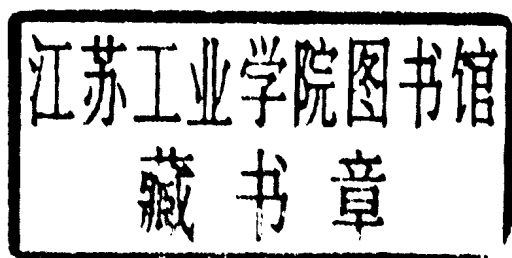




冶金工业出版社

国外钢管热镀锌生产

王义生 编



冶金工业出版社

2408/25

国外钢管热镀锌生产

王义生 编

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张 8 1/4 字数 178 千字

1982年2月第一版 1982年2月第一次印刷

印数 00,001~2,000 册

统一书号: 15062·3750 定价0.87元

前 言

钢管进行热镀锌加工是防腐的重要手段。目前,国外在小直径电焊钢管机组及连续炉焊钢管机组后面,多数都设有热镀锌设备。统计资料早就证明,国际市场出售的3/8~4英寸直径的焊接钢管,有50%是经过热镀锌加工的。随着我国四个现代化建设的进展,对热镀锌钢管的需要量必然急剧增加。为了比较系统地介绍国外钢管热镀锌生产的情况,特将国外有关文献资料编译成本书,供从事钢管热镀锌生产、科研和设计的技术人员和工人参考。书中主要收集了美国、苏联、日本、西德、英国、法国和西班牙等国的有关期刊、专利、书籍、样本、年鉴、手册以及国际会议所报导的技术资料。书中除某些工艺和专用设备外,其余部分对从事钢板、带钢以及线材的热镀锌加工的同志也有一定的参考价值。

由于各国有关钢管热镀锌生产方面的专刊资料很少,编者所能收集到的很有限,加之个人专业知识与外文水平尚低,故本书所收集的资料不一定全面,错误之处敬请读者批评指正。

编 者

1980年5月

目 录

第一章 概述	1
第二章 热镀锌原理	12
第一节 镀锌层的形成及其特性	12
一、镀锌层的形成	12
二、镀锌层的组织及其特性	13
第二节 锌液温度和浸渍时间对镀锌层的影响	15
第三节 锌液化学成分对镀锌层的影响	18
一、铅	18
二、铁	18
三、铝	18
四、镉	19
五、锡	20
六、锑	20
七、铜	20
第四节 钢管化学成分对镀锌层的影响	20
一、碳	20
二、硅	21
三、锰	25
四、磷与硫	26
五、氢	26
第五节 其他因素对镀锌层的影响	28
一、钢管预加工的影响	28
二、镀锌层结晶速度的影响	29
三、不同因素对镀锌层附着强度的影响	29
第三章 钢管热镀锌生产工艺	31

第一节 钢管热镀锌生产工艺流程	31
第二节 钢管表面预加工	31
一、基本概念	31
二、清洗	33
三、脱脂与清洗	33
四、酸洗与清洗	35
五、溶剂处理	49
六、干燥	54
第三节 钢管热镀锌	55
一、基本概念	55
二、热镀锌方法	58
三、热镀锌时产生的废料	66
第四节 镀锌层的处理	68
一、镀锌层的表面喷吹处理	68
二、镀锌层的扩散退火	70
三、镀锌钢管的冷却	72
四、镀锌层的保护涂层	73
第五节 热镀锌钢管标准	76
第六节 热镀锌用锌锭的化学成分	78
第七节 钢管镀锌层的检验	80
一、镀锌层厚度的测定	80
二、镀锌层的附着强度试验	81
三、镀锌层的耐碱性试验	81
四、镀锌层的外观检验	82
五、镀锌层试验方法的标准	82
第八节 热镀锌钢管的缺陷及其消除方法	88
第四章 钢管热镀锌用工艺设备	89
第一节 表面预加工用槽子	89

一、槽体结构材料及衬里材料	89
二、生产溶液的加热装置	91
三、表面预加工用槽子	91
第二节 酸洗设备	92
一、成捆钢管酸洗用的酸洗机	93
二、单根钢管酸洗用的酸洗机	98
第三节 受料台架及供管设备	100
第四节 干燥设备	103
一、干燥炉的结构材料	104
二、干燥炉的输送设备	104
第五节 热镀锌设备	105
一、镀锌锅	105
二、热镀锌机	116
三、将镀锌钢管从锌液中抬起一端的设备	141
第六节 磁力辊道牵引设备	147
第七节 外表面喷吹设备	151
第八节 内表面喷吹设备	154
一、内表面喷吹时钢管移动而设备静止	154
二、内表面喷吹时设备移动而钢管静止	155
第九节 冷却槽、钝化槽和清洗槽的输送设备	158
第十节 钢管热镀锌机组	159
一、间歇式热镀锌机组	159
二、具有立式螺旋镀锌机的热镀锌机组	161
三、具有转轮式镀锌机的热镀锌机组	165
四、具有锥形螺旋辊式镀锌机的热镀锌机组	167
五、具有平螺旋辊式镀锌机的热镀锌机组	170
六、具有齿盘式镀锌机的热镀锌机组	174
七、氧化还原法热镀锌机组	174
八、具有链式镀锌机的热镀锌机组	177

九、钢管外表面单面镀锌的福罗蔻特法热镀锌机组	180
十、钢管外表面单面镀锌的雷蒙法热镀锌机组	186
十一、钢管外表面单面镀锌与着色涂层联合机组	189
第十一节 几个钢管热镀锌车间的设备概况	190
一、法国洛林—埃斯科公司某厂	190
二、西德某厂	191
三、日本住友金属工业公司鹿岛厂	193
四、日本川崎钢铁公司知多厂	195
第五章 干燥及锌锅加热设施	197
第一节 干燥设施	197
第二节 锌锅加热设施	198
一、燃料的选择	198
二、热量平衡	199
三、锌锅容锌量与镀锌钢管最大小时能力的关系	200
四、供热原则	201
五、锌锅加热炉	204
六、锌锅热工操作	217
第六章 镀锌车间的辅助设施	220
第一节 通风设施	220
一、基本知识	220
二、通风方法	220
三、酸洗工段的通风设备	223
四、锌锅的通风设备	227
第二节 废酸废水处理设施	228
一、中和处理设备	228
二、废酸的净化和再生设备	229
第三节 废渣处理设施	234
一、粉碎锌灰用的粉碎机	234
二、蒸馏硬锌用的炉子	234

第四节 生产工具	234
一、清理锌液表面的工具	234
二、硬锌回收装置	235
三、加锌装置	235
四、抽锌泵	236
第五节 金属和化学药品的运输和储存	236
一、金属的储存	237
二、干燥化学药品的储存	237
三、液体物料的运输、倒出和储存	237
四、生产用溶剂和酸的运输和倒出	237
五、液体化学药品的储存	238
第六节 结构和构筑物的防护	238
一、耐酸构筑物	238
二、耐酸防护	239
三、地坪的防护	239
四、槽子的防护	239
第七章 劳动保护与安全技术	241
第一节 劳动保护	241
一、工作服	241
二、劳动保护用具	241
第二节 保健卫生与急救	242
第三节 安全技术	242
一、脱脂槽碱液配制的安全规程	242
二、酸洗槽酸液配制的安全规程	244
三、锌锅的安全操作规程	244
第八章 热镀锌钢管的防蚀	245
第一节 腐蚀与热镀锌	245
第二节 热镀锌钢管的防蚀	245
参考文献	251

第一章 概 述^[45,46,47]

目前，几乎找不到任何一个国民经济部门不使用钢管。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、水力工程建设以及住宅建筑上得到广泛地应用。然而，由于钢管的腐蚀，那些带有钢管的结构和设备也要随之报废。这样，不仅浪费掉大量金属，也迫使设备停工停产，造成很大损失。因此，对钢管进行防腐便成了非常重要的任务。

钢管的防腐方法很多，如采用各种涂层材料涂覆，采用各种金属镀覆等。在所有钢管防腐的方法中，热镀锌是各国普遍推广，使用最多的。这是因为，同其他钢管防腐措施相比，热镀锌钢管的成本费用低，生产率高，能快速地施加镀层，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。热镀锌的防腐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，又保护了镀锌层下的铁免受腐蚀。因此，热镀锌是钢管进行防腐的非常有效的手段。日本热镀锌协会对在大气中镀锌层的耐蚀试验结果进行推算，得出热镀锌镀层的使用年限，如表1-1^[42]所示。

海洋船只的不断发展，特别是油船，要求各种船舶系统有耐海水和大气腐蚀的能力。苏联进行的试验指出，镀锌层在500°C温度下保持10分钟扩散退火之后，对海水有更高的耐蚀性。焦化生产中的许多工艺过程是在管状设备和管路中进行的，由于高温腐蚀作用，管子内表面或多或少产生腐

表 1-1 热镀锌镀层耐用年限

大 气 环 境	镀 锌 层 附 着 量, 克/米 ²					
	400		500		600	
	腐蚀量 克/米 ² · 年	耐用年数	腐蚀量 克/米 ² · 年	耐用年数	腐蚀量 克/米 ² · 年	耐用年数
重工业地带	31.1	11.6	32.8	13.7	31.1	17.4
海岸地带	12.4	29.0	12.5	36.0	12.3	43.9
郊外地带	7.1	50.7	7.2	62.5	6.7	60.6
城市地带	15.7	22.9	16.0	28.1	15.9	34.0

蚀,导致管子的损坏。目前,焦化生产中的管状设备基本上是由普碳钢管制造的。它们在油加热器、冷凝冷却器、喷水 and 煤气冷却器、煤馏洗油的热交换器中的寿命是很短的。苏联乌克兰焦化厂安装在热交换器上的管子总量的百分之三十寿命只达1~3年,而扩散镀锌的管子多数在多数侵蚀性介质中有高的耐蚀性能,其使用寿命达10~12年。海洋石油工业是复杂的水力工程建筑,它建在海上,用栈桥和单独的底座作基础。栈桥是一种长的多跨的桥式结构,它安设在钢管桩上,这种钢管桩是最主要的结构部分。它们由于海水的腐蚀而降低了使用寿命,并需进行昂贵的检修工作。因此,目前在新油田的栈桥几乎完全用镀锌钢管制作钢管桩,这种桩在使用15年以后,经检查仍处在良好的工作状态。在石油开采工业中,镀锌钢管同样大有用武之地。经验指出,使用不镀锌的碳素钢管钻井时,由于井内高压的潮湿空气使空气管道和升降柱强烈腐蚀。大约每三个月需要停产检修一次,而每年要进行一次换管。这不仅造成金属的大量损失,也降低了石油的开采量。而使用镀锌层经过扩散退火的镀锌钢管,则显著地提高了它的使用寿命。这对于开采具有侵蚀性的含硫石油时更

为重要。此外，在住宅建筑、室外结构、采矿工业以及各种干线输送管道的建设上，都大量采用镀锌钢管。如水道管、煤气管、电线导管、栅栏管、机械结构管、足球场结构管以及建筑施工用脚手架管等。在强腐蚀性环境，一些国家还采用了涂有有机物涂层的镀锌钢管。随着现代技术的发展，使用镀锌钢管的部门也在不断增加着。

由于镀锌钢管的应用日益深入到各个经济部门，所以各国镀锌钢管的产量逐年增加。苏联1959年生产5万吨镀锌钢管，占炉焊钢管产量的百分之六左右，以后提高到百分之二十至二十五。美国1960年钢管镀锌设备的能力达135万吨以上，占炉焊钢管产量的百分之三十七点五，目前增加到百分之五十，有的达百分之七十。几乎所有炉焊钢管机组后面均设有镀锌设备。表1-2和表1-3列出了日本和西班牙历年镀锌钢管的产量。

表 1-2 日本历年镀锌钢管产量，万吨

年 代	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
镀锌钢管产量	79.1	94.5	101.9	125.0	119.2	118.0	147.0

表 1-3 西班牙历年镀锌钢管产量，吨

年 代	1970	1971	1972	1973	1974
镀锌钢管产量	48500	61255	72250	85500	120000

目前，全世界每年生产的热镀锌钢管约在250万吨以上。表1-4列出了各国部分热镀锌钢管工厂的设备能力。

五十年代初，美国的钢管镀锌设备最大小时能力为13.6吨，西德的最大小时能力为10吨。目前，各国钢管镀锌设备的小时能力达30吨的已有很多。小时能力的提高，一方面反

表 1-4 世界各国部分热镀锌钢
管工厂设备能力

国别	公 司	工 厂	规 格 毫米	焊管能力 吨/年	镀锌钢 管能力 吨/年
美 国	阿姆科钢公司国家供应 分公司	艾特那厂	21~114	227000	86000
	伯利恒钢公司	雀点厂	21~89	327000	142000
	索希尔管子制品公司	沙伦厂	21~114	109000	91000
	琼斯-劳林钢公司	阿利奎帕厂	21~60	381000	76000
	凯泽钢公司	丰塔那厂	21~114	109000	47000
	拉克利德钢公司	奥尔顿厂	21~114	91000	45000
	共和钢公司	扬斯敦厂	21~114	180000	109000
	美国钢公司	洛雷恩厂	21~88	181000	171000
	美国钢公司	费尔利斯希尔厂	42~114	369000	83000
	惠林钢公司	本伍德厂	21~114	327000	104000
	扬斯敦钢管和薄板公司	坎贝尔厂	17~88	163000	120000
	扬斯敦钢管和薄板公司	东芝加哥厂	17~114	316000	120000
日 本	日本钢管镀锌公司	市川厂	21.7~114.3		180000
	住友金属工业公司	鹿岛厂	21.7~114.3	240000	96000
	住友金属工业公司	和歌山厂	21.7~114.3	180000	84000
	川崎钢铁公司	知多厂	21.7~114.3	312000	94800
	富士三机钢管公司	名古屋厂		270000	70000
英国	斯图尔特-劳埃德钢铁公司	科尔比厂	1/4~4英寸	550000	165000
西德	曼乃斯曼公司		1/4~4英寸		120000
加 拿 大	佩齐-赫西钢管公司	韦兰厂	1/4~4英寸	150000	50000
	加拿大钢公司	麦克马斯特厂	3/8~4英寸	103000	35000
	加拿大西部管子公司	穆迪港厂	1/2~4 $\frac{1}{2}$ 英寸	130000	20000
澳大利亚	斯图尔特-劳埃德 (澳大利亚)公司	纽卡斯尔厂	1/4~3英寸	210000	160000
阿根廷	阿辛达尔公司	孔斯蒂图西翁厂		84000	20400
巴 西	贝尔戈米内拉黑色 冶金公司	贝洛奥里藏特厂		20000	18165
	曼纳斯曼黑色冶金公司	贝洛奥里藏特厂			17700

映了新工艺、新技术以及新设备的采用，另一方面也反映了市场需求量的增长，这就使钢管镀锌工厂的生产能力也随之不断扩大。从表1-5〔43〕可以看出，日本钢管镀锌公司市川厂镀锌钢管的年产量，从1962年到1971年十年间增长了12倍多。

表 1-5 日本钢管镀锌公司市川

厂镀锌钢管历年产量，吨

年	代	镀 锌 钢 管 年 产 量
1962		14000
1963		48000
1964		49000
1965		70000
1966		79000
1967		116000
1968		129000
1969		134000
1970		156000
1971		172000

热镀锌钢管的品种以水气输送导管和电线导管产量最大，而规格又以1/2~4英寸的为最多。这一点由表1-6和表1-7所列的日本1975年配管和电线导管按规格的产量表可以看出。

某些国家在镀锌钢管的最大与最小规格上略有不同。如苏联生产的热镀锌水气两用钢管直径为21~114毫米，个别工厂尚生产直径为156毫米的镀锌钢管作气、油输送管。美国生产的热镀锌钢管直径为9.5~350毫米。日本生产的热镀锌钢管直径为8~350毫米或更大。美、英等国还生产直径为4.8~170毫米的外表面单面热镀锌钢管作电线导管。

表 1-6 日本1975年配管用镀锌钢管产量

镀锌钢管直径 毫米 (英寸)	镀锌钢管年产量, 吨			
	无缝管	炉焊管	电焊管	合 计
8 (1/4)	—	—	61	61
10 (3/8)	—	—	505	505
15 (1/2)	15	8289	3532	11836
20 (3/4)	12	9887	2359	12258
25 (1)	38	6364	2758	9160
32 (1 1/4)	40	4210	1807	6057
40 (1 1/2)	32	4886	2466	7384
50 (2)	58	7589	2739	10386
65 (2 1/2)	66	4450	1225	5741
80 (3)	35	4965	2480	7480
90 (3 1/2)	—	119	93	212
100 (4)	37	5718	1940	7695
125 (5)	8	—	242	250
150 (6)	6	—	439	445
170 (7)	1	—	1	2
200 (8)	13	—	230	243
225 (9)	—	—	1	1
250 (10)	13	—	606	619
300 (12)	—	—	165	165
350 (14)	—	—	35	35
350以上(14)以上	—	—	176	176
合 计	374	56477	23860	80711

世界各国按液相方法生产热镀锌钢管的实际操作可以采用不同的方式来实现。最早使用的镀锌方法是湿法和干法。自1742年法国人马卢安 (Malouin) 首次将钢制件用湿法镀锌以后, 1800年就出现了干法热镀锌。此后, 镀锌工艺经常

表 1-7 日本1975年电线管用镀锌钢管年产量，吨

镀锌钢管直径 毫米	炉 焊 管	电 焊 管		合 计
		厚 壁	薄 壁	
19.1			33187	33187
21.0 (21.3)	1490	2753		4243
25.4			20591	20591
26.5 (26.7)	3374	5370		8744
31.8			9025	9025
33.3 (33.4)	3273	3783		7056
38.1			4245	4245
41.9 (42.2)	1456	2840		4296
47.8 (48.3)	1278	1672		2950
50.8			4977	4977
59.6 (60.3)	8264	2768		11032
63.5			2561	2561
75.2		2545		2545
76.2			2523	2523
87.9		1504		1504
101.6		475		475
101.6 以上		2830		2830
合 计	19135	26540	77109	122784

改进。热镀锌钢管的大量工业性生产仅仅从1950年开始。五十年代国外已有了早期半连续式的钢管热镀锌机组。同时，个别国家还采用铅锌法生产热镀锌钢管。进入六十年代，干法镀锌机组不断完善，各国相继出现一些连续式的钢管热镀锌机组。图1-1为卢森堡迪弗丹日—圣丹格贝特—吕默朗日钢铁公司(阿迪尔)迪弗丹日厂 [Hauts Fourneaux et Acieries de Differdange-St. Ingbert-Rumelange (HADIR)]

Differdange] 采用干法镀锌的钢管连续式镀锌机组概貌图。图1-2为日本富士三机钢管公司名古屋厂钢管干法镀锌车间概貌图。在六十年代初,国外又采用了氧化还原法进行钢管的热镀锌。这是钢管热镀锌工艺上的一次重大革新。它取消了传统的碱酸洗工艺和溶剂处理,采用在镀锌前先预热钢管到镀锌温度的先进工艺。这种镀锌方法无疑大大地提高了产品产量和质量,降低了锌耗,延长了锌锅寿命。因此,虽然目前世界上钢管热镀锌生产仍然是以干法为主,但氧化还原法更先进,较其他镀锌方法也更具有竞争能力。六十年代以来,国外又出现了一些钢管外表面单面热镀锌机组。这种单面

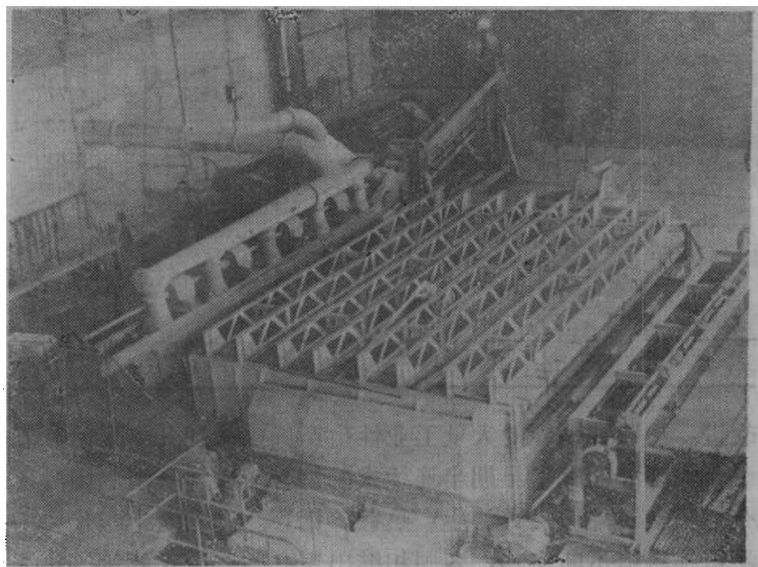


图 1-1 卢森堡迪弗丹日—圣丹格贝特—
吕默朗日钢铁公司(阿迪尔)迪弗丹日厂
钢管干法镀锌的连续式镀锌机组