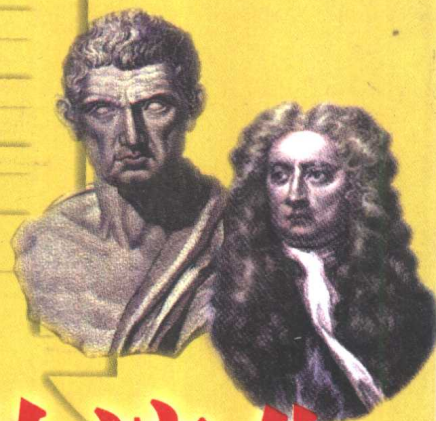
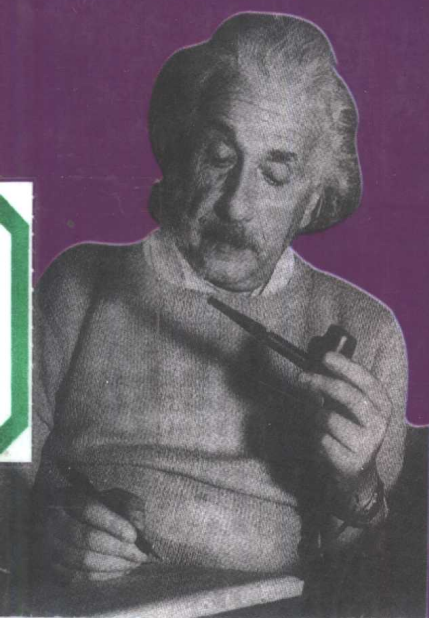


● 金尚年 编著

自然哲学的演化

ZI RAN ZHE XUE DE YAN HUA



自然哲学

复旦大学出版社

自然哲学的演化

金尚年 编著

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然哲学的演化/金尚年编著. —上海:复旦大学出版社,2001.6

ISBN 7-309-02817-1

I. 自… II. 金… III. 自然哲学-哲学史-教材
IV. N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 12372 号

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65102941(发行部) 86-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

经销 新华书店上海发行所

印刷 上海新文印刷厂

开本 850×1168 1/32

印张 10.75

字数 279 千

版次 2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月第一次印刷

印数 1—1 500

定价 18.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是一本以自然哲学演化为主要线索的科学史简明教材,同时又可以作为一本了解以相对论、量子论、基因论为核心的现代基础科学知识的科普读物,并且又有针对性地对科学究竟是什么这个富有哲学色彩的热门话题作了有一定深度的剖析讨论。

全书共分八章:第一章回顾古代自然哲学;第二章介绍牛顿所奠定的近代科学的自然哲学体系;第三章讲述近代科学在牛顿自然哲学的推动下迅速发展;第四章介绍爱因斯坦和他的相对论;第五章讲述量子力学的建立;第六章介绍量子力学诠释的世纪之争;第七章讲述现代科学的物质观、时空观、运动观、宇宙观和生命观;第八章讨论科学究竟是什么。

本书内容丰富,资料准确。该书不仅可以作为大学生学习自然科学史的参考教材,而且对于已经走上工作岗位,需要进一步提高自己综合科学素质的具有大专文化程度的读者,也是一本合适的参考书。

前 言

10年前复旦大学为了加强对大学生的综合素质教育,陆续开设了一批公共选修课,其中就有一门自然科学史课。开设这门课的目的不是为了进行专业科学教育,更不是专业科学史教育,而是为了提高文理科学学生的综合科学素质。根据作者的理解,综合科学素质主要包括三方面的内容:(1)对当代最有价值的科学知识有基本了解;(2)理解自然科学的认识论、方法论,提高理性思维能力;(3)学习杰出科学家的人格、品德,从科学领域吸取营养,升华自己的人生观、价值观。作者是学物理的,长期从事物理学的教学和研究工作,并不是科学史的专业工作者,但从1980年起曾在物理系做过一些物理学史的教学和研究工作,因此承担了这门课的教学任务。

科学史的范围很广,时间跨度5 000年以上,学科上不仅涉及自然科学所有的分支学科,而且还与哲学、历史、宗教等人文学科有密切关系。选修课没有特定的教学大纲,学生分布面广,文理各科、高低年级都有,学时又有限,因此如何选择实际教学内容颇费斟酌。作者先后曾编写过两次教学提纲,三次讲义,本书是在此基础上编写而成的。从多年来的教学实践看,本书目前的主题和结构是比较符合于提高大学生综合科学素质的要求的,受到学生的普遍欢迎。本书现在兼容了三方面的内容:它既是一本以自然哲学演化为主要线索的科学史简明教材,又可以作为一本了解以相对论、量子论、基因论为核心的现代基础科学知识的科普读物,同时又有针对性地对科学究竟是什么这个富有哲学色彩的热门话题作了有一定深度的剖析讨论。作者相信,本书不仅可以作为大学

生学习自然科学史的参考教材,而且对于已经走上工作岗位,需要进一步提高自己综合科学素质的具有大专文化程度的读者,也是一本合适的参考书。

本书是以自然哲学的演化为主要线索展开讨论的。自然哲学这个名词对多数读者来说可能不太熟悉,在前言中需要对它先作些解释。在古代、现代意义下的科学、哲学、神学三者关系密切,经常合而为一,因为它们都要回答这样一些共同的问题:物质是什么?时空是什么?运动是什么?宇宙是什么?生命是什么?这些问题的总和在古希腊称为自然哲学。古希腊的贤哲往往既是现代意义下的科学家,又是哲学家和神学家。中国古代和世界其他早期文明发源地,也有类似情况。因此讲科学史从古希腊自然哲学讲起,这是很自然的。但随着历史的发展,由于科学、哲学和神学三者所追求的目标和使用的研究方法有所差异,它们之间时而同行,时而分离,演变到现在看上去似乎已成为三类相距甚远的不同学科,但实际上三者之间仍有许多割不断的联系。

近代科学是由牛顿奠定其理论基础的。值得我们深思的是,牛顿把他的传世名著称为《自然哲学的数学原理》。而按现在人们的一般观念,牛顿的这部著作似乎应该称为“自然科学的基本原理和数学方法”。牛顿在这部著作第一版的序言中强调指出:“我讨论的是哲学,而不是技艺;我写的不是关于人手之力,而是关于自然方面的东西……因此我把这部著作称为哲学的数学原理。”所以在牛顿时代,自然哲学是什么,自然哲学与自然科学的关系,我们可以从《自然哲学的数学原理》一书得到明确回答。

追随牛顿,在18—19世纪,当时许多最有声望的自然科学家都愿意把自己称为哲学家,把自己最得意的科学著作称为哲学著作。例如最早提出太阳系演化学说的康德和拉普拉斯,都被人们称为哲学家;近代植物分类学奠基人林耐的专著称为《植物学哲学》;最早提出生物进化论思想的拉马克的著作称为《动物哲学》;

近代化学奠基人道尔顿的专著称为《化学哲学新系统》，等等。这些都带有鲜明的牛顿时代自然哲学的印记。

进入 20 世纪后，自然哲学这一名词已很少有人使用。其原因是由于 19 世纪上半叶，以谢林、黑格尔为代表的一些哲学家，歪曲牛顿自然哲学的原意，抽去其实际的科学内容，发表了许多反科学、反理性的言论、文章，它们引起了学术界的思想混乱。这以后许多自然科学家为了与谢林、黑格尔的自然哲学划清界线，就避免使用自然哲学这一名词，时间一长这个名词就逐渐消失了。现在除了西方某些古老大学理科的博士学位仍然称为哲学博士，英国皇家学会的学报《哲学杂志》仍旧保持原名，还留有牛顿时代的印记外，自然哲学这一名词在学术界中几乎已被人遗忘了。虽然如此，但沿着这一方向的研究探索，在 20 世纪不仅从未停止，而且正取得越来越辉煌的成果。在当代，与古希腊和牛顿时代自然哲学意义相近的名词是基础自然科学的基本原理、学说或假设，它们是整个自然科学体系的思想理论基础。它的形成既源于科学家对自然界大量观察和实验事实所得的启示，但又不等于由实验事实总结归纳出来的经验规律，而是像爱因斯坦多次说过的那样，是科学家理性思维“自由创造”的产物，它被绝大多数科学家所公认，但一般无法用实验直接检验其真伪，其正确性只能由它们推论出来的结果与实验是否符合，逻辑上是否自洽来判断。相对论、量子论、基因论就是现代自然哲学最基本、最典型的内容。此外，不管是古希腊自然哲学还是牛顿自然哲学，都与自然科学的认识论、方法论密切相关。因此现代科学中的认识论、方法论问题也应该是现代自然哲学的一个组成部分。这部分内容现在一般称为科学哲学，通常纳入哲学范畴。而自然哲学则属于自然科学范畴。所以科学哲学实际上是自然科学与哲学的交叉学科，它是古代科学、哲学、神学三位一体演变到现代的表现形式之一。

本书的编写得到潘永祥、李佩珊、许良英、胡守钧、杨福征等同志的支持和帮助,谨在此表示衷心感谢!

作 者

2001 年 1 月

目 录

第一章 古代自然哲学	1
第一节 古希腊自然哲学.....	1
第二节 古希腊文明的衰落和复兴	11
第三节 中国古代自然观	20
第二章 牛顿奠定了近代科学的自然哲学体系	35
第一节 产生牛顿自然哲学的科学背景	35
第二节 牛顿的生平和贡献	41
第三节 万有引力定律的发现和《原理》的出版	45
第四节 牛顿的自然哲学观	52
第五节 牛顿研究自然科学的认识论和方法论	56
第六节 牛顿心目中的上帝	63
第七节 牛顿的人格品德	66
第三章 近代科学在牛顿自然哲学的推动下迅速发展	75
第一节 天文学的发展完成了对太阳系的基本认识	75
第二节 原子、分子学说和近代化学的建立.....	79
第三节 能量守恒定律的发现	85
第四节 熵概念的建立和发展	91
第五节 经典力学理论的发展和完善.....	102
第六节 电学、磁学和光学的统一及其与力学的沟通 ...	107
第七节 牛顿自然哲学对近代生物学发展的影响.....	111
第四章 爱因斯坦和他的相对论	123
第一节 爱因斯坦的生平和贡献.....	123
第二节 狭义相对论诞生的物理背景.....	134

第三节	罗伦兹变换·····	143
第四节	罗伦兹变换的直接推论及实验检验·····	148
第五节	爱因斯坦的哲学思想·····	158
第六节	爱因斯坦的科学思想与牛顿自然哲学的关系·····	166
第五章	量子力学的建立·····	170
第一节	普朗克的量子论·····	170
第二节	爱因斯坦—德布罗意的波粒二象性理论·····	177
第三节	玻尔和他的原子理论·····	186
第四节	量子力学的建立·····	194
附 录	薛定谔方程的建立·····	198
第五节	波函数的几率解释和测不准原理·····	202
第六节	自旋和不相容原理·····	209
第六章	量子力学诠释的世纪之争·····	215
第一节	量子力学诠释的早期争论·····	215
第二节	哥本哈根学派·····	221
第三节	爱因斯坦对量子力学的基本见解·····	225
第四节	从 EPR 争议到贝尔不等式 ·····	229
第五节	哥本哈根学派对量子力学的诠释是对 牛顿—爱因斯坦自然哲学体系的挑战·····	236
第六节	从量子力学的争论看玻尔—爱因斯坦在 认识论、方法论上的分歧 ·····	242
第七节	关于测不准原理的一种新观点·····	248
第七章	现代科学的物质观、时空观、运动观、宇宙观和 生命观·····	259
第一节	相对论和量子力学的结合问题·····	259
第二节	粒子物理学和现代物质观·····	264
第三节	20 世纪天文学的新发现 ·····	275
第四节	现代宇宙学·····	279

第五节	现代生命科学是化学、物理学与传统生物学相结合的综合学科·····	286
第六节	分子生物学的建立·····	289
第七节	生命起源的科学探索·····	303
第八章	科学究竟是什么·····	312
第一节	为什么提出科学究竟是什么的问题·····	312
第二节	科学概念从自然科学向其他学科的拓展·····	315
第三节	经典自然科学的要素·····	317
第四节	现代科学的新特征·····	320
第五节	现代西方科学哲学的自然科学根源·····	322
第六节	对几种较为常见的科学定义的评论·····	328

第一章 古代自然哲学

第一节 古希腊自然哲学

近代科学是15—17世纪从欧洲发展起来的。欧洲文明起始于古希腊。古希腊兴起于现在的希腊半岛而活跃于地中海沿岸的广阔的地区,与古文明的发源地埃及和二河流域有接触。古希腊是奴隶制社会,由一系列各自独立的城邦组成,因此手工业和商业较发达,经济繁荣,文化领域思想活跃,形成了百花齐放、百家争鸣的局面。古希腊的先哲固然很关心人世间的事情,但他们也十分重视自然界,因此产生了古代其他文明发源地难以与之相比的丰富多彩的古代自然哲学。在讨论牛顿的自然哲学观以前,本节先以亚里士多德的自然哲学观为中心,对古希腊的自然哲学作一简单介绍。

一、物质观

物质观就是对世界万物本原的认识。古代任何一个先哲都对此有一定看法,而学派的形成也往往以此为基础。

古希腊最早的自然哲学派别创立于米利都城,称为米利都学派,创始人为泰勒斯(Thales of Miletus,约公元前624—前546)。他认为世界万物本原是水,一切由水而生又复归于水。后来这个学派的阿那克西曼德(Anaximander of Miletus,约公元前610—前546)提出万物的本原应当是一种他称之为“无定”的东西,阿那克西美尼(Anaximenes of Miletus,公元前585—前528)则认为万物的本原是“气”,一切物体都是气的浓缩程度不同的表现。米利都学派把万物的本原归之于物质,摒弃了早期的神话传说,开创了

现今意义下的物质观的探索,其历史地位应予肯定。

稍迟于米利都学派的毕达哥拉学派是以其创始人毕达哥拉(Pythagoras of Samos,约公元前 584—前 497)命名的。毕达哥拉要寻找一种超越于任何一种具体事物而又为任何事物所共有,而且性质又是十分确定的东西作为万物的本原,他认为那就是数。在这个学派看来,数是万物的本原,又是万物存在的性质和状态的描写。但他们没有说清楚这个数是精神性的还是物质性的。毕达哥拉学派崇尚数的思想,引导后人关注事物间数的关系,这对于自然科学的孕育、形成和发展有重大作用。

比毕达哥拉稍晚的赫拉克利特(Heraclitus of Ephesus,约公元前 540—前 480)最早提出万物本原是火。古代人误认火是一种物质,这是一种普遍现象。再稍后的恩培多克勒(Empedocles of Acragas,约公元前 493—前 443)在前人的基础上,提出了著名的“四根说”物质观。他认为世上万物是由火、水、土、气四种元素组成的,这四种元素是固有的原始物质,不是由变化而产生出来的,而其他万物则是这四种元素的不同比例的混合物,万物的变化就是这四种元素的分离和重新组合。使元素结合和分离的是两种外在的对立力量“爱”和“憎”,“爱”使元素结合,“憎”使结合在一起的元素分离。

古希腊自然哲学中另一个重要学派是原子论学派,其创始人是留基波(Leucippus,约公元前 500—前 440)和他的学生德谟克利特(Democritus of Abdera,约公元前 460—前 370)。“原子”一词在希腊语中原意是“不可分割”,原子论派认为,非常小的、肉眼看不见的、不可再分割的原子才是万物的本原。原子的种类和数量都是无限多的,不同种类的原子在大小和形状上各不相同,原子的结合便构成万物。原子不生不灭,万物的变化不过是原子的聚散。原子自身是绝对致密的,其中不包含任何空隙。原子以外的空间则是绝对的虚空,虚空是原子运动的场所。古希腊另一持原

子学说的有影响的自然哲学家是伊壁鸠鲁(Epicurus of Samos, 公元前 341—前 270)。他发展了德谟克利特的思想,认为原子除了有大小、形状的区别,还有重量的不同;原子并不是有“各种各样的大小”,而是只有“某些不同的大小”。原子论是古希腊自然哲学最重要成果之一,它虽只局限于哲理的思辨和天才的猜测,但在思想方法上对后世有深刻影响,近代原子分子理论的确立是和古希腊的原子论相联的。

集古希腊自然哲学大成的是亚里士多德(Aristotle, 公元前 384—前 322)。他从 17 岁起受学于导师柏拉图(Plato, 公元前 428—前 348),追随柏拉图学习工作了 20 年,曾受聘为马其顿国王亚历山大大帝少年时的导师。公元前 335 年他在国王亚历山大的支持下,在雅典创立吕克昂学园,园内建有图书馆、自然陈列馆等。亚里士多德常和他的学生一起以散步形式在学园内进行教学,因此被后世称为“逍遥学派”。他的许多著作都是由讲稿经其弟子整理而成书的。他的主要自然哲学著作有:《物理学》、《论天》、《论生灭》、《气象学》、《工具论》等。亚里士多德还是形式逻辑的倡始人。他给自己的哲学所规定的任务是研究“原因”,探究每一事物的“为什么”。他认为所有事物都有四方面的原因,即“质料因”、“形式因”、“动力因”和“目的因”,这就是他的“四因说”哲学观。他认为这四因中形式因和目的因最重要。只有质料没有形式,那只是潜在的物而不是实际的物;没有目的,就不会有动力使质料具有一定的形式。

亚里士多德“四因说”哲学观反映在物质观上具体有这样一些观点:(1)他反对虚空的存在,因而是原子论的坚决反对者。他认为自然界物体的运动是有目的的,重物下落、轻物上升都是向着各自的归宿运动,所以自然状态是有方向的;但是“虚空是没有差异的”,“虚空里没有这样的地方;事物倾向于往这里运动而不倾向往那里运动”。(2)月亮以上的世界由单一元素“以太”组成,以太凝

聚构成了日月星辰。以太是一种圣洁的东西,不包含任何对立面,因而也不会有任何变化。(3)对月亮以下的世界,亚里士多德持恩培多克勒的“四根”说,即万物由水、气、火、土四元素所组成。但这四种元素只是“质料因”,单由它们只能构成潜在的物。要构成实际的物,需要“形式因”。实际物质是我们人可感知的,因此可感知性是由四元素构成万物的“形式因”。人们最基本的可感知性是冷、热与干、湿两对矛盾。干和热结合是火,干和冷结合是土,热和

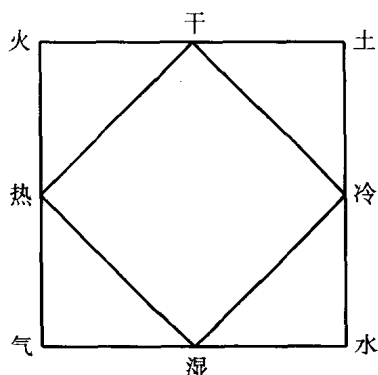


图 1-1 亚里士多德物质观示意图

湿结合是气,冷和湿结合是水。水中的冷为热所取代时,水就变成了气;气中的湿为干所取代时,气就变成了火;火中的热被冷所取代时,火就变成了土;土中的干为湿所取代时,土就变成了水。世上万物的组成和变化就是如此等等;图 1-1 是其示意图。这就是亚里士多德的物质观。从现在看来,它充满着谬论,但它曾盛行许多世纪。

二、时空观、运动观

古希腊的自然哲学家中,最认真、最系统地研究时空和运动问题的是亚里士多德。他曾说过:“如果不了解运动,也就必然无法了解自然。”他这方面的论述,主要集中在《物理学》一书中。

亚里士多德把机械运动区分为两大类,一类是“自然运动”,一类是“非自然运动”,或“被推动的运动”。自然运动不需要外部的推动力,万物都有其趋向其自然归宿的本性。火向上运动,土向下运动,就是由其寻找自己的自然归宿的本性决定的。非自然运动则必有外力的推动才能发生,外力一旦停止作用,运动就不复存在。

用现在的话来说,即亚里士多德认为外力是物体产生运动(速度)的原因。外力的作用,即推动者对于被推动者的推动,可以经过许多中间环节;推动者推动了某物,某物又推动了另一物,如此继续,最后推动了某个被推动者。中间层次的各物既是被推动者,也是推动者。依此作逻辑推论,最原始的推动者是只推动他物而不被他物所推动,是不动的。因此亚里士多德说,必定存在一个自身不动的第一推动者,是它使一切物体运动起来。动物能够主动运动,亚里士多德认为是由其自身不动的“灵魂”所推动的。亚里士多德不承认绝对虚空的存在,他认为空间充满介质,自然界厌恶真空。他对被抛掷物体在脱离抛掷者施加的作用力仍能运动一段距离是这样解释的:当被抛掷物体刚离开抛掷者时,它就冲开前面的介质,同时在它后面空出一个位置,这时周围介质立即填补了这个空间,给了一个推动被抛掷物体继续向前运动的推力,使之能继续运动。他认为介质对运动物体的前进也有阻碍作用,其大小与介质的密度成正比;介质的可见程度越差,其密度越小。物体在介质中的速度首先是由推动者的作用决定的,但与物体的“量”也有关系;同样的推动力对于不同的物体,其产生的“速度之比等于这些物体量的比”。亚里士多德还认为,不同量的物体自由下落时,较重物体的下落速度较快,这是因为它冲开介质的自然力比介质的阻碍作用增加更大的缘故。

上面已经说过,亚里士多德是严格区分月亮以上和月亮以下两个世界的。在他看来这两个世界物体的运动的情况也是不一样的。他认为在月亮以下的世界里,物体的运动本质上是直线运动,有起点和终点,不能是无限的;月亮以上的世界里的运动则没有起始和终结,是匀整无限的圆周运动。

亚里士多德的时空观除了上面提到的他反对没有物质的虚空外,还有一些值得一提的看法。他说:“空间乃是一事物(如果它是这事物的空间的话)的直接包围者,而又不是该事物的部分。恰如

容器是能够移动的空间那样,空间是不能移动的容器。”“不是任何事物都是在空间里,只有能运动的事物才在空间里。”这是说不能运动的第一推动者和灵魂都不在空间里。因此亚里士多德是把空间与物质的存在、与运动的存在直接联系在一起的。关于时间,亚里士多德说:“时间是使运动成为可以计数的东西”,“我们不仅用时间计量运动,也用运动计量时间,因为它们是相互确定的。”“时间是永存的。”“在任何地方,同时的时间都是同一的”、“一切变化和一切运动事物皆在时间里”,因此自身不动的第一推动者和灵魂都不在时间里。

三、宇宙观

关于宇宙模型,古希腊在亚里士多德以前,最有影响的是菲洛劳斯(Philolaus)所提出的模型(见图 1-2),他认为宇宙起源于一团火,位于宇宙中心的是“中心火”,它的外面依次是“对地”、地球、月、日、水星、金星、火星、木星和土星,恒星在最外层,它们都以“中

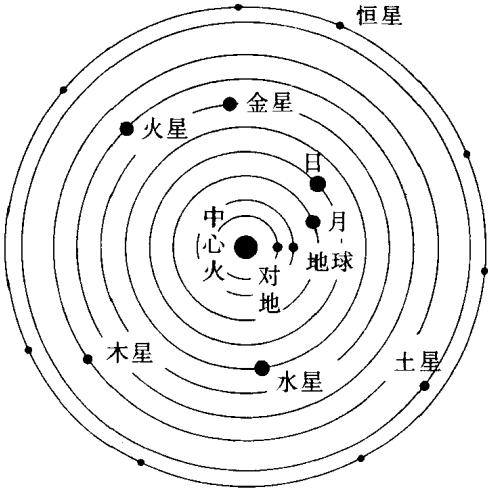


图 1-2 菲洛劳斯宇宙模型示意图