



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117001192 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 07

(21) 申请号 202311081409.6

(22) 申请日 2023.08.25

(71) 申请人 中铁宝桥(扬州)有限公司

地址 225000 江苏省扬州市广陵区李典镇

申请人 中铁宝桥集团有限公司

(72) 发明人 倪金荣 成宇海 薛喆彦 郭瑞

孙天 李彦国 杨亮 许子凡

祝峰 王鑫磊

(74) 专利代理机构 南京源点知识产权代理有限公司 32545

专利代理师 潘云峰

(51) Int. Cl.

B23K 26/70 (2014.01)

B23K 26/24 (2014.01)

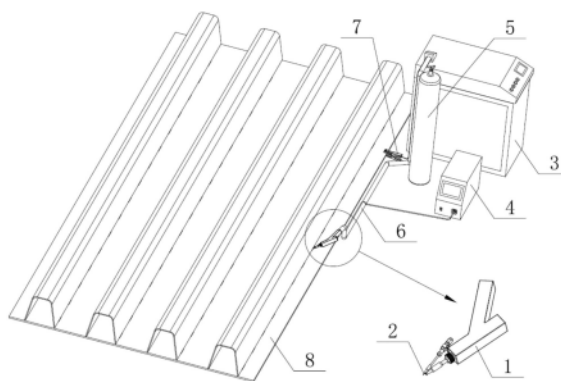
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法

(57) 摘要

本发明公开一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法,涉及桥梁焊接技术领域,采用激光焊机对U肋板单元进行定位焊接;具体步骤如下:S1:启动所述激光焊机,并设定激光焊接参数,并将保护回路夹头夹在U肋板单元的面板端头;S2:接通保护气瓶,并调整保护气瓶的工作参数;调整激光焊机的焊枪,使得焊枪平面与U肋板单元的面板间夹角为 $27^{\circ}\sim 33^{\circ}$,焊枪的激光发射器与焊缝延伸方向夹角为 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$;S3:调整焊枪,使得焊丝接触U肋板单元的坡口,开启焊枪后,带动焊枪沿U肋板单元的坡口的延伸方向运动,形成焊缝,完成定位焊接。本发明解决了现有技术中U肋板单元焊接缝质量差、焊接效率差以及U肋定位焊处熔深保证率低的技术问题。



1. 一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法,其特征在于,采用激光焊机对U肋板单元进行定位焊接;

具体步骤如下:

S1:启动所述激光焊机,并设定激光焊接参数,并将保护回路夹头夹在所述U肋板单元的面板端头,调节所述激光焊机的焊枪的焊丝伸出长度,使其为12~16mm;

S2:接通保护气瓶,并调整所述保护气瓶的工作参数;调整所述激光焊机的焊枪,使得所述焊枪倾斜设置于所述U肋板单元上,所述焊枪平面与所述U肋板单元的面板间夹角为 $27^{\circ}\sim 33^{\circ}$,所述焊枪的激光发射器与焊缝延伸方向夹角为 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$;

S3:调整所述焊枪,使得焊丝接触所述U肋板单元的坡口,开启所述焊枪后,带动所述焊枪沿所述U肋板单元的坡口的延伸方向运动,形成焊缝,完成定位焊接。

2. 根据权利要求1所述的激光焊方法,其特征在于,所述步骤S1中的激光焊接参数包括:激光焊峰值功率为1600W,扫描速度为300mm/s,扫描宽度为5mm,脉冲频率为2000Hz,焊接速度为500~550mm/min。

3. 根据权利要求2所述的激光焊方法,其特征在于,所述焊丝为直径为1.6mm的实心焊丝或埋弧焊丝。

4. 根据权利要求1所述的激光焊方法,其特征在于,所述步骤S2中的保护气瓶内的气体为氮气或氩气,所述保护气瓶的工作参数为气流量为15~20L/min,或出口压力为0.3~0.4MPa。

5. 根据权利要求1所述的激光焊方法,其特征在于,所述激光定位焊的焊缝长度为40~60mm,定位焊间距为200~400mm,定位焊焊脚尺寸为1.5~2.5mm。

6. 根据权利要求1所述的激光焊方法,其特征在于,所述U肋板单元包括U肋板和面板,所述U肋板设置于所述面板上,且所述U肋板的底部设置有V型坡口。

7. 根据权利要求6所述的激光焊方法,其特征在于,所述V型坡口与所述面板上表面的夹角为 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。

8. 根据权利要求7所述的激光焊方法,其特征在于,所述U肋板单元在焊接前,对所述V型坡口的坡口面及外延20~30mm的区域进行清理。

一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁焊接技术领域,尤其涉及一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法。

背景技术

[0002] 正交异性钢桥面板,具有重量轻、承载力大、施工周期短等优点,在钢桥梁的建设中得到了广泛的应用,尤其是在千米级的跨江、跨河、跨海大桥上,其技术优势更加显著。但正交异性钢桥面板因局部轮载及结构细节导致的应力集中影响,各类疲劳开裂问题较为突出,其中U肋与面板间焊缝易产生的焊根裂纹广受关注。

[0003] 传统的U肋板单元制作,定位焊采用手工气体保护电弧焊进行焊接,焊接效率较低,且因定位焊工技能水平限制,可能会出现气孔、夹渣、不连续、裂纹等缺陷,一旦未及时检查清除,代入正式焊缝内,易导致U肋焊缝根部萌发裂纹。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法,解决了现有技术中U肋板单元焊接缝质量差、焊接效率差以及U肋定位焊处熔深保证率低的技术问题。

[0005] 本申请实施例公开了一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法,采用激光焊机对U肋板单元进行定位焊接;

具体步骤如下:

S1:启动所述激光焊机,并设定激光焊接参数,并将保护回路夹头夹在所述U肋板单元的面板端头,调节所述激光焊机的焊枪的焊丝伸出长度,使其为12~16mm;

S2:接通保护气瓶,并调整所述保护气瓶的工作参数;调整所述激光焊机的焊枪,使得所述焊枪倾斜设置于所述U肋板单元上,所述焊枪平面与所述U肋板单元的面板间夹角为 $27^{\circ}\sim 33^{\circ}$,所述焊枪的激光发射器与焊缝延伸方向夹角为 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$;

S3:调整所述焊枪,使得焊丝接触所述U肋板单元的坡口,开启所述焊枪后,带动所述焊枪沿所述U肋板单元的坡口的延伸方向运动,形成焊缝,完成定位焊接。

[0006] 本发明的焊接方法属于激光焊接领域,且是半自动连续填丝激光焊;较传统的气体保护电弧焊,具有低能耗、低噪音、烟尘极小、绿色环保且焊后变形极小、焊缝成型优良、焊接效率高等突出优势,适用于U肋板单元的焊接。

[0007] 在上述技术方案的基础上,本申请实施例还可以做如下改进:

进一步地,所述步骤S1中的激光焊接参数包括:激光焊峰值功率为1600W,扫描速度为300mm/s,扫描宽度为5mm,脉冲频率为2000Hz,焊接速度为500~550mm/min,焊丝干伸长为12~16mm,采用本步的有益效果是通过对激光焊接参数的调整以此保证后续焊缝的质量。

[0008] 进一步地,所述焊丝为直径为1.6mm的实心焊丝或埋弧焊丝。

[0009] 进一步地,所述步骤S2中的保护气体为氮气或氩气。

[0010] 进一步地,所述步骤S2中的保护气瓶内的气体为氮气或氩气,所述保护气瓶的工作参数为气流量为15~20L/min,或出口压力为0.3~0.4MPa,采用本步的有益效果是通过控制保护气体的流量能够提高焊接质量。

[0011] 进一步地,所述U肋板单元包括U肋板和面板,所述U肋板设置于所述面板上,且所述U肋板的底部设置有V型坡口。

[0012] 进一步地,所述V型坡口与所述面板上表面的夹角为50°~55°。

[0013] 进一步地,所述U肋板单元在焊接前,对所述V型坡口的坡口面及外延20~30mm的区域进行清理。

[0014] 本申请实施例中提供的一个或者多个技术方案,至少具有如下技术效果或者优点:

1.本申请中形成的定位焊缝成型匀质美观,焊后无需打磨,焊接效率高。

[0015] 2.本申请的焊接方法造成的变形极小,避免了传统气体保护电弧焊定位后U肋可能出现的波浪弯。

[0016] 3.本申请中的激光定位焊缝的焊脚尺寸小,易于被正式焊缝重熔,可提高定位焊处U肋熔深率。

[0017] 4.本申请的焊接方法在焊接过程几乎无烟尘,弧光强度低不伤眼,焊接噪声小,绿色环保。

[0018] 5.本申请的焊接方法操作简单,便于工作人员快速上手。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明具体实施例所述的一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法时的布局示意图;

图2为图1的局部示意图;

图3为图2的A-A向示意图;

具体标号如下:

1-激光发射器;2-焊丝;3-焊接电源;4-送丝机构;5-保护气瓶;6-光纤线缆;7-保护回路夹头;8-U肋板单元;9-已焊焊缝。

具体实施方式

[0021] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,因此只作为示例,而不能以此来限制本发明的保护范围。

需要注意的是,除非另有说明,本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域技术人员所理解的通常意义。

[0022] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基

于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0023] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0024] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体实施方式对上述技术方案进行详细说明。

[0025] 本申请公开的是采用激光焊机对U肋板单元进行定位焊接,具体结构如图1-3所示。采用本申请的方法进行U肋板单元定位焊,焊接过程中几乎无焊接烟尘、弧光强度低不伤眼、焊接噪声小且对环境污染小,焊后变形极小、外观成型匀质美观、免打磨,焊接效率高且能有效保证U肋定位焊处熔深率;同时本申请激光聚焦产生焊接能量的环保高效优势,可逐步替代传统的气体保护电弧焊定位U肋板单元,能够有效保证U肋定位焊处熔深率。

[0026] 关于熔深率,以下作进一步说明:

传统U肋定位焊,采用气体保护焊焊接,焊脚尺寸一般为4mm,受制于装配定位焊工操作技能水平,易出现根部焊道未能熔及钝边情况,而正式焊缝焊接时,打底焊需控制电流、电压参数(防止产生烧穿情况),在相对盖面焊道较小的焊接参数下,打底焊接的熔池很难将较厚的定位焊完全击穿重熔,如此定位焊处U肋焊缝的熔深很难满足80%U肋板厚的要求,大部分情况仅能达到60%至70%的熔透率。而采用激光焊后,U肋定位焊处的焊脚尺寸仅为1.5~2.5mm,较小焊角下易于将钝边角部熔化,且即使激光定位焊阶段未能达到最终80%熔透率要求,但随后的正式打底焊接阶段,因激光定位焊焊脚尺寸小,易于被打底焊缝重熔,可大幅提高定位焊处U肋熔深保证率。

[0027] 实施例1:

本申请实施例公开了一种适用于U肋板单元定位焊的激光焊方法,针对于U肋板单元进行焊接加工,以解决U肋板单元焊接缝质量差、焊接效率差以及U肋定位焊处熔深保证率低的问题;

即采用激光焊机对U肋板单元进行定位焊接;

具体步骤如下:

S1:启动所述激光焊机,并设定激光焊接参数;其中,所述激光焊接参数包括:激光焊峰值功率为1600W,扫描速度为300mm/s,扫描宽度为5mm,脉冲频率为2000Hz,焊接速度为500mm/min;将保护回路夹头夹在所述U肋板单元的面板端头,调节所述激光焊机的焊枪的焊丝伸出长度,使其为12mm,所述焊丝为实心焊丝或埋弧焊丝;

S2:接通保护气瓶,并调整所述保护气瓶的工作参数,所述保护气体为氮气,所述保护气体的保护气体流量为15L/min;调整所述激光焊机的焊枪,使得所述焊枪倾斜设置于所述U肋板单元上,所述焊枪平面与所述U肋板单元的面板间夹角为 27° ,所述焊枪的激光发射器与焊缝延伸方向夹角为 40° ;

S3:调整所述焊枪,使得焊丝接触所述U肋板单元的坡口,开启所述焊枪后,带动所

述焊枪沿所述U肋板单元的坡口的延伸方向运动,形成焊缝,完成定位焊接;

具体地,此时焊丝伸出头部,对准U肋坡口根部,轻压焊丝,使之与坡口根部接触,并扣动焊枪运行按钮,当激光聚焦熔化焊丝并发出白光后,顺着焊丝连续送丝的反推力往后匀速拉动焊枪,焊接过程中不得摆动焊枪;每段定位焊停焊时,先施力下压焊丝,后松开焊枪运行按钮,并提起焊枪即可。

[0028] 本申请中的所述激光定位焊的焊缝长度为40mm,定位焊间距为200mm,定位焊焊脚尺寸为1.5mm。

[0029] 所述U肋板单元包括U肋板和面板,所述U肋板设置于所述面板上,且所述U肋板的底部设置有V型坡口,其中,所述V型坡口与所述面板上表面的夹角为 50° 。

[0030] 所述U肋板单元在焊接前,对所述V型坡口的坡口面及外延20mm的区域进行清理。

[0031] 本申请中所述焊丝为直径为1.6mm的实心焊丝,所选用的实心焊丝型号为G49A3C1S6,化学成分按质量百分比计如下: $C=0.06\%\sim 0.15\%$ 、 $Si=0.80\%\sim 1.15\%$ 、 $Mn=1.40\%\sim 1.85\%$ 、 $P\leq 0.025\%$ 、 $S\leq 0.025\%$ 、 $Ni\leq 0.15\%$ 、 $Cr\leq 0.15\%$ 、 $Mo\leq 0.15\%$ 、 $V\leq 0.03\%$ 、 $Cu\leq 0.50\%$ 、余量为Fe。

[0032] 实施例2:

针对于实施例,本实施例针对于实施例1中的部分参数进行调整,形成的步骤如下:

S1:启动所述激光焊机,并设定激光焊接参数;其中,所述激光焊接参数包括:激光焊峰值功率为1600W,扫描速度为300mm/s,扫描宽度为5mm,脉冲频率为2000Hz,焊接速度为550mm/min;将保护回路夹头夹在所述U肋板单元的面板端头,调节所述激光焊机的焊枪的焊丝伸出长度,使其为16mm,所述焊丝为实心焊丝或埋弧焊丝;

S2:接通保护气瓶,并调整所述保护气瓶的工作参数,所述保护气体为氩气,所述保护气体的保护气体流量为15L/min;调整所述激光焊机的焊枪,使得所述焊枪倾斜设置于所述U肋板单元上,所述焊枪平面与所述U肋板单元的面板间夹角为 33° ,所述焊枪的激光发射器与焊缝延伸方向夹角为 50° ;所述保护气体为氮气或氩气,所述保护气体的保护气体流量为20L/min;

S3:调整所述焊枪,使得焊丝接触所述U肋板单元的坡口,开启所述焊枪后,带动所述焊枪沿所述U肋板单元的坡口的延伸方向运动,形成焊缝,完成定位焊接;

具体地,此时焊丝伸出头部,对准U肋坡口根部,轻压焊丝,使之与坡口根部接触,并扣动焊枪运行按钮,当激光聚焦熔化焊丝并发出白光后,顺着焊丝连续送丝的反推力往后匀速拉动焊枪,焊接过程中不得摆动焊枪;每段定位焊停焊时,先施力下压焊丝,后松开焊枪运行按钮,并提起焊枪即可。

[0033] 本申请中的所述激光定位焊的焊缝长度为60mm,定位焊间距为400mm,定位焊焊脚尺寸为2.5mm。

[0034] 所述U肋板单元包括U肋板和面板,所述U肋板设置于所述面板上,且所述U肋板的底部设置有V型坡口,其中,所述V型坡口与所述面板上表面的夹角为 55° 。

[0035] 所述U肋板单元在焊接前,对所述V型坡口的坡口面及外延30mm的区域进行清理。

[0036] 所述焊丝为直径为1.6mm的埋弧焊丝,选用的埋弧焊丝型号为SU35,化学成分按质量百分比计如下: $C\leq 0.12\%$ 、 $Si\leq 0.30\%$ 、 $Mn=1.40\%\sim 2.00\%$ 、 $P\leq 0.025\%$ 、 $S\leq 0.025\%$ 、 $Ni=$

0.10%~0.50%、Cr≤0.20%、Cu≤0.35%、余量为Fe。

[0037] 实施例3:

针对于实施例,本实施例针对于实施例1中的部分参数进行调整,形成的步骤如下:

S1:启动所述激光焊机,并设定激光焊接参数;其中,所述激光焊接参数包括:激光焊峰值功率为1600W,扫描速度为300mm/s,扫描宽度为5mm,脉冲频率为2000Hz,焊接速度为520mm/min;将保护回路夹头夹在所述U肋板单元的面板端头,调节所述激光焊机的焊枪的焊丝伸出长度,使其为14mm,所述焊丝为实心焊丝或埋弧焊丝;关于焊接速度,本实施例作进一步说明,当焊接速度较低时,会造成停留时间长,影响激光镜片;当焊接速度过快时,有可能会影响焊缝成型,从而影响焊缝质量;

S2:接通保护气瓶,并调整所述保护气瓶的工作参数,所述保护气体为氮气,所述保护气体的保护气体流量为15L/min或者出口压力为0.3~0.4MPa;调整所述激光焊机的焊枪,使得所述焊枪倾斜设置于所述U肋板单元上,所述焊枪平面与所述U肋板单元的面板间夹角为30°,所述焊枪的激光发射器与焊缝延伸方向夹角为45°;所述保护气体为氮气或氩气,所述保护气体的保护气体流量为18L/min;

S3:调整所述焊枪,使得焊丝接触所述U肋板单元的坡口,开启所述焊枪后,带动所述焊枪沿所述U肋板单元的坡口的延伸方向运动,形成焊缝,完成定位焊接;

具体地,此时焊丝伸出头部,对准U肋坡口根部,轻压焊丝,使之与坡口根部接触,并扣动焊枪运行按钮,当激光聚焦熔化焊丝并发出白光后,顺着焊丝连续送丝的反推力往后匀速拉动焊枪,焊接过程中不得摆动焊枪;每段定位焊停焊时,先施力下压焊丝,后松开焊枪运行按钮,并提起焊枪即可。

[0038] 本申请中的所述激光定位焊的焊缝长度为45mm,定位焊间距为300mm,定位焊焊脚尺寸为2mm。

[0039] 所述U肋板单元包括U肋板和面板,所述U肋板设置于所述面板上,且所述U肋板的底部设置有V型坡口,其中,所述V型坡口与所述面板上表面的夹角为52°。

[0040] 所述U肋板单元在焊接前,对所述V型坡口的坡口面及外延25mm的区域进行清理。

[0041] 本申请中所述焊丝为直径为1.6mm的实心焊丝,所选用的实心焊丝型号为G49A3C1S6,化学成分按质量百分比计如下:C=0.06%~0.15%、Si=0.80%~1.15%、Mn=1.40%~1.85%、P≤0.025%、S≤0.025%、Ni≤0.15%、Cr≤0.15%、Mo≤0.15%、V≤0.03%、Cu≤0.50%、余量为Fe。

[0042] 以材质均为Q345qD的U肋板单元为例,U肋板厚为8mm,面板板厚为16mm;板单元宽度为2400mm,长度为5000mm;U肋数量为4根。U肋坡口形式为单面V型坡口。采用实施例1的方式生产得到5件产品,分别为A1-A5;实施例2的方式生产得到5件产品,分别为B1-B5;实施例3的方式生产得到5件产品C1-C5;采用气体保护电弧焊得到3件产品D1-D3;

试验1:

相控阵探伤:针对产品A1-A5、B1-B5和C1-C5,对所有焊缝通长进行相控阵探伤,探伤后统计熔深率低于80%的共计2处落在激光定位焊范围内,计算得出激光定位焊处熔深合格率达98.1%,远超传统气体保护定位焊的熔深合格率均值表现,例如D1-D3定位焊处熔深合格率统计仅为61.3%。

[0043] 针对于产品A1、B1和C1：

试验2：

起吊静置试验，对产品A1、B1和C1采用四钩起吊法，分别将四个起吊夹具夹在中间两根U肋端头（使定位焊缝直接承受起吊力），具体起吊高度为500mm，静置的时间不少于2min，悬吊完成后，缓慢放置至平台上，观察产品A1、B1和C1中定位焊缝处均没有开裂现象；

试验3：

反变形压弯试验：在进行起吊静置试验后，将产品A1、B1和C1分别放置于反变形胎架上进行压弯预施反变形。经过一次压弯并卸力后，检查全部定位焊处外观。排除非焊接操作因素外，反变形压弯试验焊缝开裂率仅为1.9%，低于传统气体保护电弧焊5%的平均水准。

[0044] 针对于产品A2、B2和C2：

试验4：

角焊缝破断试验：将产品A2、B2和C2破断后，经断口检验发现“存在最大尺寸为0.78mm的气孔，未发现未熔合”，结果符合AWS D1.5标准5.27.5节（角焊缝破断试验（定位焊工））要求。

[0045] 试验5：

拉断力测试试验：针对于产品A3-A5、B3-B5、C3-C5和D1-D3，按照《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》（GB/T 10433-2002）中拉伸试验方法进行拉断试验。产品A3-A5、B3-B5、C3-C5的拉断力均值为107.08kN，产品D1-D3的拉断力均值为168.13kN。考虑两种焊接方法的焊脚尺寸不一致（激光焊焊脚尺寸较小），经等截面换算后，激光焊缝强度约为（同等条件下）气体保护电弧焊的2.5倍。

[0046] 综上，本申请实施例采用激光焊方法对U肋板单元进行定位焊，通过设配合理的激光焊焊接工艺参数，所获得的定位焊缝外观成型匀质美观，焊缝强度满足正式焊缝焊接前的起吊、预压反变形等受力要求，且正式焊缝焊后的定位焊处熔深合格率超过98%，验证了所提出的U肋板单元激光定位焊的可操作性及适用性。

[0047] 本发明的说明书中，说明了大量具体细节。然而，能够理解，本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中，并未详细示出公知的方法、结构和技术，以便不模糊对本说明书的理解。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0048] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术

方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

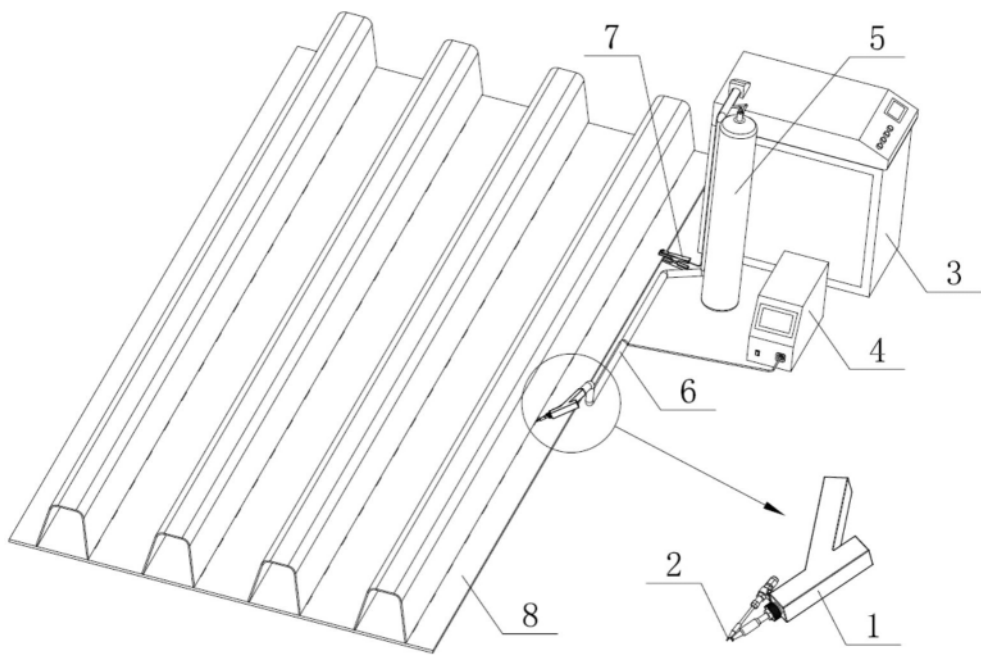


图1

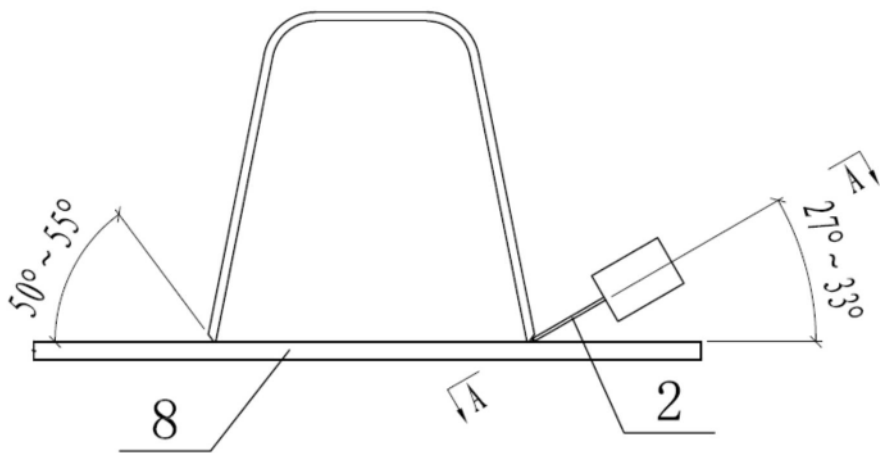


图2

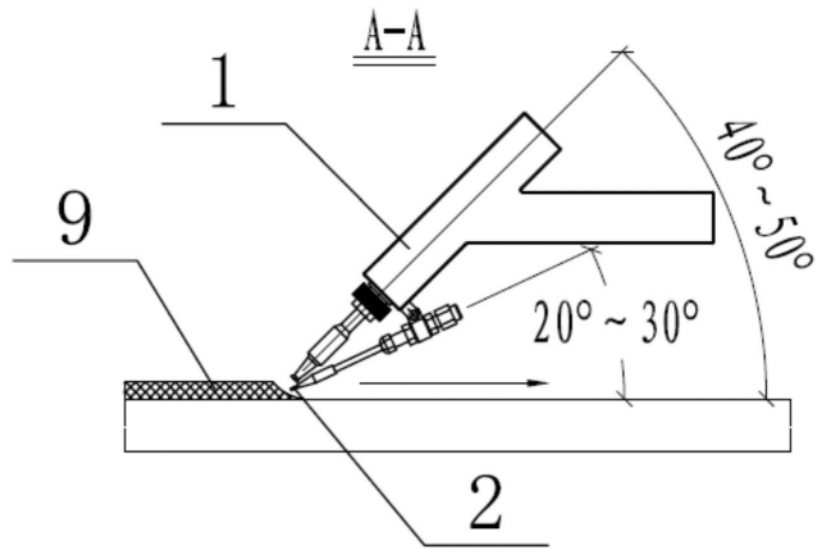


图3