

百 卷 本

世界全史

主编 史仲文 胡晓林

中国国际广播出版社

世界中世纪 科技史

王 巍 著

中国国际广播出版社

内 容 提 要

根据传统看法,中世纪被视作一个文化和科技发展暗淡无光的黑暗时期。因此,迄今国内提及中世纪科技成就时,大多语焉不详,一笔带过。笔者认真查阅了各专门学科的学术发展史,发现即使在那个学术荒漠的时代,仍然有一大批特立独行、坚忍卓绝的科学工作者总结了广大劳动人民的智慧结晶,并发扬光大,取得了辉煌的成就,为近代科学的诞生作出了杰出贡献。中国的科学技术更是达到了前所未有的高度,成为世界科技史中的一朵奇葩。本书分阿拉伯、欧洲、中国三个地区,分别涉及数学、物理学、化学、医学、天文历法、地学、生产技术等七个领域,谨作概括综述,以飨读者。

目 录

世界中世纪科技史

一、概 述	1
1. “黑暗的”世纪	2
2. 阿拉伯学术的兴起	5
3. 黎明的曙光	9
4. 东方的繁荣	14
二、数 学	21
1. 印度数学	21
2. 阿拉伯数学	24
3. 欧洲数学	27
4. 中国数学	32
三、物理学	41
1. 阿拉伯物理学	41
2. 欧洲物理学	43
3. 中国物理学	48
四、化 学	54
1. 阿拉伯炼金术	54
2. 欧洲炼金术	58
3. 中国炼丹术	62

一、概 述

中世纪指的是从 5 世纪古希腊、罗马文化的萎缩,到 15 世纪意大利文艺复兴为止整整 1000 年的漫长时期。根据传统的看法,中世纪是一个文化和科技发展暗淡无光的黑暗时期。但是近来人们怀着新的兴趣对 13、14 世纪欧洲历史上的科学和文化艺术重新考察,可以清楚地看到,那时已有一种新文明的萌芽出现。因此,现在也有人建议把“中世纪”一词只用于 12 世纪以后,文艺复兴以前的 400 年时间。不过本书还是沿袭传统的用法。

从公元 5 世纪到 12 世纪的中世纪早期,是欧洲的黑暗时期。古代希腊灿烂文明的余辉,从 6、7 世纪开始就逐渐在欧洲大陆消逝。然而从公元 800 至 1100 年间,阿拉伯学术达到了它的鼎盛时期。阿拉伯文化作为古代文明的“冷藏库”和桥梁,为欧洲提供了丰富的学术资料以及科学研究的精神。13 世纪以后,欧洲从阿拉伯人那里学到不少东西,科学的中心又逐渐转移到欧洲。

与欧洲中世纪这段时间相对应的是中国的隋唐宋元时期(581—1368)。中国的科学技术经过长时间的知识积累,到秦汉时代已形成了较为系统的理论,再经过魏晋南北朝的不断提高,隋唐宋元时期中国科学技术达到了前所未有的高度。和西方贫乏的科技成就相比,中国宛若光彩夺目的明星,在世界上处于领

先地位。

与此同时,这一时期的非洲和美洲也孕育了灿烂的中古文明。例如美洲的玛雅人在许多科学领域都取得了辉煌的成就,成为印第安文明的杰出代表,被誉为“新世界的希腊”。此外,在东方的几个亚洲国家如印度、朝鲜、日本等也都出现了许多杰出的科学成就。然而,就整个世界范围看,除了在数学方面我们不能不提到印度人的智慧,世界科学技术的中心仍然是在欧洲、阿拉伯以及中国这三个地区。因此,本书主要是考察阿拉伯、欧洲和中国的学术成就。

1. “黑暗的”世纪

中世纪的开始是以西罗马帝国的覆灭为标志的。公元410年,西哥特人围攻罗马,城里的奴隶在夜间打开了城门,号称“永恒城”的罗马就这样陷入“蛮族”之手。到5世纪中期,西罗马帝国的行省又大部分丧落于日耳曼人手中。公元476年,日耳曼雇佣军将领亚克废除了西罗马的最后一个皇帝罗慕洛,西罗马帝国彻底灭亡。伴随着西罗马的覆灭,西欧的奴隶制也消亡,进入了封建割据的时期,漫长的中世纪开始了。

公元9世纪,新的社会制度——封建制度开始在西欧普遍地确立,国王、贵族、教会上层人士掌握了土地所有权,也掌握了政治权力成为封建主阶级。其中国王是最大的封建主,他把一部分土地分封给大封建主,大封建主再把土地分封给小封建主。国王和封建主又各自分封一批骑士,作为自己的武装力量。这样就形成了以国王为首的金字塔式的封建等级制度。国王高高在上,以下是公爵、伯爵,一直到骑士。这些大大小小的封建主分别领

有大小不等的封地，拥有数量不等的庄园、农奴和武装。而农民被剥夺了土地所有权和人身自由，成为奴隶。他们只有简单的劳动工具和微薄的家产，在艰苦的条件下从事劳动生产、创造财富。虽然他们的地位较西罗马帝国时的奴隶有所改善，但仍然没有摆脱被残酷剥削、奴役的境况。

封建制度确立以后，大大小小的封建庄园建立起来，代替原先的农村公社成为西欧社会的细胞，一个封建庄园往往就是一个封闭、孤立的堡垒。庄园里需要的一切，基本上能做到自给自足。粮食、武器、农具、织物等生活用品和劳动工具，几乎都由本庄园的农奴生产。农奴很少有剩余产品可以和外界交换。

这种自给自足的小农经济无疑不利于科学技术发展。耕作的农奴们日出而作，日落而息，每天机械地重复着简单的操作。而在庄园的作坊里磨麦、榨油、纺织的农奴，在沉重劳役的压迫下，也无暇关心劳动技能的提高，而且这种提高因为不能增加经济收入而显得多余。唯一可以免于辛勤劳作的封建主大都爱好打猎和比武，粗野无知，大多数是文盲，不可能成为从事科学研究的中坚力量。

此外，与罗马帝国大一统的政权不同，封建制度下的西欧分裂割据严重，每一个封建主等于是一个小国君。他们往往依仗自己的武装力量割据一方，各自为政。而且封建主之间勾心斗角、互相冲突。西欧广大的土地上战火弥漫，混战不休，对经济、科学、文化的发展带来了破坏性的影响。因此，中世纪早期往往被称为“黑暗的世纪”。政治上的混乱无疑是导致科学文化落后的重要原因。

基督教会在西欧确立了统治地位，这是阻碍科学技术发展的另一个重要原因。

基督教刚诞生时还仅仅是犹太人的一种精神藉慰，后来则被罗马皇帝有意识地加以利用。到公元 5 世纪，基督教已经奠定了在西罗马帝国中的国教地位。西罗马帝国灭亡以后，欧洲在政治上处于分裂状态，亟待精神上的统一。于是罗马主教地位逐渐加强，成为西欧教会的首脑，自称教皇，并在广袤的西欧土地上获得了精神上的统治地位。

基督教的基本教义不关心科学技术研究。基督徒期待着天国，等待末日宣判的来临，认为死亡才是通向神秘来世的有效途径。因此教徒们淡漠世俗的生活，只关心来世的问题。这种死亡的人生观造成了中世纪的神父们轻视世俗知识的恶果。圣安布罗斯就公开宣称“讨论地球的性质和位置，并不能帮助我们实现对于来世所怀的希望。”

基督教会有时甚至把科学技术视作象异教一样的罪恶，并且下决心予以根除。早在公元 390 年，在德奥菲罗斯主教的指挥下，基督徒摧毁了亚历山大里亚图书馆的一个分馆。教会取得更大的权力以后，敌视科学的态度变本加厉了。公元 415 年，亚历山大里亚有一个当时最著名的女数学家，名叫希帕蒂亚，她被当地的一位教长视作邪恶的化身。在他的唆使下，一群愤怒的基督徒残忍地用蚌壳肢解了她。这个血腥的故事代表了教会在以后长达 1000 年的时间里对待科学的基本态度，也是宗教裁判所死科学异端的先声。

随着教会财富和权力的不断增加，教会也越来越腐化。教士们荒淫无度，穷奢极侈，从事投机买卖，贿买教职。他们还通过“什一税”、“赎罪券”等形式剥削人民的财产。这些做法严重束缚了社会生产力的发展，对科学技术的成长极为不利。

但是，如果我们认为基督教会是造成“黑暗世纪”的万恶之

源,没有对欧洲科学技术作出分毫的贡献,这种看法也是片面的。

教会为了培育神职人员,修建了大量的修道院。欧洲修道院制度的创立者是圣本笃(约480—550)。他出生于意大利斯波累托城的一个富裕家庭,年轻时就具有非凡才干。自小虔信宗教,竭力刻苦修行。罗马和那不勒斯两城中间有个名叫蒙特卡西诺的地方,本笃在那里一座寂静秀丽的深山中修建了修道院,从此在那里刻苦修行。本笃式的修道院在公元7、8世纪广泛传播开来。在这些修道院中,初级的教育保持了下来。教士们手抄书稿,传播有用的手艺。

由于《圣经》福音故事记载了不少耶稣施神迹、救病人的故事,修道院的修士们很重视医术。救治病人的故事,修道院的修士们很重视医术。救治病人是修道院的义务。修士们使用的医术中既有巫术,也有古代科学家希波克拉底、盖仑流传下来的医学知识,从而使医学得以成为中世纪欧洲最早复兴的一门学科。僧侣们也从事耕作,因此保存了不少农业方面的知识。

在中世纪早期的混乱和动荡中,修道院是外人不得擅入的圣地,从而使有些人可以在院中潜心钻研学问。因此,延续了800年的修道院制度在当时非常混乱的欧洲起了维持文化启蒙的作用。本笃修道院在许多方面实际上是中世纪欧洲大学的雏形。这是中世纪欧洲教会科学技术发展所起的积极作用。

2. 阿拉伯学术的兴起

在红海与波斯湾之间的阿拉伯半岛上,很早就有阿拉伯人居住。阿拉伯有些地方,如阿拉伯半岛西南角的也门地区,雨水

充足,植被丰富,早在公元前 1000 年左右就创立了灿烂的农业文明。然而阿拉伯的大部分地区气候干燥,属于沙漠和草原。大部分阿拉伯人在这片广阔的土地上从事游牧,逐水草而居。他们被称为“贝都因人”。贝都因是阿拉伯语,意为“沙漠居民”。贝都因人骑着“沙漠之舟”——骆驼,带着羊毛、骆驼毛织就的帐篷到处流浪。他们以椰枣、畜乳为食,以放牧骆驼和羊为生,形成了早期的阿拉伯游牧文明。

阿拉伯的地理环境优越。尤其在阿拉伯半岛西部的也门,海上运输十分发达,中国的丝绸、印度的香料、非洲的黄金,都可以从海上运到也门。同时也门有一条陆路商道,向北一直延伸到红海东岸。不仅阿拉伯半岛出产的椰枣、葡萄干、皮革和金银矿产通过这条商道源源不断地运往西方,而且阿拉伯人利用地利之便,成为东西方物资交流的中间商。由于商业的发达,商道上很早就出现了城市。到 7 世纪初,当时主要的商业城市麦地那已有 1 万多居民,麦加则有 2 万以上的居民。

中世纪阿拉伯人在科学技术方面作出重要贡献是在伊斯兰教诞生之后。

伊斯兰教的创始人穆罕默德(约 570—632)出生在麦加的一个没落贵族家庭。他出生前已丧父,幼年丧母,因此没有受过什么教育,很早就帮人放牧、经商。后来他和他的主人——一个富有的寡妇赫底彻结婚,从此富裕起来。他曾经远游叙利亚和也门,接触过犹太教和基督教的教义。40 岁以后,他宣称接受了神的启示,创立了伊斯兰教。

由于初期的伊斯兰教坚决主张仁慈、关心日常生活,而且《古兰经》虽然规定了一神教,但伊斯兰教没有极端的排外情绪,此外,伊斯兰教反对部落之间的流血冲突,号召所有的伊斯兰教

徒——穆斯林，不分部落，不论等级，都是兄弟。穆罕默德还反对高利贷，主张济贫、释放奴隶。因此伊斯兰教深孚众望，很得人心，很快就在阿拉伯半岛流传开来。穆罕默德最终在麦地那建立了政教合一的国家，并且于 630 年率领大军击溃了麦加的贵族，奠定了伊斯兰教在阿拉伯的统治地位。

随着伊斯兰教的迅速传播，阿拉伯各部落迅速统一起来。在穆罕默德生前，阿拉伯半岛已大体统一。他的继承人艾布·伯克（称为哈里发）集宗教、军事、政治大权于一身，继续以“圣战”的名义向外扩张。阿拉伯人征服了中亚细亚、西班牙等地区，罗马在非洲和亚洲的领土除了小亚细亚都沦入阿拉伯人之手，波斯帝国以及印度也由阿拉伯人统治。从 8 世纪起，在阿拉伯广阔的土地上，形成了共同的文化、共同的宗教和共同的文字，对中世纪阿拉伯科学技术的发展产生了深远影响。

公元 750 年，贵族阿布·阿拔斯用武力建立了阿拔斯王朝（中国史称黑衣大食）。王朝最初的 100 年左右，由于战乱平息、政治稳定，因此经济发达、文化昌盛，成为阿拉伯帝国的黄金时期。

当时，阿拉伯帝国的经济支柱之一——农业很受重视。哈里发凭借帝国的雄厚财力和劳力大兴水利，在两河流域开凿了许多运河和干渠。政府也鼓励农民整修农田，从事耕作。在很长一段时期中，肥沃的两河流域下游、中亚的阿姆河和锡尔河流域以及埃及的尼罗河流域等地区，水道纵横交错，灌溉便利，谷物水产丰饶，成为鱼米之乡。

发达的农业促进了阿拉伯手工业的发展。阿拉伯的丝绸棉毛纺织、刺绣、玻璃制造、宝石工艺、造纸等都很有名。传统的商业也方兴未艾。阿拉伯商人往来于亚、非、欧三大洲，不仅运送着

东西方丰饶的物产,也传递了各大洲发达的文化信息。

因为阿拉伯经济的发展,也由于当时的哈里发重视学术,广延人才,促使了阿拉伯学术的兴起。阿拉伯对中世纪科学技术的重要贡献有两个方面:一是保存并传播了古代的文化;二是在广泛吸收各民族文化成果的基础上,在科学技术方面作出了自己的贡献。

西罗马帝国土崩瓦解之后,大批的希腊、罗马以及欧洲的学者迁徙到东罗马帝国。定都君士坦丁堡的东罗马帝国由于免于战火的洗劫,希腊、罗马以及犹太民族的灿烂文化得以保存下来。君士坦丁堡收集并保存了大量的古希腊著作,特别是柏拉图和亚里斯多德的几乎全部作品,东罗马帝国都妥为珍藏。东罗马帝国也保护了一大批因为受欧洲教会极端迫害而流亡的科学家和学者。荣迪沙帕尔的一所波斯学校在公元489年成为西欧景教派基督徒的避难所,在529年欧洲著名的柏拉图学院被封时,又收容了逃离雅典的新柏拉图派学者。

东罗马帝国虽然没有在科学上作出特别了不起的成就,但它保存了古代的灿烂文明,这一点功不可没。由于东罗马帝国地处西欧与阿拉伯之间,君士坦丁堡保存的欧洲古典科学技术的精华逐渐传入阿拉伯,促进了阿拉伯学术的兴起。

欧洲古代的灿烂的科学技术成果经过君士坦丁堡进入和平安定的阿拉伯帝国后,哈里发在各地兴办许多图书馆收藏古代的著作,还奖励学者翻译希腊作家的作品。因此大量的古代作品如柏拉图、亚里斯多德、欧几里得、阿基米德、托勒密等人的著述都被翻译成阿拉伯文。当古代文明的余辉在中世纪欧洲泯灭的时候,阿拉伯无形中起到了“冷藏库”的作用。因此当西欧恢复对学术的兴趣时,他们只好再通过这些阿拉伯译本寻找古代的智

慧。

阿拉伯人足迹遍于亚、非、欧三大洲，是东西方文化交流的桥梁。通过阿拉伯人，印度的十进制记数法、中国的四大发明等科技成果传到西方，成为照亮西欧“黑暗世纪”的第一缕曙光。仅阿拉伯学术的“冷藏库”和“桥梁”作用，就值得在世界科学技术史上大书特书。

此外，阿拉伯经济的发展，也促进了阿拉伯实用科学的发展。阿拉伯人在吸收、包容古代和外民族文化的基础上，创造了灿烂的阿拉伯科学技术。他们注重科学实验，详细收集科学资料，在许多科学领域，如数学、物理学、化学、医学等方面都成就斐然。当我们回顾中世纪的各门自然科学时，我们几乎可以在每一门学科中都找到阿拉伯学者的智慧。现代欧洲语言中的不少科学名词，如英文的代数(algebra)、炼丹术(alchemy)等，都渊源于阿拉伯语。

然而，阿拉伯学术的兴盛没有维持得太久。公元10世纪，法蒂玛王朝占领了整个北非，庞大的阿拉伯帝国分裂了。11世纪时，塞尔柱土耳其人占领了巴格达，阿拔斯王朝名存实亡。当13世纪蒙古大军攻下巴格达，杀死了哈里发以后，阿拔斯王朝就彻底覆灭了。从那时起，伊斯兰教作为一种宗教和文化，依然保存下来并流传至今，但是阿拉伯人引以为荣的“阿拉伯学术”，却从此衰落了。

3. 黎明的曙光

欧洲学术的复兴应该首先归功于中世纪晚期生产力的发展。

大约从 1050 年开始,欧洲进入了中世纪的鼎盛期。欧洲文明觉醒的原因非常复杂,其中一个十分重要的原因是欧洲战争的终止以及随之而来的社会稳定。农奴的辛勤劳动也逐渐结出了成果——欧洲的粮食产量有所提高,欧洲的人口也大幅度地增长。农业生产的发达促使社会分工进一步细化,手工业者离开农业而单独存在,并且逐渐成为新兴城市居民的骨干。

欧洲自古就有城镇。罗马帝国时代的城市如罗马,是具有行政——军事双重性质的城镇。中世纪初期的城市是所谓的“大教堂城镇”。这些城市不从事生产、交易,依靠庞大的赋税维持。然而中世纪晚期出现的城市是新生事物。这些城市是独立自主的、真正的商业实体,依靠工商业交易的收益维系。欧洲新兴城市的诞生主要是因为伴随着手工业的发展以及社会对手工业制品需求的增加,大批农奴手工业者们渴望摆脱封建主的束缚,直接为一切向他们订购货物的人生产,因此他们迁离农村,定居到商业活动比较便利的地区。这些手工业者的商业集居地就逐渐演化为城市。当时的城市一般建立在封建主的领地内,商人和手工业者为了取得工商所必需的自由,往往集体行动,和领主订立契约,赎买处理自己事务的特权,因此城市拥有了相对自由的气氛:城市有权拥有财产;城市法庭有裁判权;可以订立商业契约,买卖自由;人们有人身自由、行动自由。这对于遭受封建政权和教会双重束缚的欧洲是难能可贵的。因此,中世纪欧洲鼎盛时期文化的两大重要标志:激发文学艺术思想的大教堂和科学技术的中心——大学,都是城市创造出的奇迹。城市对科学技术更直接的影响是促进手工业及相关技术的发展。

中世纪欧洲城市的规模并不大,许多城市只有几千人,最大的城市也不过几万人。然而城市中心的政府权力组织起来了,市

政府往往扶植鼓励市场经济，并且吸引不同行业的手工业匠人。城市还是商品集散地，商人们为城市提供了大量的原料并带走大量的成品，从而使城市手工业第一次扩大繁荣起来。

当时城市手工业的生产单位是手工业作坊。作坊主一般有几个帮工和学徒，有自己的生产工具和生产资料。他和家属以及帮工、学徒一起劳动，进行小商品生产。作坊主和学徒之间是宗法性的师徒关系，学徒从师3至7年期满后，还必须以帮工身份在师傅的作坊里再工作几年。帮工自行开设作坊需经同行技师的审查。德国律伯克金饰匠行会规定：要想当技师，必须制造出三件代表作：一是精工的戒指；二是订婚的手镯；三是剑柄上用的烤蓝色的环。这些规定加重了对学徒的剥削，但是也保证了行业的工艺水平。同一个城市里相同行业的作坊主分别组成行会。行会的首领由会员大会选出，行会有严格的行规，对工场设备、产品的质量和数量、原料和产品的规格、产品的售价、作坊的人数、学徒的期限、学徒帮工的待遇、劳动日长短等都有详细的规定。它不仅是生产组织，也具有军事、宗教的性质。行会初期在团结同行业反对封建贵族掠夺和商人欺诈上起了保障成员利益的作用，也起了保证产品质量，保持各会员的平等利益和传授生产技术，促进手工业发展的作用。

欧洲行会的分工很细，行会的数目不断增加。呢绒纺织行业中分出纺纱工、织工、染工、梳毛工等行会。甚至同一器物也可以分成几个行业。例如刀剑制造部门就细分为刀刃匠行会和刀柄匠行会。劳动分工有助于工艺水平的提高。工匠们成年累月、心无旁骛地在小作坊里潜心钻研工艺技术。中世纪欧洲的绝大多数的技术成果都应归功于这些能工巧匠。有的传统工艺因为做工细致、产品精美，甚至经久不衰，流传至今。

欧洲学术的复兴与十字军东征也不无关系。从 11 世纪末开始,西欧的教、俗封建主和大商人,在罗马教皇的发动下,打着从伊斯兰教徒手中夺回“圣地”的旗号,对地中海东部地区进行了持续近 200 年的远征(1096—1270)。历史上称为“十字军东征”。

1095 年 11 月,当时的教皇乌尔班二世在法国勒芒召开宗教会议,向各个阶层的人们进行狂热的宗教煽动。他一边攻击东方穆斯林对天主教徒的暴行,要求领主、骑士和农民拿起武器,为解放“主的坟墓”,拯救“圣地”耶路撒冷而战,一边又以东方的物质利益作为诱饵,说“耶路撒冷是大地的中心,其肥沃和丰富高于一切土地之上,是另一个充满欢娱快乐的天堂”,东方国家“遍地是蜜和乳”。在教皇的煽动下,与会人员高呼“上帝所愿”,并在自己衣服上缝上红“十”字,作为参加远征的标志,因此得名十字军。

十字军东征共 8 次,一度攻占了耶路撒冷(1099 年 7 月)和君士坦丁堡(1204 年 4 月)。然而十字军遭到了东方人民的有力回击。在旷日持久的战争中,穆斯林逐渐收复了领土。1291 年,十字军丧失了最后一个据点阿克,十字军东征宣告彻底失败。

将近两个世纪的十字军东征严重摧残了伊斯兰国家和拜占庭的社会经济与文化。侵略者足迹所至,十室九空,人民死伤惨重,严重阻碍了这些地区社会历史的发展。而且十字军的暴行激起了穆斯林的愤怒。十字军东征种下了基督教徒与伊斯兰教徒之间互相敌视、互相仇恨的祸根,这种消极影响长时期存留下来。

然而,十字军东征在客观上对欧洲的学术复兴也是有积极影响的。通过十字军东征,意大利的威尼斯、热那亚、比萨等城市在东部地中海所起的作用日益扩大,同东方的贸易也兴盛起来。