



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103470804 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201310436464. 2

(22) 申请日 2013. 09. 23

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园北京
100084-82 信箱

(72) 发明人 张海泉 李红克 张作义 聂君锋
王鑫 刘继国 董玉杰

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 李相雨

(51) Int. Cl.

F16K 5/06 (2006. 01)

F16K 5/08 (2006. 01)

F16K 5/20 (2006. 01)

F16K 31/04 (2006. 01)

F16K 41/02 (2006. 01)

F16K 27/06 (2006. 01)

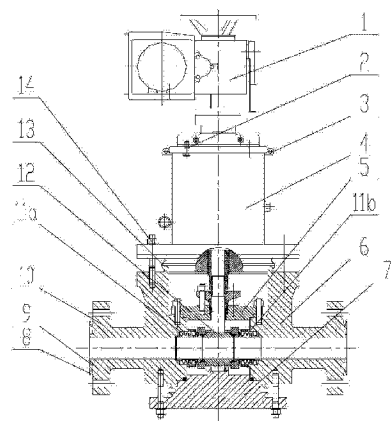
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种安全级电动球阀

(57) 摘要

本发明涉及阀门技术领域,特别涉及一种球床高温堆安全级电动球阀。该球阀包括:阀体、左阀座组件、阀球、右阀座组件、盲法兰、磁力传动器和电动装置。采用本发明技术方案的电动球阀将阀杆及阀座的动密封转化为静密封,能够满足球床高温核电站寿期内对反应堆压力边界处高温、高压、强放射性氦气氛的可靠密封。



1. 一种安全级电动球阀,其特征在于,所述球阀包括:阀体(6)、左阀座组件(11a)、球阀(12)、右阀座组件(11b)、盲法兰(7)、磁力传动器(4)和电动装置(1),所述球阀(12)由上阀杆(20)、球体(30)和下阀杆(26)组成,以所述球体(30)为中心,所述左阀座组件(11a)和右阀座组件(11b)在所述阀体(6)的流道及内腔对称分布;

所述阀体(6)为整体锻件加工件,下部为直通气流通道(45),中部与通道(45)垂直方向上是一个具有多级台阶的通孔,所述通孔底部通过第四组紧固件(25)及密封件与所述盲法兰(7)连接;所述左阀座组件(11a)、和球阀(12)和右阀座组件(11b)通过所述通孔上部空间装入所述阀体(6)的通道(45)内,所述球阀(12)的下阀杆(26)置于所述盲法兰(7)的盲孔内。

2. 如权利要求1所述的安全级电动球阀,其特征在于,所述磁力传动器(4)由内转子、隔离套、外转子、轴承和支座组成,所述内转子、外转子的磁性材料采用耐高温的稀土钕钴材料,所述轴承采用耐磨自润滑的合金轴承,所述内转子组件通过与所述上阀杆(20)相连,所述外转子与所述电动装置(1)相连,支座用于支承所述电动装置(1),通过第一组紧固件(14)和密封件与所述阀体(6)相连。

3. 如权利要求2所述的安全级电动球阀,其特征在于,所述左阀座组件(11a)与右阀座组件(11b)均由金属波纹管(34)、蝶形弹簧(37)、套筒座(33)和支承座(36)组成,硬密封件(39)镶嵌在所述套筒座(33)内;所述金属波纹管(34)一端与所述套筒座(33)焊接,另一端与所述支承座(36)焊接;所述支承座(36)的另一端与所述阀体(6)的第二凸台(35)焊接,所述套筒座(33)另一端插入所述阀体(6)的孔道(45)内;所述蝶形弹簧(37)卡装在所述支承座(36)和所述套筒座(33)之间;在所述套筒座(33)与所述阀体(6)的第一凸台(31)之间有一个移动间隙(32),所述左阀座组件(11a)和右阀座组件(11b)利用所述套筒座(33)可以在阀体(6)通道(45)内轴向运动。

4. 如权利要求1所述的安全级电动球阀,其特征在于,在所述球阀(12)的上阀杆(20)及下阀杆(26)靠近球体(30)处通过键各设置一个第一凸轮(39)和第二凸轮(41);所述两凸轮的结构尺寸相同,均为一个具有均布4个圆弧形缺口的圆板,两两相对的缺口之间最近点的距离为D1,最远点之间的距离为D3;所述第一凸轮(39)和第二凸轮(41)各自的一对缺口分别位于所述球体(30)通孔(32)的正上方和正下方,在球体打开或关闭状态时,所述左、右阀座组件(11a)和(11b)均压紧在所述球体(30)上,此时两阀座密封面之间的距离为D2,介于D1与D3之间。

5. 如权利要求1所述的安全级电动球阀,其特征在于,所述左阀座组件(11a)与右阀座组件(11b)的支承座(36)为一不等边长的“凹”字型实体环,其端面还设有2个导向柱(38),所述套筒座(33)大端有两个导向孔与所述支承座(36)上的导向柱配合,以便于引导套筒座轴向移动。

6. 如权利要求1所述的安全级电动球阀,其特征在于:所述阀体(6)的上空和磁力传动器(4)隔离罩之间设有一内密封组件(5),所述内密封组件(5)由填料压板(18)、填料压套(22)、填料环(23)、上导向套(24)和端盖(17)组成,所述端盖(17)通过第二组紧固件(15)和密封件与所述阀体(6)的分隔环连接,所述填料压板(18)和所述填料压套(22)通过第三组紧固件(19)压紧所述填料环(23),所述上导向套(24)及下导向套(27)分别用于支承所述球阀(12)的上阀杆(20)与下阀杆(26)。

7. 如权利要求 6 所述的安全级电动球阀,其特征在于:所述内密封组件(5)的填料压板(18)上设置一个 90° 范围内具有两个限位点的限位槽;在所述上阀杆(20)上装配有一个限位板(21),置于所述 填料压板(18)的限位槽内,所述两个限位点,分别对应于所述球体(30)开或关到位位置。

8. 如权利要求 1 所述的安全级电动球阀,其特征在于:所述阀体(6)通过接管法兰(10)与接口设备或管路连接,所述接管法兰(10)设置有密封槽(9)和密封焊唇边(8),在所述磁力传动器(4)及所述盲法兰(7)与所述阀体(6)的接口处分别设有第一密封焊口(13)和第二密封焊口(29)。

一种安全级电动球阀

技术领域

[0001] 本发明属于阀门技术领域,特别地涉及一种应用于球床高温堆的安全级电动球阀。

背景技术

[0002] 球床高温气冷堆采用球形燃料元件多次通过堆芯的方式实现不停堆连续运行,反应堆运行期间,每天需要从堆芯卸出一定数量的乏燃料和未达到目标燃耗的燃料球,后者占绝大部分,并需要利用载带氦气气力输送返回堆芯继续反应和再次循环,同时,还需要向堆芯装入与卸出乏燃料数目相等的新燃料元件,以保证反应堆的反应性。在进出堆芯的燃料装卸系统中燃料球管路上的第一道阀门位于反应堆压力边界处,属于安全级阀门。与其他安全级阀门不同,除执行反应堆冷却剂隔离的安全功能外,燃料装卸系统球流管路上的安全级阀门还需要保证燃料球的过球通畅,因此,只能采用球阀结构。

[0003] 中国发明专利 CN102606760A “核一级电动球阀”公布了一种固定上装式核一级电动球阀,其套筒式阀座满足 260°C 下氦气内泄漏率小于 $\leq 1 \times 10^{-3} \text{Pam}^3/\text{s}$ 的要求,同时采用多重密封氦气解决阀杆外泄漏率 $\leq 1 \times 10^{-6} \text{Pam}^3/\text{s}$ 的要求。但是该球阀结构中的阀座和阀杆中的 O 型圈密封均为软密封材料,难以在 260°C 以上的高温长期运行,且目前所有的软密封材料耐辐照剂量均小于 $\leq 1 \times 10^5 \text{Gy}$,而燃料装卸系统中球流管路上的安全级球阀由于有高辐照剂量燃料球的通过,其阀座和阀杆密封件均必须满足耐辐照剂量 $\geq 1 \times 10^6 \sim 10^7 \text{Gy}$ 的要求。因此 CN102606760A 公布的核一级电动球阀中采用的杂萘联苯聚醚砜酮阀座密封和带 O 型圈的阀杆密封均不能用于燃料装卸系统中球流管路上的安全级球阀对耐高温和耐辐照的特殊要求。

[0004] 中国发明专利 CN102734486A “一种低温球阀阀门组合密封装置”公开了一种适用于低温的组合密封球阀,采用了波纹管 and 聚四氟乙烯弹性密封环阀座将动密封变为静密封解决阀门内漏问题,同时在上下阀杆上设置凸轮控制弹性阀座的运动以延长密封寿命,控制凸轮为小圆外接正方形被大圆相切,相应球体也被 4 个立面相切;其他静密封部位采用了 O 型圈密封,这些弹性密封件不能满足高温和强放射性和流动性极强的氦气的密封,该专利同样采用了阀杆填料密封,渗透性超强的氦气很容易从阀杆动密封泄漏,并且动密封下阀杆对填料的磨损以及高辐照剂量对填料性能的影响将进一步加剧氦气的泄漏。

发明内容

[0005] (一) 要解决的技术问题

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提供一种应用于球床高温堆燃料装卸系统球流管路上的安全级电动球阀,能够满足 260°C 以上高温氦气密封隔离要求,并确保在燃料球强辐照剂量下长期可靠密封。

[0007] (二) 技术方案

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供一种应用于球床高温堆的安全级电动球阀,所

述球阀包括：阀体、左阀座组件、阀球、右阀座组件、盲法兰、磁力传动器和电动装置，所述球阀由上阀杆、球体和下阀杆组成，以所述球体为中心，所述左阀座组件和右阀座组件在所述阀体的流道及内腔对称分布；

[0009] 所述阀体为整体锻件加工件，下部为直通气流通道，中部与通道垂直方向上是一个具有多级台阶的通孔，所述通孔底部通过第四组紧固件及密封件与所述盲法兰连接；所述左阀座组件、和阀球和右阀座组件通过所述通孔上部空间装入所述阀体的通道内，所述球阀的下阀杆置于所述盲法兰的盲孔内。

[0010] 优选地，所述磁力传动器由内转子、隔离套、外转子、轴承和支座组成，所述内转子、外转子的磁性材料采用耐高温的稀土钕钴材料，所述轴承采用耐磨自润滑的合金轴承，所述内转子组件通过与所述上阀杆相连，所述外转子与所述电动装置相连，支座用于支承所述电动装置，通过第一组紧固件和密封件与所述阀体相连。

[0011] 优选地，所述左阀座组件与右阀座组件均由金属波纹管、蝶形弹簧、套筒座和支承座组成，硬密封件镶嵌在所述套筒座内；所述金属波纹管一端与所述套筒座焊接，另一端与所述支承座焊接；所述支承座的另一端与所述阀体的第二凸台焊接，所述套筒座另一端插入所述阀体的孔道内；所述蝶形弹簧卡装在所述支承座和所述套筒座之间；在所述套筒座与所述阀体的第一凸台之间有一个移动间隙，所述左阀座组件和右阀座组件利用所述套筒座可以在阀体通道内轴向运动。

[0012] 优选地，在所述球阀的上阀杆及下阀杆靠近球体处通过键各设置一个第一凸轮和第二凸轮；所述两凸轮的结构尺寸相同，均为一个具有均布 4 个圆弧形缺口的圆板，两两相对的缺口之间最近点的距离为 $D1$ ，最远点之间的距离为 $D3$ ；所述第一凸轮和第二凸轮各自的一对缺口分别位于所述球体通孔的正上方和正下方，在球体打开或关闭状态时，所述左、右阀座组件和均压紧在所述球体上，此时两阀座密封面之间的距离为 $D2$ ，介于 $D1$ 与 $D3$ 之间。

[0013] 优选地，所述左阀座组件与右阀座组件的支承座为一不等边长的“凹”字型实体环，其端面还设有 2 个导向柱，所述套筒座大端有两个导向孔与所述支承座上的导向柱配合，以便于引导套筒座轴向移动。

[0014] 优选地，所述阀体的上空和磁力传动器隔离罩之间设有一内密封组件，所述内密封组件由填料压板、填料压套、填料环、上导向套和端盖组成，所述端盖通过第二组紧固件和密封件与所述阀体的分隔环连接，所述填料压板和所述填料压套通过第三组紧固件压紧所述填料环，所述上导向套及下导向套分别用于支承所述球阀的上阀杆与下阀杆。

[0015] 优选地，所述内密封组件的填料压板上设置一个 90° 范围内具有两个限位点的限位槽；在所述上阀杆上装配有一个限位板，置于所述填料压板的限位槽内，所述两个限位点，分别对应于所述球体开或关到位位置；

[0016] 优选地，所述阀体通过接管法兰与接口设备或管路连接，所述接管法兰设置有密封槽和密封焊唇边，在所述磁力传动器及所述盲法兰与所述阀体的接口处分别设有第一密封焊口和第二密封焊口。

[0017] (三) 有益效果

[0018] 本发明与现有技术相比的有益效果在于，采用磁力传动器将阀杆动密封转化为隔离罩对阀体的静密封，避免了现有技术中填料密封形式下氦气从阀杆表面的泄露，以及填

料磨损、热老化及干枯导致的泄漏问题,同时在各对外接口均采用唇边密封焊,使外泄露为零,能够满足高温放射性氦气氛长期可靠的外密封要求。

附图说明

- [0019] 图 1 为本发明技术方案所涉及的球床高温堆安全级电动球阀的一个实施例；
- [0020] 图 2 是该实施例阀体及其内部结构的局部放大图；
- [0021] 图 3 是该实施阀座密封结构的放大示意图；
- [0022] 图 4 是第一凸轮及球体的位置关系示意图。
- [0023] 附图标记：
- [0024] 1:电动装置;2:支架法兰;3:支承环；
- [0025] 4:磁力传动器;5:内密封组件;6:阀体;7:盲法兰；
- [0026] 8:接管密封焊唇边;9:密封槽;10:接管法兰；
- [0027] 11a:左阀座组件;11b:右阀座组件;12:阀球；
- [0028] 13:第一密封焊;14:第一组紧固件;15:第二组紧固件；
- [0029] 16:第一密封垫;17:端盖;18:填料压板;19:第三组紧固件；
- [0030] 20:上阀杆;21:限位板;22:填料压套;23:填料环；
- [0031] 24:上导向套;25:第四组紧固件;26:下阀杆；
- [0032] 27:下导向套;28:第二密封垫;29:第二密封焊；
- [0033] 30:球体;31:第一凸台;32:游动间隙;33:套筒座；
- [0034] 34:金属波纹管;35:第二凸台;36:支承座；
- [0035] 37:蝶形弹簧;38:导向柱;39:硬密封环；
- [0036] 40:第一凸轮;41:第二凸轮;42:球体通孔；
- [0037] 43:密封间隙;44:阀座通道;45:阀体通孔；
- [0038] 46、47、48、49:阀座组件与阀球密封投影线。

具体实施方式

[0039] 为使本发明的目的、内容和优点更加清楚,下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。

[0040] 图 1 示出了本发明涉及的球床高温堆安全级电动球阀的一个实施例的主视图,图 2 是该实施例阀体及其内部结构的局部视图,图 3 是该实施阀座密封结构的局部视图,图 4 是第一凸轮及球体的位置关系图。

[0041] 如图 1~3 所示,本实施例所述的电动球阀由阀体 6、左阀座组件 11a、阀球 12、右阀座组件 11b、盲法兰 7、磁力传动器 4 和电动装置 1 组成。所述阀球 12 由上阀杆 20、球体 30 和下阀杆 26 组成。

[0042] 本实施例中所述阀体 6 为整体锻件加工件,下部为直通气流通道 45,通道直径在 $\phi 65$,略大于球形元件直径 $\phi 60$,便于球形元件顺利通过,在所述阀体 6 中部垂直于通道 45 方向上是具有多级台阶的通孔,所述通孔底部通过第四组紧固件 25 与所述盲法兰 7 连接;所述左阀座组件 11a 和右阀座组件 11b 通过所述通孔上部空间分别装入所述阀体 6 的通道 45 内,所述阀球 12 由通孔上部装入,并置于所述左阀座组件 11a 和右阀座组件 11b 之间,所

述阀球 12 的下阀杆 26 置于所述盲法兰 7 的盲孔内, 阀门开启状态时, 阀体左流道、左阀座组件通孔、球体通孔、右阀座组件通孔和阀体左流道同轴; 所述磁力传动器 4 由未标示的内转子、隔离套、外转子、轴承和支座组成, 所述内转子、外转子的磁性材料采用耐高温的稀土钕钴材料, 轴承采用耐磨自润滑的合金轴承, 满足高温强辐照长期运行要求, 所述内转子组件通过连接体与所述上阀杆 20 相连, 外转子与所述电动装置 1 相连, 支座顶端用于支承所述电动装置 1, 底端通过法兰和第一组紧固件 14 与所述阀体 6 相连, 并压紧隔离套及密封件。

[0043] 本实施例中, 所述磁力传动器 4 利用其隔离罩与所述阀体 6 及所述盲法兰 7 构成阀门的承压边界, 将阀杆动密封转化为静密封, 避免了填料型密封形式下氦气从阀杆表面的泄露, 以及填料磨损、热老化及干枯导致的泄漏问题; 所述阀体 6 通过接管法兰 10 与接口设备或管路连接, 所述接管法兰 10 设置有密封槽 9 和密封焊唇边 8; 在所述磁力传动器 4 及所述盲法兰 7 与所述阀体 6 的接口处分别设有第一密封焊口 13 和第二密封焊口 29, 所有这些外密封的设置可以确保放射性氦气对外界的零泄漏。

[0044] 本实施例中, 所述的左阀座组件 11a 与右阀座组件 11b 的结构及尺寸相同, 均由金属波纹管 34、蝶形弹簧 37、套筒座 33 和支承座 36 组成, 硬密封件 39 镶嵌在所述套筒座 33 的大端; 所述金属波纹管 34 一端与所述套筒座 33 小端焊接, 另一端与所述支承座 36 焊接; 所述支承座 36 的另一端与所述阀体 6 的第二凸台 35 焊接, 所述套筒座 33 另一端插入所述阀体 6 的孔道 45 内; 所述蝶形弹簧 37 卡装在所述支承座 36 和所述套筒座 33 之间, 蝶形弹簧可以对金属波纹管施加一定的预作用弹力, 在蝶形弹簧的弹力、金属波纹管的刚度和氦气压力作用下, 产生密封比压, 使球阀达到内密封要求; 在所述套筒座 33 与所述阀体 6 的第一凸台 31 之间有一个移动间隙 32, 利用金属波纹管的柔性, 所述左阀座组件 11a 和右阀座组件 11b 可以在阀体 6 通道 45 内轴向运动, 由于采用了支承座与套筒座组合式阀座, 金属波纹管主要承受外压, 具有更好的稳定性, 套筒能有效保护球形元件通过而不受磕碰损伤。

[0045] 本实施例中, 所述支承座 36 为一不等边长的“凹”字型实体环, 其端面还设有 2 个导向柱 38, 所述套筒座 33 大端有两个导向孔与所述支承座 36 上的导向柱配合, 以便于引导套筒座轴向移动。

[0046] 本实施例中, 在所述上阀杆 20 及下阀杆 26 靠近球体 30 处通过键各设置一个第一凸轮 39 和第二凸轮 41; 如图 4 所示, 所述两凸轮的结构尺寸相同, 均为一个具有均布 4 个圆弧形缺口的圆板, 两两相对的缺口之间最近点的距离为 D_1 , 最远点之间的距离为 D_3 ; 所述第一凸轮 39 中的一对缺口位于所述球体 30 的通孔 32 正上方, 所述第二凸轮 41 中的一对缺口位于所述球体通孔 32 正下方, 在球体打开或关闭状态时, 所述左、右阀座组件 11a 和 11b 均压紧在球体上, 此时两阀座之间的距离为 D_2 , 介于 D_1 与 D_3 之间; 在球体开启和关闭过程中, 凸轮始终将阀座组件强行向球体两侧推开, 由于凸轮直径 D_3 大于密封距离 D_2 , 球体与阀座组件的硬密封环不再接触, 从而避免了球体对阀座硬密封环摩擦磨损。

[0047] 本实施例中, 所述阀体 6 的上空和磁力传动器 4 隔离罩之间设有一内密封组件 5, 所述内密封组件 5 由填料压板 18、填料压套 22、填料环 23、上导向套 24 和端盖 17 组成, 所述端盖 17 通过第二组紧固件 15 和密封件与所述阀体 6 的分隔环连接, 所述填料压板 18 和所述填料压套 22 通过第三组紧固件 19 压紧所述填料环 23, 所述上导向套 24 及下导向套 27 分别用于支承所述阀球 12 的上阀杆 20 与下阀杆 26; 内密封组件 5 的设置可以阻止阀门

墙体的高温氦气和粉尘进入磁力传动器的隔离罩内,改善磁力传动器的磁性材料和轴承的运行环境。

[0048] 本实施例中,所述内密封组件 5 的填料压板 18 上设置一个 90° 范围内具有两个限位点的限位槽;在所述上阀杆 20 上装配有一个限位板 21,置于所述填料压板 18 的限位槽内,当所述电动装置 1 带动所述磁力传动器 4 的外转子旋转时,内转子受磁场作用跟随转动,从而通过与连接体相连的上阀杆 20 及所述限位板 21 在两个限位点之间转动,所述两个限位点,分别对应于所述球体 30 开、关到位位置,从而保证所述磁力传动器 4 在无接触转动中保证本实施例的球阀开关到位准确。

[0049] 本发明与现有技术相比的有益效果在于,采用磁力传动器将阀杆动密封转化为隔离罩对阀体的静密封,避免了现有技术中填料密封形式下氦气从阀杆表面的泄露,以及填料磨损、热老化及干枯导致的泄漏问题,同时在各对外接口均采用唇边密封焊,使外泄露为零,能够满足高温放射性氦气氛长期可靠的外密封要求。

[0050] 另一方面,阀座组件采用了金属波纹管 and 嵌套硬密封,解决了现有技术中阀座与阀体及球体之间 O 型圈受温度限制及不耐辐照的问题,应用本发明技术方案的球阀在蝶形弹簧的弹力、金属波纹管的刚度和氦气压力作用下,产生密封比压,使球阀满足高温和强辐照剂量下的氦气内密封要求。同时,本发明在球体上下阀杆增设了控制阀座运动的凸轮,球体与阀座组件的硬密封环不再接触而产生摩擦磨损,确保了长期可靠的内密封。

[0051] 与相近技术相比,本发明的有益效果除采用磁力传动器彻底解决了阀门的外泄露问题外,采用阀座硬密封和石墨密封垫解决了相近技术中 O 型圈及弹性密封件的使用温度限制和辐照失效问题。同时,本发明采用了支承座与套筒座组合式阀座,金属波纹管主要承受外压,与相近技术不同,具有更好的稳定性,且采用套筒座能有效保护球形元件通过而不受磕碰损伤。此外,本发明的凸轮采用弧形缺口,与相近技术相比,不必切除球体,弧形缺口凸轮不同于直边缺口凸轮,后者在球体运动的初期和结束时,球体与阀座密封件仍有接触,而前者能够保证在球体开启和关闭过程中,球体与阀座组件的硬密封环始终不接触,从而更加有效地保护了阀座密封,延长了内密封寿命。

[0052] 本发明不限于上述实施方式,只要安全级电动球阀中采用了磁力传动器、上装式阀体、金属波纹管套筒式阀座及阀杆凸轮等结构特征,无论是否采用内密封组件、限位板、密封焊、法兰接口等结构,均落在本发明的保护范围之内。

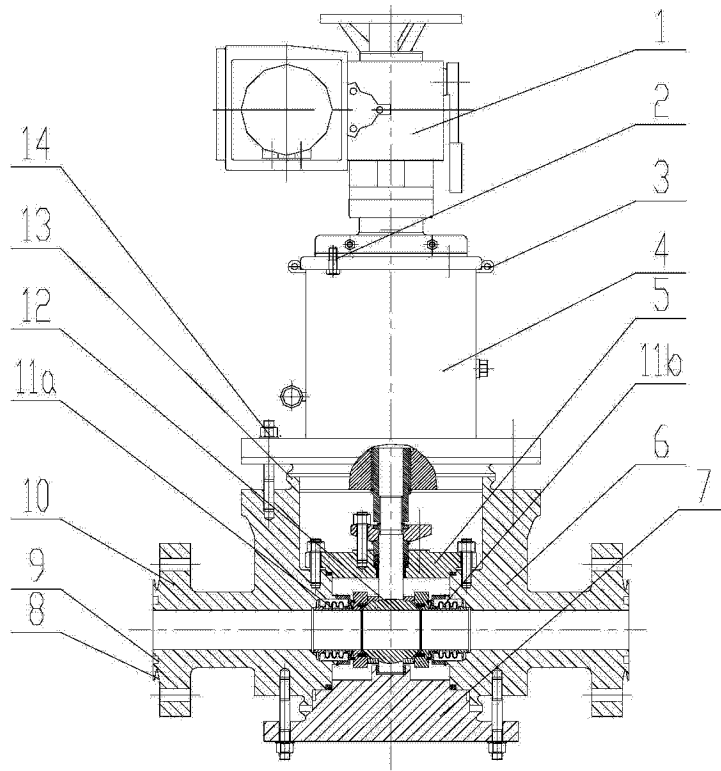


图 1

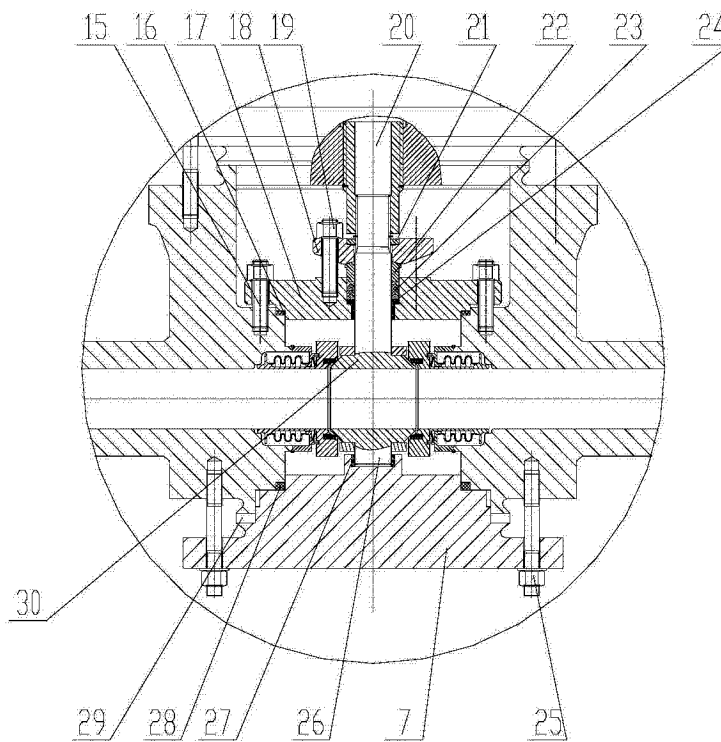


图 2

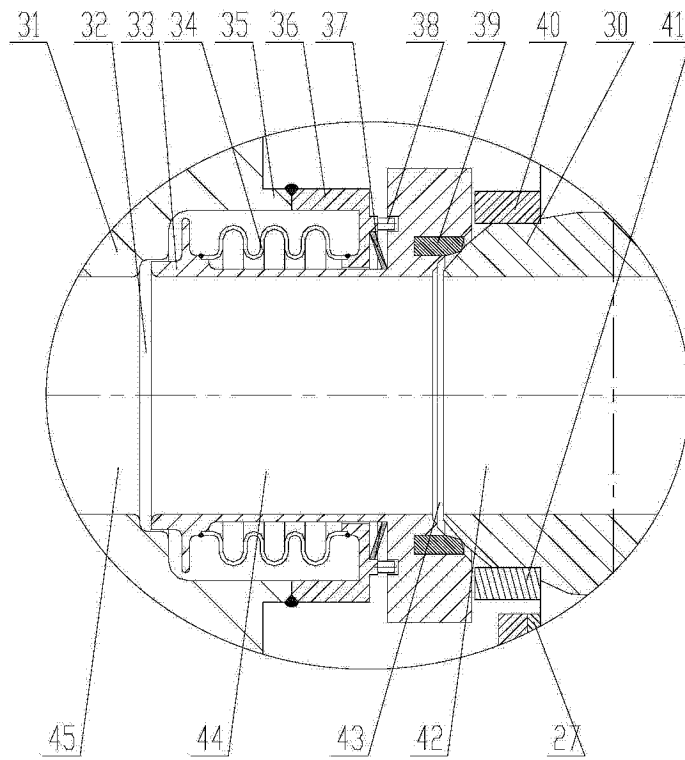


图 3

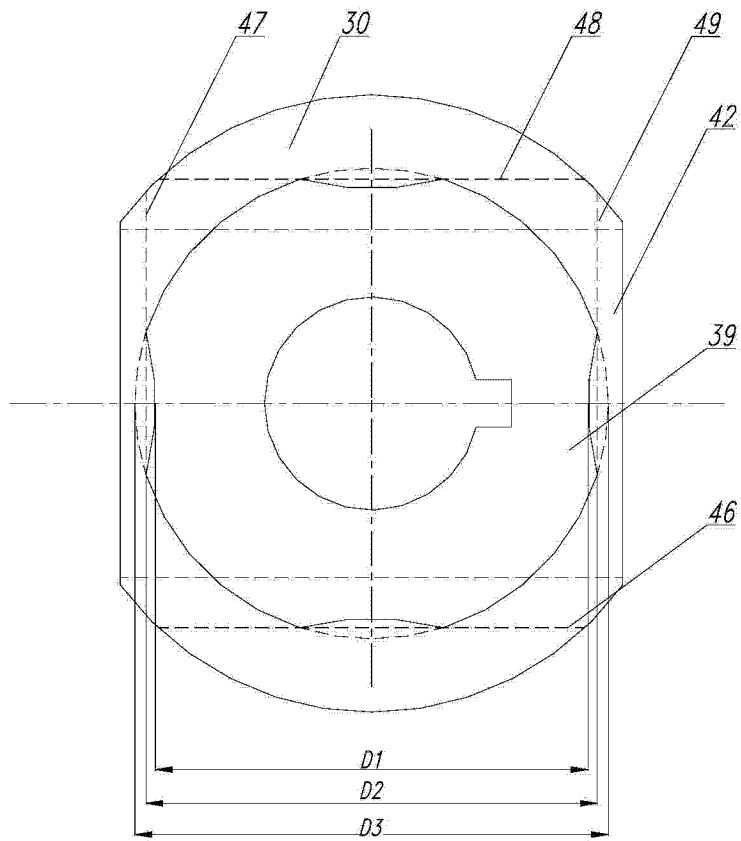


图 4