

杜石然 范燮玉 陈美如 编著
金秋鵬 周世德 曹婉如

中国科学技术史稿

上册

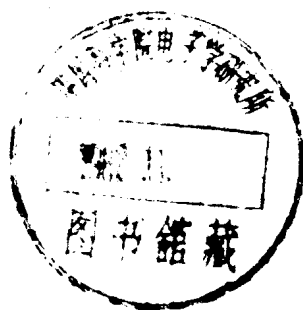
科学出版社

to. 82
259

中国科学技术史稿

(上册)

杜石然 范楚玉 陈美东 编著
金秋鹏 周世德 曹婉如



科学出版社

1982

1110223

内 容 简 介

科学技术的发展,和人类社会的其它事物一样,是有着一定的历史继承性的。今天的科学技术,正是由过去的科学技术发展而来的。研究和了解中国科学技术发展的历史,探讨它的发展规律,将可以起到借鉴历史、温故知新的作用。显然,这对广大干部、科技工作者、社会科学工作者以及青年同志们积极学习文化科学知识,为祖国的社会主义四个现代化贡献力量是有所裨益的。

这正是编著、出版这本中国科技通史的目的。

1982/8/24

中国科学技术史稿

(上册)

杜石然 范楚玉 陈美东 编著
金秋鹏 周世德 曹婉如

责任编辑 王玉生

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年8月第一版 开本: 850×1168 1/32

1982年8月第一次印刷 印张: 12

印数: 精1—7,800 插页: 精4平2
平1—8,500 字数: 312,000

统一书号: 13031·1919

本社书号: 2604·13—18

定价: 布面精装2.85元
平装1.90元

科技新书目: 27—精22平23

前 言

加速社会主义建设，尽快实现祖国四个现代化的责任，已经历史地落到我们这一代中国人的肩上。建国三十年来的社会实践，从正、反两个方面使人们逐渐认识到科学技术在社会主义建设中的重要作用。实际上，如果没有科学技术的现代化，要想实现工业、农业和国防的现代化都将是不可能的。可以毫不夸张地说，如何使我国的科学技术能够有一个较为迅速的发展，已经成为祖国实现四个现代化的关键。

科学技术的发展，和人类社会的其它事物一样，是有着一定的历史继承性的。今天的科学技术，正是由过去的科学技术发展而来的。研究和了解中国科学技术发展的历史，探讨它的发展规律，将可以起到借鉴历史、温故知新的作用。

这正是我们编写此书并向各位读者推荐此书的真正目的。

众所周知，在中国古代科学技术发展的历史上，曾出现过不少杰出的人物，出现了不少辉煌的成就。这些人物和成就，使得我们中华民族可以毫无愧色地并立于世界民族之林。我们的祖国曾以这些历史上的人物和成就，对整个人类文明的发展作出了自己应有的贡献。

对这些人物和成就，毫无疑问，我们是要酣墨重彩着力加以叙述的。但本书将不局限于这些方面，除叙述古代成就之外，还要叙述近代的落后；除罗列历史事实之外，还要试图探讨产生这些历史事实的原因。这就决定了本书的体例是把整个科学技术发展的历史，按时代先后，分成若干阶段的“断代体”。

在分期断代的具体处理上，我们采取的原则是：以科学技术本身发展的阶段性为主，划分为萌芽、积累、奠基、体系形成、提高、高峰、缓滞等若干阶段；同时适当考虑中国历史上惯用的

王朝体系的顺序，相互参照。我们没有采取按：原始、奴隶、封建等社会形态划分的方法。例如春秋战国时期，一般多根据社会形态不同而把它们分属于两个阶段，我们则从科学技术发展的阶段性出发，考虑它们之间无何显著区别，因而把它们置于一章之内。再如明清时期，我们也没有按王朝时代把它们严格分开，而是按科学技术发展不同阶段的特点，把传统科学技术和西方科学技术传入这两个不同的内容，分别属于上、下两章。另外，在各章之中，为使不同学科内容的叙述相对集中，我们还采用了追叙和延叙的方法，打破了各章间严格的时间限制。关于公元1919年以后的中国现代科学技术史，因研究不够，一时很难就绪，故本书暂未包括这部分内容。我们希望有机会再版时，能够把它补上。

在对中国古代科学技术发展进程进行描述的过程中，我们采用了“中国古代科学技术体系”的提法。我们认为：这样的体系是存在的。不仅科学技术的各个分科，如中国古代天文学、数学、医学、农学、冶金、建筑、纺织等各学科都存在着自身的体系；而且从科学技术的整体来看，体系也是存在的。这里所谓的体系，不仅表示可与世界其它古代文明中心明显相区别的若干特点，而且还表示它也具有着可以不断向前发展的内在的力量，即不断提出尚待解决的问题，并且能够找到解决这些问题的途径和方法，从而得到了长时期的持续不断的发展。

中国科学技术史，是整个人类文化史的一部分。在它发展的过程中，曾不断吸取了世界各民族、地区 and 国家的很多成果。同时也通过各种途径，把自己的许多成果贡献给全人类。对科学技术内容的文化交流进行叙述，也是本书的重要任务之一。

在本书编写过程中，曾得到中国科学院自然科学史研究所以及全国许多单位、许多同志的大力协助。关于本书编写的详细情况，谨记于全书“后记”之中，以志感谢。

在本书书稿即将付印的时候，参加本书编写的同志都不能不再深刻地认识到：编写这样一部综合性的中国科学技术史，我

们所作的还只能算是初步的尝试。对全书体例以及许多问题，如科学技术在中国历史上的作用，关于促进科学技术发展的社会原因的探讨，中国古代科学技术体系问题的提出，和我国近代科学技术落后原因的讨论等等，虽然我们提出了自己的一些看法（这些看法更集中地写入了全书的“结语”之中），但因水平所限，全书不妥之处一定很多。另外由于篇幅所限，挂一漏万之处也在所难免。所以我们决定把本书定名为《中国科学技术史稿》。在这里，我们热烈地期望同志们多多提出宝贵意见，以便在适当的时候进行修改，使它得到不断的完善。

编著者

1980年10月1日

目 录

前言	(vii)
第一章 原始技术和科学知识的萌芽	
(距今约一百七十万年至四千多年前)	(1)
一 伟大的祖国, 古老的文明	(1)
二 劳动工具的制造和火的使用	(5)
石器的制造 (5) 火的使用 (8)	
三 从采集狩猎到原始农牧业	(10)
农业和畜牧业的起源 (10) 原始耕作技术 (11)	
动物的驯养 (15)	
四 原始工艺技术	(16)
制陶 (17) 蚕丝的开始利用和原始纺织技术 (19)	
建筑 (20) 交通工具 (22)	
五 自然科学知识的萌芽	(23)
天文学知识的萌芽 (24) 数学知识的萌芽 (25)	
其它科学知识的萌芽 (27) 原始的医和药 (30)	
六 原始自然观	(31)
本章小结	(34)
第二章 技术和科学知识的积累	
(夏、商、西周时期 约公元前21世纪	
一公元前770年).....	(36)
一 奴隶制度的出现和科学技术	(36)
二 青铜时代和青铜冶铸技术	(40)
三 农业生产技术	(50)
以农业为主的自然经济的开始形成 (50) 耕作制	
度 (52) 耕作技术 (53) 园艺、蚕桑和畜牧 (55)	
四 手工业技术	(56)
建筑 (57) 纺织 (59) 染色 (61) 制陶技术的	
进步和原始瓷器的出现 (63) 酿酒 (65)	

五	初期的天文学和数学	(66)
	天文学 (66) 数学 (70)	
六	物候和地学知识的积累	(73)
	《夏小正》和物候知识 (73) 有关气象、地形和地图的记述 (74)	
七	初期的医药学	(77)
	巫和医的分化 (77) 药物与汤液 (78) 医疗工具与卫生保健 (79)	
八	天命观与阴阳五行说的起源	(80)
	天命观的形成 (80) 阴阳、五行和八卦说 (81)	
	本章小结	(83)
第三章	古代科学技术体系的奠基	
	(春秋战国时期 公元前770—前221年)	(85)
一	社会大变革与科学技术	(85)
二	铁器时代的到来与冶铁技术	(89)
	生铁、钢与铸铁柔化术的出现 (89) 冶铁业的兴起与铁器的逐渐普及 (93) 找矿经验和采矿技术 (94)	
三	精耕细作传统的开始形成与生物学知识	(95)
	《吕氏春秋·上农》等篇所反映的精耕细作技术 (95) 植物生态学和动植物分类学知识 (98)	
四	大型水利工程的开始兴建	(102)
	灌溉工程 (102) 运河工程和堤防工程 (106)	
五	《考工记》——手工业技术规范的总汇	(108)
	《考工记》的产生 (108) 车辆的制造 (108) 弓箭的制作 (112) 钟、鼓、磬等乐器的制造 (112) 练丝、染色和皮革加工技术 (115) 城市和宫室的规划设计 (115) 数学知识 (116)	
六	《墨经》中的科学知识	(117)
	光学知识 (117) 力学知识和时空观 (121) 几何学知识及其它 (123)	
七	天文学和数学的进步	(124)
	对行星和恒星观测的数量化 (124) 天象观测的重要成果 (128) 古四分历法 (128) 算筹、筹算和十进	

位值制 (130)	
八 地学著作的出现	(133)
《山海经》(133) 《禹贡》(135) 《管子·地员》(137)	
九 医学理论的初步建立	(137)
医药学的发展和名医扁鹊(137) 《黄帝内经》的整体	
观、脏腑经络学说和阴阳五行论(139) 《黄帝内经》	
的防治思想、病因说及解剖学知识(142)	
十 诸子百家的自然观和学术争鸣	(143)
唯物主义和无神论思潮的兴起(143) 天地为什么不坠	
不陷(145) 天与地的相对关系问题(146) 宇宙本	
原和宇宙无限性问题(148)	
本章小结	(151)
第四章 古代科学技术体系的形成	
(秦汉时期 公元前221—公元220年)	(152)
一 封建制度的巩固与科学技术	(152)
二 农业科学技术和水利工程	(155)
牛耕法与新型农具(155) 代田法和区种法(159)	
《汜胜之书》(160) 园艺、养马、蚕桑的发展(161)	
水利工程(164)	
三 生产工具、兵器的铁器化和冶铁术的成熟	(167)
生产工具和兵器铁器化的完成(167) 冶铁新技术(168)	
炒钢、百炼钢和铸铁脱碳钢技术(170)	
四 天文学体系的形成和杰出的科学家张衡	(174)
历法体系的形成(174) 天文仪器和天象记录(176)	
论天三家——盖天、浑天和宣夜说(178) 张衡及其	
成就(179)	
五 数学体系的形成	(182)
《九章算术》的出现(182) 《九章算术》的内容	
简介(183) 《九章算术》的意义及其影响(185)	
六 地图测绘技术与疆域地理志	(186)
马王堆出土的地图(186) 《汉书·地理志》的编纂(190)	
气象知识(192)	
七 医药学体系的充实与提高	(195)

	《神农本草经》——现存最早的药理学专著 (195)	
	张仲景与《伤寒杂病论》 (196) 华佗的成就 (198)	
八	造纸术与漆器工艺 (200)	
	造纸术的发明和蔡伦的革新 (200) 漆器的发展与兴盛 (202)	
九	建筑、交通及纺织技术 (205)	
	秦汉长城 (205) 木结构与砖结构技术 (206) 驰道 与栈道 (209) 水路交通与船舶技术 (210) 马王堆 出土的纺织品 (214) 纺织机械 (217)	
十	学术思想和王充《论衡》 (219)	
	董仲舒的“天人感应”说及其影响 (219) 古、今文经 学派的对立及其影响 (221) 王充及其《论衡》 (223)	
十一	中外交通和科技文化交流 (226)	
	海路交通 (226) 陆路交通 (227) 科技文化的交流 (228)	
	本章小结 (230)	
第五章	古代科技体系的充实和提高	
	(三国、两晋南北朝时期 公元220—581年) (232)	
一	三国、两晋南北朝时期的社会状况 (232)	
二	贾思勰和农学名著《齐民要术》 (235)	
	贾思勰的农学思想 (236) 《齐民要术》反映的北方干旱 地区农业技术 (237) 南方的农业生产技术 (240)	
三	天文学的一系列新发现 (242)	
	岁差和大气消光现象 (242) 太阳、五星视运动不均匀 性的发现 (243) 若干天文常数精度的提高 (244)	
	星图与浑仪、浑象 (245)	
四	杰出的数学家刘徽和祖冲之 (246)	
	刘徽及其数学成就 (247) 祖冲之及其科技成就 (250)	
五	地学的新进展 (254)	
	地记的编纂 (254) 裴秀和制图六体 (255) 郦道元 和《水经注》 (257) 关于植物找矿的认识 (259)	
六	医药学体系的完善和发展 (259)	
	王叔和与《脉经》 (260) 皇甫谧和《针灸甲乙经》 (261)	
	陶弘景和《神农本草经集注》 (262) 药物炮炙 (263)	
	葛洪和《肘后方》 (263) 与迷信的斗争 (265)	

七	炼丹术和化学	(266)
	炼丹术与化学的关系 (266) 早期的炼丹著作 (267)	
	炼丹术中的化学知识 (268)	
八	制瓷、灌钢和建筑技术	(270)
	制瓷技术的成熟 (270) 灌钢法和鼓风技术 (273)	
	佛教建筑 (274)	
九	机械制造的新成就	(278)
	马钧及其成就 (278) 运输工具 (280) 兵器和军事技术 (281)	
十	自然观和宇宙论方面的论争	(283)
	玄学、道教、佛教的唯心主义自然观 (283) 唯物主义自然观的发展 (285) 宇宙论的各学派 (287)	
	本章小结	(288)
第六章	古代科学技术体系的持续发展	
	(隋唐五代时期 公元581—960年)	(290)
一	经济和科技文化繁荣的大帝国	(290)
二	农业生产技术的提高	(294)
	农业生产的兴盛 (294) 南方水田整地技术 (295)	
	农田水利和灌溉工具 (297) 茶树栽培和茶叶加工 (298)	
	农学著作 (299)	
三	冶金和纺织技术	(300)
	大型铸件和炼银技术 (301) 纺织技术 (304)	
四	都市建设和桥梁工程	(308)
	长安城 (308) 洛阳城 (310) 木结构建筑和砖塔 (311)	
	赵州安济桥 (312)	
五	地理学的成就和大运河的开凿	(315)
	贾耽及其贡献 (315) 李吉甫和《元和郡县图志》 (316)	
	玄奘和《大唐西域记》 (318) 对海陆变迁和潮汐的认识 (319)	
	大运河的开凿和利用 (320)	
六	算经的注释和数学的发展	(323)
	数学教育 (323) 王孝通和《缉古算经》 (324) “十部算经”的注释 (324) 二次内插法的创立 (325)	
	实用算术的发展 (326)	

七	天文学和杰出的天文学家一行	(327)
	定朔法的应用 (327) 浑仪与浑象的改进 (329)	
	一行及其成就 (330) 天文常数精度的进一步提高 (332)	
八	雕板印刷术的发明和造纸技术	(334)
	雕板印刷术的发明 (334) 造纸技术 (342)	
九	炼丹术和化学的发展	(344)
	炼丹术的发展 (345) 炼丹设备 (346) 矿石药物和 化学药物 (348)	
十	中医药学的进步	(350)
	医药机构与医药教育、法令 (350) 巢元方和《诸病源 候论》 (351) 第一部国家药典——唐《新修本草》 (352) 孙思邈《千金方》和王焘《外台秘要》 (353) 外科治 疗 (355) 藏医 (355)	
十一	中外交往和科学技术交流的发展	(358)
	中外交往概况 (358) 与朝鲜的交流 (359) 与日本 的交流 (359) 与印度的交流 (361) 与中亚、西亚各国间的交流 (364)	
十二	柳宗元、刘禹锡的自然观	(368)
	柳宗元的自然观 (368) 刘禹锡的自然观 (369)	
	本章小结	(372)

第一章 原始技术和科学知识的萌芽

(距今约一百七十万年至四千多年前)

一 伟大的祖国，古老的文明

我们伟大的祖国位于北半球，在亚洲的东部，太平洋的西岸。她领土辽阔广大，面积和整个欧洲几乎相等。当帕米尔高原星光闪烁，夜色正浓之时，在乌苏里江畔已是霞光满天的清晨；当黑龙江上冰封雪飘，万物憩睡时，南海诸岛上却郁郁葱葱，生意盎然。她有绮丽多姿的自然风貌，地形复杂，气候多样，各种自然资源丰富。西部的巍峨山岳以及西南部号称“世界屋脊”的青藏高原，像是天然的屏障，渤海、黄海、东海和南海环抱着东部和东南部，蒙古高原雄踞于北部，在古代交通不方便的情况下，使我们的先民较少与外界交往，造成一定的闭塞状态。因而从这块土地上生长、发展起来的古代文明，能够在较长时期内保持着自己的鲜明色彩。在祖国广阔的土地上，黄河、长江和众多的江河川流宛若生命的纽带，两岸的肥沃土壤，使生活在这里的先民们很早就发展起农牧业生产，这是我国得以进入世界文明古国行列的基本条件之一。高原、盆地、平原和丘陵错综分布在这块土地上，温带、亚热带和热带气候自北而南差异显著，各地蕴藏着丰富多样的自然资源。所有这些，使各地区的生产面貌大不相同，也使早期文明的发展显示出很不平衡的状态。

从远古时候起，我国各民族的先民就劳动、生息、繁衍在这块广大的土地上。他们手持简陋的工具与大自然进行着艰苦的斗争，在从事采集渔猎和原始农牧业等生产劳动过程中，不断地提高自己的劳动技能，改进生产工具，并逐步积累了关于自然界的种种知识。

人类的历史是从制造工具开始的。根据古人类学研究的最近

资料，世界上制造工具的人的出现，最早大约距今三百多万年。我国也是古人类化石很多的国家之一。到目前为止，已发现的古人类化石，最早的有距今一百七十万年前的云南元谋人，此后有约八十万年前的陕西蓝田人和约四、五十万年前的北京人。相当于旧石器中期的有广东马坝人、湖北长阳人、山西丁村人等。相当于旧石器晚期的有广西柳江人、四川资阳人、北京山顶洞人、内蒙古河套人、山西峙峪人等。

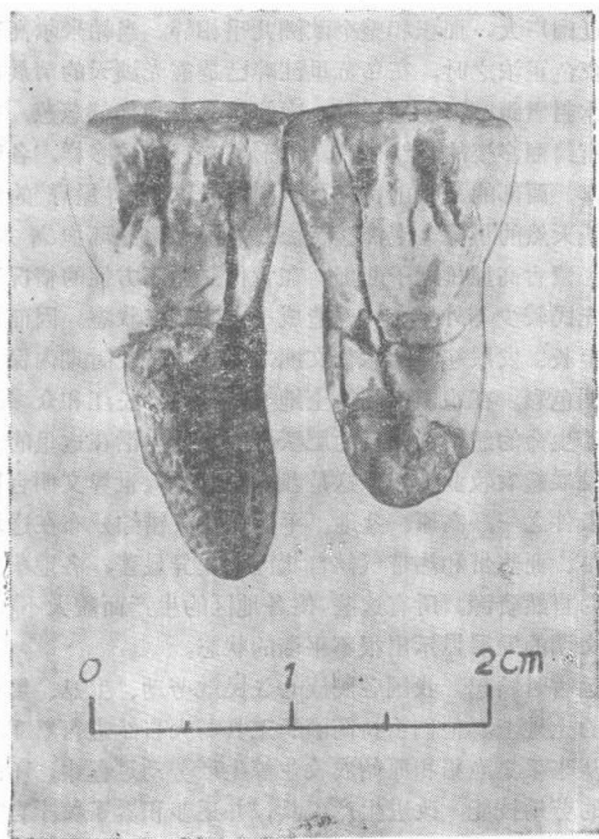


图1-1 云南元谋人上颌前面的两个门齿

元谋人使用的石器，其原料与打制方法和蓝田人、北京人很相似。已经知道选择质地坚硬的石料制造工具。北京人已能使用火和保存火种。火的使用对于人类和社会的发展意义非常重大，许多技术的产生和发展都和火的利用有关。距今约二万八千年前的峙峪人文化遗物中出现了石镞，表明这时弓箭已发明了，它的发明使狩猎生产得到迅速发展。旧石器时代经过二、三百万年的缓慢发展，我们的先民大约于一万年前，开始进入了一个新的历史时期——新石器时代。

新石器时代文明的进步和旧石器时代相比，是一个飞跃。到目前为止，在全国共发现这一时期的文化遗存约有六、七千处。由于我们的先民在不同的地区，不同的自然环境中长期生活和从事生产劳动，生产工具、住房、生活用品、技术等各方面都形成了各自的特点。考古工作者一般把最初发现这些文化遗存的地名称之为“某某文化”。例如著名的有：河姆渡文化^①、仰韶文化^②、屈家岭文化^③、大汶口文化^④、龙山文化^⑤、齐家文化^⑥等等。这些繁花似锦的不同文化，在发展过程中，一方面各自保持着自己的特色，另一方面又不断地相互交流和融合。这一时期，技术上的新突破是出现了形制准确合用和有锋利刃口的磨光石器，开始烧制陶器，畜牧业和农业的产生，在其后期还开始了金属的使用。社会生产力不断向前发展，社会财富开始有剩余，贫富的差

① 1973年发现于浙江余姚河姆渡村附近，是迄今在长江下游发现的最早的新石器时代遗址。有两个测定年代：一为距今6,725±140年；一为距今6,960±100年。

② 因首次发现于河南渑池县仰韶村而得名，距今约6,080到5,600年。现已发现此种文化的大量遗址。

③ 因首次发现于湖北京山屈家岭而得名。年代晚于仰韶而早于龙山。

④ 因首次发现于山东泰安大汶口而得名。大汶口文化的分布主要是以泰山附近为中心，包括江苏北部及山东省大部分地区。

⑤ 因首次发现于山东章丘龙山镇城子崖而得名。山东、河南、河北、山西、陕西等省都发现具有此种文化基本特征的遗址，是一种年代较晚的新石器时代遗存。

⑥ 因首次发现于甘肃临洮齐家坪而得名。亦为一种年代较晚的新石器时代遗存。

别产生了，原始公社制度日益走向崩溃，为阶级社会的到来准备了条件。

原始社会阶段，科学还存在于技术之中，或只能说仅仅是萌芽。如在选择石料，打制和使用石器中，就蕴含有力学和矿物学、地质学知识的萌芽；在采集狩猎和原始农牧业中，包含着动植物学的初始知识；在火的使用、制陶和原始冶铜技术中，则有一些化学知识的萌芽；而农、牧业发展的需要则促成了物候、天文和数学知识的早期积累。

科学从技术中开始分化出来，那是进入阶级社会以后的事。这种分化出现之后，对人类历史的影响是极其巨大的。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，从而也促进了社会生产力的发展。当然，总的说来，在人类历史的早期，科学技术的发展是很缓慢的，但越到后来其发展速度越快，社会的发展也随之加速。旧石器时代在人类历史上经历了将近三百万年才发展到新石器时代，而新石器时代只经过五、六千年就发展到了阶级社会。

原始社会时期，我们的先民在和自然界作斗争时，是结成群体进行的。四、五十万年前的北京人，工具落后，生产技术水平十分低下，组织能力也很薄弱，经常几十人结成一伙，过着群体生活，靠采集和渔猎以维持生活。由于生活极端艰苦，当时大多数人都早年夭亡。有人曾就北京人洞穴内发掘所得的材料进行过统计：在可统计的22人中，死于14岁以下的就有15人，占68.2%。到新石器时代就不一样了。生产工具较为进步，以血缘为纽带的氏族公社制度高度发展，使人们有了比较牢固的结合和集团之间较密切的联系，这就能保证持续不断的生产活动和劳动经验的世代继承，为生活的改善和提高，以及生产技术的发展创造了有利条件。

原始社会时期，是人类历史上十分遥远的过去。在写它的科学技术发展史时，只能凭借古人类学、考古学和民族学，以及神话学、语言学提供的资料。这些资料比较零散，科学性有时也存在一些问题，只能作间接的旁证之用。更主要的是我们对原始社

会的科学技术史研究得很不够。因此，这一章所述内容只能说是在这方面作的一个初步尝试而已。

二 劳动工具的制造和火的使用

石器的制造

人和动物都面对着与自然界进行斗争以求得生存的问题。动物只能靠自己机体和器官的缓慢改变来适应自然界的改变，当这种改变不能适应自然界的较大变化的时候，动物就会大批灭绝。人则不然，人能制造和使用工具，而工具正是人手和牙齿等器官的延长与增强。制造和使用工具是人所特有的活动。它意味着人对自然的改造，意味着生产。简言之，人类的文明史，首先就是制造和使用工具的历史。

据推测，人类形成的过程中，在长期使用天然木棒和石块来获取食物和防卫时，偶尔发现用砾石摔破后产生的锐缘来砍砸和切割东西较省力，从而受到启示，便开始打击石头，使之破碎，以制造出合用的工具。就世界范围来看，人类开始制造工具大约是在三百万年前。最早的工具大概没有什么标准的形式，一物可以有多种用途。坦桑尼亚奥杜韦峡谷发现的最早石制工具，大约距今二百万年左右，其典型的石器是用砾石打制的砍砸器。我国元谋人也已使用打制粗糙的石器，与其化石同地层出土的七件石器均为刮削器。

据对出土石器的考察，制作石器的工艺过程，在旧石器时代，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（石核）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。我国旧石器时代的