

潘继民○主编



神奇的金属材料

领略金属材料的神奇之处 解开金属材料的种种谜团



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

神奇的金属材料

主 编 潘继民

副主编 陈 永 张金凤

参 编 王金荣 吴振远 李 响 蒋佳国 刘胜新
杜铁磊 李立程 高见峰 李 瑞 侯晓丽
顾振华 潘星宇 靳先芳 李 威 陈慧敏

审 定 汪大经

机 械 工 业 出 版 社

本书将带领读者周游神奇的金属材料世界,领略其中的美妙风光。本书主要介绍了金属材料的许多奇妙功能、基本原理及应用领域。本书集知识性和趣味性于一体,用通俗的语言和精美的图片为读者描述了一个精彩缤纷的金属材料世界。本书特别适合青少年、大中专师生及广大科普爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

神奇的金属材料/潘继民主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-111-45550-9

I. ①神… II. ①潘… III. ①金属材料—普及读物 IV. ①TG14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 015230 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈保华 责任编辑: 陈保华 王 琰

版式设计: 常天培 责任校对: 薛 娜

封面设计: 陈 沛 责任印制: 乔 宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2014 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm · 7.5 印张 · 240 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-45550-9

定价: 26.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务

网络服务

策 划 编 辑: (010) 88379734

社 服 务 中 心: (010) 88361066 教 材 网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部: (010) 68326294 机 工 官 网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010) 88379649 机 工 官 博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版



前言

我国具有悠久的金属材料发展历史，金属材料产业的发展对促进我国国民经济发展，以及工业化进程的加快都起着重要的作用。目前，机械制造业的迅速发展更是为金属材料行业开创了一个前所未有的繁荣局面。金属材料在我们的生活中无处不在，它有着许许多多精妙神奇的作用。对于大多数人，特别是青少年来讲，虽然不一定要对金属材料进行科学研究，也不需要掌握其深奥的理论知识，但是人们渴望了解金属材料的基本常识，知晓其神奇的基本原理。然而，图书市场上用通俗的语言和精美图片来讲述金属材料故事的书籍少之又少，这与读者的需求形成了巨大的反差。基于这种情况，我们编写了这本《神奇的金属材料》。

本书是为青少年、大中专师生及广大科普爱好者编写的一本集知识性和趣味性于一体、用科学知识解释金属材料神奇之处的科普读物，是科普爱好者不可多得的良师益友。本书就像是一位向导，带领着读者周游神奇的金属材料世界，领略其中美妙的风光。它还能使读者在开阔眼界、学习科学知识的同时，获得更为广阔的视野和审美享受。

本书主要内容包括材料与人类文明、为什么金属都有光泽、看一眼火花就能知道金属的牌号、拉力大时金属也会屈服、一把火就可以改变金属的性能、可以像制作衣服一样裁剪缝制、柔至极处则为刚、断口颜色不同的铸铁、金属也有情绪、小龙女的神秘手套、金属玻璃、金属橡胶、金属陶瓷、海陆空金属钛、绿色工程材料金属镁、光照下产生电流的金属、用细菌开采的金属、纯净永恒的铂

金、形状记忆合金、核反应的保护金属锆、热缩冷胀的金属锑、怕冷又怕热的金属锡、永不生锈的合金钢、永不“生锈”的金属铝、闪闪发光的金属银、改变灯光的金属钠、检查胃时用到的金属钡、从远古时代走来的金属铜、五光十色的宝石中的铍、金属纤维、泡沫金属、液态金属、超塑金属、哑巴金属、超导金属、神奇的稀土、神奇的纸钢、神奇的金属晶须、神奇的金属锇、会呼吸的金属、吸收气体的能手钼、最轻的金属锂、密度最大的金属铀和钚、延展性最强的金属、熔点最高的金属钨、烈火金刚两兄弟铌和钽、兵马俑坑中发现的铬、千年不锈的越王勾践剑、真的很“锰”、奇妙的钴、魔鬼金属镍、牺牲自己保护他人的锌、金属味精钼、动植物离不开的金属钾、发出强射线的金属、地壳中任何时刻含量总不变的金属钎、大蒜中含有的防癌金属锗。

本书由潘继民任主编，陈永、张金凤任副主编，参加编写工作的有王金荣、吴振远、李响、蒋佳国、刘胜新、杜铁磊、李立程、高见峰、李瑞、侯晓丽、顾振华、潘星宇、靳先芳、李威、陈慧敏。汪大经老师对全书进行了审阅。

在本书编写过程中，参考了国内外同行的大量文献资料，谨向有关人员表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，错误和纰漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

1 材料与人类文明	1
2 为什么金属都有光泽	11
3 看一眼火花就能知道金属的牌号	16
4 拉力大时金属也会屈服	23
5 一把火就可以改变金属的性能	26
6 可以像制作衣服一样裁剪缝制	31
7 柔至极处则为刚	36
8 断口颜色不同的铸铁	39
9 金属也有情绪	43
10 小龙女的神秘手套	46
11 金属玻璃	49
12 金属橡胶	53
13 金属陶瓷	57
14 海陆空金属钛	61
15 绿色工程材料金属镁	64
16 光照下产生电流的金属	69
17 用细菌开采的金属	73
18 纯净永恒的铂金	77
19 形状记忆合金	81
20 核反应的保护金属锆	87
21 热缩冷胀的金属铋	92

22	怕冷又怕热的金属锡	96
23	永不生锈的合金钢	100
24	永不“生锈”的金属铝	104
25	闪闪发光的金属银	110
26	改变灯光的金属钠	113
27	检查胃时用到的金属钡	117
28	从远古时代走来的金属铜	120
29	五光十色的宝石中的铍	126
30	金属纤维	130
31	泡沫金属	134
32	液态金属	138
33	超塑金属	143
34	哑巴金属	146
35	超导金属	150
36	神奇的稀土	154
37	神奇的纸钢	159
38	神奇的金属晶须	163
39	神奇的金属锶	165
40	会呼吸的金属	168
41	吸收气体的能手钯	172
42	最轻的金属锂	174
43	密度最大的金属铪和钨	178
44	延展性最强的金属	180
45	熔点最高的金属钨	186
46	烈火金刚两兄弟铌和钽	189
47	兵马俑坑中发现的铬	193
48	千年不锈的越王勾践剑	197
49	真的很“猛”	200
50	奇妙的钴	203
51	魔鬼金属镍	208
52	牺牲自己保护他人的锌	212

53	金属味精钼	214
54	动植物离不开的金属钾	217
55	发出强射线的金属	220
56	地壳中任何时刻含量总不变的金属钆	224
57	大蒜中含有的防癌金属锗	226
	参考文献	230

材料与人类文明

“横看成岭侧成峰”这句诗告诉了我们一个哲学道理：每件事情从不同的角度看，就会有不同的结果。就人类历史而言，从科学的角度看，就是一部材料进步发展史。材料是指人类用以制造各种有用器件的物质，它是人类生产和生活所必需的物质基础，而材料发展史更是成为了人类进化史上的里程碑。由于材料的重要性，材料的发展水平和利用程度已成为人类文明进步的标志，如我们所熟知的历史时代就是根据人类在某个时期所使用的材料的特征来划分的，如图 1-1 所示。20 世纪 70 年代，人们把材料、能源和信息技术并称为现代文明的三大支柱，由此可见，材料在人类文明发展史上占有极其重要的地位。



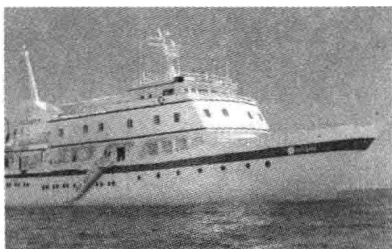
图 1-1 材料发展与人类社会的关系

从人类历史的开端——石器时代进入到金属材料时代，是人类历史上一次伟大的进步。据说人类从石器时代到开始利用金属（最先使用的金属是青铜）经历了 5 000 年的历史。

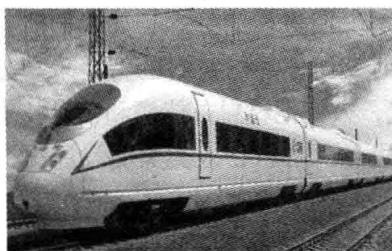
在现代的国民经济建设和人们日常生活中，金属材料无所不在，如空中的飞机、水中的轮船、地面的火车、钢架结构的建筑、工程机械和很多生活用品几乎都是用金属制造的，如图 1-2 所示。人类的进步和金属材料息息相关，从 5 000 年前的青铜器、3 000 年前的铁器，到现代的铝及当代的钛，金属材料在人类的文明进程中都扮演着重要的角色。



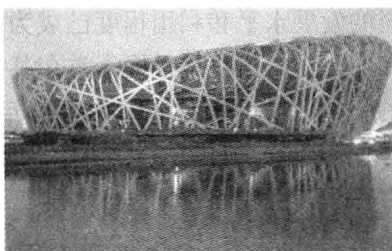
a)



b)



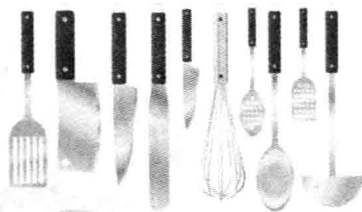
c)



d)



e)



f)

图 1-2 金属材料制品

a) 飞机 b) 轮船 c) 火车 d) 鸟巢 e) 工程机械 f) 生活用品

青铜时代是人类利用金属的第一个时代，是以使用青铜器为标志的人类文明发展的一个阶段。从此，虽然石器没有完全被淘汰，但石器时代已经被青铜时代所代替。我们俗话说的青铜是纯铜（见图 1-3）与锡或铅等形成的合金，熔点在 $700 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 之间，比纯铜的熔点（ 1083°C ）低。含锡质量分数为 10% 的青铜，硬度是纯铜的 5 倍左右，性能优良。青铜出现后，对提高社会生产力起到了划时代的作用。

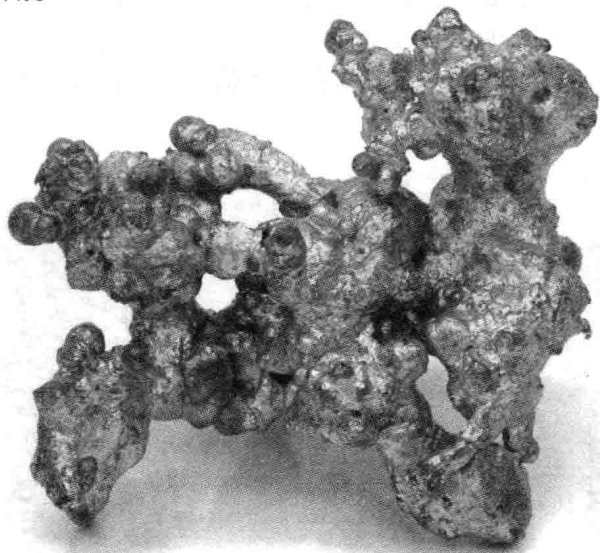


图 1-3 纯铜

(1) 早期青铜时代 年代为公元前 2100 至公元前 1500。当时人类已经会使用火，在偶然的情况下，他们将色彩斑斓的铜矿石扔进火堆里，由于矿石的多样性，这样就无意识地熔炼出了纯铜、青铜等金属。

(2) 中期青铜时代 年代为公元前 15 世纪至公元前 11 世纪间。这个时期奴隶制进一步发展繁荣，青铜铸造工艺相当成熟，青铜器数量大增，此时我国青铜时代达到鼎盛时期，同时也是奴隶制发展的典型时期。这时的青铜文化以安阳殷墟为代表，这里是商王朝的政治统治中心，也是青铜铸造业的中心。俗话说“民以食为天”，当有了合适的材料后，人们最先想到的还是提高自己的生活

水平，于是各种青铜质的饮食用具纷纷出现，但是体积大而制作精美的餐具那时候还是王侯之家的专属。“钟鸣鼎食之家”指的就是王侯之家，可见那时候鼎在人们心目中的地位。那个时期的青铜器风格凝重，纹饰以奇异的动物为主，形成狞厉之美，如著名的司母戊大方鼎（见图 1-4）和四羊方尊（见图 1-5）。据考古学者分析，四羊方尊是用两次分铸技术铸造的，即先将羊角与羊头单个铸好，然后将其分别配置在外范内，再进行整体浇注。整个器物用块范法浇铸，一气呵成，鬼斧神工，显示了高超的铸造水平。很难想象，当年工匠们是怎样夜以继日地工作，凭借高超的铸造工艺，才将器物与动物形状结合起来，使之千年不朽的。



图 1-4 司母戊大方鼎

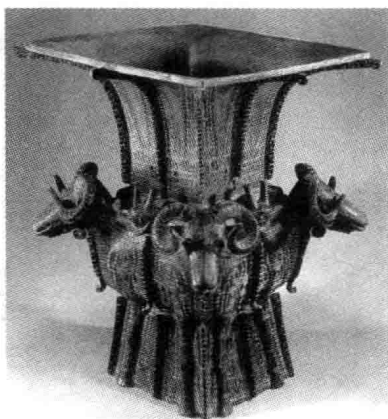


图 1-5 四羊方尊

（3）晚期青铜时代 年代为公元前 10 世纪至公元前 8 世纪间，正是我国奴隶制社会逐渐走向衰落的阶段。当时，青铜铸造工艺取得了突破性进展，出现了分铸法、失蜡法等先进工艺技术。此时期的青铜器造型精巧生动，纹样精密，形成了装饰与观赏结合之美，如青铜神树（见图 1-6）。在青铜神树的枝干上可以清晰地看到用来垂挂器物的穿孔，因此青铜制作的发声器可以悬挂在铜树上。不难想象，3 000 多年前，当风吹过的时候，人们便可以聆听到由青铜件的摇曳和碰撞奏出的音响。而那一阵阵清脆的声响足以证明了一个伟大的青铜时代在中国达到了顶峰。

当人们在冶炼青铜的基础上逐渐掌握了冶炼铁的技术之后，人类社会便步入了铁器时代。铁器时代是人类发展史中一个极为重要的时代。铁器坚硬、韧性高、锋利，其性能胜过了石器和青铜器。铁器的广泛使用，使人类的工具制造技术进入了一个全新的领域，而生产力也得到了极大的提高。春秋战国时期，旧制度、旧统治秩序被破坏，新制度、新统治秩序在确立，新的阶级力量在壮大，而隐藏在这一过程中并构成这一社会变革的根源则是以铁器为特征的生产力的革命。生产力的发展最终导致了各国的变革运动和封建制度的确立，也导致了思想文化的繁荣。图 1-7 所示是春秋时期的铁箭头，图 1-8 所示是战国时期的凹形铁锄。铁器的使用促进了农耕时代的出现和发展，拥有大量土地成为了一个人财富的标志，而我国历史上一个特定的名词“地主”也因此诞生了。图 1-9 ~ 图 1-14 所示分别是汉代铁器、三国时期的铁器、唐朝铁牛、宋代铁狮、明代铁钟、清代铁炮。图 1-15 所示是《天工开物》上记载的著名的“风箱制铁法”。1978 年，在北京平谷县刘河村发掘的一座商代墓葬中出土了许多青铜器，其中最引人注目的是一件古代铁刃铜钺（见图 1-16），经鉴定铁刃就是由陨铁锻制的。

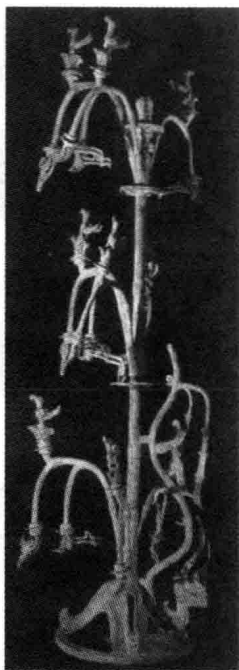


图 1-6 青铜神树

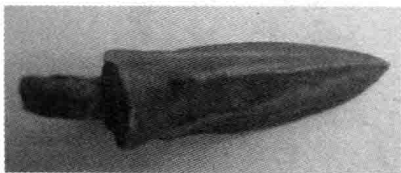


图 1-7 春秋时期的铁箭头

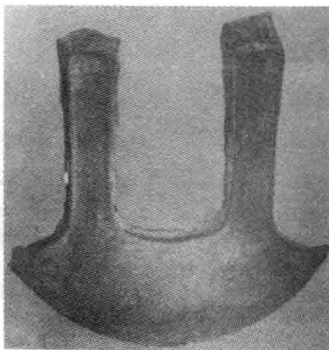


图 1-8 战国时期的凹形铁锄



图 1-9 汉代铁器

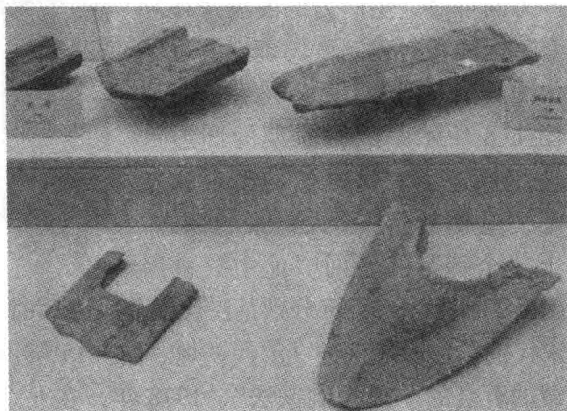


图 1-10 三国时期的铁器



图 1-11 唐朝铁牛



图 1-12 宋代铁狮



图 1-13 明代铁钟



图 1-14 清代铁炮

铁器的使用，导致了世界上一些民族从原始社会发展到奴隶社会，也推动了一些民族脱离了奴隶制的枷锁而进入了封建社会。

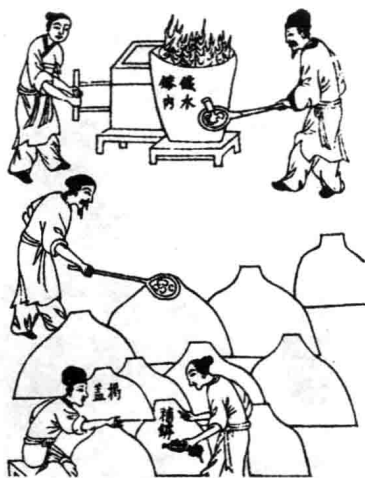


图 1-15 风箱制铁法



图 1-16 铁刃铜钺

在自然界中，单质状态的铁（见图 1-17）只能从陨石中找到（见图 1-18），人类最早发现的铁就是从天空落下来的陨石。陨石中的含铁量很高，它是铁和镍、钴等金属的混合物。埃及人干脆把铁叫做“天石”。陨铁可用于打造兵器，图 1-19 所示就是采用纯陨铁材质、由祖传十六代铸剑师郑国荣主持铸造的“中华神剑”。如今，它已被赠予了北京奥组委永久收藏。

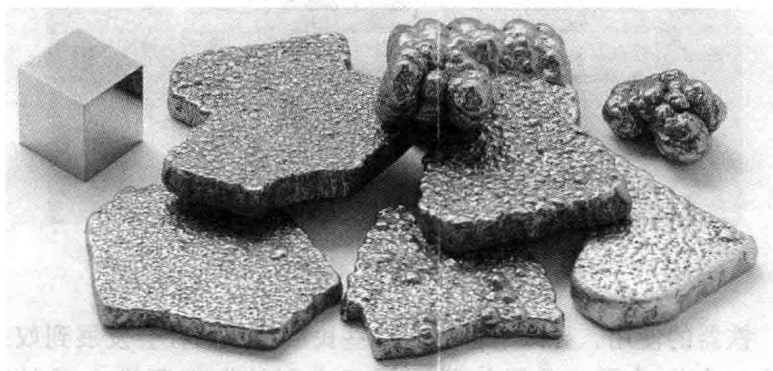


图 1-17 金属铁

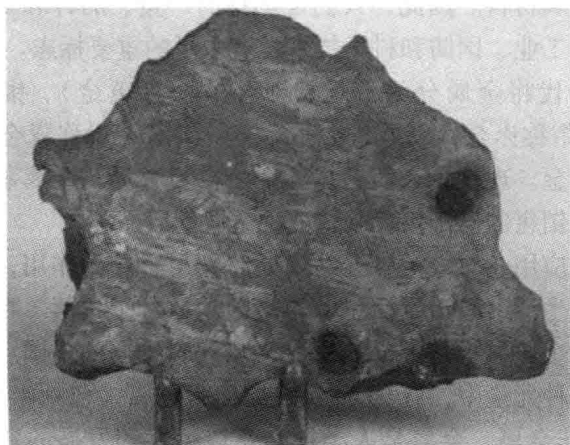


图 1-18 陨铁

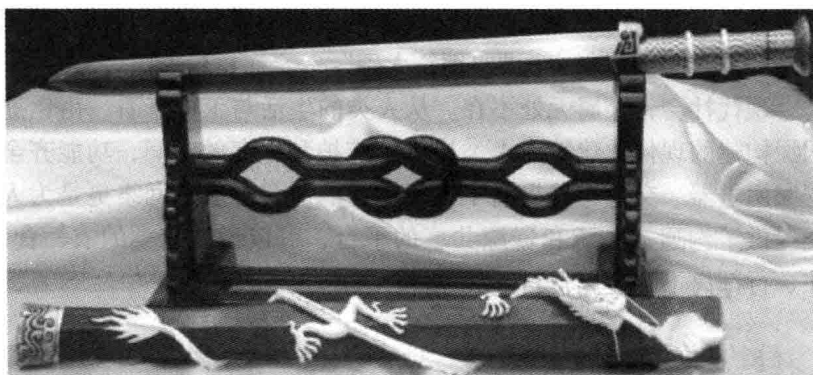


图 1-19 中华神剑

有趣的是，铁虽然不是硬度最高的金属，但是人们总是喜欢用铁来形容各种人和事物的坚硬，如“铁肩担道义”“铁人”“钢铁战士”“雄关漫道真如铁”等。

19 世纪中期，更高效的炼钢方法——转炉炼钢法的诞生，标志着早期工业革命的“铁时代”开始向“钢时代”的演变。转炉的出现使炼钢生产由手工业规模进入了机器大工业规模，在冶金发展史上具有划时代的意义。从那时起，钢铁成为了最重要的结构材料，在国民经济中占有极其重要的地位，也是现代化工业中最重要和应