

HYSY201船辅线埋弧焊接 工艺应用研究

杨晓飞 刘永贞 刘斌 李维锋 秦贞伟

【摘要】 本文介绍了新建工程船舶HYSY201船辅线埋弧焊接工艺研究, 包括管材端部处理工艺、坡口设计、坡口组对及内焊焊接工艺研究等, 利用HYSY201船配备的MILLER埋弧设备进行焊接试验, 并对试验结果进行了测评。结果表明, 试验件焊缝的性能完全满足海底管线铺设要求。

关键词: HYSY201船; 埋弧焊; 内焊; 工艺开发

1. 概述

HYSY201船做为亚洲和中国首艘具备3000m级深水作业能力的海洋工程船舶, 在左右舷两条辅线配备了全新的埋弧焊接系统。对于22寸(726mm)管径以上管线可以启用12m大臂进行内焊, 以提高焊接效率, 这也是国内海管铺设首次引进埋弧内焊系统。为了内焊机尽快投入使用, 我们提前进行了工艺研究, 并针对荔湾3-1项目的30寸(990mm)管线, 开发了一套完整的埋弧焊接工艺。

目前国内其他工程船舶蓝疆、202等没有预制线, 在采用双节点铺设的时候需要在甲板上搭工棚进行焊接预制, 空间较小, 无法配置埋弧焊接设备, 通常采用STT+FCAW焊接工艺进行双节点预制, 效率较低。而HYSY201配备的辅线埋弧焊接系统利用SAW焊接工艺直接进行双

节点预制, 效率提高一倍且不易产生焊接缺陷, 并减少了工人的劳动强度。

2. 焊接试验

(1) 试验用管材和焊材 试验用海管材质为X65, 满足API 5L标准要求, 规格为 $\phi 762\text{mm} \times 28.6\text{mm}$, 其主要化学成分如表1所示。

埋弧焊接工艺填充金属采用天泰焊材 $\phi 3.2\text{mm}$ 的TSW-E40焊丝, 焊剂TF-210, 符合AWS A5.23, 其化学成分如表2所示。

(2) 焊接系统 整个埋弧焊接系统, 焊接电源采用意大利Miller公司生产的SUB ARC DC 1250, 焊接控制面板为HDC1500 DX。

(3) 试件准备 在埋弧焊接工艺研究中, 坡口设计至关重要, 它最大程度地体现了这种工艺的科学性, 将焊接效率发挥至最大。将常规的埋弧焊的V形坡口改为 $30^\circ + 12^\circ$ 复合坡口, 减少了焊丝的填充量, 也减少焊道数量及焊接周期, 在辅线第一站进行打底和热焊道焊接, 第二站进行填充焊接, 第三站进行盖面焊接及内焊。由于坡口设计合理, 没有排焊, 可以较为平均的分配三站的焊接道次, 尽量做到各站时间较为一致, 所以提高了辅线流水预制的焊接效率。试件坡口、组对及焊道设计如图1、图2所示。

表1 试验母材化学成分(质量分数) (%)

母材	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr
X65	0.07	1.38	0.14	0.01	0.19	0.2	0.2

表2 焊材化学成分(质量分数) (%)

牌号	C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni
TSW-E40	0.074	1.4	0.345	0.015	0.002	0.22	0.932

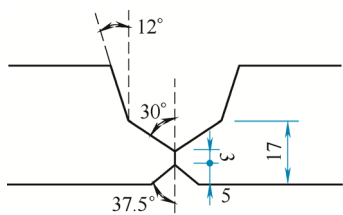


图1 坡口设计

(4) 焊接参数 焊接参数如表3所示，在焊接过程中严格控制热输入。

3. 操作要点

(1) 焊接前要确定坡口加工的精度，使用内对中器对中，确认组对间隙为零且无错皮现象。将坡口区域及两侧清理干净，无铁锈毛刺及油污，并进行管端部消磁处理。

(2) 预热及层间温度。为防止焊接裂纹，在焊接高强度的海底管线时应采用预热并控制层间温度，本次试验采用预热温度60℃以去除表面水汽，层间温度≤250℃。

(3) 由于采用内焊工艺，没有背面清根，要严格控制根焊道的电流大小，如果电流较低，则根部易出现未熔合缺陷，电流太大容易烧穿。

(4) 要注意3个焊接站每台焊机的实际电压、电流及焊接速度是否与面板吻合，并要及时作出调整，保证焊接以正确的参数完成。控制焊丝干伸长度，长度控制在20~25mm为宜。

(5) 保证焊接小车轮子行走在平整的管面上，避免因管面突起的纵焊缝导致小车行走不稳，造成电弧不稳定或偏移形成缺陷。

4. 试验结果

(1) NDT检测及宏观形

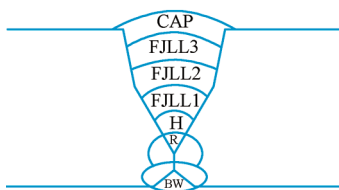


图2 焊道设计

貌 焊接完毕经水冷后对焊缝按照DNV-OS-F101 2005标准进行NDT(无损检测)检测，包括外观检测、X射线检测。焊缝外观如图3所示，成形均匀美观，无表面气孔、夹渣、咬边及裂纹等缺陷。焊缝内部质量无夹渣、无未熔合、无未焊透和裂纹等缺陷，评片合格，完全符合检测接收标准。

图4为焊缝金属和热影响区的横断面，用肉眼观察，焊缝金属和母材完全熔透、熔合情况

良好，无裂纹，对照刻度尺，焊缝焊根及表面余高均符合标准要求，测试结果满足要求。

(2) 焊接接头的力学性能测试 根据 DNV-OS-F101 2005 标准的要求对焊接试件进行了拉伸、弯曲、冲击及硬度测试。

各项性能测试结果如下：

第一，对试件的焊缝焊缝金属、热影响区、母材进行了显微硬度测试(见图5)，发现硬度最高值出现在焊缝金属，约为230HV，小于酸性介质中管线钢的硬度极限值250HV，说明所采用的焊接工艺是成功的。

第二，对比表4中母材的力学性能，可以发现焊缝金属的抗拉强度值都较高，而且拉伸试样均断在母材，表明焊缝力学性能

表3 焊接参数

焊层	电流极性	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min ⁻¹
BW	DCEP	620	35	40
ROOT	DCEP	475	25	50
HOT PASS	DCEP	575	27	50
FILL	DCEP	600	30	40
CAP	DCEP	600	32	50



图3 焊缝外观形貌



图4 焊缝截面宏观形貌

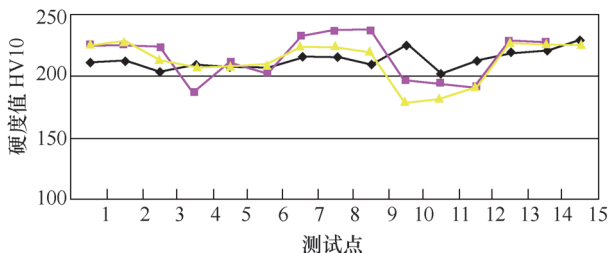


图5 硬度测试值



CPR1000核电核岛施工焊接质量控制

惠维山

【摘要】 本文主要介绍了CPR1000核电项目核岛施工主要焊接项目，总结了CPR1000核电焊接管理的特点和核电建造施工焊接质量控制的经验、方法和管理流程，以期对国内核电核岛施工的焊接质量控制提供借鉴，提高核电施工焊接质量水平。

关键词： 核岛；质量控制；焊接

1. 概述

由于核电在役运行具有高温、高压、放射、腐蚀以及系统不易检修等特点，所以对核电站建设特别是核岛安装过程中焊接产品质量的控制尤为重要。焊接过程在ISO9000：2008版标准中

被称为“需要确认的过程”。这一特殊过程需要在实施之前对焊接人员、焊接设备、焊接材料、焊接方法等预先确认，过程的实施和随后的检测和试验中要全面跟踪并都应留下可追溯的证实性材料；在HAF003中，也特别强

调了对焊接过程的工艺过程控制要求。焊接质量的优劣，直接影响核电工程的质量控制、进度控制及成本控制，关系到核电站优质、高效的建成和安全、经济地运行。

核电核岛施工的焊接质量控

表4 焊接接头和母材的拉伸力学性能

试样编号	规格/mm	抗拉强度/MPa	断裂部位
SP-108-C1	25.36 × 29.36	665	BM
SP-108-C2	25.19 × 29.52	670	BM
SP-108-C3	25.25 × 29.61	660	BM
SP-108-C4	25.26 × 29.24	660	BM

良好。

第三，弯曲试验压头尺寸为90mm，弯曲角度为180°。试验的8个试样均无裂纹，说明焊缝表面和根部的塑性良好。

第四，冲击试验在-20℃的条件下进行，在焊缝中心、熔合线、距熔合线2mm处和距熔合线5mm处共完成6组试验，冲击

吸收能量最小值大于170J，高于标准要求（最小值27J，平均值34J）。

5. 结语

通过在201船进行埋弧焊接试验及焊缝金属的各项性能试验结果的分析，可以得到以下结论。

（1）利用现场埋弧焊接试验，并对焊缝金属进行无损检

测及力学性能试验，结果表明焊缝表面、内部状况以及其拉伸性能、侧弯性能、硬度都满足工程使用要求。

（2）201船埋弧内焊机的应用提高了辅线海管预制效率，降低了工人的劳动强度。

参考文献：

- [1] 杨昕.X80管线钢STT+药芯自保护焊接工艺研究[J]. 2008, 38（11）：7-8.

作者简介：杨晓飞等，海洋石油工程股份有限公司焊接实验室。

MW 20161130