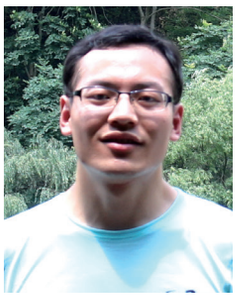


桩腿耦合器下底板焊接返修技术

张涛　贾义庚　王胜　卢华兴

【摘要】针对桩腿耦合器下底板焊接缺陷进行焊接工艺评定，试验结果表明焊接返修后焊缝性能满足工程要求，焊接返修参数合理，采用碳弧气刨清除缺陷并控制焊接过程达到可使用状态。

关键词：桩腿；焊接返修；焊接工艺评定

1. 概述

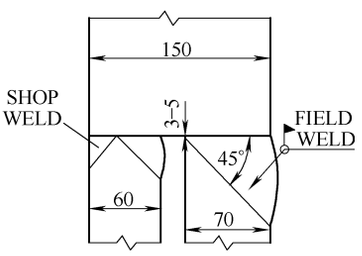
桩腿耦合器是一种常用于组块海上安装的缓冲结构，主要目的是实现组块的软着陆，防止组块和导管架桩腿海上对接时刚性接触而导致结构受损，减缓组块安装对导管架桩腿的冲击力。桩腿耦合器主要由接收器、砂箱和缓冲装置等组成。然而，海上环境的变化莫测导致海上施工作业难度大，在有桩腿耦合装置保护的情况下，仍然无法避免导管架桩腿和桩腿耦合器受损。我公司针对海上安装中受损的桩腿耦合器下底板进行焊接修复，为工程实践提供参考。

针对受损的桩腿耦合器进行焊接返修设计，桩腿耦合器下底板板厚150mm，预先在下底板左侧焊接预制60mm板厚进行加固支撑，按照导管腿规格卷制70mm厚的伸长段，现场安装时在下底板右侧区域气刨清除现有焊缝，将伸长段上端焊接至下底板右侧区域，下端在海上完成与导管架桩腿的海上对接。典型的焊缝设计如附图所示。

2. 焊接工艺评定

桩腿耦合器下底板厚度150mm，环焊缝拘束度大，焊接返修难度大。考虑返修次数的可能性，针对二次全熔透返修后的焊缝性能进行工艺评定。

试验母材选用EN10225:2009 S355KT－40，厚度70mm，采用SMAW+FCAW－GS焊接工艺，焊条选用E7016，焊丝选用E81T1－K2C，母材及焊丝化学成分如表1所示。坡口形式采用T形接头，根部间隙3~5mm，钝边1~2mm，返修参数如表2所示。



焊缝设计示意

采用AWS D1.1/D1.1M:2015进行焊缝冲击、宏观和硬度试验，试验结果如表3所示。试样宏观完好无缺陷，硬度结果：母材硬度151~162HV_5，焊缝硬度199~230HV_5，热影响区硬度峰值254HV_5。

3. 焊接返修控制

焊接返修控制注意事项：①坡口及坡口周边除锈打磨干净。组对前做UT检测焊接面有无遗漏的裂纹和夹层等缺陷。②考虑下环板厚度大，环向焊缝拘束大，采用电加热进行焊接预热，证层间无缺陷，层间熔合的非常好；最后进行盖面层的焊接，可以保证外观成形好，焊缝均匀圆滑。

采用钨极氩弧焊进行管子全位置焊接，相较于焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、药芯焊丝电弧焊这几种焊接方法，RT探伤合格率最高，外观成形最好。

这种高质量的工艺方法，已经应用于多年的管路焊接制造中，焊接质量完全满足使用要求。

作者简介：卢忠华，青岛海西船舶柴油机有限公司。

MW 20161022

表1 母材及焊丝化学成分（质量分数） （%）

试验材料	化学成分								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
S355KT－40	0.11	0.30	1.41	0.012	0.0013	0.12	0.03	0.02	0.002
E7016	0.06	0.51	0.99	0.011	0.003	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
E81T1－K2C	0.03	0.29	1.16	0.012	0.009	1.38	0.03	0.01	0.02

表2 返修参数

焊道	焊接方法	电流极性	焊丝直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min^{-1}	热输入/kJ·mm^{-1}
根焊	SMAW	DCEP	3.2	70~90	19~22	50~100	1.2~2.0
填充	FCAW－GS	DCEP	1.2	190~260	22~28	150~300	1.4~2.2
盖面	FCAW－GS	DCEP	1.2	180~220	22~24	200~300	1.4~1.8

表3 夏比冲击试验

试验温度/℃	试样尺寸/mm×mm×mm	取样位置	缺口位置	冲击吸收能量/J			
				1	2	3	平均值
-40	55×10×10	面部直边侧	焊缝中心	112.8	107.8	103.2	108
			熔合线(母材侧)	140.8	89.6	70.4	100
			熔合线(原始焊缝侧)	135.4	60.1	82.5	93
			熔合线+2	>300	92.0	>300	>231
			熔合线+5	220.1	>300	>300	>273
		根部直边侧	焊缝中心	117.0	122.8	121.4	120
			熔合线(母材侧)	220.1	198.9	228.0	216
			熔合线(原始焊缝侧)	132.1	109.5	111.4	118
			熔合线+2	>300	241.9	>300	>281
			熔合线+5	>300	>300	>300	>300

预热温度至少保证110℃，测量位置应距离坡口边缘150mm处，整个焊接过程温度≥110℃。③横焊位置焊接，由于焊接速度和焊缝冷却速度快并且熔敷金属在重力作用下，容易出现未熔合缺陷，因此焊接过程中，在保证预热温度的同时，适当提高焊接热输入。④每道焊接前应打磨以避免夹渣。⑤焊接前将焊丝前端约2mm剪掉，以避免药芯焊丝内部药粉吸潮影响焊接质量。生锈的焊丝应该丢弃。⑥选择优秀的焊工，焊接前应培训熟悉焊丝平焊位置下的焊接特点。⑦焊条电弧焊焊工应配备校核过的焊条保温桶，保温温度至少65℃。焊条应该在4h内使用完毕，未使用的焊条要进行重新烘干后再使用。⑧焊后覆盖防火毯缓冷至室温，48h后进行磁粉和超声波检测。

4. 结语

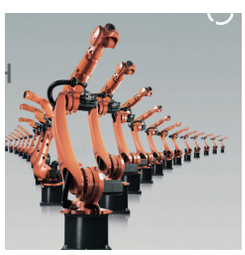
采用焊接工艺评定的返修参数进行下底板返修焊接，合理控制焊接过程，返修后焊缝无损检测合格，顺利完成陆地准备工作，为海上对接安装提供保障。

参考文献：

[1] 高峰，等.组块桩腿耦合装置预制新工艺[J].石油化工设备，2015（9）：64-66.

作者简介：张涛等，深圳赤湾胜宝旺工程有限公司。

MW 20161022

KUKA机器人闪耀亮相2016中国国际工业博览会

第18届中国国际工业博览会于2016年11月1~5日在上海国家会展中心举行，KUKA公司携卓越的机器人应用以崭新互动模式重磅登陆，并于举行KR CYBERTECH系列机器人的新品发布会。KUKA以领先世界工业机器人技术发展的产品及技术，为工业领域各个行业的客户提供优秀的智能产品及解决方案，必将引领“工业4.0”时代的智能化潮流。KUKA之前曾推出KR CYBERTECHnano系列机器人产品，它们极其灵活、性能优异、结构紧凑，给观众和客户留下了深刻的印象。这次推出KR CYBERTECH系列功能更强大、作用范围更广的新款机器人，再次丰富了其低负载机器人的产品组合。本次展出的Robot Team双机器人焊接工作站采用了两台KR CYBERTECH机器人KR8 R1420及KR 10 R1420，展示了紧凑高效的焊接作业，而隆重推出的新品在机床上下料应用展示更是完美呈现了它极高的集成度和精细的驱动特性。（KUKA）