



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102787834 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201210310024. 8

(22) 申请日 2012. 08. 28

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 张广玉 李隆球 刘旭 王武义
宋文平 李天龙

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 牟永林

(51) Int. Cl.

E21B 43/26 (2006. 01)

E21B 34/00 (2006. 01)

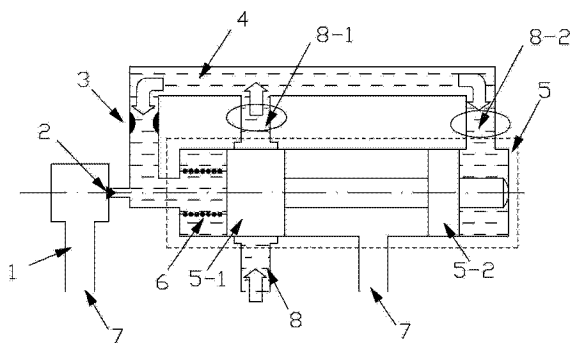
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种带有二级驱动装置的电控压裂开关及其控制方法

(57) 摘要

一种带有二级驱动装置的电控压裂开关及其控制方法, 涉及一种类先导式溢流阀及其控制方法。目的是为了解决传统压裂过程需要开启滑阀需要较大的力的问题。一种带有二级驱动装置的电控压裂开关, 所述的电控压裂开关为筒形结构的装置, 所述电控压裂开关还包括二级驱动装置和先导阀驱动系统; 该控制方法是利用了阻尼孔的压降作用, 滑阀运动能量不仅来源于电机输出功率, 同时也来源于工作液体的压力, 即通过先导阀的开启闭合来控制滑阀的开启闭合, 实现省力控制, 以减小开启闭合时电机的转矩。



1. 一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,所述的电控压裂开关包括筒形外壳,其特征在于,在所述筒形外壳内设置有二级驱动装置(10)和先导阀驱动系统(9);

所述二级驱动装置(10),它包括先导阀出液管路(1)、先导阀(2)、阻尼孔(3)、回路管路(4)、滑阀腔体(5)、滑阀的主阀(5-1)、滑阀的从阀(5-2)、弹簧(6)、出液口(7)、进液口(8)、第一进液管路(8-1)和第二进液管路(8-2);

滑阀位于滑阀腔体(5)内,且能够在所述滑阀腔体(5)做直线往复运动;

滑阀腔体(5)侧壁上设置有进液口(8)和出液口(7);

滑阀的主阀(5-1)和滑阀的从阀(5-2)通过三根连接杆连接,所述三根连接杆相对平行且均匀分布的;其中所述滑阀的主阀(5-1)临近先导阀(2);滑阀的主阀(5-1)和滑阀的从阀(5-2)将滑阀腔体(5)分成三个互不联通的区域,分别为区域一、区域二和区域三,其中区域二为位于滑阀的主阀(5-1)和从阀(5-2)之间的区域;

先导阀(2)的出口通过先导阀出液管路(1)与出液口(7)连通;先导阀(2)的出口还与滑阀腔体(5)区域一连通;

弹簧(6)位于区域一内,其两端分别压在电控压裂开关的筒壁上和滑阀的主阀(5-1)上,在弹簧(6)正常状态下,滑阀的主阀(5-1)覆盖在进液口(8)处,密封该进液口(8);弹簧(6)被压缩状态下,主阀(5-1)向先导阀(2)一侧移动,进液口(8)与出液口(7)连通,

滑阀腔体(5)的区域一通过阻尼孔(3)与回路管路(4)连通,回路管路(4)还通过第一进液管路(8-1)与进液口(8)连通,回路管路(4)还通过第二进液管路(8-2)与滑阀腔体(5)的区域三连通;滑阀腔体(5)的区域二与出液口(7)连通;

先导阀(2)用于控制滑阀腔体(5)的区域一与先导阀出液管路(1)的连通或关断;

所述先导阀驱动系统(9)包括电机(11)、联轴器(12)、轴承(13)、丝杠(14)和螺母推杆(15);所述电机(11)、联轴器(12)、轴承(13)、丝杠(14)和螺母推杆(15)依次同轴连接,所述丝杠(14)和螺母推杆(15)组成丝杠螺母机构,电机(11)通过联轴器(12)驱动丝杠螺母机构,所述丝杠螺母机构用于驱动先导阀(2)做直线往复运动,进而实现控制先导阀的开启或关闭。

2. 根据权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,其特征在于:所述先导阀出液管路(1)过流截面积为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,其特征在于:所述出液口(7)过流截面积为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,其特征在于:所述进液口(8)过流截面积为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,其特征在于:所述先导阀出液管路(1)的管道外径为 $\Phi 114\text{mm}$,管道内径为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,其特征在于:所述回路管路(4)的管道外径为 $\Phi 114\text{mm}$,管道内径为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,其特征在于:所述回路管路(4)与先导阀出液管路(1)内的工作液压力为 50MPa 。

8. 基于权利要求1所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关的控制方法,其特征在于,该控制方法的实现过程为:

在初始状态时,先导阀(2)处于关闭状态,使得滑阀腔体(5)的区域一和先导阀出液管路(1)处于阻断状态;弹簧(6)在正常状态下,滑阀的主阀(5-1)覆盖在进液口(8)处,密封该进液口(8),阻止液体流入滑阀腔体(5)的区域二内;此时,滑阀腔体(5)的区域一内、阻尼孔(3)所在的管路内、回路管路(4)内、第一进液管路(8-1)内、第二进液管路(8-2)内和滑阀腔体(5)的区域三内充满液体;

电控压裂开关打开过程:由先导阀驱动系统(9)控制开启先导阀(2),滑阀腔体(5)的区域一与出液口(7)连通,此时阻尼孔(3)发挥减压作用,使得滑阀的从阀(5-2)一侧的压力大于滑阀的主阀(5-1)一侧的压力,在液体压力作用下滑阀的从阀(5-2)和主阀(5-1)向弹簧(6)所在的一侧移动,压缩弹簧(6),滑阀的主阀(5-1)从进液口(8)上移开,液体通过进液口(8)进入到滑阀腔体(5)的区域二中,此时,进液口(8)与出液口(7)连通;由于弹簧(6)被持续压缩,最终滑阀的从阀(5-2)一侧的压力与滑阀的主阀(5-1)一侧的压力相等,滑阀稳定在某一位置,形成动态平衡;

电控压裂开关关闭过程:由先导阀驱动系统(9)控制关闭先导阀(2),重新使得滑阀腔体(5)的区域一和先导阀出液管路(1)处于阻断状态;滑阀的从阀(5-2)一侧的压力与滑阀的主阀(5-1)一侧的液体压力相等,此时,被压缩的弹簧(6)开始释放能量,推动滑阀整体向区域三一侧移动,直至滑阀的主阀(5-1)重新覆盖在进液口(8)上,滑阀腔体(5)的区域二内的液体从出液口(7)完全流出,恢复到初始状态。

一种带有二级驱动装置的电控压裂开关及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种类先导式溢流阀及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着勘探向深层、疑难层延伸,油田勘探新发现油藏特征日趋多样化、复杂化,措施难度进一步加大,对压裂工艺的要求也越来越高。针对部分低渗薄互层类油藏,油水井层多、跨距大、物性差异大,随着地层压力的下降,油田层间矛盾越来越制约油藏纵向动用平衡。为缓解层间矛盾,提高最终采收率,必须加强低压低渗油层改造,控制高压高渗油层改造规模,以期能改善剖面动用状况的目的。

[0003] 传统压裂工艺采用多层合压或填砂(打水泥塞或下桥塞)压裂,若进行常规的多层合压,由于多油层油井层间渗透率差异大,地层的破裂压力差别也很大,井段又长,裂缝便在物性较好或渗透率较高的油层中延伸,此类储层首先得到较大程度的改造、采出程度较高,而低渗透油层难以被压开,产能不能释放出来,影响压裂效果。若进行填砂(打水泥塞或下桥塞)压裂,先用石英砂(桥塞)保护下部油层,封隔器保护上部油层,然后对目的层位进行改造,通过这种方法由下而上一层一层处理目的层,其施工周期长,工序复杂,费用高,而且施工后冲砂(或钻塞)还有可能对油层产生二次污染。

[0004] 目前最常见的分层压裂方法是投球分压、填砂(或桥塞)分压。投球分压最大的不足是在压裂时投球控制不准,其投球的数量、投球速度、施工排量要求很严格,因此施工技术难度大,在一定的压力下难以控制需重点改造的层位,分层效果并不十分理想。填砂(或桥塞)分压施工周期长,作业工作量大,费用高,且易造成二次污染。

[0005] 电控分层压裂开关采用同一直径的钢球通过无线通信技术控制开关的开启或关闭,从而减小了投球的难度,同时也可避免由于投球不准而造成的堵塞现象的产生。由于电控压裂开关采用无线通信技术来控制开关的开启或关闭,通过一次投球实现任意目的层的电控压裂开关的开启或关闭,不存在原有技术由于原理而造成的先压下层后压上层的顺序问题,可以按照设计的需求实现任意顺序的压裂施工。电控压裂开关机械部分采用二级阀驱动,通过小阀的开启闭合控制主阀的开启闭合,以实现省力控制。

[0006] 传统压裂过程需要开启滑阀需要较大的力的问题,需要对压裂开关进行改造,这里提出二级驱动式压裂方式。

发明内容

[0007] 本发明的目的是针对传统压裂过程开启滑阀时需要较大力的问题提供一种带有二级驱动装置的电控压裂开关。

[0008] 一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,所述的电控压裂开关包括筒形外壳,在所述筒形外壳内设置有二级驱动装置和先导阀驱动系统;

[0009] 所述二级驱动装置,它包括先导阀出液管路、先导阀、阻尼孔、回路管路、滑阀腔体、滑阀的主阀、滑阀的从阀、弹簧、出液口、进液口、第一进液管路和第二进液管路;

[0010] 滑阀位于滑阀腔体内,且能够在所述滑阀腔体做直线往复运动;滑阀腔体侧壁上设置有进液口和出液口;滑阀的主阀和滑阀的从阀通过三根连接杆连接,所述三根连接杆相对平行且均匀分布的;其中所述滑阀的主阀临近先导阀;滑阀的主阀和滑阀的从阀将滑阀腔体分成三个互不联通的区域,分别为区域一、区域二和区域三,其中区域二为位于滑阀的主阀和从阀之间的区域;

[0011] 先导阀的出口通过先导阀出液管路与出液口连通;先导阀的出口还与滑阀腔体区域一连通;

[0012] 弹簧位于区域一内,其两端分别压在电控压裂开关的筒壁上和滑阀的主阀上,在弹簧正常状态下,滑阀的主阀覆盖在进液口处,密封该进液口;弹簧被压缩状态下,主阀向先导阀一侧移动,进液口与出液口连通,

[0013] 滑阀腔体的区域一通过阻尼孔与回路管路连通,回路管路还通过第一进液管路与进液口连通,回路管路还通过第二进液管路与滑阀腔体的区域三连通;滑阀腔体的区域二与出液口连通;

[0014] 先导阀用于控制滑阀腔体的区域一与先导阀出液管路的连通或关断;所述先导阀驱动系统包括电机(11)、联轴器(12)、轴承(13)、丝杠(14)和螺母推杆(15);所述电机(11)、联轴器(12)、轴承(13)、丝杠(14)和螺母推杆(15)依次同轴连接,所述丝杠(14)和螺母推杆(15)组成丝杠螺母机构,电机(11)通过联轴器(12)驱动丝杠螺母机构,所述丝杠螺母机构用于驱动先导阀做直线往复运动,进而实现控制先导阀的开启或关闭。

[0015] 一种带有二级驱动装置的电控压裂开关的控制方法,该控制方法的实现过程为:

[0016] 在初始状态时,先导阀处于关闭状态,使得滑阀腔体的区域一和先导阀出液管路处于阻断状态;弹簧在正常状态下,滑阀的主阀覆盖在进液口处,密封该进液口,阻止液体流入滑阀腔体的区域二内;此时,滑阀腔体的区域一内、阻尼孔所在的管路内、回路管路内、第一进液管路内、第二进液管路内和滑阀腔体的区域三内充满液体;

[0017] 电控压裂开关打开过程:由先导阀驱动系统控制开启先导阀,滑阀腔体的区域一与出液口连通,此时阻尼孔发挥减压作用,使得滑阀的从阀一侧的压力大于滑阀的主阀一侧的压力,在液体压力作用下滑阀的从阀和主阀向弹簧所在的一侧移动,压缩弹簧,滑阀的主阀从进液口上移开,液体通过进液口进入到滑阀腔体的区域二中,此时,进液口与出液口连通;由于弹簧被持续压缩,最终滑阀的从阀一侧的压力与滑阀的主阀一侧的压力相等,滑阀稳定在某一位置,形成动态平衡;

[0018] 电控压裂开关关闭过程:由先导阀驱动系统控制关闭先导阀,重新使得滑阀腔体的区域一和先导阀出液管路处于阻断状态;滑阀的从阀一侧的压力与滑阀的主阀一侧的液体压力相等,此时,被压缩的弹簧开始释放能量,推动滑阀整体向区域三一侧移动,直至滑阀的主阀重新覆盖在进液口上,滑阀腔体的区域二内的液体从出液口完全流出,恢复到初始状态。

[0019] 本发明的优点是:

[0020] 当设阀关闭时的内外压差为 $P = 50\text{MPa}$, 阀口的直径为 D , 电机输出转矩为 N 时,我们选用螺距 1mm 的丝杠,丝杠的传动效率约为 30% ,得到如下公式:

[0021] $N \times 2\pi \times 30\% = P \times \pi \times (D/2)^2 \times 0.001$

[0022] 根据公式计算:当压裂开关采用的是直接驱动时,主阀直径 $D = 50\text{mm}$,代入上述公

式,得到点检输出的转矩为 $N = 52\text{Nm}$;采用的是二级驱动时,先导阀直径 $D = 5\text{mm}$,代入上述公式,有 $N = 0.52\text{Nm}$;

[0023] 通过上面的分析可知,采取二级驱动的方式,才能在狭小的空间能选择到合适的电机,为电控压裂开关设计扫除障碍。

[0024] 本方案采用的二级驱动方式是利用了阻尼孔的压降作用,滑阀运动能量不仅来源于电机输出功率,同时也来源于工作液体的压力,即通过先导阀的开启闭合来控制滑阀的开启闭合,实现省力控制,以减小开启闭合时电机的转矩。

附图说明

[0025] 图 1 是电控压裂开关二级驱动的初始状态和滑阀关闭状态的原理示意图;

[0026] 图 2 是电控压裂开关二级驱动的滑阀开启状态的原理示意图;

[0027] 图 3 是电控压裂开关中电机驱动系统的结构图;

[0028] 图 4 是电控压裂开关的端面示意图;

[0029] 图 5 是电控压裂开关的 P-P 剖视图;

[0030] 图 6 是电控压裂开关的 Q-Q 剖视图;

[0031] 图 7 是电控压裂开关截面 A-A 的仰视图;

[0032] 图 8 是电控压裂开关截面 A-A 的俯视图;

[0033] 图 9 是电控压裂开关截面 B-B 的仰视图;

[0034] 图 10 是电控压裂开关截面 C-C 的仰视图;

[0035] 图 11 是电控压裂开关截面 C-C 的俯视图;

[0036] 图 12 是电控压裂开关截面 D-D 的仰视图;

[0037] 图 13 是电控压裂开关截面 D-D 的俯视图;

[0038] 图 14 是电控压裂开关截面 E-E 的仰视图;

[0039] 图 15 是电控压裂开关截面 E-E 的俯视图;

[0040] 图 16 是电控压裂开关二级驱动的滑阀阀芯的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 具体实施方式一:下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式,本实施方式所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关,所述的电控压裂开关包括筒形外壳,其特征在于,在所述筒形外壳内设置有二级驱动装置 10 和先导阀驱动系统 9;

[0042] 所述二级驱动装置 10,它包括先导阀出液管路 1、先导阀 2、阻尼孔 3、回路管路 4、滑阀腔体 5、滑阀的主阀 5-1、滑阀的从阀 5-2、弹簧 6、出液口 7、进液口 8、第一进液管路 8-1 和第二进液管路 8-2;

[0043] 滑阀位于滑阀腔体 5 内,且能够在所述滑阀腔体 5 做直线往复运动;

[0044] 滑阀腔体 5 侧壁上设置有进液口 8 和出液口 7;

[0045] 滑阀的主阀 5-1 和滑阀的从阀 5-2 通过三根连接杆连接,所述三根连接杆相对平行且均匀分布的;其中所述滑阀的主阀 5-1 临近先导阀 2;滑阀的主阀 5-1 和滑阀的从阀 5-2 将滑阀腔体 5 分成三个互不联通的区域,分别为区域一、区域二和区域三,其中区域二为位于滑阀的主阀 5-1 和从阀 5-2 之间的区域;

[0046] 先导阀 2 的出口通过先导阀出液管路 1 与出液口 7 连通 ; 先导阀 2 的出口还与滑阀腔体 5 区域一连通 ;

[0047] 弹簧 6 位于区域一内, 其两端分别压在电控压裂开关的筒壁上和滑阀的主阀 5-1 上, 在弹簧 6 正常状态下, 滑阀的主阀 5-1 覆盖在进液口 8 处, 密封该进液口 8 ; 弹簧 6 被压缩状态下, 主阀 5-1 向先导阀 2 一侧移动, 进液口 8 与出液口 7 连通,

[0048] 滑阀腔体 5 的区域一通过阻尼孔 3 与回路管路 4 连通, 回路管路 4 还通过第一进液管路 8-1 与进液口 8 连通, 回路管路 4 还通过第二进液管路 8-2 与滑阀腔体 5 的区域三连通 ; 滑阀腔体 5 的区域二与出液口 7 连通 ;

[0049] 先导阀 2 用于控制滑阀腔体 5 的区域一与先导阀出液管路 1 的连通或关断 ;

[0050] 所述先导阀驱动系统 9 包括电机 11、联轴器 12、轴承 13、丝杠 14 和螺母推杆 15 ; 所述电机 11、联轴器 12、轴承 13、丝杠 14 和螺母推杆 15 依次同轴连接, 所述丝杠 14 和螺母推杆 15 组成丝杠螺母机构, 电机 11 通过联轴器 12 驱动丝杠螺母机构, 所述丝杠螺母机构用于驱动先导阀 2 做直线往复运动, 进而实现控制先导阀的开启或关闭。

[0051] 具体实施方式二 : 下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一的前导阀出液管路 1 的进一步说明, 本实施方式所述的前导阀出液管路 1 过流截面积为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

[0052] 具体实施方式三 : 下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一的出液口 7 的进一步说明, 本实施方式所述的出液口 7 过流截面积为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

[0053] 具体实施方式四 : 下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一的进液口 8 的进一步说明, 本实施方式所述的进液口 8 过流截面积为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

[0054] 具体实施方式五 : 下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一的前导阀出液管路 1 的进一步说明, 本实施方式所述的前导阀出液管路 1 的管道外径为 $\Phi 114\text{mm}$, 管道内径为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

[0055] 具体实施方式六 : 下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一的回路管路 4 的进一步说明, 本实施方式所述的回路管路 4 的管道外径为 $\Phi 114\text{mm}$, 管道内径为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

[0056] 具体实施方式七 : 下面结合图 1 至图 16 说明本实施方式, 本实施方式是对实施方式一的回路管路 4 与先导阀出液管路 1 的进一步说明, 本实施方式所述的回路管路 4 与先导阀出液管路 1 内的工作液压力为 50MPa 。

[0057] 具体实施方式八 : 下面结合图 1、图 2、图 5 和图 6 说明本实施方式, 本实施方式所述的一种带有二级驱动装置的电控压裂开关的控制方法, 该控制方法的实现过程为 :

[0058] 在初始状态时, 先导阀 2 处于关闭状态, 使得滑阀腔体 5 的区域一和先导阀出液管路 1 处于阻断状态 ; 弹簧 6 在正常状态下, 滑阀的主阀 5-1 覆盖在进液口 8 处, 密封该进液口 8, 阻止液体流入滑阀腔体 5 的区域二内 ; 此时, 滑阀腔体 5 的区域一内、阻尼孔 3 所在的管路内、回路管路 4 内、第一进液管路 8-1 内、第二进液管路 8-2 内和滑阀腔体 5 的区域三内充满液体 ;

[0059] 电控压裂开关打开过程 : 由先导阀驱动系统 9 控制开启先导阀 2, 滑阀腔体 5 的区域一与出液口 7 连通, 此时阻尼孔 3 发挥减压作用, 使得滑阀的从阀 5-2 一侧的压力大于滑阀的主阀 5-1 一侧的压力, 在液体压力作用下滑阀的从阀 5-2 和主阀 5-1 向弹簧 6 所在的

一侧移动,压缩弹簧 6,滑阀的主阀 5-1 从进液口 8 上移开,液体通过进液口 8 进入到滑阀腔体 5 的区域二中,此时,进液口 8 与出液口 7 连通;由于弹簧 6 被持续压缩,最终滑阀的从阀 5-2 一侧的压力与滑阀的主阀 5-1 一侧的压力相等,滑阀稳定在某一位置,形成动态平衡;

[0060] 电控压裂开关关闭过程:由先导阀驱动系统 9 控制关闭先导阀 2,重新使得滑阀腔体 5 的区域一和先导阀出液管路 1 处于阻断状态;滑阀的从阀 5-2 一侧的压力与滑阀的主阀 5-1 一侧的液体压力相等,此时,被压缩的弹簧 6 开始释放能量,推动滑阀整体向区域三一侧移动,直至滑阀的主阀 5-1 重新覆盖在进液口 8 上,滑阀腔体 5 的区域二内的液体从出液口 7 完全流出,恢复到初始状态。

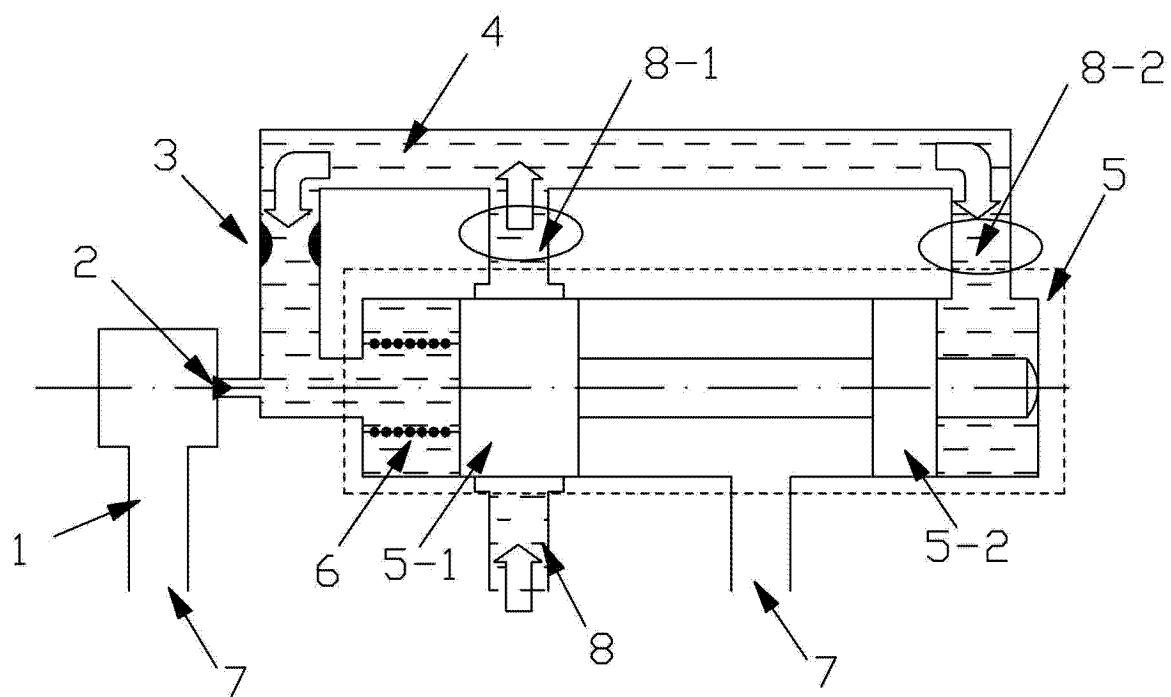


图 1

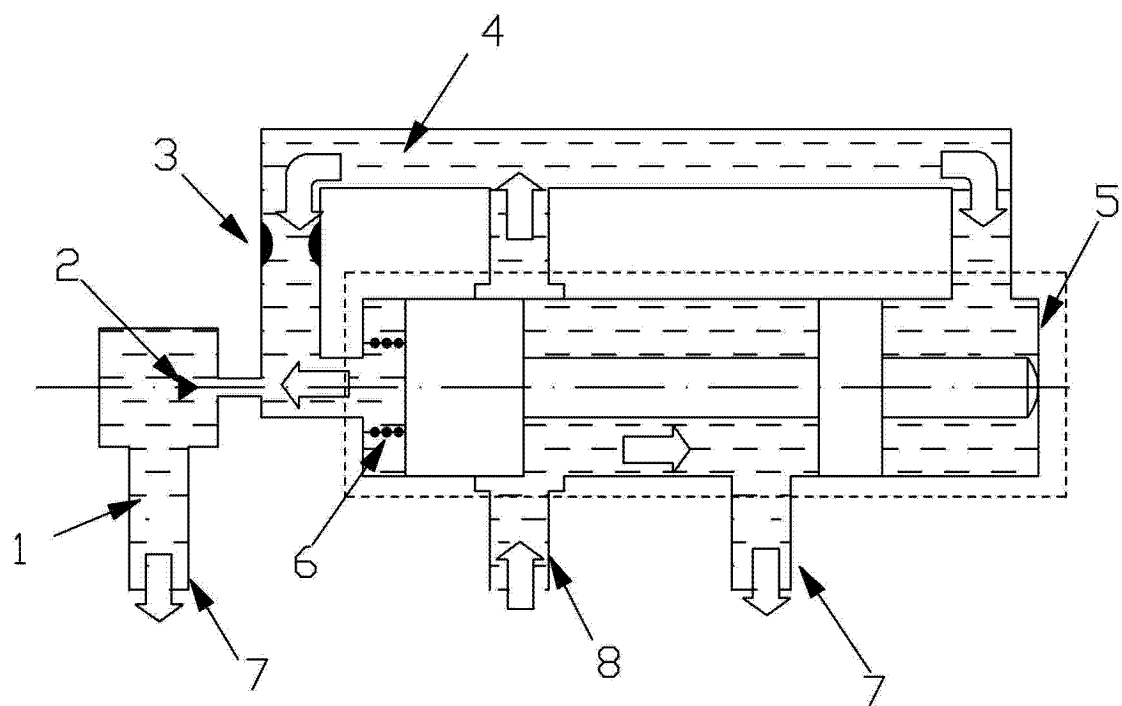


图 2

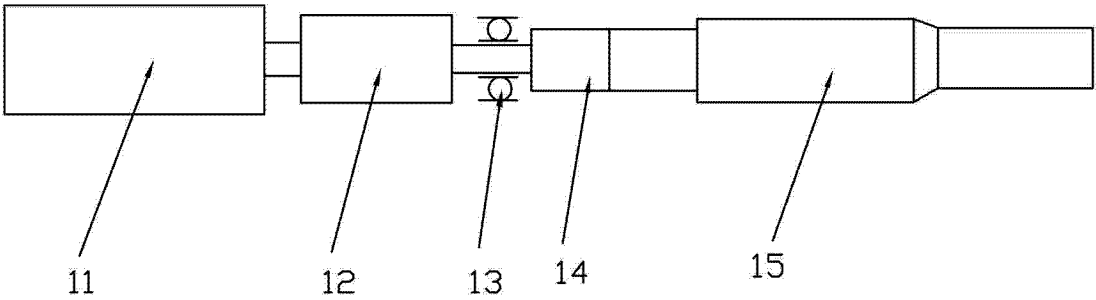


图 3

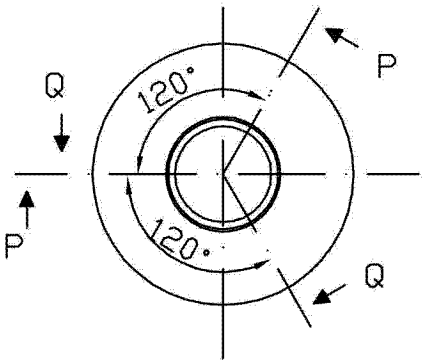


图 4

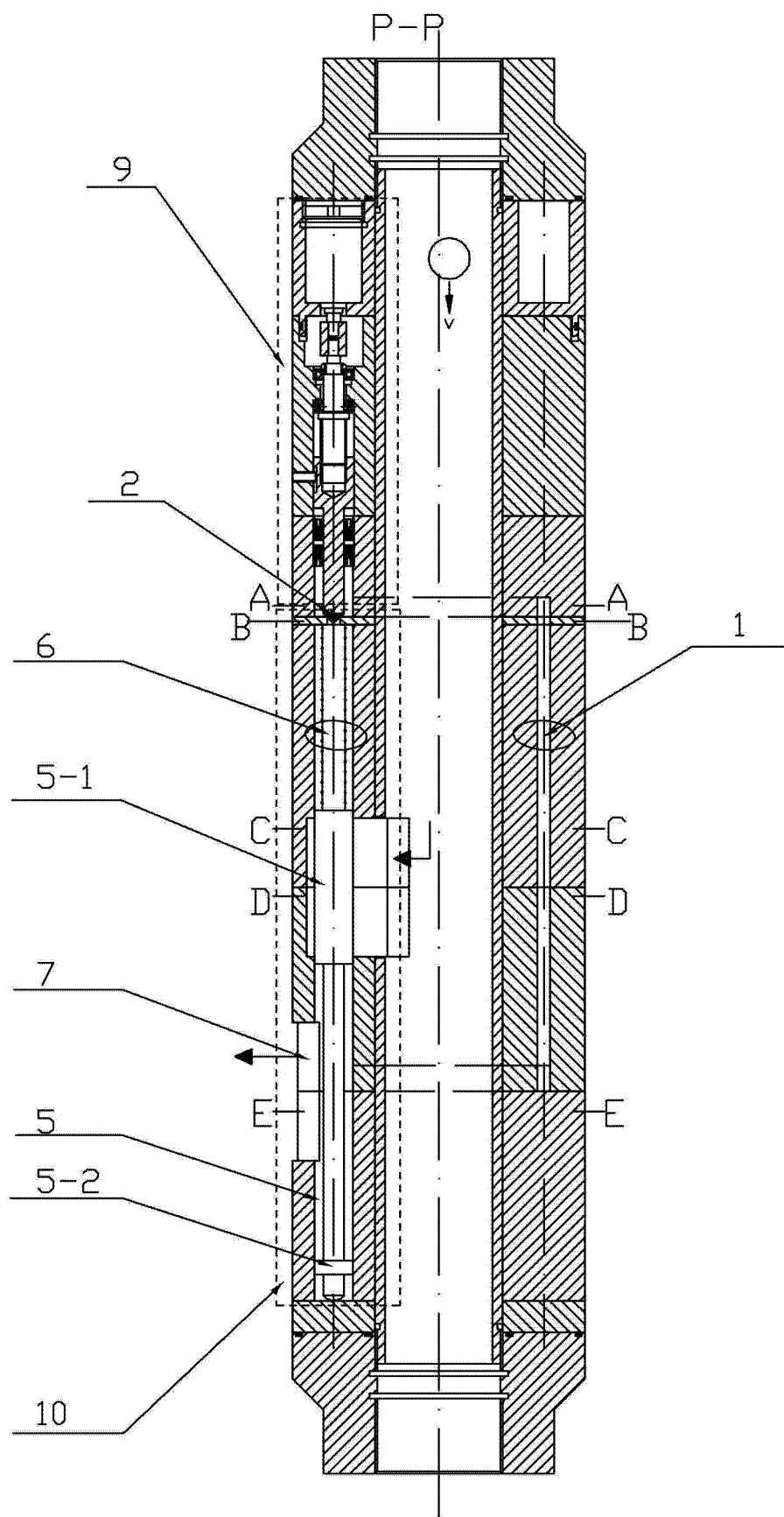


图 5

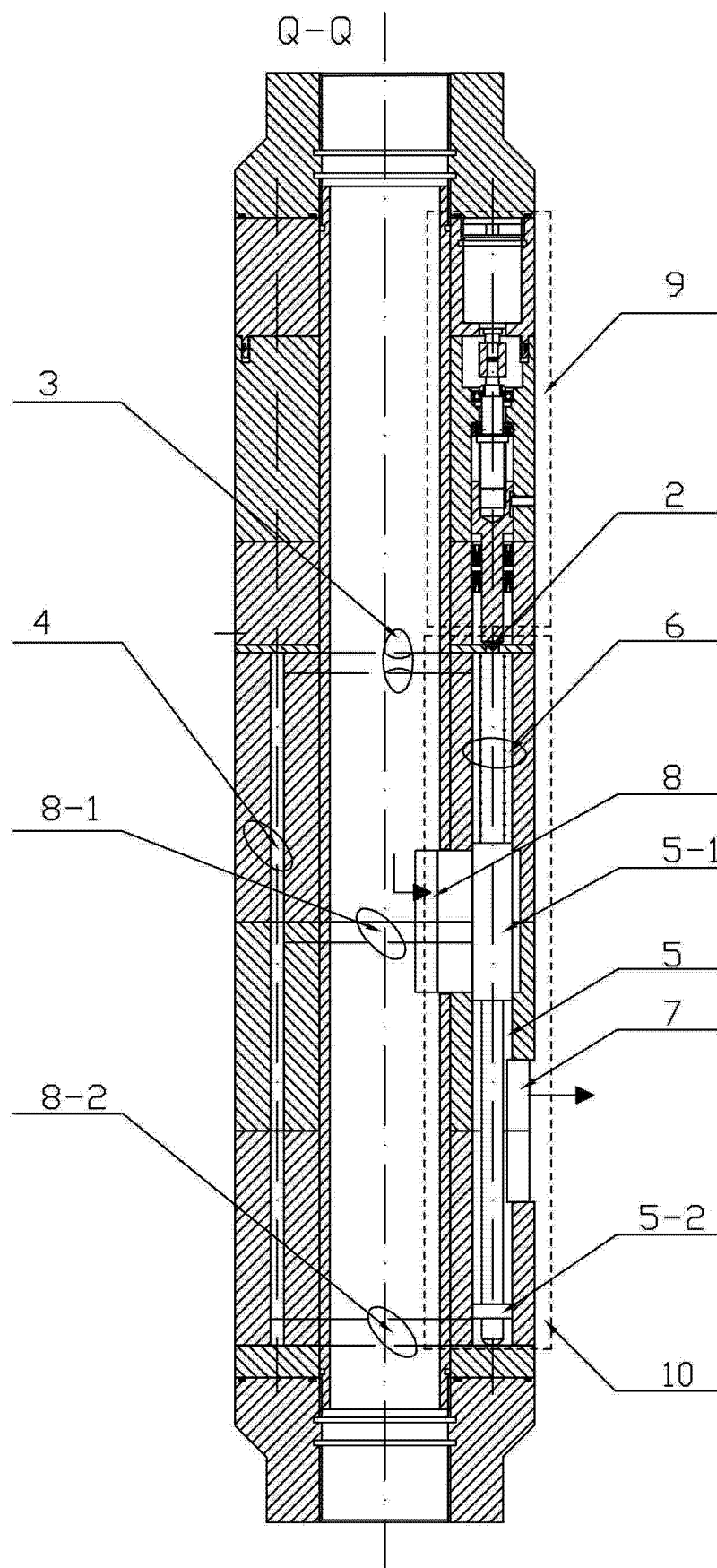


图 6

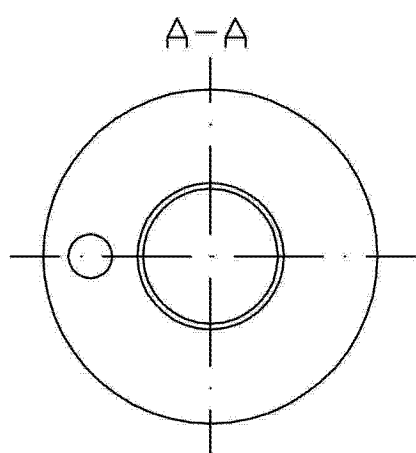


图 7

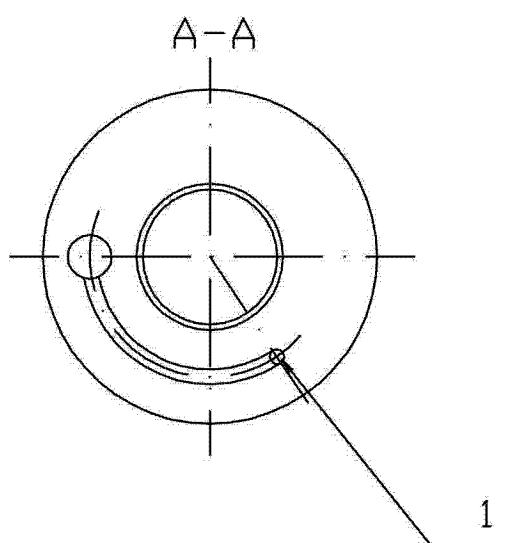


图 8

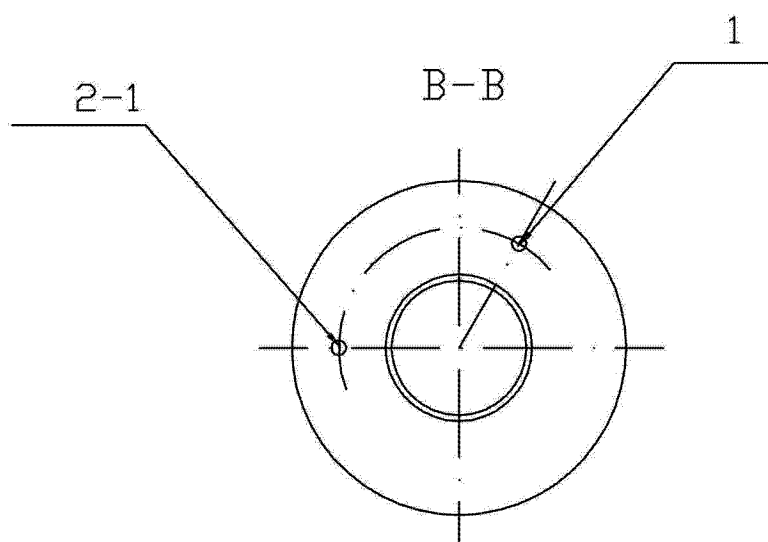


图 9

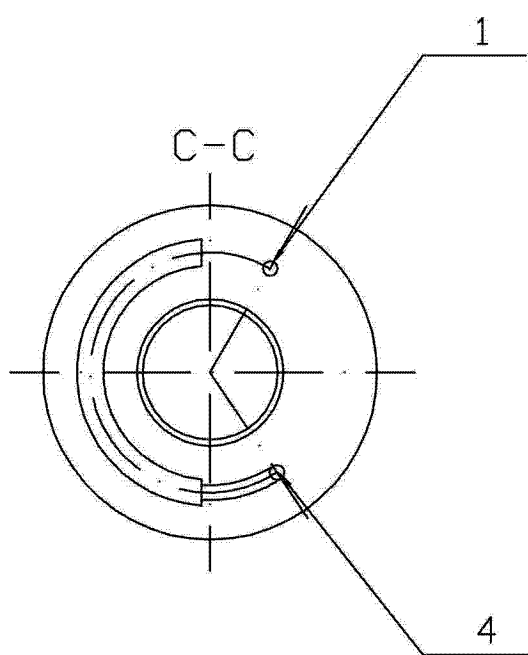


图 10

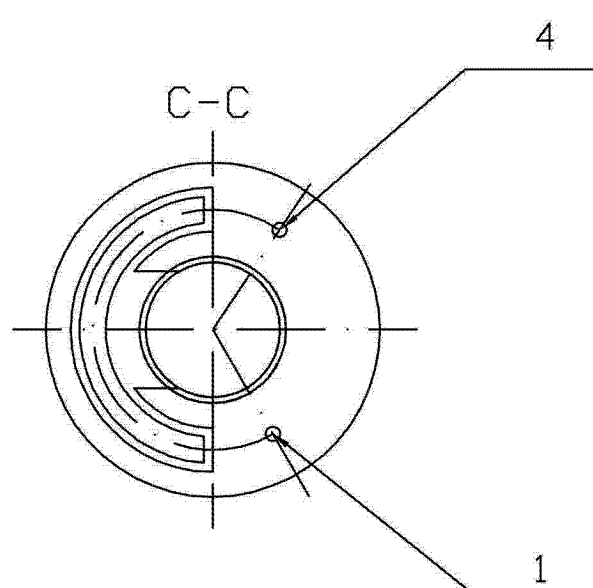


图 11

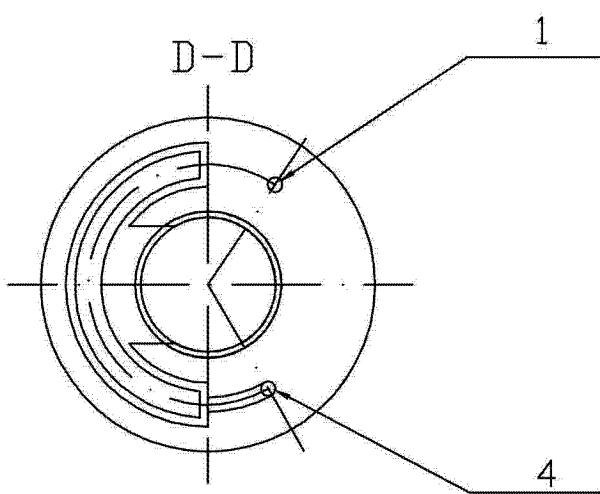


图 12

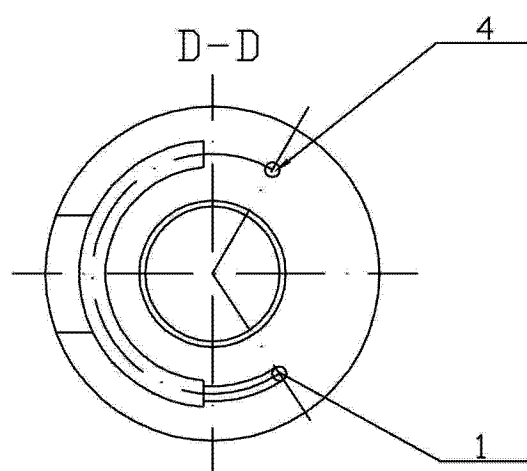


图 13

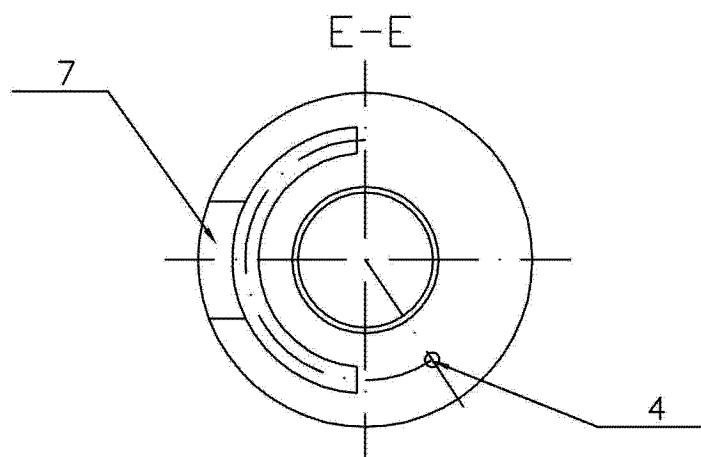


图 14

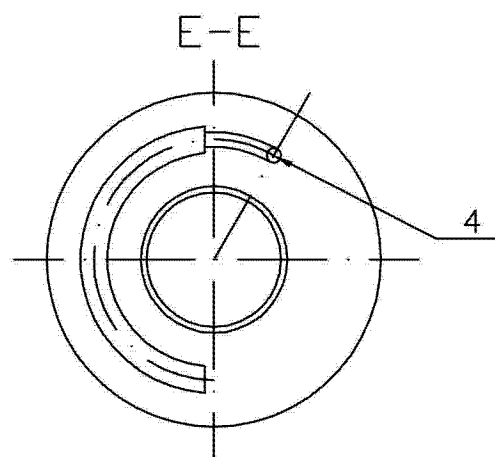


图 15

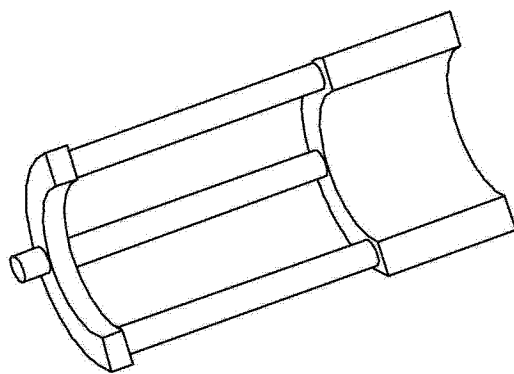


图 16