



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103234470 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310157995. 8

(22) 申请日 2013. 05. 02

(73) 专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

(72) 发明人 王文中 张生光

(51) Int. Cl.

G01B 11/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102353334 A, 2012. 02. 15,

CN 102353334 A, 2012. 02. 15,

CN 101709953 A, 2010. 05. 19,

JP P3229955 B2, 2001. 11. 19,

CN 101270974 A, 2008. 09. 24,

审查员 梁兵

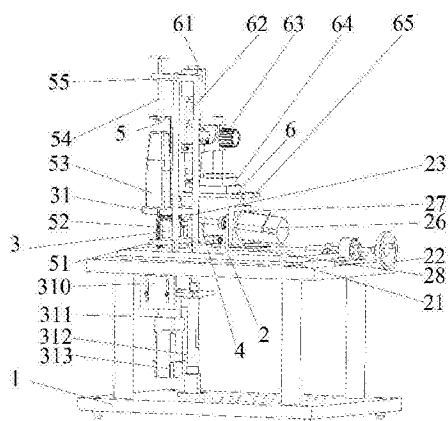
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

圆锥滚子润滑工况的等效实验模拟装置及测量方法

(57) 摘要

本发明是一种模拟圆锥滚子轴承等效润滑工况的实验方法。在实验中,圆锥滚子与玻璃盘接触模拟圆锥滚子轴承滚子与滚道接触。圆锥滚子内部加工出台阶孔,通过螺钉与滚子驱动轴连接并与其一起转动,玻璃盘与玻璃盘驱动轴连接并与其一起转动。圆锥滚子与玻璃盘相互运动时,运动状态经显微镜放大并被采集到电脑上,可以得到干涉图像。利用光干涉原理可实现油膜厚度测量,从而进一步分析圆锥滚子轴承的润滑状态。



1. 一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,包括圆锥滚子、与圆锥滚子接触的接触部件、用于支撑圆锥滚子的滚子支撑单元、以及用于驱动圆锥滚子转动的圆锥滚子驱动单元,所述圆锥滚子驱动单元包括电机、楔形件和柔性联轴器,所述电机的输出轴通过柔性联轴器来驱动所述圆锥滚子,所述电机通过所述楔形件连接到所述滚子支撑单元,所述楔形件的倾角与所述圆锥滚子的半锥角基本相同,从而使得所述圆锥滚子在转动过程中与所述接触部件保持线接触。

2. 根据权利要求 1 所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,还包括工作台,所述圆锥滚子驱动单元包括设置在工作台上的托板,所述电机通过电机支架安装在托板上。

3. 根据权利要求 1 所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,所述接触部件是玻璃盘,其由接触部件驱动单元驱动做旋转运动。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,其中用于驱动所述接触部件的接触部件驱动单元包括固定在工作台上的外套筒,所述外套筒内部设置有驱动接触部件转动的主轴。

5. 根据权利要求 4 所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,其特征在于:所述主轴通过两对背靠背安装的角接触球轴承定位于外套筒内部。

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,其中所述滚子支撑单元包括支撑圆锥滚子的轴承,轴承安装在轴承轴上,轴承轴安装于轴承支杆上。

7. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,其中所述电机的输出轴通过柔性联轴器连接到回转轴以驱动所述圆锥滚子转动,所述回转轴通过螺钉连接圆锥滚子,其轴端面加工出螺纹孔。

8. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,还包括与滚子支撑单元相连的加载单元,所述加载单元包括对接触部件施加可调节负载的加载螺杆。

9. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,还包括用于测量圆锥滚子与接触部件接触中的油膜厚度的光学测量单元。

10. 一种用于根据权利要求 1-9 中任一项所述的一种圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置的测量方法,包括以下步骤:

(1) 预备步骤,其中确定圆锥滚子大小并将其连接到圆锥滚子驱动单元,使该圆锥滚子与接触部件接触,在电机不通电的情况下对接触部件加载至期望的载荷;

(2) 调整接触部件的步骤,其中以第一转速转动接触部件,进行调整以使所施加的载荷稳定;

(3) 驱动步骤,其中驱动接触部件和圆锥滚子中之一或者二者以第二转速转动,第二转速大于第一转速;

(4) 测量分析步骤,其中采集圆锥滚子与接触部件之间接触部位的图像,分析该图像得到不同工况下接触部位的油膜厚度。

圆锥滚子润滑工况的等效实验模拟装置及测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及流体润滑油膜测量领域,更具体地,本发明涉及包括光干涉法测量油膜厚度方法,所述圆锥滚子与玻璃盘线接触实验装置用于模拟圆锥滚子类接触形式运转状态以测得油膜厚度。

背景技术

[0002] 在实际工程中,齿轮传动和滚动轴承有广泛的应用。这些零部件在工作过程中的润滑性能是影响其性能和寿命的主要因素,油膜厚度是其设计中考虑的重要参数,但其测量比较困难。其中斜齿轮传动在每一啮合瞬时相当于一对圆锥滚子的反向接触。而在轴向力较大的场合,圆锥滚子轴承有着广泛应用,其中每一圆锥滚子与滚道的接触也是有限长线接触问题。上世纪 40 年代末, Ertel 和 Grubin 在考虑表面弹性变形和润滑油黏压效应的前提下,对线接触问题进行了卓有成效的分析。到了 60 年代, Dowson 和 Higginson 等人利用计算机和数值分析对于等温线接触弹流润滑问题发表了系统的计算结果。在润滑理论的基础研究领域,研究人员倾向于用最简洁的数学模型反应较复杂的润滑问题和揭示润滑机理。由此斜齿轮啮合、滚子与轴承滚道之间的接触方式被等效为滚子和平面的接触,该模型可以很好的模拟滚子与滚道接触时的润滑状态,见图 1。在此模型的理论和数值计算方面已经有了很多有意义的结果,所以有必要开发一些实验模型来验证计算的结果。

[0003] 对比球-盘点接触模型,此模型由于接触区域为较长的一条线,很难实现圆锥滚子和平面的完全接触,本实验装置基于圆锥滚子和平面的接触模型,可完成轴承运转时的工况模拟,因此对于实验研究和实际工程有重要意义。

发明内容

[0004] 提供一种用于圆锥滚子轴承等零部件润滑工况等效试验模拟装置及测量方法,能够直接观察圆锥滚子与平面接触时的运动状态,同时测量分析润滑油膜的润滑状态,为理论研究与工程技术改进提供实验数据。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是,圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,它包括圆锥滚子、与圆锥滚子接触的接触部件、用于支撑圆锥滚子的滚子支撑单元、以及用于驱动圆锥滚子转动的圆锥滚子驱动单元,所述圆锥滚子驱动单元包括电机、楔形件和柔性联轴器,所述电机的输出轴通过柔性联轴器来驱动所述圆锥滚子,所述电机通过所述楔形件连接到所述滚子支撑单元,所述楔形件的倾角与所述圆锥滚子的半锥角基本相同,从而使得所述圆锥滚子在转动过程中与所述接触部件保持线接触。

[0006] 上述圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,还包括工作台,所述圆锥滚子驱动单元包括设置在工作台上的托板,所述电机通过电机支架安装在托板上。

[0007] 所述与圆锥滚子接触的接触部件是玻璃盘,其由接触部件驱动单元驱动做旋转运动。

[0008] 用于驱动所述接触部件的接触部件驱动单元包括固定在工作台上的外套筒,所述

外套筒内部设置有驱动接触部件转动的主轴。所述主轴通过两对背靠背安装的角接触球轴承定位于外套筒内部。

[0009] 滚子支撑单元包括支撑圆锥滚子的轴承,轴承安装在轴承轴上,轴承轴安装于轴承支杆上。所述轴承支杆上部圆柱面上有螺纹孔,轴承轴上加工有螺纹以与所述螺纹孔连接。

[0010] 所述电机的输出轴通过柔性联轴器连接到回转轴以驱动所述圆锥滚子转动,以补偿加工、安装误差以及自动适应加载后的变形导致的圆锥滚子轴线位置的变化,实现完整的线接触。所述回转轴通过螺钉连接圆锥滚子,其轴端面加工出螺纹孔,圆锥滚子加工出台阶孔。

[0011] 上述圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,还包括与滚子支撑单元相连的加载单元,所述加载单元包括对接触部件施加可调节负载的加载螺杆。

[0012] 上述圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置,还包括用于测量圆锥滚子与接触部件接触中的油膜厚度的光学测量单元。光学测量单元包括固定在工作台上的显微镜支架,显微镜支架上设置 2 个位移台以实现显微镜在水平面的移动,位移台上设置有调焦手轮用于调整显微镜焦距,显微镜上连接有 CCD 用于将干涉图像采集到电脑上,显微镜镜头对准线接触副位置。

[0013] 一种用于上述实验装置的测量方法,包括以下步骤:

[0014] (1) 预备步骤,其中确定圆锥滚子大小并将其连接到圆锥滚子驱动单元,使该圆锥滚子与接触部件接触,在电机不通电的情况下对接触部件加载至期望的载荷;

[0015] (2) 调整接触部件的步骤,其中以第一转速转动接触部件,进行调整以使所施加的载荷稳定;

[0016] (3) 驱动步骤,其中驱动接触部件和圆锥滚子中之一或者二者以第二转速转动,第二转速大于第一转速;

[0017] (4) 测量分析步骤,其中采集圆锥滚子与接触部件之间接触部位的图像,分析该图像得到不同工况下接触部位的油膜厚度。

[0018] 本发明具有如下主要功能和有益效果:

[0019] 采用圆锥滚子与平面接触模型模拟圆锥滚子轴承运转状态,通过观察二者接触时的润滑状态,获取不同载荷、速度、滑滚比工况下的油膜干涉图,例如图 7,并根据干涉图计算油膜厚度,分析润滑状态,便于与理论计算数据结果对比。通过滚子与电机的柔性连接设计,使得圆锥滚子与平面接触时方便容易地实现完整的线接触。

附图说明

[0020] 包含在说明书中且构成说明书一部分的附图说明了本发明的实施例,并且与以上给出的本发明的总体说明以及以下给出的实施例(多个实施例)的详细说明一起用于解释本发明的原理。其中:

[0021] 图 1 是圆锥滚子与轴承滚道接触等效模型图;

[0022] 图 2 是包括根据本发明的圆锥滚子轴承等效实验模拟装置的实施例的透视图;

[0023] 图 3 是滚子驱动单元;

[0024] 图 4 是滚子驱动电机与滚子回转轴连接剖视图;

- [0025] 图 5 是玻璃盘驱动单元的剖视图；
[0026] 图 6 是圆锥滚子支撑单元的透视图；
[0027] 图 7 是本发明实例中圆锥滚子与玻璃盘接触时油膜光干涉图

具体实施方式

[0028] 参照图 2, 本实施例的圆锥滚子轴承润滑工况的等效实验模拟装置包括工作台 1, 工作台 1 上设置圆锥滚子驱动单元 2 和玻璃盘驱动单元 3, 圆锥滚子驱动单元驱动圆锥滚子 23 转动, 圆锥滚子 23 由滚子支撑单元 4 支撑, 滚子支撑单元 4 连接加载单元 5, 同时圆锥滚子 23 与玻璃盘 31 接触副部分与光学测量单元 6 相配合。

[0029] 参照图 2 和图 3 及 4, 滚子驱动单元 2 包括设置在工作台 1 上台面上的托板 21, 托板 21 的一端设置控制托板移动的手轮 22, 托板 21 的中部固定有电机 26, 电机 26 通过柔性联轴器 29 连接回转轴 24, 回转轴 24 驱动圆锥滚子 23 转动。托板 21 与手轮 22 的配合, 实现装置水平移动, 调节位置; 电机 26 提供动力驱动圆锥滚子 23 转动。回转轴 24 一端通过柔性联轴器 29 连接电机 26, 另一端通过螺钉 25 连接圆锥滚子 23, 回转轴 24 端面加工出螺纹孔, 圆锥滚子加工出台阶光孔。电机 26 通过楔形块 27 与电机支架 28 相连, 电机支架 28 固定于托板 21 上并且电机支架 28 的位置可以相对托板 21 调整, 楔形块 27 倾角与圆锥滚子 23 半锥角相同, 电机 26 与楔形块 27、楔形块 27 与电机支架 28 通过螺钉连接。

[0030] 参照图 5, 玻璃盘驱动单元 3 包括固定在工作台 1 上台面上的外套筒 35, 外套筒 35 内部设置有驱动玻璃盘转动的主轴 32, 玻璃盘 31 与主轴 32 通过玻璃盘压套 33 固定, 实现主轴 32 驱动玻璃盘 31 转动。主轴 32 通过两对背靠背安装的角接触球轴承 38 定位于外套筒 35 内部, 轴承 38 通过外套筒 35 两端的轴承端盖 34 和外套筒 35 内部的作用于轴承内圈和外圈的两个内衬套 36、37 固定。

[0031] 再次参照图 2, 加载单元 5 包括设置成与底板 51 相连的弹簧 52, 弹簧 52 另一侧连接有拉力计 53 以显示拉力读数, 拉力计 53 上端与加载螺杆 54 相连。加载螺杆 54 固定在支架 55 上, 旋转加载螺杆 54 可实现对底板 51 的拉力变化。

[0032] 参照图 6, 滚子支撑单元 4 包括支撑圆锥滚子 23 的轴承 42, 支撑轴承 42 的轴承轴 43, 以及支撑轴承轴 43 的轴承支杆 41。其中, 轴承支杆 41 通过螺钉与底板 51 连接, 轴承支杆 41 上部圆柱面加工有螺纹孔, 轴承轴 43 上加工有螺纹, 以上二者通过螺纹连接。轴承 42 一端固定于轴承轴的轴肩上, 另一端通过螺母 44 固定。

[0033] 再次参照图 2, 光学测量单元包括固定在工作台 1 上的显微镜支架 65, 显微镜支架 65 上安装 2 个 X-Y 位移台 64 实现显微镜 62 在水平光面的移动, X-Y 位移台 64 上设置有调焦手轮 63 用于调整显微镜 62 焦距, 显微镜 62 上连接有 CCD61 用于将干涉图像实时采集到电脑上, 显微镜镜头对准线接触副位置。

[0034] 本实施例的实验装置的测量方法, 包括以下步骤:

[0035] (1) 预备步骤: 确定圆锥滚子 23 大小并安装在回转轴 24 上, 并与玻璃盘 31 接触, 通过加载单元 4 加至期望的载荷, 此时滚子的驱动电机 26 不要通电。

[0036] (2) 调整玻璃盘: 以第一转速缓慢转动玻璃盘 31, 通过调整玻璃盘压套 33 位置使拉力计读数稳定。

[0037] (3) 驱动: 给玻璃盘驱动单元 3 或圆锥滚子驱动单元 2 电机通电或两个电机都通

电用于驱动玻璃盘 31 或圆锥滚子 23 或二者转动。

[0038] (4) 测量分析:利用 CCD61 将显微镜 62 放大的图像采集到电脑上,用图像处理软件分析出不同工况下圆锥滚子与玻璃盘接触的油膜厚度。

[0039] 虽然在此已经参照附图说明了本发明的说明性实施例,但应当理解,本发明不限于这些明确的实施例,可以在没有脱离本发明的范围和精神的情况下由本领域的技术人员进行的多种其它改变和修改是有效的。

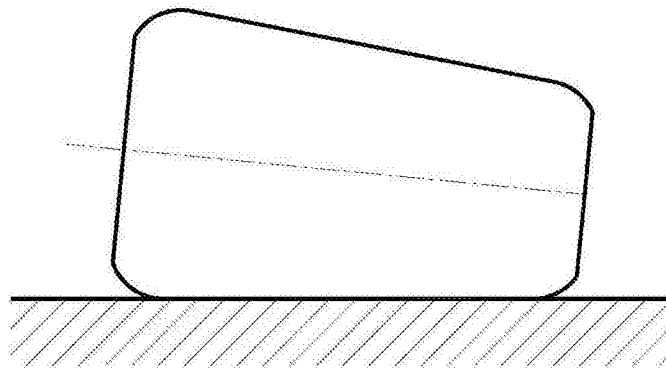


图 1

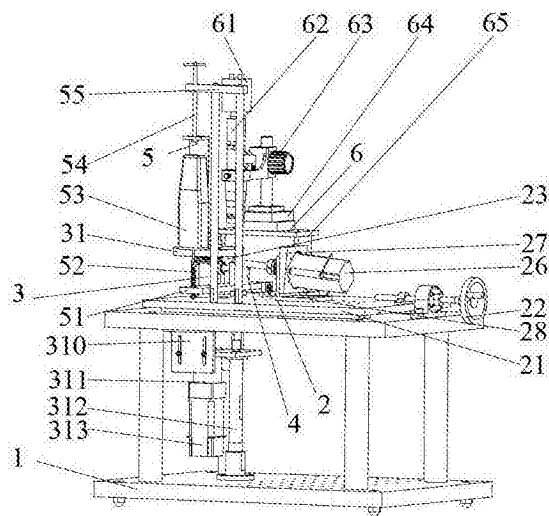


图 2

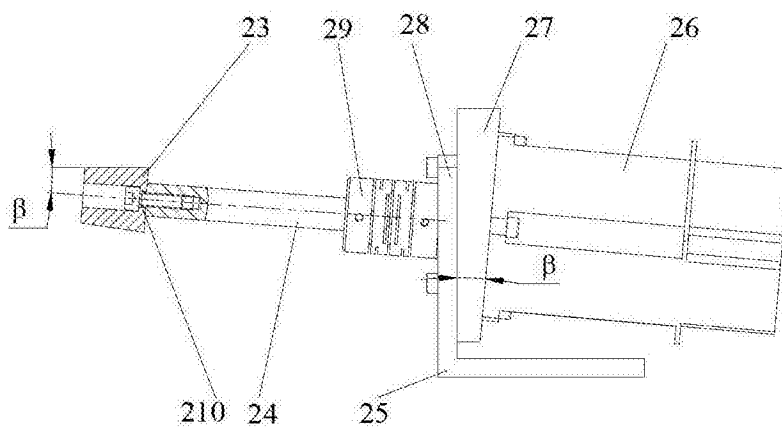


图 3

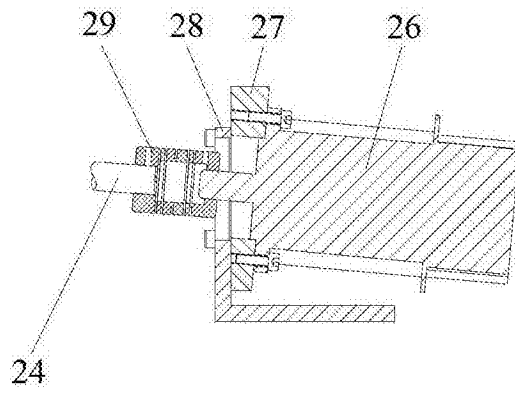


图 4

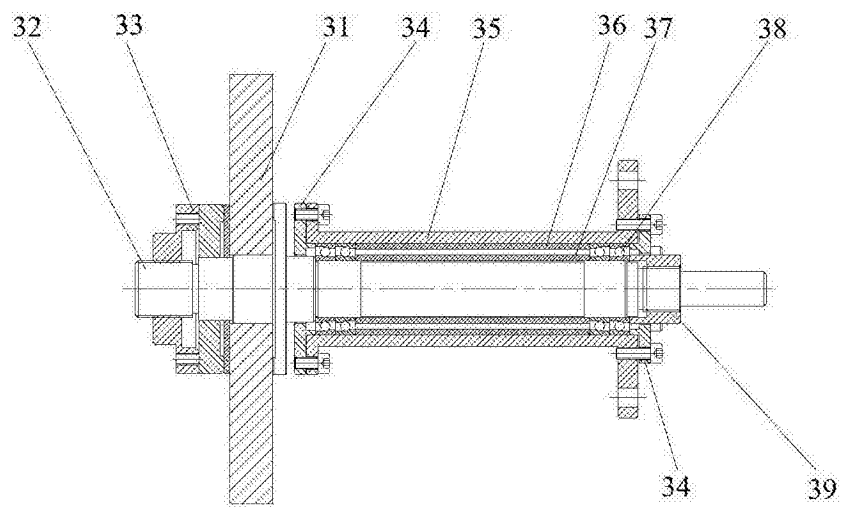


图 5

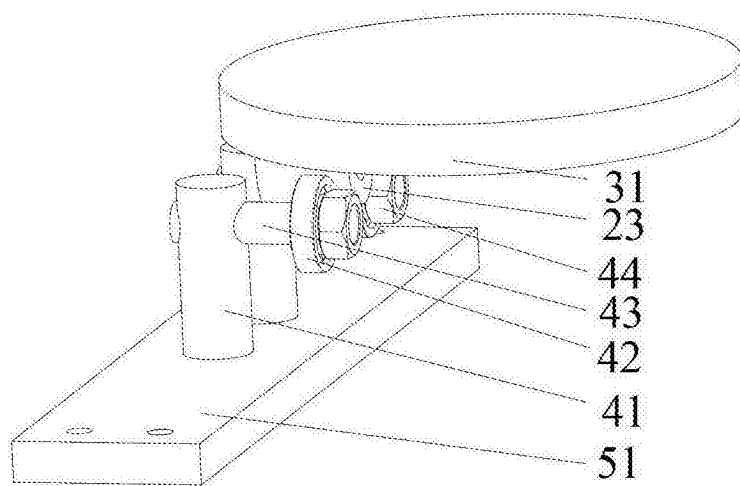


图 6

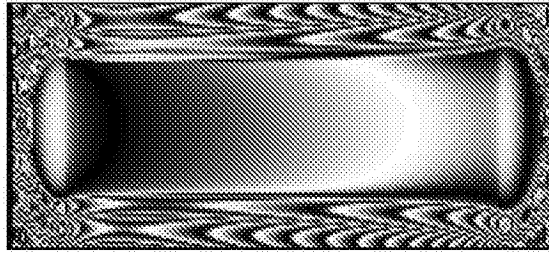


图 7