



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116372374 A

(43) 申请公布日 2023.07.04

(21) 申请号 202310595457.0

(22) 申请日 2023.05.24

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

申请人 若宇新能源科技(宁波)有限公司

(72) 发明人 郑敏 虞钢 董斌鑫 董力

何秀丽 李少霞 田崇鑫 段巨臣

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限公司 11251

专利代理师 江亚平

(51) Int. Cl.

B23K 26/30 (2014.01)

B08B 7/00 (2006.01)

B23K 26/70 (2014.01)

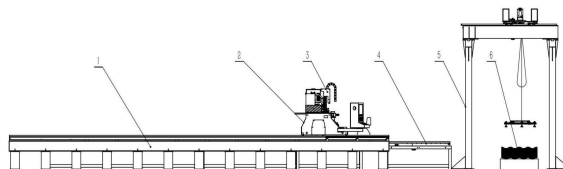
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种双工位激光焊接机及带涂层薄板激光焊接方法

(57) 摘要

本发明提供一种双工位激光焊接机及带涂层薄板激光焊接方法,包括机床X轴组件、机床Y轴组件、机床Z轴组件、进料传送带、自动上料架、可移动式出料传送带、控制面板、焊接夹具;机床X轴组件为双导轨形式,固定在地面,在其上安装有机床Y轴组件,可沿X轴方向运动,机床Z轴组件安装在机床Y轴组件上;控制面板安装在机床Y轴组件端头;自动上料架设置在机床外侧,然后依次设置进料传送带,焊接夹具以及可移动式出料传送带,安装在地面上,可实现二维板材拼焊和三维结构件焊接的双工位加工。采用大圆轨迹和小圆轨迹的组合以及设定的工艺参数,实现带涂层板材的焊接。本发明能够降低设备购置成本、提高焊接的效率。



1. 一种双工位激光焊接机,其特征在于:包括机床X轴组件、机床Y轴组件、机床Z轴组件、进料传送带、自动上料架、可移动式出料传送带、控制面板、焊接夹具;机床X轴组件为双导轨形式,固定在地面,在其上安装有机床Y轴组件,可沿X轴方向运动,机床Z轴组件安装在机床Y轴组件上,可沿Y轴方向运动,机床Z轴组件提供Z轴方向运动,实现机床的三维运动;控制面板安装在机床Y轴组件端头,减少线缆长度同时方便工人在不同加工工位的使用;自动上料架设置在机床外侧,然后依次设置进料传送带,焊接夹具以及可移动式出料传送带,安装在地面上。

2. 根据权利要求1所述的一种双工位激光焊接机,其特征在于:进行二维拼焊工作时,所述自动上料架吸附板材原料运送至进料传送带上,通过安装在机床Y轴组件上的控制面板操控运行,焊接夹具将两块板材原料固定,机床X轴组件固定不动,机床Y轴组件运动进行直缝焊接,可移动式出料传送带将焊好的板材移出焊接夹具,多次焊接后形成板材成品,完成整个二维工件的焊接工作。

3. 根据权利要求1所述的一种双工位激光焊接机,其特征在于:焊接三维结构件时,将可移动式出料传送带移出,机床X轴组件、机床Y轴组件、机床Z轴组件配合激光头旋转机构的C轴和A轴完成多种形式轨迹,在焊接过程中,使用振镜式激光焊接头、保护气嘴以及送丝头配合实现焊接加工;激光头控制箱安装在随动支架上,跟随焊接小车移动,振镜式激光焊接头所用的线缆和管路穿过Z轴拖链。

4. 根据权利要求1所述的一种双工位激光焊接机,其特征在于:所述振镜式激光焊接头底部安装有保护气嘴和送丝头,并设置有镜片保护气帘,在其中通0.7Mpa左右的空气,形成一个高速气流保护层,避免飞溅物损坏镜片;焊缝跟踪模块、保护气嘴、送丝头保持在同一直线上;焊缝跟踪模块提前识别焊缝位置与宽度,其设置在运动方向前方,通过焊缝跟踪模块反馈的信息由控制系统处理后发送至执行机构,由副X轴带动焊接头移动,保证激光作用在焊缝中心处。

5. 根据权利要求1所述的一种双工位激光焊接机,其特征在于:所述送丝头安装在振镜式激光焊接头前方,其终端在待焊板材正上方,激光束作用下熔化焊丝,对焊缝进行填充;所述保护气嘴设置在振镜式激光焊接头后方,其中通氩气,对焊接过程中焊缝进行保护,同时将部分飞溅物吹向前方,减少向上溅射到振镜式激光焊接头上的飞溅物;还包括同轴CCD,用来观测焊接位置图像,用来精确观测焊缝位置及观测焊接过程中图像。

6. 根据权利要求1-5之一所述的一种双工位激光焊接机的带涂层薄板激光焊接方法,其特征在于,将激光束运动轨迹设定为大圆轨迹和小圆轨迹的组合来实现带涂层板材的焊接;所述焊接方法使用波长为1064nm连续激光束作为热源,使用振镜式激光焊接头,使得激光束以设定参数进行运动。

7. 根据权利要求6所述的带涂层薄板激光焊接方法,其特征在于,所述送丝头在运动方向的前方、所述保护气嘴在运动方向后方,激光束在激光头控制箱的控制下按照大圆轨迹和小圆轨迹的组合运动,焊丝与待焊板材的接触位置处于左侧的小圆轨迹的中心位置,当激光束运动在大圆轨迹一侧时,有部分激光越过焊丝作用到待焊板材上,同时焊丝吸收热量,保护气嘴吹出的惰性气体将蒸发的涂层物质吹走,实现在焊接前清洗掉涂层,不影响焊接成型。

8. 根据权利要求7所述的带涂层薄板激光焊接方法,其特征在于,所述设定参数为:所

述焊丝直径包括0.8mm、1.0mm、1.2mm以及1.6mm,选用略大于焊缝间隙的焊丝直径,焊丝直径与小圆轨迹的直径相近,大圆轨迹的直径为焊丝直径的1.5-2.0倍,激光束运行大小圆形组合轨迹的频率为100-200HZ。

## 一种双工位激光焊接机及带涂层薄板激光焊接方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械加工领域,具体涉及一种双工位激光焊接机及带涂层薄板激光焊接方法。

### 背景技术

[0002] 随着激光技术的发展和普及,激光焊接技术走向了各行各业,其中包括二维和三维结构件的焊接应用,对于大尺度的二维结构的焊接,使用拼板焊机实现,对于三维结构件,则需要多自由度机构搭载焊接头来实现。一台设备实现大尺度二维、三维结构件的焊接,对于小批量产品生产单位来说,可节省设备购置成本、减少设备占地面积以及减少技术工人,而传统的框架式、关节臂式焊接设备无法实现大尺度二维结构和三维结构件的焊接。此外,在焊接中,镀锌板、带漆板等都是常见的材料,而涂层增加焊接难度且对焊缝质量不利,工程中往往会多加一道打磨工序。因此急需开发一种兼容大尺度二维以及三维结构件的激光焊接装备,以及开发一种带涂层材料的激光焊接方法,以降低设备购置成本、提高焊接的效率,促进激光先进焊接技术的大规模工业应用,提升国内相关领域与行业的技术竞争力。

[0003] 目前对于板材的对接焊、搭接焊已有较多的研究,但对于带涂层板材的焊接,往往是采用机械方式将其去除,之后开展焊接加工,近年来随着激光技术的推广,也使用激光清洗来进行除漆,如中国专利申请CN201810216578.9可实现焊前激光清洗的一体化焊接系统及其焊接方法,焊接前先使用激光清洗头对焊件进行处理,之后再行焊接,需要布置清洗和焊接两套装置,系统复杂,加工时间翻倍,焊接效率大大降低;再如中国专利申请CN201910454190.7(一种用于曲面薄壁结构的激光清洗与激光焊接一体化装备与方法)可以实现边清洗边焊接,但其使用两个激光发生器,一个用来激光清洗涂层,另一个用来焊接,实验两套激光系统,增加了设备成本及不稳定性。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种双工位激光焊接机及带涂层薄板激光焊接方法,提供兼容大尺度二维以及三维结构件的激光焊接装备,以及开发一种带涂层材料的激光焊接方法,以降低设备购置成本、提高焊接的效率,促进激光先进焊接技术的大规模工业应用,提升国内相关领域与行业的技术竞争力。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种双工位激光焊接机,包括机床X轴组件、机床Y轴组件、机床Z轴组件、进料传送带、自动上料架、可移动式出料传送带、控制面板、焊接夹具;机床X轴组件为双导轨形式,固定在地面,在其上安装有机床Y轴组件,可沿X轴方向运动,机床Z轴组件安装在机床Y轴组件上,可沿Y轴方向运动,机床Z轴组件提供Z轴方向运动,实现机床的三维运动;控制面板安装在机床Y轴组件端头,减少线缆长度同时方便工人在不同加工工位的使用;自动上料架设置在机床外侧,然后依次设置进料传送带,焊接夹具以及可移动式出料传送带,安装在地面

上。

[0007] 进一步地,进行二维拼焊工作时,所述自动上料架吸附板材原料运送至进料传送带上,通过安装在机床Y轴组件上的控制面板操控运行,焊接夹具将两块板材原料固定,机床X轴组件固定不动,机床Y轴组件运动进行直缝焊接,可移动式出料传送带将焊好的板材移出焊接夹具,多次焊接后形成板材成品,完成整个二维工件的焊接工作。

[0008] 进一步地,焊接三维结构件时,将可移动式出料传送带移出,机床X轴组件、机床Y轴组件、机床Z轴组件配合激光头旋转机构的C轴和A轴完成多种形式轨迹,在焊接过程中,使用振镜式激光焊接头、保护气嘴以及送丝头配合实现焊接加工;激光头控制箱安装在随动支架上,跟随焊接小车移动,振镜式激光焊接头所用的线缆和管路穿过Z轴拖链。

[0009] 进一步地,所述振镜式激光焊接头底部安装有保护气嘴和送丝头,并设置有镜片保护气帘,在其中通0.7Mpa左右的空气,形成一个高速气流保护层,避免飞溅物损坏镜片;焊缝跟踪模块、保护气嘴、送丝头保持在同一直线上;焊缝跟踪模块提前识别焊缝位置与宽度,其设置在运动方向前方,通过焊缝跟踪模块反馈的信息由控制系统处理后发送至执行机构,由副X轴带动焊接头移动,保证激光作用在焊缝中心处。

[0010] 进一步地,所述送丝头安装在振镜式激光焊接头前方,其终端在待焊板材正上方,激光束作用下熔化焊丝,对焊缝进行填充;所述保护气嘴设置在振镜式激光焊接头后方,其中通氩气,对焊接过程中焊缝进行保护,同时将部分飞溅物吹向前方,减少向上溅射到振镜式激光焊接头上的飞溅物;还包括同轴CCD,用来观测焊接位置图像,用来精确观测焊缝位置及观测焊接过程中图像。

[0011] 本发明还提供一种双工位激光焊接机的带涂层薄板激光焊接方法,将激光束运动轨迹设定为大圆轨迹和小圆轨迹的组合来实现带涂层板材的焊接;所述焊接方法使用波长为1064nm连续激光束作为热源,使用振镜式激光焊接头,使得激光束以设定参数进行运动。

[0012] 进一步地,所述送丝头在运动方向的前方、所述保护气嘴在运动方向后方,激光束在激光头控制箱的控制下按照大圆轨迹和小圆轨迹的组合运动,焊丝与待焊板材的接触位置处于左侧的小圆轨迹的中心位置,当激光束运动在大圆轨迹一侧时,有部分激光越过焊丝作用到待焊板材上,同时焊丝吸收热量,保护气嘴吹出的惰性气体将蒸发的涂层物质吹走,实现在焊接前清洗掉涂层,不影响焊接成型。

[0013] 进一步地,所述设定参数为:所述焊丝直径包括0.8mm、1.0mm、1.2mm以及1.6mm,选用略大于焊缝间隙的焊丝直径,焊丝直径与小圆轨迹的直径相近,大圆轨迹的直径为焊丝直径的1.5-2.0倍,激光束运行大小圆形组合轨迹的频率为100-200HZ。

[0014] 有益效果:

[0015] 1.本发明使用振镜式激光焊接头,通过轨迹设置,同步实现激光清洗和焊接功能,可使用一台激光光源对带有涂层(漆层、镀层)的金属板材直接进行焊接工作,避免板材表面物质对焊接的影响同时提高焊接效率、简化设备的结构同时降低成本;

[0016] 2.通过设定激光束与焊丝的作用位置,使得在薄板焊接时,激光束的能量多被焊丝吸收,通过焊丝熔滴将能量传输给薄板实现连接,避免薄板焊接时易产生的熔穿问题。

[0017] 3.焊接机具有5自由度,可实现二维与三维结构件的焊接,大大增加焊接机的性价比,同时集成了自动上料架子与进、出料传送带,实现自动上下料,通过焊缝跟踪系统、同轴CCD,极大提升了焊接效率与焊接质量。

## 附图说明

- [0018] 图1为本发明的双工位激光焊接机的主视图；
- [0019] 图2为本发明的双工位激光焊接机的俯视图；
- [0020] 图3为双工位激光焊接机的机床Z轴组件示意图；
- [0021] 图4为激光头组件示意图；
- [0022] 图5为光、丝、气相互作用关系示意图；
- [0023] 图6为振镜式激光头运动轨迹及与焊丝作用位置示意图；
- [0024] 图7为当能量输入不足与适宜时焊丝熔滴与板材作用结果图。
- [0025] 其中,1、机床X轴组件;2、机床Y轴组件;3、机床Z轴组件;4、进料传送带;5、自动上料架;6、板材原料;7、可移动式出料传送带;8、板材成品;9、控制面板;10、焊接夹具;11、镜片保护气帘;12、振镜式激光焊接头;13、副X轴;14、焊接小车;15、Z轴模组;16、随动支架;17、C轴;18、A轴;19、激光头控制箱;20、Z轴拖链;21、待焊板材;22、保护气嘴;23、焊缝跟踪模块;24、同轴CCD;25、送丝头。

## 具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0027] 如图1,图2所示,本发明的双工位激光焊接机主要由机床X轴组件1、机床Y轴组件2、机床Z轴组件3、进料传送带4、自动上料架5、可移动式出料传送带7、控制面板9、焊接夹具10组成。机床X轴组件1为双导轨形式,固定在地面,在其上安装有机床Y轴组件2可沿X轴方向运动,机床Z轴组件3安装在机床Y轴组件2上可沿Y轴方向运动,再加上机床Z轴组件3提供Z轴方向运动,实现了机床的三维运动;控制面板9安装在机床Y轴组件2端头,减少线缆长度同时方便工人在不同加工工位的使用;自动上料架5设置在机床外侧,然后依次设置进料传送带4,焊接夹具10以及可移动式出料传送带7,安装在地面上,以上为整个双工位激光焊接机的主要机械结构。

[0028] 如图2所示,在进行二维拼焊工作时,自动上料架5吸附板材原料6运送至进料传送带4上,通过安装在机床Y轴组件2上的控制面板9操控设备运行,焊接夹具10将两块板材原料6固定,机床X轴组件1固定不动,机床Y轴组件2运动进行直缝焊接,可移动式出料传送带7将焊好的板材移出焊接夹具10,多次焊接后形成板材成品8,完成整个二维工件的焊接工作;在焊接三维结构件时,将进料传送带4移出,保留机床X轴组件1、机床Y轴组件2、机床Z轴3,为三维结构件焊接提供X、Y、Z轴方向的运动。

[0029] 如图3所示,为机床Z轴组件3的组成部分,随动支架16与机床Y轴组件2连接,可沿Y轴方向运动,Z轴模组15固定在随动支架16上,可提供Z轴方向运动,A轴18、副X轴13、C轴17依次连接在Z轴模组15底部,与机床X轴组件1、机床Y轴组件2、机床Z轴组件3组合实现多种形式轨迹,振镜式激光焊接头12连接在C轴17上,保护气嘴22以及镜片保护气帘11固定在振镜式激光焊接头12上。在焊接过程中,使用振镜式激光焊接头12、保护气嘴22以及送丝头25配合实现焊接加工。激光头控制箱19受与激光头通讯线缆长度的限制,安装在随动支架16

上,跟随焊接小车14移动,用来控制振镜式激光焊接头12的动作,Z轴拖链20一段连接在随动支架16,一端连接在Z轴模组15上,用来穿振镜式激光焊接头12及相关组件所用的线缆和管路。

[0030] 如图4所示,振镜式激光焊接头12上安装有保护气嘴22和送丝头25,由于焊接时会产生飞溅损坏激光头镜片,所以在振镜式激光焊接头12底部安装有镜片保护气帘11,在其中通0.7Mpa左右的空气,形成一个高速气流保护层,避免飞溅物损坏镜片;焊缝跟踪模块23、保护气嘴22、送丝头25保持在同一直线上,焊缝跟踪模块23需提前识别焊缝位置与宽度,其安装在运动方向前方,通过焊缝跟踪模块23反馈的信息由控制系统处理后发送至执行机构,由副X轴13带动C轴17运动,从而带动振镜式激光焊接头12移动,保证激光作用在焊缝中心处;送丝头25安装在振镜式激光焊接头12前方,其终端在待焊板材21正上方,激光束作用下熔化焊丝,对焊缝进行填充;保护气嘴22设置在振镜式激光焊接头12后方,其中通氩气,对焊接过程中焊缝进行保护,同时将部分飞溅物吹向前方,减少向上溅射到激光头镜片上的飞溅物;其中同轴CCD24安装在振镜式激光焊接头12顶部,用来观测焊接位置图像,用来精确观测焊缝位置及观测焊接过程中图像。

[0031] 本发明的带涂层薄板激光焊接方法采用一个激光器配合振镜式激光焊接头的方式,通过设定特殊的大小圆形组合轨迹来实现带涂层板材的焊接。所述焊接方法使用波长为1064nm连续激光束作为热源,使用振镜式激光焊接头12,使得激光束以设定频率和形状进行运动,大圆轨迹越过焊丝直接作用在基板上,再加上焊丝辐射热量以及焊接位置传导过来的热量将图层清洗,而小圆轨迹作用面积小,能量较为集中,直接将焊丝与基板熔化,最终实现边除漆边焊接的效果,同时提高激光作用范围,增大对焊缝间隙以及送丝位置精度的容忍度,最终降低激光焊接的应用门槛。

[0032] 对于薄板的焊接,由于激光能量密度高,在焊接时容易产生烧穿缺陷,尤其是在缝隙较大时,更是难以实现有效的连接,控制振镜式激光焊接头12的运动轨迹以及激光与送丝头25的相对位置来实现带间隙薄板的有效焊接,通过调整轨迹,可以控制激光作用在焊丝与板材的位置与能量,使得焊丝熔化但薄板不至于烧穿,二者的熔融金属结合从而实现连接。

[0033] 光、丝以及保护气的相互作用关系如图5所示,送丝头25在运动方向的前方、保护气嘴22在运动方向后方,激光束在激光头控制箱19的控制下按照特定轨迹运动。激光束运动轨迹如图6所示,为一大一小两个圆形轨迹,按照箭头所示方向进行运动,虚线所示为焊丝在待焊板材21上的投影,焊丝与待焊板材21的接触位置处于左侧小圆形轨迹中心位置,焊丝的直径常用规格有0.8mm、1.0mm、1.2mm以及1.6mm,选用时略大于焊缝间隙即可,焊丝直径为 $d_0$ ,则小圆轨迹的直径为 $d_1$ , $d_1$ 与 $d_0$ 相近,大圆轨迹的直径为 $d_2$ ,约为1.5-2.0倍 $d_0$ 。当激光束运动在大圆一侧时,有部分激光越过焊丝作用到待焊板材21上,同时焊丝吸收热量,一部分热量会以热辐射的形式作用到待焊板材21上,在加上焊接过程中热传导过来的热量,三部分热量累积使得涂层在焊接前被蒸发,保护气嘴22吹出的惰性气体将蒸发的涂层物质吹走,实现在焊接前清洗掉涂层,不影响焊接成型。此外,如图6所示的激光束轨迹及与丝的位置关系,使得焊丝吸收了激光的绝大多数能量,焊丝熔化,焊丝熔滴与待焊板材21结合,熔滴将热量传输至两侧板材,板材实现熔化,进而和焊丝熔滴形成熔池,凝固后便形成焊缝,避免激光直接作用于薄板上发生烧穿现象,焊丝熔滴与板材作用如图7所示。

[0034] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



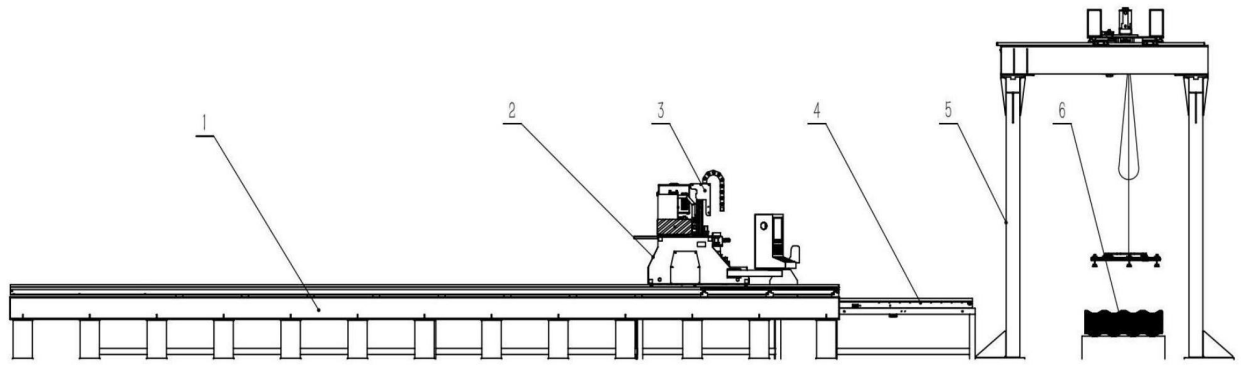


图1

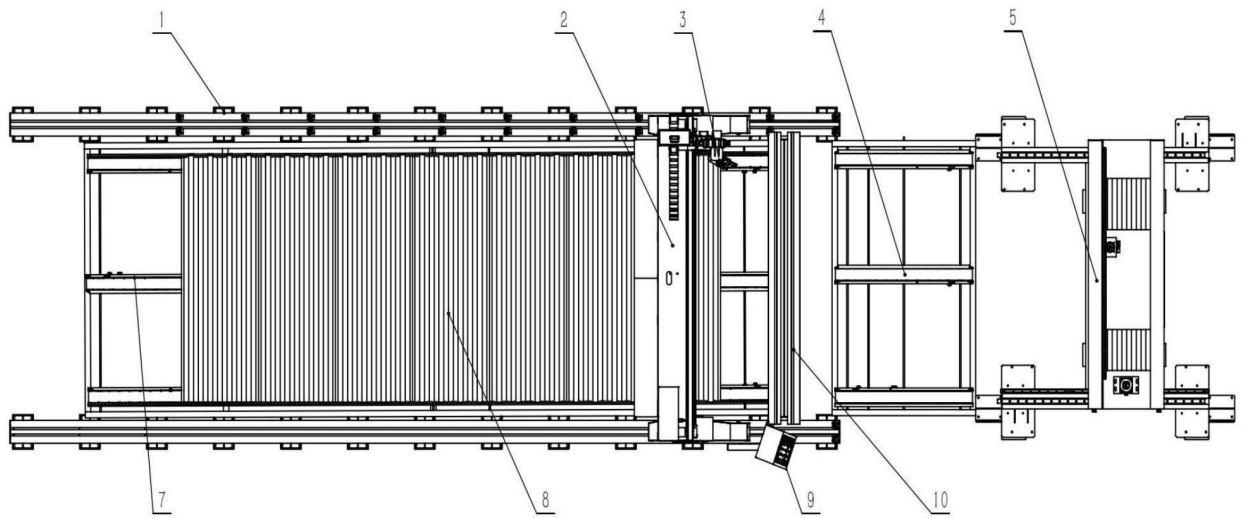


图2

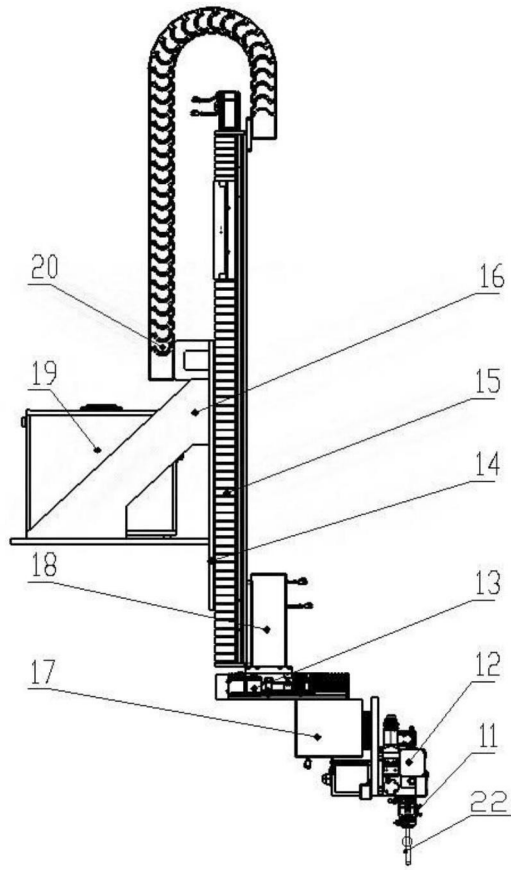


图3

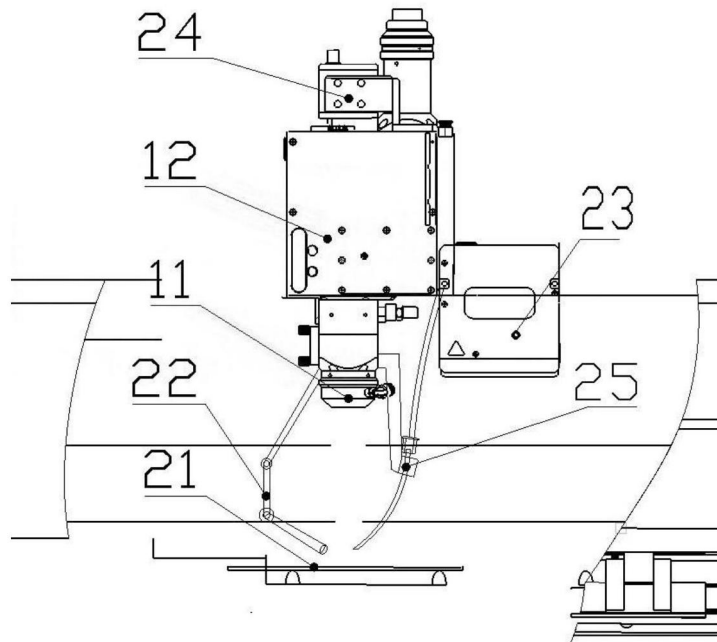


图4

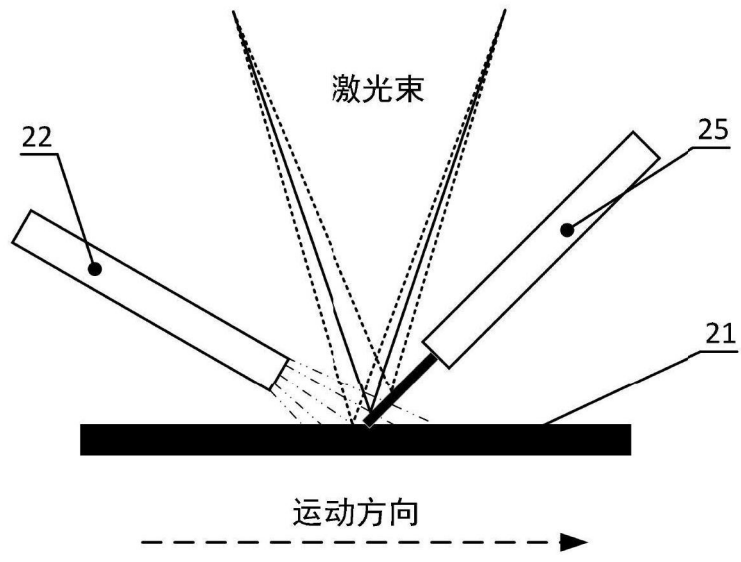


图5

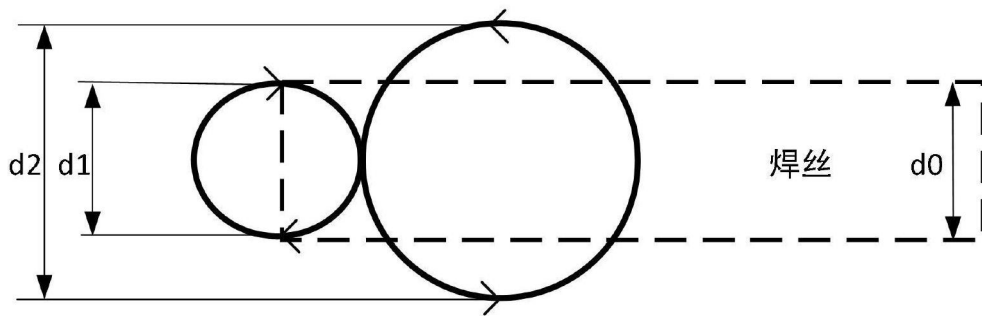


图6

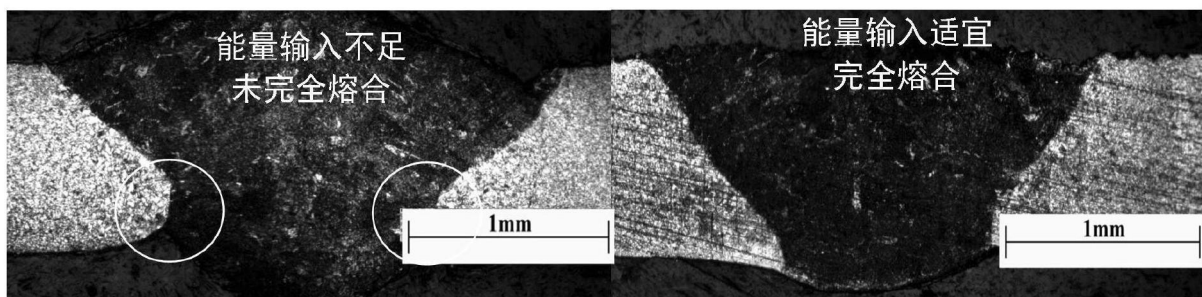


图7