

科学发展史

Kexue fazhanshi

主编 孙方民 陈凌霞 孙绣华



郑州大学出版社

科学发展史

Kexue fazhanshi

N091

50

2006

江苏工业学院图书馆
藏书章

主编 孙方民 陈凌霞 孙绣华



郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学发展史/孙方民,陈凌霞,孙绣华主编. —郑州:郑州大学出版社,2006.9

ISBN 7-81106-453-7

I. 科… II. ①孙… ②陈… ③孙… III. 自然科学史-世界
IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 112290 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

河南东方制图印刷有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:16.5

字数:401 千字

版次:2006 年 9 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

1/16

印数:1~3 100

印次:2006 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-81106-453-7/N·1 定价:29.80 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

作者名单

主 编 孙方民 陈凌霞 孙绣华

副主编 巴继伦 秦会安 赵 琳

编 委 李培启 卢美枝 张 强

王爱琴

前言

PREFACE

我们正处于新世纪的起点,也处于科学发展的转折点,未来科学将会走向何方,回顾科学的历史能使我们从中得到启示!

科学史是人类文明史的核心组成部分,是唯一能确切反映人类进步的历史。我们应当站在时代的前沿看世界,努力学习科学知识,更好地服务于社会。

目前,国内各高等院校相继开设科学史类课程,迫切需要与之相适应的新教材。我们在大量调研的基础上,根据课程目标和专业特点,结合最新的科学史观和丰富的科学素材,精心编写了《科学发展史》一书,以填补新课程教材的空白!

本书对于全面提高学生的科学素养,培养学生的科学精神和科学态度,以及辩证唯物主义思想有着重要作用。

本书以科学史实为载体,通过各种教学活动,使学生了解科学史作为一门学科,是科学技术发展到一定阶段的产物。科学史的研究对象是科学技术的历史;科学史研究的首要任务是描述和记录各门学科产生和发展的历史;同时,科学史作为一门学科,还要揭示科学技术产生和发展的规律。

本书内容丰富,趣味性强,既可作科学教育教材使用,又可供广大教师进行教学时参考,还可作为提高公众科学素养之读本。

本书的编写大纲与要求由孙方民拟定,部分初稿由孙方民和陈凌霞撰写,协调编写工作由孙绣华负责。

参加各章撰稿的有:孙方民(绪论、一、四)、陈凌霞(七、八、九)、孙绣华(二、七、八)、巴继伦(一、二、七)、秦会安(三、五、六)、赵琳(一、二、六、八)、李培启(六、七、九)、卢美枝(三、四、七)、张强(一、二、四)、王爱琴(四、五、九)等。

最后,由主编孙方民、陈凌霞和孙绣华统一全稿,厘定章节,重新撰写部分内容,核对史实,定稿付梓。

祝愿《科学发展史》一书能够对您有所帮助!恳请广大读者提出宝贵意见,以便再版时订正。

编者

2006.6.6

目 录

CONTENTS

绪论

第一章 自然科学知识的起源与发展

- 第一节 自然科学知识的起源/4
 - 第二节 科学技术的发源地/10
 - 第三节 处于领先地位的中国科学技术/25
-

第二章 科学精神的起源与发展

- 第一节 古希腊的科学精神/39
 - 第二节 古希腊的科学技术/40
 - 第三节 罗马帝国时期的科学/50
-

第三章 欧洲中世纪和阿拉伯的科学

- 第一节 欧洲中世纪科学的状况/52
 - 第二节 阿拉伯科学的兴盛/56
-

第四章 中国科学的繁荣与历史转折

- 第一节 魏、晋、南北朝时期的科学/65
- 第二节 隋、唐、五代时期的科学/71
- 第三节 宋、辽、金、元时期的科学/76
- 第四节 明、清时期的科学/86

第五节 中国科学发展的历史转折/95

第五章 近代自然科学的诞生与发展

- 第一节 近代自然科学诞生的历史背景/100
- 第二节 哥白尼的日心说向神学的挑战/101
- 第三节 近代生命科学的进步/103
- 第四节 开辟近代自然科学发展之路/107
- 第五节 近代数学体系的形成和发展/117

第六章 十八世纪科学与产业革命

- 第一节 蒸汽机和工业革命/120
- 第二节 经典物理学的早期发展/124
- 第三节 近代化学的兴起/131
- 第四节 生物学的发展/138
- 第五节 天文和地理科学的发展/143
- 第六节 应用数学的发展/149

第七章 十九世纪科学的大发展

- 第一节 物理学的大发展/154
- 第二节 化学的新成就/163
- 第三节 生物学的飞跃/170
- 第四节 天文学的新发现/176
- 第五节 地理学的研究/180
- 第六节 重大的技术发明/184

第八章 二十世纪科学技术的高速发展

- 第一节 物理学革命/192
- 第二节 原子核物理学和基本粒子/200
- 第三节 现代化学的发展/208
- 第四节 现代生命科学的发展/214
- 第五节 现代天文学的发展/219
- 第六节 现代地学理论/226

第七节 二十世纪的高科技/230

第九章 现代科学技术的发展与未来

第一节 新世纪科学技术的进步/241

第二节 新世纪科学技术的展望/246

参考文献

绪 论

科学发展的历史浩瀚而漫长!其中,有许多问题值得我们回味与思考。

科学是怎样诞生的?有文字记载的历史大约 5 000 年,而近代科学发展的历史仅有 400 多年,为什么近代科学会加速向前发展呢?中国古代科学曾经处于世界领先地位,为什么到了近代却放慢了脚步?历史上有过多次科学中心的转移,那么,下一个科学中心还会转移到中国来吗?……

一、科学史作为一门学科的形成与发展

科学史作为一门学科是科学技术发展到一定阶段的产物。严格意义上的科学史研究,出现得较晚。18 世纪出现了以各门学科为对象的专科史,直到 19 世纪才有了综合性科学通史。

然而,科学史作为一门专业化的学科,建立起自身的价值标准和研究目的,开始在社会上产生足够的影响,并且得到社会承认(即是被人们承认作为一门“学问”),则是 20 世纪初的事情。

早在 18 世纪中叶,就出现了《数学史》(蒙塔克拉)、《天文学史》(埃斯特瓦)、《电学史》(普里斯特利)、《光学史》(普里斯特利)和《发明史》(贝克曼)等专科史著作。

到了 19 世纪初,出现了以《工艺学的历史》(冯·波佩)和《归纳科学的历史》(惠威尔)为代表的科学史著作。

19 世纪中叶,恩格斯《自然辩证法》导言对近代自然科学诞生以来的科学发展作了高度的概括;马克思在写《资本论》的时候,还作了大量的技术史笔记。

19 世纪末及 20 世纪初,科学史作为一门课程逐步进入了一些著名的大学。1889 年,MIT 开设了科学史课程;1892 年,巴黎法兰西学院成立科学史教研室,聘请科学史教授,并开设了科学史课程;1895 年,著名物理学家、哲学家马赫在维也纳大学开设了科学史课程;1917 年,萨顿在哈佛大学开设了科学史课。

1912 年,萨顿创办科学史研究的学术期刊 Isis,1913 年该杂志正式问世。

1924 年,美国历史学会支持 Isis 杂志和科学史研究,建立了专门的科学史学会。

1928 年,国际科学史学会在奥斯陆成立。

目前,世界各发达国家和许多发展中国家,都有专门从事科学史研究的机构。世界上许多大学都有科学史系或专业,开设科学史课程的大学更是不计其数!

在科学史学科地位的确立过程中,著名科学史家乔治·萨顿(George Sarton)的贡献

被公认为是最重要的。

萨顿的博学与勤奋为世人称奇。为了研究古代科学史,据称他掌握了14门语言,包括汉语、土耳其语和阿拉伯语。他一生写了15本科学史著作(如《科学史导论》),800篇论文,79篇科学家评传,担任国际科学史权威杂志 *Isis* 主编近40年,把自己的一生都贡献给了科学史事业。

萨顿认为,科学史是人类文明史中最重要的部分,因为科学史是唯一能确切反映人类进步的历史。“说明科学的人性,毕竟是科学史家的责任和志趣。他必须使科学摆脱那些一直以它的名义或在它的伪装下犯下的罪行。”

二、科学史研究与学习的方法

科学史的研究对象是科学技术的历史。

科学史是描述和记录各门学科产生和发展的历史;作为一门学科,科学史还要揭示科学技术产生和发展的规律。

科学史是关于科学发展历史的学科。它的基础是“史实”,它的灵魂是“史识”。

科学史研究的方法:实证主义的编年史方法,思想史学派的概念分析方法以及科学社会学的方法。

科学史学习的方法:要多读书,如《科学的历程》、《自然科学史》等;还要学会处理好几个关系,如史论关系、古今关系、内外关系、虚实关系、东西关系、专通关系、事人关系、科学与技术的关系等。

科学史的分期:

①古代科学时期(远古—3世纪)

自然科学知识的起源与发展

东方四大古老文明

科学精神的起源(雅典时期)

科学的诞生(希腊化时期)

②中世纪科学时期(欧洲5—15世纪;中国3—19世纪)

罗马时期和中世纪的黑暗,科学衰退

阿拉伯人对科学的传承和中国科学的繁荣与发展

③近代科学时期(16—19世纪末)

近代科学的诞生与迅速发展

前期的科学:经典时代

后期的科学:全面发展

④现代科学时期(20世纪初—至今)

现代科学高速发展

威力巨大、始料不及

三、学习科学史的意义

学习一般历史的意义:

阅读使人充实,会谈使人敏捷,写作与笔记使人精确。……读史使人明智,诗歌使人

巧慧,数学使人精细,博物使人深沉,伦理使人庄重,逻辑与修辞使人善辩。(《培根论说文集·论学问》)

以铜为鉴,可以正衣冠;以人为鉴,可以知得失;以史为鉴,可以知兴替。(唐太宗)

学习科学史的意义:

学习科学史是理解科学的重要途径。科学史为我们提供了科学的事实、概念、原理、方法以及技术发明的历史背景和实际应用。

学习科学史能够了解历史上科学家在发现过程中的成败与得失,从中汲取教益,受到启迪;便于了解科学发现与技术发明的历史,从中知道科学发展的规律、思想渊源以及科学与社会的关系。

介绍科学史上一些重大发现和发明的过程,可以激发学生对科学的兴趣,培养学生的探索精神和科学态度,增强学生对科学思想方法的理解,进而了解科学本质,培育科学精神。

通过科学史的学习,能使感受到科学是一个开放的、不断发展的系统,不但在广度和深度上不断发展,而且已有的结论也可能被修正,科学发展是一个永远不会完结的过程。

此外,科学史也与课程改革密切相关。新课程强调展示知识产生、形成、创新和发展过程,从而使获得对知识本质(包括科学的本质)的准确理解。

当今世界,无论是发达国家还是发展中国家,都十分重视科学史教育。

1985年,美国科学促进协会联合美国科学院、联邦教育部等12个机构启动了“2061计划”,美国科学促进协会在《普及科学——美国2061计划》总报告中建议在教育中加入科学史内容,原因是:“离开了具体事例谈科学发展就会很空泛”;“一些科学进展为人类文化遗产做出过卓越贡献,……这些历史篇章为西方文明中各种思潮的发展树立了里程碑”。

在“2061计划”的核心著作《科学素养的基准》中,特别强调:“科学与历史的教科书也应该加以修订,要加入科学史的内容。应该从讲授古埃及、古希腊、中国以及阿拉伯的文化、科学、数学和技术开始,逐渐将这些教学内容延续到现在,讲授的内容还应包括世界各地的人们为科学所作贡献的记载。”

1996年,“美国国家研究委员会”通过的《国家科学教育标准》正式出版。其中,对基础教育的要求有“科学的历史与本质”部分,明确了科学史应贯穿于从小学到高中的教育过程中。要点有:逐步理解科学是一种人类的努力;逐步理解科学的本质和科学史的一些内容。

2001年,中华人民共和国教育部正式颁布了《全日制义务教育科学课程标准》,明确提出科学课程要“以培养学生科学素养为宗旨”,并把科学史列为内容标准的“主题”之一。另外,特别强调“在义务教育阶段的科学课程中引入科学史,主要是作为学生学习科学的一种途径和手段”。

总之,学习科学史已经成为提高每个公民科学素养的必经之路!

第一章 自然科学知识的起源与发展

第一节 自然科学知识的起源

一、自然界的演化

1. 宇宙的起源

我们的宇宙是在 200 亿年前的一次大爆炸中诞生的。这个结论的根据是当今比较得到认可的大爆炸宇宙学理论。

对于宇宙起源,当今最有影响的假说是美国天文学家伽莫夫提出来的大爆炸理论。伽莫夫认为,宇宙曾发生过温度急剧变化,经历了不断膨胀的过程,这个过程就好像是一次规模巨大的爆炸!

宇宙的形成大致经历了三个阶段:

第一阶段,基本粒子形成阶段。在大爆炸发生后的第一秒内,宇宙进入了基本粒子阶段,处于一种极高温,大密度状态。温度高达 100 亿 $^{\circ}\text{C}$ 的宇宙里没有任何化学元素,只有各种基本粒子存在,如:光子、电子和中微子以及它们的反粒子,还有质子和中子。宇宙在这个阶段持续时间特别短,不到 1 秒钟就完成了!

第二阶段,辐射阶段。大爆炸后三分钟之内,宇宙的温度降到 10 亿 $^{\circ}\text{C}$ 左右,开始形成原子核,宇宙各处都充满了排斥(辐射)。在辐射阶段的后期,中子失去自由存在的条件,开始与质子合成重氢(氘)、氦等。于是,几种不同的化学元素就形成了。

第三阶段,实物阶段。大爆炸后再经过约 40 万年,温度降到 4 000 $^{\circ}\text{C}$,宇宙由辐射状态变为气状物质。与物质脱藕的辐射慢慢形成了宇宙背景辐射,这个宇宙背景辐射已被现代天文学家观测到。

再经过 2 亿年,星系开始形成。星际物质发生某种非均匀扰动,气体物质在引力作用之下逐渐收缩成为球状星云(需几亿年),再进一步收缩就产生了各种各样的星系。这种情况大约发生在 60 亿年前。球状星云在收缩过程之中,温度逐步升高,内部压力增大与引力对抗,在星云内部发生核反应而成为恒星。

恒星演化产生了太阳和太阳系。太阳系大约诞生于 50 亿年前。

2. 地球的演化

近代,大量科学发现与研究认为地球的年龄大约 46 亿岁,它是宇宙中的尘埃在引力

作用下逐渐集聚形成的。

地球经历过一个高温时期。在重力与高温影响下,其内部物质发生熔融,重者下沉,轻者上浮,出现了大规模的物质分异和迁移,逐步形成了从里向外,物质密度从大到小的圈层结构。铁和镍的密度大、含量高,趋向中心形成地核;铝硅酸盐的密度较低包围着地核,形成了地幔和地壳。

大气圈的形成,主要缘于地幔物质的分异作用。岩浆活动排放的气体,通过火山喷发大量集聚,形成了原始大气圈。原始大气圈的主要成分是水蒸气,还有一些二氧化碳、甲烷、氨、硫化氢和氯化氢等,它缺氧且呈酸性。

当地球表面温度逐渐降低时,大气中的水蒸气冷凝形成海洋。

地球自诞生以来,就一直经历着由简单到复杂、由低级到高级的演化过程。正是这种不断的运动和变化,逐渐形成了大气圈、水圈、岩石圈、生物圈及地球内部的圈层,最终,形成了丰富多彩、生机勃勃的地球系统。

3. 生命的诞生

生命的诞生可追溯到与生命有关的元素及分子的形成。生命的演化历程可以用图 1-1 表示。

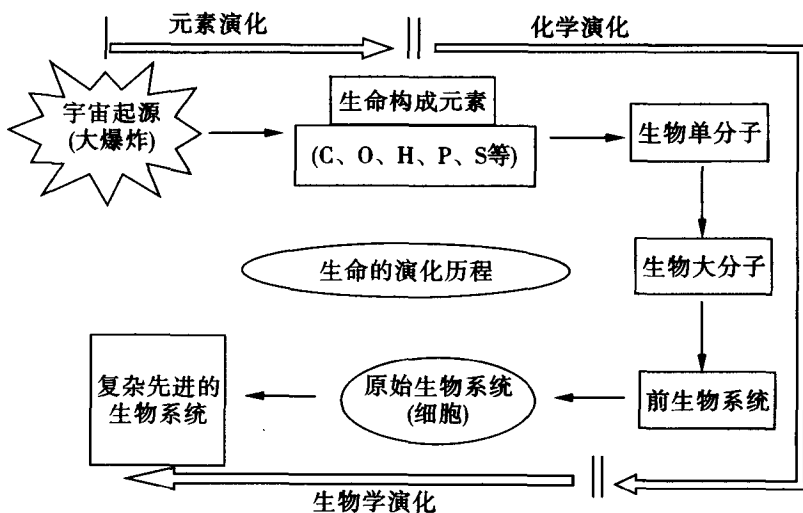


图 1-1 生命的演化历程

生命的起源与宇宙演化密切相关,构成生命的元素如碳、氢、氧、氮、硫和磷等都是来自“大爆炸”后的元素演化。

在星系演化中,某些生物单分子如氨基酸、嘌呤、嘧啶等形成于星际尘埃或凝聚的星云中。在一定的条件下又生成了像多肽、多聚核苷酸等生物高分子。

许多研究资料表明,前生物阶段的化学演化并不局限于地球,在宇宙空间广泛地存在着化学演化的产物。通过遗传密码的演化和若干前生物系统的过渡形式,产生了最原始的生物系统,即具有原始细胞结构的生命。

至此,生物学演化开始,直至产生无数复杂的生命形式,包括像人类这样的智慧生物。

4. 人类的进化

古猿是现代人与现代类人猿的共同祖先。考古学家曾经在埃及发现了3 000万年以前的猿类化石,在同一地区还发现了原上猿,年代比埃及猿还要早。

国际人类学界一般认为,人类是由生活于非洲森林的古猿进化而来。大规模地壳运动,恶劣的气候变化,使得森林稀疏,空地扩大,出现了大片的稀树草原。古猿由树栖生活转到地面,最终进化成人类。

来到地面的古猿在寻找食物的过程中,学会了直立行走,前肢变得更为灵巧,用天然石块和木棒来辅助肢体,从而更方便地获取一些食物,如砸碎坚硬的植物果壳,挖掘植物地下的根等。

猿群还学会了用打制的方法加工一些坚硬的石块,生产一些粗糙的工具,如砍砸器、尖状器、刀片和多功能手斧。工具的制造对人类来说是历史的开始,从此人类进入了旧石器时代。

后来,随着火的发现以及其他方面的技术进步,推动了人类的进化过程。晚期直立人已经学会用火和保存火种,但还不会自己造火,直到智人时才会人工取火。

人类进化到晚期智人时,在体质性状上与现代人已相差无几。晚期智人发明了弓箭,学会了狩猎,会制造比较复杂精致的石器和骨器,而且还在居住的山洞中绘画、雕刻。

人类的进化大致可分为如下几个阶段:西瓦古猿(距今1 400—800万年)、南方古猿(距今400—100万年)、直立人(距今200—300万年)、智人(距今30—1万年)。

1959年,著名考古学家路易斯·利基夫妇在坦桑尼亚奥杜韦峡谷发现了一个头骨,史称“东非人”,大约距今175万年,被认为是最早出现的人。

二、自然科学知识的萌芽

在漫长的原始社会里,人类的生活十分艰苦,改造自然的能力很低,自然知识的积累有限。因此,处于萌芽状态的关于自然界的知识零散而粗浅,其中不可避免地混杂着许多谬误。即便如此,人类的全部科学成就毕竟是从这里开始的!

1. 工具的发明

工具的使用标志着人类创造自身的开始,也是原始技术的萌芽。人类利用自己制造的工具在自然界中谋生,这是人类告别动物界的重要标志。人类使用打制石器长达数百万年,这一漫长时期被历史学家称为“旧石器时代”。

直到直立人阶段出现了打制石器,人类才开始制造工具。

在原始社会里,用来制造工具的材料多种多样,如树枝、石块、动物骨角、贝壳等。其中,最重要的是石块。因为石料是当时人们所能利用的最坚硬的材料,而且石料几乎随处可得,加工起来也比较方便。

早期的石器,制作十分粗陋,人们在地面拣取合适的石块,用其他石块与之相互打击,得到带有尖或刃的石器。后来,经过无数次的使用和改进,打制的石器也就越来越规整。依其不同形状和用途分别称为砍砸器、刮削器和手斧。直立人后期,人们已经懂得对不同的石料采用不同的方法加工。

目前发现的最早的石器出土于东非肯尼亚的库彼弗拉,距今有260万年。我国云南元谋出土的石器,也有170万年的历史。

智人阶段的早期,石器工具开始专门化。由于石头属笨重材料,所以打制的石器比较短小,使用起来不大方便。于是,人们在石器上安装了木头或骨角制的手柄。这样,用两种或两种以上材料制成的复合工具就发明出来了。

智人阶段的晚期,还出现了用骨和角雕刻的各种装饰品,如头饰、耳饰、项圈等,显示了这个时期人类的精神生活水平有所提高。

大约在14 000年前,人类取得了工具发展史上又一重大发明——弓箭。弓箭的制造,涉及多种材料的配置和运用,对弹力和箭体的飞行也要有一定认识。这表明人类的智力已发展到相当高的水平。

距今1万年前,人类进入了“新石器时代”,这个时代的标志是使用磨制石器。由于粗陋的打制石器已经不能满足人们的需要,于是就发明了石器的磨制技术。新石器形状规整、表面光洁、刃口锋利,使用效果更好。

2. 利用火和发明取火

大约在100多万年前人类开始利用火,在一两万年前人类又发明了取火。正是火促进了人类的进步,正如恩格斯所说:“摩擦生火第一次使人类支配了一种自然力,从而最终把人同动物分开。”

整个旧石器时代,都是在更新世的冰河时代中渡过。极度的冷和热,淫雨和干旱,这是一个气候激烈变化的时代。这一时期,许多物种灭绝了。然而,人类却在这一恶劣的环境之中以其特有的适应性生存了下来。

在北半球,更新世时期动植物生存的决定因素是冰河的前进和后退。可是,要在冰冻期狩猎度过冬季,就需要火及其他御寒措施。

人们并不是一生下来就不怕火。每当雷击、自燃或者火山爆发等引起森林大火时,人也和其他动物一样,只能远远躲避。后来人类发现,自己难于对付的猛兽也怕火,还发现被火烧烤的兽肉特别好吃且易于消化,一些难以食用的植物烧熟之后也可以用来充饥。于是,人们到被烧过的荒野寻找食物,学会一些避免被火伤害的办法。

人们知道了火能带来光明和温暖,能烤干潮湿的土地,于是就把火带回了自已居住的洞穴,从此火开始被人类使用。

在我国云南元谋县旧石器时代遗址,发现了用火的遗迹——炭屑,这是现在已知最早的人类用火遗迹。北京周口店“北京人”居住过的山洞里,灰烬堆积最厚处达6米,这表明20万—50万年前居住在这里的“北京人”已经能长期有效地利用火了。

人类的生活越来越依赖火,而自然火又不能随处得到,于是火种的保存便成了生活中的一件大事。最早的取火方法难以考证,人工取火方法可能是用燧石相击使易燃物燃烧,也可能是木木摩擦而生火。

我国古代有“钻木取火”的传说。至今,一些原始部落的取火方法仍然是木木摩擦,用木屑之类的易燃物引火。取火方法的发明是人类历史上一件划时代的大事。

火的使用是人类第一次对自然力量的利用,从此人类的生活方式大大改变。首先,火使人类生活的范围扩展到更为广大的区域。同时火也改善了人类的居住条件,潮湿阴暗的山洞因为有火而变得干燥和明亮,居住地洞口的篝火还可以防止野兽的袭扰。其次,火能扩大人类的食物来源,熟食容易消化并富有营养,增强了人类的生存能力和体质,促进了大脑的发育。第三,火在生产上也给予人类很大帮助,可以烧烤木矛的尖使其硬化,也

可以烘烤枝条使之软化弯曲以制造器具。可是火对于原始社会的人们来说,仍然是一种难于理解也十分惧怕的自然现象。然而,火最终能够被人控制和利用,这对人类思想解放的作用不可低估。

3. 原始农业和畜牧业的兴起

更新世冰河时代结束了,气候开始转暖,人的活动范围扩大,人口数量很快增加。自然界提供的食用植物有限,难以满足人类发展的需要。

温暖的气候条件适宜多种植物生长,加上工具的改进和人类能力的提升,我们的先民开始尝试自己栽种植物。这标志着人类告别了单纯从自然中获取食物的时代。

世界上最早出现农业生产的地区是西亚,考古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。在我国浙江余姚新石器时代遗址出土了6 000—7 000年前的稻谷遗物,还出土一些制作相当不错的骨耜(sì),表明那时长江下游地区的农业生产已有相当高的水平。那时,原始农业生产主要靠石器工具和火,人类过着刀耕火种的生活。

人们用石斧砍倒树丛,把枝叶弃于地上晒干,连同野草一起烧掉,撒上采集来的野生植物果实,或用木棒、石锄之类挖坑播种,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。后来,人们又制造出木耒(lěi)、石耜、骨耜、石犁等农具,开始使用畜耕。到了新石器时代晚期,人们已懂得人工施肥,拦截河水和开挖渠道来进行人工灌溉。

农作物从播种到收获要经历一段较长的时间,农作物的生长受地理环境和气候的影响较大,这就决定了人类必须在一个地区定居下来。于是,大约在公元前8000—前6000年出现了村落。

定居的人们,还驯养动物作为食物的补充,如狗、羊、猪、马、骆驼、鸡、鸽子、鸭子等。种植业兴旺了,作为辅助性经济的畜牧业也发展起来。在一些邻近草原或适宜放牧的地方,人们发现畜牧业比种植业更为有利,畜牧业得到了迅速发展。当牲畜的数量超过一定的限度,或者放牧过度而使草场遭到破坏时,这些人们不得不放弃定居生活而转为游牧。畜牧业从农业中分离出来,分别形成了以农业为主和以畜牧业为主的不同人群,这是人类社会的第一次大分工。

原始农业和畜牧业的产生与发展,不但使人类的生活有了较好的保障,而且使人类对自然界的认识得到了进一步的加深和扩展。人类的思维能力达到了一个新的水平。

4. 陶器的发明和原始手工业的出现

陶器是远古先民们在与自然搏斗中劳动与智慧的结晶。陶器是原始社会的一大发明创造。考古发现,早在1万年前,中国就开始制造陶器。西亚出土的陶器最早的也有8 000多年。

定居生活和原始农业的发展,对黏土的认识,火的利用,贮存的需要,都极大地促进了陶器的产生。

早期陶器非常粗糙,器形简单,陶坯完全是手工制作。到了原始社会末期,制陶技术达到了较高水平,形成了一套比较完整的工艺。这时,陶坯的加工使用了陶轮。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,也是当今一切旋转切削机具的始祖。

好陶器的制造技术要求较高,并非所有人都能够掌握。有一批能工巧匠专门从事陶器制作,于是就形成了原始手工业。

到了新石器时代晚期,制陶技术达到了相当高的水平,出现了快轮。用快轮塑造的陶坯,器形规则,厚薄均匀,生产效率大为提高。陶窑的结构也有了很大改进,窑室扩大了,可以烧制大型陶器,一次烧成数量增多。同时,人们还掌握了高温严密封窑技术,使陶坯的铁素能够充分还原,烧成灰色或黑色的陶器,质地坚硬致密。这种高温操作技术,为金属的冶炼打下了基础。

最早的冶金技术是从铜矿石中冶炼铜。不过铜质较软,只适合制造饰物和小件器具,社会效用不明显。然而,它已预示人类广泛应用金属的时代为时不远了。

新石器时代的末期,人们甚至可以加工相当坚硬的玉石,制成一些很漂亮的玉器,我国新石器时代遗址就曾出土过。原始人在磨制石器和骨器的基础上,发展起了琢磨玉器和象牙雕刻的工艺。

当然,原始社会人们改造自然和认识自然尚处于十分低下的水平,人类积累的关于自然界的知识还只是经验性的,只能说是处于萌芽状态中的知识。

〔星系退行和宇宙时标〕

星系退行:通过光谱观测发现,遥远的星系均以很高的速度在彼此退行。这表明星系系统处于一种膨胀状态。天文学家据此进一步计算出宇宙的年龄约为200亿年。

宇宙时标:用放射性年代学的方法测得月岩和最老的陨石年龄均为46亿年;由恒星演化模型导出的银河系中最老的恒星年龄为150亿年,迄今用各种独立的方法对不同天体测定的时标均在由星系的速度-距离关系所确定的宇宙年龄——200亿年以内,这说明宇宙年龄是有限的。

〔宇宙中的氦和氘〕

通过对比较原始的星际气体的观测发现,在银河系和许多河外星系中,氦元素的同位素氦相对于氢的数量基本上是均匀分布的。这和许多重元素的非均匀分布形成了鲜明的对照,用宇宙大爆炸理论解释就是:因为大爆炸后最初几分钟内预期出现的高温高密度状态极易导致轻元素的合成;重元素则是在众多的恒星内核深处合成,直到发生超新星爆发时才大量散布开来的,它们相对于氢的数量不会是均匀分布的。

〔微波背景辐射〕

60年代,发现宇宙间存在背景辐射,是温度相当于2.74K的黑体辐射,一般称为3K微波背景辐射。这种辐射正好解释为宇宙早期炽热火球的暗淡余光。按照大爆炸理论,随着宇宙的膨胀,原始火球的炽热的黑体辐射,势必拉长波长,降低温度,导致今天在微波段观测到不足3K的背景辐射。