

技工系列工具书

樊新民 主编



表面处理工



实用技术手册

江苏科学技术出版社

技工系列工具书

表面处理工实用 技术手册

主 编 樊新民

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

表面处理工实用技术手册/樊新民主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2003. 6

(技工系列工具书)

ISBN 7-5345-3868-8

I. 表... II. 樊... III. 金属表面处理-技术手册 IV. TG17-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 040004 号

技工系列工具书

表面处理工实用技术手册

主 编 樊新民

责任编辑 孙广能

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 人民日报社南京印务中心

开 本 850mm × 1168mm 1/32

印 张 22.125

插 页 4

字 数 520 000

版 次 2003 年 6 月第 1 版

印 次 2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数 1—5 000 册

标准书号 ISBN 7-5345-3868-8/TH·90

定 价 38.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换

前 言

现代科学技术的发展,对工程材料不断提出多方面的性能要求,远非单一的材料所能满足。表面处理技术采用适当的表面处理方法,能够在各种金属和非金属零件表面制备具有特殊性能的镀覆层,赋予整体材料本身所不具备的特殊的机械、物理或化学性能,诸如高硬度、高疲劳强度、高耐磨、耐蚀性、抗高温氧化性及绝缘、导电、抗辐射等,从而显著提高制品与零件的耐蚀性、耐磨性和装饰性。

表面处理的主要用途可归纳为以下几个方面:

第一,提高制品或零件的耐蚀性能。例如钢铁制品或零件表面镀锌、镀铝等。

第二,提高制品或零件的耐磨性能。如用镀铬、镀镍提高金属的耐磨性,阳极氧化提高铝制品的耐磨性。

第三,提高制品的防护和装饰性能。例如钢铁制品表面镀铜、镀镍、镀铬,金属表面着色等。

第四,修复零件尺寸。例如轴、齿轮、花键等重要机械零件使用后磨损,可采用镀铁、镀铬等恢复尺寸。

第五,赋予某些制品或零件某种特殊的功能。如镀铜、镀银可以提高导电性能;镀镍-钴、镍-铁、镍-钴-磷合金提高导磁性能,镀锡可提高其耐硫酸、耐铬酸性能等。

表面处理广泛应用于机械、轻工、仪器仪表、电子、交通运输、航空、造船、化工、冶金、兵器等国民经济的各个部门,是量大面广的通用性技术。

多年的发展使表面处理的内涵不断扩大,新技术、新工艺以及与之相连的技术规范和工艺流程日益丰富,传统工艺和技术也不

断改进和创新。表面处理技术包括电镀、电刷镀、复合电镀、非金属电镀、化学镀、钢铁的氧化发蓝和磷化、铝合金阳极氧化、金属表面着色与染色、热浸镀、热喷涂、真空蒸镀、离子镀、溅射、化学气相沉积等。考虑到渗碳、渗氮、油漆涂装已在本丛书其他手册中介绍,本手册则未包涵这方面的内容。

表面处理工艺技术的发展始终和环境保护要求及其技术发展密切相关,各种表面处理技术对环境产生的污染和在环境保护方面应采取的技术措施等愈来愈受到工业生产部门的重视和国家严格规定的规章、规范的限制,这是近年来亟待改进和重视的内容,手册在这方面给予了充分的重视。

本手册是供具有高中以上文化程度,从事表面处理的生产第一线工人查阅和参考。既反映系统性、新颖性,又简明、实用。

实用性体现在手册尽量以简明的语言、方便的查阅方式,通俗易懂地介绍各类表面处理的实用技术。

新颖性体现在力求反映表面处理中的新技术和新工艺。对于传统工艺,注意收集国内外较新的配方。除了传统表面处理工艺,还安排了溅射、离子镀等新技术的内容。

手册的内容包括电镀、化学镀、特种电镀、化学转化膜、着色、热浸镀、热喷涂、溅射、离子镀、相关设备以及环保与污染控制等,较系统全面的介绍了表面处理各个方面的内容。

本手册由樊新民主编,徐天祥审定,第一、二、五、六、八、十一、十三、十五、十七章由樊新民编写,第三、四章由陈越伟、张军哲编写,第七章由刘爱民编写,第九、十章由沈桂娣编写,第十二章由徐越兰编写,第十四章由葛陵编写,第十六章由王建平编写。

手册编写中引用了大量的文献资料,书末所列参考文献未能悉数提及,在此一并表示感谢。限于编者学识水平,书中未能尽善之处,望读者指正。

编 者

2003.5

目 录

第一章 表面处理基础	1
第一节 金属的腐蚀与磨损	1
一、腐蚀的类型	1
二、电极电位	2
三、腐蚀防护方法	5
四、金属的磨损	6
第二节 表面处理技术与镀覆层的类型	7
一、表面处理技术的类型	7
二、镀覆层的类型及选择	10
第三节 溶液的浓度	17
一、质量浓度	17
二、百分浓度	17
三、体积比浓度	21
四、相对密度和波美度	21
五、物质的量浓度	22
六、溶液浓度换算	23
七、溶液中成分含量的计算	23
第二章 表面预处理	25
第一节 表面整平	25
一、机械方法	25
二、电抛光	31
三、化学抛光	37
第二节 除油	40
一、有机溶剂除油	40

二、化学除油	41
三、除油操作方法	45
第三节 除锈	46
一、除锈方法	46
二、化学除锈	46
三、除锈-除油联合处理	54
四、工序间防锈	54
第四节 活化	56
第三章 电镀单金属	57
第一节 镀镍	57
一、概述	57
二、普通镀镍	58
三、光亮镍	65
四、高硫镍	68
五、多层镍	69
六、氨基磺酸盐镀镍	71
七、其他类型的暗镍	72
八、黑镍	73
第二节 镀铬	74
一、电镀铬的特点	74
二、镀铬溶液类型及电镀工艺	77
三、防护装饰性镀铬	91
四、镀硬铬(耐磨铬)	95
五、黑铬	102
六、镀铬的常见故障及纠正方法	104
第三节 镀铜	106
一、镀铜层的性质及应用	106
二、硫酸盐镀铜	106
三、氟硼酸盐镀铜	110

四、焦磷酸盐镀铜	111
五、氰化物镀铜	113
六、铜镀层钝化处理	115
第四节 镀锌	116
一、镀锌层的特点及应用	116
二、碱性锌酸盐镀锌	116
三、铵盐镀锌	120
四、氯化物镀锌	123
五、硫酸盐镀锌	123
六、除氢处理	124
七、钝化处理	124
第五节 镀镉	129
一、镀镉层的性质及应用	129
二、氨羧络合物镀镉	130
三、硫酸盐镀镉	133
四、其他镀镉方法	136
五、后处理	136
第六节 镀锡	137
一、镀锡层的性质及应用	137
二、碱性镀锡	137
三、酸性镀锡	140
第七节 镀铅	146
一、镀铅层的性质及应用	146
二、氟硼酸盐镀铅	147
三、氨基磺酸盐镀铅	148
四、酒石酸盐镀铅	149
五、镀铅的常见故障及纠正方法	150
第八节 镀铁	150
一、镀铁层的性质及应用	150

二、镀铁工件前处理	151
三、氯化亚铁镀铁	152
四、硫酸亚铁镀铁	157
五、其他镀铁工艺规范	159
第九节 镀银	160
一、镀银层的性质及应用	160
二、氰化物镀银	160
三、硫代硫酸盐镀银	162
四、其他镀银工艺	164
五、镀前处理	165
六、镀后处理	167
第十节 镀金	170
一、镀金层的性质及应用	170
二、碱性氰化物镀金	171
三、酸性和中性镀金	172
四、亚硫酸盐镀金	172
五、金的回收	175
第十一节 镀其他单金属	176
一、镀铂	176
二、镀铈	178
三、镀钼	179
四、镀铟	180
五、镀铼	181
第四章 电镀合金	182
第一节 仿金镀层	182
一、镀层性质	182
二、氰化物仿金镀层	183
三、硫酸盐仿金镀层	187
四、焦磷酸盐电镀仿金镀层	189

五、仿金镀注意事项	190
六、后处理	190
七、仿金电镀的常见故障及纠正方法	192
第二节 镀铜锡合金	193
一、铜锡合金镀层的性质	193
二、高氰镀铜锡合金	195
三、低氰镀铜锡合金	200
四、无氰镀低锡青铜	202
第三节 镀铅锡合金	205
一、铅锡合金镀层性质及应用	205
二、氟硼酸盐镀铅锡合金	206
三、光亮镀铅锡合金	210
四、其他镀铅锡合金工艺	213
第四节 镀镍铁合金	214
一、镍铁合金镀层的特点	214
二、硫酸盐镀镍铁合金	215
三、其他镀镍铁合金工艺	218
四、镀镍铁合金常见故障及纠正方法	222
第五节 电镀其他合金	223
一、电镀锡镍合金	223
二、电镀锡锌合金	228
三、电镀锌镍合金	231
四、电镀锌铁合金	236
五、电镀镍磷合金	237
六、电镀镍钴合金	238
第五章 特殊基材上的电镀	241
第一节 难镀金属上的电镀	241
一、铝合金的电镀	241
二、不锈钢电镀	249

第二节 塑料电镀	251
一、除油	251
二、粗化	253
三、中和处理	258
四、敏化	258
五、活化	259
六、还原与解胶	262
七、化学镀	262
八、电镀	264
九、ABS 塑料电镀的工艺流程	265
第三节 锌合金压铸件电镀	267
一、机械整平	267
二、除油	268
三、弱侵蚀	268
四、中和	269
五、预镀	269
六、电镀	271
第六章 特种电镀	273
第一节 复合电镀	273
一、复合电镀的特点	273
二、耐磨复合镀层	275
三、自润滑复合镀层	278
四、防护装饰性复合镀层	280
五、电接触功能复合镀层	281
六、作为粘结底层的金属复合镀层	283
第二节 脉冲电镀	284
一、脉冲电镀的特点	284
二、脉冲镀金和银	286
三、脉冲镀锌和镍	289

四、脉冲电镀合金	290
第三节 刷镀	293
一、刷镀的工艺参数与工艺步骤	293
二、刷镀预处理溶液	294
三、刷镀溶液	296
四、镀层结构设计	299
五、钢的刷镀工艺	301
第七章 阳极氧化膜	304
第一节 铝和铝合金的阳极氧化	304
一、铝及铝合金阳极氧化工艺方法的类型及工艺流程	304
二、阳极氧化前的预处理	305
三、硫酸阳极氧化	307
四、草酸阳极氧化	314
五、铬酸阳极氧化	317
六、磷酸阳极氧化	320
七、瓷质阳极氧化	321
八、硬质阳极氧化	324
九、铝及铝合金阳极氧化膜的封闭	329
十、挂具或夹具	334
第二节 其他金属的阳极氧化	335
一、铜及铜合金的阳极氧化	335
二、镁合金的阳极氧化	337
三、锌和镉的阳极氧化	340
四、钢的阳极氧化	341
第八章 化学转化膜	342
第一节 钢铁化学氧化	342
一、工艺特点	342
二、碱性化学氧化	342
三、常温氧化	347

四、无碱化学氧化	349
五、钢铁氧化处理常见故障及解决方法	350
第二节 有色金属的化学氧化	352
一、铝及其合金的化学氧化	352
二、镁合金的化学氧化	356
三、铜及铜合金的化学氧化	359
第三节 金属的磷化	361
一、磷化的基本原理与目的	361
二、钢铁件的磷化	364
三、有色金属的磷化	375
第四节 有色金属的铬酸盐转化膜	378
一、铬酸盐处理的目的	378
二、锌和镉的铬酸盐处理	379
三、镁合金的铬酸盐处理	381
四、铜和铜合金的铬酸盐处理	382
五、铝和铝合金的铬酸盐处理	383
六、其他金属的铬酸盐处理	383
第五节 钝化处理	384
一、铜及铜合金钝化处理	384
二、不锈钢的钝化	385
三、锌及锌合金钝化处理	386
四、银的钝化	387
第六节 草酸盐处理	387
第九章 化学镀	389
第一节 化学镀镍及其合金	390
一、化学镀镍	390
二、化学镀镍基合金	397
第二节 化学镀铜	404
一、工艺规范	404

二、工艺说明	406
第三节 化学镀银	407
一、工艺规范	408
二、镀液的配制	409
三、工艺说明	410
第四节 化学镀金	411
一、工艺规范	411
二、工艺说明	413
第五节 化学镀钴	414
一、化学镀钴	414
二、化学镀钴基合金	417
第六节 化学镀钯及其合金	420
一、工艺规范	420
二、工艺说明	421
第七节 化学镀锡及锡铅合金	422
一、工艺规范	422
二、工艺说明	423
第八节 化学复合镀	423
一、工艺规范	424
二、工艺要求	426
第九节 化学镀工艺	427
一、化学镀前处理	427
二、化学镀工艺流程	428
三、化学镀镀后处理	430
四、化学镀常见故障和排除方法	432
第十章 金属的着色和染色	433
第一节 铝及其合金着色和染色	433
一、阳极氧化膜着色和染色	434
二、铝及其合金表面直接着色	447

三、铝合金木纹着色	449
第二节 铜和铜合金的着色	451
一、铜着色工艺规范	451
二、铜合金着色	453
三、铜及其合金的电解着色	455
第三节 镍与镍合金的着色和染色	455
一、镍及其合金的着色	455
二、镍的染色	457
第四节 锌及其合金着色和染色	458
一、锌及其合金着色	458
二、锌镀层的染色	461
第五节 不锈钢着色	461
一、化学氧化着色法	461
二、电解着色法	463
三、固膜处理	464
四、工艺说明	464
第六节 镉、锡、铬、银、铍、钛的着色	465
一、镉的着色	465
二、锡的着色	466
三、铬的着色	467
四、银及银合金的着色	469
五、铍合金的着色	471
六、钛及其合金的着色	472
第十一章 热浸镀	473
第一节 热浸镀概述	473
一、热浸镀层的应用	473
二、热浸镀工艺	474
第二节 热镀锌	474
一、热镀锌工艺流程	474

二、影响镀锌层质量的因素	478
第三节 热镀铝	480
一、钢件热镀铝工艺	480
二、影响热镀铝镀层的因素	483
第十二章 热喷涂	485
第一节 概述	485
一、分类与特性	485
二、热喷涂的前处理与后处理	487
第二节 氧乙炔焰丝材喷涂	489
一、氧乙炔焰丝材喷涂特点	489
二、氧乙炔焰丝材喷涂用金属材料	490
三、氧乙炔焰丝材喷涂设备	495
四、氧乙炔焰丝材喷涂工艺	497
第三节 氧乙炔焰粉末喷涂	499
一、氧乙炔焰粉末喷涂特点	499
二、氧乙炔焰粉末喷涂设备	500
三、氧乙炔焰粉末喷涂用粉末材料	501
四、氧乙炔焰粉末喷涂工艺	504
第四节 等离子弧喷涂	505
一、等离子弧喷涂原理及特点	505
二、等离子弧喷涂设备	508
三、等离子弧粉末喷涂工艺参数	510
第十三章 气相沉积技术	512
第一节 概述	512
第二节 真空蒸镀	513
一、真空蒸镀的类型及特点	513
二、特殊蒸镀技术	517
三、真空蒸镀工艺及应用	518
第三节 溅射镀	519

一、溅射镀膜的类型及特点	519
二、溅射镀膜工艺与应用	522
第四节 离子镀	523
一、离子镀的类型及特点	523
二、离子镀膜工艺与应用	530
第五节 化学气相沉积	532
一、化学气相沉积原理	532
二、化学气相沉积的类型与特点	535
三、等离子化学气相沉积	536
四、制备耐磨耐蚀膜的化学反应	538
第十四章 镀层性能检测	540
第一节 镀层厚度	540
一、镀层厚度测量方法	540
二、金相显微镜法	542
三、磁性法	544
四、涡流法	545
五、电解法	546
六、化学溶解法	547
第二节 镀层硬度	554
一、测量方法	554
二、维氏显微硬度	554
三、努氏硬度	555
四、镀层硬度测定注意事项	555
第三节 镀层附着力	556
一、测试方法	556
二、摩擦法	557
三、切割试验	558
四、形变试验	558
五、剥离试验	560