

中外铝合金牌号

对照速查手册

林慧国 主编



● ISBN 978-7-111-21763-3

封面设计 / 电脑制作 : 王奕文

上架指导: 工业技术 / 材料工程 / 金属材料

编辑热线: (010)68351729

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037
联系电话: (010) 68326294 网址: <http://www.cmpbook.com>
(010) 68993821 E-mail: online@cmpbook.com

定价: 39.00 元

ISBN978-7-111-21763-3



9 787111 217633 >

中外铝合金牌号对照速查手册

林慧国 主编
林 钢 主审



机械工业出版社

本手册是一本用来简捷查阅中外铝及铝合金牌号、化学成分及其相互对照的小型工具书。包括中国与日本、印度、俄、德、法、英、美等国以及与国际标准 (ISO)、欧洲标准 (EN) 之间的对照,除了着重进行铸造铝合金和变形铝及铝合金的中外牌号对照外,还进行各国铝合金的新旧牌号对照。书中还介绍了各国及国际标准的牌号表示方法,以及介绍了我国国标、ISO 标准、AA 标准、EN 标准的铝及铝合金牌号系列。书中还汇编了各国非标准的铝及铝合金的商业牌号信息 3000 多条。

本手册可供铝材生产厂家、使用部门、科研设计院所、经贸部门等的工程技术人员查阅,并可供外贸和物资流通部门的从业人士查阅,也可供有关专业的院校师生参考。书中列有英文目录,为来华的外国专家和从业人士提供方便。

图书在版编目 (CIP) 数据

中外铝合金牌号对照速查手册/林慧国主编. —北京:
机械工业出版社, 2007. 8
ISBN 978 - 7 - 111 - 21763 - 3

I. 中… II. 林… III. 铝合金 - 类型 - 世界 - 手册
IV. TG146. 2 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 096494 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: 张秀恩 王兴垣
责任编辑: 张秀恩 王兴垣 版式设计: 冉晓华 责任校对: 程俊巧
封面设计: 王奕文 责任印制: 洪汉军
北京京丰印刷厂印刷
2007 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷
169mm × 239mm · 13.5 印张 · 524 千字
0 001—4 000 册
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 21763 - 3
定价: 39.00 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) 68351729
封面无防伪标均为盗版

前 言

铝及铝合金的性能优良，用途极广，已广泛用于建筑业、容器包装、交通运输、国防工业、电力工业、电子和电器工业、机械装备、耐用消费品以及民用五金、家庭用具等。目前全球铝材的消费量增长率已大大超过钢材消费量增长率。改革开放以来，我国铝业发展迅速，铝年产量和铝材年消费量分别居世界第一、二位。国内铝材市场十分活跃，充满活力，国内铝业的从业人员队伍日益扩大，还有一大批有关专业的科研、设计人员和院校师生。由此可见，我国铝业的发展和铝材市场的开发，以及专业人才的成长壮大，为专业图书的出版带来广阔的前景。一年多前，作者们编写出版了《铝合金应用手册》，据反映，内容比较系统，实用性和技术性较强，受到读者欢迎。但是任何一种图书都难以满足各种不同的需要。为此，我们再编写这本《中外铝合金牌号对照速查手册》，其宗旨是为了与 2006 年出版的上述手册形成相互补充，以满足不同的需要。

本书是一本用来简捷查阅中外铝合金牌号、化学成分及其对照的小型工具书。全书大体可分为四部分：

第一部分为基础知识。首先，综述铝及铝合金的性能与用途、铝合金的分类，以及我国现行标准的铸造铝合金、变形铝及铝合金的品种系列。其次，系统介绍世界各主要铝业国家和 ISO 国际标准、欧洲 EN 标准的铝及铝合金的牌号表示方法。我们相信，这些内容对于查阅中外铝合金牌号对照是会有帮助的（见第 1~2 章）。

第二部分为中外铝合金牌号对照。包括中国与日本、印度、俄罗斯、德国、法国、英国、美国等，以及与 ISO 国际标准、欧洲 EN 标准之间的铝合金牌号、化学成分的对照。其次，考虑到各国的铝合金标准在不断更新，还进行了各国铝合金新旧牌号及代号的对照。这些对照表为读者提供了查阅中外铝合金牌号对照的简捷途径（见第 3~5 章）。

第三部分是对国际性标准的铝合金牌号系列进行简介，包括 ISO 国际标准、美国铝业协会（AA）标准和欧洲 EN 标准等的铝合金牌号系列。这几类标准在铝合金国际贸易和技术交流方面应用很广，便于查阅和系统了解（见第 6 章）。

第四部分为铝及铝合金非标准的商业牌号。因为考虑到国际贸易和市场流通的铝材，常常见到一些非标准的商业牌号，而介绍这些牌号的产品样本比较分散，介绍的形式又五花八门，并且往往一时难以找到。为此，我们汇集了国外铝合金生产厂家（含跨国公司）的铝及铝合金的商业牌号的信息共 3300 多条，经

IV 中外铝合金牌号对照速查手册

过整理汇编后,力求介绍的内容体例基本一致,然后将所有牌号按数码和字母序列编排,便于读者速查(见第7章)。

此外,本手册还编排了英文目录,为来华的外国专家和从业人士提供一些查阅参考上的方便。

本手册由林慧国(教授级高工)主编,林钢(加拿大北阿尔伯达理工大学材料研究所所长)主审。参加本书编写、汇编、外文翻译、审核校对等工作的人员还有李明、范广华、苏秀青、毛英杰、牟素霞等。对他们的大力支持和辛勤劳动表示衷心感谢。

本书在编写过程中,虽对框架和内容做了多次修改和补充,仍感到有某些不足,并且由于编者水平有限,书中存在遗漏及错误之处,谨请读者批评指正。

最后,编者郑重声明:任何出版物和网站,如果需要引用本手册编写的内容,必须事先征得本书编者的同意,否则将承担有关的法律责任。

编 者

目 录

前言

第1章 铝及铝合金概述	1
1.1 铝及铝合金的性能与用途	1
1.2 铝及铝合金的分类	3
1.3 我国铸造铝合金的品种	9
1.4 我国变形铝及铝合金的品种	13
第2章 主要铝业国家的铝及铝合金牌号表示方法	21
2.1 中国铝及铝合金牌号和状态代号表示方法	21
2.2 国际标准化组织 (ISO) 铝及铝合金牌号表示方法	30
2.3 日本铝及铝合金牌号表示方法	31
2.4 印度铝及铝合金牌号表示方法	34
2.5 俄罗斯铝及铝合金牌号表示方法	35
2.6 欧洲标准 (EN) 铝及铝合金牌号表示方法	36
2.7 德国铝及铝合金牌号表示方法	38
2.8 法国铝及铝合金牌号表示方法	41
2.9 英国铝及铝合金牌号表示方法	43
2.10 美国铝及铝合金牌号表示方法	45
2.11 国际标准和国外的铝及铝合金状态代号简介	47
第3章 变形铝及铝合金牌号与化学成分的中外对照	53
3.1 工业纯铝牌号和化学成分的近似对照	53
3.2 Al-Cu 系变形铝合金牌号和化学成分的近似对照	62
3.3 Al-Mn 系变形铝合金牌号和化学成分的近似对照	81
3.4 Al-Si 系变形铝合金牌号和化学成分的近似对照	88
3.5 Al-Mg 系变形铝合金牌号和化学成分的近似对照	95
3.6 Al-Si-Mg 系和 Al-Mg-Si 系变形铝合金牌号和化学成分的近似对照	114
3.7 Al-Zn 系和其他类变形铝合金牌号和化学成分的近似对照	125
第4章 铸造铝合金牌号与化学成分中外对照	139
4.1 Al-Si 系铸造铝合金牌号和化学成分的近似对照	139

VI 中外铝合金牌号对照速查手册

4.2	Al-Si-Cu 系铸造铝合金牌号和化学成分的近似对照	146
4.3	Al-Si-Mg 系铸造铝合金牌号和化学成分的近似对照	155
4.4	Al-Cu 系铸造铝合金牌号和化学成分的近似对照	158
4.5	Al-Mg 系和 Al-Zn 系铸造铝合金牌号和化学成分的近似对照	162
4.6	压力铸造铝合金牌号和化学成分的近似对照	167
4.7	铝锭牌号和化学成分的近似对照	173
第5章 各国铝合金新旧牌号及代号对照		178
5.1	中国铝合金新旧牌号及状态代号对照	178
5.2	日本变形铝及铝合金品种与牌号的后缀字母对照	181
5.3	印度铝合金新旧牌号对照	184
5.4	俄罗斯变形铝及铝合金牌号与数字代号对照	186
5.5	德国铝合金新旧牌号对照	186
5.6	法国铝合金新旧牌号对照	189
5.7	英国铝合金新旧牌号对照	193
5.8	意大利和西班牙的铝合金新旧牌号对照	197
5.9	瑞典和挪威的铝合金新旧牌号对照	202
5.10	美国各协会的铝合金牌号对照和新旧牌号对照	205
第6章 主要国际标准的铝合金牌号系列简介		218
6.1	国际标准 (ISO) 铝及铝合金牌号系列	218
6.2	美国铝业协会标准 (AA) 铝及铝合金牌号系列	229
6.3	欧洲标准 (EN) 铝及铝合金牌号系列	269
第7章 国外铝材市场的商品牌号速查		297
7.1	数字字头的铝材商业牌号	297
7.2	A 字头的铝材商业牌号	306
7.3	B, C 字头的铝材商业牌号	332
7.4	D, E 字头的铝材商业牌号	345
7.5	F, G, H 字头的铝材商业牌号	352
7.6	I, J, K 字头的铝材商业牌号	363
7.7	L, M, N 字头的铝材商业牌号	370
7.8	O, P, Q 字头的铝材商业牌号	384
7.9	R, S, T 字头的铝材商业牌号	391
7.10	U, V, W 字头的铝材商业牌号	408
7.11	Y, Z 字头的铝材商业牌号	413
附录 国外铝合金生产厂家名录		415

CONTENTS

FOREWORD

SECTION 1 INTRODUCTION TO ALUMINUM AND ALUMINUM

ALLOYS 1

- 1.1 Properties and Applications of Aluminum and Aluminum Alloys 1
- 1.2 Classification of Aluminum and Aluminum Alloys 3
- 1.3 Cast Aluminum Alloys in China (GB Specification) 9
- 1.4 Wrought Aluminum and Aluminum Alloys in China (GB Specification) 13

SECTION 2 DESIGN OF ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS

DESIGNATION IN MAJOR INDUSTRIAL

COUNTRIES 21

- 2.1 Design of Chinese Designation of Aluminum and Aluminum Alloys, and Their Temper Designation 21
- 2.2 Design of ISO Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 30
- 2.3 Design of Japanese Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 31
- 2.4 Design of Indian Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 34
- 2.5 Design of Russian Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 35
- 2.6 Design of European (EN) Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 36
- 2.7 Design of German Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 38
- 2.8 Design of French Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 41
- 2.9 Design of British Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 43
- 2.10 Design of American Designation of Aluminum and Aluminum Alloys 45
- 2.11 Design of International Temper Designation System (IDS) and Other Temper Designation Systems 47

SECTION 3 CROSS-REFERENCE OF DESIGNATIONS AND

CHEMICAL COMPOSITIONS OF WROUGHT

ALUMINUM ALLOYS IN CHINA AND

IN FOREIGN COUNTRIES 53

- 3.1 Cross-reference of Designations and Compositions of Unalloyed Aluminum 53
- 3.2 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Cu Wrought Aluminum

VII 中外铝合金牌号对照速查手册

Alloys	62
3.3 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Mn Wrought Aluminum Alloys	81
3.4 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Si Wrought Aluminum Alloys	88
3.5 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Mg Wrought Aluminum Alloys	95
3.6 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Mg -Si and Al-Si-Mg Wrought Aluminum Alloys	114
3.7 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Zn and Other Wrought Aluminum Alloys	125

SECTION 4 CROSS-REFERENCE OF DESIGNATIONS AND CHEMICAL COMPOSITIONS OF CAST ALUMINUM ALLOYS IN CHINA AND IN FOREIGN COUNTRIES

139

4.1 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Cu Cast Aluminum Alloys	139
4.2 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Si-Cu Cast Aluminum Alloys	146
4.3 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Si-Mg Cast Aluminum Alloys	155
4.4 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Cu Cast Aluminum Alloys	158
4.5 Cross-reference of Designations and Compositions of Al-Mg and Al-Zn Cast Aluminum Alloys	162
4.6 Cross-reference of Designations and Compositions of Cast Aluminum Alloys for Pressure-Die Casting	167
4.7 Cross-reference of Designations and Compositions of Unalloyed Aluminum Ingots	173

SECTION 5 CROSS-REFERENCE OF CURRENT AND OLD DESIGNATIONS OF ALUMINUM ALLOYS AND THEIR TEMPER DESIGNATIONS

178

5.1 Cross-reference of Current and Old Chinese Designations of Aluminum Alloys and Their Temper Designations	178
5.2 Cross-reference of Japanese Designation and Suffix of Wrought Aluminum Alloys	181
5.3 Cross-reference of Current and Old Indian Designations of Aluminum Alloys	184
5.4 Cross-reference of Current and Old Russian Designations of Wrought Aluminum Alloy	

and Their Numerical Notations	186
5. 5 Cross-reference of Current and Old German Designations of Aluminum Alloys	186
5. 6 Cross-reference of Current and Old French Designations of Aluminum Alloys	189
5. 7 Cross-reference of Current and Old British Designations of Aluminum Alloys	193
5. 8 Cross-reference of Current and Old Italian and Spanish Designations of Aluminum Alloys	197
5. 9 Cross-reference of Current and Old Swedish and Norwegian Designations of Aluminum Alloys	202
5. 10 Cross-reference of Current and Old American Designations of Aluminum Alloys	205

SECTION 6 MAJOR INTERNATIONAL SPECIFICATIONS OF ALUMINUM ALLOY

6. 1 The ISO Specification of Aluminum and Aluminum Alloys	218
6. 2 The AA (Aluminum Association of America) Specification of Aluminum and Aluminum Alloys	229
6. 3 The EN (European Standard) Specification of Aluminum and Aluminum Alloys	269

SECTION 7 A LIST OF ALUMINUM TRADE NAMES AND COMMERCIAL NAMES

7. 1 Numerical Trade Names	297
7. 2 Trade Names Starting with Letter "A"	306
7. 3 Trade Names Starting with Letters "B" or "C"	332
7. 4 Trade Names Starting with Letters "D" or "E"	345
7. 5 Trade Names Starting with Letters "F", "G" or "H"	352
7. 6 Trade Names Starting with Letters "I", "J" or "K"	363
7. 7 Trade Names Starting with Letters "L", "M" or "N"	370
7. 8 Trade Names Starting with Letter "O", "P" or "Q"	384
7. 9 Trade Names Starting with Letters "R", "S" or "T"	391
7. 10 Trade Names Starting with Letters "U", "V" or "W"	408
7. 11 Trade Names Starting with Letters "Y" or "Z"	413

APPENDIX Foreign Producers and Manufacturers of Aluminum Alloys

415

第 1 章 铝及铝合金概述

1.1 铝及铝合金的性能与用途

铝及铝合金的性能优良，用途十分广泛。世界铝产量从 1956 年开始超过铜产量一直居有色金属之首位。当前铝的产量和用量（按吨计算）仅次于钢铁，成为人类应用的第二大金属；而且铝的资源十分丰富，据初步计算，铝的矿藏储量约占地壳构成物质的 8% 以上。

铝的重量轻和耐腐蚀，是其性能的两大突出特点。纯铝的密度约为 2.7g/cm^3 ，仅为铁、铜密度的 $1/3$ 。一般来说，铝的密度与其纯度和温度有关，即随着铝纯度的提高而密度降低；纯度相同的熔融铝，其密度则随温度的提高而降低。铝对自然界的水（含海水）、大气中的各种元素，以及油料与各种化学物品，都有良好的耐蚀性。这是由于铝的化学性质极其活泼，具有同氧（特别是空气中的氧）强烈结合的倾向，铝在空气中被其表面生成一层厚度约为 $2 \times 10^{-4}\text{mm}$ 的致密氧化膜所覆盖，防止了铝的继续氧化，从而使铝具有良好的耐蚀性。

铝氧化的程度，取决于温度、铝的粉碎程度及存在于其中的其他金属杂质。当温度高于铝的熔点时，其氧化速度最快；而粉碎得很细的铝粉，当在空气中加热时即剧烈燃烧。铝中若存在镁、钙、钠、铜、硅时，可增加氧化程度。铝中有杂质存在的区域，氧化膜与铝的连接力大大减弱。

铝在工业用酸中的溶解度和气体在铝中的溶解度，因介质的不同而不同。工业铝易溶于盐酸，随着纯度的提高其溶解度急剧下降。硫酸对铝溶解的作用缓慢。各种浓度的冷硝酸均不能溶解铝，若将硝酸加热即可加速溶解。铝在乙酸等有机酸中基本呈稳定状态。气体在铝中的溶解度随温度的升高而增加。氢、氮、一氧化碳等气体均能溶解于铝液中，其中部分气体溶解后与铝形成化合物。

铝在抛光以后，对可见光、辐射热和电磁波都有良好的反射率，例如可用来制作高质量的反射镜、加热板的反射器等，也常用作屋顶，可反射大部分太阳热能。铝具有良好的导电性能，铝的纯度越高其导电性能越好。铝单位重量的电导率约为铜的两倍。电器和无线电工业广泛用铝制造电线、电缆、电容器、整流器、电器配件和无线电器材等。在电力工程中，常用于远距离的高压输电电缆。铝的导热性好，其热导率约为熟铁的 2.5 倍，约为铜的 60%。由于铝的导热性

好，是制作制冷设备、散热器、热交换器的常用材料。例如，在电冰箱、电熨斗底板和一些食品加工器具中大多采用铝材。

铝还具有引人赏目的外观，经过天然润饰，即可获得明亮而柔和的色泽；经过处理后还可以获得所需要的色彩和花纹。铝具有吸声性能，广播室和现代大型建筑物目前多采用它作室内天花板。铝是无毒的材料，可以安全用于食品和饮料的加工与包装。铝属于非铁磁性材料，广泛用作要求无磁性的电气工业和电子工业的元件材料。铝碰撞时不会产生火花，在接近易燃易爆物品时是安全可靠的。

除铝材外，铝粉的用途也很广，粗铝粉可用于钢的脱氧；铝粉还作为铝热法还原生产某些金属的主要原料；细铝粉主要用于颜料、焰火、泡沫剂等。

铝的熔点低，铸造性能好。铝的力学性能与其纯度有很大关系，纯铝软，强度低，但铝和某些合金元素组成的铝合金，不仅在某种程度上仍保持着铝固有的特点，同时又显著提高了它的硬度和强度。某些铝合金用作结构材料时，其强度可超过一般结构钢；另一些铝合金用作模具材料时，其使用寿命可超过一般模具钢。铝和多种铝合金均有优良的延展性，可以进行各种塑性加工。任何一种铝合金的机械加工性能都优于钢和纯铝，但各种变形铝合金与铸造铝合金的机械加工性能有很大的差别。铝及铝合金是属于最容易成形的金属材料之一，但是铝合金所容许的形变量受其化学成分、品级及其热处理的影响。由于铝合金的机械强度和加工硬化率均较低，因此与其他金属的成形性能有所不同。

机械制造业广泛用铝合金制造车轮、滑轮、离心机、通风机、起重机及泵的零部件、活塞和发动机气缸，以及铝板冲压件等。这是由于铝及铝合金的特点不仅密度小，而且能具有所要求的强度和硬度，从而能降低机械运转中的能量消耗，或者在使用相同能量的条件下大大地提高运转速度，也相对地延长了机件的使用寿命。同时，整个机器的重量减轻、尺寸减小后，更能适应生产、运输、安装和操作。

铝及铝合金已成为制造飞机、汽车、船舶、拖拉机、机动车辆等不可缺少的材料。在国防工业上用铝及铝合金制造火箭、导弹、战斗机、人造卫星、宇宙飞船、舰艇、坦克、装甲车、雷达、照明弹、探照灯以及其他武器装备等的结构件和零部件。由于铝的热中子俘获面小，仅次于铍和锆，但铝既经济又易加工，所以原子能工业常用它做核反应堆的包覆材料。

归纳起来，铝及铝合金的用途主要为以下几个行业：建筑工业、容器包装、交通运输、国防工业、电力工业、食品工业、机械设备、耐用消费品行业以及其他类等。近20年来，建筑、汽车、包装用铝已成为工业发达国家的铝材三大用途。

1.2 铝及铝合金的分类[⊖]

1. 纯铝、精铝和高纯铝

纯铝：铝含量最少为 99.0%，并且其他任何元素的含量不超过下列规定界限值的金属铝：

Fe + Si 含量不大于 1.0%；

其他元素[⊖]，每种含量不大于 0.10%。

精铝：将铝含量为 99.0% 以上的纯铝，用特殊的冶炼方法制成的纯度不小于 99.95% 的金属铝。例如，我国国家标准 GB/T 8644—2000 中列有 4 种精铝锭。

高纯铝：以优质精铝为原料，采用特殊冶炼方法（例如采用定向凝固提纯法）生产的纯度不小于 99.999% 的金属铝。例如，我国有色金属行业标准 YS/T 275—1994 中列有两种高纯铝。

2. 原生铝和再生铝

原生铝：经还原或分解金属化合物所提炼的金属铝。

再生铝：至少经过一次熔注或加工，并经回收和处理所获得的金属铝。

3. 铝合金

铝合金是以铝为基体金属元素，并由合金元素及杂质所组成的工程合金。合金中铝的含量超过任何一种其他元素 [见正文 P2 注[⊖]]，其他元素至少有一种元素的含量超过 0.10%，或者 Fe + Si 的含量超过 1.0%。所有其他元素的总含量超过 1.0%。

铝合金中的合金元素，是为了使该合金具有某些特性而有意加入或保留的；而杂质是指存在于该合金中的并非有意加入或保留的金属或非金属元素。由于纯铝的强度较低，其用途受到一定限制，所以工业上大多采用铝合金。

4. 铝合金系列

铝合金按主要合金元素分类，可分为铝-镁系合金、铝-锰系合金、铝-铜系合金、铝-锌系合金、铝-硅系合金、铝-镁-硅系合金等。

按组成合金的元素单元分类，可分为二元合金、三元合金、四元合金和多元合金等。

⊖ 此分类主要参考我国国家标准 [GB/T 8005—1987]：铝及铝合金术语。凡涉及含量和含量百分数的词均指质量和质量分数。

⊖ 这里所指的其他元素包括 Cr、Cu、Mg、Mn、Ni、Zn。如果铬和锰含量都不超过 0.05%，铜含量允许 >0.10% 至 ≤0.20%。

4 中外铝合金牌号对照速查手册

按热处理可否强化分类,可分为热处理可强化铝合金和热处理不可强化铝合金。不可强化铝合金,仅冷加工能够强化,而热处理不能明显强化。

按铝合金产品生产状态分类,可分为冶炼产品、加工产品、铸造产品。而在铝合金的使用与流通领域通常分为变形铝合金、铸造铝合金和铝中间合金。

5. 变形铝合金、铸造铝合金和铝中间合金

变形铝合金:主要通过塑性变形加工的铝合金产品,如棒材、线材、管材、板材、带材、箔材、型材等。变形铝合金的品种多,性能各异,用途广泛。

铸造铝合金:主要用于铸件生产的铝合金产品。铸造铝合金的流动性好,可用来浇注各种形状的机械零件。铸造铝合金的塑性较差,可通过变质处理和热处理来提高其力学性能。

铝中间合金:是一类仅作为加入料用于配制合金、调节成分或控制杂质的铝基合金。例如,我国有色金属行业标准 YS/T 282—2000 中对铝中间合金锭的牌号和化学成分作出规定。

6. 铸造铝合金按合金系列及性能分类

铸造铝合金按性能分类,主要有:普通铸造铝合金、高强度铸造铝合金、热强铸造铝合金、耐蚀铸造铝合金等。按合金系列分类,基本合金系列有:铝硅系合金、铝铜系合金、铝镁系合金、铝锌系合金,此外还有铝稀土系合金和铝锡合金。至于其他系列的铸造铝合金大多是上述基本合金系列的改良产品。

各种铸造铝合金对不同铸造方法的适应性有所不同,因而又可分为采用砂型铸造、金属型铸造、压力铸造、熔模壳型铸造、石膏型铸造等的铸件或铸锭。

(1) 铝硅系合金 俗称“硅铝明”。合金中的硅含量范围较宽,通常 w_{Si} 为 5% ~ 25%,并添加镁、铜等元素,形成共晶、亚共晶或过共晶型合金,而共晶型合金具有充型性好、收缩性小、热裂性低等优点。铝硅系合金的铸造性能好,耐蚀性能高,密度小,力学性能较好。

w_{Si} 为 5% 的铝硅系合金,力学性能和可加工性差,只用于生产外形尺寸和壁厚小的非承载零件,或用作焊料。国外也有 $w_{Si} < 2\%$ 的合金,但应用并不普遍。

$w_{Si} > 5\% \sim 13\%$ 的铝硅系合金,属于共晶或亚共晶型合金,是工业上应用最广的铸造铝合金,具有优良的铸造工艺性能,有较好的气密性,但合金的强度较低,不可热处理强化,如 ZAlSi12 (ZL102) 合金。为了提高强度,在亚共晶型合金中加入铜和镁,形成强化相,开发了 ZL101、ZL104、ZL105、ZL110 等合金,强度较高,可热处理强化。

w_{Si} 在 13% 以上而小于 25% 的过共晶型铝硅系合金,则具有热膨胀系数小、耐蚀性能好等特点。

对于硅含量较高的合金,如果要求具有良好的强度和塑性,可用“变质处理”获得较显著的改善。添加适量的钠 (Na) 和锶 (Sr) 可使硅共晶细化,并

有效地使合金获得变质效果。变质处理对砂型铸件性能的提高比较明显，对金属形铸件性能的影响也有利。

(2) 铝铜系合金 这类合金在工业上应用最早，其铜含量范围为4% ~ 14%。铝铜系合金的特点是热强性比其他铸造铝合金都高，熔炼操作简单，并有良好的可加工性和焊接性，但铸造工艺性能较差，密度较大，耐蚀性能较差。适用于生产形状简单的高强度结构零件。

w_{Cu} 为4% ~ 5%的铝铜系合金，如ZAlCu4 (ZL203)，由于成分中的杂质元素有铁、硅和少量的锌、镁等，其铸造性能差，并有形成热裂和疏松倾向。当用金属型铸造时，适当增加硅含量可提高合金流动性和减少热脆性，但又会使塑性降低。这类合金适用于需要切削加工、承受中等载荷或冲击载荷的形状简单的零件，如曲轴箱、支架、飞轮盖等。

铜含量大于9%的铝铜系合金，如ZL202合金，具有较好的铸造性能，并有良好的抛光性能与电镀性能，但热处理强化效果不大，力学性能较低。

铝铜系合金中具有重要应用价值的是在AlCu5简单固溶体型合金的基础上发展起来的高强度铸造铝合金和热强铸造铝合金，主要有Al-Cu-Si、Al-Cu-Mn、Al-Cu-Mg、Al-Cu-Ni、Al-Cu-RE等系列。分别添加Cd和Ag等控制时效过程元素和Ti、Zr、V、B等细化晶粒元素的Al-Cu-Mn、Al-Cu-Mg系列的合金，室温力学性能最好，与一般高强度变形铝合金相当。添加Zr、Mn等多种元素的Al-Cu-Ni、Al-Cu-RE等系列的合金，则具有很好的热强性。

(3) 铝镁系合金 这类铸造合金的镁含量为 w_{Mg} 0.5% ~ 13%。镁在铝中的溶解度大，而且强化效果显著。铝镁系合金的耐蚀性能好，密度小，室温力学性能虽高但热强性低，铸造性能较差。在Al-Mg二元合金中添加Zn、Si等元素，发展了Al-Mg-Zn、Al-Mg-Si等多元合金。

这类合金的典型牌号如ZAlMg5Si1 (ZL303)，该合金为不可热处理强化的合金，具有优良的抗蚀性能，其可加工性超过其他各系铸造铝合金；焊接性和耐热性均高于铝硅合金，但室温力学性能不高。

铝镁合金的主要优点是在海水和海洋环境中具有良好的抗蚀性能，适于制造船舶、水上飞机、内燃机等用的受力不大而要求耐蚀性能好的零件，还用于制造装饰零件。

但合金中的杂质将会影响抗蚀性能，所以要求选用杂质含量低的优质金属原料来制造。由于铝镁合金的铸造性能较差，而且镁的氧化倾向大，将增加生产成本，因此铸造过程中应细心地操作。

(4) 铝锌系合金 也是工业上应用最早的铸造铝合金之一。铝锌系合金的主要特点是“自硬”倾向，即合金铸造后不经淬火处理即可达到强化。这种特性可以避免淬火应力的产生，减少零件变形，特别适于铸造要求尺寸稳定性高的

6 中外铝合金牌号对照速查手册

零件。简单的铝锌系合金的耐蚀性差，有应力腐蚀破裂倾向，铸造时易热裂，因此这类铝锌系二元合金几乎已不使用。

目前工业上应用的铝锌系铸造铝合金均添加了 Si、Mg、Cu 等元素，而发展了 Al-Zn-Si、Al-Zn-Mg、Al-Zn-Cu 系合金。

Al-Zn-Si 系合金具有较高的力学性能和良好的铸造工艺性能。如 ZAlZn11Si7 (ZL401) 合金的流动性好，有较强的自然时效倾向，可不经热处理即达到较高强度；但热强性低，耐蚀性一般，且密度大。

Al-Zn-Mg 系合金具有良好的力学性能和耐蚀性能。如 ZAlZn6Mg (ZL402) 合金的铸造性能尚好，铸造后有自然时效能力，可获得较高的力学性能，抗应力腐蚀性能及一般耐蚀性能较好，可加工性良好，但耐热性较差，且密度大。

Al-Zn-Cu 系合金的强度较高，可加工性和焊接性良好，但铸造性能和耐蚀性能较差。

(5) 铝稀土系合金 工业上应用的 Al-RE 系合金主要有 ZAlRE5Cu3Si2 (ZL207) 铸造铝合金， w_{RE} 为 4.4% ~ 5%，除了稀土和 Cu、Si 元素外，还含有少量的 Mn、Mg、Ni、Zr 元素。该合金为多相组织，其铸态组织具有高的热稳定性和高温抗变形能力。该合金的高温力学性能优于现有的其他铸造铝合金。合金的铸造工艺性能优良，流动性好，针孔与疏松倾向小，气密性高，适用于生产形状复杂的在高温下长期工作的铸件。但由于不能通过热处理强化，其室温的力学性能较低。

我国航空工业应用的 Al-RE 系合金有 ZAlCu8RE2Mn1 (ZL206) 高强度铸造铝合金， w_{RE} 为 1.5% ~ 2.3%。该合金以稀土作为强化元素，可热处理强化，具有较高的室温强度和显著的高温强度。若与以 Ni、Co 作为主要强化元素同类铝合金 (ZL208 等) 相比，ZL206 合金具有更好的铸造工艺性能，而且成分简单，易于熔炼和铸造。适用于工作温度为 250 ~ 350°C 短期或长期工作的各种受热零件和壳体等。

(6) 铝锡系合金 具有良好的耐蚀性、减摩性，较好的抗疲劳性能，主要用于铸造轴承，合金中的 w_{Sn} 一般约为 6% ~ 9%，而高锡铝合金的 w_{Sn} 可达 17% ~ 22%。锡在铝中的溶解度很小，利用锡的软相特性，可提供良好的润滑性。此外，合金中还含有少量的铜和镍，起强化作用。用于轴承的铝锡合金，其性能受铸造工艺的影响很大。为了保证具有优良的性能，需要使锡在合金的枝晶间呈细密分布，因此需要采用快速冷却的铸造工艺，才能获得细小的枝晶间距，为锡在枝晶间的细密分布创造有利条件。

7. 变形铝合金按使用性能和工艺性能分类

变形铝合金根据使用性能和工艺性能的不同，可分为硬铝、超硬铝、防锈铝、锻铝、特殊铝等五类。在各国变形铝及铝合金标准中还包括工业纯铝。