

电 镀

实际操作手册

SHIJICAOZUO
SHOUCE



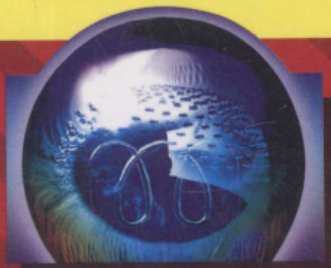
于 锦 李灿权 孙雅茹 主编

 辽宁科学技术出版社

电 镀

实际操作手册

SHIJICAOZUO
SHOUCE



ISBN 978-7-5381-5013-1



9 787538 150131 >

定价：32.80 元

电 镀

实际操作手册

于 锦 李灿权 孙雅茹 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

电镀实际操作手册/于锦, 李灿权, 孙雅茹主编.
沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007. 10
ISBN 978 - 7 - 5381 - 5013 - 1

I. 电... II. ①于... ②李... ③孙... III. 电
镀—技术手册 IV. TQ153 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 148723 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 19.5

字 数: 70 万字

印 数: 1 ~ 5000

出版时间: 2007 年 10 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 刘 席

书 号: ISBN 978 - 7 - 5381 - 5013 - 1

定 价: 32.80 元

联系电话: 024 - 23284372

邮购热线: 024 - 23284502 23284357

E-mail: elecom@mail.lnpgc.com.cn

http: //www.lnkj.com.cn

内容提要

全书分6个部分，包括镀前基体表面处理、电镀、特种电镀、金属表面转化膜与金属的着色、镀液分析与镀层性能测定、电镀三废的治理，共27章。在配方的设计，药品的选择，镀液的配制、调整及工艺特点，镀液维护和故障排除等方面进行了系统的介绍。

本书通俗易懂，实用性强，可供科研人员及大专院校师生、从事电镀生产的工程技术人员和操作工人，特别是中青年工人学习、查阅和参考。

前 言

随着科学技术与生产的发展,我国经济一直持续高速增长,世界制造业与加工业的中心正在向我国转移,电镀工业不仅在机器制造、仪器仪表、化工、轻工、交通运输、兵器、航空、航天等工业领域中扮演着重要的角色,而且在现代电子技术、微电子技术、通讯技术中也发挥着愈来愈重要的作用。

全书分6个部分,共27章,包括镀前基体表面处理(第一章至第五章)、电镀(第六章至第十三章)、特种电镀(第十四章至第十七章)、金属表面转化膜与金属的着色(第十八章至第二十二章)、镀液分析及镀层性能测定(第二十三章至第二十五章)、电镀三废的治理(第二十六章、第二十七章)。在编写过程中,我们选取了在生产实践中应用较广、性能较为稳定的技术和工艺。在电刷镀、电镀及化学镀等方面,编写者特别提供了多年研究并已得到广泛应用的成果,着重讲述了工艺特点、镀液维护和故障排除,力求系统、简洁和方便,以供科研人员及大专院校师生、电镀生产第一线的工程技术人员和操作工人,特别是中青年工人学习、查阅和参考。

本书是由沈阳工业大学多位从事表面技术研究的科研工作者及活跃在生产第一线的工程技术人员共同完成的。全书由于锦主持编写。第一章至第三章、第五章、第十一章、第十七章、第二十三章、第二十四章、第二十六章、第二十七章由于锦执笔,第四章、第十八章至第二十二章由孙雅茹执笔,第十六章、第二十五章由张爱玲执笔,第六章至第十章由谢燕飞执笔,李灿权、刘桂珍共同执笔了第十四章,张艳、孙硕、于锦及田波共同执笔了

第十三章，第十五章由徐炳辉和于锦执笔，谢燕飞和于锦执笔第十二章。全书由李灿权、于锦审校。

尽管我们竭尽所能，但水平有限，书中难免存在不妥和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第一章 粗糙表面的整平	001
第一节 磨光与抛光	001
第二节 滚光与振动光饰	010
第三节 喷砂与刷光	015
第二章 除油	020
第一节 有机溶剂除油	021
第二节 化学除油	023
第三节 电化学除油	028
第四节 其他除油方式	032
第三章 侵蚀	034
第一节 常用的侵蚀剂及作用	034
第二节 金属件的侵蚀	036
第四章 化学抛光和电化学抛光	046
第一节 化学抛光	046
第二节 电化学抛光	054
第五章 不同材料的镀前处理	067
第一节 钢铁表面的前处理	067
第二节 铝及铝合金表面的前处理	070
第三节 镁及镁合金的前处理	078
第四节 铜及铜合金的前处理	081
第五节 钛及钛合金的前处理	082
第六节 镍及镍合金的前处理	085

第六章 镀锌	088
第一节 氨三乙酸—氯化铵镀锌	088
第二节 碱性锌酸盐镀锌	093
第三节 氰化镀锌	098
第四节 硫酸盐镀锌	101
第五节 氯化钾镀锌	104
第六节 钝化处理	107
第七章 镀铜	111
第一节 氰化镀铜	111
第二节 光亮硫酸盐镀铜	115
第八章 镀镍	120
第一节 普通镀镍	120
第二节 光亮镀镍	126
第九章 镀锡	132
第一节 碱性镀锡	132
第二节 酸性镀锡	136
第十章 镀铬	140
第一节 影响镀铬层质量的因素	140
第二节 镀铬工艺	142
第十一章 镀铁	149
第十二章 电镀贵金属	156
第一节 镀银	156
第二节 电镀金	168
第三节 电镀其他贵金属	178
第十三章 电镀合金	187
第一节 电镀锡铅合金	187
第二节 电镀铜合金	194
第三节 电镀锌镍合金	217
第四节 电镀镍铁合金	225

第五节 电镀银合金	230
第六节 电镀金合金	234
第七节 电镀其他合金	239
第十四章 电刷镀	248
第一节 金属表面前处理溶液	251
第二节 过渡层溶液	259
第三节 有色和稀有金属电刷镀溶液	264
第四节 常用金属电刷镀溶液	275
第五节 退镀溶液	292
第六节 电刷镀溶液的选择	294
第七节 电刷镀液使用注意事项	299
第十五章 化学镀	300
第一节 化学镀镍	300
第二节 化学镀铜	314
第三节 化学镀银	323
第四节 化学镀钴	324
第五节 化学镀钯	327
第六节 化学镀铂	329
第七节 化学镀金	330
第八节 化学镀锡	331
第九节 化学镀合金	332
第十六章 非金属材料电镀	343
第一节 塑料表面的化学镀	343
第二节 ABS 塑料电镀	346
第三节 PP (聚丙烯) 塑料电镀	352
第四节 聚氨酯泡沫塑料化学镀铜	355
第五节 聚酰亚胺树脂上的化学镀	355
第六节 PSF (聚砜) 塑料电镀	357
第七节 PC (聚碳酸酯) 塑料电镀	359

第八节 其他塑料的表面粗化	360
第九节 陶瓷表面的化学镀	364
第十节 金刚石表面的化学镀	367
第十一节 玻璃表面的化学镀	369
第十二节 鲜花上的化学镀	371
第十三节 黏土烧结层表面的化学镀	373
第十四节 织物上的化学镀	374
第十五节 直接电镀	376
第十七章 复合镀	383
第一节 电镀镍基复合镀	384
第二节 电镀其他金属基复合镀	388
第三节 化学镀镍基复合镀	391
第十八章 铝及其合金的氧化	396
第一节 铝合金的化学氧化	397
第二节 铝阳极氧化工艺	400
第三节 阳极氧化膜的着色	412
第四节 阳极氧化膜的封闭	421
第五节 铝和铝合金的等离子体微弧阳极氧化	423
第十九章 钢铁的氧化	425
第二十章 镁合金的氧化处理	431
第二十一章 钢铁的磷化	437
第一节 金属的磷化处理	437
第二节 磷化工艺	439
第三节 磷化膜的质量检验	450
第二十二章 金属的着色	453
第一节 不锈钢着色工艺	453
第二节 锌及锌合金着色	456
第三节 铜及铜合金着色	459
第四节 其他金属的着色	463

第二十三章	镀液性能分析	469
第二十四章	镀层性能测定	478
第一节	镀层外观检测	478
第二节	镀层结合力检测	482
第三节	镀层厚度的测量	484
第四节	镀层孔隙的测量	490
第五节	镀层显微硬度测量	492
第六节	镀层内应力的测定	493
第七节	镀层脆性的测量	495
第八节	镀层氢脆性测定	496
第九节	镀层耐磨性及钎焊性能的测定	498
第十节	电镀层耐蚀性能试验	499
第二十五章	镀液分析	505
第一节	镀铬溶液	505
第二节	镀锌溶液	514
第三节	镀铜溶液	531
第四节	镀镍溶液	542
第五节	镀锡溶液	554
第六节	镀铅锡合金溶液	562
第七节	镀铜锌合金（黄铜）溶液	570
第二十六章	电镀废水处理	577
第二十七章	含尘及有害气体的处理	592
附录一	电镀常用金属化合物的性质	597
附录二	某些常用电镀物质的溶解度	601
附录三	各种金属离子可供选择的配合剂	607
参考文献		609

第一章 粗糙表面的整平

作为金属镀层,无论其使用目的和使用场合如何,都应该满足以下要求:镀层致密无孔,厚度均匀一致,镀层与基体结合牢固。实践表明,电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、结合力强和耐蚀性高的镀层。电镀层脱皮、起泡和耐蚀性差等现象,80%以上是前处理工序中存在问题,因此,为保证镀层质量,必须加强镀前处理过程。

金属制品镀前预处理工艺,常用的可以分为以下几类。

(1) 机械处理。是对粗糙表面进行机械整平,包括磨光、机械抛光、滚光、喷砂等。

(2) 化学处理。包括除油与侵蚀。使零件表面与适当的溶液接触进行化学反应,除去零件表面的油污、锈蚀及氧化皮。

(3) 电化学处理。用通电的方法强化化学除油和侵蚀过程。

(4) 超声波处理。是在超声波场作用下进行的除油或清洗过程。主要用于形状复杂或对表面处理要求极高的零件。

本章主要介绍机械处理。

第一节 磨光与抛光

一、磨 光

磨光是对金属粗糙不平的表面进行整平处理的机械加工,可

除去制品表面上的毛刺、砂眼、焊疤、划痕、腐蚀斑、氧化皮以及各种宏观缺陷，使金属表面光滑平整。磨光是在粘有磨料的磨轮上进行的。

1. 磨光工艺

(1) 磨料的选择。常用磨料特征与用途见表 1-1，磨料的粒度见表 1-2。

表 1-1 磨料的特征与用途

序号	名称	主要成分	矿物硬度	韧性	结构形状	粒度 (mm)	外观	用 途
1	人造刚玉	Al_2O_3	9.0	较好	较圆	0.750 ~ 0.050	白至灰暗晶粒	用于有一定韧性的 高强度金属（如淬火 钢、可锻铸铁、锰青 铜）的磨光
2	天然刚玉 (金刚砂)	Al_2O_3 、 Fe_2O_3 杂质	7~8	好	圆柱	0.750 ~ 0.065	灰红至 黑色沙粒	所有金属的磨光
3	石英砂	SiO_2	7.0	好	较圆	0.750 ~ 0.013	白至黄 色沙粒	用于磨、抛光材料， 也用于喷砂及滚光
4	人造 金刚砂 (碳化硅)	SiC	9.2	易碎	尖锐	0.750 ~ 0.013	紫黑闪 光晶粒	低强度金属（如黄 铜、青铜）、硬而脆的 金属（如铸铁、碳化 物材料）的磨光
5	硅藻土	SiO_2	6~7	好	较尖 锐	0.065	白色至 灰红色粉 末	通用磨、抛光材料， 更适宜较软金属

表 1-2 磨料的粒度

分类	粒度 (mm)	用 途
粗磨	1.700 ~ 0.850	磨削量大, 除去厚的旧镀层、严重的锈蚀
	0.750 ~ 0.425	磨削量大, 除去氧化皮、锈蚀、毛刺, 磨光很粗糙的表面
中磨	0.300 ~ 0.191	磨削量中等, 磨去粗磨后的磨痕
	0.150 ~ 0.101	磨削量较小, 为精磨作准备
精磨	0.090 ~ 0.063	磨削量小, 可得到比较平滑的表面
	0.050 ~ 0.025	磨削量很小, 为镜面抛光作准备

(2) 磨光速度。

磨光是在粘有磨料的磨轮上进行的, 磨光轮旋转的圆周速度与磨光效果关系密切, 根据基体材料和对表面光洁度的不同要求, 应选择不同的圆周速度。不同基体材料磨光时要求的圆周速度见表 1-3, 不同直径磨光轮的圆周速度与转速的关系见表 1-4。

表 1-3 不同基体材料磨光时适宜的圆周速度

基体材料	磨轮的圆周速度 (m/s)
钢材	18 ~ 30
钢、铸铁、镍、铬	18 ~ 30
铜及铜合金、银	14 ~ 18
铝、锌、锡、铅及它们的合金	10 ~ 14
塑料	10 ~ 15

表 1-4 线速度 (m/s) 与轮直径 (mm) 及转速 (r/min) 的关系

线速度 轮直径 转速	100	200	300	400	500	600	700	800
800	4.2	8.4	12.6	16.7	20.9	25.1	29.3	33.5
1 000	5.2	10.4	15.7	20.9	26.2	31.4	36.6	41.9
1 200	6.3	12.6	18.8	25.1	31.4	37.7	44.0	50.3
1 400	7.3	14.7	22.0	29.3	36.6	44.0	51.3	58.6
1 600	8.4	16.8	25.1	33.5	41.9	50.3	58.6	67.0
1 800	9.4	18.8	28.3	37.7	47.1	56.5	65.9	75.4
2 000	10.4	20.9	36.4	41.9	52.3	62.8	73.3	83.8
2 200	11.5	23.0	34.5	46.1	57.6	69.1	80.6	92.2
2 400	12.6	25.1	37.7	50.2	62.8	75.4	87.9	100.5
2 600	13.6	27.2	40.8	54.4	68.0	81.7	95.2	108.9
2 800	14.7	29.3	44.0	58.6	73.3	88.0	102.6	117.3
3 000	15.7	31.4	47.1	62.8	78.5	94.2	109.9	125.7

2. 常见的问题及排除的方法

在磨光过程中常见的问题及排除的方法见表 1-5。

表 1-5 磨光过程中常见的问题及排除的方法

故障现象	产生的原因	排除方法
磨光后经酸洗表面质量仍不佳	非装饰性表面的氧化皮在磨光前未能酸洗掉	修改磨光工艺, 先酸洗掉非装饰性表面的氧化皮再磨光
磨光轮使用不久金刚砂即自行脱落	(1) 皮胶上滚压金刚砂时用力不够 (2) 金刚砂滚压上后皮胶尚未固化 (3) 磨轮涂皮胶之前未经烘烤预热 (4) 金刚砂黏合后烘烤温度过高引起皮胶老化	(1) 滚压金刚砂时可取一根小于磨轮中心孔径的铁棍, 穿入磨轮中心孔中, 用力滚压即可 (2) 在 40℃ 左右的温度下通风干燥 (3) 在涂皮胶之前, 磨轮先在 60~80℃ 的烘箱中预热 (4) 控制烘烤温度不超过 50℃
磨光件表面难以磨尽道痕	(1) 细金刚砂中混进粗金刚砂 (2) 工件表面过于粗糙	(1) 混杂的金刚砂用相应“目”的铜丝网筛筛选 (2) 适当提高磨光速度

二、抛 光

抛光的目的是消除金属部件表面的微观不平,并使它具有镜面般光泽,同时也可以提高部件的耐蚀性。可以采用手工抛光,也可以采用机械抛光。抛光分为粗抛、中抛与精抛。粗抛是用硬轮对基材表面进行抛光,它对基材有一定的磨削作用,能去除粗的磨痕。中抛是用较硬的抛光轮对经过粗抛的表面作进一步的加工。它能去除粗抛留下的划痕,产生中等光亮的表面。精抛则是抛光的最后工序,用软轮抛光以获得镜面光亮的表面,它对基材的磨削作用很小。抛光可用于金属部件镀前的表面处理,也可用于镀后的精加工。

1. 抛光轮

抛光轮一般用棉布、细毛毡、皮革或特种纸制作。抛光轮的硬度与缝合线的距离及材料有关。抛光轮的种类见表1-6。

表 1-6 抛光轮的种类

种 类	特 点	用 途
非缝合式	整布轮,多用细、软棉布制作,有圆盘式和翼片式两种	抛光形状复杂的零件、小零件、较软的金属及最后精抛光
缝合式	多用粗平布、麻布及细平布等制作,缝线多采用同心圆形,也可采用螺旋形、直辐射形、径向、径向弧形、方形等	各种镀层及形状较简单的制品的抛光,主要用于粗抛
风冷布轮	45°斜裁法,呈环形皱褶状,中间装有金属圆盘,具有通风、散热降温等特点	宜用于大件平面、大件圆管等制品的高速抛光

2. 抛光膏

抛光膏由微细颗粒的抛光磨料、各类油脂(如硬脂酸、石蜡等)及辅助材料制成。根据需抛光的镀层及金属来选用抛光膏。常用抛光膏的性能及用途见表1-7,其原料性能及规格要