

图说中国古代科技

The Illustrated History Of Chinese Sciences And Technologies



大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

图说中国古代科技/金秋鹏主编. —郑州:大象出版社,
1999

ISBN 7-5347-2308-6

I.图… II.金… III.技术史-中国-古代-图解 IV.NO
92-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 39244 号

责任编辑 王 卫 董中山 责任校对 郭一凡
大象出版社出版(郑州市农业路 73 号 邮政编码 450002)
新华书店经销 河南第二新华印刷厂印刷
开本 889×1194 1/16 印张 15.75 字数 300 千字
1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷
印数 1—1 000 册 定 价 158.00 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。
印厂地址 郑州市商城路 231 号
邮政编码 450000 电话:(0371)6222800—3081

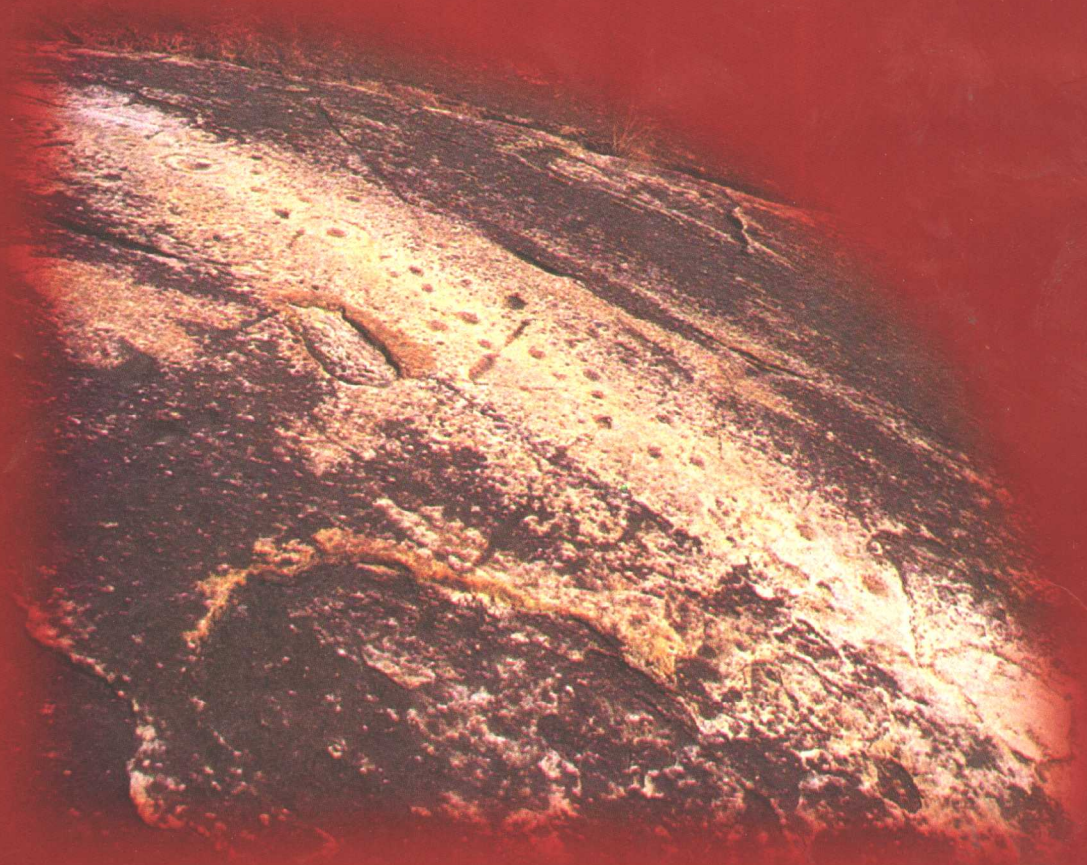
主 编：金秋鹏

本书编委会(以姓氏笔画为序)

李安平 李劲松 陈 晖

金秋鹏 周嘉华 赵澄秋

赵翰生 曾雄生



◎ 责任编辑

王卫

董中山



◎ 责任校对

郭一凡

◎ 书籍设计 张帆



目 录

绪 论	1
中国古代社会与科学技术	2
中国古代知识分子与科学技术	7
辉煌的成就和历史的教训	11

天文学

15



传统历法	17
星图	21
计时仪器	23
浑仪和简仪	28
水运仪象台	31
登封观象台	35



数 学

37

十进位值制记数法	39
算筹与筹算	41
算盘和珠算	44
圆周率	46

农学水利

49



围田	51
架田	53
桑基鱼塘	55
抗旱耕作	56
耒车	58

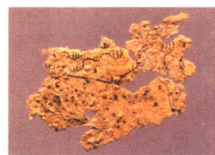
江东犁	59
种茶技术	61
养蚕技术	63
酿酒工艺	66
都江堰	69
大运河	72



中医中药

75

中药学	77
人痘接种术	80
外科手术和麻沸散	82
针灸	84
脉诊	87



地 学

91

地图绘制	93
地理考察	96

物理学成就及发明

99



天坛回音建筑	101
指南针	103
共鸣	106
小孔成像	108
阳燧	111
被中香炉	113

走马灯与孔明灯·····	115
喷水鱼洗·····	117
冰桥与冰城·····	118

火药的发明与古代火器

121



炼丹术与化学·····	123
火药的发明·····	126
火箭·····	128
炸弹、地雷、水雷·····	131
火炮·····	133
管形火器(火枪)·····	135



华夏建筑

137

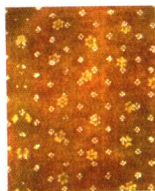
木构建筑·····	139
宫廷建筑·····	142
高层建筑·····	145
万里长城·····	148
隋唐长安城·····	151
赵州桥·····	154
洛阳桥·····	157

冶炼铸造

161



鼓风设备·····	163
湿法炼铜·····	165
青铜冶铸·····	167
生铁冶铸和炼钢技术·····	171



纺织印染

175

大纺车·····	177
----------	-----

印染技术·····	179
斜织机·····	182
提花机·····	184
丝绸·····	186

陶瓷漆器

191



陶瓷工艺技术·····	193
陶瓷窑型及其演变·····	201
漆器·····	204



造纸术和印刷术

209

造纸术·····	211
雕版印刷术·····	214
活字印刷术·····	216

船 舶

219



双体船·····	221
车船·····	223
分解船·····	225
舵·····	226
橹·····	228
水密隔舱·····	230
平行式风帆·····	232
郑和宝船及航海技术·····	234



机 械

237

候风地动仪·····	239
指南车·····	243
记里鼓车·····	247
编后记·····	250

绪论

中国是世界上文明发达最早的国家之一，有着光辉灿烂的古代文明。早在公元前二十一二世纪时，中国就已建立了国家，在 3000 多年以前就已经有了文字。尽管中国历史是每隔一段时间就发生一次朝代的更替，但中国的文明却是一脉相承、连绵不断、持续发展的，从没有像世界上其他文明古国那样曾因异族的侵入而发生中断。正是由于这种历史的连续性和继承性，使中国在历史发展的长河中，形成了有别于其他文明古国的、独树一帜的文明体系。科学技术则是构筑这一文明体系的一大支柱。

人类的历史是从制造工具开始的。制造工具就需

要技术，因而科学技术的历史和人类文明的历史同样久远。也可以说，从人类发展的最初阶段起，科学技术就对人类的生产活动和社会的进步起着重要的作用。而且，随着时间的推移，科学技术越是向前发展，这种作用也就变得越来越大。同时，科学技术的发展与社会形态又有着密不可分的关系。换句话说，也就是科学技术要受到社会的经济、政治、思想、文化、教育等各种因素的制约，不可能脱离各种社会因素而孤立地存在。科学技术与社会形态的这种相互依存、相互促进、相互制约，使二者之间存在着一定的对应关系。中国的社会发展史和科学技术史就是一个突出的典型。



◆ 秦始皇兵马俑 ◆

中国古代社会与科学技术

对于历史的分期，人们习惯于用生产工具的器质来划分人类文明的阶段。即把远古到近代分为石器时代、铜器时代、铁器时代和蒸汽时代。中国也不例外，经历过这四个发展时代。

中国是人类的发祥地之一。在中国现已发现的最早的古人类遗存，是 200 万年前的重庆巫山人和 170 万年前的云南元谋人。这些先民们已经知道选择质地较硬的石英岩打制石器。在其后的漫长岁月中，石器一直是人们进行生产的主要工具，所以被称之为石器时代。石器时代又以石器加工的粗细程度，分为旧石器时期和新石器时期。旧石器时期的石器加工较为粗糙，一般是选用天然砾石加以敲击，把击下的石核或石片作些简单的加工即成。每件石器通常都兼有砍、砸、劈、刮、削等多种用途。新石器时期的特点是，石器经过磨制加工，表面平整，刃部锋度增强，用途趋于专一。为了使用方便，还对石器进行钻孔，使其能比较牢固地捆扎在木柄上，成为木石复合工具。中国大约于 1 万年以前进入新石器时期。

在这漫长的时间里，先民们艰难而顽强地在自然界中生息繁衍。他们以自己的生产活动——采集和渔猎，区别于动物界，并从动物界中独立出来。由于科学技术水平和生产力低下，故文明进化的步伐极其缓慢。这个时期，科学还没有问世，科学还寓于技术之中，并在实际的生活和生产活动中蕴生着最初的科学知识。先民们在选取制造石器的石料时，发现了不同质地的石料硬度不同，石质也有粗细之分，产生了硬度和石质的知识；把石块加工成尖状器或带刃部的器具以及磨尖、磨利，使用起来更为方便有力，已暗寓有关压强的知识；用木棍或木石复合工具进行生产活动，可以省力和提高工效，已不自觉地应用着杠杆原理；从日夜、月圆月缺、四季的有规律变化中，滋生天文历法的知识；从对获得的食物进行分配中，萌生了关于数学的知识；从草木的生态特征和荣枯变化，以及动物的生长和活动中，产生了关于生物的知识。



◆ 故宫太和殿全景 ◆



◆ 故宫日晷 ◆



◆ 故宫万春亭 ◆

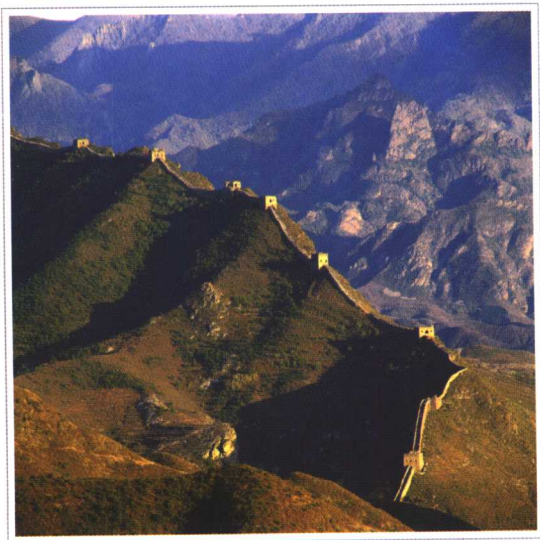


识；如此等等，科学知识就是在这种朦胧状态之中不断地萌发，并被人们实际运用着。

这时期，对于文明进化具有重大意义的发明有人工取火和弓箭。自然火的利用在很早就已开始，有迹象表明，元谋人可能已经开始用火。人工取火却较晚，它出现于何时，现尚不得而知。先秦典籍《韩非子·五蠹篇》说“钻燧取火，以化腥臊”，反映了人工取火最早的方法可能是钻木取火。这是一项具有划时代意义的伟大发明，它标志着人类第一次真正控制和利用了一种强大的自然力。有了火，人们变生食为熟食，结束了“茹毛饮血”的生存状态，而且扩大了食物的范围，使人的体质得以增强；它带给人们光明和温暖，并可防止野兽侵袭和用以围猎；它可以用来烧烤木料，烧地开荒，烧制陶器，防治疾病……可以说，人工取火方法的发明，是人类走向文明的起点。弓箭何时发明，现在亦不清楚，在山西峙峪旧石器时期的遗址中，发现有石箭头，表明中国的先民们至迟在28000年前已经使用了弓箭。弓箭的使用，使人手的作用范围大大增加，促进了渔猎生产的发展。

在新石器时期，先民们已开始“构木为巢”，烧制陶器，开始了农业生产。在人类文明的发展史上，农业的出现是一个带有决定性意义的重大事件。它使人类有了固定的生活来源，开始了定居生活，进而逐步使人们聚居，形成村落，并随着生产和社会分工的发展，使城镇乃至国家的出现成为可能。

大约在公元前二十一二世纪，国家在中华大地上



◆ 俯瞰长城 ◆

出现了。从夏王朝至西周王朝的1000多年时间内，是中华传统文明发展的初始时期。这个时期的最突出特点是青铜工具的应用，故又被称为青铜时代。这时期的青铜冶铸技术已达到非常高超的程度，大量商周时代的精巧绝伦的礼器、乐器、兵器、生活和生产用器的传世或出土，向人们展示了当时中国青铜文明的发达。其中，青铜生产工具的推广普及，促进了农业和手工业生产的发展，进而促进了社会的进步。

这时期，社会分工已较细化，特别是脑力劳动与体力劳动的分工，以及文字的出现，为科学的诞生创造了必要的条件。由之，科学开始从技术中逐渐分化出来，出现了萌芽状态的科学。当时已建立了较为准确适用的历法，对于季节与星象的关系，季节与农业、手工业生产的关系等，已有较丰富的知识，并已重视天象观测和记录。同时，十进位值制记数法已经建立，并有了初步的应用算筹进行计算的能力。十进位值制的创立，不仅对中国古代科学技术的发展，而且对于整个人类文明的发展，都有着重大的意义。正如英国著名的中国科学技术史家李约瑟博士所说：“如果没有这种十进位制，就几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界。”关于宇宙万物起源的科学思想也已萌发，除出现有意志的“天”或“帝”主宰一切的“天命论”外，还在商周之交产生了阴阳、五行以及“气”的学说。人们从日常的生活感受中，如男女、雌雄、生死、阴晴、日月、昼夜、寒暑等等现象中，即“近取诸身，远取诸物”中，萌生了关于阴阳的概念，进而认为天地万物的生成、活动、变化，都是由阴阳的相互作用产生的。五行学说则认为世上万物是由金、木、水、火、土五种基本元素所构成。“气”的学说则是用阳气和阴气的相互作用，来解释万物生成以及各种自然现象。此外，还出现了用八卦解释自然现象的八卦学说。

生产力的提高，科学技术的进步，推动着社会的发展，迎来了春秋战国时期(公元前770年~公元前221年)中国社会的大变革，即中国历史上分封制社会的崩溃，及向中央集权制统一大帝国的过渡。引起这个社会大变革的最基本技术因素，是铁器的出现和逐步推广。换句话说，也就是中国自此进入了铁器时代。

伴随着社会的大变革，知识分子冲破了原先“学在官府”的束缚，兴办“私学”，私家养士之风亦很盛

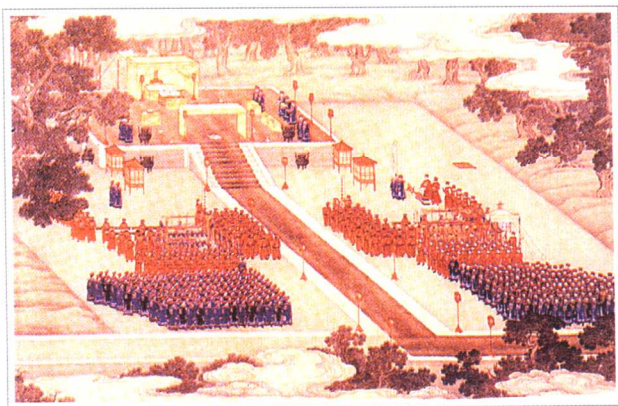
行，特别是各诸侯国统治者为巩固和扩充自己的政权，广泛招揽人材，礼优名士，培植学派，因而诸子辈出，从不同的角度摄取当时的文化知识，著书立说，广收门徒，创立各自的学派，并互相诤辩，出现了思想文化领域“百家争鸣”的繁荣局面。

诸子百家中，提出了不少很有意义的自然哲学思想。老子提出：“天下万物生于有，有生于无。”而由“无”生“有”则是通过“道”，即“道生一，一生二，二生三，三生万物”。后人由此进而发展为一种关于天地生成和演化的学说，颇类似于现代宇宙学中的热爆炸理论。墨子则对老子的学说提出诤辩，反对“有生于无”的观点，提出“无”不可能生“有”，认为万物生于“有”。在墨子看来，自然界是一个统一的整体，个体或局部都是这个统一的整体中分出来的，都是统一体中的一个组成部分。由此出发，墨子建立了自己的时空理论。他认为，时间和空间都是连续的、无限的。他又认为，这连续的、无限的时空又是由不可再分的时间元“始”和空间元“端”所构成。同时，墨子还把空间、时间与物体运动统一起来，指出物体的运动表现为在空间和时间中的迁徙，体现着远近、先后的差异。这一无限中包含有限，连续中包含不连续的时空理论，以及空间、时间与物体运动的统一，与现代科学中的时空观和运动学的认识是相一致的。而战国中期的宋钘、尹文则把“气”作为宇宙万物的本原，这一思想，后来发展成为元气学说，对后世有着深刻的影响。

技
科
代
古
国
中
说
图
学术的繁荣，思想的活跃，也带来了科学技术的蓬勃发展。具有鲜明中国特色的科学技术，例如天文学、数学、地学、农学、医学，以及冶金、纺织、建筑技术等，都在这时期奠定了坚实的基础，并取得了一系列辉煌的成就。从世界古文明发展史看，中国早期的文明落后于古巴比伦、古埃及以至古希腊。但是，由于中国走着自己的发展道路，特别是发明了青铜冶铸和生铁冶铸技术，加快了文明发展的进度，因此到公元前三四世纪时，已经达到世界的先进水平，可以与古希腊文明相互媲美了。

自公元前221年秦始皇统一全国直至清代，中国社会的政体基本上处于稳定的状态。其间虽有分裂、

战争、改朝换代，但基本政体并没有太大的变化，而



◆ 雍正先农坛祭祀图 ◆



◆ 明代青花盘 ◆



◆ 明代白瓷壶 ◆



是在不断地调整中发展着自己的文明。科学技术亦与社会形态相适应，形成了自己独特的体系，走着自身发展的道路，并满足和促进中国社会发展的需要。

应该指出的是，我们这里对于传统科学体系的界定，与近现代对于科学体系的界定不同。它指的主要是，在古代世界中，中国的科学技术与印度、希腊以及中世纪阿拉伯有着明显的差异，不论是发展的道路，还是认识、处理或解决问题的方法，以至所包含的内容都是如此。

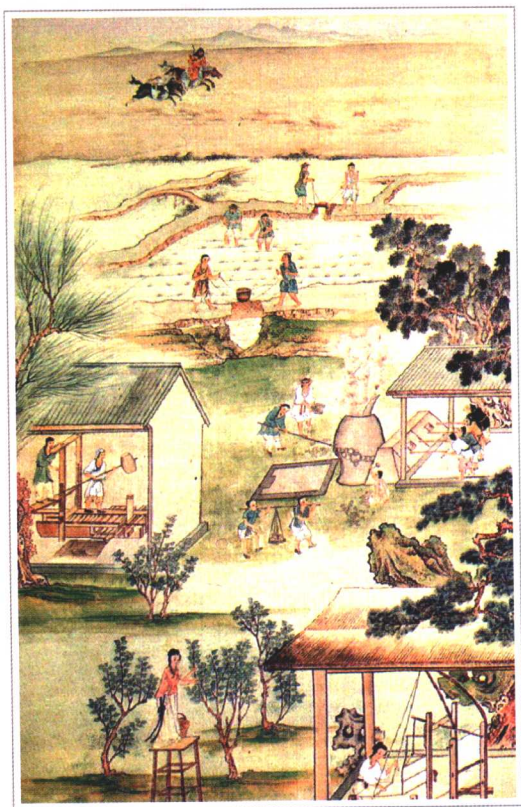
从宏观的视角进行考察，可以看到，中国社会和科学技术二者之间的发展历程基本上是同步的。

铁器生产工具的推广和普遍采用，促进了社会生产力的提高，促成了秦汉一统帝国的建立，中国传统的科学技术体系亦大致在这个时期创立。其中：农学领域中，农田轮作制、一般作物栽培的基本原理、精耕细作的技术措施等，已经确立；天文学领域中，历法已具备了后世历法的主要内容，天文仪器、天象记录以及宇宙理论等都形成了自己的传统；数学领域中，经典著作《九章算术》的问世，标志着以算筹为

计算工具，以十进位值制记数法进行运算，以解决社会各方面的实际问题为主要内容的传统体系已经形成；医药学领域中，《黄帝内经》、《神农本草经》、《伤寒杂病论》的出现，确定了理、法、方、药具备的辨证论治的体系；地学领域中，随着《汉书·地理志》的出现，形成了自然地理、疆域地理、沿革地理、经济地理以及人文地理相结合的传统。此外，在建筑、冶金、纺织、造船、造纸、漆器等方面，也都形成了自己的技术传统。

魏晋南北朝时期(265年～589年)，虽然中国处于南北对峙、政权并立的分割状态，但总的说来其间战乱是短暂的，占主导地位的还是相对稳定的局势。由于政权的并立和对峙，各个政权为了自身的生存和发展，大都采取了一些政治和经济的改革措施，使社会内部结构得到调整，也促进了科学技术的发展。这一时期在中国科学技术发展史上占有重要的地位。这一时期，传统的科学技术取得了一系列重大的进展，出现了一批著名的科学家。刘徽、祖冲之、张子信等在数学和天文学方面的成就，发展并充实了数学和天文学体系；贾思勰《齐民要术》的问世，标志着农学体系的成熟；王叔和的《脉经》、皇甫谧的《针灸甲乙经》、陶弘景的《神农本草经集注》等，从各个不同的侧面充实和丰富了中医药学体系，使之趋于完善；裴秀提出的制图六体，创立了中国古代地图学的基本理论；传统的技术工艺水平也都有较大的提高，有的还出现了重大的技术创新。

史称盛世的隋唐时期(581年～907年)，以高度发达的古代文明而著称于世。这一时期国家基本统一，社会较为安定，经济相当繁荣，因而能够利用国家的权威和力量，进行大规模的科技活动。其中特大型的工程有：古代世界第一都城长安城的建设，蜚声世界的大运河的开凿，东都洛阳城的修建等。国家的科技教育亦较为发达，特别是天文学、数学、医学的教育，为国家培养了大批科技人员。同时，又利用国家的力量，进行国家药典的编修，其《新修本草》为世界上第一部国家药典。一行领导的大地测量和《大衍历》的修订，也体现了国家的力量。其大地测量，南到交州（今越南中部），北到铁勒（今蒙古乌兰巴托西南），为世界上应用科学方法进行的第一次大地测



◆ 元代耕织图 ◆



◆ 北京古观象台 ◆

量。雕版印刷术和火药亦在这一时期发明，纺织、冶金、造纸、制瓷等技术都有创新。这一切的科技成就，有力地推动了当时的文明兴盛，又为宋元时期的传统科技发展的高峰准备了条件。

宋朝(960年～1279年)国势积弱，并有着辽、西夏、金等政权的对峙，但从社会和经济方面看，它在隋唐的基础上又有所发展。元代(1206年～1368年)虽是少数民族入主中原，但继承和发展了中国的传统思想文化。因而这时期的传统科学技术在中国历史上达到了发展的高峰，出现了沈括、郭守敬等一批杰出的科学家，取得了一系列重大的科技成就。其中，天文仪器水运仪象台、简仪的制造，天象观测，历法的编制，数学上高次方程、高阶等差级数以及一次同余式等的研究和成果，都走在古代世界的前面；医药学进入了一个全面发展的阶段，内科、妇科、儿科、外科、骨伤科、针灸等各科医学以及本草学，都取得重要的成就，而且开始形成了不同的医学流派；农学、地学也有不同程度的进步，特别是地图的绘制，在中国地图学史上占有重要的地位。技术方面，这时期也是一个全面发展的时期。指南针的问世，并被用于航海；活字印刷术和转轮排字架的发明；火药开始被用于军事，并不断发明新式火药武器；车船的发明等，都是在科学技术史上具有划时代意义的重大事件。其他如制瓷、纺织、冶金、建筑、造船、航海

等技术，也都有所创新，取得了辉煌的成就。

明清时期(1368年～1911年)，中国进入了古代社会的后期，高度集权的专制统治达到了顶峰，特别是思想文化方面的专制，使中国古代社会失去了前进的动力。而在这一时期的西方，则在文艺复兴之后进入了近代社会，伴随着文艺复兴而发生的科学技术革命，使近代科学技术勃然而兴，迅猛发展。这一时期中国虽在传统的老路上亦有所前进，其间出现的郑和下西洋的壮举，数学上珠算的发明和应用，医学上人痘接种术的发明，音律学上十二平均律的创立，徐霞客的溶岩地质地理考察，以及李时珍的《本草纲目》、宋应星的《天工开物》、徐光启的《农政全书》等集大成性著作的面世，在中国乃至世界科学技术史上可占据一席之地，但从整体上来说，中国科学技术的发展与西方已无法比拟，中国已经开始落后于西方，而且，随着时间的推移，中国距离近代科学技术潮流越来越远。明末清初来华的西方传教士，也曾带来了一些西方近代科学技术，但并未对中国产生根本性的影响。相反，明政府屡次实行的海禁，以及清代的闭关自守，使中国与外界隔绝，从而使中国社会连同科学技术，被远远地抛在世界潮流后面，最终造成了被西方列强和日本军国主义侵入、掠夺的悲剧。中国的传统科学（中医学除外）亦伴随着这历史的进程，不断被近现代科学所融合和取代。



中国古代知识分子与科学技术

科学是人类脑力劳动的产物，因此科学的发生、发展以及科学传统的形成，是与知识分子的社会状态紧密相关、不可分离的。

知识分子在中国古代被称之为“士”。先秦时期，百姓即已被按谋生手段分为“四民”，即士、农、工、商。其中，士是四民之首，是以自身的学识而取得自己的社会存在价值和立身地位的。在古代，士的社会功能包含有两个方面，一是任事，一是致圣入之道，即负有处理事务和维护传统伦理道德之双重使命。

任事于谁，处理什么事务呢？在一个君主专制的政体中，在一个“君君、臣臣”位秩森严的社会中，服从君主，忠于君主，为君主任事，辅助君主处理国事，这在中国历史上是被视为天经地义的，知识分子也是以此而立身处世的。同时，在一个事务众多的国家中，君主也需要知识分子来辅助处理各种政务。历代的君主都采用各种方式，如荐举、开科取仕等，网罗知识分子，充任各级官吏，“士”也因而成了做官的代名词。由此，在中国历史上便出现了一种独特的社会现象，即知识分子没有自身独立的地位，而是一直依附、隶属于君权而存在，并且依靠君权取得辅助政务的身份。中国也由之而形成了一个以君主为中心、以知识分子为主体的官僚政治体制，即“官僚王国”与“士大夫王国”的重叠。这是历史上中国所特有的政治结构，与其他国家迥然不同。

既然知识分子是以辅助政务、治国平天下为己任的，在一个幅员广袤的统一国家中，国家事务包括政治、经济、军事、文化、教育、外交等各个方面，而科学技术是国计民生所不可或缺的，自然也就导致了一批官员不能不去从事这方面的工作。因此在历史上，凡是与国家治理有关的科学技术，都置有相应的官僚机构进行组织和管理，并任命官吏主持其事。这样，在中国科学史上就出现了一种特殊的现象，即知名的科学家中，大部分是官吏或者曾经做过官的，而

且有不少是位秩甚高的大官。这一现象是举世无双的，惟中国所独有。无怪乎有些欧洲人无法理解，甚而把此视为野蛮了。李约瑟博士在其关于中国科学技术史的巨著“天学”卷的扉页上，就引有这样的话：“许多欧洲人把中国人看作是野蛮人的另一个原因，大概是在于中国人竟敢把他们的天文学家——这在我们有高度教养的西方人眼中是种最没有用的小人——放在部长和国务卿一级的职位上。这该是多么可怕的野蛮人啊！”当然，这些官僚知识分子之所以从事科学技术工作，其出发点主要是为了治理国事的需要，是被动的，并非出于探索自然界奥秘的目的。本质上，他们还是轻视科学技术，视科学为末技的。他们注重的是经史治国，“君子博学于文，自身而至于天下，制之为度数，发之为音容，莫非文也”。

由此，也就决定了中国科学史上的另一个特殊现象，即与国家政务关系密切的科学学科特别发达，其中，又以农、天、算、地、医等学科最为发达，成就最大。

中国历史上一直以农立国，把农业作为国家的本业。这是与维护君主制集权统治的政治需要密切相关的。在先秦典籍《吕氏春秋·上农篇》中有这样一段话，说：上古的圣王教导其治下的百姓要先务于农。百姓务农并不是单纯为了收取地利，而是看重于他们的思想意识。百姓务农则纯朴，纯朴则易于驱使、利用。这样统治者可以显示地位尊贵，国家有事时可以随时征调他们充军御边，保证边境的安宁。百姓务农则思想专一，对国事、政事少私下议论，国家所立的公法易于推行。百姓务农则其财产基本上是固定的，无法进行迁徙，因而安于所居住的地方，不会有其他的考虑。这段话极其明确地表露了重农的目的，不仅仅是为了获取土地之利，保证国家的财政收入，而且可以把农民固定在土地上，便于征调和统治。为此，历代政权都奉行以农为本的国策，组织和管理农业生产也因之成为政府的一项要务。为了宣扬国家对农业



◆ 清代徐扬姑苏繁华图卷（之一） ◆

的重视，每年开春播种之际，皇帝要率领百官祭祀农业之神——神农，皇帝还要亲自执犁表示躬亲农事。这一形式，世代相承，成为传统仪式。现存北京的先农坛，就是明清时期举行这一仪式的场所。唐代武则天执政时，更组织编纂了《兆人本业》一书，成为国家制定的一部农书，颁行天下。

历史上的农学家都是在这一农本思想的指导下，从事农学的整理和研究的。北魏著名农学家贾思勰撰著《齐民要术》的宗旨，是要政府重视农业生产，以达到“要在安民”的目的。唐代的韩鄂撰著《四时纂要》，在其“序”中开宗明义说“夫有国者，莫不以农为本；有家者，莫不以食为本”，认为这是“贤愚共守之道也”。元代的王祯撰著《农书》，在“自序”中说：“农，天下之大本也。”他著此书是希望有关的官员读后有所收益。明代的徐光启的《农政全书》，则是在农业“为生民率育之源，国家富强之本”的思想指导下，撰著而成的。

在中国传统思想中，存在着一个有意志的“天”。“天”是至高无上的，天地万物乃至于人世间的一切事务，都受着“天”的支配和主宰，而且认为天文现象与世间人事之间存在着相对应的关系。人世间的君主是为“天子”，代表“天”的意志行事，并受着“天”的制约。天空中的异常现象代表着“天”的意志，如果君主治国有方，天空中就会出现祥瑞的现象，表示“天”对君主的嘉许；如果君主无道或治国不力，天空中就会有灾异现象出现，表示“天”对帝王的警告或

谴责。为了卜知“天”意，沟通“天”人关系，于是出现了星占术，由之星占术便与政务紧密地联系起来。历法则被视为顺应“天”意，代“天”“敬授民时”的重要举措，为历代君主所重。每当改朝换代，或新皇帝继位，都要改年号，颁新历。历史上的天文学是与星占学及历法纠缠在一起的，因而天文学便寄寓于星占学和历法而受到政府的重视和直接控制，国家还在政府机构中设置专门的天文机构，任命官员负责管理。这样，天文学便带上了神圣而又神秘的色彩，连天文仪器的制造，天文台站的设置，以及历法的编制、颁行等，都成了政权的象征。

数学作为一门工具性学科，与国计民生的关系极为密切。地理情况的了解，地图的测绘，土地的丈量，赋税的计算，国库的收支，货物的交易，建筑工程、



◆ 筒 车 ◆

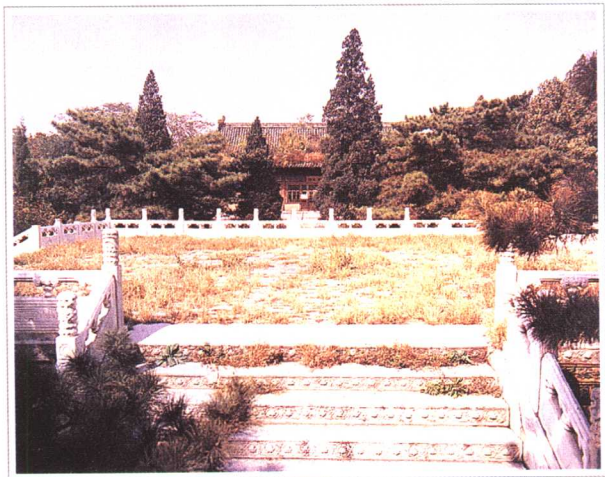


◆ 清代徐扬姑苏繁华图卷（之二） ◆

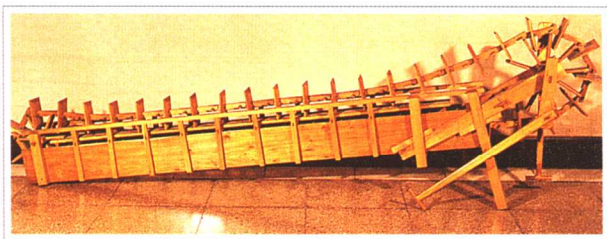
水利工程的设计和施工，乃至音律的制定等等，都离不开数学。同时，天文、历法亦与数学密不可分，故此中国古代是天算不分家的。古代数学家孙子说，数学关系到“天地之经纬，君生之元用”，通过它可以观天道之精微，察地理纵横之长短。《后汉书·律历志》在论数时也说，测度物体的长短，计量物体的多少，量度物体的轻重，观测星体的运行，制定历法和音律等等，都离不开数学。可见，中国古代很早就对数学的功用有相当深刻的认识。数学的这些功用，都与治理国家的政务直接相关，故数学一直受到历代政权和知识分子的重视，并成为“士”必须具备的基本素养“六艺”（礼、乐、射、御、书、数）中的一项。也正因为此，中国的传统数学在其漫长的历史进程中，取得了极其辉煌

的成就。其中突出的有：十进位值制记数法、算筹与筹算、分数四则运算、比例算法、开平方和开立方、盈不足术、正负数运算法则、剩余定理、圆周率计算、高次方程的数值解法、高阶等差级数求和公式、珠算和算盘等等。这一系列的成就，使中国古代数学在世界数学史上占有重要的地位，在一个相当长的历史时期内居于世界领先的水平。尽管在明、清时期，中国的传统数学逐渐落后于世界的发展潮流，并最终被近代数学所取代，但其中有不少数学思想和数学方法，至今还很有启迪作用。但由于数学是一门非常抽象的科学，很难用形象的方法给予表达，故本书不一一介绍。仅在这里摘取其中的四项，以见一斑。

对于地理情况的了解和掌握，更是治理一个庞大的国家的重要事务。现存最早的地学典籍《山海经》中就已经指出，地理关系到政区的划分，对各地人口和物产的了解，军事上的指挥和部署等国家大事，并把它称之为“国用”。在二十四史中，有十六史专门辟有《地理志》，以供君王统治百姓，管理国家，掌握户口、耕地，征收贡赋，划分县道政区控制全国之用。地图的绘制也受到历代政权的重视。汉高祖刘邦初入咸阳时，萧何即收集秦朝的律令图书，使刘邦得以“具知天下厄塞，户口多少，强弱之处”。西晋裴秀的《禹贡地域图》之制作，是为了使“王者不下堂而知四方”。唐代李吉甫编纂《元和郡县图志》是为了帮助君王把守天下之要冲，控制全国百姓、户口，收取地利，



◆ 北京先农坛遗址 ◆



◆ 龙骨水车模型 ◆

了解全国地势，掌握所划分的各个行政区域。

医学虽然有些特殊，著名的医家中有很多没有进入仕途，但由于医学关系到每个人的生命安危，对于维护社会的安定有着重要的作用。同时，正统的儒家思想认为，医学“上以疗君亲之疾，下以救贫贱之厄，中以保身长全，以养其生”，因此也受到了历代王朝和知识分子的重视。在朝廷中乃至州府郡县中，均设有专门的医药机构，国家还颁布有药典及医方，以在全国推广。一些身居高位的官员，如唐代的王焘、王冰，宋代的苏颂、沈括、苏轼等，也都研究医药，撰著医药学著作。甚至连身居帝位的宋徽宗，也钻研医药学，纂著有医书《圣济经》。

纵观中国历史，人们可以看到，凡是与国家治理有关的科学领域和技术，都受朝廷的直接控制。也可以说，中国历史上较为发达的科学领域和技术部门，大都带有官营的印记，与治理国家息息相关，并为国家的治理服务。

知识分子把做官作为出路，进入仕途之后以治国平天下为己任。“治经入官，则君子之道焉”。为了达到这一目标，特别是汉代独尊儒术之后，只有熟读经典才有可能做官与治国，因此知识分子大多把精力耗费在皓首穷经之中，去修习所谓的“内圣外王”之功。即内以圣人的道德为体，外以王者的仁政为用，体用兼备，各尽其极致。这样，培养出来的人才只能是属于通儒型，而不是各具专长的专业人才。也就是所谓的“半部论语治天下”，好像只要熟读了四书五经等经典就无所不通，无所不能，当了官后就什么事情都要管，都能管。对于科学技术，仅“可以兼明，不可以专业”。这是一条反专业化的道路。用现代社会学的术语说，也就是造就的知识分子属于功能普化型，而不是功能专化型。所以，中国古代的知识分子，包括科学家在内，大都是以经学作为进身的阶梯，身兼多种



◆ 晋江安平桥 ◆

职能，注意力主要集中在现实的人世，关注的是治国平天下的政业。那种以自然界作为研究对象，以科学技术作为终身事业的，虽然历代都有一些人，但对于整个知识分子群体来说，所占的比例非常之小，实属凤毛麟角。也正因为如此，那种探索自然界奥秘的独立的科学思想和科学精神，虽不时迸发出耀眼的火花，但却被淹没在儒、道、释的思想之中，未能独立存在，更无法得到升华，走向理论化和系统化。

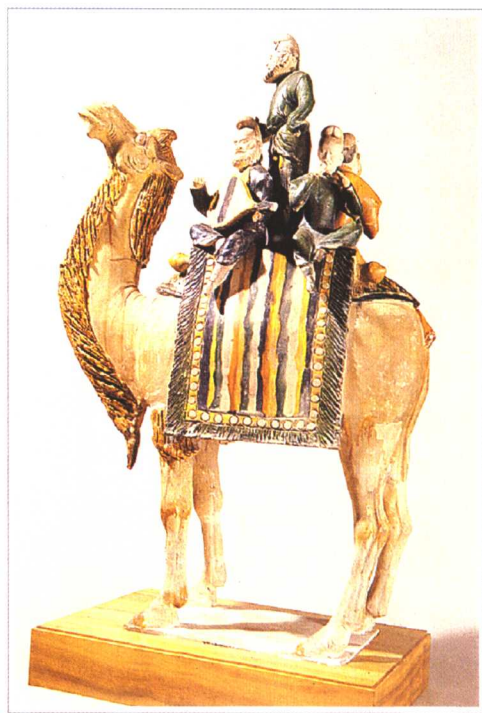
同时，由于中国历史上的主要科学领域和技术部门，是直接服务于国家的治理的，注重的是科学技术的功用，而不注重于探究其原理，因而造成了“但言其当然，而不言其所以然”的学术倾向。

总之，知识分子从治理国家政务的实用目的出发，进行科学技术工作的结果，产生着正、负两个方面的影响。其正面影响是给中国历史上的科学技术带来了动力，使中国古代具有较高的科学技术水平，取得了不少划时代的成就，在很长的历史时期中处于世界的先进行列，甚至居于领先的地位；其负面的影响是给中国历史上的科学技术带来了局限，特别是缺乏对自然界进行理性探索的精神，致使未能形成专化性的科学理论，而只能是停留在经验性认识的阶段。乃至进入近代科学时期，便赶不上时代的潮流，被时代的潮流远远地抛在后面，造成了近代中国落后的局面。

辉煌的成就和历史的教训

中国古代科学技术文明与世界其他文明古国或地区相比较,有着自身非常鲜明的特色,或者说具有自己独特的体系。它与政治、经济、思想、文化传统一样,是在中国这一特定的地理和历史环境中形成、发展起来的,不论是发展的道路,处理和解决问题的方式、方法,以及所包含的内容等等,都与古巴比伦、古埃及、古印度、古希腊、古罗马和古阿拉伯等,有着明显的不同和差异,有着相对独立的文明体系。这个传统科学技术体系有着很强的生命力,取得过许许多多重大的成就。其中,有不少成就是独创性的,具有划时代的意义。

造纸术、印刷术、指南针和火药,这四大发明已经是人们所非常熟悉的,并往往被看做中华文明的象征。这四大发明确实是极其辉煌的,它们对于世界文明发展的意义是难以估量的。造纸术的发明,为人们提供了优良、轻便而又经济的书写材料,极大地促进了人类文化的保存、传播、延续和发展。印刷术、火药和指南针的西传,则成为促进欧洲近代文艺复兴和科学革命的有力杠杆。英国17世纪著名科学家、哲学家弗·培根指出:“这三种发明已经在世界范围内把事物的全部面貌和情况都改变了:第一种(指印刷术)是在学术方面,第二种(指火药)是在



◆ 唐三彩·胡人骆驼像 ◆

战争方面,第三种(指指南针)是在航行方面;并由此又引起难以数计的变化来,竟至任何帝国、任何教派、任何星辰对人类事务的力量和影响都仿佛无过于这些机械性的发现了。”我们应该特别指出的是,这四大发明仅仅是中国古代科学技术文明中的突出代表,而中国古代科学技术文明是极为博大精深的,它对于人类文明的贡献远远不限于此。

综观中国古代科学技术文明的发展史,我们可以自豪地说,在一个相当长的历史时期内,中国的科学技术一直居于世界领先的地位,对世界文明所产生的影响是非常广泛和深刻的。英国著名科学史家贝尔纳说,中国“许多世纪以来,一直是人类文明和科学的巨大中心之一”。李约瑟博士也指出,中国在3世纪到13世纪之间,保持着一个西方所望尘莫及的科学知识水平。这些评论一点也不过分,中国是受之无愧的。

也可以说,中国古代科学技术文明对于世界的



◆ 清代珐琅冰箱 ◆