物负阴而抱阳”，“冲气以为和”，阴阳二气是一切事物包含的矛盾；《易传》在总结前人思想基础上，提出“一阴一阳谓之道”的原则，把阴阳上升为“范围天地”，“曲成万物”的哲学范畴；北宋张载的“一物两体”论、南宋叶适的“一两相济”论等学说都是阴阳说的继承和发展。

古人在“阴阳说”基础上还形成了“五行说”。西周末年史伯提出“以土与金、木、水、火杂，以成百物”的观点。人们把金、木、水、火、土等五行看成是组成自然界万物的本原，用阴阳及其变化来说明自然界的秩序及其变化的原因。使“阴阳说”与“五行说”融合成“阴阳五行说”。

在宇宙生成观上，《老子》提出的“道生一，一生二，二生三，天下万物生于有，有生于无”的观点被视为中国古代最早的宇宙生成论。《淮南子·天文》在阴阳二气说基础上勾画了一幅宇宙生成的图画：在混沌未开的太始之前，宇宙空间呈现“虚廓”状态，最初形成了作为“万物之母”的“道”，而后生成宇宙，“气”也随之而生。气有清（轻）浊（重）之别，清轻者上升而生成天，浊重者下沉并逐渐凝固而生成地。由于清浊两种“气”性质差异，天先生地。阴阳之气继续在天地之间摩荡、运动、化合，然后阴（夜）、阳（昼）、四时（四季）、万物次第生成。阳气聚积而生火，火气之精者生成太阳；阴气聚积而生水，水气之精者生成月亮；剩余的精气则成为星辰。除此之外，中国古代还有“盖天说”、“浑天说”、“宣夜说”和“安天论”等宇宙生成说。

如果说中国古代朴素辩证自然观与西方古代朴素辩证自然观在世界本原论、宇宙生存论等问题上差别不太大的话，那么在如何看待人与自然的关系问题上则有着显著的差别。中国古代尽管也有荀子的“制天命而用之”的思想，

但毕竟不是主流思想。从总体上说,中国古代是“天人合一”论,而西方古代则是“天人对立”观。这导致西方古代把自然界视为“对手”,从而需要去认识它、改造它、征服它;而中国古代则把自然界视为“朋友”,所以要“赞天地之化育”,“与天地参”,要与自然界和谐相处。如果说“天人对立”思想在一定程度上促进了西方自然科学发展的话,那么,“天人合一”观点在人类面临环境污染、资源枯竭、生态危机的今天则显示出它的当代价值。

第二节 近代自然科学与机械唯物主义自然观

一、16 世纪至 18 世纪前期的自然科学

西方古代自然科学在经历了长达千年的中世纪“冬眠”之后,由于文艺复兴运动的推动和资本主义生产方式的兴起,于 16 世纪开始获得长足发展。在自然科学基础上,人类认识和改造自然的各种技术水平也大大提高。

1492 年哥伦布发现美洲新大陆,1519 年—1522 年麦哲伦首次环球航行成功,地理上的新发现和远洋贸易的发展,要求人们有精确的天文知识以保证航海的需要。于是,伴随着文艺复兴和宗教改革运动的发展,在自然科学领域中也产生了以天文学为发端的自然科学革命。

近代自然科学产生和发生革命的标志是 1543 年哥白尼(1473—1543)发表了《天体运行论》这部不朽的著作,它是自然科学反对神学的第一篇檄文。在这部划时代的著作中,哥白尼提出了日心说,认为地球既不是一个静止不动的天体,也不是在宇宙的中心,它只是一个普通的行星,既有自转的周日运动,又和其他行星一样有公转的周年运动;太阳才是宇宙的中心,天体的视运动实际上是地球和其他行星绕太阳作复合运动的结果。日心说的创立,把被中世纪宗教神学利用的“地球中心说”论述的日地关系颠倒过来了,实现了天文学上的革命,给了宗教神学以沉重的打击。从此,自然科学便开始从神学的束缚中解放出来。

继哥白尼“日心说”之后,德国天文学家开普勒(J. Kepler, 1571—1630)在其老师第谷·布拉赫(B. Tycho Brache, 1546—1601)的大量天文观测资料的基础上,对天体运行规律作了进一步的探索和研究,相继发表了《新天文学》(1609 年)、《宇宙和谐论》(1619 年)的天文学专著,先后提出了行星运动的三大定律:第一定律(轨道定律)指出,行星绕日运动的轨道是椭



圆，太阳在椭圆的一个焦点上；第二定律（面积定律）认为，在相等的时间内，行星和太阳的连线（动径）所扫过的面积相等；第三定律（周期定律）提出，行星绕日一周的时间的平方与轨道平均半径的立方成正比。行星运动三定律进一步捍卫和发展了哥白尼学说，并为牛顿力学奠定了基础。由于开普勒的杰出贡献，人们把他被誉为“天空的立法者”。

意大利物理学家、天文学家伽利略（1564—1642）是近代实验科学的开创者。他深刻批判了中世纪神学目的论和古代亚里士多德的目的因，把对自然界的观察实验和数学推演方法结合起来，开创了一种认识自然界的真正意义上的科学研究方法——机械论方法。他第一个用望远镜观察到太阳黑子、月球山岭、木星的卫星和金星的周相等现象，并从实验中总结出自由落体定律、惯性定律、相对性原理和抛物体轨迹理论等，并建立了加速度的概念，奠定了经典力学基础。

英国物理学家、天文学家、数学家牛顿（1643—1727）在长期观测和进行一定的实验基础上，建立了质量的科学概念，把开普勒的天体运动规律和伽利略的地球上物体运动规律进行科学综合，作了更高一级的科学抽象，提出了机械运动的三大定律和万有引力定律，从而建立了经典物理学理论体系。此外，他还提出了光的微粒说和发明了微积分。牛顿的这些科学成就汇集在他的《自然哲学的数学原理》和《光学》的著作中。牛顿完成了近代以来的古典物理学的第一次理论大综合。

在生物学方面，瑞典生物学家林耐（1707—1778）在收集了大量动植物标本的基础上，创立了双名命名法，把过去紊乱的植物名称归于统一，并建立了一套较完整的科学分类体系。其代表作是《自然系统》（1735年）和《植物种志》（1753年）。关于植物学和动物学的分类，林耐采用阶梯等级分类法，将自然界分为“三界”：植物界、动物界和矿物界。在界以下依次是纲、目、属、种，实现了分类范围的统一。对植物界，他以种为分类的最小单位，再根据花的数量、形状和位置分成属，并以雌蕊的数目确定某一植物应归入的目，以雄蕊的数目决定应归入的纲，把隐花植物总括为另一个纲，构成所谓“林氏24纲”；对动物界，分为6个纲，即蠕虫纲、昆虫纲、鱼纲、两栖纲、鸟纲和哺乳纲。林耐的分类学在早期认为物种是不会发生变化的，直到《自然系统》出第10版时才把“由造物主创成的物种的数目始终不变”、“没有新的物种”等说法删去，到出第12版时才明确提出杂交可能产生新物种。另外，林耐也坦承自己的分类学很难区分人与猴子。



在数学方面，由于天文学和力学飞速发展的推动，近代数学也取得了重大成就。这突出地表现在耐普尔（1550—1617）1614年出版的《关于奇妙对数表之描述》和1619年出版的《关于奇妙对数表之结构》两书，在书中，他制定了对数。笛卡儿（1596—1650）在他的著作《更好地指导推理和寻求科学真理的方法论》（1637年）一书的附录中发表了“几何学”一文，在这里他推进了韦达的符号代数，并用来研究轨迹等几何问题。笛卡儿第一次把变数引进了数学，利用代数学作为研究几何学的一般方法，这种思想和创造方法使他成为解析几何的创始人。在1665至1676年间，莱布尼茨（1646—1716）和牛顿几乎同时分别创立了微积分。

在化学方面，这一时期仅仅是化学的萌芽时期。英国化学家波义耳（1627—1691）第一次提出了化学元素的概念，试图用化学元素论取代古代炼丹术、炼金术理论。这一时期的化学研究主要集中在对“火”的燃烧现象上。波义耳提出了火微粒学说，认为燃烧是物体与火微粒化合的过程。德国化学家贝歇尔（1653—1682）则认为燃烧是一种分解过程。德国御医斯塔耳（1660—1734）在此基础上创立了燃素说，认为燃烧是物体包含着的燃素的释放过程。达·芬奇则独到地指出，燃烧过程与呼吸过程十分相像，都能使空气减少一部分。但真正发现氧气的是18世纪瑞典化学家舍勒和英国化学家普里斯特利，而正式提出氧化说的则是法国化学家拉瓦锡。

在生产技术方面，虽然第一次技术革命发生在18世纪后期，但这一时期的工具机和动力机技术已具备较高水平，从而为机械力学的创立提供了技术基础，又为形而上学机械自然观的形成在客观上提供了类比条件。

二、16世纪至18世纪前期的机械唯物主义自然观

在16世纪至18世纪前期这一时期，不仅实现了天文学上的革命，并且在力学、数学和生物学等领域，也取得相当的研究成果，从而引起了自然观上的革命。人们开始从以往对自然界的整体、直观考察和认识转变到对自然界进行深入、细致的分析研究。近代自然科学的先驱者们把系统的天文观察和精确的数学计算结合起来，把物理实验和数学方法结合起来进行研究。于是，人类对自然界万物的认识便开始从古代以直观和思辨为主的自然哲学及认识论、方法论，发展到近代前期以观察、实验方法和数学方法相结合为主的认识论及方法论，并形成与这一历史时期自然科学技术发展水平相适应的机械唯物主义自然观和形而上学思维方法。



所谓机械唯物主义自然观，是一种单纯用古典力学解释一切自然现象的观点。它把物质的物理、化学和生物的性质都归结为力学的性质，把物理的、化学的和生物的系统 and 运动形式都归结为力学的系统和运动形式，认为自然界中的一切事物都完全服从于机械因果律。

机械唯物主义自然观在 16 世纪兴起，并在 17 世纪、18 世纪的西方哲学中占据支配地位。在这个时期，从神学解放出来的自然科学对自然界进行着分门别类地研究，力学以及为它服务的数学取得了巨大成就。17 世纪上半期，笛卡儿根据力学的成就，建立了一个机械的宇宙演化模型，并对物理现象和生物现象作了机械的解释。17 世纪下半期，牛顿在开普勒和伽利略工作的基础上建立起超出其他自然科学部门研究水平的严密力学体系，不仅能正确描述地上物体的机械运动，而且能算出天体的轨道，并确定地预言其运动。于是，古典力学就变成了整个自然科学的典范，同时也为机械唯物主义自然观奠定了基础。在这个时期，那些试图以自然原因解释自然现象的哲学家们往往用力学规律去说明自然，认为物体的基本属性只是广延性，而所谓色、声、香、味等感觉性质不过是一些主观的幻影。在他们看来，物质是惰性的，它的运动仅仅是在外力推动下失掉一个位置而获得另一个位置而已。这种机械决定论终于导致牛顿去寻找宇宙的“第一推动力”，并最终陷入“上帝之手”的泥潭。

机械唯物主义者由于把复杂多样的物质运动仅仅归结为机械运动的一种形式，认为物体运动只是位置变动，所以他们坚持用力学原则去解释生命运动，乃至把动物和人也说成是一架机器。例如，笛卡儿就率先提出了“动物是机器”的观点。他认为，动物不过是个“自动机”，只有运动而没有思想灵魂，同非生物没什么两样。至于人，他认为不过是“形体”与“思想”两个实体的结合，并构想出一个所谓的“松果腺”作为形体和灵魂的接触点。英国哲学家霍布斯（1588—1679）同样把运动只归结为机械运动，他认为，构成世界的物体只具有广延性，自身并无运动能力，物体的运动只是由外力造成的，整个宇宙就是具有力学和几何性质，在空间中不断地进行机械运动的物体之总和。他还认为，世界是一部巨大的机器，人体不过是一部精巧的小机器，人和自然界物体并无本质差别，生命不过是内部关键部件发动起来的胶体运动，心脏好比发条，神经好比游丝，关节好比齿轮，甚至把人的一切情欲都看成是既有开始又有结束的机械运动。法国的医生、唯物主义哲学家拉美特利（1709—1751）批判地继承了笛卡儿的机械唯物主义思想，肯定笛卡儿用物质的原因来说明动物的基本观点，但他不同意笛卡儿把动物说成是没有感觉能力的简单的自动



机。他主张用有感觉、有精神的活的有机机器的新概念来说明人。他提出，人就是一架由血液的力量开动的“钟表或自动机器”，他甚至把自己的著作就起名为《人是机器》。

18世纪法国唯物主义者从笛卡儿的物理学出发，应用当时发达的力学成就，贯彻了机械唯物主义的自然人观，并与神学自然人观进行了斗争。与17世纪的机械唯物主义者不同的是，他们肯定了物质自身能够运动并具有多种多样的性质，但却进一步发挥了机械决定论的观点。按照这种决定论，自然界被看作是一个不间断的因果链条，原因和结果具有严格确定的、不可移易的必然联系，认为所见的一切都是必然的。这种机械唯物主义观点在自然科学中的突出表现是拉普拉斯（1749—1827）提出的机械决定论。然而，拉普拉斯却又提出了一个新的假设，他认为，如果有一个数学上万能的“神圣计算者”，只要他知道了从最大天体到最轻原子的运动的现时状态，就能按照力学规律推算出整个宇宙的去状态和未来状态。他乐观地宣称，“可以想象，关于自然的知识将达到这样一个水平：整个世界的过程都可以在一个简单的数学公式中表现出来，从一个联立微分方程式的巨大系统中，宇宙中每一个原子的运动的位置、方向和速度都可以在任何瞬间中计算出来。”^①按照这种假定，宇宙中全部未来的事件都严格地取决于全部过去的事件，事件出现的不确定性或偶然性消失了，不但偶然性并未从必然性中得到说明，反而使必然性成了纯粹偶然的产物。后来，人们把他所假定的“神圣计算者”称为“拉普拉斯妖”，一个上帝的别名而已。这说明，机械唯物主义的自然人观根本不可能对纷繁复杂的物质宇宙作出真正科学的解释。

机械唯物主义自然人观在历史上所起的进步作用在于，它与当时最发达的自然科学相结合，坚持从自然本身说明自然，证实了以往被视为根本不同的领域，如地上的运动和天上的运动，都服从于同样的力学规律，从而有力地打击了神学自然人观，维护了世界的物质统一性原则。

近代前期形而上学思维方法的形成也是与这一时期的自然科学技术水平相联系的。所谓形而上学思维方法是指用孤立的、静止的、片面的、无矛盾的观点来认识事物的一种思维方法。

在古代，哲学作为一种“知识总汇”，把所有学科知识都包含其中。到了近代，各门自然科学纷纷从古代哲学“襁褓”中独立出来，开始对物质世界进

① 拉普拉斯：《宇宙体系论》，458页，上海：上海译文出版社，1978。

行分门别类的研究和认识。这一时期的自然科学除力学发展比较完善外，其他自然科学大都还处于搜集材料阶段。科学家们为了深入认识自然界各种运动形态的规律性，对各种现象分门别类地搜集材料，撇开它们之间的联系和变化，暂时把它们作为一种孤立的、静止的、不变的东西进行观察、分析，形成了观察、实验、分析、还原等科学研究的基本方法。这种把整体统一的物质世界按不同领域、不同层次、不同类别分割开来孤立的研究，把运动着的事物放到实验室、解剖台上进行静态的分解、分析、还原的研究方法，极大地促进了人类对自然界认识的深化。然而，近代自然科学的这种研究方法和取得的局限性成果却深深影响到当时的自然哲学家。培根和洛克等人把这种暂时孤立的、静止的、不变的研究方法和局限性成果简单移植到哲学领域，把它变成一种对世界的根本观点，这就形成了形而上学的世界观和方法论，即认为世界上的一切事物都是彼此孤立存在、毫无联系的；世界上的一切事物都是不变的，即使有变化也只是数量上的增加、减少或位置场所的改变，事物没有质的改变；事物的这种数量变化和机械运动只是由其外力作用所推动，事物自身并不包含矛盾，矛盾只存在于逻辑思维领域。这种形而上学方法论和机械唯物主义自然观反过来严重影响和制约了自然科学的发展。

从18世纪后期开始到19世纪初，机械唯物主义自然观和形而上学方法论的局限性逐渐暴露出来，并受到德国自然哲学家的批判。但只有在马克思主义的科学的、完整的、唯物辩证的自然观中才得以真正地扬弃，自然科学的发展也逐步突破了形而上学和机械唯物主义的束缚。

第三节 18世纪后期、19世纪 自然科学与辩证唯物主义自然观

18世纪下半叶至19世纪，自然科学从搜集经验材料的阶段进入系统整理这些材料和理论概括的阶段，在天文学、地质学、物理学、化学、生物学等各个领域涌现出一系列重大发现。特别是由于物理学的两次重大的理论综合（能量守恒与转化定律和电磁转化理论的建立）和生物学的两次重大的理论综合（细胞学说和生物进化论的建立），深刻地揭示了自然界的普遍联系和发展的辩证性质，从而使辩证唯物主义自然观取代机械唯物主义自然观成为历史的必然。



马克思和恩格斯科学地总结了当时自然科学的最新成就，继承了古希腊自然观中的辩证法观点，克服了机械唯物主义自然观的形而上学性质，批判地汲取了德国古典自然哲学思想特别是黑格尔的辩证法思想，创立了辩证唯物主义的自然观。

辩证唯物主义自然观的创立，意味着凌驾于自然科学之上的、思辨地构造体系的自然哲学的终结。它无论是对马克思主义学说的完善，对于马克思主义哲学的发展，还是对于自然科学哲学问题的研究、促进科学技术的进步，都具有重要的意义。

一、18 世纪后期至 19 世纪的自然科学

这一时期科学发展最显著的特点，是在科学实验普遍兴起和进一步深入的情况下，开始从分门别类为主的研究转入以系统综合研究为主。科学家们注重对以往积累起来的观察和实验的丰富材料进行思维加工，把事物的演化、进化、相互联系、相互转化作为科学研究的主攻方向，因而在天文学、物理学、化学、生物学等主要学科领域都取得了具有划时代意义的新突破，得到了更高一级的综合。

（一）宇宙起源论对形而上学机械自然观和神学自然观的严重冲击

1. 康德的原始星云假说

1755 年，康德（1724—1804）关于太阳系天体起源的“星云说”——《宇宙发展史概论》（又译作《自然通史和天体论》）一书的出版，给形而上学自然观打开了第一个缺口。在书中，他用许多唯物辩证法的思想和观点创造性地综合了自古以来的天文学、原子论和力学等的研究成果，根据当时天文观测到云雾状天体存在的资料，批判了当时自然科学领域中占统治地位的关于天不变、地不变、物种不变的形而上学的机械自然观和神学自然观，提出了系统的天体起源和演化理论，即关于太阳系天体起源的“星云假说”。

康德认为，宇宙是物质的，星云物质是宇宙的原始状态。他以阿基米德、笛卡儿式的豪壮语气说：“给我物质，我就用它造出一个宇宙来！”至于宇宙天体是如何形成和运动的，康德反对一切神创论，包括牛顿的“上帝之手”。他提出，宇宙的形成是物质自身作用的结果，太阳和太阳系的天体是从炽热高速旋转的弥漫状态的物质（即“原始星云”），通过它自身固有的运动规律——吸引和排斥的相互作用，由于吸引而不断凝聚，由于排斥而发生分离和旋转运动，并从这种混沌状态的物质中逐步形成和发展成为有序的天体系统的。

康德还提出，宇宙的转化也是无限的。我们对自然界所认识的全部东西，都说明了自然界生生不灭、永无止境。在地球上，无数动植物天天都在消亡，都是瞬间即逝的牺牲品。但是自然界有用之不竭的创造力，一点也不少地在别处又创造了同样多的动植物，以填补所留下来的空虚。一大片陆地正在沉入海底，但在别处，隐藏在海底的陆地又在升起。同样，各个世界、世界的各个系统也要消亡，而与此同时，造化又在别处创造出新的世界、新的体系。总之，一切有限的东西，一切有起源的东西，自身就会包含着“有限”这个本质特点，它们就一定要消亡。“一个确定的自然规律：一切东西，一旦开始，就不断走向消亡。”^① 康德还设想了“外星人”的存在，意在反对“人类中心论”。由于当时宗教势力的强大，康德的著作最初都是匿名发表，又由于出版商的破产，只印行了很少的数量，所以康德的思想在半个世纪内没产生多大的实际影响。

2. 拉普拉斯的《宇宙体系论》

1796年法国科学家拉普拉斯（1749—1827年）发表了《宇宙体系论》，提出了关于太阳系起源的星云假说。

他研究了太阳系的30个天体的运动，认为太阳系具有明显的规则性，如所有行星都从西向东运动，并基本在一个平面上，卫星运行的方向与行星相同，太阳、行星、卫星自转的方向与公转方向相同，并基本上在公转轨道的平面上。他结合概率论研究，提出这种规则性并非出自偶然，因此他就试图说明这种规则性的必然根据。

他认为太空最初弥漫着巨大的球状星云，炽热并在缓缓自转。根据角动量守恒原理，后来由于冷却而不断收缩时，转动速度便增大，离心惯性力也越来越大。在离心惯性力与中心部分吸引力的作用下，星云逐渐变成扁平的盘状。当离心惯性力与引力相等时，边缘的物质就不再继续收缩而停留在原处，形成一个围绕中心旋转的气体环，这样的过程可以重复多次，形成若干个气体环。环内密度较大的物质吸引了周围的物质，逐渐形成围绕中心旋转的团块。中心体收缩为太阳，周围的团块冷却后，形成行星。

拉普拉斯假说提出后很快就引起了人们的重视，并导致了1799年康德著作的再版。1854年赫尔姆霍茨首先提出了“康德—拉普拉斯天体演化说”这一名称。

① 康德：《宇宙发展史概论》，203页，上海：上海人民出版社，1972。



（二）古典物理学的辉煌成就

1. 能量守恒和转化原理的发现，完成了古典物理学的第二次大综合

能量守恒的思想虽然早由笛卡儿提出了，但对这一定律的真正的科学发现则开始于对热的本质的研究。布莱克教授第一次把热和温度这两个概念区别开来，他的比热学说使人类对热的认识进入了一个定量的阶段，但是他又提出了所谓“热质说”。1798年美国入汤普孙在钻炮膛的过程中发现“摩擦生热”，因而提出热是运动而不是物质，使“热质说”受到怀疑。1799年，戴维用两块冰互相摩擦而化成了水，“热质说”再次受到冲击。即使这样，“热质说”仍然继续统治了40年，直到能量守恒与转化定律的发现为止。

萨迪·卡诺在研究蒸汽机热效率的过程中发现，“热不是别的什么东西，而是动力（能量），或者说，它是改变了形式的运动。它是（物体中粒子的）一种运动（的形式）。”^①他还得出热功当量为3.627焦耳/卡。所以说，卡诺应该是能量守恒与转化定律的第一个发现者。然而最早公布此定律的却是德国青年医生迈尔。迈尔从食物的化学能可以转化为热中受到启发，通过实验计算出热功当量，并在《化学与药物学杂志》上发表了研究论文《论无机界的力》，使能量守恒与转化定律第一次被公开发表。但是，由于缺少实验仪器，无法实现定量分析，使迈尔的理论缺乏实验数据的支持，能量守恒与转化定律仍受到社会的冷遇。此后，英国业余物理学家焦耳（1818—1889）自制了一套实验仪器，较为精确地测量出热功当量为4.187焦耳/卡，使能量守恒与转化定律引起整个科学界的重视，并得到社会的公认。这一定律的独立发现者还有英国化学家格罗夫、丹麦科学家柯尔丁。此外，德国科学家赫尔姆霍茨第一次把这一定律引入力学系统，分析了机械能——动能和势能的守恒与转化，为这一定律作出了重要贡献。

能量守恒与转化定律不仅从实践上为人类利用自然力，开辟新能源指明了广阔的道路；而且从理论上揭示了各种形式的能的普遍联系和相互转化，从能量的角度上，把力学、声学、热力学、光学、电磁学等各个部门综合为一个有机的物理学整体。这表明从牛顿力学以后，对自然界运动形式认识的关注点，已从机械运动形式转移到热、光、电磁等各种运动形式的宽广领域。这是人类对大自然认识的又一次巨大飞跃。

恩格斯把能量守恒与转化定律称为“伟大的运动基本规律”。这一定律不

① 郑积源：《科学技术简史》，193页，上海：上海人民出版社，1987。

仅证明了物质和运动的不灭原理，而且以实验确立了各种运动形式相互转化的当量关系，为自然界物质的多样性和统一性找到了自然科学的证据，从而为马克思主义哲学、自然辩证法奠定了坚实的自然科学基础。

2. 光的波动说的复活和胜利是古典物理学上取得的又一辉煌成果

物理学上关于光的本质究竟是什么，有荷兰科学家惠更斯（1629—1695）的“波动说”与牛顿的“微粒说”两种解释。从17世纪到18世纪，由于牛顿的名气，由他提出的光的“微粒说”占了绝对的统治地位。到了19世纪30年代，“波动说”又开始占上风，取代了“微粒说”。光的波动说的第一个再度提倡者，是英国的一个奇才汤姆斯·杨。1801年5月，他发现了光干涉原理，用来解释薄膜的颜色，这是牛顿以后光学最主要的成就，但他的成果得不到承认。法国菲涅尔的光的干涉实验，分清了干涉与衍射，并用数学计算取得了新的成就，从而使许多物理学家接受了“波动学”。

1850年，傅科利用旋转镜，证实不同媒质中光的传播速度与媒质的折射率成反比，从而使光的波动说取得决定性的胜利。这个实验被称为两种光理论的决定性实验。傅科是精巧的实验家，他在1851年发明证明地球自转的傅科摆，1852年发明了陀螺仪。1849年斐索用转动齿轮，首次实验测定光的传播速度。1862年傅科改进了斐索的实验装置，测出空气中的光速为29.8万千米/秒。19世纪上半叶光学的新成就大大推进了电磁理论的创立。

3. 经典电磁学的创立，完成了古典物理学的第三次大综合

人类对电磁现象的认识早就产生了，但“电”这个概念最早是由吉伯提出来的，他把受毛皮摩擦能吸引羽毛纱线一类轻微物体的这种性质叫做电。自从莱顿瓶发明后，电的研究才开展起来。1752年富兰克林著名的风筝试验，证明了大气电和摩擦电的同一性，根据雷电原理，他又发明了避雷针。在这个时期，法国自然哲学家、数学家德萨古利埃于1740年提出了导体与绝缘体的概念，富兰克林提出了负电和正电的概念。这时的电学理论还比较落后，用电单流体或双流体来解释摩擦起电等静电现象。

作为科学的电学是从库仑定律的发现开始算起。1785年，法国物理学家库仑总结了前人种种静电现象的观察和自己的扭秤法的实验，提出了库仑的静电定律。后来高斯从库仑定律中作出了电量的定义，把相同电量的两电荷相距1厘米时，以1达因的力相排斥所具有的电量为1库仑。这样，库仑定律的建立，便标志着电学进入了科学的行列。

从静电研究转入动电研究是电学的进一步突破。意大利解剖学家、医生伽

伐尼在解剖青蛙时偶然发现使蛙腿发生痉挛的“流电”现象，引起各国科学家的重视。意大利物理学家伏打通过大量实验研究，发现电流不是来源于动物的神经而是来源于外部不同金属的接触，并在此基础上制成了人类最早的“伏打电池”。

丹麦物理学家奥斯特（H. Ch. Oersted, 1777—1851）受物质同一性的哲学思想启发，发现了电流的磁效应，为电磁学的建立作出了杰出贡献。

对电磁学贡献最大的一位物理学家是英国的法拉第（M. Faraday, 1791—1867）。法拉第在科学上的最大贡献有两点：一是发现法拉第电解定律，二是发现电磁感应定律。特别是电磁感应定律的发现，解决了磁向电的转化，从而使电与磁之间的辩证转化实现了循环，促使电机、电器技术的产生。

对电磁学贡献最大的另一位物理学家是英国的麦克斯韦（1831—1879）。他对物理学的贡献是多方面的，但贡献最大的还是他创造性地完成了古典电磁理论的建立，把电、磁、光综合为一体，把古典物理学推向顶峰，进而预言了电磁波的存在，打开了现代无线电应用新时代的大门。特别是他建立的电磁场的基本方程（麦克斯韦方程组），在物理学的发展史上继牛顿力学、能量守恒和转化定律之后，具有划时代的意义。它是在低速下的宏观电动力学的一个完整的理论，达到了古典物理学所能达到的最高水平，它标志着古典物理学的辉煌成就，完成了古典物理学的第三次大综合，由此电学“吞并”了光学和“辐射热”的全部领土。

（二）近代化学的综合发展

1. 氧的发现和科学的燃烧理论的建立，是化学的最初综合

化学的发展走了两个大弯路，炼金术夺去了人类千年的时间，燃素说又费去百年光阴，自从氧的发现和科学的燃烧理论建立后，化学从此走上了正道。

17世纪荷兰化学家德莱贝尔曾加热硝石制得氧气，但他未研究此气体有何性质。取得较纯的氧气并对氧进行研究的是瑞典人舍勒。1772年，舍勒从硝石、氧化汞等含氧化合物中制取出一种能助燃的气体，他把这种气体叫“火气”。后来他又发现了不助燃的“浊气”或“用过的空气”。他由此得出结论：空气是由“火气”和“浊气”这两种气体组成的。但他相信燃素说，未能对燃烧现象做出正确的解释。1774年，英国化学家普利斯特里用凸透镜照射在密闭在水银面上的三仙丹（氧化汞），得到一种气体，不甚溶于水，若将火快要灭的木片放进去，则发出强烈火焰而燃烧。他又亲自尝试这种气体对呼吸的作用，觉得与空气没多大区别，不过呼吸后稍微轻快和舒服些，于是认为这种气

体对病人的健康有一定好处。他断定这种气体一定是一种新气体，于是把这种气体叫“脱燃素气体”，这种气体所以能助燃，是因为它比氮气所含燃素较少，所以能吸入较多量的燃素因而能助燃。同样他也因迷信燃素说，失去了获得新的突破的机会。

这场推翻燃素说的化学革命由有先进科学思想的法国化学家拉瓦锡所完成。拉瓦锡的化学试验与他人不同点就在于十分重视定量的分析，他把天平作为研究化学的工具，对封闭在玻璃瓶里的锡、铅等金属在煅烧前与煅烧后严格做了定量测量，证明金属煅灰的增重来自吸收了一部分的空气。而燃烧是空气与金属的化合。要使这一结论具有不可推翻性，必须设法从金属煅灰中直接分解出空气来。但是这种分解工作一直没做成。后来普利斯特里到达巴黎时，把他的实验结果告诉了拉瓦锡。拉瓦锡马上重复普利斯特里的实验，从氧化汞中分解出了比普通空气更加助燃、助呼吸的气体，还定量证明汞与此气体在反应前后的量都不变。用金属氧化的化合反应，定量地证明质量守恒定律，这在化学史上还是第一次。1777年，拉瓦锡把能助燃的气体命名为“氧”，宣告了燃素说的结束。

2. 道尔顿—阿佛加得罗原子—分子论的建立，是化学发展史上又一次大的综合，标志着近代化学发展时期的开端

以拉瓦锡的氧化学说和物质不灭定律为新起点，在工业革命和与化学有关的工业的推动下，探讨物质的组成和化学反应中的一些基本规律，已成为化学家的主攻方向，把当时物理学中关于物质是某种最小微粒所构成的假说作为自己研究的出发点。1803年，道尔顿创立新原子论，是化学发展史上一次大的历史性突破。

道尔顿的新原子论的主要观点是：(1) 化学元素是由非常微小的，不可再分的物质粒子即原子组成，原子在所有化学变化中均保持自身的同一性。(2) 同一元素的所有原子，在性质方面，特别是质量，都完全相同。原子量是每个元素的特征性质，这一点是道尔顿原子论的核心。(3) 存在简单整数比的元素的原子相结合，就发生化合。

新原子论可以解释定比、倍比和当量的定律。这些定律原是孤立的、没有联系的，但新原子论把他们融会贯通起来，找到他们共同的理论基础。用原子的化合和分解来说明各种化学现象和各种化学定律的内在联系，正是抓住了化学这门学科的最主要的特征和最本质的问题，在原子水平上，较好地解释了各种化学反应过程，为化学变化的解释提供了一个统一的理论，从此开辟了近代

化学发展的新时代，所以恩格斯称道尔顿为“近代化学之父”。

但是道尔顿原子论在化学的发展中暴露了两个问题：一是它否认原子的可分性，这一点当时还不明显；二是忽视了分子与原子在质上的区别，他认为单质是由单个原子所组成。化合物是由复杂原子所组成，这一点在当时很突出，克服这一缺陷的，便是分子论的创立。

盖吕萨克与道尔顿关于同体积气体的同等原子数问题之争，导致了阿伏加德罗分子假说的提出。阿伏加德罗根据盖吕萨克的实验，进行了合理的推论，引入了分子的概念。他提出原子是参加化学反应的最小质点，分子则是游离状态下单质或化合物能独立存在的最小质点。分子由原子组成。单质的分子由相同元素的原子组成，化合物的分子则由不同元素的原子组成。然而，阿伏加德罗的分子假说提出后却遭到冷落。50年后，他的同乡康尼查罗在大量试验数据资料基础上，以严谨的方法、充分的论证，终于使“原子—分子论”得到了化学界的普遍赞同。

3. 门捷列夫元素周期律的发现，是近代化学发展的最大一次综合

“原子—分子论”确立后，有了准确测定原子量的准则，加上分析化学发展，到了1869年，已发现了63种化学元素。地球上到底有多少种元素，新的元素应当怎样去寻找，元素之间有什么内在联系和规律性，这些问题很自然地摆到了人们的面前。不少科学家正在寻求元素之间相互关系的某些规律性的东西，如英国人纽兰兹、德国人迈耶尔，都曾按原子量的次序作过排列，他们为发现周期律开辟了道路。

元素周期律的确立者是门捷列夫。门捷列夫在批判地继承了前人在元素工作成果的基础上，加上他自己的实验，于1869年发表了元素周期律的图表和论文《元素性质和原子量的关系》。1871年他又修改和补充了元素周期表。周期律的发现，揭示了各种化学元素之间有着内在的联系，证明了自然界的物质在元素上的统一性，显示了元素性质发展变化的过程是由量变到质变的过程，是辩证的重复过程，是由低级到高级、由简单到复杂的过程，为自然辩证法提供了坚实的自然科学基础。周期律的创立，把近代化学发展推向新的高度，为后来深入地研究物质结构，预测放射性现象和发现同位素等提供了可能。

1824年，德国有机化学家维勒从无机物中人工合成有机物——尿素，是化学发展中的一大突破。它突破了无机物与有机物的绝对分明的界限，动摇了机械的生命力论，解放了人们的思想，开辟了有机合成的道路。1861年，俄国著名化学家布特列洛夫系统地提出了有机化学的结构论。德国有机化学家肖



莱马为有机结构作了充分的实验验证。有机结构理论的创立，也是化学领域内的划时代的发现，它把不完备的分散的有机化学的材料综合为一门科学的有机化学，疏通了有机与无机的通道。

（三）近代生物学的伟大革命

达尔文的进化论是继林奈以后的地质学、动植物学、细胞学、自然地理学、胚胎学、生理学等一系列地质、地理、生理科学的高度的科学概括和综合，为生物学发展史上一次伟大的革命。达尔文学说也是人类千百年来农业实践，特别是资本主义农牧业生产实践和地理考察的产物。

在地质古生物学上。英国地质学家史密斯在参加开凿运河时，发现岩壁上分有很多层次，每一层都有不同的化石。地质层次越深，生物越简单、越古老；地层越浅，越与近代生物接近、相似，而且越复杂。生物化石在地层里出现了一定的顺序，说明与地层结构的演变相适应的生物化石为生物进化提供了可靠的证据。

在胚胎学上。1759年俄国的沃尔弗用实验证明：小鸡肠子不可能在卵中有一个预先形成的构造，而是在胚胎发育过程中从一片简单的组织发展起来的，然后卷成一根管。据此他提出胚胎的渐成论。1828年，德国胚胎学家冯·贝尔总结和發展了前人对胚胎学的实验和研究成果，较系统地提出了胚胎形成的理论。胚胎学还发现了一条基本规律：各种不同动物的胚胎越处于发育的早期阶段，其相似性越大，说明它们有共同的祖先；形态越相似的动物，其胚胎发育过程相似程度越大，证明胚胎史是生物系统史的缩影。

在比较解剖学上。通过比较各种动物的器官，发现有“同功”、“同源”的统一性。痕迹器官的存在，证明该动物过去的发展历史以及和其他动物的亲缘关系。

在比较自然地理学上。这方面贡献最大的是近代地理学创始人德国的洪堡，他从旅行世界的地理考察中获得不同地区的不同气候有不同的动植物区系的材料，证明生物进化与自然环境有着内在的联系。

在地质学上。英国地质学家赖尔于1830年—1833年出版的《地质学原理》一书中，提出地质进化的渐变论，他用至今仍改变着地球面貌的水、火山、地震等自然力说明过去的地质现象，用当时欧洲地质与第三纪地质作比较，发现很相似，说明过去地壳也有升降。他采用这种“将今论古”的现实主义方法，第一次把理性带进地质学中。赖尔的地壳渐变观点，推动了达尔文早年学术思想向进化论方面转化，在达尔文旅行考察期间，一直把赖尔的著作作

为自己考察工作的理论指导。

在细胞学说上。德国动物学家施来登于 1838 年宣布，细胞是一切植物结构的基本的活的单位，一切生物都是以细胞为实体发展成的。德国解剖学教授施旺把细胞学说从植物扩展到动物，把细胞学说同胚胎发育研究联系起来，他提出，有机体的基本部分不论怎样不同，都有一个普遍的发育原则，这个原则就是细胞的形式。他认为所有动物的受精卵都是一个单细胞，一切有机体都从单一细胞开始有生命，然后逐步发育成有机体的。他还首次提出“细胞理论”这一名称。

在生理学上。德国著名生理学家繆勒于 1833 年发表《人体生理学手册》，系统地总结与叙述了当时人体生理学的成就，对神经和感官的功能有精辟的论述。他指出对感觉神经的刺激而产生的各种感觉，不取决于刺激神经的方式，而取决于与神经相联系的感觉器官的性质。如光亮的感觉产生于对眼神经的刺激，对嗅觉神经的刺激就产生嗅觉。这些都是近代生理学研究的起点。生理学从神经系统进化与感觉的关系这一方面为进化论提供了材料。

此外，各种进化理论的争论和提出，也同达尔文学说有直接的联系，如歌德、拉马克等关于进化论的思想。康德、拉普拉斯的太阳系起源假说，也为进化论奠定了不可攻破的最根本的理论基石。正如恩格斯所指出：“如果地球是某种生成的东西，那末它现在的地质的地理的气候的状况，它的植物和动物，也一定同样是某种生成的东西。”^①

经过上面所述的与生物进化论有关的各种科学知识的长期积累，终于在 19 世纪中期由伟大的生物学家达尔文完成了生物学领域的大综合。创立达尔文进化论学，是自然科学发展史上一场伟大的科学革命，也是人类思想史上的伟大革命。

达尔文进化论最根本的原理就是“自然选择”，“选择”观念是从农牧业生产的“人工选择”一词借用过来的，他用自然选择原理解释生物进化、物种起源。

达尔文学说是对生物学发展的极其科学的伟大总结，这一理论可以说明有机界的所有基本现象，说明有机界的多样性、统一性、适应性，以及生物的向上发展和退化现象，证明生物发展有其共同的祖先，在自然选择和生存斗争作用下，从最简单的单细胞如何发展成多细胞，又如何一步一步地从最简单的生

① 恩格斯：《自然辩证法》，11 页，北京：人民出版社，1984。

物发展为高级的动物，直至人类的产生。列宁指出：“达尔文推翻了那种把动植物种看作彼此毫无联系的，偶然的，‘神造的’不变的东西的观点，第一次把生物学放在完全科学的基础上，确定了物种的变异性和承续性。”^①

（四）近代几何、代数的革新和分析学的进一步发展

传统的几何和代数的发展缓慢得多。几何学把欧几里得几何看成空间真理的唯一性，代数仍停留在解方程的研究之中。可是到了 19 世纪的初期，几何、代数都猛追了上来，在各领域里发生了重大的变革，产生了崭新的分支学科。在几何学中宣告了非欧几何的诞生、射影几何的建立、微分几何的成长，在代数学里产生了群论、线性代数、布尔代数等新分支。这些分支同它们的母体相比，则更加抽象化、理论化，这就引起了对数学理论基础的研究热潮，于是形成了数学基础的三大派。而数学基础的研究产生了大量与逻辑有关的问题，于是逻辑与数学的结合，引出了数理逻辑。以上这些大体反映了从 19 世纪以来，直至 19 世纪末、20 世纪初的数学发展的一个方面的概貌。

随着牛顿力学而产生的机械的形而上学的自然观，从 18 世纪以来一直统治着整个自然科学。燃素说、热质说、电的流体说、“生命力学”等机械论成为各门自然科学的理论基础。还有那些“第一推动力”、“物种不变论”、“特创论”、“目的论”等宗教神学的观念，也深深浸入自然科学中。然而从 18 世纪七八十年代以来，在工业革命和科学实验的推动下，各门自然科学正朝着综合化、理论化方向迅速地发展着。在天文学、地质学、物理学、化学、生物学各个领域都发生了接二连三的新突破，一个又一个地冲击着自然科学中的上述各种机械论和形而上学观点。机械论和形而上学的自然观一次又一次地被打开缺口，为唯物辩证法自然观的产生扫清了障碍。

另一方面，历史的观点、进化的观点、相互转化的观点都自觉或不自觉地带渗透到各门自然科学中去。从对事物的既定事实的研究深入到事物的普遍联系、发展变化和相互转化上去。随着这一研究重点的转移所取得的丰硕成果，无一不是揭示了物质与运动的永恒性和不灭性。各种运动形式的内在联系和相互转化；无机界、有机界、生物界的物质同一性；整个自然界经过天体起源、地球形成，机械、光、声、电磁、热等形式的转换，无机——有机、低级生物——高级动物的进化……这一切说明唯物辩证的自然观的产生已势在必行。而各门自然科学大综合的成功及其进一步发展的客观需要，必然要把自然辩证法

^① 《列宁选集》，10 页，北京：人民出版社，1972。

的自然观、科学观和方法论作为自己最根本的理论支柱。因此，用唯物辩证法的自然观取代机械的、形而上学的自然观的伟大变革，条件已经具备。

二、辩证唯物主义自然观

18 世纪后期、19 世纪自然科学的发展成就有力冲击了近代前期产生的形而上学的机械唯物主义的自 然观，为辩证唯物主义自然观的产生奠定了坚实的自然科学基础。辩证唯物主义自然观的基本思想集中在马、恩合著的《德意志意识形态》和恩格斯的《反杜林论》、《路德维希·费尔巴哈和德国古典哲学的终结》、《自然辩证法》等著作中。其主要思想、观点如下：

（一）自然界是客观存在的物质世界，物质世界是无限的

关于物质自然界的本质问题，神学自然观把自然界视为神的创造物；唯心主义自然观把自然界视为精神、观念的产物；辩证唯物主义自然观认为，自然界是客观存在的，它是我们人类即自然界的产物本身赖以生长的基础，在自然界和人以外，不存在任何东西。

辩证唯物主义自然观从宏观上打破了“地球中心论”和“太阳中心论”的局限，认为物质世界是无限广大的；从微观上打破了“原子论”的局限，认为物质结构是无限可分的。

（二）自然界是永恒运动、变化、发展着的，时间和空间是物质运动的存在形式

恩格斯运用近代自然科学发展所提供的最新成果，依据辩证唯物主义观点，考察了从原始星云到星球、从无机物到生命的产生，考察了生物进化和人类的起源，并根据物质运动不灭原理，论证了宇宙的无限发展过程，阐明自然界发展的辩证法。辩证唯物主义自然观认为整个自然界，从最小的东西到最大的东西，从沙粒到太阳，从原生生物到人，都处于永恒的产生和消亡中，处于不断的流动中，处于无休止的运动和变化中。

恩格斯阐述天体的起源所运用的自然科学材料，是当时被科学界公认的“康德—拉普拉斯星云假说”。他指出：“从旋转的、炽热的气团中（它们的运动规律，也许得在我们通过若干世纪的观察弄清了恒星的固有的运动以后才能揭示），由于收缩和冷却，发展出了以银河系外端的星环为界限的我们的宇宙岛的无数个太阳和太阳系。”^① 恩格斯把银河系、恒星和太阳系的形成，看成

① 恩格斯：《自然辩证法》，16、277 页，北京：人民出版社，1971。

是物质长期发展和演化的结果。

关于地球上生命的起源和生物进化的历史，在近代，自然科学还没有为解决生命起源问题提供充分的材料，恩格斯依据辩证唯物主义世界观和方法论，科学地阐明生命运动是一种高级的物质运动形态，是自然界在自身发展中，在一定的温度条件下，通过化学演化途径，经过漫长的发展变化过程，才从无机物中逐渐演化产生出来，是自然界物质合乎规律的发展的必然结果。

关于生命的本质问题，恩格斯作了精彩的论述，他说：“生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢，而且这种新陈代谢一停止，生命就随之停止，结果便是蛋白质的分解。如果有一天用化学方法制造蛋白体成功了，那末它们一定会显示生命现象，进行新陈代谢，虽然可能是很微弱的和短暂的。”^①关于生命物质的这种特性，恩格斯又作了进一步的阐述：“一切生物所共有的这些生命现象究竟表现在什么地方呢？首先是在于蛋白体从自己周围摄取其他的适当的物质，把它们同化，而体内其他比较老的部分则分解并且被排泄掉……从蛋白体内各组成部分的这种不断转变，摄食和排泄的这种不断交替停止的一瞬间起，蛋白体本身就停止生存，趋于分解，即归于死亡。因此，生命，蛋白体的存在方式，首先是在于：蛋白体在每一瞬间既是它自身，同时又是别的东西，这种情形和无生命物体所发生的不同，它不是由某种从外面造成的过程所引起的。相反地，生命，即通过摄食和排泄来实现的新陈代谢，是一种自我完成的过程，这种过程是为它的体现者——蛋白质所固有的、生来就具备的，没有这种过程，蛋白质就不能存在。”^②

在这里，生命与非生命物质之间的本质区别在于：生命是蛋白体同化作用和异化作用矛盾运动的结果，生物是通过同化和异化相互作用来实现新陈代谢，不断地进行自我更新的。恩格斯关于生命问题的论断被后来的科学实践所证明。

关于时间和空间的本质问题，机械唯物主义自然观把时间和空间视为与物质运动没有关系、独立存在的，即牛顿所说的“绝对时间”和“绝对空间”。辩证唯物主义自然观认为，时间和空间只不过是物质运动的基本形式。所谓时间是指物质运动的持续性；所谓空间是指运动物质的广延性；时间和空间不是

① 恩格斯：《自然辩证法》，16、277页，北京：人民出版社，1971。

② 恩格斯：《反杜林论》，79—80页，北京：人民出版社，1970。



绝对不变的，而是随物质运动的变化而变化的。爱因斯坦的狭义相对论和广义相对论证实了辩证唯物主义自然观关于时空的观点是正确的。

（三）自然界各种事物之间、运动之间、过程之间是普遍联系着的

19世纪，自然科学经过长期的知识积累，开始呈现理论化和综合化的趋势。自然科学各个领域都取得了突飞猛进的发展，出现了前所未有的繁荣局面，特别是物理学的两次大的理论综合（能量守恒与转化定律和电磁转化定律的建立）和生物学上两次大的理论综合（细胞学说和生物进化论的建立），深刻地揭示了自然界的普遍联系。恩格斯指出：“当我们深思熟虑地考察自然界或人类历史或我们自己的精神活动的时候，首先呈现在我们眼前的，是一幅由种种联系和相互作用无穷无尽地交织起来的画面。”^①这就是说，其一，联系是客观世界自身固有的，不是我们臆想出来的，更不是我们强加给事物的，这是联系的客观性；其二，联系是自然界、人类社会和人的思维中普遍存在的，而不是个别领域的特殊现象，这是联系的普遍性。联系的客观性和普遍性已被人类的实践活动和科学发展所证明。

能量守恒与转化原理的发现，证实了一切物质都有能量。能量有机械的、热的、电磁的、光的、化学的、生物的各种不同的形式，其中每一种形式都可以在一定条件下，以直接或间接的方式转化为其他各种形式，在转化过程中，能量的总和保持不变。能量守恒与转化定律的发现，找到了物质各种运动形式之间的联系和转化规律。电磁转化理论的诞生，揭示了电、磁、光之间的有机联系；元素周期律的发现，揭示了各种元素之间的联系；人工合成尿素的成功，证实了无机界与有机界的深刻联系；生物进化论的发现，揭示了不同物种之间以及与环境的内在联系，如此等等，正如恩格斯所指出的：“自然界中整个运动的统一，现在已经不再是哲学的论断，而是自然科学的事实了。”^②

（四）人类的起源及其与自然界的联系

关于人类的起源之谜，恩格斯依据当时生物科学和人类学的研究成果，特别是达尔文的《物种起源》和《人类起源及性的选择》以及赫胥黎（1825—1895）的《人类在自然界的位置》等著作的出版和海克尔（1834—1919）关于人类学的研究成果，提出“人也是由分化产生的”，人及其社会的出现是自然界长期发展的产物。

① 《马克思恩格斯选集》，第3卷，60页，北京：人民出版社，1972。

② 《马克思恩格斯选集》，第3卷，526页，北京：人民出版社，1972。

恩格斯在《自然辩证法》一书中具体论述了从猿到人的过程，他指出，由于各种自然原因，造成猿从树上来到地面寻找食物，当直立行走最后确定下来，就使猿的前肢被解放出来，变成劳动的专门器官——人手。手的专门化导致创造工具（石器）的出现，而利用工具对自然界进行改造则意味着已从猿的动物的本能活动变成了人改造自然的劳动活动，人和猿就此区别开来了。正如古人所云：“人猿相揖别，只几个石头磨过。”在劳动过程中，猿人之间的思想交流已到了“彼此之间有些东西非说不可”的地步时，于是语言便产生了。语言的产生成为思想意识的物质外壳和工具，大大促进思想意识的发展，同时也从生理上促进了人脑的容量、结构的变化和发展。随着劳动活动的日益发展，人的社会关系也日益丰富化，也就意味着人类愈远离了动物界。所以在一定意义上可以说，劳动创造了人，创造了人类社会。

人类及其社会从自然界中“提升”出来，并不意味着人类社会可以离开自然界来获得发展。在人与自然的关系问题上，辩证唯物主义自然观认为：一方面，自然界具有先在性（即先于人、先于人类社会而存在），人类社会作为自然界进化的高级阶段，它的存在和发展必须以自然界为基础和前提，它必须遵循自然界发展的客观“尺度”（自然规律），并通过认识和实践不断把握自然的本质和规律，将其“内化”（非对象化）为人的主观构成，即“自然人化”；另一方面，作为自然的特殊部分，人类不但能利用自然界，而且能够按照自己的主观“尺度”（审美、需求等）去改造自然界，使人的本质力量“外化”（对象化），在自然界打上人的本质烙印，营造“人化自然”。可见，人类社会既具有不同于纯自然属性的新特性——社会实践性，但本质上仍然从属于自然界。一部人类社会史，也可以说就是一部特殊的自然发展史。这就突破了以往把自然界同人、同人类社会绝对对立起来的自然理念，从狭义的自然观发展成为广义的自然观，即人与自然相统一的大自然观。

综合上述，辩证唯物主义自然观是建立在自然科学基础上的科学自然观，它不是封闭、静止的理论体系，它将随着社会实践与自然科学的发展而不断修正、丰富和发展自己的理论体系。19世纪末、20世纪初物理学革命的结果，是建立了以相对论和量子力学为支柱的现代物理学理论体系。这场革命彻底地动摇了近代机械唯物主义自然观的基础即牛顿力学。之后，以物理学革命为先导，涌现出了现代宇宙学、粒子物理学、分子生物学、控制论、系统论、信息论、耗散结构理论、协同学、超循环理论、混沌理论等一系列在自然观、科学观和方法论上具有根本性变革的新学科、新理论，这些新的自然科学发现为自



然界的辩证存在提供了新的科学依据。而且现代宇宙学、板块结构理论、新达尔文主义等理论的出现，也从不同侧面充实了辩证自然观关于发展演化的思想。同时，当代技术革命的兴起不仅导致人类社会新的产业革命，引起人类生活方式和文化模式的变化，也给人类社会的未来发展提出了新的挑战，如环境污染、生态失衡等，这迫使人们去考虑人与自然协调发展的问题。一些新兴的自然观，如系统自然观、演进自然观、生态自然观等，都从不同的角度，丰富和发展了辩证唯物主义自然观的内容。

【思考题】

1. 西方古代朴素辩证法自然观与中国古代朴素辩证法自然观各有哪些特点？
2. 近代机械唯物主义自然观是怎样形成的？有何局限性？
3. 辩证唯物主义自然观的基本思想、观点是什么？对科学研究有何指导意义？



第二章 辩证唯物主义自然观的发展： 系统自然观

辩证唯物主义的自然观认为，自然界的本质是物质的。自然界物质的根本属性在于其客观实在性，自然界的物质又是在普遍联系中存在和运动着的。现代自然科学进一步表明，物质普遍联系的基本形式是系统。自然界是以系统形式存在，并呈现出复杂的层次结构。

第一节 自然界的系统存在

人们对自然界各种物质形态的认识，是随着自然科学的发展而逐步深化的。特别是 20 世纪以来的自然科学充分表明：自然界物质形态尽管多种多样、千变万化，但它们都是具有一定结构的物质系统。恩格斯在《自然辩证法》中明确指出：“我们所面对着的整个自然界形成一个系统，即各种物体相互联系的总体。”^① 这里所说的物质，是指所有的物质存在，包括从星球到原子等等。而恩格斯所说的总体，就是由星球到原子等各种物质系统相互联系所构成的自然界整体系统。

① 恩格斯：《自然辩证法》，54 页，北京：人民出版社，1971。

一、物质联系的系统方式

(一) 何谓“系统”

“系统”是现代系统科学的基本范畴。系统论创始人美籍奥地利生物学家贝塔朗菲 (L. Von. Bertalanffy) 在 1972 年发表的《普通系统论的历史和现状》一文中指出, 系统是“处于一定的相互关系中并与环境发生关系的各组成部分(要素)的总体(集)”^①。一般认为, 运动变化着的若干部分, 在相互联系、相互作用之中组成的具有某种确定功能的整体谓之系统^②。

在我们看来, 尽管人们可以从不同侧面给系统下定义, 但是科学地把握这一概念应当注意以下四个要点: 其一, 任何一个系统必须有两个以上的构成要素, 即承认系统内部应具有可分析的结构, 单个的要素不成其为系统; 其二, “系统”在于“系”, 即系统内诸要素之间、系统要素与系统整体之间的相互联系、相互作用, 形成了特定的结构; 其三, “系统”还在于“统”, 即要素彼此之间联系成为一个统一的有机整体; 其四, 系统作为一个整体对环境表现出特定的功能。系统是自然界物质存在的普遍形式。

(二) 系统——自然界物质联系的基本形式

物质系统是自然界中万事万物的基本的、普遍的存在方式。从基本粒子到总星系, 从基因到人体, 每一种存在物无不是以系统方式而存在的。例如, 物理学的理论和实验已证明过去被认为是“基本粒子”的强子是有着复杂结构的系统, 构成强子的要素被称为夸克, 它们是: 上夸克、下夸克、粲夸克、奇异夸克、顶夸克和底夸克。已知的几百种强子, 都是由这 6 种夸克和它们的反粒子构成的, 夸克之间相互联系的方式是通过交换胶子而实现的。与此相似, 直到 19 世纪末, 原子一直被人们看成是基本粒子, 内部没有结构, 当然也就不是系统, 不久以后, 由于 x 射线、放射性和电子等的发现使人们认识到原子是由电子、质子、中子等更基本的要素所构成的系统。J·J·汤姆逊根据当时的理论和实验曾用“面包—葡萄干模型”, 来具体描述原子系统, 由于卢瑟福 α 粒子大角散射现象的发现, 卢瑟福又用“行星模型”来描述原子系统, 后来, 由于玻尔、薛定谔、海森堡、玻恩等人的研究, 对原子系统的描述越来越完善。

① [奥] L·V·贝塔朗菲:《普通系统论的历史和现状》, 见《科学学译文集》, 315 页, 北京: 科学出版社, 1981。

② 陈文林等:《自然辩证法词典》, 320 页, 南京: 江苏教育出版社, 1988。

进一步，由原子构成的分子系统，又由分子构成的材料系统，这些客观事实说明系统是无机界存在的基本方式。

对于有机界而言，系统作为其存在的基本方式也是显然的。例如，分子生物学的理论和实验已证明，DNA（脱氧核糖核酸）是一种高分子系统，具有双螺旋结构。脱氧核苷酸是构成 DNA 的基本要素，每个脱氧核苷酸又是由磷酸、脱氧核糖、含氮碱基等要素所构成的系统。DNA 不仅具有一定的构成要素，而且还有其特殊的构成方式，从而表现出其特有的功能。这一结构的特点是：DNA 分子是由两条头尾方向相反的脱氧核苷酸长链盘旋而成；DNA 分子中的脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在双螺旋结构的外侧，碱基则排列在内侧，两条链上的碱基通过氢键连接，形成碱基对。另外，我们还知道作为构成生物体较高一级层次基本结构和功能单元的细胞，是有机生命界里最基本的系统。作为一个整体的细胞系统又是由细胞质、细胞核、细胞壁（其中动物细胞的质膜外无细胞壁，只有一层套膜）等基本要素构成。其中细胞质又包含许多有形结构，如质体、线粒体、核糖体、溶酶体、中心粒、高尔基体和液泡等；细胞核又由核膜、核液、染色质和核仁等要素构成。

此外，宇宙总星系是由星系作为基本要素而构成的系统，星系往往又是由数十亿乃至数千亿颗恒星和气体尘埃等星际物质所构成的天体系统。太阳是我们熟知的恒星，它与九大行星共同构成的太阳系是典型的系统。同样，动物、植物和微生物构成了整个生物系统，其中的动物系统又是由不同种群的动物作为构成要素的。总之，物质系统是自然界物质存在的基本方式。其实，系统与其构成部分的划分是相对的，就其实质而言，构成系统的要素部分也是系统，所以我们常常又把系统的要素称为子系统，其含义就是如此。

20 世纪以来，随着系统科学理论体系的建立和发展，关于物质系统观的思想已被人们普遍认同。

（三）物质系统的基本类型

对同一系统可以从不同角度进行分析，从而划分出不同的类型来。

1. 根据物质系统与其环境相互联系的程度，物质系统可分为孤立系统、封闭系统与开放系统

（1）孤立系统是指该系统与环境既无能量交换，也无物质交换的系统。严格来说，任何物质系统都是处在普遍联系之中的物质系统，所以与环境无能量、无物质交换的孤立系统是相对而言的。这种系统相对于我们的研究目的来讲，它与环境的能量与物质交换从量上来说微乎其微，在理论研究中可以忽略

不计。

(2) 封闭系统指的是与环境有能量交换但没有物质交换的物质系统。例如,我们居住的地球,虽然宇宙空间偶有流星及其他宇宙尘埃坠入地球,但从总量上看是微不足道的,从对地球状态的影响来看,也是微不足道的。而太阳却每天向地球辐射大量的能量,太阳的辐射能与地球系统的存在方式有着十分密切的关系,所以地球可视为一个封闭系统。

(3) 开放系统指的是与环境既有能量交换,又有物质交换的物质系统。如人体(或任一生物体)就是一个典型的开放系统,每天都要摄取物质和能量。又如植物,一方面,它们每时每刻都从土壤和空气中摄取水分、养分;另一方面,还需要太阳的照射,从而使光合作用成为可能。

这三类系统中,开放系统与环境相互联系的紧密程度最高,封闭系统次之,孤立系统与环境的相互联系最弱。

2. 根据物质系统自身组织程度的高低,可以把系统分为有序系统与无序系统

所谓物质系统自身组织程度,是指构成物质系统的物质要素之间相互联系的规律性或有序化程度。

(1) 有序系统指的是物质要素之间通过有规则地相互联系所构成的物质系统,如太阳系九大行星围绕太阳有规则的运动所形成的系统是有序系统。有序系统有两个明确的特点:其一,构成有序系统的要素,其在系统内部的存在状态与其独立自由的存在状态有较大的差异;其二,要素与要素之间联系的规则程度、规则类型与系统整体的功能有十分密切的关系。

(2) 无序系统指的是由混乱而无规则的物质要素组合而成的系统,如常温、常压下室内的空气系统、太阳系形成之前的“原始”星云系统等都属于无序系统。无序系统也有两个明显的特点:其一,构成无序系统的要素,其在系统内部的存在状态与其独立自由的存在状态相比没有明显的差异;其二,系统对外的整体功能与系统要素之间的联系方式没有直接的关系。

3. 根据构成物质系统要素的多少以及要素与要素之间构成方式的复杂程度,可以把系统分为简单系统和复杂系统

(1) 简单系统指的是构成系统的要素相对较少,其构成方式也相对单一或简单的物质系统。简单系统的确定与我们研究的问题密切相关,因而具有相对性。例如,系统功能最优化问题的单因素方法,其处理问题的对象就是简单系统。

(2) 复杂系统指的是构成系统的要素相对较多，要素与要素之间的联系方式十分复杂的物质系统。一方面，这类物质系统是由多样异质的物质要素所构成；另一方面，这些多样异质要素之间的联系既有同一层次之间的联系，也有跨层次之间的联系，既有线性的时空联系又存在非线性的时空联系。如大脑皮层就是一种复杂系统。

值得注意的是，我们这里的简单性与复杂性主要指的是空间关系，从时间关系上看有些简单系统可能会有十分复杂的行为。

4. 根据物质系统空间域的大小，可以把物质系统分为微观系统、宏观系统、宇观系统

(1) 微观系统，通常是指其线度和质量较小的物质系统，如强子系统、原子系统、DNA 分子系统、细胞系统等等。

(2) 宏观系统，通常是指其线度介于微观系统与宇观系统之间的物质系统，如各种物质材料、各种生物体，乃至地球、生物界中的生物种群等等。

(3) 宇观系统，通常是指其线度巨大的物质系统。如银河系、星系系统等等。

5. 根据人类在物质系统构建中的地位和作用，可以把物质系统分为天然系统、人工系统、复合系统

(1) 天然系统指的是以自然物为构成要素，通过某种空间的有机联系或由于长期进化所形成的物质系统，如原子系统、分子系统、细胞组织、器官等系统。所以，天然系统其构成要素是自然的，其形成方式是自然的过程。

(2) 人工系统指的是以人工加工过的物质要素通过人工构造的方式所形成的系统。如一部机器是由钢材制成，首先，钢材本身属于人工制造物；其次，建造一种什么样的机器，制作什么样的零件以及零件与零件的连接方式都是由人工确定的。

(3) 复合系统指的是人的实践活动已经部分参与到其中的系统，即其中包括天然系统也包括人工系统，如水力发电系统。

6. 根据物质系统状态参量和时间的关系来划分，可以把物质系统分为动态系统和静态系统

(1) 动态系统指的是表征物质系统状态的参量随着时间的变化而变化的系统。描述这类系统的状态参量，可表示为时间的函数。如生物体细胞从诞生成长到衰老死亡，其状态随着时间不断发生变化。

(2) 静态系统指的是表征物质系统状态的参量不随时间变化的物质系统。

例如，处于热平衡状态（ P ， V ， T 皆为常量）的气体就是一个静态系统。

应该注意的是静态系统不是“静止系统”，静态系统的“静态”往往是高层次状态的反映。

以上并未穷尽所有可能的区分，比如，还可以把系统分为物理系统、化学系统和生命系统，黑系统、白系统和灰系统，生命系统与非生命系统，因果系统与目的系统，控制系统与行为系统，连续系统和离散系统，精确系统和模糊系统等类型。

二、自然界物质存在的系统特性

物质系统的统一性表现在这样两个方面：其一，任何一个物质系统都是由物质要素构成；其二，任何一种物质要素自身也是系统。正如本格所说的：“所有的具体事物不是一个系统就是某一个系统的组成部分……所有的系统都是某种其他系统的子系统。”^① 这就是物质系统的统一性。具体说来物质系统有如下特征。

（一）物质系统的整体性特征

物质系统的整体性，是指物质系统各要素在系统整体中的相互联系所带来的、超过各要素孤立时性质总和的效果。这里的“孤立”实际上只有相对的意义，它应理解为内部联系对外部联系而言不具备更加密切的程度和联系的特殊性。系统是诸要素的有机集合而不是各要素的简单的机械加和，系统的性质、功能和运动规律不同于它的各个组成要素的性质、功能和运动规律，即物质系统具有各组成要素所没有的新的性质、功能和运动规律；另一方面，作为物质系统整体中的要素也具有它自身所没有的整体性质、功能和运动规律，与它们未组成系统独立存在时有质的区别。

整体性是一切物质系统的普遍属性。从基本粒子到总星系，从核酸、蛋白质到人体，从天然自然物到人工自然物，从生命系统到非生命系统，每一具体物质形态都是以系统的形式存在的有机整体，呈现出各种不同的整体性。组成部分（要素）是在整体制约下的相对独立的成分，一旦脱离了系统整体，就会丧失作为整体组成要素所表现出来的特性、功能和行为。

由于系统的整体必然出现新的特性，其整体功能或整体效应总是大于它的各组成部分之和，所以，系统的整体性又被表述为“整体大于它的各部分的总

① M·本格：《系统世界观》，载《自然科学哲学问题》，1986（4）。

和”。但是，严格意义上讲，整体所具有的属性和功能不一定总是大于它的各个要素的属性和功能的总和，也可能等于或小于各部分的总和。只有系统，作为有机的整体才出现了各组成要素所没有的新特性。这就是物质系统性质的加和性与非加和性问题。

（二）物质系统的层次性特征

物质系统的层次性是指系统处于物质的一定层次，以及不同系统之间必定存在一定层次关系（或层次大小相互包含，或处于同级、不同级的不相包含的层次）的性质。这一点我们将在本章第二节《自然界系统的层次结构》中详细论述。

（三）物质系统的动态性特征

物质系统的动态性是指系统及其要素，以及它们之间的关联性，都随时间的变化而变化。这实质上是按空间划分的物质系统随时间变化而铺展的性质。

物质系统与内部各要素之间的相互作用，系统内部各要素之间的相互作用，系统与环境之间的相互作用，必然会引起系统状态的一系列变化。这表现为两个方面：其一，对于某一物质系统而言，它在不发生质变的条件下，其要素出现了存在方式和表现形态的变化；其二，表征为一个物质系统在其状态层次上的变化。

（四）物质系统的开放性特征

物质系统的开放性指的是物质系统与其环境系统之间的相互关系。自然界任意一个物质系统都会向其所处环境输出物质、能量和信息，而环境也对物质系统输入物质、能量和信息。任何现实的物质系统与外界环境之间都在不断地进行着物质、能量和信息的交换。所以，任何一个现实的自然界的物质系统都是开放系统，与外界环境无任何联系的绝对的封闭系统是根本不存在的。物质系统的开放性还导致了系统的确定界限总是近似的。

物质系统同环境之间的物质、能量和信息的交换，是系统存在和发展的基础和条件，而这种交换关系的存在正是由于物质系统具有开放性，以至于拉兹洛认为系统就是具有稳定状态的开放系统，系统只有在变化的环境中才能自我保持，而且系统是在对来自环境的挑战而做出反应的过程中自己创造自己的。

（五）物质系统的功能性特征

物质系统的功能，是指系统在与环境的相互作用中所呈现的能力，亦即物质系统可以将外界环境的一定的输入（物质、能量和信息）变化为回到外界环境的一定的输出（物质、能量和信息）的性质。物质系统的整体性质与要素及

其相互关系、与环境都有关系，但功能性则属于抽取环境的系统本身的性质。它是与物质系统结构相对应的基本概念，是系统内部固有能力的表现，它揭示了系统对外部作用的能力，反映着系统在与外部环境相互作用的过程中，对外部环境施加影响和作用的功效。既然物质系统的结构与功能反映了系统的内外关系，它们之间必然存在一定的联系。对于某一系统来说，结构是功能的内在根据，功能是结构的外在表现。这具体表现为：

(1) 同构同功，即相同结构的系统，表现相同的功能。例如，人们根据天然苕素的结构，合成了人工苕素，这种人工苕素具有与天然苕素一样的功能。

(2) 异构异功，即不相同结构的系统表现不同的功能。它又有两种不同的具体情况：

①系统的组分（要素）性质相同，但由于组分在量上存在的差异，形成了具有不同结构的系统，从而具有不同的功能。例如，氧（ O_2 ）和臭氧（ O_3 ）都是由氧原子结合而成的，但氧原子的数量存在差异，因而它们表现出不同的化学性质。

②系统的基本组分（要素）完全相同，但由于这些要素的空间排列方式不同，相互联系与相互作用的方式不同，使系统表现出不同的功能。有机化学中的同分异构体就属于这种情况。例如，乙醇和甲醚的每个分子式中都包含 2 个碳原子、6 个氢原子和 1 个氧原子，分子式都是 C_2H_6O ，但是由于这些原子之间排列的顺序不同，因而形成了两种性质迥异的化合物：乙醇在室温下是液体，甲醚则是气体。此外，有些组成完全相同的原子核，由于能量状态不同，也会出现结构的差异，人们把这种状态称为“同核异能态”，这实际上是系统各要素之间相互作用的差异引起的系统差异。

物质系统的结构与功能之间的关系，除了功能对其结构有着极大的依赖性之外，同时二者又具有相对的独立性。

（六）物质系统的结构性特征

物质系统的结构性是指物质系统的诸要素之间相互关系的总和，它表现为系统内部的组成形式、联系方式或秩序。物质系统的结构在空间上表现为同时态的相对稳定的空间结构，即系统诸要素在空间上的排列秩序、立体构像、组织形式等，如 DNA 分子的双螺旋结构。有的系统尽管存在十分短暂（某些共振态粒子的寿命为 10^{-23} 秒），但也有其相对稳定的空间结构，并且正是结构使得该系统具有与其他系统相区别的属性。物质系统的结构在时间上表现为历时态的运动演化的时间结构，即系统随着时间的延伸而呈现的流动性、变动性

秩序等。如某些系统随时间的周期振荡，生命系统中存在的时间节律等。由于任何事物都具有广延性和持续性，因此系统的空间结构形式和时间结构形式一般是交织在一起的，系统诸要素不仅在空间上有相互结合的关系，而且在时间上有前后更替的顺序。

“相互作用是事物的真正的终极原因”^①。根据目前科学所达到的认识，自然界中各种物质系统的结构，主要是由引力相互作用、电磁相互作用、弱相互作用和强相互作用构成的。自然界的各种系统的结构则是这些相互作用的具体表现形式和实现方式。

（七）物质系统的稳定性特征

物质系统的稳定性指的是，一个物质系统一旦形成，其结构相对而言就保持一定的平衡状态，从而使得系统具有的确定无疑的性质。由于要素性能会有偶然变异，由于要素之间的耦合会有偶然起伏，也由于环境会带来随机干扰，刻画系统整体状态的宏观量很难始终保持在某种平均值上，宏观量相对平均值的起伏就是涨落。如果一个系统经受不住任何涨落，那么它将随时经由过渡状态而解体，事实上是无法存在的。只有在涨落出现后能恢复自身状态的系统，才有存在下去的可能。这种对涨落的不变性就是物质系统的稳定性。

物质系统之所以具有稳定性特征，其原因有二：一是物质系统的结构和功能不是由组成该系统的个别成分决定的，而是由其基本成分和相互作用（对立统一）关系决定的，当基本成分及其对立统一关系没有变化之前，结构不会起变化；二是物质系统的整体性、层次性和结构性使得组成系统的诸要素之间产生了一种限制其分离作用、促成协同作用的结合力，使它能产生一种惯性，起到抗外物干扰和保护自身稳定的作用。

物质系统的整体性、层次性、动态性、开放性、功能性、结构性、稳定性是它的基本特征。首先，物质系统首一个统一的有机整体；其次，系统的各部分是一个具有层次的整体；再次，物质系统又是一个运动变化着的有层次的整体；第四，系统与环境的关联性，相对于系统之外的环境而言表现了物质系统的开放性；第五，这种关联性相对于系统之外的环境而言又表现了物质系统的外部功能；第六，物质系统是一个有层次的结构系统；最后，这个系统又是一个具有相对稳定性的有机结构系统。

^① 恩格斯：《自然辩证法》，209页，北京：人民出版社，1971。



第二节 自然界系统的层次结构

自然界一切物质的相互联系，既有纵向联系，又有横向联系。物质系统的层次结构，主要就是自然界物质系统横向联系的体现。正是这种联系构成了自然界物质系统层次结构的图景。

一、层次结构的基本特征

自然界中的物质系统与环境其他系统相互作用，构成较高级的系统，而本身则成为较高级系统的要素或子系统。同样道理，系统中的要素也是有组成部分和结构的，从而成为较低一级的系统（子系统）。这样，便形成了自然界系统的层次结构。

层次结构指的是若干由要素经相干性关系构成的系统，再通过新的相干性关系而构成新系统的逐级构成的结构关系。在这种关系中，参与构成的系统称为低级系统，构成后的新系统称为高级系统。如基本粒子构成原子核、原子核和电子构成原子、原子再构成分子……均是如此。物质系统的层次指的是构成物质系统的要素的等级和地位，它反映了系统与要素之间的相对性。某一特定层次的要素相对于高级层次而言是要素，相对于低一级层次而言则是系统。例如，原子核相对于原子而言是要素，相对于基本粒子而言则是系统。层次结构的主要特点有以下两点：

（一）层次结构的构成性特征

层次结构的构成性特征指的是低层系统对高层系统具有的纵向的构成性关系。低层系统必然是高层系统的构成部分，而高层系统也只能以低层系统为存在基础。同一结构内的分层排布现象之所以不是层次结构，就在于各层之间并不存在这种构成性关系。

这种关系的存在往往要求对物质系统区分出多级机构、多级功能和多级环境，进行多层次的分析和综合。这正是当代思维方式的一个特点。

（二）层次结构的相干性特征

层次结构的相干性特征指的是同层次系统之间存在着横向的相干性关系。只有通过相干性关系，它们才能结合起来构成高级系统，在单纯加和性关系中不会出现层次结构。



由于这种横向相干性关系的存在，才导致了纵向层次间质的差异。随着每一个新物质层次的形成，总会有新质的突现和新功能的问世。当然，新质的突现并不意味着新层次的结构一定比原有层次复杂，恰恰相反，相干性关系所造成的新层次往往在自身结构上更简单一些，从而为低层系统能够并入高层次的活动模式创造条件。系统哲学家拉兹洛指出：“上层系统并不是一定比它的下层系统更复杂。譬如像 H_2O 这样的分子，其结构要比组成氢和氧的原子结构简单得多。细胞群体的结构要比组成这群体的细胞的结构简单”，原因在于“系统进化创造出来的等级不单单是结构等级，而且还是控制等级”^①。

二、自然界的基本层次

关于自然界物质层次结构，恩格斯曾有如下论述：“关于物质构造不论采取什么观点，下面这一点是非常肯定的：物质是按质量的相对大小分成一系列较大的、容易分清的组……可见的恒星系，太阳系，地球上的物体，分子和原子，最后是以太粒子，都各自形成这样的一组。情形并不会因我们在各个组之间找到中间环节而有所改变。例如，在太阳系的物体与地球上的物体之间有小行星、流星等；例如，在地球上的物体和分子之间有有机界的细胞。”^②自然界是由无限层次的物质系统组成的，层次结构规律是自然界物质存在的一个基本特征。人们一般将自然界分为非生物界和生物界两大部分，之下又有若干层次类型。

（一）非生物界

人们一般将非生物界物质系统分成三个基本层次：宇观层次、宏观层次和微观层次。

1. 宇观层次

宇观层次的物质系统一般是质量和尺度特大的系统，它包括星系、星系团、超星系团、总星系以及遍布于宇宙空间的射线和引力场等等。其规律性由广义相对论、星系动力学和宇宙学研究。其层次大致可分为……总星系—超星系团—星系团—星系……

总星系，是目前人类所能认识到的最高一级天体系统。它大约包括了 10^{11} 个星系，总质量约为 2×10^{55} 克，尺度大约在 $1.5 \times 10^{28} \sim 2 \times 10^{28}$ 厘米（ $150 \sim$

① 拉兹洛：《进化》，34 页，北京：社会科学文献出版社，1988。

② 恩格斯：《自然辩证法》，248 页，北京：人民出版社，1971。

200 亿光年) 范围内。总星系由超星系团组成, 超星系团由星系团组成, 星系团由星系构成。星系是由恒星集团、星云和星际物质构成的一级天体系统, 其平均质量为 $10^{36} \sim 10^{45}$ 克, 典型空间尺度约为 3 万光年。

2. 宏观层次

宏观层次的物质系统包括地球上的物体、卫星、行星、恒星等以及和它们相应的场所构成的系统。其大小和质量大约在 $10^{-3} \sim 10^9$ 厘米和 $10^{-5} \sim 10^{27}$ 克之间, 其规律性由经典物理学和经典化学研究。其层次大致可分为……恒星——行星——地上物体……

恒星是由炽热的气体组成, 能自己发光发热的天体。太阳是离我们地球最近的一颗恒星。行星是环绕恒星运转而自身不发光的天体。太阳系就是由太阳和绕它运转的九大行星、卫星、彗星、小行星、流星, 以及一些尘埃物质组成的天体系统。地球是太阳的一个行星, 它是由磁层、大气层、水圈、生物圈、地壳、地幔和地核组成。地上物体是指地球上具体的物质形态。从质量和尺度来看, 它们大致可以划入一个层次, 质量在 $10^{-15} \sim 10^{24}$ 克之间, 尺度在 $10^{-5} \sim 10^7$ 厘米范围内。

3. 微观层次

微观层次的物质系统包括目前已知的分子、原子、原子核、基本粒子等以及和它们对应的场所构成的系统。微观层次的物质系统都具有波粒二象性, 一般说来, 它们都服从量子力学规律, 其规律性主要由原子物理、核物理和量子化学研究。其层次大致可分为……分子—原子—原子核—基本粒子—夸克……

分子是构成物体的基本要素, 也是微观系统中的最高层次, 它是物质中能够独立存在并保持该物质一切化学性质的最小微粒。分子由原子构成。原子是构成单质和化合物分子的最小颗粒, 它是由带正电荷的原子核和绕核运动着、与核电荷数相等的电子所构成的, 它是自然界各种物质形态的基本化学单位。原子核是构成原子的核心部分, 它是质子和中子的紧密结合体。原子是由基本粒子构成的。基本粒子包括的质子、电子、中子、光子以及在宇宙射线和高能原子核中发现的一系列粒子。按照基本粒子质量的大小及其他性质的差异, 可分为光子、轻子、介子和中子(强子和超子)四类。基本粒子并不基本, 它们也有一定的大小和内部结构。夸克是目前已知的最低物质层次。

(二) 生物界

生物界物质系统是由微生物、植物和动物等组成的庞大而复杂的系统。整个生物界物质系统按其组成可分为生物大分子—细胞—组织—器官—系统—一个

体—群体—群落—生态系统—生物圈等层次。

地球上的所有生物与其赖以生存的环境组成生物圈。生物圈包括了许多大小不同的生态系统，是生物界物质系统的最高层次。它的一部分已跨入非生物界，是生命与非生命相联系的复合系统，其规律性是环境科学研究的内容。生态系统是生物群落与其生物环境通过物质循环和能量流动而形成的。一个生态系统，由无机环境（阳光、大气、土壤等）、植物、动物、微生物四个部分组成，通过生产、消费和分解的过程形成一个循环。其规律性主要由生态学研究。群落是由生活在一定区域的不同的生物群体，通过直接或间接的联系而形成的动植物总体。群落的低一级层次是群体。群体又称为种群，指的是同一种生物在特定的环境空间和特定时间内的所有个体的集群。群体不是许多个体的简单堆积，而是一个具有内在相互作用的有机联系的物种的层次，也是生物生活和繁衍的基本单位。其规律性由群体生物学研究。个体指的是按一定的组织层次组成的一个完整的生物有机体。

生命个体的下一个层次是系统，个体是由若干个系统组成的。系统是生物体内能共同完成一种或几种生理功能而组成的器官的总称，它是由相关的生物器官组成。器官是各种组织的综合体，并行使生物有机体某一方面的功能，使生物有机体协调地进行新陈代谢。器官是由组织组成。组织是具有一定形态结构和生理机能的相似细胞的联合，组织是细胞逐步分化而形成的。再下一层次是细胞。细胞是表现生命现象的基本结构和功能单位。任何一个生物体都是由一个简单的细胞发育而来的，生命的各种活动都是在细胞中实现的。细胞一般是由细胞核、细胞质和细胞膜三部分构成。细胞的下一个层次是细胞器。其规律性由细胞学研究。细胞器是由蛋白质（包括酶）、核酸等生物大分子按特定次序组合而成。生物大分子层次是生物界物质系统的最低层次，它是构成生物体的最低的物质基础。它主要是由蛋白质和核酸构成。蛋白质和核酸是生命活动的基础，是生物体的基本构成物质。其规律性由分子生物学研究。

三、层次结构的联系与过渡

整个自然界是有层次结构的。但是，在各个不同的物质层次结构之间又有着密切的联系与过渡，这主要体现在以下几点：

（一）层次结构的阈值规律

层次结构的阈值规律指的是一定的物质结构层次与一定的阈值相适应。自然界中任何一个层次上的物质系统都不是无条件地存在着的，它只存在于一定

阈值范围内的物质、能量、时间、空间之中。在这个阈值内，系统变化是连续的，当连续的变化超过一定关节点，到了一定的阈值之外，就由一个层次突变为另一个性质完全不同的层次系统，即一定的物质层次与一定的量的阈值相适应，这是物质层次结构的一个规律性。例如，就能量状态来说，我们对一个分子系统传递能量，在一定的阈值内，分子系统不会发生突变，一旦能量超过这一特定的值，分子系统就会突变为原子系统。如果以能量或系统的温度为标尺，我们可以将自然界的主要物质层次排成一条层次谱线。其中一定的层次结构与一定的能量状态相适应。

同样，任何一个物质系统不但存在于一定的空间尺度中，而且存在于一定时间间隔内。例如，在某段最小时间里，一个水分子中的氢和氧原子能够建立自己的运动节奏，从而形成分子；在比这个时间更小的时间间隔里，原子之间的相互作用不能传递，于是分子不能存在，只有原子存在。所以，任何一个层次上的物质系统与过程的存在都有一个最小的质量、能量、时间、空间的阈值与之相适应。

（二）层次结构的结合规律

层次结构的结合规律指的是物质系统的尺度与它的组成要素之间的结合能成反比关系。低层结构的结合能大于高层结构的结合能。这是由层次结构的基本特点决定的，随着层次由低到高推进，结合的紧密程度由大到小而递减。这一关系可以定量地加以表述。设系统的尺度为 L ，其结合能为 E ，则有

$$L \cdot E = K$$

其中 K 为一个常数域。从基本粒子到单细胞来计算， K 值为 10^{-7} 厘米·电子伏左右。

这一规律表明，物质层次越深，其中的尺度就越小，它们的结合能就越大。拉兹洛明确指出：“当我们从初级组织层次的微观系统走向较高层次的宏观系统，我们就是从被强有力地、牢固地结合在一起的系统走向具有较微弱和较灵活的结合能量的系统。”^①

正因为低层结构的结合能大于高层结构的结合能，低层结构才能成为高层结构的基础。试想象，如果事情是相反，高层结构的结合能大于低层结构的结合能，层次越高结合度越强的话，那么系统非但不能分化出高层次的子系统，而且一旦有一个力破坏了这一系统，就会一垮到底，任何结构就会化为乌有，

① 拉兹洛：《进化》，32 页，北京：社会科学文献出版社，1988。

何谈构成性关系和相干性关系？正因为存在着结合度递减的趋势，所以高层系统的解体不一定导致低层系统的瓦解，高层系统的构型变换可以不影响低层系统的稳定性，有可能在稳定的低层结构之上重新建立新构型，出现变构过程中的稳定转变。

层次机构是更为稳定的结构形式，也是最易于实现在连续性中进化的形式。这正是自然界的物质系统在各种可能的结构形式中选择具有层次结构的一个重要原因。

（三）层次结构的因果规律

层次结构的因果规律指的是物质结构的低层系统与高层结构相互限制、互为作用的双向因果链。一方面，低层系统作为原因可以在高层系统中引起一定结果，这可以称为上向因果链。低层系统是高层系统的基础，高层系统包含着低层系统，高层系统必须依赖低层系统的构成、属性和规律。因而，低层系统的递进相干就决定着高层系统特有的结构、属性和规律。这种上向因果链决定了如果要系统地阐明高层的物质属性与运动规律，就必须深入揭示低层的物质结构及其属性，而且提高了这种从低层入手阐明高层的可能性。例如，要阐明生物体的生理和病理特征，就要深入了解生物体的器官和细胞。另一方面，高层系统作为原因又会在低层系统中引起某些结果，这可以称为下向因果链。高层系统的递阶分解，制约着低层系统的特有表现。这种下向因果链保证了从高层规律出发对加入高层的低层现象作解释和预言的可靠性。层次结构中的双向因果链既表明了低层系统对高层结构的基础性作用，又表明了高层结构对低层系统的支配调节性作用。

双向因果链既造成了层次之间的差异，也沟通了层次之间的联系。层次之间由于新质突现而有质上的区别，这是显而易见的。正因为存在着这种差别，所以企图用一种语言、一种理论来表述各个层次的规律是不会成功的，应该使关于高层次的理论和关于低层次的理论、宏观的理论和微观的理论共同存在，相互补充。但是，层次之间质的差异归根到底来自上向因果链的存在，即低层系统及其相干性关系作为原因导致了高层系统特点的出现。只要从低层系统的规律和相干特点出发，并考虑到相应的对应规则，高层系统的特点便可以得到递进性阐明。高层系统出现之后，低层系统及其规律并没有消失。但是，由于它们是在高层系统的整体中活动的，从而有了新的约束，其功能、属性、规律会以扬弃的形式表现出来。这就构成下向因果链，即高层规律对低层规律的限制和影响。通过限制和影响，低层系统的活动范围、条件和方向均受到选择，

从而落入高层规律所允许的范围内。

（四）层次结构的丰度规律

层次结构的丰度规律指的是物质系统的丰度与其高级程度成反比。也就是说，物质系统愈高级，该层次物质系统在宇宙中的丰度就愈小。从宇宙大爆炸到形成有生命存在的地球，从基本粒子发展到人脑，这是物质结构层次由低级到高级的不断上升的发展过程。但并不是宇宙中的所有物质都参与这个前进上升的过程，物质层次愈高级，该层次物质系统在宇宙中的丰度就愈小。宇宙大爆炸后，只有一小部分物质形成氢气云；在氢气云中只有一小部分物质形成恒星；而在恒星的演化过程中，又只有一小部分氢和氦转化为较重的元素。它的丰度只占氢、氦总量的 1%，这些元素又只有一小部分后来被抛射到空间并聚集到行星中，至于变成生命物质的则是更小的部分，它的丰度占银河系总质量的 10^{-9} ，而生命物质中则只有极小一部分有机会演化成人脑。^①

自然界物质层次结构的联系与过渡的主要哲学基础是马克思主义的对立统一规律和质量互变规律。自然界物质层次的连续性与间断性、有限性与无限性、可分性与不可分性，首先表现在同一层次内的连续性与不同层次之间的间断性上。然而，同一层次内的各组成部分之间仍然存在着间断性，它们并不是无间隙的组合在一起的；不同层次之间的衔接从高层次看，仍然具有连续性，因为层次之间的间断并没有阻碍它们组合成一个整体。一方面，物质结构层次具有无限性，是无限可分的物质层次，是一个无穷的系列，不同层次有质的不同，绝不能断定物质具有最后的、不可分割的最小的实物粒子；另一方面，物质在一定条件下的可分性是有一定限度的，超出了这个界限，物体便失去了原有的化学性质。

总之，物质的可分性是在一定条件下确有一定的限度，超过这一限度就将导致物质结构从一个层次向另一个层次的转化。物质又具有无限可分性，但是这种可分性并不是同一过程的简单重复，而是具有质的差异。

① 张华夏：《论物质层次结构的形成》，载《自然辩证法通讯》，1993（1），23页。

第三节 自然界的系统演化

自然界不仅存在着，而且发展、变化着。“整个自然界，从最小的东西到最大的东西，从沙粒到太阳，从原生物到人，都处于永恒的产生和消灭中，处于不断的流动中，处于无休止的运动和变化中。”^①

一、自然界的演化过程

自然界的发展、变化是有规律的，这种规律是可以通过人类的科学活动来认识的。

（一）宇宙^②和天体的起源和演化

按暴涨宇宙论和大爆炸宇宙论的观点，在宇宙演化的极早期，宇宙经历了急剧膨胀阶段（暴涨阶段），产生了像夸克、轻子和玻色子之类的最基础的基本粒子。宇宙增大和大量最基础的基本粒子的产生，标志着宇宙的形成。

宇宙形成后，经历了以下三个演化阶段：（1）基本粒子形成阶段。当宇宙时为 10^{-6} 秒时，最活跃的是进行强相互作用的介子和重子，这时称为强子时代。当宇宙时为 10^{-2} 秒时，宇宙的物质成分以电子、中微子、 μ 介子、 τ 子为主，这时称为轻子时代。当温度下降到 10^{16} K 时，导致光子（辐射）占优势，宇宙演化进入了下一阶段。（2）核合成阶段。当宇宙时为 1 秒时，宇宙的物质密度下降到 10^7 克/厘米³，宇宙中以辐射为主。当温度下降到 10^9 K，宇宙时约为 3 分钟时，中子失去自由存在的条件，开始与质子合成氦，出现了几种不同的化学元素。随着空间的不断膨胀，实物密度下降得比辐射密度慢，到了某一时刻，当实物密度占优势时，宇宙演化进入第三阶段。（3）实物阶段。宇宙时为 1 万年后，当温度下降到约 10^5 K，自由电子开始被原子核所俘获，形成稳定的原子。随着原子的形成，宇宙中的自由电子渐渐消失，实物对辐射变得透明，并与辐射退耦在宇宙演化中起主导作用。辐射压力大为减少，使万有引力占了优势。于是，宇宙中已形成了稀疏的气状物质。大约在宇宙时 70 万年时，开始形成了原始星系，再形成星系团，然后再从星系团分化出星系。当宇宙时

① 恩格斯：《自然辩证法》，15 页，北京：人民出版社，1984。

② 这里所说的宇宙特指人们目前观察所及的总星系。

为 50 亿年时，形成了第一代恒星。

按照广为接受的弥漫说，恒星的演化经历了引力收缩阶段（包括快收缩阶段与慢收缩阶段）、主序星阶段、红巨星阶段、脉冲阶段或爆发阶段和高密阶段（包括产生中子星、白矮星、黑洞等）。在恒星演化的特殊阶段和特定条件下，在宇宙之一隅出现了太阳系以及作为太阳系一个成员的地球。

（二）地球的起源和演化

大约 46 亿年前，地球由形成太阳系的原始星云分化而产生。初期形成的地球还是一个冷的均质球体。后来，随着地球质量和体积的不断增大，地球内部的放射性元素的蜕变，地球的快速旋转以及原始地球重力收缩产生的热在地球内部积聚，使原始地球不断增温，地球内部物质的分异过程得以大规模进行。比重大的亲铁元素向地球内部下沉，形成由铁、镍组成的地核。比重小的亲石元素上浮形成地幔，并逐步使得地壳逐渐增厚、地核逐渐增大，最后终于形成了地核、地幔和地壳这样一些具有不同物理、化学性质的圈层结构。原始地壳形成不久，由于它比较薄，而且脆弱，熔岩往往从薄弱的地方喷出。同时，由于陨星撞击、穿透脆弱的地壳，触发深层地震和岩浆活动，火山喷发、熔岩溢出，增厚和加固了脆弱的地壳，又阻止了火山喷发和岩浆活动，从而使地球进入了一个相对稳定的时期。原始地壳在形成和加固过程中，由于火山的喷发或陨星的撞击，形成了高低悬殊、此起彼伏的熔岩台地和大小不等、形状不一的洼地。

地球的原始大气圈几乎和原始地壳在同一过程中形成。在地球物质的分异过程中，一部分物质形成了地球内部的圈层，一部分易挥发的物质喷出地面，形成原始的大气圈。初期的大气层主要成分是浓密的二氧化碳。地球有了大气圈后，大气圈中的水蒸气逐渐冷却，凝结成雨滴降到地面，一部分渗透到地表的岩石中，一部分汇集成大大小小的溪流，注入原始洼地，形成了地球上最早的江河湖海，这就是原始水圈。原始大气圈和水圈的出现，为生命的诞生创造了条件。

（三）生命的起源和生物的进化

目前认为，生命起源于化学演化，大体经历如下三个阶段：（1）简单分子合成有机小分子。这个阶段的化学演化发生在原始大气层里。在还原性的环境中，由氢、甲烷、氮、水、氨等简单分子可以合成组成氨基酸以及核苷酸之类的生物小分子。米勒于 1953 年进行的模拟实验为这个过程提供了证据。（2）生物小分子合成生物大分子。氨基酸可以脱水缩合而成为蛋白质分子，核苷酸

可以脱水缩合而成为核酸分子。有关的模拟实验也为这一过程提供了证据。(3) 生物大分子结合为原始生命。蛋白质和核酸形成后,通过一些现在尚未清楚的机制,逐步发展为具有不断自我更新、进行自我繁殖和实行自动调节的原始生命。

原始生命出现后,又经历了从非细胞到细胞、从原核细胞到真核细胞的演化过程。真核细胞的出现是生物进化中最重要的事件之一,它标志着地球发展和生命演化进入一个新里程。

在真核细胞的基础上,单细胞生物发展为多细胞生物,进而分化为植物和动物。在适宜的环境中,植物沿着菌藻植物→苔藓和蕨类植物→裸子植物→被子植物的方向进化;动物则沿着无脊椎动物→脊椎动物的方向发展,直到人类的出现。

对自然界演化发展过程的以上描述,只是唯象的,也是粗糙的,其中也有一些空白或差错。但是,这个图景为自然界的辩证的历史观提供了基本的科学证据。它证明:第一,整个自然界的演化发展的确是由一系列转化过程构成的“过程的集合体”。第二,推动自然界演化发展的源泉或动力存在于自然界的内部,即其自身所具有的内部矛盾——在非生命世界中,主要是吸引和排斥的矛盾;在生命世界中,主要是同化作用与异化作用的矛盾。

二、自然界演化的方向

自然界的进化都是以要素方面或结构、功能方面的新旧交替为标志的。这种新旧交替有不可完全逆转的性质。

(一) 可逆与不可逆

1. 可逆与不可逆概念的含义

可逆与不可逆是自然科学在研究变化过程时广泛使用的一对范畴。在经典力学中,给定初始条件和运动方程,可以准确地推出任何时刻的状态,这是对可逆性的刻画。在热学中,热总是自发地从高温部分传向低温部分,最后达到热平衡状态。描述这类热传导过程的是傅立叶方程,它刻画的是不可逆性。在化学反应中,自发的过程总是使体系走向化学平衡态,虽然反应物和生成物还会相互转化,但能量、环境均发生不可逆的变化。在量子力学中,薛定谔方程表现的是可逆性,但测量却是不可逆的,它是微观状态的宏观表现,一经测量,波函数就不可逆地取得一个本征值。相对论中不出现不可逆性,但是当把它和量子力学运用于宇宙演化的研究时,发现了高能基本粒子的湮没、转化也

是不可逆的。普利高津明确指出,不可逆性的问题“已从工程的领域,从应用化学的领域(它首先在那里被表述),扩展到了整个物理学,从基本粒子到宇宙学”^①。如果从更广阔的背景看,自然选择所导致的物种进化也是需要不可逆性来刻画的。可以说,对演化过程的理解离不开可逆与不可逆这对范畴。

所谓可逆,指的是一个物质系统从某一状态出发,经过某一过程达到另一状态,如果存在另一过程,它能够使该物质系统和外界环境完全复原(即物质系统回到原来状态,同时消除了原来过程对外界环境引起的影响),则原来的过程称为可逆过程,或简称可逆。反之,用任何方法都不可能使物质系统和外界环境完全复原的,则原来过程称为不可逆过程,或简称不可逆。

显然,可逆与不可逆是刻画过程的概念,它们是对一定过程而言的。单一状态不存在可逆或不可逆的问题,只有对两种以上状态所构成的过程才谈得上可逆或不可逆。另外,可逆与不可逆是刻画系统及其环境能否复原的概念。只有完全可复原(系统状态及环境均复原)的过程才是可逆过程,部分可复原的过程则是不可逆过程。

严格地说,自然界中发生的过程都是不可逆过程。但是,在实践中又确实存在着可以用可逆过程加以处理的对象。

2. 时间之矢与不可逆性

对可逆与不可逆的进一步研究,将直接涉及到关于自然界演化的一个带有根本性的问题,即是否出现时间箭头的问题。对此存在有两种不同的观念:物理学的观念和演化物理学的观念。在存在物理学(包括经典力学、相对论力学和量子力学)中,时间不过是描述运动的一个参量,时间箭头没有多大意义。在包括着不可逆过程的热力学系统及其推广的各类系统中,情况就不同了,描述这类系统运动的方程并没有对时间反演的对称性。这些都显示了时间的方向性,突出了时间箭头的意义。

从演化发展的角度看,既然可逆过程中不出现有实质内容的时间箭头,它就不会有真正的演化,也谈不上真正的历史;而不可逆过程和时间箭头联系着,它会带来新旧更替,从而有真正的历史。由于现实的过程严格说来都是不可逆过程(可逆过程是对某些现实过程的理想化处理),所以所有自然物都明显处于程度不同的演化过程中。

① 普利高津等:《从混沌到有序》,281页,上海:上海译文出版社,1984。

3. 不可逆在演化中的作用

不可逆过程导致时间对称破缺，意味着在有不可逆过程存在的情况下，演化才是可能的，质的多样性才是可能的。不可逆过程具有双重作用：一方面，它总是起着破坏有序结构，使有序趋向无序的消极作用；另一方面，它是一些重要的相干过程的基础，导致更加有序结构的产生，发挥建设性作用。因此，与不可逆过程相联系的时间箭头既可以指向退化的方向，也可以指向进化的方向。如果说经典热力学主要研究了不可逆过程的消极作用的话，那么，非平衡自组织理论则更加重视不可逆过程的建设性作用。

（二）进化与退化

不可逆过程的双重作用，导致了自然物在演化中会有两个方向：进化与退化。这两个方向的辩证统一，构成了自然界丰富多彩的演化图景。纵观自然界的发展史，可以清楚看到，自然界确实存在从无序到有序、从有序到无序两个演化方向。

1. 进化与退化的规律及其一般特点

一般地，进化是指自然物演化中由无序到有序、由低序到高序的趋势和过程。退化是指自然物演化中由有序到无序、由高序到低序的趋势和过程。但是，并非所有有序程度提高的过程都能称为进化。生物的生长、发育过程一般是有序程度提高的过程，而衰老死亡过程一般是有序程度降低的过程。

进化和退化往往具有以下特点：（1）自发性。进化和退化都是事物的自我运动、自我否定。它们不是按照来自外部环境的指令变化，而是在一定外部条件下按照内部的根据自组织或自瓦解。（2）稳定性重建。当原有事物出现了失稳状态时才会进入进化或退化的过程，其结果是新的稳定状态的建立。如果先前的状态是非常稳定的，那就无法进化或退化。（3）离散性。进化和退化主要是在连续性中断中实现的，虽然其中也有某些方面的连续性，但进化或退化的完成往往要经历突变。

2. 进化和退化的统一性

（1）进化和退化相互包含。在自然演化中，以进化为主的过程往往内在包含着退化，反之亦然。例如，从猿到人，无疑是生物进化史上的一次最伟大事件。但从局部功能来看，像攀越能力、消化能力、适应自然环境的能力等，却有一些退化趋势。

（2）进化和退化共存共生。进化和退化常常是同时存在和同步发生的，它们往往是一个过程的两个方面。一个系统有序程度的提高，需要以负熵流的引

入为代价。这就相当于把系统的熵增转移到了环境之中，从而降低了环境的有序程度，导致了环境某些方面的退化。例如，工业化推进了人类社会的文明程度。但是，工业化大量消耗了地球几十亿年来的能源储备，向自然界排放了难以计数的废气、废物和废水，带来了生态环境的恶化。杰米·里夫金和特德·霍华德指出：“当一定的有效能量被消耗掉，周围环境的混乱就会增加。现代工业社会巨大的能量流通，给我们居住的世界带来了极大的混乱。技术现代化的进程越快，能量转化的速度也就越高，有效能量就耗散得越多，混乱程度也就越大。”^①

(3) 进化与退化相互交替。进化过程在一定条件下会转入退化，退化过程在一定条件下也可以转入进化。按自组织理论的观点，开放系统，在远离平衡的非线性区，通过引进负熵和正反馈循环，经涨落或起伏，会从无状态产生有序结构。但有序运动的系统，在一定条件下，通过一定的方式会形成无序状态。例如，有序运动的平流会形成湍流，有周期、有节律的运动丧失周期和节律，这些都可以用动力学规律处理，并能计算未来物理过程如何变成混沌状态等。

总之，进化和退化是两种不同的演化趋势，它们在自然界中都有一定的普遍性，它们相互包含、同存共生、相互交替，共同构成多姿多彩的演化过程。

3. 进化的根据和条件

无论进化或退化，都拥有其条件和根据。按自组织理论，一个系统具备以下条件就会进入有序状态：

(1) 系统从无序走向有序，必须处于远离热平衡的状态。在热平衡态或近平衡态，都不会出现有序结构。只有远离热平衡的系统，才可能从杂乱无序的初态，跃迁到新的有序状态。

(2) 产生有序结构的系统，必须是一个开放系统，即系统内外环境之间要有物质、能量、信息的交换与流通。并且必须使系统从外部输入的负熵绝对值大于系统内部的熵产生，从而使系统的熵逐步减小。

(3) 形成有序结构的各要素之间存在着非线性的相互作用，这种相互作用使各要素向产生相干效应与协调动作，从而可以使系统从杂乱无章变为井然有序。

^① 杰米·里夫金，特德·霍华德：《熵——一种新的世界观》，上海：上海译文出版社，1987。

(4) 正反馈推动系统走向有序，负反馈往往会使系统的变化衰减，而正反馈则会使系统的变化被放大和加剧，从而推动系统的质变，加速系统自复制自组织的过程，使要素微观协同产生出宏观秩序。

(5) 涨落和突变是产生有序状态的条件。一个物理的、化学的或生物的系统，有许多构成要素。我们测量到的温度、压力、浓度、化学势、熵、信息熵等宏观量，实质上都是一种统计平均。而系统内部的具体要素并不严格精确地处于平均状态，而是有或多或少、或大或小的偏离，这种偏离或偏差叫涨落。涨落是偶然的、杂乱的、随机的。小的涨落会被衰减，而在临界点附近，涨落则可能被放大，形成巨涨落，从而会推动系统发生质变，跃迁到新的分支上去，形成有序结构。即在临界点处，涨落会使系统发生突变，导致有序。

非平衡自组织理论的这些成果，不仅原则上回答了唯物进化论与热力学第二定律在科学思想上的矛盾，表明了孤立系统中的退化与开放系统在一定条件下的进化可以在同一理论模式中得到解释，而且还对如何一般地理解进化的条件和根据提供了有益启示：系统中的相干性相互作用是系统进化的基本根据，从外部获得物质和能量是系统进化的基本条件，内部涨落是系统进化的直接诱因。

第四节 自然界演化的规律性

一、矛盾是自然界运动与演化的根本动力

(一) 吸引和排斥的矛盾是非生命世界运动发展的动力

在非生命世界中充满着以吸引和排斥为对立两极而不断展开的矛盾斗争。恩格斯指出：“一切运动都存在于吸引和排斥的相互作用中”^①。在这里，吸引和排斥主要指非生命界事物相互作用中两种相反运动趋势的对立统一关系，是对接近和分离、收缩和膨胀、凝聚和扩散、吸收和辐射、化合和分解、聚变和裂变等特殊矛盾运动所作的高度概括。吸引和排斥的相互作用是非生命界各种事物运动的源泉，在不同的运动中有不同的表现。

在天体运动中，吸引和排斥的相互作用有各种特殊表现。例如，行星围绕太阳做椭圆轨道运动，就是吸引和排斥共同作用的结果。一方面由于太阳对行

① 《马克思恩格斯选集》，第3卷，493页，北京：人民出版社，1972。

星的引力作用，使行星不能飞离太阳系；另一方面，由于行星本身运动所产生的离心力使它不致被太阳吸引过去。

在分子运动中，吸引和排斥的矛盾运动常常表现为分子力（分子间引力和斥力的合力）和热运动之间的矛盾。分子力的作用是使分子保持在平衡位置附近；而热运动是一种无规则的运动，它总是要使分子远离平衡位置，因而双方构成一对矛盾，并贯穿在分子运动的全过程。在一定条件下，这一矛盾的对立与统一决定了物体三态（固态、液态和气态）的转化。

在原子内部运动中，存在着原子核和电子之间的吸引和排斥的相互作用。原子内部的吸引作用主要指原子核和电子之间通过电磁场交换场量子（光子）而产生的相互吸引。原子内部的排斥作用主要来自三个方面：一是核外电子绕核高速运动所产生的离心作用，形成了电子和原子核的相互排斥；二是来自核外电子之间的静电库仑斥力；三是来自泡利排斥，是指两个电子不能同处于一个量子态中的量子效应，这就相当于在核外电子之间存在一个排斥作用。正是以上各种排斥因素的存在，电子才不会掉进原子核中去，而原子核对电子的吸引作用又使得电子不会飞离原子，从而使原子核和电子处在相对稳定的系统中。

化学运动中吸引和排斥的矛盾主要表现为化合和分解。在这里，原子的化合就是吸引，分子的分解就是排斥。电磁运动中吸引和排斥的矛盾主要表现为正电和负电之间的矛盾。原子核内的矛盾是核子（质子和中子）间吸引和排斥的矛盾。原子核内的吸引是核子间存在的强相互作用力，即核力；原子核内的排斥主要包括质子间的库仑排斥、核子间的泡利排斥以及由微观粒子的波粒二象性所引起的排斥等。

吸引和排斥的相互作用也是推动非生命世界演化发展的动力。吸引和排斥的相互作用尤其是它们之间的相互转化，在一切天体的起源和演化过程中发挥着重大作用。

在宇宙即总星系的起源和演化过程中，吸引和排斥的相互作用主要表现为收缩和膨胀的相互作用和相互转化。按照大爆炸宇宙学的观点，宇宙的初始状态是一个处于超高温超高密的“原始火球”。在“原始火球”里，物质可能以基本粒子形态出现^①。如是说，这时的吸引主要是基本粒子间的相互作用力，

① 这是大爆炸宇宙学创始人伽莫夫等人的观点。现代宇宙论认为“原始火球”究竟是什么物质形态还需要进一步研究。



排斥主要是由各种排斥因素（库仑排斥、泡利排斥、粒子的热运动等）构成的。在基本粒子间吸引和排斥的矛盾斗争中，由于吸引占主导地位，即收缩是矛盾的主要方面，因而使得宇宙处在一个很小的“原始火球”中。在吸引和排斥的激烈斗争中，在尚不清楚的物理机制作用下，原始火球发生了大爆炸。正是在大爆炸的条件下，原来吸引、收缩占据矛盾主导地位的原始火球，转化为排斥、膨胀占据矛盾主导地位的演化的宇宙，至今宇宙仍在膨胀过程中。尽管这个期间作为吸引的引力收缩对宇宙的演化也会起到一定的作用，但却处于矛盾的次要地位。

吸引与排斥也是恒星起源和演化的基本矛盾。一般说来，在恒星演化中，吸引主要是指恒星各部分之间的万有引力作用，即自吸引，这种作用由外向里使恒星收缩；排斥主要是指微观粒子的热运动所产生的气体压力和恒星内部的电磁辐射所产生的辐射压力，这种作用由里向外使恒星膨胀。

现代天体演化学的研究表明，在宇宙内，包括我们太阳系的无数恒星以及巨大的星系都是从温度很低的弥漫星云演化而来的。从星云形成恒星的过程，首先要经过引力收缩阶段（包括快收缩阶段和慢收缩阶段），吸引和排斥是星云中的主要矛盾。由于星云的密度小、温度低，作为排斥因素的气体压力非常微弱，作为吸引因素的星云物质的自吸引占绝对优势，成为矛盾的主要方面，所以星云很快就收缩为球状体、红巨星等不同类型的原恒星。在这个阶段，恒星的能源主要是星云收缩时释放的引力势能，它不断地转化为热能，一方面使温度升高，另一方面又产生一股作为排斥因素的气体压力，并不断增强以抗拒引力，使原恒星逐渐进入慢收缩阶段成为恒星。当恒星的中心温度升高到 700 万度以上时，氢核聚变为氦核的热核反应便成为恒星的主要能源，于是恒星的演化便转入另一个阶段——主序阶段，至此恒星便进入成年期。太阳是一颗主序星，它主序阶段停留的时间大约为 100 亿年，目前已走完了一半历程，正处在生命旺盛时期。此后，恒星在其内部吸引与排斥的相互作用和相互转化的推动下，相继经历红巨星阶段、脉动阶段、爆发阶段和高密阶段，从而逐步走向灭亡。

太阳系的形成也是在吸引和排斥的斗争中完成的。我们银河系的前身是一个巨大的弥漫物质云，在其内部自吸引的作用下，各自分散的弥漫物质收缩为许多个中等大小的云。其中一个在吸引与排斥的相互作用下，收缩并瓦解为成千个小云，有一个便是我们太阳系的前身——原始星云。原始星云一开始就在缓慢地自转，吸引使它不断收缩，由于角动量守恒，原始星云的排斥即因自转

逐渐变快而惯性离心力也不断加大。在吸引和排斥的不断相互作用下，在原始星云赤道面附近形成了一个内薄外厚的星云盘。星云盘的中心部分在收缩中密度变大，最后演化为太阳。星云盘中的固态颗粒在吸引与排斥的相互作用，即太阳引力与惯性离心力以及各颗粒之间随机布朗运动与碰撞吸引的相互作用下，结合成较大颗粒。各颗粒降落在赤道面附近，并形成内薄外厚的尘层，尘层瓦解为许多粒子团，各粒子因靠自吸引收缩为星子。各星子靠相互间的碰撞或各自吸积周围的颗粒，而使星子迅速长大，成为行星胎。行星胎进一步生长就成为九大行星，围绕太阳旋转。

吸引和排斥也是地球演化的动力。对地球物质系统而言，吸引主要是指地球自身的引力作用使地球中的物质相互接近；排斥则在宏观上表现为地球由于自转而产生的离心作用，在微观上表现为分子的热运动。吸引和排斥的矛盾斗争及其转化，一方面推动着地球的演化，另一方面标志着地球演化所达到的不同阶段。吸引和排斥的矛盾斗争不仅在地球深化的不同时期（如“天文时期”和“地质时期”）以不同的形式发挥推动作用，而且在地球系统的各个要素（如大气圈、水圈和地压等）内部的各种运动中也以不同的形式起着促进作用。

总之，从存在的自然界到演化的自然界，从基本粒子到总星系，都存在着吸引和排斥的矛盾，它是非生命世界运动发展的动力。

（二）生物和环境的相互作用是生物进化的动力

生物进化在变化的环境和变化的生物两者的相互作用之中，它把生物和环境相互联系、相互制约的动力过程看成是自然选择。

1. 内因是生物进化的根据

这就是说，生物体遗传和变异（适应）的对立统一是生物进化的内因或根据。恩格斯指出，“……进化论证明了：从一个简单的细胞开始，怎样由于遗传和适应的不断斗争而一步一步地前进，一方面进化到最复杂的植物，另一方面进化到人。”^① 遗传和变异是对立的，遗传是过程中保留物种特性、反映物种稳定性的保守的方面，而变异是过程中引起物种演变、反映物种可变性的创新的方面。它们又是统一的，因为它们相互联系，而且可以相互转化，变异是指遗传的变异，即在一定遗传基础上的变异；而遗传是指变异的遗传，任何生物体的遗传性都是在积累历代变异的基础上发展起来。在生物进化过程中，由于微小的变异适应变化了的环境而得到保存，并在繁殖下一代的时候转化为遗

① 《马克思恩格斯选集》，第3卷，534页，北京：人民出版社，1972。

传。这样经过历代的积累，终于成为显著的变异，最后形成新物种。

2. 外因是生物进化的条件

这就是说，选择是生物进化的外因或条件。遗传是变异的内部矛盾或内因，只给生物进化提供了可能性，要使进化的可能性变成现实性，还需要外因。这就是外界环境条件对生物体的选择。对生物进化来说，外界环境条件就是自然条件，因此这种选择叫作自然选择。

简单地讲，自然选择就是保存和淘汰。生物有各种不同的变异，有的变异适应于外界环境条件，有的变异不适应于外界环境条件。自然选择就是保存适应环境的变异，淘汰不适应环境的变异。可见自然条件对生物变异的选择起着重大作用，决定着变异的发展方向。

3. 外因通过内因起作用

首先，生物进化的内因和外因之间存在着相互依存的辩证关系。一方面，生物进化的基础在于生物体的变异，没有变异给自然选择提供材料，自然选择就无从发挥作用；另一方面，如果只有生物体的变异，没有外界环境条件的选择，也就谈不上生物的进化。

其次，在生物进化中，外因通过内因起作用，大致表现为以下几种情形：
①环境条件可以引起遗传物质的内部矛盾变化，并对个体发育和新陈代谢产生影响，从而在一定程度上与遗传信息一起决定着变异方向。
②外因（外界环境条件）和内因可以互相转化。原来作为内因的遗传物质，在新陈代谢过程中可以转化为非遗传物质，成为外界环境条件；原来作为外因的环境因素，在适当条件下也可以转化为内因。
③外因（外界环境条件）要使原来的生物类型转化成新的生物类型，还需要内因进行协作；否则，生物进化是不可能实现的。

二、自然界演化的渐变与突变

自然界存在多种具体的演化形式，如宇宙演化、星系演化、恒星演化、地球演化、生命演化等。这些都可以抽象为两种最基本的演化方式：渐变和突变。

（一）演化的方式：渐变和突变

自然界中，当某一具体自然物的演化表现为缓慢、逐渐和连续的形式，这种演化就称为渐变。渐变普遍存在于自然界，如星云引力收缩、海陆变迁、大陆漂移、地球公转周期的变化、岩石的变质作用、海洋水分的蒸发、大多数物种的形成、胚胎的发育等等。



但是，当同一自然物的演化表现为短暂、变化强度迅速激烈、变化量大、呈现间断性的形式，这种演化就被称为突变。例如，自从地球上出现了生命以后，在 20 多亿年的时间里，只有一些极低等的生物在缓慢进化。但到距今 5.3 亿年的寒武纪早期，地球生命突然出现了从单样性到多样性的飞跃，科学家称之为寒武纪生命“大爆炸”，认为这是地球生命演化史上的一次重大的突变事件。又如，有的质量比太阳大得多的恒星在其演化后期，当内部核燃料耗尽时，由于自身强大的引力作用，星体会突然坍塌。与此同时，向外的冲击波把外层物质猛烈地抛向星际空间，这就是已知恒星世界最剧烈的超新星爆发。爆发时，光度在很短时间内增强上亿倍，并释放大能量，其数量相当于几百亿个太阳一年的辐射总和。

其他的自然界突变还有火山爆发、洪水泛滥、太阳发生异常爆炸、小行星撞击地球、森林大火、原子聚变、基因突变、染色体畸变等等。

渐变和突变虽然都是自然界演化必然表现的两种形式，但一般说来，无论在时间上，还是空间上，渐变比突变都表现得更普通、更经常。例如，在漫长的 30 多亿年的生命进化中，重大的突变演化也只有几次；超新星爆发往往要经过百亿年以上的演化过程才爆发一次，而原始星云的演化却无时无刻不在进行；局部地区地震可能很频繁，但大多数地区却很平静；洪水之所以称为洪水，乃是它的水位超过了正常水位，而正常水位的时期毕竟比洪水期长；火山、泥石流可以在极短时间改变地表形态，但它们并不经常发生，然而由地表各种地质营力（风、海浪、流水、雪融、太阳辐射等）引起的渐变性地演化作用却每时每刻都在地球表面发生。因此，可以这么说，自然界的演化更多地表现为渐变形式。

（二）渐变和突变的辩证关系

在自然界演化中，渐变和突变是一对矛盾的两个方面，它们既相互对立，又相互统一。所谓对立，是指渐变和突变有着不同的特征，在时间和空间上存在不同的表现形式。例如，太阳的耀斑活动，时间由几分钟到几小时，耀斑出现时抛射出大量的高能电子和质子，随后在地球上引发磁暴、极光和短波电信中断等现象。耀斑是一种突变，它与太阳正常时期的特征形成了鲜明的对比。又如，对生物进化来说，在长期的自然选择中，个别物种的淘汰、灭绝是很正常的，这种灭绝属于渐变。但如果在短期内生物大规模灭绝，这种灭绝就是反常的，属于突变。所以说，渐变和突变是一对对立的矛盾概念。在同一自然物（如恒星、地球、生物、河流、基因）的演化中，渐变和突变有着严格的界限，不

能混淆。

渐变和突变除了对立的一面外，还有统一的一面。这种统一性主要表现：

(1) 渐变和突变的相对性。作为对立的概念，渐变和突变是相互依存的。在自然界演化过程中，没有绝对的渐变和突变。离开了渐变，就无所谓突变；离开了突变，渐变也就无从谈起。事实上，要想把自然界演化按某种质的规定性划分出渐变和突变的绝对界限是很困难的，因为自然界发展总保持自身的连续性，总在一定对立概念反映的客观内容之间存在中间过渡环节。所以，从这个意义上讲，一切对立都是相对的。在空间规模、时间速度、结构、形态及能量变化程度上或采取的形式上，渐变和突变都只有相对意义。

(2) 渐变和突变的层次性。在讨论自然界演化的渐变和突变时，总是联系某一具体的自然物质层次。在同一自然物质层次上，渐变和突变有其具体的表现形式，可以进行严格的界定。在这个意义上讲，不同物质层次的渐变和突变有其不同的表现形式和质的规定。某种具体的自然变化过程，在低层次可以称为突变，而在高层次，则属于渐变。例如，山体崩塌，对具体小区域的微地貌来说，这是一次突变事件；但对大区域自然景观来说，这只是局部地貌的微小变化；对地球表面来说，这种变化可以忽略不计。

(3) 渐变和突变的相互转化。在一定条件下，渐变可以转变为突变，突变也可以转变为渐变。例如，在外部环境不发生异常变化时，生物演化一般以一种缓慢的速度和连续渐进的形式进行。但是当外部环境发生剧烈、突然、异常的改变时，就可能导致生物演化的突变。虽然渐变和突变可以在一定条件下相互转化，但在多数情况下渐变不一定转化为突变。例如，对于海洋演化而言，海水的蒸发从始至终都是一个渐变过程。就目前所知地球上还没有什么力量能在短期内改变海水的蒸发过程，改变海洋的演化形式。同样，突变也不一定转化为渐变，就像正负电子相撞迅速湮灭生成光子一样。另外，突变并不都是渐变引起的，有些突变完全是由于偶然性因素。例如，宇宙射线导致地表某类生物基因的突变，小行星撞击地球及日常所见的各种偶发性事件，此前并不存在一个与该突变有直接因果联系的渐变过程。

三、自然界演化的周期性

自然界同时存在着从无序到有序、从有序到无序两种演化过程。二者的不断转化、不断交替，使得自然界演化呈现出循环过程，即周期性。

（一）自然界物质系统演化的周期性

周期性是指事物沿时间轴变化经过一定时间（周期）后，又向其原来的出发点复归的一种运动、发展属性。自然界演化的周期性，由于受不可逆性的制约，本质上是一种螺旋式的上升发展，即辩证法所理解的否定之否定的过程。

物质系统演化的周期性，在自然界中是普遍存在的。在宇宙演化中，按脉动式宇宙模型，“我们的宇宙”处在膨胀—收缩、再膨胀—再收缩的无限更替过程中。但由于宇宙初始大爆炸的具体条件不同，每一次膨胀—收缩的过程不会完全相同。

在恒星演化中，星云物质通过引力收缩成为恒星。恒星在演化晚期因内部高温造成的气体膨胀和辐射压发生猛烈爆炸，将物质抛散在宇宙空间，形成新的星云物质。从而又开始了新一轮的星云物质—恒星—星云物质的演化过程。

在地球上，许多自然演化也具有周期性。地幔对流说和海底扩张说认为，大洋中脊裂谷是海洋地壳的诞生地，地幔物质在这里涌出，冷凝后形成新的大洋地壳。随着地幔物质源源不断地涌出和新洋壳的不断产生，原来的洋壳由大洋中脊不断向两侧扩张。扩张的洋壳遇到陆壳时，在海沟附近向下俯冲，使洋壳熔融、消亡在地幔中。就这样，完成了地幔物质—洋壳—地幔物质的周期性演化过程。

古气候学研究表明，在漫长的地质时期，地球上的气候一直是温暖和寒冷交替出现。从震旦纪以来的6亿多年中，出现了3次气候寒冷、冰川扩展的大冰期，即震旦纪冰期，石炭纪、二叠纪冰期和第四纪冰期。其间，隔着两次气候温暖、冰川消融退缩的间冰期，即寒武纪—石炭纪和三叠纪—第三纪间冰期。可见，气候变迁也呈现出温暖期—寒冷期—温暖期的周期性特点。

生态系统变化发展的周期性是通过物质循环和能量流动的形式实现的。生态系统中的绿色植物利用太阳能把从周围环境摄取的无机物质合成为有机化合物，再通过食物链传递给食草动物、食肉动物。最后，细菌、真菌等微生物把动物的尸体和植物的枯枝败叶分解为简单的无机物，释放返回到环境中。

同样，在生物大分子中，也呈现出发展、变化的周期性。由于解链酶的催化作用，DNA的双螺旋会解开变成两条单链，以后每条链又根据碱基配对原则，在一系列酶的作用下各自重新组成双螺旋结构，从而完成双链—单链—双链的DNA自我复制过程。

在微观世界，具体物质也有其产生、发展、消亡和转化的周期性过程。例如，放射性元素在衰变过程中产生的正电子，当与电子相遇时，就转化为光子

对；反过来，当能量超过 1.2 兆电子伏特的光子，在经过原子核附近时，又可转化为电子对（一个电子和一个正电子）。

由于物质系统结构的层次性及其运动发展阶段的相对性，自然界中的周期性变化也有大有小，即在一个大周期中可能包含若干小周期，反过来说，有许多小的周期运动构成更大的周期“循环”。

（二）自然界循环发展的无限性

自然界物质系统在完成其一个演化周期后，会不会继续演化下去？自然界的演化是否具有无限性？早在 19 世纪中叶，恩格斯在建立辩证唯物主义自然观的时候就提出了这个问题。但在当时自然科学发展的条件下，不可能为此提供足够的实证材料，更不可能对此进行合理的科学解释。因此，恩格斯只能在哲学层次上进行研究，自然界演化的无限性，抽象到哲学层次，就是物质运动的永恒性。恩格斯明确指出，自然界是在永恒的流动和循环中运动着，“在这个循环中，物质的每一有限的存在方式，不论是太阳或星云，个别的动物或动物种属，化学的化合和分解，都同样是暂时的，而且除了永恒变化着、永恒运动着的物质以及这一物质运动和变化所依据的规律以外，再没有什么永恒的东西。”^① 这里，恩格斯深刻地阐述了自然界演化的有限性与无限性的辩证关系。具体的物质形态或物质系统此时此地会毁灭，但它们在彼时彼地又会产生。正是这一个个具体、有限的演化构成了生生不息的无限演化过程。

对克劳修斯从热力学第二定律得出的“宇宙热寂说”，恩格斯根据运动不灭原理进行了批判，强调应从质的不灭性方面来理解运动不灭，这种质的不灭性是指物质由一种运动形式转化为另一种运动形式的能力是永恒的、无限的。另外，还必须从质的不灭性方面来理解物质不灭原理。恩格斯指出：“物质在它的一切变化中永远还是物质，它的任何一个属性都不会丧失。”“形成我们宇宙岛的太阳系的炽热原料，是按自然的途径，即由运动着的物质天然具有的运动的转化产生出来的，而转化的条件也因此必然要从物质再生产出来，即使是在亿万年后或多或少偶然但是以那种也为偶然中所固有的必然性再生产出来。”恩格斯认为，在自然界演化过程中，时间无限性和空间无限性是辩证的统一。“无限时间内天体的永恒重复的先后相继，不过是无限空间内无限天体同时并存的逻辑补充。”^② 这是因为如果不承认宇宙在时间上通过新旧系统的连续更

① 恩格斯：《自然辩证法》，21—24 页，北京：人民出版社，1984。

② 恩格斯：《自然辩证法》，21—24 页，北京：人民出版社，1984。



替而无限发展，那么无数有限系统的灭亡最终将导致整个宇宙的灭亡，“无数宇宙”同时并存也将是不可想象的。

在当时缺乏科学实证材料的情况下，恩格斯根据运动不灭原理提出的自然演化的无限性思想是非常重要的。100多年来科学的发展，特别是耗散结构理论、超循环理论和协同学的创立与发展，为此提供了越来越多的证据和理论支持。

自然界演化的无限性是一个涉及科学和哲学的复杂问题。在科学层次上，要用有限的科学事实和科学理论证明无限空间内无数宇宙的无限演化并不是一件容易的事情。在哲学层次上，只能根据不充分的事实“用思想的首尾一贯性去帮助有缺陷的知识”。因此，对自然界演化的无限性证明是一个持续不断的过程。人类只能通过漫长的认识发展史和自然科学史去把握、理解、领悟自然界演化发展的无限性。

演化的观点有重要的意义，它是人们认识世界和改造世界的科学思维方式。它告诉人们，在考察某种特定的物质形态、特定的事物时，不仅不能把它看作是一成不变的，也不能只看到它有由低级到高级、由简单到复杂的上升运动，而且要注意到它有一个从产生、形成到消亡的全过程。演化是彻底的历史观点，与通常所说的变化、发展不尽相同，它表明，世界上的任何特定的对象，从宇宙、太阳、各种化学元素到生物体，并不是从来就有的，而是曾经不存在和从无到有产生出来的，有着上升的运动。它也表明，世界上的任何特定的对象并不是永远如此，而是将会从存在和从有到无趋于消亡，有着由高级到低级、由存在到瓦解的下降的运动。演化的观点不仅有助于人们认识特定的自然事物，也适用于人们认识特定的技术对象（如高炉炼铁、石油化工），乃至适用于人们认识特定的社会现象（如特定的经济体制和分配方式）。应善于应用演化的观点来分析事物和认识问题。

【思考题】

1. 为什么说系统是自然界物质存在的基本形式？物质系统有哪些基本特征？
2. 自然界物质的层次结构有哪些特征？如何理解层次结构之间的联系与过渡？



3. 为什么说自然界演化中两个方向——进化与退化是辩证统一的？
4. 自然界演化具有何种规律性？



第三章 辩证唯物主义自然观的发展： 生态自然观

人类是自然界中的一个既普通又特殊的物种。人类像一切生物种群一样，是自然界长期发展的产物；像一切生物种群一样，必须服从客观规律，是自然界的一个普通成员。但是，人类又同其他的生物种群有重大区别，人类在像其他的生物种群一样依赖于自然界的同时，又能够通过自己的活动有目的地改造自然，并创造人工自然，这是人类的特殊性。在人类改造自然界的这一过程中，人类与自然界的关系逐渐发生重大变化，不再像其他的生物种群那样，只能消极被动地屈从于自然界。而是相反，人类自身的相对独立性不断增强，人类对自然界的影响力不断增强，人类可以在很短的时间里使自然界在极其漫长的历史岁月中形成的面貌发生重大的乃至根本的改变。这种改变所创造的人工自然，已经成为了对人类的生存和发展有决定性作用的客观存在，并形成了自己特殊的演化规律性，成为参与自然界演化过程的重要因素。由于人类认识的局限性和大量的未知因素的影响，人工自然在改善人类生存环境的同时，也导致了同自然界的日益尖锐的矛盾冲突，造成了危及人类长远利益的严重的生态后果。因此，我们必须正确认识人与自然的关系，深入研究人工自然的特点和演化过程，争取尽可能地实现人与自然的协调发展。

第一节 自然界是人类赖以生存的基础

一、人类是自然界长期进化的产物

一般认为，人类是在大约 500 万年前由动物界分化出来的。

人类起源于动物界的依据主要有以下几点：(1) 人类和其他哺乳类动物在解剖学上是相似的；(2) 人类胚胎发育过程和动物进化的历史过程是相似的；(3) 人类与类人猿的血清蛋白是相似的；(4) 在古生物学的发掘中，发现了从类人猿到人的演变过程的一些中间阶段的化石材料；(5) 分子生物学的研究证明，在线粒体 DNA 的构成上，人类与类人猿（特别是黑猩猩）之间有十分紧密的亲缘关系。

但是，生物进化是一个不可重复的复杂过程。虽然 19 世纪就已经认定人猿同祖，人是由猿类进化而来的，但是这一过程是如何进行的，直到今天，仍无定论。甚至不能最后确定在远古时期生活过的众多古猿中，究竟哪些演变成今天的人类，哪些演变成今天的类人猿。

在 20 世纪 70 年代以前，人们曾普遍认为，人类是由生活在中新世的腊玛古猿演变而来，认为腊玛古猿是最早的人科成员。但是，从 70 年代开始，人们对腊玛古猿的看法逐渐发生了改变。根据分子生物学的计算，人类和猿类分离的时间是在 1000 万至 500 万年前，绝不会超过 500 万年。因此，生活在 1400 万年前的腊玛古猿不可能是人科成员，即人类的祖先。分子生物学的这个结论曾遭到很多人的反对，但到 20 世纪 80 年代以后，已经有越来越多的人接受了这一观点。当然，由于依据的材料和计算方法的差异，分子生物学的结论也不尽相同。但无论如何，腊玛古猿的年代大大早于人猿分离的年代是肯定的。根据古人类学研究，以前对腊玛古猿化石的修复有误。根据错误修复得出的结论自然也是错误的。现在已经否定了“腊玛古猿”这一属名，并将腊玛古猿划归西瓦古猿，同时认为西瓦古猿与人类的关系较远，与猩猩的关系却很近。西瓦古猿在分类上就与猩猩一起归入猿亚科中，西瓦古猿（腊玛古猿是其中一种）是猩猩的祖先而不是人的祖先。

目前的看法是，人类的祖先是大约距今 550 万年前的上新世南方古猿。南方古猿有 4 个种（也有人认为不止 4 个种）：阿法种（400 万至 300 万年前）、非洲种（300 万至 150 万年前）、粗壮种（180 万至 150 万年前）和鲍氏种

(220 万至 140 万年前)。关于南方古猿虽有不同看法,但有两点是比较肯定的:第一,大概在 240 万年至 230 万年前左右,出现了可以确认的人类,即能人。同时出现了最早的石器。所以,晚于这个时间的南方古猿粗壮种、鲍氏种不可能是人类的祖先,而是与人类并行进化的旁系。第二,由于南方古猿阿法种的年代最早,所保留的原始特征较多,因此,它是人类及南方古猿其他种类的共同祖先。上新世晚期分化出了生活在非洲撒哈拉沙漠以南地区的可以确认的最早的人属种群——能人,其绝对年代约为 230 万年至 180 万年前。与此同时,在这些地区出现了最早的石器工具,其绝对年代与前述年代大致相同。这绝不是一个偶然的巧合,它是人类诞生的标志。所以,从分子生物学和化石材料两个方面的研究来看,现在的结论是人类源自南方古猿阿法种。人猿分离的时间约在 1000 万年至 500 万年前,但最早的人属种群和石器则出现于 240 万年前。从人猿分离的时间到出现人属种群和石器的时间之间有一段漫长的过渡时期。在这一时期中,“人”是形成中的人,人的生物学特征和制造工具的能力都是在这—时期逐渐形成的,并非一夜之间就通过某种活动完成了从猿到人的转变。

要正确理解人类是自然界长期进化的产物,就必须正确理解“劳动创造人”这一命题。从生物学上看,“劳动创造人”的命题包含着以下观点:动物的需要和主观努力可以使器官发生变化;经常使用的器官能够得到发展,不使用的器官则要退化,即用进废退;在后天环境中获得的性状是可以遗传的,即获得性遗传;环境的变化使生物性状发生改变,通过获得性遗传形成新的物种。显然,这种观点正是拉马克学说的基本内容。但是,现代生物学已经否定了拉马克学说,因此,“劳动创造人”的命题也就失去了其生物学根据。

在拉马克看来,生物为适应环境而产生的性状通过繁殖而遗传给子代,这种后天获得的性状就是遗传物质。“劳动创造人”的理论也认为,直立行走、手因经常使用而获得的灵活性、器官的种种变化都是世代相传的遗传物质。1866 年,孟德尔发现了遗传的基本规律:细胞中存在着一种遗传因子,它控制着生物的性状;相对的遗传因子,控制着相对的遗传性状;性状本身是不能遗传的,不是遗传物质;能够遗传的只是遗传因子,遗传因子才是遗传物质,生物的后天性状根本就不是遗传物质。孟德尔所说的遗传因子就是我们现在所说的基因。那么,基因又是什么呢?基因是 DNA 分子中的一个片断。物种间的差异,根本上是由于基因的差异及基因表达方式的差异而造成的。

人类是一个物种,古猿是另一个物种。从猿发展到人,实际是一种新物种



如何形成的问题。在拉马克看来，环境变化了，生物就会发生相应的变异来适应新的环境，变异就是适应。通过获得性遗传，这些变异逐渐积累，最后成为新物种。拉马克学说的著名例子就是长颈鹿的起源：长颈鹿的祖先为了吃到高处的树叶而努力伸长脖子和前肢，于是头颈和前肢因不断使用而日益发达，并将此性状代代相传，终于变成现在的长颈鹿。在“劳动创造人”的命题中，拉马克也认为古猿是为适应环境而不得不劳动，从而导致直立行走、手脚分工等一系列变化，最终发展为人的。达尔文进化论的创立否定了拉马克的学说。达尔文认为，在同一种生物中普遍存在着大量的变异，有些变异对生存有利，有些变异则对生存有害。在生存斗争中，有利的变异能够适应生存，并遗传给后代；不利的变异则无法适应生存，被自然淘汰。这就是适者生存的自然选择。通过自然选择，有利的变异逐渐积累，最终形成新的物种。也就是说，变异并不是适应环境的结果，而是生物中本来就存在的，先有变异的存在，然后通过优胜劣汰的自然选择形成新种。以长颈鹿为例，达尔文认为，长颈鹿的祖先之间本来就存在着变异，有的头颈和前肢较长，有的则较短。在生存斗争中，头颈和前肢较长的长颈鹿比较容易得到食物从而生存下去，并将此优点遗传给后代，而头颈与前肢较短的长颈鹿则会因得不到食物而灭绝淘汰。经过一代一代的自然选择，形成了现在的长颈鹿。因此，生物进化的基本过程就是自然选择。同样，在达尔文看来，人类也是通过变异—遗传—自然选择从古猿进化而来的，自然选择的法则支配着人类的起源。所以，“劳动创造人”这个命题所包含的生物发展观点，是不符合进化论的。

现代科学的发展，不仅有力地证实了达尔文的进化论，而且丰富、充实了这个理论。从猿进化到人，经过了漫长的岁月，这里，进化的基本单位是群体而不是个体。群体是一个巨大的基因库，个体只是它的组成部分。个体遗传成分的变化，并不都能引起进化，只有群体遗传成分的变化，才会引起进化。人体所具有的那些不能遗传的特征或是没有获得交配机会的个体，对于进化来说都是毫无意义的。因此，群体遗传的机制与规律，是完全不同于个体遗传的机制与规律的。古猿进化到人类，并不是由某个古猿个体性状的变化而引起，而是取决于整个古猿群体在遗传结构（基因库）上的变化。“劳动创造人”的命题的缺陷之一，就在于它不能将个体遗传与群体遗传区分开来，在于它从个体性状的变化而不是从群体遗传性状的变化中探究其原因。所以，常常有人会从“劳动创造人”的命题中推导出“是哪一只古猿最先变成人的”这类可笑的问题。本世纪初，哈代与温伯格创立了群体遗传学，为研究进化提供了理论依据

与定量分析的手段。也正是群体遗传学的建立，才使进化论重新恢复了主导地位。进化的基本单位是群体而不是个体，进化的实质在于群体基因频率的变化而不是个体性状的变化，这正是现代综合进化论的一个基本观点。达尔文认为，变异是自然选择的前提，自然选择是在变异的基础上进行的，但达尔文无法说明变异产生的原因。现在我们知道，变异的来源在于基因突变、染色体畸变或基因重组。生物遗传信息的传递、遗传一致性的保证，是通过 DNA 的复制而实现的。但 DNA 在复制过程中会发生一些错误（碱基替换、移码突变），造成基因突变，使遗传信息发生改变，引起生物性状的改变。染色体畸变，则是指染色体数目及结构上的变化。基因重组可以使群体暴露其隐藏的变异。变异是普遍存在的，突变（基因突变和染色体重组）则使生物遗传基础发生了变化。在自然选择的作用下，有利的突变得以保存并遗传给下一代，有害的变异则被淘汰灭绝。这样，在下一代群体中，有利的基因就会以较高的频率出现。这就是适者生存。不过，这里的“适者”并不是仅仅指生存下来的个体，而是指生存下去并留下后代的个体。是否繁殖后代，是区分“适者”的主要标准。生物体生存并向下一代传递基因的能力越大，则其适合度越大。能留下最多后代的个体，才是最适者。

突变和自然选择使群体的基因频率发生变化，通过隔离作用，将变化了的基因频率固定下来。隔离首先使一个物种分化成不同的亚种，各亚种又发生不同的基因突变和重组，在自然选择的作用下，朝不同的方向进化。随着不同亚种基因型差异的不断扩大，彼此间渐渐停止基因交换，无法交配，导致生殖隔离。当两个种群在生殖上被完全隔离开来时，它们就成了两个不同的物种。物种的基本特征就是：同一物种间的个体无论差异多大均可交配。我们人类虽然有不同的种族，但各种族之间是可以相互交配的，因此，现代人类是一个统一的物种。

突变—自然选择—隔离是物种形成的基本环节。人类作为一种生物物种，它的形成也受到这些生物规律的支配。直立行走、手的灵活性、器官性状的变化，都不是遗传物质，它们都是由细胞内的基因所决定的；它们的发展变化，也都是由遗传基因的变化而造成的，并不是经常使用的结果。用进废退并不是产生变异的原因，至于说生存需要和主观努力可以引起器官的变化，那更是一种主观臆测。人和猿的差异，本质上是由基因及染色体上的若干差异决定的，如果没有突变，古猿就不可能进化为人类。中心法则表明，遗传信息是由核酸传递给蛋白质，而不能由蛋白质传递给内部的核酸。突变中心观点则更进

一步表明，基因的突变有它自身的规律，而不是由生物体的外部行为所决定的。因此，使用天然工具之类的外部活动并不能导致遗传基因的遗传信息的变化，不能导致群体基因频率的变化，不能导致物种的形成；相反，所有这些活动都是由内在的生物学机制所决定的。包括劳动在内的任何生物行为都只能是生物进化的结果，而不是生物进化的原因。如果置生物的基本理论于不顾，坚持用劳动来解释和说明从猿到人的转变，不仅不能丰富和发展马克思主义，恰恰相反，只能导致人们对马克思主义的怀疑。

那么，“劳动创造人”的命题是否就全无意义了呢？不是。“劳动创造人”这个命题的意义不在生物学中，而在社会学中。人不仅具有生物学的属性，也具有社会学的属性。人类的起源问题，不仅是一个生物学问题，而且更主要的是一个社会学问题。研究人类起源，需要研究人类生物特性的起源问题，这是生物学的任务。然而，人类的生物特性并不构成人的本质。人类是自然的一部分，同时又是社会的主体。如果只讲生物学，那就没有人类社会可言。所以，人与动物的区别主要是社会学上的区别。

由于人的本质不在其自然属性和生物特性而在其社会性，“劳动创造人”的命题也就不能从生物学的角度而必须从社会学的角度去加以理解，即不是从进化论的角度去理解，而是从唯物史观的角度去理解。根据社会存在决定社会意识的基本原理，马克思在 1844 年的《经济学——哲学手稿》中提出了“整个所谓世界历史不外是人类通过劳动而创造了人类的过程”^①的思想，又于 1845 年在《关于费尔巴哈的提纲》中提出了“人的本质不是单个人所固有的抽象物。在其现实性上，它是一切社会关系的总和”^②。在 1845 至 1846 年间马克思和恩格斯共同撰写的《德意志意识形态》一书中，两人共同提出：“一旦当人们开始生产他们所必需的生活资料的时候（这一步是由他们的肉体组织决定的），他们就开始把自己和动物区别开来。”^③我们所熟知的“劳动创造人”的命题，实际上在此时已经初步形成了。而时隔 30 年后恩格斯的那篇著名论文《劳动在从猿到人转变过程中的作用》中所说的那段著名的话——“政治经济学家说：劳动是一切财富的源泉。其实劳动和自然界一起才是一切财富的源泉，自然界为劳动提供材料，劳动把材料变为财宝。但劳动还远不止如

① 《马克思恩格斯全集》，第 42 卷，131 页，北京：人民出版社，1972。

② 《马克思恩格斯选集》，第 1 卷，18 页，北京：人民出版社，1972。

③ 《马克思恩格斯选集》，第 1 卷，24—25 页，北京：人民出版社，1972。



此。它是整个人类生活的第一个基本条件，而且达到这样的程度，以致我们在某种意义上不得不说：劳动创造了人本身”^①——则成为了“劳动创造人”这一命题的典型表述。从这一大段话中我们可以十分清楚地看出，恩格斯究竟是从生物学的角度还是从社会学的角度在阐述“劳动创造了人本身”的问题。当然，恩格斯当时也是犯了错误的，他的确举了一些例子，企图用拉马克的“用进废退”和“获得性遗传”来将猿和人联系在一起，用自然科学的结论来为社会学的结论提供某种支持。但是这种错误只有到了今天才是可理解的，在19世纪70年代，人们是不可能认识到这一点的。所以，我们今天研究恩格斯的这篇论文的时候，如果忽略了从“政治经济学家……以致我们在某种意义上不得不说”这段长长的定语，而只抓住了最后的那几个字不放，仍然拘泥于恩格斯的那些具体论据而忽略了恩格斯写作这篇文章的主旨，我们就是在犯一个十分可笑，并且更加严重的错误。

如前所述，从人猿分离到能人的出现，其间有好几百万年的过渡时期。“劳动创造人”的真实意义和革命性质，在于它依据唯物史观的基本原理，正确地说明了劳动在这一过渡时期的巨大作用。在这一过渡时期，从猿到人的生物学进化已经基本完成，这时的“人”，脑容量不断增加，直立行走方式已经确立，手足明显分化。虽然这时的“人”只有人的形体，而无“人”的实质，但生物学的性状却为劳动准备好了必要的物质条件。在其后的漫长岁月里，我们的祖先们偶然利用石块、木棒等自然物作为工具的行为，随着经验的积累，最终演变成了制造工具的劳动，实现了从猿到人的飞跃。所以，“劳动创造人”，并不是说劳动创造了人所特有的生物性状，而是说劳动创造了人所特有的生存方式。这种生存方式，最终将人和其他动物区别开来。

二、人与自然界的相互关系

首先，人属于自然界，存在于自然界。马克思主义认为，人是自然界长期发展的产物，自从自然界有了人类以后，人类便成为自然界的一部分，参与整个自然界的变化和发展，人不是“站在自然界之外”的存在物，相反，“我们连同我们的肉，血和头脑都是属于自然界和存在于自然之中的。”^②马克思在指出人是自然界的一部分的同时，又指出了人与纯粹的自然存在物（如植物、

① 《马克思恩格斯选集》，第1卷，508页，北京：人民出版社，1972。

② 《马克思恩格斯选集》，第4卷，384页，北京：人民出版社，1995。

动物、微生物等)之间的本质区别。在他们看来,人是自然存在物,但又不同于其他自然存在物。因为在自然面前,人不是被动的单个存在物,而是有意识、有目的、能明确自然存在的意义和价值的类的存在物。人既“能通过自己的劳动占有外部世界,感性自然”^①,又能“通过自己的劳动使自然界受自己的支配”^②。所以,“人不仅仅是自然存在物,而且是人的自然存在物,也就是说是为自身而存在着的存在物”^③。从存在是第一性的意义上看,人类与一般自然物并没有什么区别。人与一般自然存在物的区别,不在于人是不是自然存在物,而在于人是有意识的能动的自然存在物,而劳动则是人的这种“能动性”、“意识性”的体现形式。

其次,由于人不仅是自然存在物,而且是“人的自然存在物”,那么,人与自然的关系,就只能是相互制约的辩证关系。马克思主义认为,人与自然界是不可分离的,没有孤立的与自然界相脱离的人,同样,“被抽象地孤立地理解的,被固定为与人分离的自然界,对人来说来也是无。”^④马克思曾经非常形象地对这种关系加以具体的描述。马克思说,人靠自然界生活,而自然又是人的无机的身体,受人的影响。用现在的语言来表述就是:自然界制约人,人又反作用于自然界。一方面,人的活动要受到自然条件和自然规律的制约。自然界为人类社会生产提供物质资料,没有自然界,人们就没有生活资料。没有劳动加工的对象,劳动就不存在,人们就什么也不能创造。所以,人在同自然界打交道时必须尊重自然规律,否则就会受到大自然的报复。另一方面,自然界是人为了不致死亡而必须与之不断交往的人的身体。人类的活动不可避免地改变着自然界的面貌,在自然界身上打下自己的印记。而这种对自然界的改变必须是有限度的,必须是适当的。恩格斯告诫我们,在这一过程中,“我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利,自然界都报复了我们。”^⑤我们今天所面临的生态危机,正是人们违背自然规律,过度地开发和不适当地改造自然造成的恶果。毁灭自然,就等于毁灭人类自己。我们必须牢牢地记住,尽管人类可以反作用于自然界,但从根本的意义上讲,不是自然界需要人类,而是人类需要自然界。

① 《马克思恩格斯全集》,第42卷,92页,北京:人民出版社,1972。

② 《马克思恩格斯全集》,第42卷,98-99页,北京:人民出版社,1972。

③ 《马克思恩格斯全集》,第42卷,169页,北京:人民出版社,1972。

④ 《马克思恩格斯全集》,第42卷,178页,北京:人民出版社,1972。

⑤ 《马克思恩格斯全集》,第20卷,519页,北京:人民出版社,1972。



第三，人与自然的具体的关系，在不同的条件下，有不同的表现形式。这一过程大致可分为三个阶段：第一阶段人类文明的初期阶段，主要指公元前1万年以前，即农业、畜牧业产生以前的漫长岁月。在这一时期，人类认识水平、实践能力都相当有限，生存受到自然极大的威胁和挑战，因而对自然产生出一种无上的神秘感与崇拜感，只能盲目地、动物式地顺应自然，屈服于自然的主宰。那时的自然是自然的自然，人是使用简单工具的人。人与自然是自然的统一、原始的协调、低层次的和谐。第二阶段是农业文明阶段，主要指从公元前1万年至19世纪初这段时期。这一阶段上，经过漫长的岁月，人类逐步适应了大自然，对自然规律有了初步的认识。随着认识的加深，人类开始由对自然的适应逐步转向利用阶段，开始着手改造自然。农业、畜牧业的产生使人类完成了第一次产业革命，人类经济活动的强度、范围都大大增强、扩大，甚至开始了掠夺式的经营。人类已经由靠大自然恩赐的食物采集者转变为日益摆脱大自然束缚、掌握自己命运的食物生产者。自然环境开始遭到一定程度的破坏。当然，总的来讲，在这个时期，人类对自然的利用并未超出自然的承载力，自然界一方面仍然在人与自然的关系中占据主导地位，一方面又对人类行为有着强大的包容力。所以人与自然处于一种有破坏的和谐状态，二者的矛盾尚未激化。第三阶段是工业化文明阶段，主要指从19世纪到目前为止的这段历史过程。在这一阶段上，随着科技的迅猛发展和广泛运用，人对自然的控制与支配能力急剧增强。人在自然界的地位发生了根本性的转变，自我意识极度膨胀，自视为自然的主人和统治者，逐渐漠视自身对自然环境和自然资源的依赖性，对自然一味地强取豪夺，从而激化了人与自然的矛盾，加剧了人与自然的对立。今天，在现代社会获得巨大的物质利益和精神享受之余，人类不得不面对生态危机的种种现实：人口剧增、能源短缺、全球变暖、臭氧层破坏、大气污染、水资源缺乏、森林锐减、土地沙化、水土流失、物种灭绝……这一切无不表明，人与自然的对立，在摆脱自然对人的限制和压迫的同时，造成了人对自然的巨大威胁，同时又倍增了自然对人的报复。全球生态危机成为人与自然之间的最大矛盾，人类已被置于危险的生存困境中。

导致人与自然的关系日益恶化的原因是多方面的，但大致可以归纳为以下三个方面：

第一，人类未能正确认识人与自然之间的内在统一性，无视自然界存在的价值，这是导致人与自然关系恶化的思想认识根源。

长期以来，人类把自己同自然界的联系，仅仅理解为占有与被占有、满足

与被满足、索取与被索取的狭隘的单向的关系。特别是到了近代，随着人类改造自然能力的不断增强，社会生产力的不断提高和发展，使人对自然的直接依赖转换成对生产劳动成果的物质产品的直接依赖。这时，自然界对人的生存和发展的本原性被遮蔽和遗忘，人类天性中的那种超越对自然界的依赖性而成为独立自主的人的梦想得以实现。于是，人在不断的自我满足和自我证明中，一味地向自然界索取，无节制地向自然界排泄和抛弃废物，从而不断地打破自然界生态平衡的界限，增大自然界的熵值，使自然环境恶化，并最终导致人与自然关系的失衡和生态危机。

第二，人类未能正确认识和处理好科学技术双重效应的关系，这是导致人与自然关系恶化的物质根源。

科学技术作为人类改造自然的强大物质力量，是人类对自然施加影响和作用的中介。但是，科学技术的应用具有正负双重效应。一方面，科学技术的发展有可能打破人与自然系统的原有平衡，使人与自然系统向着更适合于人类发展的方向快速进化；另一方面，科学技术的发展也很可能造成人与自然系统的原有平衡不可逆转地被破坏，而新的人与自然系统的平衡、稳定和有序又无法建立的后果。然而，长期以来，人类未能正确认识和处理好科学技术双重效应的关系，科学技术在某种程度上成为人们破坏自然、榨取自然的工具，从而出现了如生态失调、环境污染、资源枯竭等一系列意想不到的后果。因此，人与自然关系失调的实质是科学技术负面效应的不断扩大化、普遍化和深化，即由于人的知识、人的力量不能适当地作用于自然系统从而导致人与自然平衡关系的严重破坏，使人类应用科学技术所创造出来的存在物，竟变成一种脱离人控制的异己力量。

第三，人类未能正确处理好人与人之间的关系，这是导致人与自然关系恶化的社会根源。

在人与自然关系对立或紧张的背后，其实隐藏着深刻的人与人关系的紧张或对立。人与人关系的对立，既包括代内之间的对立，如不同的国家之间、地区之间、个人之间的对立，也包括代际之间的对立。迄今为止，人类一直分裂为不同民族、国家、地区、阶级等群体，他们都从自己的特殊需要和特殊利益出发来开发和占有自然物，往往为眼前利益而损害长远利益，为个人利益而损害社会利益，为局部利益而损害全局利益。他们为了追求私利，不择手段地开发和掠夺自然资源而不顾及生态环境的破坏，甚至企图通过占有自然资源来控制 and 奴役另一部分人。结果，不仅人与自然的对象性关系变成了人掠夺自然、

人摧残自然的关系，而且也变成了人压迫人、人剥削人的社会关系。这种社会矛盾的尖锐冲突推波助澜，火上浇油，使人类改善生态环境的工作变得十分困难，常常是杯水车薪，事倍功半。

对人与自然关系恶化根源的探索，启示我们必须对自身行为进行理性的反思，坚持可持续发展战略。可持续发展蕴含了对自然、对人类自身以及对人与自然之间关系的思考和探索，赋予了当代人与自然关系以新的内涵。第一，要把自然从一个被人类征服和改造的“对象”、“客体”，被人类利用的“工具”，上升为与人类发展休戚相关的“兄弟”和“伙伴”，重建人与自然和谐相处、互利共生、共同进化的关系。第二，在人与自然这个共同体中，人是中心，是主导方。只有人类才能自觉地认识到，生态恶化的结果无益于人类的利益和价值的实现，主动地反思和计划自己的行为，自觉地调节和控制自己对待自然的态度和行为，并能借助科学技术等手段，履行对自然的責任。所以，人应该成为人与自然关系的理性调控者。第三，为了人与自然的生存和进化，人类应该而且必须妥善地解决人与人的关系问题，即使在利益发生冲突的时候，也不要以破坏环境为代价去赢得某一方面的胜利。

第二节 天然自然、人工自然和生态自然观

一、天然自然与人工自然

天然自然是指未被人类的生存活动所影响的那部分自然界。它包括人类产生以前的自然界，以及人类产生后人类影响尚未达到的那部分自然界，如地球外部的广大宇宙空间及地球深处等。

天然自然虽然为猿进化为人创造了条件，但它并非是为了人而演化的，它有自己的发展逻辑，不会因人的诞生而改变。天然自然对人类有适应性的一面，即它为人类的生存和发展提供了起码的物质条件。因此，人类既要依赖天然自然，又要设法超越天然自然，进而开始了创造人工自然的过程。于是，在天然自然中，逐步形成了一个崭新的世界——人工自然界。

天然自然与人工自然是两类不同的自然界。同天然自然相比，人工自然具有如下特点：（1）人工自然只能是人工制造的产物，而不是天然自然的自然发展。无论天然自然演进到何种程度，永远也不可能自发转化为人工自然。（2）天然自然实现的是自然自身的规律性，人工自然实现的则是人的目的性。（3）

天然自然的变化只遵守自然规律，人工自然的变化不仅要遵守自然规律，而且要遵守人的活动规律和社会发展规律。（4）天然自然只是一种物质形态，人工自然却既是物质形态，又是文化形态，具有双重品格。（5）天然自然可以成为人类的消费品，但不能直接成为人类的生产工具。人工自然则既可以是消费品，又可以是生产工具，具有双重功能。（6）天然自然对人的意识而言具有先行性，人的意识对人工自然而言则具有超前性。不能用天然自然观认识和说明人工自然的本质，必须建构人工自然新观念。

二、人工自然与天然自然的关系

人工自然和天然自然都有自己存在的必然性和合理性，两者既不能相互取代，也不能相互包含；只能相互制约，共同发展。

人工自然的形成必须依赖天然自然。形成人工自然物的一切材料和手段，都来自于天然自然。虽然人工自然物一般地要改变天然原料的物质结构和形式，使之形成新的物质形态和新的功能属性，但它们终究是不能凭空产生的。

人工自然会对天然自然造成重大改变。在生产人工自然物，特别是利用工业生产人工自然物的时候，不可避免地消费和耗散物资和能源，即消耗资源，使之从有效状态转化为无效状态，可利用性降低，熵度增加，基本上全部工业都是以消耗不可再生资源为基础的。工业生产过程中必然产生不能马上加以应用的代谢物，即废物，完成了使用价值的工业品也会成为废物，这些废物有的在天然条件下完全不可能出现，并难以自发消解和融入天然自然的。同时，在工业生产过程中又必然大量耗费能源，使自然界有限的有效能量在使用过程中逐级转化为无效能量而最终耗散到环境中去，并且所有的这些过程都是不可逆的。因而，工业生产必然会改变自然界原有的合理的物质比例和有序的能量结构，破坏自然界长期演进的合理平衡。人类是天然自然按其自身规律期演化的结果，外在的工业化对这种秩序和条件的破坏，势必不利于人类的生存和发展，环境污染和生态失衡都是从这一意义上来讲的。可见，有工业制造必然有工业消耗，有工业消耗必然有工业污染，高生产、高消耗必然造成高污染。这是地球工业文明发展到今天，人类为此付出的沉重代价。高消耗使天然自然的可利用物质种类总量陡减，高污染使天然自然的整体质量下降；而且，只要有工人在活动着，对天然自然的污染和破坏就不会中止。

在一定的范围内，人工自然对天然自然的污染和破坏不会造成生态系统的灾难性后果，因为自然界本身具有一定的抗干扰能力，可以通过自净能力和再

生能力来修复和还原人工自然对天然自然的破坏。

自然界的自然自净能力是指自然界通过物理、化学、生物作用过程，将进入自然界的各种污染物降解，使自然环境部分或全部地恢复原来的洁净状态的能力。这种自净能力主要是通过土壤、空气和水体来实现的。土壤的自净是土壤通过吸附、分解、氧化等作用，使土壤中的污染物浓度降低或消失的过程。而大气的自净能力则是靠大气的稀释、扩散、氧化等物理化学作用，能使进入大气的污染物质逐渐消失。例如，排入大气的一氧化碳，经稀释扩散，浓度降低，再经氧化变为二氧化碳，被绿色植物吸收后，空气成分恢复原来的状态。水体自净能力是指水体环境通过它本身的物理、化学和生物的作用，使污染物的浓度自然地逐渐降低乃至消失的能力。水体的物理净化，主要是通过稀释、扩散、吸附、沉淀或气化等作用来完成和实现的。水体的化学净化，主要由海水理化条件变化所产生的氧化还原、化合分解、吸附凝聚、交换和络合等化学反应来实现的。水体的生物净化主要是由微生物和藻类等生物通过其代谢作用将污染物质降解或转化成低毒或无毒物质的过程来实现。由于水体占据了地球表面百分之七十以上的面积，所以，水体的自净能力是自然界最为重要的自净能力。

自然界的再生能力是指自然界通过本身的新陈代谢能使自然资源得到补充和恢复的能力。但是，在自然界中，并不是每一种自然资源都能享有这种再生能力。就人类的主要居住的陆地来说，最重要的自然资源有 6 种，它们是：淡水资源、森林资源、土地资源、生物种类资源、矿山资源和化石燃料资源（煤炭、石油和天然气）。在这 6 种资源中有些资源是可以再生的，有些资源则是不可再生的。可再生的自然资源指的是在太阳光的作用下，可以不断自己再生的物质，最典型的可再生资源有植物、生物质能、太阳能、风能等。但是再生是需要时间的，而且有些已造成的损害，如土地的大面积沙漠化则是很难逆转和再生的。太阳能、风能、潮汐能等都是大自然给予我们的慷慨礼物，它们不仅取之不尽，用之不竭，而且是最清洁、最安全的能源，是人类可持续发展的希望所在。不可再生的自然资源主要有石油、煤炭、天然气和其他所有矿产资源，这些资源，需要漫长的地质年代和在一定环境条件下才能形成，因此，对于人类来说，可以被认为是不再生的。同时这些资源的储量有限，一旦采完，再不可获得。据勘探和推算，石油将于 21 世纪末枯竭，煤将于 25 世纪枯竭，一些常用的金属，如铝、铅、锌等也将在 200 至 250 年内采完。生物物种资源也是不可再生自然资源，任何一种生物的灭绝意味着地球永久性地丢失了

一个物种独特而珍贵的基因库。因此，如果是由人的活动造成的物种灭绝，其损失也是无法弥补的。

自然界的这种有限的自净能力和再生能力，既是人类生活的条件，也是人类活动的界限。所以，我们必须按照客观规律办事，把社会、经济、自然资源作为一个复杂而又相关联的系统看待，改变过去的经济发展模式，尽量减少资源消耗和废物排放，提高资源利用率。对不可更新资源来说，要尽量减缓其耗竭速度和对环境的污染；对于可更新资源，要科学、适度地利用其再生性，并使其增长——使这一复杂生态系统内部在相互协调的情况下，物质和能量的转化达到最佳效果。

三、生态自然观是解决人工自然和天然自然矛盾冲突的基本模式

无论人工自然界如何发展和完善，它终究不能取代天然自然界，后者是前者赖以存在和发展的物质基础。面对两类自然的矛盾和冲突，我们不可能放弃人工自然的创造，重新回到原来的天然自然；也不能舍弃天然自然，无视人工自然对天然自然的“侵害”，仍按过去的模式来发展人工自然，两类自然的并存永远是人类的需要。那么，出路当然只有协调两者的关系，生态自然观就是协调两者关系的理论前提。

生态自然观是当代人类针对现代生态危机进行反思的结果，是辩证唯物主义自然观的发展。生态自然观的核心是强调人与自然的协调，关注人类生态系统的稳定和发展。由于生态自然观放弃了把人与自然对立起来的传统观念，使得它与营造人工自然的传统观念和模式相比，产生了重大区别：

(1) 生态自然观把天然自然与人工自然看成一个和谐统一体，是人工自然发展观的高级形态。人工自然观的基本出发点是改造自然，把天然自然作为索取对象、征服对象，看作另一个异己和对立的存在，两者的关系是二元对立的；生态自然观旨在保护自然，在利用天然自然的过程中改善和优化天然自然，把天然自然看作共生伙伴，人工自然同天然自然的关系是一元统一的。

(2) 人工自然观的发展模式是单向扩张型的，使天然自然不断转化为人工自然，而逆向转化不可自发进行，这必然带来对天然自然的侵害；生态自然观的发展模式是双向互动型的，即由“天然自然→人工自然”变为“天然自然↔人工自然”，使转化可逆向进行，形成一个良性循环的巨系统。

(3) 人工自然观的生产方式是盲目扩大规模，高消耗、低转化、高污染、非生态的，造成天然自然的过度耗费；生态自然观的生产方式是集约化经营，

高利用、高转化、低消耗、低污染的，使生产过程本身形成良性循环的生态系统，物质和能量可循环使用。

(4) 人工自然观的工具系统是人工制造的，完全以人的需求、人的意志为特征，生产过程是远离自然的、非天然的；生态自然观的特点是仿天然，从产品设计到工艺流程等都是努力仿生（生物的结构、功能及物质、能量、信息过程）仿生态（生物间及其与环境间的相互关系）的。

(5) 人工自然的过度发展使人的生存环境相对封闭，远离天然自然，越来越人工化，使人的生态方式也越来越违背自然甚至反自然，人对人工自然的过分依赖，使人逐渐丧失自然性，出现人的发展的片面性、局限性，如体质、体能的下降，某些能力的退化等；生态自然观是向天然自然的某种复归，有利于人的回归自然、返璞归真，使人的生活方式、消费方式更趋天然化、生态化，如城市规划、居家设计、甚至衣食住行的生态化，使人更加自然地生存和发展。

(6) 人工自然是人的创造性的充分体现，但也造成了人的创造力的片面发展，使人过多地关注创造力的外化、对象化，忽视创造力的内化、个性化，关注以认知为基础的技能创造，忽视以判断力为基础的审美创造。总之，关注物质生活，忽视精神生活，以致人的物欲膨胀，而心灵日益枯竭。生态自然观则不仅强调自然的生态化，同时注重人的生态化，使人的创造力全面发展，使人的精神生活和物质生活和谐协调，使人注重人格完善、人性健康，从而更加自然地发展，全面发展。

在生态自然观和一般人工自然观的上述区别的基础上，最终可以归纳出生态自然观的三个基本特征：

(1) 它强调了自然界的整体性。从生态学的意义上看，自然界就是一个有机联系的整体，在这个整体中，一切事物都是相互联系、相互作用而存在的。任何一种微小的局部变化都在整体中具有一定的意义，也可能引起整体的一系列相应的变化。在人与环境的这个生物圈中，每一物种所具有的特性都是对某一特殊环节适应的结果，没有任何一个物种能够单独生存和发展，它们只能在大的合作背景下，互相竞争和相互利用，在共同维护生命、维护系统存在、促进生物圈稳定的前提下来实现自己的生存进化。

(2) 它强调人活动的能动性和人的主导地位。人不是以自然形态，而是以能动的社会主体形态存在的。在人类所及的一切自然领域，无不深深地刻有人类活动的印记，以致今天的自然界更主要地以人工自然的形态展现在人类面前。人在与自然协调发展中处于主导地位的根本原因在于人的社会属性，由于

人的本质在于其社会性，因此，人可以借助社会力量，通过有组织的活动，把自然置于自己的控制之下；人可以发展科学技术，借助科技成果为自己服务；人并不满足自然界的表面恩赐，而是从人的需要出发改造自然。

(3) 它强调人和自然关系的和谐性。人在对自然的关系中，人的能动性只是其中一个方面，而且是一个有条件的方面。人的能动性只有当人按照自然界固有规律行动时才能显现出来。否则，人就必然遭到自然界的惩罚与报复。

在人与人之外的自然界构成的这个生态系统中，人类是系统的中心，系统的物质与能量的交换靠人的实践活动来实现。人对自然有调节和改造作用，自然界具有满足人类发展中日益增长的物质、精神生活需要以及消除破坏和污染的自净功能。但是自然界的供应和承受是有限的，所以人的能动性受到自然规律的制约，这就要求人们更深刻、更普遍地认识自然规律，更自觉、更严格地按照自然界的客观规律办事，最大限度地减少盲目性和主观随意性。换句话说，尽管人类具有主体意识，具有改革自然的巨大能力，但是，人类对于自然的改造绝不能违反自然界的生态规律，超越对生命网络的普遍联系及协同一体的依赖。传统的人类中心论不惜以征服自然、剥削自然，以破坏生态环境为代价来谋求人类自身利益的价值观是完全错误的。现代人类中心论以人类的需要来衡量改造自然的合理性，主张完全从人类利益的角度出发来保护生态环境的价值观也同样是错误的。

总之，我们必须把包括人在内的整个自然界看成是高度相关的有机统一体，充分肯定人与自然有着共同的利益和命运，倡导人类应该在促进生物圈的稳定与繁荣的基础上改造和利用自然。运用人类的智慧和创造力对整个地球的进化施加定向的影响，使其更有利于生态平衡。人类和自然是同等重要的，只有与自然界建立一种和谐关系，人类才会有更加美好的未来。

第三节 可持续发展是人与自然协调发展的必由之路

一、人与自然协调发展的基本条件

随着人类社会的发展、科技的进步和人类意识的觉醒，人与自然关系的协调发展已经具备了一定的条件和基础。

在思想认识方面，随着 20 世纪中叶以来生态危机的全球化，1962 年美国生物学家 R·卡逊出版的《寂静的春天》一书，向全世界敲响了环保的警钟。

书尾一句话尤其令人深思：“‘控制自然’这个词是一个妄自尊大的想象产物，是当生物学和哲学还处于低级幼稚阶段时的产物。”^①该书标志着人类关心生态环境问题的开始，从此拉开了现代环境保护运动的序幕。1972年，罗马俱乐部发表了它的第一个关于人类困境的报告——《增长的极限》。报告指出，如果目前人口和资本的增长模式继续下去，世界将会面临一场“灾难性的崩溃”。该书使人们对工业文明发展过程中人与自然不和谐的根源有了进一步的认识，促使人们认真反思现行的发展观念、发展模式，积极寻求变革之路。此后，联合国同年在瑞典首都斯德哥尔摩召开了有114国参加的“人类环境会议”。该会议通过的《人类环境宣言》指出：“为了这一代和将来的世世代代，保护和改善人类环境已经成为人类一个紧迫的目标，这个目标将同争取和平、全世界的经济与社会发展这两个既定的基本目标共同和协调的实现。”^②这一总目标为人们研究和探求新的发展观提供了理论导向。8年后，即1980年，国际自然资源保护联合会、世界野生生物基金会、联合国环境规划署共同发表了《世界自然保护大纲》。这个大纲指出：“为使发展得以持续，必须考虑社会和生态因素以及经济因素，考虑生物及非生物资源基础。”^③首次提出了可持续发展的概念，从此产生了一种全新的发展理论和发展观点。

可持续发展概念的提出引起了各国学人的高度关注，并开始了对可持续发展的概念、内涵和理论的探讨，研究成绩卓著。到1998年，全球对可持续发展的定义已达到100多种。这些定义，按照其不同的属性，可归纳为以下5种类型：（1）从自然属性定义，可持续发展是寻求一种最佳生态系统以支持生态完整性和人类愿望的实现，使人类生存的环境得以持续；（2）从社会属性定义，可持续发展是指在生存于不超出维持生态系统承载能力之情况下，改善人类的生活品质；（3）从经济属性定义，可持续发展是在保持自然资源的质量和其所提供服务的前提下，使经济发展的净效益增加到最大限度；（4）从科技属性上定义，可持续发展是建立资源节约型和环保型的工艺和技术系统；（5）从伦理属性上定义，可持续发展是指当代人的发展不应当损害后代人的利益。各种类型的定义都是从不同层面对可持续发展内涵的揭示。在这些不同层面的揭示中包含着可持续发展观的内在统一性，即可持续发展表面上是人的可持续发展

① R·卡逊：《寂静的春天》，313页，北京：科学出版社，1979。

② 许光春：《惩罚中的觉醒》，234页，呼和浩特：内蒙古人民出版社，2001。

③ 许光春：《惩罚中的觉醒》，234页，呼和浩特：内蒙古人民出版社，2001。



展、经济的可持续发展、生态环境的可持续发展等，而实质是关于人与自然辩证统一关系的可持续发展，其意义不仅仅是着眼于现在，更主要的是它体现了对人与自然的未来价值的长远关怀。因此可持续发展的提出不仅在理论上引起各国的关注和支持，而且各国也在实践上积极倡导和实施。1992年在巴西举行了有183个国家和70多个组织参加的联合国环境与发展大会，为了挽救过度消耗和遭受贫困困扰的地球，寻求人类可持续发展的道路，大会通过了《21世纪议程》。会后，世界各国又根据本国国情，结合《21世纪议程》制定了本国的可持续发展战略。这标志着可持续发展从理论探讨阶段进入了实践阶段，人类开始了可持续发展的新时代。从此以后，可持续发展这一概念被世界各国和人民广泛接受，从而使保护环境、维持生态平衡、保持人与自然和谐发展等思想意识逐渐深入人心，成为全人类共识，也成为人与自然关系协调发展中必不可少的思想基础。另外值得一提的是20世纪六七十年代发展起来的一门新学科——环境伦理学，它在继承传统伦理学内涵的基础上，把研究范围拓展到人与自然的关系，着重研究自然的价值、人在世界中的地位、人对自然的权利和义务，以及人对自然的利用、补偿原则等一系列理论及实践问题，短短二三十年来已取得较为丰富的理论成果，并产生着越来越大的影响。在环境伦理学的各个派别中，无论是人类中心主义，还是非人类中心主义，虽然各自都存在着这样或那样的缺陷与不足，但都从各自的角度为我们保护濒危动植物、维护生态平衡、在人与自然之间建立和谐的关系提供了独特的伦理道德根据。尽管在这样一个被各种并不统一的利益所支配的世界中，伦理常常是乏力的，但秉承社会伦理观念的人一旦成为一种社会力量，必然要对世界产生影响。随着目前可持续发展的环境伦理观的发展，它必然可以对既有的环境道德产生抵消作用，推动人类发展行为的根本转变，从而促进人与自然关系的协调发展。

在社会环境方面，人与自然关系的协调发展离不开社会经济的发展和科技的进步，二者将为人与自然关系的协调发展提供必要的物质、技术条件和基础。工业社会短短几百年的发展，已经积累了丰富的物质财富，目前，部分世界发达工业国家已步入后工业社会、信息社会。尽管世界上绝大部分国家还是发展中国家，但就整个人类而言，已经具备一定的物质条件，为环境保护、重建生态平衡及环保新技术的开发、自然科学研究提供必要的物质支持。近代以来飞速发展的科学技术虽然曾作为人类征服掠夺自然的工具，给自然造成巨大的伤害，但这种破坏性的结果应归罪于滥用科技的人，而绝不是科技本身。“我们不应该把人类技术的本质看作统治自然的能力。相反……我们应该把它



看作是对自然和人之间关系的控制。”^① 因此，现代科技非但不应被当作人与自然关系协调发展的威胁与障碍，而且必须加以合理而充分地开发和利用，因为正是现代科技为环保与可持续发展提供了必要的手段和方法。目前，世界各国已经运用相关科学技术做出了积极的努力实践。例如，美国、日本等国家的环保产业迅速兴起，废弃物重复利用范围越来越广；能源方面，人类正在开拓无污染和清洁能源的新路子，并已于 1991 年第一次获取了聚变能；在控制人口和粮食问题上，生态农业开始推广发展，绿色技术革命和基因工程正在兴起，同时现代医学提供了无副作用的避孕工具和药物，有效控制了那些本不想让之出生的人口；在森林、土壤、水资源的综合管理中，现代科学技术更是已取得了诸如细菌生物高效肥、生物固氮工程等诸多成就，如此等等。从人类运用现代科技解决全球生态危机所做的努力以及国际社会可持续发展思想的深化中，我们看到了协调发展人与自然关系的希望和人类美好的未来。

但是，要说人类现在因为有了这两个方面的条件就能走出全球生态危机的困境，仍然为时过早。事实上，在人与自然关系协调发展的过程中，还存在种种困难和障碍。首先是可持续发展本身的复杂性和不明确性。可持续发展思想的形成与发展是人类认识史上的一大进步，但由于其发展的时间不长，所涉及的范围又广，要真正成为全人类发展的指导思想，还远未成熟。其复杂性和不明确性具体表现在：第一，可持续发展是一种关系到“自然——经济——社会”复杂系统的思想体系，是“科技能力、政府调控行为、社会公众参与”三位一体的复杂系统工程。但是迄今为止，我们所拥有的全部理论和方法，还远不能恰当地反映和解释我们面对的问题，因而还必须花大力气深入研究，以期在理论的完善性和实践的可操作性上取得新的进展。第二，虽然这一思想已为世界各国所接纳，但它毕竟是在现有国际关系的原则框架内达成的共识，是不同国家在根本利益不受损害的前提下达成的妥协，然而事实上处于不同发展水平的国家对于可持续发展的理解大相径庭：“发达国家大多关心的是全球环境恶化对其发展可能造成的威胁，而发展中国家考虑的则是本国发展所必需的基

本的环境安全问题。”^② 这种状况的存在将不可避免地使环境问题成为国际争端的焦点，甚至可能在矛盾中对自然导致更大的破坏。其次是现实的强大阻

① 莱斯：《自然的控制》，172 页，重庆：重庆出版社，1993。

② 徐嵩龄：《环境伦理学进展：评论与阐释》，165—166 页，北京：社会科学文献出版社，1999。

力。认识一个真理与实践这个真理之间有着巨大的差距，后者往往要付出更大的代价。目前为止，虽然可持续发展思想早已人所共知，但苦于数百年来某些根深蒂固的积习和既成的利益原则、关系、体系难以改变或撼动，人类现实发展的惯性显得过于强大，使得刚刚开始的可持续发展实践举步维艰，难以从根本上改变人类对待自然的方式，恢复生态平衡，实现可持续发展目标。在很多领域和方面，可持续发展还只是一句空洞的口号。然而，可持续发展毕竟是出于人类自身内在需要的理性选择，纵然现实发展的强大惯性会减缓它的实施进程，但不可能彻底抵消这个过程；纵然实践的道路曲折、复杂又漫长，但只要人类不丧失理智，就一定能够达到自己的目标。总之，面对人与自然关系协调发展中的种种障碍，我们既要有坚定的乐观主义信念，又要有足够的现实主义勇气，积极探寻切实可行的协调发展之路。

二、人与自然协调发展的基本途径

如果说生态自然观是可持续发展的理论前提和指导思想，那么可持续发展就是生态自然观的必然要求和实践形式，是实现人与自然协调发展的基本途径。打通这一基本途径，是一个高度综合的系统工程，必须从经济、社会、法律、技术、文化教育等各个领域入手，实行相应的发展与变革。

(1) 在经济领域中，自工业社会以来的经济理论、经济制度、经济发展方式、国际经济关系等经济因素，可以说是造成人与自然关系恶化、环境破坏的最重要的原因。要实现可持续发展中的经济持续发展，缓和人与自然的尖锐矛盾，必须改变这些不合理的理论、制度、方式、关系等因素。首先，必须改造那种忽视自然成本，把发展片面理解为国民生产总值增长的传统经济学理论，建立一种将资源环境列为其理论基本要素的新的经济学，确立一套新的国民核算系统，从而避免因对经济增长的狂热崇拜与追求导致的大量短期行为。其次，应根据可持续发展的要求逐步调整和完善一系列经济管理制度，如市场制度、价格制度等。再次，从根本上改变工业革命以来的那种“高投入、高消耗、高污染”的粗放外延式经济增长方式，走内涵型、质量型、效益型、开放型的集约化的发展新路。最后，尽力打破现行不合理的国际经贸体系，坚决反对和杜绝“垃圾买卖”，反对富国对穷国转移“肮脏工业”，转嫁环境危机。

(2) 在社会领域中，人口和人类生活方式是影响人与自然关系的两个主要社会因素。按照目前的“人口爆炸”势头，预计到本世纪中期，世界人口将达100亿，这无疑会给地球上有限的自然资源带来巨大压力。同时，人类的生活



方式尤其是发达国家的消费方式更加剧了这种压力和对自然的破坏程度。据统计,人口为世界 1/5 的富裕国家,消费量占世界的 4/5,而这种过度消费又在很大程度上是以耗用发展中国家的自然资源和向发展中国家转嫁环境灾害为前提的。所以,世界各国尤其是发展中国家必须科学制定和切实执行与其自身的自然和经济承载力相适应的人口发展规划和政策,各国都必须注重提高人口素质,尤其是文明消费和环境意识,从而把庞大的人口包袱转化为丰富的人力资源而不是对自然的强大威胁和破坏力。

(3) 在环境保护的立法与执法方面,当代环境问题涉及到个人、企业、地区、国家等不同层次,涉及到有关各方的权利、责任和义务,涉及到公共资源的享用权、历史责任与现实责任等一系列问题。这些问题的解决都必须依赖规范的法治途径,法规和标准是环境管理的基础和保障。自 1967 年日本制定了的第一部环境保护法——《公害对策基本法》以来,世界各国已先后建立了各自的环保法律体系。目前要做的是,一方面根据不断变化的国际国内新标准、新形势,根据可持续发展的根本要求,不断修订完善现行的环境、资源管理法律体系,研究制定新的法律法规;另一方面要切实加强执法力度,强化有关执法机构和执法队伍的能力建设,提高执法人员的素质。对于一个国家来说,精心立法、严格执法、忠实守法就是坚持人与自然可持续发展的重要表现。

(4) 在文化教育方面,有学者认为,当前全球性的生态危机从某种意义上讲也是人类的文化危机。一方面,由于人类关于自然的知识超过了正确运用这些知识的知识,结果导致了生态危机;另一方面,如果生态危机日趋严重则终将导致人类及其文化难以延续。因此,要实现可持续发展,就必须适当改变人类文化发展方向上的侧重点,及时加强文化教育,具体讲应包括以下几方面:第一,从研究天然自然的科学转向侧重研究人化自然的科学,不仅要认识自然本身的规律,更要注重发现“人——自然”系统的复合规律,并按此规律进行实践,达到人与自然的共同进化与发展。第二,将自然科学、技术科学与社会科学、人文科学很好地结合起来,使经济学、社会学、法学、哲学、伦理学等一系列学科在与环境科学交叉结合的基础上,又对其本身的理论体系进行改造、重组和创新,以迎接生态危机及生存危机带来的巨大挑战。第三,加强科学文化知识教育和生态教育,加强公众的生态意识和与可持续发展相容的态度、价值观念和行为规范,进一步提高解决人口资源、环境发展问题的能力。

(5) 在技术领域中,科技作为调节人与自然关系、实现人的价值目标的中介性手段,是人的本质力量的对象化。其双重属性决定了它既受到自然规律的

制约，又受到社会文化价值观和人的目的的规范。因此在可持续发展思想的引导下必然要求“可持续技术”的产生，要求技术的选择运用与生态环境相容。可持续技术就是在最大限度减少直至消除传统技术负面效应的同时，能满足生态环境以及人类文明持续发展要求的技术。首先，它在必须遵循自然客观规律的基础上，不断满足和创造人类发展的需要，如生态农业技术、海洋技术等；其次，减少污染，如水循环利用技术、废物回收技术等；再次，它应有着良好的经济效益、生态效益和社会效益，并具有持久的优势和发展潜力，如生物工程技术、信息技术等。当然，已经选择的技术，随着发展也可能带来新的生态问题，我们自然可以选择更新的技术替代它，从而达到保护生态环境的目的。总之，我们必须在现代技术的开发与运用中随时注入生态理念，进行有效地选择和调控，真正发挥其“第一生产力”的作用。

(6) 在加强国际交流与合作方面，面对全球性的生态危机与生存危机，可持续发展必然是全球的可持续发展。全球、全人类都是相互联系的共同体，任何一个国家或地区生态危机的加剧或人与自然关系的进一步恶化，都可能“牵一发而动全身”。因此，世界各国应从人类整体利益的高度出发，相互协调、交流和支持，尤其是发达工业化国家不仅不能把发展中国家当成转嫁环境危机的场所，而应该给予他们尽可能多的经济、技术支持，共同讨论、制定并遵守建立在公平与公正基础上的真正有利于人与自然协调发展的国际性公约，为摆脱人类的生存危机而不懈努力。总之，人与自然关系的协调发展决不只是一领域内、某一阶段内的事，也不是某一领域能单独解决的问题，它有赖于人类自身的全面发展和社会的全面进步。

【思考题】

1. “劳动创造人”这一命题在社会学方面有何意义？
2. 自然天然和人工自然的关系如何？
3. “可持续发展”观念是在什么背景下产生的？其意义是什么？
4. 怎样才能做到人与自然的协调发展？

第 二 篇

科 学 技 术 观

科学技术观是关于科学技术及其发展以及科学技术与社会关系的总看法、总观点。本篇将立足于现代科学技术的发展，把科学技术系统视为社会大系统的一个子系统，探讨其性质、体系结构及科技生产力系统；把科学技术的发展历程视为社会历史发展的一部分，分别分析自然科学和技术的基本矛盾、主要形式和一般模式；从整体上研究科学（S）、技术（T）和社会（S）的相互关系，研究科学技术发展的社会组织、社会功能、社会条件 and 对其发展的社会控制；从经济学角度分析科技创新，尤其是技术创新的过程、内容和模式以及高技术的产业化。

第四章 科学的本质和科学认识过程

科学发展的历史表明，科学是人类实践活动的一种方式，其目的在于探索和总结人们关于世界的知识。“科学”不仅指获取新知识的活动，而且包括这个活动的结果，也就是知识的体系。科学是一种特殊的社会意识形态，它可以转化为社会生产力和社会体制，是知识体系和知识生产活动的统一。科学知识是科学认识的成果，是人类共同的精神财富。认识和理解“科学”这一概念并进而掌握科学的本质特征，必须运用历史的、辩证的观点，把理论活动与实践活动、精神因素与物质因素和社会与自然结合起来。本章内容主要包括：科学的本质特征、科学的体系结构、科学与非科学和伪科学的分界标准以及科学的价值等。

第一节 科学的性质和特征

现代社会，科学迅猛发展，自然科学和社会科学相互影响、相互渗透，科学技术的社会作用愈益增强。什么是科学，成为科学观中的一个最基本的问题，具有重要的理论意义和实际意义。只有站在辩证唯物论的立场上，用历史唯物主义的观点，通过考察科学产生和发展的历史，考察科学和社会的互动关系，才能揭示科学的性质，确立科学的定义。



一、科学的本质特征

（一）科学的内涵

科学是知识的一个部门，是知识的较高形态。科学知识具有与其他知识相区别的显著特征。科学知识是借助于一定的认识方法和技术手段获得的，是用准确的思想、概念、范畴、公式和原理表述出来的理论体系，它的内容是客观的。

科学是历史发展到一定阶段的产物，把科学概念固定化的看法是不可取的，应该把科学看成一个历史范畴。科学从产生并发展到今天，经历了漫长的历史过程，在不同的时代人们对科学的理解和认识是不同的，对科学的认识走过了由浅入深、由片面到全面的过程。直到 12 世纪，才有学者给科学下了定义，认为科学是一种知识。到了 19 世纪，人们对科学又产生了新的看法，认为科学知识本身还不是科学，科学是指知识的加工过程，把科学看成是知识的创造而不是知识本身。

进入 20 世纪，科学技术的飞速发展以及在社会生活中的广泛运用，使人们逐渐认识到科学是一种不可忽视的社会力量，是非常复杂的社会历史现象，不能再用简单化和单一化的观点看待它，应当建立严密准确的科学概念，以反映科学的真正本质。在现代，科学已不仅是指人类所获得的静态的认识成果，而且还是一种认识过程，是一种重要的社会活动。它是人们认识世界和改造世界、创造知识和应用知识的活动。

科学学的创始人贝尔纳在回答什么是科学时认为：“科学在它的历史发展中表现为方法、知识、信仰、生产力和社会组织等种种形象，体现出不同的本质和特征，是难以定义的。”^① 科学概念的历史演变过程完全证实了贝尔纳的这一看法。

科学概念有广义和狭义之分。广义的科学包括自然科学、社会科学和思维科学。狭义的科学仅指自然科学，而不包括技术在内。科学知识包括观察和实验所提供的关于经验事实的陈述性知识。感性经验反映的事物现象是局部的、零散的，但是在科学中所陈述的经验事实，已经不完全是直接的感性表象，而是上升到理性的概括，是以概念和判断等理性的形式表现出来的经验知识。只有达到对客观事物规律性和本质的有系统的认识，不仅能确认对象和过程是什

^① 贝尔纳：《历史上的科学》，6 页，北京：科学出版社，1981。

么,而且能够解释为什么,才能成为科学。实证性是科学的一个显著的特点,原则上说,只有经过实践能够检验其真伪的认识才是科学。如果一种观点和学说不能由实践证实或证伪,它就不属于科学的范畴。

1. 科学是系统化、理论化的知识体系

科学是关于自然、社会和思维的知识体系。或者说,科学是以范畴、定理和定律形式反映世界本质和运动规律的知识体系。人们能够通过生产实践和科学实验而获得知识,但是,零散的经验知识还不是科学,科学是关于事物本质和普遍规律的理论知识。

著名科学家钱学森把知识划分为两大部分:一部分是系统化理论化的知识,这就是科学;另一部分就是普通的常识和经验性知识,这些属于前科学。科学和前科学有着本质的不同,但是二者又是密切联系的。前科学是科学的准备,科学是前科学的升华。

科学最基本的特点是知识,但并不是所有的知识都是科学,科学是知识的较高形态。人类的知识要比科学的整个体系大得多,科学知识是比较严密的,是系统化的知识。这些知识必须处于逻辑上的必然联系中,具有严密的逻辑系统。人类从实践中获得的许多经验知识,由于它们是分散的、不系统的,因而都不能成为科学。科学知识不是表面的,而是本质性的,它反映了事物内部的规律性。在我们的日常生活中,科学和规律几乎具有同一涵义,没有反映规律的知识是不能称之为科学的。

一般知识和科学知识各有其特点。科学知识严格地以客观事实为依据,是人类对客观事物和现象的真实反映。客观事实是科学认识的基础,科学研究中所产生的一切知识都要以客观事实为最基本的准则。经验性的知识具有一定的真理性,因为这种知识也在一定的程度上反映了客观事实,它与科学知识的不同在于它有很大的自发性和主观随意性,甚至还有非科学的成分。首先,科学知识所依据的事实是在生产实践和科学实验中得到并经过严格的科学论证的。科学知识的表现形式是主观的,但是它们的内容却是客观的。其次,科学知识不停留在记述和描述事实的水平上,而是概括和分析客观事实,对客观事实做出系统的、理论的说明。科学知识之所以能够深刻而正确地反映世界,就在于它是借助于一定的实验和技术手段认识客观事实,通过理论研究分析事实,进行科学抽象,从而提出概念和原理,建立了系统的理论,从现象深入到本质的。因此,只有上升到理论水平的知识,才是真正的科学知识。再次,科学知识须要经过严格的逻辑分析和理论论证,具有系统化和理论化的特点。只有在

提出准确概念的基础上，建立了概念之间、知识单元之间的联系，系统化、理论化之后才能成为科学。科学知识的系统化、理论化以及逻辑上的严密性，保证了科学知识在内容上的正确性和形式上的规范性，使科学知识能够被大众所掌握和普遍使用。最后，科学知识是不断发展的，具有继承性。科学是人类对世界认识的不断积累，割断科学知识的历史联系，忽视科学知识的继承性，科学活动就难以进行，就不可能发展。

马克思说，科学是“社会发展的一般精神成果”^①。或者说，“科学是以范畴、定理、定律形式反映显示世界多种现象的本质和运动规律的知识体系”^②。这说明科学是人们经过实践检验的系统化、理论化了的知识体系，这是一个由科学概念、科学原理以及对这些概念、原理的理论论证所组成的体系。

2. 科学是获得科学知识的认识活动

科学活动和生产活动有着密切的联系，它最初产生于生产活动。自从近代自然科学产生之后，科学活动逐渐从生产活动中分化出来，成为一种独立的社会活动。科学作为认识世界和改造世界的活动，它的任务是发现事实，揭示客观事物的规律。科学活动是一种社会劳动，是生产精神产品的劳动。科学活动的产品主要不是物质产品，而是概念、范畴、理论。

但是科学认识这种社会劳动，不同于一般的社会劳动。首先，这种劳动是高度集中的脑力劳动；其次，科学劳动是一种探索性的劳动。科学认识活动既需要前人的知识，但更是一种创造新知识的过程。探索性、创造性是科学活动最显著的特点。科学是认识世界的动态过程，可以根据社会需要，以已有的知识为指导，设定目标，制定计划，开展活动。科学活动面对的是未知的世界，具有不确定性，不断地探索和创新是科学的根本任务，如果科学永远停留在已有的成果之上，重复已有的理论和学说，科学就不可能发展。科学的创造性体现在两个方面：一是不断揭示自然事实的新的属性，发现新的过程，提出新的观点和原理；二是运用新的知识创造出新的人工自然。科学的探索性和创造性保证了科学是永远不会终止的，它会随着人们的生产实践活动而不断发展和进步。

科学本身不仅仅是知识，而且是生产知识的社会活动。在现代，不能仅仅用静态的观点考察科学，不能再把科学看成是静止的形成知识，而是要揭示出

① 《马克思恩格斯全集》，第49卷，115页，北京：人民出版社，1982。

② 《中国大百科全书·哲学》，404页，北京：中国大百科全书出版社，1987。

科学作为运动和变化的认识过程的特点，要采用动态的观念和实践的观念考察科学，将静态分析与动态分析结合起来，才能够更完整地反映科学的面貌。

3. 科学是一种社会建制，是现代社会的社会化事业

随着科学的发展，一方面使科学在社会物质文明和精神文明建设中的功能日益显著，地位日益重要；另一方面，科学也由单个人的工作发展到集体研究，再发展成为一项国家事业，甚至是国际性事业，不仅科学家，而且政府、企业都直接参与科学事业。在社会领域中科学是社会分工的一个特殊部门，具有一定的社会建制，是一种社会组织形式。上个世纪以来，科学活动的规模逐渐扩大，科学家成为一种专门的职业。科学认识活动已经成为国家规模甚至国际范围的社会研究，科学研究人员已经成为庞大的专业科技队伍，组织了各种研究机构。科学与经济、社会的关系越来越密切，已成为一种新兴的社会产业。在这种社会条件下，科学已经成为完整而严密又相对独立的社会建制。

由此，我们认为，“科学”是人类关于自然、社会和思维的知识体系以及获得这种知识体系的活动的总称。这一概念不仅包括了获得新知识的实践活动，还包括了这个活动的结果，即知识体系，并提示了科学这种知识体系可以转化为社会生产力。

（二）科学的特征

科学是人们认识世界的精神成果，属于社会文化的范畴，但又不同于一般的社会意识形态。政治、法律、哲学、道德和宗教观念等社会意识形态是经济基础的反映，随着社会的发展和经济基础的变革，与旧的经济基础相适应的社会意识形态也必然会发生变化。社会政治和经济制度不可避免地会影响科学活动，抑制或者促进科学的进步，但是这些都不能决定科学认识的内容。生产力的发展水平、社会政治经济的变化、社会制度的更替都不会改变科学认识的内容。因此，科学具有通用性和共享性，它没有阶级性，可以为任何阶级服务，可以为所有的人利用。

科学所获得的知识可以用于社会的物质生产之中，从而不断提高物质生产力水平，因此，科学还是一种特殊的生产力。作为一种社会现象，科学属于“一般社会生产力”范畴。人类在改造自然的生产活动中，只靠自己的体力是不行的，必须提高劳动技能，改进生产工具，才能达到预期的目的。人类对自然规律的概括和对生产经验的总结构成了科学知识，劳动者的生产技能和生产工具则是活化和物化的科学知识。在没有和物质生产活动结合之前，科学只是表现为物质生产的精神潜力，也就是说，是以知识形态存在的一般生产力；科

学知识一旦通过技术这个中介环节应用于直接的物质生产过程，就转化为现实的生产力。

科学作为创造和生产知识体系的认识活动，具有很强的社会规范性。科学的社会规范有两个方面的内容：其一是认识规范，它规定认识主体与客体间的关系以及它们与客观知识世界的关系，是对那些准备纳入科学知识体系的新知识所提出的限制性要求，以保证这些新知识的加入不破坏原有的知识系统，是一种求共性的方法论规则；其二是行为规范，它是科研活动中必须遵循的行为规则，是科学工作者与科学共同体、整个社会之间在科研活动中形成的相互关系所必须遵守的基本原则。一般说来，科学活动的社会规范具有国际性、公有性、无私立性、独创性和合理的怀疑精神等特性。

（三）科学与非科学的分界标准

我们的时代是一个“宏观在宇，微观在握”的时代，从火星探测、全球生态和国家决策的宏观领域，到人们日常生活的微观世界，无不体现了科学的巨大影响。

现代西方哲学中的科学哲学正是在此情形下应运而生的，它既是科学时代在意识形态上的反映，又是对这一时代科学问题的哲学反思。它把科学规定为哲学的唯一对象，并以探求科学的本质、科学与非科学的分界标准作为它所研究的中心问题。

20 世纪 20 年代以来，关于科学与非科学的划界问题，西方科学哲学大致形成了以下四种观点：逻辑经验主义、批判理性主义、科学历史主义及科学实在论的观点。

逻辑经验主义作为科学哲学的第一个完备形态，它流行于上世纪 20 年代至 50 年代初，其主要代表为石里克和卡尔纳普。他们认为科学知识结构的最小单位是科学命题，一个命题必须能为经验或逻辑上证实或否证，才是科学的、具有意义的；否则是非科学的、无意义的。例如，“这朵玫瑰花是香的”、“月亮的背面有三千米以上的高山”、“单身汉是没有妻子的男人”这三个命题，要么可以通过当下或将来的观察经验加以检验，要么是永真的“逻辑真理”，当然是科学的、有意义的命题。但如“自然界客观存在”，则是无意义的、非科学的命题，因为无法以经验判别其真伪。当然，任何经验都是有限的，无论我们观察到多少只天鹅是白的，都不能断定“凡天鹅皆白”。但过去的经验重复得越多，“凡天鹅皆白”的可能性就越大，科学的进步正是通过经验证实的或然性真理不断积累而发展的渐进过程。

正当逻辑经验主义者在“经验证实”的基础上完善自己的理论大厦时，大厦的根基却遭到批判理性主义的著名代表波普尔的猛烈攻击。波普尔认为，任何科学命题从逻辑上讲都是全称命题，如“所有天鹅都是白的”，指的是从古到今及将来的所有天鹅。经验可以证实“这只天鹅是白的”这个单称命题，但任何数量有限的命题同构成科学理论的全称命题（如“凡天鹅皆白”）相比，其概率只能是零，因此经验证实原则应该抛进垃圾堆。但经验尽管不能证实科学理论，却可以证伪它。这里存在一个逻辑上的不对称：人们观察了几千年也不能证明“凡天鹅皆白”，但后来在澳大利亚发现了一只黑天鹅，就可以证伪“凡天鹅皆白”。所以，作为科学与非科学的分界标准是：一个命题只有能被经验证伪的，才是科学的命题，否则就是非科学的（如“明天可能下雨可能不下雨”这种列举了所有可能的永真式、“ $1+1=2$ ”等数学命题、形而上学以及弗洛伊德的精神分析学说等，不能被证伪，所以都是非科学的）。

波普尔的证伪主义把人们的注意力从经验证实转向经验证伪，从对科学的静态分析转向了动态分析。循着这个方向，上世纪60年代末至70年代初，又兴起了科学哲学中的历史主义学派，其代表人物除提出著名的“范式主义（以范式作为科学与非科学的划界标准）”的库恩、“无政府主义”者费耶阿本德（他认为科学与非科学的分界标准只能是一种“神话”）外，还有一位主要成员叫拉卡托斯。拉卡托斯认为，科学理论是一个相互联系的整体，其中主要的部分叫“硬核”，指的是理论的基本观点和核心部分；还有一部分叫做“保护带”，指的是由许多命题组成的一些辅助性的假设。保护带的任务是，当理论的硬核受到经验否证时，将反驳引向自身，通过自身的修正来保护硬核的正确性。因此，科学命题既不能被经验证实，也无法被经验证伪。如发现一只天鹅是黑的，并非就能证伪“凡天鹅皆白”。天鹅为什么白呢？是因为光线的照射才白，没有光线的照射什么颜色也没有。这只天鹅不白，很可能是光线的问题，并非它自身不白。虽然单个命题无法被证伪，但作为科学的整体却可以被证伪。任何一个理论（研究纲领），处于进化阶段时可以消化反例，即通过修正背景知识来保护“硬核”，并导致更多的预测和进步问题的转换；当它处于退化阶段时，就只能不断修改背景知识，以消极保护“硬核”，而不能导致更多的预测和理论内容，这时需要提出新的理论来取代它。所以，作为整体的科学理论是可以被证伪的。它将自己这一学说叫做“精致的证伪主义”。精致的证伪主义认为：科学与非科学的区别是历史的，同一“研究纲领”在进步阶段是科学的，在退化阶段是非科学的。拉卡托斯以联系性和整体性的观点看待科

学知识结构及科学与非科学分界问题，并将量变质变规律引入他的学说，比起波普尔的“素朴的证伪主义”当然具有更多的合理因素。

继拉卡托斯之后，又出现了“新历史主义学派”或者称为“科学实在论”的思潮，其带头人是美国马里兰大学教授夏佩尔。夏佩尔肯定外部世界的客观存在性，反对老历史学派的相对主义，并提出了“信息域”（如由电学、光学、高能物理、化学、天文学等科学知识的结合而构成的原子结构的“信息域”）理论。除此之外，他还提出，一个论题成为科学主题的“理由”必须具备三个要素或条件：（1）相关性（已知它和要将它作为“理由”来使用的具体领域是有关联的）；（2）成功性（解释主题方面有可靠说服力的）；（3）无怀疑性（解释主题方面是令人信服的、无可怀疑的）。这三性是区别一个论题是否成为科学主题“理由”的标准。一个与背景知识无关联性的，在说明解释主题上无说服力而令人怀疑的理由，不能成为科学的理由。

综上所述，西方科学哲学从逻辑经验主义，经过批判理性主义，发展到历史主义学派和科学实在论，就其科学与非科学的划界标准，从最初的“证实原则”，经过“素朴的证伪原则”和“精致的证伪原则”，发展至夏佩尔的“三性原则”。上述各学派及各种原则都有着自己的闪光点和合理之处，但从总体上看都没有准确地把握科学的本质，没有把握科学的最深刻的基础——社会实践（包括科学实验）。科学就其本质而言，是人们在观察、实验等实践活动的基础上形成的对客观规律的正确反映。而客观规律是事物之间内在的必然联系，这种必然联系具有重复性，决定着事物发展的趋势。一个命题或一个理论体系以及依据它们所作的预言，如果通过大量的、反复的观察、实验等实践活动的检验，证明是反映了事物内在的必然性联系的，它就是科学的，否则是不科学的。可检验性才是科学与非科学唯一正确的分界标准。

二、科学的体系结构

自然科学是由不同的系科组成的知识体系。各门具体科学在这个知识体系中，既是相对独立的，又是相互联系和相互影响的，它们构成了不可或缺的有机整体，每一学科既有不同的地位，又有不同的作用。

研究科学的体系和结构，对于认识科学的性质，加速科学的发展，加强科学对社会的作用，都具有极为重要的意义。首先，可以帮助人们从总体上把握各门科学之间的内在联系，弄清各门具体科学在自然科学总体中的地位和作用，为人们建立合理的科学研究机制和制定正确的科学技术政策提供理论基

础。其次，可以使人们懂得各门学科的不同社会职能和在科学向生产力转化中的不同地位和作用，以更好地组织科技力量，为促进社会经济的发展提供科学理论指导。再次，明确科学的体系和结构，对于高等教育的改革和发展也具有指导意义，无论是专业设置或是课程安排都必须遵循各门科学之间的内在联系，了解各个学科在科学总体系中的地位和作用。

科学的分类不是一开始就有的，而是随着生产实践和自然科学的发展不断完善的。

（一）科学分类的思想渊源

1. 古代的科学分类思想

由于生产力不发达，自然经济条件落后，古代的人们对自然界的认识和改造还停留在直观、经验的阶段，自然科学和哲学结合在一起，除了统一的哲学，不存在其他独立的学科，因此也不存在科学分类的问题。随着社会实践的发展，随着人们对自然界现象认识的深化，促使人们对已有的知识进行初步的整理和分类。在古希腊，柏拉图首先对知识进行了分类，他把知识分为三类：第一类是辩证法，第二类是物理知识，第三类是伦理学。后来，亚里士多德也把全部知识划分为三大类：一是制造性的，即各行各业的技术知识的总结，如医术、建筑术、雕塑和所有的艺术；二是实践性的，是关于人的行为的总结，是由技术上升到一定程度的理论，如政治、经济、伦理学等；三是理论性的，即关于人类纯认识活动的学问，如形而上学、自然哲学。亚里士多德关于知识的分类虽然具有明显的偏颇，但他的合理之处在于看到了科学门类之间的客观性，依照自然现象的特点进行分类，将研究对象划分为没有人的意志参与的自然界、由人的目的和意识参与其中的社会以及通过劳动改变的自然，体现了主体的能动性。

2. 近代西方的科学分类思想

近代西方的科学分类思想是随着近代自然科学发展和产业革命的需要而形成的。中世纪以来，近代自然科学分门别类地进行了收集和整理的研究工作，产生了一系列相互独立的学科。对近代科学早期发展做出系统分类的是英国哲学家弗兰西斯·培根。培根认为，科学发展是人类理性能力的表现，因此科学分类应从人类理性出发。据此，他认为有三种科学：历史学（记忆的科学），诗歌、艺术（想像的科学），包括自然科学和人类科学在内的哲学（理性判断的科学）。在他的体系中，不仅包括了自然科学、社会科学和工具技术，还包括物理和数学等。培根的分类思想和亚里士多德不同的是，他不是根据学科研

究的对象同异进行划分,而是根据主体从事科学活动的特点进行划分,带有主观性原则。培根看到了学科之间的联系,但不能从结构上看出它们是如何沟通的,因此他的科学分类体系缺乏内在的联系。

19世纪之后,科学技术有了长足进步,培根的分类方法暴露出了不足,需要对已有的科学材料进行认真整理,于是出现了对整个自然科学进行全面概括的要求。法国的圣西门试图恢复客观性分类的原则,提出以研究对象作为分类的依据。他把世界上的一切现象分成天文现象、物理现象、化学现象和生物现象,与此相应的是天文学(几何天文学、力学天文学)、物理学(重力学、热学、声学、光学、电学)、化学(无机化学、有机化学)和生理学(植物生理学、动物生理学)。圣西门虽然坚持了科学分类客观性原则,认为科学分类应该遵循由简单到复杂的方法,包含着一定的合理因素;但是,他所划分的简单和复杂只是现象的联系,并不反映对象自身的本质联系。

黑格尔把发展的思想引进了科学分类,他的哲学体系实际上是一个科学分类体系。他以“绝对精神”的演化发展说明各门科学的相继产生,即“绝对精神”的演化从逻辑阶段开始,发展到自然阶段和精神阶段。在这一阶段可分为逻辑学、自然哲学和精神哲学。在自然阶段,它的演化经历了机械性阶段、物理性阶段和有机性阶段,相应的科学便是数学、力学、物理学、化学、地质学、植物学和动物学等;在精神阶段,它的演化又从主观精神阶段发展到客观精神阶段和绝对精神阶段,与此相适应的科学是人类学、心理学、精神现象学、国家学说、艺术和宗教以及哲学等。从形式上看,黑格尔把科学学科的转化看成是“绝对精神”自我发展的结果,但在一定程度上反映了自然界和各部门学科的内在联系和发展顺序。

3. 马克思主义的科学分类思想

马克思、恩格斯高度重视前人关于科学分类思想中合理的成分,特别是黑格尔关于分类思想中的辩证法的合理思想,把科学分类的客观性原则和发展性原则有机地统一起来,根据物质运动形式的区别和固有次序,对各部门科学进行了由低级到高级的排列,形成了力学(机械运动)、物理学(物理运动)、化学(化学运动)、生物学(生命运动)和社会学(人类社会运动)的序列。把自然界的发展顺序、科学的发展顺序和人类认识的顺序客观地统一起来,反映了科学之间的本质区别和它们之间的有机联系。

进入20世纪之后,现代科学得到了迅速的发展,形成了一个内容丰富、结构完整、门类齐全的庞大体系。尤其是现代科学的发展既表现出日益分化的

特点,同时又表现出不断综合的趋势。科学研究的领域越来越精细,越来越专门化;同时就整个科学体系来看,又越来越整体化和系统化。科学发展的新特点和趋势要求对科学重新进行综合性的分类和整理。

(二) 现代科学的系统分类

20 世纪以来,现代科学飞速发展,特别是 20 世纪 70 年代后,科学进入大科学和高技术的时代,不同的学科之间、科学与技术之间、科学与社会之间的关系愈来愈密切,科学成为社会大系统中的一个子系统。对科学进行分类也必须遵循系统思想的原则,把它们看作是一个有机联系的整体。根据自然科学向物质生产的转化过程,将现代科学分为基础科学、应用科学和工程科学三大类。

1. 基础科学

基础科学是对客观世界基本规律的认识,是研究自然界中物质的结构和运动规律的科学,它是现代自然科学与技术的整体结构的基石。根据自然界物质运动形式的特殊性,基础科学可分为以下七类学科:

(1) 天文学。研究宇宙天体的结构和运动规律的科学,主要分支学科有天体观测学、天体力学、天体物理学、恒星天文学、星系天文学、宇宙学。

(2) 地学。研究地球的结构和变化规律的科学。根据地球的四个圈层,将地学分为气象学、海洋学、地理学和地质学。

(3) 微观物理学。研究物质的微观结构及其运动规律的科学,主要分支学科有原子物理学、原子核物理学、粒子物理学。

(4) 化学。研究物质的组成、结构、性质及化学运动规律的科学,主要分支学科有无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、放射化学、环境化学。

(5) 宏观物理学。研究物质运动的宏观物理效应和运动规律的科学,主要分支学科有热学、光学、声学 and 电磁学。

(6) 生物学。研究生命运动规律的科学,主要分支学科有病毒学、微生物学、植物学、人类学、遗传学、生态学。

(7) 数学。研究物质数量关系的科学,具有最普遍的适用性。

基础科学具有以下几个特点:(1) 基础科学反映了物质运动最本质的规律性,是通过总结丰富的感性材料而形成的理性认识,通过概念、定理、定律等理论体系的形式表现出来。(2) 与生产实践的关系一般比较间接,只有通过一定的中间环节才能将其转化为物质生产力。(3) 基础科学的研究领域非常广泛,研究工作具有长期性和连续性。(4) 基础科学具有非保密性,研究成果可

以公开发表。

2. 应用科学

应用科学以基础科学的理论为指导,研究的是生产技术和工艺工程中的共同性规律,主要研究如何把基础科学的理论转化为生产技术,它是科学转化为直接生产力的中间环节,其对象大部分是技术产品,也就是人工自然,目的是把认识自然的理论转化为改造自然的能力。一般包括应用数学、计算机科学、材料科学、能源科学、信息科学、空间科学、应用光学、电子学、应用化学、医学科学、环境科学、农业科学等等。

应用科学的特点是:(1)与基础科学相比,它研究的是具体对象(人工自然)的特殊运动规律;但是对更加具体的工程科学来说,它就不再是具体的了,而具有了一般性和普遍性,其规律可以应用到工程科学中去。(2)与生产实践的联系比较密切,发展迅速。

3. 工程科学

工程科学研究基础科学和应用科学的理论在生产过程中的具体运用,提供改造自然的方法和手段,为了改造自然具体地研究基础科学和应用科学如何转化为生产技术、工程技术和工艺流程的原则和方法。工程科学由于和生产的非常密切,有时候很难与应用科学明显区别开来,因此,有时候把工程科学归入应用科学当中。把工程科学单独划分出来,是因为它更加接近工程技术或产业技术,而应用科学相对于工程科学更具有基础性。工程科学主要有:农业工程学、矿山工程学、冶金学、工程力学、水利工程学、土木建筑工程学、机械工程学、化学工程学、电力工程学、半导体科学、自动化科学、仪器仪表工程学、宇航业工程学、海洋工程学、生物工程学等等。

工程科学的特点是:(1)研究的目的十分明确。研究制造特定的机器,绘制凝聚新思想的图纸,设计出适用的工艺流程。(2)与生产领域最为接近,解决生产技术中的一系列具体理论问题。(3)具有一定的保密性,往往以申请专利的形式得到保护。

基础科学、应用科学和工程科学是现代科学的三大门类,都是知识形态的东西,属于社会的精神财富。它们的根本区别在于,基础科学主要是对自然界的理解和认识,属于纯研究、探索性研究,主要回答“是什么”和“为什么”等理论问题;应用科学在于对自然规律的控制和利用,属于定向研究,主要回答“做什么”和“怎样做”等实际问题;工程科学在于研制新产品,创造新工艺,属于开发研究,有直接的经济效益,主要解决生产过程中的“这样做”和

“做这些”的问题。它们的社会价值也不同，基础科学具有很强的探索性，它的社会价值和经济效益要在比较长的时期内才能表现出来，应用科学和工程科学则具有明显的经济效益。

第二节 科学认识过程

了解科学认识首先要明确科学认识的确切含义，区分什么是科学，什么是科学认识，什么是非科学认识，弄清楚它们之间的联系和区别，了解科学认识的整个过程。

在现代社会中，“科学”一词的使用率非常高，这反映了现代社会中科学对我们影响的深度和广度，但是，人们对科学这一概念并不一定有准确的理解。从科学与科学认识的关系来看，首先，科学和科学认识具有一致性、共性。当把科学看作是认识过程时，科学和科学认识是一致的，这种一致还表现在科学活动的主体和科学认识以及科学活动的对象是一致的。科学和科学认识都要通过科学活动的主体来进行，科学和科学认识都以客观存在的事物为对象。

科学认识是对事物本质与规律的理论认识，但是科学认识并不是自然界信息的简单传播与贮存，而是一种信息获取和信息转换的过程。科学认识所需要的信息是科学认识的原始资料，作为科学认识对象的物质世界是提供这种信息的最初源泉。物质世界所承载的信息是客观存在的，它的运动是自在的，一般不会自动地作为科学认识的信息源而进入认识的主体，只有通过认识主体的观察和实验才能作为科学认识的材料而进入认识的主体进行贮存和加工。同时，物质世界所承载的信息源与认识主体所获得的信息并不是等同的，认识主体所获得的一般是关于事物现象的信息，不可能直接提供现象背后的本质和规律的信息，这就需要对所获取的信息进行必要的处理和加工。从科学认识对象到获取科学认识的信息，基本上是信息的单纯传播阶段，这种传播不是自发进行的，它是有目的地获取信息资源的活动。科学认识信息加工转换的过程，就是从获取科学认识材料到对科学认识的材料进行加工，即搜集整理信息，进行逻辑推理，上升到科学抽象的过程。

当我们说科学认识的时候，不言自明地表示了其与非科学认识是有区别的。科学认识区别于非科学认识的地方主要在于，科学认识具有真理性、系统

性和精确性，三者缺一不可。

所谓真理性是说科学认识在主观形式中包含有不依人们意志为转移的客观内容。科学认识的成果在形式上是主观的，它以语言、文字、图表等形式表现出来，不同于工人、农民生产的物质产品。科学认识反映的是客观物质世界的本质联系，它以科学理论的形式反映了客观的内容，任何科学理论和科学认识都体现了主观和客观的辩证统一。我们在承认科学认识和科学理论的真理性时，不能将其绝对化，科学认识同样遵循相对真理和绝对真理的原则。所谓系统性是说科学认识不是零碎的经验知识，而是形成了一个系统，符合前提、论证和结论的逻辑推论形式。科学认识是在零散的、不系统的、经验知识的基础上经过加工整理，分析综合，使之条理化、系统化，形成完整的科学认识。所谓精确性是说科学认识的成果能够精确测量，逻辑严密。

需要说明的是，非科学认识并不一定就是错误认识。神话、幻想、道德规范都具有正确的成分，但它们并不就是科学认识。

分析人类的科学认识活动，剖析科学认识活动的结构、性质和特点，对于理解和掌握科学认识的基本规律和科学认识方法论都具有很大益处。科学认识活动和人类的一般认识活动一样，也是一种主体和客体相互作用的过程。

科学认识的主体就是科学认识活动中的认识者和组织者。在现代，科学认识活动不再表现为一种个人的活动，而更多的是一种集体的活动。因此科学认识的主体具有不同的层次，可以是个人，也可以是研究小组或者相当规模的研究机构。对于整个客观世界而言，整个人类从总体上来说，也是认识的主体。科学认识的客体就是科学活动中的认识对象，对于每一门具体科学来说，就是它的研究对象。主体要获得关于客体的信息，形成关于客体的认识，需要通过主体和客体之间的联系和作用。这种作用可以是直接的和间接的，也可以是物质形态的和观念形态的。在科学认识活动中，主体必须依赖一定的工具才能获得所需要的客体信息，形成对客体的认识，这就是科学认识工具。认识工具包括物质手段和精神手段。物质手段离不开仪器、观察和试验。人们在科学认识中，凭借自己的感官观察和认识客体，但是，人的感觉器官具有一定的局限性，感官观察缺乏客观的测量标准，难以做出精确的量的测定。仪器弥补了人类感官观察的局限性，使科学观察更加准确，实现了观察的定量化、精确化。在科学认识活动中，人们不会始终停留在对客体的自然状态的观察上，而要按照一定的目的和要求对客体施加影响和作用，有意识、有步骤地改变客体的状态，也就是进行科学实验。现代的科学观察虽然还包括感官观察，但主要依靠

仪器观察。科学实验是人们发现新的科学事实、获得新的科学规律的重要手段，又是证实或证伪假设和检验科学理论研究成果的重要手段。在现代科学史中，科学实验往往是产生科学革命的契机。科学研究需要观察，观察需要仪器。

没有科学观察和实验，也就没有现代科学。在科学认识活动中，离开人的思维就会一事无成。科学认识的整个过程都贯穿着积极的思维活动，没有人的思维活动，人们就不可能获得确切的感性知识，要把感性认识提高到理性认识，形成系统的科学理论，更是需要运用理论思维方法。关于理论思维对科学认识的重要性，恩格斯说：“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。”^① 科学思维和科学仪器，两者的有机结合构成科学认识活动中的认识工具系统。在科学认识过程中，物质手段和精神手段是不能完全割裂开来的，二者相互联系，相互作用。

科学知识是经过实验检验的、对于自然现象以及自然现象之间的关系的正确反映。科学认识的过程是获取经验事实，提出科学概念，形成科学定律，提出科学假说，进行逻辑推理，最后形成科学理论的过程。

一、科学事实

科学事实是建构科学体系的原材料，单纯的科学事实并不能成为科学，因为科学事实只是反映了自然事物的外部联系和个体属性，要形成科学认识的完整体系，必须对科学事实进行理性加工。人们在科学认识过程中对科学事实进行理性加工，抓住本质属性，撇开非本质属性，进行总结和概括，形成科学概念。科学事实和科学概念的区别和联系表现在，科学事实是科学认识感性认识阶段的成果，科学概念是科学认识理性认识阶段的成果；科学事实反映的是事物的外部联系，科学概念反映的是事物的本质联系；科学事实是建构科学体系的原材料，科学概念是建构科学体系的部件。

（一）客观事实

辩证唯物主义认识论认为，人们的认识从感性认识开始，然后达到理性认识。在感性认识阶段人们依靠感觉器官直接接触和感知事物的现象、各个片面和外部联系。自然科学中的观察、实验都是获得感性认识的重要手段。这种作为感性认识对象而客观存在的现象和事物本身，我们称之为客观事实，客观事

^① 《马克思恩格斯全集》，第20卷，384页，北京：人民出版社，1971。

实是本体论意义上的事实，是对于客观物质世界一切事物和现象的统称。对于科学认识来说，仅有客观事实这一范畴是不够的，客观事实只有转变为人类的感觉、知觉和表象，进而上升为概念、判断和推理，才能被人们所认识和把握，这就需要科学事实和科学概念。

（二）科学事实

科学事实指的是在科学研究过程中对经验的陈述或判断，是人们用一定的语言对被认识的客观事实进行的描述。科学研究的基础是科学事实，科学事实是对客观事实的正确、真实的陈述和判断。要保证科学事实的客观性，主要在于获取科学事实手段的科学性，也就是通过观察和实验等科学实践活动获得关于客观事物的真实信息，并以科学语言的形式表述出来，成为进一步研究的科学事实。

（三）客观事实与科学事实的辩证关系

获得科学事实是科学研究的前提和基础，必须清楚科学事实的涵义以及客观事实和科学事实的辩证关系。客观事实是独立存在于人的主观意识之外又能被人的意识所反映的客观世界的事件、现象和过程，是在人类改造客观世界的科学活动中被逐步揭示和认识的。客观事实是本体论范畴的概念，科学事实属于认识论范畴的概念，因此，作为对观察和实验结果的陈述或判断，科学事实也可能出现偏差和错误。必须正确区分客观事实和科学事实。科学事实是客观事实和科学理论之间的一个中介，既不同于客观事实，又不同于科学理论。科学事实不仅反映了客观存在的事件或现象，也是科学认识者的科学思想的反映。在科学观察或实验中，科学认识的主体会有所取舍，判断或陈述的方式也会因人而异，这些都和科学认识者的指导思想和学术水平相关联。因此，科学事实在原则上必须是真实的，但是这种真实只能在科学活动中通过多次实践与认识才能逐步达到，不可能通过一次认识活动达到对客观事实的完全正确的认识。要考察或证明一个科学事实是否符合客观事实，只要将其与观察和实践的经验进行对比就可以得知，因此科学事实应当具有可重复获得性。

二、科学概念

概念是反映科学对象本质属性的基本思维形式。科学概念是科学认识中的重要认识阶段和认识成果，起着由感性认识到理性认识的转折和中介作用。科学概念的形成标志着科学认识发生了质的飞跃，使科学认识由感性认识上升到理性认识。毛泽东同志指出：“概念这种东西已经不是事物的现象，不是事物

的各个片面，不是它们的外部联系，而是抓住了事物的本质，事物的全体，事物的内部联系了。”^① 概念是理性思维活动最基本的形式，科学认识的理论成果都是通过科学概念的形式来加以总结和概括的。科学概念具有如下特点：

（一）专一性

科学概念反映了客观事物的特定内容，有其特定的内涵。常识概念往往是一词多义的，可以引申、转化，概念的含义要通过上下文才能确定；科学概念则有明确的含义，进一步表现为内涵的专一性，它说明一个科学概念在一个专门学科里，只有一个确定的涵义。科学概念不能随意在学科之间照搬套用，这就避免了概念产生歧义。

（二）精确性

科学概念不仅概念专一，含义明确，而且概念的含义具有一定的精确性，甚至于可以用定量方法来表示。科学概念不仅具有质的规定性，而且具有量的规定性，是质和量的统一。随着科学的发展，科学概念的精确性将会进一步提高。

（三）稳定性

科学概念用作对客观事物本质的反映，具有一定的稳定性，也就是说，在一定条件下，概念对客观事物特定属性的反映具有稳定不变的特征。当然随着事物的发展变化，概念的内涵也会随之而变化，这就带来了概念的灵活性。但是，科学概念的变化不是由概念孤立进行的，科学概念的变化是随科学理论体系的发展而变化的，科学概念要随科学认识的深化而深化。

（四）通用性

科学概念确立后，能够被科学界所普遍接受，不会受国家、民族和地域的限制，具有国际通用性，科学概念和理论是全人类的共同财富。科学家的民族和国籍可能不同，但他们所表述的科学概念却是相同的。

三、科学定律

定律又可以分为基本定律和非基本定律。基本定律是指可以作为其他定律的基础的定律，也可称为原理。非基本定律，是指由基本定律派生出来的或者从基本定律推导出来的定律。科学定律是人们对于自然现象之间的必然的、实质性的、不断重复着的的关系的认识，在自然科学中所表示的是某一类自然现象

^① 《毛泽东选集》，第（1—4）卷，285页，北京：人民出版社，1991。

之间所具有的—般的、普遍的联系。科学定律以观察和实验结果为基础，具有不以人们意志为转移的客观性。科学定律是科学理论的重要内容，是科学理论在深层次上描述客观事物的基本依据。

科学定律是关于自然界现象的一定的关系、本质和规律的命题，人们通过对自然界进行观察和实验，获得大量关于自然界的科学事实，显示出自然界的规律性。如热胀冷缩、春夏秋冬、日夜更替等等。如果某种规律性在所有时间和地点毫无例外地被观察到，那么这种规律性就可以用定律的形式表示出来。比如，在标准大气压下，水在零度以下会结成冰。

科学定律作为科学认识的一种形式，是自然界本质和规律的反映。自然界通过一系列的现象表现出自身的本质和规律，但是，自然规律本身并不是科学定律，只有被人的思维正确反映了的自然规律并且进入科学认识的体系之中才成为科学定律。因此，可以说，科学定律是科学思维活动的产物，单纯对自然现象的观察或实验并不能揭示出这些现象的规律性，只有当这些现象的实例显示出一种固定的关系的时候，自然界的规律性才被展示出来，而且只有在人的思维正确反映了这些规律，对其加以把握并变成一种普遍的命题或陈述时，才会形成科学定律。科学定律表现着自然现象的稳固的联系，只要具备相应的条件，由定律所反映的现象或过程就一定发生。科学定律往往具有简明性特征，尤其是物理学的定律，通常都由数学公式、数学方程式及其他符号公式表示出来。在科学认识成果的表述中，有一些与定律相近的术语，如原理、规则、定理、定则等，这些术语往往当作定律的同义词而使用。

在大量科学事实的基础上，人们通过创造性的思维活动，对科学事实加以科学抽象，形成科学定律。它表明在一定的条件和范围内，主观与客观相符，因而具有真理的意义，并成为科学真理的重要表现形式。科学定律的重要意义就在于它舍去了对事物片面的、表面的认识，舍去了其外在的联系，抓住了事物的本质和规律。科学认识由科学事实层次进到科学定律层次，就具有了更大的一般性。科学定律实现了恩格斯所描述的科学认识发展的过程：“我们在思想中把个别的东西从个别性提高到特殊性，然后再从特殊性提高到普遍性：我们从有限中找到无限，从暂时中找到永久。”^① 科学定律通过思维超越了经验认识，进入理论认识。科学定律不再只是适用于某个特殊现象或事件，而是具有广泛的适用性。

① 恩格斯：《自然辩证法》，212页，北京：人民出版社，1971。

科学概念、科学定律和科学理论都属于科学认识形成过程中的理论认识形式，而且逐次提升。它们之间究竟有什么样的关系呢？

科学定律和科学概念的关系。科学概念是科学认识成果的主要表现形式之一，它是对事物本质和规律的认识的结晶。正如列宁所说，概念或范畴“是帮助我们认识和掌握自然现象之网的网上纽结”^①。科学认识作为对事物本质或规律的认识形式，以判断或命题的形式表现出来，明确地回答事物具有或不具有某种本质属性或关系。科学概念、科学定律在科学认识形成过程中何者在先、何者更为基础的问题比较复杂，它与逻辑学中关于概念和判断这两种思维形式何者在先、何者更基础有关。一个明确的科学概念往往包含某一科学定律的内容，可以说，科学概念的隐定义就是科学定律，而一定的科学定律的浓缩就是科学概念。但是从逻辑关系上看，科学概念是科学认识的细胞，科学定律则是科学概念的展开，它以命题的形式展示科学概念的内涵，因此，在逻辑上，科学概念在先。但是在历史顺序上，科学概念往往后于经验定律而先于理论定律，因为经验定律一般是借助归纳法从科学事物概括出来的，所使用的术语一般是日常词语；理论定律的提出则往往需要新的概念，或对旧概念加以抽象、提炼，或论证原有概念之间的新联系。

科学定律和科学概念是构成科学理论的两个最基本的因素。科学理论是科学成果的系统体现，完整地反映了事物的本质和规律性，而这种反映是通过一系列的科学概念、科学定律的合乎逻辑的联系和转化来实现的。科学理论是由科学概念和科学定律等构成的有机整体。例如，牛顿力学理论就是由质、点、力、质量、惯性等一系列基本概念，牛顿运动的三定律等一系列科学定律和其他的假设和结论组成的有机整体。在科学理论中，科学定律尤其是基本定律起着极大的作用，它们是科学理论的核心或灵魂。科学理论正是从基本的科学概念和定律出发，推演出严密的科学理论体系的。

四、科学假说

科学假说是科学认识的重要思维形式，是人们根据已经掌握的科学原理和科学事实对未知的自然现象和规律性所作的假定性说明。科学假说既具有科学性，又具有推测性。科学假说的科学性是就其立论根据和陈述内容而论的，这正是科学假说与幻想和神话的重要区别。科学假说并不排斥想像和幻想，但是

^① 《列宁全集》，第38卷，90页，北京：人民出版社。



想像并不等同于科学假说。假说的科学性主要指它是以科学事实和科学知识为基础建构起来的，任何一个科学假说都包含一定的事实，并且这些科学事实的获得和分析是在一定的科学背景下进行的，离不开已有的科学知识。

假说的科学性决定了它不同于幻想、臆测。假说的推测性表明科学假说不是直接从科学事实中引申出来的，而是对事实做出的可能性推测和判断，是对事物本质及其相互关系的猜测和联想。这就要求任何假说要在有限的科学事实的基础上，根据原有的科学原理提出来，这种推测性就是以后进一步观察和实验需要证实的。科学假说在实践检验的过程中可能遇到三种情况：一种是假说被证明是错误的，从而被抛弃；第二种情况是假说部分正确，需要进行修正；第三种情况是假说得到验证，成为科学理论。科学假说不是随心所欲的假设和幻想，科学假设应当符合辩证唯物主义认识论和世界观，应当符合已有的科学事实，不能与已有的科学知识和理论相抵触；符合逻辑规则，它应当是能够被实验和实践所检验的。科学假设是科学认识上升为科学理论不可缺少的环节。

当新发现的事实不能用原有的理论来说明时，就需要提出假说，提出的假说通过实践检验，被证实或证伪，被修正或被新的假说取代。假说的特点是科学性与假定性、抽象性与形象性、多样性与易变性的统一。

五、科学理论

科学假说在经过实验和实践检验后，被证明是正确的部分就成为科学理论。假说与理论的区别就在于其原理是假定还是能够被证明其真实性的判断。假说转化为理论需要科学事实的证明，或者假说所预见的特征或状态被人们所发现。如果假说是被逻辑证明的，实质上它就是其他理论的一部分，并不是独立的理论。理论的正确性不存在于逻辑结构中，而存在于科学事实之中。科学理论是认识主体在思维中系统地反映客观事物和过程内在联系的基本形式。作为科学认识的组成部分，与科学经验相比，科学理论属于较高水平的认识层次。各门自然科学的形成和发展，大都经历着从描述事物的外部特征到说明事物的内在联系，从零散的经验认识到系统的理论认识这样一个过程。科学理论的形成，标志着人们的认识从现象深化到了本质，获得了对认识对象的比较全面的认识，因此，科学理论具有高度的抽象性。经验知识，只包含与可观察的事物直接相关的或者在实际的观测操作上可以限定的术语，而理论知识，则包含着一些不直接涉及可观察的事物或者不可由实际的观测操作加以限定的术语。也就是说，经验知识是用观察陈述来表达的，理论知识则是用理论陈述结

合观察陈述来表达的。

科学理论的一个重大特点就是具有严格的逻辑性，是一个由概念、定律、定理、学说和推理构成的有条理的知识体系。科学理论必须是对客观事实的真实和正确的反映，能够经得起实践的检验。科学理论作为一种体系化的知识体系，表现为由科学概念、科学判断和科学推理所组成的演绎结构。概念、判断和推理是逻辑思维的三种形式。在科学研究中，只有形成一定的科学概念，才能把握事物的本质和规律。科学认识的成果，首先形成各种概念加以总结。各门科学的体系都是由一系列的概念构成的。科学理论独立存在的意义需要以一定的基本概念作为其逻辑出发点。科学理论就是科学概念有机组合的系统。

科学理论具有解释自然界因果联系，预见新的科学事实、新的因果联系的作用，因此，它可以转化为人造物质系统的设计信息与技术信息。根据辩证唯物主义的原理，从人类认识的历史过程来看，一切科学理论都只具有相对的真理性的。科学理论是逐步被人们所认识的，任何科学理论都存在一个通过多次实践，不断修正，不断完善的过程。

科学理论是经过实践检验的具有客观真理性的知识体系，是对某种自然现象本质的系统说明，是由科学概念、原理、定律、论证组成的知识体系。它具有以下的基本特征：

（一）客观真理性

科学理论正确地反映了客观事物的本质和规律，因而具有客观真理性。客观真理性，指科学理论所反映的必须是不以人的主观意志为转移的客观事物的规律。科学理论的真理性的要求科学理论具备三个基本条件：建立这一理论所凭借的事实材料必须是真实的、实践能够证明的、能够重复的；根据这些事实材料所得出的假定性的规定已经得到实践确认，并经得起实践的进一步检验；根据这种理论所做出的科学预见在实践中得到证明。科学理论也具有绝对性和相对性的特征，会受到社会历史的限制，也会随社会历史的发展而发展。

（二）全面性

科学理论的全面性指的是科学理论必须做到完全地反映客观事物。一个科学理论必须从普遍的现象出发对大量的有关现象进行概括才能形成。同样，从大量现象中抽象出来的理论必须能够说明有关的全部现象。科学理论通过揭示某一领域的共同本质而普遍适用于这一领域，能够对这个领域的现象做出解释，能够预言这个领域内的新现象。



（三）系统性

科学理论不是各种概念、原理的机械组合，不是各种知识的简单堆积，而是根据科学认识的对象而形成的有机联系组成的一个有内在联系的科学体系。

（四）逻辑性

科学理论必须概念明确、判断恰当、推理正确，具有逻辑性。科学理论一般都具有演绎的逻辑结构以及逻辑上的无矛盾性的特点。

第三节 科学价值

马克思主义认为，价值是客体的属性和人的需要之间的特定的关系。价值所表现的不是人们现在做什么，而是应该做什么。价值观念支配着人们如何处理人和自然、人和社会之间的关系。价值是由主体的需要取向决定的，因此主体的需要能够决定对象的价值。但是，科学作为人们对世界认识的结果，是人类认识活动的产物，它满足的不是人们的一般需要，而是认识世界、改造世界的需要。这种认识世界和改造世界的需要构成了科学活动的基本目的。这就要求所获得的认识必须是正确的，能够正确反映被认识的对象。科学价值存在的前提是人们首先承认其认识结果的真理性，科学的真理性是价值判断的前提，但是，正确的认识并不一定就有价值。

一、科学的社会价值

科学的价值从古至今就存在，近代实验科学的创始人培根说过：知识就是力量。随着社会历史的发展，科学知识的价值越来越突出，人类只有不断地丰富科学知识，把它们最迅速、最有效地引进生产过程和社会生活中去，才能获得进步。一个国家是否进步，经济是否发展，很大的程度上取决于科学知识的传播和应用。

科学作为一种社会建制，从来就是服务于人类的。科学活动以认识世界为直接目标，这个目标和社会需要相关联，便表现为科学的价值。随着科学和社会的进步，人们逐步认识到，科学的功利目标尽管很重要，但不能作为科学的唯一价值标准。不同的社会，不同的时代，不同的利益集团，对功利的看法往往是不同的。当人们对世界有了进一步的认识，也就更深刻地认识了自己和世界的关系。科学活动帮助人类改善了生活的条件。



科学的价值首先在于它是一种精神财富，科学作为知识体系，一般来说是人类精神的成就。同时它以对物质世界的揭示而为人类创造了巨大的财富，所以，科学的价值主要在于能为人们创造物质财富。

科学知识会逐步转化生产力。人们创造物质财富归根到底要靠科学的价值，也就是说，依靠科学技术知识的价值创造物质的价值。在过去，技术和生产的发展主要靠经济的积累；在现在，技术和生产的进步主要靠科学的增长。科学已经不仅是生产力体系中的直接因素，而且是主导的因素。科学正在渗入到生产力体系的各个实体性要素之中。如果说在近代科学主要表现为生产的物质技术因素，那么在现代，科学不仅体现为技术和工艺，即实物的生产要素，而且体现为高度熟练的劳动力和生产组织、管理原则。

科学推动了物质文明的进步，物质文明的进步以社会生产力的发展为基础。近代科学刚刚产生就带来了工业革命，工业革命产生了巨大的经济效益，使社会发生了翻天覆地的变化。马克思在总结这段历史时说，资产阶级在不到100年的时间里所创造的生产力比过去一切世代所创造的还要多。

科学不仅推动了物质生产的进步，而且渗透到人类生活的各个领域，改善了劳动环境，提高了人们的物质生活水平。科学使劳动者、生产工具和劳动对象这三个生产力的要素都发生了巨大的变化。首先，科学提高了劳动者的素质。生产劳动是一种有目的、有意识的活动。在生产过程中，劳动者既要支出体力，也要支出智力，而且随着科学的发展和生产力水平的提高，智力的支出会越来越大。一般来说，劳动者的科学水平越高，在生产中发挥的作用也越大。通过科学教育，提高劳动者的劳动技能，是发展生产力的重要途径。科学的进步，使得体力劳动者减少，脑力劳动者增加。其次，科学改变了生产工具。生产工具是生产力发展程度的重要标志，生产工具的重大变革，常常带来社会生产力的大发展。电力的出现，“增强”了人的体力；电子计算机的出现，“增强”了人脑的功能，使人们摆脱了大量繁重、重复的脑力劳动，可以有更多的时间从事创造性工作。生产工具是人制造的，是人类智慧的物化。人们运用科学原理，通过技术发明，物化为现代化的机器设备，提高了劳动生产率，创造出巨大的社会生产力。最后，劳动对象也随着科学的发展而变革。科学不仅能使人们不断开发和利用新的自然资源，扩大了劳动对象的范围，还能开发已有资源的新用途。现代科学不仅使人们对天然资源的开发利用更加充分有效，而且创造出天然自然所没有的新的物品，如人造材料、合成材料和复合材料，形成新的劳动对象。科学扩大了人类劳动的对象范围，扩大了人类对自然

资源的利用，从而促进了生产力的发展。

对科学社会功能的认识，也就是对科学社会价值的判断。现在，科学推进人类物质文明和精神文明的功能更加突出了。但是，随着科学的发展，科学带来的社会问题也越来越突出，如环境污染、生态危机、资源浪费等等，从而引起人们对科学社会价值的重新思考。这样，围绕科学发展所产生的社会后果，引起了不同观点的讨论。

第一种观点是“科学悲观主义”。1972年米都斯等在《增长的极限》中提出了关于人类困境的研究报告。通过分析，他们认为，人类所处的地球是一个“有限的世界”，无限的增长与有限的环境构成的矛盾必然导致“增长的极限”。他们的报告虽然带有悲观主义的色彩，但是他们所提出的问题，的确确实关系到全球人类的“生死存亡”。

第二种观点是“科学乐观主义”。美国物理学家、数学家卡恩在《今后二百年》中指出，尽管现在的世界存在着许多危机，但是我们生活的自然界还有很大的潜力。生产的不断增长能够为更多的生产提供更大的天地，地球上有足够的土地和资源供经济不断发展之需。他认为人类面临的问题并不可怕，人们可以通过对自然的进一步开发来解决这些问题，人类环境的前景是美好的。这种观点尽管使人们对世界的前景充满了信心，但是却忽视了造成那些危机的社会原因。

人们对科学的看法之所以出现差异，是因为他们判断科学的社会价值的标准和取向不同。因此，为了客观地评价科学的社会价值，必须建立一种正确的价值观念。

要正确认识和评价科学的社会价值，应当清楚以下两个基本观点：第一，科学作为人类认识世界和改造世界的手段，目的是满足人的需要，造福社会。与此同时，科学的发展也给人们带来消极的后果。因此说，科学的社会作用具有两重性，是一把“双刃剑”。这是因为，任何科学知识都是一定时代的产物，具有相对的真理性和真理性。人类为了创造出满足生存需要的人工自然，就必须改变自然事物的现存状态，而自然事物之间却存在着复杂的关联关系，这是人不可能全部预先认识到的。科学带来的积极作用和消极作用同时并存，我们不能根据自己的主观愿望只保留有利于人类的积极作用而摒弃消极作用。科学“悲观主义”和“乐观主义”都只看到了问题的一个方面，忽视了另一方面。第二，科学作为一种社会实践活动，是在社会限定的条件下进行的，因此，科学的社会作用必须放在社会大系统中来看待，科学的社会后果与社会条件和社会关系的

影响是分不开的，不能把科学带来的消极后果完全归于科学知识本身。科学的社会价值反映的是科学与社会的关系，分析科学的社会价值不能脱离主体的状况。因此，必须把科学本身和科学所产生的社会作用区别开来，把科学所产生的消极作用归咎于科学本身或科学家是不公正的。所以，我们应当正确看待科学的社会价值。首先，科学虽然在历史上是一种起推动作用的革命力量，但科学并不是万能的。科学知识可以帮助人类创造出高度的物质文明和精神文明，尤其在现代社会，科学已经成为社会进步和经济发展的最主要的因素。但是，科学的发展和应用要受到社会条件的限制，科学并不解决社会中存在的一切问题。科学的社会作用具有两面性。其次，限制和克服科学给社会带来的消极作用不能仅仅依靠科学本身，还要通过调整社会关系和进行社会变革来减少科学给社会带来的消极作用。只有通过社会变革，依靠正确的政策和科学的管理，使人类社会和自然环境协调发展，才能尽量避免科学所产生的负面作用。

二、科学的精神价值

文明是在一定历史阶段上成熟和发展起来的人类认识世界和改造世界的各项成就的总和。社会文明包括两个部分：物质文明和精神文明。物质文明是人类改造自然界的物质成果，表现为人们物质生产的进步和物质生活的改善。在改造客观世界的同时，人们的主观世界也得到改造，社会的精神生产和精神生活得到发展，这就是精神文明，表现为教育、科学、文化知识的发达和人们思想、政治、道德水平的提高。科学知识一方面可以转化为物质财富，另一方面可以转化为社会智能，推动精神文明的进步。

人类社会发展的历史证明，科学与社会文明具有非常密切的关系。古代科学的萌芽、发育带来了第一次文明，使人类从野蛮进入文明，建立了农业社会；近代科学的发展带来了第二次文明，极大地提高了劳动生产率，建立了工业社会；现代科学带来了第三次文明，使人们对自己生活的世界有了全新的认识，加速了社会的进步。

思维方式的变革与科学的发展密切相关。牛顿力学的创立，改变了人们的思维方式，使自然科学走向哲学，形成了人们普遍接受的机械论的思维方式。这种思维方式对于宗教神学的陈旧观念是一次沉重的打击，是人类精神文明史上的一个进步。到了 20 世纪，随着相对论和量子力学的产生，机械论的思维方式被淘汰，形成了辩证的思维方式。现代思维方式就是随着科学的进一步发展向着系统性、开放性和动态性发展的。



对于许多从事科学的人来说，创造和学习科学知识，探索 and 了解自然奥秘，有所发现和发明，不仅仅是为了一定的功利，更重要的是一种精神上的追求。

科学是在与哲学、宗教、艺术、法律等社会意识形态的相互影响中不断发展的。

科学领域的革命，往往是思想解放的先导。以科学试验为基础的自然科学同以信仰超自然力量为基础的迷信和宗教观念是根本对立的。随着科学的进步，上帝创造世界的神话破产了。在现代自然科学的影响下，宗教界也不得不考虑科学的巨大威力和重要作用，不断地改变着对科学的敌视态度，并且在一定的程度和范围进行科学研究，但是，其根本的目的是为了把科学和宗教调和起来，用科学说明宗教。

在近代科学史上曾多次出现过具有深远影响的科学革命。

16 世纪哥白尼建立日心说，这是人类历史上一次科学革命，新的科学观念引起了人们世界观的根本变革，摧毁了旧的观念，在人们的眼前确立了新的世界图景。尤其是牛顿经典力学的创立和逐渐完善，不但是科学领域里的一次革命，而且也是认识论上的一次大革命，它使人类认识透过直观的现象，进入到事物现象后面的本质。在这个认识的图景中，认识对象的感性外观已经被抽象的关于认识对象的描述所代替。牛顿的思想认识到了隐藏在事物背后的间接本质，能够解释物体运动的原因。牛顿的经典力学说明，自然界是不变的，从上帝第一次推动宇宙以后，世界上并没有新生的事物。他认为，宇宙的基础是某些绝对不变的、不可再分的物质粒子——“原子”，尽管事物存在的形态不同，但它们都是由这些“原子”构成的。另外，事物运动形式都是机械的和直观的，自然界中的一切要素都是预先给定的，世界是既成的，我们在自然界中看到和认识到物体是什么样子，它们实际上就是什么样子。因此，人们把近代经典理论称为机械的自然观。

在 19 世纪，发生了多次科学革命，使得人们重新审查机械论的自然观。其中比较有代表性的科学革命有 19 世纪自然科学的三大发现，即细胞学说、能量守恒和转化定律、达尔文生物进化论。这场科学革命推翻了认为自然界绝对不变、否认自然现象普遍联系和发展的形而上学世界观，形成了关于自然界普遍联系和发展的辩证法思想。

19 世纪末、20 世纪初，物质世界运动的许多规律被物理学所揭示。X 射线、电子、放射性的发现，揭示了原子、元素的复杂构成，证明了它们的可分

性和互变性。人们认识到以前关于原子的一些基本概念具有重大的局限性，因此，人们不再承认绝对的基本性，相反，认识到物质具有不可穷尽性、可变性。

相对论、量子力学的创立，否定了要求自然界的一切物体（无论是宏观物体还是微观粒子）都以直观的现象呈现在人们面前的片面观点。量子力学证明，微观领域有自己的特殊规律，即间断性和连续性的统一、波和粒子的统一。这些现象，要依靠机械直观的描述是不可能的。这次科学革命的特征是以抽象的概念取代了直观的现象和模型，或者说，是以数学的形态学取代了机械的直观性。

科学革命引发思想革命。近现代科学革命可以概括为这样两次思想革命：一次是从朴素自然观到以机械自然观为核心的抽象科学理论的提升；一次是从机械自然观到现代科学思维的提升。

科学革命要求破坏和抛弃过去在科学中占统治地位的片面的、不可靠的思想观点，但是过去的认识并不是完全错了，只是从整体上看它们具有严重的局限性，它们自身依然包含着部分的真理，这些真理将在以后科学发展过程中被保留下来，并且和新的认识和思想融合在一起。比如，哥白尼的日心说抛弃了托勒密地心说认为地球是宇宙中心的错误观念，但却吸收了地心说中的许多具体材料。

科学革命的实质是思想革命，它引起科学家思维方式的急剧变化，要求从旧的思维方式和研究方式转变到新的、更高级的科学研究方式和思维方式。就是说，随着新事实材料的积累，科学家原有的思维方式已经不可能对它们做出深刻的理论概括和合理的解释，因此，必须抛弃以前的方法，从根本上转变科学家们的思维方式。

科学的迅速发展越来越直接地影响着人类的精神生活，冲击着传统的伦理道德观念，人们开始重新思考人和自然、人和社会的关系问题。科学的发展深化了人们对自然、对社会和对人自身的本质的认识，促进了道德观念的改变，帮助人们养成重实践、实事求是、追求真理、勇于创新的精神。随着科学的发展和普及，这种精神对整个社会的精神面貌将会产生深刻的影响。在现代社会，科学精神和科学态度已成为促进人类进步的重要精神动力，成为人类精神文明的不可缺少的重要内容。

科学对教育事业的促进作用更为明显。科学的成果应用于教育实践中，引起了教育系统结构的变化，教育的形式和内容都发生了根本的变化。科学的发



展改变着教育的内容、手段和方式，决定着教育发展的方向。科学能够改变愚昧，能够使人聪明，增加人们的智慧。

科学也对文学艺术产生深刻的影响。科学成果使人们创造出崭新的艺术形式，艺术的创造过程也将更多地依靠科学工具和技巧，科学成果还极大地启发了艺术家们的创作灵感。

现代科学革命是由各个学科范围内以及不同学科之间的许多变革所组成的，这些变革形成一个互相关联的、有机的整体。它们不仅说明某个学科发展的特点，而且深刻改变了各种学科之间的关系，形成了新的科学知识体系。这些变革涉及到被认识客体的性质、时空的相互关系、因果关系、对科学的描述和解释，等等，因此这些变革的实质就是形成了新的关于世界和科学知识本身的概念，在于从世界观和方法论上彻底地改变了对各个学科的看法和要求，在于产生了新的科学理想。

科学进步促进了人类文化的进步，科学对人类文明的发展具有重要的作用。从古代文明到现代社会，科学的作用是尽人皆知的。科学的发展决定了人类思想观念的许多内容和主要研究方法，如果把文化结构分为三个层次，即最外层的物质文化、中间层的制度文化和最内层的观念文化，那么科学从文化结构的最外层一直渗透到最内层，有力地影响了社会文化活动的内在机制。科学意味着永无止境的探索未知、追求真理，推动着社会文明的进步。

【思考题】

1. 科学的性质是什么？
2. 简述科学认识的过程。
3. 你是如何理解科学的社会价值的？
4. 论述科学革命对思维方式的影响。

第五章 技术的本质与结构

马克思主义者认为，技术是现实生产力，是改造世界的物质力量。现代技术虽然是在科学的基础上发展起来的，但它和科学又有区别。本章旨在阐明技术的本质与特征，分析技术活动的要素与结构，揭示技术发展的基本模式。

第一节 技术的本质与特征

一、技术

（一）技术的含义

技术作为人类改造自然能力的标志，本身就是一个历史的范畴，其含义随着人类改造自然的实践和科学技术本身的发展而不断发展。

技术萌芽于人类社会的初期。在原始的刀、斧、弓、箭等工具的制造过程中，在狩猎、饲养、栽培等农牧生产劳动过程中，由于生产经验和劳动技能的不断积累，逐渐形成了原始时代各项相应的技术。显然，这种基于生产经验和劳动技能的积累的技术，主要被理解为个人的技能和技艺。

由于古代科学本身还不发达，又存在脑力劳动和体力劳动的对立，造成“科学传统”和“工匠传统”的长期分离。直到近代以前，技术主要依赖于工匠经验和个人技艺世代相传、渐进积累的状况没有得到根本改变。

中国古代除了把“开物”(对物的加工)看作技术之外,还有“凡执技以事上者,祝、史、射、御、医、卜及百工”之说。简言之,技术泛指“百工”。成书于战国时期的《考工记》则有“天有时,地有气,材有美,工有巧,合此四者然后可以为良”的内容。天、地、材就是指自然界及自然事物的特性,“巧”则是指工匠的技术。在相当长的时间里,人们把技术看成是世代相传的制作方法、手艺和配方。在西方,“技术”(technology)一词,源于希腊文“τεχνη”,原意是既指人造物品、精巧的器具,又指人的创造天才和能力,即经过实践获得的经验、技能和技艺。17世纪初,人们把“Techne”和“Logos”结合起来,形成了“Technology”(技术)一词,指对各种技艺的讨论,后来发展为指“技艺”本身。

18世纪60年代,开始了席卷整个欧洲的产业革命。它以机器大生产代替手工劳动为主要内容,以蒸汽机的发明和广泛应用为主要标志,社会的技術面貌和生产技术基础发生了巨大的变化。机器的出现,以自然力来代替人力,不能只凭个人的经验和技能,而要求自觉地应用自然规律,以自然科学来代替从经验中得出的成规。对此,D·狄德罗把“技术”列为百科全书的条目,并定义为“为了完成某种特定目标而协调动作的方法、手段与规则的完整体系”。他把劳动手段看作是技术的主体,很好地抓住了产业革命初期技术的特点。

从第二次产业革命开始,技术逐渐以科学作为自己的基础,如有机化学与印染技术、电磁学与电气技术、高分子化学与尼龙的发明等之间的关系就是很好的例子。特别是到了20世纪以后,科学有了更迅速的进步,技术与科学相结合的趋势日益突出,科学日益成为技术的先导,技术的进步对科学的依赖性增强。人们意识到,技术中不仅有以劳动工具为主的物质手段,即“硬技术”的部分,还有创造、控制工具或设备的技巧、方法等“软技术”,而且这些软技术越来越具有独立的意义。因此,技术概念也很难以技能、方法、知识或劳动资料等某一方面的特征来概括。

目前,人们对技术概念所下的定义甚多。比如,“用科学的语言来讲,技术就是各类工具的发展、制造及其有意识的运用;用专门的语言来讲,技术就是根据对自然规律及其内在联系的认识并有意识地运用它来设计和使用各种复杂工具(机器)和器械”,“人们把技术理解为人借以力求改造或者控制周围环境的手段或活动”,“技术是通过有目的的形式和对自然资源的加工,而从理念得到的现实”,“按照某种有价值的实践目的来控制、改造自然和社会的事物及过程并受到科学方法制约的知识总和”,等等。

由此看来，人们对技术的理解并不完全一致。那到底什么是技术呢？我们认为，技术是反映人类与天然自然界的能动关系的范畴，它与人工自然的创造密切相关，主要指生产技术和工程技术。技术是人们为了满足社会的需要而依据自然规律和利用自然界的物质、能量和信息，来创造、控制、应用和改进人工自然系统的活动的手段和方法。它有技术活动与技术成果两层含义。技术活动又有广义与狭义之分，前者是指人类改造自然、改造社会和改造人类自身的方法 and 手段；后者是指人类在利用自然、改造自然的劳动过程中所掌握的方法 and 手段。技术成果则是指技术理论、技术工艺与技术产品。其中，技术理论是在科学理论应用于工程实践的过程中产生与发展起来的，是科学理论与工程实践的中介。

（二）技术的本质

从以上对技术含义的分析中，我们可以看出，技术从它产生之日起，就表现为人类对自然的控制、改造和利用。技术就是人类在利用和改造自然的劳动过程中所掌握的物质手段、方法和知识等各种活动方式的总和。技术在发展过程中成为人与自然、人与社会之间进行物质、能量和信息变换的“媒介”，是变天然自然为人工自然，以及实现对社会调节、控制的手段。人的技术活动，就是马克思所说的：“人以自身的活动来引起、调整和控制人和自然界之间的物质变换的过程。”^①由此可见，技术的本质就是人对自然界能动作用的手段，依靠它，人类利用自然规律来改造自然界使之为自己的目的服务。它既是一种手段，又是一种体系，可以说，它是手段的体系。

对技术本质的理解是与技术的定义紧密相关的。德国著名哲学家海德格尔分析了以雅斯贝尔斯为代表的种种关于技术的“流行观念”后，将它们称为工具性的和人类学的规定，并把它们归纳如下，“当我们在问技术是什么时，我们便在追问技术。尽人皆知对我们的问题有两种回答。其一曰：技术是合目的的工具。其二曰：技术是人的行为。这两种对技术的规定是一体的。因为设定目的，创造和利用合目的的工具，就是人的行为。技术之所以是技术，包含着对器具、仪器和机械的制作和利用，包含着这种被制作和被利用的东西本身，包含着技术为之效力的需要和目的。这些设置的整体就是技术。”然而，海德格尔并不满足于这种规定。他通过解释手段对事物的作用，提出了自己对技术的规定：“如是看来，技术就不仅是手段。技术乃是一种解蔽方式。倘我们注

① 《马克思恩格斯全集》，第23卷，201—202页，北京：人民出版社，1972。



意到这一点，那么就有一个完全不同的适合于技术之本质的领域向我们开启出来。此乃解蔽之领域，亦即真理之领域。^① 据此，海德格尔认为，技术的本质就是“座架”。“座架”使技术存在和发展的过程就是对人和物进行限定和强求，在技术过程中，要求人对客观事物进行思考，要求人贯彻自己的思想意图，要求人对自然进行统治；同时，对自然物进行强求，表现为要求自然提供能量，强行加工自然物，创造性生产出许多物品等等。

其实，我们还可以从分析技术活动系统中主体、客体和中介（技术手段等）三要素之间的关系来进一步理解技术的本质，即通过分析技术对人的作用和对物的作用来进一步认识技术。技术作为一种中介，在人与自然的关系中，人通过技术手段，延长人的自然肢体和活动器官，放大人的劳动器官、感觉器官和思维器官的功能，不断提高利用、调整自然的能力。随着技术的进步，使人在与自然的关系中的地位得到加强。从人工取火、青铜器、铁器等重大技术的发明到18世纪的蒸汽机的发展和应用，从19世纪电机的发明和电力的应用到20世纪原子能技术和电子计算机的发明和应用，技术上每一个划时代的发明和运用，都标志着人类的一次解放和对自然的支配范围的扩大。另一方面，从技术对物的作用而言，它使天然自然变为人工自然，使“自在之物”变为“为我之物”。所以，就技术对人和对物两方面的作用来看，技术既是人的一种文化存在方式，是人的自我创造、自我展现过程，也是使自然和人的创造物被再造、被展现的过程。人建构了技术，技术反映了人的本质力量。

二、技术的基本特征

（一）技术是人类社会需要与自然物质运动规律的结合

自然界是不能自动满足人的需要的，而人也不可能仅仅满足于自然的“恩赐”，人必须从自己的需要出发，向自然界“索取”物质、能量和信息。人的需要产生了技术上的需要，技术的本质就是人对自然界能动作用的手段，依靠它，人类利用自然规律来改造自然界使之为自己的目的服务。一般说来，人们根据已有的生产经验和科学知识形成技术理论，然后通过工艺设计使其物化为产品的研制，最后制造出符合要求的产品，以满足生产和生活的需要。

技术活动是技术目的与技术手段的统一体。所谓技术目的，就是在技术上为实现社会需求而对技术发展的方向和技术系统的功能所作的设定。社会的需

^① 孙周兴选编：《海德格尔选集》，925—931页，北京：三联书店，1996。

要决定着技术目的，技术目的是社会需要的集中反映。社会需要即人的需要，是“人”的尺度，正是人的需要规定着技术的产生、目的、意义和发展方向。从古代原始耕作栽培技术到今天的农业生物工程技术，无不是人的需要的体现。

然而，人对技术的需要能否得到满足以及能在多大程度上得到满足，还得看技术发展情况。古时候，千里眼、顺风耳只是人们的梦想，随着电磁学和现代通信技术的发展，这一梦想在今天已经成为了现实。体现人与自然间能动关系的技术，是自然物质运动规律的运用。自然物及其特性，是技术活动实现的前提。没有人们对自然规律的认识和把握，就不可能有技术。由此可见，技术活动内在蕴含着人的主观需要同客观规律之间的一致性。

（二）技术是主体要素与客体要素的统一

在技术中，主体要素（人的知识、技能等）与客体要素（工具、机器设备等）是统一的。马克思曾经指出，人们改造自然的劳动过程，实质上是“人的活动借助劳动资料使劳动对象发生预定的变化”^①的过程。技术在发展过程中成为人与自然、人与社会之间进行物质、能量和信息变换的“媒介”，是变天然自然为人工自然的实践活动。所以，我们理解技术时，既要看到它所包含的客体要素（物质手段方面），又要看到它所包含的主体要素，它是两者的有机结合。同时，技术既包含方法、程序、规则等软件，也包含物质手段等硬件，缺少任何一方，都不可能有活生生的、现实的技术。一般说来，人们通过主体知识、经验和技能的提高，物化为一定的劳动资料，然后借助于这种物质手段来改造自然对象。而软件与硬件之间的相互作用与不断更新，又促使技术不断发展。

（三）技术自身有一个从潜在形态到现实形态的发展过程

技术的潜在形态主要是指技术思想、发明和方案设计等，技术的现实形态则是指体现于实际应用中的生产技术、工程技术等能直接作用于对象的因素。潜在形态的技术只有通过物化，才能转化为现实形态的技术，比如从一般的空气动力技术原理，到实验室里的试验，再到成熟的载人飞行航天技术，就是一个由主观向客观不断物化的过程。同时，技术从潜在形态向现实形态的转化，还必须要有关技术的支持和社会其他系统的配合。

① 《马克思恩格斯全集》，第23卷，205页，北京：人民出版社，1972。



（四）技术是生产力的构成要素，是生产力性质和水平的标志

在现代社会，技术越来越表现为科学的实际应用，是知识形态的生产力转化为物质形态生产力的中介，是生产力的非实体性要素。生产力的实体性要素包括劳动者、生产工具和劳动对象三个基本要素。技术与这些基本要素结合起来，形成直接生产力。其具体过程是，技术知识、技术原理、方法及相关操作程序等为劳动者所掌握，提高了劳动者的知识、技能；作为技术发明，创造和改进生产工具；改变劳动对象的自然变化进程，从而使生产力获得提高和发展。同时，技术水平还制约着生产力实体性要素结合的广度和深度。所以，人们把技术作为生产力性质和水平的标志，根据当时占主导地位的技术，把人类社会划分为石器时代、铁器时代、蒸汽时代、电气时代、原子能时代、计算机时代和空间时代等。

三、技术的二重性

从以上关于技术的本质和特征的分析，我们可以看出技术既具有自然属性又具有社会属性，这就是技术的二重性。技术的自然属性是指人们在运用技术变革和利用自然过程中必须遵循自然规律。技术所利用的物质、能量和信息，是天然自然的一部分，技术的物质手段是人用来延长自然肢体和活动器官的人工自然物；同时，技术活动必须遵循自然规律，因而，技术具有自然属性。技术的社会属性是指人们在运用技术变革天然自然以及实现对社会的调控过程中，要受到各种社会因素的影响。技术是为满足社会需要服务的，具有其社会目的性；技术的物质手段作为人工自然物，是客观自然界的一部分，但是从中产生起，就是一种物质存在的社会形式；技术作为社会生产力的重要因素，与社会的生产关系相联系，并统一于一定的社会生产方式之中；政治、经济和文化等到社会条件制约着技术发展的方向。因而技术本身是一种社会现象，它也具有社会的属性。

第二节 技术发展的模式

一、技术发展的基本矛盾

社会需要是推动技术发展的基本动力。社会需要是推动人们进行技术活动的动力，也是把技术成果应用于社会生产的动力。社会上一旦出现了技术上的



需要，这种需要就会推动技术发展。社会需要首先是生产力、工程建设和经济的需要，也包括政治、军事、文化和科学等多方面的需要，以及技术发展本身的需要。需要的水平和程度，又随不同的历史阶段、国家、地区和社会风土文化而异。

但是，只有社会需要并不能产生相应的现实技术，要把社会需要转化为技术发展，必须通过技术目的的设定来实现。也就是说，在全面考虑社会需要的必要性和科学技术及社会经济条件的可能性的基础上，对技术发展方向和技术系统的功能进行设定。技术目的一经设定，就规定了人们进行技术活动的指向。技术是技术目的与技术手段的矛盾统一体，任何技术手段都服务于特定的技术目的，没有也不可能有不与目的相联系的技术手段；反之，技术目的又依赖于技术手段，技术手段是技术目的得以实现的条件和力量。故在社会需要的推动下，技术目的与技术手段这一技术内部的基本矛盾是技术发展的直接动力。

人类在改造自然的活动中，设定比现存各种技术目的更高的技术目的，是人类自觉能动性的表现。所谓更高一级的技术目的，就生产技术而言，无非是寻求更高的劳动生产率，进一步减少人在劳动过程中的直接参与程度等等。由于人类任何已有技术手段都有其经济性、完全性、可靠性、适用性以及效率等方面的极限，不可能一劳永逸地对付不断翻新的人类的社会需要。这样，在人类新的技术目的和现有的技术手段之间，就必然经常地产生种种矛盾，这种新的技术目的和原有技术手段之间的矛盾就构成了技术发展内在的直接动力。

技术目的与技术手段的矛盾，往往来源于经济或其他社会需求使原有的生产或其他社会实践不再能与之相适应，从而引起新的技术目的的设定。为实现新的技术目的，又必须对旧的技术手段加以更新。技术目的与技术手段的矛盾通过发明创造新技术、新设备、新工艺、新的组织管理方式，也包括对原有技术的重组和改造来加以解决。在新技术的应用过程中，还会由于同其他技术发生不适应、不协调，进而引起其他技术系统的连锁反应，推动与其相关的一系列新技术的产生。如在第二次世界大战中，为了解决及时、准确计算防空弹道的问题，产生了电子计算机技术；对电子计算机性能要求的不断提高，又产生了压缩计算机体积和改善电子器件性能的技术要求，推动了晶体管的发明和半导体材料技术的产生；后来，随着对存储和计算能力要求的提高，又促进了集成电路技术、单晶生长技术、照相蚀刻技术、磁性材料技术等等的发展。

技术目的与技术手段的矛盾不断产生又不断解决，在它们之间从不平衡到

平衡又到新的不平衡的过程中，我们不能只把技术目的看成是唯一的积极主动的方面，而把技术手段看成总是滞后和被动的。事实上，在一定条件下，技术手段的发展也有自己的相对独立性，而这种新的技术手段反过来也会推动、唤起新的技术目的的产生。如航天技术的发展，引发了在失重条件下冶炼特殊性能材料的新技术目的，而这种特殊性能材料如果研制成功，又必将“创造”出新的社会需要。这些都反映出技术的发展过程是辩证的。

二、技术发展的主要形式

技术的发展同科学相类似，既有连续性又有间断性。从技术的历史考察，任何技术的出现都要经过长期积累，新技术总是在原有技术的基础上发展起来的，技术有其世代相承和连续发展的历史。电脑是当代的神奇创造，但若追根溯源，从算筹、算盘开始，也已有几千年的历史；即使从 1642 年巴斯卡发明加法器算起，也有 300 年的历史了。其实任何一种技术，只要追溯其来龙去脉，都将呈现出一棵枝干繁多的系谱树。这就是技术的继承性、连续性，即相对独立性。但由极其简单、功能极为有限的技术发展为现代许多功能奇特的新技术，其间没有质的飞跃是不可设想的。如车的技术，仅从动力方面看，就经历了从人力到畜力、蒸汽力、内燃力、电力的多次飞跃，才达到今天的境界。所以，技术在发展过程中又有连续性的中断，在连续发展的序列中显现出阶段性。总的来看，技术发展是连续性与间断性的统一。

技术发展的连续性与间断性表现为技术发展的两种基本形式，即技术发展的渐进形式与跃进形式。

技术发展的渐进形式是指技术基本原理不变情况下的局部性改良，包括一般性技术发明、技术改造、技术综合、技术转移等，可总称为技术革新。技术发明是指具有新颖性的新设计、新工艺、新方法。技术改造是新技术从形成期到成熟期，到日臻完善的各种小的技术发展阶梯。技术综合则是利用已有技术，依据新的技术目的加以重新组合，使技术系统实现新的功能。综合实质上也是一种创新，美国阿波罗登月计划的指挥官韦伯就指出，阿波罗计划中没有一项新发现的自然科学理论和技术，它都是现成科学技术的运用，关键在于综合。技术转移则是把一种技术移植到另一个技术领域中去，如把激光技术从工业转移到医疗，这对新的领域当然也是一种技术上的革新。既然这些技术革新都是在一定技术原理范围内的局部性改良，而技术原理所具有的效能又是一定的（如螺旋推进器技术无法使飞机突破 750 千米/小时的速度，中、短波的通

讯技术不能解决频道拥挤、电台相互干扰的矛盾),那么,随着局部性改良的进行,技术原理所容许的效能逐渐得到发挥,最终将达到其效能的极限。这时,就要求发现新的技术原理(如喷气推进技术、微波技术)来推动技术的进步,实现技术的跃进。

技术发展的跃进形式是指技术原理性的发展所引起的技术上的创新。对于具体的技术系统,由于技术原理性发展所引起的技术进步,也可称为该系统的“技术革命”。如在炼钢技术中,从搅拌法到坩埚法再到平炉、转炉炼钢法;在动力技术中,从蒸汽机到内燃机、电机;在通讯技术中,从有线通讯到无线通讯,从电通讯到光纤通讯,都可以看成在相应技术领域里发生的革命。由于技术原理存在层次性,所以技术原理的“局部性改良”和“原理性发展”的区别也是相对而言的。在低层次看来是“原理性的发展”即革命,但从高层次看却可能只是“局部性的改良”。如从蒸汽机到燃气涡轮机,相互之间确有原理性的发展,但同蒸汽机到电机这个飞跃相比,则不过是技术基本原理的局部性改良而已。在现代,我们常说的高层次技术革命,是专指那些由于重大科学原理的发现,导致重大技术原理的突破,从而产生新的技术群,并引起整个社会技术体系的改造的巨变,像现代的电气技术革命、信息技术革命、生物技术革命等等。

技术发展的渐进形式和跃进形式是相互依赖又相互转化的,都是技术发展不可少的形式。任何技术若不经从形成期到成熟期的发展,就不可能使之完善化并充分发挥其潜力,也不可能完全暴露其局限性。只有在技术的成熟期,已显示出该项技术在一定技术原理框架内该项技术的功能极限,在新的技术目的靠原有的技术手段难以实现的情况下,才能促使科学技术家去探索新的技术原理,才能推动各种经济、社会实体支持发明新技术,并实际采用新技术。立足于新技术原理的新技术,又将以渐进形式不断开拓和发展,并准备着新的技术跃进的条件。

三、技术发展的一般模式

技术总是以体系化的方式在现实社会存在和发展着的。从纵向看,技术的产生和发展表现为从个别、分散到逐步实现技术体系化的过程;从横向看,一项技术的出现会导致相关技术的不断变化,这种变化会从小范围扩大到更大的空间,进而引起整个体系的变革。任何一项技术都与其他技术有着某种联系,都以一系列技术的存在为前提。因此,我们讨论技术发展,主要是就技术体系

而言的。根据本节已经阐明的内容，我们将考察三类关于技术发展的一般模式。

（一）关于技术发展一般机制的模式

“机制”一词原意是指机械、机器的构成原理和运作原理，包括其结构的组成部分的相互关系。用系统的观点看，机制就是系统要素发生相互作用及其与环境相互作用的内在依据。技术发展的一般机制，就是指技术体系在发展过程中内部因素间的相互作用及其与外部环境相互作用、相互关联的规则和发展序列，以及由这些规则和序列形成的整体秩序。

依据技术发展的基本矛盾，结合技术发展的外部条件，可以把技术发展的机制总结为如下模式：以社会需要（通过技术发展的基本矛盾）为动力，以新技术目的的设定为中心，由潜在技术发展为现实技术。该过程的逻辑结构如图 5-1 所示：

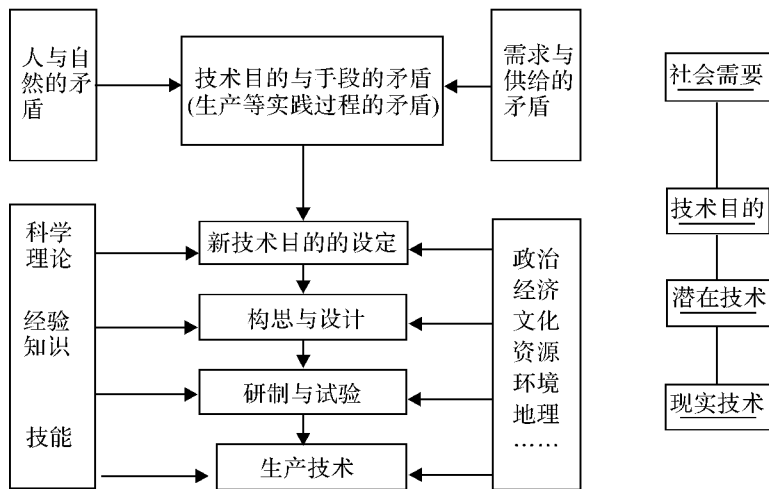


图 5-1 技术发展机制的一般模式

这个逻辑结构图反映出技术发展的如下要点：

（1）技术发展的直接动力是技术内部的基本矛盾——技术目的与技术手段的矛盾。

（2）社会需要是技术发展的根本动力。社会需要主要表现在对物质文化消费和对自然资源、环境的需要上，一般通过需要与供给的矛盾、人与自然



(人工自然)的矛盾反映出来。

(3) 技术发展的中心环节是新技术目的的设定。

(4) 新技术目的的设定及其实现,受到现有科学技术条件及政治、经济、文化、资源、地理等条件的约束。

(5) 新技术的实现是从潜在技术(原理、设计形态的技术)到现实技术(物化为直接生产力的技术)的发展过程。

(二) 关于社会技术体系的发展模式

有的学者试图从技术的内部矛盾和外部矛盾去建立技术体系的发展模式。日本技术论学者石谷清干提出了新旧技术时代的更替模式,他认为,社会对技术提出的需要是由技术结构所决定的技术功能去满足的。当社会对技术的需要不断增加时,技术在原有结构框架内不断改进,单位功能不断提高;当这种需要进一步增加时,旧技术仍力图维持原有结构去适应新的要求。但旧技术原有的功能有一定的限度并带有保守性,当社会需要达到原有技术功能的极限时,继续扩大其功能便不再可能,这时,原有技术的发展出现停滞,而适应社会新需要的新技术则应运而生。新技术诞生后,一方面由于其不成熟而表现出种种不足;另一方面又在应用中取得实效,不断改进性能,终于以优势地位压倒旧技术。社会对技术要求的无限性与特定技术功能的有限性之间的矛盾,导致技术时代的更替。石谷清干的模式是:社会需要——技术的开发与发展——新的社会需要——新技术的开发与发展……这样的技术发展过程由稳定期和革命期交替构成,并呈现出加速发展的趋势。例如,从原始简单石器发展到多样化石器,经过了几十万年;作为劳动专用工具的石器的发展只用了几万年便完成了;然后经过几千年发展到金属工具;由金属工具到机器的产生用了800~900年;机器向自动化体系的发展只用了100~200年。

在石谷模式中,社会需要是技术发展的根本动力,技术发展过程体现了量变、质变的交替规律,技术具有加速发展的特点。这些论断和技术发展的历史过程是相符合的。但它在强调社会需求推动技术发展的同时,没有指出其相反的过程,即技术发展也可以刺激社会新的需求;它在指出新技术对旧技术的否定时,也没有阐明在新的条件下可以“回采”已经被否定的旧技术,这些是其不足之处。

日本技术论专家星野芳郎修正和丰富了石谷清干的观点。星野芳郎把技术从量变到质变的演变过程概括为局部性改良和原理性发展。局部性改良是在同一个技术原理范围内的技术发展,如从瓦特蒸汽机到高压蒸汽机、过热蒸汽



机、多级膨胀蒸汽机等，它们的技术原理没有变，都是把水蒸气的热膨胀力转变为活塞的往复运动。所谓原理性发展，是指达到一定技术目的的方法从一个原理转变为另一个原理，例如，从蒸汽机（外燃机）到柴油机（内燃机），是技术原理的发展。他指出，当技术以局部性改良的形式发展时，是渐进式的发展；当技术以原理性转变的形式发展时，是飞跃式的发展，两者具有质的区别。但两者的区别又是相对的，其间的联系是连续的。

星野芳郎认为，技术的原理性发展和局部性改良的交替前进，构成技术阶段性发展模式。当一种基于新原理的技术诞生时，它往往是不完备、不成熟的，包含着许多矛盾，局部性改良是逐个去解决矛盾，使新技术趋于完善并走上正轨，这是技术的渐进性发展。经过局部性改良，原有技术日益成熟，当它达到技术原理所允许的极限时，局部性改良就遇到不可逾越的障碍，这时，人们期待着更新的技术原理的出现。有了更新的技术原理，在它的允许界限内，又开始了局部性的改良，不断提高它的性能，最后又达到了它的极限状态，从而又开始了另一次原理性发展的循环。

按照技术阶段性发展模式，星野芳郎把产业革命以来技术的发展概括为三个技术体系的转变过程。第一个技术体系是机械技术体系，它是由蒸汽机的发明引起冶炼、交通运输、机械制造、通信等全面的技术革命，从 18 世纪下半叶开始到 19 世纪上半叶，历时 100 多年。它的特点是大多数技术原理依赖于工艺经验的积累。第二技术体系以电力技术为主导，并发展成为钢铁冶炼技术、内燃机技术、化工技术等组成的新技术群，这就是从 19 世纪中叶到 20 世纪 20 年代的电气技术革命。它的特点是，其技术原理主要来自科学原理的新发现，科学已经成为名副其实的主角。第三个技术体系是以信息技术为主导技术，同新材料技术、新能源技术、生物技术、航天技术、海洋技术等组成新的技术群，它始于第二次世界大战前后，现在还处于形成和发展中。21 世纪将是第三个技术体系繁荣发展的世纪，科学的先导地位将更为突出。星野芳郎认为，第一个技术体系是资本主义确立的物质基础；第二个技术体系是垄断资本主义建立的物质基础；第三个体系建立过程中，激化了社会生产力和自然之间的矛盾，这说明垄断资本主义阻碍了新技术的发展，和生产力的成长不相适应，已经达到了它的最后阶段。

在星野芳郎技术阶段性模式中，技术的发展在理论上表现为从量变到质变的发展过程，沿着技术改良——技术革命——新的技术改善——新的技术革命的轨迹前进，在实际上则表现为产业革命以来三个技术体系的演进和更替。同

时，他还提出了在垄断资本主义条件下的政治、经济成为第三个技术体系前进的障碍等合理观点。这些观点是有远见，经得起科技史的检验的。需要指出的是，技术原理的构思是一种创造性思维过程，他的模式对此未作充分的阐述和精细的分析，这是其不足之处。

此外，也有学者研究单项技术的发展，提出任何一项技术在时间序列上都有其生命周期，这种周期曲线呈 S 型，分为四个阶段：第一阶段为开始期，是新技术产生后的缓慢发展阶段；第二阶段为加速发展期，是新技术加速发展阶段；第三阶段为转变期，标志着加速发展之后的减速增长阶段；第四阶段为饱和期，标志着该项技术进入稳定平衡的发展阶段，并在平衡中潜伏着新的飞跃。还有学者从“技术范式”、“技术框架”、“技术域”、“主导技术”等方面来研究和描述技术的发展。

（三）技术横向扩张模式

关于在横向上的技术扩张，有技术梯度递进模式和技术跃升发展模式。前者说明在不同国家、地区，由于经济、政治、科学和文化发展的不平衡，必然带来技术发展的不平衡，客观上存在“技术梯度”（区域技术梯度、城乡技术梯度），技术的传递方向是从技术水平高的地区流向技术水平较低的地区。技术传递的内容包括学术信息和设计图纸等无形技术和仪器设备等有形技术的扩散。梯度递进的可行性和递进速度，取决于技术源的技术保密程度和技术输入地区技术环境的适应程度。技术跃升发展模式，是某些国家或地区在技术上以较短时间走完别的国家或地区在较长时间内走过的技术发展路程，这种跃升的实现是有条件的，最重要的是有来自外部（国际或外地区）的先进技术和自身具备吸收消化新技术的内部经济、技术、社会条件。技术跃升不可能一蹴而就，它也是由许多渐变、部分质变的积累而达到的飞跃。所以，要实现技术跃升，也要在技术改造、技术革新、技术综合上下工夫，要以大量技术递进的发展形式作为基础和补充，一步登天、拔苗助长式的跃升是不可能实现的。

第三节 技术要素与技术结构

一、技术要素

技术活动的要素是人类创建人工自然的方法和手段，是技术基本结构中的独立成分，它包括经验、技能、工具、机器、知识等等。根据技术活动的本质

特征和历史发展，可以把技术要素划分为三类：

（一）经验形态的技术要素

经验形态的技术要素主要是指经验、技能这些主观性的技术要素。经验和技能是最基本的技术表现形态。经验是人们在长期实践中的体验，是在生产劳动过程中所表现出来的主体活动能力，它包括技巧、诀窍等实际知识。在不同的历史时期，经验和技能的表现形式不尽相同。在古代是以手工操作为基础的经验技能，在近代则是以机器操作为基础的经验技能，而现代则是以知识为基础的经验技能，这三种形式的经验技能分别代表了人类在利用自然和改造自然的过程中，主体活动能力或方式的不同发展阶段。

（二）实体形态的技术要素

实体形态的技术要素主要是指以工具、机器等生产工具为主要标志的客观性技术要素。它既包括技术手段，也包括技术成果和技术对象，而以代表技术手段的生产工具等为主。与经验技能相类似，技术手段的范畴也是与技术发展的一定阶段相对应的。实体形态的技术按不同历史时期可以分为手工工具、机器装置、自控装置等三种表现形式，不同的形式表现了人类利用自然、改造自然的物质手段的不同发展阶段。

（三）知识形态的技术要素

知识形态的技术要素主要是指以科学为基础的技术知识。技术知识是人类在劳动过程中所掌握的技术经验和理论，它有经验知识和理论知识两种表现形式，前者是关于生产过程和操作方法的规范化描述或记载，后者是指关于生产过程和操作方法的机制或规律性的阐述。不同形式的技术知识表明了人类利用和改造自然的认识能力的不同发展阶段。

上述三种类型的技术要素之间是相互联系的，存在着独立性与相关性、互补性与主导性、自稳性与变异性等特点。

二、技术结构

技术结构是由相互联系和相互作用的技术要素组成的有机整体，在这个有机整体中，上述技术三要素是不可分割的。但是，在不同的历史时期，在有机体中占主导地位的技术要素是不同的。技术结构的性质是由占主导地位的技术要素决定的。按照技术要素在技术结构中的地位和作用，一般将其划分为以下三种类型：

（一）经验型技术结构

经验型技术结构是由经验知识、手工工具和手工性经验技能等技术活动要素组成，并以手工性经验技能为主导要素的技术结构，它是农业社会的主导技术结构。在农业社会中，围绕农业生产，形成了以农用牲畜，犁、锄头等生产工具和耕作栽培经验知识为主的农业生产技术系统。

（二）实体型技术结构

实体型技术结构是由机器、机械性经验技能和半经验半理论的技术知识等技术活动要素组成，并以机器等技术手段为主导要素的技术结构，它在工业社会中占主导地位。在工业社会中，蒸汽机、内燃机、发电机、电动机、计算机等各种各样的动力机和工作机是其主要的技术要素。

（三）知识型技术结构

知识型技术结构是由理论知识、自控装置和知识性经验技能等技术活动要素组成，并且以技术知识为主导要素的技术结构，它在后工业社会中占据主导地位。在后工业社会中，科学、技术和知识愈来愈成为生产中的决定性要素，特别是在信息、生物工程等现代高科技产业中，科学—技术—生产之间的界限越来越模糊，知识形态的“软技术”的作用还将越来越大。

【思考题】

1. 如何理解技术的本质？技术有哪些基本特征？
2. 如何理解技术的二重性？
3. 技术发展的基本矛盾是什么？
4. 什么叫技术结构？技术结构有哪几种类型？

第六章 技术价值与技术伦理

第一节 技术的价值

一、技术的价值负荷

（一）“技术价值中立论”与“技术价值负荷论”

价值是表示客体属性、功能与主体的需要、目的之间关系的哲学范畴。价值就是客体属性、功能对主体需要的满足。价值的大小，说到底就是客体对主体意义与作用的大小，是客体满足主体需要程度的大小。技术与价值有无关系、技术是否负荷价值的问题，是一个长期存在争议的问题，自近代以来，一直存在两种截然对立的观点。

一种观点认为，技术就其本性来看，是与“目的”相分离的。技术作为工具，可以为各种目的服务，所以从本质上说，技术是中性的。技术在政治、文化、伦理上没有正确与错误之分，不包含任何价值判断。雅斯贝尔斯认为：“技术在本质上既非善的也非恶的，而是既可以用于为善亦可以用于为恶。技术本身不包含观念，既无完善观念也无恶魔似的毁灭观念。完善观念和毁灭观念有别的起源即源于人，只有人赋予技术以意义。”萨克塞也认为：“由于技术只是方法，只是工具，技术行为的目的问题总是存在于技术之外。”^① 这种观点通

^① [荷兰]舒尔曼：《科技时代与人类未来》，李小兵等译，332—350页，北京：东方出版社，1996。

常被称为“技术价值中立论”(value-neutral)。

技术价值中立论强调技术的三种特征。一是“工具手段”特征，他们认为技术纯粹是一种工具手段，可以被应用于任何目的、技术，与它所服务的价值目的不具有必然的相关性。技术与政治之间没有直接关联，不会因为社会制度的不同而有差别。二是“因果命题”特征，认为技术的基础在于它的普遍的科学理性，在于它是一种可证实的因果命题，如果它是正确的，则在任何社会中都具有认知作用。三是“相同效用标准”特征，因为技术具有普遍的理性，因此同一度量标准可以被应用于不同的背景之中。也就是说，技术对于提高不同国家、不同时期和不同文化的劳动生产率具有相同的效应。

自近代工业革命以来，技术价值中立论一直是一种占据主导地位的观点。但是，随着技术特别是现代技术的发展，技术所带来的生态后果与社会后果的暴露日益明显，技术价值中立的观点越来越受到人们的质疑，“技术负荷价值”(value-laden)的观点得到越来越多的人的认同。

加拿大哲学家邦格指出：“技术在伦理上决不是中性的（像纯科学那样），它涉及伦理学，并且游移在善与恶之间。”^① 斯托登梅尔更加明确地指出：“脱离了它的人文背景，技术就不可能得到完整意义上的理解。人类社会并不是一个装有文化上中性的人造物的容器。那些设计、接受和维持技术的人的价值与世界观、聪明与愚蠢、倾向与既得利益都必将体现在技术的身上。”^② 在技术价值负荷论看来，技术在政治、文化、伦理上不是中性的，任何技术本身都蕴含着一定的善恶、对错甚至好坏的价值取向和价值判断，即技术负荷特定的社会和人的价值观。这种观点通常被称为“技术价值论”。

我们认为，无论是作为人类能动地利用、控制、改造自然的本身，还是在长期技术实践活动中所积累起来的方式、方法和手段，“技术始终是一种历史的和社会的设计”^③，“由人所创造的技术世界里，是一个负荷了人类价值的世界”^④。任何技术无不体现着人们的目的和愿望，无不包含着人们的意志和追求，无不渗透着人们的智慧和创造。技术绝不是与价值无关的、中性的，

① [荷兰]舒尔曼：《科技时代与人类未来》，李小兵等译，332-350页，北京：东方出版社，1996。

② 高亮华：《技术的伦理与政治意含》，载《自然辩证法通讯》，1994（4），13页。

③ [美]马尔库塞：《单向度的人》，刘继译，210页，上海：上海译文出版社，1989。

④ 郭晓晖：《试论一种可能的技术本质：海德格尔的启示》，载《自然辩证法研究》，1998（11），5页。

而是始终与价值相联系着。

（二）技术价值的特征及分类

所谓技术的价值或技术价值，是指技术作为客体，对作为主体的人的需要和目的的满足的属性和功能。技术价值表现的是技术与主体之间的一种关系，即技术对人的需要、发展的肯定或否定的性质、程度，并在技术与人的相互作用过程中不断展现开来。

技术价值具有如下几个明显的特征：

（1）客观性。技术价值是一种客观的社会现象，具有客观性。技术价值不以技术认识和评价主体是否认识、如何评价以及怎样看待为转移，人们可以以不同的标准和眼光认识和评价技术的价值，但不能随意取消技术的价值。在一定条件下，某种技术对某一主体而言，其价值是确定的，好就是好，不好就是不好。

（2）实践性。实践是技术价值的基础。技术价值是人类在长期技术实践或技术活动中创造出来的，而且也只有在实践中才能得到实现和体现。离开了人类的技术实践活动，单纯从技术的自然属性的角度去谈论所谓技术的价值，就既不能解释技术价值的来源，也无法对技术价值的性质和大小做出准确、合理的说明。

（3）社会性。技术的价值不是技术本身所固有的，它在本质上是社会的，具有社会性。技术价值的社会性根源在于技术目的和技术价值主体的社会性。任何技术和技术活动都有它的目的性，这种技术目的性不可能来自自然的自然界，而是来自于人类社会，是在社会中产生并随社会发展而变化的。不同的社会政治、经济、文化条件，对技术目的会有不同的要求。任何技术价值的主体，都是作为社会的一员同技术发生关系的，因此，人们对技术的价值关系以及对技术价值的评价无不受到他（他们）所处的社会关系的制约和影响。

（4）历史性。技术价值在本质上是一个社会历史的范畴。由于人们对技术的需要是随着社会的发展不断提高的，因此，任何一项技术的价值都不是凝固不变的，而是随着社会历史的发展而变化的。

技术价值的客观性和社会历史性的特点，决定了技术价值是绝对性和相对性的统一。技术价值是一种关系，具有社会性和历史性，某种技术具有何种价值，不是固定不变的，它因人、因时、因地制宜。当我们说技术有无价值的时候，都是相对于特定的条件而言的，是指在一定条件下，某一种技术对某一主体（可以是个体，也可以是群体、集团，甚至可以是整个人类）是有价值还是

无价值的。条件不同，主体不同，技术的价值也就不同。但是另一方面，在一定条件下，对于特定的主体来说，技术价值的有无及大小又是确定的。在技术的价值问题上，既要反对绝对主义，又要反对相对主义。

对于技术的价值，人们通常根据技术价值实现的程度，把技术的价值分为潜在价值和现实价值。技术的潜在价值，是指蕴涵在技术之中，尚未在实际中得到实现的价值；技术的现实价值则是指技术在社会生活中实际表现出来的价值。

人们在讨论技术价值问题时，常常把“技术本身”与“技术应用”相区分。应当说，“技术本身”并不是一个严格的科学概念，在很多情况下，技术本身与技术的应用是很难划分清楚的。不过，我们仍然可以在习惯意义上谈论“技术本身”和“技术应用”并将二者区分开来。

“技术本身”，就其与“技术应用”相区分而言，可以把它理解为技术过程的初始阶段，即技术的发明、设计阶段而非实用阶段，在技术形态上通常表现为设想、构思、图纸、说明书或者展品、样品。一些人认为，技术本身与价值无关，只有技术的应用才会涉及价值问题。实际上，从技术发生学的角度看，任何技术都是人的发明，都是人的目的和创造性的体现，因此，“技术本身”也是负荷一定价值的。只是“技术本身”的这种价值尚未在具体实际中得到展开、实现，它只是一种潜在的价值，与人们通常所理解的在现实社会中得到“实现”的价值有区别。但是，技术潜在价值又具有相对独立性，它的存在并不以其是否实现以及怎样实现为根据。

技术本身不仅负荷一定的潜在价值，而且具有一定的现实价值。技术本身的现实价值由于不是在技术的预期使用过程中实现，而是在技术设计的本来目的之外展开的，是一种不期价值，所以常常为人们所忽略。如一辆设计完美的概念车，虽然尚不能大规模生产、使用，还只是处于试验、探索阶段，但它已经实现着一定的认识价值、审美价值，还牵涉到设计、试验的成本核算、经济价值。

此外，人们又根据技术与社会的关系，把技术的价值分为基本价值和社会价值，或者叫内在价值和外在价值。

二、技术的基本价值

技术的基本价值或技术的内在价值，是指包含在技术活动成果之中的价值，或者说技术本身所具有的效用和价值。技术的基本价值是技术主体通过技



术实践活动创造的，凝聚在技术对象物、技术知识以及经验、技能、技艺中的价值，是技术主体的价值观念和本体力量外化在技术的各种要素之中所形成的。

根据美国技术哲学家米切姆关于技术要素的分析，技术的基本价值主要体现在以下几个方面：

（一）技术实物的价值

技术作为人类发明创造的产物，一般总是以某种物质形式表现出来的。技术的物质存在形式包括工具、机器、装置以及人工制品等等，这些虽然都是一些没有言语和思维的实物，但在这些实物身上，无不体现着技术活动主体的价值取向与价值选择。由于技术主体的多样性，以及同一技术主体的需要的多样性，技术产品在工艺流程、结构、质量、包装、商标等方面常常表现出千差万别、丰富多彩的特征。我们看到，不同国家、不同的群体以及同一国家、同一群体在不同的历史发展阶段，其技术产品常常表现出巨大的差异。例如，美国的通用、福特小汽车宽敞舒适、坚固厚重、外形庄重，反映的是美利坚民族崇尚实用、喜好气派的民族特性；日本的本田、丰田小汽车则外观小巧、结构精致、耗油量低，反映了大和民族崇尚节约、追求美观的民族特性，这些都是技术内在价值的生动体现。

（二）技术知识的价值

技术知识是技术成果的主体形态和智能形态。从实践的角度来看，技术知识比纯粹的科学知识内容更复杂和丰富。技术知识主要包括两类：一类是实体性知识，它主要是科学理论在接近实际情况下的应用，如激光理论基本上是电子学受激辐射理论的应用；一类是操作性知识，即在技术实施过程中涉及到人的安全、效率、尊严、风险、权力等方面的应用知识。在不同的技术共同体中，由于对这些涉及到人的权利的概念往往有各自不同的理解，对技术操作有不同的价值标准和价值取向，因此操作性知识常常表现出较大的差异。即使对于第一类的实体性知识，也必须获得科学家或工程师的公认，满足科学共同体或技术共同体的某种期望与承诺。技术知识实质上可以视作科学客观规律与技术共同体价值观念的结合物，它凝聚着人类或某个共同体成员的价值判断与追求。从普遍意义上说，技术知识反映着人类对更加舒适、美好生活的追求，越是符合人性、满足人需求的技术就越是能让人体体会到一种真实、美好、舒适的境界。但是由于不同的技术共同体体现观念价值的差异，他们对同一项技术的认识以及对相应的技术知识所反映的价值判断也存在着差异，这种判断有时

候甚至是尖锐对立的。我们常常可以通过某些技术陈述、解释等知识来探讨技术共同体隐含的价值取向。

（三）技术活动的价值渗透

从静态的角度看，技术表现为实物和知识；从动态的角度看，技术表现为由若干环节和阶段构成的活动和过程。在技术活动的每一环节和阶段，社会的价值观念、价值目标、价值规范都会渗透到技术活动的主体、客体和中介之中，影响技术活动的目的和动机，制约技术创造方法的选择，并对技术成果的推广、应用产生影响。

（四）技术意志的价值

技术具有自然属性，技术的产生和发展必须遵循自然规律，不能违背自然规律。人类技术活动在本质上是自然过程的一部分。但是，人类的技术活动又不同于一般意义上的自然过程，技术产品也不同于一般的自然物质。技术作为变革自然、改造自然的活动及其手段，体现了人对自然的能动关系，表现了人的目的、意向、愿望和理想，包含着人的价值取向和价值选择。如果说，古代社会出现的手工工具和一些简单的机械装置以及近代社会出现的机器和机器系统，已经在一定程度上表现了人类控制、把握外部自然界的意志和努力，那么，20世纪以来一系列高技术的产生，则是技术作为人类意志的最直接、最生动的体现。如果说技术是中性的话，那么则完全可以不顾克隆人的伦理后果而大张旗鼓地展开研究，而事实也是科学家都主张在克隆人的伦理后果未被完全认识并找到相应对策之前，应暂停此项研究。哪些技术可以研究与开发、应怎样开发，体现着不同利益集团的意志，这些意志渗透到技术的开发过程中，便形成了技术的意志价值。技术意志价值集中体现在国家的技术法规、技术政策、技术规范之中，我国决定建立的国家技术创新体系就是一个很好的例子。

三、技术的社会价值

技术的社会价值或技术的外在价值，是指技术成果在实际应用中所产生的各种对人、对社会以及对自然界的效用和价值。技术社会价值是技术基本价值的展现和具体化，同时又具有不同于技术基本价值的一些内容和特点。从内容上看，技术的社会价值比技术的基本价值更加丰富、广泛；从形式上看，技术社会价值比技术基本价值更加生动、形象、具体，更加容易为人们所认识。

（一）技术的经济价值

在技术的多种价值当中，技术的经济价值无疑是最明显，也是最基本、最

重要的价值。

1. 技术的生产力功能

人类从野蛮走向文明靠的是技术上的发明，没有人工取火技术的发明，就不会有熟食和陶器、铜器的应用；没有编织技术的发明，人们就不会有衣穿。在人类不断进化、社会不断发展的过程中，经济的发展始终依赖于技术的进步。技术是直接的生产力，是推动社会经济发展的直接的、根本性的力量。不仅如此，技术状况还是划分经济时代的重要标志，是区分社会经济类型的重要标尺。与作为潜在生产力的科学不同，技术是以直接的方式体现在生产力之中，成为推动生产力发展的内在因素和直接力量。

当然，由于现代技术越来越科学化，以及科学对生产活动各个要素和生产过程的全方位渗透，对于当代社会生产力的发展来说，是不能只讲技术而不提科学的。

2. 科学技术是第一生产力

随着科学技术的发展，科学技术的生产力功能日益强化，在生产力系统中的作用和地位更加重要。特别是 20 世纪 60 年代以来，由于以信息技术为主导的新科技革命的兴起，科学技术成果迅速增加，科学技术转化为直接生产力的时间大大加快，知识、技术和产品更新的速度大大加快，使人类社会进入了生产力飞跃发展的时代。1988 年邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的科学论断，深刻揭示了科学技术在当代生产力发展中的“第一位”作用。

3. 技术进步与产业结构

产业结构是社会生产发展的产物，它反映了社会分工与各种生产在时间和空间上的配置，即活劳动与物化劳动在国民经济各部门之间以及内部分配而形成的一定比例关系。当劳动生产率提高以后，社会的需要不仅仅局限在自然存在物的生产方面，而会产生更多的诸如消费、娱乐、精神创造、交流等需求。相应地，传统行业与部门的影响逐渐减小，新的产业与部门不断地产生与发展。

在人类社会历史进程中的产业转移，其主要的推动力就是技术的进步。人类从远古的以采集渔猎为生，到原始农业、畜牧业（即第一产业）的出现，源自新石器技术的发明。随着蒸汽机的发明和应用，工业（第二产业）迅速发展起来，人类开始从以农业为主导产业的社会进入以工业为主导产业的社会。与第一、第二产业相伴而兴起的第三产业，在现代信息技术发展的推动下，形成了新的产业，即信息产业。技术进步不仅推动了产业的变化，而且也推动着产

业结构的变化和升级。在以农业为主导的社会中，三大产业的排序为农业——工业（手工业）——商业；在以工业为主导的社会中，三大产业的排序是工业——农业——商业；而在现代以信息产业为主导的社会中，包括商业在内的第三产业（广义的服务业）跃居首位，工业则退居其次。此外，由于信息技术、生物技术、新材料和航天技术等现代高技术的发展，不仅带动了一大批新兴产业的建立，而且也深刻地改变着传统产业的面貌，从而推动产业结构朝着技术密集和知识密集的方向演进，知识经济越来越成为当代经济发展的主要趋势。

（二）技术的政治价值

技术不能直接决定和说明社会政治制度的性质以及国家的国体和政体，但技术发展水平的高低和发展速度的快慢却对社会的政治力量和政治格局，有着重要的、强有力的影响。

1. 技术对国家综合实力的影响

技术对现代政治的最大影响可能要算用它作为划分国家类别的重要因素，即按技术经济水平把世界各国区别为发达国家（developed country）和发展中国家（developing country）。尽管这种划分未必具有严格的政治学价值，却很难否定它对观察和处理现代国际政治关系问题的实际意义。作为阶级矛盾的产物和阶级统治的机器的国家，历来与技术经济的发展密切相关。一个国家的威严和实力必须以它的经济力、技术力为基础；在现代条件下，一个国家的威力和实力更取决于它的技术经济发展水平。

2. 技术对军事战争的影响

技术对政治的影响突出表现在军事方面。军事的发展依赖于技术的进步，军事装备的水平和性能取决于科学技术发展的状况和水平。武器是由各个必不可少的组成部分以一定方式组合起来用来打击敌人和敌方目标的完整的技术系统，它的功能不仅要依靠机械、热、光、电、磁、原子核、等离子体、化学能以及其他能量形式的形成和转化规律的科学技术来实现，而且要依靠电子、信息、生物、医学等科学技术来提供实现手段。离开了技术，军事就会失去发展的动力。

军事技术是国家政治的重要基础和后盾，它对于一个国家在世界政治舞台上的政治地位以及整个国际政治格局的形成和演变，具有至关重要的影响甚至是决定性作用。军事技术的发展，往往带来国家政治力量的强大，在国际政治事务中所发挥的作用也会更加显著。历史经验证明，不管是哪个国家或民族，只有具备领先于其他民族或国家的军事技术，才会有强大的力量，并在各种事



务中发挥决定作用。

3. 技术对社会民主化进程的影响

技术的政治功能，还表现于它对政治民主化有积极影响。技术对法律的完善和实现有重要作用，这突出地表现在诸多“技术法”的形成上。历来，法律主要都是约束和调节人们的财产关系、经济关系、政治关系和社会公共关系的，民法、刑法长期以来就是这些方面的规范，是有阶级内容的规范；但是，自20世纪以来，法律规范却日益渗入了技术的或人与自然关系的内容，这主要是指诸多有关专利和知识产权保护的法的产生和完善，以及资源法、矿产法、水法、森林法、食品卫生法、野生动物保护法、环境法等出现。

现代技术还为法律的监督、取证和执行提供了重要的保证手段。奴隶制和封建制条件下的秩序是靠棍棒来维持的，法律法令从属于人治；而且，那时的诉讼案情也相对简单，很少能用上技术侦察、技术鉴定和技术甄别。要讲法治，就要讲证据及其确实性和可靠性，就必须有科学的技术鉴定，现代的“官司”情节通常颇为复杂，证据的获取和鉴别更为重要也更困难。今天，所有的公、检、法部门人员都会与技术鉴定工作相关。

（三）技术的文化价值

文化是与自然相对应的一个概念，它的发生与发展显示了作为人不同于动物存在的一个重要特征。在人与自然的相互作用过程中，文化逐渐由简单到复杂，由低级向高级发展着。

技术与文化具有同一起源。恩格斯指出，手脚分离、直立行走，“迈出了从猿转变到人的具有决定意义的一步”。人手的形成可以说是人类文化的开端。人手既是文化的象征，又是技术的起源。技术哲学家卡普在他的《技术哲学原理》中所提出的“器官投影”理论指出：“手是一切人造物的模式和一切工具原型。”可见，技术与文化都起源于手，手成为技术与文化的共同起源。在从猿转变为人过程中，技术与文化相互交织，结为一体。一方面，技术创造人即文化，并通过促进语言、智力的产生而促进文化的发展；另一方面，文化（人手、脑、语言等）的产生与形成又反过来促进技术发明创造，而这二者在从猿到人的转变过程中是融为一体、互动发展的。

技术是各个时代文化的重要组成部分，它通过文化的三个层次即器物层次、制度层次、观念层次，一步步地渗透到文化的各个部分，成为各个时代文化的基本要素。每种新技术的发明与创造都包含着一种新的文化特质，它们不仅会以一种独特的形式出现，而且本身还包含着独特的价值内容，向人们提供

新的知识与观念，并要求人们在实践中重新建构新的知识和观念，重新建构新的价值观念及行为方式来与技术相适应。

技术对社会文化的作用和影响突出和集中地表现在对人类思维方式的促进上。从人类思维方式的发展看，思维方式总是与科学技术的发展状况相联系的，并随着科学技术的发展而变化。在古代，科学技术还没有得到系统全面的发展，这就决定了人们的思维方式主要是一种思辨的思维方式，人们凭借感性的经验，经过简单的逻辑推理，从而从整体上笼统地对思维对象做出粗浅的、带有明显主观猜测和臆断的描述。近代科学技术的发展，对思维方式的进步产生了重要的促进作用。人们从单纯依靠感觉经验深入到依靠通过科学实验而获得的客观事实，从笼统的不清晰的思维深入到局部的精确性的思维，并最终科学实验作为判断思维正确性的唯一手段。当代科学技术的迅速发展，特别是科学技术领域各学科、门类之间的相互综合，以及科学与技术一体化趋势的日益加强，正在使人类思维方式发生重大变化，出现了以系统思维为核心的思维方式。系统思维方式是现代科学技术发展的产物，并将随着科学技术的发展而进一步得到完善。

科学技术在促进思维方式进步的同时，还促进了人类道德观念和道德水平的进步（详见本章第二节），丰富了艺术的内容与形式，推动了教育内容的更新和教育观念的变革。总之，人类发展史上每一次重大的技术进步，都会对文化产生巨大的作用与影响。

第二节 技术伦理

一、技术伦理的产生

“伦理”一词，最早见于《礼记·乐记》：“乐者，通伦理者也。”《说文》解释说：“伦，从人，辈也，明道也；理，从玉，治玉也。”所以，伦即人伦，指人的血缘关系；伦理，即调整人伦关系的条理、道理和原则。常常与“伦理”相连接使用的是“道德”一词。“道”，原指人们通行的大路，引申为规则、原则和规律；“德”是指实行原则而有所得。“道德”一词泛指人们应当遵循的行为原则和标准。

技术伦理是指人类在长期技术活动中形成和发展起来的伦理道德关系、道德规范、道德意识和道德实践，以及对这些问题的理论思考和系统研究。技术



伦理是随着人类技术活动的出现而产生，并随着人类技术活动的不断扩展而丰富、变化和发展的。技术伦理产生于人类技术活动的实践，反过来又对技术活动的进一步发展起着保护、促进和支撑的作用。

人们对技术伦理问题的关注和思考，从很早的时候就开始了。在我国古代的许多医学经典中，就有大量关于医生道德的言论记载，如在《帝王世纪·路史》中有“伏氏……乃尝百草药而制九针，以拯天枉”。我国唐代名医孙思邈的《千金方》，就是在“人命至重，有贵千金，一方沦涂之，德逾于此”的意义上命名的。此外，在《易经》、《黄帝内经》、《伤寒论》中也有大量关于医疗道德的记载。在国外，被称为“医学之父”的希波克拉底是古希腊医学的代表，也是西方医学伦理学的奠基人，他在著名的《希波克拉底誓词》中阐述了医生的德行与义务。

一些哲学家还就技术与道德的关系提出了许多至今仍富有启发意义的思想。我国春秋时期的老子认为技术和文明的产生导致了自然人性的沦丧，主张人们应当摒弃文明的桎梏，回归人的自然本性。在西方，早在近代技术刚刚兴起的18世纪，在法国启蒙运动的代表人物中间，就曾发生过卢梭和伏尔泰的争论。卢梭认为，科学技术产生于游手好闲，反过来又培养游手好闲；科学技术的兴起不仅导致社会美德的丧失和人类灵魂的败坏，而且还是导致社会奴役和人类不平等的根源。伏尔泰不同意卢梭的观点，认为科学技术是人类了解和支配自然的手段，科学技术能够促进人类幸福。

总体说来，在20世纪以前，由于技术发展水平不高，技术与伦理的矛盾还不甚突出，人们对技术普遍持一种乐观态度，很少有人怀疑技术对社会的积极作用，因此，技术伦理并未成为一个具有普遍意义的问题。但进入20世纪特别是20世纪五六十年代以来，随着核能技术、计算机技术、现代生物技术等一系列高技术的出现，带来了许多人类以前从未遇到的伦理道德问题，如由于生物技术的发展，人类有可能有意创造出以前地球上从未出现过的新的生命类型，有可能对某些生命类型的存在拥有专利权。技术伦理问题以极其尖锐的形式摆在人们面前，因而在这个时代，技术伦理得到了前所未有的高度关注。

二、技术伦理的内容

技术伦理作为对人类在长期技术活动中所形成的伦理道德关系、道德规范、道德意识和道德实践的概括和思考，包含着非常广泛、丰富的内容。当前人们关注的重点主要集中在以下三个方面：（1）技术与伦理道德的一般关系问

题,包括技术与道德之间究竟有无关系,技术是推动道德进步的积极力量还是导致道德退化的罪魁祸首,技术发展对人类道德有哪些具体的作用和影响等等。(2)技术共同体内部的伦理道德规范以及技术家、工程师的社会责任问题。(3)当代技术发展的道德约束,当代技术发展对传统道德观念和道德规范的冲击,当代技术条件下社会道德观念的深化和转变问题等。下面将就其中的一些主要问题作初步探讨。

(一) 技术与伦理道德的关系

关于科学技术与伦理道德的关系,从古至今有过许多不同的见解。有人认为科学技术的发展与道德进步是相悖的。中国古代哲学家老子有“为学日益,为道日损”的说法;法国近代思想家卢梭认为“科学与艺术的诞生,是出于我们的罪恶”,“随着科学与艺术的光芒在我们的天边升起,德行也就消失了”^①。现代一些思想家也持这一观点,法兰克福学派认为,科学的各种规则和技术专门化操作,以超于价值判断的方式支配人们所有的认识活动,造成了文化和个性的毁灭。与上述观点相反,18世纪法国唯物主义哲学家们认为,科学技术和文化越发达,物质财富越丰富,就越能够使个人得到幸福,越能够使个人利益和社会达到和谐,其结果当然地导致人们道德水平的提高。当代美国未来学家托夫勒认为,科学技术的发展将在不动摇资本主义制度的条件下,使公道原则、人道主义等道德规范得到新的解决。此外,还有一些人主张科学技术就其本性来说是中性的,科学技术与伦理道德无关,既可以用于为善,也可以用于为恶。

马克思主义认为,科学技术与伦理道德之间决不是互不相干的,从根本上说,科学技术是推动道德进步的重要动力。这种推动作用主要表现在:

(1)科学技术决定了人类道德进步的基本趋势。科学技术作为生产力,极大地推动了经济的发展;而道德观念作为社会上层建筑的组成部分,是由社会的经济基础决定,并随着经济的发展而不断进步的。由于科学技术的发展,社会生产效率的提高,降低了劳动强度,节省了劳动时间,人们有更多的闲暇时间从事精神活动,从而陶冶了道德情操,促进了道德水平的提高。在现代科学技术发展条件下,由于交通工具的发达和传播媒体的现代化,人与人的交往日益频繁,相互影响日益增大,人们在广泛的交往中,相互交流新思想、新观念,促进了道德观念的变化。在现代物质生活条件下,人们不断依照经济社会

① [法]卢梭:《论科学与艺术》,何兆武译,7、16页,北京:商务印书馆,1963。



发展的状况和需要，调整和更新自己的道德观念和道德行为，以适应现代社会发展的要求。

(2) 科学技术直接改变人们传统的道德观念和道德习惯，促进新的道德观念和道德规范的形成。随着科学技术的发展对社会关系的影响，作为人类道德行为基本准则的道德规范不断发生相应的变化，旧的过时的道德规范逐渐被淘汰，新的道德规范逐渐形成。工业革命以来，从家庭关系到社会交往都发生了许多深刻变化，“重男轻女”、“男尊女卑”、“多子多福”等封建道德观念迅速解体，“时间就是效率，时间就是生命”的观念日益深入人心。科学技术的发展使得人们的活动领域和视野得到扩展，人们在以往狭窄领域内形成的旧道德受到冲击，并提出了许多新的道德问题。如尸体解剖、器官移植，过去往往被认为是道德的，但是随着生物学以及解剖学的发展，人们逐渐改变了旧的道德观念。

(3) 科学技术活动对社会道德观念的影响。科学技术是以探索自然、改造自然为目的的一种特殊的社会实践活动，是整个社会活动的重要组成部分。科学技术活动需要科学家、工程师具有坚忍不拔、百折不挠、不畏艰险的坚强意志和追求真理、无私奉献的高尚品德以及崇尚实践、实事求是、敢于创新、勤于思考的科学态度；同时，科学技术活动又是由众多科学家进行的群体性的社会活动，需要科学家群体遵守共同的科技道德规范。科学家、工程师在从事科学技术活动中形成的这些道德观念与道德行为，是整个社会道德观念和行为规范的重要部分；同时，科学家、工程师的道德观念与道德行为又会对社会道德观念的变化产生重要影响。

科学技术是推动道德进步的动力，反过来，道德对科学技术的发展也具有重要作用。这首先表现在良好的道德舆论和道德环境对科技发展具有积极的导向和促进作用，而否定性的道德舆论则会阻碍技术的发展。其次，进步的道德对科学家行为的制约，如对细菌武器、核武器以及对克隆人技术的道德谴责，对科学技术的发展有重要意义。此外，科学家道德水准的高低也会直接影响着科技的发展。

(二) 工程师的社会责任

科学家、技术家、工程师是否应当承担社会责任以及应当承担什么样的社会责任，一直是存在争论的问题。有不少人认为，科学技术研究的价值本身是中立的，只有科技超出社会应用的范围才涉及伦理道德，科学家、技术家、工程师可以不对人们如何利用他们的发现、发明负直接责任。但是，进入 20 世

纪以来,由于科学技术的发展日益迅猛,科学技术的社会后果日益显著,科学家的社会责任问题日益凸现出来。科学家、工程师们再也不能对科学技术的社会后果不闻不问。爱因斯坦从自己的亲身经历中感受到:“在我们这个时代,科学家和工程师担负着特别沉重的道义责任。”他曾对学生们说:“如果你们想使你们一生的工作有益于人类,那么只懂得应用科学本身是不够的。关心人的本身,应当始终成为一切技术上奋斗的主要目标。”^①

科学家、工程师之所以对科学技术的发展负有社会责任,不但因为科学技术发展的结果难以预料,科学技术的社会后果难以控制,而且因为科学家、工程师是科技活动的主体,他们比其他任何人都更能科学地预见科学技术成果所带来的社会后果。例如,由于生物技术的发展,人类有可能有意创造以前从未出现过的新的生命类型,也有可能对使某些生命类型存在的方法拥有专利权;基因工程有可能以史无前例的精确性和速度来改变一切生命类型。这种拼接生命、创造新物种的能力,意味着掌握这些技术的科学家担负着重大的责任,即对人类自身物种的责任,对其他生命的责任。

关于科学家、工程师社会责任问题的探讨是从科学家、工程师内部自发开始的。1945年6月,美国科学家在《原子科学家致美国战争委员会的报告》中明确指出,现在我们感到不得不采取更主动的态度,因为我们在发展核能的研究中所取得的成功充满了危险,它远比以前所有发明带来的危险大得多。此后,1957年国际普格沃什会议、1975年阿西洛马会议、1984年乌普斯拉会议以及1988年布宜诺斯艾利斯会议,都对科学家、工程师的社会责任提出了明确的要求。

1984年制定的《乌普斯拉规范》提出,科学家和工程师在从事科技研究时应着重考虑以下几个方面的问题:(1)应该保证所进行的科学研究及应用和后果并不引起严重的生态破坏。(2)应该保证所进行的科学研究的后果不会对我们这一代及我们的后代的安全带来更多的危险,因此,科学成就不应该用于或有利于战争和暴力。(3)应该保证所进行的科学研究的后果不应与国际协议提到的人类基本权利(包括公民、政治、经济、社会和文化等权利)相冲突。(4)科学家对认真地估价其研究将产生的后果并将其公开负有特殊的责任。当科学家断定他们正在进行或参加的研究与这一伦理规范相冲突时,应该中断所进行的研究,并公开声明做这一判断的理由。做出判断时就应考虑不利结果的

① 《爱因斯坦文集》,第3卷,135页,北京:商务印书馆,1987。

可能性和严重性。

1999年6月,世界科学大会通过的《关于科学与科学知识应用的宣言》又提出了如下规范:科学家要做出承诺,通过自身行动,体现高标准道德;国际科技界要制定科学家职业道德规范,特别是要促进制定与环境有关的科学道德准则;科学家要承担对社会应尽的责任,保证科学的公正性及科学产物的质量;与社会分享知识,与公众交流,并教育年轻一代。

(三) 技术发展对传统道德观念的冲击

科学技术的发展促进了社会道德的进步,但是科学技术的发展也向人类提出了许多新的伦理问题,特别是现代科学技术的发展,引起了人类道德生活的一系列变化,向传统的伦理道德观念发出了挑战。这里仅以信息技术和克隆技术为例来谈谈技术发展所带来的伦理道德问题。

1. 信息技术带来的伦理道德问题

信息技术无疑是我们这个时代起主导作用的技术。信息技术极大地改变了人类的生存环境,并将我们带入一个全新的时代——信息时代。信息技术在给人们带来极大便利和效率、创造空前的经济价值的同时,也带来了许多前所未有的道德问题。

(1) 编程人员的道德问题。在信息社会,信息的价值是以它所能带来的经济价值来衡量的,然而应当指出的是,信息的价值不能仅仅以经济的价值来衡量。人们之间的信息交流是以达到沟通和交换生产、生活经验和思想感情为目的的。因此,如何防止信息人员出于狭隘的经济利益而不顾及社会责任从事信息开发的活动,成为社会必须关注的问题。

(2) 计算机黑客带来的伦理道德问题。计算机黑客(Hacker)的不道德行为给信息社会带来了大量难以预料和控制的道德和法律问题。20世纪80年代以来,黑客队伍迅速壮大,已经对社会正常的信息交流、个人隐私的保护以及国家的信息安全等构成巨大的挑战和威胁。防止黑客入侵、保护个人及国家信息安全成为新的课题。

(3) 数字鸿沟。信息技术既是推进社会民主化和平等化的重要手段,但同时又会造成一些新的不平等现象,带来一些新的问题,数字鸿沟就是其中之一。“数字鸿沟”是指信息技术较之传统技术、掌握先进信息技术的国家与在信息技术上落伍的国家之间的巨大反差。数字鸿沟首先存在于国与国之间,当前,发达国家与发展中国家的数字鸿沟正在越拉越大,并使南北经济差距更加扩大。据统计,2000年全世界上网人数(3.32亿)中,非洲不到1%;在接

入互联网的计算机中，属于发展中国家的不到 5%；目前占世界人口 16% 的发达国家拥有全球 90% 的网络主机，仅纽约拥有的网络主机就比整个非洲的还要多。信息技术不仅没有缩小穷国与富国之间的差距，反而加大了它们之间的差距。

2. 克隆技术带来的伦理问题

克隆技术对人类来说是一把“双刃剑”。一方面，它能给人类带来许多益处，诸如保持优良品种、挽救濒危动物、利用克隆动物相同的基因背景进行生物医学研究等；另一方面，它将对生物多样性提出挑战——生物多样性是自然进化的结果，也是进化的动力，有性繁殖是形成生物多样性的重要基础，而“克隆动物”则会导致生物品系减少，个体生存能力下降。克隆技术一旦被滥用于克隆人类自身，将不可避免地带来空前的生态混乱，并引发一系列严重的伦理道德冲突。世界各国政府和科学界已对此高度关注，采取立法等措施命令禁止用克隆技术制造“克隆人”，以保证克隆只造福人类，而绝非复制人类。在许多人看来，克隆人的行为直接侵犯了伦理学的基本原则。

首先，克隆人违背了伦理学的不伤害原则。伦理学的底线是不伤害。即使一个人只想克隆他自己，那他也伤害了被克隆者，因为被克隆者是另外一个个体，这个个体是与克隆原体完全独立的另外一个行为主体。从技术可能性的情况看，人们无法预知，如果对某一种在功能上与其他基因紧密相连的基因进行干预性改变，生物体内的这种自然的相互牵制的系统会发生何种连锁反应。而根据人们目前掌握的知识，要想将人类基因组的所有基因重新进行准确的排列，并使之正常的发挥作用，是根本不可能做到的。克隆技术很可能导致大量的流产与残障婴儿。

其次，克隆人违背了伦理学的自主原则。采用克隆人的方式，会使被克隆者承担相当大的风险，对他造成很大的损害，而且还有外来决定、将人完全工具化等问题。比如，某对夫妇在事故中失去了独生子，他们希望他重获“新生”，于是便通过克隆技术再制造一个孩子，其身体中的绝大部分基因是先前那个孩子的基因组的复制。尽管父母在一定程度上满足了某种欲望，但这整个行为方式对于被复制的孩子而言却意味着一种外来的决定，它将该儿童本属于偶然性的那部分自由（所谓伦理学的自主原则，就体现在这种自由上）剥夺了，而人的一个最重要的本质特性，就体现在他的不可重复的独特性上，这当然违背了伦理学的自主原则。

再者，克隆人违背了伦理学的平等原则。在克隆活动中，存在一个设计者

与被设计者的关系。未来人类的基因配置应该是由父母、医生或国家决定的，而克隆人仅仅是被决定与被创造的结果。设计是以设计师为前提的，一个有着设计者与被设计者之别的人类图景，对于平等原则是一种违背，因为人们无法回答凭什么他自己或任何别的一个人有权作为未来人类特征与品性的设计者。

三、技术伦理的重建

面对技术发展给人类带来的难题，人们往往注重从政治、经济方面去寻找解决的办法，以求将代价降到最低限度，但同时也需要用新的伦理道德观念来解决。英国历史学家汤因比说：“要消除（技术）对人类生存的威胁，只有通过每个人的内心的革命性变革”，“对付力量所带来的邪恶结果，需要的不是智力行为而是伦理行为。”^①在现代新技术革命条件下，必须重新审视传统的伦理观念，重建与当代技术发展相适应的道德关系、道德规范和道德观念，重铸当代技术社会的道德规范，大力推动新的技术道德实践，以保证和促进当代技术的健康发展。实际上，为了规范科学技术研究活动，解决现代技术发展带来的各种问题，世界各国早已对科技活动制定了一些新的规范和要求。这里仅就当前人们最关注的几个主要领域技术伦理的重建问题作一讨论。

（一）生态伦理道德的构建

近代以来，科学技术的发展在给人类创造巨大物质财富的同时，也带来了日益严重的生态环境问题。人类日益严重的生存危机，迫使人们去关注和思考自然的权利和价值，以及人类应该以怎样的道德观念去面对自然界。在这种背景下，生态伦理观和生态伦理学应运而生。生态伦理是在承认自然具有内在价值的前提下，基于一种新型的人与自然的关系而将道德调节的范围拓展到整个生态系统的一种新的伦理思想和伦理实践，对于解决人类现实困难和未来发展都具有直接的指导意义。生态伦理学在全面分析人类中心主义的种种缺陷（如主体主义、工具主义、利己主义等）的基础上，主张建立一种超越（而非否定）人类中心主义的环境伦理学。在现代生态伦理学看来，对大自然的保护不能仅仅建立在关于自然的工具主义价值观的基础之上，人类应当用伦理原则（而非弱肉强食的丛林原则）来调节人与自然的关系，把大自然纳入伦理关怀的范围。

^① [英] 汤因比，[日] 池田大作：《展望 21 世纪》，荀春生等译，59、39 页，北京：国际文化出版公司，1985。

“可持续发展”是以生态伦理观为基础而形成的一种崭新的发展观念，它一经提出就得到人们的广泛关注和认同，并已成为一种全球发展模式和伦理规范。1972年6月在瑞典召开的联合国人类环境会议上通过的《人类环境宣言》，为人类可持续发展理论奠定了基础；1992年6月在巴西召开的环境与发展大会，则标志着可持续发展从理论走向实践，成为人类迈向新的发展模式的里程碑。可持续发展战略的实施，不仅标志着人类发展模式的新选择，而且也为解决人口、资源、环境问题找到了一条现实的道路。

1991年，由联合国环境计划署制定的《保护地球——可持续生存战略》报告明确提出：“我们需要完善并促进一种可以继续生存的道德”，“关心地球是每个人的事情。”^①该报告第一次较为系统地阐述了可持续发展的伦理观基础和实现可持续发展的道德准则：（1）每个人都是生命大家庭的一员；（2）每一个人都有基本的和平等的权利；（3）每个人、每个社会都有资格拥有这些权利，并且要对保护所有别人的这些权利负责，每个生命形式都有理由得到尊重；（4）每个人都应该对他（或她）对自然界的影响负责；（5）每个人都应该有目的地公平分享资源利用的效益和费用，一个社会或一个世代的发展不应该限制其他社会或世代的发展；（6）保护人类权利和自然界的其他东西是世界范围的责任，这些责任既是个人的也是集体的。

从总体上看，可持续发展伦理观的价值取向有四个突出的方面：全球意识——全人类的利益高于一切；环境意识——环境的利益与人类生存息息相关；生存意识——人类生存的利益高于一切；未来意识——人类可持续发展的利益高于一切。可持续发展伦理观立足于人与自然的全面关系来看待自然界的价值，不仅承认自然界的工具价值，也承认自然界的内在价值；不仅承认人对自然界的主观能动性，也承认人在自然界中的受动性。可持续发展的伦理观把人类生存和发展的利益置于首要地位，同时强调对自然价值的尊重；但是它既超越了简单的人类中心主义，又超越了自然中心主义，是对历史上人与自然关系的思想进行兼收并蓄的结果。

（二）生命伦理的重建

20世纪以前，世界各国医疗机构都制定了医务工作者应遵守的规则和规范。但是20世纪60年代以来，现代医学技术的发展提出了许多新的伦理问

^① 联合国环境计划署编：《保护地球——可持续生存战略》，国家环境保护局译，北京：中国环境科学出版社，1992。

题,如安乐死、人工流产、人工生殖等,日益暴露出传统医学伦理规范的局限性。在这种情况下,生命伦理学应运而生,它是对传统医学伦理的拓展和延伸,包括人体实验所带来的生命伦理问题,生命控制(如对活人的指引、临床死亡标准的确定)中的伦理问题,克隆人带来的伦理问题以及器官移植问题等等。

在生命伦理学中最有影响的理论是功利主义和义务论。以此为基础,生命伦理学强调在生命科学技术领域应当遵循 5 项基本原则:(1) 生命价值原则。尊重自己和他人的生命,尊重生命的价值。(2) 有利与无伤原则。施于病人的行为的动机与结果均应对病人有利,而不应该给病人带来伤害。(3) 知情同意原则。人类主体只有在本身自愿知情地订出协议时,才能参与研究。(4) 自主原则。在医疗活动中,病人有独立的、自愿的决定权利。(5) 公平分配原则。肯定人人均有生命与健康的权利,但并不意味着人人均应得到均等的医疗保障和照顾。在医疗资源的分配上,一定要视病人的具体情况而定,保证医疗资源的合理使用。

在生命技术研究领域,国际合作与知情同意是人们关注的热点。人们一致认为,在国际合作的基因研究项目中,知情同意非常重要。执行了知情同意原则将保证国际合作中的利益分享。无论怎样困难,操作的时候也决不能存在欺骗的行为,应尽量设法做到知情同意,并探索出最佳的途径与方法。

(三) 信息技术伦理的建构

如前所说,现代信息技术的发展,在给人们带来极大便利和巨大经济价值的同时,也带来了许多前所未有的道德问题。为了制止信息活动领域的不道德和不规范行为,建立一个全新的网络伦理,美国计算机协会曾经制定了 10 条戒律:(1) 你不应该用计算机去伤害别人;(2) 你不应该干扰别人的计算机工作;(3) 你不应该窥探别人的文件;(4) 你不应该用计算机进行偷窃;(5) 你不应该用计算机作伪证;(6) 你不应该使用或拷贝你没有付钱的软件;(7) 你不应该未经许可而使用别人的计算机资源;(8) 你不应该盗用别人的智力成果;(9) 你应该考虑你所编的程序的社会后果;(10) 你应该以深思熟虑和慎重的方式来使用计算机。这 10 条戒律对广大的计算机用户起到了较好的规范作用。另外,国外有些机构还明确划定了被禁止的网络行为。

值得指出的是,科技伦理的建设,并不只是为了避免和减少科学技术发展所带来的“负面”效应,从而制定出一套限制性的规范,使科技活动不至越权,同时还涉及到已有伦理道德观念的更新以及整个社会伦理道德体系的变革

问题。

为了克服科技的加速变迁与社会伦理价值体系的巨大惯性之间的矛盾，将当代科技活动拓展为开放性的科技——伦理实践，有必要建立一种互动协调机制——当代科技伦理“软着陆”机制，即当代科技与各种社会价值体系之间的缓冲机制。这个机制主要包括两个方面：其一，社会公众对当代科技所设计的伦理价值问题进行广泛、深入、具体的讨论，支持方、反对方和持审慎态度者的立场及其前提充分地展现在公众面前，然后，通过层层深入的讨论和磋商，对当代科技在伦理上可接受的条件形成一定的共识；其二，科技工作者和管理决策者，尽可能客观、公正、负责任地向公众揭示当代科技的潜在风险，并且自觉地用伦理价值规范及伦理精神制约其研究活动。

第三节 技术的社会形成和社会控制

一、技术的社会形成

（一）技术决定论与社会建构论

在技术与社会的关系问题上，长期以来存在着技术决定论（technological determinism）和社会建构论（social constructivism）两种观点的分歧和争论。

技术决定论认为，现代技术已经成为一种自主的技术，它是一种自律的力量，按照自己的逻辑前进。技术的规则支配着社会和文化的发展，技术的发展决定并支配着人类的精神和社会状况。技术决定论强调技术的价值独立性，把现代技术视为一种自主控制事物和人类的抽象力量。

法国技术哲学家埃吕尔是技术决定论的突出代表。埃吕尔在他的代表作《技术的社会》和《技术的规则》中集中阐述了关于技术自主性和技术决定论的观点：技术是自我决定的，技术能自我增长、自我扩张；技术是不可逆的，无论是经济还是政治都不能制约技术的进步，相反，技术决定经济政治的面貌及其变化；技术会选择人，但人不能选择技术，技术的自主性与人的自主性和选择性是不相容的。此外，在美国社会学家贝尔的《后工业社会的来临》、美国未来学家托夫勒的《第三次浪潮》等著作中，也表现出技术决定论的观点和倾向。

在技术决定论当中，存在着技术乐观主义和技术悲观主义两种倾向。技术乐观主义认为，技术进步是人性进化的标准，一切由于技术进步带来的负面影

响，最终会为更大的技术进步所克服。技术悲观主义则认为，技术在本质上有一种非人道的价值取向，技术已经控制了人类，并使人类世界其他非技术的内在价值和意义受到遮蔽。

与技术决定论相反，社会建构论认为，技术发展囿于特定的社会情境，技术活动受到技术主体的实际利益、文化选择、价值取向和权力格局等社会因素的强烈作用。也就是说，现实的技术是社会利益和文化价值倾向所建构的产物。由于技术主体是具有价值取向和利益需求的具体人群，因此与主体相关的技术活动必然存在着复杂的社会利益和价值冲突。技术在与社会的互动整合中形成了自身的价值负荷，它不但体现着技术的价值判断，也体现着更深层次的社会价值和主体利益。社会建构论认为，技术发展是一个偶然的过程，包含诸多异质因素，技术的变迁不是一个固定的单向发展过程，更不是单纯经济规律或技术内在逻辑决定的开发过程，技术变迁只有依据大量的技术争论才能得到最佳的解释。可见，社会建构论强调的是技术主体在对技术的支配和控制方面的主体地位和责任。海德格尔、马尔库塞、哈贝马斯等人文主义者和后现代主义者都持这一观点。

在我们看来，技术决定论与社会建构论二者之间并不存在根本的对立，它们是可以统一也是应当统一的。技术对社会经济、对社会生活质量、对社会关系的改变、对社会政治和社会文化，都有决定性的作用 and 影响。但是，技术对社会所起的重大的、有决定性意义的作用，毕竟是与技术对社会系统的依赖、受社会制约紧密相关的，不能独立存在。

（二）技术的社会形成

拉普在分析现代技术为什么会在欧洲兴起时说，“我们可以这样说明技术变化的过程：由特殊的文化态度、法律制度、社会结构和政治力量构成的社会，根据给定的技术知识和技能，考虑特殊的价值目标和观念，运用物质资源、在经济过程的框架内生产和运用技术系统。然后，这个过程又反作用于以前的技术系统，从而促进技术的进一步发展。”^①

社会性的生存使人追求的物质目标越来越高，于是对手段即技术的水平的要求也越来越高，这是技术之所以发展的内在的社会根据，也就是所谓“社会需求推动社会发展”的道理。不同的社会状况可以形成对技术的不同需求，而不同的需求对技术的推动作用是不同的，于是就会导致技术在各国不同的发展

^① 肖峰：《论技术的社会形成》，载《中国社会科学》，2002（6），75页。

状况。

社会需求一方面推动了技术时代的变迁，造就了技术的整体性提升；另一方面，现实的需要尤其是市场的需求也是任何一种具体技术出现的根本原因和动力。无数事例表明，社会需要确实导致了有方向性的研究或指定投入的技术的发展。而且，社会对技术需求的强度愈高、愈大，那么，它对于技术发展的推动作用也就愈突出、愈有力。由于需求的强大推动作用，社会一旦有了某种实际的需要，就迟早会有相应的技术的发明与创造。

社会不仅通过对技术的需求推动技术的发展，而且还通过社会各要素（包括技术）之间的互动，为技术发展提供必要的资源和条件，并通过它们形成对技术发展的具体制约，即允许什么、限制什么以及禁止什么技术发展。技术的发展不能脱离社会资源，不能超越社会制约。正是综合的社会因素造就了一个国家的技术水平和发展状态，也只有可持续的社会资源才能保证可持续的技术发展。社会的经济、政治和文化条件，物质与精神的资源等共同构造技术发展的可能性空间，也具体制约了现实技术的演变轨迹。在这个意义上，可以把技术看作是社会行为和结构的特殊形式，一旦社会条件改变了，技术发展状况也将随之改变。认清技术发展的环境及制约要素，成为技术能否成功发展的关键环节。

社会既为技术的发展提供动力，提供激励其发展的条件，也为技术的发展设置制约，由此形成了技术发展的两个基本的社会前提：对技术更高的社会需求和达到这种需求的社会基础，或者说发挥着激励和限制技术发展的双重作用。因此，技术的发展是一项有组织的、纳入社会主体（尤其是国家）调控范围的自觉行为，是一种如同贝尔纳所说的社会建制。我们可以用“社会调节”来概括国家和其他社会组织对技术的这种作用。技术发展的社会调节包括社会对技术的发展进行有所侧重的调整、引导和控制，是社会的管理机构尤其是国家政府自觉地、有目的地采取种种社会手段（如对社会资源的特定分配），使技术的发展出现某种预期结果的行为。

同时，社会还通过对技术的评价来制约技术的发展，而国家和其他社会组织又常常是主导。技术的社会评价是技术与社会的相互作用中的一个重要变量，它作为人们对技术发展的目标预期，可以对现实社会中的技术发展产生重要影响，即所谓技术的评价性引导。作为对技术的动机和后果的一种价值判断，肯定性的评价通常会引导人们去积极推动技术的进一步发展，而否定性的评价则会对技术的发展产生阻力，从而形成对技术发展的制约作用。一个公众



普遍拒斥技术的社会，其技术的发展必然要经受额外的阻力，从而减缓其发展速度。重视技术的发展就应该重视公众对待技术的态度，也应该重视技术的社会评价。

当然，主张技术的社会形成，不能只认为技术仅受社会的作用，不像极端的建构主义那样把社会因素绝对化，完全不顾技术的客观自然因素；同时也反对片面强调技术对社会的作用，不像技术决定论者那样把技术看作是社会唯一的决定因素。而是在看到社会塑造技术时，也看到技术内含的客观的自然因素，看到技术的社会、政治效应，肯定技术与社会的相互作用。

二、技术的社会控制

（一）技术社会效应的两重性

技术是人类认识、改造和利用自然的基本手段和有效工具，技术的发展迅速而有效地改变了人类生活的面貌和水平，人们正在普遍地享用着现代技术所带来的福祉。然而，一方面技术造福于人类，是人类生存和发展所不可缺少的重要条件；另一方面，技术的发展，尤其是 20 世纪以来技术的快速发展和广泛应用，也产生了一系列有害于人类生存和发展的负面效应。一方面，人类在一定程度上享受着科技文明的成果；另一方面，人类又不得不承担着与技术发展密切相关的令人不堪忍受的沉重代价。

关于技术社会作用的这种两重性，马克思早在 100 多年前就作过深刻的阐述：“在我们这个时代，每一种事物好像都包含有自己的反面。我们看到，机器具有减少人类劳动和使劳动更有成效的神奇力量，然而却引起了饥饿和过度的疲劳……技术的胜利，似乎是以道德的败坏为代价换来的。随着人类愈益控制自然，个人却似乎愈益成为别人的或自身的卑劣行为的奴隶。甚至科学的纯洁光辉仿佛也只能在愚昧无知的黑暗背景上闪耀。我们的一切发现和进步，似乎结果是使物质力量具有理智生命，而人的生命则化为愚钝的物质力量。现代工业、科学与现代贫困、衰颓之间的这种对抗，是显而易见的、不可避免的和毋庸争辩的事实。”^①不幸的是，马克思在 100 多年前所担忧的这种状况，在当今世界正呈愈演愈烈之势。科技代价对物质文明的损害是伴随着科技发展及对自然改造取得巨大成果的同时而产生的。当今人类所面临的环境污染、生态失衡、人口膨胀、能源危机等无疑是科技负面效应的突出表现。美国生态学家

^① 《马克思恩格斯全集》，第 12 卷，4 页，北京：人民出版社，1972。

格林伍德和爱德华兹指出：“当一项新技术破坏了大量需要的和不可再生的、人类和非人类的资源时，那么所谓进步实际上就是一项拙劣的交易。”^①

除了科学技术给人类物质文明的进步带来的损害之外，科技的发展所造成的人性的压抑和扭曲，造成的对人类情感的压制和排斥，这一点也越来越引起人们的注意。德国哲学家荣格指出，现代技术的发展越来越威胁到人的自由，并且正在朝着剥夺人的自由的全面技术官僚化方向发展。马尔库塞也指出，以现代技术为基础而建立起来的社会不是一个正常的社会，而是一个与人性不相容的病态社会。在发达的工业文明里，在表面繁荣假象的掩盖下，人们沉湎于富裕的物质生活，丧失了合理地批判社会现实的能力而成为“单向度的人”；社会也失去了它应有的多种向度，成为“单向度的社会”。科学技术无孔不入地占据着人们的闲暇时间和生存空间，却又激不起人们的逆反心理和抗争情绪，从而使人们无法超越现实社会。因此，科学技术带来的是人和社会的全面退化。

（二）技术负面效应的分类

技术负面效应的表现形式多种多样，从产生的原因上看，可将其分为两大类，一类是人为性技术负面效应，另一类是自发性技术负面效应。

1. 人为性技术负面效应

所谓人为性技术负面效应，是指因对技术使用不当而造成的负面效应，即是滥用或误用技术而导致的不良后果。技术作为一种手段，人们可用其为不同的目的服务。现代科学技术无论在规模上还是在水平上都是空前的，代表着人类有史以来的最高成就。然而，这些成就既能够以建设性的方式被应用，也能够以破坏性的方式被应用；既可以为创造性的目的服务，也可以为毁灭性的目的服务。技术活动在其自身规律的许可范围内，可以在性质不同、甚至完全相反的目的上发挥作用。例如，微生物技术既可用于医药卫生、食品制造、水体净化、污染治理、环境保护，也可用以传播疾病、污染环境、制造细菌武器。技术的工具性决定了其应用的不确定性。一种技术被发明出来后，它对人类社会究竟产生什么作用，关键在于什么人掌握这种技术，以及他们应用技术的方式和所要达到的目的。人类究竟怎样运用技术，是用其造福于人类，还是用其制造灾难，将取决于社会制度及其制约能力，也取决于人们自身的文化修养、

^① [美] 格林伍德，爱德华兹：《人类环境和自然系统》，刘之光译，490页，北京：化学工业出版社，1987。



道德观念、思想觉悟、价值观和使命感等。

2. 自发性技术负面效应

所谓自发性技术负面效应，是指在技术的正确使用过程中自然引发的一些负面效应，也即与技术的正面效应相伴而生的不良后果。人们出于发展经济、创造财富、提高生活水平的建设性目的而发明和应用着一系列的技术。但是，在实现既定目标的过程中，也会产生一系列消极的、违背原意的破坏性技术后果。技术是用来利用自然而使之向有利于人类方面转化的，只要使自然界发生某种变化，就会引起自然界原有的平衡遭到不同程度的破坏，只是由于对人类或其他生物产生的影响微小，或者由于产生的影响限于局部范围，才使人们不易察觉或忽视；一旦对自然界的破坏程度增大时，大自然就会以某种特殊的方式报复人类，给人类的生活和生存造成威胁。农药和化肥的大量使用虽然提高了农作物的产量，丰富了食物，但同时也导致了食物天然质量的下降、土壤的贫瘠化和环境污染；由于兴修水库而诱发地震；现代交通工具虽然极大地方便了人类的社会生活和促进了经济的发展，但同时也造成了噪声和空气污染等。这些现象表明，即使是技术的建设性应用也会产生一些不可避免的副作用。客观上技术的正面作用和负面作用是相伴而生的。

技术价值的两重性，根源于技术研制者与应用者之间，技术活动中人与人之间、社会群体与社会群体之间、国家与国家之间的利益分歧、矛盾和冲突，也根源于人的现世价值与未来价值、往世价值与现世价值以及当代人的价值与后代人的价值之间的矛盾，同时还根源于由于人类自身需要的多样性而必然导致的人类价值体系的内在矛盾和冲突。比如在环境问题上，许多人常常把技术本身视为环境问题的罪魁祸首，这是一种不正确的看法。环境问题的确与技术的应用有关，然而根本问题并不在于技术本身，而在于人与人之间，特别是人类现世价值与未来价值之间的冲突。人们往往只看到眼前利益，而忽视或无视自身的未来利益，这是导致环境问题的根本原因。因此，要解决目前面临的环境问题，必须从调整人们之间的利益矛盾入手，仅把期望寄托于技术本身的完善，是无济于事的。

（三）技术社会控制的主要途径

1. 技术评价与技术规划

根据合理的技术评价标准，以预测的方式分析技术的发明和应用对于环境和社会的影响，审查其预期的结果，并根据这些结果做出发展规划。当预计某些技术可能导致社会不良后果时，即采取相应的政策以抑制其产生和发展；当

预计某些技术能够对社会产生好的效果时，即用政策促进其产生和发展。

目前，世界各国都制定了一系列适合自己国情的技术评价规范和技术应用法规，以合理地控制技术的发展。技术评价规范和技术应用法规等都属于技术政策范畴，都是社会以政策形式对技术发展实现的调控。政策是一种强制性的约束，它以规范人们的技术行为为主要目的。要使合理的技术价值观念在人们的意识中扎根，从而自觉地抵制技术的滥用和恶用行为，除了有关政策引导和约束外，还需要提高全人类的技术道德水平。

2. 技术伦理和人文精神的引导

技术道德对技术的发展有重要影响，这也是文化与人文精神的反映，它可以对技术的发展起促进作用，也可以起阻碍作用。技术道德通过对人们在技术活动中的行为和技术的社会作用的评价来影响技术的发展。一般来说，技术的发明和应用是与人的道德意识及社会责任感相联系的。一个社会、一个人的道德状况决定其是支持技术的善用，还是支持技术的恶用。技术成果应用的道德责任感是技术道德的重要内容，运用技术造福于人类，是技术道德的基本原则。技术的应用会给人类社会带来一定的负面影响这一严酷现实，把技术应用的道德责任问题摆到了技术应用的主体面前。技术工作者应当清楚地认识、自觉地抵制技术成果的滥用行为，认真防治技术负面效应的危害。全人类都应当为了自己的生存和发展而树立一种积极的、健康的、高尚的技术道德观念，自觉地用这种道德规范自己的各种技术活动。

3. 完善技术手段

要正确处理技术正负面效应之间的矛盾，实现技术的健康发展，除了需要如上所述的技术政策强制性干预和技术道德的舆论性约束外，还需要采取一定的技术手段，因为许多技术副作用只有用技术方法才能有效地加以治理。技术确实是治理技术负面作用的有效手段，但我们不应因此而认为技术的危害只有通过技术方法才能解决。因为首先，并非所有的技术负面效应问题都能用技术加以解决，比如技术犯罪和技术滥用问题仅靠技术方法是难以解决的。另一种情况是为了治理一项技术的副作用，需要采用另一项新技术，而这项新技术的实施很可能又会产生某些新的副作用，由此又会引起新的问题，需要进一步采取技术措施加以解决。这样势必造成技术的浪费。而且对技术负面效应的治理，需要花费一定的人力、物力和财力，没有强制性的政策干预或高尚的技术道德约束，人们是难以自觉地去做的。所以，应当说，技术手段是防治技术负面效应的重要因素，但不是决定性因素。决定性因素是具有高尚科技文明道德

的人和合理的科技政策，其中也包括相应的法律约束。我们相信，依靠技术的进步和科技政策法规的力量，再加上社会科技道德的教育和约束，人类是能够正确处理技术正负面效应之间的辩证关系的。人类毕竟已经从技术的使用中积累了大量的正反两方面的经验与教训，只有正确的总结、理性地认识，才能摆脱那种忽视技术或者技术决定一切的盲目状态，从而从愚昧和狂热的阴影中走出来，实现技术的健康发展。

（四）技术的社会控制是一项系统工程

技术的社会控制不仅是一个方法和手段的问题，更是一个非常复杂的系统工程。它本质上是一个社会问题，所涉及的问题是多方面的，并且处于各种交互作用的复杂联系中。这首先表现在技术鉴定、选择和决策的标准的复杂性上。这种标准往往并不是纯技术性或纯客观的、中性的，它受到人们的价值目标和主观利益，特别是经济利益的影响。例如，一些发达国家明知某些技术（如有毒化工业）会对环境和生态起破坏作用，却仍然将它们转移到发展中国家以赚取高额利润；有的发展中国家迫于经济发展和摆脱贫困的压力，不惜大量砍伐热带雨林和过量开采资源，而又无力在环境保护和资源充分利用上增加更多投入。

其次，技术的社会控制往往受到错误的或反动的社会政治行为的左右，使科技应用偏离其正常轨道，成为反动统治集团手中的工具，甚至成为毁灭人类自身的残暴手段。例如，第二次世界大战中，德国法西斯主义为了实现其称霸世界的野心，大力发展大规模杀伤武器，不仅研制出给伦敦等地造成重大生命财产损失的 V-1、V-2 火箭，而且还在研制射程更远、威力更大的新式远程火箭，甚至还建造了重水反应堆。要不是法西斯德国很快灭亡，将会给人类带来更大灾难。中国抗日战争期间，日本法西斯在中国领土上曾大量进行细菌战、化学战实验，其臭名昭著的 731 部队残害了许多无辜的中国人。战后，一些超级大国（特别是美国）为了自身的战略利益，仍然大力发展原子武器。现在，世界上所制造出的原子弹如果都投入实战使用，足以导致全人类的毁灭，并使地球进入“核冬天”，使地球上的一切生命都可能被灭绝。这种状况，给技术的社会控制蒙上了一层阴影，带来了许多不利的因素。

第三，技术的社会控制往往存在一些难以确定的因素。如对某些新技术的鉴定和评价，往往需要较长的应用时间才可判定，社会对其后果的认识也需要有一个过程。在这方面，历史的教训应引以为戒。例如，古巴比伦曾是古代文明的发源地之一，创造了灿烂的古代文化和科学技术，成为《圣经》所描写的



“伊甸园”的原型，可是它后来毁灭了。据考证，这与大量砍伐森林和过度放牧有关。被誉为中华民族摇篮的黄土高原曾是华夏文明的发源地，直到西周时，黄土高原的森林覆盖率仍高达 53%，但到中华人民共和国成立前夕已降到不到 3%。昔日林草茂盛、沃野千里的绿原已变成荒山秃岭、沟壑纵横的黄土高原，生态环境和气候严重恶化。究其原因，无不与滥伐森林，破坏草原有关。现在，农药、化肥的使用，不能被自然吸收的塑料制品的发展，城市化的迅速发展，可耕地的迅速减少等等，其长远后果都可能是很严重的。

【思考题】

1. 为什么说技术负荷价值？技术价值有哪些主要特点？
2. 如何全面认识技术的社会价值？
3. 什么是技术伦理？当代技术发展带来了哪些突出的伦理问题？
4. 如何理解技术社会效应的两重性？产生技术负面效应的主要原因有哪些？
5. 什么是技术的社会控制？为什么说技术的社会控制是一项系统工程？