



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109281890 A

(43)申请公布日 2019.01.29

(21)申请号 201811327939.3

(22)申请日 2018.11.09

(71)申请人 湖南师范大学

地址 410081 湖南省长沙市岳麓区麓山路
36号

申请人 中南大学

(72)发明人 金耀 廖婧嫫 陈矗 夏毅敏

蔡小艳 史余鹏 曾雷

(51)Int.Cl.

F15B 15/14(2006.01)

F15B 15/20(2006.01)

F16J 15/16(2006.01)

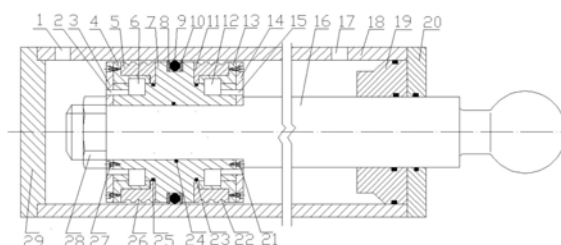
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种液压缸组合密封结构及液压缸

(57)摘要

本发明公开一种液压缸组合密封结构及液压缸,属于液压缸技术领域。该组合密封结构包括分体式活塞、设置在分体式活塞上的组合密封装置、调节组合密封装置中密封间隙的第一薄壁套筒(4)及第二薄壁套筒(13)、第一挡板(3)、第二挡板(14)。该组合密封结构同时使用密封圈密封和间隙密封来阻止内泄漏,克服了现有技术中密封圈密封和间隙密封单独使用时的不足;还利用薄壁套筒径向弹性变形的方法来调节间隙密封结构的密封间隙。本发明具有良好的密封效果和可靠性等优点,可消除或减少因压力增大带来的泄漏量增加问题,适于油液压力大及对密封性能要求高的场合。



1. 一种液压缸组合密封结构,用于液压缸活塞与缸筒内壁之间的密封,其特征在于:该液压缸组合密封结构包括分体式活塞、设置在分体式活塞上的组合密封装置、调节组合密封装置中密封间隙的第一薄壁套筒(4)及第二薄壁套筒(13)、第一挡板(3)、第二挡板(14),其中,

1) 所述分体式活塞包括第一活塞体(5)、第二活塞体(11)和第三活塞体(7),第三活塞体(7)通过其内孔套装在活塞杆(16)靠近缸底(29)一侧的轴径上,第三活塞体(7)轴向中间位置具有沿径向外凸的环形凸出部(7A),第一活塞体(5)、第二活塞体(11)沿轴向分别设置在所述环形凸出部(7A)的两端;

2) 所述组合密封装置包括两种不同类型的密封结构,由沿着分体式活塞轴向设置的密封圈密封结构和第一间隙密封结构以及第二间隙密封结构组成;密封圈密封结构位于第三活塞体(7)的环形凸出部(7A)轴向中间位置的密封圈凹槽中,包括主密封圈(9)和位于主密封圈(9)两侧的第一挡圈(8)和第二挡圈(10);第一活塞体(5)外圆表面与缸筒内壁之间设有微小径向环形间隙,形成第一间隙密封;第一活塞体(5)外圆表面设有若干个彼此平行的第一环形均压槽(26);第二活塞体(11)外圆表面与缸筒内壁之间设有微小径向环形间隙,形成第二间隙密封;第二活塞体(11)外圆表面设有若干个彼此平行的第二环形均压槽(22);

3) 所述第一薄壁套筒(4),用于第一间隙密封结构的密封间隙调节,它通过内孔套装在第三活塞体(7)靠近缸底(29)一侧的外圆柱面上;第一活塞体(5)沿轴向位于第一薄壁套筒(4)端部凸缘与环形凸出部(7A)之间,第一活塞体(5)较大内径的内孔表面(5A)套装在第一薄壁套筒(4)薄壁部分的外圆柱面上,第一活塞体(5)较小内径的内孔表面(5B)套装在第三活塞体(7)靠近环形凸出部(7A)区段的外圆柱面上,第三活塞体(7)在靠近环形凸出部(7A)与第一活塞体(5)接触部位的外圆柱面设有环形槽,所述环形槽安装有第一密封圈(25);第一挡板(3)位于第三活塞体(7)靠近缸底(29)的一端,第一挡板(3)通过螺纹连接与第一薄壁套筒(4)端部凸缘固定相连,第一挡板(3)通过第一连接螺钉(27)与第三活塞体(7)固定相连;

第一挡板(3)沿圆周方向均布有四个相同形状和尺寸的第一圆弧形通孔(2A);所述四个第一圆弧形通孔(2A)贯穿第一挡板(3)后进入第三活塞体(7),分别形成四个对应的第二圆弧形通孔(2B);四个第一圆弧形通孔(2A)与四个第二圆弧形通孔(2B)截面形状相同,它们的内部空腔正对、前后贯穿连通形成一条连续的第一油道(2),该第一油道(2)连通第一挡板(3)一侧的无杆腔以及第一薄壁套筒(4)薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体(7)之间形成的第一空腔(6);

4) 所述第二薄壁套筒(13),用于第二间隙密封结构的密封间隙调节,它通过内孔套装在第三活塞体(7)远离缸底(29)一侧的外圆柱面上;第二活塞体(11)沿轴向位于第二薄壁套筒(13)端部凸缘与环形凸出部(7A)之间,第二活塞体(11)较大内径的内孔表面(11A)套装在第二薄壁套筒(13)薄壁部分的外圆柱面上,第二活塞体(11)较小内径的内孔表面(11B)套装在第三活塞体(7)靠近环形凸出部(7A)区段的外圆柱面上,第三活塞体(7)在靠近环形凸出部(7A)与第二活塞体(11)接触部位的外圆柱面设有环形槽,所述环形槽安装有第二密封圈(23);第二挡板(14)位于第三活塞体(7)远离缸底(29)的一端,第二挡板(14)通过螺纹连接与第二薄壁套筒(13)端部凸缘固定相连,第二挡板(14)通过第二连接螺钉(21)

与第三活塞体(7)固定相连;

第二挡板(14)沿圆周方向均布有四个相同形状和尺寸的第三圆弧形通孔(15A);所述四个第三圆弧形通孔(15A)贯穿第二挡板(14)后进入第三活塞体(7),分别形成四个对应的第四圆弧形通孔(15B);四个第三圆弧形通孔(15A)与四个第四圆弧形通孔(15B)截面形状相同,它们的内部空腔正对、前后贯穿连通形成一条连续的第二油道(15),该第二油道(15)连通第二挡板(14)一侧的有杆腔以及第二薄壁套筒(13)薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体(7)之间形成的第二空腔(12)。

2.根据权利要求1所述的液压缸组合密封结构,其特征在于:所述主密封圈(9)采用满足液压缸活塞动密封性能要求的密封圈,比如O型密封圈。

3.根据权利要求1所述的液压缸组合密封结构,其特征在于:所述第一挡板(3)上的第一圆弧形通孔(2A)、第三活塞体(7)上的第二圆弧形通孔(2B)与第四圆弧形通孔(15B)、第二挡板(14)上的第三圆弧形通孔(15A),它们所对应的圆心角均为 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$,径向宽度均为 $6\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 。

4.根据权利要求1所述的液压缸组合密封结构,其特征在于:所述第一薄壁套筒(4)与第二薄壁套筒(13)的材质可采用工程中常用的45号碳素结构用钢,或者采用其他具有良好弹性变形和恢复性能的材料,比如锡青铜合金,或者铝青铜合金。

5.一种液压缸,其特征在于:包括权利要求1至4中任一项所述的液压缸组合密封结构。

一种液压缸组合密封结构及液压缸

技术领域

[0001] 本发明属于液压缸技术领域，具体涉及一种液压缸组合密封结构及液压缸。

背景技术

[0002] 液压缸是机床、工程机械等机械设备中液压系统的关键元件，其性能好坏直接影响液压系统甚至整机性能的优良与否。液压缸典型的故障形式是内泄漏。解决液压缸内泄漏故障的一个关键在于液压缸活塞与缸筒内壁之间的密封结构设计。液压缸活塞与缸筒之间的常见密封结构，主要包括密封圈密封、间隙密封和活塞环密封等形式。

[0003] 其中，密封圈密封是一种接触式密封结构，其泄漏量少，但存在摩擦力大、发热量大等缺点；而且，油压较高时，密封圈受到的压力冲击较大，容易损伤，影响工作可靠性。间隙密封，作为一种非接触式的密封结构，具有结构比较简单、摩擦磨损小等优点，但其泄漏量比相同条件下的活塞环密封和密封圈密封要大。此外，间隙密封在密封间隙固定不变的情况下，泄漏量会随着油液压力的升高而增大。《机械工程学报》2015年第51卷第24期“低摩擦高频响变间隙密封液压缸研究”一文示出了一种密封间隙可变的间隙密封结构，该结构利用活塞两端可变形唇边的局部区域变形来改变密封间隙，但液压缸所受载荷不能超过变形唇边的弹性变形临界值，否则活塞唇边会产生塑性变形，影响间隙改变及泄漏量调整效果。

[0004] 因此，密封圈密封和间隙密封各有其不足，它们单独使用时都难以胜任工程实际中对密封性能要求高的场合。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术密封圈密封和间隙密封的不足，提供一种将密封圈密封和间隙密封有机结合的新型液压缸组合密封结构及液压缸，它还能在工作中根据压力变化自动调节密封间隙，消除或减少因压力增大带来的泄漏量增加问题，以获得优良密封性能。

[0006] 为解决上述技术问题，本发明采用如下的技术方案：

[0007] 第一方面，本发明提供一种液压缸组合密封结构，用于液压缸活塞与缸筒内壁之间的密封。

[0008] 所述液压缸组合密封结构包括分体式活塞、设置在分体式活塞上的组合密封装置、调节组合密封装置中密封间隙的第一薄壁套筒及第二薄壁套筒、第一挡板、第二挡板。

[0009] 所述分体式活塞包括第一活塞体、第二活塞体和第三活塞体，第三活塞体通过其内孔套装在活塞杆靠近缸底一侧的轴径上，第三活塞体轴向中间位置具有沿径向外凸的环形凸出部，第一活塞体、第二活塞体沿轴向分别设置在所述环形凸出部的两端。

[0010] 所述组合密封装置包括两种不同类型的密封结构，由沿着分体式活塞轴向设置的密封圈密封结构和第一间隙密封结构以及第二间隙密封结构组成。密封圈密封结构位于第三活塞体的环形凸出部轴向中间位置的密封圈凹槽中，由主密封圈和位于主密封圈两侧的

第一挡圈和第二挡圈组成。第一活塞体外圆表面与缸筒内壁之间设有微小径向环形间隙,形成第一间隙密封。第一活塞体外圆表面设有若干个彼此平行的第一环形均压槽。第二活塞体外圆表面与缸筒内壁之间设有微小径向环形间隙,形成第二间隙密封。第二活塞体外圆表面设有若干个彼此平行的第二环形均压槽。

[0011] 所述第一薄壁套筒,用于调节第一间隙密封结构的密封间隙,它通过内孔套装在第三活塞体靠近缸底一侧的外圆柱面上。第一活塞体沿轴向位于第一薄壁套筒端部凸缘与环形凸出部之间,第一活塞体较大内径的内孔表面套装在第一薄壁套筒薄壁部分的外圆柱面上,第一活塞体较小内径的内孔表面套装在第三活塞体靠近环形凸出部区段的外圆柱面上。第三活塞体在靠近环形凸出部与第一活塞体接触部位的外圆柱面设有环形槽,该环形槽安装有第一密封圈。第一挡板位于第三活塞体靠近缸底的一端,第一挡板通过螺纹连接与第一薄壁套筒端部凸缘固定相连。另外,第一挡板通过第一连接螺钉与第三活塞体固定相连。

[0012] 第一挡板沿圆周方向均布有四个相同形状和尺寸的第一圆弧形通孔。这四个第一圆弧形通孔贯穿第一挡板后进入第三活塞体,分别形成四个对应的第二圆弧形通孔。四个第一圆弧形通孔与四个第二圆弧形通孔的截面形状相同,它们的内部空腔正对、前后贯穿连通形成一条连续的第一油道。该第一油道连通第一挡板一侧的无杆腔以及第一薄壁套筒薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体之间形成的第一空腔。

[0013] 所述第二薄壁套筒,用于第二间隙密封结构的密封间隙调节,它通过内孔套装在第三活塞体远离缸底一侧的外圆柱面上。第二活塞体沿轴向位于第二薄壁套筒端部凸缘与环形凸出部之间。第二活塞体较大内径的内孔表面套装在第二薄壁套筒薄壁部分的外圆柱面上,第二活塞体较小内径的内孔表面套装在第三活塞体靠近环形凸出部区段的外圆柱面上。第三活塞体在靠近环形凸出部与第二活塞体接触部位的外圆柱面设有环形槽,所述环形槽安装有第二密封圈。第二挡板位于第三活塞体远离缸底的一端,第二挡板通过螺纹连接与第二薄壁套筒端部凸缘固定相连。第二挡板还通过第二连接螺钉与第三活塞体固定相连。

[0014] 第二挡板沿圆周方向均布有四个相同形状和尺寸的第三圆弧形通孔。所述四个第三圆弧形通孔贯穿第二挡板后进入第三活塞体,分别形成四个对应的第四圆弧形通孔。四个第三圆弧形通孔与四个第四圆弧形通孔的截面形状相同,它们的内部空腔正对、前后贯穿连通形成一条连续的第二油道。该第二油道连通第二挡板一侧的有杆腔以及第二薄壁套筒薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体之间形成的第二空腔。

[0015] 所述液压缸组合密封结构,其密封圈密封结构中的主密封圈采用满足液压缸活塞动密封性能要求的密封圈,比如O型密封圈。

[0016] 所述液压缸组合密封结构,第一挡板上的第一圆弧形通孔、第三活塞体上的第二圆弧形通孔与第四圆弧形通孔、第二挡板上的第三圆弧形通孔,它们所对应的圆心角均为 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$,径向宽度均为6mm~10mm。

[0017] 所述液压缸组合密封结构,第一薄壁套筒与第二薄壁套筒的材质可采用工程中常用的45号碳素结构用钢,或者采用其他具有良好弹性变形和恢复性能的材料,比如锡青铜合金,或者铝青铜合金。

[0018] 第二方面,本发明还提供一种液压缸,包括第一方面中任一项所述的液压缸组合

密封结构。

[0019] 本发明与背景技术相比,具有的有益效果是:

[0020] (1) 本发明将间隙密封与密封圈密封这两种不同类型的密封结构有机组合,可对泄漏的油液起到多次屏蔽作用。所述组合密封装置包括位于第一活塞体的第一间隙密封、位于第三活塞体的密封圈密封、以及位于第二活塞体的第二间隙密封,这是一个三重密封组合结构,即使泄漏油液首先流经的第一道密封不能完全封堵油液泄漏,其后的二道密封也可以起到进一步的油液阻隔和密封作用。这样,能最大限度地抑制活塞两侧进油腔和回油腔之间的内泄漏,具有比间隙密封或者密封圈密封单独使用时更好的密封性能。

[0021] (2) 上述具有三重密封结构的组合密封装置,当工作压力油液先流经间隙密封结构然后再流经密封圈密封结构时,由于间隙密封对流经的油液有屏蔽缓冲作用、导致油液压力衰减,使接下来继续流向密封圈密封结构的油液对密封件的冲击、损伤作用减弱,还可减少压力能损失带来的密封件发热和温升,尤其在油压较高的情况下,这种压力衰减效果会更明显。因此有利于延长密封件工作寿命、提高可靠性、增强密封性能。

[0022] (3) 本发明具有密封间隙调节功能。以第一薄壁套筒调节第一间隙密封结构的密封间隙为例来说明。调节过程中,一定压力的工作油液进入第一薄壁套筒薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体之间形成的第一空腔,使第一薄壁套筒薄壁部分整体径向外涨、产生均匀的径向弹性变形,导致与第一薄壁套筒薄壁部分的外圆柱面相接触的第一活塞体也随之产生整体的径向外扩位移,使第一活塞体外圆表面与缸筒内壁之间的间隙量减小,从而达到减小泄漏量的目的。这样,随着油液压力的升高,第一活塞体外圆表面与缸筒内壁之间的间隙量会自适应地随之减小,从而消除或减少因压力增大而导致的泄漏量增加问题,提升液压缸容积效率。本发明第二薄壁套筒调节第二间隙密封结构的密封间隙过程与上述过程类似。这种采用活塞外圆表面整体径向外涨来改变密封间隙的方法,较之现有技术中的变形唇边局部弹性变形的办法,能承受更高的弹性变形临界载荷值,适于油液压力大的工况,其工作也更为可靠。

[0023] 综上所述,本发明第一方面提供的液压缸组合密封结构,同时使用密封圈密封和间隙密封来阻止内泄漏,克服了现有技术中密封圈密封和间隙密封单独使用时的不足;还采用改变密封间隙的方法来解决压力增大导致的泄漏量增加问题。因此具有良好的密封效果和可靠性等优点,适于油液压力大及对密封性能要求高的场合。本发明第二方面所提供的液压缸设置有本发明第一方面提供的液压缸组合密封结构,从而使该液压缸具有本发明第一方面提供的液压缸组合密封结构所具有的一切有益效果。

附图说明

[0024] 图1是本发明一种液压缸组合密封结构及液压缸的实施方式结构示意图。

[0025] 图2是本发明第一挡板零件的三维结构示意图。

[0026] 图3是本发明第二挡板零件的三维结构示意图。

[0027] 图4是本发明第三活塞体零件的三维结构示意图。

[0028] 图5是本发明第一活塞体零件的全剖视图。

[0029] 图6是本发明第二活塞体零件的全剖视图。

[0030] 图1~图6中:进出油口1、第一油道2、第一圆弧形通孔2A、第二圆弧形通孔2B、第一

挡板3、第一薄壁套筒4、第一活塞体5、第一空腔6、第三活塞体7、环形凸出部7A、第一挡圈8、主密封圈9、第二挡圈10、第二活塞体11、第二空腔12、第二薄壁套筒13、第二挡板14、第二油道15、第三圆弧形通孔15A、第四圆弧形通孔15B、活塞杆16、进出油口17、缸筒18、导向套19、缸盖20、第二连接螺钉21、第二环形均压槽22、第二密封圈23、第三密封圈24、第一密封圈25、第一环形均压槽26、第一连接螺钉27、锁紧螺母28、缸底29。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明一种液压缸组合密封结构及液压缸作进一步说明。为叙述方便,本发明的描述术语“左”、“右”与附图本身的左、右方向一致,但并不对本发明的结构起限定作用。另外,术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”仅用于描述目的,并不指示或暗示其相对重要性。

[0032] 图1示出了本发明实施方式结构示意图,图2-图6是部分关键零件的结构示意图。具体而言,本发明液压缸组合密封结构的构成包括分体式活塞、设置在分体式活塞上的组合密封装置、调节组合密封装置中密封间隙的第一薄壁套筒4及第二薄壁套筒13、第一挡板3、第二挡板14。该液压缸组合密封结构整体通过锁紧螺母28轴向固定于活塞杆16上,且与活塞杆16同轴。

[0033] 其中,可做往复直线运动的分体式活塞位于液压缸缸筒18内,由第一活塞体5、第二活塞体11和第三活塞体7组成。第三活塞体7通过其内孔套装在活塞杆16靠近缸底29一侧的轴径上,第三活塞体7轴向中间位置具有沿径向外凸的环形凸出部7A,第一活塞体5、第二活塞体11沿轴向分别设置在所述环形凸出部7A的两端。

[0034] 组合密封装置包括两种不同类型的密封结构,由沿着分体式活塞轴向设置的密封圈密封结构和第一间隙密封结构以及第二间隙密封结构组成。密封圈密封结构位于第三活塞体7的环形凸出部7A轴向中间位置的密封圈凹槽中,由主密封圈9和位于主密封圈9两侧的第一挡圈8和第二挡圈10组成。第一活塞体5外圆表面与缸筒内壁之间设有微小径向环形间隙,形成非接触式的第一间隙密封;第一活塞体5外圆表面还设有若干个彼此平行的第一环形均压槽26,可使活塞的径向受力更加均衡。第二活塞体11外圆表面与缸筒内壁之间设有微小径向环形间隙,形成非接触式的第二间隙密封;第二活塞体11外圆表面设有若干个彼此平行的第二环形均压槽22,其作用类似于第一环形均压槽26。第一环形均压槽26的数量、纵截面形状及尺寸,与第二环形均压槽22的数量、纵截面形状及尺寸,均对应相同,或者不相同。这些环形均压槽的纵截面形状可以为半圆形,或者为其他任何一种所需要的形状,比如非半圆的弧形、V形、U形,以及半圆形与V形、U形、梯形、矩形分别组合而成的形状。

[0035] 所述第一薄壁套筒4,用于第一间隙密封结构的密封间隙调节,它通过内孔套装在第三活塞体7靠近缸底29一侧的外圆柱面上。第一活塞体5沿轴向位于第一薄壁套筒4端部凸缘与环形凸出部7A之间,第一活塞体5较大内径的内孔表面5A套装在第一薄壁套筒4薄壁部分的外圆柱面上,第一活塞体5较小内径的内孔表面5B套装在第三活塞体7靠近环形凸出部7A区段的外圆柱面上。第三活塞体7在靠近环形凸出部7A与第一活塞体5接触部位的外圆柱面设有环形槽,该环形槽安装有第一密封圈25。由于第一密封圈25的密封作用,进入到第一薄壁套筒4薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体7之间围成的第一空腔6的油液,就被阻止渗透到第一活塞体5与环形凸出部7A之间的接触面,以及第一活塞体5、环形凸出部7A与缸

筒内壁之间的间隙；第一密封圈25可采用O形密封圈等形式。第一挡板3位于第三活塞体7靠近缸底29的一端，第一挡板3通过螺纹连接与第一薄壁套筒4端部凸缘固定相连。

[0036] 第一挡板3沿圆周方向均布有四个相同形状和尺寸的第一圆弧形通孔2A。这四个第一圆弧形通孔2A贯穿第一挡板3后进入第三活塞体7，分别形成四个对应的第二圆弧形通孔2B；四个第一圆弧形通孔2A与四个第二圆弧形通孔2B的截面形状相同，它们的内部空腔正对、前后贯穿连通形成一条连续的第一油道2，该第一油道2连通第一挡板3一侧的无杆腔以及第一空腔6。第一挡板3与第三活塞体7之间通过第一连接螺钉27实现固定相连，避免第一挡板3与第三活塞体7之间发生相对转动，确保第一圆弧形通孔2A与第二圆弧形通孔2B的内部空腔正对、所连成第一油道2的流通截面最大化。此外，第一挡板3上的第一圆弧形通孔2A、第三活塞体7上的第二圆弧形通孔2B，它们所对应的圆心角均为 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，径向宽度均为6mm~10mm。

[0037] 所述第二薄壁套筒13，用于第二间隙密封结构的密封间隙调节，它通过内孔套装在第三活塞体7远离缸底29一侧的外圆柱面上。第二活塞体11沿轴向位于第二薄壁套筒13端部凸缘与环形凸出部7A之间，第二活塞体11较大内径的内孔表面11A套装在第二薄壁套筒13薄壁部分的外圆柱面上，第二活塞体11较小内径的内孔表面11B套装在第三活塞体7靠近环形凸出部7A区段的外圆柱面上。第三活塞体7在靠近环形凸出部7A与第二活塞体11接触部位的外圆柱面设有环形槽，该环形槽安装有第二密封圈23。由于第二密封圈23的密封作用，进入到第二薄壁套筒13薄壁部分的内孔壁面与第三活塞体7之间围成的第二空腔12的油液，就被阻止渗透到第二活塞体11与环形凸出部7A之间的接触面，以及第二活塞体11、环形凸出部7A与缸筒内壁之间的间隙；第二密封圈23可采用O形密封圈等形式。第二挡板14位于第三活塞体7远离缸底29的一端，第二挡板14通过螺纹连接与第二薄壁套筒13端部凸缘固定相连。

[0038] 第二挡板14沿圆周方向均布有四个相同形状和尺寸的第三圆弧形通孔15A。这四个第三圆弧形通孔15A贯穿第二挡板14后进入第三活塞体7，分别形成四个对应的第四圆弧形通孔15B；四个第三圆弧形通孔15A与四个第四圆弧形通孔15B的截面形状相同，它们的内部空腔正对、前后贯穿连通形成一条连续的第二油道15，该第二油道15连通第二挡板14一侧的有杆腔以及第二空腔12。第二挡板14与第三活塞体7之间通过第二连接螺钉21固定相连，避免第二挡板14与第三活塞体7之间发生相对转动，确保第三圆弧形通孔15A与第四圆弧形通孔15B的内部空腔正对、所连成第二油道15的流通截面最大化。而且，第二挡板14上的第三圆弧形通孔15A、第三活塞体7上的第四圆弧形通孔15B，它们所对应的圆心角均为 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，径向宽度均为6mm~10mm。

[0039] 图1中，主密封圈9采用满足液压缸活塞动密封性能要求的密封圈，比如O型密封圈。位于主密封圈9两侧的第一挡圈8和第二挡圈10，其作用是防止主密封圈9在承受压力载荷后产生变形而被挤入第三活塞体7与缸筒内壁之间的间隙。第三活塞体7内孔与活塞杆16外径之间安装有第三密封圈24，以防止油液通过活塞杆渗透泄漏，第三密封圈24可选用O形密封圈等形式。活塞杆16的一端依次穿过导向套19和端盖20的中心孔伸出至缸筒18外部。缸筒18的左右两端开设有进出油口1和17，液压缸工作时油液通过这两个进出油口进出液压缸内腔。

[0040] 第一薄壁套筒4和第二薄壁套筒13的设计中，材料选择是关键因素。可采用工程中

常用的45号碳素结构用钢,也可考虑其他具有良好弹性变形和恢复性能的材料,如锡青铜合金、或铝青铜合金等。另外,薄壁套筒薄壁部分的厚度尺寸设计也很重要。本发明中,上述两个薄壁套筒的薄壁部分厚度尺寸的一种优选方案取为1.5~1.8mm。还有,液压缸工作过程中油液压力值不能超过薄壁套筒所能承受的弹性变形临界载荷值,以避免薄壁套筒薄壁部分出现径向塑性变形而导致密封间隙调节失效。

[0041] 上述实施方式,包括所述液压缸组合密封结构,以及设置有该液压缸组合密封结构的液压缸。

[0042] 本发明实施方式的工作过程简述如下:

[0043] 首先考虑活塞向右运动的情况。初始状态下,工作油液处于低压,压力油从进出油口1进入液压缸无杆腔,驱动分体式活塞及活塞杆16相对缸筒18向右运动,并从另一进出油口17回油。此时,设置在分体式活塞上的组合密封装置,包括位于第一活塞体的第一间隙密封、位于第三活塞体的密封圈密封、以及位于第二活塞体的第二间隙密封,构成三道密封结构,对沿着活塞与缸筒内壁之间径向间隙流动的泄漏油液先后实施三次屏蔽,按屏蔽的先后顺序依次是第一间隙密封、密封圈密封、第二间隙密封。即使泄漏油液首先流经的第一道密封不能完全封堵油液泄漏,其后的第二道密封、第三道密封均可以继续实施密封作用、进一步阻隔泄漏的油液。因此能最大限度地抑制活塞两侧进油腔和回油腔之间的内泄漏。同时,压力油液经第一油道2进入第一空腔6,但第一薄壁套筒4薄壁部分保持原形,第一活塞体5外圆表面与缸筒内壁之间保持原有的初始间隙。当无杆腔油液压力升高时,第一空腔6中的压力油液将压力均匀地传递给第一薄壁套筒4,使其薄壁部分产生径向弹性变形,并带动第一活塞体5外圆表面也随之产生整体的径向外扩位移,减小第一活塞体5外圆表面与缸筒18内壁之间的密封间隙,从而减小泄漏量,克服了恒间隙密封液压缸随压力增大泄漏量也增加的不足,使液压缸保持较高的容积效率,实现良好而可靠的密封。这种情况下,第二空腔12中的油液压力始终等于回油压力,使第二薄壁套筒13薄壁部分保持原形,第二活塞体11外圆表面与缸筒内壁之间也保持原有的初始间隙。

[0044] 活塞向左运动的情况,其工作过程与活塞向右运动的情况类似,主要不同之处在于:第一,油液的流动方向不同。此种情况下压力油从进出油口17进入液压缸有杆腔,从另一进出油口1回油。第二,组合密封装置中的三道密封结构对泄漏油液的屏蔽作用,按屏蔽的先后顺序依次是第二间隙密封、密封圈密封、第一间隙密封。第三,密封间隙调节中,第二空腔12中的压力油液作用于第二薄壁套筒13,使其薄壁部分产生径向弹性变形,带动第二活塞体11外圆表面产生整体的径向外扩位移,最终减小第二活塞体11外圆表面与缸筒内壁之间的密封间隙,进而减小泄漏量。这种情况下,第一空腔6内的油液压力始终等于回油压力,第一薄壁套筒4薄壁部分保持原形,第一活塞体5外圆表面与缸筒内壁之间保持原有的初始间隙。

[0045] 上述具体实施方式用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在不脱离本发明的精神和范围的前提下,本发明还可有各种变化和改进,比如,液压缸组合密封结构中分体式活塞只包括第一活塞体和第三活塞体,第一活塞体上设置间隙密封、第三活塞体上设置密封圈密封,或者第一活塞体上设置密封圈密封、第三活塞体上设置间隙密封,由集成在分体式活塞上的密封圈密封和间隙密封构成组合密封结构,同时采用本发明所述薄壁套筒的方法来调节间隙密封结构的密封间隙,等等。这些变化和改进都落在本发明的保护范

围之内。

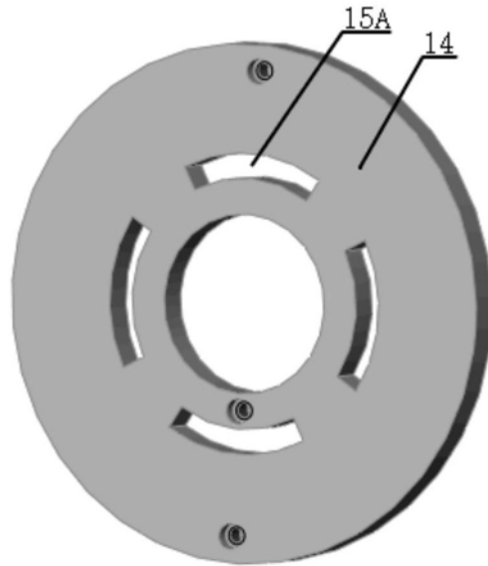


图3

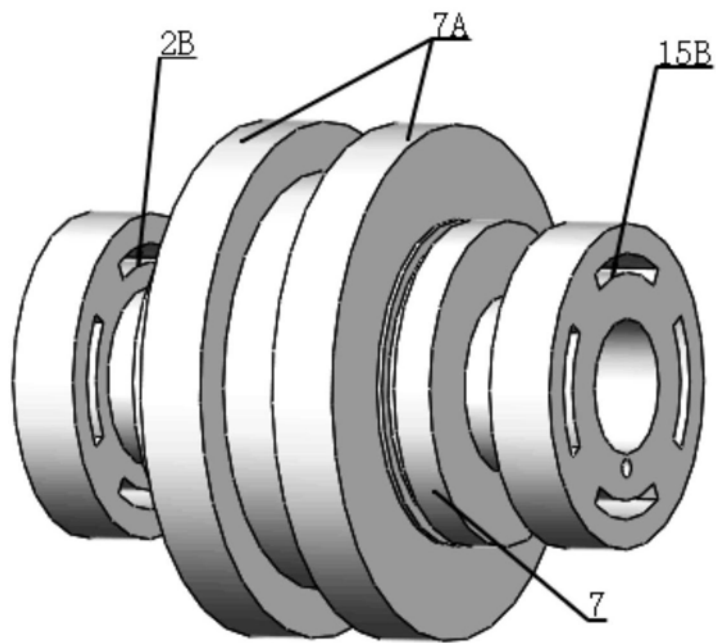


图4

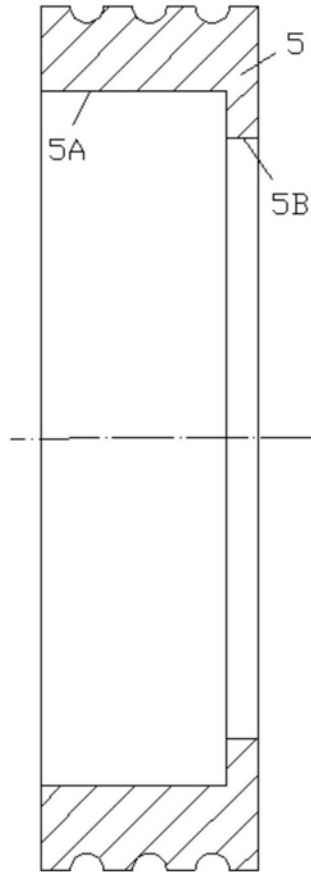


图5

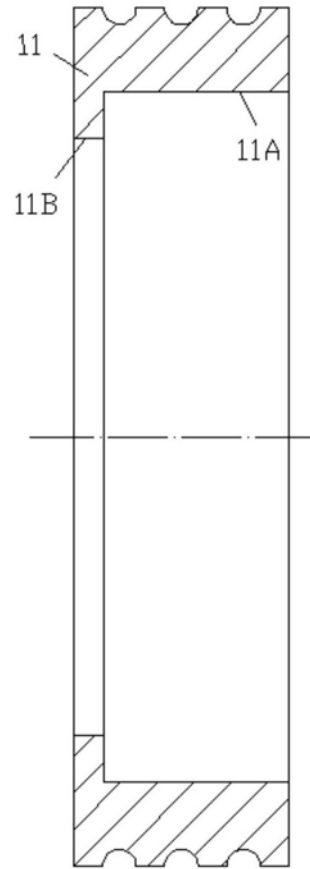


图6