



许秀飞 编著

钢带热镀锌 技术 问答



化学工业出版社



许秀飞 编著

钢带热镀锌 技术 问答



化学工业出版社

· 北京 ·

钢带热镀锌是一项重要的钢铁生产技术。本书以问答的形式，详细介绍了钢带热镀锌的生产技术，包括镀锌线的张力、驱动、焊接、加热炉，镀锌工艺的前处理、操作、检测及后处理。既有理论上浅显易懂的解释，又有实践上可靠的操作方法。

作者丰富的实践经验、理论知识，加上长期的培训授课、设备调试的经验，使得这本书有很强的实用性。

本书可以作为热镀锌工程技术人员、操作工人培训教学用书，也可作为他们自学的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

钢带热镀锌技术问答/许秀飞编著. —北京: 化学工业出版社, 2007. 7
ISBN 978-7-122-00689-9

I. 钢… II. 许… III. 钢带-热浸锌-问答
IV. TG174.443-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 091995 号

责任编辑: 段志兵

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 洪雅姝

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 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 364 千字

2007 年 8 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: 32.00 元

版权所有 违者必究

序

目前国外钢带连续热镀锌生产线有 600 余条，生产能力约 1.2 亿吨，近几年来开工率只有 60%。我国宽钢带连续热镀锌线已发展到 186 条，年生产能力可达到 3800 万吨，占粗钢产量的 10%，为发达国家 8%~15% 的水平。中国加入 WTO 之后，热镀锌板的销售市场已经没有国界，所以未来热镀锌板市场竞争是相当激烈的，而竞争的焦点就是产品质量和生产成本。要想使产品有竞争力，使本企业立于不败之地，建设一条好机组仅仅具备了百分之四十的条件，其余百分之六十的条件要靠生产经验做支撑。

随着产品市场竞争的加剧，企业间生产经验交流已几乎不存在。目前出版的技术书籍、杂志发表的论文，也是谈理论、谈设备、谈生产方法多，谈生产经验的很少。我国宽钢带热镀锌线百分之九十为新建企业，他们迫切需要有一本专门介绍生产经验的书籍。

本书作者长期工作在生产第一线，又多次去韩国浦项热镀锌线学习深造，具有丰富的生产实践经验。他以问答的形式把钢带热镀锌的工艺理论基础、前处理、热镀锌作业、后处理等诸多生产经验毫无保留地介绍给大家，这是当前非常难能可贵的。

我把这本书推荐给钢带连续热镀锌线的投资者、研究者、制造者、使用者，我相信读了这本书，会有雪中送炭的感觉，一定能从中获得收益。

李九岭
2007 年 6 月

前 言

钢带热浸镀锌是最常用的钢材防腐技术之一，产品广泛用于工业、农业、建筑业等领域。近年来，我国钢带热浸镀锌事业得到了迅猛的发展。特别是民营企业出现了万马奔腾的景象。随着时代的发展，镀锌板市场竞争日趋激烈，迫切需要提高镀锌工厂的装备水平、管理水平，迫切需要提高镀锌生产人员的技术水平、操作水平，迫切需要同行业之间进行交流、沟通和合作。因此，我总结了多年来在国内外学习到的先进技术，以及在生产实践中摸索出来的一些技术窍门，编著了本书，旨在与同行相互学习，切磋技艺。

本书以镀锌工厂的一线管理人员、生产工人对象，编著时以实用和通俗为出发点，以问答的形式讲解了生产中常见的技术问题。这些问题大多是我在实际工作中遇到或在与同行交流时提出的、在生产线上运行中实实在在发生的事情。在提问的设计上也注意了一定的条理性，将某项专题逐个层次地剖析开来，由浅入深、环环相扣、自成体系，最终使读者知其然，知其所以然。在语言上力求以浅显的文字表达最基本的原理，使人一目了然。

在本书编著过程中，得到了各方面的大力支持和配合，行业内部的许多同事和朋友提供了大量的宝贵资料。在镀锌业界德高望重的李九岭教授给予了无私的关怀和教导，并从百忙中挤出时间仔细审阅了书稿，对关键部分逐字逐句进行了修改，提出了许多宝贵的意见，还亲自为本书作序。北京钢铁研究总院周卫东高级工程师、武汉凯奇特种焊接设备公司张炼高级工程师等专家、同仁审阅修改了有关章节的书稿。在此，一并表示衷心的感谢。

书中好多内容都是我在实践中摸索出的经验，由于本人的水平

有限，加上各公司的实际情况不同，某些观念、做法，并不完全适应所有情况，热忱欢迎各位读者提出批评意见或展开探讨。

许秀飞
2007年6月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 镀锌板防腐原理	1
1. 钢铁的腐蚀有什么特点?	1
2. 锌的腐蚀有什么特点?	2
3. 镀锌为什么能防腐蚀?	2
4. 镀锌板的腐蚀有什么特点?	3
1.2 镀锌金属学原理	4
5. 金属的晶体结构有什么特点?	4
6. 纯锌镀层结晶有什么特点?	6
7. 纯锌镀层是如何结晶的?	7
8. 为什么会形成不同尺寸的锌花?	8
9. 什么是合金? 合金中的合金元素是以什么形式存在的?	9
10. 热镀合金镀层结晶时有什么特点?	10
1.3 热浸镀锌板的分类	10
11. 按锌花的形态, 镀锌板主要有哪些种类?	10
12. 按产品的性能, 镀锌产品分哪几类?	11
13. 按产品的表面处理形态, 镀锌板有哪些种类?	12
14. 按镀层的化学成分, 镀锌板有哪些类别?	13
15. 什么是锌铁合金板?	14
16. 热轧镀锌板有什么特点?	14
17. 热镀锌和电镀锌产品有什么区别?	15
1.4 镀锌原板的要求	16
18. 镀锌原板是怎样生产出来的?	16
19. 热镀锌对原板的质量有什么要求?	18
1.5 钢带热镀锌工艺	19
20. 什么是森吉米尔法热浸镀锌?	19

21. 什么是改良森吉米尔法热浸镀锌?	20
22. 什么是美钢联法热浸镀锌?	20
1.6 典型镀锌生产线	21
23. 改良森吉米尔镀锌生产线有何特点?	22
24. 美钢联法生产线有何特点?	22
25. 美钢联法大型生产线有什么特点?	25
26. 热轧镀锌生产线有何特点?	28

第 2 章 镀锌线的张力及驱动控制 29

2.1 张力的作用及数值选择	29
27. 入口段张力有什么作用?	29
28. 炉区张力有什么作用?	30
29. 工艺段及出口区域的张力各有何作用?	31
30. 什么是单位张力?	32
31. 张力与厚度和宽度有何关系?	33
32. 张力与钢种有什么关系?	34
33. 在实际生产中如何控制张力?	34
2.2 生产线张力的产生及协调关系	35
34. 如何理解生产线上的张力?	35
35. 生产线实际张力是如何分布的?	36
36. 为什么会出现张力波动? 有什么危害?	37
37. 张力辊为什么能放大张力?	38
38. 张力辊是如何工作的?	39
39. 入口段张力是如何产生与平衡的?	40
40. 入口速度基准辊是如何工作的?	40
41. 炉区和工艺段张力是如何产生和平衡的?	41
42. 光整机和拉矫机的张力和速度是如何控制的?	42
43. 出口段张力是如何产生与平衡的?	42
2.3 生产线驱动控制	43
44. 钢带热镀锌生产线电机驱动经历了怎样的发展变化?	43
45. 交流异步电机是如何实现变频调速的?	43
46. 变频调速系统有何特性?	44
47. 变频调速系统的主回路由哪几部分组成?	45

48. 在基频以下变频时,变频器各部分参数相互有什么关系?	46
49. 变频器的输出电流与产生的张力有何关系?	47
50. 共用直流母线有何优越性?	48
51. 什么是传动系统的机械特性?	49
52. 什么是变频调速的闭环控制?	49
53. 什么是PID调节?	50
54. 什么是交流电机的矢量控制?	51
55. 什么是电机的双闭环控制系统?	52
2.4 镀锌线的张力控制	53
56. 开卷机的张力是如何控制的?	53
57. 活套张力是如何控制的?	53
58. 炉内张力是如何控制的?	54
59. 卷取张力是如何控制的?	55
60. 如何计算张力的损耗?	55
61. 如何选择驱动电机?其驱动功率如何计算?	56

第3章 镀锌线缝焊工艺和设备 57

3.1 电阻缝焊机的结构和原理	57
62. 电阻缝焊机分哪几类?	57
63. 电阻缝焊机的原理如何?	58
64. 焊缝是怎样形成的?	58
65. 焊点形成有哪几个阶段?	60
66. 影响焊缝质量的因素有哪些?	61
3.2 电阻缝焊机的电气控制	62
67. 焊接电流主回路主要工作原理如何?	62
68. 焊接参数控制器的主要功能有哪些?	63
69. 缝焊的种类有哪些?各有何特点?	65
3.3 焊接作业及故障排除	66
70. 焊接操作的步骤有哪些?	66
71. 焊缝的尺寸怎么表示?	68
72. 焊接工艺参数如何选择?	69
73. 焊轮位置如何调整?	71
74. 搭接量如何调整?	72

75. 为什么会出现焊缝驱动侧开裂? 如何防止?	73
76. 日常生产中如何调整和修磨焊轮?	74
77. 焊接中出现“炸火”的原因是什么? 如何防止?	75
78. 如何进行焊缝质量检验?	76
79. 正常生产中对焊缝检查时要注意哪些事项?	77
80. 为什么会出现虚焊? 如何防止?	78
81. 不同厚度规格的钢带如何焊接?	79
82. 如何进行不同宽度规格钢带之间的相互焊接?	79
83. 为什么容易在焊缝边缘较整齐地发生断带?	80
84. 如何防止钢带焊缝处整齐断裂事故?	81

第 4 章 钢带的镀锌前处理 82

4.1 前处理的目的是作用	82
85. 镀锌基板表面的污染物有哪些?	82
86. 钢带表面的污染物对热镀锌有何影响?	83
4.2 前处理清洗剂	84
87. 镀锌前处理清洗液有哪些成分?	84
88. 脱脂剂中常用的碱性物质有哪些?	85
89. 表面张力是如何形成的?	87
90. 表面活性剂在清洗中起什么作用?	88
4.3 钢带的脱脂工艺	90
91. 前处理中常用的工艺方法有哪些?	90
92. 喷淋浸泡清洗的工作原理如何?	91
93. 喷淋浸泡清洗中表面活性剂是如何去除钢带表面油污的?	92
94. 电解除脂的作用原理如何?	93
95. 电解除脂的过程如何?	94
96. 钢带带正电和带负电脱脂各有什么特点?	95
97. 电解除脂槽的布置形式有哪几种?	95
98. 电解除脂的工艺参数如何选择?	97
99. 高电流密度电解除脂的原理如何?	97
100. 碱液刷洗的作用和机理如何?	98
101. 什么是压下量? 压下量在碱液刷洗中有什么意义?	99
102. 刷辊压力控制和布置有哪些方式?	100

103. 怎样防止刷辊在钢带边部位置的过早磨损?	101
104. 刷辊的结构和材料有哪些种类?	102
105. 超声波清洗的原理如何?	103
106. 超声波清洗设备各部分起什么作用?	103
107. 清洗工艺中碱浓度如何控制?	104
108. 清洗液的温度如何影响清洗效果? 如何控制?	104
109. 清洗中喷射有什么作用? 喷射压力如何控制?	104
110. 怎样选用脱脂剂?	105
111. 清洗液为什么要进行在线净化?	105
112. 清洗液中的污物运动有什么特点?	106
113. 如何进行清洗液的在线净化?	106
4.4 钢带水洗与干燥	108
114. 前处理的清水冲刷清洗为什么要使用软化水?	108
115. 如何保持清水冲刷清洗喷嘴的畅通?	108
116. 清水冲刷的循环水如何净化?	108
117. 钢带的挤干需要注意哪些问题?	109
118. 钢带的烘干需要注意哪些问题?	111
119. 如何把炉门废气用于钢带烘干?	112
120. 如何进行前处理效果的检验?	112

第5章 钢带的加热工艺和设备 114

5.1 冷硬板的再结晶退火	114
121. 冷硬板和热轧板的晶粒有何差异?	114
122. 冷硬板在退火时的组织发生怎样的转变?	115
123. 再结晶退火的组织转变过程怎样?	115
124. 影响冷硬板再结晶温度的因素有哪些?	116
125. 退火温度对钢带的性能有何影响?	117
126. 再结晶退火冷却时的组织和性能是怎样变化的?	118
127. 如何进行无间隙原子钢的退火处理?	119
128. 典型钢种的再结晶退火工艺规范如何?	120
5.2 镀锌退火炉概要	121
129. 镀锌退火炉是由哪几部分组成的?	121
130. 加热炉用热源有哪几种?	122

131. 衡量加热炉加热能力的指标有哪些?	123
132. 如何计算加热炉的热效率?	124
5.3 改良森吉米尔法镀锌加热炉	125
133. 无氧炉最大的特点是什么?	125
134. 无氧炉有什么基本功能?	127
135. 不同过剩空气系数下的燃烧有什么特征?	127
136. 如何选择过剩空气系数?	128
137. 无氧炉与前后炉区的关系如何?	129
138. 改良森吉米尔法的无氧炉有哪些不足?	131
5.4 美钢联法镀锌加热炉	131
139. 辐射管加热有什么特点?	131
140. 抽吸式辐射管的结构和原理如何?	132
141. 低 NO_x 抽鼓式辐射管的结构原理如何?	133
142. 蓄热式辐射管加热器的结构和原理如何?	134
143. 辐射管的使用和维护要注意哪些事项?	135
5.5 加热炉的开炉与停炉	136
144. 新加热炉如何进行气密性检查与测试?	136
145. 如何进行新炉烘干的准备工作?	137
146. 如何进行新炉的烘干?	138
147. 如何进行加热炉的开炉?	139
148. 停炉时要注意哪些事项?	140

第6章 加热炉气氛控制及安全作业 142

6.1 加热炉的气氛控制	142
149. 加热炉内为什么要保持还原性气氛?	142
150. 什么叫露点? 为什么能用露点表示气体中的水分含量?	143
151. 炉内气体的露点是怎样变化的?	143
152. 如何控制炉内的氢气含量?	145
153. 如何控制炉内的氧气含量?	146
6.2 加热炉用气体	147
154. 镀锌退火炉中需要通入哪几类气体?	147
155. 通入退火炉内的气体有哪些要求?	148
156. 镀锌退火炉的保护气体的来源有哪些?	149

6.3	氮气的制备	151
157.	空气分离有哪几种方法?	151
158.	为什么空气在压缩和冷却后会有水分析出?	151
159.	冷冻干燥器的作用和原理如何?	152
160.	气体在分子筛上是如何吸附和脱附的?	153
161.	变压吸附制氮气的基本原理如何?	154
162.	变压吸附制氮的工艺流程如何?	155
163.	变压吸附塔的工作节拍如何?	155
164.	氮气纯化装置的作用和原理如何?	158
165.	氮气纯化吸附干燥机的工作过程如何?	160
6.4	氨气分解制氢	161
166.	如何进行液氨的贮存?	161
167.	如何进行液氨的汽化?	161
168.	制氢对液氨和氨气质量有什么要求?	162
169.	氨分解工艺流程如何?	163
170.	如何进行氨分解气的纯化?	164
171.	采用氨分解法制氢操作中必须注意哪些事项?	165
172.	如何排除氨分解法制氢系统中的常见故障?	166
6.5	加热炉的安全作业	167
173.	氢气有什么危险性?	167
174.	如何安全使用氢气?	168
175.	氨气有什么危险性?	169
176.	镀锌线上如何防止缺氧窒息事故?	169
6.6	加热炉的故障排除	170
177.	加热炉停电以后如何处理?	170
178.	加热炉停氨气之后如何处理?	171
179.	发生断水、断压缩空气等事故时如何处理?	171

第7章 热镀锌工艺基础 173

7.1	镀锌层的形成	173
180.	锌有什么样的性质?	173
181.	为什么锌液对钢带具有可镀性?	174
182.	如何评估锌液对钢带的浸润性? 有什么途径来提高这种	

浸润性?	174
183. 热浸镀纯锌层时会发生什么化学反应?	175
184. 在锌液中加入铝以后的镀层组织有何变化?	176
185. 热浸镀锌时镀层是怎样形成的?	177
7.2 原板化学成分对镀锌过程的影响	178
186. 原板中的碳对镀锌有何影响?	178
187. 原板中的含硅量对镀锌有何影响?	179
188. 原板中的铝、锰、铜、磷、硫等对镀锌有何影响?	180
7.3 锌液成分对镀锌过程的影响	181
189. 锌液中加入铝有何作用?	181
190. 锌液中的铝会带来什么不良影响?	181
191. 什么是锌液中的有效铝?	182
192. 锌液中的铁有何影响?	183
193. 锌液中的铁是从何而来的?	184
194. 锌液中的铅有何影响?	184
195. 锌液中的铈有何影响?	185
196. 锌液中的锡有何影响?	185
197. 锌液中的镍有何影响?	186
198. 锌液中的稀土元素有何影响?	186
7.4 锌渣的形成及其影响	186
199. 影响铁溶入锌液中的因素有哪些?	186
200. 锌锅中的铝含量与锌液中铁存在形式的关系如何?	188
201. 锌锅温度及其波动如何影响锌渣的产生?	189
202. 锌渣是如何产生和变化的?	190
203. 如何减少锌渣形成的数量?	192
204. 锌锅表面的浮渣有哪些组成部分?	193
205. 底渣的存在对产品质量有何影响?	194
206. 浮渣对产品质量有何影响?	194
207. 钢带表面为什么会产生浮渣粒、锌疤缺陷?	195
7.5 锌锅工艺参数的确定	196
208. 锌锅内的温度分布的规律如何?	196
209. 锌锅中的铁和锌渣分布的规律如何?	197
210. 锌锅中总的铝加入量如何确定?	198

211. 锌锅温度如何确定?	199
212. 钢带进入锌锅时的温度应如何控制?	199
7.6 特殊品种镀锌板生产工艺	200
213. 如何采用喷雾化水法生产小锌花产品?	200
214. 如何生产合金化镀锌板?	201

第 8 章 镀锌及相关作业 203

8.1 陶瓷锌锅操作与维护	203
215. 陶瓷锌锅炉体由哪几部分组成的?	203
216. 感应器的结构和原理如何?	204
217. 如何进行感应器的制作?	206
218. 如何更换锌锅感应器?	207
219. 锌锅的电控部分有哪些组成?	207
220. 锌锅起熔之前要做哪些准备工作?	209
221. 锌锅的起熔如何进行?	209
222. 锌锅正常运行时要注意哪些事项?	211
223. 发生停电事故如何处理?	212
224. 发生熔沟凝固事故有什么危害?	212
225. 如何防止熔沟结渣堵塞?	213
8.2 炉鼻的管理	213
226. 炉鼻内锌液面的锌灰有什么影响?	213
227. 如何克服炉鼻灰带来的影响?	215
228. 炉鼻内的浮渣对钢带有何影响?	216
8.3 锌锅辊的管理与操作	217
229. 锌锅辊系安装前要进行哪些检查?	217
230. 沉没辊安装以后要做哪些检查?	218
231. 为何生产中会出现沉没辊转动不良问题?	219
232. 怎样通过增加动力矩来改善沉没辊的运转?	220
233. 怎样通过改变辊子轴套和轴承的结构来改善运转状态?	220
234. 哪种形式的轴向定位结构有利于辊子的运转?	222
235. 生产线运行时若发生辊子运转不良该如何处理?	223
236. 怎样进行更换锌锅辊系的作业?	224
237. 一旦辊子上粘渣以后如何处理?	224

238. 怎样通过改进辊子表面的排锌沟来防止辊子粘渣?	225
239. 有什么办法能促使锌渣上浮?	226
240. 如何通过锌锅辊系的表面喷涂来提高寿命?	227
8.4 加锌与捞渣作业	228
241. 如何理解加锌作业的重要性?	228
242. 如何进行加锌作业?	229
243. 如何进行捞浮渣作业?	230
244. 如何进行捞底渣作业?	231
8.5 抽锌作业	232
245. 如何进行抽锌作业?	232
246. 抽锌时如何送放锌液?	233
247. 如何进行手工捞锌作业?	234
248. 抽锌时如何处理感应体熔沟内的锌液?	235

第9章 镀锌量控制 236

9.1 气刀控制镀锌量基础知识	236
249. 气刀控制镀锌量的原理如何?	236
250. 气刀喷出的气流是如何将锌液刮离钢带的?	237
251. 决定气流刮锌力的因素有哪些?	238
252. 气流在气刀体内流动有什么特性?	239
253. 气流喷出气刀后的流动有什么特性?	240
254. 气刀边缘效应和钢带边缘效应对气流的影响如何?	242
255. 如何克服气刀边缘效应和钢带边缘效应对产品质量的 影响?	242
256. 对气刀气流有什么要求?	244
257. 如何通过气刀结构保证气流的连续和均匀?	245
258. 对气刀喷射的气体介质有什么要求?	246
259. 氮气作为气刀介质有何优越性?	247
9.2 镀锌量的控制及在线测量	249
260. 影响镀锌量的因素有哪些?	249
261. 生产线速度对镀锌量有何影响?	249
262. 气刀气体压力对镀锌量有何影响?	250
263. 气刀与钢带的距离对镀锌量有何影响?	251

264. 气刀距锌液的高度对镀锌量有何影响?	252
265. 气刀角度对产品质量有何影响?	253
9.3 镀锌量的在线测量	254
266. X射线荧光光谱分析技术基本原理如何?	255
267. 在线镀锌量测量仪的基本原理如何?	256
268. 为什么要采用热态在线镀锌量测量仪?	256
9.4 主要气刀的结构和性能特点	258
269. 科勒气刀的结构和性能特点有哪些?	258
270. 日立气刀的结构和性能特点有哪些?	260
271. 除了采用层流封以外, 有无其他形式的结构促进气体 层流?	263
272. 方登气刀的结构和性能特点有哪些?	264
273. DAK 气刀的结构和性能特点有哪些?	267
274. 杜马气刀的结构和特点有哪些?	271
9.5 边部过镀锌的产生和预防	272
275. 边部过镀锌的产生和防止技术大体情况如何?	272
276. 边部过镀锌产生的基本原因是什么?	273
277. 哪些原材料容易导致边部过镀锌的产生?	274
278. 哪些气刀工艺参数不合理会造成边部过镀锌?	275
279. 生产线速度和锌锅温度对边部过镀锌有何影响?	276
280. 如何使用边部挡板来消除边部过镀锌?	276
281. 使用气流发散装置能否消除边部过镀锌?	277
282. 使用边罩能否消除边部过镀锌?	278
283. 出现边部过镀锌以后如何调整和处理?	281
9.6 气刀的维护和清理	283
284. 如何进行气刀的清理?	283
285. 唇口外部的粘渣会不会影响产品质量?	284
286. 气刀上下唇之间不平整如何调整?	284
287. 如何进行气刀间隙的离线调整?	285
288. 如何进行气刀的保养和检查工作?	286

第 10 章 热镀铝锌硅合金 288

10.1 热浸镀铝锌硅合金的特点及其应用	288
----------------------------	-----