

# 不锈复合板压力容器的焊接工艺

何世海

韦 哲

(沈阳工业大学金属材料工程系)(沈阳石油化工容器制造厂)

**摘 要** 主要对20 g + sus321不锈复合板压力容器的焊接工艺进行了研究,分析了过渡层焊缝产生热裂纹的原因及防止措施,为实际生产提供了切实可行的焊接材料及焊接工艺规范

**关键词:** 不锈复合钢板; 压力容器; 热裂纹; 焊接工艺

**中图法分类号:** TG 44

## 0 引 言

在石油、化工、医药等领域,有大量设备处在极为严重的腐蚀状态下,对这些设备必须采用耐蚀性较好的不锈钢材料。然而由于不锈钢价格昂贵使得这些设备造价很高。为了解决这一难题,国内外许多钢厂研制了复合钢板,并在这几年逐步得到了广泛的应用。它既可以取代某些环境下的纯不锈钢结构,又能达到防腐和降低造价的目的。但由于复合钢板是爆炸成形的,基层与覆层的分子之间结合既不同于基层的性能又不同于覆层的性能,所以,这种机械结合显然不能同原子之间的结合相比,因而用它来制造压力容器,在制造上必然与单纯的基层或覆层的制造不同。

我们对该不锈钢复合钢板(20g + sus321)的焊接工艺进行了深入的试验研究,并在 $\Phi 200\text{mm} \times 28\text{mm}$ 旋膜除氧塔焊接生产中得以应用。

## 1 试验材料

试验用的母材为北京产20 g + sus321不锈钢复合钢板。基层20 g,厚25 mm,复层为sus321,厚3 mm。复合钢板的化学成分及力学性能见表1。

试 验 用 国 产

表1 20 g + sus321复合钢板的化学成分及力学性能

牌 号	化 学 成 分 %										力 学 性 能			
											$\sigma_b$	$\sigma_s$	$\delta_5$	A kv
											MPa	MPa	%	J
20 g	0.12	0.18	0.64	0.022	0.020	-	-	-	-	-	415	270	28	52
sus321	0.046	0.53	1.42	0.001	0.027	17.4	9.1	0.47	0.012	-	618	332	55	-

J426焊条( $\Phi 4$ 、 $\Phi 5$ )焊

接基层打底部分,过

渡层用 A 302 焊条

( $\Phi 4$ ) 焊接,复层用

A 132焊条( $\Phi 4$ )焊接。

基层除打底部分外均

采用埋弧自动焊,焊丝牌号为 H 08 A,直径  $\Phi 4\text{mm}$ ,焊剂为 H J 431。

## 2 焊接工艺试验

20 g + sus321 不锈钢复合钢板手工焊+埋弧焊组合焊焊接坡口形式及尺寸见图1。图中数字为焊接顺序。基层打底部分用 J 426 焊条, 其余部分采用埋弧自动焊。过渡层的焊接应尽量选用较快的焊接速度, 并采用多道焊, 以期减少结合比, 降低稀释率。复层侧的焊接采用多层多道焊, 注意控制层间温度, 一般应小于 60℃。焊接参数见表2。

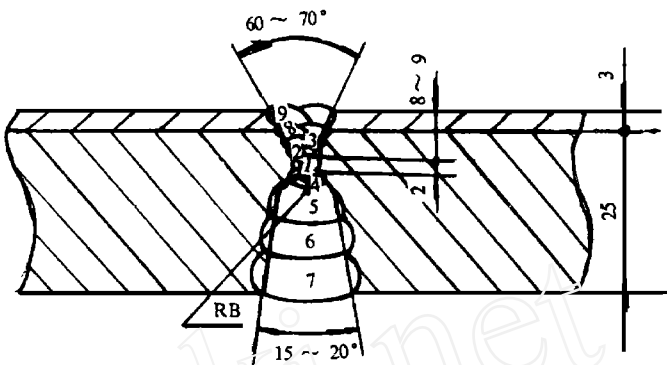


图1 坡口形式、尺寸及焊接顺序(对接间隙3mm)

表2 焊接规范参数

焊缝	焊接材料	焊丝(条) 直径/mm	第几层及 每层道数	焊接方法	焊接电流/A	焊接电压/V	焊接速度/mm/根
基层	J426	Q4	1~ 2/1	SMAW	160~ 185	26~ 32	240~ 250
			3/1	SMAW	210~ 220	35~ 40	180~ 200
		Q5	4/1	SMAW	280~ 290	35~ 40	200~ 230
	H08A						
	HJ431	Q4	5~ 7/1	SMAW	710~ 720	36~ 38	18~ 20
过渡层	A 302	Q4	8/2	SMAW	145~ 155	20~ 26	180~ 190
复层	A 132	Q4	9/2	SMAW	150~ 160	20~ 26	230~ 260

## 3 实验结果分析

### 3.1 过渡层焊缝热裂纹的产生及防止

过渡层焊缝原为单道焊缝, 焊后往往在焊缝表面出现短段纵向热裂纹。分析其原因是由于单道焊热输入量较大, 粗大柱状晶较为发达, 这有利于低熔点物质析集于中心线处; 另外, 单道焊缝所承受的拉伸应力也较大, 从而导致焊缝纵向裂纹的产生。而过渡层采用两道焊缝, 则减少了焊缝的热输入, 减小了焊缝截面, 这可细化晶粒, 增强塑性, 减小焊接应力, 从而避免热裂纹的产生。复层按此方法也能避免焊缝热裂纹的产生。这一点已为实践所证实。

### 3.2 焊接接头力学性能

焊接接头力学性能见表3。按 GB 150-89 对接头进行了冷弯试验, 在拉伸面上无任何缺陷, 表明接头具有良好的塑性和致密性。

### 3.3 焊接接头耐蚀性

采用 GB 4334-84T 法对复层焊缝进行晶间腐蚀试验。试件分焊态和焊后热处理状态 ((850±10)℃, 20 min) 两组, 均通过了晶间腐蚀试验。

表3 焊接接头力学性能及弯曲试验一览表

试 验 报 告 编 号	试 验 热 处 理 状 态	力 学 性 能					弯 曲 试 验		弯 轴 直 径 $d = 3a$
		抗拉强 度/MPa	拉伸试件 断裂位置	冲击试验/V			面 背 弯 弯	侧弯4件 $a = 180^\circ$	
HP03-10	不 做 热 处 理	477	HA Z	焊缝	20	56 70 50	合格		30
						42 44 40			
		477	HA Z	HA Z	20	88 90 98			
						100 80 70			
HP03-04	热 处 理 850 $\times$ 1/3h	445	HA Z	焊缝	20	88 90 98	合格		30
		448	HA Z	HA Z	20	100 80 70			

## 4 实际产品焊接

考虑到上述接头在实际生产中均有直接的验证试件,焊接质量靠焊接工艺评定和焊工技能两方面来保证,故试验一开始就选调了两名精干的焊工参加试验的全过程。一方面评定他们的焊接技能,另一方面使他们熟悉焊接此类接头的情况。实际产品施焊就是由这几名焊工操作的。每条焊缝焊完后,封头拼缝100% RT 探伤,筒体焊缝 20% RT 探伤,所有内表面复层焊缝进行100% 着色检查。焊接严格遵守工艺评定参数。在所有的 RT 检查中,仅有5% 的片子需要返修。着色检查全部合格。其质量符合 GB 8165-87《不锈钢复合钢板》的要求。

## 5 结 论

(1) 对旋膜除氧塔接头进行的焊接工艺评定试验的各项指标均满足产品的设计要求。实际产品的焊接质量良好,客户感到满意。

(2) 针对该接头中含有两种不同材质,焊接时分别选用 J426、H08A、A 302 及 A 132 焊条(丝),实践证明是成功的,对焊接材料的选用、焊接规范的选取是合理的。

(3) 焊接过程表明,在基层打底焊后可用自动大线量焊接,不仅提高了效率,而且也能保证各项力学性能达到母材性能。过渡层和复层采用小电流快速多层多道焊,可以使焊缝有较强的塑韧性和良好的抗腐蚀能力,而且不易产生裂纹。

(4) 对复合钢板厚板所选用的 K 形和 V 形组合接头形式是适用的。

(5) 在过渡层焊接过程中,单道焊和多道焊对焊缝裂纹有明显影响。实践证明,单道焊极易产生裂纹,而多道焊控制得当不易产生裂纹。

### 参考文献

- 1 全国压力容器标准化技术委员会编写. GB 8165-87 不锈钢复合钢板. 北京: 学苑出版社, 1987
- 2 化学工业部设备设计技术中心站编写. CD 130A 3-84 不锈复合钢板焊制压力容器技术条件. 北京: 中国寰球化学工业出版社, 1984
- 3 全国压力容器标准化技术委员会编写. GB 150-89 钢制压力容器. 北京: 学苑出版社, 1989

## Investigation of Welding Procedure of Pressure Vessel Made From Stainless Steel Compound Plate

*H e Shihai, W ei Zhe*

### Abstract

This paper describes the investigation of welding procedure of pressure vessel made from 20 g+ sus321 stainless steel compound plate. The cause and prevention measure of hot cracking in the transitional zone are analysed. The applicable welding material and process parameters for the production are provided.

**Key words:** stainless steel compound plate; pressure vessel; hot cracking; welding process

(邓美艳 编辑)

(上接第31面)

### 参考文献

- 1 微软公司. MSUAL BASIC 程序参考手册. 北京: 学苑出版社, 1994
- 2 魏彬. ACCESS for WINDOWS 精粹. 北京: 学苑出版社, 1995

## Design and Implementation of a Practical Medical Card Management System

*Zhang Shengnan, Song Litang, Huang Youqun*

### Abstract

Comparing with other MIS, a doctor-oriented medical card input and management system has higher requirements for specialization, real-time and friendly user interface level. The combination of medical card input and diagnosis process is a neck and difficult point of doctor participating in medical card management. This paper states the special requirements for the development of medical card system by a specific example, moreover, it also introduces the train of thought and technique of implementation.

**Key words:** medical card; database; user interface

(邓美艳 编辑)