

# 表面处理工艺手册

《表面处理工艺手册》编审委员会 编

## 内 容 提 要

《表面处理工艺手册》是汇集国内外表面处理方面新工艺、新技术的百科全书。全书包括表面处理的基本理论、预处理、电镀工艺、镀层性能测试、电镀污染控制、化学镀、电铸、金属的染色和着色、金属和氧化和磷化、真空镀与气相镀、涂料和涂装等领域中的工艺与装备等内容。书中介绍的都是国内外成熟的技术,可直接用于生产。

本书可供电镀厂、铝氧化厂、真空镀膜厂、电镀与环保设备厂、电镀添加剂厂、研究所、设计院从事表面处理工作的工程技术人员、科研人员、车间班组长等查阅,也可作为大专院校表面处理专业师生的教学参考书。

## 封面设计 诸焕庆

### 表面处理工艺手册

《表面处理工艺手册》编审委员会 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 江苏省句容排印厂排版

上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 34 插页 4 字数 1,077,000

1991 年 1 月第 1 版 1991 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—9,000

ISBN 7-5323-2057-X/TG·73

定价 15.20 元

# 《表面处理工艺手册》编审委员会名单

(按姓氏笔划为序)

**顾 问** 王世封 沙尚之 杨世锴 陈文彪

**主 编** 沈宁一

**副主编** 许强令 吴以南 陈祖祥 郁祖湛 施锦成

**主 审** 周绍民

**副主审** 王毓忠 方景礼 庄瑞舫 陈春成 郭鹤桐

**编审委员会委员**

王乐年 王毓忠 方景礼 冯子昂 许强令 许景文 庄瑞舫

李荣先 吴以南 沈宁一 陈松琪 陈春成 陈祖祥 陈惠恩

何鸿星 周绍民 郁祖湛 洪九德 姚锡禄 胡信国 胡汝南

施锦成 徐孝勉 徐惠光 钱成才 梁启民 屠振密 章家骅

郭鹤桐 曾良宇

# 前 言

表面处理是机械、轻工、电子、仪表、农机、造船、航空、航天等工业的基础工艺之一，许多工业产品通过表面处理，可以装饰产品、改善产品的性能和延长使用寿命，以满足人民生活 and 工业生产的需要，又可以提高产品在国内外市场上的竞争能力。

表面处理工艺涉及的范围很广，包括电镀、真空镀、化学镀、铝与铝合金氧化、涂装等方面。它在装饰性方面能赋予产品丰富的色彩，提高产品的外观质量；它在防护性方面能提高产品的耐蚀性而延长使用寿命；它在功能性方面能提高产品耐磨性、导电性、反射率、耐热性、润滑性、焊接性等特殊功能。

当前，表面处理技术已经发展成为利用有关现代物理化学、金属学等方面新技术的边缘性综合技术，正在形成一个重要的现代化科学体系，先进国家的表面处理都向着低能耗、低污染、高质量、低成本、多花色、功能性电镀等方面发展，并在电镀设备、电镀添加剂等方面均已形成系列。近年来，我国在低温去油、提高防护装饰性镀层的防锈性能、开发新的镀种、扩大功能性镀层的应用、电镀与涂装组合、贵金属电镀、干法镀、涂装新工艺等方面也做了不少工作，表面处理工艺技术日益蓬勃发展。

表面处理工艺的重要性是不言而喻的。但国内迄今尚无一本内容比较齐全的表面处理工艺手册。因此，编写这本《表面处理工艺手册》已成为当务之急，也符合广大表面处理工作者的希望和心愿。为此，上海市第一轻工业协会发起并组织了全国三十多位长期从事表面处理专业、既有渊博的理论知识、又有丰富的实践经验的大专院校、研究所、设计院、工厂的学者、专家及工程技术人员编写和审阅本手册。他们在自身任务十分繁忙的情况下，挤出时间，认真地把自己的实践经验和科研成果编入本手册，供广大表面处理工作者查阅。

《表面处理工艺手册》是一本大型工具书，全书共 100 余万字。由于篇幅限制，本书不介绍渗碳、渗氮等表面处理工艺。电铸虽不属于表面处理方法，因习惯上由电镀工作人员进行，故写入本书。

本书采用法定计量单位，名词术语参照国家标准。编写的重点是表面处理工艺，书中提供了大量实用的配方、操作要点和故障处理方法。对于有发展前途的新工艺，也作了扼要介绍。为了使产品设计人员选择合理的表面处理方法，书中列举了各种表面处理方法的特性和应用范围。我们希望《表面处理工艺手册》的出版，使我国表面处理工艺有所改进、有所发展、有所创新，使表面处理后的产品更加新颖、美观、耐用，适应国内外市场的需要。

上海市第一轻工协会副秘书长徐顺涛、上海科学技术出版社副编审周仁才为本手册的编辑出版做了大量工作，上海轻工专潘国祥等同志为本书绘图和誉稿，绍兴第二电镀厂为本书的编审工作提供了方便，在此一并深表感谢。

这本手册在各方面的支持和关怀下，经过全体编写人员和编审委员会三年来的通力合作，终于成书。不当之处敬请广大读者教正。

《表面处理工艺手册》编委会

一九八八年十一月

# 目 录

## 第一章 总 论

第一节 表面处理的分类与用途	1	4. 内应力	19
第二节 表面镀覆层及处理方法的标记符号	6	第五节 金属的腐蚀与防护	21
第三节 电化学基础	8	一、腐蚀机理	21
一、电极电位	8	二、电位-pH图	21
二、电极的极化	11	三、腐蚀电位与腐蚀速度	23
三、氢过电位	12	四、腐蚀的类型	25
四、金属电沉积	12	五、金属防护方法	28
五、宏观分散能力和覆盖能力	16	第六节 涂料和涂装	29
第四节 金属镀层的基本性能	17	一、涂料的作用	29
1. 密度	17	二、涂装的重要性	29
2. 电阻率	17	三、涂料的分类	30
3. 硬度	18	胡信国 沈宁一 郁祖湛 王乐年	

## 第二章 预 处 理

第一节 研磨与机械抛光	31	三、低温除油	39
一、磨料的选择	31	四、电化学除油	40
二、抛光膏的选择	32	五、超声波除油	41
三、滚光或擦光材料的选择	33	第四节 除锈	41
第二节 化学抛光与电化学抛光	34	一、除锈方法的分类	41
一、化学抛光	34	二、酸浸蚀	41
二、电化学抛光	35	三、缓蚀剂	44
第三节 除油	38	四、除油-除锈联合处理	44
一、有机溶剂除油	38	第五节 弱浸蚀及活化	44
二、化学除油	38	郭鹤桐 覃其贤	

## 第三章 普 通 电 镀

第一节 镀铜	46	五、其他类型的暗镍	69
一、铜镀层的性质和用途	46	六、光亮镍	70
二、氰化镀铜	47	七、半光亮镍	72
三、酸性硫酸盐镀铜	51	八、多层镍体系及其抗蚀性	72
四、焦磷酸盐镀铜	55	九、特殊要求的镀镍	75
五、其他类型镀铜	60	十、镀镍常见故障、原因及处理方法	77
六、铜镀层的镀后处理及退除	64	十一、杂质的影响与去除方法	78
第二节 镀镍	65	十二、不合格镍镀层的退除	80
一、镍镀层的性质和用途	65	第三节 镀铬	80
二、镀镍溶液的种类	66	一、铬镀层的性质和用途	80
三、瓦特型镀镍溶液	66	二、镀铬溶液的特性和种类	81
四、氨基磺酸盐镀镍	68	三、防护装饰性镀铬	85

41811

四、 镀耐磨铬.....88

五、 镀松孔铬.....89

六、 镀黑铬.....90

七、 三价铬盐镀铬.....91

八、 常见故障及处理方法.....93

**第四节 镀锌**.....94

一、 镀锌层的性质和用途.....94

二、 镀锌溶液的种类.....95

三、 氰化物镀锌.....95

四、 锌酸盐镀锌.....97

五、 氯化物镀锌.....99

六、 硫酸盐镀锌.....102

七、 除氢处理.....102

八、 钝化处理.....103

九、 故障处理.....107

**第五节 镀镉**.....111

一、 镉镀层的性质和用途.....111

二、 镀镉溶液的种类.....111

三、 氰化物镀镉.....111

四、 无氰镀镉.....115

五、 镀后处理.....118

六、 故障处理.....120

**第六节 镀锡**.....123

一、 锡镀层的性质与用途.....123

二、 镀锡溶液的种类.....123

三、 酸性镀锡.....125

四、 碱性镀锡.....128

五、 化学浸锡与冰花锡.....130

六、 退镀.....132

**第七节 镀铅**.....133

一、 铅镀层的性质与用途.....133

二、 镀铅工艺.....133

**第八节 镀铁**.....134

一、 铁镀层的性质与用途.....134

二、 镀铁溶液的种类.....135

三、 氯化物镀铁.....136

四、 硫酸盐镀铁.....141

五、 氟硼酸镀铁.....143

六、 镀后处理.....143

七、 故障处理.....144

冯子昂 吴以南 徐惠光 陈松琪  
徐孝勉 何生龙

第四章 特种电镀

**第一节 复合电镀**.....146

一、 复合电镀的分类与用途.....146

二、 复合电镀的工艺特点.....148

三、 影响复合镀层中固体微粒含量的因素.....151

四、 典型复合电镀工艺举例.....153

**第二节 塑料及其他非金属上电镀**.....154

一、 塑料件的外形设计及其对模具的要求.....155

二、 塑料的注塑条件和镀前检查.....155

三、 塑料电镀.....156

四、 石膏和木材电镀.....160

五、 玻璃和陶瓷电镀.....161

**第三节 特种材料上的电镀**.....162

一、 锌基合金上电镀.....162

二、 铝和铝合金电镀.....164

三、 印刷线路板用穿孔电镀.....166

四、 不锈钢上电镀.....167

**第四节 刷镀与局部电镀**.....168

一、 刷镀的特点与应用.....169

二、 刷镀设备.....169

三、 刷镀溶液.....171

四、 局部电镀.....176

**第五节 双极性电镀**.....177

一、 双极性电镀的应用.....177

二、 双极性电镀时应注意的事项.....178

胡信国 屠振密

第五章 电镀合金

**第一节 镀铜合金**.....179

一、 电镀铜锡合金.....179

二、 镀铜锌合金.....184

三、 镀仿金.....187

**第二节 镀锡合金**.....188

一、 镀锡铅合金.....188

二、 镀锡镍合金.....190

三、 镀锡钴合金.....191

四、 镀锡锌合金.....192

**第三节 镀镍合金**.....193

一、 镀镍铁合金.....193

二、 镀镍钴合金.....194

三、 镀镍磷合金.....195

**第四节 镀锌合金**.....196

一、镀锌镍合金	196
二、镀锌铁合金	197
<b>第五节 镀多元合金</b>	198

一、镀锌镍铁合金	198
二、镀锌铁钴合金	199

方景礼

## 第六章 电镀稀贵金属

<b>第一节 镀银</b>	200
一、镀银	200
二、防银变色处理	201
<b>第二节 镀金与金合金</b>	201
一、镀金	201
二、镀金合金	202
<b>第三节 镀钯与钯镍合金</b>	205
一、电镀钯	205
二、电镀钯镍合金	206

三、电镀液中各种成分的影响	206
四、钯镍合金镀层的物理化学性能	206
<b>第四节 电镀其他稀贵金属</b>	206
一、电镀铂	207
二、电镀铑	207
三、电镀铑钌合金	208
四、电镀钌	209
五、电镀钢	209

沈宁一

## 第七章 铝与铝合金的氧化处理

<b>第一节 装饰性氧化</b>	210
一、化学氧化	210
二、电化学氧化	212
<b>第二节 硬质阳极氧化</b>	220
一、硬质阳极氧化的特点、用途及类型	220
二、硬质阳极氧化工艺	220
<b>第三节 特种阳极氧化</b>	222
一、瓷质阳极氧化	222
二、阳极氧化与丝网印刷工艺	225
<b>第四节 染色与着色</b>	229

一、吸附染色法	229
二、电解着色	232
三、整体发色法	235
<b>第五节 封闭处理</b>	237
一、热水封闭	237
二、蒸气封闭	237
三、盐溶液封闭	237
<b>第六节 铝材的选择</b>	238

胡小琴 洪九德

## 第八章 化学 镀

<b>第一节 化学镀镍</b>	240
一、镀层的用途	240
二、镀层的组成和特性	241
三、工艺条件及镀液配制	242
四、化学镀镍溶液组成和工艺条件的 影响	243
五、化学镀镍溶液的维护	245
六、其他类型化学镀镍工艺	245
七、化学镀镍不良镀层的退除	247
八、采用阳极保护法化学镀镍新技术	247
<b>第二节 化学镀铜</b>	248
一、化学镀铜溶液组成及工艺条件	248
二、化学镀铜溶液中各组分的作用和 影响	249
三、化学镀铜溶液的配制、使用和维护	250
四、化学镀铜溶液的自动控制装置	250
<b>第三节 化学镀银</b>	251
一、用葡萄糖作还原剂的化学镀银工艺	251
二、用酒石酸盐作还原剂的化学镀银	

工艺	251
三、用甲醛作还原剂的化学镀银工艺	251
四、用二甲胺基硼烷作还原剂的化学 镀银工艺	252
<b>第四节 化学镀金</b>	252
一、化学置换法镀金工艺	252
二、化学还原法镀金工艺	253
<b>第五节 化学镀钴</b>	254
一、以次磷酸钠作为还原剂的化学镀 钴工艺	254
二、以硼氢化物作为还原剂的化学镀 钴工艺	255
三、以二甲胺基硼烷作还原剂的化学 镀钴工艺	255
<b>第六节 化学镀钯</b>	255
(一) 用胍作还原剂的化学镀钯工艺	255
(二) 用次磷酸盐作还原剂的化学镀 钯工艺	255

陈春成

## 第九章 电 铸

<b>第一节 电铸的应用和芯模的设计</b> .....	257	一、瓦特型镀液	265
一、电铸的应用	257	二、氨基磺酸型镀液	267
二、芯模的类型	258	三、高速镀镍液	268
三、芯模的材料	258	<b>第五节 电铸铁</b>	269
四、电铸芯模设计	260	<b>第六节 电铸后处理</b>	269
<b>第二节 电铸的前处理</b>	260	一、脱膜	269
一、金属芯模的前处理——剥离膜的形成	260	二、加固	269
二、非金属芯模的前处理——表面金属化	260	三、最后修饰	270
<b>第三节 电铸铜</b>	262	<b>第七节 实例介绍</b>	270
一、硫酸铜电铸液	262	一、菲涅耳透镜模的电铸	270
二、氟硼酸电铸铜	264	二、晶晶彩虹片母板的电铸	272
<b>第四节 电铸镍</b>	264	三、含硫镍阳极与脉冲电源电铸镍膜	272
		四、一步法电铸开模	273

徐孝勉

## 第十章 金属的着色和染色

<b>第一节 概述</b>	274	<b>第五节 不锈钢着色</b>	279
<b>第二节 铜和黄铜层的着色</b>	275	一、黑色	279
一、铜的着色	275	二、巧克力色	279
二、黄铜着色	275	三、电解着各种颜色	279
<b>第三节 镍层的着色和染色</b>	276	四、仿金色	279
一、镍层着色	276	<b>第六节 其他镀层的着色与染色</b>	280
二、镍层染色——电泳法染金黄色	277	一、银层着色	280
<b>第四节 锌层的着色和染色</b>	277	二、锡层着色	281
一、锌层着色	277	三、镉层的着色和染色	281
二、锌层染色	278		

何鸿星

## 第十一章 金属的氧化和磷化

<b>第一节 钢铁的氧化</b>	283	<b>第三节 钢铁磷化</b>	286
一、碱性化学氧化溶液和工艺条件	283	一、磷化膜组成及性质	286
二、溶液配制及生产工艺控制	283	二、钢铁磷化的用途	287
三、工艺流程	284	三、磷化处理的施工方法	287
四、钢铁化学氧化常见故障及处理方法	284	四、磷化处理的溶液成分及工艺条件	288
五、不合格氧化膜的退除	284	五、磷化工艺控制	288
<b>第二节 铜及铜合金的氧化</b>	284	六、磷化后处理	289
一、铜及铜合金的氧化处理	284		
二、铜及铜合金的钝化处理	286		

陈春成

## 第十二章 真空镀与气相镀

<b>第一节 蒸发镀</b>	291	五、蒸发镀的应用实例	295
一、蒸发镀膜机	291	<b>第二节 溅射镀</b>	295
二、蒸发源	292	一、溅射镀膜原理	296
三、蒸发镀膜工艺	293	二、磁控溅射镀膜机	297
四、影响膜层质量的因素	295	三、磁控溅射源	297



四、磁控溅射镀膜工艺.....	298	一、真空镀的应用.....	304
五、影响膜层质量的因素.....	299	二、真空镀用的涂料.....	304
六、磁控溅射镀膜的应用实例.....	299	<b>第五节 气相镀</b> .....	306
<b>第三节 离子镀</b> .....	300	一、气相镀方法.....	306
一、离子镀膜机.....	301	二、气相镀的装置.....	308
二、离子镀膜原理.....	301	三、影响镀层质量的因素.....	310
三、离子镀膜工艺.....	303	四、气相镀的应用.....	310
四、影响膜层质量的因素.....	303		
<b>第四节 真空镀的应用和涂料</b> .....	304		黄杜森 郁祖湛

### 第十三章 涂料和涂装

<b>第一节 概述</b> .....	312	<b>第四节 涂装工艺</b> .....	341
一、成膜物质.....	312	一、涂料涂装工艺和施工方法的选择.....	341
二、颜料.....	312	二、静电喷涂.....	341
三、溶剂.....	312	三、电泳涂装.....	348
四、助剂.....	313	四、粉末涂装.....	353
<b>第二节 涂料类型和性质</b> .....	313	五、有机涂层钢板的涂装工艺和应用.....	355
一、油脂涂料.....	313	六、涂层的干燥.....	358
二、天然树脂和酚醛树脂涂料.....	314	<b>第五节 涂料和漆膜的质量检验</b> .....	360
三、沥青涂料.....	315	(一) 涂料外观.....	360
四、醇酸树脂涂料.....	315	(二) 粘度.....	360
五、氨基树脂涂料.....	316	(三) 漆膜厚度.....	361
六、硝基涂料.....	316	(四) 漆膜外观.....	361
七、乙烯树脂涂料.....	316	(五) 漆膜附着力测定法.....	361
八、丙烯酸树脂涂料.....	317	(六) 漆膜冲击试验测定法.....	365
九、聚酯树脂涂料.....	319	(七) 漆膜柔韧性测定法.....	368
十、环氧树脂涂料.....	319	(八) 漆膜硬度测定法.....	371
十一、聚氨酯涂料.....	320	(九) 漆膜耐霉菌测定法.....	372
十二、轻工业用的主要涂料.....	320	(十) 测定耐湿热、耐盐雾、耐候性(人工加速)的漆膜制备法.....	374
<b>第三节 工件表面预处理工艺</b> .....	328	(十一) 漆膜耐盐雾测定法.....	375
一、钢材表面防锈质量.....	328	(十二) 漆膜耐湿热测定法.....	375
二、钢铁表面的预处理.....	330	(十三) 漆膜老化(人工加速)测定法.....	376
三、铝和铝合金的表面处理.....	337		陈惠恩 王乐年 奚志澄 李成章
四、塑料表面的预处理.....	338		
五、木材表面预处理.....	339		

### 第十四章 镀液性能的测试

<b>第一节 pH值的测定</b> .....	378	一、分散能力的测定方法.....	381
一、pH试纸法.....	378	二、覆盖能力的测定方法.....	382
二、pH值测定仪法.....	378	<b>第五节 赫尔槽试验</b> .....	383
<b>第二节 电导率的测定</b> .....	379	一、赫尔槽试验的特点及其应用.....	383
<b>第三节 电流效率的测定</b> .....	380	二、赫尔槽的形状及试验装置.....	383
一、用铜库仑计测量电流效率.....	380	三、赫尔槽阴极上的电流分布.....	383
二、利用高精度电流表测量电流效率.....	380	四、赫尔槽的试验方法.....	384
三、合金电镀电流效率的计算.....	380	<b>第六节 极化曲线的测定</b> .....	385
<b>第四节 分散能力和覆盖能力的测定</b> .....	381	一、恒电流法和恒电位法.....	385

二、稳态法和暂态法..... 385

**第七节 表面张力的测定**..... 387

一、测量原理..... 387

二、测定装置及步骤..... 387

**第八节 微分电容的测定**..... 388

一、微分电容..... 388

二、微分电容曲线..... 388

三、微分电容的测定..... 388

许强令 郑 振

第十五章 镀层性能检测

**第一节 镀层的外观检验**..... 390

一、镀层表面缺陷检验..... 390

二、镀层表面粗糙度的检验..... 390

三、镀层表面光泽度检验..... 391

**第二节 镀层厚度检验**..... 392

一、计时液流法..... 392

二、溶解法(分析法)..... 395

三、电量法(库仑法)..... 396

四、金相显微镜法..... 398

五、非破坏性测厚法..... 399

六、化学保护层的测厚方法..... 400

**第三节 镀层耐蚀性检验**..... 400

一、大气暴露试验..... 401

二、盐水喷雾试验..... 403

三、铜盐加速醋酸盐雾试验..... 405

四、湿热试验..... 406

五、腐蚀膏试验..... 407

六、二氧化硫工业气体腐蚀试验..... 407

**第四节 镀层孔隙率检验**..... 409

一、贴滤纸法..... 409

二、涂膏法..... 410

三、孔隙率的其他测试方法..... 411

**第五节 镀层硬度检验**..... 411

**第六节 镀层结合力检验**..... 412

一、弯曲试验法..... 412

二、锉磨试验法..... 413

三、划痕试验法..... 413

四、冲击(槌击)试验法..... 413

五、加热(骤冷)试验法..... 413

六、结合力定量试验方法..... 414

**第七节 镀层其他性能检验**..... 415

一、镀层内应力测试..... 415

二、镀层脆性测试..... 416

三、镀层钎焊性测试..... 418

许强令

第十六章 电镀设备

**第一节 概述**..... 419

**第二节 镀槽及其辅助装置**..... 419

一、镀槽的结构..... 419

二、镀槽的类别..... 425

三、镀槽的材料选用..... 427

四、非金属镀槽..... 437

**第三节 挂具**..... 438

一、挂具设计原则..... 438

二、挂具常用的金属材料..... 439

三、挂具材料截面的计算..... 439

四、挂具的导电接触..... 440

**第四节 电镀半自动与自动生产线和辅助设备**..... 440

一、滚镀设备..... 440

二、直线式电镀自动线..... 446

三、环形电镀自动线..... 448

四、线材和带材电镀自动线..... 450

五、过滤设备..... 451

六、通风设备..... 453

**第五节 电镀电源**..... 458

一、直流电源..... 458

二、可控硅整流..... 458

三、特殊波形装置..... 466

四、直流配电装置和汇流排..... 469

五、直流供电方式及线路..... 473

六、交流电源..... 477

**第六节 自动控制**..... 479

一、程序控制类型..... 479

二、程序控制系统的选择及其典型线路的组成方式..... 480

三、工艺条件控制..... 487

施锦成 汤友耕

第十七章 电镀污染控制

**第一节 概述**..... 491

**第二节 废水治理**..... 492

一、电镀废水治理技术发展概况.....	492	三、含氰废水治理.....	511
二、各种电镀废水治理的有效技术和 方法.....	494	四、酸雾及含氯废气治理.....	512
<b>第三节 废气及粉尘治理.....</b>	<b>502</b>	五、磨光与抛光粉尘治理.....	515
一、铬雾废气净化与抑制治理.....	504	<b>第四节 电镀污泥的处置与利用.....</b>	<b>519</b>
二、氮氧化物废气治理.....	505	姚锡禄 许景文 周平章	

# 第一章 总 论

## 第一节 表面处理的分类与用途

电镀、油漆、真空镀等是许多产品表面处理和表面装饰重要的通用技术 并已逐步形成为一个工业部门。机械、仪器、仪表、电子、轻工、手工、宇航、船舶以及国防工业等部门都需要应用表面处理技术。它不仅使产品质量和外观达到美观、新颖和耐用,而且对一些有特殊要求的工业产品还能起到修复或赋予耐蚀、导电、易焊、反光、耐磨、耐高温等特殊功能的效果。总之,表面处理工艺几乎涉及大部分工业产品,例如:汽车、自行车、船舶、飞机、缝纫机、照相机、钟表、电冰箱、电视机、洗衣机、电风扇、空调设备、建筑五金、机电仪表以及文教用品等,都需要进行防护装饰性电镀,以提高产品的使用性能,节约材料,延长寿命,美化产品。即以日常生活中使用较多的自行车为例,每辆自行车的电镀面积约 $70\text{dm}^2$ ,全国自行车年产量以2000万辆计,电镀总面积就多达1400多万 $\text{m}^2$ 。近年来,国际市场上风行具有黄金色外观的产品,这就使电镀金、金合金以及仿金上升到更加重要的地位。合金电镀、电子电镀、功能性电镀及多种有机覆盖层也在迅速发展。

除了防护装饰性外,利用电镀的方法,还可以获得许多特殊的功能。例如,在半导体器件上镀金,可以获得很低的接触电阻;在电子元件上镀铅-锡合金,可以获得很好的钎焊性能。这些部件是电子计算机、电视机、录音机、收音机等必不可少的。又如在活套环及轴上镀硬铬可以获得很高的耐磨性。此外,近年来发展起来的分散电镀技术,又能赋予镀层自润滑性、脱模性、耐磨性以及高的硬度等。

铝和铝合金的氧化、着色不仅用于打火机、口琴、金笔、保温瓶及小五金件上,而且还发展到建筑用材上。高级宾馆的门框、窗框、售货台的框架、厨房用具等均采用铝氧化的零件。

刷镀技术用于加工特大的、结构复杂的零件或磨损零件的修复,以较短的时间和极少的费用,恢复了机器的青春,经济效益很高,每年可达数千万元。

在机械工业中,电镀铁用于机车、汽车曲轴的修复,有很大的经济效益。

真空镀用于塑料件装饰和刀具刃具加工。

总之,表面处理既是工业上必不可少的工艺,又是满足人民生活需要、提高产品在国际市场上的竞争能力、出口创汇所必不可少的技术。

表面处理工艺产生某些有毒、有害的废水、废气和废渣等,严重危害人民,因此,在发展表面处理工艺的同时,必须考虑污染的控制和治理措施。

材料的表面处理技术种类繁多,根据使用的方法大致可分成五大类16种工艺。

(一) 电化学方法 这种方法的特点是利用电极反应,在制件表面上形成镀覆层。其中应用最广的工艺有:

(1) 电镀 当具有导电表面的制件与电解质溶液接触,并作为阴极,在外电流作用下,在其表面上形成与基体牢固结合的镀覆层的过程称为电镀。镀覆层可以是金属、合金、半导体以及含有各类固体微粒的镀层,如镀铜、镀镍磷合金等。

(2) 阳极氧化 当具有导电表面的制件与电解质溶液接触,并作为阳极,在外电流作用下,在制件表面形成与基体结合牢固的氧化膜层的过程称为阳极氧化。如铝及铝合金的阳极氧化。

(二) 化学方法 这种方法的特点是在没有外电流通过的情况下,利用化学物质的相互作用,在制件表面形成镀覆层。其主要工艺过程有:

(1) 化学镀 当具有一定催化作用的制件表面与电解质溶液相接触,在无外电流通过的情况下,利用化学物质还原作用,将有关物质沉积于制件表面并形成与基体结合牢固镀覆层的过程称为化学镀。如化学镀镍、化学镀铜等。

(2) 化学转化膜处理 当金属制件与电解质溶液相接触,在无外电流通过的情况下,利用电解质溶液中的化学物质与制件表面的相互作用,在表面上形成与基体牢固结合的镀覆层的过程称为化学转化处理。如铝的表面铬酸盐转化处理,锌的铬酸盐钝化,钢铁的磷化等。

(三) 热加工方法 这种方法的特点是利用高温条件下材料熔融或热扩散,在制件表面形成镀覆层。其主要工艺过程有:

(1) 热浸镀 将金属制件浸入熔融金属中,使其表面上形成与基体牢固结合的金属镀覆层的过程称为热浸镀,如热浸锡等。

(2) 热喷镀 将熔融状态的金属雾化并连续喷射在制件表面上,形成与基体牢固结合的金属覆盖层的过程称为热喷镀,如热喷锌等。

(3) 热烫印 将各类金属箔在加温加压下覆盖于制件表面的过程称为热烫印,如烫印铝箔等。

(4) 化学热处理 将制件与化学物质相接触,在高温下使有关元素进入制件表面层的过程称为化学热处理,如渗碳、渗氮等。

(四) 高真空方法 此法是利用材料在高真空下的气化或受激离子化而在制件表面形成镀覆层的过程。常见的工艺有:

(1) 真空蒸发镀 在高真空容器中,将金属材料加热蒸发,并镀着在制件表面上,形成与基体牢固结合的金属或非金属覆盖层的过程称为真空蒸发镀,简称真空镀或蒸发镀,如真空镀铝,真空镀金等。

(2) 溅射镀 在高真空容器中,在低气压下使离子在强电场作用下轰击膜料,使其表面原子逸出并沉积在制件表面上形成薄膜的过程称为溅射镀,如溅射硅、溅射银等。

(3) 离子镀 在高真空容器中,在低气压下利用蒸发源蒸出的粒子,经过辉光放电区部分电离,通过扩散和电场作用,沉积于制件表面形成与基体牢

固结合镀覆层的过程称为离子镀,如镀氮化钛等。

(4) 化学气相镀 在低压下,利用气态物质在固态表面上进行化学反应生成与基体结合良好的固体沉积层的过程称为化学气相镀(有时也在常压下进行)。如气相沉积氧化硅、氮化硅等。

(5) 离子注入 在高压电下将不同离子注入工件表面以改变表面性质的过程称为离子注入,如注硼等。

(五) 其它物理方法 主要利用机械的或化学的方法将有关金属和非金属镀覆于制件表面之上。属于这一类有:

(1) 冲击镀 利用机械冲击作用将有关金属镀覆于制件表面并形成与基体牢固结合的镀覆层的过程称为冲击镀,如冲击镀锌。

(2) 涂装 利用喷射、涂饰等方法,将有机涂料涂覆于制件表面并形成与基体牢固结合的涂覆层过程称为涂装,如涂漆等。

(3) 激光表面加工 利用激光对制件表面进行辐照,使制件表面结构改变的过程称为激光表面加工,如激光淬火等。

以上分类法只有相对意义,因为很多工艺往往兼具几种方法的特点。关于各种工艺的详细过程将在下面各章中介绍。利用这些工艺得到的镀覆层的主要特性和用途列于表 1-1 和 1-2 中。

表 1-1 镀覆层的主要特性、用途及常用处理方法

特 性		概 要	用 途 举 例	常 用 的 处 理 方 法
防 护 装 饰 特 性	装 饰 性	<p>光亮度 分为镜面光亮、全光亮、光亮缎状,无光亮缎状,通过与不同色泽和花纹的组合,可实现表面的多样化高档化</p> <p>色泽彩色 除铬色、镍色、白色、黑色、青铜色系之外,还有各种彩色</p> <p>花纹 有缎状、回旋状、细线、微粒、菱形、双色、浮雕花样等,为高级产品设计所不可缺少</p>	旋钮、开关(音响)、车轮、侧面反射镜(汽车)、照相机、眼镜架、各类饰品、室内外装饰用品等	电镀、热烫印等
	防 护 性	能耐潮湿气氛,含硫含氧气体介质,盐分等的腐蚀	几乎所有的金属制品、螺栓、建筑小五金等	几乎所有表面处理方法
	机 械 特 性	<p>硬度和耐磨损性 电镀金属的硬度一般高于冶金手段所获得的硬度。硬度高的金属不仅耐磨性好,且具有耐擦伤、耐碰伤的特性</p> <p>润滑性 指滑动方便程度,与摩擦系数低和保油性能好有关</p>	各种气缸、油缸、轧辊、轴、量规、金属模具衬垫、高级装饰品	各种气缸、油缸、活塞环、轴等

(续表)

特 性	概 要	用 途 举 例	常用的处理方法
机械特性	脱模性	金属模具所要求的特性,与抗粘性有关	各种金属模具
	其他	有易加工性、耐冲击性,耐疲劳性等	冲压成形件、机械零件
电 磁 特 性	导电性	电传导容易,银最佳,铜次之	电子器件、半导体零件
	高频特性	也称波导性,高频电流(毫米波、微波等)容易传送,损耗少	波导管
	磁 性	磁性记录介质所要求静态特性(矫顽力、矩形比)和动磁盘、磁带、磁性存储器动态特性(存储特性)	磁盘、磁带、磁性存储器
	低接触电阻特性	电气接触部电阻小,与高硬度、耐磨性等构成开关特性	各种开关、端子等
	电阻特性	电阻元件所需特性,特殊的化学镀镍可根据膜厚设定电阻值	金属薄膜电阻
	其他	有电磁波屏蔽效果	电磁屏蔽材料
	光 学 特 性	防反射性	也称防眩性,大多采用黑色和缎状表面
光选择吸收性		指吸收 0.3~0.5 μm 波长范围太阳光的特性	太阳能选择吸收面板
光反射性		有效反射光的特性,白色金属光亮度平滑度越高,反射率越大	反射镜、反射板
热 学 特 性	耐候性	防止紫外线对塑料、橡胶和涂膜的破坏的特性	各种塑料电镀
	耐热性	保持膜层物性(硬度、耐磨性、耐蚀性)在高温下不降低的特性	发动机零件
	热吸收性	有效吸收热量的特性,使用黑色膜层	集热板、散热板(屏蔽罩)
	热导性	导热容易的特性,银最佳,铜、金次之	厨房器具
物 理 特 性	热反射性	与光反射相似,平滑度越高,反射性越好	火锅反射板
	软钎焊性	容易作软钎焊的特性,是电子、电器、机械制件中经常要求的重要特性	各种电气、电子零件、机械零件
	压焊性	指金丝、铝丝热压焊和超声波压接的特性	半导体元件
	多孔性	指表面具有较多微孔的特性	各种轧辊、气缸、油缸、活塞环
	抗粘合性	与脱模性类同,与滑动性和低摩擦系数有关	各种金属模
化 学 特 性	粘附性	提高金属与高分子材料的粘结力	轮胎及金属上涂敷高分子材料的产品
	耐蚀性	指对化学药品和有机碳的耐蚀性	化工机械、热交换器、阀门等
	防沾污性	在化学设备中防止积垢,在日用品、家电中防沾污的特性	医疗器械、冷藏库手柄、餐具
			大部分表面处理方法



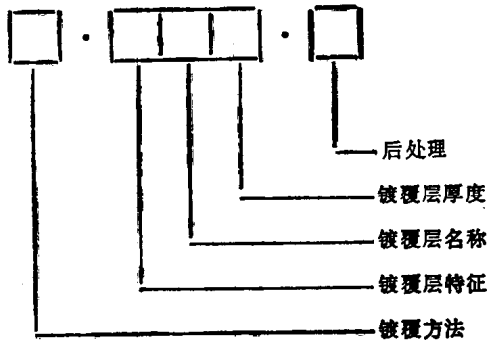




## 第二节 表面镀覆层及处理方法的标记符号

对于金属和非金属制件上的电镀、化学镀、热浸镀、热喷镀、真空蒸发镀和各种化学处理所得的镀覆层以及所使用的方法，在需要时可用一定的标记符号表示。

(1) 镀覆层及表面处理方法的表示法由三部分组成，每部分之间以圆点“·”相连接，排列顺序如下：



其中镀覆方法(处理方法)、镀覆层特征、后处理均用汉语拼音字母表示(见表 1-3~1-6)。

(2) 镀覆层中各种金属,用 化学元素符号 表示,其他用汉语拼音字母表示。

(3) 厚度用阿拉伯数字表示,单位为微米( $\mu\text{m}$ ),其值为下限,必要时可标志厚度范围,不便表示时,可不标(见表 1-13 例 4.5)。

(4) 颜色的表示方法

① 电镀后钝化和氧化常用颜色用汉语拼音字母表示(见表 1-7)。

表 1-3 镀覆方法、处理方法的符号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号
	汉 字	汉语拼音	
电 镀	电	Dian	D
电化学处理			
化 学 镀	化	Hua	H
化学处理			
热 浸 镀	浸	Jin	J
热 喷 镀	喷	Pen	P
真空蒸发镀	蒸	Zheng	Z

注：在紧固件的标记中允许省略“D”。

表 1-4 镀层特征、处理特征的符号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号	
	汉 字	汉语拼音		
绝 缘	绝	Jue	J	
瓷 质	瓷	Ci	C	
导 电	导	Dao	D	
硬 质	硬	Ying	Y	
松 孔	孔	Kong	K	
乳 色	乳	Ru	R	
黑	黑	Hei	H	
双 层	双	Shuang	S	
密 封	封	Feng	F	
花 纹	纹	Wen	W	
光 亮	全光亮	亮	Liang	$L_2$
	光 亮			$L_3$
	半光亮			$L_1$
	暗			/
缎 面	细光缎面	缎	Duan	$U_3$
	粗光缎面			$U_2$
	无光缎面			$U_1$

表 1-5 处理名称的符号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号
	汉 字	汉语拼音	
钝 化	钝	Dun	D
氧 化	氧	Yang	Ya
磷 化	磷	Lin	L
铬酸阳极氧化	铬氧	Ge Yang	GY

表 1-6 后处理的符号

名 称	采用的汉字及汉语拼音		采用符号
	汉 字	汉语拼音	
钝 化	钝	Dun	D
氧 化	氧	Yang	Ya
磷 化	磷	Lin	L
着 色	着	Zhao	Z
热 熔	热	Re	R
扩 散	扩	Kuo	K
铬酸盐封闭	铬封	Ge Feng	GF