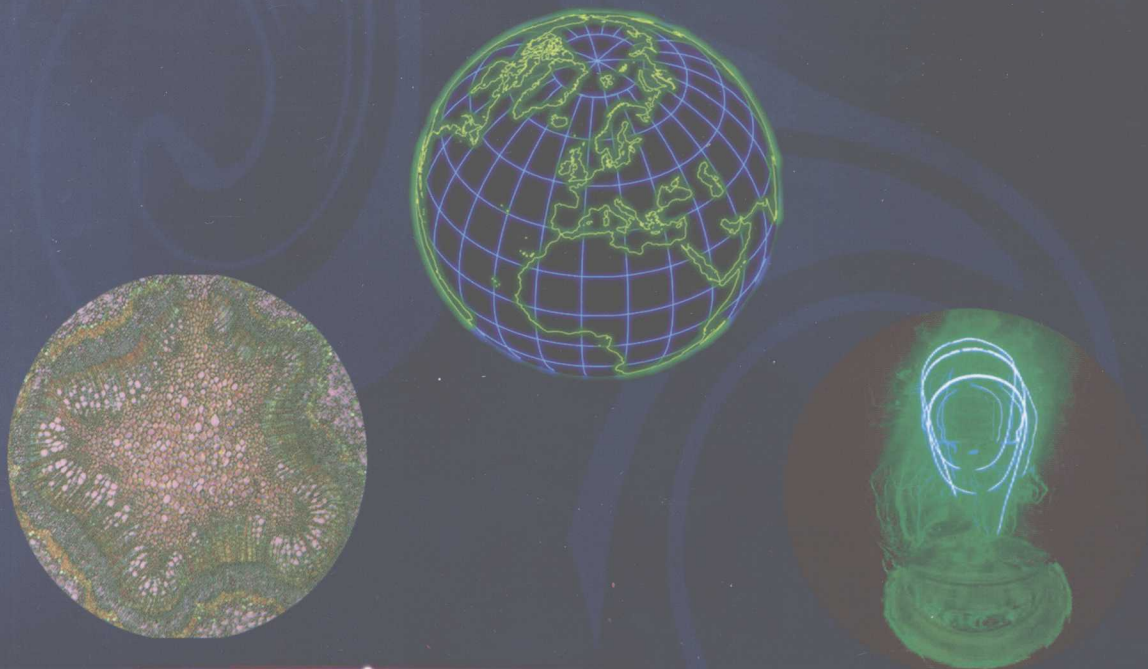


自然科学概论

高翠花 王宝红 李 燕 编著



 中国科学技术出版社

自然科学概论

高翠花 王宝红 李 燕 编著

中国科学技术出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

自然科学概论 / 高翠花, 王宝红, 李燕编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2008. 5
ISBN 978-7-5046-5177-8

I. 自… II. ①高…②王…③李… III. 自然科学-概论 IV. N

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 056671 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

责任编辑 郑洪炜
封面设计 李梦思
责任校对 林 华
责任印制 王 沛

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081
电话: 010-62103210 传真: 010-62183872
<http://www.kjpbooks.com.cn>
科学普及出版社发行部发行
北京国防印刷厂印刷

*

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 15 字数: 390 千字
2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷
印数: 1—1000 册 定价: 38.00 元
ISBN 978-7-5046-5177-8/N·114

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

前 言

自然科学是研究自然界物质形态、结构、性质和运动规律的科学。包括物理、化学、天文学、地球科学、生命科学等。它不仅是巨大的生产力,推动经济的发展,而且对人类思想文明的进步起着巨大的推动作用,成为提高人类认识世界能力的源泉,建立科学世界观的重要基础。

最近的一百余年是人类历史上一个巨变的时代,自然科学的发展在其中起到了至关重要的作用。一些决定性的发展,如飞机、电视、抗生素、塑料、计算机、互联网技术等都基于自然科学的研究成果,这些发展极大地改变了人们的生活,人们对物质世界的理解也发生了显著的变化。科学家发现了原子核、电子,建立了原子—分子论;发现了元素周期律;创建了化学键理论和量子化学;发展了细胞工程、基因工程;形成了完美的牛顿经典力学体系;发现了光的波粒二象性,建立了光的电磁学说;相对论和量子论为自然科学未来的发展奠定了理论基础。

生活在这样的时代,面对今天的现代化、信息化、物质与精神的多样化的社会,作为 21 世纪的基础教育工作者,尤其是将来从事小学教育方面的工作者,对自然科学发展的历史、对自然科学的经典理论、对自然科学发展的趋势与展望有一个初步、基础的了解与认识是十分必要的。故本书力图概括自然科学最基础和最主要的现象、概念、定理、规律,密切结合它们在生产、生活中的应用,反映自然科学发展历程的艰辛、曲折及取得的令人类为之雀跃的重大成果,自然科学的新进展,凸现自然科学发展中运用的科学方法和闪烁的科学精神,从而,为科学课程的教师和其他对自然科学感兴趣的读者,提供一本实用有趣、内容丰富的读物。

本书可作为科学课程教师的工具书、参考书以及强化学科背景知识的教材,也可作为科学新课程培训的教材及各类师范院校相关专业本专科生的教材或课外读物。

本书共十二章,由高翠花、王宝红、李燕编著,各章具体分工是:第一章、第三章和第十章由王宝红编写,第二章、第四章、第十一章和第十二章由高翠花编写,第五章、第六章、第七章、第八章和第九章由李燕编写。

由于作者水平有限,书中不足和失误在所难免,欢迎广大读者批评指正。

本书的出版得到中国科学技术出版社的大力支持,郑洪炜编辑等对本书的策划和编辑作出了重要的贡献,在此一并表示感谢。

编 者

2007 年 11 月

目 录

第一章 自然科学的起源与发展	1
第一节 科学的起源	1
第二节 古代自然科学的形成	2
第三节 近代自然科学的产生及其特点	11
第四节 现代自然科学的产生及其特点	14
思考题	19
第二章 认识天文与宇宙	20
第一节 古今天文学的发展	20
第二节 我们的宇宙	30
第三节 恒星的演化	35
第四节 地球概况	40
第五节 航空航天技术	47
思考题	52
第三章 经典物理学概论	53
第一节 物质的运动和力	53
第二节 分子运动和热	67
第三节 电磁学基础	74
第四节 光学概述	87
思考题	91
第四章 基础化学概况	93
第一节 化学发展简史	93
第二节 核外电子运动状态的描述	98
第三节 电化学	105
思考题	115
第五章 探索生命	116
第一节 生命的起源	116
第二节 生命的足迹	117
第三节 多姿多彩的生命及其共性	123
第四节 生命的多样性	128
思考题	130
第六章 生命活动的基本单位——细胞	131

第一节	细胞的结构体系	131
第二节	细胞的分裂、分化和凋亡	133
第三节	细胞的化学组成	137
第四节	细胞的生物膜	139
思考题		140
第七章	生命的构建	141
第一节	植物的组织及其功能	141
第二节	植物的器官及其功能	142
第三节	动物的组织及其功能	152
第四节	动物的器官、系统及其功能	153
思考题		161
第八章	生命的延续	163
第一节	生物的生殖和发育	163
第二节	遗传的物质基础	172
第三节	生物的遗传规律	176
第四节	性别和伴性遗传	180
第五节	生物的变异	181
思考题		184
第九章	生命科学的进展	186
第一节	基因工程	186
第二节	细胞工程	188
第三节	酶工程	190
第四节	现代发酵工程	192
第五节	人类基因组计划	193
思考题		196
第十章	现代物理学的发展	197
第一节	19 世纪末现代物理学的三大发现	197
第二节	量子理论	200
第三节	相对论	206
思考题		210
第十一章	认识核能	211
第一节	核反应堆	211
第二节	三防知识简介	219
思考题		223
第十二章	计算机、微电子的发展与应用	224
第一节	计算机的发展	224
第二节	微电子的发展与应用	225
思考题		231
参考文献		232

第一章 自然科学的起源与发展

人类在地球上已生活了 200 多万年以上。在长期的生产实践中,人们不断地积累着生产经验和劳动技能,又不断地用这些经验和技能改进劳动工具和其他劳动资料,这个过程是技术发展的过程。人类在实践中积累的认识,在理论上的不断总结和概括,就是自然科学的发展过程。

第一节 科学的起源

科学的起源是指作为科学“物质”的那些实际材料和有认识作用的信息的最初由来。

人是从动物演变而来,从猿到人,劳动起到了关键的作用。人类起源于生产劳动,科学知识来源于人类的生产实践和直接对自然现象的观察以及对自然的理解。人类在不断地改造自然界的过程中认识自然,并积累起自己关于自然界的知识,从而又进一步地提高了人类自身改造自然界的能力,并做出了一系列有重大意义的发明创造。在漫长的原始社会里,严格地说只有原始的、简单的技术还没有独立的科学,只有技术经验还没有科学理论,技术的进步相当缓慢,科学只是以萌芽状态存在于原始技术和原始观念之中。

劳动必须具备一定的工具,在制造工具的过程中产生了技术。最初的技术是在 100 万乃至 200 万年前产生的用“以石击石”的方法制造石器的技术,第二种技术是用火和人工取火技术,第三种技术是植物栽培技术和动物饲养技术,第四方面的技术是制陶技术、纺织技术、建筑技术和运输技术。

随着这些技术的产生和发展,人类积累了越来越多经验形态的自然知识,如制造石器要求人们摸索岩石的性质和对石头进行加工的方法,农耕和畜牧要求人们了解并遵循动植物生长、繁育的规律。这些在生产实践中产生并以经验形态存在于技术中的自然知识,尽管是简单的、粗糙而零散的,没有上升为理性知识,更没有形成独立的、系统的、分门别类的知识体系,但毕竟是对于自然事物和自然规律的一种反映。这些经验形态的自然知识就构成了自然科学萌芽的最初形式。

进入奴隶社会以后,社会生产力有了很大的发展,产生了体力劳动和脑力劳动的分工,出现了一批专门从事科学活动的知识分子,他们可以专门从事对自然现象的研究,总结生产经验,创造文字,建立理论。距今 6000~4000 年,底格里斯河和幼发拉底河流域、尼罗河流域、黄河流域的文明逐渐形成,这些地区的人类,关于自然的知识逐渐深化,产生了准科学。此时的准科学仅限于与当时的生产、生活直接相关的天文学、数学、医学和化学。天文学方面,在埃及和巴比伦,已知道了恒星和行星的区别,并能够测定太阳的视直径以及月球、地球的体积,并采用一年为 365 天的太阳历。数学方面,由于尼罗河的泛滥,土地测量非常盛行,产生了几何学,能求出长方形、三角形、梯形和圆的面积,知道勾股定理的实际应用,提出圆周率的值为 3.16,并能求一元一次方程。医学方面,被视为古埃及医学大全的埃伯斯纸草书内容十分广泛,

记载有 700 种药剂,涉及腹部疾病、肺病、痢疾、咽炎、眼病、皮肤病、血管神经疾病、妇科病、儿科病等。化学方面,由于金属、玻璃、涂料的使用及医药品的调制等,使化学知识丰富起来。

这一时期产生的知识,有突出的经验性特征,因此称为准科学,是古代科学产生的先导。

第二节 古代自然科学的形成

一、古希腊自然科学

现代科学各个学科的基本问题,其源头几乎都可以追溯到古希腊,但古希腊留给现代科学的遗产,并不只是让任何其他民族都难以望其项背的科学成就,更重要的是它所创立的科学基本思想和方法。比如,泰勒斯的自然主义世界观,德漠克利特的还原论,阿基米得的数理方法,欧几里得和亚里士多德的形式逻辑体系等。

如果人们把科学精神分为探索、怀疑、理性和实证四个方面的话,那么古希腊自然哲学家们已把探索、怀疑和理性精神发挥到了极致,创造了古代文明的奇迹。只是他们在实证方面仍有欠缺而已。所以一旦文艺复兴时期的巨人们把实验方法注入其中,现代科学便诞生了。

古代希腊科学分为两个时期,从公元前 600 年至公元前 300 年,称为希腊的古典时期。这个时期形成了以一个或几个学术带头人作为领导的学术团体——学派,如伊奥尼亚学派、毕达哥拉斯学派、原子论学派、柏拉图学派、亚里士多德学派等。从公元前 300 年到公元前 30 年,叫希腊化时期或亚历山大利亚时期,是指世界学术中心从雅典转移到亚历山大城,出现了阿基米得和欧几里得等著名的科学家。

(一) 希腊古典时代的自然科学

科学成为一种独立的精神活动,最早起源于古希腊。希腊古代自然科学的一个最大特点就是自然科学知识与哲学思想交织在一起。正是这个特点,有利于自然科学形成自己的理论体系,从而成为一门独立的科学;同时它作为哲学基础也有利于哲学思想的发展,大大丰富了哲学思想。在希腊早期的自然科学发展过程中,出现了一些典型代表人物和观点。

1. 第一个自然哲学家泰勒斯

西方历史上第一个自然哲学家泰勒斯,诞生于地中海东岸爱奥尼亚地区的希腊殖民城邦米利都。他既是第一个哲学家也是第一个科学家,是西方科学——哲学的开创者。他的学生阿那克西曼德和阿那克西曼德的学生阿那克西米尼也是米利都人,他们形成了西方哲学史上第一个哲学学派——米利都学派。

米利都在今土耳其境内,地处入海口,公元前 8 世纪~前 6 世纪海外贸易极为发达,它被称为“海上的霸主”。虽然到了泰勒斯生活的年代,其霸主地位已经遭到严重威胁,但它便利的交通条件以及与各国的频繁交往,依然孕育了第一朵希腊文明之花。泰勒斯年轻的时候曾经游历过巴比伦和埃及,从巴比伦人那里学习了先进的天文学理论,从埃及人那里学习了先进的几何学知识。为了航海的需要,米利都人很重视天象观测,而巴比伦的天文学在当时是最发达的。据说泰勒斯写过关于春分秋分和夏至冬至的书,观测到太阳在冬至点和夏至点之间运行时速度并不均匀,还发现了小熊星座,方便了导航。泰勒斯第一个把埃及的测地术引进希腊,并将之发展成为比较一般性的几何学。

西方古代自然哲学的一个核心的问题就是如何回答世界本原问题,各个学派的自然哲学

家提出不同的见解。泰勒斯认为水是万物的始基,一切生于水还于水,大地漂浮在水上。这种认识是一种高度的抽象,创立了用自然本身的物质去说明自然的唯物主义世界观。具体地说,他认识到万物的本原是物质性的,不同于人类的精神活动,自然界本身是可以说明和解释自然界的。泰勒斯这种用水的无定形和流动性来描绘自然界的生成和变化,超越经验的抽象思维和综合思考方式,开创了人类的科学分析和哲学概况认识世界的新纪元。

阿那克西曼德(Anaximander,前 611~前 546)沿着导师泰勒斯开辟的道路提出世界本原是一种抽象的无限,只有无限才能永恒存在,无限在运动中产生矛盾,如冷与热、干旱与潮湿等,这就把世界万物统一到一个相同的概念之中,比泰勒斯把许多不同事物抽象到一个具体概念中有了很大进步。其观点无疑比他的老师具有更加的合理性,而且也有一定的自恰性。阿那克西曼德的学生阿那克西米尼(公元前 6 世纪中期前后)则认为世界的本原是空气,它的膨胀和收缩产生了世界万物。一切都在永恒的空气中发生和转变,其中也包括神灵。这三位早期哲学家均生活在爱奥尼亚地区的米利都,且保持着师承关系,因而被称作米利都学派。公元前 5 世纪初,波斯毁灭米利都后,米利都学派也随之消失,但这一学派的历史功绩不可磨灭。泰勒斯等人力求从自然本身去解释自然现象根本原因的做法开创了一种与神话和宗教根本不同的思维方式,这就为科学的发生和发展创造了先决条件。

2. 毕达哥拉斯及其学派

毕达哥拉斯是西方历史上著名的数学家和哲学家,以他的名字命名的毕达哥拉斯定理在西方学童皆知。这个定理在我国称为勾股定理,它说的是任何一个直角三角形的两直角边的平方和等于其斜边的平方。许多民族都很早就发现了“勾三股四弦五”这一特殊的数学关系,但一般关系的发现和证明是毕达哥拉斯最先做出的。两百年后欧几里得的《几何原本》中给出了这一证明。

毕达哥拉斯学派特别重视数学。在宇宙本原问题上,毕达哥拉斯学派主张“万物皆数”,数是世界的本原,由此产生点、线、面、体和水、土、火、气四元素,最后形成世界。他们认为自然界中的一切都服从于一定的比例数,天体的运动受数学关系的支配,形成天体的和谐。这种数学审美观念为近代精确科学的产生奠定了基础。

说数即万物当然是荒谬的,但若说事物所遵循的规律是数学的,则相当正确。近代科学正是在追寻自然界的数学规律中取得长足进步的,而且可以说,许多次重大的突破都是由于发现了新的数学规律。毕达哥拉斯主义传统确实是自然科学中最富有生命力的思想传统。

在天文学领域,毕氏学派奠定了希腊数理天文学的基础。首先,毕达哥拉斯第一次提出了作为一个圆球的地球概念。人们从前只有大地的概念,地球的概念只是从他才开始有的。这个概念在今天受过科学教育的人看来似乎没有什么了不起,但在 2500 年前认识到这一点却非常了不起。因为即使是今天,也不是所有的人都能认识到这一点。其次,毕达哥拉斯进一步提出整个宇宙也是一个球体。它由一系列半径越来越小的同心球所组成,每个球都是一个行星的运行轨道。毕氏学派认为,位于宇宙中心的是“中心火”,所有的天体都绕中心火转动。这样,毕达哥拉斯学派既提出了地球概念,也提出了天球概念,这种地球—天球的两球宇宙论模式为希腊天文学奠定了基础。在天球转动的基础上,希腊天文学家运用几何学方法构造与观测相符合的宇宙模型;在宇宙模型基础上,又进一步促进观测的发展,使希腊数理天文学达到了世界古代科学的顶峰。

3. 德谟克利特与原子论

古代希腊自然哲学最有价值的成就是德谟克利特(Democritos, 约前 460~约前 370), 他集前人之大成, 提出了著名的原子论, 马克思、恩格斯称他为“经验的自然科学家和希腊人中第一个百科全书式的学者”。列宁还把唯物主义发展路线称为“德谟克利特路线”。

德谟克利特的思想主要归纳为三部分。首先, 他在世界的本原认识上, 认为万物的本原是原子和虚空, 他认为世界是由实在的原子和虚空所组成, 灵魂由光滑精细、运动极快的、圆形的原子结合而成, 因而也是一种物体。他坚持和发展了泰勒斯的唯物观, 是早期的唯物主义的典型代表。其次, 他认为组成万物的原子都是最小的、不可分割的、不可改变的物质粒子, 就是说原子是组成万物的最小单位、基本单位。而且, 他对原子的特点做了进一步的描述, 认为各种原子在本质上是相同的, 它们的区别在于形状、次序和位置, 正是这种差异形成了千差万别的各种事物。最后, 他还对物质在世界中的运动过程进行了解释, 他认为原子在虚空中必然向四面八方相冲击和碰撞, 形成漩涡运动, 使得原子之间相互结合或者分离。它们之间的结合和分离导致了万物的生成和消失。

德谟克利特的原子论是当时人们在世界本原和物质结构问题上达到的最高成就, 标志着古代自然哲学在认识自然方面所取得的丰硕成果。虽然, 它有一定的缺陷, 只是建立在直观经验的基础之上, 但是它的思想和方法对后来科学思想的发展有着极大的启发和影响。

4. 亚里士多德——百科全书式的学者

亚里士多德(Aristoteles, 前 384~前 322) 是古希腊对近代自然科学影响最大的古代学者。他出生于希腊北部的斯塔吉亚, 幼年时父母双亡, 由亲戚抚养成人。他跟随当时的大哲学家柏拉图学习, 受到了良好的教育。亚里士多德全部作品的数目大得惊人, 有 47 部留存下来, 古代书名册上记录表明他写的书不少于 170 本。但是令人吃惊的不仅在于他作品的数量, 而且在于他知识的博大精深。实际上他的科学著作构成了他所在时代的一部科学知识百科全书, 其中包括天文学、动物学、地理学、地质学、物理学、解剖学、生理学, 几乎希腊人所掌握的任何其他学科都无所不有。

在世界本原认识上, 亚里士多德认为地上世界的物质是由冷、热、干和湿四种性质结合而形成的四种元素——火、气、水和土组成的, 提出了著名的四元素说, 其中最重要的观点是物质的性质的改变就能改变物质本身, 因此它为后来的炼金术提供了哲学基础。同时, 亚里士多德认为宇宙空间的组成与地上世界是不一样的, 他认为宇宙空间充满了一种神圣的, 甚至可以说是神秘的物质“以太”。这个概念后来在物理学发展过程中起到重大的作用。

亚里士多德的另外两个众所周知的观点就是地球中心说和运动观。他认为, 一切天体分别以不同的半径围绕地球作圆周运动, 地球处于宇宙的中心。该学说由于符合基督教会的观点, 被教会所利用, 并在漫长的欧洲中世纪占了绝对统治地位。因此, 该学说虽然在当时提出来时有一定的合理性, 但是后来却成为科学发展的极大阻力。对于运动观, 亚里士多德认为“凡运动着的事物必然都有推动者在推着它运动”, 但一个推一个不能无限地追溯上去, 因而“必然存在第一推动者”, 即存在超自然的神力, 这种运动观对后世影响很大。这里的运动是指一般意义下的运动, 也包括力学运动在内。

亚里士多德不但是一个百科全书式的学者, 同时也是一个很有影响的教育家。在教育上, 亚里士多德根据他的灵魂论把教育划分为三个组成部分: 体育、德育、智育。其中体育是基础, 智育是最终的目的。亚里士多德不仅最早明确地提出了体育、德育、智育的划分, 而且也是最

早根据儿童身心发展的特点提出按年龄划分教育阶段的主张。

(二) 希腊化时代的自然科学

科学中自然科学分化出来大约在公元前 4 世纪到前 2 世纪中叶这段 300 多年里。这一时期又称为“希腊化时代”(即亚历山大阶段),它是古希腊科学发展的顶峰。它的特点是科学脱离了直觉和思辨,沿着实践这条道路朝着专门化的方向发展起来,其中最为典型的代表就是形成了欧几里得几何学和阿基米得力学。

1. 欧几里得几何学

亚历山大阶段是古希腊数学发展的“黄金时代”,这时期的数学研究出现了追求推理论证和密切联系实际的倾向。欧几里得(Euclid,约前 330~前 275)在古代丰富的数学知识和数学思想方法的基础上,对客观世界的空间关系进行了高度的抽象,使古老的“测地术”形成一门理性科学——几何学,成为古希腊科学的主要标志。

在《几何原本》中,欧几里得首先严格定义了点、线、面、圆等基本概念,接着精心选择了无法再少的 10 个几何命题,并采用亚里士多德关于公理和公设的区分(即公理适用于一切科学,而公设只适用于几何学),把它们列为不证自明的 5 个公理和 5 个公设,然后从这些少数的定义、公理和公设出发,循序渐进、有条不紊地推演出 465 个命题,构成了一个完整的逻辑演绎体系。这种建立知识体系的公理化逻辑方法,对于整个科学和哲学都具有极为重要的方法论意义。

《几何原本》共 13 篇,第一篇讲直线形,包括全等定理、平行定理、毕达哥拉斯定理、初等作图法等;第二篇讲用几何方法解代数问题,即用几何方法做加减法乘除法,包括求面积、体积等;第三、第四篇讲圆,讨论了弦、切线、割线、圆心角、圆周角的一些性质,及圆的内接和外切图形;第五篇是比例论;第六篇运用已经建立的比例论讨论相似形;第七、第八、第九、第十篇讨论数论。第十一、第十二、第十三篇讲立体几何,其中第十二篇主要讨论穷竭法,这是近代微积分思想的早期来源。

在科学史上,没有哪一本书像《几何原本》那样把卓越的学术水平与广泛的普及性完美地结合,它集希腊古典数学之大成,构造了世界数学史上第一个宏伟的演绎系统。《几何原本》成为当时出色的教科书,一直被使用了 2000 多年,对后世数学的发展起到了极大的推动作用。

2. 阿基米得力学

古希腊的物理学经历了从猜测到实验、从定性到定量的发展过程,身兼数学家和力学家的阿基米得(Archimedes,约前 287~前 212)则是古希腊实验定量研究的杰出代表。

阿基米得生于南意大利西西里岛的叙拉古,他父亲是一位天文学家,这使阿基米得从小就学到了许多天文知识。青年时代,他来到古代世界的学术中心亚历山大城。在这里,他就读于欧几里得的弟子柯农门下,学习几何学。几年之后,他又回到了故乡叙拉古。阿基米得的伟大在于他不仅在数理科学上取得辉煌的成就,而且在工程技术上也颇多建树。

阿基米得在物理学方面的贡献主要有关于平衡问题的研究和关于浮力问题的研究。在力学研究中,给出了确定许多平面形和立体形重心的方法,建立了杠杆定理,发现了浮体定律,提出了相对密度的概念,为静力学尤其是流体静力学奠定了基础,被誉为古代“力学之父”。阿基米得的力学著作有《论浮体》、《论平板的平衡》、《论杠杆》等。

阿基米得研究力学的方法是,首先通过实验和观察得出结论,然后运用演绎的方法,做出

数学的严密论证,把实验的经验研究方法和几何学的演绎推理方法联系在一起,使得他的力学成为古代希腊自然科学的一种典型。

阿基米得具有很高的数学造诣,这也是他在力学研究上取得重大成果的原因,他的数学成果又得益于他的力学研究。阿基米得的数学方面的著作有《论球和圆柱》、《论劈锥面体与球体》、《抛物线求积》、《论螺线》等。

二、罗马时代的自然科学

公元前 2 世纪中叶到公元 3 世纪的大约 400 多年里,科学史上称为罗马时期。这个时期把科学推向实用方面有较大的发展。这个时期在自然科学方面的典型代表就是托勒密和普林尼。

1. 托勒密

托勒密(Claudius Ptolemaeus,约 90~168),生于埃及。托勒密是古希腊最杰出的天文学家。他统一说明了天体的运动现象,把前人的全部“地心”思想系统化,并巧妙地利用几何模型方法,建立了一个比较完整的地心体系,使得古代天文学发展到了高峰。托勒密系统总结了希腊天文学的优秀成果,写出了流传千古的著作《天文学的伟大的数学表述》,又名《至大论》。

在这部长达 13 卷的巨著中,托勒密既采用了阿波隆尼的本轮和均轮体系,也采用了喜帕恰斯的偏心圆,集前人之大成,并形成了以他的名字命名的球壳宇宙观,即托勒密地心学说。由于亚里士多德和托勒密的声望,加上这种理论迎合了后来罗马教廷的宗教思想,地心说整整统治欧洲达 1000 多年之久。

托勒密的工作基本上是对前人工作的一种综合。但是,更加重要的是,他形成了一种研究天文学的方法。这套方法是:首先,注重天象观测,取得数据;其次,在数据基础上,建立模型假设;然后,他运用几何学论证。他主张天文学应该建立在算术和几何的无可争辩的方法之上。最后,检验理论结果。在托勒密的研究方法中,最为突出的是几何图像和定量分析,它成为古代希腊天文学的主要特色。

2. 普林尼

罗马时期的另一重要科学人物是博物学家普林尼(Pliny),公元 23 年,他出生于意大利北部的新科莫。普林尼的最重要的著作是 37 卷的《自然史》。该书发表于公元 77 年,不久他就去世了。这部巨著是对古代自然知识百科全书式的总结,内容涉及天文、地理、动物、植物和医学等科目。他以古代世界近 500 位作者的 2000 本著作为基础,分 34707 个条目汇编了自然知识,内容范围极其广泛。但是,他在复述前人的观点时虽然忠实,但是缺乏批判精神,各种观点不论正确与否一概得到反映。特别是谈到动物和人类时,许多神话鬼怪故事夹杂其中,像美人鱼、独角兽等传说中的动物也被他当做真实的东西与其他生物并列。但是,《自然史》对二手材料的忠实为后人研究古人的自然知识提供了珍贵的依据,特别是在他所参照的绝大多数的原著已经失传的情况下。

普林尼的基本哲学观点是人类中心论。这个观点贯穿在他的《自然史》中,得到了日益兴盛起来的基督教的认同,从而大大有助于他的著作的流传。无论如何,该著作出于一位对大自然充满好奇心的人,它诱使人们对大自然保持新奇感。这种对大自然的好奇和关注,是使自然科学得以发展的内在动力。

三、中国古代自然科学

古希腊创造了奴隶社会科学文化的最高成就,封建社会科学文化的最高成就则是中国先人创造的。从公元7世纪到17世纪长达1000多年里,中国政治相对稳定,其独特的科学技术体系得以逐步完善和发展。中国是四大文明古国之一,是文明古国中唯一没有出现严重文化断层的文明古国。在整个古代,中国的科学技术经过起源、发展和完善,达到了非常高的水平,形成了以实用经验知识为主的独立体系。主要成就在天文学、数学、农学和医学等方面。从战国到秦汉,许多门类都形成了具有自己特色的体系,经过汉唐千余年的发展,到宋元达到了高峰。

(一)农学

中国是一个农业十分发达的国家。早在原始社会,我们的祖先就在黄河和长江中下游种植粟、稻和蔬菜等多种植物。西周时期,形成了以农为主,以畜牧为辅的生产格局。春秋以来,中国先人已懂得对土地精耕细作并开始兴修水利,作物和牲畜的品种显著增加。到了汉、唐,我国古代农业技术发展到了高峰,最重要的成就大多都是在这个时期完成的。

中国古人在长期的农业生产实践中积累了丰富的经验,并且也非常重视这些实践经验的总结和整理,因此农学书籍之多为世界之冠。据《汉书》记载,在西汉以前就有《神农》、《野老》等9种农书,可惜都已散失无存。只有西汉氾胜之写的《氾胜之书》,靠后来几部农书的引文,才保存了一些零星片段的文字,该书总结了我国北方地区主要是关中地区的耕作经验,提出了农业生产六环节理论,即及时耕作、改良和利用地力、施肥、灌溉、及时中耕除草、及时收获六个环节,并对每个环节都做了说明。

我国现存最古老的农学论文,是公元前3世纪《吕氏春秋》中的《上农》、《任地》、《辨土》和《审时》4篇,主要论述农业生产和生产中因时、因地制宜等问题。它们虽不是独立的专门农书,但却联成一体,反映了当时农业科学技术的发展水平,具有重要的理论价值。公元6世纪,北魏大农学家贾思勰撰写的《齐民要术》,是我国现今完整保存下来最早的一部农业百科全书。全书共10卷92篇,内容涉及农、林、牧、副、渔各个方面,十分丰富,它系统地总结了我国北方的农业生产和农业科学技术,成为农业实用科学的奠基著作,标志着我国农业实用科学体系的成熟。在这之后,我国农学史上还有两部著名的大型农书:一部是元代王祯的《农书》,22卷,约13万字,内容综合了黄河流域旱田耕作和江南水田耕作两方面的生产实践经验;另一部是明代徐光启的《农政全书》,共60卷,50多万字,插图600余幅,是综合介绍我国传统农学的空前巨著。

我国古代农学的特点是讲究实用,主要是讲方法和效果,暗含科学原理,没有明确揭示事物的原因和自然规律,因而理论性不强。

(二)中医学

中国古代医学独树一帜,成就辉煌,其内容之丰富,体系之完善为各学科之冠。我国现存最早最完整的一部医学理论著作是《黄帝内经》。它出现于战国末期,并非一时一人之手笔,而是一个时代医学进展的总结,共18卷162篇,以论述人体解剖、生理、病理、病因、诊断等基础理论为重点,兼述针灸、经络、卫生保健等多方面的内容,为中医理论体系奠定了基础,标志着我国医学体系的形成。全书从各个方面完整地讨论了医学中的基本问题。对“人”是怎么生成

的、人体是由什么组成的、人的生理怎样、疾病为什么会发生、如何分析和判断疾病的病位和性质、怎样才能治愈疾病、如何预防疾病、怎样才能保持健康而达到长寿目的等问题,都做出了分析和回答。

《黄帝内经》的思想注重整体观念,既强调人体本身是一整体,又强调人与自然环境密切相关;运用阴阳五行学说解释生理、病理现象,指导诊断与治疗,把阴阳的对立统一看成是宇宙间万事万物产生、发展、变化的普遍规律;人体在正常情况下阴阳平衡,一旦这种平衡被破坏,就会生病。《内经》强调精神与社会因素对人体及疾病的影响及疾病的预防,反对迷信鬼神。《黄帝内经》不仅在中国受到历代医家的广泛推崇,其在国外的影响也不容低估。日本、朝鲜等国都曾把《黄帝内经》列为医生必读课本,而部分内容还先后被译成英、法、德等国文字,在世界上流传。近年来一些欧美国家的针灸组织也把《黄帝内经》列为针灸师的必读参考书。

第二部划时代的著作是东汉末年张仲景撰写的《伤寒杂病论》。它继承并发展了《黄帝内经》的思想,确立了以“八纲”(阴阳、表里、寒热、虚实)辨症象、以“六经”(太阳、阳明、少阳、太阴、少阴、厥阴)辨别病势的诊疗方法,创造性地提出了“审因辨证、因证立法、以法系方、遣方用药”的辨证施治的原则,并载有有关的疾病症候、治则、处方,奠定了中医治疗学的基础,是我国第一部医学基础理论与临床诊断治疗密切结合的典籍。

在药学方面,也取得了很大成就。我国现存最早的药学专著是东汉时的《神农本草经》。全书收藏药物 365 种,依药效和实用目的进行了最早分类,详细记载了其药性、药味、药效和主治。集中草药之大成者,是明代李时珍用 30 多年时间深入调查研究、实践,潜心撰写的《本草纲目》。全书共 52 卷,190 万字,记载药物 1892 种,收入方剂达 11096 个,附图 1162 幅,内容空前,分类先进。出版后不久即被翻译成多种文字在世界上流行,对世界医学做出了重大贡献。

中国中医除了上述理论成就外,还涌现了大批精于实践的著名医家,如春秋时期的名医扁鹊擅长望、闻、问、切四诊;三国时期的华佗精于外科手术,发明了麻醉药——麻沸散。

(三)天文学

中国古代的天文学成就,包括阴阳历法的制定、天象观测、天文仪器制造和使用以及构造宇宙理论。大概到了汉代,我国即已形成了自己独特的天文和历法体系。特别在天象观测记录的丰富性、完整性方面,中国一直走在世界各文明古国的前列。

作为一个农业大国,制定历法是一项极为重要的工作。我国人民很早就认识到,要正确地制定历法就需要仔细地观测天象。制历必先测天,这个极为先进的制历原则在汉初即已确认。中国传统的历法是阴阳合历,即既考虑月亮运动(阴历)又考虑太阳运动(阳历),它的三个基本要素是日、气、朔。气即二十四节气,按太阳运动编制,是阳历成分;朔是太阳光完全照在月亮的背面使月亮变得不可视的时间,两朔之间称为一个朔望月,所以朔是阴历成分。将日、朔望月与二十四节气编制到一起是中国历法的主要工作。

早在战国时期,中国就出现了以 $365\frac{1}{4}$ 天为一年的所谓“四分历”。公元前 104 年由汉代天文学家邓平等创制的“太初历”是现存最早有详细记载的历法,典型地反映了我国历法的特点。以后,在天象观测的基础上,历代天文学家不断修正回归年长度、朔望月长度、置闰规则,使历法不断改进。据统计,我国历代编制的历法近百部之多,反映了天文历法事业的发达。

与制定历法工作密切相关联的天象观测工作,构成了中国天文学的主要内容。在恒星、行

星、日月和异常天象观测方面,我国都有杰出的成就,同时也造就了一大批的天文学家,产生了宇宙结构的初步理论,同时也发明了独具特色的观测仪器。

1. 张衡

张衡(78~139),中国东汉时期的科学家。张衡是中国天文学史上浑天说宇宙论思想的杰出代表,对古代天文学的发展作出了卓越的贡献。所著《灵宪》和《浑天仪图注》,是我国古代天文学的重要代表作。他创制了世界上第一台水运浑象仪,用它可使人们不分昼夜地了解当时的天象情况,又创制了世界上第一台候风地动仪,可以用它准确地测定出地震的方位。

张衡的浑天说思想虽然是一种以地球为中心的宇宙理论,不能与近代天文学“日心说”的理论同日而语,但在1800多年以前,它却是当时最先进、最科学的宇宙理论。不仅如此,张衡还以这一思想理论为基础,得到了一些新的天文研究成果。例如,他认识到行星运动的快慢与它们距离地球的远近有关;他还正确地解释了月食的成因,指出月光是日光的反照,月食是由于地球进入地影而产生的,等等。这一切都极大地丰富了古代天文学知识的宝库。

张衡还根据他的浑天说理论制作了漏水转浑天仪,奠定了我国天文学仪器的制造学基础。漏水转浑天仪由漏壶和浑天仪共同组成。浑天仪是一个上刻有二十八宿、中外星官和黄赤道、南北极、二十四节气等的铜球,被固定在一个轴上转动,转动动力由漏壶的流水提供。漏壶滴出来的水的力量带动齿轮,齿轮带动浑象绕轴旋转,一天一周,与天球同步转动。这样,就可以准确地把天象的变化表示出来。人在屋子里看着仪器,就可以知道某星正从东方升起,某星已到中天,某星就要从西方落下。

《后汉书·张衡传》中记载的候风地动仪更是中外驰名。据说,地动仪“以精铜铸成,圆径八尺,合盖隆起,形似酒尊”,中有都柱,外有八道,八道连接八条口含小铜珠的龙,龙头下面有一只蟾蜍张口向上。一旦发生地震,都柱因受震动倒向八道之一,该道龙口张开,铜珠落入蟾蜍口中,观测者即可得知地震的时间和方向。据记载,该仪器确实探测到了公元138年在甘肃发生的一次地震,但可惜的是,该仪器已经失传,后人多方复原均未达到理想效果。

2. 郭守敬

郭守敬(1231~1316),元代邢台人,是中国古代天文学的一个杰出代表。郭守敬制作了圭表和浑仪。在圭表制作上,他创造性地运用了高表和景符,使得测量精度大为提高。在浑仪制作上,他发明了简仪。他改变过去旋环过多,不利于观测的状况,把浑仪分解为两个独立的装置,赤道装置和地平装置,并且在窥孔上加线,提高了观测精度。而且,他还制作了观测太阳用的仰仪、自动报时用的七宝灯漏等仪器。

郭守敬不仅是一位杰出的仪器制造专家,还是著名的天文观测家,他所参与创制的“授时历”是我国中古时期立法的最佳典范。该历定的回归年长度为365.2425日(与今天世界通用的格里高利历即公历一样),和地球公转周期只差26秒,并正确地认识到回归年长度古大今小。“授时历”对旧历法作了7项重要的改正,还有5项重要的创新,因而成为我国古代最好的一部历法。而郭守敬所首创的推算日月星的运动的“创法五事”,则将天象预测工程推向了高峰。

(四)数学

我国数学古称“算学”,侧重于解决实际问题。由于在天文历法的计算方面有不少数学问题需要解决,因而历法与算学的发展密切相关,许多科学家兼天文学家和数学家于一身。

约成书于公元前 2 世纪的《周髀算经》，既是我国现有最早的天文学著作，也是流传至今最早的算学著作，其中叙述了勾股定理与勾股测量等数学问题及其在天文、生产中的应用。

汉代初期数学名著《九章算术》的出现，标志着我国实用数学体系的形成。这部书收选了 246 个数学例题，分为方田、粟米、衰分、少广、商功、均输、盈不足、方程、勾股九个部分，涉及算术、初等代数、初等几何等多方面内容，其中关于多元一次方程组的解法，关于正负数，以及某些体积的计算在世界上都是最早的。它对我国数学发展的影响，就好像欧几里得《几何原本》对西方数学的影响那样深远。

公元 3 世纪，刘徽作《九章算术注》，不仅从理论上论证了《九章算术》的大部分算法，而且还创立了“割圆术”，指出圆周长等于边数无限增加的圆内多边形边长之和。他用圆内接正多边形无限接近圆面积的方法，算得圆周率 $\pi=3.14$ 。公元 5 世纪，祖冲之(429~500)父子应用割圆术继续推进，得圆周率为 $3.1415926<\pi<3.1415927$ ，这在当时是世界上最准确的 π 值，在世界上领先了 1000 多年。

宋元时代，我国以算筹为计算工具的传统数学达到了它发展的高峰，出现了南宋的秦九韶、杨辉，金元时期的李治，元朝的宋世等四大数学家。他们的数学成就中，最突出的是关于高次方程的数值解法，比欧洲早出 400 多年。

我国数学体系的形成经过漫长时间，到宋元时达到巅峰，许多重要发现和成果走在世界的前面，但自明朝后几乎限于停顿。有学者认为，就整个中国数学文化的发展来看，与中国的传统科技发展密切相关，而与古希腊数学相比，明显偏重应用，缺少理论概括与归纳，重在操作的适用性，少一些高屋建瓴的意识境界。

中国古代自然科学和技术的伟大成就是举世公认的。通过前面介绍，可以对中国古代自然科学的特点做如下几点概括。

首先是独创性。中国古代的自然科学和技术成就几乎全是中国人自己独立发展出来和发明创造的。中国古代不论在数学、天文学、医学等方面，还是在机械、水利工程、纺织等各个领域中，属于中国首创之项，其量之多，水平之高，乃是世界上任何一个国家或民族所不及的。这一点充分体现了中国人民的聪明才智和创造精神。正是这种独创性成就的长期发展，历代继承，才形成了具有中国特色的自然科学和技术体系。

其次是适用性。中国古代自然科学和技术服务于生产和巩固统治的需要，具有很强的实用性。例如，中国古代天文学成就突出，其原因在于王朝一统天下的统治以“授命于天”为根据；立法的编制是为了“授农以时”；古代医药学以为“君亲除疾”，为民除厄为目的，保障人们身体健康，从而保证了农业有充足的劳动力。又如，李时珍的《本草纲目》等科学著作无一不是强调应用。中国自然科学和技术的这一特色，既是优点，在一定条件下，又变成了忽视理论的缺点。

最后是经验性。中国古代自然科学和技术著作大多是对生产经验的直接记载或对现象的直观描述，具有较强的经验性。我国古代的许多自然科学工作者通常满足于对经验现象的个别的、片断的、零星的、就事论事的解释，不谋求全面、系统、深入的解释。对科学的认识，长期停留在靠个人经验、直观的知识上，不能自觉地应用技术手段寻根究底。

第三节 近代自然科学的产生及其特点

近代自然科学于16世纪产生于欧洲。哥白尼(1543)发表的《天体运行论》是近代自然科学诞生的标志,前后持续了约350年左右,到19世纪结束。这一时期,在资产阶级民主革命和资本主义生产发展的推动下,自然科学摆脱了宗教神学的束缚,坚持对自然界进行精密的观察和实验的研究,以前所未有的速度发展起来。

近代自然科学经历了两个主要的历史阶段,即早期发展阶段与晚期发展阶段。从16世纪中期到18世纪中期为早期近代自然科学发展阶段,起点是哥白尼天文学革命兴起,终点是牛顿和林耐在自然观上相继向神创论的回归,主要科学标志是机械自然观的建立。从18世纪中期到19世纪末期为晚期近代科学发展阶段,起点是康德(I. Kant, 1724~1804)的天体演化学说的兴起,终止点则是19世纪末物理学危机的发生,主要标志是辩证自然观的兴起。近代自然科学经过两个阶段的发展,形成了比较完整的基础科学体系。

(一)近代自然科学的产生与发展

1. 物理学

丹麦天文学家第谷·布拉赫(T. Brahe, 1546~1601)以毕生精力进行观测,获得了大量数据资料,为开普勒(J. Kepler, 1571~1630)行星运动三定律的研究做了充分准备。与此同时,以伽利略为代表的物理学家对力学开展了广泛研究,得到了自由落体定律。伽利略的两部著作《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》和《关于力学和局部运动的两门新科学的对话和数学证明》(通常简称为《两门新科学》,所谓两门新科学是指材料力学和运动力学),为力学的发展奠定了思想基础。随后,牛顿在总结伽利略和开普勒等人研究成果的基础上,进行分析综合,建立了牛顿力学三定律和万有引力定律。牛顿力学经过伯努利、拉格朗日、达朗贝尔等人的推广完善,形成了系统的理论,并发展出了流体力学、弹性力学和分析力学等分支。到了18世纪,经典力学已经发展成为自然科学中的主导和领先学科。

与此同时,光学、热学、静电学、静磁学也初具规模。19世纪初,以托马斯·杨(Thomas Yang, 1773~1829)为代表的光的波动说的兴起拉开了物理学革命的序幕,其间热力学和电磁学得到了充分的发展。19世纪最具突破性的成就是热力学与统计物理学的诞生和经典电磁学的创立,它揭示了物理世界各种运动形式的内在联系和统一性。物理学的这些成就使人们认识到科学在社会生活中的重要价值,也把人们对自然界的认识水平提高到一个新的高度,为19世纪末20世纪初的物理学革命做了准备。

2. 化学

16~18世纪是近代化学的形成时期。其中最重要的成就是:英国科学家波义耳(R. Boyle, 1627~1691)批判了炼金术,提出了化学元素的科学概念,把化学确立为科学。在波义耳之后,以德国化学家施塔尔(G. E. Stahl, 1660~1734)为代表,提出了“燃素说”,认为“燃素”是火微粒子构成的火元素,是火的动力。这两种学说代表了早期化学发展的两个主要阶段。

被誉为“近代化学之父”的拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier, 1743~1799)的氧化说是化学进入晚期近代化学发展时期的起点。在他的《燃烧通论》(1777)一书中系统地提出了氧化燃烧学说,揭示了燃烧和空气的真实联系,指出燃烧是有氧气参加的发出光和热的化学反应,揭