

有色金属材料 速查手册

刘胜新 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

有色金属材料速查手册

主 编 刘胜新

副主编 苗晋琦 肖树龙 夏 静

参 编 孙玉福 侯起飞 邓 晶 徐丽娟 宋月鹏
向 嵩 陈慧敏 马庆波 李杏娥 卢广玺
张春香 韩庆礼 梁冬松 潘继民 李杏瑞
靳先芳 夏 力 张正武 柳洪洁 赵靖宇
陈 永 时爱菊 张富生 翟 震 颜新奇

主 审 严有为



机械工业出版社

本手册是一本有色金属材料速查工具书。其主要内容包括有色金属材料相关知识、镁及镁合金、铝及铝合金、铜及铜合金、锌及锌合金、钛及钛合金、镍与高温合金、金属复合材料、稀土金属及其合金、稀有金属及其合金、贵金属及其合金共 11 章,并附有常用有色金属材料产品目录和中外常用有色金属材料牌号对照等。本手册根据现行的有色金属材料相关国家标准和行业标准(资料收集截止到 2009 年 6 月)编写而成,内容新,数据翔实可靠,实用性强;本手册具有多种检索方式,易于快速查阅。

本手册可供机械、冶金、化工、电力、航空航天及军工等行业的工程技术人员、营销人员使用,也可供相关专业在校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

有色金属材料速查手册/刘胜新主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 7

ISBN 978 - 7 - 111 - 27406 - 3

I. 有… II. 刘… III. 金属材料 - 技术手册 IV. TG14-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 091644 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:陈保华 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

148mm×210mm·18 印张·2 插页·531 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 27406 - 3

定价:48.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379734

封面无防伪标均为盗版

前 言

有色金属材料广泛应用于机械、冶金、化工、石油、轻工、纺织、电子、军工等领域，对国民经济的发展起着重要的作用。由于其品种规格多样，涉及的标准文件繁多，一般读者不具备就近查阅全部标准文件的条件。为了给广大工程技术人员在生产实践中能正确选材、合理用材提供科学依据，我们编写了这本手册，使读者可以方便地快速查阅和掌握有色金属材料的相关数据。

本手册内容“新、精、准”，全面核实查对了2009年6月前发布的国家标准和行业标准，包括部分2009年6月以后开始实施的最新标准。叙述简明扼要、表文对照，并统一采用国家法定计量单位，强调“基本、常用、关键、准确、实用”，精心选编了各种有色金属材料牌号、化学成分、主要性能指标的最新资料，全面、科学、系统地进行了归纳总结。全书主要内容包括有色金属材料相关知识、镁及镁合金、铝及铝合金、铜及铜合金、锌及锌合金、钛及钛合金、镍与高温合金、金属复合材料、稀土金属及其合金、稀有金属及其合金、贵金属及其合金共11章，并附有常用有色金属材料产品标准目录和中外常用有色金属材料牌号对照等。

读者使用本手册进行查阅时，除了按目录进行查阅外，还可按下列方式进行：

1) 如果已知标准代号，则可通过标准代号索引（按数字升序排列）进行快速查阅，并可掌握新旧标准代替情况。

2) 如果已知标准名称，则可通过标准名称索引（按拼音升序排列）进行快速查阅，并可掌握新旧标准代替情况。

3) 如果不知标准代号及名称，则可根据材料的类别查阅附录C全书图表一览，根据图表序号可快速查找所需内容。

4) 通过查阅附录A常用有色金属材料产品标准目录，可以对具体标准进行检索，掌握本手册未完整包括的各种有色金属材料产品的

尺寸规格、检验方法等内容。

5) 通过查阅附录B中外常用有色金属材料牌号对照,可以迅速掌握我国常用有色金属材料牌号与日本、美国、国际标准化组织、欧洲有色金属材料牌号的对应情况。

本手册可供机械、冶金、化工、电力、航空航天及军工等行业的工程技术人员、营销人员使用,也可供相关专业在校师生参考。

本手册由郑州大学的刘胜新任主编,苗晋琦、肖树龙、夏静任副主编,参加编写的有孙玉福、侯起飞、邓晶、徐丽娟、宋月鹏、向嵩、陈慧敏、马庆波、李杏娥、卢广玺、张春香、韩庆礼、梁冬松、潘继民、李杏瑞、靳先芳、夏力、张正武、柳洪洁、赵靖宇、陈永、时爱菊、张富生、翟震、颜新奇。华中科技大学的严有为教授对全书进行了详细审阅。

在本手册的编写过程中,参考了国内外同行的部分文献和大量相关标准。另外,马永华、王刘利、王璐、包瑞辉、孙华为、张兵权、张冠宇、杨会龙、杨娟、肖志云、赵丹、隋方飞参加了资料收集和书稿整理工作,在此谨向有关人员表示衷心的感谢!

由于我们水平有限,错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 有色金属材料相关知识	1
1.1 有色金属材料的分类和分组	1
1.1.1 有色金属材料的分类	1
1.1.2 有色金属材料的分组	4
1.2 有色金属材料牌号表示方法	5
1.2.1 镁及镁合金牌号表示方法	5
1.2.2 铝及铝合金牌号表示方法	7
1.2.3 铜及铜合金牌号表示方法	9
1.2.4 锌及锌合金牌号表示方法	11
1.2.5 钛及钛合金牌号表示方法	11
1.2.6 镍及镍合金牌号表示方法	12
1.2.7 高温合金牌号表示方法	12
1.2.8 稀土金属及其合金牌号表示方法	14
1.2.9 贵金属及其合金牌号表示方法	16
1.3 合金元素在有色金属材料中的作用	18
1.4 常用金属材料力学性能术语	25
1.5 常用有色纯金属的性能	26
1.5.1 常用有色纯金属的物理性能	26
1.5.2 常用有色纯金属的力学性能	28
1.6 常用有色金属材料的性能	29
1.6.1 常用有色金属材料的主要特性	29
1.6.2 常用有色金属材料的物理性能	30
1.6.3 常用有色金属材料的力学性能	34
1.6.4 常用有色金属材料可加工性	35

1.6.5 常用有色金属材料耐蚀性	36
1.7 有色金属材料压延材的交货状态	36
1.8 有色金属材料的涂色标记	37
1.9 有色金属材料的理论重量计算公式	38
1.10 常用有色金属材料的储运管理	40
第2章 镁及镁合金	42
2.1 镁及镁合金铸造产品	42
2.1.1 原生镁锭	42
2.1.2 铸造镁合金	42
2.1.3 铸造镁合金锭	44
2.1.4 镁合金铸件	44
2.2 镁及镁合金加工产品	57
2.2.1 镁及镁合金加工产品的化学成分	57
2.2.2 镁及镁合金板材	59
2.2.3 镁合金热挤压棒材	61
2.2.4 镁合金热挤压型材	62
2.3 镁合金牺牲阳极	63
2.4 镁及镁合金废料	64
第3章 铝及铝合金	70
3.1 铝及铝合金铸造产品	70
3.1.1 铸造铝合金锭	70
3.1.2 铸造铝合金	70
3.1.3 压铸铝合金	85
3.2 铝及铝合金加工产品	87
3.2.1 铝及铝合金加工产品状态代号	87
3.2.2 铝及铝合金加工产品牌号和化学成分	92
3.2.3 铝及铝合金板、带材	125
3.2.4 铝及铝合金箔材	156
3.2.5 铝及铝合金棒材	161
3.2.6 铝及铝合金管材	164

3.2.7 铝及铝合金线材	172
3.2.8 铝及铝合金型材	183
3.3 铝粉	189
3.3.1 空气雾化铝粉	189
3.3.2 球磨铝粉	190
3.4 铝及铝合金废料	192
第4章 铜及铜合金	199
4.1 铜及铜合金铸造产品	199
4.1.1 铸造铜合金	199
4.1.2 压铸铜合金	209
4.1.3 铜合金铸件	209
4.2 铜及铜合金加工产品	211
4.2.1 铜及铜合金加工产品的化学成分	211
4.2.2 铜及铜合金锻件	219
4.2.3 铜及铜合金板材	223
4.2.4 铜及铜合金带材	228
4.2.5 铜及铜合金箔材	236
4.2.6 铜及铜合金棒材	237
4.2.7 铜及铜合金管材	242
4.2.8 铜及铜合金线材	254
4.3 电解铜产品	276
4.3.1 电解铜粉	276
4.3.2 阴极铜	277
4.4 铜及铜合金废料	278
第5章 锌及锌合金	284
5.1 锌及锌合金铸造产品	284
5.1.1 锌锭	284
5.1.2 铸造用锌合金锭	284
5.1.3 再生锌合金锭	286
5.1.4 铸造锌合金	286

5.1.5 压铸锌合金	288
5.1.6 锌合金铸件	289
5.2 锌及锌合金加工产品	291
5.2.1 电池锌饼	291
5.2.2 锌阳极板	292
5.3 锌粉及氧化锌	292
5.3.1 锌粉	292
5.3.2 氧化锌	293
5.4 锌及锌合金废料	294
第6章 钛及钛合金	298
6.1 钛及钛合金铸造产品	298
6.1.1 铸造钛及钛合金	298
6.1.2 钛及钛合金铸件	299
6.1.3 海绵钛	300
6.2 钛及钛合金加工产品	300
6.2.1 钛及钛合金加工产品的化学成分	300
6.2.2 钛及钛合金饼和环	315
6.2.3 钛及钛合金板材	316
6.2.4 钛及钛合金带、箔材	320
6.2.5 钛及钛合金棒材	322
6.2.6 钛及钛合金管材	324
6.2.7 钛及钛合金丝材	327
6.2.8 外科植入物用钛及钛合金加工材	329
6.3 钛及钛合金废料	331
第7章 镍及高温合金	334
7.1 镍及镍合金铸造产品	334
7.2 镍及镍合金加工产品	334
7.2.1 镍及镍合金加工产品的化学成分	334
7.2.2 镍及镍合金板材	339
7.2.3 镍及镍合金带材	340

7.2.4 镍及镍合金棒材	341
7.2.5 镍及镍合金管材	343
7.2.6 镍及镍合金焊丝	344
7.3 电解镍及镍粉	352
7.3.1 电解镍	352
7.3.2 纳米镍粉	352
7.3.3 羰基镍粉	353
7.4 镍及镍合金废料	354
7.5 高温合金加工产品	355
7.5.1 高温合金加工产品的化学成分	355
7.5.2 高温合金板材	388
7.5.3 高温合金棒材	391
7.5.4 高温合金管材	393
第8章 有色金属复合材料	396
8.1 有色金属复合板材	396
8.1.1 建筑幕墙用铝塑复合板	396
8.1.2 铜-钢复合板	397
8.1.3 钛-钢复合板	398
8.2 有色金属复合带材	399
8.2.1 热双金属带材	399
8.2.2 贵金属及其合金复合带材	400
8.3 有色金属复合棒材	406
8.4 有色金属复合管材	408
8.4.1 铝管搭接焊式铝塑管	408
8.4.2 铝管对接焊式铝塑管	411
8.5 有色金属复合线材	412
8.6 有色金属复合粉	414
第9章 稀土金属及其合金	415
9.1 稀土金属及其化合物	415
9.1.1 稀土金属	415

9.1.2 稀土金属化合物	418
9.2 稀土永磁材料	425
9.2.1 烧结钕铁硼永磁材料	425
9.2.2 稀土钴永磁材料	427
9.3 混合稀土	429
9.3.1 混合稀土金属	429
9.3.2 混合氯化稀土	430
9.3.3 碳酸轻稀土	431
9.3.4 硝酸稀土植物生长调节剂	432
9.3.5 离子型稀土矿混合稀土氧化物	432
9.3.6 稀土抛光粉	433
9.4 稀土合金	433
9.4.1 稀土硅铁合金	433
9.4.2 稀土镁硅铁合金	434
9.4.3 镨钕合金	435
第10章 稀有金属及其合金	436
10.1 镓	436
10.2 锂及其化合物	436
10.2.1 高纯锂	436
10.2.2 锂带	437
10.2.3 单水氢氧化锂	437
10.2.4 工业碳酸锂	438
10.3 钨及钨合金	438
10.3.1 钨条和钨板材	438
10.3.2 钨杆	439
10.3.3 钨丝	440
10.3.4 氧化钨	441
10.3.5 碳化钨粉	442
10.4 钼及钼合金	445
10.4.1 钼条和钼板材	445

10.4.2	钼箔	449
10.4.3	钼及钼合金棒	449
10.4.4	钼丝	451
10.4.5	钼粉	453
10.5	钽及钽合金	453
10.5.1	钽及钽合金板、带、箔材	453
10.5.2	钽及钽合金棒材	455
10.5.3	钽及钽合金无缝管材	456
10.5.4	碳化钽粉	458
10.6	铌及铌合金	459
10.6.1	铌条和铌铁	459
10.6.2	铌板、带、箔材	459
10.6.3	铌及铌合金棒材	461
10.6.4	铌及铌合金无缝管材	461
10.7	锆及锆合金	462
10.7.1	核工业用锆及锆合金铸锭	462
10.7.2	核工业用锆及锆合金棒材和线材	464
10.7.3	锆及锆合金板、带、箔材	464
10.8	钒及钒合金	466
第 11 章	贵金属及其合金	468
11.1	常用贵金属及其合金	468
11.1.1	金及金合金	468
11.1.2	银及银合金	472
11.1.3	铂及铂合金	474
11.1.4	钯及钯合金	475
11.1.5	铑粉和铱粉	477
11.2	常用贵金属热电偶丝	478
11.2.1	铂铑 10-铂热电偶丝	478
11.2.2	铂铑 13-铂热电偶丝	480
11.2.3	铂铑 30-铂铑 6 热电偶丝	482

11.2.4 微型热电偶用铂铑细偶丝	484
11.3 牙科铸造贵金属合金	485
附录	486
附录 A 常用有色金属材料产品标准目录	486
附录 B 中外常用有色金属材料牌号对照	494
附录 C 全书图表一览	518
标准代号索引	542
标准名称索引	551
参考文献	561

第 1 章 有色金属材料相关知识

1.1 有色金属材料的分类和分组

有色金属材料作为重要的原材料，广泛应用于机械、冶金、化工、石油、轻工、纺织、电子、军工等国民经济各行各业，其品种规格繁多，性能及用途各异。

1.1.1 有色金属材料的分类

有色金属材料包括镁及镁合金、铝及铝合金、铜及铜合金、锌及锌合金、钛及钛合金、镍及镍合金、高温合金、金属复合材料、稀土金属及其合金、稀有金属及其合金、贵金属及其合金，另外还包括有色合金粉末、半金属等。有色金属与合金的分类情况见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 有色金属分类

类 型	性能特点与用途
轻有色金属 (Al、Mg、Ti、Na、K、Ca、Sr、Ba)	密度在 4.5g/cm^3 以下，化学性质活泼。其中铝 (Al) 的生产量最大，占有色金属总产量的 $1/3$ 以上，使用最为广泛。纯的轻有色金属主要利用其特殊的物理或化学性能，铝 (Al)、镁 (Mg)、钛 (Ti) 用于配制轻质合金
重有色金属 (Cu、Ni、Co、Zn、Sn、Pb、Sb、Cd、Bi、Hg)	密度均大于 4.5g/cm^3 ，其中 Cu、Ni、Co、Pb、Cd、Bi、Hg 的密度都大于铁 (7.87g/cm^3)。纯金属状态多利用其独特的物理或化学性能，如 Cu 应用于电工及电子工业。Ni、Co 用于配制磁性合金、高温合金及用作钢中的重要合金元素。Pb、Zn、Sn、Cd、Cu 用于轴承合金与印刷合金，Cu 是各种铜合金的主要成分，Ni、Cu 还用于催化剂
贵金属 (Au、Ag、Pt、Ir、Os、Ru、Pd、Rh)	储量少，提取困难，价格昂贵，化学活性低，密度大 ($10.5 \sim 22.5\text{g/cm}^3$)。Au、Ag、Pt、Pd 具有良好的可塑性，Au、Ag 还有良好的导电和导热性能。应用于电工、电子、宇航、仪表和化学催化剂

(续)

类 型	性能特点与用途
稀有金属	稀有金属是指储量稀少, 难以提取的金属, 通常可包括: 锂 (Li)、铍 (Be)、钪 (Sc)、钒 (V)、镓 (Ga)、锗 (Ge)、铷 (Rb)、钇 (Y)、锆 (Zr)、铌 (Nb)、钼 (Mo)、铟 (In)、铯 (Cs)、镧系元素 (La、Ce、Pr、Nd 等 15 个元素)、铪 (Hf)、钽 (Ta)、W (钨)、铼 (Re)、铊 (Tl)、钋 (Po)、钫 (Fr)、镭 (Ra)、锕系元素 (Ac、Th、Pa、U) 及人造超铀元素。根据这些稀有金属元素的物理化学性质或生产特点又可分为: 稀有轻金属、稀有难熔金属、稀有分散金属、稀土金属、稀有放射性金属 5 类。
稀有轻金属 (Li、Be、Rb、Cs)	密度均小于 2g/cm^3 , 其中锂的密度仅为 0.534g/cm^3 。化学性质活泼。除了利用它们特殊的物理或化学性质外, 还作为特殊性能合金中的重要合金元素使用, 如铝锂 (Al-Li) 合金、铍合金等
稀有难熔金属 (W、Mo、Ta、Nb、Zr、Hf、V、Re)	熔点高 (如钨的熔点为 1852°C , 钨的熔点为 3387°C), 硬度高, 耐蚀性好, 可形成非常坚硬和难熔的碳化物、氮化物、硅化物和硼化物。用作硬质合金、电热合金、灯丝、电极等的重要材料, 并作为钢和其他合金的合金元素
稀 土 金 属 (RE、Sc、Y)	共 17 个金属元素, 从 La 至 Eu (原子序数 57~63) 称为轻稀土金属, 从 Gd 至 Lu (原子序数 64~71) 称为重稀土金属。200 年前, 人们只能获得外观近似碱土金属氧化物的稀土金属氧化物, 故起名“稀土”, 沿用至今。稀土金属元素的原子结构接近, 物理化学性质也相似, 在矿石中伴生, 在提取过程中需经繁杂的工艺步骤才能将各个元素分离。工业上有时可使用混合稀土, 即轻稀土金属的合金或重稀土金属的合金。稀土金属化学性质活泼, 与非金属元素可形成稳定的氧化物、氢化物等。稀土金属和稀土化合物具有一系列特殊的物理化学性质, 可资利用, 同时还是其他合金熔炼过程中的优良脱氧剂和净化剂, 少量的稀土对改善合金的组织 and 性能常起到显著作用, 稀土金属亦是一系列特殊性能合金的主要成分之一
稀有放射性金属	包括天然放射性元素: 钋 (Po)、镭 (Ra)、锕 (Ac)、钍 (Th)、镤 (Pa)、铀 (U) 及人造超铀元素钫 (Fr)、镅 (Am)、镎 (Np)、钚 (Pu)、镅 (Am)、锔 (Cm)、锫 (Bk)、锎 (Cf)、锿 (Es)、镆 (Fm)、钔 (Md)、锘 (No) 和铹 (Lw)。它们是科学研究和核工业的重要材料

表 1-2 工业上常用有色金属合金分类

合金类型	合 金 品 种	合 金 系 列
铜合金	普通黄铜	Cu-Zn 合金, 可变形加工或铸造
	特殊黄铜	在 Cu-Zn 基础上还含有 Al、Si、Mn、Pb、Sn、Fe、Ni 等合金元素, 可变形加工或铸造
	锡青铜	在 Cu-Sn 基础上加入 P、Zn、Pb 等合金元素, 可变形加工或铸造
	特殊青铜	不以 Zn、Sn 或 Ni 为主要合金元素的铜合金, 有铝青铜、硅青铜、锰青铜、铍青铜、锆青铜、铬青铜、镉青铜、镁青铜等, 可变形加工或铸造
	普通白铜	Cu-Ni 合金, 可变形加工
	特殊白铜	在 Cu-Ni 基础上加入其他合金元素, 有锰白铜、铁白铜、锌白铜、铝白铜等, 可变形加工
铝合金	变形铝合金	以变形加工方法生产管、棒、线、型、板、带、条、锻件等。合金系列有: 工业纯铝 (质量分数 >99%)、Al-Cu 或 Al-Cu-Li、Al-Mn、Al-Si、Al-Mg、Al-Mg-Si、Al-Zn-Mg、Al-Li-Sn、Zr、B、Fe 或 Cu 等
	铸造铝合金	浇注异型铸件用的铝合金, 合金系列有工业纯铝、Al-Cu、Al-Si-Cu 或 Al-Mg-Si、Al-Si、Al-Mg、Al-Zn-Mg、Al-Li-Sn (Zr、B 或 Cu)
镁合金	变形镁合金	以变形加工方法生产板、棒、型、管、线、锻件等, 合金系列有 Mg-Al-Zn-Mn、Mg-Al-Zn-Cs、Mg-Al-Zn-Zr、Mg-Th-Zr、Mg-Th-Mn 等, 其中含 Zr、Th 的镁合金可时效硬化
	铸造镁合金	合金系与变形合金类似, 砂型铸造的镁合金中还可含有质量分数为 1.2% ~ 3.2% 的稀土元素或 2.5% Be
钛合金	α 钛合金	具有 α (密排六方 hcp) 固溶体的晶体结构, 含有稳定 α 相和固溶强化的合金元素铝 (提高 α/β 转变温度) 以及固溶强化的合金元素铜与锡, 铜还有沉淀强化作用。合金系是 Ti-Al、Cu-Sn
	近 α 钛合金	通过化学成分调整和不同的热处理制度可形成 α 或 " $\alpha + \beta$ " 的相结构, 以满足某些性能要求
	$\alpha + \beta$ 钛合金	同时含有稳定 α 相的合金元素铝和稳定 β 相 (降低 α/β 转变温度) 的合金元素钒或钼、钨、铌, 在室温下具有 " $\alpha + \beta$ " 的相结构。合金系为 Ti-Al-V (Ta、Mo、Nb)
	β 钛合金	含有稳定 β 相的合金元素钒或钼, 快冷后在室温下为亚稳 β 结构。合金系为 Ti-V (Mo、Ta、Nb)
		钛合金与铝合金、镁合金、铍合金同属轻有色金属合金。钛合金具有中等的密度, 很高的比强度与比刚度, 良好的耐热性能和很好的耐蚀性, 主要用于航空航天和化工设备

(续)

合金类型	合金品种	合金系列
高温合金	镍基高温合金	高温合金是指在 1000℃ 左右高温下仍具有足够的持久强度、蠕变强度、热疲劳强度、高温韧性及足够的化学稳定性的热强性材料,用于在高温下工作的热动力部件。合金系为 Ni-Cr-Al、Ni-Cr-Al-Ti 等,常含有其他合金元素
	钴基高温合金	合金系为 Co-Cr、Ni-W、Mo-Mn-Si-C 等
锌合金	变形加工锌合金	合金系为 Zn-Cu 等
	铸造锌合金	合金系为 Zn-Al 等
轴承合金	铅基轴承合金	合金系为 Pb-Sn、Pb-Sb、Pb-Sb-Sn 等
	锡基轴承合金	合金系为 Sn-Sb 等
	其他轴承合金	合金系为铜合金、铝合金等
硬质合金	碳化钨	以钴作为粘结剂的合金,用于切削铸铁或制成矿山用钻头
	碳化钨、碳化钛	以钴粘结,用于钢材的切削
	碳化钨、碳化钛、碳化钼	以钴粘结,具有较高的高温性能和耐磨性,用于加工合金结构钢和镍铬不锈钢

1.1.2 有色金属材料的分组

有色金属及合金的分组方法如下:

1) 按金属及合金性能、使用要求分组,如变形铝及铝合金根据 GB/T 16474—1996 分组,用 1XXX~9XXX 牌号系列表示。

2) 按金属及合金中主要组成元素(或特殊加工方法)分组,如铜及铜合金分为纯铜、无氧铜、铝青铜、铅青铜、铝青铜等,或分为铜板、铜管、铜带、铜箔等。

3) 按金属及合金的组织类型分组,如钛及钛合金分 α 型钛及钛合金、 β 型钛及钛合金、 $\alpha + \beta$ 型钛合金等。

4) 专用产品按具体情况分组,如焊料按合金中主元素分组;金属粉末按元素名称分组;铝粉因品种较多,按生产方法、用途分为喷铝粉、涂料铝粉、细铝粉等。