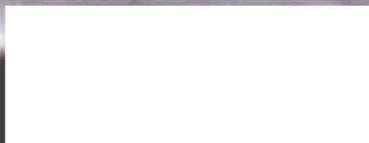


第2版

简明电镀工手册

JIANMING
DIANDUGONG SHOUC

储荣邦 王宗雄 吴双成 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

简明电镀工手册

第2版

储荣邦 王宗雄 吴双成 编著

陈敬田 主审



机械工业出版社

本手册是一本介绍电镀生产企业中常用电镀生产技术的简明工具书,共22章,主要内容包括:常用数据和资料、电镀前处理、电镀单金属、电镀合金、塑料电镀、化学镀、难镀材料上电镀、镀后处理、不合格金属镀层的退除、部分工件的典型电镀工艺流程、几种常用制品的电镀生产简介、金属的氧化与磷化、镀层质量要求、电镀自动生产线简介、电镀设备、镀层性能的测试、电镀溶液性能的测定、电镀溶液成分的分析、电镀污(废)水和废气的治理、电镀行业劳动保护、电镀生产技术管理、金属镀层及化学处理层的应用范围和标识。

本手册简明扼要,通俗易懂,实用性强,可供电镀生产一线操作工人、工程技术人员和管理人员使用,也可供相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明电镀工手册/储荣邦,王宗雄,吴双成编著.—2版.—北京:机械工业出版社,2012.10
ISBN 978-7-111-39990-2

I. ①简… II. ①储…②王…③吴… III. ①电镀-技术手册 IV. ①TQ153-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 239399 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:崔世荣 责任编辑:崔世荣
版式设计:霍永明 责任校对:张媛
封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2013 年 1 月第 2 版第 1 次印刷
130mm×184mm·16.875 印张·482 千字
0 001—3 000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-39990-2
定价:39.80 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 网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>
销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>
销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>
读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版前言

电镀是利用直流电源使金属离子在零件(或制品)表面上电沉积形成一层均匀、致密、结合力良好的金属层的过程。由于零件表面上电沉积的金属层不同,所以零件具有不同的物理、化学和力学性能。例如:镀锌、镀镉,可以提高零件的耐蚀性能;镀铜-镍-铬可以提高零件的防护装饰性能;镀金、镀银可以提高导电性能和装饰性能;镀铁、镀铬,可以提高零件的耐磨性能,用于修复被磨损的零件,可以使其起死回生;在零件表面上镀某些特定金属,可以提高其导电性、导磁性,等等。

目前,电镀技术已广泛应用于机械、船舶、航空航天、军工、电子、核工业、轻工和日用品上,在工程技术和国民经济中发挥了重要作用。

本手册自2000年出版以来,对提高国内从事电镀工人的技术素质、对提高产品质量起了一定作用,深受读者喜爱。近年来,特别近十多年来,国内外电镀行业又涌现出了许多新技术成果,因此适时对本手册进行修订很有必要。这次修订仍保留了原书第1版的精华,订正了原书中的一些错误;重点精选了先进实用的电镀新技术成果,增编和扩编了第七、十一、十三、十四、二十、二十一、二十二章,修订后的本手册由22章组成。

本手册的特点是通俗易懂,简明扼要,实用性强,查阅方便。这次修订工作由储荣邦高级工程师主持,王宗雄、吴双

成参与修订和补充,储春娟参与书稿整理。衷心感谢本手册第1版主编陈敬田高级工程师任主审,审阅修订后的全部书稿,并提出了许多宝贵意见。

在本手册修订中,还引用了陈建中(第十四章第五节多层镀镍自动生产线管理)、袁诗璞(第十五章第八节电加热器)、徐熔泉(第十九章第三节电镀企业环保管理制度)、许强龄(第二十一章电镀生产技术管理)等相关资料,从而使本手册的内容更加充实,特此表示敬意。

由于修订时间仓促,收集资料不全,编者水平有限,书中错误和不当之处难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

第 1 版前言

电镀是利用电解使金属或合金沉积在制品表面,形成均匀、致密、结合力良好的金属层的过程。

目前,电镀的应用已遍及机械、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。

电镀的主要用途可归纳为以下四个方面:

1. 提高金属制品或零件的耐蚀性能。例如钢铁制品或零件表面镀锌、镀镉等。

2. 提高金属制品的防护-装饰性能。例如钢铁制品表面镀铜/镍/铬或镀低锡青铜/铬等。

3. 修复金属零件尺寸。例如轴、齿轮、花键等重要机械零件使用后磨损,可采用镀铁、镀铬等恢复其尺寸。

4. 电镀还可赋予某些制品或零件某种特殊的功能。例如镀硬铬可提高其耐磨性能;镀铜、镀银可提高其导电性能;镀镍-钴、镀镍-铁、镀镍-钴-磷合金可提高其导磁性能;镀锡可提高其耐硫酸、耐铬酸腐蚀性能等等。

编写本手册的目的,在于以较小的篇幅,将常用的电镀数据和资料、镀前处理、电镀单金属和合金、塑料电镀、化学镀、镀后处理、不合格镀层的退镀、电镀常用设备、镀层性能测试、电解液的性能测定与成分分析,以及电镀废水和废气的治理等基础知识及操作技能,进行简明扼要、通俗易懂的介绍,以供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。

参加本书编审人员,为天津市电镀工程学会和天津市第一电镀厂的具有丰富理论知识和实际操作经验的专家、教授和高中级工程技术人员,他们是:陈敬田、王士逵、梁启民、马学义、任宝泉、陈爱琴、邵凤珍、孙潮、匙彦琴、王凤年、闫立泉、刘建民。其中,陈敬田为主编,王士逵为副主编,梁启民为主审。

由于编写时间仓促、收集资料不全、水平有限,书中错误和不当之处难免,欢迎广大读者批评指正。

编审者

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

第一章 常用数据和资料	1
第一节 元素的相对原子质量及其性质	1
第二节 电镀常用单位及其换算	5
第三节 零件表面积的计算	11
第四节 电镀中常用的金属化合物性质	16
第五节 金属的标准电极电位	21
第六节 某些电镀溶液的电流效率	21
第七节 某些化学元素的电化当量	22
第八节 镀层厚度的计算	24
第九节 几种常用溶液含量与密度的关系	24
第十节 磨料粒度及表面粗糙度	33
第十一节 各种导体允许通过的电流值	35
第十二节 电镀级塑料的主要特性	38
第十三节 磨(抛)光轮转速与圆周速度	40
第十四节 化学基础知识 *	43
第十五节 常用电镀术语 *	45
第二章 电镀前处理	49
第一节 磨、抛光	49
第二节 除油及其溶液的配制	56
第三节 化学除锈及其溶液的配制	59
第四节 活化及其溶液的配制	64
第三章 电镀单金属	66

第一节	镀锌	66
第二节	镀铜	88
第三节	镀镍	104
第四节	镀铬	125
第五节	镀锡	138
第六节	镀银	144
第七节	镀金	150
第八节	电镀其他单金属(铂、铑、钯、钨)	154
第四章	电镀合金	159
第一节	镀仿金	159
第二节	镀铜锡合金	164
第三节	镀铅锡合金	168
第四节	镀镍铁合金	171
第五节	镀锡镍合金	173
第五章	塑料电镀	177
第一节	塑料电镀种类	177
第二节	ABS 塑料电镀工艺过程	177
第三节	镀前处理	178
第四节	塑料上化学镀	183
第五节	塑料上电镀故障现象及排除方法	186
第六节	塑料上不合格镀层的退除	188
第六章	化学镀	189
第一节	化学镀镍	190
第二节	化学镀铜	198
第七章	难镀材料上电镀 *	202
第一节	锌合金上电镀	202
第二节	铝合金上电镀	209
第三节	不锈钢上电镀	212
第四节	镁合金上电镀	212

第八章 镀后处理	219
第一节 钝化	219
第二节 涂膜	229
第三节 封闭	230
第四节 着色	231
第五节 除氢	243
第九章 不合格金属镀层的退除	244
第一节 不合格锌镀层的退除	244
第二节 不合格锡镀层的退除	244
第三节 不合格铜镀层的退除	245
第四节 不合格镍镀层的退除	246
第五节 不合格铬镀层的退除	247
第六节 其他不合格单金属镀层的退除	248
第七节 不合格合金镀层的退除	249
第十章 部分工件的典型电镀工艺流程	253
第十一章 几种常用制品的电镀生产简介 *	257
第一节 大螺母(45 铸钢)碱性锌酸盐镀锌	257
第二节 锌合金压铸件装饰性电镀	260
第三节 汽车铝合金轮毂的电镀	273
第四节 金属眼镜架的电镀与电泳涂膜	276
第五节 小件滚镀	278
第十二章 金属的氧化与磷化	284
第一节 钢铁件的氧化处理	284
第二节 铝及其合金的氧化与着色	295
第三节 钢铁件的磷化处理	322
第四节 不合格氧化膜和磷化膜的退除 *	331
第十三章 镀层质量要求 *	332
第一节 前处理的质量要求	332
第二节 镀层的质量要求	332

第三节	钢铁件氧化膜的质量要求	336
第四节	钢铁件磷化膜的质量要求	336
第五节	铝及其合金氧化膜的质量要求	337
第十四章	电镀自动生产线简介 *	338
第一节	电镀自动生产线分类及其设备	338
第二节	直线型电镀自动生产线	339
第三节	电镀自动生产线运行时的注意事项	340
第四节	电镀自动生产线设备的维护与保养	340
第五节	多层镀镍自动生产线的管理 *	343
第十五章	电镀设备	348
第一节	电镀用挂具	348
第二节	工件表面平整设备	349
第三节	固定槽设备	350
第四节	直流电源设备	354
第五节	通风设备	355
第六节	过滤设备和搅拌设备	356
第七节	滚镀设备	357
第八节	电加热器 *	362
第十六章	镀层性能的测试	366
第一节	镀层外观的检验	366
第二节	镀层结合力的检测	367
第三节	镀层厚度的测量	369
第四节	镀层硬度的测量	372
第五节	镀层孔隙率的测定	373
第六节	镀层钎焊性能的测定	375
第七节	镀层耐蚀性试验	376
第十七章	电镀溶液性能的测定	378
第一节	pH 值的测定	378
第二节	霍尔槽试验	381

第三节	均镀能力的测定	383
第四节	深镀能力的测定	386
第五节	电流效率的测定	387
第六节	温度的测定 *	388
第七节	密度的测定 *	389
第十八章	电镀溶液成分的分析	390
第一节	通用总则	390
第二节	常用分析仪器的使用方法 *	390
第三节	镀前及镀后处理溶液成分的分析	396
第四节	单金属电镀溶液成分的分析	402
第五节	合金电镀溶液成分的分析	439
第六节	氧化、磷化溶液成分的分析	446
第七节	化学镀溶液成分的分析	456
第八节	镀枪色锡钴合金溶液成分的分析 *	461
第九节	水溶性电泳漆溶液成分的分析 *	464
第十节	不锈钢预镀镍溶液成分的分析 *	466
第十一节	标准溶液的配制与标定	467
第十二节	指示剂和缓冲溶液的配制	472
第十九章	电镀污水和废气的治理	474
第一节	电镀污水的治理	474
第二节	电镀废气的治理	479
第三节	电镀企业环保管理制度 *	481
第二十章	电镀行业劳动保护 *	486
第一节	安全用电	486
第二节	使用汽油时的注意事项	490
第三节	使用有机溶剂时的注意事项	490
第四节	使用酸碱时的注意事项	491
第五节	使用铬酸酐时的注意事项	492
第六节	使用氰化物时的注意事项	492

第二十一章 电镀生产技术管理 *	494
第一节 电镀生产的特点	494
第二节 电镀生产技术管理的基本要求	494
第三节 电镀生产的组织形式	495
第四节 电镀生产能力的核定	497
第五节 电镀生产的日常管理	499
第六节 电镀生产的工艺管理	500
第七节 电镀生产的质量管理	501
第八节 电镀生产的直接成本管理	501
第二十二章 金属镀覆层及化学处理层的应用范围 和标识 *	503
第一节 金属镀覆层及化学处理层的分类	503
第二节 金属镀覆层及化学处理层的选择	503
第三节 金属镀覆层及化学处理层的名称和标识符号	507
第四节 金属镀覆层及化学处理层的标识示例	510
附录	518
附录 A 常用电镀标准索引	518
附录 B 常用电镀阳极材料	519
附录 C 常用镀种电镀时间与镀层厚度的关系	521
附录 D 部分化学药品名称及化学式对照	523
参考文献	526

注:本手册目录中章或节标有“*”者为第2版新增内容,其余为第1版内容。

第一章 常用数据和资料

第一节 元素的相对原子质量及其性质

国际上用碳的一个同位素相对原子量 $^{12}\text{C} = 12$ 为基准, 其他原子的质量和它相比较所得数值, 就是该种元素的相对原子质量。表 1-1 是按元素符号的英文字母顺序排列的元素的相对原子质量及其性质。

表 1-1 元素的相对原子质量及其性质

元 素		原子 序数	相对原 子质量	密度 /(g/cm ³)	熔点 /℃	沸点 /℃	氧化态
符号	名称						
Ac	锕	89	227.03	10.1	1050	3100	3
Ag	银	47	107.86	10.5	916	2210	1
Al	铝	13	26.98	2.70	660	2470	3
Ar	氩	18	39.95	1.40	-189	-186	—
As	砷	33	74.92	5.72	—	613(升华)	3,5
Au	金	79	196.97	19.3	1063	2970	1,3
B	硼	5	10.81	2.34	2300	3930	3
Ba	钡	56	137.32	3.51	714	1640	2
Be	铍	4	9.01	1.85	1280	2477	2
Bi	铋	83	208.98	9.80	271	1560	3,5
Br	溴	35	79.90	3.12	-7.2	58.8	1,3,4, 5,6
C	碳	6	12.01	2.25(石墨) 3.51 (金刚石)	3730 (升华)	4830	2,4
Ca	钙	20	40.08	1.54	850	1487	2

(续)

元 素 符号	名称	原子 序数	相对原子 质量	密度 /(g/cm ³)	熔点 /℃	沸点 /℃	氧化态
Cd	镉	48	112.41	8.64	321	765	2
Ce	铈	58	140.11	6.78	795	3470	3,4
Cl	氯	17	35.45	1.56	-101	-34.7	1,3,4, 5,6,7
Co	钴	27	58.93	8.90	1492	2900	2,3
Cr	铬	24	51.99	7.19	1890	2482	2,3,6
Cs	铯	55	132.90	1.90	28.7	690	1
Cu	铜	29	63.55	8.92	1083	2595	1,2
Dy	镝	66	162.50	8.56	1410	2600	3
Er	铒	68	167.26	9.16	1500	2900	3
Eu	铕	63	151.96	5.24	826	1440	2,3
F	氟	9	18.99	1.11	220	188	1
Fe	铁	26	55.85	7.86	1535	3000	2,3,6
Ga	镓	31	69.72	5.91	29.8	2400	3
Gd	钆	64	157.25	7.95	1310	3000	3
Ge	锗	32	72.61	5.35	937	2830	4
H	氢	1	1.01	0.07	-259	-252	1
He	氦	2	4.00	0.147	-270	-269	—
Hf	铪	72	178.49	13.3	2220	5400	4
Hg	汞	80	200.59	13.6	-38.9	357	1,2
Ho	钬	67	164.93	8.80	1460	2600	3
I	碘	53	126.90	4.93	114	184	1,3,5,7
In	铟	49	114.82	7.30	157	2000	1,3
Ir	铱	77	192.22	22.5	2440	5300	2,3,4,6

(续)

元 素		原子 序数	相对原子 质量	密度 /(g/cm ³)	熔点 /℃	沸点 /℃	氧化态
符号	名称						
K	钾	19	39.09	0.86	63.7	774	1
Kr	氪	36	83.80	2.16	-157	-152	2
La	镧	57	138.90	6.19	920	3470	3
Li	锂	3	6.94	0.53	180	1330	1
Lu	镥	71	174.97	9.84	1650	3330	3
Mg	镁	12	24.31	1.74	650	1110	2
Mn	锰	25	54.93	7.20	1240	2100	2,3, 4,6,7
Mo	钼	42	95.94	10.2	2610	5560	2,3, 4,5,6
N	氮	7	14.01	0.81	-210	-196	1,2, 3,4,5
Na	钠	11	22.98	0.97	97.8	890	1
Nb	铌	41	92.91	8.57	2470	3300	3,5
Nd	钕	60	144.24	7.00	1020	3030	3
Ne	氖	10	20.18	1.20	-249	-246	—
Ni	镍	28	58.69	8.90	1453	2730	2,3
Np	镎	93	237.05	20.4	640	—	3,4,5,6
O	氧	8	15.99	1.15	-218	-183	2
Os	锇	76	190.2	22.5	3000	5000	2,3, 4,6,8
P	磷	15	30.97	1.82(白) 2.34(红)	44.2(白) 590(红)	280(白)	3,5
Pa	镤	91	231.03	15.4	1230	—	4,5
Pb	铅	82	207.2	11.3	327	1744	2,4
Pd	钯	46	106.42	12.0	1550	3980	2,4

(续)

元 素		原子 序数	相对原 子质量	密 度 /(g/cm ³)	熔点 /℃	沸点 /℃	氧化态
符号	名称						
Pr	镨	59	140.91	6.78	935	3130	3,4
Pt	铂	78	195.08	21.4	1769	4530	2,4,6
Ra	镭	88	226.03	5.0	700	1140	2
Rb	铷	37	85.47	1.53	38.9	688	1
Re	铼	75	186.21	20.5	3180	5630	2,4,5,6,7
Rh	铑	45	102.90	12.4	1970	4500	2,3,4
Ru	钌	44	101.07	12.3	2500	4900	3,4, 5,6,8
S	硫	16	32.07	2.07	113	445	2,4,6
Sb	锑	51	121.75	6.62	630	1380	3,5
Sc	钪	21	44.96	2.99	1540	2730	3
Se	硒	34	78.96	4.81	217	685	2,4,6
Si	硅	14	28.09	2.33	1410	2360	4
Sm	钐	62	150.36	7.54	1070	1900	2,3
Sn	锡	50	118.69	7.28	232	2270	2,4
Sr	锶	38	87.62	2.62	768	1380	2
Ta	钽	73	180.95	16.6	3000	5420	5
Tb	铽	65	158.93	8.27	1360	2800	3,4
Te	碲	52	127.60	6.25	450	990	2,4,6
Th	钍	90	232.04	11.7	1750	3850	3,4
Ti	钛	22	47.88	4.54	1675	3260	2,3,4
Tl	铊	81	204.38	11.8	304	1460	1,3
Tm	铥	69	168.93	9.33	1540	1730	2,3
U	铀	92	238.03	19.1	1130	3820	3,4,5,6