

科普第一书 让绿色走进生活
KE PU DI YI SHU RANG LV SE ZOU JIN SHENG HUO

现代工业的筋骨

金属

宋学军◎主编

吉林人民出版社



科普第一书 让绿色走进生活

KE PU DI YI SHU RANG LV SE ZOU JIN SHENG HUO

现代工业的筋骨

金 属

宋学军◎主编

吉林人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代工业的筋骨——金属 / 宋学军主编. —长春: 吉林人民出版社, 2014.7
(科普第一书)

ISBN 978-7-206-10872-3

I. ①现…

II. ①宋…

III. ①金属材料—普及读物

IV. ①TG14-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第158867号

现代工业的筋骨——金属

主 编: 宋学军

责任编辑: 陆 雨 韩春娇

封面设计: 三合设计公社

咨询电话: 0431-85378033

吉林人民出版社出版 发行(长春市人民大街7548号 邮政编码: 130022)

印 刷: 北京中振源印务有限公司

开 本: 710mm×960mm

1/16

印 张: 10

字 数: 220千字

标准书号: ISBN 978-7-206-10872-3

版 次: 2014年7月第1版

印 次: 2014年7月第1次印刷

印 数: 1-8 000册

定 价: 29.80元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。

前 言

科学技术是第一生产力。放眼古今中外，人类社会的每一次进步，都伴随着科学技术的进步。尤其是现代科技的突飞猛进，为社会生产力发展和人类的文明开辟了更为广阔的空间，有力地推动了经济和社会的发展。

科学技术作为人类文明的标志。它的普及，不但为人类提供了广播、电视、电影、录像、网络等传播思想文化的新手段，而且使精神文明建设有了新的载体。同时，它对于丰富人们的精神生活，更新人们的思想观念，破除迷信等具有重要意义。

而青少年作为祖国未来的主人，现在正处于最具可塑性的时期，因此，让青少年朋友们在这一时期了解一些成长中必备的科学知识和原理更是十分必要的，这关乎他们今后的健康成长。本丛书编写的宗旨就在于：让青少年学生在成长中学科学、懂科学、用科学，激发青少年的求知欲，破解在成长中遇到的种种难题，让青少年尽早接触到一些必需的自然科学知识、经济知识、心理学知识等诸多方面。为他们提供人生导航，科学指点等，让他们在轻松阅读中叩开绚烂人生的大门，对于培养青少年的探索钻研精神必将有很大的帮助。

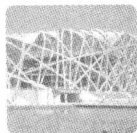
现在，科学技术已经渗透在生活中的每个领域，从衣食住行，到军事航天。现代科学技术的进步和普及，对于丰富人们的精神生活，更新



人们的思想观念,破除迷信等具有重要意义。世界本来就是充满了未知的,而好奇心正是推动世界前进的重要力量之一。因为有许多个究竟,所以这个世界很美丽。生动有趣和充满挑战探索的问题可以提高我们的创新思维和探索精神,激发我们的潜能和学习兴趣,让我们在成长的路上一直往前!

全套书的作者队伍庞大,从而保证了本丛书的科学性、严谨性、权威性。本书融技术性、知识性和趣味性于一体,向广大读者展示了一个丰富多彩的科普天地。使读者全面、系统、及时、准确地了解世界的现状及未来发展。总之,本书用一种通俗易懂的语言,来解释种种科学现象和理论的知识,从而达到普及科学知识的目的。阅读本书不但可以拓宽视野、启迪心智、树立志向,而且对青少年健康成长起到积极向上的引导作用。愿我们携起手来,一起朝着明天,出发!

目 录



C o n t e n t s

现代工业的筋骨：金属



第一章 窥探金属的小秘密	001
第一节 金属的过去、现在和未来	002
金属的“诞生”	002
一种合金标志一个时代	006
中世纪的金属	008
雄霸天下的钢铁	013
继续飞速发展	015
未来金属会是什么样	018
第二节 鲜为人知的小秘密	022
金属居然能杀死细菌	022
金属材料的代号	024
金属还能遗传	026
金属为何光彩夺目	027
金属与非金属可以转换吗	029
第二章 材料世界的脊梁骨：金属材料	031
第一节 揭开金属的庐山真面目	032
伟大的金属材料	032
到底什么是金属	034
第二节 金属的性能	038
望尘莫及的物理性能	038
坚不可摧的力学性能	041
巧夺天工的工艺性能	043



第三节 窥探金属内部结构	046
金属也是晶体	046
金属的结晶	048
金属的组织	050

第三章 工业的骨骼：钢铁

第一节 最常用的金属：铁	054
身边的好朋友：铁	054
混合出来的金刚：铸铁	058
发现攀枝花铁矿	060
第二节 无比坚固的钢	064
泰山压顶不弯腰：钢	064
无所不能的钢	066
我国首先发明了灌钢	070
第三节 钢铁之美	072
衣食住行样样不能缺少它	072
巴黎的标志：埃菲尔铁塔	073
历史的见证：帝国大厦	074
最经典的建筑：伦敦塔桥	076
中国的骄傲：鸟巢	077

第四章 为生活添彩的有色金属

第一节 多重才叫重金属	080
锌、铅、锡三兄弟	080
不可小觑的铬、镍、锰	083
“世界第八大奇迹”：大冶铜绿山	086
第二节 多轻才是轻金属	090
比钢轻的轻金属	090
黏土中的金属：铝	092
贵族轻金属：镁	093
第三节 多贵才算贵金属	096
为什么它们是贵金属	096

“金属之王”：黄金	097
比黄金还贵的金属：铂	099
“江南第一矿”：遂昌金矿探秘	101

第五章 名不符实的稀有金属

第一节 不再稀有的稀有金属	106
为什么称它们为稀有金属	106
五光十色的稀有金属世界	107
第二节 身轻如燕的稀有轻金属	110
熔点最高的金属：钨	110
放在掌心会熔化的铷和铯	111
绿宝石里藏金属：铍	113
第三节 叫土非土的稀土金属	115
稀土不是土	115
稀土的特殊功能	117
神奇的稀土	119

第六章 混合出来的传奇：合金

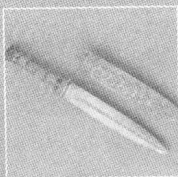
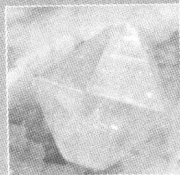
第一节 钢的合金化	122
合作才能共赢：合金	122
钢中的合金元素	123
合金开启环保新时代	129
第二节 有色金属合金	132
用途最广的铝合金	132
性能更优越的镁合金	135
前途无量的钛合金	138
第三节 时代新秀：新型合金	141
金屋藏氢：储氢合金	141
机器人的四肢：超合金	144
会“记忆”的合金	146





第一章

窥探金属的小秘密



随着人类社会的发展，直到今天，金属的使用还一直在不断扩大。在人类历史上最漫长的原始时代，金属在很长一段时间内，一般没有什么意义。只是在这个时代末期的某地，金属才开始起一些不明显的作用。然而，在以后的社会经济结构中，金属逐渐对人类生活显得越来越重要了。我们今天的科学技术乃至整个社会，如果没有各种金属材料，那是不堪设想的。

第一节

金属的过去、现在和未来

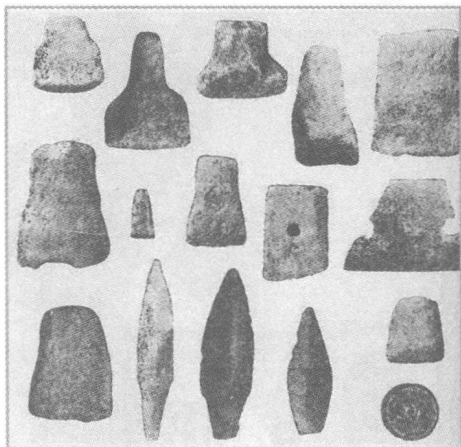


金属的“诞生”

金属不是突然出现的。从石器时代到金属的出现和广泛应用，有一个漫长的历史过程。

在几十万年前的旧石器时代，人类用石头作工具。最初的石器是用自然石块打制成的，非常粗糙，几乎没有经过研磨。经过几千年的演变、发展制造石器的技术不断地得到完善。旧石器时代的人类并不认识金属，可能是在偶然之中发现了天然存在的金属块。他们觉得这些金属块可以当作装饰品。他们发现金属块跟质地脆的石头不一样。当然，在那时金属加工技术还没有发展起来。

大约在一万年之前，最后一次大冰川纪结束，旧石器时代也宣告终止，旧石器时代向中石器时代和新石器时代的过渡已经开始。

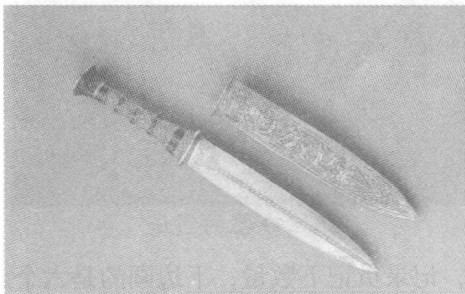


人类逐渐学会了对石制工具研磨和钻孔

当时居住在山区的人类为了寻找火石，挖了10米多深的竖井和短距离的坑道，进行了正规的地下开采，这是一个相当了不起的技术成就。他们在这方面积累起来的经验，就成了后来的采矿技术。

要确定人类开始冶炼和加工金属的精确时间是不可能的。同样，人们也只能推测，哪一种金属最先被人类所利用。但可以断定，那肯定是一种以单质状态出现的金属。因此，这恐怕只能是铜和金。自然界中单质的铁是作为陨石出现的，但十分稀少，而地球上单质的铁就更罕见了。

金子大概是人类最先使用的金属。它虽然不宜于制造工具和武器，但是在跟金子打交道的过程中，人类积累了相当丰富的经验，这些经验



吐坦哈蒙的黄金匕首

对于他们以后加工其他金属是颇有用途的。在尼罗河、幼发拉底河以及底格里斯河的河谷地区，新石器时代的原始社会开始解体，同时开始产生奴隶制国家，在欧洲和亚洲其他地方，社会的发展却停滞不前。但金子的应用仍然可以追溯到这个时代。

你
知
道
吗？

人类最早认识的金属

人们最早认识的金属是铜，人们最早用来制造工具的金属也是铜。金、银、铜、铁、锡、铅、汞，号称“史前金属七雄”，很早就被原始人类认识了。为什么最早认识和使用的不是别的金属，而是“七雄”中排列第三的铜。铜是以天然状态出现的，不经冶炼就能利用，所以比别的金属发现得更早。

公元前3世纪末、4世纪初，生活在幼发拉底河和底格里斯河沿岸的苏曼人，他们已经能用金子制造出各种各样的器具。这些器具今天还是那样金光熠熠，就像当时人们刚做出来的一样。在埃及，金子的加工也可以追溯到新石器时代早期。

埃及国家奠基人美尼斯在公元前2900年就已经让人做一条14克重的生金条，并刻上他的名字，作为度量价值的标准。历代的法老把持着

努比尼金矿，连续在那里开采了几个世纪。埃及统治阶级的豪华奢侈和他们不可估量的财宝通过考古学家们的发现，使我们大开眼界。人们从年纪轻轻就死去的国王陵墓里挖掘出了大批宝物，仅仅他那口装饰得异常富丽的金棺材就有 110.4 公斤重。这个国王大约生活在公元前 1350 年前后。那个时代的法老就已经如此挥霍，后来那些大法老们的陵墓其豪华程度也就可想而知了。

从美雷卢巴（古王国第六王朝）陵墓出土的一幅画上，人们可以看到 4000 多年前古埃及金属加工的技术水平。一位官员称量金属（金子），记录员记下数量，下边画的是六个男人用吹火管吹着熔炉里的火，接下去是一个人把坩埚里的金属熔液浇注到地上的模子里，在浇注时一个助手用棍子挡着熔渣。最后金属经用石锤锻打并加工成形。在画面的上部我们可以看到用这种方法制造出来的各种器具。

当时的技术水平有两个重要标志：人们只知道用吹火管，还不懂得用风箱鼓风，也不懂得使用有手柄的大锤，而是用石块来锻打金属。

今天一般人都认为，在青铜器时代之前有一段时期，人类就已经用铜来造武器和工具了。那时，人类还不可能完全丢弃石制工具。因此人们称这个时代为石器—铜器时代。

铜可以以单质的形式出现于自然界。最初的小型铜器，如铜箭头和铜梭标头，肯定是用拣来的天然铜块打制而成的。令人惊奇的是，铜经过冷锻加工后，不但能达到令人满意的形状，而且还提高了硬度和强度。人们用火进行加热，使冷作硬化了的金属重新变软，这可能是在一个偶然的场合里发现的。对冷作硬化和软化退火这两个过程的认识及其在工艺上的应用，这意味着人类已掌握了金属的主要特性。人类一定是经历了很长一



吐坦哈蒙的遗迹

段时间才掌握铜的熔炼和浇注的。虽然人们发现过一个大约在公元前4000年左右开模浇注的铜斧，那时人们掌握的冶金知识肯定很少，因此浇注技术还不能普遍应用。在斯诺夫卢法老时代，大约是公元前3500年前后，埃及王国的不少地方已经开始开采铜矿了。



早期的铜器工具

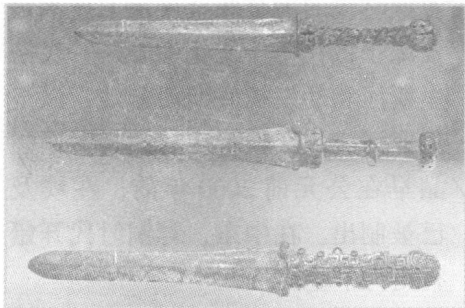
你知道吗？

铜进入人的生活

早在1万年前，人类就认识了铜。那时候，最先映入人们眼帘的不是铜矿石，而是它的风化产物——美丽的翡翠绿的孔雀石。人们拾起来作为石器使用，想不到它比通常的石斧锋利得多，铜就这样进入了人类的生活。

用冷成型的铜板制作大型的物件，如佩里卜申国王（公元前2695～2665年）陵墓中出土的一个直径达半米多的半球形铜锅，证明了当时的金属加工技术的精巧已经达到了令人赞叹的程度。在那个时代，闭模浇注技术也渐渐地得到应用。当时还出现了能多次使用的永久铸模，同时还用银条来焊接铜。

金属加工技术水平从此达到了一个令人惊叹的高度。人类已经认识了金属这一新材料。但这并不是说，有关这方面的知识已经普及了。在当时，知道这项技术的人很少，而且可以断定，拥有这种知识的人并不想把他们的知识无限制地传授给别人，他们生怕从而削弱了自己的社会地位，他们既是“自由民”，又是奴隶。跟别的奴隶相比，他们享有特权。但特权往往也会变成桎梏。统治者总想把这些懂得冶炼和加工金属的



青铜短剑

人控制在他们的权力之下，因此特权成了对这些人自由的限制。

虽然铜器有许多优点，但也有一个很大的弱点。使用铜制造的工具，例如钢刀，容易变钝。即便经过冷锻，它的强度、耐磨性和其他性能，如上面提到的铜制刀具的使用寿命，都不可能达到它能全面取代石器的优越地位。直到铜的合金——青铜的出现后，人类才在这方面迈出了关键的一步。



一种合金标志一个时代

如果把锡熔进铜内，那么就得到称之为锡青铜的合金。除此之外，还有含其他元素的青铜，如铅青铜，砷青铜，铋青铜等。

这些合金和铜相比，主要优点是它们具有最好的铸造性能及很大的强度与硬度，并可通过冷变形进行硬化。

在锡青铜以前，或在采用锡青铜的同时，已使用了另外一些青铜（合金）。比如，易形成铸件的有砷青铜和砷铋青铜。这些特殊青铜是混在各种矿石之中取得的，这些矿石是在已开采着的铜矿，当做鼓风。二是用石锤锻造金属。锡主要在金属矿床附近开采。其中还包括另外一些伴生的金属。



中国古代的青铜器

冶金和金属加工技术比纺织和陶器技术发展慢得多，最初，该技术掌握在专家们的手中。可以认为，青铜时代的冶金和金属加工技术是发源于古代第一文化中心——底格里斯河和幼发拉底斯河盆地，以至尼罗河流域。值得注意的是青铜制品早在公元前 2000 年前，在埃及已被制出。在中东，青铜时代开始得更为早些。

在埃及第十八王朝（新王国，

大约公元前 1450 年) 的一位社会地位较高的官吏的陵墓中, 发掘出一张当时制取青铜铸件的图片。图片上三个工人(多半是奴隶)在持棍监工的监视之下, 正搬扛金属, 两个工人手持风箱, 另一工人拿着火钩, 在给炉火吹风。画面的上面和下面, 画着熔塌和木炭堆。借助于两根金属条制成的简单钳夹工具, 两个工人正把铸件从锻造炉中取出。画面正中, 工人正进行金属浇铸。从冗长的用象形文字写成的文章中可以弄清, 这幅画记载的浇铸教堂青铜大门的几道工序。其中还写道: 按法老的指令, 金属是从叙利亚运来的。

公元前 2000 年的时候, 古代的能工巧匠能够铸造教堂大门, 从这一事实可以看出, 在此之前, 在青铜制造方面, 已经积累了足够的经验。之所以能铸造出那么大的成品, 是因为当时他们已具有冶金家们的知识和才能。由于对珍贵青铜的需要日益增大, 从而促进了其他行业的发展。由于采矿技术水平的提高, 相继出现了兴旺发达的商业。

你
知
道
吗
?

中国的青铜文化

三四千年前的夏商时期, 创造了灿烂辉煌的青铜文化。传说夏的始祖之一禹在位时“以铜为兵”, 禹之子启曾经采铜铸鼎。商代的青铜工艺技术达到更高的水平, 河南安阳殷墟和四川广汉三星堆, 都发掘出许多精美绝伦的青铜工具和艺术品。

意大利发现有青铜时代开凿的矿井。井深竟达 130 米, 井内仍保存原有的木矿柱和木壁板。熔炼青铜所必备的锡不是到处都可以发掘到的, 要到很远的地方勘察, 才能寻到。腓尼基人是古代最优秀的航海家和商贾之一。他们航行到不列颠岛屿的西南部, 并在那里找到了锡矿的矿床(锡矿)。由于商业的往来, 其他民族也掌握了青铜的冶炼技术。欧洲的青铜时代始于公元前 2000 年。在地中海沿岸出现了某些青铜文化的发祥地, 并进而发展到古代世界的各个角落。

从青铜时代到现在, 各个民族制出了不少优秀的工艺品。大量的武器、工具、装饰品、器皿, 以及其他物品可以证明, 古代能工巧匠有着高超的技艺。由此也了解到, 他们十分精通铜的特殊性能, 以及铜的合金——青铜的性能。



与青铜有同样地位的，而且是人们更愿意使用的另一种金属，那就是铁，它更适合于制造工具与武器。使用铁的历史甚至也开始于遥远的古代。



铜铁合成的宗教面具



中世纪的金属

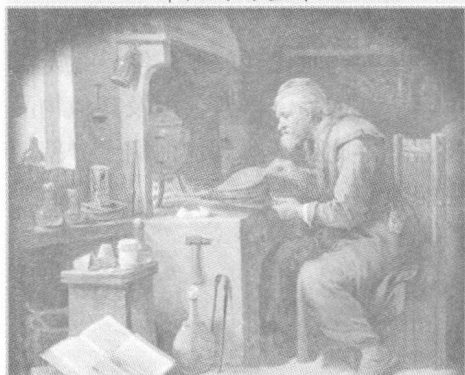
罗马帝国的衰落与崩溃时期，正是社会发生深刻革命的变革时期。一个新的社会制度取代了奴隶制度。新社会的统治者所紧紧依靠的是他们的财富——土地。耕种这些土地的人，不再像过去那样是奴隶了，而是封建制度下的农民，即农奴。封建制度的形成、发展经历了好几百年。可以说，整个中世纪，即从公元5世纪到17世纪，就是这种典型的封建社会时期。

要问在这段时期里，科学对社会起了什么推动作用？这是很难说清楚的。科学只能紧密地伴随生产的发展而产生和发展。人们在探索技术以及为认识和改进工艺过程而作的努力中，产生了对科学的直接需要。科学技术的不断完善，给新生统治阶级中的个别人或集团带来了好处，这就给科学带来了特殊的意义。

但一旦新的社会秩序稳定下来，这种情况就改变了。封建主义中的科学很快就把维护宗教观念作为自己的重要任务，而不再为继续发展生产技术做贡献了。它的唯一目的，是证明万物都是上帝安排的，社会关系也是上帝安排的。谁要是坚持、甚至发展与此相反的观点，谁就会被当作异教徒，受到迫害，或者至少被剥夺发言权。

即使在这种不利的情况下，金属科学在“黑暗的中世纪”仍然获得了重要的发展。根基之一便是产生于公元3世纪至4世纪的朦胧“科学”——炼金术。一般人认为，它起始于亚历山大城。阿拉伯医生和

神秘的炼金术





冶金师克服了古时候鄙视手工艺劳动的偏见，最先起来进行实验。他们发明和利用了许多实验室技术和试验方法。这给后来的实验化学打下了基础。他们做熔化试验，研究蒸馏方法，寻求浓缩途径。当然他们也吸收了埃及和巴比伦流传下来的古老方法。

你知道吗？

荒谬的炼金术

Alchemie(炼金术)这个词的出处不太清楚。其前缀“al”可能是阿拉伯文里的冠词，“achemie”是从埃及古文字“cheme”演化而来的，它有“黑”的意思根据近年来的研究，chemie(化学)这个词应该是由希腊字“chymia”(金属铸造)来的。不管怎么说，冶金术在11世纪和12世纪传到欧洲，并一直影响到近代自然科学的发展。有人一股脑地都把它看作是诈骗术，这实在是太不公正了。它是化学的早期发展阶段。但是我们也不能不看到，由于炼金术与玄学交织在一起，它必然要带来一些谬误的东西。当炼金术发展到最后阶段时，它一方面成了正确理解化学的主要障碍，而另一方面却又给现代科学假说和理论以某种推动力。

炼金术者的最终目的是要寻求哲人石和可溶解一切物质的万能溶剂。他们以为，用这两样东西就可以把非贵重的金属变成贵金属。当时人们认为，一切物质都是从炼金术中的两种元素硫和汞产生出来的。帕拉塞尔士(1493—1541年)认为，除上述两种元素外，还有第三种元素，就是盐。在探索万能溶剂的过程中，自然科学知识得到了丰富，化学和冶金技术得到发展，出现了从火药到瓷器等一系列的发现和发明。

传奇式的炼金术大师之一是医生和化学家D.I.海扬，也叫盖贝尔。据说，他生活在公元8世纪。还有人说，他能根据金属在空气中和火中的反应来区别贵金属和非贵金属。另一个炼金术者B.法伦梯努，大约生活在15世纪，是埃尔福特地方贝来狄教派的僧侣。他曾把外表看上去都像金属的物质分成金属和杂种金属。于是，锑成了铅的杂种金属，铋是锡的杂种金属。还有一些化合物被看作是半金属，如含硫的汞化物。

随着以行骗为生的所谓炼金术士的不断出现，炼金术也变得声名狼藉。在很长一段时期里，特别在17、18世纪，这类骗子蜂拥出现。专制的诸