



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103433697 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201310346511.4

审查员 陈均伟

(22)申请日 2013.08.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103433697 A

(43)申请公布日 2013.12.11

(73)专利权人 中国石油天然气第六建设公司  
地址 541004 广西壮族自治区桂林市七星  
区空明西路7号

(72)发明人 吕远锋 梁强 李俊益 邱华勇  
刘奕炬 秦芳珍 肖海元 杨明来  
梁文伟 蒋正勇 苏东伟

(51)Int.Cl.

B23P 15/00(2006.01)

B23K 9/18(2006.01)

B23K 9/02(2006.01)

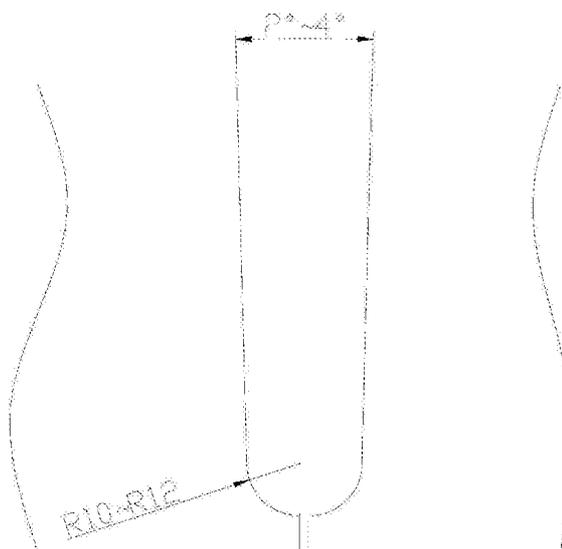
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺

(57)摘要

本发明公开一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,包括以下步骤:下料、坡口加工、焊前预热、填充层焊接、后热处理、无损检测,所述厚壁梁柱纵缝及环缝坡口为窄U型;填充层焊接采用窄间隙埋弧焊,焊接时层间温度控制在150~250℃。本发明坡口为窄U型,坡口宽度小,并且采用窄间隙埋弧焊接工艺,不仅提高了工作效率,还节约的焊接材料,与现有的焊接工艺相比,节约40%的焊接材料,同时,本发明减小了焊接应力,改善了焊接接头的综合力学性能,提高了焊缝的抗裂能力。



1. 一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,包括以下步骤:下料、坡口加工、焊前预热、填充层焊接、后热处理、无损检测,其特征在于:厚壁梁柱纵缝及环缝坡口为窄U型;填充层焊接采用窄间隙埋弧焊,焊接时层间温度控制在 $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ ;所述焊前预热温度控制在 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ ;后热处理的温度控制在 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ ,维持 $1\sim 2$ 小时。

2. 根据权利要求1所述的海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,其特征在于:焊接时所用焊丝的直径为 $4.0\text{mm}$ ,焊接电流为 $550\sim 650\text{A}$ ,焊接电压为 $30\sim 36\text{V}$ ,焊接速度为 $35\sim 45\text{cm/min}$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,其特征在于:所述窄U型坡口角度为 $2\sim 4^{\circ}$ ,坡口底部弧形半径 $10\sim 12\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求3所述的海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,其特征在于:在进行无损检测时,采用TOFD或PAUT检测法。

5. 根据权利要求3所述的海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,其特征在于:厚壁梁柱的纵缝坡口采用刨边机或铣边机加工,环缝采用立式车床加工。

## 一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海洋工程装备的焊接技术领域,具体涉及一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺。

### 背景技术

[0002] 海洋工程装备是非常庞大的钢结构,制造材料厚度大、强度高,制造过程中需要采用高效的焊接技术,才能满足其在耐腐蚀性、稳定性和安全性等方面的严格要求,以确保其在海洋环境中进行正常作业。海工装备焊接技术的难点主要是制造材料多为厚钢板和材料的强度较高,如使用普通的焊接工艺,无法达到海洋装备的要求。现有当中海工装备的制造工艺,包括选料、开坡口、焊接、检测。如公告号为CN101879645B的中国发明专利,一种低温环境海洋工程大厚钢板埋弧焊的工艺方法,其坡口为X型或K型,打底焊接方法选用药芯焊丝二氧化碳气体保护焊“FCAW-G”,填充及盖面焊接方法选用埋弧自动焊“SAW”,这样的焊接工艺,其坡口宽,消耗焊接材料多,效率低,且易产生裂纹和气孔,无法确保其在海洋环境中进行正常作业,特别是壁厚为50~215mm的梁柱,其焊接工艺更是有待进一步提高。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种坡口小、焊接材料消耗少、效率高的海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案如下:

[0005] 一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,包括以下步骤:下料、坡口加工、焊前预热、填充层焊接、后热处理、无损检测,厚壁梁柱纵缝及环缝坡口为窄U型;填充层焊接采用窄间隙埋弧焊,焊接时层间温度控制在150~250℃。本发明的工艺采用了窄间隙埋弧焊对坡口进行焊接,其坡口小、焊接材料消耗少、效率高,且不易产生裂纹和气孔,焊接质量佳。

[0006] 上述方案中,焊接时所用焊丝的直径为4.0mm,焊接电流为550~650A,焊接电压为30~36V,焊接速度为35~45cm/min。采用上述参数,焊接线能量较小,改善了焊接接头的力学性能,同时填充金属量少,使焊接应力小和焊接接头综合力学性能良好,提高了焊接接头的抗裂性能。

[0007] 上述方案中,所述焊前预热温度控制在100~150℃。

[0008] 在焊接时,会产生氢离子,为了可以排除氢离子,防止产生裂缝,后热处理温度控制在300~350℃,维持1~2小时。

[0009] 上述方案中,所述窄U型坡口角度为2~4°,坡口底部弧形半径10~12mm。

[0010] 上述方案中,在进行无损检测时,采用TOFD或PAUT检测法。

[0011] 为了精确加工坡口,厚壁梁柱的纵缝坡口采用刨边机或铣边机加工,环缝采用立式车床加工。

[0012] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0013] 1、坡口为窄U型,坡口宽度小,并且采用窄间隙埋弧焊接工艺,不仅提高了工作效

率,还节约了焊接材料,与现有的焊接工艺相比,节约40%的焊接材料;

[0014] 2、优化了窄间隙埋弧焊的焊接工艺参数,使得焊接完成的梁柱达到海洋工程装备梁柱焊接的各项指标,以确保其在海洋环境中进行正常作业;

[0015] 3、窄U型坡口的形状,可以实现自动脱渣,不需要在焊接过程中停止进行脱渣,进而可以实现自动化的连续焊接,从而提高了工作效率;

[0016] 4、本发明可以焊接厚壁梁柱,特别是壁厚为50~215mm的梁柱,其焊接质量得到有效的控制。

## 附图说明

[0017] 图1为焊接接头简图。

## 具体实施方式

[0018] 实施例1

[0019] 本发明一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,包括以下步骤:

[0020] 1)选择焊丝:可以根据焊接梁柱(板)的不同,选择相应的焊丝,通常选用H08A或H10Mn2,在本实施例中,选择H08A。

[0021] 2)切割下料。

[0022] 3)坡口加工:厚壁梁柱的焊接坡口,纵缝可采用刨边机或铣边机加工成窄U型,环缝则采用立式车床将坡口加工为窄U型,该窄U型坡口角度为 $2^{\circ}$ ,坡口底部弧形半径10mm。

[0023] 4)焊前预热:在进行预热前,将坡口表面及两侧的氧化层、熔渣、水、油污等杂质清除;在焊接开始前,采用火焰加热或电加热的方式对焊接部位进行预热处理,预热位置为焊接面的背面,预热温度控制在 $100^{\circ}\text{C}$ 的范围之内。

[0024] 5)填充层焊接:窄间隙埋弧焊机启动前应设置好焊接电流、焊接电压、焊接速度以及纵向和横向跟踪参数,环缝焊接时还要设定环缝直径、搭接长度等参数,使窄间隙埋弧焊机在焊接过程中实现自动换道,从而实现整道焊缝的连续不间断焊接。所述焊丝的直径为4.0mm,焊接电流为550~650A,焊接电压为30~36V,焊接速度为35~45cm/min。同时,焊接层间温度应控制的 $150^{\circ}\text{C}$ 之间。

[0025] 6)后热处理:为避免焊缝冷却过快致使氢来不及逸出而产生裂纹,厚壁梁柱焊后必须立即进行后热处理,后热的温度控制在 $300^{\circ}\text{C}$ ,根据厚度的不同,后热保持时间在2小时。

[0026] 7)无损检测:焊接完成后,要目视检查其外观成型质量,主要包括有无沙眼、气孔、焊瘤等缺陷;并且还要在焊后24小时以后进行100%TOFD检测,检测合格级别最低需达到II级合格。

[0027] 实施例2

[0028] 本发明一种海洋工程装备厚壁梁柱焊接工艺,包括以下步骤:

[0029] 1)选择焊丝:可以根据焊接梁柱(板)的不同,选择相应的焊丝,通常选用H08A或H10Mn2,在本实施例中,选择H10Mn2。

[0030] 2)切割下料。

[0031] 3)坡口加工:厚壁梁柱的焊接坡口,纵缝可采用刨边机或铣边机加工成窄U型,环

缝则采用立式车床将坡口加工为窄U型,该窄U型坡口角度为 $4^{\circ}$ ,坡口底部弧形半径12mm。

[0032] 4)焊前预热:在进行预热前,将坡口表面及两侧的氧化层、熔渣、水、油污等杂质清除;在焊接开始前,采用火焰加热或电加热的方式对焊接部位进行预热处理,预热位置为焊接面的背面,预热温度控制在 $150^{\circ}\text{C}$ 的范围之内。

[0033] 5)填充层焊接:窄间隙埋弧焊机启动前应设置好焊接电流、焊接电压、焊接速度以及纵向和横向跟踪参数,环缝焊接时还要设定环缝直径、搭接长度等参数,使窄间隙埋弧焊机在焊接过程中实现自动换道,从而实现整道焊缝的连续不间断焊接。所述焊丝的直径为4.0mm,焊接电流为550~650A,焊接电压为30~36V,焊接速度为35~45cm/min。同时,焊接层间温度应控制的 $250^{\circ}\text{C}$ 之间。

[0034] 6)后热处理:为避免焊缝冷却过快致使氢来不及逸出而产生裂纹,厚壁梁柱焊后必须立即进行后热处理,后热的温度控制在 $350^{\circ}\text{C}$ ,根据厚度的不同,后热保持时间在1小时。

[0035] 7)无损检测:焊接完成后,要目视检查其外观成型质量,主要包括有无沙眼、气孔、焊瘤等缺陷;并且还要在焊后24小时以后进行100%PAUT检测,检测合格级别最低需达到II级合格。

[0036] 采用窄间隙埋弧焊焊接纵焊缝及环焊缝。焊缝坡口为U型窄间隙形式,以试验的环缝为例,钢板厚度为178mm,内径为2500mm,按理论计算需要287kg焊材,实际消耗焊材300kg,在相同条件下,X型坡口理论计算需要488kg焊材,窄间隙埋弧焊可节约41.2%的焊材。试验焊接了两道纵焊缝及一道环焊缝,焊缝长度为13.4m,经TOFD检测,合格率为100%,其力学性能见表1。

[0037] 表1

[0038]

拉伸试验						
试样编号	试样宽度 (mm)	试样厚度 (mm)	横截面积 (mm <sup>2</sup> )	最大载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)	断裂部位和特征
790-1-1	25.17	28.03	705.5	340	482	焊缝区
790-1-2	25.57	29.52	754.8	368	488	热影响区
790-2-1	25.65	28.02	718.7	350	487	焊缝区
790-2-2	25.78	29.49	760.3	385	506	热影响区
790	φ10.15		80.90	52	643	焊缝区
弯曲试验						
试样编号	试样类型	试样厚度 (mm)	弯心直径 (mm)	弯曲角度 (°)	试验结果	
790-1	侧弯	10	40	180	合格	
790-2	侧弯	10	40	180	合格	
790-3	侧弯	10	40	180	合格	
790-4	侧弯	10	40	180	合格	
冲击试验						
试样编号	试样尺寸	夏比 V 型缺口位置	试验温度 (°C)	冲击吸收功 (J)		
790-1	55×10×10	焊缝区	-20	260、254、249 平均：254		
790-2	55×10×10	焊缝区	-20			
790-3	55×10×10	焊缝区	-20			
790-4	55×10×10	热影响区	-20	184、240、250 平均：225		
790-5	55×10×10	热影响区	-20			
790-6	55×10×10	热影响区	-20			
790-7	55×10×10	母材	-20	205、250、220 平均：225		
790-8	55×10×10	母材	-20			
790-9	55×10×10	母材	-20			

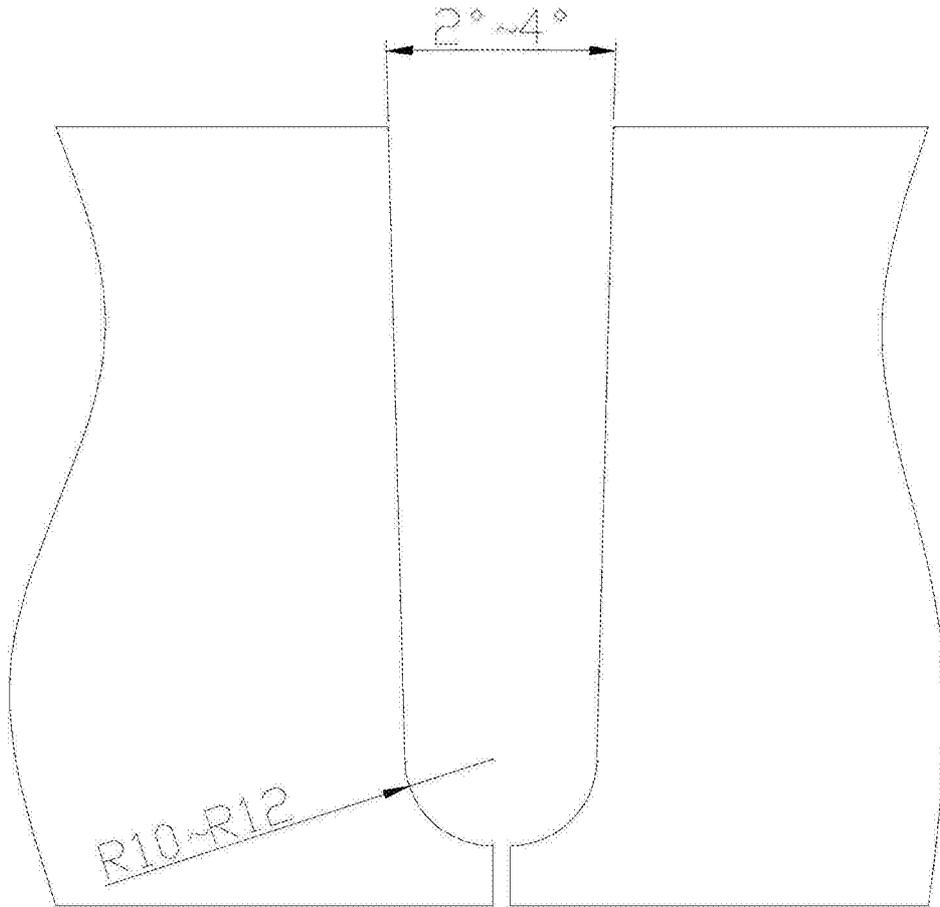


图1