



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103867747 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201410031010. 1

CN 101550953 A, 2009. 10. 07, 全文.

(22) 申请日 2014. 01. 23

CN 102927074 A, 2013. 02. 13, 全文.

(73) 专利权人 福州大学

审查员 杨凌波

地址 350108 福建省福州市闽侯县上街镇大学城学园路 2 号福州大学新区

(72) 发明人 杜恒 林建新 颜滨曲 陈淑梅

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

F16K 11/06(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2013239938 A1, 2013. 09. 19, 全文.

JP H02261981 A, 1990. 10. 24, 全文.

CN 102418721 A, 2012. 04. 18, 全文.

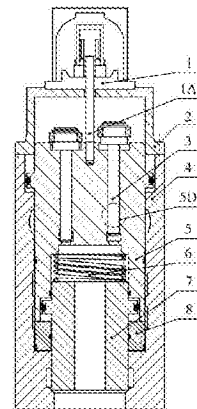
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种多级流量增益的二通比例插装阀

(57) 摘要

本发明公开了一种多级流量增益的二通比例插装阀,由位移传感器、上阀套、下阀套、级联阀芯、插销锥阀阵列、阀芯等部分组成;级联阀芯安装在下阀套内,阀芯安装在级联阀芯内,插销锥阀阵列安装在级联阀芯内;阀芯凸肩上下设有控制其自身运动的容腔,级联凸肩上下也设有控制其自身运动的容腔。通过级联式阀芯阀套结构,可在任意位置实现比例插装阀大流量增益和小流量增益的切换,同时,在级联阀芯中设置阵列式插销锥阀,通过控制各个插销锥阀的启闭并配合使用,实现多级流量增益切换。本发明通过可任意位置切换流量增益的级联式阀芯阀套结构、多级流量增益的阵列式插销锥阀结构,显著提升二通流量阀的精确控制特性、灵活性和工程适应性。



1. 一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,自上而下包括位移传感器(1)、上阀套(2)、插销锥阀阵列(3)和级联阀芯(5)、下阀套(4)、弹簧(6)、阀芯(7)、级联端盖(8);

位移传感器(1)固定连接于上阀套(2)端面上,上阀套(2)与下阀套(4)固定连接,级联阀芯(5)安装在下阀套(4)内,位移传感器(1)的测试杆(1A)固定连接于级联阀芯(5),级联阀芯(5)在上端面开有阵列阀孔(5D),插销锥阀阵列(3)安装在阵列阀孔(5D)内,阀芯(7)安装在级联阀芯(5)内,弹簧(6)置于级联阀芯(5)和阀芯(7)之间,级联端盖(8)套于阀芯(7)外侧并固定连接于级联阀芯(5)下端面上,阀芯(7)中心设置通孔。

2. 根据权利要求1所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的阀芯(7)设有与级联阀芯(5)内圈滑动配合的阀芯凸肩(7A),阀芯凸肩(7A)与级联阀芯(5)之间形成阀芯上控制腔(7B),阀芯凸肩(7A)与级联阀芯(5)和级联端盖(8)共同形成阀芯下控制腔(7C)。

3. 根据权利要求2所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的级联阀芯(5)设有与下阀套(4)内圈滑动配合的级联凸肩(5A),级联凸肩(5A)与上阀套(2)和下阀套(4)共同形成级联上控制腔(5B),级联凸肩(5A)与下阀套(4)之间形成级联下控制腔(5C)。

4. 根据权利要求3所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的上阀套(2)上设有与级联上控制腔(5B)相通的级联上控制腔油口(9);

下阀套(4)内壁上自上而下的设有相互间隔开的上环形槽(11)、阀芯上控制腔环形槽(13)、阀芯下控制腔环形槽(15)、下环形槽(17);下阀套(4)上设有与级联下控制腔(5C)相通的级联下控制腔油口(10),下阀套(4)上设有与上环形槽(11)相通的辅油腔(18A),下阀套(4)上设有与阀芯上控制腔环形槽(13)相通的阀芯上控制腔油口(14),下阀套(4)上设有与阀芯下控制腔环形槽(15)相通的阀芯下控制腔油口(16),下阀套(4)上设有与下环形槽(17)相通的主油口(18B)。

5. 根据权利要求4所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的级联阀芯(5)外圆柱面上设有与阵列阀孔(5D)连通的辅助阀口通油路阵列(3A),辅助阀口通油路阵列(3A)与上环形槽(11)的下侧形成辅助阀口(30);插销锥阀阵列(3)前端为锥阀结构,与级联阀芯(5)开设的阶梯阀孔(3B)配合,形成锥阀阀口。

6. 根据权利要求1所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的插销锥阀阵列(3)沿级联阀芯(5)的圆周方向均布2~10个。

7. 根据权利要求1所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的级联阀芯(5)与上阀套(2)之间形成上空腔(21A),级联端盖(8)下端面与下阀套(4)之间形成下空腔(21B),上阀套(2)开设泄油口(2A)连通上空腔(21A)与回油口。

8. 根据权利要求4所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的下阀套(4)上设有与主油口(18B)和辅油腔(18A)相通的通孔,第一螺塞(19)通过螺纹连接于下阀套(4)封闭住第一通孔(12),第二螺塞(20)通过螺纹连接于下阀套(4)封闭住第二通孔(12A),所述的下阀套(4)上在圆周方向均布数个连通主油口(18B)和辅油腔(18A)的通孔,通孔数量为1~8个。

9. 根据权利要求3所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的

阀芯上控制腔(7B)轴向长度 $L_{7B}$ 与阀芯下控制腔(7C)轴向长度 $L_{7C}$ 之和大于级联上控制腔(5B)轴向长度 $L_{5B}$ 与级联下控制腔(5C)轴向长度 $L_{5C}$ 之和,即 $L_{7B} + L_{7C} > L_{5B} + L_{5C}$ 。

10. 根据权利要求7所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于,所述的级联阀芯(5)在级联阀芯端面(5G)上靠近外圆处,开设泄油通孔(22),连通上空腔(21A)和下空腔(21B)。

## 一种多级流量增益的二通比例插装阀

### 技术领域

[0001] 本发明是涉及一种电液比例插装阀,尤其涉及一种可实现大流量和小流量快速切换的变增益二通比例插装阀。

### 背景技术

[0002] 电液比例系统广泛应用于冶金、船舶、工程机械和军事重工等诸多领域,其核心元件是电液比例阀。伴随大型装备对运行速度、控制精度的要求日益提高,电液比例阀正朝着大流量、高频响和高精度方向发展,其中电液比例插装阀是该领域重点发展方向之一。比例插装阀具有流通能力强且可靠性高等优点,尤其适用于系统速度快、响应频率高和通油流量大的大型装备中(如大型复合材料压机、锻造操作机、注塑机、矿用自卸车和军用重载运输车等),成为了上述装备液压控制系统的核心元件。

[0003] 对于一些高端液压成型装备,其工作过程常具有多工况动作特性,且工况间所需流量变化大。例如在复合材料压机中,惯性压制、回程等工况需大流量,而处于低压精确压制工况时,则需小流量控制,这对电液比例插装阀的流量适应性提出了更高的要求。然而,常规的电液比例插装阀仅具有大流量控制功能,在小流量工况时无法实现精确控制,严重影响了控制精度。

[0004] 为了同时满足大流量和小流量工况的要求,当前的设计方式主要有两种:变面积梯度的阀芯阀套和多阀并联控制。(1)在变面积梯度阀芯阀套方面:通过增加大流量插装阀芯端部长度,使延长部分与阀套形成环形液阻,实现大流量阀芯开启初始时的小流量控制(如参考专利 201110147647.3);或改变阀芯前段形状为曲面锥形、或开半圆型槽口形状,实现开启时为小流量,后段实现大流量(如参考专利 EP03011802、200820157464.3);或阀芯通过二级阀芯耦合,小流量阀芯安装在大流量阀芯上,前段实现小流量阀芯工作,后段通过小流阀芯驱动大流量开启实现变流量增益(如参考专利 201310025922.3)。(2)在多阀并联控制方面:通过两个或者多个阀协同控制同一被控对象,即采用并联阀芯结构且各主阀芯独立可控,实现流量的多级可调,同时,在保证大流量的基础上,仍可满足高频响的要求。(如参考专利 201310362016.2、201110127418.5、200810061616.4)。现有专利设计有助于满足大流量和小流量工况的复合应用要求,但仍存在以下一些不足,主要表现为:

[0005] 1) 大、小流量工况切换点固定,行走装备及高速压制等装备负载变化剧烈的工况无法有效适应。在大流量阀的设计中,多数阀为适应小流量工况需要,在阀芯端部开有 V 型、半圆形或梯形等结构型式的阀槽,可实现阀芯开启初期过程的小流量控制,穿越该段区域后再进入大流量工况。此类结构的阀在控制时,必须先通过小流量工况再进入大流量工况,且小流量与大流量的转换点由机械结构固定。当多数压机控制工况需要直接大流量控制时,此类阀必须先经过小流量工况才能进入大流量工况,开启时间过长,启动快速性差;此外,多数行走装备或高速执行器需及时响应负载状况,在任意位置实现大、小流量的切换以符合负载的高低速变化要求,此类阀也由于机械结构的限制无法实现任意位置的流量切换,造成其负载适应性不足。

[0006] 2) 流量增益级数少,在高速运行工况下的控制精度差。当前大流量比例插装阀的设计多采用二级变增益结构,即阀具有两级流量增益。为同时满足各类装备对大、小流量的性能要求,如高速运行工况的精确控制,起始阶段需要大流量高速运行,终端位置需要小流量精确控制。在控制时,由于该类阀的两组面积梯度往往相差较大、跳变剧烈,在执行器高速运动过程中难以保证其终端位置的控制精度,使其在高速高精度控制中严重受限。

[0007] 3) 在大范围流量压力调节中不可避免的产生瞬时强冲击,显著降低大型高端装备的控制性能。针对大型液压装备而言,一般都具有运行速度快、精度高等特点,且在不同工况下对系统流量的要求差异大,流量变化范围宽。传统的大流量比例插装阀,其流量增益级数有限,无法适应大范围流量变化的要求,进而导致流量或压力调节过程中的瞬态冲击,显著降低了控制系统的稳定性与精度。

## 发明内容

[0008] 本发明目的是提供一种多级流量增益的二通比例插装阀,通过级联式阀芯阀套结构,在任意位置实现比例插装阀的大流量增益和小流量增益切换;同时,在级联阀芯中设置阵列式插销锥阀,通过控制各插销锥阀的启闭,实现多级流量增益的切换。

[0009] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0010] 一种多级流量增益的二通比例插装阀,其特征在于自上而下包括位移传感器、上阀套、插销锥阀阵列和级联阀芯、下阀套、弹簧、阀芯、级联端盖。

[0011] 位移传感器固定连接于上阀套端面上,上阀套与下阀套固定连接,级联阀芯安装在下阀套内,位移传感器的测试杆固定连接于级联阀芯,级联阀芯在上端面开有阵列阀孔,插销锥阀阵列安装在阵列阀孔内,阀芯安装在级联阀芯内,弹簧置于级联阀芯和阀芯之间,级联端盖套于阀芯外侧并固定连接于级联阀芯下端面上,阀芯中心设置通孔。

[0012] 阀芯设有与级联阀芯内圈滑动配合的阀芯凸肩,阀芯凸肩与级联阀芯之间形成阀芯上控制腔,阀芯凸肩与级联阀芯和级联端盖共同形成阀芯下控制腔。

[0013] 级联阀芯设有与下阀套内圈滑动配合的级联凸肩,级联凸肩与上阀套和下阀套共同形成级联上控制腔,级联凸肩与下阀套之间形成级联下控制腔。

[0014] 上阀套上设有与级联上控制腔相通的级联上控制腔油口。

[0015] 下阀套内壁上自上而下的设有相互间隔开的上环形槽、阀芯上控制腔环形槽、阀芯下控制腔环形槽、下环形槽;下阀套上设有与级联下控制腔相通的级联下控制腔油口,下阀套上设有与上环形槽相通的辅油腔,下阀套上设有与阀芯上控制腔环形槽相通的阀芯上控制腔油口,下阀套上设有与阀芯下控制腔环形槽相通的阀芯下控制腔油口,下阀套上设有与下环形槽相通的主油口。

[0016] 级联阀芯外圆柱面上设有与阵列阀孔连通的辅助阀口通油路阵列,辅助阀口通油路阵列与上环形槽的下侧形成辅助阀口;插销锥阀阵列前端为锥阀结构,与级联阀芯开设的阶梯阀孔配合,形成锥阀阀口。

[0017] 插销锥阀阵列沿级联阀芯的圆周方向均布 2~10 个。

[0018] 级联阀芯与上阀套之间形成上空腔,级联端盖下端面与下阀套之间形成下空腔,上阀套开设泄油口连通上空腔与回油口。

[0019] 下阀套上设有与主油口和辅油腔相通的通孔,第一螺塞通过螺纹连接于下阀套封

闭住通孔,第二螺塞通过螺纹连接于下阀套封闭住通孔。

[0020] 阀芯上控制腔轴向长度  $L_{7B}$  与阀芯下控制腔轴向长度  $L_{7C}$  之和大于级联上控制腔轴向长度  $L_{5B}$  与级联下控制腔轴向长度  $L_{5C}$  之和,即  $L_{7B} + L_{7C} > L_{5B} + L_{5C}$ 。

[0021] 级联阀芯在级联阀芯端面上靠近外圆处,开设泄油通孔,连通上空腔和下空腔。

[0022] 下阀套上在圆周方向均布数个连通主油口和辅油腔的通孔,通孔数量为 1~8 个。

[0023] 本发明具备的有益效果是:

[0024] 1) 通过级联式阀芯阀套结构,比例插装阀可在任意位置切换大流量增益和小流量增益,显著提高阀件的流量适应性。阀芯和阀套采用级联式结构,设置了二通大流量阀口和小流量阀口,通过主阀芯两侧控制腔高压油的通断来选择大流量阀口是否参与工作,进而选择处于大流量工况或是小流量工况。同时,阀芯位移传感器始终连接控制阀芯,保证大、小流量工况下均可实现阀芯位移反馈,提高控制精度。通过上述结构,即可随时对流量工况进行选择,实现大流量比例阀在任意位置切换,增强变流量增益比例阀的灵活性,显著提高比例插装阀的流量适应性。

[0025] 2) 在级联阀芯中设置阵列式插销锥阀,实现多级流量增益切换,大幅提高二通插装阀的精确控制性能。在小流量工况下,级联阀芯中设置了多个插销锥阀,通过不同数量锥阀的启闭,组合成不同的流量增益。合理设置大流量工况及多级小流量工况的流量增益间隔,在液压系统控制中,实现阀多级流量增益的任意切换,使二通插装阀具有近似无级变流量增益的特性,显著提高阀件的精确控制性能,特别是既要保证高响应又要保证高精度控制的场合。

[0026] 3) 级联式阀芯阀套结构和阵列式插销锥阀结构的组合使用,为大流量比例插装阀实现无级变增益控制提供了一种新方案。这两种结构的组合使用,使得流量增益显著增多且增益间隔小,则针对各装备的高精确控制,可根据被控对象的负载、流量等工况主动选择流量增益,提高二通插装阀的流量匹配性。同时,较小的流量增益间隔避免了流量增益的大范围变化,有效缓解压力瞬时冲击,提高了控制的稳定性,为大流量比例插装阀的无级变增益提供了一种新方案,并为大流量工况下的高精度控制探索出一条有效途径。

## 附图说明

[0027] 图 1 是本发明的结构简化示意图

[0028] 图 2 是本发明的内部结构示意图

[0029] 图 3 是表征级联式阀芯阀套与传统结构对比示意图

[0030] 图 4 是本发明的工作原理图

[0031] 图 5 是表征一种多级流量增益的二通比例插装阀实现小流量工况时的工作状态

[0032] 图 6 是表征一种多级流量增益的二通比例插装阀实现大流量工况时的工作状态

[0033] 图 7 是表征阵列式插销锥阀的结构

[0034] 图 8 是表征阵列式插销锥阀的启闭状态与通流能力关系

[0035] 图 9 是表征阵列式插销锥阀的排列形式

[0036] 图中:1、位移传感器,1A、测试杆,2、上阀套,2A、泄油口,3、插销锥阀阵列,3A、辅助阀口通油路阵列,3B、阶梯阀孔,3C、锥阀阀口阵列,4、下阀套,5、级联阀芯,5A、级联凸肩,

5B、级联上控制腔,5C、级联下控制腔,5D、阵列阀孔,5G、级联阀芯端面,6、弹簧,6A、弹簧腔,7、阀芯,7A、阀芯凸肩,7B、阀芯上控制腔,7C、阀芯下控制腔,8、级联端盖,9、级联上控制腔油口,10、级联下控制腔油口,11、上环形槽,12、通孔,12A、通孔,13、阀芯上控制腔环形槽,14、阀芯上控制腔油口,15、阀芯下控制腔环形槽,16、阀芯下控制腔油口,17、下环形槽,18A、辅油腔,18B、主油口,19、第一螺塞,20、第二螺塞,21A、上空腔,21B、下空腔,22、泄油通孔,23、上油道,24、下油道,25、阀芯密封圈,26、比例控制阀,27、上控制阀,28、下控制阀,29、主阀口,30、辅助阀口,V4、下阀套,V5、级联阀芯,V6、弹簧,V7、阀芯,V7A、阀芯凸肩,V7B、阀芯空腔,V8、阀芯端盖,V13、级联阀芯腔,V16、通孔,V23、通孔。

### 具体实施方式

[0037] 下面结合附图和实施例,说明本发明的具体实施方式。

[0038] 图2示意性地表示了本发明实施方案的内部结构。

[0039] 一种多级流量增益的二通比例插装阀,自上而下包括位移传感器1、上阀套2、插销锥阀阵列3和级联阀芯5、下阀套4、弹簧6、阀芯7、级联端盖8。

[0040] 位移传感器1固定连接于上阀套2端面上,上阀套2与下阀套4固定连接,级联阀芯5安装在下阀套4内,位移传感器1的测试杆1A固定连接于级联阀芯5,级联阀芯5在上端面开有阵列阀孔5D,插销锥阀阵列3安装在阵列阀孔5D内,阀芯7安装在级联阀芯5内,弹簧6置于级联阀芯5和阀芯7之间,级联端盖8套于阀芯7外侧并固定连接于级联阀芯5下端面上,阀芯7中心设置通孔。

[0041] 阀芯7设有与级联阀芯5内圈滑动配合的阀芯凸肩7A,阀芯凸肩7A与级联阀芯5之间形成阀芯上控制腔7B,阀芯凸肩7A与级联阀芯5和级联端盖8共同形成阀芯下控制腔7C。

[0042] 级联阀芯5设有与下阀套4内圈滑动配合的级联凸肩5A,级联凸肩5A与上阀套2和下阀套4共同形成级联上控制腔5B,级联凸肩5A与下阀套4之间形成级联下控制腔5C。

[0043] 上阀套2上设有与级联上控制腔5B相通的级联上控制腔油口9。

[0044] 下阀套4内壁上自上而下的设有相互间隔开的上环形槽11、阀芯上控制腔环形槽13、阀芯下控制腔环形槽15、下环形槽17;下阀套4上设有与级联下控制腔5C相通的级联下控制腔油口10,下阀套4上设有与上环形槽11相通的辅油腔18A,下阀套4上设有与阀芯上控制腔环形槽13相通的阀芯上控制腔油口14,下阀套4上设有与阀芯下控制腔环形槽15相通的阀芯下控制腔油口16,下阀套4上设有与下环形槽17相通的主油口18B。

[0045] 级联阀芯5外圆柱面上设有与阵列阀孔5D连通的辅助阀口通油路阵列3A,辅助阀口通油路阵列3A与上环形槽11的下侧形成辅助阀口30;插销锥阀阵列3前端为锥阀结构,与级联阀芯5开设的阶梯阀孔3B配合,形成锥阀阀口。插销锥阀阵列3的各锥阀的启闭,可通过机械方式如螺纹连接预先固定插销锥阀或外力驱动如采用手动驱动、电磁铁驱动或电液驱动等方式按需控制。

[0046] 插销锥阀阵列3沿级联阀芯5的圆周方向均布2~10个。

[0047] 级联阀芯5与上阀套2之间形成上空腔21A,级联端盖8下端面与下阀套4之间形成下空腔21B,上阀套2开设泄油口2A连通上空腔21A与回油口。

[0048] 下阀套4上设有与主油口18B和辅油腔18A相通的通孔12,第一螺塞19通过螺纹

连接于下阀套 4 封闭住通孔 12, 第二螺塞 20 通过螺纹连接于下阀套 4 封闭住通孔 12A。

[0049] 阀芯上控制腔 7B 轴向长度  $L_{7B}$  与阀芯下控制腔 7C 轴向长度  $L_{7C}$  之和大于级联上控制腔 5B 轴向长度  $L_{5B}$  与级联下控制腔 5C 轴向长度  $L_{5C}$  之和, 即  $L_{7B} + L_{7C} > L_{5B} + L_{5C}$ 。

[0050] 级联阀芯 5 在级联阀芯端面 5G 上靠近外圆处, 开设泄油通孔 22, 连通上空腔 21A 和下空腔 21B。

[0051] 下阀套 4 上在圆周方向均布数个连通主油口 18B 和辅油腔 18A 的通孔, 通孔数量为 1~8 个。

[0052] 图 3 是表征级联式阀芯阀套与传统结构对比示意图。

[0053] 图 3A 表示传统装置结构示意图, 传统装置类似的也包括阀芯 V7、级联阀芯 V5、下阀套 V4; 阀芯 V7 设有与级联阀芯 V5 内圈滑动配合的阀芯凸肩 V7A, 阀芯凸肩 V7A 与级联阀芯 V5 形成阀芯空腔 V7B, 下阀套 V4 内壁上沿圆周方向开有环形槽并与级联阀芯 V5 形成级联阀芯腔 V13; 级联阀芯 V5 设有通孔 V23 连通阀芯腔 V7B 和级联阀芯腔 V13, 下阀套 V4 设有通孔 V16 连通级联阀芯腔 V13 和回油口 T。

[0054] 图 3B 表示可任意位置切换的级联式阀芯阀套结构示意图, 包括阀芯 7、级联阀芯 5、下阀套 4、阀芯密封圈 25; 阀芯 7 设有与级联阀芯 5 内圈滑动配合的阀芯凸肩 7A, 阀芯凸肩 7A 与级联阀芯 5 形成阀芯上控制腔 7B, 阀芯凸肩 7A 与级联阀芯 5 和级联端盖 8 共同形成阀芯下控制腔 7C, 阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 通过阀芯密封圈 25 密封隔开; 下阀套 4 内壁上沿圆周方向开有阀芯上控制腔环形槽 13, 级联阀芯 5 上分别设置上油道 23 和下油道 24, 上油道 23 连通阀芯上控制腔 7B 和阀芯上控制腔环形槽 13, 下油道 24 连通阀芯下控制腔 7C 和阀芯下控制腔环形槽 15; 下阀套 4 设置阀芯下控制腔油口 16 连通阀芯下控制腔环形槽 15。

[0055] 图 3 所示的级联式阀芯阀套与传统方式结构的工作原理如下:

[0056] 针对传统方式结构(如图 3A 所示)而言, 级联阀芯一般通过先导比例阀控制其轴向移动, 由于阀芯空腔 V7B 经过通孔 V23 和通孔 V16 通回油口 T, 阀芯空腔 V7B 为卸压状态。当级联阀芯 V5 向上移动时, 在阀芯端盖 V8 未接触阀芯 V7 之前, 仅级联阀芯 V5 独自向上移动, 不会带动阀芯 V7 移动; 直到级联阀芯 V5 进一步向上移动接触到阀芯 V7 后, 才带动阀芯 V7 一起运动。因此, 该结构在对级联阀芯 V5 通过先导比例控制实现轴向移动基础上, 必须先移动一段距离, 直到级联阀芯 V5 接触到阀芯凸肩 V7A 后才能带动阀芯 V5 移动, 无法在任意位置实现阀芯 V7 的轴向移动。

[0057] 针对级联式阀芯阀套结构(如图 3B 所示)而言, 由于阀芯凸肩 7A 与级联阀芯 5 形成了阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 且通过阀芯密封圈 25 密封隔开。当阀芯上控制腔油口 14 和阀芯下控制腔油口 16 同时封闭时, 阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 均变为封闭容腔, 由于油液的弹性模量很高, 压缩性很小, 且阀芯 7、级联阀芯 5 和下阀套 4 配合部分均设置密封圈, 实现阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 均无泄漏, 此时级联阀芯 5 轴向移动时, 通过阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 中的压缩油液直接带动阀芯 7 轴向运动。当阀芯上控制腔油口 14 和阀芯下控制腔油口 16 同时打开通回油时, 阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 均通回油, 此时阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 不是封闭容腔, 级联阀芯 5 仅能自身实现轴向移动, 不能直接带动阀芯 7 轴向运动, 仅当级联阀芯 5 向上运动



接触到阀芯凸肩 7A 后才能带动阀芯 5 向上运动,此时与传统结构方式类似。

[0058] 级联式阀芯阀套结构(如图 3B 所示)相对于传统结构(如图 3A 所示)而言,可通过阀芯上控制腔油口 14 和阀芯下控制腔油口 16 的高低压状态切换,来随时控制级联阀芯 5 是否直接带动阀芯 7 运动,实现该级联式阀芯阀套结构可在任意位置进行切换,即级联阀芯 5 独自运动或是带动阀芯 7 一起运动。

[0059] 图 4 是本发明的工作原理图。

[0060] 本发明所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀,可在任意位置切换,实现阀的变流量增益功能。

[0061] 工作原理:通过调节具有大流量增益的主阀口 29 和具有小流量增益的辅助阀口 30,实现阀的变流量增益功能;同时,可在任意位置设置主阀口 29 或辅助阀口 30 是否参与工作,进一步可实现在任意位置切换流量增益。

[0062] 比例控制阀 26 通过对级联上控制腔 5B 和级联下控制腔 5C 的进油与出油的控制,进而实现级联阀芯 5 的轴向移动;位移传感器 1 的测试杆 1A 与级联阀芯 5 固连,实时监测级联阀芯 5 的位移且作为实际阀芯位置反馈信号,并通过阀芯的位置闭环控制(如采用 PID 控制),实现级联阀芯 5 的位置闭环控制,提高阀芯的控制精度和动态特性。上控制阀 27 和下控制阀 28 分别对阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 进行控制,通过对上控制阀 27 的电磁铁 DT3、下控制阀 28 的电磁铁 DT4 的通断控制,设置阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 处于封闭容腔状态或者通回油状态。

[0063] 一种多级流量增益的二通比例插装阀,具有两类流量增益工作状态,分别为小流量增益工作状态、大流量增益工作状态。各工作状态原理如下:

[0064] 针对小流量增益工作状态:上控制阀 27 的电磁铁 DT3 和下控制阀 28 的电磁铁 DT4 均得电,即阀处于右位,则阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 均通回油,容腔内液压油为自由流通状态。阀芯 7 在预压缩弹簧 6 的作用下使主阀口 29 处于关闭状态;结合位移传感器 1 的测试杆 1A 测得的级联阀芯 5 轴向位移信号,通过对比例控制阀 26 的电磁铁 DT1 和 DT2 的比例控制,实现对级联阀芯 5 的位置闭环控制,即可控制辅助阀口 30 的开口量,进而实现小流量控制。此时,由于阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 均通回油,级联阀芯 5 的轴向移动不会带动阀芯 7 的移动,阀芯 7 仍处于关闭状态。

[0065] 针对大流量增益工作状态:上控制阀 27 的电磁铁 DT3 和下控制阀 28 的电磁铁 DT4 均失电,即阀处于左位,则阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 均通高压油,且高压油分别经过上控制阀 27 和下控制阀 28 左位的单向阀,进入阀芯上控制腔油口 14 和阀芯下控制腔油口 16,上控制阀 27 和下控制阀 28 的单向阀可保证该两油口无串油现象。由于阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 为封闭容腔,且油液弹性模量很高,此时级联阀芯 5 轴向移动时,通过阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 中的压缩油液直接带动阀芯 7 轴向运动。结合位移传感器 1 的测试杆 1A 测得的级联阀芯 5 轴向位移信号,而级联阀芯 5 通过压缩油液直接带动阀芯 7 运动,位移传感器 1 也可监测阀芯 7 的位移状态,则通过对比例控制阀 26 的电磁铁 DT1 和 DT2 的比例控制,实现对阀芯 7 的位置闭环控制。此时,同步开启主阀口 29 与辅助阀口 30,由于主阀口 29 的流量增益较大,即进入大流量工作状态。

[0066] 一种多级流量增益二通比例插装阀,与常规二通插装阀区别在于,可在任意位置实现流量增益切换,其原理如下:阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 中的油液状态决定阀

芯 7 是否参与工作, 即当阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 通回油时, 阀芯 7 不参与工作, 仅级联阀芯 5 轴向移动; 当阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 通高压油时, 阀芯 7 参与工作并与级联阀芯 5 一同轴向移动。通过对上控制阀 27 和下控制阀 28 的进行开关控制, 即可实现阀芯上控制腔 7B 和阀芯下控制腔 7C 通高压油或是通回油。

[0067] 为保证级联阀芯 5 轴向移动过程中不会撞击阀芯凸肩 7A, 级联阀芯

[0068] 阀芯位移长度关系说明: 阀芯上控制腔 7B 轴向长度  $L_{7B}$  与阀芯下控制腔 7C 轴向长度  $L_{7C}$  之和大于级联上控制腔 5B 轴向长度  $L_{5B}$  与级联下控制腔 5C 轴向长度  $L_{5C}$  之和, 即  $L_{7B} + L_{7C} > L_{5B} + L_{5C}$ 。

[0069] 图 5 是表征所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀实现小流量工况时的工作状态。

[0070] 为实现小流量工况, 上控制阀 27 的电磁铁 DT3 与下控制阀 28 的电磁铁 DT4 均得电, 阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 均通回油, 此时主阀口 29 关闭, 辅助阀口 30 参与工作。

[0071] 当辅助阀口 30 需要开启或增大时, 比例控制阀 26 的电磁铁 DT2 得电, 高压油液经级联下控制腔油口 10 进入级联下控制腔 5C, 级联上控制腔 5B 油液经过级联上控制腔油口 9 至比例控制阀 26 的 A 口并回油, 此时级联阀芯 5 向上运动, 辅助阀口 30 开启或向增大趋势变化; 当辅助阀口 30 需要关闭或减小时, 比例控制阀 26 的电磁铁 DT1 得电, 高压油液经级联上控制腔油口 9 进入级联上控制腔 5B, 级联下控制腔 5C 油液经过级联下控制腔油口 10 至比例控制阀 26 的 B 口并回油, 此时级联阀芯 5 向下运动, 辅助阀口 30 关闭或向减小趋势变化。

[0072] 小流量工况油液流过程为: 油液通过阀芯 7 中心的通孔到阶梯阀孔 3B, 再经过辅助阀口通油路阵列 3A 到上环形槽 11, 进一步由辅油腔 18A 至通孔 12, 最终将油液引入主油口 18B 接系统。

[0073] 图 6 是表征所述的一种多级流量增益的二通比例插装阀实现大流量工况时的工作状态。

[0074] 为实现大流量工况, 上控制阀 27 的电磁铁 DT3 与下控制阀 28 的电磁铁 DT4 均失电, 阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 均通高压油, 此时主阀口 29 和辅助阀口 30 均参与工作。

[0075] 当主阀口 29 需要开启或增大时, 比例控制阀 26 的电磁铁 DT2 得电, 高压油液经级联下控制腔油口 10 进入级联下控制腔 5C, 级联上控制腔 5B 油液经过级联上控制腔油口 9 至比例控制阀 26 的 A 口并回油, 由于阀芯上控制腔 7B 与阀芯下控制腔 7C 均为封闭高压容腔, 此时级联阀芯 5 带动阀芯 7 一同向上运动, 主阀口 29 和辅助阀口 30 均为开启或向增大趋势变化; 当主阀口 29 需要关闭或减小时, 比例控制阀 26 的电磁铁 DT1 得电, 高压油液经级联上控制腔油口 9 进入级联上控制腔 5B, 级联下控制腔 5C 油液经过级联下控制腔油口 10 至比例控制阀 26 的 B 口并回油, 由于此时级联阀芯 5 带动阀芯 7 一同向下运动, 主阀口 29 和辅助阀口 30 均为关闭或向减小趋势变化。

[0076] 大流量工况油液流过程分主油路和辅助油路两部分: 针对主油路, 大部分油液经过主阀口 29 直接进入主油口 18B 到系统; 针对辅助油路, 油液通过阀芯 7 中心的通孔到

阶梯阀孔 3B,再经过辅助阀口通油路阵列 3A 到上环形槽 11,进一步由辅油腔 18A 至通孔 12,最终将油液引入主油口 18B 接系统。

[0077] 图 7 是表征阵列式插销锥阀结构示意图。

[0078] 插销锥阀阵列 3 安装于沿级联阀芯 5 的圆周方向均匀设置的阵列阀孔 5D,级联阀芯 5 设有阶梯阀孔 3B,插销锥阀阵列 3 与阶梯阀孔阵列 3B 形成开关式锥阀阀口阵列 3C;级联阀芯 5 沿径向方向,在辅助阀口阵列 30 处,均匀布置辅助阀口通油路阵列 3A;通过锥阀阀口阵列 3C 的通断实现辅助阀口通油路阵列 3A 与弹簧腔 6A 的接通与断开。插销锥阀阵列 3 中的各锥阀,可通过机械方式如螺纹连接预先固定插销锥阀或外力驱动如采用手动驱动、电磁铁驱动或电液驱动等方式按需控制各锥阀的通断状态。

[0079] 级联阀芯 5 在级联阀芯端面 5G 上靠近外圆处,开设泄油通孔 22,连通上空腔 21A 和下空腔 21B,通过泄油口 2A 泄油,使下空腔 21B 不致成为封闭容腔,影响级联阀芯 5 的正常动作。

[0080] 图 8 是表征阵列式插销锥阀启闭状态与通流能力关系示意图。

[0081] 级联阀芯 5 中插销锥阀阵列 3 以 4 个锥阀为例,通过 4 个锥阀各自通断状态的选择,实现不同的流量增益。如图 8 (8A) 所示,将阵列式锥阀阀芯 3 与级联阀芯 5 配合关系沿级联阀芯 5 的圆周方向展平显示,图 8 (8B) 表示锥阀开启数与通流能力关系,图中四种状态分别表示插销锥阀阵列 3 锥阀开启个数为 1 个、2 个、3 个和 4 个时相应的通流能力,即:阶段 1 开启阀芯锥阀个数为 1,流量增益小;阶段 2 开启阀芯锥阀个数为 2,阀的过流面积相对阶段 1 较大,则通流能力比阶段 1 大;阶段 3 与阶段 4 同理。

[0082] 图 9 是表征阵列式插销锥阀的排列形式示意图。

[0083] 为了进一步增强变流量增益二通比例插装阀的流量增益可调范围,可增加在级联阀芯 5 内插销锥阀阵列 3 的锥阀数(如图 9 (9A) 中阵列式插销锥阀个数为 4 个、图 9 (9B) 中阵列式插销锥阀个数为 8 个),即可进一步增加流量增益的级数并减小流量增益间隔。推而广之,阵列式插销锥阀个数 N 与流量增益级数 M 关系可表示为:  $M=N+1$ ,有效实现多级变增益的扩展,进一步增强本发明的工程适应性,为便于工程应用,插销锥阀阵列沿级联阀芯 5 的圆周方向均为 2~10 个。

[0084] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰,皆应属本发明的涵盖范围。

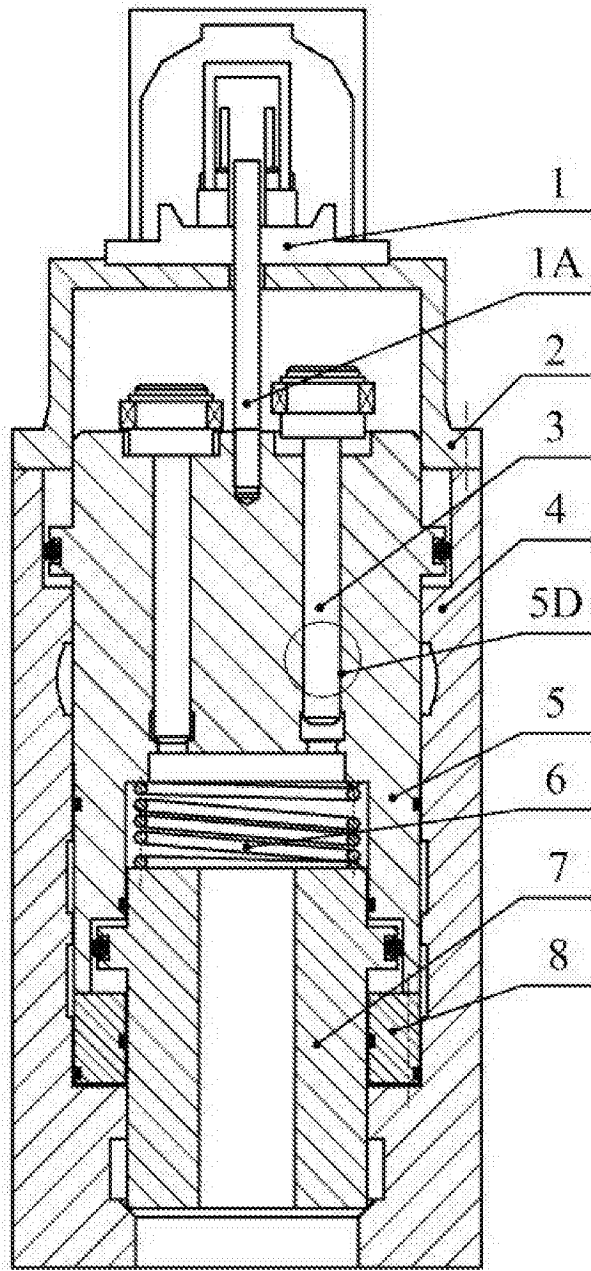


图 1

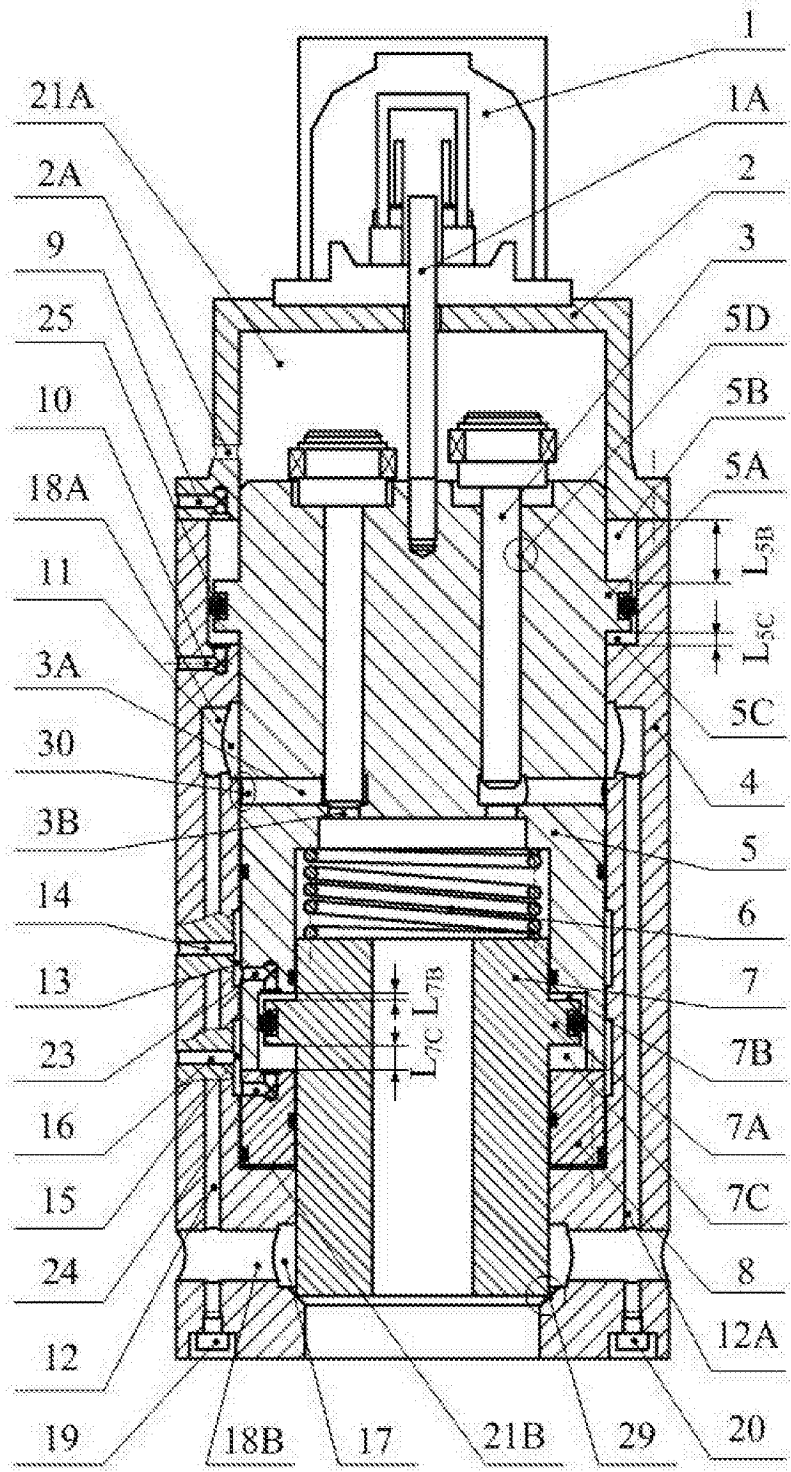


图 2

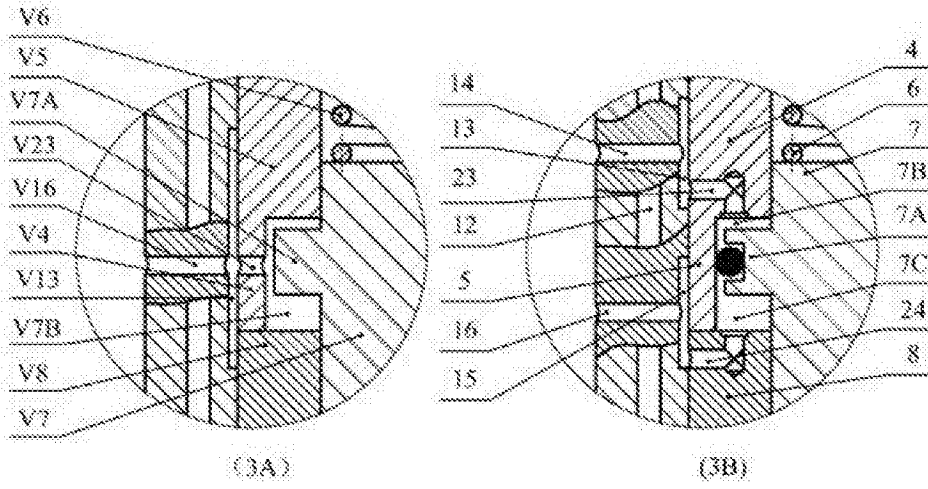


图 3

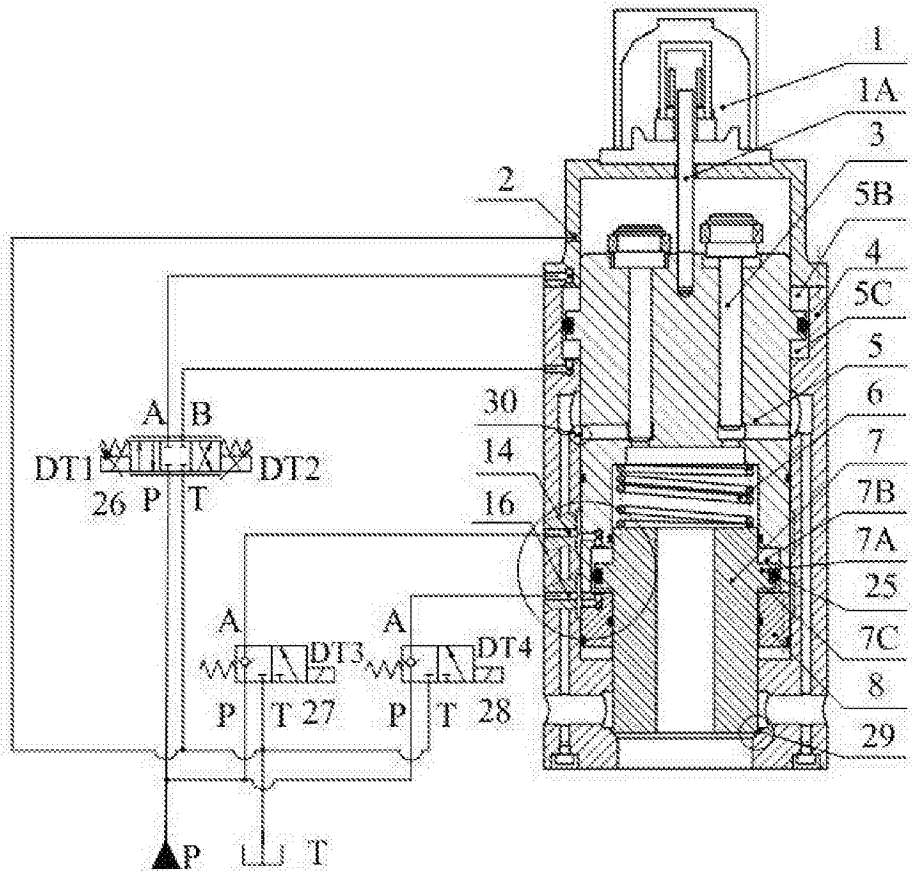


图 4

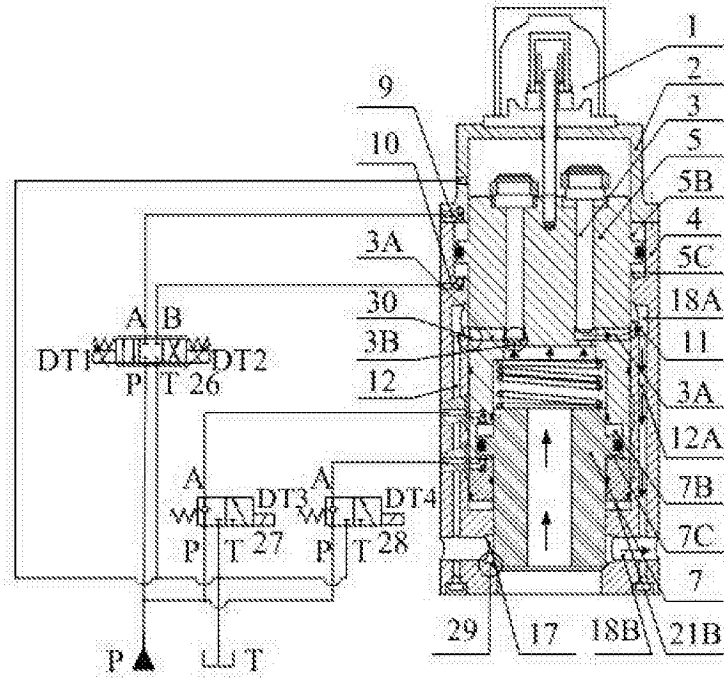


图 5

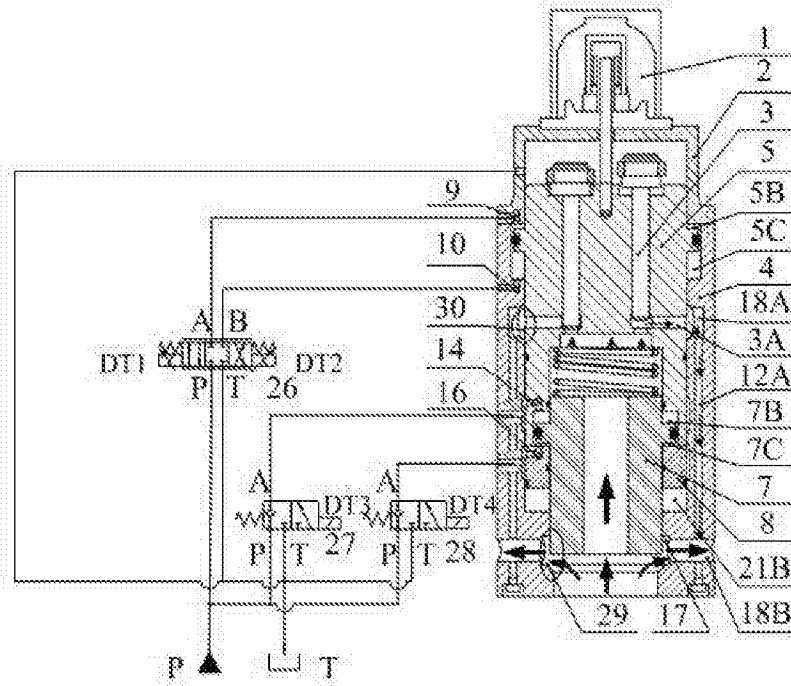


图 6

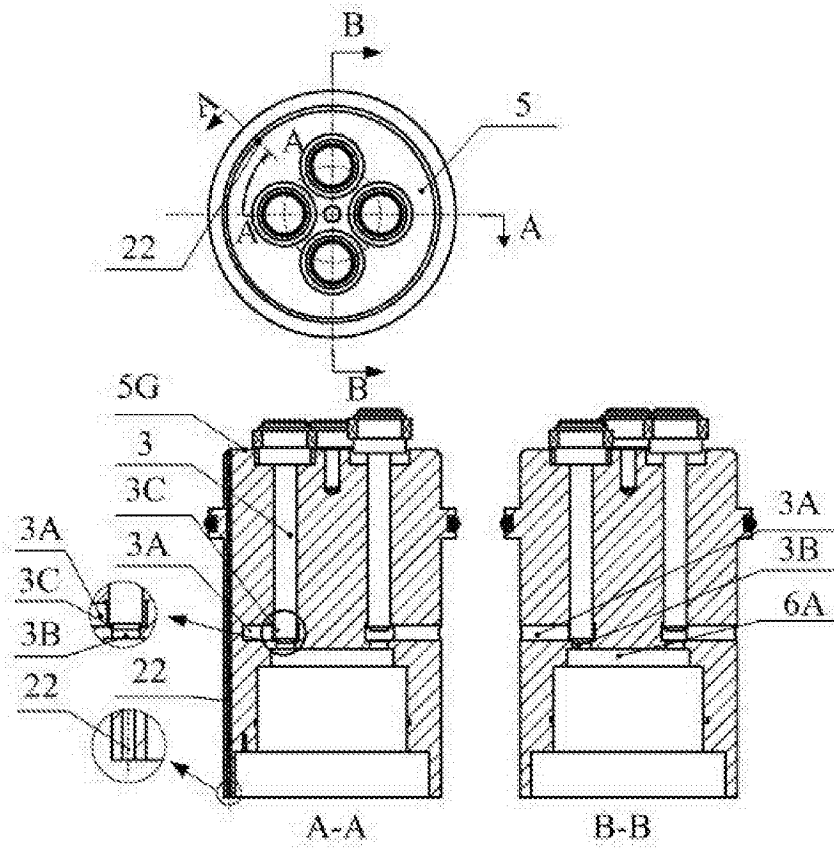


图 7

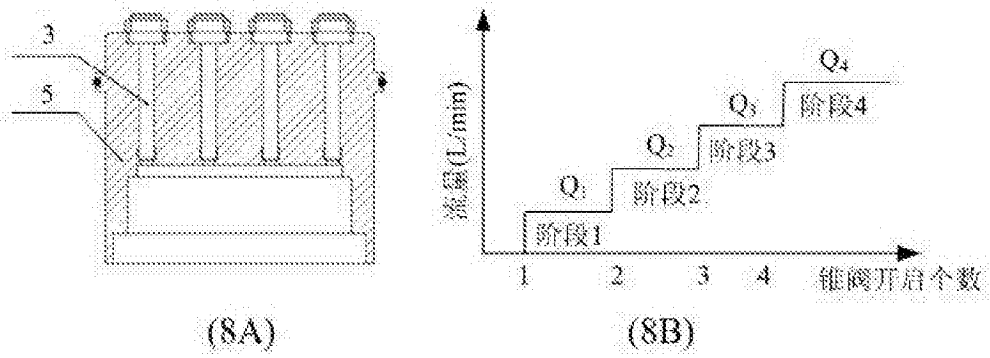


图 8



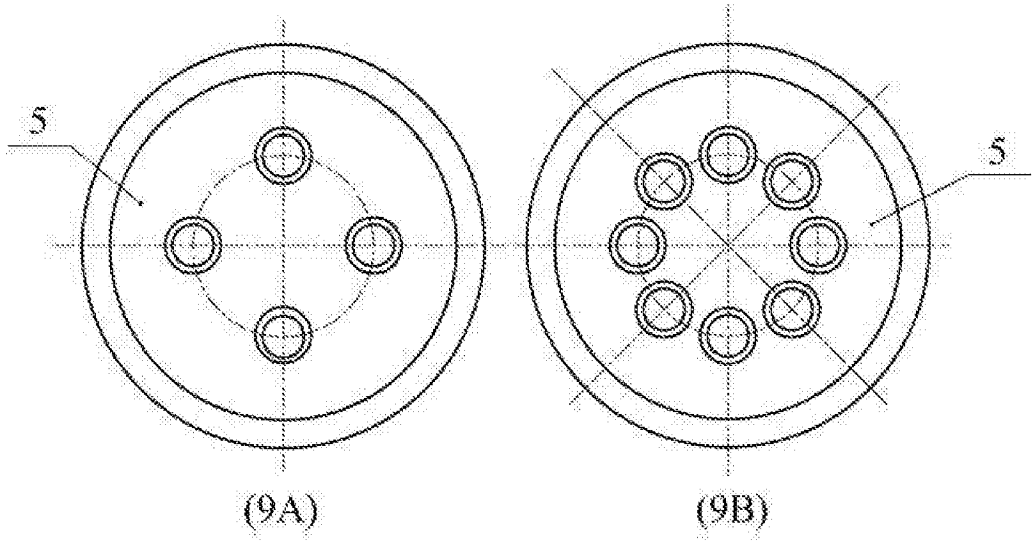


图 9