

# 0Cr13 不锈钢板材对接接头的焊接工艺

王建乐

(珠海巨涛海洋石油服务有限公司, 广东 珠海 519050)

**摘要:**关于 0Cr13 不锈钢焊接工艺的资料很少, 针对 0Cr13 的钢种界定也有不同的观点。在设计或业主没有特殊要求的情况下, 制造单位普遍采用 JB/T4709-2000 推荐的 Cr-Ni 不锈钢焊材进行施工。通过实际生产、力学试验和金相试验, 较为系统地论述了 0Cr13 不锈钢板对接接头的焊接工艺评定过程和结果。

**关键词:**0Cr13; 力学试验; 金相试验; 电镜扫描; 热影响区脆化; 焊接工艺

**中图分类号:**TG457.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2303(2010)02-0061-03

## Research on welding procedure of butt welding for 0Cr13 stainless steel

WANG Jian-le

(Zhuhai Jutao Sea Oil Service Co., Ltd., Zhuhai 519050, China)

**Abstract:** Lots of technology books and treatises seldom refer to welding procedure of stainless steel 0Cr13, even in different books give the different specification for 0Cr13. Most of manufactories adopt welding consumables recommended in JB/4709-2000 unless there have the additional requirements from clients and design department. This text discussed the welding procedure qualification for 0Cr13 and analyse the result through welding construction, mechanical testing and microscopic examination.

**Key words:** 0Cr13; mechanical testing; microscopic examination; scanning electron microscope; brittleness in HAZ; welding procedure

## 0 前言

2008 年 11 月, 珠海巨涛海洋石油服务有限公司承接了某客户的一、二级反应器和加氢反应器的制造任务, 其中有多处承压部件材料为 0Cr13, 初期依据 JB/T4709-2000《钢制压力容器焊接规程》选用 A302 焊条采用焊条电弧焊焊接了板厚 10 mm 的对接接头, 并进行工艺评定, 焊接工艺如下: V 型 60°坡口, 钝边 2 mm, 间隙 2 mm; 背面采用碳弧气刨清根, 打磨后焊接, 具体参数如表 1 所示。

焊后进行了 100%射线探伤合格, 并按要求制备试块, 在进行力学试验时, 虽然拉伸试验结果较为

表 1 HP08-04 试件的焊接工艺参数

焊道/ 焊层	焊接 方法	填充材料 牌号, 直径	焊接电流 I/A, 极性	电弧电压 U/V	焊速 v/cm·min <sup>-1</sup>
1/1~1/2	SMAW	A302, $\phi$ 4.0	155~160, DC-	30~32	20~25
1/3*	SMAW*	A302, $\phi$ 4.0*	160, DC-	32*	20*

备注: \* 为背面清根后。

理想, 但弯曲试验均不合格, 严重的试块甚至完全断为两半, 究其原因, 进行了以下分析。

## 1 母材及焊接材料选择

母材及焊接材料的化学成分和机械性能如表 1 所示。

表 2 材料化学成分及力学性能

材料	牌号	规格 /mm	批号	化学成分/%								力学性能		
				w(C)	w(Si)	w(Mn)	w(P)	w(S)	w(Cr)	w(Ni)	w(Mo)	w(Cu)	抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /%
母材	0Cr13	10	3G54221L	0.072	0.560	0.310	0.032	0.024	13.200	0.250	—	—	525	24
焊材	A302	$\phi$ 4.0	81116235	0.072	0.610	1.140	0.029	0.009	24.560	12.660	0.058	0.120	605	41

收稿日期: 2009-10-13

作者简介: 王建乐(1972—), 男, 河南洛阳人, 工程师, 主要从事压力容器焊接的工作。

## 2 试板断口外观检查

试板断裂部位均位于焊道熔合线紧邻母材一侧约 1 mm 处, 且沿焊道方向发展。断口表面金属有

光泽,焊缝金属晶粒由外至内逐渐粗大。另外,焊缝正面断口外观性能优于背面。

### 3 焊接试板力学和弯曲性能试验

试验结果如表3所示。

表3 焊接试板(HP08-04)力学和弯曲性能试验报告

力学性能		弯曲性能		
抗拉强度 $R_m$ /MPa	拉伸试样 断裂位置	面弯 $d=4a$ 180°	背弯 $d=4a$ 180°	弯轴直径 $D$ /mm
515	母材	断裂	断裂	40
515	母材	断裂	合格	40

综合分析,初步判断此问题根源是由热影响区脆化导致。

#### (1)金相组织。

断口处金相组织为铁素体+断口处沿晶界分布的马氏体,如图1所示。离断口较远处金相组织为铁素体+回火索氏体,如图2所示。

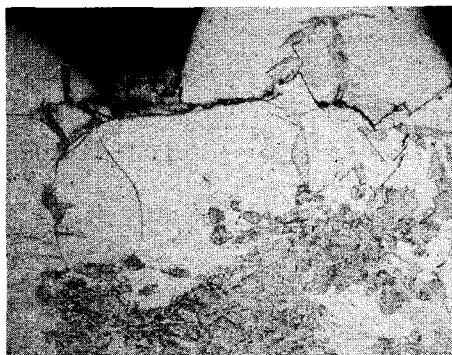


图1 断口处金相组织(200×)

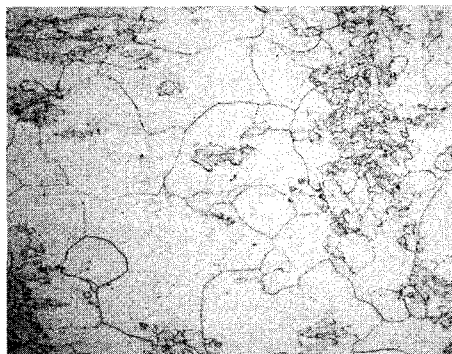


图2 离断口较远处金相组织(200×)

#### (2)扫描电镜。

断口低倍形貌如图3所示,整个断口主要呈结晶状,只在断口边缘有少部分剪切唇区;剪切唇区微观形貌如图4所示,呈细小韧窝特征;断口中部微观形貌如图5所示,主要呈解理特征,晶粒粗大,且具有方向性;断口两侧区域微观形貌如图6所示,

也主要呈解理特征,晶粒粗大,但晶粒为等轴状。

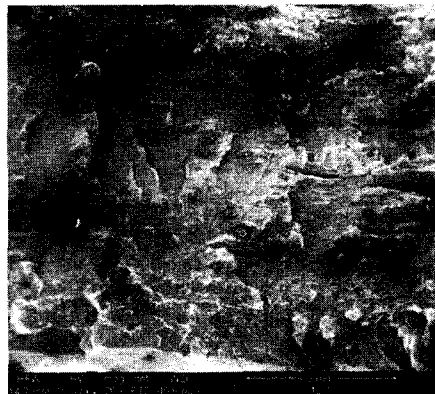


图3 断口低倍形貌(20×)

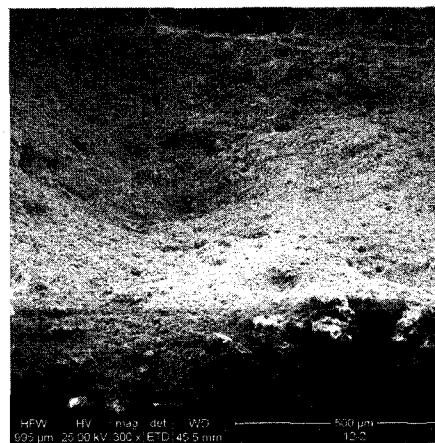


图4 剪切唇区微观形貌(300×)

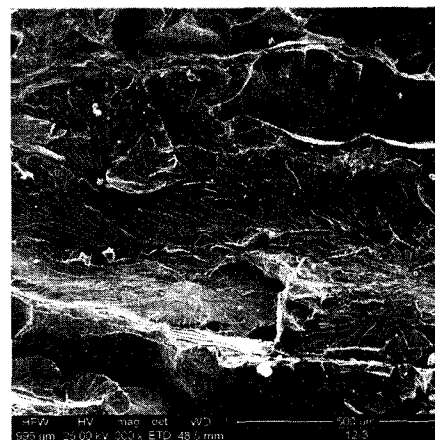


图5 断口中部微观形貌(300×)

通过试验可知,热影响区的铁素体在焊接过程中产生了马氏体的转变,并且晶粒粗大现象较为明显。

### 4 解决措施

针对问题产生原因制作了第2组焊接试板,并在以下几方面进行了相应调整,以改善接头热影响区组织发生脆性转变现象。焊接工艺参数如表4所示。



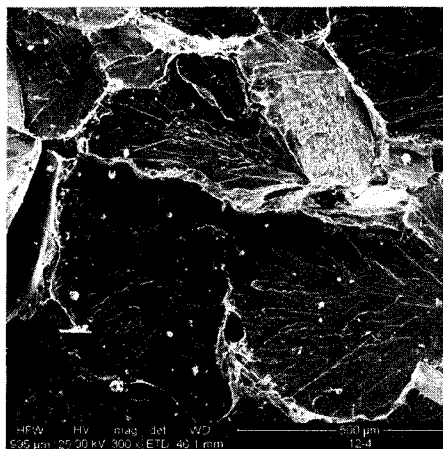


图6 断口两侧区域微观形貌(300×)

表4 试板 HP08-04 改进后的焊接工艺参数

焊道/ 焊层	焊接 方法	填充 材料	焊接电流 I/A, 极性	电弧电压 U/V	焊速 v/cm·min <sup>-1</sup>
1/1~1/2	SMAW	A307, $\phi$ 4.0	149, DC-	30	30
1/3*	SMAW*	A307, $\phi$ 4.0*	149, DC-	31~32*	24*

备注: \* 为背面清根后。

(1)改用低氢型焊材,并适当降低热输入,以改善接头性能。材料化学成分和力学性能如表5所示。

(2)针对当时环境温度较低(0℃以下),进行了焊前预热 150℃~200℃,焊后岩棉保温缓冷。

(3)背面清根改为机械打磨,降低接头增碳。

按照上述工艺焊接后,对加工试板进行力学实验,外观检查合格,RT100%探伤 I 级合格;力学性

表5 材料化学成分及力学性能

材料	牌号	规格 /mm	批号	化学成分/%								力学性能		
				w(C)	w(Si)	w(Mn)	w(P)	w(S)	w(Cr)	w(Ni)	w(Mo)	w(Cu)	抗拉强度 $\sigma_t$ /MPa	伸长率 $\delta$ /%
母材	0Cr13	10	3G54221L	0.072	0.560	0.310	0.032	0.024	13.200	0.250	—	—	525	24
焊材	A307	$\phi$ 4.0	80721215	0.096	0.430	1.940	0.028	0.008	23.590	12.300	0.520	0.210	610	39

能试验结果如表6所示,试验结果完全合格。

## 5 结论

(1)焊接是个实践性很强的专业,有时候针对具体生产情况,一些标准、规范或者外单位成功的经验并不是完全适用于本企业。

(2)对一些重要接头的焊接,在解决接头脆化问题时,低氢(或低碳)焊材的选用效果较为明显。

表6 第2组试板力学和弯曲性能试验报告

力学性能		弯曲性能		
抗拉强度 $R_m$ /MPa	拉伸试样 断裂位置	面弯 $d=4a-1$ 180°	背弯 $d=4a-1$ 180°	弯轴直径 D/mm
530	母材	合格	合格	40
530	母材	合格	合格	40

(3)在环境温度过低等外部条件下,要采取适当的处理措施。

## 使用等离子弧能够焊接哪些金属材料?

凡氩弧焊能焊的材料均可用等离子弧焊接,如碳钢、耐热钢、蒙乃尔合金、可伐合金、钛合金、铜合金、铝合金以及镁合金等。

除铝、镁及其合金外,其余材料均采用直流正极性接法焊接;铝、镁及其合金采用交流或直流反极性接法焊接。用直流正极性等离子弧焊可焊材料厚度范围一般为 0.3~6.4 mm。交流变极性等离子弧单道可焊铝合金厚度达 12 mm(穿透法)。

等离子弧焊接的冶金过程与氩弧焊相同,只是由于等离子弧有较小的电弧直径,焊接时母材熔化量少,所以焊缝深宽比大,热影响区窄。焊接时对每一种母材的预热、后热以及气体保护等工艺要求与氩弧焊相同。