



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105973600 B

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201610416025.9

(22)申请日 2016.06.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105973600 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(73)专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路301号

(72)发明人 柏宇星 孔繁余 夏斌 刘莹莹

赵瑞杰 段小辉

(51)Int.Cl.

G01M 13/04(2019.01)

(56)对比文件

CN 205879530 U,2017.01.11,权利要求1-10.

CN 204666292 U,2015.09.23,全文.

CN 201096619 Y,2008.08.06,全文.

KR 20030078100 A,2003.10.08,全文.

CN 102053015 A,2011.05.11,全文.

CN 103900817 A,2014.07.02,全文.

袁佳.水润滑轴承及传动系统综合性能实验平台设计与开发.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2014,(第2期),第C029-59页.

审查员 鄂彪

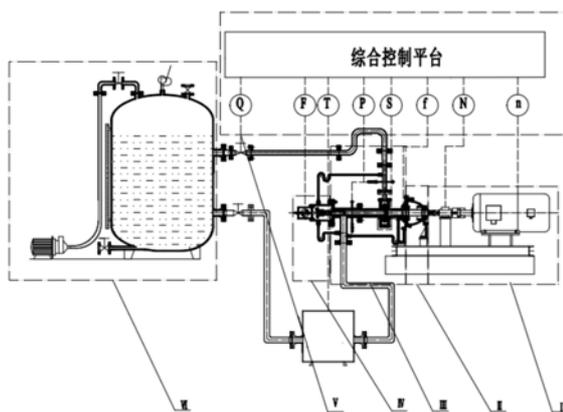
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种多功能水润滑推力轴承系统试验台

(57)摘要

本发明属于水润滑推力轴承领域的一种多功能水润滑推力轴承系统试验台,包括电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV、综合控制单元V和供水单元VI;所述综合控制单元V分别与电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV和供水单元VI电连接,用于控制电机转速、系统温度、系统流量、推力轴承水膜厚度和压力、轴向力的施加和监测;本发明可以对推力轴承系统中推力盘做辅助叶轮方式下的水力性能进行测试分析;可以实现多工况下水润滑推力轴承的动压润滑性能的测试分析,包括不同压力、温度、流量、转速及载荷下的工况模拟;实现了推力轴承测量时关键参数的全范围覆盖。



1. 一种多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,包括电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV、综合控制单元V和供水单元VI;

所述电机传动单元I的输出端与所述轴承箱单元II的主轴(17)连接,轴承箱单元II的悬架体(13)与试验台主部件单元III的右泵盖(19)紧固连接;试验台主部件单元III三通管组件(25)的一端与轴向力施加测试单元IV的轴向力施加端盖(27)的右端通过螺纹连接;

所述电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV水平依次安装连接为基础框架,所述轴向力施加测试单元IV连接供水单元VI的进口和出口;

所述轴承箱单元II包括第一防尘盘(9)、第一圆柱滚子轴承压盖(10)、第一圆柱滚子轴承(11)、悬架体(13)、第二圆柱滚子轴承(14)、第二圆柱滚子轴承压盖(15)、第二防尘盘(16)和主轴(17);

依次将第二圆柱滚子轴承(14)、第二圆柱滚子轴承压盖(15)、第二防尘盘(16)套到主轴(17)离电机传动单元I近的一端上,再依次将悬架体(13)、第一圆柱滚子轴承(11)、第一圆柱滚子轴承压盖(10)和第一防尘盘(9)套到主轴(17)的另一端上,所述悬架体(13)位于第二圆柱滚子轴承(14)与第一圆柱滚子轴承(11)之间;所述主轴(17)通过第一键(18)连接第二联轴器(4)的左端;所述悬架体(13)底部通过第一脚支架(7)固定在底座(5)上;

所述综合控制单元V分别与电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV和供水单元VI电连接,用于控制电机转速、系统温度、系统流量、推力轴承水膜厚度和压力、轴向力的施加和监测;

所述电机传动单元I包括高速变频电机(1)、扭矩仪(3)、第一联轴器(2)、第二联轴器(4)、底座(5)和底板(6);

所述高速变频电机(1)通过紧固件固定在底座(5)上,底座(5)通过紧固件固定在底板(6)上,高速变频电机(1)左端的轴伸出端依次与第一联轴器(2)、扭矩仪(3)和第二联轴器(4)的右端连接;所述扭矩仪(3)底部通过螺栓固定在底座(5)上。

2. 根据权利要求1所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述第二联轴器(4)内圈开一长沟槽,沟槽长度大于第一键(18)的长度。

3. 根据权利要求1所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述试验台主部件单元III包括右泵盖(19)、机械密封(21)、中泵盖(23)、左泵盖(24)、三通管组件(25)、水润滑导轴承(26)、第一轴套(42)、第二轴套(43)、第三轴套(44)、左推力石墨轴承(45)、旋转推力盘(46)、右推力石墨轴承(47)和出口测试管段(48);

所述机械密封(21)中动环部分装入主轴(17),静环部分安装进右泵盖(19)并紧固,将右推力石墨轴承(47)安装进右泵盖(19)并紧固,再将右泵盖(19)装入主轴(17),右泵盖(19)与所述悬架体(13)紧固连接,右泵盖(19)底部通过第二脚支架(20)固定在底座(5)上;所述旋转推力盘(46)安装至主轴(17)、且与主轴(17)上的第二键(22)连接;所述中泵盖(23)从左向右套在主轴(17)上、且与右泵盖(19)子口定位配合安装;左推力石墨轴承(45)安装进左泵盖(24);所述三通管组件(25)套在主轴(17)上、且与中泵盖(23)紧固连接;从右向左依次将第三轴套(44)、第二轴套(43)和第一轴套(42)套在主轴(17)上,第三轴套(44)压紧旋转推力盘(46),第一轴套(42)与主轴(17)之间通过第三键(41)连接,所述水润滑导轴承(26)通过子口定位与三通管组件(25)的一端通过紧固件连接;

所述左泵盖(24)中安装有压力脉动传感器(53),所述右泵盖(19)中安装有位移传感器

(54);所述三通管组件(25)的管道进口安装进口压力传感器(55);所述出口测试管段(48)上安装有出口压力传感器(56)。

4.根据权利要求3所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述第一轴套(42)左端开一通槽,通槽内安装止动垫圈(52),通过止动垫圈(52)压紧第一轴套(42)。

5.根据权利要求1所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述轴向力施加测试单元IV包括轴向力施加端盖(27)、施力端后盖(28)、拉压应力传感器(31)、第二传力轴(33)、骨架油封(34)、第一传力轴(35)、角接触球轴承压盖(36)、第一角接触球轴承(37)、第二角接触球轴承(38)、传力套(40)、第一引液软管(49)、第二引液软管(50)和第三引液软管(51);

骨架油封(34)装入轴向力施加端盖(27)对应子口处,第一角推力轴承(37)和第二角推力轴承(38)安装至第一角推力轴承(37)右端轴肩处;

传力套(40)与主轴(17)一端通过螺纹连接,第一传力轴(35)通过角接触球轴承压盖(36)上端的螺纹孔与传力套(40)紧固连接,轴向力施加端盖(27)右端与三通管组件(25)一端通过螺纹连接,施力端后盖(28)一端与轴向力施加端盖(27)一端对应子口定位、且紧固连接;

第二传力轴(33)右端与第一传力轴(35)左端螺纹连接,拉压应力传感器(31)与第二传力轴(33)通过第二调节螺母(32)连接,双头螺柱(29)一端连接拉压应力传感器(31),另一端穿过施力端后盖(28)连接第一调节螺母(30);

轴向力施加端盖(27)沿圆周方向开两个螺纹孔,所述三通管组件(25)垂直于主轴(17)方向的管道进口侧面分别做两凸台,所述凸台内部钻螺纹孔,出口测试管段(48)周向表面钻螺纹孔,所述右泵盖(19)在安装机械密封(21)对应处钻螺纹孔;第一引液软管(49)的一端与轴向力施加端盖(27)上的螺纹孔连接,另一端与出口测试管段(48)上的螺纹孔连接;第二引液软管(50)的一端与轴向力施加端盖(27)上的螺纹孔连接,另一端与三通管组件(25)上的螺纹孔连接;第三引液软管(51)的一端与三通管组件(25)上的螺纹孔连接,另一端与右泵盖(19)上的螺纹孔连接。

6.根据权利要求1所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述供水单元VI包括出水渐缩管(57)、第一出水软管(58)、第二出水软管(59)、第一进水软管(60)、第二进水软管(62)、流量控制阀(63)、储水罐(64)和真空泵(65);

出水渐缩管(57)通过自身法兰与出口测试管段(48)法兰通过紧固件连接,出水渐缩管(57)另一端法兰与第一出水软管(58)固定连接,第一出水软管(58)另一端与第二出水软管(59)一端连接,第二出水软管(59)另一端与流量控制阀(63)一端紧固连接,流量控制阀(63)另一端与储水罐(64)出口连接;第一进水软管(60)一端的法兰与三通管组件(25)垂直于主轴(17)方向的法兰相连接,另一端与第二进水软管(62)的一端,第二进水软管(62)的另一端连接储水罐(64)的进口;真空泵(65)连接储水罐(64)顶端进水口。

7.根据权利要求1所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述供水单元VI还包括温度控制仪(61);所述温度控制仪(61)安装在第一进水软管(60)与第二进水软管(62)之间。

8.根据权利要求1所述的多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,所述综合控制单元V包括综合控制平台计算机,所述计算机包括温度控制模块、水力性能测试模块、推

力轴承水膜力测试模块、轴向力测试模块,以及扭矩仪与高速变频电机控制模块;

所述温度控制模块与温度控制仪(61)电连接,用于对整个闭式系统的温度进行调节控制;

所述水力性能测试模块分别与进口压力传感器(55)、出口压力传感器(56)、流量控制阀(63)电连接,用于对整个闭式系统流量进行控制,并采集进出口压力;

所述推力轴承水膜力测试模块分别与位移传感器(54)和压力脉动传感器(53)电连接,用于对推力轴承水膜厚度和压力进行采集;

所述轴向力测试模块与拉压应力传感器(31)电连接,用于对被测推力轴承进行轴向力的施加和监测;

所述扭矩仪与高速变频电机控制模块分别与高速变频电机(1)和扭矩仪(3)电连接,用于对高速变频电机(1)的转速和扭矩仪(3)的扭转力进行控制和采集。

## 一种多功能水润滑推力轴承系统试验台

### 技术领域

[0001] 本发明属于水润滑推力轴承研究领域,具体涉及一种多功能水润滑推力轴承系统试验台,可用于水润滑推力轴承的相关性能试验,尤其是旋转圆盘提供扬程的推力轴承系统。

### 背景技术

[0002] 水润滑推力轴承是一种用水作为润滑介质承受轴向推力的装置,广泛运用在大功率机泵直联的机组,水润滑推力轴承一般包括一个旋转推力盘及与其端面的两个石墨摩擦副,摩擦副间通过挤压间隙中的液流形成动压润滑以平衡系统的轴向力。为使泵机整体长度尽量紧凑,多数泵机组旋转推力盘又作为冷却系统中辅助叶轮,系统内冷却循环液通过旋转推力盘获得扬程,为整个内循环系统中的提供冷却润滑液。作为整个机泵组中的核心部件,水润滑推力轴承系统一方面承受整个机组的转子轴向力,一方面为整个系统提供冷却润滑,其性能直接影响整个机组的运行。

[0003] 目前的现有技术中,已经申请、授权、公开的专利包括《一种径向滑动轴承摩擦磨损在线测量试验机》申请号:200610012604.3公告号:CN1828264A;《一种推力轴承试验装置》申请号:200910236771.X公开号:CN 102053015 A;《一种端面摩擦磨损试验机》申请号201310311454.6,公告号CN 103592192 A;《推力轴承实验台》申请号:201410630221.7公开号:CN104359676A;《一种力自平衡式推力轴承试验台》申请号:201510258040.0公开号:CN104807641A等,但以上这些试验台中缺少对整个推力轴承在全参数条件下的试验,而且缺少针对自带辅助叶轮作用的推力轴承水力性能的测试。

[0004] 随着科学技术的发展,对大型高速重载变频机泵组应用越来越多,作为此类机组中的关键部件,推力轴承系统不仅需要为整个机组平衡轴向力且需要为内部冷却循环提供动力源,其推力轴承系统中旋转推力盘作辅助叶轮的水力性能与推力轴承润滑性能同样重要。本发明提供了一种多功能水润滑推力轴承系统试验台。该试验台能够对不同频率,不同流量,不同温度,不同轴向力作用下的推力轴承系统的水力性能和润滑性能进行测试研究,且为理论分析提供试验验证。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对上述问题提供一种多功能水润滑推力轴承系统试验台,能够有效解决在不同频率,不同流量,不同温度,不同轴向力工况下的水润滑推力轴承系统的水力性能和润滑性能的测试问题,并为相应的理论分析提供试验验证。

[0006] 本发明的技术方案是:一种多功能水润滑推力轴承系统试验台,包括电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV、综合控制单元V和供水单元VI;

[0007] 所述电机传动单元I的输出端与所述轴承箱单元II的主轴连接,轴承箱单元II的悬架体与试验台主部件单元III的右泵盖紧固连接;试验台主部件单元III三通管组件的一端

与轴向力施加测试单元IV的轴向力施加端盖的右端通过螺纹连接；

[0008] 所述电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV水平依次安装连接为基础框架,所述轴向力施加测试单元IV连接供水单元VI的进口和出口；

[0009] 所述综合控制单元V分别与电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV和供水单元VI电连接,用于控制电机转速、系统温度、系统流量、推力轴承水膜厚度和压力、轴向力的施加和监测。

[0010] 上述方案中,所述电机传动单元I包括高速变频电机、扭矩仪、第一联轴器、第二联轴器、底座和底板；

[0011] 所述高速变频电机通过紧固件固定在底座上,底座通过紧固件固定在底板上,高速变频电机左端的轴伸出端依次与第一联轴器、扭矩仪和第二联轴器的右端连接；所述扭矩仪底部通过螺栓固定在底座上。

[0012] 上述方案中,所述轴承箱单元II包括第一防尘盘、第一圆柱滚子轴承压盖、第一圆柱滚子轴承、悬架体、第二圆柱滚子轴承、第二圆柱滚子轴承压盖、第二防尘盘和主轴；

[0013] 依次将第二圆柱滚子轴承、第二圆柱滚子轴承压盖、第二防尘盘套到主轴离电机传动单元I近的一端上,再依次将悬架体、第一圆柱滚子轴承、第一圆柱滚子轴承压盖和第一防尘盘套到主轴的另一端上,所述悬架体位于第二圆柱滚子轴承与第一圆柱滚子轴承之间；所述主轴通过第一键连接第二联轴器的左端；所述悬架体底部通过第一脚支架固定在底座上。

[0014] 进一步的,所述第二联轴器内圈开一长沟槽,沟槽长度大于第一键的长度。

[0015] 上述方案中,所述试验台主部件单元III包括右泵盖、机械密封、中泵盖、左泵盖、三通管组件、水润滑导轴承、第一轴套、第二轴套、第三轴套、左推力石墨轴承、旋转推力盘、右推力石墨轴承和出口测试管段；

[0016] 所述机械密封中动环部分装入主轴,静环部分安装进右泵盖并紧固,将右推力石墨轴承安装进右泵盖并紧固,再将右泵盖装入主轴,右泵盖与所述悬架体固定连接,右泵盖底部通过第二脚支架固定在底座上；所述旋转推力盘安装至主轴、且与主轴上的第二键连接；所述中泵盖从左向右套在主轴上、且与右泵盖子口定位配合安装；左推力石墨轴承安装进左泵盖；所述三通管组件套在主轴上、且与中泵盖固定连接；从右向左依次将第三轴套、第二轴套和第一轴套套在主轴上,第三轴套压紧旋转推力盘,第一轴套与主轴之间通过第三键连接,所述水润滑导轴承通过子口定位与三通管组件的一端通过紧固件连接；

[0017] 所述左泵盖中安装有压力脉动传感器,所述右泵盖中安装有位移传感器；所述三通管组件的管道进口安装进口压力传感器；所述出口测试管段上安装有出口压力传感器。

[0018] 进一步的,所述第一轴套左端开一通槽,通槽内安装止动垫圈,通过止动垫圈压紧第一轴套。

[0019] 上述方案中,所述轴向力施加测试单元IV包括轴向力施加端盖、施力端后盖、拉压应力传感器、第二传力轴、骨架油封、第一传力轴、角接触球轴承压盖、第一角接触球轴承、第二角接触球轴承、传力套、第一引液软管、第二引液软管和第三引液软管；

[0020] 骨架油封装入轴向力施加端盖对应子口处,第一角推力轴承和第二角推力轴承安装至第一角推力轴承右端轴肩处；

[0021] 传力套与主轴一端通过螺纹连接,第一传力轴通过角接触球轴承压盖上端的螺纹孔与传力套紧固连接,轴向力施加端盖右端与三通管组件一端通过螺纹连接,施力端后盖一端与轴向力施加端盖一端对应子口定位、且紧固连接;

[0022] 第二传力轴右端与第一传力轴左端螺纹连接,拉压应力传感器与第二传力轴通过第二调节螺母连接,双头螺柱一端连接拉压应力传感器,另一端穿过施力端后盖连接第一调节螺母;

[0023] 轴向力施加端盖沿圆周方向开两个螺纹孔,所述三通管组件垂直与主轴方向的管道进口侧面分别做两凸台,所述凸台内部钻螺纹孔,所述出口测试管段周向表面钻螺纹孔,所述右泵盖在安装机械密封对应处钻螺纹孔;第一引液软管的一端与轴向力施加端盖上的螺纹孔连接,另一端与出口测试管段上的螺纹孔连接;第二引液软管的一端与轴向力施加端盖上的螺纹孔连接,另一端与三通管组件上的螺纹孔连接;第三引液软管的一端与三通管组件上的螺纹孔连接,另一端与右泵盖上的螺纹孔连接。

[0024] 上述方案中,所述供水单元VI包括出水渐缩管、第一出水软管、第二出水软管、第一进水软管、第二进水软管、流量控制阀、储水罐和真空泵;

[0025] 出水渐缩管通过自身法兰与出口测试管段法兰通过紧固件连接,出水渐缩管另一端法兰与第一出水软管固定连接,第一出水软管另一端与第二出水软管一端连接,第二出水软管另一端与流量控制阀一端紧固连接,流量控制阀另一端与储水罐出口连接;第一进水软管一端的法兰与三通管组件垂直于主轴方向的法兰相连接,另一端与第二进水软管的一端,第二进水软管的另一端连接储水罐的进口;真空泵连接储水罐顶端进水口。

[0026] 上述方案中,所述供水单元VI还包括温度控制仪;所述温度控制仪安装在第一进水软管与第二进水软管之间。

[0027] 上述方案中,所述综合控制单元V包括计算机,所述计算机包括温度控制模块、水力性能测试模块、推力轴承水膜力测试模块、轴向力测试模块,以及扭矩仪与高速变频电机控制模块;

[0028] 所述温度控制模块与温度控制仪电连接,用于对整个闭式系统的温度进行调节控制;

[0029] 所述水力性能测试模块分别与进口压力传感器、出口压力传感器、流量控制阀电连接,用于对整个闭式系统流量进行控制,并采集进出口压力;

[0030] 所述推力轴承水膜力测试模块分别与位移传感器和压力脉动传感器电连接,用于对推力轴承水膜厚度和压力进行采集;

[0031] 所述轴向力测试模块与拉压应力传感器电连接,用于对被测推力轴承进行轴向力的施加和监测;

[0032] 所述扭矩仪与高速变频电机控制模块分别与高速变频电机和扭矩仪电连接,用于对高速变频电机的转速和扭矩仪的扭转力进行控制和采集。

[0033] 本发明的有益效果是:与现有技术相比,本发明可以对推力轴承系统中推力盘做辅助叶轮方式下的水力性能进行测试分析;可以实现多工况下水润滑推力轴承的动压润滑性能的测试分析,包括不同压力,温度,流量,转速及载荷下的工况模拟;实现了推力轴承测量时关键参数的全范围覆盖;自动化程度高,通过控制计算机进行试验参数的设定实现多个参数无级调整的相互集成控制;整套试验系统实现了多个模块化整合,各模块,各单元接

口简单,便于各部件的保养和维护;该实验系统充分考虑了系统内部热量冷却,可靠性高,使用寿命长;该系统中各测试模块安装相对独立,为今后的试验台升级及使用领域多元化,便利化提供了有利条件和前提基础。

### 附图说明

[0034] 图1为本发明一实施方式多功能推力轴承试验台的结构示意图;

[0035] 图2为本发明一实施方式电机传动单元I和轴承箱单元II的局部示意图;

[0036] 图3为本发明一实施方式试验台主部件单元III和轴向力施加测试单元IV的局部示意图;

[0037] 图4为本发明一实施方式供水单元VI的局部示意图。

[0038] 图中:1、高速变频电机;2、第一联轴器;3、扭矩仪;4、第二联轴器;5、底座;6、底板;7、第一脚支架;8、封油圈;9、第一防尘盘;10、第一圆柱滚子轴承压盖;11、第一圆柱滚子轴承;12、螺塞;13、悬架体;14、第二圆柱滚子轴承;15、第二圆柱滚子轴承压盖;16、第二防尘盘;17、主轴;18、第一键;19、右泵盖;20、第二脚支架;21、机械密封;22、第二键;23、中泵盖;24、左泵盖;25、三通管组件;26、水润滑导轴承;27、轴向力施加端盖;28、施力端后盖;29、双头螺柱;30、第一调节螺母;31、拉压应力传感器;32、第二调节螺母;33、第二传力轴;34、骨架油封;35、第一传力轴;36、角接触球轴承压盖;37、第一角接触球轴承;38、第二角接触球轴承;39、调节螺母;40、传力套;41、第三键;42、第一轴套;43、第二轴套;44、第三轴套;45、左推力石墨轴承;46、旋转推力盘;47、右推力石墨轴承;48、出口测试管段;49、第一引液软管;50、第二引液软管;51、第三引液软管;52、止动垫圈;53、压力脉动传感器;54、位移传感器;55、进口压力传感器;56、出口压力传感器;57、出水渐缩管;58、第一出水软管;59、第二出水软管;60、第一进水软管;61、温度控制仪;62、第二进水软管;63、流量控制阀;64、储水罐;65、真空泵。

### 具体实施方式

[0039] 为了对发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式,在各图中相同的标号表示相同或相似的部分。附图仅用于说明本发明,不代表本发明的实际结构和真实比例。

[0040] 所述多功能水润滑推力轴承单元试验台主要针对但不仅限于一种由旋转推力盘与两侧石墨推力轴承组成的推力轴承单元的性能测试。其中旋转推力盘可以起到辅助叶轮的作用。

[0041] 图1所示为本发明所述多功能水润滑推力轴承系统试验台的一种实施方式,所述多功能水润滑推力轴承系统试验台,其特征在于,包括电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV、综合控制单元V和供水单元VI。

[0042] 所述电机传动单元I的输出端与所述轴承箱单元II的主轴17连接,轴承箱单元II的悬架体13与试验台主部件单元III的右泵盖19紧固连接;试验台主部件单元III三通管组件25的一端与轴向力施加测试单元IV的轴向力施加端盖27的右端通过螺纹连接。

[0043] 所述电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV水平依次安装为基础框架,所述轴向力施加测试单元IV连接供水单元VI的进口和出口;

所述综合控制单元V分别与电机传动单元I、轴承箱单元II、试验台主部件单元III、轴向力施加测试单元IV和供水单元VI电连接,用于控制电机转速、系统温度、系统流量、推力轴承水膜厚度和压力、轴向力的施加和监测。

[0044] 如图2所示,所述电机传动单元I包括高速变频电机1、扭矩仪3、第一联轴器2、第二联轴器4、底座5和底板6。所述电机传动单元I提供试验所需的转速,扭矩仪3可以对扭矩实行监测。

[0045] 所述高速变频电机1通过紧固件固定在底座5上,底座5通过紧固件固定在底板6上,高速变频电机1左端的轴伸出端从左向右依次与第一联轴器2、扭矩仪3和第二联轴器4的右端连接;所述扭矩仪3通过底部螺栓固定在底座5上。

[0046] 所述轴承箱单元II负责将电机传动单元I输出的力传递至试验台主部件单元III。所述轴承箱单元II包括第一脚支架7、封油圈8、第一防尘盘9、第一圆柱滚子轴承压盖10、第一圆柱滚子轴承11、螺塞12、悬架体13、第二圆柱滚子轴承14、第二圆柱滚子轴承压盖15、第二防尘盘16、主轴17和第一键18。

[0047] 依次将第二圆柱滚子轴承14、第二圆柱滚子轴承压盖15、第二防尘盘16套到主轴17离电机传动单元I近的一端上,再依次将悬架体13、第一圆柱滚子轴承11、第一圆柱滚子轴承压盖10和第一防尘盘9套到主轴17的另一端上,所述悬架体13位于第二圆柱滚子轴承14与第一圆柱滚子轴承11之间;所述主轴17通过第一键18连接第二联轴器4的左端;所述悬架体13底部通过第一脚支架7固定在底座5上。所述第二联轴器4采用刚性联轴器,为保重主轴17窜动量不被引入电机腔,被电机腔内部消耗,其与主轴17连接端内圈开一长沟槽,沟槽长度大于第一键18的长度,以便与主轴17上的第一键18进行配合,此种连接方式也可以保证被试验单元所产生的轴向位移正确无误的反映出来。

[0048] 如图3所示,所述试验台主部件单元III包括右泵盖19、第二脚支架20、机械密封21、第二键22、中泵盖23、左泵盖24、三通管组件25、水润滑导轴承26、第一轴套42、第二轴套43、第三轴套44、左推力石墨轴承45、旋转推力盘46、右推力石墨轴承47、出口测试管段48、冷却循环管351、止动垫圈52、压力脉动传感器53、位移传感器54、进口压力传感器55和出口压力传感器56,试验台主部件单元III为整个试验台的核心功能区域,连接轴承箱单元II与轴向力施加测试单元IV。

[0049] 所述机械密封21中静环部分安装进右泵盖19上并紧固,具体的,右泵盖19靠近悬架13处的内部开一凹槽,将静环塞入此凹槽中,并使用销钉紧固,所述机械密封21中动环部分通过销钉固定在主轴17的预留位置上;将右推力石墨轴承47安装进右泵盖19并紧固,具体的,再将右泵盖19装入主轴17,右泵盖19与所述悬架体13紧固连接,右泵盖19底部通过第二脚支架20紧固连接,第二脚支架20通过紧固件固定在底座5上;进一步地,将旋转推力盘46安装至主轴17、且与主轴17上的第二键22连接;进一步地,将中泵盖23从左向右套在主轴17与右泵盖19子口定位进行配合安装,并使用紧固件进行紧固;将左推力石墨轴承45安装进左泵盖24,子口定位并使用紧固件进行紧固;将三通管组件25套在主轴17上、且与中泵盖23进行紧固连接;进一步地,从右向左依次将第三轴套44、第二轴套43和第一轴套42安装至主轴17上,其中,第三轴套44压紧旋转推力盘46,第一轴套42与主轴17之间通过第三键41连接,所述水润滑导轴承26通过子口定位与三通管组件25的一端通过紧固件连接,具体的,所述水润滑导轴承26与三通管组件25沿主轴17方向的对应子口进行定位,使用紧固件将水润

滑导轴承26紧固在三通管组件25上。所述第一轴套42左端开一通槽,通槽内安装止动垫圈52,通过止动垫圈52压紧第一轴套42,确保其与主轴17保持同速旋转。

[0050] 上述所述右推力石墨轴承47与右泵盖19的安装具体为:所述右推力石墨轴承47周向分别对称开沉孔和通孔,右推力石墨轴承47中间与右泵盖19中子口对应安装。右泵盖19与右推力石墨轴承47上沉孔对应处开螺纹盲孔,通孔对应处开通孔。使用紧固件通过右推力石墨轴承47上的沉孔与右泵盖19上的盲孔将右推力石墨轴承47固定在右泵盖19上,将压力脉动传感器或位移传感器穿过右泵盖19和右推力石墨轴承47通孔处,上述传感器通过自身螺纹与右泵盖19螺纹通孔处配合连接。所述左推力石墨轴承45与左泵盖24的安装亦如此。

[0051] 所述左泵盖24中安装有压力脉动传感器53,所述右泵盖19中安装有位移传感器54,可以对试验推力轴承承载力及轴向位移进行监测;所述三通管组件25的管道进口安装进口压力传感器55,所述出口测试管段48上安装有出口压力传感器56,进口压力传感器55和出口压力传感器56分别对被试验推力轴承进行进、出口压力的监测。

[0052] 所述轴向力施加测试单元IV包括轴向力施加端盖27、施力端后盖28、双头螺柱29、第一调节螺母30、拉压应力传感器31、第二调节螺母32、第二传力轴33、骨架油封34、第一传力轴35、角接触球轴承压盖36、第一角接触球轴承37、第二角接触球轴承38,调节螺母39、传力套40、第一引液软管49、第二引液软管50和第三引液软管51。

[0053] 具体的,所述骨架油封34装入轴向力施加端盖27对应子口处,第一角推力轴承37和第二角推力轴承38安装至第一角推力轴承37右端轴肩处,接着通过调节螺母39压紧;接着施力端第二传力轴33一端与第一传力轴35一端通过螺纹连接,拉压应力传感器31的一端通过螺纹连接第二传力轴33的另一端,拉压应力传感器31的另一端通过螺纹连接双头螺柱29。

[0054] 所述传力套40与主轴17一端通过螺纹连接,第一传力轴35通过角接触球轴承压盖36上端的螺纹孔与传力套40紧固连接,轴向力施加端盖27右端与三通管组件25一端通过螺纹连接,施力端后盖28一端与轴向力施加端盖27一端对应子口定位、且紧固连接。

[0055] 所述传力套40通过自身内螺纹与主轴17一端的外螺纹实现两部件的连接,且通过螺纹旋转将止动垫圈52压紧。

[0056] 所述第二传力轴33通过右端外螺纹与第一传力轴35左端内螺纹实现螺纹连接,拉压应力传感器31与第二传力轴33通过第二调节螺母32连接,双头螺柱29一端连接拉压应力传感器31,另一端穿过施力端后盖28连接第一调节螺母30。所述拉压传感器31可以通过调节对试验推力轴承进行压力施加。

[0057] 施力端后盖28与轴向力施加端盖27对应子口进行定位,并实行紧固连接。

[0058] 轴向力施加端盖27沿圆周方向开两个螺纹孔,分别通过引液软管连接三通管组件25和出口测试管段48上的引液孔。所述右泵盖19上镗平一块圆形表面,在此表面上钻螺纹孔。所述三通管组件25垂直与主轴17方向的管道进口侧面分别做两凸台,凸台内部钻螺纹孔。所述轴向力施加端盖27周向位置对称镗平两块表面,在此表面上钻螺纹孔。所述出口测试管段48周向镗平一块圆形表面,在此表面上钻螺纹孔。所述右泵盖19在安装机械密封21对应处表面镗平,并钻螺纹孔。第一引液软管49的一端与轴向力施加端盖27上的螺纹孔连接,另一端与出口测试管段48上的螺纹孔连接,第二引液软管50的一端与轴向力施加端盖

27上的螺纹孔连接,另一端与三通管组件25上的螺纹孔连接,第三引液软管51的一端与三通管组件25上的螺纹孔连接,另一端与右泵盖19上的螺纹孔连接。

[0059] 如图4所示,所述供水单元VI包括出水渐缩管57、第一出水软管58、第二出水软管59、第一进水软管60、温度控制仪61、第二进水软管62、流量控制阀63、储水罐64和真空泵65。

[0060] 具体的,所述出水渐缩管57通过自身法兰与出口测试管段48法兰通过紧固件连接,出水渐缩管57另一端法兰与第一出口软管58固定连接,第一出口软管58另一端与第二出水软管59一端连接,第二出水软管59另一端与流量控制阀63一端固定连接,流量控制阀63另一端与储水罐64出口连接;第一进水软管60一端的法兰与三通管组件25垂直于主轴17方向的法兰相连接、并使用紧固件进行紧固,另一端接恒温控制仪61出口法兰,并进行紧固连接;所述流量控制阀63可以对试验推力轴承提供不同的流量并进行监测。恒温控制仪61进口法兰连接第二进水软管62的一端,第二进水软管62的另一端连接储水罐64的进口;真空泵65连接储水罐64顶端进水口。所述恒温控制仪61可以对试验推力轴承提供不同的温度并进行监测。

[0061] 所述综合控制单元V包括综合控制平台计算机,所述计算机包括温度控制模块、水力性能测试模块、推力轴承水膜力测试模块、轴向力测试模块,以及扭矩仪与高速变频电机控制模块。

[0062] 所述温度控制模块与温度控制仪61电连接,用于对整个闭式系统的温度进行调节控制;

[0063] 所述水力性能测试模块分别与进口压力传感器55、出口压力传感器56、流量控制阀63电连接,用于对整个闭式系统流量进行控制,并采集进出口压力;

[0064] 所述推力轴承水膜力测试模块分别与位移传感器54和压力脉动传感器53电连接,用于对推力轴承水膜厚度和压力进行采集;

[0065] 所述轴向力测试模块与拉压应力传感器31电连接,用于对被测推力轴承进行轴向力的施加和监测;

[0066] 所述扭矩仪与高速变频电机控制模块分别与高速变频电机1和扭矩仪3电连接,用于对高速变频电机1的转速和扭矩仪3的扭转力进行控制和采集。

[0067] 具体的,高速变频电机1、扭矩仪3、流量控制阀63、拉压应力传感器31、温度控制仪61、进口压力传感器55、出口压力传感器56、位移传感器54、压力脉动传感器53分别引出控制线至综合控制台,实现整个试验单元的控制。所述电机传动单元I中的变频高速电机高速变频电机1可以设定不同的电机转速,扭矩仪3可以对扭矩实行监测。试验台主部件单元中III中的左泵盖24,右泵盖19中放置的压力脉动传感器53及位移传感器54可以对试验推力轴承承载力及轴向位移进行监测。三通管组件25上的进口压力传感器55与出口测试管段48上的出口压力传感器56分别对被试验推力轴承进行进出口压力的监测。轴向力施加测试单元IV中的拉压传感器31可以通过调节对试验推力轴承进行压力施加,供水单元V中流量控制阀63可以对试验推力轴承提供不同的流量并进行监测,温度控制仪61可以对试验推力轴承提供不同的温度并进行监测。从而,对试验推力轴承在设定的压力、转速,温度,流量参数的运转情况下进行测试。

[0068] 应当理解,虽然本说明书是按照各个实施例描述的,但并非每个实施例仅包含一

个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0069] 上文所列出一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施例的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施例或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

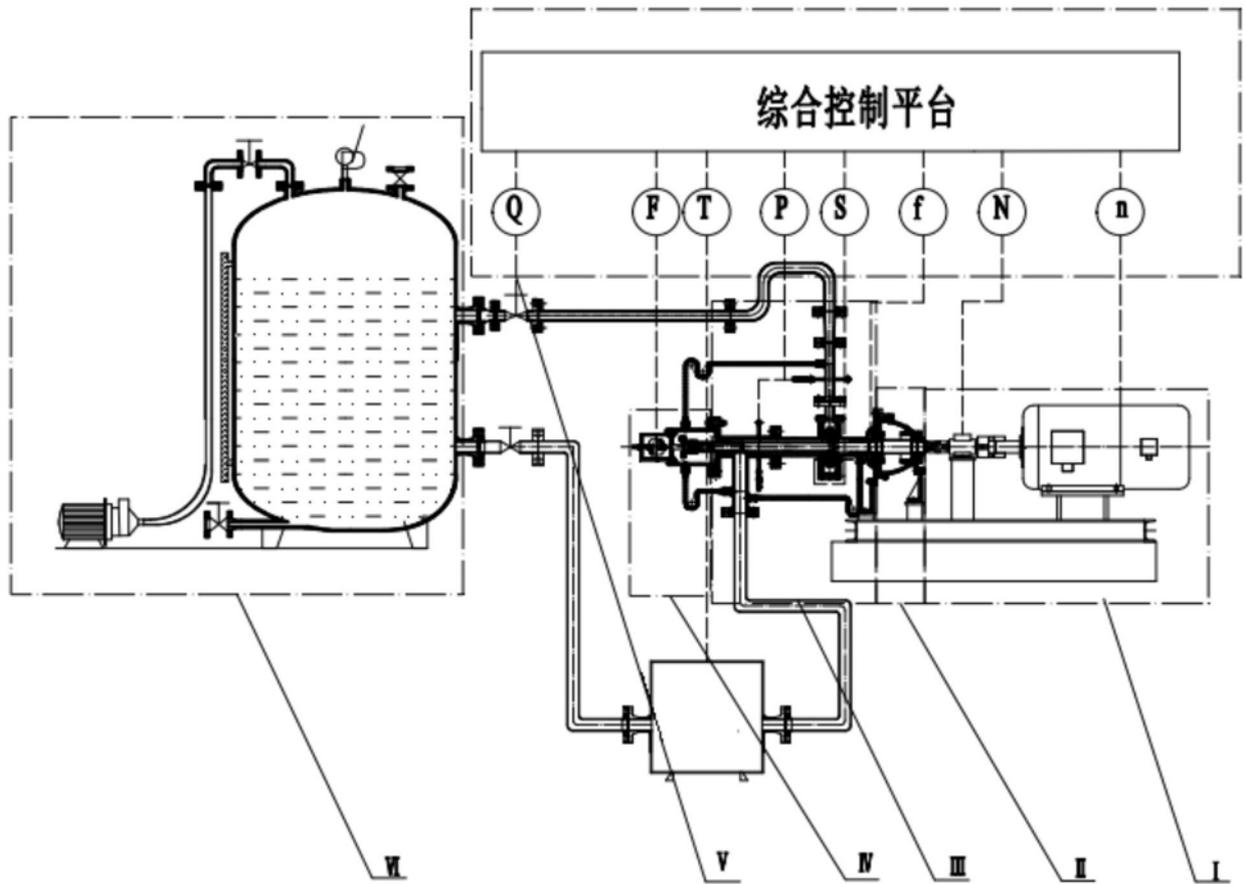


图1

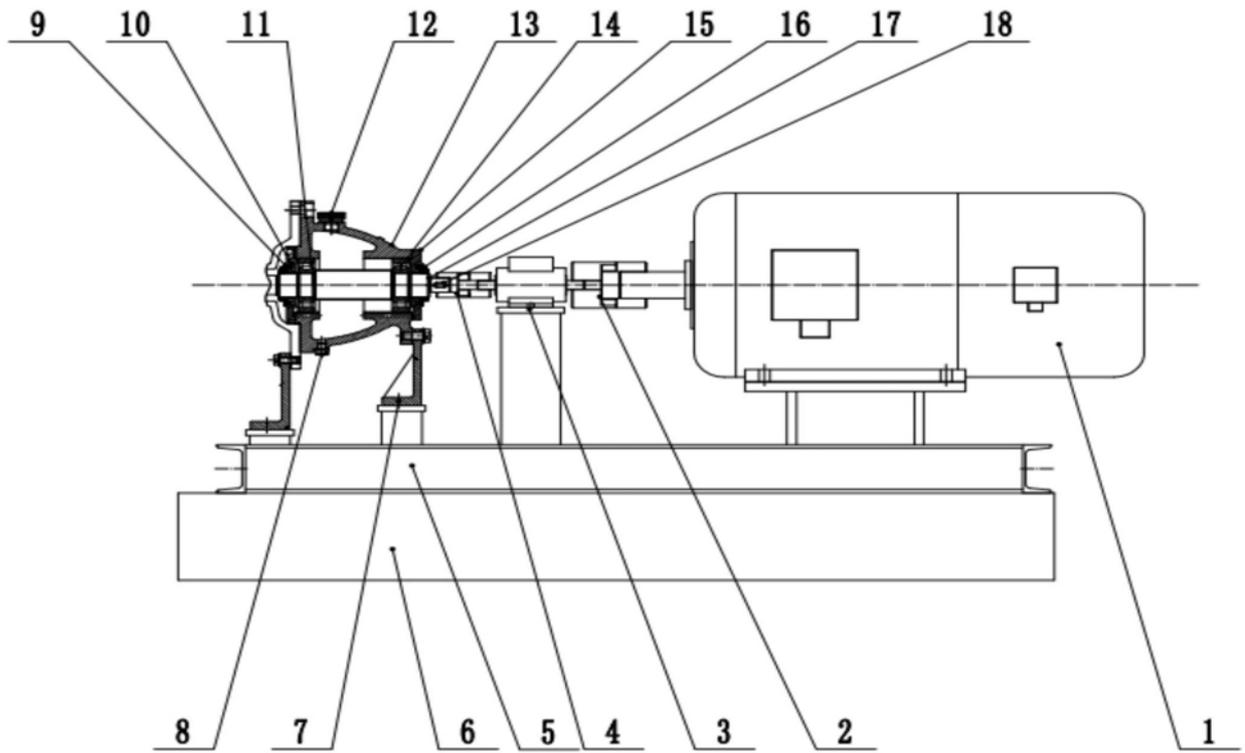


图2

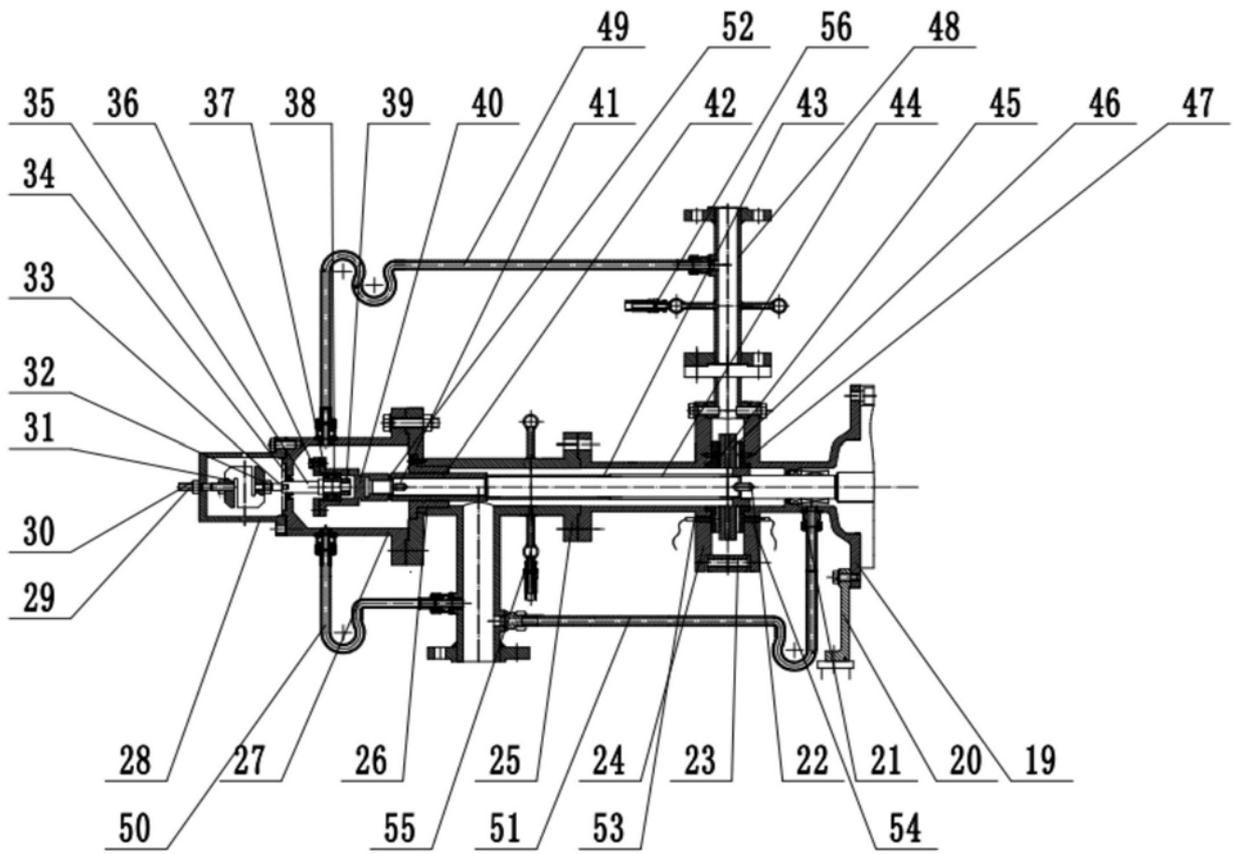


图3

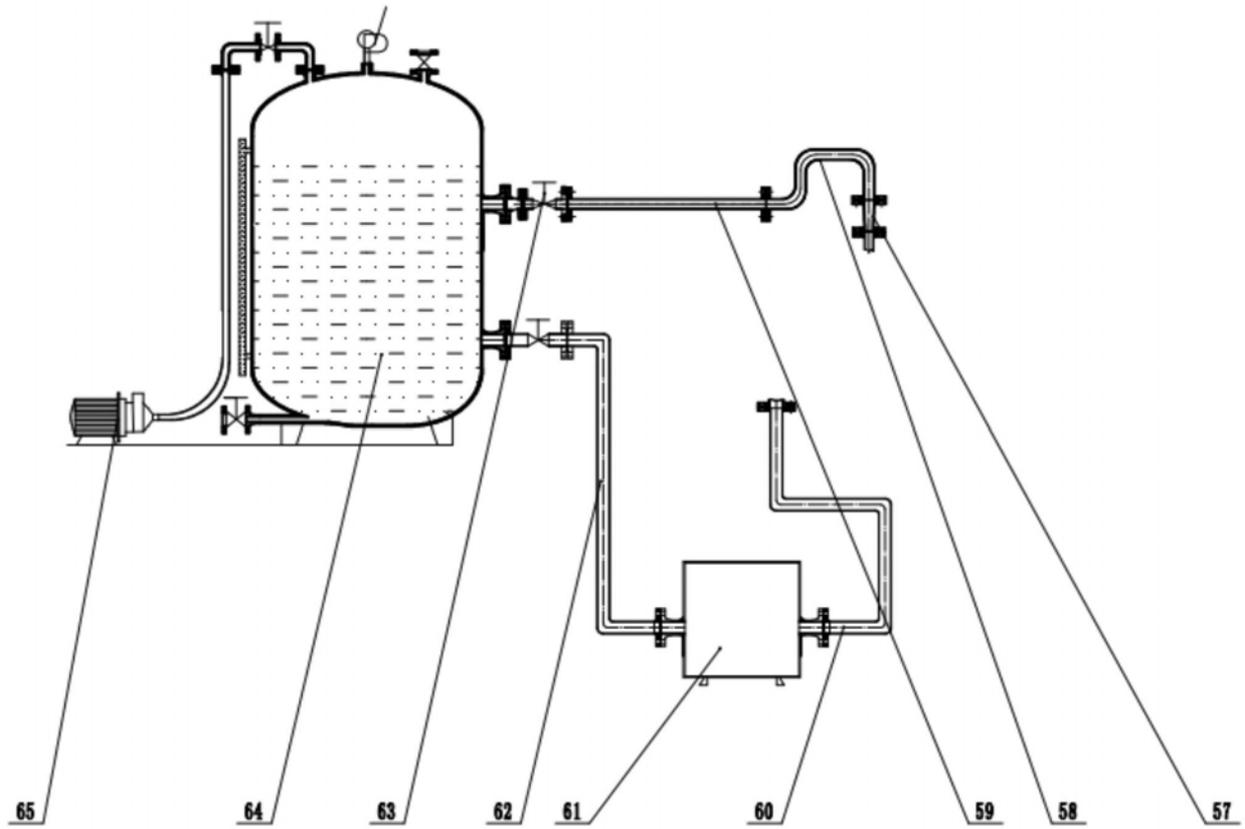


图4