

科技进步与社会发展丛书

文明大厦的基石

材料科学与社会

郑茂盛

周根树 编著

徐可为

山东科学技术出版社

科技进步与社会发展丛书

文明大厦的基石

——材料科学与社会

郑茂盛 周根树 徐可为 编著

山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

文明大厦的基石：材料科学与社会／郑茂盛等编著．—
济南：山东科学技术出版社，1999.8
(科技进步与社会发展丛书)
ISBN 7-5331-2167-8

I.文… II.郑… III.材料科学 IV.TB3

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第18773号

科技进步与社会发展丛书

文明大厦的基石

—材料科学与社会

郑茂盛 周根树 徐可为 编著

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路 邮编 250002)

山东科学技术出版社发行

(济南市玉函路 电话 2014651)

山东莒县印刷厂印刷

*

850mm×1168mm 1/32 开本 8.25 印张 4 插页 175 千字

1999年8月第1版 1999年8月第1次印刷

印数：1 — 1 000

ISBN 7-5331-2167-8

G·269 定价：16.00 元

《科技进步与社会发展丛书》编委会

主 任 林宗虎 王为珍

编 委 (以姓氏笔画为序)

王克迪 田惠生 孙北林

宋德万 苏荣誉

策 划 王克迪 孟爱平 苏荣誉

责任编辑 宋德万

总 主 编

林宗虎

总 序

现代社会最显著的特点是科学和技术日新月异,它一方面飞速前进,另一方面无孔不入地深入社会每一个角落,这种在深度和广度方面的进展是一步步取得的。

科学和技术是有所区别的。科学的进步给人们新知识、新理解,使人们知道过去所不知道的事情;技术的进步则意味着新产品、新生产方法和工艺流程、新原料、新市场和新生产组织方式,使人们能做到过去所做不到的事情。20 世纪初的科学革命为技术进步展开了广阔天地,第二次世界大战中发明的核武器、导弹、雷达和青霉素的广泛应用,证明了技术进步的巨大威力,战后的电子技术、通信技术、电脑技术、生物技术、航空航天技术、新材料技术等等如雨后春笋般地成长起来,人类的社会结构和日常生活被永久性地改变了。人们无一例外地感受到这一点。人们为技术进步所带来的变化、便利和舒适而欢欣鼓舞,但同时也夹杂着疑虑。这些疑虑来自两个方面:

一是近几十年的技术进步大多发生在高科技领域,建立在对 20 世纪以来所获得的精深的科学知识基础之上,这使得普通群众和非专业人员难以理解和把握,人们感到它们很神秘,但又离不开它们。例如,电子计算机,可以说现代社会的正常运行绝对不能没有它,而未来的网络化社会则将通过它来完全改变每一个人的衣食住行和人际关系,然而它又是地道的高技术产品,真正用好它需要相当的专业和理论知识,还要有丰富的实际操

作经验。对于许多人而言,计算机是那样的功能强大,却又是那样的令人望而生畏;人们知道迟早要依靠它生存,但又担心自己驾驭不了它,进而对未来的信息社会产生恐惧感和陌生感。

二是技术进步在奉献给人类巨大恩惠的同时,也带来了一些灾难。实际上,很少有几项高新技术是不夹带或多或少的负面效应的。高分子化工生产出塑料、杀虫剂,节约了无数的木材,获得了许多个粮棉丰收年成,但它带来的污染却杀死了许多物种,毁掉了许多良田;原子能的开发利用给人们带来取用不尽的能源,但核事故的威胁像阴云一样笼罩在人们心头无法驱散,核废料的永久性辐射从此将伴随人类的子子孙孙。

产生这些疑虑是可以理解的。不过,这些疑虑也是可以化解的,我以为最有效的化解方式就是由科学工作者和工程技术人员告诉公众这一切是怎么回事。我们有责任这样做。我们的科学家和工程师是人民养育的,人民信任我们,把国家的强盛、民族的繁荣、生活的富裕和世界的未来都托付给了我们。因此,我们就有责任和义务告诉人民,我们正在做什么,为什么这样做,已经得到了些什么成果,将会对社会有什么影响,还将会有什么结果,我们今后将打算再怎么做,人民的钱财和我们的才智是否花得值得,等等。

这套丛书就是我们向公众的一个初步交代。我们选择了在近几十年来发展最快、在未来最有发展前途的七个领域,分别成书,介绍其发展的历程所依据的科学原理,所采用的技术手段,所达到的效果,对科学和技术的影响,对社会和人们日常生活的影响,以及对未来的影响。这七个领域分别是:计算机技术、通信技术、航天技术、海洋科学、生物技术、核技术和材料技术。

我希望读者看完这几本书之后,除了对书中所介绍的知识

有所了解外,能够感觉到科学和技术,特别是高新技术,并不是什么神秘的、高深莫测的东西,有许多前沿进展很新,很重要,但也并不是高不可攀。我还希望从这套丛书中,读者能体会到什么是科学精神,什么是按照科学规律办事;在科学的王国里,人类能做些什么,不能做些什么;技术进步能给人们带来些什么,会使人类失去些什么。我希望读者能赞同我的想法,知识是人类力量的源泉,技术进步是我们时代和社会前进的动力,技术进步是积极的、富于创造力的、勇于实践的、利大于弊的。我特别希望青年学生读后能鼓舞起献身科学的勇气和信心,如果没有年轻一代人源源不断涌入科学研究队伍,科学就将停滞不前,技术很快就会失去进步的源泉,而我们的世界也就没有了希望。

最后我还要指出,科技工作者相互之间用高度技术化的语言讨论专业问题时,交流起来比较容易。可是当我们努力想用通俗语言说清楚我们所做的一切是怎么回事时,就多少有些力不从心,这是现代科学和技术高度专门化的结果。这套丛书的作者都是有成就的科学家和工程师,他们自告奋勇地承担起写作任务,他们尽了力,也尽了责。出版社的编辑同志也为丛书的顺利出版付出许多辛劳。现在读者见到的这套丛书,是许多人携手合作的成果。我谨向他们表示衷心的感谢和敬意。

中国工程院院士

林宗虎

1998年2月

于西安交通大学

序

从古至今,人类就一直在跟材料打交道,无数材料现象及其物理奥秘激发了人类的生活乐趣和钻研兴趣,从而导致了科学上的发明和发现,并推动着社会的发展和进步。材料在社会发展中所起的作用已引起社会的广泛关注,特别是在行将步入新世纪之际,以知识为基础的经济呼唤着在更广泛和更深入的层次上推动科技进步,人类在不断丰富自身的物质文明和精神文明的同时却又不得不面对与之相伴而生的能源枯竭、环境污染、人口爆炸等一系列问题。为解决这些问题,科学界已提出可持续发展的概念和构想,材料作为整个社会的基石在这些新构想中占据着十分重要的地位。因此,作为材料工作者,面临着既要使材料继续推动人类文明的进步,又要保证材料的自然资源及人类生存环境不会因此而受到危害,以确保未来社会能够健康发展,这就要求材料工作者既能从事高深的研究工作,又能将材料对社会发展所起的作用以及面临的问题介绍给大众,使人们更加自觉地维护和关注这块基石,使之更为坚实耐用,托起人类未来的辉煌。

这本书的特点是力求以翔实的(历史)资料来体现不同材料在人类社会发展的长河中所激起的一朵朵浪花,使人感到逼真、贴切,趣味性强,适于从事材料专业工作以外的人员阅读。同时,又由于该书涉及到各种类型的材料及其研究进展,因而也有助于材料专业人员对各类材料的全面了解。

徐可为等一批年轻教授在繁重的教学和科研工作之余,编写了本书,这无疑是一次有益的尝试和努力,相信会在材料科学和人民大众之间搭起一座无形的桥梁。以科普的形式将材料对人类文明所起的作用介绍给大众,属于我们材料研究工作者职责范围的另一方面,本人对这一工作表示支持,并乐于作序。

中国科学院院士
西安交通大学教授

周惠久

1998年2月

致 谢

我们有幸作为这本书的编者,将材料为人类社会的进步所作的贡献介绍给大众,从而有助于促进材料科学的蓬勃发展和人类社会的更大进步。我们感谢山东科技出版社对我们的信任和有益指导,感谢年近九十的中国科学院院士周惠久教授在百忙中对本书的关怀和所撰写的序言,这既是对我们的鼓励,也是对我们的鞭策。由于时间紧迫,加之个人业务能力所限,感到编写难度和压力很大,于是邀请了几位在材料科学不同领域较为活跃的同仁,如翁端教授,王晓莉教授,李长久教授,郭大展教授,冷劲松副教授,蔡和平副教授,权高峰副教授,井新利副教授,孔令彬博士,杨志樊博士,张玉梅博士,郑建龙工程师等,请他们帮助撰写有关章节或提供部分素材,特别是井新利副教授在本书有机高分子材料一章的编写过程中花费了较多的心血,对保证本书的如期完稿起到了较大的作用。最后,我们还要感谢西安交通大学科研处对本书编写的支持。

目 录

材料在社会发展中的地位和作用	(1)
材料世界的超级大国——金属材料	(6)
一、大型建筑中的铮铮铁骨——钢结构	(6)
二、轻质合金为人类安上飞翔的翅膀	(11)
三、不向“热情”屈服的高温合金	(16)
四、硬质合金造出锋利刀具	(20)
五、记忆合金与太空天线	(24)
六、贮氢合金保证清洁燃烧	(28)
七、钛及钛合金与人工牙齿	(30)
八、减振合金与无噪音机器	(36)
九、核能利用中的金属与合金	(39)
十、能源和信息工业中的磁性合金	(43)
十一、超导材料与高精度测量器件	(46)
十二、精密合金与仪器仪表	(49)
十三、价符所值的贵金属材料	(50)
十四、难熔金属及其在电气工业中的应用	(52)
十五、金属配合物的奇特药物效果	(54)
十六、作用奇妙的稀土金属	(56)
十七、多孔金属材料及其应用	(62)
十八、“不可磨灭”的金属耐磨材料	(65)
十九、电的吊桥——触头材料	(72)
二十、居污泥而不染——不锈钢	(80)

材料集团的特种部队——无机非金属材料	(89)
一、光导纤维托起神奇的光纤通讯	(89)
二、现代电子工业的基石——半导体材料	(93)
三、构造新世界的“人造石”——水泥	(99)
四、五光十色的玻璃	(104)
五、高温结构陶瓷与汽车发动机	(110)
六、电子器件的骨架——绝缘陶瓷	(115)
七、联结光与电的纽带——光电材料	(120)
八、削铁如泥的陶瓷刀具	(125)
九、可再造“金身”的生物陶瓷	(130)
十、玻璃的结晶——玻璃陶瓷	(135)
十一、易为“温情”所动的 PTC 材料	(142)
材料家族的新生代——有机高分子材料	(147)
一、人工器脏与生物高分子材料	(147)
二、高吸水材料与植物生长	(150)
三、降解塑料确保环境卫生	(154)
四、塑料地膜与农业生产	(158)
五、应用广泛的通用塑料	(160)
六、性能优异的工程塑料	(166)
七、轮胎的原料——合成橡胶	(171)
八、织物的母亲——合成纤维	(175)
九、丰富多彩的高分子涂料	(179)
十、“万能”的高分子胶粘剂	(182)
十一、无孔不入的高分子密封材料	(185)
十二、具有选择分离功能的高分子材料	(189)
十三、作用奇特的导电高分子材料	(193)
十四、显示器的原料——液晶高分子材料	(197)
十五、塑料王——聚四氟乙烯	(202)

未来世界之梦——材料发展趋势	(205)
一、金属基复合材料及其在航空航天中的应用	(205)
二、前景广阔的聚合物基复合材料	(210)
三、碳碳复合材料促进宇航事业	(213)
四、吸波材料使飞机隐身	(215)
五、高性能纳米材料将又一次推动社会进步	(219)
六、环境材料——材料可持续发展的新途径	(223)
七、材料设计——把材料科学带入新的境地	(229)
八、智能材料——使材料具有感知和自控能力	(233)
九、表面工程技术让材料披上精美的外衣	(239)
参考书目	(246)
后记	(248)

材料在社会发展中的地位和作用

人类社会的进步和人的生存条件的改善都与各种工具的使用密不可分,而工具的发展水平又与人自身的聪颖程度和材料的先进程度紧密相关,因此,作为制造工具的物质基础——材料则是人类社会的发展水平的客观标志。

材料是人类赖以生产和生活的坚实的物质基础。实际上,人类从诞生的那一天起,就没有离开对材料的使用和依赖。因此,人们也习惯于以材料作为划分时代的标志。

距今约二三百万年到距今约八九千年的这一段历史被称为旧石器时代。这一时期人们能利用的材料只是石块和树枝。钻木取火,是这时期人类的重大发展。在掌握了火的制取和应用之后,人类开始步入新石器时代,这是距今约八九千年至六千年的事情。从现在发掘出来的历史文物考证,在新石器时期,人类已能制造陶器和冶炼铜器。这两种材料的制备技术均与火的使用密不可分,同时铜的发展还和陶的发明相关,因为冶炼铜器除了需要高温条件外,还要有陶质坩埚等容器,陶瓷器具的发明是人类的一个划时代的标志。在此以前,虽然人们已有一些制造器物的技巧,但那只是局限于对现成的材料进行加工,并没有改变材料的本质。随着火的使用,人们无意和有意地将带有粘土的器物放入火中,结果导致了陶器的诞生。陶器和粘土有本质的不同,它已经是经过加工的另一材料了,它具有耐火、坚硬、牢固等一系列不同于粘土的性能。陶瓷器具发明以后,制陶技

术也逐步发展和提高,人们制出能盛装液体的容器和能煮食物的瓦釜,以及能储存东西的器具,便于携带,这就为农业生产的进一步大发展奠定了基础。陶瓷作为第一种人造的材料,对人类社会的发展和人类生存与生活条件的改善起到了巨大的推动作用。共产主义思想的创始人之一恩格斯高度评价了陶器的作用,他认为陶器是人类从愚昧时代进入野蛮时代的标志。

铜作为第二种人造的材料,对人类社会的进步也同样具有极为重要的作用。铜是从矿石中冶炼出来的。纵观中国历史,可以发现铜器的大量使用大约在距今四五千年前。从这一时期直至距今 2 500 年前,称为铜器时代,而埃及和西南亚的铜器时代要比我国晚大约 1 千年,这也正是中国是世界上文明古国之一的例证。

铁是第三种人造的材料。由于铁的熔点高达 $1\,530^{\circ}\text{C}$,所以铁的出现标志着人类在冶炼技术上有了更大的进步。大约到距今 2 500 年前,相当于我国的春秋时期,就大量出现了铁器,这一时代史称铁器时期。由于铁在自然界中含量丰富,且强度比铜高,所以铁器得到了更广泛的使用。尤其是在农具方面,铁器的使用极大地推动了农业的发展和生产力水平的提高。不仅如此,人们为了满足一定的要求,除了对材料的制造技术进行改革外,还对材料的性能进行了研究和改进,冶炼出能适应不同环境的合金材料。公元前 500 年,人们通过把锻造的铁棒同木炭一起加热的办法(渗炭法)炼出性能不同的钢,到公元初,人们已经创造出使钢硬化的淬火技术。从对人类文明的影响来看,钢铁所做出的贡献是极其巨大的,可以说,有了铁,人类才真正开始了使用金属的生活,为各种简单机械的诞生奠定了基础,为人类社会的进一步开化和进步集聚了力量。人类最初在耕作和生

产、生活时是利用人力,然后由于简单机械的出现而利用牛力和马力,进而再在机械的帮助下使用水力和风力。尤其是到了产业革命时期,瓦特发明了蒸汽机(图 1)以后,人类的机械化水平才真正得到了提高。

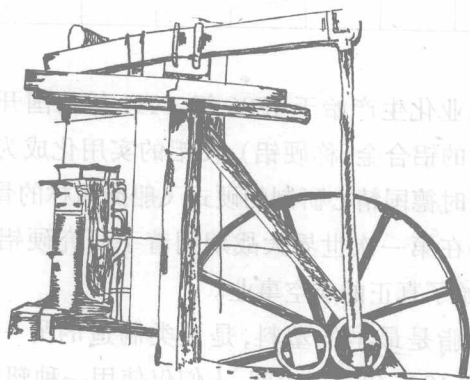


图 1 瓦特发明的蒸汽机

第一个用铸铁制作的蒸汽机,促进了炼钢业的现代化。为了补充当时作为燃料的木炭的不足,发展了煤炭燃料炼铁法。1850 年贝塞麦发明了转炉炼钢法。从此,大量的廉价钢铁出现了,更加带动了各种生产,促进了机械制造、铁路交通、航海等事业的发展,使人类步入钢铁时代,直到今天,钢铁在国民经济和国防上仍起着巨大的作用。表 1 列举了 20 世纪 80 年代中期部分国家钢材的生产情况。

表 1 世界及部分国家 1985 年前后钢产量

国别	美国	前苏联	日本	英国	欧共体	中国	韩国	全世界
年产量 (兆吨)	126		145	25	158	40	15	1 000
人均 (千克)	350	580	900			45		160

铝的工业化生产始于 1886 年,1911 年德国开发出强度能与软钢匹敌的铝合金(称硬铝),使铝的实用化成为可能。它首先被用于当时德国精心研制的硬式飞船捷佩林的骨架上。德国人云卡斯等在第一次世界大战期间着手研究硬铝的全金属飞机,从而开始了真正的航空事业。

酚醛树脂是最早的塑料,是人类制造的另一类材料。从 1909 年直到 1945 年这段时间,人们仅使用一种塑料,而今塑料制品随处可见,与此同时,人们也面临由于塑料的大量使用而带来的负面问题,即白色垃圾的处理问题。

本世纪初以来,半导体材料问世,人类文明又迈上了一个新的台阶。1948 年发明了第一支具有放大作用的晶体管,10 年后又研制成功集成电路,使计算机的功能和稳定性不断提高,再加上磁性材料、激光材料等一系列材料的出现,各种信息传送媒体如电报、电话、电视、录像、电子函件等相继问世,使我们这个社会步入了“信息时代”。

由于材料科学的发展,许多过去的梦想,甚至连意想不到的事情而今已变成了现实。

化合物半导体在现代遥感和通信技术中的应用,极大地拓宽了人类的视觉和听觉的范围,并且已经远远超过神话传说中