

# 自然科学发展简史

(上册)

东北工学院自然辩证法研究室编

一九八二年

## 前 言

实现社会主义建设的宏伟目标要求我们充分重视科学技术的社会作用，制定和执行正确的科技战略，学习、运用和发展现代科学技术，总结科学技术的成果来充实和丰富马克思主义哲学。从事科技管理工作的干部，文科和理工科的大学生、研究生，都有必要懂得科学技术的发展规律，懂得科学技术的基本知识，也有必要懂得一些科学技术的发展历史。

自然科学是人类认识活动的结晶，是社会有机体的重要组成部分。科学经过技术转化为生产力，科学技术是推动历史的革命力量，是社会发展的有力杠杆。古代的科学就对人们的社会生活发生影响；近代自然科学对技术、生产、经济、社会的影响日益增强；当代的自然科学更广泛而深刻地引起了人类生活各个领域的变化。一个国家的科学水平和技术水平不仅在很大程度上规定着这个国家的政治实力、军事实力、经济实力和物质生活状况，而且制约着文化教育和社会意识形态的诸方面。同时，科学和技术的进步又促使各种社会矛盾更加复杂和尖锐。当今世界上发达国家之间的矛盾，发达国家与发展中国家的矛盾，资本主义社会中大企业与小企业的矛盾，生产高度发展与工人失业的矛盾，无一不是与科学技术的状况密切相关的。不了解科学技术的发展过程，就不能了解整个人类的历史，尤其不能了解近几百年来社会发展和当代社会。

科学技术事业的领导和管理要求有理论的知识，有对现状的分析，也要总结科学技术发展的历史经验教训。只是精通某一门科学或某一项技术的具体业务知识就来从事科学技术的管理工作是不够的，内行的管理还需要有超乎特定专业范围的知识才能，其中包括掌握科学和技术发展的规律性，确立科学技术与社会经济相统一的战略思想，坚持科技工作的正确原则和方法，这一切都离不开必要的历史知识——自然科学史、技术史、经济史、思想史的知识。

现代科学已经分化为种类繁多的学科。无论是专门从事自然科学研究，还是要学习自然科学的基础知识，都只能在特定领域、特定学科、特定课题上去钻研或攻读。这种方法是难免的、必要的，但它又会导致一种弊病，使人们只看到局部而失去统观全局的眼光和能力。而科学的各部门则虽有分工，又不是彼此孤立的，凡是对科学技术感兴趣的人，力求在科学技术上有所创新的人，都有必要从整体上了解科学。综合的自然科学史是联系各门学科的一种纽带，是再现科学整体发展的一部缩影。科学技术的日益专门化，使科学史、技术史的了解更加必要。

为了有益于科学技术现代化，当然要以主要的精力去领会现代科学和现代技术。自然科学和技术的现代成果又不是从天上掉下来的。要理解现代科学技术，同样不可忘记历史的联系。对于自然科学的前沿领域或技术的最新成就来说，抛开它们的来龙去脉常常是难以理解的，而从它们的演变和由来入手，就比较易于登堂入室。科学史和技术史

能够成为学习现代科学技术的有效途径。而且,如果我们从历史的联系中去研究前人如何发现需要探讨的课题,如何找到解决问题的途径和方法,还会开阔我们的眼界,启发思想,培养创造能力。如果我们只是牢记现成的结论和既定的措施,不把科学技术看作是活生生的发展过程,对历史上的发现和发明以为不足道,拒绝借鉴和吸取前人的智慧,要有所创新和突破是很困难的。

自然科学和技术的历史对于马克思主义哲学的学习和研究有密切的关系。辩证唯物主义的每一条原理都不是魔术师的两三句话所能证明的,而要用自然科学的持续发展来论证。历史唯物主义的基本原理也都与科学尤其是技术相关。如果我们对于自然科学的持续发展即科学史了解较少甚至几乎不了解,尽管在主观上力求坚持辩证唯物主义和历史唯物主义,也难免要用魔术师的两三句话的证明方式。问题还不仅限于要证明马克思主义哲学,而且还要立足于科学和技术的进步来推进它,这也需要有科学史和技术史的知识,列宁曾经多次讲到科学技术史研究的哲学意义,他认为各门科学的历史是构成认识论和辩证法知识领域,在哲学研究上,“要继承黑格尔和马克思的事业,就应当辩证地研究人类思想、科学和技术的历史。”(《列宁全集》第38卷,第154页)

自然科学史是一门历史科学,然而,它又不同于研究社会上层建筑领域的演变过程的政治思想史、经济思想史、伦理学史或美学史,自然科学史所研究的是人类认识自然和改造自然的历史。尽管自然科学不仅是专门的认识活动,而且是一种社会现象,尽管政治制度、社会阶级和哲学观点对自然科学有相当的影响,自然科学本身终究不是社会的上层建筑。自然科学史是社会科学与自然科学相互渗透的产物,是一门特殊的历史科学。

自然科学史可以分为若干种类。例如,可以按不同学科分为若干学科史,也可以按不同的民族或国家分为若干国别史。这种学科史和国别史均属于专史。本书所涉及的不仅是某一门学科或某一个国家的科学发展,而是把自然科学作为一个整体,通过历史上各个时期的重要的科学发现与发明,主要科学家的活动与成就,阐明自然科学基本原理的渊源和沿革,科学发展的历史特点和经验教训,科学发展同其它社会因素的关系。本书属于通史的范围,当然通史的研究是不能脱离专史的,但是通史并不等于若干专史的简单相加。无论从研究的侧重点或者目的和方法上,通史与专史都有某些不同。

自然科学史的研究和表述涉及到许多原则性的问题。首先是分期问题。专史的分期相对地说是易于明确的,大致可以从某门学科内容的重大转折作为划分历史时期的主要依据。通史的分期就比较困难,它既要反映重要学科的重大发现,科学内容的变革,科学形态的演化;又不能局限于个别学科或学科的知识内容,还要反映科学在社会生活中的地位和作用,科学所处的社会环境和科学思想。因此,科学技术通史的分期既与社会发展史的分期不完全相同,又不能同社会发展史的分期截然脱离。两者既有区别,又有联系。

本书作为一本教材不可能象研究专著那样讨论科学史的分期问题,只是为了叙述的方便,我们采取了这样的分期:第一编,近代自然科学的前史,也可以叫做古代的自然科学,大体上相当于十五世纪以前,即封建社会末期以前的自然科学。在这个时期,自

然科学虽已产生,但还没有得到独立的、系统的发展,也没有在社会生活中占重要地位,科学主要地表现为经验形态。第二编,近代自然科学的形成,大体上相当于十五世纪至十八世纪,即从封建社会末期到资本主义生产方式取得主导地位。在这个时期,产生了人类历史上第一次科学革命,自然科学成为反宗教的巨大精神力量,获得了独立的发展,并且在个别领域实现了重要的理论概括。第三编,近代自然科学的全面繁荣,大体上是整个十九世纪,即资本主义生产方式的上升阶段。在这个时期,自然科学得到了全面的、迅速的进步,并且显示出它对生产技术和社会经济的推动作用,以反映自然界宏观领域为内容的各门自然科学趋于成熟,达到了理论综合的水平。第四编,现代自然科学的发展,大体上相当于本世纪初到现在,即资本主义的垄断阶段和社会主义兴起时期。在这个时期,自然科学进入到微观领域的研究,并且转化为一系切尖端技术和新兴工业,科学技术的社会功能更加突出,科学技术社会作用的两重性也更加显著。

作为自然科学通史的讲义,本书不能不涉及漫长的历史年代和广泛的知识领域,但它毕竟只是科学史的普及读物,而不是供科技专家和科学史家阅读的专著。我们将尽力选用已被公认的史料,科学内容的介绍力求概要、通俗。本书要介绍关于科学发展的历史知识,当然不可以抛开历史资料空发议论;但它又不是史料汇编或原始文献考证,需要把历史的叙述同理论的分析适当联系起来。我们也将努力采取寓论于史和史论结合的方法。

本书还是一个供征求意见用的初稿和试用讲义。去年夏天,我们受到教育部的委托,要为大学文科学生编写一本自然科学史的参考教材,为此必须提出或许可供修改用的草案。加之院内教学的需要,不得不在时间紧迫的情况下仓促编写,又把它作为讲义试用。我们恳切希望得到这本书稿的读者的意见,更望科学史家和文科师生提出批评和建议,帮助我们继续修改和完善,使其能成为适于文科大学生用的参考教材。

参加本书稿编写的是东北工学院自然辩证法研究室的陈昌曙(主编)、远德玉(副主编)、杨德荣、陈敬燮、于振品、张惠贤同志。在编写中得到了中国科学院自然科学研究所和一些兄弟院校的支持,在此表示衷心的感谢。

# 目 录

## 第一编 近代自然科学的前史

<b>第一章 科学的起源</b> .....	(2)
§1 原始时代的技术创造.....	(2)
§2 经验自然知识的出现.....	(3)
§3 原始宗教的自然观.....	(5)
<b>第二章 古希腊科学的由来和发展</b> .....	(7)
§1 巴比伦和埃及的古代文明.....	(7)
§2 古希腊前期的科学.....	(9)
§3 希腊化时代的科学.....	(12)
§4 罗马时代的科学.....	(15)
<b>第三章 中国古代的科学和技术</b> .....	(18)
§1 春秋战国时代的学术繁荣.....	(18)
§2 中国实用科学体系的形成和发展.....	(21)
§3 中国古代科学技术发展的高峰.....	(25)
§4 中国古代科学技术发展的终结和评述.....	(28)
<b>第四章 印度、阿拉伯与欧洲中世纪的科学</b> .....	(32)
§1 古印度的科学.....	(32)
§2 阿拉伯的科学文化.....	(33)
§3 欧洲中世纪科学的衰落和进展.....	(36)
§4 近代自然科学产生的前夜.....	(38)

## 第二编 近代自然科学的形成

<b>第五章 近代自然科学产生的时代背景</b> .....	(43)
§1 技术的进步与资本主义生产方式的形成.....	(43)
§2 文艺复兴运动与科学.....	(47)
<b>第六章 自然科学争取独立的伟大斗争</b> .....	(51)
§1 哥白尼的太阳中心说.....	(51)
§2 伽里略、布鲁诺对哥白尼学说的捍卫和发展.....	(53)
§3 血液循环理论.....	(56)
§4 实验科学的兴起.....	(58)
<b>第七章 牛顿力学的形成</b> .....	(63)
§1 知识的准备.....	(63)
§2 牛顿和他的力学成就.....	(67)
§3 牛顿力学的完善化.....	(71)
§4 牛顿的哲学思想和宗教思想.....	(74)
<b>第八章 十七、十八世纪自然科学的其他成就</b> .....	(77)
§1 技术需求与科学事业.....	(77)
§2 光、电、热等物理现象的实验研究.....	(80)
§3 燃素说与近代化学的建立.....	(83)
§4 生物分类和物种由来之争.....	(86)
§5 进步的 科学观和机械唯物主义的自然观.....	(89)

# 第一编 近代自然科学的前史

自然知识的大厦动工于人猿相揖别的时代，经历了漫长的发展过程。大约在二百万年以前，由于森林古猿的进化，出现了最早的人类——猿人，猿人身上还保留着古猿的特征，但他们已开始了生产劳动，从而使自己逐步脱离了动物界，发展为智人和现代人。

人类生活的百分之九十九以上的岁月，是在原始公社制度下渡过的。在原始社会中，生产力水平极端低下，生产技术很不发达，没有城市文明，没有科学理论，自然知识相当贫乏。然而，原始人经过艰苦持续的努力，终于为社会物质生活和人类文化的发展奠定了基础。

生产的发展，使人类从无阶级社会进入到阶级社会。大约在公元前四千年的时候，在底格里斯河和幼发拉底河流域、尼罗河流域、恒河流域、黄河流域，先后出现了奴隶制，形成了古巴比伦、埃及、印度、中国等几大文明中心。从此以后，古代的自然科学就在与生产技术和哲学的相互交融中成长起来。

公元前一千年到八百年左右，希腊开始了从原始社会向奴隶社会的转化。希腊人直接继承了埃及、巴比伦的古老文化并加以发扬，在比较短的时期内达到了奴隶社会科学技术的高峰。公元前七世纪至二世纪，古希腊成了欧洲科学文化的中心。公元前一世纪建立起的罗马帝国又继承了希腊文明，但自然科学在罗马时代已出现了日趋衰落的迹象。欧洲的中世纪尽管在技术上仍有所进步，自然科学的发展则受到了更为严重的摧残。

中国古代的科学技术是在这一时期内世界东方文明的代表。虽然中国从原始社会进入奴隶社会较晚，但是，中国却是世界上最早过渡到封建制度的国家。在公元十世纪到十四世纪，正当欧洲处于中世纪的黑暗时期，中国却达到了古代科学技术的高峰，为世界科学发展史写下了光辉的一页。

公元七世纪，阿拉伯人建立了横跨亚非欧的统一大帝国。阿拉伯文化对东西方交流起了桥梁作用，并为欧洲文艺复兴乃至近代自然科学的产生作了准备。

古代科学技术的全部成就，同现代文明相比，似乎是微不足道的。然而，我们仍有必要简略地追溯近代自然科学的前史，这不仅因为我们不应当忘记先辈的业绩，而且还因为科学发展有其历史连续性，没有古代的自然科学，就不会有近代和今天的文明。再者，考察古代科学技术萌发和形成的过程，还可以使我们懂得人类认识自然和改造自然的某些规律。



# 第一章 科学的起源

## §1. 原始时代的技术创造

人类并不是带着自然知识的魔箱降临到世界上来的，原始人不但不能从书本上获取教诲，语言也很不发达，就好象婴儿那样幼稚无知。然而，尽管他们那时还缺乏对自然界的理解，却开始了对自然界的行动——用最简单的工具向自然界进攻，在世世代代的劳动中不断征服自然，作出了一系列有重要意义的技术创造。我们在考察原始人的自然知识之前首先要分析他们的行动，把原始的生产技术作为人类科学技术发展的起点。

人类在远古时代开创的生产领域和技术发明，涉及到社会物质生活的各个方面。现代科学技术的许多部门，在原始社会已显露端倪。归结起来，我们的远祖至少为人类的发展做了十二件大事。

劳动是从制造和使用工具开始的。最早被用来制作工具的可能是木材，但远古的木器已无据可考。根据考古的发现，至少在一百万乃至二百万年以前，人类已有了石器工具。从打制粗笨的石刀到日益精巧的石器加工，是人类史上的第一项重要创造，原始技术发明的第一件大事。石器工具的使用和改进，是原始社会生产力发展的主要内容。

由采集植物果实为主过渡到捕鱼、狩猎，是石器时代技术发明的又一件大事。它使人类从只吃植物转变到同时也吃肉，改善了人的营养条件，增强了体质，促进了大脑的发展，这对人类的生活和成长有重要意义。

从使用和“养活”天然火到学会人工取火，是原始技术创造的第三件大事。从生活在五十万年以前的北京猿人的遗址中，发现了人类已利用火的确凿证据。人类从怕火到发现火对自己的用处，并把它引进洞穴，保存火种，进而又发明了擦摩取火，经历了艰辛的历程。摩擦取火第一次使人支配了一种自然力，利用火来获得熟食、取暖和照明，扩大了人类的活动区域。

从用兽皮遮体到用植物纤维或兽毛编织有经纬线的衣着，产生了人类最初的纺织工艺，也是原始技术发明的一件大事。从山顶洞人的洞穴里发现了精致骨针，表明人类在四万年到一万年前已会使用骨针缝衣。

由长矛、梭标到弓箭的制造和使用，是石器时代的一项重大的技术创造。它使打猎成为经常可能的事情，扩展了可猎获的对象范围，从而使人类生活的来源更有保证。弓箭大约是在一万四千年前发明的。

饲养家畜，是原始技术发明的第六件大事。它使人类开始摆脱不甚可靠的以打猎为生的局限，给人类生活以较固定的肉食和乳食。饲养家畜出现在狩猎工具有了进步、猎物有了暂时剩余之后，最早被驯化的可能是狗，大约在一万年以前开始驯化了山羊，畜牧业正是从这里开始的。

原始技术发明的第七件大事，是陶器的加工制造。考古发现表明，在距今约一万年

前的洞穴中，已有原始陶器的残片。最初的陶器是原始人煮食物的“锅”，又是生产和生活的容器。制陶是人类最初的化工工艺。

栽培植物，是原始技术发明的第八件大事。大约在九千多年前，出现了最初的农业。它使人类获得了更为丰富的食物来源，并导致了人类的定居生活和村落产生。此后，人类的活动日益多样化，人们的社会联系更加稳定和有组织，人口也大大增加起来。

由集居洞穴到用石头或日晒砖建造居室，以及建造水上住所，也是原始社会中的重要创造。这是最初的建筑工艺。

从只靠牲畜驮运到制作木轮车和雪橇，使用独木舟和皮筏，修筑道路和渡桥，是原始技术发明的第十件大事。这是原始的交通运输技术。

在原始社会中还有了最初级的医疗技术。原始人已摸索到一些植物的叶子或树皮能用于治病，并应用了呕吐剂和泻药，还发明了虽则粗野却间或有用的外科医术。

从使用天然金属到开始学会冶炼金属，是人类发展史上又一项伟大成就，是原始技术发明的第十二件大事。冶铜技术大约是在七千年前（原始社会末期）开始的，这是最初的冶金技术。但是，金属工具的使用在原始社会中还很不普遍。

我们的祖先在远古时期的这些发明是有划时代历史意义的技术创造。他们的这些成就，是在极度困难的条件下，从几乎是一无所有、毫无所知的状态出发，经历百万年以上的奋斗和牺牲换来的。这些伟大的技术成就，使衣、食、住、行的原始需求得到一定程度的解决，劳动生产率有所提高，社会得以存在并有可能向更高一级的形态过渡。这些伟大的技术成就，同时也改造了人类本身，发展了人类的聪明才智，逐步从自然界的奴隶成为自然界的主人。原始社会的技术创造，是近代和现代文明的奠基石。

## §2. 经验自然知识的出现

原始人在改造自然的行动中同时又积累着生产经验和对自然的认识。生产工具的新发明，劳动资料的新发现，加工手艺的新创造，是与萌芽状态的自然知识分不开的；原始技术发明是人类认识自然的结果，又是推动人类认识自然的原因。在原始社会中还没有文字和科学理论，但这并不等于人类在那时没有自然知识或那时的自然知识中没有任何科学的成份。把原始人列为愚昧无知的“非文化的人们”，认为原始人的思想仅仅是神秘的、彻底虚幻的，这种观点是不正确的。

恩格斯在论述从猿到人的过程时指出，在这一过程中，“随着手的发展，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”（恩格斯：《自然辩证法》第151页）。分析远古时期遗留下来的文物，以及对近代还过着部落生活的民族的考察，都证明原始社会的人们已有了虽则粗浅却又相当广泛的知识；而且，他们的智慧是不断提高的。

石头是自然界为早期人类准备好的材料，但石头还不等于石器。原始人在石器工具的制作过程中要逐步摸索石头的性质，知道什么石头最宜于加工，怎样根据不同的用途



确定加工的形状和方法，这是人类最初获得的经验知识。原始人从用打击的方法制造最简单的石器，到学会琢削、磨光，并掌握石器穿孔的技术，是必须运用观察力和发挥创造性的。

原始人在实践中学会了保存火种，这也包括着经验知识的积累。他们至少知道了要“养活”火应当用什么来“喂”它，即有哪些自然物可用来作燃料。用火烧烤或煮熟食物也必须要知识，要是把原始的烹饪法写出来，可能写成一本很厚的书。至于用击石或钻木的方法取火，显然更是与经验知识分不开的。

把粘土作成器皿，或用树枝条编成筐架涂以粘土作容器，这已经需要经验知识。粘土被火烧过会变硬的事启发了原始人去制作陶器，使他们不仅会改变自然物的形态而且会改变自然物的性质。他们在制陶中懂得了如何把粘土同砂相配合，掌握造型以及怎样用火去烧和烧到何种程度。

弓、弦、箭是复杂的工具和奇妙的力学机构，是原始人手脑结合的伟大创造。制造弓箭要知道选用最适宜的木材加工弓身，用动物的腱、皮革或植物纤维做弦，用石、骨或兽牙制成箭镞，箭上常附有羽毛，使其能更好地定向飞行。原始人能制造和使用弓箭，表明他们已有了长期积累的经验 and 较发达的智力。

饲养家畜，要知道哪些野兽是可以驯化的，懂得动物如何能够生存、生长和繁殖。栽培植物要有保存和选用种子的知识，判断什么土壤适于耕种，掌握播种的季节，分辨幼苗与杂草，还要学会灌溉。畜牧业和农业生产与狩猎、采集不同，前者是人类更加自觉地有意识地改造自然的活动，没有经验，没有知识，就不可能有这种自觉的活动。畜牧业，特别是相对固定的农业，刺激和保证了人类认识的持续发展。

原始人在劳动中积累的经验知识是很肤浅的、初级的，但这种知识终究包含着对自然事物和自然规律的正确反映，并且被他们用来作为改造自然的武器。原始的经验自然知识，虽然没有提高到理论的水平 and 表现为文字的形态，它在本质上是与力学、化学、生物学相符的，这种经验知识应当看作是萌芽状态的科学的组成部分，或叫做自然科学的萌芽。

经验知识的积累和人类智力的发展，产生了早期的理性思维和概念。对原始部落的考察表明，原始人的思维是很不发达的。例如，许多部落对各种树木或动物各有特称，却没有“树木”或“动物”这样的综合名词。有的部落没有“咬”这个词，而只用不同的词说出是老虎咬或昆虫咬。然而，原始人毕竟有了抽象思维的能力。当澳洲部落的人说到“小袋鼠”这个词的时候，这里已经有了初步的抽象——撇开了袋鼠是什么颜色，是在奔跑还是睡觉，而只顾及它的大小，并且概括着小袋鼠这一类。

语言是劳动的产物，它一开始就表现着人类的理性。人们对自然界的认识，最普遍的概念和判断，只有通过语词和语句来表达。原始人之间要交流思想，必须借助于语言作工具。原始人凭借语言把氏族成员的知识成果变为彼此间的共同财富，使他们的经验留给下一代，延续积累，从而推动着技术水平的不断提高和生产力的前进。“有声语言在人类历史上是帮助人们从动物界划分出来，结成社会、发展自己的思维、组织社会生产、与自然力量作胜利斗争并达到我们今天所有的进步力量之一”（斯大林：《马克思

主义与语言学问题》第 46 页)。

在语言达不到的场合,原始人有时用特别摆放的石块或树枝,用篝火或象征性的实物来传递信息。原始人还会用绳结来记载事件。在古易洛魁部落中,还有用各种色彩的贝壳珠串成的珠带来作记录,不同颜色和不同排列的珠串代表不同的意思。

### §3. 原始宗教的自然观

早期人类在生产劳动中积累着实用的经验知识,发展了自己的智力和思维,从而也开始了了对自然现象的概括性的解释和想象,出现了原始的自然观。

原始社会是人类开始向自然界宣战并取得初步胜利的时代。原始人在征服自然中显示了自己的力量和才能,他们的成功得到了观念的反映。原始人刻画在石、骨或角上的线雕画,刻画于洞穴中的壁画,可以看作是当时人与自然较量的写照。原始人刻画的内容除了人自身,多数是动物,而且大多是他们在狩猎中能捕获的大动物,如野牛、野马、鹿,很少反映轻易可以捉到的小动物,也很少描写人们很难战胜的猛兽。

然而,在更大的程度上,原始人在自然界面前是软弱无力和幼稚无知的。他们在支配自然力上取得了某些成功,又受到盲目自然力的支配而遭到挫折,而后者是大量的,经常的,通常又是很残酷的。生存的困难,无力摆脱恶劣自然条件而造成的痛苦,使原始人受到十分沉重的压抑。形态万千的自然现象,对原始人来说又是那么奇妙莫测,威严可畏。日月星辰、风雨雷电、生老病死,都使他们迷惑不解。这样,原始人除了在特定的生产劳动领域内积累着经验知识,在对整个自然界的理解上却又是虚幻的、歪曲的。原始宗教的自然观就是这种理解的表现。与阶级社会中的宗教迷信不同,原始宗教不具有阶级的内容,它是自然知识不足的表现,也是自然知识的补充,甚至是自然知识的一种特殊形态。

原始宗教观念的主要内容是万物有灵论和自然崇拜。许多原始部落都相信雷公、风魔、各种树木的精灵以及山神河怪。在原始人的心目中,几乎有多少种自然现象,就有多少要崇拜的神灵。在我国解放前还过着原始氏族生活的鄂伦春人那里,被崇拜的就有得勒钦(太阳神)、别亚(月亮神)、奥伦(北斗星神)、阿丁博儿(风神)、莫都儿(雨神)、阿克的恩都力(雷神)、透欧博加坎(火神)、白那恰(山神)、吉雅其(管狩猎的神)等等。在原始的易洛魁部落中,还崇敬玉蜀黍之精、豆荚之精、南瓜之精,把它们称为三姐妹神。

动物崇拜是原始宗教自然观的普遍内容。原始人不了解自己的起源,认为他们是从某种动物转变为人类并获得灵魂的。原始人用各种动物来命名氏族,这就是图腾崇拜。属于袋鼠图腾的澳大利亚人把袋鼠说成“那是我的弟兄”。在不少的氏族中,氏族成员不得捕杀或吃掉作为图腾的动物,有的氏族则认为食用图腾动物才能使自己成长并具有灵魂。鄂伦春人把虎称为“乌塔其”(太爷),把熊叫做“雅”(祖父)或“太帖”(祖母),也是动物崇拜的表现。

灵魂不死以及由此而产生的对死者的崇拜,是原始宗教观念的发展,即由认为万物

都有灵魂，进而认为灵魂可以脱离万物单独存在，并且会永远不灭地存在。原始人不能解释做梦和死亡，他们认为人在入睡时，是“另外一个我”（灵魂）离开了躯体去活动（进入梦境），当这个面貌相同的“第二重人”返回到躯体人就醒了，如果“第二重人”由于某种原因没有回到躯体人就死去。人死后灵魂仍然活着，而死者（尤其是长辈）的灵魂是活着的人的庇护者和保卫者。

巫术、祭典是原始的宗教仪式。原始人不知道自然界和人怎样相互影响，又希冀按自己的愿望去影响自然界，这就是原始巫术的由来。在原始部落中，为了求雨，人们洒水；为了农作物丰收，妇女们披头散发。为了祈求神灵息怒，博得神灵的欢心，在巫术仪式上除了要唸咒语，还要贡献各种牺牲，这就是原始的祭典。原始人打猎要祭山神，迁移要祭风神，种植要祭地神，制陶、进食、治病都要祭神。易洛魂部落的氏族成员每年要举行六个祭典：枫树祭、栽培祭、浆果祭、青玉蜀黍祭、收获祭、新年祭。随着灵魂不死和死者崇拜观念的形成，相应地还产生了葬仪。

原始宗教中的多神论乃至认为某一块巨石、某一条河流都有精灵，反映了当时人们的抽象思维还不发展。然而，原始宗教的自然观毕竟又是人类已有了抽象思维能力的表现。从太阳的存在形成太阳神的观念是需要想象力的，原始人心目中的火神则不仅管山火、篝火，也管洞穴中的火，制陶时的火，形成主宰一切火的火神的观念还需要有概括能力。原始宗教不是与人类同时产生的现象，人类一开始就进行生产劳动并在劳动中逐渐积累着经验自然知识；而只有在人类的智力有所进步并初步形成抽象思维能力以后，才会有原始宗教的出现。根据有的宗教研究家的观点，原始宗教观念产生于十几万年前的“尼人”时代（朱天顺：《原始宗教》，上海人民出版社，第5页）。

原始宗教的自然观包含着许多谬误的东西，但是，它毕竟是原始人对难以理解的自然界的一种理解，是他们对无法解释的自然现象的一种解释。在原始的宗教神秘观念中间，包含着对自然事物属性的反映；或者说，原始人对自然事物属性的某些认识，是通过当时的宗教自然观来表达的。原始宗教的自然崇拜，乃是对自然事物属性的人格化和神圣化。太阳神能给人带来温暖和光明，也能带来酷热和干旱。雷神会发出轰鸣和闪光，风神来去无踪，盐神能带来咸味，玉蜀黍、豆荚、南瓜这一“三姐妹神”是“我们的赡养者”或“我们的生命”。原始人认为图腾动物同人有亲族关系，这是没有可靠根据的猜想。然而，他们终究提出并在思考着人是从何而来的问题。同近代的“从猿到人”的见解相比，“袋鼠变人”的原始想象是虽则幼稚而并非纯属荒唐的。

原始人在长期生产劳动中所积累的实际经验，以及原始宗教自然观中所反映的合理内容，都是原始社会中的自然知识，古代社会的实用科学和自然哲学在原始人那里已有了胚胎、萌芽，并且是原始自然知识的延续。原始自然知识就是萌芽状态的自然科学；至少，我们在考察科学的起源时，必须要追溯到我们的远祖那里去。

## 第二章 古希腊科学的由来和发展

### §1 巴比伦和埃及的古代文明

人类的自然知识在奴隶制时代逐步形成为科学的形态，只有在这时，才有了剩余劳动，有了主要或专门从事脑力劳动的知识分子，有了文字的发明和应用，因而才可能有比较专门和系统的自然研究。

奴隶制时代文化的高峰是古希腊的科学。然而，在古希腊的文化昌盛以前，巴比伦和埃及人已经作出了许多成就；古希腊人的科学贡献是在巴比伦和埃及古代文明的基础上创造出来的。

巴比伦、埃及、中国、印度等国家成为古代文明的摇篮不是偶然的。生产和经济状况的相对繁荣是古代科学文化得以发展的基础，人类的定居生活又是生产力水平提高和经济生活改善的重要前提。由于大河流域有较便利的灌溉条件，土地较肥沃（与河流自然泛滥有关），最适于农业耕作，在这些流域就有了较多的定居村社，并由村落逐步形成为乡镇和城市。最初的奴隶制社会和城市文明，就是在各大河流域相继出现的。大约在公元前 4000 年至 3000 年间，生活在底格里斯和幼发拉底两河流域之间（今日伊拉克的一部分）的巴比伦人和生活在尼罗河流域的埃及人首先进入到奴隶制时代。

冶铁技术的发明和铁器的广泛应用，是古代科学技术的杰出成就，约在公元前 1400 年安卡拉附近的赫梯人最早制成了铁器。铁器的广泛应用大大促进了整个奴隶社会生产的发展和经济的繁荣。农业和畜牧业的进步，水利工程和其他建筑工程的兴建，石器、陶器、铜器和铁器的加工，纸草、皮革和麻织品制造等手工业的发展，交换产品和商品的活动，促进了古代科学的建立。从认识基础上看，古代科学一开始就是由生产提供的条件和生产需求决定的。

农业生产需要定季节推动了古代天文学的进展，同时古代宗教认为天体是神并能主宰人间的事务，希求观测天象领会神的意志并预卜未来（占星术），也对古代天文学活动有重大的影响。古巴比伦人对太阳和月球的运动记录了许多数据并算出了它们的位置和亏蚀时间。他们知道太阳年但用阴历作日历，一年十二个月中有的是 29 天，有的是 30 天，并在 19 年里再插进 7 个月，使 235 个阴历月等于 19 个太阳年。埃及天文学同必须预测尼罗河的泛滥密切相关。古埃及人发现，在夏季某一天当太阳快出来时可以在地平线上看到天狼星，而这一天尼罗河水就开始上涨，他们便把这天选定为一年的开端，并计算出每年共有 365 天。古埃及的天文学家还能区别恒星和行星，绘制了星空图。

农业生产需要划定土地边界和分配产量，挖运河、修堤坝、兴建房屋要计算面积、容积和用工量，在商品交换、收税等经济活动中也需要定量，这又推动了古代数学的进步。巴比伦人除了 10 进制，还广泛有使用了 60 进制，有了表示平方、平方根、立方和立方根的数表，还有了简单的代数方程。埃及数学家提出了计算矩形、三角形、梯形面积和立方体、柱

体、锥体体积的规则，并把圆周长和直径的比例定为 $256/81$ （约 3.16）。代表古埃及文明的几十座金字塔的建造，表明当时的数学计算已达到相当精确的程度。

杠杆、斜面、滑车等在古代工程中的应用和改进，是早期力学发展的基础。古巴比伦人和埃及人在医治疾病的实践中还写了医学文献。在公元前 1600 年的一个医学文献中描述了约 47 种疾病的症状、诊断与处方。

在古巴比伦和古埃及时代，已有了唯物主义的自然观和自然哲学的猜测。古埃及文献中已有万物都来自冷水，冷水产生一切有生命物体的看法，还谈到空气充满空间和停留在万物之中。

文字的发明和使用是人类活动和智力发展的结果，又是推动古代科学的有力杠杆和自然知识科学化的重要前提。大约在公元前 1300 年前后，已有了巴比伦的楔形字母和来自埃及的象形文字。之后，又逐步发展为符号文字和数字系统。有了文字，人们才能把社会事件和经济生活（如产品的名称和数量）记载下来，才会有法律条文、契约和账目，人类的经验和智慧才摆脱了只能用口头传达的局限性，文化知识由此得以可靠保存，传授继承、广泛交流和发扬光大。

古巴比伦和埃及的科学活动是在奴隶制的社会背景下展开的。在公元前 3000 年到 2000 年建立的巴比伦王朝和埃及王朝，奴隶主贵族占统治地位，奴隶和自由民则处于被统治、被压制的境地。奴隶主贵族除了用武力镇压奴隶和贫民的反抗，还利用宗教观念来维护其社会政治制度。在奴隶制条件下，宗教的性质有了根本性的改变，它不仅是人类对自然奥秘幼稚无知的表现，而且首先是剥削阶级用来欺骗和麻痹人民意志的工具；同时，古代宗教还反映着劳动人民受剥削受压迫和不能掌握自己命运的苦难。古巴比伦的宗教观念把人民在尘世的生活说成是死后生活的准备，要人们谦守宗教指令，向神供奉祭品，以便在死后的生活中得到好报。埃及的宗教观念还把人间的富贵贫贱归结为神根据人的前世行为所作的安排，并且把当时的政治制度和社会秩序说成是神在自然界创建万物的延续。在巴比伦和埃及古代，尽管自然知识有所进步，神创论和神秘主义的自然观仍占支配地位，科学的内容和力量是极为有限的。

古巴比伦和埃及的自然科学的发展还取决于出现了体力劳动同脑力劳动的分离和对立。剩余劳动的产生和劳动生产率的进一步提高，使古巴比伦和埃及社会中有少数人可以脱离物质生产，成为会读、会写、会算的账房或为奴隶主贵族服务的书吏，成为专门观测天象和探索自然奥秘的祭司、哲学家，成为精于计算或记载生产经验的数学家和科学家。脑力劳动与体力劳动的分离是历史的必然，是科学史上一个有划时代意义的转折；没有这种分离，就没有古代科学，也不会有近代科学。古代社会中脑力劳动与体力劳动的分离还是初步的、不充分的，知识分子很少。而且，由于这种分离是在阶级对立的社会中产生，还不可避免地造成一些消极的影响。鄙弃生产劳动，就是脑力劳动与体力劳动对立观念上的突出表现。在公元前 1100 年左右的一份埃及纸草书上，记有名为《教训》的一个文件，这是以父亲的口吻教训儿子的信，其中说：“要用心学习书写，这会使你摆脱一切艰苦劳动，成为一位有名望的官员。书吏不要参加任何体力劳动，他是发号施令的人。我看见过冶炼工人在炉前操作的情况，他的手指就象鳄鱼一样，身上的臭气比



鱼子还难闻。我从没有看见过有哪个铁匠受到任命,也没有看见过哪个铸工当了使节”。这封信反映了当时劳动条件的恶劣和工匠不被尊重,也反映了奴隶主轻视生产劳动的思想。

古巴比伦和埃及的科学文化就是在上述的社会环境中成长起来的。人类远祖培植的自然知识的幼芽,在这时遇到的并不都是和煦的阳光和风调雨顺的环境,然而,它毕竟又前进了一步。巴比伦和埃及的古代文明虽仍幼弱,但它终究是一个时代的开始,并且对以后的希腊文化有重要的影响。

## §2 古希腊前期的科学

公元前八世纪,古希腊开始进入奴隶制社会。位于小亚细亚沿岸的伊奥尼亚城邦首先达到希腊奴隶制的盛世。公元前 530 年,伊奥尼亚城邦被波斯征服。奴隶主民主派领导并取得了希波战争的胜利,建立了奴隶主民主共和国——雅典。雅典王特别注重手工业的发展,促进了经济的繁荣,雅典也成了古希腊的科学文化中心。在公元前 430 年开始的伯罗奔尼撒战争中,雅典共和国未能战胜奴隶主贵族势力,在政治上、经济上陷入危机。此后,希腊各城邦之间不断发生战争;在城邦内部,各奴隶主集团之间斗争日益激烈;奴隶主和奴隶、富人和穷人之间的矛盾更加尖锐。连年的战争和动乱破坏了手工业、农业、商业,经济萧条并开始瓦解。公元前 338 年之后,马其顿王成了全希腊的霸主。马其顿王亚历山大大帝征服了许多地方,并在公元前 332 年在埃及建立了亚历山大里亚城,形成了一个庞大的帝国。为了叙述的简便,我们把亚历山大大帝国以前的这几百年,称为古希腊的前期。

希腊人进入奴隶制社会时就使用了铁器,并以腓尼基人的字母来拼写自己的语言,这为希腊文化的发展提供了优越的条件。而且,由于希腊人地处巴尔干半岛,他们除了发展农业、手工业和商业,航海和海外贸易也是比较发达的,又有便于经济和文化交流的长处。古希腊初期的文化要比巴比伦、埃及低,由于一批希腊学者去巴比伦、埃及和其他东方国家游学,吸取了别的民族的文化成果,这也是希腊科学得以迅速进步的重要原因。

早期希腊的纺织、制陶、冶金等生产技术就有所进步,学会了制作毛毡,发明了陶工用的转车,水准器,铸造金属货币和焊铁,使用了日晷(指针)和三角规。早期的希腊学者熟悉古巴比伦、埃及的自然科学知识,他们也对天文学、气象学、力学和数学作出了成绩。据希腊资料记载,泰勒斯提出了几何学的一些定理并预言过一次日蚀;阿那克西曼德首先认识到天空围绕北极星旋转;毕达哥拉斯学派证明了直角三角形斜边的平方等于另两边平方之和。早期希腊的医学经希波克拉提(公元前 460—357 年)等人的努力,逐渐形成希波克拉提学派。现在遗留下来的 60 余卷的全集乃是对当时医学丰富经验的总结。他们的主要贡献是把医学从古代巫术迷信中解放出来。他们坚决主张在医疗实践中要进行细致地观察和周密地解释症候,因而能对许多疾病做出准确的描写,指出适当的医疗方法。



古希腊学者的自然知识通常与哲学观点交织在一起的，他们既是哲学家，又是当时的自然科学家。希腊早期的自然科学还没从哲学中分化出来，或者说，古希腊的自然哲学乃是古代自然科学的一种特殊形态。古代自然哲学中有许多错误的东西，也有不少合理的知识和包含着合理成分的猜测。恩格斯说过：“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。”（恩格斯：《自然辩证法》第30—31页）

古希腊自然哲学中有哪些值得注意的知识呢？

**第一、关于自然界万物的本源问题** 古希腊唯物主义奠基人泰勒斯（约公元前624—547）认为世界的本源是水，万物起源于水并复归于水。阿那克西米尼（约公元前585—525）认为空气是万物的始基，空气稀薄时变成火，空气浓厚时变成风，再浓厚又变成云、水、土、石头。赫拉克利特（约公元前530—470）则主张火是一切自然现象的物质起源，在他看来，火产生一切，一切都由火的转化而形成，并且复归于火。古希腊的自然哲学家把宇宙万物看作是由某种基本的东西演化而来的，这是他们的宇宙演化观。

**第二、关于天体系统的模型问题** 阿那克西曼德（约公元前610—546）认为地球是一个圆筒，被太阳、月球诸天体层层包围。毕达哥拉斯（约公元前580—500）和以他命名的学派断言，地球、天体和整个宇宙是一个圆球，一切天体都作均匀的圆周运动，因为球形和正圆形是最完善的几何体。欧多克斯（公元前409—356）则认为地球是不动的，日月星辰都绕地球运行，提出了地球中心说。

**第三、关于物质结构的问题** 古希腊自然哲学的最有价值的成就，是留基伯（约公元前500—440年）和德谟克利特（约公元前460—370）提出的原子论。他们把原子了解为最小不可分、坚硬不可入、运动不停息的物质微粒；原子在性质上相同，在大小和形状上是多种多样的；由于形状大小不同的原子在组成时的数目和排列不同，由于原子在无限虚空中彼此吸引和排斥、分离和结合，就构成自然界的各种对象和万物的运动。

**第四、关于运动和时间、空间的问题** 巴门尼德（鼎盛年约在公元前504—501）反对赫拉克利特的万物流动的观点，他认为世界上只有不生、不灭、不变的存在。他的学生芝诺（出生于公元前495—480年间）认为，尽管人们在感觉中感知到各种各样的运动，但“真实的存在”（只能由思维来认识）则是统一的、不动的。芝诺提出了四个悖论来否定物体在时间、空间里的运动，在他看来，物体要通过有限的长度就必须在空间上经由无限多的点和在时间上经历无限多的瞬间，而无限是不能超越的，因此，运动是不可能的。在这里，已经讨论到了时空的连续性和间断性的关系。

**第五、关于生命起源、生物进化和人体生理的问题** 阿那克西曼德提出了生命起源于泥泽之说。他认为最初的动物生活在水中，身披鳞片，后来有些动物上了陆地，改变了生活方式和外形；人是由鱼变来的。古代原子论者设想，草木禽兽以及人的生命，最早都是从一种原始粒土中产生出来的。恩培多克勒（公元前490—430）认为心脏是人体的中心，血液从心脏流出又流进，皮肤可进行呼吸。古希腊人还提到脑是思想和感觉的器官，人有四种体液等见解。

**第六、关于数学基础方面的问题** 毕达哥拉斯学派认为世界万物都是数，最重要的数是 1、2、3、4，而 10 则是理想的数；相应地，自然界由点（一元）、线（二元）、面（三元）和立体（四元）组成，宇宙间有十种对立。这个学派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。毕达哥拉斯学派用音弦的长短来解释音调的高低，用数的合理来论证天体的多少。他们认为十这个数最完善，因此天体必须且只能有十个，除了当时已知的九大天体，还有一个“反地”（地球的对立体）。列宁指出，在毕达哥拉斯学说中有着“科学思维的萌芽同宗教、神话之类的幻想的一种联系。”（《列宁全集》第 38 卷，第 275 页）

古希腊自然哲学的显著特点是它从整体上对自然现象作直观的考察。尽管它把万物的本源和基础看成特定的实体或数，都是以承认自然界的统一性为前提的。自然哲学家们是注重观察的，但他们几乎没有也不可能做实验的研究，而是从思辨的猜测来立论的。这种情况在当时不仅不可避免，而且在认识自然现象的普遍联系和总体上还提供了不少有积极意义的东西。人们当然可以先看到森林再进而去认识森林中的树木；而在没有分析树木之前，对整个森林只可能有笼统的观念。

古希腊最伟大的思想家和科学家是亚里士多德（公元前 384—322）他生活在雅典末期，早年是柏拉图的学生，以后曾是马其顿王亚历山大的老师。亚里士多德不象柏拉图那样鄙弃自然研究，而是古希腊自然哲学的集大成者；他也不象柏拉图那样只是崇尚思辨，而且重视观察、分析和实验性的活动（如解剖），在亚里士多德的著作中有着自然哲学和经验知识的早期结合。亚里士多德是古希腊学者中最博学的人，是古代的百科全书式的自然科学家，也是对近代自然科学影响最大的古代学者。他的著作甚多，在自然科学方面主要有《物理学》、《论产生和消灭》、《天论》、《气象学》、《动物的历史》、《论动物的结构》等。

主要表现了自然哲学特色的是亚里士多德的四元素说、地球中心说和运动观。他认为自然界以四种元素即土、水、气、火为原质，每一个复杂的物体是由四种原质按照各种不同量的比例构成的。亚里士多德认为四元素在自然界中各有自己的特定位置，土和水在下面，气和火在上面，这实际上反映了由地球到太阳的自然结构（如图 1）。亚里士多德

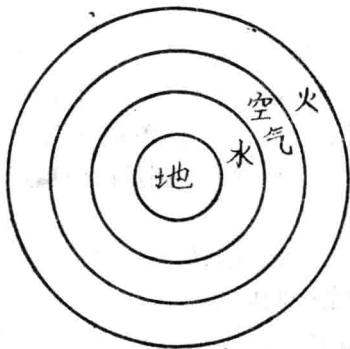


图 1

德接受了欧多克斯的宇宙体系，认为月亮、太阳、金星、水星、火星、木星和土星分别以不同的半径绕地球作圆周运动；同时他又讨论了里层天体（月亮）运转周期短，外层天体（土星）运转周期长的问题。亚里士多德还主张，物体只有在一个不断作用者的直接接触下才能够保持运动，如果推动者停下来或者同物体失去接触，物体就停止运动。这种推动者或者存在于物体内部（如生物的生长），或者在物体的外部（如炮弹的飞行）。在他看来，真空是不存在的，空间必须装满物质，炮弹先是由大炮的推力使之发射，接着是由灌向炮弹后方的空气维持其运动。亚里士多德认为物体下落的速度取决

于其重量，如果两物从同一高度自由降落，则重物比轻物先落至地面。

亚里士多德对生物学的研究则主要地反映了他注重经验的特点。他曾提到的动物有五百多种，其中有的是他亲自观察过的，约有五十种是根据解剖知识来描述的。他还考察了小鸡和其他动物的胚胎发育过程，认识到鲸鱼是胎生的。他还把生物按其初生时成熟的程度分为若干等级，认为从植物到动物一直到人形成一个连续的序列，在这个系列中，植物只有一个生殖的灵魂，担任生长和繁殖的任务，动物则多一个感觉的灵魂，支配它的主动性和感觉能力，人再多一个理性的灵魂，理性灵魂的所在地是心脏。

亚里士多德对科学思想的重大贡献，还表现在他创立了以三段论法为中心的形式逻辑系统。他认为科学需要归纳，由特殊的事例过渡到一般命题，更需要用逻辑的推理由前提演绎出它的推论。按照亚里士多德的观点，知识的前提必须是真的，但没有论证就不能得到具有必然性的结论，形式逻辑的三段论式就是进行论证的逻辑工具。亚里士多德的逻辑学著作以后被汇编为《工具论》一书，对阿基米德、欧几里德等人的科学研究乃至今日都有重要的影响。

但是，亚里士多德也并不是古代的完人，他除了在知识内容上错误地认为地球是宇宙的中心和重物先落地以外，在学术观点上还错误地解释了人类活动和生物生长的某种合目的性，夸大了“目的因”的作用，断言一切自然现象都是为了追求某种目的而产生，都按照事先确定好的秩序而演变。亚里士多德的错误对以后的科学发展有很大的消极影响。

### §3 希腊化时代的科学

原属希腊北部的马其顿人在击败雅典以后，从公元前334年起，在亚历山大大帝统帅下侵入小亚细亚，进占埃及，在埃及建立了亚历山大里亚城（拟作首府），而且还征服了巴比伦一直达到印度河流域。公元前323年亚历山大死去，亚历山大帝国分裂为三个部分，分别由希腊将领安提哥那（欧洲部分），塞流卡斯（亚洲部分）和托勒密（埃及部分）统治。其中，托勒密帝国最为兴盛，直至公元前30年被罗马占领。这三百年是古希腊的后期，在世界史上称为希腊化时期。

希腊化时期的政治、经济和科学文化中心已由雅典转到亚历山大里亚城。海上贸易的有利条件，宫殿庙宇等城市建设工程，手工业包括高级织品、彩色玻璃、乐器、玩具等的生产，促使该城迅速繁荣起来。在亚历山大里亚涌现了一批航海家和高水平的工匠，他们有较丰富的地理知识，懂得更精确的报时方法，使用和发明了测量时间和距离的水钟、示度计、里程计以及压力泵、滑车、联动齿轮。

希腊化时期科学文化的发展不仅是由于它有更高水平的生产技术基础，而且还由于亚历山大东征以后所造成的东西方文化的结合，以及托勒密帝国的几代执政者对科学文化的重视。托勒密一世曾经是亚里士多德的学生，他在执政后倡议修建了奉为艺术之神缪司的艺术宫，实际上是一个大博物馆，在里面有动植物园、天文台和解剖室，邻近还有一个图书馆，收藏的图书和手稿据说有50—70万卷。当时的许多著名学者都被请到亚历山大