

● 综述评

国内电焊锅炉钢管的生产与应用

王 平 白淑萍 王立峰 程淑英
(150070 哈尔滨钢管厂) (066004 河北燕山大学) (150070 哈尔滨冶金技校)

摘 要 电焊锅炉钢管一般指中低压及高压锅炉用管、热交换器和压力配管,材质为碳素结构钢和合金钢。由于这些钢管的尺寸精度高、表面质量好、生产成本低,其使用范围不断扩大。国外电焊锅炉管的质量已达到无缝钢管的等效水平。结合哈尔滨钢管厂试制电焊锅炉钢管的生产过程,简介了国内产品的应用与生产情况。

关键词 电焊锅炉钢管 生产 设备 应用

DOMESTIC PRODUCTION AND APPLICATION OF
ELECTRIC WELDED BOILER STEEL TUBES

Wang Ping Bai Shuping Wang Lifeng
(Harbin Steel Tube Plant) (Yanshan University, Hebei)
Cheng Shuying
(Harbin Metallurgical School)

Abstract Made of carbon steels and alloy steels, electric welded boiler tubes mainly include tubes for low /medium/high pressure boiler services, tubes for heat-exchanger service and tubes for pressurized piping service. Owing to advantages of this welded tube category such as high geometric accuracy, fine surface quality and cost-effectiveness, application scope of these tubes is getting wider and wider. Electric welded tubes made overseas have been even competetive with seamless steel tubes in terms of quality. Based on the trial production of electric welded boiler tubes by Harbin Steel Tube Plant, the author gives us an overview of domestic production and application of this kind of welded tubes.

Key words Electric welded boiler steel tube Production Equipment Application

前言

电焊锅炉钢管一般指中低压及高压锅炉用钢管、热交换器和压力配管等,材质为碳素结构钢和合金钢。国外电焊锅炉钢管的生产应用表明,由于其尺寸精度高、表面质量好、生产成本低,完全能够满足锅炉的使用

要求。

近年来,随着焊管生产技术的显著进步,焊管质量的稳定性、可靠性不断提高,电焊锅炉钢管的使用范围不断扩大。在我国,电焊锅炉钢管的生产与应用尚处于起步阶段。

1 国外电焊锅炉钢管的应用与生产简况

电焊锅炉钢管在国外发展较快,已由 50 年代的中低压管发展为 60 年代的高压管,其

第一作者 男 1952 年 10 月出生 技术副厂长 教授
级高工

生产工艺和技术早已成熟,用途也日益扩大。

50 年代末期,美国率先在中低压锅炉中采用电焊钢管。按 ASTM-226C 标准生产的 136t/h 发电用锅炉,其过热器、水壁管、汽路管、上升管等都采用电焊钢管。

英国于 1951 年前后开始在船用锅炉上用电焊钢管制作锅炉过热蒸汽管道。1963 年采用 $\Phi 38\text{mm}$ 电焊钢管制造工作压力为 18.24MPa 的 20 万 kW 锅炉,随后又制造了 12 台其他锅炉。

原西德 1951 年首次使用 $\Phi 38\text{mm} \times 3\text{mm}$ 电焊钢管制造了工作压力为 2.23MPa 的蒸汽锅炉。1958 年使用 $\Phi 83\text{mm} \times 3\text{mm}$ 电焊钢管制造了工作压力为 3.24MPa 的锅炉。1960 年使用 $\Phi 38\text{mm}$ 和 $\Phi 47\text{mm}$ 的电焊钢管制造了 5 台锅炉。1968 年原西德有关部门正式批准电焊钢管用作锅炉管。从目前使用的情况来看,电焊钢管主要用于工作压力为 1.32~1.42MPa 锅炉的蒸汽管和烟管,尺寸规格为 $\Phi 44.5 \sim 89\text{mm} \times 2.9 \sim 3.5\text{mm}$ 。高压锅炉用电焊钢管的工艺技术正在试验。据报道,德国在 70 年代制造的工作压力为 19.86MPa, 100t/h 蒸汽的锅炉就已使用 $\Phi 31.8\text{mm} \times 4 \sim 6\text{mm}$ 和 $\Phi 14\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 的电焊钢管。

日本 1964 年已开始向澳大利亚、加拿大等国家出口电焊锅炉管,仅新日铁君津厂 1968~1980 年间就出口 20 多万 t。日本为澳大利亚制造的 2 台 66 万 kW 发电设备锅炉及 75t/h, 80t/h, 5 万 kW 和 35 万 kW 发电厂用锅炉蒸发管、炉壁管和锅炉管等都使用新日铁的电焊锅炉钢管,其工作温度为 350~427℃,工作压力为 9.5~18.9MPa。近年来,日本电焊锅炉管发展较快,其中 62% 以上用作锅炉管和热交换器管;既有碳钢,也有合金钢。

目前,世界各国以电焊钢管代替无缝钢管用于锅炉管的数量越来越大,既用于一般中低压锅炉,也用于高压锅炉;并相继制定了产品标准,且于 1980 年进入国际标准行列。

其应用结果表明,国外电焊锅炉钢管的质量已经达到了无缝钢管的等效水平。

2 国内电焊锅炉钢管的生产与应用情况

锅炉管长期处在一定的高温 and 压力条件下工作,要求管材应具有相应的热强性、组织稳定性、抗氧化腐蚀性和良好的工艺性。

国内电焊锅炉钢管的生产与应用尚处于起步阶段。60 年代,上海钢管股份有限公司曾两次组织 $\Phi 51\text{mm} \times 3\text{mm}$ 和 $\Phi 60\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 的中低压电焊锅炉钢管的开发与研制;70 年代又研制了 $\Phi 25\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 的热交换器管,由上海炼油厂和嘉兴化肥厂试用。80 年代初,冶金部、机械部、劳动部曾组织安排武钢、徐钢镀锌焊管厂、天津第一轧钢厂、首钢焊管厂等研制 $\Phi 60\text{mm} \times 3\text{mm}$ 电焊锅炉钢管,在无锡锅炉厂和北京锅炉厂试用。但因原材料冶炼质量和工艺装备水平不能充分满足生产要求,该项技术未能得到推广。长期以来,国内都采用无缝管作为锅炉管。

1984 年,哈尔滨锅炉厂首次从日本新日铁进口 300t $\Phi 31.8\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的 STB42 电焊锅炉钢管,并成功地用于 2 台 100MW 锅炉(HG410/100-11 型)和 2 台 50MW 锅炉(HG200/100-10 型)上。宝山电厂从国外引进的 350MW 大型发电机组及其锅炉省煤气管也采用了电焊锅炉钢管。

1986 年,原国家机械委曾立项对从日本进口的该批钢管进行鉴定。1987 年,国家劳动人事部批准使用该批钢管,从而揭开了国内用电焊锅炉钢管代替无缝钢管的新篇章。

1991 年在冶金部的领导下,哈尔滨钢管厂、冶金部钢铁研究总院和哈尔滨锅炉厂联合成立了科研组,开始着手我国电焊锅炉钢管的研制和开发工作。

1992 年,由冶金部、机械部、劳动部共同主持召开了“中、低压锅炉用电焊钢管技术评议会”。认定“哈尔滨钢管厂已具备生产中、低压锅炉用焊管的基本条件,可以生产一批在

哈尔滨锅炉厂中、低压锅炉上试用,并积累数据,为大批量生产和试用做好准备”。

1993年,由三部联合主持召开了哈尔滨钢管厂中、低压锅炉用电焊钢管试生产情况汇报会。会后劳动部发文通知“目前仅限于采用哈尔滨钢管厂生产的电焊钢管,而未经三部审核同意的钢厂生产的电焊钢管均不能用于锅炉上”。

1995年,由冶金部组织专家组对电焊锅炉钢管产品进行技术鉴定。1996年,三部联合下发了“中、低压锅炉用电焊钢管推广使用的通知”。同年电焊锅炉钢管项目被列为国家重点工业性试验项目。

目前,哈尔滨钢管厂已具备批量生产电焊锅炉钢管的能力,产品规格为 $\Phi 25 \sim 114\text{mm} \times 1.5 \sim 6.0\text{mm}$,用户遍布国内200多个厂家,广泛用于制造各种型号的蒸汽锅炉和热水锅炉,如SHW6-1.25A, S II W2-2.5A, SZD10-B, WNN120-4/95-A等型号。产品企业标准综合水平为国际先进水平,并获得全国冶金产品质量金杯奖、冶金部科技进步奖、国家级新产品奖,以及ISO 9002质量体系认证。

其后,国内其他一些焊管厂也积极开发生产电焊锅炉钢管,有的厂家还正在进行以生产电焊锅炉钢管作为主要产品的工作。

3 国内电焊锅炉钢管的生产技术、质量及设备要求

以下结合哈尔滨钢管厂电焊锅炉管的生产情况作相应介绍。

3.1 生产工艺流程

原料→开卷→矫平→剪切对焊→活套→成型→焊接→去内外毛刺→冷却→定径→涡流探伤→定尺→矫直→平头→水压试验。

正火、回火→取样→矫直→端部修整→涡流探伤→人工检查→标记→包装→入库。

3.2 产品质量标准

哈尔滨钢管厂为了严格控制电焊锅炉钢

管的生产过程,确保产品质量,制定了具有国际先进水平的Q/HG 1104《低中压锅炉用电焊钢管标准》,所规定的各项性能指标均优于或等于日本JIS G 3461和中国GB 3087标准。

由于电焊锅炉钢管需要长期在高温高压状态下运行,故对钢的化学成分、力学性能、尺寸公差、表面质量等技术指标都有严格的要求。生产厂家必须具备相应的质量保证体系,其主要设备及检测手段,包括焊接温度控制、无损检测及热处理装备等都应齐全。

3.3 原材料质量

原材料质量直接影响焊管的焊缝质量,除表面质量、几何尺寸、边缘状态、机械性能等应符合要求外,还必须保证钢的纯洁度,严格控制其化学成分。对非金属夹杂和偏析、分层,特别是碳、硫、磷的含量进行限制,以防止产生因冷脆、热脆、回火脆性、气泡、疏松、白点、发纹、冷裂纹等由原材料质量而引起的各类缺陷。入厂材料需逐卷复验,以促进实物质量提高,保证钢管的综合性能指标。

3.4 主要设备

3.4.1 成型机

成型机采用国产 $\Phi 114\text{mm}$ 机组,成型定径功率 $100\text{kW} \times 2$ 。根据电焊锅炉钢管的成型要求,加以部分改造,使成型机组具有性能好、精度高、刚度大和成型稳定等特点。成型辊设计采用“W”形双半径成型组合工艺。

3.4.2 高频焊接设备

采用GP600-HZ高频感应加热设备,焊接功率 600kW ,频率 $200 \sim 400\text{kHz}$ 。

焊接过程配有工艺参数监测与计算机闭环自动控制系统。该系统安装有测厚仪、测温仪表、测速装置、测压力装置等。测厚、测速、测压参数信息作为前馈量输入计算机控制装置,可自动调整焊接温度、挤压力、焊接速度与带钢厚度;监测焊接点位置的波动,自动调节输出功率;控制焊接参数,保证焊

缝质量稳定, 获得最佳的焊接温度, 从而有效地防止低温焊接、回流夹杂等焊接缺陷。

为确保焊缝质量, 需配备焊管内毛刺去除装置。哈尔滨钢管厂自行研制的内毛刺去除装置, 配有内毛刺高度、切削力显示及相应安全保护等一系列独特装置。其适用性强, 调整和监测方便, 可以保证当钢管直径 $<50\text{mm}$ 时, 内毛刺高度 $<0.15\text{mm}$; 而钢管直径 $>50\text{mm}$ 时, 内毛刺度高 $<0.25\text{mm}$ 。

3.4.3 定尺飞锯

哈尔滨钢管厂对使用的国产飞锯进行了技术改造, 配备了测速系统和 PLC 控制系统。产品定尺长度为 $4\sim12.5\text{m}$, 定尺精度为 $\pm10\text{mm}$, 锯片尺寸为 $\Phi760\text{mm}\times65\text{mm}\times5\text{mm}$, 锯切速度 $10\text{次}/\text{min}$ 。

3.4.4 检测装置

在线配置了从日本引进的 CD7041 型涡流探伤仪, 其灵敏度高、检测准确, 可连续监控焊缝缺陷。

离线配备了 1 套德国尼斯公司生产的 DSP-200 型双通道的涡流探伤仪, 可逐根对钢管的表面和内部缺陷进行全过程记录、屏幕显示、指令喷标、执行分选等。

为保证产品的可靠性和安全性, 加强了对产品质量的检测、控制和管理, 采用多种控制方法以确保连续、稳定地生产高质量的产品, 提高其合格率, 严防缺陷漏检出厂。

3.4.5 热处理设备

焊管后部工序配置了从德国 LOI 公司

引进的钢管整体热处理设备——辊底式热处理炉, 型号为 RODK 3000/4500, 正火温度 $880\sim930^{\circ}\text{C}$, 炉辊运行速度 $6\sim60\text{m}/\text{min}$ 。该热处理生产线采用计算机自动控制, 炉子的加热温度温差为 $\pm3^{\circ}\text{C}$, 以确保按规定的工艺对钢管进行光亮热处理, 并改善钢管焊接区的金相组织和力学性能, 使焊缝与母材金属组织相似, 消除成型与焊接应力和焊接硬化区, 保证其良好的组织稳定性和综合力学性能。

采用从德国引进的设备, 对焊接钢管的热处理提供保护气氛, 以防止钢管在热处理过程中发生氧化。设备型号为 EXO-CCHN-1101-200。保护气体成分 $1.0\%\sim9.0\%\text{H}_2$, $1.2\%\sim8.0\%\text{CO}$, N_2 —平衡值, 露点为 -30°C 。

4 结论

电焊锅炉钢管的生产标志着国内焊接钢管技术的进步和产品质量水平的提高。要生产出合格的产品, 必须确保原材料的质量稳定可靠, 机组的工艺装备完善, 工艺制度合理且质量保证体系健全。国内电焊锅炉管生产必须在制造成本低, 产品的尺寸精度和表面光洁度高, 抗氧化性能与抗腐蚀性能以及加工、焊接性能良好等方面下功夫。

(收稿日期: 1998-05-15)

(修定日期: 1998-12-18)

●信 息

波兰 Huta Ferrum S.A 公司向德国订购 1 套 中小直径直缝焊管机组

波兰 Huta Ferrum S.A 公司向德国曼内斯曼·德马克公司订购了 1 套高强度油、气、水输送用直缝焊管机组。该机组的产品尺寸规格为: 管径 $112.5\sim400\text{mm}$, 壁厚 15.9mm , 管长 8m ; 产品钢级为 X70, J55; 年产量 8万 t 。预计在今年春季投入使用。该项目的投产, 标志着波兰这家公司将进入高强钢管生产领域。

(成都无缝钢管有限责任公司 曾适)