(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119224121 A
(43)申请公布日 2024.12.31

(21)申请号 202411746860.X

(22)申请日 2024.12.02

(71)申请人 蓬莱巨涛海洋工程重工有限公司
地址 265609 山东省烟台市蓬莱区仙境东路305号

(72)发明人 李林涛 王笑春 王世达 朱永强 李志涵 刘大伟 于绍龙

(74)专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限公司 11429
专利代理师 段志远

(51)Int.Cl.
G01N 29/04(2006.01)
G01N 29/22(2006.01)
G01N 29/27(2006.01)

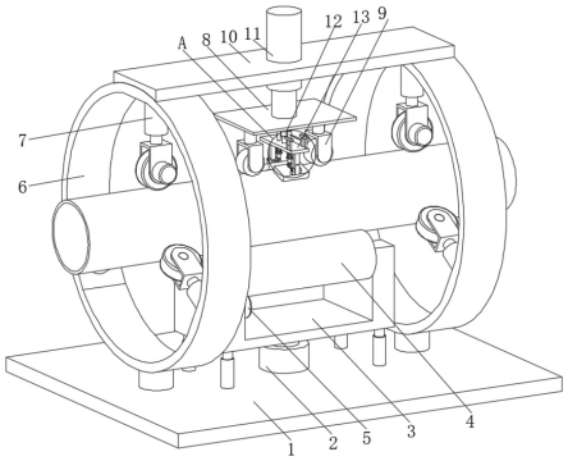
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置

(57)摘要

本发明属于管道焊缝检测技术领域,且公开了一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,包括工作台、液压缸一和支撑环,所述液压缸一的伸缩端安装有工作架,所述工作架的内部转动安装有两组运输辊,并安装有电机一,两组所述运输辊通过齿轮组与电机一传动连接。本装置通过挡条向上进入微型光栅之间的感应区,并通过控制器自动关停液压缸三,维持弹簧二被限位环的压缩距离恒定,在超声波探头面对不同尺寸的工件时,只需调整液压缸三的伸缩行程,并使挡条运动至指定位置,即可保持弹簧二的压缩行程不变,使超声波探头与工件表面的压力恒定,避免过大的压力,造成超声波探头底面的过度磨损,延长了装置的使用寿命。



CN 119224121 A

1.一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,包括工作台(1)、液压缸一(2)和支撑环(6),所述液压缸一(2)的伸缩端安装有工作架(3),所述工作架(3)的内部转动安装有两组运输辊(4),并安装有电机一(5),两组所述运输辊(4)通过齿轮组与电机一(5)传动连接,所述运输辊(4)的上面表面放置有工件,其特征在于:所述支撑环(6)的顶部安装有顶板(10),所述顶板(10)的顶部安装有液压缸二(11),所述液压缸二(11)的伸缩端固定连接有连接板(8),所述连接板(8)底部的两侧沿支撑环(6)的轴线对称安装有两组定位机构(9),所述连接板(8)底面的中部固定安装有液压缸三(12),所述液压缸三(12)的伸缩端固定连接有固定板(13),所述固定板(13)底部的前后两侧均固定连接有连接柱(14),所述连接柱(14)的底部活动铰接有铰接块(15),所述铰接块(15)的底部固定连接有超声波探头(16),所述超声波探头(16)顶部远离铰接块(15)的一侧固定连接有滑架(17),所述固定板(13)顶部的前后两侧均活动插接有通柱(18),所述通柱(18)的底部固定连接有卡柱(19),所述卡柱(19)滑动安装于滑架(17)中,所述通柱(18)外表面的底部固定安装有限位环(20),所述通柱(18)的外表面活动套接有位于固定板(13)底部的弹簧二(21),所述弹簧二(21)的两端分别与固定板(13)和限位环(20)弹性连接,所述固定板(13)顶部的前侧安装有一组微型光栅(23),位于前侧所述通柱(18)外表面的正面固定连接有位于微型光栅(23)感应区的挡条(24)。

2.根据权利要求1所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述支撑环(6)设置为两组,并沿所述工件的轴线对称分布于工作台(1)顶部的两侧,所述支撑环(6)的内环面固定安装有三组运输机构(7);

所述运输机构(7)包括固定连接于支撑环(6)内环面的容纳筒(71),所述容纳筒(71)的内部活动套接有弹簧一(72)和伸缩柱(73),所述弹簧一(72)的两端分别与容纳筒(71)和伸缩柱(73)弹性连接,所述伸缩柱(73)通过弹簧一(72)弹性支撑于容纳筒(71)的内部,所述伸缩柱(73)的外侧一端固定连接有滚轮一(74),位于顶部所述运输机构(7)还包括电机二(75),所述电机二(75)与滚轮一(74)传动连接,所述滚轮一(74)的外表面与工件表面抵接。

3.根据权利要求2所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述定位机构(9)包括固定连接于连接板(8)底部的固定柱(91),所述固定柱(91)的底部转动安装有旋转柱(92),所述旋转柱(92)的底端固定连接有滚轮二(93),所述滚轮二(93)的外表面与工件表面抵接。

4.根据权利要求3所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述连接柱(14)外侧面的底部固定连接有限位板(22),所述限位板(22)在超声波探头(16)与连接柱(14)保持垂直状态时,与所述铰接块(15)的外侧面抵接。

5.根据权利要求4所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述超声波探头(16)、滑架(17)和铰接块(15)能够绕铰接块(15)与连接柱(14)的铰接处的轴线向上转动,所述卡柱(19)能够沿滑架(17)的内壁前后滑动。

6.根据权利要求5所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述弹簧二(21)被压缩设置于固定板(13)和限位环(20)之间产生回弹力,并通过所述卡柱(19)、滑架(17)和超声波探头(16)将回弹力全部作用于工件表面。

7.根据权利要求6所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述超声波探头(16)的底面与工件的表面相切,并保持抵接压力恒定,所述弹簧二(21)被压缩的

距离能够始终保持不变。

8.根据权利要求7所述的一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,其特征在于:所述工件的尺寸越大,与所述尺寸抵接的超声波探头(16)底部与水平面的夹角越小。

一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置

技术领域

[0001] 本发明属于管道焊缝检测技术领域,具体为一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置。

背景技术

[0002] 厚壁管道一般为具备高压性质的能源运输业、核电行业的关键用材,其壁厚通常大于等于20mm,厚壁管道在连接时需要进行焊接实现,为了检测焊接部位的焊缝是否出现裂纹、缝隙等焊接缺陷,需要设置在线检测装置,在检测的流水线上,焊接成功的厚壁管道会被移动至检测工位,并利用超声波原理进行缺陷探伤,超声波检查是一种利用超声波对焊接缺陷进行检测的方法。超声波在焊接部位传播过程中,可以检测到反射、折射和衰减等信息,从而判断焊接质量;现有技术中,对于管道类的焊缝检测一般会采用倾斜设计的超声波探头放置于焊缝部位,并与之抵接,实现超声波发生检测功能,当超声波探头在与焊缝接触的过程中容易随着两者的相对运动产生过度磨损,超声波探头需要抵接在焊缝表面才能进行对焊缝的缺陷检测,而现有技术中,超声波探头会在液压杆的带动下直接与管道接触,这样的设计容易导致超声波探头与管道之间产生的接触压力不可控,过小无法检测,过大会造成超声波探头的损伤,且在面对不同尺寸的管道时,超声波探头也无法进行角度方面的转动调节,无法充分适配管道表面的焊缝,造成在线检测功能的失效。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0004] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,包括工作台、液压缸一和支撑环,所述液压缸一的伸缩端安装有工作架,所述工作架的内部转动安装有两组运输辊,并安装有电机一,两组所述运输辊通过齿轮组与电机一传动连接,所述运输辊的上面表面放置有工件,所述支撑环的顶部安装有顶板,所述顶板的顶部安装有液压缸二,所述液压缸二的伸缩端固定连接有连接板,所述连接板底部的两侧沿支撑环的轴线对称安装有两组定位机构,所述连接板底面的中部固定安装有液压缸三,所述液压缸三的伸缩端固定连接有固定板,所述固定板底部的前后两侧均固定连接有连接柱,所述连接柱的底部活动铰接有铰接块,所述铰接块的底部固定连接有超声波探头,所述超声波探头顶部远离铰接块的一侧固定连接有滑架,所述固定板顶部的前后两侧均活动插接有通柱,所述通柱的底部固定连接有卡柱,所述卡柱滑动安装于滑架中,所述通柱外表面的底部固定安装有限位环,所述通柱的外表面活动套接有位于固定板底部的弹簧二,所述弹簧二的两端分别与固定板和限位环弹性连接,所述固定板顶部的前侧安装有一组微型光栅,位于前侧所述通柱外表面的正面固定连接有位于微型光栅感应区的挡条。

[0005] 作为本发明的一种优选方案,所述支撑环设置为两组,并沿所述工件的轴线对称分布于工作台顶部的两侧,所述支撑环的内环面固定安装有三组运输机构;

所述运输机构包括固定连接于支撑环内环面的容纳筒,所述容纳筒的内部活动套接有弹簧一和伸缩柱,所述弹簧一的两端分别与容纳筒和伸缩柱弹性连接,所述伸缩柱通过弹簧一弹性支撑于容纳筒的内部,所述伸缩柱的外侧一端固定连接有滚轮一,位于顶部所述运输机构还包括电机二,所述电机二与滚轮一传动连接,所述滚轮一的外表面与工件表面抵接。

[0006] 作为本发明的一种优选方案,所述定位机构包括固定连接于连接板底部的固定柱,所述固定柱的底部转动安装有旋转柱,所述旋转柱的底端固定连接有滚轮二,所述滚轮二的外表面与工件表面抵接。

[0007] 作为本发明的一种优选方案,所述连接柱外侧面的底部固定连接有限位板,所述限位板在超声波探头与连接柱保持垂直状态时,与所述铰接块的外侧面抵接。

[0008] 作为本发明的一种优选方案,所述超声波探头、滑架和铰接块能够绕铰接块与连接柱的铰接处的轴线向上转动,所述卡柱能够沿滑架的内壁前后滑动。

[0009] 作为本发明的一种优选方案,所述弹簧二被压缩设置于固定板和限位环之间产生回弹力,并通过所述卡柱、滑架和超声波探头将回弹力全部作用于工件表面。

[0010] 作为本发明的一种优选方案,所述超声波探头的底面与工件的表面相切,并保持抵接压力恒定,所述弹簧二被压缩的距离能够始终保持不变。

[0011] 作为本发明的一种优选方案,所述工件的尺寸越大,与所述尺寸抵接的超声波探头底部与水平面的夹角越小。

[0012] 本发明的有益效果如下:

1、本装置经过重新设计,使超声波探头与工件之间接触的抵接压力能够自动保持恒定,避免超声波探头与工件之间产生的过大的压力引起超声波探头底部的过度磨损,通过固定连接于连接板底部的定位机构与工件顶部抵接,使超声波探头在水平状态下与工件的距离恒定,从而使液压缸三只需向下带动固定板整体下移,带动超声波探头的底面与工件表面抵接,并在工件的限位作用绕铰接块与连接柱铰接处的轴线转动,通过滑架向上带动卡柱、通柱、限位环和挡条,并压缩弹簧二,使超声波探头在与工件表面旋转抵接的同时产生压力,通过挡条向上进入微型光栅之间的感应区,并通过控制器自动关停液压缸三,维持弹簧二被限位环的压缩距离恒定,在超声波探头面对不同尺寸的工件时,只需调整液压缸三的伸缩行程,并使挡条运动至指定位置,即可保持弹簧二的压缩行程不变,使超声波探头与工件表面的压力恒定,避免过大的压力,造成超声波探头底面的过度磨损,延长了装置的使用寿命。

[0013] 2、本装置通过设置有多组运输机构位于支撑环的内壁,从而辅助工件进料和旋转检测,通过设置有位于顶部的电机二驱动顶部的滚轮一旋转,在工作架、运输辊的配合下带动工件沿运输方向运动,通过设置有弹簧一对伸缩柱进行弹性支撑,使装置能够适配不同尺寸的工件,然后,通过电机一驱动运输辊转动,带动工件绕支撑环的轴线旋转,从而带动多组滚轮一绕与各自连接的伸缩柱轴线旋转90°,并在弹簧一的螺旋方向上产生对弹簧一的旋转张力,使弹簧一具有带动伸缩柱、滚轮一回正的弹力,当工作架向下移动至与工件表面抵接的位置时,通过弹簧一的弹力带动滚轮一、伸缩柱回转复位,随后,通过电机二驱动,带动工件下料。

[0014] 3、本装置通过设置有定位机构,使工件能够在运输机构的弹性支撑下和运输辊的

刚性支撑下完成自动定中心功能,通过设置有多组运输机构对工件进行弹性支撑,以滚轮一、伸缩柱压缩弹簧一产生回弹力,并对工件表面进行弹性支撑,通过液压缸二带动连接板和定位机构向下移动,使滚轮二的底部与支撑环的轴线的距离等距工件的半径值,这样通过液压缸一带动工作架和运输辊向上对工件进行支撑,并抵消工件自身的重力,使工件与滚轮二的底部抵接,此时,位于下侧的两组弹簧一仅仅受到来自工件表面的限位压力,使所有的弹簧一压缩距离相等,实现装置精准的自动定中心功能,有助于装置后续的在线检测操作。

附图说明

[0015] 图1为本发明整体结构的正面立体示意图;

图2为本发明图1中A处结构的放大示意图;

图3为本发明整体结构的侧面立体示意图;

图4为本发明图3中B处结构的放大示意图;

图5为本发明整体结构侧面剖切示意图;

图6为本发明图5中C处结构的放大示意图;

图7为本发明连接板、定位机构、液压缸三、固定板、连接柱、铰接块、超声波探头、滑架、通柱、卡柱、限位环、弹簧二、限位板、微型光栅和挡条的结构配合示意图;

图8为本发明液压缸三、固定板、连接柱、铰接块、超声波探头、滑架、通柱、卡柱、限位环、弹簧二、限位板、微型光栅和挡条的分离示意图;

图9为本发明运输机构的分离示意图。

[0016] 图中:1、工作台;2、液压缸一;3、工作架;4、运输辊;5、电机一;6、支撑环;7、运输机构;71、容纳筒;72、弹簧一;73、伸缩柱;74、滚轮一;75、电机二;8、连接板;9、定位机构;91、固定柱;92、旋转柱;93、滚轮二;10、顶板;11、液压缸二;12、液压缸三;13、固定板;14、连接柱;15、铰接块;16、超声波探头;17、滑架;18、通柱;19、卡柱;20、限位环;21、弹簧二;22、限位板;23、微型光栅;24、挡条。

具体实施方式

[0017] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0018] 如图1至图9所示,本发明实施例提供了一种厚壁管道焊缝缺陷的在线检测装置,包括工作台1、液压缸一2和支撑环6,液压缸一2的伸缩端安装有工作架3,工作架3的内部转动安装有两组运输辊4,并安装有电机一5,两组运输辊4通过齿轮组与电机一5传动连接,运输辊4的上面表面放置有工件,支撑环6的顶部安装有顶板10,顶板10的顶部安装有液压缸二11,液压缸二11的伸缩端固定连接有连接板8,连接板8底部的两侧沿支撑环6的轴线对称安装有两组定位机构9,连接板8底面的中部固定安装有液压缸三12,液压缸三12的伸缩端固定连接有固定板13,固定板13底部的前后两侧均固定连接有连接柱14,连接柱14的底部活动铰接有铰接块15,铰接块15的底部固定连接有超声波探头16,超声波探头16顶部远离

铰接块15的一侧固定连接有滑架17,固定板13顶部的前后两侧均活动插接有通柱18,通柱18的底部固定连接有卡柱19,卡柱19滑动安装于滑架17中,通柱18外表面的底部固定安装有限位环20,通柱18的外表面活动套接有位于固定板13底部的弹簧二21,弹簧二21的两端分别与固定板13和限位环20弹性连接,固定板13顶部的前侧安装有一组微型光栅23,位于前侧通柱18外表面的正面固定连接有位于微型光栅23感应区的挡条24;

本装置经过重新设计,使超声波探头16与工件之间接触的抵接压力能够自动保持恒定,避免超声波探头16与工件之间产生的过大的压力引起超声波探头16底部的过度磨损,通过固定连接于连接板8底部的定位机构9与工件顶部抵接,使超声波探头16在水平状态下与工件的距离恒定,从而使液压缸三12只需向下带动固定板13整体下移,带动超声波探头16的底面与工件表面抵接,并在工件的限位作用绕铰接块15与连接柱14铰接处的轴线转动,通过滑架17向上带动卡柱19、通柱18、限位环20和挡条24,并压缩弹簧二21,使超声波探头16在与工件表面旋转抵接的同时产生压力,通过挡条24向上进入微型光栅23之间的感应区,并通过控制器自动关停液压缸三12,维持弹簧二21被限位环20的压缩距离恒定,在超声波探头16面对不同尺寸的工件时,只需调整液压缸三12的伸缩行程,并使挡条24运动至指定位置,即可保持弹簧二21的压缩行程不变,使超声波探头16与工件表面的压力恒定,避免过大的压力,造成超声波探头16底面的过度磨损,延长了装置的使用寿命。

[0019] 其中,支撑环6设置为两组,并沿工件的轴线对称分布于工作台1顶部的两侧,支撑环6的内环面固定安装有三组运输机构7;

运输机构7包括固定连接于支撑环6内环面的容纳筒71,容纳筒71的内部活动套接有弹簧一72和伸缩柱73,弹簧一72的两端分别与容纳筒71和伸缩柱73弹性连接,伸缩柱73通过弹簧一72弹性支撑于容纳筒71的内部,伸缩柱73的外侧一端固定连接有滚轮一74,位于顶部运输机构7还包括电机二75,电机二75与滚轮一74传动连接,滚轮一74的外表面与工件表面抵接;

本装置通过设置有多组运输机构7位于支撑环6的内壁,从而辅助工件进料和旋转检测,通过设置有位于顶部的电机二75驱动顶部的滚轮一74旋转,在工作架3、运输辊4的配合下带动工件沿运输方向运动,通过设置有弹簧一72对伸缩柱73进行弹性支撑,使装置能够适配不同尺寸的工件,然后,通过电机一5驱动运输辊4转动,带动工件绕支撑环6的轴线旋转,从而带动多组滚轮一74绕与各自连接的伸缩柱73轴线旋转90°,并在弹簧一72的螺旋方向上产生对弹簧一72的旋转张力,使弹簧一72具有带动伸缩柱73、滚轮一74回正的弹力,当工作架3向下移动至与工件表面抵接的位置时,通过弹簧一72的弹力带动滚轮一74、伸缩柱73回转复位,随后,通过电机二75驱动,带动工件下料。

[0020] 其中,定位机构9包括固定连接于连接板8底部的固定柱91,固定柱91的底部转动安装有旋转柱92,旋转柱92的底端固定连接有滚轮二93,滚轮二93的外表面与工件表面抵接;

本装置通过设置有定位机构9,使工件能够在运输机构7的弹性支撑下和运输辊4的刚性支撑下完成自动定中心功能,通过设置有多组运输机构7对工件进行弹性支撑,以滚轮一74、伸缩柱73压缩弹簧一72产生回弹力,并对工件表面进行弹性支撑,通过液压缸二11带动连接板8和定位机构9向下移动,使滚轮二93的底部与支撑环6的轴线的距离等距工件的半径值,这样通过液压缸一2带动工作架3和运输辊4向上对工件进行支撑,并抵消工件自

身的重力,使工件与滚轮二93的底部抵接,此时,位于下侧的两组弹簧一72仅仅受到来自工件表面的限位压力,使所有的弹簧一72压缩距离相等,实现装置精准的自动定中心功能,有助于装置后续的在线检测操作。

[0021] 其中,连接柱14外侧面的底部固定连接有限位板22,限位板22在超声波探头16与连接柱14保持垂直状态时,与铰接块15的外侧面抵接;

超声波探头16在未与工件表面接触时,其通过铰接块15与限位板22抵接,使其最低位置便是处于水平状态,方便其与工件表面快速抵接。

[0022] 其中,超声波探头16、滑架17和铰接块15能够绕铰接块15与连接柱14的铰接处的轴线向上转动,卡柱19能够沿滑架17的内壁前后滑动;

超声波探头16与工件表面抵接时,会在工件的支撑限位作用下方式旋转,而该旋转作用会推动通柱18上移一定距离,并带动限位环20压缩弹簧二21产生回弹力,由于超声波探头16会在液压缸三12的带动下进行转动调整,并通过挡条24与微型光栅23的感应调节,使弹簧二21被压缩产生的回弹力恒定(即弹簧二21被压缩的距离恒定),从而使超声波探头16与工件表面因检测所需接触的压力保持恒定,避免过大损伤超声波探头16。

[0023] 其中,弹簧二21被压缩设置于固定板13和限位环20之间产生回弹力,并通过卡柱19、滑架17和超声波探头16将回弹力全部作用于工件表面;

弹簧二21通过超声波探头16带动通柱18和限位环20上移被压缩产生回弹力,并作用于工件表面,使超声波探头16与工件产生的接触压力保证其能够完成有效的超声波检测。

[0024] 其中,超声波探头16的底面与工件的表面相切,并保持抵接压力恒定,弹簧二21被压缩的距离能够始终保持不变;

超声波探头16与工件的表面的接触需要保持压力恒定,这样超声波探头16才能进行有效的发生与接收超声波,确保工件表面焊缝缺陷的检测功能正常。

[0025] 其中,工件的尺寸越大,与尺寸抵接的超声波探头16底部与水平面的夹角越小;

超声波探头16与不同尺寸的工件接触时,会产生不同的角度,因为不同的工件表面曲率不同,会带动超声波探头16产生不同的旋转角度,此时,只需通过控制液压缸三12伸缩,弥补超声波探头16因旋转而带动限位环20移动产生对弹簧二21的过度压缩。

[0026] 工作原理:

首先,向控制器输入工件尺寸,启动液压缸二11,并带动连接板8、液压缸三12和定位机构9运动至指定高度,使滚轮二93的底部与支撑环6轴线之间的距离等于工件半径,此时,超声波探头16高于滚轮二93的底部,将工件沿支撑环6的轴线通过右侧的支撑环6,使其表面与位于右侧的多组滚轮一74抵接,并同步压缩位于右侧的多组弹簧一72,对工件产生支撑力,启动位于右侧的一组电机二75,并带动位于顶部的滚轮一74转动,使工件沿运输方向往另一侧移动,直至工件与位于左侧的多组运输机构7接触,并形成支撑;

然后,启动液压缸一2,并向上带动工作架3、运输辊4与工件底部抵接,并将工件向上推动,使其与滚轮二93的外表面抵接,此时,所有的弹簧一72被压缩的距离相等,工件与支撑环6同轴分布;

最后,启动液压缸三12,并带动固定板13向下移动,使超声波探头16的地面与工件的外表面抵接,并开始绕铰接块15与连接柱14铰接处的轴线向上旋转,并通过滑架17向上

推动通柱18、限位环20,并压缩弹簧二21产生向下的回弹力,通柱18在向上移动的同时会带动挡条24移动,当挡条24移动至微型光栅23之间的感应区,挡条24会发送信号给控制器,控制器当即做出反应,停止液压缸三12,此时,超声波探头16即可进行对工件焊缝的缺陷检测,启动电机一5,并带动两组运输辊4转动,带动工件、滚轮二93和滚轮一74旋转,滚轮一74会在工件的带动下带动伸缩柱73绕自身轴线旋转,并带动弹簧一72绕其螺旋方向旋转90°,滚轮二93则带动旋转柱92绕固定柱91的轴线旋转90°,然后带动工件相对于超声波探头16的底面旋转,从而实现全方位检测;

当工件尺寸变大时,超声波探头16底面与工件表面的夹角会发生变化,此时,超声波探头16在工件的限位下其与连接柱14之间的夹角会变小,从而造成通柱18向上带动挡条24并使挡条24离开微型光栅23之间的感应区,同时,弹簧二21由于通柱18带动限位环20的向上移动,压缩距离变大,此时,控制液压缸三12向上带动固定板13整体下移,使通柱18和限位环20在弹簧二21的弹力作用下相对于微型光栅23向下移动,直至挡条24重新进入微型光栅23之间的感应区,即可确认弹簧二21的压缩距离保持不变,此时,超声波探头16与工件的抵接压力保持恒定。

[0027] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0028] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

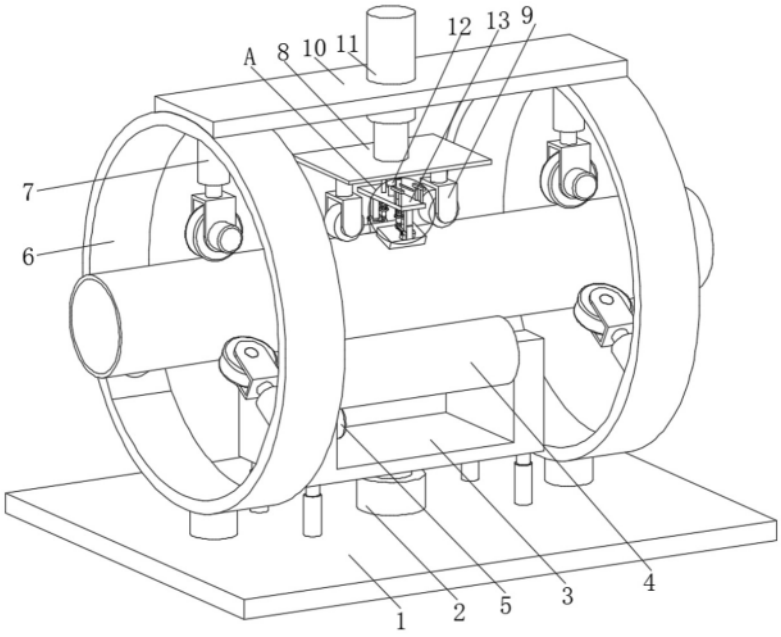


图 1

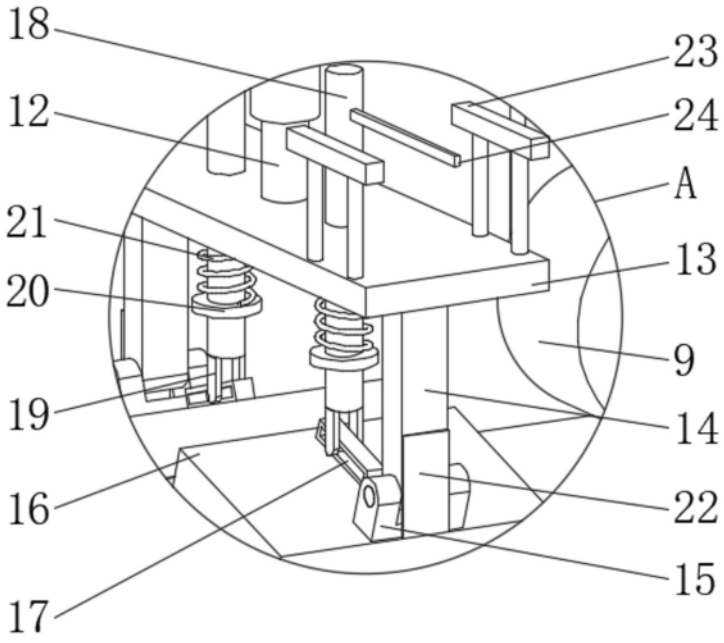


图 2

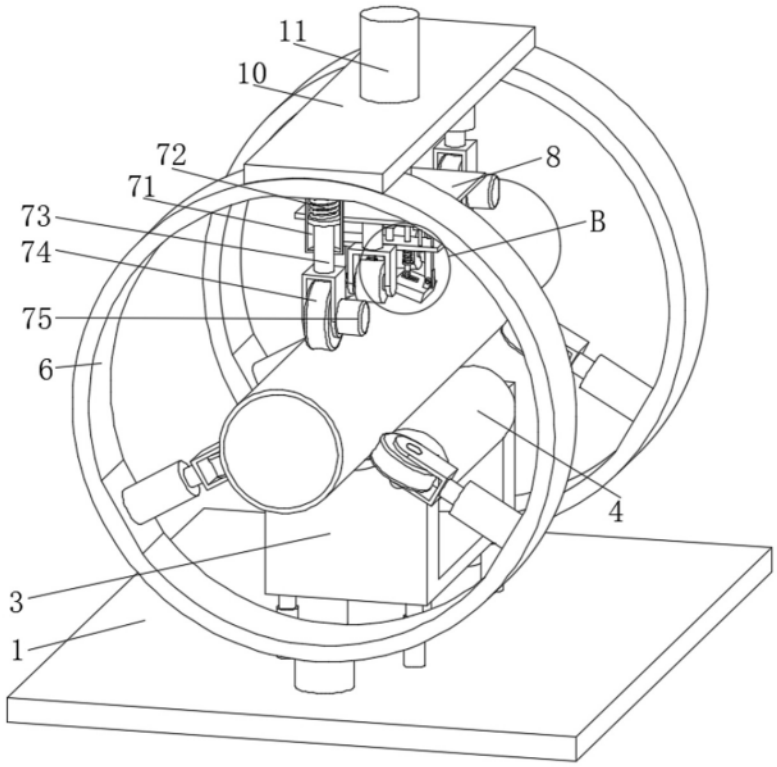


图 3

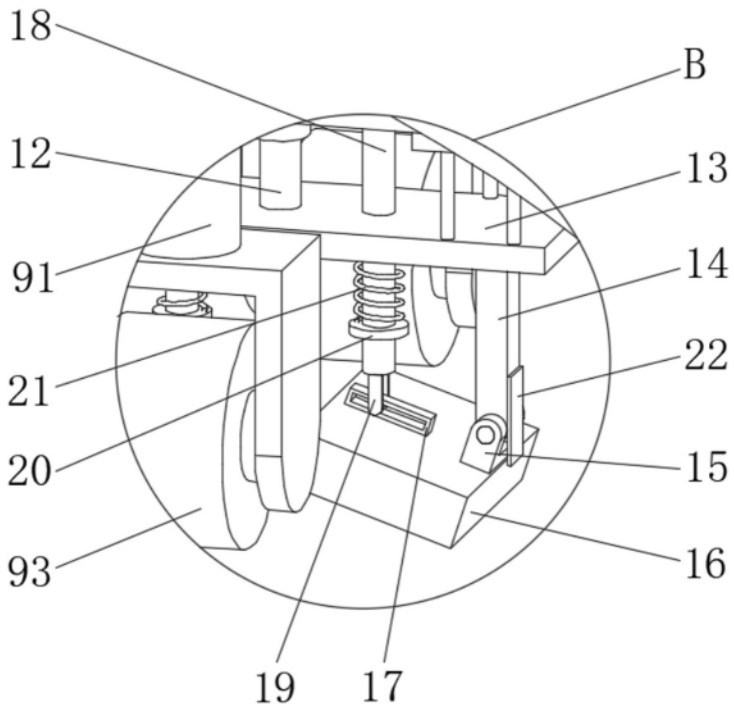


图 4

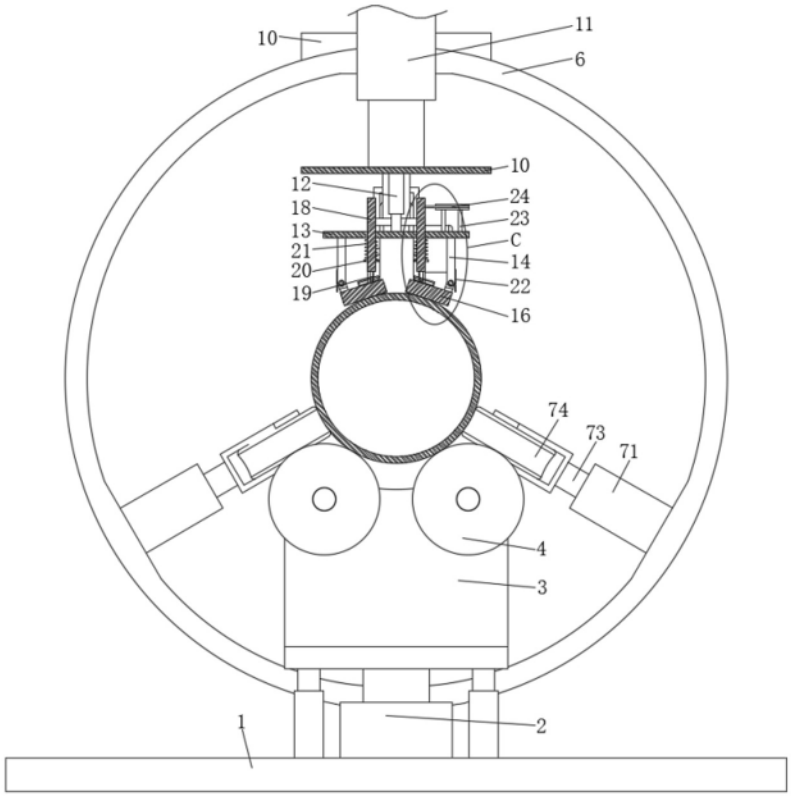

10
11
6
10
12
24
18
23
13
C
21
14
20
22
19
16
74
73
71
4
3
1
2

图 5

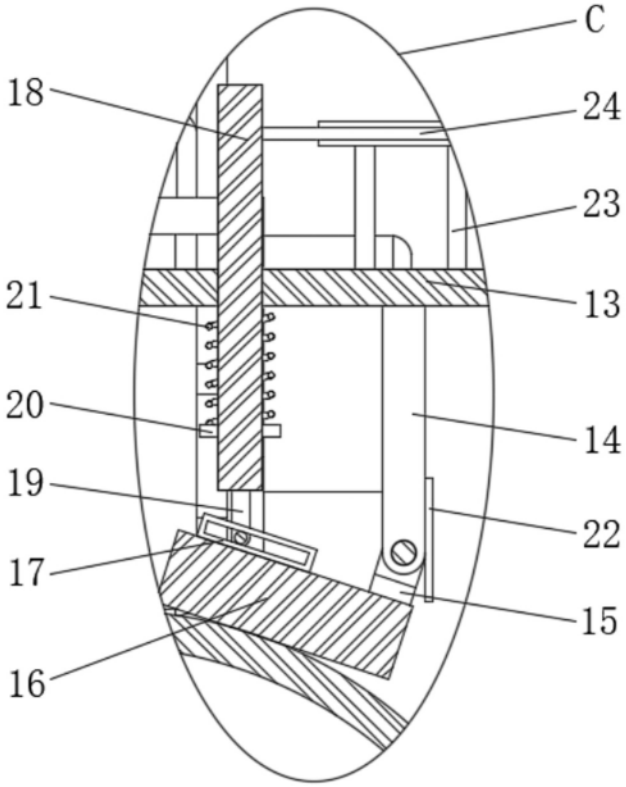

C
18
24
23
21
13
20
14
19
22
17
15
16

图 6

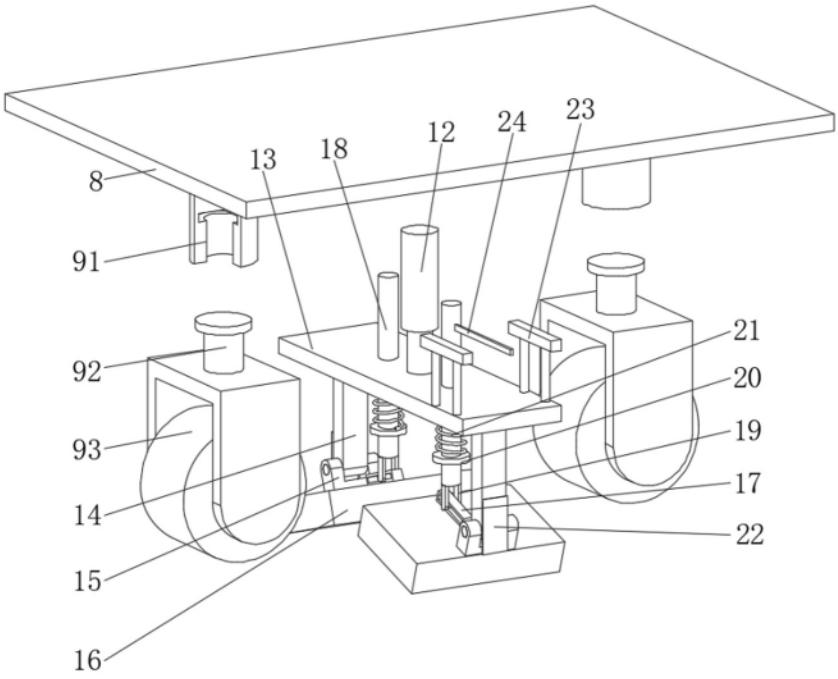

8
91
92
93
14
15
16
13
18
12
24
23
21
20
19
17
22

图 7

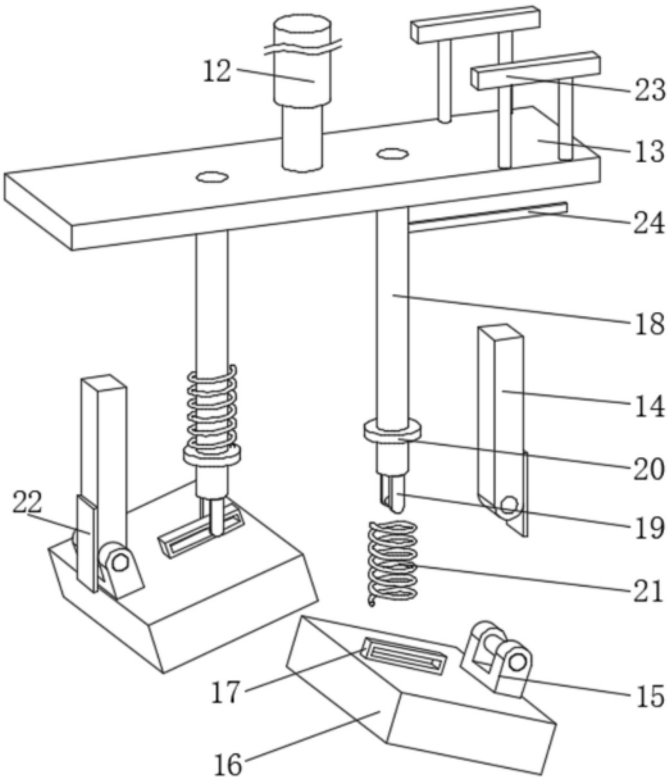

12
23
13
24
18
14
20
19
21
22
17
15
16

图 8

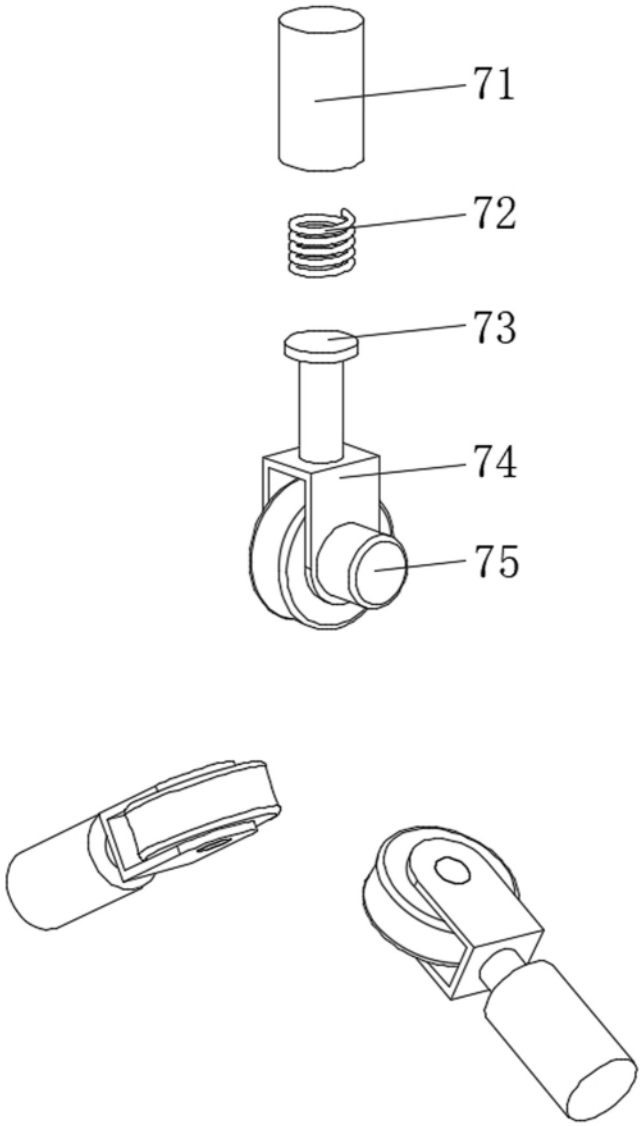


图 9