

世界古代后期 科技史

张奎元 著

中国国际广播出版社

内 容 提 要

本书主要介绍世界古代后期即西方古罗马时期至西罗马灭亡、中国秦汉魏晋南北朝时期的科学技术发展状况,同时以科技发明和重大成果、科技人物和科技著作为主,论及了东西方科技在世界科技史上的地位和影响。全书计分 11 章,内容依次为世界古代后期科技概述、天文历法、数学、农学、地理学、水利、医学、建筑技术、手工业技术、物理学、化学。每章又分为若干小节,如“世界古代后期的天文历法”包括古希腊罗马的天文学和历法;中国的天文学和历法、印度的天文学等。概述主要介绍了该时期科学技术发展的背景和主要成就,论及了东西方科技发展之异同,讨论了当时科技发展的原因。

目 录

世界古代后期科技史

一、概 述	1
1. 环境与背景	1
2. 科技发展成果	3
3. 东西方科技发展之比较	7
二、世界古代后期的天文、历法	13
1. 古希腊罗马的天文学和历法	13
2. 中国的天文学和历法	24
3. 印度的天文学	34
三、世界古代后期的数学	42
1. 古罗马时期的数学	43
2. 印度的数学	46
3. 中国的数学	50
四、世界古代后期的农学	61
1. 古罗马的农业发展	62
2. 中国的农业技术	71
3. 亚洲其他各国的农业科技	79

五、世界古代后期的地理学	82
1. 古希腊罗马地理学	83
2. 古代后期中国的地理学	94
六、世界古代后期的水利科技	112
1. 古罗马水利技术的形成	112
2. 先进的中国水利科技	115
3. 南亚、东亚和美洲各国的水利建设	127
七、世界古代后期的医学	129
1. 古希腊罗马的医学成就	130
2. 古代后期的印度医学	143
3. 古代后期的中国医学	146
八、世界古代后期的建筑科技	167
1. 古罗马时期的建筑科技	167
2. 中国古代建筑技术体系的形成	178
3. 古印度建筑	212
4. 日本古代建筑的发展	216
5. 古代后期美洲的建筑	219
九、世界古代后期的手工业技术	223
1. 古罗马的手工业	223
2. 中国的手工业技术	229
十、世界古代后期的物理学	245
1. 古希腊罗马时期的物理学	245
2. 古代后期的中国物理学	252

十一、世界古代后期的化学	264
1. 古希腊罗马的炼金术	264
2. 中国古代的炼丹术与化学	266

一、概 述

科学技术是文化大系统中的重要一环。所谓科学,就是关于自然和社会的现象及其发展规律的知识体系,它是一种社会的观念形态,也是人类探索自然规律的文化活动,数学、物理、化学、地学、天文学、生物学、农学、医学等学科均包括其内。技术一般被理解为关于工具、物质产品以及它们被用来达到实用目的的方式的知识,包括纺织、建筑、机械、冶金、车船、兵器、陶瓷、造纸、印刷等方面。正因如此,科技是人们生活中不可缺少的重要因素,而且其作用愈来愈大。“科技是第一生产力”鲜明地指出了科技的重要地位,形象地说,没有科技,就没有当今社会。

科学技术有其自身的发展过程,世界古代后期是这一过程中的重要一环。通过对这一时期科技成果的研究,可初步探索科学技术发展的逻辑与轨迹。

1. 环境与背景

在世界古代后期,重要的文化区域仅限于东方的中国、印度,西方的希腊、罗马。但因环境与背景的差异,使得这四个国家的科技机制绝然不同,因而创造的成就也各有千秋,影响大小不一。

古希腊位于地中海东北部,大致相当于当今的希腊,它的政治、经济、文化影响东达小亚细亚、叙利亚,南达埃及、利比亚等地,西达亚平宁半岛南部、西西里岛,北达黑海沿岸,在公元前 8 世纪以前还处在原始社会,公元前 8 至 6 世纪奴隶社会逐渐形成,到公元前 5 至 4 世纪达到古希腊历史上的全盛时期,公元前 4 世纪末以后进入希腊化时期,科技文化渐趋衰微,文化的中心也移至北非的亚历山大里亚,公元前 146 年以后纳入罗马版图,科技文化的滑坡更甚。

罗马帝国最辽阔的疆域,北达不列颠、莱茵河、直到黑海,东部包括美索不达米亚、叙利亚,南部包括整个北非,西部包括现在的西班牙、葡萄牙。也大致在公元前 8 至 6 世纪,罗马的原始社会逐渐解体。经过公元前 5 至 1 世纪的发展,进入公元 1 至 2 世纪时便达到奴隶制的全盛时期。3 世纪以后逐渐没落,公元 475 年西罗马帝国丧失在日耳曼人的铁蹄之下。

古希腊、罗马是欧洲文化的发源地,当欧洲绝大部分地区还处在野蛮状态时,古希腊、罗马已有了高度发展的文化。古希腊、罗马文化是古希腊、罗马社会的产物,但它又是在文化发达较早的亚洲西部国家和埃及的影响下发展起来的,它的宗教、科学、哲学等都可以看到埃及、巴比伦和其它国家的影响,甚至希腊字母也是在腓基尼字母的基础上形成的。另外,罗马的科技文化又是在模仿与继承希腊文化的基础上形成的。当公元前 3 世纪罗马开始强大时,希腊文化已度过了自己的全盛期,但希腊文化仍高于罗马文化。由于地理毗邻,希腊在意大利的移民以及罗马对希腊的征服,都促进了罗马对先进的希腊文化的继承,但罗马文化毕竟是罗马奴隶制的产物,不能认为是希腊文化的简单重复。

公元 1 世纪以后,由于基督教的传播,人民逐渐接受了神学

的统治,科技文化也归于神学的机制中而日渐没落。日耳曼人的野蛮入侵,将发达的希腊罗马文化一扫而光,黑暗的中世纪降临了欧洲。

在东方,中国的秦汉文化(公元前 2—公元 8 世纪),继承了春秋战国的文化繁荣,推动了更高程度上的文化大融合。魏晋南北朝是古代社会民族大融合的高峰,汉民族与少数民族的密切往来掀起了更大规模的文化交流,并延至隋唐时期。这种源远流长、仪态万方的中华文化是一个巨大的复合体的典型例证。丝绸之路的开辟,南亚次大陆文化的东来,使强大的封建帝国进入了文化兴隆昌盛的黄金时期。并在博采众长的过程中趋向于精深博大。

此时的印度虽屡经战乱,但朴素的自然科学知识得以继承和发展。从公元 1 世纪起到 5 世纪,印度已由奴隶制社会逐步向封建社会过渡,随后便出现了一个经济发展和文化昌盛的时代。古印度文化是人类文明的重要组成部分,它从古巴比伦、古希腊、罗马文化中吸收天文学、数学和医学知识;同时,印度的古代科学也对其它国家的文化进步发挥了重要作用,如数学上零符号的十进制和记数法的西传,经过阿拉伯人的推广,渐为世界通用。

2. 科技发展成果

讲到科技成就,世界古代后期无疑是一个辉煌时期。

(1)天文学

在天文学上,古希腊学者亚里斯塔克测得地球与月球、太阳

间的距离,最早提出了日心说;喜帕恰斯发现了岁差现象,发展了地心说;而托勒密则是集大成者,他继承发展了地心说。这些都是古希腊天文学上的最高成就。古罗马的《儒略历》使西方历法独树一帜。印度的天文学开始已独立为一门新学科,出现了阿耶波多、伐罗诃密希罗、梵藏等天文学家以及《阿耶波提亚》、《五大历数全书》等天文学著作,影响一直延续到近代。中国天文历法的成就更是辉煌,颛顼历、太初历、四分历、乾象历、大明历递相更替,盖天、深天、宣夜、安天、穹天、昕天等宇宙理论并行,张衡、虞喜、祖冲之等天文学家不断出现,谱写了中国古代天文学最灿烂的篇章。

(2) 数学

古罗马统治下的古希腊亚历山大后期,涌现了海伦、托勒密、丢番图等有名的数学家,他们在三角学、算术、代数等方面颇有建树。此时,中国古代的数学体系已基本形成,数学界人才辈出,刘徽、祖冲之为其中的佼佼者,《九章算术》、《周髀算经》、勾股定理、圆周率代表了这一阶段数学的最高成就。在印度,数码和十进位记数法有悠久的历史,对后世颇有影响,著名数学家阿耶波多(第一)因在代数学、三角、三率法等方面功勋卓著而名垂青史。

(3) 农学

生产工具的改进使罗马农业有了长足的发展,加图、瓦罗等大农学家及其著作的相继涌现,对古罗马农业作出了划时代的总结。印度因地理位置的优越而使农业有所进步,农业技术不断提高。在中国,铁制农具得到发明、改进和推广,并使耕作和作物

栽培技术得以改进与提高,出现了《汜胜之书》、《齐民要术》等农学著作,中国的农业实用科学体系得以形成。

(4) 地理学

世界古代后期是地理学的创立和发展时期。在古希腊、罗马,埃拉托色尼创建了地理学概念,波里比阿开描述地理之先河,阿加增尔乔德斯将地理学建立在人和环境相统一的基础上,斯特拉波首次为人类绘制了世界地图,托勒密写成了《地理学指南》等,都对后世产生了巨大影响。中国班固的《汉书·地理志》开创了中国的历史地理学,张衡制成世界第一台地震仪,裴秀首创中国古代绘制地图的 6 条原则,酈道元著成《水经注》,法显发现美洲大陆等成就都极大地丰富了世界古代地理学的内容。

(5) 水利

水利事业一向是人类最为关注一个领域。西方以罗马输水管道、多瑙河桥梁最为有名,代表了西方水利技术的最高成就;印度的灌溉事业非常发达,形成了一整套技术密集的灌排系统。中国的运河、陂塘、灌渠、治黄等工程历代皆有,许多成就当属世界第一。

(6) 医学

医学领域更是成就纷呈,在世界古代后期,逐渐形成了东西方两种医学体系。中国传统医学体系的成就主要表现为:华佗的外科手术和麻醉术、张仲景的《伤寒杂病论》、王叔和的《脉经》、皇甫谧的《针灸甲乙经》、葛洪的《肘后备急方》、陶弘景的《本草经集注》、雷斅的《雷公炮炙论》等。而西方医学体系则建立在盖

伦、普林尼等人的贡献基础之上。印度的《屠罗迦》和《苏色罗多》也很有地位。

(7) 建筑

建筑技术是这一时期科技发展的重要领域。古罗马继承了古希腊的建筑成果,经过不断创新,建成了颇具特色,风格独特的皇家浴场、长方形会堂、凯旋门、角斗场和哈良离宫等杰作,在形制、结构技术、艺术上都达到了西方古代建筑的高峰。同一时期,中国出现了万里长城、阿房宫、秦始皇陵等建筑奇迹,木架建筑、拱券建筑、园林建筑、宗教建筑,从多侧面反映出建筑技术领域取得的令人瞩目的进步与发展。美洲、日本、印度也出现了不同风格的建筑技术。

(8) 手工业

古罗马作为古代西方科技成就的代表,最突出的表现就是手工业技术,例如纺织、玻璃制造、矿冶、机械制造等,都有领先于欧洲各国。而中国秦汉魏晋南北朝时的矿冶、纺织、漆器制造,制瓷,造纸技术则是当时世界上的最高水平。

(9) 物理和化学

物理和化学知识在古代虽一直很贫乏,但自从阿基米德奠定西方物理学基础之后,物理学便不断得到发展,古希腊、罗马时期的代表人物则是阿波罗尼乌斯、老普林尼、托勒密和巴布等;化学方面的最高成就就是炼金术的流行。中国的物理化学知识与实用技术紧密结合,主要应用于造纸、制瓷、印染、冶铁等方面,在力学、声学、热学、电学和磁学、光学等方面的成就居于世

界领先地位,近代化学的先驱——炼丹术在当时更是盛极一时,并经阿拉伯人西传,引起了近代史上的化学革命。

3. 东西方科技发展之比较

世界古代后期是科技发展的一个重要时期,这从东西方科技发展的比较中也看出端倪。

(1) 社会制度与政治思想的异同

古希腊、罗马文化是古希腊、罗马社会的产物。当欧洲绝大部分地区还处于野蛮状态之时,古希腊、罗马已经有了高度发展的文化,科学技术作为文化的重要领域,以其显著的成果形成了西方古代科技史上的一座高峰。这一高峰,完全是古希腊、罗马奴隶制社会所决定的。希腊的奴隶制国家表现为各自独立的城邦,其经济和文化较为发达,奴隶主内部民主也比较充分,他们提倡精神和身体的全面发展,富于机智和创造性。因此,在希腊,特别是雅典,出现了哲学的繁荣,数学、物理学、化学、建筑学、医学等学科也获得了很高的成就。在文化繁荣的历史条件下,罗马也由城邦发展为庞大的奴隶制帝国,严密的国家机器推行专制统治,民主气氛日渐薄弱。意大利的地理环境适宜农业发展,奴隶主大规模地占有奴隶,实行大田庄制;而且在公民中提倡坚毅、服从、责任感等道德信条;在哲学和科技领域中,从希腊的现成体系中,取其所需而予以发展。因此,罗马在国家观念、法律、军事工程和科学技术等方面都取得了更高的成就。罗马科技文化继承了古希腊文化,到公元前3世纪时,便开始强大。这一时期,罗马大量地接受了希腊文化的影响。因为希腊和罗马的社

会制度相同,所以罗马科技文化也就在继承希腊科技成就的基础上创造性地发展起来了。

与希腊、罗马文化并肩发展,双峰并峙的中国,新兴的封建主通过统一战争使封建社会得以确立。由于大部分封建主是由奴隶主贵族转化而来的,也就相当完整地保存了奴隶制度积累的文化成果。自秦汉以来,中国形成了高度统一的封建帝国。为了实现“居重驭轻”、“强干弱支”的目的而设置郡县制;推行“推恩令”,修建四通八达的驿道,统一度量衡,将先秦哲人和政治家“尊王攘夷”的口号变成了社会现实。与此相适应,中国的文化走向趋于统一。秦代的“书同文”,使汉字通行全国,从而促进了造纸术、印刷术的发展。政治、经济、文化的繁荣和发展,也是科学技术达到当时世界最高水平的重要原因。到了汉武帝时期,开始确立了儒学在文化领域的独尊地位。“罢黜百家,独尊儒术”经过历代统治者的提倡和充实,逐渐形成了一个庞大而完整的理论体系——儒教和礼教。随着封建制度的日趋强化,思想禁锢也日益深重。虽然出现过汉、唐、两宋的辉煌时期,但儒家思想还是使中国的封建社会成为一个庞大、稳固的惰性体系,形成了中央集权闭关自守的封闭性社会结构。在这里,“重政务、轻自然、斥技艺”,科学技术一直以“末业”的身分处于从属地位,只有那些与国家功利直接相关的科技门类如天文历算、工程技术等,才能得到国家赞助,并由政府部门主持,其它科学技术只能在草野民间自生自灭,许多取得成就的科学家和工匠也得不到社会承认。总之,封建主义中央集权和儒家思想的一元化统治,制约着科技的发展,甚至成为窒息科技发展的桎梏,而导致了近代科技落后于西方的命运。

(2) 自然哲学的差异和思维方式的不同

中国、希腊、罗马在古代自然哲学方面具有明显的相似性。例如,无论是西方的希腊、罗马,还是东方的中国,古代哲学都把质料看作世界的本原。希腊和罗马人认为“地、水、气、火、以太”是组成世界的5种元素,中国人则认为“金、木、水、火、土”是构成万物的5种成分。又如,古希腊、罗马和古代中国的哲人,对世界的描述都带有现象学色彩,至于事物本质和内在的联系,则停留在猜测上。但是由于自然条件、物质生产方式和思想体系的差异,各民族的思维方式又各具特点。比如,作为科学型的古希腊、罗马文化,其思维方式十分强调对立面的冲突与斗争,认为物质世界与精神世界、肉体与灵魂、本质与现象、内容与形式,都是不相融合、彼此对立的。因此将宇宙作为外在物和客体加以探索、研究,视大自然为人类的对立面和征服对象,并在此过程中,通过彼此自由的辩论,提出独立的学说,建造严密的公理化系统。这无疑会推动理论思维的发展,促进科学的繁荣。

古希腊、罗马的贤哲很注重数学,柏拉图从几何学得到启示,提出理念论;欧几里得毕生追求的是透过几何图型探讨世界本质,亚里斯多德更加广泛采用了他所处时代的数学成就。这种注重数学的传统,无疑是近代思维方式的前导。科学家伽利略曾指出:“没有数学语言和数学符号的帮助,人们就无法了解宇宙的片言只语”,英国学者李约瑟说:“没有它们,人们就会在黑暗的迷宫中徒劳地徘徊。”欧洲人在突破中世纪神学蒙昧主义阶段、走向近代文化大国时,便充分继承并发扬了古希腊的数学传统,用其武装了自己的头脑。

作为“伦理型”的中国文化,其思维方式更倾向于寻求对立面的统一,长于综合分析而短于科学分类。中国的哲人虽然也讲

对立面的斗争,但更习惯于寻求一种自然的和谐。例如中国古代哲学三个基本命题之一的“天人合一”观,视天道与人道二者为一体,认为人类与自然界是水乳交融的统一体;这种朴素的整体观念虽然强调了自然界和人类社会的整体性、统一性认识,但缺乏对这一整体各个细节的研究能力,因而对整体性和统一性的认识也是不全面的、含糊的;从而导致学科分类的长期粗疏,以伦理学的“所当然”取代哲学的“所以然”,满足于从生活事实中寻求证据,习惯于“设象喻理”,而忽视理论上的深刻探讨。由此可见、朴素的整体观念和寻求统一的思维方式,既反映了中国古代人民宏观把握世界的慧眼独具,也表现出在科学实证精神和数量分析方面存在着的明显缺陷。而这种思维方式的缺陷,严重地阻碍了古代中国科学技术理论体系完善。

现代著名的科学家爱因斯坦指出:“西方科学的发展是以两个伟大的成就为基础,那就是希腊哲学发明的形式逻辑体系,以及通过系统的实验发展,有可能找出因果关系。在我看来,中国的贤哲没有走上这两步,那是用不着惊奇的,令人惊奇的倒是这些发现(在中国)全部做出来了”。爱因斯坦的这段话十分精辟地总结了东西方古代自然哲学的差异和思维方式的不同以及它们在科学技术发展上所起到的作用。

(3)各具特色的发展过程

世界古代后期,中国历代帝国继承了春秋战国的灿烂文化,并使科技各门类走向体系化,为唐宋科技的繁荣昌盛奠定了基础。

在西方,古希腊的科技繁荣在公元前146年被古罗马征服后即告中断。古罗马重创辉煌后,也在公元476年随着西罗马帝

国的灭亡,科学文化的历史也就此中断了,从而进入了漫长黑暗的中世纪。恩格斯在《德国农民战争》一文中指出:在欧洲,中世纪是从粗野的原始状态发展而来的,它把古代文明、古代哲学、政治和法律一扫而光,以便从头做起。同时他还指出:僧侣们获得知识教育的垄断地位,因而教育本身也渗透了神学性质。宗教、神学在文化活动的整个领域中建立了至高无上的权威,这就使欧洲的文化和科学技术失去了连续性,而发生断层和倒退。

然而,自秦汉确立封建主义中央集权制以后,中国的科学文化没有出现欧洲那种从古代到中世纪转变时期的倒退现象,也没有形成神学统治一切的情景,而是以宗法伦理意识为潜质、以经验理性为重要形态、中国世俗文化始终占居主导地位的社会格局。正因为如此,从公元前2世纪开始,中国的古代科技文化,不断向高峰迈进,并且保持了发展的连续性和完整性,为人类科技文化史谱写了光辉的篇章。

(4)经济基础和研究方法的差异

中国一向是自给自足的小农经济,重农抑商,对商业和手工业采取轻视态度,再加上封建性的统治体系,使小农经济产生顽固、排外、闭关自守、安于现状、缺乏进取和改革精神的社会心理,使人看不到科技的生产潜力,意识不到科技的效益,虽有张骞、班超通西域,法显游印度,但目的和功利偏重于政治。西方则相反,他们很早就重视商业,使得商业和手工业很发达,并富有冒险精神,刺激着科技的进步。

科技的差异更多,也更重要地体现在科技本身的研究方法上。

中国的传统科技向来重视实用,绝对地以国家的实用性为

主,天文历法的突出贡献以国家实用为中心自不待言,古代数学更是以解决实际问题而著称。《九章算术》中分列的九章,计 246 个应用题,都与生产需要密切相关。这一时期中国科技的经验色彩已十分浓厚,科技成就大多属于对当时生产经验的直接记载或对自然现象的直观描述,极少进行科学理论的探讨。这些无疑是中国科技发展的重大局限,也是近代科技没有在中国产生的直接原因之一。

西方科技那严密的数学、物理逻辑已趋于系统,实验特色此时也十分浓厚,并以欧几里得几何学的形式逻辑体系作为前进的基础。使古希腊、罗马时期的研究方法具有重视实证道路和数学语言这两个显著特征。促进了古代后期西方科学技术的繁荣。