

汉 英 对 照

金属与人类文明

上 册

阿瑟·斯特利特	著
威廉·亚力山大	
侯新民	译
唐建文等	校

冶金工业出版社

2004/8

金属与人类文明

上册

阿瑟·斯·特·利·特·著
威廉·亚·力·山·大·译
侯唐·新·文·民·等·校
责任编辑 吴肇鲁

出版 冶金工业出版社
发行 新华书店北京发行所
印刷 冶金工业出版社印刷厂

1982年11月第1版 开本 787×1092 1/32
1982年11月第一次印刷 印张 9 3/4 字 数 216千字
0,001~4,500册

统一书号：15062·3887

定价 1.00 元

出版者的话

英国企鹅书店 (Penguin Books) 出版的 “Metals in the Service of Man” 一书自1944年问世至1980年以来, 曾先后修订过七次, 重印过十二次, 已经销售了五十万册。随着冶金研究和工业技术的发展, 该书内容也不断充实更新。

本书作者阿瑟·斯特利特博士 (Dr Arthur Street) 和威廉·亚历山大教授 (Professor William Alexander) 都在三十年代初毕业于英国伯明翰大学, 在那里完成了冶金学的学习和研究工作。斯特利特博士长年担任英国一家著名的压铸公司的董事长, 曾就压铸技术发表过专著, 并到世界许多地方讲学, 是第一个获得美国压铸协会道勒尔年度奖的欧洲人。亚历山大教授是伯明翰阿斯顿大学冶金系教授, 致力于工业冶金学和工程材料学的教学工作; 1976年退休后, 仍继续其研究工作并担任冶金学顾问。

本书从地壳的构造、矿物的分布、采矿、选矿, 讲到金属的冶炼、铸造、合金、加工和使用; 从金属的显微组织、金属的缺陷, 讲到金属的探伤和防腐; 从汽车、船舶的制造, 讲到航空、航天乃至原子能技术; 而且引用了不少历史故事, 谈到一些历史事件, 并附有插图和照片。

本书内容广泛、深入浅出、趣味性强、语言幽默、引人入胜。它在许多国家几乎成了一切工程技术人员, 特别是生产和使用金属材料的工程技术人员的必读之书, 因而颇具影响, 深受人们的喜爱。

为了帮助我国读者特别是广大青年广泛了解关于金属的秘密, 掌握一定的科学知识, 同时也帮助青年读者提高英语

阅读能力，本书以汉英对照的形式出版，原文附在译文的后
面，并加编了与译文相应的段序，以便读者对照。本书是根
据原著1979年第七版1980年重印本翻译的，书名借用本书第
一章的章名，改为《金属与人类文明》。为节约篇幅，译本
删除了原书中“出场人物表”（见本书第901段注）、“公制化
说明”、“照片目录”和“词汇表”等部分。本书分上、下两
册出版，每册各十一章。参加全书校阅工作的还有赵树莘、
汪桢武、毛正坎同志；孙秀桐同志协助校阅了第二十一章。
由于我们的知识面和英文水平都很有限，对译文中不足甚至
错误之处，恳请读者不吝指正。

1981年10月

前 言

金属科学是一门专门科学，并且由于是一些相当枯燥的教科书和文章而趋向于被一般读者拒之门外。这是一件憾事，因为金属对我们保持着从我们青年时期就有的一种新奇感和吸引力，它对人类是相当重要的。我们希望，凡是同金属打交道的人，无论是在家、在工厂还是在学校，也无论是在闲暇消遣，还是日常工作，本书将能使他们都感到兴趣。我们尽量避免使用“耸人听闻的发现”这样的写法，并且毫不犹豫地阐述一些复杂课题；同时，我们力图把本书内容写得通俗易懂。

在过去三十年中，金属学会的会员、各种技术协会和研究院，以及冶金企业的人员，提供了许多有用的资料。我们非常感谢他们的帮助和关心。世界各地的读者也来函提出一些改进建议或校正意见。我们还衷心感谢在四十年代初鼓励我们着手本书第一版工作的朋友们。我们知道，本书已使许多青年人相信，从事冶金行业是有趣和值得的。

阿瑟·斯特利特

威廉·亚历山大

目 录

上册

前言

第 一 章	金属与人类文明	1
第 二 章	我们怎样获得金属	9
第 三 章	炼铁	19
第 四 章	炼铝	32
第 五 章	合金	37
第 六 章	显微镜下的金属	44
第 七 章	金属的内部组织	54
第 八 章	金属的加工成形	64
第 九 章	金属的试验	93
第 十 章	铁和钢	111
第十一章	钢中碳的作用	127
原文		139

下册

第十二章	铸铁和合金钢
第十三章	铝
第十四章	铜
第十五章	四种常用金属——锡、锌、铅、镍
第十六章	镁

第十七章 一些其他金属(以及冶金用的几种其他元素)

第十八章 腐蚀

第十九章 金属的接合

第二十章 粉末冶金

第二十一章 金属和核能

第二十二章 金属的未来

原文

第一章 金属与人类文明

虽然金属加工不是人类懂得最早的生产技术，但是，我们目前的物质文明却起源于人们对金属的了解及使用。自创世纪以来，金属的早期使用者也许就把金属描绘成坚硬的、但能锤打成各种有用形状的闪光物。他们所知道的一切金属都是重的，例如铁，其重量近乎花岗岩的三倍。如果金属工人还是一个猎手或武士的话，他会满意地谈论金属武器的锋利和能经多次格斗的耐久力。木匠和石匠也会称赞新的金属切削工具使他们的工作省力得多。因此，即使在很古老的时候，人们就在逐渐地提高着对金属的作用的评价。

人们学会了用炽烈的火焰熔炼在陶质容器内的金属，罗马人称这种容器为“克鲁西布里”，而现在英语把它叫做“坩埚”。人们发现：把熔融的金属注入扣在一起的两个空心粘土或石质半模组成的空腔中，金属充满模腔并且凝固后，就可以得到和模腔一样的形状。考古学家曾经发现了用这种方法铸成的古代青铜剑和箭头。

熔合金属的技术逐渐地发展起来，人们懂得了用熔合方法所得到的“合金”有时要比构成这种合金的各单一金属更坚实、更硬、更具有韧性。最早的合金大概是青铜，它由大约九成铜、一成锡熔合而成。最早的冶金学家发现，合金中锡的比例越大，合金就越硬；相反，锡越少，合金就越软。

因此，人们特意制造出了适于各种用途的、含锡量不同的青铜。罗马人来到英国的时候，就已经在使用铁和青铜制造武器、工具和农具；用铜制作容器和装饰品；用铅制作水管、澡盆甚至棺材；用锡、金和银制作装饰品；用银、黄铜和青铜制造货币。

4 金，其次是银，称为“贵金属”，因为它们能够长期暴露在大气中而不失去光泽，并且因为它们能够反复熔化而不损失多少重量。这些特点使得金、银起初用来制作首饰，后来则制造货币。结果，占有贵金属的多少就成了衡量财富的尺度。因此，人们追求金、银为的是它们的货币身分，而不是它们的使用价值。当时已知的其它金属，如锡、铅、铜和铁，则相对地被称为“贱金属”。

5 由于所有的金属都有着类似之处，所以人们会很自然地设想一种金属可以变成另一种金属，尤其希望能使贱金属变成贵金属——最好是变成金。公元初期，中东开始把炼金术和对玄妙的点金石的探求结合起来，当时认为点金石能把贱金属变成金或银。直到十七世纪末，这种状况在中东和欧洲还十分盛行。

6 甚至在十八世纪末，有一位作家还把炼金术说成“是一种制作发酵性粉末的科学和技术，这种粉末可以把不完美的金属变成金子；也是一种能医治人、动物和植物疾病的万能药物。”倒是哲学家弗朗西斯·培根说得更接近于真实。他说，“炼金术可以比做这样一个人，他告诉他的几个儿子说，他已把留给他们的金子埋在葡萄园里的某个地方了。但他的儿子们并没有从那里挖到金子，却因翻起了葡萄根周围的肥土，使葡萄获得了丰收。对炼金的探求和所作的努力，同样也促成了许多有用的发明和有益的试验。”

当炼金术士和他们那些富有而又常常利令智昏的赞助人，在努力做着各种试验来制作点金石时，金属工人们，并没有念什么咒语，就创造了一种几乎不亚于点金术的奇妙方法——在火中或炉中，用木炭把泥土般暗淡的矿物，即矿石熔炼成金属。他们学会了识别那些冶炼起来能得到收益的含金属的矿石，并掌握了把矿石变成金属的方法。然而，有时候他们的努力是会失败的。这一点也不奇怪，即使是现在，冶炼工人也会遇到种种困难。因为矿石中含有各种杂质，杂质扰乱了冶炼过程，或者对所得到的金属产生有害影响。在古代，人们把这种失败归咎于魔眼或妖精作祟，或者归因于魔鬼本身。“镍”字就来源于“魔鬼”这个词，而“钴”字则源于德语“小鬼儿”一词。

从中世纪到工业时代初期这个时期内，金属生产技术的主要进展是建造效率更高的大炉子，以便大量地生产金属。1740年，当时英国是世界上最大的金属生产国，年产还不到两万英吨铁*（现在，英国生产这么多铁仅用八个小时左右）。一百年以后，即在采用一便士邮政制的时候，英国年产125万英吨铁，到十九世纪末，达到年产900万英吨左右。

维多利亚开始统治的二十年后，炼钢成了主要工业；1856年，亨利·贝塞麦公布了他发明的把大量生铁炼成钢的方法，因而在整个文明世界里，尽管铜、锡、铅、锌的产量也在日益增长，但钢铁的利用的迅速发展尤为突出。一般的金属，特别是钢，逐渐发展到用来建造桥梁、铁路、船只、枪炮以及各种器具。到十九世纪末，那些“无马车辆”有时竟以超过每小时五英里的速度咄咄当地行驶在道路上。

* 工业革命的早期冶金技术壮丽地展示在伯明翰和希罗勃里之间的新城特勒福德，靠近著名铁桥的露天博物馆里。

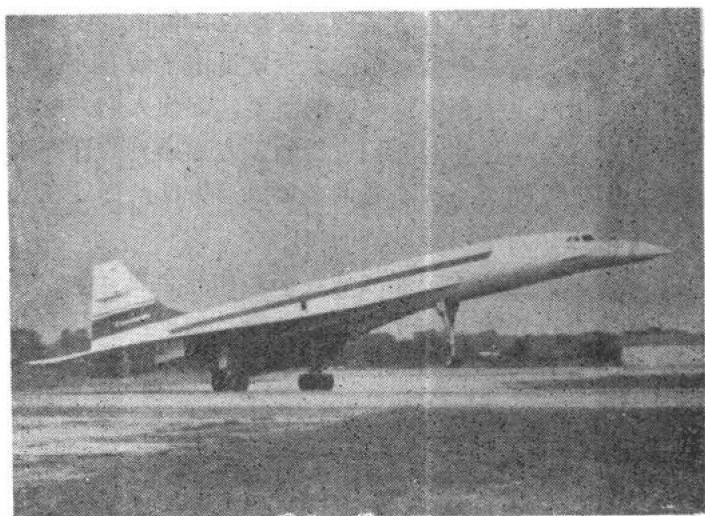
- 10 在维多利亚女皇统治时期，金属生产技艺逐步发展成为冶金科学；1861年，设菲尔德的H.C.肖比教授首先使用显微镜对金属进行了系统的检验，从而奠定了冶金学的一个分支——金相学的基础；人们对金属和合金的性能，如熔点、强度、硬度以及电学性能等进行了研究，确定了它们之间的关系；发现了一种非常轻的新金属——铝；用镍以及其它金属和钢一起组成合金，改善了钢的性能。
- 11 二十世纪，金属的应用发展得非常迅速，以至在最近八十年中生产的金属，比有史以来直至1900年总共生产的金属还要多得多。表1是一些常用金属的世界平均产量的对比，先是1858~1907和1908~1957两个五十年期间的平均值，然后是1958~1970年十三年间的平均值，最后是最近十年平均年产量的估计值。
- 12 有多少人能意识到，我们的物质文明和舒适的生活是依赖于冶金学家的工作，依赖于他们生产适合各种特殊需要的金属的能力呢？清晨，我们被闹钟的铃声唤醒，而闹钟的部件是金属的；按一下开关，电流便通过铜导线点亮了钨丝电灯；当我们等待着在压制的钢炉上做的早餐时，我们用从铜管、铅管或不锈钢管中流出来的水洗脸，用不锈钢刀片刮脸；这时，在金属茶壶中正泡着茶，所用的开水是用铝壶烧的；我们吃熏肉和蛋，要借助于不锈钢刀叉；我们读的报纸是用铅合金活字版印刷的；早饭后，我们开着百分之八十的结构是用金属材料制的汽车去上班；或者付一枚用铜镍合金制的五十便士去乘火车，找回的零钱则是铜锌锡合金所制成的便士。这不过是一天的开始，而在一天中，无论是操作机床、操纵计算机，还是驾驶拖拉机，我们都可能用到数百件金属制品。

表 1

普通金属的世界产量

金 属	1858~1907年	1908~1957年	1958~1970年	1971~1980
	平均产量 (吨)	平均产量 (吨)	平均产量 (吨)	(估计平均产量) (吨)
铜	260000	1700000	6000000	8250000
铅	500000	1400000	2500000	4800000
锡	60000	140000	150000	180000
锌	300000	1400000	3300000	5700000
铝	2000	760000	8000000	13300000
镁	0	40000	155000	250000
镍	4000	30000	460000	600000
钢	11000000	120000000	475000000	690000000

我们的物质文明取决于对动力的有效利用，而动力的控制 13
 要靠使用金属和合金来实现。没有金属，就没有铁路、飞机、汽车、电动机或星际宇宙飞船，人类最新、最伟大的三



照片 1 协和式飞机

项成就——阿波罗火箭、塞文河上和博斯普鲁斯海峡的新吊桥*，以及协和式超音速飞机（见照片1），其构件95%以上是用金属制成的。

- 14 现有的各种金属，当然使人类受到了裨益，但还是有必要进行鉴定，以使每一种金属或合金得到最好的利用。例如，使协和式飞机设计得能经受住由于空气动力学而受热的恶劣条件，而且又具有第一流超音速客机所要求的45000飞行小时的寿命。它的全部结构的71%是用特殊铝合金（即RR.58）制造的，这种合金能够适应上述条件。协和式飞机重量的16%是高强度钢，用于起落架部分；4%是钛合金，用于发动机舱，以抗400°C的高温；这样的温度对铝合金来说是太高了，但还没有热到需要用耐热钢或镍合金的程度。剩下的9%是镍合金、塑料、玻璃和其它材料。

- 15 在过去的三十年中，许多金属都从做为实验室的珍品，发展到在实际应用上具有了某种重要地位，像钽、钛、铌、锆等。这些和其它一些金属给冶金学家提出了新的研究课题。核能、喷气飞机和宇宙飞船的需要，促使人们去解决从矿石中提取这些金属并对它们进行加工方面碰到的许许多多的难题。现已发明了一些全新的金属成形方法，而这在大约三十年前还被认为是很难办到的呢！

- 16 把元素呆板地分成金属（铁、铜）和非金属（碳、硼）再也不是完全合理的方法了。有些元素，如锑，既具有非金属的特点，又具有金属倾向，叫做半金属或准金属。另一组

* 塞文河公路吊桥位于英国布里斯托尔市，主跨987.6米，全长1597米，1966年建成；博斯普鲁斯海峡吊桥位于土耳其伊斯坦布尔，主跨1074米，全长1560米，1973年建成；它们都是世界著名吊桥——编者注。

中间材料就是半导体，包括硅和锗，它们具有非金属的低导电性，但导电性随着温度的提高而加强；另外，导电性还可以用添加少量杂质的办法来控制。这种性能导致了二十世纪晶体管的发展。

在新金属不断发展的同时，人们仍在继续作出新的努力¹⁷，以扩大现有金属的范围。新炼钢法、新合金、常常显现出意外性能的更高纯度的金属，以及金属的铸造、焊接和切削方法的改进等，这些仅是过去四分之一世纪中所取得的进展中的几项。通过这样或那样的方法，设计人员和工程师们正在获得范围广泛的金属材料。他们利用自己的专业知识，又得到了冶金学家的指点，就能够根据金属的机械和物理性能、易加工性、可用性和成本，来选择最适合于自己的工作的金属，并对这些金属进行最恰当的处理。

现代文明人类对金属非常熟悉，以至可以不顾及给金属下定义的困难¹⁸。确实，不同的科学分支有它不同的定义概念。化学家可能说：“金属元素是含有碱性氢氧化物的元素”；而物理学家可能把金属说成是“一种高导电性元素但在温度升高时导电性稍有减弱”；金属工作者则可能说，金属经抛光会产生光泽，它是电和热的良导体，此外，大多数金属比非金属元素更致密、更坚硬又更具有韧性。

工程师们会告诉你：一般说来，金属是建造必须具有高¹⁹效率的机械或结构（例如汽车）的唯一值得考虑的材料。他们所以这样说，是因为许多金属和合金，其强度很高，能承受一定限度的超负荷而不至引起断裂，换句话说，它们具有韧性。

我们这些作者与各种金属和合金打过四十多年交道。我²⁰们可以把我们毕生的经验讲述给你们。我们能够肯定，冶金

学作为一门科学，尽管在过去八十年中有了很大发展，但仍有充分的余地让人们施展他们的技能、发挥他们的创造性；我们还可以肯定，对人们所使用的各种金属的性能要想得到透彻的了解并能作出正确的解释，还需要进行深入细致的研究工作。

第二章 我们怎样获得金属

海军中校R.E.皮利于1894年在格陵兰探险时，一个爱斯基摩人把他带到靠近约克角的一个地方。在那里，他发现了三个金属质陨石。爱斯基摩人把它们叫做“塞威克苏”或“大铁”，每块都以它的形状而得名。皮利于1895年把取名“女人”和“狗”的两块陨石搬到了他的船上，运到美国自然历史博物馆。最大的一块陨石“帐篷”很难搬运，但在1897年皮利和他的助手们还是把它弄到了船上。皮利的四岁的小女儿玛丽·阿妮费托·皮利把一瓶酒摔到了这块陨石上，于是它被重新命名为“阿妮费托”。1904年，“阿妮费托”被沿着百老汇大街和第七十七号街慢慢地运送到美国博物馆的门口。当海登天文馆于1935年开放时，“阿妮费托”做了最后一次旅行，绕过曼哈顿广场到达天文馆的一楼，此后便作为展品一直在那里展出。这块陨石重达三十四吨，由铁、镍和钴三者的合金构成。²¹

这样大的陨石并不经常从外层空间掉到地球上，但较小的陨石还是常常可以发现的。陨石一般由铁构成，并含约8%的镍和少量的钴。无疑，原始人类的地区文化从石器时代进入铁器时代，就是由这样一些偶然现象引起的，他们以为金属陨石是神赐给的贵重礼物。然而现在不再把陨石当作是铁的有效来源，因为这种原料的“供应”是靠不住的，而且陨石对某人家后花园的意外光临不但没有好处，反而会引²²

出一场麻烦。

- 23 偶然也可以发现纯铜。最大的纯铜块是1856年在上密执安半岛的明尼苏达矿发现的，重约500吨，其体积巨大，不得不切割成若干块才能运到地面上来。但不管怎样，这个发现物所提供的铜比起年产700万吨以上的铜来说，是太微不足道了。大多数金属，除了一些贵金属外，一般都是与其它元素化合在一起，以矿石的形式存在于自然界的。矿石和从矿石中提取出来的金属大不一样。人们很难想象，坚实而又光亮的金属竟是从那些很不起眼的、泥土般的东西中提炼出来的。其实也并不难理解，铁锈是铁的化合物，铜绿是铜的化合物，这些化合物就是矿物中的含金属的物质。矿石经火法、化学法或电法处理后变成金属，这些处理方法叫做“冶炼”。在冶炼之前，要进行井下或露天采矿，要选矿，最后运到冶炼厂。

1. 金属矿

- 24 人们认为，直径约为6500公里的地核里是熔融的铁镍合金，其温度高达3700°C。也许有一天，地球中心会象得克萨斯的喷油井那样，成为熔融金属的源泉，但目前还做不到，采矿工作者只能从地球外壳进行开采。
- 25 1924年，两个美国科学家克拉克和华盛顿，试图估算一下十六公里厚的地壳内所含化学元素的比例。构成地壳的物质的重量为1700亿亿吨。为了求出其大致成分，根据对遍及全世界的岩石所进行的5159次化学分析，计算出一系列平均数。这种调查方法不可能得到准确的结果，但是，克拉克和华盛顿所得出的数字表明了各种元素的相对数量。图1*（地壳的化学成分）表明地壳所含元素的相对数量的分析。

* 本书所有插图见原文相应段落——编者注。