

Emplea tiempo para volver su telescopio hacia el cielo. Rápidamente, observando las fases de la Luna, descubre que este astro no es perfecto como lo que la teoría aristotélica. La física aristotélica que poseía autoridad en su tiempo distinguía dos mundos:

sublunar, que comprende la Tierra y lo que se encuentra entre la Tierra y la Luna; en este mundo todo es corruptible y cambiante; el mundo *supralunar* comienza en la Luna y se extiende allá. En esta zona, no existen formas geométricas perfectas ni movimientos regulares.



科学技术史 概论

A GENERALIZED HISTORY OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

主 编 张子文

副主编 吕致远 李国峰



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

科学技术史概论

主 编 张子文

副主编 吕致远 李国峰

No 91

Z257



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学技术史概论 / 张子文主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2010.1

ISBN 978-7-308-07046-1

I. 科… II. 张… III. 自然科学史—世界 IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 165016 号

科学技术史概论

主编 张子文 副主编 吕致远 李国峰

责任编辑 余健波

封面设计 吴慧莉

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州求是图文制作有限公司

印 刷 临安市曙光印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 353 千

版 印 次 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-07046-1

定 价 28.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591



FOREWORD 前言

科学技术正在迅速地改变着人们的生存方式,改变着人们赖以生存的自然环境,同时,科学技术也极大地拓展了人类的智力,丰富了人类的精神世界。更重要的是,科学方法已经被作为分析解决问题的利器而应用于社会生活的一切领域。作为现代人,无论从事何种职业,都应当掌握一定的科学技术知识,关心科学技术的进展,不断提升自身的科学素养。

科学技术史不仅要记录不同历史时期科学与技术的主要成就,还要力求透过这些成就展示科学发现的过程,阐述科学方法和科学思想,并试图窥察科学、技术与社会发展之间复杂的互动关系。因此,科学技术史是一门兼备科学与人文属性的学科,是进行“通识教育”的理想学科,它对于拓宽学生的知识面,培养学生的科学与人文素质有着非常重要的意义。

学习科学技术史,一方面要积累科学技术知识,了解科学技术历史发展的脉络,另一方面要了解科学理论创立的方法和过程,还要关注科学技术与社会发展之间的相互影响。再进一步,还应当有意识地把学到的知识转化成自身的兴趣、态度和分析解决问题的能力。

科学技术的萌芽孕育于原始社会,起步于奴隶社会,在封建社会取得了长足的发展,资产阶级革命以后得到了突飞猛进的发展,时至今日其势头更加迅猛。在漫长的历史岁月中,科学技术在世界不同地域、国家,在众多学术和实践领域中经历了崎岖曲折的发展旅程,任何一本科学技术史教材都不可能做到全面详尽展示科学技术发展历程的全貌。本书在对科学技术发展历史的惊鸿一瞥中,力求向读者展示科学技术发展历程的概貌;同时,努力聚焦一些重大的科学发现或技术发明的过程,从而让读者较深入地理解科学发现或技术发明的精萃所在。

内蒙古工业大学多年来开设科学技术史课程,通过开课,任课教师有了一些积累和想法。本书是在多年教学的基础上编写而成的,是一本适合理工科院校教学需要,并具有一定普适性的教材。参编者来自内蒙古工业大学和内蒙古科技大学,具体分工如下:

张子文:提出编写的指导思想和要求,并负责全书审稿、统稿和编辑。

吕致远:绪论和现代部分(第六章,第七章,第八章)并协助统稿、编辑。

阚红梅:中国古代部分(第一章)。

王瑞玲:世界古代部分(第二章)。

李国峰(内蒙古科技大学):近代部分(第三章,第四章,第五章)并协助统稿、编辑。

在本书编写中,各位老师都查阅参考了大量的纸质和电子资料,限于篇幅,还有不少参考资料未在“参考文献”中列出,在此深表歉意。本书的出版得到了内蒙古工业大学教务处、理学院、人文学院、物理系和内蒙古科技大学有关领导和同仁的大力支持,浙江大学出版社对本书的出版提供了很多帮助,谨在此致以诚挚谢意!

由于编者学识所限,书中难免有不当和错误之处,恳请专家和读者不吝赐教。

Contents

目录

绪 论	(1)
第一章 中国古代科学技术史	(5)
第一节 中国古代科学技术的主要成就	(5)
一、中国古代天文学	(7)
二、中国古代数学	(10)
三、中国古代医学	(14)
四、中国古代农业	(16)
第二节 中国古代其他重要科技著作及技术发明	(19)
第三节 中外科技文化的交流	(30)
一、中国古代对外科技文化交流	(32)
二、西学东渐后中国的科学技术	(33)
第四节 比较与反思	(38)
一、古代中国科学技术的发展特点	(38)
二、近代科学技术史上的两种转变	(40)
三、李约瑟及“李约瑟难题”	(41)
思考题	(44)
第二章 世界古代的科学和技术	(45)
第一节 古埃及和古两河流域的科学和技术	(45)
一、农业、手工业和建筑	(46)
二、天文历法	(48)
三、数学	(49)
四、医学	(50)
五、文字和书写技术	(50)
第二节 古代印度的科学与技术	(51)

一、农业、手工业和建筑	(52)
二、天文历法	(53)
三、数学	(54)
四、医学	(55)
五、文字	(55)
六、自然观	(55)
第三节 古希腊的科学与技术	(56)
一、农业、手工业和建筑	(57)
二、哲学	(58)
三、古希腊的宇宙观	(64)
四、古希腊的科学成就	(66)
第四节 古罗马的科学与技术	(72)
一、农业、手工业和建筑	(73)
二、科学贡献	(74)
第五节 古代阿拉伯的科学与技术	(77)
一、数学	(78)
二、物理学	(79)
三、天文学	(80)
四、化学和炼金术	(81)
五、医学	(82)
第六节 欧洲中世纪的科学技术与文艺复兴运动的兴起	(83)
一、农业、手工业和建筑	(84)
二、学术复兴的孕育	(85)
三、大学的创办和经院哲学的兴起	(86)
四、罗吉尔·培根	(87)
五、地理大发现	(88)
六、欧洲文艺复兴运动的兴起	(90)
思考题	(92)
 第三章 16、17 世纪:近代科学技术的产生	(93)
第一节 近代的观念革命	(93)
一、近代科学诞生于哲学家的观念革命	(93)
二、哥白尼和维萨留斯的观念革命	(94)
三、布鲁诺的宇宙无中心说	(95)
四、开普勒对正圆观念的抛弃	(95)
五、伽利略的天文新发现	(96)
第二节 近代物理学的产生	(97)
一、伽利略对亚里士多德运动观念的变革	(97)
二、科学实验传统的形成	(98)

三、牛顿力学的建立	(101)
第三节 近代科学技术的其他表现形式	(104)
一、科学社团	(104)
二、早期的科技期刊	(106)
三、专利与优先权制度的建立	(106)
四、科学仪器的发明与使用	(107)
思考题	(108)
 第四章 18 世纪:第一次工业技术革命与理性启蒙	(109)
第一节 第一次工业技术革命	(109)
一、纺织机的发明和改进	(110)
二、蒸汽机	(110)
三、钢铁冶炼技术的革新	(116)
四、化工技术的发展	(116)
第二节 化学革命	(117)
一、近代化学的诞生	(117)
二、燃素说	(118)
三、气体研究与氧的发现	(118)
四、拉瓦锡的化学革命	(119)
第三节 思想革命与科学精神的传播	(122)
一、理性启蒙与牛顿原理的传播	(122)
二、《百科全书》对科学的传播	(124)
三、大革命时期的法国科学	(124)
思考题	(125)
 第五章 19 世纪:科学技术形成体系与第二次工业技术革命	(126)
第一节 三大学科的系统化	(126)
一、物理学的系统化	(126)
二、化学的系统化	(133)
三、生物学的系统化	(134)
第二节 第二次工业技术革命	(138)
一、运输机械的革命	(138)
二、电力革命与电气时代	(141)
第三节 近代科学的思想与方法	(145)
一、弗朗西斯·培根	(145)
二、笛卡儿	(146)
三、伽利略和牛顿	(147)
四、机械自然观的确立	(148)
五、机械自然观的衰落	(148)

六、“发展”和“演化”的新自然观	(150)
思考题	(151)
第六章 现代物理学革命	(152)
第一节 经典物理学的危机	(152)
一、X射线的发现	(152)
二、元素放射性的发现	(154)
三、电子的发现	(156)
第二节 相对论的建立	(157)
一、狭义相对论的创立	(158)
二、广义相对论的建立	(162)
第三节 量子力学的建立	(164)
一、量子理论的准备	(164)
二、量子力学的创立	(169)
思考题	(171)
第七章 现代科学与技术	(172)
第一节 系统科学	(172)
一、控制论	(172)
二、信息论	(174)
三、系统论	(174)
四、耗散结构理论	(176)
五、协同学	(177)
六、突变论	(179)
第二节 20世纪四大基本模型	(179)
一、宇宙大爆炸模型	(180)
二、夸克模型	(181)
三、DNA双螺旋结构模型	(182)
四、地壳结构的板块模型	(184)
第三节 第三次技术革命	(187)
一、信息技术	(187)
二、新材料技术	(190)
三、生物技术	(193)
四、新能源技术	(195)
五、空间技术	(198)
六、海洋技术	(202)
第四节 现代科学技术发展的特点与趋势	(205)
一、现代科学的整体化趋势	(205)
二、科学活动的社会化和国际化	(206)

三、科学发展的加速化和数学化	(207)
四、科学、技术、生产的一体化	(208)
思考题	(209)
第八章 科学技术与社会	(210)
第一节 科学、技术及其相互关系	(210)
一、什么是科学	(210)
二、什么是技术	(212)
第二节 科学技术对经济和社会发展的作用	(212)
一、学会站在巨人的肩膀上	(213)
二、只有创新才能超过别人	(213)
第三节 科学技术的负面影响	(216)
一、历史的回顾	(216)
二、一些人文学者对科学技术的批判	(218)
三、科学技术是无辜的	(218)
思考题	(219)
参考文献	(220)

绪论



近年来,科学技术史的学术价值和教育功能逐渐得到有识之士的关注。同时,科学技术史作为一门通识教育的课程较普遍地进入了大学的课堂。但是,由于科学技术史这一学科产生的历史较短,其普及程度远不及社会发展的历史,不少人对于科学技术史这门学科的了解和认识还很不全面、不充分,甚至存在着偏见。因此,有必要对这门学科做一总体介绍,从而为读者提供一些认识、学习、研究科学技术史的观念和视角。

一、关于科学技术史

科学技术的成就是人类的精神力量和智慧的结晶,科学技术研究也是全人类不分国界,不分种族的共同事业。科学技术作为人类智力活动的最古老、最重要的领域之一,作为社会发展重要的推动力量和社会文明程度的重要标志,作为与人类当今和未来命运休戚相关的一种社会实践形式,其发展历史是非常值得研究的。

当科学技术发展到一定阶段就必然会产生对科学技术发展历史的研究。关于科学史方面的著作在东西方的古代和近代就有,而科学史作为一门专业化学科的出现,则是20世纪初的事情,是和乔治·萨顿(George Sarton, 1884—1956年)的名字联系在一起的。萨顿是比利时人,第一次世界大战期间到了美国,后来一直在哈佛大学从事科学史的研究与教学,他将整个一生献给了科学史事业。如萨顿的学生所言,“……他不仅通过英雄般的劳动业绩创造并收集必要的建筑材料,而且他也把自己看成将科学史建成一个独立的和有条有理的学科的第一个深思熟虑的建筑师,他的确是科学史的第一位建筑师”。萨顿在一篇文章中这样说:“一个人有个好的位置是件幸事,但当他被一个抱负不凡的目标所激励,例如当一种宏伟的设想捉住他并占领了他的整个身心时,那就是更大得多的幸福了。此时,就不再是一个人找到了一个工作,而是一种伟大的工作找到了一个可敬的人。”这段话也是对萨顿本人的写照。

按研究内容的侧重点不同,科技史研究成果可划分为内史和外史。所谓内史就是着眼于科学技术本身的发展轨迹的研究,而不去考虑外部社会环境中其他非科学的因素。内史研究可分为两类,一类是近似于编年体方法,对史实进行梳理,搞清楚所用的仪器、资料、方

法、人物贡献、著作成果等,关注的重点是不同时期科学取得的具体成果,这也是传统的科技史研究方法。另一类是概念分析方法,是在研究原始文献的基础上,注重探寻科学发现者研究问题时的思维切入与深化以及在理论建立过程中概念的提出与发展。这种研究方法最早的代表作是1939年出版的法国科学家科瓦雷(A. Koyre)的《伽利略研究》。

所谓外史就是侧重于研究科学技术在发展过程中与外部社会环境(比如政治、经济、文化、宗教等)之间的相互作用,这种方法将科学技术的发展置于社会发展的大背景中进行考察,在20世纪50年代蓬勃发展起来,直到现在依然是一种颇有吸引力的研究路线,早在1939年贝尔纳(J. D. bernal)的《科学的社会功能》是这方面有代表性的著作。

限于资料占有、研究者兴趣与特长等因素,研究者易于倾向于内史或外史其中之一,显然,理想的方法是将二者综合起来。科学技术史应该动态地展现科学技术发展的历程。所谓动态展现就是不仅要记录各个时期的科技成果,还要考察成果形成的思维轨迹和每一种成果与当时已有的科技成就之间的联系,考察这些成果与当时社会的政治、经济、文化之间的联系,更要考察科学家自身特殊性(比如个人经历、信仰、科学思想、科学研究的过程甚至科学家的人格特征)对其科学发现的影响。通过动态全方位展示科学技术发展的历程,我们就会从历史中汲取丰富的营养,从而透过历史理解科学、理解技术、理解人性,才可能发现科学技术发展的规律性,才可能通过科学技术史提升我们的道德水平,甚至避免用科技之剑自残人类。

二、科学技术史与科学素养

人们往往会有这样的认识:掌握了科学知识就具备了科学素养。事实上科学知识不等于科学素养,甚至不是科学素养的主要内容。科学素养有着很丰富的内涵,除了指具备一定的科学知识外,还包括对具体科学方法的了解和应用、对科学知识的评价和鉴赏能力、对问题的分析批判能力、对促成科学理论形成的思想与方法的了解以及对科学的兴趣等等。一个人的科学素养直接影响着他学习科学、运用科学和创新科学的能力。

学科教材过分重视学科的知识体系,科学发现的过程被精巧的逻辑结构和四平八稳的学术语言掩盖得无影无踪,看不到科学家进行科学探究的原动力,看不到科学理论建立的思路,看不到学者们在科学活动中的欣喜、惊讶、迷惑,也看不到他们所走的弯路和所犯的错误。然而这些过程性质的内容对于学生理解科学是非常必要的,这些内容只能到历史中去找。因此,不了解科学发展的历史就不会理解科学,不理解科学则其科学素养一定非常有限。

杨振宁教授曾讲过这样一件事,有一个学生请求进他所在的研究院深造,作为考查,杨振宁问了他几个量子力学问题,他都会回答,可见,这位学生知识掌握得很好。接着,杨教授又问他:“这些量子力学问题,你觉得哪一个是妙的?”这位学生就讲不出来了。杨教授对他的前途发展“不能采取最乐观的态度”,没有答应他的请求。杨教授认为:“学一个东西不只是一要学到一些知识,学到一些技术上面的特别的方法,而是更要对它的意义有一些了解,有一些欣赏。假如一个人在学了量子力学以后,他不觉得其中有的东西是重要的,有的东西是美妙的,有的东西是值得跟人辩论得面红耳赤而不放手的,那我觉得他对这个东西并没有学进去,他只是学了很多可以参加考试得很好分数的知识,这不是真正做学问的精神,他没有把问题里面基本的价值掌握住。”我想,这位学生缺乏的就是对科学的鉴赏力,这正是杨教授所看重的做学问所必备的素养。

知识是分层次的,除了知识本身,还有生产知识的知识和评价知识的知识。生产知识的知识和评价知识的知识存在于科学家的观念之中,一些内容甚至还没有被明确地意识到,但是,这两类知识对于知识的产生具有相当重要的意义。学科教材里写的只是知识本身,而另外两种知识只能到科学发展的历史中去找、去悟。割断历史的学习只能造就“有知识没素养”的学生。不了解知识的历史时,知识是冷冰冰的,学习只是一种智力活动,我们的情感不会很好地参与到知识的学习中;而当我们了解知识的历史时,我们就会对知识有感觉,就会从知识的学习中获得丰富的营养。比如,中学物理学中有一个“开普勒三定律”的内容,与之相关的一段历史是:开普勒之前有一个叫第谷·布拉赫(Tycho Brahe,1546—1601年)的丹麦天文学家,21年如一日用自己改进或设计的仪器进行天文观察和记录。在他去世的前一年(1600年),他邀请到了具有数学才华且热爱天文学的开普勒(Johannes Kepler,1571—1630年)做他的助手。临终前,第谷把自己一生心血——700多颗星的全部天文观察资料托付给了开普勒,嘱托开普勒把这些观察结果整理发表出来,并告诫开普勒一定要尊重观察事实(后来人们知道,第谷的观察几乎达到了望远镜出现之前肉眼观察的极限)。面对第谷留给自己的非常宝贵的观察资料,开普勒有一个信念,那就是宇宙是和谐的,天体运动是有规律的。他决心用这些观察记录的数据揭示天体运行的秘密。他先从研究火星的轨道着手,凭着惊人的毅力,严谨的态度和高超的数学本领,经过18年的艰苦努力,开普勒三定律相继诞生了。第谷20余年的潜心观察在开普勒手中结出了丰硕的成果,开普勒也被后人称为“天空的立法者”。当我们了解到这些历史时,我们内心会对两位主人公产生深深的敬意,我们会怀着崇敬之情开始开普勒三定律的学习,他们的执着和智慧也会激励我们克服学习中的困难,我们也会认识到科学家的哲学思想对于其科学研究的影响是巨大的。

三、科学技术史与人文素养

科学技术史不仅能提升我们的科学素养,而且能丰富我们的人文素养。科学素养是一种专业素养,是一种发现和解决具体科学问题的能力,事关如何提高做事的效率;人文素养则是正确看待和处理事物与事物之间、人与事物之间、人与人之间关系的能力,事关对自身思想和行为的价值把握,集中表现为一种以善为价值取向的洞明世事的能力。如果把人类社会的发展比作一辆行驶的列车,科学素养关乎列车的速度,而人文素养则掌握着列车行驶的方向,使其不脱离轨道。近代科学产生300多年以来,科学技术突飞猛进,社会列车的速度已经风驰电掣,而人类的人文素养尚没有实质性的推进,这是非常危险的。

读史使人明智,大凡历史性学科,其创立的初衷都是人文诉求的,科学技术史也不例外,它一样会增长我们的阅历,提升我们的道德,启迪我们的智慧。

“科学技术是第一生产力”,提到科学我们会想到它的有用性,即其促进生产和增加经济收入的作用。通过学习科技史就会知道,科学起源于古希腊,古希腊人最早形成了对于自然界的一种不同于神话而有系统的理性看法。古希腊第一位哲学家泰勒斯提出万物源于水的思想,奠定了西方哲学追求事物本源的形而上精神。古希腊另一位哲学家毕达哥拉斯(公元前580—前500)认为数是万物的本原,事物的性质是由某种数量关系决定的,如果想认识周围的世界,就必须找出事物中的数,他还指出整个宇宙都存在着数的和谐,和谐与秩序是宇宙的最高规律。显然,上述基本思想对近现代科学的建立、发展有一定的启示、指导作用。古希腊时代大师如云,苏格拉底、柏拉图、亚里士多德、欧几里得、托勒密等等。他们研究科学并不是为了实利,他们的学问远离了生活和生产,他们研究学问的原因只来自于内心的好

奇,来自于理性思维带来的乐趣。他们只是由于“爱智慧”(在古希腊,哲学的含义就是爱智慧),纯粹是为科学而科学。这段历史会带给我们有益的启示:科学的理由就存在于我们的人性之中,那就是好奇心以及对和谐与秩序的爱好,从科学之外寻找科学的理由,过分强调科学带来的利益,就会抑制人自身对科学的需要,使科学的研究与学习沦为负担,这无论对人本身的发展,还是对科学的发展都是有害的。翅膀绑上金子的鸟儿就再也飞不起来了,科学的发展需要相对宽松自由的人文环境,而不是用利益诱逼的环境。

历史与哲学有着天然的联系,一方面,历史的编纂方式受一定哲学思想的影响,中国科学院袁江洋教授指出“科学史这门学科在其诞生之初就极大地受惠于哲学,哲学史以及其他学术,正是通过在历史的思想与哲学的、社会学的以及其他类型的人类思想之间实现强有力的互动,科学史才开始在英、美等国完成其建制化历程而成为一门独立学科。”另一方面哲学用以思考和归纳的材料很大程度上来自历史。由于科学技术在人类精神和社会实践两个领域所具有的重大作用,很多人文类的学科(比如:科学哲学、技术哲学、科学社会学、科学人类学,科学知识社会学等等)或社会问题的研究(比如 STS 研究)无可回避地要从科学技术的史料中汲取营养或寻找证据。

20 世纪 50 年代末,英国学者斯诺(C. P. Snow)在其所著《两种文化》中指出,由于教育的专业化等原因,西方社会的知识群体日益分化为两极,一极是人文知识分子,一极是科学家,这两极之间缺乏了解甚至存在着反感和敌意。由于大多数知识分子只了解一种文化,他们之间无法就社会重大问题进行认真讨论与合作,而单一的知识背景下的决策与行动可能会给社会带来巨大的损失甚至灾难。如今,半个多世纪过去了,科学技术因其对于生产力立竿见影的推动作用,依然占据着强势的地位,科学文化与人文文化二者之间分裂状态并没有发生实质性的改善,科学与人文在个体精神和智力中的融合也因此更加受到世界范围的普遍关注。

这种不乐观的现实让我们愈加敬佩科学史创始人萨顿,这位高尚的学者是何等高瞻远瞩、用心良苦。他说,科学史的“主要任务就是建造桥梁——在国际间建造起桥梁,而且同样重要的是,在每个国家之内,在生活和技术之间,在科学和人文学科之间建造起桥梁。”“建造这座桥梁是我们这个时代的主要文化需要”。

毫无疑问,科学技术史不但为我们提供建造桥梁的材料,而且有助于增进我们建造桥梁的自觉性。

第一章

中国古代科学技术史



中国是世界上古老文明的发源地之一，她地处亚洲东部，太平洋西岸，幅员辽阔，人口众多，黄河长江像两条生命的纽带，哺育着华夏民族。由于其所处地理环境的特殊性，北面是寒冷的西伯利亚荒原，东面南面是浩瀚的大海，西部是阿尔泰山、喀喇昆仑山以及沙漠、戈壁，西南是喜马拉雅山，沧海大洋与高山大漠之间形成了一个相对封闭的地理环境。中国先民在这个相对封闭的地理环境中独自创造了辉煌的文明，而且这个古老的文明延续几千年一直没有中断，是世界文明史上罕见的奇迹。

第一节 中国古代科学技术的主要成就

中国古代科学技术的萌芽始于远古时代，体系的形成大约是从春秋战国时期到秦汉时期（公元前 7 世纪—公元 3 世纪）。这一时期基本上奠定了中国传统科技体系的内容、形式和特点。中国古代的科学技术经过魏晋南北朝时的充实提高、隋唐五代的持续发展，宋元时达到了顶峰，明清时出现了一批集大成的科技典籍，但至十五世纪末开始比同时期的西方落后了。

中国古代科学技术在其不同的发展阶段具有不同的特点。大约在距今 1 万年前，中国古代由旧石器时代过渡到新石器时代，打制石器、磨制石器、钻孔技术、农业技术、陶器制作、发明弓箭是这个时期的主要技术成就。

夏商周时期（约公元前 21 世纪—前 770 年）是中国的青铜时代，青铜冶铸业成为当时最主要的手工业部门。1939 年考古学家在中国河南安阳发现的司母戊大方鼎重 875 千克，高 133 厘米，是中国目前已发现的青铜器中的最大者，其造型、纹饰、工艺均达到极高水平，是青铜文化顶峰时期的代表作。另外，这一时期天文学、算学、农学和医学等科学知识也在孕育之中。“阴阳”、“五行”、“八卦”等学说开始出现。

春秋战国时期（公元前 770 年—前 221 年）是一个百家争鸣、百工争艳的历史时期，也是

中国历史上科学技术发展的第一个高潮。铁器的开发和利用,引起了生产工具的巨大变革,促进了农业和手工业的全面繁荣和发展。春秋战国时期手工业技术的发展奠定了中国古代手工业技术传统的基础,成为后来一系列伟大发明的源头。其中鲁班和墨翟是这一时期手工工匠的典型代表。《考工记》记载了当时已有的主要工艺成就,是反映这一时期科技发展水平的代表作。同时,诸子百家开始探讨天人关系、世界本源等问题,其中唯物主义思想的兴起,对当时科学技术的发展产生了积极的影响。荀子“天行有常,不为尧存,不为桀亡”,生动地反映了当时人们摆脱“天命论”的束缚,开始注重自然的思想倾向。

秦汉时期(公元前 221 年—220 年)是中国古代科学技术发展史上极其重要的时期,古代各学科体系开始形成,许多生产技术趋于成熟。这一时期铁器已得到普遍使用;主要的农作物及栽培技术基本确立;产生了历法的主要内容和宇宙观;形成了以“九数”为骨干、以计算为中心的数学框架;奠定了中药的本草学基础及中医的医疗原则;发明了造纸术。其间儒家思想的胜利对中国后来思想文化乃至科学思想的发展产生了深远的影响。可以说,秦汉时期确立了此后近 2000 年间中国科学技术的基本框架、形态和风格。

三国两晋南北朝时期(公元 220 年—581 年)是一个中国古代科学家群星灿烂的时期。出现了一批著名的科学家。刘徽、祖冲之、张子信发展并充实了数学、天文学体系;贾思勰著《齐民要术》,农学体系开始成熟;王叔和著《脉经》,皇甫谧著《针灸甲乙经》,陶弘景编《神农本草经集注》等,从不同侧面丰富了中医药学体系;裴秀提出制图六体,创立了中国古代地图学的基本理论;马钧、葛洪等人分别在机械、炼丹等方面取得了重大成就。中国古代科学技术体系在这一时期得到不断的充实和提高,逐渐居于世界领先地位。

隋唐五代时期(公元 581 年—960 年)是中国古代科学技术发展的第二个高潮。隋代开通了著名的南北大运河;唐代天文学家一行组织了大规模的大地测量,在世界上首次运用科学方法测量了子午线的长度;中国第一部国家药典《新修本草》问世;孙思邈编著了医学巨著《千金方》;雕版印刷和火药问世。同时,中外科技交流得到了前所未有的发展,因此,这一时期也是南北交汇、中外兼容的时期。

宋元时期(公元 960 年—1368 年)中国古代科学技术达到了顶峰。指南针被用于航海;火药火器被用于战争;发明了活字印刷术;筹算数学达到最高峰;创造了中国古代最为精密的历法《授时历》;医学分科更加细密,妇产科、儿科、法医学等不同医学流派开始诞生。

明朝初期,中国社会出现了资本主义萌芽。郑和七下西洋,从侧面反映了明朝当时的综合国力。但随着封建社会的逐渐衰落,明代的中央集权统治也达到了极点,思想专制严重地束缚了理论科学的发展。明朝恪守旧历而且严禁民间研究天文,结果导致天文学发展陷于停滞状态,理论数学也随天文学的停滞而不再有重大发展,中国传统科学技术开始逐渐落后于世界先进水平。但中医药、农学、技术等继续发展。李时珍著《本草纲目》,徐光启著《农政全书》,徐霞客著《徐霞客游记》,宋应星著《天工开物》为传统科学技术的综合和升华做出了重要的贡献。

明末清初西方传教士相继传入了西方的天文历法、数学、地学、物理学、火炮制造等近代科学知识。但清中叶实行的文化专制和闭关自守政策,阻碍了近代科学技术的传播和发展,使中国传统科学技术停滞不前,加大了与世界先进水平的差距。

与以种植农业为主的社会物质生产相关联,古代中国科学技术在天文学、数学、医学、农学、工艺技术等实用科技方面取得了突出成就,正是这些重要的发明创造,构成了中华文明

绵延 5000 多年,一直没有中断的物质基础。

一、中国古代天文学

人们对于天文现象的认识,它的萌芽要追溯到遥远的旧石器时代。当我们的先民还在靠采集渔猎生活的时候,已对自然界的寒来暑往、月圆月缺、动物活动规律、植物发芽生长成熟时间等有了一定的认识。到了新石器时代,社会经济进入以原始农牧业生产为主的时期,人们就需要掌握农时,探索日照强弱、气温高低、雨量多寡、霜期长短等自然规律。人们掌握农时,起初是根据物候现象。随着农业生产的发展,对农时的准确性提出了比较高的要求,加上人们对天象和物候之间关系的认识加深,于是就逐渐重视起天象观测。

1. 天文测量和历法

古代中国人很重视对天象的观测。中国是世界上天文观测记录持续时间最长的国家,也是保存天文记录资料最丰富的国家。早在春秋战国时期,各诸侯国几乎都设有专人掌管对日、月、行星和恒星的天文观测,并著书立说。其中著名的有齐人甘德的《天文星占》和魏人石申的《天文》,后人合称《甘石星经》。著名科技史学家李约瑟在《中国科学技术史》中指出,中国人在阿拉伯人之前,是全世界最坚毅、最精确的天文观测者。中国人连续正确地记录了交食、新星、彗星、太阳黑子等天文现象,持续时间较任何其他文明古国都来得长。例如,中国古代天文学中关于日食记录 1000 多次,太阳黑子记录 100 多次,哈雷彗星记录 29 次。从汉代起,在日食的观测记录中,已经有了日食的方位、初亏和复圆的时刻以及亏起的方向等。对太阳黑子的观测,中国早在《汉书》中就记载了公元前 28 年的一次太阳黑子现象,“日出黄,有黑气,大如钱,居日中央。”这是世界上公认的最早的太阳黑子记录。公元前 134 年汉武帝时期记载的一颗新星,被世界上公认为第一次新星记载。到 17 世纪末,中国记载了大约 70 颗新星和超新星,这些记录为现代天文学家对中子星的探讨提供了极为宝贵的资料,具有很高的科学价值。

古代中国天文学认为北极星和不升不落的拱极诸星对确定日月五星和许多天象发生的位置、确立一个统一的坐标系具有重要作用。由此,他们将天空的恒星背景划分成 28 个区域,建立了 28 宿体系。对其他天区也作了区划,指明了各星座的星数以及相邻星座之间的相对位置,并标出了许多恒星的赤道坐标值和黄道内外度。例如《石氏星表》给出了 212 颗恒星的赤道坐标值和黄道内外度。《石氏星表》是世界上最早的星表之一。

详尽的天文观测记录为古代中国历法的精确性提供了前提和材料。春秋战国时期产生的古四分历,回归年长度为 $365\frac{1}{4}$ 日,因为岁余是四分之一日,所以叫四分历。并采用了 19 年 7 闰为闰周。这一回归年数值只比真正的回归年长度多 11 分钟。为了更精确地反映季节的变化,古代中国的历法划分了 24 个节气,这是一种特殊的太阳历,他们把一年平均分为 24 等份,即平均每 15 天多设置一个节气,反映了太阳一年内在黄道上视运动的 24 个特定位置。24 个节气的划分对中国的农业生产一直起着重要的指导作用。古四分历的出现,标志着中国古代历法已经进入比较成熟的阶段。它已能比较好地确定节气和朔望时刻,使回归年和朔望月的关系得到很好的调节,确立了中国古代传统阴阳合历的完整的历法形式。二十四节气的独特创造,更加丰富了历法的内容。

秦汉时期,中国的历法已基本成熟,具备了后世历法的主要内容。从《太初历》到《乾象

历》，建立了一套比较科学的推算五星运动和日月运动及交食周期的方法。《汉书·律历志》记载的汉代所使用的《三统历》已具备了气朔、闰法、五星、交食周期等内容。汉代已经提出了无中气(雨水、春分、谷雨等12节气)之月置闰的原则，把季节和月份的关系调整得十分合理，这个方法在农历中一直沿用到现在。东汉的《乾象历》给出的交食周期，回归年长度和朔望月长度的新数据比《三统历》更为准确，又增加了24节气昏旦中星，星夜刻漏和晷影长度等新内容，为后世历法所遵循。在两汉时期，古代中国的历法已基本形成了一个完整的体系。

隋唐时期，对天文仪器的改造和大规模的天文观测，为编定更完善的历法提供了更精确的天文数据。唐代最著名的历法是一行编定的《大衍历》。为了编制新历，一行进行了大量的实际观测，他曾组织进行了世界上第一次对大地子午线的科学测量。《大衍历》共分七篇，内容和结构都很系统，表明中国古代的历法体系已经完全成熟。之后的各次修历，一般都仿效《大衍历》的结构。

中国古代历法发展的顶峰是元代的《授时历》。是由元代王恂、郭守敬等人编撰的。历法的初稿完成于元世祖至元十七年(公元1280年)，由元世祖忽必烈赐名《授时历》，取义于“敬授民时”的古语，并于公元1281年颁行天下。《授时历》在总结前人历法经验的基础上，经过认真的观测和推算，使得历法中天文数据的精确度大大超越了前人。如《授时历》中的回归年取365.2425日，与现在世界通用的公历回归年数值相同，这是郭守敬等人历时近四年的精细测量，并结合前代历法中的可靠资料，加以考证推算而成的。又如，《授时历》中的朔望月取29.530593日，而现代朔望月的测量值为29.530589日，二者之差为0.000004日，可见当时精确度之高。《授时历》从公元1281年颁行到明末，明代时改名为《大统历》，行用了360余年，是中国古代行用最久的一部历法。

2. 宇宙观

随着天文观测技术的进步，天文观测资料的日益丰富，人们开始对天地关系、宇宙结构等问题进行越来越深入的思考，逐渐形成了以盖天说、浑天说和宣夜说为主的几种宇宙理论。

在几种宇宙学说中，最古老的是盖天说，大约形成于周朝。它认为“天圆如张盖，地方如棋盘”，天像一个撑开的圆盖，地像一个方正的棋盘。宇宙是两个平行平面，在中间有同步的突起，北极位于该突起上方，是各天体旋转运动的圆心。在此模型中，太阳、月亮有各自的运动，同时又都在天上运转。

浑天说约创于公元前2世纪，东汉的天文学家张衡(公元1世纪)最早较为详细地记述和解说浑天说。他在《浑天仪图注》和《灵宪》两本著作中完整地提出了浑天说的宇宙论。“浑天如鸡子，天体如弹丸，地如鸡中黄”，张衡把宇宙比作一个鸡蛋，地为水所载，居于天内好像蛋黄，天一半在地上，一半在地下，像蛋壳一样，而为气所浮。

到了东汉晚期，宣夜说出现了。宣夜说是一种认为宇宙空间无限的理论。宣夜说认为，除了地和天体以外，宇宙无形亦无质；空间是虚空的和无限的，天体不附着于任何物体之上，只浮于“元气”之上自由运动。但是这种学说不能为解决任何具体的天文学问题提供任何方案，因此只具有思想史上的价值。

在宇宙有限无限问题上，战国时期的《尸子》指出，“四方上下曰宇，古往今来曰宙”，其中包含了对时空无限性的初步认识。集浑天说之大成的张衡在《灵宪》中指出，浑圆的天体不