



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109352180 A

(43)申请公布日 2019.02.19

(21)申请号 201811489184.7

(22)申请日 2018.12.06

(71)申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72)发明人 雷正龙 黎炳蔚 陈彦宾 吴世博  
李鹏

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事  
务所 23109

代理人 岳泉清

(51)Int.Cl.

B23K 26/348(2014.01)

B23K 26/60(2014.01)

B23K 26/14(2014.01)

B23K 103/04(2006.01)

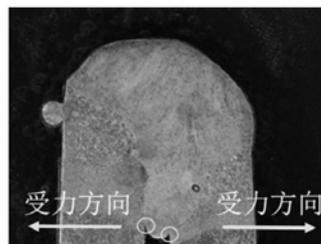
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封  
焊方法

(57)摘要

一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封  
焊方法,它涉及加工工程领域,本发明针对薄壁  
油箱端接接头大间隙位置容易出现的塌陷、焊漏  
等缺陷以及焊根处过渡不平缓可能导致开裂等  
问题,本发明采用激光-电弧复合焊接方法,在焊  
接前向油箱内部通入氩气或氩气/二氧化碳混合  
气,形成保护气氛后开始焊接,在焊接过程中继  
续通入保护气,根据油箱装配的间隙状况确定保  
护气流量。在此过程中,由于背面保护气存在一  
定压力,向上挤压熔池,配合优化激光-电弧复合  
焊接工艺参数,使焊缝底部产生向上的凹陷,直  
至间隙较大处焊后过渡较为平缓。本发明应用于  
车辆油箱制作领域。



1. 一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于该制备方法是按照以下步骤进行的:

步骤一:将工件的待焊接部位根据需要加工成所需要的精度,并对工件加工后的两侧表面进行打磨或清洗;

步骤二:将打磨或清洗后的待焊工件固定在焊接工装夹具上;

步骤三:在焊接前向待焊接区持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气,形成保护气氛,其中,保护气体流量为10L/min~50L/min;

步骤四:设定工艺参数,激光功率为500W~3kW,离焦量为+5~+15mm,电弧电流为50A~100A,焊枪的保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~40L/min;焊接速度为0.8~3.5m/min;上述参数,一旦确定,焊接过程中均保持不变;

步骤五:在实际焊接过程中,采用机器人集成系统控制焊接工艺参数,同时控制电弧起弧和激光器发出激光,然后控制机器人使得激光工作头和焊枪共同运动完成焊接过程;

步骤三中在焊接前向待焊接区持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气,是指将多个待焊接工件搭接后,形成箱体结构,向箱体结构内持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气。

2. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于激光器为CO<sub>2</sub>气体激光器、YAG固体激光器或半导体激光器。

3. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于焊机采用TPS4000MIG/MAG焊机,电流调节范围为3~400A,电压调节范围为14.2~34V。

4. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于所述的工件为2mm厚不锈钢板。

5. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于步骤四的工艺参数:激光功率为1000W~2kW,离焦量为+8~+10mm,电弧电流为70A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为25L/min~40L/min;焊接速度为1.2~3.5m/min。

6. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于步骤四的工艺参数:激光功率为500W~2kW,离焦量为+5~+10mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为25L/min~40L/min;焊接速度为1.2~3.5m/min。

7. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于步骤四的工艺参数:激光功率为1000W~2kW,离焦量为+5~+10mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为30L/min~40L/min;焊接速度为1.5~3.5m/min。

8. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于步骤四的工艺参数:激光功率为5000W~2kW,离焦量为+8~+15mm,电弧电流为70A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为30L/min~40L/min;焊接速度为1.5~3.5m/min。

9. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征在于步骤四的工艺参数:激光功率为1kW~2W,离焦量为+10~+15mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~25L/min;焊接速度

为2.0~3.5m/min。

10. 根据权利要求1所述的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,其特征  
在于步骤四的工艺参数:激光功率为1.5kW~2W,离焦量为+10~+15mm,电弧电流为50A~  
100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~25L/min;焊接  
速度为1.0~3.5m/min。

## 一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,属于材料加工工程领域。

### 背景技术

[0002] 兵器行业车辆中机油箱、柴油箱等薄壁容器类产品,其结构件主要由1.5mm-2mm的薄壁低碳钢板装焊而成,端接接头是其焊接的主要接头形式。薄壁油箱目前采用的焊接方法主要有手工电弧焊、钨极氩弧焊(TIG)、CO<sub>2</sub>气体保护焊、熔化极气体保护焊(MIG/MAG)等。但采用传统的焊接方法容易造成焊接变形大、质量不稳定、焊接应力控制难度大、焊缝质量和外观一致性难以保证等问题,而且在产品使用过程中偶尔会出现焊缝渗漏现象。近年来逐渐发展使用激光焊及激光-电弧复合焊等方法进行端接接头的焊接,充分发挥激光焊接大熔深、高速度、小变形的优点。

[0003] 但激光焊接对结构件装配精度要求很高,对于薄板端接接头,通常需要保障激光焊接过程中板的紧密贴合和焊接过程的稳定性。专利CN201510990030.6公开了一种薄板端接接头同步碾压的激光焊接方法,用于在焊接过程中实时压紧母材,达到良好的焊接效果。然而,由于薄壁油箱拼接部位存在较大间隙,尤其是在多个部件拼接处、拐角等位置(如图1所示),而由于结构和刚度限制,单纯使用碾压轮已无法避免相应部位发生塌陷、焊漏等缺陷。即使使用激光-电弧复合焊接的方法,该部位由于间隙较大,焊缝底部与母材之间形成尖锐夹角(如图2所示),在服役过程中两侧母材受力向外膨胀,容易在该处形成裂纹进而沿熔合线开裂。

### 发明内容

[0004] 本发明针对薄壁油箱端接接头大间隙位置容易出现的塌陷、焊漏等缺陷以及焊根处过渡不平缓可能导致开裂等问题,提出了一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法。

[0005] 本发明旨在焊接薄壁油箱端接接头,采用激光-电弧复合焊接方法,在焊接前向油箱内部通入氩气或氩气/二氧化碳混合气,形成保护气氛后开始焊接,在焊接过程中继续通入保护气,根据油箱装配的间隙状况确定保护气流量。在此过程中,由于背面保护气存在一定压力,向上挤压熔池,配合优化激光-电弧复合焊接工艺参数,使焊缝底部产生向上的凹陷(如图3所示),直至间隙较大处焊后过渡较为平缓。

[0006] 本发明的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,该制备方法是按照以下步骤进行的:

[0007] 步骤一:将工件的待焊接部位根据需要加工成所需要的精度,并对工件加工后的两侧表面进行打磨或清洗;

[0008] 步骤二:将打磨或清洗后的待焊工件固定在焊接工装夹具上;

[0009] 步骤三:在焊接前向工件内部持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气,使其内部

形成保护气氛,其中,保护气体流量为10L/min~50L/min;

[0010] 步骤四:设定工艺参数,激光功率为500W~3kW,离焦量为+5~+15mm,电弧电流为50A~100A,焊枪的保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~40L/min;焊接速度为0.8~3.5m/min;上述参数,一旦确定,焊接过程中均保持不变;

[0011] 步骤五:在实际焊接过程中,采用机器人集成系统控制焊接工艺参数,同时控制电弧起弧和激光器发出激光,然后控制机器人使得激光工作头和焊枪共同运动完成焊接过程;步骤三中在焊接前向待焊接区持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气,是指将多个待焊接工件搭接后,形成箱体结构,向箱体结构内持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气。

[0012] 本发明相比于其他端接接头焊接方式主要有以下几点优势:

[0013] 1、相比于单激光焊接,由于电弧在后方的加热作用,可以降低焊缝内气孔率,焊丝熔化并填充焊缝,提高间隙适应性,可以进一步提高焊接速度。焊缝熔合线延长且方向改变,有利于阻止裂纹扩展。

[0014] 2、相比于同步碾压的激光焊接方法,克服了碾压轮在拐角、拼接处的可达性问题(本发明通过将工件拼接成油箱体后,向箱体内通入气体,由于箱体有间隙的位置,气体可以从焊缝背面吹出来,进而解决该问题),对于其他部位的焊接可产生同样效果,因此优化后油箱整体焊接可不使用碾压轮,相比之下内部充压实施简单。

[0015] 3、相比于普通激光-电弧复合焊接,焊根处形态改变,过渡更为平缓,在受力条件下可防止焊趾处应力集中,使裂纹从该处萌生、开裂,也可以防止在焊根处发生严重腐蚀。

## 附图说明

[0016] 图1为油箱拼接结构示意图;

[0017] 图2为端接接头金相照片;

[0018] 图3为焊缝形态变化照片。

## 具体实施方式

[0019] 具体实施方式一:本实施方式的一种内部加压的端接接头激光-电弧复合封焊方法,该制备方法是按照以下步骤进行的:

[0020] 步骤一:将工件的待焊接部位根据需要加工成所需要的精度,并对工件加工后的两侧表面进行打磨或清洗;

[0021] 步骤二:将打磨或清洗后的待焊工件固定在焊接工装夹具上;

[0022] 步骤三:在焊接前向工件内部持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气,使其内部形成保护气氛,其中,保护气体流量为10L/min~50L/min;

[0023] 步骤四:设定工艺参数,激光功率为500W~3kW,离焦量为+5~+15mm,电弧电流为50A~100A,焊枪的保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~40L/min;焊接速度为0.8~3.5m/min;上述参数,一旦确定,焊接过程中均保持不变;

[0024] 步骤五:在实际焊接过程中,采用机器人集成系统控制焊接工艺参数,同时控制电弧起弧和激光器发出激光,然后控制机器人使得激光工作头和焊枪共同运动完成焊接过程;

[0025] 步骤三中在焊接前向待焊接区持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气,是指将多

个待焊接工件搭接后,形成箱体结构,向箱体结构内持续通入氩气或氩气和二氧化碳混合气。

[0026] 本实施方式端接接头激光-电弧复合封焊,激光器可以采用CO<sub>2</sub>气体激光器、YAG固体激光器、半导体激光器,其中以采用光纤传输的YAG固体激光器最佳,因为其更加高效和环保;焊机可以采用福尼斯公司的TPS4000MIG/MAG焊机,电流调节范围为3-400A,电压调节范围为14.2-34V;根据需求均可实现脉冲焊接。其他设备包括,1台KUKA机器人,焊接过程中工艺参数的调整通过KUKA机器人编程实现。

[0027] 具体实施方式二:结合图说明本实施方式,本实施方式与具体实施方式一不同点在于:激光器为CO<sub>2</sub>气体激光器、YAG固体激光器或半导体激光器。

[0028] 其它与具体实施方式一相同。

[0029] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:焊机采用TPS4000MIG/MAG焊机,电流调节范围为3-400A,电压调节范围为14.2-34V。

[0030] 其它与具体实施方式一相同。

[0031] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:所述的工件为2mm厚不锈钢板。

[0032] 其它与具体实施方式一相同。

[0033] 具体实施方式五:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:步骤四的工艺参数:激光功率为1000W~2kW,离焦量为+8~+10mm,电弧电流为70A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为25L/min~40L/min;焊接速度为1.2~3.5m/min。。

[0034] 其它与具体实施方式一相同。

[0035] 具体实施方式六:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:步骤四的工艺参数:激光功率为500W~2kW,离焦量为+5~+10mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为25L/min~40L/min;焊接速度为1.2~3.5m/min。

[0036] 其它与具体实施方式一相同。

[0037] 具体实施方式七:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:步骤四的工艺参数:激光功率为1000W~2kW,离焦量为+5~+10mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为30L/min~40L/min;焊接速度为1.5~3.5m/min。

[0038] 其它与具体实施方式一相同。

[0039] 具体实施方式八:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:步骤四的工艺参数:激光功率为5000W~2kW,离焦量为+8~+15mm,电弧电流为70A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为30L/min~40L/min;焊接速度为1.5~3.5m/min。

[0040] 其它与具体实施方式一相同。

[0041] 具体实施方式九:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:步骤四的工艺参数:激光功率为1kW~2W,离焦量为+10~+15mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~25L/min;焊接速度为2.0~3.5m/min。

[0042] 其它与具体实施方式一相同。

[0043] 具体实施方式十:本实施方式与具体实施方式一不同点在于:步骤四的工艺参数:激光功率为1.5kW~2W,离焦量为+10~+15mm,电弧电流为50A~100A,保护气采用氩气或氩气和二氧化碳混合气,保护气体流量为10L/min~25L/min;焊接速度为1.0~3.5m/min。

[0044] 其它与具体实施方式一相同。

[0045] 本发明内容不仅限于上述各实施方式的内容,其中一个或几个具体实施方式的组合同样也可以实现发明的目的。

[0046] 通过以下实施例验证本发明的有益效果:

[0047] 分别利用单激光焊、常规激光-电弧复合焊接以及本发明方法焊接2mm厚端接接头进行对比实验。

[0048] 实施例1

[0049] 采用本发明的方法焊接2mm厚不锈钢板端接接头,具体实验方法如下:

[0050] 步骤一:将工件的待焊接部位根据需要加工成所需要的精度,并对工件加工后的两侧表面进行打磨或清洗;

[0051] 步骤二:将打磨或清洗后的待焊工件固定在焊接工装夹具上;

[0052] 步骤三:在焊接前向以较大压力向油箱内部通入氩气或氩气/二氧化碳混合气一定时间,使其内部形成保护气氛,准备完毕后持续通入较小流量的保护气体,气体流量根据装配间隙调整为20L/min。

[0053] 步骤四:设定工艺参数,激光功率为2kW,离焦量为+10mm,电弧电流为50A,保护气采用氩气,保护气体流量为25L/min;焊接速度为1.2m/min;上述参数,一旦确定,焊接过程中均保持不变;

[0054] 步骤五:在实际焊接过程中,采用机器人集成系统控制焊接工艺参数,同时控制电弧起弧和激光器发出激光,然后控制机器人使得激光工作头和焊枪共同运动完成焊接过程。

[0055] 实施例2

[0056] 采用单激光焊焊接2mm厚端接接头,具体实验方法如下:

[0057] 步骤一:将工件的待焊接部位根据需要加工成所需要的精度,并对工件加工后的两侧表面进行打磨或清洗;

[0058] 步骤二:将打磨或清洗后的待焊工件固定在焊接工装夹具上;

[0059] 步骤三:设定工艺参数,根据待加工材料的厚度,激光功率一般为2500W,离焦量为+10mm;保护气采用氩气,保护气体流量为25L/min;焊接速度为1.2m/min;上述参数,一旦确定,焊接过程中均保持不变;

[0060] 步骤四:打开激光器电源,启动激光焊接控制系统,实施焊接;

[0061] 实施例3

[0062] 采用常规激光-电弧复合焊焊接2mm厚端接接头,具体实验方法如下:

[0063] 步骤一:将工件的待焊接部位根据需要加工成所需要的精度,并对工件加工后的两侧表面进行打磨或清洗;

[0064] 步骤二:将打磨或清洗后的待焊工件固定在焊接工装夹具上;

[0065] 步骤三:设定工艺参数,激光功率为2kW,离焦量为+10mm,电弧电流为50A,保护气采用氩气,保护气体流量为25L/min;焊接速度为1.2m/min;上述参数,一旦确定,焊接过程中均保持不变;

[0066] 步骤四:在实际焊接过程中,采用机器人集成系统控制焊接工艺参数,同时控制电弧起弧和激光器发出激光,然后控制机器人使得激光工作头和焊枪共同运动完成焊接过

程。

[0067] 焊后将试件中间部分切割为宽度10mm的拉伸试样,每个试件取样3个,采用岛津电子万能试验机AGX-plus 20kN/5kN对试样进行拉伸试验,计算其抗拉强度平均值,如表1所示。使用激光-电弧复合焊接后抗拉强度相比于单激光焊提高10.2%,而采用本方法优化后可进一步提高6.8%。

[0068] 表1不同方法焊接接头抗拉强度

[0069]

焊接方法	实施例 2	实施例 3	实施例 1
抗拉强度	186MPa	205MPa	219MPa

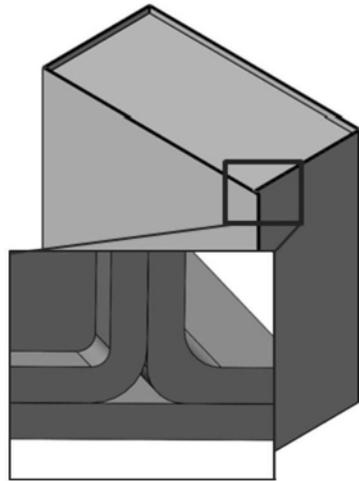


图1

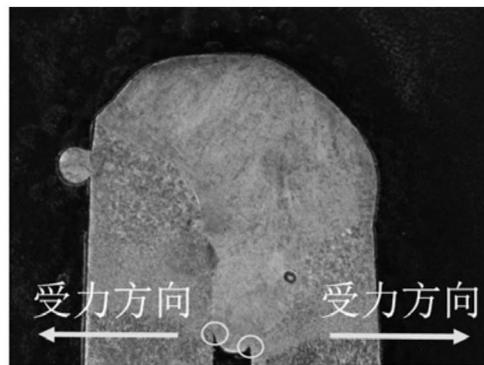


图2



图3