

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2014 年 11 月 13 日 (13.11.2014)

W I P O | P C T

(10) 国际公布号
WO 2014/180152 A 1

- (51) 国转 利分类号 :
G01L 3/02 (2006.01) G01M 3/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN20 13/090626
- (22) 国际申请日 : 2013 年 12 月 27 日 (27.12.2013)
- (25) 申 饰 言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (30) 优先权 :
2013 10162335. 9 2013 年 5 月 6 日 (06.05.2013) CN
- (71) 申请人 : 南京林业大学 (NANJING FORESTRY UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号 Jiangsu 210037 (CN)。
- (72) 发明人 孙见君 (SUN, Jiānjūn); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号南京林业大学机械电子工程学院 ,Jiangsu 210037 (CN) 。 涂桥安 (TU, Qiaoan); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号南京林业大学机械电子工程学院 ,Jiangsu 210037 (CN) 。 胡琼 (HU, Qiong); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号南京林业大学机械电子工程学院 ,Jiangsu 210037 (CN) 。 马晨波 (MA, Chenbo); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号南京林业大学机械电子工程学院 ,Jiangsu 210037 (CN) 。 於秋萍 (YU, Qiuping); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号南京林业大学机械电子工程学院 ,Jiangsu 210037 (CN) 。 周敏 (ZHOU, Min); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 159 号南京林业大学机械电子工程学院 ,Jiangsu 210037 (CN) 。
- (74) 代理人 : 北京科亿知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING KEYI INTELLECTUAL PROP - ERTY FIRM); 中国北京市海淀区蓟门里和景园 1-2-502 号王清义 Beijing 100088 (CN) 。
- (81) 指定国 (除另有指明 , 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[见续页]

(54) Title: PERFORMANCE TEST DEVICE FOR MECHANICAL SEAL

(54) 发明名称 : 一种机械密封性能试验装置

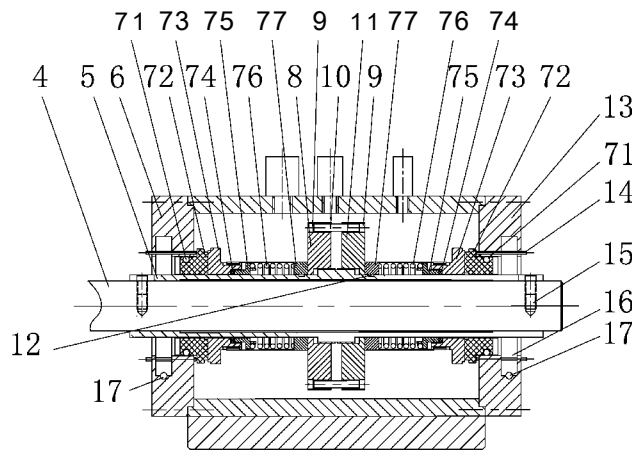


图 1 FIG.2

(57) Abstract: Disclosed is a performance test device for a mechanical seal, the device comprising a main shaft (4), a working chamber (18) of which both ends are provided with end covers (6, 13), and two sets of mechanical seals to be tested (7), wherein a shaft sleeve (5) and the main shaft (4) form a clearance fit and penetrate through the end covers (6, 13) at both ends of the working chamber (18) together; the shaft sleeve (5) extends outside U-shaped openings (23) which are arranged at both ends of the end covers (6, 13) and arranged on the same generatrix; drive pins (15) are arranged on the locations of the main shaft (4) corresponding to the U-shaped openings (23); the middle part of the shaft sleeve (5) is provided with two sections of screw threads having the same thread pitch and opposite rotating directions, and rotating seats (77) in the two mechanical seals to be tested (7) are respectively arranged at the back sides of two nuts (8, 11) which are screwed thereon; the rotating seats (77) and the shaft sleeve (5) slide in the axial direction and form a locating connection in the circumferential direction; radial force sensors are arranged on the drive pins (15) and are used for indirectly measuring the friction torque of an end surface, and axial force sensors (14) are arranged between the back side of a stationary ring (72) and the end covers (6, 13) of the working chamber and are used for measuring the specific pressure of the end surface; and ring grooves which are concentric with a central hole are arranged on the end covers (6, 13) and form

[见续页]



WO 2014/180152 A1



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护):ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 叙亚 AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
- 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

a leakage cavity (16) for collecting the leakage amount. The device is suitable for various pressure conditions and various dimension series, comprising the performance test of a high-pressure condition large-diameter mechanical seal.

(57) 摘要:一种机械密封性能试验装置,包括主轴(4)、两端具有端盖(6,13)的工作腔(18)、两组待测机械密封(7);轴套(5)与主轴(4)间隙配合,并一同穿过工作腔(18)两端的端盖(6,13);轴套(5)伸出端盖(6,13)的两端开设有在同一母线上的U形开口(23),在对应于U形开口(23)处的主轴(4)上设置有传动销(15);轴套(5)中部有两段螺距相等、旋向相反的螺纹,其上旋合的两个螺母(8,11)的背侧分别是两个待测机械密封(7)中的动环座(77);动环座(77)与轴套(5)在轴向滑动在周向定位相连;传动销(15)上设置径向力传感器用来间接测量端面摩擦扭矩,在静环(72)背侧和工作腔端盖(6,13)间设置轴向力传感器(14)用来测量端面比压;端盖(6,13)上开设有与中心孔同心的环槽,构成泄漏腔(16),用于泄漏量的收集。该装置适用于各种压力工况、各种尺寸系列,包括高压工况大直径机械密封的性能试验。

说明书

一种机械密封性能试验装置

技术领域

本发明属于密封测试技术领域，特别涉及一种无轴向附加力、扭矩精确测定的机械密封性能试验装置，适用于包括输送高压介质的大型压缩机、离心泵、或混合高压介质的搅拌反应釜等旋转机械的大直径机械密封的性能测试。

背景技术

生产装置的大型化、集成化，以及长周期运行，要求匹配性能稳定的机械密封，为此，需要设计制造工作参数宽泛、测试方便的机械密封性能试验装置，以适应新型机械密封的开发和测试。

从公知技术中可以看到，机械密封性能试验装置的主轴支承结构主要为单悬臂轴、双悬臂轴和双支承轴形式，主轴从单侧端盖穿入或两侧端盖穿入穿出工作腔。对于单悬臂轴式机械密封试验装置，主轴穿入工作腔的一个端盖，待测机械密封用作工作腔的密封件，与现场相近，如专利 ZL 00220907. 1，但主轴轴端处于工作腔的介质中，产生较大的轴向力，同时待测机械密封的动、静环承受介质作用的面积不等也产生轴向力，而大的轴向力有损于轴承寿命，不同轴向力引起不同的轴承阻力矩，最终影响端面摩擦扭矩的测量精度；对于单悬臂、采用主轴穿入穿出工作腔两侧端盖式机械密封试验装置，避开了工作腔内介质在轴端不会引起的轴向力，2 组规格、尺寸一致的待测机械密封对称布置在工作腔内，采用一端加工有两段螺距相等、螺旋线方向相反螺纹的轴套，旋转轴套带动与其旋合的左螺母和右螺母等距离地向左、向右移动，推动左、右二个动环座通过弹簧分别压紧二个动环，实现了端面比压等量加载，如专利 CN201210037262. 6，但要使 2 组机械密封在初始布置时对称于工作腔的中心截面非常困难。对于双悬臂式机械密封试验装置，如专利 ZL88214684. X，介质压力在单个轴端引起的轴向力以及因待测机械密封的动、静环承受介质作用的面积不等引起的轴向力，会被其整体对称结构所平衡，但其主轴与动力装置连接结构比较复杂。双支承轴式机械密封试验装置，如专利 CN201210126379. 1，采用主轴穿入穿出工作腔两侧端盖，2 组规格、尺寸一致的待测机械密封对称布置在工作腔内，解决了轴向加力的平衡问题，以及悬臂轴的绕度影响，但安装待测机械密封时十分不便，特别是难以满足型式试验对装拆速度的要求。

以上各现有技术，试验时，扭矩传感器测出的是试验装置中的主轴上的总扭矩，总扭矩包括被测密封端面的摩擦扭矩和主轴支承中的摩擦扭矩，将总扭矩减去试验前测出的主

轴支承中摩擦扭矩，然后才能得到被测密封端面的摩擦扭矩。因此不但试验过程繁琐，而且降低了测试的准确性。

另外，以上各现有技术中，扭矩传感器所测的是试验装置中主轴上的总扭矩，而启动时的启动总扭矩是正常运行总扭矩的 5-7 倍，因而所配备的扭矩传感器的应力轴直径较大，利用这一扭矩传感器测试正常运行的机械密封的较小的端面摩擦扭矩，产生的轴应变较小，测试的准确度较低。为了提高测量的精度，扭矩传感器的应力轴直径就要较小，但直径较小的应力轴又容易产生塑性变形，甚至断裂。所以两者不可兼得。

发明内容

本技术的目的是提供一种能够实现 2 组待测机械密封关于工作腔中心截面的自动对称就位、端面比压的等量调节，避免试验时介质引起的附加轴向力，同时提高现场安装作业性和端面摩擦扭矩测量的精确性的机械密封性能试验装置，它能够用于高压工况下大直径机械密封的性能研究及型式试验。

本技术的机械密封性能试验装置，包括主轴 4、两端具有端盖的工作腔 18、2 组待测机械密封；每个待测机械密封包括静环 O 形圈 71、静环 72、动环 73、动环 O 形圈 74、托环 75、弹簧 76、动环座 77；动环 73 与动环座 77 在轴向滑动在周向定位相连，在动环座 77 与动环 73 之间依次设置有弹簧 76、托环 75、动环 O 形圈 74；托环 75 与动环座 77 在轴向滑动连接；静环 72 通过设置在静环 72 外周上的静环 O 形圈 71 与端盖上的中心孔密封相连；静环 72 与动环 73 在轴向相对；

与主轴 4 间隙配合的轴套 5 套装在主轴 4 上，轴套 5 穿过工作腔 18 两端的端盖；轴套 5 伸出端盖的两端开设有在同一母线上的 U 形开口 23，在对应于 U 形开口 23 处的主轴 4 上设置有传动销；轴套 5 中部有两段螺距相等、旋向相反的螺纹；两个螺母分别与上述螺纹配合；与轴套 5 轴线平行的短销 10 同时伸入在两个螺母上所开的短销孔内；两个螺母的背侧分别是两个待测机械密封中的动环座 77；动环座 77 与轴套在轴向滑动在周向定位相连；静环 72、动环 73 均环绕轴套；

在 U 形开口侧壁与传动销之间设置有用于检测 U 形开口侧壁与传动销之间作用力大小的径向力传感器；在至少一个端盖上开有供工艺轴穿过的工艺孔，穿过工艺孔的工艺轴伸入短销孔内；工艺孔被可拆卸的工艺孔堵头 24 封闭。

试验操作时，先将两个螺母旋合至轴套上的两段螺纹处，把短销 10 插入左螺母 8、右螺母 11 上的短销孔内，使得两个螺母互为周向定位；然后将 2 组机械密封的动环座 77、弹簧 76、托环 75、动环 O 形圈 74、动环 73 对称装至轴套 5 上；将两个带静环 O 形圈 71

的静环 72 分别装入 2 个端盖的中心孔，再将带有静环 72 的一个端盖（如左侧的左端盖）连接于工作腔 18 的一端面（如左侧的左端面）上，移动工作腔 18，使工作腔 18 穿过主轴 4，再将装有两个螺母、动环 73 等的轴套 5 穿套在主轴 4 上，盖上带有静环 72 的另一个端盖（如右侧的右端盖），把该另一个端盖连接于工作腔 18 的另一端面（如右侧的右端面）；主轴 4 及轴套 5 分别穿出两个端盖。

将工艺轴穿过端盖上的工艺孔插入螺母上的短销孔，防止螺母转动，然后转动轴套 5，带动与轴套旋合的两个螺母相背而行（两个螺母之间的距离逐渐增大），推动 2 组机械密封的动环座 77 通过弹簧 76、托环 75 分别压向动环 O 形圈 74 和动环 73，直至动环 73 压紧静环 72，获得一定的端面比压；当然，如果反方向旋转轴套 5 带动与其旋合的两个螺母相向而行（两个螺母之间的距离逐渐减小），弹簧 76 从压缩状态向自由状态恢复，端面比压降低直至零或动、静环脱开；旋转轴套 5 时，两个螺母相对于主轴 4 只轴向移动、不转动。

由于轴套 5 在主轴上无轴向定位，当轴套 5 中心横截面的初始位置与工作腔 18 中心横截面不重合，即轴套 5 中心横截面的初始位置与两个端盖上的静环 72 端面距离不等时，旋转轴套 5 带动与其旋合的两个螺母相背移动，推动 2 组机械密封的动环座 77 通过弹簧 76、托环 75 分别压向动环 O 形圈 74 和动环 73，先压至静环 72 的一组机械密封将推动轴套 5 向另一组机械密封方向移动，直至另一组机械密封的动环 73、静环 72 接触，然后，两组机械密封的端面比压一同增加。因此，旋转轴套 5，能够使轴套 5 自动对中，并使 2 组机械密封获得相同的初始端面比压。托环 75 与动环 73 之间的动环 O 形圈 74 保证了动环与轴套之间的密封。

之后，在主轴上对应于轴套的 U 形开口 23 处装上传动销，拆下工艺轴，用工艺堵头密封工艺孔。利用外接的介质加载与循环系统往工作腔内注入一定压力的试验介质。

然后驱动主轴转动，主轴通过传动销带动轴套转动。因为只能相对于轴套轴向移动而不能转动，所以动环座就随轴套转动，带动动环就压紧在静环上作相对于静环的转动。由于套装在主轴上的轴套与主轴之间的摩擦扭矩很小，端面摩擦扭矩通过轴套基本毫无损失地传递给了主轴。通过测量轴套或者主轴受到的扭矩即可得到动环与静环之间的摩擦扭矩（机械密封的端面摩擦扭矩）。

为了能够测得机械密封的端面摩擦扭矩，在 U 形开口侧壁与传动销之间设置用于检测 U 形开口侧壁与传动销之间作用力大小的径向力传感器。

通过径向力传感器测得 U 形开口侧壁与传动销之间的作用力，把该作用力乘以力臂（力

的作用点到轴套轴线的距离)即可得到主轴或轴套受到的扭矩。

通过对从端盖的中心孔流出的液体称量,可得出机械密封的泄漏量。

因此,本发明的有益效果是:

(1) 采用贯穿工作腔的轴套安装 2 组待测机械密封,使得压力介质作用在 2 组机械密封上引起的轴向力和弹簧力自行平衡,避免了压力介质在轴端产生的轴向力,适用于各种压力工况、各种尺寸系列,包括高压工况大直径机械密封的性能试验。

(2) 轴套与主轴间隙配合,在轴上无轴向定位,实现了安装于轴套上的机械密封在工作腔内的自动调节对中。当轴套中心横截面的初始位置与工作腔中心横截面不重合,即轴套中心横截面的初始位置与左、右端盖上的静环端面距离不等时,旋转轴套带动与其旋合的两个螺母相背移动,推动 2 组机械密封的动环座 11 通过弹簧、托环分别压向动环 0 形圈和动环,先压至静环的一组机械密封推动轴套向另一组机械密封方向移动,直至两组机械密封的端面比压相同为止。

(3) 实现了机械密封端面摩擦扭矩的精确测量。2 组机械密封安装在间隙配合于主轴的轴套上,端面摩擦扭矩通过轴套毫无损失地传递给了主轴。通过径向力传感器测得的力再经计算得出端面摩擦扭矩,保证了机械密封端面摩擦扭矩测量的精确性。

(4) 2 组建立有一定端面比压的待测机械密封,构成了主轴的软支承,增加了悬臂式主轴运行的稳定性。

(5) 采用 2 组机械密封积累的泄漏量的平均值来表征单组机械密封的泄漏量,采用 2 组机械密封端面摩擦扭矩的平均值作为单组机械密封的端面摩擦扭矩,减少了随机性对测量带来的影响。

(6) 装拆方便。把 2 组机械密封装上轴套后再装入工作腔,通过旋转轴套使 2 组机械密封的端面比压平衡,就确定了轴套在主轴上及机械密封在工作腔中的位置;打开右端盖,拆下主轴右端上的传动销,便可拆下轴套及其上面的机械密封。

(7) 通过更换不同结构尺寸的轴套,使得轴套与待测机械密封的型号、尺寸匹配,可以进行不同尺寸型号机械密封的性能试验。

上述的机械密封性能试验装置,用于检测静环 72 所受轴向力大小的至少两个轴向力传感器 14 穿过端盖,并和与动环 73 相对的静环 72 背面的接触;所述轴向力传感器 14 均布在静环 72 的周向。工作腔内无介质时,设置在一个端盖 13 上的支承一个静环 72 的各轴向力传感器 14 轴向承受维系动环 73 和静环 72 贴合的弹簧力;工作腔内充注压力介质后,支承一个静环 72 的各轴向力传感器 14 轴向承受弹簧力以及压力介质在单组机械密封

引起的轴向力之和。通过轴向力传感器，能准确测量机械密封初始弹簧比压和监测加载后运行中的端面比压变化。

上述的机械密封性能试验装置，短销 10 与两个螺母上的短销孔均为间隙配合，以减小两个螺母相对短销轴向移动的阻力。

上述的机械密封性能试验装置，动环座 77 与轴套 5 通过导向平键 12 相连。

上述的机械密封性能试验装置，螺母上开有导向孔内，导向孔的轴线平行于轴套的轴线；穿过工艺孔的工艺轴伸入到短销孔内或者伸入到导向孔内。工艺孔、导向孔和短销孔均以轴套轴线对称。

上述的机械密封性能试验装置，轴套 5 以其中心横截面对称；两个待测机械密封对称布置在轴套 5 的中心横截面的两侧。这样轴套和两个待测机械密封均以轴套 5 的中心横截面对称，使得压力介质作用在 2 组机械密封上引起的轴向力和弹簧力自行平衡，避免了压力介质在主轴或轴套上产生轴向力。

上述的机械密封性能试验装置，端盖上开设有与中心孔同心的环槽，构成泄漏腔 16，环槽底部开设切线方向的导流孔 17，用于机械密封的泄漏量的收集和排放。

上述的机械密封性能试验装置，所述的径向力传感器为无线径向力传感器。

上述的机械密封性能试验装置，主轴 4 通过轴承箱 3、联轴器 2 与电机 1 相连，所述电机 1 由变频调速器控制，实现速度调节。

附图说明

图 1 为一种机械密封性能试验装置的轴面剖视图。

图 2 是图 1 中的轴套、待测机械密封等放大示意图。

图 3 为待测机械密封安装调整过程中的一种机械密封性能试验装置轴面剖视图。

图 4 为一种机械密封性能试验装置的 A-A 面剖视图。

图中：1- 电机；2- 联轴器；3- 轴承箱；4- 主轴；5- 轴套；6- 左端盖；7- 待测机械密封 (71- 静环 O 形圈；72- 静环；73- 动环；74- 动环 O 形圈；75- 托环；76- 弹簧；77- 动环座)；8- 左螺母；9- 短销孔堵头；10- 短销；11- 右螺母；12- 导向平键；13- 右端盖；14- 轴向力传感器；15- 传动销；16- 泄漏腔；17- 导流孔；18- 工作腔；19- 拖板；20- 支架；22- 工艺轴；23-U 形开口；24- 工艺孔堵头；25- 导向孔。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步说明。

为进一步了解本实用新型的内容、特点及功效，兹例举以下实施例，并配合附图详细

说明如下：

图 1、2 示出了一种机械密封性能试验装置，包括电机 1、联轴器 2、轴承箱 3、主轴 4、传动销 15、轴套 5、左端盖 6、工艺孔堵头 24、工艺轴 22、轴向力传感器 14、待测机械密封（静环 O 形圈 71、静环 72、动环 73、动环 O 形圈 74、托环 75、弹簧 76、动环座 77）、导向平键 12、左螺母 8、右螺母 11、短销 10、短销孔堵头 9、工作腔 18、右端盖 13、拖板 19、支架 20。

轴套 5 为关于中心横截面的对称结构，两端在同一母线上分别开设一 U 形开口 23，中部有两段螺距相等、旋向相反的单线螺纹（与左螺母 8 旋合的为左旋螺纹，与右螺母 11 旋合的为右旋螺纹）。轴套 5 上背对背安装左螺母 8、右螺母 11、短销 10、短销孔堵头 9、导向平键 12 以及 2 组尺寸相同的待测机械密封的动环座 77、弹簧 76、托环 75、动环 O 形圈 74 和动环 73。轴套 5 与主轴 4 为间隙配合，并随主轴 4 穿过左端盖 6、工作腔 18 及右端盖 13。轴套 5 上的动环 73 与安装在左端盖 6、右端盖 13 上 2 组待测机械密封的静环 72 相对。静环 72 与左端盖 6、右端盖 13 之间采用静环 O 形圈 71 密封，设置于左端盖和右端盖上的各 3 个轴向力传感器 14 分别与两个静环 72 的背面接触；在轴向对静环起到支承作用。短销孔开在左螺母 8 和右螺母 11 上；短销孔有两个，以轴套的轴线对称。两个短销 10 分别设置在两个短销孔内，每个短销同时伸入左螺母 8 和右螺母 11 上的短销孔内，左螺母 8 和右螺母 11 用短销 10 连接互为周向定位，短销 10 与短销孔为间隙配合，用短销孔堵头 9 轴向限位防止短销从短销孔内脱落。导向孔 25 开在左螺母 8 和右螺母 11 上；导向孔有两个，以轴套的轴线对称。两个端盖各开有供工艺轴 22 穿过的工艺孔，两个工艺孔以轴套的轴线对称。工艺孔被可拆卸的工艺孔堵头 24 封闭。待测机械密封的动环座 77 与轴套 5 之间用导向平键 12 周向定位。旋转轴套 5 时，将两根工艺轴 22 穿过左端盖 6 和右端盖 13 上的工艺孔并伸入到两个导向孔 25 内，如图 3、4 所示；顺时针旋转轴套 5 带动与其旋合的左螺母 8 和右螺母 11 分别等距离地向左、向右移动，推动 2 组机械密封的动环座 77 通过弹簧 76、托环 75 分别压向动环 O 形圈 74 和动环 73，直至压紧静环 72，获得一定的端面比压。

将传动销 15 固定在轴套 5 两端的 U 形开口 23 处的主轴 4 上，周向定位轴套 5，通过径向力传感器测得 U 形开口侧壁与传动销之间的作用力，把该作用力乘以力臂（力的作用点到轴套轴线的距离）即可得到轴套（主轴）受到的扭矩。

左端盖 6、右端盖 13 上开设有与中心孔同心的环槽，构成泄漏腔 16，环槽底部开设切线方向的导流孔 17，用于机械密封的泄漏量的收集和排放。采用 2 组机械密封在泄漏腔

16 中积累的泄漏量的平均值来表征机械密封的泄漏量。采用径向力传感器测得的作用力再经计算所得的 2 组机械密封端面摩擦扭矩的平均值作为单组机械密封的端面摩擦扭矩。采用在左端盖 6、右端盖 13 上沿周向均匀设置的型号相同、其测力点距左、右端盖相应的端面等高的 3 个轴向力传感器 14 测量动环 73、静环 72 贴合的端面比压。

逆时针旋转轴套 5 带动与其旋合的左螺母 8 和右螺母 11 分别等距离地向右、向左移动，弹簧 76 从压缩状态向自由状态恢复，端面比压降低直至零或动、静环脱开；旋转轴套 5 时，左螺母 8 和右螺母 11 相对于主轴 4 只移动、不转动。

通过变频调速器对电机 1 的控制，实现主轴 4 在不同转速下工作。通过改变轴套 5 的结构尺寸，能进行不同尺寸型号机械密封的性能试验。

图 3 为待测机械密封安装调整过程中的一种机械密封性能试验装置轴面剖视图。与主轴 4 间隙配合的轴套 5，在主轴上无轴向定位。当轴套 5 中心横截面的初始位置与工作腔 18 中心横截面不重合，即轴套 5 中心横截面的初始位置与左端盖 6、右端盖 13 上的静环 72 端面距离不等时，将工艺轴 22 插入左螺母 8 和右螺母 11 的短销孔以及左端盖 6 和右端盖 13 的工艺孔中，顺时针旋转轴套 5 带动与其旋合的左螺母 8 和右螺母 11 分别等距离地向左、向右移动，推动 2 组机械密封的动环座 77 通过弹簧 76、托环 75 分别压向动环 0 形圈 74 和动环 73，先压至静环 72 的一组机械密封将推动轴套 5 向另一组机械密封方向移动，直至另一组机械密封的动环 73、静环 72 接触，然后，2 组机械密封的端面比压一同增加。

试验操作时，先将左螺母 8、右螺母 11 旋合至轴套 5 中部的螺纹处，把短销 10 插入左螺母 8、右螺母 11 上的孔内，再旋入短销孔堵头 11，构成左螺母 8、右螺母 11 互为周向定位。然后，将导向平键 12、机械密封的动环座 77、弹簧 76、托环 75、动环 0 形圈 74、动环 73 对称装至轴套 5 上；将带静环 0 形圈 71 的静环 72 分别装入左端盖 6、右端盖 13，再将带有轴向力传感器 14 和静环 72 的左端盖 6 用螺栓连接于工作腔 18 的左端面上，移动工作腔 18，使左端盖 6、工作腔 18 穿过主轴 4，再将装有左螺母 8、右螺母 11、导向平键 12 和机械密封动环 73 的轴套 5 穿套在主轴 4 上，盖上带有轴向力传感器 14 和静环 72 的右端盖 13，并用螺栓连接于工作腔 18 的右端面；此时，主轴 4 及轴套 5 穿出右端盖 13。

将工艺轴 22 插入左螺母 8 和右螺母 11 上的导向孔 25 以及左端盖 6 和右端盖 13 的工艺孔中，顺时针旋转轴套 5，使轴套 5 自动对中，并使机械密封获得所需的初始端面比压，在主轴上对应于轴套的 U 形开口 23 处装上传动销 15，拆下工艺轴 22（当然，也可把短销孔堵头 11 从短销孔内取出，把工艺轴 22 穿过左端盖 6 和右端盖 13 上的工艺孔并插入左螺母 8 和右螺母 11 的上的两个短销孔中，顺时针旋转轴套 5，使轴套 5 自动对中，并使机

械密封获得所需的初始端面比压，在主轴上对应于轴套的 U 形开口 23 处装上传动销 15，拆下工艺轴 22，然后再把短销孔堵头 11 插入短销孔内)，在左端盖 6、右端盖 13 上的工艺孔内拧紧工艺孔堵头 24。利用外接的介质加载与循环系统向工作腔内注入一定压力的试验介质，通过轴向力传感器 14 可获得机械密封的工作端面比压。

启动电机 1，调节变频器，使机械密封在所需转速下工作，通过径向力传感器测得作用力和对在泄漏腔 16 中积累经导流孔 17 流出的液体称量，可得出机械密封的端面摩擦扭矩和泄漏量。

通过径向力传感器间接测得的扭矩（径向力传感器测得的作用力乘以力臂（力的作用点到轴套轴线的距离））与通过弹簧 76、动环座 77 传递给轴套 5 的机械密封动环 73、静环 72 的端面摩擦扭矩相等，采用径向力传感器间接测得的 2 组机械密封端面摩擦扭矩的平均值作为单组机械密封的端面摩擦扭矩。如果只在一个传动销上设置径向力传感器，通过该径向力传感器间接测得的扭矩除以 2 即是单组机械密封的端面摩擦扭矩。如果在两个传动销上各设置一个径向力传感器，那么两个径向力传感器间接测得的扭矩之和再除以 2 即是单组机械密封的端面摩擦扭矩。

本发明具有的优点和积极效果是：

(1) 采用贯穿工作腔的关于中心横截面结构对称的轴套安装 2 组相同尺寸的待测机械密封，使得压力介质作用在 2 组机械密封上引起的轴向力和弹簧力自行平衡，避免了压力介质在轴端产生的轴向力，适用于各种压力工况、各种尺寸系列，包括高压工况大直径机械密封的性能试验。

(2) 轴套与主轴间隙配合，在轴上无轴向定位，实现了安装于轴套上的机械密封在工作腔内的自动调节对中。当轴套中心横截面的初始位置与工作腔中心横截面不重合，即轴套中心横截面的初始位置与左、右端盖上的静环端面距离不等时，旋转轴套带动与其旋合的左螺母和右螺母分别等距离地向左、向右移动，推动 2 组机械密封的动环座通过弹簧、托环分别压向动环 O 形圈和动环，先压至静环的一组机械密封推动轴套向另一组机械密封方向移动，直至两组机械密封的端面比压相同为止。

(3) 实现了机械密封端面摩擦磨损扭矩的精确测量。2 组机械密封安装在间隙配合于主轴的轴套上，端面摩擦磨损扭矩通过轴套毫无损失地传递给设置在主轴上位于轴套两端 U 形开口中的传动销，保证了机械密封端面摩擦扭矩测量的精确性。

(4) 在左、右端盖上设置的轴向力传感器，能准确测量加载机械密封初始弹簧比压和监测运行中的端面比压变化。

(5) 采用 2 组尺寸相同、端面比压相同的机械密封一起试验，采用 2 组机械密封积累的泄漏量的平均值来表征单组机械密封的泄漏量，采用 2 组机械密封端面摩擦扭矩的平均值作为单组机械密封的端面摩擦扭矩，减少了随机性对测量带来的影响。

权利要求书

1. 一种机械密封性能试验装置，包括主轴（4）、两端具有端盖的工作腔（18）、2组待测机械密封；每个待测机械密封包括静环O形圈（71）、静环（72）、动环（73）、动环O形圈（74）、托环（75）、弹簧（76）、动环座（77）；动环（73）与动环座（77）在轴向滑动在周向定位相连，在动环座（77）与动环（73）之间依次设置有弹簧（76）、托环（75）、动环O形圈（74）；托环（75）与动环座（77）在轴向滑动连接；静环（72）通过设置在静环（72）外周上的静环O形圈（71）与端盖上的中心孔密封相连；静环（72）与动环（73）在轴向相对；其特征在于：

与主轴（4）间隙配合的轴套（5）套装在主轴（4）上，轴套（5）穿过工作腔（18）两端的端盖；轴套（5）伸出端盖的两端开设有在同一母线上的U形开口（23），在对应于U形开口（23）处的主轴（4）上设置有传动销；轴套（5）中部有两段螺距相等、旋向相反的螺纹；两个螺母分别与上述螺纹配合；与轴套（5）轴线平行的短销（10）同时伸入在两个螺母上所开的短销孔内；两个螺母的背侧分别是两个待测机械密封中的动环座（77）；动环座（77）与轴套在轴向滑动在周向定位相连；静环（72）、动环（73）均环绕轴套；

在U形开口侧壁与传动销之间设置有用于检测U形开口侧壁与传动销之间作用力大小的径向力传感器；在至少一个端盖上开有供工艺轴穿过的工艺孔，穿过工艺孔的工艺轴伸入短销孔内；工艺孔被可拆卸的工艺孔堵头（24）封闭。

2. 如权利要求1所述的机械密封性能试验装置，其特征是：用于检测静环（72）所受轴向力大小的至少两个轴向力传感器（14）穿过端盖，并和与动环（73）相对的静环（72）的背面接触；所述轴向力传感器（14）均布在静环（72）的周向。

3. 如权利要求1所述的机械密封性能试验装置，其特征是：短销（10）与两个螺母上的短销孔均为间隙配合。

4. 如权利要求1所述的机械密封性能试验装置，其特征是：动环座（77）与轴套（5）通过导向平键（12）相连。

5. 如权利要求1所述的机械密封性能试验装置，其特征是：螺母上开有导向孔内，导向孔的轴线平行于轴套的轴线；穿过工艺孔的工艺轴伸入到短销孔内或者伸入到导向孔内。

6. 如权利要求5所述的机械密封性能试验装置，其特征是：工艺孔、导向孔和短销孔均以轴套轴线对称。

7. 如权利要求1所述的机械密封性能试验装置，其特征是：轴套（5）以其中心横截

面对称；两个待测机械密封对称布置在轴套（5）的中心横截面的两侧。

8. 如权利要求 1 所述的机械密封性能试验装置，其特征是：端盖上开设有与中心孔同心的环槽，构成泄漏腔（16），环槽底部开设切线方向的导流孔（17），用于机械密封的泄漏量的收集和排放。

9. 如权利要求 1 所述的机械密封性能试验装置，其特征是：所述的径向力传感器为无线径向力传感器。

10. 如权利要求 1 所述的机械密封性能试验装置，其特征是：主轴（4）通过轴承箱（3）、联轴器（2）与电机（1）相连，所述电机（1）由变频调速器控制，实现速度调节。

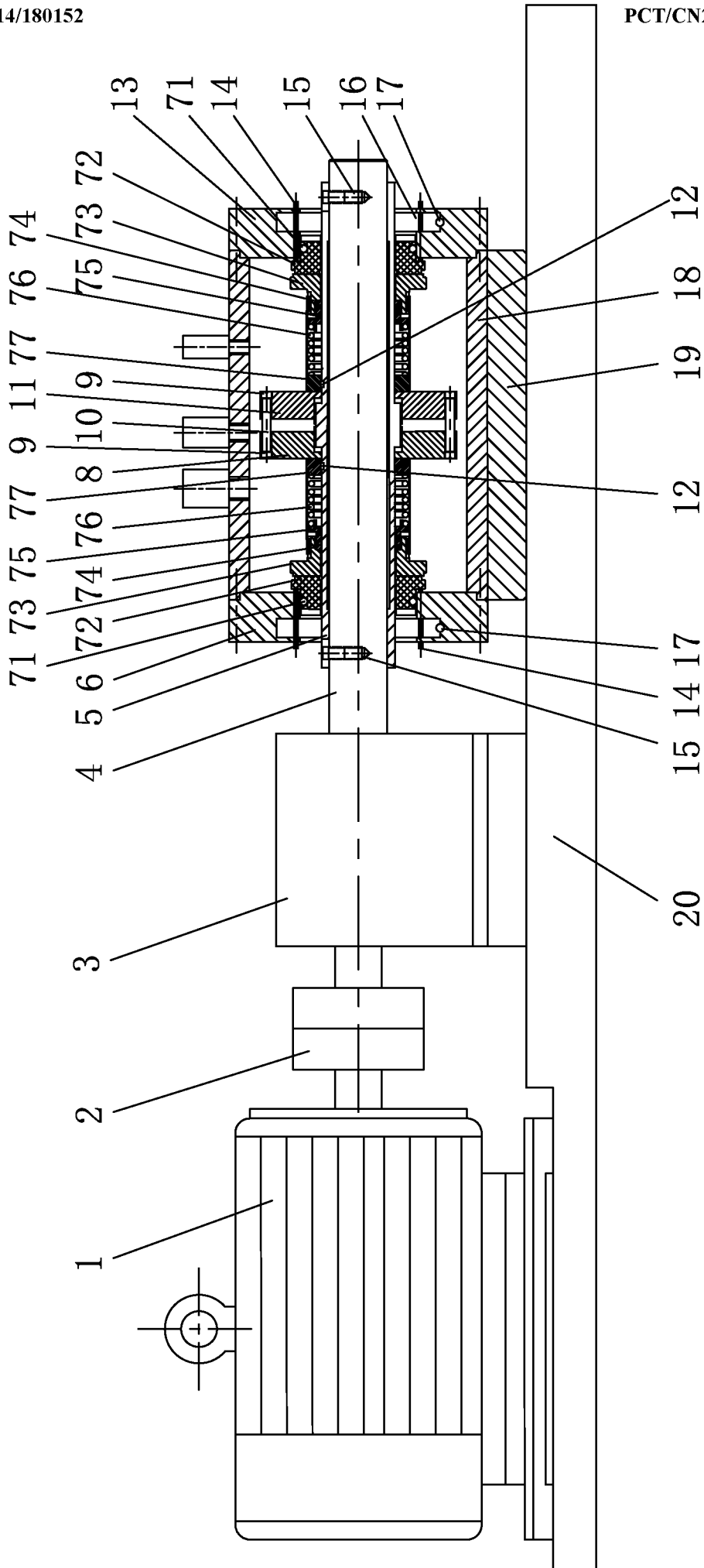


图1

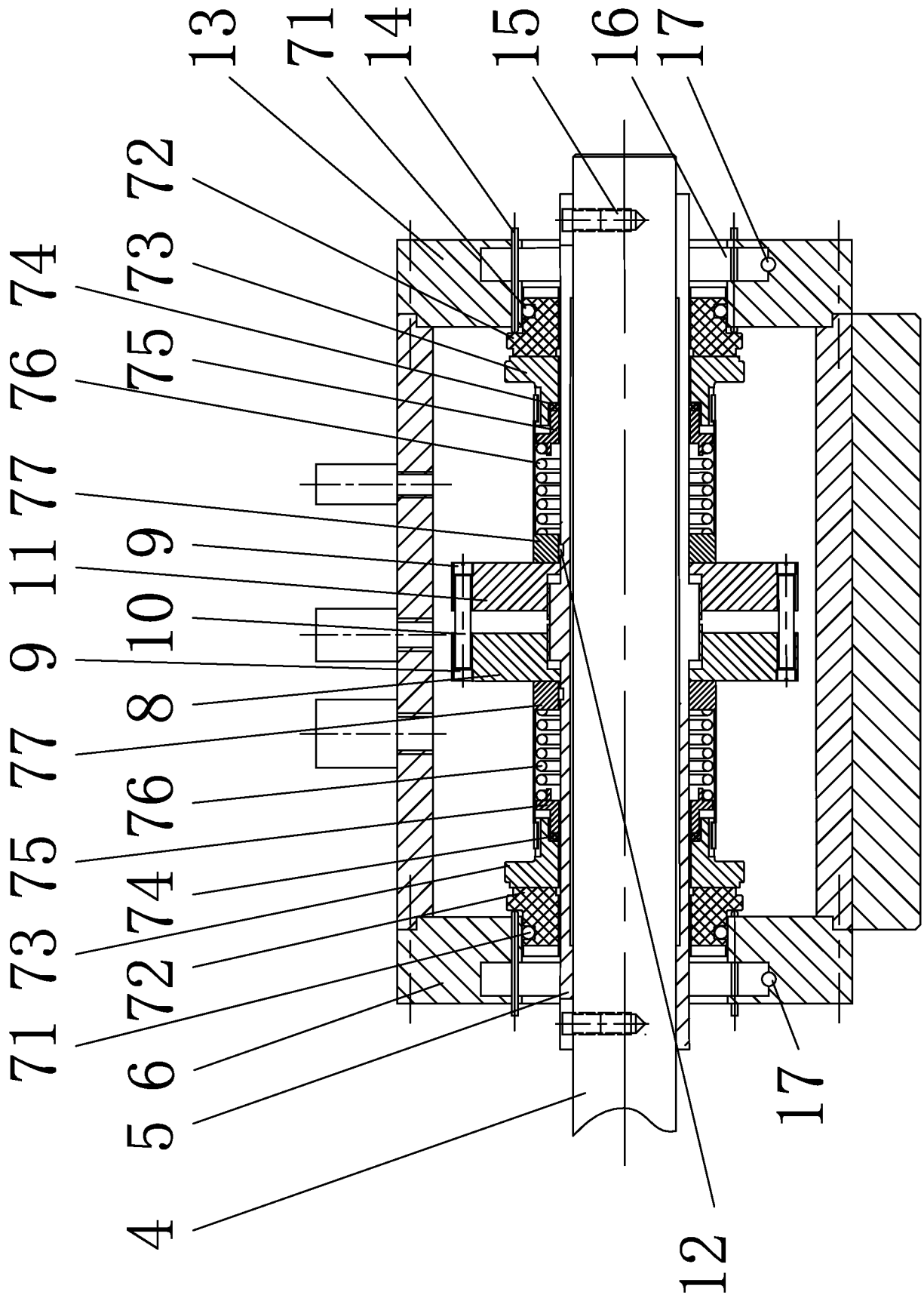
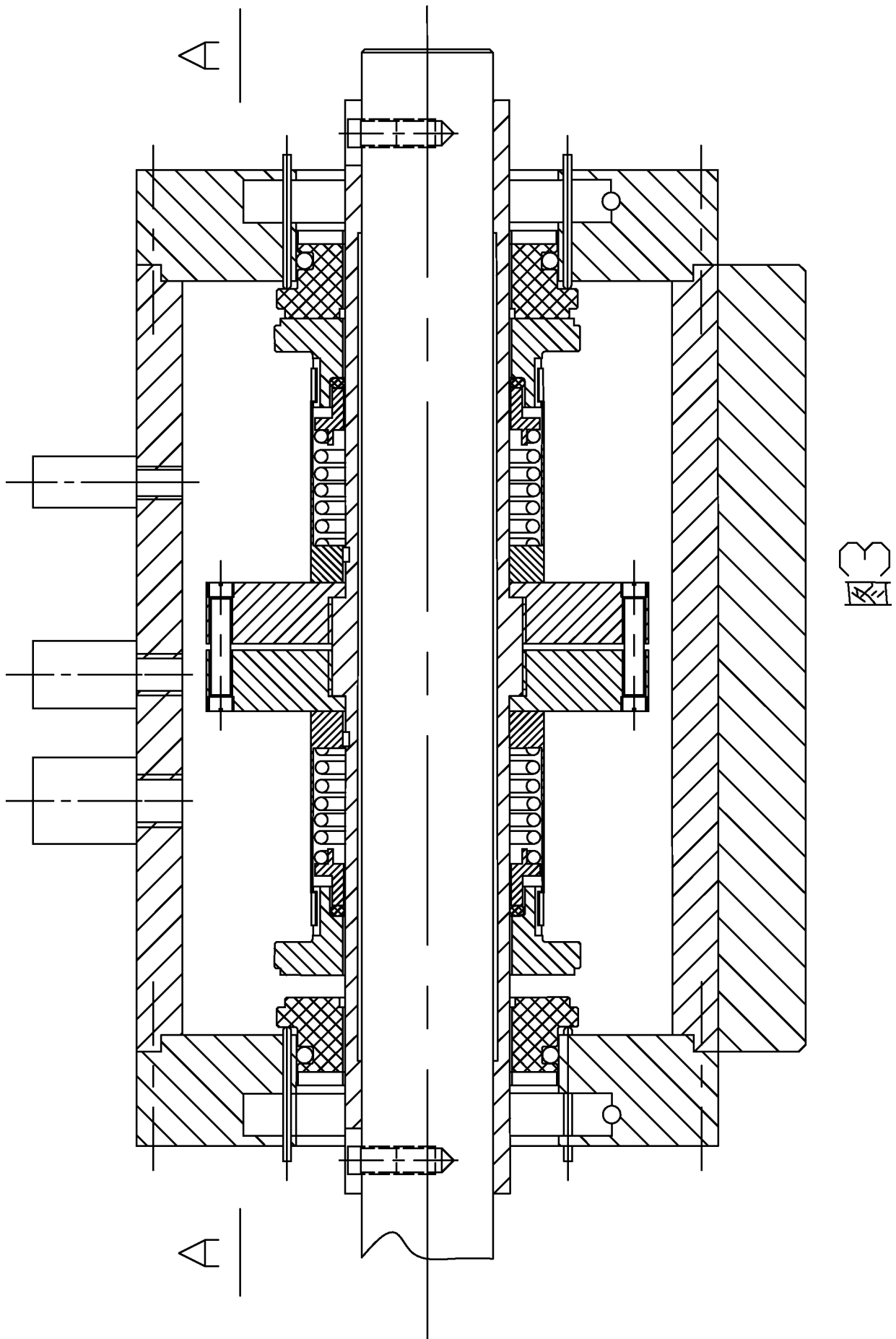


图2



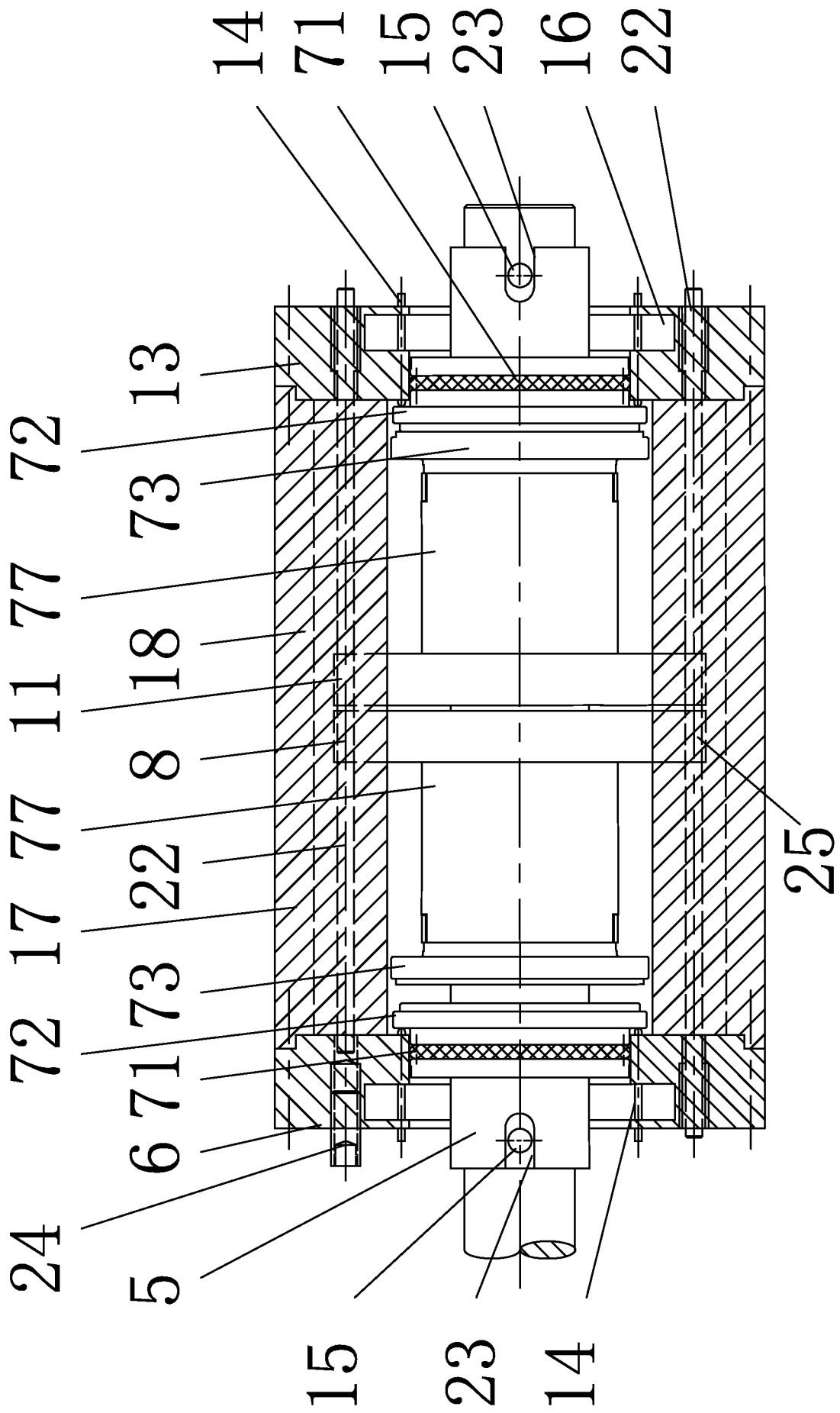


图4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 13/090626

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01L 3/+; G01M 3/+

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: mechanical, seal, shaft, quill, sleeve, housing, spring, ring, pin, force sensor, nut

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| PX | CN 103267613 A (UNIV NANJING FORESTRY) 28 August 2013 (28.08.2013) claims 1-10 | 1-10 |
| PX | CN 203203760 U (UNIV NANJING FORESTRY) 18 September 2013 (18.09.2013) claims 1-10 | 1-10 |
| A | CN 202420794 U (UNIV NANJING FORESTRY) 05 September 2012 (05.09.2012) the whole document | 1-10 |
| A | CN 1308002 A (SICHUAN MINGDA SHIP SEALING CO LTD) 15 August 2001 (15.08.2001) the whole document | 1-10 |
| A | CN 2833188 Y (HU, Bin) 01 November 2006 (01.11.2006) the whole document | 1-10 |
| A | CN 201448441 U (JIANGSU HUAYANG HEAVY IND CO LTD) 05 May 2010 (05.05.2010) the whole document | 1-10 |
| A | CN 102680175 A (DALIAN HUAYANG GUANGDA SEALING CO LTD) 19 September 2012 (19.09.2012) the whole document | 1-10 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2014 (17.03.2014)

Date of mailing of the international search report

27 March 2014 (27.03.2014)

Name and mailing address of the ISA
 State Intellectual Property Office of the P. R. China
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
 Haidian District, Beijing 100088, China
 [Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer

WANG, Lei

Telephone No. (86-10) 62085734

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 13/090626

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | CN 2234529 Y (QIANGUO REFINERY CHINA PETRO CHEM. CORP) 04 September 1996 (04.09.1996) the whole document | 1-10 |
| A | CN 102913475 A (HAN, Legong) 06 February 2013 (06.02.2013) the whole document | 1-10 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application N o.
PCT/CN20 13/090626

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|-------------------|---------------|------------------|
| CN 103267613 A | 28 August 2013 | None | |
| CN 203203760 U | 18 September 2013 | None | |
| CN 202420794 U | 05 September 2012 | None | |
| CN 1308002 A | 15 August 2001 | CN 1112301 C | 25 June 2003 |
| CN 2833188 Y | 01 November 2006 | None | |
| CN 201448441 U | 05 May 2010 | None | |
| CN 102680175 A | 19 September 2012 | None | |
| CN 2234529 Y | 04 September 1996 | None | |
| CN 102913475 A | 06 February 2013 | None | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 13/090626

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 3/02 (2006.01) i

G01M 3/26 (2006.01) i

A. 主题的分类
参见附加页
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)
IPC:G01L 3+,G01M 3/+

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称,和使用的检索词(如使用))
CNABS,CNTXT,VEN,CNKI: 机械,密封,轴,轴套,弹簧,动环,静环,销,力传感器,螺母
Mechanical seal, shaft, quill, sleeve, housing, spring, ring

C. 相关文件

| 类型 | 引用文件,必要时,指明相关段落 | 相关的权利要求 |
|----|--|---------|
| PX | CN103267613 A (南京林业大学) 28.8 月 2013 (28.08.2013) 权利要求 1-10 | 1-10 |
| PX | CN203203760 U (南京林业大学) 18.9 月 2013 (18.09.2013) 权利要求 1-10 | 1-10 |
| A | CN202420794 U (南京林业大学) 05.9 月 2012 (05.09.2012) 全文 | 1-10 |
| A | CN1 308002 A (四川明达船用密封有限公司) 15.8 月 2001 (15.08.2001) 全文 | 1-10 |
| A | CN2833188 Y (胡滨) 01.11 月 2006 (01.11.2006) 全文 | 1-10 |
| A | CN201448441 U (江苏华阳重工科技股份有限公司) 05.5 月 2010 (05.05.2010) 全文 | 1-10 |
| A | CN102680175 A (大连华阳光大密封有限公司) 19.9 月 2012 (19.09.2012) 全文 | 1-10 |
| A | CN2234529 Y (中国石化前郭炼油厂) 04.9 月 1996 (04.09.1996) 全文 | 1-10 |
| A | CN102913475 A (韩乐工) 06.2 月 2013 (06.02.2013) 全文 | 1-10 |

其余文件在 c 栏的续页中列出。 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:
 "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
 "E" 在国际申请日的当天或之后公布%先申请或专利
 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件,或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)
 "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件
 "T" 在申请日或优先权日之后公布,与申请不相抵触,但为了理解发明之理论或原理的在后文件
 "X" 特别相关的文件,单独考虑该文件,认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
 "Y" 特别相关的文件,当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,要求保护的发明不具有创造性
 "&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
17.3 月 2014 (17.03.2014)
 国际检索报告邮寄日期
27.3 月 2014 (27.03.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
 中华人民共和国国家知识产权局
 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
 传真号: (86-10)62019451
 授权官员
 王蕾
 电话号码: (86-10) 62085734

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/090626

| 检索报告中引用的 专利文件 | 公布日期 | 同族专利 | 公布日期 |
|------------------|------------|-------------|------------|
| CN103267613 A | 28.08.2013 | 无 | |
| CN203203760 U | 18.09.2013 | 无 | |
| CN202420794 U | 05.09.2012 | 无 | |
| CN1 308002 A | 15.08.2001 | CN1 112301C | 25.06.2003 |
| CN2833188 Y | 01.11.2006 | 无 | |
| CN201448441 U | 05.05.2010 | 无 | |
| CN102680175 A | 19.09.2012 | 无 | |
| CN2234529 Y | 04.09.1996 | 无 | |
| CN1 029 13475 A | 06.02.2013 | 无 | |

主题的分类

G01L 3/02 (2006.01) i

G01M 3/26 (2006.01) i