

アルミニウム

铝手册

火良译



轻工业出版社

铝 手 册

火 良 译

轻工业出版社

内 容 提 要

本手册重点介绍了日本目前常用的各种牌号的铝与铝合金的性能和用途,叙述了铝的复制工艺技术,其中包括铸造、压延、挤出、成型加工、接合与表面处理等等。此外,还选载了日本铝材料和铝(包括铝合金)制日用器皿的质量标准。手册内容比较全面,可资参考的数据资料也比较多。可供我国从事铝制品生产的科研、技术人员和工人阅读参考。

アルミこうム HAND BOOK

(本手册根据日本轻金属株式会社1975年版本译出)

铝手册

火良 译

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

轻工出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/32 印张:14 字数:307千字

1983年5月 第一版 第一次印刷

印数:1—7400 定价:1.60元

统一书号:15042·1719

前 言

自从十九世纪初,英国化学家汉弗来·迪比发现铝以来,至今已有一百四十多年了。

在此期间,铝有效地发挥出其它金属所没有的优良性能,因之作为新的金属而显露头角。

看看今天,从我们日常厨房用具的锅,直到包括原子能生产范围以内的多种多样制品,都有用铝制做的。同时它的生产技术也正在不断地飞跃发展。

为了使更多的人知道铝、使用铝,我们收集了铝的一次制品和二次制品的加工技术资料,编辑了本手册。

本手册作为铝制品生产的初学者和有关技术人员的阅读材料和技术资料,相信是会有所裨益的。

希望听到读者的宝贵意见,以便补充改正。

《铝手册》编辑委员会

译者的话

铝是地球上蕴藏量较多的金属，用途也越来越广泛，尤其铝合金制品，更有着广阔的发展天地。

我国铝制品行业较多，需要量也大。为了学习与借鉴国外的先进工艺技术，不断提高我国铝制品生产的水平，译者翻译了这本手册。

本手册的内容比较充实，从铝的各种牌号、性能、用途，铝的复制技术（铸造、压延、挤出、成型加工、接合、表面处理等），直到各种铝材与铝制品的技术标准，都有简明的介绍，有关的数据资料也比较齐全，便于读者参考、对照与查找。

本手册基本上按1975年的版本译出，其中铝板器皿、烧水壶、安全菜盒、压力锅和铸铝锅等日本工业标准，是译者从别处搜集来补加进去的。

由于译者水平有限，难免存在错误和不妥之处，希望读者指正。

目 录

第一章 铝及其性能	1
1-1 铝的生产过程	1
1-2 铝的一般性能	2
1-3 铝的分类及特点	3
1-3-1 压延材料	4
1-3-2 铸造材料	9
1-4 各种铝材的用途及主要成分	14
1-4-1 铝锭	14
1-4-2 压延材料	15
1-4-3 铸造材料	22
1-5 铝的热处理	25
1-5-1 热处理方法	25
1-5-2 调质记号	26
1-5-3 标准热处理条件	31
1-5-4 淬火处理和时效硬化	34
1-6 铝的物理性能	38
1-6-1 一般的性能	38
1-6-2 各种合金的主要性能	39
1-6-3 铝与其它材料的机械及物理性能的比较	44
1-7 铝的机械性能	50
1-7-1 压延材料	50

1-7-2 铸造材料	65
1-8 铝的化学性能	69
1-8-1 耐气候性	69
1-8-2 耐海水性	71
1-8-3 铝与各种材料耐蚀性的比较	72
1-8-4 铝对化学药品的耐蚀性	73
1-8-5 铝合金铸件的耐蚀性(按重量变化区分 级别)	78
1-9 铝制品的保管及使用注意事项	80
1-9-1 保管方面的注意事项	80
1-9-2 使用方面的注意事项	81
第二章 铸造	82
2-1 铝铸造方法的种类	82
2-2 铝铸造方法的说明	82
2-2-1 金属模铸造法	82
2-2-2 砂模铸造法	82
2-2-3 压力铸造法	83
2-2-4 无孔性压力铸造法	83
2-2-5 低压铸造法	83
2-2-6 精密铸造法	84
2-2-7 铝熔液锻造法	84
第三章 压延	85
3-1 制造工艺图	85
3-2 制造工艺的说明	85
3-2-1 熔化	85
3-2-2 铸造	86
3-2-3 切削平面	87

3-2-4	预热	87
3-2-5	加热	87
3-2-6	热轧	88
3-2-7	冷轧	88
3-2-8	软化处理(退火)	88
3-2-9	热处理	89
3-2-10	矫正	89
3-2-11	落料	90
3-2-12	检查	90
第四章	挤出	92
4-1	挤出的机械装置	92
4-2	挤出型材的制造工序	94
4-3	挤出型材的种类与方法	96
4-4	用心轴方式制造无缝铝管	97
第五章	成型加工	99
5-1	剪断	99
5-2	冲切	99
5-3	拉伸(用于加工圆筒形制品)	101
5-3-1	极限拉伸率	101
5-3-2	拉伸力	102
5-3-3	用压力机拉伸的设计标准	103
5-4	弯曲	104
5-4-1	型材的弯曲	105
5-4-2	线、圆棒、角形棒的弯曲	106
5-4-3	管的弯曲	108
5-4-4	板的弯曲	110
5-5	其它加工方法	113

5-5-1	拉拔	113
5-5-2	旋压	113
5-5-3	辊压成型	114
5-5-4	铝箔压延	115
5-5-5	冲击法	118
5-5-6	变薄拉伸法	118
5-5-7	锻造	118
5-5-8	连铸连轧法(连续铸造压延法)	119
第六章	接合法	122
6-1	焊接	122
6-1-1	焊接法的种类	122
6-1-2	焊接法的说明	122
6-1-3	焊接性	124
6-1-4	根据母材选择焊条的种类	125
6-1-5	焊缝的机械性能	127
6-2	机械接合	128
6-2-1	铆接	128
6-2-2	盲铆钉的接合	134
6-3	粘接	137
6-3-1	粘接概要	137
6-3-2	粘接剂的种类与选择	139
6-3-3	粘接方法	140
第七章	表面处理	142
7-1	表面处理概要	142
7-2	前处理	143
7-2-1	机械前处理	143
7-2-2	化学或电气前处理	144

7-3	薄膜化学处理	148
7-3-1	化学氧化薄膜	148
7-3-2	阳极氧化薄膜	148
7-4	着色处理	149
7-4-1	染色	149
7-4-2	自然发色	150
7-5	封孔处理	151
7-6	涂漆	151
7-7	后处理	153
第八章	制造范围	154
8-1	一次制品	154
8-1-1	铝锭	154
8-1-2	挤出用坯料	157
8-1-3	压延用板坯	157
8-1-4	其它	157
8-2	二次制品	159
8-2-1	铝板	159
8-2-2	彩色铝	159
8-2-3	压花纹铝板	172
8-2-4	挤出型材、管、棒	172
第九章	日本工业标准 (摘要)	176
9-1	钢制及铝合金制框架	176
9-2	铝锭	189
9-3	电气用铝锭	191
9-4	精制铝锭	191
9-5	铝、铝合金板及带	192
9-6	铝、铝合金涂漆板及带	241

9-7	铝、铝合金棒及线	250
9-8	铝与铝合金无缝管	266
9-9	铝与铝合金焊接管	284
9-10	铝与铝合金挤出型材	295
9-11	铝与铝合金锻件	328
9-12	铝与铝合金箔	343
9-13	高纯度铝箔	346
9-14	铝与铝合金导体	348
9-15	铝合金铸件	364
9-16	铝合金压铸件	377
9-17	铝与铝合金阳极氧化膜	380
9-18	铝板制器皿	384
9-19	铝制烧水壶	392
9-20	铝制安全菜盒	397
9-21	家庭用压力锅	400
9-22	铸铝锅	410
第十章	附表	413
10-1	铝板的重量与张数	413
10-2	铝管的重量	418
10-3	铝棒的重量	421
10-4	铝线的重量	424
10-5	铝箔的重量	425
10-6	计量单位的换算	426
10-7	各种金属的性能	434
10-8	各国铝合金名称对照	436

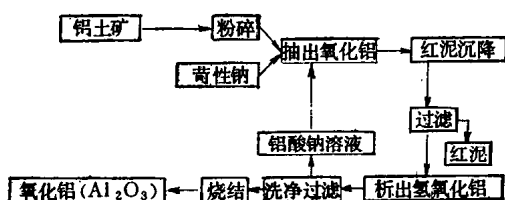
第一章 铝及其性能

1-1 铝的生产过程

铝一般是由下面两个工艺生产出来的。

(1) 氧化铝的制造工艺 (精炼矾土法)

氧化铝 (Al_2O_3), 可采用精炼矾土法, 经过下列工艺制造出来。



(2) 氧化铝电解工艺

从氧化铝生产出铝锭, 根据拜耳·耶尔法原理, 一般是采用电解的方法。氧化铝必须在 2000°C 以上的高温才能熔化, 但若是加入冰晶石, 在 $950\sim 1000^\circ\text{C}$ 的温度就可以熔化了。利用这个道理, 先在电炉中把冰晶石与氟化铝熔化, 成为混合的熔盐 (也即电解液), 把氧化铝加进去熔化。然后通入直流电, 于是氧化铝中的氧分子与阳极的碳元素进行化合, 生成二氧化碳和一氧化碳一起逸出, 铝就被分离析出。分离析出的铝, 因为比重比冰晶石大, 所以就沉积在电解炉底部的阴极碳棒上。

下表列出生产一吨铝, 所需要的原料量。

生产一吨铝所需原料量

氧化铝	1.9 吨	阳极浆料	0.6 吨
冰晶石	0.04吨	电 力	15,000千瓦·时
氟化铝	0.03吨		

由上述工艺生产出的铝，叫做一次铝锭，它的纯度一般为99.0~99.90%。

1-2 铝的一般性能

特 性	说 明	用 途
重量轻	铝的比重是2.7，与铜(比重8.9)或铁(比重7.9)比较，约为它们的1/3。铝制品或用铝制造的物品重量轻，可以节省搬运费和加工费用	用于制造飞机、铁路车辆、汽车、船舶、高层建筑和重量轻的容器等
强度好	铝的机械性能不如钢铁，但它的强度高。可以添加铜、镁、锰、铬等合金元素，制成铝合金，再经热处理，而得到很高的强度。铝合金的强度比普通钢好，也可以和特殊钢媲美	用于制造桥梁（特别是吊桥、可动桥）、飞机、压力容器、建筑结构材料、小五金
加工容易	铝的延展性优良，易于挤出中空型材和拉伸加工	框架、一般用品及各种容器、光学机器等
美 观	铝及其合金的表面有氧化膜，呈银白色，相当美观。如果经过氧化处理，其表面的氧化膜更牢固，而且还可以用染色和涂刷等方法，制出各种颜色来	建筑用壁板、器具装饰、装饰品、标牌
耐腐蚀性、耐气候性好	铝及其合金，因为表面能生成硬而且致密的氧化薄膜，很多物质对它不产生腐蚀作用。选择不同合金，在工业地区、海岸地区使用，也会有很优良的耐久性	门板、车辆、船舶外部覆盖材料，厨房器具，化学装置，屋顶瓦板，电动洗衣机

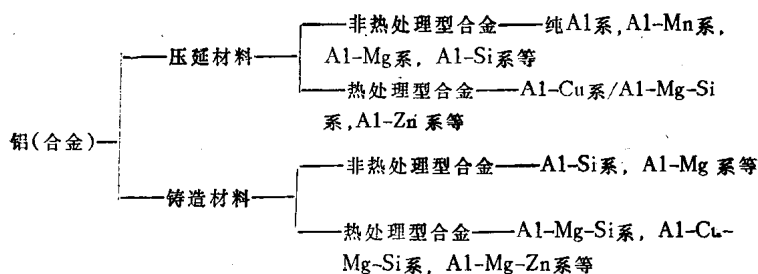
续表

特 性	说 明	用 途
耐化学药品	对硝酸、冰醋酸、过氧化氢等化学药品，有非常好的耐药性	用于化学用装置
导热、导电性好	导热、导电率仅次于铜，约为钢铁的3~4倍	电线、母线接头，锅、电饭锅、热交换器
对光、热、电波的反射性好	对光的反射率，抛光铝为70%，高纯度铝经过电解抛光的为94%，比银（92%）还高。铝对热辐射和电波，也有很好的反射性能	照明器具、反射镜、屋顶瓦板、抛物面天线、冷藏库、冷冻库、投光器、冷暖器的隔热材料
没有磁性	铝是非磁性体	船上用的罗盘、天线、操舵室的器具等
无 毒	铝本身没有毒性，它与大多数食品接触时溶出量很微少。同时由于表面光滑、容易清洗，故细菌不易停留繁殖	食具、食品包装、鱼罐、鱼仓、医疗机器、食品容器、酪农机器
有吸音性	铝对音响是非传播体，有吸收声波的性能	用于室内天棚板
耐低温	铝的温度低时，它的强度反而增加，因此它是理想的低温装置的材料	业务用冷藏库、冷冻库、南极雪上车辆、氧及氢的生产装置

1-3 铝的分类及特点

纯铝比较软，富有延伸性。如果根据各种用途，要求具有更高的强度，可以添加各种元素，制出满足各方面要求的铝合金。

下面是这些合金的分类，以及相应的合金系列。



1-3-1 压延材料

(1) 非热处理型合金

(a) 纯铝系合金 (1×××)

此系列合金牌号所标示的十位数字越大，说明铝的纯度越高。

它们的主要用途是：成型性好的1100、1050等，多用来制作器皿；表面处理性好的1100，多用来制作建筑用镶板；耐蚀性优良的1050，多用来制作盛放化学药品的装置。

另外，此系列合金又是热和电的良好导体，特别适于作导电材料（多使用1060）。

(b) Al-Mn系合金 (3×××)

Al-Mn系合金的加工性能好，与1100相比，它的强度要好一些，所以在美国使用的比1100多。

3003是含有1.2%Mn的合金，比1100强度高一些。在成型性方面，特别是拉伸性好，广泛用于低温装置、一般器皿和建筑材料等。

3004、3105是Al-Mn系添加镁的合金，添加镁有提高强度的效果，又有抑制再结晶晶粒粗大化的倾向，能够使铸块加热处理简单化，所以能在板材的制造上，起有利的作用。这些合金适用于制做建筑材料和电灯灯口，最近也用于制做

全铝罐。

(c) Al-Si系合金 ($4\times\times\times$)

Al-Si系合金，可用来做充填材料和钎焊材料，也可用做加强筋和薄板的外层材料。

此系列合金的阳极氧化薄膜呈灰色，属于自然发色的合金，适用于建筑用装饰板及挤出型材。

4043由于制造条件所限，薄膜的颜色容易不均匀，因此近年来使用不多。在这一点上进行改良的产品，有日本轻金属公司研制的合金4001（板材）和4901（挤出材）。

另外，4901-T5与6063-T5有相同的强度。

(d) Al-Mg系合金 ($5\times\times\times$)

Al-Mg系合金耐蚀性良好，不经热处理而由于加工硬化，可以得到相当的强度。它的焊接性好，故可研制出各种用途的合金。

Al-Mg系合金，大致分为含镁1%的成型加工用材料，含镁2~3%的中强度合金，含镁3~5%的焊接结构用合金，以及光辉合金。

① 光辉合金

这种合金是在铁、硅比较少的铝锭中，添加0.4%左右的镁，可用做轿车的装饰部件等。

为了发挥它的光辉性，可用化学研磨的方法，磨出良好的光泽后，再加工出4微米左右的硫酸氧化薄膜。另外，在化学研磨时添加铜，有加强光辉性的效果。

② 成型加工用材料

5005，5050是含有1%左右镁的合金，强度不高，但加工性良好，易于进行阳极氧化，耐蚀性和焊接性好。可用做车辆内部装饰材料，特别是用做建筑材料的拱肩板等低应力构

件和器具等。

③ 中强度合金

5052是含有镁2.5%与少量铬的中强度合金，耐海水性优良，耐蚀性、成型加工性和焊接性好。在抗拉强度方面，疲劳强度较高。应用于很多方面。

④ 焊接结构用合金

5056是添加镁5%的合金，在5000系合金中，它具有最高的强度。切削性、阳极氧化性良好，耐蚀性也优良。适于用做照像机的镜筒等机器部件。在强烈的腐蚀环境下，有应力腐蚀的危险性，但一般还是没有问题的。在低温下的静强度和疲劳强度也高。

5083，5086是为降低对应力腐蚀的感应性，而减少镁的含量的一种合金。耐海水性、耐应力腐蚀性优良，焊接性好，强度也相当高，广泛用做焊接结构材料。

5154的强度介于5052与5083之间。耐蚀性、焊接性和加工性都与5052相同。

此系列合金，具有在低温下增加疲劳强度的性能，所以被应用在低温工业上。5083做为低温构造材料的实例很多。

(2) 热处理型合金

(a) Al-Cu系合金(2×××)

Al-Cu系合金作为热处理型合金，已有很悠久的历史。硬铝(飞机合金)的名称，是大家都很熟悉的。

2014是在添加铜的同时又添加硅、锰和镁的合金。此种合金的特点是具有优良的屈服强度，成型性较好，广泛用做强度比较高的部件。经T₄〔注〕处理的材料，具有仅次于7075

译者注：T₈、T₄等，都是日本标准JIS规定的调质记号。