

：王鸿生 著：

中国 科技小史

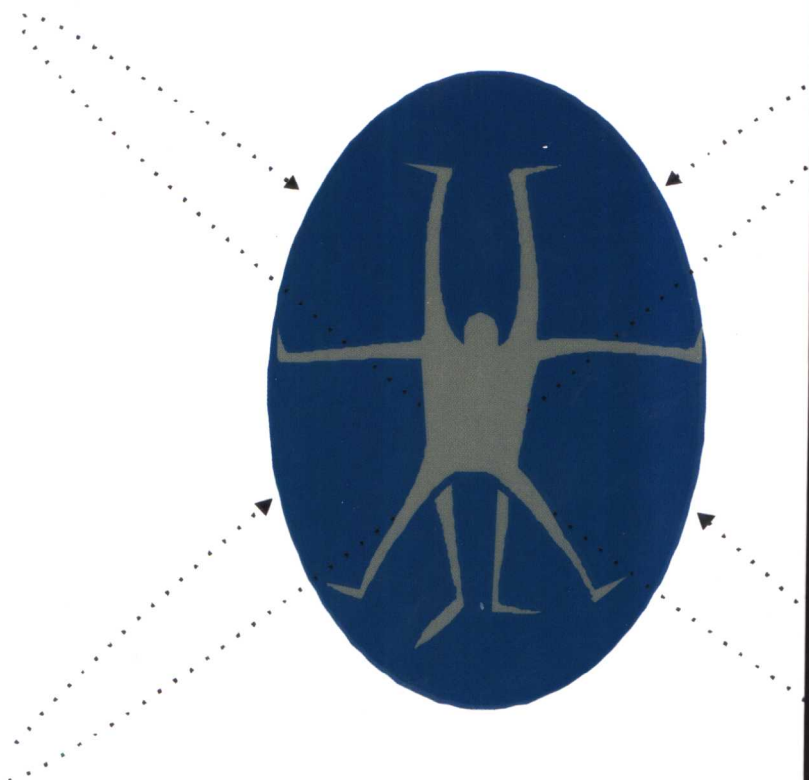
Concise History
of Chinese Science
and Technology

写给大众的人文艺术丛书

本书以流畅的笔调叙述了中国社会从远古到今天所产生的科技成果，分析了许多科技成果的历史作用。细心通读之后可以发现，本书在政治、经济、教育、军事、文化、哲学和中外关系等复杂因素为纬，以科技，织成的一幅结构精致、色彩斑斓的中华文明史图像。

除了产生重大科技成果的社会条

以政
考为



 中国人民大学出版社



国防大学 2 089 3190 4

中国 科技小史

：王鸿生 著：


Concise History
 of Chinese Science
 and Technology
 写给大众的人文艺术丛书



中国人民大学出版社

ACP60/HZ 05

图书在版编目 (CIP) 数据

中国科技小史 / 王鸿生著.
北京: 中国人民大学出版社, 2004
(写给大众的人文艺术丛书)

ISBN 7-300-06046-3 / G · 1208

- I. 中...
- II. 王...
- III. 自然科学史—中国—普及读物
- IV. N092-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 106113 号

写给大众的人文艺术丛书

中国科技小史

王鸿生 著

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010—62511242 (总编室)	010—62511239	(出版部)
	010—82501766 (邮购部)	010—62514148	(门市部)
	010—62515195 (发行公司)	010—62515275	(盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	河北三河新世纪印刷厂		
开 本	965×1270 毫米 1/16	版 次	2004 年 10 月第 1 版
印 张	21.75 插页 2	印 次	2004 年 10 月第 1 次印刷
字 数	330 000	定 价	23.80 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

引言

中华文明主要是由中华民族创造的一支文明。民族特有的先天禀赋，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，相邻近民族之间的影响等，都给它涂上了一层特殊的色彩。

在世界所有的古文明中，中国的农业文明表现出顽强的生命力，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与不同人种的生存交汇中分化或发展成为与原来面貌大不相同的东西。由于这种独一无二的相对连续性，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。在人类社会从古代向近代过渡的过程中，这里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往来迁徙的人群等，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。

然而，当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却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过程中经历了最痛苦的挣扎。终究，中华文明的体系并没有在强劲的外部冲击下解体，中国社会在内忧外患中依然艰难地由传统社会向现代社会演进。中国人自近代以来接受了西方文明中许多进步的东西，尤其是科学和技术，同时也摒弃了传统文化中许多东西，一种新的文明正在逐步产生。

20 世纪 50 年代以后，中国在苏联援助的基础上全面启动了工业化的过程，并且依靠自力更生石油事业、原子武器研制、运载火箭技术以及生物科学领域内取得了令世界瞩目的成就；20 世纪 80 年代以来，在改革开放的历史条件下，电子技术又取得了迅速的进展，

在生物技术、载人航天技术等方面跻身世界先进行列。中华文化在面对以科学技术为主导的西方文化冲击时重新表现了其兼容性和创生能力；传统文化中的优秀成分正在新的历史条件下得到发扬光大；中华文明正在高科技时代潮流的冲击中经历着一场重新塑造。

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。今天，中国经济正在以世界上少有的速度增长，科学技术在中国社会迈向现代化过程中的作用日益明显和增强。在 21 世纪，约占世界 1/4 人口的中国的发展，依然对世界历史的进程发生着相当重要的影响。显然，对当代中国人来说，了解和理解中华民族在历史上所表现出的智慧和创造性，了解科学技术在中华文明土壤中的生长发育过程，是很有必要的。

目 录

第 1 章	古华夏文明（从远古到公元前 222 年）	1
	考古学和传说中的远古历史	2
	黄帝时代的发明和炎黄文化	5
	禹夏文明	8
	铜器和甲骨文明	10
	革命、天命和天文学	12
	西周的社会、科技和历史	16
	铁器时代的技术革命	20
	技术革命时代的社会革命	23
	诸子百家	26
	世界同期透视	37
第 2 章	强秦雄汉（公元前 221—公元 220）	39
	和平中的暴力革命	40
	万里长城	42
	汉朝的历史振荡	43
	王朝起落中的技术	46
	西通丝路	52
	国家统一和思想统一	54
	造纸术	56
	退一步进两步的科学	58
	世界同期透视	66

第 3 章	分立的三国两晋南北朝 (220—580)	69
	玉瓿金瓶的裂分	70
	长城的缺口	71
	战乱时代的技术	73
	动荡时代的教育、取仕和思想潮流	76
	历史夹缝中的科学	80
	世界同期透视	84
第 4 章	隋唐帝国和五代十国 (581—959)	87
	隋代的历史刻痕	88
	腾跃的强龙	89
	多民族帝国的开放	90
	新地主和新气象	92
	科举制	94
	繁荣帝国的文化技术	96
	国家学校中的科学	99
	算学的总结和发展	101
	占星术和天文学	102
	朝廷重视的医学	106
	炼丹术和炼丹炉中的发明	107
	庞大帝国的地理知识	110
	强龙弱尾	111
	世界同期透视	113
第 5 章	对抗的宋辽夏金 (960—1278)	115
	政治的新格局	116
	火药	118
	航海和指南针	120
	活字印刷术	122
	纸币的发明	124
	宋朝科学技术的全面发展	125
	宋代的思想家	133

辽国兴衰中的技术	135
金的盛衰和科学技术	136
西北方的西夏	138
世界同期透视	139

第 6 章	一统大元 (1279—1368)	141
	天时和历史命运	142
	北方之马力, 中原之技巧	143
	下马治天下	144
	与中亚交汇的学术	147
	元朝的政治及其后果	150
	世界同期透视	152

第 7 章	踟躅前行的明朝 (1368—1644)	153
	退步后的进步	154
	皇权问题	155
	八股取仕	157
	重修长城和改进火器	158
	皇家宫殿和私家花园	161
	政治远航和海外贸易	162
	经济、技术的进步和困境	166
	思想的两极	168
	旧知识和新知识	171
	中西合流的科学趋势	175
	世界同期透视	179

第 8 章	在发展中落后的清朝 (1644—1840)	183
	清朝前期的政治、经济和人口	184
	思想统治	186
	科学技术的发展和相对落后	187
	传教士和西方的知识	191
	乾嘉学派	193

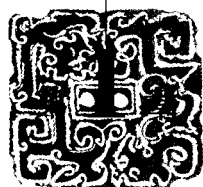
在海洋的挑战面前

194

第 9 章	大清帝国和近代世界 (1840—1911)	199
	强暴和落后的较量	200
	师夷之长技以制夷	202
	武器和军队	205
	西学东渐的节奏	207
	西方的技术和东方的观念	214
	巨龙转身难	215
	铁路最初在中国	221
第 10 章	步履维艰的中华民国 (1912—1949)	225
	艰难的革命	226
	教育救国梦	229
	科学家的独立组织	232
	工业、教育和社会的新生力量	235
	民主和科学	236
	白话文运动	239
	国际事件对中国的影响	241
	军阀的旧思想和军队的新技术	243
	新革命和旧结局	244
	国统十年的战争、政治、经济和教育	246
	科研机构 and 科技队伍	250
	民族危亡的考验和抗战时的科学技术	255
	历史的转折	261
第 11 章	前进中的中华人民共和国 (1949 年以来)	265
	新时代的开始	266
	科学为人民服务	268
	海外学者、留学生的西来东往	272
	学习苏联的先进科技	273
	新教育方针和新教育	274

工人的技术创造精神	277
知识分子改造问题	278
科学规划的历程	280
通信和交通网的延伸	284
民用工业的发展	287
地质学和石油工业	291
核武器的研制	293
火箭、导弹和航天技术	294
飞机、舰船和常规武器	297
传统学科的新进展	300
“文化大革命”对教育和科研的影响	306
教育和科技界的拨乱反正	308
经济、科技和教育体制的改革	309
对外开放和中外科技交流	310
新技术革命的冲击	312
人文社会科学的复苏	317
对知识产权的保护	319
实施科教兴国战略	321
走可持续发展道路	324
台港澳地区的科技简况	326
海外华人中的科技专家	329
展望明天的中华科技	329
主要参考文献	331
后记	336

中
国
科
技
小
史



古华夏文明

(从远古到公元前 222 年)

备物致用，立成器以为天下利，莫大乎圣人。

《易传·系辞上》

考古学和传说中的远古历史

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。由于中国的历史悠久而相对连续完整，它的内容就显得比其他民族的历史更为丰富。无疑，考古学和神话传说的两条线索对于认识真实的中国远古历史来说具有相互补充的意义。

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）等考古学家们于1929年在北京周口店发现第一个北京猿人头盖骨开始的，这种研究尽管是实证的，但却是片断的，其结论经常被新的发现所补充、改写甚至推翻。神话传说尽管包含了想像的成分，却是产生于远古时代生活逝川中的一朵不息的浪花，因而对中国远古历史也是不可回避的一部分。

考古学发现中国土地上的远古人类有：元谋人、蓝田人、北京人，以及马坝人、长阳人、丁村人、柳江人、资阳人、山顶洞人、河套人、峙峪人……

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。

接着是母系氏族繁荣时期的仰韶文化、马家窑文化和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。这些文化的时间跨度约有2000年（公元前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。^①

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，人们才可以“衣冠楚楚”。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，便开始熠熠闪烁了。

从历史学的角度，我们对于神话中开天辟地的盘古、炼石补天的女娲不能多说什么，但是从父系氏族社会开始，传说中的历史便开始和以上考古学发现的历史迭接在一起。神话传说可能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。

韩非子（约公元前280—前233）告诉我们的最早传说的人物是构木为巢的圣人有巢氏，接着是钻燧取火的圣人燧人氏。^②这两个人物身上的想象成分太多了。

在接近真实历史的门坎上，我们最早遇到的是中国西部地区古代部落的宗神——神农氏炎帝。相传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。据说炎帝的后裔发展成为四支部落，其中一支是后来到湖北一带烧山造田的烈山氏。另一支是曾治过水、并同东夷蚩尤在太行山之东打过一场战争的共工氏，后来协助武王伐纣而受封于齐的姜太公吕尚便是共工部落的后

① 《荀子·宥坐》中讲到孔子在其弟子陪同参观鲁桓公庙时见到的“宥坐之器”“虚则欹，中则正，满则覆”，可见该器后来已被作为“中庸之道”的具体形象来看待。

② 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。食果蓏螺蛤，腥臊恶臭而伤肠胃，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。”

裔。在吕尚这位可信的历史人物身上便可找到神话传说同有据可考的历史的结合点（不过，关于武王伐纣的小说《封神演义》^①中的英雄们仍然保持了半神半人的形象，可见后人对这段遥远朦胧的历史依然要靠想像来补充）。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“金木水火土”的五行学说就是自然而然了。

传说中中国淮河流域氏族部落的始祖是太皞，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，其后还有皋陶、伯益、高阳氏颛顼、高辛氏帝喾等。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。据说这些东方部落群中曾出现了当过整个华夏人集团首领的舜，商朝和春秋时的楚国也是以这支部落群的后裔为主干建立的。东方古代部落群当时采用的氏族标志有龙和玄鸟凤凰（《诗经》：天命玄鸟，降而生商。一说玄鸟为燕子），它们后来都成了中华民族最重要的图腾。其中龙被赋予最显明的政治意义，被视为皇帝的象征，它的形象也被作为一些建筑的装饰，而且还是民间庆祝春节时游戏的道具。凤凰则是百鸟之王——最尊贵的飞禽。春天飞来的燕子同样是一种吉祥的候鸟，为从事农耕的中国人所喜爱。传说中商人始祖由玄鸟卵生，曲折地反映了古代先民对远古时代子女按母系计算的事实的朦胧记忆。

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

① 该书明刊本卷二题“钟山逸叟许仲琳”编辑，另一说为明代道士陆西星所作。

传·系辞下》)。这个部落群的氏族标志是威猛的虎豹黑貅，后来著名的华夏首领尧和大禹便是这一部落群的后裔。此外，一直在中国北方生活的戎人、狄人以及匈奴人，同黄帝部落群有着最亲近的同源关系。

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。这三大部落群在空间发展方面不期而遇了。历史上最初的华夏人在很大程度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。其中规模最大的战争有共工部落和蚩尤部落之间的涿鹿（太行山东侧）之战；共工部落失败后与北方游牧的黄帝部落结盟，擒杀蚩尤的冀州之战；黄帝和炎帝两大部落群为争夺盟主而发生的阪泉之战。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。

黄帝部落群在成为盟主后又经过“五十二战而天下咸服”（《国语·鲁语上》），大概于公元前 2550 年左右，创造了一个北方、西方和东方三大部落群融合的局面。^①

黄帝时代的发明和炎黄文化

黄帝部落群的征服以部落联盟代替了原有的部落群。这个最强大的部落群的氏族首领在开始一直担任着联盟的盟主。由于征服后的和平，各部落人民相互交往的区域扩大了，新的发展机会增加了，协作劳动有了更大的规模，从而促成了一次东、北、西三方技术的交流和进步。

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

^① 这时非洲东北部的埃及人已建成了他们古王国时期的胡夫金字塔（公元前 2600 年左右），西亚的苏美尔人则在他们的城市国家中建起了一座座祭祀用的塔庙。需要说明的是，古埃及和西亚的古历史年代由于有较多可考的文字而比较确切，黄帝时代的年代则只是根据一系列传说的推断，出入很大。可参见翦伯赞主编：《中外历史年表》，北京，中华书局，1961。

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（胥驾牛），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，臾区占星气，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，容量单位便确定了。黄钟律管中盛入黍，可容 1 200 粒，重为 12 铢^②，它的两倍 24 铢为 1 两，16 两为 1 斤。这样，重量单位就确定了。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。”^③

根据著名中国科技史家李约瑟（1900—1995）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。黄钟制最初采用的九和十二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

① 参见戴内清：《中国·科学·文明》，46～48 页，北京，中国社会科学出版社，1987。

② 《汉书·律历志》：“权轻重者，不失黍累”。颜师古注引应劭曰：“十黍为累，十累为一铢。”以此计之，1 铢为 100 粒黍。

③ 秦汉时 1 钧重 30 斤，4 钧为 1 石。《考工记》中一步六尺，一里百尺，深度以仞，广度以寻。

里是固定律管的振动频率)为基准确定单位制的先例。^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。

这里特别需要指出的是,黄帝后来被尊为“人文初祖”,和炎帝二人被并称为“炎黄”。尽管我们今天从考古学和实证历史学的角度还不能把黄帝和炎帝看做真实和具体的历史人物,但他们所代表的远古文化却已被视为中华文化最主要的古代源头。在这个意义上,中华文化中对炎黄的尊崇,不但是一种在悠远的历史中追宗念祖的情怀,而且也反映了这一文化的一些基本精神,它们由传说中炎帝和黄帝的一些典型事迹所代表。我们一方面可以说黄帝和炎帝这样的传说人物用他们的事业和事迹塑造了中华文化的最初形象;反过来也可以说,中华古代先民用他们的事业和对生活的理解塑造了炎帝和黄帝这样的人格典范,用他们的具体形象来体现一种古华夏的文化精神。透过上述传说中的事迹可以看出,炎帝和黄帝作为中华远古文化精神的代表,在才能方面是富于智慧、善于创造的,这种智慧和创造性尤其体现在科技方面;在品德方面是勤劳和勇敢的,并且乐于用他们自己的智慧和才干为民造福;在行为方面能够为民表率;在业绩方面则能够统一天下,建立规范,为社会的发展开创新的局面。事实上,这种人格典范便是中国文化中的“圣人”和“贤者”。从这个基础上出发,后来人们又把在伦理道德方面成一家之言和影响深远的孔子称为“圣人”,还把“内圣外王”作为政治家最崇高和最完美的人生境界,把有德的君王称为“圣王”,把品德高尚而又才能非凡的人物称为“贤者”,这就为中华文明的发展塑造了一种模范。这种崇尚智慧和创造性、赞赏能人智士、褒扬高尚品格

^① 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 $1/4 \times 10^{-7}$ 为 1 米,以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 $1/29972458$ 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。根据法国计量局的专家阿兰·莫罗的说法,采用光的波长作为长度单位的问题,与纪元前两千多年中国古代所制的普通原器有关。参见杜晓庄:《黄钟:中国五大发明之首》,载《文汇报》,1989—03—07。