

科学技术史

周建统 主编



国防科技大学出版社

科学技术史

刘建统 主编

国防科技大学出版社

1986

内 容 简 介

本书为国防科技大学政治教研室自然辩证法教研组刘建统等同志在近年使用的讲义基础上修订而成。该书反映了世界科技历史进程的概貌，突出近、现代科学技术的发展，叙述了重要的科技领域——军事技术的演变，做到以史为主，史论结合。全书内容分三篇、十二章，内容有：古希腊、中世纪欧洲与中国古代的科学技术；古代军事技术；近代自然科学的兴起，第一次技术革命与近代自然科学的进一步发展；经典自然科学体系的完成与第二次技术革命；火器时代的军事技术；现代物理学的产生和发展；二十世纪的数学科学；二十世纪的生物学，系统科学；第三次技术革命；火箭核武器时代的军事技术。

本书可供理工科大学学生、研究生作为《科学技术史》课程的教材，亦可供广大教师和干部学习参考。

科 学 技 术 史

刘建统 主编
责任编辑 潘 生
封面装帧 侯 云

国防科技大学出版社 出版

湖南省新华书店 发行
国防科技大学印刷厂 印装

开本：787×1092 1/32 印张：13 字数：311 千字
1986年9月第1版 1986年9月第1次印刷 印数：00,001—20,000册
统一书号：15415·015 定价：2.15元

前 言

科学技术史是关于科学技术的产生、发展及其规律的科学。科学技术史既要研究科学技术内在的逻辑联系和发展规律，又要探讨科学技术与整个社会中各种因素的相互联系和相互制约的辩证关系。因此它既不同于一般的自然科学，也不同于一般的社会历史学，它是横跨于自然科学与社会科学之间的一门综合性的学科。

研究科学技术史，可以通晓科技发展的规律，有利于加速我国社会主义现代化建设。一部科技史，就是人类认识自然、改造自然的斗争史。历史的经验是宝贵的，学史使人明智。古希腊科技的发展曾达到古代世界的颠峰，而中世纪欧洲却出现了五百年的黑暗时期，但近代科技又在欧洲蓬勃兴起；我国是四大文明古国之一，进入封建社会后，中国的科技又长期处于世界领先地位，但近代科技反而没有在中国产生。这些问题，令人惊疑，发人深思。在近现代，曾出现过三次科学革命、三次技术革命和三次产业革命，其动因、其机制、其关联，耐人寻味，值得深究。我国目前正处在一个新的历史时期，四个现代化的关键是科学技术的现代化，为此不仅应当重视研究我国的现状，还应该重视研究世界科技发展的历史，以便根据科技发展的规律，正确制定我国科技发展的战略、方针和政策，合理地处理科学、技术与生产之间的关系，有效地进行科学技术的计划与管理等，以加速我国社会主义现代化的建设。

研究科学技术史，可以帮助确立辩证唯物主义的世界观和掌握科学的方法论，有利于提高理论思维能力和科学研究的艺术，正确地把握科技发展的方向，自觉地抵制唯心主义和形而上学的影响，勇于创新，善于创新，大大提高科研工作的效率。辩证唯物主义自然观是辩证唯物主义世界观的重要基础。

不研究科技史，就无法具体了解人类自然观的演变历史，就无法深刻理解辩证唯物主义自然观代替形而上学自然观的历史必然性，就无法真正理解自然科学工作者应该做一个自觉的辩证唯物主义者的极端重要意义。前事不忘，后事之师。数学历史上的“三次危机”，近代科学史上的“物理学危机”，扣人心弦，寓意深刻。现代科学已进入了既高度分化、又高度综合的整体化发展的新的历史时期，新技术革命也迈上了信息化、智能化、技术知识密集化、群体化、高速化的崭新阶段。科学正在向纵深发展，技术正面临着新的突破。因此，对于科技工作者来讲，自觉地做一个辩证唯物主义者，已是时代的要求，历史的必然。

研究科学技术史，有利于调整理工科大学生、研究生的知识结构，为培养视野宽广、文理兼备的新型人才创造条件。

研究科学技术史，有利于培养优良的科技道德品质，加强科技工作者的精神文明建设。

本书是在我校前两年使用的《科技发展史讲义》的基础上修改、补充而成的。参加原讲义编写工作的有刘建统、刘戟锋、白战迎、朱亚宗、高嘉社、张琼。这次正式出版，对原讲义作了较大的修改。有的篇、章重新进行了改写，有的章、节是新增加的，有的章、节作了重大的增删。负责修订工作的是刘建统、刘戟锋。

本书虽为理工科大学生、研究生开设《科学技术发展史》课程而编写，但也可供教师和广大干部学习参考之用。

由于编者水平有限，错误和不当之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1986年6月

目 录

第一篇 古代科学技术

第一章 古希腊、中世纪欧洲与中国古代的科学技术·····	1
第一节 古希腊与中世纪欧洲的科学技术·····	1
第二节 中国古代科学技术·····	11
第二章 古代军事技术·····	29
第一节 冷兵器消长·····	30
第二节 古代军事防御技术·····	34
第三节 古代军事机动技术·····	42
第四节 古代军事通讯技术·····	45

第二篇 近代科学技术

第三章 近代自然科学的兴起·····	50
第一节 资本主义的发展与文艺复兴·····	50
第二节 天文学革命·····	55
第三节 近代实验科学的兴起·····	60
第四节 坐标几何与微积分的产生·····	70
第五节 牛顿经典力学体系的形成·····	78
第四章 第一次技术革命与近代自然科学的进一步发展··	88
第一节 第一次技术革命·····	88
第二节 热力学的建立和发展·····	96
第三节 化学革命·····	105
第四节 微积分基础的争论及其影响·····	117

I

第五节	其它自然科学的发展·····	121
第五章	经典自然科学体系的完成与第二次技术革命·····	132
第一节	十九世纪生物学的重大成就·····	132
第二节	元素周期律的发现·····	143
第三节	近世代数的发展与非欧几何的诞生·····	149
第四节	经典电磁理论的确立·····	156
第五节	第二次技术革命·····	164
第六章	火器时代的军事技术·····	173
第一节	从火药到高爆炸药·····	173
第二节	火器的发展与陆地战争的变迁·····	178
第三节	火器对海战的影响·····	184
第四节	多维战争的形成·····	191

第三篇 现代科学技术

第七章	现代物理学的产生和发展·····	200
第一节	物理学危机·····	200
第二节	相对论的诞生·····	210
第三节	量子力学的建立·····	219
第四节	基本粒子物理学的发展·····	230
第八章	二十世纪的数学科学·····	239
第一节	数学基础的探讨·····	239
第二节	纯粹数学的发展与数学统一性的研究·····	253
第三节	应用数学的发展·····	259
第九章	二十世纪的生物学·····	270
第一节	从孟德尔到摩尔根·····	270
第二节	分子生物学的诞生和发展·····	278
第三节	现代达尔文主义进化论·····	284
第十章	系统科学·····	293

第一节	系统学·····	294
第二节	控制论与信息论·····	306
第三节	系统工程学·····	320
第十一章	第三次技术革命·····	329
第一节	信息技术·····	329
第二节	新材料、新能源与空间技术·····	344
第三节	新技术革命综述·····	360
第十二章	火箭核武器时代的军事技术·····	370
第一节	核武器：从原子弹到中子弹·····	370
第二节	核武器投掷手段和反导防御系统·····	379
第三节	火箭核武器时代的常规武器·····	391
第四节	军事技术发展综述·····	397
参考文献	·····	405

第一篇 古代科学技术

第一章 古希腊、中世纪欧洲与 中国古代的科学技术

科学技术的发展史与人类生产的发展史是密切相联系的。恩格斯说：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”^①

在漫长的原始社会里，石器的制造，弓箭的发明，火的利用，青铜器和原始文字的出现，反映了人类征服自然的艰难历程。

在奴隶社会，脑力劳动与体力劳动的分化，大大促进了科技的发展。地处大河流域的四大文明古国——埃及、巴比伦、印度和中国，都对人类文明作出了重要的贡献。

古希腊文明在世界科技史上占有特殊重要的地位；中世纪欧洲的科技长期处于跌宕、徘徊的局面。中国在进入封建社会后，科技发展一直处于世界领先的地位。本章着重介绍古希腊科技的盛衰以及中国古代科技体系的形成和发展，并兼论中国科技在近代落后的原因。

第一节 古希腊与中世纪欧洲的科学技术

一、古希腊科学技术的盛衰

古希腊是以雅典为中心的联合城邦奴隶制国家，她位于欧

^① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社，1971年，第162页。

洲南部的希腊半岛及附近的一些岛屿。希腊地区近海多山，海岸绵延曲折，岛屿星罗棋布。这一地理位置使它容易接近古代东方文明，渡海向南经过克里特岛可以到埃及，向东从小亚细亚半岛可以到达巴比伦等国家。

公元前八至六世纪，希腊各地成立了以城市为中心的众多的奴隶制国家。各城邦之间战争频繁。雅典是最强大的城邦国家，公元前五世纪，它在各城邦中取得了盟主的地位。

古希腊文明虽远不如东方文明那样悠久，然而它却充分吸收了东方的早期文明，取得了一系列光辉的科技成就，在古代科技史中占有特殊重要的地位。古希腊文明包括三个历史发展阶段：雅典时期（前^①八世纪—前四世纪）、亚历山大时期（前四世纪—前一世纪）和罗马时期（前一世纪—五世纪）。前两个阶段是古希腊科学技术繁荣昌盛的黄金时代，罗马时期则是古希腊文明趋于衰落的时期。由此以后，欧洲科学终于从希腊时期的显赫高峰跌入中世纪的黑暗深渊。

古希腊科学的发展是多方面的，下面从四个方面介绍古希腊的科学成就。

1. 探索宇宙万物本原的自然哲学。

古希腊的哲学家兼自然科学家对宇宙万物的本原作了深入广泛的探讨。他们力图以自然的原因去说明客观世界中所发生的、为早期人类不可思议并为之惊恐万状的现象和变化过程，他们提出了原始的元素说和原子论。

米利都学派的奠基者泰勒斯（Thales，前624—前547）曾提出宇宙成因一元论——水的学说，认为世界的本原是水，水沉淀则成泥，干了则成土，稀薄则化为气，气加热则变成火，万物起源于水，而又复归于水。该学派中的阿那克西曼德（Anaximander，前610—前546）认为从一种混沌未分的物

^① 前，即公元前，下文同此。

质——无限——分离出冷和热、干和湿，随着对立面的分化，就产生了世界万物，最后又复归于无限。其他，阿那克西米尼（Anaximenes，前 585—前 525）认为气是世界的本原，赫拉克利特（Heraclitus，约前 540—前 480）则认为火是万物的始基。用某种单一的或具体的有形物体来作为世界的本原，这是限于当时生产和生活实践水平而产生的一种直观的认识，是古希腊自然哲学的幼稚阶段，但是人们在说明和解释世界的时候，坚持从物质运动变化本身来说明自然现象，这在人类认识史上不能不说是一个伟大的进步。

古希腊的原子论是朴素唯物主义的自然哲学进一步发展之后的一项伟大成果。早期原子论的代表是留基伯（Leucippus，约前 500—前 440）和德谟克利特（Democritus，约前 460—前 370）。德谟克利特把实在分成原子和虚空，而只有原子才是真实可靠的认识对象。原子是一种不可再分的物质微粒，它永恒存在，数量无穷，但无性质上的差别，只有形状大小和排列方式的不同。事物性质的千差万别，就是由这些不同形状和大小的原子在结合时排列的秩序和接触的状态不同而形成的。原子能够自己运动，它在虚空中向各个方向运动着，由于彼此碰撞，就形成原子的漩涡运动，从而构成万物的生灭长消。原子论虽然并未摆脱思辩的模式，但是它以其完备的关于物质结构观念，无可置疑地成为古代自然哲学最辉煌的成就之一。它和近代科学的原子论既有联系，又有区别。近代科学原子论的产生是受到它的启发的，而在肯定原子是最后不可分的物质微粒这一点上，电子学建立以前的近代科学的原子论还继承并发展了这种形而上学观点。古希腊原子论与近代科学原子论二者的区别在于：前者以思辩的自然哲学为基础，后者则以自然科学的实验事实为基础。

恩格斯曾对这一时期的自然哲学思想给予了高度称赞：“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。”^①

2. 严密的几何学

古希腊的数学主要是几何学，它是在埃及的几何学基础上发展起来的。

早期的几何学代表人物是毕达哥拉斯（Pythagoras，约前582—前497），他是古希腊最早的唯心主义哲学家。由他建立的毕达哥拉斯学派是一个政治、宗教、学术三位一体的组织，大约有三百名贵族青年组成。这个学派在政治上站在奴隶主一边，主张贵族奴隶主的统治是符合秩序的。他们在数学上最大贡献是推动了几何学这一演绎科学，并按逻辑顺序建立了某种体系。而最使这一学派引以为荣的是以毕达哥拉斯命名的直角三角形定理。由此定理以后导致了数学史上所谓第一次数学危机，即无理数的发现。这次危机推动古希腊数学家们取得了两项光辉的成果：比例论和穷竭法。

公元前三世纪左右，亚历山大城的欧几里得（Euclid，约前330—前275）全面而系统地总结了古希腊几何学的光辉成就，他从少数已被经验证明的公理出发，运用逻辑推理和数学计算的方法，演绎出许多定理，写成了不朽的《几何原本》，该书是运用公理法建立严密的逻辑推理体系的最早典范，对近代自然科学的产生和发展起了重大作用。

在古希腊后期，阿基米德（Archimedes，约前287—前212）对圆周、球体和锥体都作了专门研究。他用逐渐增加圆的内接正多边形边数的办法求出圆周率在3.1409与3.1429之间。他研究了圆锥截面及其迴转物体，第一个计算出了一段抛物线围成的面积，证明了球的面积等于其大圆的四倍，球的体积等于其

^① 恩格斯，〈自然辩证法〉，人民出版社，1971年，第30—31页

外切圆柱体积的三分之二。

3. 朴素的宇宙论和不断完善的地心说

古希腊的天文学起源于古巴比伦的星象术和天文知识，但其发展的重点则是理论上的探讨与概括。因此，受到各派哲学思想的影响特别明显。

在希腊早期，泰勒斯曾根据巴比伦的天文知识，奠定了希腊天文学基础，并且因为成功地预言过一次日全食而享有盛名。德谟克利特和伊壁鸠鲁认为象太阳系这样的世界无限多，因而宇宙无限。世界大小不同，生灭不已。伊壁鸠鲁关于原子在下降过程中因偶然性的原因产生的偏斜运动，而相碰撞和产生漩涡运动，在漩涡中按重量不同相分离和聚集，并因吸引而结合成万物。这两种思想后来对布鲁诺（Bruno, 1548—1600）的“多日心说”和无限宇宙思想及康德（I. Kant 1724—1804）的星云说，有着重要的影响。

古希腊占统治地位的天文观是亚里士多德（Aristotle, 前384—前322）——托勒密（C. Ptolemy 约90—168）的地心说。亚里士多德不仅系统地发展了欧多克恩等人提出的地心说的几何模型，即日、月和各行星在各同心的透明天球上绕地球转动，天球绕轴匀速转动，轴两端固定在相邻的外球上，各个天球由最外层的恒星天球带动，各自做特殊运动，而且把球层扩大至五十六个，认为只有宇宙边缘的原动天才是第一推动者，推动恒星天球和各天球回转。但他的地心说体系无法解释行星逆行和从其亮度差异反应的不等距的问题。为此，阿波罗尼乌斯（Apollonius, 约前260—前200）提出本轮和均轮学说，认为各行星沿着自己的小圆周（本轮）运动，而各本轮的中心又以地球为中心进行大圆周（均轮）运动。最后托勒密在此基础上，系统地完善了地心说。为了更好地与观测事实相符合，他用了近八十个圆周来解释天体的运动。经过亚里士多德

和托勒密两次系统化之后，地心说在以后的一千多年中一直占据统治的地位。

4. 日益走向科学的物理学和医学

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，到了后期才通过静力学的建立迈上科学的道路。

早期的亚里士多德虽然成功地运用了观察实验的办法和辩证思维的方法，在逻辑学、生物学、气象学等众多学科领域作出了重要的贡献，但是，在物理学方面由于直观化思辩性的局限，他的很多论断都是与事实不相符合的。如“推一物体的力不再推时，原来运动的物体便归于静止”、“速度主要与作用力有关”、“虚空”是不存在的等等。

阿基米德最伟大的贡献是在力学方面，这与亚里山大里亚时代在力学方面取得的重要成就与技术的发达有关。阿基米德运用实验和定量分析的方法，对以往积累的大量经验加以整理、分析，得出了普遍实用的一般原理。他通过发现杠杆原理和浮力定律，奠定了静力学的基础。他表述“静力学”（即平衡问题）的基本定律的方法也是先提出一些公设，然后再从中推演出若干定理。阿基米德还是一位杰出的技术专家，他曾发明了阿基米德螺线和抽水的“水蜗牛”，根据力与弹性变形的关系发明了拿枪和拿砲，对保卫叙拉古城起了很大作用。

古希腊医学的主要成就有：阿尔克莽曾发现了视觉神经，并认识到大脑是感觉和理智活动的中央器官。阿拿克萨哥拉曾用动物进行实验，用解剖的方法研究了其构造。恩培多克勒认为血液流向心脏，并由心脏流出。到希波克拉底(Hippocrates, 约前460—前377)学派，希腊医学有了进一步的发展。这一学派坚持把疾病看作是一种要服从自然法则的过程，强调用观察和实验的方法来研究疾病。因此他们对许多病症作了比较准确的描述，提出了适当的医疗方法，是现代临床医学的开端。

总之，古希腊是哲学流派群起和科学思想空前繁荣的黄金时代。古希腊的科学文化对于整个人类文明和近代自然科学的发展具有深远而广泛的影响。

在古希腊时期，自然科学与哲学是混为一体的，一切作用于人的感官的东西，小至昆虫，大至宇宙天体，事物的一切性状、结构、变化、规律都在自然哲学家的思考范围之内。他们在追求人类知识方面所表现出来的极大热情和不畏艰险的献身精神，以及在解释世界时自觉运用朴素的唯物论和辩证法思想，不但使他们提出了不少当时无与伦比而长期发人深思的天才猜测，而且创立了深刻影响以后自然科学发展的优良传统。

古希腊时期的科学与技术是分立的。希腊人重科学、重理论，比较蔑视技术；而罗马人则重技术，重应用，比较忽视理论。事实上，科学与技术也是有着密切联系和相互作用的。没有希腊空前繁荣的科学，也就很难有以后罗马高度发达的技术。从希腊的科学到罗马的技术，这是一个完整的历史发展过程。希腊把当时已有的古代东方文明积累的知识理论化，使希腊在人类历史上的影响巨大而深远，但罗马时期的技术在经济上的作用则使罗马大帝国得以驰骋于欧洲。古希腊的科学技术发展史已充分证明了科学——技术——生产的循环关系的内在必然性。

古希腊在由经验知识上升到理论体系的过程中，十分重视逻辑方法的应用。亚里士多德在总结以往数学研究中的演绎推理方法的基础上，第一个系统地创立了形式逻辑。欧几里得《几何原本》则是运用形式逻辑走上演绎体系的最早典范。亚里士多德——托勒密地心说，阿基米德的“论平面的平衡”等都是运用逻辑推理的硕果。

古希腊科学文化的高度繁荣无疑是人类历史的一个奇迹。但是，这一奇迹究竟是什么原因造成的呢？希腊的自然地理条

件和社会历史条件固然是重要的，但更重要的则是古希腊通过长期的历史发展形成了有利于科学技术繁荣昌盛的独特的社会经济、政治条件，这就是古希腊奴隶社会的民主城邦制。城邦制为科学文化发展创造了优越的条件。城邦制一方面曾使古希腊相当成功地发展经济和外御强敌，从而为科学技术创造了长期稳定发展的良好条件；另一方面，又为“公民”阶层提供了学术交流和科学研究的自由。这就是希腊文化繁荣，特别是具有科学探索精神和创造特征的主要原因所在。当然，这种奴隶社会中城邦制的民主，是建筑在对广大奴隶的残酷专政基础之上的；各城邦之间又过分忽视了民族统一的原则，从而导致了互相掠夺的“城邦本位主义”的出现。因此古希腊的邦城制虽然在一定时期内能够促进经济和文化大步前进和高度繁荣，以至创造古代世界文明的顶峰，但是由于奴隶制本身固有矛盾的发展，也使它无法避免最终覆灭的命运。

二、中世纪欧洲的科学技术

公元476年西罗马帝国的灭亡，标志着欧洲奴隶制社会的终结。从这时起到十五世纪的一千年的漫长时间，史称中世纪。在这一时期，西欧各国的社会基本上属于封建社会。从五世纪到十世纪末，是西欧封建社会的前期，史称黑暗时期。从十一世纪到十五世纪，是西欧封建社会的后期。

西欧的封建社会是建立在日耳曼部落的原始公社制解体和罗马奴隶制瓦解的基础之上的，是一种封建领主土地所有制，没有形成高度专制的中央集权制。在西欧的封建社会内，教会占绝对统治的地位。教会不仅拥有大量庄园、大批武装，而且有极大的政治权力。教会也是文化领域的垄断者，神学主宰一切，科学成了神学的婢女。

八世纪中叶以后，由于生产力的发展，文化较前发达了，

政治上在查理曼大帝的统治下,重视文化知识,大量兴办学校,形成了“经院哲学”。主要代表人物是安瑟伦(Anselmus, 1033—1109年)、托马斯·阿奎那(Thomas Aquinas, 约1225—1274年)等。经院哲学扼杀了亚里士多德学说中活生生的东西,把自然知识和神学结合成一座大厦,用形式逻辑来论证教会思想体系的正确,主张理性服从信仰。经院哲学中包括了当时的自然知识,它形成了一个完整、严密、有秩序的宇宙和社会体系。但其内容烦琐,思想空洞,诸如“天堂里的玫瑰花有没有刺?”“一根针尖能站立几个天使?”等。神学和经院哲学成为禁锢人们思想的精神枷锁。不过,随着中世纪反封建运动的兴起,在经院哲学内部,不断产生种种分歧,形成了各种对立的派别。唯名论和唯实论的斗争,就从公元十一世纪到十四世纪上半叶,延续了近四百年。唯名论认为“事物先于一般概念而存在”、“一般概念就是名称”,强调经验的可靠性,重视观察实验方法。唯实论则相反。在当时的条件下,这实质上是唯物主义和唯心主义、科学与反科学斗争的一种表现形式。

英国经院哲学中晚期唯名论得到振兴。罗吉尔·培根(R. Bacon, 约1214—1294年)、司各脱(J. D. Scotus, 约1215—1308年)和威廉·奥卡姆(W. Occam, 约1300—1350年)要求发展实验科学,反对盲目崇拜经院哲学。罗吉尔·培根是近代实验科学的先驱。他认为:知识来自经验,只有通过经验或实验验证的知识才是确实可信的知识,“个人的经验比权威的证明更确实”,指出教会是各种罪恶的根源。他还从事过大量的实验研究,曾考察过眼镜、望远镜、显微镜的结构和飞行器、机动航海船的设计。他们的思想在当时没有得到发展,并受到教会的迫害,但却对近代自然科学产生了积极的影响。

尽管如此,欧洲中世纪并不是历史发展的中断。在理论思维方面,它发展了人类抽象思维的能力和成就,唯名论和唯实