



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112570882 A

(43) 申请公布日 2021.03.30

(21) 申请号 202011425757.7

(22) 申请日 2020.12.09

(71) 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路麓山门

(72) 发明人 金湘中 刘祖国 李俊豪 张隽漪
郝中甲 于晓飞 陈挥杨

(74) 专利代理机构 长沙欧诺专利代理事务所
(普通合伙) 43234

代理人 欧颖 张文君

(51) Int. Cl.

B23K 26/02 (2014.01)

B23K 26/21 (2014.01)

B23K 26/346 (2014.01)

B23K 26/70 (2014.01)

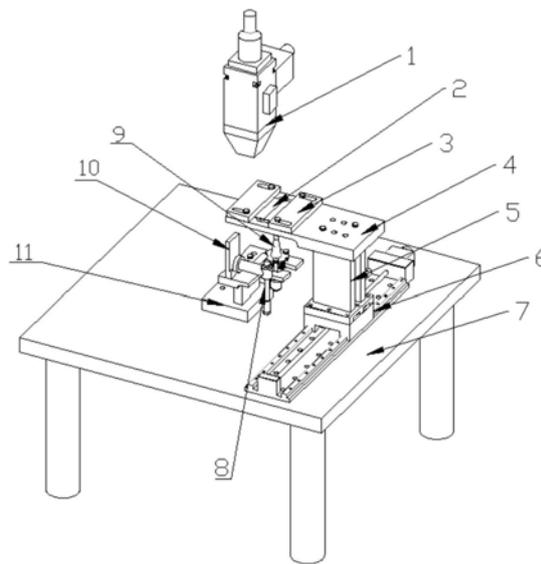
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种抑制激光焊接变形的装置

(57) 摘要

本发明提供一种抑制激光焊接变形的装置,所述装置包括焊接用激光焊接头、用于夹持待焊接试样的试样夹具、用于对激光焊接的焊缝处进行冷却的热沉结构以及用于与待焊接试样的表面接触的超声振动结构,热沉结构为气体制冷用涡流管,且包括冷风出口端、热风出口端、进气端和固定端,冷风出口端用于直接或间接将涡流管产生的冷风吹到试样的焊缝处,超声振动结构从头部到尾部依次包括工具头、变幅杆和换能器,所述工具头和变幅杆均为钛合金材质,且在从超声振动结构头部到尾部的方向上,所述换能器依次包括铝合金材质的前盖板、多片压电陶瓷和钢质的后盖板。本发明提供的装置能有效抑制激光焊接试样的变形。



1. 一种抑制激光焊接变形的装置,所述装置包括焊接用激光焊接头(1)、用于夹持待焊接试样的试样夹具(3)、用于对激光焊接的焊缝处进行冷却的热沉结构(8)以及用于与待焊接试样的表面接触的超声振动结构(9),所述热沉结构(8)为气体制冷用涡流管,所述热沉结构(8)包括冷风出口端(81)、热风出口端(82)、进气端(83)和固定端(84),所述冷风出口端(81)用于直接或间接将涡流管产生的冷风吹到试样的焊缝处,所述超声振动结构(9)从头部到尾部依次包括工具头(93)、变幅杆(92)和换能器(91),所述工具头(93)和变幅杆(92)均为钛合金材质,且在从超声振动结构(9)头部到尾部的方向上,所述换能器(91)依次包括铝合金材质的前盖板(911)、多片压电陶瓷(912)和钢质的后盖板(913)。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述超声振动结构(9)与弹簧(14)连接,所述弹簧(14)能使得所述超声振动结构(9)的工具头保持压紧所述待焊接试样的表面。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括热沉磁座(10)和连接在热沉结构(8)的冷风出口端(81)的万向管,所述热沉结构(8)的固定端(84)设置有环形磁铁(15),所述热沉磁座(10)包括板面竖向设置的铁板,所述设置有环形磁铁(15)的热沉结构(8)磁力吸附固定在所述热沉磁座(10)上,且热沉结构(8)与热沉磁座(10)的磁力吸附连接使得能够方便地调整热沉结构(8)的位置。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述冷风出口端(81)或万向管的出风口设置为离所述工具头(93)与试样表面的接触点的距离为1~5mm。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括移动结构(6),所述试样夹具(3)直接或间接设置在所述移动结构(6)上,或者是所述激光焊接头(1)、热沉结构(8)以及超声振动结构(9)均直接或间接设置在所述移动结构(6)上,使得所述移动结构(6)能承载所述试样夹具(3)和试样(2)沿着试样焊缝的方向移动,或者是所述移动结构(6)能承载所述激光焊接头(1)、热沉结构(8)以及超声振动结构(9)沿着试样焊缝的方向移动。

6. 根据权利要求1~5中任意一项所述的装置,其特征在于,所述试样夹具(3)用于夹持试样(2)设置在水平设置的试样工作台(4)上,所述试样工作台(4)通过试样工作台立柱(5)连接设置在所述移动结构(6)上,所述移动结构(6)设置在工作平台(7)上,所述激光焊接头设置在试样夹具(3)的上方,且激光焊接头的激光光束向下照射和焊接所述试样,所述超声振动结构(9)以及其上设置有热沉结构(8)的热沉磁座(10)均固定设置在水平设置的支撑板(13)上,所述支撑板(13)通过支撑立柱(12)与支撑台(11)连接,所述支撑台(11)固定设置在工作平台(7)上,且所述超声振动结构(9)和热沉结构(8)均设置在试样(2)和试样夹具(3)的下方。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述超声振动结构(9)的工具头(93)竖向设置或倾斜设置并压紧在试样的下表面。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述激光焊接头位于试样正上方,所述超声振动结构(9)位于所述试样正下方,所述超声振动结构(9)的长度方向与所述激光焊接头发出的激光的焊接方向同轴设置。

9. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述激光焊接头和超声振动结构(9)均位于试样上方,所述工具头(93)压紧试样的位置与激光焊接头对试样进行焊接的位置之间相距3mm以上,优选相距3~10mm。

10. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述后盖板的材质是45#钢,所述热沉结

构(8)为SE-WLG08赛斯涡流管,优选装置中使用焊接保护气体氦气或氩气作为热沉结构的气源,使得焊接保护气和焊缝冷却气为同一条管道提供的同种气体。

一种抑制激光焊接变形的装置

技术领域

[0001] 本发明属于激光焊接领域,具体涉及一种抑制激光焊接变形的装置。

背景技术

[0002] 激光焊接技术被广泛应用于工业制造中,用于试样的连接。薄板试样在常规激光焊接和试样冷却后,会产生残余应力。松开夹具后,残余应力重新分布。在应力作用下,试样发生变形,因而严重影响焊件的质量。

[0003] 专利申请CN200510105424.5涉及一种用于在焊接结构制造中控制焊接应力和变形的采用介质冷却的激光焊接方法及装置。在激光焊接头之后跟随同步运动的热沉,该热沉由冷却介质管、高压进气管和抽气管等组成,冷却介质管被包围在进气管中,进气管被包围在抽气管中,且在热沉喷嘴出口处冷却介质管略短于进气管,进气管的末端直径变小,冷却介质管和进气管共同组成喷嘴,能够喷出雾化冷却水,在焊接过程中对激光焊接头后部的高温焊缝金属起到快速冷却作用,从而控制焊接应力与变形。该发明利用雾化的冷却介质对处于高温状态的焊缝区的局部急冷,使其急剧收缩,就会产生对该焊缝区的强烈拉伸效应,从而使残余状态下的焊接应力可以降低到很低的水平。

[0004] 但该“喷出雾化冷却水”的方案在实际使用中往往不容易控制,因而无法有效改善薄板试样在激光焊接后变形的效果。因此,本领域仍然需要一种高效抑制激光焊接变形的装置及方法。

发明内容

[0005] 本发明提供一种抑制激光焊接变形的装置,所述装置包括焊接用激光焊接头(1)、用于夹持待焊接试样的试样夹具(3)、用于对激光焊接的焊缝处进行冷却的热沉结构(8)以及用于与待焊接试样的表面接触的超声振动结构(9),所述热沉结构(8)为气体制冷用涡流管,所述热沉结构(8)包括冷风出口端(81)、热风出口端(82)、进气端(83)和固定端(84),所述冷风出口端(81)用于直接或间接将涡流管产生的冷风吹到试样的焊缝处,所述超声振动结构(9)从头部到尾部依次包括工具头(93)、变幅杆(92)和换能器(91),所述工具头(93)和变幅杆(92)均为钛合金材质,且在从超声振动结构(9)头部到尾部的方向上,所述换能器(91)依次包括铝合金材质的前盖板(911)、多片压电陶瓷(912)和钢质的后盖板(913)。

[0006] 在一种具体的实施方式中,所述超声振动结构(9)与弹簧(14)连接,所述弹簧(14)能使得所述超声振动结构(9)的工具头保持压紧所述待焊接试样的表面。

[0007] 在一种具体的实施方式中,所述装置还包括热沉磁座(10)和连接在热沉结构(8)的冷风出口端(81)的万向管,所述热沉结构(8)的固定端(84)设置有环形磁铁(15),所述热沉磁座(10)包括板面竖向设置的铁板,所述设置有环形磁铁(15)的热沉结构(8)磁力吸附固定在所述热沉磁座(10)上,且热沉结构(8)与热沉磁座(10)的磁力吸附连接使得能够方便地调整热沉结构(8)的位置。

[0008] 本发明中,所述涡流管和万向管均可以直接购买得到。

[0009] 在一种具体的实施方式中,所述冷风出口端(81)或万向管的出风口设置为离所述工具头(93)与试样表面的接触点的距离为1~5mm。

[0010] 在一种具体的实施方式中,所述装置还包括移动结构(6),所述试样夹具(3)直接或间接设置在所述移动结构(6)上,或者是所述激光焊接头(1)、热沉结构(8)以及超声振动结构(9)均直接或间接设置在所述移动结构(6)上,使得所述移动结构(6)能承载所述试样夹具(3)和试样(2)沿着试样焊缝的方向移动,或者是所述移动结构(6)能承载所述激光焊接头(1)、热沉结构(8)以及超声振动结构(9)沿着试样焊缝的方向移动。

[0011] 本发明中,在激光焊接时,相应可以是试样沿着焊缝的方向保持运动,而激光焊接头(1)、热沉结构(8)以及超声振动结构(9)均保持位置固定;也可以是试样保持不动,而激光焊接头(1)、热沉结构(8)以及超声振动结构(9)保持同步速度沿着焊缝的方向保持运动。

[0012] 在一种具体的实施方式中,所述试样夹具(3)用于夹持试样(2)设置在水平设置的试样工作台(4)上,所述试样工作台(4)通过试样工作台立柱(5)连接设置在所述移动结构(6)上,所述移动结构(6)设置在工作平台(7)上,所述激光焊接头设置在试样夹具(3)的上方,且激光焊接头的激光光束向下照射和焊接所述试样,所述超声振动结构(9)以及其上设置有热沉结构(8)的热沉磁座(10)均固定设置在水平设置的支撑板(13)上,所述支撑板(13)通过支撑立柱(12)与支撑台(11)连接,所述支撑台(11)固定设置在工作平台(7)上,且所述超声振动结构(9)和热沉结构(8)均设置在试样(2)和试样夹具(3)的下方。

[0013] 在一种具体的实施方式中,所述超声振动结构(9)的工具头(93)竖向设置或倾斜设置并压紧在试样的下表面。

[0014] 在一种具体的实施方式中,所述激光焊接头位于试样正上方,所述超声振动结构(9)位于所述试样正下方,所述超声振动结构(9)的长度方向与所述激光焊接头发出的激光的焊接方向同轴设置。

[0015] 在一种具体的实施方式中,所述激光焊接头和超声振动结构(9)均位于试样上方,所述工具头(93)压紧试样的位置与激光焊接头对试样进行焊接的位置之间相距3mm以上,优选相距3~10mm。

[0016] 本发明中,若该距离太近,则可能使得激光焊接头对超声振动结构造成损伤,而若该距离太远,则超声振动的效果不太明显。

[0017] 在一种具体的实施方式中,所述后盖板的材质是45#钢,所述热沉结构(8)为SE-WLG08赛斯涡流管,优选装置中使用焊接保护气体氦气或氩气作为热沉结构的气源,使得焊接保护气和焊缝冷却气为同一条管道提供的同种气体。

[0018] 本发明至少具备如下有益效果:

[0019] 1. 本发明提出的方法实现了超声振动与热沉的双向复合作用,可实现对超声振动工艺参数和热沉参数影响的全面研究,也可实现二者的作用点位置对激光焊接试样变形影响的全面研究,能实现对激光焊接的焊缝气孔等宏观和微观情况的系统评价,对建立抑制焊接缺陷的焊接工艺数据库具有重要指导意义,该装置可大规模工业应用,有效控制焊接变形。

[0020] 2. 在热沉结构(8)头部连接万向管,使得冷气喷出的角度可调,使得热沉结构(8)的冷气作用位置与超声振动结构的作用位置之间的距离也可以任意调节。

[0021] 3. 在超声振动结构(9)与支撑板(13)连接时,采用弹簧作为支撑部件,保证了超声

振动结构(9)能保持与试样(2)表面紧密接触。

[0022] 4.在本装置中设计了一个L型的小型工作台(包括试样工作台4和试样工作台立柱5),将其与移动结构(6)连接,焊接试样放置在L型的小型工作台进行移动焊接。L型工作台的整个结构的连接方式采用凹凸结构小间隙的连接方式,即试样工作台立柱5的顶端卡紧设置在试样工作台4板面底部的凹槽中,试样工作台立柱5的底端卡紧设置在移动结构6顶部的凹槽中,且同时在凹凸结构界面处涂上焊接胶(能达到类似焊接牢固程度的胶),保证了移动结构在瞬间启动中,L型的小型工作台上试样不会出现晃动。同样的,支撑立柱12与其上方的支撑板13及其下方的支撑台11之间也以该方式连接。

[0023] 5.本装置采用的超声振动结构(9)中,换能器的压电陶瓷采用的材料是PZT8,前盖板采用的是铝合金材料,后盖板采用的是45#钢。因45#钢的密度比铝合金密度大很多,这样有利于超声波向前传播。变幅杆和工具头均采用钛合金材料,是因为钛合金材料具有较低的声阻抗特性。由于受到实际焊接工况条件的限制,超声振动结构(9)要求结构较小,对此通过优化设计,设计了一个35kHz的超声振动结构(9),该结构的振幅值在30 μ m左右,总长为220.8mm,具体结构见图2。通过调节超声振动结构(9)的电源功率来调节振动输出的能量,满足辅助激光焊接的振动要求。本发明所述超声振动结构(9)的结构简单且小巧,便于安装在装置中。在本结构安装过程中,可通过不同长度的弹簧来实现超声振动结构施加在焊接试样上的作用压力不同。

[0024] 6.本发明装置中热沉结构采用SE-WLG08赛斯涡流管结构,通过对气体进行压缩,调节冷热流比例,可得到最佳的制冷度,对焊接试样的局部高温进行冷却,在热沉结构的头部连接可旋转的万向管结构,可实现调整热沉作用位置与超声振动作用位置之间的距离,该热沉结构的连接面设置有环形磁铁,便于与本发明提出的热沉磁座进行连接。同时通过热沉磁座(10)和支撑板(13)将热沉结构(8)进行固定,以保证焊接过程中稳定的局部制冷。该涡流管式的冷气热沉结构对比使用冷氮的方式,更加环保、安全和匀称。

[0025] 7.本发明热沉结构(8)和超声振动结构(9)的安装方式如图4所示。采用热沉磁座(10)将热沉结构(8)进行固定,热沉磁座(10)方便热沉结构(8)的安装和调整方位。该安装方法及装置适用性较强,可移动,结构简单。

[0026] 8.本发明提出的装置可以用于薄壁构件(当然也能用于厚板)的激光焊接,且是超声振动随焊,本发明提出超声振动与热沉耦合来控制薄壁构件的激光焊接变形问题。

[0027] 总的来说,本发明提出一种超声振动与热沉耦合同时跟随激光一起运动的焊接方法及装置,本装置还可实现对热沉作用位置和超声振动作用位置的调节,还可实现对超声振动结构在试样上的压紧力的调节,还可将超声振动结构和热沉结构设置在试样的上方或下方。该装置可以系统性地评价超声振动和热沉作用参数对焊接质量的影响,对后期抑制焊接变形提供强有力的参考。同时本装置首次将SE-WLG08赛斯涡流管结构作为热沉装置,通过压缩气体的方式,喷出冷却气体,该结构简单且易于控制制冷度。

附图说明

[0028] 图1为本发明所述装置的整体结构示意图。

[0029] 图2为超声振动结构的示意图。

[0030] 图3为试样工作台、试样工作台立柱以及移动结构之间的凹凸连接示意图。

[0031] 图4为热沉结构及超声振动结构的安装示意图。

[0032] 图5为支撑板、支撑立柱以及支撑台之间的连接示意图。

[0033] 图6为无任何辅助下、超声辅助下、热沉辅助下以及超声+热沉辅助下的激光焊接变形数据图。

[0034] 图中:激光焊接头(1);试样(2);试样夹具(3);试样工作台(4);试样工作台立柱(5);移动结构(6);工作平台(7);热沉结构(8);冷风出口端(81);热风出口端(82);进气端(83);固定端(84);超声振动结构(9);换能器(91);前盖板(911);压电陶瓷(912);后盖板(913);变幅杆(92);工具头(93);热沉磁座(10);支撑台(11);支撑立柱(12);支撑板(13);弹簧(14);环形磁铁(15)。

具体实施方式

[0035] 如图1~5所示,本发明提供一种抑制激光焊接变形的装置,所述装置包括焊接用激光焊接头(1)、用于夹持待焊接试样的试样夹具(3)、用于对激光焊接的焊缝处进行冷却的热沉结构(8)以及用于与待焊接试样的表面接触的超声振动结构(9),所述热沉结构(8)为气体制冷用涡流管,所述热沉结构(8)包括冷风出口端(81)、热风出口端(82)、进气端(83)和固定端(84),所述冷风出口端(81)用于直接或间接将涡流管产生的冷风吹到试样的焊缝处,所述超声振动结构(9)从头部到尾部依次包括工具头(93)、变幅杆(92)和换能器(91),所述工具头(93)和变幅杆(92)均为钛合金材质,且在从超声振动结构(9)头部到尾部的方向上,所述换能器(91)依次包括铝合金材质的前盖板(911)、多片压电陶瓷(912)和钢质的后盖板(913)。

[0036] 本发明中,热沉结构具体使用的是制冷用涡流管。涡流管制冷是一种借助涡流管的作用使高速气流产生漩涡,分离出冷、热两股气流,利用冷气流而获得制冷方法。本发明中的热沉结构通过喷射出冷却的气体对焊接区域进行局部快速冷却,从而降低温度梯度,降低热应力。本发明中的热沉结构可以直接购买到。本发明采用该涡流管式热沉结构,降低了整个装置的复杂性。

[0037] 现有技术中要对激光焊缝处降温,一般是通过外接冷却的氮气,通过冷氮将焊接保护气体(氩气或氦气)冷却后再传输出来,其装置结构比较复杂。而本发明中可以直接使用焊接保护气体作为热沉结构的气源,如此设置使得整个装置的结构更为简单。当然,所述热沉结构的气源也可以是空气、氧气或氮气等任意气体,此时便还需要单独设置焊接保护气。

[0038] 本发明所述装置安装和激光焊接的操作方法包括如下步骤:

[0039] 1. 首先将试样工作台(4)和试样工作台立柱(5)通过螺栓固定在移动结构(6)上。

[0040] 2. 将待焊的薄板试样(2)通过两个试样夹具(3)对接夹紧在工作台4上。

[0041] 3. 将热沉结构(8)和超声振动结构(9)固定在对应的夹具上,通过移动所述支撑台(11)使热沉结构(8)和超声振动结构(9)的作用点在试样对接焊缝的正下方,可根据工艺要求,调节超声作用点与激光作用点的距离参数、热沉结构作用点与超声和激光作用点的距离参数来获得不同位置参数条件下的焊缝情况,从而系统评价各个参数对焊后变形和焊缝质量影响的显著度。

[0042] 4. 通过与超声振动结构(9)连接的螺栓调整弹簧(14)的压缩量,以便控制超声振

动结构(9)作用在试样上的压力,使其在工作过程中,始终紧贴在试样表面。

[0043] 5.本发明中所述热沉结构(8)为制冷用的涡流管,具体使用SE-WLG08赛斯涡流管,它是通过压缩气体来控制制冷度,最大制冷量可在0-706Kcal/h的范围。在激光焊接前,可以提前调试热沉结构(8)喷出的冷却气体温度,来控制热沉效果。

[0044] 本发明中,超声振动结构(9)顶部与试样焊缝处接触,焊接过程中振动结构施加振动在试样底部,使焊缝中的融化金属均匀化,有利于焊缝的成形,同时在热沉的作用下提高了焊缝的冷却速率,在振动与热沉的同时作用下,降低了焊接试样的变形。

[0045] 6.焊接前,提前调节好激光出光的路径。

[0046] 7.焊接开始时,依次打开热沉结构(8)的开关,超声振动结构(9)的开关,待稳定后,同时开始激光焊接头出光和移动结构(6)的移动。在焊接过程时,移动结构(6)在电机的驱动下,会以一定的速度保持直线移动。

[0047] 8.焊接结束后,取下试样,对试样的变形量进行测量,同时对焊缝外观形貌进行评价和内部组织成分进行分析。

[0048] 9.对不同工艺参数下的试样变形量和焊缝形貌进行系统评价,分析工艺参数影响的显著性。

[0049] 为了定量说明本发明提出的装置对抑制激光焊接变形的效果。本发明分别对4种不同工况下的焊接变形进行了测定,进行激光焊接的试样尺寸为100*45*0.6mm。在相同的焊接工艺参数情况下,获得了如图6所示的焊接变形变化数据。图6为无任何辅助下、超声辅助下、热沉辅助下以及超声+热沉辅助下的激光焊接变形数据图。

[0050] 图6中的焊接工艺参数并不是最优的工艺参数,发明人后期还会开展焊接工艺参数的优化,从而获得变形更小的超声+热沉工艺参数。

[0051] 图6所示的激光焊接变形趋势表明将超声和热沉耦合可获得比任何一种单一辅助方式更好得多的效果。超声辅助作用下的激光焊接变形比无任何辅助作用下的激光焊接变形降低了44.7%左右,热沉作用下的激光焊接变形比无任何辅助作用下的激光焊接变形降低了50%左右,而在超声+热沉复合作用条件下的激光焊接变形效果比无任何辅助作用下的激光焊接变形降低了85.3%左右。

[0052] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演和替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

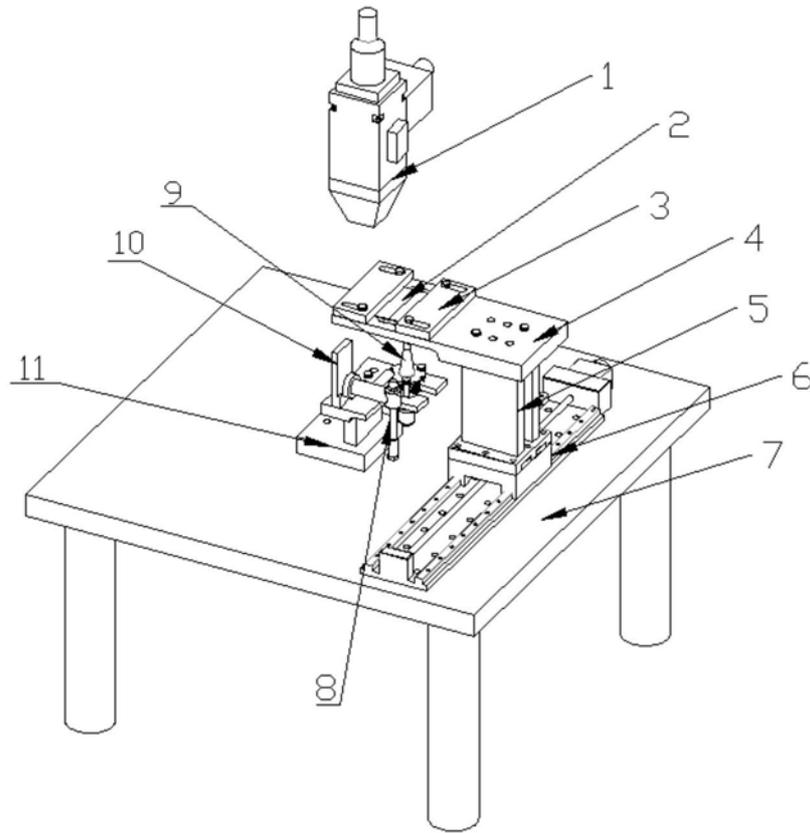


图1

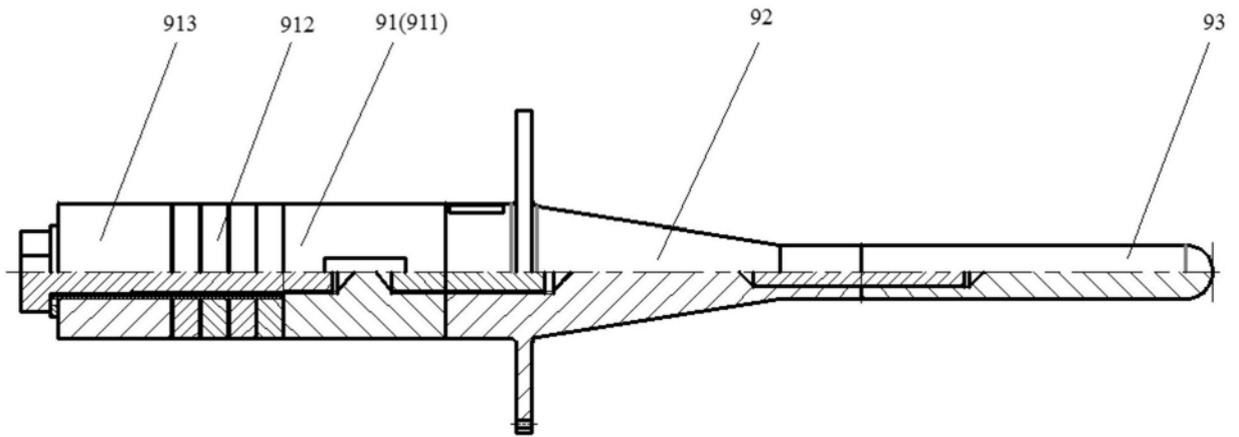


图2

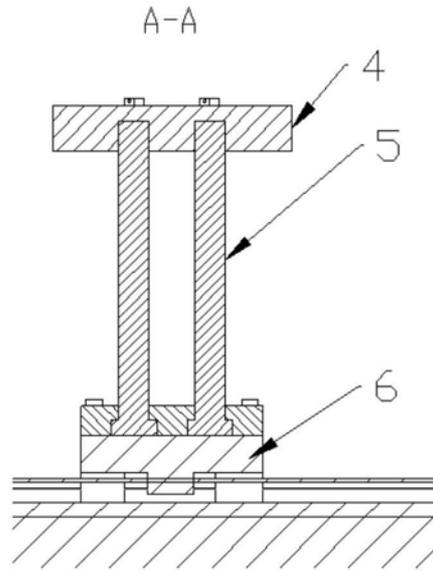


图3

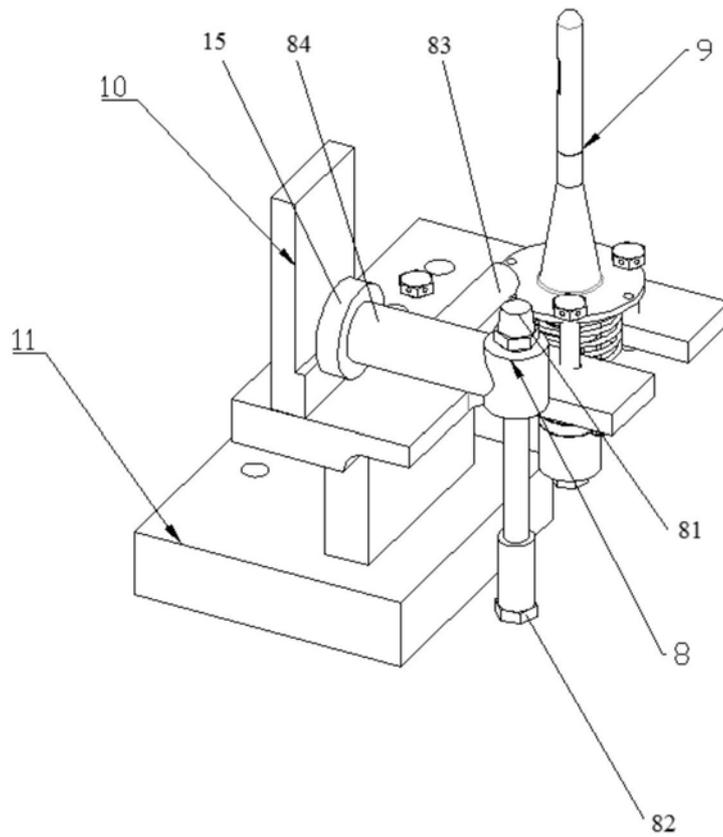


图4

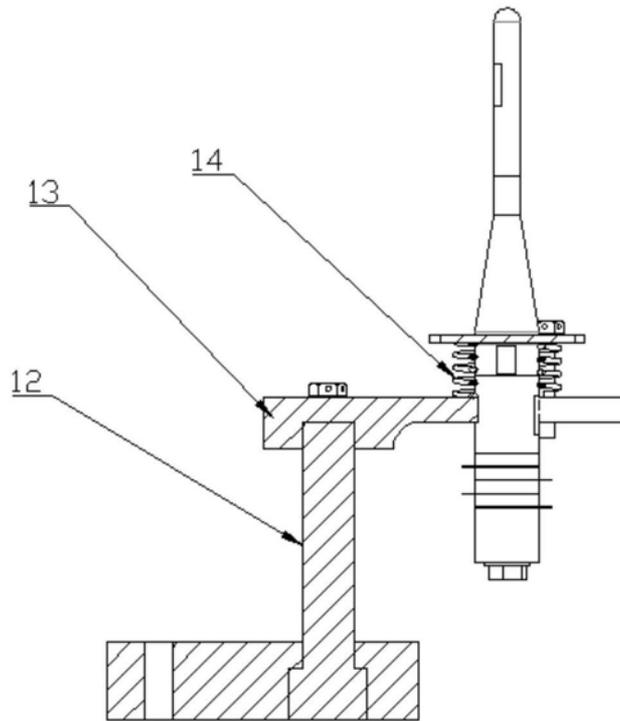


图5

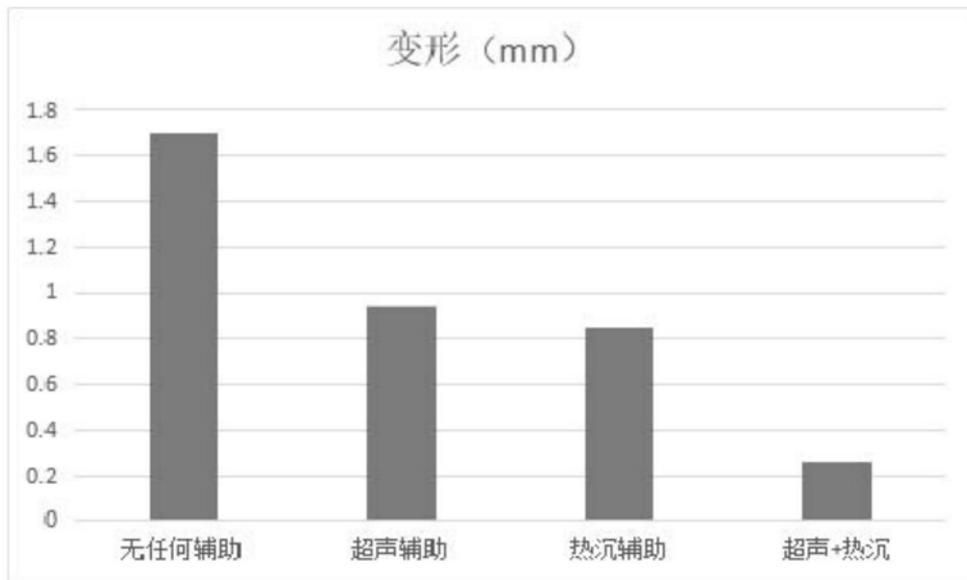


图6