

实用电镀技术丛书 (第二批)

中国表面工程协会电镀分会组织编写

# 电镀前处理与后处理

李 异 李建三 等编著

DIANDUQIAN CHULI YU HOUCHULI



化学工业出版社

## 实用电镀技术丛书 (第一批)

实用电镀添加剂  
现代功能性镀层  
防护装饰性镀层  
电镀溶液与镀层性能测试  
电镀溶液分析技术  
电镀设备的设计与选用  
电镀清洁生产工艺  
化学镀实用技术

## 实用电镀技术丛书 (第二批)

电镀前处理与后处理  
电泳涂装技术  
彩色电镀技术  
电铸技术  
钢铁制件热浸镀与渗镀  
贵金属和稀有金属电镀  
铝镁及其合金的表面处理技术

ISBN 978-7-122-03919-4



9 787122 039194 >

销售分类建议：化工 / 表面技术  
机械 / 表面技术

定价：28.00元

实用电镀技术丛书 (第二批)

中国表面工程协会电镀分会组织编写

# 电镀前处理与后处理

李 异 李建三 等编著



化学工业出版社

·北京·

本书是《实用电镀技术丛书》(第二批)的一个分册。

本书从实用的角度出发,概括地叙述了镀件镀前表面处理的各种方法,如整平、除油、除锈、除膜、抛光等的原理、方法类型、工艺配方及操作条件等。同时也介绍了各种金属镀层镀前的各种处理方法,不同金属基体零件的镀前处理方法,各种镀层镀后的处理方法,以及非金属镀件、化学镀件等的镀前及镀后处理方法。对电镀所出现的不良镀层的退镀问题也作了较详细的介绍。本书列举了许多应用的实例及某些故障的原因分析、排除方法。

本书可供从事表面工程,特别是电镀行业的工程技术人员参考使用,也可以作为大专院校相关专业教学、科研的参考用书。

#### 图书在版编目(CIP)数据

电镀前处理与后处理/李异,李建三等编著. —北京:  
化学工业出版社, 2009.1  
(实用电镀技术丛书. 第二批)  
ISBN 978-7-122-03919-4

I. 电… II. ①李…②李… III. ①电镀-前处理②电  
镀-后处理 IV. TQ153

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 168079 号

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 李锦侠

责任校对: 蒋宇

装帧设计: 张辉

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张11½ 字数324千字

2009年1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: 28.00 元

版权所有 违者必究

## 《实用电镀技术丛书》(第二批) 编委会

主 任：郭鹤桐 胡铁骑

副主任：姚素薇 屠振密 李 异

委 员 (按姓氏拼音排序)：

陈春城 陈钧武 郭鹤桐 何生龙

胡铁骑 嵇永康 旷亚非 黎樵桑

李 异 李新华 宋 华 屠振密

王锡春 姚素薇 张立茗 朱立群

## 序

在过去漫长的历史进程中，人们对电镀技术所应概括的内容，并不十分明确。若从字面的含义看，电镀自然应当是通过金属在器件表面上的电沉积，形成能满足各种需求的覆盖层的工艺。但在早期出版的各类电镀教材、专著、手册中，不仅可将化学镀、金属的化学氧化与电化学氧化、磷化、电泳涂装、金属的电抛光等在原理上与电镀有一定关联的工艺包括在内，而且还会涉及热浸镀、真空镀、机械镀等在应用上与电镀密切相关的技术。这表明电镀的包容性还是相当大的。因此，过去国内外学者在编写电镀书籍和手册时，常会被它应限定的范围所困扰。不过近些年来，随着科学技术的不断进步，一些原来依附于电镀书籍中作为一章的重要课题，均已能独立成书，当然这个问题也就迎刃而解了。

我们从2002年开始组织编写与出版《实用电镀技术丛书》。当时选定的各分册，主要是针对与金属表面上通过电化学反应而形成的各种镀层有关的内容。这也正是电镀领域内应用面较广，且为众多从业人员十分关心的一些问题。丛书在陆续出版的过程中受到了广大读者的热烈欢迎。对已经出版的书籍踊跃购买，先睹为快；对尚未出版的，则是不断催问，希冀早日面市。此外，还有不少人感到原来的出版计划尚不能完全满足实际工作的需要，迫切要求能在更广阔的范围内组织编写更多的在工艺上颇具特色，在生产上应用价值很高，而市场又不多见的一些专业书籍。本丛书的第二批就是在这种力量的推动下顺利出台的。我们希望经过认真筛选的《实用电镀技术丛书》第二批出版的各分册，也能像第一批那样，在推动电镀科技发展的过程中发挥重要的作用。

在科学技术发展的长河中，事物总是在不断地消长变化着。譬如有些器件（像汽车用的某些部件）原来一直使用的防护装饰性电镀层，目前已被一些涂料涂装和电喷涂等工艺取代了。这就容易给人一种错觉，似乎电镀正在走向衰落。事实上绝非如此。多年来电

镀在防护装饰性保护层的应用中，所占比重甚大，损失一些后，所剩余的规模依然十分可观。而且事物发展的规律也正是在相互竞争，在有得有失的基础上不断前进的。多年实践表明，在防护装饰性电镀层的应用范围出现适当衰减的同时，电镀技术也正在积极开拓新领地，作为功能性镀层的开发利用，已在迅速地增长着。例如，制备电解工业中使用的高效廉价的催化电极、在半导体上形成金属膜层，实现金属半导体接触、以表层材料取代整体的非晶态材料、在氧化铝模板纳米孔中沉积纳米金属线，制备高性能的磁性材料和碳纳米管、电子器件微型化过程中，电镀在制备芯片及在微机电系统的作用正在逐步得到加强等。此外，历史悠久的电刷镀也正以崭新的面貌出现在设备修复等各项重大工程之中。总之，这类例子还可举出很多。可以认为，在采用不同科技手段解决同一问题（达到同一目的）时，与其他方法相比，电镀常常是成本最低的一个。这一特点正是电镀在竞争中常立于不败之地的重要原因之一。《实用电镀技术丛书》（第一批）受到了读者的热烈欢迎，这从一个侧面也证明了电镀行业强大的生命力。

为了使电镀科技在今后得以持久地茁壮成长，我们大家似应在两个方面进行不懈的努力。一个是要守住原有的阵地，要提高质量（包括要有稳定的高质量），降低成本，减少对环境的污染；另一个则是要不停地打开新局面，不满足于原有的应用范围，要大力开发有广阔应用前景的功能性镀层，让电镀在可能的条件下渗透入各个科技领域之中。它的前途是十分光明的。通过广大电镀工作者的艰苦奋斗，定会迎来美好的明天。愿这批图书的出版，也能为武装从事电镀科技的人员，发挥一定的作用。

**中国表面工程协会电镀分会名誉理事长**  
**郭鹤桐**

# 前 言

电镀技术发明已经历了一个多世纪，最初只是作为一种装饰性手艺缓慢地发展。随着工业的发展并伴随着制造业需求的推动，近几十年来，电镀工艺与科学技术的进展相结合，已形成了专门的研究领域，且组成了庞大的产业。目前，电镀已成为一种不可缺少的生产工艺和工程科学的重要部分。

电镀前处理和后处理是电镀生产过程中的重要组成部分，处理的好坏对电镀产品的质量起着关键的作用。但是电镀前处理和后处理工艺又是种类繁多、工作量大、涉及技术面很广的工艺过程。过去，电镀前处理和后处理只从属于某种电镀产品的生产工艺过程中，很难得以改进、提高和发展。为了弥补这一缺陷，也为了适应电镀工业发展的需要，我们编写了本书。

本书在广泛收集有关电镀前处理和后处理的技术著作、期刊论文及技术资料的基础上，结合实践经验和体会编写而成。书中介绍了电镀前处理和后处理的各种技术方法、工艺原理及流程，以及不同金属镀层的电镀前和电镀后的处理工艺，尽量列举实例，并尽可能联系当前特别值得重视的节能及环境保护问题。

本书在编写过程中尽量做到理论联系实际，做到易懂实用，希望能对广大从事电镀行业的技术人员有所帮助。在编写过程中，阅读、参考了大量有关技术书籍及文献资料，在此，谨对原著及文献作者表示衷心的感谢及诚挚的敬意！

本书由华南理工大学李异主编、统稿并编写第一、三、四、六章，李建三编写第二、五、七章并负责全书的编校工作。张超玲、李咏梅、李桢、杨成、苏莉等参与了编校及资料收集整理等工作，吴璐莹、赵润锋、赵淑楠、周小敏、李剑英等参与了书稿的打印工作。在此谨表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，疏漏和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2008年10月于华南理工大学 表面工程研究所



# 目 录

第一章 概论	1
第一节 镀件的镀前处理	1
一、镀件镀前处理的重要意义	1
二、镀件表面状况对镀层质量的影响	2
三、镀件镀前处理的方法	5
四、镀件镀前表面质量状态的要求	7
第二节 镀件电镀后的处理	12
一、概述	12
二、镀件电镀后的常用处理方法	13
三、不同金属镀层的后处理方法	16
第三节 电镀过程中的水洗	17
一、概述	17
二、水洗不充分对电镀造成的影响	18
三、水洗应注意的问题	19
第四节 电镀用的挂具	20
一、概述	20
二、挂具材料的选择	21
三、挂具的绝缘及所用材料	22
四、电镀挂具的结构及形式	24
五、挂具的日常维护及管理	29
第二章 镀件粗糙表面的整平	31
第一节 喷砂和喷丸	31
一、喷砂和喷丸的作用和原理	31
二、喷砂(丸)的主要方法及设备	33
三、磨料的成分及要求	39
第二节 机械磨光	42
一、磨光的过程及作用	42

二、工艺条件及使用的工具设备 .....	44
三、磨光用的润滑材料 .....	56
第三节 机械抛光 .....	57
一、机械抛光的作用原理及过程 .....	57
二、机械抛光用的材料及设备 .....	58
第四节 镀件成批光饰 .....	66
一、磨削介质及选择原则 .....	66
二、滚光的作用原理及设备 .....	69
三、振动光饰过程及设备 .....	72
四、离心滚光过程及设备 .....	75
五、旋转光饰作用及设备 .....	77
第五节 镀件表面刷光 .....	78
一、刷光的作用及操作工艺 .....	78
二、刷光所用工具及设备类型 .....	80
<b>第三章 镀件表面的净化与精饰 .....</b>	<b>83</b>
第一节 镀件表面除油脱脂 .....	83
一、概述 .....	83
二、有机溶剂除油脱脂 .....	87
三、表面活性剂除油 .....	93
四、手工擦拭除油 .....	102
五、滚筒机械除油 .....	103
第二节 镀件镀前的各种化学处理 .....	106
一、碱液除油脱脂 .....	106
二、化学浸蚀 .....	114
三、浸蚀除油除锈一步法 .....	122
四、化学抛光 .....	130
第三节 镀件镀前的电化学处理 .....	135
一、电解除油 .....	135
二、电解浸蚀 .....	141
三、电解弱浸蚀 .....	143
四、镀件镀前电抛光 .....	145
第四节 镀件镀前的超声波清洗 .....	153

一、概述	153
二、超声波清洗的基本原理及方法	154
三、影响超声波清洗效果的主要因素	156
四、超声波清洗在电镀前处理中的应用	158
第五节 镀件镀前的专项处理	159
一、多孔金属材料的镀前处理	159
二、易溶解金属零件的镀前处理	160
三、易钝化金属零件的镀前处理	162
四、非镀表面的遮蔽	163
第四章 金属镀件的镀前处理	164
第一节 概述	164
一、金属镀件镀前处理的内容及作用	164
二、金属镀件镀前表面状态的基本要求	165
三、制定零件镀前表面准备工艺流程的原则	166
第二节 钢铁镀件的镀前处理	168
一、钢铁材料及预备工作	168
二、钢铁镀件的常规前处理程序	170
三、各类钢铁工件的镀前处理	171
四、钢铁零件镀铜的镀前处理	177
五、钢铁工件电镀前处理的应用实例及事故分析	179
第三节 其他金属镀件的镀前处理	181
一、铜及铜合金的镀前处理	181
二、锌合金铸件的镀前处理	184
三、铝及铝合金制件的镀前处理	187
四、镁及镁合金制件的镀前处理	191
五、钛及钛合金制件的镀前处理	194
六、钼及钼合金制件的镀前处理	196
七、镍镀层上电镀的镀前处理	197
八、铅及铅合金制件的镀前处理	199
九、铟、铌、钽、铍、钨、铀等金属的镀前处理	200
十、粉末冶金制件的镀前处理	201
第四节 电镀不同金属镀层前镀件的镀前处理	203

一、概述	203
二、镀金制件的镀前处理	204
三、镀银制件的镀前处理	206
四、镀铅制件的镀前处理	207
五、镀铝制件的镀前处理	208
六、铬上镀铬的镀前处理	209
七、合金电镀制件的镀前处理	210
<b>第五章 非金属材料镀件的镀前处理</b>	211
<b>第一节 塑料镀件的镀前处理</b>	211
一、塑料镀件镀前处理的工艺流程	211
二、塑料镀件应力的消除	211
三、镀件表面除油	211
四、镀件表面粗化及中和	214
五、镀件表面的敏化及活化	216
六、还原及解胶	221
七、其他活化工艺	223
<b>第二节 陶瓷镀件的镀前处理</b>	224
一、陶瓷镀件镀前处理的工艺流程	224
二、热扩散法	224
三、化学镀法	226
<b>第三节 其他非金属材料</b>	229
一、石膏镀件的镀前处理	229
二、木材镀件的镀前处理	231
三、玻璃镀件的镀前处理	233
<b>第六章 各种零件电镀后的处理</b>	235
<b>第一节 概述</b>	235
一、零件电镀后处理的作用	235
二、电镀后处理的任务	236
三、电镀后处理的方法	237
<b>第二节 水洗及干燥</b>	239
一、概述	239
二、清洗的方法	239

三、清洗中的镀液回收·····	243
四、镀件水洗后的干燥·····	246
第三节  镀层的精整及除氢·····	246
一、镀层的磨削加工·····	246
二、镀件表面研磨与抛光·····	249
三、镀件镀后除氢·····	251
第四节  零件镀后的附加防护·····	256
一、概述·····	256
二、铬酸盐处理·····	256
三、镀层的无铬钝化处理·····	262
四、生成金属或金属化合物膜层防变色·····	265
五、有机漆膜防止镀层变色·····	265
第五节  各种金属镀层的镀后处理·····	266
一、锌镀层的镀后处理·····	266
二、镉镀层的镀后处理·····	271
三、银镀层防变色处理·····	272
四、铜镀层的防氧化变色·····	277
五、铬镀层除氢·····	280
六、镍、锡等镀层的镀后处理·····	280
第六节  不良金属镀层的退除·····	281
一、概述·····	281
二、单金属镀层的退除·····	287
三、合金镀层的退除·····	304
第七章  化学镀的镀前与镀后处理·····	311
第一节  化学镀的镀前处理·····	311
一、概述·····	311
二、金属和合金化学镀前的处理·····	311
三、非金属材料的镀前处理·····	323
第二节  化学镀的镀后处理·····	326
一、概述·····	326
二、镀后热处理·····	327
三、镀后的化学处理·····	332

四、化学镀镍层的再镀.....	335
第三节 不良化学镀层的退除.....	336
一、概述.....	336
二、钢铁件上镀层的退除.....	338
三、不锈钢上镀层的退除.....	341
四、铜和铜合金上镀层的退除.....	341
五、铝和铝合金上镀层的退除.....	342
六、镁及镁合金上镀层的退除.....	343
参考文献.....	344
附录.....	350

# 第一章 概 论

## 第一节 镀件的镀前处理

### 一、镀件镀前处理的重要意义

#### (一) 电镀过程及工艺

一件光鲜质优的电镀产品的出现，并非仅将镀件放在电镀槽液中通电就能得到，而是要经过多种繁复的镀前和镀后处理的工艺过程。普通而又较为典型的电镀工艺流程为：

镀件→整平抛光→溶剂脱脂→装上挂具→电解除油→热水清洗→冷水清洗→酸液弱腐蚀→冷水清洗→中和→冷水清洗→电镀→冷水清洗→热水清洗→钝化、填充或其他附加处理→拆卸及清洗→脱水或干燥→防锈包装→库存

工艺操作程序的选择与合理的安排是技术人员根据镀件表面镀层技术要求、基体材料的特点和镀件镀前的表面状态等各种因素确定的。上述电镀工艺流程用于加工大多数钢铁类基体材料的镀件，对于不同的基体材料和各种不同性质的镀层则要根据具体情况考虑，进行适当的调整。在实际的电镀生产过程中，没有一种万能的能适合各种不同情况的工艺。从工艺流程中可以清楚地看到，电镀在镀件的电镀过程中仅仅是一个小的环节，而更多需要进行的却是镀前和镀后的各种各样的处理过程，它们占据了工艺过程中的绝大部分工序，而每样工序与电镀同样重要，不容忽视。

#### (二) 镀件镀前处理的目及意义

镀件镀前在加工制造过程或搬运库存期间，表面会附着油脂、脱膜剂、润滑剂、锈痕、氧化物、氢氧化物、尘埃及各种污物等。这些杂质污物的存在会严重影响镀件基体材料表面与镀液的接触，致使电镀时电镀反应难以顺利地进行，甚至完全不能进行。当金属镀件表面粗糙不平，或者有砂眼、裂纹、气孔之类的缺陷时，镀液

容易残留在缺陷内，会使镀层出现“黑斑”或泛“白点”，或由于残留缺陷内的酸腐蚀而放出氢气，使镀层鼓泡甚至脱落，而且粗糙或有缺陷的表面得不到光亮、光滑的镀层；镀件表面存留有尘埃、金属加工粉末时，镀层将会出现毛刺或结瘤，如果脱落会使镀层产生小坑等。

此外，金属及非金属镀件表面，除了有上述的污物及缺陷外，镀件基体材料表面自身所含有的碳、硅、钙等化合物、氧化物经脱脂、酸洗处理后会产生黑迹、加工变质层及细裂痕等现象。这些表面状况视基体材料不同而异，也必须在镀前清除，以确保镀层的致密性、连续性和色泽的光亮度。

实践证明，镀层出现的各种质量问题及疵病，如鼓泡、麻点、花斑及局部无镀层甚至镀层脱落等现象，大多并非电镀工艺造成的，而是镀前处理不当、不彻底造成的，与镀前处理的质量关系重大。因此，要获得优质的镀层，选择合理可行的镀前处理工艺，并认真严格地执行操作是十分关键的问题。

## 二、镀件表面状况对镀层质量的影响

### （一）影响镀件镀层质量的因素

镀件的镀层质量与许多因素有关，情况较为复杂，一般来说有以下几方面。

#### 1. 镀件的基体材料与镀层质量的关系

镀件基体材料的选择是根据电镀产品结构及性能决定的，金属材料有钢铁、不锈钢、铜及其合金、铝及其合金、锌及其合金、镁及其合金、钛合金等。非金属材料有塑料、玻璃钢、玻璃、陶瓷及水泥制件等。金属材料与非金属材料之间的性能差别很大，金属材料与非金属材料本身种类不同，其结构与性能也有差异，因此在施镀过程中所采用的工艺流程及处理方法都不相同，只有这样才能得到优良的镀层结构和合格质优的电镀产品。

#### 2. 镀件的结构及成型工艺对镀层质量的影响

镀件的基体由原材料加工成各种不同结构的工件，所采用的结构及加工成型是根据所用材料本身的性能及产品的要求决定的。金属基体与非金属基体镀件的加工成型方法及结构有很大差别。同



样，金属材料和非金属材料本身各种不同材料的加工成型及结构也不相同。不同的加工方法和采用的结构形式在镀件的表面留下了不同的痕迹和瑕疵。镀件在施镀过程中也应采用不同的处理方法和措施以便获得良好的电镀质量和效果。

### 3. 镀件形状及尺寸精度与镀层质量的关系

镀件的形状及尺寸精度是根据镀件产品的用途决定的，一般来说形状简单的镀件其镀层质量较有保证，形状复杂的产品由于在施镀过程中电流分散能力不佳，各部位的电流不均匀，镀层会出现厚度不均匀或其他缺陷。因此在施镀过程中要考虑电极的形状及布置位置是否合理的问题。在镀件的尺寸精度要求高的情况下，要求镀层的质量更高，厚度要均匀，电镀操作的工艺条件要更合理。

### 4. 镀件表面的粗糙度对镀层质量的影响

镀件表面的粗糙度愈大，其表面积的真实性愈小，由于粗糙度大很难准确确定施镀中所采用的电流密度，影响了镀层的形成质量及时间，同时凸出部位与凹洼部位的电流分布不一致所得的镀层也不均匀，甚至出现各种缺陷。因此，除非镀件本身要求有一定的粗糙度，否则镀件表面在镀前要尽量整平，以保证镀层的质量。

## (二) 镀件表面状态对镀层质量的影响

电镀过程中镀件表面的状态对镀层质量有很重大的影响，所以镀件在镀前必须进行认真的清洗及处理，以便改善镀件表面与镀液之间的接触状态，提高镀层与基体材料之间的结合力。获得有良好覆盖能力的镀层结构，保证镀层的质量和具备良好的性能。镀件镀前的表面状况对镀层质量的影响主要有以下几点。

### 1. 镀件表面的光洁度与镀层结构的关系

镀层是由金属的晶体或晶粒组成的。晶粒的形状、大小和排列形式决定着镀件表面镀层结构的性质。镀层结构除了与镀液的组成有关外，和镀件表面的状态也有很大的关系，镀件表面光整，洁净，则能与镀液充分地接触，电极反应能够顺利进行。镀件表面就会均匀而又细致地产生晶粒并很快连成一片，从而获得匀称而又致密的镀层。相反，如果镀件表面粗糙不平，或者沾有各式各样的油渍污物，镀件和镀液接触不良，就很难进行电化学反应，不能生成均匀而又连续的镀层，甚至有污物残留在镀件基体表面与镀层之