

A333-3 钢低温管道的焊接

(大庆石油化工工程公司, 黑龙江 大庆 163714) 梁晓杰
(哈尔滨·第七 三研究所, 黑龙江 哈尔滨) 韩世忠

摘 要:以 48 万吨/年乙烯裂解分离装置的低温管道施工为例, 重点介绍低温用钢管 A333-3 钢的焊接特点、焊接经验以及焊材的管理。

关 键 词:A333-3 钢; 低温; 焊接

中图分类号: TG44

文献标识码: B

1 概述

大庆乙烯裂解分离装置 48 万吨/年乙烯改扩建工程是我国“九五”期间的重点项目。该装置工艺复杂、操作条件苛刻、材质种类繁多, 其中 A333-3 钢是从日本引进的低温管道用钢。该材质工艺复杂且国内对此钢的焊接经验较少。为保证该材质的焊接质量, 我们从该材质的焊接特点入手, 进行焊接材料的选择、焊接工艺的制定以及最终的焊缝质量的检验及返修处理, 以满足设计及规范的要求。

2 A333-3 钢的特性及可焊性分析

A333-3 钢属于低温用钢, 最低使用温度为 $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$, 钢中含有 3.5% 的镍元素, 通常以正火或正火加回火状态供货。

A333-3 钢无缝钢管的化学成分及力学性能(见表 1 及表 2)

表 1 A333-3 钢无缝钢管的化学成分%

C	Mn	Si	S	P	V	Nb	Ni
≤ 0.19	$0.31\sim 0.64$	$0.18\sim 0.37$	≤ 0.025	≤ 0.025	-	-	$3.18\sim 3.82$

表 2 A333-3 钢无缝钢管的常温力学性能及低温冲击韧性

拉 力 试 验			冲 击 试 验($-101\text{ }^{\circ}\text{C}$)	
$\Sigma b/\text{MPa}$	σ_s/MPa	σ_s	$10\times 10\times 5(\text{mm})$	$10\times 50(\text{mm})$
≥ 450	≥ 240	≥ 16.5	≥ 17.6	≥ 9.5

2.2 可焊性分析

2.2.1 A333-3 钢含 Ni 量较高, 是该钢种的低温

冲击值的保证。镍是非碳化物形成元素, 但能与铁形成 α 和 γ 固熔体, 镍有高的熔点($1445\text{ }^{\circ}\text{C}$)、一定的强度、高的塑性和良好的加工性能, 能促使晶粒细化, 保证了低温韧性。其中 Ni 元素在焊接过程中易和 S、P 形成低熔点共晶, 故有一定的热裂倾向。选择焊接材料时, 应考虑选择低 C、S、P 的焊接材料。

2.2.2 合金元素的加入, 大大增强钢的淬硬性。焊接时应有可靠的焊前预热、层间温度控制、焊后热处理来消除由于淬硬性而引起的冷裂倾向。

2.2.2.1 焊前预热能抑制热影响区的硬化, 促进氢的扩散, 防止冷裂纹。另外, 预热可将工件表面的潮气烘干, 从而减少 O_2 、 H_2 、 N_2 的有害作用。多层焊时要严格控制层间温度, 一般层间温度应控制在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.2.2.2 焊后热处理可以减少冷却过程中的内应力, 减少淬硬组织, 促使氢的扩散逸出, 使杂质在晶体中析出, 即所谓应变时效, 增加低温韧性, 防止冷裂纹。

2.2.3 A333-3 钢为细晶粒钢, 细晶粒组织是低温下良好韧性的重要保证。在焊接过程中, 焊接线能量过大将使焊缝及热影响区的晶粒粗大化, 韧性降低。因此在施工时应严格控制线能量, 保证焊接接头的韧性指标, 防止出现晶粒粗大的铁素体、马氏体或魏氏组织。但是线能量如果太小, 结晶速度太快, 容易造成成分偏析增加脆性, 同时会削弱多层焊时上层焊道对其下层焊道的自回火作用, 对焊缝的韧性不利。

3 焊接工艺的制定

3.1 焊材的选择

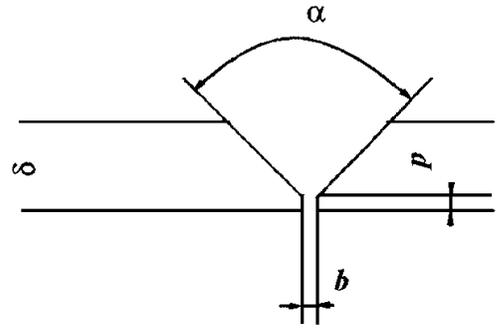
按与母材相容原理, 焊接材料的选用见表 3, 焊材的化学成分见表 4。

表 3 焊材的选用及烘干

焊材	牌号	产地	规格	烘干温度及时间	恒温温度
焊丝	TGS-3N	日本	Φ2.4		
焊条	NB-3N	日本	Φ3.2	350℃~400℃, 1h	100℃~150℃

表 4 焊材的化学成分(%)

焊材	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Mo
焊丝	0.04	0.35	0.86	0.006	0.008	0.12	3.47	0.15
焊条	0.04	0.34	1.00	0.006	0.004		3.46	0.26



$\alpha: 3 \sim 26 \text{ mm}$ $b: 2 \pm \frac{1}{2} \text{ mm}$ $P: 2 \pm \frac{1}{2} \text{ mm}$ $\alpha: 60^\circ \pm 5^\circ$

图 1 采用 V 型坡口

3.2 焊接方法: 采用手工钨极氩弧焊(GTAW)打底, 手工电弧焊(SMAW)填充、盖面的方法。又叫氩电联焊。管径 $\leq 2''$ 采用全手工钨极氩弧焊。

3.3 坡口型式

3.4 焊接规范参数(见表 5)

表 5

焊接方法	焊接层次	电源类型及极性	焊接电流/A	焊接电压/V	Ar 流量/L/min		焊接速度/ $\text{cm} \times \text{min}^{-1}$	预热温度/ $^\circ\text{C}$	层间温度/ $^\circ\text{C}$	焊接线能量/ $\text{J} \times \text{cm}^{-1}$
					管内	枪内				
GTAW	1	直流正接	60~110	8~12	6~8	8~12	≥ 7.5	100~150	100~200	≤ 16000
SMAW	2	直流反接	60~120	20~28			≥ 7.5	100~150	100~200	≤ 16000
SMAW	其它	直流反接	60~120	20~28			≥ 7.5	100~150	100~200	≤ 16000

3.5 焊接层次: 采用多层多道焊

3.6 操作注意事项

3.6.1 焊接时应按规定严格预热, 控制层间温度, 每条焊缝应一次焊完, 若中断, 应采取缓冷措施。

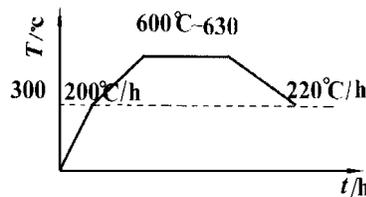
3.6.2 焊件表面严禁电弧擦伤, 收弧应将弧坑填满并用砂轮磨去缺陷。多层焊, 各层间接头要错开。

3.6.3 焊接作业时, 应严格控制线能量, 小电流, 低电压, 快速焊。Φ3.2 的 NB-3N 焊条每根焊接长度必须大于 8 cm。

3.6.4 打底焊接时, 管内必须充 Ar 保护。

3.6.5 在焊接过程中, 必须采用短弧、不摆动的操作方式。

4.3 焊后热处理规范见图 2。



加热宽度为 150 mm; 保温宽度为 400 mm; 热处理恒温时间: 壁厚 $\leq 9 \text{ mm}$ 为 30 分钟; 壁厚 $\geq 9 \text{ mm}$ 为 60 分钟。

图 2 热处理工艺曲线

在焊缝两侧各 25 mm 范围内进行热处理。用电加热, 由热处理机自动控制温度变化曲线; 采用硬度测定法检验热处理效果, 硬度计选用无压痕式, 焊缝及热影响区的硬度值 ≤ 220 。

4 热处理

4.1 预热

预热温度为 $100^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$; 预热范围是焊缝两侧各 100 mm; 以氧乙炔焰(中性焰)的方式加热; 测温蜡笔在距焊缝中心 50~100 mm 处测量温度, 测温点均匀分布, 以温度控制。

4.2 层间温度控制在 $100^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ 之间。

5 焊接质量检验

5.1 焊缝外观检查

焊缝表面不得有裂纹, 气孔, 熔渣, 飞溅和弧坑; 严禁咬边; 角焊缝不得向外凸起。焊缝外观尺寸应符合表 6 的规定。

表 6

焊缝成型	焊缝余高	焊缝每侧增宽
与母材圆滑过渡	0~2 mm	$\leq 2 \text{ mm}$

5.2 焊缝无损检测

石门电厂 2 号机透平油质差的原因分析与改进状况

(长沙电力学院, 湖南 长沙 410077) 肖汉才 周可
(湖南石门电厂) 刘社开 江军 李曙光 吴家祥

摘要: 通过调查研究与论证, 分析找出了石门电厂 300 MW 汽轮机组油系统中带渣、含水的主要原因, 并制定相应改进方案及措施。在利用机组大修实施改进方案后, 取得满意效果。

关键词: 透平油; 分析; 改进; 可靠性

中图分类号: TK264

文献标识码: B

1 引言

300 MW 汽轮发电机组是我国当前电力系统发电多、煤耗低, 具有良好效益的主力机组。石门电厂一期工程于 1995 年和 1996 年, 共投产了两台 300 MW 机组。该厂 1 号、2 号机自投运以来油质一直达不到要求。油系统是汽轮发电机组中的一个极为重要的组成部分, 透平油在润滑、调速和散热冷却等

方面作用重大, 油质好坏至关重要。当进入油中的杂质较多时, 会使汽机转子轴颈磨损, 轴颈表面粗糙, 沟痕较多, 因而会使机组运行振动增大, 将对转子寿命和轴瓦润滑极为不利; 还可能使液压调节设备卡涩, 调节失灵; 另外油中含水严重, 油质乳化, 将腐蚀设备。这些对机组安全稳定运行将构成直接威胁。一台 300 MW 汽轮机组如因油系统故障停机 24 小时, 就将减少发电量 720 万 kW·h, 可见对社会和电厂本身造成的损失是很大的。并且油中含水的问题在许多电厂也时有发生, 是一个较普遍又麻烦的问题。因此防止杂质进入透平油和减少并消除油中含水, 对确保机组安全运行, 无疑具有很大的社会效益和经济效益。由于油质较差, 趁 1998 年 5 月 25 日至 7 月 8 日要对 2 号机进行两年一度大修的机会, 对 2 号机油系统进行了改进。

收稿日期: 1999-03-01

作者简介: 肖汉才(1950-), 男, 湖南长沙人, 长沙电力学院动力系副教授。

焊缝外观检测合格后, 至少 24 小时后方可进行焊缝的无损检测。管道对接焊缝执行 JB4730-94, II 级合格。

6 焊接返修

6.1 焊缝返修焊接工艺与正式焊接工艺相同。

6.2 返修程序: 焊缝返修应在焊后热处理前进行, 若热处理后须返修, 则返修后, 焊缝重新进行热处理。

6.3 焊缝的返修

若焊缝表面成形几何尺寸超标, 允许进行修磨, 且修磨后其厚度不得小于设计要求。若焊缝表面存在缺陷, 应先用砂轮将缺陷清除, 再进行补焊。

焊缝内部缺陷返修: 采用砂轮打磨或碳弧气刨清除缺陷后, 按返修工艺卡返修。

7 结论

(1) 焊接施工的管理

裂解分离装置的这部分低温管线的施工大多是在环境条件不利的条件下进行的, 特别是春季, 三、四级风常见, 灰尘较大, 因此, 施工管理必须十分细致而周到。

(2) 焊接材料的管理

A333-3 钢手工电弧焊所用的焊条是低氢型焊条, 为保证焊接质量, 使用前必须进行烘培。

(3) 只有严格执行焊接工艺规程, 才能获得质量优良的焊缝。

(复 编)

the occasional popping of boiler safety valves. This places a very high demand to the fast response of the combustion control system. The present paper describes a boiler combustion system suited for frequent load changes.

Key words: steam power plant, main boiler, combustion control system

密闭式高温冷凝水回收系统的应用 = **Application of a Sealed High-temperature Condensate Recovery System**

[刊, 汉] / Xia Li (Yunnan Zuxun Tobacco-Leaf Roasting Factory) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 178 ~ 179

Described in this paper are the use-effectiveness of a sealed high-temperature condensate recovery system as well as some test results and use-experience. **Key words:** high-temperature condensate, recovery system, energy savings

泽普石化厂余热锅炉炉管穿漏故障分析 = **An analysis of the Leak-rupture Failure of a Heat-recovery Boiler Tube at Zepu Petrochemical Works**

[刊, 汉] / Chen Rengui (Tarimo Petroleum Prospecting and Development Headquarters) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 180 ~ 182

A tube leak-rupture failure took place in a gas-turbine heat-recovery boiler after a short period of operation. An analysis of the direct cause of the failure indicates that the insertion of an improper throttle orifice-plate in the boiler water circulation system is the main culprit. **Key words:** heat recovery boiler, boiler, failure analysis

A333-3 钢低温管道的焊接 = **Welding of A333-3 Steel Low-temperature Pipeline**

[刊, 汉] / Liang Xiaojie (Daqing Petrochemical Engineering Co.) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 183 ~ 185

Taking the construction of a low-temperature pipeline for a 480,000 t/year ethylene cracking separation plant as an example, this paper focuses on the welding features of low-temperature A333-3 steel tubes. The welding experience and related welding material management are also described. **Key words:** A333-3 steel, low-temperature, welding

石门电厂 2 号机透平油质差的原因分析与改进状况 = **An Analysis of the Causes Leading to Poor Turbine Oil Quality in Shimen Power Plant No. 2 Turbine Unit**

[刊, 汉] / Xiao Hancan, Zhou Ke (Changsha Electric Power Institute), Liu Shekai, et al (Hunan Shimen Power Plant) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 185 ~ 186

As a result of investigations and fact-based reasoning the main causes of slag-carryover and presence of water in the oil of a 300 MW turbine unit oil system at Shimen Power Plant were identified. To cope with the problem, a pertinent improved scheme has been introduced after a major overhaul of the turbine unit and satisfactory results have been finally achieved. **Key words:** turbine oil, analysis, improvement, reliability

循环流化床锅炉的磨损及防磨措施 = **Wear of Circulating Fluidized-bed Boiler Elements and Wear-prevention Measures**

[刊, 汉] / Chen Yuliang, Zhang Tong, Zhang Chunliu, et al (Jinan Boiler Works) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(2). — 187 ~ 188