

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界古代前期科技史

 **eBOOK**  
内部资料 非卖品

## 内容提要

本书简要记叙了自人类出现到公元前 6 世纪，世界各主要地区科学技术发生、发展的历史。石器时代部分是针对这一历史阶段的重要技术发明，如石器制作，用火、弓箭的发明、农业、建筑、制陶及天文、数学等萌芽进行概括性论述。文明社会部分则是以埃及、美索不达米亚、印度、中国几大地区为线索，对天文历法、数学、农业、水利、医学、建筑、冶金、手工业等，做分门别类的叙述，脉络比较清晰，亦兼及中美洲的玛雅文化。

本书吸收了近十年来国内外考古发掘和研究的新成果，注重史实，体现出各个地区古代人民在这一历史阶段中，对世界科学技术所做出的贡献，并对中国与西方古代科学技术的特点进行综合比较，使读者可站在中国的角度看世界古代科学技术的发展，亦可站在世界的角度看中国古代科学技术的发展，这样的宏观的对照也许会引发人们对世界古代科学技术史的一些重新思考。



## 一、概述

### 1. 世界古代前期科学技术的总特点

技术是人类有意识地认识和改造自然的活动，自人类打制石器始，人们的这种活动就已经展开了。但严格地讲，从远古至公元前 6 世纪左右这一历史阶段，只有农业、天文学、建筑、数学、医学已发展成为或正在发展成为科学，而有些生产则只能称为技术，如石器、骨、角器制作、玉器加工等，像制陶和制造玻璃器，虽说已使这些原材料得到了化学的转变，但在这一阶段仍应归于手工业技术一类，因为技术一般被理解为关于工具、物质产品以及它们被用来达到实用目的方式的知识，技术往往比科学更为古老，通常技术是回答怎么做，科学则是回答为什么。

从理论上讲科学技术应包括：科学理论、实验和技术三个有机体，从这种意义上说，这一阶段的科学技术在世界科学技术史上还只是处在初创阶段。此阶段科学技术的理论往往是宗教或自然哲学的一部分，实验仅限于人肉眼的观察或简单仪器的使用，在大多数情况下，科学理论、实验和技术三者往往是互相隔离的，但在某些领域也出现了三者相结合的尝试，如古西亚人，古埃及人的几何学，其相应的实验是对土地的测量，当人们用尺子作为测量的工具时，几何实验则开始有了客观的标准，有了尺子人们对相同距离，相同的面积，相同的角度，不同人测量可得出相同的结果，这便是最早将实验与技术相结合的领域。至于科学理论方面，各学科这一时期都缺乏严密完善的理论，有些学科如天文学、医学等甚至存在许多与巫术相混杂的荒诞解释，但人们毕竟已经在试图建立一些理论，如古西亚人数学中的乘法表、开方表、古代中国人对冶炼青铜的“六齐配方”等都是对实用科学的总结和归纳。

世界文明是在以西亚、埃及、印度、中国等几个地区为中心发展起来的，不同地区都对世界文明或者说对世界科学技术史做出了自己的贡献，它们的共同之处是在农业、天文学、数学、建筑学、医学等学科都取得了一定的成就，不同之处就是他们各有所长，各有特点，我们可在下述各文明地区对世界科学史的主要贡献一节中看出他们之间的差异。

## 2. 石器时代的技术交流

人类最初的技术活动是对石器、骨器的制作与使用。根据现有的资料，旧石器时代早期、中期的石器、骨器的区域性很强，每个区域的石器都有其自身的特点，如北非、欧洲和中国等地区的石器都呈现出截然不同的技术。中国北方是以北京人的直接打击的小石制品工具为主，且具有向小型化方向发展的趋势。北非、欧洲的石器制作风格则大不一样，从旧石器时期中、晚期始，阿舍利文化更多地采用石核的预制技术，即克娄瓦勒技术，生产出的石核多为长型的，石片也为长型，且较为规整。在修理技术方面，中国的石器制作基本上采用硬锤直接加工，这样便导致石器刃缘不整，而欧洲的石器，从阿舍利文化后期至旧石器时代晚期的早一阶段，广泛地采用了软锤加工，即用骨、角类作为工具的加工技术，对生产精巧石器起了良好的作用。这些差异表明当时的石器加工，基本上是区域性的，特别是中国和西方之间尚不存在技术交流的因素。

至于旧石器时代晚期文化，近年来有学者认为距今约3万年前中国细石器工业出现后，逐步改变了旧石器时代晚期后一阶段中国北方石器、骨器技术的格局，石镞、标枪、鱼镖、骨针等工具的出现与西方这类工具有许多相似之处，这大概可作为东、西方早期技术交流的一个证据、当然这种交流是以区域渐进的方式进行的。

中国的河北阳原虎头梁遗址群中曾发现有带凹槽和有肩的石器，前者是钝尖尖刃器，一面充满修理疤，刃缘匀称，前端的尖刃呈小圆头形，由尖端向两侧缓缓展宽，至末端稍内敛，而后将根部制成稍内凹的线槽结构，它与美洲的克罗维斯投射尖刃器中的一类颇相像，后者是锐尖尖刃器，其一侧中下部因重击而变窄，若单肩状，原研究者把它与美洲桑地亚的尖刃器进行对比，克罗维斯工业的出现一般认为距今12000年至11000年前，虎头梁发现的这两类石器可能是与美洲发生文化交流的证迹。

---

参见张森水《中国北方旧石器工业的区域渐进与文化交流》，《人类学学报》1990年第4期。

### 3. 中国古代文明地区与其他地区的关系

关于中国古代文明与古埃及，古西亚及古印度等文明之间的关系，自本世纪 20 年代起就有不少西方学者做过探讨，但他们多以“地中海文明中心论”解释它们之间的关系，认为古代文明均起源于埃及或西亚，有的学者甚至认为古代文明均起源于埃及，有的学者主张西方文化在新石器时代从北欧和东南欧流入中国。如 1921 年安特生在中国河南渑池县发现了新石器时代晚期仰韶文化的彩陶，便立即把这些彩陶列入希腊北部、伽里西亚、乌克兰、南俄俄特里波列和中亚的安诺文化系统之中。现在根据碳 14 测定的年代，不但弄清了仰韶文化早于安诺文化，且确定了仰韶文化由黄河中游向四周传播的范围，还发现了新石器时代早期的若干遗址。现在学术界中已普遍承认这样一个事实，即：中原彩陶文化向西传播。新疆塔克拉玛干以北的彩陶和甘肃彩陶文化十分相似，由此推断新疆可能是来自中亚细亚的彩陶文化与由东而西传播的中原彩陶文化交汇的地方。

西亚的陶器出现在 1 万年前，而中国江西万年仙人洞和广西桂林甑皮岩出土的陶器时代也相当于 1 万年前。西亚、中国、埃及、印度等地区的新石器时代文化有的是独自起源，像西亚与中国，有的则可能是通过传播发生的，像埃及的新石器文化有可能是从西亚传去的，日本的新石器文化有可能是从中国传进的。它们在时间上或是基本平行，或是相差几千年，但它们在各自的发展过程中，可能彼此都有过影响，但这种影响在当时也只能是通过邻近地区间接进行的。

从农业的起源来看，西亚、中国、印度、美洲等地区似乎都是独自发明互不相关的，如西亚最早栽培大麦、小麦，中国南方，印度最早栽培了稻米，中国北方最早栽培了小米，美洲最早栽培了玉米等，这种农业起源的相对独立性可能是受到地理环境的约束，如野生稻、麦、玉米、小米等作物的不同分布，人们根据周围存在的不同类野生植物，栽培出不同的农作物，而后才向其他地区传播的。

中国与埃及、西亚的明确交往大约出现在 4000 年以前，在古代中国北方和西北方居住着许多游牧民族，自公元前 2000 年始，这些草原民族出现了由东向西的迁徙趋势，生活在黄河和阴山以西、伊朗高原和高加索山脉以东的广大地区的草原牧民，成为中西交通最早的媒介者，特别是公元前 1000 年以后，他们转向以养马为主的游牧经济，使他们成为促进中国和它以西邻国文化交流的使者。

埃及和中国的西部地区，正是通过这些草原牧民，彼此成为近邻。春秋战国时期，非洲的宝石、香料、玻璃运往中国，中国的软玉、陶瓷、丝绸等运往埃及甚至更远的地区，如中国的丝绸织物，由于北方草原民族的转销，从天山、帕米尔高原，经过中亚细亚向北运到俄罗斯平原和北岸希腊移民城邦，向南传到了两河流域等地，公元前 6 世纪时希腊的一些雕刻和绘画中，已可见到从中国传去的透明的丝质衣料。

历史事实证明交流是社会发展、进步的重要因素，由于中国与西亚、埃及经历了数千年的接触、交往，才有了公元前 2 世纪西汉时“丝绸之路”全

---

参见沈福伟《中国与非洲——中非关系二千年》，中华书局 1990 年版。

参见沈福伟《中国与非洲——中非关系三千年》，中华书局 1990 年版。

线畅通的可能性，也才有了东西文化以丝绸之路为纽带，互相交流，彼此影响，促进双方社会繁荣，科技发展的可能性。

## 4. 几大文明地区对世界科学技术史的主要贡献

### (1) 西亚

西亚是世界文明的重要发祥地之一，许多重要的科学技术都起源于这个地区，古西亚人首先栽培了燕麦、大麦、小麦，驯化了羊、猪等家畜，首先发明犁耕，制作陶器，发明车轮。在天文学上最早确定了七个行星及其运行轨道，为这七个行星的定名，一直沿用至今。在数学方面，最早运用十进位和六十进位的进位值，首先发明乘法，并利用乘法表、开方表进行运算，在医学方面最早用青铜刀割治白眼障和肿瘤甚至接骨。冶铜、冶铁也最早出于这一地区，建筑方面最早使用烧砖等人工材料，采用沥青砌筑房屋，较早地解决了防止高层建筑渗水的问题。

### (2) 埃及

由于埃及特殊的地理环境，古埃及人在新石器时代及文明时期就与克里特岛和美索不达米亚等地区有过一定的交往，但他们基本上形成了自己的文化传统，发展成为世界上具有重要影响的一支文明。古埃及人对世界文明的主要贡献表现在 4000 年前就已获得了修筑堤坝、控制和分配洪水的人工灌溉系统，还开辟了运河。为了方便浇灌蔬菜果园，于 3500 年前发明了一种新的汲水工具——桔槔。在天文学上早在 4700 年前，古埃及人首先发明了一年为 365 天的太阳历，它与实际周期每年只有 0.25 日之差，我们今天使用的阳历就源于这种太阳历。在医学方面，古埃及人对疾病的诊断，用动、植、矿物配制药物，尤其是在摘除肿瘤、创口缝合等外科手术方面具有较高的技术，且有一些医学古文献保留下来，可以说古埃及的医学是较为系统、完善的，这套医学后来经过克里特岛传到希腊，成为西方医学的先驱。在数学方面古埃及人首先发明了计算三角形、正方形、圆形和梯形面积的方法，算出  $\pi$  值为 3.1605，这在当时是对  $\pi$  值最精确的计算。古埃及人在建筑学方面的贡献，更为世人所瞩目，直至今日仍矗立在尼罗河畔的金字塔是他们建筑技术的最好见证。他们首先运用了柱廊、方尖塔等建筑形式，并对后来西方的建筑产生过深刻的影响。

### (3) 印度

古印度文明也是世界上最古老的文明之一，它与北方地区，特别是阿富汗一直保持着广泛的联系，并与伊朗高原，美索不达米亚也有所接触，到公元前 3000 年，发展成为一支独具特色的文明，其对世界科学技术方面的最大贡献是至迟在 6500 年以前开始种稻、豌豆、扁豆等，特别值得注意的是约在 7000 年前，生活在这一地区的梅加人成功地培育出棉花，在城市建筑上古印度人取得了相当大的成就，其中最主要的就是对城市的精心设计与规划，每座城市均分为城堡与下城两部分，街道呈南北，东西纵横交错，十分整齐，每个街区都有若干房屋和设施齐全的排水系统。城堡内一般都有浴池、谷仓和集会大厅等不同建筑，城市居民饮用水主要依靠水井，取水用轱辘。在医学方面古印度人已能实施外科手术，像痔疮手术，扁桃体切除术，剖腹产等，他们最早施行了成形手术，其中尤以鼻成形术最为发达。在制陶方面这里的居民首先采用了模制成型的制陶方法，在公元前 6 世纪还创造出一种黑精陶，另外在宝石加工上，古印度人有着独特的发明，如在石质珠子上蚀花、生产釉陶珠做为头饰，鼻饰、项圈、手镯、足镯等装饰品，是古印度传统文化的重要内容。

#### (4) 中国

中国先民对世界科学技术的主要贡献在于最早发明了养蚕、丝织的技术，良渚文化遗址出土的家蚕丝织物——绢片，距今约 5000 年，它是一种平纹组织的绢片，织物密度约为每厘米 47 根，到商代中国人已可织出纨、平纹纱、罗等丝绸品种，至迟在公元前 6 世纪，中国的丝绸已传入西亚、希腊等地区，成为深受人们喜爱的物品。陶瓷也是中国人首先发明的，最早的瓷器见于河南郑州二里岗遗址，即商代中期，瓷器较陶器有两个主要优点，第一，瓷器烧制的温度高于陶器，这需要较高的烧制技术，第二，瓷器表层有高温釉，因而比陶器少或没有吸水性。瓷器易洗涤，不易腐蚀，特别适于做食用器，因此自古至今它一直是人们首选的食具。陶瓷大约也在公元前 6 世纪左右经过丝绸之路向西方传播开来。

在农业方面中国是粟、稻、黍等栽培植物的起源地，较早地驯化了猪、狗、羊、牛、鸡等，并在农田耕作上采用精耕细作的方法。在冶金方面，中国的冶铜和冶铁的时间不及西亚早，但其在铸造技术上却有所突破，如采用分铸法制作大型的青铜制品，较早地出现了青铜的科学配方，又如中国冶铁初期就采用铸型制作铁器的技术，而西亚在相当长一段时间内是采用块炼铁方式经过锻打形成铁器。在建筑方面，中国人以木结构为主、土木相结合的传统建筑体系，并注重整体布局等。

#### (5) 美洲与爱琴海地区

古代印第安文明从绝对时间来讲，其鼎盛期比旧大陆文明要晚得多，但它却是在与西亚、非洲等古代文明基本隔绝的条件下，独立发展起的文明。玛雅人最早培育了玉米、马铃薯、菜豆等，印加人则培育了甘树薯、花生等，今天仍受世界人们喜爱的许多作物如：蕃茄、辣椒、南瓜、可可、棉花、烟草也都是由印第安人最早培育出的，为了种好这些农作物，他们还修筑了严密的水利灌溉系统。在天文学和数学方面，玛雅人达到了相当高的水平，如建造多处天文观察台，可准确预测日蚀的时间，推算金星的运转周期等，并发明出四种历法，数学上采用二十进位法。城市中巨大的建筑群反映出印第安人高超的建筑水平，其宫殿和庙宇都是由方形石块筑成，用水泥灌缝，墙上抹灰，全城地面都用石膏板铺成，神殿还有大量的浮雕为饰。

爱琴文明与古西亚、古埃及文明关系密切但它仍是独立的一支文明，并成为希腊文明的先驱，特别是他们迷宫式的建筑和由象形文字发展成的线性文字，都是他们的独到之处。

## 5. 古代中国的科学技术与其他几个文明地区的主要差别

古代中国文明与其他几个地区的文明有着许多的不同，但最主要的一点是它是一个连续发展从未中断的文明，现代的中国文化是从古代中国文明一步步发展而来的，而古代西亚、古代埃及、古代印第安等文明都曾中断过，正因为如此古代中国的科学技术与其他文明地区科学技术的主要差别应引起我们的重视与思索。

总的说来古代中国人在科学技术方面，似乎更注重实用性和感性观察，但缺乏细致的实验分析和总结规律，如中国人对天象的观察相当仔细，早在商代就对日蚀等现象做过记录，是世界上最早记录日蚀的国家，但中国人在相当长的时期内未对这些天文现象做过深入的分析，这大概是因为中国古代观天象主要是为了观象授时，预测凶吉，在周代以前中国科学技术的掌管者多为巫覡，他们可“通天之际”，掌管天文、历法、占卜等多项权力，因此当时的天文观察者并不注重探索天体的奥秘，而是处于农业生产和社会统治的需要去观察天象。西亚在天文学上则较早地将观察和分析结合起来，最早确定了七个行星及其运行轨道。陶瓷、丝绸等技术都与人们的日常生活关系密切，它们被中国人发明也体现了古代中国人注重实用性的一面。

在文字方面，西亚苏美尔人最早的文字记录约在公元前 3000 年，此时期的记录中约有 2000 多个符号，而到公元前 2500 年，符号的数目已削弱到 600 个，这是因为他们利用了组合法表示一个复杂的词或短语，由此也就引起了文字符号的简化。中国的文字则与西亚的文字走上了完全不同的发展道路，在中国现可考证最早的文字是公元前 1400 年的甲骨文，这种表意文字是随着语言的发展而不断增加着。

在数学上，这一时期中国主要是发展以进位制等计算方法，而西亚、埃及则以发展几何为主要成绩，而这种几何学正是建立在对土地测量基础上形成的实验性科学。

在冶金方面，古代中国人更注重在铸造工艺上下功夫，采用分铸法制作大型的青铜制品，并在冶铁初期就采用铸型方法制作铁器，与西亚、埃及等文明地区长期采用块炼法的冶金技术形成了鲜明的对照，并体现出古代中国人重视实用性的又一个方面。

## 二、旧石器时代的科学技术

### 1. 人类的起源与发展

科学技术是人类的专利，自人类诞生之日起，人们就在不断地发展着科学技术，以简单的石器制作到复杂的卫星上天，人类经历了漫长的岁月。但寻求科学技术的源头，还需从人类的起源谈起。

一百多年前人们对自身的起源还一无所知，多数人相信人是由上帝创造的，直到 1859 年英国生物学家达尔文发表了震撼学术界的著作《物种起源》，提出以自然选择为基础的进化学说，人们才开始科学地对待自身起源问题。1863 年英国的进化论学者赫胥黎发表了名著《人类在自然界的位置》，首次科学地涉及了人类起源的问题，随着古人类化石的不断发现，人们逐渐普遍地承认人是由古猿进化来的这一科学命题。

人类学家、考古学家经过了一百多年的不懈努力和探索，人类起源之迹已露端倪。虽说许多问题科学家们仍在继续探索、争论，但人类起源的大致轮廓已可勾画出来。简而言之，可把人类的起源、演变概括为以下几个阶段：

腊玛古猿（距今约 1500 万年） 南方古猿（距今 400 万—100 万年）  
能人（距今 200 万年—150 万年） 直立人（距今 150 万—20 万年） 早期智人（距今 25 万—4 万年） 晚期智人（距今 5 万—1 万年前）。

#### （1）腊玛古猿

人类是由古猿演变而来的，但猿科与人科的分界线在哪里，人类学家们一直争论不休。1932 年美国耶鲁大学的研究生刘易斯带领一个考古队在印度与巴基斯坦接壤的西瓦立克山区发现了腊玛古猿的颌骨及耳齿化石，距今约 1200 万年。刘易斯注意到这个颌骨有一些明显的似人的性状如齿弓呈抛物线，犬齿小、无齿隙、前部牙齿向前的突出度较小等。因此 1937 年他在写论博士论文时把腊玛古猿归入了人科。随后在肯尼亚、匈牙利、希腊、中国云南等地陆续发现了腊玛古猿化石。人类学家对腊玛古猿的归属问题有过多次数争论，直到今日尚无定论。现只能笼统地说，中新世（约 2600 万—1200 万年前）存在着人猿超科的成员，它们是现在人类和猿类的共同祖先。如果承认腊玛古猿是人类的祖先，那么从腊玛古猿到南方古猿的进化过程中还存在缺环，科学家们还需要寻找新的证据来阐释这两者之间的关系。

#### （2）南方古猿

目前学术界中比较肯定的人科成员是南方古猿，其生存的地质年代从上新世到更新世早、中期，距今约 400 万到 100 万年前。南方古猿的化石材料主要发现在非洲，且多集中在非洲的东部和南部两大区域，已发现的化石材料非常丰富，大约可代表 350 多个个体，有在南非阿扎尼亚、汤恩发现的南方古猿颅骨化石，奥杜韦峡谷发现的东非人及阿法地区发现的“露西”等，另外在亚洲的印度尼西亚、我国的湖北等地有零星南方古猿化石的发现。南方古猿具备了人的基本特征，脑量较小，平均为 500 毫升，但在结构上与人相近，能直立行走，制作简单的砾石工具。

---

参见吴汝康《古人类学》，文物出版社 1989 年版。

参见李天元《古人类研究》，武汉大学出版社 1990 年版。

参见吴汝康《古人类学》，文物出版社 1989 年版。

### （3）能人

能人化石是 1960 年在非洲东部的奥杜韦峡谷首次发现的，化石材料可复原为一成型的颅骨，其年代根据同位素钾—氩法测定为 210 万至 170 万年前，在肯尼亚特卡纳湖东岸和南非斯特克方丹和斯瓦发现了能人化石。能人的脑量有所扩大，雄性的脑量为 700—800 毫升，雌性的脑量为 500—600 毫升。石器加工技术高于南方古猿，除制作大量砍斫器外还制作盘状器，原型手斧、大型刮削器、小型刮削器等，根据这些石器类型分析，能人可能过着以采集为主，狩猎为辅的经济生活，或采摘野果、挖掘块茎植物为食，或靠捡拾兽尸得到肉食，偶尔也以群体的力量猎取野兽。

### （4）直立人

1890 年在印度尼西亚的爪哇岛发现了世界上第一个直立人化石，发现者是荷兰年轻的军医杜步瓦，他致力于寻找人与猿之间的缺环，经过数年的努力，终于找到了直立人的头骨和股骨化石，并于 1894 年发表学术论文，认为爪哇人是现代人类的祖先。但由于当时人们缺乏对直立人化石的认识，他的这一观点遭到一些权威学者的反对，他们认为爪哇人的头骨和股骨分属于不同种类动物或人的遗骸，头骨属于长臂猿，股骨则属于现代人的。教会更是拼命加以反对，指责杜步瓦的文章是异端邪说。在这两股力量的压力下，杜步瓦沉默了，他把爪哇人化石标本封存在保险柜中达 28 年之久，直到后来北京人化石的发现，学术界才给予爪哇人彻底的平反。直立人化石分布于亚洲、非洲和欧洲，著名的有爪哇人、北京人、蓝田人、元谋人、海德堡人等。

直立人的脑量已明显增大，从早期 800 毫升增到晚期 1200 毫升，学者们由此推测直立人可能具备了语言能力。在全世界直立人的遗址中属周口店北京人遗址第一地点的材料最为丰富，除大量直立化石外，还发现了一百多种哺乳动物化石、约十万件石制品和大量用火的遗迹。直立人的生活比能人有显著的提高，他们能制造较规范的砍斫器。刮削器、手斧等工具，过着采集和狩猎的生活。从遗址中发现的各种大小哺乳动物化石推测，北京人不仅猎获小动物，而且还能捕获个体较大的动物。

### （5）早期智人

早期智人生活在距今 25 万至 4 万年前，主要分布在亚洲、欧洲和非洲，目前已发现的早期智人化石地点达 70 余处，比较著名的有博多人、佩特拉洛纳人、昂栋人、尼安德特人、大荔人、马坝人、许家窑人等。早期智人的主要体质特征是脑量较大在 1300 毫升以上，石器制作技术日趋进步，且明显表现出地域性的差异。如尼安德特人创造出以细小尖状器和刮削器为代表的莫斯特文化。中国这一时期的丁村文化则以厚尖状器、砍斫器为主要特征。有证据表明早期智人能制作骨器，会人工取火，并有了埋葬死者的习俗。

### （6）晚期智人

晚期智人生活在距今 5 万至 1 万年前，他们的足迹已遍及欧洲、非洲、亚洲、澳洲及美洲，像克罗马农人、姆拉德克人、柳江人、山顶洞人、芒戈湖人等。他们在体质上与现代人接近，石器加工技术有较大的发展，广泛使

---

参见吴汝康《古人类学》，文物出版社 1989 年版。

参见李天元《古人类研究》，文物出版社 1989 年版。

参见吴汝康《古人类学》，文物出版社 1989 年版。

参见吴汝康《古人类学》，文物出版社 1989 年版。

用以窄、长石叶制作的细石器。标枪、投矛器、弓箭、鱼镖等狩猎工具的出现，标志着人们能够更有效地狩猎和捕鱼。晚期智人还能缝制衣服，用兽皮和大动物的骨头建造住所，用穿孔兽牙、砾石、蜗牛壳等制作装饰品，还有一套埋葬死者的习俗，制作小雕像，在洞穴壁上绘画等。

从以上人类发展的不同阶段中，不难看出大凡工具的变化可影响到人脑的进化，人脑的进化又促进了工具的变化、发展，所以人类的技术在人类进化中是具有特殊意义的。

## 2. 人类最早的技术——打制石器

人类脱离动物界的主要标志是能够使用和制造工具，因而人类最早的技术活动应该从制造工具算起。学术界比较公认的观点认为大约 300 万年前人类便开始打制石器，直到 1 万年前左右，人类一直运用打制石器技术，考古学家按照这种技术特点将这段历史称为旧石器时代。

打制石器是以石头为原料，多采用燧石、玛瑙、石英、砂石、硅质岩、角页岩等，将石片或石核加工制成的工具，制作一般分为两步进行，第一步打击石片，其方法又可分为直接打法和间接打法。直接打击就是用石锤打击另一块石头，包括锤击法、砸击法和碰砧法等。锤击法是指双手各持石锤和石料，用石锤锤石料；砸击法是指把石料放在石砧上，用石锤砸去；碰砧法是指先在地上放一块大石砧，手握石料直接往石砧上碰撞。间接打法是用木制成骨角制的短棒，一端放在石料上，用石锤打另一端。采用不同的方法可产生出大小、宽窄不同的石片，打击石片具有台面、打击点、疤痕、半锥体、壳级等痕迹，是区别石器与非人工碎石的标志。第二步加工，其方法又可分为打击法和压制法两种。打击法是用石器锤沿石片的边缘垂直打击，打击深而短的痕迹。压制法是用石制或骨角制的压制器，在石片的边缘上压出浅而长的痕迹。由石片的劈裂面向背面加工称为单面加工，由两面交互加工称为两面加工，在石片的两缘向不同的方向加工称为错向加工。打制石器的主要类型是砍斫器、刮削器、尖状器、手斧、雕刻器、石球等。

旧石器时代可分为早、中、晚期三个不同的发展阶段，石器加工的技术有所不同。

### （1）旧石器时代早期

旧石器时代早期相当于直立人阶段。此阶段人类的石器制作技术经历了数十万年的缓慢发展期。偏早期的石器如奥杜韦文化下层的石器多以砾石制成，加工较粗糙，而到偏晚期的北京人石器则呈现出多种类型，加工也较细致，表现出加工技术有了明显的提高。

旧石器时代早期石器主要包涵在以下几种文化之中。

奥杜韦文化。奥杜韦文化是因发现于坦桑尼亚的奥杜韦而得名，主要分布在非洲。石器组合中砍斫器和大型工具比小型工具多。大型工具多由熔岩砾石制成，小型工具则多用石英岩制成。典型器物是砍斫器，数量最多，占全部石器的 51%，这类石器一般有拳头大小，以砾石的自然面作为手握部分，刃口粗厚、曲折、多数为两面交互打击，也有少部分的刃是从单面打击的。此外还有盘状器、多面体石器、原型手斧、石球、大型刮削器、小型刮削器和雕刻器等。这些石器虽粗糙，但已具备一定的类型、表明奥杜韦文化不是最早的人类文化。

阿布维利文化。阿布维利文化是以法国为中心的旧石器时代早期文化，因发现于法国北部索姆河边的阿布维尔附近而得名，主要分布在西北欧。许多学者认为它起源于非洲的奥杜韦文化。

阿布维利文化的代表性石器是手斧，是用火石结核从两面打制而成，其特点是器身较厚，石片疤深，刃缘曲折，不定型，根部一般保留火石结核的外皮。

阿舍利文化。阿舍利文化分布于欧洲，因首先在法国北部亚眠市郊的圣阿舍利发现而得名。学者们一般认为阿舍利文化也是由奥杜韦文化发展而

来的，其代表性的石器也是手斧，但比阿布维利手斧进步，据研究这类手斧是用骨棒或木棒在火石结核上交互打制成的，具有较薄的器身、平直的刃缘和较浅的石片疤，刃缘两侧对称，器形分为扁桃形和卵圆形等，另外还有砍斫器和石片，石片是修理手斧时产生的，可以当刀使用。

克拉克当文化。是与欧洲阿布维利文化、阿舍利文化同时发展的一种文化，最早发现于英国艾赛克斯的克拉克当。石器以石片加工的刮削器为主，分为鸟喙状和锯齿状或带缺口的刮削器。

北京人文化。1929年在中国北京周口店龙骨山发现了直立人的头盖骨化石，被命名为北京人，而后又在此发现了北京人丰富的文化遗迹。这里出土了近十万件石器，类型可分为砍斫器、刮削器、两端器、雕刻器、石锤、石砧等。砍斫器是用砂岩或石英砾石，从一面或两面打出刃口制成，刮削器为石器中数量最多的一类，是用大小不等的石片加工而成，包括盘状，凹刃、凸刃和多边刃等多种形状。两端器是用砸击法产生。尖状器和雕刻器的器型小，虽数量不多，但制作精细，反映出制作石器一定的技术水平。

### （2）旧石器时代中期的石器

旧石器时代中期相当于早期智人阶段，此时人类的石器制作技术得到进一步的发展，采用修理石核的新技术即勒瓦娄哇技术，这是一种预制石核技术，是指石片从燧石石核上剥离下来以前，先将石核加以修理，经修理的石核像个倒置的龟甲，打下的石片一面平整，另面凸起，锐利的边缘象把刀子。石片的台面可见修理过的痕迹。这时期石器类型更加规范化，地区性特点更加明显。

莫斯特文化。典型的莫斯特文化是指发现于法国多尔多涅省莫斯特的旧石器中期文化，在东非的肯尼亚，亚洲西部也存在这种文化。其代表性的石器是尖状器和单边刮削器，多用石片制成，受勒瓦娄哇技术的影响，但石核体较小，呈盘状，多使用骨制工具以压剥的方法对石器进行第二步加工。此外还有带缺口的石器、石球和用盘状石核制成的小型手斧。

丁村文化。丁村文化分布于中国山西汾河流域，石器类型有厚尖状器、砍斫器、刮削器、小尖状器和石球等，石片一般采用碰砧法产生，厚尖状器是用大石片制成，砍斫器是用两面加工方法制成。小尖状器是以较薄的石片制成，有的刃缘很平齐，反映出较高的技术水平。

### （3）旧石器时代晚期石器

旧石器时代晚期相当于晚期智人阶段。这时期石器制作技术进一步提高，广泛采用了细石器的加工技术。细石器是指以间接打法打出的细石核、细石叶加工成的细小石器，多为镶嵌在骨角柄上的复合工具。细石器可分为东亚、北美地区和欧洲、北非和西亚地区两大传统。前者的细石核为船底形、楔形、圆柱形和圆锥形等，细石叶一般为扁薄的长条形，后者则以几何形细石器为特征，有细长叶加工成三角形、梯形和半月形的石刃。

奥瑞纳文化。奥瑞纳文化是因最早发现在法国南部加龙河上游图卢兹附近的奥瑞纳克山洞而得名，分布于欧洲。关于该文化的来源有两种意见：一种认为在莫斯特文化末期来自亚洲西南部，另种认为是和阿舍利型莫斯特文化有关。

奥瑞纳文化的石器是用石叶制成的，属典型的细石器，石叶是以间接打击法产生的，它狭长细小，不同于以往的石片。石器类型有端刮器、吻状刮削器和各种雕刻器。

马格德林文化。最早发现于法国西南部多尔多涅河流域蒂尔萨克附近的拉马德莱岩棚中，主要分布于法国、比利时、瑞士、德国和西班牙。该文化可能是从奥瑞纳文化发展而来。

马格德林石器的主要类型有嵌入骨角柄中使用的细小几何形石器、雕刻器、刮削器、石砧和琢背石刀、带肩的和钝边叶形的投掷尖状器。

下川文化。因发现于我国山西省沁水县下川而得名，其主要特征已属中石器时代。同类遗存也见于山西东南部中条山主峰及其附近的山岳地带，距今约2.83—1.5万年。下川文化石器以细小石器为主，既有以间接打击法产生，用细石叶加工成的典型细石器，也有非细石器特殊工艺制造的一般小型石器、石器类型包括各种刮削器、尖状器、雕刻器、琢背小刀、镞、锯、锥钻等。

虎头梁文化。因发现于河北阳原虎头梁等村而得名，年代稍晚于下川文化，距今约1万年。代表性器物为楔状石核和底端圆钝、底端平、底端凹入、底端尖锐等各种尖状器，为典型的细石器文化传统。

### 3. 火的使用与人工取火方法的发明

火的使用和人工取火方法的发明，使人类摆脱了“茹毛饮血”的境况，是早期人类重要的科学技术内容。根据已有的资料，人类大约在 150 万年前开始使用火，最初人们只是利用天然发生的火，如雷电击中树木，巨风吹动树枝剧烈摩擦或物质腐败发热引起的火。人们从这些天然火中获取火种，加以保管，使之不熄。大约到旧石器时代中，晚期又发明了各种人工取火的方法，从此火给人类的生活带来了巨大的变化。

#### (1) 早期使用火的证据

直立人遗址中发现了不少的用火遗迹。

1988 年南非德兰士瓦博物馆的布雷恩和开普敦大学的西伦在南非的斯特克兰斯山洞发现了 270 块烧焦了的羚羊、野猪、斑马和狒狒的骨化石，距今约 100—150 万年。这是人类用火的最早证据之一。考古学家 1965 年在匈牙利布达佩斯以西 50 公里处维尔泰斯佐洛斯地点发现的直立人化石中伴有用火的痕迹。在西班牙马德里安布隆纳谷，发现了燃烧过的木炭块和灰烬以及被肢解的象的骨骼，经学者们研究认为直立人在此用火围猎过象群。在英国克拉克当文化遗址中发现过用火烧法加工的长矛。

在中国元谋人、蓝田人等遗址中的相应地层中也发现了灰烬、炭屑，但是否是用火的遗迹还难以判断。在世界直立人遗址中最被人们肯定的、最丰富的用火遗迹当属北京人的用火遗迹。1930 年在北京人遗址中首先发现被火烧过的鹿角，以后陆续发现了大量用火痕迹。北京人洞穴遗址从上至下共有 13 层文化堆积，时代从约 70 万年前延续到 20 万年前，其中有 4 层面积较大、堆积较厚的灰烬。其中含紫荆木炭。中上部灰烬层最上部的是第三层鸽子堂西侧下边面一石灰岩巨石上的两大堆灰烬即第四层，灰烬最厚，有的地方达 6 米，灰烬成堆，含有烧石和烧骨。中下部的灰烬层在第八—第九层之间，最厚处达 4 米、下部灰烬层位于第七层的下部，厚约 1 米。所有灰烬中均含朴树籽。

对北京人用火遗迹的材料，科学家们曾作过三次化学分析，其结果均为含碳，而非有色金属的污染。1978 年在辽宁营口金牛山遗址中发现了直立人在洞穴内用火的证据，——灰堆和灰烬层，其中含灰烬、炭屑和烧骨，学者由此推测当时人在洞内生火的燃料是草、叶、树枝和带油脂的鲜骨，这是迄今为止在我国东北地区旧石器时代人类最早用火证据。

直立人用火遗迹中灰烬成堆、成层的现象表明直立人已具备了管理火的能力，对火的使用具有相对的连续性。

#### (2) 人工取火的发明

旧石器时代中期的多数尼安德特人遗址中经常发现大量的火灰堆，在德国莫斯特文化遗址的废物堆中，和在英国中石器时代遗址中都曾发现过干菌和黄铁矿。旧石器时代晚期的遗址中，不仅经常发现火灰堆，且常伴有食用

---

参见王玉仓《科学技术史》，中国人民大学出版社 1993 年版。

参见贾兰坡等《人类的黎明》，上海科技出版社、三联书店 1983 年版。

参见宋兆麟《中国原始社会史》，文物出版社 1983 年版。

参见张森水《金牛山（1978 年发掘）旧石器遗址综合研究》，《中国科学院古脊椎动物与古人类研究所集刊》，科学出版社 1993 年版。

鱼类的痕迹。广泛使用火只有在人工掌握取火方法后才有可能，由此学者们推论早在旧石器时代中、晚期，人类已发明了人工取火的方法。人工取火是人类在制造工具的过程中发明的，它与石器、木器加工有着密切的关系。当人们制造石器时，两块燧石相撞会出现火星，制作木器时，木头经过长时间的摩擦也会发热，甚至冒出烟来，这些现象都可能启发原始人发明取火方法。

### （3）几种人工取火的方法

考古学材料中很难找出人工取火的直接证据，更不可能提供出人工取火的具体方法，我们不妨依据一些民族学的资料，对早期人工取火的方法，做适当的推测： 撞击法生火。在现今火地岛的印第安人和格陵兰岛的爱斯基摩人，通常用黄铁矿作锤子打击燧石，使之迸出火花，经过空气中的碳氢或碳氢化合物，能产生较大的热量，极易燃着。我国云南的苦聪人用一种黄石头击石取火，以芭蕉根晒干作引人物。这很可能是最早使用的人工取火方法，旧石器时代人们多以燧石、石英、火石等石料制作石器，这些石料在碰砧、锤击过程中都可引起火花，从遗址中出土的干菌化石，有可能是作为引火的物品。

摩擦生火法。摩擦生火也是古老的人工取火方法，它可能是在旧石器时代晚期，随着钻孔技术的出现而出现的。我国的峙峪遗址和山顶洞遗址中都出土了钻孔的石质装饰品，可想象人们在钻孔制作这种装饰品时，经常碰到由于摩擦生热产生的火花，从而也把它作为人工取火的一种方法。原始的摩擦生火方法一般可分为火钻法、火锯法和火犁法三种。

火钻法亦称钻木取火法，是土著民族中运用最为广泛的一种方法。简单的火钻是用一根一端稍尖的木棒，垂直放在一块木板上，用双手掌迅速搓动木棒，直到钻成小孔为止。木棒尖端与木板反复迅速地摩擦，可变热生火。在此基础上经人们加以改进，还发明了用绳索或皮条缠绕木棒，拉动绳索的两端来迅速转动木棒，也可生火。

火锯法有两种，一种是硬火锯，另一种是软火锯。硬火锯是用一片木头或竹子在另一木块或竹子上，像用锯子一样迅速地来回摩擦，直到起火，锯屑落在下面的引火物上，很快可取到火。马来半岛，菲律宾群岛、缅甸、印度和欧洲一些地区的土著民族都曾使用过此种方法。软火锯是指用一柔韧的藤条或其他类似的东西，来锯木块或竹子。这种取火方法从印度、马来西亚半岛到加里曼丹、伊里安，甚至欧洲瑞典、德国等一些民族中都曾使用过。

火犁法亦称棒沟法，即用木棒的尖端在另一块木块沟内摩擦，生热起火。此方法常见于太平洋岛的居民如波里尼亚、美拉尼西亚、伊里安和加里曼丹的居民。

中国佤族的摩擦取火，苦聪人的锯竹取火，黎族的钻木取火和景颇族的压击取火都与上述取火方法相同或相类似。

根据旧石器时代中、晚期遗迹中的蛛丝马迹，结合民族学的资料，可以

---

参见吴汝康等《人类发展史》，科学出版社 1978 年版。

参见宋兆麟等《中国原始社会史》，文物出版社 1983 年版。

肯定在这个时期，人们已发明了多种人工取火的方法。

#### （4）火对人类历史的影响

使用火和人工取火的发明，在现代人眼里也许是微不足道的技术，然而在远古时代它却具有重要的意义。火的使用使人类开始吃熟食物，熟食缩短了咀嚼和消化的过程，可吸收更多的营养，有利于人体特别是大脑的进化。早期人类有洞居的习惯，有了火可以驱除洞内的潮湿、取暖，特别是掌握人工取火方法后，人类不仅可在热带、亚热带生活，而且可在温带、寒带存身了，从而扩大了人类的活动范围，用火人类可驱赶凶猛的野兽，保护自身的安全，甚至围猎野兽，提高人类狩猎的效率。火还是人类制作工具的好帮手，如一块大石料经过火烧可以裂开，再行进一步的加工，木矛的尖部经火烧冷却后，会变得更坚硬。到新石器时代人们利用火将粘土烧成陶器，到文明时代时利用火将矿石炼成金属，可以说火的使用给人类历史的发展带来了深刻的影响。

## 4. 骨、角制品的出现与加工技术的发展

动物的骨头和石头、木头一样曾是远古人类用来制作工具的原料。木制工具易腐烂很少被保存下来，而骨器和石器则较多地保存下来，为研究者们提供了丰富的资料。现有的资料表明早在旧石器时代早期，人们就已经利用和加工骨头，到旧石器时代中期，骨、角制品的制作已初具规模。旧石器时代晚期，骨、角器的制作呈现出繁荣的景象。骨制投枪头、鱼镖、标枪、锥、针、装饰品的出现，标志着人们加工骨、角制品的技术，迈上了一个新的台阶。

骨、角器的制作方法一般是将动物肢骨、角骨砸碎，选取一定长度或宽度的骨、角片，将其打琢成所制器的雏形，而后再加以刮制，有的还经过磨光、钻孔等程序。砸碎肢、角骨属于第一步加工，其余过程均属于第二步加工。区别骨制品与碎骨主要是根据是否有人工打击、第二步加工和使用痕迹。

### (1) 早期的骨、角制品

直立人遗址中出土可靠的骨制品十分有限，也较难辨认。比如关于北京人是否使用过骨器问题，在我国学术界曾进行过多次讨论，但看法不一，一种意见认为：有些碎骨经过带刃石器的砍砸是由于北京人敲骨吸髓所致，但也有许多是北京人制作的骨器，截断的鹿角根既粗壮又坚硬，可作锤子使用，带尖的鹿角可作挖掘工具用。另一种意见认为：有的骨骼是被动物咬碎的，虽然有一部分骨骼经人工打碎，但打碎的目的不是为了制作骨器而是为了食骨髓。1975年在我国辽宁营口金牛山遗址中发现了36件可以肯定的骨、角制品，其中的骨制分尖刃类、边刃类和雕刻器刃类三种。据研究这三类骨器均以锤击法进行第二步加工，多为向内和复向加工，大部分骨器制作粗略，但有少部分制作精致。因而学者们认为“骨质和角质的工具，作为石器的辅助工具或弥补石制工具之不足，可能发生在旧石器时代早期”。

### (2) 类型明确的骨、角制品

旧石器时代中期骨、角器明显增多，类型明确，欧洲莫斯特文化中有一些骨制工具如粗制的骨针等，多以研压剥落的方法进行细致的第二步加工。我国许家窑人遗址中出土了很多骨、角器，有铲式工具、三棱尖状器、刮削器、角工具等，这些骨器全部以锤击打法进行第二步加工的。铲式工具的尖头基本呈扁形，是从骨片背面向劈裂面打制成的，有的器身两侧边缘均有反复加工的痕迹。这类工具长短不一，最大的一件长25厘米，其中下部还略经加工很适于手握，可能是用作挖掘的工具。

### (3) 种类繁多的骨、角制品

旧石器晚期是骨、角器制作的迅速发展和兴盛期，骨器的种类繁多，加工精致，普遍采用了钻孔、磨制的新技术。欧洲奥瑞纳文化、梭鲁特文化和马格德林文化的遗址，中国的山顶洞人遗址、小孤山遗址、猫猫洞遗址等均出土了制作精良的骨、角制品，类型有：矛头、镞、投枪头、标枪、鱼镖、锥、针、刀、装饰品等。其中大部分是作为复合工具的头、刃。

奥瑞纳文化中发现的骨器类型较简单，只有两头带尖的骨镞，尾部带刻槽的骨制矛头或投枪头。梭鲁特文化中的骨器与前者类似，多见两端尖的骨

---

参见宋兆麟等《中国原始社会史》，文物出版社1983年版。

《中国科学院古脊椎动物与人类研究所集刊》第19号，科学出版社1993年版。

镞或一端尖锐，另端较圆钝的骨镞或骨锥。马格德林文化中的骨、角制品最令人瞩目，常见的骨器是用于渔猎的工具如：骨投枪头、骨鱼镖和骨鱼钩。骨枪头的尾部根据装柄的不同方式，制成多种多样，可分为两头芒式、桨叶式、尾叉式和刻槽式。鱼镖可按其倒钩的不同分布分为单边式和双边式，有的鱼镖根部有一穿孔，可能是用作系绳的脱柄鱼镖。鱼钩可根据穿绳部位的形状分为刻槽式和穿孔式两大类。

骨针也是这一时期较具代表性的器物。中国山顶洞人遗址曾出土一枚精致的骨针，但针孔部分有残缺。1983年在中国辽宁、海城、小孤山遗址又发现了三枚保存较完好的骨针，同时还发现了骨鱼镖、标枪等珍贵的骨器资料。其中保存最完整的一件骨针长65.8毫米，针身中部横径为3.9—3.7毫米，针孔圆滑，孔径一面为3.4，另面是3.0、中间为2.1毫米。针身较直，通体留有纵向刮痕。有学者对小孤山骨针的制作进行了模拟实验和研究，认为它的制作经过选择材料、截取骨料、刮、磨成型，加工针孔四个过程。加工针眼是采取对钻方法，即用一锐尖的石片，垂直于针孔处的一端左右旋转，钻到一定深度，再将骨针反转过来在与之相对应的位置对钻，很快可钻通，制成针孔。

钻孔和磨光技术通常还被运用在制作一些小的装饰品上，马格德林文化和山顶洞人文化中都有不少钻孔的兽骨和兽牙，可能是当时人们作为系绳佩带的装饰物品。另外人们还喜欢用象牙等骨料雕刻马、鹿头等形象，有的牙雕是作为一把短刀的柄部。或在骨片和鹿角上线雕符号和图案，有的还经过钻孔。这一切都代表了此阶段人类制作骨、角制品的高超水平。

在旧石器时代骨器的出现是对石器工具的一种补充。由于骨头具有一定的韧度和锐度，更适于制作锥、针、骨镖、投枪头等细小的工具，这是石器所无法替代的。骨、角制品的出现和改进，还改变了人们许多生产、生活的方式。旧石器时代晚期的骨器大多数是作为狩猎的工具，说明人们开始更多的利用这些工具进行狩猎，从而大大提高了人们的狩猎效率。有了骨针人们可用鹿筋作线制作皮衣，增强御寒的能力，向北方寒冷地带追赶猎物。钻孔兽牙、兽骨等装饰品丰富了人们的精神生活。

---

参见黄蕴平《小孤山骨针的制作和使用研究》，《考古》1993年第3期。

## 5. 狩猎技术的发展、弓箭的使用

采集和狩猎是旧石器时代人类赖以生存的两种基本手段。据人类学家的研究，早期人类（至少在南方古猿阶段）主要吃富含非糖碳水化合物的食物，即以采集植物为主，食物中少量的蛋白质是靠捕捉一些小型动物如鱼类、鸟类、啮齿类等，有时也可能靠分食那些刚刚死去动物的肉来获得。随着对动物习性的了解以及木器、石器、骨器加工技术的不断完善，人们开始狩猎并逐渐变换狩猎技术，改进狩猎工具，使狩猎在旧石器时代人们生活中占重要地位，并对人类自身与社会的进步产生了很多的影响。

### （1）旧石器时代早期的狩猎技术

由于工具和智慧的限制，人类最初的狩猎对象是老、弱、幼的兽类，靠天然的木棒、石头集体协作来获取猎物。旧石器时代早期直立人的一些遗址中发现了大量的动物骨骼化石，这些动物往往与人的个体大小相当，多为成年个体，能快速奔跑又不易捕获的，从此推测它们是人类狩猎的对象，对付这些兽类天然石头和木棒是很难抵挡的，估计这时期人们除依靠砍砸器和尖状器狩猎外，主要使用竹、木等有机物制成的工具。把砍断的竹棍、木棒，用石器稍加修理、弄尖，便可用作狩猎。欧洲克拉克当文化中曾发现一件紫杉制成的木矛，勒瓦娄瓦文化发现过一件紫杉做的矛头，尖部经火烧法变得坚硬。非洲也有少数类似的木器被发现。我国古代文献中有使用木器狩猎的记载。如《商君书·画策·第十八》云：“昔者，昊英之世，以伐木杀兽”。但无论是石器还是木器，都不是理想的狩猎工具，学者们推测这时期的狩猎技术，大多是靠群力协作，用木器、石器等简陋工具，群起而攻之，甚至追赶、围攻和利用自然陷阱等技术都可能存在。

### （2）旧石器时代中期狩猎技术

旧石器时代中期，新的狩猎技术涌现出来，从工具上看，比较具有代表性的狩猎工具是石球，我国丁村遗址出土石球百余枚，许家窑遗址出土的石球则数以千计，最大的石球重 1500 克，最小的石球不足 100 克。与石球同时发现的还有大量动物化石。有野马、披毛犀和羚羊等，仅野马的化石就有 300 多匹，它成为人类用石球猎获野马的有力证据。在非洲的罗得西亚人遗址中也发现了类似的石球。石球是一种投掷工具，除了用手直接投掷外，据民族学资料分析，它还有两种使用方法，一是作为绊兽索，即把一长木杆的一端用绳系住石球，另端拴系一段绳索。用时把这一复合工具向野兽猛甩过去，杆与球合在一起，形成巨大的冲力，打中野兽的要害，野兽自然倒下，即使未击中要害也可将兽足绊住。二是作为飞石索：用兽皮或植物纤维做一兜，兜的两头拴两根绳子，兜里放石球，使用时同时甩起两根绳子，使石球轮起来，而后松开一根绳索，将兜中的石球飞出，有效射程可达 50—60 米之远。

旧石器时代中期人类还采用多种狩猎技术包括集体围攻野兽，用火炬、叫喊声恐吓，并用木矛、石器等追赶，把野兽赶到悬崖使之坠落摔伤摔死。加拿大印第安人的野牛跳崖遗址，就是这种狩猎技术的一个佐证。

### （3）弓箭的出现及旧石器时代晚期的狩猎技术

旧石器时代晚期是人类狩猎技术大发展的时期，人类以从未有过的高度智慧及多种手段进行狩猎。标枪、投矛器、弓箭、鱼镖等一系列狩猎工具的出现，标志着人们狩猎技术的提高。

标枪在欧洲旧石器时代晚期遗址中常见，我国辽宁海城小孤山遗址也出

土了一件标枪。标枪多为骨制，尖部锋利，绑附在木柄上作为一种投掷工具。投矛器（又称投枪器），多见于欧洲马格德林文化遗址，一般是用鹿骨和木头制成，是一种很富创造性的工具。这种工具一端有横档，在它光滑的面上放置矛，把矛粗的一端支撑在横档上，使用时用力一推把矛推向目标，投矛器延长了手臂这一杠杆，从而可以使矛投出时的初速度加大，提高它的杀伤力。澳大利亚的土著民族就常利用这种投矛器狩猎。

北非阿替林文化、欧洲梭鲁特文化、我国峙峪，下川等遗址均出土过制作精细的石镞。法国阿里埃叶、尼奥洞中，有两幅著名的着箭野牛壁画，反映出旧石器时代晚期弓箭已被发明与运用。弓箭首次将弯曲树枝的弹性和人的臂力相结合，并可用来瞄准猎物，射程远达80—100米，远远超过投石索和投矛器的射程。

骨鱼镖是欧洲马格德林文化中极富特色的渔猎工具，我国小孤山遗址也发现了这类工具。这些鱼镖都含倒钩，且多为脱柄鱼镖。根据民族学资料判断，脱柄鱼镖是被活插在木柄的夹套中，镖与柄之间用一段绳索相连。用时将镖刺入动物体内，猎物挣扎导致镖头与木柄分离，猎物越挣扎，倒钩刺得越深，猎物越难以挣脱。由于镖与柄之间有绳索相连，猎人可以通过挽引绳索把猎物捕获。世界上有许多民族把它作为捕鱼工具，因纽特人还用它猎取海豹、海象等海洋哺乳动物，我国台湾阿美族常用这种工具狩猎，由此推论旧石器时代晚期，脱柄鱼镖不仅仅是捕鱼的工具，还是重要的狩猎工具。

综上所述，我们不难发现旧石器时代晚期的人们无论在狩猎工具还是狩猎技术上都强于以往。成功的狩猎为人们提供了丰富的蛋白质，促进了人类体质尤其是智力的快速发展。狩猎在很大程度上是要依赖群体协作，人们彼此需要配合和交流，所以狩猎对人类语言的产生和社会组织的形成，都起过不可估量的作用。狩猎对工具的改进发生了不少的影响，人类的体力有限，要战胜比自己强大的野兽，就逼迫人类在改善工具和技术上下功夫。整个旧石器时代，凡是具有代表性的石器、骨器，大多数是与狩猎相关。

### 三、新石器时代的科学技术

#### 1. 新石器时代的文化特征

大约 10000 年前，人类开始进入新石器时代，人们从以采集，狩猎为主的攫取性经济转向以农耕为主的生产性经济，此时期的主要标志是农耕和畜牧，伴之而来还有许多新技术的产生，如：使用磨制石器、制陶、纺织等等，现代人的许多科学技术都可追溯到这个时代。著名英国考古学家柴尔德曾把新石器时代农耕和家畜饲养的出现称为新石器时代革命。

凡是地球上可以居住的地方几乎都有新石器时代文化的分布，世界各地进入新石器时代的年代和延续时间不尽相同，西亚和中国在 10000 年前就进入新石器时代，欧洲在 5000 年前进入新石器时代。其结束的年代也不一致，如太平洋的某些岛屿，北美北极地带等土著人现在仍处在新石器文化阶段。

## 2. 原始农业和畜牧业

原始农业和畜牧业分别是从小采集和狩猎发展而来的，是新石器时代最重要的科学技术成果，它使人类从靠现成天然产物为生，转向利用天然产物，使之增产，养活更多的人口，从而对日后人类历史产生了深刻的影响。

### (1) 农业起源与早期发展

早期人类在长期的采集过程中，逐渐发现一些植物春季生长，秋季结果，冬季干枯的现象，便按期采集果实食用。当熟悉了一些植物的生长规律，摸索到栽培的方法，便产生了原始农业。

从世界范围看，农业的起源大致有三个中心地，一是西亚，一是东亚，一是美洲的墨西哥和秘鲁。

西亚是世界上农业起源最早的地区之一，距今约 9000 年前的耶利哥遗址中发现的碳化植物表明，当时人们已种植原型大麦、小麦、燕麦、豌豆和水果等。稍晚于耶利哥的沙塔尔、休于遗址（距今 8700—7700 年）中农作物品种有所增加，大麦和小麦都出现了 2—3 个品种，蔬菜和果类食物也较多。个别遗址在距今 9000 年左右就已种植红小麦和 emmer 小麦两种，距今约 8000 年左右，发现的更多，而且有一粒小麦、二粒小麦、普通大麦、六棱大麦、六棱和双棱有稃大麦、羊面草等品种。学者们一般认为这些作物后来传向亚洲其他地区 and 欧洲等地。

东亚、南亚也是世界上农业起源较早的地区，这里发现了最早的大米和小米，但大米（又称水稻）究竟起源于哪一具体地点，还有争议，一种意见认为起源于中国云南高原，然后传到东南亚和印度。另一种意见认为起源于中国云南和印度的阿萨姆地区。还有意见认为起源于泰国、印度和中国。但考古遗址中尚未找到属于最原始的人工栽培稻。中国湖南澧县彭头山遗址出土了距今约 8000 年的炭化稻，但它不属于最原始的稻。小米（又称粟）无疑是最早在中国驯化种植的，其野生型是狗尾草，从磁山，裴里岗遗址出土的炭化粟可证实，至迟在 8000 年前我国河北、河南已普遍种植小米，然后传布到朝鲜、日本等地。到新石器时代晚期，距今约 5000 年前的西安半坡遗址中，发现了不少窖藏和罐藏的小米，说明当时农业生产已有一定的剩余可供贮存。

中美洲是美洲大陆最早产生农业的地区，在墨西哥东北部塔毛利帕斯州的山间峡谷地带，曾发现距今 9000 年左右的遗址群，其中出土了大批植物遗物，经分析得知，植物中已有人工栽培驯化过程中的原始形态的葫芦、玉米、辣椒、南瓜以及豆类等碳化物。在墨西哥城东的普埃布拉州东端的河谷地带，还发现了距今约 5500 年人工培育出的玉米、豆类及棉花等品种。

### (2) 原始农业技术的发展

从世界上大多数新石器时代遗址中出土的农具看，主要有：斧、刀、臼、磨、磨棒、锄、犁等，结合一些民族学资料，研究者认为原始农业一般经历了“刀耕火种”和“锄耕”两个阶段。

刀耕火种是指用磨制的石斧砍倒树丛，再用火一烧而光，最后撒上种子，

---

参见《世界上古史纲》，人民出版社 1979 年版。

参见同上书。

参见李连等《世界考古学概况》，江苏教育出版社 1990 年版。

任其生长，待作物成熟后，用石刀、陶刀等收割，用石磨或石碾加工去皮。经过一段时间的摸索，人们发现经过人力锄耕以后，再播下种子，可使作物生长的更好，便普遍使用这种方法，于是农业生产进入了锄耕农业阶段，或称耜耕农业阶段。在中国裴李岗、河姆渡等遗址中发现了不少的石耜、骨耜，这两类工具的形状和功能都近似现代的铁锹，需捆附木柄和脚踏横木，使用时，先以手扶柄，脚踏横木、推耜入土，然后下压木柄启出，是当时较为有效的翻土工具。锄耕农业提高了单位面积的产量，并延长了土地使用的年限。

新石器时代的农业基本上是靠自然雨水的灌溉，但也有少数灌溉系统的存在。在距今 8000—1000 年左右两河流域的萨玛腊文化遗址中，发现了当时人们开凿使用的灌渠遗迹，在遗址周围，还发现了断断续续的沟痕。研究者认为这是以小型的，天然沟洫为基础的，在沟洫之间有意地再开凿几条沟，把它们联系起来，可将水引入田中，是最早的人工灌溉系统。到新石器时代晚期可能较普遍地出现了拦河人工灌溉和人工施肥的技术。

### （3）原始畜牧业

早期人类在长期狩猎的过程中，为了补充食物，时常有意将一些幼小的野生动物带回住地中饲养，逐渐发现一些动物是可以驯化成家畜，从而出现了原始畜牧业。

人们首先驯化的是狗和羊，其次是猪、牛、马、鸡等。世界各地驯化野生动物为家畜的时间和种类不尽相同，但大致都经历了驯育野生动物、繁殖家畜新种和人工选择三个阶段。家畜是在人类的干预下，按照人类选择的方向，不断塑造体型和习惯。

狗的野生祖先是狼，由于它具有易驯养、灵敏、快速等特点，往往是人类狩猎中的好帮手，所以狗最早被驯化。根据现有的资料，北美依达科的贾瓜尔洞中发现，年代为 10000 年以上的家养狗，英国的斯达、卡尔中石器遗址，年代为距今 9500 年左右也发现了家狗的骨骼。西亚最早的狗是在卡约努发现，年代为 9000 年以前，中国磁山，裴李岗遗址中也有狗的骨骼，年代在 8000 年以前。

羊是较温顺的动物，饲料简单，也成为人类最早饲养的动物之一，已有的资料表明在西亚、萨威、克米，沙尼达遗址中出土了最早的家羊骨骼，年代在 11000 年以前，西亚，耶利哥遗址中出土了距今约 9000 年的山羊遗骸。中国 8000 年前裴李岗遗址，7000 年前的河姆渡遗址也出现了许多羊的骨骼。

猪是在约 9000 年以前被人类驯化的家畜，卡约努遗址中出土了最早家养猪的骨骼，耶莫遗址中出土了 8500 年以前的家养猪骨骼，希腊最早的新石器遗址中，如阿尔吉萨、尼亚、尼科米底西和克诺萨斯等也发现了家猪的骨骼。中国磁山，裴李岗遗址（8000 年以前）和河姆渡遗址（7000 年以前）发现了大量的家猪骨骼，河姆渡遗址中还发现了陶猪。

原始农业和畜牧业开始是平行发展，后来在一些靠近草原牧场的地方，人们发现畜牧业比农业更有利，便以畜牧业为主，又由定居生活转向不定的游牧生活，畜牧业逐渐从农业中分离出来，在社会上形成了以农业为主和以

---

参见杨建华《两河流域史前时代》，吉林大学出版社 1993 年。

参见海格斯等《家畜和农业的起源》，剑桥 1972 年版。

参见杨建华《两河流域史前时代》，吉林大学出版社 1993 版。

参见同上书。

畜牧业为主的两大群体，这便是人类社会发展史上出现的第一次社会大分工。

原始农业、畜牧业的出现，给人类提供了可靠的衣食之源，使人们过上了比较稳定的定居生活。在此基础上，随着农业和畜牧业技术的发展，人们生产出日益丰富的产品，提供出一定的剩余劳动产品，这就为人类进入文明社会创造了必要的物质条件。

### 3. 原始手工业

#### (1) 陶器制作

在农业生产实践中，人们对泥土的粘性，可塑性有所认识，知道泥土加水调和后可以捏塑成各种形状，人类还可能发现粘土泥坯经过日晒与火烧而变硬，从中受到启发，这些都是陶器发明的先决条件。随着农业的出现，人们过上较稳定的定居生活，对煮熟和储存食物的用具有强烈的要求，陶器便应运而生了。新石器时代，世界各地普遍使用了陶器。

早期制陶主要采用手制和模制的方法，手制就是直接用于捏成形，或用泥条盘筑法，泥条分段衔法和泥片贴塑等方法对陶坯加工成形。然后再经火烧。模型是用编织容器或葫芦等作为模具，把粘土涂在容器上，经火烧后而成器。早期的陶器胎壁厚薄不匀，且粗糙，火候也较低。距今约一万多年前西亚的穆赖拜特遗址中发现了5件迄今所知世界上最早的手制陶器，这些陶器制作粗糙，未烧透，气孔犹存。我国江西万年仙人洞发现了距约1万年前的陶片。经过数千年的发展，陶器制作技术在不断地提高，距今7000—6000年前，在欧洲流行线纹陶文化，其陶器虽仍为手制，但器型和图案都已固定化，器型为半球形的圆底钵和葫芦形的长颈瓶，陶器上一般都饰有回旋纹，曲折纹、平行纹等线形刻纹。中国距今约5000年前的仰韶文化中流行红陶和彩陶，如著名的人面鱼纹陶盆、鹿纹陶盆，反映出这时期陶器制作已具备了相当高的水平。

到新石器时代晚期，制陶技术又迈向了一个新的台阶，这就是普遍运用陶轮制陶。陶轮是一个装有直立转轴的圆盘，把和好的陶土或粗坯放在陶轮的中央，使陶轮转动，同时用手捏陶土或用工具使陶土成形，并使坯面光洁。用陶轮制成的陶器、胎壁均匀，外型美观，还可大大提高生产率。这时期陶窑的结构有所改善，烧陶温度提高，可达1000℃。距今约4000年前中国山东龙山文化遗址中，出土了大量用陶轮制出的单色无彩的新型陶器，以黑色为主，胎极薄，有的仅达0.5毫米，素有“蛋壳陶”之称，相当精美，代表了这时期陶器制作的最高水平。

陶器的发明是新石器时代人类一项伟大的创举，是人类利用化学变化改变天然性质的开端。陶轮的发明更是人类科学技术史上的一件大事，它是人类早期使用的一种原始的加工机械，也是迄今一切旋转切削机具的始祖。

制作陶器需要一定的技术，特别是当陶轮出现以后，不是任何人都可以掌握这门技术的。于是渐渐出现了掌握制陶技术的专门人员，而后形成了一门制陶手工业，手工业的出现常被称为人类社会历史第二次社会大分工。

#### (2) 纺织

新石器时代初期，人们可能先学会用葛、麻等具有韧性纤维的植物，像编筐篮那样织成布，后来有了纺轮，可纺出细软的纱线，人们便设法把一根根纱线依次系在一根木棍上，另一端也以同样的方法系在另一根木棍上，并把这两根木棍固定了的纱线绷紧，这样就可像编席子一样有条不紊地编结了，通常人们把一根根的纵向纱称为“经纱”，依次横向织入的纱称“纬纱”，当经纱组成的经面被纬纱交织完毕，织物就编成了，这是较原始的织布方法，效率较低。距今约9000—8000年前位于土耳其西南部的哈吉拉尔遗址中发现了世界上较早的纺轮，与此同期的恰塔尔休于遗址中还发现了纺织品，估计

这时期的纺织品是采取上述较原始的织布方法织成。

后来人们在原始织布方法的基础上发明了原始织布机，其原理是用木棍把经纱的单、复分开，只要提起一根木棍，所有的经线单数或复数都抬起来，纬线可一下子穿过，大大提高了织布的效率，为了使经、纬交织紧密，再用一把扁平的木刀把纬线打紧。我国河姆渡遗址出土了很多大小不一的木棍和扁刀，有学者根据民族学资料推论它们很可能就是这种原始织机的组件。

中国的纺织技术具有悠久的历史 and 传统，早在新石器时代晚期，距今约 6300—6000 年前江苏省吴县草鞋山遗址中出土了以野生葛为原料织成的葛布。距今 5300—4300 年前，浙江、吴兴、钱三漾遗址中出土了麻布，据研究这两类麻布均是运用原始织机织成的。钱山漾遗址中还出土了土丝带、丝线等，经鉴定为家蚕丝织物，织物密度约为每厘米 47 根。从中不难窥视到当时纺织技术之一斑。

### (3) 冶金

人类在长期制造石器的过程中，多次接触到自然界存在的纯铜块，即天然的次生红铜，并逐渐认识到它可熔，可锻的性质，新石器时代人们普遍烧制陶器，则为冶金技术的发明提供了必要的条件。

最初人们利用的多为自然铜，西亚距今 9500 年前的穆赖拜特遗址中发现了迄今所知世界上最早的铜器，有钻孔珠、铜锥和别针等，这些铜器都是用铜矿石直接打制而成的，后来人们还学会了以木炭为燃料从孔雀石等铜矿石中炼取红铜，这是最早的冶金技术。在西亚地区发现了距今约 5800—5600 年前，迄今所知世界上最早的冶铜遗迹。在南斯拉夫还发现了温查文化时期（距今约 6500—5000 年）已被开发的鲁德纳格拉瓦铜矿穴。距今 5100—4900 年前，西亚的捷姆迭特·那色文化期一些遗址中出土了熔炉，说明冶铜在这一时期的很多地区已经很普遍。红铜的特点是展延性好，可锻又可熔，但是它的坚硬程度不如石器，很少用做工具，只有当红铜和适量的锡或铅熔铸在一起时，才可能变得坚硬，于是又出现了铜、锡等合金也称青铜器，距今约 4000 年前中国的齐家文化遗址中出土了许多小件铜器及炼铜的坩锅残片、铜渣等，其中有的铜器含铅量达 5%。

冶金的发明无疑是具有划时代的意义，特别是当青铜器的冶炼和铸造普遍出现以后，人类便迈入了文明的门槛——青铜时代。

## 4. 原始建筑

远在旧石器时代早期，人类或许已能搭窝棚居住，但更多的证据表明他们是居住在洞穴里。到旧石器时代晚期，人工建筑的住所出现了。在距今 2.7 万年前的捷克多尼维托尼斯遗址中，发现许多排列成椭圆形的大兽骨，学者们推测这些兽骨是当时人类的建筑材料，人们可能选用一些不大的树木枝干塔成架子，用若干块兽皮盖上去，在兽皮上再压些兽骨。类似的建筑在欧洲的其他地点及西伯利亚等地区也有发现。这类建筑较简陋，但已具备了房屋建筑的雏型。新石器时代，随着农业、畜牧业的发展，人类开始了定居的生活，各类的房屋、城堡、巨石和神庙建筑均已出现，并具备了一定的规模和水平。

### (1) 房屋建筑

新石器时代的居室建筑一般可分为穴居式、半穴式、干栏式、地面建筑和窑洞建筑。

穴居式是较早的建筑形式，它是指挖地为穴，穴壁上挖有供人上下的脚坑或阶梯，穴口盖有遮蔽风雨的棚盖。这类建筑在西亚、印度、中亚、日本、朝鲜及中国北方的一些遗址中都可找到。

半穴居式也是新石器时代较早的建筑形式，一般指先在地上挖一方形或圆形浅穴，穴壁作为房屋的墙壁，再在其上加盖房顶，房屋一半在地下，一半在空中，此种房屋在中国北方尤为流行。在中美洲、亚洲等地区都曾存在。

干栏式建筑是指以高出地面的桩柱为底架，上铺木板，再建长脊短檐式的屋顶建筑，这类房屋可以防潮，适于沼泽地区的居民居住。距今 7000 多年前的中国河姆渡遗址，出土了大量这类建筑遗迹和遗物。

窑洞式建筑，是一种在生土上挖成的凸字形穹窿顶的洞穴建筑，窑洞内用石灰涂抹地面的墙裙，有的窑洞处还有一院落，这种房屋冬暖夏凉，在我国山西、内蒙距今约 4000 年左右的龙山文化遗址中常发现这类房屋。

地面建筑，指平地起墙架屋的建筑形式，这类建筑见于世界许多地区的新石器时代遗址中如亚洲、欧洲、美洲等，可用木、泥、草、石等多种材料建造。比较引人注目且时代较早的这类建筑当属距今 10000—9000 年前，西亚耶利哥遗址中的地面建筑，一般为方形大房间，墙内由烟卷型的泥砖建造，地面涂灰泥。距今 8500—8000 年前西亚的梭万遗址中，房屋多为 T 字形，是由十间房屋构成的套房，分大、中、小三种。中型房间是人们的居室，小型房屋是仓库，大型房间是建筑内的公共院落，内设灶，是做饭的地方。建筑内的各个房间有门道相通，值得一提的是这类建筑场是由模制泥砖砌成的，是世界上出现最早的模式砖。砖的尺寸较固定，一般长度 50—70 厘米，宽度为 20—30 厘米，厚为 6—8 厘米。砌法多为单行横卧，砖之间用泥灰加固，墙外角有扶垛加固。距今 6000—3000 年前，北欧的爱莱斯德——库库泰尼——特里波利耶遗址中，多为三四十至八九十平方米的长方形草泥建筑，有的地区还流行 2—3 层的楼房。

---

参见贾兰坡等《人类的黎明》，上海科技出版社、三联书店 1983 年版。

参见中国历史博物馆编《简明中国文物辞典》，福建人民出版社 1991 年版。

参见同上书。

参见杨建华《两河流域史前时代》，吉林大学出版社 1993 年版。

## （2）城堡建筑

新石器时代，作为具有防御性的建筑——城堡，普遍出现了。比较早出现的有西亚的耶利哥遗址中的城堡，它是由城堡、城墙和濠沟构成，城堡中心有石筑的望楼，有 22 级阶梯可上下，墙城是由石头筑成，高 6 米，石墙外是濠沟深 2.75 米。希腊新石器时代晚期的迪米尼文化（距今约 6000—4800 年前），发现了长宽约百米的城堡，由外至内共有 6 道石砌围墙，约高 2 米，厚 0.8 米，其内有一中央庭院，筑有一长 11 米，宽 6 米的厅，门廊中有两根圆柱，大厅内有方柱和炉灶，学者认为这种城堡建筑可被称为迈锡尼文明卫城和麦加伦厅房的先驱。中国龙山文化平粮台、老虎山等遗址中也发现了类似的城堡。城堡对后来国家的形成、城市的发展都产生了一定的影响。

## （3）巨石建筑

新石器时代晚期，在西欧沿海地带流行着一种伴存巨石纪念物的独特文化。其中以英国的斯通亨奇环状列石最为著名。这种环状列石是在平原上掘出直径约 110 米的环状壕沟，并在其内侧垒起高 2.1 米的土墙，在墙垣内竖立两个同心圆形的环状列石圈，圈内有两列马蹄形立石。墙垣东北方有宽约 10.7 米的出入口，口外竖一块高 4.9 米，重 35 吨的巨石称为标石。墙外沟内围绕着 56 个土坑，一般深 1 米多，多作为火葬后的墓坑。研究者一般认为这种巨石建筑是与太阳崇拜有关，它直接反映出当时人们一种建筑技术。

## （4）神庙建筑

神庙是新石器时代晚期农业发展到一定程度的产物，它不再是作为人们基本的生存手段，而是由于宗教活动的需要而产生的，从这种意义上说，它可以代表当时建筑技术的最高水平。

位于伊拉克南部距今约 5500—5100 年前的乌鲁克文化遗址中，发现了许多大规模的神殿遗迹，神殿集中在伊安纳塔庙和天神安努塔庙。伊安纳塔庙中较有代表性的是红庙和柱廊神庙。墙壁上涂有红颜色是红庙的基本特征。柱廊神庙是筑在台基之上，大厅柱廊由两排直径达 2.62 米的柱子拱立，围墙用红、白、黑色的锥形装饰物装饰，构成各种几何形图案，这是世界上最早的马赛克装饰建筑形式。

天神安努塔神庙是建在台大上小的梯状台基上，比周围地高 16 米，因墙壁外侧涂以白色，称其为白庙。平台上用凸形和凹形的建筑作为装饰，墙壁的上部用瓶状的土坯行列砌筑，在长方形的庭院中央有一个高起的祭坛。

到乌鲁克文化晚期神庙的建筑技术进一步发展，有些神庙不仅采用了锥形镶嵌物的装饰手法，而且在锥形物的顶端包铜，使神庙建筑更加华丽壮观，表现出前所未有的建筑水平。

---

参见杨建华《两河流域史前时代》，吉林大学出版社 1993 年版。

参见《中国大百科全书·天文学卷》，中国大百科全书出版社 1980 年版。

参见杨建华《两河流域史前时代》，吉林大学出版社 1993 年版。

参见杨建华《两河流域史前时代》，吉林大学出版社 1993 年版。

## 5. 其他科学技术

新石器时代，伴随着农、牧业生产的发展。天文学、数学和医学等自然科学知识已经萌芽，并为后来科学技术的发展奠定了基础。

### (1) 天文学萌芽

新石器时代，由于农、牧业生产的需要，经过长期的实践，人们观察到太阳、月亮、星星在天空的位置，摸索到它们的位置随时间变化的规律，终于为按期播种、收获，按季游牧，迁徙确定了时间，节气和历法，这便是原始天文学的开始。

许多科学家认为距今 4000 年前，位于英国索尔兹伯里以北的古代巨石建筑遗址，即著名的巨石阵是史前人类为观测天象而建造的。早在 200 多年前，有人注意到巨石阵的主轴线指向夏至时日出的方位，其中有两块石头（现在的标号为 94 号和 93 号石）的连线指向冬至时日落的方向。20 世纪初，英国天文学家洛基尔进一步研究了巨石阵，发现从巨石阵中心望去，有一块石头（91 号）则指向 2 月 5 日和 11 月 8 日日出位置，他由此推断至迟在 4000 年以前，已有一年分八个节气的历法。60 年代初另一位学者纽汉说他找到了指向春分日和秋分日日出的方位的标志，并指出 91、92、93、94 号四块石头构成一个矩形，矩形的长边指向月亮的最南升起点和最北下落点的方位，与此同时天文学家霍金斯用电子计算机对巨石阵中大量石头构成的各种指向线进行了分析和计算，又找出了许多新的指示日、月出没方位的指向线。根据考古学家对巨石阵的发掘，了解到巨石阵是分三次，前后相隔几个世纪建造的，而每次建造都有指向日、月出没方位的指向线，所以霍金斯认为巨石阵是史前人有意建造的观测太阳、月亮的观象台，他还认为巨石阵中 56 个围成一个圆圈的奥布里洞，可用来预报月食。

中国新石器时代许多遗址中发现了带有天文学意义的图案、刻纹，如大汶口文化莒县遗址中出土了一件陶尊，上刻划着  的符号，大河村遗址中也出土了许多太阳图案的彩陶，反映出史前人对太阳、月亮的细心观察，另外这时期的氏族墓葬的墓穴和人骨架的头部都朝向一定的方向，房屋建筑也有一定的朝向，估计当时已掌握某种方法测定太阳出没的方位。

### (2) 数学的萌芽

人类对数字的认识，大概在旧石器时代就已出现，当把猎物分割成小块时会产生多与少的数字、数量概念。根据民族学的资料，许多原始部落对数目的认识能力十分有限，对多数目的认识更为有限，不少部落只能认到三为止，三以上的数字则用多来表示，或把四说成二和二，五说成二和二和一。达尔文认为计数发源于手算，最初用一只手，然后用两只手，最后连脚趾也用上了（《人类的由来及性选择》）。事实上很多国家很早就有十进制记数法，这大概与每个人有十个指头有关。

随着数的增加，光靠手、脚趾不够用了，于是出现了一些其他的代用品，如利用石块、刻划、结绳等帮助计数。“结绳记事”的古老传说在我国早已家喻户晓，民族学资料中也不乏其例，独龙人远行通常用结绳的方法记日，每走一天打一个结，或者按照约定会面的日子，先打几个结，过一天解一个

---

参见《中国大百科全书·天文学》，中国大百科全书出版社 1980 年版。

参见陈建生《原始计数的特点》，《化石》1985 年第 4 期。

结。这说明原始人的计数是依靠具体的实物，当数完全从具体事物中抽象出来，才真正成为数学，但它毕竟是数学产生的基础。中国半坡遗址中陶器上经常可发现刻划的|，||，|||，||||等记号，与一二三四等字十分相似，说明这时人们对数字的概念已从具体的实物向抽象的符号方面转变，到新石器时代晚期，随着私有制和货物交换的产生，数目的增加和运算方法等才得以真正的改进。

新石器时代世界上许多地区的陶器器型和纹饰中都有圆形、椭圆形、方形、弧形、三角形等，从侧面反映出当时人们对数与几何图形有了一定的认识，由此推论这时人们已创造出划方、圆、直线的简单工具和方法，可能还出现了最早的规矩。

### （3）医学萌芽

自人类诞生以来，疾病一直与人相伴，特别是在远古时期，艰苦的生活环境、疾病的严重折磨，很难使人享尽天年。以北京人洞穴中发现的可统计的22个直立人遗骨中，死于14岁以前的有15人，占68.2%，年龄在15岁至30岁之间的有3人，占13.6%，年龄在56岁至60岁的只有1人，占4.6%，说明当时人类的绝大多数寿命不长，大部分是夭折的。有的人类化石中保留了其生前患有的某些疾病的信息，如骨折、骨瘤、龋齿等。从爪哇人的股骨化石上，科学家们判断这位距今约50万年的直立人曾患过外生骨瘤。

在旧石器时代人们尚无医药的知识，仅靠身体的抵抗能力同疾病抗争，大约在新石器时代，人们逐渐认识了一些病症和治疗疾病的一些药物，发明了某些预防和治疗疾病的方法，形成了原始的医学。

原始的医学是以经验医学为主，在此基础上又发展起了巫术的医学，两者往往混杂在一起，但其中也包含着一些真正的、科学的医药知识。

史前人是生活在神秘与迷信的氛围之中，几乎世界各地的原始民族都有过信仰鬼神和符咒治病的方法，在他们看来人的疾病是来自于鬼神附体，一旦驱走鬼神，即可恢复健康。依据民族学的资料：印第安人常用符咒治病法，但也用一些科学的疗法，懂得对于发热病人，采用液体食物，使之泻下，利尿发汗，甚至采用放血疗法，对于消化不良，知道采用吐法、缓泻及灌肠的方法。对一些植物的药用性也有所了解，如用胡椒治疗脓性炎症，用莨菪碱作为麻醉的药物等。由此可推测新石器时代的人们已知道利用一些动、植物医治某些疾病。

在新石器时代人们还掌握了惊人的原始外科技术，即利用锐利的石制刀取出人体内各种异物、放血、切开脓肿，在中国还产生了以石砭刺穴位的治病方法。早在1875年普卢尼埃尔和布罗卡得，首先报告了在新石器时代穿颅术的几个例子，有的是摘除颅骨骨折的骨片，有的是对尸体实施穿颅术，以便起到驱邪的作用，曼奥维尔曾在新石器时代的颅骨上发现了相同的痕迹，有的穿颅的骨缘有新生骨，表明术后病人仍然生存着，有的颅上有五个穿孔。在19世纪北非的卡拜尔族，达吉斯坦的山地部族，太平洋美拉尼西亚许多地方的人，欧洲的黑山人也施用过此术。这些手术有些是出于巫术的目的，有

---

参见吴汝康等《人类发展史》，科学出版社1978年版。

参见卡斯蒂略尼《世界医学史》，商务印书馆1986年版。

参见卡斯蒂略尼《世界医学史》，商务印书馆1986年版。

参见卡斯蒂略尼《世界医学史》，商务印书馆1986年版。

的是用来解除病痛的，有的两者兼而有之，却都代表了原始外科手术的技术。

在世界各地的新石器时代遗址中，可发现许多房屋的地面曾用白灰面涂抹过，白灰面具有防潮与隔潮的功效，估计当时人们已知道潮湿对人体不利，用这种方法来预防风湿病的发生，新石器时代遗址中还常见灰坑，即垃圾坑，可见当时人懂得脏物有害于健康，注重环境卫生，这些都是史前人预防疾病的一些措施。

## 四、两河流域的科学技术

### 1. 地理、社会历史概况

幼发拉底河和底格里斯河自现在的土耳其境内的亚美尼亚高原发源，向东南流入波斯湾，两河流域曾孕育了古代的美索不达米亚文明，亦称两河流域文明，是世界古代文明的重要发祥地之一。

美索不达米亚或两河流域的泛滥平原可依其自然条件划分为河口、沼泽地区、三角洲、河流平原，它们的周围是沿河台地和沙漠高地。两河流域气候炎热、干燥，两条河流每年都各有一次泛滥，河水带来的淤泥，使这里的土地特别肥沃，很适于农耕。

但是河水泛滥也常使低地的积水难以退去，形成泥塘，高地的水则又留不住，使土地干裂，不利于农业，为了解决这一问题，修筑堤坝、疏通渠道显得格外重要，基于这种需要一个统一的奴隶制国家逐渐建立起来。

大约在公元前 4500 年，苏美尔人在两河流域南部入海处的示挈平原定居，过着氏族部落的生活，开始兴修水利，发展以灌溉为主的定居农业。到公元前 3500 年，苏美尔人开始建立了几十个奴隶制国家，如基什、乌尔、埃利都、拉伽什、乌鲁克等，它们都是一些人口不超过四五万的小国，每个小国都以一个城市为中心，周围包括一块不大的地区，因此又称之为城邦，这时期城邦之间常常为争夺水源和土地，展开一些战争。

大约在公元前 2300 年前，由两河流域北部的游牧部落闪族人建立的阿卡德王国强盛起来，并征服了苏美尔震邦，首次统一了两河流域，阿卡德人接受了苏美尔人的一些文化，在经济上有所发展，但其统治并不稳固，大约在公元前 2200 年，东方山地的库提人又侵占了两河流域，仅南方的苏美尔的城邦保持了半独立的状态，它们在经济、文化上较为发展并达到繁荣，后来由乌尔城的乌尔纳木再度统一了苏美尔和阿卡德，史称“乌尔第三王朝”或“新苏美尔时期”，其年代下限为前 2000 年。这时期出现了两河流域，也是世界历史上的第一部成文法典——《乌尔纳木法典》，其中记述了禁止欺凌孤儿寡母，虐待贫者的规定，反映出当时社会贫富分化已达到了一定的程度，另外还有对防止奴隶逃离、处罚非法占用他人田地等所做出的规定，表现出此法典维护奴隶制和私有制的性质。乌尔第三王朝的末期，国内奴隶与奴隶主之间的矛盾异常尖锐，其东、西两面受到埃兰人和阿摩利人的侵袭，终于在公元前 2000 年灭亡。

其后不久埃兰人退回东方山地，而阿摩利人则留居在两河流域，在北方建立了伊新，在南方建立了拉尔萨两个国家。在伊新的北部和西北部，还有埃什努那、马里等国家。公元前 1800 年古巴比伦第六代国王汉谟拉比先后征服了埃什努那、拉尔萨等，统一了两河流域南部，直至公元前 1200 年加喜特巴比伦王朝灭亡，这段历史为“古巴比伦王朝”时期。这一时期青铜器得到广泛的使用，灌溉进一步扩大和改善，由于对两条河泛滥周期的测定和灌溉工程复杂的计算，天文学和数学得到了迅速的发展。汉谟拉比统一两河流域，以巴比伦城为首都，因此巴比伦社会的经济、文化达到繁荣，著名的《汉谟拉比法典》中，曾提到织布、冶金、造船、制砖、建筑等十个手工行业，说

---

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社 1989 年版。

明当时的手工业分工已很发达，当时还有较发达的对外贸易，农产品、织物、油类、宝石、象牙等都是当时出口的主要物资。

《汉谟拉比法典》是古代世界第一部较为完备的奴隶主阶级的法典，也是了解和研究古巴比伦社会最重要的资料，法典正文共 282 条，内容包括诉讼手续、盗窃处理、租佃关系、商业高利贷关系、债务、遗产继承、婚姻、奴隶买卖和处罚、行医职业的收费、医生的职责、伤害和赔偿等，除此之外，法典还涉及了等级制度、土地制度、奴隶制的发展和自由民的分化等问题，较为全面地反映了当时社会的各个侧面。

汉谟拉比死后，其子萨姆苏伊鲁那即位，不久，伊新、埃什努那等族彼此争战，使统一的两河流域重陷战争状态。约前 1595 年，赫梯人击败巴比伦王国，但不久后即退出两河流域，两河流域南部则由伊新的伊路买鲁建立了海国王朝，即巴比伦第二王朝（约前 1595—前 1518 年）他们一度占领了巴比伦城，后来东北部的加喜特人又驱逐了海国王朝，占据了巴比伦，建立了巴比伦第三王朝，史称“加喜特巴比伦王朝”，直至前 12 世纪被亚述灭亡为止。加喜特人是一个文化落后的部落，在其统治期间，巴比伦的经济和文化都发展缓慢。

当巴比伦衰落之时，两河流域北部地区的亚述人发展壮大起来，到前 10 世纪时，他们已使用铁器，这不仅提高了其生产力，还加强了其军事力量，经过对其周边地区一系列的征战，到公元前 7 世纪中期，他们建立了包括古代西亚和北非文明发达地区的大帝国。这时期亚述的文化基本上是继承了古巴比伦的文化和两河流域其他各民族的文化，并有所创新，为世界留下了宝贵的文化遗产。一位亚述国王亚述巴尼帕，十分注重对史书的修撰，曾派遣了许多史官到各地搜集古书，编撰成册，其中包括宗教铭文、文学作品、科学著作、法典、编年记等，留下了一批珍贵的历史资料。由于亚述帝国频繁对外征战，国内外矛盾日益加剧，终于在前 626 年被两河流域南部的加勒底人所灭。

从前 626 年至前 539 年，加勒底人在巴比伦建都，史称“新巴比伦”时期，这时期城市工商业相当发达，巴比伦成为当时最大的商业中心，邻近各国商人云集在这里做买卖，随着商业活动的发展，文化上也得以充分的交流，他们吸收了波斯人、埃及人及犹太人的一些文化。新巴比伦著名国王尼布甲尼撒时，集中了全国的人力物力，扩建了巴比伦城和宫殿、神庙等。使巴比伦拥有了几十万人口，并成为当时世界上最大最豪华的都市和古代文化交流中心地之一。但新巴比伦的军事力量比较薄弱，加之大规模的建筑工程，消耗了国力，在公元前 538 年被新兴的波斯所灭，此后古代两河流域的文化则溶合在伊朗文化之中，进入了另外一个历史时期。

---

参见日知选译《古代埃及与古代两河流域》，商务印书馆 1962 年版。

参见《世界上古史纲》上册，人民出版社 1979 年版。

## 2. 天文历法

一方面因为农业生产的需要，美索不达米亚人需要掌握季节、安排农事，另一方面也由于他们特有的占星传统，使他们在确定历法、观测天象等方面取得了显著的成绩，比较其他几个文明古国，美索不达米亚人的天文学可谓比较发达。

估计早在公元前 3000 年，苏美尔人就已有了历法，从苏美尔语泥版中的农历历书可知，此地区至迟在公元前 1700 年以前已有了较为完善的历法，从已发现的泥板记录上还可了解到：公元前 1100 年时亚述人采用了约前 19 世纪至前 16 世纪古巴比伦历的 12 个月的月名。美索不达米亚人根据月亮的盈亏制定了太阴历，即把一年分为十二个月，每个月为 29 天至 30 天，大小月相间，全年共为 354 天，但它与一回归年整整相差了 11 又 1/4 天，为了解决这一问题，他们最早采用了置闰的方法，即每隔几年加一个闰月，由于当时的年首是从春分开始，所以古巴比伦的一月总是相当于现在的三月至四月。但公元前 6 世纪以前，他们的置闰尚无一定的规律，往往都是由国王根据当时的情况随时宣布，汉谟拉比在位时曾宣布过一次闰六月，自大流士一世（公元前 522 年—前 486 年）在位后，方有了固定的闰月，先是 8 年 3 闰，后来是 27 年 10 闰，直到公元前 383 年由西丹努斯定为 19 年 7 闰制。

两河流域的居民对世界科技史的另一重要贡献是他们根据月相变化，首先把一月分为 4 周，每周 7 天，与 7 个行星相当，每一星神主管一天，太阳神沙马什主管星期日，月神辛主管星期一，火星神涅尔伽主管星期二，水星神纳布主管星期三，木星神马尔都克星主管星期四，金星神伊什塔尔主管星期五，土星神尼努尔达主管星期六，这些名称一直沿用至今。另外他们还首创了测时和量角的单位，把圆周分为 360 度，度分为 60 分，分又分为 60 秒，一天分为 24 个小时，一小时确定为 60 分，一分确定为 60 秒，这些方法一直被今人所沿用。

两河流域居民对于宇宙空间的认识有一个过程，最初他们只是把天和地看作是浮在水上的两个扁盘，后来则视天为半圆的天穹覆在水上，扁盘被水包围着，天穹上面有更多的水，水外面是诸神的住处，太阳和其他天体都是神，他们每天从自己的住处出来，在天穹上绘出一定的轨道，地上的事物都是由这些神所主宰。两河流域的自然条件比尼罗河流域复杂，两条河的泛滥周期也不像尼罗河那样规律，有时洪水会像凶猛的野兽，把城市居民和财产洗劫一空，当时的人们不清楚这究竟是因为什么，自然把之归结为星神的作祟，他们相信天象，认为每一颗星都是神，且与地上的人有着一定的关系，确信天象的变化决定着人间的祸福和吉凶，为了趋利避祸，占星术十分流行，并在人们的精神生活中占有相当重要的地位，因此他们对天象的观察极其认真，这也是此地区天文学得以发展的重要原因之一。

古代两河流域人的天文学知识很大程度上是建立在对星象的观察上，早在公元前 2000 年左右，他们已能区分恒星和行星，认为行星共有 7 个，并给它们都取了相应的名称，其中包括太阳和月亮，确定了它们所走的轨道，还

---

参见《中国大百科全书·天文学卷》，中国大百科全书出版社 1980 年版。

参见涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年版。

参见[英]F·梅森《自然科学史》，上海人民出版社 1977 年版。

确定其他 5 个行星总是在太阳轨道（黄道）附近运行。他们还将凡是能用眼睛看到的天上的星体都绘成了星象图，按方位分为星座，从公元前 13 世纪的一个界碑上，可见到保留的黄道十二星座的图形。他们为每个星座取了名称，如天蝎座、狮子座、巨蟹座、双子座、天称座等，这些名称仍被今人所沿用。

对于天文上的一些重要周期现象，两河流域人早已有所领悟，如公元前 2000 年左右，他们就已发现金星在 8 年中有 5 次回到同一位置，到公元前 1000 年左右，他们对这种现象观察的更为详尽准确，并在公元前 700 年以文字形式把这种观测结果系统地记录下来。他们还能准确地计算出行星周期的平均值，对某些天文现象作出准确的预测，如发现了“沙罗周期”即日食每隔 18 年发生一次。他们在公元前 4 世纪时发明了一种以代数方法，将复杂的周期性天文现象分解成许多简单的周期效应，如发现太阳历每月平均是  $29 \frac{1}{4}$  天，而相对这个平均数的偏离也是有规则，呈周期性的，后来希腊人把这种方法表现为几何形式，直到近代，它一直是作为科学家分析天体运动的主要方法。

---

涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年

涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年

参见[英]斯蒂芬·F·梅森《自然科学史》，上海人民出版社 1977 年版。

### 3. 数学

数学是研究现实世界中量的关系和空间形式的一门科学，具有高度的抽象性，但它同样是起源于社会实践的需要，我们知道原始社会末期数学已开始萌芽，到文明时期，随着社会生产、交换、天文计算的需要和私有财产的出现，数学知识得以进一步的发展，两河流域居民在数学方面所取得的成就，恰好证明了这一点。

#### (1) 记数法与位值制

大约在公元前 2500 年，美索不达米亚人用一种截面为楔形的笔在泥板上刻写成一套记数符号，被后人称之为楔形数字符号，其主要的数字代表如上：



由上表不难看出，其数字是由  $\blacktriangleright$  (1) 和  $\blacktriangleleft$  (10) 两种基本符号构成，100 以内的数字是采用加法原则，以基本符号的组合加以表示，如 30 写成  $\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleleft$ ，31 写成  $\blacktriangleleft\blacktriangleleft\blacktriangleright$ ，一般都是高位数写在每低位数的左边。100 以上的数字，则采取另外的基本符号，如 100 是用  $\blacktriangleright$  表示，在表示 100 的倍数时，倍数符号则写在表示 100 的符号之前，如 300 应写成  $\blacktriangleright\blacktriangleright\blacktriangleright$ ；1000 写成  $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ ，它又属于另外的基本符号，如  $\blacktriangleleft\blacktriangleright$  表示  $10 \times 1000$ ，而不是指  $20 \times 100$ 。

古代两河流域人的记数有时采用十进位，有时采用六十进位，有时甚至两种进位制混用六十进位的方法是他们的独创，这大概与 60 这个数字是许多简单数字的倍数有关，如：2、3、4、5、6、10、12，另外使用六十

进位制可使一些较大单位的  $\frac{1}{2}$ ， $\frac{1}{3}$ ， $\frac{2}{3}$ ， $\frac{1}{10}$  等小单位，在转化为较大

单位时，成为整数，还与他们天文学上把黄道分为 12 个星座，历法中每年 12 个月有关，因为 60 恰好是 12 的 5 倍，5 又是按手指计算的常用数目，60 自然成为进位制的数目。美索不达米亚人是世界上最早运用进位值的，进位制的运用在数学史上具有重要意义的，因为在此之前，十、百、千等都需要用新的符号表示，即使是不太大的数目，也得用几个符号、几位数字加以表示，如古代罗马人不懂得数字位值的概念，他们在表示简单数字时，也显得十分麻烦，比如他们表示数字 4272，是用 MMMCCLXXII，其中 M 代表千代表百，L 代表五十，X 表示十，共用了五种符号，十一位数字。而美索不达米亚对数字的表示则简单和科学的多，比如他们写出  $=3600 + 600 + 60 + 10 + 2$ 。由于每个符号所处的位置不同，它们所要表示的数量也就不同，同是一个“ ”表示了三种不同的量 (1, 60, 3600)，同一个 则表示了两种不同的量 (600 与 10)，如此长的数字却仅用了两种符号、六位数字。当然这种数

参见袁小明《数学史话》，山东教育出版社 1985 年版。

参见涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年版。

字位值的概念还不十分的清晰，如像最后面的两个 1，位置显然是一前一后，却代表了同一的量，但毕竟这里的人们是最早发明位置制的，后来印度人对这种方法加以改进，则成为我们今天记数的基本方法，千百十位数概念的发明，使得庞大的数目可以简单的符号加以表示，同时也十分便于运算。

### (2) 计算方法和数学用表

从一个包括 44 块泥版的数学文书中，我们可知道早在公元前 2000 年左右，美索不达米亚人已掌握了加、减、乘、除的计算方法，特别是他们发明的乘法，比起古埃及人的“倍乘迭加法”，则显得进步得多，他们是利用乘法表进行运算，其乘法表记录的是某个数，从 1 乘起，分别乘到 60 的全部答案，运算时可根据需要从不同的表格中寻找答案，如果无法直接查出答案，则分解开来再进行运算，如  $54 \times 27$ ，则是先求出  $54 \times 20$ ，再求  $54 \times 7$ ，最后将两个结果相加，只要所求算式中的数目能在表中查到，通过查表和适当的加法运算则不难得出所算的结果。当然比起九九表，这种表还显得落后，不像九九表那样，具有普遍性和便于诵读的特点，但它毕竟使乘法变得较为简捷。

除此之外，美索不达米亚人还经常把一些平方的结果写在表上，以便查寻，并懂得将“平方表”的使用过程倒过来即为“开方表”，可见当时他们已可以进行一些开方的运算了，对于无法通过查表得出平方根的数，他们则

采用近似公式  $\sqrt{A} = \sqrt{a^2 + r} \approx a + \frac{r}{2a}$  来进行计算

，当然这种查表求平方根和利用近似公式求平方根，与今天所用的开方方法很不相同。美索不达米亚人的数学概念中尚未形成零的概念，但已掌握了分数的概念。

### (3) 几何学

在数学发展史上，几何学大致经历了四个发展时期，第一个时期即萌芽时期，它包括了几何作为一门独立的数学科学首创的历史阶段，其特征是人们凭借经验的积累而产生了对几何事实之间关系的简单阐述和证明的概念，美索不达米亚人的几何学正处在这一历史时期。

由于丈量田亩的需要，他们逐步掌握了一些几何学的知识，如把不规则形状的田地分成若干个长方形、三角形或梯形后，再对其面积加以计算，早在公元前 2200 年时，就有了计算直角三角形、长方形和直角梯形等面积的法

则，还使用了  $\frac{l^2}{12}$  的公式来计算圆的面积，其中  $l$  是代表圆周

长。他们还能求出平行六面体的体积，或估计一个截顶角锥形地窖的藏量等，求出圆周与直径的比例为  $\pi \approx 3$ ，还把圆周分为  $360^\circ$ ， $1^\circ$  分为 60，1 分为 60，这也是现今世界上通用的圆周分度法。此外，为了适于商业发展的需要，他们还制定出了重量、长度、面积、体积、货币等的计算单位。

从他们已能计算出直角三角形的三边的长度，推测他们实际上已懂得利用商高定理或称毕达哥拉斯定理，即指直角三角形的斜边作为一边的正方形面积，等于其它两边的各自为一边的正方形面积之和。

---

参见袁小明《数学史话》，山东教育出版社 1985 年版。

参见袁小明《数学史话》，山东教育出版社 1985 年出版。

参见[日]大沼正则《科学的历史》，求实出版社 1983 年版。

虽然美索不达米亚人的数学还处在偏重实用性的计算阶段，尚不具备数学本身应有的理论的严密性，但它却为严密数学理论的形成，打下了坚实的基础。

## 4. 文字的发明与书写技术

文字是人类进入文明时期的主要标志之一。文字的发明给人类的生活带来了新的曙光，有了文字人类的科学技术才能记录下来，并在空间和时间上得到更好的传播。世界上最古老的几种主要文字有：苏美尔文、埃及文、印度梵文和中国汉文等，它们基本上都是起源于图画，后发展为书写文字和拼音文字，但这些文字却各具特点。

### (1) 楔形文的起源与发展

考古学家曾在乌鲁克城发现了公元前 3200 时苏美尔人的文字，这种文字最初是写在泥版上，笔划呈现楔形，因此常被称为“泥版文书”或“楔形文字”。其实这种楔形文字开始也是一种象形文字，是用图画符号表示它所记述的事情，如  代表“鸟”， 代表“鱼”， 代表“谷物”等。这些词十分形象、易懂，多被用于挂在农产品的货袋上作为一种货物的标签，还被用于记帐等，随着社会的发展，人们交往的增多，所要表达的事物亦越来越复杂，简单的符号已不够用，人们便在原有的符号上，加些标记，使之成为新的符号，如在表示“头”的人头形符号上加上一个代表颈部的特殊的线纹，则变成了口的符号，但字符的增加往往给人们的记忆和书写带来一定的困难，加上有些抽象概念仍不能用图形表达，这种象形文字便开始产生变化，首先是向简化方面发展，以局部图形代表整体意思，如用星星的符号  代表“天”，用牛头的符号  代表“公牛”等，再就是一种符号代表多重意思，即除表示图画的事物本身外，还表示与这事物有关联的一些意思，如犁的符号除了表示犁外，还有“耕田”“耕者”等多种意思。有些象现代汉语中，每一字代表了若干相关连的话或观念，如代表“口”的符号，即可用作动词的说，也可用作名词的口，而“足”的符号即可代表“立”，也可代表行。这类符号都是从图形中引伸过来，且已由原来的象形文字发展为表意文字。

由于这类符号所表示同一事物的符号趋于固定，某一种符号就渐渐代表了某一种事物的名称的音读，如“一束葱”的符号为 ，此符号除了表示葱外，还可以表示葱的音读 cym，因此同声的词往往还可用同一个字符，这样便产生了谐声文字，即用符号代表声音，例如苏美尔语中把箭字读为提音，同时这个音也代表了生命之意，因为一支箭的象形符号分别代表了箭和生命两重意思。表意文字和谐音文字的出现，使符号的数目减少，而所要表达的意思却大大增加了，这是楔形文字发展进步的重要标志。

在乌鲁克时期，苏美尔文的字符曾达到 2000 个，而 300—400 年后，字符减少到 800 个，再经过 300—400 年，大约在公元前 2900 年时，字符只剩下 600 个左右，谐音文字还可以表达图形符号无法表达的介词、副词、小品词及词格、词首、词尾等语法结构，这样可更确切地表达语句，由于一个字符包含了多种意义，为了避免字符意义的混淆，在确定某一字符在句子中的意义时，他们采用了两种办法：一是使用指意符号，如犁的符号意义很多，如果用来指犁的本义，则需在这个符号上加“木”为词首，如果用来指耕者，则需加上指意符号人为词音。有些类似我国汉字中，从水，从人等偏旁。另

---

参见涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年版。

一种方法是使用音节符号作词尾补音，如足的字符分别附以“—WA”或—BA，它们就分别代表了“去”或“立”的意思。标音符号的运用，使书写文字比以前更加灵活，后来古巴比伦、亚述人都采用这种楔形文字，并稍加调整，把他们自己那些互不相同的语言，全部用文字表达出来。

随着楔形文的发展，它不再只是作为记录具体事物的工具，还发展为可供宗教、技术、历史文件之用的完整文体，这些文件先后被制成数百万件牌版，其中包含了农产帐、天文表、法典、文学、文典或编年史等多方面的内容，它们无疑地成为研究古代西亚史的重要历史资料。除此之外文字还被披上了一层神秘的色彩，并具有礼仪性的意义，如在建筑神庙或宫殿时，人们通常在屋基之中放块牌版，向神祈祷，人们喜欢佩带刻字的护身符，以辟除妖魔。巴比伦人和亚述人对于文字极为敬畏，认为他们的命运是受文字的约束，他们甚至认为当一个具有宗教职位的书记，把一个人的姓名刻在一本神秘的生死簿时，此人的死亡之日就即将到来。当时掌握文字的人是少数奴隶主贵族和一些神职人员。

到公元前 1500 年左右，楔形文字已成为当时国际外交上的通用文体，后来叙利亚地区的乌加里特人和伊朗高原的波斯人，由于商业的发展，对楔形文字做了进一步的改进，使之逐渐变成了字母文字，到公元前后，字母文字最终代替了楔形文字，楔形文字慢慢被人们所遗忘，直到 19 世纪初，德国人 G·F·葛罗第凡开始释读楔形文字，这种古文字才逐渐被现代人所知，到 19 世纪中期，英国人 H·C·库鲁特非度，成功地释读了 150 个楔形文字。从此以后楔形文字的释读工作进展迅速，使得美索不达米亚的许多记录文件可被现代人所读懂。

## （2）书写工具与书写技术

古代两河流域盛产粘土，这里的人们很早就发现它十分适于制成泥版，可趁湿在其上面刻划文字，于是粘土成为当时最普遍的书写材料，后来人们也用一些新的材料，如石头、蜡版、陶瓷等。削尖的小木棒和芦苇是当时用于书写的主要工具，相当于笔。书写时将棒尖按压，按压处可留下较深的笔划印痕，收笔时因为用力较轻，则可留下较细的笔划印痕，使整个笔工形成了木楔形，因此可以说楔形文字的特点完全是由于其特殊的书写工具所致。

最初的楔形文字是从右到左，自上而下直行书写，公元前 3000 年时，人们开始改变这种书写方法改为从左到右，横行书写，字体的位置也转了 90°，例如  变成 ， (山) 变成  等，改进后的书写方式更接近于现代人的书写方式。

---

参见同上书。

参见塞缪尔·诺亚·克莱默等《文明的摇篮》，纽约时代公司 1979 年版。

参见《图说世界的历史》，光复书局 1981 年版。

## 5. 农业与水利

两河流域的文明是建立在农业生产的基础之上。这个地区是世界农业起源的中心地之一，早在新石器时代，这里的居民们就已积累了相当多的农业生产经验。进入文明时期后，国家对于农田管理、家畜饲养、土地租赁、灌溉设施和水的分配等，都有明确的法律条文规定，使这地区农业的进一步发展，有了更好的保障。

### (1) 农业与家畜饲养

公元前 3000 年前，两河流域的居民已懂得按照全年节令的农业时序表去按季而作，藉求丰收。有一部传世的公元前 1700 年左右的农民历书泥版，共 109 行，为苏美尔语楔形文，它是以农民教子的口吻，叙述了从灌溉到耕耘、收获，乃至收割后的谷物处理等方法，堪称为人类史上最早的一部农历，其中保留了许多珍贵的农业技术资料，如：五、六月间灌溉田地，以准备耕作，对全部沟渠、堤埂及放水的穴口，悉心观察，使灌田的水不致过多，使农套掌践田，以除苇草，并使田平整，再用重约三分之二磅的小斧亲力平治之。对种植过程中应注意的问题也有详尽的记录，如应注视大麦播种，每一颗种子皆应入土达两指之深，如下种深度不够，即应另换犁刃，还提醒人们勿使大麦倚垂，并在作物最茁壮之时，即行收割，教人们如何去簸谷扬糠，及剔除杂物。可见当时的农业已非完全的实践，而开始注重总结经验，使之成为理论以指导实践。

两河流域以种植大麦为主，因为这一带的土地都含有盐分，较适于大麦的生长，同时也种植一粒小麦和二粒小麦，但数量较少。大麦的颗粒可以捣成粗片，煮成麦粥，也可以磨成面粉烤制扁饼，还可用来酿造啤酒等。两河流域的居民还注重发展林木，其中大部为枣林，其次为葡萄、无花果、石榴和苹果园。

早在公元前 4000 年时，此地区的人们就已发明了犁，并利用牛和驴来拖犁，也正是由于这种犁耕的发明，使其农业较早地由新石器时代的小块田耕作，过渡到大规模的田地耕作。其他的农具有锄和镢等，在古巴比伦时期这些工具的头部，大部分是采用青铜制成的，最为重要的是这时期巴比伦人发明了一种新式农具——即带有播种器的耒，它由两头犍牛曳引，一人扶犁，一人牵牛，一人在旁向谷斗放种子，一边耕地，一边播种，是一种较先进的农具。

除农业外，这地区的畜牧业也很发达，人们利用两河流域下游宽广的河滨草地和沼泽草原，畜养牛、羊、猪、驴、马等，并发明配种和人工受胎法，成功地改良了许多家畜品种。苏美尔人喜食各类鱼，见于古文献记载的鱼多达 50 余种。乌尔庙墙上的一块镶嵌装饰板上，保留了一些畜牧业的内容，其上层是一排牡牛和乳牛的图案，下层为奴隶们挤奶和制酪的图案，表现出畜牧业在苏美尔人神庙经济中占有重要的地位。

### (2) 水利灌溉

两河流域的土地肥沃，但必须修筑人工的灌溉系统，才可能使农作物的

---

参见塞缪尔·诺亚·克莱默等《文明的摇篮》，纽约时代公司 1979 年版。

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

生长得到保证，苏美尔人十分注重修河渠，并对水利工程加以管理，国王和政府都把开渠和分配水的使用权作为国家的重大事务，由于对水利工程的重视，人们在农业生产上取得了可喜的成绩，根据约前 3000 年前文献的记载，当时苏美尔人种大麦能够得到比种子多 86 倍的收获。

为了灌溉干旱平原的田地，古两河流域人使用了一种前后纵列的机械从河中汲水，长杆一端缚有重物以提起汲水桶而将水倾入较高处的蓄水池，这类蓄水池可供给比较繁复的运河系统。

古巴比伦时期，随着两河流域的统一，人工灌溉网得到扩大，特别是在汉谟拉比王时期，据年名表，汉谟拉比第 8、9、24、33 年的年名都是开凿运河、兴修水利之年。运河的开凿和水利的兴修进一步改善了农业和生活用水，并将两河流域中、下游更加连接起来，扩大了农业灌溉的面积和效益，正因为如此，汉谟拉比王时的农业产量有了较大的提高，巴比伦地区的麦子已可以得到比种子多 300 倍的收获。

新巴比伦王国尼布甲尼撒二世在位时（公元前 604—562）尤其重视水利工程的修筑，著名的利俾尔——海加拉大运河就是在这时期修成的，这一时期还在幼发拉底河上筑坝建成一个可蓄水 40 英尺（1 英尺=0.3048 米）深的大水库，使两河流域平原地区的灌溉系统得到进一步的治理和改善。

纵观古两河流域的历史，我们不难发现，农业的发展与水利的兴修密不可分，这里的沟渠、运河和堤坝需要不断的维护和修缮，水利设施的好坏直接影响到农业生产的丰歉。政治经济的发展与水利兴修关系密切，凡是盛世都注重修水利，开运河，可以说水利设施是古两河流域政治、经济、文化发展的生命线。

---

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

参见塞缪尔·诺亚·克莱默等《文明的摇篮》，纽约时代公司 1979 年版。

参见《世界上古史纲》，人民出版社 1981 年版。

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

## 6. 医学

大约在公元前 4000 年,南美索不达米亚人就已开始形成了一定系统的医学思想,后来从中产生了亚述巴比伦的医学,在当时享有很高的声誉,公元前 15 世纪,一位埃及国王病危时,曾请亚述医生诊治过,公元前 14 世纪,巴比伦的医生还曾到过小亚细亚为赫梯国王医治疾病。这两个例子反映出古两河流域人有着相当高超的医术。不少泥版书、刻楔形文陶片中,保留了他们医药、医疗和处方等医学知识,著名的《汉谟拉比法典》中,有许多条文是涉及到医疗的立法,这些都是研究两河流域医学史的宝贵资料。

### (1) 占星、巫术与医学

两河流域人注重研究星相学,由此也影响到其医学的特点。如认为周期、季节和星辰现象都与人体生理之间关系密切,星辰运动失常是上天垂象,给人一种一种预兆,当人在出生时有异常现象时,也被解释为一种重要预兆,怪胎则被视为灾难临头。据雅斯特罗研究:“当时流行的观点认为:右侧器官特大或异常时,表示将来的兴旺或成功,反之,如果左侧大,则是衰弱、失败和患病的先兆。”(《巴比伦—亚述人的降生吉凶兆》)。基于占星思想,他们的医学知识往往还与宗教信仰、巫术和魔法混杂在一起,如他们认为疾病不仅是身体本身的失调,更主要的是由恶魔引起,在治病过程中多采用求神保佑和用咒语法术驱除病魔,同时再配合一些合理的用药。

现英国博物馆藏有一些名贵的库云基克收集的刻有楔形文字的陶片,其中有尼尼微的亚述巴尼拔(公元前 668—626 年)王的大图书馆的残篇,共 25000 片,其中有 40 余片的陶片记录的药方是用来抵制恶梦后的影响。另外对于药物也有许多巫术的解释,如美索不达米亚最古的医神是月神,掌管药草的生长,因此有些药是不能见日光的,不少陶片中还提到:植物有消灭恶鬼的能力,如某种在月光下采集的植物,可用于制成有魔力的春药等。

正是由于古两河流域人占星、巫术和医学相结合的特点,他们的医疗技术主要都掌握在祭司们的手里。他们甚至还把每月的 7、14、19、21 和 28 都视为治病的忌日,这在一定程度上影响了他们对医学的深入认识。

### (2) 诊断、医药与处方

去除一些巫术的色彩,古两河流域人确也保留了许多诊治疾病的科学方法,他们尤为重视对疾病的诊断,认识到不找到病根,对症下药,即使是包扎起来也无法减轻痛苦,更无法避免死亡。他们根据长期的实践经验,可对某些病因做出合理的推断,如多数眼病是由于风砂吹进眼内或虱传染所致,牙痛则是因为虫蚀所致。

楔文陶片中记述了许多种疾病有:发热病、中风、肺癆和鼠疫(亦称瘟疫)、眼病、耳病、风湿、肿瘤、脓肿、心脏病、皮肤病、性病等。对一些病症的解释也颇为有趣,如人患肠痛,食物必不能存留,自口吐出,胃似穿孔、肌肉消瘦,肠内有风往来移行,大便不通;对肺结核病症的描写也很仔细。如:病人常常咳嗽、痰稠,有时带血,呼吸如吹笛,皮肤发凉,两脚发热,大量出汗,心乱,病重时常有腹泻。

他们常用的药物有各种植物的果实、叶、花、皮和根茎等,如藕、橄榄、

---

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷,商务印书馆 1986 年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷,商务印书馆 1986 年版。

月桂、桃金娘、鸡尾兰、大蒜等 150 余种，某些动物的肝脏及各种矿物如明矾、铜、铁等也常被用作药物，当时的药物一般被制成丸、散、灌肠等制剂。

在长期的医疗实践中，古两河流域人也形成了一种以实际为基础的治疗体系，其中火和水都占据了一定的地位，这种治疗往往即有象征性作用，也有实际疗效，如有沐浴、冷敷、热敷、河水洗濯，某些情况下还采用将病人绑起或松绑的治疗方法，同时还采用体操疗法和按摩法。

根据发病的部位，古两河流域人对疾病作了分类，如头部病，呼吸器官病，大血管病等。医生也有内科、外科、眼科等分工。

亚述和巴比伦的医生常常外出会诊，有的远至埃及，出诊费通常较高，也有的医生免费给平民诊治疾病。当时最著名的医生是奥罗德·纳内，他约生活于公元前 7 世纪中期，留下了一些药方和处方，如他给国王开的药方和嘱咐信，有一例是关于某王子患衄血，一例是对一患严重眼炎病人的处方，从中可知当时的处方开的都较为详尽，且有一固定的程式，如首先写病名、再写药名、最后写用法。

在外科手术方面，古两河流域人已能用青铜刀割治白内障和肿瘤等，还会接骨。外科医生在当时很被重视，公元前 1900 年的《汉谟拉比法典》中的一些记述，可证明这一点，如明确规定医生是一种专门的职业，对拥有这种职业的外科医生规定了其刑事和民事责任，如“若医生用青铜刀给病人做大手术，并且治愈了他的疾病，通常收费十银币，若病人是奴隶，他的主人需酬劳医生二银币”，“若医生用手术行大手术，而将病人治死，或者用手术刀切开脓肿而毁坏了眼，则罚以断手之罪”，“若医生用青铜手术刀给奴隶做大手术，将他治死，应赔偿主人另一个奴隶，若是他用青铜手术刀切开脓肿，毁坏了眼，他应赔偿奴隶的半价”，“若治好了一个骨病或脏器的病，收费五银币，假使病人是个雇佣的奴隶，则收三银币，另由他的主人付二银币”。

在巴比伦和亚述最基本的手术器械为铜制刀，他们许多精致的各类手术小铜刀被考古学家们发掘出来，并收藏在博物馆中。另外考古学家们还发现了他们的一些特殊医疗器械。如在古迪亚王时代的一个印记上，有健康神尼努塔或阿达尔的形象，他手中持有一杯吸术器械，另有两杯放在两柱之上，中间有一双鞭、带两块曲木，附有系杯的皮带。可见当时的外科器械已比较复杂。

在《汉谟拉比法典》中，还对奴隶患某些疾病有严格的规定，如患癫痫和麻风病等不能继续劳动的病，可使他们的卖身契失效，并将患有麻风病的人驱逐市外，可见他们已知麻风病有接触传染性，并设法预防。从巴比伦陶片中可知他们已认识到一些小动物是带菌者，可传染给人疾病，因而视之为神怪。考古学家发掘出不少这时期用石头筑成的厕所和石制的用于排污水的大阴沟，说明巴比伦人已注重卫生，预防疾病。

---

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆 1986 年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆 1986 年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆 1986 年版。

## 7. 建筑

一个时代的建筑往往包含了这个时代的政治、宗教、思想、美学、科学技术等诸多内容。两河流域人布局合理的城市、巨大的神庙、华丽的宫殿，无一不反映出这几方面的内容，他们的建筑在规模和技术上，都有许多新的突破，且颇具特点，在世界建筑学史上，留下了璀璨的篇章。

### (1) 城市

考古学家在此地区发掘出苏美尔人的一些早期城邦遗址，如乌鲁克、拉格什、乌尔等，以乌尔第三王朝时期所建的城为例，这是一座呈叶形的城市，南北处最长为 1000 米，东西最宽处约 600 米，周围有城墙，城墙的北端和西端各有一码头，东端为一城堡。城中央的西北部是塔庙区，塔庙区东南为王室祭祀时的行宫，附近为王陵，城西码头附近和城中央偏东南处各有两个居住区。由于它是早期的城市，无论在规模上，还是布局上都有一定的局限性。

新巴比伦时期是巴比伦城建筑达到其最为辉煌的时期。关于巴比伦城，希腊历史学家希罗多德曾有过一段较详细的描述：“这座城市位于一个大平原上，形状是方形的，它的面积如此巨大，它的气派也是我们知道的其他任何城市难以比拟的，它的四周有一道即宽且深的护城河，河内积满了水，在护城河的后面是一道厚达 50 王家大尺，高达 200 王家大尺的城墙……他们起初用砖砌护城河的河岸，然后用同样方式修筑城墙，他们把烧热的沥青当混凝土使用，并在每隔 30 层砖的地方加上一层芦苇编的席子。沿着城墙的两边，他们修建了互相对峙的单间房屋，房屋之间的大道上，可以奔驰四马拉的战车。四面的城墙总共有 100 座城门，它们全都是青铜的，即使是柱与楣也不例外……外面的一道城墙是城市的“铠甲”，里面还有另外一道城墙，这道城墙比外城要薄，但它的牢固程度却毫不逊色。”

根据希罗多德的描述及考古学家对巴比伦城遗址的发掘，可将巴比伦城大致复原出来：幼发拉底河穿城而过，将巴比伦城分为两部分两岸为工商业区，东岸是王宫神庙和贵族的居住区，两岸之间架有桥梁，以东岸部分为例：从桥上进入城内，有一条大道，大道两旁有两座大型的神庙，路南的庙为祭坛，由数间连在一起的四方形院子的建筑所组成，建筑均为高墙平顶，路北有神庙大塔，位于一个大庭院中，塔顶为一座神庙，大塔的北面是王宫建筑群，再往北则是高大的城墙。

根据考古发掘巴比伦城的外围城墙，厚度为 7.81 米，是用烧砖和沥青砌筑而成，与外墙相隔约 11 米处，还有一道内墙，是用土砖砌筑的，厚达 7.12 米，有些地方甚至还有第三道墙，厚度为 3.3 米，内墙每隔 44 米有一座塔楼，全城共有这种塔楼达 300 多座，城墙距城中心约为 2400 米，每边长约 3000—4000 米，绕城一周长约 13.2 公里，另外，护城河还设有一套放水的机关，当入侵者靠近时，可以放水淹没周围的土地，挡住入侵者。

巴比伦城较富特色的建筑当属它的城墙和城门。城门多以神的名字命名，其中尤以北面的依丝塔尔门最为美丽和具有代表性。依丝塔尔是金星女神，她掌管着战争与生育，象征着光明和胜利。以金星女神命名的门当然也

---

参见《中国大百科全书·考古卷》，中国大百科全书出版社 1986 年版。

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

应该是最好的了。这里的城墙高约 12 米，塔楼高约 15 米，下面有垒墙筑成的通道，城门共分两层，各有两个塔保护，中央开一拱形犬门洞，拱边和塔楼墙面均用五色琉璃砖装饰，组成了牡牛和蛇头、龙、狮身、鹰爪等图案。这类琉璃砖装饰图案在这一时期的建筑中被普遍使用，仅城门周围墙面上大约就有 575 个琉璃砖装饰的图案。用琉璃砖装饰建筑物，是由两河流域人首创，早在汉谟拉比时代已开始尝试，以亚述巴比伦时期最为流行，后来这种技术还被传到波斯、印度等地，在世界建筑史上具有深远的意义。

## （2）民居房屋

早在上古时期，两河流域的住宅建筑就已初具规模，并一直沿续到文明时期。从考古发掘公元前 4000 年前乌尔城住宅的遗址可知，它们一般都为四合院式的，各房间都面向宅内庭院，一般地面层较外面街道要低，有阶梯可通出去，地面一层作为一般家庭之用，还有一间客房，由楼梯通上有回廊的二楼，为家人卧室，屋顶为倾斜式，用木料、茅草及粘泥搭成。

即使在文明时期普通人也只是住在用泥砖建筑的一层陋屋，从一件苏美尔的雕刻品上可知苏美尔早期，还流行穹顶和羽形支柱的芦苇房屋。

公元前 2000 年时，较富裕的苏美尔市民的房屋多为两层建筑，是用窑中烧制或在阳光下晒干的泥砖造成。全屋深陷地下，屋的底层较街道地区低，因此入门后，需经过一条阶梯到达砖砌的天井院，天井当中设有水沟，可为供水之用。通过环绕天井的各个门，可进入底层的各个房间，房间数目不等，但通常都有卫生间、厨房、贮藏室和客房和用以供奉家神的堂屋，二楼为居室，在底层与二楼之间，有一条可以互通的楼梯，二楼另有一条环绕天井，用木梁悬铺天井之上的木建回廊，通过回廊可至各居室，屋顶为平的或微斜。

## （3）神庙

神庙是两河流域人祭神的地方，也是他们观察天象，思考宇宙秘密的场所，在初史时代它还是王权的所在地。在当时人们的眼里，神所住的地方当然不会一般，神与天有着一定的联系，因此神庙一般都修筑的较高。苏美尔时期典型的这类建筑是乌尔大寺塔，此塔建于公元前 22 世纪，其结构复杂，规模宏伟，废墟高出地面，塔庙造在沥青基础上，为砖坯砌成的多层建筑，塔的基层长 63.5 米，宽 43 米，此塔是由四级组成，一级堆在另一级上，自下而上一级比一级小，塔的顶层是一个小神庙祭室。整个寺塔是从外面阶梯登至顶层，寺塔正面有一拱门圆顶构造，这种建筑构造是由两河流域人最早发明的。除此之外这座建筑还采用了圆柱、拱廊等建筑形式。

到新巴比伦时期，上述多层的台阶式的方形大塔继续流行，如巴比伦城马尔都克神庙附近的七级大寺塔，它高达 90 米，底层为正方形，每边长 91 米，共七级，分别代表日用和火、水、木、金、土五大行星。如此高大的建筑足以反映出高超的建筑技术。

## （4）宫殿及空中花园

宫殿是国王的官邸，其规模和结构即要适合政治活动的需要，也要适合

---

参见朱龙华《千古名城巴比伦》，商务印书馆 1982 年版。

参见塞缪尔·诺亚·克莱默等《文明的摇篮》，纽约时代公司 1979 年中文版。

参见同上书。

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社 1990 年版。

宗教仪式的需要。基什早王朝宫殿建筑群是由两座建筑构成，中间有狭窄的胡同相隔，较大的一座由门楼出入，周围由双重围墙保护，有一个内院，周围的建筑布局十分规整，紧挨它的那个建筑，围墙不太厚，其特点是建筑的一端为四个中心柱支撑的柱廊，另一端也是有柱子的“凉廊”。法国考古学家在马里遗址中发掘出公元前 18 世纪“前萨尔贡宫殿遗址，这是一座方形院落和长方形觐见室相结合的宫殿，其四边的双层围墙十分突出，显然为一独立单位，长方形大厅的一端有一个小殿堂，方形院落的周围有向内凹进的墙作为装饰，且有各种宗教设备。墙和殿中的柱子全部用砖砌成。

亚述时期是宫殿建筑达到最为宏大的时期，考古学家在科尔萨巴德发掘的王宫，是公元前 8 世纪末，亚述极盛时期建造的，它建立在巨大的台基上，据估计这个台基有 130 万立方米，王宫的大门是一座拱门，两旁各有一个方形高塔，门和塔的顶部均有壁画和琉璃装饰，方塔前面是带翼的人面牛和人头狮子的大型雕像，它们有的怪异，有的威严，都是作为王宫的守护之神，此外王宫周围还环绕着坚固的防护城墙，王宫内部装饰华丽，一些墙壁的下部还发现了有镶嵌的浮雕石板，墙壁上部和天花板则有各种琉璃装饰和彩画。

在亚述王宫中，最值得一提的是在尼尼微王宫中发现的王宫图书馆，它是由两间大房子组成，里面保藏的泥版文书达 2 万片左右。

新巴比伦时期是两河流域建筑技术高度发展的时期，王宫建筑更为讲究，如有的宝座大厅长 60 米，宽 20 米，可见规模之大。当时人们还重视对王宫附属建筑的营建，如被人们称为“世界七大奇迹”之一的“空中花园”，便属于这种性质的建筑。“空中花园”建于公元前 6 世纪，毁于公元前 3 世纪。古希腊史学家戴奥多拉斯和斯特累波的著作中对这座建筑有所描述，德国考古队在发掘巴比伦王宫遗址时，在王宫遗址东北角发现了奇特的建筑遗址，考古学家推测这就是“空中花园”的遗址。文献资料与考古资料结合起来可将空中花园的大致轮廓勾画出来：它的平面为方形，边长约 120 公尺，为一层叠一层的阳台式建筑，每一层阳台都被下面若干的砖砌巨柱支撑。这些柱子都相当高，支撑最高一层的柱子达 23 公尺，每层在直接受到砖柱支撑的部位排列着一排 4.8 公尺长，1.2 公尺宽的石块，上面铺有一层芦草和沥青的混凝土，其上铺有两层熟砖，再上又覆盖着铅板，这样可有效地防止水的渗漏。在这些混合层的上面是厚厚的泥土台，土台上种有各种树木和花草，远看酷似高悬在空中的花园，因此而得名。“空中花园”在设计上十分巧妙，每层支柱的位置选择合理，互不遮挡，可使每层的植物均得到充足的阳光，另外还有一根空心柱子从底部直通到顶上，内有唧筒，是用来从幼发拉底河抽水，灌溉花园的，它实际上是较原始的水塔。有效地防止高层建筑渗水和使用原始水塔，应该说是两河流域人在建筑技术上的两项伟大创举。

---

参见 [英] 塞顿苏埃德《美索不达米亚考古》，文物出版社 1990 年版。

参见 [英] 塞顿苏埃德《美索不达米亚考古》，文物出版社 1990 年版。

参见涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年版。

参见涂厚善《古代两河流域的文化》，商务印书馆 1964 年版。

参见张玉祥《古代世界七大奇迹》。

## 8. 冶金

进入文明时期，人类在技术上最大的成就是冶金的发明与发展，有了冶金技术，人类才可能广泛地使用青铜器和铁器。这些工具的使用加速了人类历史发展的进程。考古学家按人类制造工具的材料把人类历史划分为几个大的时期，如石器时代、青铜时代、铁器时代，可见冶金术具有划时代的意义。西亚和中亚是最早发明冶铜、冶铁技术的地区，并在数千年的发展中具备了丰富的青铜器和铁器的制造经验。

### (1) 冶铜

在冶铜之前，人们有一个利用天然铜的阶段，大约在公元前 2000 年，在现在伊朗西部艾利库什地区的人们就已用天然铜片卷成铜珠。考古学家还在伊朗中部的纳马克湖南部泰佩锡亚勒克发现了公元前 5000 年的铜针，在克尔曼之南的叶海亚地区，发现了公元前 5000 年的铜器。

然而天然金属的资源十分有限，要获得更多的金属，必须从冶炼矿石中提取，这种技术的发明大概是受惠于人们寻找石料制作石器和烧制陶器过程中的一些现象。

人们最早炼铜的矿石是氧化铜矿如孔雀石，把这类矿石与木炭混合加热还原，即可得到金属铜，根据目前材料：最早的人工冶炼铜器，距今约 5800 年，发现于今伊朗叶海亚地区，据分析它含有少量砷，其中有的经过铸造、冷加工和退火，与此同时在美索不达米亚等地区也开始生产含镍或含砷的铜器，这并非是人们有意识地往铜里添加其他金属，而是因为镍往往与铜共生，碱性磷酸铜矿则与孔雀石特别相似所致。

无论是用天然铜还是人工纯铜制成的工具都比较软，不易保持锐利的锋刃，大约经过上千年的摸索，人们才懂得在铜中适当地掺入锡，可增加铜的硬度，降低其熔点，改变它的某些性质，这就是青铜。除了在铜里加锡外还可以加铅，它们的熔点都比较低，锡的熔点为 231.8℃，铅的熔点为 327.5℃，这两种金属虽在自然界没有单体存在，但却可从矿石中提炼。已知的最早的含锡铜器，发现于今伊拉克境内，属公元前 2800 年乌尔第一王朝时期，其含锡量达 8—10%，从此以后两河流域居民开始普遍用青铜制造斧、锯、刀、剑等工具和武器，到古巴比伦王国时期青铜器大量涌现，有不少青铜器遗留下来，其中包括一些制作精致的装饰物，由于两河流域缺乏铜矿资源，往往通过贸易或战争，从外地输入。

青铜的发明在当时是件很了不起的事情，它克服了纯铜的柔软弱点，且具有熔点低、铸造性能好等优点，逐渐成为古代铜器中的主要品种，并引起了车、船、雕刻、金属加工等制造技术的发展。

考古学家在西亚地区发现了约公元前 2200 年前的一范多型，可以同时铸造若干器件的石范。在苏美尔遗址早王朝地层中，考古学家还发现了用双范铸造的铜斧和铜矛、铜盔、有銎扁斧、新月形战斧等，最值得一提的是在这一时期已出现了失蜡铸造技术，在阿格拉卜丘沙拉庙的祭坛附近的圣器收藏品中，考古学家发现了一微型铜象，表现的是一个留着胡须的苏美尔王正赶

---

参见《中国大百科全书·矿冶卷》，中国大百科全书出版社，1984 年版。

参见同上书。

参见仓孝和《自然科学史简编》，北京出版社 1988 年版。

着一辆四头驴拉的车，这是目前发现最早的一件用失蜡法铸造的铜器，反映出当时铜器铸造技术的发展。

## （2）冶铁

人类最早利用的铁是自天上落下的陨石，又称陨铁，后来人们才发明了炼铁技术。考古学家在地中海和近东地区，共发现了公元前 3000 年的铁器共 14 件，其中 1 件为人工冶铁，4 件为陨铁，9 件是未经分析的铁器，这些都是目前所知最早的铁器资料，除实物外，在公元前 2000—1900 年的苏美尔语文献中，可见到铁字为“AN. BAR”，说明铁在当时已被人们普遍认识。但直到公元前 18 世纪，铁器的产量非常之少，品种有匕首、项链等，多是作为贵族的馈赠礼品。自公元前 12 世纪起，铁器在地中海东岸地区日益增多，且出现了铜柄铁剑等新的武器，到公元前 10 世纪，铁工具比青铜工具更为普遍，公元前 8 世纪，西亚的亚述军队更多使用铁武器、铁农具如犁、锄、锹等。

公元前 8—前 7 世纪，两河流域地区率先进入了铁器时代，当时使用的炼铁炉主要是地炉和竖炉，地炉的直径一般约为 40 厘米，深 20 厘米。冶炼时铺一层木炭，铺一层铁矿石，再铺一层木炭，这样一层层地堆积起来，然后将木炭点燃，冶炼后取出全部炉料，经过锤打分离炼渣，或者先行破碎，分选后烧结锻造成锭，这种方法称为块炼铁法，在底格里斯河上游豪尔萨巴德王宫出土的铁锭长 30—50 厘米，厚 6—14 厘米，重 4—20 公斤。这时期人们在炼铁中还采用了渗碳和反复叠打，并经过快冷或淬火使之变硬等技术。直到公元 14 世纪，这种块炼法一直是这一地区，乃至北非、欧洲地区普遍采用的炼铁方法。

这种块状铁的质量虽然不高，但在当时能使用这种铁的确是件大事，因为铁矿石在地球表面的含量比铜矿石多，分布也更广泛，铁器的用途也较为广泛，比起铜器来是一个大进步，正如恩格斯所说：“铁已在为人类服务，它是在历史上起过革命作用的各种原料中最后的和最重要的一种原料……铁使更大面积的农田耕作、开垦广阔的森林地区成为可能，它给手工业工人提供了一种其坚固和锐利非石头或当时所知道的其他金属所能抵挡的工具”。

## （3）其他金属制品

两河流域人还有制作金、银制品的技术传统，在早王朝时期他们就对凸纹制作、镂雕、雕刻、金丝装饰及锻造工艺等技术有所掌握，如在一座麦斯卡拉木都墓中发现的假发金盔，是用平金板打制而成，用细线刻缕表示分散的头发。乌尔墓出土的女侍从的一些装饰物有金银制成的植物装饰的梳子和由小的牛状、羊状、鸟状和鱼状护符构成的花冠以及牛形大耳环，这些金、银制品不仅代表了精湛的工艺水平，还反映出人们一定的审美情趣。

---

参见[英]塞顿·苏埃德《美索不达米亚考古》，文物出版社 1990 年版。

参见《中国大百科全书·矿冶卷》，中国大百科全书出版社 1984 年版。

参见《中国大百科全书·矿冶卷》，中国大百科全书出版社 1984 年版。

参见《中国大百科全书·矿冶卷》，中国大百科全书出版社 1984 年版。

参见《马克思恩格斯选集》第 4 卷，第 159 页

参见[英]塞顿·苏埃德《美索不达米亚考古》，文物出版社 1990 年版。

参见[英]塞顿·苏埃德《美索不达米亚考古》，文物出版社 1990 年版。

## 9. 制陶与纺织

在文明时期，陶器仍是两河流域人的主要日常用具，因此陶器制作也就成为当时重要的手工业部门之一。

早王朝前一段时期内，陶器制作上保留了许多史前的彩陶遗风，以轮制方法制作出一种极富特色的鲜红彩陶，其绘彩方法是先用黑彩在淡黄色陶衣上打草图，再用鲜红色的彩绘出图案，图案多以几何形和动物为主，往往是在一器表中用几个框把人或动物图案分为几组，描绘的图案十分具体生动，不少是反映当时现实生活和历史内容的。如阿格拉卜丘出土的一件彩陶表现了三个裸体妇女正在为一头拴住的动物击长鼓。陶器一般制作的都很精致，器型多为广肩罐、短颈下面有一个或几个三角形鳌耳。后一阶段的陶器则被各种形状的刻划装饰特点的陶器所取代，器型也发生了相应的变化。

然而上述的鲜红彩陶只存在于底格里斯河以东的苏美尔地区，一直分布到现在的伊朗边境。在尼尼微到叙利亚边境一带，彩陶却呈现出另外一种风格，器型有带圈足的高水果托盘，圆底或圈足底的长颈折肩罐和折腹碗等，彩陶的图案均为在素色器表上绘深紫颜色，陶器上多绘有繁缛的图案，一些大器物上常绘有长颈山羊、水禽、鱼和一些几何图案。在彩陶之后则出现素面陶，素面陶的陶土细腻，上面饰有精致的刻划纹。

在古巴比伦时期，制陶技术又有了新的提高，出现了高温窑和上釉的技术，在烧制陶器的基础上，古巴比伦人还发明了玻璃制造的技术。

两河流域的纺织品是以亚麻和羊毛为原料，据文献记载在古巴比伦时期，人们所用的纺织工具有卧式织机和立式织机两种，其麻织品的经纬密度达到每平方厘米  $63 \times 73$  根，表明他们的纺织技术已具备了相当高的水平。

---

参见[英]塞顿·苏埃德《美索不达米亚考古》，文物出版社 1990 年版。

参见纪素珍《中外科技史概要》，中国人民大学出版社 1991 年版。

## 10. 交通运输

古两河流域人的交通运输更多的是依靠陆路，最初是靠人力搬运、牲畜驮运，后来发展到用牲畜牵引的泥橇作为运输工具。

大约在公元前 3000 年，两河流域人首先发明了带轮子的车辆。从考古发掘出土的一些战车模型中，我们了解到：当时的车是由四个轮组成，轮附于两轴，用四头牲畜曳引。这些车有独辘和短衡，并以颈带把牲畜的颈部固定在衡上，当牲畜曳车时，由颈部受力，通过衡和辘拖动车轮行进。早期的轮子都是由一块实心木头做成，把它牢固地连结在随轮转动的轴上，也有的车轮是由三块木头组成，合为圆形，用若干金属条连接，并在轮子的边缘密密地钉上一圈铜钉。后来又发明了车毂，并把轮子的中心部分挖空，交叉部分逐渐越挖越薄，到公元前 2700 年左右发明了有辐的车轮，亚述时期车更多地被用于战争，车的形制也更加完善。

轮子是人类历史上最大的机械发明，使用轮子可减少与地面接触的面积，将所载重量与地面的摩擦减到最低的程度，起到用较小的力量运送较重货物的目的。因此可以说车轮的发明给陆路交通运输带来了一场革命。后来这种技术被传至欧洲和东亚各国，时至今日它仍对我们的生活起重要的影响。

水上交通是两河流域贸易的生命线，主要的航行工具为帆船，这种帆船多为两头高高翘起，用多条木浆划行，有的帆船可达 60 呎长，可将木材从今天的黎巴嫩运往到地中海沿岸各地。另外此地区还盛行一种盆形的划艇，是以芦苇为木材，外张皮革制成，用较为独特的浆划行。

---

参见塞缪尔·诺亚·克莱默等《文明的摇篮》，纽约时代公司 1979 年版。

参见塞缪尔·诺亚·克莱默等《文明的摇篮》，纽约时代公司 1979 年版。

## 11. 玻璃制造

关于玻璃的起源问题，至今尚没有搞清楚。原来学术界多推测埃及是古代玻璃的发源地，因为埃及新王朝的墓地曾出土相当数量精美的玻璃器，而且埃及有丰富的纯碱资源，这是制造玻璃的重要原料。但近几十年越来越多的考古资料证实，两河流域的玻璃早于埃及。两河流域可能是玻璃的最早发源地。

玻璃作为一种独立的材料首先出现在公元前 3 千纪末的苏美尔。1911 年英国不列颠博物馆在埃利都的发掘中，发现了一块含有很多气泡的玻璃。这块玻璃出土于乌尔王朝第三个国王阿玛·辛时期的道路下面，也就是说其年代早于公元前 21 世纪。另一块暗蓝绿色的玻璃柱状物的年代更早，出土于埃斯努那遗址的乌尔王朝堆积下面，其年代可以早到公元前 23 世纪。

两河流域的玻璃制造自发明到罗马帝国之前大致可分为四个阶段：

第一阶段为发明和缓慢发展时期，大约从公元前 23 世纪到公元前 16 世纪中叶，这一阶段中玻璃虽然已经发明，但发展非常缓慢，仅发现了数量不多的小玻璃珠，小型装饰品和铸造的小型神像，没有发现玻璃容器。

第二阶段为玻璃制造的繁荣时期，年代为公元前 16 世纪中叶到公元前 12 世纪。这个时期的很多西亚遗址，例如阿拉拉赫、努济、阿苏尔和里迈干台地都发现玻璃容器残片。这些最早的玻璃容器都是用砂心法制造的，并采用彩色条纹装饰。砂心法是用麻布包裹着沙子做成容器的形状，砂心外沾上厚层融熔的玻璃液，再在外层卷上不同颜色的彩色玻璃条作为装饰。当外层的玻璃冷却后，将砂心取出，即成为一件独立的玻璃容器。这种砂心法的产生可能是受釉器的启发，将釉层加厚，将胎去掉，只剩下单独釉层的容器，即玻璃容器。从出土的遗物来看，砂心法发明后不久，其工艺即达到相当高的水平。公元前 15 世纪的玻璃器型很少，只有直壁带底座的高杯，器型与同时期的陶高杯相似。另外有一种长颈、尖底或假圈足的小瓶也比较流行。这个时期的玻璃多出土于庙宇、宫殿遗址，偶然也在私人住宅里发现。在努济出土了有关祭祀礼仪的楔文泥版书，文中提到了用玻璃瓶盛装高质量的香料油，同遗址中也发现了玻璃瓶的残片。从玻璃器数量少而且多发现于庙宇和宫殿遗址上，我们知道当时玻璃相当贵重。

第三阶段是西亚玻璃制造的中断期。公元前 12 世纪至公元前 8 世纪，玻璃器几乎全部在两河流域消失。玻璃制造业是一个相当脆弱的行业，其技术性非常高难，其技术和配方往往是严格保密，世代相传。如果赶上太平盛世，玻璃业就发展，如果遇到社会大动乱，玻璃业很容易衰败，很多高难技术失传后世。西亚这次玻璃业的中断很可能是由于古巴比伦的衰亡，代之而起的喀西特人还处于较落后的状态，无心爱惜继承前驱者的成就。公元前 10 世纪亚述人推翻了喀西特人在巴比伦尼亚的残余势力，但在公元前 8 世纪之前亚述还没有进入鼎盛，西亚玻璃制造业的中断正反映了这个时期西亚政治动荡、经济文化的倒退。

第四阶段是西亚玻璃制造的复兴时期，从公元前 8 世纪末持续到公元前 1 世纪。西亚玻璃制造复兴是由于亚述进入了全盛时期。这个时期除了用砂心法继续生产玻璃容器外，一种单色玻璃容器开始流行。这种单色玻璃是用铸造成形，冷却后经过打磨刻花而成，是当时最珍贵的玻璃器。在尼姆鲁德的宫殿遗址里出土了一批公元前 8 世纪末 7 世纪初的玻璃器，共有 140 余

件残器，其中包括一件刻有铭文的乳白色矮瓶，铭文为：“亚述萨尔贡王的宫殿”。这批玻璃器反映了当时西亚玻璃业的规模和产品的多样性。西亚的这个时期还普遍流行彩色镶嵌玻璃珠、人头像等佩饰。值得注意的是这种镶嵌玻璃珠经过中亚游牧民族的中介，于公元前6世纪传入中国中原地区。

西亚这个阶段的玻璃制造的繁荣一直持续到了罗马帝国时期，其间虽然经过亚述、新巴比伦、古波斯阿契美尼德时期，塞琉古时期和帕提亚早期，但玻璃生产一直没有中断。

## 五、古代埃及的科学技术

### 1. 地理环境及社会历史概况

非洲东北部的尼罗河由南向北流入地中海，在尼罗河第一瀑布以北至地中海沿岸的狭长谷地曾孕育了古代埃及文明。希罗多德有一句名言：“埃及是尼罗河的赠礼”，这句话包含了一定的道理，由于这里尼罗河的定期泛滥，形成了肥沃的冲积平原，冲积平原的边缘是沙漠低地，此外是大片的沙漠高地。尼罗河天然地把埃及划分为两大部分，孟斐斯以南的尼罗河谷地称为上埃及，尼罗河下游的三角洲沼泽区称为下埃及。

由于埃及特殊的地理环境，古代埃及只是与克里特岛，迦纳和美索不达米亚有一定的交往与联系，与世界上其它的地区几乎隔绝，古埃及人基本上保留了自己民族的传统，继而发展为独立的文明。古埃及居民是由非洲的哈姆语人部落和亚洲的塞姆语人部落在长期历史的发展中逐渐混合而形成的。公元前 3500 年在尼罗河下游三角洲一带，建立了下埃及王国，在尼罗河谷地地区建立了上埃及王国。约在公元前 3000 年，上埃及王美尼斯征服了下埃及，建立起统一的奴隶制国家，建都于西尼斯，标志着古埃及第一王朝的开始。

古埃及的历史，可按王朝顺序划分为以下几个时代。

(1) 早王国时代（第一王朝至第二王朝，约前 3100—前 2686）

这一时期是王朝的中央集体权统治和文化特点的形成时期。

(2) 古王国时代（第三王朝至第六王朝，约前 2686—前 2181）

这时期开始确立以法老（即国王）为首的中央专制政体，迁都于曼菲斯，灌溉农业得以发展，开始建造大型金字塔，到第六王朝时，古王国王权出现衰微，地方势力发展壮大。

(3) 第一中间期（第七王朝至第十王朝，约 2181—前 2040）

是国家的分裂时期，社会动荡、政治、经济均陷入了混乱的局面。

(4) 中王国时期（第十一王朝至十二王朝，前 2040 或 2133—前 1786）

这一时期古埃及重获统一，继续兴修水利，在圣乌赛特三世时，为了使船从第一瀑布通行到上游而开辟了一条运河，继续建造宫殿和金字塔，值得一提的是这时期的贸易活动比较频繁，如从塞浦路斯和中东传进了大量的青铜器、宝石，从美索不达米亚传进手工业品，从克里特岛传进螺旋及编织状花饰器物，促使这时期埃及金属工艺制品的进步。

(5) 第二中间期（第十三王朝至十七王朝前 1786—前 1567 年）

第十四王朝时，亚洲的游牧民族希克索斯人定居于东三角洲，后以武力征服了埃及，由兹开始了统治埃及长达百余年的历史。这期间有许多具有文学和科学价值的纸莎草纸文件留传下来，埃及人从希克索斯人那里学到了把马与战车运用到战争的新方法。

(6) 新王国时代（第十八王朝至第二十王朝，前 1567—前 1085 年）

第十八王朝初年埃及人攻陷了阿发里斯，驱逐了希克索斯人，重新建立

---

参见《世界上古史纲》上册，人民出版社 1979 年版。

参见《中国大百科全书·考古卷》，中国大百科全书出版社 1986 年版。

了埃及人的政权，新王国时代又称帝国时代是古埃及史上最重要的时期，这一时期埃及开始了对外的侵略战争，到图特摩斯三世时期（前 1504—1456 年），对外侵略达到了高峰期，图特摩斯三世建立了一支训练有素的强大军队，在他当政的 30 余年中，出征叙利亚、巴勒斯坦 17 次，还南征了努比亚，这时埃及版图北到叙利亚的卡赫美什，南到第四瀑布，建立了西亚、北非的大帝国。

从第二中间期到新王国时代，正值西南亚、北非和地中海东部爱琴世界的青铜时代的全盛时期，随着新王国时代侵略战争的不断扩大，俘虏的奴隶也源源不断地进入埃及，奴隶们普遍地从事农业、建筑和手工业劳动，使埃及的社会生产力得以充分的发展，许多新的科学技术出现了，如梯形把手犁、脚踏风箱的冶金设备，悬式纺锭和立式织机、玻璃、釉陶。造船和建筑技术更加进步，由于大型海船的建造，对外贸易加强，与非洲、亚洲和欧洲许多地方有着更频繁的往来与文化交流。

随着埃及版图的扩大，古埃及国王需要借助宗教加强其专制主义的统治，因此神庙和僧侣集团在经济和政治生活中都占有了重要的地位，特别是阿蒙神庙不仅拥有雄厚的物质财富，且有参与政事的权力，到阿蒙荷特普三世（前 1417—1379 年）时，阿蒙僧侣集团在经济上与政治上均可与法老的权力抗衡，于是王权与僧侣贵族间的斗争不断展开，终于引起埃及统一帝国的分裂，新王国宣告结束。

（7）后王朝时代（从第二十一王朝至第三十一王朝，约公元前 1085—前 332）

由赫里荷尔自行宣布为埃及国王，同时又保留了阿芒神僧侣长的职位，这时期是古埃及的衰落时期，第二十五王朝时遭到亚述帝国的侵略，王权被削弱。后来普萨姆提克在舍易斯建立了第二十六王朝（约前 664—前 525 年），埃及再度统一，并在经济、文化、科技等方面出现了一些繁荣的景象，这段历史常被史学家们称为“复兴时代”，公元前 525 年古代埃及被波斯帝国所灭亡。

这一时期埃及开始进入铁器时代，考古学家发现了第二十五王朝以后成批的铁器，这些器物表明此时的冶金技术已达到了相当的水平，此外纺织、陶瓷等生产技术也十分发达，商业与对外贸易尤为繁荣。

## 2. 天文历法

天文学是在农牧业生产需要的推动下产生的，在古代埃及天文学几乎与农业一样具有悠久的历史 and 一定的水准。

尼罗河与古埃及人的生产、生活关系十分密切，因而当时的历法与尼罗河水情的变化直接相关。早在公元前 2700 年前埃及人通过对天狼星的观测发现，当太阳正在升起的某一天，天狼星正好出现在地平线上时，尼罗河河水也开始上涨，这就意味着收割庄稼的时间到了，于是他们把这一天定为一年的开端，并计算出一年为 365 天，可分三季，每季 4 个月，每月 30 天，年终再加上 5 天，三个季度的名称为洪水季，冬季和夏季，冬季播种，夏季收获，这就是埃及人最早发明的太阳历，也是我们现在使用的阳历的来源，但它与实际周期每年仍约有 0.25 日之差，如果一年年初第一天黎明前天狼星与太阳同时从东方升起，到 120 年后就相差一个月，到第 1461 年则恢复原状，根据这种方法可将古埃及太阳历中记载的历史年代，换算成今天的公元纪年。

据近代人的研究，古埃及人除了这种民用的阳历之外，还有一种专为宗教祭祀所用的阴历。据卡尔斯纸草书第九号记载：

25 埃及年=309 月-9125 日

从这条记载中可知一年等于 365 日，1 朔月等于 29.5307 日，25 年中有 9 个闰月。这种历法可准确地预告月亮的盈亏。

第三王朝（约前 2600 年）时，在宰相管理下有一批专职人员负责观察夜空和星星，特别是当天狼星升起时，他们发现夜晚总是在日落开始，日出结束，共计 12 个小时，从传下的表格可看出，他们把夜间的第一钟点都以一个星座或一个一级恒星的出现作为标志，10 天一变，月月如此，这些表共记录了 36 个这种星座或星星，即黄道 12 宫的 10 度，其中每一个 10 度都标志着一旬的开始。

为了确定白天的时刻，埃及人使用日规计时，即把一根棍垂直插在有刻度的板上，再加上一根铅垂线。这种仪器可用于许多方面，如用于掌握灌溉农田的时间，使农田得以均衡的灌溉，另外古埃及人还在公元前 1580 年时发明了放在寺院里的水钟，后来希腊人对这种水钟加以改进制出了古代的计时器漏壶。

第三王朝时埃及人还拥有了简单的观天仪器即一根测距棍和一个附有铅垂的直角尺，使用时需两人配合，它能较准确地测出方位。考古学家在埃及遗址中发掘出距今约 3000 年的一种专供夜间观测使用的天文仪器，名为“麦开特”，它的结构也比较简单，是把一块中间开缝的平板沿南北方向架在一根柱子上，从板缝中可知某星过子午线的时刻，还可从星与平板所构成的角度知道它的地平高度。

现代科学家对古埃及最大的金字塔进行测量，发现其底座的南北方向十分准确，这座金字塔是在北纬 30° 线南边 2 公里处，塔的北面正中有一入口，从那里走进地下宫殿的通道和地平线构成 30° 的倾角，正好对着当时的北极

---

参见纪素珍等《中外科技史概要》，中国人民大学出版社，1991 年版。

参见《中国大百科全书·考古天文学卷》，中国大百科全书出版社 1980 年版。

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1985 年版。

参见同上书。

星，反映出古埃及人在观察天文的仪器和方法上都具备了较高的水平。

通过对天象的观察，埃及人形成了自己的宇宙观，他们认为宇宙是一个方盒，南北的长度较长，底面略呈凹形，埃及是处在凹形的中心，天则是一块平坦的或穹形的天花板，四方有4个天柱，由中峰所支撑，星星是用链缆悬挂在天上的灯，在方盒的边沿上，围着一条大河，河上有一条船载着太阳来往，尼罗河是这条河的支流。

古埃及人把星座与神视为一体，通常在天花板或墓葬的棺材盖里面绘上星座图，从古埃及墓葬中可发现一些绘有象征天空的图画，各种星星分别以图形来表示，可辨认出他们所认识的一些星座，如熊座叫公牛腿，大角星周围的星是以结为一对的一条鳄鱼和一只河马来表示，天鹅座以一个伸开双臂的男人来表示，猎户座以一个边跑边回头的男人来代表，仙后座则以一伸出双臂的人为代表，天龙座、昴星座、天蝎座和白羊座都分别以某种形象来表示。

埃及人的天文学知识主要受惠于尼罗河，与巴比伦人的天文学知识相比显得有些简单，但古埃及人对世界天文学史的最大贡献在于他们最早发明了一年为365天的太阳历，它成为现今世界上公认历法的来源，现今公历的前身儒略历就是公元前46年儒略·恺撒采用古埃及的太阳历和闰年而来的，公元1582年罗马教皇格列高利十三世下令对儒略历加以改善，即成为今天世界性的公历。

---

参见《中国大百科全书·天文卷》，中国大百科出版社1980年版。

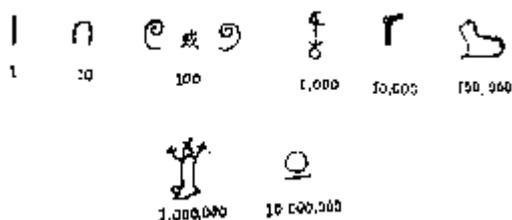
参见W·C·丹皮尔《科学史及其与哲学和宗教的关系》，商务出版社1975年版。

参见G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司1985年版。

### 3. 数学

由于生产、管理和分配的需要，古埃及的书吏们每年都要花费许多精力详细记录有关地区的耕地面积，所获产品的数量，制定出一定的分配方法，搞清建造一建筑物所需的砖数等等，古埃及人的数学知识就是在这种前提下产生的。古埃及人的数学知识主要包括了算术、代数和几何三个方面。

从中王国（前 2000—前 1750 年）传下的两份数学纸草书《莫斯科纸草书》和《莱茵纸草书》中，可知那时古埃人已采用了十进位的记数方法，但他们不知道位值制，记数十分麻烦，每一个较高单位都用特殊的符号加以表示，埃及人用的象形数字记号如：



每个数都由这些符号的组合加以表示，书写方式是从右向左如 是表示 24 的意思。古埃及人还在这一时期发明了单分数用法，即用若干“单分数”表示其它分子大于 1 的分数，如用卵形“ ”或“ . ”写在整数上，以表示它是分数，又如 等。

乘法运算在数学史上占有很重要的地位，在早期算术发展过程中，它一般都经历了似乘似加，又乘又加的运算阶段。古埃及人在前 1700 年前使用的乘法就是这种倍乘迭加的方法，如  $53 \times 17$ ：

先把 53 倍（乘 2）得  $53 \times 2 = 106$   
再把 106 倍乘得  $106 \times 2 = 212 = 53 \times 4$   
再把 212 倍乘得  $212 \times 2 = 424 = 53 \times 8$   
再把 424 倍乘得  $424 \times 2 = 848 = 53 \times 16$

最后将 848 与 53 加起来得 901。这种运算过程实际上是对连加运算的一个初步简化，尚未发明出九九表。

对乘 10 的运算，古埃及人采用了把被乘数的单位符号扩大（升级），与现代采用从被乘后面加零或将小数点移位的方法是一样的，对乘 5 的运算采用了乘 10 后再除以 2 的方法，反映出人们对乘 10 和折半运算的熟悉程度。

关于古埃及人是否有代数，学者们尚持不同的意见，有学者根据《莱茵纸草书》所述的情况，将一个数（埃及文是 aha）加上（或减去）这个或那

个数（n），结果为（N），按代数可用  $X \pm \frac{X}{n} = N$  来表示，认为埃及人使用了代数算法，另有学者认为《莱茵纸草书》中更通常使用简单的算术，且不以抽象符号如 X 作为计算基础，而是用数字 1 为基础，只是在除法时运

参见袁小明《数学史话》，山东教育出版社 1985 年版。

参见袁小明《数学史话》，山东教育出版社 1985 年版。

参见同上书。

用了四次方程式，可能属于代数。

几何是古埃及人的一项重要发明，由于他们每年需要计算尼罗河因泛滥影响到耕地面积的增减，预算谷仓存粮的数量或建筑项目中砖用量的多少，使得几何最早在这里发明。他们首先发明了计算三角形、正方形、圆形和梯形面积的方法以及立体方和锥体等各种形状体积的计算度量方法，他们采用计算平截头正方锥体体积的公式与今天所用的公式完全一致。几何被广泛运用于丈量土地，考古学家从古埃及陵墓中的一些画中发现了有古埃及人检查土地界石是否被移动，且用一根带结的绳子丈量耕地面积的内容。值得一提的是古埃及人掌握了把圆的直径减少九分之一，将得数自乘，即相当于以之值为 3.1605 进行计算，达到了当时 值最精确的程度。

古埃及人巨大的石砌建筑物金字塔，是对实用数学运用的有力证明，这些金字塔都是在经过严格精确的计算之后，按一定尺寸和形状堆砌而成的，总之古埃及人的数学特点是建立在实用的基础上发展起来，实用性强。但缺乏严格的论证，未能形成一套完整的数学理论体系。

---

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1985 年版。

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1985 年版。

## 4. 文字

文字对科学技术的交流、传播和保留一直起着重要的作用，特别是在文明社会初期文字的起源与发展也是当时重要的科学技术内容之一。

### (1) 象形文的出现及演变

大约在公元前 3500 年前，古埃及人发明了象形文字，是世界上最古老的文字体系之一。这种象形文开始只是以原始图画来表达意思，或直接描绘词，如牛的画就代表了牛这个词。或间接暗示一个词的含义，如用狼牙棒（相邻部落中的一种武器）的画代表其国家的名称“利比亚”，后来古埃及又发明了以特定符号代替原始图画的文字，使之具有了表意的性质，这种文字往往以一连串的符号加以表现，因为这种文字主要为僧侣所用，多被刻在神庙的墙上和宗教纪念物上，所以被称为“圣书体”，据统计大约有 2000 多个圣书体文字，但经常用的不超过 700—800 字。到第八王朝前后，祭司们在长期抄写公文中，逐渐对圣书体文字进行简化，形成了“祭司体”，这类字体书写简单，字体斜顷，几乎没有图画的性质了。大约到新王国时期，又出现了一种更为简化的草写文体，被称为“世俗体”，其特点是出现了字母，其中音素价值的符号开始占优势，这类文字更为简化已完全没有了图画的痕迹，而是部分使用了拼音的符号。

但是古埃及人并没有将文字完全拼音化，表现在他们没有用符号来表达所有的发音字母，而是用一些图形表示某些重要的辅音，用这些辅音加以拼读，另外古埃及文的字母中没有元音，用辅音并不能准确地表述一个词。由于人们对拼读中的元音发音的不同，同样的一个辅音字母组合的字，可能发出几个不同的音，分别代表几种不同的含义，如 h, n, w 三个辅音可以读作 hnew、ohanow 等，把 M, S, H 三个辅音结合在一起，可读作 Meseh、miseh、emseh 等，为了加以区别，古埃及人采用在每个拼字后面加一限定符号，从而也就规定了这个字的含义，如用酒罐子表示和酒与液体有关的“限定”，在古埃及语中 h, n, w 三个辅音相拼合有“液量”“欢欣”和“邻人”三种意思，而加上“酒罐”的限定符号则是指液量。

埃及古文字是由于古埃及的生产规模与宗教统治的需要而产生的，因为计算者使用了巨大的数字，所以文字中就出现了以特别的词和符号来表示一万、十万、几百和几千等的象形文字，因为每年都需要记录尼罗河水位、年代和国王的名称，与之相应的字就产生了，由于僧侣、祭司们长期负责抄写公文，他们不断地对象形文加以简化。正如斯派塞所说：“书写不是一种蓄意的发明，而是由于私产意识浓厚，才偶然生出的副产物”。

古埃及象形文自发明起至公元 2 世纪，沿用了 3000 多年，罗马人占领埃及后，使这种文字中断了使用，在很长的时间内无人通晓，直到 1799 年有人在罗塞达发现了一块公元前 196 年时刻有铭文的石碑，上面刻有希腊文、象

---

参见苏联科学院主编《世界通史》第一卷，三联书店 1959 年版。

参见金观涛等《悲壮的衰落——古埃及社会的兴亡》，四川人民出版社 1986 年版。

Speiser, E.A.:《The Beginnings of Civilization in Mesopotamia》Supplement to Journal of the American Oriental Society, No. 4, 1939.

Speiser, E.A.:《The Beginnings of Civilization in Mesopotamia》Supplement to Journal of the American Oriental Society, No. 4, 1939.

形文及世俗体三种对照文字。法国语音学家让·弗朗西斯·商博良研究了这块石碑长达 14 年之久，终于在 1822 年使这些失传的文字得以破译。

通过语言学家的进一步研究，我们知道埃及的象形文字实际上是由表意图画（或符号）、限定符号和 24 个拼音字母 3 个部分组成，正是由于这种较具完整系统文字的使用，使历史学家在研究古埃及的历史与文化有了可靠的依据。

古埃及文字还对西方文字的发展起过重大的影响，大约在公元前 13 世纪，居住在地中海东岸的腓尼基人根据古埃及文字演变出来的北闪米特字母，制定出历史上第一批由 22 个辅音字母组成的字母文字，亦称腓尼基字母，后来腓尼基字母传入古希腊，便产生了希腊字母，后又衍生出拉丁字母和斯拉夫字母，成为欧洲字母文字的主要来源。

## （2）书写工具与书写技术

古埃及的象形文一般是刻在神庙的墙上、陵墓和石棺中，也有的是写在陶片、木料和纸草上，在纸草上书写是古埃及人的一项独特发明，在尼罗河三角洲地带，盛产这种纸草，它是一种形似芦苇的植物，古埃及人把它切成长度适当的小段，将其剖开压平，拼排整齐，连结成片，晒干以后即成为一种草纸。纸草能够被粘起来，连接成一个长条，可书写较多的内容，大约从公元前 3000 年，古埃及人开始以纸草作为书写材料，到公元前 1000 年中叶，它又被流传于其他地中海沿岸国家。古埃及人用芦苇杆一类的东西作笔，蘸上油菜汁和黑烟末调制成的墨，就可以在草纸上写出清晰的文字。英国大英博物馆至今藏有古埃及抄写家阿摩斯（约公元前 1650 年）用纸草抄写的论文文稿。

古埃及象形文字的书写方式可分为直式和横式两种，直式即指从上往下写，横式则是指从右向左或从左向右写。

## 5. 农业与水利

埃及的原始农业约始于公元前 5000 年，尼罗河的定期泛滥，使沿岸土地得以灌溉，沉积下的淤泥，含有丰富的肥料，对农作物的生长十分有利。这种特殊、有利的自然条件，促使其原始农业迅速发展起来，并成为古埃及文明的经济基础。

### (1) 农业

在前王朝时期，古埃及人以种植大麦、小麦为主，使用的农业工具和技术都较为原始。考古学家从这一时期的墓葬中发现了大麦和各类小麦，用于农耕的锄头和嵌着燧石片制成刃的木镰刀，用于碾面的磨谷器（实际上是用两块石头，把谷粒夹在中间磨碎）。大约到公元前 2000 年，相当于古王国时期，埃及人已发明了牛拉的木犁，碎土的木耙和金属制作的镰刀。在一些墓葬中的画中可见两头牛驾一套犁耕地的情景，一般每套犁是由两人驾，也有由三人驾的，一人扶犁，一人赶牛，有时还有一人走在前边引导犁具。到新王国时期，各种农具得到改进，普遍使用了直柄犁和有横木跨过直柄的犁，用长柄的锤子砸碎耕地中的土块，为了便于打下亚麻种子，人们还发明了梳状的木板，这些新型农具的出现，为农业生产的发展起了一定的作用。从一些墓葬的画中，我们可了解到古埃及人的农事活动，从耕作、播种、收割及把谷物运走的过程，如第十八王朝中期的一幅画中描绘了几个人一组相互配合的劳作场面：一些人拔树，另一些人用锄头和小锤松土，一个人掌犁，另一人调整轭具，还有一个正在撒种子。

从古王国至新王国时期，埃及人的农作物品种有大麦、小麦和亚麻，还有胡萝卜、葱、蒜、黄瓜、莴苣、葡萄、枣椰、无花果和橄榄树等。

### (2) 畜牧业

古王国时期埃及人已驯养了羚羊、瞪羚、大角野山羊、鹅、鸭、鸽子等，到第二中间期，畜牧业发生了巨大的变化，由于希克索斯人的统治，使得马在埃及被普遍的饲养，当然马在当时并未被用于生产上，而是被用于套拉战车和乘坐的马车。新王国时期，埃及人从叙利亚和巴勒斯坦的历次战争中，掠夺了大量的马匹、牛及羊。这时期埃及人还普遍饲养了驴、骡、叉角而不剪羊毛的古代绵羊品种被现代种的绵羊所代替，从一些墓葬的画中可见驼骆在这时已被人们用作驮货的“沙漠之舟”了。

### (3) 水利

在古代埃及，自第一王朝起中央政府就注重管辖尼罗河水利系统，指定专门的官员对尼罗河的水情、水位变化进行观测记录。相传第一王朝的第一王美尼斯曾在孟菲斯城外建立了大堤坝和水库。在中王国石棺文中考古学家发现了最早的关于盆地灌溉的文字资料，表明至迟在这一时期，已出现了修筑堤坝、控制和分配洪水和淤泥的盆地灌溉系统。中王国的第十二王朝的创建者阿门涅姆赫特三世曾率领埃及人修筑了一个可以调节水位的人造水库，即著名的法尤姆人造工程。法尤姆湖位于尼罗河西面的法尤姆绿洲中最低之处，史

---

参见苏联科学院主编《世界通史》第一卷，三联书店 1959 年版。

参见同上书。

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1985 年版。

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1985 年版。

前这里是一个淡水湖，它曾与尼罗河相连，每当干旱出现，湖与尼罗河的联系被隔断。只有在尼罗河水位上升到一定高度时，河水才能流入这个湖泊之中。在古王国时期，有一次河水暴涨到 18 米以上，泛滥的河水流入湖里去，河水下降时，水则往回流。正是根据这一原理，埃及人在第十二王朝时，利用这一洼地来调节尼罗河的水位，修筑了一些特别的水闸和水堤，及一条大型的水渠，使法尤姆洼地与尼罗河相连接，因此，每当尼罗河泛滥的季节，河水沿水渠流入了水库，被畜存起来，当尼罗河水不足时，再将水库的水放出来，这一巨大的人造工程可使大片农田得到灌溉。

其实类似上述的人工灌溉系统几乎遍及整个古代埃及，但这种灌溉系统只能提供一年一熟的条件，古埃及人还采用挖渠引水或掘地下水汲水保证长年灌溉，但这种方法多被用于浇灌蔬菜、果园，直到新王国时期，一种新的汲水工具——桔槔出现后，才使有些地方做到了谷物一年两熟。

古埃及农业生产的发展在很大程度上是依赖了人工灌溉系统，仅凭那些木锄、木犁和少数的金属农具，很难想象古埃及能养活如此众多的人口和支撑起如此繁荣的城市。另外人工灌溉工程的修筑和维修，对古埃及的政治体系也产生了一定的影响。

---

参见金观涛等《悲壮的衰落——古埃及社会的兴亡》，四川人民出版社 1986 年版。

## 6. 医学

古埃及人通过《埃伯斯纸草书》、《柏林纸草书》、《埃德温·史密斯外科学纸草书》等古文献，将他们发达的医学知识留传下来。其中最为著名的一部是《埃伯斯草纸书》，它成书于古埃及第十八王朝，是一部教科书式的医学巨著，书中记载了内科、眼科和妇科的许多病症和治疗方法，录入的药方多达 877 个，书中还记载了一些有关解剖学、生理学和病理学方面的知识。《埃德温·史密斯外科学纸草书》成书于公元前 1700 年，于 1862 年被发现于卢克苏尔，书中记载了 45 种外伤和几种喉部外科病，是当时重要的一部外科教科书。以上文献为研究古埃及的医学史，提供了珍贵的资料。

### (1) 医药与处方

古埃及人早期的医疗方法，与所有古代医学一样，是采用巫术和科学治法相结合的手段。在他们看来疾病是由于诸神或恶魔作祟所致，因此在治病中常常以巫术的形式，但也配以合理的诊断和用药。至迟在第十八王朝时，从《埃伯斯纸草书》中，可以看出医学已开始从巫术中分离出来，这时的医生往往是根据病人诉说的症状，然后作出诊断，进行治疗。他们已能诊断并治疗一些疾病，如胃病、皮肤病、鼻炎、喉炎、心绞痛、糖尿病、便秘、痔、支气管炎、尿失禁、血吸虫病、眼炎、月经不调等。

根据《埃伯斯纸草书》的记载，我们知道古埃及人常用的药物有：蜂蜜、各种麦酒、酵母、油、枣、无花果、葱、蒜、亚麻子、茴香、没药、芦荟、莴苣、红花、鸦片和各种诱导制剂。一些动物也被用作治病，如：海马、鳄鱼、羚羊、鹿、鸟、爬虫、鱼。有时还利用一些矿物，如：盐、铝、锑、铜、碳酸钠等。这些药物的形式分为丸剂、栓剂、吐剂、灌肠剂、糊剂和软膏等。

纸草文中还详细记录了一些对症开方的例子，如：“治眼的炎症，用俾布罗斯的杜松树枝磨碎，浸水内，点入病人眼中，便可迅速治愈。”又如：“胃部不适，可采用小麦面包，大量苦艾，加浸蒜麦酒，令病人吃肥牛肉，饮用含有各种成份的麦酒，使其开眼张鼻，并使粪便排出。”

### (2) 外科与骨科

古埃及有着悠久的外科手术史，早在远古时期就有行成年礼的习俗，到古代埃及这种习俗一直被沿袭下来，当男女满 14 岁时，都要被行包皮环切术，即用刀割去男子阴茎上的包皮和女子阴蒂上的包皮，这种习俗使埃及的外科手术技术得以发展。外科医生使用的手术器械主要是刀，最初使用石刀，后来使用铜刀和铁刀，他们可做切开脓肿或摘除肿瘤的手术，术后用麻布做绷带，敷以没药和蜜，经过 4 天左右，伤口便可愈合。

《埃德温·史密斯外科学纸草书》中记载了对骨折和脱臼的裹缚方法，如：对一例颅骨凹陷骨折实施用起子剔除骨片，并将创缘密接起来，用绷带裹紧。当病人的锁骨和肩胛骨脱臼时，令其卧床，用旋转肘臂法使之复原。另外此文献中还提到了脑引起的痉挛和脑膜及创口缝合等方法。考古学者曾于 1908 年发现一前臂骨折后数日而死的女干尸，曾以绳捆绑木板作为夹板来治疗过，从公元前 2500 年左右的雕塑中，可找到埃及外科医生实施手术的证

---

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1988 年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆 1986 年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆 1986 年版。

据。这些材料表明，古埃及人在外科手术及骨科方面都具备了相当的技术。

古埃及人相信人死后仍活在另一世界中，因此他们崇拜死者，竭力保存尸体，发明了木乃伊的保存尸体的方法。在制作木乃伊的过程中，古埃及人获得了人体解剖学和尸体防腐的技术，他们把死人的内脏从尸体中取出，然后用防腐的各种药物和香料殓藏尸体，尸体干化后即成木乃伊。1991年埃及科学家穆罕默德·塞闭特博士发现，古埃及人在制作木乃伊时使用了放射性物质，他对埃及国家博物馆内藏的法老和王后的木乃伊进行研究，利用探测仪器测出这几具不同时期、不同地点的木乃伊体内的填充物中均含有放射性物质，释放出 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线，由此认识古埃及人早在4000多年前就已运用了放射性物质以保护法老的木乃伊。

出于宗教的目的埃及人常解剖动物，这也成为古埃及人解剖学知识的主要来源，埃及象形文中的“子宫”为双角形，“心”为牛心形，“喉”则为牛的头和气管。古埃及人认识到人的心脏是全身血液的中枢，身体各个部位都是由血管相通连的。

### （3）医生及医校

古埃及的医生有专职的也有兼职的，他们都拥有较高的社会地位，最常见的头衔为“祭司”与显贵阶层拥有同样的地位和特权。希罗多德认为古埃及“医学技术分为各种专门技术，每个医生仅专治一种病，各地均有大批医生，有的治眼，有的治头，有的治牙，有的治肠，有的专治内科病（*Annal of Medical History*, 1924年第六卷，183页）。纸草文书中记录了100多个古埃及医生的名字，比较著名的有第三王朝的伊姆荷太普，第四王朝的赫西—赖可等。伊姆荷太普是第三王朝的宰相兼御医和建筑师，有高超的医术，被古埃及人奉为神明，称为“伊梅夫塞斯”。古埃及人十分重视培养医生，自第三王朝起就设立了医科学学校，如赛伊斯和希利俄波利斯的奥西里斯学校，这两座学校都附设在大庙内，具有独立的管理机构。在希利俄波利斯的奥西里斯学校还附设了一疗养院，在这里称医师们为“大先知”，在赛伊斯学校称学校最高管理者为“太医”，医师的地位可见一斑。综上所述，古埃及医学在诊断疾病、配制药剂、外科手术等方面均形成了一套较完善的系统，这套方法后来经过克里特岛传到希腊，后来又由希腊和亚历山大亚传到西欧，可以说古埃及医学对后来西方的医学产生了很大的影响。

---

参见王玉仓《科学技术史》，中国人民大学出版社1993年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆1986年版。

参见[意]卡斯蒂格略尼《世界医学史》第一卷，商务印书馆1986年版。

参见[英]W·C·丹皮尔著《科学史及其与哲学和宗教的关系》，商务印书馆1975年版。

## 7. 建筑

古埃及人在建筑方面做出了很大的贡献，至今仍矗立在尼罗河畔的巨大金字塔、神庙等，是古埃及人高超建筑技术的最有力的证明。古埃及人发明的柱廊、方尖塔的建筑形式，对西方的现代建筑仍产生了一定的影响，从以金字塔为代表的陵墓、宫殿、城堡、城市、花园等可大致看出古埃及建筑的一些特点。

### (1) 金字塔

古埃及人相信灵魂不死的观念，他们认为人死后仍能继续生活，因此十分重视对墓葬的营建。墓葬的构造与日常生活的习惯基本上保持一致。文明时期的埃及墓葬可分为：马斯塔巴墓、金字塔墓和岩窟墓，其中以金字塔为代表的国王墓，更能反映出古埃及人的建筑技术的发展变化。

金字塔墓是在马斯塔巴墓的基础上发展起来的，最早的金字塔是第三王朝左塞王在萨卡拉墓地建造的阶梯金字塔。其阶梯金字塔四周共有 6 层阶梯，高约 60 米，底边东西长约 140 米，南北长 118 米，塔内有建深约 28 米的墓室，并包括了走廊和墓道。塔周有高 10.4 米、东西长 277 米、南北长 545 米的石灰石围墙，墙内有庭院和祭殿、厅堂等。这座金字塔的建造标志着古埃及建筑史进入了一个重要的发展阶段，首次采用了全部以石料的建筑形式，而在此以前多以土坯修筑墓葬，但这座金字塔还保留着早期陵墓的一些特点，如嵌入壁中的圆柱和天花板的托梁，都是采用石头模仿早期建筑中使用过的成捆的枝条和横梁。第四王朝时，金字塔的形状逐渐变为三角形，且开始采用大块石灰石和花岗石，改变了第三王朝时使用小石块的传统。

古埃及最著名的金字塔墓是斯奈夫鲁王的继承者胡夫、哈夫拉和门卡乌拉在开罗附近吉萨修建的三座，其中尤以第四王朝胡夫金字塔最为壮观。这座金字塔原高 146 米（现为 137 米），塔基每边边长 230 米，用了大约平均重 2.5 吨的 230 万块石材砌成。入口位于塔身北侧，高出地面的 20 米处。在塔中心地下 30 米处，有一被废弃的墓室，有斜坡墓道与入口相通，估计是原设计的墓室。沿入口不远处的一条向上通行的甬道可到达第二个墓室，即所谓的“王后墓室”。从王后墓室再向上走便可到达最上面的国王墓室，这里放置着胡夫的花岗岩石棺。国王墓室高约 6 米，用一块重 400 吨的大石板覆盖，其上筑有 5 层空间结构，以减轻盖石的承重，最上层用巨石筑成三角形尖顶。它无论在规模上还是在建筑设计及结构上都达到了相当高的水平，被人们誉为“古代世界七大奇迹之一”。

希罗多德认为古埃及人“仅为了采运石料修筑一条从采石场到工地的平滑的石板路就用了 10 年时间，参加筑路的奴隶每 10 万人为一批劳动 3 个月，然后又用了 20 年才把金字塔建成，也是每 10 万人劳动 3 个月为一批”，据推测，古埃及人当时使用了杠杆、滚木和木制十字杆来运输这些石块，建造了如此巨大的建筑物。然而他们是怎样进行施工如何定方向和直角等，至今都还是未能解开的一个谜。

---

参见《中国大百科全书·考古卷》，中国大百科全书出版社 1986 年版。

参见 G·莫赫塔尔主编《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司 1985 年版。

参见《中国大百科全书·考古卷》，中国大百科全书出版社 1986 年版。

希罗多德：《历史》，商务印书馆 1959 年版，第 331—332 页。

值得一提的是，第一座金字塔的建筑师是伊姆霍特普，他是人类历史上第一位有姓名留下的建筑学家。

## （2）神庙

埃及的神庙可分为祭神庙（包括太阳庙）和祭王庙两大类。从前王朝时代到早王朝时代神庙大多是以泥糊芦苇为墙，以木为顶的简单建筑。在第一王朝时开始以泥砖修建神庙，如耶拉孔波利斯的何露斯神庙。古王国时代以后的神庙，大多数是用大石块和泥砖修成的，以太阳神庙居多，如第五王朝国王尼乌谢尔的神庙，就是国王为奉祀太阳神位而建的神庙。这座神庙有石建入口和甬道通往宽敞的空庭，空庭阳光普照，部分地方围有带顶的过道，壁上有雕刻图像，庙庭的中央，在一个截头角锥体的基座上，有一座巨大石料垒成的太阳神象征物——粗矮的方尖碑。新王国时代以后建造了许多祭祀供奉某一种神的神庙，其中以阿蒙神庙最多，它们多数是用石材建造，有石英岩、石灰岩或花岗岩、雪花石膏等，建筑结构趋于一致，有些构造以左右对称为原则，在塔门的背后建中庭、多柱室和圣所三部分，另外还建有很多附属室，室内的壁上刻有装饰性浮雕内容表现祭祀国王和神的仪式，神庙前的大道上排列着许多狮身人面像，整个神庙建筑宏大，雄伟具有强烈的宗教感染力。王朝时代的神庙现都只剩下残迹了，而现在保存完好的几座神庙都是托勒密王朝或罗马时代修建的。

## （3）宫殿、民居、花园

在罗马征服埃及以前民用的建筑物依然是使用土坯，即便是宫殿也是如此，例如泰尔阿马纳的阿门霍特普四世的宫殿十分气派，但它的正面却只是部分用石料建造，其过道和装饰有图画的天花板都是用土坯建造成的。王宫中部房间和私人住宅不同，是沿一条总轴线排列的，有四周陈列国王雕像的大庭院，带圆柱的高耸的门廊，带圆柱的横殿，后面是内厅。在首都北面的小宫中间部分也是沿一条轴线排列的，王族居住的宫殿在大宫附近，有穿街天桥与大宫相连。

从阿马尔奈和马尔卡塔遗址留下的遗迹分析，王宫、贵族们的房屋面积大，多为两层，平面大致呈方形，有正门大厅、大客厅、寝室、房柱多为木质，房壁上涂有一层灰泥，早期的圆柱是和墙连成一片，后来才单独竖立。古埃及人常把圆柱的柱顶雕凿成荷花，纸莎草或其它植物的形状，很有艺术韵味。

相比之下普通市民居住的房屋则显得较为简陋，多为一层建筑，由围在一间矩形大房，四周的几间房屋组成，房屋面积都较小。

古埃及人十分注重对花园的设计和布置，即使穷人也设法在他们房屋周围狭小的庭院里种上几棵树，而达官贵人的花园在面积和豪华程度上都很可观，在第三王朝时期，凡是高级官员都有面积达2.5英亩以上的花园，园内由人工挖出一个或几个池塘，池塘内可蓄水浇花，还可养鱼，有的池塘面积很大，可以行船，如斯尼弗鲁的王宫池塘。一般较高级的花园中，还常在池

---

参见苏联科学院主编《世界通史》第一卷，三联书店1959年版。

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社1989年版。

参见苏联科学院主编《世界通史》第一卷，三联书店1959年版。

参见G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外出版公司1985年版。

塘边修建一座小的木亭，房主人可以在此招待客人，欣赏园中的景色。可以说古埃及人的花园已具备了园林建筑的性质。

#### (4) 城堡与城市

城堡从第一王朝就开始诞生了，它们是用于防止反叛，保护贸易的，建于第十二王朝的布亨城堡，其长轴与尼罗河平行，呈长方形，面积为 172 × 160 米，到第十八王朝时，面积扩展到 500 × 200 米，有的城堡建在山丘上，有的则建在绿洲岛上，它们随地形的不同有所不同，城墙一般由泥砖砌造，厚达数米，城外挖有壕沟，其内有神殿，泥砖建造的房屋及其他设施。

公元前 1895 年塞索斯特里斯二世时，在卡洪城修建了长方形的城墙，城内既有行政用的建筑物，也有居住用的建筑物，通过考古发掘已发现了近 250 所工匠的住房，它们是沿着一条 4 米宽的街道一排排建起来的，这条街通向一条 8 米宽的中央大街，每座住房占地 100—125 平方米，全部是平房，共有 12 个房间，城市的另一地区则是贵族们的市区住宅，房间有的多达 70 间，还有一些房屋比较简陋，但比工匠们居住的房子大得多，这些房屋也是沿着同城墙平行的直线街道建造的，街道中心都有一条排水沟。

---

参见 G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外出版公司 1985 年版。

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社 1989 年版。

参见 G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外出版公司 1985 年版。

## 8. 冶金

冶金是文明时期重要的技术成就之一，埃及最早使用的金属是铜器，早在文明时期以前（公元前 4400 年左右）的拜达里文化遗址中，就发现了铜珠及铜针等小型制品，稍晚的阿姆拉文化遗址（公元前 3700 年左右）发现了铜制的手镯及一些小型利器，再晚一些的格尔塞文化遗址（公元前 3600 至前 3100 年）中，则发现了铜刀、匕首及斧、镞等实用武器。前两种文化的铜器主要是以天然铜锻制而成，后一种文化的铜器反映出古埃及人已掌握了冶铜的技术，这种技术很可能是自西亚传入的。

埃及人开采和加工铜矿的遗迹已在西奈、努比亚和布亨发现，说明至迟在古王国时期，已在那些地方设有炼铜的工厂。从古埃及的一些坟墓中的壁画和浮雕中，我们可知在新王国时期（约前 1600 年）埃及人冶铜的情景，他们已从通过管子嘴吹鼓风改为脚踏鼓风，从而改进了鼓风技术，解决了提高炉温这一冶金技术中的重要问题。

王朝初期（前 3000 年）埃及人已掌握了铜器和其它金属加工的一些基本技术，如锻、锤、铸、压模、焊和铆等，除了制作铜工具外，埃及人还制作铜雕像，考古学家已发现了属前 2300 年的大铜雕像<sup>[1]</sup>。自早王朝起，大量实用品都开始用铜铸造，其加工方法主要是锻炼和铸造，小型器物的密封式铸造方法在格尔塞文化时就已出现，到中王国时期，大型器物的密封式铸造法也开始出现了。

在埃及及其邻近地区有较丰富的铜矿，所以冶铜技术在此发展的较快，但由于锡矿资源的缺乏，直到中王国时代古埃及才开始出现铜锡合金的青铜器，这种技术可能也是来自西亚。新王朝时期青铜器的铸造开始普及并达到繁盛，由于青铜比红铜更具坚韧度，所以除去制作青铜工具外，战车、庙门及兵器都使用了青铜铸件，青铜器工具的使用，引起了手工业如制造车、船、雕刻技术、金属加工、装饰品等许多技术的进一步发展。应引起注意的是这一时期青铜器很少被用于农业工具，这一点与中国青铜时代早期有着相同的特点。

人类开始冶铁则标志着人类的技术进入了更高的阶段，因为铁找不到自然存在的团块，它们都是分散在矿石中的，只有对矿石进行冶炼才可获得金属铁，因而冶铁是在冶铜技术的基础上发展起来的，古埃及的冶铁出现的较晚，第二十五王朝时开始出现，第二十六王朝时才开始普及。当时的冶铁方法比较原始，只是在地上挖一洞，把木炭和铁矿放进去熔炼，释放出铁矿石中的氧，就制造出金属铁，由于这种炼法炉温不高，熔化的金属铁先是形成小小的颗粒，最后聚集成海绵状的物体，把这种海绵铁再一次放到火里，一边加热一边用石头等敲打，便可去除混在金属铁块中的渣滓，最终得到的是熟铁，这种冶铁的方法是由亚洲的民族于公元前 2500 年最早发明的。新王国时期埃及人用熟铁制作铁丝、铁链条和铁薄板，还用来制作盔甲等。

在金属加工方面，埃及人有着娴熟的技术，如他们可加工镀金、包金、

---

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社 1989 年版。

参见 G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外出版公司 1985 年版。

参见王玉仓《科学技术史》，中国人民大学出版社 1993 年版。

参见[日]山田真一《世界发明发现史话》，专利文献出版社 1989 年版。

镶金的各种器件及刺绣用的金丝等。

## 9. 手工业技术

### (1) 纺织

早在公元前 5000 年前埃及人就已掌握了手工纺织亚麻布的技术。到早王朝时期埃及人的纺（织）麻布的技术进一步提高，考古发掘出土了一块古埃及第一王朝时期的亚麻布残片，其经纬的密度已达到每平方厘米  $63 \times 74$  根，当时的纺织是由妇女担任，已可同时用两个锭子操作，把锭子放在离纤维原料若干英尺的地方，纺出较长的纱。为了增加这个距离，织布者通常坐在高凳上。这时期埃及人使用的织机是平放的，从埃及第十八王朝时期陵墓的一些浮雕上可知，中王国时期已有了立式纺织机，它与地面垂直安放，可织出更长的织物，法老木乃伊的长裹布就是用这种织机织成的。

从公元前 1200 年前埃及人所绘制的手织机的图样来看，经纬上不悬挂重锤，而是在两根卷轴之间水平排列着一种“棕丝杆”，用皮条和棕丝连结在一起，把棕丝杆向上提，单数的经线就出现在双数经线之上，把棕丝杆向下推，则单数的经线就在双数经线之下，随着棕丝杆的上提下推，再穿过一根纬线，把纬线排列整齐后，再用一种类似梳子的工具把纬线压紧，这种方法可使织布的效率得以提高。

古埃及人的纺织品，尤其是亚麻布质地优良，是当时对外贸易的主要商品之一。随着纺织业的发达，染色技术也发展起来，埃及人已掌握了从植物中提取茜红、蓝靛等颜色，用于染布。

### (2) 制陶

埃及的制陶技术早在文明时期以前就在以上埃及地区为中心发展起来了，最早埃及人是以尼罗河畔的泥土为胎土，烧出的陶器较为粗糙，到新石器时代格尔塞文化以后，埃及人使用了上埃及捷纳附近的粘土，烧出的陶器较为细腻。这一时期各种文化的陶器特点十分鲜明，如塔萨文化时，以白色线纹的黑色漏斗形陶器最富特色，拜达里文化则以篾纹形黑绿红褐色研磨陶器最具特点，阿姆拉文化中最有特征的是白色几何纹、动物纹的红褐色陶器，格尔塞文化中最有特征的是彩纹淡红色陶器。在王朝前，陶器已成为埃及人主要的日常用具，在陶器制作方面形成了一定的传统。

早王朝至古王国时期，开始利用转轮制陶，使陶器生产转向大规模和批量化，这时期的陶器在装饰、器形等方面基本上是沿袭了王朝以前的陶器传统。但在阿马尔奈遗址中发现的青色动物、植物纹陶器风格较为独特，另外这时还有一种磨光刻花陶器，十分精美。古埃及人的主要陶器形制有：钵、碗、瓮、杯、圆筒形等。由于埃及人永生的观念，他们常为死者生产大量的陶器作为陪葬，这些陶器不是一般的生活用具，而是更具装饰性，有些陶器可堪称为完美的艺术品。

### (3) 酿酒及压榨果汁技术

世界上最古老的酒类当属葡萄酒，因为葡萄酒最易自然发酵，大约 6000

---

参见王玉仓《科学技术史》，中国人民大学出版社出版 1993 年版。

参见仓孝和《自然科学史简编》，北京出版社 1985 年版。

参见[日]山田真一《世界发明发现史话》，专利文献出版社 1989 年版。

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社 1989 年版。

参见李连等《世界考古学概论》，江苏教育出版社 1989 年版。

年以前，埃及古墓中发现的一些浮雕中，有描绘古埃及人栽培、采收葡萄和酿制葡萄酒的场景，许多西方学者认为，这便是埃及葡萄酒业的开始，但葡萄酒在埃及出现的历史并不算早，也许这种技术是从西亚传进的。

几乎与此同时埃及人发明了用大麦酿造啤酒的技术，这种技术被先后传到中亚细亚和欧洲，成为世界上大多数人都能接受的饮料。从最早的一些记录中可知，早在五六千年前，埃及人就已把啤酒作为一种普遍的饮料，其酿制过程大致如下：用磨把大麦或其它的谷类磨碎，加水把面揉成面团，再把面团放在文火上烤，与烤面包的过程非常相似，当生产啤酒时，则把面包切碎，加水浸软，然后把其暴露在温暖的空气中使其发酵，再把产生的液汁用滤器过滤，啤酒便做成了。

人类在很早以前就掌握了压榨葡萄汁的方法，但最原始的办法通常是把葡萄放在脚下踩，古埃及人则改进了用脚踩的方法，他们把葡萄用亚麻布包起来，把包裹的两端拴在短而结实的杆子上，而后由两个人使劲地拽口袋，当口袋变紧收缩时，葡萄汁便可挤压出来，后来人们还根据宽顶无沿圆帽布的原理，做出专用于挤压葡萄汁的装置，还利用杠杆、滑车和螺丝等制造压榨果汁的工具，使压榨果汁的效率大大提高了。

---

参见德博诺编《发明的故事》，三联书店，1986年版。

参见同上书。

参见山田真一编著《世界发明发现史话》，专利文献出版社1989年版。

## 10. 交通运输

在古埃及运输是以驴为主，以骆驼为辅。古王国时期已有了带车轮的车，并首先使用轮辐和轮缘加固车轮，在第六王朝坟墓里发现了装在轮上的攻城用的梯子，轮、车的发明无疑大大推动了交通运输的向前发展。但是古埃及人运送货物更多的是通过尼罗河、地中海和红海，因而他们的水上运输工具更为发达。如在搬运建筑所需的巨大石块时，往往利用湿泥的润滑性移动简单的木橇，利用尼罗河水上涨，装载大块石料的木船可顺流而下，这也许是埃及金字塔，神庙建筑得以修造的一个重要因素。

古埃及人的造船技术有着悠久的历史，早在史前人们就把制作船模型作为一种艺术，到文明时期已可生产大型的船只了，1952年考古学家在第四王朝基奥普斯（胡夫）大金字塔南边的岩石中发掘出一只大型船只，这只船虽船身已拆开，但浆、舵、舱都完好无缺，经过修复，可知这条船是由1224块木料组成，船长43.4米，宽5.9米，容量大约40吨，两侧的板厚13—14厘米。其建造特点是不用钉子，而是以一块块木头用榫头联接起来，构件板、船骨和交叉部件均是用绳子绑在一起，其中部是一个大而宽敞的舱，船头有篷。

第五王朝时，古埃及已有了适应海上航行的船只，从一些地方出土的船看，船头和船尾的高度都大大减低了，与基奥普斯的船头船尾高耸于吃水线之上大不相同，它们还使用帆并在船尾上起定向作用的大桨装上了垂直的棍子起舵的作用。另外这时的船往往还装上一条粗绳，它越过船身，把船尾同船头牢固地绑到一起，可加固船的结构，起龙骨的作用，这类船能通向地中海航线和遥远的红海航线。

---

参见 G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司出版 1985 年版。

参见 G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司出版 1985 年版。

参见 G·莫赫塔尔《非洲通史》第二卷，中国对外翻译出版公司出版 1985 年版。

## 11. 玻璃制造

埃及最早的玻璃与两河流域很相似。大约在公元前 4000 年，一种表面上釉的冻石珠子开始在埃及前王朝时期出现，稍后即出现了费昂斯制品。费昂斯是一种外观上和原料上都与玻璃相似的材料。费昂斯虽然有多种不同的类型，但它的主体材料一般是用磨细的石英砂，龘合上少量的碱水，塑成一定形状后，加热到 900 左右而制成。费昂斯材料表面的二氧化硅熔融了，形成一层光亮的釉，内部石英颗粒的表面在碱和温度的作用下也熔融了，互相粘结在一起，但石英颗粒的内部并没有熔融，仍保持晶体状态。由于这种材料的主要组成是结晶态的石英粉末，制作工艺程序是先成形后烧结，所以一般不称这种材料为玻璃。古埃及的费昂斯生产很发达，不仅生产珠子等装饰品，还生产模制成型的人像和容器。曾发现古埃及第六王朝时期，即公元前约 2700 年，在法老的陵墓中有玻璃珠，但经研究，与西亚的玻璃珠没有什么差别，学者们认为有可能是从西亚进口的。

埃及开始生产玻璃是在新王朝吐特摩斯三世（前 1504—前 1450）时期。至今为止已经发现了 3 件带吐特摩斯铭文的玻璃容器。埃及玻璃容器的出现恰好晚于西亚玻璃容器出现的时期，而且埃及吐特摩斯三世于公元前 1481 年发动了对西亚的侵略战争，并且占领了西亚的部分领土。因此有的学者推测，通过这场战争，埃及从西亚得到了一批玻璃匠。这些玻璃匠或许是作为战俘来到埃及的，或许是自愿跟随胜利者来到埃及的。玻璃作为艺术品和贸易品，它的繁荣需要和平的环境和相对富裕的市场。埃及在古代是奢侈和文化的同义词，埃及比两河流域更富庶，富人们更愿意出高价购买精美的玻璃器。埃及自公元前 15 世纪出现玻璃制造业后，连续 400 年，生产了许多非常漂亮的玻璃器，是埃及玻璃制造的黄金时代。

埃及早期的玻璃容器现存约 350 件，其中有纪年的 69 件，多是小口的香水瓶、香油瓶和小罐，肩上带双耳或四个耳。古埃及人酷爱香料，香料的价格昂贵，在炎热的气候下极易挥发，因此小口的玻璃瓶是最理想的贮存香水的容器。除了玻璃香水瓶，早期埃及玻璃还有鱼形瓶和各种装饰品，如玻璃珠、臂钏、耳环、发簪等。此外，古代埃及还用玻璃代替宝石镶嵌在金银器上。

现在我们讲到玻璃，就会想到透明材料，但早期的玻璃多不透明。古代人们似乎更喜欢彩色鲜艳的不透明玻璃，尤其是古代埃及人，特别喜欢用玻璃模仿一些天然宝石，其中模仿绿松石的蓝绿色不透明玻璃最受欢迎。彩色玻璃的制造是在融熔玻璃时加入少量的金属或金属氧化物；加入少量的铜，可以制成蓝绿色玻璃；加入铁和锰，可制成黑色玻璃；加入钴，可制成深蓝色玻璃；加入锑，可制成水透明的白色；加入铅和锑，可制成不透明的黄色。埃及玻璃匠已熟练地掌握制造这几种颜色的玻璃。

埃及自公元前 15 世纪起就有了玻璃制造业，但与西亚仍然保持着一定的联系。在腓尼基城市国王的公文楔文泥板中，提到受托将玻璃原料运到埃及，看来埃及玻璃业一直从两河流域的北部进口一部分材料。有的学者推测，埃及深蓝色玻璃所需用的钴就是从西亚进口的。

埃及玻璃业在第二十王朝后期，即公元前 11 世纪前后，由于国内连续动乱，所有的艺术都受到了影响，玻璃业也不例外，停顿了大约 500 年。

埃及玻璃业的复兴可能与公元前 670 年亚述征服埃及，公元前 525 年波

斯征服埃及有某种关系。复兴的埃及玻璃业在亚历山大统治埃及的时期得到充分的发展，并一直兴旺到罗马帝国时期。这个时期的埃及玻璃仍以砂心成形法为主，但在马赛克玻璃制造方面有长足的进步。马赛克玻璃是早期玻璃中的一种外观上非常漂亮，但制作上非常费时费力的玻璃。首先要把不同颜色的玻璃拉成细条，并将不同颜色的玻璃细条在火焰上烧结在一起，将玻璃条截成小段，再将玻璃段的横截面按一定图案排列起来，再经过反复加热、型压，制成绚丽多彩的玻璃碗或玻璃盘。这种马赛克玻璃有的像由千万个小图案组成，又称为千花玻璃。还有的马赛克玻璃制成玛瑙或大理石的纹路，也非常漂亮。

古代埃及还流行用宝石和彩石镶嵌成人像或动物像。这个时期的玻璃也常常制成黑色的眉毛、眼珠等代替天然宝石镶嵌在人物像或动物像上。

## 六、古代印度的科学技术

### 1. 地理环境与社会历史概况

古代印度是指喜马拉雅山以南整个南亚次大陆。北面以喜马拉雅山为界，东濒孟加拉湾，西有阿拉伯海，南临印度洋。在地理上，印度可以分为两大区域。南部三角形的半岛部分，称为德干，位置完全在热带范围内。北半部即大陆部分，称为印度斯坦，形状亦呈三角形，气候从热带的炎热逐次进入北部高山的严寒。印度斯坦大部分是平原地区，有印度河和恒河的大河水系可供灌溉排水。古代印度文明发源在印度河两岸。印度河发源于喜马拉雅山的常年积雪，经过克什米尔下泻千里流入巴基斯坦平原。恒河比印度河水势平缓，较少泛滥，沿岸土壤肥沃，适宜农业。这条河长期以来被印度人看作是一条圣河，有“恒河母亲”之称。

根据考古发现，最迟在公元前 4500 年到 4000 年之间，南亚就有了人类从事的农牧业活动。印度河入海口以西的俾路支斯坦和印度斯坦西北的拉加斯坦的原始居民培育了印度本的稻米，并且驯养了有驼峰的牛、水牛和猪。花粉学家的最近研究表明，农牧民在这一地区的居住时间很可能还要早得多，因为他们发现大约自一万年以前起，在拉加斯坦的沙漠大草原上曾有周期性大火的证据。这可能表示当时的人们反复用火清除枯草，使牲畜可以吃到新长出来的嫩草，直至今日，这一地区的居民们仍采用这个方法。

70 年代末，法国和巴基斯坦考古学家在印度河以西的梅加发掘了延续时间很长的农业聚落遗址，证明了公元前 6000 年时即有居民在此从事农业。公元前 5000 年时，梅加的居民住在用土坯造成的相当大的房屋里，他们拥有铜质的工具，并且从伊朗进口绿松石，从阿拉伯海运来贝壳。梅加人并培育出一种新的作物——棉花。在后来整个有记录的历史时期中，棉花成为印度贸易的主要商品。

公元前 4000 年，这些农业村落开始向印度河平原发展，在印度河河谷的北部边缘和山脚下出现一批村庄，以后印度河流域的中下游出现了比村落大得多的小镇。在公元前 30 世纪上叶，印度河的中下游的阿姆利（约公元前 3000 到 2300 年）和科特底基（约公元前 2600 年）以及其他一些地点，出现了向城市文明发展的尝试。从村落向城镇的转化是印度河流域本身的产物，印度河平原为农业和牧业的发展提供了极有利的条件，上游的五河地区为下游带来充足的水量和很多的泥沙。一年一度的泛滥虽然比不上尼罗河泛滥的规模，但可以给沿河地带带来足够的淤泥，这里不需要很发达的农具和灌溉就能收获庄稼。但是，河流经常改道和泛滥对人类的定居又是一种威胁。要想利用河水泛滥之利而又不受其害，光靠小村落的力量是不够的。为了发展生产潜力和控制自然，迫使人们在较大范围内组织起来，由农村村落向城市文明发展。

公元前 2700 年，印度河流域的居民已经解决了灌溉和洪水控制的基本问题，他们利用城市来组织和控制其文明，从喜马拉雅山脚到阿拉伯海，印度河沿岸约 130 万平方公里的土地上，现已勘察到的这个时期的遗址有几百个，其中我们所知的大城市至少有 4 个：哈拉巴、摩亨焦达罗、卡利班甘和

最近发现的多拉及。哈拉巴城和摩亨焦达罗城各占地近 1 平方公里，人口在 35000 以上。城市由两部分组成，一部分是高耸的城堡，城墙内引人注目的是用于宗教礼仪或与统治机构有关的建筑物，如大浴池和“谷仓”。另一部分地势较低，建筑多为民房和作坊、商店等。通过几个大城市在经济上和政治上控制广泛的农村地区，是印度河流域早期城市文明的特征。由于现存的历史文献中没有记载这个文明，考古发掘出土的这个时期的文字还没有被破译，考古学家按照惯例，以首先发现的这种文明的城市遗址——哈拉巴来命名，称之为哈拉巴文明，或称之为印度河文明。

哈拉巴文明是世界上最早的文明之一，其成就可以与同时代的埃及文明及美索不达米亚文明相比。究竟它是印度的土著文明，还是由移民自西方引进，这是个有争议的问题。目前多数学者认为哈拉巴文明是一个土生土长的，独立的文明。然而它的文化渊源与相距几千公里的美索不达米亚文明是不无关联的。创造哈拉巴文明的民族或人种是历史学家们非常关心的问题。体质人类学家对从摩亨焦达罗和哈拉巴出土的几百具人骨进行了测量，提出这些人的体格是与地中海地区和西亚地区的人很接近，与南印度的人有较大差别，也就是说，古代哈拉巴人和现代巴基斯坦和印度西北地区的人在体格上没有本质的区别。

哈拉巴文明繁荣了近一千年，公元前 2000 年前后是哈拉巴文明的鼎盛时期。大约在公元前 18 到 17 世纪，哈拉巴文明出现了明显的危机。城市迅速地衰落，城址被遗弃以定居的农业和手工业为主导的经济结构解体。学者们对于哈拉巴文明衰亡的原因提出过各种解释，有人认为是外族入侵导致的人口灭绝、城市被摧毁。有人解释为印度河的改道迫使人们放弃城市。不管是什么原因，这种文明是彻底湮没了，谁也不知道其存在，直到半个多世纪前考古学家才发现了它的遗迹。

在哈拉巴文明衰落之前不久，即公元前 20 世纪末，一些半游牧部族取道阿富汗，越过兴都库什山口进入印度斯坦，与当地居民共处生息，建立了更为持久的文明，这些半游牧部落即是所谓雅利安人，现在一般认为是属于印度——伊朗语系中的一支。公元前 20 世纪中叶到 10 世纪中叶，是印度的吠陀时期。人们对这个时期的知道主要来源于口传的宗教诗——吠陀，因此称之为吠陀时期。吠陀时期的早期主要活动范围是印度河中上游，不久就向恒河—雅木拿河间地和恒河中上游平原发展，建立起恒河平原城市。

大约在公元前 8 到 6 世纪，在印度北部和中部形成了以部落集团为基础的 16 个主要地域政体，俗称“十六国”。在这个时期，出现了以宗教为表现形式的各种意识形态潮流，佛教产生了，并在国家形成中起着主要作用。

波斯的阿赫美尼德王朝从公元前 6 世纪把疆域伸进南亚次大陆。居鲁士大帝把巴克特里亚、卡皮沙和犍陀罗吞入波斯帝国的版图。大流士一世又于公元前 516 年占领了信德和东旁遮普，在这时建立起波斯帝国最富饶的第 20 行省，阿赫美尼德王朝在西北印度的统治持续到公元前 4 世纪前期。公元前 4 世纪末希腊马其顿王亚历山大征服波斯帝国后继续东征，一度占领印度西北地区。其后，当地的摩揭陀人兴起，于公元前 321 年建立起孔雀王朝，统一了次大陆的大部分领土。

---

Possehl, Gregory : Harappan Civilization, New Delhi, Oxford and IBH Publishing Co, 1982.

参见刘欣如《印度古代社会史》，中国社会科学出版社 1990 年版。

## 2. 农业和水利

哈拉巴文明是以城市为中心的，但当时大多数人仍然是村落里的农民，也就是说哈拉巴文明是建立在印度河流域农业和牧业的基础上的。

### (1) 农业作物

新石器时代的农业作物以燕麦为主。燕麦首先出现在次大陆的西部。据研究，世界上最早的人工栽培燕麦出现在公元前 8000 年的西亚，在那里已找到野生的燕麦。印度次大陆的燕麦有可能是从西亚引进的。

哈拉巴文明的农业作物很可能以燕麦和麦子为主。麦子是一种矮秆的品种，原产地也是在西亚，大约在哈拉巴文明时期传入印度的。

稻米有可能是在印度本土培育出来的。新石器时代的遗址上出土过稻米的标本，柯尔地哈瓦遗址也出土过稻米标本，该遗址被吠陀时期遗址叠压，碳 14 测定其年代为公元前 4530 年。哈拉巴文明时期的稻米标本在许多遗址中出土。印度次大陆的稻米之所以还没有完全肯定是由当地的野生稻培育而成，是因为几乎与此同时的东南亚和中国华南也都出现了人工种植的稻米。泰国发现最早的稻米，年代是公元前 5000 年到前 2000 年。中国浙江河姆渡遗址也出土了距今 6000 多年前的稻米。稻米的祖先是蔓生在由印度到中国南部以及南太平洋群岛上的多年生禾本植物，有可能在不同的地方，通过采集和选择栽培逐渐培育出稻米，并且成为世界上主要的谷类作物。

在哈拉巴文明的晚期，又出现了两种作物新品种（Jowar, Bajra），都属于谷类，可能原产地是在非洲。这两种作物更适于这个地区的生态环境，更易于耕种，所以至今仍是印度的主要作物。由于这两种作物很耐旱，耕作条件可以较为粗放，没有必要完全依赖河水的泛滥，可以在更广阔的区域种植。

豌豆、扁豆等作物被认为是在印度次大陆首先培育出来的。哈拉巴及吠陀时期的遗址中多有发现。

棉花在哈拉巴文明时期也栽培成功了。棉花可以织成细布，软而耐用，是印度历史上的主要贸易商品。虽然，4000 年前的尼罗河流域也有了棉花，主要作为牲畜的饲料，但一般认为，亚洲和非洲的棉花都是独立培育出来的。

### (2) 动物驯养

农业的产生和动物的驯养使人类的食物供应增多和稳定，并且使定居生活变得可能。根据考古发掘，次大陆的动物驯养最早出现在中石器时代。公元前 5500 年的阿达姆嘎和公元前 4500 年的巴高遗址都发现野生动物和家养动物的骨骼。今天可以确定是南亚本地驯养的动物有带陀峰的牛、水牛和几种鸟类。黄牛、绵羊、山羊、马、驴、双峰骆驼、猫和狗可能是从西北引进的。

### (3) 水利

哈拉巴文明的经济和埃及、巴比伦一样依靠着农业灌溉。

早在新石器时代，南亚次大陆的居民就知道了如何引水灌溉农田。他们挖掘了许多水渠，与天然水塘、河流相接，用于引水浇灌离河流较远的农田，这些水渠有的是终年使用的，有的是季节性使用的。在印度河流域东南角的洛塔尔城（今古贾拉特邦内）的哈拉巴文明时期的一条人工渠道，宽 7 米，

与一个大天然水库相连。在因那姆干也发现一条人工挖的灌溉水渠，宽 4 米，深 3.5 米，是吠陀早期的遗迹。

印度河一年一度的泛滥给两岸的农作物带来充足的水和肥沃的土壤，但洪水又威胁着居民的定居生活。哈拉巴文明时期的印度河流域的居民已经基本解决了控制洪水的问题。他们用土坯和砖修筑河堤，以防洪水泛滥。哈拉巴城和摩亨焦达罗城都是建筑在洪水线以上的人工大岗上的。修筑人工岗堤的材料是亿万块土坯砖和用柴火烘烤过的砖块，其工程量之巨大是可想而知的。

至今还没有发现哈拉巴文明时期修建的水库，但在洛塔尔遗址发现了一个哈拉巴文明时期修的船坞。船坞为长方形，四边都是砖砌的堤岸，西边长 212.4 米，东边长 209.3 米，南边长 34.7 米，北边长 36.4 米。这是一个很独特的建筑。有的学者认为哈拉巴时期能够修筑这样大的船坞，也应有能力修筑人工水库或蓄水池。

吠陀早期的文献中记载了人工修筑的水库。在因那姆干的考古发掘也发现了那个时期的水库遗址，其中一道堤坝是用碎石和泥浆筑成的，宽 2.2 米，现存长 240 米。与水库同时期的还有一条人工水渠，将水库与附近的河流相连接。

公元前 500 年以后，一整套农业灌溉系统才在印度斯坦建立起来了。

#### (4) 农具

可能是由于印度河流域优越的自然条件，不需要非常先进的农具就可以从事农业生产。从现在已发现的农具来看，印度河流域的古代农具比较简陋。虽然在哈拉巴文明之前，印度次大陆已经出现了铜器，但是哈拉巴文明之前的农民主要使用木、石、骨制的农具，带肩石锄是最常见的农具。燧石制的犁头在拉加斯坦的前哈拉巴文明已经发现，说明当时已采用畜力耕田的技术。哈拉巴文明时期的农具还是以石器为主，但是已经出现了青铜锄和青铜或红铜镰刀。青铜镰刀为直刃，背部半月形。有人认为镰刀是由当地一种带柄的细石器发展而来的，也有人认为这种器形的镰刀与中亚的很相似，可能有渊源关系。这种铜镰刀在吠陀时期消失了。铁制农具首先出现在南方的巨石文化中。巨石文化是在公元前 1000 年突然出现的印度半岛上，以巨大的石块建造支石墓和其它巨石纪念碑为主要文化特征，公元前 600 年——公元 100 年是巨石文化的兴盛时期。现在我们还不知道这个文化是属于哪个种族或部落的，但它与铁器时代在印度的出现紧密相关。现已发现的巨石文化的铁制农具有锄、半月形镰刀、叶形镰刀，长柄弯刃刀和铲子。最早的铁制犁头出现在孔雀王朝前后。

#### (5) 耕作技术

哈拉巴文明时期的耕作技术比较简单。印度河每年泛滥时将上游的泥土冲下来，农民在这种松软的洪泛土上耕作，使用很简陋的工具即可得到收获。这个地区的农作物是以燕麦、小麦、粟类等耐旱品种。这种简单粗放的耕作方式离不开印度河流域的特殊生态环境。哈拉巴文明衰落的自身原因之一就是作为经济基础的农牧业生产力水平的限制，无力开垦远离河岸的地区，更无力开发恒河流域和德干高原。从印度河遗址的分布图来看，哈拉巴文明确实已经发展到了印度河地区生态系统的最大限度。没有重大的生产技术上的

突破，这个体系的发展只能停滞下来。在这种情况下，外来文化的冲击或自然灾害很容易使这个文明衰亡。

吠陀前期是以流动的和半流动的牧业为主，活动范围是西北地区，包括犍陀罗和旁遮普。吠陀中期以后，居民冲破了印度河的生态范围，向恒河—雅木拿河间，以至恒河中上游平原发展。开发河间地带茂密的灌木丛和潮湿低地的丛林需要锐利的工具，新出现的铁制工具发挥了重要作用。据吠陀后期的文献记载，当时恒河中下游平原的农业生产已相当发展。这个地区的潮湿气候和低洼的地势非常适合于水稻生产，早期用撒种的简单方式耕种的稻子到吠陀后期已发展成为精耕细作的高产水稻。由于恒河中下游的水稻只能靠夏季的季风雨种一季，其它季节则种一些豆科植物增加土壤的肥力。水田农业经济需要较高的生产技术，这个时期已普遍使用了坚利的铁器，并广泛驯养水牛用于水田的耕耘。《阿达婆吠陀》谈到用 6 条牛和 8 条牛连到一起拉犁耕田。

### 3. 城市建筑

印度次大陆居民在城市建筑方面有独特的成就。经过半个多世纪的考古发掘，公元前 30 世纪中叶建造起来的哈拉巴、摩亨焦达罗、卡利班甘等城的面貌开始被人们了解。哈拉巴文明时期的城市规划之规整让今天的人们都感到惊叹。

#### (1) 城市规划

哈拉巴文明时期的城市都经过精心设计规划，而且每个城市都使用了近千年，有很多次重建，但每一次重建都严格遵照原来的城市规划。所有的城都可以分为两部分：城堡和下城。有的城堡是一个完全独立的实体，如摩亨焦达罗和卡利班甘。有的城堡与下城相联为一个整体，只是中间有一道墙将城堡和下城分开，如洛特尔城。城市规划中的另一显著特征是其街道都是南北向和东西向的，将城内分成棋盘样的格子街区。每个街区内有数座房屋。排水设施齐全是印度河文明城市规划的又一特点。摩亨焦达罗城内有分布合理的地下排水管道，而卡利班甘城则采用渗水井。

#### (2) 摩亨焦达罗城

在已考古发掘的印度河文明城市遗址中，摩亨焦达罗是迄今为止发现的最大城市，位于卡拉奇东北约 225 公里处。它由两部分组成；下城在东边，城堡在西边，南北长 1070 米，东西宽 685 米。下城内布满十字交叉的街道，最宽的街道宽 10 米。住宅一般包括院子，院子周围建有 4 间或 6 间住房，此外还有卫生间和厨房。有的大住宅的房间超过 30 间。房子都是用火烧过的砖砌成的。摩亨焦达罗的地下水位不深，居民饮用水主要靠井水。很多住宅都有自己的单独水井，也有公共水井，通过渠道引进不同的住宅。井壁一般用砖砌，井口直径多在 0.91 米—1.22 米之间。井口的边缘没有发现绳子磨出痕迹，说明当时可能已采用了轱辘。从一些住房的墙基很厚和一些残留下来的楼梯来推测当时可能已有两层的楼房。

摩亨焦达罗的城堡内有一些非常独特的建筑：浴池、谷仓和集会大厅。所有的建筑都是用火烧过的砖建筑而成。浴池在城堡的北部，包括一组建筑。中心的水池长 12 米、宽 7 米，深 2.5 米。水池周围是带柱子的走廊，走廊后面是房间，可能是用于换衣服的。水池的北边和南边各有一组台阶，通到水池里。为了防止池底和池水渗漏水，表面涂抹了一层防水的石膏。在水池不远有一口大水井，通过管道与水池相连。这是给浴池提供水的井。这组浴池建筑很可能是宗教场所，是为虔诚的人举行仪式性入浴典礼的地方。

在浴池建筑的西边是谷仓。建造者先在地面砌起 27 个长方形砖造支撑物，一排 9 个，共列 3 排。在砖造支撑物上搭了一个巨大的木质谷仓。砖造支撑物间有一米宽的通道，这样空气可以在谷仓下面自由流通，保证了谷仓内储藏的谷物干燥、通气。在谷仓北面有一凹进的台子，可能是用于装卸谷物的车辆停放。

在城堡的南部有一座很大的建筑物。在 750 平方米的面积上分布着 20 个巨大的砖砌墩台，列为 4 排，每排 5 个。墩台上有木柱的痕迹。这座巨大建筑很可能是有柱子的大厅，用于群众集会。

城堡里还发现两座高建筑，是属于防御工事。在下城里设有防御性建筑。

### （3）哈拉巴城

哈拉巴城位于德里西北约 500 公里的地方，位于旁遮普邦的蒙哥马利区，靠近拉维河的旧河。从拉合尔到木尔坦的铁路从旁经过，大约有 160 公里的一段铁路道基是取自这座城墟的砖石，因此遗址保存状况很不好。但对哈拉巴城址的发掘还是增加了不少我们对印度河文明城市建筑的认识。

哈拉巴城也分两部分：城堡和下城。城堡位于西端，四周有城墙，比较规整，南北长 425 米，东西宽 200 米。城墙是用土坯砖砌成，下宽上窄，墙基宽 13 米。城墙的外壁包砌了一层火烧过的砖。城堡的四周都有砖砌的高塔，是防御工程。城堡有两个门可以进入，一个在北部，一个在南部。城堡中有一些建筑建在土坯砖砌的高台上，遗憾的是还没有全面进行科学的发掘，只搞清城堡内部的规划。

城堡北部的建筑可以分为两大组。西北部是一组作坊遗址，包括居住区、打谷场和熔炉三部分。居住区有东西向的两排住房，每排面积为  $17 \times 7$  米，有院子围起来。进入院子要经过一个狭窄的通道，这种设计可能是为了隐蔽。居住区的北边地势较高，有 16 个熔炉大致围成一个圆圈。熔炉的最大底径为 1—2 米，具体用途不清楚，有可能是熔铜的。打谷场上有五排小工作台，每排大约六七个。小工作台的直径约 3.5 米，周围用砖砌成圆圈。中心部位稍凹，直径约 0.5 米。在中心凹陷部分发现了谷壳，有小麦的也有燕麦的，因此这个地方有可能是捣谷脱壳的打谷场。

谷仓就在打谷场的北边，占地  $55 \times 30$  米，分列两行，每行六个厅。一个厅的面积为  $15 \times 6$  米。厅的底部为砖垛，砖垛之间有空间保持空气流通，砖垛上面是木质的谷仓。拉维河的古河道就在谷仓的北边，可以推测当初是靠船只运输谷物的。

### （4）卡利班甘城

卡利班甘城位于拉贾斯坦邦的北部，现已干涸的加格尔河的左岸。卡利班甘城与摩亨焦达罗和哈拉巴不同，不仅城堡内有防御工事，在下城中也有防卫建筑。卡利班甘的城堡部分经过较详细的发掘，使我们对印度河文明的城堡有更多的认识。

卡利班甘的城堡在西，下城在东，两者中间相隔约 40 米。城堡的形状可看作是菱形，南北对角线 240 米，东西对角线 120 米。城堡中间有一道隔成形状和面积差不多的两部分。两部分都建有防御围墙，墙宽 4 米，间隔着建有距形马面，用于加固城墙。马面部分厚 7 米。城墙是用土坯砖砌成的，内外壁抹有一层泥浆作为墙皮。城堡的南半部防卫得更为严密，城墙的拐角加厚，南墙和北墙增加了马面。南半部城堡内有很大的土坯砌起的台子，有的已经侵蚀殆尽，但至少还有 6 个台子可以看出形状。土台之间并不相连。其中有一个台子保存得较好，台子上面有 7 个南北向排列的火祭坛。祭坛的中心部分凹进土里，边缘用砖叠成长方形。祭坛的坑中发现有灰烬、木炭和陶印章、陶动物的残块。在火祭坛的旁边还有一个陶罐，陶罐的下半部埋在土里，罐里装的也是灰烬和木炭。离祭坛不远，有一口砖砌的水井，并有道路通往浴池。这组建筑很可能印度河文明的居民进行祭祀沐浴的场所。

在另一个土坯台子上也有水井和祭坛。祭坛也是用砖围起来的长方形的坑，坑内发现了牛骨和鹿角。这个台子很可能是放牺牲的场所。卡利班甘人为祭祀宰杀动物的习俗也可以从陶印章上的画面反映出来。一块三角形陶印章的正面刻有一个人手牵着一只动物，反面刻着神像。

在城堡的北半部有很多住房，但是没有明显的豪华，可以看作是国王或酋长的住宅。居住区内的房子都不大，两旁临街，有可能是主持祭祀活动的神职人员的住所。

下城的形状也类似菱形，东西对角线 240 米，南北对角线 360 米。卡利班甘的下城与其它印度河文明城市的下城不同，四周也围有城墙，用于防御。下城的城墙与城堡一样，也建有加固的马面，城墙厚 3.5—9 米。有两个城门，一个设在北部，另一个设在南部。下城内的墙道经过精心规化，都是南北向的和东西向的，互相交叉，将城内分割成整齐的格子状。其中有 4 条南北向大街，3 条东西向大街已经被考古发掘出来。在十字路口的街边，埋有防护木柱，可能是为了防止车子的碰撞。值得注意的是，印度河文明城市的街道宽度是严格按照 1 : 2 : 3 : 4 的比例设置的。卡利班甘下城的最窄街道宽 1.8 米，其它街道则宽 3.6 米、5.4 米和 7.2 米。

下城格子状的街区里多是住宅。房屋的类型比较单调，都是房子围绕一块空间作为院子。院子里有砖砌的槽子和下半部埋在地下的大水罐，看来是牲口吃草料和饮水的地方。院内都很宽，可以出入牲口和车子。房间中往往有一间里有砖砌的火祭坛。房子一般都是用土坯砖盖成，房间内的地面抹泥或铺一层土坯砖。院内的水井、排水道、洗澡的平台和门坎等是火烧过的砖建成。有趣的是土坯或砖的长宽高的比例都是 4 : 2 : 1。较早的土坯或砖的尺寸是 40 × 20 × 10 厘米，较晚的多是 30 × 15 × 7.5 厘米。

卡利班甘除了有城堡和下城两部分外，在下城东边 80 米处还有一组建筑，包括有四五个火祭坛。这组孤立的祭坛建筑可能也是为了祭祀用的。

在城堡西南偏西约 300 米处，发现了哈拉巴文明时期的墓地。

### (5) 叉始罗

公元前 17 世纪，哈拉巴城市文明衰亡后，印度次大陆又重新从游牧经济向农业经济转化，到公元前 10 世纪中叶，城市第二次在南亚兴起。叉始罗位于现在巴基斯坦首都伊斯兰堡的东侧的比尔山，始建于公元前 6 世纪，沿用到孔雀王朝时期，是北印度第二次城市兴起的代表。中国唐代高僧玄奘西行求法时曾路过这个城址，在他写的《大唐西域记》中称之为“犍驮逻”，并记有：“邑里空荒，居人稀少”，可见这座城址已成为废墟。叉始罗最初建成时的面积很难估计，从现在留下的小山丘看，南北长约 1100 米，东西宽 670 米。这个早期城市没有什么规划，五方杂处，街巷曲折，只有一条正街贯穿南北，约 7 米宽。房屋附近有下水道，表面用砖石覆盖，但没有发现大型的排水系统。估计主要大街在雨季就是排水道，因为这条大街的地势比周围的小巷都低。这个简陋的排水系统只适于排放雨水，而粪便和污水则倾倒在深挖的渗井里。不仅私人住宅有渗井，而且在公共小广场里也有当作公共厕所的大渗井。小广场上还放置着用碎石砌起的垃圾箱。人们把垃圾倾倒在这里，由清道夫运走。由于街道曲折，街角上往往埋有石柱以防止车马撞上屋角。房屋的排列杂乱无章，发掘者很难判断这栋房子和另一栋房子的界限。房子都是用碎石砌成，然后涂抹上泥浆，有时也刷上白粉。房间里的地面多是土地，洗澡间的地面铺上碎石。院子里的地面间或铺上卵石。城里没有发现水井，居民一定是从城外的塔姆纳拉河汲水。

叉始罗地处南亚次大陆的西北，远离恒河中下游最富庶的地带，它的

繁荣主要是由于它在对西方贸易中的枢纽作用。这个时期的新兴城市座落在恒河两岸或交通要道上，但对这些遗址至今还没有大面积的发掘，如果 叉始罗能代表印度北方的城市发展水平，可以看出，公元前 10 世纪中期的城市规划建筑水平还没有赶上印度河文明时期的城市。

从佛经文献的描述也可以了解当时的其它城市的布局。恒河中下游的城市往往是在两条主要大道的交叉点或者沿着河岸发展起来的，因此市区往往分为 4 个主要部分。这些大道是城市联系乡村的大动脉，也是宗教游行的必经之道。市场或者商业区往往在主要城门附近。城内大规律的建筑物不多，也没有雄伟的城墙和城堡。

## 4. 医学

医学是古印度颇受重视的学科之一。哈拉巴文化时期遗址中的一些卫生设施如浴池、下水道系统，说明那时人们已有了一些医学卫生知识。但因为当时的文字至今尚未能译读，所以我们对哈拉巴文明的医学了解不多。

我们现在所知道的古印度最早的有关医学的文字记载是在《吠陀》之中。由于印度史学存在着年代学的问题，即现在存留的重要的古代印度医学文献，究竟是什么年代的著作，是争论已久的问题，直到现在尚不能解决。根据约利的研究，古代吠陀医学的重要历史文献是《阿达婆吠陀》，即《禳灾明论》。书中记有许多疾病的名称，如发烧、咳嗽、水肿、肺病等，并记载有一些治病的方法，其中有不少驱鬼的巫术迷信内容。《阿柔吠陀》是古印度的另一部很早的医学著作，书中巫术成分已不多见，提出躯干、体液、胆汁、气和体腔是人体的五大要素，与自然界中的地、水、火、风、空五大元素相对应。躯干和体腔是稳定因素，而体液、胆汁和气则是活泼因素，如果这些因素失调，人就生病了。这些论述成为古印度医学理论的基础。书中还记载有内科、外科、儿科等许多疾病的治疗方法和药物。从文献上看，古代印度医学几乎全归婆罗门主持达数百年之久，而且很早就建立了医院收容病人。

佛教诞生后的医学可以参考包尔在一佛塔中发现的稿本。据研究，该稿本的年代可以定为公元前5世纪，赫恩雷于1897将其发表，从该稿本中可以看出，当时的印度医学已有完善的系统。

妙闻是现在所知道的古印度最著名的医生，他生活的年代大约在纪元前。现在广为流传的《妙闻集》则是公元11世纪时修订过的著作，其中掺入许多后人的东西。但在公元5世纪时，《妙闻集》就被看作是很古老的著作，可见其成书年代是很早的。据《妙闻集》记载，人身有骨300，腱90，关节210，肌肉500，血管70，体液3种，分泌物3种，感觉器官9种。《妙闻集》中还记载了研究解剖法的具体方法。

《妙闻集》提到蚊子和疟疾，提到发现老鼠行动异常，有死鼠便应搬家，似乎已经知道了疟疾与蚊子，鼠疫与老鼠之间的关系。

古代印度的外科比希腊外科还要发达。《妙闻集》中详细记载了医生做外科手术时应准备的各种外科器械，其中有刀类、烧灼器、杯类、锯、灌洗器、剪、钩、镊子、套管针、导管、窥器、探子、缝合针等。古代印度能实行的外科手术有痔瘻的手术、扁桃体切除术、难产时取胎术等。成形手术也是古印度的特殊贡献，其他民族直到中世纪后期才开始应用。成形术中的鼻成形术最为发达，这可能是由于削鼻在印度是一种刑罚，也是复仇的手段，所以需要安装假鼻。在《妙闻集》中说，医生拿一片树叶，按削去的鼻子大小裁好，然后在颊上照样切下一块皮来，随即将此块组织安在鼻根上加以缝合，然后在鼻孔内放入两管以便呼吸。

虽然由于《吠陀》文献的年代难以确定，但我们还是可以知道古代印度人有比较好的卫生概念，此外，外科技术相当发达。古代印度医学是否与两河流域医学有关系，也是学术界争议已久的问题。从目前的资料来看，印度医学在远古便创始了，其医学思想大部分是按照自己民族的习俗发展而成的。

## 5. 手工业技术

古代印度的手工业比较发达，其中制陶、金属加工、玉石装饰品的加工、玻璃珠饰的制作等技术都是很有特色的。

### (1) 制陶

印度次大陆的制陶业历史悠久，早在新石器时代已生产陶器。最早的陶器都是手工制作的，陶胎中羸和了草和稻壳，烧制温度较低。按照陶质的不同可分为粗陶、泥质陶和表面磨光的陶器。新石器时代的陶器类型比较少，只有直壁碗，贮藏罐、盆和瓶，纹饰也较简单，只有印上去的篮纹或斜格纹。

前哈拉巴文明的陶器已采用轮制，陶器表面多是暗红色，绘有黑色和白色的纹饰，纹饰包括几何纹和植物花叶和少量的动物纹。

哈拉巴文明的陶器多是红陶，陶土经过淘洗，属于泥质细陶。绝大部分陶器采用了轮制成形，从器型规整的程度来看，估计已采用了快轮制陶。还有一部分是手工制作的。烧制温度已相当高。哈拉巴文明的陶器中有彩陶，多是在红陶表面绘上黑色图案。图案以简单的水平弦纹、圈点纹为主，也有人和动物的图案。

在印度阿文明衰亡到恒河平原城市兴起之前这个阶段，印度次大陆的文化遗迹可以按陶器为标准分成三大系，也就是赭陶文化，彩绘灰陶文化和黑红陶文化。赭陶文化分布于旁遮普与雅木拿—恒河平原河，时间大约在公元前2000年到1600—1500年，也就是说它历经印度河文明的繁盛与衰落。赭陶文化的陶器表面很粗糙，烧制温度不足，呈赭色。陶器外壁和边缘往往印有纺织品的纹路，推测是借助于纺织品手工成形的。

彩绘灰陶文化与赭陶文化的分布有所重叠，但范围更广，向恒河—雅木拿河间地伸展得更远。彩绘灰陶大部分是轮制出来的，胎质细腻、火候均匀。出现的年代大约在公元前800—400年。

黑红陶的分布极广，出现的时间也长，在哈拉巴文明的遗址就已见到。哈拉巴文明衰落后，在印度西部和恒河流域保存下来，一直持续到早期历史时期。黑红陶的特点是内黑外红，容器的口沿部呈黑色。经过实验，这种黑红陶的烧制方法已经搞清楚了：首先在陶坯内外壁都涂上一层褐红色的颜色，陶坯晾干后是倒着扣放在窑室中加垫，窑室的顶部封埋一层锯末。在烧窑过程中，陶器的口沿和内壁接触不到空气，变为黑色，而容器的外壁接触了空气，变为红色。

公元前6世纪印度北方出现了黑精陶文化。黑精陶是一种质地细腻、表面抛光的黑色陶器，敲打起来声音清脆，类似金属，陶土里含有大量的铁。它的发源地在恒河两岸，从贝拿勒斯到帕特拿。英国考古学家阿尔钦认为从制造工艺和造型上推论，黑精陶是在彩绘灰陶的技术上发展起来的。也有的学者认为最早的黑精陶的出土地点都与黑红陶文化衔接，而且两种陶器有很多共同的形态，因而黑精陶很可能是从黑红陶技术上发展而成的。无论如何，黑精陶的出现标志着制陶技术的突破性的进步。

虽然古代印度不同时期不同地区的陶器面貌不尽相同，但总的来看制陶技术是不断进步的，而且有些制陶技术是印度文明中独有的，并一直使用到

今天。

模制成形是印度次大陆最早采用的陶制品成型的方法之一。原始社会的人们用藤条编的篮子作为陶器成形的模具。哈拉巴文明的小型陶质印章和塑像，多采用陶质单范成型；比较复杂的大型陶器，则采用双范或多范成型。古代印度的陶质容器，多用手工成型，并用一种“陶砧”的工具，垫在容器内壁，帮助成型。这种陶砧的顶部多有一孔，可以伸进一指，便于握住。有的陶砧的顶部为一柄，柄上有沟槽，也是为了便于握住。陶砧的外形一般是凸起的，一端渐细。陶砧的底部是上凹的，这样可以把容器的底部造成上凹，使容器可以放置平稳。陶砧一般为泥质粗陶，暗红色或灰色，表面经过特殊处理，非常光滑。有些陶砧是空心的，也有的陶砧是石质的。印度次大陆使用陶砧制作陶器有很悠久的历史，哈拉巴文明时期的遗址就出土过陶砧，直至今日，印度制陶业中还在使用陶砧。使用陶砧成型陶器的过程是这样的：先将陶土加水和成面团样的硬度，用手将和好的泥做成容器的雏形，再用陶砧放在内壁垫着，外壁用陶拍拍打，将容器撑大，器壁撑薄。印度的很多遗址上都出土过陶砧，有的陶砧上还写有或刻有主人的名字。

哈拉巴文明遗址不仅发现陶砧，还发现了抛光陶器表面的专门工具。这种抛光器有用卵石制成的，也有骨质和陶质的。将陶器表面抛光有两种方法，一种是在陶坯成型后，未干前，用抛光器打磨，陶器表面留下打磨的痕迹；另一种也是在陶坯未干前，用抛光器拍打，陶器表面留有抛光器的痕迹。陶器表面经过抛光处理后不仅外表上光滑漂亮，更重要的是陶器的渗水率大大降低，因此是一项很重要的技术。

印度次大陆使用陶窑烧制陶器的历史也很长。窑炉都要三个最基本的结构：火膛、火道和窑室。火膛是窑炉的燃烧室，燃料要能不断地加入。火道是指火膛的燃料点燃后，将火力送入窑室并加以扩散燃烧的渠道。窑室是放置陶坯的地方。古代印度的窑炉按火道传送火力的方向不同，可分为垂直向上、垂直向下和水平传送的三种窑。

印度最早的陶窑是在哈拉巴文明的摩亨焦达罗城市遗址的较晚地层中发现的。窑炉为直筒形，火道是垂直向上传送火力。火膛为半地穴式，四分之三都在地下，直径为 2.25 米，高 1.04 米。窑室在火膛的上面，直径也是 2.25 米。火膛的环形墙和中心砖柱支撑着窑室。窑床上有 14 个圆形孔，孔径为 11 厘米，其中 1 个孔在中心，另外 13 个孔靠窑壁围成一圈。这 14 个孔是窑室与火膛相通的火道通孔。窑室的环形壁是用砖垒砌起来的，内壁抹了一层泥，现存残壁高 40 厘米，为直壁。窑室的高度还不能确定，推测很可能顶部为穹隆形，顶部中间有一个烟囱。类似的陶窑在哈拉巴文明的洛特尔城市遗址中也有发现。这种垂直向上传送火力的陶窑采用的是自然导风，用木柴作燃料可以使窑室的温度达到摄氏 800—900 度，窑室下部的温度要比上部要高一些。由于窑室内温度分布的不均匀，比较厚重的盆罐等陶坯要放在窑室的下半部，而薄壁的小器皿要放在窑室的上半部。这种窑的设计是合理的，但是哈拉巴文明时期用窑烧制陶器仍然是一项相当昂贵的手工业，需要大量的干木柴或是木炭才能产生足够的无烟火焰。城市陶器市场的需求，可以保证窑炉不间断地烧制陶器，而在农村里建立这种陶窑显然是不经济的。从考古发掘的资料来看，古代印度的陶窑都是在城市遗址上发现的，农村遗址上没有发现陶窑。经研究，古代印度的陶器中有相当一部分不是用窑炉烧制的，而是在一种开放式的火堆上烘烤出来的。现在印度农村的陶工仍然使用这种

方法烧制陶器，并称之为“嘎加普特”。

用“嘎加普特”方式烧陶非常简单，也非常经济。首先在平地上挖一个圆形的浅坑，直径4—5米，深50—70厘米。坑底到边缘都铺上很便宜的燃料，如干草、干灌木和干牛粪。陶坯被仔细地摆放在圆坑中，比较厚重的陶坯放在底部靠近中心处，小巧的陶坯放在上部，陶坯堆摆放要保持重力平衡。陶坯堆中的层与层之间也要铺上一层燃料。最后，在整个陶坯堆上盖上一层燃料，并糊上一层泥浆。在封好的陶坯堆的顶部安放一个直径50—75厘米的长陶管作为烟囱。在陶坯堆的底部插入一圈10—12个破陶罐的口沿。这些破陶罐的口沿即作点燃口，也作燃烧时的进风口。根据陶坯堆的大小，一般要烧8—16个小时。燃烧时，燃陶工要在旁边守候，及时堵住漏烟的地方。为了使烧好的陶器尽量少的破裂，熄火后，一般还要等二三天，陶器堆全部自然冷却，才能取出陶器。实验考古学家对“嘎加普特”燃烧时测试过温度，用牛粪作燃料时，温度可以达到950到1000。陶器的烧成温度是800，可见用“嘎加普特”，完全可以烧制出很好的陶器。

经研究，古代印度最好的黑精陶也可以用“嘎加普特”方式烧制。目前印度还在制作一种外表磨光的黑色陶器，看起来与古代的“黑精陶”非常相似，其烧制方法是这样的：将晾干的陶坯放进一个大口陶罐内，罐内的空间填满羊粪蛋，将罐口用几层泥浆封闭好，使罐内完全与空气隔绝。把封好的陶罐再放到“嘎加普特”上。烧制黑光陶的嘎加普特的土坑容量为90立方厘米，底部铺上20—30厘米的干牛粪，周围和顶部也堆满干牛粪。先用小火烧数小时，之后用大火烧8—12小时。这样大陶罐内形成了还原气氛，陶坯在这种还原气氛中渗炭为黑陶。

## （2）金属器制作

印度次大陆的铜制品首先出现在前哈拉巴文明的地层中，在阿富汗和巴基斯坦铜器出现的还要早些。与美索不达米亚相比，那里的铜器在公元前5000—4000年就产生了，印度次大陆的铜器还是晚了大约1000年。

哈拉巴文明中的铜器很丰富，种类也很多：剃刀、刀子、凿子、箭头、矛头、斧头、鱼钩，此外还有铜锅。带齿的锯和两面可以交替使用的锯在摩焦亨达罗遗址上发现，这很可能是世界上最早的金属锯子。管式钻也是哈拉巴文明对世界的一大贡献。

古代印度铜器制作主要采用铸造的方法。熔炼金属的坩锅残片在哈拉巴文明的遗址上出土过多件，器形也是多种多样，有圆锥形、圆柱形、方形、椭圆形等，一般高24—164毫米，最大腹径24—57毫米。坩锅的壁都很厚重，内壁常常挂有残留的金属质和玻璃质样的物质。绝大多数的坩锅都是陶质的，但也发现过金属质坩锅。在撒姆伯哈的公元前3世纪的遗址中出土过一件铁坩锅。

纯铜的颜色泛红，又称之为红铜。红铜硬度很软，除了做成装饰品外，其用途有限。将锡熔进铜里，制成的铜锡合金则大大提高了制品的硬度和延展性，这种铜锡合金又称为青铜。青铜中铜和锡含量的比例是否合适，往往能反映出冶炼技术的水平高低。对哈拉巴文明出土的铜器进行检测的结果表明：70%的铜器的锡的含量都低于1%；10%的铜器的锡的含量为1—7%；14%的铜器的锡的含量为8—12%；6%的铜器的锡含量超过12%。锡在青铜中的含

量若为 8—12%时，其青铜的强度和延展性都为最佳状况。哈拉巴文明中的铜器大多数是属于红铜的，比较合比例的青铜仅占总数的 14%，说明当时冶炼青铜的技术还不太高。

值得注意的是，摩亨焦达罗和哈拉巴城市遗址中出土的铜器中有 177 件不含锡，而含一些其它金属，如砷、镍、铅等。铜中那怕只加入 1%的砷，就能将铜的硬度从 124 提高到 177（硬度标准）。哈拉巴文明出土的铜器中有 14 件含的砷，含量为 1—7%。

古代印度的青铜铸造工艺的制品既不像中国商周铜器那样纹饰华丽，也不像两河流域的铜器那样令人迷惑难解。哈拉巴文明的铜器制作采用一种比较封闭性的铸造范和失蜡法。中间带凸棱的青铜剑是用封闭性的陶范铸造出来的；舞蹈的小铜人是用失蜡法制成的；带纹饰的印章则有可能用模压方式成型。

黄金是人类最早认识的金属之一。印度的黄金制品可以追溯到哈拉巴文明，主要是黄金做成的各种首饰。黄金首饰多用锤打和铸造两种方式成型。哈拉巴文明的匠人已掌握黄金拉丝、焊接和制造中空的黄金饰品的工艺。哈拉巴文明的中空的圆锥形耳坠、带波纹的戒指，带孔的圆形大牌饰和小如粟米的金珠都反映了当时工匠的高超技艺。印度有丰富的金矿资源，但在哈拉巴文明时期黄金首饰的数量还不多，直到贵霜王朝，黄金饰品才相当普遍。

印度次大陆富有高质量的赤铁矿、磁铁矿和褐铁矿的资源，为发展铁器生产提供了很好的条件。从考古资料来看，目前还没有发现早于黑精陶文化的铁器，即古代印度的铁器产生于公元前 6 世纪。经研究，印度早期的铁器是“块炼铁”，经过锻打而制成的。铁矿石中的铁，一般呈氧化物状态，在一定温度下，铁矿石中氧化铁与还原剂（木炭及其它燃烧物所产生的一氧化碳）接触，便可逐渐还原成铁。大约摄氏 500—600 度以上就开始还原，要到 1000 度左右，就可以得到含碳量很低的固体铁块。这种铁块是软的、海绵似的熟铁块，结构疏松，表面有很多孔隙，孔隙中夹有矿石本身存在的许多氧化物，需要在锻铁炉中烧红后，经过不断锻打，才能挤出一部分或大部分杂质，取得较纯的熟铁块，锻造成各种铁器。

乌贾因是印度“十六国”时期位于温德雅山脚的阿般提的首都，在其公元前 500—200 年的遗址上出土了不少有关冶铁技术的证据。乌贾因遗址出土的铁器含有一定的钙，说明已采用石灰作为冶铁的助熔剂。该遗址还出土了锻铁炉的遗迹。由于冶铁锻铁技术的产生和发展，才可能用更便宜更坚硬的铁制品取代青铜作生产工具和武器。

### （3）珠宝加工业

古代印度的居民对美有着执着的追求，早在中石器时代就流行佩戴珠饰，而且久盛不衰，一直流行到中世纪时代。因此，古代印度的珠宝加工业特别发达，尤其是制珠业。

从考古资料来看，中石器时代和新石器早期的墓葬中多出土贝壳珠饰。拉贾斯坦平原出土的一些石珠的年代，可以早到公元前 5000—2000 年。新石器时代的珠饰材料多种多样，有贝壳、磁铁、玛瑙、红玉髓、陶珠等。

哈拉巴文明时期是珠饰加工的鼎盛时期，在洛塔尔和其它城市遗址中都发现了珠子的生产中心。哈拉巴文明的珠子以宝石和半宝石质料为主，玛瑙

珠和红玉髓珠是最受欢迎的。长 2.5—3 厘米的管形珠是当时的典型式样，能在这么长的珠子上钻孔，可见当时钻孔技术已达相当水平。

哈拉巴文明制珠业的另一项重要工艺是在石质珠子上蚀花，使珠子更加鲜艳夺目。有三种蚀花珠：一种是在红底玛瑙上蚀出白色纹饰，可能是借助钾、白色氧化铅和某种灌木汁；一种是将石珠表面变白，然后蚀上黑色纹饰，据研究是用硷将石珠表面漂白，再用铜和锰之类的金属在珠子表面蚀出黑色纹饰；另一种是不改变石珠表面颜色，直接用铜和锰在珠子表面蚀花。在蚀花过程中还需要加热。

在洛塔尔发现的珠子作坊遗址是一座有 6 个房间的建筑，在其中一个房间里有一圆形炉子，直径 2 米，炉顶有 4 个口，炉外壁抹有泥浆。在炉子里和房间里发现大量完成的和未完成的玛瑙珠。专家们推测这个作坊是将玛瑙珠涂上氧化铜，通过炉子加温，使玛瑙珠表面的颜色加深，呈红玛瑙或红玉髓的颜色。

哈拉巴文明时期除了蚀花石珠外，还流行釉陶珠和费昂斯珠。釉陶珠是陶胎，表面涂有釉彩，再经过加热。费昂斯是一种二氧化硅的人工材料，法国 16—18 世纪流行这种材料作装饰品，为了区别一般的陶器，称之为 Faience。后来，考古学家发现古埃及、古印度都有这种材料，因此也称这种古材料为费昂斯。费昂斯的制作过程大致如下：首先将高质量的石英石或石英砂研磨成粉末，羼和上少量的石灰水和碱水，成型后放在窑里加热，石英颗粒表面在碱的作用下熔化成玻璃质，互相粘成一个整体，最简单的费昂斯就做成了。由于原材料非常纯净，费昂斯呈半透明状，很像宝石类的天然材料。在原料中再羼和少量金属氧化物，如铜、铁、锰等，费昂斯就呈现出漂亮的颜色，一般有乳白色、浅蓝色、蓝绿色。有的费昂斯表面再涂上一层釉料，并画上纹饰，就更鲜艳夺目了。费昂斯的硬度一般在 6—7 度，比重为 2.8 克/厘米<sup>2</sup>。在显微镜下观看，可以看到大量未熔化的二氧化硅结晶和颗粒之间的玻璃质状物质。在摩亨焦达罗出土的天蓝色费昂斯珠，经过化学检测，其成分中含有三氧化硅 88%，三氧化二铁 1.6%，三氧化二铝 4.07%，氧化钙 1.80%，氧化镁 1.53%，氧化铜 1.66%，氧化钾 1.34%。另外在哈拉巴遗址出土的费昂斯珠的成分也都与此类似。

印度的费昂斯珠在前哈拉巴文明就出现了，哈拉巴文明和吠陀时期是其兴盛期。纪元前后有一段时间衰落，到早期历史时间又一度出现。费昂斯珠的形状和装饰与同时期的石珠和釉陶珠基本类似。

哈拉巴文明还流行其它质料的珠子，如金属珠、木珠、象牙珠等。对珠子的装饰手法也多种多样，除了前面提到的蚀花、染色等工艺，还采用雕刻、镶嵌、冻石外表上釉等技法。在摩亨焦达罗遗址出土的一颗珠子，是将数片粉红色石灰石薄片与白色薄片粘接在一起形成一颗珠子的。

哈拉巴文明遗址中还没有发现玻璃珠，但专家们认为，既然当时已经制造高质量的费昂斯，距离制造玻璃已经不远了。因为如果把做费昂斯的原材料中再多加一些碱，烧制的温度再提高一些，晶体状二氧化硅在碱和高温下就会熔融成非晶体无定形的玻璃。但实际上古代印度从制造费昂斯到制造玻璃，之间经历了大约 2000 年的漫长岁月。印度最早的玻璃出现在彩绘灰陶时期，即公元前 800—400 年，是黑色不透明玻璃珠和绿色玻璃珠和玻璃手镯。大约在公元前 300 年的印度东海岸的本地治里附近是玻璃珠的生产中心。玻璃珠的制造工艺中最有特色的是内层夹有金箔的玻璃珠。

古代印度珠宝加工业的产品以珠饰为主，此外，还有头饰、鼻饰、耳环、项圈、手镯、臂钏、指环和足镯等。

## 6. 其它科学技术

古印度在天文历法、文字、交通运输、纺织等方面也有一定的发展。

### (1) 哈拉巴文明的文字

我们对哈拉巴文明了解得比较少的一个主要原因，是由于迄今为止我们还不能破译他们的文字。芬兰和俄国的学者曾经试图使用电脑将哈拉巴印章上的图形和符号进行编码和分析，但未能成功。在印章上可以辨认出四百余个不同的图画符号，这个数目太大，不可能每一个都有文字意义。语言学家们对于这些符号的语言文字没有一致的看法。有的权威学者以为这些印章不仅是宗教性的象征，也是用苏美尔文字写的标签，还有一些学者假设印度哈拉巴的文字是以阿拉美语为基础的，阿拉美语是住在美索不达米亚以东城市居民的口语。德拉威语也是一种可能，因为这种语言对几世纪以后印度次大陆所用的梵文曾有相当的影响。还有一些专家认为哈拉巴文字与印欧语有关系，有可能早在公元前 1500 年以前的哈拉巴人就可能说的是印欧语。虽然对哈拉巴文明的文字没有破译出来，但一般学者却都同意哈拉巴的书写方法与后来的书法有密切的关系。许多印度河流域的符号和数百年后恒河婆罗门文献上的符号相似，而且两者都是由右而左，之后由左而右交互成行的书法。

### (2) 交通运输

古代陆路交通工具一般是指车。车是经过漫长岁月发展而成的，最早可能是用滚木，之后发展为轮子，带轴的轮子，最后才出现了车。

由于制造车的材料都是木头、竹子、皮革等易腐材料，很难保存至今，因此在考古发掘中很少发现第一手的考古资料。哈拉巴文明时的车子虽然没有出土过，但在哈拉巴、摩亨焦达罗、洛特、卡利班甘等遗址上都出土了陶制的玩具车。这些玩具车都是从真实的车为模型制作的，因此可以看作是哈拉巴文明制车技术的代表。

哈拉巴文明的车多是二轮车，采用一头或二头牲畜拉车。拉车的牲畜是驼牛、马或羊。车子的底盘有的是一块整板，有的是中间有孔的。有底盘下有车轴，用皮条将车轴和车身捆绑在一起。车轮直接安在车轴上。哈拉巴文明的车轮有两种，一种是没有轮辐的一整块圆盘，另一种车轮上有轮辐。轮辐的出现是为了减轻轮子本身的重量，是制车技术提高的标志。

带车篷的四轮玩具模型在哈拉巴文明遗址上也有发现，车篷的材料看起来像是用竹子、皮革等轻材料制成的。印度次大陆的红铜或青铜的车子模型出现得比较晚，大约在公元前 3 世纪。金属玩具车将车子复杂的细部零件都表现得很清楚。

在水路交通上，船是最主要的交通工具。哈拉巴文明遗址中

也出土了船的陶制模型，有两种类型。一种船有明显的龙骨，船首很尖，船尾高平，并有桅杆和橹，可能是在深海中航行的船。另一种船没有桅杆，很可能是用于内河湖泊的航行。

### (3) 纺织

印度次大陆是棉花的发源地。根据考古资料，新石器时代的遗址出土的陶纺轮有可能是纺棉线用的。有的专家提出用苇子和竹子编席子的技术可能导致纺织技术的产生，特别是编席子产生的几何图形，对纺织有直接的影响。

在伯扎赫姆出土的新石器时代的陶器表面印有的席纹就反映出编席技术对纺织的影响。

最早的棉织物是出土于印度河文明的摩亨焦达罗遗址的一个银瓶中。根据有关权威学者的研究，这些棉织物平均每平方米重 67.5 克，在一平方厘米平均有 24 个线头，8 个漏线处。洛特尔遗址的一个仓库里，出土了一批印章，印章外面有明显的用席子和棉布包捆的痕迹。从阿拉姆遮普的哈拉巴地层中也出土了棉织物，棉纱纺得比较细，采用是平纹纺织技术。

吠陀时期有关纺织的最重要的发现是在尼瓦萨和产多力出土了丝线的残段，这些丝线是从野蚕茧上抽出来的，看来比棉织品和麻织品珍贵得多。

#### (4) 天文历法

古印度人很早就开始了天文历法的研究。吠陀时代把一年定为 360 日。在古印度的天文历法史上先后出现过 4 部著名的天文历法名著，《太阳悉檀多》是其中最著名的一部，据说它成书于公元前 6 世纪，后人又有增改。书中记述了时间的测量、分至点、日食、月食、行星运动和测量仪器等问题。在吠陀时代，人们一般认为天地中央是一座名为须弥山的大山，日和月都绕着此山运行，太阳绕行一周即为一昼夜。《太阳悉檀多》则说大地为球形，北极为称作墨路山的山顶，那里是神仙的住所。日、月和五星的运行是一股宇宙风所驱使。

## 七、古代中国的科学技术

### 1. 地理、社会历史背景概略

中国位于亚洲东部，东南部濒太平洋，西部深入亚洲内陆，地势西高东低。河流多属太平洋水系，有两条最主要的河流，长江为中国第一大河流，也是世界第三大河流，长 6300 公里；黄河为中国第二大河流，也是世界大河流之一，长 5464 公里。东北平原、华北平原、长江中下游平原是中国三大平原，自古至今都是重要的农业区。中国疆域辽阔，气候复杂多样，从南到北跨热带，亚热带、暖温带、温带、寒温带等不同气候带。自远古以来，中国人的先民们就生息、繁衍和劳动在这块土地上，发明创造出许多科学技术成就，为世人所瞩目。

中国经历了旧石器时代、新石器时代漫长的原始社会，大约在公元前 21 世纪，开始进入文明社会。新石器时代末期，居住并活跃在黄河流域中游一带的夏部落联盟，依仗疏松肥沃的土壤，农业生产有了很大的发展，并有一定的剩余产品，进而产生了私有制和阶级分化，最终导致了原始社会氏族制度的瓦解。夏部落的首领禹死后，一些氏族贵族打破民主选举联盟首领的“禅让”制，实行父死子承的“世袭”制，根据文献记载，约在公元前 2095 年，这些氏族贵族拥立禹的儿子启做了国王，建立了中国历史上第一个奴隶主阶级社会。夏朝从禹开始到桀灭亡，共 14 世。这一时期在政治、经济、文化及科学技术方面均有着承上启下的特点。

公元前 1711 年左右商王朝推翻了夏桀，建立起商朝的统治，商王汤最早建都于西亳（今河南偃师），商中期建都于囂（今河南荥阳以北），后又迁到邢（今河南温县东），南庚又迁于奄（山东曲阜），最后到盘庚时迁都于殷（今河南安阳西北）一直到公元前 11 世纪，商代灭亡，共传 17 世，31 王，经历了约 600 年的历史。这一期是中国奴隶制进一步发展的时期，与此同时，科学技术也得以充分的发展。

继商代之后的王朝是西周（自公元前 11 世纪——公元前 771 年），周人曾是一个古老部落，早在夏朝末年，周人的部落就在我国陕西、甘肃一带活动，与夏朝有联系。周人姓姬，最早和羌人中姜姓部落通婚，结成部落联盟，周的始祖弃是有邠氏的女子姜嫄所生，弃善于农业，被祀为农神后稷。他曾在夏朝作过农官。周人原来居住在黄土高原，那里适于种植黍稷，是一个经营农业的部落，后稷的第三世孙公刘时，周人迁居到豳（今陕西旬邑县）。到公刘的第九世孙古公亶父时，离开豳，又迁到岐山以南的周原，这里土地肥沃，适于农耕，周人就在这一带定居下来，并逐步成为臣服于商的一个小方国。到了古公亶父的儿子季历时，周强大起来，始与商朝发生矛盾，季历儿子昌（即周文王）已为灭商作好了一切准备，并迁丰京（今陕西长安西北），昌之子发又称周武王。终于在公元前 1027 年 1 月向商发动进攻，商纣王惨败，在鹿台自焚而死，周武王占领了商都，宣告商朝灭亡，周朝建立，直至公元前 771 年西周灭亡。前 770—前 476 年是中国历史上大动荡的春秋时代。

西周、春秋是中国奴隶社会进入高度发展的时期，各项政治制度更加完备，经济、文化得到进一步发展，天文历法、数学、物理学、化学、医学等

科学技术均有新的成就。

## 2. 天文历法

中国是一农业古国，农耕一直是人们最基本的生产活动，农业生产的发展需要求助于天文学，基于这种需要，人们自远古时期就对天文现象进行观察，到文明时期的夏、商、西周、春秋时，出现了专管天文的官员，他们把分散、零星的天文历法知识进行整理，并进行较为系统的天象观测和计算，使天文历法得以发展，形成了早期的天文学，成为世界上天文学发达最早的国家之一。

夏朝的天文学尚处在观象授时的阶段。古籍《尚书·尧典》中记述了尧帝曾命令羲叔三兄弟与和氏二人虔诚地按照天来计算和描画出日月和星辰的方位、形象，并定出春、夏、秋、冬的季节使人民遵守。《夏小正》是一部流行在战国时代的著作，但更多记录的是夏代使用的历日制度等，其中包括一年中各个月份的物候、天象、气象和农事等内容。《夏小正》的观象授时法，是以观测黄昏时分若干恒星（鞠、参、昴、南门、大火、织女、银河等）的见、伏或南中天的时日，及北斗斗柄的指向，作为一年中某一月份的起始标准。有人认为“《夏小正》是一种分1年为10个月，每月36日，另有5至6日为过年日的初始历法”（《论夏小正是十月太阳历》，《自然科学史研究》1982年第4期）。《夏小正》中记载：正月“初昏斗柄悬在下”，六月“初昏斗柄悬在上”，其间五个半月为半年，五月“时有养月”，十月“时有养夜”，也是以五个月为半年，由此不难看出《夏小正》是一种不考虑月相变化的纯阳历历法。

根据《尚书·尧典》的记载，夏代人还采用了“期三百有六旬六日，以闰月定四时成岁”的早期历法，它是以一年为366日，说明当时人们可对恒星同年运动周期进行测算。因为一年的长度与月的长度不是整倍的关系，所以这种历法还采用了置闰日的方法予以调整，反映出早在夏代人们就发明了阴阳历，这种阴阳合历在中国一直沿用了几千年。

夏朝末期的几个王子是以天干为名的如胤、孔甲、履癸（即桀），许多学者据此推测夏代已有天干记日法，即用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸十个天干循环记日，并有了10天为一旬的概念。

商、周王朝时期，奴隶主为了巩固其统治地位，竭力宣扬“天命观”，于是各种占卜巫术相当兴盛，殷墟出土的甲骨片，是用来占卜的，其中有不少内容是记录天象的，所以这一时期的天文学往往与巫术迷信混杂在一起。但从某种意义上说，它们却保留了许多这时期关于文天气象的第一手资料。

商代武乙时的一块牛胛骨上刻有完整的六十甲子，表明这时期人们已把天干同子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥十二地支相配合，组成甲子、乙丑、丙寅、丁卯……依次类推的六十干支，用干支记日，六十日一个循环，干支纪日法顺序循环，几乎没有中断地连续使用到今日，是世界上使用时间最长的纪日方法。

商代人观测到月亮经过的星区，发明了28宿的星空划区法，是指把沿着黄道和赤道附近的星象划分为28个不相等的部分，每一部分称为一宿。

商代有了明确的平年、闰年之分，平年12个月，闰月放在十三月，岁首

---

参见阴法鲁等《中国古代文化史》，北京大学出版社1991版。

参见王玉仓《科学技术史》，中国人民大学出版社1993年版。

已基本固定，但对闰月设置的多少还无一定之规，往往是由观测来决定，当发现季节与月份名称不符时，便加进一个闰月加以调节。另外还将一天分为不同的时段，常见于甲骨文的时段名称有：明（旦）、大采、大食、中日、小采、昏等。

商代甲骨文中可见“至日”、“南日”或“日南”的记载，有人认为：“这些均指冬至日，并结合甲骨卜辞和古文献论证，殷商时期已使用圭表观测日影长度的变化，由此确定冬至日”。（阴法鲁等《中国古代文化史》北京大学出版社，1991。）圭表是通过测量日影长度以定时刻的天文计时仪器，圭一般是平卧于表下的有刻度的标尺。表则是垂直于圭面的立杆。圭表的发明标志着我国天文学已进入一个新的阶段，即人们开始了凭借仪器观测天文现象的新阶段。

商代十分重视对天象的观测，发现了一些星座，其中最重要的是当时已观察到了新星，另外从甲骨卜辞中还可看到不少关于日蚀、月蚀的记录。

西周、春秋的历法在商代基础上进一步发展，并确切有了以圭表测影的方法，来确定冬至和夏至。《周礼·春官》记载：“土圭……以致四时日月。”《诗经·小雅·十月之交》中提到“十月之交，朔月辛卯，日有食之”，科学家研究认为：“这是指公元前735年11月30日发生的一次食分很大的日偏食，是中国典籍中关于朔日的最早记述。”（《中国天文学史文集》第3集，1984年。）

这一时期人们进一步将一天分为12时辰，并以12个地支来记时。从《周礼·夏官》中“挈壶氏掌挈壶……以水火守之，分以日夜”的记载可见至迟在西周时，已发明了漏壶这一古老的计时工具。

有人认为在西周、春秋之时，中国已有不少世界上最早的天象记录，如公元前687年，中国记录了天琴座流星群，公元前611年中国有了彗星的最早记录。

### 3. 数学

数学是中国古代科学技术的重要内容之一，它具有高度的抽象性、概括性，是人类生产实践发展到一定程度的产物。

数学在中国的起源与发展有着悠久的历史，古籍《世本》中曾提到“黄帝使隶首作数”的传说，成书于西汉的著名天文历算著作《周髀算经》记载“禹之所以治天下者，此数之所由生也”。从考古学资料看，中国古代数学的萌芽可追溯到新石器时代西安半坡遗址中出土陶片上的数字符号，另外新石器时代遗址中的大多数房屋的形状都是方形、圆形或椭圆形等几何形状，陶器的形状和纹饰更是以几何形的图案为主，这些离开规矩、准、绳一类的工具，很难想象。古籍《尸子》中记述：“古者，倕为规、矩、准、绳，使天下仿焉”，规画圆、矩画方，准取平，绳取直，均为简单却又基本的数学仪器，可见这类仪器早在新石器时代就已产生了。

进入文明社会即夏、商、周后，生产力有了更大的发展，对数学的要求也自然是越来越高。商代有关数学的一些明确概念和记数方法均已产生，并以文字形式记录下来。到周朝时数学知识进一步发展，并在周朝社会中占有了一定的地位，被人们熟悉的周代的六艺有“礼、乐、射、御、书、数”。其中数就是指数学，数学在当时社会中的地位可见之一斑了。

#### (1) 甲骨文与金文中的数学

真正见于文字记载的我国最早的数学资料是在河南安阳出土的商代甲骨卜辞上，卜辞中有 5000 余文字，其中有不少关于数字的记录，多为战争中杀死或俘获敌人的数目，狩猎中获得的禽兽数目及祭祀时宰杀的牲畜数目等等。有一片甲骨上刻有“八月辛亥允戈伐二千六百五十六人”，卜辞中记述的数字最大的为“三万”，最小的为“一”，中间的个、十、百、千、万各有专门的名词。有人例举卜辞中有关数字的一些记录如“俘人十又六人”、“十牛又五”、“五百四旬七日”等，并把甲骨文的象形文的数字与现代的汉文数字排列如下：

甲骨文:	一 二 三 四 五 六 七 八 九 十
现代文字:	一 二 三 四 五 六 七 八 九 十
甲骨文:	十一 十二 十三 十四 十五 十六 十七 十八
现代文字:	十一 十二 十三 十四 十五 十六 十七 十八
甲骨文:	二十 三十 四十 五十 六十 七十 八十
现代文字:	二十 三十 四十 五十 六十 七十 八十
甲骨文:	百 千 万 二 百 三 百
现代文字:	百 千 万 二 百 三 百
甲骨文:	四 百 五 百 六 百 八 百 九 百 二 千 三 千
现代文字:	四 百 五 百 六 百 八 百 九 百 二 千 三 千
甲骨文:	肆 肆 肆 肆
现代文字:	四千 五千 八千 三万

(《中国上古时期科学技术史话》，中国环境科学出版社，1990 年)

除甲骨文外，周朝人还习惯在青铜器上面铸字称作“钟鼎文”或金文，其数字的表示方法在甲骨文基础上有所发展，已与后来汉字数字在写法上非常接近，以 1—10 的数字为例：

参见李俨等《中国古代数学史话》，中华书局，1979 年版。

参见李俨等《中国古代数学史》，中华书局 1978 年版。

金文：一 二 三 三 三 三 介 十 九 十 十

现代：一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

## (2) 分数的使用与四则运算

商代人还掌握了非自然数即分数的使用。开始认识的只是单分数——分子是1的分数，后来逐渐认识到一般的分数，并用“大( $\frac{2}{3}$ )”、“半

( $\frac{1}{2}$ )”、“小( $\frac{1}{3}$ )”来记分数，经董作宾研究考证：商代人已经知

道一年的长度为 $365\frac{1}{4}$ 日，并掌握了初步的四则运算方法，当时这些数字

不是用符号表达而是用文字表达的，写成“三百六十五又四分之一”，人们把分子称为“子”，把分母称为“母”，其运算规则加法叫“合分”，减法叫“减分”、乘法叫“乘分”、除法叫“经分”。运算中分子、分母称为“实”和“法”，如果用 $158\frac{1}{7}$ 除以26时，两个数都先用7乘，约分法

(找最大公约数，化简成最简分数)当时是用辗转除法进行的。(《殷历谱》1954)到周代对分数的认识进一步完善。《考工记》是汉代人以周朝残简，补缀而成，其内容反映的是周朝的情况，其中关于分数的记法有：“六分其轮崇，以其一为之身围”、“五分其毂之长，去一以为

贤，去三以为轂”。刘洪涛认为：“这种表示法把分数 $\frac{n}{m}$ 表示为：将某物

(或某一个量)分为m份，取其中的几份，或者去掉其中的(m-n)份。分数还没有与具体事物相分离，变成纯粹抽象的数的概念，显然是较原始的代表法。《考工记》中“纆三分寸之二谓之轮之固”、“十分寸之一谓之枚”的表示方法已较前种进了一步，具有一定的抽象化程度。而“穹者三之一”、“中围加三之一”的分数表示法则与今天的分数记法很接近了。(《中国古代科技史》南开大学出版社，1991年)

## (3) 十进位制

值得一提的是中国人在商代已采用了十进位的计数方法，即十十为百，十百为千，十千为万，各排在固定的位置上，满十向左进一位数，这与我们今天使用的记数方法完全一致，十进位制的记数法曾对世界科学技术的发展起过重要作用。英国著名学者李约瑟曾给予十进位制的发明以高度的评价：“如果没有这种十进位制，就不可能出现我们现在这个统一化的世界了。”(《中国科学技术史》卷3，第333页，科学出版社，1978年)

## (4) 周代的度量衡

由于周代实行井田制，土地丈量、计算等技术迅速发展起来。《考工记》记载周朝已有明确的度量衡单位。长度单位可分为丈、尺、寸。《考古记》中多次出现尺和寸，如“车人为来，庇长尺有一寸，中直者三尺有三寸，上句者二尺有二寸”，又如 人为皋鼓“长寻有四尺，鼓四尺”、“人高八尺，带以下四尺五寸”等。重量单位有垆、铔、钩、侖、斛等，很难弄清它们与今天使用的重量单位之间的关系，据西汉郑玄的考释认为“铔”的重量相当于汉代的“六两大半两”，而许氏《说文解字》中认为相当于“十铢二十五分之十三也”。钩在秦汉时，一钩重三十斤，四钩为石，估计周代的钩与秦汉时的钩也不会是一样的。容量单位按照《考工记》记载：“量之以为龠，

深尺，内方尺而圆其外，其实一龠，其臀一寸，其实一豆，其耳三寸，其实一升，重一钧。”

周代的度量衡单位与今天中国人使用的度量衡单位是不一样的，但它们毕竟奠定了中国度量衡的基础，如长度单位中的丈、尺、寸，重量单位中的钧，容量单位中的升等名称被保留至今。

#### (4) 衡量角度的方法

《考工记》中还记述了关于用圆弧大小来衡量角度的方法：例如“为天子之弓，合九而成规；为诸侯之弓，合七而成规；大夫之弓，合五百成规；士之弓合三而成规”。据容镡考证认为：“合九而成规”或“合三而成规”都是指9张弓的弓背或3张弓的弓背用来划分一个圆周的方法。这实际上是用圆弧来划分圆周的角度”（《中国上古时期科学技术史话》，中国环境科学出版社，1990年）。《考工记》中还有衡量角度大小的一些单位，例如“矩、宣、柯、磬折”。

## 4. 农业与水利

中国是一农业古国，也是世界栽培植物的重要起源地之一。

自新石器时代人们就以农业为主，栽培了粟（小米）、稻、黍、稷（糜子）等农作物，驯化了猪、狗、羊、牛、鸡等家畜。到夏、商、周时期，人们已积累了相当的农业生产经验，产生了许多新的农业技术，无论从当时栽培的农作物种类，农业生产工具还是水利设施上看，这时期中国农业的发展都具备了一定的规模和水平，处在农业发展史上一个非常重要的时期。

### （1）农作物和家畜的主要品种

据商代甲骨文和《诗经》中的记载，可以肯定在商朝时期，中国农作物的种类已有“禾、黍、稷、来（小麦），麦、菽、稻”等，到西周时一种农作物中往往出现不同的类型（品种），如黍出现了秬、秠类型，秬是黑黍，秠是一稔二米的黍；粟出现了糜、艺类型，糜是赤粱米、艺是白粱粟，在菽和麦中出现了稊、穉类型，稊是早播类型，穉是迟播类型。

商周时期还出现了园艺栽培的萌芽，通常称菜地为圃，用篱笆围起来，也称作园，即可种菜也可种果。统称为园圃。《诗经·小雅·鹤鸣》：“乐彼彼园，受有树檀。”《豳风·七月》：“九月筑场圃，十月纳禾稼。”《魏风·园有桃》：“园有桃、其实之馥。”由此可见至迟在周代已出现了专门种植蔬菜、果树的园地。从《诗经》、《夏小正》等文献看，商周时代的蔬菜种类可达25种，大多数属于野生的植物，只有韭、瓠、瓜等属于人工栽培的，果树有16种，仅有榛、栗、桃、棘等属于人工栽培的。

早在新石器时代中国已普遍驯化了狗、猪、牛、羊、鸡几种动物，到夏、商周时代，马已被驯养，并成为六畜中较重要的一种，商代甲骨文中可见这六种家畜的名称。

### （2）农具及主要农、牧技术

夏、商、周时期，农业生产工具的种类有所增加，出现了中耕的除草农具，商、周时期又开始使用以青铜为主的金属制农具，青铜农具比以往的石、木、蚌器坚硬，锋利、耐用，因而青铜农具的出现，意味着农业生产的发展，但应该指出的是这一时期，以青铜为主的金属大量被用于制作奴隶制需要的礼器，广大奴隶仍以使用石、木、蚌制的农具为主。从考古学资料和文献记载的情况看，当时的农具有十几个种类，按其用途可分为四大类：一类是整田的农具如耒、耜、铲、耨、耨等；二类是中耕的除草农具有钱、镈；三类是收获农具镰、铎等；四类是加工家具杆臼等。耨、钱、镈是这一时期新出现的农具，闵宗殿等认为：“钱，类似今日的锹，镈，类似今日的锄，都是用于中耕除草的。”（《中国农业技术发展简史》第19页，农业出版社，1983年）这些农具的出现，是当时出现整田平田和中耕除草技术的一个很有力的佐证。

夏、商、周时最显著的耕作技术是采用“垄作”种“耦耕”。垄最早出现于夏代，相传夏代我国曾发生过一次特大洪水，夏禹带领人民治水时，在农田内开了大小不同的排水沟，形成了垄或高畦的田地。田间最小的排水沟，当时称为隰（畎），宽度为一尺，用耜挖沟，耜的宽度一般为5寸，最小的排水沟是二耜的宽度，因此当时开沟作垄均实行二人合作的方式进行，二人

---

参见闵宗殿等《中国农业技术发展简史》，农业出版社1983年版。

各执一耜，协作挖沟作垄，被称为“耦耕”。耦耕不仅被用在作垄上，也被用于耕地等其他农田作业上。两人合作耦耕比一人单耕效率高，成为西周最流行的耕作方式。《诗经》中“十千维耦”、“千耦其耘”是对大田中集体耕耘盛况的真实记录。

周代农作物播种前一般要进行粒选，《诗经·大雅·生民》中有“种之黄茂”和“嘉种”的记载，反映出周代已重视对农作物播种的选种，且以色泽鲜亮，子粒饱满为选种的标准。

杂草和害虫是威胁农业生产的两大天敌，西周时期人们对此已有所认识，并采取了一定的防治方法。《周礼·秋官》“庶氏掌除毒蠹，以攻说禴之，嘉草攻之，……剪氏掌除蠹物，以攻禁攻之，以莽草熏之……赤发氏掌除墙屋，以蜃炭攻之，以灰洒毒之，凡隙屋除其狸虫，蝮氏掌去鼯焚牡鞠，以灰洒之则死”，说明周代已设置专门治虫的官吏，采用以药草、熏蒸、炭火逼攻，洒石灰和草木灰等方法除虫。

商代时人们注意到保护土壤，从甲骨卜辞的记载可知当时已用粪肥增加土地肥力和贮存人畜粪肥，造厩肥的方法。

西周时期还出现了阉割家畜的技术，《易经》中有“豮豕”的记载，是指对猪进行阉割。

### （3）水利

自古水利就是农业的命脉，这似乎是一个亘古不变的真理。夏商周时期，中国广大地区的农业主要面临着两个主要问题，一是水涝，二是干旱，为解决这两个问题，人们发明了农田沟洫和人工灌溉的方法。

### （4）农田沟洫

沟洫主要是为消除水害而设置的，同时也具有部分润湿土壤的效益。《周礼·地官·司徒》中“通水于田，池水于川”是对农田沟洫的描述。农田沟洫肇始于夏，相传大禹治水时已凿沟洫，以排泄水涝。《论语·泰伯》有谓“禹卑宫室，而尽力乎沟洫”。《史记·夏本纪》也提到：“浚畎洫而致之川。”近年来考古工作者在洛阳偃李后冈第二期文化煤山类型的新石器时代晚期遗址中，发现了宽2—3米，深约1米的水沟，证明夏代肯定会有沟洫的存在。

到商代沟洫进一步发展，且具备了一定的水平。甲骨文中有关沟洫的象形文字如：“𠂔”，许慎《说文解字》中的“𠂔”字即后来的畎字。“𠂔”字从田从川，从字形上分析是指田间流水的小沟。考古学资料中可找到一些商代沟洫的遗迹，如白家庄，二里岗等商代遗址中发现了数条上宽下窄，长短深浅不同的水沟，小者宽70厘米，深50厘米，大者宽1.1米，深1米，长30米。白家庄发现了一段5.5米长的水沟，近底部的两壁上有25个竖形圆孔，孔内还残存着木质朽凝物，表明它是插木柱的。有学者认为：“从其结构，似乎商代在水沟上已设有节制水流的设施。”（北京大学历史系考古教研室《商周考古》第63页，1979年。）

到西周时农田沟洫的技术有所发展并趋于规范化和制度化。周族本是个擅长经营农业的部落，公刘传十世到古公亶父，周人迁至岐山之下的周原，

---

参见闵宗殿等《中国农业技术发展简史》，农业出版社1983年版。

参见吴汝祚《夏文化初论》，《中国史研究》1979年第2期。

参见许顺湛《灿烂的郑州商代文化》，河南人民出版社1957年版。

地处泾渭河谷，常遇水患，所以讲究沟洫治理。《诗经·大雅·绵》有云：“乃疆乃理，乃宣乃亩，自西徂东，周爰执事”。“宣”指宣泄，亩即垄，由此可见当时周人开拓耕地已注意到沟洫的安排，方块农田与大小水沟结合在一起的井疆制度开始萌芽，后来随着周王朝的建立和奴隶制的发展，沟洫渐趋于规范化，在井田制盛行的区域内，还形成了大小田块与大小水沟配套的井田沟洫系统。

#### （5）人工灌溉

农田沟洫只可用作排水，不能用作灌溉，大约在商代时开始出现了人工灌溉工程。我国最早的农学著作《汜胜之书》说“昔汤有旱灾，伊尹为区田，教民粪种，负水浇稼，收至亩百石”，伊尹是商汤的宰相，这段记载虽系传说，但可能也反映了一定的事实。《诗经·小雅·白桦》载“漉池北流，浸彼稻田”即指灌溉稻田。《诗经·大雅·浚酌》“浚酌彼行潦，挹彼注兹，可以灌溉”意为提水灌田。从中不难看出至迟到西周时已有了农田灌溉工程，且具备了引水灌溉和提水灌溉两种方式。虽然当时的灌溉范围和规模有限，尚处在水利灌溉的萌芽时期，但它对后来中国农业水利的发展起了一定的影响和作用。

## 5. 中医、中药

中医、中药是中国先民们在长期的医疗实践中积累起来的与疾病作斗争的重要武器，也是在世界科技史上占有重要地位的一份宝贵财富。

### (1) 中药的起源与早期发展

早期人类对动、植物的认识是有限的，时常会因误食某种有毒的东西引起呕吐、腹泻、昏迷，甚至死亡。人们在寻找食物的过程中。特别是到了新石器时代农业出现以后，逐渐对各种农作物和天然植物的性能有所了解，进而对它们的药用性可能也有初步的认识，后来当疾病发生时，根据经验试服某些动、植物来解除病痛，这便是中药的最早开端。

古籍中有不少关于中医、中药起源的解释。《淮南子·修务训》：“神农乃始教民……尝有百草之滋味，水泉之甘苦，令民知所避，当此之时，一日而遇七十毒。”神农所处的时代是新石器时代晚期，一般有毒的植物都有一定的医疗价值，估计当时的人们已懂得以毒攻毒的道理了。《史记·补三皇本纪》载“神农尝百草，始有医药”。看来新石器时代中国人就开始利用中药治病了。早期的医药往往与巫术混杂在一起，《吕代春秋·勿躬》中所谓“巫彭作医，巫箴作筮”反映出巫与医的关系。贝尔纳认为“官方的医学把植物药材和矿物药材编成条目，有关这些的知识，曾由各原始文化期的巫医们和女巫们传授下来”（《历史上的科学》，科学出版社1983年，第69页）。

最早的中药是直接入口咀嚼吞咽，这种服药方法有一定的副作用，且限制了许多药的服用，陶器发明后，人们懂得利用陶器将药与水放在一起煮沸制成汤液后服用，相传商汤的宰相伊尹最早发明了中药汤液，服汤液可更好地吸收药的成份，并成为后来中药的主要药剂形式。

对于中药的分类认识和记录大约是在春秋以前，成书于春秋时期的《诗经》记载了一些可作为药物的植物如“芣苢”（车前）“蕝”（贝母）“葍”（益母草）等，并记录了一百二十多种药，包括植物、动物和矿物三类，提示了它们的简单用法和治疗性能，甚至指出有的草药可用来预防疾病，如“菴菴，食之使人无子”、“箴鱼，食之无疫疾”、“罍能毒鼠”等等，说明早在春秋以前，人们已建立了对中药的系统分类认识，并有的放矢地用一些中药来防病治病。

由于文献资料的缺乏，我们很难全面了解周代以前的中药情况，但考古学资料可提供一些这方面的补证。在河北藁城台西村商代遗址中发现了三十余枚植物种仁，经鉴定均为药用的桃仁和郁李仁。桃仁性寒味甘，用热水浸泡后去皮尖，研成泥可以用来润大肠，通经破瘀，是破血润燥的良药。郁李仁味酸，炮制方法和桃仁相同，可用来破血润燥，消肿利便，可见商代时人们已懂得利用这两种药治疗一些急症。

### (2) 中医的分科及其他

商代甲骨文上的象形文字中，已出现与人体医学有关的文字，如，象征小儿头凶未合，孕字，为大腹之形且有子在腹中，蛊字指肚

---

参见[晋]代皇甫谧《甲乙经》序文。

参见河北博物馆等《河北藁城县台西村商代遗址1973年的重大发现》，《文物》1974年第8期。

子时有寄生虫。对人体病症的记录，意味着人们对疾病的认识和医治的开始。

到西周时中医已开始分科，《周礼》中把医分为“食医”（为王室管理饮食卫生，相当于营养科），“疾医”（相当于内科医生），“疡医”（相当于外科）和“兽医”（专门治疗牲畜疾病）。虽然这种分科的方法还存在一定的局限性，如食医只是为皇室本身的需要而设置的，但它却为医学的分科开了先河。

《周礼·天官》记载了周代开始设置疡医（外科医生）“下士八八，掌肿疡、溃疡、金疡、折疡”的治疗。治疗的方法包括药物外敷，或刮去脓血，或用腐蚀药消除病变的部分。

中医治病十分注重总结经验，体现在周朝时就开始设置医官，存留医案，并制定出奖惩医生医术的办法，《周礼·天官》记载“医师掌医之政令，聚毒药以供医事，凡邦之疾病者，有疮疡者，造焉，则使医分而治之。岁终，则稽其医事，以制其食，十全为上，十失一次之，十失二次之，十失三次之，十失四为下。”

### （3）针、灸

针灸是中医中最重要的治疗疾病的方法之一，指在病人身体一定的部位用针刺入，或用火温热烧灼局部位置，以达到治病的目的。针灸本属于两种不同的疗法，但在发展过程中两者经常配合使用，便形成针灸合一的局面。

针刺疗法大约起源于石器时代，人们用燧石做成的刀切开脓肿，用石针或骨针放掉淤血。《山海经·东山经》中有“高氏之山……其下多箴石”，许慎《说文解字》说“砭，以石刺病”。许多学者考证认为山海经中的箴石就是指砭石，砭石可当之无愧看作最早的医疗器具，因砭字从石，可推测最早的针是以石制成的。

1973年在河北藁城台西村的商代一座墓葬中发现了一件石镰，长20厘米，最宽处5.4厘米，形制与过去大量发现的用于农业生产的商代石镰无大差异，但未见安装手柄的痕迹。马继兴根据这件石镰是出在一座伴有大量随葬品和有奴隶殉葬的奴隶主墓中，又被放在漆盒里，认为这一石镰，不可能是奴隶手里的简单劳动工具……是当时的医疗器具——砭石的一种，即所谓砭镰。”（《台西村商墓中出土的医疗器具砭镰》，《文物》1979.6）结合此遗址出土的中药，可以想象商代时中医、中药已有了一定的发展。

灸灼疗法起源于远古时人们围火取暖的过程中，发现它能消除或减轻某些病痛的症状，或偶尔在身体遭到灼伤，却减轻了其他某种疾病的症状，逐步发展为灸治的方法。根据《黄帝内经·太素》中“气血未盛，未为脓者，可以石熨。写其盛气也”，可知周代以前的灸灼疗法虽很难考证，但砭石加热可放在痛处，起热敷作用，是可以肯定的，估计周代以前应有许多灸灼的疗法。

周代以前的中医、中药尚处在奠定中医学基础的阶段，最主要的表现还没有一部关于中医药学的理论著作，但从以上叙述可知中医中药的发展已为后来中医科学理论的形成积累了经验和素材，到战国时期出现了我国第一部医学理论著作《黄帝内经》。

---

参见《甲骨学》，商务印书馆1934年版。

参见河北博物馆等《河北藁城县台西村商代遗址1973年的重要发现》，《文物》。

## 6. 城市与宫殿建筑

建筑是人类生产和生活资料的一部分，由于它的建造需要投入大量的人力，物力和财力，所以建筑技术水平的高低往往代表着一个国家的政治、科学和文化等进步程度。中国的古代建筑技术独具特色，自成体系，在世界古代建筑史上占有特殊的地位。

自然、地理条件常常对于建筑技术发展起重要作用，由于中国各地不同的气候和地形，需要设计出与之相适应的建筑，在材料和结构上也表现也一定的差异，如早在新石器时代就形成了长江下游水网地带的干栏式建筑，而黄河流域中游则形成半地穴式的建筑风格。

夏商周时期，随着生产力水平的提高，奴隶社会制度的建立与发展，更多的人力、物力和财力转向对城市和宫殿的建造，并形成了以土木建筑占主导地位的建筑体系，因而城市和宫殿代表了这时期建筑技术的最高水准。

### (1) 城址

早在新石器时代，中国已出现了城郭，《世本·作》载：“鯀作城郭”，《淮南子·原道训》中有“夏鯀作三仞之城”的说法。近年来考古学资料表明：在新石器时代晚期的龙山文化遗址中已有不少类似城郭的遗址，如河南淮阳平粮台城址，它的平面呈正方形，边长为 185 米，城墙采用小版夯筑法，即先用小版在城墙内侧夯一土墙，墙外逐层填土，如此层层加高，直到筑成。这座城南北有城门，南城门还发现了土坯筑成的门卫房和地下陶质排水管道，城内为土坯筑成的排房，房屋周围还有草拌泥涂抹成的散水坡，这是比较原始的城郭或称城堡。

到商代以宫殿为中心的城市开始发展起来，从考古发掘的情况看，偃师商城，河南郑州商城，湖北黄陂盘龙城等都具备了一定的布局和规模，并对后来城市的发展以重要的影响。以郑州商城是一座规模较大的城址，东墙和南墙各长 1700 米，北墙长约 1690 米，西墙 1870 米，周长 6960 米，城内的东北部发现多处大型夯土台基，有的台基上保留了坚硬的白灰面和细泥地坪及大型石柱础和柱洞的遗迹，估计为当时奴隶主居住的宫殿区。城外四周分布着各种手工业作坊和居住址，窖穴、水井、灰坑、壕沟、墓葬和祭祀坑等遗迹。根据文献和出土遗迹的考证，不少学者认为此城是商代中期“仲丁迁于囿”的囿都，也有人认为是商汤所都的亳。从其城墙遗迹分析，是采用两侧木模型板，中间填土夯打，木板每块一般长约 2.5—3.3 米，宽 0.1—0.3 米，并采取分段夯筑的方法，将两侧壁和一个横头都用木板相堵。在一段内分层夯筑，然后拆除堵板和两侧壁板，这种方法又称分段版筑法，它可在同一时间内集中更多劳力，加快速度和保证质量，是建筑技术上的一大进步。

到西周时版筑技术又有新的发展，出现了以立柱、插竿、橛子、草绳来固定模板，在分段的基础上采用了方块夯筑的方法，这些方法使版筑技术更加完善，用这种方法夯筑的城墙一直沿用到中国封建社会的晚期。

### (2) 宫殿

---

参见《河南淮阳平粮台龙山文化城址试掘简报》，《文物》1983 年第 3 期。

参见中国历史博物馆编《简明中国文物辞典》，福建人民出版社 1991 年版。

参见中国科学院自然科学史研究所主编《中国古代建筑技术史》，科学出版社 1985 年版。

参见中国科学院自然科学史研究所主编《中国古代建筑技术史》，科学出版社 1985 年版。

商朝是奴隶主至大兴宫殿的时期，《周易·系辞》载：“上古穴居而野处，后世圣人易之以宫室。”《周礼·考工记》中记有：“殷人重屋，堂修七寻，堂崇三尺，四阿重屋。”这里所指的都是奴隶主的宫室。考古学资料表明商代有不少的宫殿建筑，如商代早期的二里头宫殿遗址、商代中期的盘龙城宫殿遗址和商代晚期殷墟的十几处宫殿遗址等，都代表了当时以木结构为主，土木相结合的构造技术。

二里头宫殿建筑东西长 108 米，南北宽约 100 米，平面近方形，只东北部微凹，是一座大型夯土台基，台基边缘用姜石铺垫的硬面和路面，起散水作用。夯土台基中部偏北有一块略高的长方形台面，是宫殿的基座，东西长 36 米，南北宽 25 米，上面排列一圈柱穴，南北两边各 9 个，东西两边各 4 个，柱穴底部均垫有一块卵石，作为柱础。根据遗迹推测这是一座面阔八间，进深三间，木骨为架，草泥为皮，四坡出檐的大型木构建筑。殿宫正南约 70 米处是宫殿的大门，在宽 24 米的地方，夯土台基向南延伸呈斜坡状，上面排列了 9 个门柱柱穴，大门两侧还发现了一圈廊庑式建筑遗迹。由此可知商代早期的宫殿是由堂、庑、庭、门组成，中间是殿堂，南面有大门，四周含相连的廊房，初具了我国宫殿，宗庙建筑的形制和规模。

到西周时期宫殿建筑技术有所发展，形成了一组规模宏大，具有整齐格局的四合院式群体建筑。《尚书·顾命》中有对这个时期宫殿形制的描述如：前面有正门，门的两侧有“右塾”和“左塾”，门内有庭（指院落），庭内居中有堂，堂前有东西两阶，堂后有侧阶，堂上有主室和其左右的東西房等，正门的前面有应门，应门之前还有皋门。1976 年考古工作者在陕西岐山凤雏发现了一座西周时期的宫殿或宗庙建筑，其形制与上文献所述可吻合，其建筑是坐北朝南，以门道、前堂、过廊，后室为主轴，东西配置厢房，形成一个前后两进，东西对称的封闭院落，还发现了两处排水管道，是用陶水管套接或用卵石砌筑，地面和墙壁均以泥浆掺合细砂和石灰涂抹，在房屋堆积物中还发现了少量的瓦，估计屋顶的一部分是用瓦盖成的。

瓦的使用在建筑史上是一件大事，它可有效地避免屋顶的漏水，延长房屋的使用年限，还是人们将人工材料运用于建筑物上的一次伟大的尝试。《史记·龟策列传》记有：“桀为瓦室”，可知瓦的出现有可能是在夏代，但见于考古学资料，最早的瓦就是岐山凤雏宫殿遗址中的瓦，这种瓦宽约 30 厘米，长度不详，为泥条盘筑，背面纹陶纹，青灰色，陶质较脆。到西周晚期，瓦的使用较为广泛，陕西扶风召陈西周晚期遗址中，三个房屋周围都含大量瓦片堆积，瓦的种类达十多种，且有板瓦与筒瓦之分。

氏族社会时期人们已对建筑进行装饰，商代的装饰艺术有了更大的发展。安阳小屯一个商代遗址中发现了一块绘有彩画的白灰面墙皮，残长 22 厘米，宽 13 厘米，厚 7 厘米，墙皮上绘有红色花纹和黑圆点，由此可见当时已出现用壁画装饰建筑的形式，另外人们可能还在梁柱或门窗上加以雕刻，起装饰效果，虽没有直接证据证明这一点，但从考古发掘盘龙城和殷墟墓葬中可见到的木椁上的彩雕，以及大量商代青铜上的繁缛纹饰中，推测这

---

参见中国历史博物馆编《简明中国文物辞典》，福建人民出版社 1991 年版。

参见中国科学院自然科学史研究所主编《中国古代建筑技术史》，科学出版社 1985 年版。

参见陕西西周原考古队《扶风召陈西周建筑基址发掘简报》，《文物》1981 年第 3 期。

参见中国科学院自然科学史研究所主编《中国古代建筑技术史》，科学出版社 1985 年版。

种技术在商代就开始被运用在建筑装饰中。

由上所述可将这一时期的建筑技术特点归纳为以下几点，第一，高台建筑普遍出现，宫殿多是建在大型的夯土台基上。第二，夯土技术广泛运用并逐步发展成熟。第三，形成了以木结构为主，土木相结合的传统建筑体系。第四，开始使用人工材料，并注重对建筑的装饰。第五，形成了规整的整体布局，并深深影响了中国传统建筑达 1000 多年之久。

## 7. 甲骨文

目前在世界范围内仍在使用的各种文字中，以汉字最为古老。它是在经历了相当长的原始文字阶段后才发展起来的一种完整、独立的文字体系，对后来中国文化，科学技术的发展起了不容忽视的作用。

在新石器时代晚期西安半坡遗址中，考古工作者发现 100 多件（块）陶器或陶器碎片中含 30 余种刻划符号，如“ ”等，后来又在其他许多遗址中发现了类似的情况，往往在一个地区的几个不同遗址中可找到相同的符号，可见它们具有一定的通用性。山东大汶口文化遗址中出土的一些器物上刻有“ ”，似乎更接近象形文字，考古学家们一般认为这些刻划符号中有些可能是族徽或标记，有些则可能是原始汉字的先驱。

汉字的真正形成是在商代，商代的文字种类很多，有刻在石上的石文，刻在陶器上的陶文，铸在青铜器上的金文及刻在甲骨上的甲骨文，其中以甲骨文最为主要。

甲是指龟甲，甲文是指在龟的腹甲上契刻的文字，骨是指兽骨，主要以牛胛骨和鹿头骨为主，骨文是指刻在牛胛骨和鹿头骨上的文字，两者合称为甲骨文。

商朝虽已进入了发达的奴隶制社会，但商代人却十分迷信，在他们看来生活中的一切都必须服从天意，因此无论大小事情都要进行占卜，占卜的内容包括祭祀、征伐、田猎、疾病风雨，女人生产等，占卜者用甲骨进行占卜，把占卜的内容和结果都刻在甲骨上，这种甲骨文又称“卜辞”。

甲骨文是由著名文字学家王懿荣于 1899 年最先发现和确认的，后来中外学者对甲骨文进行了搜集与研究。自 1928 年起，多次在河南安阳殷墟进行考古发掘，共发现了甲骨 15 万片以上。古文字学家认真整理了这些甲骨文，并对其进行考释，写下了许多具有重要学术价值的著作，如董作宾的《殷墟文字甲编》、《殷墟文字乙编》，郭沫若的《卜辞通纂》，陈梦家的《殷墟卜辞综述》，郭沫若主编的《甲骨文合集》等。通过对甲骨文的研究，我们可了解商代的政治军事、文化、科技等多方面的历史内容。殷墟发现的卜骨上有多片是记录月食发生情况的如“月又戡”，成为人们研究天文史最可靠的第一手资料。

在商代的其他遗址中也发现了不少的这类甲骨文。1954 年还在山西洪洞县首次发现了西周的甲骨文，后来陆续在陕西扶风岐山一带也发现了西周的甲骨文。

甲骨文中除“卜辞”外还有一种纪事刻辞，主要是刻在龟甲两边凸出的部分或牛胛骨顶端凹下的白面上。刻辞有的与卜辞有关，有的则与之无关如记载战争中的俘虏数字，田猎所获多寡及方国、臣下进贡的物品等。

据现有的资料统计，甲骨文有单字 4500 个，其中可辨认的约有 2000 余字，被学者们公认的有 1000 多字，从这些字体看有象形字，假借字，形声字，

---

参见中国科学院考古研究所《西安半坡——原始氏族公社聚落遗址》，文物出版社 1963 年版。

参见山东省文物管理处《大汶口》，文物出版社 1974 年版。

参见萧艾著《甲骨文史话》，文物出版社 1980 年版。

参见萧艾著《甲骨文史话》，文物出版社 1980 年版。

参见萧艾著《甲骨文史话》，文物出版社 1980 年版。

说明这时的文字已具备了汉字的基本结构、特征和功能，并发展到了比较成熟的阶段。

## 8. 青铜器

青铜器是指用铜和锡等金属合金制成的器物，青铜器的出现在人类历史上，是划时代的重大事件，学者们将普遍制作和使用青铜工具的时代称为“青铜时代”。中国最早的青铜器出现于新石器时代晚期，夏代开始进入青铜时代。严格地说中国最早的青铜器是在约 4000 年前出现的，它比西亚晚了 2000 年，目前还没有确切的证据表明中国的青铜器是受到西亚的影响，中国的青铜器在器型，纹饰和铸造工艺上都独具特色，考古发掘出土商、周时期大量精美的青铜器，是中国先民对世界文明做出重大贡献的最好证据。

夏商周时期正处在“青铜时代”，在这期间，中国青铜器的冶铸技术发展可分为三个阶段。第一阶段为形成期（从商代中期以前算起），青铜陶范熔铸技术都形成在这一阶段。第二阶段为鼎盛期（从商中期至西周初期），大量精美，复杂的青铜重器都产生于这一阶段，代表了高度发达的青铜制作技术。第三阶段为延展期（西周中期以后），这阶段冶铸的规模和分布都有所扩大。

在青铜出现以前，人类有过一个使用铜器的时代，即利用自然界中的红铜，这种铜虽具有可展性但其硬度却不及石头。在熔铸红铜的过程中，人们逐渐发现掺入一些杂质可改变铸件的性质，如可降低熔点，增加硬度，基于这种认识，人们改变合金成份的比例，以适应不同用途的需要，青铜器就产生了。

《汉书·郊祀志》记载：“黄帝作宝鼎三。”考古学资料表明距今约 4000 多年前齐家文化中，有较多的青铜器，这些青铜器的制作多采用冷锻法，单范铸造和简单的合范铸造，表现出一定的原始性。

考古遗址中出土了大量夏、商、周时期的青铜器，大致可分为三类：一类是礼器（也包含饪食器和酒器），主要有：鼎、鬲、簋、盃、盥、盥、敦、豆、盂、爵、觚、壶、尊、卣、方彝、觥、铎、钟、钲等；二类是兵、车器，包括戈、戟、矛、钺、钺、刀、剑、匕、弩机、关镞、胄、害、辖、軹、当卢、銜铃、马衔等；三类是生产工具，包括耒、耜、铲、耨、铤、锄、镰、斤、凿、锯等。

礼器是这时期等级制与权力的象征，在制作技术上它往往可代表当时最高的水平。1939 年河南安阳殷墟出土的著名司母戊鼎，系商代重器，也是我国现存最大的青铜器，重 875 公斤，高 133 厘米，其纹饰也颇具代表性，如口沿下饰浮雕式的饕餮纹，耳饰虎噬人首纹，四角有突出的扉棱，显示出高超的铸铜技术和规模。第二阶段青铜纹饰除饕餮纹外还有凤纹、鸟纹、云雷纹、几何纹、乳钉纹、环带纹、象纹、鱼纹等，有的还嵌上铜和绿松石，十分华贵典雅。

第三阶段的青铜器纹饰趋于简朴，却含长篇铭文、纪录了西周时期一些重要史实如西周晚期的虢季子白盘，盘内底有铭文 8 行共 111 个字，记述了虢季子白在对 狁的一次战争中斩敌首五百，俘虜五十人，后受到周王的赏赐的史实，器物上的铭文往往是研究这时期政治、军事、科学、技术、文化的重要依据。

---

参见刘洪涛《中国古代科技史》，南开大学出版社 1991 年版。

参见中国历史博物馆《简明中国文物辞典》，福建人民出版社 1991 年版。

### （1）青铜熔炼

青铜熔炼前需开采矿石，开采的矿石一般需要就地冶炼，炼好的铜运到铸铜作坊后，再掺入铅锡等熔成合金、铸造器物，近年来较早期的冶铜作坊遗址有所发现。1975年在河南临汝煤山遗址第二文化层龙山文化时期的地层中，发现了许多冶铜的坩锅残片，其中较大的一片长 5.3，宽 4.1，壁厚约 1.4 厘米，红烧土质，上面有 6 层炼铜液，每层厚约 0.1 厘米，化验结果为含铜 95% 的红铜。说明早期的冶铜是在坩锅内进行的。商代也使用这种坩锅，有的用陶土作胎，内外糊上一层草拌泥，有的全用草拌泥制成，为了避免热量散失，人们还把坩锅放在地炉里。

### （2）青铜配方

青铜器作为一种合金，其成份及其比例是较难把握的，但却是十分关键的，各类器物的用途不同，对器物硬度的要求也不同，这就取决于青铜的配方。大约经过很长时间的摸索，人们找到了一套适当的青铜配方，并把它记录下来。《周礼·考工记》中记载：“金有六齐，六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；参分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金锡半，谓之鉴燧之齐。”可归纳列表如下：

《考工记》虽成书较晚，但它纪录下来的经验规律是由来已久的，如商代的司母戊鼎，经过化学分析其配金的成份是：铜占 84.77%，锡占 11.64%，铅占 2.79%，其中锡、铅合金计为 14.43%，与《考工记》中所叙的钟鼎标准刚好相合，说明六齐规律是对商、周青铜器合理配方的总结，它还是对于不同用途的合金成份配置的一种科学依据，成为世界上最早的合金配方，在科学史上具有重要的意义。

### （3）青铜铸造

夏商周时期，青铜器的铸造技术主要采用范模铸法，其过程大致如下：首先需要用泥做出所铸器物形状的一个实心模型，它通常被称为内范，当被凉成半干时，用笔绘出花纹，再用雕刀刻出凹入的部分花纹，如花纹是凸起的，则用泥沾出凸起的部分。内范完成后，再根据内范做出泥外范，其制法是用澄滤过的细泥，拍成泥片贴在内范外，用手按压，使模上的花纹全部印在泥片上，因为一次翻成大块的外范无法脱模，所以需采用分块的翻法翻出后再趁湿拼合，块范拼合成大块，有时会发生微小的错位，块范与块范之间还需要做好接合的三角形子母榫，外范完成后再把内范刮去一层厚度，这层厚度就是要浇注青铜的厚度。内、外范做成后使之慢慢阴干，当完全干燥之后，再在炉中进行焙烤，据分析，火焙烤的温度约在 600 左右，成为一种软陶质，过高的焙烤温度会使泥范大量收缩变形，经过焙烤后，泥范成为陶范。陶范上留有注口，大型的青铜器陶范上还要做排气和排渣的冒口。经过焙烤的内外陶范对合后涂泥加固，在浇灌铜液前要进行预热，以确保青铜溶液迅速流到待浇的每一处空隙而不会形成不均匀的凝固和冷隔，浇铸时器

---

参见《河南临汝煤山遗址发掘报告》，1982年第4期。

参见陈显泗《郑州商代城遗址》，中华书局1981年版。

参见仓孝和《自然科学史简编》，北京出版社，1988年。

物是倒置的，待青铜溶液冷却后，打碎外范，掏出内范。一件青铜器就制成了。

分铸法是对范模法的一个发展，至迟产生于第二个阶段，这种技术多用于需要分别铸出几个部件，而后经过焊接或铸合使其再合为一体的器物，如司母戊鼎一次是不可能浇铸出来的，鼎的身耳足等各部分，都需要分铸出来后再合铸在一起，完成这样一件器物是需要数百人的通力协作。

## 9. 其他手工业

### (1) 冶铁

在河北藁城商代早期墓中出土了中国最早的铁制品——铁刃铜钺，说明早在公元前 1000 多年前，中国人已认识和利用铁了。但中国人开始冶铁和使用铁是自春秋时期，在甘肃灵台一座春秋早期墓中，考古学者发现了一件铜柄铁剑，这是迄今为止我国发现时代最早的一件人工冶炼的铁器。

中国的青铜铸造技术相当发达，它对中国冶铁技术的发展也产生了巨大的影响，如中国在冶铁初期就很快产生了生铁的冶铸工艺，即采用铸型制作铁器，而西方早期的冶铁均是采用块炼铁方式经过锻打成形，在铁器的初始阶段，多生产一些凹口锄、削、刀等小工具。由于生铁含碳量高，虽硬但较脆，易损坏。为了改变这种性能，在战国时期人们又发明了铸铁柔化术，它包括两种处理方法，一是在氧化环境下对生铁进行脱碳热处理，使之变成白心具有韧性的铸铁，二是在中性或弱氧环境下对生铁进行石墨化热处理，使之成为黑心韧性铸铁。这种技术的发明促进了战国中、晚期冶铁业的迅速发展，并使铁工具在农业、手工业乃至兵器中逐步取得了支配地位。

中国冶铁术的发明在很大程度上是依赖于鼓风炉的使用，因为冶铁术比冶铜术的进步之处是能够提高冶铁炉的温度，使比铜的熔点高出三分之一的铁能够熔解。要使冶铁炉的温度提高，必须依靠良好的鼓风设备，使它不断地将足够的空气压入冶铁炉中，以促进炭的燃烧，提高炉温。春秋、战国时期冶铁炉的鼓风设备是一种特制的大皮囊，两端紧收，中部鼓起，旁有洞口，装有竹管，通到冶铁炉边。用人力将大皮囊压扁，空气从竹管吹入冶铁的炉中，大皮囊上有个把手，用手拿把手来鼓动，使空气不断压入冶铁炉，以促进炉内木炭的燃烧，从而提高冶铁炉的温度，当时是依靠人力来推动鼓风设备。《吴越春秋卷四阖闾内传》中记载：铸造“干将”和“莫邪”两把宝剑时是由“童男童女三百人鼓囊装炭”，然后“金铁乃濡，遂以成剑”，可见当时冶铁鼓风炉是相当大的。

### (2) 玉器加工

在世界许多国家和地区都产玉，并有加工玉器的传统，但玉石加工在中国有着最悠久的历史和最独特的工艺，中国人自古就对玉石有着特殊的偏爱，在新石器时代晚期人们已能制出精美的玉琮、玉铲、玉镯、玉璧等，良渚文化遗址中出土了大量刻有细密弦纹和兽面纹的玉琮，充满着神秘的色彩，在缺乏金属工具的史前时期，它们的制作工艺确实令人惊叹。

史前的玉石加工是一种早已失传了的工艺技术，有人根据玉器加工时留下的痕迹和文献记载，认为早期玉石加工是用石头中最坚硬的石英为工具，对玉料进行锯截、琢磨、穿孔、雕刻和抛光制成，《诗经》中的“如切如磋，如琢如磨”可能就是指这种制玉的过程，即“他山之石，可以攻玉”道理。如需要打孔，则需借助于细石器，钻孔时加水加砂，反复磨搓。

商、周时期玉石加工技术是在史前玉石加工技术的基础上发展起来，并进入了相当成熟的阶段，估计当时已采用了青铜制作的丝锯工具，这类工具

---

参见阴法鲁等《中国古代文化史》，北京大学出版社 1993 年版。

参见祝慈寿《中国古代工业史》，学林出版社 1988 年版。

参见王振铎《工巧篇》，中国青年出版社 1991 年版。

相当于现代玉器加工的“镂弓子”。否则镂空透雕玉器的大量出现是难以置信的。商周时期玉器成为奴隶主贵族统治者权威的一种象征物，玉石和玉器的种类都比以往增多，如玉石的种类有：青玉、白玉、黑玉、黄玉、绿松石、鸡血石。玉器的种类更加繁多，制作更加精细的有：玉铲、玉斧、玉戈、玉梳、玉簪。人们更重视对佩玉和礼玉的加工如佩玉中的玉人、玉龙、玉凤、玉虎等以及奴隶主用来祭天的璧和祭地的琮都雕刻得极其精致，如商代殷墟武官村大墓出土的“虎纹大磬”，安阳西北冈出土的大理石雕坐兽”、“大理石鸮”，陕西宝鸡茹家庄西周墓出土的玉鹿、玉虎等，都是采用浮雕、圆雕和透雕的手法制成，代表了这一时期玉器加工的最高技术水平。

### （3）纺织

早在新石器时代，中国人就开始以麻、丝等为原料纺织出成品，以满足人们的衣着需要，其中的丝织业技术更为引人注目。

中国是世界上养蚕、种桑、织丝最早的国家，我国的先民们经过长期的生产实践，不断提高这些技术，到商、周时期已生产出优秀的纺织品，并在后来传往世界各地，因此中国在上古享有“丝绸之国”的美誉。丝绸的发明是中国人对世界科学技术史的又一杰出贡献。

相传黄帝的妻子嫫祖发明了养蚕和丝织的技术，实际上并非如此。根据目前的考古学资料，最早的丝织物是在浙江吴兴钱山漾良渚文化遗址中发现了距今约 5000 年的丝带、丝线和绢片。经鉴定它们是为家蚕丝织物，绢片为平纹组织，织物密度约为每厘米 47 根。

到商代中国育蚕织丝的历史已达 3000 余年养蚕织丝的技术已经相当进步。甲骨文中已出现了蚕、桑、丝、帛等象形文字，商朝的达官贵人常用丝绸裹盖青铜礼器。1937 年维维·希尔凡在《远东古物博物馆馆刊》第九卷发表文章介绍了一件商代附有回纹图案的纹绮印痕的铜钺。至今故宫仍收藏着商代玉戈及玉戈上留有的花纹丝织物（《文物》1979 年 12 期）。70 年代在河北藁城台西村商代墓葬中发现了一些青铜器上有丝织器与铜锈粘连在一起的痕迹。

科学工作者用全反射的扫描电子显微镜进行观察，并拍下台西出土铜觚上丝织纤维的纵面和截面的照片，从中可辨认出 5 种规格的丝织物残片，其中有：纨、平纹纱、纱、罗和縠（绉纱），说明早在商代人们就懂得利用蚕丝的独特性能，织出富有弹性，轻薄的高级丝织物，这些品种经过数千多年的发展，仍是今天人们喜爱的丝绸品种。

夏鼐对商代丝织品进行研究后认为：“当时存在三种织法：（1）普遍平纹组织，经纬线大致相等，每厘米 30—50 根。（2）畦纹的平纹组织，经线比纬线约多一倍，每厘米细者经 72 根，纬 35 根，粗者经 40 根，纬 17 根，由经线显出畦纹。（3）文绮，地纹是平纹组织，而花纹是三上一下的斜纹组织，由经线显花。”（《我国古代桑蚕丝织的历史》、《考古》1972.2. 第 14 页）郭沫若曾对《大盂鼎》和《毛公鼎》中的 字进行考证认为：“是经字的初文，像织机之纵线形”。（释“ ”《金文从考》1952 年第 182 页）

---

参见中国历史博物馆编《中国古代史参考图录》（奴隶社会），上海教育出版社 1989 年版。

参见中国历史博物馆编《简明中国文物辞典》，福建人民出版社 1991 年版。

参见河北省文物管理处台西考古队《河北藁城台西村商代遗址发掘简报》，《文物》1979 年第 6 期。

参见高汉玉等《台西村商代遗址出土的纺织品》，《文物》，1979.6。

表示了当时织机的经线上垂直，两端各有横轴，下轴以绳索悬一三角形或圆锥形物，使经线下垂拉紧，为一种竖织机。夏鼐进一步考证认为商代丝织的花纹虽然是简单的复方格纹，但已需要十几个不同的梭口和十几片综。织机上的经线分为两组，交叉成剪刀口，从中穿梭引纬，这剪刀口称为梭口。牵动两组经线，使彼此交叉换位的构件称为综。由此推测当时已有简单的提花装置的织机，而且有了平放式和斜卧式两种提花机。李约瑟认为西方的提花机比中国整整晚了4个世纪，是由中国传入的。

西周时期的丝织业，目前尚未从考古学资料中找到实物证据，但古文献中有关这方面内容的记载很多，从中不难看出西周时期蚕、桑、丝技术得到进一步的发展。如《诗经》中有《豳风·七月》的“蚕月条桑”、《大雅·瞻仰》的“休其蚕织”、《卫风·氓》“抱布贸丝”等，并可知当时的丝织品种类有锦、罗、绢、纨、绮、縠等。著名《晋（忽）鼎》上的铭文有“匹马束丝”的记录，可见束丝在西周至少是贵族生活中不可缺少的物品，所以才将它与马相提并论。西周时还设置了专管纺织品的官员，如《周礼·天官》有“典妇功”、“典丝”、“典枲”的记载，反映出当时丝织业规模的扩大，并成为手工业中的独立部门。

据《夏小正》记载，早在夏代人们就用蓝草染蓝色，商周时期用茜草染红色，用紫草染紫色，用荇草、地黄、黄栌等植物染黄色和绿色，用皂汁染黑色，用矿物颜料如赤铁矿、朱砂染红色，石黄染黄色，空青靛染蓝色，能染出：红、蓝、黄、紫、绿、黑等多种颜色。《周礼》中有“掌染草，掌以春秋敛染之物，以权受量之，以待时而颁之”……“染人掌染丝帛”等记载，说明当时已设专管染布行业的官员。

#### （4）陶瓷

陶瓷也是中国人最值得骄傲的发明之一。英语中把中国称作 China，其原意就是瓷，可见中国的瓷器在世界上具有多么大的影响。瓷器是我国先民们在长期制陶技术的基础上首先发明的，还是在新石器时代，中国先民们就已经掌握了纯熟的制陶技术，制出精美的彩陶，黑陶和白陶，大约到商代中期人们开始制作原始瓷器。

瓷与陶的根本区别在于：第一，瓷是以氧化铁含量低的瓷土或叫高岭土为原料，陶则是以含氧化铁较高的陶土为原料；第二，瓷器的烧制温度较高，一般在1200℃以上，而一般陶器的烧制温度在1000℃左右，太高的温度往往导致陶器变形；第三，瓷器表层有高温釉，而陶器无釉。第四，瓷器没有或少有吸水性，陶器则有较强的吸水性。

这一时期的文献资料中没有发现关于“瓷”的记载，但考古学资料表明：中国最早的原始瓷是在河南郑州二里岗出土的商代中期的原始瓷尊、罍、罐、钵及青瓷器的一些碎片，经过对这些器物的科学测试，我们知道其成份是高岭土，釉色施在器表和部分口沿内，色泽光亮，呈玻璃质，少数呈黄褐色或褐色，胎骨细腻、坚硬，以灰白色居多，有的近似纯白略呈淡黄色，只有少数是灰绿色或浅褐色，烧制温度在1200℃以上，具有较小的透水性，可见

---

参见夏鼐《中国古代桑蚕丝绸的历史》，《考古》，1972.2。

参见刘洪涛《中国古代科技史》，南开大学出版社1991年版。

参见王玉仓《科学技术史》，中国人民大学出版社1993年版。

参见中国历史博物馆编《简明中国文物辞典》，福建人民出版社1991年版。

它们基本上具备了瓷器的几个要素。

商代晚期时原始陶瓷的制作技术有所提高，表现在增加了簋等新的器形和堆纹、划纹、云雷纹、网纹、翼纹等新的纹饰，出现了酱色和淡绿色等新的颜色，原始陶瓷的使用范围也在不断扩大，如在河北藁城的台西村，安阳的殷墟、辉县的琉璃阁，济南大辛庄、江西清江吴城等处遗址中均有发现。

西周时期原始瓷器的胎质较商代的细腻，上釉也较均匀，精制和使用的范围进一步扩大，从目前考古学资料看，陕西张家坡，北京琉璃河，甘肃灵台，江苏句容，安徽屯溪，陕西岐山凤雏等地的墓葬和遗址中都出土了原始青瓷器，器型以豆、盘、壘、簋、瓮、罐、钵、尊、碗、盃、孟为主，釉色有青绿、豆绿、淡绿、灰绿、黄绿、暗灰、黄灰几种颜色。

总得说来商周时期的瓷器选料不够精，工艺上也较简陋，釉层的厚度不匀，容易脱落，与后世的瓷器相比有一定的原始性，加上它们的颜色多为青绿、青黄等，因而人们通常称它们为原始青瓷，但商周时期的原始瓷，确为我国陶瓷技术的发展与完善打下了良好的基础。

### （5）酿酒

食用酒一般可分为果酒和谷类酒两大类，果酒是指由糖直接发酵而成，谷类酒则需要先把谷物糖化，再发酵成酒，总之酿酒是一个化学过程。从两类酒的酿造过程可以推理：果酒的发明先于谷类酒的发明，可惜我们还未找到这方面的直接证据。中国最早酿造谷类酒大约是在新石器时代龙山文化阶段，因为酿造谷类酒需建立在一定剩余谷物生产的基础上，新石器时代晚期基本上具备了这种条件，另外在山东龙山文化中发现的高脚黑陶杯，不像普通的饮水器，更像是饮酒器。

《世本·作篇》中有：“仪狄始作酒醪，变五味。”仪狄是夏禹的臣子，结合考古学资料可以肯定酿造酒在夏代已经存在了相当的时间了。

商周时期用谷物酿酒的风气十分普遍，从商代出土的器物中，可发现许多专用酒器，有盛酒的尊、壶、卣，有温酒的爵、甬、斝，有饮酒用的觚、觥等，甚至还发现整套的专用酒器。如在殷墟墓中就发现过一套商代的酒器，其中包括一角二斝、一觚二觥，一卣二爵等，从此不难看出商代的饮酒之风是很盛行的，同时还可知道当时的酿酒业相当的发达。

商朝时人们就已掌握了以曲制酒的方法，有关酒曲的记载可见于《尚书·说命》：“若作酒醴，尔惟曲蘖。”曲蘖即指酒曲，以曲制酒是我国独创的酿酒方法，它是把糖化与酒化紧密结合的方法，又称“复式”发酵，与埃及人，巴比伦人用麦芽煮熟发酵酿造啤酒的方法大不一样。

从甲骨文和金文中我们知道商朝至少已有两种谷类酒，一种是“鬯”，即用黑小米酿成的香酒，一种是“醴”，即用稻、麦芽酿成的甜酒。

西周时期人们饮酒的风气仍然很盛，统治者设官专门管理酿酒的人，并注重总结酿酒的经验。如《周礼·天官》中有，“酒正掌酒之政令，以式法授酒材；辨五齐之名，一曰泛齐，二曰醴齐，三曰盎齐，四曰醅齐，五曰齐”的记载。“五齐”是对当时酿酒过程中所观察到的五个步骤，“泛齐”是指谷物进入初期发酵时，出现二氧化碳气体以缸中上升的现象，“醴齐”

---

参见容镛《中国上古时期科学技术史话》，中国环境科学出版社1990年版。

参见洪光住《中国食品科技史稿》上册，中国商业出版社，1985年版。

参见洪光住《中国食品科技史稿》上册，中国商业出版社，1985年版。

是指发酵数天后，出现的酒气扩散现象，“盎齐”是指发酵加剧，气泡增多胀大，胀裂时发出的响声，“沉齐”是指发酵完成，气泡消失，酒醪中酒糟下沉时的情景。“五齐”为中国酿酒工业留下了十分宝贵的经验。

## 10. 交通运输

据《史记·夏本纪》的记载，大禹为治理洪水奔走四方，“陆行乘车，水行乘船，泥行乘橇，山行乘”以“开九州、通九道、陂九泽、度九山”。这段史料证明中国夏代已有适用于不同条件的多种交通工具，根据新石器时代纺轮、制陶、制玉等轮转工具的普遍使用，有学者推测至迟在夏代中国人已开始造车。也有学者则根据在河南淮阳平粮台发现的龙山文化城址中宽为1.7米的路土遗迹判断，早在新石器时代晚期就已出现了车辆，这两种看法都具备了一定的道理。

从考古学资料看，商代晚期中国的古车已经较为完备，从河南安阳殷墟发现的18辆车的遗迹，可知商代的车基本上是木制的，为独辘（也称辘），辐条多为18根，车厢平面为长方形，一般为0.8×1.3米，可立乘2-3人，衡为长1米左右的直木棒，衡的两侧各缚一人字形的轭，用以驾马，一般来说这时的车都是由两匹马驾驶。另外从商代甲骨文和青铜铭文车的象形文字中也不难看出当时车的形制。

西周、春秋时期，车的形制基本上是沿袭商代的，但更加完善，如直辘变为曲辘，直衡改为曲衡，辐数增多，车厢上安装车盖。为了使车子更加坚固，在许多关键部位都采用了青铜构件，如把木辘变为铜辘，轭上包铜饰等，驾车的马也增加到3匹、4匹，甚至6匹。西周、春秋至战国是我国古代独辘车发展的鼎盛时期，这种车制一直沿用了近千年的时间。

早在新石器时代，中国先民已发明了独木舟，但它并非理想的水上交通工具，大约在商代人们又发明了新型的木板船，商代甲骨文中的舟字写为“ ”、“ ”、“ ”，反映出商代的木板船是由几块木板组装而成，船的首尾各有1—2根横木，可起加固船体的作用。木板船的使用是水上交通运输史上的一件大事，它可克服木材料本身的限制，造出较大的船，为水上交通的发展提供了有利的条件。

到了春秋战国时期，为发展水运，除利用江河等天然水路外，还开通了早期运河。安徽寿县曾出土了鄂君启节。节，是准许通行的凭证。按君启节舟规定：“屯三舟为一舫（舫），五十舫（舫）”，所通行的水路，东到邗沟，达于海，西至汉江上游，南则沿湘，资、沅、澧、庐诸水，分别可至上游。由水运限定150船与陆运规定的车50乘相当，可推知当时每艘运船的装载量还是十分有限的。

---

参见孙机《中国古舆服论丛》，文物出版社1993年版。

参见王子今《中国古代交通文化》，三环出版社1990年版。

参见阴法鲁等《中国古代文化史》，北京大学出版社1993年版。

同上书。

参见王子今《中国古代交通文化》，三环出版社1990年版。

## 11. 玻璃制造的产生

春秋末战国初，一种新的材料在中国中原地区出现，这就是玻璃。按现代定义，玻璃是经过熔融、冷却、固化的非晶态无机物。熔制玻璃的原料很简单，石英砂是主要原料，单纯用石英砂就可以制成玻璃，但石英砂的熔点很高，要在 1700 以上的高温才能熔融。这样高的温度在一般条件下很难达到，在古代更是无法达到，这样就需要加进助熔剂来降低熔制温度。一般常用的助熔剂是自然纯碱（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ），草木灰（ $\text{K}_2\text{CO}_3$ ）或铅丹（ $\text{PbO}$ ），可以将熔制温度降到 1200 以下。此外还需要加进一些石灰（ $\text{CaCO}_3$ ）作为稳定剂。有了这 3 种原料，经过熔化，成型和退火，即可制成简单的玻璃。

玻璃这种新材料首次在春秋末的贵族墓葬中出土，例如河南固始侯古堆一号墓出土了数颗镶嵌玻璃珠；河南辉县发现的吴王夫差剑，剑格上嵌有三块透明程度较高的玻璃；湖北江陵望山 1 号墓出土的越王勾践剑，剑格上也嵌有蓝色玻璃块。战国初期的玻璃器数量有所增加，最著名的是湖北随县擂鼓墩曾侯乙墓出土了近百颗镶嵌玻璃珠。这种镶嵌玻璃珠的制作工艺相当复杂精细，甚至现在仿制出这种珠子也不容易。这种复杂的玻璃珠在我国春秋末战国初突然出现，不能不考虑是贸易商品。在公元前 10 世纪中叶，西亚流行着单色铸造磨琢的玻璃容器和彩色玻璃装饰品，在彩色玻璃装饰品中，镶有同心圆的镶嵌珠是主要品种。这种镶嵌珠小巧美丽，便于随身携带，自古以来就深受游牧民族的喜爱。经过中亚游牧民族的中介，西亚的玻璃珠由西亚传入到中国中原地区，受到上层贵族的喜爱。以上 4 处最早的玻璃经过 X 莹光测试和化学分析，其成份都为钠钙玻璃，与同时期的西亚玻璃没有差别。

镶嵌玻璃珠传入中国后，受到上层社会的欢迎。这种社会需求促进了中国匠人用当地原料进行仿制。中国缺少自然纯碱资源，匠人们于是用氧化铅和氧化钡代替自然纯碱，制造出外表相似，但配方不同的玻璃珠。战国中期中国的玻璃制造业生产出大量的镶嵌玻璃珠，纹饰绚丽多彩，富于变化，比西亚进口的玻璃珠还要漂亮。

新建立起来的战国玻璃业并没有停留在仿制西亚珠子上，而是很快被中国自身的文化传统融合，生产玉的仿制品。自古以来，中国人对玉这种材料有一种极浓厚的偏爱，很多玉制品被赋予特定的含义。玉料难得，磨琢加工也很困难，普通百姓不易得到。这种社会需求促使新型诞生的玻璃业开始仿制玉器。湖南战国楚墓发掘的玻璃璧已有 120 余件，都出土于中小型墓葬。这些玻璃璧多为浅绿色半透明，也有乳白、米黄和深绿色的，模制铸造成形，正面印有谷纹或云纹，反面粗糙无光，外观上与玉璧非常相似，达到了以假乱真的程度。战国时期的玻璃璧已有近 10 件做过检测，都是铅钡玻璃，可以肯定是中国匠人利用当地原料制造的。解决了原料的来源问题，并且得到传统文化的认同，满足社会需求，玻璃业就具备了在中国生存发展的基本条件。

## 八、古代印第安文明与爱琴文明的科学技术

### 1. 古代印第安人的地理与历史概略

“印第安人”原为探险家哥伦布在最初到达美洲时对当地土著居民的误称，意思是“印度的居民”。从此，“印第安人”就成为美洲土著居民的族名，沿用至今。一般认为，自 15000—25000 年前印第安人由亚洲经白令海峡陆续迁入美洲，然后从此向南迁徙，分布遍及南北美洲。在 16 世纪欧洲人入侵美洲之前，印第安各部族的发展极不平衡。当时，北美和南美大部分地区的各部落处于原始社会的不同阶段；但在墨西哥，中美洲和南美洲西部，已经形成奴隶制国家，创造出高度文明，玛雅文明和印加文明是其杰出的代表。尽管美洲的古代印第安文明的绝对年代较旧大陆的其他古代文明要晚，但古代印第安文明是在与亚、非古代文明大陆基本隔绝的情况下独自发展起来的，其灿烂光辉堪与任何其他古国文明相媲美。玛雅文明得名于创造这一文明的印第安族玛雅人，他们在历史上曾建立过一个强大的国家——“玛雅班”。历史上的玛雅地区东临加勒比海，南濒太平洋，西邻墨西哥中部，北接墨西哥湾，占地 325000 平方公里。南部是高原，盛产松树、橡树和龙舌兰。中部地势较缓，为热带雨林气候，经常下雨。北部尤卡坦地势较低，为热带草原气候。玛雅地区相当于今天的墨西哥南部、危地马拉和伯利兹，并及于洪都拉斯和萨尔瓦多西部地区。玛雅文明约从公元前 2500 年开始形成，公元前 400 年左右建立早期奴隶制国家，公元 3—9 世纪为鼎盛时期，15 世纪衰落，最后为西班牙殖民者毁灭。

根据美国考古学家 N·哈蒙德的划分，玛雅文明可分为前古典期、古典期、后古典期三个阶段：前古典期，即玛雅文明形成期。从新石器时代农业村落出现到产生文学和树立传统纪年碑铭，年代约为公元前 2500 ~ 公元前 250 年。这一时期已有较完善的陶器，居民从事农业，种植玉米、豆类，生产工具有石臼、石碾和其他磨制石器。住房附近有简单墓葬。年代稍晚有了石砌墙垣和土台建筑，表明祭祀崇拜中心已经出现。公元前 10 世纪中叶开始产生象形文字。古典期，即玛雅文明鼎盛期。年代约为公元 250 ~ 900 年。这一时期各地较大规模的城市和居民点数以百计，但尚未形成统一国家，都是据地自立的城邦小国，各邦皆有王朝统治。各邦使用共同的象形文字和历法，流行纪年碑铭，城市规划、建筑风格、艺术创作和生产技术等也大体一致，约于公元 700 ~ 800 年玛雅文明达于极盛，此后急剧衰落。后古典期，亦称玛雅—托尔托克期。年代约为公元 900 ~ 1520 年。这段时期玛雅文明处于衰落阶段，但在局部地区出现复兴的趋势。尤其是托尔特克人移居尤卡坦后，将其有特色的托尔特克文化与原有的玛雅文明交流融汇成新的复兴，并出现不少新的城邦。玛雅人居住地的居民成立了邻间公社，公社的成员通常有不同民族的名字，土地归公社所有。每家都自己耕种和收获，也可以拿收获的谷物换其他物品。蜂场和多年生植物种植地是个别家庭的固定财产。其他工作如狩猎、捕鱼和采盐，由公社成员共同去做，但产品则分配各人。在玛雅人的社会中已经有了自由人和奴隶之分。奴隶大部分来自战俘。一部分战俘被祭神，大部分留作奴隶。也存在把罪犯变为奴隶，以及同族人的债务奴隶制度。负债人作奴隶一直要做到亲属们把他们赎回为止。奴隶们干最繁重的工作，建筑房屋，搬运东西和服侍贵族。统治阶级是奴隶主——贵族、

军事领袖和祭司。农村公社对贵族和祭司要尽义务：社员们耕种他们的土地，建造房屋和道路，供给他们物资和用品，以及供应军队给养和向最高当局纳税。从 1520 年起，西班牙人征服墨西哥，并对玛雅地区进行残酷统治，玛雅文明遭到彻底破坏。

大约 12000 年以前，第一批印第安人越过巴拿马地峡抵达南美洲安第斯山地区。他们以渔猎和采集植物果实为生，只懂得最简单的工艺技术，并无农业知识。到了公元前 3000 年左右，该地区的农业才开始其进化过程。经长期的研究表明，南美洲印第安古代文明与玛雅文明并无继承关系。甚至在玛雅文明出现 1000 年以前，现今秘鲁北部和中部的广大地区已存在有一种充满活力的文化——查比因文化，从公元前 10 世纪起安第斯山区的印第安人已经知道灌溉农业和驯养动物，他们的阶级关系已经开始发展。在 15 世纪初期，出现了印加帝国。印加帝国是由原居住在秘鲁南部高原的一个讲歧楚语的小部落来到库斯科地区逐渐扩展，征服这一地区而产生的。“印加”意为“太阳之子”，印加帝国分布于南美安第斯地区的厄瓜多尔、秘鲁、玻利维亚、智利北部及阿根廷的一部分，中心在秘鲁南部的库斯科地区。印加文明的年代为 15—16 世纪早期，全盛时期人口达 600 万。印加的农业发达，培植了甘薯和玉米等 40 余种植物，修建了梯田和复杂的灌溉系统。采矿和冶金业在印加经济中也占有重要的地位。铜和锡被开采用以冶炼青铜、制作武器和工具，金银也被大量开采，用于制造装饰品和祭司品。印加帝国保存着许多原始公社制度的残余。印加的每个部落是由 10 个分支——哈通阿里尤组成的，而每个分支又分为 10 个阿里尤。阿里尤最初是父系氏族公社。每个阿里尤有自己的村落并占有附近的土地；阿里尤的成员彼此都是亲族，并根据氏族（父系）的名字命名。阿里尤实行异族通婚，氏族内不准联姻。在这种公社里分化出氏族贵族。贵族代表人物监督公社社员的劳作，并监管公社社员们纳税；他们的地段由公社社员耕耘。贵族们从印加最高统治者那里得到的土地是他们的私产。祭司们也占有特权地位，他们征收一部分收获物作为收益。祭司们不隶属于当地的统治者，而形成一独特的团体，由库斯科的最高祭司管辖。奴隶处于社会最底层，从事最繁重的劳动。16 世纪由于印加最高统治层兄弟争位，国力削弱，加上西班牙殖民者侵入，1533 年印加帝国灭亡，其经济文化也遭到彻底破坏。

在孤立环境下发展出来的美洲古代文明，在几度辉煌后走向衰落。但是在美洲大陆，特别是墨西哥、安第斯地区，印第安人的传统仍然存在，在逐渐走向世界大同的潮流中，仍然会保持其独有的特色。

## 2. 古代印第安人的农业

1961—1969年，学者们对墨西哥城以东的普埃布拉州东端及南北流向的萨拉多河中游河谷地带进行了考古学、人类学等多学科的考察，在此发现了约公元前3500年人类培育出的玉米、豆类及棉花等，标志着该地区早期农业的开始。

在大约公元前2000年前后，农业在中美洲已形成一定的规模。正是农业的确立，为玛雅文明的发生和发展奠定了基础。当时在适于农作物生长的地区出现了小型的村落，每个小村落由农田环绕着。村民用至今在拉丁美洲许多地区仍然沿用的“刀耕火种”的方式开垦土地。每年人们在森林或灌木林中开拓新的土地，砍下和放火烧完树木，如遇大树则用石斧将树皮砍去一圈，再把树枝堆在树干四周，放火将其烧透。农作物就种在混合着灰烬的土中。两三年后再让这块土地退耕归荒，另外再去开垦新的土地。这种耕作方法需要大量土地间歇使用，才可能生产足以养家糊口的食粮。当时中美洲和南美洲的印第安人的主要工具是用燧石和黑曜石制造的石器，公元10世纪后才开始使用铜制工具，始终未能使用铁器，加之没有或缺乏大家畜而使农业的发展受到限制。中美洲的家畜只限于狗、火鸡和鸭类，不可能用于田间耕作。一切农田的耕作，都只能借助人力。因此人们只能集中在土地容易耕种的地区。但是一种叫“查那巴斯”的耕种方法，使上述的缺憾多少获得补偿。在墨西哥谷的沼泽地带，人们先开辟水渠，筑出挡土墙在墙间堆积芦苇和其他植物作为表层土壤的泥基。种植作物的表层不断用渠底的淤泥加以补充，使作物得到充分的肥料。这种人造岛的边缘和角落种有柳树，以防土壤流失。“查那巴斯”一年可生长数季作物，极大地提高了农作物的产量。1519年西班牙人入侵时，阿兹特克的都城诺奇特兰已经成为一个大都市，约为当时英国伦敦的5倍，人口达30万人。在诺奇特兰周围即是“查那巴斯”带。在玛雅地区中部，是林木遮盖的沼泽地带，旱地极少，然而在这些地区玛雅人却生产出大量玉米，这在过去一直是个谜。近年美国宇航探测系统通过茂密的森林，首先发现了玛雅1000多年前修建的排水网络。这些排水渠纵横交错，规模巨大，位于危地马拉和贝利塞的热带雨林区。考古学者通过地区考察，见到这些排水网，它们平均宽3至9英尺，深1.5英尺。排水渠是用石锄挖成的，用以排水，然后在排干水的地带开出小块方地，种植玉米和可可。这就解释了在公元250至900年间，玛雅人为何能在沼泽丛林种地，以养活二三百万人口的问题。当时，玛雅人的主要农作物是玉米，其次有马铃薯、可可、南瓜、番茄、辣椒、棉花、烟草等。

印加人在农业方面更为在行。尽管他们的耕作工具非常简单，主要是铜制的锄头和附有镫的铜铲。但印加人借助其水利工程创造出农业奇迹。在印加帝国之前约1000年，安第斯山区即已有较发达的农业。从那时起，人们已开始开凿大小水渠，到印加帝国时形成一套周密庞大的灌溉系统。水渠引导安第斯山高处的水源，渠底由石块铺成，并筑有石水闸，以控制水的流量。引水道沿山坡蜿蜒伸展，甚至越过分水岭，有的水渠长达近百英里，将水引导至缺水的山谷。这些古代的水渠，许多至今仍在发挥灌溉功能。这种水渠除了灌溉之外，水中携带的淤泥还可肥沃农田。印加人还使用高效的有机肥料——海鸟粪。人们从遥远的海边将海鸟粪运到山区，撒在农田里。印加当局在当时已经对鸟类加以保护，使它们不断造福人类。在现今秘鲁一带的高

地，印加人建造“安丹”（即梯田），将山坡改造为耕地以解决水土保持的问题。人们用石块建造坚固的挡土墙，在其后铺上石块作为田床。然后从山谷下取土倒在田床上压实，先用普通土壤，最后用肥沃的土壤作表层。这样造成一块块狭长、平坦而极为肥沃的田地，配合灌溉系统一年可栽种 2 至 3 季作物而获得较高的产量。这些巨型梯田有许多至今完好如初，仍在发挥其作用。

中美和南美古代印第安人栽培的作物，对现代世界粮食供应的构成，占有极其重要的地位。就全世界范围来看，玛雅人是玉米、土豆、菜豆的最早培育者；印加人则培育了甘薯树薯和花生。其他许多重要的蔬菜和经济作物如蕃茄、辣椒、南瓜、菠萝、可可、棉花、烟草，也是古代印第安人培育的结果。他们年复一年，从野生植物中筛选和培育出良种，为丰富全人类的物质生活作出了贡献。

古代美洲的畜牧业相对不那么发达。玛雅人能够养蜂，驯化了狗和火鸡。南美洲安第山上原产有一种体型细小，形如骆驼但无驼峰的动物，名叫骆马。在公元前 1500 年骆马已被当地印第安人驯养。印第安人通过巧妙和繁殖和选种，将野生的骆马培育出骆马和羊驼两种家畜。骆马和羊驼对印加帝国的经济起过重要作用。两者都是绵毛和肉食的来源，羊驼体型较小，其绵毛细质柔滑；骆马体型较大，其绵毛粗硬，但能供应较多的食用肉。骆马还是有价值的负重家畜。时至今日，人们在安第斯山上仍使用骆马，因为其他的家畜无法适应高山的稀薄空气。印加帝国之所以能够征服并控制遥远地区的重要原因之一是使用骆马为主要的交通工具，使印加军队有较好的机动性。骆马在行进途中可在路边的草地就地觅食，必要时它们又可被宰杀供士兵充饥。

---

参见乔纳森·诺顿雷纳德等《古代美洲》，纽约时代公司出版社 1979 年版。

参见乔纳森·诺顿雷纳德等《古代美洲》，纽约时代公司出版社 1979 年版。

### 3. 玛雅人的计算数学、天文历法

古代中美洲的玛雅人在计算数学和天文历法方面有辉煌成就。当时是由祭司直接掌管天文历法计算。祭司们亲自观察星象、制订历法。祭司们希望不断提高天文历法的计算技术水平，这种水平越高，越能显示他们手眼通天、料事如神的本领，从而提高其威信，巩固其政治地位。历法可保证不误农时获得丰收，历法越精确则统治者的剥削来源也就越牢靠。玛雅人的建筑业相当发达，无疑也是以其计算技术的发展和提高为基础的。

玛雅人创造了自己独成体系的计算方法。他们采用二十进位法，这源于人的十个手指和十个脚趾。玛雅人的“零”像一只半闭的眼睛，比欧洲人将“零”这样的符号运用到数学计算要至少早8个世纪。玛雅人的数码中，“一”是1个圆点，“四”是4个圆点，“五”是一个横，“六”是一横加一圆点，“九”是一横加4圆点，“十”是两横，“十一”是两横加1圆点，“十四”是两横加4圆点，“十五”是3横，“十九”是3横加4个圆点，依此类推。

玛雅人建造了多处天文观象台，这些天文观象台至今均遭到严重的破坏。但是从这些残存的建筑中也可推测出当年的宏大的规模和精巧的结构。如奇陈—伊查天文观象台，它是建于两层高大平台之上的圆顶建筑。内部有梯道和迴廊。从上层的窗口往东方的庙宇望去，就是春分秋分日出的方向；往东北方的庙宇望去，就是夏至日出的方向；往东南方庙宇望去就是冬至日出的方向。从南面窗口通过厚达3公尺的墙壁形成的对角线望去，那方向恰好指向地球的南极。

玛雅的历法有4种，其中最精确的是365日太阳历，为一般民用通行计时的历法：13日为1周，20日为1月，365日为1年；一年分为18个月，年终为5天“禁忌日”。玛雅人还直接以农事命名月份，如“烧荒日”、“播种日”、“收割月”等。其他3种历法为360日历，354日又8小时历和260日历。4种历法各有各的用处，如365日历偏重农事，260日历用于典祀和卜吉凶。260日历又称作卓尔金日历，一年为260天，不分日，顺序用20个专名。然后以1~13顺序和20个专名循环相配，这样一共260天循环一周。这种纪日法同中国的干支纪日相像。4种历法间还可以互相校对误差。另外还有用累积日数表达的积日法：记日用9个等级即金、乌纳尔、顿、卡顿、白克顿、匹克顿、卡拉勃顿、金切尔顿、阿劳顿。1金表示1天，1乌纳尔为20天，1顿为360天，1卡顿为7200天，1白克顿为144000天。再以顺序都是前者的20倍。玛雅人的纪元是从相当于公元前3113年的最初之日算起的。纪元的最大单位是52年的循环——“历循环”。

玛雅人对行星的运动有周密的研究。他们能准确地预测日蚀的时间。玛雅人精确地计算出金星绕太阳一周需583.92日，并将其分为4段：晨见236天，伏90天，夕见250天，伏8天；且知道5个金星会合周年之和等于8年的时间。按照玛雅人的方法推算金星的运转周期，1000年仅有1天的误差。从玛雅人残留至今的文献中发现有177天、354天、502天、679天、856天、

---

参见乔纳森·诺顿雷纳德等《古代美洲》，纽约时代公司出版社1979年。

参见乔纳森·诺顿雷纳德等《古代美洲》，纽约时代公司出版社1979年。

参见乔纳森·诺顿雷纳德等《古代美洲》，纽约时代公司出版社1979年。

参见乔纳森·诺顿雷纳德等《古代美洲》，纽约时代公司出版社1979年。

1033 天一串数字。专家认为，这是指 35 个朔望月的交食周期。有的研究者认为，玛雅人采用黄道十三宫，并且已经查明其中的几个宫名为：响尾蛇、海龟、蝎子、蝙蝠等。

同其他方面的情况相类似，尽管南美洲的古代印第安文明较中美洲要晚，但这两者之间在计算数学和天文学方面并没有明显的继承关系，印加人有其自己独立的体系。他们设定了根据人体各部分的尺寸而制定的测量空间尺度。最小的长度单位是指（一个手指的长度），其次是权（大拇指与食指张开的距离）。测量土地最通用的单位是相当于 162 厘米的长度（一个人的身高）。计算数量使用计算盘，即算盘。计算盘分成若干栏和格，用作为计算单位的圆石子在栏、格里移动。一天的时间由太阳的位置确定。在日常生活中根据煮熟马铃薯所需要的时间（大约 1 小时）来计算时间。

印加人崇拜天体，他们的天文学与宗教密切相关。他们制定了历书，且有关于太阳年和太阳月的概念。太阳年以冬至日为岁首。为了观察太阳的位置以确定冬至和春分的确切时间，印加人在库斯科城的东面和西面建筑了 4 座圆塔，在其他地区至今也尚残存有多处印加人观察天象的塔和高台。印加人历法用太阳月，一年 12 个月，每月 30 日。以 10 天为 1 星期，每月 3 星期。每年加 5 日，每 4 年再加 1 日。

早于印加人至少 500 年的纳兹卡印第安人，在现在秘鲁的纳兹卡谷的高原上留下令人费解的遗迹。纳兹卡人掘去地面上一层已风化的深色砂砾层，露出浅色的砂砾，形成硕大无比的几何图形和严谨对称的动物图案，这些图形和图案，只有在高空才能看到全貌，是飞机驾驶员在其上空飞行时才偶然发现的。有的几何图形长达 1 英里，即使用现代的测量仪器也难以较其画得更直和更精确。这些图形与夏至和冬至有关，因此被认为是纳兹卡人的巨大的天文日历，用于决定在何时进行农事活动和准备好灌溉系统，以便导入季节性河流的河水。巨大的动物图案的用途则难以解释。有的理论认为纳兹卡人画出这些动物，是当作祭品供天上的诸神看的。不管其用途如何，这些巨大对称的图案反映出纳兹卡人在计算和测量方面的高超水平。

#### 4. 古代印第安人的建筑

根据目前已发现的 200 多处的玛雅文明遗址表明，玛雅人是极擅长建筑的民族。这些建筑的规模之宏大，结构之复杂和形式之多样化，使其在世界古代建筑之林中大放异彩。

在公元 3 世纪时，玛雅人的城市已形成相当规模，几乎所有的玛雅城市都有较大规模的建筑群。大城市则更有一系列花团锦簇的建筑物，其中心是巍峨的金字塔神庙，塔中有梯道，坛庙两边有巨大的宫殿和其他庙宇。有的城市还在四角建造了高耸的台楼和坚实的碉堡以及炫耀战功的纪念馆，此外还有一些别致的建筑物，如修女门、长围墙、球场、卫城等。建筑群布局整齐和谐，坛庙环立，中心建有广场，气度恢宏。位于中墨西哥的特迪华堪，是当时世界上最大的城市之一，其鼎盛时期的人口达 10 万人，现存特迪华堪遗址所占面积亦达数十平方公里。在这个城市中最雄伟的建筑物是宫殿和庙宇。这些建筑物由方形石块筑成，用水泥灌缝，墙上抹灰，全城的地面都是用石膏板铺成的。该城的太阳金字塔由生砖砌成，用石板砌面，底宽 210 米，高 60 米。在太阳金字塔附近有一些云母片做地板的房屋，墙上有壁画，画面为持棒玩球、仪式场面和神话题材等。还有用磨光的斑岩和软玉雕刻成的动物形状的神像作为装饰。特迪华堪无疑是当时的祭祀中心，即使在特迪华堪被攻陷荒芜之后，若干世纪之后的阿兹特克人仍将之尊为“众神之城”，他们的国王也到废墟朝圣。蒂卡尔遗址位于危地马拉东北部，是玛雅地区中央低地的主要古典期文化中心。其城区面积达 50 平方公里，居民约 4 万。城中央是祭祀行政管理中心，就地势筑成高台，众多的金字塔式台庙、宫殿、官署等构成复杂的建筑群。其中 4 号金字塔式台庙高 75 米，是现存玛雅地区的最高建筑物。这些台庙以土石为中心，表面复盖精刻石块。位于洪都拉斯西部的科潘遗址，其城区面积达数十平方公里。这里的金字塔台庙较蒂卡尔遗址的更加精美，台顶神殿有大量浮雕。科潘是玛雅文明的学术中心，许多建筑遗迹同天文、历法等学术活动有关。建筑物石刻记录着举行有关数学和玛雅历法的会议。在一座台庙的阶梯表面，自下至上刻有 2500 个文字符号，被称作“象形文字梯道”，是现存玛雅文明的最长铭刻。

金字塔是玛雅人建筑代表作，现存的金字塔多数是用于祭祀的坛庙。金字塔内部填以泥土，外壳用石块垒砌而成。有些金字塔表面镶以石膏板式涂以石膏浆。玛雅地区有多处金字塔，其中两处最为宏大。一处是尤卡坦半岛上的 15 层坛庙金字塔，建造于公元 4 世纪，高达 60 公尺，在其第 1、5、8、11 层各建一石室。整个坛庙是用几万块每块重达 1 吨的花岗岩堆砌而成的。另一处是奇阵—伊查的 9 层坛庙金字塔，高 29 公尺，每边宽 55 公尺，四边各有 90 级梯道从地面直达塔顶。不同时期的金字塔有不同的风格，古典初期，塔坡度较缓，层阶明显，许多地方刻上了象形文字。古典中期，金字塔层阶渐不明显，整个塔身呈锥体形，阶梯坡度越来越陡。古典末期，金字塔又逐渐恢复到最初的样子，体积加大，阶梯坡度也转缓。过去，人们一直认为玛雅的金字塔只是供祭祀用的坛庙，而不是古代埃及那样为法老的陵墓。后来在帕伦克遗址的一座金字塔顶端的神殿里偶然发现王墓，死者葬于石棺之中，墓穴外侧有陪葬者。这一发现首次证明玛雅文明的金字塔坛庙有的同时亦为国王陵墓。

同玛雅人一样，在没有现代土木工程所必须的工具和材料的条件下，印

加人显示了高超的建筑本领。为了征服干旱的沙漠和峻峭多石的高山，他们建造了导水管和灌溉系统；他们修路筑桥和建筑城堡以满足军事上的需要。印加帝国建有四通八达的公路系统，在秘鲁至智利之间的沿海地区纵横交错，干线总长达 7000 英里。其主要干线为两条，一条在山地，另一条沿着海岸，两条干线之间有许多支线互相沟通。这些道路专为行人和骆马而设（古代印第安人没有任何带轮的交通工具），路的宽度因地势而不同。山上的道路往往穿凿峭壁而过，沿海的道路则笔直地穿过沙漠和灌木林。印加人在高地的公路系统中建造了许多吊桥。这些吊桥是用藤编成的粗缆吊在峡谷两岸的石墩上，藤缆两边编以绳网，中间铺上木板而成的。印加人建造这一庞大的公路系统类似古代罗马公路，它们不是为了经济和贸易，而是为了征服和管理。为了使官方交通畅通无阻，平民只有在少数情况下才获准使用。为了战争上的需要，印加人大量建筑城堡。如萨克沙瓦曼堡垒是印加人为保卫其首都库斯科而建的。该堡垒的城墙为巨大的之字形石墙，有 66 个突出的锐角，以使守军可以交叉的方向攻击，使攻城者腹背受敌。这座要塞有 3 重石墙，一级比一级高，围着城楼和碉堡，总高约 60 尺，连绵近 1 公里。石墙是用切凿得很精确的石块砌成，有些石块高达 20 英尺，重达 100 吨。尽管这项工程所用的石块大部分是就地开采，但是从各地征集的 20 多万民工用了大约 90 年时间才建成这座要塞，印加的巨大石造建筑物往往是由巨大的多边形石块交错接搭而成的，每块石头都经过细心的削凿，以致在石块间的接缝至今连刀片也无法插入。这种建筑物极为坚固，抵御住了千百年间经常发生的地震。印加人在安第斯山上建造了马乔皮克城。马乔皮克城建于海拔 2000 米以上的狭窄山脊上，面积超过 100 英亩，其布局和结构显示出建造者的创造力。山顶开采的花岗岩用以建房，石墙和广场；开凿后的岩石成为平坦的地基，其上又建起宏伟的建筑物。削凿岩石或石块砌成的阶梯将宫殿、庙宇、军营、民房联系起来。为了使该城自给自足，地势较低的山坡开成一排排狭窄的梯田，这些梯田的挡土墙战时则可成为低御攻击的多重防线。现代人很难想像印加人主要靠石制工具，又没有车辆运输巨石，竟然能建造出如此宏伟的建筑。更令现代人难以置信的是，印加人在没有任何类型书写文字的条件下，居然能够完成巨大工程的测量和设计。印加人帮助记忆的方法是结绳记事，而这种方法不过是仅能标明数目以及物体的名称而已。有关工程的资料和数据都只能靠个人的记忆和个人之间的交流和传递。

## 5. 古代印第安人的玉石和黄金工艺

仅仅凭借极原始的工具，古代印第安人却在手工艺方面显示了极高的天赋。

玛雅人崇尚玉器，从玛雅遗址出土的大量玉器代表了玛雅玉石工艺的高超水平。由于玉的硬度高，对其雕琢的工艺过程极为复杂和艰难。首先要用更坚硬的石块将玉磨成毛坯，然后再用一条外面粘满细湿沙的勒绳或木锯在毛坯上锯出一条槽线，规划出雕像的轮廓，或用骨或竹制的尖钻在毛坯上钻出一个个小洞，再用细长的石凿把槽线之间或各个洞之间的玉凿掉，最后则是用研磨料进一步打磨。用这种原始方法雕出的雕像却是极为逼真和生动的。有一组7英寸高的雕像，是一群玛雅人恭恭敬敬地站在几块直立的玉板旁边，进行着某项典礼，每座雕像的面部都带有神秘和诡异的表情，呈现出一派庄严肃穆的气氛。玛雅玉匠还能将直径半英寸，长四五英寸的玉柱钻成管状珠串，将易碎的火山玻璃黑曜石磨成薄如卡片的线轴状半透明耳饰。

从现存的玛雅人黄金制品中，可以看到其工艺复杂和精致的程度。如一件用以装饰唇部的唇栓，形状是一条竖立起来的蛇，蛇舌在蛇口中可活动自如。另有一副耳饰是两只金蜂鸟，其身体、两翼和尾部都是用金丝编织而成，鸟嘴上悬着一块蝴蝶状的饰板，饰板上有3个小小的金铃。这些黄金饰物上也常常镶以绿松石、水晶或珠母以加强装饰效果。一把金制献祭刀，可能是象征权威的重器，而不是实用的器具。刀柄为一贵族的雕像，头戴镶嵌绿松石的宝冠，面部显出充满精力和威严，确是一件手工艺与造形艺术相结合的精品。16世纪欧洲的大雕刻家阿尔布列治在布鲁塞尔参观一个中美洲黄金工艺品展览之后写道：“我有生以来所见的艺术品之中，没有一件能够像这次见到的那样令我欣喜若狂。”一位法国传教士记述道：“他们能铸造出一只鸟、头、舌和四肢都可活动，而后把一件玩具放在它手上，使它看来似乎正在与那玩具跳舞。”然而这些绝美的艺术品，在欧洲的各个宫廷展览完毕后，大部分都被西班牙人熔成金块，使今人无缘一睹它们的丰采。

南美洲的第一批金饰工匠，始于约2000年以前的石器时代。当时的查比因金匠已经懂得用石槌把黄金打成薄片，用石刀去切断它，以及用骨片去制成浮雕。一件长4英寸半的金饰造型为正在咆哮的美洲虎。那张开的口，咬紧的牙关及呲出的獠牙，象征超自然的力量。这金饰推测是用以缝在查比因祭司们的祭袍上的。这种设计风格也影响到晚期南美印第安人金饰匠。比查比因人晚1000年的穆其卡金匠，继承了查比因人的工艺传统，同时有一些创新，他们好在金饰上镶上石块或贝壳。更晚些的契木人则把黄金放在木制模具上敲打，以制成各种立体形的饰物或器具。一件由契木金匠制作的金制酒杯，是件实用的器皿，高6英寸、直径2英寸，杯体为人头形，造型准确生动又便于把握使用。西班牙人入侵时，盛传有一些大型金器，如3英尺长的黄金鱼，200人才能抬得动的金锁练，始终未被西班牙人搜寻到，是否确定有其事已无从稽考。古代印加金匠，发明了用蜡模铸造金像的方法。一件印加贵族的金像重1.37磅，是用蜡模铸造法制成的，除铸出其身上的衣饰外，尤其突出了男性的肌肉和性器，表现出男性威武有力的形象。印加的黄金制品受到西班牙人的更野蛮的掠夺，数以十吨计的艺术珍品落入侵者之手而且被熔成金锭。

## 6. 古代印第安人的文字

大约公元前后，玛雅人创造了一种象形文字，用于祭祀和宗教礼仪、农事活动等社会生活。玛雅人将这种象形文字凿刻在宫殿、神庙和石柱等各种建筑物上，同时也绘写在一种麻类植物或无花果树皮制成的纸上，各页相连，像一幅折迭的册页。13世纪以后由于战争频起，玛雅文明开始衰落。16世纪初西班牙人侵入和征服了墨西哥，玛雅人和阿兹特克人均被征服和奴役，他们的社会和文化也遭到西班牙殖民者的彻底破坏。西班牙人不仅将玛雅人的许多宫殿，庙宇等建筑物毁坏，而且在推行强迫印第安人基督教化的过程中，将玛雅人的祭司全部杀掉以消灭印第安人宗教的主要支柱。玛雅的象形文字虽然产生了1000多年，却始终未能演变成一种普通的书写文字。其主要原因是因为这些象形文字极为笨拙难用。它们有许多彼此十分相似，容易混淆，所以在绘写时必须高度准确，也只有祭司们才能掌握。因此，到17世纪时就没有人能够识读玛雅象形文字了。在玛雅地区的许多古代建筑，经过考古发掘和整理再现于世，作为美洲古代文明的遗迹被保存下来，这些建筑物上雕刻着大量象形文字和图象。玛雅祭司当时书写的象形文字手抄稿，劫后之余，尚留存4部。近100年来，许多学者曾对玛雅文字进行研究，试图掌握其规律和识读玛雅手稿，但未获得成功。50年代初，苏联学者克诺罗佐夫在对玛雅象形文字经过多年研究和总结前人经验的基础上，找出了解读玛雅文字的基本规则。和其他所有类似的文字体系一样，玛雅象形文字用3种符号：语音符号（字母符号和音节符号）、表意符号（表达完整词的符号）和部首符号（说明单词的意思但不读出的符号）。但是，掌握识读玛雅象形文字的图形结构及其译解规则，仅仅是识读玛雅文字的开始。在恢复古代玛雅语的语法结构和词汇方面，还有很长的路要走。至今流传下来的古代玛雅文手稿，并不是玛雅文最早文献的原件，而是玛雅祭司们在几百年中陆续抄录绘写的复印品。手稿原件有些记载是很古老的，可追溯到公元前时期。它们的形式也各不相同，大体上是图文并茂，用各种颜色绘写的。虽然文字与图画已经分开，但有些书写符号与图画很少有区别。克诺罗佐夫对这些手稿的研究表明，这些手稿都是玛雅祭司用的祭祀礼典。其内容有关于祭奠各种神的礼仪规定及关于杀牲祭供的详细记载，从中可以了解玛雅社会生活的部分情况。它包括有关于农业生产和渔猎等经济生活的内容；有关于除奴隶以外社会各阶层居民生活制度、服装、饰物的规定；有关于婚丧嫁娶时祭神礼仪的规定和记载；有关于教育儿童的记载；还有关于社会管理制度及祭司、武士、手工业者、工匠、商人、巫婆、医生等社会各阶层人们活动的记载。克诺罗佐夫指出，在古代玛雅人社会，所有居民的生活秩序，特别是农民的生活和劳动程序都是严格规定了的，一年中各种活动都预先作了规定和安排，几乎是逐日定好并记载的。祭司是代表和执行神的意志的，是社会生活中最有权威的裁决者。只有祭司能确定一个人的生活和行为是否正当和他们是否按圣典的规定行事。这4部玛雅文手稿，在语言词汇和内容方面是有差别的，因为这些手稿写于不同时期，而每部手稿，祭司抄写时都根据当时玛雅语言的发展和社会生活的变化，进行了补充。从语言发展来看，手稿中有些文字比遗留下来的玛雅建筑上雕刻的象形文字更接近于古老的礼典记载，因此，手稿

条文是玛雅象形文字的渊源，掌握了手稿文献的文字和内容，就容易读懂遗留在玛雅建筑上的文字。

印加文明与玛雅文明不同，没有留下文献。过去一般认为安第斯山区各族没有创造出文字。但是考古学、民族学和史料的研究以新方式提出关于印加人的文字问题。穆其卡文化的器皿绘画上有带特殊标记的豆荚。有的学者认为，这些豆荚上的标记有类似表意字的象征和假定的作用。也有人认为这些带标记的豆荚是占卜用的。西班牙人入侵时代有记载说，印加人有秘密文字。有的人写道，在太阳庙的特殊房里有记事牌，上面写有印加统治者的历史事件。另一些年代志作家说，1570年秘鲁总统下令搜集并写下一切可考的秘鲁历史，并讲道印加人的古代史是写在镶有金框的大板上，保存在太阳庙附近的一所房子里。这里除了印加的统治人物和专门任命编纂历史的人以外，其他人都不准进入。印加文明的现代研究者证明，印加人有文字。这也许是图画文字，但由于这些镶在金框里的“图画”被抢掠金框的西班牙人全部销熔，所以没能保留下来。

## 7. 爱琴文明概略

爱琴文明系指公元前 3000 年至公元前 1000 年左右期间，爱琴海区域的古代文明。爱琴海区域分为 4 个地区：巴尔干半岛的南部、岛屿世界、克里特岛和小亚细亚狭窄的沿海地带。在希腊的史诗和神话里保存着古代希腊人的传说，讲到他们远古的过去、克里特王米诺斯的威力、迈锡尼丰富的黄金、历时 10 年的特洛伊战争和其他神话事件。从 19 世纪 70 年代开始发掘的特洛伊、提林斯、迈锡尼、克里特以及在爱琴海沿岸和岛屿上其他几百个大大小小的遗址，确实证明希腊传说既有其神话的外壳，也含着历史真相的内核。

爱琴文明通常分为早期、中期和晚期。由于爱琴海各地方的地方文化性质不完全相同，又有米诺斯（即克里特）文化、赫拉斯（即大日陆希腊）文化的划分。尽管这些地方文化各不相同，3 个时期的年代范围对全部爱琴海来说却是大致相同的。早期为公元前 3500～前 1900 年，相当于铜石并用期和青铜器时代早期；中期为公元前 1900～前 1600 年，相当于青铜时代中期；晚期为公元前 1600～前 1100 年，相当于青铜器时代晚期。晚赫拉时期时期也称作迈锡尼时期，因当时最大的中心迈锡尼而得名。

米诺斯文明的称谓来自古希腊神话的克里特王米诺斯。米诺斯文明是欧洲最早的古代文明，也是希腊古典文明的前驱。位于克里特岛的早期米诺斯文明，处于原始社会向奴隶社会过渡阶段，从普遍使用私人印章以及出现豪华的金银饰物来看，私有制和贫富分化已相当发展。公元前 1900 年，克里特岛出现了奴隶制国家，进入中期，中期米诺斯文明又分为旧王宫时期和新王宫时期。旧王宫时期，在克里特岛各地出现了多处规模宏伟的王宫，各王宫都是奴隶制王国的中心。该期以精美的彩陶著称，器物形制多样，有罐、杯、碗、花瓶等类，一般以黑式暗青为底，用白色绘出花草式各种图案，再杂以红色斑点，有时还加以褐、黄等色或附塑立体花卉装饰，极为优雅，被认为是古代世界最精美的彩陶之一。这个时期的特点是青铜器的普及，在各遗址中普遍出土青铜刀具、斧头、短剑、凿子、矛头等。青铜器的普及推动了克里特经济和社会的迅猛发展。米诺斯文明经济基础是农业，以种植谷物和果树为主，也饲养羊、猪、牛等家畜。新王宫时期自公元前 1700 年至公元前 1450 年止，是米诺斯文明鼎盛时期。各王宫以克诺索斯王宫为最大和最豪华，其他各宫也有一致规划。此时期的克里特的城市已具较大规模，首都克诺索斯约有 8 万人口，岛上各地皆有城池市镇。海运很发达，和埃及、叙利亚来往频繁，并在各地设商站。希腊南部和爱琴诸岛已并入米诺斯王朝版图，米诺斯王朝成为一方霸主，工农业、海运和商业都达到当时世界的较高水平。约在公元前 1500 年至公元前 1450 年间，因大山爆发和地震，克里特各王宫遭多次大破坏。公元前 1450 年克诺索斯王宫被迈锡尼人占据，至此，米诺斯文明的繁荣即告结束。此后，克里特作为青铜文明中心的地位即为迈锡尼文明所取代。

迈锡尼文明系希腊本土青铜时代晚期文化。年代约在公元前 1600 年～前 1100 年，因当时希腊最强的王国及其首都迈锡尼而得名。迈锡尼文明继米诺斯文明而起，到它衰亡后，希腊历史进入“荷马时代”。迈锡尼时期是青铜器时代的全盛时期。在迈锡尼地区出土了青铜锭、斧子、刀子、戒指、钉子等器具。在迈锡尼以北的尼米亚，发现了铜矿山的残余。在其晚期已有了铁器，但只是作为奢侈品，还未广泛用于农作，迈锡尼文明的经济基础部门无

疑也是农业和畜牧业。小麦、大麦、豌豆和大豆等是主要作物。在民居的遗址中发现带有盛满粮食的大瓮和谷仓。橄榄栽培和葡萄酒酿造业也大大发展。手工业已经从农业分化出来成为一个独立的生产部门。大部分手工业都在本地统治者的宫廷中做工，从事生产武器，建筑工程、制造奢侈品。迈锡尼时期的土地关系是，一部分农民占有份地，其他农民则是佃农，佃农用实物作为他们的田租。寺院拥有大片土地，许多寺院奴隶被安置在寺院的土地上，当然王室也拥有土地。上述迈锡尼土地关系的结论是根据出土的线形文字 B 泥版文书释读后得出的。由此看来，迈锡尼时期的社会更像某些早期东方奴隶制国家，而不像希腊晚期的奴隶社会。公元前 1200 年左右发生了特洛伊战争，迈锡尼文明从此衰落，至公元前 12 世纪末即为入侵的另一希腊部族多里安人所灭。虽然迈锡尼的早期奴隶制社会迅速没落，但它对后来希腊文化的进一步发展起了很大作用，希腊从后赫拉斯时期的社会中继承了很多东西。就希腊文化的根源来说，它仍出于迈锡尼文明。

## 8. 爱琴文明的建筑

早在公元前 2000—1700 年左右的旧王宫时期，克里特岛上已产生了由农村公社结合而成的最早的奴隶制国家。每一个这样的小国都有一所王宫作为其统治中心。到了公元前 1700—1380 年左右的新王宫时期，克里特文化时期的各地王宫建筑中，诺萨斯与法埃斯特的宫室建筑最为宏伟。从诺萨斯到法埃斯特还修筑了驿路，这两处的王宫都很富丽堂皇。尤其是在诺萨斯的克诺索斯王宫，素有“迷宫”之称。“迷宫”建于公元前 19 世纪。当时正是克里特文化高度发展时期，制陶、壁画、金工、石雕等形式的工艺发展很快，同时规模庞大的建筑活动也兴盛起来。克诺索斯王宫规模宏大，布局严整，总面积达 22000 平方公尺。其无数的房舍、错杂迷离的回廊和楼梯，使来游克里特的古希腊人感到这简直是一个没有出路的大陷阱。他们在神话中就是这样来描述这座迷宫的。自从伊文思对此进行考古发掘后，神话中的迷宫才出现在世人面前。克诺索斯宫座落在一座名叫凯夫拉山的缓坡上，周围古木参天，是一组多层平顶式建筑，有大小宫室 1500 多间。王宫的前门位于西南部。一个有顶盖的宽阔的石梯引向前门，石梯两边的一排排柱子支撑着屋顶。用来支撑屋顶的立柱都用整棵百年大树锯刨而成。为了矫正人们视觉上的差异，这些立柱均为上粗下细，远远望去这些立柱却是上下同样粗细，显得十分雄浑协调。穿过守门卫士的房舍，可以走到一间“鹳鸟之室”，其墙壁上绘有鹳鸟作为装饰。这些壁画的色彩仍旧清新艳丽，以致令人很难相信是在 3500 多年前绘制的。克里特的工匠们发明了一种用新鲜的湿灰泥涂画的技术，湿灰泥干后就涂上一层薄而透明的液汁以防止褪色和干裂。灰泥是用石灰拌成的：白色的颜料用生石灰调成，黄色的颜色料用赭石配成，深红颜料用赤铁矿制成……。“鹳鸟之室”旁边有一间不大的房屋，里面有水池，房屋周围备有供休息的石长凳。水池的水一直流到房屋门口的泥槽里：驮着主人到王宫里来的牲畜可以在这里饮水。离这间房子不远有一间更大的房舍，里面还留着一只彩色赤陶土澡盆的残片和烧水设备的遗迹。穿过一条长廊可以到王宫的内宫，它是面积达 1400 多平方米的长方形中央庭院，将东宫和西宫联成一个整体，其四周由王宫各室的墙壁围成。内宫前面紧联着几间官厅、礼仪室。在内宫的西北部踏上几个台阶可以走进一间小屋，通过这间小房屋可以到达“宝殿”，即克里特土用以讨论国家大事的地方。门的右边，靠北墙有一高背的石膏宝座。王宫的地下供水和排水系统是经过精心设计的，由石头砌成的沟和陶土管组成；管的两头可以和邻管相衔接；管与管之间用水泥牢固地联接着，水管根据一定的斜度安装。当排水设备在地下通过时，地上的石板可以掀起来，在必要的地方进行修理。王宫的照明系统安装得极其巧妙。克诺索斯宫有三四层。照明是通过整个建筑物从上到下的通光孔——光井来解决的。在克里特的气候条件下这种设计非常合理。灼热的阳光和彻骨的寒风不能通过深长的通光孔透到房舍里来。设备完善的地下管筒系统，还可以有效地疏导雨水，防止房屋受潮。

继克里特人之后的迈锡尼人，在建筑方面也有着其高超的技术，然而其突出之处主要表现在城墙的构建上。由于在迈锡尼时代，统治者的残酷剥削和压迫，曾经激起过奴隶、农民和其他劳动者的强烈反抗。统治者为了维护

他们的权力，大力修筑坚固的城堡。现存的阿加美农城堡遗址是欧洲最古老最雄伟的城堡。城堡的正门位于西北方向。中央大门被称为狮子门。这一宏伟的建筑象征着迈锡尼国王的不可动摇的威力和强大。4 整块巨石（上面一块重 20 吨）构成二扇门框、门槛和门的顶拱。门相当高大、能容骑兵骑马通过，同时也很宽阔，可供战车从容出入。门的上面装饰着三角形石灰石板，石板上刻着浮雕：两只雄壮的狮子威风凛凛地俯视着走进城门的人。门的进口有坚固的四角形棱堡保卫着。该城的三角形周长达 900 米，占地约 30000 平方米。城墙平均厚度 6 米，但有些地方达 10 米。城墙是用所谓“独眼巨人叠石法”砌成：尺寸和形式不同的粗糙巨石一块块地叠起来；石与石之间接的缝隙用泥土或小石块填塞。在最重要的防御地段，城墙则是用整齐的长方形石块砌成，狭缝涂以泥土。城墙随地形起伏，或沿山岗蜿蜒而上，或向山谷俯探而下，但其高度均高出地面 18 米。建城者非常周密地考虑到城堡被围时的供水问题。在山岗附近的一个山谷里流着一条泉水。巧妙的地下管道将泉水引入城堡。建于公元前 15 至 14 世纪阿该亚王的陵墓建筑，其规模不亚于克里特的王宫和迈锡尼的城堡。这就是巨大的圆顶墓，其中规模最大的是所谓迈锡尼的“阿特柔斯宝库”。该墓门框的上部是一块巨石，长 8 米，宽 5 米，高 1.2 米，重达 100 吨。坟墓内部是一间圆形房舍，有圆顶石拱天花板（其直径和高度均约 14 米）。石墙和天花板可以看出装饰坟墓的青铜花瓣留下的深窝。祭拜死者的仪式在这里举行，但埋葬是在一间四方形的小室内进行，一条狭窄的通道把这间小室和坟墓的圆顶部分联通起来。

面对爱琴古代建筑物的雄伟壮丽，往往会觉得难以置信，爱琴人只是用非常原始的技术和像青铜斧、石斧以及青铜锯等工具，竟能创造出如此的人间奇迹。

## 9. 爱琴文明的文字

文字是爱琴文明的最重要成就之一，在世界古文字中爱琴文字自成系统。爱琴文字包括爱琴海区域米诺斯文化和迈锡尼文化使用的文字。米诺斯文字包括象形文字和线形文字 A，流行于公元前 19 至前 15 世纪；迈锡尼文字即线形文字 B，流行于公元前 15 至前 10 世纪。这些文字是英国考古学者伊文思发现并命名的，自从 1900 年以来，已有数千块带有象形文字铭文和线形文字的泥版陆续被发现。伊文思对铭文研究做了许多工作，但是只公布了他所发现的文字的很少部分而且他没有将之释读成功。但是伊文思认定：第一，这些铭文是由两种不同系统的文字写成的（一种是线形文字 A，另一种是线性文字 B）；第二，这两种文字都有音节特点；第三，A 和 B 系统的许多符号彼此符合。

米诺斯象形文系由克里特原始社会末期的印章符号演变而来，约产生于旧王宫时期中、后期，一直使用到新王宫时期初。它分实写体与线写体两种，前者是涂写或雕划成实体图画符号；后者仅以线条勾勒图形。实写象形文主要见于各王宫发现的印章上，线写象形文明多见泥板、家用陶器、墙壁之上，极为简短，可能是对一些器物作的标记。大量发现象形文的地点是克诺索斯王宫的“象形文储藏室”和马利亚王宫遗址。根据伊文思研究结果表明，已知的实写、线写两种象形文符号共计 135 个，这些符号构成 323 个字，其中有 250 个字只出现过一次。符号内容涉及人机体部位、器物、动物和日月星辰等。有些符号与埃及象形文字相似，说明克里特与古埃及之间的文化联系。1908 年在费斯托王宫遗址发现了费斯托斯圆形泥板，两面都用字模压出长篇铭文，共 241 字。铭文按螺旋状排列，分别为 31 句及 30 句，由于文字多有重复，实际上只有 45 个符号。这些符号可能是另一系统的象形字，类似的文字在克里特中部的阿尔卡洛科里的铜斧上也有发现。大约从公元前 17 世纪开始，克里特人将每个符号代表一定字或概念的象形文字，过渡到每个符号表示一个音节的线形文字。这种线形文字叫做线形文字 A，约有三分之一的线形文字符号可以确定出象形文字的原型，说明它是从象形文字发展而来的。其他线形文字 A 的符号也多为象形文的简化，但符号总数已缩减到 90 个左右。虽然自克里特文字被发现以来学者们一直在致力于对它们的释读，但这些古文字的秘密尚未被揭开。不过语言学家已对有些问题作出结论，可以肯定的是这些用象形文字和线形文字 A 书写的泥板多是一经济表报的文件。克里特人除了文字之外还有数学符号。他们制定了精密的计数法；其基础就是十进位法。他们以“|”表示一个单位，“—”表示十个，“ ”为百个，“ ”为千个，“ ”为万个。他们不仅会整数的四则运算，而且懂得分数和计算百分比。

代替线形文字 A 的是线形文字 B，它是在迈锡尼人于公元前 1450 年入主克诺索斯王宫后开始流行起来的。即用线形文字 A 的音节符号记写迈锡尼语，发展成线形文字 B。线形文字 B 不仅应用于克里特，而且也应用于大陆希腊的一些中心地区，公元前 1000 年随迈锡尼文明的衰亡而停止使用。线形文字 B 泥板文书在克诺索斯约出土 4000 件。线形文字 B 属于希腊语，是一种

---

参见苏联科学院主编《世界通史》第一卷，三联书店 1959 年版。

参见苏联科学院主编《世界通史》第一卷，三联书店 1959 年版。

音节文字，表示音节的有 90 个符号，常用者约 59 个。1952 年英国学者文特里斯成功地释读了线形文字 B。文特里斯在前人研究的基础上，对线形文字 B 的释读做了极其复杂的工作。他认为，克诺索斯、派罗斯铭文的语言是希腊语的变种。他注意到，在同一个词变格时，在最后一个音节里，只有元音变，辅音仍旧不变（如俄语）。另一方面，属于同一变格法，又属于同一个格的不同词，在最后一个音节里都有一样的元音，但是这个音节的辅音则彼此不同。以此为依据，他把同一元音的音节分一组，以后把有同一辅音的音节又分为一组。这位学者把这些组放在长方形的格子里；并在直行格上放进 5 个基本元音，在横行格上放进常与元音结合的辅音。在直行格的 5 个音节中，认识一个元音，就能知道其他 4 个音节中的元音。根据同理，确定一个辅音之后也就能弄清楚横行格上其他 4 个音节的辅音。文特里斯进一步探明了每个音节的读法。他注意到，一些派罗斯铭文的开头总是那一个词，而一些克诺索斯铭文的开头总是那一个词。他假定这是这些地区的名称。这样就知道了第一批几个音节的读音，把这些音节写入“表格”之后，他又得到了其他许多音节的读音。利用这些已知的音节，他确定了线形文字 B 88 个音节符号的 60 个读音。许多由这些音节拼合而来的词的意义，是可以弄明白的：按读音，这些词类似希腊文，也像希腊文那样读。释读是否正确还可以根据和音节原文并列的表意符号与所读文字的字义是否符合来检查。当前大部分线形文字 B 泥板文件已阐释完成，并知道这些文献是记录王宫库藏和各地贡物的经济文书，从中人们可以了解到迈锡尼时代其国家是怎样形成的，这些国家是怎样管理经济的。

