



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105014231 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201510483345. 1

审查员 杨鹏

(22) 申请日 2015. 08. 07

(73) 专利权人 江苏通宇钢管集团有限公司

地址 225008 江苏省扬州市扬子江北路 718
号江阳工业园

(72) 发明人 方晓东 鲁宁 陈书锦

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 李晓静

(51) Int. Cl.

B23K 20/12(2006. 01)

B23K 20/26(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 204934851 U, 2016. 01. 06,

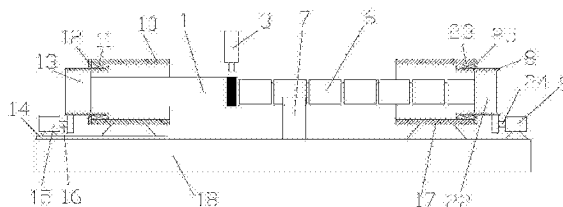
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种铝合金管端复合密封装置及密封方法

(57) 摘要

本发明公开了一种铝合金管端复合密封装置及密封方法,该装置包括三爪卡盘和薄壁夹具,所述三爪卡盘位于第一旋转筒内,第一旋转筒一部分位于安装在工作台上的第一支撑筒内,第一旋转筒与第一支撑筒之间安装有第一轴承,在第一旋转筒位于第一支撑筒内的一端延伸有第一凸台,在第一支撑筒的顶端安装有限制第一轴承运动的第一限位板,在第一旋转筒的外壁上安装有第一齿条,在工作台上安装有第一电机,第一电机与第一齿轮轴连接,第一齿轮轴与第一齿条啮合。本发明利用对薄壁铝合金管加热使得薄壁铝合金管膨胀,将低于室温的铝合金棒插入到薄壁铝合金管中,克服了薄壁管件刚度低、抗扭性能差的缺点,在其他材料薄壁管件的焊接中具有通用性。



1. 一种铝合金管端复合密封装置, 其特征在于: 包括用于固定铝合金棒的三爪卡盘和固定薄壁铝合金管的薄壁夹具, 所述三爪卡盘位于第一旋转筒内, 第一旋转筒一部分位于安装在工作台上的第一支撑筒内, 第一旋转筒与第一支撑筒之间安装有第一轴承, 在第一旋转筒位于第一支撑筒内的一端延伸有第一凸台, 在第一支撑筒的顶端安装有限制第一轴承运动的第一限位板, 在第一旋转筒的外壁上安装有第一齿条, 在工作台上安装有第一电机, 第一电机与第一齿轮轴连接, 第一齿轮轴与第一齿条啮合; 所述薄壁夹具位于第二旋转筒内, 第二旋转筒一部分位于安装在滑板上的第二支撑筒内, 第二旋转筒与第二支撑筒之间安装有第二轴承, 在第二旋转筒位于第二支撑筒内的一端延伸有第二凸台, 在第二支撑筒的顶端安装有限制第二轴承运动的第二限位板, 在第二旋转筒的外壁上安装有第二齿条, 在滑板上安装有第二电机, 第二电机与第二齿轮轴连接, 第二齿轮轴与第二齿条啮合; 所述滑板通过移动装置沿工作台运动, 在铝合金棒下方靠近薄壁铝合金管设有支撑铝合金棒的滚轮架组; 所述铝合金棒一端插入到薄壁铝合金管中, 铝合金棒与薄壁铝合金管为过盈配合, 在铝合金棒与薄壁铝合金管配合处的上方安装有搅拌头; 所述铝合金棒上设有若干个环形密封槽, 靠近薄壁铝合金管的环形密封槽一部分位于薄壁铝合金管内, 相邻环形密封槽的距离不小于搅拌头直径的1.5倍。

2. 根据权利要求1所述的铝合金管端复合密封装置, 其特征在于: 所述移动装置包含伺服电机和直线滑台, 伺服电机与滑动轴连接, 滑动轴与直线滑台螺纹连接, 直线滑台的两侧设有直线导轨, 直线导轨上安装有轨道滑块, 滑板与直线滑台和轨道滑块固定连接, 伺服电机带动直线滑台移动, 从而带动滑板移动。

3. 根据权利要求2所述的铝合金管端复合密封装置, 其特征在于: 所述环形密封槽纵截面为等腰梯形状, 远离铝合金棒的为等腰梯形的上底, 上底为下底的两倍, 等腰梯形的底角为 45° 。

4. 根据权利要求3所述的铝合金管端复合密封装置, 其特征在于: 所述上底长度H为:

当 $0 < d_0 < 10\text{mm}$ 时, $H = 0.8d_0$;

当 $10 \leq d_0 \leq 50\text{mm}$ 时, $H = 0.6d_0$;

当 d_0 大于 50mm 时, $H = 0.4d_0$, d_0 为铝合金棒的直径。

5. 根据权利要求4所述的铝合金管端复合密封装置, 其特征在于: 所述铝合金棒与薄壁铝合金管的过盈量为 δ , $\delta = (t - t_0) \times \alpha \times l - \delta_0$, 其中, $\delta_0 = (1 \sim 2) * \delta$, t 为装配时的温度, t_0 为加热前的环境温度, α 为加热时工件的径向膨胀系数, l 被加热薄壁铝合金管的内径。

6. 根据权利要求5所述的铝合金管端复合密封装置, 其特征在于: 所述铝合金棒伸入薄壁铝合金管的长度不小于搅拌头直径的1.5倍, 搅拌头延伸有搅拌针, 搅拌针的长度不小于1.5倍薄壁铝合金管的壁厚。

7. 一种如权利要求5至6任一项所述的铝合金管端复合密封装置的密封方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

(1) 根据实际需要, 利用 $\delta = (t - t_0) \times \alpha \times l - \delta_0$ 确定过盈量 δ , 加工符合要求的铝合金棒, 根据薄壁铝合金管壁厚选择合适的搅拌针;

(2) 将薄壁铝合金管加热至 100°C , 铝合金棒所处温度低于室温, 然后迅速装配薄壁铝合金管和铝合金棒并快速冷却, 使进入管内的环形密封槽的一半宽度伸出铝合金管端;

(3) 将装配好的工件中铝合金棒一端安装在三爪卡盘上, 另一端薄壁铝合金管通过薄

壁夹具固定；

(4)先启动搅拌头,并使其缓缓的压入被焊区域进行预热,预热结束后同时启动第一电机和第二电机,使工件旋转一周后第一电机和第二电机停止工作,缓慢的抽出搅拌头,当搅拌针完全脱离工件后方可停止搅拌头的转动；

(5)沿薄壁铝合金管端切除铝合金棒,在匙孔及环形密封槽内填满密封胶,等待其完全凝固；

(6)薄壁铝合金管的另一端重复步骤(2)~(5),则完成薄壁铝合金管两端的复合密封。

一种铝合金管端复合密封装置及密封方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金管端复合密封装置及密封方法,属于金属材料加工领域。

背景技术

[0002] 搅拌摩擦焊(Friction Stir Welding,简称FSW)是英国焊接研究所(The Welding Institute)于1991年发明的专利焊接技术。搅拌摩擦焊除了具有普通摩擦焊技术的优点外,还可以进行多种接头形式和不同焊接位置的连接。搅拌摩擦焊技术已经在航空、航天、船舶、列车、电力和重型兵器等方面得到成功应用,然而当前在薄壁铝合金管的焊接方面仍然存在一些问题。

[0003] 当管壁趋小时,焊接难度变大。专利(201410729971.X)提出了采用钨极惰性气体保护焊,解决小口径薄壁铝合金管材的连接问题;专利(201010524846.7)提出一种小直径管嘴与铝合金薄壁结构的焊接方法,对小直径管嘴与铝合金薄壁结构结合处进行焊接,同样也是采用弧焊方法进行焊接。实际上,采用弧焊方法进行焊接(如交流钨极氩弧焊)对铝合金进行焊接时,极易导致裂纹和气孔,尤其在薄壁管件焊接时,焊接变形更为严重,废品率甚至达到70%。为了改进焊接质量,专利(201310096100.4)提出了一种热泵用小口径超薄壁高频焊接铝合金管的生产方法,但焊接电流较高,达到230~235A,同时高频焊接的电效率低(约为50%左右),工作电压电流太高,安全性差。郑英等人(专利号:201510118191.6、201510118211.X)提出了一种铝合金超大直径薄壁耐压管的生产方法,通过搅拌摩擦焊接的方法进行纵向焊缝焊接。但没有涉及铝合金管的端面封焊技术。李辉等人(出自:AWJT2005,October20-23,Dalian,China,A42-A47)提出了一种薄壁铝合金筒体焊缝的搅拌摩擦焊接方法,但在焊接过程中,需要采用内部涨紧的装备保证焊件不变形,同时还需要从两边顶紧端盖,且所提出的方法适用于铝合金筒体端面具有开口的情况,即当端面要求彻底封闭时,所提出的方法将无法完成任务。

[0004] 可见,当薄壁铝合金管(壁厚小于1mm)需要端面封闭焊接时,面临着焊接难题,体现在:1、壁厚较薄导致刚度和抗扭性能较差,难以直接夹持转动焊接;2、铝合金端面封闭的要求,导致内部涨紧装置难以放入薄壁管件内部,从而由于缺乏内部支撑导致搅拌摩擦焊接失败。因此提出一种有效的薄壁铝合金管端封焊方法和装置具有重要的现实意义。

发明内容

[0005] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种铝合金管端复合密封装置及密封方法,通过采用搅拌摩擦搭接焊和密封胶组合的方式完成管端的密封,既保证了焊接接头的强度又保证了铝合金管端的气密性。

[0006] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明的一种铝合金管端复合密封装置,包括用于固定铝合金棒的三爪卡盘和固定薄壁铝合金管的薄壁夹具,所述三爪卡盘位于第一旋转筒内,第一旋转筒一部分位于安装在工作台上的第一支撑筒内,第一旋转筒与第一支撑筒之间安装有第一轴承,在第一旋转筒位于第一支撑筒内的一端延伸有第一凸台,在第一支

撑筒的顶端安装有限制第一轴承运动的第一限位板,在第一旋转筒的外壁上安装有第一齿条,在工作台上安装有第一电机,第一电机与第一齿轮轴连接,第一齿轮轴与第一齿条啮合;所述薄壁夹具位于第二旋转筒内,第二旋转筒一部分位于安装在滑板上的第二支撑筒内,第二旋转筒与第二支撑筒之间安装有第二轴承,在第二旋转筒位于第二支撑筒内的一端延伸有第二凸台,在第二支撑筒的顶端安装有限制第二轴承运动的第二限位板,在第二旋转筒的外壁上安装有第二齿条,在滑板上安装有第二电机,第二电机与第二齿轮轴连接,第二齿轮轴与第二齿条啮合;所述滑板通过移动装置沿工作台运动,在铝合金棒下方靠近薄壁铝合金管设有支撑铝合金棒的滚轮架组;所述铝合金棒一端插入到薄壁铝合金管中,铝合金棒与薄壁铝合金管为过盈配合,在铝合金棒与薄壁铝合金管配合处的上方安装有搅拌头;所述铝合金棒上设有若干个环形密封槽,靠近薄壁铝合金管的环形密封槽一部分位于薄壁铝合金管内,相邻环形密封槽的距离不小于搅拌头直径的1.5倍。

[0007] 作为优选,所述移动装置包含伺服电机和直线滑台,伺服电机与滑动轴连接,滑动轴与直线滑台螺纹连接,直线滑台的两侧设有直线导轨,直线导轨上安装有轨道滑块,滑板与直线滑台和轨道滑块固定连接,伺服电机带动直线滑台移动,从而带动滑板移动。

[0008] 作为优选,所述环形密封槽纵截面为等腰梯形状,远离铝合金棒的为等腰梯形的上底,上底为下底的两倍,等腰梯形的底角为 45° 。

[0009] 作为优选,所述上底长度H为:

[0010] 当 $0 < d_0 < 10\text{mm}$ 时, $H = 0.8d_0$;

[0011] 当 $10 \leq d_0 \leq 50\text{mm}$ 时, $H = 0.6d_0$;

[0012] 当 d_0 大于 50mm 时, $H = 0.4d_0$, d_0 为铝合金棒的直径。

[0013] 作为优选,所述铝合金棒与薄壁铝合金管的过盈量为 δ , $\delta = (t - t_0) \times \alpha \times l - \delta_0$,其中, $\delta_0 = (1 \sim 2) * \delta$, t 为装配时的温度, t_0 为加热前的环境温度, α 为加热时工件的径向膨胀系数, l 被加热薄壁铝合金管的内径。

[0014] 作为优选,所述铝合金棒伸入薄壁铝合金管的长度不小于搅拌头直径的1.5倍,搅拌头延伸有搅拌针,搅拌针的长度不小于1.5倍薄壁铝合金管的壁厚。

[0015] 一种上述的铝合金管端复合密封装置的密封方法,包括以下步骤:

[0016] (1)根据实际需要,利用 $\delta = (t - t_0) \times \alpha \times l - \delta_0$ 确定过盈量 δ ,加工符合要求的铝合金棒,根据薄壁铝合金管壁厚选择合适的搅拌针;

[0017] (2)将薄壁铝合金管加热至 100°C ,铝合金棒所处温度低于室温,然后迅速装配薄壁铝合金管和铝合金棒并快速冷却,使进入管内的环形密封槽的一半宽度伸出铝合金管端;

[0018] (3)将装配好的工件中铝合金棒一端安装在三爪卡盘上,另一端薄壁铝合金管通过薄壁夹具固定;

[0019] (4)先启动搅拌头,并使其缓缓的压入被焊区域进行预热,预热结束后同时启动第一电机和第二电机,使工件旋转一周后第一电机和第二电机停止工作,缓慢的抽出搅拌头,当搅拌针完全脱离工件后方可停止搅拌头的转动;

[0020] (5)沿薄壁铝合金管端切除铝合金棒,在匙孔及环形密封槽内填满密封胶,等待其完全凝固;

[0021] (6)薄壁铝合金管的另一端重复步骤(2)~(5),则完成薄壁铝合金管两端的复

合密封。

[0022] 在本发明中,选用梯形槽,相对圆形槽来说,梯形槽易于加工;在填入密封胶体后,圆弧形形状的凹槽所能容纳的胶体体积较小,与铝合金棒的接触面积也较小,易于在外力作用下脱落;上底的长度决定了密封胶的体积、密封胶与铝合金管、铝合金棒的接触面积,因此必须根据铝合金棒的直径,确定出一定体积和形状的密封槽。因此上底太小了,密封胶体积太小,起不了密封效果;上底越大,密封效果会越好;但上底不是越大越好,太大了会造成浪费,还会挖空了铝合金棒。

[0023] 本专利中,通过三爪卡盘和薄壁夹具夹持工件,保证初始焊接时,一方面,铝合金管与铝合金棒之间能够紧密贴合;另一方面,通过过盈配合阻止两者之间轴向相对移动;正常焊接时,已完成的焊缝会逐步加强铝合金管与铝合金棒之间的连接强度。该过盈配合的选择与机械中常用的方法相比,不需要较大的过盈量,这是因为:搅拌针插入搭接焊缝内部,搅拌针本身就起着“钉扎”作用,不需要太强的力量来阻止两者的轴向相对移动,此外焊接过程中过盈配合处处于高温(500℃左右),过大的过盈量会造成铝合金管上很强的拉应力,不利于焊缝成形。而选择常规铝合金材料的过盈量时,由于在100℃的温度下,铝合金较之钢而言,是比较软的,因此,需要有较大的过盈量。

[0024] 有益效果:本发明的铝合金管端复合密封装置,利用对薄壁铝合金管加热使得薄壁铝合金管膨胀,将低于室温的铝合金棒插入到薄壁铝合金管中,克服了薄壁管件刚度低、抗扭性能差的缺点,在其他材料薄壁管件的焊接中具有通用性;采用搅拌摩擦搭接焊和密封胶组合的方式完成管端的密封,既保证了焊接接头的强度又保证了铝合金管端的气密性。

附图说明

[0025] 图1为本发明的结构示意图;

[0026] 图2为焊接接头主视图及其各部件旋转方向;

[0027] 图3为焊接接头剖面结构示意图;

[0028] 图4为带有环形密封槽的铝合金棒截面放大2倍示意图;

[0029] 图5为图1中移动装置的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 如图1至图5所示,本发明的一种铝合金管端复合密封装置,包括用于固定铝合金棒6的三爪卡盘22和固定薄壁铝合金管1的薄壁夹具13,所述三爪卡盘22位于第一旋转筒8内,第一旋转筒8一部分位于安装在工作台18上的第一支撑筒17内,第一旋转筒8与第一支撑筒17之间安装有第一轴承23,在第一旋转筒8位于第一支撑筒17内的一端延伸有第一凸台,在第一支撑筒17的顶端安装有限制第一轴承23运动的第一限位板25,在第一旋转筒8的外壁上安装有第一齿条,在工作台18上安装有第一电机1,第一电机1与第一齿轮轴24连接,第一齿轮轴24与第一齿条啮合;所述薄壁夹具13位于第二旋转筒内,第二旋转筒一部分位于安装在滑板14上的第二支撑筒10内,第二旋转筒与第二支撑筒10之间安装有第二轴承11,在第二旋转筒位于第二支撑筒10内的一端延伸有第二凸台,在第二支撑筒10的顶端安装有限制第二轴承11运动的第二限位板12,在第二旋转筒的外壁上安装有第二齿条,在滑

板14上安装有第二电机15,第二电机15与第二齿轮轴16连接,第二齿轮轴16与第二齿条啮合;所述滑板14通过移动装置沿工作台18运动,在铝合金棒6下方靠近薄壁铝合金管1设有支撑铝合金棒6的滚轮架组7;所述铝合金棒6一端插入到薄壁铝合金管1中,铝合金棒6与薄壁铝合金管1为过盈配合,在铝合金棒6与薄壁铝合金管1配合处的上方安装有搅拌头3;所述铝合金棒6上设有若干个环形密封槽,靠近薄壁铝合金管1的环形密封槽一部分位于薄壁铝合金管1内,相邻环形密封槽的距离不小于搅拌头3直径的1.5倍。第一电机1和第二电机15均与控制器连接,控制器同时控制第一电机1和第二电机15转动,从而带动第一齿轮轴24和第二齿轮轴16转动,由于第一齿轮轴24和第二齿轮轴16与第一齿条和第二齿条啮合,第一齿轮轴24和第二齿轮轴16转动带动第一旋转筒8和第二旋转筒转动,从而带动三爪卡盘22与薄壁夹具13同步转动。第一齿轮轴24和第二齿轮轴16与第一齿条和第二齿条均为斜齿,这样,由于凸台和斜齿的配合使得第一旋转筒8和第二旋转筒在轴线不会移动。

[0031] 在本发明中,所述移动装置包含伺服电机19和直线滑台20,伺服电机19与滑动轴连接,滑动轴与直线滑台20螺纹连接,直线滑台20的两侧设有直线导轨21,直线导轨21上安装有轨道滑块,滑板14与直线滑台20和轨道滑块固定连接,伺服电机19带动直线滑台20移动,从而带动滑板14移动。当铝合金棒6的一个环形密封槽焊接完成,进行下一个环形密封槽的焊接,伺服电机19带动滑板14移动,使得滑板14上的第二支撑筒10移动一个相邻环形密封槽的距离。

[0032] 在本发明中,所述环形密封槽纵截面为等腰梯形状,远离铝合金棒6轴线的为等腰梯形的上底,上底为下底的两倍,等腰梯形的底角 β 为 45° 。所述上底长度为:当 $0 < d_0 < 10\text{mm}$ 时, $H = 0.8d_0$;当 $10 \leq d_0 \leq 50\text{mm}$ 时, $H = 0.6d_0$;当 d_0 大于 50mm 时, $H = 0.4d_0$, d_0 为铝合金棒6的直径。

[0033] 在本发明中,所述铝合金棒6与薄壁铝合金管1的过盈量为 δ , $\delta = (t - t_0) \times \alpha \times l - \delta_0$,其中, $\delta_0 = (1 \sim 2) * \delta$, t 为装配时的温度, t_0 为加热前的环境温度, α 为加热时工件的径向膨胀系数, l 被加热薄壁铝合金管1的内径。所述铝合金棒6伸入薄壁铝合金管1的长度不小于搅拌头3直径的1.5倍,搅拌头3延伸有搅拌针,搅拌针的长度不小于1.5倍薄壁铝合金管1的壁厚。

[0034] 搅拌头3上的搅拌针2是刚性固定连接的,搅拌头3的旋转动作、X轴、Y轴、Z轴调整功能均可采用市面上的搅拌摩擦焊机实现。所述X轴为搅拌头3纵向运动,实现焊缝4的快速定位,采用“伺服电机+滚珠丝杠+直线滚珠导轨”传动;所述Y轴为搅拌头3横向运动,实现搅拌头3、横向位置的调整和装卸搅拌头3,采用“手动梯形丝杠+直线滚珠导轨”传动;所述Z轴为主轴头垂直运动,实现搅拌头3的插入,采用“伺服电机+蜗杆减速器+滚珠丝杠”传动;所述焊接夹具旋转轴,实现铝合金棒和铝合金管1的转动,采用“伺服电机+摆线针轮减速器”驱动;所述搅拌头3的旋转轴,可由电机直接驱动。

[0035] 所述滚轮架组10,可以在Y向调节滚轮之间的距离,以适应不同直径的管件。

[0036] 在本发明中,确定搅拌头3与卡盘7的旋转方向:如图2所示,假设从左视图的角度观察卡盘7的旋转方向,同时从俯视图的角度观察搅拌头3的旋转方向,若卡盘7逆时针方向旋转,则搅拌头3须顺时针方向旋转;反之,若从左视图的角度观察卡盘7顺时针方向旋转,则从俯视图的角度观察搅拌头3须顺时针方向旋转。

[0037] 一种上述的薄壁铝合金管1端复合密封装置的密封方法,包括以下步骤:

[0038] (1)根据实际需要,利用 $\delta=(t-t_0)\times\alpha\times l-\delta_0$ 确定过盈量 δ ,加工符合要求的铝合金棒6,根据薄壁铝合金管1壁厚选择合适的搅拌针;

[0039] (2)将薄壁铝合金管1加热至100℃,铝合金棒6所处温度低于室温,然后迅速装配薄壁铝合金管1和铝合金棒6并快速冷却,使进入管内的环形密封槽的一半宽度伸出铝合金管1端;

[0040] (3)将装配好的工件中铝合金棒6一端安装在三爪卡盘22上,另一端薄壁铝合金管1通过薄壁夹具13固定;

[0041] (4)先启动搅拌头3,并使其缓缓的压入被焊区域进行预热,预热结束后同时启动第一电机1和第二电机15,使工件旋转一周后第一电机1和第二电机15停止工作,缓慢的抽出搅拌头3,当搅拌针完全脱离工件后方可停止搅拌头3的转动;

[0042] (5)沿薄壁铝合金管1端切除铝合金棒6,在匙孔及环形密封槽内填满密封胶,等待其完全凝固;

[0043] (6)薄壁铝合金管1的另一端重复步骤(2)~(5),则完成薄壁铝合金管1两端两端的复合密封。

[0044] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

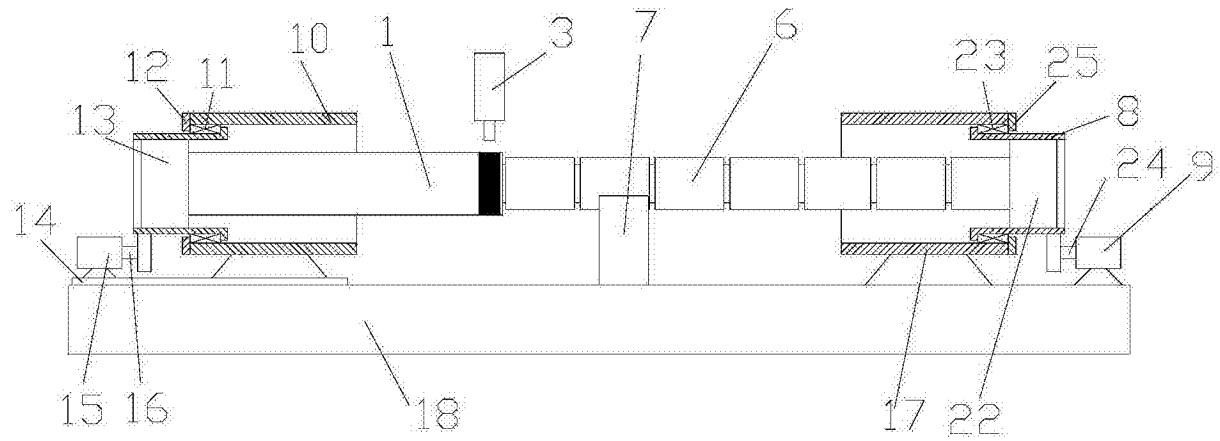


图1

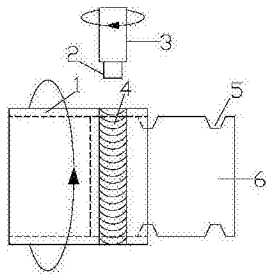


图2

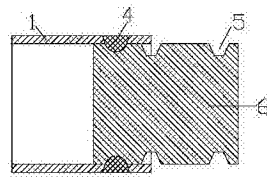


图3

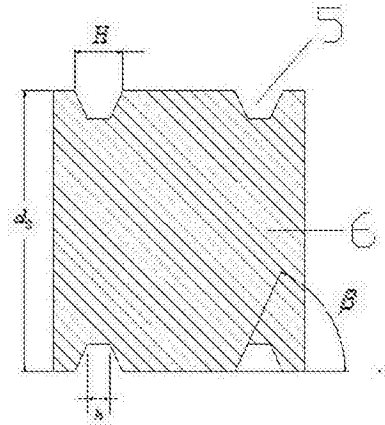


图4

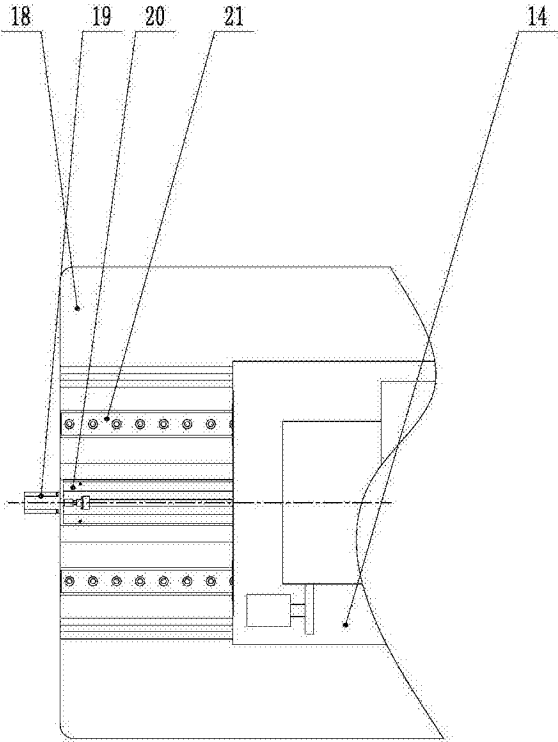


图5