



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104344017 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201410589335. 1

(22) 申请日 2014. 10. 28

(71) 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 刘银水 韩明兴 李东林 吴德发
赵旭峰 邓亦攀 罗刚 杨曙东

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 曹葆青

(51) Int. Cl.

F16K 11/065(2006. 01)

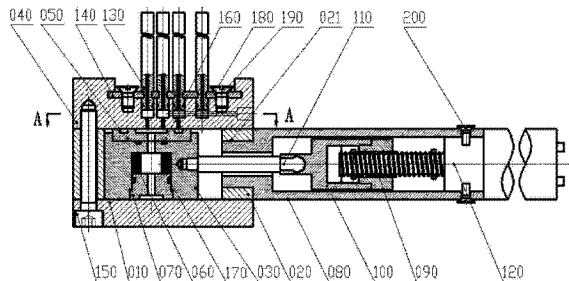
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种平面密封型换向阀

(57) 摘要

一种平面密封型换向阀,属于液压控制阀,用于多通道的流体切换,解决现有换向阀换向操纵力较大,抗污染能力差,加工工艺难度大,成本高等问题。本发明包括下阀座、支撑座、滑块、上阀座、固定阀芯、碟簧、浮动阀芯、套筒、滚珠丝杠组件、连接螺套、推杆、减速电机。本发明为平面密封,采用带有滚珠丝杠组件的小型旋转减速电机直线驱动,带动滑块做直线运动,控制油路的换向。本发明结构简单、接口形式方便、工艺性好,能可靠地实现全寿命周期的密封,保证液压系统的可靠换向,适合于标准化、系列化生产,适用于诸如石油、天然气开采井下等高温高压严酷环境工况,可用于各种液压系统流体控制。



1. 一种平面密封型换向阀,包括下阀座(010)、支撑座(020)、滑块(030)、上阀座(040)、固定阀芯(050)、碟簧(060)、浮动阀芯(070)、套筒(080)、滚珠丝杠组件(090)、连接螺套(100)、推杆(110)、减速电机(120),其特征在于:

所述下阀座(010)上放置有支撑座(020),所述支撑座(020)为矩形框,其一边具有螺纹孔(021),用于连接套筒,滑块(030)放置在支撑座(020)内并能够自由滑动,上阀座(040)覆盖于支撑座(020)和滑块(030)上端面,下阀座(010)、支撑座(020)及上阀座(040)通过螺柱连接固定,将滑块(030)封闭;

所述滑块(030)为矩形立方体,其上端面具有圆形的上凹槽(031),其下端面具有圆形的下凹槽(032),上凹槽(031)和下凹槽(032)的圆心同轴并通过轴向连通孔(033)连通,上凹槽(031)底部具有和轴向连通孔(033)同心的环形槽(034),其内安装有滑块密封圈(160);滑块(030)的侧面具有螺纹盲孔(035),用于和推杆螺纹连接;

所述固定阀芯(050)为圆盘形,嵌于所述上凹槽(031)内,固定阀芯(050)的上端面具有同心的内圆槽(051)和外环槽(052);

所述下凹槽(032)内自上而下装有碟簧(060)和浮动阀芯(070),碟簧(060)和浮动阀芯(070)一起进行动态补偿;浮动阀芯(070)为圆柱形,具有沿其轴线的轴向通孔(071),浮动阀芯(070)外圆周具有环形凹槽(072),其内安装有阀芯密封圈(170),使得浮动阀芯(070)与所述下凹槽(032)配合形成密封;

所述上阀座(040)上具有第一换向油口(04A)、第二换向油口(04B)、进油口(04P)及第一回油口(04T)、第二回油口(04W),第一换向油口(04A)、第二换向油口(04B)、进油口(04P)及第一回油口(04T)与固定阀芯(050)的内圆槽(051)圆心处于同一水平轴线上,第二回油口(04W)位于进油口(04P)垂直上方;进油口(04P)位于内圆槽(051)圆心右侧 $S/2$ 处,第一换向油口(04A)、第二换向油口(04B)对称分布在进油口(04P)右左两侧,与进油口(04P)距离均为 $(r_2+r_3-S)/2$,第一回油口(04T)位于进油口(04P)右侧 $(r_2+r_3+S)/2$

处;第二回油口(04W)在进油口(04P)垂直上方 $\sqrt{(\frac{r_2+r_3}{2})^2 - (\frac{S}{2})^2}$ 处,所述第一回油

口(04T)和第二回油口(04W)通过上阀座内的十字沟通油路(041)连通, S 为滚珠丝杠组件(090)的行程, r_1 为内圆槽(051)的半径, r_2 、 r_3 分别为外环槽(052)的内径和外径,且 $2r_1 > S > (r_2+r_3-2r_1)/2$;

所述套筒(080)为具有内空腔(081)的圆筒,其前端封闭并形成凸台(082),凸台(082)侧面具有外螺纹,以与所述螺纹孔(021)螺纹连接,凸台端面具有轴向连通内空腔(081)的推杆孔(083),所述内空腔(081)中装有滚珠丝杠组件(090)和连接螺套(100);

所述滚珠丝杠组件(090)由丝杠(091)、滚珠螺母(092)、滚珠导套(093)、钢珠(094)、左端限位销(095)、右端限位销(096)构成;所述滚珠螺母(092)为具有轴向通孔的二阶台阶轴,其小端具有外螺纹;丝杠(091)上套有嵌入钢珠(094)的滚珠导套(093),丝杠(091)连同滚珠导套(093)穿过滚珠螺母(092)的轴向通孔并形成间隙配合,所述钢珠(094)与丝杠(091)配合,丝杠(091)上接近左右两端分别安装有左端限位销(095)、右端限位销(096),以对嵌入钢珠(094)的滚珠导套(093)运动加以限制;

所述连接螺套(100)为二阶台阶轴,其小端内加工有球窝(101),连接螺套的大端具有

轴向空腔 (102), 轴向空腔 (102) 口部具有内螺纹, 以与滚珠螺母 (092) 的小端连接;

所述推杆 (110) 由螺杆段 (111)、杆身 (112) 和尾部球头 (113) 连为一体构成; 推杆 (110) 的杆身 (112) 穿过套筒 (080) 的推杆孔 (083), 螺杆段 (111) 和滑块 (030) 侧面的螺纹盲孔 (035) 螺纹连接, 尾部球头 (113) 位于连接螺套 (100) 的球窝 (101) 内;

所述减速电机 (120) 通过螺钉连接于所述套筒 (080) 的内空腔 (081) 端口, 减速电机 (120) 的电机轴与丝杠 (091) 右端通过键销连接, 通过丝杠 (091) 将减速电机 (120) 的旋转运动转换为滑块 (030) 的直线运动;

当滚珠螺母 (092) 运动到极限位置被左端限位销 (095) 或右端限位销 (096) 挡住时, 左端限位销 (095) 或右端限位销 (096) 挡住滚珠导套 (093) 阻止其做直线运动, 减速电机 (120) 继续工作, 由于在螺纹间隙中的钢珠 (094) 无法继续做直线运动, 使得丝杠 (091) 带动滚珠导套 (093) 和滚珠螺母 (092) 做相对打滑运动, 滚珠螺母 (092) 停留在极限位置, 整个滚珠丝杠组件在极限位置原地打滑, 保持行程 S;

在滚珠丝杠组件 (090) 的行程 S 内, 进油口 (04P) 始终在固定阀芯 (050) 的内圆槽里, 第一回油口 (04T) 或第二回油口 (04W) 总有其一位于固定阀芯的外环槽里, 固定阀芯做直线运动时, 实现第一换向油口 (04A)、第二换向油口 (04B) 在固定阀芯的内圆槽和外环槽之间移动, 完成换向功能。

2. 如权利要求 1 所述的平面密封型换向阀, 其特征在于:

所述上阀座 (040) 表面具有平行的前凸条和后凸条, 形成凹字形横截面, 前、后凸条和上阀座表面相交位置分别具有凹入的限位槽;

第一换向油口 (04A)、第二换向油口 (04B)、进油口 (04P) 及第一回油口 (04T) 分别插装有连接管 (130), 连接管 (130) 的管身自下而上依次具有环形密封槽 (131) 和环形定位槽 (132);

卡片 (140) 为矩形片, 其侧边开有位置分别与第一换向油口 (04A)、第二换向油口 (04B)、进油口 (04P) 及第一回油口 (04T) 对应的四个卡口, 当四个连接管 (130) 分别插装入四个油口后, 将卡片 (140) 水平插进上阀座 (040) 表面的限位槽中, 通过卡片 (140) 的四个卡口卡住四根连接管的环形定位槽 (132), 然后通过螺钉将卡片 (140) 固定在上阀座 (040) 上。

一种平面密封型换向阀

技术领域

[0001] 本发明属于液压控制阀,具体涉及一种平面密封型换向阀,可用于诸如电厂、油气开采等高温高压领域的流体控制。

背景技术

[0002] 在液压系统中,液压控制阀被广泛的用于控制液压系统的流体流向,液压控制阀一般由阀芯、阀体、驱动机构等主要零部件组成,根据阀芯密封性形式的差异,常用的液压控制阀可以分为滑阀类和提升阀类两大类:

[0003] (1) 滑阀类:阀芯为圆柱形,阀芯及阀体上开有沉割槽,阀芯与阀体间隙配合密封,通过阀芯在阀体孔内的相对滑动来改变液流通路的通断,以实现对流体的控制;滑阀类换向阀由于具有结构简单,换向切换迅速,阀芯所受的不平衡力较小,换向所需操纵力较小等优点而被广泛的应用于液压传动控制系统中。但是滑阀类换向阀的阀芯与阀体需要保证相对运动的间隙,所以主要靠阀芯与阀体的间隙配合来密封,泄漏往往难以避免。特别是对于诸如水这种低粘度的工作介质,在同样的配合间隙和压差下,介质的泄漏损失会成数十倍的增加。因此,为了减小泄漏量就必须减小阀芯阀体的配合间隙,这必然会给加工工艺提出更高的要求,相对运动时也会造成运动副的卡紧力增大,甚至出现卡死的现象,所需的操纵力也会更大。如德国 Hauhenco 公司生产的滑阀,为得到很小的配合间隙,滑阀阀芯采用陶瓷制作,极大的提高加工难度和加工成本,抗污染能力差容易堵塞,因此应用受到了极大的限制。

[0004] (2) 提升阀类:这类阀包括锥阀、球阀、平板阀,阀芯与阀座为无间隙密封配合,主要利用阀芯相对阀座孔的移动来改变液流通路的开断,以实现对流体的控制。提升阀类换向阀过流能力强,阀芯能完全关死,阀的泄漏小(甚至无泄漏),抗污染能力强,响应速度快,在液压系统中也被广泛的应用。虽然提升阀拥有良好的密封性能,但是阀芯受到的轴向液压力不平衡,同时为了得到稳定的动态性能,弹簧刚度往往较大,特别是对于高压情况下时,就会需要很大的操纵力,而且为了实现对流体多通路的同时控制,往往需要将多个单体的提升阀进行组合。如芬兰 Danfoss 研制的锥阀式三位四通换向阀,由 4 组单向可控锥阀进行组合,分别用 4 组电磁铁对其进行单独控制,这类阀过流能力强,抗气蚀性能好,但受加工精度影响,无法完全克服轴向不平衡压力,所需的操纵力也较大,由于由多个单阀组合而成,不仅体积较大而且成本也较高。

发明内容

[0005] 本发明提供一种平面密封型换向阀,用于多通道的流体切换,解决现有换向阀换向操纵力较大,抗污染能力差,加工工艺难度大,成本高等问题。

[0006] 本发明所提供的一种平面密封型换向阀,包括下阀座、支撑座、滑块、上阀座、固定阀芯、碟簧、浮动阀芯、套筒、滚珠丝杠组件、连接螺套、推杆、减速电机,其特征在于:

[0007] 所述下阀座上放置有支撑座,所述支撑座为矩形框,其一边具有螺纹孔,用于连接

套筒,滑块放置在支撑座内并能够自由滑动,上阀座覆盖于支撑座和滑块上端面,下阀座、支撑座及上阀座通过螺柱连接固定,将滑块封闭;

[0008] 所述滑块为矩形立方体,其上端面具有圆形的上凹槽,其下端面具有圆形的下凹槽,上凹槽和下凹槽的圆心同轴并通过轴向连通孔连通,上凹槽底部具有和轴向连通孔同心的环形槽,其内安装有滑块密封圈;滑块的侧面具有螺纹盲孔,用于和推杆螺纹连接;

[0009] 所述固定阀芯为圆盘形,嵌于所述上凹槽内,固定阀芯的上端面具有同心的内圆槽和外环槽;

[0010] 所述下凹槽内自上而下装有碟簧和浮动阀芯,碟簧和浮动阀芯一起进行动态补偿;浮动阀芯为圆柱形,具有沿其轴线的轴向通孔,浮动阀芯外圆周具有环形凹槽,其内安装有阀芯密封圈,使得浮动阀芯与所述下凹槽配合形成密封;

[0011] 所述上阀座上具有第一换向油口、第二换向油口、进油口及第一回油口、第二回油口,第一换向油口、第二换向油口、进油口及第一回油口与固定阀芯的内圆槽圆心处于同一水平轴线上,第二回油口位于进油口垂直上方;进油口位于内圆槽圆心右侧 $S/2$ 处,第一换向油口、第二换向油口对称分布在进油口右左两侧,与进油口距离均为 $(r_2+r_3-S)/2$,第一回油口位于进油口右侧 $(r_2+r_3+S)/2$ 处;第二回油口在进油口垂直上方

$\sqrt{\left(\frac{r_2+r_3}{2}\right)^2 - \left(\frac{S}{2}\right)^2}$ 处,所述第一回油口和第二回油口通过上阀座内的十字沟通油路连通, S 为滚珠丝杠组件的行程, r_1 为内圆槽的半径, r_2 、 r_3 分别为外环槽的内径和外径,且 $2r_1 > S > (r_2+r_3-2r_1)/2$;

[0012] 所述套筒为具有内空腔的圆筒,其前端封闭并形成凸台,凸台侧面具有外螺纹,以与所述螺纹孔螺纹连接,凸台端面具有轴向连通内空腔的推杆孔,所述内空腔中装有滚珠丝杠组件和连接螺套;

[0013] 所述滚珠丝杠组件由丝杠、滚珠螺母、滚珠导套、钢珠、左端限位销、右端限位销构成;所述滚珠螺母为具有轴向通孔的二阶台阶轴,其小端具有外螺纹;丝杠上套有嵌入钢珠的滚珠导套,丝杠连同滚珠导套穿过滚珠螺母的轴向通孔并形成间隙配合,所述钢珠与丝杠配合,丝杠上接近左右两端分别安装有左端限位销、右端限位销,以对嵌入钢珠的滚珠导套运动加以限制;

[0014] 所述连接螺套为二阶台阶轴,其小端内加工有球窝,连接螺套的大端具有轴向空腔,轴向空腔口部具有内螺纹,以与滚珠螺母的小端连接;

[0015] 所述推杆由螺杆段、杆身和尾部球头连为一体构成;推杆的杆身穿过套筒的推杆孔,螺杆段和滑块侧面的螺纹盲孔螺纹连接,尾部球头位于连接螺套的球窝内;

[0016] 所述减速电机通过螺钉连接于所述套筒的内空腔端口,减速电机的电机轴与丝杠右端通过键销连接,通过丝杠将减速电机的旋转运动转换为滑块的直线运动;

[0017] 当滚珠螺母运动到极限位置被左端限位销或右端限位销挡住时,左端限位销或右端限位销挡住滚珠导套阻止其做直线运动,减速电机继续工作,由于在螺纹间隙中的钢珠无法继续做直线运动,使得丝杠带动滚珠导套和滚珠螺母做相对打滑运动,滚珠螺母停留在极限位置,整个滚珠丝杠组件在极限位置原地打滑,保持行程 S ;

[0018] 在滚珠丝杠组件的行程 S 内,进油口始终在固定阀芯的内圆槽里,第一回油口或第二回油口总有其一位于固定阀芯的外环槽里,固定阀芯做直线运动时,实现第一换向油

口、第二换向油口在固定阀芯的内圆槽和外环槽之间移动,完成换向功能。

[0019] 所述的平面密封型换向阀,其进一步特征在于:

[0020] 所述上阀座表面具有平行的前凸条和后凸条,形成凹字形横截面,前、后凸条和上阀座表面相交位置分别具有凹入的限位槽,

[0021] 第一换向油口、第二换向油口、进油口及第一回油口分别插装有连接管,连接管的管身自下而上依次具有环形密封槽和环形定位槽;

[0022] 卡片为矩形片,其侧边开有位置分别与第一换向油口、第二换向油口、进油口及第一回油口对应的四个卡口,当四个连接管分别插装入四个油口后,将卡片水平插进上阀座表面的限位槽中,通过卡片的四个卡口卡住四根连接管的环形定位槽,然后通过螺钉将卡片固定在上阀座上。

[0023] 本发明采用上下双平面密封形式,固定阀芯与上阀座的下端面,浮动阀芯与下阀座上端面平面配合密封,浮动阀芯、固定阀芯材料采用具有良好的自润滑性的高强度耐磨工程塑料,使阀口密封部位实现软配硬密封配合,密封比压小,结构简单安全可靠,可实现零泄漏密封。浮动阀芯在滑块内可以上下自由浮动,用以补偿阀芯磨损以及温度、压力变化,具有很好的自适应性。

[0024] 固定阀芯的上端面具有同心的内圆槽和外环槽,形成双环形密封面,内圆槽为高压通道,外环槽为低压通道,通过推动滑块实现换向功能:进油口始终在固定阀芯的内圆槽里,第一回油口或第二回油口总有其一位于固定阀芯的外环槽里,固定阀芯做直线运动时,实现第一换向油口、第二换向油口在固定阀芯的内圆槽和外环槽之间移动,完成换向功能。

[0025] 在本发明中用于驱动固定阀芯做直线往返运动的滚珠丝杠组件为固定行程的可打滑部件。滚珠螺母将在两端的极限位置与丝杠做相对打滑转动,两端极限位置的距离即为滚珠丝杠组件的行程,实际控制时只需控制减速电机的正反转即可完成的阀换向功能。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0027] 1、采用平面密封型阀芯,阀芯与上阀盖及下阀座通过端面进行密封,能够保证可靠换向的同时实现零泄漏;

[0028] 2、采用固定阀芯与浮动阀芯的组合密封形式。固定阀芯的密封面为双环形结构,通过合理布置第一换向油口、第二换向油口、进油口及第一回油口、第二回油口的位置,可实现工作介质无论是在静态还是在动态下,都完全密封在固定阀芯及浮动阀芯的密封面内,可免去阀其余部位的密封,既提高了密封的可靠性也极大的简化了阀整体结构;

[0029] 3、浮动阀芯和安装在滑块内的组合碟簧可以对阀芯长期工作所带来的磨损、工作压力及温度的变化进行补偿,在阀的全寿命周期里都具有可靠的密封性能,对工作环境温度与压力也具有更好的适应性;

[0030] 4、固定阀芯与浮动阀芯采用具有良好的自润滑性的高强度耐磨工程塑料,阀其余部件均采用耐蚀材料,工作介质可采用液压油或水。由于是上下端面密封,阀将不受侧向力作用,保证阀芯不会偏斜,选用合适的碟簧,合理的设计密封比压,因此无论工作介质采用油还是水,都可以使得阀即使在高压的情况下使用,也只需要很小的操纵力。

[0031] 5、本发明的接口形式为插装式,即在连接管的外圆上加工有沟槽安装密封圈,与阀体上相应的安装孔相配合形成密封。连接管的固定是通过卡片卡进钢管上相应的沟槽中,再用螺钉将卡片固定在阀体上。这种安装形式安全方便快捷,无需另外配置接头,在整

个系统中,可以方便灵活的拆卸。

[0032] 本发明结构简单、接口形式方便、工艺性好,能可靠地实现全寿命周期的密封,保证液压系统的可靠换向,适合于标准化、系列化生产,适用于诸如石油、天然气开采井下等高温高压严酷环境工况,可用于各种液压系统流体控制。

附图说明

- [0033] 图 1 为本发明结构示意图;
- [0034] 图 2 滑块结构示意图;
- [0035] 图 3 固定阀芯结构示意图;
- [0036] 图 4 浮动阀芯结构示意图;
- [0037] 图 5 为图 1 的 A-A 截面图;
- [0038] 图 6 套筒结构示意图;
- [0039] 图 7 滚珠丝杠组件结构示意图;
- [0040] 图 8 推杆结构示意图;
- [0041] 图 9 油口与阀芯密封面相对位置布置示意图;
- [0042] 图 10 连接管结构示意图;
- [0043] 图 11 为图 1 的俯视图。

具体实施方式

[0044] 以下结合附图对本发明进一步说明:

[0045] 如图 1 所示,本发明包括下阀座 010、支撑座 020、滑块 030、上阀座 040、固定阀芯 050、碟簧 060、浮动阀芯 070、套筒 080、滚珠丝杠组件 090、连接螺套 100、推杆 110、减速电机 120;

[0046] 所述下阀座 010 上放置有支撑座 020,所述支撑座 020 为矩形框,其一边具有螺纹孔 021,用于连接套筒 080,滑块 030 放置在支撑座 020 内并能够自由滑动,上阀座 040 覆盖于支撑座 020 和滑块 030 上端面,下阀座 010、支撑座 020 及上阀座 040 通过螺柱 150 连接固定,将滑块 30 封闭;

[0047] 如图 2 所示,所述滑块 030 为矩形立方体,其上端面具有圆形的上凹槽 031,其下端面具有圆形的下凹槽 032,上凹槽 031 和下凹槽 032 的圆心同轴并通过轴向连通孔 033 连通,上凹槽 031 底部具有和轴向连通孔 033 同心的环形槽 034,其内安装有滑块密封圈 160;滑块 030 的侧面具有螺纹盲孔 035,用于和推杆螺纹连接;

[0048] 如图 3 所示,所述固定阀芯 050 为圆盘形,嵌于所述上凹槽 031 内,固定阀芯 050 的上端面具有同心的内圆槽 051 和外环槽 052;

[0049] 所述下凹槽 032 内自上而下装有碟簧 060 和浮动阀芯 070,碟簧和浮动阀芯一起进行动态补偿;如图 4 所示,浮动阀芯 070 为圆柱形,具有沿其轴线的轴向通孔 071,浮动阀芯 070 外圆周具有环形凹槽 072,其内安装有阀芯密封圈 170,使得浮动阀芯 070 与所述下凹槽 032 配合形成密封;

[0050] 如图 5、图 9 所示,所述上阀座 040 上具有第一换向油口 04A、第二换向油口 04B、进油口 04P 及第一回油口 04T、第二回油口 04W,第一换向油口 04A、第二换向油口 04B、进

油口 04P 及第一回油口 04T 与固定阀芯 050 的内圆槽 051 圆心处于同一水平轴线上,第二回油口 04W 位于进油口 04P 垂直上方;进油口 04P 位于内圆槽 051 圆心右侧 $S/2$ 处,第一换向油口 04A、第二换向油口 04B 对称分布在进油口 04P 右左两侧,与进油口 04P 距离均为 $(r_2+r_3-S)/2$,第一回油口 04T 位于进油口 04P 右侧 $(r_2+r_3+S)/2$ 处;第二回油口 04W 在进

油口 04P 垂直上方 $\sqrt{\left(\frac{r_2+r_3}{2}\right)^2 - \left(\frac{S}{2}\right)^2}$ 处,所述第一回油口 04T 和第二回油口 04W 通过上

阀座内的十字沟通油路 041 连通, S 为滚珠丝杠组件 090 的行程, r_1 为内圆槽 051 的半径, r_2 、 r_3 分别为外环槽 052 的内径和外径,且 $2r_1 > S > (r_2+r_3-2r_1)/2$;

[0051] 如图 6 所示,所述套筒 080 为具有内空腔 081 的圆筒,其前端封闭并形成凸台 082,凸台 082 侧面具有外螺纹,以与所述螺纹孔 021 螺纹连接,凸台端面具有轴向连通内空腔 081 的推杆孔 083,所述内空腔 081 中装有滚珠丝杠组件 090 和连接螺套 100,在内空腔 081 的右端口加工有安装孔 084,用于通过螺钉与减速电机 120 连接固定;

[0052] 如图 7 所示,所述滚珠丝杠组件 090 由丝杠 091、滚珠螺母 092、滚珠导套 093、钢珠 094、左端限位销 095、右端限位销 096 构成;所述滚珠螺母 092 为具有轴向通孔的二阶台阶轴,其小端具有外螺纹;丝杠 091 上套有嵌入钢珠 094 的滚珠导套 093,丝杠 091 连同滚珠导套 093 穿过滚珠螺母 092 的轴向通孔并形成间隙配合,所述钢珠 094 与丝杠 091 配合,丝杠 091 上接近左右两端分别安装有左端限位销 095、右端限位销 096,以对嵌入钢珠 094 的滚珠导套 093 运动加以限制;

[0053] 所述连接螺套 100 为二阶台阶轴,其小端内加工有球窝 101,连接螺套的大端具有轴向空腔 102,轴向空腔 102 口部具有内螺纹 103,以与滚珠螺母 092 的小端连接;

[0054] 如图 8 所示,所述推杆 110 由螺杆段 111、杆身 112 和尾部球头 113 连为一体构成;推杆 110 的杆身 112 穿过套筒 080 的推杆孔 083,螺杆段 111 和滑块 030 侧面的螺纹盲孔 035 螺纹连接,尾部球头 113 位于连接螺套 100 的球窝 101 内;

[0055] 所述减速电机 120 通过螺钉连接于所述套筒 080 的内空腔 081 端口,减速电机 120 的电机轴与丝杠 091 右端通过键销连接,通过丝杠 091 将减速电机 120 的旋转运动转换为滑块 030 的直线运动;

[0056] 当滚珠螺母 092 运动到极限位置被左端限位销 095 或右端限位销 096 挡住时,左端限位销 095 或右端限位销 096 挡住滚珠导套 093 阻止其做直线运动,减速电机 120 继续工作,由于在螺纹间隙中的钢珠 094 无法继续做直线运动,使得丝杠 091 带动滚珠导套 093 和滚珠螺母 092 做相对打滑运动,滚珠螺母 092 停留在极限位置,整个滚珠丝杠组件 090 在极限位置原地打滑,保持行程 S 。

[0057] 如图 9 所示,在滚珠丝杠组件 090 的行程 S 内,进油口 04P 始终在固定阀芯的内圆槽里,第一回油口 04T 或第二回油口 04W 总有一位于固定阀芯的外环槽里,固定阀芯做直线运动时,实现第一换向油口 04A、第二换向油口 04B 在固定阀芯的内圆槽和外环槽之间移动,完成换向功能。

[0058] 本发明的实施例中:

[0059] 所述上阀座 040 表面具有平行的前凸条和后凸条,形成凹字形横截面,前、后凸条和上阀座表面相交位置分别具有凹入的限位槽;

[0060] 第一换向油口 (04A)、第二换向油口 (04B)、进油口 (04P) 及第一回油口 (04T) 油

口分别插装有连接管 130,如图 10 所示,连接管 130 的管身自下而上依次具有环形密封槽 131 和环形定位槽 132;

[0061] 如图 11 所示,卡片 140 为矩形片,其侧边开有位置分别与第一换向油口 04A、第二换向油口 04B、进油口 04P 及第一回油口 04T 对应的四个卡口,当四个连接管 130 分别插装入四个油口后,将卡片 140 水平插进上阀座 040 表面的限位槽中,通过卡片 140 的四个卡口卡住四根连接管的环形定位槽 132,然后通过螺钉 190 将卡片 140 固定在上阀座 040 上;

[0062] 本发明的实施例中:滚珠丝杠组件 090 的行程 S 为 6mm,内圆槽 051 的半径 r_1 为 4mm,外环槽 052 的内径 r_2 、外径 r_3 分别为 6mm 和 8mm,满足 $2r_1 > S > (r_2 + r_3 - 2r_1) / 2$ 的约束条件。

[0063] 本发明采用软配硬的端面密封形式,滑块密封圈 160 与固定阀芯 050 的下端面配合形成密封;固定阀芯 050 的上端面具有同心的内圆槽 051 和外环槽 052,形成双环形密封面,与上阀座 040 的下端面配合形成密封。上阀座 040 上布置有第一换向油口 04A、第二换向油口 04B、进油口 04P 及第一回油口 04T、第二回油口 04W。

[0064] 为实现阀的换向功能,在滚珠丝杠组件 090 的行程 S 内,进油口 04P 始终在固定阀芯的内圆槽里,第一回油口 04T 或第二回油口 04W 总有一位于固定阀芯 050 的外环槽 052 里,固定阀芯 050 做直线运动时,实现第一换向油口 04A、第二换向油口 04B 在固定阀芯的内圆槽和外环槽之间移动,完成换向功能。因此内圆槽 051 为高压通道(进油口 04P → 第一换向油口 04A 或第二换向油口 04B),外环槽 052 为低压通道(第一换向油口 04A 或第二换向油口 04B → 第一回油口 04T 或第二回油口 04W),通过推动滑块 030 就可以实现换向功能(进油口 04P → 第一换向油口 04A,第二换向油口 04B → 第一回油口 04T 或第二回油口 04W ↔ 进油口 04P → 第二换向油口 04B,第一换向油口 04A → 第一回油口 04T 或第二回油口 04W)。在浮动阀芯 070 上安装有阀芯密封圈 170,阀芯密封圈 170 与浮动阀芯 070 配合形成密封。滑块 030 的下腔内安装有组合碟簧 060,和浮动阀芯 070 一起对阀进行动态补偿。滑块 030 在支撑座 020 内自由滑动。上阀座 040 上布置的第一换向油口 04A、第二换向油口 04B、进油口 04P 及第一回油口 04T 均采用采用插装式连接。连接管 130 的管身自下而上依次具有环形密封槽 131 和环形定位槽 132,分别用于安装密封圈 4 和卡片 140。卡片 140 水平插进上阀座 040 表面的限位槽中,通过卡片 140 的四个卡口卡住四根连接管的环形定位槽 132,然后通过螺钉将卡片 140 固定在上阀座 040 上,这种安装形式方便快捷,安全可靠。

[0065] 本发明中,套筒 080 将减速电机 120 和支撑座 020 连接固定起来,通过滚珠丝杠组件 090 将减速电机 120 的旋转运动转换为滑块 030 的直线运动。减速电机 120 为带有减速装置的低转速电机,提供系统所需的动力扭矩。

[0066] 滚珠丝杠组件的行程是固定行程。当滚珠螺母 092 运动到极限位置被左端限位销 095 或右端限位销 096 挡住时,左端限位销 095 或右端限位销 096 挡住滚珠导套 093 阻止其做直线运动,减速电机 120 继续工作,由于在螺纹间隙中的钢珠 094 无法继续做直线运动,使得丝杠 091 带动滚珠导套 093 和滚珠螺母 092 做相对打滑运动,滚珠螺母 092 停留在极限位置,整个滚珠丝杠组件在极限位置原地打滑。推杆 110 的尾部球头 113,与连接螺套 100 前端的球窝 101 相配合,形成自定位连接,滚珠丝杠组件由于制造及安装等因素可能会存在一定的不同心度,在滚珠螺母 092 推动滑块 030 运动时就会有侧向力,若采用螺纹连接等刚性连接形式就可能会因侧向力而卡死,采用球头与球窝相配合的自定位连接则可以避

免因侧向力而造成操纵力过大,甚至出现卡死的现象。

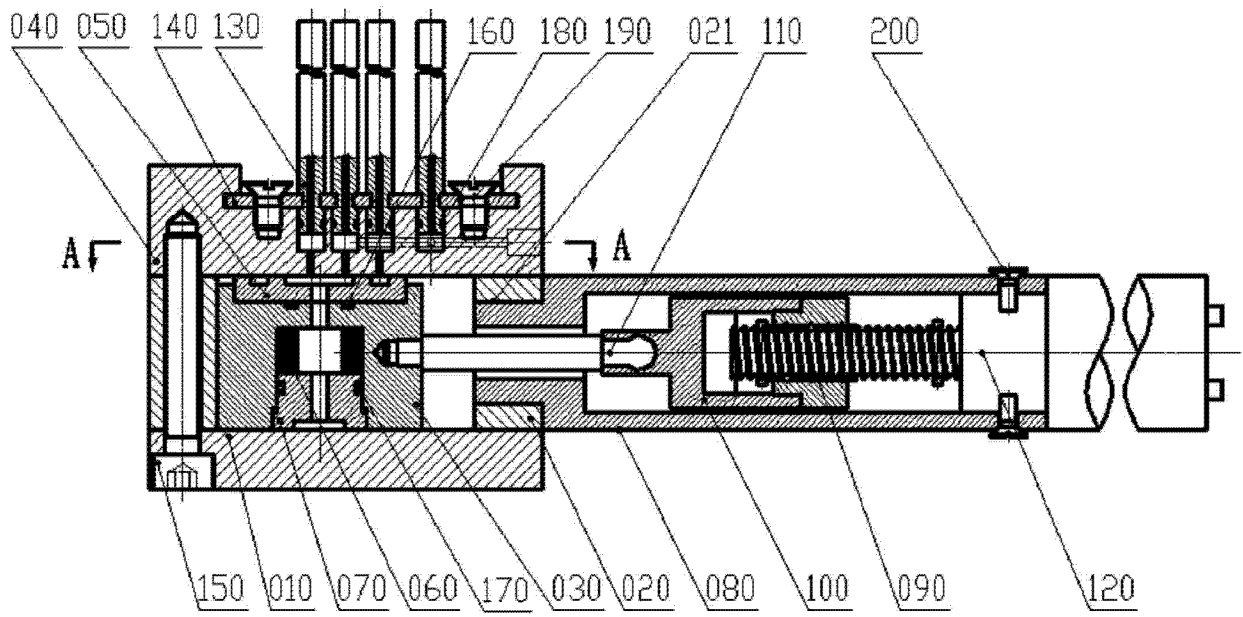


图 1

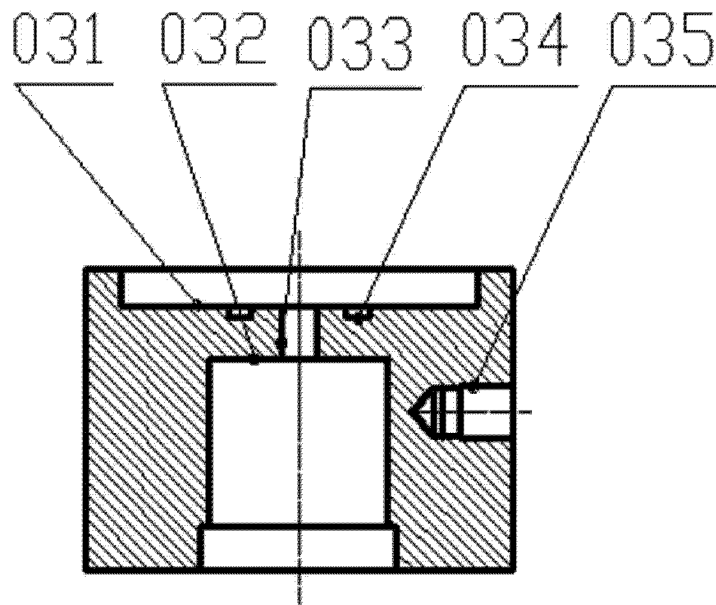


图 2

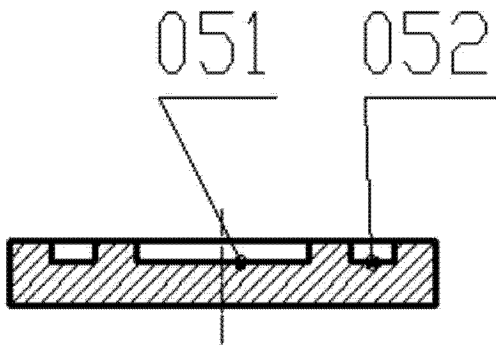


图 3

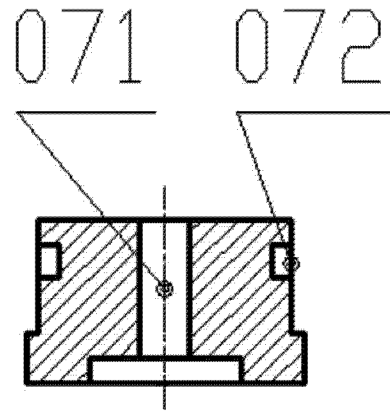


图 4

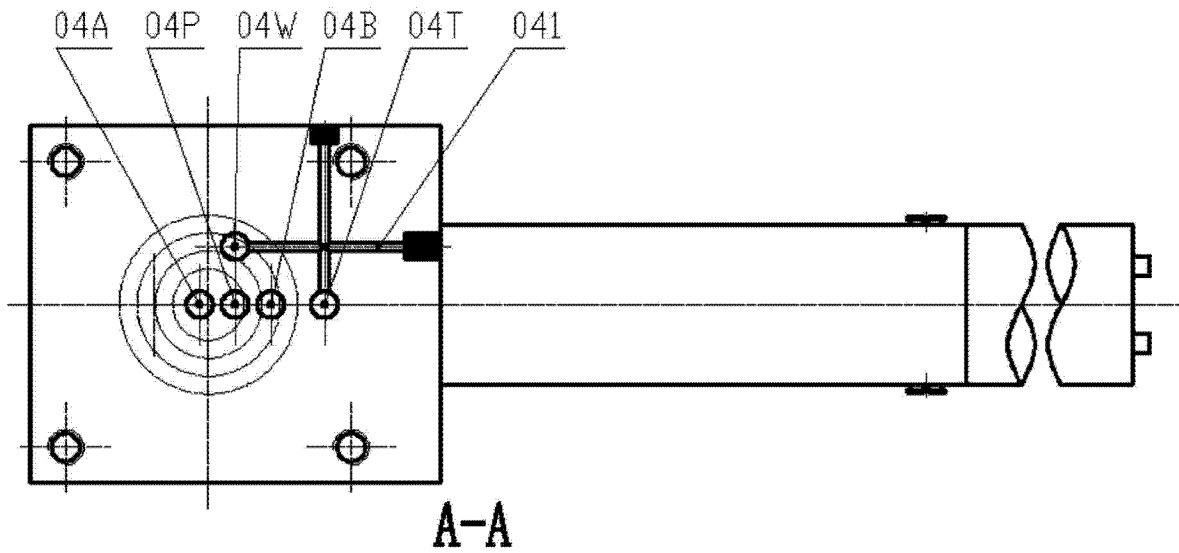


图 5

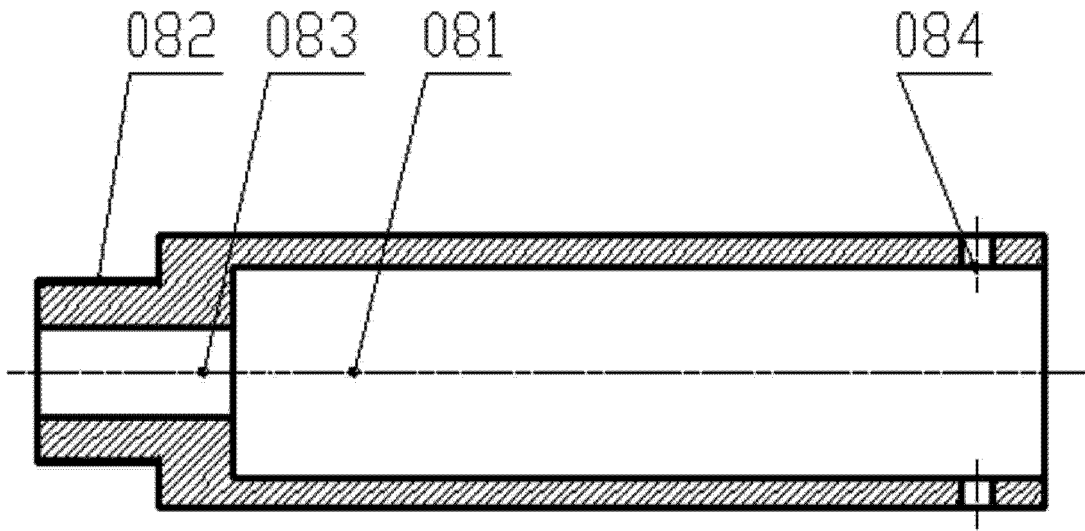


图 6

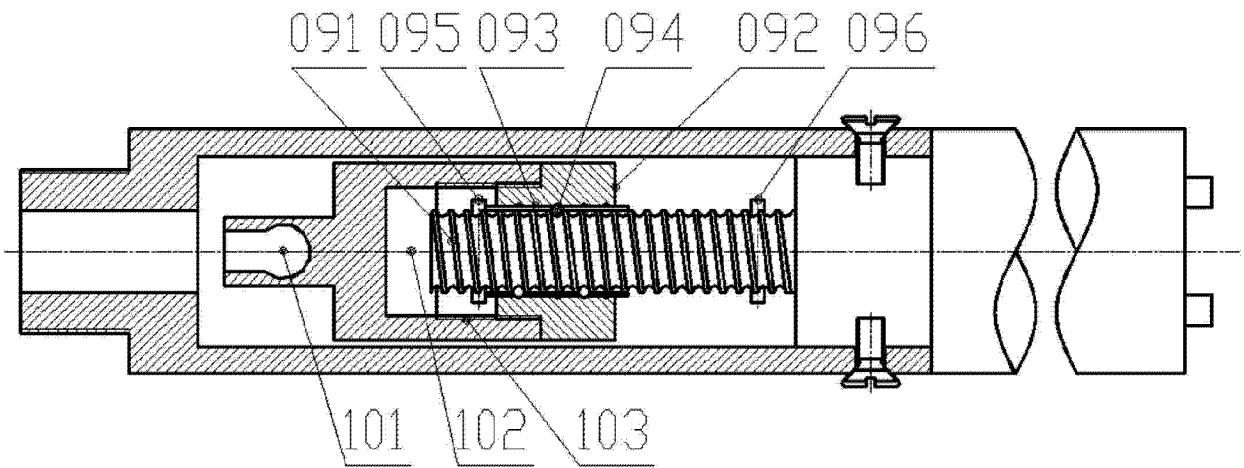


图 7

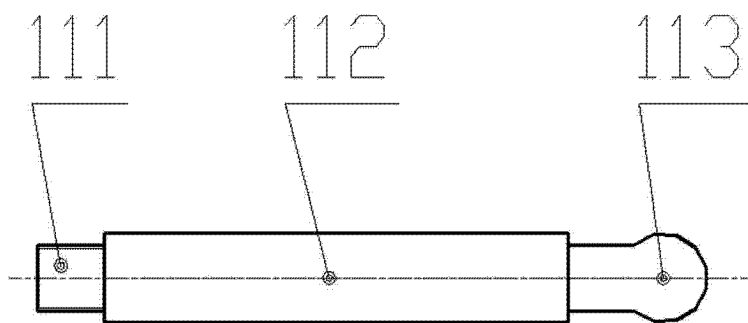


图 8

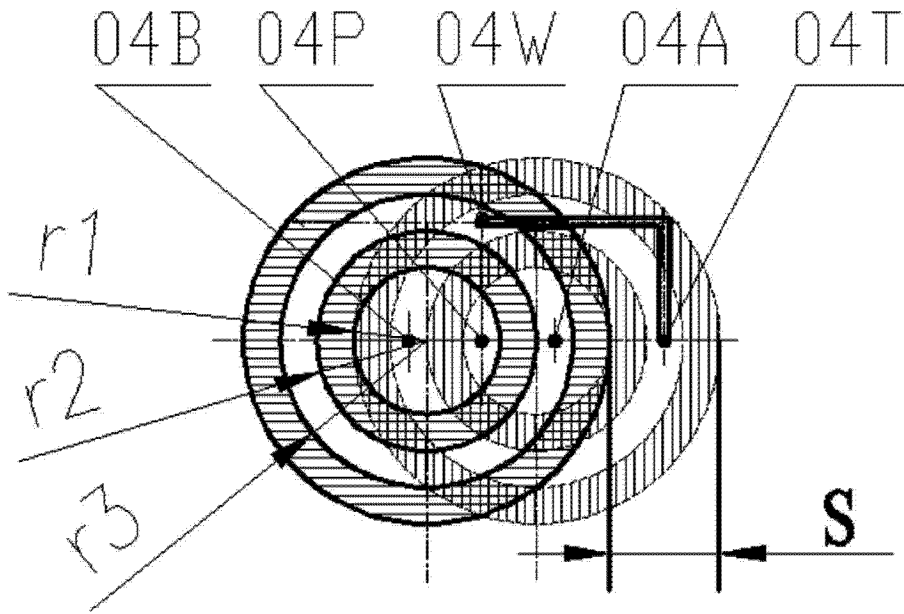


图 9

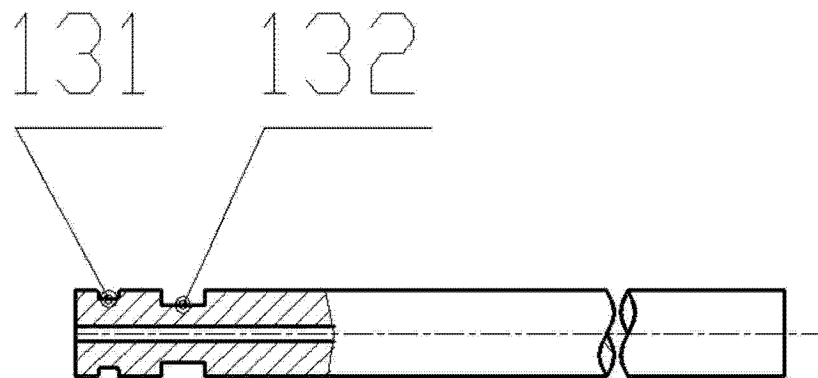


图 10

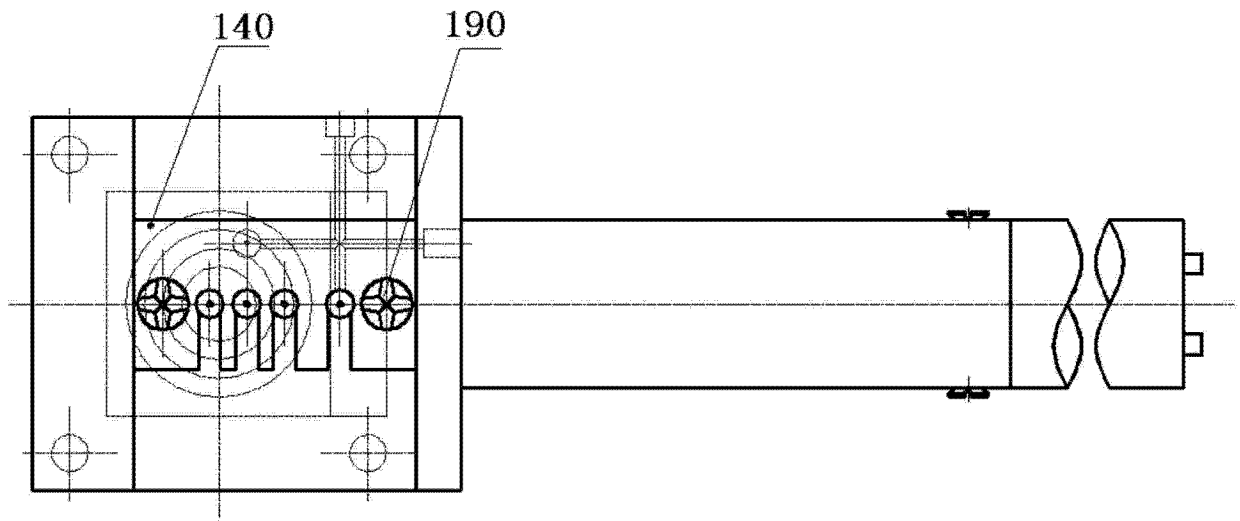


图 11