



刘永振 陈悦 著

科学思想史 引论



 大连海事大学出版社

科学思想史引论

刘永振 陈悦 著

大连海事大学出版社

© 刘永振, 陈悦 2003

图书在版编目(CIP)数据

科学思想史引论 / 刘永振, 陈悦著. —大连: 大连
海事大学出版社, 2003.4

ISBN 7-5632-1643-X

I. 科… II. ①刘… ②陈… III. 科学技术—思想
史—世界 IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 014361 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌水桥 邮编: 116026 电话: 4728394 传真: 4727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连铁道学院印刷厂印装 大连海事大学出版社发行

幅面尺寸: 140 mm × 203 mm 印张: 7.75

字数: 194 千字 印数: 1~500 册

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 高炯 版式设计: 小云

封面设计: 王艳 责任校对: 陈航

定价: 20.00 元

内容简介

本书系作者多年来在科技史研究的基础上写成的一部学术专著,内容按古代、近代和现代三大历史时期展开,依次突出了古希腊和古代中国的科学思想、近代实验科学思想和理论科学思想,以及现代软科学思想和技术哲学思想等,同时阐述了不同历史时期科学思想前后相继和革命性飞跃的必然性和历史规律性。

本书适用于科学技术哲学专业硕士研究生的专业课参考教材,是学习《自然辩证法概论》课程的必备用书,亦可作为哲学、科技史、管理等领域专业工作者研究的参考资料,对广大科技工作者从事科学创造和技术发明也有借鉴作用。

序

科学成果是科学劳动的产物。科学劳动作为人类的一项特殊活动方式,同人类其他任何活动一样,总是受一定的思想所支配的。正确的科学思想之花,必然结出丰硕的科学之果。

在特定的历史时期中,人类的科学活动总是与当时时代的社会之经济、政治、文化和认识水平等要素构成的环境系统相适应,并且环境系统对科学活动的制约作用,又总是通过科学家的创造性思维活动体现出来的,从而积淀成该时代的具有特定形式和特定内容的科学思想。

我们把能够将环境系统中的各要素集约化的主体在科学创造活动中所特有的理性思维方式和方法手段之总和,称之为科学思想。科学思想是时代的产物,在各不相同的历史时期具有迥然不同的形式和内容。

科学思想史就是研究在各不相同的历史时期中,人们科学活动在指导思想上的时代特征,以及人类科学思想从低级向高级、由简单到复杂的历史发展规律的学问。科学思想史乃是一门历史的科学。

科学思想史的研究必须以科学史为基础。但科学思想史与科学史毕竟不是一回事:科学史主要关心的是现成的成果,即智慧的结晶,它是死物;而科学思想史则尤其注重的是探索活动,即理性创造的过程,它是活物。如果说科学史告诉人们已有哪些科学成果的话,那么科学思想史则要指出,这些科学成果又是如何获取的。科学思想史强调,对真理的探索与追求比得到和占有成果更重要。

科学史要研究的是,科学的产生和发展的历史规律性;科学思

想史则要研究科学得以产生和发展的背后那些智慧要素的历史更替之规律性。前者要研究“硬件”史,后者要研究“软件”史。硬件指科学发现的成果:概念、定律、原理、理论体系等,软件则指这些硬件得以问世并发挥其功能的创造性思维活动及其“程序系统”。

当然,科学活动乃是过程与结果的统一,亦即软件与硬件的辩证统一。这种统一是由主体即科学家来实现的,并且对于科学家来说,硬件与软件又只具有相对的意义:概念、定律、原理、理论体系,是认识成果即硬件,但对于进一步从事创造活动来讲,它们又发挥着“程序系统”的功能和作用,即又表现为软件。

科学思想是一个广义的范畴,它作为观念系统,是由各个层次的要素所构成的,因此,科学思想这一概念则是在不同层次上加以使用的。

一般说来,社会的文化背景、科学的历史传统、时代的思维定式和认知结构等,是最高层次的科学思想;科学家本人的自然观、科技观、科技方法以及信念、意志、品德、兴趣、好奇心等精神因素则是中间层次的科学思想;而科学发现的现成成果,就是最低层次的科学思想。这三个层次的科学思想,既相互区别,又相互联系,彼此作用,其网络结构如图1所示。

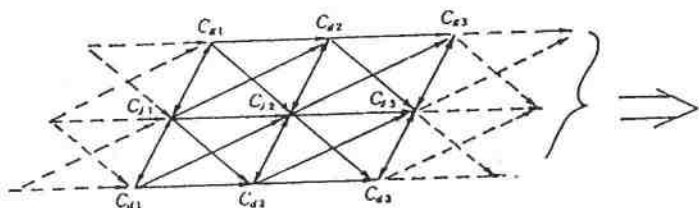


图1 科学思想系统的层次及其关系

以 C_{j2} 为例,其中 C 表示科学思想, j 表示中间层次,2 表示第 2 个历史时期。 C_{j2} 表示处于第 2 个历史时期的作为科学思想的科学家的精神因素,它既有先前的和当时时代的科学发现的成果作

为基础($C_{d1} - C_{d2}$),又受社会的文化背景、科学的历史传统、时代的思维定式和认知结构的影响($C_{g1} - C_{g2}$),还支配着进一步的科学探索活动($C_{d2} - C_{d3}$),同时也为当时的和后来的最高层次科学思想作出贡献($C_{g2} - C_{g3}$)。当然,各个层次的科学思想也有其相对独立的自身发展序列(如 $\cdots \rightarrow C_{j1} \rightarrow C_{j2} \rightarrow C_{j3} \rightarrow \cdots$)。三个层次的科学思想作为一个有机整体系统,则表征着人类科学思想的系统进化史。

对于某一特定的历史时期来说,尽管不同学科领域的科学家所从事的科学活动在内容上不尽相同,但又遵循着共同的科学思想模式,并且代表该时代主流和走向的科学思想模式又有其相对稳定的形态(如 $C_{d2} \leftrightarrow C_{j2} \leftrightarrow C_{g2}$),从而成为支配该时代人们处理人与自然关系的主导思想与方法。当然,作为特定时代的主流,代表时代走向的科学思想也并非是对称着的,因为它渗透着历史上科学思想的积淀,又存在着人们对它的歧释,还必将随历史的发展和人们探索活动实践的深入而向前发展。总之,科学思想是有时间箭头的,相对稳定的时代科学思想的对称性破缺乃是绝对不平衡的整个人类科学思想系统进化的动力学机制。

作为时代主流和走向的科学思想,它是以往时代科学思想的成熟阶段,然而,相对于以后时代来说,它又成为潜在阶段的科学思想。在整个人类科学思想的进化发展序列中,先前的阶段孕育和萌发着后来一切继续进步的种子和胚芽。揭示各不相同时代的科学思想主流的不同特征,把握其前后相继的历史链条和规律性,其目的正是为现代人从事科学创造活动提供借鉴和启示,以便人们能够自觉地按照当代科学思想的模式办事,推动包括科学技术在内的整个人类社会的进步和发展。这就是科学思想史研究的根本目的。

鉴于本书意在开发现代人创造潜力这一宗旨,因此,书中的大

量笔墨花在现代内容上。本书前半篇幅的时间跨度囊括古代和近代的众多科学思想,其立论根据依然在于为现代人服务。全书在选材上的挂一漏万,或力戒事无巨细,避免繁复考证;在不同章节中所选图 1 中的哪一层次或兼顾哪些方面来写,又并非整齐划一,所有这一切的出发点都是力图体现本书写作的宗旨。

本书的篇章结构也是力图体现逻辑与历史的相统一原则。它既力图突出质地厚实的历史感,又力图保持内容叙述上的逻辑性。本书内容按古代、近代和现代的历史链条排序,逻辑上则遵循认识主体如何思维着、反映着自然客体的存在方式和演化规律,怎样着意将思维的花朵(科学)和物化的产物(技术)转化成现实的社会生产力这种认识与实践的辩证关系。本书从自然哲学开始,以科学哲学和技术哲学结束,既反映了历史,又体现了逻辑。换言之,从自然哲学向科学技术哲学的升华,是人类科学思想在历史上与逻辑上的统一。

本书所体现的科学思想史研究的内容是:第一,关于人们对世界本原的思想与思维方法;第二,关于科学发现本身所体现出来的科学思想;第三,关于导致科学发现(或技术发明)、科学革命(或技术革命)得以发生的思想方法上的机制;第四,关于各不相同的科学思想层次间的交叉渗透和彼此协调的机制;第五,关于人们对科学本身(或技术本身)加以反思即科学哲学(或技术哲学)的思想方法。

本书从内容上又可以划分为科学思想、科学方法和技术思想方法三大类:这就是原子结构论思想、宇宙和谐论思想、机械决定论思想、统计决定论思想、过程集合论思想、时空相对论思想、微观量子论思想、历史进化论思想、软科学思想、高技术思想、潜科学思想和可持续发展思想等科学思想;公理化方法、实验科学方法、理性思维方法、思想实验方法、直觉方法、系统科学方法、交叉科学方法、悖论思维方法等科学方法;以及材料技术思想方法、能源技术

思想方法和信息技术思想方法等技术思想方法。当然,上述三大类内容在本书的篇章结构中又是按历史顺序彼此交替出现的,且所用笔墨的多少又不尽相同。由于某一时代的科学思想或方法也有它的历史渊源和后来的进一步发展,因此,本书在阐述特定时代作为主流的科学思想或方法时,常常要把它的历史渊源和现代发展一并纳入特定章节中加以系统阐述,以体现其系统进化的有序性。

本书写作的难点在于:科学思想史的研究既要以科学史为基础,又要突出科学主体的理性活动特征;既要揭示群体主体思想的共性,又要兼顾个体主体思想的特殊性和创造性;既要揭示科学发展中所具有的科学思想的功能,又要阐述科学思想与科学方法辩证转化的关系,如此等等,处理好这些关系又决非易事。本书从宏观整体上将科学思想与科学方法融为一体来写它的历史,亦即从人们的指导思想方法的角度去考察科技成果获取的历史,这一工作又无现成的经验可资借鉴。所有这一切,都为本书的尝试性探索带来不小的困难。

本书写作的不成功之处乃至具体内容的欠缺、错误,诚望读者不吝赐教,将不胜感激。

本书是笔者在为科学技术哲学专业硕士生开设“科学思想史”课程的教学实践基础上写成的,它不仅可作为本门课程的教材,亦可供理工科本科生、研究生,广大科技工作者,科技史、科学思想史、科技方法论、科学技术哲学和哲学专业工作者阅读参考。

笔者对所参考过文献的作者表示诚挚的谢意,对出版社的同志和一切为本书问世付出辛勤劳动的同志表示崇高敬意。

作 者

2002 年 12 月于大连

目 录

第一章 古代科学思想	(1)
第一节 古希腊的科学思想	(1)
第二节 古代中国的科学思想	(6)
第三节 欧洲中世纪的科学思想	(10)
第二章 近代前期的科学思想	(15)
第一节 实验科学的思想	(15)
第二节 唯理论的科学思想	(18)
第三节 机械论的科学思想	(21)
第三章 近代后期的科学思想	(27)
第一节 统计决定论的科学思想	(27)
第二节 进化历史观的科学思想	(33)
第三节 理论科学的研究方法	(38)
第四章 近代技术革命的科学思想	(44)
第一节 蒸汽力革命的科学思想	(44)
第二节 电力革命的科学思想	(55)
第五章 现代初期的科学思想之一	
——现代物理学革命的科学思想	(70)
第一节 现代物理学革命的序幕	(70)
第二节 相对论与爱因斯坦的科学思想	(77)
第三节 量子力学的科学思想	(85)
第六章 现代初期的科学思想之二	
——分子生物学的科学思想	(92)
第一节 达尔文思想的局限性与新思想的兴起	(92)
第二节 遗传思想的沉浮与发展	(94)
第三节 DNA 结构发现的科学思想	(98)

第七章 现代中期的科学思想之一

——系统科学的思想····· (106)

第一节 系统科学各学科的思想····· (106)

第二节 系统科学对科学思想的变革····· (118)

第三节 系统科学思想的一般原理····· (123)

第八章 现代中期的科学思想之二

——软科学与高技术的思想····· (137)

第一节 软科学兴起的时代背景····· (137)

第二节 “软科学”思想的由来与内涵····· (144)

第三节 “高技术”思想的由来与内涵····· (158)

第九章 悖论:当代科学思维方法 ····· (171)

第一节 历史上的悖论与悖论研究的历史····· (171)

第二节 数学发展史上的悖论思维····· (173)

第三节 科学发现中的悖论思想····· (177)

第四节 科学悖论的方法论意义····· (179)

第五节 系统思维悖论的思想····· (182)

第十章 潜科学:当代科学哲学的思想 ····· (190)

第一节 “潜科学”思想的由来····· (190)

第二节 与西方科学哲学思想的比较····· (192)

第三节 科学发现的“潜科学”模式····· (196)

第四节 潜科学关于科学进步的不可逆性思想····· (202)

第五节 潜科学模式的研究法意义····· (205)

第十一章 人与自然:当代技术哲学的思想 ····· (210)

第一节 人与自然关系的系统思想····· (210)

第二节 人与自然关系的悖论思想····· (216)

第三节 人与自然关系的可持续发展思想····· (222)

参考文献····· (231)

第一章 古代科学思想

科学技术从来没有像今天这样发展得突飞猛进,乃至彻底改变了人们对世界认识的科学图景。尽管如此,人们想要追溯当今科学技术发生和发展的历史,也不得不回到古代人那里去。在古代,古希腊的科学技术成就与古代中国的科学技术成就,就是古代历史时期中东西方相互辉映的两朵鲜艳奇葩,从中可以找到以后各种科学思想的胚胎和萌芽。

第一节 古希腊的科学思想

古希腊早期的科学是与哲学融合在一起的,即所谓“自然哲学”。古希腊早期的学者们集哲学家与科学家于一身。古希腊早期的科学思想的特征,就在于他们对科学知识作“理性的哲学考察”,既探索科学知识的本体论问题,又研究建构科学知识的方法论问题。这种探索和研究,对近现代科学思想的发生和发展产生了深远的影响。

一、朴素唯物主义的科学思想

古希腊自然哲学的中心议题之一,是寻找世界的本原,致力于阐明整个宇宙的本性。泰勒斯(Thales,约公元前624—公元前547)是第一个探究世界的本体即万物的本原的人,他提出了“万物的始基是水”这一朴素唯物主义的论断。

泰勒斯关于万物始于水的科学思想,其意义在于:第一,它用自然事物来解释自然界,驱逐了超自然的鬼神观念,标志着人类自然观的一次巨大进步;第二,它关于万物始源于水又复归于水的变

化循环观念,提供了一个能激发人们观察与思考问题的模式;第三,它开创了唯物主义精神的理性追求之先河,奠定了人类理论科学发展的基础。

继泰勒斯之后,古希腊的其他自然哲学家也走上了从自然本身寻找合理解释的轨道。阿那克西曼德(Anaximander,约公元前610—公元前545)认为万物都出于一种简单的始基——一种混沌状态的具体物质——“无限”,阿那克西米尼(Anaximenes,公元前585—公元前528)则说万物的始基是一种无定形的气,赫拉克利特(Heraclitus,约公元前540—公元前480)则相信火是万物的始基,恩培多克勒(Empedocles,约公元前500—公元前430)则主张土、水、气、火四种元素是组成万物的始基。当然,把世界的本原归于某一种或某几种具体的物质形态未免幼稚,但这毕竟是当时条件下的一种朴素唯物主义见解。

二、原子论的科学思想

在古希腊的自然哲学中,有一种关于自然界结构层次的科学思想,这就是德谟克利特(Democritus,公元前460—公元前370)提出的原子论。作为一种科学思想,它为人们提供了一个对事物结构进行理性思考的原则,对近现代科学的几乎所有领域都产生了极其深刻的影响,正如德国物理学家海森伯(W. Heisenberg, 1901—1976)所指出:“德谟克利特的原子观念……它决定了物理学家的思想方法,甚至决定了那些不愿与哲学打交道的物理学家的思想方法。”^①

德谟克利特的原子论乃是一种原子唯物主义的学说,是他对他以前古希腊唯物主义思想成就的总结。这种原子唯物主义思想的基本点是:第一,原子是构成我们这个物质世界的本原;第二,原子是在虚空中运动着的;第三,原子结合在一起形成了世界上的各

^① W·海森伯:《物理学和哲学》,商务印书馆1981年版,第196页。

种事物；第四，原子不是完全相同的，它们之间存在着形状、次序和位置等方面的差别。

德漠克利特的原子论与当今物理学、化学中建立的原子结构理论不同，后者有其令人信服的科学实验基础，是一种科学理论，而前者只是一种哲学思辨。尽管如此，科学史家贝尔纳(J. D. Bernal, 1901—1971)仍然认为：“它却仍是所有现代原子理论的直系的和公认的始祖。”^①

三、宇宙和谐性的科学思想

从追求数学的和谐性到追求自然界的秩序性，这是古希腊自然哲学中的又一重要科学思想，并对近现代科学界发生了深刻、广泛、持久的影响。其中，毕达哥拉斯(Pythagoras, 约公元前 582—公元前 500)作出了开创性的贡献。

毕达哥拉斯作为古希腊自然哲学中的唯心主义代表人物，反对把世界的本原归之于具体的物质形态，提出了所谓“万物皆数”这一神秘主义论断。然而，透过这种神秘主义的唯心论外壳，人们发现，这似乎是“最早认识到数学形式化所固有的创造力”，并且“数学从那时以来，已对人类思想发生了最强烈的影响”。^②

毕达哥拉斯发现，如果两条弦的长度成简单的比例，它们将发出谐音，在他看来，弦的长度间的简单的数学比例创造了声音的和谐。这就“接触到人类思想发展中的一个主要点”^②，即宇宙的和谐性。英国数理逻辑学家罗素(B. Russell, 1872—1970)在评价毕达哥拉斯这一思想时指出：“我不知道还有什么别人对于思想界有过像他那么大的影响。”^③

概括起来说，毕达哥拉斯的数学乃至宇宙和谐性思想的基本点是：第一，数的德性应该是完全的、匀称的、和谐的；第二，由数编

① 贝尔纳：《历史上的科学》，科学出版社 1959 年版，第 102 页。

② 参见 W·海森伯：《物理学和哲学》，商务印书馆 1981 年版，第 31～32 页。

③ 参见 W·海森伯：《物理学和哲学》，第 32 页。

排的宇宙,是有一定的秩序和规律的;第三,宇宙的秩序与和谐也是一种自然之美。在科学史上,这种数学和谐性思想被认为是关于宇宙万物和谐性与秩序性的第一个假说,毕达哥拉斯本人也被称誉为“第一个把周围的一切叫做有秩序的宇宙”的人。^①

毕达哥拉斯的宇宙和谐性假说,不过是一种对自然界的猜测,尚不是一种科学理论,但它作为一种科学思想,对后来的科学认识发挥了积极的指导作用。德国天文学家刻卜勒(J. Kepler, 1571—1630)对行星运动规律的发现,就是这一科学思想的一次重大胜利。现代物理学对超对称、超统一的追求,成为当今科学“和谐世界大合唱”的一个最强音,也是受这一科学思想的激励所致。著名物理学家爱因斯坦(A. Einstein, 1879—1955)在高度评价这一科学思想时指出:“如果不相信我们世界的内在和谐性,那就不会有任何科学。这种信念是,并且永远是一切科学创造的根本动机。”^②

四、逻辑推理的科学方法

古希腊自然哲学的重大贡献,还在于它创立了逻辑推理的科学方法。亚里士多德(Aristotle, 公元前 384—公元前 322)就是这一科学方法的集大成者。

亚里士多德汲取了以前其他希腊哲学家有关抽象和演绎推理方法的积极成果,进而作出了自己的独创性贡献——创立了逻辑学方法论。其基本思想是:第一,逻辑是为了给理性在科学认识活动中探明事物原因即获得知识提供思维工具;第二,逻辑的核心和主体是三段论,它作为证明的方法能够产生科学知识;第三,逻辑并非哲学学科,它作为一种基础知识,是一切科学的通用工具。

亚里士多德一方面完成了逻辑学方法论,另一方面又创立了公理方法。古希腊自然哲学家自泰勒斯以来就一直追求科学知识

^① 转引自孙世雄:《科学方法论的理论和历史》,科学出版社 1989 年版,第 8 页。

^② 爱因斯坦、英费尔德:《物理学的进化》,上海科学技术出版社 1962 年版,第 217 页。

体系理论化的理想,即对理性知识提出了精密性和可证明性的要求,亚里士多德进一步发展了这一理想,并创立了相应的逻辑工具——公理方法。公理方法的基本思想是:第一,科学理论结构的演绎前提是不能证明的或不证自明的;第二,从不可证明的“初始原理”这种必然前提出发,运用证明的三段论,推出所有的定理;第三,推理过程必须遵循同一律、不矛盾律、排中律等思维规律,以保证科学理论体系的逻辑自洽性。

亚里士多德被被誉为“第一个伟大的公理方法理论家”^①。但是,他本人却并未提供一个科学理论演绎化逻辑结构系统的范例,只是经过一百年后,古希腊著名数学家欧几里得(Euclid,约公元前330—公元前275)才实现了亚里士多德关于科学知识体系理论化的理想,建立了科学史上第一个演绎系统化的几何体系。公理化的演绎推理方法在科学史上功勋卓著,牛顿力学体系和爱因斯坦相对论的建构,把这一方法的功能发挥到了最高峰。

五、小结

古希腊科学思想的哲学基础是一种唯物主义的认识论。经验在其中占据十分次要的地位,有关技术方面的思想也不甚明显。原则上说来,古希腊没有实验方法论。由于古希腊科学的自然哲学特征,其中的某些思想既是一种科学思想,又是一种科学方法;某些方法既是一种科学方法,又是一种科学思想。

毕达哥拉斯的数学和谐性假说与德谟克利特的原子论假说,属于理性地研究自然的思想方法,亚里士多德的三段论和公理方法,则属于理性地获取知识、建构理论体系的思想方法,这是古希腊理性思维的三朵鲜花,在人类科学思想史上长开不败。

古希腊既出现了像泰勒斯、毕达哥拉斯、德谟克利特和亚里士多德等一批早期的自然哲学家,又造就了包括亚里士多德在内的

① 转引自周昌忠:《西方科学方法论史》,上海人民出版社1986年版,第33页。

诸如欧几里得、阿基米德(Archimedes, 公元前 287—公元前 212)、盖伦(Galen, 公元 129—公元 199)等后期的一批理论科学家,使古希腊的科学技术达到了奴隶制社会的最高峰。

古希腊文明的产生与当时古希腊社会较早地进入了铁器时代有关,而古希腊铁器文明又是与工商业相结合的,城镇的建立和城邦的蜂起,成为古希腊文明发展的重要条件。古希腊学者生活在一个开放的社会环境之中,航海旅行生活使之扩大了眼界,培养出胸怀宽广、兼容并蓄的气质,从而将古埃及和巴比伦的文明发扬光大。生产力的发展为学者们从事学术探讨提供了必要条件,加之学者们的好奇心、热情和献身精神,从而结出了一个又一个科学思想方法的丰硕成果,致使后来的科学家在从事自己的探索活动时常常要回到古希腊文明中去寻找思想方法的火花。正如后人所指出:“古代希腊提供了许多基础科学思想,这在后来成为了人类思想革命的一个起点。”^①

第二节 古代中国的科学思想

中国是世界文明古国之一,它创造了灿烂的文化和科学技术,有着十分丰富的科学思想,对人类科学技术的发展作出了重大贡献。古代中国的科学思想孕藏在它的自然哲学和具体的科技成就之中,需要深入地发掘和研究,这也是当代西方兴起的“中国文化热潮”的原因。

一、自然哲学的思想

中国古代自然哲学的特征,是从总体上去描述自然界,把自然界看成是一个整体,并试图从自然本身去解释自然,从而形成了五行说、阴阳说、八卦说和元气说等观点。

^① J·T·哈迪:《科学、技术和环境》,科学普及出版社 1984 年版,第 7 页。