

实用电镀技术丛书 ■

实用镀锌技术

倪百祥 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电镀技术丛书

-45

实用镀锌技术

倪百祥 编著

TQ153.1
1468



机械工业出版社

本书内容涵盖镀锌的整个工艺过程：镀前处理、镀液类型、镀后钝化处理以及相关的知识均有介绍；对近 20 年来发展的锌及锌合金（锌镍合金、锌铁合金、锌钴合金）电镀技术作了较为详细的介绍；除此之外，还对镀锌质量控制的方法、手段进行了讨论，并对镀锌中的“三废”治理进行了介绍。

图书在版编目(CIP)数据

实用镀锌技术/倪百祥编著. —北京：机械工业出版社，
2010. 1

(实用电镀技术丛书)

ISBN 978-7-111-29523-5

I. 实… II. 倪… III. 镀锌 IV. TQ153.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 006670 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：邝 鸥 责任编辑：王春雨 版式设计：霍永明

责任校对：刘志文 封面设计：路恩中 责任印制：李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 27.25 印张 · 547 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-29523-5

定价：42.00 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

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者服务部：(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

电镀锌对保护钢铁表面免遭大气腐蚀具有重要作用。它广泛用于机械制造、电子化工、建筑、日用五金、家用电器、交通运输、国防建设等诸多行业。

自 20 世纪 80 年代，我国实行改革开放政策以来，制造业的快速发展极大地促进了电镀技术的进步。镀锌层从单一的防护型向防护—装饰型发展。由于环保压力的增大，催生出许多绿色的新工艺、新材料和新理念。电镀锌技术已进入一个与世界新技术发展同步，以环保为重心的新的发展时期。

正是在这个背景下，《实用镀锌技术》一书与读者见面了。该书旨在向读者全面介绍最新的镀锌技术(不包括热浸锌、机械镀锌、离子蒸镀、达克罗等物理镀锌)。使读者，尤其是那些刚刚接触电镀的读者，对镀锌技术有一个较为系统的了解。

该书在编写过程中，注重以下几个特点：

一、内容完整

内容涵盖镀锌的整个工艺过程：镀前处理、镀液类型、镀后钝化处理，以及相关的知识均有介绍。对近 20 年来发展的锌合金(锌镍合金、锌铁合金、锌钴合金)电镀技术作了较为详细的介绍。除此之外，还对镀锌质量控制的方法、手段进行了讨论，对镀锌中的“三废”治理进行了一般性介绍。

二、技术含量高

除了对传统镀锌进行简单介绍外，主要介绍近 20 年来镀锌技术的最新发展。尤其对现代镀锌技术的灵魂——添加剂的组成、作用、配制及控制方法均作了较为详细的阐述。书中还对近 10 年来发展起来的三价铬钝化工艺进行了介绍。

三、实用性强

本书内容从实践中来，以生产第一线人员为读者对象，叙述语言通俗易懂，叙述方法由浅入深，所论述的内容全面、实用、细致。具体到每个工序，都提供许多实用配方、要点和窍门。作者把自身近 30 年从事电镀所积累的经验、教训毫无保留地奉献给读者。本书中所提供的大多数配方绝非从别处信手拈来，而是经过自身使用，或经过验证后才介绍给读者的有实用价值的配方。

四、注重工艺性

工艺是一种技术的实施要素。它将技术具体化，是技术得以实现的必备手段。镀锌技术不仅包括设备、电源、各种溶液、操作者技术能力等要素，而且还包括连接整个过程的工序。本书将工序贯穿整个电镀过程。对工序中的要点进行了详细的解读。即使是一个从未从事过电镀工作的人，在读完本书后，也会对电镀有较深刻

的认识。

本书作者虽然从事电镀工作近 30 年，积累了较多的第一手资料，也或多或少有一些经验教训，但仍感到心有余而力不足。在本书中只是班门弄斧地将自身平生所积累的经验和一些感想奉献给广大电镀同仁，并恳请赐教。

本书主要供从事或准备从事电镀锌的读者参考，也可作为高等、中等专业院校电化学专业学生参考用书。

本书在编写电镀设备一节中得到了练元凯工程师的帮助。张建庭在试验数据方面做了许多补充工作。除此之外，还得到许多同事、众多电镀同仁的大力支持和帮助。在此一并表示由衷的感谢。

编 者

目 录

前言

第 1 章 镀锌准备 1

1.1 镀锌基础知识 1

1.1.1 金属的腐蚀 1

1.1.2 锌镀层的防护功能 2

1.1.3 镀锌工艺及分类 3

1.1.4 镀锌溶液的选择 4

1.1.5 镀锌方法及选择 6

1.1.6 镀锌工艺流程 7

1.1.7 电镀时间的确定 9

1.2 镀锌设备与工装 12

1.2.1 前处理设备 12

1.2.2 电镀设备 14

1.2.3 镀后处理设备 21

1.2.4 其他设备 22

1.3 镀锌前预处理 25

1.3.1 镀前预处理的目的是 25

1.3.2 毛坯保护 25

1.3.3 化学脱脂(除油) 26

1.3.4 酸洗 35

1.3.5 工序间防锈 46

1.3.6 电镀前的准备 47

1.3.7 镀前预处理的常见故障现象、原因及排除方法 51

第 2 章 氯化钾镀锌 53

2.1 氯化钾光亮镀锌工艺 53

2.1.1 概述 53

2.1.2 配方与操作规范 55

2.1.3 镀液中各种成分的作用 57

2.1.4 操作条件的影响与控制 64

2.1.5 杂质的影响与去除 67

2.1.6 镀液的日常维护 73

2.1.7 常见故障现象、原因及排除方法 77

2.1.8 氯化钾快速镀锌工艺 80

2.1.9 关于氯化钠镀锌的讨论 82

2.2 氯化钾镀锌光亮剂 87

2.2.1 概述 87

2.2.2 主光亮剂 89

2.2.3 辅助光亮剂 91

2.3 载体光亮剂 94

2.3.1 载体光亮剂的作用 94

2.3.2 电镀工艺对载体性能的要求 95

2.3.3 载体光亮剂的构成 96

2.3.4 亲油基对载体性能的影响 97

2.3.5 亲水基对载体性能的影响 99

2.3.6 非离子表面活性剂的改性 102

2.3.7 载体耐盐性能的改进 104

2.3.8 载体浓度对镀液性能的影响 106

2.3.9 载体光亮剂的消耗 108

2.3.10 宽温载体的合成方法 109

2.3.11 宽温载体的性能评定 111

2.4 光亮剂的合成与评价 112

2.4.1 光亮剂的合成 112

2.4.2 合成光亮剂的使用方法 113

2.4.3 光亮剂的质量评定及方法 115

第 3 章 碱性锌酸盐镀锌 119

3.1 概述 119

3.2 镀锌原理	120	4.2.3 镀液中各种成分的作用	168
3.2.1 锌的络合反应	120	4.2.4 操作条件的影响	171
3.2.2 电极反应	121	4.2.5 杂质的影响与去除	173
3.3 镀锌工艺	122	4.2.6 镀液的日常维护	175
3.3.1 镀液配制	123	4.2.7 常见电镀故障及排除方法	176
3.3.2 镀锌工艺流程	123	4.2.8 铵盐镀锌钝化膜变色的	
3.3.3 镀液中各种成分的作用	124	原因及防止措施	179
3.3.4 添加剂概述	129	4.2.9 铵盐镀锌溶液转化为	
3.3.5 操作条件对镀液性能的		氯化钾镀锌的方法	179
影响	131	4.3 硫酸盐镀锌	181
3.3.6 杂质的来源及影响	135	4.3.1 概述	181
3.3.7 镀液的日常维护	137	4.3.2 硫酸盐镀锌工艺规范	182
3.3.8 常见故障、原因及排除		4.3.3 镀液中各种成分的作用及	
方法	138	控制	182
3.3.9 镀液故障的判断方法	141	4.3.4 工艺条件对镀液性能的	
3.4 添加剂	142	影响	184
3.4.1 概述	142	4.3.5 镀液的配制	186
3.4.2 添加剂的组成	149	4.3.6 杂质的影响及去除	186
3.4.3 添加剂的评定与选择	152	4.3.7 镀液的日常维护	187
第4章 其他镀锌工艺	154	4.3.8 常见故障的现象、原因及	
4.1 氰化物镀锌	154	排除方法	188
4.1.1 概述	154	第5章 锌合金电镀	190
4.1.2 氰化物镀锌溶液及工艺	155	5.1 概述	190
4.1.3 镀液中各种成分的作用	156	5.1.1 锌合金镀层的特点及	
4.1.4 操作条件的影响与控制	160	用途	190
4.1.5 光亮剂	161	5.1.2 镀液种类	191
4.1.6 杂质的影响及去除	162	5.1.3 锌合金的发展	191
4.1.7 镀液的日常维护	163	5.1.4 锌合金电镀的工艺流程	192
4.1.8 常见故障的现象、原因及		5.2 锌镍合金电镀工艺	192
排除方法	164	5.2.1 锌镍合金电镀的兴起	192
4.1.9 氰化镀锌转化为无氰锌酸		盐镀锌的方法	193
盐镀锌的方法	165	5.3 锌铁合金电镀	208
4.2 氯化铵镀锌	166	5.3.1 概述	208
4.2.1 概述	166	5.3.2 锌铁合金镀液的种类	209
4.2.2 氯化铵镀锌工艺规范	167	5.3.3 锌铁合金电镀工艺	210

5.4 锌钴合金电镀	223	6.5.3 锌钴合金的钝化	327
5.4.1 概述	223	6.6 驱氢与封闭处理	328
5.4.2 碱性锌酸盐镀锌钴合金 工艺	225	6.6.1 驱氢的作用与实施	328
5.4.3 酸性氯化物镀锌钴合金 工艺	229	6.6.2 封闭的作用与实施	328
5.4.4 硫酸盐电镀锌钴合金工艺 ..	233	6.7 钝化膜的评价与检测	330
第6章 镀锌后处理	235	6.7.1 钝化膜的评价	330
6.1 概述	235	6.7.2 钝化膜性能的检测	333
6.2 六价铬钝化	237	第7章 镀锌工艺的质量控制	339
6.2.1 六价铬钝化原理	237	7.1 镀液的质量控制	339
6.2.2 彩色钝化	239	7.1.1 镀液的分散能力	339
6.2.3 蓝白钝化	259	7.1.2 镀液的深镀能力	346
6.2.4 黑色钝化	267	7.1.3 电导率与电流效率	349
6.2.5 草绿色钝化	285	7.1.4 极化作用与添加剂	355
6.2.6 银白色钝化	296	7.1.5 镀液的低区走位	358
6.2.7 金黄色钝化	299	7.2 镀层的质量控制	358
6.3 三价铬钝化	300	7.2.1 镀层外观	359
6.3.1 概述	300	7.2.2 镀层及钝化膜的结合力 ..	359
6.3.2 五彩钝化	302	7.2.3 镀层耐蚀性	360
6.3.3 蓝白钝化	305	7.2.4 应力与脆性	361
6.3.4 黑色钝化	308	7.2.5 镀层厚度的确定与测量 ..	365
6.3.5 影响钝化膜抗蚀性 的因素	309	7.3 镀锌溶液分析	367
6.4 无铬钝化	313	7.3.1 镀锌前处理溶液分析	367
6.4.1 概述	313	7.3.2 镀锌溶液的分析	370
6.4.2 钼酸盐钝化	313	7.3.3 钝化溶液的分析	383
6.4.3 硅酸盐钝化	314	7.4 不合格镀层的退除	388
6.4.4 钛盐钝化	315	7.4.1 酸性退除方法	388
6.4.5 有机酸钝化	318	7.4.2 碱性退除方法	388
6.4.6 稀土盐钝化	319	7.5 霍尔槽试验法	389
6.4.7 锌镀层的染色	319	7.5.1 霍尔槽法的特点及局限性 ..	389
6.5 锌合金镀层的钝化	322	7.5.2 霍尔槽的使用方法	390
6.5.1 锌铁合金的钝化	322	7.5.3 霍尔槽排除镀液故障	393
6.5.2 锌镍合金的钝化	325	7.5.4 霍尔槽对金属杂质的判断 及排除	396
		7.5.5 霍尔槽法确定光亮剂的 添加量	398

7.5.6 霍尔槽法调整镀液成分 …	399	8.2.2 节能新技术……………	416
第8章 “三废”治理与清洁化		8.2.3 节水新技术……………	416
生产 ……………	403	8.2.4 老工艺转化……………	417
8.1 “三废”及治理 ……………	403	附录 ……………	419
8.1.1 “三废”的产生及危害 …	403	附录 A 溶液分析用指示剂的配制、标准溶液的配制与标定及缓冲溶液和辅助溶液的配制 ……………	419
8.1.2 废水的治理方法 ……………	406	附录 B 本书内容所涉及的厂商名录 ……………	425
8.1.3 废气的治理方法 ……………	414	参考文献 ……………	426
8.1.4 废渣的治理方法 ……………	415		
8.2 镀锌中的清洁化生产 ……………	416		
8.2.1 清洁化生产的意义 ……………	416		

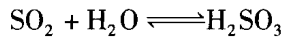
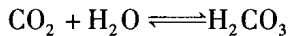
第1章 镀锌准备

1.1 镀锌基础知识

1.1.1 金属的腐蚀

镀锌的目的是为了防止金属的腐蚀。因为镀锌大多数情况是在钢铁表面进行的，所以这里主要讨论钢铁的腐蚀问题。

钢铁中最主要的成分是铁，其次是少量的碳。在大气环境中，存在于空气中的酸性气体，如二氧化碳、二氧化硫气体会溶解在水蒸气中，形成碳酸或亚硫酸。在沿海地区，潮湿的空气中还含有盐分。其化学反应如下所示：



当这些弱酸落在钢铁表面时，就开始发生电化学反应：钢铁表面中的铁元素电位较低，而含碳的 Fe_2C 的电位较高。它们之间有了碳酸或亚硫酸这样的电解质，这三者便形成了一个微电池体系： Fe_2C 为阴极（电位较高），Fe 为阳极（电位较低），如图 1-1 所示。

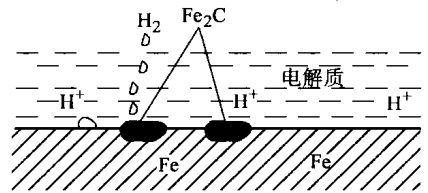
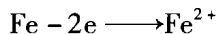
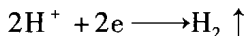


图 1-1 微电池体系

在这个体系中，铁元素在弱酸性电解质溶液中失去两个电子变成了亚铁离子：



亚铁离子被空气中的氧气氧化成铁锈。那么铁原子丢掉的两个电子又到哪里去了呢？原来，这两个电子通过电池导电过程跑到了 Fe_2C 那里。在 Fe_2C 表面，电解质中的氢离子 (H^+) 得到了这两个电子，被还原成了氢气：



氢气变成了气泡从 Fe_2C 表面剥离出来。这整个过程就是钢铁表面被腐蚀的过程，人们也叫它电化学腐蚀。

这种腐蚀发生非常普遍。据统计，全世界每年有四分之一的钢铁损失在这种腐蚀当中。我们平时看到的钢管、钢板等表面长了一层黄色铁锈，就是这种腐蚀造成的。

如何防止金属腐蚀呢？常用的方法有许多种。其中电镀一层或多层不易生锈的金属将空气与钢铁表面隔离开来，就是一种非常有效的方法。在所电镀的多种金属中，镀锌是成本最低，而防锈能力又最好的金属。

1.1.2 锌镀层的防护功能

锌镀层为什么能够很好地防锈呢？首先来认识一下锌元素本身。

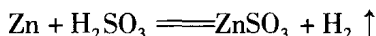
锌是一种蓝白色的金属，密度 7.14g/cm^3 ，相对原子质量 65.37，原子序数为 30，熔点 419.58°C ，在 907°C 时会变成蒸气，锌的硬度 490MPa。在常温下很脆，但在 $100\sim 150^\circ\text{C}$ 时却有很好的延展性。锌在空气中会形成一层很薄的氧化膜，或很薄的碱式碳酸锌膜，这种薄膜可防止锌层被进一步氧化。

锌是一种很活泼的两性金属——既能溶于酸也能溶于碱。它的标准电极电位为 -0.76V ，它的电化当量为 $1.22\text{g}/(\text{A}\cdot\text{h})$ ，化合价为 2。

既然锌是两性金属（即怕酸又怕碱），那么它是如何保护钢铁不生锈？又怎能防止它自身不生锈呢？

原来这种防锈的奥妙就在于钢铁件与锌镀层之间形成了微电池。

首先，锌镀层是镀在钢铁表面的，这时大气中腐蚀性气体形成的液体（亚硫酸或碳酸等）只与锌接触，并与锌发生电化学反应：



这时锌镀层被腐蚀。当锌镀层被腐蚀干净后，便开始对铁表面进行腐蚀，这时锌镀层的防护作用结束。所以说，锌镀层的厚度是个重要参数。

当锌镀层中存在孔隙或缺陷时，大气中的酸性水溶液会顺着孔隙或缺陷进入钢铁与锌层交界处。这时锌-铁-酸性溶液三者便形成了一个完整的微电池，如图 1-2 所示。

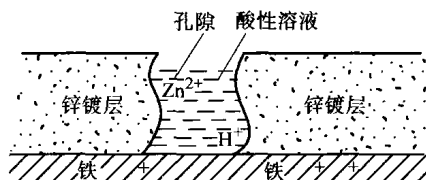
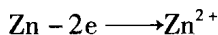


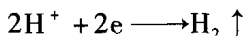
图 1-2 微电池

在这个微电池中，铁的电位比锌正，从而成为这个微电池的负极。锌的电位比铁负，就成为这个微电池的正极。因此在酸性溶液环境下，便发生了电化学反应。

在锌层表面发生了阳极溶解（氧化反应）现象：锌失去了两个电子而变成了锌离子：



失去的两个电子跑到了铁表面，被铁表面的电解液（酸性溶液）中的氢离子得到（还原反应），氢离子变成了氢气：



在这个过程中，锌被溶解变成了锌离子，而铁表面除了有氢离子发生反应外，并没有其他反应发生。这一氧化还原反应一直进行到铁表面上锌层被溶解完毕才停

止。在这期间铁一直没有受到腐蚀。这种方法称为阳极保护。这里需要指出的是，在一个铁工件上，并不是说只要表面上还存在一点儿锌镀层，就会保护整个铁工件不会生锈。当铁工件上有几个平方毫米面积上无锌层时，这种阳极保护在该点就失去作用了。

当在某点锌层完全溶解后，金属表面的酸性物质就会与裸露出来的铁、碳形成新的微电池，开始了铁的腐蚀过程。

由上述内容可知，锌镀层的厚度对防止钢铁表面腐蚀(生锈)至关重要。

如前所述，锌是两性金属，既溶于酸也溶于碱。在不同的大气环境下，气候对锌镀层的侵蚀作用是不同的。在海洋气候条件下，和海水接触的地方会受到强烈的腐蚀：锌与海水中的氯离子反应生成氯化锌而溶于水造成锌的消耗。而在内陆地区，在含有二氧化硫的工业气氛中，锌会形成硫酸锌并溶于雨水或雪水中被带走，从而造成锌的损失。只有在干旱的内陆地区，锌的损失最小。德国标准 DIN50960 中列出了中欧及西欧地区户外气氛中锌镀层每年的损耗值：

大陆气氛中的损耗量	1.0 ~ 3.4 $\mu\text{m}/\text{年}$
城市气氛中的损耗量	1.0 ~ 6.0 $\mu\text{m}/\text{年}$
工业气氛中的损耗量	3.8 ~ 19 $\mu\text{m}/\text{年}$
海洋气氛中的损耗量	2.4 ~ 15 $\mu\text{m}/\text{年}$

有专家认为，由于户外镀层的厚度低于 12 μm 时，不具备有效的防腐蚀性能。为此，各行业根据各自的产品使用区域制定出相应的镀锌厚度标准。

除了镀层厚度因素外，镀层钝化膜和镀层内局部的高应力也会对阳极保护作用产生重要影响。

镀层钝化膜对延缓锌镀层的腐蚀作用十分明显，将在第 4 章中详细讨论。

镀层内部高应力主要来自于光亮锌镀层中光亮剂的夹杂及操作条件的变化。这些夹杂物使得电镀层的电极电位降低，有利于镀层防腐蚀能力的提高。同时证明，光亮锌镀层的抗蚀性能明显优于不光亮锌镀层的抗蚀性能。

不同镀液中所获得镀层的抗蚀性能是不一样的，将在相关章节中作详细介绍。

1.1.3 镀锌工艺及分类

1. 镀锌工艺

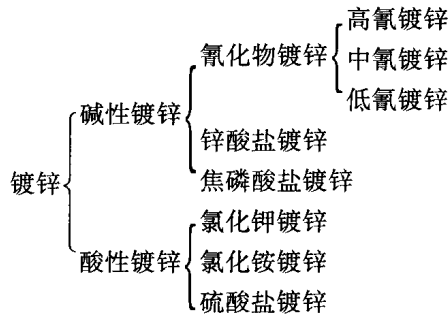
要将金属锌镀到钢铁表面去防锈，要有一定的方法和步骤。这就是镀锌工艺。首先要将被镀钢铁工件表面弄干净：除去上面的油污和铁锈(氧化皮)，使钢铁表面露出清洁新鲜的表面，然后放入镀锌溶液中去镀锌。镀完锌层后还要进行后处理才能达到防锈的目的。整个工艺由几十个工序组成。其中镀锌溶液是镀锌工艺的主体。

2. 镀锌溶液的分类

最早的镀锌层是从氰化物镀锌溶液中获得的。因为它具有镀液成分简单、镀液稳定、易于维护等优点，统治了几十年的镀锌史。到了 20 世纪 60 年代，由于氰化物严重地污染环境，出现了无氰镀锌工艺，并在 20 世纪七八十年代得到迅速发展。随着工业化进程的提速，催生了快速硫酸盐镀锌工艺的发展。

早期的锌镀层是无光泽的，是典型的防护性镀层。随着家用电器越来越多地进入家庭，人们的审美情趣发生了变化，使得锌镀层由单纯的防护性镀层向防护—装饰型镀层方向发展。

从目前国内外实用镀锌工艺来分，镀锌溶液分为两大类：一类为碱性镀锌溶液，另一类为酸性镀锌溶液。



既然有这么多种镀锌溶液，那么在镀锌时应选择哪一种镀锌溶液呢？下面来讨论这一问题。

1.1.4 镀锌溶液的选择

1. 碱性镀锌溶液的性能

在碱性镀锌溶液中，焦磷酸盐镀液 $pH = 10 \sim 10.5$ 。最早主要用在滚镀上。它的分散能力较好，但成本较高，又没有特别的优点，现已很少使用。氰化物镀锌和锌酸盐镀锌溶液都是 $pH > 14$ 的强碱性，它们都采用氧化锌做主盐，都含有氢氧化钠，但性能仍有较大不同。

氰化物镀锌溶液的分散能力和覆盖能力在所有镀锌溶液中是最好的，且氰化钠和氢氧化钠还具有除油作用。所以氰化物镀锌时对镀件的脱脂要求不是太严格，抗杂质能力强、镀液稳定、可操作性强是它的最大优点。氰化钠是强络合剂，它使镀锌结晶十分细腻，所以它的抗蚀性能在所有锌镀层中也是最好的。

但是氰化物是剧毒品，电镀过程中产生的碱雾对操作人员有害，它产生的废水对环境造成污染。这些都是氰化物镀液的致命缺陷，国家已明令严格限制使用。除了污染以外，氰化物镀锌液的温度使用范围窄，运行成本高也是它的不足之处。

碱性锌酸盐镀锌溶液不含剧毒品。它是采用氢氧化钠做络合物兼导电盐，靠有

机添加剂增加阴极极化。镀层细致有光泽、镀液分散能力好、镀液成分简单、操作方便。但大量有机物的夹杂,使镀层脆性增加,镀层易泛黄。碱性锌酸盐镀锌溶液最大的不足之处在于,锌碱比的控制难度大和对杂质敏感。近年来新型镀锌光亮剂的使用,使这一不足得以解决。因此,碱性锌酸盐镀锌工艺在取代氰化物镀锌方面具有主要意义,使氰化物镀锌逐渐淡出市场成为可能。

2. 酸性镀锌溶液的性能

酸性镀锌中的硫酸盐镀锌的主要优点是可使用大的电流密度,生产效率高;但缺点是分散能力差,在所有镀锌工艺中它的分散能力是最差的。所以它主要用于线材、板材和带材的快速连续化电镀工艺,在普通件电镀时很少采用。

酸性镀锌中的氯化物镀锌是在20世纪70年代大搞无氰电镀运动中形成的,先是氯化铵镀锌,80年代初又推出无氨氯化钾镀锌,并得到快速发展。

氯化铵镀锌溶液以氯化铵做弱配位体兼导电盐,它的分散能力及覆盖能力好,镀层细致,电流效率较高,镀液无剧毒氰化物,可使用低铬钝化液。但是,氯化铵镀液中大量的氯化铵带来两个环保问题:

- 1) 氯化铵本身不稳定,易释放出氯化铵气体,对设备的腐蚀性很大。且污染空气。
- 2) 镀锌废水中的氯化铵是锌的较强络合剂,锌不易游离出来。在混合处理的废水中,氨易与其他金属离子,如铜、镍等络合成稳定的络合物,给废水处理带来麻烦。废水中氨排入江河后对鱼类造成毒害。许多西方国家对氨的排放有严格的限制。

在镀层方面,从氯化铵镀锌溶液中镀出的镀层上的钝化膜易在储存过程中变色。尽管在近年来在光亮剂方面有了较大的改进,其镀层亮度大为提高,但镀层的变色问题依然没有得到解决。

基于上述原因,氯化铵镀锌工艺呈萎缩趋势。

在氯化钾镀锌溶液中,导电盐采用无毒、无络合能力的氯化钾。靠光亮剂产生的极化作用,形成极其光亮、细致的锌镀层。由于镀液中含有大量的完全电离的强电解质氯化钾,它的覆盖能力较好,电流效率也是最高的。它的镀液成分简单,易于维护。它的另一优点是使含碳高的铸铁件、锻造件和弹簧件电镀容易。

氯化钾镀锌工艺的主要缺点是对杂质的承受能力差,尤其是对铁杂质敏感;其次是镀层中有机物(来源于光亮剂)的夹杂,造成较厚镀层的脆性加大。

氯化钾镀层表面彩色钝化膜不牢固曾经是困扰该工艺推广的一大障碍。这一问题甚至被某些权威判为无法解决的死症。北京欣普雷技术开发有限公司(原北京电镀总厂研究所)研制的D98彩钝粉彻底地解决了氯化钾彩钝掉膜问题。

通过上述介绍,对镀锌溶液的性能、特点有了一个比较清楚的认识。镀锌溶液性能比较见表1-1。

表 1-1 镀锌溶液性能比较

性能 镀液类型	电流效率	分散能力	覆盖能力	光亮度	抗蚀性能	废水处理
氰化物	低	好	好	一般	好	难
锌酸盐	低	好	差	一般	好	易
氯化铵	中等	好	好	好	差	难
氯化钾	高	一般	好	好	一般	易
硫酸盐	高	差	差	一般	一般	易

下一步是要根据所镀工件镀层的要求来确定到底使用哪种镀液。这要根据所镀工件是在何种条件下使用来判定。最简单的方法是根据甲方直接提出的抗蚀性能要求来做出判定。

如果工件的工作环境是在大气污染较重的地区，或是工件要漂洋过海，那么就应该选择氰化物镀锌或锌酸盐镀锌。如果工件的工作环境是室内或干燥、且工业不发达地区时，可选择氯化钾镀锌溶液。

如果要在钢丝、钢带、钢板上连续镀锌，那么就应该选择硫酸盐镀锌了。

从环境保护和成本上考虑，最好不要选择氰化物镀锌和氯化铵镀锌。

在确定了镀锌溶液后，就该考虑采取何种镀锌方法了。

1.1.5 镀锌方法及选择

镀锌方法分为挂镀法、滚镀法及连续电镀法。

1. 挂镀法

挂镀是指在盛有镀锌溶液的槽子内，将被镀工件安放在挂具上放入镀液中进行电镀，如图 1-3 所示。

因为镀件是吊放在镀槽中的，所以又叫吊镀。在镀锌生产中大多采用吊镀方法。它的优点是适应性强，受镀均匀，制约因素少，生产效率高；缺点是不适合尺寸小或无装挂点的零件镀锌。

2. 滚镀法

滚镀是将镀工件放入特制的滚桶内，然后将滚桶放入盛有镀锌液的槽子内，镀液通过滚桶壁上的孔眼进入滚桶内部，并在转动中镀液在滚桶内外之间通过孔眼不断流入和流出。被镀工件在滚桶转动时，不断地变换着位置，当它从里面转到最外边的孔眼位置时，它得到最大的电流密度而被镀上了锌层，如图 1-3c 所示滚镀示意图。

滚镀适于那些较小镀件或较小且无装挂点的镀件镀锌，例如螺钉、螺母、小弹

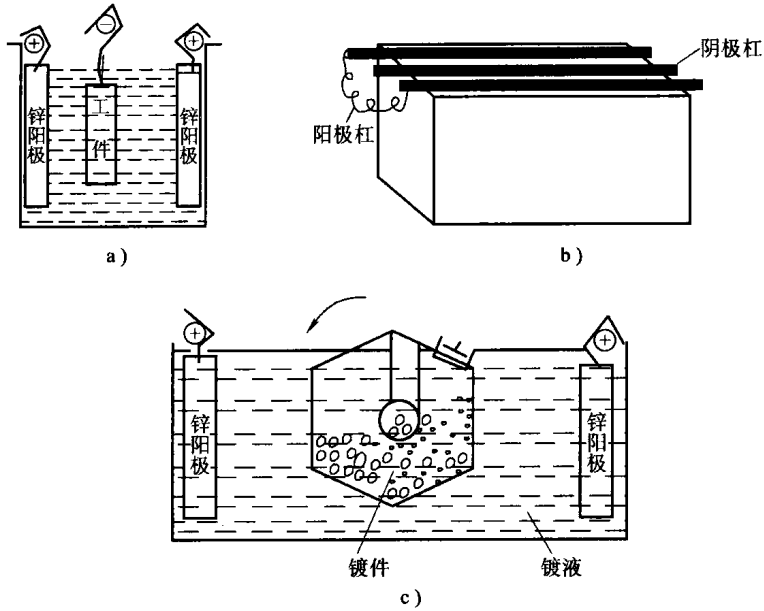


图 1-3 电镀槽示意图

a) 工件位置图 b) 吊镀槽示意图 c) 滚镀示意图

簧、电池帽、垫片等。滚镀的优点是生产效率高，镀层均匀；缺点是对薄片状零件容易产生漏镀现象。

3. 连续电镀法

钢丝、钢带、钢板等镀锌时需要一种特殊的连续电镀方法。这种方法的优点是连续化生产，生产效率高；缺点是镀液带出损失大，同时易受上一槽溶液的带入污染。图 1-4 为连续电镀镀槽的侧面示意图。

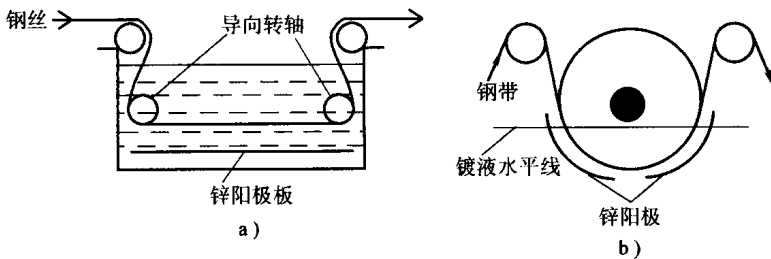


图 1-4 连续电镀镀槽的侧面示意图

a) 钢丝镀锌 b) 钢带镀锌

1.1.6 镀锌工艺流程

在镀锌生产中，要严格按照工艺流程生产。否则会造成不必要的损失。常用挂

镀、滚镀和连续电镀的工艺流程稍有不同。下面分别按挂镀、滚镀和连续电镀三个方面列出工艺流程。

1. 挂镀工艺流程(适用于自动线)

毛坯检查→上挂具→化学脱脂(俗称除油)→电解除油→热水洗→冷水洗→冷水洗→酸强浸蚀(去氧化膜)→冷水洗→冷水洗→镀锌→冷水洗→冷水洗→硝酸出光→冷水洗→钝化→水洗→冷水洗→烘干(老化)→下挂具→检验包装。

上述工艺流程适用于镀件表面油污不多、锈蚀不严重的零件电镀。如果镀件表面油污较重,或表面锈蚀较重时,应在上自动线之前先进行脱脂和去锈;如果锈蚀严重且锈蚀含有油污时,可先用盐酸去锈再去油→水洗→再去锈→水洗→中和后,再上挂具。这时在自动线上不再化学脱脂,直接进入电解除脂。后面的酸侵蚀改成弱酸腐蚀,详见本章1.3节。

2. 滚镀工艺流程(适用于手工操作)

脱脂(化学)→水洗→去锈→水洗→镀锌→水洗→硝酸出光→水洗→钝化(蓝白、彩色、黑色、橄榄绿等各种钝化工艺)→水洗→干燥→检验包装。

脱脂时可选用乳化型脱脂剂(除油粉),也可选用置换型除油粉。使用乳化型除油时,应该将除油液温度提高到40~60℃,并采用擦拭去浮灰。在使用置换型除油时,使用温度在20~30℃,先将零件放在除油液中浸泡5~10min后再擦拭。

3. 滚镀工艺流程

流程一:

镀件线下脱脂→热水洗→冷水洗→酸洗→冷水洗→中和→暂存→装滚桶→水洗→弱酸腐蚀→冷水洗→冷水洗→镀锌→冷水洗→冷水洗→硝酸出光→冷水洗→钝化→水洗→水洗→热水烫干→出料→烘干→检验包装。

流程二:

镀件装桶→化学脱脂→电解除脂→热水洗→冷水洗→去锈→冷水洗→冷水洗→电镀锌→冷水洗→冷水洗→出光→冷水洗→钝化→冷水洗→冷水洗→干燥→检验。

流程一和流程二的区别是化学脱脂和酸侵蚀。流程一是放在线下进行脱脂,这适用于镀件表面油污较重,锈蚀较严重的镀件,在线下进行,不受线上流程中的时间限制,以便保证前处理到位。流程二适用于表面油污和锈蚀中度的镀件。此流程的优点是所有工序均在线上进行,设备投资较小,人力占用较少;缺点是铁离子因线上水洗不干净易带入镀液中造成污染,缩短了镀液处理的使用周期。

上述无论是挂镀还是滚镀,当钝化是采用银盐的黑钝化时,应该在钝化前的水洗中加一道去离子水清洗,以防止水中的氯离子被带入钝化液中与银离子形成沉淀。

在化学脱脂后应该再进行一次电解除脂,使表面残余油污和浮灰去除干净。化学脱脂与电解除脂之间不用加清洗槽。