

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710118272.1

[51] Int. Cl.

B23K 9/028 (2006.01)

B23K 33/00 (2006.01)

B23K 9/235 (2006.01)

B23K 35/30 (2006.01)

B23K 101/06 (2006.01)

B23K 103/04 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年1月14日

[11] 授权公告号 CN 100450688C

[22] 申请日 2007.7.4

[21] 申请号 200710118272.1

[73] 专利权人 中国石油天然气集团公司

地址 100724 北京市西城区六铺炕街6号

共同专利权人 中国石油天然气集团公司管材研究所

[72] 发明人 李为卫 陈志昕 罗金恒 赵新伟

[56] 参考文献

JP8-267248A 1996.10.15

JP60-180667A 1985.9.14

CN1354061A 2002.6.19

CN1281766A 2001.1.31

CN1546267A 2004.11.17

不锈钢复合管的端部密封焊接。王学生，郭茶秀，王定标，王亚辉。机械工程师。2002
审查员 冯培连

[74] 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理有限公司

代理人 李玉明

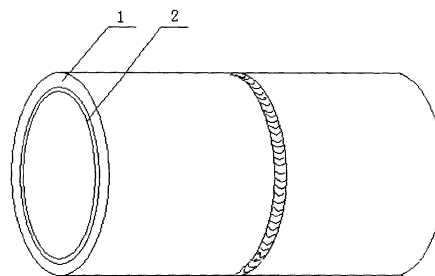
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

[54] 发明名称

薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法

[57] 摘要

薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法，应用于双金属复合钢管环焊缝的焊接。所采取的步骤特征是：(A)坡口加工，清洗坡口上的油污。(B)在坡口靠近复层的钝边表面堆焊封修磨坡口。(C)双金属复合管坡口组对。(D)根部打底焊：采用钨极氩弧焊方法，在管子内部充氩保护的状态下沿双金属复合管坡口焊接。(E)在根部打底焊的上部进行第二层焊接，将焊接的双金属复合管基层焊接在一起。(F)填充焊和盖面焊。焊接材料为不锈钢焊条。效果是：采用309或309Mo焊接材料保证焊缝的强度和良好韧性；消除坡口端部复层和基层之间可能存在的缝隙；在坡口根部增加不锈钢层的有效厚度，使焊接接头质量对错边不敏感，保证耐蚀性。



1、一种薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法，所采取的步骤，其特征是：

(A) 坡口加工：采用机加工方法将两根准备焊接的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管端部加工出角度为 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的坡口(3)，坡口(3)靠近复层(2)的钝边(4)的厚度为 4~5 毫米，用砂轮打磨坡口(3)附近碳钢上的锈迹，采用丙酮清洗坡口(3)上的油污；

(B) 封焊：在坡口(3)靠近复层(2)的钝边(4)表面堆焊 2~3 层，堆焊的方法是钨极氩弧焊，堆焊使用的材料为 309 型或 309Mo 型不锈钢气体保护焊焊丝，焊后采用砂轮修磨坡口(3)，角度 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，达到钝边(4)的厚度为 0.4~0.5 毫米，修磨坡口(3)后用丙酮清洗坡口(3)；

(C) 组对：在薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管内部充氩气，待空气排除干净后，两根准备焊接的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管坡口(3)组对，间距为 2~3 毫米，采用钨极氩弧焊进行定位焊接；

(D) 根部打底焊：采用钨极氩弧焊方法，在管子内部充氩保护的条件下沿薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管坡口(3)焊接，焊接的厚度 2~3 毫米；

(E) 第二层打底焊焊接：在根部打底焊的上部，采用与步骤(D)根部打底焊同样的工艺进行第二层焊接，将焊接的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管基层(1)焊接在一起；

(F) 填充焊和盖面焊：采用手工电弧焊方法在第二层打底焊上部进行填充焊接和盖面焊接，焊接材料为不锈钢焊条。

2、根据权利要求 1 所述的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法，其特征是：所有的焊接材料均为 309 型或 309Mo 型不锈钢焊接材料。

3、根据权利要求2所述的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法，其特征是：所述的焊接材料为309型不锈钢焊接材料，309型不锈钢焊接材料的熔敷金属化学成分按重量百分比为： $C \leq 0.08$ ； $Si \leq 0.90$ ； $Mn 0.5-2.5$ ； $P \leq 0.04$ ； $S \leq 0.03$ ； $Cr22-25$ ； $Mo \leq 0.75$ ； $Ni12-14$ ； $Cu \leq 0.75$ 。

4、根据权利要求2所述的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法，其特征是：所述的焊接材料为309Mo型不锈钢焊接材料，309Mo型不锈钢焊接材料的熔敷金属化学成分按重量百分比为： $C \leq 0.08$ ； $Si \leq 0.90$ ； $Mn 0.5-2.5$ ； $P \leq 0.04$ ； $S \leq 0.03$ ； $Cr22-25$ ； $Mo2.0-3.0$ ； $Ni12-14$ ； $Cu \leq 0.75$ 。

薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法

技术领域

本发明属于金属材料焊接技术领域，涉及一种双金属复合钢管环焊缝的焊接技术，特别是涉及一种复层为薄壁不锈钢管与基层为碳钢的双金属复合管的环焊缝焊接技术。

背景技术

基层为碳钢、复层为不锈钢的双金属复合管有效地解决了油气输送、炼油、化工等工业部门管道的腐蚀问题，具有愈来愈广泛的用途。在现场焊接双金属复合管的技术难度很大，目前的焊接技术主要有两种。其一中国专利公开号为 CN 1354061A 的专利申请。先进行内壁复层的焊接，然后进行过渡层和基层的焊接，焊接材料全部用不锈钢，该技术的缺陷有三点：

(1) 复层厚度较薄（小于 2 毫米）时，第一层焊接容易产生烧穿缺陷；(2) 焊接复层时，由于热收缩，复层可能与基层分离形成缝隙，过渡焊接容易产生缺陷；(3) 制管过程中复层与基层之间可能存在的空气、水或脏物在过渡层焊接时可能在焊缝中造成气孔缺陷。其二中国专利授权公告号为 CN1267234C 的专利。焊缝分为过渡层焊缝和基层焊缝，两次焊接而成，无单独的不锈钢复合层焊缝，过渡焊缝的焊接材料采用不锈钢材料，低碳钢基层焊缝的焊条采用低碳钢焊条，该技术的主要缺陷有 2 点：(1) 第一层过渡层焊接时，制管过程中复层与基层之间可能存在的空气、水或脏物在过渡层焊接是可能造成气孔缺陷，从而造成焊缝的耐蚀性能的严重下降；

(2) 进行第二层焊缝焊接时，采用碳钢成分的焊接材料在不锈钢成分的过渡层焊道上焊接，该焊缝中 Cr、Ni 合金元素增高，容易形成淬硬的马氏体

组织，影响接头的塑性、韧性，严重时还可能产生冷裂纹。这两种技术还有一个共同的缺陷就是，焊缝产生错边时，接头处焊缝耐蚀层有效厚度减少，使焊接接头的耐蚀性能降低。

有些文献也报道进行封焊一种技术，其做法是在坡口端部靠近复层的碳钢基层上挖一个小槽（也可以不挖槽直接焊接），用焊接方法将小槽填满进行封焊，但是，如果复层的厚度小于 2 毫米时，由于复层导热性差容易产生烧穿，因此，该方法不适用复层厚度小于 2 毫米的复合管焊接。而且其封焊采用与复层同成分的不锈钢焊接材料，因合金元素含量低，封焊焊缝被基层碳钢稀释后容易产生一定量的马氏体淬硬不良组织，严重时还可能产生裂纹缺陷。

发明内容

本发明的目的是提供一种薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管环焊缝焊接方法，解决不锈钢复层与碳钢基层的双金属复合管环焊缝焊接技术难题，克服现有焊接技术不适用于复层厚度小于 2 毫米的复合管焊接；采用与复层同成分的不锈钢焊接材料，造成封焊焊缝被基层碳钢稀释后产生一定量的马氏体淬硬不良组织，产生裂纹的不足。

实现本发明目的所采取的技术方案是：

(1) 坡口加工：采用机加工方法将两根准备焊接的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管端部加工出角度为 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的坡口 3，坡口 3 靠近复层 2 的钝边 4 的厚度为 4~5 毫米。用砂轮打磨坡口 3 附近碳钢上的锈迹，采用丙酮清洗坡口 3 上的油污。

(2) 封焊：在坡口 3 靠近复层 2 的钝边 4 的表面堆焊 2~3 层，堆焊的方法是钨极氩弧焊，堆焊使用的材料为 309 型或 309Mo 型不锈钢的气体保护焊焊丝，焊后采用砂轮修磨坡口，角度 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，钝边 4 的厚度为 0.4~0.5 毫米。修磨坡口后用丙酮清洗坡口。

(3) 组对：在薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管内部充氩气，待空气排除干净后，两根准备焊接的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管坡口 3 组对，间距为 2~3 毫米，采用钨极氩弧焊进行定位焊接。

(4) 根部打底焊：采用钨极氩弧焊方法，在管子内部充氩保护的状态下沿薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管坡口 3 焊接。焊接的厚度 2~3 毫米。

(5) 第二层打底焊焊接：在根部打底焊的上部，采用与步骤 (2) 根部打底焊同样的工艺进行第二层焊接，将焊接的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管基层 1 焊接在一起。

(6) 填充焊和盖面焊：采用手工电弧焊方法在第二层打底焊上部进行填充焊接和盖面焊接，焊接材料为不锈钢焊条。

这样做的目的，一是消除坡口端部复层和基层之间可能存在的缝隙，使对接焊缝焊接时不易产生焊接缺陷；二是增加端部不锈钢层的有效厚度，使对接焊时根部焊道变为同种钢的焊接，并使焊接接头质量对错边不敏感，即使产生错边，也能保证一定的耐蚀性。

所述进行两根双金属复合管的焊接，所有焊道均采用 309 或 309Mo 不锈钢焊接材料焊接。由于焊接材料具有较高的 Cr 和 Ni 含量，焊缝具有比内衬复层更好的耐蚀性，也避免采用碳钢焊接材料焊接时在过渡层焊道产生淬硬组织以及产生冷裂纹的可能性。309 和 309Mo 焊接材料具有比一般碳钢焊接材料更高的强度和良好的塑韧性，保证焊缝具有高的强度和良好塑韧性。

所述的 309 型不锈钢焊接材料的熔敷金属化学成分按重量百分比为： $C \leq 0.08$ ； $Si \leq 0.90$ ； $Mn 0.5-2.5$ ； $P \leq 0.04$ ； $S \leq 0.03$ ； $Cr 22-25$ ； $Mo \leq 0.75$ ； $Ni 12-14$ ； $Cu \leq 0.75$ 。

所述的 309Mo 型不锈钢焊接材料的熔敷金属化学成分按重量百分比为： $C \leq 0.08$ ； $Si \leq 0.90$ ； $Mn 0.5-2.5$ ； $P \leq 0.04$ ； $S \leq 0.03$ ； $Cr 22-25$ ； $Mo 2.0$

-3.0; Ni 12-14; Cu \leq 0.75。

本发明的有效效果是：采用的焊接材料具有较高的Cr、Ni含量，高的强度和良好的塑韧性，焊缝具有比内衬复层更好的耐蚀性，避免采用Cr、Ni含量较低的焊接材料在封焊焊缝上产生马氏体组织现象，也避免采用碳钢焊接材料焊接过渡层焊道产生淬硬组织以及产生冷裂纹的可能性。本技术采用的309和309Mo焊接材料比一般碳钢焊接材料具有更高的强度和良好的塑韧性，保证焊缝具有高的强度和良好韧性，纠正了有些人员认为不锈钢焊接材料强度低的错误观点。309和309Mo焊条的抗拉强度 \geq 520MPa，J427焊条的抗拉强度 \geq 420MPa，J507焊条的抗拉强度 \geq 490MPa。

消除坡口端部复层和基层之间可能存在的缝隙，使对接焊缝焊接时不会产生焊接缺陷；在坡口根部形成一定厚度的不锈钢层，增加端部不锈钢层的有效厚度，使对接焊时根部焊道变为同种钢的焊接，并使焊接接头质量对错边不敏感，即使产生少量的错边，也能保证一定的耐蚀性。

附图说明

图1是本发明完成坡口加工后的复合管一端剖面示意图。

图2是本发明完成封焊后修磨坡口前的复合管一端剖面示意图。

图3是本发明封焊焊缝进行加工或打磨处理后剖面示意图。

图4是本发明复合管焊接面组对焊接前的结构剖面示意图。

图5是本发明复合管完成焊接后的立体结构示意图。

图中，1.基层，2.复层，3.坡口，4.钝边。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

实施例1：参阅附图1。以外径为 ϕ 114毫米的薄壁不锈钢复层与碳钢基层的复合管相对焊接为例，进行说明。碳钢基层厚度为12毫米，不锈钢

复层厚度为 1.5 毫米。

(1) 坡口加工

采用机加工方法在管端加工角度为 30° ，钝边 5 毫米的坡口。用砂轮打磨坡口附近碳钢上的锈迹，丙酮清洗干净坡口上的油污。

(2) 封焊

在坡口上靠近内表面堆焊封底焊道 2—3 层不锈钢，焊接方法为钨极氩弧焊，采用 309Mo 型奥氏体不锈钢焊丝，型号为 ER309MoL，牌号为 H00Cr24Ni13Mo2，直径为 2 毫米。焊后采用砂轮修磨坡口，角度 $30\sim 35$ 度，钝边 0.5 毫米。丙酮清洗干净坡口。

(3) 组对

管子内部充氩气，待空气排除干净后进行两根复合管的点固焊接，坡口组对间隙 $2\sim 3$ 毫米，焊接方法、焊接材料与封焊相同。

(4) 根部打底焊

采用钨极氩弧焊方法，在管子内部充氩保护的状态下焊接，焊接方法、焊接材料与封焊相同。

(4) 第二层焊接

采用与根部打底焊同样的工艺进行焊接。

(5) 填充焊和盖面焊

采用手工电弧焊方法进行焊接，焊接材料采用 309Mo 型不锈钢焊条，型号为 E309MoL，牌号为 A042。

焊接主要参数见表 1。

对按此工艺进行的焊接试件的质量按照 SY/T 4103—1995《钢质管道焊接及验收》标准进行评价，X 射线探伤结果合格，拉伸、冲击、弯曲、刻槽锤断等力学性能试验结果合格，晶间腐蚀试验结果合格，金相组织检验未发现马氏体组织存在。

表 1 焊接工艺主要参数

焊道	焊接方法	焊接材料			焊接电流 A	层间温度 ℃	焊枪保护气体	
		种类	型号	规格毫米			种类	流量 l/Min
封底	TIG	焊丝	ER309MoL	2.0	120	≤100	99.99%Ar	10
根部第一层	TIG	焊丝	ER309MoL	2.0	120	室温	99.99%Ar	10
根部第二层	TIG	焊丝	ER309MoL	2.0	125	≤100	99.99%Ar	10
填充	SMAW	焊条	E309MoL	3.2	120	≤100	/	/
盖面	SMAW	焊条	E309MoL	3.2	115	≤100	/	/

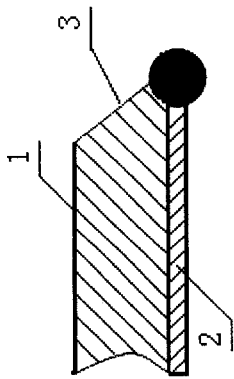


图 2

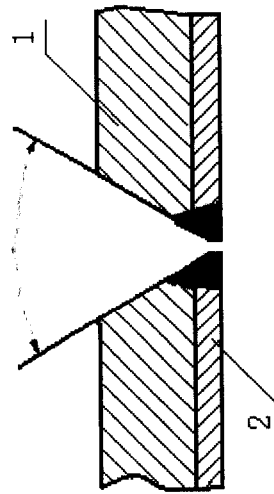


图 4

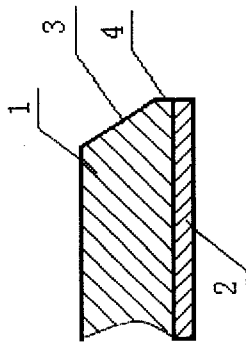


图 1

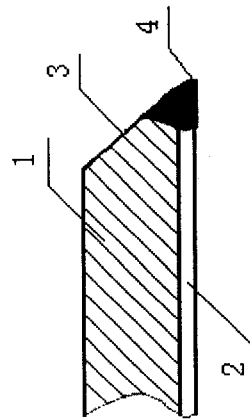


图 3

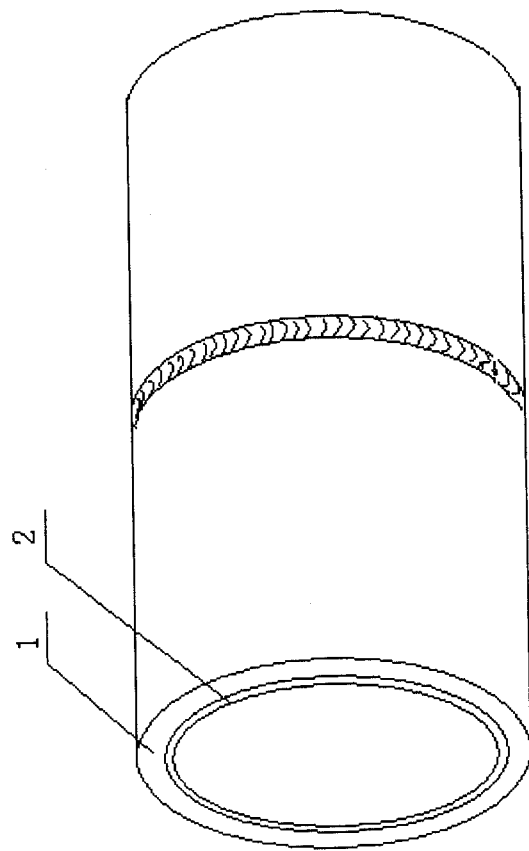


图5