

大型集装箱船超厚板立对接焊接工艺

沪东中华造船(集团)有限公司 (上海 200129) 许志祥 边东成 沈志根

1. 概述

随着大型集装箱系列船规模不断扩大, 船体结构所用的钢材其板厚度和强度级别也明显增大。由于集装箱船主甲板不连续的特殊船体结构形式, 厚度 $>50\text{mm}$ 的超厚板高强度船体结构钢主要分布于货舱区的抗扭箱(舷顶分段)及舱口围区域。以8530TEU系列集装箱船为例, 抗扭箱(舷顶分段)及舱口围区域的舷顶列板、纵壁板、主甲板、舱口围板、舱口围面板等部位钢板厚度都达到了68mm, 而且钢材强度达到了E36及E40级, 如图1所示。

这些区域的分段在总组或船坞搭载过程中, 都会遇到厚板立对接的焊接。尤其是舱口围区域, 厚板立对接焊缝占据了该区域厚

板焊缝工作量的70%, 其焊接生产效率的高低直接影响着集装箱船船坞建造周期的长短。因此为了提高超厚板立对接缝的生产效率, 需选用合适的焊接坡口形式、焊接方法和工艺措施等, 以缩短船坞建造周期和保证焊缝质量。

2. 坡口形式

对于超厚板的焊接坡口, 从焊缝结晶学的角度上看, 选用U形或双U形的坡口更有利于焊缝金属细化晶粒, 从而使焊接接头的力学性能更佳。但U形或双U形坡口只适用于机械加工的方法, 而厚板

采用机械加工的方法切割坡口效率较低, 并且现场由于生产限制及精度控制等方面的原因, 局部区域的厚板立对接大接头还存在二次手工修割的现象, 再考虑到经济性及实用性等因素, 实际生产时厚板坡口加工一般选用氧乙炔火焰切割较多, 而厚板坡口形式也以V形或X形坡口为主。

通常立对接缝的坡口形式均为V形坡口, 角度 40° , 间隙6mm。但对于68mm的厚板, 仍然选用同样的坡口角度和间隙必然使焊材消耗和焊接工作量大大增加。而在总组或船坞搭载的实际生产中的坡口间隙普遍偏大, 常常达到8~14mm, 坡口面积增大, 焊接工作量更是成倍增加。因此在保证焊缝与坡口两侧的母材良好熔合的前提下, 应适当减小坡口角度。另一方面, 厚板立对接焊接通常采用 CO_2 半自动焊工艺, 而 CO_2 半自动焊焊接时一般焊丝伸出长度加上电弧长度约为20mm, 如图2所示。为了确保 CO_2 焊枪操作方便, 坡口根部以上20mm的宽度应不小于焊枪喷嘴的宽度。按照此原则, 可选用 32° 的V形坡口, 间隙9mm, 如图3所示。

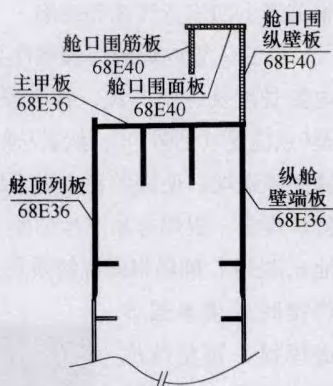


图1 超厚板分布

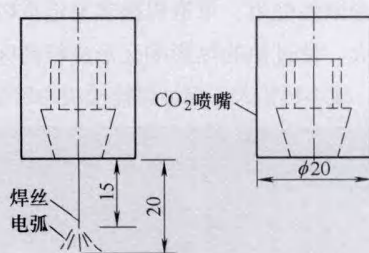


图2 焊丝伸出长度及电弧长度

为进一步提高生产效率和减小焊接变形, 可将厚板立对接的坡口形式由V形坡口改为X形坡口。但具体生产设计时, 还应根据实际生产状态进行选择, 通常舱口围纵壁板、舱口围筋板、舷顶列板、

纵壁端板在船坞搭载时都可选用X形坡口形式。但抗扭箱主甲板在总组时由于反面施焊困难,故应以V形坡口为宜。

3. 焊接工艺

厚板立对接缝一般

采用多层多道焊,由于焊道数目较多,且对焊工操作水平要求较高,很容易产生夹渣、未熔合等焊接缺陷。此外,对于68mm的E36钢,焊前还应预热至120~150℃,高温环境下焊接劳动强度较大,也

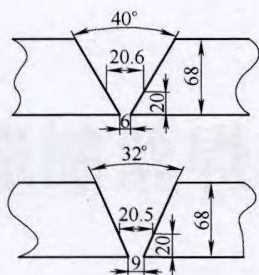


图3 坡口根部以上20mm宽度

是影响焊接效率和质量的重要因素。因此,应推广使用EGW(气电自动立焊)等自动焊工艺,用自动化来保证焊接质量和降低劳动强度。

故采用CO₂半自动焊与EGW混合焊工艺来焊接厚板立对接缝,即先用CO₂半自动焊对焊缝进行打底,然后采用EGW垂直气电焊盖面焊,或构架面侧采用CO₂半自动焊,非构架面侧采用EGW垂直气电焊,如图4所示,焊接方法如附表所示。

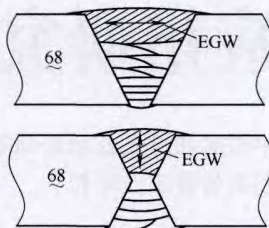
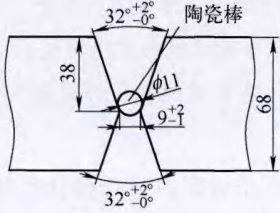
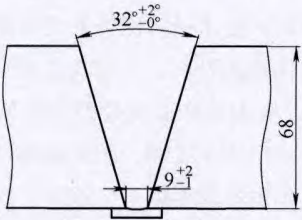


图4 混合焊工艺

厚板立对接缝焊接方法

序号	焊接方法	E40母材厚度/mm	焊接材料	坡口形式
1	CO ₂ 半自动焊与EGW混合焊	68	Supercored 81-K2 (φ1.4mm) DWS-1LG (φ1.6mm)	
2	CO ₂ 半自动焊与EGW混合焊	68	Supercored 81-K2 (φ1.4mm) DWS-1LG (φ1.6mm)	

此外,为了方便CO₂半自动焊进行操作,我们还对其焊枪喷嘴进行了改进,将圆柱形喷嘴(φ20mm)改用锥形喷嘴(φ12~φ16mm),更有利于焊丝在坡口两侧摆动和停留,使焊缝与母材熔合良好,如图5所示。

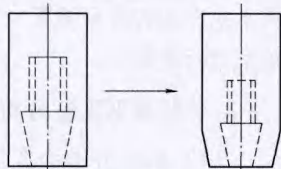


图5 CO₂喷嘴形式改进

4. 实施效果

厚板立对接按表中采用混合焊工艺进行了GL船级社的工艺认可试验,宏观试样如图6所示,各项试验结果均满足规范要求,并在实际生产中推广使用。

此外,8530TEU船厚板立对接缝焊接工作量与5688TEU船相比,几乎增加了一倍,但8530TEU船与5688TEU船的船坞周期基本持平,可见通过坡口



图6 混合焊宏观照片

形式优化以及焊接工艺改进,厚板立对接缝焊接效率大大提高,为缩短船坞周期创造了有利条件。

5. 结语

超厚板立对接焊接是建造大型集装箱船的关键技术之一,在实际生产中,选择适当厚板的坡口加工方法和坡口形式,扩大EGW等自动化焊接工艺应用范围,是提高厚板焊接生产效率的重要途径。

MW (20120509)