

钢管热镀锌

GANGGUAN
REDUXIN JISHU

技术

苗立贤 王立宏 主编



化学工业出版社

本书介绍了钢管热镀锌技术的相关知识，具体内容包括热镀锌概述，钢铁热镀锌基础理论，钢铁制品热镀锌生产工艺，钢管热镀锌生产技术，钢管热镀锌典型生产工艺，钢管热镀锌设备，热镀锌锅的供热系统，钢质镀锌锅供热炉设计，钢管热镀锌机组设备，热镀锌钢管镀锌层技术要求，钢管热镀锌生产新技术、工艺，钢管热镀锌生产过程的三废处理，钢管热镀锌相关新技术和新工艺，热镀锌生产中常用的分析方法，附件、附录部分提供了相关技术标准和相关技术参数表。

本书可供钢管热镀锌行业的科研技术及管理人员使用，也可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

钢管热镀锌技术/苗立贤，王立宏主编. —北京：
化学工业出版社，2015.8
ISBN 978-7-122-24193-1

I. ①钢… II. ①苗…②王… III. ①钢管-热浸镀锌 IV. ①TQ153.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 120050 号

责任编辑：邢 涛
责任校对：边 涛

文字编辑：颜克俭
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：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 27¼ 字数 702 千字 2015 年 10 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：98.00 元

版权所有 违者必究



作者简介

苗立贤 (1949.12 ~)，男，汉族。大学本科学历，工学学士，高级工程师，长期从事钢铁热镀锌技术工艺研究和设备制造工作；中国腐蚀与防护学会会员，国内热镀锌知名专家之一。编著出版有《实用热镀锌技术》、《钢材热镀锌技术问答》；在国内专业杂志上发表论文30余篇，在钢材热镀锌技术方面获得五项中国发明专利、八项实用新型专利。曾在马来西亚环球电缆公司任热镀锌技术总监，在河南恒星科技股份有限公司任技术顾问；现任衡水京华制管有限公司热镀锌技术顾问。

E-mail: lixian-163@163.com.

钢铁材料是当今和未来人类社会使用最广泛最重要的、通用性和适用性最强的、可再生使用的材料。但其在大气和水介质中易腐蚀生锈，所以必须对其进行防腐处理。在众多的处理方法中，热镀锌虽已历经 270 多年，但至今仍是最基本、最有效、应用最广泛、最经济、性价比最优的防腐蚀处理方法。热镀锌镀层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、镀层与基体结合力等方面具有其他镀层方法无可替代的优势，在镀层材料的再生利用方面、在镀层生产的高效和经济性方面也是其他方法无可比拟的。热镀锌工艺已广泛用于板带、钢管、钢丝、结构钢、零部件等产品中。

据不完全统计，目前我国已有热镀锌钢管生产线 170 条以上，年产能超过 850 万吨。我国已成为世界上最大的热镀锌钢管生产国。在 20 世纪 70~80 年代，我国企业从意大利和日本引进了热镀锌钢管生产线，并在此基础上实现了国产化，近二三十年来为了降低钢管内镀层的上锌量，一些企业对内吹装置进行了较大的改进和创新，同时节约了能源、降低了噪声污染；此外在镀锌钢管表面防白锈处理上自主研发并推广了有机-无机复合型的涂覆型钝化剂。但在钢管镀锌整体工艺和装备上没有重大的改进。与板带、型钢、钢丝热镀锌相比，钢管热镀锌新工艺、新技术的推广、使用相对滞后，受市场经济对技术保密性的影响，企业间学术、技术交流相对封闭，一些企业仍沿用较为落后的工艺技术，有些参数甚至需要凭借操作者的经验、感觉，导致产品质量散差大、生产成本控制不稳定等问题，在某种程度上相应地制约了钢管热镀锌技术、工艺的提高与发展。因此，需要不断地把实际生产中成熟的经验规范化，并总结为可学习、可复制的技术知识十分必要。同时，由于近年来钢管材质有较大变化，除钢材中硅含量较高外，热镀锌钢管采用含铝钢、低合金钢及高强钢也不少见，因此需要调整镀锌工艺、锌液成分。此外，为了改善镀层的耐蚀性，应积极开发锌铝、铝锌合金镀。研究内镀层的均匀性和厚度，以保证耐蚀性也是十分必要的。

目前，相对其他行业，国内外热镀锌的论文及专著较少。因此，本书的出版无疑会对钢管热镀锌知识、技术的传承起到增砖添瓦的作用，亦力求对推动钢管热镀锌技术的发展做出新的贡献。

苗立贤高级工程师长期从事热镀锌生产和技术工作，具有二十多年

从事热镀锌工作的丰富经历，积累了大量一线的生产技术经验，并获得了多项发明专利和科研成果；本书搜集整理了近年来国内最新的、可操作性的创新技术；本书是作者多年积累的知识与经验的总结，其内容涉及热镀锌的基础理论、钢管热镀锌生产工艺、设备、产品标准、技术要求及分析检验等，尤其是在本书中专门介绍了近年来我国钢管热镀锌新技术、新工艺及三废处理的工艺技术，是目前为止最为全面的技术总结。

本书可作为从事热镀锌钢管生产的科技工作者和一线生产、管理工作者及高校相关专业的实用参考书，可使读者对热镀锌钢管的生产技术有一个比较深入和全面的了解，对解决实际生产中出现的具有指导和借鉴作用。

中国腐蚀与防腐学会热浸镀专业委员会名誉主任委员
中国表面工程协会热浸镀专业委员会理事长

陈冬

2015年2月

热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，热镀锌工艺与其他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、镀层经济性等方面所具有的优势是其他工艺所无法比拟的，热镀锌的防腐蚀作用是由于锌在腐蚀环境中能在表面形成耐腐蚀的保护薄膜，它既减少了锌的腐蚀，又保护了热镀锌层下的铁免受腐蚀。所以热镀锌钢管作为金属结构或输送管路，在化工设备制造、石油加工工业、海洋石油工业、水力工程建筑以及住宅建筑等方面得到广泛的应用，几乎找不到任何一个国民经济部门不使用热镀锌钢管。这一产业已经成为我国国民经济建设的主导产业。

在所有钢管防腐的方法中，热镀锌是世界各国普遍推广、优先使用的方法；而且同其他钢管防腐蚀措施相比，热镀锌钢管的生产成本费用低、生产率高，能快速地对钢管表面施加镀锌层，操作方法简单，生产工艺可靠，而且易于实现机械化和自动化。因此，它不仅超过了其他防腐方法的经济指标，还使镀层均匀、质量优良，并使钢管具有较长的使用寿命。截至目前，热镀锌技术应用在我国钢管热镀锌生产上已有 70 多年的发展历史，所生产出的热镀锌钢管在正常使用条件下，使用寿命长达数十年，在各类硬水、软水中具有足够的耐蚀性、稳定性、安全性，且对人体具有安全、健康有益的作用，即使在非常重视环保的欧美等发达国家，以及世界大部分地区，热镀锌钢管依然是供水的主导产品。因此，最近几年国内外市场对各种热镀锌钢管的需求呈逐年大幅度增加的趋势，热镀锌钢管市场需求前景十分广阔。

作为钢管热镀锌生产工艺技术相对于钢带、钢丝连续热镀锌来说虽然有相似之处，但是与钢带、钢丝热镀锌工艺技术发展以及对其研究方面也较为逊色，加之市场经济对技术保密性的影响，企业之间的技术交流、学习借鉴更为贫乏，在某种程度上相应地制约了钢管热镀锌技术、工艺的提高与发展。早期对钢管热镀锌技术工艺虽有一些文献报道，但主要集中在一般的热镀工艺方面，也比较凌乱；而较全面、系统的对钢管热镀锌理论和实践方面的专著亦很少。这些问题的存在与目前钢管热镀锌日益发展的形势，对生产工艺技术的提高，以及促进生产效益、经济效益、提高产品内在质量的要求很不相适应。本书基于以上的认识，从热镀锌的基础理论着手，按照对钢铁热镀锌的生产工序，较为详细地介绍了热镀锌生产来作为钢管热镀锌的基础知识，起到抛砖引玉的作用。

本书收集了一线技术人员的经验和技巧；又结合作者在热镀锌技术工作上多年的实践经验，参考吸取国内外有关钢管热镀锌新技术、新工艺，特别是近年来国内在钢管热镀锌方面的一些发明专利和创新技术，编写出本书。本书在编写上遵循理论与实践结

合、去粗取精、去伪存真的原则，使书中的内容具有一定的先进性、实用性，可读性。书中用较多的篇幅突出介绍了钢管热镀锌生产典型工艺和新技术、新工艺的应用；用大量的文字介绍了近几年来在国内刊物上已发表的新技术、新工艺，有些是已获得国家授权发明专利技术；所述的生产工艺参数，均有一定的参考价值；所介绍的钢管热镀锌使用新设备、钢管热镀锌所使用的合金技术等都具有的先进性、新颖性和可操作性的特点；对企业的设备改造和技术创新工作，起到一定的借鉴，并能复制运用。本书力求内容取材广泛，文字通俗易懂、图文并茂、新颖精练、实用高效；为钢管热镀锌企业技术人员、工人提供了既能了解热镀锌技术基本原理，又能了解钢管热镀锌最新技术成果和翔实的技术参考资料。在书中介绍了钢管热镀锌生产过程中产生的“三废”处理技术，而且介绍了“三废”再生循环利用内容和方法，实用性较强，是过去的一些专业书中所未有的；为创建环保型热镀锌企业、为钢管热镀锌企业的可持续发展提供了新的思路和途径，适合广大热镀锌工作者阅读和参考。

本书内容主要包括五个部分。第一部分介绍了热镀锌基础、发展历史和钢铁热镀锌基础理论，该部分内容引用了国内外大量文献资料，着重介绍了热镀锌反应的基本原理及热镀锌层的性能和特点，并介绍了钢管钢材成分、锌液成分和钢材表面状态等对热镀锌反应的影响。第二部分着重介绍了钢管热镀锌生产工艺技术，并分别介绍了一些典型的、具有代表性的生产应用工艺技术，以及钢管热镀锌产品质量的标准和检收。第三部分围绕“生产高效、节能降耗”的主题，介绍了钢管热镀锌生产方面的最新技术、工艺，重点对钢管热镀锌生产中降低锌耗的方法作了论述，对实现降低锌耗的最新设备、新工艺技术等相关措施作了详尽介绍。第四部分由王立宏总工程师编写，围绕“绿色环保”创建新型热镀锌企业为主题，用较大的篇幅较为细致地分析、介绍了钢管热镀锌在生产中“三废”产生的原因，结合实际列举了对“三废”处理的具体方法措施，达到无废物排放、再生循环利用之目的。所提供的处理方法是近几年来应用广泛、行之有效的方法，具有投资少、效果好的特点。第五部分提供了在钢管热镀锌生产中对各种溶液成分的化学分析方法以及所需的化验设备，列举出了实际分析的案例，这对于提高热镀锌镀层的质量、降低各种材料消耗、提高钢管热镀锌内在质量，无疑是具有重大意义的。本书可作为热浸镀领域的科技工作者及高校相关专业的实用参考书。

本书在编写过程中所采用的资料较多，参考文献未一一列出，在此一并致谢。

本书由苗立贤、王立宏任主编，参加编写工作的还有牛继英、苗瀛。本书在编写的过程中，承蒙衡水京华制管有限公司温朝福总经理、路彪高级技师的大力支持，他们对全书进行仔细审稿并提出宝贵的修改建议，作者在此深表谢意。感谢衡水京华制管有限公司资助本书出版。作者对关心本书出版、热心提出建议的同仁，亦表示衷心感谢。

限于作者的学识和经验有限，书中不妥之处在所难免，殷切希望专家和广大读者赐教斧正。

苗立贤

2015年1月于衡水京华

第一章 热镀锌概述

第一节 热镀锌发展的历史	1
一、热镀锌的由来	1
二、世界热镀锌的里程碑	1
第二节 热镀锌应用与发展	2
一、热镀锌在金属防腐蚀上的意义	2
二、热镀锌镀层耐大气腐蚀的性能	3
三、热镀锌应用范围	3

第二章 钢铁热镀锌基础理论

第一节 钢铁材料热镀锌的性质	6
一、钢铁热镀锌的特征	6
二、热镀锌与电镀锌的区别	7
三、钢管材质成分与性能	8
第二节 金属锌的结构与性质	9
一、金属锌的结构	9
二、锌的热力学性质	10
第三节 锌的物理化学性质	12
一、锌的物理性质	12
二、锌锭的化学成分	12
三、锌镀层的防腐原理与防护性	12
第四节 铁-锌二元平衡相图及铁锌金属间化合物相	16
一、铁-锌系二元状态图(2002年版本)	16
二、铁-锌合金层各相的性质	17
三、热镀锌镀层的形成及其特性	18
第五节 化学元素对热镀锌层的影响	23
一、钢基体中成分对热镀锌的影响因素	23
二、锌液中金属元素对热镀锌的影响因素	26
第六节 锌液温度和浸渍时间对镀锌层的影响	33

一、热镀锌温度的范围	33
二、热镀锌温度对镀层的影响	34
三、热镀锌时间对镀层的影响	35
四、镀锌温度对合金层成长速率的影响	36
第七节 硅活性钢对热镀锌的影响	38
一、高硅活性钢热镀锌时的主要缺陷	38
二、硅对镀锌层影响的特征	39
第八节 其他因素对镀锌层的影响	41
一、钢制品预处理不当时的影响	41
二、表面粗糙度对镀锌层附着强度的影响	42
三、镀锌层结晶速度对镀锌层的影响	42

第三章 钢铁制品热镀锌生产工艺

第一节 热浸镀锌工艺类别	43
一、热浸镀锌工艺类别	43
二、热浸镀锌工艺流程	44
第二节 热镀锌镀前预处理	44
一、脱脂除油	44
二、脱脂清洗效果的检验	47
三、钢制件表面旧漆的去除	47
四、钢制件表面酸洗除锈	48
五、酸洗操作注意事项	52
六、酸洗液常用的缓蚀剂	53
七、水漂洗的方法	53
第三节 钢制品的溶剂助镀处理	54
一、溶剂助镀处理的意义	54
二、助镀溶剂的作用和机理	55
三、助镀剂成分及工艺参数的影响	57
四、助镀溶剂烟气的控制	60
第四节 钢制品助镀溶剂处理后的烘干	60
一、助镀溶剂烘干的作用	60
二、助镀溶剂烘干的形式	60
三、烘干操作方法和注意事项	61
第五节 钢制品的热浸镀锌	62
一、对热浸镀锌的基本要求	62
二、热浸镀锌中影响锌镀层的因素	62
三、对热浸镀锌用锌的质量要求	63
第六节 钢制品的热浸镀锌生产操作	63
一、锌液温度的控制	63

二、钢制品浸锌时间的确定	63
三、钢制件进入、离开锌液的速度	63
四、锌液中的其他成分对镀锌层的影响	65
五、扒锌灰和捞锌渣	67
六、空气、水冷却	68
第七节 钢制品热浸镀锌后的处理	68
一、防白锈钝化处理	68
二、钝化处理操作要点	70
三、钝化膜的测定	70
四、热镀锌层白锈的预防及处理	71
五、钝化处理后的干燥	72
第八节 镀锌件的检验、修整与存放	72
一、镀锌件检测与修整	72
二、镀层的修复	73
三、包装与存放	74
四、镀锌件的标记、打印	74

第四章 钢管热镀锌生产技术

第一节 钢管热镀锌的基本概念	76
一、钢管热镀锌的基本概念	76
二、钢管镀锌与温度、浸锌时间和抽出速率的关系	76
三、钢管热镀锌的方法	77
第二节 热镀锌钢管材料的技术要求	78
一、热镀锌钢管低碳钢材料的化学成分要求	78
二、石油天然气钢管的力学性能要求	81
三、钢管热镀锌后镀锌层重量的计算	81
四、钢管热镀锌前的力学实验方法	82
五、钢管热镀锌前的表面质量检验	83
第三节 钢管热镀锌前的预处理	84
一、钢管基体镀锌前表面状态分类	84
二、影响钢管表面状态的因素及对热镀锌的影响	84
三、钢管热镀锌前的表面预处理	85
第四节 钢管的溶剂助镀处理	97
一、浸粘溶剂助镀	97
二、常用的助镀溶剂的配比	99
三、助镀溶剂的净化再生处理	101
四、钢管溶剂助镀后的烘干处理	101
第五节 钢管的热浸镀锌	102
一、熔化锌	102

二、钢质锌锅的正确使用方法	104
三、钢管热浸镀锌	105
四、钢管镀锌层的表面处理	106
第六节 钢管热镀锌生产一般工艺	107
一、钢管热镀锌生产工艺流程	107
二、钢管上料	107
三、钢管的酸洗、水洗	107
四、钢管的助镀溶剂处理	108
五、钢管助镀后的烘干处理	108
六、钢管热浸镀锌	108
七、镀锌管的引出与外吹	109
八、镀锌管的内吹、横移及水冷	109
九、钢管镀锌层的钝化处理	110
十、镀锌钢管的喷码标记、包装	110
第七节 钢管热镀锌操作规程	110
一、钢管热镀锌生产前的准备工作	110
二、钢管酸洗前的检验规程	111
三、钢管酸洗除锈操作规程	111
四、钢管酸洗后的清水漂洗规程	112
五、钢管浸粘助镀溶剂操作规程	112
六、钢管烘干操作规程	113
七、钢管热镀锌操作规程	113
八、钢管热镀锌时的安全操作	114
九、镀锌钢管的冷却处理	116
十、镀锌钢管的钝化工艺参数	118
十一、镀锌钢管检验规则	119
十二、镀锌钢管的标示设备及标示	120
十三、镀锌的钢管吊运规则	121
十四、最终产品的包装	121
第八节 钢管热镀锌常用的合金	121
一、锌-铝对钢管热镀锌的作用	121
二、镍合金对镀锌层的作用	122
三、常用合金化学成分	122
第九节 钢管热镀锌生产中的废料	123
一、锌灰的产生与利用	123
二、锌渣的产生与利用	123
第十节 热镀锌钢管的缺陷分析及控制措施	124
一、钢管镀锌层黏附的锌渣粒子缺陷	124
二、钢管镀锌层表面其他缺陷	127
三、钢管镀锌层表面缺陷的控制措施	130

第五章 钢管热镀锌典型生产工艺

第一节 大直径钢管热镀锌生产工艺	133
一、 $\phi 114\text{mm}$ 钢管热镀锌生产工艺	133
二、 $\phi 114\text{mm}$ 生产线产品大纲	133
三、生产操作规范	133
四、设备的主要技术性能	135
第二节 大规格钢管低温镀锌生产工艺	139
一、低温镀锌生产工艺	139
二、改进后的技术方案	140
三、产品质量鉴定分析	141

第六章 钢管热镀锌设备

第一节 钢管预处理设备	142
一、预处理用的清洗槽	142
二、钢管自动酸洗机	144
三、钢管受料台和供管设备	144
四、钢管干燥设备	145
第二节 钢管热镀锌熔锌设备	146
一、钢质熔锌锅的种类	146
二、钢质锌锅的材料性能与选用	147
三、钢质镀锌锅的结构	148
四、钢质锌锅的使用	149
五、钢质锌锅的供热与控温要求	151
六、钢质锌锅加热的燃料	153
七、钢质锌锅加热炉的设计	156
八、加热炉的种类	156
九、钢质锌锅的日常维护	157
第三节 节能型热镀锌锅	161
一、陶瓷型热镀锌锅	161
二、陶瓷锌锅的制造方法	162
三、陶瓷锌锅加热熔锌功率设计	163
四、陶瓷锌锅内加热器的使用与维护	164
五、电磁感应锌锅	164

第七章 热镀锌锅的供热系统

第一节 热镀锌炉的加热设备	166
一、燃烧加热炉种类	166

二、燃气及燃油的加热系统的形式	166
三、燃烧系统设备	167
四、燃烧控制要点及措施	173
五、电阻加热镀锌炉系统	174
六、热镀锌炉的测温、控温系统	175
第二节 煤气发生炉	175
一、煤气发生炉主要结构	175
二、煤气发生炉的操作	176
三、煤气发生炉的故障排除	178
四、煤气发生炉的停炉操作	179
五、煤气管道常见的故障与处理	179
六、煤气管道泄漏的原因分析与修复	179
七、煤气发生炉的煤气分析及煤气热值计算	180
八、煤气发生炉规格选择及数据的收集	182
九、煤气发生炉操作工岗位职责	183
第三节 热镀锌锅的燃气热量计算	183
一、在锌液表面热量散失中的对流散热量	184
二、锌液表面的辐射散热量	184
三、在锌锅四周热量散失中的对流散热量	185
四、锌锅四周的辐射散热量	185
五、在锌锅底部热量散失中的对流散热量	185
六、锌锅底部的辐射热量	186
七、熔化锌锭支出的热量	186
八、钢管进入锌锅吸收的热量	186
第四节 热镀锌用浸入式燃气内加热器	187
一、传统的内加热方式	187
二、浸入式燃气内加热器的应用	187
第五节 陶瓷锌锅电内加热器	189
一、电内加热器结构形式	189
二、电内加热器的优、缺点	190
三、纤维增强复合陶瓷型加热器	190
四、电内加热器使用故障排除	190
第六节 国产天然气燃烧器	191
一、天然气燃烧器的基本要求	191
二、燃气烧嘴的种类	192
三、燃气烧嘴的选用与安装	192
四、燃烧器的安全使用	193

第八章 钢质镀锌锅供热炉设计

第一节 供热炉基础设计	194
-------------------	-----

一、供热炉底基础设计	194
二、供热炉体基础	195
三、地下水对炉体基础的影响	196
四、炉体地基压力的计算	197
第二节 燃气炉窑设计	197
一、天然气加热镀锌炉设计方案	197
二、加热炉的技术条件	197
三、加热炉主要控制技术	198
第三节 锌液、燃烧炉的测温装置	198
一、热电偶的性能	198
二、热电偶的安装与使用	199
三、热电偶的故障与排除	199

第九章 钢管热镀锌机组设备

第一节 钢管镀锌机组	201
一、钢管热镀锌机	201
二、磁力辊道牵引设备	204
三、永磁和电磁结合的牵引设备	204
四、钢管外表面喷吹设备	206
五、镀锌用压缩空气的消耗量计算	208
六、钢管内表面喷吹设备	209
七、内吹抹拭锌用的蒸汽量消耗量的计算	211
第二节 热镀锌钢管后处理装置	212
一、热镀锌钢管自动钝化装置	212
二、热镀锌钢管用喷码标示机	214
三、镀锌钢管打字机钢管定位装置	216
四、热镀锌钢管外壁定点喷印工艺的测长装置	217
五、热镀锌钢管色带自动着色装置	220
六、热镀锌钢管自动打捆装置	221
第三节 钢管热镀锌附属设备	231
一、液体换热设备	231
二、液体换热器设计原则与计算	231
三、锌液抽取泵设备	232
四、锌锅底部锌渣清除设备	234

第十章 热镀锌钢管镀锌层技术要求

第一节 钢管热镀锌镀锌层有关国家标准概况	235
一、国内钢管制造、镀锌层检验标准	235

二、国外钢管热镀锌部分相关标准	235
第二节 钢管镀锌层的检验	236
一、钢管镀锌层技术要求标准	236
二、钢管镀锌层的试验方法	237
三、钢管镀锌层的表面质量的判定	238
四、热浸镀锌层的质量要求	238
五、镀锌层的检验方法	241
第三节 热镀锌钢管镀锌层测试方法	245
一、钢管镀锌层的测量项目	245
二、其他要求	245
三、镀锌层的重量测定方法	245
四、镀锌层的均匀试验方法	246

第十一章 钢管热镀锌生产新技术、工艺

第一节 钢管热镀锌节能新技术	248
一、导杆式热镀锌钢管内吹降低噪声技术	248
二、PLC 在钢管热镀锌自动生产线上的应用	249
三、减少钢管浸锌时间的程序控制技术	256
四、热镀锌钢管内吹同步冷却技术	257
五、钢管热镀锌用内、外同步吹抹技术	257
六、钢管热镀锌多工位镀锌技术	260
七、防止钢管热镀锌“甩尾”缺陷的技术	261
八、钢管热镀锌用锌锅用新型纤维炉炉体	263
九、新型热镀锌钢管外吹抹拭喷嘴	265
十、防止钢管端口钝化液残留的技术	268
十一、钢管端部全自动铣削技术	269
第二节 钢管热镀锌生产新工艺	272
一、钢管常温酸洗脱脂一步法工艺	272
二、钢管新型酸洗除锈工艺	273
三、复合盐酸酸洗钢管工艺	276
四、钢管热镀锌镍合金工艺	278
五、钢管热镀锌基稀土合金镀层工艺	281
六、热浸镀 Zn-6Al-3Mg 合金镀层工艺	282
七、钢管螺旋浸锌生产工艺	286
八、镀锌钢管双根引出工艺	288
九、钢管低浓度溶剂热镀锌工艺	291
十、热镀锌 Q345 钢管工艺	293
第三节 钢管镀锌降低锌耗的优化工艺	295
一、锌耗高的原因分析	296
二、助镀剂有效工作条件	297

三、助镀剂中铁离子的控制与去除方法	297
四、助镀剂 pH 值的控制范围	298
五、降低锌耗的综合措施	298
第四节 提高热镀锌钢管外表面光泽的措施	300
一、镀锌层结构对钢管外观质量的影响	300
二、钢材化学成分对钢管外观质量的影响	301
三、镀锌用锌-铝-稀土合金对钢管外观质量的影响	302
四、适用于钢管热镀锌用的合金	302
五、操作工艺对钢管外观质量的影响	303

第十二章 钢管热镀锌生产过程的三废处理

第一节 废气的控制、处理与利用	304
一、热浸镀锌过程产生的三废的主要成分	304
二、三废控制与处理	305
三、运用实际例子	311
四、酸洗废气的综合处理	314
五、热镀锌炉余热的利用	314
第二节 热镀锌中废液的控制与处理	319
一、钢管热镀锌废酸的处理	319
二、废水处理循环利用工艺	321
三、含酸废水的处理实际应用工艺	322
四、盐酸酸洗废液的综合处理技术	325
五、盐酸酸洗废液回收处理设备	328
六、污水、废水处理管理制度	329
第三节 镀锌中锌渣、锌灰的控制	331
一、锌渣的控制	331
二、锌渣的处理与再生利用	331
三、锌灰的控制	333
四、锌灰的处理	334
第四节 镀锌车间的环保辅助设备	336
一、镀锌车间的有害气体	336
二、降低有害气体的方法	336
三、酸洗工段的通风设备	337

第十三章 钢管热镀锌相关新技术和新工艺

第一节 耐腐蚀、耐碰撞的酸洗槽与盐酸再生技术	339
一、新型耐酸液腐蚀耐碰撞的酸洗槽	339
二、控制酸洗液浓度的新技术	340
第二节 热镀锌助镀溶剂新技术	345