

双配副拟轴承摩擦试验机及测试方法

李锦棒¹, 王自飞¹, 许峥嵘¹

(1. 宁波大学机械工程与力学学院, 浙江省宁波市 315211)

摘要: 轴承中滚动体与内外圈滚道和滚动体与保持架之间是两种性质不同的摩擦副, 对于使用多孔含油材料作为保持架的轴承两者差异更为明显。此外, 轴承中滚动体与内外圈滚道之间的相对运动也并非纯滚动, 而是存在一定滑滚比。不同摩擦配副与滑滚比之间的相互影响也不容忽略。目前, 市面上的标准摩擦试验机尚不能对上述情况进行模拟测试。针对此问题, 研制了一种双配副滑滚式拟轴承摩擦试验机并搭建了试验机的数据采集系统, 试验机上配副为球销配副, 下配副为球盘配副, 球和盘由两个电机分别驱动, 滑滚比可调, 以此模拟轴承内部不同配副接触摩擦以及滚动体与内外圈滚道之间存在滑滚比的真实工作状况。提出一种新的滑滚比 (SRR) 和 Stribeck 曲线测试方法, 使用该方法对试验机的重复性进行了验证。最后, 使用该试验机以多孔含油聚酰亚胺 (iPPI) 作为上配副试样测试了两个案例, 结果表明研制的试验机重复性好, 对影响摩擦的因素响应灵敏, 可有效模拟轴承内部的摩擦状况。

关键词: 摩擦试验机; 滑滚比; 双配副摩擦; 轴承

中图分类号: TH117

文献标识码: A

引言

在轴承中存在两类摩擦副, 滚动体与内外沟道以及滚动体与保持架, 尤其在采用聚合物保持架的轴承中, 这两类摩擦副的性质完全不同, 两类配副之间的相互影响不可忽略。目前, 市面上的标准摩擦试验机均采用单配副, 并不能很好地模拟轴承内部的摩擦。针对此问题, 本研究组研制了双配副摩擦试验机, 用以模拟轴承内部的摩擦, 准确评价轴承滚动体、沟道和保持架三者的性能。

多孔含油聚酰亚胺材料被广泛应用与航天微油润滑轴承^[1, 4-8]。目前, 多孔含油聚合物轴承保持架材料的摩擦学特性测试方法可大致分为两类, 即标准试验机测试和实际轴承测试^[9-12]。采用实际轴承的测试方法虽然更接近实际工况, 但耗时长, 成本高。采用标准试验机虽然能有效节约时间成本, 但往往与实际工况存在差异。因此, 很多学者致力于开发更加适合测试轴承摩擦学特性的摩擦磨损试验机。李桂枝等^[13]设计的球-环接触力测量系统可以模

拟滚动轴承中滚动体与轴承外圈之间的接触,通过调节球和环的转速测得两者在不同滑滚比下的摩擦力。Lin Z 等^[14]设计的双销盘式试验机采用牺牲 PTFE 生成摩擦膜的形式提高了 PEEK 的摩擦磨损性能,为摩擦系统的设计提出了新思路。包倩倩等^[15]设计的多功能摩擦磨损试验机可完成真空、高低温和多种摩擦接触形式的切换,为研究自润滑关节轴承摩擦副材料在空间环境下的摩擦学性能提供了一种有效工具。Thomas Russell 等^[16]人研制的新型球轴承保持架摩擦试验装置模拟了轴承中滚动体与保持架之间的接触状态,可以测量深沟球轴承保持架与球间摩擦力。

虽然对轴承材料摩擦磨损试验机的研究工作已有很多,但这些试验机多采用球-盘、球-环、销-盘和盘-盘等单配副接触形式,不能很好的模拟轴承中滚动体与内外圈,滚动体与保持架之间多配副接触以及配副之间存在滑滚比的工作状态。因此,本文设计了一种双配副滑滚式拟轴承摩擦试验机,文中对试验机的结构和采集系统做了介绍,并使用两种案例验证了该摩擦试验机的性能。

1 拟轴承摩擦试验机的设计

1.1 试验机结构设计

试验机三维结构图如图 1(a)所示,双配副示意如图 1(b)所示,上配副为球销配副,用于模拟滚动体与保持架之间的摩擦磨损情况^[17]。下配副为球盘配副,用于模拟滚动体与内外圈沟道之间的摩擦磨损情况。试验机使用两个电机分别驱动球和盘,两个电机的转速均可编程控制,模拟轴承工作过程中滚动体与内外圈滚道之间存在滑滚比的状况。

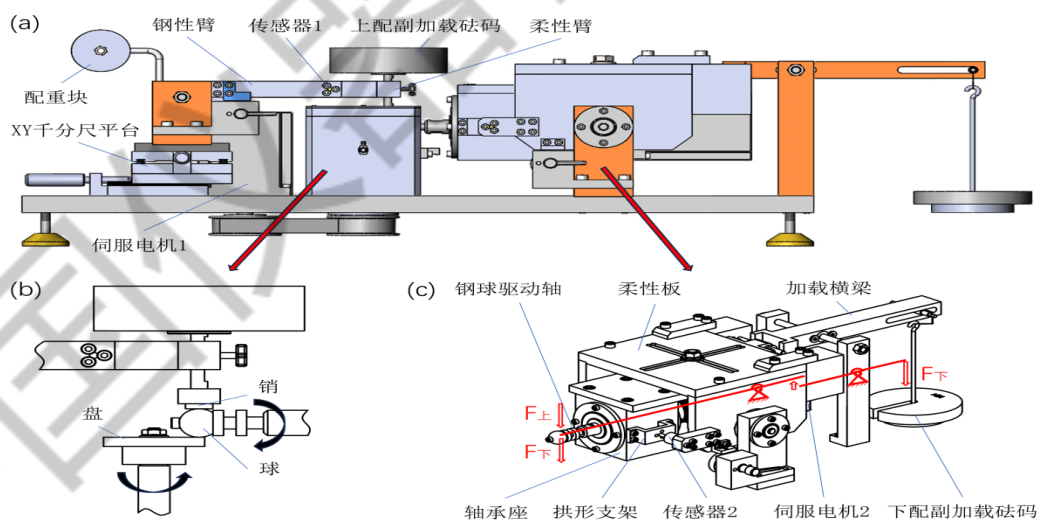


图 1 双配副滑滚式拟轴承摩擦试验机结构图

(a) 试验机三维图; (b) 双配副接触示意; (c) 下配副结构图