

金属手册

第九版 第二卷

性能与选择：有色合金及纯金属

〔美〕美国金属学会 主编



机械工业出版社

(京) 新登字 054 号

美国金属学会主编的《金属手册》是一部大型综合性技术书籍。《性能与选择：有色合金及纯金属》是第九版的第二卷。本卷包括铝、铜、铅、镁、锡、锌以及贵金属等有色合金在性能和应用方面的技术资料。此外还有纯金属的数据汇编。此卷出版的目的是提供有关有色合金及纯金属的重要数据及实用资料，帮助读者选择适用于特定目的的最佳材料。

Metals Handbook
Ninth Edition
Volume 2
Properties and Selection
Nonferrous Alloys and Pure Metals
AMERICAN SOCIETY FOR METALS
1979

* * *

金 属 手 册
第九版 第二卷

性能与选择：有色合金及纯金属

〔美〕美国金属学会 主编

*

责任编辑：马九荣 版式设计：胡金瑛
陈立敏

责任印制：路 琳 责任校对：李秋荣

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $70^{1/4}$ · 插页 2 · 字数 2196 千字

1994 年 4 月北京第 1 版 · 1994 年 4 月北京第 1 次印刷

印数 0 001 ~ 1 250 定价：135.00 元

*

ISBN 7-111-03399-X / TG · 742

出版说明

金属手册是由美国金属学会主持编写的，最初以单行本问世，1924~1939年共出版了六版，反映美国当时的工业发展水平，因战争影响1939年后迟迟没有修订。战后1948年修订第七版增加了机械试验和无损检测等新篇章，并进行了全面改写，增补了工业加热、磨损、氧化、应力腐蚀及使用中失效等内容，从原来的28个章节增至74个章节，且有插图636个，表802个，内容丰富、图文并茂、深受各国读者的欢迎，于1952年、1954年、1956年三次重印，1954~1955年又出了200页的补编，反应军工方面的成就，其中收集了钛合金和耐热合金及其在军工方面的应用。

为了适应材料科学突飞猛进的发展和逐渐深化的特点，编辑泰勒·李曼提出具有创造性的设想——把金属手册扩充为多卷本。于是从第八版开始按材料、工艺、实验与测试等方面内容分卷出版，组织各方面的专家、权威、教授、科研单位及工厂中的专业人员负责编写，提供大量科研、生产中的实例照片、图表、数据等。因此美国金属手册不但切实反映美国工业发展的脉搏，而且成为确有实用价值的一套大型出版物。金属手册编辑委员会在1961年至1976年十多年间完成了第八版的全部修订工作。1978年开始修订第九版，内容更充实完善现正在陆续出版。

为了适应我国科学技术发展的需要，我社组织翻译了第八版以下各卷：

第六卷 焊接与钎焊（已出版）；

第九卷 断口金相与断口图谱（上、下册）（已出版）；

第十卷 失效分析与预防（已出版）；

第十一卷 无损检测与质量控制（即将出版）。

案头卷

并计划组织翻译第九版全部内容。现已出版的原文书有以下各卷（已组织翻译）：

第一卷 性能与选择：钢与铁；

第二卷 性能与选择：有色合金与纯金属；

第三卷 性能与选择：不锈钢、工具材料及特殊用途合金；

第四卷 热处理；

第五卷 表面处理；

第六卷 焊接与钎焊

第七卷 粉末冶金

第八卷 机械性能

第九卷 金相与组织

第十卷 材料检验

第十一卷 失效分析与预防

第十二卷 断口显微分析

第十三卷 腐蚀

本书为金属手册 第九版第二卷，由范玉殿、张效忠、白新德、刘绍昌、徐世朴、尤引娟、鲁晓平、张人佶、朱宝亮、朱张校、安志义、程荫芊、汪复兴、田智瑞、陈栋豪、林稚为、梁绵长等翻译。全书由范玉殿校阅。

序 言

1980 年完成三卷书以替换金属手册第八版的第一卷。本书是这三卷书中的第二卷。由于过去 20 年来关于金属的知识大为增加，因而有必要用三卷书而不是一卷来提供金属和合金在成分、性能，选择和应用等方面的资料。第九版第一卷的出版显示了这种增加程度。它共有 793 页，而它所替换的是第八版第一卷中的 346 页书。

本卷提供的大量有关有色合金性能和用途以及纯金属性能的资料再一次说明我们对这些材料的了解已经大为增长。对于实质上相同的金属工艺，现在需要 800 页以上的篇幅来容纳，而在 1961 年只要 339 页。

本卷的宗旨是使读者能够迅速地查到正确选用有色合金所需的技术资料。为此，关于性能和应用的资料是以两种不同的方式提供，即描述性章节和数据汇编。描述性章节提供各种合金系统的资料——它们的符号、性能和特性。此外，还讨论这些合金系统可供货的产品形式和尺寸，以及典型用途之类的市场信息。这样广泛的内容使读者有可能选取某些金属或合金来满足指定的用途，然后再查找数据汇编对这些金属或合金作进一步的考察。

数据汇编列出了各种金属和合金的性能数据，提供的是解决工程问题最需要的机械性能和物理性能方面的资料。在某些情况下，还提供一些补充资料。这些资料通常不被重视，但对于某些应用可能相当重要。数据汇编可包括的内容并不限于最普通的合金，而是给出了大量合金的性能，既有普通合金，又有许多用得不多的合金。数据汇编除了提供具体性能数据外，还包括技术规范名称，商品名称，成分极限值，国外牌号，在许多情况下还汇集了各种加工性能。数据汇编并不企图提供广泛的设计资料。设计标准是变化的，应当查询应用规范的现刊以获得设计所需的数据。

本卷大部分篇幅是提供给 6 种工业上最重的有色金属：铝、铜、铅、镁、锡和锌。第 7 部分的内容为贵金属：银、金和铂族金属。第 8 部分即最后一部分是纯金属的数据汇编。

前 7 部分的数据是用两种工程单位提供的。在整个第九版中，国际单位制是首要计量单位。在适当场合给出美国工业生产中应用的等效单位。（本序言之后就是金属手册计量单位原则的详细说明）。纯金属的数据仅用国际单位制提供。

本手册是集体努力的成果。这个集体中包括许多重要的技术委员会的成员、撰稿者（其姓名见本卷卷首）以及他们那些默默无闻地贡献自己技能的同事。在此对他们每个人的无私努力表示赞赏和感谢，他们应该受到整个冶金界的感谢。这种努力不断增强了金属手册最初的观念：由会员撰写一本有益于会员的手册。

编者

前 言

回顾金属手册的历史和进展总能得到一些有益的经验，因为这一独特和经久的参考书在其成长过程中以其每一种成功的版本、包含的内容以及读者的认可（相当重要）等方面，总是表现出一种不断向上的趋势。有这样的说法：“任何事都不能比成功的事更成功”。对此，我们要恰当的加一句：“除非这是一系列不断的成功！”

自从金属手册第八版的第一卷《金属的性能与选择》于 1961 年出版以来，几乎经过了 20 年。那时的前言指出“尽管本卷内容只涉及第七版中的五分之二材料，但由于内容的膨胀，结果本书几乎与原来的单卷版本一样大。”这种内容的增加在碳钢、低合金钢和铸铁这一部分尤为明显，它从第七版的 108 页，扩充为第八版的 344 页，达到前者的 300%。

在 1961 年将第七版和第八版进行比较，就本卷所涉及的主要内容——有色合金及纯金属而言，总的篇幅增加的并不多，只增加 15%，对于这部分内容目前才出现真正引人注目的增加。现在第 9 版第 2 卷已经出版，这本超过 800 页的卷册专门阐述有色合金及纯金属的性能与选择。

长期以来，金属手册保持了其独特的质量，它在技术可靠性和广泛性方面的标准在国际上是众所周知的，对于众多撰稿者的标准也是无懈可击的。

在此不必重复也不必夸大 1961 年发表的有关这些的赞美之词。手册委员会及其下属委员会、手册编委、工业公司的撰稿者，研究机构，政府机关以及教育院校对金属加工业作出的显著贡献也赢得了大家的谢意。

会长 依利荷.F.布赖德利
(Elihu F.Bradley)

管理董事 阿伦·雷·帕特那姆
(Allan Ray Putnam)

有关计量单位的原则

美国金属学会根据其理事委员会通过的一项决议，对其公布的数据采取既按照米制，又按照美国所习惯的测量单位的做法。在准备这本手册时，编辑们试图首先以国际单位制为基础的米制单位标出数据，其次才用美国习惯的单位标出相应的值。使用国际单位制作为首要单位制这是根据理事会的决议，现在，全世界都广泛使用米制单位，预期在美国将要扩大使用米制单位，特别是在本手册的使用期间预期将更扩大使用米制单位。

在正文中和在表格中用数字表示的工程数据都采用以国际单位制为基础的米制单位，而将美国习惯用的等效值放在括弧中（在正文部分）或毗连的纵行中（在表格部分），本卷的绝大部分均是如此。一些确定的科学数据却只用米制单位表示。

为了对一些插图进行解释，对于在正文中所描述的机器部件图，只在原图上用一组尺寸来表示。插图中伴随正文供参考的尺寸，是以两种单位制表示即国际单位制为基础的米制和按照美国习惯用的单位制。

在图和图表上，与以国际单位制为基础的公制单位所对应的框格登载在左侧和下侧，而将对应的美国惯用单位登载在右侧和上侧。一些以前就公布了频率分布图，特别是那些标注机械性能值的统计学分布图是不能再重新绘制了，因为缺乏原始数据的点，这些频率分布图已经按照它们的原来形状予以复制了，右侧和上侧标明等效的国际单位制为基础的米制单位。

由技术规范编写组公布的、与技术规范有关的数据，只能用这种技术规范中采用的单位标出来，或者根据数据的性质用两种单位标出来。例如，按照美国惯用单位编写的技术规范制造的薄钢板，其典型的屈服强度可以用两种单位来表示，但是，根据这个技术规范得出的厚度，却只能用英寸来表示。

当技术规范中包含着一种特殊的单位制时，则需以这个单位制的单位来表示，按照所规定的试验方法得出来的数据，也相应的标明。例如，钢的淬透性，习惯上是根据距离淬火表面 1/16 英寸的间距上测得的最大的和最小的硬度值来确定的。在这本手册中的淬透性数据是当间距为 1/16 英寸时得出来的，而在紧接着的一个纵行里就给出了用毫米来表示的相等距离。

按照 ASTM E380-76 标准进行了换算和四舍五入，同时小心注意原始数据中重要的位数。例如，华氏 1575 度的奥氏体化温度包括重要的三位数，（也可能只是二位数），因为，很少工业上使用的热处理系统能够在华氏 10 度的范围内控制整个装载量的钢制零件的温度。在这种情况下，相等的温度定为摄氏 860 度，或摄氏 850 度，这要按换算中的精确度而定；而精确的换算成摄氏 857.22 度就不合适了。对于在精确温度下发生的恒定物理现象（例如纯银的熔化温度），则将此温度标明为摄氏 961.93 度，或华氏 1763.5 度就很合适。

本手册中，关于计量单位的原则是严格按照 ASTM E380 执行，但也有少数几个例外情况；这些例外情况都是为了增进手册的清晰程度。以下三例就是这种例外情况：1. 升的缩写采用“L”而不是“l”，2. 用℃来标明温度，而不用绝对温度 K，3. 应力强度用兆帕·米^{1/2}标明，而不用兆牛顿·米^{-3/2}。

手册委员会的高级职员和理事

美国金属学会手册委员会成员 (1975 年~1979 年)

- 贡万特 N.马尼尔 (Gunvant N.Maniar)
(1978 年起任主席, 1974 年起成为成员)
卡尔品特尔工艺公司 (Carpenter Technology Corp.)
- 雷蒙德·沃德 (Raymond Ward)
(1976 年至 1978 年任主席, 1972 年至 1978 年为成员)
通用电器公司 (General Electric Co.)
- 罗伯特·克拉克·安德逊 (Robert Clark Anderson)
(自 1978 年起成为成员)
安德逊联合公司 (Anderson & Associates)
- 谢德瑞克.D.彼阿荷姆 (Cedric D. Beachem)
(自 1976 年起为成员)
海军研究试验室 (Naval Research Laboratory)
- 唐纳德.R.贝特涅尔 (Donald R. Betner)
(自 1974 年起为成员)
通用汽车公司 (General Motors Corp.)
- 亚历山大 V.布利克 (Alexander V. Bublick)
(自 1979 年起为成员)
普拉特&惠特尼航空 (Pratt & Whitney Aircraft)
- 普赖斯.B.伯吉斯 (Price B. Burgess)
(1973 年至 1976 年为成员)
海斯——阿尔宾公司(Hayes—Albion Corp.)
- 亨利 W.科林斯 (Henry W. Collins)
(1973 年至 1976 年为成员)
TRW, 有限公司 (TRW, Inc.)
- E.菲利普.达尔别格 (E.Philip Dahlberg)
(1974 至 1977 年为成员)
万能石油产品公司 (Universal Oil Products Co.)
- 杰里.L.达择尔 (Jerry L. Dassel)
(自 1977 年起为成员)
凯塞铝和化学公司 (Kaiser Aluminum & Chemical Co.)
- 马修.J.多纳士, Jr (Matthew J. Donachie, jr)
(1976 年至 1979 年为成员)
联合航空公司 (United Aircraft Corp.)
- 唐纳德.C.恩格达 (Donald C. Engdahl)
(自 1979 年起为成员)
波音公司 (The Boeing Co.)
- 格伦.A.甫瑞茨林 (Glenn A. Fritzlen)
(1973 年至 1976 年为成员)
卡伯特公司 (Cobot Corp.)
- 菲利普.H.B.汉米尔顿 (Philip H.B. Hamilton)
(自 1977 年起为成员)
主权工程工厂, 股份有限公司 (Dominion Engineering Works, Ltd)
- 狄克.W.赫姆菲尔 (Dick W. Hemphill)
(自 1977 年起为成员)
达那公司 (Dana Corp.)
- 杰克.A.希尔德布兰特 (Jack A. Hildebrandt)
(自 1974 年起为成员)
克拉克设备公司 (Clark Equipment Co.)
- 弗兰克.L.詹米逊 (Frank L. Jamieson)
(1974 年至 1977 年为成员)
加拿大钢公司 (Steel Co. of Canada)
- 劳伦斯.J.科尔布 (Lawrence J. Korb)
(自 1978 年起为成员)
洛克韦尔国际公司 (Rockwell International)
- 尤金.R.库赫 (Eugene R. Kuch)
(1975 年至 1978 年为成员)
加德纳——丹佛公司 (Gardner—Denver Co.)
- 亨利.P.朗斯顿 (Henry P. Langston)
(1973 年至 1976 年为成员)
汉密尔顿标准 (Hamilton Standard)
- 罗杰·麦克 (Roger Mack)
(自 1977 年起为成员)

莱保—赫勒斯真空系统有限公司
(Leybold-Heraeus Vacuum Systems, Inc.)
劳森.E.马什 (Lawson E. Marsh)
(1975 年至 1978 年为成员)
莫里斯 彼安&公司 (Morris Bean & Co.)
戴维.B.马泽尔 (David B. Mazer)
(1976 年至 1979 年为成员)
马泽尔联合公司 (Mazer Associates)
J.G.麦卡德尔 (J. G. McArdle)
(1975 年至 1978 年为成员)
斯塔西制造公司 (Stacey Manufacturing Co.)
詹姆士.L.麦克卡尔 (James L. McCall)
(自 1977 年起为成员)
巴特勒 哥伦布试验室 (Bettelle Columbus Laboratories)
S.W.麦克吉 (S. W. McGee)
(1977 年至 1979 年为成员)
伯吉斯 诺尔顿制造公司 (Burgess Norton Manufacturing Co.)
保罗.J.米克罗尼斯 (Paul J. Mikelonis)
(自 1978 年起为成员)
戈瑞德铸造厂, 有限责任公司 (Grede Foundries, Inc.)
詹姆士.H.米柯达 (James H. Mikoda)
(自 1979 年起为成员)
伯吉斯 诺尔顿制造公司 (Burgess Norton Manufacturing Co.)
彼得·帕特瑞尔萨 (Peter Patriarca)

(自 1978 年起为成员)
联合碳化物公司 (Union Carbide Corp.)
爱德华.I.萨尔科维茨 (Edward I. Salkovitz)
(1973 年至 1976 年为成员)
海军研究机构 (Office of Naval Research)
杰拉尔德.M.斯劳特尔 (Gerald M. Slaughter)
(1974 年至 1977 年为成员)
联合碳化物公司 (Union Carbide Corp.)
查理.O.史密斯 (Charles O. Smith)
(1973 年至 1976 年为成员)
底特律大学 (University of Detroit)
索尼.G.桑达森 (Sonny G. Sundaresan)
(自 1979 年起为成员)
霍姆利特—特克特朗公司 (Homdite-Textorn)
查尔斯.N.坦通 (Charles N. Tanton)
(自 1979 年起为成员)
福特汽车公司 (Ford Motor Co.)
罗伯特·汤普森 (Robert Thompson)
(1975 年至 1977 年为成员)
主权工程工厂, 股份有限公司 (Dominion Engineering Works, Ltd)
M.G.H.韦尔斯 (M.G.H. Wells)
(自 1976 年起为成员)
柯鲁特工业 (Colt Industries)
德怀特.A.威尔金森 (Dwight A. Wilkinson)
(1976 年至 1979 年为成员)
通用汽车公司 (General Motors Corp.)

美国金属学会高级职员和理事

艾力胡.F.布拉德利 (Elihu F. Bradley)
会长兼理事
普拉特&惠特尼航空 (Pratt & Whitney Aircraft)
雷蒙德.L.史密斯 (Raymond L. Smith)
副会长兼理事
密执安技术大学 (Michigan Technological University)
尼古拉斯.P.米兰诺 (Nicholas P. Milano)
前任会长兼理事
华莱士 穆瑞公司 (Wallace Murry Corp.)
乔治.H.勃顿 (George H. Bodeen)

掌管财务
林德堡公司 (Lindberg Corp.)
理事:
唐纳德.R.巴伯 (Donald R. Barber)
热浴公司 (Heatbath Corp.)
雷蒙德.F.德克尔 (Raymond F. Decker)
因柯有限公司 (Inco Limited)
乔治.E.迪特 (George E. Dieter)
马里兰大学 (University of Maryland)
保罗.S.古普顿 (Paul S. Gupton)
蒙桑托公司 (Monsanto Co.)

詹姆士.C.霍尔茨瓦斯 (James C. Holzwarth)
 通用汽车公司 (General Motor Co.)
 爱德华.H.科特卡姆.Jr (Edward H. Kottcamp Jr.)
 伯利恒钢公司 (Bethlehem steel Corp.)
 F.基思.兰普森 (F. Keith Lampson)

特殊金属公司 (Special Metals Corp.)
 詹姆士.R.魏尔.Jr (James R. Weir, Jr)
 橡树岭国家实验室 (Oak Ridge National Laboratory)
 阿伦·雷·帕特那姆 (Allan Ray Putnam)
 管理董事 (Managing Director)

美国金属学会手册委员会前任各届主席

R.S.阿切尔 (R.S.Archer)
 (1940年至1942年任主席, 1937年至1942
 年为成员)
 L.B.卡瑟 (L.B. Case)
 (1931年至1933年任主席, 1927年至1933
 年为成员)
 E.O.狄克逊 (E.O. Dixon)
 (1952年至1954年任主席, 1947年至1955
 年为成员)
 R.L.都德尔 (R.L. Dowdell)
 (1938年至1939年任主席, 1935年至1939
 年为成员)
 J.P.吉尔 (J.P. Gill)
 (1937年任主席, 1934年至1937年为成员)
 J.D.格雷厄姆 (J.D. Graham)
 (1965年至1968年任主席, 1961年至1970
 年为成员)
 J.F.哈珀 (J.F. Harper)
 (1923年至1926年任主席, 1923年至1926
 年为成员)
 C.H.赫尔梯. Jr (C.H. Herty. Jr.)
 (1934年至1936年任主席, 1930年至1936
 年为成员)
 J.B.约翰逊 (J.B. Johnson)
 (1948年至1951年任主席, 1944年至1951

年为成员)
 R.W.E.莱特 (R.W.E. Leiter)
 (1962年至1963年任主席, 1955年至1958
 年1960年至1964年为成员)
 G.V.鲁尔逊 (G.V. Luersson)
 (1943年至1947年任主席, 1942年至1947
 年为成员)
 W.J.梅尔廷 (W.J. Merten)
 (1927年至1930年任主席, 1923年至1933
 年为成员)
 N.E.普罗美萨尔 (N.E. Promisel)
 (1955年至1961年任主席, 1954年至1963
 年为成员)
 G.J.舒巴特 (G.J. Shubat)
 (1972年至1975年任主席, 1966年至1975
 年为成员)
 W.A.斯塔特列尔 (W.A. Stadler)
 (1968年至1972年任主席, 1962年至1972
 年为成员)
 雷蒙德·沃德 (Raymond Ward)
 (1976年至1978年任主席, 1972年至1978
 年为成员)
 D.J.赖特 (D.J. Wright)
 (1964年至1965年任主席, 1959年至1967
 年为成员)

作者和校订者委员会

美国金属学会铝及铝合金委员会

詹姆士.L.麦考尔 (James L. McCall)
主席, 材料资源及加工冶金部经理
巴特尔哥伦布实验室 (Battelle Columbus
Laboratories)
约翰.F.布瑞狄斯 (John F. Breedis)
合金研究室顾问
奥林合金公司 (Olin Metals)
罗伊.W.布罗狄 (Roy W. Brodie)
材料及加工研究专家
洛克希德—加利福尼亚公司 (Lockheed—Cali-
fornia Co.)
恩勒思特.D.柯白利.Jr (Ernest D. Coberly,
Jr.)
工厂冶金师
罗斯铸铝厂 (Ross Aluminum Foundries)
R.C.柯乃尔 (R.C. Cornell)
技术主任
美国压铸有限公司 (American Die Casting
Institute, Inc.)

保罗.E.福丁 (Paul E. Fortin)
研究冶金师
阿尔肯研究中心 (Alcan Research Centre)
哈罗德.Y.汉色克尔 (Harold Y. Hunsicker)
技术顾问
阿尔可亚实验室 (Alcoa Laboratories)
乔治.C.苏 (George C. Hsu)
工业标准经理
雷诺合金公司 (Reynolds Metals Co.)
保罗.V.马拉 (Paul V. Mara)
技术副总裁
联合铝公司 (The Aluminum Association)
彼得.A.汤林 (Peter A. Tomblin)
材料高级工程师
德哈佛兰飞机公司 (The De Havilland Air-
craft Co.)
休·贝克 (Hugh Baker)
金属手册高级编辑 干事

美国金属学会镁及镁合金校订委员会

A.H.布劳恩 (A.H. Braun)
研究和发展主任
威尔曼动力公司 (Wellman Dynamics
Corp.)
弗雷德.H.艾克尔特 (Fred H. Eckert)
挤压冶金师
固态铝公司 (Consolidated Aluminum
Corp.)
P.A.费舍尔 (P.A. Fisher)
顾问
电解镁有限公司 (Magnesium Elektron
Ltd.)
T.E.李翁特斯 (T.E. Leontis)

经理
镁研究中心 (Magnesium Research Center)
巴特尔哥伦布实验室 (Battelle Columbus La-
boratories)
劳依德.F.洛克伍德 (Lloyd F. Lockwood)
镁经营部
道化学公司 (The Dow Chemical Co.)
H.J.普罗飞特 (H.J. Proffit)
技术主任
哈利工业有限公司 (Haley Industries Ltd.)
H.G.华林顿 (H.G. Warrington)
前克罗马斯柯有限公司 (formerly with
Chromasco Ltd.)

美国金属学会铜及铜合金校订委员会

- 拉尔弗·E·瑞克思克尔 (Ralph E. Ricksecker)
主席, 顾问
- A.W. 布拉克伍德 (A. W. Blackwood)
合金应用总监
ASARCO 有限公司中心研究实验室 (Central Research Laboratories ASARCO Inc.)
- 约翰·F·布瑞狄斯 (John F. Breedis)
合金研究室顾问
奥林合金公司 (Olin Metals)
- R.J. 柯克斯 (R.J. Cox)
工程副总裁
AMPCO 合金有限公司 (AMPCO Metals Inc.)
- 布普斯·A·赫耶尔 (Bruce A. Heyer)
有色金属研究经理
阿比克斯公司 (Abex Corp.)
- 约翰·M·库兹默克 (John M. Kuzmeh)
挤压质量保证冶金师
阿拉康达工业公司黄铜部 (Anaconda Industries)
- W. 史都华·拉曼 (W. Stuart Lyman)
技术和市场服务经理
铜发展联合有限公司 (Copper Development Association Inc.)
- 罗伯特·S·姆罗兹可夫斯基 (Robert S. Mroczkowski)
冶金和聚合工程经理
AMP 有限公司 (Amp Incorporated)
- 维隆·普尔西弗尔 (Verne Pulsifer)
发展工程师
联合技术公司爱萨克斯组 (Essex Group of United Technologies)
- 弗瑞德·L·瑞德尔 (Fred L. Riddell)
(已退休), 前副总裁和总冶金师
H. 克拉默尔公司 (H. Kramer and Co.)
- 唐纳德·G·斯密德 (Donald G. Schmidt)
冶金顾问
R. 拉文父子公司 (R. Lavin and Sons, Inc.)
- 李查德·达尔·史密斯 (Richard Dale Smith)
高级冶金师
肯尼柯特铜公司利克欣顿发展中心
(Kennecott Copper Corp.)
- 阿尔弗莱德·斯诺曼 (Alfred Snowman)
工业产品研究经理
波特尔斯工业有限公司 (Potters Industries Inc.)
- 安德鲁·R·梭摩西 (Andrew R. Somosi)
冶金服务经理
布拉西·威不曼有限公司 (Brush Wellman, Inc.)
- 皮尔·W·陶本布拉特 (Pierre W. Taubenblat)
技术副主任
AMAX 碱金属研究和发展有限公司 (AMAX Base Metals R&D Inc.)
- 凯思·G·威克不 (Keith G. Wikle)
高级技术专家
卡威斯基·皮利科工业公司 (Kawecki Berylco Industries)
- 拉尔弗·E·威利特 (Ralph E. Willett)
高级研究冶金师
阿拉康达工业公司黄铜部 (Anaconda Industries)
- 大卫·本吉明 (David Benjamin)
金属手册 高级编辑 干事

目 录

铝

铝及铝合金导论	3
铝及铝合金的品级符号系统	27
铝合金的热处理	30
铝锻压产品	48
锻压铝及铝合金的性能	76
铝的铸造制品	202
铸造铝合金的性能	216
铝合金板材的冲压成形	255
铝合金的机加工性	263
铝的连接	267
铝及铝合金的耐蚀性	282

铜

铜及铜合金导论	321
铜和铜合金的品级符号	330
铜及铜合金的热处理	333
铜管材制品	342
铜线材及铜缆	347
锻压铜及铜合金的性能	360
铜合金铸件的选择和应用	511
铸造铜合金的性能	525
铜及其合金的连接	583
铜及其合金的腐蚀特性	604
抗蚀用锻压铜合金	612
铜及铜合金的应力松弛	638

铅

铅及铅合金	649
铅及铅合金的性能	656
铅的抗蚀性	672

镁

镁及镁合金的选择和应用	689
镁合金的性能	726
镁及镁合金的抗蚀性	774

锡

锡及锡合金	791
锡和锡合金的性能	795

锌

锌及锌合金的选择和应用	811
锌及锌合金的性能	821
锌在抗蚀中的应用	832

贵金属

贵金属及其应用	845
贵金属的抗蚀性	855
银及银合金的性能	859
金及金合金的性能	869
牙科用金	874
铂及铂合金的性能	879
钯及钯合金的性能	891

纯金属

纯金属的制备和检测	901
纯金属的性能	906
钢系金属的性能	1059

元素周期表

国际单位制 (SI)

缩语和符号

索引

铝

铝及铝合金导论

美国金属学会
铝及铝合金委员会

铝的外观引人，重量轻；还具有良好的加工性能、物理性能、机械性能和抗蚀性能。由于综合性能好，使铝及其合金在多种用途中成为最经济、最受欢迎的材料。

1966~1977 年世界上铝产量记录（图 1）以及 1950~1970 年美国的按产品一般类型统计的铝使用情况（图 2），都表明铝的用量正在急剧增长。铝的主要用途，按照当前市场规模的递减顺序，可以归纳为以下几类：建筑结构、容器包装、运输、电气、耐用消费品、机器设备以及其他。关于上述各类在市场中的用途，将在本章的最后讨论。

性 能

铝最重要的两种性能，是重量轻和耐腐蚀。纯铝的密度仅为 $2.7\text{Mg}/\text{m}^3$ （约为 $0.1\text{lb}/\text{in}^3$ ），约为钢，铜或黄铜的三分之一。铝对大气中的各种元素、水（包括海水）、油以及多种化学物质，都有良好的抗蚀性（见本卷中专门讨论铝及铝合金的抗蚀性能的章节）。

此外，铝对辐射能（可见光、辐射热和电磁波）有强反射能力；还有良好的电导率和热导率。铝是非铁磁性的，在电气工业和电子工业中这是重要的性能。铝不会打火花这一特性，在接近容易燃烧和爆炸的物质时，是很重要的。铝是无毒的，从而可以安全接触食品和饮料。铝经过天然润饰之后，具有引人的外观：柔和的色泽和明亮的光辉；实际上可以得到任何要求的色彩和花纹。铝也是坚固的，某些铝合金的强度超过了结构钢。讨论铝锻压产品和铸造产品的专门章节中，以及各种铝合金的资料汇编中，均列有铝产品的强度。最后，铝是各种结构材料中资源最充分的一种，因为铝的矿藏丰富，占地壳构成物的 8% 以上。

电导率 铝往往因电导率高而获得应用。铝单位重量的电导率约为铜的两倍。铝在电气中的应用是否成功，很大程度上取决于导体的设计。在设计上必须使高电导率与适当的机械强度相结合。远距

离的高压输电电缆，就是这些工程要求适当结合的实例。这种电缆所装备的钢芯是为了保证强度，而钢芯外围的铝线是用于传输电力。另一例是“全铝合金电导体”（AAAC）。这种电导体之所以获得应用，是由于其抗蚀性能有所提高。

锁入式和插入式电缆管道所用的母线，一般是由挤压的 6101 合金矩形棒材制成。其额定电流范围为 225~4000A。

热导率 冰箱、蒸发器、电炉深井炊事桶和三脚架、维夫饼烤模、三明治格架、其他食品加工器具以及电熨斗底板等器具中，铝的热导率（约为铜的 50~60%）是决定性的物理性能。在高压压缩比的发动机中，为了使热量从气缸顶盖快速传出，经常采用铝代替铸铁（铸铁的热导率约为铜的 10%。）

反射率 铝在抛光以后，对极为广泛的波长具有良好反射率，因而有这样一些用途：自动干燥箱的加热箱体；电炉中的可调节反射屏；电炉内的电阻加热组件下方的反射器。铝的加工性、低密度、抗蚀性和反射率等，使其适用于制造便宜的灯罩。铝能反射大部分太阳热，所以用作屋顶，反射式绝热体和加热板的反射器。

产 品 类 型

锻压产品 铝及铝合金可以制成任何标准形式的产品：平轧产品（薄板、厚板和箔材）、圆材、棒材、线材、管材、挤压的标准型材和特殊型材；并且尺寸范围很大：平板轧制产品的厚度范围从 0.005mm (0.00017in.) 的箔材，到厚度为 200mm (8in.) 的板材。现有设备可以生产一定数量的特大薄板，例如长度乘宽度可达 $25 \times 5\text{m}$ ($1000 \times 200\text{in.}$)；特大厚板，例如厚度可达 22mm ($7/8\text{in.}$)，而长乘宽为 $32 \times 2^{1/4}\text{m}$ ($105 \times 89\text{in.}$)。这些板材供建造宽体飞机之用。挤压产品的范围是从直径 0.25mm (0.01in.) 的线材到周长达到 580mm (23in.) 的型材。有关铝压延产品所