

171173/0202

殷玮璋 曹淑琴 著

中国远古暨三代科技史

人民出版社

本卷提要

本卷旨在介绍我国古代先民在旧石器时代、新石器时代和夏、商、西周时期科学技术方面的探索与成就。它揭示了人类从利用岩石打制石器到从岩石中提炼金属制作工具的变革中,与自然界的联系不断地从被动转变为主动的过程。

本卷主要利用考古材料,就这一时期人类从利用野火驱寒到烧制陶瓷与冶炼金属;从穴居山洞到建造宫殿;从采集到种植;从渔猎到饲养各种动物;从衣被毛革到织造布帛,并对人类在生产和生活实践积累中产生的农学、天文学、数学、医学与地学、冶金等等科学技术进行阐述。虽然这一时期科学与技术尚处于萌芽和初创阶段,但了解古代先民在极端恶劣的生产生活条件下,努力积累经验,不断创新,促进了科学技术的不断发展,并推动社会不断向前的史实,这对于我们正确理解“科学技术是第一生产力”的观点是有帮助的。

目 录

中国远古暨三代科技史

一、远古暨三代科学技术概述	1
二、旧石器时代的科技萌芽	7
(一)打制石器的出现对人类进化的意义	8
(二)火的利用及其作用	11
(三)原始人打制石器的技术	14
三、新石器时代的科学技术	20
(一)新石器时代制石技术的改进	20
(二)原始农业与家畜饲养	23
(三)陶器的发明与制陶技术	34
(四)原始社会的建筑技术	40
(五)木、竹、漆器与船、车的制作	48
(六)原始纺织技术	52
(七)雕琢技术与原始冶炼术	55
(八)自然科学知识的萌芽	59
四、青铜业——三代科技进步的重要标志	68
(一)青铜业发展的三个阶段	69
(二)青铜时代的采矿与冶炼技术	75
(三)青铜时代的铸造技术	78
五、夏王朝时期的科学技术	88

(一)筑城与治水	89
(二)禹铸九鼎的传说与青铜铸造业的出现	92
(三)夏王朝时期的其他科技成就	95
六、商代的科技成就	98
(一)农业技术与畜牧业的发展	98
(二)商代的建筑技术	103
(三)商代的制陶与纺织业	107
(四)商代的天文与历法	113
(五)商代的数学与医药学	116
(六)商代雕琢技术的新突破	120
(七)商代的车、船制作与地学	125
七、西周王朝的科技成就	130
(一)农、牧业的发展与养殖业的出现	130
(二)西周建筑技术的新进展	136
(三)天文历法与地学	140
(四)螺钿漆器的制作与纺织技术	143
(五)人工冶铁技术的出现	147
八、三代时期周边地区的科技成就	151
九、结 语	159

一、远古暨三代科学技术概述

作为炎黄子孙,无论走到天涯海角,都会对养育过他们的这一片热土倾注难以割舍的眷恋之情。在这种诚挚的感情中,既包含着他们对这片辽阔国土的热爱,也包蕴着他们对祖国光辉历史的自豪与怀念。因为大家都懂得:今日中国的发展道路是我国各族人民沿着祖先的足迹从远古走过来的。或者说,这条发展之路是中华民族在漫长的历史长河中用勤劳、智慧与巨大的创造才能创造的一系列科技成果为基础铺垫起来的。因此,当人们在阅读中国历史时,对我国历史上的科技成就投以热切的目光也是很自然的了。

这一卷《中国远古暨三代科技史》阐述的内容,是从原始人制作工具、告别动物群体开始,到夏、商、西周时期我国先民创造的一系列科技成就。这是一个很长的过程。它包括旧石器时代、新石器时代和青铜时代这三个阶段。它的绝对年代约当距今300万年至公元前8世纪。

严格地说,在旧石器时代和新石器时代,原始人还处于蒙昧状态,尚无科学可言。但是科学是从技术中分化出来的。人类学家指出:人类的历史是从制造工具开始的。因此,从原始人制造工具之日起,技术就在不断地改进、更新与发展着。在史前时期,科学存在于技术之中,处于萌芽状态。例如原始人在选择石器的

原料时,既要考虑到它的硬度,又要顾及它的韧性与脆性,这就包含有地质学、矿物学的知识;人们用什么方法才能打制出他们需要的石器,这里又有不少力学方面的知识。又如在采集野果和狩猎动物的过程中,原始人积累了对植物、动物方面的知识,并为农业、畜牧业的出现打下了基础,也为后来药物学的出现积累了经验。以后,随着农牧业发展的需要,又促进了物候、天文与数学知识的早期积累;火的使用及在制陶业与原始冶铜业中,又有一些化学知识的萌芽。凡此等等,说明原始人在制造工具及为满足衣、食、住、行等方面的需要而进行的创造性劳动中,人们不断地积累经验,改进技术。这就促使了科学技术的不断发展。因此,我们在阐述科学技术发展的过程中,不能不追溯到远古时期。正是远古先民在长期实践经验的积累中出现的科学萌芽,促进了各种生产技术的发展,也促进了社会生产力的发展。事实上,如果没有旧石器时代和新石器时代先民在生产与生活的实践积累中出现的科学的萌芽,科学的产生也就无从谈起。从这个意义上说,人类若无旧石器时代、新石器时代的科学萌芽,大概也不会有今日世界的一切创造,我们的星球可能至今仍是一片荒凉的景象。

科学技术的发展与人类社会其他事物一样,具有历史的继承性。今天的科学技术是由过去的科学技术发展而来。因此了解过去,有助于对今天中国的认识;认识中国,也有助于更好地认识世界。在这一卷中,我们主要利用石器时代的考古资料说明原始人在与自然界的斗争中不断积累经验与知识,使他们最终摆脱了蒙昧与野蛮状态,跨入了文明的门槛。同时,我们列举了青铜时代的材料,来说明因科学与技术不断进步,创造出了我国光辉灿烂的青铜文明。商周时代创造的高度发达的青铜文明

正是以石器时代的技术积累为基础的。它向全世界证明：勤劳、智慧的中国古代先民，以他们的创造才能，在 3000 年前获得的一系列科技成果，是对人类文明宝库的巨大贡献。这些科技成果又为以后的科技发展创造了条件。

从本卷阐述的这一时期的历史发展中还可看到，科学技术的发展与社会分工有着一定的关系。在石器时代末期，因农业发展和剩余劳动产品的出现，促使手工业与农业分离。社会分工的出现，使从事各种不同行业的手工业者向技术越来越专业化的方向发展。它的结果是使科学从各种技术中分化出来。这对科学技术的发展是巨大推动。因此，科学技术的发展根植于社会生产的发展，但科学技术的发展又对社会生产产生巨大的推动。其中有些重大的科技发明对社会发展可以起到决定性的影响。

当然，科学技术既为人类所创造，那么许多科技成就都只能是不同时期特定条件下的产物。因此，科学技术的进步对人类社会的进步也打下了深深的烙印。考古学家根据人类制作工具时使用材料的不同和技术进步的状况而划分的旧石器时代、新石器时代、青铜时代、铁器时代等等，包含了科技发展的内涵，因而为学术界广为运用。这些名称在一定程度上反映了科技进步的几个阶段，包蕴有科学技术的发展成为社会进步的标志的含意，这是很明显的。若从科学技术发展的角度作进一步分析，人们将不难发现：在人类历史的早期阶段，科学技术的发展是很缓慢的，社会的发展也是极为缓慢的。但越往后，科技的发展速度越快，社会的发展也随之加快。原始人从开始打制石器到发明弓箭及钻孔、磨光技术，前后大约经历了 300 万年，这就是被称为旧石器时代的阶段；而新石器时代大约用了五、六千年的时间就进入了青铜时代。以后又经过 3000 余年的发展，人类进入了铁器

时代。随着科学技术的进步,人类的生活方式乃至社会形态也在不断地发生着变革。

这里我们不妨对本卷内容要点作一简要的概述。在旧石器时代,由于原始人打制石器的技术还很原始,生产力十分低下,原始人只能靠采集和狩猎获取食物。人们居住在天然的洞穴之中,借助于火提供的热能度过寒冷的冬天。随着弓箭等复合工具与磨制石器、钻孔技术的出现,新石器时代的先民们开始了种植农作物。农业的出现被称为人类历史上第一次革命。这时人类从山间洞穴走向平原地带,并在衣、食、住、行等方面创造了一系列的科技成果:如为解决人们的衣着保暖而出现了原始的纺织业;为扩大粮食来源,一种种野生植物被栽培成农作物,并被扩大种植,同时还出现了家畜饲养业;为了构筑房舍,原始的建筑技术也获得了发展;为了炊煮食物、存放物品和储备粮食,人们发明了烧制陶器的技术;为了交换与交往,车、船等交通运输工具也被创造了出来。此外,先民们为满足他们在物质生活与精神生活方面的需要,又出现了酿酒技术和玉器、象牙器的雕琢技术等等。这些原始技术的发展为后来许多学科的出现作了早期积累。

铜金属冶铸业的出现是一件划时代的大事。在这以前,原始人只是选择合用的岩石打制石器。冶炼术发明以后,人们开始从岩石中提取铜,用以制作工具和其他器具。这是人类在科学技术方面取得进步的一个重要标志。它的出现是多种学科知识综合利用的产物:为了从矿石中提取铜,首先要寻找铜矿资源,并进行人工采掘,这就涉及到地质学、矿物学与采矿等方面的知识;将矿石与本炭在熔炉中进行氧化矿的还原熔炼,这是一个化学过程;将铜与铅、锡等金属配合熔铸青铜器具,又涉及到对这些

金属的物理性能,模具制作与铸造技术方面的丰富知识。因此,三代时期出现的青铜业,不仅在中国历史上创造了光辉灿烂的青铜时代,而且还出现了采矿、冶炼与铸造行业。三代时期工匠们在采矿、冶炼、铸造技术方面取得的创造性成果,为我国独具特色的冶金技术体系的建立奠定了基础。

随着三代青铜业的发展,工匠们制造了大批青铜器具。它们包括礼器、乐器、工具、武器、车马器、建筑构件、铜镜等实用器具以及装饰品、艺术品等等,产品几乎涉及到社会生活的各个方面。当时制作的成千上万件造型精美、装饰瑰丽、制作精良的青铜礼器,成了华夏民族十分珍贵的历史文物。不过,青铜工具的制作对社会进步所起到的作用却远比礼器等的价值要大。古代先民在发现铜金属以后,首先将它制成工具,即可说明人们对它的价值的认识。因为它对生产技术的改进能起到积极的作用。今天见到的铜工具数量较少,原因之一是铜工具一旦报废即可被回炉重新铸造,不像礼器,制作的目的是为了“子子孙孙永宝用”。

三代工匠制作的金属工具对其他行业的发展产生了直接或间接的积极影响,促使全社会的经济得到进一步发展。例如因青铜农业工具、青铜木工工具的出现或因金属工具加工而使木质工具得到改进,在开荒种地、兴修水利等方面都发挥了积极的作用;它们还使木构建筑的连接更加牢固,从而促使高大的宫殿建筑在这时兴起;它们使车、船规模增大,结构也更复杂;它们使漆木器的胎骨变薄,种类不断增多;它们的出现还使纺织机械的功能得以改进,并使原始测量器械、计量器具与原始机械的制作成为可能。如木制辘轳的发明,使埋藏深处的矿石得以方便地从竖井中提升到地面,起到了其他工具无法替代的作用。铜工具的

出现,还使陶轮的制作、陶窑结构得以改进;甚至给青铜器的铸造等也都带来了益处,因为它使模型的制作更加精细、模具的组装更加紧密,从而大大提高了铸件的质量。由于金属工具的出现,对书写工具的制作,乃至甲骨文、金文的契刻、文字的规范化等等都起到了积极的作用。随着全社会各个行业的发展,也促使了天文、历法、数学、医学以及其他科学技术的发展,因而使我们看到了商周时期在这些方面出现的许多杰出成就。到了西周晚期,我国中原地区也出现了人工冶制的铁器,并开始了向早期铁器时代过渡。在中原以外的周边地区,各族人民的先祖也都在各自的科技发展道路上进行了卓有成效的探索和发明。

上述史实雄辩地说明:科学技术是人类社会发展的原动力之一。我国青铜时代在科技方面取得的一系列成果,为铁器时代社会的进一步发展创造了良好的条件。

二、旧石器时代的科技萌芽

旧石器时代是人类使用打制石器进行生产劳动的时代。根据古人类的体质特征,将其分为直立人(猿人)、早期智人(古人)、晚期智人(新人)3个阶段。这3个阶段和旧石器时代的早、中、晚三期的划分大体是一致的。旧石器时代的年代约自距今300万年至1万年前。旧石器时代的先民以采集果实和渔猎为生。这一时期的人们只能利用天然物品作食品。

严格地说,在旧石器时代实无科学可言,就石器制作而论,它的打制技术也是很原始的。不过,科技自有其发生、发展的过程。人与动物的最大差别在于人能制作工具并用于生产劳动,目的是明确的。正是这种有意识的活动,使人类从猿人进化到新人的漫长岁月中,不断改进打制石器的技术,以使他们自身在与自然界的斗争中逐渐改变软弱、被动的地位。在这300万年的漫长岁月中,原始人一直在恶劣的环境中探索与改进石器打制技术。到了旧石器时代晚期,他们制作的石器已从粗大、厚重和一器多用的状况向小型化和多样化方面发展。

（一）打制石器的出现对人类进化的意义

我国发现的旧石器地点约有三、四百处，研究者将它们分为旧石器时代早、中、晚 3 个时期。属旧石器时代早期的，有发现于云南元谋县上那蚌村附近的元谋人地点，距今约 170 万年；山西芮城西侯度发现的遗存，距今约 180 万年；陕西蓝田公王岭发现的蓝田人，距今约 110 万年；北京周口店的北京人，距今约 50 万年，等等。这时的人类生产力十分低下，过的是群居生活。木器与石器是他们经常使用的工具。只因木器容易腐朽，今天很难发现，能见到的只是打制石器。它们大多用砾石制作，种类很少，制作粗糙。一器多用是这一时期的一个特点。打制石器的方法有砸击法、锤击法、碰砧法等等，少数石片有第二次加工的痕迹。北京人时已能打制刮削器、尖状器、砍砸器、雕刻器等器类。这些居民都能使用火，大约在北京人时已经具有管理火的能力。有的学者认为，北京人时已能制作和使用骨器了，如截断的鹿角根可能被用作角锤使用，截断的鹿角尖可作挖掘工具等。

在山西襄汾丁村、阳高许家窑、陕西大荔甜水沟等地都发现了旧石器时代中期的人类化石和较丰富的文化遗物。广东曲江发现的马坝人、湖北的长阳人也属于这一时期的遗存。这一时期打制石器的技术有所改进，修理台面的技术得到广泛的应用，还出现了“指垫法”修理石器的技术。石器的种类增多了，功能也进一步分化。用石球与皮条制作的“飞石索”已经出现，石器的地域性特征也越来越明显。丁村出土的大三棱尖状器很有特色，可能是挖掘用具；小型尖状器可能是刮割兽皮的工具。此外还制作一

些小石器。许家窑文化中的石片一般比较小，刮削器数量最多，占总数的 55%，有 7 种不同形状：如直刃、凹刃、凸刃、两侧刃、复刃和短身圆头刮削器等。另外还有石球、尖状器、雕刻器等等。1976 年发掘出土的石球有 1059 件，最大的 1500 克以上，最小的不足 100 克。小石球可作狩猎工具“飞石索”上的弹丸。这一时期骨器的制作也有所发展。用火的经验比较丰富了，已掌握了人工取火的技术。大荔人距今 10 余万年，许家窑遗址距今 10 万年左右。

大约在距今 5 万年至 4 万年间，人类从旧石器时代中期进入旧石器时代晚期。人类在体质形态上，由早期智人发展到晚期智人（新人），已现代人已十分接近了。旧石器时代晚期延续的时间虽然只有四、五万年，但因生产力水平较前有明显提高，人口数量也有增长，所以分布范围也比较广泛。这时的制石技术也有了进一步发展。如修理台面的技术、第二步加工的“指垫法”等均广为流行。间接打击法在这时已广泛用于制作细石器，并经修理后制成工具和武器。这时还出现了投矛器、弓箭和鱼镖等复合工具。此外还出现了磨制与钻孔技术，因而出现了经过打磨的石珠、石块等。旧石器时代晚期制作骨、角器的技术也有了明显的进步，切、割、锯、削、磨、钻等方法均已使用，制作有针、锥、刀、铲等工具和用具。人们还应用钻孔技术将兽牙、贝壳、石块钻上孔，与骨管等串起来制成装饰品，有的还涂上赤铁矿粉末，染成红色，说明这一时期的人们，在物质生活得到改善的同时，精神生活的内容也开始丰富起来。

尽管人们今天所看到的这些打制石器是那样粗糙和笨重，但是打制石器的出现，对人类的进化与发展具有莫大的意义。人类制造石器既然是一种有目的的创造活动，那么自第一把手斧

诞生之日起,就在人与动物界之间划了一道分界。因此古人类学家指出:人类的历史是从制造石器开始的。自从人类开始制作石器,人的上肢首先从爬行的功能中解放出来,最终导致直立人的出现。人们在打制石器中为使它的功能符合人的需要,不断思索与琢磨,这使人的大脑更加发达了。原始人在改进制作石器的方法时,虽然并不完全意识到他们的行为是为了在与自然界的斗争中逐步摆脱无能与被动的状态,但从长过程看,在这300万年间取得的每一个进步,都使人类在与自然界的抗衡中不断地取得了改造自然的主动。因此,到旧石器时代晚期时,人的脑容量为1200—1500毫升,比周口店发现的北京人的脑容量(平均为1059毫升)明显增大,已达到现代人的脑容量变化的范围;北京周口店发现的山项洞人的身高,男性为1.74米,女性为1.59米,与现代华北人的体高相近。这时人的智能达到了新的境界,因而出现了弓箭、投矛器等远射程的复合工具。它使人们在狩猎过程中避免与野兽直接接触,有效地保护自己。同时他们还编织网罟等工具来捕捉飞禽、走兽、鱼虫。男女之间出现了分工,男性从事渔猎,女性进行采集。人们开始用骨针缝制皮衣以抵御寒冷的侵袭。他们还懂得了将死者掩埋,把一些装饰物品作为随葬品放入墓中,还将墓葬与居住地分开,以避免腐尸的污染与疾病的传播。正是由于生产手段的改进,才使人们开始走出山间洞穴,向平原迁徙。湖北江陵鸡公山发现的旧石器时代晚期遗存,距今约四、五万年。在发掘的425平方米面积内揭露出有打制石器的加工场、屠宰野兽的场所等等。这是我国发现的第一个旧石器时代晚期居民在平原地区建立的居民聚落,说明人类在四、五万年前就开始了向平原地区发展,并在这一广阔领域中开创新的天地。

（二）火的利用及其作用

火的利用对人类的生活和生产都有巨大的意义。尤其是在旧石器时代，它对人类的生存和生理上的进化、发展，都起到了至关重要的作用。

人类从发现火到利用火，这中间是有个过程的。最初，原始人对自然界因雷电或其他原因引发的熊熊燃烧的火是无知的，甚至是恐惧的。但当原始人从野火燃烧过的地方拣到了被火烧过的野兽和野果、野菜等物品，食用以后发现不仅不生病，还容易咀嚼，口味也比生食更好的时候，就朦胧地意识到了火的好处。于是人们渐渐地敢于接近它了。在夜间，人们借助火发出的光亮可以寻觅食物，同时人们发现火发出的热能使他们感到温暖。这样就使人们萌发出保存和利用野火的动机。因为对于原始人来说，在巨大的山洞中居住，有一堆篝火，对他们抵御严寒或防范野兽的侵袭都实在是太重要了。

火的利用，使人们逐渐改变了生食的习惯。熟食能缩短消化过程，更多的养料容易被人体吸收，并使血液中的化学成分有所改变，促使人的体力增加，脑髓更加发达。所以，火的利用，对人体的进化也是极有意义的。

火本身是发光的。从人们学会利用火的时候起，也就摆脱了夜间黑暗世界的威胁，减轻了人们对黑暗的恐惧，并且利用篝火或燃烧着的树木等照明，可以做许多在黑暗状态下无法做的事情。

1965年5月，在中国云南元谋县上那蚌村西北小山岗发现的猿人化石，被称为“元谋人”。在出猿人化石的地层中还发现了

大量炭屑。炭屑大致分为3层，每层间距30—50厘米，分布很不均匀。炭屑常常与哺乳动物化石伴生。最大的炭屑直径可达15毫米，小的在1毫米左右。在一处面积为12平方厘米的平面上，1毫米以上的炭屑达16粒之多。1975年冬的发掘中，还发现了两小块烧骨。研究者认为，这些是当时人类用火的遗存。据中国地质科学院地质力学研究所用古地磁方法测定，元谋猿人的年代距今170万年左右。在山西省芮城县西侯度附近发现的旧石器时代早期遗址，据古地磁断代测定，它的年代为距今180万年。出土的化石中发现有颜色呈黑、灰或灰绿色的大哺乳动物的肋骨、马牙、鹿角，化验结果证明是被火烧过的。上述发现是目前在中国发现的年代最早的旧石器时代早期遗址。这两处遗址中都发现了原始人类用火的遗存，说明生活在中华大地上的原始人类，早在180万年前就已认识了火，并将其用来御寒或烧烤食物。不过，当时利用的只是自然界的野火。

火是一种自然现象。在碳、氢或碳氢化合物和空气中的氧相遇，再受热使它达到一定温度时，就要发生急剧的化学变化。随之发热发光燃烧起来。这就是火的成因。在自然界，当天空中带正电与带负电的云相遇时就会发生闪电。在空中的电和地下的电，经过树木发生落雷时，可能就引起树木着火。在原始森林中，有些地方树木生长浓密，树枝交错，若遇大风，干枯的树枝因摩擦生热也可引起树枝起火，殃及森林。原始人将这种自然火用火把点燃后带回居住的洞穴之中，居住在周围的人们再到这里借火。这样的火叫火种。人们取回火种后要精心照管。即使外出狩猎或采集。也要留人守候在火种旁边，以防熄灭或造成火灾。北京人时期大概已经有了管理火的能力。当时人们对火的利用还处于被动状态，一旦发生火种熄灭的事，人们就要到很远的地

方去借火或找火,否则就要等到再次出现野火时去引火。但这种机会不可能经常出现。于是人们根据自身的生活经验来试验造火。由于当时的石器是用石块与石块互相敲击制成的,在石块急剧碰撞时,会产生火星。如果火星落在旁边易燃物质上,例如落在柔软的干草或干树枝、树叶上,有时也会燃着。在加工木材、长时间钻木时也会发热产生火星,如果火星落在木屑上也能引起燃烧。虽然这是人们在劳动中不自觉地引起的火,但正是这种实践引导人们创造了敲击、摩擦取火的方法。

生活在中华大地上的原始人究竟在什么时候掌握了人工取火的方法?这个问题还难以详考。但是,迄今发现的旧石器时代遗址中,几乎都发现了用火的遗迹,包括灰烬、烧骨等等,说明火与原始人类的生活已经十分紧密地联系在一起了。用火已成为他们生活的一个组成部分。由于原始人经常打制石器,所以击石取火的方法出现的时间不会很晚,很可能在旧石器时代的中期或稍早一些时候就已出现。这种方法一旦被人们发现,就会给原始人取火、用火带来很多方便。人工取火方法的出现是原始人在与自然界作斗争中取得的一个具有深远意义的胜利。

钻木取火的方法比起两石打击取火的方法又进了一步。这种方法与钻孔技术的出现有关。这种方法出现的时间也很早,因为旧石器时代晚期的遗址中已经出现了钻孔的石珠、钻孔的砾石、钻孔的兽牙及钻孔的骨针等等,说明这一时期钻孔技术的使用已相当普及。钻孔方法最先使用的对象是木材,后来才移植到石、骨、牙等原料上。不过,今天已难以搞清原始人是从什么时候开始在木材上钻孔以及如何钻孔的了。但是,一旦在木材上以较快的速度钻孔时,因钻孔生热引发出火花的现象出现,人们也就比较容易地发现这种方法取火的实用意义而加以利用。传说燧