

一种用于实验教学的机械密封测试装置及方法

技术领域

本发明属于密封测试技术领域，特别涉及一种适用于教学实验的机械密封性能测试装置及方法。

背景技术

机械密封是旋转轴密封的主要手段之一，其广泛应用于工业生产过程中。在工业生产中，机械密封由于其泄漏量少、密封性能可靠、摩擦损耗小、寿命长等优点，被广泛应于包括反应釜、离心泵、离心机等旋转轴的密封处。机械密封测试是评价该机械密封性能的主要方式和手段。提高对机械密封的认识，对于提高机械类专业的教学效果，有极大的作用，在教学过程中，需要借助相关的实验设备，使学生能更直观的感受设备本身的效果。

目前较为广泛使用的是机械密封测试实验装置，机械密封测试实验有助于学生对于机械密封的原理、过程以及失效形式等具有直观的认识，对于传统的机械类专业具有重要的教学意义。目前市面上已经出现了一些实验设备用于机械密封性能测试，但目前的这些实验设备结构复杂，拆装麻烦，更换待测件往往需要耗费大量时间，还可能对零件造成损坏，对拆装者的技术也要求较高，不利用开展普遍的实验教学。并且，现有的技术方案在实验进行过程中充满着许多不确定因素，密封腔的加压压力过高可能会严重影响实验仪器设备和操作者的安全，部分现有的实验设备已经实现计算机控制加压压力，但没有考虑到突发性高压而导致密封腔破裂、密封突然失效等情况的发生，严重威胁着实验操作人员的安全。同时，机械密封主要依靠动环和静环之间的相对滑动形成液膜来起到密封作用，但现有的实验设备大多采用不可视结构和材质，或者部分可视的结构，难以直接从实验装置外部观察到密封液膜处的工作情况，也难以看到密封端面的密封情况。除此以外，现有技术所提供的密封性能测试装置基本都是采用不可更换的单一直径主轴，只可适用于一种轴向尺寸密封装置，不具有较好的通用性，不能进行多种直径的机械密封性能测试，也无法测试不同直径对机械密封性能的影响。

发明内容

针对上述问题，本发明提供了一种用于实验教学机械密封测试实验教学装置及方法，在测试装置密封性能的同时，提高密封腔内的装置的拆卸便捷度，实现可更换设计，能针对更多机械密封装置进行实验测试，提高教学效果。

本发明的技术方案是：

说明书

一种用于实验教学机械密封测试实验教学装置，包括台架，所述台架设有上下两层面板，上层面板上方沿同一轴线方向依次安装有电动机、扭矩转速测量仪、轴承座、密封腔体，所述电动机上设有扭矩转速测量仪，所述扭矩转速测量仪连接有传动轴，所述传动轴穿过所述轴承座并通过所述轴承座固定，所述传动轴末端连接有主轴，所述主轴与传动轴连接处在所述密封腔体外侧，另一端在所述密封腔体内侧，且在所述密封腔体内侧部分长度大于在所述密封腔体外侧长度，在所述密封腔体内的所述主轴上设有可拆卸机械密封装置；所述台架下层面板上设有油箱，所述油箱上设有泵，并通过液压管线穿过台架连接到密封腔体，作为进油管线，密封腔体还设有液压管线直接连接到油箱，作为出油管线；

所述密封腔体包括盖板和筒体，组成圆柱体结构，盖板为两块尺寸相同的圆形盖板，其中一块中部带有圆孔，作为中空盖板，另一块作为实体盖板，所述密封腔体内设有可拆卸机械密封装置；

所述密封腔体的中空盖板和实体盖板都在其相对设置的一侧靠近边缘处都设有凹槽，所述凹槽内都安装有 O 型密封圈，所述筒体在两端设有凸棱，所述凸棱与所述中空盖板和所述实体盖板的凹槽过盈配合，并卡入凹槽，使盖板和筒体连接；

所述筒体设有进油口和出油口，分别连接进油管线和出油管线；

所述筒体外设有多个支撑板，所述支撑板两端与所述中空盖板和所述实体盖板固定连接；

在所述密封腔体底部还设有底座，所述底座与所述中空盖板和所述实体盖板连接固定。

进一步的，所述可拆卸机械密封装置包括主轴、托盘、支架、弹簧组、静环组、动环组；所述托盘、支架、弹簧组、静环组、动环组都套设在所述主轴侧面，通过主轴和可拆卸机械密封装置实现密封腔体与外界密封。

进一步的，所述托盘与中空盖板连接固定，所述支架连接固定在托盘上，所述弹簧组包括弹簧固定环、弹簧压盘、弹簧、弹簧座，所述动环组包括动环、橡胶密封轴套、圆环支撑，所述静环组包括静环、静环橡胶圈，所述中空盖板在其中空处设有台阶，台阶内安装静环橡胶圈，静环橡胶圈内包裹静环，静环端面与动环接触，动环另一端面贴合橡胶密封轴套，圆环支撑设于动环密封轴套外侧，所述橡胶密封轴套外径小于动环，弹簧座为中部设有台阶的金属筒，其台阶内壁与动环端面贴合，其台阶外壁面与弹簧贴合，弹簧另一端连接到弹簧固定环，弹簧固定环外侧连接到弹簧压盘。

进一步的，所述弹簧压盘与螺钉支架之间通过贯穿螺钉支架的螺栓固定连接，弹簧支架与中空盖板之间通过不贯穿中空盖板的螺钉固定连接。

进一步的，所述弹簧压盘与螺钉支架之间通过蝶形螺母和螺栓固定连接。

进一步的，所述托盘，其中部圆孔直径大于主轴，圆孔与主轴之间的间隙作为泄漏口。

进一步的，支撑板上设有压力传感器。

进一步的，所述可拆卸机械密封装置有多种机械密封型号，根据测试需求可做不同选择。

进一步的，所述油箱上侧和下侧分别设有出油口和回油口；上侧出油口通过管线与泵的入口端相连，泵的出口端通过管线并联有一单向阀和电磁溢流阀，其中电磁溢流阀入口与单向阀出口相通，电磁溢流阀和单向阀再通过管线连接到筒体进油口；筒体出油口通过管线依次串联有一个电磁截止阀和减压阀，再通过管线连接到油箱回油口。

进一步的，所述台架上还设有计算机，所述计算机通过数据线，分别与电动机、扭矩转速测量仪、压力传感器、电磁溢流阀、电磁截止阀、双向液压泵连接。

一种用于实验教学机械密封测试实验的方法，包括如下步骤：

S1、根据需要，选择待测的机械密封装置，将其待测的机械密封装置安装到密封腔体中；

S2、设置好密封腔体的最大极限压力值，以确保实验安全；

S3、启动泵，将油箱内的液压油泵入筒体，筒体内的压力达到防止干磨现象发生的最小压力后，计算机控制电动机工作；

S4、待电动机工作平稳后，计算机控制双向液压泵开始持续加压，直到达到指定实验压力；

S5、测试实验数据，扭矩转速测量仪实时测量电动机的扭矩和转速数据，压力传感器实时测量亚克力筒体的内压力数据，并将数据传回计算机；

S6、测试完成后停止电动机，待电动机停止旋转后，释放液压油，使其返回油箱。

本发明的有益效果是：

1.本发明将计算机与电动机、扭矩转速测量仪、压力传感器、电磁溢流阀、电磁截止阀、双向液压泵连接，通过计算机可实现整个实验过程进行全自动进行和控制，提高了实验的便捷性、可操作性和安全性。

2.本发明将机械密封测试部分设计为可拆卸更换式，对于不同的主轴直径、不同的机械密封型号和类型，直接更换相应尺寸和型号的可拆卸机械密封装置即可，这不仅方便维修和维护，也提高了该套实验设备的通用性，使得该实验设备适用于多种密封形式，且托盘和主轴之间的泄漏口，能有效保证。

3.本发明在传动轴和主轴处利用开口销和凸键连接，选用螺钉和蝶形螺母用所需施加压缩量的弹簧，可拆卸机械密封装置选用少而合理的零件结构，降低了实验设备的拆卸、装配、更换难度。

4.本发明在筒体进油口前并联有一单向阀和电磁溢流阀，其中电磁溢流阀入口与单向阀出口相通。在实验过程中，当试验压力突然增大并超过磁溢流阀所设定的安全压力，计算机

说明书

将自动控制溢流阀打开并泄压。这在保证进行正常实验的前提下，增加了实验设备的安全性。

5.本发明采用计算机对实验过程中的压力、扭矩、转速等实验数据进行记录和处理，减少了人为记录和处理实验数据的误差，提高了实验精度。

6.本发明采用透明材质的筒体，便于实验教学中，从各角度观察实验过程，提高教学效果，也便于拆装过程中观察内部结构是否因拆装而发生移动，确保实验安全。

附图说明

图 1 是本设计的整体结构示意图。

图 2 是图 1 中可拆卸机械密封装置的结构示意图。

图 3 是图 1 中可拆卸机械密封装置的轴面剖视图。

图中所示：

1-计算机、2-电动机、3-联轴器、4-扭矩转速测量仪、5-轴承座、6-传动轴、7-开口销、8-主轴、9-中空盖板、10-静环橡胶圈、11-静环、12-动环、13-橡胶密封轴套、14-压力传感器、15-支撑板、16-亚克力筒体、17-弹簧座、18-圆环支撑、19-弹簧、20-实体盖板、21-弹簧固定环、22-弹簧压盘、23-蝶形螺母、24-螺钉、25-螺钉支架、26-托盘、27-紧定螺钉、28-O 型密封圈、29-底座、30-台架、31-电磁截止阀、32-减压阀、33-电磁溢流阀、34-单向阀、35-双向液压泵、36-油箱。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

如图 1 所示，一种用于实验教学机械密封测试装置，包括台架 30、计算机 1、电动机 2、扭矩转速测量仪 4、轴承座 5、传动轴 6、密封腔体、油箱 36、双向液压泵 35、管线；所述台架 30 分为上下两层，上层用于安装计算机、电动机 2、扭矩转速测量仪 4、轴承座 5、传动轴 6、密封腔体，所述电动机 2 和扭矩转速测量仪 4、扭矩转速测量仪 4 和传动轴 6 分别通过联轴器 3 连接，所述传动轴 6 最右端为方形凸键，凸键轴向中心设有安装通孔用于安装开口销 7，密封腔体内的主轴 8 最左侧设有凹槽和用于安装开口销 7 的通孔，通过开口销 7 和凸键实现传动轴 6 和密封腔体连接。台架 30 的上层有两个圆形开口，开口处通过管线连接密封腔体的进油口和出油口。在台架下层安装有双向液压泵 35 和油箱 36，所述双向液压泵 35 的两端分别通过管线连接到油箱 36 和密封腔体进油口，密封腔体出油口通过管线连接到油箱 36。

所述密封腔体为圆柱体结构，包括中空盖板 9、实体盖板 20、筒体、支撑板 15、底座 29、可拆卸机械密封装置；所述筒体优选为透明的亚克力筒体 16，密封腔体左右两端分别由中空盖板 9 和实体盖板 20 构成，两盖板内侧边缘和中间均有环形凹槽，凹槽用于安装 O 型密封

说明书

圈 28, 所述亚克力筒体 16 为中空无盖圆柱状, 顶部设有一个测量口用于安装压力传感器 14, 以测量密封腔体内压, 底部分别有一个进油口和出油口, 亚克力筒体 16 左右两侧均有凸棱, 凸棱和中空盖板 9、实体盖板 20 内侧的凹槽为过盈配合, 凸棱与凹槽间均安装有 O 型密封圈 28 用于密封, 亚克力筒体 16 外均布有三个长方体状支撑板 15, 支撑板 15 通过螺钉分别和中空盖板 9、实体盖板 20 相连, 顶部支撑板 15 上安装有压力传感器 14, 所述密封腔体底部有底座 29 作为支撑, 底座 29 上部设有台阶, 用于在横向通过螺钉与中空盖板 9 和实体盖板 20 相连; 所述密封腔体内的可拆卸机械密封装置包括主轴 8、托盘 26、静环橡胶圈 13、静环 11、动环 12、橡胶密封轴套 13、弹簧座 17、圆环支撑 18、弹簧 19、弹簧固定环 21、弹簧压盘 22、蝶形螺母 23、螺钉 24、螺钉支架 25、紧定螺钉 27; 所述主轴 8 最左侧设有凹槽和用于安装开口销 7 的通孔, 通过开口销 7 和凸键实现传动轴 6 和主轴 8 的连接, 所述托盘 26 中间有一圆形开口, 开口直径大于主轴 8, 开口与主轴 8 间隙部分为泄漏口 (由于实验压力较大, 少部分油有可能会从亚克力筒体 16 内沿着主轴 8 发生微量泄漏, 这部分泄漏的油量较少, 会粘附在泄漏口附近的主轴上, 不会溢出到装置的其他部分, 待实验结束后统一回收清洗), 托盘 26 通过螺钉与中空盖板 9 连接, 托盘 26 内部凹槽装有静环橡胶圈 13, 静环橡胶圈 13 下面装有静环 11, 静环 11 和静环橡胶圈 13 为过盈配合, 静环 11 右侧有与其相配合的动环 12, 静环 11 和动环 12 均为被测密封, 动环 12 右侧布有橡胶密封轴套 13, 橡胶密封轴套 13 与动环 12 为过盈配合, 所述圆环支撑 18 布置于橡胶密封轴套 13 的凹槽内, 橡胶密封轴套 13 上设有弹簧座 17, 弹簧座 17 右侧依次布有圆环支撑 18、弹簧 19、弹簧固定环 21、弹簧压盘 22, 实现对弹簧 19 的轴向固定。所述弹簧压盘 22 边缘均布有三个圆孔, 圆孔内有内螺纹, 用于安装螺钉 24, 螺钉 24 右侧设有蝶形螺母 23, 左侧设有螺钉支架 25, 通过顺时针旋转蝶形螺母 23, 即可实现对弹簧 19 的压缩。螺钉支架 25 左侧设有圆孔, 用于安装紧定螺钉 27, 实现螺钉支架 25 与托盘 26 的连接, 并对螺钉支架 25 起定位作用; 所述可拆卸机械密封装置有多种机械密封型号, 根据测试需求可做不同选择; 所述油箱 36 上侧和下侧分别有一出油口和回油口。上侧出油口通过管线与双向液压泵 35 进油口相连, 双向液压泵 35 出油口通过管线并联有一单向阀 34 和电磁溢流阀 33, 其中电磁溢流阀 33 进油口与单向阀 34 出油口相通。电磁溢流阀 33 和单向阀 34 再通过管线连接到亚克力筒体 16 进油口。亚克力筒体 16 出油口通过管线依次串联有一个电磁截止阀 31 和减压阀 32 (也可单独使用电磁截止阀 31, 设置减压阀 32 是为增加安全系数), 再通过管线连接到油箱 36 回油口; 所述计算机 1 通过数据线, 分别与电动机 2、扭矩转速测量仪 4、压力传感器 14、电磁溢流阀 33、电磁截止阀 31、双向液压泵 35 连接。

本发明还提供了基于上述装置的试验方法, 步骤如下:

说明书

本实验装置可根据实验需求，可对不同型号和类型的机械密封装置进行实验测试。对于所需进行实验测试的机械密封装置，可选用合适的主轴 8、托盘 26、静环橡胶圈 13、静环 11、动环 12、橡胶密封轴套 13、圆环支撑 18、弹簧座 17、弹簧 19、弹簧固定环 21、弹簧压盘 22、螺钉支架 25、螺钉 24、蝶形螺母 23、并将其按照所需条件依次装配，检查无误后，将紧定螺钉 27 旋入至螺钉支架 25 的圆孔中，再将已装配好的部分通过拧紧紧定螺钉 27 安装到中空盖板 9 上。三块支撑板 15 分别通过螺钉连接至中空盖板 9 的指定位置处，再将亚克力筒体 16 左侧的凸槽安装于中空盖板 9 上下两侧的凹槽中，实体盖板 20 的凹槽与亚克力筒体 16 的凸槽相配合，并通过螺钉分别将实体盖板 20 与支撑板 15 连接。主轴 8 和传动轴 6 通过开口销 7 和凸键连接，中空盖板 9 和实体盖板 20 分别通过螺钉和底座 29 相连。

本实验装置以双向液压泵 35 为压力源，通过计算机 1 对双向液压泵 35 压力的设定来控制加压压力。双向液压泵 35 从油箱 36 中泵出的一定压力的液压油，通过管道，流经单向阀 34、电磁溢流阀 33，再通过管道流入到亚克力筒体 16 中。随着亚克力筒体 16 中的压力达到防止干磨现象发生的最小压力后，计算机 1 控制电动机 2 工作，待电动机 2 工作平稳后，计算机 1 控制双向液压泵 35 开始持续加压，直到达到指定实验压力。扭矩转速测量仪 4 在整个实验过程中实时测量电动机 2 的扭矩和转速数据，压力传感器 14 在整个实验过程中实时测量亚克力筒体 16 的内压力数据，扭矩转速测量仪 4 和压力传感器 14 的数据均会传回计算机 1 中。实验过程中的泄漏液压油可通过中空盖板 9 和主轴 8 之间设置的泄漏口进行收集。测量实验结束时，计算机 1 控制电动机 2 停止工作，带主轴 8 完全停止旋转后，计算机 1 控制电磁截止阀 31 打开，液压油通过回油管道从亚克力筒体 16 中依次流经电磁截止阀 31 和减压阀 32，最终流回油箱 36。

此外，在实验进行之前，在计算机 1 上预先设定亚克力筒体 16 内的最大安全压力值，当超过最大安全压力值时，电磁溢流阀 33 自动打开，液压油流回油箱 36，确保实验过程的安全。

本实验装置结构简单，密封性好，易于操作，便于拆装与维护，能够采用多套不同规格和型号的机械密封装置进行密封测试实验，也提高了本装置的通用性，而油箱 36 和亚克力筒体 16 之间超压卸荷回路的设计确保了实验过程的安全性。因此，本实验装置可很好的满足机械密封测试教学实验。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施

说 明 书

例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。