



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103447672 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201310358837. 9

(22) 申请日 2013. 08. 16

(71) 申请人 江苏省沙钢钢铁研究院有限公司

地址 215625 江苏省苏州市张家港市锦丰镇
永新路沙钢钢铁研究院

(72) 发明人 张宇 潘鑫 郭慧英 何玉春

(51) Int. Cl.

B23K 9/18 (2006. 01)

B23K 9/235 (2006. 01)

B23K 9/23 (2006. 01)

B23K 33/00 (2006. 01)

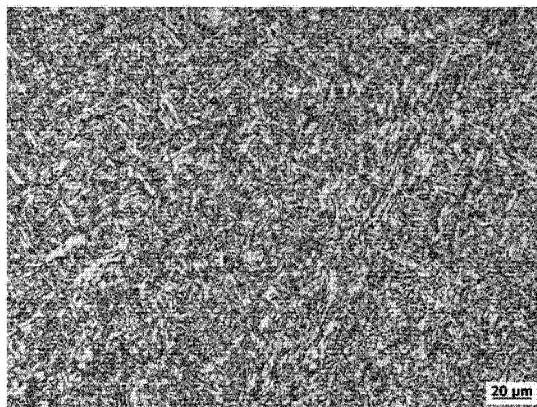
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板的
埋弧焊接工艺

(57) 摘要

本发明涉及一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板埋弧焊接工艺, 包括以下步骤: 1) 对钢板进行焊接冷裂纹敏感性试验, 确定所需的最低预热温度; 2) 焊接坡口采用对称双 U 型, 坡口角度为 $25 \sim 35^\circ$, 钝边厚度 $3 \sim 5\text{mm}$, 钝边间隙 $1 \sim 2\text{mm}$; 3) 采用抗拉强度 $\geq 830\text{MPa}$, -60°C 冲击功 $\geq 100\text{J}$ 的焊丝; 4) 焊接电流 $450 \sim 680\text{A}$, 焊接电压 $29 \sim 36\text{V}$, 焊接速度 $38 \sim 50\text{cm/min}$, 焊接热输入量 $15 \sim 40\text{kJ/cm}$, 焊剂烘烤制度为 $350^\circ\text{C} \times 2.5\text{h}$; 5) 采用单面焊双面成型 STT 技术的气保焊进行打底焊, 然后进行开展埋弧焊接直至填满。使用本发明方法得到的焊接接头的各项力学性能满足船级社要求, 尤其是焊缝区和焊接热影响区能保持较高的低温冲击韧性。



1. 一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板的埋弧焊接工艺,其特征在于,该工艺包括以下步骤:

(1) 开展系列冷裂纹敏感性试验,对比分析不同焊接条件下的焊接接头质量,从而确定焊接时所需的最低预热温度;

(2) 钢板厚度为 80 ~ 100mm,采用对称双 U 型坡口,坡口角度为 25 ~ 35°,钝边厚度为 3 ~ 5mm,钝边间隙 1 ~ 2mm;

(3) 焊前对钢板进行除油污及烘干处理,待装备完毕后,将钢板加热至步骤(1)所述的最低预热温度以上;

(4) 采用单面焊双面成型 STT 模式的气保焊进行打底焊,然后进行 15 ~ 20 焊道埋弧填充,且要确保焊板的横向变形角度 10 ~ 15° 之间;然后翻面,利用炭弧气刨从反面去除气保焊道,并显露出正面的埋弧焊道,露出焊道的宽度要大于 6mm,然后进行埋弧焊接,直至完成反面;再返回正面,利用埋弧填充,直至填满;

(5) 焊接过程中层间温度控制在 150 ~ 250℃ 之间;

(6) 焊后进行消氢处理,将焊板加热至 300 ~ 350℃ 并保温 3 ~ 4 小时,然后缓冷至室温;

焊后制得的焊缝金属以重量百分比计其化学成分包括: C 0.03 ~ 0.10%, Si 0.20 ~ 0.40%, Mn 1.3 ~ 1.8%, S ≤ 0.01%, P ≤ 0.02%, Ni 2.0 ~ 3.0%, Mo 0.3 ~ 0.8%, Ti 0.02 ~ 0.15%, B 0.001 ~ 0.008%, O 0.02 ~ 0.04%, 且 Mn/Ni ≤ 0.6, 余量为铁及不可避免的杂质。

2. 根据权利要求 1 所述的一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板的埋弧焊接工艺,其特征在于: 焊接工艺参数为: 焊接电流 450 ~ 680A, 焊接电压 29 ~ 36V, 焊接速度 38 ~ 50cm/min, 焊接热输入量 15 ~ 40kJ/cm, 焊剂的烘烤制度为 350℃ × 2.5h。

一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板的埋弧焊接工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种埋弧焊接工艺,具体的说是一种厚度规格达 80 ~ 100mm 的屈服强度 690MPa 级低温钢板的埋弧焊接工艺。

背景技术

[0002] 随着我国船舶和海洋工程行业的快速发展,超大型船舶、油气钻采平台、以及输送管道等装备制造行业得到了快速发展,已经被列入了国家的“十二五”发展规划中,也被列入了国家的新兴重点产业目录。上述装备制造产业的发展对高强度、高韧性、大厚度钢板提出了迫切需求,最具代表性的厚度达 100mm 的超高强度船板 F690,该钢种的屈服强度 $\geq 690\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 830\text{MPa}$,延伸率 $\geq 16\%$, -60°C 冲击功 $\geq 100\text{J}$,韧脆转变温度低于 -70°C ,可广泛应用于低温地区船舶、钻采平台等结构。

[0003] 国内外多家钢厂相继开发了能够满足上述性能要求的低温钢 F690,综合力学性能优异, -60°C 低温冲击性能稳定;厚度规格 60mm 以下可热轧态供货,100mm 以下可调质态供货。该类钢种的工业应用离不开焊接工艺和焊接材料的配套,目前来看,焊接工艺和焊接材料还不成熟。

[0004] 该类钢种合金含量高,碳当量 0.60 以上,导致焊接冷裂纹敏感性大、且焊后延迟裂纹敏感性强;另外,由于厚度规格达到 100mm,也使得裂纹倾向进一步加大。焊接实践中很难确保焊接接头的质量和性能,比如焊接接头的强度偏低,焊缝金属的 -60°C 冲击功不达标等问题,很难能够兼顾强度和冲击韧性两项指标,不能满足当前行业的要求,制约了该类钢种及相关行业的发展。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的缺点,本发明的目的在于提供一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板的埋弧焊接工艺,适用于船舶和海洋平台等大型钢结构的焊接加工作业,并且能够确保焊接接头具备足够的强度并满足 -60°C 低温冲击韧性,同时确保焊缝及焊接热影响区具有较高的低温冲击韧性。

[0006] 本发明解决上述问题的技术方案是:

[0007] 一种大厚度屈服强度 690MPa 级低温钢板的埋弧工艺,包括以下步骤:

[0008] (1) 开展系列冷裂纹敏感性试验,对比分析不同焊接条件下的焊接接头质量,从而确定焊接时所需的最低预热温度;

[0009] (2) 钢板厚度为 80 ~ 100mm,采用对称双 U 型坡口,坡口角度为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$,钝边厚度为 3 ~ 5mm,钝边间隙 1 ~ 2mm;

[0010] (3) 焊前对钢板进行除油污及烘干处理,待装备完毕后,将钢板加热至步骤(1)所述的最低预热温度以上;

[0011] (4) 采用单面焊双面成型 STT 模式的气保焊进行打底焊,然后进行 15 ~ 20 焊道埋弧填充,且要确保焊板的横向变形角度 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 之间;然后翻面,利用炭弧气刨从反面去

除气保焊道,并显露出正面的埋弧焊道,露出焊道的宽度要大于 6mm,然后进行埋弧焊接,直至完成反面;再返回正面,利用埋弧填充,直至填满;

[0012] (5)焊接过程中层间温度控制在 150 ~ 250℃之间;

[0013] (6)焊后进行消氢处理,将焊板加热至 300 ~ 350℃并保温 3 ~ 4 小时,然后缓冷至室温;

[0014] 焊后制得的焊缝金属以重量百分比计其化学成分包括: C0.03 ~ 0.10%, Si0.20 ~ 0.40%, Mn1.3 ~ 1.8%, S ≤ 0.01%, P ≤ 0.02%, Ni2.0 ~ 3.0%, Mo0.3 ~ 0.8%, Ti0.02 ~ 0.15%, B0.001 ~ 0.008%, O0.02 ~ 0.04%, 且 Mn/Ni ≤ 0.6, 余量为铁及不可避免的杂质。

[0015] 进一步讲,焊接工艺参数为:焊接电流 450 ~ 680A,焊接电压 29 ~ 36V,焊接速度 38 ~ 50cm/min,焊接热输入量 15 ~ 40kJ/cm,焊剂的烘烤制度为 350℃ × 2.5h。

[0016] 本发明的优点及有益效果至少在于:

[0017] (1)采用本发明技术可得到质量完好的焊接接头,无焊接裂纹、无焊接变形,克服了该强度级别钢种冷裂纹敏感性强、易产生焊接裂纹的缺点;同时,也预防了 80 ~ 100mm 大厚度钢板焊接变形严重的缺点;

[0018] (2)本发明通过提供配套焊丝,确保了焊缝金属的高强度和低温冲击韧性的良好搭配,焊缝的抗拉强度 > 830MPa, -60℃冲击功 100J 以上;焊缝组织主要由针状铁素体组成,其含量占 40% 以上,且尺寸小于 2 μm。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明实施例 1 焊缝金相组织;

[0020] 图 2 为本发明实施例 1 焊缝断口形貌。

具体实施方式

[0021] 实施例一

[0022] 基材钢板厚度为 100mm 厚的调质态钢板 F690,屈服强度 730MPa,抗拉强度 860MPa,延伸率 16%, -60℃冲击功为 305J。焊板的尺寸为 1000mm (长) × 500mm (宽);坡口为对称双 U 型,坡口角度为 35°,钝边厚度为 4.5mm,钝边间隙 2mm。

[0023] 焊接冷裂纹敏感性试验结果如下表所示:

[0024]

预热温度	室温 / 不预热	50℃	100℃	150℃	200℃	250℃
裂纹率	90%	75%	52%	25%	0%	0%

[0025] 由上述结果看,需要预热 200℃ 以上才能有效防止焊接冷裂纹的发生;选择以下焊接工艺参数进行埋弧焊接:焊接电流 480A,焊接电压 31V,焊接速度 40cm/min,焊接热输入量 22kJ/cm,焊剂的烘烤制度为 350℃ × 2.5h。

[0026] 焊后对焊接接头进行超声波探伤,均达 ? 级。

[0027] 对上述焊接接头取样进行成分检测和力学性能测试。以重量百分比计焊缝金属的化学成分包括 C0.05%, Si0.32%, Mn1.35%, S0.005%, P0.008%, Ni2.7%, Mo0.64%, Ti0.04%, B0.003%, O0.028%, 余量为铁及不可避免的杂质,其中 Mn/Ni=0.5。横向拉伸试验测得焊接

接头的抗拉强度 860MPa,断裂位置在母材;焊缝区 -60℃冲击功为 212J,热影响区 -60℃冲击功为 108J,焊缝 180° 侧弯合格,无裂纹。

[0028] 焊接接头焊缝区金相组织见图 2,冲击断口形貌见图 3。

[0029] 实施例二

[0030] 基材钢板厚度为 80mm 厚的调质态钢板 F690,屈服强度 745MPa,抗拉强度 855MPa,延伸率 17%, -60℃冲击功为 285J。焊板的尺寸为 1000mm (长) × 500 (宽);坡口为对称双 U 型,坡口角度为 32°,钝边厚度 4mm,钝边间隙 1mm。

[0031] 焊接冷裂纹敏感性试验结果如下表所示:

[0032]

预热温度	室温 / 不预热	50℃	100℃	150℃	200℃	250℃
裂纹率	90%	75%	52%	25%	0%	0%

[0033] 由上述结果看,需要预热 200℃ 以上才能有效防止焊接冷裂纹的发生;选择以下焊接工艺参数进行埋弧焊接:焊接电流 650A,焊接电压 35V,焊接速度 40cm/min,焊接热输入量 35kJ/cm,焊剂的烘烤制度为 350℃ × 2.5h。

[0034] 焊后对焊接接头进行超声波探伤,均达 ? 级。

[0035] 对上述焊接接头取样进行成分检测和力学性能测试。以重量百分比计焊缝金属的化学成分包括 C0.04%, Si0.28%, Mn1.45%, S0.004%, P0.007%, Ni2.85%, Mo0.54%, Ti0.07%, B0.0042%, 00.033%, 余量为铁及不可避免的杂质,其中 Mn/Ni=0.51。

[0036] 焊接接头的抗拉强度 855MPa,断裂位置在母材,焊缝 -60℃冲击功为 225J,热影响区 -60℃冲击功为 118J,焊缝 180° 侧弯合格,无裂纹。

[0037] 本发明还有其他实施方式,凡采用等同替换或等效变形形成的技术方案,均落在本发明要求保护的范围之内。

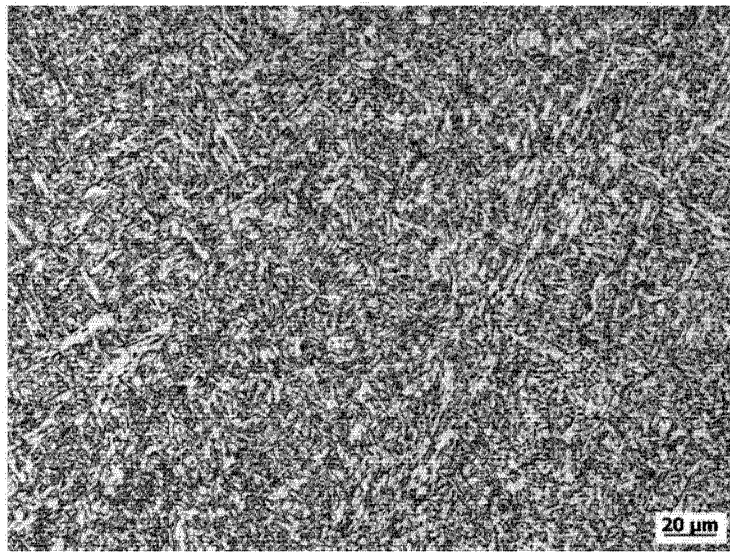


图 1

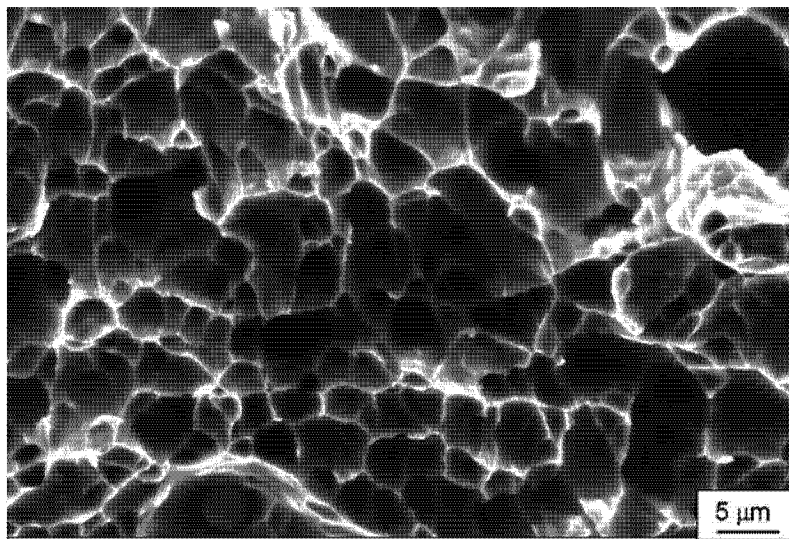


图 2