



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111024329 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201911382180.3

(22)申请日 2019.12.28

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区100084信箱82  
分箱清华大学专利办公室

(72)发明人 索双富 赵乐 时剑文 夏浩宇

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务  
所 61215

代理人 段俊涛

(51) Int. Cl.

G01M 3/26(2006.01)

G01M 13/00(2019.01)

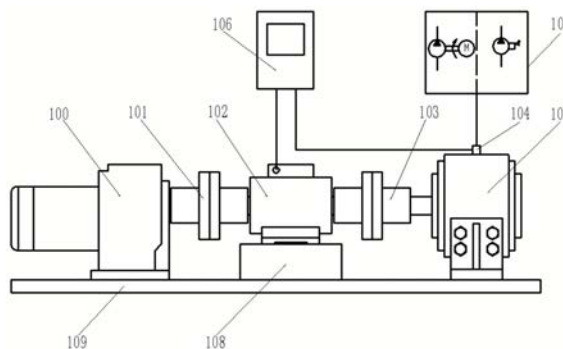
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置和方法

(57)摘要

一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置和方法,装置包括:高压旋转密封舱,其包括同轴安装的密封舱体和旋转轴,旋转轴位于密封舱体内,密封舱体的内表面开有与旋转轴形成密封腔的第一密封沟槽和第二密封沟槽,在密封舱体上位于第一密封沟槽和第二密封沟槽之间开有压力孔,旋转轴中部设有凹槽以形成连通压力孔的容纳腔;驱动单元,连接旋转轴带动其旋转;加压系统,连接压力孔向高压旋转密封舱加压;检测系统,检测旋转轴的摩擦力矩和转速以及高压旋转密封舱的压力和温度。本发明可完成大直径组合密封件在高压下的静态和动态密封性能测试,实现不同压力、转速下的摩擦力矩和泄漏量检测,实现不同材质或截面的密封件性能对比试验。



1. 一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,包括:

高压旋转密封舱(105),其包括同轴安装的密封舱体(200)和旋转轴(201),旋转轴(201)位于密封舱体(200)内,密封舱体(200)的内表面开有用于安装第一待测密封圈(303)的第一密封沟槽(216)和用于安装第二待测密封圈(300)的第二密封沟槽(215),第一密封沟槽(216)和第二密封沟槽(215)与所述旋转轴(201)形成密封腔,在密封舱体(200)上位于第一密封沟槽(216)和第二密封沟槽(215)之间开有压力孔(214),所述旋转轴(201)中部设有凹槽以形成连通压力孔(214)的容纳腔,在密封舱体(200)底部位于第一密封沟槽(216)无压力侧开有第一环形槽(218),位于第二密封沟槽(215)无压力侧开有第二环形槽(217),在第一环形槽(218)底部开有第一泄漏孔(302),第二环形槽(217)底部开有第二泄漏孔(301);

驱动单元(100),通过传动系统连接旋转轴(201)带动其旋转;

加压系统(107),连接压力孔(214)向高压旋转密封舱(105)加压;

检测系统,检测旋转轴(201)的摩擦力矩和转速以及高压旋转密封舱(105)内的压力和温度。

2. 根据权利要求1所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,所述第一密封沟槽(216)和第二密封沟槽(215)关于密封舱体(200)的轴向中点对称,所述第一待测密封圈(303)和第二待测密封圈(300)安装后与旋转轴(201)表面配合形成密封面。

3. 根据权利要求1所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,所述密封舱体(200)左右两侧设有安装左底座(202)和右底座(206)的定位槽和螺孔;密封舱体(200)前后两端分别通过定位销(211)和螺栓连接结构相同的均开有顶丝孔(210)的前端盖(203)和后端盖(205),密封舱体(200)前后两端在连接处开有通气孔(212),前端盖(203)和后端盖(205)内均安装有支撑轴承(204)和挡油环(207),密封舱体(200)上开有吊耳孔(213)。

4. 根据权利要求1所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,所述驱动单元(100)包括驱动电机、减速器和变频器;所述变频器用以控制驱动电机进行启动、正反转和调速。

5. 根据权利要求1或4所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,传动系统包括连接驱动单元(100)输出端的第一联轴器(101)和连接旋转轴(201)的第二联轴器(103),第一联轴器(101)与第二联轴器(103)连接且在连接处设置扭矩转速一体传感器(102),所述密封舱体(200)顶部设置有压力温度一体传感器(104),所述扭矩转速一体传感器(102)和压力温度一体传感器(104)构成了检测系统,检测系统与数据采集处理系统(106)连接。

6. 根据权利要求1所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,所述加压系统(107)包括自动加压系统和手动加压系统。

7. 根据权利要求6所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,其特征在于,所述自动加压系统包括液压油箱(417),高压泵(416)的入口与液压油箱(417)中的第二滤油器(418)连接,出口与第三电磁球阀(413)和第二单向阀(412)入口连接,第二单向阀(412)出口与第二电磁球阀(411)入口连接,第二电磁球阀(411)出口与第四单向阀(410)入口连接,第四单向阀(410)出口与第一电磁阀(409)入口连接,第一电磁阀(409)的出口与压力孔

(214)连接;

所述手动加压系统包括手压泵油箱(400),手压泵(403)的入口与手压泵油箱(400)中的第一滤油器(401)连接,出口与第一单向阀(404)的入口连接,第一单向阀(404)出口与球阀开关(406)入口连接,球阀开关(406)出口与压力孔(214)连接。

8.基于权利要求7所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置的方法,其特征在于,装置组装之后,利用启动驱动单元(100)带动旋转轴(201)旋转,利用加压系统(107)向高压旋转密封舱(105)加压,其中:

所述自动加压系统工作时,启动驱动电机(415)带动高压泵(416)工作,经过第二滤油器(418)将液压油箱(417)内的油液吸入加压;系统未加载时,第三电磁球阀(413)右位接入,油液经所述第三电磁球阀(413)右位返回油箱,系统无压力;加载时,所述第三电磁球阀(413)左位接入,油液经高压管路、第二单向阀(412)、第二电磁球阀(411)左位、第四单向阀(410)、第一电磁阀(409)右位进入所述高压旋转密封舱(105)密封腔;当达到系统设定压力时,第二电磁球阀(411)右位接入,依靠所述第四单向阀(410),系统实现保压;卸载时,所述第一电磁球阀(409)左位接入,所述密封腔内油液经所述第一电磁球阀(409)左位返回所述液压油箱(417),系统实现卸载;第二溢流阀(414)根据需要设定安全压力,压力表(407)用以显示系统压力,通过压力表开关(408)打开或关闭;液压系统各电磁阀由PLC电控系统控制切换,完成对所述高压旋转密封舱(105)的加载、保压、卸载;系统压力在0-50MPa范围可调,通过设定不同系统压力,可完成所述待测密封圈在不同压力下的泄漏量、扭矩、压力、温度的测试和试验;

所述手动加压系统工作时,打开阀门开关(406),通过快速接头(405)将系统接入密封通道,人工操作手压泵(403),手压泵油箱(400)中的油液经第一滤油器(401)吸入,经高压管路、第一单向阀(404)、所述快速接头(405)、所述阀门开关(407)进入所述高压旋转密封舱(105),实现系统加载;达到设定压力时,停止所述手压泵(403),系统进行保压;卸载时,通过操作所述第一电磁球阀(409)使其左位接入,系统实现卸载;在对待测密封圈进行静态检测和试验时,采用所述手动加压系统进行加压,可方便快捷地完成相关检测与试验内容;

所述数据采集处理系统(106)采集和处理检测系统的检测信号供系统调节控制,将采集数据加以记录和显示。

9.根据权利要求8所述方法,其特征在于,试验时,调节所述驱动单元(100)实现不同驱动转速。

10.根据权利要求8所述方法,其特征在于,试验时,在所述第一密封沟槽(216)内和第二密封沟槽(215)内安装相同的待测密封圈,实现在不同压力、转速下的摩擦力矩和泄漏量测试;或在所述第一密封沟槽(216)内和所述第二密封沟槽(215)内分别装入不同的待测密封圈,进行不同密封圈性能对比试验。

## 一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置和方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于流体旋转密封技术领域,涉及液压传动设备中高压旋转运动部件上组合密封件的性能检测与试验,为一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置和方法。

### 背景技术

[0002] 密封技术的发展与工程应用密切相关,密封检测与试验是系统设计研究的关键环节。近年来组合密封以其承压能力强、使用寿命长的优势在深海勘探、石油钻井、航空试验等许多领域获得重要应用。特别是在大型设备中,常常需要采用直径大、承压能力较高的组合密封件。由于密封件在高压下容易失效引发系统故障,甚至导致严重事故,因此做好密封件性能检测与试验直接影响着系统的可靠性和安全性。现有旋转密封试验装置多针对中低压力或中小直径密封件,装置所能承受压力小且功能较单一,难以满足高压大直径密封需求,因此设计一种可对高压大直径组合密封件进行综合性能检测与试验的装置具有很强的现实需求。

### 发明内容

[0003] 基于上述现有技术,本发明的目的在于提供一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置和方法,该装置采用电机驱动,可实现高压下大直径组合密封件的泄漏量、扭矩、压力、温度的测试和试验。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0005] 一种高压旋转组合密封件性能检测与试验装置,包括:

[0006] 高压旋转密封舱105,其包括同轴安装的密封舱体200和旋转轴201,旋转轴201位于密封舱体200内,密封舱体200的内表面开有用于安装第一待测密封圈303的第一密封沟槽216和用于安装第二待测密封圈300的第二密封沟槽215,第一密封沟槽216和第二密封沟槽215与所述旋转轴201形成密封腔,在密封舱体200上位于第一密封沟槽216和第二密封沟槽215之间开有压力孔214,所述旋转轴201中部设有凹槽以形成连通压力孔214的容纳腔,在密封舱体200底部位于第一密封沟槽216无压力侧开有第一环形槽218,位于第二密封沟槽215无压力侧开有第二环形槽217,在第一环形槽218底部开有第一泄漏孔302,第二环形槽217底部开有第二泄漏孔301;

[0007] 驱动单元100,通过传动系统连接旋转轴201带动其旋转;

[0008] 加压系统107,连接压力孔214向高压旋转密封舱105加压;

[0009] 检测系统,检测旋转轴201的摩擦力矩和转速以及高压旋转密封舱105的压力和温度。

[0010] 所述第一密封沟槽216和第二密封沟槽215关于密封舱体200的轴向中点对称,所述第一待测密封圈303和第二待测密封圈300安装后与旋转轴201表面配合形成密封面。

[0011] 所述密封舱体200左右两侧设有安装左底座202和右底座206的定位槽和螺孔;密封舱体200前后两端分别通过定位销211和螺栓连接结构相同的均开有顶丝孔210的前端盖

203和后端盖205,密封舱体200前后两端在连接处开有通气孔212,前端盖203和后端盖205内均安装有支撑轴承204和挡油环207,密封舱体200上开有吊耳孔213。

[0012] 所述驱动单元100包括驱动电机、减速器和变频器;所述变频器用以控制驱动电机进行启动、正反转和调速。

[0013] 传动系统包括连接驱动单元100输出端的第一联轴器101和连接旋转轴201的第二联轴器103,第一联轴器101与第二联轴器103连接且在连接处设置扭矩转速一体传感器102,所述密封舱体200顶部设置有压力温度一体传感器104,所述扭矩转速一体传感器102和压力温度一体传感器104构成了检测系统,检测系统与数据采集处理系统106连接。

[0014] 所述加压系统107包括自动加压系统和手动加压系统。

[0015] 所述自动加压系统包括液压油箱417,高压泵416的入口与液压油箱417中的第二滤油器418连接,出口与第三电磁球阀413和第二单向阀412入口连接,第二单向阀412出口与第二电磁球阀411入口连接,第二电磁球阀411出口与第四单向阀410入口连接,第四单向阀410出口与第一电磁阀409入口连接,第一电磁阀409的出口与压力孔214连接;

[0016] 所述手动加压系统包括手压泵油箱400,手压泵403的入口与手压泵油箱400中的第一滤油器401连接,出口与第一单向阀404的入口连接,第一单向阀404出口与球阀开关406入口连接,球阀开关406出口与压力孔214连接。

[0017] 本发明还提供了基于所述高压旋转组合密封件性能检测与试验装置的方法,装置组装之后,利用启动驱动单元100带动旋转轴201旋转,利用加压系统107向高压旋转密封舱105加压,其中:

[0018] 所述自动加压系统工作时,启动驱动电机415带动高压泵416工作,经过第二滤油器418将液压油箱417内的油液吸入加压;系统未加载时,第三电磁球阀413右位接入,油液经所述第三电磁球阀413右位返回油箱,系统无压力;加载时,所述第三电磁球阀413左位接入,油液经高压管路、第二单向阀412、第二电磁球阀411左位、第四单向阀410、第一电磁阀409右位进入所述高压旋转密封舱105密封腔;当达到系统设定压力时,第二电磁球阀411右位接入,依靠所述第四单向阀410,系统实现保压;卸载时,所述第一电磁球阀409左位接入,所述密封腔内油液经所述第一电磁球阀409左位返回所述液压油箱417,系统实现卸载;第二溢流阀414根据需要设定安全压力,压力表407用以显示系统压力,通过压力表开关408打开或关闭;液压系统各电磁阀由PLC电控系统控制切换,完成对所述高压旋转密封舱105的加载、保压、卸载;系统压力在0-50MPa范围可调,通过设定不同系统压力,可完成所述待测密封圈在不同压力下的泄漏量、扭矩、压力、温度的测试和试验;

[0019] 所述手动加压系统工作时,打开阀门开关406,通过快速接头405将系统接入密封通道,人工操作手压泵403,手压泵油箱400中的油液经第一滤油器401吸入,经高压管路、第一单向阀404、所述快速接头405、所述阀门开关407进入所述高压旋转密封舱105,实现系统加载;达到设定压力时,停止所述手压泵403,系统进行保压;卸载时,通过操作所述第一电磁球阀409使其左位接入,系统实现卸载;在对待测密封圈进行静态检测和试验时,采用所述手动加压系统进行加压,可方便快捷地完成相关检测与试验内容;

[0020] 所述数据采集处理系统106采集和处理检测系统的检测信号供系统调节控制,将采集数据加以记录和显示。

[0021] 试验时,可调节所述驱动单元100实现不同驱动转速。

[0022] 试验时,可在所述第一密封沟槽216内和第二密封沟槽215内安装相同的待测密封圈,实现在不同压力、转速下的摩擦力矩和泄漏量测试;或在所述第一密封沟槽216内和所述第二密封沟槽215内分别装入不同的待测密封圈,进行不同密封圈性能对比试验。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:整体结构紧凑,安装简便,安全可靠;可完成大直径组合密封件在高压下的静态和动态密封性能测试,实现不同压力、转速下的摩擦力矩和泄漏量检测,还可实现不同材质或截面形状的密封件性能对比试验;可根据密封件实际使用工况,进行相应的模拟测试;测试压力、温度、扭矩和转速参数实时显示,并可生成试验数据曲线,方便实现试验数据的保存和打印。

## 附图说明

[0024] 图1是整体结构示意图。

[0025] 图2是高压旋转密封舱结构图。

[0026] 图3是高压旋转密封舱剖视图。

[0027] 图4是液压系统原理图。

[0028] 图中:100.驱动单元101.第一联轴器;102.扭矩转速一体传感器;103.第二联轴器;104.压力温度一体传感器;105.高压旋转密封舱;106.数据采集处理系统;107.加压系统;108.传感器底座;109.工作台;200.密封舱体;201.旋转轴;202.左底座;203.前端盖;204.轴承;205.后端盖;206.右底座;207.挡油环;210.顶丝孔;211.定位销;212.通气孔;213.吊耳孔;214.压力孔;215.第二密封沟槽;216.第一密封沟槽;217.第二环形槽;218.第一环形槽;300.第二待测密封圈;301.第二泄漏孔;302.第一泄漏孔;303.第一待测密封圈;400.手油泵油箱;401.第一滤油器;402.第一溢流阀;403.手油泵;404.第一单向阀;405.快速接头;406.球阀开关;407.压力表;408.压力表开关;409.第一电磁球阀;410.第二单向阀;411.第二电磁球阀;412.第三单向阀;413.第三电磁球阀;414.第二溢流阀;415.驱动电机;416.高压泵;417.液压油箱;418.第二滤油器。

## 具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0030] 如图1所示,一种高压大直径密封件性能检测与试验装置,主要由驱动单元100、高压旋转密封舱105、测量系统、加压系统107和工作台109四部分组成。工作台109上加工有螺纹孔,从左到右依次通过螺栓固定驱动单元100、传感器底座108和高压旋转密封舱105。驱动单元100包括驱动电机、减速器和变频器,为使系统结构紧凑,选择电机与减速器一体的减速马达,电机底座通过螺栓与工作台109固定连接。

[0031] 测量系统包括扭矩转速一体传感器102、压力温度一体传感器104和数据采集处理系统106,扭矩转速一体传感器102用以测量系统转速和摩擦力矩,驱动单元100输出轴通过第一联轴器101与扭矩转速转一体传感器102左端连接,扭矩转速一体转传感器102右端通过第二联轴器103与高压旋转密封舱105输入端连接;扭矩转速一体传感器103通过传感器底座108固定于工作台109。压力温度一体传感器104安装于高压旋转密封舱105顶部,用以测量密封腔压力和温度信号,二者组成检测系统。数据采集处理系统106用以采集和处理传感器信号供系统调节控制,将采集数据加以记录和显示;试验时,可根据需要调节驱动单元

100实现不同驱动转速,通过扭矩转速一体传感器103最高可实现200N·m的扭矩测试及100rpm的转速测试。

[0032] 如图2和图3所示,高压旋转密封舱105主要由密封舱体200、旋转轴201、待测密封圈、端盖、两组相同型号轴承204及挡油环207、前后对称的两个定位销211和底座组成;密封舱体200顶部开有压力孔214,作为压力油液的进出通道,顶部两侧各开有一个吊耳孔213,用以安装吊耳,顶部前后各开有一个定位销通气孔212,方便定位销拔插;密封舱体200内表面对称设有第一密封沟槽216和第二密封沟槽215用于安装待测密封圈,并与旋转轴201形成密封腔,舱体底部在密封沟槽无压力侧分别开有第一环形槽218和第二环形槽217,在相应环形槽底部开有第二泄漏孔301和第一泄漏孔302,用于观测密封油液泄漏情况,泄漏的油液通过泄漏孔收集至量器内,测量完成后可将油液回流至油箱内以循环使用,密封舱体左右两侧设有安装底座的定位槽和螺孔。

[0033] 压力孔214位于第一密封沟槽216和第二密封沟槽215之间,旋转轴201中部下凹以形成连通压力孔214的容纳腔,旋转轴201与密封舱体200同轴安装,与密封沟槽内的待测密封圈形成密封腔,轴表面与待测密封圈配合形成密封面,可根据不同压力需求采用不同公差配合参数,本实施例中选用孔轴直径配合公差H8/f8,实现50MPa的耐压能力,为避免安装时损坏密封件,轴端设有导入倒角和倒圆的边缘线;端盖包括结构相同的前端盖203和后端盖205,其上开有两个顶丝孔210,以便于安装拆卸轴承,端盖通过螺栓固定于密封舱体200前后两端,端盖内安装有前后两个支撑轴承204以支撑旋转轴201旋转,并限制其前后移动,挡油环207用以阻止轴承润滑脂的泄漏;底座包括结构相同的左底座202和右底座206,垂直段插入密封舱体200定位槽内,通过螺栓连接固定,水平段通过螺栓固定于工作台107。

[0034] 待测密封圈包括第一待测密封圈303和第二待测密封圈300,本实施例中主要采用直径100mm的孔用格莱圈作为待测密封圈,格莱圈由橡胶O形圈与改性聚四氟乙烯PTFE密封圈组合而成;孔用格莱圈有不同材质和截面形状,可根据实际需要选择不同密封件进行检测和试验。

[0035] 高压旋转密封舱105装配时,首先将待测密封圈分别装入第一密封沟槽216内和第二密封沟槽215内,将后端盖205安装至密封舱体200,再将旋转轴201一端从密封舱体200前端装入至轴承204,再将前端盖203穿过旋转轴201另一端安装至密封舱体200前端。试验时,可在第一密封沟槽216内和第二密封沟槽215内安装相同的待测密封圈,实现在不同压力、转速下的摩擦力矩和泄漏量测试;还可在第一密封沟槽216内和第二密封沟槽215内分别装入不同的待测密封圈,进行不同密封件性能对比试验。

[0036] 如图4所示,加压系统107包括自动加压系统和手动加压系统;自动加压系统由PLC电控系统驱动高压球阀,实现对高压旋转密封舱的加载、保压、卸载;手动加压系统由人工操作手动加压泵实现对高压旋转密封舱的加载。

[0037] 具体地,自动加压系统包括液压油箱417,高压泵416的入口与液压油箱417中的第二滤油器418连接,出口与第三电磁球阀413和第二单向阀412入口连接,第二单向阀412出口与第二电磁球阀411入口连接,第二电磁球阀411出口与第四单向阀410入口连接,第四单向阀410出口与第一电磁阀409入口连接,第一电磁阀409的出口与压力孔214连接。

[0038] 自动加压系统工作时,启动驱动电机415带动高压泵416工作,经过第二滤油器418将液压油箱417内的油液吸入加压;系统未加载时,第三电磁球阀413右位接入,油液经第三

电磁球阀413右位返回油箱,系统无压力;加载时,第三电磁球阀413左位接入,油液经高压管路、第二单向阀412、第二电磁球阀411左位、第四单向阀410、第一电磁球阀409右位进入高压旋转密封舱105密封腔;当达到系统设定压力时,第二电磁球阀411右位接入,依靠第四单向阀410,系统实现保压;卸载时,第一电磁球阀409左位接入,密封腔内油液经第一电磁球阀409左位返回液压油箱417,系统实现卸载;第二溢流阀414可根据需要设定安全压力,压力表407用以显示系统压力,可通过压力表开关408打开或关闭;液压系统各电磁阀由PLC电控系统控制切换,完成对高压旋转密封舱105的加载、保压、卸载;系统压力在0-50MPa范围可调,通过设定不同系统压力,可完成待测密封圈在不同压力下的泄漏量、扭矩、压力、温度的测试和试验。

[0039] 手动加压系统包括手压泵油箱400,手压泵403的入口与手压泵油箱400中的第一滤油器401连接,出口与第一单向阀404的入口连接,第一单向阀404出口与球阀开关406入口连接,球阀开关406出口与压力孔214连接。

[0040] 手动加压系统工作时,打开阀门开关406,通过快速接头405将系统接入密封通道,人工操作手压泵403,手压泵油箱400中的油液经第一滤油器401吸入,经高压管路、第一单向阀404、快速接头405、阀门开关407进入高压旋转密封舱105,实现系统加载;达到设定压力时,停止手压泵403,系统进行保压;卸载时,通过操作第一电磁球阀409使其左位接入,系统实现卸载;在对待测密封圈进行静态检测和试验时,采用手动加压系统进行加压,可方便快捷地完成相关检测与试验内容。

[0041] 综上,本发明装置整体结构紧凑,安装简便,安全可靠;可完成大直径组合密封件在高压下的静态和动态密封性能测试,实现不同压力、转速下的摩擦力矩和泄漏量检测,还可实现不同材质或截面形状的密封件性能对比试验;可根据密封件实际使用工况,进行相应的模拟测试;测试压力、温度、扭矩和转速参数实时显示,并可生成试验数据曲线,方便实现试验数据的保存和打印。



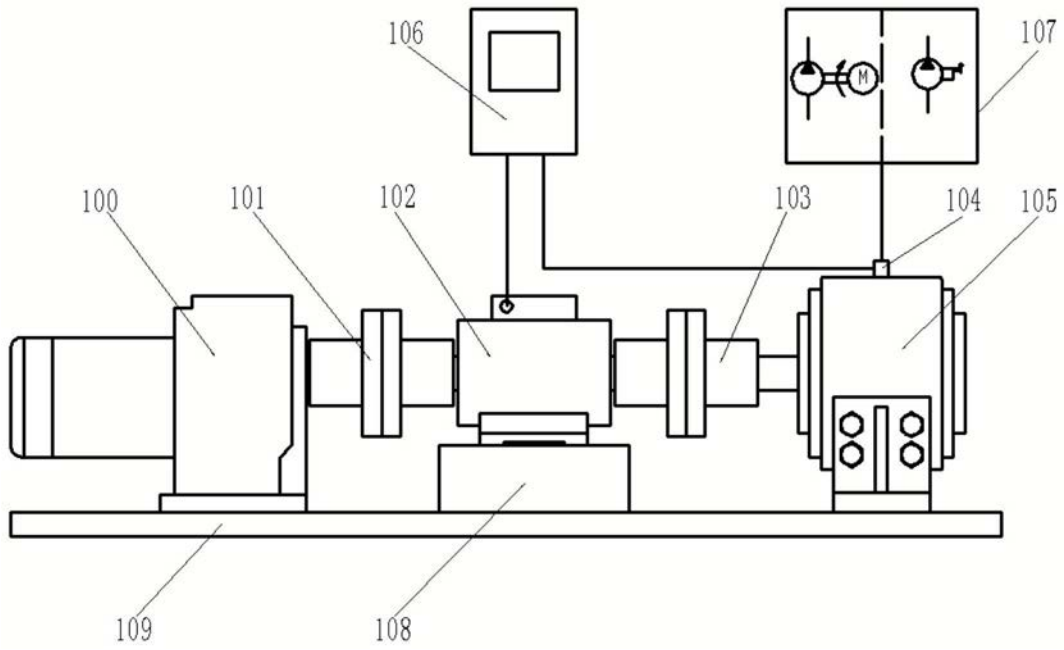


图1

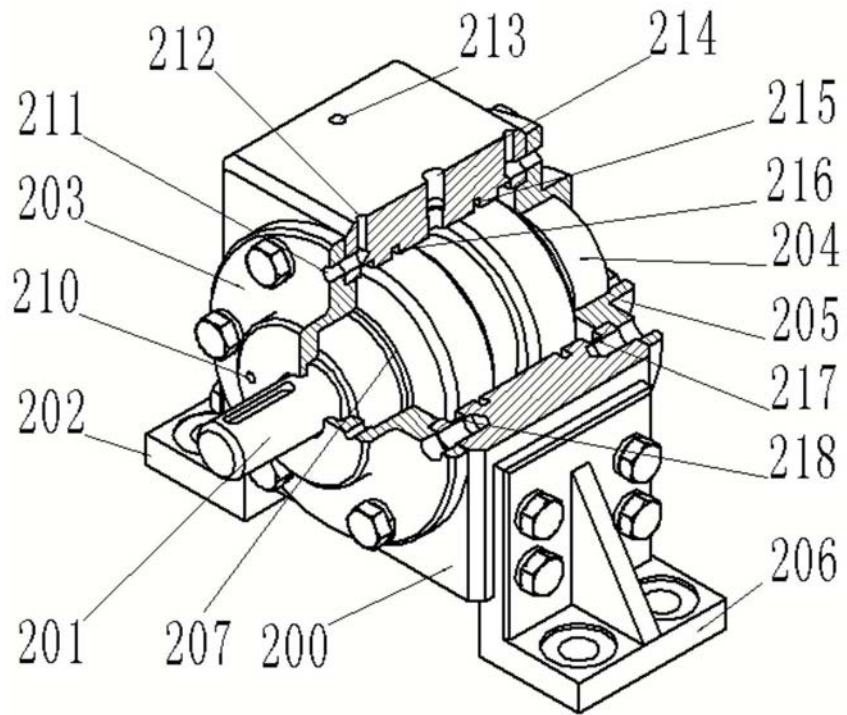


图2

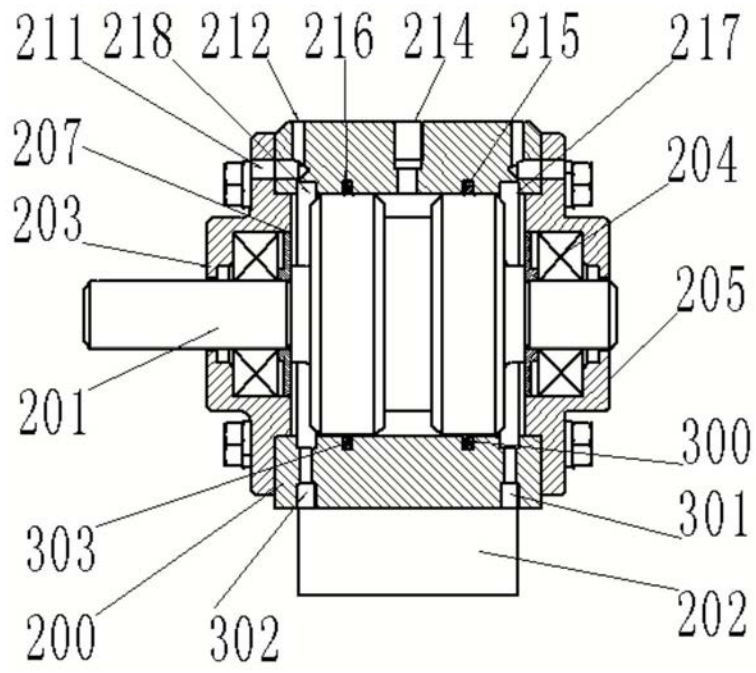


图3

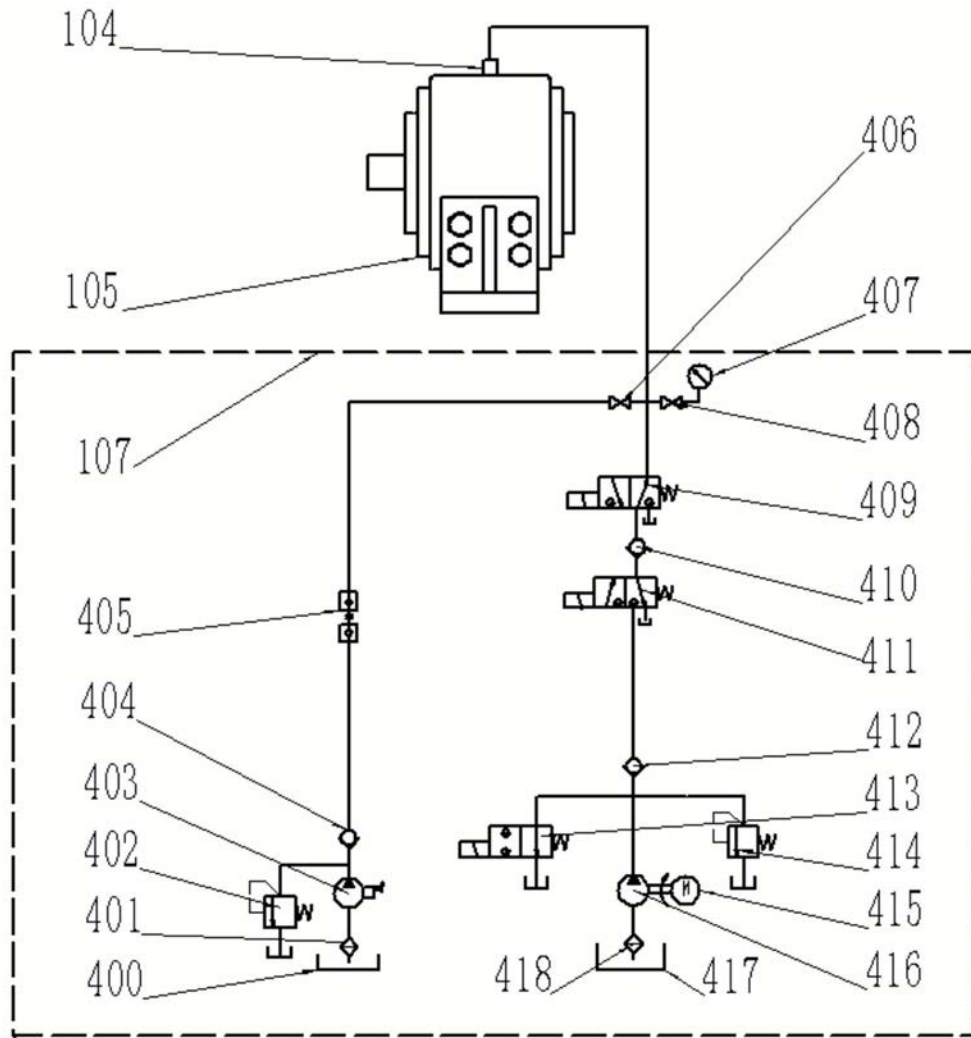


图4