



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114199552 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 31

(21) 申请号 202111532201.2

G01L 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.14

G01N 3/18 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 贺慧兰

申请公布号 CN 114199552 A

(43) 申请公布日 2022.03.18

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 陈家旺 王豪 郭进 曹晨 王威 方玉平

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公司 33212

专利代理师 周世骏

(51) Int. Cl.

G01M 13/005 (2019.01)

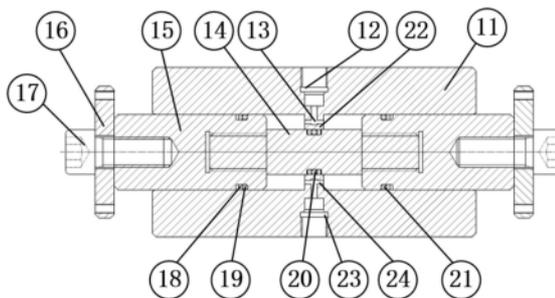
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及密封材料测量技术,旨在提供一种密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置及方法。包括温度控制系统,包括电源、控制端电脑和恒温箱;运动控制及拉压力测量系统包括电机、丝杠和拉压力传感器,丝杠一端与电机输出端相连,另一端通过拉压力传感器与高压舱系统相连;高压舱系统包括中空的筒体,筒体中活动安装与之配合的滑轴组件;两个第一滑轴将第二滑轴固定夹持在中间共同组成滑轴组件,滑轴组件外壁上分别设置环形槽并嵌套设置O形密封圈;所述运动控制及拉压力测量系统、高压舱系统均安置在恒温箱中。本发明能得到模拟深海环境下的密封圈轴向运动摩擦力和轴向装配力,为驱动机构设计提供密封圈材料和设备材料的选择依据。



1. 一种密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置,其特征在于,包括:
温度控制系统,包括电源、控制端电脑和恒温箱;
运动控制及拉压力测量系统,包括电机、丝杠和拉压力传感器,丝杠一端与电机输出端相连,另一端通过拉压力传感器与高压舱系统相连;
高压舱系统,包括中空的筒体,筒体中活动安装一个与之配合的滑轴组件;两个第一滑轴将第二滑轴固定夹持在中间,共同组成滑轴组件;第二滑轴的直径小于第一滑轴,两个第一滑轴的相对端部、第二滑轴外表面和筒体内壁共同围合形成加压水腔;在筒体上设有连接加压水腔的进水通道和排水通道,在加压水腔中的筒体内壁上设有与第二滑轴配合的环形台阶;在第一滑轴和第二滑轴的外壁上分别设置环形槽,在各环形槽中分别嵌套设置O形密封圈;
所述运动控制及拉压力测量系统、高压舱系统均安置在恒温箱中。
2. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述电机设有电源接口和速度控制器,分别通过线缆连接电源和控制端电脑。
3. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述第一滑轴的外侧端部设置法兰端面并由螺钉实现固定,所述拉压力传感器与法兰端面固定连接。
4. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述筒体外侧设有至少两个抱箍,抱箍的底座通过螺钉固定在恒温箱底部。
5. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述第一滑轴与筒体之间、第二滑轴与环形台阶之间均为过盈配合。
6. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述各环形槽中还嵌套装有与O形密封圈并列的挡圈。
7. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述进水通道和排水通道呈T形布局,包括相连的横向贯通环形台阶和沿径向布置的两部分通道,后者与设于筒体外壁上的进水接口或排水接口相连。
8. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述第一滑轴的端部设置螺孔,第二滑轴的端部设置外螺纹,两者以螺接方式实现固定安装。
9. 根据权利要求1所述的测试装置,其特征在于,所述恒温箱内部设有温度探头,恒温箱内的温度调控范围为0-50摄氏度,温度调控精度为0.1摄氏度。
10. 一种利用权利要求1所述测试装置实现密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - (1) 利用外部的增压泵向加压水腔中注水并增压,以模拟需要的海底水深压力;
 - (2) 通过控制端电脑调节恒温箱内的温度,使高压舱系统降至模拟的海底温度;
 - (3) 利用电机驱动丝杠,带动第一滑轴向一侧位移,获得拉压力传感器的稳定读数;该读数由两个第一滑轴上的O型密封圈与筒体之间的摩擦阻力 F 、以及第二滑轴上的O型密封与环形台阶之间的摩擦阻力 f_1 组成,表示为: $2F+f_1$;
 - (4) 继续驱动第一滑轴向同侧位移,使第二滑轴上的O型密封圈与环形台阶脱离接触后,获得拉压力传感器的稳定读数;该读数由两个第一滑轴上的O型密封圈与筒体之间的摩擦阻力 F 组成,表示为: $2F$;
 - (5) 根据步骤(3)、(4),求解得到两种O型密封圈的摩擦阻力 F 、 f_1 的数值;

(6) 利用电机反向驱动丝杠,带动第一滑轴反向位移,使第二滑轴上的O型密封圈从与环形台阶刚好接触继续运动到与其形成密封配合,获得该过程中拉压力传感器的最大读数;该读数由两个第一滑轴上的O型密封圈与筒体之间的摩擦阻力 F 、以及第二滑轴上的O型密封与环形台阶之间的装配力 f_2 组成,表示为: $2F+f_2$;

(7) 利用步骤(5)的计算结果和步骤(6)的测量结果,求解得到第二滑轴上的O型密封与环形台阶之间的装配力 f_2 的数值。

一种密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及密封材料测量技术,特别涉及一种在高压低温环境下密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置及方法。

背景技术

[0002] 橡胶O型密封圈是海洋工程装备密封设计中不可或缺的部件。其动密封主要分为往复运动密封和旋转运动密封。在一些取样器中,需要驱动机构驱动带有密封圈的活塞在活塞缸中往复运动实现预定功能,也有一些需要将活塞从外部推入活塞缸,这类似于一个装配的过程。橡胶是一种超弹性材料,准确计算其与金属表面的相对运动引起的摩擦是一个复杂的过程,目前尚无定量研究用于计算这种摩擦力的计算方法。尤其在深海环境下,高压会导致橡胶圈被压缩,低温会导致一些橡胶结晶,硬度变大,这会使得这一过程更加复杂。

[0003] 目前还没有适合的测量技术,能够用于实现高压低温环境下密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是,克服现有技术中的不足,提供一种适于高压低温环境下的密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置及方法。

[0005] 为解决技术问题,本发明的解决方案是:

[0006] 提供一种密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置,包括:温度控制系统,包括电源、控制端电脑和恒温箱;运动控制及拉压力测量系统,包括电机、丝杠和拉压力传感器,丝杠一端与电机输出端相连,另一端通过拉压力传感器与高压舱系统相连;高压舱系统,包括中空的筒体,筒体中活动安装一个与之配合的滑轴组件;两个第一滑轴将第二滑轴固定夹持在中间,共同组成滑轴组件;第二滑轴的直径小于第一滑轴,两个第一滑轴的相对端部、第二滑轴外表面和筒体内壁共同围合形成加压水腔;在筒体上设有连接加压水腔的进水通道和排水通道,在加压水腔中的筒体内壁上设有与第二滑轴配合的环形台阶;在第一滑轴和第二滑轴的外壁上分别设置环形槽,在各环形槽中分别嵌套设置O形密封圈;所述运动控制及拉压力测量系统、高压舱系统均安置在恒温箱中。

[0007] 作为本发明的优选方案,所述电机设有电源接口和速度控制器,分别通过线缆连接电源和控制端电脑。

[0008] 作为本发明的优选方案,所述第一滑轴的外侧端部设置法兰端面并由螺钉实现固定,所述拉压力传感器与法兰端面固定连接。

[0009] 作为本发明的优选方案,所述筒体外侧设有至少两个抱箍,抱箍的底座通过螺钉固定在恒温箱底部。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述第一滑轴与筒体之间、第二滑轴与环形台阶之间均为过盈配合。

[0011] 作为本发明的优选方案,所述各环形槽中还嵌套装有与O形密封圈并列的挡圈。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述进水通道和排水通道呈T形布局,包括相连的横向贯通环形台阶和沿径向布置的两部分通道,后者与设于筒体外壁上的进水接口或排水接口相连。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述第一滑轴的端部设置螺孔,第二滑轴的端部设置外螺纹,两者以螺接方式实现固定安装。

[0014] 作为本发明的优选方案,所述恒温箱内部设有温度探头,恒温箱内的温度调控范围为0-50摄氏度,温度调控精度为0.1摄氏度。

[0015] 本发明进一步提供了一种密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试方法,包括以下步骤:

[0016] (1) 利用外部的增压泵向加压水腔中注水并增压,以模拟需要的海底水深压力;

[0017] (2) 通过控制端电脑调节恒温箱内的温度,使高压舱系统降至模拟的海底温度;

[0018] (3) 利用电机驱动丝杠,带动第一滑轴向一侧位移,获得拉压力传感器的稳定读数;该数值由两个第一滑轴上的O型密封圈与筒体之间的摩擦阻力 F 、以及第二滑轴上的O型密封与环形台阶之间的摩擦阻力 f_1 组成,表示为: $2F+f_1$;

[0019] (4) 继续驱动第一滑轴向同侧位移,使第二滑轴上的O型密封圈与环形台阶脱离接触后,获得拉压力传感器的稳定读数;该数值由两个第一滑轴上的O型密封圈与筒体之间的摩擦阻力 F 组成,表示为: $2F$;

[0020] (5) 根据步骤(3)、(4),求解得到两种O型密封圈的摩擦阻力 F 、 f_1 的数值;

[0021] (6) 利用电机反向驱动丝杠,带动第一滑轴反向位移,使第二滑轴上的O型密封圈从与环形台阶刚好接触继续运动到与其形成密封配合,获得该过程中拉压力传感器的最大读数;该数值由两个第一滑轴上的O型密封圈与筒体之间的摩擦阻力 F 、以及第二滑轴上的O型密封与环形台阶之间的装配力 f_2 组成,表示为: $2F+f_2$;

[0022] (7) 利用步骤(5)的计算结果和步骤(6)的测量结果,求解得到第二滑轴上的O型密封与环形台阶之间的装配力 f_2 的数值。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0024] (1) 本发明提出一种模拟高压低温环境下密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置及方法,不仅可以得到模拟深海环境下的密封圈轴向运动摩擦力,也可得到其轴向装配力,可以为需要实现同类运动的深海装备的驱动机构设计提供密封圈材料和设备材料的选择依据。

[0025] (2) 本发明提供了使用O型密封圈径向密封设备上轴孔相对运动时O型密封密封圈阻力的测量方法及设备,具体包括滑动摩擦阻力的测量以及O型密封圈刚进入孔被压缩时阻力的测量;因此可以用于深入研究密封圈材料在海底使用环境下的耐久性与疲劳演变过程。

附图说明

[0026] 图1是本发明整体结构示意图;

[0027] 图2是图1中高压舱体部分的剖面示意图;

[0028] 图3是测量相对运动时摩擦力的工作状态图;

[0029] 图4是测量相对运动时装配力的工作状态图。

[0030] 图中:1电源;2控制端电脑;3恒温箱;4电源接口;5电机;6丝杠;7拉压力传感器;8抱箍;9高压舱系统;10速度控制器;11筒体;12排水接口;13排水通道;14第二滑轴;15第一滑轴;16法兰端面;17螺钉;18挡圈;19O型密封圈;20O型密封圈;21O型密封圈;22环形台阶;23进水接口;24进水通道。

具体实施方式

[0031] 以下的实施例可以使本专业技术领域的技术人员更全面的了解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0032] 本申请中为部件所编序号本身,例如“第一”、“第二”等,仅用于区分所描述的对象,不具有任何顺序或技术含义。而本申请所说“连接”、“联接”,如无特别说明,均包括直接和间接连接(联接)。在本申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”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申请和简化描述,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申请的限制。

[0033] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0034] 本发明中,电源、控制端电脑、电机、丝杠、O型密封圈、拉压力传感器可以从市售产品里采购。抱箍、第一滑轴、第二滑轴、高压舱筒体等部件则可以按照实际需要进行加工即可。

[0035] 如图1至4所示,本发明所述密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试装置,包括温度控制系统、运动控制及拉压力测量系统、高压舱系统。其中,温度控制系统包括电源1、控制端电脑2和恒温箱3。运动控制及拉压力测量系统包括电机5、丝杠6和拉压力传感器7。电机5设有电源接口4和速度控制器10,分别通过线缆连接电源1和控制端电脑2。控制端电脑2通过调节电机5的转速来调节丝杠6往复直线运动的速度。丝杠6一端与电机输出端相连,另一端通过拉压力传感器7与高压舱系统9相连。运动控制及拉压力测量系统、高压舱系统9均安置在恒温箱3中。恒温箱3内部设有温度探头,恒温箱3的温度调控范围为0-50摄氏度,温度调控精度为0.1摄氏度。

[0036] 高压舱系统9包括中空的筒体11,筒体11中活动安装一个与之配合的滑轴组件;两个第一滑轴15将第二滑轴14固定夹持在中间,共同组成滑轴组件;在第一滑轴15的端部设置螺孔,在第二滑轴14的端部设置外螺纹,两者以螺接方式实现固定安装。第一滑轴15的外侧端部设置法兰端面16并由螺钉17实现固定,拉压力传感器7与法兰端面16固定连接。筒体11外侧设有至少两个抱箍8,抱箍8的底座通过螺钉固定在恒温箱3的底部。

[0037] 第二滑轴14的直径小于第一滑轴15,两个第一滑轴15的相对端部、第二滑轴外表面和筒体内壁共同围合形成加压水腔;在筒体11上设有连接加压水腔的进水通道24和排水

通道13,在加压水腔中的筒体内壁上设有与第二滑轴14配合的环形台阶22;进水通道24和排水通道13呈T形布局,包括相连的横向贯通环形台阶22和沿径向布置的两部分通道,后者与设于筒体外壁上的进水接口23或排水接口12相连。

[0038] 在第一滑轴15和第二滑轴14的外壁上分别设置环形槽,在各环形槽中分别嵌套设置O形密封圈19、21和20;各环形槽中还嵌套装有与O形密封圈并列的挡圈18。第一滑轴15与筒体11之间、第二滑轴14与环形台阶22之间均为过盈配合。

[0039] 基于上述测试装置,本发明的密封圈往复运动摩擦力及装配力的测试方法,包括以下步骤:

[0040] (1) 利用外部的增压泵向加压水腔中注水并增压,以模拟需要的海底水深压力;

[0041] (2) 通过控制端电脑2调节恒温箱3内的温度,使高压舱系统9降至模拟的海底温度;

[0042] (3) 利用电机5驱动丝杠6,带动第一滑轴15向一侧位移,获得拉压力传感器7的稳定读数;该数值由两个第一滑轴15上的O型密封圈19、21与筒体11之间的摩擦阻力 F 、以及第二滑轴14上的O型密封20与环形台阶22之间的摩擦阻力 f 组成,表示为: $2F+f_1$;

[0043] (4) 继续驱动第一滑轴15向同侧位移,使第二滑轴14上的O型密封圈与环形台阶22脱离接触后,获得拉压力传感器7的稳定读数;该数值由两个第一滑轴15上的O型密封圈19、21与筒体之间的摩擦阻力 F 组成,表示为: $2F$;

[0044] (5) 根据步骤(3)、(4),求解得到两种O型密封圈的摩擦阻力 F 、 f_1 的数值;

[0045] (6) 利用电机5反向驱动丝杠6,带动第一滑轴15反向位移,使第二滑轴14上的O型密封圈20从与环形台阶22刚好接触继续运动到与其形成密封配合,获得该过程中拉压力传感器7的最大读数;该数值由两个第一滑轴15上的O型密封圈19、21与筒体11之间的摩擦阻力 F 、以及第二滑轴14上的O型密封20与环形台阶22之间的装配力 f_2 组成,表示为: $2F+f_2$;

[0046] (7) 利用步骤(5)的计算结果和步骤(6)的测量结果,求解得到第二滑轴14上的O型密封20与环形台阶22之间的装配力 f_2 的数值。

[0047] 更为详细的示例如下:

[0048] 首先将电机5的电源接口4与电源2相连,速度控制器10与控制端电脑2连接。通过控制端电脑2使电机5转动并带动丝杆6做直线运动,丝杆6带动滑轴组件做直线运动。控制丝杆6的位移,将第二滑轴14及第一滑轴15居中放置,如图2所示。此时第二滑轴14的O型密封圈20与环形台阶22接触。将外部的增压泵连接到进水接口23,其增压范围为0-120MPa。在排水接口12处连接针阀并打开,启动增压泵给加压水腔充水,当排水接口12处有水溢出时,关闭针阀。继续通过增压泵提升加压水腔的内部压力,直至达到需要模拟的水深压力。

[0049] 高压舱系统整体置于恒温箱3中,并通过控制端电脑2调节温度至需要模拟水深的温度,其温度调节范围为0-50摄氏度,温度调控精度为0.1摄氏度。高压舱系统在恒温箱3中放置12小时以上,保证其任意部分达到均一的温度。

[0050] 启动电机5,丝杠6推动滑轴组件向左移动,拉压力传感器7稳定时的数值由两个O型密封圈19、21与筒体11之间的摩擦阻力 F 、以及O型密封20与环形台阶22之间的摩擦阻力 f_1 组成,故拉压力传感器7稳定时的数值表示为式(1):

[0051] $2F+f_1$ (1)

[0052] 丝杠6继续推动滑轴组件向左运动,当O型密封圈20与环形台阶22脱离接触后,如

图3所示,拉压力传感器7测得稳定时的数值由O型密封圈19、21与筒体11之间的摩擦阻力F组成,故拉压力传感器稳定时的数值表示为式(2)

[0053] $2F$ (2)

[0054] 式(1)与式(2)构成封闭的方程组,此时可求出O型密封圈19或21与耐筒体11之间的摩擦阻力F以及小直径O型密封圈20与台阶22之间的摩擦阻力 f_1 。

[0055] 反向运转电机5,丝杠6推动滑轴组件向右移动,使O型密封圈20从加压水腔(图3所示)运动到与环形台阶22刚好接触(图4所示),并继续运动到与环形台阶22形成密封配合(图2所示)。该过程中拉压力传感器7数值的最大值由O型密封圈—19、21与筒体11之间的摩擦阻力F以及O型密封圈20与环形台阶22之间装配力 f_2 组成,故拉压力传感器最大值为式(3)

[0056] $2F+f_2$ (3)

[0057] 结合式(2)以及式(3),可求得O型密封圈20与环形台阶22之间装配力 f_2 。

[0058] 最后,需要注意的是,以上列举的仅是本发明的具体实施例。显然,本发明不限于以上实施例,还可以有很多变形。可以通过对O型密封圈材料和线径的调整以及加工不同材料、直径的滑轴组件和筒体,来实现多不同型号O型密封圈的摩擦阻力及装配阻力的测量。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容中直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本发明的保护范围。

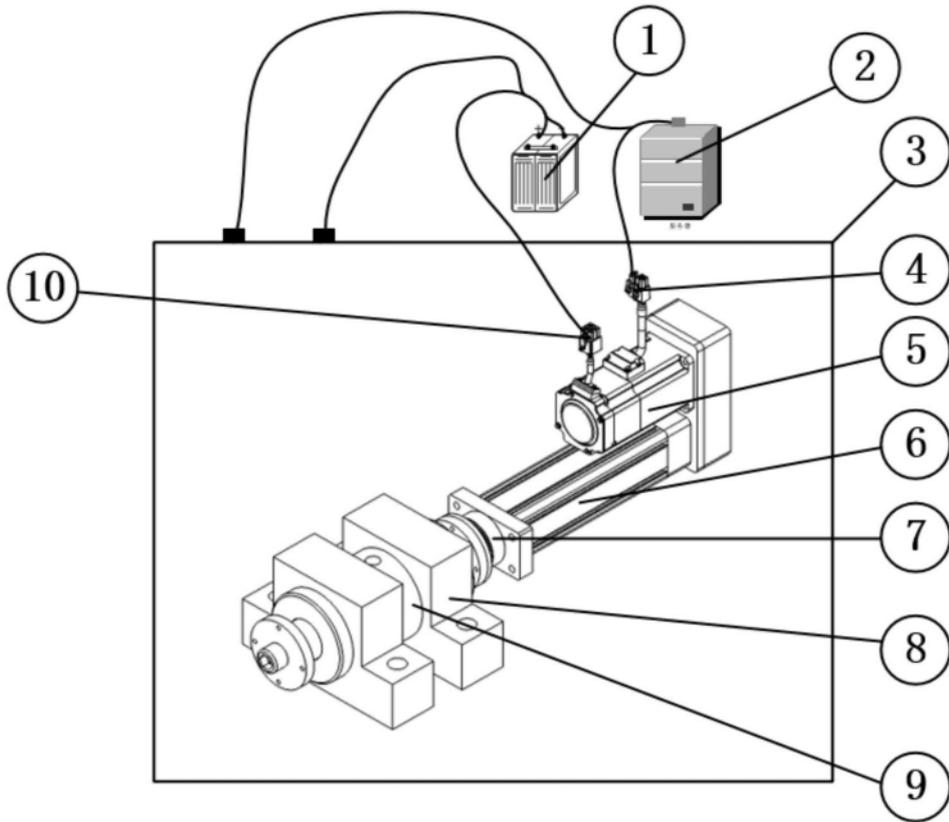


图1

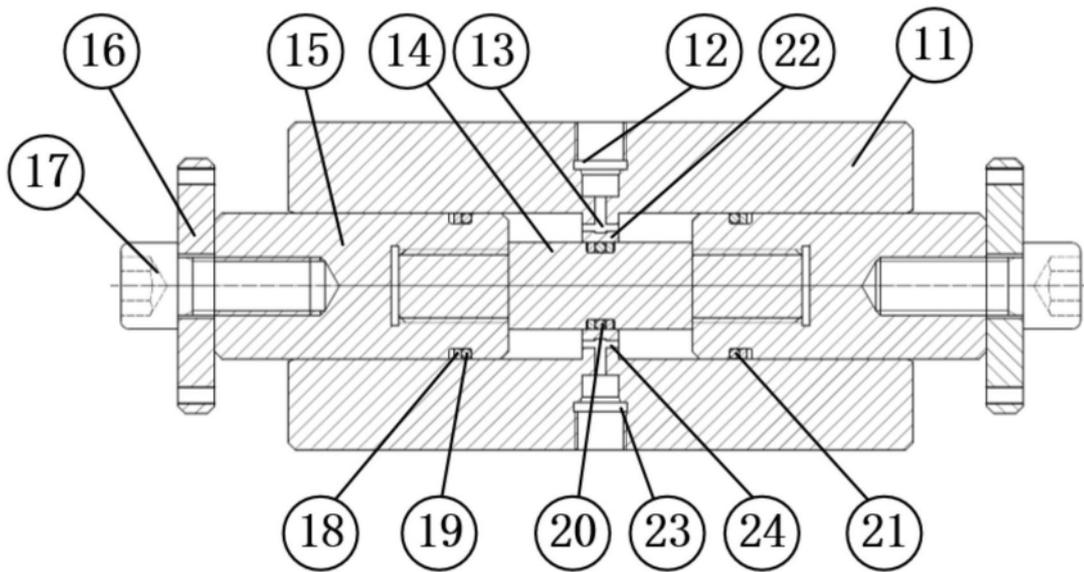


图2

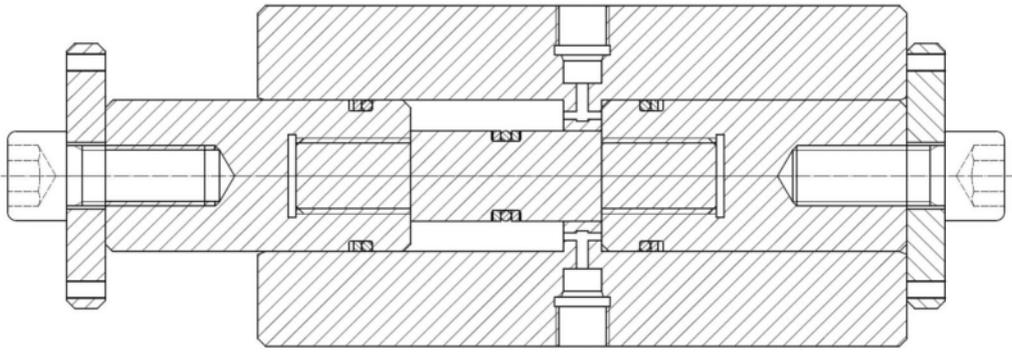


图3

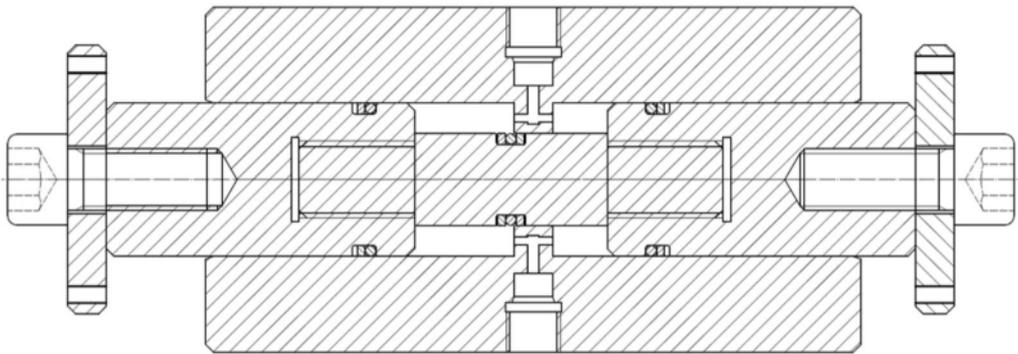


图4