



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103521549 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201310469588. 0

CN 102242311 A, 2011. 11. 16,

(22) 申请日 2013. 10. 07

CN 103212952 A, 2013. 07. 24,

(73) 专利权人 宝鸡石油钢管有限责任公司
地址 721008 陕西省宝鸡市姜谭路 10 号

JP 2006-328523 A, 2006. 12. 07,

JP 2009-57629 A, 2009. 03. 19,

审查员 周颖

(72) 发明人 毕宗岳 刘斌 牛辉 张锦刚
刘海璋 陈长青 包志刚 张万鹏
赵红波 黄晓辉 牛爱军 张君
杨军 杨耀彬 刘刚伟

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

B21C 37/08(2006. 01)

B23K 9/16(2006. 01)

B23K 9/18(2006. 01)

C22C 38/58(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101205597 A, 2008. 06. 25,

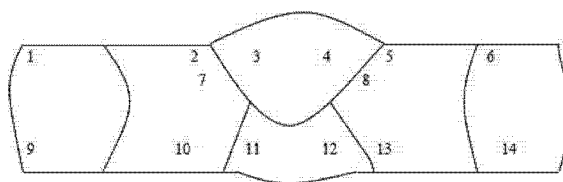
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的
制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法,包括:钢板超声波检验、铣边、预弯边、JCO 成型、预焊、内焊、外焊、焊缝 X 射线检测、钢管扩径、静水压试验、焊缝超声波检测、管端 X 射线检测、倒棱、管端磁粉检测、外观质量检查。所述精焊工艺为内外焊四丝埋弧自动焊。采用此方法制造的 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管不仅具有低温冲击韧性强、焊接接头力学性能优良等特点,同时具有较高的管体均匀延伸率。



1. 一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法, 其特征在于, 包括: 钢板超声波检验、铣边、预弯边、JCO 成型、预焊、内焊、外焊、焊缝 X 射线检测、钢管扩径、静水压试验、焊缝超声波检测、管端 X 射线检测、倒棱、管端磁粉检测、外观质量检查; 按照质量百分数, 所述焊管组成为: C 0.06%、Si 0.27%、Mn 1.75%、S 0.002%、P 0.01%、Ni 0.26%、Cr 0.02%、Cu 0.21%、Nb 0.06%、V 0.003%、Ti 0.01%、Mo 0.20%、Al 0.05%、N 0.008%、B 0.0001%, 余量为 Fe, 其中碳当量为 0.19; 所述 JCO 成型为: 利用 JCO 成型机先将经纵边预弯后的外侧钢板进行多次压制, 压成“J”形, 再将内侧钢板进行多次压制, 压成“C”形, 最后在钢板的中间压制一次使钢板压成开口的“O”形, 开口缝间隙小于 230mm, 在该冲压工艺中采用 19-21 道次单道次的压制次数, 单次压下量为 1-3mm; 管体组织为贝氏体 + 铁素体的双相组织, 该双相组织保证焊管除具有较高的强度和良好的低温韧性外, 还具有较高的管体均匀延伸率。

2. 如权利要求 1 所述的制造方法, 其特征在于: 所述预焊为混合气体保护焊, 其中气体类别为 CO_2 (55% -65%) + Ar (35% -45%), 焊接电流 $I = 900-1100\text{A}$, 焊接电压 $U = 23-27\text{V}$, 焊接速度 $V = 3.5-4.0\text{m/min}$ 。

3. 如权利要求 1 所述的制造方法, 其特征在于: 所述精焊为内外焊四丝埋弧自动焊, 精焊内焊工艺为: 1# 丝采用直流反接, 2#、3#、4# 丝为交流, 焊接工艺参数为: 1# 丝电流 $I = 880-1080\text{A}$, 电压 $U = 31-35\text{V}$; 2# 丝电流 $I = 720-880\text{A}$, 电压 $U = 32-36\text{V}$; 3# 丝电流 $I = 580-720\text{A}$, 电压 $U = 34-38\text{V}$, 4# 丝电流 $I = 540-660\text{A}$, 电压 $U = 36-40\text{V}$, 丝间距为 16-22mm, 干伸长 24-28mm, 焊接速度 $V = 1.5-1.9\text{m/min}$ 。

4. 如权利要求 1 所述的制造方法, 其特征在于: 所述扩径工艺在扩径过程中选择的步长重叠量, 能够保证两扩径重叠区域内的外形质量, 并对钢管进行 0.6% -1.4% 扩径率扩径。

5. 如权利要求 1 所述的制造方法, 其特征在于: 所述水压压力为每根焊管的实际屈服强度的 95%, 保证焊管具有良好的管体性能。

6. 如权利要求 1 所述的制造方法, 其特征在于: 所述焊管管径为 $\Phi 1219\text{mm}$ 、壁厚为 20.6mm。

一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法

技术领域：

[0001] 本发明属于石油管材领域,涉及一种焊管制造方法,尤其是一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法。

背景技术：

[0002] 石油天然气是工业的血液,也是支撑国民经济和社会发展的基础,是重要的战略资源,占我国一次能源的比重已达到 24%。管道输送是长距离输送石油天然气时最经济安全、最合理的运输方法,已成为陆地油气输送的主要方式。随着管道建设的需要和技术的不断进步,管线建设朝着高压、大口径方向发展。

[0003] X100 作为高强度管线钢中的一种典型代表,在管线建设中有非常广阔的应用前景,采用 X100 作为高压、大口径、大输入量油气输送管材,可有效的降低管线建设的成本。据测算,在管线口径和压力确定后,钢级每提高一个等级,可以减少用钢量约 8% -12%。

[0004] 国内对 X100 管线钢管已进行前期的研究,虽然国内已有报道采用 UOE 成型方式生产 X100 大口径厚壁直缝焊管,但对采用 JCOE 成型方式生产 X100 管线钢大口径厚壁直缝焊管,特别是大于 20mm 壁厚焊管的研究报道较少。专利申请号为 200710185350.X 的“一种 X100 管线钢直缝埋弧焊管制造方法”中也只涉及了 $\Phi 813 \times 14.3\text{mm}$ 小口径薄壁直缝焊管的制造方法,对于大口径厚壁直缝焊管的制造方法未涉及,而且在 X100 钢级下,管体性能中未涉及管体均匀延伸率指标。本发明中的制造方法可实现 X100 级 $\Phi 1219 \times 20.6\text{mm}$ 厚壁直缝焊管的制造,焊管不但实现了焊接接头的强韧性匹配,并具有较高的均匀延伸率。

[0005] X100 焊管强度高,随着口径和壁厚的增加,管体 DWT 性能、低温冲击韧性、屈强比和均匀延伸率等关键指标实现难度较大,特别对于厚壁焊管尤其如此。X100 焊管随着口径和壁厚的增加,在成型过程中由于加工硬化的影响,成型较困难,易出现成型不均匀、韧性有下降的问题。如何保证焊管在成型过程中管体部分变形均匀、性能均匀以及焊接接头的强韧性匹配是 X100 高钢级焊管开发中需解决的关键问题。

发明内容：

[0006] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法,解决了厚壁直缝焊管在成型过程中由于成型不均匀,管体力学性能下降严重的问题以及焊接接头强韧性匹配的问题,为我国 X100 高强度管线管的工业化应用提供参考。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术方案来解决的：

[0008] 采用化学成分为 C0.06%、Si0.27%、Mn1.75%、S0.002%、P0.01%、Ni0.26%、Cr0.02%、Cu0.21%、Nb0.06%、V0.003%、Ti0.01%、Mo0.20%、Al0.05%、N0.008%、B0.0001%,余量为 Fe,其中碳当量 $CE_{(Pcm)}$ 为 0.19 的 X100 钢板。

[0009] 采用铁水预处理、转炉炼钢、全流程洁净化处理、控轧控冷等工艺,实现了管体组织为贝氏体 + 铁素体的双相组织,该双相组织保证焊管除具有较高的强度和良好的低温韧

性外,还具有较高的管体均匀延伸率。

[0010] 一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法包括以下步骤:钢板超声波检验、铣边、预弯边、JCO 成型、预焊、内焊、外焊、焊缝 X 射线检测、钢管扩径、静水压试验、焊缝超声波检测、管端 X 射线检测、倒棱、管端磁粉检测、外观质量检查。

[0011] 所述的 JCO 成型工艺为利用 JCO 成型机先将经纵边预弯后的外侧钢板进行多次压制,钢板每次进给 165.4mm,压成“J”形,再将内侧钢板进行多次压制,压成“C”形,最后在钢板的中间压制一次使钢板压成开口的“O”形,开口缝间隙小于 230mm,在该冲压工艺中采用小步长,多道次的工序,采用 19-21 道次单道次的压制次数,单次压下量为 1-3mm。

[0012] 所述的预焊工艺为混合气体保护焊,其中气体类别为 $\text{CO}_2(55\% - 65\%) + \text{Ar}(35\% - 45\%)$,

[0013] 焊接电流 $I = 900-1100\text{A}$,焊接电压 $U = 23-27\text{V}$,焊接速度 $V = 3.5-4.0\text{m/min}$ 。

[0014] 所述的精焊内焊工艺采用四丝埋弧自动焊进行焊接,1# 丝采用直流反接,2#、3#、4# 丝为交流,焊接工艺参数为:1# 丝电流 $I = 880-1080\text{A}$,电压 $U = 31-35\text{V}$;2# 丝电流 $I = 720-880\text{A}$,电压 $U = 32-36\text{V}$;3# 丝电流 $I = 580-720\text{A}$,电压 $U = 34-38\text{V}$,4# 丝电流 $I = 540-660\text{A}$,电压 $U = 36-40\text{V}$,丝间距为 16-22mm,干伸长 24-28mm,焊接速度 $V = 1.5-1.9\text{m/min}$ 。

[0015] 所述的精焊外焊工艺采用四丝埋弧自动焊进行焊接,1# 丝采用直流反接,2#、3#、4# 为交流,焊接工艺参数为:1# 丝电流 $I = 1000-1250\text{A}$,电压 $U = 32-36\text{V}$;2# 丝电流 $I = 800-1000\text{A}$,电压 $U = 34-38\text{V}$;3# 丝电流 $I = 620-780\text{A}$,电压 $U = 36-40\text{V}$,4# 丝电流 $I = 550-650\text{A}$,电压 $U = 38-42\text{V}$,丝间距为 17-21mm,干伸长 27-33mm,焊接速度 $V = 1.5-1.9\text{m/min}$ 。

[0016] 所述的焊管扩径工艺对钢管进行 0.4% -1.4% 扩径率扩径。

[0017] 所述的焊管水压压力值为焊管实际屈服强度的 95%。

[0018] 所述的焊管管径为 $\Phi 1219\text{mm}$ 、壁厚为 20.6mm。

[0019] 本发明产生的有益效果有:

[0020] 1. 采用超低碳设计,通过提高 Mn、Ni、Cr、Cu 等元素的加入量,在提高整体合金含量的情况下,保持较低的焊接敏感系数值,确保管线钢具有良好的可焊性。并且通过超洁净冶炼、控轧控冷等工艺,实现了管体组织为贝氏体 + 铁素体的双相组织,保证强度和韧性的同时使焊管具有较高的管体均匀延伸率。

[0021] 2. 本发明采用的 JCO 成型工艺是根据钢板的宽度、厚度以及压模尺寸的大小,精确分析后获得。采用此成型工艺可以保证 X100 级 $\Phi 1219\text{mm}$ 、壁厚为 20.6mm 的直缝埋弧焊管的椭圆度,使焊管在 JCO 成型过程中管体部分变形均匀、性能均匀,获得最佳外形尺寸,有效避免了因不均匀变形导致管体性能下降严重的情况。

[0022] 3. 采用混合气体保护焊的预焊工艺对焊管全长进行连续预焊,保证焊管成型后的形貌保持,确保焊缝的质量和可靠性。

[0023] 4. 采用内外焊四丝的精焊工艺是针对 X100 级 $\Phi 1219\text{mm}$ 、壁厚 20.6mm 直缝埋弧焊管开发制定的。采用内外焊四丝的焊接工艺,可减少单位长度的热输入量,减少热影响区的大小。通过采用低电压大电流以及干伸长、焊丝间距、角度的合理设定,以获得优良的焊缝形状,焊缝与母材能够平滑的过渡,减少或消除咬边。选择专用的焊接材料,使焊缝最终获

得以针状铁素体和粒状贝氏体为主的、具有良好力学性能组织,同时使焊接热影响区获得细小粒状贝氏体及板条贝氏体的组织,保证焊管焊接接头强韧性匹配。

[0024] 5. 在所述的钢管扩径工序中,根据成型、焊接后的焊管尺寸、圆度等情况,选择合适步长重叠量,能够保证两扩径重叠区域内的外形质量,采用该扩径率扩径的焊管在管端尺寸精度上显示出良好的特性,尺寸精确,圆度好,有效保证了焊管尺寸、椭圆度及焊管理化性能。

附图说明:

[0025] 图1为本发明的焊接接头硬度检测点示意。

具体实施方式:

[0026] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0027] 实施例:X100Φ1219×20.6mm直缝焊管制造

[0028] (1) 原料,采用壁厚为20.6mm的X100钢板,其主要合金元素含量:C0.06%、Si0.27%、

[0029] Mn1.75%、S0.002%、P0.01%、Ni0.26%、Cr0.02%、Cu0.21%、Nb0.06%、V0.003%、Ti0.01%、Mo0.20%、Al0.05%、N0.008%、B0.0001%,余量为Fe,其中 $CE_{(Pcm)}$ 为0.19。

[0030] (2) 钢板超声波检验,对钢板进行100%的超声波检测。

[0031] (3) 铣边,坡口尺寸为上坡口角度为 37.5° ,下坡口角度为 40° ,下坡口深度8.0mm,钝边7.0mm。

[0032] (4) 预弯边,利用预弯机进行板边预弯,使板边曲率符合要求。

[0033] (5) JCO成型,在成型机上首先将预弯后的钢板的一侧进行10次压制,每次进给量为165.4mm,压成“J”型,再将钢板的另一半按同样的方法和道次进行压制,成“C”型,最后在钢板的中间进行一次压制,成开口的“O”型,开口间隙小于230mm,共压制21道次,单次压下量为1-3mm。

[0034] (6) 预焊,将呈“O”型的钢管送入预焊机,调整预焊机压辊位置,采用混合气体保护焊接方式进行焊接,形成连续、质量可靠的预焊焊缝。

[0035] (7) 内焊,采用四丝埋弧自动焊在钢管内侧坡口进行焊接,1#丝采用直流反接,2#、3#、4#丝为交流。焊接工艺参数为:1#丝电流 $I = 980A$,电压 $U = 33V$;2#丝电流 $I = 800A$,电压 $U = 34V$;3#丝电流 $I = 650A$,电压 $U = 36V$,4#丝电流 $I = 600A$,电压 $U = 38V$,焊丝间距为18、18、19mm,干伸长26、26、26、26mm,焊接速度 $V = 1.7m/min$ 。

[0036] (8) 外焊,采用四丝埋弧自动焊在钢管外侧坡口进行焊接,1#丝采用直流反接,2#、3#、4#丝为交流。焊接工艺参数为:1#丝电流 $I = 1150A$,电压 $U = 34V$;2#丝电流 $I = 900A$,电压 $U = 36V$;3#丝电流 $I = 700A$,电压 $U = 38V$,4#丝电流 $I = 600A$,电压 $U = 40V$,焊丝间距为18、19、19mm,干伸长30、30、30、30mm,焊接速度 $V = 1.7m/min$ 。

[0037] (9) 焊缝X射线检测,对焊接后的焊管内外焊缝进行100%X射线检测。

[0038] (10) 钢管扩径,对焊管全长进行0.7%扩径率进行扩径,提高焊管的尺寸精度,同时改善钢管的应力分布状态。

[0039] (11) 静水压试验,对焊管进行 95%的静水压试验,试验压力 22.8MPa,保压时间大于 15S。

[0040] (12) 焊缝超声波检测,对焊接后的焊管焊缝及两侧热影响区进行 100%检查。

[0041] (13) 管端 X 射线检测,对经扩径、水压之后的焊管管端拍片检查,防止扩径、水压可能产生的缺陷。

[0042] (14) 倒棱,进行管端坡口加工,坡口角度为 22° -25° ,钝边 0.8-2.4mm。

[0043] (15) 管端磁粉检测,对焊管管端进行磁粉检测,进一步的排除可能产生的缺陷。

[0044] 采用以上工艺制造的焊管性能检测结果如下:

[0045] 1. 焊管拉伸及弯曲实验结果如表 1 所示:

[0046] 表 1 焊管拉伸性能试验结果

拉伸试验						导向弯曲	
屈服强度	抗拉强度	伸长率	屈强比	UEL	断口位置	面弯	背弯
R _{p0.2} (Mpa)	R _m (Mpa)	(A%)	R _{p0.2} /R _m	(%)			
725	828	18.4	0.88	5.6			
749	828	19.6	0.90	5.3			
753	836	20.2	0.90	6.2			
	825				熔合线	无缺陷	无缺陷
	804				熔合线		
	848				熔合线		

[0048] 2. 管体冲击韧性试验结果如表 2 所示:

[0049] 表 2 焊管夏比冲击试验结果

取样位置	试验温度	冲击功	平均值	剪切面积	平均值
	(°C)	(J)	(J)	(%)	(SA%)
[0050]					

[0051]	母材	-10	344	349	100	100
			356		100	
			348		100	
	焊缝	-10	109	144	62	68
			149		68	
			173		75	
	热影响区	-10	290	267	100	100
			268		100	
			242		100	

[0052] 3. 管体 DWTT 试验结果如表 3 所示：

[0053] 表 3DWTT 剪切面积 (SA%)

试验温度(°C)	剪切面积(%)	平均值(%)
0	98	97
	96	

[0055] 4. 焊接接头硬度检测点示意图如图 1 所示,检测结果如表 4 所示：

[0056] 表 4 焊接接头硬度检测结果

硬度检测位置及结果 (HV10)													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
267	270	274	276	266	276	262	260	253	251	281	270	243	247

[0058] 本发明的优点在于：本发明提供一种 X100 高钢级大口径厚壁直缝埋弧焊管的制造方法,采用此方法制造的 X100 大口径厚壁直缝埋弧焊管不仅具有高的低温冲击韧性、优良的焊接接头力学性能,同时具有较高的均匀延伸率,焊管几何尺寸精确。

[0059] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定专利保护范围。

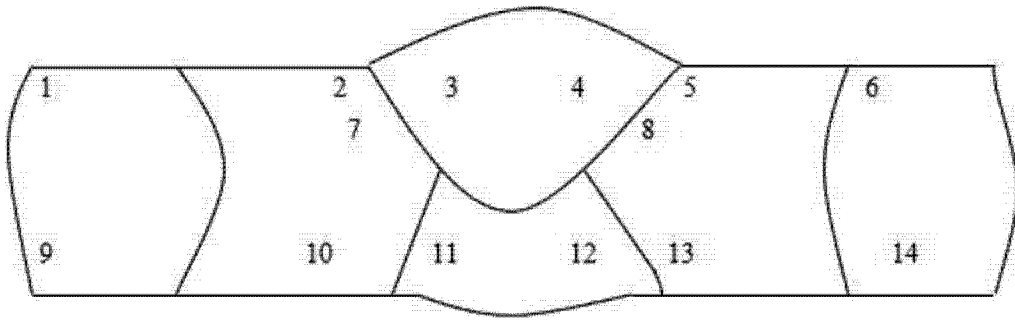


图 1