

目 录

导论	1
----	---

第一篇 自然哲学思想演化的历程及思考

第一章 自然哲学思想演化的历程	9
第一节 “自然辩证法”概述	9
第二节 古希腊的自然哲学思想	10
第三节 中国古代自然哲学思想的光辉	17
第四节 近代自然科学的发展和自然哲学思想的演化	19
第二章 自然辩证法创立和发展的历程	26
第一节 自然辩证法创建的历程	26
第二节 自然辩证法的主要思想	29
第三节 马克思、恩格斯自然哲学理论中的系统思想	32
第三章 自然哲学传统思想认识误区的反思	36
第一节 时间之矢：自然科学理论可逆性“佯谬”	37
第二节 存在的世界与演化的世界：时间之矢的深化	39
第三节 机械论自然观和决定论认识观的困境	41
第四节 两个世界、两种文化观的矛盾及统一世界的探索	46

第二篇 构建于复杂性科学基础上的自组织系统论

第四章 非线性复杂科学理论	55
第一节 复杂性和非线性科学理论的兴起	55
第二节 自然界、生物界和人类社会中的自组织现象	58
第三节 耗散结构理论思想概述	61
第四节 协同学理论的基本思想	65
第五节 突变理论和超循环理论的基本思想	71
第六节 探索复杂性的混沌理论	76
第七节 分形与分维：大自然的几何理论	93
第五章 自组织系统认识论	99
第一节 自组织及系统特性	99
第二节 开放、非平衡、涨落、非线性：系统自组织的内在机制	109
第三节 竞争与协同：系统自组织的内在动力	119
第四节 突变与分叉：系统自组织的基本方式	123
第六章 非线性复杂性理论的哲学思想	128
第一节 从简单性思想向复杂性思想的转变	128

第二节 混沌学认识论和方法论·····	133
第三节 复杂性和非线性哲学方法论·····	145
第四节 分形认识论和方法论·····	170
第三篇 大小宇宙的共同进化——自然与生命系统的自组织演化论	
第七章 自然、生命系统的自组织演化论 ·····	181
第一节 自组织理论与马克思主义自然观·····	181
第二节 宇宙进化的历程：自组织演化的世界图景·····	184
第三节 生命系统的自组织演化·····	196
第四节 脑与信息：意识系统的自组织进化·····	199
第八章 天·地·人：走向统一的整体世界 ·····	207
第一节 社会系统的自组织发展·····	207
第二节 “人类只有一个地球”·····	211
第三节 新的科学发展观与社会的全面进步·····	218
第四篇 科学研究的认识论与方法论	
第九章 科学研究中的感性方法 ·····	233
第一节 科研选题的方法·····	233
第二节 获取科学事实的方法·····	237
第三节 观察和实验中的机遇·····	244
第十章 科学研究中的理性方法 ·····	247
第一节 科学抽象·····	247
第二节 逻辑思维方法·····	249
第三节 科学假说与科学理论·····	256
第五篇 科学技术观	
第十一章 科学技术系统 ·····	267
第一节 科学技术的性质和特征·····	267
第二节 科学技术的体系结构·····	271
第三节 科学技术的社会组织·····	274
第十二章 科学技术的发展 ·····	278
第一节 科学技术发展的内在根据·····	278
第二节 科学技术发展的社会条件·····	282
第三节 现代科学技术发展的特点和趋势·····	287
第四节 西方科学发展模式述评·····	290
第十三章 科学技术的价值 ·····	297
第一节 科学技术的社会价值·····	297
第二节 科学技术的社会价值观·····	301
参考文献 ·····	306
后记 ·····	308

导 论

恩格斯曾经说过“随着自然科学领域中每一个划时代的发展，唯物主义也必然要改变自己的形式。”^①

当代科学技术的发展，正引发着一场深刻的思想革命。20 世纪 60 年代后兴起的非线性复杂性科学理论，以其探索世界复杂性及自组织演化规律所揭示出的最新成果，深深地影响着人们的自然观、哲学观、社会发展观，改变着科学的世界图景和人们的思维方式，改变着人们对自然、宇宙、社会乃至人自身的认识。当代著名科学家、耗散结构理论的创始人普利高津曾指出：“我们对自然的看法正经历着一个根本性的转变，即转向多重性、暂时性和复杂性。”^② 长期以来，西方科学被一种机械化的世界观统治着，按照这种观点，世界就像是一架庞大的自动机。而今天，我们认识到我们是生活在一个多元化的世界之中。

从德漠克利特开始，在西方科学界形成了一种基本信念，就是相信现实世界的简单性，以牛顿经典力学为代表的近代科学，则完全确立了这种信念的主导地位，这个传统一直延续到 20 世纪初。新世纪科学所面临的正是简单性思想和方法无法处理的复杂的对象。一系列以复杂系统为研究对象的新学科相继诞生，要求放弃现实世界简单性的传统信念，提倡把复杂性当作复杂性来处理。美国著名未来科学家托夫勒在评价以耗散论、混沌学、自组织演化论为代表的新兴复杂性科学理论时曾这样说过：“我相信他们自己的思想是最近一次科学革命的中心，……它把科学投到今天的不稳定非平衡和动荡的革命世界之中，因此，它提供了最高的创造功能——它帮助我们创造崭新的秩序。”^③ 我国著名科学家钱学森也指出：“系统科学体系的建立，也必将影响其他现代科学技术的发展，并促进较早建立的科学技术部门，如自然科学和社会科学。这种变革孕育着一场 21 世纪初的科学新飞跃，即一次科学革命。”^④

我们知道，近代科学是以牛顿经典力学及其科学思想为开端的。三个世纪以来，科学技术以难以置信的速度发展，创造了人类现代物质文明。科学技术的每一次革命性进展，都导致人类思想的一次重大变革，改变着人们认识自然、社会的视野和思维方式。今天，科学的视野从 10^{-15} 厘米到 10^{10} 光年的数量级中，探索着宇宙之宏伟，较子之微小，揭示着大自然的奥秘和规律。而科学研究的主要方法仍然是分析还原法，即将整体分解为部分，将复杂化为简单来认识事物。不少科学家以为，关于我们自身及周围的宏观世界的规律似乎已经揭示得比较清楚，再没有什么令人吃惊的现象了。但是，自系统科学产生以来，尤其是以耗散结构理论、协同学、突变论、混沌及分形理论为代表的复杂性科学理论的兴起，使人们发现，不仅在微观和宇观领域，就是在宏观世界，也充满着许多意想不到的奇妙现象。对于生命的起源、生物的进化、人体的功能、思维的奥秘，乃至社会经济政治变革这样复杂系统的演化

① 恩格斯：《反杜林论》，北京，人民出版社，1970，12 页。

② 普利高津、斯唐热：《从混沌到有序》，上海，上海译文出版社，1987，26 页。

③ 普利高津、斯唐热：《从混沌到有序》，上海，上海译文出版社，1987，25 页。

④ 钱学森等：《论系统工程》，长沙，湖南科学技术出版社，1982，245 页。

发展规律，人们实际上知之甚少，正如普利高津评价的那样：“我们只是刚刚开始认识自然的这个层次，即我们生活的层次。”“今天，只要我们放眼一望，就会发现演变的多样化和不稳定性。”^①“我们知道我们生活在一个复杂的世界里。”^②因此，在探索简单世界如何演变为复杂世界的问题上，科学家们的兴趣与日俱增，探索复杂性已成为当今科学研究的一个重要前沿领域。

非线性复杂性科学是一门研究非线性现象共性的基础学科，是研究复杂性现象的一类新学科。自然界中存在着大量的复杂的非线性现象，如涌动的气流、飞溅的水花、飘浮的烟雾、起伏的土地、曲折的海岸、分权的树枝等，在物理学中，非线性主要表现为相干性和耦合作用，天体力学一开始就碰到非线性问题，其复杂性远远超出人们的想象。在生命科学和社会生活领域，也存在着复杂的非线性现象，如生物胚胎的发育、脑神经的活动、心脏的搏动，以及买卖关系的变化、商品供求的变动、股票价格的涨落等，都随着时间的变化而瞬息万变。非线性科学几乎涉及了自然科学和社会科学的各个领域，并正在改变人们对现实世界的传统看法。德国学者克劳斯·迈因策尔也认为“在自然科学中，从激光物理学、量子混沌和气象学直到化学中的分子建模和生物学中对细胞生长的计算机辅助模拟，非线性复杂系统已经成为一种成功的求解问题方式。另一方面，社会科学也认识到，人类面临的主要问题也是全球性的、复杂的和非线性的。生态、经济或政治系统中的局部性变化，都可能引起一场全球性危机。线性的思维方式以及把整体仅仅看作其部分之和的观点，显然已经过时了。认为甚至我们的意识也受复杂系统非线性动力学所支配这种思想，已成为当代科学和公众兴趣中最激动人心的课题之一。”^③近年来，非线性研究取得了很多进展，在力学、物理学、数学、化学、地学、生物学等领域发挥了巨大作用，也渗透到一些社会科学领域，如经济学、人口学、国际关系学等。“我们的探究方式表明，物理的、社会的和精神的实在都是非线性的和复杂的。”^④因此，21 世纪的科学将以复杂性为主要研究对象，所有学科领域都有自己的复杂性研究，都需要超越还原论。复杂性研究改变的不是个别学科领域，而是几乎所有学科领域，所有学科领域复杂性研究的总和才是所谓“复杂性科学”，复杂性探索将开辟大量跨学科研究的新领域，它们无法划归某个现有的学科领域，也不会形成一个单一的新学科。同各学科领域的复杂性研究相比，这种跨学科的复杂性研究更重要，更能体现未来科学的特点。这样的复杂性科学是整个人类科学发展的新阶段。

从宇宙爆炸之始到地球上开放出生命智慧的花朵，数百亿年的宇宙演化历史描绘出了一幅波澜壮阔的画卷。其中物质与能量生生不息，结构与功能从简单奔向复杂多样。这种历史毫无疑问是一个自我发展的历史，一个自我组织、自我演化的历史，既没有上帝的参与，也没有“神灵”的指点。虽然大多数科学家和哲学家都承认现今复杂多样的世界是从混沌无序的状态发展而来的，但是却对自然界为什么能从无序向有序进化始终争论不休。

今天，随着科学技术的发展和社会政治经济领域的日趋复杂化发展，人们已开始认识到，在我们生活、熟悉的世界里，一些基本问题，包括科学理论自身的问题，远远没有得到解决。经典科学探索的主要对象是宏观领域，而自 20 世纪下半叶以来，随着人类探索世界

① 普利高津、斯唐热：《从混沌到有序》，上海，上海译文出版社，1987，26 页。

② 尼科里斯、普利高津：《探索复杂性》，成都，四川教育出版社，1986，IV 页。

③ （德）克劳斯·迈因策尔：《复杂性中的思维》，北京，中央编译出版社，2000，1 页。

④ （德）克劳斯·迈因策尔：《复杂性中的思维》，北京，中央编译出版社，2000，16 页。

的不断深入,经典科学在宏观世界上遇到了越来越多的、几乎无法克服的困难,暴露了它在解释宏观世界的许多基本观点上存在着严重的局限性。要认识理解这些问题,必须从传统的思维定式和框架中解脱出来,以新兴自组织科学理论提供的新的世界观、科学观和思维方式重新认识自然科学和社会的发展进程。因此,认识视野和思维方式断转变就成为本书的核心。

自然辩证法是马克思主义哲学体系中的重要组成部分,是研究自然界和自然科学的辩证发展以及认识和改造自然的一般方法的科学。作为文理交叉、高度综合的理论学科,自然辩证法是对科学技术发展历程和当代科学理论成果的哲学概括,包含着丰富的内容。自然辩证法的主要功能就是帮助人们在对科学发展和科学思想演化的历史认识中,树立科学的世界观、科学观、方法论,其理论魅力就在于科学技术发展及科学思想的演化历程中,展示着马克思主义思想的光辉。另一方面,自然辩证法是一个开放体系,它随科学技术发展提出的哲学问题及对其的不断探索而不断丰富和完善。我们以“耗散、混沌、自组织演化:探索复杂性的自组织哲学”为主线,将自然辩证法的主要思想及其新发展,融汇于具体理论分析中,着眼于开阔视野,以提索世界复杂性、多重性、统一性及自组织演化规律所揭示的最断成果及其哲学概括,帮助研究生确立演化的观点、自组织的观点、系统的观点和辩证的观点,这是当代科学的主流,也是马克思主义自然观、科学观乃至马克思主义哲学的基本观点。

马克思主义自然观历来都将物质世界的发展看作是物质的自我运动,马克思主义历史观也将人类社会历史看作是“自然历史进程”。当代科学技术的发展,尤其是以耗散结构理论、协同学、突变论、超循环论、混沌理论为代表的自组织科学理论的兴起,正引发着一场深刻的思想革命。以探索世界复杂性、多重性、统一性及自组织演化规律所揭示的最断科学成果,正急速地改变着科学的世界图景和认识自然的方法。当代自组织科学理论根植于系统科学、非线性非平衡动力学、拓扑学和分形几何、现代分子生物学及生物进化论等一大批自然科学理论的基础上,为人们描绘出一幅从基本粒子、原子、分子化合物直到生命体、人类,从微观领域到宇宙天体演化的自我组织、自我运动、自我创造的辩证演化的发展图景,揭示出自然界自组织演化动力机制和规律,为马克思主义自然观提供了新的自然科学理论支撑。当代自组织科学理论还以其提出的一系列新的哲学范畴,如组织与自组织、线性与非线性、有序与混沌、确定性与随机性、竞争与协同、稳定与非稳定、系统与环境、结构与功能、简单与复杂性,等等,深化、丰富和发展了辩证唯物主义哲学理论,对科学技术工作者也极富启迪性。当今社会,我们面对着非常复杂的科学技术及社会政治经济的发展,自组织科学理论中许多新概念、新思想、新方法,如分形与分维、混沌现象及混沌的内在随机性、非线性非平衡演体运动规律等,对于研究探索自然、生命、社会系统的复杂性规律,发展科学技术新方法、新工艺,无疑有很高的学术价值,已引起众多专家、学者的高度重视。自组织理论的奠基人普利高兹曾指出:“自然史的思想的唯物主义的一个完整部分,是由马克思所断言的,并同恩格斯详细论述过的。当代物理学的发展,不可逆性的建设性作用的发展,在自然科学中提出了一个早已由唯物主义者提出的问题。对他们来说,认识自然就意味着把自然界理解为产生人类和人类社会的自然。”^①因此,新的自组织的自然观在一定意义上说就是马克思主义自然观的断发展。

自然界存在、演化的一般规律和图景,长期以来一直是哲学、自然科学研究的中心问

① 普利高兹、斯唐热:《从混沌到有序》,上海,上海译文出版社,1987,304页。

题，是人类认识、改造、控制自然界乃至人类社会的力量源泉。对自然界存在、演化规律的不同认识，也就形成了哲学家、科学家不同的自然观、世界观和思维框架。

近代科学的兴起及成功的背后，是长期居于统治科学界地位的静态、机械还原式世界图景和自然观。复杂性自组织科学的兴起，则促使人们彻底改变传统的自然观，以动态的、非平衡的、非线性的、自组织进化的新视野重新认识自然界的存在与进化图景，并在世界共同进化之中寻求人与大自然协同发展的新机制，重新确立人在世界自组织演化中的位置和参与进化的动作方式。这是一种建立在现代新兴系统科学和自组织理论基础之上的自组织进化范式，为我们认识自然和社会提供了一种崭新的自然观、科学观、文化观和全新的思维方式，也为马克思主义理论提供了现代科学的实证。

一种新的科学思潮出现，必然有一种新的哲学思潮跟进。复杂性研究的兴起是辩证唯物主义哲学发展的新机遇：宇宙观、物质观、运动观、规律观、时空观、因果观、科学观、本体论、认识论、价值论、审美论、方法论，等等，都会随之发生大变化。世界范围的复杂性研究的兴起和高涨，很快就会有相应的哲学研究出现。关心辩证唯物主义命运的人必须关心和参与复杂性研究。实际上，世界复杂性研究的代表人物都在对复杂性作哲学思考。正如普利高津在探索复杂性中得出的结论：“我们需要一个更加辩证的自然观。”复杂性科学将是21世纪的科学，其研究方法将为我们提供全新的了解大自然奥秘的新手段。●

人类已踏入一个新的千年，一个新的世纪，回顾过去的千年和过去的世纪，20世纪无疑是人类历史上科学技术发展最为辉煌的时代。在科学理论发展方面，相对论、量子理论以及遗传密码的发现，是20世纪人类科学智慧三项最伟大杰作。正如江泽民同志指出的：“20世纪是科学技术空前辉煌和科学理论充分发展的世纪，人类创造了历史上最为巨大的科学成就和物质财富。20世纪前期相对论和量子论的诞生，50年代半导体技术的突破和脱氧核糖核酸双螺旋结构的发现，引发了世界科学技术的迅猛发展。20世纪中叶以来，原子能技术、空间技术、微电子与信息技术、生物工程技术、新材料研究等都取得了重大进展，极大地提高了人类对自然和社会的认识能力。知识经济已初见端倪，新兴产业层出不穷。人类正在经历一场全球性的科学技术革命。”●在科学的先导和生产的促进下，20世纪发展起来五大尖端技术：核技术、航天技术、信息技术、激光技术和生物技术，在能源、材料、自动化、海洋和环境等高新技术方面也有了长足的进步。

20世纪科学技术的飞速发展直接推动了人类社会的文明进步，而这一切应归功于人类理性思维能力的提高和认识水平的进步。面对新世纪人类社会的巨大发展机遇和挑战，作为新世纪科学技术发展和中华民族伟大复兴的建设者，更需要用科学的理论和辩证的思维武装自己的头脑。江泽民同志指出：“要迎接科学技术突飞猛进和知识经济迅速兴起的挑战，最重要的是坚持创新。创新是一个民族的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。”●当代科技工作者要肩负起历史重任，勇于创新，勇于攀登世界科学技术的高峰，就必须有正确的理论和科学的思维方法，必须学习掌握科学研究的方法，在科学实践中提高科学思维水平。

现行的硕士生《自然辩证法概论》教材，其体系和内容基本上反映的是自然辩证法学科20世纪80年代的研究成果，对于被誉为“最近一次科学革命的中心”的非线性复杂性科学

● 苗东升：《复杂性研究的现状与展望》，载《系统辩证学学报》，2001，9（4）。

● 江泽民：《论科学技术》，北京，中央文献出版社，2001，213页。

● 江泽民：《论科学技术》，北京，中央文献出版社，2001，115页。

理论的哲学概括，国内有学者以专著形式发表，但都未在自然辩证法教材中作系统的论述。由我们编著的《自然辩证法新编——复杂性科学理论及其哲学》一书，将自然辩证法的主要思想及其新发展，融汇于现代复杂性科学理论的具体理论分析中，着眼于开阔视野，以探索世界复杂性、多重性、统一性及自组织演化规律所揭示的最新成果以及哲学概括，帮助确立演化的观点、自组织的观点、系统的观点和辩证的观点，这是当代科学的主流，也是马克思主义自然观、科学观乃至马克思主义哲学的基本观点。

本书在编写体系上也突破了自然观、科学观和科学方法论三大块的传统“自然辩证法”教材体系，以自然哲学思想演化的历程及反思、构建于复杂性科学理论基础上的自组织系统论、复杂性自组织系统演化论、科学研究的方法、科学技术观五个部分重新构建了“自然辩证法”教材体系，分为五篇共13章：

第一篇：自然哲学思想演化的历程及思考，包括第一章，自然哲学思想演化的历程，第二章，恩格斯自然辩证法的创立和发展历程，第三章，自然哲学传统思想认识误区的反思。本篇以科学发展和科学思想演化的历史为线索，在分绍自然哲学思想演化和恩格斯自然辩证法的创立及主要思想的基础上，着重分析近代自然科学理论内在的矛盾及在自然观、科学观和认识观上的误区。在此基础上揭示出：自然科学理论提供的自然图景进化方向的可逆性与现实进化方向的不可逆性，以及由此产生的科学文化与人文学说两种文化观的对立，正是自然哲学传统思想认识误区的根源。为了打破两种文化的对立，创造自然、生命、人和社会统一和谐的新理论，开创人与自然相统一的历程，沟通自然科学与人文科学之间信息，开辟和拓宽人与自然对话的新途径，自20世纪60年代以来，在前人探索的基础上，先后创立和发展了一批诸如耗散结构理论、协同学、突变论、超循环论、混沌理论等新兴综合理论，形成了对大自然新的认识视野和思维框架——即探索复杂性自组织演化的世界图景。正如普利高津宣称的那样：“科学正通过把自己从认识自然的过时形式中解放出来而得到了发展。”●

第二篇：构建于复杂性科学基础上的自组织系统论，包括第四章，非线性复杂性科学理论，第五章，自组织系统认识论，第六章，非线性复杂性理论的哲学思想。在揭示自然界、生物界和人类社会中的自组织现象的基础上，具体阐述耗散结构理论、协同学、突变理论、超循环理论、混沌及分形理论的科学思想，以及现代非线性复杂性科学理论所展示出的科学认识论和思维方法论。在理论思想和方法的介绍中，描述新兴的自组织系统科学理论，及其探索世界复杂性、自组织演化规律所揭示出的最新成果，如何深深地影响着人们的自然观、哲学观，社会发展的观，改变着科学的世界图景和人们的思维方式，改变着人们对自然、宇宙、社会乃至人自身的认识。

第三篇：大小宇宙的共同进化——自然与生命系统的自组织演化论，包括第七章自然生命系统的自组织演化论，第八章，天·地·人：走向统一的整体世界共2章。运用自组织理论的思想和方法，经由自然界从基本粒子、原子、分子化合物直到生命体、人类，从微观领域到宇宙天体演化的自我组织、自我运动、自我创造的辩证演化的发展图景，揭示出自自然界自组织演化动力机制和规律。并在此基础上，分析近现代科学技术发展对人类社会生存带来的负面影响的的关键性问题，就在于人们在认识自然和改造自然的历程中，割裂了是一个有机整体的自然界，人为地将世界分成存在的自然界和演化的生命世界。人类只有重新认识天·地·人统一整体的自组织世界，才能解决人类社会面临的全球性问题，走上可持续发展

● 伊·普利高津：《从混沌到有序》，上海，上海译文出版社，1986，54页。

的道路。

第四篇：科学研究的认识论与方法论，包括第九章，科学研究中的感性方法和第十章，科学研究中的理性方法 2 章。具体介绍科学研究的选题、如何获取科学事实、科学观察和实验中的机遇、科学抽象、科学思维的基本方法和过程、科学假说和科学理论等基本的科学认识论和方法论知识和原则。

第五篇：科学技术观，包括第十一章，科学技术系统，第十二章，科学技术的发展和第十三章，科学技术的价值。该篇是以科学技术整体为研究对象，阐述科学技术的性质、特点、建制及其产生和发展规律的理论，是马克思主义科学技术观的重要组成部分，内容十分丰富，分为三个方面：第一，科学技术的本质，主要考察科学技术的性质和特征，回答科学技术是什么的问题；第二，科学技术发展的动力及模式，揭示推动科学技术发展的内外动力及其发展的特点和趋势；第三，科学技术的价值，揭示科学技术的社会功能。

科技现代化是社会主义四个现代化的关键，是社会主义物质文明的重要基础和保证，也是社会主义精神文明的重要基础和组成部分。建设有中国特色的社会主义，必须具有高度的社会主义物质文明和精神文明，必须值高度发达的科学技术、科学知识和科学精神、科学方法在全社会得到普及和提高。

第一篇 自然哲学思想演化的
历程及思考

第一章 自然哲学思想演化的历程

第一节 “自然辩证法”概述

自然辩证法是由恩格斯开创的、以他未完成的著作《自然辩证法》为标志的马克思主义哲学的一个新领域。自然辩证法研究的是自然的辩证法和自然科学的辩证法，它既是辩证的自然观和自然科学观，又是自然科学研究的认识论和方法论，即马克思主义的自然哲学、科学哲学和技术哲学。

首先，自然辩证法研究自然宇宙、生命界的系统层次结构和发展演化规律，研究自然、生物、人类社会的辩证关系，并由此研究唯物辩证法的基本范畴，如：物质、意识、运动、时间、空间、系统、信息、规律等在自然界演化中的作用、辩证法的基本规律如对立统一规律、质量互变规律、否定之否定规律和以成对范畴形式出现的一系列规律，如：原因与结果、本质与现象、必然性与偶然性、结构与功能、有限与无限、可逆与不可逆、有序与混沌、确定性与随机性等等在自然界中的表现，以帮助人们树立科学的自然观。

其次，自然辩证法概括总结自然科学研究的辩证法，为人们提供正确的认识论和方法论，如：自然科学研究的认识过程的规律性、自然科学的经验认识方法、自然科学的理论思维方法、自然科学认识中的科学语言问题、自然科学知识发展的一般规律与模式等。自然科学研究是一种发现未知事物的研究活动，是对自然界的认识活动，需要以正确的认识观和方法论为指导。对上述问题的正确认识，是从事科学研究和创新的基础。

第三，自然辩证法还研究科学的社会功能和历史作用，以帮助人们建立符合时代要求的自然科学观。自然科学既是一种认识现象，是人类对自然界的反映，又是一种社会现象，是人类改造自然的社会实践活动，具有社会意识形态和社会生产力的两重性。自然科学辩证法研究对象主要包括：作为第一生产力的科学技术的社会功能与作用，科学技术转化为生产力的规律，科技产业生产力的发展规律，科学作为生产力与政治、经济、军事、国际关系、教育、社会的相互关系及其发展规律，科学作为社会意识形态与哲学、宗教、道德、法律、艺术、文化的相互关系等。能否拥有正确的科学观，将直接影响科学工作者从事科学研究的目的是和价值取向，尤其在当今时代，科学技术的发展要求科学工作者有越来越高的社会责任感和道德观念，也就是说人类社会的发展掌握在科学家和科学工作者手中，科学工作者树立正确的科学观就显得更为重要。

在西方科学界，自然辩证法的研究被称之为“自然哲学”或“科学哲学”，前苏联称之为“自然科学的哲学问题”。德国哲学家莫里茨·石里克在其所著《自然哲学》一书中，曾把自然哲学的任务确定为：“①为获得全部自然过程的完整图像而对知识进行综合；以及②对自然科学的各个基础在认识论上加以辩白。”^①

^①（德）莫里茨·石里克：《自然哲学》，北京，商务印书馆，1984，5页。

认识和研究自然界整体,是人类理性的一种自然倾向,自然哲学就是人类以抽象的思辨的方式提供自然界整体知识的哲学理论,它涉及人们对于自然界以及人与自然关系的总观点即自然观,成为人们的世界观、宇宙观不可分割的组成部分。在恩格斯创立“自然辩证法”学说之前,随着古代科学技术的发展,人类对自然界所作出的理性概括,即自然哲学思想也不断演化。

第二节 古希腊的自然哲学思想

一、古希腊科学的起源

人类对于自然的注意和观察,远在原始社会就已积极地进行着,并从生产实践中积累了经验和知识。例如在农业生产和游牧活动中,由于需要观测日月星辰的位置及其变化与季节变化的关系,因而在实践中获得了初步的天文学知识;在农业活动和交换活动中,由于需要大量丈量土地、衡量器物、测定时间、计算事物,在实践中取得了初步的数学知识;在制造和使用各种工具、器械、构筑简单的房屋时,需要进行推、拉、举、抛等活动,从而在实践中得到了最初的力学知识。可见,自然科学正是在人类社会生产实践中萌芽的。恩格斯说:“随着劳动而开始的人对自然界的统治,在每一个新的进展中扩大了人的眼界。他们在自然对象中不断发现新的、以往所不知道的属性。”[●]人类进入奴隶社会以来,由于生产力有了进一步发展,出现了脑力劳动与体力劳动的分工,文字的产生和专门从事脑力劳动的知识分子阶层的产生,形成了对自然知识进行初步概括的条件。在幼发拉底河与底格里斯河流域、尼罗河流域、印度河流域、黄河与长江流域诞生了古巴比伦、古埃及、古印度和古代中国的科学文明。随着公元前3世纪以后古希腊奴隶制的繁荣,公元前1世纪罗马帝国的建立,科学在古希腊和古罗马以自然哲学的形式,达到了奴隶制时代的发展高峰。这一时期自然科学发展的一个主要特点,就是自然科学与哲学融合在一起,关于自然的知识被视为一个整体,而哲学既包括自然科学的探索,也包括自然哲学的探索,并由此产生古代朴素的自然观。恩格斯曾说过:“在希腊哲学的多种多样的形式中,差不多可以找到以后各种观点的胚胎、萌芽。因此,如果理论自然科学想要追溯自己今天的一般原理发生和发展的历史,它也不得不回到希腊人那里去。”[●]

二、米利都学派的主要代表人物泰勒斯

前苏格拉底以来,自然哲学的一个基本问题是,有序是如何从复杂、无规和混沌的物质状态中出现的。前苏格拉底哲学家们所做的是把自然现象的复杂性按经验还原为“原初”即“原索”。

古希腊是欧洲古代科学文化的中心,地中海沿岸城邦中涌现了一批自然哲学家,开始冲破宗教迷信的束缚,以现实的态度探讨各种自然现象,取得了重大的科学成果。例如,米利都学派的主要代表人物泰勒斯,在古埃及研究了土地丈量后创立了初等几何,他曾用一根已

● 马克思、恩格斯:《马克思恩格斯选集》,第3卷,北京,人民出版社,1972,510页。

● 马克思、恩格斯:《马克思恩格斯全集》,第20卷,北京,人民出版社,1972,386页。

知长度的竿子，通过同时测量竿影和金字塔影之长，求出了金字塔的高度，并利用关于相似三角形的知识计算过航船到岸的距离。他根据巴比伦的天文知识奠定了希腊天文学基础。米利都学派按照自然界本来面貌解释自然界，在自然观上认为世界的本原是物质的，但对于什么样的物质则有各种不同的回答。泰勒斯因从小生活在爱琴海，观察到水对万物的滋养作用，又受神话中海神造万物的启示，因而认为自然界万物来源于水，又归于水。按照泰勒斯的看法，世界在不断地运动和循环变化之中，生生不息的世界具有统一性，是可以通过把握其始基来整体把握的。

三、古希腊自然哲学中的唯物论思想

阿那克西曼德主张，“存在物的起源和第一因”是“无限的不定性”的原初物质，相反形式的物质从中产生出来。他认为，自然界万物的本原是永恒运动的无限者，从无限者分化出来，又到无限者中去，他还认为，有固定性质和形态的东西是有生有灭、有限的东西，不能成为万物的本原，而没有特定性质和形态的无限者则是不生不灭、无边也无际的，以此来解释多种多样的自然环境。相应的，我们必须把“无限的不定性”想象为原始状态，此时物质不受限制，也没有对立，在任何地方都有相同的特征，因此，这是一种完全均匀的、对称的初始态。对称性后来发生了对称破缺，于是世界及其所有可观测的对立和紧张就产生出来：“不断发生着的物质分裂创造了这个世界，火球从中产生出来，它包围着气，气又包围着土，如同树皮围绕树干；当它进而分裂开来，就形成了一串圆圈，太阳、月亮和星星都各处其所。”阿那克西曼德在其宇宙起源论中所描述的随后的物质状态因此就绝不是混沌的，相反，它们是由新的部分有序所决定的。阿那克西曼德早期的生物进化思想更有吸引力，他主张，最初的人为海中动物所生，出生后他们很快就能独立谋生，正如他观察到有几种鲨鱼的情形就是如此。

阿那克西美尼则认为，自然界是由基质组成，这个基质就是变化活泼的空气。在他看来，各种形式的物质都可以作为基本物质，他选择了气：“稀散，他之成火；凝聚，成风；然后，成云；进一步，更强的凝聚，就成水；再后，成土；最后，成石头。万物都是由这些东西产生出来的。他还主张，永恒的运动是转化的缘由。他说，冷使物质收缩和凝聚，相反，热却使之稀薄和散开。”因此，阿那克西美尼主张，外部的力量使得多种多样的物质状态从共同的原初物质产生出来，并相互转化。

赫拉克利特认为自然界万物的始基是火。他说：“这个世界对一切存在物都是同一的，它不是任何神所创造的，也不是任何人所创造的；它过去，现存和未来永远是一团永恒的活火，在一定的分寸上燃烧，在一定的分寸上熄灭。”^①在这里，赫拉克利特明确提出，世界存在的一切物质具有统一性，这个统一的物质世界是客观存在着的，它并非任何神或个人所创造的，它统一于火，并且是按照一定的规律性永恒地运动变化的。列宁曾对这个充满了辩证法的思想作了很高的评价，认为“这是对辩证唯物主义原则的绝妙的说明”。^②赫拉克利特还有一句名言，成为千百年来展示辩证法思想光辉的真理：“人不能两次踏进同一条河流”，“我们既踏进又不踏进同样的河流；我们既存在，又不存在。”^③因此列宁称他为“辩

① 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《西方哲学原著选读》，上卷，北京，商务印书馆，1983，21页。

② 列宁：《列宁全集》，第38卷，北京，人民出版社，1972，395页。

③ 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《西方哲学原著选读》，上卷，北京，商务印书馆，1983，25页。

证法的奠基人。”

德谟克利特的原子论，可以说是古希腊朴素自然观的集大成者，他在物理学、伦理学、数学、音乐技术等方面有很大成就，他认为：“一切事物的始基是原子和虚空，其余一切都只是意见”^① 这里的“意见”是指对事物的认识和看法。德谟克利特认为“世界有无数个，它们是有生有灭的，没有一样东西是从无中来的，也没有一样东西在毁灭之后归于无。原子在大小和数量上都是无限的，它们在宇宙中处于涡旋运动中，因此形成各种复合物：火、水、气、土。”^② “这些东西其实是某些原子集合而成的；原子由于坚固，是既不能毁灭也不能改变的。”^③ 原子在性质上是相同的，不可分割的，而在形状上有大小的不同。由于在碰撞中原子间的组合顺序和结合方向不同，造成了事物的质的多样性。德谟克利特的原子论，集米利都学派哲学思想的大成，又吸收了赫拉克利特的存在与非存在统一的思想，在寻求自然界事物的共同始基、探讨物质的空间结构以及在对于物质概念的理解方面，都达到了当时唯物主义的最高水平。

近代自然科学中，原子论已被证明是一个极为成功的研究纲领。哲学史上，德谟克利特的原子理论常常被看作赫拉克利特的变化哲学和巴门尼德的不变存在原理的结果。德谟克利特区分了“充满”和“虚空”，最小的不可毁灭的原子和虚空相应于巴门尼德的“存在”和“非存在”。赫拉克利特的复杂性和变化性，从原子的不可区分的构型中衍生出来，虚空空间被假设为均匀的和各向同性的，在质料组合中，原子的不同在于其形式、位置以及种种构型。为了表示出原子的构型，将其比作语词中的字母序列，就导致了这样的假设，即原子思想只有在使用拼音文字的文化中得到发展。事实上，在中国，传统上使用的不是拼音文字而是象形文字，人们不知道粒子的思想，流行的是自然过程的场和波的概念。德谟克利特的原子按照必然性以不断旋转的方式运动，在此，与后来的亚里士多德的概念不同，运动仅仅是指虚空中的位置变化。所有的现象，所有的生成和腐朽，都是组合和分离的结果。物质的聚集态如气体、液体或固体，都用原子的不同密度和运动潜力来解释。用今天的结晶学的观点看，德谟克利特的思想——甚至固体中原子在其位置上也发生着振动——是值得注意的。

四、古希腊自然哲学中的唯心论思想

古希腊自然哲学的另一流派以毕达哥拉斯、苏格拉底和柏拉图为代表。毕达哥拉斯是一位数学家和哲学家，他在数学研究上创立了纯数学学科，如数论、几何、球面几何，他认为：“自然界万物似乎莫不可由数构成，数遂为自然间的第一义，……进而认为数学的本原就是万物的本源，……数目的元素就是万物的元素，认为整个天是一个和谐，一个数目。”^④ 即自然界存在于纯粹的脱离事物的数，数是大于实物而独立存在并决定具体事物的。

英国著名哲学家罗素称：“柏拉图对哲学的影响之大也许超过任何人。”^⑤ 柏拉图是古希腊哲学家中第一个留有大量著作的人，他把古希腊唯心主义哲学发展到了高峰，建立了一个庞大的、和其他科学没有分化的客观唯心主义哲学体系，对后世影响深刻。柏拉图在自然科

① 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《西方哲学原著选读》，上卷，北京，商务印书馆，1983，47页。

② 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《古希腊罗马哲学》，北京，三联书店，1957，3页。

③ 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《西方哲学原著选读》，上卷，北京，商务印书馆，1983，49页。

④ 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《西方哲学原著选读》，上卷，北京，商务印书馆，1983，19页。

⑤ (英) 伯特兰·罗素：《西方的智慧》，北京，世界知识出版社，1992，69页。

学方面从事了数论、几何学、天文学的研究，特别强调数学的重要性，他认为，对特殊的“可感觉事物”的了解不过是“臆见”，只有理性活动才能最后达到普遍的“理念”与“通式”。理念是世界的本原，通式“为其他一切事物之因”。柏拉图强调：“人应当通过理性，把纷然杂陈的感官知觉集纳成一个统一体，从而认识理念。”^①在柏拉图看来，理念世界是独立于感觉世界的外部实体。他指出：“大”、“小”等概念是不变的，事物发生大小的变化，是由于“大”、“小”理念的进入和退出，感觉世界中的具体事物由于“分有”理念世界的特点，才具有相对稳定的属性。柏拉图将几何模型用于他对天文学的研究，提出宇宙开始时是两种直角三角形，一种是正方形的一半，一种是三角形的一半。从这两种直角三角形就合理的产生出四种正多面体，同时组成四种元素的微粒。火是正四面体，气是正八面体，水是正二十面体，土是正六面体。由这两种直角三角形产生的火、气、水、土四种元素，组成了地球及地球上的所有物体，这样，宇宙间的万物都有了它们不同的数理对象。

在认识世界的方法论上（认识论），柏拉图在理念论的基础上区别了真知和意见，并将二者对立起来，由此建立了唯心主义先验论的认识体系。他认为意见属于感觉的范围，感觉不能提供可靠的知识，只能给人以变化、矛盾、混乱的印象，不能使人得到必然的真理。柏拉图认为真理是客观的、普遍有效的，真理应以理念世界为对象，只有理念才是真实存在的，才是真理；感觉世界不过是和理念相似的东西，是理念的影子。柏拉图有一个著名的“洞穴的比喻”，说人在现实的感觉世界中，如同在黑洞中探索而背向著洞口，当人们回头时，看到洞外的阳光，即看到光辉灿烂的理念世界，才是看到了真理。

柏拉图认为理念世界与感觉世界是对立的，它是超越经验、超越时空的永恒的存在，因而关于理念的知识也同样是先验的。他认为，人在出生前已经具有知识，只是出生后忘记了，通过某种具体事物就可以回忆起来，这就是柏拉图的“回忆说”。对个人的知识，柏拉图认为有四个等效：（1）对感性事物的“影子”（如水中倒影）的知觉，叫“想象”，这是最低级的；（2）对感性事物的感觉，叫“信念”，比“想象”略高，两者合称为“意见”，不是真正的知识；（3）“理智”，如数学知识，还未完全摆脱感性；（4）“理性”，仅凭推理而认识理念本身时，这是最高的知识。在柏拉图看来，人既然不能以感官求真理，就只能凭借与感官和物质实体相区别的靈魂来认识真理。灵魂是精神实体，它不生不灭，是永恒的，只有不朽的灵魂才能认知和掌握同样不朽的理念。在柏拉图看来，灵魂与身体是绝对对立的，身体是认识理念的障碍，灵魂要认知真理，必须排除身体的干扰。身体是物质性的，因而是要分解消散的；灵魂则是“一”，是精神性的，不会消散毁灭，不朽的灵魂在轮回转世时，受到身体的窒息，忘掉生前对于理念的认识，这时候就需要摆脱身体的羁绊，受到一定的启发，才能回忆起真正的知识。柏拉图的学说对于以后各种唯心主义哲学，尤其是客观唯心主义哲学和宗教有很大的影响。

柏拉图在他的对话《蒂迈欧》中引入了第一个数学的原子论模型。柏拉图对其元素有意要避开德模克利特的“原子”表示法，因为它们可以分解成独立的平面图形。于是，四面体和二十面体具有等边三角形的面，它们分成两半时得到直角三角形，其边长分别是1、2和 $\sqrt{3}$ ，而立方体的面分成两半时得到直角三角形，其边长为1、1和 $\sqrt{3}$ 。结果是，像水、气和火那样的“流体”是可以相互结合的，而以土构成的固体，因其不同的三角形，只可能转变成其他的固体。于是柏拉图就发展起一种基本粒子的物理学，其中特定的元素是可以相互转

① 北京大学哲学系外国哲学史教研室：《西方哲学原著选读》，上卷，北京，商务印书馆，1983，75页。

变的,“基本粒子”(即相应的组元三角形)可以按照几何定律发生着“反复的作用”,例如,元素的转变是沿其边切开造成的。柏拉图之所以使这种转变成为可能,这有赖于固体角度的锋锐,较为锋锐的平面角可以劈开具有规则角度的多面体。于是,所有的四面体、立方体、八面体、二十面体,排在前面的都可以劈开排在后面的多面体,但排在后面的不能劈开排在前面的多面体或同样的多面体。这种自然哲学的结论中,火可以分离或分裂所有其他元素,土只可以分离或分裂气和水,气则仅仅可以分离或分裂水。柏拉图断言,元素的大小是不一样的。例如,为了解释火能够引起固态形式的水转变成液态形式的水,他认为,元素在液态时尺寸要小一些,更有流动性,而在固态时其尺寸就要大一些。^①

离开火被称作冷却,离开火以后的状态称固化。火和气可以通过土建筑块(立方体)中间的间隙面不受阻碍,也不会分裂土元素。气凝聚起来后不可能被分解,也不毁灭此元素。气的凝聚意味着八面体以最佳表面构型积累起来。即使是火也难以穿透进其中必然会留下的间隙,因其体面角度比所有元素的都要小,不会破坏八面体。对于水,只有火才可能破坏最强的凝聚。相邻二十面体的体面角度之间的间隙既不允许土穿透也不允许气穿透。只有火(四面体)可以穿透和分解此种结合。

的确,柏拉图发展了一种内部自洽的数学模型,如果人们接受他的学说——尽管有点专断——作为对元素进行解释的起点,实体的各种聚集态和反复作用都可以由此得到解释。这种自然哲学自然会引出一些奇怪的荒谬结论。不过,我们在此遇上了科学史上以简单的几何定律来解释物质及其状态的首次尝试,这在现代基本粒子物理学中得到了高度发展。海森伯注意到了这一点:“……基本粒子具有柏拉图描述的形式,因为这是数学上最美、最简洁的形式。因此,现象的终极根源不是物质,而是数学规律、对称性、数学形式。”在古代和中世纪,柏拉图的数学原子论没有得到多少支持。对于他的后继者来说,他的几何学物质理论的基本问题在《蒂迈欧》中已经是明明白白的了。如何来解释活的有机体的功能呢?一定的肉体形式是为了满足一定的生理目的(例如,食管的形状是为了同化食物),这种主张,在任何情形下都难以从规则固体的理论中推演出来。此外,以几何图形的“活跃”和“僵死”为基础来解释生命的变化过程,在那个时代的人们看来也是完全不自然的、推测性的和冷僻遥远的。在我们这个时代,人们仍然难以理解这种迂回;今天的科学解释中采取的是复杂的抽象数学理论。亚里士多德的自然哲学就从这里开始了。^②

亚里士多德是柏拉图的学生和继承者,恩格斯称他是古希腊哲学家中“最博学的人”,是天生的自发的辩证论者,指出他在黑格尔之前就已经研究了辩证思维的最主要的形式。亚里士多德的研究涉及了当时几乎全部的科学领域,他在哲学、历史、政治、美学、动植物等方面都有很深的造诣。一般认为,他是古代知识的集大成者,他的哲学思想和科学思想在整个科学发展史上占有十分重要的地位。

在自然观上,亚里士多德着重批判了柏拉图的理念论,指出柏拉图的理念论在论证上没有充分根据,不能解释事物的存在和运动。他认为,所谓有一类具体事物就有一个独立存在的理念前看法是站不住脚的。如果这样,那么人工制造的东西、不存在的东西、偶然和关系也都有了自己的理念了。所以,理念是无用的,既不能成为事物运动和变化的原因,也无助于它们的存在以及我们对它们的认识。理念的前提甚至是不可能的,因为它一方面断定理念

① (德)克劳斯·迈因策尔:《复杂性中的思维》,北京,中央编译出版社,2000,25页。

② (德)克劳斯·迈因策尔:《复杂性中的思维》,北京,中央编译出版社,2000,26页。

是有关对象的本质，另一方面却又断定它存在于那些对象之外，本质是不可能存在于事物以外的。

亚里士多德认为，只有“实体”是与一切事物相关的“本原”，因为实体和“作为存在的存在”几乎是同等的。在这里他认为“实体”指个别事物，只有个别的東西才能独立存在，才是“第一实体”，一切其他属性是用来表示它们的谓词。他认为自然中一切事物，包括“可感觉的实体”天体和生物，都是由质料构成，并且必然具有运动和变化。运动分为量的运动（即增加或减少的运动），质的运动（即质的转变）和空间运动（即位置的变换）。空间运动伴随着其他种类的运动，所以空间和位置也就是一切种类运动的普遍条件。亚里士多德不把位置看作是物体广延性所占据的空间，而是反过来将它看作是包围物体的边界。由此他认为，没有无物体的空虚位置，也没有不占位置的无边界的物体，所以宇宙的广延是有限的，在它之外没有虚空。既然运动是永恒的，那么时间同样是永恒的，宇宙有无穷的过去，也有不尽的将来。至于构成物体的质料，亚里士多德认为有五种：冷而干的土，冷而湿的水，热而湿的气和热而干的火，这四种是构成月亮以下的地界中物体的元素，第五种比火更热更干的燃烧着的元素是以太，它构成了月亮以上的天体。由于第五种元素最轻灵，所以它的运动形式最完美，是无限而又有限的圆周循环。地上的元素若按其本性作直线运动，轻者以苍穹为归宿，自然上升，重者以大地为依据，自然下降，他认为自然中一切都是有所目的的，“神和自然不作无益之事”。

亚里士多德主要以活的有机体如植物和动物的功能为基础，来阐述他关于自然的均衡或“平衡”的概念。按照亚里士多德的见解，科学的任务就是对自然的复杂性和变化的原素和功能作出解释。这是对那些自然哲学家的一种批评，他们用个别的实体来作为原素的证明。一个个的植物或一个个的动物，都不仅仅是其质料建筑块的相加之和。亚里士多德把构成个体存在的東西称作一般形式，由形式塑造的物質称作伴物质。形式和物质都不能单独存在，而是通过抽象提取出来的自然原素。因此，物质也是以使之形成的潜能为标志的，在物质形成之前就已存在着实在。

按照亚里士多德的看法，赫拉克利特用特定实体（火）来证明变化也是不对的。亚里士多德是用第三种原素来解释那些变化的，这第三种原素与物质和形式并列，没有形式就没有适当的变化。幼苗和孩子是弱小的、不成熟的，它们得以生长是因为它们与其自然趋势（形式）相一致，这意味着长大变强和成熟起来。因此，一般情况下，变化决定着运动，使可能变成现实，即“潜能实现”（中世纪人们的说法）。物理学的任务就是研究自然界中在此综合性意义上的运动。自然——与人所制作的艺术品或技术工具相反——被理解为所有事物，它自己带着运动的原素，并非一块巨石，可以任凭人们将其破裂成一块块石块。自然被设想为一个理性的有机体，其运动是必然的、合目的的。亚里士多德区分了两类运动，即由小到大的增加或由大到小的减少引起的量的变化，由特征转变引起的性质变化，以及由位置改变引起的空间变化。亚里士多德然后运用同样的原理——从植物、动物和人的生命循环中推演出来的——去解释狭义上的物质，即后来被称作无机部分的自然。我们在此遇到的，不再是作为自然界独立建筑块的众多元素；而是我们所验证的特性，如温暖和寒冷、湿润和干燥。这些特性的结合产生出以下决定原素的特性对：热—干（火）、热—湿（气）、冷—湿（水）、冷—干（土）。这里排除了同时出现热—冷和湿—干，因此，原素只有4种。这种推演后来受到了批评，它是主观任意的，但是它表明了亚里士多德的方法，即不是从抽象的数学模型进行推导，而是直接从经验出发进行推导。在真实的物体中，都或多或少、或强或弱地含有火、