



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110132592 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910305867.0

(22)申请日 2019.04.16

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 姚振强 樊启泰 段子誉 刘光远

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 庄文莉

(51)Int.Cl.

G01M 13/04(2019.01)

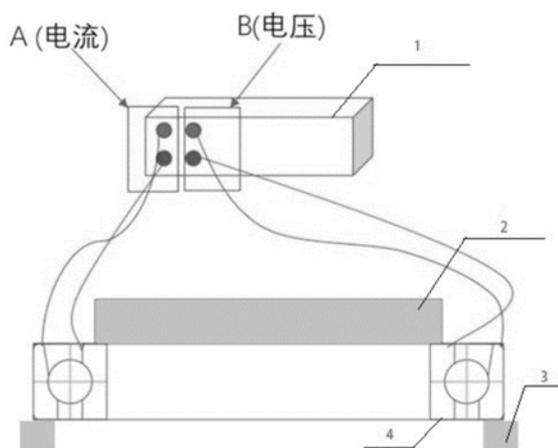
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

装配用轴承有效预紧载荷测量方法

(57)摘要

本发明提供了一种装配用轴承有效预紧载荷测量方法,通过设计一种多触点柔性的测头,搭建轴承内圈通过滚动体与外圈间电阻测量试验台,使用开尔文四线法测量轴承内圈与外圈间电阻随轴承预紧载荷的变化规律,得到接触电阻与预紧载荷之间的折线图,通过折线图得到的拐点,确定滚动体与内外套圈轨道接触变形量相对于轴向预紧载荷的趋近值,从而确定滚动轴承有效预紧载荷的加载范围。为轴承预紧状态的测量以及预紧载荷的优化提供了新的方法。



1. 一种装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,包括如下步骤:

搭建步骤:搭建测电阻试验台,待测轴承设置在所述试验台上;

测量步骤:使用开尔文四线法测量待测轴承的滚动体与内圈套筒、外圈套筒之间的接触电阻;

预紧载荷确定步骤:通过实验数据得到轴承滚动体与内外圈套筒之间的接触电阻与轴承预紧载荷之间的折线图,通过折线图确定有效预紧载荷的加载范围。

2. 根据权利要求1所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,所述试验台包括恒电流源、加力块以及支撑座,其中:

待测轴承放置在支撑座上,支撑座支撑待测轴承的外圈;

加力块放置在待测轴承上,加力块仅接触轴承内圈;

恒电流源与待测轴承通过导线连接形成回路。

3. 根据权利要求2所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,还包括触头装置,所述触头装置包括连接套和多点触头,连接套内设置有弹簧,多点触头的尾部设置在连接套内并接触弹簧,弹簧连接所述导线。

4. 根据权利要求3所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,所述多点触头的端部设置有多个尖角。

5. 根据权利要求3所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,所述触头装置采用白金材料。

6. 根据权利要求2所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,

所述待测轴承的左侧轴承外圈连接恒电流源的恒流源正极;

所述待测轴承的左侧轴承内圈连接恒电流源的恒流源负极;

所述待测轴承的右侧轴承外圈连接恒电流源的电压测量仪正极;

所述待测轴承的右侧轴承内圈连接恒电流源的电压测量仪负极。

7. 根据权利要求1所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,所述测量步骤包括:

初始测量步骤:待测轴承预紧力为零时,测量初始轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻为:

$$R_0 = U_0 / I_0$$

其中, $R_0$ 为此时待测轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻, $U_0$ 为此时测得的电压, $I_0$ 为此时恒流源电流;

逐步测量步骤:待测轴承预紧力逐渐增加时,得到不同轴承预紧力下的轴承滚动体与内外圈轴承间的接触电阻为:

$$R_i = U_i / I_i$$

其中, $R_i$ 为不同轴承预紧力下的轴承滚动体与内外圈轴承间的接触电阻, $U_i$ 为不同轴承预紧力下测得的电压, $I_i$ 为不同轴承预紧力下的恒流源电流, $i$ 为正整数。

8. 根据权利要求1所述的装配用轴承有效预紧载荷测量方法,其特征在于,所述实验数据包括不同的轴承预紧载荷值以及与所述轴承预紧载荷值对应的接触电阻值。

## 装配用轴承有效预紧载荷测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轴承技术领域,具体地,涉及一种装配用轴承有效预紧载荷测量方法。

### 背景技术

[0002] 在各种滚子轴承中,轴承的预紧尤为关键。预紧是使轴承滚动体和内外圈之间产生一定的预紧变形,以保持轴承内外套圈均处于压紧状态。以此,消除轴向间隙,减少反向误差,提高轴系刚性及回转精度,降低振动及噪声。但是,轴承的预紧说到底还是增加轴承滚动体与内外套圈之间的接触,这样的话,预紧力太大会造成轴承工作温度过高,导致轴承的早期失效,导致轴承加速磨损甚至会卡死;预紧力太小的话,在高速运转时,轴承不能平稳的运行,且噪音过大。

[0003] 预紧又分为轻度预紧,中度预紧和重度预紧。当要求轴承高速运转且工作平稳时,采用轻度预紧。当要求轴承需要承受大载荷且运转速度不高时,采用中度预紧或重度预紧。

[0004] 目前,获得轴承预紧力有以下几种方法。

[0005] 1) 在工程中,往往使用手感法又称经验法来进行轴承的预紧。

[0006] 2) 由轴承厂商提供一个推荐值,然后通过扭矩扳手施加预紧力。

[0007] 3) 通过测量径向载荷建立力学模型进行求解。

[0008] 当一个未知预紧力推荐值的轴承出现时,手感法会过于依赖经验,预紧与否往往因人而异,而建立力学模型又显得繁琐,麻烦。

[0009] 轴承预紧时,轴承滚动体与内外套圈之间的接触面积会随着预紧载荷的增大而增大,接触面积的增大会导致接触电阻的电阻值减小,但这个电阻的变化是微量的。考虑到测量微量电阻时,导线的阻值会造成影响,普通的电桥不能够消除这一误差,故使用开尔文四线法,一种能够消除导线电阻误差的测量微小电阻的方法。

[0010] 本专利将使用开尔文四线法测量轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻随轴承预紧载荷的变化规律,通过得到轴承滚动体与内外圈套筒的接触电阻与轴承预紧载荷之间的折线图,通过找出轴承接触电阻突变处的预紧载荷来确定滚动体与内外套圈轨道接触变形量相对于轴向预紧载荷的趋近值,从而确定滚动轴承有效预紧载荷的加载范围。给出了一个简单易行的测量轴承有效预紧载荷的方法。

### 发明内容

[0011] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种装配用轴承有效预紧载荷测量方法。

[0012] 根据本发明提供一种装配用轴承有效预紧载荷测量方法,包括如下步骤:

[0013] 搭建步骤:搭建测电阻试验台,待测轴承设置在所述试验台上;

[0014] 测量步骤:使用开尔文四线法测量待测轴承的滚动体与内圈套筒、外圈套筒之间的接触电阻;

[0015] 预紧载荷确定步骤:通过实验数据得到轴承滚动体与内外圈套筒之间的接触电阻

与轴承预紧载荷之间的折线图,通过折线图确定有效预紧载荷的加载范围。

[0016] 优选地,所述试验台包括恒电流源、加力块以及支撑座,其中:

[0017] 待测轴承放置在支撑座上,支撑座支撑待测轴承的外圈;

[0018] 加力块放置在待测轴承上,加力块仅接触轴承内圈;

[0019] 恒电流源与待测轴承通过导线连接形成回路。

[0020] 优选地,还包括触头装置,所述触头装置包括连接套和多点触头,连接套内设置有弹簧,多点触头的尾部设置在连接套内并接触弹簧,弹簧连接所述导线。

[0021] 优选地,所述多点触头的端部设置有多个尖角。

[0022] 优选地,所述触头装置采用白金材料。

[0023] 优选地,所述待测轴承的左侧轴承外圈连接恒电流源的恒流源正极;

[0024] 所述待测轴承的左侧轴承内圈连接恒电流源的恒流源负极;

[0025] 所述待测轴承的右侧轴承外圈连接恒电流源的电压测量仪正极;

[0026] 所述待测轴承的右侧轴承内圈连接恒电流源的电压测量仪负极。

[0027] 优选地,所述测量步骤包括:

[0028] 初始测量步骤:待测轴承预紧力为零时,测量初始轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻为:

$$[0029] \quad R_0 = U_0 / I_0$$

[0030] 其中, $R_0$ 为此时待测轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻, $U_0$ 为此时测得的电压, $I_0$ 为此时恒流源电流;

[0031] 逐步测量步骤:待测轴承预紧力逐渐增加时,得到不同轴承预紧力下的轴承滚动体与内外圈轴承间的接触电阻为:

$$[0032] \quad R_i = U_i / I_i$$

[0033] 其中, $R_i$ 为不同轴承预紧力下的轴承滚动体与内外圈轴承间的接触电阻, $U_i$ 为不同轴承预紧力下测得的电压, $I_i$ 为不同轴承预紧力下的恒流源电流, $i$ 为正整数。

[0034] 优选地,所述实验数据包括不同的轴承预紧载荷值以及与所述轴承预紧载荷值对应的接触电阻值。

[0035] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0036] 1、本发明是基于轴承滚珠与内外圈接触电阻特性,来对轴承预紧载荷进行测量,测量过程简单,能够快速通过轴承滚动体与内外圈套筒之间的接触电阻值与轴承预紧载荷之间的关系,通过实验数据所得的折线图,找出该折线图的拐点,该拐点就是轴承预紧力的有效范围的起始点;

[0037] 2、本发明适用范围广,只需获取轴承的相关实验数据,根据相似原理,通过轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻与轴承预紧力关系,得到实验数据图中的拐点,即可得到该轴承的有效预紧载荷范围。

## 附图说明

[0038] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、

目的和优点将会变得更明显：

[0039] 图1为开尔文四线法电路示意图；

[0040] 图2为测量轴承滚动体与内外圈套筒间的电阻连线示意图；

[0041] 图3为装配用轴承有效预紧载荷测量方法的触头装置的结构示意图；

[0042] 图4为轴承滚动体与内外圈套筒间的电阻随轴承预紧载荷变化的折线图。

[0043] 图中示出：

[0044] 恒电流源1

[0045] 加力块2

[0046] 支撑座3

[0047] 测量轴承4

[0048] 多点触头5

[0049] 弹簧6

[0050] 导线7

### 具体实施方式

[0051] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0052] 如图1至图4所示，根据本发明提供了一种装配用轴承有效预紧载荷测量方法，包括以下步骤：搭建轴承内圈与外圈间电阻测量试验台，使用开尔文四线法测量该电阻，通过四个支架固定与轴承内外圈连接的四根导线，所述导线的端部连接触头装置，触头装置采用白金材料。触头装置包括连接套和多点触头，连接套内设置有弹簧，多点触头的尾部设置在连接套内并接触弹簧，弹簧连接所述导线。所述多点触头的端部设置有多个尖角。具体地，一根导线连接恒流源正极，其触头接触在左侧轴承外圈；一根导线连接恒流源负极，其触头接触在左侧轴承内圈；一根导线连接电压测量仪正极，其触头接触在右侧轴承外圈；一根导线连接电压测量仪负极，其触头接触在右侧轴承内圈。用开尔文四线法测接触电阻时，通过夹具利用自身重力和夹具上加载的重物块的重力使接触触头平稳的接触在轴承内外圈上；轴承预紧力为0时，即轴承不施加预紧载荷时，测量初始轴承滚动体与内外圈间的接触电阻；初始轴承滚动体与内外圈间的接触电阻为：

$$[0053] \quad R_0 = U_0 / I_0$$

[0054] 其中， $R_0$ 为此时轴承滚动体与内外圈间的接触电阻， $U_0$ 为此时测得电压， $I_0$ 为此时恒流源电流。在轴承上放置一个方形块，方形块仅接触在轴承内圈上。在方形块上添加砝码依次增加轴承预紧载荷，得到不同轴承预紧力下的轴承滚动体与内外圈间的接触电阻为：

$$[0055] \quad R_i = U_i / I_i$$

[0056] 其中， $R_i$ 为不同轴承预紧力下的轴承滚动体与内外圈间的接触电阻， $U_i$ 为不同轴承预紧力下测得的电压， $I_i$ 为不同轴承预紧力下的恒流源电流。

[0057] 通过上一步得到的数据,得到一个预紧载荷与所测接触电阻之间的数据折线图;利用得到的折线图,找到一个趋于平稳之前的拐点,该拐点就是所需要滚动体与内外套圈轨道接触变形量相对于轴向预紧载荷的趋近值,从而确定滚动轴承有效预紧载荷的加载范围。

[0058] 参见图4,从轴承预紧载荷与轴承内圈与外圈间电阻关系曲图中可明显看出,当预紧载荷较小时,轴承滚动体与内外圈间的接触电阻随着预紧载荷增加,快速减小。当预紧载荷达到一定值之后,预紧力增加对轴承内圈与外圈间电阻减小效果明显减弱。说明此时轴承滚珠与轴承内外圈已充分接触,预紧力增加对其接触面积增加小,因此接触电阻减少小,说明轴承得到了有效的预紧。此时,得到了轴承的有效预紧载荷范围。

[0059] 进一步地,得到预紧载荷与接触电阻值之间的折线图,进而通过折线图上趋于平稳之前的拐点得到轴承滚动体与内外套筒间的有效预紧载荷的加载范围。

[0060] 本发明基于轴承滚动体与内外圈套筒的接触电阻特性,来对轴承有效预紧载荷范围进行测量,以达到通过测量轴承滚动体与内外圈套筒间的接触电阻测量轴承有效预紧载荷的目的,测量过程简单,能够快速通过轴承滚动体与内外圈套筒之间的接触电阻值与预紧载荷之间的测量数据图得出轴承预紧力的有效范围。另外,本优化方法可根据相似原理,通过轴承预紧载荷与轴承滚动体与内外圈间的接触电阻关系,只需获取相关实验数据,基于实验数据,得到相关的折线图,通过得到折线图上的拐点,即可推广到不同规格类型轴承的有效预紧力的范围测量,适用范围广泛,利于推广。

[0061] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

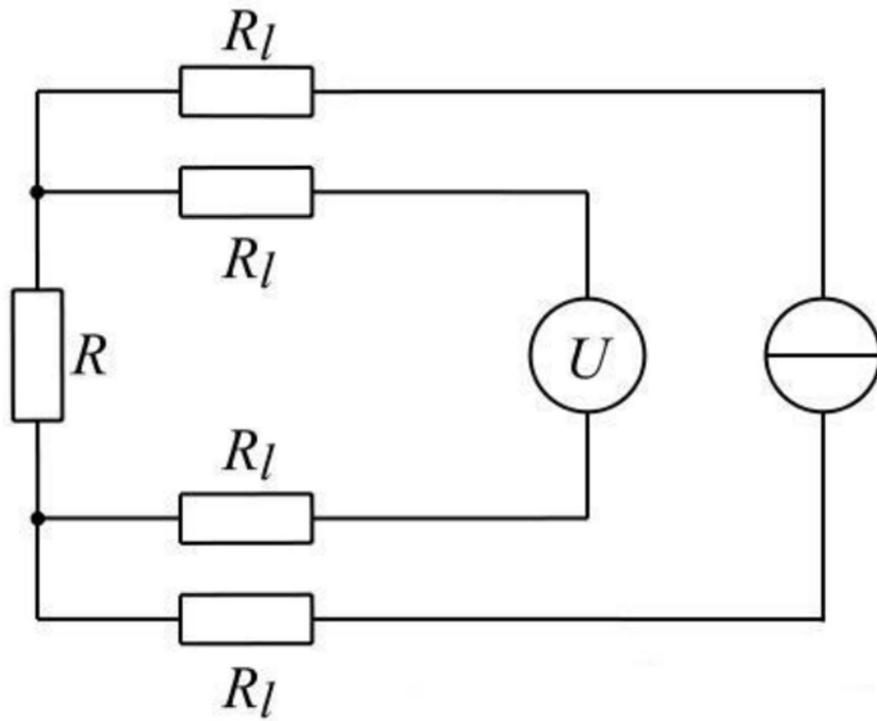


图1

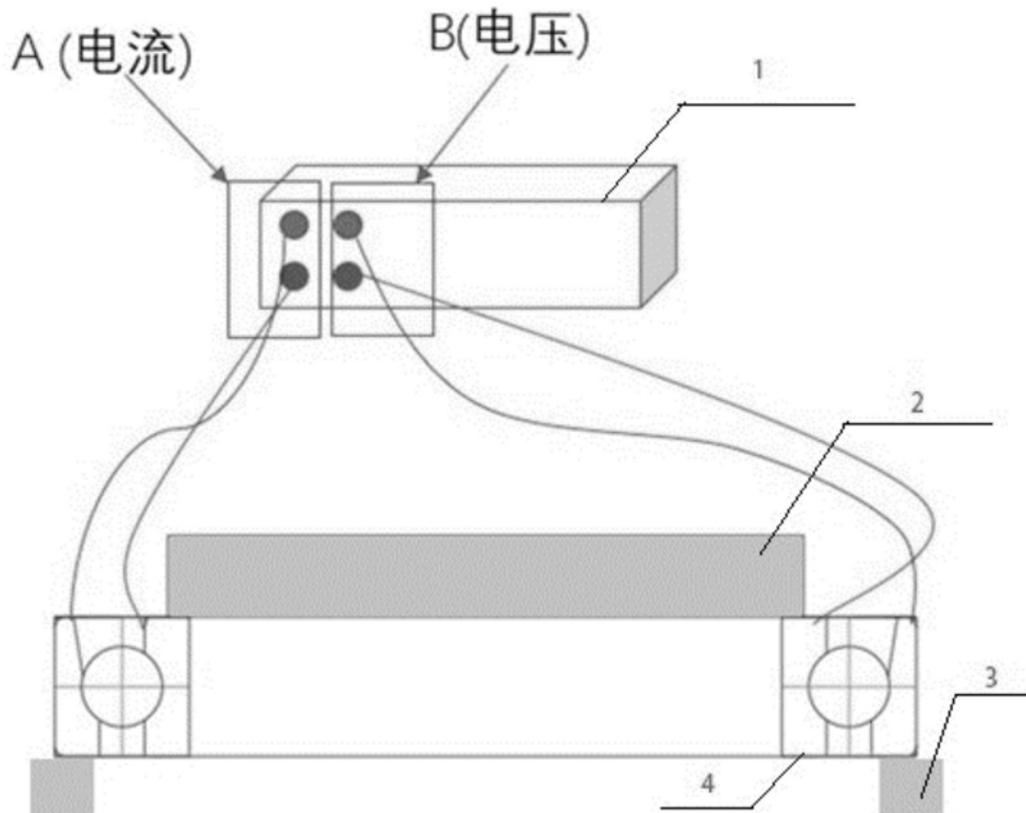


图2

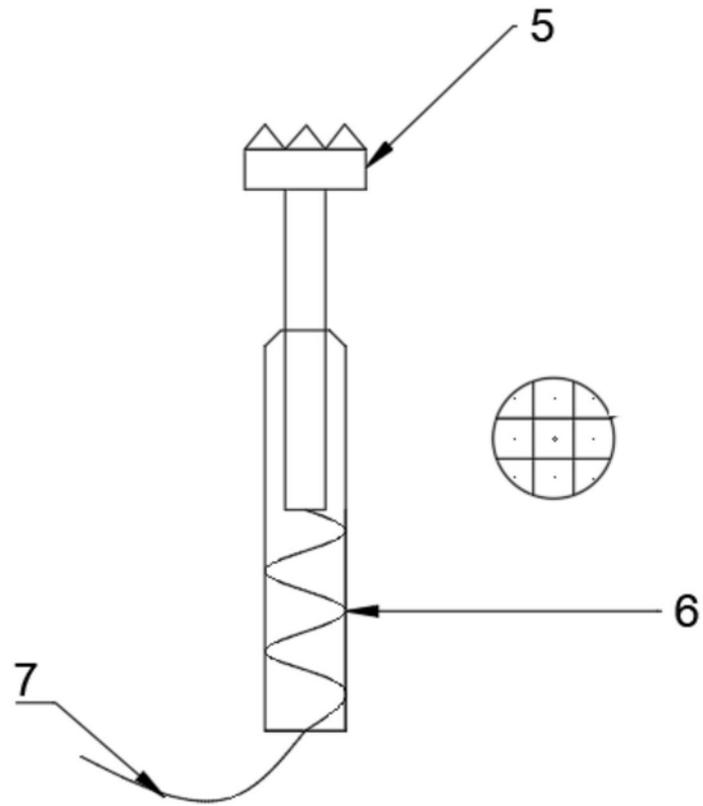


图3

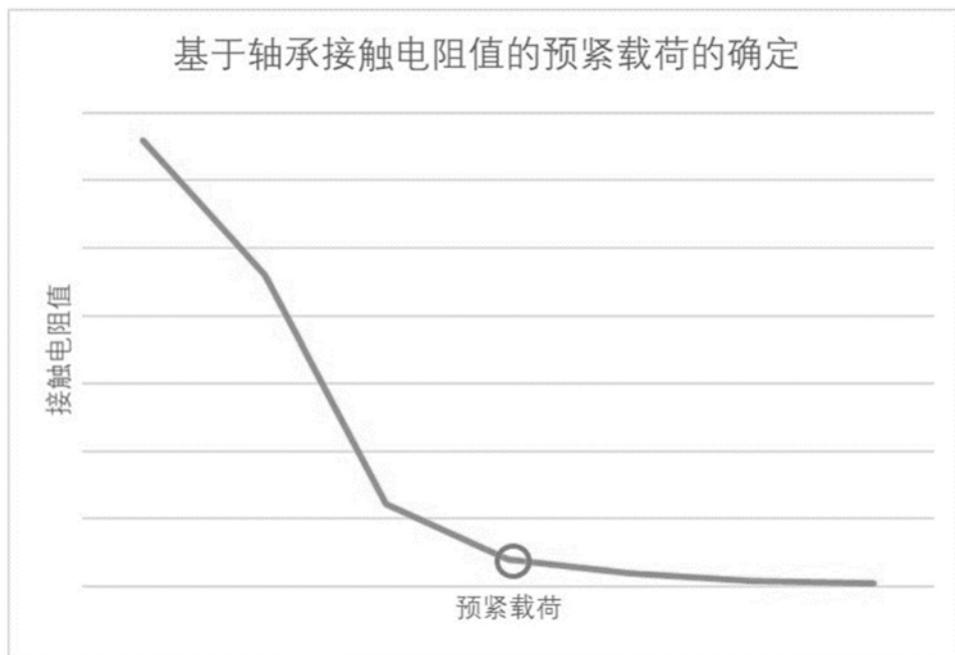


图4