



中国传统文化青少年文库

中国古代的科学技术

王鸿生 著

ZHONG GUO CHUAN TONG
WEN HUA
QING SHAO NIAN WEN KU



希望出版社

夏伟东 主编
王鸿生 著

中国古代的
科学技术

希望出版社

中国传统文化青少年文库

中国古代的科学技术

王鸿生 著

*

希望出版社出版发行 (太原井州北路 69 号)

新华书店经销 山西新华印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:6.75 字数:155 千字

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月太原第 1 次印刷

印数:1—1 500 册

*

ISBN 7—5379—2324—8/G·1888

定价:10.50 元

前 言

中华文明是一支由东亚大陆上黄种人创造的文明。人种特有的先天秉赋、东亚的地理位置和山川气候、与人类生活息息相关的植物和动物种类、相邻近各群人之影响等环境和条件,都给它涂上了一层特殊的色彩。但这并不改变它属于全人类的属性。

在世界所有的古文明中,只有中国的农业文明表现出最顽强的生命力,从产生之后就连续地贯穿了人类的全部历史,而另几支古文明都先后在和不同文明的交汇中分化或发展成为与原来面貌大不相同的文明。由于中华文明独一无二的相对连续性,以及中华文明中对科技智慧的崇尚,漫长的中国古代社会在发展过程中孕育了无数灿烂的技术、文化和科学成果,这片土地成了古代世界重要发明和发现的故乡。而且,在某种程度上,我们完全可以这样说:正是这些伟大的发现和发明,塑造了辉煌的古代中华文明。

在人类社会从古代向近代过渡的过程中,古代中华的发明和发现曾穿过西北方戈壁沙漠间的蜿蜒商路,经

过喜马拉雅山谷中的崎岖山道,通过南海到印度洋以远的海上航路,随着蒙古高原上笼罩亚欧的战争风云以及和平时期来往的迁徙人群等,向西传播,为欧亚大陆的历史推进提供了众多不可或缺的技术条件。在这个意义上,我们也可以这样说:古代中国土地上产生的科技成果,曾经是推动人类社会由古代走向近代的重要历史杠杆;古代中国人所表现出的智慧和创造力,曾对今天这个世界的形成发生过极其重要的影响。

当然,我们也看到,近代文明首先在西方崛起之后,世界上最绵长的东方古中国文明之轮曾因为深深的历史旧辙和传统的阻滞力而徘徊不前。最古老、最庞大的东方帝国在迈向现代化的进程中经历了最痛苦的挣扎。中国人在致力于学习科技先进的西方文化的过程中,不得不再反思自己的文化和历史。今天,中华民族在经历了一个半世纪的挣扎和奋斗之后,终于走上了自主开放和自觉改革的发展道路。在这种新的历史条件下,回首过去,重温我们祖先在开拓农业文明时的智慧和创造精神,再饮中华文化源头的清泉和活水,便能召唤中华民族文明进步的历史真魂,坚固我们对中华传统文化的信心,必将利于我们学习科技先进的西方文化,在高科技时代重塑 21 世纪的中华文明。

目 录

第一章	古华夏的科技文明	(1)
一、	远古历史中的技术	(1)
二、	黄帝时代的发明	(5)
三、	夏代的文明	(7)
四、	商代的铜器和甲骨文明	(9)
五、	革命、天命和天文学	(12)
六、	西周时期的科技进步	(15)
七、	铁器时代的技术革命	(18)
八、	诸子百家的思想	(23)
第二章	秦汉时期的科技发展	(36)
一、	短暂的开始和久远的影响	(36)
二、	两汉时技术的发展	(38)
三、	丝路探险	(45)
四、	文明史中的造纸术	(47)
五、	汉代学术和科学的探索	(49)
第三章	三国两晋南北朝时期 的科技进步	(62)

一、	战乱时代的技术	(62)
二、	历史夹缝中的科学	(65)
第四章	隋唐五代时期的	
	科学技术	(72)
一、	隋代的科技遗产	(72)
二、	唐代的开放和文化	(73)
三、	繁荣帝国的文化技术	(77)
四、	唐代科学的发展	(81)
五、	占星术和天文学	(87)
六、	炼丹术和火药的发明	(91)
七、	五代时期的技术	(94)
第五章	宋辽夏金时期的	
	科技成就	(96)
一、	战争和火药的应用	(96)
二、	航海和指南针	(100)
三、	活字印刷术和纸币	(103)
四、	宋朝科技的全面发展	(105)
五、	辽、金和西夏的科学技术	(114)
第六章	元代的科技状况	(119)
一、	蒙古之马力,中原之技艺	(119)
二、	与中亚学术交汇的科学	(123)
第七章	明代科技的发展	(129)
一、	重修长城和改进火器	(129)
二、	皇家宫殿和私家花园	(133)
三、	政治远航和海外贸易	(135)

四、经济、技术的进步和困境	(138)
五、旧知识和新知识	(140)
六、中西合流的科学趋势	(145)
第八章 清朝时期的科技	
进步状况	(152)
一、清初的政治和乾嘉学派	(152)
二、科学技术的发展和相对落后	(156)
三、传教士和西方的知识	(160)
四、在海洋的挑战面前	(164)
五、师夷之长技以制夷	(168)
六、武器和军队	(174)
七、西学东渐的节奏	(176)
八、西方的技术和东方的观念	(188)
九、巨龙转身难	(191)
附录 如何超越李约瑟问题	(200)
主要参考文献	(207)

第一章 古华夏的科技文明

一、远古历史中的技术

我们可以沿着两条线索来认识中华民族的远古历史。一条是考古学的线索,另一条是神话传说的线索。

对中国土地上远古人类的现代考古学研究是从科学家裴文中(1904—1982)于1929年在北京周口店发现第一个北京猿人头盖骨开始的。考古学发现中国土地上有许多远古人类生活的遗迹。除了各种石器、骨器和木器等原始工具外,已发现的远古人类所掌握的一项最重要的技术是用火——这在170万年前的元谋人那里似乎就已经开始了。到了数万年前的河套人那里,这些体质上已具有现代人特征的人已经掌握了人工取火的方法。

从母系氏族繁荣时期的仰韶文化、马家窑文化,再到

由母系氏族过渡到父系氏族时期的青莲岗文化、屈家岭文化、大汶口文化、龙山文化、良渚文化和齐家文化,之间的时间跨度约有 2000 年(前 4000 年—前 2000 年左右)。在这一段时间里,古人慢慢掌握了制陶技术,并开始用赤铁矿和氧化锰在陶器上绘制各种美丽的彩色花纹、图案,以及朴素优美的图画。陕西半坡村出土的 6000 多年前的彩色陶瓶表明,属于仰韶文化的半坡人已经有了固定的住所,所谓“上古穴居而野处,后世圣人,易之以宫室,以待风雨”(《易传·系辞下》)。在物理学知识方面,半坡人已经了解到容器在盛水之后重心会发生变化。原始纺织技术也是这个时期出现的,它从最初的手工编网编席发展而来,母系家族中的妇女们是最初的发明者。有了纺织技术,人们夏天可以穿着用葛藤、麻类植物的纤维编织成的麻布衣和草鞋,冬天则穿着由动物毛皮缝成的皮衣和革履。原始的养蚕制丝技术也在这个时期出现。有了这些衣物,人们便进入了“衣冠楚楚”的时代。另外,这个时期的人们从结绳和刻契记事开始,过渡到了发明一些符号来记录或表示他们生活中的大事和思想。从这里,中华古老文明中的珍珠:古代世界最精美的陶瓷、最华贵柔美的丝绸锦缎、独一无二的成熟的象形方块字等等,便开始煜煜闪烁了。

从父系氏族社会开始,传说中的历史开始和以上考古学发现的历史叠接在一起。神话传说是对真实的人和事迹的理想化传颂。追随着神话的踪迹,我们就会进入真实的有文字记载的历史之中。

据《韩非子·五蠹》所述:“上古之世,人民少而禽兽

众；人民不胜禽兽虫蛇，有圣人作，构木为巢，以避群害，而民悦之，使王天下，号之曰有巢氏。食果蠃螺蛤，腥臊恶臭而伤腹胃，民多疾病。有圣人作，钻燧取火，以化腥臊，而民悦之，使王天下，号之曰燧人氏。”这是关于早期传说中的人物——构木为巢的圣人有巢氏和后来钻燧取火的圣人燧人氏的描述。但在这两个人物的身上，有很多想象的成分。

在接近真实历史的门坎上，相传有中国西部地区古代部落的宗神——神农氏炎帝，他出生在渭河的支流姜水，曾“斫木为耜，揉木为耒，耒耨之利，以教天下”（《易传·系辞下》），且“身自耕，妻亲织”（《淮南子·齐俗训》），并“尝百草水土甘苦”（《越绝书》）。可见这些西部人民最早开始农耕生活，他们在农耕技术方面要先人一步，可能最先发明原始的木犁、木铲、木锄，制陶技术也最发达，在以草为药方面也最有经验。当时西方的部落群曾将火和水作为氏族的神圣之物，炎帝在字面上有火的形象，说明这些人对掌握用火技术印象深刻，他们最初的农耕大概是从刀耕火种开始的，而水对于干旱西部的农业命运攸关。显然，对于这样一个开始主要依靠农业和土地来生活的部落来说，在后来掌握了冶金技术之后，产生关于“金木水土火”的五行学说就是自然而然的了。

中国淮河流域氏族部落传说中的始祖是伏羲氏（即包牺氏）太皞，他是东部古代部落群的始祖。这些东方部落群包括在山东半岛上活动的少皞部落和有名的蚩尤部落。接近大海和丰沛的河流下游可能使他们对舟船和鱼网的发明和应用最为重视，所谓“剡木为舟，剡木为楫，舟

楫之利，以济不通之远，以利天下”（《易传·系辞下》）。平原上的生活也使他们较早地发明车并驯养牛马拉车，所谓“服牛乘马，引重致远，以利天下”（《易传·系辞下》）。蚩尤以五金作兵的传说说明这些人可能最早从制陶中发现了冶铜的技术，并开始尝试性地应用它。

在中国北部生活的古代部落群传说中的始祖是黄帝轩辕氏。这是一个由狩猎转向游牧生活的强悍的部落群，所以在对马的驯养和弓箭的制造方面高人一筹。传说弓箭是由黄帝的大臣挥发明的，所谓“弦木为弧，剡木为矢，弧矢之利，以威天下”（《易传·系辞下》）。

农业的发展和技术的改善，导致人口增加，生产规模扩大，狩猎范围扩张，开发新的地域成为需要。这三大部落在空间发展方面不期而遇了。历史上最初的华夏民族实际上就是由这三大部落群和散居在他们周围和中间的所谓苗人和蛮人融合而成的。在这个融合过程中，除了自然交往、联姻和妥协，战争常常是不可避免的。最终，游牧的黄帝部落群战胜了农耕的炎帝部落群而成为华夏人的盟主，后又经过“五十二战而天下咸服”（《国语·鲁语上》），于公元前 2550 年左右，创造了一个北方、西方和东方三大部落群统一融合的局面。

需要说明的是，黄帝时代的年代目前还只是根据一系列传说做出的推断，并不是精确的历史断代学研究结果，考古学、历史学和现代科学技术的应用有可能在远古历史的研究领域取得新的成果。

二、黄帝时代的发明

黄帝时代的先民在技术方面取得的进步给人以深刻的印象,传说中的黄帝时代是一个远古科技繁荣的时代。西方先进的农耕技术影响了北方和东方;养蚕、用丝织衣和制陶技术由西方推广到了原来游牧的北方黄帝部落中,传说中黄帝的妻子嫫祖是一个养蚕制丝的能手;东方的轻舟和平原地区的车由于引重致远而得到了改进(共鼓、货狄作船);牛和马用来拉车(胲驾牛),北方人则开始学习乘马;石器工具得到了改进;弓矢和石斧石矛装备了战士;原始文字开始统一(仓颉造字,《易传·系辞下》中则记有:“上古结绳而治,后世圣人,易之以书契,百官以治,万民以查”);首领身边的大臣还开始着手制定历法(羲和占日,常仪占月,夷区占星气,容成造历法);数学知识有了进步(隶首作算术)。

一些文献还认为黄帝时代中国的先民完成了一项古代世界的最重要的伟大发明——黄钟。战国时吕不韦(?—公元前235)的门客所编写的《吕氏春秋》把这一发明归于伶伦,有的文献则提到伶伦和另一个发明者荣将共作音律。根据《汉书·律历志》的记载,黄钟是一个用竹管做成的律管。它的长度为9寸,截面积为9平方分,容积为81立方分,用它吹奏出来的声音为音乐中的基音”。^① 在制作新乐器时要通过振动频率的共鸣来确定

① 戴内清. 中国·科学·文明. 北京:中国社会科学出版社,1987.46~48.

新乐器的基调,这便是所谓“同声相应”的效果。另外,规定黄钟律管的体积为1龠,2龠为1合,10龠为1升,10升为1石。这样,量制单位便确定了。黄钟律管中盛入黍,可容1200粒,重为12铢。以此计之,1铢为100粒黍,它的两倍24铢为1两,16两为1斤。这样,衡制单位就确定了。由于一年为12个月,所以,黄钟的基本参数同天文数字也有关系。《国语·周语》是这样记述的:“……是故先王制钟也,大不出钧,重不过石,律、度、量、衡于是乎生。”

根据著名中国科技史家、英国学者李约瑟(1900—1996)以及其他一些学者的意见,黄钟的发明把中国古代的音乐、天文、长度、面积、体积、重量等单位初步统一于一体,这是世界上最早的伟大创举。这一发明和规定对中国几千年中的计量、数学、天文、器乐乃至许多科学技术学科的发展都产生了深刻的影响。黄钟制最初采用的9和12成了中国文化中相当重要的数字。从计量学的角度看,它构成了中国科学技术的重要基础。此举开创了以自然界不变常数(在这里是固定律管的振动频率)为基准确定单位制的先例。在世界科学史上,直到法国大革命以后,科学家们才规定以地球子午线的 $\frac{1}{4} \times 10^{-7}$ 为1米,由此导出了一系列公制度量衡单位。现在所通用的国际单位制是1960年第11届国际单位计量大会通过的,它以光在真空中 $\frac{1}{29972458}$ 秒经过的距离为1米,并用包括米在内的7个基本单位导出了一系列新单位。从计量科学发展的历史中可以看出,中国古代先民的思想

同现代人有着深刻的共鸣之处^①。

如果黄帝时代的伶伦和荣将发明黄钟只是传说基础上的史家之言,中国民间大量的度量习惯更能说明中国古代度量衡的标准多取于自然。例如“布指知寸,布肘知寻”,“一举足为跬,两举足为步”,“一手之盛谓之溢,两手谓之掬”,“蚕吐丝为一忽,十忽为丝”等。关于黄钟的说法同这种民间普遍的度量方法是相符合的。

三、夏代的文明

黄帝部落群征服华夏人地区后,经过 200 多年,华夏进入了传说中的唐尧、虞舜、大禹三代政治领袖时代。尧(公元前 2280 年左右)这位“冬日麕裘,夏日葛衣”(《韩非子·五蠹》)的领袖曾派羲仲、羲叔、和仲、和叔 4 人分驻东南西北,观测天象,判定季节,修制了一年 366 天的历法,规定了一个置闰的方法。

当时部落联盟面临的一个最大灾害是黄河河水的泛滥,因而治水对已经开始农业定居生活的华夏人来说是头等大事。几代人经过了许多失败和挫折,禹(公元前 2140 年左右)终于在有治水经验的四岳的帮助下,在 10 年的时间里,用疏导的方法解除了洪水的祸害。据说禹的前辈鲧和共工的治水之法都是采取堵的办法,所谓“壅防百川”。但鲧由于九载劳而无功,被舜殛于羽山。禹治水则“行山表木,定高山大川……左准绳,右规矩,载四

^① 杜晓庄：黄钟：中国五大发明之首，文汇报，1989-03-07。

时,以开九州,通九道,陂九泽,度九山……于是民得下丘居土……”(《史记·夏本纪》)。可见大禹治水成功的关键一是能“因水以为师”,按自然规律办事;二是采用了合理的方法和应用了水利技术。

禹的时期,在融合后的华夏人地区消除了黄河水患,在没有地面水源的地方,和禹一起治水的伯益发明了凿井取水的方法。农业生产条件改善了,技术有了进步,治水工程也加强了整个社会的组织程度,部落联盟首领个人的权力也在这个过程中越来越大了。大禹死后,部落联盟议事会举贤才为首领的古老制度不复存在。他的儿子启在击败益和同姓贵族中一些维护部落时期旧民主传统的势力后建立了夏朝。从此中国社会进入了以家族世袭继承政治地位和财产为特征的奴隶制时代。

据传,启在成为王之后按照黄钟的长度数字将治区分为九州。作为权力的象征,这位中国的第一位国王还用当时的尖端技术——冶铜技术,铸造了一座大鼎。他的后继者还把鼎的数字增加到9个,象征夏王对九州的统治。河南偃师县的二里头文化遗址就是中国第一个王朝——夏朝的废墟。

据《世本·作篇》记载,夏的制陶工作是由河南许昌附近的昆吾部落主要承担的,车则由叫车正的官员监造。铜器是中国古代奴隶制社会最重要的物质支柱之一,它的数量在夏代增加了,并被用于手工业和农业中的工具加工。贵族的生活器皿也常用铜制成。最重要的应用首先是在军事方面,夏代用铜铸出了铜矛。夏王帝杼发明了甲。最初仅用于交通和运输的车在夏代被改进为马拉

战车,成为兵士运动和作战的工具。手持铜矛和石斧的军队击败了周围部落的战士,使他们成为夏的奴隶。

据说禹的大臣仪狄开始造酒。夏帝少康又称杜康,他发明了一种很好的秫酒,这是化学知识增加的结果,也是粮食增加的证明,同时也是贵族生活奢侈的标志。后人将杜康作为酒的代称。造酒的过程是先把谷物糖化,然后再酒化。但中国人一般用曲制酒,将二过程合而为一,如《尚书·说命》中记“若作酒醴,尔惟曲蘖”。从出土的夏代以后商朝的青铜器来看,酒器占有很大的比例。据《尚书·胤征》记载,夏王仲康时天文官羲和二氏经常酗酒,没有认真观测天象,一次(公元前 2050 年前后)日食发生,全国震动,夏王诛羲和二氏以安人心。

我们无法确定当时能否预言日食,但夏代确定了以正月为岁首的历法,后来商代改夏 12 月为岁首,周代以夏 11 月为岁首,西汉武帝恢复夏正月为岁首,后世农历沿用至今。可以肯定的是,农耕已相当发达的夏人的物候学知识已相当丰富,战国时代流行的《夏小正》便记录了从夏代开始积累起来的大量气象和生物学知识。由于夏作为一个季节是植物繁茂的时期,它又代表着欣荣,因此中国人也自称为夏,后来还出现了华夏的称谓。可见夏作为中国历史上第一个享国长久的王朝,其历史文化影响是很深远的。

四、商代的铜器和甲骨文明

夏王朝延续了 400 多年之后,黄河下游的一个夏的