

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101956688 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201010289304. 6

1-7.

(22) 申请日 2010. 09. 21

CN 1434209 A, 2003. 08. 06, 全文.

(73) 专利权人 华中科技大学

审查员 李玉娟

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 刘银水 吴德发 贺小峰 朱碧海
李晓晖 朱玉泉

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 李智

(51) Int. Cl.

F04B 23/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1904359 A, 2007. 01. 31, 全文.

CN 201786601 U, 2011. 04. 06, 权利要求

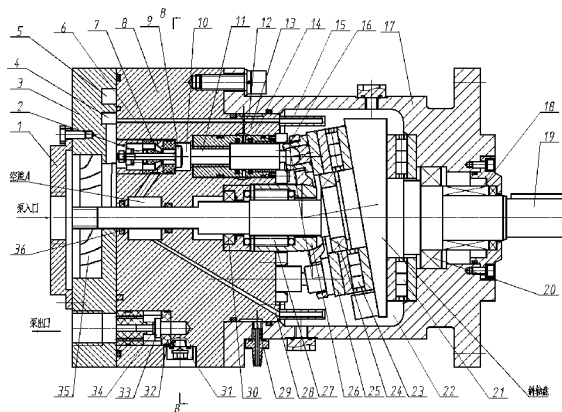
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

自补水型阀配流柱塞式超高压水泵

(57) 摘要

本发明提供了一种自补水型阀配流柱塞式超高压水泵, 主要包括腔体、冷却单元、旋转主轴和柱塞配流单元。冷却单元包括冷却器和补水泵, 柱塞配流单元包括配流阀组件和柱塞滑靴组件。柱塞滑靴组件将腔体分成相互独立的压力腔和油润滑腔。补水泵在旋转主轴的带动下, 将水泵入口的水压入冷却器, 再从冷却器流出到配流阀组件, 实现对所述油润滑腔的冷却以及给配流阀组件提供低压的压力水, 同时柱塞滑靴组件在所述旋转主轴的带动下进行往复运动, 使得所述配流阀组件通过水泵入口和水泵出口进行吸水和排水动作。本发明解决油水分离式液压泵在陆上使用存在润滑油温度过高及自吸不足的问题, 从而降低运行成本及提高水泵的运行寿命。



1. 自补水型阀配流柱塞式超高压水泵,包括
泵主体,所述泵主体包括腔体、水泵入口以及水泵出口;
旋转单元,所述旋转单元包括旋转主轴,并设于所述泵主体内;冷却
单元,所述冷却单元包括冷却器和补水泵,所述冷却器为一空心圆环,并设于腔体内,
所述旋转主轴穿过该圆环,所述补水泵安装在所述旋转主轴上,补水泵的入口流体连通水
泵入口,补水泵的出口流体连通冷却器的入口;

柱塞配流单元,所述柱塞配流单元设于所述腔体内,所述柱塞配流单元包括配流阀组
件和柱塞滑靴组件;其中,所述柱塞滑靴组件设于所述腔体内,并将所述腔体分成相互独立
的压力腔和油润滑腔,所述配流阀组件分别与所述压力腔和冷却器的出口流体相通;

所述补水泵在所述旋转主轴的带动下,将水泵入口的水压入冷却器,再从冷却器流出
到配流阀组件,实现对所述油润滑腔的冷却以及给配流阀组件的低压力水供应,同时柱塞
滑靴组件在所述旋转主轴的带动下进行往复运动,使得所述配流阀组件通过水泵入口和水
泵出口进行吸水和排水动作。

2. 根据权利要求1所述的柱塞式超高压水泵,其特征在于,所述配流阀组件包括一体
设置的吸入阀与压出阀,其中,所述吸入阀的入口与所述水泵入口流体连通,所述压出阀的
出口与所述水泵出口流体连通,所述吸入阀的出口与所述压出阀的入口流体连通。

3. 根据权利要求1所述的柱塞式超高压水泵,其特征在于,
所述旋转单元还包括依次设于所述旋转主轴上的复位弹簧、回程盘和斜盘,
所述柱塞滑靴组件包括阶梯柱塞和滑靴,其中所述阶梯柱塞通过球铰副与所述滑靴可
动连接,

所述腔体内还设有柱塞通道,所述阶梯柱塞可滑动设置于所述柱塞通道内,

其中,所述回程盘的一侧与所述复位弹簧相接触,所述回程盘的另一侧与所述滑靴相
接触,在所述复位弹簧的作用下所述回程盘使得所述滑靴的底部紧贴于所述斜盘的表面,
进而使得所述斜盘的旋转运动经所述滑靴传递到所述阶梯柱塞,促使所述阶梯柱塞在所述
柱塞通道内往复运动,所述阶梯柱塞的小直径端与所述柱塞通道间形成所述压力腔,所述
阶梯柱塞的大直径端与所述柱塞通道间的空腔与通过流道与外界相通。

4. 根据权利要求3所述的柱塞式超高压水泵,其特征在于,所述柱塞滑靴组件还包括
设于所述柱塞通道内的阶梯柱塞套,所述阶梯柱塞设于所述阶梯柱塞套内,并与所述阶梯
柱塞套直接可滑动接触。

5. 根据权利要求4所述的柱塞式超高压水泵,其特征在于,所述阶梯柱塞包括设于
其表面的凹坑以及径向设置的与所述压力腔流体连通的阻尼孔,所述凹坑与所述阻尼孔相
连通。

6. 根据权利要求3所述的柱塞式水泵,其特征在于,所述滑靴底部设有阶梯形支承腔,
所述支承腔与所述油润滑腔流体连通。

7. 根据权利要求1至6中任意一项所述的柱塞式超高压水泵,其特征在于,所述旋转
单元还包括与所述旋转主轴配合的滚动轴承和主轴盘,主轴盘通过滑动轴承作用于所述斜
盘,保证所述斜盘与所述滑靴沿圆周方向相对静止。

自补水型阀配流柱塞式超高压水泵

技术领域

[0001] 本发明涉及容积泵领域,具体涉及一种自补水式阀配流柱塞超高压水泵。

技术背景

[0002] 水压泵一直作为水液压技术中的关键技术被研究。由于水与矿物油相比,在理化特性方面有着较大的差别,如水的粘度较小,水膜厚度较薄,腐蚀性大,增加了密封、润滑的难度。

[0003] 由于水介质自身的理化特性,目前国际上水压泵以采用柱塞式结构为主,如丹麦 Danfoss(丹弗斯)生产的 Nessie(尼思)系列水泵,德国 Hauhenco(豪森科)水泵,以及日本小松工作室生产海水泵均为柱塞泵。因为柱塞泵与叶片式及齿轮式液压泵相比,关键摩擦副以面接触为主,接触 PV 值相对较小,相对容易解决水润滑性差的摩擦副磨损大等技术难点。1996 年华中科技大学研制出了中国第一台海水液压泵,用于潜舰救生器对口裙的疏水,该泵为解决水介质的腐蚀性强、润滑性差等特点,采用了油压水分离式技术方案。在柱塞套与柱塞间通过两道格来圈将油腔与水压腔分离,使球头\滑靴副,滑靴\斜盘副的润滑介质为油,成功解决了这两对摩擦磨损问题,提高泵整体的可靠性及使用寿命。但将这种油水分离式柱塞泵在陆上使用时,会存在油腔的温度过高,加速了润滑油的失效,增加了运行成本和维护的复杂性;同时,容易出现自吸不足,影响泵的效率与噪声,并容易导致气蚀,从而影响泵的使用寿命,特别作为水压作业工具的水液压力源在岸边或船上工作时,不能直接从河中、湖水或海水吸水,需要潜水泵为其补水。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种自补水型阀配流柱塞式超高压水泵,解决油水分离式水液压泵在陆上使用时存在润滑油温度过高及自吸不足的问题,从而降低运行成本及提高水泵的运行寿命。

[0005] 自补水型阀配流柱塞式超高压水泵,包括

[0006] 泵主体,所述泵主体包括腔体、水泵入口以及水泵出口;

[0007] 旋转单元,所述旋转单元包括旋转主轴,并设于所述泵主体内;冷却单元,所述冷却单元包括冷却器和补水泵,所述冷却器为

[0008] 一空心圆环,并设于腔体内,所述旋转主轴穿过该圆环,所述补水泵安装在所述旋转主轴上,补水泵的入口流体连通水泵入口,补水泵的出口流体连通冷却器的入口;

[0009] 柱塞配流单元,所述柱塞配流单元设于所述腔体内,所述柱塞配流单元包括配流阀组件和柱塞滑靴组件;其中,所述柱塞滑靴组件设于所述腔体内,并将所述腔体分成相互独立的压力腔和油润滑腔,所述配流阀组件分别与所述压力腔和冷却器的出口流体相通;

[0010] 所述补水泵在所述旋转主轴的带动下,将水泵入口的水压入冷却器,再从冷却器流出到配流阀组件,实现对所述油润滑腔的冷却以及给配流阀组件的低压力水供应,同时柱塞滑靴组件在所述旋转主轴的带动下进行往复运动,使得所述配流阀组件通过水泵入口

和水泵出口进行吸水和排水动作。

[0011] 作为优化,所述配流阀组件包括一体设置的吸入阀与压出阀,其中,所述吸入阀的入口与所述水泵入口流体连通,所述压出阀的出口与所述水泵出口流体连通,所述吸入阀的出口与所述压出阀的入口流体连通。

[0012] 作为优化,所述旋转单元还包括依次设于所述旋转主轴上的复位弹簧、回程盘和斜盘,

[0013] 所述柱塞滑靴组件包括阶梯柱塞和滑靴,其中所述阶梯柱塞通过球铰副与所述滑靴可动连接,

[0014] 所述腔体内还设有柱塞通道,所述阶梯柱塞可滑动设置于所述柱塞通道内,

[0015] 其中,所述回程盘的一侧与所述复位弹簧相接触,所述回程盘的另一侧与所述滑靴相接触,在所述复位弹簧的作用下所述回程盘使得所述滑靴的底部紧贴于所述斜盘的表面,进而使得所述斜盘的旋转运动经所述滑靴传递到所述阶梯柱塞,促使所述阶梯柱塞在所述柱塞通道内往复运动,所述阶梯柱塞的小直径端与所述柱塞通道间形成所述压力腔,所述阶梯柱塞的大直径端与所述柱塞通道间的空腔与通过流道与外界相通。

[0016] 作为优化,所述柱塞滑靴组件还包括设于所述柱塞通道内的阶梯柱塞套,所述阶梯柱塞设于所述阶梯柱塞套内,并与所述阶梯柱塞套直接可滑动接触。

[0017] 作为优化,所述阶梯柱塞包括设于其表面的凹坑以及径向设置的与所述压力腔流体连通的阻尼孔,所述凹坑与所述阻尼孔相连通。

[0018] 作为优化,所述滑靴底部设有阶梯形支承腔,所述支承腔与所述油润滑腔流体连通。

[0019] 作为优化,所述旋转单元还包括与所述旋转主轴配合的滚动轴承和主轴盘,主轴盘通过滑动轴承作用于所述斜盘,保证所述斜盘与所述滑靴沿圆周方向相对静止。

[0020] 本发明的技术效果有:

[0021] 1. 自带离心泵,自吸能力好,特别作为水压作业工具动力源时,在海边或船上使用时可以减小补水泵。

[0022] 2. 在油缸内设有冷却器,解决了油水分离泵润滑油工作温度过高的问题,有效降低了润滑油的使用寿命。

[0023] 3. 油水分离结构,解决了水介质润滑性差带来的摩擦副间磨损严重的问题,较好地解决球头/滑靴副与滑靴\斜盘副的磨损,选用成熟的碳钢滚动轴承,不仅低廉,工作可靠。

[0024] 4、将柱塞设计成阶梯形状,降低高速、重载条件下滑靴与斜盘之间接触应力;并在柱塞及滑靴表面增加球形或随球形凹坑,减小配合面接触应力、限制磨粒运动及形成局部动压支承,从而解决高速重载条件下摩擦副的磨损问题,提高了超高压泵的使用寿命。

[0025] 5、位于柱塞的高压端四个球形凹坑还通过细小阻尼孔与压力腔连通,使柱塞与柱塞套间形成双阻尼效应,预防柱塞卡死,及减小两者之间直接磨损。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明结构原理图。

[0027] 图 2 为缸体 B-B 剖视图。

[0028] 图 3 为柱塞滑靴组件结构原理图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0030] 参见图 1 和 2, 缸体 8 一端连接壳体 17, 另一端设有端盖 3, 端盖 3 上开有水泵入口和出口, 端盖 3 上安装有与旋转主轴 1 连接的补水泵 35。缸体 8 内开有阶梯通孔 37 和阶梯孔 38, 阶梯通孔 37 的左侧安装吸入阀 7, 阶梯孔 38 内安装压出阀 32。阶梯通孔的右侧安装有阶梯形柱塞套 13, 柱塞套 13 两端相嵌有高分子支承环, 柱塞套 13 中间部分开有两个环形槽, 用于安装格来圈 14, 在支承环内安装有柱塞滑靴组件 11, 如图 3 所示, 柱塞 41 的圆柱表面与格来圈 14 相接触, 实现阶梯柱 41 塞左侧的介质水与柱塞右侧 41 的介质油相分离。柱塞套 13 两环形槽之沿径向分布有小孔, 小孔与缸体上的环形槽 12 相通, 环形槽开有通孔 29 与外界相通, 使柱塞 41 左右两侧的流体介质经格来圈泄漏的流体可以排出。

[0031] 柱塞滑靴组件 11 如图 1, 3 所示, 柱塞 41 为阶梯形状, 与滑靴 2 三相连端直径较大, 另一端直径较小, 小直径端与柱塞套和吸入阀一起形成的空腔为压力腔 10。柱塞 41 与滑靴 25 表面加工有球形或椭球形凹坑 42, 在柱塞左端加工有细小阻尼孔 40, 通过细小阻尼孔 40 使柱塞表面其中一组凹坑与压力腔 10 相连通。滑靴 43 底部加工有三级台阶支承腔 45, 支承腔 45 通过流道 44 与油润滑腔相通。阶梯形柱塞 41, 减小了超高压条件下滑靴 43 与斜盘 25 之间接触应力。三级台阶支承腔 45 使滑靴 43 在斜盘 25 上滑动时, 通过改变水膜厚度从而产生动压支承。凹坑 42 可以减小了配合面接触应力、限制磨粒运动, 而且形成局部动压支承。细小阻尼孔 40 使一组凹坑 42 与压力腔 10 相通, 使柱塞 41 与柱塞套 13 间形成双阻尼效应, 解决了为提高超高压泵的容积效率而减小柱塞套 13 与柱塞 41 间隙导致的柱塞卡死问题, 并且减小两者之间直接接触的概率, 从而减小柱塞 41 及柱塞套 13 之间的磨损。各结构的综合作用解决高速重载条件下摩擦副的磨损问题, 提高了超高压泵的使用寿命。

[0032] 缸体 8 与壳体 17 间的空腔形成油润滑腔 22, 在油润滑腔内缸体 8 的右侧安放冷却器 15, 冷却器为一圆环结构, 圆环的内外壁间形成流道, 冷却器 15 流道的入口与位于缸体上的通道 6 相通, 出口与通道 28 相通, 通道 28 与吸入阀 7 的入口相通, 缸体 8 与冷却器 15 为密封连接, 可以将水介质与油介质分离开。旋转主轴 19 通过径向滚动轴承 30、20 分别与缸体 8 和壳体 17 相连。

[0033] 旋转主轴 19 上加工有与旋转主轴成一定倾角的旋转主轴盘, 旋转主轴盘的左侧通过径向轴承 24 连接推力轴承 23, 推力轴承 23 再与一斜盘 25 连接, 旋转主轴盘的右侧通过推力轴承 21 与壳体 17 相连。通过组合使用径向轴承 24 和推力轴承 23, 使滑靴 43 与斜盘 25 沿旋转主轴周方向的相对运动速度理论上为零, 两者之间运动为滑靴 43 相对斜盘 25 摆动而产生较小的相对运动速度, 减小了滑靴 43 与斜盘 25 之间的磨损。位于缸体 8 内的复位弹簧 27 通过球铰 26 和回程盘 16 使滑靴 43 和斜盘 25 始终保持接触。旋转主轴 19 的右端通过机械密封 18 伸出壳体 17, 左端从缸体 8 中伸出与离心泵 35 相连。离心泵的入口与后端盖 3 上的泵入口相连通, 出口与后端盖上的流道 4 相通, 流道 4 与通道 6 相通。旋转主轴左端圆柱面与安装于缸体的旋转格来圈 36 相接触, 两格来圈之间形成空腔 A 通过流道 28、冷却器 15、流道 6 与补水泵 35 相通, 并通过吸入阀 7 与压力腔 10 相通。

[0034] 该超高压海水泵的工作过程是这样实现的：旋转主轴 19 顺时针转动，带动补水泵 35（以离心泵为例说明）转动，其中的介质水随着补水泵的叶轮一起旋转，在离心力的作用下，飞离叶轮向外射出，射出的液体在后端盖扩散室内速度逐渐变慢，压力逐渐增加，然后使初步加压介质水经通道 6-冷却器 15-通道流 28-容腔 A，最后流至吸入阀 7 的入口。旋转主轴转动同时带动安装于旋转主轴盘上的推力轴承 23 动环转动，推动与之连接的斜盘 25 摆动。复位弹簧 27 通球铰 26 和回程盘 16 将作用力均匀地施加于滑靴 43 之上，使滑靴 43 紧贴在斜盘 25 上滑动。柱塞 41 受到斜盘 25 给滑靴 43 的作用力，使柱塞 41 在柱塞套 13 中作往复运动。当旋转主轴盘沿极限位置（如图 1 所示位置）运动时，压出阀阀芯 33 处于关闭状态。滑靴 43 在回程盘 16 的压紧力作用下，带动柱塞 41 向右运动，压力腔 10 的容积增大，压力下降，当下降到一定值时，当吸入阀阀芯 9 因补水泵出口的压力大于压力腔 10 中的压力和吸入阀弹簧 2 作用力的合力时，吸入阀开启，水由泵入口经补水泵 35-流道 4-流道 6-冷却器 15-空腔 A-吸入阀 7-压力腔 10，实现吸水。由于该过程实介质水经过冷却器流动，通过冷却器的热交换可带走油腔中部分的热量。当主轴盘沿极限位置（如图 1 的位置）运动 180° 后，此时柱塞 41 处于全部外伸的状态，当旋转主轴继续旋转时，滑靴 43 受斜盘 25 的作用力，推动柱塞 41 向左运动，压力腔 10 的容积为渐渐减小，压力腔 10 的压力升高，将吸入阀 7 关闭，同时压出前期阀芯 33 克服压出阀弹簧 34 作用力及泵出口压力的合力开启，使压力腔 10 内的高压水经压出阀 32 出水口流入该泵的出口，实现排水。当旋转主轴旋转一周，合柱塞吸水及压水各一次，随着旋转主轴的不断旋转，补水泵 35 不断给压力腔 10 补水，而各柱塞也连续地独立完成吸水与排水的动作，使该泵能其它水压元件提供高压介质水，提供动力。

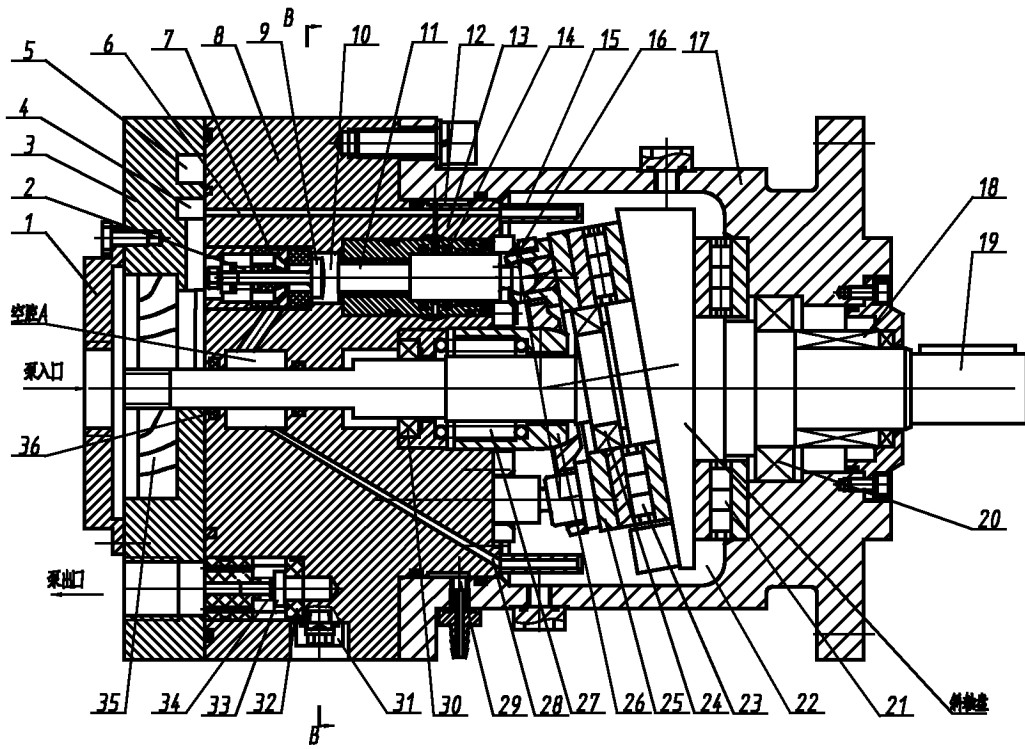


图 1

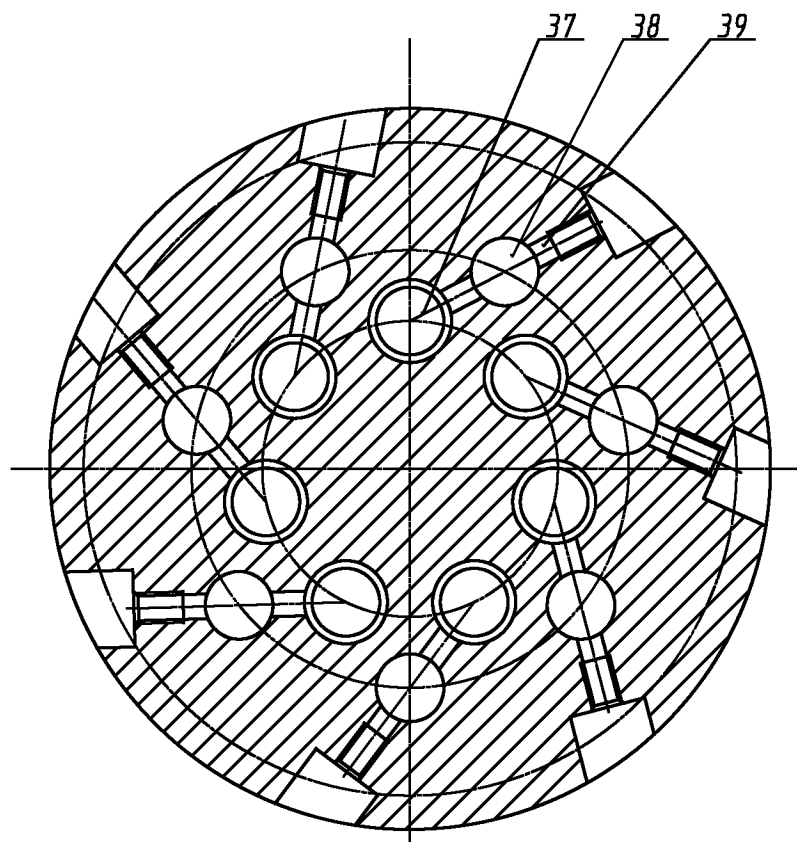


图 2

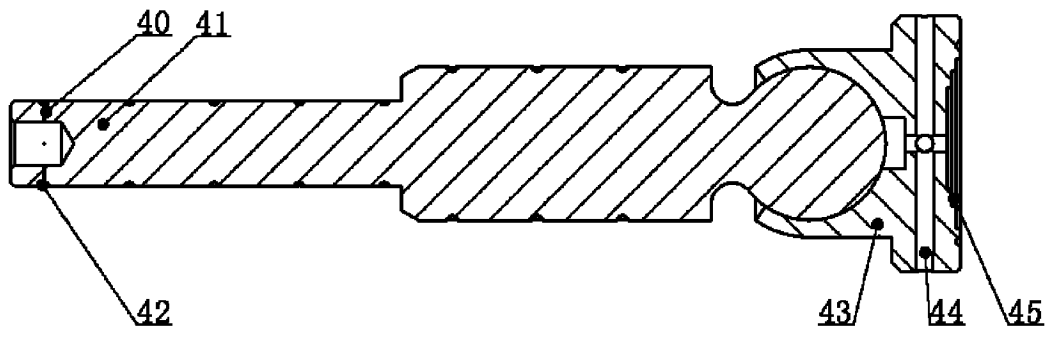


图 3