

百 卷 本

世界全史

主编 史仲文 胡晓林

中国国际广播出版社

世界古代中期 科技史

申先甲 王士平 著

中国国际广播出版社

内 容 提 要

本书叙述了公元前 8 世纪到公元前 3 世纪前后世界科学技术发展的基本概况。

本书将以这一时期的古希腊和中国春秋战国这两个科学文明中心为主线,兼及北非、西亚和南亚的古代科学技术发展状况,作出系统的论述;内容包括金属冶炼、土木工程、手工业技术、物质构成学说、天文学、地理学、数学、生物学、医学和物理学的发展状况与成就;同时注意揭示科学技术发展与社会历史诸因素的相互关系,从中得出一些历史的启示。

目 录

世界古代中期科技史

一、概 述	1
1. 阶级社会的出现与科学技术的发展	1
2. 西亚、北非和印度河流域的古文明	4
3. 爱琴地区的古文明和希腊科学文化的发展	10
4. 中国春秋战国的文化繁荣	18
二、土木工程和手工业技术	22
1. 制陶、玻璃和金属冶炼的发展	22
2. 纺织、染色和酿造技术	31
3. 土木工程和建筑	36
4. 机械制造	43
三、古代的物质构成学说	48
1. 巴比伦、埃及和印度的古代物质构成说	48
2. 爱奥尼亚的元素论	51
3. 古希腊的“四根说”和“种子说”	57
4. 古希腊的原子论	63
5. 中国的五行说、元气论与原子论	69

四、古代天文学	72
1. 巴比伦、埃及和印度的古老天文知识	72
2. 古希腊的宇宙论	77
3. 古希腊时期的地心说与日心说	86
4. 中国春秋战国时期的天文学成就	94
五、古代地理学	104
1. 古希腊的地理学成就	104
2. 中国古代地理学的初创	116
六、古代的数学成就	123
1. 西亚、北非和南亚的古代数学知识	123
2. 古希腊的数学成就	132
3. 中国古代数学知识的积累	161
七、古代生物学和医学知识	168
1. 西亚、北非和印度的古代医学和生物学	168
2. 古希腊的生物学和医学成就	173
3. 中国春秋战国时期的生物学和医学成就	183
八、古代物理学成就	191
1. 古希腊关于运动和空间、时间的观念	191
2. 希腊时期的经验物理学知识	193
3. 中国春秋战国时期的物理学成就	197

一、概 述

1. 阶级社会的出现与科学技术的发展

在大约距今 5000 年前后,科技文明在几个较大的河流沿岸,先后出现了。这和阶级社会出现几乎是同时到来的。

随着新石器时代后期的经济发展,越来越多的剩余产品和财富在部落首领、军事首领以及掌管宗教活动的祭司手中集中起来,使私有制开始出现。氏族内部贫富分化的加剧逐渐演变为阶级的分化;部落之间的繁频战争,使胜利者可以掳掠到大批的奴隶,从而加速了氏族社会的解体 and 阶级社会的形成。

原始农业虽然出现于亚、非、欧、美等广大地区,但由于土壤肥力的过快消耗,限制了多数原始村落的规模和农业发展的稳固性。只有那些水量充足、供水方便、土壤肥沃的河流沿岸地区,才能为农业的发展提供天然的优越条件,使农业扎下根来,使定居村社繁荣起来。而在这些地区修建较大的引水灌溉工程等活动,又冲破了天然经济单位的局限,促进了许多部落的联合;工程实施、水量分配等活动又促进了社会组织的变化和协调关系的扩大,成为促进民族形成的重要因素之一。于是,河流地区村社规模不断扩大,从村落发展为乡镇,又从乡镇发展为城市。城

市的出现既是古代文明发展的结果,又成为推动古代文明进一步发展的巨大动因,特别是加速了奴隶制城邦的兴起,随后又发展成为奴隶制国家。

阶级社会的出现,在历史上是个进步的现象,因为它的出现促进了社会生产的发展和科学技术的进步。首先,阶级的分化使一部分人能够脱离繁重的体力劳动,有闲暇的时间去从事别的活动,特别是以脑力活动的形式去总结广大奴隶的生产实践经验,并进行一些抽象的理论问题的探索。科学知识尽管产生和存在于生产技术之中,生产技术又是由劳动者直接掌握的,但他们一般地说没有从事科学活动的可能;科学活动主要是一种脑力劳动,在那个社会中只能由那些对生产比较关心、与劳动者关系比较密切的脑力劳动者来进行。

其次,由于城市的发展和城市生活的需要,在城市中集中了大量手工艺人、商人和管理人员;房屋建筑、道路修建、车辆制造、手工艺品的制造和大量商品的交易等,都涉及到数学、物理、化学以及多种技术知识。这种社会需要必然会促进科学知识的积累和技术的发展,并加速了它们的交流传播过程。

第三,由于有了一批专门从事脑力劳动的人,文字才得到了发展。文字是文明发展的重要条件。有了文字,才使人类的经验和智慧摆脱了只能口头传达的局限性,人类的知识和文化成果才能被记录和保存下来,在空间和时间上广为传播。

早在新石器时代后期,社会已经有了对文字的需要。最早人们是结绳或刻痕记事,后来就有了图画文字、象形文字。巴比伦南部的苏美尔人早在公元前 4000 年中期就创造了一种图形文字。由于图形文字很难表达复杂而抽象的概念,后来便逐渐发展成一种表意文字,即用各种字形结合起来作为语言意义的记号。

随后又出现了谐声文字，同声的词常常用同一符号表示，使苏美尔人的图形符号从早期的两千多个减少到五百多个。由于美索不达米亚地区的石头很少，他们便用削成三角尖头的芦苇杆、木棒或骨棒把文字压刻在软泥版上，然后把泥版晒干或烘干加以保存。由于这样压写出来的字体一端较宽深，一端较狭细，每一笔划的形状很象一楔形，故被称为楔形文字。古埃及人在古王朝初期（约公元前 27 世纪）已创造出了许多字。他们使用的是以表形符号、表意符号和标声字母相结合的象形体文字，其中有单辅音符号 24 个，这是人类最早创造的标声字母。古埃及人的书写技术与两河流域不同。在尼罗河三角洲盛产一种状似芦苇的植物“纸草”，把它切成小段剖开压平，拼排连接成片，干后即成草纸。用芦苇杆作笔，蘸上由菜汁和黑烟末调制成的墨，就可以在上面书写。在古代地中海地区，埃及的纸草无疑是最好的书写工具，所以被腓尼基商人大量贩卖到整个地中海地区。把纸草粘接起来连成长条，可以卷起来保存，“卷”这个名词就是由此转化而来的。

古代文字演变的结果，一是发展为西方流行的拼音文字，一是象汉字那样的表意文字。公元前 13 世纪末，地处地中海东岸的腓尼基人在埃及、巴比伦和克里特等地文字的影响下，发明了字母，对人类文明作出了重大贡献。这种便于拼音并便于书写的字母文字，共有 22 个辅音，不同音的字母组合起来就可以构成无数的词。希腊人吸收了这些字母，又增加了元音字母，制定出了更为完整的希腊字母系统。后来欧洲多数国家采用的拉丁字母，就是从希腊字母演变而来的，斯拉夫字母也是从希腊字母演变而来的。腓尼基字母同样也是希伯来字母和阿拉伯字母的祖先。拼音字母可以做到口头语言与书面语言的一致，便于书写、

学习和流传,所以很快为世界绝大多数国家所采用。西亚和印度地区在公元前后也采用了先进的字母文字。

汉字是从甲骨文经过金文、籀文、小篆、隶书而演变成现在通行的楷书的^①。汉字是一种表意文字,字数多而难学。但汉字作为中华民族共同的书面语言,比较稳定,基本上没什么变化。所以古代的文献现代人也很容易读懂,不象拼音字那样随着地区和时代不断变化。因此汉字对于中国文化的延续、中华民族共同心理状态的形成以及国家的长期统一,都起了积极的作用。

综上所述可知,以农业的发展为基础的河流文明和城市文明的出现,特别是由此而产生的阶级社会的形成和体脑劳动的分离,是人类社会历史发展中的一个重大转折。这个转折为古代科学技术的发展创造了基本条件。进入古代中期后,出现了以古希腊和中国春秋战国东西方两个科学文化高峰为代表的世界五大文明地区科学技术的繁荣。

2. 西亚、北非和印度河流域的古文明

(1) 两河流域的古文明

西亚的幼发拉底河和底格里斯河流域,是人类文明的发祥地之一。希腊语称这个地区为美索不达米亚,意为两河之间的地方。两河流域的北部古称亚述,南部古称巴比伦尼亚,它又分为苏美尔、阿卡德南北两个部分。两河流域雨水稀少,靠两河每年3月至7月的定期泛滥为农业生产提供条件。两河流域北部为较高的丘陵地带,多石料、木材和矿藏资源;南部低洼多沼泽,富

^① 报载湖北考古工作者最近在宜昌县杨家湾遗址发现中国最早的象形文字,把中国文字的起源推到6000年前,比商代殷墟甲骨文还早2000多年。

有芦苇、椰枣、鱼类和粘土。公元前 3000 年前，苏美尔人已经掌握了铜、银等金属的高温冶炼技术；农业已出现犁耕，种植大麦、小麦、芝麻、豆类和蔬菜，并开凿沟渠、兴建堤坝，初步建成了引河水灌溉的系统。他们还先后驯养了羊、猪、驴、牛，并已用驴驮载。在手工技艺方面，苏美尔人已发明了纺织、轮制陶器以及车、船的制造。

在古巴比伦王国第一王朝的第六代王汉谟拉比时期（公元前 1792—前 1750），他们兴修水利，开凿运河，最大的汉谟拉比渠为广大地区提供了充足的水源，使农业得到了发展。这一时期古巴比伦广泛应用青铜器，社会生产力有进一步的提高，采用较完善的扬水器灌溉高地农田，谷物和椰枣的种植都得到扩大，耕作中采用一种带有播种漏斗的改良犁，提高了效率。城市里出现了店铺、货摊和手工作坊，从事冶金、木作、制陶、织布、造船、鞣革和制砖等制作经营。巴比伦王国用驴子组成运输商队对外输出谷物、食油、枣子、皮革、陶罐等，换回金、银、铜、石头、木料、盐和各种供贵族享用的奢侈品。

公元前 11 世纪，两河流域进入铁器时代。北部地区的亚述人在泥版上写字，骑马，驾战车并用强弩射箭。他们的战车队和骑兵队威震远近；由矛手、剑手和射手组成的步兵，作战时排成不易攻破的密集方阵，并广泛使用铁兵器。公元前 689 年，亚述人消灭了巴比伦第四王朝。他们用募兵制建立了强大的军队，包括战车兵、骑兵、重装步兵、轻装步兵，还新设了专业的工兵兵种；军队配备有铁制的盔甲、武器和战马，并备有攻城的冲击器和投石机。通过侵略战争，一度建立起东临伊朗高原，西至地中海和埃及，北及南高加索，南达波斯湾的铁器时代的第一个奴隶制大帝国。公元前 612 年，由迦勒底人建立的新巴比伦王国与米

地联军攻陷了亚述首都尼尼微，亚述帝国崩溃。

尼布甲尼撒二世在位期间(公元前 605—前 562)新巴比伦王国达到最盛时期，攻陷了耶路撒冷和埃及，在巴比伦尼亚北部兴建了一道横跨两河平原的长城以防止米地人的侵袭；扩建了巴比伦城使之成为西亚最壮观的城市，修建了著名的“空中花园”。它的手工业和商业达到了两河流域历史上的最高水平，巴比伦城成为西亚最繁荣的商业中心。公元前 538 年，新巴比伦并入波斯帝国。

波斯帝国的大流士一世(公元前 522—前 485)通过征战，建立了领土空前广阔的奴隶制大帝国。为了便于调遣军队、传达命令，修筑了设有驿站的大路，其中最长的一条由首都苏萨直至小亚细亚海岸的以弗所城，全程约 2400 公里；波斯帝国还第一个施行了统一的铸币制度。公元前 5 世纪初，波斯发动了对希腊的侵略战争，即历时半个世纪的希波战争，结果波斯战败，元气大伤，国势日趋衰落。公元前 330 年波斯被马其顿国王亚历山大所灭亡。公元前 3 世纪中叶，塞琉古王朝被推翻，建立了帕提亚王国(公元前 247—公元 226)，我国史书上称为安息。公元前 2 世纪末，中国汉朝张骞通西域时曾遣副使访问安息，建立了东西双方的交往，“丝绸之路”成了一条重要的国际商道。

(2) 尼罗河流域埃及的古文明

埃及位于尼罗河的下游。其东部隔着红海是阿拉伯沙漠，西面是利比亚沙漠，南部至努比亚沙漠和尼罗河上游的悬崖瀑布，北部尼罗河三角洲沼泽地带古时也难于通航。这个环境使它长期免受蛮族的侵袭。埃及常年雨量稀少，气候炎热干燥，农业全靠河水的灌溉。发源于中非东部高地的尼罗河有固定的汛期，每

年7月雨季到来时开始泛滥,多泥的洪流使尼罗河水上升到25至30英尺,淹没了两岸的滩地;10月泛滥期过后,从上游冲下来的含有大量腐植质的黑色淤泥便留在河谷滩地上。两岸的居民便排除积水,在松软的黑色沃土上耕种谷物,这使埃及成为世界上最早的农业区之一。不过,在很长一段时期里,埃及只是一条长而青绿的、肥沃的、几公里到几十公里宽的河滩地带,夹在黄色石灰岩和沙漠之间。完全可以毫无夸张地说,埃及是尼罗河的女儿,连她的土壤也是这条大河赐与的。因此,埃及人对尼罗河是赞美的;安定的生活环境使埃及人的宗教信仰也带上乐观主义的基调。埃及的神祇都是善良的,人们相信人在死后也会过美好的生活。所以从法老到大小奴隶主,生前就极力营建包括金字塔在内的陵墓,以便死后到另一个世界享用。

埃及人很早就制出了陶器,驯养了猪、牛、羊等。到公元前4000年中期,埃及人已学会了冶炼金属,用铜制造工具和武器,并有了发达的犁耕和灌溉农业,种植大麦、小麦、亚麻等作物。约在公元前3000年左右,埃及形成了统一的国家,建立了早期王国的第一王朝。埃及在古王国时期(约公元前2686—前2181)已广泛使用牛拉的木犁和铜制的镰刀;手工业已从农业中分离出来,有冶炼、制陶、采石、木作、皮革、纺织和造船等各种行业。中王国时期(约公元前2133—前1786)埃及已出现了青铜器,用类似中国古代桔槔的工具“沙杜夫”提水浇灌农田。手工业上已使用一种平式织布机。埃及人还发明了烧制玻璃的技术。新王国时期(约公元前1567—前1085),埃及达到了它在军事、政治、经济和文化的最强盛的“帝国”时期。这时埃及已普遍使用了青铜器,在冶炼技术上用脚踏风箱代替吹管冶炼,提高了熔炉的温度;农业上使用一种梯形把手的新式犁和骡马等畜力;纺织业上

发明了悬式纺锭和立式织布机；此外还出现了彩色玻璃、彩陶等新工艺。石匠、陶匠、木匠、珠宝匠、铜匠和金匠等多到数以万计。国内外贸易也有很大发展。努比亚和红海西南沿岸的金、银、象牙、鸵毛、香木，叙利亚的牲畜、酒、木材，巴比伦的织物、油类、马匹和奴隶等都向埃及输入；而法老的商队则远渡重洋，携带金块、珠宝、象牙、陶器、花瓶、亚麻布和纸草等进入爱琴海地区贩卖。

公元前约 1085 年，埃及进入后王国时期。社会经济继续发展，掌握了冶铁技术，铁器被广泛使用。在 26 王朝时期（约公元前 610—前 595）埃及还挖通了尼罗河与红海之间的运河，促进了农业和商业的发展。到公元前 525 年，埃及被波斯帝国所灭；公元前 332 年，又被马其顿国王亚历山大所占领。公元前 323 年，大将托勒密自立为王，以亚历山大城为首都，建立了托勒密王朝，并使亚历山大城在相当长的时期内成为世界上最大的科学文化中心。埃及虽然被征服了，但它的科学技术成果被希腊人所吸收并继承；它的制陶技术依然影响着别的国家的制陶风格；它在希腊人之前发明的柱廊和拱门，也被希腊人和罗马人所广泛采用。

（3）印度河流域的古文明

古代印度系指现在整个南亚次大陆上各个部落和国家的总称。这块大陆是一个巨大的三角形，北面以兴都库什山脉和喜马拉雅山与欧洲、近东大陆隔开，南部是伸入印度洋的楔形半岛，东临孟加拉湾，西为阿拉伯海。发源于喜马拉雅山的印度河和恒河分别流经次大陆北部的两大平原。半岛的南部地区是一个不很高的德干高原，有丰富的森林和矿产；高原两侧是酷热的沿海

平原，雨量充沛，宜于农耕。可以相信，在远古时代，海岸线很长的印度就有了一些沿岸航行的船只，在印度和巴比伦之间进行海上贸易，后来使用的铁也是外来的。

约在公元前 2000 年左右，印度已进入典型的青铜文化时期，当时已有青铜制造的斧、镰、锄、锹、刀、矛、箭头和剑等工具和武器。农作物有大麦、小麦、稻谷、胡麻、甜瓜、蔬菜等。印度是世界上最早种植棉花的地区。畜牧业已饲养牛、羊、猪、狗、鸡等动物。手工业除冶金、制陶、烧砖、造船外，棉纺业十分发达。在建筑上用红砖砌屋，城市有高厚的城墙，完备的下水系统和人工挖的水井，甚至出现两层的楼房。当时所用的石制砝码表明，已掌握了二进位和十进位的度量衡制度。从美索不达米亚和叙利亚发现的印度河流域文化的印章，证明当时的印度已有了对外贸易。

公元前 1000 年代初，印度开始使用铁器，并逐步形成了许多奴隶制国家。在雅利安人中创立了婆罗门教，即印度教；其经典为《吠陀》，原意为“知识”。这一时期在奴隶社会等级划分的基础上形成了严格的种姓制度。公元前 4 世纪下半叶，原来位于恒河中游的摩揭陀，基本上统一了整个北印度。这个时期铁器已普遍使用，农业、手工业和商业都有了发展，城市经济也十分兴旺。

公元前 6 世纪，由乔达摩·悉达多（即释迦牟尼，约公元前 566—前 486）所创立的佛教，不仅一度盛行于次大陆，而且还传到亚洲的一些国家。佛教所主张的“众生平等”虽然反映了被压迫种姓的平等愿望，但它所主张的以苦行来寻求拯救，专心致力于宗教冥想以取得心灵宁静的方法，对科学和技术的发展很难有积极的影响。

公元前 327 年，马其顿的亚历山大曾率兵侵袭了印度的西

北部。这次短暂的入侵使印度接触了希腊化的世界；希腊化的工业制品、艺术与思想都输入了印度。印度的建筑也开始流行使用石头，用石头雕刻佛像，希腊化的宗教信仰也渗入了印度。

公元前四世纪末建立的孔雀王朝（约公元前 324—前 187）依靠由步兵、骑兵、战车和经过训练的驯象组成的庞大军队征服了除半岛南端以外的整个印度，成为印度历史上第一个幅员广大的统一帝国。阿育王（约公元前 273—前 232）大力宣扬佛法，成为佛教的第一个护教皇帝。他在印度境内建造了许多壮丽的佛教寺庙和佛陀塑像，并派遣佛教徒到斯里兰卡、缅甸、甚至波斯、埃及、希腊等国宣传佛教。

孔雀王朝时期，印度的生产力有了进一步的提高。铁器的制造和使用已很普遍，各地都开凿了一些沟渠、水井和池塘进行农田灌溉。手工业也有了发展，出现了一些以棉纺织品著称的地区。由于国家的统一，疆域的扩大，不仅内地贸易更为活跃，与海外的斯里兰卡、缅甸、西亚、埃及以及中国都有贸易往来。阿育王之后，印度又逐渐分裂，公元前 187 年，孔雀王朝便灭亡了。

3. 爱琴地区的古文明和希腊科学文化的发展

古代希腊的地理范围，包括希腊半岛、爱琴海诸岛、克里特岛和小亚细亚西部沿海地带，统称为爱琴地区。爱琴地区属亚热带气候。希腊半岛境内多山和丘陵，缺少大河与平原，土地较贫瘠。除狭窄的沿海地带和内陆小块盆地可种植大麦、小麦等农作物外，缺乏适于发展农业的肥沃土壤。山地和丘陵适于放牧并盛产橄榄和葡萄；此外还有少量铜、铁、铅等金属资源。各个岛屿有丰富的大理石、陶土和银矿等手工业原料。由于有曲折的海岸线

和良港,沿海居民多从事渔业,并有较发达的工商业,贸易占有重要地位。

爱琴地区与西亚、北非的距离使它既可以接受那里的古文明的影响,又远离动乱的中心两河流域。这种自然环境、地理条件和多样性的经济,对古希腊文明的形成和发展起了重要的作用。19 世纪末以来的考古发掘证明,爱琴文化是欧洲最早的青铜文化。由于克里特岛和迈锡尼的文化遗址最为典型,故又称为克里特、迈锡尼文化。

(1) 克里特文化和迈锡尼文化

克里特岛特别优越的地理位置,良好的气候,丰富的水产、水果和橄榄,使克里特岛的皮拉斯基人早在公元前 25 世纪左右,已创立了金石并用的文化。到公元前 21 世纪至前 17 世纪之间,克里特岛已普遍使用了青铜工具和兵器,发展到阶级社会,并建立了发达的造船业、榨油和制陶业。公元前 1600—前 1450 年间,克里特文化进入全盛时期,出现了不少贵族居住的豪华宫殿等宏伟建筑,如著名的诺萨斯王宫。当时的克里特岛是地中海的贸易中心。埃及的黄金、象牙、玻璃、粮食,叙利亚的马匹和木材,塞浦路斯的铜,爱琴海诸岛的云石、银和陶器等,都经过这里转运到各地。克里特岛主要出口橄榄油和陶器。克里特人早期曾创立了象形文字,后来又发展出简便得多的线形文字。公元前 14 世纪到前 12 世纪,来自希腊本土的不断入侵,使克里特文化遭到了毁灭。

希腊半岛南端(即伯罗奔尼撒半岛)早在公元前 3000 年前已有人居住。公元前 21 世纪至前 17 世纪,北方讲希腊语的阿契亚人大量涌入这里并创造了迈锡尼文化。他们种植大麦、小麦、

豌豆、蚕豆、洋葱等作物，驯养了牛、羊、驴等，已经有了相当发达的制陶业，金属加工技术也有一定的进步。公元前 16 世纪到前 12 世纪，是青铜器的鼎盛时期，迈锡尼文化也达到鼎盛时期。这时已经使用马驾驭的战车；陶器制造技艺有了进一步的发展，从小酒杯到储存粮食、葡萄酒的大陶罐都有出土，而且雕刻有形态生动逼真的人物和动物的图画；迈锡尼的城墙和塔楼都是用巨石垒成的，城门上有一尊巨大的雄伟壮观的狮子石像，所以被称为“狮子门”。从迈锡尼还发掘出大量用线形文字书写的泥版文书。遍及东地中海直到腓尼基的大量迈锡尼陶器等遗物，表明贸易在这个地区占重要地位。

在迈锡尼文明后期，阿契亚人组织了希腊联军，发动了远征小亚细亚富庶城市特洛伊的长达十年的战争，最后用“木马计”攻陷了特洛伊，但迈锡尼自己也元气大伤，不久便被希腊半岛北部的多利亚人所征服，迈锡尼文化便衰落了。

（2）荷马时代

公元前 11 世纪到前 9 世纪，是《荷马史诗》所描绘的时代，故称“荷马时代”。大量希腊部落从北方、东北方迁入希腊本土、爱琴海诸岛以及小亚细亚西部沿海。经过一个短时期的吸收和消化西亚、北非的文明之后，希腊人开始创造了当时地中海地区最高水平的技术。到公元前 10 世纪，希腊出现了铁器时代的曙光。从这一时期铁匠的墓葬里发现了打铁用的锤、砧、风箱、钳子以及铁制的斧、钻等。在农业上已经采用了双牛牵引的犁，使用了铁铧、铁锄和铁镰。手工业开始从农业中分化出来，在史诗中提到的有铁匠、木匠、皮革匠、制陶匠等多种“民间艺工”。当地原有的榨制橄榄油、酿造葡萄酒和制陶工业有了进一步的发展，在