

zi ran ke xue fa zhan jian shi

自然科学发展简史

远得玉 王建吉
赵 研

编著

自然科学发展简史

远德玉 王建吉 赵 研 编著

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然科学发展简史/远德玉 王建吉 赵 研 编著. - 北京:
中央广播电视大学出版社, 2000. 9

ISBN 978 - 7 - 304 - 01956 - 3

I. 自… II. ①远… ②王… ③赵… III. 历史学-研究-教材
IV. K471

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 51857 号

版权所有,翻印必究。

自然科学发展简史

远德玉 王建吉 赵 研 编著

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010 - 58840200 总编室: 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

印刷: 北京集惠印刷有限责任公司 印数: 133001 ~ 144000

版本: 2000 年 9 月第 1 版 2007 年 7 月第 18 次印刷

开本: 850 × 1168 1/32 印张: 9.75 字数: 245 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 01956 - 3

定价: 14.00 元

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

目 录

第一章 自然科学知识与科学技术的起源 ·····	(1)
第一节 人类的起源与进化·····	(1)
第二节 原始的技术发明与经验自然知识的出现·····	(5)
第三节 原始宗教的自然观·····	(9)
第四节 人类文明时代的来临·····	(11)
第二章 古代东方的科学技术 ·····	(14)
第一节 古代埃及的自然科学技术·····	(14)
第二节 古代西亚的科学技术·····	(18)
第三章 古希腊罗马的科学技术 ·····	(25)
第一节 自然哲学的猜测·····	(25)
第二节 科学与经验结合的成果·····	(28)
第三节 科学的衰落与技术上的创造·····	(31)
第四章 中国古代的科学和技术 ·····	(35)
第一节 春秋战国时期的学术繁荣·····	(36)
第二节 中国实用科学体系的形成和发展·····	(38)
第三节 中国古代科学技术发展的高峰·····	(43)
第四节 中国古代科学技术发展的终结·····	(47)
第五章 阿拉伯科学文化的兴起与欧洲中世纪的 科学技术 ·····	(54)
第一节 阿拉伯科学文化的兴起·····	(54)
第二节 欧洲中世纪科学技术的曲折发展·····	(59)
第六章 近代自然科学的产生 ·····	(65)
第一节 近代自然科学产生的社会基础和条件·····	(65)

第二节	自然科学争取独立的伟大斗争	(71)
第三节	科学实验与实验科学的兴起	(78)
第七章	经典力学体系的建立	(88)
第一节	经典力学体系化的知识基础	(88)
第二节	牛顿和他的力学体系	(91)
第三节	牛顿时代其他科学的发展	(98)
第四节	科学观与自然观的变革	(109)
第八章	近代技术的兴起与工业革命	(114)
第一节	近代技术的兴起	(114)
第二节	蒸汽—机器时代的技术体系	(124)
第三节	工业革命的技术特征和后果	(131)
第九章	近代自然科学的全面发展	(137)
第一节	“科学世纪”的到来	(137)
第二节	热力学的研究和能量守恒与转化定律的 发现	(140)
第三节	天学、地学、生物学的演化理论	(144)
第四节	物质结构的化学理论	(155)
第五节	电磁理论的建立	(160)
第十章	近代技术的发展——以电气为中心 的技术革命	(164)
第一节	钢铁与材料技术的发展	(164)
第二节	热机的新发明与应用	(171)
第三节	电能——技术革命的主角	(178)
第四节	以电气为中心的技术革命的特点与后果	(188)
第十一章	西方近代科学技术在东方的传播	(192)
第一节	近代以前的中外科技交流	(192)
第二节	西方近代科技知识传入中国	(197)
第三节	洋务运动与中国近代技术的发展	(200)

第四节	日本的明治维新与近代科学技术的发展·····	(208)
第五节	关于中国近代科技落后原因的讨论·····	(213)
第十二章	20 世纪初的物理学革命 ·····	(222)
第一节	电子、X 射线和天然放射性的发现·····	(223)
第二节	爱因斯坦的相对论·····	(228)
第三节	量子论与量子力学·····	(235)
第四节	物理学革命的意义与后果·····	(242)
第十三章	现代自然科学的新进展 ·····	(248)
第一节	粒子世界的新发现·····	(249)
第二节	从凝聚态物理到天体物理·····	(255)
第三节	结构化学与高分子化学·····	(263)
第四节	从细胞水平向分子水平深入的生物学研究 ·····	(268)
第十四章	现代科学的技术化与技术的科学化 ·····	(276)
第一节	新兴技术的崛起·····	(276)
第二节	电子计算机与微电子技术·····	(284)
第三节	系统、信息与控制·····	(294)
第四节	传统生产技术的科学化·····	(301)

第一章 自然科学知识与科学技术的起源

第一节 人类的起源与进化

根据考古学和人类学的研究，在大约 30 多亿年前，地球上出现了最早的生物，即原核细胞的菌藻类。经过长时间的进化，在大约六七千万年以前的新生代，出现了哺乳动物，其中的灵长类又经过数千万年的演化，在 300 万年前形成了猿类，其中的一种古猿，就是人类和现代类人猿的共同祖先。在大约一千多万年前，从古猿中分化出一支，开始向人的方向发展，到大约 300 万年前，终于出现了能够制造工具的人类。在生物学分类中，人属于哺乳动物纲、灵长类、灵长目、人科、人属、智人种、现代人亚种。

人类的由来的问题，直至 19 世纪中期之前尚没有一个科学的定论。早在原始社会，原始人类就对人类的由来作过种种不同的猜测，在世界许多民族中都有各种关于人类起源的传说。基督教的经典《圣经》中则说，上帝按照自己的形象，用泥土造出一个名字叫亚当的男人，此后又用他的一条肋骨造了一个名字叫夏娃的女人，这两个人便是人类的始祖。这一“上帝造人”的说法，在基督教占绝对统治地位的中世纪，成为任何人都不能怀疑的金科玉律。直到 19 世纪初，法国生物学家拉马克发表了《动物哲学》一书，提出了“人类起源于某种古猿”的观点，第一次对基督教有关人类由来的神造说提出了挑

战。此后，英国生物学家达尔文在英国地质学家赖尔“将古比今”和拉马克“人类起源于某种古猿”的观点的启发下，经过多年系统的考察，于1859年出版了《物种起源》一书，在书中，达尔文用大量的事实，揭示了动物由低级向高级生物进化的科学规律，说明了人类在自然界中的位置和人与其他类人猿之间的亲缘关系，认为人类与其他类人猿有着共同的祖先，人类就是由某种古猿经过长期进化而来的。达尔文的进化论为最终科学地解决人类的起源问题奠定了基础。但是，达尔文虽然指出人类与其他动物之间的差别，却未能正确说明人类是怎样由古猿进化而来。

1876年，恩格斯在其《劳动在从猿到人转变过程中的作用》一文中，科学地分析了人类古猿是怎样转变为人类这一问题，指出人与动物之间的根本区别在于劳动，并认为在人类的进化过程中，经过了三个依次递进的阶段，即“攀树的猿群”、正在形成中的人和完全形成的人。根据现代生物学的研究和考古发现的印证，达尔文与恩格斯的发现和论断是符合人类发展规律的。

攀树的猿群是指在新生代生活在树上的古猿。目前所知道的最早的古猿是在埃及法犹姆发现的原上猿。其生存年代大约在3000万年前。在该地还发现了另一种古猿化石，这就是埃及猿，生存年代大约在2800万至2600万年前。较原上猿和埃及猿晚些的古猿化石是森林石猿。这种古猿的化石生存年代较长，大约在2300万年至1000万年前之间。该化石最早发现于法国的圣戈当，此后在欧、亚、非三大洲均有发现。在发现森林古猿化石的同一地层中，还发现了一些动植物的化石，证明森林古猿当时栖居在热带和亚热带的森林中，以吃草木的叶和果实为生。森林古猿手脚已有初步的分工，牙齿有32颗，与现代人类和类人猿牙齿排列的次序相同。许多人类学学者认

为，上述三种古猿是人类的共同祖先。

“正在形成中的人”是指从古猿向人类的过渡阶段的猿类。正在形成中的人生活的时代，是“人类的童年”。根据目前的考古资料，这一过渡大约从 1400 万年开始，至 300 万年前完全形成的人出现止。在大约 1400 万年前，由于气候和地质条件的变化，东非和南亚的森林地带的树木大批地死亡，使一部分古猿不得不改变过去的林栖生活习性，下到地面寻找食物，逐渐能够直立行走，并开始使用石块和木棒等天然工具。这些下到地面生活的古猿就是正在形成中的人。

目前所知道的最早的正在形成中的人，是生活在 1400 至 800 万年以前的腊玛古猿。这种古猿最早发现于印度与巴基斯坦接壤的西瓦立克山地，此后在东非的特南堡、中国云南、土耳其、希腊等地均有发现。腊玛古猿已可直立行走，其身体的各个部分较之森林古猿更接近现代人类。晚期的正在形成中的人的化石较少，最具代表性的是主要在南非和东非发现的南方古猿。许多人类学家认为现代人类是从南方古猿纤细种进化而来的。

正在形成中的人的上颌犬齿窝与现代人类很相似，说明它们已可能具有语言能力。为了寻觅食物和防御敌害，正在形成中的人一般结成群体生活，这种群体通常被称为“群”或“原始群”。

20 世纪后，由于考古学、生物学以及地质学的发展，大量的出土资料证明了恩格斯“劳动创造了人”的观点是科学的。能否制造工具是人与猿之间本质的分界线。从能够制造工具那一天起，人就完全脱离了动物界。但是古猿的体质并非是在能够制造工具那一天起就完全变成了人的体质，由猿到人是经过几百万年的劳动过程的。

我国的人类学者一般将完全形成的人分为早期猿人、晚期

猿人、早期智人、晚期智人四个阶段。

早期猿人的生存年代距今 380 万至 180 万年前。最早的早期猿人化石大部分发现于非洲的坦桑尼亚、埃塞俄比亚、肯尼亚等地区。最早的早期猿人化石发现于坦桑尼亚北部，定年为 377 万年至 359 万年前。在肯尼亚的库彼弗拉，曾发现了一个完整的早期猿人的头盖骨化石，定年为 290 万年至 270 万年前，脑容量约 775 毫升。按肯尼亚国家博物馆登记编号称为“KNM—ER1470 号人”。在发现该化石的地层之上，还发现了一些打制的石器。在坦桑尼亚的奥都威峡谷还发现了一些伴有打制石器的晚期猿人化石，脑容量为 660 毫升，但手骨、足骨都与现代人相似，因此定名为“能人”，其生存年代为 180 万年前。

晚期猿人的学名是“直立人”。我国学者称为“猿人”，生存年代在 180 万至 20 万年前。最早发现的晚期猿人化石是由荷兰军医杜布阿 1891 年在印度尼西亚的爪哇发现的，后被称为“爪哇猿人”。爪哇猿人的定年为 80 万年前。爪哇猿人的大腿骨与现代人的极为相似，故又被称为“爪哇直立猿人”。目前最丰富、最完整的晚期猿人化石是北京猿人。迄今为止，已经发现了 40 多具完整的个体化石，是晚期猿人阶段材料最丰富的发现。北京猿人的肢骨，已与现代人类较为接近，但头骨仍比较原始，眉脊粗壮突出，前额向后倾斜，平均脑容量为 1059 毫升（现代人为 1400 毫升）。北京猿人身体各部分发展的不平衡，说明在人类体质的进化过程中，劳动在起着重要的作用，因而劳动器官要比思维器官进化得快。但是，与爪哇猿人相比，北京猿人已处于一个更高的发展阶段。在北京猿人的发掘遗址，还发现了大量的打制石器，且有用火的痕迹。

早期智人亦称“古人”。生活在 30 万至 4 万年前。最早的早期智人化石发现于德国，因发现地是尼安德特河谷，故名

“尼安德特人”，简称“尼人”。早期智人的化石较为丰富，我国的马坝人、长阳人、丁村人，均属早期智人。早期智人在体质上同现代人极为相近，脑容量达到 1350 毫升，说明其智力已接近现代人。

晚期智人又称“新人”。生活在 5 万至 1 万年前。晚期智人的化石分布极为广泛，除南极洲外，世界各地均有发现。最早的晚期智人化石是在法国克罗马农发现的，故称为克罗马农人。处于晚期智人阶段的人类，其体态已与现代人几无二致。晚期智人阶段，现代人种已基本形成，人类学家将现代人种分为三类，即欧罗巴种（白种）、蒙古利亚种（黄种）、尼格罗种（黑种）。

第二节 原始的技术发明与经验 自然知识的出现

人类最早使用的工具主要是石器。考古学家根据石器的制造技术的发展和演进情况，将石器时代分为旧石器、中石器、新石器三个时代。

旧石器时代分为早、中、晚三个阶段。旧石器时代的石器主要是用捡来的石块经过简单加工打制而成，与天然石块并无太大的区别，故名“旧石器”。旧石器早期阶段相当于早期猿人和晚期猿人阶段（300~20 万年前）。在这一时代，石器的类型较少，主要是用砾石打制而成的砍砸器，这种石器加工粗糙，器形简陋，与天然的石块很难区别。最早的石器是在肯尼亚的库彼弗拉发现的，定年是 261 万年前。此外，在坦桑尼亚的奥都威峡谷、南非的斯瓦特克兰等地也有发现。

到晚期猿人时代，石器的制造技术又有了进步，石器的基本器形，即砍砸器、刮削器和尖状器已经具备，对不同的石料

也有不同的加工方法。欧洲的阿布维利文化遗址中发现的石斧，一端尖锐，一端钝厚，可以用作砍砸、刮削、挖掘等各种用途。

晚期猿人阶段，人类开始使用天然火。火的利用和人工取火是原始时代的又一个伟大的技术创造。旧石器时代的人类已经开始利用天然的野火。距今 170 万年前的我国云南元谋人和距今 80 万年前的蓝田人都留下了用火的遗迹。有了火，人类可以防止野兽的侵袭，还可以用火围攻猎取野兽；有了火，就可以用来取暖、照明，扩大了人类活动的领域。火还结束了人类生食的历史。在利用野火、保存火种的基础上，人类终于发明了人工取火的方法，如“钻木取火”或“击石取火”，它标志着人类已经在实践上把机械能转化为热能。

旧石器时代中期（30~5 万年前）相当于早期智人阶段。在这一时期，石器制造技术有了发展，石器类型开始增多，形状也较为规整，主要有尖状器、刮削器、石球等。这一时期已经出现了骨器，但还不普遍。该时代的代表文化主要有我国的丁村文化和欧洲的穆斯特文化。丁村文化以大型的厚尖状器和砍砸器为主，穆斯特文化则以细小的尖状器和刮削器为代表。

旧石器时代晚期（5~1.5 万年前）相当于晚期智人阶段。在这一时期的石器加工中出现了压削的方法，因而使器型更为适用。此外还出现了复合工具和复合武器。所谓复合工具或武器是指用两种不同质料制成的工具或武器，如带木柄的石斧、标枪、铲形器、角叉等。

旧石器时代晚期的文化遗址，遍布除南极洲之外的世界各地。代表性文化有欧洲的索鲁特文化、马德林文化、奥瑞那文化；我国的山顶洞文化、水洞沟文化、峙峪文化等。这一时期人类与大自然斗争的能力大大提高。虽然采集在经济生活中仍占有主要的地位，但狩猎在经济生活中的作用日益加强。旧石

器时代晚期的文化遗址大多发现于山洞和土窑，说明人类已经由居无定处的游荡生活向相对的定居生活过渡。

新石器时代开始于 1.5~1 万年前。由旧石器时代进入新石器时代有一个过渡的阶段，称之为“中石器时代”。考古学通常将它划入新石器时代早期。中石器时代的主要标志是弓箭的发明和应用。这一时期还出现了制作精细、形状端正而体积较小的石器，通常镶嵌在木棒和骨棒上，被用作刮削器、矛头和鱼叉尖等，其中最具代表性的是细小的石制箭头，因此考古学将中石器时代又称为“细石器时代”。

石器是原始人改造自然的最有力、用途最广泛的工具，是实现人对自然界能动关系的武器。如果把各种史前工具的砍角和形状与现代的工具加以比较，可以发现它们在基本原理上没有什么本质的不同。从利用砍削器发展到在其上装入木柄或骨柄制成石刀、石斧，意味着人类除了在实际利用着尖劈原理，又学会了利用杠杆原理。再把石刀的柄加长，就发展成为长矛，将其投掷出去，又成了梭标。在这个基础上，将梭标与弓结合起来，便成了复合工具——弓箭。“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。

进入新石器时代后，人类改造自然的能力进一步提高。新石器时代文化有两个主要的特征：一是磨光加工石器的广泛流行；二是出现了陶器制造技术。磨光石器的加工较为复杂。首先要把石器加工成所需的器型，然后再用湿沙和磨石将石器的粗坯表面磨光。经过磨制加工的石器，外形精细准确，并可按石器的不同用途，磨出较为锋利的刃口。因此考古学上把这种石器称为“新石器”。到新石器时代的晚期，又出现了石器的钻孔技术。原始的制陶虽然方法较多，但总的说来都是先用手将粘土制成所需的陶坯，然后再用火烧，此时还没有出现陶

轮。制陶技术的出现，是原始手工业诞生的标志，也是人类第一次用人工的手段，制造出自然界不存在的物质。

新石器时代也是原始农业和畜牧业产生的时代。原始畜牧业是由狩猎经济发展而来。在中石器时代，人类就开始饲养狗和绵羊。伊拉克的帕拉瓜拉山洞遗址的考古资料说明，早在1.2万年前，当地的居民就开始驯养狗。到新石器时代，人类又开始饲养山羊、猪、牛、马、骆驼等。

原始的农业是在采集经济基础上发展起来的。从现有的资料来看，原始农业出现于制陶术发明之前。在长期的采集生活中，人们逐渐认识了一些可食用植物，如大麦、小麦、玉米、稻和马铃薯等。经过长期的观察，又逐渐掌握了这些植物的生长规律，摸索出栽培的方法。从现有的考古资料来看，最早的原始农业发生在西亚、东亚和美洲三个地区。西亚以种植大麦和小麦为主，东亚以小米和稻为主，美洲则以玉米和马铃薯为主。栽培的方法主要是以刀耕火种为主，没有任何的田间管理。农具主要是掘杖、石锄和木锄。因此这一时期的农业又被叫作“锄耕农业”。

原始的农业和畜牧业的出现，是人类经济生活中的一件具有划时代意义的大事。它使人类单纯地依靠采集现成的天然产物为主的时期，过渡到靠人类的活动来增加天然产物产量的时期。原始农业和畜牧业的出现，为人类提供了比以前大为丰富的食物储备，同时也为利用畜力提供了可能。这样，新石器时代的人类开始有了比较稳定的定居生活，住所的建筑技术也随之有了进步。人类第一次开始有了面积较大的有一定布局的村落，人口也开始增加。

在人类进入文明社会之前，原始人类在漫长的岁月里取得了具有划时代意义的技术创造，在一定程度上满足了衣、食、住、行的原始需要。除了上述列举的发明以外，大约在新石器

以前，人类已学会用骨针缝衣，用植物纤维或兽毛纺成线编织有经纬的衣着，这就是最初的纺织工艺。而最初的建筑工艺则是从建造木棚或用石块、日晒砖建筑居室开始的。在原始社会中，还有了最初的运输技术，如雪橇、独木舟和车轮的发明。而利用植物作药材，呕吐剂的发明，粗野的外科手术，则是原始的医疗技术。有人估计，现代人衣、食、住、行所需要的技术，约有 70% 可在原始的技术发明中找到它们的原型。

原始技术发明的意义不仅在于人类开始了能动地改造自然，同时，他们在改造客观世界的过程中也改造了人类本身，发展了人类的聪明才智，人类开始逐步认识自然物的属性。制造石器，要求人们了解岩石的性质，知道什么样的石头适于加工石器，以及加工成什么样的形状才能适合于各种不同的用途。从学会打制简单的石器到学会琢削、磨光，并掌握穿孔的技术，是人类运用观察力和发挥创造性的结果。

人类正是在这样的过程中积累了经验的自然知识。同样，从利用野火，保存火种，到学会人工取火，也是经验的自然知识积累的结果。尽管原始人在劳动中积累的经验知识极为粗浅，但是它毕竟也包含着对自然事物和自然规律的正确反映，并且被用来作为进一步改造自然的武器。这种经验知识应当被看作是萌芽状态的科学。正是这种萌芽状态的科学形成了后来的力学、物理学、化学、生物学、天文学。

第三节 原始宗教的自然观

宗教是人类对自然界和现实社会的一种歪曲的、错误的、虚幻的反映。而原始宗教则是原始人类在同大自然斗争处于弱者地位在意识形态上的表现。原始宗教产生于旧石器时代中期，在这一时期的墓葬中，陪葬的工具和兽骨时有发现，说明

人们可能已经具有关于来世和灵魂的观念。

原始人不知道自己身体的构造，加之受到梦境的启示，认为人的思维和感觉的根源是灵魂，因而产生灵魂观念。用它去解释动植物的生死荣枯和其他自然物的活动，就产生了万物有灵的观念。在原始人眼中看来，山川雷电、日月星辰等所有的自然物和生灵，无不具有人难以企及的力量。他们对自然事物也只能是一种虚幻和歪曲的理解。万物有灵观念是原始宗教产生的思想基础，同时也是原始宗教的主要内容。

在旧石器时代晚期产生了原始宗教最初的形态之一的图腾崇拜。“图腾”是印第安语，意为“他的亲族”。当时的人们认定每一个氏族都源于某种动物或植物，于是把它作为本族的祖先、保护者、氏族的标志和象征来崇拜。

巫术、祭典是原始的宗教仪式。原始人还不了解人和自然怎样相互影响，又希望按自己的愿望去影响自然界，于是就产生了巫术。在原始部落中，为了求雨，人们洒水；为了农作物丰收，妇女们披头散发；为了乞求神灵息怒，博得神灵的欢心，在巫术祭典上除了要念咒语，还要贡献各种牺牲。

原始宗教和巫术并不是与人类同时产生的现象，只有在人类的智力有所进步并有了初步的抽象思维能力以后，才会有原始宗教观念的出现。原始宗教自然观包含着许多谬误的东西，但是，它毕竟是原始人对无法解释的自然现象的一种解释。它既是自然知识不足的表现，又是自然知识的一种补充，甚至是自然知识的一种特殊形态。原始人对自然事物属性的某些认识，也是通过当时的宗教自然观来表达的。在今天的人们看来，科学和宗教是截然对立的；然而，从历史上看，技术和巫术、科学和原始宗教则是作为对立统一体一起发展着的，两者之间界限并不是十分分明的。

第四节 人类文明时代的来临

继新石器时代后，人类历史进入了金属器时代。考古学一般将金属器时代分为金石并用时代、青铜时代、铁器时代三个阶段。

早在新石器时代晚期，人类就开始使用金属器物，原料主要是天然的金、银、铜等。公元前 4000 年左右，在西亚、埃及、印度、中国的一些地区开始冶炼纯铜，并加工纯铜器物，标志着金属器时代的开始。但是由于天然金属硬度较低，数量也较少，主要用作装饰品，当时的生产工具还主要是以石器为主。因此这一时代被称为金石并用时代，又称铜石并用时代。从这一时期开始，古代两河流域、埃及、印度、中国相继迈入了文明的门槛，进入了奴隶文明时代。

在人类向文明时代过渡的过程中，材料技术的变革具有重要意义。从使用石头制作石器到利用金属制作工具是一次重要的技术变革。由于在制陶过程中，人们发现利用木炭代替木材作燃料可以提高炉温，这就为冶铜技术的出现提供了条件。现有的考古学发现，大约在公元前 2500 年左右，西亚、印度就出现了青铜器（铜、锡、铅等元素的合金），中国大约在夏代就已掌握了青铜冶炼技术，至殷代青铜冶铸技术已达到相当高的水平。尽管青铜器主要被用于武器、祭器和装饰品，不能代替石器作为生产工具，但冶金技术的发展终究为原始社会向奴隶制社会过渡提供了技术基础。有了冶铜技术基础，才有了冶铁技术的发明。

农业的出现是人类生活中的重大变化，以至许多学者把古代社会称为农业社会。在农业生产中，人们要为将来能够获得食物而奔忙，不是以捕获现成自然物为生。这时，人们才开始