



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103486105 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201310479077. 7

CN 201874914 U, 2011. 06. 22,

(22) 申请日 2013. 10. 14

CN 201396329 Y, 2010. 02. 03,

(73) 专利权人 徐州重型机械有限公司

EP 2325499 A1, 2011. 05. 25,

地址 221004 江苏省徐州市铜山路 165 号

EP 2372167 A1, 2011. 10. 05,

(72) 发明人 张鑫 邓永建 张玉凤 时强

审查员 沈金峰

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 颜镝

(51) Int. Cl.

F15B 13/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203532384 U, 2014. 04. 09,

CN 102502408 A, 2012. 06. 20,

CN 1350125 A, 2002. 05. 22,

CN 102536943 A, 2012. 07. 04,

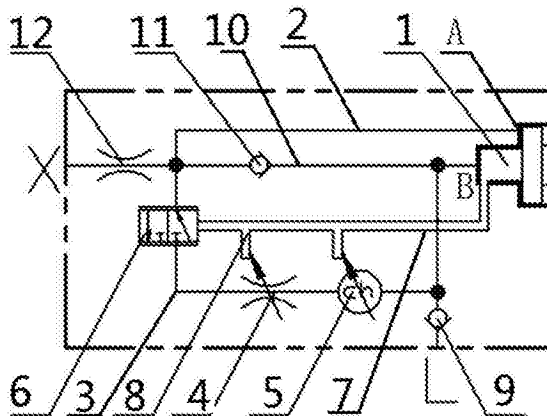
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种先导滑阀的控制装置

(57) 摘要

本发明涉及一种先导滑阀的控制装置,其包括设置在进油口与出油口之间且相并联的一条空载控制油路以及至少一条带载控制油路;空载控制油路通过第一控制油口与第一控制容腔相连通;带载控制油路通过第二控制油口与第二控制容腔相连通;带载控制油路设置有可变阻尼和可变容腔;当进油口的压力增大到推动先导滑阀的主阀阀芯移动预设距离后,从进油口进入的压力油一部分通过空载控制油路进入第一控制容腔,另一部分依次经由可变阻尼、可变容腔进入第二控制容腔,先导滑阀主阀阀芯移动。本发明能够消减滑阀开启过程中先导级压力波动,缓解了主阀阀芯位移在启动过程中的波动频率,优化主阀阀芯的开启过程,具有良好的控制稳定性与精确性。



1. 一种先导滑阀的控制装置，

其特征在于：

先导滑阀包括第一控制油口、第二控制油口以及具有第一控制容腔和第二控制容腔的主阀阀芯；

所述先导滑阀的控制装置具有进油口和出油口，其中：

所述进油口用于连接先导控制油源；

所述先导滑阀的控制装置包括设置在所述进油口与所述出油口之间并且相互并联的一条空载控制油路以及至少一条带载控制油路；

所述空载控制油路通过所述第一控制油口与所述第一控制容腔相连通；

所述带载控制油路通过所述第二控制油口与所述第二控制容腔相连通；

所述带载控制油路上设置有可变阻尼和可变容腔；

所述进油口的压力为零的时候，所述带载控制油路处于关断状态，先导滑阀的主阀阀芯在回位弹簧的作用下处于初始位置，随着所述进油口的压力从零开始升高时，从所述进油口进入的压力油通过所述空载控制油路进入先导滑阀主阀阀芯的第一控制容腔；

当所述进油口的压力增大到能够推动先导滑阀的主阀阀芯移动预设距离后，所述带载控制油路处于导通状态，从所述进油口进入的压力油一部分继续通过所述空载控制油路进入先导滑阀主阀阀芯的第一控制容腔，压力油另一部分依次经由所述可变阻尼、所述可变容腔进入先导滑阀主阀阀芯的第二控制容腔，先导滑阀主阀阀芯移动；其中：先导滑阀的主阀阀芯移动使得所述可变阻尼的阻值大小和所述可变容腔的大小均处于逐渐变化状态。

2. 如权利要求 1 所述的装置，

其特征在于：

还包括先导控制伺服阀；

所述先导控制伺服阀设置在所述先导滑阀的控制装置的进油口与所述可变阻尼之间的所述带载控制油路上；

所述进油口的压力为零的时候，所述先导控制伺服阀处于关断状态；

当所述进油口的压力增大到能够推动先导滑阀的主阀阀芯移动预设距离后，所述先导控制伺服阀处于导通状态。

3. 如权利要求 2 所述的装置，

其特征在于：

所述先导控制伺服阀的阀芯与先导滑阀的主阀阀芯之间固定连接有联动装置；

所述联动装置上具有两个调节端，其中一个所述调节端用于调节所述可变阻尼的阻值大小，另一个所述调节端用于调节所述可变容腔的大小。

4. 如权利要求 3 所述的装置，

其特征在于：

所述先导滑阀的控制装置还具有补油口；

所述补油口与所述可变容腔之间的油路上设置有第一单向阀；

所述第一单向阀的进油口与所述补油口相连接。

5. 如权利要求 4 所述的装置，

其特征在于：

所述先导滑阀的控制装置还包括第三控制油路；  
所述第三控制油路与所述空载控制油路和带载控制油路相并联；  
所述第三控制油路设置有第二单向阀；  
所述第二单向阀的进油口与先导滑阀的第二控制油口相连接。

6. 如权利要求 2 所述的装置，

其特征在于：

所述先导控制伺服阀替代为电比例阀。

## 一种先导滑阀的控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工程机械领域,尤其涉及一种先导滑阀的控制装置。

### 背景技术

[0002] 液压控制阀是液压系统中的控制元件,用来控制液压系统中流体的压力、流量及流动方向,以满足液压缸、液压马达等动力执行元件的不同的动作要求。而先导控制阀则是操纵其它液控阀或元件的控制机构,其控制功率往往较小,通常在先导滑阀开启后,压力油通过先导滑阀的油路后作用在先导滑阀的主阀阀芯上,推动主阀运动。采用滑阀结构设计的先导级(即先导滑阀)具有导向条件好,反应灵敏等优点,但由于先导级建压时间短,容易产生压力波动,易使被控阀芯移动速度突然变化,很可能引起液压执行元件的爬行、突然加速等导致的结构件颤动故障。因此消除这种压力冲击的关键在于如何使先导滑阀的开启变得平稳,动态地改变控制油液在阀芯端部的作用力,避免出现速度突变的现象。

[0003] 图1示出的是现有技术中先导滑阀的控制装置的结构示意图,如图1所示,先导滑阀的控制装置包括第一固定阻尼R1和第二固定阻尼R2,控制油从进油口P0进入,经由第一固定阻尼R1进入受控滑阀1'的控制油口,再进入受控滑阀1'的主阀阀芯内部,推动受控滑阀1'运动,实现换向。在控制压力不变的情况下,通过改变第二固定阻尼R2的阻值,调节受控滑阀1'的主阀阀芯开启时的动态性能。

[0004] 由于现有技术中的控制油路容腔小,当第一固定阻尼R1和第二固定阻尼R2的阻值大小调定后,受控滑阀1'的主阀阀芯的控制油口建压过程依然较快,压力缓冲效果不明显,而滑阀的先导级压力的波动将会引起液压系统的液压冲击,从而会给液压元件造成损害,带来不可预料的液压故障及安全隐患。

[0005] 另外,为了缓解压力冲击,阻尼的设定值往往较小或者采用多级液桥,当油液污染时,易导致控制网络阻塞;而由于液桥液阻较小,在频繁使用的场合发热严重,将影响控制性能及元件寿命。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提出一种先导滑阀的控制装置,其能够消减滑阀开启过程中先导级压力波动,减缓主油路压力冲击,具有良好的控制稳定性与精确性。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了以下技术方案:

[0008] 一种先导滑阀的控制装置,先导滑阀的主阀阀芯包括第一控制油口、第二控制油口以及具有第一控制容腔和第二控制容腔的主阀阀芯;所述先导滑阀的控制装置具有进油口和出油口,其中:所述进油口用于连接先导控制油源;所述先导滑阀的控制装置包括设置在所述进油口与所述出油口之间并且相互并联的一条空载控制油路以及至少一条带载控制油路;所述空载控制油路通过所述第一控制油口与所述第一控制容腔相连通;所述带载控制油路通过所述第二控制油口与所述第二控制容腔相连通;所述带载控制油路上设置有可变阻尼和可变容腔;所述进油口的压力为零的时候,所述带载控制油路处于关断状态,

先导滑阀的主阀阀芯在回位弹簧的作用下处于初始位置,随着所述进油口的压力从零开始升高时,从所述进油口进入的压力油通过所述空载控制油路进入先导滑阀主阀阀芯的第一控制容腔;当所述进油口的压力增大到能够推动先导滑阀的主阀阀芯移动预设距离后,所述带载控制油路处于导通状态,从所述进油口进入的压力油一部分继续通过所述空载控制油路进入先导滑阀主阀阀芯的第一控制容腔,压力油另一部分依次经由所述可变阻尼、所述可变容腔进入先导滑阀主阀阀芯的第二控制容腔;其中:先导滑阀的主阀阀芯移动使得所述可变阻尼的阻值大小和所述可变容腔的大小均处于逐渐变化状态。

[0009] 进一步地,还包括先导控制伺服阀;所述先导控制伺服阀设置在所述先导滑阀的控制装置的进油口与所述可变阻尼之间的所述带载控制油路上;所述进油口的压力为零的时候,所述先导控制伺服阀处于关断状态;当所述进油口的压力增大到能够推动先导滑阀的主阀阀芯移动预设距离后,所述先导控制伺服阀处于导通状态。

[0010] 进一步地,所述先导控制伺服阀的阀芯与先导滑阀的主阀阀芯之间固定连接有联动装置;所述联动装置上具有两个调节端,其中一个所述调节端用于调节所述可变阻尼的阻值大小,另一个所述调节端用于调节所述可变容腔的大小。

[0011] 进一步地,所述先导滑阀的控制装置还具有补油口;所述补油口与所述可变容腔之间的油路上设置有第一单向阀;所述第一单向阀的进油口与所述补油口相连接。

[0012] 进一步地,所述先导滑阀的控制装置还包括第三控制油路;所述第三控制油路与所述空载控制油路和带载控制油路相并联;所述第三控制油路设置有第二单向阀;所述第二单向阀的进油口与先导滑阀的主阀阀芯的第二控制油口相连接。

[0013] 进一步地,所述先导控制伺服阀替代为电比例阀。

[0014] 基于上述技术方案中的任一技术方案,本发明实施例至少可以产生如下技术效果:

[0015] 由于本发明先导滑阀的控制装置具有连接先导控制油源的进油口和连接先导滑阀的控制容腔的出油口,先导滑阀的控制装置包括设置在进油口与出油口之间并且相互并联的空载控制油路和带载控制油路,在带载控制油路上设置有可变阻尼和可变容腔,在进油口的压力为零的时候,带载控制油路处于关断状态,先导滑阀的主阀阀芯在回位弹簧的作用下处于第一端,从进油口进入的压力油通过空载控制油路进入先导滑阀的主阀阀芯的控制油口,此时可变阻尼和可变容腔均处于最小值状态,先导滑阀的主阀阀芯受到的推力相应的最小;随着进油口压力的增大,当进油口的压力增大到能够推动先导滑阀的主阀阀芯移动预设距离后,带载控制油路处于导通状态,从进油口进入的压力油一部分继续通过空载控制油路进入先导滑阀的主阀阀芯的第一控制容腔,压力油另一部分依次经由可变阻尼、可变容腔进入先导滑阀的主阀阀芯的第二控制容腔,先导滑阀的主阀阀芯受到的推力除了包括空载控制油路上的油压作用,还包括带载控制油路上的油压作用,因此先导滑阀的主阀阀芯受到的推力相应地增大,同时,由于先导滑阀的主阀阀芯移动使得可变阻尼的阻值大小和可变容腔的大小均处于变化状态,因此,先导滑阀的主阀阀芯受到的推力愈发增大,也就是说,本发明通过控制可变容腔的大小,并采用多级可变控制容腔,逐级从零建压的方法,使得整个开启过程先导滑阀的主阀阀芯运动速度变化平滑;可变容腔与可变阻尼相结合的调压网络,在保证先导滑阀控制快速性的同时,消减了先导级的压力波动,改善了先导滑阀的主阀阀芯受控开启全过程的动态性能。

## 附图说明

[0016] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0017] 图 1 为现有技术中先导滑阀的控制装置的结构示意图;

[0018] 图 2 为本发明中先导滑阀的控制装置一实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

[0019] 为使本发明实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行更加详细的描述。在附图中,自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0020] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0021] 图 2 示出的是本发明中先导滑阀的控制装置的结构示意图。如图 2 所示,先导滑阀的控制装置具有进油口 X 和出油口,其中:进油口 X 用于连接先导控制油源(图中未示出),出油口用于连接先导滑阀 1 的控制油口,从先导滑阀 1 的控制油口进入的压力油,进入到先导滑阀 1 的主阀阀芯的控制容腔中,该压力油的压力能够推动先导滑阀 1 的主阀阀芯发生移动。

[0022] 先导滑阀的控制装置包括一条空载控制油路 2 和至少一条带载控制油路 3,空载控制油路 2 和带载控制油路 3 均设置在进油口 X 与先导滑阀 1 的控制油口之间,并且相互并联。其中:空载控制油路 2 仅为一根管路,无任何液压元件,因此也就无任何液阻。带载控制油路 3 上设置有可变阻尼 4 和可变容腔 5,可变阻尼 4 与可变容腔 5 串联设置。

[0023] 本实施例中的先导滑阀 1 包括第一控制油口 A、第二控制油口 B 以及具有第一控制容腔和第二控制容腔的主阀阀芯(图中未示出)。其中,第一控制容腔为一环形腔,第一控制油口 A 与主阀阀芯的第一控制容腔相连通,第二控制油口 B 与主阀阀芯的第二控制容腔相连通。

[0024] 本实施例中的先导滑阀的控制装置的空载控制油路 2 与第一控制油口 A 相连通,经由空载控制油路 2 从第一控制油口 A 进入的压力油,可以直接进入先导滑阀 1 主阀阀芯的第一控制容腔。带载控制油路 3 与第二控制油口 B 相连通,经由带载控制油路 3 从第二控制油口 B 进入的压力油,可以直接进入先导滑阀 1 主阀阀芯的第二控制容腔。

[0025] 本实施例中的先导滑阀的控制装置的进油口 X 的压力为零的时候,带载控制油路 3 处于断开状态,先导滑阀 1 的主阀阀芯在回位弹簧的作用下处于初始位置,随着进油口 X

处压力油的输入,压力从零开始升高时,从进油口 X 进入的压力油通过空载控制油路 2,进入先导滑阀 1 的主阀阀芯的第一控制油口 A,从而进入到先导滑阀 1 主阀阀芯的第一控制容腔中,进而推动先导滑阀 1 的主阀阀芯发生移动,即图 2 中的向右移动。此种情形所对应的可变阻尼 4 和可变容腔 5 均处于最小值状态。先导滑阀 1 主阀阀芯的第一控制容腔的受控面积较小,因此可以使先导滑阀 1 具有较强的抗冲击性。

[0026] 随着先导滑阀的控制装置的进油口 X 的压力继续增大,并且增大到能够推动先导滑阀 1 的主阀阀芯移动预设距离后,带载控制油路 3 导通,此时,从进油口 X 进入的压力油一部分继续通过空载控制油路 2 依次进入先导滑阀 1 的第一控制油口 A 和主阀阀芯的第一控制容腔;从进油口 X 进入的压力油另一部分依次经由可变阻尼 4、可变容腔 5、先导滑阀 1 的第二控制油口 B 和主阀阀芯的第二控制容腔。其中:先导滑阀 1 的主阀阀芯移动使得可变阻尼 4 的阻值大小和可变容腔 5 的大小均处于逐渐增大状态。

[0027] 此种情形下,先导滑阀 1 的主阀阀芯所受到的推力除了包括空载控制油路 2 上的油压作用之外,还包括带载控制油路 3 上的油压作用,因此先导滑阀 1 的主阀阀芯受到的推力相应地增大,同时,由于先导滑阀 1 的主阀阀芯的移动使得可变阻尼 4 的阻值大小和可变容腔 5 的大小均处于增大状态,因此,本发明采用可变容腔 5 从零开始建压的方式,无压力冲击,从而可以使先导滑阀 1 的主阀阀芯受到的推力均匀地增加,从而使阀芯运动更加平稳,速度变化也更加平滑。

[0028] 为了控制控制油路的通断,例如控制本实施例中的带载控制油路 3 的通断,本发明还包括先导控制伺服阀 6,先导控制伺服阀 6 设置在先导滑阀的控制装置的进油口 X 与可变阻尼 4 之间的带载控制油路 3 上。本实施例中,先导控制伺服阀 6 采用的是二位二通阀。

[0029] 先导滑阀的控制装置的进油口 X 的压力为零的时候,先导控制伺服阀 6 处于关断状态,即图 2 中的左位状态,此时必然使带载控制油路 3 处于断开状态。此种情形下,随着进油口 X 的压力的升高,压力油只能通过空载控制油路 2 进入到先导滑阀 1 的主阀阀芯第一控制容腔中,该压力油的压力作用到先导滑阀 1 的主阀阀芯第一控制容腔的环形端面上,成为施加到先导滑阀 1 的主阀阀芯的环形端面的推力。

[0030] 当进油口 X 的压力继续增大,直到增大到能够推动先导滑阀 1 的主阀阀芯移动预设距离后,先导控制伺服阀 6 处于导通状态,使得带载控制油路 3 处于导通状态,但是,此时,从进油口 X 进入的压力油的一部分依然通过空载控制油路 2 进入到先导滑阀 1 的主阀阀芯第一控制容腔中,从进油口 X 进入的压力油的另外一部分则可以从该导通的带载控制油路 3 进入到先导滑阀 1 主阀阀芯的第一控制容腔中。

[0031] 但是,该实施例中的带载控制油路 3 由于压力油的压力依然较小,因此,先导滑阀 1 的主阀阀芯的推力是逐渐增大的,因此,本发明能够消减先导滑阀 1 开启过程中的先导级压力波动,从而缓解了阀芯位移在启动过程中的波动频率,优化阀芯的开启过程。

[0032] 上述实施例中,先导控制伺服阀 6 的阀芯与先导滑阀 1 的主阀阀芯之间固定连接有关联装置 7,因此先导控制伺服阀 6 的阀芯与先导滑阀 1 的主阀阀芯具有相同位移关系。联动装置 7 上具有两个调节端 8,其中一个调节端 8 用于调节可变阻尼 4 的阻值大小,另一个调节端 8 用于调节可变容腔 5 的大小。因此,先导滑阀 1 的主阀阀芯的右移将会通过联动装置 7 的右移而带动先导控制伺服阀 6 的阀芯的位移,从而实现先导控制伺服阀 6 的换向,使先导控制伺服阀 6 由初始的关断状态变化成导通状态,从而使得带载控制油路 3 从断

开状态变化为导通状态。本实施例中,联动装置 7 采用的是一根连杆,但不限于此。

[0033] 另外,联动装置 7 上的两个调节端 8,也会随着先导滑阀 1 的主阀阀芯的右移,可变阻尼 4 的阻值和可变容腔 5 的容腔逐渐变化,从而通过带载控制油路 3 的压力油将会随着先导滑阀 1 的主阀阀芯的右移而逐渐变化,因此单位时间内进入先导滑阀 1 的主阀阀芯的第一控制容腔的油量逐渐变化,先导滑阀 1 的主阀阀芯端面的单位承压面积的压力也就逐渐变化。由此可以看出:例如,本发明可以通过优化可变阻尼 4 与先导滑阀 1 的主阀阀芯位移之间的关系,如随着先导滑阀 1 的主阀阀芯位移的增加,可变阻尼 4 从零开始增大或减小,来调节先导滑阀 1 开启性能。也可以通过调节可变容腔 5 与先导滑阀 1 的主阀阀芯位移之间的关系,如随着的主阀阀芯位移的增加,液容值从零开始增大或减小,来调节先导滑阀 1 开启性能。本实施例中,调节端 8 采用的是拨杆。

[0034] 本发明所采用的在先导控制伺服阀 6 的阀芯与先导滑阀 1 的主阀阀芯之间固定连接有关联装置 7,并且联动装置 7 上具有分别用于调节可变阻尼 4 的阻值大小和可变容腔 5 的大小的两个调节端 8,这种结构形式构成一个机械—液压伺服阀反馈控制,使得被控量精度显著提高,输入压力的线性度较好。

[0035] 上述实施例中,先导滑阀的控制装置还具有补油口 L,补油口 L 与可变容腔 5 之间的油路上设置有第一单向阀 9,并且,第一单向阀 9 的进油口与补油口 L 相连接。由于阀芯可能在真空状态无法运动,因此本发明设置补油口 L 的目的在于,为了避免可变容腔 5 中处于真空状态。

[0036] 上述各实施例中,先导滑阀的控制装置还包括第三控制油路 10,第三控制油路 10 与空载控制油路 2 和带载控制油路 3 相并联,第三控制油路 10 设置有第二单向阀 11,第二单向阀 11 的进油口与先导滑阀 1 的主阀阀芯的控制油口相连接。设置了第二单向阀 11 后,先导滑阀 1 主阀阀芯的第一控制容腔中压力油就不会倒流至可变容腔 5 中。

[0037] 上述各实施例中,先导滑阀的控制装置还包括固定阻尼 12,固定阻尼 12 设置在先导滑阀的控制装置的进油口 X 与空载控制油路 2、带载控制油路 3 和第三控制油路 10 的并联入口之间的油路上,主要用于调节进入控制容腔的通油量。

[0038] 上述各实施例中,先导控制伺服阀可以采用电比例阀来替代。

[0039] 本发明通过采用多级可变控制容腔,逐级从零建压的方案、通过机械—液压伺服阀反馈控制以及对控制油路中的可变阻尼和可变容腔及受控端面承压面积进行动态匹配,来实现滑阀平稳地开启。具体工作过程如下:

[0040] 当进油口 X 的先导控制压力为零时,先导滑阀 1 的主阀阀芯在回位弹簧的作用下处于左端,通过拨杆使先导控制伺服阀 6 处于右位,在联动装置的作用下,可变阻尼 4、可变容腔 5 均处于最小值状态。

[0041] 当进油口 X 先导控制压力开始升高时,压力油经过固定阻尼 11 进入先导滑阀 1 主阀阀芯的第一控制容腔,推动先导滑阀 1 的主阀阀芯向右移动,拨杆将带动先导控制伺服阀 6 的阀芯一起向右移动,此时先导滑阀 1 的主阀阀芯仅环形部分受压,先导滑阀 1 的主阀阀芯平稳启动。

[0042] 随着进油口 X 先导控制压力继续升高,先导滑阀 1 的主阀阀芯推动拨杆继续向右移动,并推动先导控制伺服阀 6 变换为其左位机能,压力油一方面继续通过旁路进入先导滑阀 1 的主阀阀芯的第一控制容腔,另一方面通过先导控制伺服阀 6 的左位,然后经过可变



阻尼 4、可变容腔 5 进入先导滑阀 1 的主阀阀芯的第一控制容腔。由于此时先导滑阀 1 的主阀阀芯的移动距离较小,拨杆带动的可变阻尼 4、可变容腔 5 均处于最小值状态,因此可变容腔 5 的压力将从零开始随着先导滑阀 1 的主阀阀芯的右移而增加,直至先导滑阀 1 完全开启。

[0043] 需要说明的是,以上实施例仅以采用了两级建压的方式进行说明,即图 2 中仅给出一条与空载控制油路 2 相互并联的带载控制油路 3,还可采用多级建压的方式控制可变阻尼和可变容腔的大小,即还可以包括三条或更多条与空载控制油路 2 相互并联的带载控制油路 3。与此相应地,可变阻尼 4 与可变容腔 5 可以串联设置在任何一条带载控制油路 3 上。

[0044] 上述各实施例中,可变阻尼 4 和可变容腔 5 是呈逐渐增大进行变化的,实质上,还可以采用相同的方式使可变阻尼 4 和可变容腔 5 呈逐渐减小,从而使先导滑阀 1 逐渐平稳地关闭。

[0045] 综上所述,本发明通过控制可变容腔的大小,并采用多级可变控制容腔,逐级从零建压的方法,使得整个开启过程先导滑阀 1 的主阀阀芯运动速度变化平滑;可变容腔 5 与可变阻尼 4 相结合的调压网络,在保证先导滑阀 1 控制快速性的同时,消减了先导级的压力波动,改善了先导滑阀 1 的主阀阀芯受控开启全过程的动态性能。

[0046] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换;而不脱离本发明技术方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

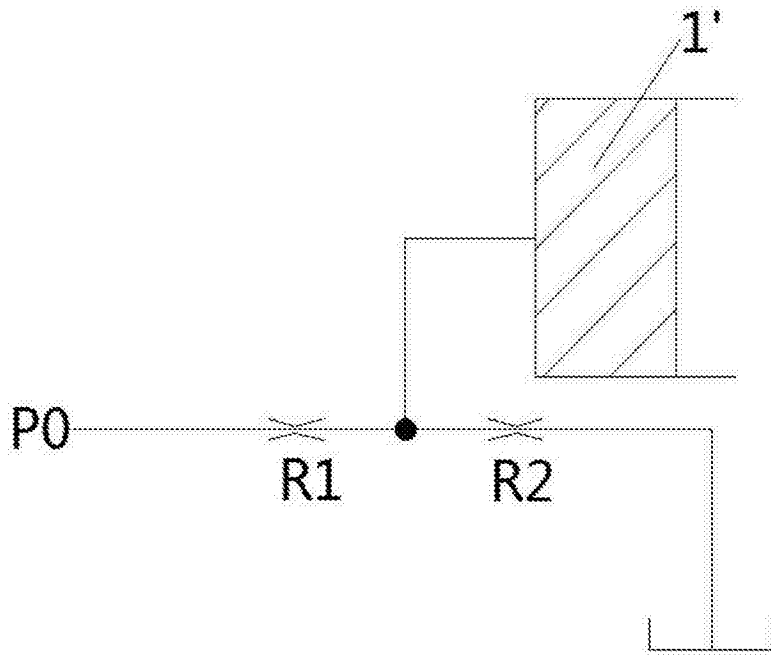


图 1

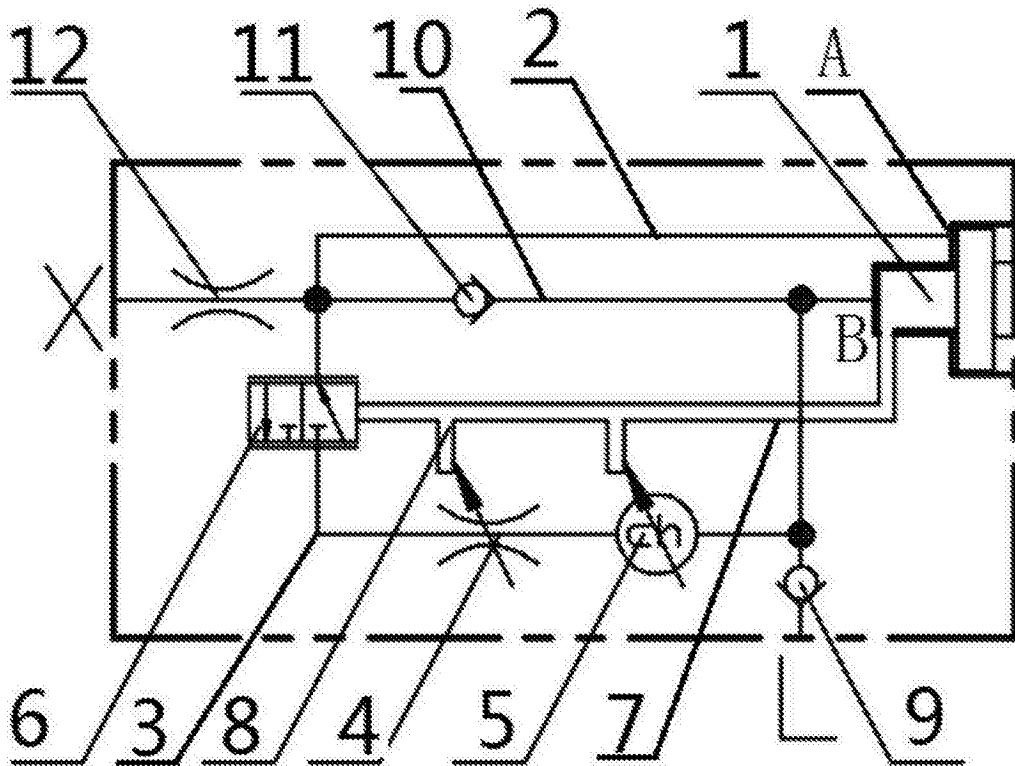


图 2