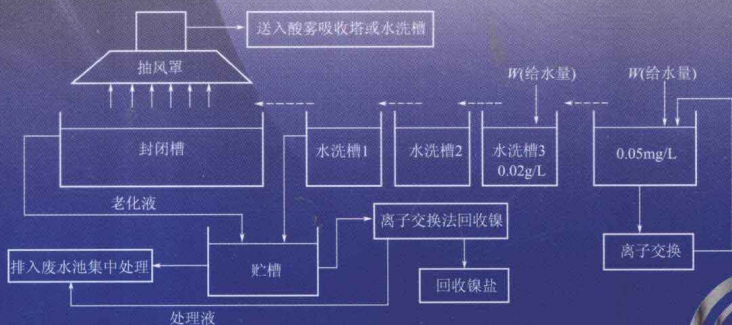


铝合金

表面处理技术

Lühejin Biaomian Chuli Jishu

杨丁 黄芸珠 杨崛 编著



化学工业出版社

铝合金

表面处理技术

Aluminum Surface Treatment Technology

杨丁 黄芸珠 杨崛 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细介绍了铝合金表面处理的前处理技术、化学氧化技术、阳极氧化与染色技术、化学镀与电镀技术、水洗技术及清洁生产等。同时也对丝纹蚀刻、不腐蚀钛的雾面蚀刻、宽温阳极氧化以及化学镀前的预浸技术进行了详细介绍,并列出具有可操作性的相关工艺规范。书中内容不管是对初学者或是有一定工作经历的读者都是一本不可多得的参考书或工具书。

本书文字简练、深入浅出、通俗易懂、实用性强,适合于具有中等文化程度的技术人员及技术工人阅读使用,更适合于初次接触铝合金表面处理的读者作为培训教材。同样也适合于与铝合金产品设计相关的人员阅读使用,使设计人员在设计之始就能对整个铝合金表面处理有一个全面的认识并对产品在加工过程中做出全面考虑,以达到产品设计和表面处理加工的完美结合。

图书在版编目(CIP)数据

铝合金表面处理技术/杨丁,黄芸珠,杨崛编著.
北京:化学工业出版社,2012.3
ISBN 978-7-122-12923-9

I. 铝… II. ①杨…②黄…③杨… III. 铝合金-金属表面处理 IV. TG178

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 245391 号

责任编辑:成荣霞
责任校对:宋夏

文字编辑:冯国庆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印刷:北京永鑫印刷有限责任公司
装订:三河市万龙印装有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 333 千字 2012 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

铝合金表面处理的目的是为了给各种铝合金工件提供一个功能或装饰的表面,以满足产品的某些特殊功能或提供一个精美的外观。铝合金表面处理技术最为常用的是各种阳极氧化,至今已有近百年的历史。而化学镀和电镀技术在铝合金表面处理中的应用则要晚一些。本书主要讨论铝合金阳极氧化及常用的化学镀和电镀加工方法,并结合笔者在这方面的研究成果及工作实践对一些关键工序进行了详细讨论。特别对以前介绍较少的丝纹蚀刻技术、不腐蚀钛的雾面蚀刻技术、铝合金酸性浸锌或酸性浸锌合金技术都给出了详细的工艺规范供读者直接使用。同时也对碱蚀及化学抛光技术进行了深入探讨,详细介绍了碱蚀工序的使用原则及获得高质量抛光效果的工艺方法。本书中所提到的铝合金纹理蚀刻技术在笔者2007年出版的《铝合金纹理蚀刻技术》一书中已有详细讨论,需要这方面技术的读者可参阅其中的相关内容。对于铝合金表面的图文蚀刻技术及所涉及的防蚀层制作技术可参阅《铝合金纹理蚀刻技术》、《金属蚀刻技术》、《金属蚀刻工艺及实例》或其他相关资料。

本书共分七章。第一章主要介绍铝合金的物理处理技术,包括机械抛光、喷砂及拉丝等,主要对这些加工技术的方法及应用原则进行讨论。第二章主要介绍铝合金前处理技术,对铝合金表面处理而言,如果前处理做好了,那么产品的质量就有了基本保证,否则产品质量的稳定性就会受到严重影响。这一章中涉及的内容主要有除油、碱蚀、酸蚀、化学抛光、丝纹蚀刻、不腐蚀钛的雾面蚀刻等,详尽介绍了这些工艺的原理、使用方法以及使用原则,并对丝纹蚀刻及雾面蚀刻给出了详细的工艺规范。第三章主要介绍铝合金化学氧化技术,包括弱碱性化学氧化、弱酸性化学氧化及黑化处理等方法。第四章主要介绍铝合金各种阳极氧化技术,其中着重介绍应用得最多的硫酸阳极氧化的工艺方法及操作注意事项,并详细介绍了经笔者多年实验的宽温硫酸阳极氧化工艺配方及操作方法和相关实验数据供读者参考。第五章主要介绍铝合金氧化膜层的染色技术及获得良好染色效果的加工工艺方法。第六章主要介绍铝合金的化学镀和电镀技术,针对化学镀镍、化学镀钴、电镀光亮镍、电镀铬等展开讨论,对化学镀和电镀前的预浸处理溶液的配制方法及加工工艺规范进行了实用性讨论并列出了可直接应用于生产的工艺配方,最后简要介绍了电泳的原理及工艺方法和干燥技术。第七章主要讨论了水洗技术及本书中所涉及的各种加工工序的清洁生产方案,这一章中虽然介绍较为简单,但能使广大读者对清洁生产有一个初步的认识并能结合现有的条件在自己的企业中逐步展开,为可持续发展做出应有的贡献。

本书力求内容详尽,数据真实,通俗易懂。书中不仅对相关工艺的加工原理进行了讨论,更多的是对这些工艺的加工方法及在生产中的应用和选择的原则都毫无保留地进行了详细介绍。本书是笔者最近几年来结合国内外大量学者的相关著作,在前人

对铝合金表面处理领域的相关研究成果基础之上，对铝合金表面处理技术中的相关工艺进行了更进一步的探讨，对一些在生产中进行了成功的应用并获得了一定效益的实用工艺总结。以此介绍给铝合金表面处理行业的从业人员，为发展和完善铝合金表面处理技术而奉献自己微薄之力。由于笔者水平有限，不足之处在所难免，希望广大读者提出宝贵意见及新的工艺要求，在此表示最真诚的感谢！

杨丁
2012 年 1 月

Chapter 1

第一章 铝合金表面物理加工技术	1
第一节 铝的光滑面加工	2
一、磨光	3
二、抛光	3
三、磨光及抛光设备	4
第二节 铝的粗糙面加工及装挂	5
一、喷砂	6
二、拉丝	6
三、装挂	7
四、物理加工方法的选择要点	9
五、铝合金表面处理前质量验收技术条件	9

Chapter 2

第二章 铝合金表面化学前处理技术	11
第一节 铝合金清洗技术	11
一、溶剂除油	12
二、化学除油	14
三、电解除油	19
四、操作条件对除油效果的影响	20
五、铝合金化学除油工艺规范	21
第二节 碱蚀与酸蚀	24
一、碱蚀的原理和目的	25
二、影响碱蚀的因素	27
三、碱蚀的控制	29
四、碱蚀工艺的选择	31
五、酸蚀	33
六、酸洗	33

Chapter 2

第三节 化学抛光	35
一、化学抛光的作用及基本原理	35
二、化学抛光添加剂	36
三、酸性化学抛光溶液的组成	38
四、无黄烟抛光	42
五、化学抛光常见故障原因	43
六、影响抛光质量的因素	44
七、碱性化学抛光	45
八、电解抛光	46
第四节 铝合金丝纹蚀刻	47
一、工艺原理	47
二、丝纹蚀刻的方法	48
三、丝纹酸性预蚀刻对丝纹的影响	49
四、丝纹碱性成形蚀刻对丝纹的影响	52
五、氧化膜对丝纹清晰度的影响	53
六、光亮丝纹蚀刻	53
七、木纹的电解蚀刻	54
八、铝合金丝纹蚀刻工艺规范	55
第五节 不腐蚀钛的铝合金雾面蚀刻	58
一、工艺原理	59
二、不腐蚀钛的雾面加工方法	62
三、溶液成分及操作条件对雾面蚀刻的影响	63
四、雾面蚀刻的适用范围及操作注意事项	64
五、雾面蚀刻工艺规范	65

Chapter 3

第三章 铝合金化学氧化	69
第一节 弱碱性化学氧化	70
一、弱碱性化学氧化基本原理	70
二、BV法	72
三、MBV法	73
四、EW法	76
五、MBV膜层与EW膜层的比较	77
六、溶液浓度及工艺条件对膜层质量的影响	78
第二节 弱酸性化学氧化	79
一、磷酸型化学氧化	80
二、无磷酸型化学氧化	82

Chapter 3

三、无铬酸型化学氧化	82
四、铝合金化学黑化处理	83

Chapter 4

第四章 铝合金阳极氧化	86
第一节 阳极氧化常识	86
一、阳极氧化电解液的选用	86
二、阳极氧化的分类	88
三、阳极氧化膜的生长过程	91
四、阳极氧化膜层的性质	94
第二节 硫酸阳极氧化	95
一、硫酸阳极氧化电解液的组成	95
二、硫酸电解液的配制及操作注意事项	97
三、硫酸浓度对氧化膜的影响	98
四、合金成分对氧化膜层的影响	100
五、铝离子浓度对氧化膜层的影响	101
六、电解液温度对氧化膜的影响	103
七、电流密度与氧化时间对氧化膜层的影响	104
八、其他因素对氧化膜层的影响	105
九、硫酸电解液维护及常见故障处理	106
十、改良硫酸阳极氧化方法	109
十一、关于膜层的耐热性能	111
第三节 铬酸阳极氧化	112
一、铬酸阳极氧化的特点	112
二、铬酸阳极氧化的方法	112
三、铬酸阳极氧化操作方法	114
四、铬酸电解液的维护及常见故障处理	116
五、硫酸氧化法和铬酸氧化法比较	117
六、铬酐-草酸钛钾法	118
第四节 草酸阳极氧化	119
一、草酸阳极氧化的特点	120
二、草酸阳极氧化操作方法	121
三、草酸阳极氧化电解液维护及常见故障处理	123
第五节 硬质阳极氧化	124
一、硬质阳极氧化的特点	124
二、硬质阳极氧化工艺要求	124
三、硫酸硬质阳极氧化工艺方法	125

Chapter 4

四、混酸硬质阳极氧化	127
五、硫酸硬质阳极氧化法和混酸硬质阳极氧化法比较 ..	128
六、其他阳极氧化方法	129

Chapter 5

第五章 氧化膜层着色技术	134
第一节 吸附染色	134
一、色彩的基本知识	135
二、吸附染色的基本要求	137
三、染色的基本原理及染色液的配制	139
四、影响染色质量的因素	141
五、染色操作方法	142
六、有机染料染色常见故障原因及处理方法	143
七、无机染色	144
八、溶剂染色	146
第二节 封闭处理	148
一、封闭的原理	148
二、水合封孔	149
三、水解盐封孔	150
四、低温封孔	150
五、无镍封孔	151
六、不合格氧化膜的退除	151
第三节 电解着色法	152
一、电解着色的基本原理及特点	152
二、电解着色工艺	154
三、电解着色工艺说明	158
第四节 电解发色	161
一、电解发色的工艺特点	161
二、电解发色的工艺方法	162
三、影响电解发色的因素	164

Chapter 6

第六章 铝合金化学镀与电镀技术	167
第一节 化学预浸处理	167
一、碱性浸镀锌	167
二、酸性浸锌及锌合金	169
三、酸性浸锌或浸锌-镍合金工艺规范	170
第二节 化学镀镍	175

Chapter 6

一、化学镀镍的机理	175
二、高温化学镀镍配方及配制方法	177
三、中低温化学镀镍	179
四、镀液中各成分的作用	181
五、工艺条件的影响	184
六、影响镀液不稳定的主要因素	185
七、提高化学镀镍溶液稳定性的方法	188
八、影响镀层外观及硬度的因素	190
九、关于镀层的应力与孔隙率	192
十、化学镀镍常见故障的原因及排除方法	193
第三节 化学镀钴	194
一、化学镀钴配方及配制方法	195
二、镀液中各组分的作用	196
三、镀液的稳定性	197
四、化学镀钴层的磁性能	198
五、化学镀钴合金	198
第四节 电镀镍	200
一、光亮剂的作用	201
二、常用光亮镀镍配方	202
三、镀液中各组分的作用	203
四、杂质对镀层的影响	204
五、镀液的维护	206
六、镀镍常见故障的原因及排除方法	207
第五节 电镀铬	209
一、普通镀铬	209
二、低浓度镀铬	212
三、镀铬常见故障的原因及排除方法	213
四、三价镀铬	214
第六节 电泳涂装与干燥技术	215
一、电泳涂装原理及特点	215
二、电泳涂装工艺主要参数控制	217
三、阴极电泳涂装的工艺管理	219
四、阴极电泳涂膜常见故障的原因及排除方法	221
五、干燥方法及干燥设备	222

第七章 水洗技术与清洁生产简介	226
第一节 废水来源与水洗技术	227
一、铝合金表面处理废水的来源及分类	227
二、减少废水带出量的方法	228
三、水洗的目的	229
四、单级连续清洗技术	230
五、多级连续清洗技术	231
六、连续给水清洗用水量计算	232
七、间隙式多级逆流清洗技术	236
八、间隙式多级逆流清洗给水量计算	239
九、连续式和间隙式给水总量比较	242
第二节 铝合金表面处理清洁生产简介	243
一、前处理部分的清洁生产	243
二、阳极氧化及后处理工序的清洁生产	248
三、电镀镍及电镀铬的清洁生产	251
四、铝合金表面处理中废水处理的简介	252
五、含铬废水处理简介	254
参考文献	257

铝合金表面物理加工技术

铝合金的物理处理方法是采用一些机械的方式对铝合金表面进行预加工处理，使其获得一种更加平整或粗糙的表面效果。在这里只有两种情况才会采用物理加工方法：一是为了获得平整而光滑的表面；二是为了获得粗糙化的表面。前者是为了消除铝合金材料或铝合金工件在加工过程中所形成的各种表面缺陷，为后续加工提供一个合格的基准表面；后者可以通过粗糙化处理来掩盖一些轻微的缺陷而得到一个可用于装饰或功能用途的表面效果。

铝合金制品加工所用的材料可分为铸造材料、锻造材料及各种板材、型材、棒材等。其加工方法有铸造法、压铸法、冲压法、拉伸法、剪切法、铣及车加工等方法。在这些加工方法中以各种板材的冲压、拉伸和各种挤压的型材应用最为普遍。其原材料可按设计要求进行批量生产，加工过程容易，加工成本低，易于进行低成本大批量生产。

冲压法、拉伸法和剪切法对铝合金的表面状态影响较小（拉伸法对材料物理性质的影响除外），同时用于冲压加工的铝合金板材都有保护膜层，可有效防止在冲压加工过程中对铝合金表面的损伤。冲压法及拉伸法对铝合金材质表面的质量影响主要集中在模具及与之相配合的冲压或拉伸工艺。

各种铝合金挤压型材的表面质量主要受以下几方面因素的影响：一是模具的影响，这表现在模具的设计不合理或模具加工质量粗糙，使成形时型材表面机械纹理严重；二是加工过程的影响；三是材料的影响。挤压型材常见的表面质量缺陷主要有条纹和粗糙面，现简要介绍如下。

条纹是一种平行于挤压方向的缺陷，种类较多，其中主要有以下几种。

(1) **组织条纹** 这种条纹的产生主要有三种因素：一是挤压速度过快；二是铝锭组织本身不均匀发生成分偏析；三是铝锭在挤压之前表面的硬皮没有预先去除，在挤压过程中导致型材表面成分的不均匀而形成组织条纹。经过化学处理或阳极氧化后型材表面出现亮线、灰线或暗线等。

(2) **焊合条纹** 这是分流模挤压型材常见的条纹。这种条纹主要是模具设计的不合理和焊接加工不良所致。在挤压型材时选择合适的润滑处理方法可获得一定程度

的改善。

(3) **金属亮线** 这也是组织条纹的一种形式，大多都是由于在型材挤压过程中金属流动的不均匀而出现局部晶粒粗大区，呈现出平直且宽度不等的条纹。这种缺陷的产生与型材结构有很大关系，如型材厚薄交替处、型材直角或尖角处、型材筋肋处等，型材的基材越厚由型材结构所造成的这种缺陷就越低。有这种缺陷的型材经化学处理或阳极氧化后会出现亮线或浅色条纹。

(4) **摩擦条纹** 这种条纹并不是每次都会出现，且有轻有重，位置不固定。这种缺陷的产生一般都是由模具设计不合理和挤压加工工艺控制不良所致。

条纹的类型除以上几种以外还有一种由模具制造粗糙所致的一种纯机械条纹，这种条纹往往较深，肉眼就能明显观察到。

粗糙面是指在型材表面出现连续的片状、点状且深度不同的明显或潜在的粗化面，经化学处理或阳极氧化后这种现象会变得更加明显。这种缺陷主要是因为挤压温度过高，挤压速度过快，使工件表面温度过高而粘接金属所致。这种缺陷在一些压铸成形的工件表面也会时有发生。

车、铣加工对铝合金表面质量的影响：铝合金材料经车、铣后会在表面留下深浅不一的加工痕迹，这些加工痕迹与加工过程中的要求有关，对于精车或精铣的工件其表面的加工痕迹很轻，特别是通过精车的工件可达到较高的加工表面水平。但精铣却难以提供一个可直接用于表面处理的平滑表面，这些工件在进行表面处理前需要事先通过磨光或抛光的方式进行预加工（如果对表面没有特别要求除外）。

对于经过机械加工成形的铝合金工件，为了达到某一特定的表面效果，在进行化学处理前都需进行适当的物理加工处理，为铝合金工件在进行化学加工前提供一个基准表面。这个基准表面可以是光泽面也可以是粗糙面。并由此而派生出光面和粗化面两大表面状态要求完全不同的加工方法。对于铝合金工件的物理处理和加工所必须经过的流程并没有一个统一的规定。在实际加工过程中主要取决于工件材料、形状、表面初始状态、使用场合及最终表面状态要求等。

第一节 铝的光滑面加工

这里的光滑面加工是相对于粗糙面加工而言，对于光面加工方法在名称上比较混乱，常用的有研磨、增艳、刷磨、初磨、粗磨、磨光、出色磨光等，同时对这些称谓的解释也是含糊不清。这种现象的出现和各国所采用的表述差异及译者的习惯用语有关。在这里为了统一叙述，采用我国习惯用语，分为磨光和抛光两种方法。磨光是一种可达到平整而光滑的表面效果的加工方法；抛光是指对工件表面进行一种更高平滑度和光泽度的加工处理——镜面光泽。磨光和抛光之间在加工程序上有先后顺序之分，同时磨光可以单独作为一个加工效果独立使用，而抛光一定是在磨光的基础之上再进行的一种更精密的“磨光”。磨光是在粘有磨料的磨轮上进行，

而抛光是 在涂有抛光膏的抛光轮上进行。

一、磨光

磨光是借助于粘有磨料的特制磨光轮的旋转以磨削铝合金工件表面的加工过程，其原理是通过粘在磨轮工作面上排列紧密且具有锋利棱面的磨料，随着棱面的高速旋转，将金属表面切去一薄层，从而使工件平整光滑。通过磨光可以除去工件表面上的毛刺、砂眼、焊疤、划痕等各种宏观缺陷以提高工件表面的平整度和降低表面粗糙度。磨光根据其加工顺序的先后可分为粗磨、中磨和精磨三种，在对铝合金工件进行磨光时并不特别要求经过三个工序的磨光，而是根据工件表面的初始状态、材料特性及最终要求而定。

1. 粗磨

粗磨适用于工件表面颗粒较粗大、划伤较深以及加工痕迹严重的工件，比如砂铸件、表面模印粗大的型材等。对于压铸工件与车、铣加工表面特别粗糙时或有其他严重的伤痕时才进行粗磨工序。粗磨常用 20~40 目的磨料，磨轮采用帆布或厚布制作，磨料厚度依工件的大小而定，减摩剂可采用石蜡、动物脂等。磨光时磨轮的线速度以 15~30m/s 为宜，铝合金工件磨光时不同直径磨光轮的参考速度见表 1-1。

表 1-1 不同直径磨光轮的参考速度

磨轮直径/mm	200	250	300	350	400
允许转速/(r/min)	1900~2000	1500~1600	1200~1300	1000~1100	900~1000

2. 中磨

中磨适用于表面伤痕不重的工件，如经车铣后的工件及表面质量一般的型材等。其加工方法与粗磨相同，只是所使用的磨料更细，一般都在 100~180 目，磨轮可用呢绒、棉布或麻布缝合制作。磨料可采用 1 份的硬脂或蜡加 3~4 份的氧化铝，也可用其他磨料或直接购买成品磨轮。

3. 精磨

精磨用于经过中磨的工件进行更进一步的精加工，也可用于工件表面初始状态较好的情况，比如对普通型材的磨光等。精磨所用的磨料在 200~360 目。磨光轮可用呢绒、棉布等制作。精磨的操作难度较粗磨和中磨大，操作者需要经常训练才能掌握正确的方法。对于表面状态要求不是太高的工件经精磨后即可转入化学抛光、电解抛光或其他化学前处理工序进行更进一步的处理。

二、抛光

抛光主要用于需要高度平滑及光泽表面要求的工件加工，抛光也可分为普通抛

光和精抛光，普通抛光和精磨之间的差距不是太大。工件经精磨后就拥有较高的平滑度及光泽性，在要求不是很高的情况下，再经过普通抛光抛去精磨时留下的磨痕，同时更进一步增加平滑度和光泽度就能满足大多数情况的需要。只有要求镜面光泽的工件才会采用精抛光这一加工方法。

对于普通抛光大家不要小看，相对精磨来说其操作控制更难，它是连接精磨和精抛光的“桥梁”，同时也是对需要进行精抛光工件的预抛光。抛光轮可用缝纫用的棉布，抛光轮线速度比磨光要高，需要 $28\sim 32\text{m/s}$ 。在进行抛光时要非常小心，以防止磨料微粒进入金属表层中。如采用市面出售的抛光膏应注意其中不能含有氧化铁的杂质，否则即使在含量极微的情况下，也会引起阳极氧化后氧化膜层浑浊而使光泽性降低，同时还会出现污点现象。精抛光是整个光面处理的最后一道工序，其目的是要取得如镜面一般的光泽面和反射比，同时金属表面有色彩出现，经精抛光后金属表面并无被磨去的现象。精抛光抛光轮可使用软的棉纱或兰绒，线速度为 $25\sim 28\text{m/s}$ ，采用更细腻的抛光膏，抛光膏中同样不能有氧化铁杂质的存在。

❖ 三、磨光及抛光设备

不管是磨光或抛光都需要磨料及相应的设备。磨光或抛光常用的磨料有以下几种。

- ① 金刚砂 主要成分是氧化铝，是磨光中常用的磨料。
- ② 硅藻土 主要成分是二氧化硅，也是铝合金常用的磨光材料。
- ③ 铁丹 以孟加拉铁丹质地较细腻，用于铝合金磨光，容易形成高的光泽表面。
- ④ 三氧化二铬 用于铝合金抛光时用硬脂酸和正二氯苯混合剂调制，能快速出光。
- ⑤ 抛光石灰 以维也纳石灰为最好，是通过白云石煅烧而成，是镁与钙的混合物，是最为常用的铝合金抛光磨料。

磨光轮常用棉布、细毛毡、呢绒、皮革等材料制作。根据制作方法的不同分为硬磨轮和软磨轮，硬磨轮适用于材料硬度及强度高、形状简单的工件。软磨轮适用于材料较软同时强度低、形状复杂的工件。磨光轮与磨料的黏结剂大都为骨胶或皮胶，其黏结方法如下：

- ① 将皮胶压碎，用水浸泡 12h 左右，使胶膨胀，然后在水浴中加热至 $60\sim 70^\circ\text{C}$ ，持续约 4h 使皮胶完全溶解；
 - ② 将磨轮、磨料在黏结前预加热至 $60\sim 80^\circ\text{C}$ ，用涂胶机或手工涂刷胶液，然后立即滚压所需型号的磨料，且要黏结均匀并压紧；
 - ③ 在 $30\sim 40^\circ\text{C}$ 下干燥或晾干 24h 以上。
- 磨料粒度、胶与水的比例关系见表 1-2。

表 1-2 磨料粒度、胶与水的比例关系

成分	粒度/目				
	24~36	46~60	60~100	120~150	180~280
胶(质量分数)/%	50	45~40	35~33	33~30	30~23
水(质量分数)/%	50	55~60	65~67	67~70	70~77

抛光轮常用棉布、细毛毡、皮革等制作，按其结构形式有缝合式、非缝合式和皱褶式。铝合金常用白色抛光膏，如自行配制可采用抛光石灰和氧化镁的混合物加硬脂酸、石蜡等进行调制。

在进行设备安装时应牢固，使其在抛光过程中不能引起振动，否则会在研磨面上产生钝化凹凸。为了改善作业效率，应注意研磨体的装配、黏着剂、研磨剂等的选择。研磨剂要求黏度均匀，研磨能力大。研磨体转速的选择应十分注意，往往要通过多次试验才能找到最佳转速。对于需要进行精密研磨时采用较高的转速能得到良好的研磨效果。如是车床切削的条痕、砂模铸造表面有较深的凹凸时，宜采用较慢的转速。铝合金由于材质较软，在进行加工时摩擦系数通常很大，研磨时的发热量较大，相对于钢铁材料而言宜采用较慢的转速为宜，且应不断地施加润滑脂或减摩剂等。

通过非冲压成形的铝合金都会存在加工痕迹，只是这个痕迹依据加工时所采用方法不同而呈现出一定的差异，如果没有特别要求，这种加工痕迹是不能留在工件上就进行氧化、电镀、化学镀等表面处理的。这种痕迹的去除，加工委托商出于成本考虑都希望不进行磨光或抛光加工而直接用化学处理的方式来消除，如采用粗糙度较高的纹理蚀刻或喷砂、拉丝的方法可以消除不严重的加工痕迹，但如果需要平滑的表面或细致的粗糙面则必须要经过磨光或抛光处理。

第二节 铝的粗糙面加工及装挂

粗糙化处理也是铝合金加工中常用的方法，根据粗糙面的状态不同可分为喷砂面和拉丝面，也就有了与之相对应的加工方法：喷砂和拉丝。喷砂和拉丝相比，喷砂的历史更长。金属的喷砂有两个目的：一是为了消除工件表面的锈蚀、焊渣以及毛刺、污渍等表面缺陷，在满足这些要求的同时也对金属表面进行了消光处理；二是通过喷砂在金属表面得到一定粗糙度的砂纹效果，这种砂状的效果既可以是功能性的，也可以是装饰性的。典型的功能用途是复印机和激光打印机硒鼓的表面喷砂加工，更多的是用于装饰用途，特别是在铝合金表面装饰用途上喷砂加工用得非常普遍。采用喷砂进行装饰处理时还可以掩盖金属表面的轻度擦伤或划伤，其前提是擦伤或划伤的物理深度不应大于喷砂所形成的物理粗糙度的 $1/2$ ，同时也不允许有规则的、长的划伤或大面积擦伤（如表面要求不高则不受这些因素的限制）。在这

里主要讨论铝合金喷砂的装饰性用途。

一、喷砂

喷砂是采用净化的压缩空气或高压水，将砂流强烈地喷向金属表面，利用砂粒的冲击作用使金属表面粗糙化，从而达到消光和美观的目的。喷砂根据所采用的送砂介质不同分为干喷砂和湿喷砂。湿喷砂是在砂料中加入一定量的水，使之成为水-砂混合物，在铝合金喷砂中湿喷砂可减少工作环境粉尘污染。同时湿喷砂减少了砂粒对材料的冲击作用，所以金属材料的去除量较少，并能使金属表面更加清洁。但湿喷砂在铝合金表面处理中应用得并不多，在此亦不作详细介绍。

铝合金喷砂常用的砂料为石英砂（也称为玻璃砂）、氧化铝砂等，其中以石英砂用得最多，所用石英砂应保持干燥，砂中不得混入其他杂质：一则是为了保证喷砂质量的需要；二则是为了防止堵塞喷嘴。其粒度根据粗糙度的要求而定，喷砂的压力为 50~100kPa。经喷砂后的工件切不可用手触摸，并尽快进行表面处理。在进行干喷时，压缩空气要经过油水分离器进行除油脱水处理，切不可有水分及油污混入。喷砂用的砂粒使用一段时间后要经过过滤除去杂质及烘干处理，并注意更换使用次数较多的砂料以保证喷砂粗糙度及均匀度的一致性。在进行喷砂前应对工件表面进行检查，如发现工件表面有擦伤及划伤、砂眼等有可能影响到喷砂后砂面的均匀度和美观程度的缺陷应事先通过磨光、抛光或用细砂纸打磨后才能进行喷砂，工件在喷砂前是否需要进行清洗要看客户的要求，对于要求较高的产品在进行喷砂前应进行预先清洗，然后再进行喷砂。

喷砂由于高压气流及砂料的冲击作用，对于厚度较薄的工件易于发生形变，这会影响到产品的装配，这时一方面可以采用专用工装防止工件在喷砂时发生变形；另一方面可采用双面喷砂的方式使变形程度降到最低。

为了实现喷砂加工过程，配备必要的喷砂设备是必须的，在铝合金表面处理中主要采用干喷。根据操作方式可分为手动喷砂和自动喷砂，目前大多数铝合金表面处理厂都采用手动喷砂方式。手动干式喷砂机根据砂料的输送方式不同主要分为吸入式和压入式两种。

吸入式的特点是结构简单，但空气消耗量大，生产效率低，只适用于小型工件的喷砂。

压入式的特点是生产效率高，但设备比较复杂，适用于大、中型工件的喷砂处理。

二、拉丝

拉丝可以消除铝合金表面的擦伤、划伤、加工刀痕迹等。其消除的程度与拉丝