

中央广播电视大学

自然科学发展简史

潘永祥 主编

北京大学出版社

**中央广播电视大学
自然科学发展简史**

潘永祥 主编

责任编辑：苏勇

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京印刷三厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本 18.5印张 405千字

1984年12月第一版 1985年7月第二次印刷

印数：130,000—245,000册

统一书号：2209·31 定价：2.80元

目 录

编者的话	(1)
------	-----

古 代 部 分

第一章	自然科学知识的起源	(1)
第二章	古代两河流域和古代埃及的科学技术	(13)
第三章	古印度的科学技术	(27)
第四章	中国古代的科学技术	(41)
第五章	古希腊的科学技术	(78)
第六章	古罗马的科学技术	(119)
第七章	古代阿拉伯的科学技术	(130)
第八章	欧洲中世纪的科学技术	(147)

近 代 部 分

第九章	近代自然科学的诞生	(165)
第一节	手工工场与技术进步	(165)
第二节	远航探险和地理发现	(168)
第三节	文艺复兴与科学解放	(171)
第十章	近代自然科学的革命	(175)
第一节	哥白尼学说的产生及其意义	(175)
第二节	太阳中心说的传播和发展	(179)

第三节	血液循环的发现——从维萨里到哈维·····	(184)
第十一章	经典力学的成熟·····	(189)
第一节	万有引力定律发现前的准备·····	(189)
第二节	伽利略对经典力学的贡献·····	(192)
第三节	牛顿的综合·····	(199)
第十二章	十六至十八世纪的数学和物理学·····	(205)
第一节	数学上的重大成就·····	(205)
第二节	对热和电磁现象的实验研究·····	(214)
第三节	几何光学的发展·····	(224)
第十三章	十六至十八世纪的化学和生物学·····	(229)
第一节	科学化学的确立·····	(229)
第二节	从燃素说到氧化理论·····	(235)
第三节	分类学的发展, 林耐及其成就·····	(241)
第四节	两种类比, 生机论与机械论·····	(243)
第十四章	工业革命与十九世纪的科学和技术·····	(247)
第一节	产业革命的兴起·····	(247)
第二节	蒸汽机的发明、应用及其后果·····	(250)
第三节	电力革命·····	(254)
第四节	工业革命对十九世纪自然科学发展的影响·····	(256)
第十五章	近代天文学与地质学·····	(261)
第一节	天文观测的重大成就·····	(261)
第二节	太阳系的起源和演化的研究·····	(268)
第三节	关于岩石成因的水成论和火成论之爭·····	(271)
第四节	地质学中灾变论与渐变论之爭·····	(277)

第十六章	十九世纪的物理学	(280)
第一节	热力学和分子物理学的成就	(280)
第二节	波动光学的胜利	(288)
第三节	电磁学的发展	(291)
第十七章	十九世纪的化学	(297)
第一节	原子-分子学说的建立	(297)
第二节	有机化学的兴起	(303)
第三节	元素周期律的发现	(309)
第四节	物理化学和化学工业的发展	(312)
第十八章	十九世纪的生物科学	(316)
第一节	比较方法在生物学中的出现	(316)
第二节	细胞学说及其意义	(319)
第三节	进化论的产生及其胜利	(322)

现 代 部 分

第十九章	物理学的三大发现和量子理论	
	的建立	(334)
第一节	电子、X射线和放射性的发现	(334)
第二节	量子论的建立和它的早期发展	(340)
第三节	量子力学的建立	(352)
第四节	哥本哈根学派和玻尔同爱	
	因斯坦的论战	(359)
第二十章	相对论的建立和发展	(361)
第一节	狭义相对论产生的科学背景	(361)
第二节	狭义相对论的建立与新的时	
	空理论	(369)

	第三节	广义相对论的创立及其实验 验证·····	(375)
第二十一章		原子核物理学与粒子物理学 的发展·····	(380)
	第一节	中子和中微子的发现·····	(380)
	第二节	重核裂变、轻核聚变的发现 和原子能的应用·····	(385)
	第三节	粒子物理学的早期进展·····	(392)
	第四节	强子的内部结构和相互作用 的统一理论·····	(398)
第二十二章		二十世纪的凝聚态物理学·····	(404)
	第一节	固体物理学的发展·····	405)
	第二节	半导体科学技术的兴起·····	(412)
	第三节	超导体和超导理论的建立·····	(423)
第二十三章		二十世纪的化学·····	(433)
	第一节	周期律的深入探讨和新元素 的发现·····	(437)
	第二节	无机化学与分析化学的发展·····	(442)
	第三节	现代有机化学和高分子化学 的发展·····	(446)
	第四节	现代物理化学和结构理论的 发展·····	(449)
第二十四章		二十世纪的生物学·····	(454)
	第一节	孟德尔的工作及其重新发现·····	(454)
	第二节	遗传的染色体理论的形成、 发展和“一个基因一个酶” 的学说·····	(458)

第三节	分子生物学的产生·····	(463)
第二十五章	二十世纪的天文学·····	(473)
第一节	天文观测的新时代·····	(474)
第二节	天体演化的现代理论·····	(477)
第三节	现代宇宙学·····	(482)
第二十六章	二十世纪的地质学·····	(487)
第一节	前寒武纪地球历史研究的深入·····	(487)
第二节	海洋地质学的迅猛发展·····	(491)
第三节	从大陆漂移说到板块构造理论·····	(495)
第二十七章	二十世纪的新兴科学技术·····	(505)
第一节	迅速发展中的无线电电子学·····	(505)
第二节	激光技术与光导纤维通讯的发展·····	(512)
第三节	空间科学技术的发展·····	(522)
第四节	环境科学的诞生·····	(523)
第二十八章	电子计算机科学技术的兴起·····	(535)
第一节	计算机早期发展史·····	(535)
第二节	电子计算机的诞生·····	(540)
第三节	电子计算机的应用及其发展趋势·····	(548)
第二十九章	系统论、控制论和信息论的兴起·····	(552)
第一节	系统论与系统工程学的诞生·····	(552)
第二节	控制论的形成和发展·····	(561)
第三节	信息论与信息科学的诞生·····	(567)

第一章

自然科学知识的起源

人类和其他动物的区别在于“动物仅仅利用外部自然界，单纯地以自己的存在来使自然界改变；而人则通过他所作出的改变来使自然界为自己的目的服务，来支配自然界”^①。人类就是在不断地改造自然界的认识自然界，积累起自己关于自然界的知识，从而又进一步地提高自己改造自然界的能力，如此循环往复，人类得以发展，社会得以前进。这个过程自从有了人类便开始，至今已经经历了三百多万年。在三百多万年的岁月里，人类99%以上的时间是在原始社会中渡过的。原始社会的生活十分艰苦，人类改造自然界的能力还很低，人类关于自然界的知识还十分有限，这些还处于萌芽状态的关于自然界的知识只能是很零散的，很粗浅的，其中还不可避免地混杂着许多谬误。即使如此，今天人类的全部科学成果终究是从这里开始的。那个时候还没有文字，也不可能独立的自然科学，那时的关于自然界的知识和人们的生产技术和生活本领完全融合在一起，生产和生活的水平和状况也就是人们关于自然界的知识的水平和状况。

原始社会人类主要的生产工具是石器，因此也被称为石

^① 恩格斯：《自然辩证法》，《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第517页。

器时代。石器时代又分为以打制石器为主的旧石器时代和以磨制石器为标志的新石器时代。血缘家族公社时期约在旧石器时代前期，母系氏族公社制是从旧石器时代中期开始的，父系氏族公社制则出现在新石器时代的晚期。旧、新石器时代交替的时间在世界各地有很大的差异，大体上说约在一万年前左右。

工具的演进 人类不是赤手空拳地去改造自然界的，人类依靠自己所制造的工具在自然界中谋生，生产工具发展史是人类社会发展史的重要组成部分。

原始社会人们用以制造工具的材料多种多样，树枝、石块、动物的骨角、贝壳等都可以制成不同用途的工具，其中最主要和最重要的是石器工具，这既是因为石料几乎随处可得，取材方便，而且石质坚硬，也不难打制出比较锐利的尖端和刃口，这对于原始社会的人们来说当然是十分需要的。

现已发现的最早的石器出土于东非肯尼亚的库彼弗拉，距今已有二百六十万年。在我国云南元谋出土的石器也有一百七十万年的历史了。早期的石器制作很是粗陋，人们在地面上拣取适合的石块，以其他石块与之相击，打出所需的尖或刃即成。这些石器没有固定的型式，也没有固定的用途。后来经过无数次的实践，人们的经验丰富了，打制成的石器器形越来越规整，逐渐形成了几种不同的型式，我们可依其不同形状和用途分别称之为砍砸器、刮削器、尖状器等等。在那个时候，要制成一件一定用途的石器也是需要多方面知识的。不是任何一种石头都能打制出一件能用的石器来，为此需要懂得辨别不同的石头。打制的方法也得因不同的需要而异。据分析，人们那时采用的就有碰砧法、锤击法、压制法、

间接打击法等许多种。石头比较笨重，石器的形状只能比较短小，在使用上有时就不大方便，于是人们又在石器上安装上木头的或骨角的把柄，这就是发明了用两种或两种以上的材料制成的复合工具。复合工具的出现是工具发展史上的一大进步。

以打制的方法制造石器，器形总是难以十分准确。经过长期的摸索，大约在一万多年前人们又发明了石器的磨制技术，即在打出石器的粗坯之后，再用研磨的方法进一步加工，这样就可以使得器形更为规整，尖端、刃口锋利，表面光洁，使用效果要好得多。磨制石器的出现表明社会生产力有了很大的提高，史学家称之为“新石器革命”。从此，石器的制作越来越精巧，类型也更为复杂。到了新石器时代的末期，人们甚至可以加工相当坚硬的玉石，制成一些很是漂亮的玉器，我国境内一些新石器时代遗址就出土了一些这样的玉器。这些遗物大体上可以反映出人类经过了三百多万年的努力，在石器加工技术上所达到的水平。

石器制作技术进步，人类在自然界中谋生的本领相应地得到提高。最早的时候人类主要以采集为获取基本生活资料的方法，他们采摘树上的果实，挖掘地下的块根，拣拾水中的蚌蛤等以为食用，有时也猎取一些小动物。随着工具的日益进步，人们可以进行较大规模的狩猎活动，再后来人们更可以发展起原始农业和畜牧业以及从事捕鱼等生产活动了。以狩猎工具为例，在相当长的一个时期之内，石块和木矛曾经是最主要的狩猎武器。大约在一万多年前，人们发明了弓箭，这在原始社会里可以说是一种很了不起的发明，恩格斯曾经给予了很高的评价，他说，“弓、弦、箭已经是很复杂的工具，发明这些工具需要有长期积累的经验 and 较发达

的智力，因而也要同时熟悉其他许多发明。”^① 弓箭的制造涉及到多种材料的配合和运用，对弹力和箭体的飞行也要有一定的认识。弓箭的发明和使用，无疑是人类在认识和改造自然的过程中迈出了很有意义的一步。

到了新石器时代晚期，人们对于石器的数量和质量的需
求都有了很大的增长，一般地拣取石块作为加工原料已经远远不能满足社会的需要，于是人们就开山采石，甚而是挖凿矿井取石，最早的采矿业也就产生了。这样的采石工场遗址在我国和欧洲的一些地方都曾经发现过。这时候的人们当然也有了一些最初步的岩石学、矿床学方面的知识。

火的利用和取火方法的发明 在自然界中，由于雷击、火山爆发、自燃等等原因，有时会出现火。可以想象，开始时人类和其他动物一样，对火很害怕，只能远远躲避。后来人们发现，人类难于对付的猛兽也怕火，又发现被火烧烤过的兽肉特别好吃也易于消化，一些本来难以食用的植物烧熟了以后也可以拿来充饥。于是人们便试着到被烧过的荒野中寻找食物，学到了一些避免火伤害的办法。后来人们又知道了火能给人以光明和温暖，能烤干潮湿的土地，人们就把火带到自己居住的洞穴中去，开始用火了。从此，火就成了人类生活中不可分离的伴侣。人类从怕火到能利用火，经过了一百多万年的时间。

现在已经知道的人类用火的最早的遗迹是在我国的土地上。上文提到的云南元谋旧石器时代遗址中就发现有许多炭屑，大约同一个时期的山西芮城西侯度遗址也有类似的遗物，专家们认为这都是人类用火的遗迹。晚一些时候的用火

^① 恩格斯：《家庭、私有制和国家的起源》，《马克思恩格斯选集》第4卷，人民出版社1972年版，第18页。

遗迹在世界各地都有发现。北京周口店北京人居住过的山洞里的灰烬堆积层甚厚，最厚处达六米，表明于二十万至五十万年前住在这里的北京人已经是长期地、很有效地利用火了。

人类的生活越来越依赖于火，自然火又不是随时随处可得，火种的保存就成了生活中的一件大事，这个任务通常都得由最有经验的长者来担当。虽然人们已经有了一些保存火种的办法，但仍然会由于一些难于抗拒的原因而遭致火种的熄灭，因此不得不努力寻找人工取火的方法。通过磨擦可以使身体温暖，这是人们早就知道了的。在打制石器时偶然也会看到某些石块碰击而迸出火星的现象。制作木器的过程中也会注意到木木相磨而发热的情况。这些都能给人们以启发。人类最早的取火方法现在已经难以考证，一般认为它大约出现在旧石器时代的晚期。在欧洲的一些遗址中曾发现有可以碰击发火的黄铁矿石和可用于引火的干菌化石，这些东西都可能与人工取火有关。我国古代“钻木取火”的传说也是有根据的，现代一些原始部落的取火方法主要就是以木木相磨，使木屑之类引发为火。取火方法的发明是人类历史上的一件划时代的大事。恩格斯曾说，“就世界性的解放作用而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机，因为摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物界分开。”^①自从发明了人工取火的方法，人类就得到了用火的完全自由。

火对于人类有着多方面的重要意义。有了火，人类的食物来源扩大了，人类的居住条件得到了很大的改善，潮湿而阴暗的山洞变得干燥又明亮了，洞口的篝火也使人类的居住

^①恩格斯：《反杜林论》，《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第154页。

地避免了野兽的袭扰。火使得寒冷的冬季比较容易渡过，人类生活的范围得以扩展到更为广大的地域，不仅可以在热带、亚热带生活，在温带也可以存身了。火在生产上也给了人类很大的帮助，它可以烧烤木矛的尖端使之硬化，也可以烘烤枝条使之软化弯曲成形以制造某些器具，火还是人们用于狩猎的重要武器。尤其重要的是，熟食对人类自身的发展有很大的影响，熟食缩短了消化过程，使人类获得更多的营养，增强了体质，特别是大大地促进了大脑的发达。火对于原始社会的人们本来是一种难于理解也曾是使人们十分惧怕的自然现象，而它终于能为人所控制和利用，这对于人类思想的解放作用也是不能低估的。人类认识火，降服火，使火为人所用，这的确是人类战胜自然的一曲凯歌。

原始农业与原始畜牧业的产生和发展 从采集到渔猎，人类还只是从自然界中取得自己的生活所需，原始农业和原始畜牧业的出现却是人们在自然界中创造自己的生活所需了。这一革命性的变革出现在从旧石器时代向新石器时代过渡的时期。

现已确知的世界上最早出现农业生产的地区是在西亚。考古已经发现了约一万年人类在现今土耳其境内的萨约吕种植小麦的证据。在我国浙江余姚一处石器时代遗址出土有大量炭化了的稻谷，经鉴定是约六千七百年前的遗物，同地还出土了一些已制作得相当不错的骨耜，表明那时长江流域下游的农业生产已有相当的水平。

最早的农业被称为“刀耕火种农业”。那时赖以进行生产的主要是石器工具和火。人们用石斧之类的工具砍倒树丛，把枝叶弃于地上晒干，连同地面的野草一并烧掉，撒上种子（或用木棒、石锄之类挖坑播种），即任其生长。作物

成熟后用石镰或蚌镰割下谷穗，再以石磨或石碾等加工，生产便完成了。后来逐渐发展，人们又学会制造和使用木耒、石耜、骨耜、石犁等农具，土地经过人力的耕锄之后再播下种子，作物的生长情况就好得多，于是发展成为“耕锄农业”，这已经是新石器时代晚期的事。这时人们也懂得了用拦截河水的办法进行人工灌溉，有意识的人工施肥随后也开始了。

动物的驯养大约开始于一万多年以前。人类最早饲养的动物可能是狗，大概是用来帮助狩猎。后来人们又驯养了牛、羊、猪、鸡等动物。成批地饲养家禽家畜在开始时是要以人们过定居的生活为条件的，只有农业生产发展了，人们长期而稳定的定居生活才有必要和可能。所以，种植业兴旺了，作为辅助性经济的畜牧业才发展起来。后来，在一些临近草原或附近有适宜的牧场的地方，人们发现畜牧业比种植业更为有利，畜牧业的比重就越来越大，当牲畜的数量超过了一定的限度，人们住地附近的草场已不敷应用，或者由于放牧过渡而遭到破坏已难于利用的时候，那里的人们又不得不放弃定居生活而转为游牧。一些过着游牧生活的部落为了寻觅适合的草场甚至不得不向远方迁徙。畜牧业从农业中分离了出来，形成了以农业为主和以畜牧业为主的人群，这是人类社会的第一次大分工。

在动植物的驯化、选育上，原始社会的人们给我们留下了丰富的遗产。现今世界上的许多主要农作物如小麦、大麦、水稻、玉米、甘薯、亚麻、棉花和多种蔬菜、豆类等等，都已为原始社会的人们所种植。家禽家畜的许多品种也都已为原始社会的人们所驯养。他们在品种改良上也做了许多工作。以我国人民历来重视的猪为例，经过对出土的不同

时期的猪的骨骼的研究，可以发现猪的形体在不断地增大，并且越来越适合人们食用的需要。

种植作物和饲养牲畜与采集和渔猎相比，要求人们有丰富得多的关于自然界的知识，对于动植物的生长，必须善于作较长时间的观察才能了解其中的一些规律，有时还得作一些哪怕是最简单的试验。对动植物的品种要有一定的认识，就得进行一些总结和概括。这些无疑都大大地促进了人类的思维能力。为了取得较好的收成，人们还需要有一些天文、气象和土壤等方面的知识，人类的视野从此更加开阔。

从陶器的发明到最早的冶金技术 农业生产发展，人们的生活渐趋稳定，生活水平也在不断地提高，对于炊具、食具和其他日用器具的需求也渐增。原先人们所使用的容器，有些是以植物的枝条编成的，或者是用石膏岩之类的轻质石料凿成的，那样一些容器都有许多明显的缺点，已经远远不能满足要求。在农业生产中人们总要和土壤打交道，对土壤的性质有了一些了解，用火的技术这时亦已相当熟练，制陶技术的发明也就成为必然的了。在此之前，人类还只能以改变某些物质的形状来制造器物，从此，人类能够制成自然界中原来并不存在的物质。

制陶技术的出现大约在八一九千年前，现在我们可以看到的最早的陶器出土于我国河南、河北和江西等地，西亚地区出土的陶器最早的也有八千多年。这些陶器当然都还很粗糙，陶坯完全用手制成，器形简单，烧成的火候不高。经过几千年的发展，到新石器时代的后期，制陶逐渐形成了一套比较完整的和较为合理的工艺。这时的陶土已经过认真的淘洗，还根据不同的要求加入了不同的煨料，陶坯的加工使用了陶轮。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，同时以手捏陶土或以工具使陶土成形并使坯面光洁。这样制成的陶坯圆度较好，造型和外表也美观得多，生产效率更大大提高了。原始社会的陶轮现在已经看不到，但从许多陶器上都可以清楚地看到使用陶轮加工的痕迹。陶轮的发明是科技史上的一件大事，它是人类最早使用的一种加工机械，也是现今一切旋转切削机具的始祖，一直沿用到现在。陶窑的结构和烧窑技术在新石器时代晚期也已达到相当的水平，烧窑温度已接近 1000°C 。陶器的彩绘工艺这时也发展了起来，给我们留下了许多很有趣味的图案。约四千多年前，在我国和古希腊都有一种薄壁陶器出现，壁厚只有 1—2 毫米，被称为蛋壳陶，颇能反映出那时制陶工艺的技术水平。在我国还有一种颜色洁白的白陶，是用高岭土烧制而成的，这就是瓷器的前身。制造比较好的陶器需要有较好的技术，不是任何人都能够很容易地掌握，于是就有些人专门从事制陶，逐渐形成了一门手工业。制陶的发展促成了手工业的建立，手工业的出现是人类社会上的又一次大分工。

人类最早认识的金属是黄金和铜，只有这两种金属才会在自然界中以纯度颇高的自然金和自然铜的形态出现，它们的光泽也容易引起人们的注意，它们也都具有延展性，可以敲砸成形。不过黄金稀少，性也太软，人们更有兴趣的还是铜。在人们采集自然铜的时候，常与自然铜伴生的色彩鲜艳的孔雀石 ($\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})$) 也很引人注目。把孔雀石和木炭同放在陶器内燃烧即能炼出铜来，这在新石器时代末期已不是难事，最早的炼铜技术可能就是这样开始的。比起石块来，铜固然有许多优点，如易于成形，可以重复利用，色泽美观等，但它的硬度不如石块，用作工具也有它的缺点，因

此在开始时人们也只能把它制成装饰物或小件用具，不能取代石器的地位。金属在原始社会只是初露头角，在社会生活中没有很大的效用，不过，它的出现已经预示着石器时代行将结束。

居室、衣着和其他生活条件的状况 早期人类的住所多为天然洞穴，因为那里比较安全又能躲避寒冷和风雨。但是适合居住的天然洞穴不是很多，在人口逐渐增加以后寻找能居住的洞穴就更为困难，于是人们开始设法营造自己的居室。在法国南部有一处约二十万年前的遗址，被认为是迄今所知最早的建筑遗存。据分析，那是一座以木料构架，四周遮蔽以兽皮而成的房子，占地40多平方米。人类早期的建筑物当然只能十分简陋。大约一万年前的西亚地区的一些建筑遗址表明，这时人们已经是用一些石块或未曾烧制过的泥砖构成的比较象样的建筑物了。到了新石器时代末期，在那里甚至建成有两层楼的楼房。我国新石器时代的建筑遗址也已有发现，在黄河流域一带多为半地穴式木构架建筑，西安半坡就有一百多座这样的房子所组成的建筑群，组成了一个村落。原始社会的建筑物都是就地取材，建筑型式也因地而异，经过长期的发展，形成了各自不同的建筑风格。

人类穿着衣服大约也有几十万年的历史。开始时只是把兽皮披在身上，目的是为了御寒。后来发明了针，人们学会了缝制衣服。在北京周口店山顶洞所发现的一根约一万三千年前的骨针即是人类缝制衣服的最早的证据。这根针长3.2厘米，最粗处粗约3.3毫米，针身光滑，针眼狭小，它的情况表明人类学会缝制衣服当已有相当长的历史。利用植物纤维制成纺织品，大约发明于新石器时代的早期。一些距今六一七千年的陶器上留下了纺织物的印痕，可以帮助我们了