

# 我国不锈钢管市场需求及国内外 不锈钢管生产技术的发展趋势

钟倩霞<sup>1</sup>, 严圣祥<sup>2</sup>

(1. 钢铁研究总院, 北京 100081; 2. 北京钢铁设计研究总院, 北京 100053)

**摘要:**介绍了我国不锈钢管市场需求和预测分析, 国外不锈钢管生产技术的发展趋势。论述了我国不锈钢管生产存在的问题及与世界先进水平的差距。提出了我国不锈钢管技术改造的建议。

**关键词:** 不锈钢管; 市场需求; 生产技术; 发展趋势; 改造建议

**中图分类号:** T-1; F407.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2311(2002)05-0001-08

## Domestic Demand for Stainless Steel Tubes and Development Trend of Manufacturing Technologies for Stainless Steel Tubes Both at Home and Abroad

Zhong Qianxia<sup>1</sup>, Yan Shengxiang<sup>2</sup>

(1. I & S Research Institute, Beijing 100081, China;

2. Beijing I & S Design and Research Institute, Beijing 100053, China)

**Abstract:** The paper deals with such issues as present and future domestic demands for stainless steel tubes, the development trend of manufacturing technologies for this kind of product, current problems concerning domestic industry of this field and the gap from the world level as well as proposals for update of domestic stainless steel tube making technologies.

**Key words:** Stainless steel tube; Market demand; Manufacturing technology; Development trend; Proposal for update

### 0 前言

近 20 年来, 世界各国的不锈钢管生产有了很大发展, 工艺技术和装备水平都有很大提高。国外不锈钢管生产发展的主要特点是采用新工艺和新设备来提高产量、扩大品种, 采用自动控制和无损探伤以改善和保证产品质量。因此, 近年来在新建和改扩建的不锈钢无缝管车间、焊管车间和冷轧冷拔车间里, 出现了很多卓有成效的新工艺和高效的新设备。

我国不锈钢管生产经过 40 多年的发展, 尤其是近 20 年来, 无论是不锈钢无缝管还是焊管的生

产技术都有了长足的进步, 产量、质量和品种不断增加和提高, 少数产品的质量达到了国际先进水平。但是和国际先进水平相比, 我国不锈钢管厂在工艺技术、装备水平、产品质量等方面尚有较大的差距, 需要进行技术改造和提高, 以适应我国国民经济发展的要求。

### 1 我国不锈钢管市场需求及预测分析

#### 1.1 我国不锈钢管消费的特殊性及主要消费领域

我国不锈钢管的消费与国外相比有着自己的特殊性。就不锈钢而言, 发达国家的锈钢产量占钢产量的 1.7%~3.8%, 人均消费 12~16kg, 不锈钢管产量占不锈钢产量的 3%~5%, 人均消费 0.3~0.6 kg; 我国不锈钢产量仅占钢产量的 0.5%~0.6%, 人均消费 1.2~1.4 kg, 但不锈钢管的年

钟倩霞(1940-), 女, 湖南新化人, 教授级高级工程师, 钢管室主任(已退休), 长期从事钢管生产工艺、产品研究开发, 获省部级科研成果奖 7 项。

产量超过 20 万 t, 人均消费达到 0.2~0.4kg, 其中不锈钢焊管大部分原料靠进口。我国不锈钢管的特殊性表现在人均消费水平相对较高, 与发达国家基本接近。

不锈钢管分为无缝管和焊管。我国不锈钢无缝管起步较早, 到目前为止, 生产不锈钢无缝管的企业大约有 200 多家, 综合生产能力在 10 万 t 以上, 但生产高标准管的企业不到 10 家, 年产量仅 1 万 t 左右。2000 年我国不锈钢无缝管产量约为 6.5 万 t, 进口量 4 000 多 t, 表观消费量 6.9 万 t。

我国不锈钢焊管起步较晚, 发展较快, 到目前为止, 不锈钢焊管生产线 400 多条, 估计生产能力在 40 万 t/a 左右, 其中引进的生产线有 100 多

条, 生产能力 8~10 万 t/a, 但能生产高标准工业用管的生产能力很小, 产量更少, 大部分机组生产民用管和低标准工业用管。

由于不锈钢焊管是二次加工产品, 生产企业较多, 且分散, 其产量和消费量各方面的统计出入较大, 最高达 33 万 t/a, 估计有的统计包括了镜面板和发纹板。按照多方面的统计资料分析, 我国目前不锈钢焊管生产量和消费量在 20 万 t/a 左右, 消费量和生产量基本平衡。

不锈钢管的消费包括焊管和无缝钢管两部分, 国内焊管消费量在 20 万 t/a 左右, 无缝钢管为 6.0~6.9 万 t/a。表 1 为我国 1989~2000 年不锈钢管的产量、进口量和消费量统计。

表 1 我国 1989~2000 年不锈钢管产量、进口量和消费量 / 万 t

项 目	年 份											
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
国产无缝管	4.49	3.28	3.90	4.62	5.11	5.25	5.08	5.14	5.80	6.01	6.18	6.50
国产焊管	0.60	0.90	1.40	3.80	11.50	14.50	15.70	17.80	18.00	18.80	19.20	20.20
进口量	1.08	1.20	1.08	0.96	1.10	1.40	0.98	0.90	1.02	0.88	0.87	0.83
消费量	6.77	5.38	6.38	9.38	17.70	21.10	21.70	23.80	24.80	25.70	26.20	27.50

不锈钢焊管的主要使用领域是城市景观工程和建筑装饰工程, 在轻工、制药、造纸、污水处理、供水工程等领域也有相当比重, 在化工、化肥、石化等领域一般选用规格在  $\Phi 159\text{mm}$  以上的

中低压输送管道, 汽车消声器也是不锈钢焊管的使用领域。不锈钢无缝管主要用于化工、化肥、化纤、石化、电力、核工业、航空、航天等领域。表 2 是我国 2000 年不锈钢管主要消费领域分布统计。

表 2 2000 年我国不锈钢管的主要消费领域

消费领域	无缝管		焊管		合计	
	消费量/t	比例%	消费量/t	比例%	消费量/t	比例%
化肥	4 800	6.96	1 800	0.88	6 600	2.42
化工	6 000	8.70	4 000	1.96	10 000	3.66
石化	9 200	13.73	3 200	1.57	12 400	4.54
电力	18 000	26.09	1 000	0.49	19 000	6.96
核工业	300	0.43	100	0.05	400	0.15
航天	1 000	1.45			1 000	0.37
航空	900	1.30			900	0.33
轻工(印刷、造纸)	2 000	2.90	3 000	1.47	5 000	1.83
环保	4 000	5.80	2 400	1.18	6 400	2.34
供水	1 500	2.17	5 000	2.45	6 500	2.38
汽车消声器	3 000	4.35	1 000	0.45	4 000	1.46
城市景观及装饰	5 000	7.25	158 600	77.70	163 600	59.90
其他	13 300	19.27	24 000	11.80	37 300	13.66
合计	69 000	100	204 100	100	273 100	100

## 1.2 我国不锈钢管的发展前景和市场预测分析

据统计分析,到2005和2010年,我国不锈钢管的消费量将分别达到40万t和50万t。有人认为我国供水管应大量改用不锈钢管,预计2010年供水用不锈钢管约需30万t,如果这样,不锈钢管总消费量将达到80万t。表3为我国2005年和2010年不锈钢管(无缝管和焊管)消费量预测。

表3 我国不锈钢管消费量预测 /t

消费领域	2005年	2010年
化肥	7 800	9 600
化工	14 000	20 000
石化	16 000	18 000
电力	20 000	22 000
核工业	2 000	6 000
航天	1 500	2 000
航空	1 500	2 000
轻工(印刷、造纸)	8 000	15 000
环保	10 000	20 000
供水	10 000	20 000
汽车消声器	6 000	8 000
城市景观及装饰	252 000	310 000
其他	48 000	55 000
合计	396 800	507 600

我国不锈钢管发展前景十分看好。到2005年无缝钢管的生产能力与市场需求大体平衡,预计能生产高标准无缝管的企业增多,高标准无缝管实际年产量可达40万t左右。低标准的建筑装饰用焊管生产能力将维持在40万t/a左右,有部分企业将向能生产高标准的工业用焊管迈进。再有5~10年,我国不锈钢管的品种、材质、规格和使用性能将会全面提高,基本能满足国内各行业的需求。

## 2 世界不锈钢管生产技术的发展趋势

### 2.1 “三步法”炼钢和连铸工艺

采用“三步法”炼钢和连铸生产不锈钢管坯工艺,为提高不锈钢管坯质量,降低成本创造了条件。

世界上一些主要不锈钢厂在“二步法”的基础上,研究和采用了“三步法”冶炼不锈钢的新工艺。目前日本大部分专业不锈钢厂都已采用了“三步法”生产工艺。德国曼内斯曼德马克冶金技术公司开发了一套专门用于“三步法”的工艺设备,它包括1台超高功率电炉、1台MRP-L转炉和1

台VOD装置。该工艺采用电炉熔化,MRP-L转炉加氧枪快速脱碳,VOD真空炉最终深脱碳。此工艺的基本出发点是把AOD和VOD两种工艺各自的优点结合和发扬,并克服了AOD的氩气和耐火材料耗量大及处理时间长的缺点,实现低消耗、缩短时间、降低成本的目的。当然,电炉-AOD“二步法”冶炼不锈钢也是可行的,目前世界上60%以上的不锈钢是用“二步法”工艺生产的。

国外不锈钢管坯已基本连铸化,连铸机以立式和弧型为主,也有使用水平连铸机的。不锈钢连铸坯与传统的钢锭-轧坯相比,金属收得率提高10%~15%,管坯质量更好,并节省能源,降低生产成本。

不锈钢在连铸过程中有些合金元素极易氧化,易产生氧化物夹杂;另外,钢水的粘度大,很易造成水口堵塞。由于不锈钢的凝固形态比较复杂,钢水的导热性差,铸坯易产生裂纹,所以,对冷却和拉坯的速度要求较严格,采取各中间包加热、无氧化保护浇铸、电磁搅拌、液面自动控制等一系列新技术,使铸坯质量大大提高,使一些难浇铸的钢种,如含钛不锈钢、单相奥氏体不锈钢和马氏体不锈钢等都能顺利浇铸,扩大了不锈钢连铸的钢种。

### 2.2 热挤压工艺

热挤压工艺是世界当前热加工不锈钢无缝管的主要生产工艺。随着技术的发展,有些类型的热轧钢管机组都可以生产不锈钢管,但挤压机组是世界上不锈钢无缝管的主要生产机组。目前,世界上有60多套挤压机组,除少数用于型材挤压外,70%的机组用于生产钢管,主要品种是不锈钢管。

挤压与轧制(纵轧、斜轧)生产方法相比,挤压法的特点是金属变形过程中承受三向压应力。在这种最佳应力状态下,对于变形抗力大的不锈钢管可以获得较好的内外表面质量和金相组织。由于立式液压穿孔工艺设备的改进,可使挤压后的荒管壁厚偏差达到5%~7%的精度。挤压机工模具易于制造和更换,适合生产小批量、多规格不锈钢管。挤压机组还可以生产较宽范围的钢管,1套50MN的挤压机组可生产 $\Phi 25 \sim 254$ mm的钢管,对市场需求的适应远远高于其他轧管方法。

采用挤压法生产不锈钢管的突出优点是可以直接使用连铸坯作原料,产品质量稳定,更换品种灵活,可以直接生产热挤压成品管,也可以生产各种异型断面不锈钢管。

显然,用挤压法生产成品管以及为冷加工提供荒管料,是国外目前热加工不锈钢管生产广泛采用的一种较经济的方法。

随着高速、自动化、大吨位挤压机的采用,以及玻璃润滑剂、无氧化加热、高强度高韧性热作模具等相关技术的发展,用热挤压法生产不锈钢无缝钢管,特别是生产难变形的不锈、高合金钢管得到了迅速的发展。用单一的二辊斜轧穿孔为冷加工提供荒管料的方法,国外已基本不采用了。

### 2.3 冷加工以冷轧为主、冷拔为辅

冷加工不锈钢管趋向于采用以冷轧为主、冷拔为辅的联合生产工艺,冷轧机、冷拔机向高速、高精度、长行程、多线方向发展。

不锈钢管有 50%~80% 是通过冷加工出成品的。因此,对冷加工工艺设备的发展给予了较多的关注。

冷加工工艺基本有三种,即冷拔工艺、冷轧工艺、冷轧-冷拔联合工艺。不锈钢管的冷加工国外大多数采用冷轧-冷拔联合工艺,并以冷轧为主、冷拔为辅的加工方法。

现代冷轧机可实现大减径量和大减壁量,轧制变形量 80% 在冷轧机上完成。采用冷轧定壁、辅以冷拔改变规格和控制外径,满足不同品种和规格的要求。

冷轧-冷拔联合工艺生产的优点是:钢管质量好,冷轧钢管壁厚精度和表面质量较高,冷拔确保钢管外径精度;冷加工周期短,减少中间脱脂、热处理、缩口、矫直等工序,节省能源,减少金属消耗;可采用大规格荒管生产小直径的钢管,简化原料规格种类。

目前,世界上冷轧、冷拔工艺技术和装备水平有了很大的发展。冷轧机正向高速、长行程、环孔型、高精度的方向发展,这种轧机的特点是:①采用惯性力和惯性扭矩垂直平衡机构,轧机往返次数提高;②采用环形孔型,轧制变形区长度比短行程轧机长 70%,轧制变形的均匀性提高、送量增加;③采用长管坯,荒管原料长度可增加到 12~15m,可生产长钢管,提高轧机利用率,轧制有效利用系数高达 80% 以上;④采用曲线型芯棒和最佳抛物面孔型,金属变形合理,工模具寿命长。上述特点使冷轧机的生产能力和产品精度大大提高。

生产不锈钢管的冷拔管机结构上仍以链式冷拔机为主,也有少数液压冷拔机。多线、高速、全自

动是当前冷拔机发展的方向。

### 2.4 多种焊接技术

焊接工艺技术的进步加速了不锈钢焊管生产的发展,多种焊接方法的应用进一步提高了焊接质量和生产率。

目前,工业上应用的不锈钢焊接方法主要有钨极氩弧焊(TIG)、高频焊、等离子焊和激光焊等。几种焊接方法各具特点,使用最多的是氩弧焊和高频焊。

#### 2.4.1 氩弧焊

不锈钢焊管要求熔深焊透,不含氧化物夹杂,热影响区尽可能小,钨极惰性气体保护的氩弧焊具有较好的适应性,焊接质量高、焊透性能好,其产品在化工、核工业和食品等工业领域得到广泛应用。

焊接速度不高是氩弧焊的不足之处,为提高焊接速度,国外研究开发了多种方法。其中,由单电极单焊炬发展到多电极多焊炬,这一焊接方法在生产中已得到应用。20 世纪 70 年代德国首先采用多焊炬沿焊缝方向直线排列,形成长形热流分布,焊速明显提高。一般采用三电极焊炬的氩弧焊,焊接钢管壁厚  $S \geq 2\text{mm}$ ,焊接速度比单焊炬提高 3~4 倍,焊接质量也得到改善。氩弧焊与等离子焊组合,可以焊接更大壁厚的钢管。此外,在氩气中使用 5%~10% 的氢气,再采用高频脉冲焊接电源,也可提高焊接速度。

多焊炬氩弧焊适用于奥氏体和铁素体不锈钢管的焊接。

#### 2.4.2 高频焊

高频焊用于碳钢焊管生产已经有 40 多年的历史,但用于焊接不锈钢管确属较新的技术。其生产的经济性,使其产品更为广泛地用于建筑装饰、家用器具和机械结构等领域。

高频焊接具有较大的电源功率,对不同材质、口径和壁厚的钢管都能达到较高的焊接速度(比氩弧焊的最高焊接速度高出 10 倍以上)。因此,高频焊接生产一般用途的不锈钢管具有较高的生产率。

因为高频焊接速度快,给焊管内毛刺的去除带来困难,这也是目前高频焊不锈钢管尚不能为化工、核工业所接受的原因之一。

从焊接材质看,高频焊可以焊接各种类型的奥氏体不锈钢管。同时,新钢种的开发和成型焊接方法的进步,铁素体不锈钢 AISI 409 等钢种也可成

功地进行焊接。

### 2.4.3 组合焊接技术

不锈钢焊管的各种焊接方法均有各自的优点和不足。如何扬长避短,将几种焊接方法加以组合形成新的焊接工艺,满足人们对不锈钢焊管质量和生产效率的要求,是当前不锈钢焊管技术发展的新趋势。经过近几年的探索研究,组合焊接工艺已取得了进展,日本、法国等国家已掌握一定的不锈钢焊管生产组合焊接技术。

组合焊接方法有:氩弧焊+等离子焊、高频焊+等离子焊、高频预热+三电弧氩弧焊、高频预热+等离子焊+氩弧焊。组合焊接提高焊速十分显著。对于采用高频预热的组合焊接,钢管焊缝质量与常规的氩弧焊、等离子焊相当,焊接操作简单,整个焊接系统易实现自动化,这种组合易于与现有的高频焊接设备衔接,投资成本低,效益好。

### 2.5 光亮热处理

不锈钢管的热处理,国外普遍采用带保护气体的无氧化连续热处理炉,进行中间热处理和最终的成品热处理。由于可以获得无氧化的光亮表面,从而取消了传统的酸洗工序。这一热处理工艺的采用,既改善了钢管的质量,又克服了酸洗对环境的污染。

根据目前世界发展的趋势,光亮连续热处理炉基本分为三种类型:

(1) 辊底式光亮热处理炉。这种炉型适用于大规格、大批量钢管热处理,小时产量在1.0t以上。可使用的保护气体为高纯度氢气、分解氨及其他保护气体。可以配备对流冷却系统,以便较快地冷却钢管。

(2) 网带式光亮热处理炉。这种炉型适合于小直径薄壁精密钢管,小时产量约为0.3~1.0t,处理钢管长度可达40m,也可以处理成卷的毛细管。配备对流冷却系统可进行快冷。使用气体燃料或电加热,可采用各种保护气体。经过这种炉型热处理后的钢管无划伤,光亮度好。

(3) 马弗管式光亮热处理炉。钢管装在连续的托架上,在马弗管内进行加热,能以较低的成本处理优质小直径薄壁钢管,小时产量在0.3t以上。可经济地使用保护气体,加热热源可为燃气、油或电。

### 2.6 有机溶剂脱脂

采用有机溶剂脱脂技术,脱脂效果好,自动化

程度高。

为了去除冷轧、冷拔润滑时残存在钢管表面的油污,以提高热处理钢管质量并防止渗碳,采用了除油效果好、技术装备先进的有机溶剂脱脂装置。常用的有机溶剂有三氯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、氯化甲烷,使用较多的是三氯乙烯。此种溶剂使用效果好,易回收,毒性低。脱脂是在一个密封室内进行的。装在管中的不锈钢管在溶剂槽中脱脂,或者在溶剂蒸气中进一步冷凝脱脂。整个脱脂过程是在密封室内由计算机自动控制完成。三氯乙烯脱脂剂可再生和反复使用,并监控使用环境下的溶剂气体含量,避免环境污染。

### 2.7 精整设备现代化

配备现代化的精整设备,加强质量控制是当代不锈钢管生产的重要环节。

不锈钢管精整工段设置无损探伤工序,是必不可少的质量检测手段。无损检测技术的进步,使更多的厂家采用了涡流、超声波组合探伤机组,并配备激光测径、超声波测厚装置。钢管出厂前,从多个环节把住质量关。这种组合探伤机组具有先进的信息处理系统,测得的信号全部数据化,经过计算机处理并储存,自动化程度高,生产效率高。

高精度矫直机、冷态推压及旋压缩口机、多头(6~8头)抛光机、全长标记装置等,都是目前世界上广泛采用的不锈钢管精整高效率生产设备。

### 2.8 开发新技术新工艺

积极研究开发新技术新工艺,以求获得高质量、低成本的不锈钢管产品。

不锈钢管生产领域出现的许多新工艺新技术,促进了钢管质量的提高和生产成本的降低。

#### 2.8.1 焊接+冷拔生产工艺

美国研究开发了焊接+冷拔的不锈钢管生产新工艺。即用纵剪后的不锈钢冷带经成型、氩弧焊接成焊管,再经冷拔、精整工序出成品。由于氩弧焊接质量高,焊缝的各项性能与基体一致,因此,这种工艺生产的不锈钢管,比采用热挤压+冷拔(轧)的常用工艺,成本降低10%~30%,生产工艺简化,周期缩短。

#### 2.8.2 温轧技术

温轧技术是前苏联发明的。它是将冷轧前的管料通过一感应加热装置加热到150~400℃后进行轧制。这种技术具有轧制力小、一次变形量大的优点,对0Cr18Ni9Ti钢管进行二三次温轧无需中间

退火,总变形量可达98%。

### 2.8.3 超声波振动冷拔工艺

拉模在冷拔过程中的超声波振动,能加大每个拉拔道次的减面率,并减少钢管振动现象和表面凹点,提高钢管表面质量。这是因为超声频率使设备振动,减少了拉拔时的摩擦力,钢管承受着拉拔模和芯棒的挤压而减少了拉应力带来的不良后果。

## 3 我国不锈钢管生产现状及与世界先进水平的差距<sup>[1]</sup>

### 3.1 我国不锈钢管生产和技术的现状

近20年来,我国不锈钢管生产和技术有了一定的发展,引进了一批工艺技术先进的生产设备,工艺技术和装备水平得到了提高,生产能力有了较大幅度的增长。尤其是锈钢焊管,新建机组数量和形成的生产能力都大于无缝钢管。

我国不锈钢无缝管主要生产厂家有原上钢五厂、长城特钢、大冶特钢、成都无缝钢管厂等骨干企业,此外还有一批应运而生的乡镇和民营企业。目前全国有大小锈钢无缝管生产厂200多家,综合生产能力在10~15万t/a,产量约在6.5万t/a。可生产的外径规格为0.5~426mm,甚至更大。热轧锈钢管已开始用连铸圆坯生产。冷加工配备了具有20世纪90年代先进水平的冷轧冷拔管机、光亮热处理炉、脱脂及精整设备。

锈钢焊管在我国起步较晚,但发展速度较快。从1986年起,开始大量引进国外设备和技术生产锈钢焊管,到目前为止,锈钢焊管生产线有400多条,综合生产能力约为40万t/a,其中引进的机组有100多条,生产能力约10万t/a。可生产的锈钢焊管为 $\Phi 4.76 \sim 720\text{mm}$ ,就机组大小而言,85%~90%是生产 $\Phi 90\text{mm}$ 以下的小规格机组。生产的钢种以奥氏体钢为主,其他钢种甚少。由于原料供应不足,加之多数机组工艺设备不配套尤其缺少热处理和检测设备,使机组的生产能力得不到充分发挥,工业用锈钢焊管生产受到限制,工业用管产量不超过2万t/a,生产的大部分锈钢焊管为装饰用管。

总之,我国锈钢管生产技术虽然有了一定的进步,但是与国外先进的工业国家相比还存在着较大的差距,以致目前国内一些重要领域使用的锈钢管,如锈钢高压锅炉管、尿管、核电站蒸发器管等仍然依靠进口。尽快改变这种状况,促进我

国锈钢管生产技术的进一步发展,十分重要。

### 3.2 无缝管生产与世界先进水平的差距

锈钢无缝管是以实心坯为原料,通过热穿孔、热轧或冷加工生产出钢管。机组的类型和水平主要取决于热加工、冷加工(主要方式是冷轧和冷拔)以及热处理工艺。因此,锈钢无缝管的生产 and 产品质量主要取决于管坯原料、热加工和冷加工等主要环节。正是在这些主要环节上,我国锈钢无缝管的生产技术存在着很大差距。

#### 3.2.1 锈钢管坯生产工艺落后

我国锈钢冶炼工艺落后,不但没有最新的“三步法”冶炼工艺设备,而且就是采用电炉+AOD“二步法”冶炼锈钢,一般炉子容量小,装备水平低,且没有连铸机,几乎全部采用钢锭-开坯轧制(锻造)生产工艺。这是锈钢成本高的主要原因,也是与国外的最大差距。目前,只有个别厂采用水平连铸机生产锈钢管坯。除了几个特殊钢厂能够自供管坯外,大多数厂家都是外购管坯,而外购管坯的品种、质量、规格很难全部满足用户的工艺要求,同时,价格也高。能够自供管坯的企业,虽然能够自己炼钢、锻(轧)坯,但由于要求管坯的钢种、规格多而杂,质量要求又高,数量又少。所以,其生产成本往往也很高,致使锈钢无缝管的价格高,缺乏市场竞争能力。

#### 3.2.2 锈钢管热轧生产工艺差距大

我国目前锈钢管热轧生产几乎都是采用斜轧穿孔工艺。影响采用斜轧穿孔工艺生产锈钢管的因素有以下几方面:

(1)不能生产热轧成品管,只能为冷加工提供坯料,由此导致了我国锈钢管的使用领域中还存在着“以冷代热”的不合理现象。

(2)锈钢管的质量难以保证,因为斜轧穿孔过程中的“曼内斯曼效应”和锈钢的低塑性、加热温度范围窄,以及变形过程中的温升,难以保证锈钢荒管的质量。因此,对一些重要用途的锈钢管,如核电站用蒸发器管等,用户都指定必须用挤压工艺生产供料。

(3)对一些难变形合金,如镍基高温合金GH39及Si含量高的25-20型锈钢耐热钢等,用斜轧穿孔的方法很难或无法生产,即使生产,其穿孔的成材率也极低。而挤压工艺则能生产出高质量的成品管或冷加工用的荒管。

(4)由于我国生产锈钢管时仅使用了自动轧

管机组中的曼氏穿孔机而未用后面的轧管机、均整机和定径机,因此,生产的荒管尺寸精度差,壁厚较厚,这给冷加工增加了很大的变形量。

(5)斜轧穿孔工艺无法生产异型断面管。

因此,国外普遍采用热挤压工艺生产不锈钢无缝管,这是我国不锈钢无缝管生产与国外先进国家相比的根本差距。

### 3.2.3 冷轧冷拔工艺和装备水平低

在冷轧和冷拔生产装备和工艺技术方面,近10年来,国外已有了很大的发展。高速、长行程、环孔型、高精度的冷轧管机已经成熟,并向更高的目标发展;冷拔管机正向高速、多线和全自动方向发展。

国内冷轧管机基本上还是前苏联20世纪五六十年代的XIII型设计,轧机的速度低,机头的回转速度仅80次/min左右,轧辊为半圆孔型,低送进,因而生产效率较低,钢管的质量较差。

国内冷拔管机几乎都是链式,结构陈旧,稳定性差,打头工艺落后,切损大。因此,工艺技术需要进一步改进和提高。

### 3.2.4 热处理工艺水平低

热处理是保证不锈钢管性能的重要工艺。目前,国内不锈钢管的热处理普遍采用连续式辊底炉,这是一个很大的进步。但是,由于使用的连续式辊底炉没有保护气氛控制系统以及用发生炉煤气作燃料,影响钢管的性能,热处理后钢管表面生成氧化铁皮,随后用酸洗去除,使钢管表面腐蚀和造成环境污染。国外普遍采用可控保护气氛系统的辊底式、网带式和马弗管式热处理炉处理不锈钢管,钢管表面无氧化不需要酸洗,保证了良好的性能和表面质量。因此,应向有保护气氛控制系统的光亮热处理工艺发展。

## 3.3 焊管生产与世界先进水平的差距

不锈钢焊管是以板带为原料,经成型后焊接而成的钢管。因此,焊管有三个要点:①原料采用不锈钢带;②成型方法一般采用辊式连续成型;③焊接方式采用氩弧焊或高频焊,因而有一条焊缝。正是这三点决定着不锈钢焊管机组的类型和水平,以及不锈钢焊管的生产和产品质量。

### 3.3.1 原料

在国外,由于板带生产技术的领先,有专业不锈钢炼钢厂、热轧带钢和冷轧带钢厂,能生产出高质量的不锈钢板带供焊管作原料,推动了不锈钢焊管工业的发展,并在品种上不断有所突破,特别是

工业用不锈钢焊管的比例不断提高,在美、日、法等国工业用不锈钢焊管的比例达到60%~70%。

而我国基本上没有先进的不锈钢冶炼厂,更没有专业生产高质量不锈钢板带的热(冷)轧带钢厂。不锈钢焊管的原料一足靠进口,二是采用国内的冷轧窄带钢作原料。这样,前者价格贵,后者质量不稳定,致使焊管机组没有稳定的、高质量的原料。

近几年来,我国在这方面有了一定的进展,改造了太钢不锈钢冷轧带钢厂,建设了宁波宝新和张家港浦项冷轧不锈钢板卷厂,上海浦钢和德国克虏伯合资的SKS不锈钢冷轧带钢厂也投入了生产。我国不锈钢焊管原料的品种和质量将会不断提高。

### 3.3.2 成型及焊接设备

中小口径的不锈钢焊管一般采用连续辊式成型。由于不锈钢带弹性模量大,变形回弹大,因此,必须增加变形区长度,合理选择机架数和孔型设计,保证机架的强度和刚度,提高焊管质量。我国大部分焊管机组是20世纪80年代从国外引进的,与国外机组相比仍有差距,不能生产工业用管,仅能用于生产装饰管等低标准民用管。因此,为达到国外机组的水平尚需进一步研究开发。

### 3.3.3 焊后处理工艺设备

对于要求高的工业用不锈钢焊管,必须对焊缝进行平整及固溶热处理。国外焊缝平整的方法有多种,一般采用控制焊接工艺、锻打和用刀刮等;对于焊缝热处理一般采用在线中频感应加热固溶处理,也有采用线外保护气氛辊底式连续热处理炉处理;民用管不需进行焊后处理。我国不锈钢焊管焊后处理水平较低,大部分机组没有焊后处理设备,与国外相比相差较远。

此外,我国不锈钢焊管的检测、精整、打捆、标记等设备都比较落后,急需进一步提高。

## 4 结 语

我国不锈钢管生产经过40多年特别是近20年来的发展,无论是不锈钢无缝管还是焊管的生产技术都有了长足的进步,产量、质量和品种不断增加和提高,少数产品的质量达到国际先进水平。但是和国际先进水平相比,我国不锈钢管厂在生产工艺、装备水平、操作技术、产品质量等方面尚有较大的差距,需要进行技术改造和提高,以适应我国国民经济发展的要求。

从市场分析和预测可以看出,我国不锈钢管前

景看好。但是必须清醒地看到,随着经济全球一体化的到来,国内不锈钢管市场也必将面临国际市场的挑战,即我们的对手将是国际著名的不锈钢大财团,竞争无疑是相当激烈的。对此,作为国内不锈钢管生产企业,应当抓好技术改造,提高工艺技术和装备水平,加强现代化管理,提高生产效率,增加品种,提高质量,降低成本,改进服务,使我国不锈钢管生产和技术达到国际先进水平,占领国内不锈钢管市场,并为开拓国际市场创造有利条件。为此,我国不锈钢管的生产技术应从以下几方面加强发展:

(1)采用世界先进和成熟工艺技术生产不锈钢无缝管。我国不锈钢无缝管的生产应采用世界通用的先进工艺和装备,用热挤压工艺生产不锈钢无缝管,直接生产热挤压成品管;部分采用冷轧冷拔联合工艺生产冷加工产品。长城特钢具有这种先进的生产工艺和装备,经过“八五”期间的改造,具备了条件,应该更多地生产用于化工、化纤、化肥、核工业和航天等领域的不锈钢无缝管;新建不锈钢、高合金钢无缝管厂应采用热挤压和冷轧冷拔(以轧为主)的工艺和装备,生产热轧成品管和冷加工成品管。

普遍采用的曼内斯曼穿孔+冷拔(冷轧)生产不锈钢管的工艺,经过40多年的发展,已有大大小小生产厂200家,为国家做出了贡献,但产品质量不高,成材率低,应该优化生产工艺和提高装备水平,首先提高穿孔工艺生产水平,同时,采用轧拔相结合、以轧为主的冷加工工艺,提高和改进热处理工艺,在市场竞争中优胜劣汰,壮大一批,淘

汰一大批。

(2)积极开发高档次高附加值和大规格的不锈钢焊管。我国不锈钢焊管生产,近20年来发展很快,已建设了约400条生产线。这些生产线中,约90%只能生产小于 $\Phi 114(76)$ mm以下的民用装饰管和低档次工业用管。随着“十五”我国不锈钢行业的改造和发展,优质钢板带生产量的增加,焊管坯料条件大大得到改善。因此,应该借助于国外不锈钢焊接技术的进步,建设工艺完整、设备先进、后处理工艺设备齐全的机组,开发化工、化肥、化纤、石化、能源和航天等领域使用的高档次、高附加值产品和大规格的产品,以替代一部分无缝管,这正是当前国外不锈钢焊管发展的一大趋势。

(3)重视热处理和精整设施。无论是不锈钢无缝管生产还是焊管生产,根据生产的品种和质量要求,配备现代化的热处理和精整设施十分重要,克服重主生产线而忽视热处理和精整设施的现象。一定要采用带保护气体的无氧化连续式热处理炉,实现光亮热处理;采用无损探伤设备,加强检测手段;采用高精度矫直机、冷态推压及旋压式缩口机、多头抛光机、全长标记等精整装置,实现不锈钢管精整高效化,保证不锈钢管最终高质量。

## 5 参考文献

- 1 邹子和.我国不锈钢管生产技术的进展及其与国外的差距[J].钢管,2000,29(6):7-14.

(收稿日期:2002-04-30)

## ● 信 息

### 俄罗斯干线管道用大口径电焊钢管生产发展趋势

近一二十年来,俄罗斯新开采并投入运营一批新的油气田,其中大部分气田的采掘和输送是在零下温度,甚至在海水下实施的。管道的参数,取决于所输送天然气的数量和气田储气量。俄罗斯天然气输送管道口径一般不超过1420mm,输油管道一般不超过1020mm。20世纪80年代广泛采用X70级钢管,管道工作压力向10MPa发展。严苛的气候条件,不仅要求增大钢管的强度性能,而且还要求增强其塑性,尤其是冲击韧性,从而确保钢管的抗脆性断裂和止裂能力,钢材的高塑性主要靠其低的碳含量和高的纯净度(S含量低于0.005%)。在提高金属、焊缝和热影响区质量的同时,对埋弧焊工艺的要求也在不断增高。俄罗斯车里雅宾斯克钢管厂推广应用新的钢管焊接过程自动控制系统,可确保焊接的高质量。不仅对焊接母材而且对焊缝进行无损探伤,对钢管防腐也给予充分重视,正在探索和研制防腐新方法和新材料。

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司 曾 迺)