

中国科技运行论

——科技战略与运行管理

丁厚德 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书对中国科技运行做了系统的评析,涉及中国科技运行的历史环境、物质基础、战略布局、主体结构、评价、体制与机制等。本书对科技运行中的难点,在相关研究的基础上,进行了深入的分析,如科技投入资源配置,国家创新体系的改革与建设,国家科技计划的实施;同时,向读者提供了丰富的、有价值的统计数据,为感兴趣的读者,做出独立判断,提供客观依据。

本书既可作为高等院校本科生、研究生等的教材和参考书;同时也可作为政府公务员、各级管理干部等的公共管理读物。

丁厚德 编著

书 名: 中国科技运行论——科技战略与运行管理

作 者: 丁厚德 编著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

[http:// www .tup .tsinghua edu cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)

印刷者: 北京顺义振华印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 8.5 字数: 214 千字

版 次: 2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04981-5/ C · 5

印 数: 0001 ~ 3000

定 价: 16.00 元

第一章 东方文明古国与近代反差

第一节 东西方文明古国对人类文明的贡献

炎黄子孙,华夏文明,悠悠历史,源远流长,中国是有辉煌历史的文明古国,对全人类有杰出的贡献。中国与埃及、巴比伦、印度共称东方四大文明古国。

一、东方古埃及文明

埃及位于非洲东北部,尼罗河从南向北贯穿埃及全境,流经埃及的河段共长约 1200 公里,占尼罗河全长的 17.9%,在埃及形成 3 至 16 公里自南到北的狭长河谷,流至开罗以北后,形成巨大的尼罗河三角洲,成为埃及最富饶的区域,也是埃及文明的发源地。公元前 3200 年在原来奴隶制城邦基础上形成了统一的奴隶制国家,至公元前 6 世纪并入波斯帝国终结了古埃及的历史。古代埃及王国,建筑了举世闻名的金字塔,留存至今,堪称世界之“最”,其建筑技术也使现代人叹为观止,尤其是法老胡夫和其子哈夫拉的金字塔,更是其中杰出的代表。古埃及的神庙建筑,也同样是惊世杰作。埃及造船业也在建造金字塔的过程中发展起来,公元前 2000 年已能制造 54 米长,18 米宽,乘载一百人以上的船只。古埃及人发明的拼音字母,传到欧洲影响了西方文字的发展。尼罗河每年泛滥后,需要重新丈量计算土地面积,石砌建筑也要精确计算建筑整体与单元石料的空间形状和数量的关系,因而几何学、代数学、三角学都已有初步概念和实用发展。

二、东方古巴比伦文明

古巴比伦是另一个东方文明古国,又称两河流域文明。位于亚洲西北部,发源于亚美尼亚高原(现土耳其境内)的幼发拉底河和底格里斯河,向东南流经现伊拉克入波斯湾,冲积成美索不达米亚平原,构筑了两河流域古代巴比伦文明的发祥地。公元前三千多年两河流域即已出现了奴隶制城邦。巴比伦城约建于公元前3000年,公元前19世纪阿摩列伊人统一了两河流域南部,建立了古巴比伦王国。公元前18世纪巴比伦王国统一了这个地区,统治了200年,成为两河流域的极盛时期。其后经过了亚述王国(公元前8世纪)、新巴比伦王国(公元前7世纪)、波斯王国(公元前6世纪),当被并入波斯帝国后就中断了古代两河巴比伦文明。巴比伦文明的基础是农业经济,以两河流域的粮食作物为主。到巴比伦王国时期(公元前18世纪)青铜技术出现,冶金技术的进步,推动了生产。在公元前7世纪前后,冶铁技术的进步,铁器时代取代了青铜时代,这是两河流域文明的生产力基础。手工业以织布为代表,靠纺织品出口换取木材和金属矿原料。由于经济的发展,交通运输必须发展,大量的货物是通过船采用水上运输,长达几十米的大型木船,在5000年前就在水上航行;与此同时,车辆成为陆地交通工具,并成为世界上最早的车辆发明地。建筑技术达到了很高水平,在新巴比伦时期(公元前7世纪),巴比伦城有内外三道城墙,塔楼300座,城内马都克神庙,高约90米,塔台式建筑,在城内有跨越幼发拉底河的石墩桥梁,可以说巴比伦城是代表了两河流域古文明的杰出的建筑。古代数学在巴比伦文明中也已诞生,采用十进制和六十进制两种计数方式,编制了乘法表、倒数表、平方表、平方根表、立方表、立方根表,代数方面可以求解三次方程和四次方程。

三、东方古印度文明

古印度也是东方文明古国,位于南亚大陆及邻近岛屿,包括的区域超过现今的印度。印度河和恒河位于该区域的西北部和东北部,均发源于喜马拉雅山脉,两条河流的中下游是冲积平原,气候属亚热带季风型,雨量充沛。恒河是古印度的第一大河,全长3000公里,流域面积73万平方公里,经济发展条件好,适于农业发展,成为古印度文明的早期发祥地。约在公元前2500年在这里出现了奴隶制社会,公元前6世纪至公元前4世纪被波斯、希腊、马其顿一度占领,由于当地摩揭陀人的努力,建立了孔雀王朝,形成古印度的统一大帝国。其后又经过笈多王朝(公元4至5世纪)、曷利沙帝国(公元7世纪),古印度进入封建社会阶段。到公元16世纪至19世纪,欧洲殖民主义者入侵,以至沦为英国殖民地。古印度在哈拉巴文化时期即进入农业生产,曷利沙帝国时处于封建社会,吠陀时代已学会炼铁,笈多王朝时造船技术达到较高水平,船可向东经马六甲海峡到达中国,向西经阿拉伯海到红海。从哈拉巴文化时期的遗址考查发现,最早使用烧砖建造房屋,采用砖木结构,留下的城市遗址,建有给水和排水系统,有二至三层楼房。吠陀时代古印度即具天文历法知识,一年定为360天,12个月,并设有闰月,公元前6世纪开始逐渐形成天文历法著作——《太阳悉檀多》,也是数学著作,给出了三角函数表。古印度十进制记数法在哈拉巴时期已经出现,以后经阿拉伯人传往欧洲,成为全世界通用的记数法。公元前5世纪至公元前4世纪,古印度早期数学名著《准绳经》,已经具有勾股定理的内容,也采用圆周率的概念。约在公元前1世纪,在印度已有医学著作,提出了古印度医学的基础理论、治疗方法、药物等。公元前古印度即出现了名医妙闻,后人直到公元11世纪时,将其行医的理论与经验修订为《妙闻集》。古印度医学受到过中国的影响,但古印度医学也被译成波斯

文和阿拉伯文,对外产生影响。中国藏医受到了印度医学的影响。

四、西方古希腊文明

古代的西方文明,当数古希腊与古罗马。古希腊位于巴尔干半岛的南端,东临爱琴海,西接爱奥尼亚海,两海都属地中海。希腊东南西三面均被地中海环绕,海岸曲折。南部的克里特岛属古希腊的早期文化代表,称为克里特文化,在公元前 2000 多年出现的,又称米诺斯文化,属于原始公社瓦解时期。希腊半岛被群山将陆地分割,与东方文明古国大河流域的肥沃耕地,有很大区别。农业不发达,大城邦的粮食不能自给,需要从黑海沿岸及埃及输入,港口和海域成为发展航海的有利条件。尤其是克里特岛,海上交通方便,北达希腊大陆,南到埃及,东连腓尼基、叙利亚、塞浦路斯,西驶西西里、意大利,所以克里特文化成为古希腊文化的起源。到公元前 2000 年左右,克里特出现了最早的奴隶制城邦国家。到公元前 1600 年在希腊中部和南部建立了迈锡尼文化,直至公元前 12 世纪。在希腊历史上,荷马时代出现在公元前 11 世纪至公元前 9 世纪至公元前 8 世纪。公元前 8 世纪至公元前 6 世纪,希腊社会生产力有很大的发展,因为不仅有铁器的制造和使用,而且铁矿较普遍得到了开采,如造船技术已可制造三层桨座的远航船,水手已达 200 人以上。商业也大大发展,希腊与东方各国,希腊各城邦之间的贸易都很频繁,城邦政府铸造了货币。在公元前 8 世纪至公元前 6 世纪,希腊出现了许多奴隶制城邦国家,每个城邦以城市为中心,周围有乡镇,这种城市和周围农村构成的整体数以百计。以后雅典和斯巴达发展为两个最大的城邦。从公元前 6 世纪后,雅典工商业发达,地理位置处于中希腊和东方联系的前缘地带,具有发展工商业的良好条件。雅典城邦发展为最强大的盟主,因而公元前 8 世纪至公元前 4 世纪称为古希腊雅典时期。

在雅典时期,产生了一批古希腊的著名学者。泰勒斯(约公元

前 624 年至公元前 547 年)被称为希腊第一科学家,西方史学家称他是“科学之父”。他集哲学家、天文学家、数学家、商人、工程师于一身,他到过埃及的巴比伦,吸收了东方的古代文化,他认为宇宙万物起源于水,水沉积成土,稀释转为气,加热变成火。他预测了公元前 585 年 5 月 28 日的日全食,他用几何学原理,测量了金字塔的高度,提出了几何学的一些基本定理,发展了几何学。

毕达哥拉斯(约公元前 580 年至约公元前 500 年),是贵族奴隶主学者,他与青年贵族结成了秘密的宗教社团。在他的学术思想中认为数贯穿一切事物,万物是统一整体,数是万物的本原,由数支配宇宙,并由音乐的和声引申出宇宙和谐论。他在数学方面的贡献是著名的毕达哥拉斯定理(即勾股定理)的证明。他在巴比伦住了 12 年,研究天文、数学、音乐,巴比伦文明对他产生了影响。

德漠克利特(公元前 460 年至公元前 370 年),是古代原子论的代表人物,他比较系统地提出了古代原子唯物论的基本思想。他认为原子是最小的、不可见的、不能再分的物质基本单位,没有性质上的不同,由于原子的大小、形状、次序、位置的不同,原子彼此的碰撞结合形成万物,虚空是原子运动的场所和条件,原子和虚空是万物的本原。

柏拉图(公元前 427 年至公元前 347 年),是古希腊哲学家中第一个留下大量著作的人,他的哲学思想体系,与泰勒斯、德漠克利特从物质世界中寻求事物的本质不同,他是从物质世界以外寻找事物的本质,建立了以理念论为核心的客观唯心主义体系。柏拉图在青年时代,在苏格拉底门下学习,是其忠实的信徒,中年时结识了毕达哥拉斯学派,晚年更加倾向于毕达哥拉斯的数的神秘主义。他认为火是四面体,气是三面体,水是二十面体,而三角形是事物的最根本的形式。

亚里士多德(公元前 384 年至公元前 322 年),18 岁时到雅典柏拉图学园学习,后担任教师,柏拉图去世后亚里士多德离开学

园,在阿索斯城建立学园,开展教学和研究,以后因战争离开。又应马其顿国王之召,为王子当教师四年。公元前 335 年,亚里士多德再到雅典,在城外吕克昂的阿波罗神庙附近的运动场设立讲坛。他的学园被称为“吕克昂”,其教学活动经常在运动场散步时进行,又被称为“逍遥学派”。吕克昂与柏拉图不同,建立了新的学风,注重实际、注重疑难、注重收集材料、注重探索。亚里士多德在哲学和其他学科取得了很多成果,恩格斯称他是“最博学的人”,他认为宇宙的中心是地球,并将其构造为宇宙体系。他认为构成物体的质料有五种:冷而干的土,冷而湿的水,热而湿的气和热而干的火,这四种构成月亮以下地界上物体的元素;第五种是比火更热而干的元素,它是燃烧中的元素即以太,以太构成月亮以上的天体。亚里士多德创建了形式逻辑,基本体系流传至今,对逻辑学的发展,影响很大;亚里士多德对生物学作了动植物分类研究,对 50 种动物做了解剖研究,他指出鲸鱼是胎生。亚里士多德的科学思想,代表古希腊学术思想的转折。以往古希腊的学者都力求提出完整的世界体系模型,回答自然界的整体问题,亚里士多德也是站在总体上研究问题的学者,但他开始了新的转折,从他开始科学转向经验考察,转向研究实际中的总体问题,这种转折对科学思想的发展,提供了新的示范和方向。

古希腊的雅典时期之后,就是亚历山大时期。公元前 4 世纪至公元前 1 世纪,古希腊的中心由雅典城移到亚历山大城,也因此称为亚历山大时期。在雅典时期发生过希腊历史上的重大移徙运动,它不同于部落移徙,而是城邦政治、经济扩张的一种形式。移民运动由以农业为主转变为以商业为主,希腊各大城邦也转变为工商业中心,希腊与海外贸易关系加强,工商业发展,工商业奴隶主阶级壮大。

亚历山大时期也有一批著名的古代学者:欧几里德(公元前 330 年至公元前 275 年)的杰出成就是继承和发展了雅典时期学

者的数学成就,写成 13 卷的《几何原本》,并形成严谨的逻辑体系和推理方法,一直对近代科学都产生了影响。牛顿的《自然哲学和数学原理》,也采取与《几何原本》相仿的表达体系。《几何原本》的内容,从欧几里德写成直至近代,基本上是青年学生学习初等几何学的典范教材。我国明代末年由徐光启等人译为汉文,也是我国较早的自然科学汉译名著,它的公理化的数学推理体系的学术价值,与其几何学的内容相比,更为世人所推崇。欧几里德的光学著作《光学》和《论镜》,可以认为是最早的光学专著。

阿基米德(约公元前 287 年至公元前 212 年)最著名的贡献是流体静力学的浮体定理,他是受命国王对皇冠是否纯金制作的鉴别,在洗澡时顿悟了浮体定理,完成了对皇冠的鉴定。阿基米德还是一位出色的工程师,他发明了回转式起重机,各种新式灌溉工具(如阿基米德管——螺旋吸水机)。他对杠杆原理给出严格的逻辑证明和明晰的数学表达式。阿基米德的科学思想也为世人所重视,他既重视定性的观察与实验,又重视严格的逻辑推理,并作出定量的数学论证,把科学实验与数学分析相结合。阿基米德的方法论,对近代科学有深远的影响。

五、西方古罗马文明

对古罗马城传说的历史,可上溯到公元前 8 世纪,但缺乏史料论证。近代史学认为公元前 5 世纪至公元前 4 世纪前后,逐渐形成早期的罗马,罗马史的最古时期称为王政时期。公元前 510 年罗马爆发反王政统治的斗争,推翻了王政时期第七任王塔克文暴君,成立了罗马共和国。罗马城位于台伯河左岸,离海岸约 25 公里,为古罗马帝国的发源地。罗马安敦尼王朝(公元 96 年至公元 192 年)是罗马的极盛时期,建立了横跨欧、亚、非大陆的帝国。到安敦尼王朝末期,罗马帝国转向衰落。从古代西方文明的总体发展来看,古希腊经过雅典时期和亚历山大时期后,逐渐走下坡路,

但罗马取代希腊成为大帝国,结束了古希腊各城邦分立的局面,以隶农制代替奴隶制,大土地所有者把土地分成小块,出租给奴隶和移民——共称为隶农,隶农有一定人身自由,但没有土地财产——意味奴隶制度的消亡。

罗马文化与希腊文化相比较,罗马文化是在伊达拉里亚人和希腊人的影响下发展起来的,但希腊学者偏向理性研究,在数学、天文、哲学方面都有重要贡献和见解。罗马学者则向实际转移,由科学向工程技术转移。当罗马帝国强大以后,从公元前1世纪开始,罗马以其建筑形式炫耀国力,神殿、会堂、柱廊、拱门,纷纷建立于罗马广场周围,凯旋门、记功柱、剧院、竞技场等都先后建立。最大的圆形竞技场,外部分三层,环以列柱,可容观众五万人。在镇压了犹太人起义后,建造了凯旋门。罗马广场中央的记功柱,以浮雕像盘旋向上,记录了历来战争的情景。罗马的引水工程应是建筑史的一座丰碑。公元1世纪前后,罗马城居民约达100万人,当时为城市供水,修建九条引水渠道,还有180多公里的暗渠,断面最大已有12平方米,建筑技术已采用混凝土,并可快速凝固,结构形式采用多层连拱结构,据记载建有高达49米的三层拱。

罗马时期的医学家盖伦(公元129年至199年)早期在民间行医,以后成为皇帝的御医。他的医学著作很多,仅现存的就有80多部。他在研究了解剖学后,认识到人体有消化、呼吸、神经系统,他描述了人体生理过程,特别是静脉和动脉血液的循环过程的理论,在欧洲长期占有主导地位。他把神经系统分为运动神经、感觉神经、混和神经。他对药物学也做出了研究成果,把药物分为植物药540种,动物药180种,矿物药100种。他是罗马时期杰出的医学家。

罗马时期的托勒密(约公元90年至公元168年),也是当时著名的学者。他生于埃及,长期生活在亚历山大,主要著作作为《大综合论》。他是“地心说”的天文学家,集西方“地心说”之大成,形成

托勒密体系,继承和发展了亚里士多德的体系,也主张地球居于宇宙中央,其他如月球、水星、金星、太阳、火星、木星、土星、恒星、原动天,都围绕地球运动,形成所谓“九重天”系统,同时他改进了阿波罗尼(公元前 260 年至公元前 170 年)、希帕克(公元前 160 年至公元前 127 年)的本均轮体系。直至哥白尼(公元 1473 年至公元 1543 年)日心说体系的发表,才推翻了托勒密的“地心说”体系。托勒密在地理学、三角学、光学方面也发表了著作,成为罗马时期代表时代的著名学者。

到公元 5 世纪前后,欧洲奴隶制社会瓦解,日耳曼民族入侵,形成封建领主土地所有制。古希腊、古罗马的文明,以公元 415 年一位年轻的才貌双全的女数学家海帕西亚被杀害为转折,而进入欧洲一千年的黑暗时期。中世纪欧洲的宗教神学,结束了欧洲古代文明,对科学加以摧残达 10 个世纪。

第二节 中国是古老的文明古国

一、中国古代文明源远流长

中国发源的历史已有几十万年,原始人始于今北京周口店的“北京人”,今山西襄汾县的“丁村人”等,相应旧石器中期的“河套文化”,形成于约 20 万年前,分布在今山西、内蒙、宁夏、甘肃、陕西、四川;旧石器晚期的“山顶洞文化”,形成于约 10 万年前,在北京周口店猿人洞穴的山顶。在内蒙札赉诺尔、黑龙江顾乡屯发现了中石器时代的遗物,比“山顶洞文化”要晚,估计在 2 万至 5 万年前。新石器时代(石器制作精致),始于近 1 万年以内,已有大量遗址发现。如河南渑池的“仰韶文化”,因其遗物有表面红色、表里磨光、带有彩绘的陶器,又称“彩陶文化”,还分布在新疆、甘肃、青海、陕西、山西、河南中原一些地区,共有数十处。“仰韶文化”时代农

业与手工业已是重要的生产部门,居住地已相当安定,纺织和缝纫已是普遍的手工业,原始的货物交换关系已经出现,不仅已转入父系氏族社会,而且已有奴隶,阶级分化处于萌芽状态。“仰韶文化”在河南安阳后冈遗址发现与“小屯文化”、“龙山文化”、“仰韶文化”三层相叠,“小屯文化”在上,“龙山文化”在中,“仰韶文化”在下。“小屯文化”属商文化,“龙山文化”属夏文化,“仰韶文化”属于炎黄帝氏族文化,距离现代有4000—5000年。我国长城外存在“细石器文化”,主要是以黑龙江昂昂溪为代表。中国南部广大地区,江苏,安徽、湖北、浙江、福建、香港、广西、四川都有新石器遗址发现,称为“南方文化”。因此,中国各民族的祖先,在全国各地区,已经为中华民族开创了源远的古代文明。其中“仰韶文化”遗址最多,文化程度也较高,但所有这些“文化”都是中国文明的渊源,中国是世界文明古国当之无愧。

中国作为世界文明古国,不仅源远流长,而且流长。无论是东方文明古国或是西方文明古国,虽有与中国同为古代文明古国的地位,但其古代文明史都在奴隶制度晚期或早或晚已经中断,没有在其民族的土壤上延续下去。波斯帝国在公元前6世纪征服埃及与两河流域,建立横跨亚非的奴隶制帝国,也就中断了古巴比伦文明。公元前4世纪马其顿王朝的亚历山大灭波斯帝国,建立地跨欧、亚、非三洲的大帝国,埃及也在其版图内。公元前305年建立了埃及历史上的托勒密王朝,但到公元前1世纪托勒密王朝又被罗马帝国所灭。经过波斯王朝、马其顿王朝、罗马帝国,埃及古文明也逐渐中断。古印度的“哈拉巴”文化,由于雅利安人创建了“吠陀时代”而中断,又一度被波斯、希腊、马其顿占领,连连战乱约3个世纪,孔雀王朝统一了印度(公元前4世纪)。公元4世纪笈多王朝建立,扩大了疆土,封建制度萌芽。至公元6世纪笈多王朝衰落,印度的封建制度到公元7世纪建成,这时中国已是唐代昌盛时期。而在封建社会印度对世界文明的贡献,远不及古代印度。古希腊与古罗马是西方

古代文明的代表,与东方文明交相辉映,但到奴隶制度崩溃及公元4世纪到5世纪就进入了欧洲的1000年黑暗时期。

惟独中国的古代文明,经过奴隶制度以后,又在中国封建社会连续发展,与西方黑暗时期形成鲜明的对照。所以,中国的古代文明,中国的文化传统,源远流长,在全世界是无与伦比的。

远古民族的发展历史,自传说中的伏羲时代、神农时代即开始有了畜牧业和农业。从远古开始居住了许多氏族,东方称为夷族,北方称为狄族、戎族,南方称为蛮族。炎帝居住在中部地区,以后黄帝族进入中部地区。传说中黄帝族的后代都尊黄帝为华族祖先,《尚书》中尧典等篇有尧、舜、禹“禅让”的传说,为氏族制度后期酋长产生的反映,说明私有制未占统治地位。禹完成了黄炎族对中原地区(黄河流域)的巩固地位,而且生产力有很大发展。从禹治水,稳定沿流域的农业发展,相传伯益凿井,人就可以离开河流仍可发展农业。又相传奚仲造车,禹用铜做兵器,并造城,都说明了生产力已经有很大发展。从禹开始到桀,夏朝共有17帝,共472年,现在历史学尚未完成考证研究。我国正在进行一项重大科学研究项目《夏商周断代工程》,将会完成中国古代文明史夏商周断代的空白。按目前考古学的不确定划分,夏为公元前2033年至公元前1562年,商为公元前1562年至公元前1066年。从夏开始原始公社制逐渐瓦解,而商朝则是奴隶制度占统治地位的时代。商朝已经有高度青铜器文化,生产工具主要是金属工具,农业、畜牧业已得到很大发展,以农业为主,手工业也有较细的分工。殷墟曾发现石工、玉工、骨工、铜山的工场。殷祭器司母戊大方鼎,四围饰蟠龙纹及饕餮食纹,带耳高137厘米,长110厘米,宽77厘米,重875公斤,可见当年手工业的水平。商业也已出现,可以买卖手工业制品。

史学界有称周为中国封建制度的开始,也有认为应从春秋战国开始,这是学术研究留待今后的讨论。如果中国封建社会

从周朝开始,那就是公元前 11 世纪,那么,中国封建社会就存在有约 3000 年的历史时期。比起西方的封建社会时期,既有早约 1500 年,又有超过 2000 年的特点。中国与西方封建社会时期对人类科学文明的贡献,形成了巨大的反差。中国封建社会时期,对世界科学文明做出了辉煌的贡献,而西方则是黑暗的 1000 年的宗教神学统治,对科学施行了反动的摧残。

科学技术对生产力发展的推动,体现在生产工具的创新与生产技术的创新。铁器生产工具是生产力水平的重要标志,冶炼铁的技术规模化,需要发展新的动力技术。中国在公元 31 年(东汉时期),南阳太守发明了水力鼓风,比欧洲早 1200 年;在汉代开始就有以煤炼铁的技术,而用焦炭法炼铁则比欧洲早 1000 年;宋代已发明了活塞风箱,而欧洲到 15 世纪才使用活塞风箱技术。中国古代农业在汉代初期,即有铁犁的使用,大大地提高了农业生产。在我国,人工冶铁技术大约开始于春秋时期,可由江苏六合、湖南长沙的出土文物得到印证。由于冶炼技术的进步,我国炼铁技术虽也是从块炼开始,而熔炼法的发明和应用,则是我国对冶炼技术的重大贡献,它需要技术的综合水平与创新。战国后期我国已有炼钢技术,长沙出土文物“钢剑”是春秋晚期炼成的,这是目前世界上最早的钢制品。西汉后期我国发明了生铁炒钢技术,而欧洲在 18 世纪才开始应用。湖北大冶铜矿遗址是春秋至汉代的开采与冶炼场,矿井布局与现代矿井设计原理基本相符。根据春秋时期的《考工记》,当时已经有六种不同比例的铜锡合金,春秋末期的青铜兵器,已在表层敷盖防锈的含铬层,出土的兵器至今仍无锈迹,且显现锋芒的光灿。锌属于有色冶金技术中难度较高的产品,成书于 1637 年的《天工开物》记载,16 世纪即将我国冶炼的锌运往欧洲,直到 18 世纪中期欧洲才从我国学会炼锌的技术。

从炼铁、炼钢、合金冶炼、有色金属冶炼等技术的创新,中国在相同的历史时期,均处于世界领先或先进水平。可见,中国封建社

会的生产工具的制造,处于世界创新的前沿,这也正是中国古代科学技术具有世界水平的实际反映。

二、中国古代科学技术对全人类做出过伟大贡献

四大发明是中国古代最杰出的技术创新。

从陕西出土文物考证,约在公元前 2 世纪和公元前 1 世纪,就已有植物纤维制作的纸。东汉(公元 1 世纪)的蔡伦(生年不详,约卒于公元 121 年)制成质量好、实用、价廉、适于推广的纸,世称“蔡侯纸”。造纸业在东汉末年成为重要的手工业。在全世界近代工业革命以前,全球都以我国造纸技术制纸,中国古代造纸技术为近代世界文明的出现提供了物质手段。

古代文字传媒手段是印刷,中国印刷制品已有考古发现。如《陀罗尼经》约刻于公元 704 年至公元 751 年,《金刚经》刻于公元 868 年,但均为雕版印刷术。雕版印刷发明于隋唐年间,确切年代尚无定论。在唐代中期雕版印刷技术已在农业、医书的文化出版业有了较广泛的发展。五代国子监雕印《九经》,为官府刻书之始。宋代雕版印书风行,完成了《大藏经》(共 1076 部,5048 卷)的雕印,历时 12 年(从公元 971 年开始),雕版 13 万块。元朝雕印《金刚经法》用双色(朱墨)套印。16 世纪中期,南京是彩色套印的中心,到 17 世纪初雕印已可五色套印,比欧洲套色印刷早 100 多年。17 世纪中期(1644 年),又创造了雕版“拱花”法(即凸印法)。可见从发明印刷技术开始,我国印刷术就走在世界前列。

北宋时我国印刷技术有重大技术创新,出现了更新换代的飞跃。《梦溪笔谈》(沈括著)记载:“庆历中有布衣毕昇又为活版”,即在北宋庆历年间(公元 1041 年至 1048 年)毕昇(生年不详,约卒于公元 1051 年)发明了活字印刷术。《梦溪笔谈》记述:“其法用胶泥刻字”,“每字为一印”,“火烧令坚”,“设一铁板其上以松脂腊和纸灰之类冒之欲印则以一铁范置铁板上”,“乃密布字印满铁范”。毕

昇活字印刷法的技术路线与现代铅字排版印刷,完全一致。活字排版印刷比雕版印刷,既省人、又省时,而且财力也可节约。毕昇的发明到大规模实际应用,又经历了一段改进和完善的过程。在毕昇发明以后约 200 年,元代姚枢、杨左才用活字小批量印成书。约经过 250 年,元代王桢制木活字大批量印书,并创造了转轮排字架。600 年后山东泰安徐志定制成磁活字印书,经过 800 年后清朝的翟金生改进为系列化、规模化的印刷技术。

欧洲最早用活字印刷法是德国人谷登堡(公元 1394 年至 1468 年),他在 1450 年用铅合金字印刷了《二十四行圣经》,活字印刷比毕昇晚 400 年,也比我国(13 世纪)开始采用金属(锡)活字约晚 100 年。

毕昇的发明传播到亚洲,又传播到欧洲,这项技术创新为西方古文明在中世纪以后的复兴,创造了物质技术基础,对全人类的进步作出了光辉的贡献。

指南针的发明也是我国古代对人类文明的伟大贡献。《韩非子·有度篇》记有“先王立司南以端朝夕”。司南是天然磁石制作的勺,底光滑,其柄可指南方,端朝夕即可端正四方。可见在战国时代(公元前 5 世纪到公元前 3 世纪)已利用天然磁石端正方向。北宋朱 所著《萍洲可谈》(公元 1119 年)中即有在航海时应用指南针的记载。而且我国很早即在实践中总结了用人工磁化制作指南针的工艺方法。北宋时,曾公亮在《武经总要》,沈括(公元 1031 年至 1095 年)在《梦溪笔谈》中都有记述。由于我国宋代与阿拉伯国家在海上交往密切,因此指南针很快传播到阿拉伯国家,其后又传到欧洲,为世界航海事业提供了科学的技术装备,也为资本主义生产方式的发展、商品经济的扩大,提供了物质基础。按文献资料的证实,欧洲关于指南针的记述,最早出现在 1190 年。而我国无论在发明或是技术工艺的完善,都比欧洲要早。在航海实践方面,公元 842 年至公元 859 年(唐朝),先后开辟了三条不同的海上航

线,在中国浙江与日本之间航行,最短全程只需三天。所以,指南针的航海应用,也在全世界遥遥领先。