



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104697873 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201510100839. 7

G01N 17/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 03. 06

G01N 3/02(2006. 01)

(71) 申请人 合肥通用机械研究院

地址 230031 安徽省合肥市蜀山区长江西路
888 号

申请人 合肥通用机械研究院特种设备检验
站

(72) 发明人 张强 陈学东 范志超 吕运容
孔韦海 胡盼

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务
所（普通合伙） 34118

代理人 王挺

(51) Int. Cl.

G01N 3/56(2006. 01)

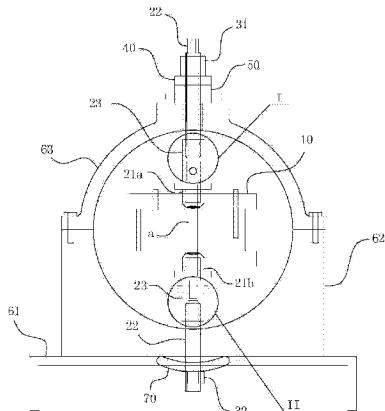
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置

(57) 摘要

本发明涉及一种轴向拉伸加载的试验装置，尤其涉及一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置。本装置至少包括容器，容器内安置有待测试试样，本装置还包括布置于容器两端的试样夹头及用于固定试样夹头的支撑架，所述试样夹头与待测试试样同轴布置且试样夹头可沿其轴向于支撑架上作往复位移动作，其特征在于：所述试样夹头包括直接固接待测试试样两端处的夹头部和与其同轴布置的用于与支撑架间构成配合的加载部；所述夹头部与加载部间构成铰接配合，且两者的铰接轴轴线垂直试样夹头轴线布置。本装置可准确检测试验过程中施加的载荷，消除加载过程中在试样上形成的弯矩，进而可有效保证其试验结果的准确性，其工作可靠稳定而效率高。



1. 一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,至少包括用于盛放腐蚀介质的容器(10),所述容器(10)内安置有待测试试样,本装置还包括布置于容器(10)两端的用于两端夹持待测试试样以拉伸待测试试样的试样夹头,本装置还包括用于固定试样夹头的支撑架,所述试样夹头与待测试试样同轴布置且试样夹头可沿其轴向于支撑架上作往复位移动作,其特征在于:所述试样夹头包括直接固接待测试试样两端处的夹头部(21)和与其同轴布置的用于与支撑架间构成配合的加载部(22);所述夹头部(21)与加载部(22)间构成铰接配合,且两者的铰接轴轴线垂直试样夹头轴线布置。

2. 根据权利要求1所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:所述夹头部(21)包括夹持待测试试样上端部的上部夹头(21a)和夹持待测试试样下端部的下部夹头(21b),所述上部夹头(21a)和下部夹头(21b)处的用于与相应加载部(22)配合的铰接轴轴线彼此互为垂直布置。

3. 根据权利要求2所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:所述试样夹头包括用于衔接夹头部(21)与加载部(22)的连接头(23),连接头(23)的一端与夹头部(21)间构成铰接配合,另一端与加载部(22)间螺纹固接。

4. 根据权利要求2或3所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:所述加载部(22)为加载螺杆,加载部(22)与支撑架间构成滑动配合,加载部(22)上的相对待测试试样所在端的另一端部处布置有用于与支撑架配合以加载或限位试样夹头的螺母部;所述螺母部包括与其中一个试样夹头配合的加载螺母(31)以及与另一个试样夹头配合的限位螺母(32),所述加载螺母(31)与支撑架的相应面间夹设有便于施力的止推轴承(40)。

5. 根据权利要求4所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:本装置还包括用于监测和获取试验数据的数据收集单元,所述数据收集单元包括用于监控试样夹头施加载荷的载荷传感器(50),所述载荷传感器(50)布置于夹头部(21)和/或加载部(22)处。

6. 根据权利要求5所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:所述载荷传感器(50)夹设于止推轴承(40)与支撑架相应配合面之间的一段加载部(22)上且分别与上述部件间构成面抵靠配合,载荷传感器(50)为压力传感器,该载荷传感器(50)电连接外部数控及数显部件。

7. 根据权利要求4所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:所述支撑架包括基座(61)以及布置于基座(61)上的下拱体(62),所述下拱体(62)上罩设有上拱体(63),上、下拱体(63、62)的半环形内腔围合形成具备圆环状内腔的上述支撑架的架体;上拱体(63)顶部中心铅垂贯穿其顶壁布置有用于与加载部(22)配合的贯穿孔,下拱体(62)上对应上述贯穿孔同轴布置通孔,基座(61)上的与下拱体(62)贯穿孔对应处有便于穿设加载部(22)的一方形孔,各加载部(22)分别与相应各孔间构成滑动配合。

8. 根据权利要求7所述的一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置,其特征在于:所述基座(61)下端面处的方孔宽度大于下拱体(62)上通孔直径,本装置还包括弧形瓦板状的弹簧钢垫板(70);所述弹簧钢垫板(70)套设于加载部(22)上,并以内弧面朝向下拱体(62)所在方向的布置于基座(61)的方形孔内,且该弹簧钢垫板(70)的外弧面与限位螺母(32)间构成抵靠配合。

一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种轴向拉伸加载的试验装置,尤其涉及一种硫化物应力腐蚀试验中对试样进行轴向拉伸加载和计量的硫化物应力腐蚀开裂试验装置。

背景技术

[0002] 随着我国经济的持续高速发展,我们对于能源的需求也越来越大,目前核能、风能等清洁能源还不能取代石油、天然气等化石能源,而 H₂S 是石油和天然气中最具腐蚀的有害介质之一。伴随着含硫油气田的开发和进口高硫原油加工量的不断增加,硫化氢介质腐蚀破坏已经渗透到石油天然气的钻采、输送和加工行业中,越来越多的碳钢和低合金钢设备、压力容器和管道在湿硫化氢环境中发生腐蚀、硫化物应力腐蚀开裂和氢致开裂,其中,硫化物腐蚀开裂对材料的影响最大,危险系数也最高。

[0003] 针对上述状况,如今各种与石油和天然气接触的金属材料如开采设备、输送管道、阀门等构件都需要对材料进行抗硫化物应力腐蚀开裂性能的检测。国标 GB/T 4157-2006 和美标 ASTM0177-2005 对试验装置和试验方法都做了规定,即将试样的工作段浸入特定的硫化物腐蚀介质环境中,并对试样施加一定的应力(应力大小根据材料的材质确定),经过一段时间后观察试样是否断裂或工作段是否出现裂纹,以此评判材料的抗硫化物应力腐蚀开裂性能,其中以在试样上施加恒定轴向拉伸应力的试验方式最常用。

[0004] 目前,上述在试样上施加恒定轴向拉伸应力的试验方式中,常用的试样装置主要是依靠恒负荷装置和应力环装置,其中,恒负荷装置主要通过砝码实现在试样上施加恒定的拉伸载荷,应力环装置则是通过压缩应力环来在试样上产生拉伸载荷。恒负荷装置通过砝码来控制载荷的,装置庞大,占用空间大,需要大量的砝码,搬运不便且实际控制精度较差,尤其是砝码处在腐蚀气体中容易被腐蚀,从而极容易影响试验结果的精确性。应力环装置目前应用较为普遍,其结构在公告号为 CN101988879A 的专利名称为“硫化物应力腐蚀单轴拉伸试验的加载方法及监控系统”的中国专利文本中均有所描述,其使用时通过应力环变形来施加载荷,每个应力环有一个特有的应力载荷与变形量的拟合曲线和关系公式,根据材料需要施加的应力水平,计算出应力环的变形量,而后施加外力使应力环变形,通过测量变形量来衡量施加的应力载荷大小,其往往存在以下问题:首先,上述测量变形量过程中,实际操作时无论采用百分表还是游标卡尺测量都有误差,当采用百分表时,从理论上这种测量就是不准确的,由于应力环底部并不固定,在应力作用下会发生变形,可这部分变形在采用百分表测量时是测量不到的,当采用游标卡尺测量应力环变形量时,理论上这种测量可以很准确,但实际操作起来测量误差较大,游标卡尺测量的是两点间的距离,当被测量的两个点不在同一竖直平面上时就会产生误差,理论计算表明,当被测量两点在竖直方向上偏移 3 度时,产生的测量误差为:

[0005]

$$\Delta d = D - D_0 = D_0 \times \left(\frac{1}{\cos 3^\circ} - 1 \right) = 220 \times \left(\frac{1}{\cos 3^\circ} - 1 \right) = 0.302 \text{ mm}$$

[0006] 上式中 D_0 为应力环直径, $D_0 = 220\text{mm}$;

[0007] 当应力环加载应力达到 500MPa 时, 应力环的位移量 $1.5 \sim 2\text{mm}$ (与应力环的量程有关) 之间, 对于这种需要精确加载的设备来说产生的测量误差达到了 $15\% \sim 20\%$, 已经远远超过试验过程中测量误差在 $0 \sim 5\%$ 的范围, 这在试验过程中是被认为测量不准确的; 其次, 目前结构中, 应力环各部位通过螺纹连接, 不存在其他活动链接, 在施加载荷时, 若试样与加载的夹具不同轴, 试样上便会产生附加弯矩, 不同轴现象越明显, 弯矩越大, 作为影响试验结果准确性的一大隐患而往往为试验人员所忽视; 最后, 作为装置中核心地位的应力环, 实际来源都依赖进口, 高使用和维护成本, 也对其装置的实际普及和使用带来较大阻碍。

发明内容

[0008] 本发明的目的即为克服上述现有技术的不足, 提供一种适于实用的硫化物应力腐蚀开裂试验装置, 本设备为硫化物应力腐蚀开裂的测试构建了完善的硬件平台, 从而可准确检测试验过程中施加的载荷, 消除加载过程中在试样上形成的弯矩, 进而可有效保证其试验结果的准确性, 其工作可靠稳定而效率高。

[0009] 为实现上述目的, 本发明采用了以下技术方案:

[0010] 一种硫化物应力腐蚀开裂试验装置, 至少包括用于盛放腐蚀介质的容器, 所述容器内安置有待测试试样, 本装置还包括布置于容器两端的用于两端夹持待测试试样以拉伸待测试试样的试样夹头, 本装置还包括用于固定试样夹头的支撑架, 所述试样夹头与待测试试样同轴布置且试样夹头可沿其轴向于支撑架上作往复位移动作, 其特征在于: 所述试样夹头包括直接固接待测试试样两端处的夹头部和与其同轴布置的用于与支撑架间构成配合的加载部; 所述夹头部与加载部间构成铰接配合, 且两者的铰接轴轴线垂直试样夹头轴线布置。

[0011] 所述夹头部包括夹持待测试试样上端部的上部夹头和夹持待测试试样下端部的下部夹头, 所述上部夹头和下部夹头处的用于与相应加载部配合的铰接轴轴线彼此互为垂直布置。

[0012] 所述试样夹头包括用于衔接夹头部与加载部的连接头, 连接头的一端与夹头部间构成铰接配合, 另一端与加载部间螺纹固接。

[0013] 所述加载部为加载螺杆, 加载部与支撑架间构成滑动配合, 加载部上的相对待测试试样所在端的另一端部处布置有用于与支撑架配合以加载或限位试样夹头的螺母部; 所述螺母部包括与其中一个试样夹头配合的加载螺母以及与另一个试样夹头配合的限位螺母, 所述加载螺母与支撑架的相应面间夹设有便于施力的止推轴承。

[0014] 本装置还包括用于监测和获取试验数据的数据收集单元, 所述数据收集单元包括用于监控试样夹头施加载荷的载荷传感器, 所述载荷传感器布置于夹头部和 / 或加载部处。

[0015] 所述载荷传感器夹设于止推轴承与支撑架相应配合面之间的一段加载部上且分别与上述部件间构成面抵靠配合, 载荷传感器为压力传感器, 该载荷传感器电连接外部数控及数显部件。

[0016] 所述支撑架包括基座以及布置于基座上的下拱体, 所述下拱体上罩设有上拱体,

上、下拱体的半环形内腔围合形成具备圆环状内腔的上述支撑架的架体；上拱体顶部中心铅垂贯穿其顶壁布置有用于与加载部配合的贯穿孔，下拱体上对应上述贯穿孔同轴布置通孔，基座上的与下拱体贯穿孔对应处有便于穿设加载部的一方形孔，各加载部分别与相应各孔间构成滑动配合。

[0017] 所述基座下端面处的方孔宽度大于下拱体上通孔直径，本装置还包括弧形瓦板状的弹簧钢垫板；所述弹簧钢垫板套设于加载部上，并以内弧面朝向下拱体所在方向的布置于基座的方形孔内，且该弹簧钢垫板的外弧面与限位螺母间构成抵靠配合。

[0018] 本发明的主要优点在于：

[0019] 1)、克服了传统结构中的轴向传递载荷的不均衡性问题，采用铰接式的试样夹头结构，从而确保载荷的轴向传递性，进而可有效消除应力环装置在实际试验时所极易发生的附加弯矩。甚至在应用于无应力环的结构中时，同样能够起到对于相应载荷的轴向自调节目的，最终有效保证乃至提升了其试验结果的准确性，其工作可靠稳定而效率高。

[0020] 2)、作为本发明的进一步优选方案，此处选择其上下部处的铰接轴间呈互为垂直布置。换言之，位于待测试试样两端处的铰接轴实际上整体构成了“十字节”的结构，从而最优化的保证了对于试样夹头加载时产生的附加弯矩的消除性和自调节性。

[0021] 3)、连接头的布置，保证了加载部与夹头部的有效连接。在为前述的十字节结构的实现提供了前提条件的同时，又确保了加载部的固接稳定性，其结构简便而实用度高。

[0022] 4)、作为具体化的试样夹头与支撑架的配合关系，此处以限位螺母和加载螺母的布置方式，从而可靠的实现了试样夹头自身相对于支撑架的可活动式固接配合。依靠可承受巨大轴向施力的止推轴承的设计，不但保证了在操作时的加载螺母转动时的便捷性，同时也避免了加载螺母与支撑架间的直接接触所带来的彼此的摩擦磨损，一举多得。

[0023] 5)、通过使用载荷传感器，改变了测量的物理参数，由测量位移改变为测量力，大大提高了测量的精度，保证了试验加载的准确性。也可考虑通过适当布置数显设备，以实时显示施加在试样上的载荷，保证了加载的精确度，降低了过度加载的可能性。将载荷传感器布置于上拱体顶部，既缩小了装置的总高度、增加了结构的紧凑程度，同时又使装置整体更为稳定可靠。

[0024] 6)、位于下拱体处的与限位螺母配合的弹簧钢垫板，不但有利于降低开孔处的应力集中；同时也增加了整体装置的变形量，以利于维持载荷的稳定性。当装置或试样出现些许的变形时，因为弹簧钢垫板变形的蓄能作用，使载荷只会出现很小的下降，以确保装置工作的稳定性。

[0025] 7)、通过具备半环状内腔的上、下拱体的对合式配合以及与作为基底的基座的分拆式设计，在降低装置高度、提高装置稳定性的同时，最大程度的发挥结构的承压能力，降低装置对材料的要求。上述构造不但使装置实现了小型化，又摆脱了对进口应力环的依赖。小体积的装置结构更利于其场地安置，也更便于更换在长期工作后发生失效的零部件，有效的确保了其整体使用成本和实际维护成本。载荷传感器的应用也预示着传统的误差巨大的手工测量的退出，更高效更快速的传感监控和可搭配的电子化的数显模块显然也更能确保其试验结构的高效性和精确性，其工作更为可靠稳定而效率更高。

附图说明

- [0026] 图 1 为本发明的工作结构示意图；
- [0027] 图 2 为图 1 的 I 部分局部放大图；
- [0028] 图 3 为图 1 的 II 部分局部放大图。
- [0029] 附图中标号与各部件对应关系如下：
- [0030] a- 待测试试样
- [0031] 10- 容器 21- 夹头部 21a- 上部夹头 21b- 下部夹头 22- 加载部
- [0032] 23- 连接头 31- 加载螺母 32- 限位螺母 40- 止推轴承
- [0033] 50- 载荷传感器 61- 基座 62- 下拱体 63- 上拱体
- [0034] 70- 弹簧钢垫板

具体实施方式

[0035] 为便于理解，此处结合附图对本发明的具体测试装置及其操作流程作以下进一步描述：

[0036] 本发明的具体工作结构，如图 1-3 所示，包括载荷传感器 50、装夹系统、加载系统以及构成支撑架的基座 61 和拱体部分。

[0037] 所述基座 61 可采用金属材料或工程塑料制作，所述上、下拱体 63、62 采用金属材料制作，上、下拱体 63、62 均具备半环状内腔且两者对半扣合后则构成支撑架的整圆环状的腔体结构。上拱体 63 的顶部外壁处设有一平台，主要用于安放止推轴承 40 和加载螺母 31。下拱体 62 则直接架设在基座 61 上，且基座 61 上贯穿其座体铅垂布置方形孔，该方形孔与下拱体 62 处通孔对应，以构成与相应加载部配合的配合孔。基座 61 上布置的方形孔的孔宽大于下拱体 62 上的通孔直径，且基座 61 上的方形孔内设置弧形方瓦片状的弹簧钢垫板 70。通过该弹簧钢垫板 70 的弹性缓冲和物理放松作用，来确保位于基座 61 底端处的限位螺母 32 相对于加载部 22 的稳固施力及精确加载作用。弹簧钢垫板 70 不但有利于降低开孔处的应力集中；同时也增加了整体装置的变形量，以利于维持载荷的稳定性。当装置或试样出现些许的变形时，因为弹簧钢垫板 70 变形的蓄能作用，使载荷只会出现很小的下降，以确保装置工作的稳定性。为便于理解，此处以弹簧钢垫板 70 的内侧弧面所在面为其内弧面，反之则为其外弧面。

[0038] 所述载荷传感器 50 采用压力传感器，传感器可为电阻应变式或半导体式，优选载荷量程为 3 ~ 5t。该传感器套设于加载部 22 上，且其上端面与止推轴承 40 下端面间构成面配合，而下端面与上拱体 63 的顶部外壁的平台面之间构成面抵靠配合。在加载杆 22 产生沿其轴线动作时，载荷传感器 50 即可相应受到止推轴承 40 和上拱体 63 的顶部外壁的平台的联合挤压而产生相应传感数据。

[0039] 所述的装夹系统和待测试试样 a 的安置关系由上到下依次为：加载部 22、连接头 23、上部夹头 21a、盛放硫化物介质的容器 10 以及其内的待测试试样 a、下部夹头 21b、连接头 23、加载部 22。所述连接头 23 安装于加载部 22 与夹头部 21 之间，两连接头均呈圆柱状，一端开有螺纹孔，另一端开有缺口和键槽孔，如附图 2-3 所示。在装配时两键槽孔呈十字状，以保证待测试试样 a 和载荷传感器 50 上的力呈轴向，同时确保整个拉伸过程不存在附加弯矩。当然，整个装夹系统和待测试试样 a 的安置关系中，可不仅仅依靠两道铰接轴来实现载荷的轴向自调节性，亦可布置更多道铰接轴结构，以更好的消除其附加弯矩为准，此处

就不再一一赘述。所述试样夹头呈棒状，采用金属制作，在夹头的一端沿轴向钻有螺纹孔。螺纹孔的大小与待测试试样匹配，在夹头的另一端沿径向钻有一销钉孔。所述盛放硫化物介质的容器 10 可根据实际工况采用不同形状和耐腐蚀材质，如形状优选为筒状，材质优选为聚丙烯，如图 1 所示。

[0040] 实际工作时，所述载荷传感器 50 可集成放大器、数模转换器、数据存储器等。数据通过 R485 总线连接，而后再通过 R485/USB 转换接口，将数据传输到外部计算机和数显部件，以便于数据处理。

[0041] 由于载荷传感器 50 每秒钟可以采集很多数据，这些数据被送到数据存储器存起来。通过上述载荷传感器 50 的适时采集，外部计算机则可以定时去该传感器内置数据存储器处读取最新的数据存入电脑并绘制成图表，其定时的周期可以是 1s、1min、10min、30min 或者 1h 等，从而实现其计时功能。

[0042] 本发明通过改变试验中测量的物理参数，实现了硫化物应力腐蚀试验装置的小型化与测量自动化。在保证试验结果准确的同时，减轻了人的劳动量。通过十字节的铰接轴结构设计，保证了载荷是沿轴向传递，消除了应力环装置在加载时所产生的附加弯矩，提升了测算数据结果的精确性。通过使用载荷传感器 50，改变了测量的物理参数，大大提高了测量的精度，保证了试验结果的准确性。在试样夹头夹持待测试试样 a 的过程中，为保证容器整体的密闭性，防止其内介质的逸散，可将试样夹头与容器 10 的活动配合处加装密封垫圈，以确保其实际工作的安全性。

[0043] 本发明试验操作过程如下：将待测试试样 a 装入装夹系统装配好后，通过扳手或相应工具拧动安装于上拱体 63 顶部的加载螺母 31，加载螺栓也即加载部 22 向上移动，带动盛放腐蚀介质如硫化物的容器 10 等向上移动，开始为待测试试样 a 加载。此时载荷传感器 50 运作，外部的数控及数显部件也出现相应的示数。继续加载到需要的应力后，开始试验。向容器 10 中通氮气除氧，而后通入硫化氢气体，待硫化氢饱和后，计算机读取计时开始。若试验途中试样断裂失效，则载荷传感器 50 失去压力，此时计时结束。在上述过程中，载荷传感器 50 不断发送所活动数据至外部数控及数显部件如计算机，外部数控及数显部件显示出具体的断电日期和时间并保存，以备试验人员记录。

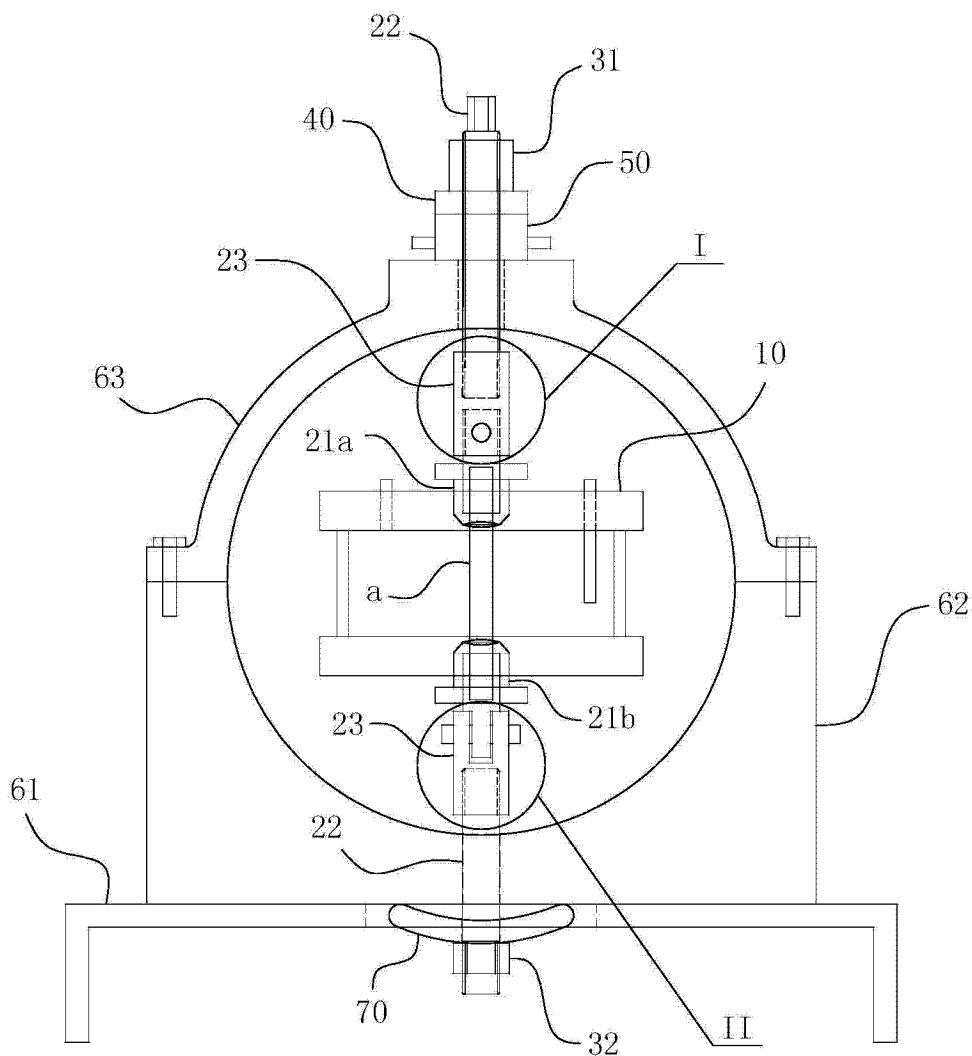


图 1

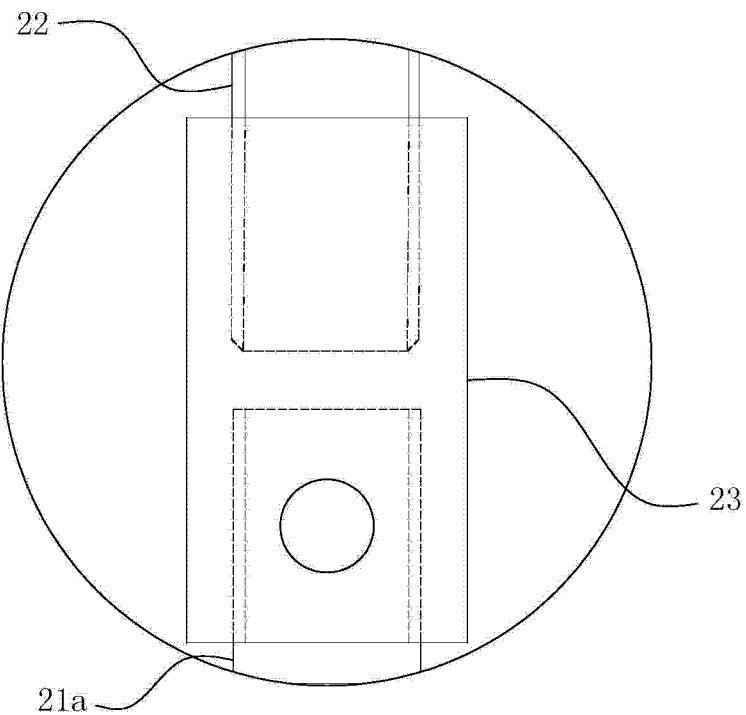


图 2

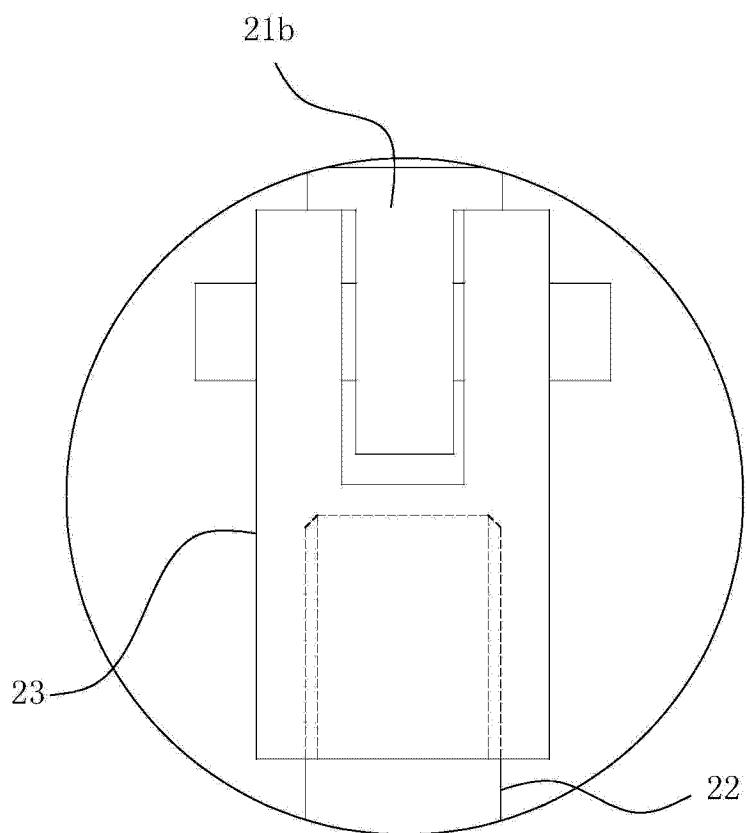


图 3