



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108801635 B

(45)授权公告日 2019.04.16

(21)申请号 201810550688.9

(22)申请日 2018.05.31

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108801635 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(73)专利权人 西安交通大学  
地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西  
路28号

(72)发明人 杨利花 吴焱 吴达涛 徐腾飞

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务  
所 61215

代理人 何会侠

(51)Int.Cl.

G01M 13/04(2019.01)

G01M 7/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 103105296 A,2013.05.15,全文.

CN 104165768 A,2014.11.26,全文.

CN 107084842 A,2017.08.22,全文.

US 5263372 A,1993.11.23,全文.

JP 特开2001-50863 A,2001.02.23,全文.

CN 102854014 A,2013.01.02,全文.

审查员 彭志萍

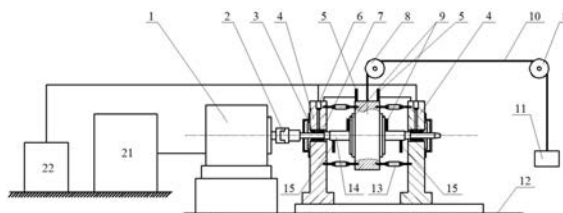
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置及方法

(57)摘要

一种用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置及方法,该实验装置包括驱动系统、轴颈部分及其润滑系统、数据采集系统;驱动系统由异步电机和变频器组成,异步电机通过高速柔性联轴节与轴颈一端连接,轴颈用两个滚动轴承支承,并通过油气润滑器对滚动轴承进行润滑,数据采集系统由传感器及其放大器和计算机组成,传感器测得的数据经采集卡采集并输入计算机进行存储,通过电机驱动转子,并由加载装置改变轴承的静态载荷以及动态载荷增量可以测定系列可变轴径下动压径向滑动轴承的动态特性。



1. 一种用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置,其特征在于:包括异步电机(1)和与之连接的变频器(21),异步电机(1)通过高速柔性联轴节(2)与轴颈(14)一端连接,轴颈(14)由滚动轴承(7)支承,滚动轴承(7)安装在滚动轴承座(4)中,轴颈(14)和可变径向轴套(20)通过平键(19)连接;系列可变轴径滑动轴承(18)及其轴径可变径向轴承套(17)安装在轴颈(14)和可变径向轴套(20)中间段,处于悬浮状态,两端固定在径向轴承套(16)中,系列可变轴径滑动轴承(18)及其轴径可变径向轴承套(17)两端分别用拉杆(13)固定在滚动轴承座(4)上,径向轴承套(16)在水平方向和垂直方向分别与钢索(10)的一端相连,通过钢索(10)和滑轮(8)组成一个滑轮杠杆机构在一端用砝码(11)对系列可变轴径滑动轴承(18)施加水平和铅垂静载荷;在径向轴承套(16)上安装两个与水平方向成 $45^\circ$ 的电磁激振器(23),分别施加两个方向相互垂直的动态交变激振力,使系列可变轴径滑动轴承(18)中心在平衡位置附近作相对轴颈(14)的微小涡动;通过滚动轴承座(4)上安装两个第一电涡流位移传感器(5)分别测量两个激振力方向系列可变轴径滑动轴承(18)中心的绝对位移;在轴颈(14)两端靠近滚动轴承座(4)的位置各安装一个第三电涡流位移传感器(15),用于测量两个激振力方向轴承中心相对轴颈(14)的相对位移;径向轴承套(16)两侧分别成 $90^\circ$ 安装有两个第二电涡流位移传感器(9),第二电涡流位移传感器(9)的探头指向相对坐标方向,分别测试轴颈(14)和系列可变轴径滑动轴承(18)的中心在水平方向和垂直方向的相对径向位移,并以同一方向的两个第二电涡流位移传感器(9)的平均值作为径向相对位移值;

还包括数据采集系统,数据采集系统包括分别与第一电涡流位移传感器(5)、第二电涡流位移传感器(9)和第三电涡流位移传感器(15)依次连接的放大器(26)、采集卡(27)以及计算机(28),第一电涡流位移传感器(5)、第二电涡流位移传感器(9)和第三电涡流位移传感器(15)测得的信号经放大器(26)放大后经采集卡(27)采集并输入计算机(28)进行存储,以便进行分析。

2. 根据权利要求1所述的用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置,其特征在于:所述滚动轴承(7)与油气润滑器(22)相连通,通过油气润滑器(22)对滚动轴承(7)进行润滑。

3. 根据权利要求1所述的用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置,其特征在于:用弹簧(3)对所述滚动轴承(7)施加预载荷。

## 一种用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及滑动轴承的性能测试技术领域,尤其涉及一种可变轴径系列动压径向滑动轴承动态特性的实验装置及方法。

### 背景技术

[0002] 流体润滑膜压力是滑动轴承使转子浮起,在轴颈和轴瓦工作表面间形成完全动压流体润滑的基础,也是动压径向轴承的重要性能参数之一。目前,径向滑动轴承的性能测试主要是进行承载能力和动特性系数的测试实验,虽然有些文献中提到轴承参数和工作条件对轴承动态性能有影响,但是搭建一个实验台只能对一种固定轴径的滑动轴承进行测试,并没有给出适应不同轴径系列轴承的测试装置和识别方法。现有文献中有些详细描述了箔片动压气体径向轴承动态刚度和阻尼系数的测试方法,如:“Compliant foil bearing structural stiffness analysis-part1:theoretical model including strip and variable bump foil geometry”(刊于《Journal of Tribology》VOL115,N0.3,1993,P364-369)提出用两个激振器模拟作用在弹性箔片轴承支承的非旋转轴上的动态作用力,根据不同工作条件下的实验数据计算轴承动态刚度和等效粘性阻尼,通过对轴承施加两个不同频率、互相线性独立的激振力,通过八个独立的方程求解出八个动态系数,也就是动态激振法。对动压滑动轴承而言,轴承和轴颈表面间的间隙要比滚动轴承的间隙小得多,轴承的工作转速高达几万甚至几十万转,随着动压气体/油液滑动轴承在高速离心分离器、原子反应堆冷却用压缩机、涡轮发动机、燃气轮机等高速旋转机械中的广泛应用,通过一套实验设备测试不同型号滑动轴承的动态特性显得尤为重要。

### 发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置及方法,可以进行气体动压轴承和油液润滑轴承流体膜动态特性测试,并通过影响系数法和动态激振法识别动态刚度及阻尼系数。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0005] 一种用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置,包括异步电机1和与之连接的变频器21,异步电机1通过高速柔性联轴节2与轴颈14一端连接,轴颈14由滚动轴承7支承,滚动轴承7安装在滚动轴承座4中,轴颈14和可变径向轴套20通过平键19连接,;被测试系列径向滑动轴承18及其轴径可变径向轴承套17安装在轴颈14和可变径向轴套20中间段,处于悬浮状态,两端固定在径向轴承套16中,被测试系列径向滑动轴承18及其轴径可变径向轴承套17两端分别用拉杆13固定在滚动轴承座4上,径向轴承套16在水平方向和垂直方向分别与钢索10的一端相连,通过钢索10和滑轮8组成一个滑轮杠杆机构在一端用砝码11对被测试系列径向滑动轴承18施加水平和铅锤静载荷;在径向轴承套16上安装两个与水平方向成45°的电磁激振器23,分别施加两个方向相互垂直的动态交变激振力,使被测试

系列径向滑动轴承18中心在平衡位置附近作相对轴颈14的微小涡动;通过滚动轴承座4上安装两个第一电涡流位移传感器5分别测量两个激振力方向被测试系列径向滑动轴承18中心的绝对位移;在轴颈14两端靠近滚动轴承座4的位置各安装一个第三电涡流位移传感器15,用于测量两个激振力方向轴承中心相对轴颈14的相对位移;径向轴承套16两侧分别成90度安装有两个第二电涡流位移传感器9,第二电涡流位移传感器9的探头指向相对坐标方向,分别测试轴颈14和被测试系列径向滑动轴承18的中心在水平方向和垂直方向的相对径向位移,并以同一方向的两个第二电涡流位移传感器9的平均值作为径向相对位移值;

[0006] 还包括数据采集系统,数据采集系统包括分别与第一电涡流位移传感器5、第二电涡流位移传感器9和第三电涡流位移传感器15依次连接的放大器26、采集卡27以及计算机28,第一电涡流位移传感器5、第二电涡流位移传感器9和第三电涡流位移传感器15测得的信号经放大器26放大后经采集卡27采集并输入计算机28进行存储,以便进行分析。

[0007] 所述滚动轴承7与油气润滑器22相连通,通过油气润滑器22对滚动轴承7进行润滑。

[0008] 所述滚动轴承7安装在滚动轴承座4中,并用弹簧3对其施加预载荷。

[0009] 本发明的有益效果是:不同的系列可变轴径轴套与轴径可变轴承套尺寸间的配合,保证了系列可变轴径滑动轴承的结构尺寸,不同的轴端端盖则保证了被测试系列径向滑动轴承的正确径向和轴向定位。通过电机驱动转子,并由加载装置改变轴承的静态载荷,可以测定计算系列可变轴径滑动轴承动态刚度系数所需的水平和铅锤位移;在平衡位置上由激振器对轴承施加交变动态激振力可以测出计算系列滑动轴承动态阻尼系数的动态运动参数。

## 附图说明

[0010] 图1是被测试系列可变轴径径向滑动轴承的结构示意图。

[0011] 图2是本发明测试系列可变轴径径向滑动轴承动态性能装置的结构示意图。

[0012] 图3是本发明测试系列可变轴径径向滑动轴承的传感器设置示意图。

[0013] 图4是本发明数据采集系统的示意图。

[0014] 图5(a)是被测试系列可变轴径径向滑动轴承的总装配等轴测视图,图5(b)是总装配结构的全剖视图。

## 具体实施方式

[0015] 下面结合附图对本发明的结构原理及工作原理作进一步详细说明。

[0016] 参见图1,被测试系列径向滑动轴承的结构为:包括被测试系列径向滑动轴承18和可变径向轴承套17,轴颈14和可变径向轴套20,可变径向轴套20通过平键19与轴颈14连接,被测试系列径向滑动轴承18通过圆柱销连接固定在第一轴端端盖24和第二轴端端盖25间,并用螺钉与可变径向轴承套17连接。通过更换不同的可变径向轴套20和可变径向轴承套17保证测量不同轴径的系列被测试系列径向滑动轴承18的内外径尺寸,通过第一轴端端盖24和第二轴端端盖25保证被测试系列径向滑动轴承18的正确径向和轴向位置。

[0017] 参见图2、图3、图4、图5a和图5b,本发明用于系列可变轴径滑动轴承动态特性测试的实验装置,包括驱动系统、轴颈部分及其润滑系统、数据采集系统;驱动系统包括异步电

机1和与之连接的变频器21,轴颈14由高速中频异步电机1驱动,一端通过高速柔性联轴节2与驱动电机1相连,并可通过调整变频器21的参数来调节电机1的转速;轴颈14为对称结构,用两个参数完全相同的滚动轴承7支承,滚动轴承7安装在滚动轴承座4中,并用弹簧3对其施加预载荷,滚动轴承7通过滚动轴承座4上的油气通道6与一油气润滑器22相连通,润滑油经油气润滑器22气化后通过油气通道6送入滚动轴承7对其进行润滑,以防止滚动轴承7发生失效损坏,保证其正常工作,延长轴承使用寿命;数据采集系统包括分别与第一电涡流位移传感器5、第二电涡流位移传感器9和第三电涡流位移传感器15依次连接的放大器26、采集卡27以及计算机28,传感器测得的数据经放大器26放大后经采集卡27采集并输入计算机28进行存储,以便进行分析;被测试系列径向滑动轴承18及其轴径可变轴承套17安装在轴颈14和可变径向轴套20中间段,处于悬浮状态,两端分别通过销钉和螺钉与第一轴端端盖24和第二轴端端盖25固定在径向轴承套16中,以防止被测试系列径向滑动轴承18与可变径向轴承套17发生轴向和周向的相对运动。径向轴承套16两端分别用拉杆13连接在滚动轴承座4上,以限制被测试系列径向滑动轴承18在轴向的旋转、倾斜和平移运动,并使被测试系列径向滑动轴承18、可变径向轴承套17及其径向轴承套16处于静止浮动状态。径向轴承套16上方和左方与钢索10的一端相连,通过钢索10和滑轮8组成一个滑轮杠杆机构,在一端用砝码11对被测试系列径向滑动轴承18施加静载荷;在径向轴承套16上安装两个与水平方向成 $45^\circ$ 的电磁激振器23,分别施加两个方向相互垂直的动态交变激振力,使轴承中心在平衡位置附近作相对轴颈14的微小涡动;通过滚动轴承座4上安装两个电涡流位移传感器5分别测量两个激振力方向轴承中心的绝对位移;电涡流位移传感器15安装在滚动轴承座4两侧用于测量两个激振力方向轴承中心相对轴颈14的相对位移;径向轴承套16两侧分别成 $90^\circ$ 度安装有两个电涡流位移传感器9,探头指向相对坐标方向,分别测试轴颈16和被测试系列径向滑动轴承18的中心在水平方向和垂直方向的相对径向位移,并以同一方向的两个电涡流位移传感器9的平均值作为径向相对位移值。

[0018] 本发明中所有传感器均有各自的放大器,输出的放大器信号用高速多功能采集卡27以一定的采样频率进行数据采集,并用计算机28进行存储以便进行离线或在线处理。对径向滑动轴承而言,可以通过影响系数法测定其刚度系数,即根据第二电涡流位移传感器9测得的对应水平和铅锤静载荷下的水平位移和铅锤位移,根据实验测得的水平载荷、铅锤载荷、水平位移以及铅垂位移,由平衡条件得到的影响系数求出被测试系列径向滑动轴承18的刚度系数;被测试轴承动态阻尼系数是利用动态激振法得到,在平衡位置对浮动被测试系列径向滑动轴承18施加动态交变载荷,实验测得被测试系列径向滑动轴承18中心相对轴颈14的相对位移及轴承中心的绝对位移,在影响系数法求出被测试系列径向滑动轴承18刚度系数的基础上,根据运动方程求得被测试系列径向滑动轴承的动态阻尼系数。

[0019] 本发明的工作原理是:本发明的试验装置测试被测试系列径向滑动轴承18的动态特性的过程是,将实验台各部分安装调试完毕后,首先调整变频器21的工作参数以设定异步电机1的工作转速和升速时间,并开动油气润滑器22对滚动轴承7进行润滑,打开计算机28启动数据采集系统;然后启动变频器21使异步电机1带动轴颈14和可变径向轴套20旋转,此时第一电涡流位移传感器5、第二电涡流位移传感器9和第三电涡流位移传感器15开始工作并通过采集卡27对各传感器数据进行采样;当异步电机1的转速达到设定的工作转速时,关闭变频器21使异步电机1逐渐减速直至停止工作,最后用计算机28存储所有传感器的采

样数据以便进行分析;实验结束后,根据各传感器的实验数据可通过影响系数法和动态激振法识别被测试系列径向滑动轴承18的动态系数,影响系数法是通过第二电涡流位移传感器9测得被测试系列径向滑动轴承18中心相对轴颈14的水平位移和铅垂位移,由平衡条件得到的影响系数求出被测试系列径向滑动轴承18的动态刚度系数;动态激振法是第一电涡流位移传感器5和第三电涡流位移传感器15测得被测试系列径向滑动轴承18中心相对轴颈14的相对位移及被测试系列径向滑动轴承18中心的绝对位移,在影响系数法求出轴承刚度系数的基础上,根据运动方程求得被测试系列径向滑动轴承18的动态阻尼系数。

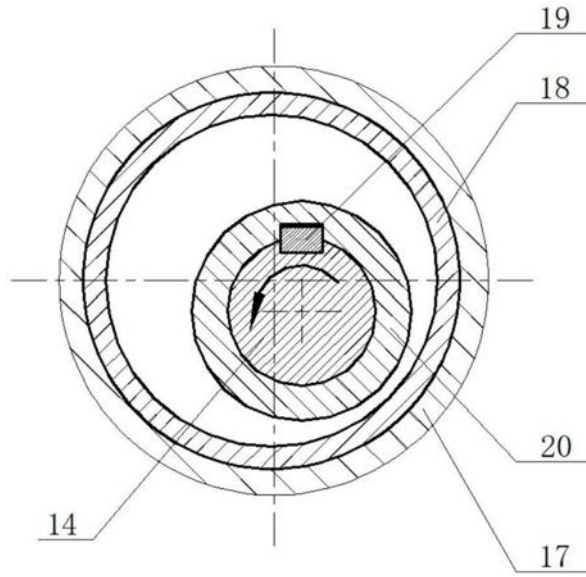


图1

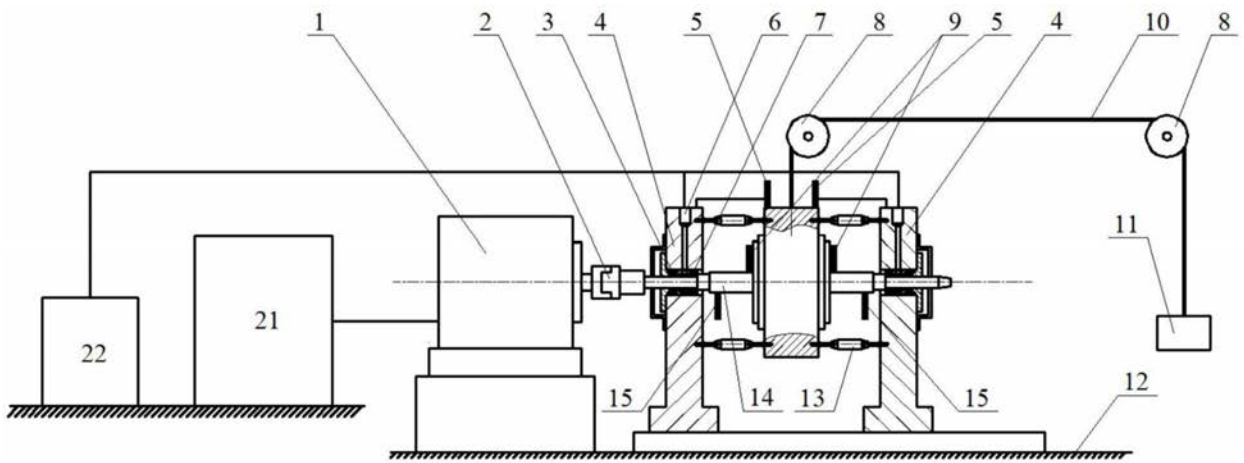


图2

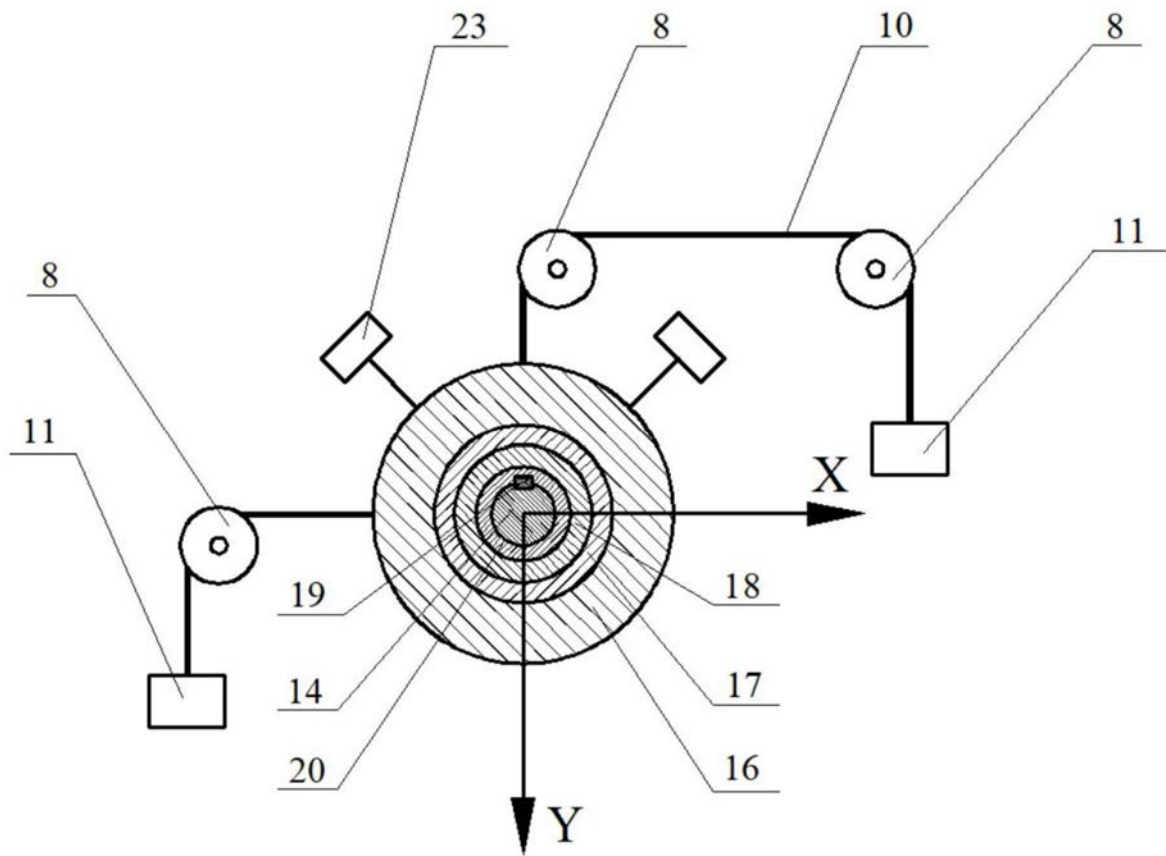


图3

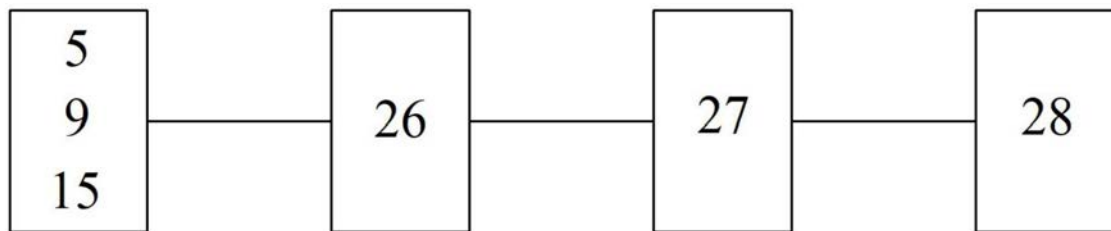


图4

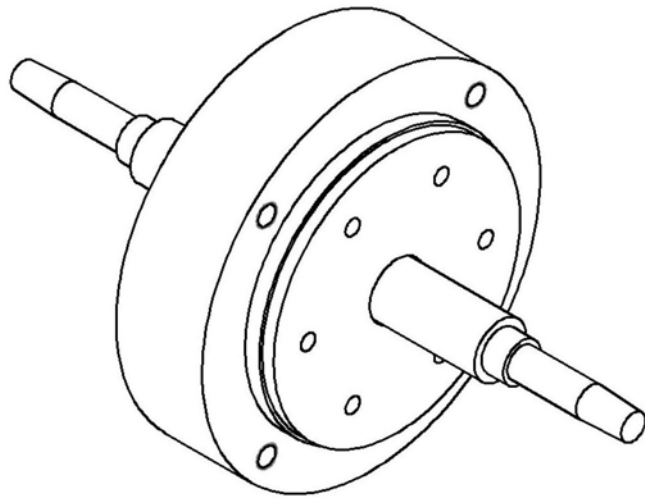


图5 (a)

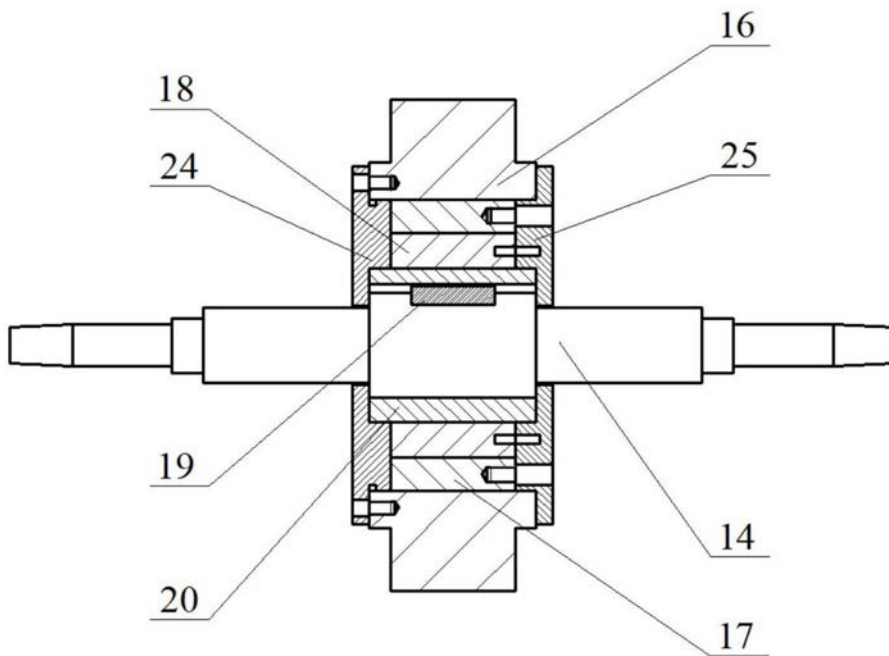


图5 (b)