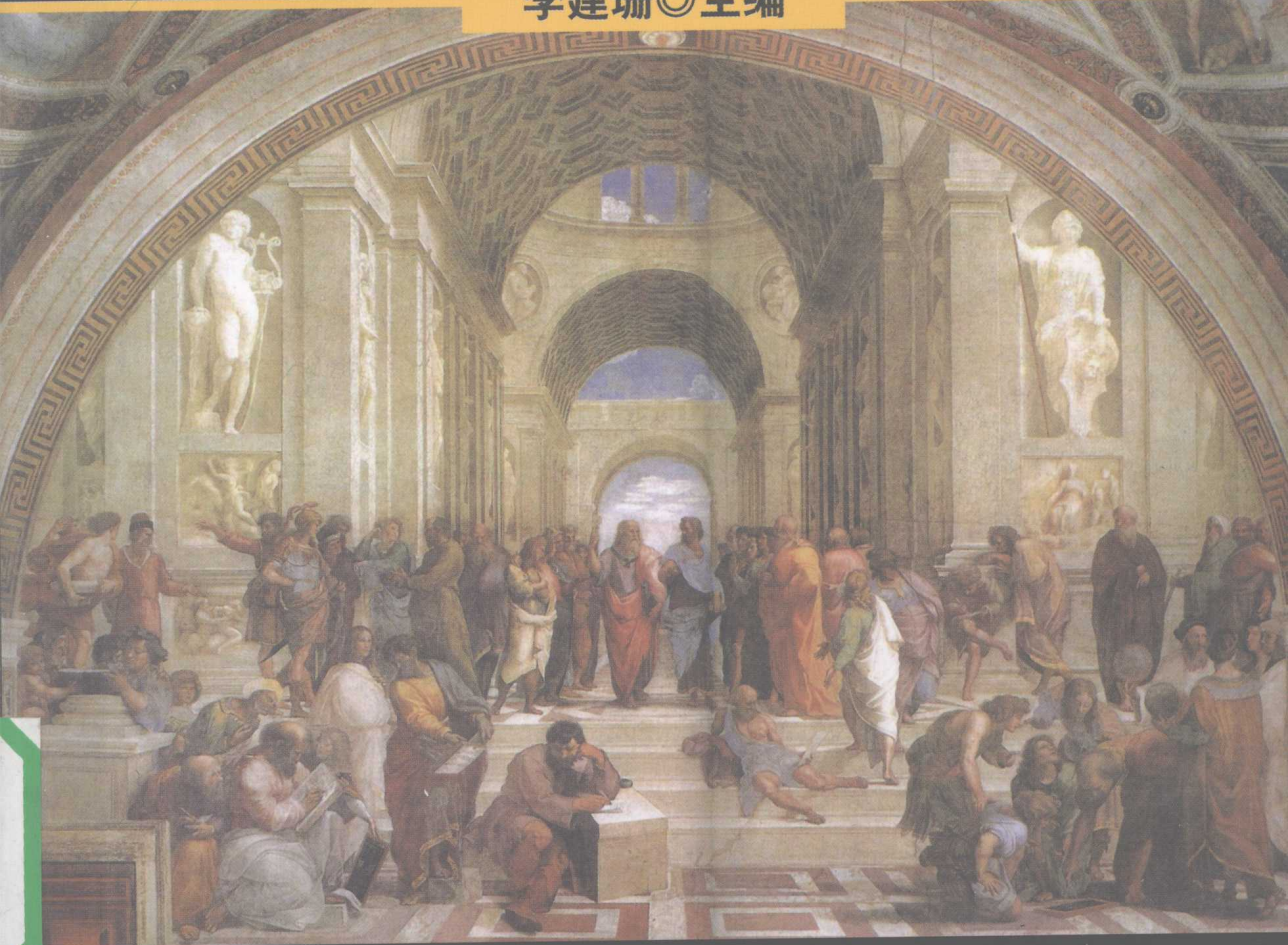




国家级教学团队 · 科学素质教育丛书

世界科技文化史教程

李建珊◎主编



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

国家级教学团队·科学素质教育丛书

世界科技文化史教程

主 编 李建珊

副主编 贾向桐 张立静

科学出版社

北 京

内 容 简 介

《世界科技文化史教程》是国家级教学团队“科学素质教育系列公共课教学团队”与科学出版社合作的“国家级教学团队·科学素质教育丛书”中的一本,该书选定文化这一角度,对科学技术作为人类亚文化系统的发展脉络,包括科学史上的重大理论、重要人物和重点事件,进行了较系统的历史考察。全书共8章,对古代、近代和现代科技文化发展概况以及代表人物的科学思想作了较全面的介绍。此外,本书还配有内容丰富的教学光盘,从而极大地扩展了主教材的知识含量,对于增长大学生的科技史知识,培养学生的科学与人文素质,具有启发意义。

本书可作为普通高等学校开展科学素质教育课程的教材,同时也适合于渴望了解科学技术历史发展的广大高中及以上文化水平的读者。

图书在版编目(CIP)数据

世界科技文化史教程/李建珊主编. —北京:科学出版社,2009

(国家级教学团队·科学素质教育丛书)

ISBN 978-7-03-023948-8

I. 世… II. 李… III. 科学技术-技术史-世界-教材 IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 007341 号

责任编辑:徐 蕊 李鹏奇 刘海蓉/责任校对:钟 洋

责任印制:张克忠/封面设计:无极设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

明辉印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2009 年 1 月第一次印刷 印张: 16

印数: 1—4 500 字数: 305 000

定价: 28.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换(明辉))



目 录

绪论

1

第一章

科技文化的起源 6

第一节 原始技术的萌芽 6

第二节 科技文化起源的前提 14

第三节 中国原始时代的科技成就 22

第四节 古代埃及、古巴比伦王国时期科技文化的萌芽 27

第二章

科学理性精神的萌芽 36

第一节 “自然”的发明与理性批判活动 36

第二节 理性精神的萌芽 40

第三节 医学和天文学理论体系的建立 46

第四节 技艺的发展与特点 52

第五节 中国古代独特的科技文化 57

第三章

中世纪科技文化的曲折发展 68

第一节 宗教的作用 68

第二节	西方的学术复兴	74
第三节	中国独立发展的科技文明	80

第四章

	近代科技文化的产生与发展	91
第一节	近代科技文化产生的历史背景	91
第二节	科学理性精神的发展	96
第三节	哥白尼革命：近代自然科学的独立宣言	101
第四节	生命科学的进展	109
第五节	经典力学体系的建立与物理科学的全面发展	117
第六节	化学发展的基本线索	132
第七节	科学社会建制的形成	137

第五章

	技术革命与产业革命	141
第一节	近代技术产生的基础	141
第二节	新型技术体系的出现	143
第三节	技术革命时代的到来	149
第四节	产业革命与欧洲文明	152

第六章

	19 世纪理论自然科学的形成	158
第一节	天文学和地质学的发展	158
第二节	经典物理科学的完成	165
第三节	19 世纪的化学科学	170
第四节	生命科学的形成	173
第五节	第二次技术革命与科学的职业化	180

第七章

	20 世纪的科学革命	184
第一节	现代物理学革命的发端	184
第二节	量子理论与量子力学的创立	191
第三节	分子生物学的诞生与发展	196
第四节	横断科学及其方法论革命	202

第八章	
	现当代技术文化 216
第一节	信息科技及其社会文化影响..... 216
第二节	空间科学技术的发展及其意义..... 224
第三节	当代生物技术..... 229
第四节	现代医学进展..... 234
结束语	融合两种文化，共创人类未来..... 240
参考文献	 245
后记	 247

绪 论

生活在当代世界的学者无不思考科学的本质问题。尤其是进入 20 世纪以来,科学技术越来越居于整个现代社会系统的核心部分,强势影响着人类未来发展的命运,科学成为我们这个时代集中关注的关键问题。20 世纪 20 年代以来的科学技术史、科学哲学以及科学社会学等学科领域的发展,都是这种思考的产物,而科学技术史研究这门最成熟的学科则成为科学哲学与科学社会学等研究领域的基础。人们以不同的理论观念为指导对科技史做了大量研究,这些研究大体遵循着从学科史到综合史、从思想史(内史)到社会史(外史)的方向发展,但科学史研究的主流还是集中在科学知识、科学理论本身的发展上,这样的科技史专著主要表现为科学技术的成果史或思想史。但我们以为,科学技术作为现代人类活动的重要部分,它既有其自身发展的内在逻辑,又与各种社会建制间发生不可避免的相互作用,因此,仅考察科学理论发展的历史是不够的,出于这种考虑,我们主张从内史与外史结合的角度,以文化为切入点,来考察科学技术作为人类文化的发展历程。

什么是文化?什么是科技文化?有的学者认为,文化是以价值系统为其核心的一整套的行为系统^①;有的认为文化可解释为生活方式^②或“生活之道”;也有的认为,文化是人类在社会实践中创造的各种物质的、精神的成果。我们认为,文化是人类为了生存与理想而进行的物质生产和精神生产活动中所获得的能力及其全部产品。根据这种理解,科学技术作为人类认识与改造世界以及使生活方式不断变革的特殊能力、活动和产品,显然也属于文化,而且是人类文化不可或缺和日益重要的组成部分。具体地说,科技文化是指人类在科学技术这种认识和改造世界、并使自身生活方式不断变革的特殊活动中所获得的能力及其产物的总和。它产生于近代文艺复兴时期。在一般人类文化进程的大背景下,科技文化也具有整体性、历史性和层次性。

科学技术虽然不等同于文化的全部,而只是人类文化系统的组分或要素。然而,近现代文化史表明,科技发展的水平与程度已越来越从根本上规定了文化进化的水平与程度。从这个意义上讲,科技文化史研究中一个重要的方面是探讨科

① 中国科学院科技政策与管理科学研究所,《自然辩证法通讯》编辑部,科学与社会,科学出版社,1988: 169

② 江天骥,文化的评价问题,自然辩证法通讯,1996(3)

学技术作为文化系统的组分和要素之发生、发展直至在文化系统中占据主导与核心地位的过程及其规律,并对不同时代科技文化的形态、层次及特点加以分析。

研究科技文化史的逻辑前提是以完整、成熟的科技文化作为参考系,以其内涵和典型特征为标准,研究它的发生与发展。从人类早期文化中成长起来的现代科技文化具有如下特点:

第一,它不是由对自然的直观思辨认识和运用原始技术直接加工自然物获得的零星人工制品等所构成的简单文化因素,成熟意义上的科技文化是由器物层次、制度层次、行为规范层次和价值观层次所构成的完整的社会亚文化系统。^①科技文化的器物层次指科学技术的物化成品及其所导致的人类生产方式和生活方式的变迁;科技文化的制度层次指科技活动自身的社会建制及其对社会职业和社会组织形式的影响;科技文化的行为规范层次指公有性即去私利性、社会向善论等科学活动的道德目标和伦理准则;而科技文化的价值观层次则是指科学活动中形成的诸如一定程度的积极合理性(rationality)、普遍主义(universalism)、合理的怀疑性、面向现实自然界和世俗社会的功利主义(utilitarianism)、尊重个性价值和隐私权等价值取向。这些层次的结合与互动,形成科技文化的统一而有机的整体。

第二,由于科学技术活动的对象、方法、评价标准、价值观念和行为规范的一致性及其高度理性化,使科技文化突破了民族、国家、宗教、地区和文化传统的束缚,成为全人类共同创造、共同接受、共同享用、共同发展的具有普适性的文化。正是科技文化的这种国际性或全球性使之作为中介,起到沟通不同民族和地区传统文化的作用。

第三,成熟的科技文化在当今人类文化中所处的位置已不再是十分薄弱或可有可无的。科技活动作为人类高度自觉的认识与改造自然的活动,已广泛地渗透到经济、社会、政治、外交、军事、教育、艺术等领域中,成为人类其他社会活动日益重要的基础,并在一定程度上决定着人类文化诸领域发展进化的方向。这就是科技文化的所谓基础性所在。

第四,科学从来都宣告自身在认识论与方法论上的不完备性。正如恩格斯所说,自然科学本身就是彻底革命的。无论作为思维创造物的科学概念、定律和理论,还是作为科学物化成果的技术人造物乃至技术体系,都不具有永恒、绝对的意义。在科技文化中,作为价值观层次的“科学性观念”,以及作为行为规范层次的“有条理的怀疑性”都决定了在科学技术发展中,没有绝对权威和偶像,不存在千古不变的教条,也不应有探索的边界或禁区;必须用批判态度对待一切既成的科技成果,不断地根据社会主体的需要和客观世界的尺度去改变其已有的结

^① 何亚平. 科技文化——现代社会的文化基础. 科学学研究. 1987 (4)

构和规范,使科技文化成为不断创新的开放体系。我们称这个特点为科技文化的创新性或革命性。

显然,具备上述特点的严格意义上的“科技文化”的形成是工业革命以后的事情。科技文化有一个从无到有、从萌芽到成熟的发生发展过程。独立、完整、成熟的科技文化只能在一定先行基础和文化背景上产生出来。应以上述四个特点为标准 and 参照系,去追寻和发掘在成熟的科技文化形成之前人类文化所包含的科技文化的萌芽、胚种或因素。正是后者构成了科技文化的前身或来源。我们称存在于人类早期文化之中并作为科技文化之前身或来源的其他文化因素的总和为“古代科技文化”或者“前科技文化”。所谓古代科技文化,本质上属于一种共同文化或混合文化。构成这种混合文化的是在礼仪传统、工艺传统、图腾崇拜、神话、巫术、宗教、神学、哲学乃至常识中所蕴涵的与后来科技文化的形成有关的因素。只是古代科技文化的不同阶段所包含的各种文化因素的组合同标志有所区别、主体有所不同而已。比如,古巴比伦和古埃及的前科技文化,以经验传统与幻想知识为标志,主体首先是巫师和祭司,其次是工匠。而古希腊的前科技文化,以理性的自然哲学为标志,主体是古代哲人。在欧洲中世纪,前科技文化以宗教神学为标志,主体是当时唯一受教育的僧侣。一句话,如果说在古代和中世纪存在科技文化,那么它们或者从属于经验性传统或幻想性知识,或者从属于哲学、神学,且与其他文化因素浑然一体,作为共同文化而存在。当然,前科技文化在世界各国、各民族中形态各异,延续时间不等,但有其基本的共同点,即以农业、畜牧业和相对较弱的手工业为其物质基础,以自然经济为主要经济形态,社会关系则以血缘、宗族为基础。在这个漫长时代,人对自然的征服欲望和崇拜心理尚未分化,人类崇拜大自然,将自然的结构、功能和属性当作自己行为的准则。这是以大自然为载体的文化,可以称为自然文化。

以思想启蒙为宗旨的欧洲文艺复兴及随之而来的科学革命和技术革命是人类文化史上极为重大的事件。它导致人类文化领域的深刻变革。迄今还没有任何文化变革能够与之相比。从此,严格意义上的科技文化,或者说,作为人类文化中相对独立的亚文化体系已经形成。不妨把由此而至 19 世纪末的科技文化称为“近代科技文化”。由哥白尼开始至牛顿结束的第一次科学革命和随之而来的蒸汽机革命,及以电磁理论等为标志的第二次科学革命和紧随其后的电力与内燃机革命,不仅推动了世界范围的产业革命,而且带来了人类生活方式的深刻变革。但是绝不能错误地认为近代科技文化仅仅表现为器物层次上的进步。首先,近代科技文化初步完成了科学和技术的社会建制化过程。16 世纪中叶西欧创办的科学社团标志着科学社会建制已初见端倪。17 世纪中叶以后,以英国皇家学会、法国科学院、柏林学院、彼得堡学院为代表的一批官方科学组织的建立,标志着科学活动的初步体制化。此后科学与工业、科学与大学的结合,为科学活动的专门

化、职业化创造了必备条件。其次,在近代科学传统中逐渐确立了由逻辑理性、数学理性和实验理性所构成的科学理性精神,从而为科学知识的条理性、精确性和可靠性提供了保证。同时,在科学知识生产中形成的一系列价值观和行为规范,保证了人类科技活动自身的健康发展。

从方法论上讲,研究世界科技文化史,除了上述的逻辑前提外,还要特别注意科技文化系统本身层次的完备性。这并不等于说科技文化的影响现在已经渗透至人类文化的所有层次。实际上,恰恰是因为目前科技文化还没有全面地影响人类文化的各个层次,我们才有必要强调它的完备性问题。在整个近代乃至现代初期,科技文化对人类文化的影响主要和大量地表现于器物层次;与此相比,它在制度层次、行为规范层次和价值观层次上,对一般文化的影响还相当薄弱。由于过分注重器物层面的科技文化对迅速改善人类物质生活的功效而忽视它的其他层面的一般文化价值,势必导致技术理性的畸形膨胀和价值理性的萎缩,反过来又妨碍了科技文化自身的健康发展。历史表明:近代科技文化不是最理想的文化形态。它本身蕴涵着深刻的矛盾。近代两次技术革命大大提高了社会生产力和人类改造自然的能力,但是,人又在一定程度上成为机器的附属品。因此,早在18世纪卢梭就批评科技发展泯灭了人的本性,使人性受到压制,只是这种思潮当时不可能引起什么反响。而后来的马克思尽管不是笼统地批判科学技术,反而把科学技术视为推动历史前进的革命的力量;但是他在《资本论》中对于技术异化问题的讨论,实际上也与我们现在讨论的科技文化的完备性问题有关,只是对这个问题的彻底揭示,是从法兰克福学派为代表的西方新马克思主义开始的。可以说,今天哲学界的不同流派以及各种人文主义代表人物对于科学主义的批判,在一定程度上可以看成是这种努力的继续。

现代物理学革命波及整个自然科学和技术科学领域,引发了现代科技领域声势浩大、影响深远的全面革命,它一方面在基础研究中逐步揭开了自然界的奥秘,另一方面在技术领域中硕果累累。现代科技呼唤出的巨大自然力,深刻而迅速地改变着现代人的物质与精神生活,从而成为现代文明进步的强大动力。然而,近代科技文化中潜伏的矛盾如今虽在表层上得到某种缓解,在深层却愈益加剧。20世纪中叶以来,与科技成果应用直接或间接相关的环境与生态破坏、人口爆炸、能源与资源危机以及恐怖主义和核战争危险等全球性问题的总爆发,使人们意识到:为人类创造了丰裕的物质、文化生活条件的现代科技文化,并未完善到人们所期望的那样给人类带来全面的自由和解放,却潜伏着造就单面人和单面社会的危险。法兰克福学派代表人物弗洛姆惊呼:“过去的危险是人成为奴隶,将来的危险是人可能成为机器人”^①。技术悲观主义和反科学主义思潮的有些观

^① 弗洛姆:健全的社会,欧阳谦译,中国文联出版公司,1998:370

点尽管较为极端,但世人对这些警示却不可等闲视之。造成西方文化危机的原因是多方面的,但这种危机并非现代科技发展的逻辑必然,更不是弘扬科学精神的结果,而是由于现代科技文化中的人文取向尚未渗入人类文化的制度层次和价值观与行为规范层次,以及技术理性与价值理性的不协调所致。解决当代文化危机的途径绝不能是费耶阿本德所主张的“告别理性”,或某些生态主义者所主张的“回到人类原始状态”,甚至从根本上取消科学或者否定人的价值,而是必须在本主义框架下重建科学理性和人类生存法则,努力面对(而不是回避)两种文化的冲突,唯有如此,人类的精神家园才不致因工具理性的过分张扬而丧失。

在高等教育及基础教育中,应高度重视科学精神的培育和人文精神的灌输。马赫(E. Mach)早在1895年就曾指出,没有任何科学教育可以不重视科学的历史与哲学,这都有赖于科学文化这个坚实的后盾,青年一代作为未来世纪和人类新文化的建设者,应树立融科技文化和人文文化于一身的“大文化”观念,为迎接未来新文化时代的到来而努力。著名教育家科南特也认为,科学教育不仅是为了学习科学知识,也不是只为了掌握科学的基本原理,而更重要的是为了养成一种理性习惯(思维的和行动的)与理解力。事实上,科技史不仅是帮助人们理解科学技术本身历史发展及其社会功能的学问,而且还是连接自然科学和人文社会科学的认识平台和重要枢纽,它在我们的科学教育之中有着重要的意义。科学史学科的创始人乔治·萨顿(George sarton, 1884~1956)说得好,科学史作为沟通自然科学与人文学科的桥梁,能够帮助人们理解科学的整体形象,从而全面的理解人与科学,理解科学与人文的关系。科技文化史的教学与研究应当为此目标而作出自己的贡献。

第一章 科技文化的起源

科技文化发展的历史，就是人类认识自然和改造自然的历史。恩格斯曾经指出：“可惜人们写科学史时已习惯于把科学看作是从天上掉下来的了。”^①因而，探讨科技文化的发展史，我们有必要首先厘清科学技术产生的起源问题。科学技术的产生是与人类的生产和生活活动密切相关的，它的历史是人类对自然、对世界的认知史，也是人类智慧的发展史。可以说，自从有了人类就有了科学技术的萌芽，科学技术的萌芽是和原始社会紧密联系在一起。

从传统上看，科学的起源与技术的起源属于两个不同的分支，科学来源于对神学解释自然的不满，来源于人们对宗教桎梏的挣脱；而技术则起源于人类的生存需求和自古以来形成的工匠传统。然而科学作为一门系统化的知识与技术成为科学知识的自觉运用，则是 19 世纪中后期的事情。

第一节 原始技术的萌芽

从严格意义上来说，远古时期还没有形成真正的技术思想，只存在着技术经验。原始技术首先表现为石器制作技术的不断改进，原始人就在制造石器的过程中，开始了认识自然、改造自然的活动。

一、石器的制造

人类制造和使用工具经历了一个漫长的过程，先是使用天然物，然后再逐步进化到制造工具。而原始社会常用的技术工具就是石器，石器是原始社会生产力的代表。在历史学和考古学上，石器制造的发展分为旧石器时代、中石器时代和新石器时代。

1. 旧石器时代

旧石器时代英文翻译为 paleolithic period，源自希腊文，paleo 译为“旧”，lithic 译为“石器”。在考古学中，旧石器时代是石器时代的早期阶段，是使用打制石器为标志的人类文化发展的最初阶段。一般认为，旧石器时代距今约 260 万年～约 1 万年前。以考古实物为据，这个时代又分成早、中、晚三个时期，大体上分别相当于人类体质进化的能人和直立人阶段、早期智人阶段、晚期智人阶

① 马克思恩格斯选集（第 4 卷），人民出版社，1996：505

段。这一时期的人们主要是制造简单的工具用以打猎和采集。在旧石器时代制作石器最原始的办法,是把一块石头加以敲击或碰击使之形成刃口,即成石器。打制切割用的带有薄刃的石器,则有一定的方法和步骤:先从石块上打下所需要的石片,再把打下的石片加以修整而成石器。初期,石器是用石锤敲击修整的,边缘不太平齐。到了中期,使用木棒或骨棒修整,边缘比较平整了。及至后期,修整技术进一步提高,创造了压制法。压制的工具主要是骨、角或硬木。用压制法修整出来的石器已经比较精细。

旧石器时代中期,各地制作石器采用的工艺方法不同,非洲多把石块外部的部分打掉,把剩余石核制成石斧使用;亚洲主要是从砾石外部打下石片制成石刀,而剩余石核则废弃不用;欧洲综合上述两种方法:首先制成石核,然后打出一个台面来,再沿台面边沿垂直打击,最后制成所需的各种石器。(图 1.1)。

在 200 多万年前的旧石器时代,制造的石器主要有砍砸器、刮削器、尖状器(图 1.2)等,这些石器可以用来切割、刮削,也可以用来戳刺,挖掘,在这个时候制造的石器可以说还没有固定的用途,专用的特点在这时还不是很明显。

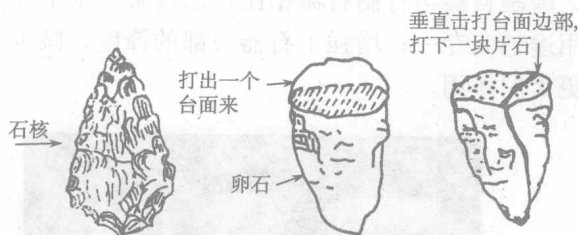


图 1.1 石器打制“工艺图”

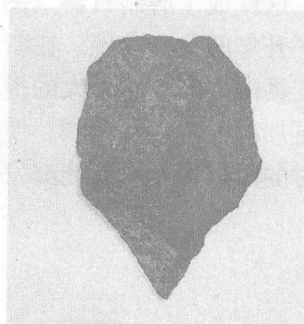


图 1.2 尖状器

2. 中石器时代

中石器时代 (Mesolithic period) 是联系旧石器时代与新石器时代之间的过渡环节。1866 年,法国学者威斯特洛普 (H. Westropp) 首先提出这一概念,1874 年法国学者吐尔 (O. Torell) 在斯德哥尔摩的国际考古会议上重申了这一概念。但在当时,由于缺乏科学考察证据,“中石器时代”这一概念并没有得到学术界广泛的认可,直到 20 世纪 30 年代大量相关文化遗址的发现,这一过渡阶段才获得各国学者的公认。

中石器时代开始出现复合工具,最具代表性的是石斧和弓箭。石斧由手斧和木棒结合而成,木棒大大延长了手的作用范围,说明人类已学会利用杠杆等最简单的力学原理,因此这无疑是当时的一项重大的发明。弓箭是中石器时代出现的

最复杂的复合工具。恩格斯说：“弓、弦、箭已经是很复杂的工具，发明这些工具需要有长期积累的经验和较发达的智力，因而也要同时熟悉其他许多发明。”^①

中石器时代人类制造的各种石器已经有了非常明确的专业用途，比如石斧、弓箭。这些具有专业用途的工具的出现，使人类的手臂延长了很多，而且作用力也加大了，在这时人类的作用能力可以说发挥到了更大的程度。

3. 新石器时代

新石器时代（Neolithic period）这一概念最先由英国考古学家卢伯克（J. Lubbock）在 1865 年提出，这一时代是继旧石器时代之后，经中石器时代的过渡发展而来，是石器时代的最后一个阶段。新石器时代距今约 1 万年～约 2000 年。

进入新石器时代，石器制造技术有了很大进步，人类发明了石器磨制技术。磨制石器的制作方法是：首先，对石料的选择、切割、磨制、钻孔、雕刻等工序已有一定要求。石料选定后，先把石料打制成一定的形状，即制成石器的雏形，然后在砺石上撒上带水的砂，将石器磨光，这种石器不但形状端正精细，而且较为锋利，这就成了磨制石器（图 1.3）。磨制石器可以说是新石器时代石器制造技术水平升华的集中表现。在新石器时代，由于磨制技术的发明，人类制造和使用生产工具的水平有了很大的提高。磨制石器与打制石器相比，已具备了上下左右部分更加准确合理的形制，使用用途趋向专一；增强了石器刃部的锋度，减少了使用时的阻力，使工具能够发挥更大的作用。

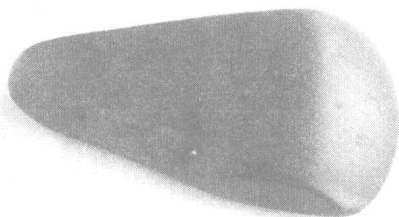


图 1.3 磨光石斧

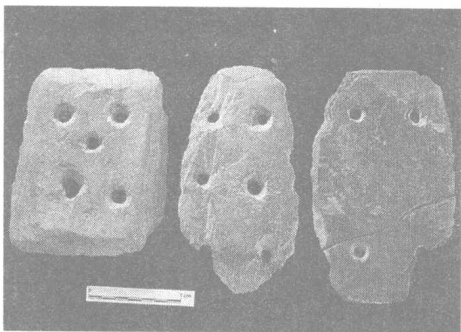


图 1.4 穿孔石器

在新石器时代的末期，人们还学会了石器穿孔技术。穿孔技术的发明是石器制作技术上的又一重要成就，它基本上可分为钻穿、管穿和琢穿三种。钻穿是用一端削尖的坚硬木棒，或在木棒一端装上石制的钻头，在要穿孔的地方先加些潮

^① 马克思恩格斯选集（第4卷），人民出版社，1972：18

湿的沙子，再用手掌或弓弦来转动木棒进行钻孔。管穿是用削尖了边缘的细竹管来穿孔，具体方法与钻穿相同。琢穿，即用敲琢器在大件石器上直接琢成大孔。穿孔的目的在于制成复合工具，使石制的工具能比较牢固地捆绑在木柄上，便于使用和携带，以提高劳动效率（图 1.4）。

新的工艺带来历史学家所谓的“新石器革命”，使石器的种类有了极大的扩展，除石斧、石刀、石矛、石簇等传统工具外，石镰、石铲、石锄、石犁、石臼、石杵等都是这个时代出现的新型工具。早期遗址中大量出土的农业、手工业和渔猎工具有斧、铤、铲、凿、镞、矛头、磨盘、网坠等，稍后又增加了犁、刀、锄、镰等。

原始人类通过制造工具从事生产劳动，从而获取了大量的物质生活资料。在制造工具的过程中，既发展了生产技术，也积累了一定的经验知识，可以说在这时已经孕育了各种科学技术的萌芽。

二、火的使用

火的使用是人类历史上一次重大技术革命。恩格斯说：“尽管蒸汽机在社会领域中实现了巨大的解放性变革……但是，毫无疑问，就世界性的解放作用而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机，因为摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开。”^① 火是人类诞生过程中所征服和利用的第一种自然力。

远古时代，黑夜桎梏着先民们原本低级的生存活动，也为野兽的肆虐和侵袭制造了可乘之机……这一切，因火的使用而发生了翻天覆地的革命：火，结束了“茹毛饮血”的时代，驱散了虫豸和野兽，也消减了人们内心深处的恐惧和忧患（图 1.5、图 1.6）。

摩擦生火是人类的一项重大技术发明，然而这一原始技术的掌握却经历了漫长的历史过程。

可以推断，猿人起初必定与其他动物一样，对火这种自然现象充满恐惧而尽量逃避。猿人对火的态度是通过长时间的观察而转变的。从怕火到设法利用火，是一个十分重要的进步，也是猿人走出自然界的重要一步。火能给人以温暖；火能驱赶野兽给人以光亮；火烧后的食物更加美味……人们渐渐感受到了火的用处，慢慢地试图保护火种。

^① 恩格斯·反杜林论·马克思恩格斯选集（第3卷），人民出版社，1972：154

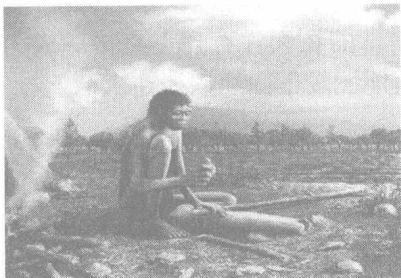


图 1.5 原始人用火场景复原图（一）

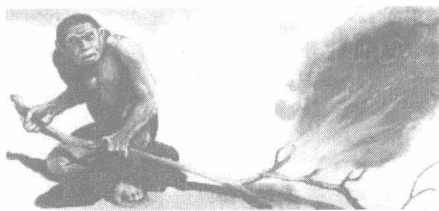


图 1.6 原始人用火场景复原图（二）

天然火并不是随时都有的，而猿人对火的需要却越来越变得经常性。正是这种生存的需要，使猿人逐步掌握了延续火的燃烧和保存火种的方法。北京人遗址的用火遗迹，一直被中外史学家认为是世界上最早的人类用火证明。苏联考古学家评论说：“从 1927 年起，在中国北部北京附近周口店山洞中所作的发现，……提供了北京猿人广泛使用火的无可争辩的证据”，“火的使用标志着征服了一个极其强大的自然力”，因而证明北京人进行着“较高水平的劳动活动”^①。无论如何，人工保存火种的意义在于，它使火这种盲目的自然力变成了可以驯服的力量，成为人类生活不可缺少的手段。

人类走过了一百多万年利用天然火的漫长路程，直到约三四十万年前的早期智人阶段，才逐渐了解到人工取火的奥秘。开始时，人们感觉到摩擦能产生热；有时打制石器，石块与石块碰撞时迸发出火花；有时用黄铁矿打击燧石工具也迸发出火花，并能产生出较多的热量而引起燃烧。例如，尼安德特人采取燧石相互打击而生火的方法，而中国古代则有燧人氏“钻木取火”的传说。这种用燧石或石英石打击黄铁矿产生火的方法，直到今天火地岛的印第安人和格陵兰的爱斯基摩人还在使用。人工取火方法的发明，使人类对火的控制和使用获得了完全的自由。这是人类征服和能动地使用火这种自然力的最终标志。

火的使用对人类历史的发展具有重大意义：

由于火的使用，人类拥有了利于消化和吸收的熟食，能从食物中摄取丰富的营养，有助于提高身体素质，对大脑及体格发育有很大益处。

由于火的使用，人类制造工具的能力得到很大提高。火可以烧裂巨石，为制造石制工具及其他器皿提供了更为合用的石材；火可以帮助人们调整箭杆、手柄及木矛的曲直，经过火烤使木矛的矛锋变得坚硬，从而得到更得心应手的工具。

由于火的使用，人类的生活能力、防卫能力有了很大提高。火能吓退凶猛的

^① 阿列克谢耶夫，世界原始社会史，任连兴译，云南人民出版社，1987：77、78

野兽和其他各种天敌，有效地保护人类的栖息地，扩大了人类的活动范围；火可以作为狩猎的重要武器。

由于火的使用，能够给人以光明，增加了人类活动的时间，火能给人以温暖，有驱寒保暖的功效，可以帮助人类度过寒冷的季节，改善人类的居住环境……

火的使用大大加快了人类文明的进程。古代人类在用火的过程中，观察到火能使物质发生一系列的变化，因而积累了许多物理和化学方面的经验知识。古代人类进行摩擦取火，实质上是实现机械运动向热运动的转化。以上这些关于摩擦取火和用火的经验性知识，是自然科学的又一重要萌芽。

三、其他原始技术的发明

摩尔根在《古代社会》中，把人类历史划分为蒙昧时代、野蛮时代和文明时代。蒙昧时代相当于旧石器时代，野蛮时代的前、中期相当于新石器时代，文明时代则专指有文字以后的历史。摩尔根把发明弓箭作为人类蒙昧时代后期的标志，而把制陶技术作为进入野蛮时代的主要特征。

观其本质，技术的最初形成取决于人们的基本需求，并满足其需要。原始人类创造及使用技术即为了解决人类的基本需求。蒙昧时代高级阶段从弓箭的发明开始。恩格斯对弓箭的发明给了很高评价，说“弓箭对于蒙昧时代，正如铁剑对于野蛮时代和火器对于文明时代一样，乃是决定性的武器”。有了弓箭，打猎才“成了普通的劳动部门之一”^①。弓箭的制造是原始技术显著进步的一个标志。在距今 15000 年前，原始人发明了新的劳动工具——弓箭。弓箭的发明对人类社会的发展和科技的进步有着十分重要的作用。一方面利用弓箭有组织狩猎，提高了生产效率，剩余的猎物被饲养起来，使人类由狩猎进入畜牧时代；另一方面利用弓弦绕钻杆打孔的方法钻木取火，又发明了摩擦生热的制火技术，不仅极大地提高了人类的生活质量，而且增加了生产的手段。有人认为，在距今 15000 年前的旧石器时代末，最后一个冰期（第四冰期来临时），白种人的祖先克鲁马农人、黑人祖先格里马迪人以及黄种人的祖先尚塞拉德人共同发明了弓箭^②（图 1.7）。

野蛮时代低级阶段从学会制陶技术开始。制作陶器是进入野蛮时代，即新石器时代的标志。陶器的发明，是人类文明发展的重要标志，是人类第一次利用天然物，按照自己的意志，创造出来的一种崭新的东西。人们把黏土加水混合后，制成各种器物，干燥后经火焙烧，产生质的变化，形成陶器。用火烧制黏土发明

① 恩格斯·家庭、私有制和国家的起源·马克思恩格斯选集（第4卷）·人民出版社，1974：18、19

② 汤浅光朝·解说科学文化史年表·张利华译·科学普及出版社，1984：14