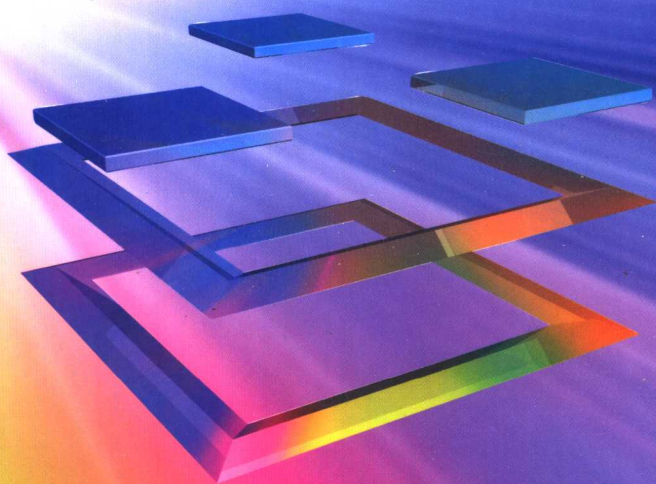


电镀合金 实用技术

Diandu Hejin Shiyong Jishu

屠振密 李 宁 编著
安茂忠 王素琴



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内 容 简 介

本书作者结合多年来的教学、科研和技术实践,并查阅了国内外大量参考文献,结合近 10 年来电镀合金技术的新发展撰写了此书。

本书编写的内容主要分为三个部分共十章:第一部分电镀合金预处理,包括金属表面整平、抛光、脱脂、浸蚀及难镀金属预处理等。第二部分电镀合金工艺及特性,内容包括电镀装饰性合金、电镀防护性合金、电镀功能性合金、电镀贵金属合金、电镀合金复合镀层、电镀非晶态合金及电沉积纳米合金等。第三部分是合金镀层的现代分析和检测方法,并以实例加以说明。

本书既介绍国内外应用较为广泛,且性能稳定的成熟工艺,也特别注意新技术、新工艺和清洁生产工艺的应用。

本书适合于从事表面处理、电镀、腐蚀与防护、电化学工程等领域的工程技术人员及技术工人使用,也可供有关科研人员和大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电镀合金实用技术/屠振密等编著. —北京:国防工业出版社,2007.1

ISBN 7-118-04600-0

I. 电... II. 屠... III. 镀合金 IV. TQ153.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 069349 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 28 字数 536 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 48.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着科学技术及现代工业的发展,表面处理工程(技术)在其中占有越来越重要的地位,近几年来得到了迅速的发展。电镀技术是表面处理工程中最有效的方法之一,应用比较广泛,但在过去较长的时间里,主要应用电镀单金属镀层,而这远不能满足现代工业和科学技术发展的要求。由不同金属组成的合金镀层,具有很多优异的特性,往往能满足各种特殊性能的要求。我国 1993 年首次出版了由屠振密主编、国防工业出版社出版的《电镀合金原理与工艺》专著,至今已过去十余年,这期间电镀合金技术中的新工艺、新技术不断涌现,并有了飞快的发展。鉴于此,2004 年国防工业出版社提出再版或改写此书,并将新书定名为《电镀合金实用技术》,这不仅仅是书名的变动,在内容和形式上也做了重大调整。该书特别增加了近十多年来电镀合金方面的新发展、新技术、新工艺及清洁电镀技术,如添加了“电镀非晶态合金”和“电镀纳米合金”等几个新章节,并适当压缩了电镀合金基础理论部分,增强了电镀合金技术的实用性和先进性。

本书是在结合我们多年来的教学、科研及实践,并查阅国内外大量参考文献,紧跟近几年来电镀合金的新发展的基础上撰写而成的。

本书编写的内容主要分为三个部分:第一部分电镀合金预处理,包括金属表面整平、抛光、脱脂、浸蚀及难镀金属预处理等。第二部分电镀合金工艺及特性,其内容是以电镀合金镀层的特性及应用来分类的,包括:电镀装饰性合金、电镀防护性合金、电镀功能性合金、电镀贵金属合金、电镀合金复合镀层、电镀非晶态合金及电沉积纳米合金等。第三部分是合金镀层的现代分析和检测方法,包括合金表面形貌及状态的表征;表面原子组分、原子价态及结合状态的分析;表面原子排列及晶体结构的探测等,并以实例加以说明。

全书共分十章,由屠振密教授任主编。具体章节为屠振密教授编写第一、二、三章,安茂忠教授编写第四、十章,王素琴教授编写第六、七章,李宁教授和赵杰博士编写第五章,李宁教授和于元春老师编写第八章,屠振密、李宁教授和胡会利博士编写第九章。

本书在编写过程中得到了许多专家和老师的熱情支持及帮助,特别是胡会利博士和程瑾宁老师等利用假期参与了本书的部分校对、绘图和整理。同时本书也参阅和引用了国内外许多同行的文章、数据和插图,国防工业出版社对本书的出版给予了大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 2 月于哈工大

目 录

第一章 电镀合金预处理	1	一、绪言	37
第一节 粗糙表面整平	1	二、电镀合金的分类及用途	38
一、磨光和机械抛光	1	三、电镀合金镀液的类型	39
二、滚光和光饰	3	四、电镀合金的特点	40
三、喷砂和喷丸	5	第二节 金属共沉积的理论及特点	40
四、化学抛光	6	一、金属共沉积原理及实现共沉积的措施	40
五、电化学抛光	8	二、形成合金时金属自由能的变化	43
第二节 脱脂	12	三、实际金属共沉积时的影响因素	44
一、有机溶剂脱脂	12	四、金属共沉积的阴极过程	45
二、化学脱脂	13	五、金属共沉积的特性及电流分配	47
三、电化学脱脂	16	六、金属共沉积的阴极极化曲线	51
四、超声波脱脂	19	第三节 金属共沉积的类型及影响因素	53
五、乳化液脱脂	19	一、金属共沉积的类型	53
第三节 浸蚀	20	二、金属共沉积的影响因素	55
一、概述	20	第四节 电镀合金的晶体结构及特性	62
二、常用浸蚀剂及其作用	20	一、合金镀层结构类型	62
三、常用金属浸蚀方法	22	二、电镀合金与热熔法制备的合金的相特点	63
第四节 几种难镀金属的预处理	26	三、电镀合金的晶体结构及其影响因素	65
一、高强钢和不锈钢的预处理	26	四、电沉积合金的性质	68
二、铝及铝合金(压铸件)的预处理	27	第五节 电镀合金的阳极	70
三、镁及镁合金的预处理	31	一、电镀合金阳极的分类	70
四、钛及钛合金的预处理	32	二、电镀合金阳极的应用	71
五、锌合金压铸件的预处理	34		
六、镍和铬镀层上电镀前预处理	35		
参考文献	36		
第二章 电镀合金的基本概念及理论	37		
第一节 电镀合金概述	37		

参考文献	72
第三章 电镀防护性合金	73
第一节 电镀防护性合金	
概述	73
一、概述	73
二、电镀防护性合金镀液	73
三、防护性合金镀层的主要特性	73
四、防护性合金镀层的后处理	74
五、电镀防护性合金使用的阳极	74
第二节 电镀锌镍合金	75
一、锌镍合金镀层的特性	75
二、碱性锌酸盐电镀锌镍合金	76
三、弱酸性氯化物电镀锌镍合金	80
四、硫酸盐电镀锌镍合金	84
五、硫酸盐—氯化物电镀锌镍合金	85
六、锌镍合金镀层的钝化处理	87
七、锌镍合金镀层的除氢处理及镀层的应用	88
第三节 电镀锌铁合金	89
一、碱性锌酸盐电镀锌铁合金	89
二、氯化物电镀锌铁合金	91
三、硫酸盐镀液电镀锌铁合金	94
四、锌铁合金镀层的钝化处理	95
第四节 电镀锌钴合金	96
一、碱性锌酸盐电镀锌钴合金	97
二、氯化物电镀锌钴合金	99
三、硫酸盐电镀锌钴合金	101
四、锌钴合金镀层的钝化处理及应用	102
第五节 电镀锡锌合金	102
一、氰化物电镀锡锌合金	102
二、柠檬酸盐电镀锡锌合金	104
三、碱性锌酸盐及焦磷酸盐电镀锡锌合金	105
四、锡锌合金镀层的钝化处理及镀层的退除	106
五、锡锌合金镀层的特性及	

应用	107
第六节 电镀锌锰合金	108
一、概述	108
二、电镀锌锰合金工艺	109
三、电镀锌锰合金镀层的特性及应用	111
第七节 电镀锌铬合金及锌钛合金	113
一、电镀锌铬合金	113
二、电镀锌钛合金	115
第八节 电镀锌铝合金及锌铝合金	118
一、电镀锌铝合金	118
二、电镀锌铝合金	118
第九节 电镀锌磷合金、锌镉合金及镉钛合金	119
一、电镀锌磷合金	119
二、电镀锌镉合金	121
三、电镀镉钛合金	122
第十节 电镀锌基三元合金	122
一、电镀锌镍铁合金	122
二、电镀锌镍磷合金	124
三、电镀锌镍钴合金及锌镍铈合金	124
四、电镀锌钴铬合金	125
五、电镀锌钴铝合金	126
六、电镀锌铁钴合金	127
第十一节 电镀锌合金的特性及应用	128
一、几种锌合金镀液和镀层的主要特性	128
二、国内外锌合金应用概况	129
三、锌合金镀层的应用及发展方向	131
参考文献	133
第四章 电镀装饰性合金	135

第一节 电镀 Cu-Zn

合金	135
一、概述	135
二、氟化物镀液电镀 Cu-Zn	
合金	136
三、无氟镀液电镀 Cu-Zn 合金	142
四、电镀 Cu-Zn 合金的组织	
结构与性质	146
五、电镀 Cu-Zn 合金的后处理	147
六、不合格 Cu-Zn 合金镀层的	
退除	148

第二节 电镀 Cu-Sn

合金	148
一、概述	148
二、氟化物—锡酸盐体系电镀	
Cu-Sn 合金	149
三、无氟体系电镀 Cu-Sn 合金	154
四、电镀 Cu-Sn 合金的	
组织结构	159
五、电沉积 Cu-Sn 合金的性质	160
六、不良 Cu-Sn 合金镀层的	
退除	162

第三节 电镀仿金合金

镀层	163
一、概述	163
二、氟化物电镀仿金合金工艺	163
三、无氟电镀仿金合金工艺	165
四、仿金镀层的镀后处理	165

第四节 电镀 Ni-Fe

合金	166
一、概述	166
二、电镀 Ni-Fe 合金工艺	166
三、Ni-Fe 合金镀层的结构	
与性能	172
四、不合格 Ni-Fe 合金镀层	
的退除	174

第五节 电镀 Sn-Ni

合金	174
----------	-----

一、概述	174
二、氟化物体系电镀 Sn-Ni	
合金	175
三、焦磷酸盐体系电镀 Sn-Ni	
合金	178
四、EDTA 体系电镀 Sn-Ni	
合金	180
五、柠檬酸盐体系电镀 Sn-Ni	
合金	180
六、电镀黑色光亮 Sn-Ni 合金	180
七、Sn-Ni 合金镀层的结构及	
性能	181
八、不合格镀层的退除	183

第六节 电镀 Sn-Co

合金	184
一、概述	184
二、焦磷酸盐体系电镀 Sn-Co	
合金	184
三、锡酸盐体系电镀 Sn-Co	
合金	186
四、氟化物体系电镀 Sn-Co	
合金	187
五、电镀 Sn-Co 合金镀层的	
后处理	187
六、Sn-Co 合金镀层的结构及	
性能	188
七、电镀 Sn-Co-X 三元合金	189

第七节 电镀铜镍和铜铁

合金	190
一、电镀 Cu-Ni 合金	190
二、电镀 Cu-Fe 合金	191

第八节 电镀铜基三元

合金	191
一、电镀 Cu-Sn-Zn 三元	
合金	192
二、电镀 Cu-Fe-Ni 三元合金	195

参考文献	196
------------	-----

第五章 电镀功能性合金	197
第一节 电镀铅锡(锡铅)	
合金	197
一、氟硼酸盐镀铅锡合金工艺	198
二、无氟电镀铅锡(锡铅)	
合金工艺	201
三、铅锡合金镀层的退除	205
四、电镀铅锡铜和铜锡铋	
三元合金	205
第二节 电镀无氟无铅可焊性	
合金	209
一、电镀锡铈合金	209
二、电镀锡铋合金	212
三、电镀锡银合金	214
四、电镀锡铜合金	215
五、其它无氟无铅可焊性合金	216
第三节 电镀镍磷合金	217
一、镀液组成及工艺条件	218
二、镀液组成与工艺条件的	
影响	219
三、镀液配制	220
四、影响镀层硬度与耐蚀性的	
因素	220
五、不良合金镀层的退除	222
第四节 电镀镍钴、镍钨和镍钼	
合金	222
一、电镀镍钴合金	222
二、电镀镍钨合金	226
三、电镀镍钼合金	228
第五节 电镀钴钨、钴钼、钴磷及	
钴镍磷合金	229
一、电镀钴钨合金	229
二、电镀钴钼合金	233
三、电镀钴磷、钴镍磷合金	234
第六节 电镀铁钨、铁钼和	
铁铬合金	234
一、电镀铁钨合金	234

二、电镀铁钼合金	239
三、电镀铁铬合金	239
第七节 电镀铬铁、铬镍、铬钼、	
镍锰及铁锰合金	242
一、电镀铬铁合金	242
二、电镀铬镍合金	243
三、电镀铬钼合金	245
四、电镀镍锰合金	246
五、电镀铁锰合金	248
第八节 电镀铬铁镍、铬镍钼、	
铁镍钼和钴镍钨等	
三元合金	248
一、电镀铬铁镍合金	248
二、电镀铬镍钼合金	251
三、电镀铁镍钼合金	251
四、电镀钴镍钨合金	252
参考文献	252
第六章 电镀贵金属合金	253
第一节 电镀金钴、金镍和	
金银合金	253
一、电镀金钴合金	254
二、电镀金镍合金	260
三、电镀金银合金	261
第二节 电镀金铜、金铋、金铍和	
金锡合金	264
一、电镀金铜合金	264
二、电镀金铋合金	267
三、电镀金铍和金锡合金	268
第三节 电镀银镉、银锌、银铋及	
银铅合金	269
一、电镀银镉合金	269
二、电镀银锌合金	273
三、电镀银铋合金	274
四、电镀银铅合金	279
第四节 电镀银锡、银铜、银镍和	
银钴合金	282
一、电镀银锡合金	282

二、电镀银铜合金	284	二、电镀铁磷/氧化铝耐磨 复合镀层	317
三、电镀银镍合金和银钴合金	285	第四节 电镀减磨(自润滑) 复合镀层	324
第五节 电镀钯镍、钯钴及 铑钌合金	287	第五节 电镀镍钨合金复合 镀层	325
一、电镀钯镍合金	287	一、概述	325
二、电镀钯钴合金	294	二、镀液组成及工艺条件	325
三、电镀铑钌合金	294	三、镀液中各成分的作用	326
第六节 电镀贵金属基三元及 四元合金	297	四、工艺条件对镀层成分的影响	326
一、电镀 Au-Ag-Ni、Au-Ag-Zn、 Au-Ag-Cu、Au-Ag-Cd 合金	297	五、基本原理及电极反应	329
二、电镀金锡基三元合金	300	六、Ni-W/SiC 镀层的性能	329
三、电镀金基四元合金	301	七、不良镍钨合金复合镀层 的退除	330
参考文献	301	第六节 电镀镍钨磷合金复合 镀层	331
第七章 电镀合金复合镀层	303	一、概述	331
第一节 概述	303	二、电镀镍钨磷合金复合电镀 工艺	332
一、复合电镀的发展概况	303	三、镀液组成及工艺条件的影响	332
二、复合电镀工艺的特点	304	四、原理及电极反应	333
三、复合电沉积的基本原理	306	五、Ni-W-P/SiC 复合镀层的 性能	334
四、微粒的净化	309	第七节 化学镀合金复合 镀层	335
五、电镀非晶态合金复合镀层	310	一、化学镀镍磷/碳化硅复合 镀层	335
第二节 电镀镍磷合金复合 镀层	310	二、化学镀抗氧化复合镀层 Ni-P/Al ₂ O ₃	340
一、概述	311	三、自润滑复合镀层 Ni-P-PTFE	340
二、电镀镍磷合金镀液组成及 工艺条件	311	参考文献	341
三、镀液中各成分作用及 工艺条件影响	313	第八章 电镀非晶态合金	342
四、镍磷合金复合电镀中的 一些问题	314	第一节 电镀非晶态合金概述、 特性及用途	342
五、镍磷合金电极反应	315	一、概述	342
六、镍磷合金复合镀层的性能	315	二、电镀非晶态合金特性	343
七、不合格的 Ni-P/SiC 镀层 的退除	316		
第三节 电镀铁磷合金复合 镀层	317		
一、概述	317		

三、电镀非晶态合金的用途	346
四、非晶态合金发展趋势	347
第二节 电镀镍磷、镍钨、镍钼等 非晶态合金	347
一、电镀非晶态镍磷合金	347
二、电镀非晶态镍钨合金	349
三、电镀非晶态镍钼合金	350
第三节 电镀铁钨、铁钼、铁磷、 铁铬及铁镍铬非晶态 合金	352
一、电镀非晶态铁钨合金	352
二、电镀非晶态铁钼合金	355
三、电镀、非晶态铁磷合金	359
四、电镀非晶态铁铬合金	363
五、电镀非晶态铁镍铬合金	365
第四节 电镀镍钨磷、镍铁磷、 镍钴磷、镍钨硼非晶态 合金	367
一、电镀非晶态镍钨磷合金	367
二、电镀非晶态镍铁磷合金	369
三、电镀、非晶态镍钴磷合金	373
四、电镀非晶态镍钨硼合金	374
参考文献	375
第九章 电沉积纳米合金	377
第一节 纳米材料概述	377
一、概述	377
二、纳米技术	377
三、纳米材料与纳米技术的 发展	377
第二节 纳米晶材料的制备方法和 特性	378
一、纳米材料的制备方法	378
二、纳米材料的特性	378
第三节 电沉积纳米材料的方法及 原理	380
一、直流电沉积法及原理	380
二、脉冲电沉积法及原理	381
第四节 电沉积纳米合金工艺及 特性	383
一、电沉积 Zn-Ni 纳米合金工艺及 特性	383
二、电沉积 Ni-W 纳米合金工艺及 特性	386
三、电沉积 Fe-Ni 纳米合金工艺及 特性	388
四、电沉积 Co-Ni 纳米合金工艺及 特性	389
五、电沉积 Ni-Cu 纳米合金工艺及 特性	393
六、从非水溶液中电沉积 Ag_7Te_4 纳米 合金工艺及特性	396
七、电沉积 Co-Ni-Fe 纳米合金 工艺及特性	400
第五节 电沉积纳米材料的 应用及展望	403
一、电沉积纳米材料的应用	403
二、纳米材料的展望	405
参考文献	405
第十章 现代表面分析技术在合金 镀层中的应用	407
第一节 概述	407
一、以电子作激发源的表面 分析方法	408
二、以离子作激发源的表面 分析方法	409
三、以光子作激发源的表面 分析方法	409
第二节 表面形貌观察	410
一、扫描电子显微镜	410
二、场发射扫描电子显微镜	412
三、透射电子显微镜	413
四、分析电子显微镜	415
五、扫描透射电子显微镜	416
六、扫描隧道显微镜	417

七、原子力显微镜	420	一、X 射线光电子能谱.....	431
第三节 化学成分分析	422	二、俄歇电子能谱	433
一、电子探针 X 射线显微分析	423	第五节 结构分析	436
二、离子探针显微分析	424	一、原理与结构	436
三、X 射线荧光光谱		二、分析与应用	437
分析	426	三、应用举例	437
四、二次离子质谱分析	428	参考文献	438
第四节 化学状态分析	431		

第一章 电镀合金预处理

电镀前预处理是为电镀前做准备的,其主要目的是增加与基体的结合强度,同时也增加了基体表面的光滑性和光亮性。镀前的基体表面状态和清洁程度是保证镀层质量的先决条件。如果基体表面粗糙、锈蚀或有油污存在,将不会得到光亮、平滑、结合力良好和耐蚀性高的镀层。实践证明,当镀层出现鼓泡、脱落、花斑和耐蚀性差等现象时,大多是由于前处理不当造成的。因此,要想得到高质量的镀层,必须加强镀前处理,按工艺要求严格执行。

金属部件镀前的表面处理工艺,主要有以下几个方面:

(1)粗糙表面整平。包括磨光、抛光(机械抛光、化学抛光和电化学抛光)、滚光和喷砂等。

(2)脱脂。包括有机溶剂脱脂、化学脱脂和电化学脱脂等。

(3)浸蚀。强浸蚀、电化学浸蚀和弱浸蚀。

由于金属部件的材料种类繁多,其表面状态也不相同,对镀层质量的要求也不一样,所以要根据基体的特性、表面状态及对镀层的质量要求,有针对性地选择适宜的镀前处理工艺。

第一节 粗糙表面整平

为了降低基体表面的粗糙度,常用的整平方法是磨光和抛光。

一、磨光和机械抛光

(一)磨光

磨光的主要目的是使金属部件粗糙不平的表面得以平坦和光滑,除去金属部件的毛刺、氧化皮、锈蚀、砂眼、气泡和沟纹等。

磨光是通过装在磨光机上的弹性磨轮来完成的。磨轮的工作面上用胶粘附磨料,磨料的细小颗粒像很多切削刀刃,当磨轮高速旋转时,被加工的部件轻轻地压向磨轮工作面,使金属部件表面的凸起处受到切削,使表面变得平坦、光滑。磨光适用于一切金属材料,其效果主要取决于磨料的特性、磨轮的刚性和旋转速度。

磨光使用的磨料只要具有较高的硬度、一定的韧性和切削能力的材料即可。通

常使用的有:人造刚玉(即质量分数 90%~95%氧化铝)、金刚砂(碳化硅)、石英砂和氧化铬等。人造刚玉具有一定的韧性,脆性较小,粒子的棱面较多,所以应用较广。

根据磨料的粒度可将其分为若干等级。磨料粒度通常是按筛子的号码来划分的,而筛子的号码则用单位面积上的孔数来表示(即每平方厘米上的孔数)。筛子的号码越大,筛孔越小。磨料的号数越大,颗粒越细;号数越小,则颗粒越粗。通常将磨料分为三个等级:即磨光颗粒(10#~90#)、磨光粉末(100#~320#)和磨光细粉(320#~600#)。在生产中,根据金属部件的表面状态和要求的表面质量来选择磨料的粒度。当被加工的金属部件表面很粗糙时(如铸锻件),则宜用 30#~80# 的磨料先进行粗磨,然后依次加大磨料号码进行中磨和细磨。若金属部件表面原始状态较好,则不需要粗磨,而直接从中磨开始。细磨可用于镀后需要抛光的部件镀前的表面准备。

磨光使用的磨轮多为弹性轮,一般使用皮革、毛毡、棉布、呢绒线、各种纤维织品及高强度纸等材料,用压制法、胶合法或缝合法制作而成,具有一定的弹性。磨轮分为软轮和硬轮两种,这和使用材料的性质和材料的组合与缝制方法有关。对于硬度较高和形状简单、粗糙度大的部件,应采用较硬的磨轮;对于硬度低(如有色金属)和形状复杂、切削量小的部件,应采用较软的磨轮(弹性较大的),以免造成被加工部件的几何形状发生变化。

磨光的效果与磨轮的旋转速度有密切关系。当被磨光的部件材料越硬,表面的粗糙度要求越低时,磨轮的圆周速率应该越大。圆周速率越低,则生产效率也低;圆周速率过高,磨轮易损坏,使用寿命短,所以磨轮的圆周速率应选择适当。

(二)机械抛光

机械抛光的目的是为了消除金属部件表面的微观不平,并使它具有镜面般的外观,也能提高部件的耐蚀性。它可用于金属部件镀前的表面处理,也可用在镀后的精加工。

机械抛光是利用装在抛光机上的抛光轮来实现的。抛光机和磨光机相似,只是抛光时用抛光轮,并且转速更高些。抛光时,在抛光轮的工作面上周期性地涂抹抛光膏;同时,将加工部件的表面用力压向高速旋转的抛光轮工作面,借助抛光轮的纤维和抛光膏的作用,使表面获得镜面光泽。

抛光的效果主要取决于两个方面:

- (1)被加工表面前的特性,即金属部件磨光的整平程度;
- (2)在抛光过程中使用的抛光材料的类型和特性。

抛光轮通常是由棉布、亚麻布、细毛毡、皮革和特种纸等缝制成薄圆片。为了使抛光轮能有足够的柔软性,缝线和轮边应保持一定的距离。

抛光膏是由金属氧化物粉与硬脂、石蜡等混合,并制成适当硬度的软块。根据金属氧化物的种类不同,抛光膏一般分为三种:

(1)白膏。由白色高纯度的无水氧化钙和少量氧化镁粉末制成。

(2)红膏。由红褐色的三氧化二铁粉末制成。

(3)绿膏。由绿色的三氧化二铬粉制成。

白膏中的氧化钙粉非常细小,无锐利的棱面,适用于软质金属的抛光和多种镀层的精抛光。红膏中的三氧化二铁具有中等硬度,适用于钢铁部件的抛光,也可用于细磨。绿膏中的三氧化二铬是一种硬而锋利的粉末,适用于硬质合金钢及铬镀层的抛光。

抛光时,抛光轮的圆周速率应比磨光的速率快,对不同的金属材料采用不同的圆周速率。抛光生铁、钢、镍和铬时,采用 $(30\sim 35)\text{m/s}$;抛光锌、铅、铝及其合金时,采用 $(18\sim 25)\text{m/s}$;一般抛光轮的平均转速为 $(2000\sim 2500)\text{r/min}$ 。

抛光过程的机理与磨光不同,抛光时没有明显的金属被切削下来,因此不应有明显的金属消耗。抛光的机理可认为是:在抛光时,抛光轮高速旋转,金属部件与抛光轮摩擦产生高温,使部件塑性提高,在抛光力的作用下,金属表面产生塑性变形,凸起的部分被压向凹处,将微凹处填平,从而使细微不平的表面进一步得到改善。在抛光过程中,抛光膏的化学成分及抛光时周围的介质也起一定作用,与被抛光的金属发生化学反应。例如,大多数金属在空气中能迅速的形成一层薄的氧化膜。以铁为例,在 0.05s 内,即可形成厚度约 $0.0014\text{ }\mu\text{m}$ 的氧化膜,这层氧化膜被抛去后,新的金属表面又迅速被氧化,继而又被抛去,这样反复进行抛光,最后就能得到平整、光亮的抛光表面。

在抛光过程中,金属表面氧化膜的形成又不断被抛去的过程起着重要的作用,这可用改变周围环境气氛的化学成分得到证明。例如,当抛光在氢气气氛中进行时,抛光速度大大降低,这是由于在氢气中,被抛光表面不能形成氧化膜,而纯金属的抛除速度比氧化物的抛除速度要小的多所致。

二、滚光和光饰

滚光和光饰常作为批量小的金属部件镀前的表面准备及镀后的表面精饰。

滚光是将部件和磨料放在滚筒机或锤形机中进行滚磨,以除去部件表面的毛刺、粗糙和锈蚀产物,并使表面光洁的加工过程。滚光时除了加入磨料外,还经常加入一些化学试剂,如酸和碱等。因此,滚光过程实质是金属部件、磨料以及化学试剂的共同作用,将毛刺和锈蚀等除去的过程。它也可以代替磨光和抛光。滚光可分为普通滚光和离心滚光等,都是利用滚动和振动原理的高能光饰方法。

光饰可分为振动光饰和离心光饰等,振动光饰应用得比较广泛。

(一)普通滚光

普通滚光是将部件和磨料等放入滚筒中,低速旋转滚筒,靠部件和磨料的相对运动及摩擦效应来达到滚光目的。滚光的效果与滚筒的形状、尺寸、转速,磨料、溶液的性质,部件材料性质及形状等有关。多边形滚筒比圆形滚筒好,因为多边形滚

筒转动时部件容易翻滚,相互碰撞的机会增加,可以缩短滚光时间和提高滚光效率。常用的滚筒多为六边形和八边形,滚筒的直径可根据加工部件的大小来选择。一般滚筒的直径为 300mm~800mm 或更大一些。滚筒的装载量一般控制在占滚筒体积的 60%,不得大于 75%和小于 30%。若装载量过大,滚磨作用将减弱,滚光时间延长;装载量过少,滚光作用过强,表面会粗糙甚至变形。

滚筒的旋转速度与磨削量成正比,但超过一定数值后又会下降,这是因为速度过高时,部件会被离心力带到滚筒上端和边缘,减少了相互摩擦的机会。一般旋转速度控制在(20~45)r/min 范围内。

滚光用的磨料有石英砂、铁砂、钉子尖、陶瓷片、浮石和皮革角等。为了使部件表面的凹处获得光泽,还需加入酸性或碱性物质以及促进剂等。

(二)离心滚光

离心滚光是在普通滚光的基础上发展起来的高能表面整平方法。在转塔内放置一些滚筒,内装零部件和磨削介质等。当工作时,转塔高速旋转,而滚筒则以较低的速度反方向旋转。转塔旋转时产生的离心力,使滚筒中的装载物压在一起,从而使磨料介质对零部件产生滑动磨削,能起到去毛刺和整平的效果。

(三)振动光饰

振动光饰是在普通滚光的基础上发展起来的普通光饰方法。其工作原理是把零部件放入安装在弹簧上的筒形或碗形的开口容器内,通过振动电机或用 50Hz~60Hz 频率工作的电磁系统,使容器产生上下左右振动,从而使部件与磨料相互摩擦,达到光饰的目的。使用的设备主要是筒形或碗形容器及振动装置。振动光饰效率比普通滚光高得多,适用于加工比较大的零部件,但不适于加工精密和脆性大的部件。其振动频率的范围是 16Hz~60Hz,通常采用 20Hz~30Hz,振动幅度的范围是 2mm~10mm,一般采用 3mm~6mm。

筒形振动机有三种结构形式,见图 1-1,将(a)改成(b)和(c)的形状,可避免在工作时部分零件的回流现象,形成更均匀的流动。产生振动的驱动系统改用两个转动轴,使零部件和磨料介质有更均匀和更快的磨削作用;用偏心轮代替偏置重块,可得到比较稳定的振动作用;将偏置重块或偏心轮安放在筒底两侧或筒底上部。

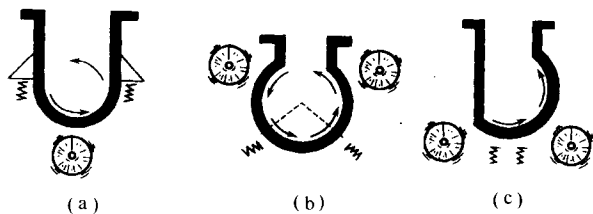


图 1-1 筒形振动机结构示意图

(a) U 形; (b) 球状锁眼形; (c) 直下锁眼形。

碗形振动机结构见图 1-2, 一个碗形容器安放在弹簧上, 由容器中心垂直轴上的偏置重块把振动传给容器, 使零部件和磨料介质在容器中以一定方向作螺旋运动, 如图 1-2(a) 所示。在图 1-2(b) 中, 容器上放置一个挡料圈, 并放置过滤筛网, 当磨削运行了一周的部件与磨料介质到达挡料圈以后, 便被送到筛网上, 从而使部件和磨料介质自动分离。

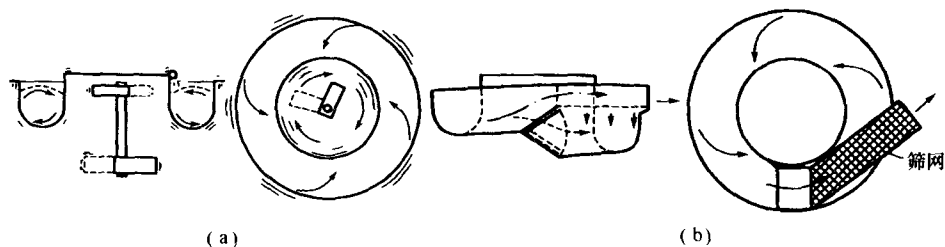


图 1-2 碗形振动机结构示意图

(a) 安放有偏置重块的平底型振动机; (b) 有挡料圈的非平底型振动机。

(四) 离心光饰

离心光饰又称为离心盘光饰, 也是一种高能光饰方法。其主要结构是圆筒形容器、碗形盘和驱动系统。圆筒形容器固定不动, 在它的下部装有一个由驱动系统带动的能高速旋转的碗形盘。将磨料和介质放入筒内, 工作时由于盘的旋转, 使装载物沿着筒壁向上运动, 其后又靠部件的自身质量, 从筒的中心滑落到盘中, 如此反复使装载物呈圆筒形运动, 从而对零部件产生磨削光饰作用。使用这种方法, 也可在加工过程中对零部件的加工质量进行检查。

三、喷砂和喷丸

(一) 喷砂

喷砂是用压缩空气将砂子喷射到工件上, 利用高速砂粒的动能, 除去部件表面的氧化皮、锈蚀或其它污物。喷砂的目的主要有:

- (1) 除去部件表面上的毛刺、锈蚀、积炭、焊渣、旧漆层或其它干燥了的油类物。
- (2) 除去铸件、锻件或热处理后部件表面的沙粒及氧化皮。
- (3) 提高表面的粗糙度, 以提高涂装或涂层的附着力。
- (4) 在玻璃或陶瓷表面上喷花等。

喷砂可分为干喷砂和湿喷砂两种。干喷砂加工比较粗糙, 较精密的加工常用湿喷砂, 且污染小。油污重的部件在喷砂前应先脱脂。

(1) 干喷砂用的磨料是石英砂、钢砂、氧化铝和碳化硅等, 应用最广的是石英砂。加工时可根据部件材料、表面状态和加工要求, 选用不同粒度的磨料。

(2) 湿喷砂所用磨料和干喷砂相同, 可先将磨料和水混合成砂浆, 磨料一般

占 20%~35%(体积分数),要不断搅拌以防沉淀,用压缩空气压入喷嘴喷向加工部件。

(二)喷丸

喷丸与喷砂相似,只是用钢铁丸和玻璃丸代替喷砂的磨料。喷丸能使部件产生压应力,而且没有含硅的粉尘污染。主要用于:

(1)使部件产生压应力,以提高其疲劳强度和抗应力腐蚀的能力;

(2)可代替一般冷、热成型工艺,并对扭曲的薄壁件进行校正。

使用喷丸的硬度、大小和速度是要根据不同的要求来进行选择。

四、化学抛光

在适当的溶液中,用化学的方法对金属部件进行抛光的过程称为化学抛光。化学抛光具有以下优点:①不需要直流电源和导电夹具;②可抛光复杂部件和各种尺寸的部件;③生产速度快,效率高等。其缺点是:①溶液使用寿命比较短;②溶液调整再生困难;③通常会析出有害气体;④抛光质量不如电化学抛光。

化学抛光主要用来对金属部件进行装饰性加工。

(一)钢铁部件化学抛光

(1)低碳钢部件可在含有双氧水的弱酸性溶液中进行化学抛光。

方法 1:过氧化氢(30% H_2O_2 , 质量分数)(30~50)g/L,草酸(COOH)₂(25~40)g/L,硫酸(H_2SO_4)0.5g/L,温度 15℃~30℃,时间 5min~30min,采用搅拌。

方法 2:过氧化氢(30% H_2O_2 , 质量分数)(30~40)g/L,氟化氢铵(NH_4HF_2)10g/L,尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 20g/L,苯甲酸($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$)(0.5~1.0)g/L,pH 值 2.1,润湿剂(2501,2504)(0.2~0.4)g/L,温度 15℃~30℃,时间 1min~2.5min,需要搅拌。

(2)对于低、中碳钢和低合金钢部件,还可采用以下溶液进行化学抛光。

方法 3:磷酸(H_3PO_4)60%(质量分数),硫酸(H_2SO_4)30%(质量分数),硝酸(HNO_3)10%(质量分数),铬酐(CrO_3)(5~10)g/L,温度 120℃~140℃,时间 10~<min。

如果溶液中水含量过多,会导致抛光后金属表面被腐蚀和失去光泽。所以要抛光的部件必须在干燥并加热至溶液温度接近后再进入槽内。

(3)对于不锈钢的化学抛光,可采用如下工艺。

硫酸(H_2SO_4)227mL,盐酸(HCl)67mL,硝酸(HNO_3)40mL,水 660mL,温度 50℃~80℃,时间 3min~20min。抛光时要抖动金属部件,避免气泡在表面停留。如果在抛光液中加入甘油,可以改善和提高抛光质量。

(二)铜和铜合金化学抛光

铜和铜合金可以在磷酸—硝酸—醋酸溶液中,或硫酸—硝酸—铬酸溶液中进行

行化学抛光。铜及铜合金抛光液组成及工艺条件见表 1-1。

表 1-1 铜及铜合金抛光液组成及工艺条件 (% , 体积分数)

组成及工艺条件	工艺 1	工艺 2	工艺 3	工艺 4
硫酸(H_2SO_4 , 98%)	(260~280) mL/L			
硝酸(HNO_3 , 65%)	(40~50) mL/L	10	6~8	6%~30%(质量分数)
磷酸(H_3PO_4 , 85%)		54	40~50	70%~94%(质量分数)
冰醋酸(HAc)		30	35~45	
铬酐(CrO_3)	(180~200) g/L			
盐酸(HCl)	3 mL/L			
温度/ $^{\circ}\text{C}$	20~40	55~65	40~60	25~45
时间/min	0.5~3	3~5	3~10	1~2
注: 工艺 1 适用于精密部件; 工艺 2 适用于铜及黄铜部件; 工艺 3 适用于铜及黄铜部件, 当温度降至 20 $^{\circ}\text{C}$ 时, 可用于抛光白铜部件; 工艺 4 适用于铜铁组合作件				

(三) 铝和铝合金化学抛光

铝及铝合金多采用以磷酸为基的化学抛光溶液, 大致可分为两种类型: 一种是含磷酸为 400mL~600mL 的溶液; 另一种是含磷酸 700mL 以上的溶液。前者抛光能力较弱, 多用于含铝高(99.5%, 质量分数)的纯铝; 后者能在以机械抛光的表面上获得和电化学抛光相当的高光亮度表面, 还能抛光纯铝和含锌不高于 8%(质量分数)、含铜不高于 4%(质量分数)的 Al-Cu-Mg 和 Al-Mg-Zn 合金。

铝和铝合金化学抛光液组成及工艺条件见表 1-2。

表 1-2 铝及铝合金化学抛光液组成及工艺条件 (mL/L)

组成及工艺条件	工艺 1	工艺 2	工艺 3	工艺 4	工艺 5
磷酸(H_3PO_4 , 85%)	800	800	850	700	750
硫酸(H_2SO_4 , 98%)	100				
硝酸(HNO_3 , 65%)	60	30	50	100	70
冰醋酸(HAc)			100		
氢氟酸(HF)					40
柠檬酸($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$)				200g/L	
尿素($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)	30				
温度/ $^{\circ}\text{C}$	90~105	70~80	80~100	80~90	80~90
时间/min	1~2	0.5~5	2~5	3~5	0.5~1

铝及铝合金化学抛光后, 表面很容易受腐蚀而变色, 可在以下溶液中进行钝化处理: