



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104729446 B

(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201510111662.0

(22)申请日 2015.03.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104729446 A

(43)申请公布日 2015.06.24

(73)专利权人 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 李坤 贾晓红 索双富 王隆珂

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所
所 61215

代理人 贾玉健

(51)Int.Cl.
G01B 21/02(2006.01)
G01L 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103837303 A, 2014.06.04,
 JP 昭57-110901 A, 1982.07.10,
 CN 2109562 U, 1992.07.08,
 CN 201218763 Y, 2009.04.08,
 CN 201289411 Y, 2009.08.12,
 CN 103175644 A, 2013.06.26,
 吴琼等.丁睛橡胶O形圈往复密封性能实验
 研究.《润滑与密封》.2012,第37卷(第2期),第
 29-33页.
 韩传军等.往复密封中星型密封圈的密封性
 能分析.《润滑与密封》.2012,第37卷(第9期),第
 28-36页.
 马春红等.氟橡胶O型圈低压气体密封薪滞
 摩擦特性实验.《摩擦学学报》.2014,第34卷(第2
 期),第160-164页.

审查员 罗裕

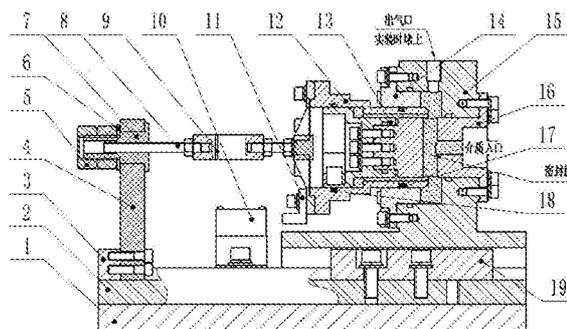
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大
静摩擦力的装置

(57)摘要

一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大
静摩擦力的装置,涉及机械密封技术领域,包括
了工作台、底板、定位块、支柱、螺母、耐磨套、螺
纹套、丝杠、力传感器、位移传感器、反光板、滑
块、轴、端盖、支架、支撑轴、第一被测密封、第二
被测密封和定位键;本发明通过差动螺旋机构实
现密封圈准静态的微幅往复移动,利用力、位移
传感器测量多工况下力和位移关系,研究密封圈
从静摩擦转化为滑动摩擦的变化过程;利用“突
跳”现象,测得密封圈自身弹性变形所发生的极
限位移和最大静摩擦。该发明填补了微小位移下
关于密封圈力学特性实验研究的空白,为机械密
封系统提供了副密封力学特性的实验数据和设
计参考。



1. 一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置,其特征在于:包括安装于工作台(1)上的底板(2),通过定位块(3)安装在底板(2)一端的支柱(4),安装在支柱(4)上的螺纹套(7),插入螺纹套(7)内的丝杠(8),螺纹配合安装在螺纹套(7)外的螺母(5),设置在螺母(5)和螺纹套(7)间的耐磨套(6),所述螺母(5)、耐磨套(6)、螺纹套(7)、丝杠(8)和支柱(4)组成了差动螺旋机构,在螺母(5)上施加扭矩能,差动螺旋机构能产生轴向微幅的往复运动;还包括通过定位键固定在底板(2)另一端的支架(15),安装在支架(15)上的支撑轴(16),固定在支撑轴(16)上的轴(13),套在轴(13)上的滑块(12),滑块(12)的一端通过力传感器(9)与丝杠(8)连接,另一端通过第一被测密封(17)与固定在支架(15)上的端盖(14)连接,滑块(12)与轴(13)之间设有第二被测密封(18),所述滑块(12)、轴(13)、端盖(14)、支架(15)和支撑轴(16)构成含有压力腔的滑块机构;力传感器(9)用于测量密封圈轴向摩擦力;位移传感器(10)固定在底板(2)上,反光板(11)和滑块(12)连接,位移传感器(10)间接测量密封圈的轴向位移,力传感器(9)和位移传感器(10)构成测试机构。

2. 根据权利要求1所述的一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置,其特征在于:所述的第一被测密封(17)和第二被测密封(18)的密封直径相同,并且同向布置。

3. 根据权利要求1所述的一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置,其特征在于:所述差动螺旋机构能产生轴向微幅的往复运动,着重研究数十微米行程内密封圈的摩擦力特性。

一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及机械密封技术领域,特别涉及一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置。

背景技术

[0002] 机械密封作为核心部件广泛应用于化工、核等工业领域。在其结构中,安装在补偿环处被称为副密封的密封圈是关键部件,通常有单独的O形密封圈、弹簧蓄能复合密封圈等几种形式。机械密封在开、停机、工况波动,补偿环会有轴向位移,其运动传递到副密封处首先会引起密封圈的弹性变形,当位移量超过密封圈的最大弹性变形极限时,补偿环和副密封一起相对安装套滑动。副密封在移动过程中对机械密封的追随性有影响,如果副密封处的摩擦力过大,机械密封打不开,则有可能引起机械密封端面的碰撞,造成故障隐患。因此,为了让动环和静环间的流体膜厚度处于合理范围之内,一个方面是通过端面的设计来实现,另一方面也要通过控制副密封圈的自身弹性范围、弹性变形特性、以及最大静摩擦力的数值来实现。

[0003] 用作为机械端面密封副密封的密封圈通过一定的压缩量安装在轴上,当它受到轴向位移的时候,会出现两种状态之一:当加载位移很小时,密封圈能依靠自身的弹性变形来适应轴向位移,此阶段密封圈处于预滑动阶段,为静摩擦状态;随着位移的持续增大到某一个值,密封圈从预滑动状态转变为滑动摩擦状态(克服轴向的最大静摩擦力,与轴产生相对运动),此特定的轴向位移值被定义为极限位移(通常为几十微米的量级),滑动瞬间的摩擦力为最大静摩擦力。

[0004] 在预滑动阶段,接触面上的摩擦力随着加载位移的增大而增大,当加载位移到达某一个值的时候,摩擦力突然降低,发生stick-slip现象。用弹簧-质量系统来解释这一过程,质量块在预滑动态的位移是依靠密封圈自身的弹性变形来抵消轴向位移,可以等效为“弹簧力驱动质量块”;一旦克服了最大静摩擦力,质量块发生滑动,即从“stick”状态转为“slip”状态。此时,质量块受到的瞬间牵引力等于最大静摩擦力(弹簧力没有消失)而阻力等于滑动摩擦力。由于最大静摩擦力大于滑动摩擦力,此瞬间势必会造成质量块突然加速,产生“突跳”现象。而“stick”状态开始转为“slip”状态,此时的位移量即为密封圈弹性变形极限位移。

[0005] 综上所述,机械端面密封在开启、闭合或工况波动的情况下,会发生补偿环的轴向移动(一般情况下,流体膜厚小于10微米,轴向最大移动距离能有数十微米)。在轴向位移大于密封圈弹性变形极限位移时,副密封将从自身弹性变形适应轴向位移的预滑动状态过渡到滑动,摩擦力发生突变,这必然会使补偿环发生“突跳”,其结果将会导致补偿环的不稳定性。有可能使得端面密封间的流体膜厚突然变化造成严重的泄露或导致密封端面的瞬间碰撞,从而造成引起故障发生的可能性。因此,准确预知副密封的弹性变形极限位移,是控制补偿环的最大移动量以及实现密封端面间的流体膜厚控制的基础。

[0006] 现行的文献中,基本上没有关于微小位移下密封圈力学特性的研究,更没有对密

封圈弹性变形极限位移的研究。该发明旨在填补这方面的空白。所得的实验数据不仅提供副密封轴向较精确的力-位移特性,为建立更为合理地机械密封力学方程的求解提供基础数据,而且所测得的弹性变形极限位移为机械密封开启、闭合的设计提供基础数据,同时也为副密封的设计提供了准则和基础数据。

发明内容

[0007] 为了填补现阶段端面密封研究对副密封弹性变形极限位移实验研究的空白,本发明的目的在于提供一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置,能够获得密封圈在某种工况下的弹性变形极限位移和最大静摩擦力,能够实现多种密封轴颈、多种工况下密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的测量。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0009] 一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置,包括安装于工作台1上的底板2,通过定位块3安装在底板2一端的支柱4,安装在支柱4上的螺纹套7,插入螺纹套7内的丝杠8,螺纹配合安装在螺纹套7外的螺母5,设置在螺母5和螺纹套7间的耐磨套6,所述螺母5、耐磨套6、螺纹套7、丝杠8和支柱4组成了差动螺旋机构,在螺母5上施加扭矩能,差动螺旋机构能产生轴向微幅的往复运动;还包括通过定位键固定在底板2另一端的支架15,安装在支架15上的支撑轴16,固定在支撑轴16上的轴13,套在轴13上的滑块12,滑块12的一端通过力传感器9与丝杠8连接,另一端通过第一被测密封17与固定在支架15上的端盖14连接,滑块12与轴13之间设有第二被测密封18,所述滑块12、轴13、端盖14、支架15和支撑轴16构成含有压力腔的滑块机构;力传感器9用于测量密封圈轴向摩擦力;位移传感器10固定在底板2上,反光板11和滑块12连接,位移传感器10间接测量密封圈的轴向位移,力传感器9和位移传感器10构成测试机构。

[0010] 所述的第一被测密封17和第二被测密封18的密封直径相同,并且同向布置。

[0011] 所述差动螺旋机构能产生轴向微幅的往复运动,着重研究数十微米行程内密封圈的摩擦力特性。

[0012] 本发明的优点:采用差动螺旋机构产生直线往复运动,运动的幅值小于等于0.1mm以期研究密封圈从弹性变形到滑动的完整过程,填补这方面实验研究的空白;能够研究不同压缩量下密封圈的弹性变形极限位移和最大静摩擦力;能够研究在不同的介质压力工况下,弹性变形极限位移和最大静摩擦力的变化规律;同时能够实现多种密封轴径的密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦的研究。

附图说明

[0013] 附图为本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明做详细描述。

[0015] 如附图所示,本发明一种测量密封圈弹性变形极限位移和最大静摩擦力的装置,包括安装于工作台1上的底板2,通过定位块3安装在底板2一端的支柱4,安装在支柱4上的螺纹套7,插入螺纹套7内的丝杠8,螺纹配合安装在螺纹套7外的螺母5,设置在螺母5和螺纹

套7间的耐磨套6,所述螺母5、耐磨套6、螺纹套7、丝杠8和支柱4组成了差动螺旋机构,在螺母5上施加扭矩能,差动螺旋机构能产生轴向微幅的往复运动;还包括通过定位键固定在底板2另一端的支架15,安装在支架15上的支撑轴16,固定在支撑轴16上的轴13,套在轴13上的滑块12,滑块12的一端通过力传感器9与丝杠8连接,另一端通过第一被测密封17与固定在支架15上的端盖14连接,滑块12与轴13之间设有第二被测密封18,所述滑块12、轴13、端盖14、支架15和支撑轴16构成含有压力腔的滑块机构;力传感器9用于测量密封圈轴向摩擦力;位移传感器10固定在底板2上,反光板11和滑块12连接,位移传感器10间接测量密封圈的轴向位移,力传感器9和位移传感器10构成测试机构。

[0016] 作为本发明的优选实施方式,所述的第一被测密封17和第二被测密封18的密封直径相同,并且同向布置。直径相同保证了滑块12移动时,压力腔的体积不变,消除了测试过程流体波动产生的作用力;同时两被测密封圈的同向布置(开口朝向一致),保证了在滑块移动过程中,第一被测密封17和第二被测密封18的变形趋近于一致。

[0017] 本发明的工作原理为:

[0018] 实验开始,堵上压力腔的出气口,在压力腔内充高压介质,保压一段时间,使得第一被测密封17、第二被测密封18和滑块12内的沟槽贴合,保证位移传感器10能间接测量第一被测密封17和第二被测密封18的位移。

[0019] 由于第一被测密封17和第二被测密封18的密封直径相同,保证了滑块12移动时,压力腔的体积不变,消除了测试过程流体波动产生的作用力;同时两被测密封圈的同向布置(开口朝向一致),保证了在滑块移动过程中,第一被测密封17和第二被测密封18的变形趋近于一致。因此,力传感器9读数的一半即为单个密封圈的摩擦力。

[0020] 将介质压力调节到测试压力下,在螺母5上施加稳态扭矩驱动差动螺旋机构,实现滑块12的微幅运动。记录力传感器9和位移传感器10的读数,当密封圈轴向位移发生“突跳”时(位移读数突变),即得到极限位移和最大静摩擦力的实验数据。

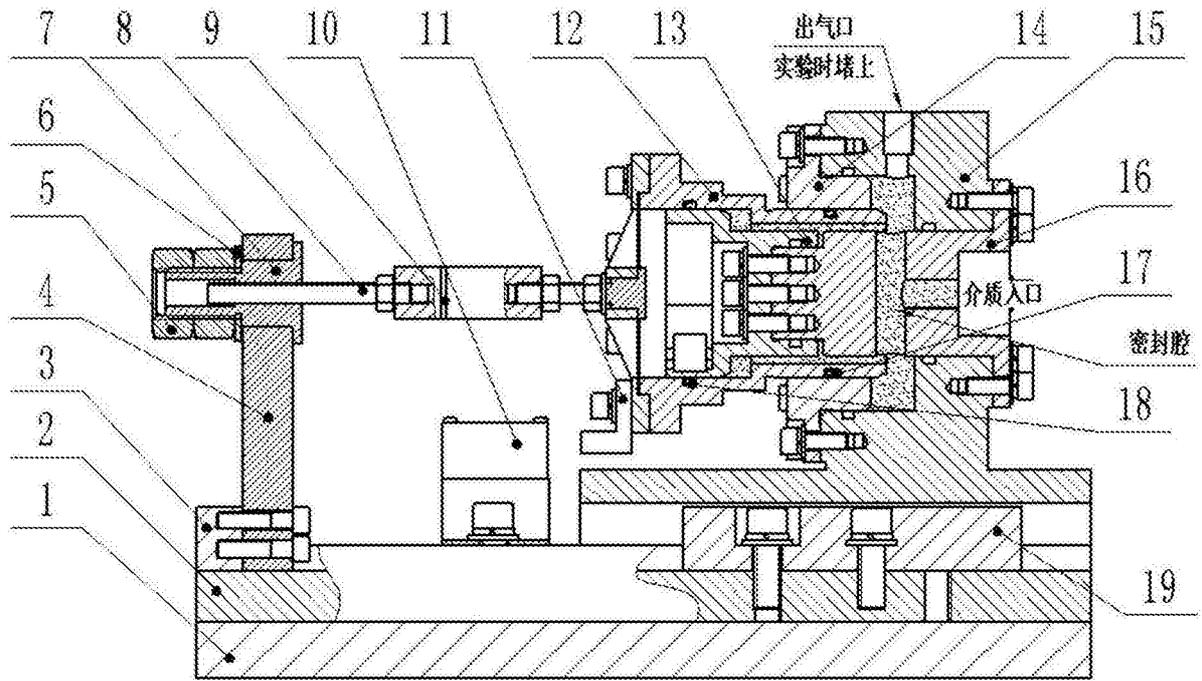


图1