

钢材热镀锌 技术问答

苗立贤 杜安 李世杰 编著

GANGCAI
REDUXIN
JISHU
WENDA



化学工业出版社

钢材热镀锌 技术问答

苗立贤 杜安 李世杰 编著

GANCOU
REDUXIN
JISHU
WENDA



化学工业出版社

·北京·

本书以问答的形式，详细介绍了钢材热镀锌的工艺、操作、设备以及相关工艺过程，包括热镀锌工艺常见的技术难点、工艺计算、操作技巧、注意事项、典型工艺设计、镀锌工艺的前处理、检测及后处理。

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。

图书在版编目 (CIP) 数据

钢材热镀锌技术问答/苗立贤, 杜安, 李世杰编著.
北京: 化学工业出版社, 2012.10
ISBN 978-7-122-15242-8

I. ①钢… II. ①苗…②杜…③李… III. ①钢-热浸
锌-问题解答 IV. ①TG174.443-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 208563 号

责任编辑: 邢 涛
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 郑 直
装帧设计: 韩 飞

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: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 7¼ 字数 187 千字
2013 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

热镀锌是金属制品防腐蚀最基本、最有效、最经济的工艺方法。尽管科学技术日新月异的今天，这个古老传统的防腐蚀技术在表面工程技术领域依然占有重要地位，是不可或缺的。

钢材热镀锌的生产设备比较复杂，除了锌锅以外，主要有收、放线等机械设备；预处理和后处理等化学设备；镀层厚度的控制设备等。生产工艺的圆满完成，并生产出高品质的产品，除了设备保证、工艺保证外，人员的操作熟练程度和对热镀锌的原理的理解、热镀锌过程的掌控都很重要。然而，对于这种传统的百年技术，在实际操作过程中取决于操作者的经验、感觉，缺乏理论指导。导致钢材热镀锌生产盲目性大，产品质量散差大，生产成本控制不稳定，生产管理随意性强等问题。

苗立贤高级工程师从事热镀锌工作数十年，积累了大量的生产经验，对热镀锌相关技术掌握非常有心得；杜安和李世杰两位博士师从曹晓明教授从本科到博士一直进行有关热镀锌理论和技术等方面的研究，具有深厚的热镀锌理论造诣。本书是理论与实践、经验和研究的有机结合。

本书全面归纳、整理、阐述了钢丝热镀锌有关方面的原理、技术、生产等方面的问题。全书以问答的形式，深入浅出，通俗易懂，回答了钢丝热镀锌遇到的常见问题，对从事热镀锌生产人员及其它相关人员具有重要的理论指导意义。

书中第1、2章对热浸镀的发展、原理进行了简明地概述；第3、4章就工艺操作方面的各种常见问题和注意事项进行了详细地归纳、总结；第5~7章对镀层质量的评定标准及控制方法

进行了阐述；第8章重点介绍了热镀过程中的节能、减排措施，非常契合当今低碳、环保主题，对于改善热镀行业高能耗、高污染的现状很有意义；第9、10章介绍了热镀常用设备，以及性能分析、测定方法。

作者多年从事热浸镀领域生产和研发工作，积累了大量一线的宝贵经验并获得了众多科研成果。该书是作者经验的升华、知识的集合、技术的凝练，适用于热浸镀领域的科技工作者及高校相关专业的实用参考书，可为工程技术人员解决实际生产问题提供有效的帮助，也为钢丝热镀锌提供了有益的理论指导工具。

曹晓明
2012年12月

热浸镀锌技术是目前世界上钢材防腐蚀方法中最基本、最广泛、最古老的方法，热镀锌工艺与其它金属防腐蚀方法相比，在镀层电化学保护性、镀层致密性、镀层耐久性、镀层免维护性、镀层与基体结合力、镀层经济性以及热镀工艺对钢件形状和尺寸的适应性、生产的高效性方面具有的优势是其它工艺所无法比拟，已经广泛用于冶金、建材、电力、通讯、交通等国民经济的各个领域。在我国钢丝热镀锌相对于钢板、钢管热镀锌的发展比较缓慢，其工艺技术亦相对落后；早期对钢丝热镀锌的研究基本集中在热镀锌工艺、助镀剂等方面，而且比较凌乱；而较全面、系统的介绍钢丝热镀锌的理论和实践方面的专著却很少，这与钢丝热镀锌日益发展形势的需要、对进一步提高钢丝热镀锌的技术水平，提高生产效率和经济效益不相适应。本书基于以上的认识，从热镀锌的基础理论着手，按照对钢丝热镀锌的技术要求和钢丝热镀锌的一般工艺，以及对镀锌质量的控制与检验标准等经常遇到的技术问题，对照联系相关的理论知识，结合作者在热镀锌技术工作上的一些实际经验，汲取国内外有关热镀锌新技术、新工艺，采用问答的形式给予较为详细的说明与解答，内容取材比较广泛、文字通俗易懂，所叙述的技术和工艺具有适用性和可操作性，适合广大热镀锌工作者阅读。

作为从事热镀锌技术工作多年的技术人员，把自己工作实际

经验的积累写成此书奉献给大家， 共同分享， 目的就是为广大刚刚从事钢丝热镀锌工作的同仁们， 能够提供一些借鉴和帮助， 笔者对此深感荣幸之至； 但实践和理论毕竟是两回事， 把实践经验上升到理论的高度， 并以文字的方式表达出来， 对于一直在企业生产一线工作的技术人员， 实乃是一件不容易的事情。 书中不足之处， 敬请予以指正。

苗立贤
2012. 09

第一章 概述

1

| | |
|-----------------------------|----|
| 1.1 镀锌钢丝防腐原理 | 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？ | 3 |
| 4. 镀锌钢丝的腐蚀有什么特点？ | 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？ | 6 |
| 8. 什么是合金？合金中的合金元素是以什么形式存在的？ | 7 |
| 9. 钢丝热镀合金镀层结晶时有什么特点？ | 8 |
| 1.3 热浸镀锌钢丝的分类 | 8 |
| 10. 按钢丝的含碳量区分，镀锌钢丝有哪些种类？ | 9 |
| 11. 按钢丝的直径分类主要有哪几种？ | 10 |
| 12. 按钢丝镀层成分分，镀锌钢丝有哪些种类？ | 10 |
| 13. 热镀锌钢丝和电镀锌钢丝有什么区别？ | 10 |
| 1.4 热镀锌钢丝的要求 | 11 |
| 14. 对镀锌钢丝有什么具体要求？ | 11 |
| 1.5 对其它原料的要求 | 12 |
| 15. 对锌锭有什么要求？ | 12 |
| 16. 锌锭的物理学性质是什么？ | 12 |
| 17. 对氯化铵和氯化锌有什么要求？ | 13 |
| 18. 对盐酸有什么要求？ | 13 |

19. 对凡士林、机油有什么要求？ 14
20. 对木炭粒有什么要求？ 14

第二章 热镀锌工艺基础

16

- 2.1 热镀锌层的形成 16
21. 热镀锌时镀层是怎样形成的？ 16
22. 钢丝热镀锌镀锌层形成的简要过程是什么？ 18
23. 为什么锌液对钢丝具有可镀性？ 19
24. 如何评估锌液对钢丝的浸润性？用什么途径来提高这种浸润性？ 20
25. 热镀纯锌层时会发生什么化学反应？ 21
26. 在锌液中添加铝以后的镀层组织有何变化？ 22
- 2.2 钢丝中各化学元素对热镀锌的影响 23
27. 钢丝中的碳对热镀锌有什么影响？ 23
28. 钢丝中的硅对热镀锌有什么影响？ 25
29. 钢丝中的锰对热镀锌有什么影响？ 27
30. 钢丝中的磷、硫对热镀锌有什么影响？ 27
- 2.3 锌液中各化学元素对钢丝热镀锌的影响 28
31. 锌液中的铁元素对镀锌有何影响？ 28
32. 锌液中的铁元素是从何而来的？ 28
33. 锌液中添加铝元素有什么作用？ 29
34. 什么是锌液中的有效铝？ 30
35. 稀土对锌锅中的锌液有什么影响？ 31
36. 镁对锌锅中的锌液有什么影响？ 31
37. 镍对锌锅中的锌液有什么影响？ 32
38. 锡对锌锅中的锌液有什么影响？ 32
39. 铅对锌锅中的锌液有什么影响？ 33
- 2.4 能量因素对钢丝热镀锌的影响 33
40. 镀锌温度对钢丝热镀锌有何影响？ 33
41. 浸锌时间对钢丝镀锌层有何影响？ 35
42. 浸锌时间对钢丝力学性能有何影响？ 36
43. 浸锌时间对镀锌层组织有何影响？ 37

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 2.5 | 钢丝线径、表面状态对热镀锌的影响 | 37 |
| 44. | 钢丝线径对热镀锌有哪几方面的影响? | 37 |
| 45. | 钢丝表面的洁净程度不良会出现什么问题? | 38 |
| 2.6 | 影响钢丝镀锌层厚薄的因素 | 38 |
| 46. | 影响钢丝镀锌层厚薄的因素有哪些? | 38 |
| 47. | 钢丝出线速度、抹拭(擦拭)方法的不同对镀锌层 有何影响? | 39 |
| 2.7 | 热镀锌对钢丝力学性能的影响 | 41 |
| 48. | 热镀锌时钢丝力学性能在哪些方面会降低? | 41 |



第三章 热镀锌工艺与操作

43

| | | |
|---------|--------------------------------------|----|
| 3.1 | 热镀锌工艺流程 | 43 |
| 49. | 钢丝热镀锌工艺流程是什么? | 43 |
| 50. | 改进的森吉米尔法钢丝热镀锌与干法钢丝热镀锌有 何区别? | 44 |
| 3.2 | 热镀锌工艺过程控制 | 45 |
| 3.2.1 | 钢线镀锌表面处理 | 45 |
| 51. | 钢丝放线、穿线时应注意什么事项? | 45 |
| 3.2.1.1 | 钢丝的滑洗除油 | 46 |
| 52. | 钢丝镀锌前为什么要清洗除油? 除油有几种方法? | 46 |
| 53. | 熔融铅浴法除油有什么特点? | 46 |
| 54. | 钢丝热镀锌碱洗除油的过程如何? | 46 |
| 55. | 清洗除油常用的碱性物质有哪些? | 47 |
| 56. | 除油常用的工艺方法有哪些? | 48 |
| 57. | 什么是生物除油? 生物除油有什么特点? | 48 |
| 58. | 钢丝镀锌前生物除油比化学除油有什么好处? | 48 |
| 59. | 钢丝浸泡脱脂的工作原理如何? | 50 |
| 60. | 电解除脂的作用原理是什么? | 50 |
| 61. | 电解除脂的过程如何? | 51 |
| 62. | 钢丝带正电和带负电脱脂各有什么特点? | 52 |
| 63. | 电解除脂的工艺参数如何选择? | 52 |
| 64. | 超声波清洗的原理是什么? | 53 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 65. 如何计算超声波清洗钢丝功率？ | 54 |
| 66. 超声波清洗设备各部分起什么作用？ | 55 |
| 67. 清洗工艺中碱浓度如何控制？ | 55 |
| 68. 清洗液的温度如何影响清洗效果？怎样控制？ | 56 |
| 69. 清洗中喷射有什么作用？喷射压力如何控制？ | 56 |
| 70. 怎样选用脱脂剂？ | 56 |
| 71. 清洗液为什么要进行在线净化？ | 56 |
| 72. 脱脂清洗剂中的污物有哪些？各有什么特点？ | 57 |
| 3.2.1.2 钢丝除锈 | 58 |
| 73. 钢丝除锈有哪些种类？各有什么优缺点？ | 58 |
| 74. 盐酸洗除锈原理和它的工艺条件是什么？ | 58 |
| 75. 使用盐酸酸洗时具体要掌握哪些要点？ | 60 |
| 76. 采用酸洗除锈时为什么要在酸洗液中添加抑制缓蚀剂？ | 60 |
| 77. 电解酸洗除锈的原理和它的工艺条件是什么？ | 62 |
| 78. 酸洗液温度与酸洗时间有什么关系？ | 63 |
| 3.2.2 钢丝脱脂、酸洗后的水洗 | 64 |
| 79. 怎样才能把钢丝上面残留的碱液、酸液清洗干净？ | 65 |
| 80. 强化碱洗、酸洗后的水洗应从哪些方面做起？ | 65 |
| 3.3 溶剂助镀处理 | 67 |
| 81. 钢丝进入熔融的锌液之前为何要进行溶剂助镀处理？ | 67 |
| 82. 溶剂的作用机理是什么？ | 67 |
| 83. 钢丝进入锌液后是如何进行化学反应的？ | 68 |
| 84. 助镀剂由何组成，它的工艺条件是什么？ | 69 |
| 85. 助镀剂成分和工艺参数对钢丝镀锌有何影响？ | 69 |
| 86. 助镀剂中铵、锌比例，pH值及温度如何控制？ | 70 |
| 87. 为什么助镀剂中亚铁离子含量高了锌液中产生的锌渣就多？ | 71 |
| 88. 如何去除助镀溶剂中的二价铁盐？ | 71 |
| 89. 钢丝进入锌液前为什么要烘干？ | 73 |
| 3.4 钢丝热镀锌 | 73 |
| 3.4.1 钢丝热镀纯锌镀层 | 73 |
| 90. 钢丝镀锌对锌锭有什么要求？ | 73 |
| 91. 对首次锌锅熔锌有什么工艺要求？ | 74 |

| | |
|--|----|
| 92. 热镀锌钢丝的镀锌层结晶与钢基的组织结构如何？ | 75 |
| 93. 钢丝热镀锌主要有哪几种方法？ | 75 |
| 94. 怎样控制好适合钢丝镀锌的温度？ | 77 |
| 95. 影响钢丝镀锌层结构的因素有哪些？ | 78 |
| 96. 直接影响钢丝镀锌层厚度的有哪些因素？ | 81 |
| 3.4.2 钢丝热镀合金镀层 | 83 |
| 97. 怎样热镀稀土-5%铝-锌合金 (Galfan) 镀锌层？ | 83 |
| 98. 怎样热镀 55%铝-43.4%锌-1.6%硅合金镀锌层？ | 85 |
| 99. 怎样热镀铠装电缆用钢丝镀层？ | 85 |
| 100. 热镀 Galfan 合金镀层钢丝表面易出现哪些缺陷？ | 86 |
| 101. 双镀 Galfan 合金钢丝合金锅内铝含量为何会降低？ | 86 |
| 102. 稀土-5%铝-锌合金中的稀土是何元素？有何作用？ | 87 |
| 3.5 锌渣和锌灰 | 87 |
| 103. 锌液中的锌渣是如何产生和变化的？ | 87 |
| 104. 影响铁原子溶入锌液中的因素有哪些？ | 89 |
| 105. 锌锅表面的浮渣是什么原因造成的？ | 91 |
| 106. 锌液表面为什么会出黏锌？钢丝进口处的“硬壳” 是怎么造成的？ | 92 |
| 107. 锌液上面的锌灰是怎样生成的？生成量与哪些因素 有关？ | 92 |
| 108. 底渣的存在对产品质量有何种影响？ | 93 |
| 109. 浮渣对产品质量有何影响？ | 93 |
| 110. 钢丝表面上为什么会带上锌渣颗粒？ | 93 |
| 111. 添加稀土-铝-锌合金的作用是什么？如何添加？ | 94 |
| 3.6 镀锌层的抹拭 | 94 |
| 112. 钢丝热镀锌通常有几种抹拭方法？ | 94 |
| 113. 如何进行木炭抹拭锌操作？木炭盒做成什么样的形状 较好？ | 95 |
| 114. 什么是电磁抹拭？有什么优点？ | 96 |
| 115. 钢丝离开锌液面后为何要及时冷却？ | 97 |
| 3.7 锌渣和锌灰的控制 | 98 |
| 116. 如何减少锌渣形成的数量？ | 98 |
| 117. 怎样才能有效地减少锌灰的生成量？ | 98 |

| | |
|-------------------------|----|
| 118. 如何减少钢丝热镀锌生产过程中的锌渣？ | 99 |
|-------------------------|----|



第四章 镀锌相关作业

100

| | |
|---------------------------------|-----|
| 4.1 内加热陶瓷锌锅的操作与维护 | 100 |
| 119. 内加热陶瓷锌锅初始熔锌前准备工作有哪些？ | 100 |
| 120. 内加热陶瓷锌锅怎样升温熔锌？ | 101 |
| 121. 内加热陶瓷锌锅在钢丝热镀锌正常运行时要注意哪些事项？ | 102 |
| 122. 更换陶瓷锌锅 TS 加热内胆有哪些程序？ | 102 |
| 123. 陶瓷锌锅发生停电事故时如何应急处理？ | 103 |
| 4.2 锌锅沉没辊的管理与操作 | 103 |
| 124. 锌锅辊系安装前要进行哪些检查？ | 103 |
| 125. 沉没辊安装以后要做哪些检查？ | 104 |
| 126. 为什么生产中会出现沉没辊转动不良问题？ | 105 |
| 127. 怎样通过改变辊子轴套和轴承的结构来改善运转状态？ | 105 |
| 128. 生产线运行时若发生辊子运转不良该如何处理？ | 106 |
| 129. 怎样进行更换锌锅辊系的作业？ | 106 |
| 130. 沉没辊和轴套是采用什么材质做成的？ | 107 |
| 131. 如何通过锌锅辊系的表面喷涂来提高辊系寿命？ | 107 |
| 4.3 加锌与捞渣作业 | 108 |
| 132. 如何理解加锌作业的重要性？ | 108 |
| 133. 如何正确向锌锅里添加锌锭？ | 109 |
| 134. 如何进行捞锌渣的操作？ | 109 |
| 135. 如何进行锌液面的浮渣清理与捞出？ | 109 |



第五章 镀锌层厚度的控制和锌层质量、厚度的测定

111

| | |
|--------------------------------|-----|
| 136. 影响钢丝镀锌层厚度的主要因素有哪些？ | 111 |
| 137. 如何控制钢丝的收线速度？ | 111 |
| 138. 如何才能得到厚的镀锌层？ | 112 |
| 139. 怎样才能得到较薄的镀锌层？ | 113 |
| 140. 添加稀土-铝-锌合金为何能影响镀锌层的厚度？ | 113 |
| 141. 添加稀土-铝-锌合金在钢丝入口与出口处有什么区别？ | 114 |

- 6.1 国内用于镀锌钢绞线的钢丝主要标准…………… 115
 - 142. 镀锌钢丝及镀锌钢绞线国内外标准有哪些？ …… 115
- 6.2 钢丝镀锌层的质量要求…………… 116
 - 143. 镀锌钢丝锌层的质量及性能标准有哪些？ …… 116
 - 144. 对钢丝镀锌层表面质量有什么具体要求？ …… 116
- 6.3 镀锌层的质量、均匀性的测量…………… 117
 - 145. 怎样检测镀锌钢丝的锌层质量和厚度？ …… 117
 - 146. 怎样检测镀锌钢丝镀锌层的均匀性？ …… 119
- 6.4 镀锌层的附着性…………… 120
 - 147. 对镀锌钢丝镀层的附着性有什么要求？ …… 120
 - 148. 镀锌钢丝试验项目和试验方法是怎样规定的？ …… 121
- 6.5 钢丝的力学性能试验…………… 122
 - 149. 怎样对钢丝进行抗拉强度测量？ …… 122
 - 150. 怎样对钢丝做扭转、缠绕试验？ …… 124

- 7.1 钢丝热镀锌镀层的外观缺陷…………… 125
 - 151. 钢丝热镀锌镀层外观主要缺陷有哪些？ …… 125
- 7.2 钢丝热镀锌镀层的外观缺陷分析及控制…………… 125
 - 152. 漏镀（露铁）是什么原因造成的？ …… 125
 - 153. 怎样区分出钢丝表面漏镀（露铁）是什么原因造成的？ …… 129
 - 154. 从哪些方面去做才能解决钢丝镀锌漏镀（露铁）的问题？ …… 130
 - 155. 镀锌钢丝表面上有锌瘤、毛刺是什么原因造成的？ …… 131
 - 156. 钢丝镀层表面粗糙不光滑、有微粒状凸起是什么原因造成的？ …… 132
 - 157. 钢丝镀锌层表面灰暗，有时有长条形白点，是何原因造成的？ …… 133
 - 158. 镀锌层在做缠绕试验时为什么会出现裂纹、脱皮

| | |
|-------------------------------|-----|
| 现象？ | 134 |
| 159. 怎样预防、解决镀锌钢丝表面缺陷？ | 134 |
| 7.3 镀锌后镀层的处理 | 136 |
| 160. 目前镀锌钢丝采用的钝化的方法是什么？ | 137 |
| 161. 钝化剂中的铬元素有什么特性？ | 137 |
| 162. 六价铬钝化的原理是什么？ | 138 |
| 163. 为什么六价铬钝化膜的防腐蚀性能特别好？ | 139 |
| 164. 钢丝镀锌层在存放的过程中，为什么会出现“白锈”？ | 139 |
| 165. 如何预防镀锌钢丝产生白锈？ | 141 |
| 166. 镀锌钢丝进行钝化为何能防止白锈的产生？ | 141 |
| 167. 怎样对热镀锌钢丝在线防白锈钝化？ | 142 |



第八章 钢丝热镀锌的节能与减排

143

| | |
|------------------------------|-----|
| 8.1 钢丝热镀锌的节能 | 143 |
| 168. 传统的钢丝热镀锌影响能耗、锌耗高的因素有哪些？ | 143 |
| 169. 降低能耗、锌耗应采取哪些措施？ | 144 |
| 8.2 钢丝热镀锌生产过程产生的废气与废液 | 148 |
| 170. 钢丝热镀锌生产过程中产生的废气有哪些？ | 148 |
| 171. 钢丝热镀锌生产过程产生的废液有哪些？ | 149 |
| 8.2.1 废气的控制与处理 | 149 |
| 172. 如何控制和处理燃料燃烧所产生的废气？ | 149 |
| 8.2.2 废液的控制与处理 | 150 |
| 173. 脱脂废液如何处理？ | 150 |
| 174. 废酸洗液如何再生处理？ | 151 |
| 8.3 酸洗烟雾的控制与处理 | 157 |
| 175. 如何控制和处理酸洗除锈过程中所产生的酸雾？ | 157 |
| 176. 如何控制和处理钢丝热镀锌时产生的废烟气？ | 158 |
| 8.4 锌渣、锌灰废料的处理 | 159 |
| 177. 怎样对锌渣进行回收处理和利用？ | 159 |
| 178. 怎样对锌灰进行回收和利用？ | 160 |
| 8.5 热镀锌的环境综合评价 | 161 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 179. 热镀锌对环境有何影响？ | 161 |
| 180. 钢丝热镀锌生产过程对健康有何影响？ | 161 |
| 181. 如何评价热镀锌钢丝对环境的影响？ | 163 |

第九章 钢丝热镀锌设备

166

| | |
|---------------------------------|-----|
| 9.1 锌锅 | 166 |
| 182. 陶瓷型热镀锌锌锅有哪些优点？ | 166 |
| 183. 内加热陶瓷锌锅体由哪几部分组成的？ | 167 |
| 184. 内加热陶瓷锌锅是怎样制造的？ | 168 |
| 185. 如何确定钢丝镀锌内加热陶瓷锌锅的尺寸？ | 168 |
| 186. 如何设计内加热陶瓷锌锅的加热熔锌功率？ | 169 |
| 187. 如何计算出锌锅热量损失和热量支出？ | 169 |
| 9.2 放线、收线装置 | 174 |
| 188. 采用工字轮放线有什么优点？ | 174 |
| 189. 采用工字轮自动收线系统收线有什么优点？ | 174 |
| 190. 采用倒立式收线有哪些优点？ | 175 |
| 9.3 前处理工艺槽的选择原则 | 176 |
| 191. 怎样选择耐酸、耐碱材料制造前处理工艺槽？ | 176 |
| 192. 怎样制作脱脂（碱洗）槽？ | 176 |
| 193. 酸洗槽、溶液槽和清洗槽用什么材料较好？ | 176 |
| 9.4 前处理溶液的加热设备 | 177 |
| 194. 怎样才能把酸洗液和助镀剂加热？ | 177 |
| 195. 怎样计算加热溶剂所需要的热量和换热面积？ | 178 |
| 196. 钢丝烘干台结构和供热源有哪些？ | 179 |
| 9.5 氮气的制备与设备 | 180 |
| 197. 气体在分子筛上是如何吸附和脱附的？ | 181 |
| 198. 变压吸附制氮气的基本工作原理为何？ | 181 |
| 199. 制氮机规格、消耗指标有哪些？ | 182 |

第十章 钢丝镀锌生产常用的分析方法

184

| | |
|-------------------------|-----|
| 10.1 各种溶液的分析测量 | 184 |
| 200. 脱脂剂中碱含量如何分析？ | 184 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 201. 水的 pH 值含义是什么？ | 184 |
| 202. 氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠混合溶液怎样分析？ | 185 |
| 203. 硫酸、氢氧化钠标准溶液如何制备和标定？ | 186 |
| 204. 冷却水的总碱度如何测定？ | 188 |
| 205. 锅炉用水碱度如何测定？ | 189 |
| 206. 如何测定工业盐酸的总酸度？ | 191 |
| 207. 酸洗槽中盐酸浓度怎样测定？ | 192 |
| 208. 工业硫酸中硫酸含量如何测定？ | 192 |
| 209. 如何测定盐酸槽内盐酸溶液中的亚铁含量？ | 194 |
| 210. 如何测定助镀剂槽中单一氯化铵的含量？ | 195 |
| 211. 如何测定氯化锌和氯化铵混合溶液中氯化锌的含量？ | 196 |
| 212. 如何测定氯化锌和氯化铵混合溶液中氯化铵的含量？ | 196 |
| 213. 助镀剂中的二价铁如何测定？ | 197 |
| 214. 如何测定磷化液中的各项成分？ | 198 |
| 215. 钢丝拉拔用硼砂溶液含量如何测量？ | 201 |
| 10.2 镀锌层质量的分析测定 | 202 |
| 216. 镀锌层的质量如何测定？ | 202 |
| 217. 锌层面质量及厚度测定是怎样规定的？ | 203 |
| 218. 钢丝镀层中铝的含量如何测定？ | 205 |
| 219. 镀锌层的均匀性如何测定？ | 207 |
| 220. 对锌液中铁含量如何测定？ | 208 |
| 221. 对锌液中铝含量如何测定？ | 209 |
| 222. 钢丝拉拔后磷化膜质量如何测定？ | 210 |
| 10.3 化学分析中有效数字和数字修约规定 | 211 |
| 223. 化学分析中有效数字和数字修约是怎样规定的？ | 211 |

