



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106568565 B

(45)授权公告日 2020.01.07

(21)申请号 201610963245.3

(22)申请日 2016.10.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106568565 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(73)专利权人 山东大学
地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 唐委校 甄天辉 郭冰 刘锦

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 赵敏玲

(51)Int.Cl.
G01M 7/02(2006.01)

(56)对比文件

- CN 206348124 U, 2017.07.21,
- CN 105699074 A, 2016.06.22,
- CN 105699074 A, 2016.06.22,
- CN 103712680 A, 2014.04.09,
- CN 105738056 A, 2016.07.06,
- CN 201697781 U, 2011.01.05,
- CN 104880247 A, 2015.09.02,

审查员 秦鲲

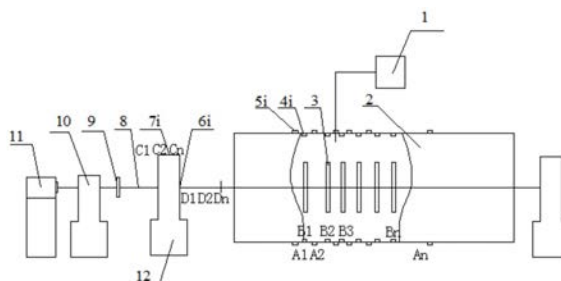
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种旋转机械振动在线监测装置与方法

(57)摘要

本发明公开了一种旋转机械振动在线监测试验装置及方法,包括通过磁性吸附在旋转机械壳体内、外表面的强力磁座,位于壳体内表面的强力磁座上安装振动位移传感器I,所述的振动位移传感器I采集旋转机械的转子系统的振动信号;位于壳体外表面的强力磁座上安装振动加速度传感器I,振动加速度传感器I采集旋转机械的壳体的振动信号;在旋转机械的旋转轴的轴承支座处安装测量旋转轴位移和加速度的振动位移传感器II和振动加速度传感器II,所述的振动位移传感器I、振动加速度传感器I、振动位移传感器II和振动加速度传感器II均与数据处理系统相连,数据处理系统根据各个传感器的数据分析在不同工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱。



1. 一种旋转机械振动在线监测装置,其特征在于,包括通过磁性吸附在旋转机械壳体内、外表面的强力磁座,位于壳体内表面的强力磁座上安装振动位移传感器I,所述的振动位移传感器I采集旋转机械的转子系统的径向振动位移信号;位于壳体外表面的强力磁座上安装振动加速度传感器I,所述的振动加速度传感器I采集旋转机械的壳体径向和轴向振动加速度信号;在旋转机械的旋转轴的轴承支座处安装测量旋转轴径向位移和轴向、径向加速度的振动位移传感器II和振动加速度传感器II,所述的振动位移传感器I、振动加速度传感器I、振动位移传感器II和振动加速度传感器II均与数据处理系统相连,所述的数据处理系统根据各个传感器的数据分析在不同工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱;

所述的振动位移传感器I包括多个,沿着旋转轴的轴线方向,振动位移传感器I分布有多圈,每一圈又分布有多个振动位移传感器I,且多个振动位移传感器I相对于轴线对称;所述的振动加速度传感器I包括多个,沿着旋转轴的轴线方向,振动加速度传感器I分布有多圈,每一圈又分布有多个振动加速度传感器I,且多个振动加速度传感器I相对于轴线对称;所述的振动位移传感器I和振动加速度传感器I在轴线方向上间隔分布。

2. 如权利要求1所述的旋转机械振动在线监测装置,其特征在于,所述的振动位移传感器II包括多个,所述的多个振动位移传感器II固定在轴承支座内表面,沿轴承支座的圆周方向以及轴线方向均布对称安装,测量旋转轴的径向振动位移信号。

3. 如权利要求1所述的旋转机械振动在线监测装置,其特征在于,所述的振动加速度传感器II包括多个,所述的多个振动加速度传感器II通过磁性接头固定在旋转轴的前后轴承座上。

4. 如权利要求1所述的旋转机械振动在线监测装置,其特征在于,沿着旋转轴的轴线方向,在前后轴承座的前后表面上设置有振动加速度传感器II。

5. 如权利要求1所述的旋转机械振动在线监测装置,其特征在于,所述的振动位移传感器I采用激光位移传感器。

6. 如权利要求1所述的旋转机械振动在线监测装置,其特征在于,所述的振动位移传感器II采用电涡流位移传感器。

7. 采用权利要求1-6任一所述的一种旋转机械振动在线监测装置进行监测的方法,其特征在于,如下:

将振动位移传感器I、振动加速度传感器I、振动位移传感器II和振动加速度传感器II采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库中的数据进行比较,如果比较后数据超标,则进行预警;没有超标则正常工作。

一种旋转机械振动在线监测装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋转机械振动在线监测装置以及方法,属于旋转机械振动技术领域。

背景技术

[0002] 旋转机械是电力、石油化工、航空等工业部门的关键设备,随着现代工业和科学技术的发展,旋转机械正朝着大型化、高速化及自动化方向发展,由于其结构复杂,工作在高温、高速及流固耦合等恶劣条件下,经常出现幅度过大的振动,导致旋转机械不能正常工作。为更好的监测旋转机械的运行状况并及时报警,设计一种旋转机械振动在线监测方法与试验装置。

[0003] 试验装置通过各传感器测量采集旋转机械转子、支撑和壳体的振动信号,将采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库比较,如果数据超标则进行预警。

[0004] 传统的在线监测旋转机械振动信号的方法存在一些明显不足,如公开号CN104823035A的专利所述,通过提取旋转机械的振动波形求出识别指数DI值和振动速度,与预先设定的阶层对比,综合判定旋转机械是否存在故障。该方案没有说明监测点和所用传感器类型,有时会受其他信号的干扰,导致数据的不真实性,会出现误判的情况,并且分辨不出故障原因。公开号CN105527077A的专利所述,发明一种用于检测旋转机械是否受到周期信号和噪声及冲击的影响,将初始信号和*i*时刻信号相减得残差信号,然后提取残差信号的统计学数值作为特征值。利用特征值进行分析振动特征是否变化。此方案应用统计学处理残差信号,有一定的不准确性,而且也分辨不出是故障原因。公开号为CN202974423U的专利,涉及一种基于LabVIEW的旋转机械振动监测系统,该专利未涉及传感器的布置安装方式。公开号CN203824579U的专利所述,其装置只检测旋转机械轴的振动位移和转速,不能准确在线监测整个旋转机械的运行情况。

[0005] 有的专利涉及到旋转机械振动测量方法,却没有完善的在线监测转子系统振动特性的试验装置,如公开号为CN105806474A的专利,公开了一种旋转机械振动测量方法,转速倍频数通过微控制器的通信接口的中断,使微控制器获取所需测量的旋转机械的振动的转速倍频数*x*;转速频率通过微控制器的输入接口的中断,使微控制器接收与旋转电机的转速同频的转速电信号,通过微控制器的定时器测量转速电信号的周期*T*;时钟信号输出步骤:通过微控制器的PWM电路输出频率为*n_x/T*的时钟信号,供跟踪带通滤波电路输出频率为*x/T*的测量信号。

[0006] 旋转机械的应用越来越广泛,功率和速度大幅度提高,旋转机械内部结构、工况环境复杂,在线监测旋转机械振动信号较为困难,且现有的检测技术不能显示出旋转机械的运行时的振动响应曲线和相关图谱。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服上述现有技术的不足,公开了一种旋转机械振动在线监测方法与试验装置;试验装置通过各传感器测量采集旋转机械转子和壳体的振动信号,将采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库比较,如果数据超标则进行预警。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0009] 旋转机械振动在线监测试验装置,包括通过磁性吸附在旋转机械壳体内、外表面的强力磁座,位于壳体内表面的强力磁座上安装振动位移传感器I,所述的振动位移传感器I采集旋转机械的转子系统的径向振动位移信号;位于壳体外表面的强力磁座上安装振动加速度传感器I,所述的振动加速度传感器I采集旋转机械的壳体轴向和径向振动加速度信号;在旋转机械的旋转轴的轴承支座处安装测量旋转轴径向位移和测量轴向、径向加速度的振动位移传感器II和振动加速度传感器II,所述的振动位移传感器I、振动加速度传感器I、振动位移传感器II和振动加速度传感器II均与数据处理系统相连,所述的数据处理系统根据各个传感器的数据分析在不同工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱。

[0010] 进一步的,所述的振动位移传感器I包括多个,所述的多个振动位移传感器I沿着壳体内表面的圆周方向和轴线方向分布。沿圆周方向对称安装多个振动位移传感器I可以准确获得转轴上单个叶轮的径向振动信号,沿轴线方向安装多个振动位移传感器I可以测量整个转子系统的径向振动信号,所述的振动位移传感器I为无线非接触式激光位移传感器。

[0011] 这里所述的沿着壳体内表面的圆周方向和轴线方向分布的含义是指,沿着旋转轴的轴线方向,振动位移传感器I分布有多圈,每一圈又分布有多个振动位移传感器I,且多个振动位移传感器I相对于轴线对称。

[0012] 进一步的,所述的振动加速度传感器I包括多个,所述的多个振动加速度传感器I沿着壳体内表面的圆周方向和轴线方向分布,在圆周方向和轴线方向安装多个振动加速度传感器I可以准确测量整个旋转机械壳体的轴向和径向振动加速度信号。

[0013] 这里所述的沿着壳体内表面的圆周方向和轴线方向分布的含义是指,沿着轴线方向,振动加速度传感器I分布有多圈,每一圈又分布有多个振动加速度传感器I,且多个振动加速度传感器I相对于轴线对称。

[0014] 进一步的,所述的振动位移传感器I和振动加速度传感器I在轴线方向上间隔分布,可以更加进一步且较为准确获得振动信号。

[0015] 进一步的,所述的振动位移传感器II包括多个,所述的多个振动位移传感器II固定在轴承支座内表面,沿轴承支座的圆周方向以及轴线方向对称安装,测量旋转轴的径向振动位移信号。

[0016] 进一步的,所述的振动加速度传感器II包括多个,所述的多个振动加速度传感器II通过磁性接头固定在前后轴承座上,测量旋转轴的轴向加速度以及径向加速度。

[0017] 进一步的,沿着传动轴的轴线方向,在前后轴承座的前后表面上设置有振动加速度传感器II。

[0018] 进一步的,所述的振动位移传感器I采用激光位移传感器。

[0019] 进一步的,所述的振动位移传感器II采用电涡流位移传感器。

[0020] 本发明的数据处理方法如下:

[0021] 将振动位移传感器I、振动加速度传感器I、振动位移传感器II和振动加速度传感器II采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库中的数据进行比较,如果比较后数据超标,则进行预警;没有超标则正常工作。

[0022] 旋转机械测点选择遵循以下两点:

[0023] 一是测点能充分反映旋转机械转子的运行状态,具有信号稳定对故障敏感等特点;

[0024] 二是所选择的测点便于安装和测试,且尽量不干扰旋转机械的运行状态。考虑到旋转机械结构、噪音干扰等因素,在旋转机械壳体表面轴向和周向对称布置无线振动传感器。壳体内表面振动位移传感器沿周向对称安装,沿轴向根据转子结构不同安装n个。

[0025] 本发明通过各传感器测量采集旋转机械转子、支撑和壳体的振动信号,因为这三个位置的振动信号基本代表整个旋转机械了,测量三个位置的信号更加准确监测旋转机械振动,将采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库比较,如果数据超标则进行预警。

[0026] 本发明的有益效果如下:

[0027] 利用振动信号在线监测旋转机械的运行状态,建立旋转机械的振动信号数据库,把正常运行状态和超标故障状态识别出来,利用支持向量机对机械振动信号的分类,因此建立各种振动信号的SVM模型,对旋转机械不同状态下的振动信号进行分析。实时将各种传感器测量采集的振动信号与数据库比较,如果数据超标则进行预警。

[0028] 本发明可广泛用于电力、化工、航空、水利等行业的旋转机械,尤其对于核电、船舶、飞机、精密机械装备等轻量化、噪声、稳定性和可靠性要求高、安装空间狭小、工作环境恶劣苛刻等行业领域,有十分广阔的推广应用前景。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1是本发明试验装置结构示意图;

[0031] 图2是本发明数据处理系统功能流程图;

[0032] 附图中各标号的含义为:1.数据处理系统,2.旋转机械壳体,3.转子系统,4i.测量转子的无线非接触式激光位移传感器,5i.测量壳体无线振动加速度传感器,6i.测量旋转轴的振动加速度传感器,7i.测量旋转轴的电涡流位移传感器,8.旋转轴,9.联轴器,10.变速器,11.驱动电机,12.轴承支座。

[0033] 图中:A1、A2...An为无线振动加速度传感器布置点,B1、B2...Bn为无线非接触式激

光位移传感器,C1、C2...Cn为电涡流位移传感器布置点,D1、D2...Dn为加速度传感器布置点。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0035] 本发明提出一种新的旋转机械振动在线监测试验装置与分析方法,通过传感器测量壳体、支撑和转子的振动信号,将采集到的信号经过软件分析处理获得具体参数和相关的图谱,基于SVM分类器构建不同工况激励下旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库比较,如果属于数据库中的故障类型则进行预警。

[0036] 试验装置中包括旋转机械壳体2、转子系统3、旋转轴8、联轴器9、变速器10、驱动电机11和轴承支座12同轴线安装,试验装置运行时,驱动电机11旋转,驱动电机11与变速器10的输入轴相连接以改变转速,旋转轴8与变速器10的输出轴通过联轴器9联接,旋转轴8与转子系统3联接。

[0037] 在旋转机械壳体2外表面轴向和周向对称位置布置无线振动加速度传感器2;在旋转机械壳体4内表面沿轴向布置n个和沿周向对称布置无线非接触式激光位移传感器;测量旋转轴8的电涡流位移传感器固定在轴承支座12上,测量旋转轴8的振动加速度传感器通过磁性接头固定在轴承座12上。

[0038] 无线振动加速度传感器2沿着壳体内表面的圆周方向和轴线方向分布的含义是指,沿着轴线方向,无线振动加速度传感器2分布有多圈,每一圈又分布有多个无线振动加速度传感器2,且多个无线振动加速度传感器2相对于轴线对称。

[0039] 无线非接触式激光位移传感器沿着壳体内表面的圆周方向和轴线方向分布的含义是指,沿着轴线方向,无线非接触式激光位移传感器分布有多圈,每一圈又分布有多个无线非接触式激光位移传感器,且无线非接触式激光位移传感器相对于轴线对称。

[0040] 无线振动加速度传感器2和无线非接触式激光位移传感器在轴线方向上间隔分布。

[0041] 本发明的数据处理方法如下:

[0042] 将振动位移传感器I、振动加速度传感器I、振动位移传感器II和振动加速度传感器II采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库中的数据进行比较,如果比较后数据超标,则进行预警;没有超标则正常工作。

[0043] 本发明通过各传感器测量采集旋转机械转子、支撑和壳体的振动信号,因为这三个位置的振动信号基本代表整个旋转机械了,测量三个位置的信号更加准确监测旋转机械振动,将采集到的信号经过数据处理系统的软件分析处理获得各不同运行工况下各部件的振动响应曲线和相关图谱,构建不同工况激励下基于SVM分类器旋转机械振动响应数据库,实时测量采集的振动信号与数据库比较,如果数据超标则进行预警。

[0044] 各个传感器具体的安装方式如图1所示:

[0045] 在A1、A2...An处安装测量旋转机械壳体的振动加速度传感器5i,振动加速度传感器通过螺纹连接安装在旋转机械壳体4外表面的强力磁座上。

[0046] 在B1、B2...Bn处安装测量转子系统的激光位移传感器4i,激光位移传感器通过螺

纹连接安装在旋转机械壳体4内表面的强力磁座上。

[0047] 在C1、C2...Cn处安装测量旋转轴的电涡流位移传感器7i,其固定在轴承支座的内表面,沿轴承支座的径向方向和轴向方向设置。

[0048] 在D1、D2...Dn处安装测量旋转轴的振动加速度传感器6i,通过磁性接头固定在前后轴承座上,沿着传动轴的轴线方向,在前后轴承座的前后表面上设置有振动加速度传感器;测量旋转轴的轴向加速度以及径向加速度。

[0049] i表示从1到n的正整数。

[0050] 上述实施方式只是为说明本发明的工作原理而举的实例,并非是对本发明的实施方式的限定;对于本领域的技术人员来说,本发明可以有多种更改和变化,凡是在本发明技术方案的思想范围内所做的更改和变化均在本发明的保护范围之内。

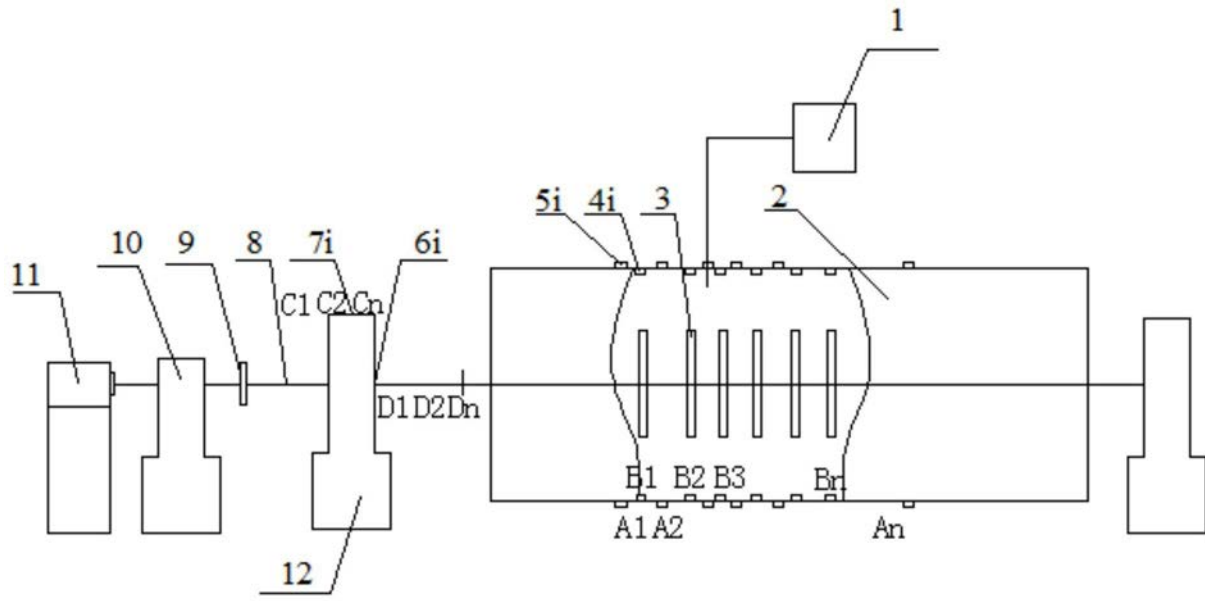


图1

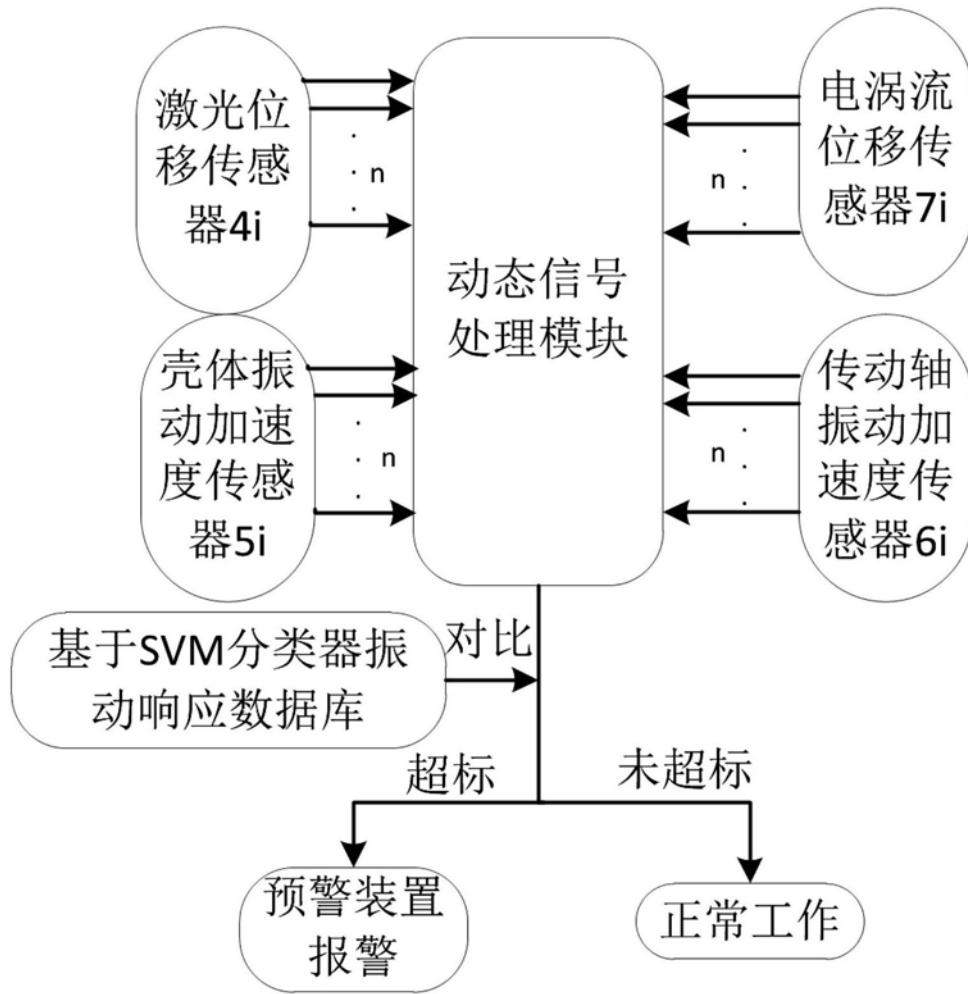


图2