



8mm薄板FGB法埋弧焊接工艺及终端裂纹分析

屠涛雄 李华 易武强

【摘要】 对8mm厚的Q345B钢板进行FGB法埋弧焊接工艺研究和焊接终端裂纹分析, 研究得出最佳焊接参数。另外, 可以采用将熄弧板加长至400mm和对焊接终端200mm处采用CO₂气体保护焊进行密封焊道加固, 来解决焊接终端裂纹问题。

关键字: 薄板; FGB法埋弧焊接; 终端裂纹

FGB法是一种在母材正面开V形坡口, 在坡口中添加一定量铁粉, 坡口反面粘贴带有玻璃纤维布的陶瓷衬垫, 在正面进行施焊实现正反两面成形的一种埋弧焊接技术, 它可以实现12~25mm厚度钢板的焊接。因具有装配简单, 对坡口精度要求不高, 能实现中厚板高效焊接等优点, 所以广泛应用于船体曲面板

的焊接。然而, 在焊接过程中, 由于焊接受热不均匀且在拉应力的作用下, 极易产生终端裂纹, 对焊接接头性能造成危害。因此, 对FGB法埋弧焊接终端裂纹进行分析十分必要。

1. 试验材料、设备及方法

本研究选用母材尺寸为500mm×200mm×8mm的Q345B, 待焊试样有4组, 第1组

母材开自然坡口, 其他三组母材开I形坡口, 埋弧焊丝牌号均为TGM—50 (H10Mn2), 焊丝直径为4.0mm, 焊剂为TGF—52E烧结焊剂, 焊剂颗粒度为10~60目, 背面玻璃纤维陶瓷衬垫牌号是TG—B1。焊前对母材Q345B进行去污处理, 把焊剂在350℃下保温2h, 待焊钢板装配时根部间隙为0~2mm, 引弧板长度为

4. 结语

AP1000是世界第三代先进核电技术, 由于主蒸汽管台焊接施工无前期经验可以借鉴, 所以主蒸汽管台的焊接质量控制存在极大困难和挑战。本文重点通过对主蒸汽管台焊接施工难点、施工技术条件、焊接工艺、防变形工装及焊接顺序等几方面的阐述, 以达到充分掌握主蒸汽管台焊接技术、施工难点, 保证主蒸汽管

台焊接施工质量及各项技术要求, 为后续AP1000主蒸汽管台的焊接积累经验的目的。

参考文献:

- [1]陈祝年.焊接工程师手册[M].北京:机械工业出版社, 2001.
- [2]ASME IX, Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures,

Welders, Brazers, Welding and Brazing Operator[S].2013.
[3]ASME III, Rules for Construction of Nuclear Facility Components[S].1998, 2000 Addenda.

作者简介:王轶等,浙江兴土桥梁专用装备制造有限公司。

MW 20171026

50mm, 熄弧板长度为200mm。

采用型号为MZC—1250埋弧焊机对待焊钢板进行FGB法埋弧焊接, 焊接参数如表1所示。

2. 试验结果及分析

(1) FGB法埋弧焊缝宏观形貌 图1是不同焊接参数下FGB法埋弧焊缝形貌, 由图1可知, 在本焊接参数条件下, 均能获得较为美观的焊缝形貌, 最佳焊接参数为3#和4#试样。由此可得, 采用FGB埋弧焊接Q345B钢板, 合适的焊接参数是坡口角度为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$, 坡口间隙0~2mm, 钢板错边控制在0~2mm以内。若错边超过3mm, 衬垫难以贴合密切, 容易出现铁液侧漏现象。

(2) FGB焊接角变形 图2是测量试样3#和4#的角变形, 由图可以看出, 焊缝纵向变形量为3mm, 横向变形量为5~6mm, 在有效焊接接头范围内。

(3) FGB埋弧焊缝终端裂纹分析 对十几对试板进行超声波检测和切开试板进行观察, 发现在焊缝终端接近熄弧板附近极易出现纵向裂纹, 终端裂纹的长度为100~120mm, 如图3所示。为了解决焊缝终端裂纹的问题, 初步考虑将焊缝引出板增加至400mm, 试图将弧坑裂纹引至引出板上, 结果如图4所示。由图4b的横截面发现, 焊缝出现结晶偏析现象, 在图4a焊缝上截取拉伸试样进行横向拉伸试验, 结果表明, 断裂发生在焊缝处, 由此可知, 焊缝终端裂纹问题并未得到解决。

FGB法埋弧焊接时, 焊接终端产生裂纹主要有三个方面原

因: 一是焊缝终端温度场发生变化; 二是焊缝端部受拉应力作用; 三是FGB法埋弧焊缝背面有陶瓷衬垫的保温作用, 使熔池的结晶方向发生改变, 产生结晶偏析。

由此, 进一步考虑采用对焊缝终端进行加固和改变焊缝终

端温度场的方法来解决FGB法埋弧焊缝终端裂纹问题。即对焊缝终端采用 CO_2 气体保护焊密封焊道, 焊道长度为200mm, 焊道厚度为4mm。此处焊接电流减小至400A, 主要起盖面作用。焊缝加固如图5所示。具体焊接参数如表2所示。

表1 焊接参数

编号	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/ $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$
1	550	32	52
2	580	32	55
3	600	32	55
4	600	32	55

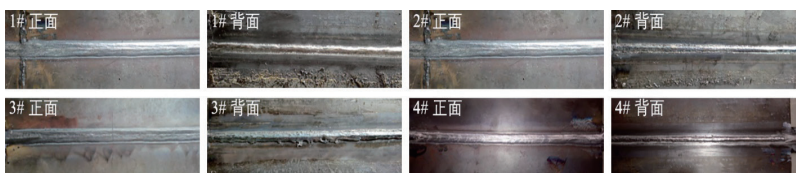


图1 试样1#~4# FGB法埋弧焊缝形貌

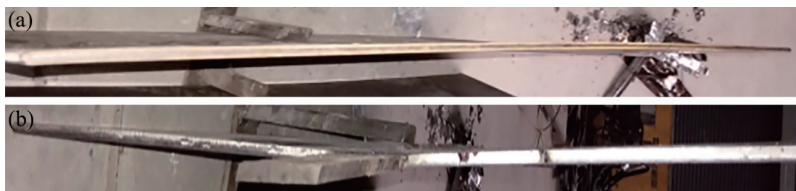


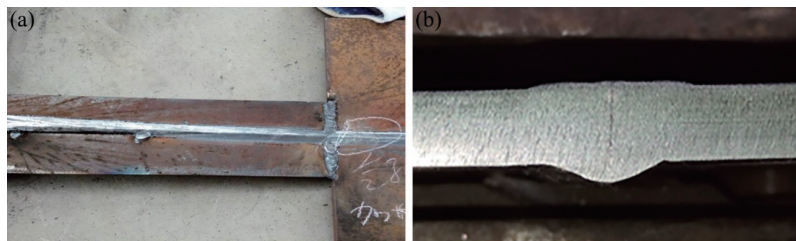
图2 焊缝变形量

注: (a) 为焊缝纵向变形量; (b) 为焊缝横向变形量。



(a) 为焊缝正面图1 (b) 为焊缝正面图2 (c) 为焊缝横截面

图3 熄弧板长度为200mm时焊缝宏观形貌



(a) 为焊缝正面 (b) 焊缝横截

图4 熄弧板长度为400mm时焊缝宏观形貌

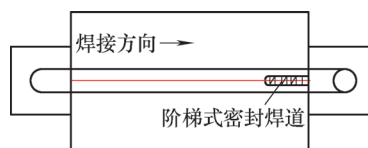


图5 对焊缝终端进行密封焊道加固示意

表2 拟解决终端裂纹的FGB法埋弧焊接参数

焊接位置	焊丝直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹
终端打底	1.2	240	28	—
正面焊接	4.0	600	32	55
终端焊接	4.0	400	32	50

对焊接终端进行打底焊，在距离焊接终端200mm处，打磨出坡口角度为50°、间隙2~4mm，背面粘贴陶质衬垫，用 $\phi 1.2$ mm的焊丝对钢板进行CO₂气体保护打底焊，打底厚度为5mm。随后采用 $\phi 4.0$ mm的焊丝FGB法埋弧焊接钢板，焊接至打底焊位置，减小电流至400A继续焊接。所获

得焊缝美观，分别截取焊缝中间位置，CO₂气体保护焊与埋弧焊接接头处和焊接终端进行横向拉伸试验，拉伸结果如图6所示，拉伸断裂均断在母材，焊缝拉伸性能满足实际使用要求。通过进行宏观金相观察，熔池分为上下两个，解决了开裂问题。宏观金相如图7所示。



图6 拉伸试验结果

注：1为CO₂气体保护焊与埋弧焊接头处；2为焊接终端；3为焊缝中间位置。



图7 宏观金相

3. 结语

(1) 采用FGB法埋弧焊接厚度为8mm的Q345B钢板时，最佳焊接工艺参数为：采用I形坡口，根部间隙为0~2mm，焊接电流为600A，电弧电压为32V，焊接速度为每分钟55cm。

(2) 采用FGB法埋弧焊接厚度为8mm的Q345B钢板时，焊接终端产生裂纹主要是端部温度场变化和拉应力共同作用的结果。

(3) 在距离焊缝终端200mm处，采用CO₂气体保护焊对焊接终端进行密封焊道加固，并将引出板长度加长至400mm，可以解决焊接终端裂纹问题。

参考文献：

- [1]李鹏，等.FAB埋弧自动单面焊焊接技术的应用[J].中国水运，2015，15（3）：93-94.
- [2]蒋晓青，杜学铭.CO₂单面焊陶瓷衬垫试验研究[J].热加工工艺，2008，37（11）：71-73.
- [3]柳金海，陈百城.金属管道焊接工艺便携册[M].北京：机械工业出版社，2005（1）1-2.
- [4]倪慧峰.船舶焊接技术应用[J].现代焊接，2007（11）4-5.

作者简介：屠涛雄等，武汉天高熔接股份有限公司。

MW 20170927