

电镀工入门必读

潘继民 主编

电焊工入门必读

张永成 主编



电 镀 工 入 门 必 读

主 编	潘继民					
副主编	邵 冰	李立里	向 嵩			
参 编	李怀武	高 玉	王 宁	乔晓燕	李立凤	
	赵 旭	李 莎	侯晓丽	李 静	王铁骊	
	严咏志	王志刚	陈慧敏	张素红	宋月鹏	
	李 威	高见峰	柳洪洁	鞠文彬	陈 永	
	蒋佳国	吴珊珊	夏 静	魏晓龙	陈 伟	
	徐丽娟	肖树龙	徐 饒	翟 震	王金荣	
主 审	张金凤					



机 械 工 业 出 版 社

本书是一本帮助电镀工迅速掌握基本操作技能、确保安全操作的入门指导书。其主要内容包括：入门指导、电镀基本知识、电镀设备的使用与维护、电镀预处理、常用电镀工艺、金属的氧化和磷化、电镀后处理、镀层性能的测定、电镀清洁生产。本书语言通俗易懂，叙述简明扼要，内容由浅入深，便于读者自学。

本书可作为电镀初级技术工人的培训和自学用书，也可作为相关专业技工学校、职业技术学校的生产实习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电镀工入门必读/潘继民主编. —北京：机械工业出版社，2011.2
ISBN 978-7-111-33014-1

I. ①电… II. ①潘… III. ①电镀—基本知识 IV. ①TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 001687 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：陈保华 责任编辑：陈保华

版式设计：霍永明 责任校对：闫玥红

封面设计：姚毅 责任印制：李妍

北京外文印刷厂印刷

2011 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·21 印张·418 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-33014-1

定价：39.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

策划编辑：(010) 88379734

社服务中心：(010) 88361066 网络服务

销售一部：(010) 68326294 门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649 教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者服务部：(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

电镀是金属表面处理的重要组成部分，随着科学技术的进步与发展，电镀已成为一个专门的研究领域并构成了庞大的产业，特别是机械制造、仪器仪表、交通工具、电子信息、航天航空等部门对电镀技术提出了更多更高的要求。工业的发展不断对新材料提出要求，电镀技术也由原来的防护装饰性和功能性镀层加工跨入了新材料制造领域。电镀大幅度地增加了产品的附加值，在我国国民经济的发展中起着十分重要的作用。

目前，电镀工业迅速发展，国家对电镀企业的准入门槛越来越高，电镀行业操作人员必须持证上岗。大批电镀企业迫切需要电镀技术工人，为了满足行业的需求和对广大劳动者进行技术培训，我们从中、小型企业对技术工人应具有广泛的通用知识和全面技能的实际需求出发，本着少而精的原则，总结多年的实践经验，突出技术实用性和通用性，精心编写了这本《电镀工入门必读》。本书语言通俗易懂，叙述简明扼要，内容由浅入深，便于读者自学。通过本书的学习，读者可全面了解电镀的基本知识，迅速掌握基本操作技能，确保安全操作。

全书共9章，内容包括：入门指导、电镀基本知识、电镀设备的使用与维护、电镀预处理、常用电镀工艺、金属的氧化和磷化、电镀后处理、镀层性能的测定、电镀清洁生产。本书可作为电镀初级技术工人的培训和自学用书，也可作为相关专业技工学校、职业技术学院的生产实习参考书。

本书由郑州大学的潘继民任主编，邵冰、李立里、向嵩任副主编。参加编写的人员还有李怀武、高玉、王宁、乔晓燕、李立凤、赵旭、李莎、侯晓丽、李静、王铁骊、严咏志、王志刚、陈慧敏、张素红、宋月鹏、李威、高见峰、柳洪洁、鞠文彬、陈永、蒋佳国、吴珊珊、夏静、魏晓龙、陈伟、徐丽娟、肖树龙、徐锐、翟震、王金荣。张金凤老师对全书进行了详细审阅。

在本书编写过程中，参考了国内外同行的大量文献资料，谨向有关人员表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，错误和纰漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第1章 入门指导	1
1.1 电镀在工业生产中的地位和作用	1
1.2 电镀工职业道德	3
1.3 电镀生产流程	3
1.4 电镀安全生产及管理	4
1.4.1 安全生产操作总则	5
1.4.2 电镀生产安全操作规程	5
1.4.3 喷砂安全操作规程	6
1.4.4 抛光安全操作规程	6
1.4.5 配制和使用碱液的安全操作规程	7
1.4.6 配制和使用酸液的安全操作规程	7
1.4.7 电镀化学药品的领用及保管	8
1.4.8 电镀化学药品的储存	8
1.4.9 电镀设备安全操作规程	10
1.4.10 电镀工作的劳动保护	11
第2章 电镀基本知识	13
2.1 电镀基本原理	13
2.2 常用电镀术语	13
2.2.1 基本术语	13
2.2.2 镀覆方法术语	17
2.2.3 预处理和镀后处理术语	18
2.2.4 材料和设备术语	20
2.2.5 测试和检验术语	20
2.3 电镀工艺实施要素	22
2.3.1 电镀实施的必要因素	22
2.3.2 工件图样的识读	22
2.3.3 工艺文件的识读	27
2.4 电镀溶液的配制	28
2.4.1 电镀溶液配制注意事项	28
2.4.2 溶液的配制计算	29
2.4.3 酸溶液的配制	31
2.4.4 碱溶液的配制	32

2.4.5 钝化液的配制	32
2.4.6 中和溶液的配制	32
2.5 温度的测定	33
2.6 密度的测量	35
2.6.1 密度计法	35
2.6.2 密度瓶法	37
2.6.3 流体静力法	37
2.7 pH 值的测定	38
2.7.1 pH 试纸法测定 pH 值	39
2.7.2 标准溶液比色法测定 pH 值	40
2.7.3 pH 计法测定 pH 值	42
2.8 电流效率的测定	45
2.8.1 电流效率的定义	45
2.8.2 电流效率的测定方法	45
第3章 电镀设备的使用与维护	47
3.1 挂具的使用与维修	47
3.1.1 挂具的使用要求	47
3.1.2 挂具尺寸的要求	47
3.1.3 挂具材料的要求	48
3.1.4 挂具结构的要求	49
3.1.5 挂具的绝缘处理	49
3.1.6 工件的悬挂方式	50
3.1.7 通用挂具的使用要点	51
3.1.8 专用挂具的使用要点	52
3.1.9 挂具使用注意事项	53
3.1.10 挂具拆卸注意事项	53
3.1.11 电镀挂具装挂实例	53
3.1.12 电镀挂具装夹实例	55
3.1.13 塑料工件电镀挂具装夹实例	57
3.1.14 挂具的维护与维修	57
3.2 电镀预处理设备的使用与维护	59
3.3 镀槽设备的使用与维护	62
3.4 电源设备的使用与维护	68
3.5 抽风设备的使用与维护	70
3.6 搅拌和过滤设备的使用与维护	71
3.6.1 搅拌设备的使用与维护	71
3.6.2 过滤设备的使用与维护	72
3.7 加热和干燥设备的使用与维护	74

3.7.1 加热设备的使用与维护	74
3.7.2 干燥设备的使用与维护	76
3.8 输送设备的使用与维护	77
3.9 电镀自动生产线的使用与维护	78
第4章 电镀预处理	81
4.1 概述	81
4.1.1 电镀预处理的意义	81
4.1.2 电镀预处理的分类	82
4.2 机械处理	82
4.2.1 磨光	82
4.2.2 机械抛光	87
4.2.3 滚光	91
4.2.4 振动光饰	93
4.2.5 刷光	96
4.2.6 喷砂(喷丸)	98
4.3 脱脂处理	100
4.3.1 有机溶剂脱脂	102
4.3.2 化学脱脂	104
4.3.3 电化学脱脂	106
4.3.4 超声波脱脂	108
4.3.5 其他脱脂方法	109
4.4 除锈处理	110
4.4.1 强浸蚀	112
4.4.2 弱浸蚀	114
4.4.3 脱脂加浸蚀一步法	115
4.4.4 浸蚀操作的注意事项	115
4.5 电化学抛光和化学抛光	116
4.5.1 电化学抛光	116
4.5.2 化学抛光	117
第5章 常用电镀工艺	119
5.1 镀前准备	119
5.1.1 镀前工件检验	119
5.1.2 阴极和阳极的调整	119
5.1.3 非镀表面的绝缘	120
5.1.4 电流密度的选择	120
5.2 镀锌	121
5.2.1 镀锌层的用途、分类及特点	121
5.2.2 氰化物镀锌	122

5.2.3 锌酸盐镀锌	125
5.2.4 氯化钾镀锌	128
5.2.5 氯化铵镀锌	132
5.2.6 硫酸盐镀锌	134
5.2.7 其他镀锌方法	136
5.3 镀铜	137
5.3.1 镀铜层的用途、分类及特点	137
5.3.2 氰化物镀铜	137
5.3.3 光亮硫酸盐镀铜	139
5.3.4 焦磷酸盐镀铜	143
5.3.5 其他镀铜方法	145
5.4 镀铬	146
5.4.1 镀铬层的用途、分类及特点	146
5.4.2 普通镀铬	147
5.4.3 镀硬铬	150
5.4.4 镀黑铬	153
5.4.5 其他镀铬方法	155
5.5 镀镍	156
5.5.1 镀镍层的用途、分类及特点	156
5.5.2 普通镀镍	158
5.5.3 光亮镀镍	161
5.5.4 其他镀镍方法	164
5.6 镀锡	165
5.6.1 镀锡层的用途、分类及特点	165
5.6.2 碱性镀锡	166
5.6.3 硫酸亚锡光亮镀锡	168
5.6.4 其他镀锡方法	170
5.7 镀银	171
5.7.1 镀银层的用途、分类及特点	171
5.7.2 氰化物镀银	172
5.7.3 硫代硫酸盐镀银	175
5.7.4 其他镀银方法	177
5.8 电镀合金	177
5.8.1 电镀合金的用途、分类及特点	177
5.8.2 电镀铜锌合金	178
5.8.3 电镀铜锡合金	181
5.8.4 电镀锌镍合金	185
5.8.5 电镀镍铁合金	187
5.8.6 电镀其他合金	189

5.9 塑料工件的电镀	191
5.9.1 ABS 塑料电镀操作过程及注意事项	191
5.9.2 ABS 塑料电镀的常见故障及处理方法	192
第6章 金属的氧化和磷化	193
6.1 钢铁工件的氧化	193
6.1.1 钢铁工件氧化的分类及用途	193
6.1.2 钢铁工件的氧化准备	193
6.1.3 钢铁工件的碱性高温氧化	193
6.1.4 钢铁工件的酸性常温氧化	196
6.1.5 钢铁工件氧化膜的质量要求	197
6.1.6 钢铁工件氧化常见故障处理及处理方法	197
6.1.7 钢铁工件不合格氧化膜的退除与返修	200
6.2 钢铁工件的磷化	200
6.2.1 钢铁工件磷化的分类及用途	200
6.2.2 钢铁工件的磷化准备	201
6.2.3 钢铁工件的磷化操作	201
6.2.4 钢铁工件磷化膜的质量要求	204
6.2.5 钢铁工件磷化的常见故障及处理方法	204
6.2.6 钢铁工件不合格磷化膜的退除与返修	206
6.3 铝及铝合金工件的氧化	206
6.3.1 铝及铝合金工件氧化的分类及用途	206
6.3.2 铝及铝合金工件的氧化准备	207
6.3.3 铝及铝合金工件化学氧化	207
6.3.4 铝及铝合金工件硫酸阳极氧化	208
6.3.5 铝及铝合金工件铬酸阳极氧化	211
6.3.6 铝及铝合金工件草酸阳极氧化	212
6.3.7 铝及铝合金工件硬质阳极氧化	214
6.3.8 铝及铝合金工件瓷质阳极氧化	216
6.3.9 铝及铝合金工件化学氧化和电化学氧化的质量要求	216
6.3.10 铝及铝合金工件化学氧化和电化学氧化常见故障及处理方法	217
6.3.11 铝及铝合金工件不合格氧化膜的退除与返修	223
第7章 电镀后处理	224
7.1 概述	224
7.1.1 电镀后处理的作用	224
7.1.2 电镀后处理的分类	224
7.2 清洗	225
7.3 干燥	227
7.4 除氢	229

7.5 抛光	230
7.6 钝化	231
7.7 防变色处理	234
7.8 其他电镀后处理工艺	237
7.8.1 防护	237
7.8.2 阳极氧化膜的封闭	237
7.8.3 着色和染色	238
7.8.4 不合格镀层的退除	239
7.8.5 废液中贵金属的回收	241
7.9 电镀铜及其合金的后处理	241
7.9.1 不合格镀铜层的退除	241
7.9.2 酸性镀铜溶液中氯离子浓度的控制	242
7.9.3 铜及其合金镀层的防变色处理	242
7.10 电镀锌及其合金的后处理	243
7.10.1 除氢	243
7.10.2 不合格镀锌层的退除	243
7.10.3 镀锌白色钝化处理后的抗变色法	244
7.10.4 镀锌钝化膜的防护要点	244
7.10.5 镀锌层钝化的常见故障及处理方法	244
7.10.6 镀锌层的染色	247
7.11 电镀镍及其合金的后处理	248
7.11.1 单层镀镍的耐蚀方法	248
7.11.2 镀镍层的返修方法	248
7.11.3 不合格镀镍层的补镀方法	248
7.11.4 不合格镀镍层的退除	249
7.11.5 镀镍层封闭处理的常见故障及处理方法	250
7.12 电镀铬及其合金的后处理	251
7.12.1 装饰镀铬的后处理	251
7.12.2 多层装饰电镀后套铬	253
7.12.3 镀硬铬的后处理	254
7.12.4 多孔性镀铬的后处理	255
7.12.5 镀铬层的彩色钝化	256
7.12.6 不合格镀黑铬层的退除	256
第8章 镀层性能的测定	257
8.1 镀层外观检验	257
8.1.1 表面缺陷的检测	257
8.1.2 表面光亮度的检测	257
8.1.3 表面粗糙度的检测	258

8.1.4 常见镀层表面质量要求	258
8.2 镀层厚度的测定	266
8.2.1 化学溶解法	266
8.2.2 库仑法	268
8.2.3 计时液流法	268
8.2.4 薄铬镀层计时点滴法	271
8.2.5 金相显微镜法	272
8.2.6 磁性法	274
8.2.7 增重法	275
8.3 镀层结合强度的测定	275
8.3.1 摩擦试验法	276
8.3.2 切割试验法	276
8.3.3 形变试验法	276
8.3.4 剥离试验法	277
8.3.5 热震试验法	277
8.3.6 塑料镀件的热循环试验法	278
8.3.7 塑料基体金属剥层剥离强度的测定	278
8.3.8 金属镀层的拉力试验	279
8.3.9 镀层结合强度试验方法的选择	281
8.4 镀层耐蚀性的测定	282
8.4.1 大气曝晒腐蚀试验	282
8.4.2 盐雾试验	283
8.4.3 腐蚀膏试验	285
8.4.4 周期浸润腐蚀试验	286
8.4.5 电解腐蚀试验	287
8.4.6 湿热试验	288
8.5 镀层耐磨性的测定	288
8.5.1 落砂试验法	288
8.5.2 机械磨损试验法	289
第9章 电镀清洁生产	290
9.1 概述	290
9.1.1 清洁生产的定义	290
9.1.2 清洁生产的意义	290
9.2 电镀清洁生产	291
9.2.1 电镀行业的现状	291
9.2.2 电镀“三废”的来源及危害性	291
9.2.3 电镀生产中的清洁生产方法	293
9.3 电镀废水的排放标准	294

9.4 电镀废水的处理方法	295
9.4.1 电镀废水的化学处理法	295
9.4.2 电镀废水的离子交换处理法	302
9.4.3 电镀废水的电解处理法	305
附录 表面处理常用工艺规范	308
参考文献	323

第1章 入门指导

1.1 电镀在工业生产中的地位和作用

电镀是一种对金属（或非金属）工件表面进行装饰、防护或获得新的表面性能的工艺方法。对这个过程的形象说法，就是给金属（或非金属）工件穿上一件另一种金属材料的“外衣”，这件“外衣”就是镀层。镀层可以使工件表面美观，具有良好的导电性和润滑性、高硬度、高耐热性及高耐蚀性等优点。

电镀作为表面技术的重要组成部分，是工业上一种通用性强、使用面广的跨行业、跨部门的生产技术，广泛应用于电子、仪表、机械、化工、通信、船舶、航空航天、国防工业及各种日用轻工产品等领域。在工业生产中，主要的电镀金属种类有30余种，包括单金属镀层和合金镀层，其中应用较多的有锌、锡、镍、铜、铬、金、银、钴、铅、钛、锑、铈等单金属和铜-锡、铜-镍、铜-锌、锌-锡、锌-镍、铅-锡、锡-镍、锡-钴等合金。电镀的作用主要有改善工件表面外观质量，改善耐蚀性，提供特殊功能，以及研制新型材料等。

1. 改善工件表面外观质量

这类镀层具备一定的防护性，但多以装饰性为目的，需求量大；单一金属镀层难以满足工件的使用要求，一般为合金镀层，如铜-镍-铬或铜-锡镀层等。这类镀层广泛应用于自行车、钟表等行业中，所得到的产品外表光亮美观，可达到防护和装饰的效果。随着电镀技术的发展，电镀贵金属（金、银、铑等）和仿金镀层在贵重装饰品和小五金商品中应用越来越多，镀后产品的外观质量好、经久耐用，深受用户的喜爱。

2. 改善耐蚀性

为了提高工件的耐蚀性，延缓工件的腐蚀失效速率的镀层称为防护性镀层。由于腐蚀而成为废料的钢材约占其总产量的1/3，更严重的是一些关键部件的腐蚀破坏还易造成重大的安全事故。这类镀层成分广泛，例如，在钢铁工件上镀锌可有效避免基体在一般大气条件下的腐蚀；在海洋气候条件下常用镀镉层来保护基体金属；食品容器和罐头器皿等接触有机酸的钢铁材料产品，常采用镀锡层来保护，镀锡层不仅有很强的防护能力，而且其腐蚀产物对人体没有危害。

3. 提供特殊功能

此类镀层称为功能性镀层，可满足工业生产的某些特殊要求。

(1) 耐磨镀层 耐磨镀层主要是依靠给工件镀上一层高硬度的金属来提高工件的耐磨性,工业上多采用镀硬铬,如大型直轴或曲轴的轴颈、压印辊的辊面、发动机的气缸、活塞环及引擎阀门等均采用镀硬铬工艺来提高耐磨性能。

(2) 减摩镀层 减摩镀层常用在滑动接触面上,如轴瓦和轴套上多采用镀锡、铅-锡合金、锡-钴合金、铅-铟和铅-锡-铈合金,获得的镀层具有很高的承载能力,减摩性能良好。

(3) 导电镀层 在电器、无线电及通信设备中,大量使用提高工件表面导电性的镀层,通常镀铜层、镀银层、镀金层等均属于此类镀层。若同时要求耐磨性好时,就要镀银-铈合金、金-钴合金、金-铈合金等。在波导元件生产中,大多数需要镀光亮银、镀光亮金等。

(4) 抗高温氧化镀层 工业生产中常需要使用耐高温的材料来制造特殊用途的工件,这些工件暴露在高温腐蚀气体中,受到高温、气体腐蚀及气流冲刷的作用,严重影响了设备的寿命和运行的安全。例如电子管及晶体管的管脚与插座、喷气发动机的转子叶片和转子发动机的内腔等,常需要镀镍、铬及铬合金,所得镀层化学稳定性好,抗高温氧化,耐蚀性好。在有些情况下,还需要使用复合镀层,如 $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ni-Zr}_2\text{O}_3$ 、 Cr-TiO_2 复合镀层等。

(5) 焊接性镀层 某些电子元器件进行组装时,为了改善和提高它们的焊接性,常在表面镀一层金属镀层,最常用的有铜、锡、银以及锡-铅合金镀层。

(6) 磁性镀层 录音机及电子计算机等设备中所用的录音带、磁环线、磁鼓、磁盘等存储装置均需采用磁性镀层来改善其磁性能。这些材料中的磁性镀层大多数采用电镀方法来制造。在工业生产中,当电镀工艺条件改变时,镀层的磁性也相应改变,控制电镀工艺条件,可以获得所需要的磁性能。常用的磁性合金镀层有钴-镍、镍-铁、钴-镍-磷合金等。

(7) 修复性镀层 修复性镀层可用于修补重要工件中加工过量的加工尺寸。当重要的机器工件磨损以后,可以采用电镀法修复其磨损部位,如汽车和拖拉机的曲轴、凸轮轴、齿轮、花键、纺织机的压辊、深井泵轴等均可用电镀硬铬、镀铁(或复合镀铁)工艺加以修复。印染、造纸、胶片行业的工件也常采用镀铜、镀铬工艺等来修复。

(8) 其他功能性镀层 在工业生产中,还有很多其他的功能性镀层的应用。如在热处理加工中,为了防止局部渗碳需要镀铜,为了防止局部渗氮需要镀锡;在反光镜和聚光灯的生产中,为了增加反光能力需要镀铬或银,为了消光需要镀黑铬或黑镍;在存在酸腐蚀的行业中,为了防止硫酸和铬酸的腐蚀则需要镀铅等。

4. 研制新型材料

现代工业的发展对镀层质量的要求也越来越高,各种类型的电镀电源、电镀设备,以及电镀用的化学药品和添加剂应运而生,科技工作者研制出了各种电镀

新工艺,开发出了许多高性能、应用潜力大的新型材料。如多层镀、复合镀、非晶态镀和纳米镀等技术,可将金属及非金属的碳化物、氧化物、硼化物等硬度高且耐热性好的颗粒与铜、镍、铬、钴镀层共沉积,得到综合性能优良的新型材料。

1.2 电镀工职业道德

作为一名合格的电镀工人,应具备的基本职业道德如下:

(1) 敬岗爱业 员工应该热爱本职工作,勇于承担责任。对自己的工作台、工作架、设备、挂具、工装、工具等应摆放整齐,符合安全技术要求。每天工作前要认真做好准备,保证设备符合安全技术要求。工作结束后,要对工作地点和生产场地进行清扫,保持整洁。

(2) 遵规守纪 员工要遵守企业的各项规章制度,严格执行工艺文件、技术标准和操作规程的相关规定。按照定人、定机、定工种的原则进行操作生产。

(3) 质量观念 员工要明确自己的岗位质量责任,认真执行质量管理体系,不断提高工作质量和产品质量,牢固树立“质量第一”的意识。做到原材料不合格不投产,本道工序不合格不流转,产品质量不合格不出厂。

(4) 环保意识 员工要具有节能降耗的环保意识,珍惜水、电、燃料和各种原材料和辅助材料,严禁乱排生产过程中产生的废水、废气及乱扔废物等。

1.3 电镀生产流程

电镀是一门综合性的工艺技术,既有繁杂的电化学理论,又有丰富的实践经验技术。电镀的工艺流程通常为电镀预处理、电镀和电镀后处理三大部分。常见的电镀工序一般包括:(磨光→抛光)→上挂→脱脂→水洗→(电解抛光或化学抛光)→酸洗活化→(预镀)→电镀→水洗→(后处理)→水洗→干燥→下挂→检验包装。其中电镀后处理并不是所有电镀加工都必需的工序,但电镀预处理却是所有电镀工艺都必不可少的。

1. 电镀预处理

施镀前的所有工序均称为电镀预处理。其目的是修整工件表面,除掉工件表面的油脂、锈皮、氧化膜等污染物,为后续镀层的沉积提供良好的电镀表面。电镀预处理的效果直接影响镀层的外观质量和结合力。据统计,60%的电镀废品是由于电镀预处理不良造成的,因此电镀预处理在电镀工艺中占有重要的地位。在电镀技术发达的国家,电镀预处理工序约占整个电镀工序的50%以上,以确保得到表面性能良好的镀层,从而大大降低不良镀层的比例。

2. 电镀

电镀是指在工件表面得到所需镀层，是电镀加工的核心工序，此工序质量的优劣直接影响到镀层性能的好坏。电镀过程中对镀层有重要影响的因素除工艺参数外，主要还有主盐、添加剂、电镀设备等。

(1) 主盐 每一镀种都会发展出多种主盐体系及与之相配套的添加剂体系，如镀锌有氰化物镀锌、锌酸盐镀锌、氯化物镀锌（或称为钾盐镀锌）、氨盐镀锌、硫酸盐镀锌等体系。每一体系都有自己的优缺点，如氰化物镀锌溶液得到的镀层结晶细致，与基体结合力好，耐蚀性好，工艺范围宽，电镀溶液稳定，对杂质不敏感，但有剧毒，严重污染环境。氯化物镀锌溶液的废水极易处理，对环境污染小，镀层的光亮性和整平性好，但是由于 Cl^- 的弱酸性会对设备造成一定的腐蚀，同时不适用于需加辅助阳极的深孔或管状工件，应用范围具有一定的局限性。

(2) 添加剂 添加剂包括光亮剂、稳定剂、柔软剂和润湿剂等。光亮剂又分为主光亮剂、载体光亮剂和辅助光亮剂等。对于同一主盐体系，使用不同的添加剂，所得镀层在质量上有很大差别。主盐与添加剂的配合决定了电镀溶液的整体性能，优良的添加剂能弥补主盐某些性能上的不足。

(3) 电镀设备 电镀设备包括挂具、搅拌装置和电镀电源。在各种挂具中，圆形镀槽和挂具更有利于保证电流分布均匀，使电镀平稳均匀；方形挂具则需在挂具周围加设诸如铁丝网之类的分散电流装置。搅拌装置可以促进电镀溶液流动，使电镀溶液分布均匀，消除停留在工件表面的气泡。电镀中一般多采用直流、稳定性好的电源。

3. 镀后处理

电镀后对镀层进行各种处理以增强镀层的各种性能，如耐蚀性、抗氧化变色能力、焊接性等。根据处理的方法或作用，镀后处理可分为清洗、出光、钝化、干燥、防变色处理等。

1) 清洗是镀后处理的重要工序，目的是清除工件表面附着的残液，防止工件被腐蚀和后续污染。它直接影响到产品质量、生产成本、环境保护等方面。

2) 钝化处理是在镀层表面生成一层结合牢固、组织致密的钝化膜，可以显著提高镀层耐蚀性，如镀锌处理、镀镉处理和镀铬处理等。

3) 脱水处理是指在溶液中添加脱水剂，如镀亮镍后处理。

4) 防变色处理指在溶液中添加防变色剂，防止镀层变色，主要是针对易氧化的镀层，如镀银、镀锡、镀仿金等。

1.4 电镀安全生产及管理

电镀是高危险工种之一，电镀过程中有害、有毒气体会对呼吸器官及神经系统