



DIANDU GONGCHENGSHI  
SHOUCE

# 电镀工程师 手册

谢无极 编著



化学工业出版社

TQ153-62  
X472



郑州大学 \*04010778744\*



DIANDU GONGCHENGSHI  
SHOUCE

# 电镀工程师手册

谢无极 编著



TQ153-62  
X472



化学工业出版社

·北京·

电镀工程师不但要掌握扎实的电镀工艺基础知识，而且要对电镀工艺管理有清晰的理念和适当的办法。本手册着眼于电镀工程师的日常工作，除了简明地阐述电镀的化学和电化学原理、电镀设备以外，重点对电镀生产中常用的电镀工艺流程、电镀标准作业方法、电镀生产管理方法进行了系统的梳理和介绍，使得电镀工程师在实践中能够明确方向，明确方法。

本手册是电镀工程师和电镀生产企业管理人员不可多得的工具书，也可以作为电镀高级技术工人培训和电镀专业师生学习的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电镀工程师手册/谢无极编著. —北京: 化学工业出版社, 2011.6

ISBN 978-7-122-11059-6

I. 电… II. 谢… III. 电镀-技术手册 IV. TQ153-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 068834 号

---

责任编辑: 段志兵  
责任校对: 周梦华

文字编辑: 糜家铃  
装帧设计: 刘丽华

---

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

787mm×1092mm 1/16 印张 62½ 字数 1577 千字 2011 年 11 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: 188.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2011—27 号

# 前言

电镀行业有三大特点：第一，是中性行业；第二，理论性强，第三，现场突发性异常事件多。笔者经过二十多年的电镀现场工作实践和研究得出结论：今天的电镀行业，需要的是懂技术的管理者。电镀工程师具备比较高的专业水平，具有先进的技术和管理理念，显得非常重要。

但由于目前电镀行业的发展受到商业化炒作的的影响日益严重，部分年轻的电镀工程技术人员对电镀工艺的重要性认识不足。例如在电镀添加剂等方面，他们知道的仅局限于商品的代号（如 A、B、C 等），这不利于工程技术人员水平的提高。

本手册的编写和出版就是为了帮助电镀工程师，特别是年轻的电镀工程师提高自己的综合素质和企业的技术管理水平。

本手册将从理论与实际相统一的高度出发，既着重理论知识的阐述，又导入大量的实际运用的电镀工艺、电镀材料、电镀设备以及管理理念等方面的实例，来规范和引导电镀工程师建立正确的行为准则。在学习和熟练应用各个知识点的同时，使自己得以提高。

作为工程技术管理人员，电镀工程师必须具备三大素质：工艺技术、管理理念和工作方法。本手册将在第 1 章对此特别予以阐述，这一思想实际上也贯穿于全手册之中。

为了便于读者查阅，本手册在结构设计时，充分考虑到作为工具书的系统性、完整性和实用性，希望给读者提供一本全面的、实用的专业书籍。

要特别强调的是，本手册所列举的规章制度、工具表格、标准作业指导书和管理程序等，基本上是以相关国际质量标准认证所要求的基本格式为模板来进行编写和设计的。这将为电镀工程师在实际工作中制作生产文本时，提供范本。

希望读者结合自身工作的实际情况，把本书中的理念、方法和资料充分、灵活地应用到电镀实践中，提升企业的管理水平和员工的素质，促进电镀事业的发展。但切忌生搬硬套！

笔者经过了二十多年的实践，又用了两年多的时间来编写本手册。希望本手册能成为电镀工程师、电镀企业管理人员的指导用书。本书也可以作为大专院校师生、电镀企业员工的教学和自学的辅助资料。当然，书中可能存在不妥之处，敬请读者批评指正！

谢无极

# 简明目录

## 第一篇 电镀工程师知识基础

第 1 章 电镀工程师应具备的基本素质 .....	2
第 2 章 电镀化学和电化学基本概念 .....	6
第 3 章 电镀基本概念 .....	30
第 4 章 电镀添加剂 .....	60
第 5 章 电镀设备的设计和选型 .....	83

## 第二篇 电镀工艺

第 6 章 镀前处理工艺 .....	148
第 7 章 电镀单金属工艺 .....	228
第 8 章 合金电镀工艺 .....	270
第 9 章 复合电镀、电铸、脉冲电镀和化学镀工艺 .....	326
第 10 章 镀后处理工艺 .....	358

## 第三篇 电镀工艺流程与操作

第 11 章 电镀工艺流程 .....	408
第 12 章 电镀工艺流程看板 .....	494
第 13 章 电镀工艺控制、分析和槽液维护 .....	512
第 14 章 电镀工艺档案管理 .....	552
第 15 章 电镀标准作业指导书 .....	623

## 第四篇 电镀生产管理

第 16 章 基于电镀工艺流程的电镀设备配置 .....	676
第 17 章 电镀生产计划管理 .....	715
第 18 章 电镀品质管理 .....	731
第 19 章 电镀生产的成本计算 .....	745
第 20 章 电镀生产环境保护和清洁生产 .....	761
第 21 章 电镀故障的分析与诊断方法 .....	789

## 附 录

附录一 电镀常用的基础资料 .....	808
附录二 电镀设备设计与选型部分技术参数 .....	862
附录三 电镀常用化学材料和金属阳极材料的质量标准 .....	917
附录四 国家标准《工程用铬电镀层》(GB/T 11379—2008/ISO 6158: 2004) (摘要) .....	963
附录五 电镀污染物排放标准 .....	971

## 参考文献



# 详细目录

## 第一篇 电镀工程师知识基础

### 第1章 电镀工程师应具备的基本素质 ..... 2

- 1.1 应具备的综合素质 ..... 2
- 1.2 应具备的专业技能 ..... 4
- 1.3 电镀工程师的职责 ..... 5

### 第2章 电镀化学和电化学基本概念 ..... 6

- 2.1 电解质溶液 ..... 6
  - 2.1.1 电离度 ..... 6
  - 2.1.2 电离平衡常数 ..... 7
- 2.2 同离子效应 ..... 7
- 2.3 配合物(络合物) ..... 7
- 2.4 溶度积 ..... 8
- 2.5 氧化-还原反应 ..... 9
- 2.6 pH值与缓冲溶液 ..... 10
- 2.7 电解质溶液的导电性 ..... 13
  - 2.7.1 第一类导体 ..... 13
  - 2.7.2 第二类导体 ..... 14
  - 2.7.3 摩尔电导 ..... 15
  - 2.7.4 电解和电解定律 ..... 16
- 2.8 原电池和电解池 ..... 16
- 2.9 电极、电极反应与电极电位 ..... 18
  - 2.9.1 电极 ..... 18
  - 2.9.2 电极反应 ..... 18
  - 2.9.3 电极电位 ..... 18
- 2.10 电流效率 ..... 21
- 2.11 电极的极化 ..... 22
  - 2.11.1 极化现象 ..... 22
  - 2.11.2 过电位与极化值 ..... 22
  - 2.11.3 电化学极化与浓差极化 ..... 22
  - 2.11.4 析出电位 ..... 23

- 2.11.5 极化曲线和极化度 ..... 23
- 2.12 表面活性粒子在电极与溶液界面的吸附 ..... 24
  - 2.12.1 吸附的分类 ..... 24
  - 2.12.2 影响特性吸附的各种因素 ..... 24
  - 2.12.3 表面吸附对电极过程的影响 ..... 25
- 2.13 氢过电位 ..... 25
- 2.14 金属的阳极过程 ..... 26
  - 2.14.1 金属阳极过程的特点 ..... 26
  - 2.14.2 金属的钝化 ..... 27
  - 2.14.3 影响阳极过程的主要因素 ..... 28
  - 2.14.4 电镀阳极及分类 ..... 29

### 第3章 电镀基本概念 ..... 30

- 3.1 电镀基础知识 ..... 30
  - 3.1.1 电镀的定义 ..... 30
  - 3.1.2 电镀的分类 ..... 30
  - 3.1.3 电沉积金属的结构 ..... 31
  - 3.1.4 电镀层的基本性能 ..... 32
- 3.2 电镀结晶过程 ..... 35
  - 3.2.1 电结晶过程的界面反应步骤与界面反应 ..... 36
  - 3.2.2 结晶长大过程 ..... 37
- 3.3 电流和金属在阴极上的分布 ..... 40
  - 3.3.1 初次电流分布 ..... 40
  - 3.3.2 二次电流分布 ..... 41
  - 3.3.3 金属在阴极上的分布 ..... 42
  - 3.3.4 镀液的分散能力和覆盖能力 ..... 42
  - 3.3.5 镀液的整平能力 ..... 43
  - 3.3.6 几何因素对电流在阴极表面分布的影响 ..... 44
- 3.4 电镀溶液 ..... 46

3.4.1	镀液的分类	46	4.4.6	添加剂在快速镀铬溶液中的 应用	77
3.4.2	镀液中主要成分的作用	47	4.4.7	添加剂在四铬酸盐镀铬溶液中 的应用	77
3.5	电镀工艺条件及其对电镀质量的 影响	49	4.4.8	添加剂在镀黑铬溶液中的应用	78
3.5.1	阴极电流密度	49	4.4.9	添加剂在三价铬镀铬溶液中的 应用	78
3.5.2	电镀溶液温度	49	4.5	光亮酸性镀锡添加剂	79
3.5.3	搅拌	50	4.5.1	Sn <sup>2+</sup> 的稳定剂	79
3.5.4	电源	50	4.5.2	光亮剂	80
3.5.5	基体金属对镀层质量的影响	51	4.5.3	分散剂	80
3.5.6	几何因素对电镀质量的影响	52	4.6	镀金添加剂	80
3.6	合金电镀	53	4.6.1	镀金的无机添加剂	80
3.6.1	金属共沉积的条件	53	4.6.2	镀金的有机添加剂	81
3.6.2	金属共沉积的措施	53	4.7	镀银添加剂	81
3.6.3	金属共沉积的特点	54	4.7.1	氰化物镀银添加剂	81
3.6.4	影响共沉积的因素	55	4.7.2	无氰镀银添加剂	82
3.6.5	合金共沉积的类型	56			
3.7	双电极现象及双电极电镀	58			
<b>第4章</b>	<b>电镀添加剂</b>	<b>60</b>	<b>第5章</b>	<b>电镀设备的设计和选型</b>	<b>83</b>
4.1	镀镍添加剂	60	5.1	表面精整设备	83
4.1.1	镀镍添加剂的性能与应用	60	5.1.1	喷砂设备	83
4.1.2	镀镍中间体的性能与应用	64	5.1.2	滚光设备	85
4.2	镀铜添加剂	65	5.1.3	磨光机和抛光机	89
4.2.1	酸性镀铜添加剂和中间体的 性能与应用	65	5.2	槽体	90
4.2.2	碱性镀铜添加剂的性能与应用	67	5.2.1	槽体材料的选择	90
4.2.3	碱性镀铜中间体的性能与应用	68	5.2.2	镀槽的设计	100
4.3	镀锌添加剂	68	5.2.3	水槽的设计	104
4.3.1	酸性镀锌添加剂的性能与应用	68	5.2.4	镀铬槽和粗化槽	105
4.3.2	酸性镀锌中间体的性能与应用	71	5.3	溶液加热	106
4.3.3	光亮氰化物镀锌添加剂的性能 与应用	72	5.3.1	加热溶液所需的热量	106
4.3.4	光亮锌酸盐镀锌添加剂的性能与 应用	73	5.3.2	工作时热损耗量	107
4.4	镀铬添加剂	73	5.3.3	槽液从初始温度升高到工作 温度时的热损耗量计算	108
4.4.1	添加剂在标准镀铬溶液中的 应用	73	5.3.4	蒸汽加热	108
4.4.2	添加剂在复合镀铬溶液中的 应用	74	5.3.5	电加热	113
4.4.3	添加剂在自动调节复合镀铬液 中的应用	74	5.4	溶液的冷却	114
4.4.4	添加剂在稀土镀铬溶液中的 应用	74	5.4.1	冷量的计算	114
4.4.5	添加剂在高效镀铬溶液中的 应用	76	5.4.2	冷却管换热面积的计算	115
			5.4.3	自来水消耗量或冷水循环量的 计算	115
			5.4.4	冷却管结构	115
			5.4.5	冷却管的强度及气密性试验	117
			5.5	溶液搅拌	117
			5.5.1	压缩空气搅拌	117
			5.5.2	机械搅拌	118

5.5.3	溶液循环搅拌	119
5.5.4	超声波强化搅拌	119
5.5.5	泵搅拌	119
5.5.6	对流搅拌	120
5.6	过滤设备	120
5.6.1	过滤机种类	120
5.6.2	过滤介质	122
5.6.3	过滤机的选择	124
5.6.4	几种特殊的过滤机	126
5.6.5	连续过滤管的配置	127
5.7	滚镀设备	128
5.7.1	倾斜式滚镀机	128
5.7.2	卧式滚镀机	128
5.7.3	滚镀铬机	130
5.7.4	微型滚镀机	132
5.8	干燥和除氢设备	133
5.8.1	干燥箱及除氢箱	133
5.8.2	热风干燥槽	134
5.8.3	离心干燥机	135
5.8.4	脱水油槽	136
5.8.5	干燥平台	136
5.9	电镀电源设备	136
5.9.1	整流器	136
5.9.2	开关电源	137
5.9.3	特种电源	138
5.9.4	电镀电源的选择与使用	140
5.10	电镀挂具	142
5.10.1	电镀挂具设计基础数据	142
5.10.2	电镀挂具的管理	145
6.3	镀前浸蚀	175
6.3.1	概述	175
6.3.2	钢铁零件的浸蚀	178
6.3.3	不锈钢和耐热钢的浸蚀	180
6.3.4	铜及铜合金零件的浸蚀	184
6.3.5	铝及铝合金零件的浸蚀	186
6.3.6	锌及锌合金零件的浸蚀	188
6.3.7	镁及镁合金零件的浸蚀	189
6.3.8	镉及镉合金零件的浸蚀	190
6.3.9	铅、锡及其合金的浸蚀	191
6.3.10	钛及钛合金的浸蚀	191
6.3.11	其他部分金属及其合金的 浸蚀	192
6.4	电解抛光和化学抛光	194
6.4.1	钢铁零件的电解抛光和化学 抛光	194
6.4.2	不锈钢的电解抛光和化学 抛光	196
6.4.3	铜及铜合金的电解抛光和 化学抛光	197
6.4.4	铝及铝合金的电解抛光和 化学抛光	198
6.4.5	镍及镍合金的电解抛光和 化学抛光	200
6.4.6	银的电解抛光和化学抛光	201
6.4.7	金的电解抛光和化学抛光	202
6.4.8	钛及钛合金的电解抛光和 化学抛光	202
6.4.9	锌及锌合金的电解抛光和化学 抛光	204
6.4.10	镉的电解抛光和化学抛光	204
6.4.11	镁及镁合金的电解抛光和化学 抛光	205
6.4.12	其他金属的电解抛光和化学 抛光	205
6.4.13	通用电解液电解抛光	208
6.4.14	低浓度高氯酸溶液电解抛光	209
6.5	金属材料的镀前金属化处理	209
6.5.1	铝及铝合金	209
6.5.2	锌合金压铸件	212
6.5.3	钢铁件	212
6.5.4	镁及镁合金	213
6.5.5	钛及钛合金的镀前金属化 处理	213

## 第二篇 电镀工艺

### 第6章 镀前处理工艺 148

6.1	镀前机械处理	148
6.1.1	镀前机械处理概念和原理	148
6.1.2	磨光工艺	149
6.1.3	抛光工艺	156
6.1.4	滚光、振动光饰	158
6.2	镀前除油	167
6.2.1	常见油脂及除油方法	167
6.2.2	有机溶剂除油	167
6.2.3	化学除油	170
6.2.4	电化学除油	173
6.2.5	滚筒除油	174



6.5.6	金属材料镀银前的金属化处理	214	8.10	铬基合金电镀	306
6.6	非金属材料的金属化处理	215	8.11	银基合金电镀	308
6.6.1	塑料零件	215	8.12	金基合金电镀	312
6.6.2	玻璃钢	216	8.13	钯基合金电镀	319
6.6.3	陶瓷	217	8.14	非晶态合金电镀	320
6.6.4	玻璃	217	8.15	电沉积纳米合金	323
6.6.5	石膏、木材、纸板	218	<b>第9章</b>	<b>复合电镀、电铸、脉冲电镀和化学镀工艺</b>	<b>326</b>
6.6.6	鲜花和树叶	219	9.1	复合电镀	326
6.6.7	线路板的镀前金属化处理	219	9.1.1	电镀型复合镀层	326
6.7	金属材料的预镀	220	9.1.2	复合化学镀镍	330
6.7.1	钢铁零件的预镀	220	9.2	电铸	332
6.7.2	不锈钢的预镀	221	9.3	脉冲电镀	334
6.7.3	锌合金压铸件的预镀	222	9.3.1	脉冲电镀单金属	334
6.7.4	铝及铝合金的预镀	223	9.3.2	脉冲电镀合金	339
6.7.5	镁及镁合金的预镀	224	9.4	化学镀	341
6.7.6	其他部分金属的预镀	225	9.4.1	化学镀镍	341
<b>第7章</b>	<b>电镀单金属工艺</b>	<b>228</b>	9.4.2	化学镀铜	343
7.1	电镀锌	228	9.4.3	化学镀银	347
7.2	电镀镉	230	9.4.4	化学镀钴	349
7.3	电镀铜	232	9.4.5	化学镀锡	350
7.4	电镀镍	236	9.4.6	化学镀金	350
7.5	镀铬	246	9.4.7	化学镀钯及其合金	352
7.6	镀锡	252	9.4.8	化学镀铂	353
7.7	镀铅	255	9.4.9	化学镀铬	353
7.8	镀铁	256	9.4.10	化学镀铁	354
7.9	镀银	258	9.4.11	化学镀钨和化学镀铈	354
7.10	镀金	262	9.4.12	化学镀镍基合金	354
7.11	镀铂	263	<b>第10章</b>	<b>镀后处理工艺</b>	<b>358</b>
7.12	镀铈及铈合金	264	10.1	镀层的除氢处理	358
7.13	镀钯、镀钨、镀铼、镀钨、镀钨、 镀铈、镀锰、镀钴、镀铈和镀铈	265	10.2	镀层的钝化	359
7.14	镀砷和镀硒	269	10.2.1	锌镀层的钝化	359
<b>第8章</b>	<b>合金电镀工艺</b>	<b>270</b>	10.2.2	镉镀层的钝化	364
8.1	铜基合金电镀	270	10.2.3	银镀层的钝化	364
8.2	锌基合金电镀	276	10.2.4	铜及铜合金镀层的钝化	364
8.3	铅基合金电镀	284	10.2.5	锌-镍合金镀层的钝化	366
8.4	锡基合金电镀	287	10.2.6	锌-铁合金镀层的钝化	368
8.5	镉基合金电镀	296	10.2.7	锌-铬合金镀层的钝化	369
8.6	钨基合金电镀	297	10.2.8	锌-钨合金镀层的钝化	369
8.7	镍基合金电镀	298	10.2.9	锌-钛合金镀层的钝化	369
8.8	钴基合金电镀	302	10.2.10	铅-锡合金电镀层的钝化	370
8.9	铁基合金电镀	304	10.2.11	锡-钨合金镀层的钝化	370
			10.2.12	锡-锌合金镀层的钝化	370
			10.2.13	黑色锡-镍合金镀层的钝化	371

10.2.14	黑色镍-锌合金镀层的钝化	371	11.2.7	铜及铜合金件镀银	447
10.2.15	锡-铈合金镀层的钝化	372	11.2.8	铜及铜合金件镀贵金属及其合金	448
10.2.16	镉-锡合金镀层的钝化	372	11.2.9	铜及铜合金件合金电镀工艺流程	450
10.2.17	镍镀层的钝化	372	11.3	锌合金压铸件电镀工艺流程	455
10.2.18	不锈钢酸洗后的钝化	372	11.4	铝及铝合金压铸件电镀工艺流程	457
10.2.19	磷化膜的钝化	373	11.5	镁及镁合金件电镀工艺流程	461
10.2.20	钢铁件碱性氧化膜的化学钝化	373	11.6	镍及镍基合金镀层上电镀工艺流程	461
10.3	电镀层的退除	373	11.7	铬镀层上镀铬工艺流程	462
10.3.1	钢铁上电镀层的退除	373	11.8	钛及钛合金件电镀工艺流程	462
10.3.2	铜及铜合金上镀层的退除	388	11.9	非金属材料电镀工艺流程	464
10.3.3	锌合金压铸件上镀层的退除	394	11.9.1	ABS塑料电镀	464
10.3.4	铝及铝合金压铸件上镀层的退除	397	11.9.2	其他塑料电镀	468
10.3.5	塑料件上镀层的退除	400	11.9.3	玻璃上电镀	470
10.3.6	印制线路板上镀层的退除	401	11.9.4	陶瓷上电镀	471
10.3.7	防渗碳镀铜层的退除	401	11.9.5	石膏上电镀	472
10.3.8	挂具上镀层的退除	401	11.9.6	木材、纸板和树叶上电镀	472
10.3.9	阳极氧化膜的退除	403	11.9.7	鲜花、树叶上电镀工艺流程	473
10.3.10	磷化膜的退除	403	11.10	线路板电镀工艺流程	473
10.3.11	转化膜的退除	404	11.11	线材和带材电镀工艺流程	477
10.3.12	漆膜的退除	405	11.12	钢铁件的氧化工艺流程	481

### 第三篇 电镀工艺流程与操作

#### 第 11 章 电镀工艺流程 408

11.1	钢铁件电镀工艺流程	408
11.1.1	钢铁件预处理	408
11.1.2	钢铁件镀锌	414
11.1.3	钢铁件镀镉	415
11.1.4	钢铁件镀铜、镀镍和镀铬	416
11.1.5	钢铁件镀锡	424
11.1.6	钢(铸)铁件镀铅	425
11.1.7	铸铁件镀铁	426
11.1.8	钢铁件镀银	427
11.1.9	钢铁件镀贵金属及其合金	428
11.1.10	钢铁件上合金电镀	431
11.2	铜及铜合金件电镀工艺流程	438
11.2.1	铜及铜合金件预处理	438
11.2.2	铜及铜合金件镀镉	439
11.2.3	铜及铜合金件镀铜、镍、铬	440
11.2.4	铜及铜合金件镀锡	445
11.2.5	铜及铜合金件镀铅	446
11.2.6	铜及铜合金件镀铁	447

#### 第 12 章 电镀工艺流程看板 494

12.1	编制方法	494
12.2	钢铁件电镀工艺流程典型看板	495
12.3	锌合金压铸件电镀工艺流程典型看板	499
12.4	铝合金压铸件电镀工艺流程典型看板	501
12.5	塑料(ABS/PC+ABS)电镀工艺流程典型看板	505
12.6	金属眼镜架电镀工艺流程典型看板	507
12.7	银首饰电镀工艺流程典型看板	509

#### 第 13 章 电镀工艺控制、分析和槽液

维护	512	
13.1	镀液成分的控制	512
13.1.1	氰化镀铜成分的控制	512
13.1.2	焦磷酸盐镀铜成分的控制	513

13.1.3	酸性硫酸盐镀铜成分的控制	514
13.1.4	硫酸盐镀镍成分的控制	516
13.1.5	镀铬成分的控制	517
13.1.6	氰化镀银成分的控制	518
13.1.7	2N-18K金-铜-钨合金镀液成分的控制	519
13.2	电镀工艺参数的控制	521
13.2.1	pH值的控制	521
13.2.2	温度的控制	523
13.2.3	波美度的测量	524
13.2.4	槽液工艺参数的监测	524
13.3	光亮剂的使用	530
13.3.1	混合光亮剂的配制	530
13.3.2	光亮剂的补加	531
13.3.3	光亮剂消耗补加月报表	533
13.4	化验室管理	534
13.4.1	电镀生产用水标准	534
13.4.2	槽液成分检测频率	534
13.4.3	化验室数据处理	536
13.4.4	实验报告举例	540
13.4.5	化验室管理规定	543
13.4.6	化验员的绩效考核	544
13.5	槽液维护保养	544
13.5.1	槽液维护保养计划预定表的编制	544
13.5.2	槽液维护保养计划预定表(举例)	545
<b>第14章</b>	<b>电镀工艺档案管理</b>	<b>552</b>
14.1	编制工艺档案的目的和意义	552
14.2	工艺档案编制方法	552
14.3	钢铁件电镀工艺档案	553
14.3.1	钢铁件电镀锌及锌合金	553
14.3.2	钢铁件镀硬铬	562
14.4	锌合金压铸件电镀工艺档案	573
14.4.1	锌合金压铸件(锁具类产品)电镀	574
14.4.2	锌合金压铸件(洁具类产品)电镀	584
14.5	铝合金压铸件电镀工艺档案	585
14.5.1	一般铝合金压铸件(手机后盖)电镀自动线电镀	585
14.5.2	中硅-铝合金压铸件(汽车铝轮毂)电镀自动线电镀	589
14.5.3	高硅-铝合金压铸件(摩托车发	

	动机外壳)电镀自动线电镀	596
14.6	塑料件电镀工艺档案	599
14.7	贵金属电镀工艺档案	605
14.7.1	一般金属眼镜架电镀	605
14.7.2	钛金属眼镜架电镀	612
14.7.3	银首饰电镀	614
<b>第15章</b>	<b>电镀标准作业指导书</b>	<b>623</b>
15.1	标准作业指导书的编制	623
15.2	化验室标准作业指导书	625
15.3	电镀生产线附属设备标准作业指导书	662
15.4	电镀生产线电镀操作标准作业指导书	666

## 第四篇 电镀生产管理

<b>第16章</b>	<b>基于电镀工艺流程的电镀设备配置</b>	<b>676</b>
16.1	钢铁件电镀设备配置	676
16.2	锌合金压铸件电镀设备配置	684
16.3	铝合金压铸件电镀设备配置	690
16.4	塑料电镀设备配置	705
16.5	银首饰电镀贵金属设备配置	710
<b>第17章</b>	<b>电镀生产计划管理</b>	<b>715</b>
17.1	物料流程的设计及物料管理	716
17.1.1	物料流程的设计	716
17.1.2	物料管理	717
17.2	电镀生产的产能分析、人力分析及周期分解	720
17.2.1	电镀生产的产能分析	720
17.2.2	电镀生产的人力分析	722
17.2.3	电镀生产周期的分解	723
17.3	电镀生产计划的编制及相关统计报表	723
17.3.1	电镀生产计划的编制	723
17.3.2	相关统计报表	726
17.4	生产计划部门的日常管理制度	728
17.4.1	报表提交的管理规定	728
17.4.2	生产计划部日常管理制度	729
17.5	电镀生产现场的管理	729
17.5.1	电镀生产现场的技术管理	729
17.5.2	电镀生产现场的生产管理	729
17.5.3	电镀生产现场的品质管理	730
17.5.4	电镀生产现场的设备管理	730

<b>第 18 章 电镀品质管理</b> .....	<b>731</b>	19.2.1 电力设备用电分析 .....	747
18.1 概述 .....	731	19.2.2 电力成本计算 (举例) .....	747
18.1.1 品质保证部组织结构图 .....	731	19.3 设备及办公生活用品成本 .....	749
18.1.2 品质保证部的功能 .....	731	19.3.1 设备及办公生活用品的成本	
18.2 物料流程及质检岗位的设置 .....	732	项目分析 .....	749
18.3 来料检验 (IQC) 管理 .....	733	19.3.2 设备及办公生活用品的成本	
18.3.1 检验方式 .....	733	计算 .....	749
18.3.2 检验状态的标示及不合格		19.4 金属阳极材料成本 .....	750
批量处置 .....	733	19.4.1 电镀相关参数及耗用量的	
18.3.3 来料不良的发生途径 .....	734	分析 .....	750
18.3.4 来料检查部门的管理项目 .....	734	19.4.2 金属阳极材料耗用成本的	
18.3.5 来料检验的管理规定 .....	734	计算 .....	751
18.4 制程检验 (IPQC) 管理 .....	734	19.5 水的用量及耗用成本 .....	751
18.4.1 检验方式 .....	734	19.5.1 水的用量分析 .....	751
18.4.2 巡检的重点项目 .....	735	19.5.2 水的用量及耗用标准的计算 .....	752
18.4.3 制程检验的管理项目 .....	735	19.6 化学材料成本 .....	753
18.4.4 制程检验的管理规定 .....	735	19.6.1 化学材料的用量分析 .....	753
18.5 完成品检验 (FQC) 管理 .....	735	19.6.2 化学材料成本的计算 .....	754
18.5.1 完成品检验的检查内容 .....	735	19.7 电镀企业的运营成本分析 .....	757
18.5.2 完成品检验的管理项目 .....	736	19.7.1 电镀企业的运营成本项目分析	
18.5.3 完成品检验的管理规定 .....	736	和成本核算 .....	757
18.5.4 “限度样板”的管理规定 .....	736	19.7.2 差异分析 .....	758
18.6 出货检验 (OQC) 的管理 .....	736	<b>第 20 章 电镀生产环境保护和清洁</b>	
18.6.1 出货检验的管理项目 .....	737	<b>生产</b> .....	<b>761</b>
18.6.2 出货检验的管理规定 .....	737	20.1 清洁生产的概念与途径 .....	761
18.7 电镀产品检验标准 .....	737	20.2 电镀行业实行清洁生产的途径 .....	763
18.7.1 某公司铝轮毂电镀产品检验		20.3 电镀清洁生产审核 .....	765
标准 .....	737	20.3.1 清洁生产审核程序与实施	
18.7.2 某公司银首饰电镀镀层品质		步骤 .....	765
检验标准 .....	739	20.3.2 电镀清洁生产评价 .....	766
18.7.3 某公司电镀产品可靠性测试		20.4 电镀三废治理及其综合利用 .....	769
方法和判定标准 .....	741	20.4.1 概述 .....	769
18.8 品质异常管理 .....	742	20.4.2 含铬废水的处理及利用 .....	771
18.8.1 异常报告的提交程序 .....	742	20.4.3 含重金属废水的处理及利用 .....	775
18.8.2 不良品的处理程序 .....	743	20.4.4 酸碱废水处理 .....	779
18.8.3 报废品的处理程序 .....	743	20.4.5 电镀混合废水处理 .....	779
18.8.4 品质异常报告管理规定 .....	743	20.4.6 含尘及有害气体的处理方法 .....	782
18.9 品质管理规定举例 .....	744	20.4.7 电镀污泥的处置及回收利用 .....	786
<b>第 19 章 电镀生产的成本计算</b> .....	<b>745</b>	<b>第 21 章 电镀故障的分析与诊断方法</b> .....	<b>789</b>
19.1 人力成本 .....	745	21.1 电镀故障处理的基本原则 .....	789
19.1.1 人力分析 .....	745	21.2 电镀故障产生的主要因素 .....	791
19.1.2 人力成本的状况 .....	746	21.2.1 零件镀前的主要影响因素 .....	791
19.1.3 人力成本的计算方法 .....	746	21.2.2 电镀过程中的质量控制 .....	794
19.2 电力成本 .....	747	21.3 电镀故障的诊断方法 .....	795

21.3.1	跳越试验	795
21.3.2	对比试验	795
21.3.3	改变零件的装挂方式或重新设计挂具试验	796
21.3.4	烧杯试验	796
21.3.5	小型槽试验	796
21.3.6	赫尔槽试验	796
21.4	镀液处理方法	798
21.4.1	电解法	798
21.4.2	高 pH 值沉淀法	800
21.4.3	难溶盐沉淀法	800
21.4.4	氧化还原法	801
21.4.5	活性炭吸附法	802
21.4.6	离子交换法	803
21.4.7	掩蔽剂法	804
21.5	电镀故障的预防与控制	804
21.5.1	电镀故障的原因分析	804
21.5.2	电镀故障的控制重点	805

## 附录

<b>附录一</b>	<b>电镀常用的基础资料</b>	<b>808</b>
1.	数学方面资料	808
2.	物理和化学方面资料	812
3.	电镀及电化学方面资料	826
<b>附录二</b>	<b>电镀设备设计与选型部分技术参数</b>	<b>862</b>
1.	镀槽及其附件	862
2.	滚镀、振镀设备及其附件	867
3.	电源、过滤机、干燥设备及其附件	869
4.	电镀厂房、车间建筑及其防腐	871
5.	供配电、照明、供热、pH 计以及空气搅拌系统	875

6.	通风、除尘以及废气处理设备系统	883
7.	电镀车间的给水、排水、废水处理与综合利用系统	899

### 附录三 电镀常用化学材料和金属阳极材料的质量标准 917

1.	氧化物	917
2.	酸类	920
3.	碱类	922
4.	盐类	926
5.	络合剂及其他有机化合物	948
6.	表面活性剂	957
7.	金属阳极材料	958

### 附录四 国家标准《工程用铬电镀层》(GB/T 11379—2008/ISO 6158:

2004)(摘要) 963

0.	引言	963
1.	范围	963
2.	规范性引用文件	964
3.	术语和定义	965
4.	向供方提供的资料	965
5.	标识	965
6.	要求	967

附录 A 工程用铬电镀层的典型厚度(资料性附录) 969

附录 B 铬及其他金属镀层厚度的测量方法(资料性附录) 969

附录 C 铬电镀层的裂纹和孔隙的测量(规范性附录) 970

### 附录五 电镀污染物排放标准 971

一、	前言	971
二、	电镀污染物排放标准	971

参考文献 980

# 第一篇

---

## 电镀工程师知识基础



# 第1章

## 电镀工程师应具备的基本素质

### 1.1 应具备的综合素质

#### (1) 专业素质

- ① 了解相关化学知识，并掌握电镀基础知识和各镀种的电镀工艺。
- ② 了解并掌握电镀加工的工件材质及其制造加工工艺。
- ③ 了解并掌握电镀工艺和电镀设备的设计。
- ④ 了解与电镀相关行业的知识并掌握该类产品的电镀质量标准、镀层性能以及产品的用途和使用环境。
- ⑤ 了解环境保护方面的知识、当地三废处理方法和排放标准以及清洁生产技术。
- ⑥ 了解水、电、气能源方面知识以及基本设计。
- ⑦ 精通实验室的所有检测、分析操作，精通相关实验仪器和设备的维护保养以及实验室的管理工作。
- ⑧ 精通技术管理体系建立以及电镀现场的改善、提升。
- ⑨ 必须有安全生产意识，并具备处理生产安全事故的能力以及各项应急预案的制定和实施。
- ⑩ 具有机械设计、制造、自动控制、流体力学、热力学、电学等专业基础知识。

#### (2) 管理素质

- ① 具有建立技术管理体系能力，并且有三年以上的实际管理经验。
- ② 了解并掌握设备、生产计划、品质、成本、绩效、采购、行政等工厂全面管理体系的建立，以及电镀企业的数据化管理理念。对全工厂数据管理化体系有较深的认识，与各职能部门相互协作、密切配合，如表 1-1 所示。

#### (3) 法律知识

- ① 环境保护法。
- ② 劳动法。

表 1-1 电镀厂数据化管理要点

管理类型	管理内容
设备管理	① 点检、巡检、预定保养 ② 设备的操作及设备档案的编制 ③ 设备的设计及制作、安装监理 ④ 设备系统的成本分析
计划管理	① 物料流程及物料管理 ② 产能、人力以及周期的分析和具体的操作 ③ 生产作业日报的分析、统计 ④ 生产计划预定表的编制 ⑤ 返品及样品流程的设计及管理 ⑥ 了解并掌握物流体系的成本分析 ⑦ 标准工时、工效的管理和改善能力 ⑧ 绩效管理体系的建立
品质管理	① IQC、IPQC、FQC、OQC 以及品质管理体系及基本理念 ② 据物料流程、合理设计检验岗位 ③ QC 作业日报、日报等各种报表的统计和分析 ④ 了解工艺标准和品质标准以及各项检测方法 ⑤ 具有品牌意识及品质改善、品质创新能力 ⑥ 了解质量管理体系的内审程序及基础工作 ⑦ 了解不良品、样板等特别生产管理及流程的审核 ⑧ 品质管理体系的成本分析 ⑨ 标准工时、工效的管理和改善能力 ⑩ 绩效管理体系的建立
成本管理	① 具有基本财务知识,了解材料会计的相关知识 ② 具有标准成本管理的理念(能从采购、仓储、制造、售后服务等成本进行分析) ③ 具有数据统计、分析和如何改善、提升的能力 ④ 绩效管理→方针目标管理→执行 PDCA 循环→实现成本递减

③ 安全生产法。

④ 与电镀产品及行业相关的法律、法规。

**(4) 具备一定的学习、交流以及改善能力**

① 具备的学习方法 看书、做事、交流→善于了解、学习新知识、新工艺,善于与人交流,善于总结→达到改善、提升。

② 具备好的工作方法 学会记录、善于总结、善于解惑,将学习方法与工作相结合→改善工作方法→提升工作能力。

执行 PDCA 循环→并导入 IE 手法→实现方针目标管理,实现持续改善、提升。

**(5) 具备积极的心态**

① 用积极的心态面对事业和人生。

② 用积极的心态,面对学习和工作,忌急于求成,重在积累。

**(6) 具有创新能力**

熟练掌握数据化管理体系的建立和该体系在电镀企业管理中的运用。实现方针目标管理,不断改善、提升、创新。

**(7) 具备处理异常的理论和方法**

当异常发生时,应从理论的角度对产生该异常的可能原因进行分析,再结合现场的

实际状况（如温度  $T$ 、 $\text{pH}$ 、成分、添加剂、操作、阳极等）予以逐项排除，最终找出产生异常的真正原因。并予以及时处理，同时若是管理、操作、技术等各方面的原因，应予以规范，建立异常档案，实现永久性改善（制定永久性的对策），以杜绝异常的再发生。

## 1.2 应具备的专业技能

- (1) 据材质和产品质量的要求，具备设计工艺和附属设备的能力。
- (2) 具有设备安装、制造的监理能力。
- (3) 具有工艺的调试能力。
- (4) 具有建立数据化的技术管理体系并灵活运用能力。
- (5) 具有建立化验室的仪器、设备和管理体系的能力，同时具备各检测、分析操作能力。
- (6) 具有员工培训及编制培训教材的能力，让员工知其然，知其所以然。
- (7) 具有编制标准作业指导书的能力，同时具有根据标准作业指导书对员工进行操作培训和操作管理、督导、改善的能力。
- (8) 具有标准成本管理体系的各项标准的确定、统计等全面工作的能力。
- (9) 具有异常的分析、处理以及异常管理的能力。
- (10) 具有数据的分析、统计、管理的能力（技术、计划、品质、设备等）。
- (11) 具有将电镀企业的数据化管理理念在实际工作中运用的能力。
- (12) 具有环保理念，同时具有三废处理的实际操作的能力。
- (13) 具有废水和废气设备、工艺的设计以及工程监理、调试的能力。
- (14) 具有物料流程的设计以及物料管理的能力。
- (15) 具有安全管理、处理安全事故的能力。
- (16) 具有 5S 管理和 5S 实施的具体操作的能力。
- (17) 具有良好的沟通、交流的能力。
- (18) 具有团队协作精神。
- (19) 具有改善、提升、创新能力。
- (20) 具有编制生产计划、协调和审核计划的能力，同时积极主动配合生产任务完成的能力（做到生产计划和槽液预定保养计划→有机融合）。
- (21) 掌握品质标准，据此制定工艺标准的能力，同时具备制定、审核、检测电镀产品的质量标准，能将品质标准、制造成本、制造工艺、品质成本有机融合并实施的能力。另外，还需要了解相关质量管理体系，做到既满足客户的质量要求，又能为企业创造更大利润空间的能力。
- (22) 具有设计挂具、协助制造挂具以及使用、维护和管理挂具的能力，充分发挥“七分挂具、三分管理”的作用。
- (23) 具有抛光相关知识与实际操作的技能。
- (24) 具有对相关行业学习、了解的能力。