

职业 **技能** 操作训练丛书

电镀工

张振华 主编

● 依据《国家职业标准》

● 提炼核心操作技能

● 专家指导操作演练

● 从易到难各等级兼备



化学工业出版社

职业

操作训练丛书

电镀工

陈德厚 主编

本书可作为职业院校
电镀专业及相关专业
的教学用书，也可供
从事电镀工作的工程
技术人员参考。

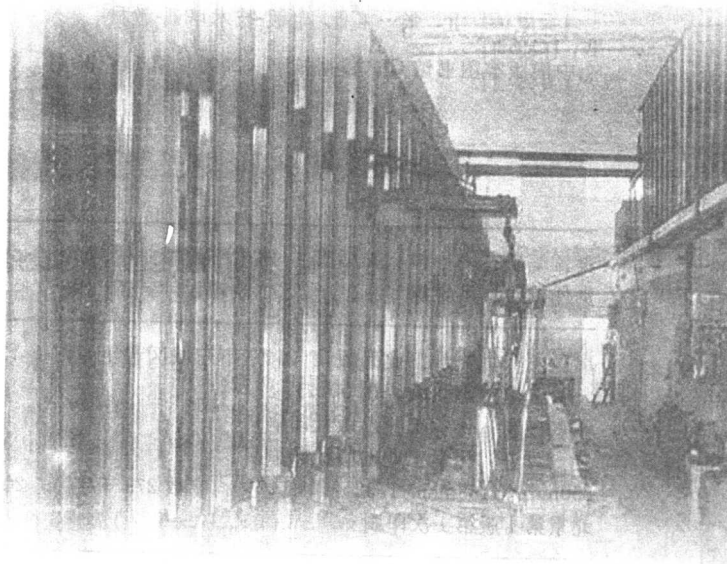


中国化工出版社

职业技能操作训练丛书

电 镀 工

张振华 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《职业技能操作训练丛书》的一个分册,是根据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》,由一批长期工作在生产一线,具有丰富实践经验的技术专家编写而成,旨在帮助广大技术工人提高操作技能。

本书介绍了镀锌训练、镀镉训练、镀铜训练、镀镍训练、镀铬训练、镀镍铁合金与镀铜锡合金训练、镀仿金层训练、刷镀训练以及镀层质量检验训练,书中列举了大量的技术实例,理论联系实际。叙述简明扼要,通俗易懂。

本书适合各等级电镀工人阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

电镀工/张振华主编. —北京:化学工业出版社,
2006.11

(职业技能操作训练丛书)
ISBN 978-7-5025-9712-2

I. 电… II. 张… III. 电镀-技术培训-教材
IV. TQ153

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第144428号

责任编辑:卢小林 周国庆 文字编辑:项 激
责任校对:洪雅姝 装帧设计:于 兵

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:化学工业出版社印刷厂

装 订:化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张12¼ 字数279千字 2007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:25.00元

版权所有 违者必究

前 言

国家劳动和社会保障部正在大力推行职业资格证书制度，并倡导企业以各种方式鼓励技术工人通过培训和自学来提升自己的知识与技能。技术工人需要通过考取职业资格证书，提高自己的操作技能，来增强自己的职场竞争力。为了帮助广大技术工人提高操作技能，化学工业出版社组织一批长期工作于生产一线、具有丰富实践经验的工程技术人员和高级技师，编写了《职业技能操作训练丛书》。

本套丛书根据国家职业标准，将各工种不同等级的核心操作技能提炼出来，用一个个训练实例的形式加以表现并分步骤进行讲解。通俗地讲，本套丛书就是各工种核心操作技能的实例集，每分册都包括了数十个极具典型性和代表性的实例，这些实例均来自生产一线或职业技能操作考试题库。书中对每个实例均作了细致的讲解，新颖的编排形式可以使读者对每个案例的操作全过程一目了然。本套丛书力求使读者尽快熟练掌握每个工种在各个等级的核心操作技能，力求对读者通过职业资格鉴定考试有所帮助。同时读者也可以将书中相应实例的讲解用于实际生产操作。

本丛书共包括 22 种：机械加工类包括《数控机床操作工》、《车工》、《检修钳工》、《装配钳工》、《铣工》、《气焊工》、《电焊工》、《磨工》、《镗工》、《管工》、《冷作钣金工》、《金属热处理工》；仪电类包括《仪表维修工》、《维修电工》、《变电站值班员》、《电机修理工》、《制冷设备维修工》；表面处理类包括《防腐蚀工》、《涂装工》、《电镀

工》；其他有《起重工》、《无损探伤工》。

本书为《电镀工》分册，全书从实际操作的角度介绍了镀锌、镀镉、镀铜、镀镍、镀铬、镀镍铁合金、镀铜锡合金、镀仿金层、刷镀以及镀层的质量检验等电镀工应掌握的各项技能。

本书由张振华主编。全书由王德安、程云秀、王艳审核。

由于编者水平有限，时间仓促，书中不妥之处，恳请同行多提宝贵意见。

编者
2007 年 1 月

目 录

第 1 章 镀锌训练	1
第 1 节 氯化钾 (钠) 盐镀锌	1
一、氯化钾 (钠) 盐镀锌工艺规范	1
二、氯化钾 (钠) 盐镀锌溶液的配制	2
三、氯化钾 (钠) 盐镀锌溶液维护及杂质处理	3
四、氯化钾 (钠) 盐镀锌工艺操作	7
五、氯化钾 (钠) 盐镀锌常见故障及纠正方法	9
实例 1 电缆桥架氯化钾盐镀锌	13
实例 2 压板氯化钾盐镀锌	19
第 2 节 碱性锌酸盐镀锌	24
一、碱性锌酸盐镀锌工艺规范	24
二、碱性锌酸盐镀锌溶液的配制	25
三、碱性锌酸盐镀锌溶液维护及杂质处理	26
四、碱性锌酸盐镀锌工艺操作	29
五、碱性锌酸盐镀锌常见故障及纠正方法	30
实例 钢管局部碱性锌酸盐镀锌	34
第 3 节 氰化物镀锌	42
一、氰化物镀锌工艺规范	42
二、氰化物镀锌溶液的配制	43
三、氰化物镀锌溶液维护及杂质处理	44
四、氰化物镀锌工艺操作	47
五、氰化物镀锌常见故障及纠正方法	47
实例 拉簧氰化物镀锌	52
第 4 节 硫酸盐镀锌	57
一、硫酸盐镀锌工艺规范	57

二、硫酸盐镀锌溶液的配制	57
三、硫酸盐镀锌溶液维护及杂质处理	58
四、硫酸盐镀锌工艺操作	59
五、硫酸盐镀锌常见故障及纠正方法	60
实例 鞍座管硫酸盐镀锌	63
第 5 节 锌镀层的除氢和钝化处理	68
一、锌镀层的除氢处理	68
二、锌镀层的钝化工艺规范	69
三、锌镀层钝化液的配制	70
四、锌镀层的钝化液维护及调整	71
五、锌镀层的钝化工艺操作	72
六、锌镀层钝化常见故障及纠正方法	75
七、草绿色钝化（五酸草绿色钝化）工艺条件 介绍	82
第 6 节 不合格锌镀层的退镀与返修	82
一、不合格锌镀层钝化膜的退镀与返修	82
二、不合格锌镀层的退镀与返修镀操作	83
第 2 章 镀镉训练	85
第 1 节 氰化物镀镉	85
一、氰化物镀镉工艺规范	85
二、氰化物镀镉溶液的配制	86
三、氰化物镀镉溶液维护及杂质处理	87
四、氰化物镀镉工艺操作	89
五、氰化物镀镉常见故障及纠正方法	89
实例 压力弹簧氰化物镀镉	92
第 2 节 硫酸盐镀镉	97
一、硫酸盐镀镉工艺规范	97
二、硫酸盐镀镉溶液的配制	98
三、硫酸盐镀镉溶液维护及杂质处理	99
四、硫酸盐镀镉工艺操作	100

五、硫酸盐镀镉常见故障及纠正方法·····	101
实例 高压密封垫圈硫酸盐镀镉·····	103
第3节 镉镀层镀后处理与不合格镀镉层的退镀与返修·····	108
第3章 镀铜训练·····	110
第1节 氰化物镀铜·····	110
一、氰化物镀铜工艺规范·····	110
二、氰化物镀铜溶液的配制·····	110
三、氰化物镀铜溶液维护及杂质处理·····	112
四、氰化物镀铜工艺操作·····	115
五、氰化物镀铜常见故障及纠正方法·····	116
实例 电熨斗底板氰化物镀铜和光亮镀铜·····	119
第2节 普通硫酸盐镀铜·····	125
一、普通硫酸盐镀铜工艺规范·····	125
二、普通硫酸盐镀铜溶液的配制·····	126
三、普通硫酸盐镀铜溶液维护和杂质处理·····	126
四、普通硫酸盐镀铜工艺操作·····	127
五、普通硫酸盐镀铜常见故障及纠正方法·····	128
实例 轴瓦硫酸盐镀铜·····	130
第3节 光亮酸性硫酸盐镀铜·····	134
一、光亮酸性硫酸盐镀铜工艺规范·····	134
二、光亮酸性硫酸盐镀铜溶液的配制·····	134
三、光亮酸性硫酸盐镀铜溶液维护及杂质处理·····	136
四、光亮酸性硫酸盐镀铜工艺操作·····	138
五、光亮酸性硫酸盐镀铜常见故障及纠正方法·····	140
实例 电熨斗底板光亮酸性硫酸盐镀铜·····	144
第4节 铜镀层的钝化处理和不合格铜镀层退镀·····	146

一、铜镀层的钝化工艺规范	146
二、钝化液的配制	146
三、铜镀层的钝化操作	147
四、不合格铜镀层的退镀与返修	147
第4章 镀镍训练	149
第1节 普通硫酸盐镀镍	149
一、普通硫酸盐镀镍工艺规范	149
二、普通硫酸盐镀镍溶液的配制	150
三、普通硫酸盐镀镍溶液的维护及杂质处理	151
四、普通硫酸盐镀镍（暗镍）工艺操作	155
五、普通硫酸盐镀镍常见故障及纠正方法	157
实例 镀镍修复电动机端盖轴承室的磨损	161
第2节 光亮镀镍	166
一、光亮镀镍工艺规范	166
二、光亮镀镍溶液的配制	167
三、光亮镀镍溶液维护及杂质处理	168
四、光亮镀镍工艺操作	172
五、光亮镀镍常见故障及纠正方法	174
实例 电熨斗盖板光亮镀镍	182
第3节 不合格镍镀层的退镀与返修	187
一、不合格镍镀层的修复	187
二、不合格镍镀层化学法退镀	188
三、不合格镍镀层电解法退镀	190
第5章 镀铬训练	194
第1节 防护装饰性镀铬	194
一、防护装饰性镀铬工艺规范	194
二、防护装饰性镀铬溶液的配制	194
三、溶液维护及杂质处理	195
四、防护装饰性镀铬工艺操作	197
五、防护装饰性镀铬常见故障及纠正方法	200

实例 1 折椅件镀装饰铬	203
实例 2 电熨斗套筒镀装饰铬	204
第 2 节 镀硬铬	207
一、镀硬铬工艺规范	207
二、镀硬铬溶液配制与维护	207
三、镀硬铬工艺操作	208
四、镀硬铬常见故障及纠正方法	211
五、不合格铬镀层的退镀	213
实例 1 加焦机不锈钢阀杆镀硬铬	214
实例 2 泵轴轴套镀硬铬	220
实例 3 循环机活塞杆镀硬铬	223
实例 4 减速机齿轮轴镀硬铬	226
第 6 章 镀镍铁合金与镀铜锡合金训练	231
第 1 节 镀镍铁合金	231
一、镀镍铁合金的工艺规范	231
二、镀镍铁合金溶液的配制	232
三、镀镍铁合金的工艺操作	233
四、影响因素及工艺维护	234
五、常见故障及处理方法	236
六、不合格镀层的退除	238
实例 钢制折椅镀镍铁合金	239
第 2 节 氰化物镀铜锡合金	243
一、氰化物镀铜锡合金工艺规范	243
二、氰化物镀铜锡合金溶液配制	244
三、氰化物镀铜锡合金溶液维护及杂质处理	245
四、氰化物镀铜锡合金操作	247
五、氰化物镀铜锡合金常见故障及纠正方法	249
实例 电熨斗套管氰化物镀铜锡合金	254
第 3 节 不合格铜锡合金镀层的退镀与返修	259
第 7 章 镀仿金层训练	262

第1节 氰化物仿金电镀·····	262
一、氰化物仿金电镀的工艺规范·····	262
二、氰化物仿金电镀溶液的配制·····	263
三、氰化物仿金电镀溶液维护及杂质处理·····	264
四、氰化物镀仿金工艺操作·····	266
五、氰化物镀仿金常见故障及纠正方法·····	270
实例 锁盖仿金电镀·····	273
第2节 不合格仿金镀层的退镀与返修·····	279
第8章 刷镀训练 ·····	281
第1节 刷镀原理和应用范围·····	281
第2节 刷镀设备·····	281
一、刷镀电源·····	281
二、刷镀阳极的制作·····	282
第3节 刷镀阳极的包裹·····	285
一、阳极包裹材料在刷镀过程中的作用·····	285
二、包裹材料的选择·····	286
三、阳极包裹的具体操作方法·····	286
四、镀笔的使用·····	289
五、镀笔保养·····	290
第4节 工件刷镀前的表面处理·····	290
一、机械修整·····	290
二、电净处理（即电化学除油）·····	291
三、活化处理·····	292
四、刷镀工艺参数·····	294
第5节 常用金属电刷镀工艺·····	296
一、刷镀溶液配制·····	296
二、常用金属电刷镀工艺过程·····	302
三、刷镀层附着力差的原因及处理方法·····	309
四、刷镀操作安全注意事项·····	310
实例1 电动机端盖轴承室的刷镀修复·····	310

实例 2 电动机转子轴的刷镀修复	312
实例 3 靠背轮内孔刷镀	315
第 9 章 镀层质量检验训练	320
第 1 节 镀层外观检验	320
一、镀层外观质量要求	320
二、缺陷类型及特征	320
三、检验操作	321
第 2 节 镀层结合力检验	321
一、弯曲试验	322
二、划痕试验法	322
三、缠绕试验法	322
四、锉刀试验法	322
第 3 节 镀层孔隙率的检验	323
第 4 节 镀层厚度检验	325
一、计时液流法 (GB 5927—86)	325
二、薄铬镀层计时点滴法	331
三、库仑法检验镀层厚度	332
四、机械量具法检验	333
五、磁性法检验镀层厚度	333
附录	334
附录 1 安全生产	334
附录 2 电镀常用数据和有关资料	337

第 1 章 镀锌训练

镀锌溶液种类很多，按其性质可分为氰化物镀液和无氰化物镀液两大类。无氰化物镀锌有：氯化钾（钠）盐镀锌、碱性锌酸盐镀锌、硫酸盐镀锌和氯化铵镀锌等。其中氯化钾（钠）镀锌和碱性锌酸盐镀锌应用最多。

第 1 节 氯化钾（钠）盐镀锌

一、氯化钾（钠）盐镀锌工艺规范

氯化钾盐镀锌溶液具有镀层结晶细致、光亮度高、镀液性能稳定、整平性能好、电流效率高的优点，形状复杂，铸造工件镀锌采用氯化钾盐溶液为宜。而氯化钠盐价格便宜，简单工件可用氯化钠代替氯化钾。氯化钾（钠）盐镀锌工艺规范见表 1-1。

表 1-1 氯化钾（钠）盐镀锌工艺规范

成分及工艺参数		配 方			
		1	2	3	4
氯化锌(ZnCl_2)	/g · L ⁻¹	65~75	50~70	60~80	80~90
氯化钾(KCl)		190~210	200~220	180~200	190~200
硼酸(H_3BO_3)		25~27	25~30	25~30	25~27
101 型 ^① 光亮剂		18~19			
202 型 ^① 光亮剂					19~21
柠檬酸钾			40~60		

续表

成分及工艺参数		配 方			
		1	2	3	4
ZL ^② 光亮剂	/mL · L ⁻¹		15~18		
ZB-85 ^③				15~20	
pH 值		5~5.5	5~6	4.5~5.5	5~5.5
温度/℃		25~27	10~60	10~30	25~28
阴极电流密度/A · dm ⁻²		2	1~4	0.5~3	2
适用范围		挂镀	挂镀	挂镀	滚镀
滚筒转速/r · min ⁻¹					8~12

- ① 长春市化学试剂厂生产。
 ② ZL 光亮剂为飞鸽集团（天津）联合化工厂生产。
 ③ ZB-85 光亮剂为武汉市材料保护研究所生产。

二、氯化钾（钠）盐镀锌溶液的配制

（1）配制镀锌溶液时必须使用符合电镀要求的化工材料（俗称药品），根据镀槽体积和选定配方中各种成分的含量取中间值计算需要的数量，按操作程序进行配制。

（2）在配制槽中加入配制体积 2/3 的 50~60℃ 热水，再加入所需的氯化锌、氯化钾（或氯化钠），充分搅拌至溶解。

（3）在另一容器中将所需量的硼酸用 10 倍体积的 80℃ 以上热水溶解，搅拌至完全溶解，然后在搅拌下将硼酸溶液加入配制槽中混合均匀。

（4）加清洁水至配制体积，加锌粉 0.5~1g/L，边加边搅拌，连续搅拌 30min，静置 40min 后过滤去除沉淀。

（5）将计量的光亮剂用 3~5 倍体积的冷水稀释，在镀液冷却至室温后，在不断搅拌下缓慢加入槽中（最好分 2 次加，先加 2/3，其余 1/3 待电解处理后再加入）。不可在镀液温度较高时加入光亮剂，也不能把光亮剂倒入镀液中，以免光亮剂溶解不好，使镀液浑浊和光亮剂析出浮于

溶液表面。

(6) 用精密试纸测定 pH 值, 并用试剂级盐酸或氢氧化钠溶液(碱液)调节 pH 值至 5~5.5。用盐酸或氢氧化钠调节 pH 值时, 要先将盐酸或氢氧化钠稀释到质量分数为 5%, 要在充分搅拌下, 缓慢将盐酸或碱液加入镀液中。

(7) 用 $0.1 \sim 0.2 \text{ A/dm}^2$ 阴极电流密度电解 3~4h 后, 将预留的 1/3 光亮剂在搅拌下加入镀槽进行试镀。试镀合格后即可投入生产。

三、氯化钾(钠)盐镀锌溶液维护及杂质处理

1. 溶液维护

(1) 氯化钾(钠)盐镀锌溶液比较稳定, 根据生产负荷每月分析 2~3 次, 根据分析结果调整到工艺规范。调整镀液时, 应用热水溶解氯化锌、氯化钾(钠), 充分溶解后加入镀槽。硼酸要用 10 倍体积的 80°C 以上的热水完全溶解后加入镀液中。

氯化锌含量应根据基体材质、零件形状和施镀方法而定。铸造件和滚镀应采取工艺规范的上限值, 形状复杂工件以及要求均镀能力和深镀能力高的制件镀锌时, 氯化锌含量取下限值为宜。锌的含量, 通过增减阳极面积来调整。为保持锌离子稳定, 应控制阴阳极面积比为 $(1.5 \sim 2):1$, 以保证阳极正常溶解。若长时间停镀, 应将阳极取出, 放入清水槽中。

(2) 氯化钾(或氯化钠)能增强镀液的导电性和分散能力, 并能活化阳极, 使阳极正常溶解。要控制氯化钾(钠)与氯化锌的含量(单位为 g/L)比在 $(2.5 \sim 3):1$ 。当氯化钾(钠)含量过低时, 不但溶液导电性差, 分散能力也降低, 而且镀层不光亮, 易产生黑色条纹; 但含量过高, 则沉积速度降低, 而且影响光亮剂的水溶性, 降低载体光亮剂的浊点。夏天氯化钾(钠)含量应低一些, 冬天

含量应高一些。

(3) 硼酸在镀液中起缓冲 pH 值作用, 当硼酸含量低时, 镀液 pH 值上升, 会形成金属氢氧化物夹杂在镀层中, 使镀层脆性增加; 当硼酸含量过高易析出结晶, 一般以控制在 25~30g/L 为宜。

(4) pH 值是氯化钾(钠)盐镀锌的重要工艺参数。pH 值过高, 镀液浑浊, 低电流密度区镀层发黑, 粗糙有条痕, 阳极易钝化。当 pH 值过低 ($\text{pH} < 4$) 时, 阳极溶解加快, 高电流密度区出现气流痕, 或产生疏松、粗糙镀层; 低电流密度区光亮度差, 深凹处甚至无镀层, 添加剂会部分析出, 镀液性能变差。因此要经常检测镀液的 pH 值, 及时调整。在电镀过程中, pH 值会缓慢升高, 需要每天测定调整一次。使用试剂级盐酸调低 pH 值时, 应将盐酸稀释成质量分数为 5% 的稀溶液, 在强烈搅拌下缓慢加入镀液中。调高 pH 值时, 应将试剂级氢氧化钠配制成质量分数为 5% 的稀溶液, 在充分搅拌下缓慢加入镀液中。

(5) 应严格控制光亮剂的加入量, 光亮剂过多易造成镀层起泡、结合力差、脆性增加、钝化后起雾; 当光亮剂含量过低时, 低电流密度区镀层发暗, 光亮度差, 有阴阳面、阴极电流密度上不去、镀层易烧焦等现象。平时要以勤加少加为原则, 加入前用 3~5 倍冷水稀释, 要在充分搅拌条件下缓慢加入镀液中。若加入方法不当, 光亮剂易析出, 镀液浑浊。应用霍尔槽试验确定加入量和鉴定光亮剂质量, 并摸索消耗规律和选择合适的光亮剂。

(6) 防止铜、铁、铅等杂质进入镀槽, 影响镀液性能。选用特号或 1 号锌作阳极, 最好用压延锌板, 浇铸阳极时温度不能过高, 否则溶解加快。将锌阳极装入涤纶布袋中可避免阳极泥渣进入镀液。在挂锌阳极时, 不能将铜钩浸入镀液中, 不慎落入镀液中的挂具、零件要及时打捞