



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120140468 A

(43) 申请公布日 2025. 06. 13

(21) 申请号 202510553791.9

(22) 申请日 2025.04.29

(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 温风波 王伟光 佟磊 王松涛
蔡乐 杜鑫

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权
代理有限公司 23211

专利代理师 王海婷

(51) Int. Cl.

F16J 15/30 (2006.01)

F16J 15/40 (2006.01)

F16N 7/34 (2006.01)

F16C 35/06 (2006.01)

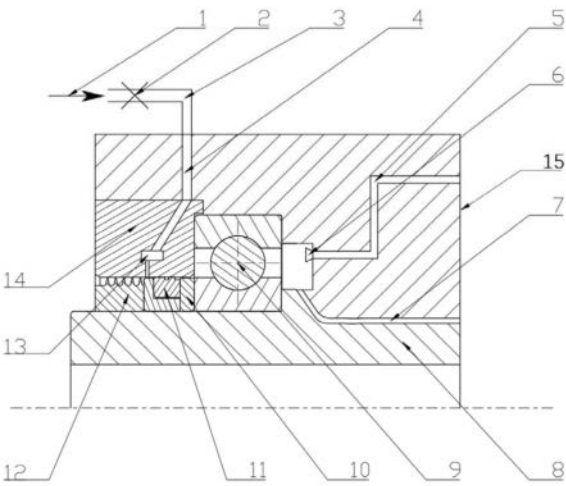
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承
封严结构

(57) 摘要

本发明公开了一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,涉及轴承封严技术领域,解决了现有轴承封严结构在水下封严效果较差的问题。本发明包括转轴、基座和封严结构,转轴同轴转动安装于基座内部,转轴和基座之间设置有轴承;基座内设置有供油管路和润滑腔,转轴和基座之间设置有回油管路,供油管路、润滑腔和回油管路依次连通;润滑腔一侧开口并与轴承接触;封严结构包括主动封严结构和被动封严结构,主动封严结构安装在基座内部,被动封严结构套装在转轴上;主动封严结构和供气气源连通,并向主动封严结构和被动封严结构之间的间隙通入气体。本发明通过主动封严和被动封严耦合的方式,提高了水下轴承封严效果。



1. 一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:包括转轴(8)、基座(15)和封严结构,转轴(8)同轴转动安装于基座(15)内部,转轴(8)和基座(15)之间设置有轴承(9);基座(15)内设置有供油管路(5)和润滑腔,转轴(8)和基座(15)之间设置有回油管路(7),供油管路(5)、润滑腔和回油管路(7)依次连通;润滑腔一侧开口并与轴承(9)接触;封严结构包括主动封严结构和被动封严结构,主动封严结构安装在基座(15)内部,被动封严结构套装在转轴(8)上;主动封严结构和供气气源(1)连通,并向主动封严结构和被动封严结构之间的间隙通入气体。

2. 根据权利要求1所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述主动封严结构包括供气部件(14),供气部件(14)内部设置有供气部件内流道(13);供气部件内流道(13)一侧和供气气源(1)连通,另一侧向主动封严结构和被动封严结构之间的间隙通入气体。

3. 根据权利要求2所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述供气部件内流道(13)包括环形气道和若干出气孔;环形气道一侧和供气气源(1)连通,另一侧和若干出气孔连通。

4. 根据权利要求3所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述被动封严结构包括石墨密封结构,石墨密封结构一侧靠在轴承(9)上,石墨密封结构包括石墨密封支座(10)和石墨密封环(11),石墨密封支座(10)截面为凹字型结构,石墨密封环(11)设置于石墨密封支座(10)的凹槽中。

5. 根据权利要求4所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述石墨密封环(11)和供气部件(14)之间的距离不大于0.2mm。

6. 根据权利要求4所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述被动封严结构还包括篦齿封严结构(12),篦齿封严结构(12)靠在石墨密封结构一侧,篦齿封严结构(12)上设置有若干篦齿。

7. 根据权利要求6所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述篦齿数量大于等于4,小于等于8。

8. 根据权利要求6所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述篦齿和供气部件(14)之间的距离大于等于0.2mm,小于等于0.4mm。

9. 根据权利要求6所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述出气孔设置于篦齿封严结构(12)和石墨密封环(11)之间。

10. 根据权利要求1所述的水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其特征在于:所述供油管路(5)出口设置有喷油嘴(6),喷油嘴(6)正对轴承(9)。

一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构

技术领域

[0001] 本发明涉及轴承封严技术领域,具体为一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构。

背景技术

[0002] 轴承是机械传动中不可或缺的重要部件,其主要作用包括:承受来自旋转部件的径向负荷和轴向负荷、为旋转部件提供稳定支撑,使其能够平稳旋转、降低旋转部件与静止部件间的摩擦系数、减少旋转部件与静止部件间的磨损以及维持旋转部件的旋转精度等作用。然而,轴承在旋转部件高速运行当中,轴承的滑油可能会发生泄露。滑油在轴承运转过程中起到润滑、冷却、清洁等作用,提高轴承的运转效率和寿命。一旦滑油发生泄露,势必会降低滑油的作用效果,影响轴承的使用寿命,同时,还增加了维护的次数和成本;因此,轴承需要封严。

[0003] 现有的轴承封严结构一般有两种,一种是被动密封,即采用篦齿封严和石墨封严等封严结构。这些封严方式均不需要进行主动控制,在机械系统正常工作的状态下,即可实现良好的封严效果;第二种是通过机械系统本身自带的空气系统,引入外部空气,进行压缩后,提高气体的压力,将高压气体引入轴承封严腔,实现轴承的气体密封。然而,随着对水下旋转机械式发动机的功率和推力需求逐渐增大,就需要发动机的转速相应增大。现有的封严结构无法应用于水下高速旋转机械式发动机上。由于发动机在水下工作时,无法从外部引入空气,无法进行轴承腔的气封。同时,由于发动机在水下运行时处于高速旋转状态,传统的石墨密封结构由于是接触式的封严结构,其会在高速旋转的过程中快速磨损,影响封严效果。

[0004] 因此,亟需一种轴承封严结构,能够应用于水下高速旋转机械式发动机运行过程中,没有外部空气引入的情况下,通过主动向轴承腔前供气的方式,实现轴承的封严。

发明内容

[0005] 本发明为了解决上述提到的现有轴承封严结构在水下封严效果较差的问题,特此提出了一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构。本发明通过主动封严和被动封严耦合的方式,提高了水下轴承封严效果。

[0006] 本发明提出了一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,其具体包括转轴、基座和封严结构,转轴同轴转动安装于基座内部,转轴和基座之间设置有轴承;基座内设置有供油管路和润滑腔,转轴和基座之间设置有回油管路,供油管路、润滑腔和回油管路依次连通;润滑腔一侧开口并与轴承接触;封严结构包括主动封严结构和被动封严结构,主动封严结构安装在基座内部,被动封严结构套装在转轴上;主动封严结构和供气气源连通,并向主动封严结构和被动封严结构之间的间隙通入气体。

[0007] 更进一步地,所述主动封严结构包括供气部件,供气部件内部设置有供气部件内流道;供气部件内流道一侧和供气气源连通,另一侧向主动封严结构和被动封严结构之间

的间隙通入气体。

[0008] 更进一步地,所述供气部件内流道包括环形气道和若干出气孔;环形气道一侧和供气气源连通,另一侧和若干出气孔连通。

[0009] 更进一步地,所述被动封严结构包括石墨密封结构,石墨密封结构一侧靠在轴承上,石墨密封结构包括石墨密封支座和石墨密封环,石墨密封支座截面为凹字型结构,石墨密封环设置于石墨密封支座的凹槽中。

[0010] 更进一步地,所述石墨密封环和供气部件之间的距离不大于0.2mm。

[0011] 更进一步地,所述被动封严结构还包括篦齿封严结构,篦齿封严结构靠在石墨密封结构一侧,篦齿封严结构上设置有若干篦齿。

[0012] 更进一步地,所述篦齿数量大于等于4,小于等于8。

[0013] 更进一步地,所述篦齿和供气部件之间的距离大于等于0.2mm,小于等于0.4mm。

[0014] 更进一步地,所述出气孔设置于篦齿封严结构和石墨密封环之间。

[0015] 更进一步地,所述供油管路出口设置有喷油嘴,喷油嘴正对轴承。

[0016] 本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的有益效果为:

[0017] (1) 本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,解决了现有轴承封严结构在水下封严效果较差的问题,通过主动封严和被动封严相耦合的封严结构,实现了更为高效的轴承封严效果。在水下高速旋转机械式发动机工作时,主动封严为主要封严手段,被动封严为主动封严提供了额外的密封保障,提高了主动封严的效率;同时,合理设计的供气流道和密封结构布局,使得密封气体能够更有效地到达密封区域,增强了密封性能。

[0018] (2) 本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,通过石墨密封结构与转子接触,形成密封面,有效阻止滑油从轴承腔泄漏到外部环境,保证发动机内部的清洁和滑油的正常循环。

[0019] (3) 本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,主动封严结构流出的气流在通过篦齿和供气部件之间的间隙时,会经历多次加速和膨胀,导致压力和速度能量逐渐降低。这种节流和热力学效应使得气体难以“逃逸”,从而有效减少了油气气流的外泄。通过阻挡油气气流的外泄,篦齿密封减少了滑油的消耗,确保轴承得到充分的润滑。

附图说明

[0020] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,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。

[0021] 在附图中:

[0022] 图1是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的第一种结构示意图;

[0023] 图2是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的第二种结构示意图;

[0024] 图3是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的出气孔处气体流向示意图;

[0025] 图4是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的供气部件的透视图；

[0026] 图5是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的供气部件的截面图；

[0027] 图6是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的篦齿封严结构的立体结构示意图；

[0028] 图7是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的篦齿封严结构的侧视图；

[0029] 图8是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的石墨密封结构的侧视图；

[0030] 图9是本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的石墨密封结构的立体结构示意图；

[0031] 其中：1-供气气源，2-气源阀门，3-外部供气管路，4-内部供气流动道，5-供油管路，6-喷油嘴，7-回油管路，8-转轴，9-轴承，10-石墨密封支座，11-石墨密封环，12-篦齿封严结构，13-供气部件内流动道，14-供气部件，15-基座。

具体实施方式

[0032] 下面将结合附图对本发明创造的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明创造一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明创造中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明创造保护的范围。

[0033] 在本发明创造的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“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创造和简化描述，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创造的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0034] 在本发明创造的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明创造中的具体含义。

[0035] 此外，下面所描述的本发明创造不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0036] 具体实施方式一：参见图1-图9具体说明本实施方式。本实施方式所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构具体包括转轴8、基座15和封严结构，转轴8同轴转动安装于基座15内部，转轴8和基座15之间设置有轴承9；基座15内设置有供油管路5和润滑腔，转轴8和基座15之间设置有回油管路7，供油管路5、润滑腔和回油管路7依次连通；润滑腔一侧开口并与轴承9接触，供油管路5出口设置有喷油嘴6，喷油嘴6正对轴承9，滑油从喷油嘴6中喷出，对轴承9进行润滑；封严结构包括主动封严结构和被动封严结构，主动封严

结构安装在基座15内部,被动封严结构套装在转轴8上;主动封严结构和供气气源1连通,并向主动封严结构和被动封严结构之间的间隙通入气体。

[0037] 所述主动封严结构包括供气部件14,供气部件14为环形结构,供气部件14和转轴8同轴并安装在基座15内;供气部件14内部设置有供气部件内流道13;供气部件内流道13为环形结构,供气部件内流道13一侧通过内部供气流动道4、外部供气管路3和供气气源1连通,另一侧向主动封严结构和被动封严结构之间的间隙通入气体;外部供气管路3上设置有气源阀门2。

[0038] 所述供气部件内流道13包括环形气道和若干出气孔;环形气道和转轴8同轴,环形气道一侧和供气气源1连通,另一侧和若干出气孔连通,若干出气孔均匀布置,出气孔出口指向转轴8轴线。

[0039] 所述被动封严结构包括石墨密封结构,石墨密封结构同轴套装在转轴8上,跟随转轴8同步转动;石墨密封结构一侧靠在轴承9上,石墨密封结构包括石墨密封支座10和石墨密封环11,石墨密封支座10截面为凹字型结构,石墨密封环11设置于石墨密封支座10的凹槽中,石墨密封环11和上方的供气部件14相接触形成密封面;石墨密封环11采用碳石墨或者浸钨石墨材料;所述石墨密封支座10为两环形结构拼接组成,一个环形结构截面为L形,另一个环形结构截面为I形,材质为金属,用于支撑和固定石墨密封环11。

[0040] 所述石墨密封环11和供气部件14之间的距离不大于0.2mm。

[0041] 所述被动封严结构还包括篦齿封严结构12,篦齿封严结构12为环形结构并同轴安装在转轴8上跟随转轴8同步旋转;篦齿封严结构12靠在石墨密封结构一侧,篦齿封严结构12上设置有若干篦齿,篦齿为环形结构,若干篦齿具有一定的高度并且等间距排列,篦齿与上方供气部件14之间形成密封间隙。

[0042] 所述篦齿数量大于等于4,小于等于8。所述篦齿和供气部件14之间的距离大于等于0.2mm,小于等于0.4mm,间隙的大小对密封性能有重要影响,间隙过大会导致漏气增加,间隙过小则可能引起摩擦。

[0043] 所述出气孔设置于篦齿封严结构12和石墨密封环11之间。

[0044] 本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构的具体工作原理为:

[0045] 如图1所示,当发动机在水下工作时,滑油通过发动机滑油供油管路5到达喷油嘴6,将滑油输送至轴承腔内部供轴承9润滑使用,多余的滑油通过回油管路7返回滑油箱中。此时,气源阀门2主动打开,供气气源1中的高压气体通过发动机的外部供气管路3,将高压气体供入发动机内部。高压气体进入发动机内部后,通过内部供气流动道4进入轴承前端供气部件内部主动供气流动道13。发动机外部主动供气管路3和发动机内部主动供气流动道4的截面形状和管路长度应按照最低的压力损失准则进行设计。最终,高压气体通过供气部件内流道13的出口,进入轴承封严腔,实现轴承9主动封严。

[0046] 石墨密封结构为接触式密封,但在发动机运行过程中,石墨密封环11会与上方供气部件14发生摩擦,造成石墨密封环11磨损,从而在石墨密封环11和轴承前端的供气部件14之间形成缝隙,导致滑油有空间泄露,因而需要引入主动封严结构。篦齿与轴承前端供气部件下表面形成密封间隙,间隙的大小对密封性能有重要影响,间隙过大会导致漏气增加,间隙过小则可能引起摩擦。当气流通过篦齿与供气部件14之间的间隙时,会经历多次加速

和膨胀,导致压力和速度能量逐渐降低。这种节流效应使得气体难以“逃逸”,从而有效减少了漏气损失。

[0047] 供气部件内流道13的出口在篦齿封严结构12和石墨密封环11之间,且石墨密封环11靠近轴承9一侧,篦齿封严结构12远离轴承9一侧。气体从供气部件内流道13的出口流出后,一部分流向轴承9一侧,为轴承封严腔提供封严压力;另一部分由于篦齿封严结构12外侧的发动机腔室压力较低,故会有一部分气体流向篦齿封严结构12一侧,进而向外部腔室泄露。这种结构能够同时发挥篦齿封严结构12和石墨密封环11的作用,即通过篦齿封严结构12减少主动供气流道出口封严气向外侧的泄露,确保封严气对石墨密封环11与轴承前端供气部件14间密封面的压力,更好地实现主被动耦合封严。

[0048] 供气气源1的压力可以通过气源阀门2的开度调节,供气气源1的压力需满足气体到达轴承封严腔的压力大于轴承腔压力,达到防止滑油泄露的标准。当气体进入供气部件内流道13的入口后,气体随之进入环形气道中,此时气体沿环形气道流动,实现了气体的周向均匀分布。而后,气体再从环形气道下方沿周向均匀分布的出气孔流出,到达轴承封严腔,避免了滑油在沿轴承9周向中的局部位置出现泄露的情况发生。

[0049] 总结上述实施案例,本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,解决了现有轴承封严结构在水下封严效果较差的问题,通过主动封严和被动封严相耦合的封严结构,实现了更为高效的轴承封严效果。在水下高速旋转机械式发动机工作时,主动封严为主要封严手段,被动封严为主动封严提供了额外的密封保障,提高了主动封严的效率;同时,合理设计的供气流道和密封结构布局,使得密封气体能够更有效地到达密封区域,增强了密封性能。本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,通过石墨密封结构与转子接触,形成密封面,有效阻止滑油从轴承腔泄漏到外部环境,保证发动机内部的清洁和滑油的正常循环。本发明所述的一种水下高速旋转机械的主被动耦合轴承封严结构,主动封严结构流出的气流在通过篦齿和供气部件14之间的间隙时,会经历多次加速和膨胀,导致压力和速度能量逐渐降低。这种节流和热力学效应使得气体难以“逃逸”,从而有效减少了油气气流的外泄。通过阻挡油气气流的外泄,篦齿密封减少了滑油的消耗,确保轴承得到充分的润滑。

[0050] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明。所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制发明,还可以是上述实施方式记载的特征的合理组合,凡在本发明精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

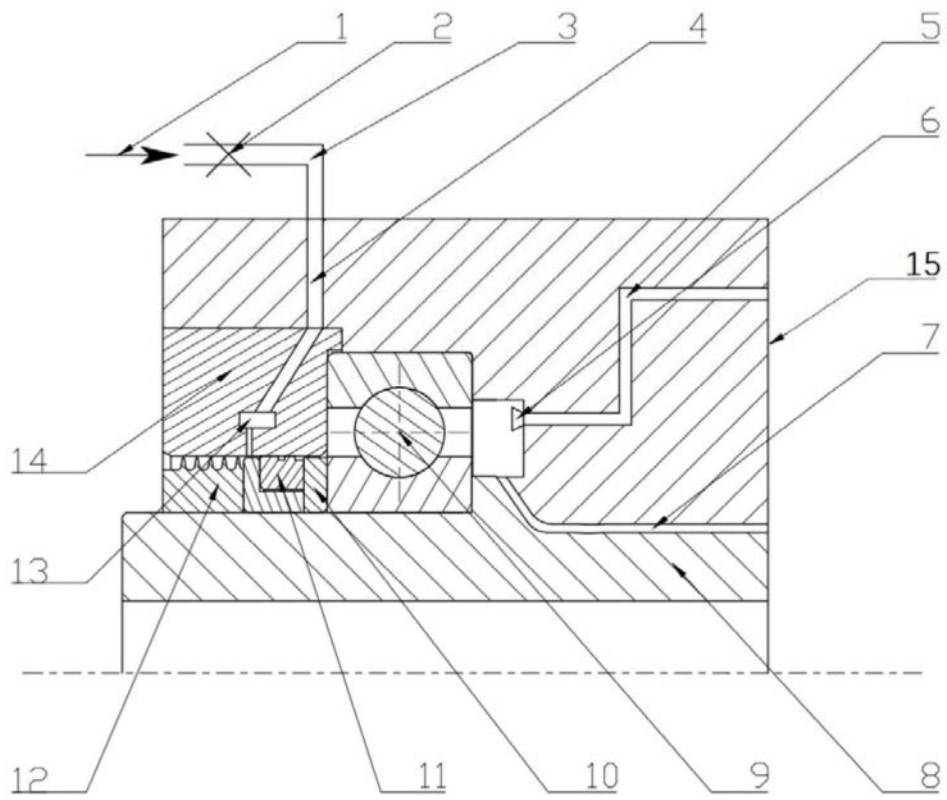


图1

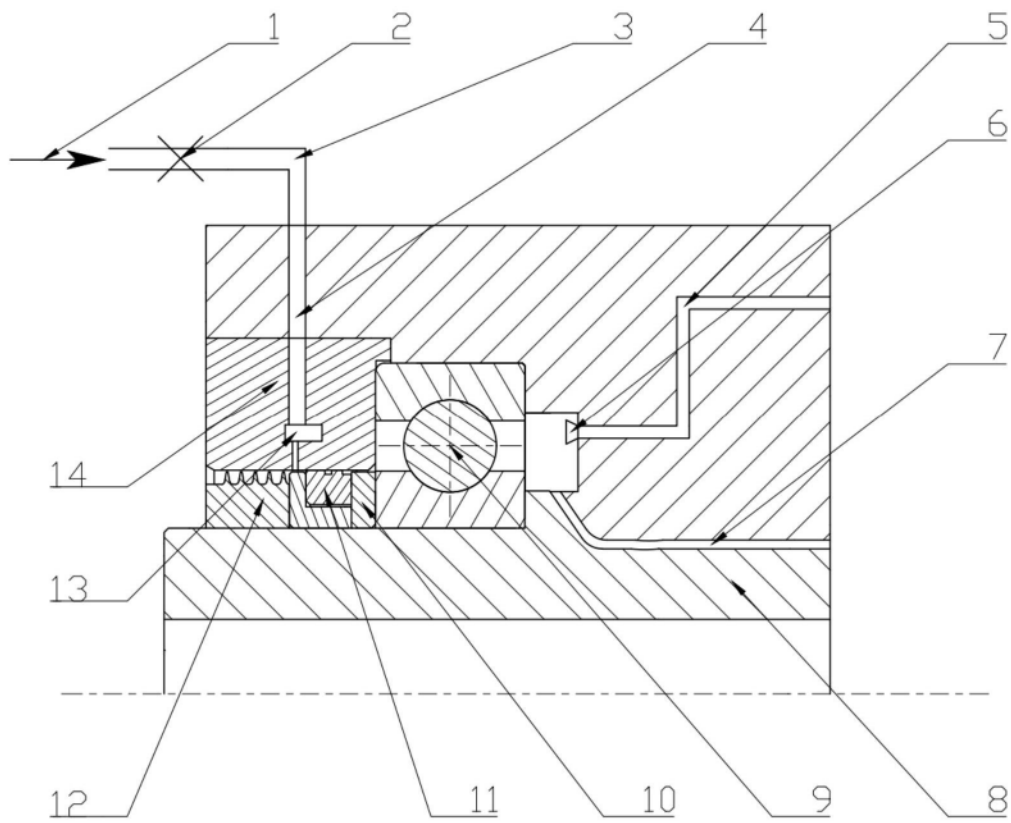


图2

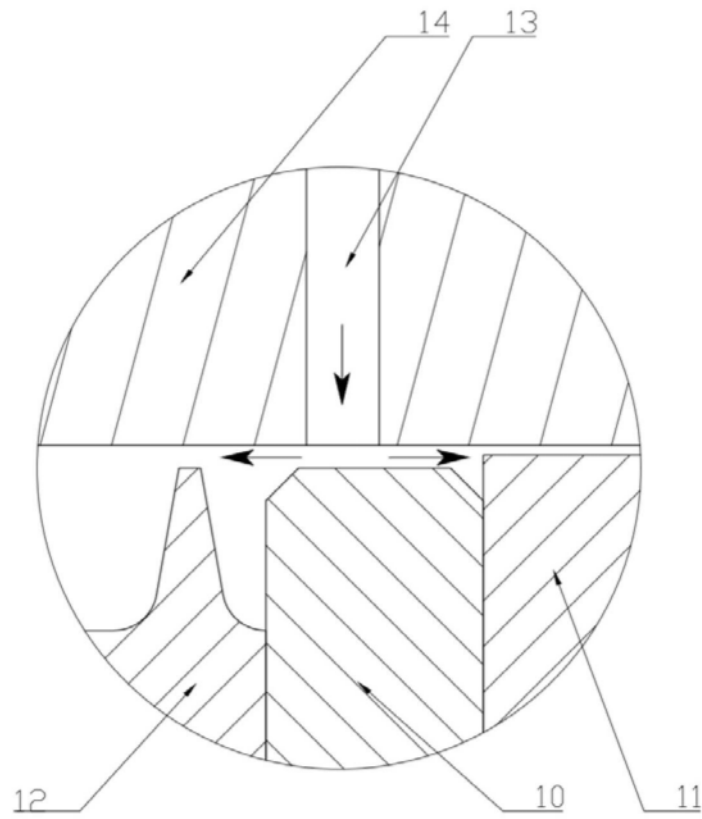


图3

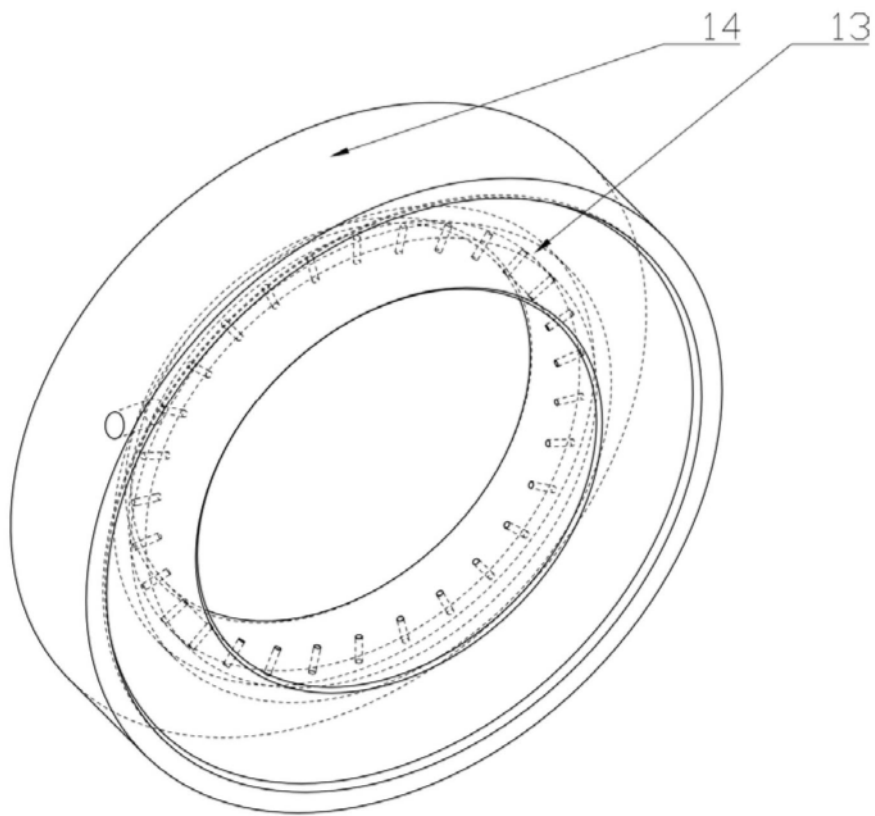


图4

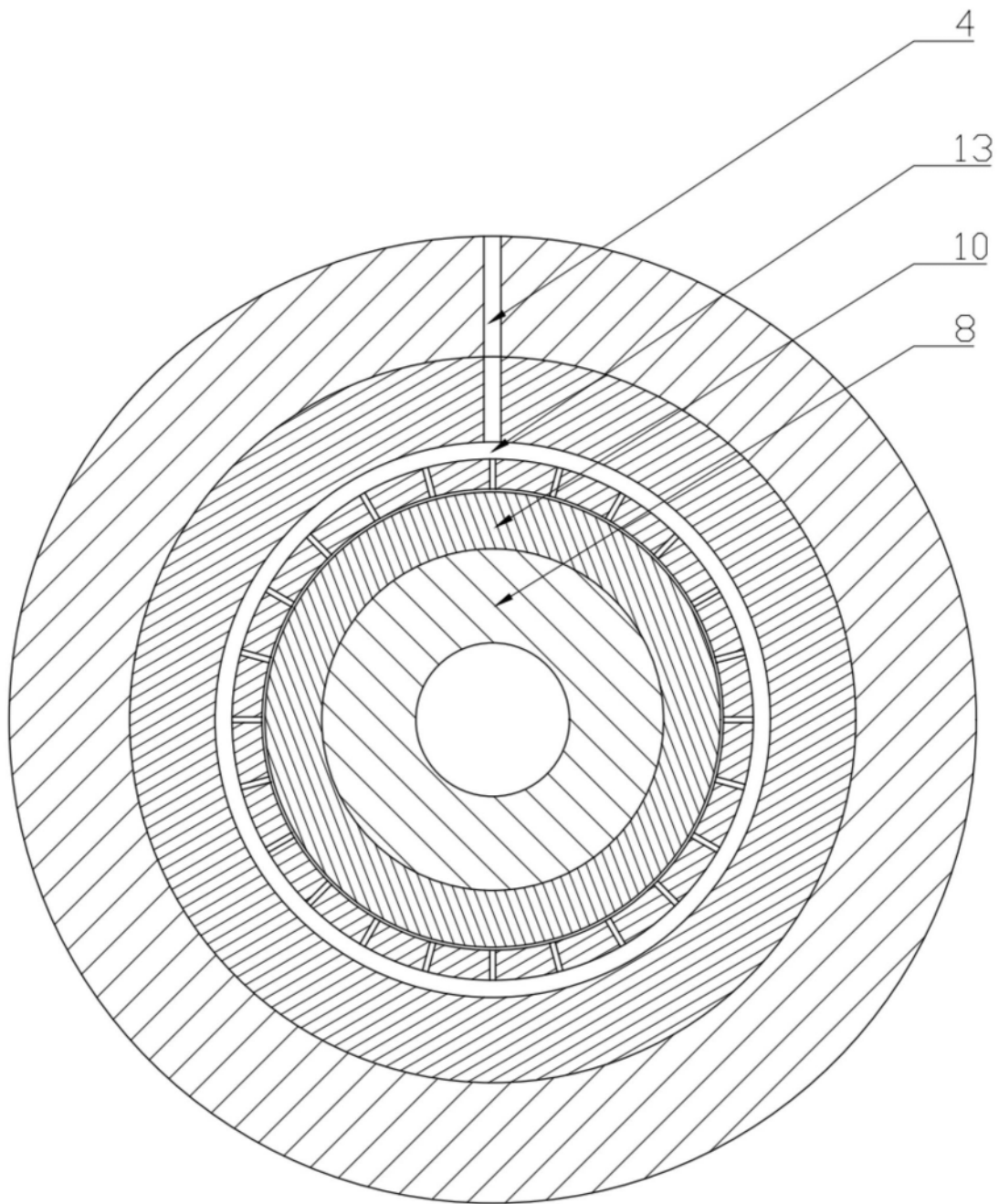


图5

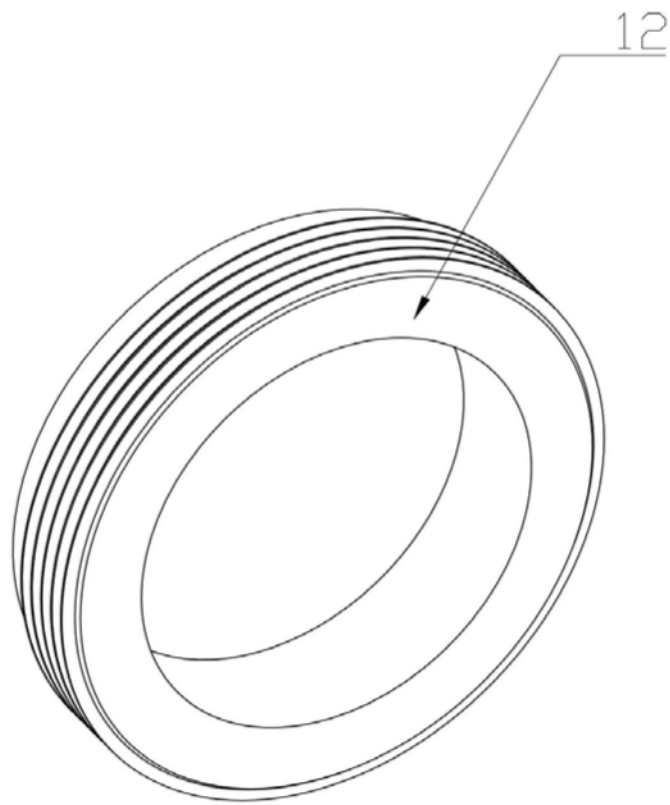


图6

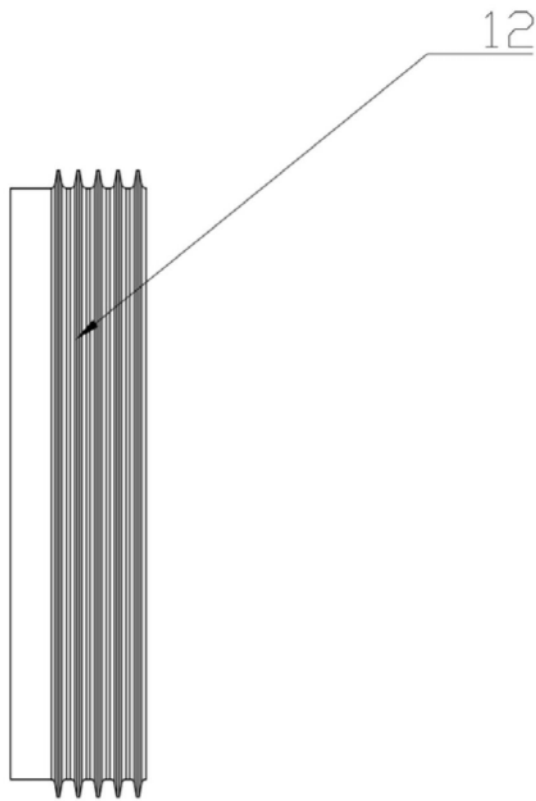


图7

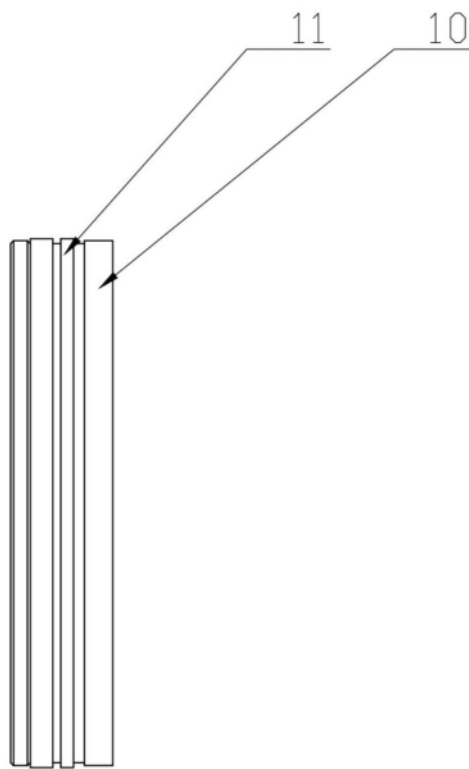


图8

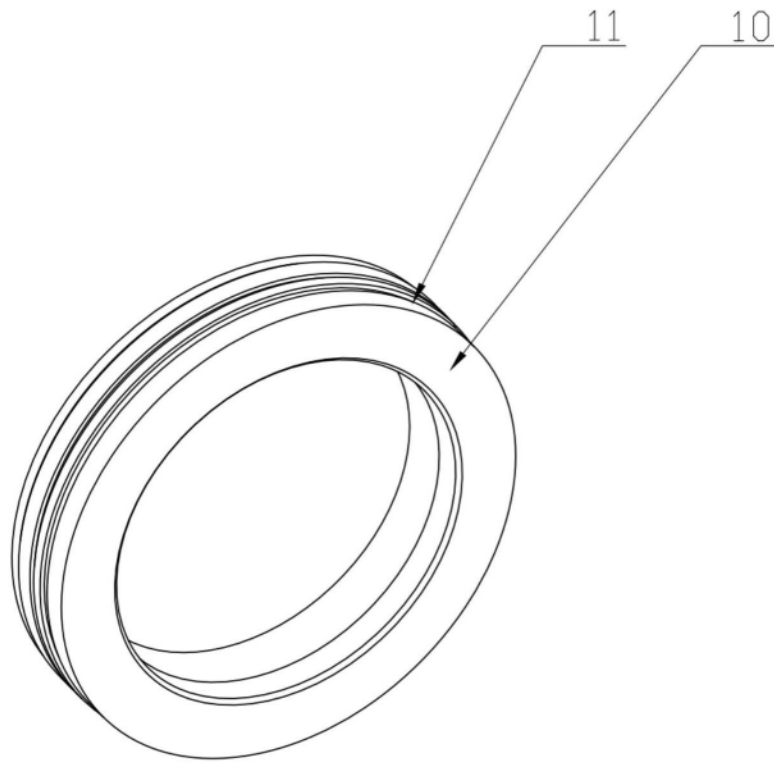


图9