

材 料 工 程



新 世 界 出 版 社

中华学生科普文库

(54)

材 料 工 程

主编 刘以林

编著 丁 东

新世界出版社

图书在版编目(CIP)数据

材料工程/刘以林主编. - 北京:新世界出版社, 1998.4
(中华学生科普文库; 54/刘以林主编)

ISBN 7-80005-417-9

I. 材… II. 刘… III. 工程材料-普及读物 IV. TB3-49
中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 09287 号

中华学生科普文库
(54)材料工程

主编:刘以林

责任编辑:杨 彬 廖旭和 邵 东

封面设计:北京蓝格艺术公司

出版发行:新世界出版社

社址:中国北京百万庄路 24 号 **邮码:**100037

经销:新华书店北京发行所

印刷:保定大丰彩印厂

开本:32 **印张:**425 **印数:**6000

版次:1998 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-80005-417-9/G.126

定价:500.00 元(全 100 册)

《中华学生科普文库》编委会

- 主编** 刘以林 北京组稿中心总编辑
- 编委** 张 平 中国人民解放军总医院医学博士
- 袁曙宏 北京大学法学博士
- 冯晓林 北京师范大学教育史学博士
- 毕 诚 中央教育科学研究所生物化学博士
- 陶东风 北京师范大学文学博士
- 胡世凯 哈佛大学法学院博士后
- 杨 易 北京大学数学博士
- 祁述裕 北京大学文学博士
- 张同道 北京师范大学艺术美学博士
- 周泽汪 中国人民大学经济学博士
- 章启群 北京大学哲学博士

总 序

世界从蒙昧到明丽，科学关照的光辉几乎没终止过任何瞬间，一切模糊而不可能的场景，都极可能在科学的轻轻一点之下变得顺从、有序、飘逸而稳定。风送来精确和愉悦的气息，一个与智慧和灵感际遇的成果很可能转眼之间就以质感的方式来到人间。它在现实中矗立着，标明今天对于昨天的胜利；或者它宣布，一个科学的伟人已徐徐到来或骤然显现了。

在人类的黎明，或我们的知识所能知道的过去那些日子，我们确实可以看到科学在广博而漫长的区域经历了艰难与失败，但更以改变一切的举足轻重的力量推动了历史，卓然无匹地建立了一座座一望无际的光辉丰碑。信心、激情、热望与无限的快乐是这些丰碑中任何一座丰碑所暗示给我们的生活指向，使我们笃信勤奋、刻苦、热爱生活、深思高举是我们每个人所应该做的；与此同时，我们更加看到了科学本身深深的魅力，人文的或自然的，科学家的或某个具体事物的，如一

面垂天可鉴的镜子，我们因为要前进和向上，就无可回避地要站在它的面前梳理自己的理性和情感，并在它映照的深邃蕴含里汲取智慧与力量，从而使我们的创造性更加有所依凭，更加因为积累的丰厚而显得强劲可靠。伟大的、人所共知的科学家牛顿曾经说过一句人所共知的话，他的一切成就都是因为“站在巨人的肩膀上”的缘故，这是一个伟大心灵的谦逊，但更是一道人生智慧的风景，是牛顿在告诉我们，科学领域所既有的东西，我们应该知道的那一切，那就是“巨人的肩膀”，我们要“知道应该站上去”。为此，我们编委会和全体作者几十人，就自己的视野所能达到的、本世纪前有关科学的所有的一切，竭尽全能编撰了这套《中华学生科普文库》，期望学生的阅读世界能因此更多地渗入科学智慧的内容，也期望老师们能够关注这些科学本身所具有的普遍而非常的事物。

科学的魅力来源于它对人类发展根本上的推动，它的光荣是永远的。

刘以林

1998年3月，北京永定路121室

目 录

材料的历史	(1)
材料与人类文明	(1)
工业革命与新兴材料	(9)
材料的作用	(15)
农业现代化的后盾	(16)
国防军事的当务之急	(18)
科学实验的先锋	(21)
无机非金属材料	(25)
陶瓷	(26)
玻璃	(29)
水泥	(34)
耐火材料	(35)
发光材料	(37)
金属材料	(40)
钢铁	(40)
铝和铝合金	(45)

钛	(47)
形状记忆合金	(48)
非晶态合金	(50)
超导材料	(52)
半导体材料	(54)
有机高分子材料	(58)
纤维	(60)
合成橡胶	(66)
塑料	(71)
功能高分子材料	(78)
复合材料	(84)
无机纤维	(87)
无机复合材料	(89)
金属陶瓷	(92)
高聚物复合材料	(96)
材料工程放异彩	(101)
纳米材料定乾坤	(102)
载能束巧夺天工	(109)
制膜术交响曲	(112)
定向生长的晶体	(118)
太空生长晶体	(120)
材料的发展趋势	(122)



材料的历史

材料与人类文明

简单回顾一下历史便可知晓，正是在历史发展过程中以及与此相联系的人类知识和经验的增长过程中，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。自然财富、原料、材料、产品阶段几乎是协调一致的。由

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。



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。



于没有分工，并且只不过是满足自身的直接需要，所以精加工的劳动比重很小。随着分工程度的深化，人们对在自然界寻觅到的原始材料进行加工的兴趣提高了。此后，长期以来所形成的社会关系，不断提供新的途径来更多地生产消费品和改善居住条件。如果人类想要改善生活条件，那么无论在哪个社会阶段，都必须发展技术及与此相联系的材料使用为前提。人身体上的“工具”、“发动设备”和感官均有局限性，如果没有具备相应数量、质量、形式和布局的一定材料，没有必要的知识和技能，人类便会停留在原始阶段。

数百万年前，人类摆脱了动物界，开始有意识地使用石头。除了骨头之外，石头是人类最早使用的材料之一。起初这种材料造型粗糙，但后来经过加工，使人类得以掌握多倍于体力的力量，人类被迫发展那些在环境斗争中取胜的能力。人类先是用石头和骨头制成简单、基本的工具来补充手掌、手指、指甲和牙齿的功能，这些工具是手握的。当他们获得了不仅使用原始石头，而且进行加工的能力后，几乎等于完成了一次革命。当人类约在 50 万年前使用



火时，石料的价值就更大了。人类是由劳动创造的，劳动又是从制造工具开始的。在已经发现的旧石器时代的人类遗址里，可以看到我们的祖先用石头打磨制成的石刀、石斧、刮削器等，这些就是人类早期曾经用过的工具。劳动工具的出现，也带来了社会物质和人类文明的进步。

四五十万年前北京猿人群居洞穴，以狩猎为生，使用的工具主要源于石头和骨头，制作粗糙，用途尚未分化。他们的生产力水平低下，生活维艰，甚至弱肉强食。考古学家还发现猿人有食人之风，也许猿人根本没有意识到这样做是否道德。至于打扮自己——美的概念，他们连想也不会想。

在 18000 年前山顶洞人的洞穴里，曾发现 7 件穿孔的石珠，5 件穿孔的海蚶壳和 100 多只穿孔的象牙。这说明了比较温饱的人类萌发了爱美之心。山顶洞人掌握了磨制和钻孔技术，能制造比较精致的石器和骨器，用骨针把兽皮缝制成衣服。

古生物学研究证明：在这个时期，除了能加工粗糙的石器外，还能制造工具。除了拳状





楔之外，还有刮刀和刮板。骨头、象牙、石头和植物编织物被用来制造鱼叉、鱼钩和鱼网等。原始时代和史前时期用“划时代材料”来命名历史阶段，形象地说明了材料在人类历史上的重要性。

公元前 15000～前 10000 年之间，形成了早期的农业。此间产生的初期劳动生产力革命——农业革命的必然结果，是原始社会的解体。虽然材料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。

约在公元前 7000 年，开始了最早的社会分工，形成了游牧部落和农耕。同时，材料及其产品有了进一步的发展，如罐壶、纺织和编织产品。至此，人类活动的产物主要来自直接支出的劳动，即活劳动。直到劳动分工和出现专业式的制作时，劳动过程的组成部分才被加以区别，这就是劳动力、劳动工具和劳动对象。这个时期（其演变过程长达数千年）可看做是材料诞生的时期，劳动是慢慢地被物化了。

6000 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。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。

石器的使用历史最为漫长，达二三百万年之久。后来由于生产力的发展，我们的祖先在不断改进石器和寻找石料的劳动中，发现了天然铜块（自然铜），把它加热锻打，加工成各种器物，铜首次被有意识地用来作为材料。后来又发现把锡矿石加到铜里一起熔炼，制成的物品更加坚韧耐磨，这就是青铜。一般来说，原始的农业、手工业和文字是青铜时代的特征。

公元前 5500~前 4000 年之间,随着灌溉技术的出现以及顺乎自然而形成的手工业,人类进入其生存的一个新的历史阶段。早期东方人在河谷地区居住,使农业和手工业分开。这是第二次大的社会分工,它使劳动生产率急剧增长,从而使少数人能够占有剩余产品和行使他们的权力。可以想像,一个古代狩猎者为保障其生存基础,需要有 20 平方公里的猎区;而以农田为生存基础的耕农,则可在相同的面积上





养活 9000 人。显然，这个时期的初期已取得了巨大的进步，而后来的自然手工业和灌溉技术更使其大大向前迈进，彩陶是这个时期引人注目的改进。考古人员除发现了简单的日用品外，还发现大量的容器，尤其是有相当艺术价值的绘画的容器。金属铜比石头具有更广泛的用途，这使它更广泛被采用，而石头作为材料已退居第二位。更主要的发展成果是青铜，铜具有这种形式后，才大大优于石器。起初，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，而用 6~20% 的锌制成的铜合金效果最佳。

在青铜时代早期，就发明了金属浇铸这一重要工艺技术。它主要用于合金成分大于 10% 的合金，因为这时已经不能再用锤打的方式进行加工了。青铜熔炼是个突破，此后便能生产成分不同的新材料，冶金迈入技术历史的前列。随之而来的是金属分割、成型、焊接等不同的金属加工技术，同时，也使社会物质水平和人类文明得到不同程度的提高。

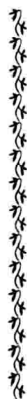
在 5000 多年前的仰韶文化遗址中，发现了



陶制纺轮和骨针，有的陶器上留有麻布纹的痕迹，说明人们已懂得纺织。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大司母戊鼎重达 875 公斤，以其精美壮丽闻名中外。商代的墓葬物中已经有镀锡的铜器和锡、铅、金器，商代的甲骨文字中，有不少“车”、“舟”、“帆”字，反映出当时的交通已有相当高的水平。

我国的青铜冶炼始于夏代（公元前 2140~1711 年）。进入奴隶社会以后，炼铜技术发展很快。所以使用的劳动工具、武器、食具、货币、日用品和车马装饰，都是用青铜制造的，显示出我们祖先精湛的艺术才能。更主要的是青铜材料代表一种新的生产力登上了历史舞台，有力地促进了生产的发展和人类文明的进步。

铁的出现，在很大程度上与陨铁的发现有关，但铁矿开采可能与铜矿开采有关。铁加工曾有技术中心，一个中心是西亚，另一个中心是中国。在那里，当时正向最早期的机械过渡（使用动物的水轮作动力的最老的机器），直到 18、19 世纪的工业革命才从数量和规模上超越





了这个阶段。越来越多的手工业者能自力开采和加工金属，少数锻工场掌握了加工和制作最精良铜材的技术。淬火钢获得了声誉，古代称之为塞乐铁。为获得熔化金属矿石达到的温度，使用了木炭，但如果没有充分的氧气，木炭最高只能达到 900°C 。根据考古挖掘和现有的文献来判断，铁在公元前 12 世纪最终占据了统治地位。

2700~2400 年前的春秋时代，我国人民已经掌握了冶铁技术，比欧洲早 1800 年左右。那时是战国时代，铸铁的生产和应用显著扩大，已经使用铁模铸造农具，白口铁、展性铸铁、麻口铁等品种相继出现。进而由铸铁发展到炼钢，并且发展了 3 种不同的炼钢方法。

我国的传统冶炼和浇铸技术，包括精密浇铸技术，延续发展了 1000 多年，直到 600 多年前的明朝还在世界上处于遥遥领先的地位，这也是我国灿烂的古代文化繁荣的基础。我国劳动人民对人类文明做出了巨大贡献。

在公元一世纪来临时，技术发展达到了第一个高潮。罗马帝国的崩溃和此后许多世纪、许多社会生活领域的停滞不前，禁锢了技术的



进步。

工业革命与新兴材料

公元 1000 年以后，技术领域才开始了一个新时代，原料的开采和加工技术经历了重要的繁荣阶段，当时以水力为驱动能代替以往动物和人的力量，利用水力驱动的鼓风机使冶炼达到的温度，可将铁化为液体。铁在炉火中被加工成可锻铁，从而发明了精炼法。此法直到 18 世纪末才被其他方法淘汰，直到这时才可以大量生产质量较高的铁。

18 世纪是技术革新的世纪。对行将到来的基础材料工业发展来说，最重要的发明是吴国掌握了用硬煤炼焦并用于为炼铁输入能量。后来很快就发明了搅炼法，这种炼钢法可使用硬煤而不使其接触铁。1856 年，在把常压空气鼓进一个转炉内将铁变为钢的时候，引起了极大轰动。19 世纪，西汀丁—马丁法和托马斯法标志着炼钢技术的完善。

