

材料科技 与人类文明

◎ 赵建华 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

材料科技与人类文明

赵建华 主编

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

从石器时代、铁器时代到信息新纪元,人类文明史就是材料发展史。新型材料是人类生活及科学技术赖以发展的物质基础,新材料的知识是人们迈入科学殿堂的重要基础。本书通过材料与人类文明的互动发展、材料与人类生活、材料科技与可持续发展等部分的论述,使读者在丰富材料及新型材料科技知识的同时,能够认识材料对人类历史、环境、能源、信息、科学技术及国民经济的巨大作用,从材料科技方面提高科技文化素质。本书在实现人文教育、科学精神、创新思维与材料科技知识的融合,丰富科技文化素质教育课程体系方面均进行了探索。本书可作为大中专院校学生的科技文化素质教育课程教材,也可作为其他人员的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

材料科技与人类文明/赵建华 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5609-7047-9

I. 材… II. 赵… III. 材料科学-普及读物 IV. TB3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 074136 号

材料科技与人类文明

赵建华 主编

责任编辑:吴 晗

封面设计:刘 卉

责任校对:张 琳

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉首壹印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.5

字 数:460千字

版 次:2011年8月第1版第1次印刷

定 价:35.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

文化素质教育是高校人才培养的基础工程,新世纪伴随着教育思想观念与人才培养模式的转变,文化素质教育的作用,引起各国高等教育界极大的重视。在本科人才培养的课程体系中,相关课程的地位也由原来的辅助性地位提升到基础教育平台的高度。我国国务院转发的《面向 21 世纪教育振兴行动计划》特别将“实施跨世纪素质教育工程,整体推进素质教育,全面提高国民素质和民族创新能力,改革课程体系和评价制度”列入规划。教育部在《关于加强大学生文化素质教育的若干意见》中,对我国高校文化素质教育也作了专门部署。

文化素质教育课程一般包括人文科学系列、社会科学系列、自然科学系列、艺术教育系列。自然科学系列对鼓励学生跨学科学习和学术视野交融,开阔学术视野,打破专业局限,培养文化情感和科学精神,具有非常突出的地位。全国许多高校对自然科学系列课程设置进行了探索。

从石器时代、铁器时代到信息新纪元,人类前行的每一个脚印无不印证着材料科学技术的发展,人类文明史就是材料发展史。进入新世纪,人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱,这主要是因为材料与国民经济建设、国防建设和人民生活密切相关。新型材料是科学技术赖以发展的物质基础,是未来新技术革命的先导,新材料的知识是人们迈入科学殿堂的重要基础。由于材料科学与技术的基础性、先导性、人文性特点,国内许多高校均在文化素质教育课程系列中列入了材料科技与人类文明的相关内容。

由于“材料科技与人类文明”是一门崭新的课程,教材及教学资料缺乏,一般借用大众科普读物作为大学生教材,内容显得深度不够,如何将人文教育、科学精神、创新思维与材料科学知识融合的问题还有待完善。本书通过材料与人类文明的互动发展、材料与人类生活、材料科技与可持续发展等部分的论述,使读者在丰富材料及新型材料科技知识的同时,能够认识材料对人类历史、环境、能源、信息、军事、科学技术及国民经济的巨大作用,从材料科技方面提高科技文化素质。本书在实现人文教育、科学精神、创新思维与材料科技知识的融合,丰富科技文化素质教育课程体系方面均进行了探索。

本书章节结构根据重庆大学赵建华授课讲义补充完善。本书绪论和第 2、3 章由重庆大学赵建华编写,第 1 章由华中科技大学叶升平编写,第 4、9 章由重庆大学温彤编写,第 5、7 章由重庆大学王梦寒编写,第 6 章由西南大学陈红兵、重庆大学赵建华编写,第 8 章由重庆工商大学唐全波、重庆大学赵建华编写。重庆大学周芝龙、马薇、孙丽萍参加了部分编写助理工作。全书由重庆大学赵建华统稿、定稿。

因编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,欢迎广大师生和读者批评指正。

编 者

2011 年 2 月

目 录

绪论	(1)
0.1 材料的概念与分类	(1)
0.2 材料科技在人类文明进步中的作用	(3)
0.3 材料的政治经济学地位	(11)
思考题	(12)
第1章 青铜及古代铸冶技术	(13)
1.1 青铜时代的文化遗产	(13)
1.2 中国青铜铸造技术	(23)
1.3 青铜铸器精品欣赏	(30)
思考题	(35)
第2章 陶瓷	(37)
2.1 古代陶瓷	(37)
2.2 陶瓷与中国文化	(48)
2.3 现代陶瓷材料	(60)
思考题	(69)
第3章 材料在工业革命中的作用	(71)
3.1 工业革命前的准备	(71)
3.2 纺织业是世界工业的摇篮	(74)
3.3 蒸汽机的发明与改进	(78)
3.4 蒸汽时代的到来	(85)
3.5 钢铁业的发展	(89)
思考题	(94)
第4章 建筑材料与人居环境	(95)
4.1 概述	(95)
4.2 建筑材料	(99)
4.3 人居环境与建筑材料	(116)
4.4 建筑材料的节能与环保	(118)
思考题	(123)
第5章 轻量化材料与便捷交通	(124)
5.1 概述	(124)
5.2 汽车轻量化	(126)
5.3 航空工业的轻量化	(146)
5.4 轨道交通的轻量化	(149)

5.5 船舶制造的轻量化	(154)
思考题	(156)
第 6 章 编织人类美好生活的纺织材料	(158)
6.1 纺织材料的历史	(158)
6.2 常用纺织材料	(163)
6.3 新型纺织材料	(182)
思考题	(188)
第 7 章 信息材料	(189)
7.1 信息	(189)
7.2 信息技术	(190)
7.3 信息材料	(190)
思考题	(208)
第 8 章 材料与环境:人类的责任	(209)
8.1 材料与资源、环境的关系	(209)
8.2 环境材料的概念及其研究的内容	(220)
8.3 材料的环境影响评价(LCA)	(225)
8.4 材料的生态设计与典型环境材料	(236)
思考题	(243)
第 9 章 新能源材料	(245)
9.1 概述	(245)
9.2 新型二次电池及其材料	(247)
9.3 燃料电池及其材料	(251)
9.4 LED 绿色照明	(256)
9.5 太阳能的利用与材料	(259)
9.6 核能材料	(264)
思考题	(272)

绪论

0.1 材料的概念与分类

人类文明的发展已经有七千多年的历史,而材料作为每阶段文明发展的标志,对人类的进步起着决定性的作用,是当代文明的三大支柱之一。可以说材料的品种、数量、质量是一个国家现代化程度的衡量标准之一。材料无处不在,无处不有,工农业、国防、日常生活中,随处可见其身影。那么,到底什么是材料呢?就广义而言,材料是人们思想意识之外的对人类有用的所有物质。开门七件事,柴、米、油、盐、酱、醋、茶都可以称为材料。狭义的材料可定义为:具有满足指定工作条件下使用要求的形态和物理性状,用来制作机械、工具、建材、织物等的整体或部分的物质。如:金属、木料、塑料、纤维等。

根据材料的定义,我们可以从化学组成、状态、用途等不同的角度对材料进行分类。

1. 按化学组成分类

根据化学组成的不同,材料可分为四大类:金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料和复合材料。这四类材料被称为固体材料的“四大家族”,其具体分类如图 0.1 所示。

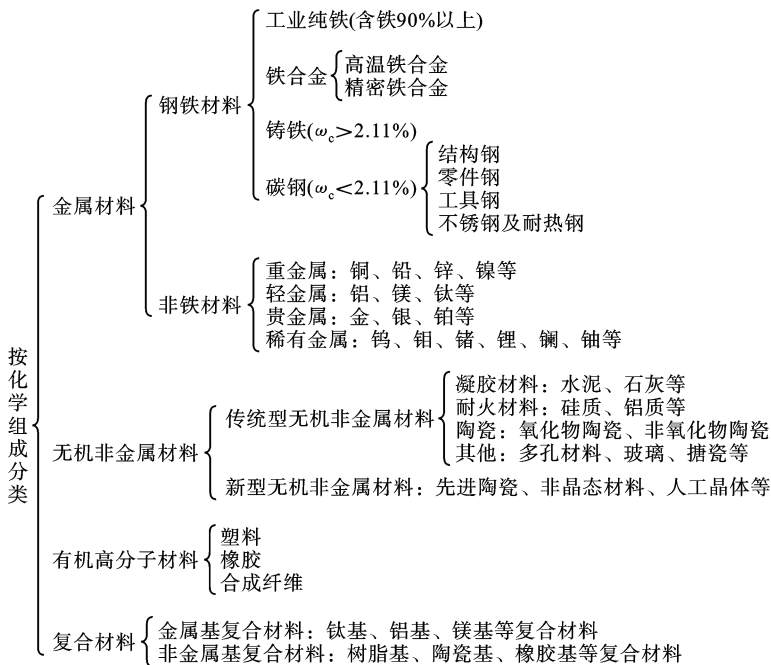


图 0.1 材料按化学组成不同分类

金属材料的制造和使用,标志着人类文明的一个重大进步。从开始的青铜器时代到铁器时代到后来的钢时代到目前,人们对金属材料的使用逐步由单金属向高性能的铝、镁、钛等金属及其合金转变。金属材料在三大类材料消费中占主导地位,表现在:用途大,如钢铁,年消耗全世界 12.72 亿吨,中国年产钢 6 亿吨(2010 年);用途广,遍及几乎所有国计民生的各个领域,如机械、交通运输、建筑、冶金、国防军工、航空(见图 0.2)等。

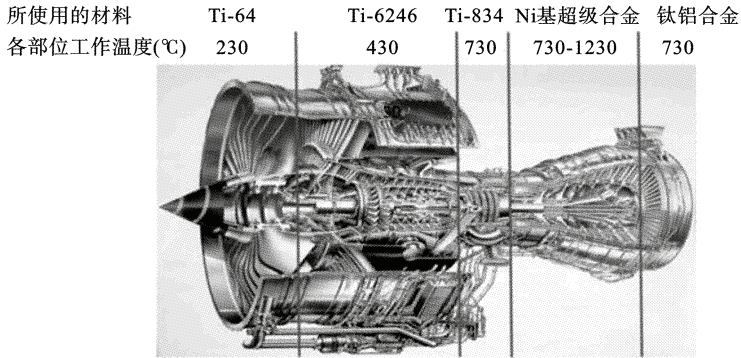


图 0.2 金属材料在航空发动机上的应用

无机非金属材料是由某些元素的氧化物(如 Al_2O_3 、 SiO_2 、 MgO 、 ZrO_2 等)、碳化物、氮化物、卤素化合物、硼化物,以及硅酸盐、铝酸盐、磷酸盐、硼酸盐等物质组成。比较常见的无机非金属材料就是由上述物质组成的陶瓷材料及钢铁工业中的高温耐火材料。陶瓷材料是目前应用前景比较广的无机非金属材料,因其性能优越而被用于航天器、涡轮发动机等要求较高的领域。

有机高分子材料是与我们生活联系比较密切的材料。制作衣服用的棉、毛、丝等合成纤维,制作日常用品的塑料,制作鞋类的橡胶都是有机高分子材料。物质文明和精神文明都高度发展的今天,近代化学化工科学技术的迅速发展,创造了许多自然界从来没有过的人工合成高分子化合物,对满足各种需求作出了重要贡献。

复合材料主要包括铝、镁、铜、钛等金属基复合材料和合成树脂、橡胶、陶瓷、石墨、碳等非金属基复合材料。复合材料使用的历史可以追溯到古代。从古至今沿用的稻草增强黏土和已使用上百年的钢筋混凝土均由两种材料复合而成。20 世纪 40 年代,因航空工业的需要,发展了玻璃纤维增强塑料(俗称玻璃钢),从此出现了复合材料这一名称。复合材料由于其优良的力学、化学、物理性能而被广泛地应用于航空、汽车、医疗器械等领域。

2. 按用途分类

根据使用目的不同,材料可分为结构材料和功能材料。结构材料主要用于需要受力的场合,如建筑结构中的钢筋混凝土等。另外,结构材料在受力的同时往往还需要有一定的物理或化学性能,如导热性、抗腐蚀及氧化性等。功能材料则是利用材料的某个或多个方面的特性,包括物理、化学、生物等方面的特性,制成的一类材料。目前比较常见的功能材料有光学材料、生物医学材料、智能材料、航空材料、超导材料等。材料按用途的分类及各类别材料的典型例子如图 0.3 所示。

3. 按材料的状态分类

根据在常温下所处的状态,材料可分为气态材料、固态材料、液态材料。固态材料又可根据原子排列的方式细分为单晶材料、多晶材料、复晶材料、非晶材料。

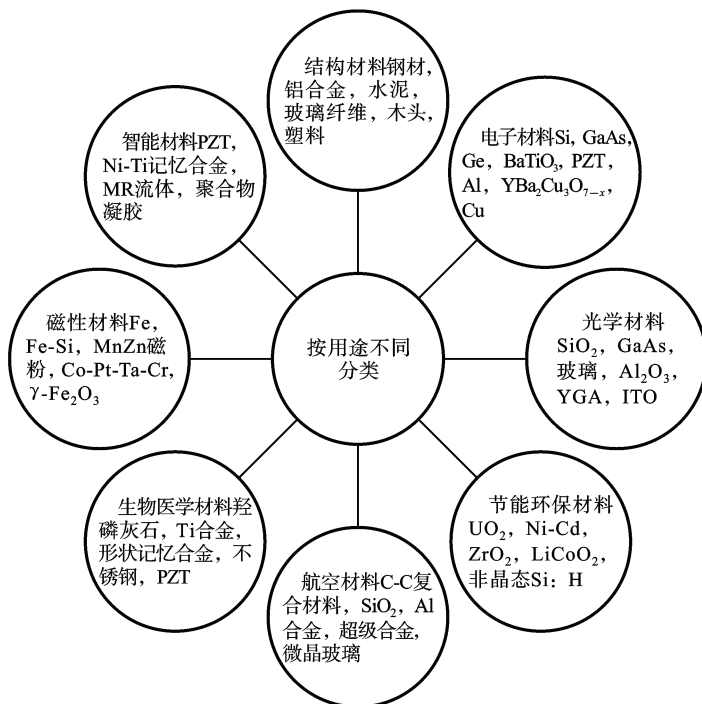


图 0.3 材料按用途的分类及各类别材料的典型例子

0.2 材料科技在人类文明进步中的作用

0.2.1 材料科技的发展历程

人类的历史是一部材料不断进步发展的历史(见图 0.4)。正是在历史发展过程中及与此相联系的人类知识和经验的生长过程中,材料的使用才得以发展。我们可从中得知:是哪些或哪类材料在一定的历史条件下最能满足技术和经济的需要;同时,还可看到,材料的发展与社会的发展以及人类文明之间贯穿着一条辩证的线索。在人类发展史的早期阶段,直接获取的自然财富被用于满足最简单的需要。随着分工程度的深化,人类对在自然界寻觅到的原始材料进行加工的兴趣提高了。由此,材料科技在推动人类文明进步的同时也在不断地被完善。

大约两三百万年前,石器的出现标志着人类脱离动物界,开始进入石器时代。起初人类并

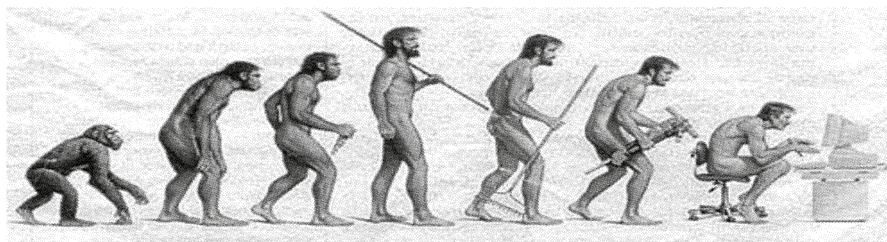


图 0.4 人类进化过程示意图

没有对石头这种质地粗糙的材料进行精加工,而是直接打制成砍砸器、尖状器、刮削器和石核等器物(见图 0.5)。这些石器的原料多选择椭圆形和长条形的砾石,岩性多石英岩和石英砂岩,打击方法多使用锤击法和砸击法,以向石料的背面(即砾石面)加工而成。虽然当时的材料的加工方法比较简单,但能够补充手掌、手指、指甲和牙齿的功能,满足人们对于采集与狩猎的需要。这个时期人类还掌握了对组合材料的使用,如将木头和石头捆绑得到的手斧。修理石核技术也在这一时期得到应用,如精致的刮削器和尖状器。50 万年前,摩擦生火的发明,使得石料的价值变得更大。火的发现和使用对人类文明的发展有着重要意义,也为后面农业和养畜业的出现奠定了基础。

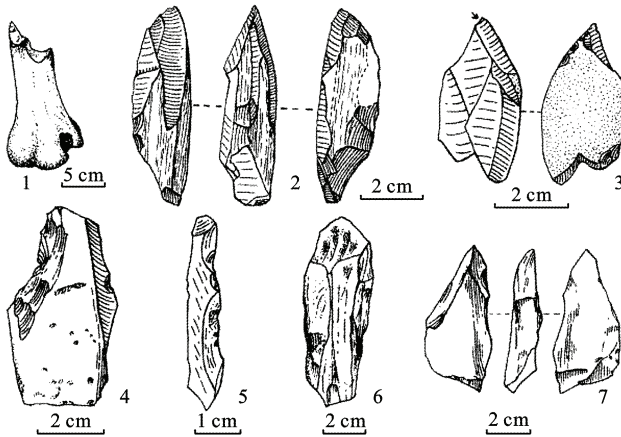


图 0.5 西侯度遗址旧石器时代石器

新石器时代的初期,人类活动由狩猎和采集转向了农牧业。在该时期,人类掌握了磨制石器的技术。磨制的石斧、石铤、石凿和石铲,琢制的磨盘和打制的石锤、石片开始大量的出现。这些磨制石器的出现有着重要的意义,因为它们作为农用工具促进了农业的发展,从而形成了早期的农业。此间产生了人类历史上第一次产业革命——农业革命,进而导致了原始社会的解体。虽然材料在当时仍局限在传统原料之内,但人的能力提高了。他们可以把材料加工得更加精细,而且富有艺术性。

约公元前 7000 年,最早的社会分工开始出现,游牧部落和农耕业开始出现。同时,材料及其产品有了进一步的发展。此时,人类初步学会了陶器、纺织产品的制作。黏土烧陶技术也为后来的冶铜技术的发明做了技术上的铺垫。六千多年前的西安半坡遗址为我们提供了丰富的文物和史料。出土的汲水用尖底陶罐、鱼纹彩陶盆、口沿有几十种符号的陶钵都十分精美(见图 0.6)。



图 0.6 西安半坡遗址陶钵

半坡人普遍使用磨制的石铲、石刀等石器。他们还把骨、角制成针、锥、鱼钩、鱼叉和弓箭。岩石、兽骨和陶土成为他们熟悉的材料。

石头是人类使用的时间最为漫长的材料,长达两三百万年之久,几乎占据了人类自诞生以来 99% 的时间。后来由于生产力的发展,人类在不断改进石器和寻找石料的劳动中,发现了天然铜(红铜),但是其质地软,不适合制造工具。很快,人们发现把它加热锻打,可加工成各种器物,铜首次被有意识地用来作为材料。我们的祖

先们发现铜相比石器具有可塑性和延展性等优点,能够根据不同的需要冶炼成不同形状的工具如镰刀、锄头等,且具有更好的耐用性、更高的生产效率,因此铜逐步取代石头的地位而石头作为材料已退居第二位。后来,人们只是无意识地在铜内加入其他金属,如铅、锌、银和锡而得到合金。但不久便认识到,这些真铜和假铜具有比纯铜更好的性质,制成的物品更加坚韧耐磨,这就是青铜。

在青铜时代的早期,由于采用的是不含其他金属或含金属量极低的纯铜或砷铜,人们对铜的加工主要是采用加热锻打的方式进行。由于这种铜强度不高,因此不能满足大部分铜器对使用的要求。对于含其他金属量较高的青铜,虽然强度提高了,但韧性却下降了,锻造并不是最佳的途径。金属浇注这一重要工艺的出现,本质上改变了材料的成分对于青铜器制作的限制,它使得人类能够获得合金含量大于10%的青铜器。在青铜铸造技术刚开始出现时,青铜器还是铸锻并存的,如在公元前2000年的四坝文化、二里头文化等,都出土了一定数量的刀、锥等物品,一部分是锻造一部分是铸造。早期封建社会生产力的发展,促进了青铜铸造技术的提高。当青铜器加工技术发展成熟阶段时,铸造成为青铜器制作的主要手段。

我国的青铜冶炼始于夏朝(约公元前2070—前1600年)。进入奴隶社会以后,炼铜技术发展很快。当时人们所使用的劳动工具、武器、食具、货币、日用品和车马装饰,都是用青铜制造的。商晚期和西周早期,青铜冶铸业达到高峰。在3500~3000年前的商代遗址中,出土了大量青铜器,包括青铜乐器铜铙;河南安阳出土的商代晚期司母戊鼎重达875 kg,以其精美壮丽闻名中外(见图0.7)。春秋时期,吴越等地出现了复合剑制作技术(见图0.8),在其后相当普遍。剑的不同部位分别制造,然后用铸接技术连接,剑脊的铅含量较高使其韧性强,而剑刃铅含量低而锡含量高使其硬度高。如出土的东周时期的复合剑,剑脊锡含量8.13%,铅含量13.14%,这样的剑身韧性很强,而剑刃锡含量23.72%,铅含量1.42%,因此剑刃强度相当高,这种青铜剑具有完美的刚柔结合的特性。这种技术是中国独有,代表了青铜器制作技术的顶峰。复合剑制作技术说明古人在注重加工工艺的同时有意识地调节青铜剑中的合金如铅锡的含量。

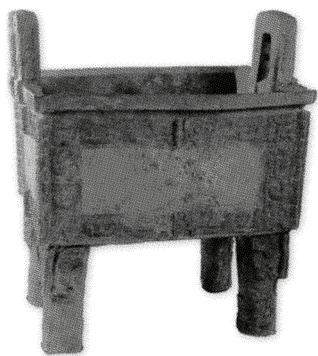


图 0.7 商代司母戊鼎

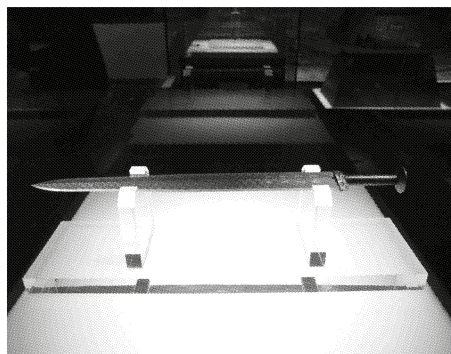


图 0.8 春秋时期复合剑

青铜冶炼技术的发明和应用,使金属冶炼业得到大力发展,促进了社会大分工,使手工业最终从农业中分离出来。青铜冶炼技术在农业工具制造领域的应用,促进了农业生产技术的革新,提高了社会生产力。用青铜制作武器,青铜武器在战争中的使用,提高了军队的战斗力,也使战争更残酷,更激烈。另外,青铜器在人类生活中的使用,使人们的生活质量也有所提高,并推动了文化的繁荣。

青铜的出现无疑使当时人类的生产和生活方式发生了巨大的变化,但其自身也有局限性。

由于生产青铜使用的锡十分稀有,所以青铜在当时是十分昂贵的,这点从当时的货币由青铜制作而成可以看出。那时青铜基本上为奴隶主贵族所垄断,成为代表他们身份和权力的象征,而农民们得不到金属工具,不得不依靠石斧等石器和木器从事农业生产。因此,青铜器不是当时人们的主要工具。青铜自身的这种局限性促进了从青铜生产工具向铁制生产工具的过渡。

铁器时代是人类发展史中一个极为重要的时代。由于铁相比于铜具有矿藏分布普遍、价格低廉等优点,且铁器具有坚硬、韧性高、锋利等优势,因此,铁器能够被更广泛地普及到社会各个方面,如日常生活、农业、军事等。而铁器的广泛使用,使人类的工具制造进入一个全新的领域,生产力得到极大提高。另外,铁器的使用,导致了世界上一些民族从原始社会进入奴隶社会,也推动了一些民族脱离了奴隶制的枷锁而进入封建社会。最早发现和使用的铁,是太空下来的陨铁。因为地球上的天然铁很少见,所以铁的冶炼和铁器的制造经历了相当长一段时间,当人们在炼铜技术的基础上逐步掌握冶炼铁的技术后,铁器时代真正开始到来。

世界上最早的铁器诞生于公元前 1400 年的小亚细亚赫梯国。但在当时炼铁炉过小,鼓风力弱,人们只能炼出海绵状的块炼铁,而不能进行大量生产。由于产量较小,以及赫梯国对于技术的保密,铁器是赫梯国作为外交赠礼的极为宝贵的物品而最先拥有铁制武器的赫梯国军队则是战无不胜。直到公元前 12 世纪,随着赫梯国的覆灭,炼铁技术才开始传播开来。

当炼铁技术在全世界普及时,世界上出现了两个铁加工技术中心,一个是西亚,另一个则是中国。

当时,在这两个技术中心,炼铁的动力正由人力向最早期的机械过渡(使用动物和水轮作动力的最老的机器),这种最早的机械的使用一直持续到 18、19 世纪工业革命。由于动物和水轮的使用,人类的劳动力得到了解放,越来越多的手工业者能自力开采和加工铁,铁在公元前 12 世纪最终占据了统治地位。

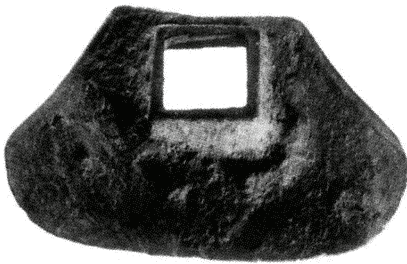


图 0.9 春秋战国时使用的铁制农具

我国人民在春秋时代就已经掌握了冶铁技术且掌握了竖式炼铁炉冶炼技术。当时铸铁的生产和应用显著扩大,已经使用铁模铸造农具(见图 0.9)。利用这些农具,人们开凿了大量的水利工程如都江堰,极大地促进了农业生产力的发展。白口铸铁、展性铸铁、麻口铁等产品相继出现,进而由铸铁发展到炼钢,并且发展了三种不同的炼钢方法。铸铁柔化术是中国古代钢铁业的一项重大发明,铸铁炼制出来之后,因为性脆、缺乏韧性而不适合锻造优良的铁器。而利用柔化技术可以

获得适合锻造铁器的白心可锻铸铁和黑心可锻铸铁。河南洛阳出土的铁铲,湖北大冶铜绿山古矿井出土的六角锄,都是白心可锻铸铁制造的。炒铁是古代中国钢铁冶炼的另一重大发明,通过炒铁技术可以获得含碳量低的低碳钢甚至熟铁。东汉的《太平经》中就明确记载了炒铁技术,在河南巩县的古冶铁遗址中也发现了以炒铁制作的铁币和炒铁炉。

铁器的大量使用,一方面促进农业和手工业(特别是采矿业和冶炼业)的发展,另一方面也带动了商业的繁荣发展。由于生产力的进一步发展,各地经济文化交流日益扩大,文化方面也出现了空前的盛况,如春秋战国时的“百家齐鸣”、古希腊的“伯利克里时代”。铁的冶炼技术在公元 1 世纪来临时达到了第一个高潮,装备了铁制武器的军队的战斗力得到

了极大提升。罗马帝国的崩溃和此后许多世纪许多社会生活领域停滞不前，禁锢了其技术的进步。

材料科技进入一个新的时代是在公元 1000 年之后。当时原料的开采和加工已经采用水力驱动能代替传统的人和动物的能量。水力驱动能使精炼铁法成为可能，进而能够大批量地生产高质量的铁。该方法直到 18 世纪才逐渐退出历史舞台。

18 世纪炼钢业得到了飞速的发展。钢铁工业作为第一次工业革命的重要产业内容的同时也为产业革命提供了必要的物质基础。在这个基础下，英国人哈格里夫斯·珍妮发明了第一台纺织机器，揭开了工业革命的序幕。随着机器生产的增多，原有的动力如畜力、水力和风力等已经无法满足需要。1785 年，瓦特通过对纽科门的蒸汽机的改进而制成的改良型蒸汽机投入使用(见图 0.10)，提供了更加便利的动力，得到迅速推广，大大推动了机器的普及和发展。在蒸汽机、焦炭、铁和钢的推动下，工业革命技术如轮船、铁路等加速发展，而铁路、轮船又促进了钢铁业的发展，人类社会由此进入“蒸汽时代”。

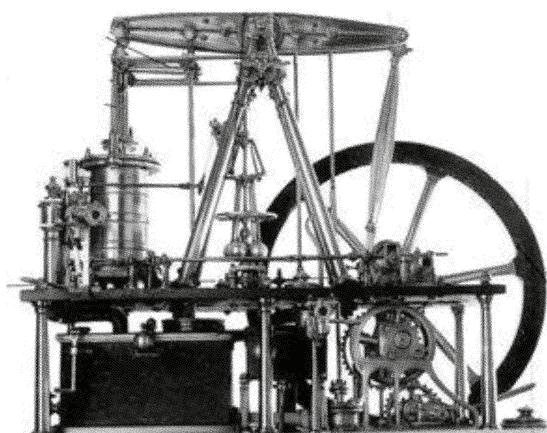


图 0.10 瓦特改良型蒸汽机

第一次工业革命极大地促进了生产力的发展，人类社会开始由农业文明向工业文明转变。社会结构、阶级结构和人们的思想开始发生根本的转变。在这一时期，西方国家在工业革命技术的支持下，发动了两次鸦片战争，从而“唤醒”了中国这一沉睡的“东方雄狮”。

进入 19 世纪后，钢铁、铜、铅、锌被大量应用于工业生产中，而铝、镁、钛等金属相继问世并得到应用。到 19 世纪中叶，现代平炉和转炉炼钢技术的出现，使人类真正进入“钢铁时代”，但这个时代始终没能达到其顶峰，因为塑料这种新材料在 20 年后问世了。天然产物的转换及合成材料的历史同焦油染料工业的历史有密切联系，焦油染料工业在 19 世纪末期是作为有机化学的工业结晶而形成的。随着硬煤炼焦的增多，焦油产量也增加了，因此人们广泛寻求利用这种废物的方法。1856 年，英国人威廉·亨利·泊金找到了一种大规模生产有用染料苯胺紫的工艺。在科库勒(见图 0.11)于 1865 年发现苯的化学式后一个新的工业就诞生了，该工业最初主要生产染料和药品。

法拉第电磁理论在工业上的应用标志着“电气时代”的到来。起初，由于电灯等电器还未被发明，因此电仅仅用于电话等通信业，而未真正成为能源。当 1879 年爱迪生发明白炽灯后，电开始真正作为能源进入每家每户，电力革命的曙光开始照耀人间。白炽灯是在爱迪生试验了一千多种材料后最终确认以竹丝作为灯丝才试制成功的。后来爱迪生又进一步采用熔点较

高的钨丝,使灯泡寿命进一步延长。灯泡的发明推动了工业的发展,发电厂像雨后春笋般建立起来。电力工业发展又促进了发电机、电动机、变压器、电线和电缆工业的诞生和发展。同时,还推动了材料与加工工艺技术的发展。例如,各种导体、绝缘体,以及后来半导体材料的发现(见图 0.12);电镀、电解、电焊、电火花加工等新工艺的应用。

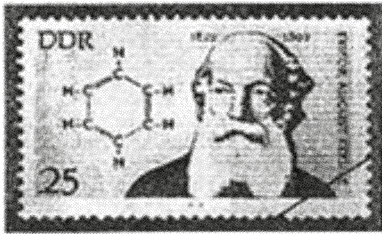


图 0.11 科库勒人物邮票

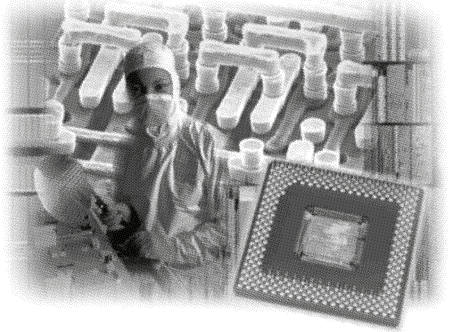


图 0.12 半导体材料

20 世纪以来,科学技术迅猛发展,新材料又出现了划时代的变化。以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志的第三次科技革命,是人类文明史上又一次重大飞跃。放射性元素镭和钋发现以后,核裂变原理取得重要成果,核能开始被利用。核能不仅被用于军事方面,还被用来作为新型的清洁能源用于发电。20 世纪二三十年代,人工合成高分子材料相继问世和广泛地应用,使有机合成材料工业进入一个崭新的阶段。高分子材料以其优越的性能正逐步取代传统的金属材料在国民经济、国防尖端科学和高科技领域发挥了不可或缺的作用。20 世纪 50 年代,合成化工原料和特殊制备工艺的发展,使陶瓷材料产生了一个飞跃,出现了从传统陶瓷向先进陶瓷的转变,满足了电力、电子技术和航天技术的发展和需要。单晶硅的研制成功,使电子技术领域由电子管发展到晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路,从而促进了计算机的微型化及普及。半导体材料的应用和发展,使人类社会进入信息时代。

近二三十年,材料朝着智能化、绿色化、超纯化(从天然材料到合成材料)、量子化(从宏观控制到微观和介质控制)、复合化(从单一到复合)及可设计化(从经验到理论)方向飞速发展。复合材料的出现,将金属、非金属无机材料和高分子材料紧密联系在一起,人们可根据实际的需要设计出性能独特的复合材料。复合材料(见图 0.13)在宏观上实现了不同材料之间性能的“乘法效应”,满足了航空航天、医学等尖端领域的需求。生物材料使传统的无生命材料能够通过构建生物结构和功能,参与生命组织的活动,成为有生命组织的一部分。生物医用材料科学将成为人类进入“生物技术世纪”的重要基础,在促进人类的文明发展,探索人类生命的秘密,保障人类的健康与长寿等方面做出极大的贡献。纳米材料(见图 0.14)是近些年兴起的一个材料产业,它引领着人们深入探索材料的微观世界,从而挖掘材料潜在的性能……

随着科技发展的加快及基础研究与技术的应用开发之间的时间缩短,我们现在很难预测未来材料领域又会出现什么新的科技。但可以肯定的是,不同材料领域科技的迅速进步,将继续标志并丰富我们的时代。

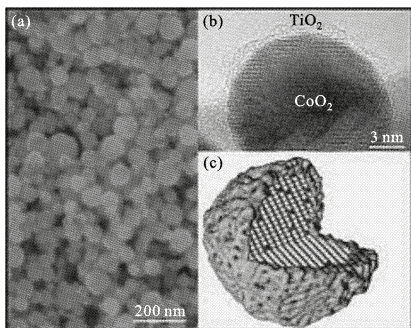


图 0.13 复合材料微观结构模型

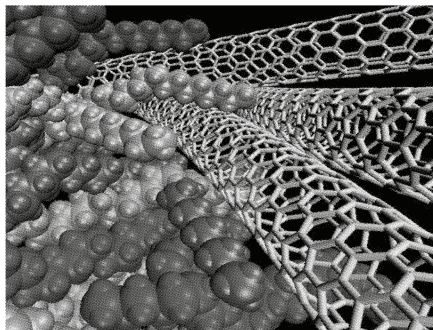


图 0.14 纳米材料微观结构

0.2.2 材料在现代社会中的作用

1. 材料与人类生活

20 世纪以来,材料的使用改变着人类的生活习惯和方式。合成纤维的出现,使人类的纺织品和服装变得更加多样化;各种合成洗涤剂的使用为我们带来了更加清洁的生活环境;功能多样的现代建筑材料的出现及其相应新工艺的使用,使高层或超高层建筑得以实现,在为人类提供了美好而舒适的居住场所的同时,也解决了由于人口快速增长以及土地的日趋减少所带来的社会压力;各种先进的轻型材料的应用大大降低了各种交通工具重量及制造成本,使得火车与飞机更加快捷、舒适,而汽车则获得了普及并为人类的个性化生活提供条件;生物材料为人类提供了新的医疗手段,同时也转变了人们关于健康的观念;信息材料的飞速发展,使得人与人之间沟通手段更加丰富,交流更加迅捷,它不仅使人们能够在现实空间,而且能够在虚拟空间里创造自己的个性化生活;新型高性能材料为人类的航空航天事业提供了物质基础,为人类实现拓展生存空间提供可能的机会。

现代社会,材料在扩展人们物质文明的同时,也通过开拓新的精神世界、创造新的艺术形式为人类的精神追求提供了更多的可选择途径,使人类对美的追求与鉴赏更加多样化与个性化,进而使人类得以不断地扩展和丰富自己的精神世界。

2. 材料与国民经济

材料产业包括钢铁、非铁金属、建材、高分子材料,是国民经济的重要组成部分,其产值往往占 GDP 的 20% 以上,同时解决了大量就业的问题。材料也是发展其他产业的基础,以农业为例,现代农业的电气化、机械化、化学化、水利化、工厂化等,都离不开材料的支持——从耕地、播种用的大马力、高效率的大型拖拉机到智能化的自动联合收割机,我们都能看到材料的影子。2009 年国家颁布的十大产业振兴规划几乎都与材料有关,足见材料在各行业中举足轻重的地位。

我国每年材料的生产量都很大,但个别材料很大程度上依赖于进口,比如铁矿,由于国内铁矿资源缺乏,因此,每年我国要从国外进口 40% 的铁矿,这就导致我们在铁矿石的定价上缺乏话语权,进而影响了钢铁等行业的稳定发展,对国民经济产生了一定的不利影响;又如稀土金属,我国虽是稀土大国,但由于技术的瓶颈,我国生产的稀土产品主要是低端产品,高端稀土产品只能靠进口。由此可以看出,材料既能促进国民经济的发展,也能在一定程度上影响我国国民经济的发展。因此,我们应以材料技术的创新为重点,使我国从材料大国变成材料强国,使我国的国民经济健康、快速地发展!

3. 材料与科技进步

材料是世界新技术革命的先锋,是“发明之母”。现代技术特别是高新技术的每一项新进展都和新型材料开发应用有着密切的联系。例如,20世纪50年代镍基超级合金的出现,将材料的使用温度由原来的700℃提高到900℃,从而使得超音速飞机问世;高温陶瓷和涂层材料的出现则促进了表面温度高达1000℃的航天飞机的问世,实现了人类遨游太空的梦想;合成纤维的出现改变了过去工业对金属和木材的高度依赖,突破了工业产品向轻量化、高性能化发展的材料的技术瓶颈;而如果没有高纯度的半导体材料,就不会有微电子技术;没有低损耗的光导纤维,便不会出现光通信技术……相反,由于某些新材料性能达不到使用要求,许多新技术的研究功亏一篑,难以实现。如太阳能的利用问题,目前还没有能够找到一种价格低、寿命长、光电转换效率很高的材料把光能转变为电能。

材料促进科技进步,而科技进步又为材料开发创造新的条件,两者组成了相辅相成的统一的整体。

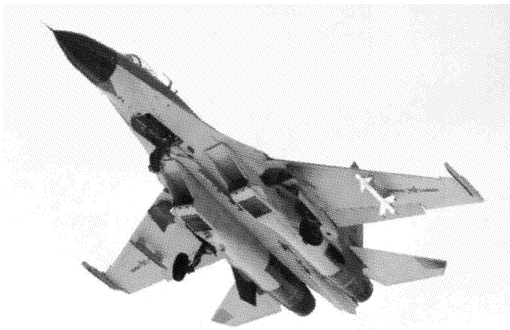


图 0.15 国产歼 11B 战斗机

4. 材料与国防军事

1991年的海湾战争,隐形飞机、反辐射精确制导武器、复合装甲坦克等性能优异的高技术武器装备为我们展示了一个由日新月异的结构材料、不断发展的高温材料、一物多用的复合材料、巧妙神奇的功能材料等构成的“现代高技术武器试验场”。图0.15所示为国产歼11B战斗机,由于采用复合材料(主要是碳纤维),飞机的机体质量减少700多千克,机体寿命增加10000小时。

国防现代化的关键是武器和装备的现代化,无论是常规武器还是核武器,都需要有性能优异的新型材料如钛合金、复合材料等。战争中一种武器或装备的克敌制胜,在很大程度上取决于制造这种武器装备的材料,这一点从坦克与反坦克武器的交替出现的历史中可以看到。因此,谁掌握了新材料的先进技术,谁就能优先实现国防现代化,并赢得现代战争的主动权。

5. 材料与可持续发展

21世纪有五大时代特点:人口、资源(能源)、环境(生态)是人类面临的三大问题;科学技术是第一生产力,基础研究、开发到商品化周期缩短,甚至融合;信息与经济的全球一体化;人类的寿命将延长,生活质量不断提高,交往更加频繁;知识经济时代意味着科技创新与教育将受到更高的重视。要实现可持续发展,必须解决这些特点所产生的发展的矛盾。材料作为社会发展的重要推动力及其他产业的基础,必须率先实现可持续发展。

目前,材料发展所面临的问题包括资源利用率低、污染比较严重、生产工艺落后于时代的发展等。这些问题导致了地球环境的严重污染,资源的快速消耗,严重阻碍了人类的可持续发展。因此,我们必须通过以下几个方面加以解决:要有效地利用资源,重视废物的回收;改进材料的生产工艺,提高材料利用率,减少环境污染;转变材料的发展模式,大力开发新型材料,使材料与环境友好发展。

我国是一个材料生产和消费大国,由于资金、技术、管理等原因造成资源的不合理开发和利用,使资源效率低下,资源浪费严重。主要原材料工业的废物排放分别占工业废水、废气和

固体废弃物排放总量的 31.0%、44.5%和 66.7%。可以说,材料产业是造成我国环境污染的主要责任者之一。因此,近年来,我国越来越重视材料产业的转型。比如发展绿色材料与工艺,在塑料、家用电器、电路板、纸等消费品中使用可再生利用材料;加大新能源材料研发的投入,大力发展太阳能电池材料、储氢材料、超临界发电耐热材料等,极大地改变了传统能源的粗放的发展模式。

以超临界发电设备为例,与同容量的亚临界火电机组相比,采用该种材料制成的超临界机组进行发电,供电效率可提高 2%~2.5%,而超超临界机组可提高 4%,发电平均煤耗可减少 47%~51%。如果以 2006 年全国燃煤发电厂总量计算,使用该技术后全年大约可节约 2 亿吨标准煤,减少二氧化碳排放约 5.4 亿吨。我国首座装备超超临界发电机组电厂如图 0.16 所示。



图 0.16 我国首座装备超超临界发电机组电厂——浙江华能玉环电厂

材料的可持续发展是实现人类可持续发展的先决条件,而要实现材料的可持续发展,需要全体科技工作者和管理者的共同努力。

0.3 材料的政治经济学地位

我们知道,政治经济学研究的对象是生产力与生产关系。在物质资料的生产过程中,人与自然界,人与人之间都存在着一定的关系,前者表现为生产力,后者表现为生产关系。

生产力是人们生产物质资料的能力,它表示人们改造自然和征服自然的水平,反映了人和自然界的关系。生产力包括人的因素和物的因素。人的因素,是指有一定生产经验、劳动技能和科学知识,并实现着物质资料生产的劳动者,它在生产中起着最根本的作用;物的因素是指生产资料,在生产资料中,起最重要作用的是生产工具,它是社会生产力发展水平的最主要标志,也是划分经济发展时期的重要标志。

人们要生存,就要吃饭、穿衣、住房,就需要各种生活用品,但是,要得到这些东西,就要经过人们的生产活动。正如马克思所说:“任何民族,如果停止了劳动,不用说一年,就是几个星期,也要灭亡。”所以,物质资料的生产是社会生活的基础,也是社会存在和发展的基础,只有在这个基础上,人们才能从事政治、科学、艺术等其他方面的活动。这就是说,人类的一切活动都依赖于生产活动。因此,可以说,人类的生产活动是最基本的实践活动,是决定其他一切活动的基础。材料作为物质资料生产活动的对象,决定了生产工具和生产力的水平,进而区别了各个经济时代的不同特征。