

目 录

序

绪论	(1)
第一章 古代手工技术	(7)
第一节 远古技术的起源	(7)
第二节 古代材料及其加工技术的发展	(12)
第三节 古代动力技术和信息技术的萌发	(23)
第四节 古代手工技术的盛衰及其 相关因素	(35)
第二章 近代蒸汽动力技术革命	(45)
第一节 蒸汽动力技术的孕育	(45)
第二节 蒸汽机的发明和改进	(54)
第三节 蒸汽技术的全面跃进	(66)
第四节 蒸汽动力技术革命的历史意义	(83)
第三章 近代电力技术革命	(91)
第一节 电力技术的兴起	(91)
第二节 电信技术的产生和发展	(105)
第三节 内燃机的发明和推广应用	(117)
第四节 电力技术革命的全面发展及其 历史地位	(130)
第四章 现代信息技术革命	(145)
第一节 核能技术的孕育和诞生	(145)

第二节	电子计算机的诞生和发展·····	(164)
第三节	空间技术的飞速发展·····	(181)
第四节	合成材料技术和激光技术的兴起·····	(193)
第五章	技术革命的回顾和展望·····	(201)
第一节	信息技术的过去、现在和未来·····	(202)
第二节	新材料和新能源的广阔前景·····	(207)
第三节	未来技术的支柱——生物技术·····	(219)
第四节	新技术革命的特点及其对社 会的影响·····	(223)
主要参考文献 ·····		(226)
后 记 ·····		(228)

绪 论

技术史是研究技术的产生、发展及其规律性的一门科学。技术史概论要求从人类历史上的重大技术发明、技术革新和技术革命的事实出发，以马克思主义哲学为指导，综合考察技术系统的内在矛盾、科学因素以及技术工作者的素质之间的相互联系和相互作用，探索技术的产生、发展及其规律性。

在人类改造自然的活动中，技术是实现自然界人工化过程的手段，成为人类与自然相互作用的中介。如果把技术放在社会生产系统中去考察，则技术作为劳动手段成为生产力的要素。如果把它当作主体与客体相互作用的系统，则技术作为认识手段是由非物质要素——经验、科学知识和物质要素——工具和动力相结合而成的。如果把技术视为工程系统，则技术是由材料、能源和信息三大要素所组成。总之，技术本质上是人类为了达到自己活动目的所运用的各种手段，必须把它放在科学——技术——社会——自然的大系统中，进行动态考察。

技术是一个历史性范畴，应当放在一定的社会历史背景下加以论述，但是技术史概论不同于技术编年史的叙述，它主要是从历史的联系中，研究人类如何按自己的需要，依据所掌握的物质手段，确定技术探讨的课题，如何找到解决技术问题的思路和方法，如何实现技术革新和技术革命，从而带来什么经济效益和社会后果等等。它要求用逻辑和历史相统一的方法，寓论于史，分析技术发明，技术革新和技术革命过程中，自然规律的应用，技术原理的更替，工艺过

程与技术方法的演变，以及它们的社会意义和哲学意义等。总之，技术史概论就是要在描述技术发展的基本史实的基础上，发掘技术思想的来龙去脉，探索技术发展的一般规律，阐明技术与科学、社会 and 自然的相互作用和协调发展的规律性。

技术史不同于科学史。虽然，科学和技术同处于人类认识和改造自然的统一过程中，但是它们的目的和任务有所不同。一般说来，科学的主要职能在于理解和认识自然，科学是关于自然规律性的知识体系，技术则是人们为了特定的目的所应用的某种手段的总和。技术是直接的生产力，科学必须通过技术这个中介才能转化为生产力。诚然，科学和技术的发展的根本动力都是社会生产和生活的需要，可是技术与社会经济的发展更为密切，它要求运用自然规律，适用于具体的社会条件，求得最佳的经济、社会效益。技术创造活动没有自然科学理论研究那样自由，它必须受社会的经济、政治、法律和文化等众多条件的约束。所有这一切，规定着技术史与科学史在内容、方法和功能等方面有所不同。当然，也不可忽视二者的联系。

技术史与科学史、经济史和社会发展史紧密相联。技术史概论中所阐述的分期原则，应同技术史一致。我们力求从系统观点出发，研究技术与科学、技术与经济、技术与社会、技术与自然的相互作用，找出各个历史时期技术发展中的主要矛盾，这个矛盾是怎样孕育和形成的，又怎样解决的，旧的矛盾解决了，怎样引出新的矛盾等，从而确立技术史概论的分期原则。

在技术的基本结构中，材料及其加工、能源动力和信息控制诸要素在技术发展的不同历史时期，各自所达到的水平不同，所处的地位也不同，它们三者发展的不平衡性是导致

技术发展过程中主要矛盾更替的主要原因之一。技术的发展不仅决定于自身的矛盾，而且决定于社会的需要和生产条件。因此，技术发展中的主要矛盾的转化，必然是与经济、社会、自然的发展密切联系着的。在每个历史时期所形成的技术体系中，都有一个技术因素处于主要矛盾的主要方面，即居于主导地位。我们把居于主导地位的技术或以主导技术为核心的技术群的更替，作为技术史概论分期的内在依据。历史上主导技术和主导技术群的更替，导致技术体系的变革，实质上就是划时代的技术革命。

我们可以把技术史追溯到人类社会的原始时代。历史上主导技术及其技术群的更替大体可以示意如下（划线表示主导技术）：

	古 代	近 代	现 代
材料及其加工	<u>石器、青铜器、铁器</u>	<u>（钢铁、合金）</u>	<u>（半导体、合成材料）</u>
能源动力	<u>（人力、畜力、自然力）</u>	<u>蒸汽、电力</u>	<u>（核能）</u>
信息控制	<u>（人工控制）</u>	<u>（机电控制）</u>	<u>电子计算机</u>

据此，技术史可粗略地划分为三个历史时期：

从人类社会的产生到十五世纪末的古代手工技术发展时期；从文艺复兴到二十世纪三十年代称为近代工业技术发展时期；从二十世纪四十年代到目前面临新技术革命的兴起，称为现代信息技术发展时期。上述三个历史阶段，其中每个历史阶段还具有技术革命的性质，如近代工业技术发展时期，划分为蒸汽动力技术革命和电力技术革命两个阶段。蒸汽动力技术革命还可分为蒸汽动力的发明、革新和推广三个

小阶段,如此等等。两次技术革命之间还有交叉。总之,以史实为基础,考察矛盾的转化,确立技术史概论的分期,从而做出技术发展历史时期和阶段的划分,都是为了便于掌握技术原理、工艺与方法,以及技术手段、技能与经验的演变,便于显示技术发明的历史渊源,技术发明的实现、完善和推广应用,以及技术发明家创造活动的特征等。

研究和学习技术史概论的根本目的在于探索和掌握技术发展的规律性,为实现我国社会主义四个现代化服务。

当今世界正面临一场新的技术革命,这对我国科学技术和经济的发展是一种新的机遇和挑战。研究和学习技术发展史,总结世界各国发展技术的历史经验与教训,掌握技术发展的规律,有利于寻找适合我国国情、具有中国特色的科学技术现代化的新途径,从而制定我国科技发展的路线、方针、政策和全面发展规划,不失时机,迎头赶上。例如,各国在处理“科学——技术——生产”的相互关系上,有的认为“科学必须先行”,有的主张“技术立国”,我们应以他们的历史经验为借鉴,使科学、技术与经济、社会协调发展。基于技术发展的社会后果具有两重性的认识,在任何社会历史条件下,都不能陶醉于人类改造自然所取得的胜利,应正确看待和及时解决诸如能源危机、环境污染和生态失去平衡等问题。再如在近现代技术发展的历史过程中,各国发展是不平衡的,后起的国家往往在短期内赶上并超过原来比较先进的国家。我们应当研究技术经济发展的阶段性问题,以此为借鉴,确定其可超越性和不可超越性,从而制定我国新技术革命的对策,大力引进技术,加强老企业的技术改造,走捷径而不走弯路。

学习技术史对于从我国国情出发,建设有中国特色的社会主义,颇有现实意义。比如说,现代技术的任何一门学科,

如机械学、电工学、自动控制、电子计算机等，它们所依据的科学概念、原理和定律等都经历了长期的历史演变过程。掌握现代技术不仅要了解它当前最成熟的、最严密的逻辑体系，而且还要了解它的来龙去脉，研究历史上出现过的技术的生长点和突破口，这样才能有助于预测未来的发展，选择科研方向，确定主攻目标。研究技术发展史，可以开阔我们的认识视野，使人心明眼亮地从历史的观点和发展规律的高度，来分析评价各种拟议中的新产品和新工艺，从而判断该项新产品和新设计是否具有生命力，以免浪费人力、物力和财力去进行试制。有的新设计方案其实在历史上早就有过，其所采用的原理和方法，并没有什么新的内容，实践上被证明是失败的，这就不能不加区别地当作新事物加以支持和试制；但有的设计方案在历史上虽然曾经有过，甚至遭到过失败，但是新的历史条件下，仍然有可取之处，则不应当作过时的技术加以废弃。我们要善于透过现象看本质，有的技术原理和设计方案刚刚出现，虽然其效率尚不及当时已充分发展的技术设备，但从本质上、发展上看却具有很大的优越性，应视为有强大生命力的新事物加以扶持和研制。总之，研究和学习技术史有助于对技术发明的先进性、新颖性和实用性进行评价，推动技术革新和技术革命的前进。

研究和学习技术史，了解历史上技术发明家的生平和理想，了解他们走过的道路，借鉴他们的技术指导思想、治学态度和方法，从他们的成功因素中获得启示，从他们的失误中吸取教益，从而激励发明创造的积极性提高理论思维的创新能力。与此同时，了解历史上技术人才的培养、教育和使用经验教训，正确看待技术人员的作用，有利于落实党的

知识分子政策和制定人才规划。一句话，研究技术发展史有助于加强科技队伍的建设，特别是思想方面的建设。

研究和学习技术史可以验证、丰富和发展包括自然辩证法的马克思主义哲学。列宁曾指出：“要继承黑格尔和马克思的事业，就应当辩证地研究人类思想、科学和技术的历史。”^①技术史中确有不少内容，如先进与落后的演变史，技术与其他相关因素的相互作用，特别是技术论和技术哲学的研究成果，将给马克思主义哲学提供新的营养，使之具有新的活力，进一步发挥改造自然和改造社会的伟大作用。

^① 《列宁全集》第38卷，第154页。

第一章 古代手工技术

技术的历史同人类社会的历史一样悠久。大约在二、三百万年以前。原始人打制出第一把石刀的时候，就开始书写人类利用自然并改造自然的技术史。远古时代技术还处于萌芽状态，经过奴隶社会和封建社会，各项技术在手工劳动的基础上逐渐成长起来，它们不仅是人类劳动过程中的生产力要素，而且对社会的物质和文化生活发生着广泛而深刻的影响。

本章将概述从人类社会的产生到公元十五世纪末，其中包括欧洲中世纪和中国封建社会的手工技术发展的历史。这是古代人类文明史的一个重要组成部分。

第一节 远古技术的起源

一、从猿到人与石器技术的发明和改进

距今几百万年以前，由于森林古猿的进化，出现了类人猿，其发展经历了猿人、早期智人和晚期智人等阶段。人和其他动物的最后的本质的区别就在于：“动物仅仅利用外部自然，简单地用自己的存在在自然界中引起改变；而人则通过他所作出的改变来使自然界为自己的目的服务，来支配自然界”。^①这就是说，劳动改造了自然界，劳动也创造了人类社会。人类就是在长期的生产劳动过程中不断地改造自然界和认识自然界的。因此，有了生产劳动就有人类，也就有

① 恩格斯：《自然辩证法》人民出版社，1984年版，第304页。

了技术和科学的萌芽。在某种意义上说，远古科学萌发于技术发明创造之中。

那么，远古技术发明主要是哪些呢？人的生产劳动是从制造工具开始的。最初制造出来的劳动工具，经考古发现就是用石头打成的石器（除了石器之外，也应有木器、竹器、骨器等，但都没有能象石器化石那样耐久地保存至今）。

从利用天然石块到经过选择的石料并打击使之成为合乎需要的工具，如砍切器、尖状器、刮削器等各种类型的石器，这在人类历史上经历了大约二百多万年的漫长岁月，称旧石器时代。随着石器打制技术的进步，人们使用了间接打制法，即采取琢磨技术，使石器按需要进行磨光、磨尖、钻孔等，从而制作出石刀、石矛、石镞等精巧的石器。制作磨光石器，首先要根据不同的用途，选择合适的石料，采取不同加工方法，打制成石器的雏形，然后在砺石上加上水和沙子进行磨光，才能制成有锋利刀口的石器。其后，大约距今一万五千年左右，才开始出现复合工具，即将石斧、石刀、石镞等安装在木制、竹制或骨制的把柄上，特别是由于人们积累了长期的经验，发扬了智慧，选择合适的木料和有韧性的筋腱，终于制成了弓、箭、弦等更加复杂的狩猎工具，还把石器用于耕作成为石锄、石铲和石磨等，这样人类便进入了新石器时代。在我国仰韶文化、龙山文化和红山文化遗址中常见的石器，都是大约公元前五六千年前新石器时代的历史见证。

总之，石器的制作和改进是人类掌握的第一种最基本的天然材料加工技术，这是远古技术的第一个起源。

二、摩擦生火——人类第一次支配了一种自然力

人类制作石器，最初是单凭自身体力的支出，借以同环

境之间进行物质和能量的交换，后来学会用火。用火和摩擦生火是人类开始学会利用自然能源的标志，这是远古技术的第二个起源。

早在旧石器时代，人类已学会用火，今天还有当时用火的遗迹。1929年，在我国北京周口店发现了大约五十万年前的猿人头盖骨化石，同时发现在北京猿人居住过的洞穴里有厚达六米的灰烬层，这是旧石器时代中期人类用火和保存火种的确凿证据。摩擦生火是在旧石器末期随着石器钻孔技术的出现而发明的。但石块相撞击迸发出的火花尚不足以生火，可能是偶然用黄铁矿石作为锤子撞击燧石而迸发出的火花，经过空气燃烧，使温度升高，使干草枯木点着。我国古代有“燧石取火”的记载，解放前边陲地区的某些民族还曾用这种方法取火。“钻木取火”也可能是远古人类摩擦生火的一种方法。总之，人类通过撞击或摩擦，积累了把机械能转化为热能的经验，也掌握了通过燃烧利用燃料能源的技能。因此，火就成为人类可随时用来征服自然的有力武器。有了火，人类便从生食逐步过渡到熟食，有利于消化吸收，促进了人的体质特别是大脑的发育；有了火，可御寒取暖，驱暗照明，从而扩大了人类活动的时间和空间；有了火，可以驱赶毒蛇猛兽，保障人类的安全和生存；火还可以使石块碎裂，使木材变软，使木矛的尖头变硬，这样火就成为制造工具的手段；此外还可用火毁林开荒，实行刀耕火种。最初烧制陶器，从矿石中提炼金属，都离不开火的利用和温度的控制。

总之，火的利用和摩擦生火的发明，增强了人类改造自然的能力。正如恩格斯指出：“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

三、制陶和冶炼技术

原始的制陶技术起源于旧石器末期，到新石器时代已相当发达。制陶技术的产生同熟食和食物的贮藏关系甚为密切。因为盘子、锅、坛子和罐子等容器对于烹煮食物和贮藏谷物都是非常需要的。我国远古有“神农耕而作陶”的传说，人类在利用火的时候，观察到泥土被火烘烤以后变干、变硬的现象，于是在编制或木制的容器外面涂上一层粘土，然后再拿到火中去烘烤；后来人们发现成型的粘土不用内部容器也可以烧制陶器。

制陶技术的发展经历了很长的过程。人们学会淘洗、制坯（手制、轮制）、装饰和烧制等几道工序，然后才能烧制出各种陶器。到了新石器晚期，制坯已广泛采用快轮，陶窑结构也比以往完善，烧制温度可高达摄氏一千度。人们掌握了控制窑内氧气的技艺，焙烧出某种颜色的陶器，为后来掌握釉色和制作瓷器打下了基础。

制陶技术有重大意义，它不仅解决了煮沸这一大难题，而且还因为有了能够久盛液体的容器之后，引起人们对发酵现象的注意，为酿造、染色、制革等化工工艺的出现创造了条件。制陶与冶金的关系最为密切。在原始社会末期，人们在烧制陶器的长期实践中发现了用木炭代替木材作燃料，便可得到更高的温度，达到红铜的熔点使之熔化，这就是最初的冶金技术。制陶和冶金是人类第一次对材料的加工超出了仅仅改变材料几何形状的范围（如石器的制作那样），开始改变了材料的物理和化学的性能，通过一套复杂的工艺过程，

① 恩格斯：《反杜林论》人民出版社，1970年版，第112页。

创造出一种自然界所没有的人工材料，而对材料加工不仅利用人的体力，而且利用了火这种自然力。总而言之，制陶和冶金是古代材料及其加工技术的一大进步。

四、语言和文字的萌芽

人类从事生产劳动并不是孤立的个人活动，它从一开始就是在一定的社会关系中进行的，因而具有鲜明的社会性。人类在劳动协作中产生了有声语言，借以交流思想和传授经验，这就是最初的信息传递。在语言（包括手势等无声语言）达不到的场合，原始人有时就用特殊摆放的树枝或石块来传递信息。往后又发明结绳记事和刻划在泥板上的图画文字，使之成为信息存贮的简便手段。这样便使用语言传递信息的方式开始突破了时间和空间的限制。正是在这个基础上，到公元前三千年左右的时间里，终于创造出十进位记数法和楔形文字、象形文字。斯大林指出：“有声语言在人类历史上是帮助人们从动物界划分出来，结成社会，发展自己的思维，组织社会生产，与自然力量作胜利斗争并达到我们今天所有的进步力量之一。”^①为此，我们把语言的形成同石器的制作以及摩擦生火一起，都看作是人类从动物界分化出来的主要标志。

自有人类社会以来，人们从事改造自然的一切活动，无非是同物质、能量和信息三项最基本的东西打交道，它们称作人类文明的三大要素。迄今人类所掌握的主要技术，归根到底，与这三项东西关系甚密。它们都是在材料（包括加工）技术、能源（包括动力）技术、信息（包括控制）技术

① 斯大林：《马克思主义与语言学问题》，人民出版社，1953年版，第48页。

的基础上发展起来的。远古时代，人类就是从学会打磨石器，摩擦生火和使用语言做起，开始了征服自然的活动。打磨石器标志着人类开始学会使用天然材料加工成自己需要的器具，火的利用和摩擦生火标志着人类掌握了一种强大的自然能源（通过燃烧释放出热能），并利用取得热能的能量转化方式；语言和文字的萌芽成为信息的传递和存贮的手段。这三大项技术成为远古社会的技术基础，其中石器的制作是起主导作用的技术。此外，原始社会时代，人类还学会从采集野生植物的根、茎、叶和瓜果为食，到栽培植物；从狩猎、捕鱼到饲养家畜和养殖鱼虾；从洞穴居住到建造房屋；从用树叶兽皮遮体御寒到用动植物纤维编制经纬的衣着；从单纯的体力搬运到利用原始舟车运输，甚至烧制陶器和冶炼红铜。这些技术的发明和改进都是与石器时代的三大技术密切相关的。过三项技术不仅贯穿几百万年的远古时代，而且经历了中古、近代，绵延至今。总之，古代技术起源的历史，孕育着历次技术革命的胚胎。

第二节 古代材料及其加工技术的发展

在材料、能源和信息三大技术中，材料和材料加工技术产生得最早，发展得也较充分。不仅在远古时代的原始社会里，而且在上古和中古时代的奴隶社会和封建社会里，材料及其加工技术与社会生产活动和实际生活的联系都最为密切。因此，在古代技术发展中，材料技术起着主导作用。

一、冶炼技术的革新是古代材料技术发展的重要标志

人类冶炼技术大约有六千年的历史，新石器时代末期基本上具备了冶炼金属的条件。在寻找石器的过程中，人们较

容易地发现了绿色的孔雀石（铜矿）、褐色的铁矿石和闪闪发亮的方铅矿等。与此同时，也会找到一些天然铜和陨铁加以利用从而熟悉了它们的性能。其次，人们在烧制陶器的过程中，不断改进陶窑的结构和形式，在窑内能够形成较高的温度。各种不同颜色的陶器的产生（如灰陶，彩陶、黑陶）表明人们已经学会控制窑内的燃烧气氛，其中还原气氛是矿石变成金属的必要条件。根据考古发现，冶炼技术的发展是先铜后铁，这种顺序并不是偶然的。因为天然铜比陨铁为多，而且铜矿的美丽色彩容易被发现；铁的熔点高，冶铁技术比冶铜技术的难度大得多。所以冶炼技术始于炼铜而不是炼铁，是合乎历史和逻辑的。

公元前 4000 年左右，在西亚两河（底格里斯河和幼发拉底河）流域、非洲尼罗河流域、南亚印度河流域和东亚黄河流域，都先后进入了青铜器时代。纯铜（红铜）硬度不大，不适于作器皿和工具。在冶炼锡、铅、砷、镍、锌等金属过程中，人们发现铜与锡、铅的合金不仅比纯铜的熔点还低，而且硬度却更大，也更容易加工成锋刃利器，这种合金就是青铜，它比红铜获得了广泛的用途。

青铜的出现在技术史上具有划时代的意义。西亚民族较早地掌握了青铜的采矿、冶炼和铸造技术。冶炼主要使用坩埚，失蜡法铸造技术比较发达。中国进入青铜时代比较晚，但后来居上，殷商时期（公元前 1300 年左右）青铜的冶炼技术和铸造工艺达到了同时期的世界先进水平。1939 年在我国河南安阳出土距今三千年前的司母戊鼎，高 1.33 米，重达 875 公斤，经化验含铜 84.8%、锡 11.6%、铅 2.8%。其造型宏伟，如不能够集中大量劳动力一起工作，并同时开动很多青铜熔化器是不可能铸成这种青铜器的。战国时期还铸成了举世罕见的曾侯乙墓编钟。战国时期的《考工记》中记

载了工匠根据需要，恰当选择内含六种金属成分的配比，制成具有不同性能的青铜合金，称“六齐”，这是世界上最早的合金属熔炼的工艺总结。汉代《淮南万毕术》中记载的胆铜法，开创了水法冶金的新途径，魏晋南北朝时曾用这种方法在铁器表面镀铜。东晋时常璩著《华阳国志》记载了今云南会泽巧家一带是白铜的故乡。白铜（铜镍铜铍合金）是冶金史上的出色成就。黄铜（铜锌合金）冶炼也是中国古代工匠的重要贡献。明末清初宋应星（1587-?）著《天工开物》详细记载了我国古代炼锌（即“倭铅”）的方法，表明中国至少是世界上最早炼锌的国家之一。

冶铁技术和铁器的发明是古代材料技术的最重大成就。人类最早使用的铁器，首先是来自天然铁——陨铁。据考古发现：距今三千年左右在我国商代就有一种兵器叫铁刃铜钺（1972年在河北省藁城出土），这种“铁刃”就是陨铁制成的。地球上陨铁当然不多，大量的铁是从铁矿石中冶炼而成的。最早冶炼出的铁是公元前十三世纪生活在西亚两河流域上游的赫梯族人。公元前十二世纪，地中海东岸腓尼基人就开始使用铁器，然后传至地中海沿岸各国。因而古埃及和古希腊最早进入铁器时代。

铁的熔点高达 1500℃ 左右，在炉温不够高的情况下，从富铁矿中析出的纯铁往往与炉渣凝结在一起呈海绵状，为区别于现代海绵铁，称之为“块炼铁”。经过相当长的时期，人们才学会将这种块炼铁在火中加热，不断捶打，去掉其中渣粒而成为很纯的熟铁。中国大约在公元前七世纪或者更早一点才开始炼铁，但一开始就超过了世界其他地区固体还原的块炼铁的技术水平。大约在公元前六世纪的春秋晚期，中国就发明了铸铁技术，即用液体还原铁矿石的铸铁方法，取代了固体还原铁矿石的块炼铁方法，大大提高了生铁