(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117340397 A
(43)申请公布日 2024.01.05

(21)申请号 202210753490.7

(22)申请日 2022.06.29

(71)申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

(72)发明人 李亚军 王福善 谭川江 王鹏 冯泉 陈庆国 李先明 方艳 杨泽武 鲜俊 童根 唐波

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
专利代理师 李鹏威

(51)Int.Cl.
B23K 9/18(2006.01)
B23K 9/235(2006.01)
B23K 9/32(2006.01)

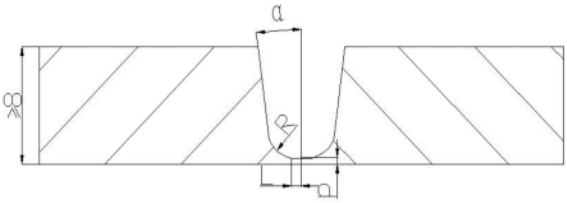
权利要求书1页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法

(57)摘要

本发明公开了一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,通过将待焊接双相不锈钢管道进行预处理获取U型坡口,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口处进行去污处理,将去污处理后的待焊接双相不锈钢管道破口对接后固定,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口由内到外采用TIG自动焊依次进行根焊、过渡焊和填充焊,在U型坡口最外层采用MIG自动焊进行盖面焊,即可完成不锈钢集输管道环焊缝焊接,采用TIG自动焊进行根焊、过渡焊和填充焊保证了接头的焊接质量,采用MIG自动焊进行盖面焊减少了填充焊的层数,提高了焊接速度,最终将整个接头的焊接时间缩短20%以上,采用MIG自动焊自动衔接,能够确保两种焊接自动衔接,保证焊口部位温度保持恒定,避免焊机应力。



CN 117340397 A

1.一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,将待焊接双相不锈钢管道进行预处理获取U型坡口;

S2,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口处进行去污处理,将去污处理后的待焊接双相不锈钢管道破口对接后固定;

S3,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口由内到外采用TIG自动焊依次进行根焊、过渡焊和填充焊;

S4,在U型坡口最外层采用MIG自动焊进行盖面焊,即可完成不锈钢集输管道环焊缝焊接。

2.根据权利要求1所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,坡口角度为10～15℃,圆弧半径为3.2mm,钝边为1.5～1.7mm,钝边长度为1.2～1.4mm,组对间隙0mm。

3.根据权利要求1所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,采用外对口器将待焊接双相不锈钢管道固定,允许的错边量小于等于1.6mm。

4.根据权利要求1所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,对待焊接双相不锈钢管道的坡口两侧内外表面进行去污处理,去污处理表面长度距离焊接坡口不小于20mm。

5.根据权利要求1所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,利用密封装置在待焊接双相不锈钢管道的焊缝两侧焊接工作区域形成密封空间,向密封空间内注入惰性气体以排除氧气,惰性气体采用99.995％的纯氩或98％氩气+2％氮气,当氧含量低于50ppm时可开始焊接。

6.根据权利要求1所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,采用TIG自动焊焊枪依次进行根焊、过渡焊和填充焊。

7.根据权利要求6所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,TIG自动焊焊枪保护气为纯氩气,纯度不低于99.995％,气体流量15～20L/min,焊接层间温度为70～120℃范围内,采用多层多道焊接。

8.根据权利要求7所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,根焊采用上向焊,焊枪无摆动,焊接电流80～178A,焊接电压8～10V,焊接速度90～110mm/min;过渡焊和填充焊采用全位置焊,焊枪摆动速度0.5～1m/min,摆动宽度2～4mm,焊接电流95～225A,焊接电压8～10V,焊接速度90～110mm/min;填充焊采用排焊方式进行。

9.根据权利要求1所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,采用MIG自动焊焊枪进行盖面焊,MIG自动焊焊枪保护气为98％氩气+2％二氧化碳,纯度不低于99.99％,气体流量15～20L/min。

10.根据权利要求9所述的一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,其特征在于,盖面焊焊接采用上向焊,焊枪摆动速度1.5～2.5m/min,摆动宽度5～7mm,焊接电流90～110A,焊接电压19～20V,焊接速度130～140mm/min。

一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法

技术领域

[0001] 本发明属于油气田地面管道维护领域,具体涉及一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法。

背景技术

[0002] 随着我国国民经济的飞速发展,天然气作为一种清洁能源其需求越来越大。作为西气东输的主力气源地,西部油气田为保障我国能源安全作出突出贡献,但此类气田属于典型的“三高”气田,即井口压力高、井口温度高、单井产量高,这对地面集输管道的服役安全提出严峻挑战。2205双相不锈钢兼具优异的耐腐蚀性能和良好的力学性能,是高压气田集输管道的理想管材。

[0003] 长期以来,2205双相不锈钢在集输管道的大规模应用面临两大技术难题:一是国产管材质量不佳,早期主要依赖进口,价格高昂,但近年来随着国产双相不锈钢管制造技术的进步,产品质量已逐步稳定,价格显著下降,具备了大规模使用的基础条件;二是现场管道环焊缝焊接难,由于双相不锈钢特有的双相结构和复杂相变特征,导致它的焊接工艺复杂、对焊工要求高、一次合格率低和焊接效率低,直到目前现场主要的焊接方式仍是手工氩电联焊,焊接质量和焊接效率很难兼顾。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,以克服现有技术的不足。

[0005] 一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,包括以下步骤:

[0006] S1,将待焊接双相不锈钢管道进行预处理获取U型坡口;

[0007] S2,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口处进行去污处理,将去污处理后的待焊接双相不锈钢管道破口对接后固定;

[0008] S3,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口由内到外采用TIG自动焊依次进行根焊、过渡焊和填充焊;

[0009] S4,在U型坡口最外层采用MIG自动焊进行盖面焊,即可完成不锈钢集输管道环焊缝焊接。

[0010] 优选的,坡口角度为10～15℃,圆弧半径为3.2mm,钝边为1.5～1.7mm,钝边长度为1.2～1.4mm,组对间隙0mm。

[0011] 优选的,采用外对口器将待焊接双相不锈钢管道固定,允许的错边量小于等于1.6mm。

[0012] 优选的,对待焊接双相不锈钢管道的坡口两侧内外表面进行去污处理,去污处理表面长度距离焊接坡口不小于20mm。

[0013] 优选的,利用密封装置在待焊接双相不锈钢管道的焊缝两侧焊接工作区域形成密封空间,向密封空间内注入惰性气体以排除氧气,惰性气体采用99.995％的纯氩或98％氩

气+2％氮气,当氧含量低于50ppm时可开始焊接。

[0014] 优选的,采用TIG自动焊焊枪依次进行根焊、过渡焊和填充焊。

[0015] 优选的,TIG自动焊焊枪保护气为纯氩气,纯度不低于99.995％,气体流量15～20L/min,焊接层间温度为70～120℃范围内,采用多层多道焊接。

[0016] 优选的,根焊采用上向焊,焊枪无摆动,焊接电流80～178A,焊接电压8～10V,焊接速度90～110mm/min;过渡焊和填充焊采用全位置焊,焊枪摆动速度0.5～1m/min,摆动宽度2～4mm,焊接电流95～225A,焊接电压8～10V,焊接速度90～110mm/min;填充焊采用排焊方式进行。

[0017] 优选的,采用MIG自动焊焊枪进行盖面焊,MIG自动焊焊枪保护气为98％氩气+2％二氧化碳,纯度不低于99.99％,气体流量15～20L/min。

[0018] 优选的,盖面焊焊接采用上向焊,焊枪摆动速度1.5～2.5m/min,摆动宽度5～7mm,焊接电流90～110A,焊接电压19～20V,焊接速度130～140mm/min。。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0020] 本发明一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,通过将待焊接双相不锈钢管道进行预处理获取U型坡口,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口处进行去污处理,将去污处理后的待焊接双相不锈钢管道破口对接后固定,对待焊接双相不锈钢管道的U型坡口由内到外采用TIG自动焊依次进行根焊、过渡焊和填充焊,在U型坡口最外层采用MIG自动焊进行盖面焊,即可完成不锈钢集输管道环焊缝焊接,采用TIG自动焊进行根焊、过渡焊和填充焊保证了接头的焊接质量,采用MIG自动焊进行盖面焊减少了填充焊的层数,提高了焊接速度,最终将整个接头的焊接时间缩短20％以上。

[0021] 优选的,采用的双通道自动焊机,两种焊接方法使用的轨道相同,在TIG自动焊的焊接参数基础上,采用MIG自动焊自动衔接,能够确保两种焊接自动衔接,保证焊口部位温度保持恒定,避免焊机应力。

[0022] MIG自动焊焊枪保护气为98％氩气+2％二氧化碳,采用MIG自动焊焊枪保护气为98％氩气+2％二氧化碳能够确保焊接部位的硬度,显著提高韧性、冲击功增幅。

[0023] 优选的,采用外对口方式对钢管椭圆度要求低,焊接工序简单,操作简便,焊接效率和焊接合格率高。

[0024] 所使用的自动焊接系统轻便简洁,可适应现场不同应用环境,自动焊工艺现场适应性好,所需支撑保障较少,可迅速在野外施工现场应用。

附图说明

[0025] 图1为本发明实施例中接头坡口形式示意图。

[0026] 图2为本发明实施例中接头多层焊道示意图。

[0027] 图3为本发明实施例中焊接系统示意图。

[0028] 图4为本发明实施例中采用手工焊进行根焊和盖面焊的焊道示意图。

[0029] 图5为本发明实施例中半自动TIG焊进行根焊和盖面焊的焊道示意图。

[0030] 图6为本发明实施例中半自动TIG+MIG焊进行根焊和盖面焊的焊道示意图。

[0031] 图7为本发明实施例中全自动TIG焊进行根焊和盖面焊的焊道示意图。

[0032] 图8为本发明实施例中全自动TIG+MIG焊进行根焊和盖面焊的焊道示意图。

[0033] 图9为本发明实施例中不同焊接方法单层焊接效率和时间对比图。

[0034] 图中,1.根焊;3.填充焊;4.排焊;5.盖面焊;6.气瓶;7.控制电源;8.焊接机头;9.焊枪;10.待焊接双相不锈钢管道;11.轨道;12.控制器。

具体实施方式

[0035] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0036] 本发明一种双相不锈钢集输管道环焊缝自动焊接方法,具体方法包括以下步骤:

[0037] 待焊接双相不锈钢管道预处理:

[0038] 坡口处理:采用不锈钢处理坡口机,经机加工将待焊接双相不锈钢管道的端部处理成弧型坡口,使得两个待焊双相不锈钢管道焊接端部对接形成U型坡口,坡口角度α为10~15℃,圆弧半径R为3.2mm,钝边p为1.5~1.7mm,钝边长度L为1.2~1.4mm,组对间隙0mm,接头坡口形式见图1。

[0039] 如图3所示,待焊接双相不锈钢管道焊接对准准备,待焊接双相不锈钢管道10组对:采用外对口器辅助对口,利用外对口器对待焊接双相不锈钢管道进行卡紧;

[0040] 将两根待焊接双相不锈钢管道焊口端对接设置,然后利用外对口器将两根待焊接双相不锈钢管道固定,通过微调螺钉逐步将管材对齐,允许的错边量不超过1.6mm。

[0041] 焊前准备:

[0042] 对待焊接双相不锈钢管道的坡口两侧内外表面进行去污处理,去污处理表面长度距离焊接坡口不小于20mm;去污处理目的是去除待焊接双相不锈钢管道表面的油污、铁锈、水及其它杂质;

[0043] 利用密封装置在待焊接双相不锈钢管道的焊缝两侧焊接工作区域形成密封空间,具体的焊接工作区域长度不小于200mm,即在待焊接双相不锈钢管道的焊缝两侧各不小于100mm处进行密封,然后向密封空间内注入惰性气体以排除氧气,惰性气体采用99.995%的纯氩或98%氩气+2%氮气,当氧含量低于50ppm时可开始焊接,当焊缝厚度大于等于8mm后可撤除内部保护气体;

[0044] 将TIG自动焊焊枪和MIG自动焊焊枪通过轨道11安装于待焊接双相不锈钢管道10两侧的焊接机头8上,焊接机头8连接控制电源7,通过控制电源7连通气瓶6,使TIG自动焊和MIG自动焊的焊枪9能够焊接作用于待焊接双相不锈钢管道的焊缝上,连接焊枪,通过控制器12调式连接焊接机头8;焊接时确保待焊接双相不锈钢管道焊接部位温度为50~80℃。

[0045] TIG自动焊:采用TIG/MIG双通道自动焊机,自动焊接系统如图3所示,采用TIG自动焊焊枪进行根焊1、过渡焊2和填充焊,TIG自动焊焊枪保护气为纯氩气,纯度不低于99.995%,气体流量15~20L/min,焊材选用符合ER2209的TIG焊实心焊丝,规格Φ1.0mm,在满足焊接层间温度为70~120℃范围内,采用多层多道焊接,焊道示意图如图2,其中根焊采用上向焊,焊枪无摆动,焊接电流80~178A,焊接电压8~10V,焊接速度90~110mm/min;过渡焊2和填充焊采用全位置焊,焊枪摆动速度0.5~1m/min,摆动宽度2~4mm,焊接电流95~

225A,焊接电压8～10V,焊接速度90～110mm/min;填充焊部位包括左侧填充焊3和右侧填充焊4,采用排焊的方式进行。

[0046] MIG自动焊:采用MIG自动焊焊枪进行盖面焊,MIG自动焊焊枪保护气为98%氩气+2%二氧化碳,纯度不低于99.99%,气体流量15～20L/min,焊材选用符合ER2209的MIG焊实心焊丝,规格Φ1.2mm,盖面焊焊接采用上向焊,焊枪摆动速度1.5～2.5m/min,摆动宽度5～7mm,焊接电流90～110A,焊接电压19～20V,焊接速度130～140mm/min。

[0047] 焊后检验:焊后待焊缝冷却到常温后进行外观检查、内壁检查、铁素体含量检测和无损检测,其中外观检查要求为无裂纹、未焊透、烧穿及其他缺陷,焊缝应整齐均匀,盖面焊道的咬边深度不大于管壁厚度的10%,且不超过0.5mm;内壁检查采用内窥镜观察是否存在内壁氧化、根焊成型不佳等;铁素体含量要求焊缝处控制在30～60%,热影响区控制在30～70%;无损检测要求进行100%X射线和超声波探伤检测。

[0048] 焊接工艺评定:应对焊接接头开展拉伸、刻槽锤断、弯曲、硬度、冲击、化学、铁素体相含量和有害相检测、6%三氯化铁点蚀试验和模拟使用环境的抗氯化物应力腐蚀开裂试验,所有试验均达到标准要求,即通过焊接工艺评定,满足现场运行需求。

[0049] 实施例

[0050] 本发明采用现有半自动氩弧焊和全自动氩弧焊进行不同焊接方式的实验验证,对焊接成型部位焊头性能进行对比;

[0051] 针对Φ323mm*10mm双相不锈钢管道焊接,采用手工焊、半自动TIG、半自动TIG+MIG、全自动TIG和本发明焊接五种方式,具体焊接组合详见表1:

[0052] 表1五种焊接方案

[0053]

	工艺名称
方案一	手工焊
方案二	半自动氩弧焊（TIG）根焊+热焊+填盖
方案三	全自动氩弧焊（TIG）根焊+热焊+填盖
方案四	半自动氩弧焊（TIG）根焊+热焊
	半自动气保护焊（MIG）填充+盖面
方案五	全自动氩弧焊（TIG）根焊+热焊+一道填盖
	全自动气保护焊（MIG）填充盖面

[0054] 采用表1中物种焊接方式进行相同管材的焊接,具体焊接结果如图4-8所示;五种焊接工艺下,焊材流动性、润湿性良好,吸附性好,熔池较干净,无氧化渣,颜色正常,焊道成型正常,外观合格;从成型质量比较,全自动TIG焊最佳,全自动TIG+MIG焊次之,半自动TIG焊和半自动TIG+MIG焊相比手工焊较好;

[0055] 从焊接操作方面比较可知:全自动焊操作简单、劳动强度低,送丝稳定、热输入控制稳定,焊接难度显著降低,但是全自动TIG焊相比MIG焊焊接速度较慢,而MIG焊热输入大,熔覆金属多,易出现气孔等缺陷;半自动焊相比手工焊劳动强度明显降低,送丝稳定,尤其

半自动TIG焊热输入控制稳定,操作难度低,但半自动MIG焊热输入大,容易出现气孔等缺陷。

[0056] 如表2及图9所示,针对不同焊接方法的单层焊接效率以及对比图,手工焊条电弧焊的单层焊接效率最高(约是TIG焊的6倍),MIG焊的次之(约是TIG焊的5.5倍),TIG焊的最低,而同一焊接方法不同焊接方式之间的单层焊接效率差异小。五种焊接方式下的焊前准备时间基本一致,约占总时间的40%,主要差异在焊接施工方面,半自动焊和全自动焊耗时较手工焊增加16%~33%,这主要是因为半自动TIG和全自动TIG焊的焊道数多,导致焊接时间和降温时间显著增加;相比之下,半自动TIG+MIG焊和全自动TIG+MIG焊由于MIG焊热输入大、熔覆金属多提高了焊接效率,所以它们较手工焊的耗时增加较少,约20%。此外,MIG焊虽然焊接效率高,但因为热输入大,容易产生气孔等缺陷,所以试验中MIG焊仅作为盖面焊使用,难以发挥其焊接效率高的优势。

[0057] 表2不同焊接方法单层效率对比

[0058]

焊接方式	试样编号	所用焊材	单层焊接最大厚度/mm	单层焊接最大宽度/mm	最大焊接速度/mm/min	焊接效率/mm^3/min	效率比
TIG 焊	手工	ER2209（Φ2.4）	2	4	100	800	1.2
	半自动	ER2209（Φ1.0）	2	2	170	680	1

[0059]

	全自动	ER2209（Φ1.0）	2	4	100	800	1.2
MIG 焊	半自动	ER2209（Φ1.2）	5	6	120	3600	5.3
	全自动	ER2209（Φ1.2）	5	6	130	3900	5.7
焊条电弧焊	手工	E2209-16（Φ3.2）	4	12	90	4320	6.4

[0060] 焊接接头试验评定:

[0061] 拉伸、刻槽锤断和弯曲试验:

[0062] 表3为五种焊接方式接头的力学性能试验结果。从表3可知,五种焊接方式的接头抗拉强度符合标准要求,均断于母材,刻槽锤断和弯曲试验结果符合标准要求,未见明显差异。

[0063] 表3力学性能试验结果

[0064]

焊接方式	试样编号	抗拉强度（MPa）	刻槽锤断试验结果	背弯试验结果	面弯试验结果
手工焊	JQ3-1	770/781（母材）	未发现超标缺陷	未出现裂纹	未出现裂纹
半自动TIG	BT3	766/764（母材）	未发现超标缺陷	未出现裂纹	未出现裂纹
半自动TIG+MIG	BTM3	762/767（母材）	未发现超标缺陷	未出现裂纹	未出现裂纹
全自动TIG	QT3	767/770（母材）	未发现超标缺陷	未出现裂纹	未出现裂纹
全自动TIG+MIG	QTM3	757/753（母材）	未发现超标缺陷	未出现裂纹	未出现裂纹

[0065]

Q/SY TZ 0110-2004 要求	≥621，且断面应完全焊透和熔合	断裂面应完全焊透和熔合	弯曲后，试样弯曲表面上的焊缝和熔合线区域所发现的任一裂纹或其他缺陷尺寸应不大于公称管壁厚的 1/2，且不大于3.2mm。除非发现其他缺陷，由试样边缘上产生的裂纹长度在任何方向上可不大于 6.4mm	

[0066] 硬度：

[0067] 表4为五种焊接方式接头的硬度试验结果。从表4可知，五种焊接方式的接头硬度试验结果均符合标准要求，但与手工焊相比，半自动焊和全自动焊的根焊和热影响区硬度偏高。

[0068] 表4硬度试验结果对比

[0069]

焊接方式	试样编号	硬度试验结果（HV10）		
		焊缝	热影响区	母材
手工焊	JQ3-1	231~264	235~277	237~269
半自动 TIG	BT3	248~274	237~274	238~276
半自动 TIG+MIG	BTM3	232~290（根焊高）	241~283	239~262
全自动 TIG	QT3	242~300（根焊高）	243~288	244~284
全自动 TIG+MIG	QTM3	235~290（根焊高）	240~288	238~257
Q/SY TZ 0110-2004 要求		≤300		

[0070] 冲击：

[0071] 表5为五种焊接方式接头的冲击试验结果。从表5可知，五种焊接方式的接头的冲击试验结果均符合标准要求，与手工焊相比，半自动焊和全自动焊的焊缝冲击功显著提高，增幅27％～44％，韧性明显提高。此外，半自动和全自动TIG+MIG组合焊较半自动和全自动TIG焊的冲击功更高，增幅约10％。

[0072] 表5冲击试验结果对比

[0073]

焊接方法	试样编号	冲击试验结果（V 型、-40℃、全尺寸）					
		焊缝		熔合线		熔合线+5 mm	
		冲击功/J	剪切断面率/%	冲击功/J	剪切断面率/%	冲击功/J	剪切断面率/%
手工焊	JQ3-1	156~180(169)	≥85	207~281(238)	≥90	196~340(245)	≥85
半自动TIG	BT3	207~223(214)	100	161~181(169)	100	241~256(257)	100
半自动TIG+MIG	BTM3	235~248(242)	100	236~251(244)	100	164~179(172)	100
全自动TIG	QT3	216~241(228)	100	148~215(188)	100	177~314(227)	100
全自动TIG+MIG	QTM3	229~241(236)	100	200~229(210)	100	299~311(303)	100
Q/SY TZ 0110-2004 要求		焊缝≥34J、熔合线≥34J、熔合线+5 mm≥54J					

[0074] 化学：

[0075] 表6为五种焊接方式接头的化学成分试验结果。从表6可知,半自动和全自动焊较手工焊接头的氮含量更低,半自动和全自动TIG+MIG组合焊较半自动和全自动TIG焊接头的Cr含量更低,其它未见明显差异。

[0076] 表6化学成分试验结果(wt.%)

[0077]

焊接方式	试样编号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	N
手工焊	JQ3-1	0.019	0.42	1.51	0.017	0.0017	**23.38**	**3.07**	**8.48**	**0.16**
半自动TIG	BT3	0.014	0.45	1.44	0.017	0.0008	**23.10**	**3.20**	**8.40**	**0.12**
半自动TIG+MIG	BTM3	0.016	0.44	1.53	0.015	0.0010	**22.30**	**3.20**	**8.60**	**0.12**
全自动TIG	QT3	0.015	0.43	1.41	0.017	0.0007	**23.60**	**3.20**	**8.40**	**0.12**
全自动TIG+MIG	QTM3	0.016	0.43	1.53	0.015	0.0008	**23.00**	**3.10**	**8.7**	**0.12**
ER2209		≤0.03	≤0.90	0.50~2.00	≤0.025	≤0.020	21.50~23.50	2.50~3.50	7.50~9.50	0.08~0.20
E2209-16		≤0.04	≤1.00	0.50~2.00	≤0.030	≤0.020	21.50~23.50	2.50~3.50	8.50~10.50	0.08~0.20

[0078] 金相：

[0079] 表7为五种焊接方式接头的金相试验结果。从表7可知，半自动和全自动焊较手工焊接头的铁素体含量略高，半自动焊较全自动焊接头的铁素体含量略高。

[0080] 表7金相试验结果

[0081]

焊接方式	试样编号	低倍检验	铁素体含量（%）		有害
			焊缝	热影响	

[0082]

						区	沉淀相
			根焊	填充焊	盖面焊	熔合线至0.2mm	
手工焊	JQ3-1	未见宏观缺陷	44~46	51~52	57~59	68~69	无
半自动TIG	BT3	未见宏观缺陷	54~55	55~56	58~59	68~69	无
半自动TIG+MIG	BTM3	未见宏观缺陷	52~53	53~54	57~59	64~66	无
全自动TIG	QT3	未见宏观缺陷	51~53	54~55	54~56	64~65	无
全自动TIG+MIG	QTM3	未见宏观缺陷	52~53	51~53	55~57	64~65	无
Q/SY TZ 0110-2004要求		无宏观缺陷	30~60			30~70	无

[0083] 应力腐蚀开裂和点蚀:

[0084] 表8为五种焊接方式接头的腐蚀试验结果。从表8可知,五种焊接方式接头的耐应力腐蚀开裂性能符合标准要求,未见差异,均无点蚀产生,但半自动和全自动焊较手工焊的腐蚀速率显著降低,平均腐蚀速率极低。

[0085] 表8腐蚀试验结果

[0086]

焊接方式	试样编号	应力腐蚀开裂	点蚀	
		25%沸腾氯化镁	腐蚀速率(mdd)	放大20倍观察点蚀数量(N)
手工焊	JQ3-1	未断裂	0.60~1.51（1.02）	0

[0087]

半自动TIG	BT3	未断裂	0~0.017（0.008）	0
半自动TIG+MIG	BTM3	未断裂	0~0.003（0.002）	0
全自动TIG	QT3	未断裂	0~0.03（0.011）	0
全自动TIG+MIG	QTM3	未断裂	0~0.003（0.001）	0
Q/SY TZ 0110-2004 要求		不应断裂	≤10	0

[0088] 对比结果:

[0089] 通过上述不同焊接方式接头性能对比分析可知,五种焊接工艺的接头组织和性能均能满足标准规定,本发明方法焊接管道较手工焊的硬度偏高、韧性显著提高、冲击功增幅27％～44％,耐腐蚀能力更优。本发明通过采用TIG自动焊进行根焊、过渡焊和填充焊,MIG自动焊进行盖面焊的复合焊接方式,解决单一TIG自动焊效率较低和单一MIG自动焊质量控制欠佳的难题,为双相不锈钢集输管道环焊缝现场焊接提供新的自动焊接技术。该方法适合于2205双相不锈钢集输管道的环焊缝自动焊接和焊后性能评价,钢管壁厚不宜低于8mm,2205双相不锈钢工艺管道也可参考使用。

[0090] 本发明采用TIG自动焊进行根焊、过渡焊和填充焊保证了接头的焊接质量,采用MIG自动焊进行盖面焊减少了填充焊的层数,提高了焊接速度,最终将整个接头的焊接时间缩短20％以上。

[0091] 采用的双通道自动焊机,两种焊接方法使用的轨道相同,采用外对口方式对钢管椭圆度要求低,焊接工序简单,操作简便,焊接效率和焊接合格率高。

[0092] 所使用的自动焊接系统轻便简洁,可适应现场不同应用环境,自动焊工艺现场适应性好,所需支撑保障较少,可迅速在野外施工现场应用。

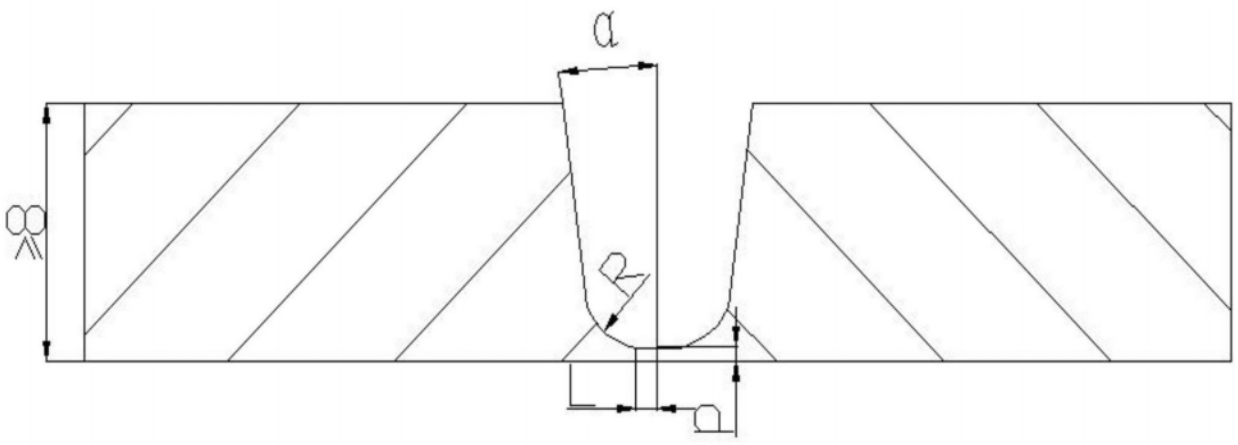


图1

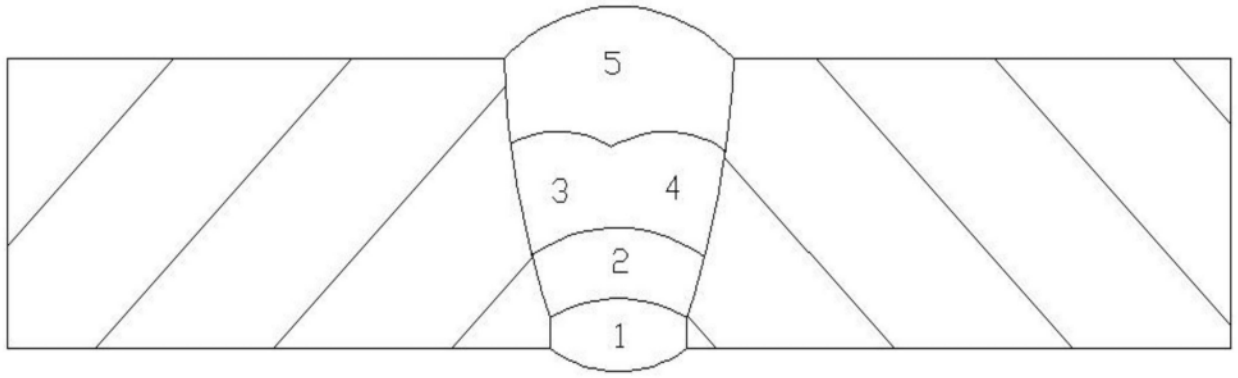


图2

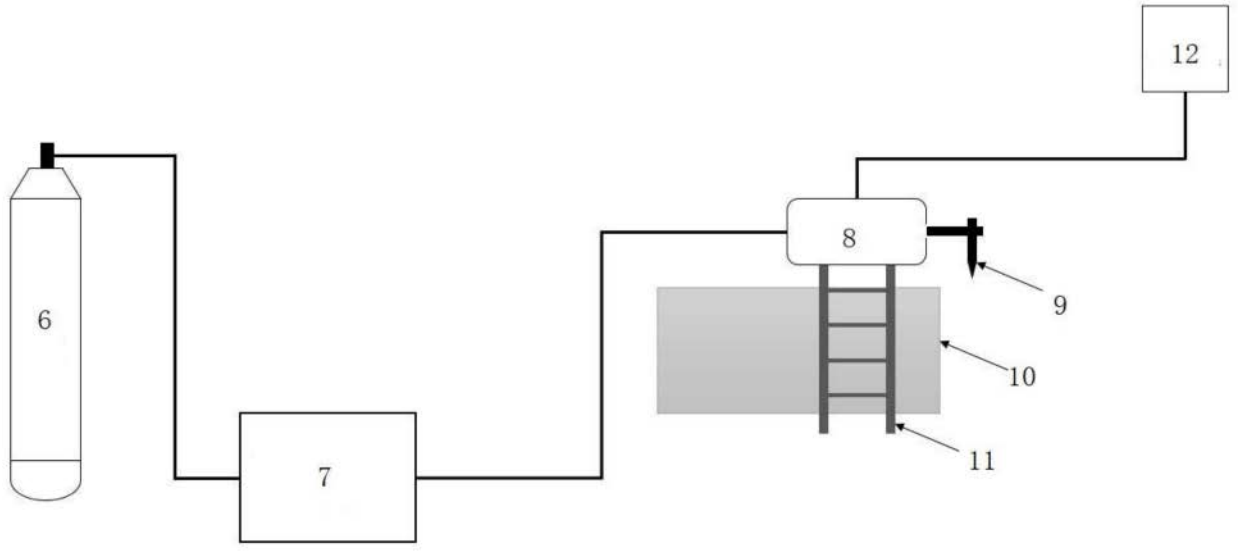
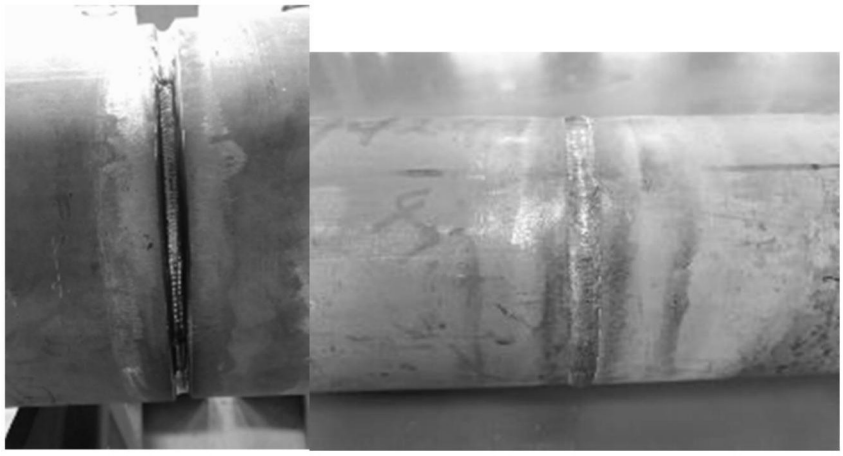
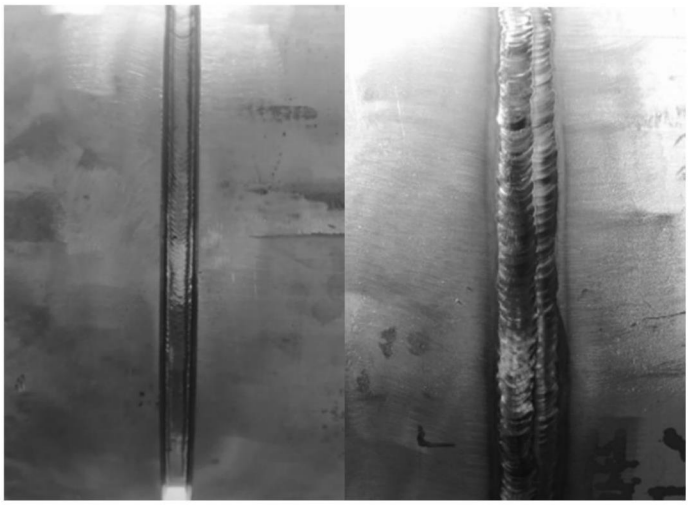


图3



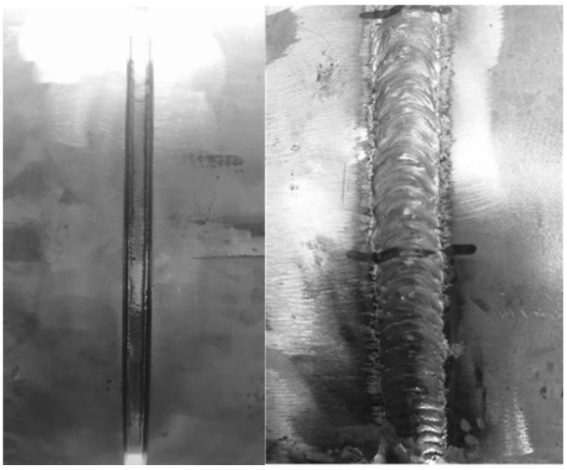
根焊 盖面焊

图4



根焊 盖面焊

图5



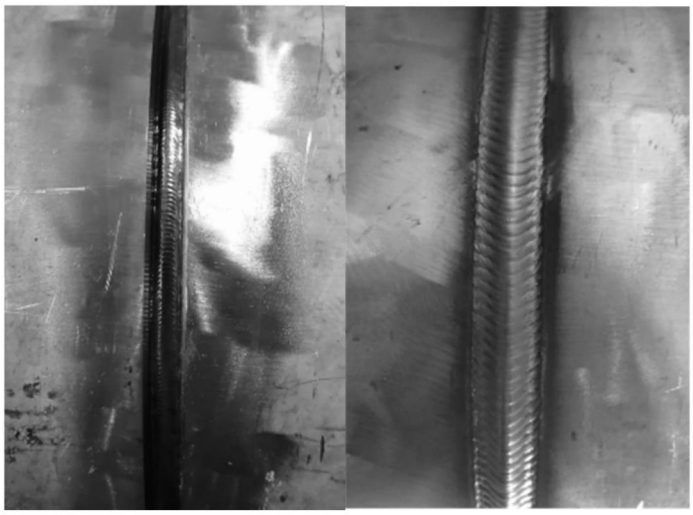
根焊 盖面焊

图6



根焊 盖面焊

图7



根焊 盖面焊

图8

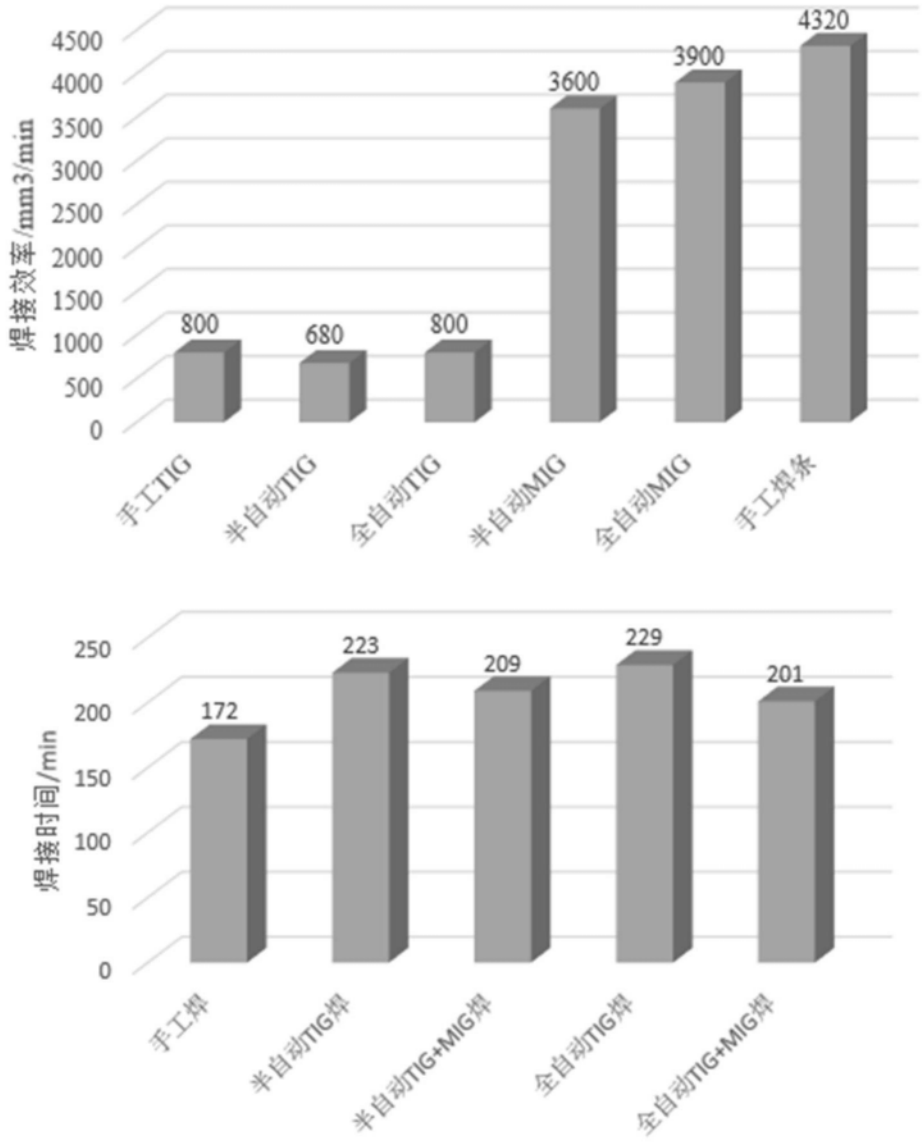

焊接效率/mm3/min
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
800
680
800
3600
3900
4320
手工TIG
半自动TIG
全自动TIG
半自动MIG
全自动MIG
手工焊条
焊接时间/min
250
200
150
100
50
0
172
223
209
229
201
手工焊
半自动TIG焊
半自动TIG+MIG焊
全自动TIG焊
全自动TIG+MIG焊

图9