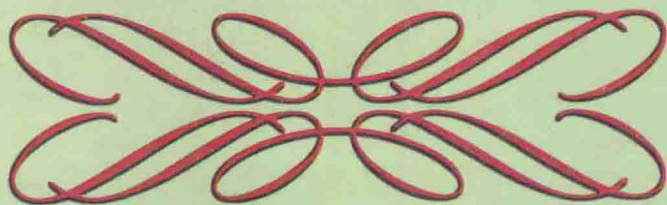


电镀工艺手册



第2版

曾华梁 吴仲达 编
陈钧武 吕佩仁 秦月文

机械工业出版社

电镀工艺手册

第 2 版

曾华梁 吴仲达 编
陈钧武 吕佩仁 秦月文



机械工业出版社

本手册为修订版,是在原版基础上经适当增、删、修改而成。其中保留了原有的大部分内容,如单金属电镀、合金电镀和表面转化膜处理技术、特种电镀(如线材电镀、化学镀、非金属电镀、复合电镀、脉冲电镀、锌合金压铸件电镀、印制板电镀及其它镀覆方法等);镀层性能和镀液性能的测试方法;电镀生产中常用的数据及国外有关技术等。增加了锌合金电镀、电泳涂装、热浸镀、非水溶液电镀等有实用价值的内容,使本手册基本上能反映目前我国电镀与精饰技术和工艺发展的现状,是一本实用的电镀与精饰工具书。其内容取材丰富,实用性强,很适合从事电镀与精饰的工程技术人员和工人使用,也可供有关科研人员和大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)

电镀工艺手册/曾华梁 吴仲达 陈钧武 吕佩仁 秦月文编. —2版.
—北京:机械工业出版社,1997.6
ISBN 7-111-05549-7

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

中国版本图书馆CIP数据核定(97)第02748号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑:常燕宾 赵爱宁 版式设计:霍永明 责任校对:杨兴祥
封面设计:姚毅 责任印制:卢子祥
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1997年8月第2版第8次印刷
850mm×1168mm^{1/32}·29.75印张·779千字
37 781—42 780册
定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

随着我国国民经济的迅速发展，电镀与精饰的新技术、新工艺不断涌现。尤其在装饰性电镀、仿金电镀、非金属电镀、复合电镀、脉冲电镀、铝氧化及电解着色、刷镀等方面，近年来的研究成果和应用经验更为丰富。为反映我国电镀与精饰技术的现状，并吸收国外先进的技术成果，给从事电镀与精饰工作的工程技术人员和工人提供一本实用的工具书，进一步推动电镀与精饰技术的传播和发展，特编写此手册。

在编写过程中，我们收集和查阅了国内外有关资料，并根据我国电镀生产的实际，选取那些在生产中使用较为广泛、性能比较稳定的技术和工艺，作为本书的主要内容。对某些在生产中虽未广泛使用，但有参考价值的技术和工艺也作了简要的介绍。

全书分六篇，共五十五章。其中包括镀前准备；单金属电镀；合金电镀；金属的氧化、磷化与着色；特种电镀；镀层和镀液性能的测定。除电镀车间设计和电镀溶液分析限于篇幅未列入外，手册的内容包括了电镀与精饰技术的各个方面，取材比较丰富。

本手册以叙述电镀与精饰工艺为主，着重阐明各种工艺的特点和应用范围及工艺的维护及故障排除等。对工艺的原理不作详细讨论。为方便读者查阅，手册中涉及的各种工艺规范尽可能列成表格，并注明配方的来源和添加剂生产厂家，便于生产、使用单位与研制单位的联系。

本手册由曾华梁主持编写。一~三、六~七、三十四、三十六~四十二、四十四~四十六各章由陈钧武执笔，四~五、八~九、十八~十九、四十八~五十五各章由吕佩仁执笔，十、二十一~二十二、二十四~二十五、二十八~三十三各章及附录由秦月文执笔，十一~十七、二十、二十三、二十六~二十七、三十五、

四十三、四十七各章由曾华梁执笔。初稿完成后，由曾华梁、吴仲达统稿、修改并最后定稿。在编写过程中得到北京电镀学会、天津电镀工程学会的热情帮助和支持，作者表示衷心的感谢。

虽然我们力求把工作做好，但限于我们的水平，手册中可能有不少疏漏和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

第 2 版前言

本手册自 1989 年问世以来,经 7 次印刷,已发行 37000 余册,目前仍未全部满足读者的需求。原版本在内容的全面性和实用性方面得到读者的充分肯定,给了我们极大的鼓舞。最近几年来,由于我国电镀工艺和技术又有了进一步的发展,从而促使我们完成了本手册的修订工作。在修订过程中,对原版本的多数章节未作变动,只是内容上作了一些删改和补充,更加突出在生产中的实用性。由于近几年来锌合金电镀及电泳涂装的应用范围在不断扩大,同时热浸镀和非水溶液电镀在表面处理中已占有相当大的比重,因此,这次修订增加了上述内容;使本手册从原来的五十五章增加至五十九章。手册使用的是最新国标规定的电镀常用术语。附录 A 所列的标准也是重新被确认的及新的国标和部分部标。

编写和修改工作由下列作者完成:陈钧武(第一~三、第六、七、第三十二~三十五、第三十七、三十八、四十、四十二、四十三章、四十七~五十章);吕佩仁(第四、五、八、九、十八、十九、三十、三十一、五十二~五十九章);熊培之(第二十九、三十六、三十九、四十一、五十一章);吴仲达(第二十一~二十五章);曾华梁(第十~十七章、二十、二十六~二十八、四十四~四十六章)。全书由曾华梁初审,吴仲达复审定稿。在修订过程中引用了许多新的工艺和有关资料,在此谨对提供这些资料的同仁表示衷心的感谢。因作者水平有限,错误和不妥之处恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前 言
第 2 版前言

第一篇 镀 前 准 备

第一章 磨光与抛光	1
一、概述	1
二、磨光	2
三、抛光	8
四、塑料的磨光与抛光	9
第二章 成批光饰	11
一、概述	11
二、磨削介质	11
三、普通滚光	14
四、振动光饰	15
五、离心滚光	18
六、离心盘光饰	18
七、旋转光饰	19
第三章 其它机械预处理方法	21
一、喷砂	21
二、喷丸	22
三、刷光	24
第四章 脱脂	28
一、概述	28
二、有机溶剂脱脂	28
三、化学脱脂	29
四、电化学脱脂	33
五、擦拭脱脂	34

六、滚桶脱脂	34
七、超声波脱脂	36
第五章 浸蚀	37
一、概述	37
二、常用的浸蚀剂	37
三、缓蚀剂	38
四、常用金属浸蚀液的组成和工艺规范	39
五、脱脂—浸蚀一步法	39
第六章 电抛光和化学抛光	48
一、电抛光	48
二、化学抛光	67
第七章 不同金属的表面预处理	75
一、钢铁的表面预处理	75
二、铜及铜合金的表面预处理	77
三、铝及铝合金的表面预处理	79
四、镁及镁合金的表面预处理	89
五、钛及钛合金的表面预处理	92
六、不锈钢的表面预处理	96
七、镍及镍合金的表面预处理	99
八、铬上镀铬的表面预处理	101
九、钼及钼合金的表面预处理	101
十、钨及钨合金的表面预处理	104
十一、铅及铅合金的表面预处理	105
十二、粉末冶金零件的表面预处理	107
十三、其它金属的表面预处理	108
第八章 挂具	110
一、概述	110
二、挂具的结构	110
三、挂具的外形尺寸	114
四、挂具的材料选择	114
五、挂具的绝缘	114

第二篇 单金属电镀

第九章 镀锌	117
一、概述	117
二、碱性氰化物镀锌	117
三、碱性锌酸盐镀锌	121
四、铵盐镀锌	126
五、无铵氯化物镀锌	129
六、硫酸盐镀锌	135
七、镀锌层的后处理	135
第十章 镀镉	145
一、概述	145
二、氰化物镀镉	146
三、氨基络合剂镀镉	148
四、酸性镀镉	149
五、其它镀镉	150
六、镉镀层的后处理	151
第十一章 镀锡	152
一、概述	152
二、硫酸盐镀锡	152
三、氟硼酸盐镀锡	159
四、卤化物镀锡	161
五、氨基磺酸盐镀锡	162
六、锡酸盐镀锡	162
七、锡镀层的热熔	168
八、晶纹镀锡	168
九、锡须的防止	169
第十二章 镀铜	170
一、概述	170
二、氰化镀铜	170
三、硫酸盐镀铜	176
四、焦磷酸盐镀铜	180

五、其它镀铜	184
第十三章 镀镍	188
一、概述	188
二、瓦特型镀镍	188
三、氯化物镀镍	202
四、全硫酸盐镀镍	204
五、氟硼酸盐镀镍	204
六、氨基磺酸盐镀镍	205
七、焦磷酸盐镀镍	205
八、其它镀镍溶液	205
九、镀黑镍	205
第十四章 防护装饰性镀铬	210
一、概述	210
二、普通镀铬	210
三、复合镀铬	215
四、自动调节镀铬	216
五、稀土添加剂镀铬	217
六、镀无裂纹和微裂纹铬	219
七、快速镀铬	221
八、四铬酸盐镀铬	222
九、滚镀铬	222
十、三价铬镀铬	223
十一、镀黑铬	224
第十五章 镀硬铬	228
一、概述	228
二、硬铬层的特性	228
三、镀硬铬的工艺规范	230
四、镀后处理	238
五、镀硬铬的阳极和保护阴极	240
第十六章 镀铅	243
一、概述	243
二、氟硼酸盐镀铅	243

三、酒石酸盐镀铅	245
四、其它镀铅工艺	247
第十七章 镀铁	249
一、概述	249
二、硫酸亚铁溶液镀铁	250
三、氯化亚铁溶液镀铁	252
四、硫酸亚铁-氯化亚铁溶液镀铁	257
五、其它镀铁工艺	258
第十八章 镀银	259
一、概述	259
二、氰化物镀银	259
三、硫代硫酸盐镀银	264
四、其它镀银	266
五、镀前预处理	267
六、镀后处理	268
七、银的回收	274
第十九章 镀金	278
一、概述	278
二、碱性氰化物镀金	278
三、酸性和中性镀金	281
四、亚硫酸盐镀金	282
五、金的回收	286
第二十章 镀其它单金属	290
一、镀铂	290
二、镀钯	291
三、镀铈	292
四、镀铟	296
五、镀铈	296
六、镀钼	298
七、镀钒	299
八、镀铀	300
九、镀锰	300

十、镀钴	301
十一、镀铋	302
十二、镀铌	302
十三、镀砷	303
十四、镀硒	303

第三篇 合金电镀

第二十一章 仿金电镀	304
一、概述	304
二、氰化物电镀仿金镀层	304
三、焦磷酸盐电镀仿金镀层	308
四、HEDP 电镀仿金镀层	312
五、电镀仿金镀层工艺注意事项	314
六、后处理	315
第二十二章 铜锡合金电镀	317
一、概述	317
二、氰化物镀铜锡合金	317
三、焦磷酸盐镀铜锡合金	322
四、柠檬酸盐-锡酸盐镀铜锡合金	325
五、HEDP 镀铜锡合金	327
第二十三章 铅锡合金电镀	329
一、概述	329
二、氟硼酸盐镀铅锡合金	329
三、羟基烷基磺酸溶液镀铅锡合金	332
四、其它铅锡合金电镀工艺	335
第二十四章 镍铁合金电镀	337
一、概述	337
二、工艺规范	337
三、溶液的配制	340
四、工艺维护	340
第二十五章 锌合金电镀	343
一、概述	343

二、工艺规范	343
三、溶液的配制	346
四、后处理	348
第二十六章 金合金电镀	349
一、概述	349
二、工艺规范	349
三、溶液的配制	354
四、后处理	355
第二十七章 银合金电镀	356
一、镀银铋合金	356
二、镀银镉合金	357
三、镀银锌合金	358
四、镀银铅合金	359
五、镀银锡合金	359
六、镀银铜合金	359
七、镀银镍合金	360
八、镀银钴合金	361
九、镀银钯合金	361
十、镀银铂合金	362
十一、镀银铂钯合金	363
十二、镀金银合金	363
十三、镀银锌金合金	363
第二十八章 其它合金电镀	365
一、镀锡镍合金	365
二、镀锡锌合金	368
三、镀锡钴合金和锡钴锌合金	370
四、镀锡镉合金	371
五、镀锌镉合金	372
六、镀镍钴合金	373
七、镀镍钴铜合金	374
八、镀铜镍合金	374
九、镀铜镉合金	375
十、镀镉钛合金	375

十一、镀镍铁钴合金	375
十二、镀镍铁镉合金	376
十三、镀铬镍合金	376
十四、镀铬铝合金	377
十五、镀铬铁合金	377
十六、镀铬铁镍合金	378
十七、镀铅铋合金	379
十八、镀铅镉合金	380
十九、镀钴镉合金	380
二十、镀锡铈合金和锡铈铋合金	381
二十一、镀钯合金	381
二十二、镀含磷合金	382
二十三、镀钨合金	385

第四篇 金属的氧化、磷化与着色

第二十九章 铝及其合金的氧化	387
一、概述	387
二、化学氧化	387
三、硫酸阳极氧化	390
四、铬酸阳极氧化	392
五、草酸阳极氧化	394
六、硬质阳极氧化	396
七、瓷质阳极氧化	401
八、硫酸瓷质阳极氧化	403
九、其它阳极氧化	404
十、铝及其合金氧化膜的着色	406
十一、阳极氧化膜的封闭处理	420
十二、阳极氧化工艺对铝材及水质的要求	424
第三十章 钢铁的磷化	427
一、概述	427
二、高、中、常温磷化	428
三、其它磷化方法	436
第三十一章 钢铁的氧化	140

一、概述	440
二、碱性氧化法(发蓝)	440
三、酸性氧化法(常温发蓝)	444
四、其它氧化处理	446
第三十二章 镁合金的氧化	447
一、概述	447
二、化学氧化	447
三、电化学氧化	451
第三十三章 铜及铜合金的转化膜处理	455
一、概述	455
二、化学转化膜处理	455
三、电化学转化膜处理	459
四、钝化处理	462
第三十四章 其它金属的转化膜处理	463
一、不锈钢的转化膜处理	463
二、锌及锌合金的转化膜处理	470
三、镉的转化膜处理	473
四、银的转化膜处理	473
五、钢铁的转化膜处理	476
六、钛及其合金的阳极氧化	477
七、铝、铍、镍、锡的转化膜处理	478

第五篇 特种电镀

第三十五章 刷镀	481
一、概述	481
二、刷镀设备	482
三、预处理溶液	492
四、刷镀溶液	495
五、镀层结构的选择	504
六、刷镀工艺流程	505
七、刷镀操作中的几个问题	506
八、刷镀层附着力不良的原因及克服措施	511

第三十六章 线材电镀	512
一、概述	512
二、线材电镀的方法	512
三、钢线材镀锡	514
四、钢线材镀锌	519
五、铜丝镀铅锡合金	521
六、铜线镀锡	523
七、钢带镀镍	523
八、其它线材电镀层	525
九、接插件的连续选择镀	527
第三十七章 电铸	528
一、概述	528
二、芯模	529
三、电铸铜工艺规范及其性能	533
四、电铸镍工艺规范及其性能	535
五、电铸铁工艺规范及其性能	539
六、电铸镍钴合金工艺规范及其性能	539
七、电铸镍锰合金工艺规范及其性能	540
八、电铸后的处理	541
第三十八章 化学镀	543
一、概述	543
二、化学镀镍	544
三、化学镀铜	556
四、化学镀银	563
五、化学镀钴	566
六、化学镀镍基合金	568
七、化学镀钴基合金	571
八、化学镀金	577
九、化学镀钯及其合金	579
十、化学镀锡与锡铅合金	579
十一、化学镀其它金属	579
十二、浸镀	582
第三十九章 热浸镀	588

一、概述	588
二、热浸锌	588
三、热浸铝	592
四、热浸锡	594
五、热浸铅锡合金	594
第四十章 非金属上电镀	595
一、概述	595
二、对塑料件的要求	595
三、工艺流程	597
四、ABS 塑料的电镀	597
五、ABS 塑料的其它预处理方法	608
六、聚丙烯的预处理	610
七、聚四氟乙烯的预处理	612
八、聚酰胺(尼龙)的预处理	614
九、聚碳酸酯的预处理	614
十、聚甲醛的预处理	615
十一、其它热塑性塑料的性能与粗化工艺	616
十二、热固性塑料的预处理	619
十三、其它非金属的预处理	620
第四十一章 电泳涂装	623
一、概述	623
二、阴极电泳涂装	623
三、阳极电泳涂装	627
第四十二章 复合电镀	628
一、概述	628
二、电镀型复合镀层	630
三、复合化学镀镍	638
四、镶嵌镀	642
第四十三章 脉冲电镀	645
一、概述	645
二、电源	646
三、脉冲镀金	647