



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106643906 B

(45)授权公告日 2019.05.10

(21)申请号 201611260550.2

G01L 1/24(2006.01)

(22)申请日 2016.12.30

审查员 赵曼

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106643906 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 北京金风科创风电设备有限公司

地址 100176 北京市大兴区北京经济技术开发区康定街19号

(72)发明人 聂峰

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 彭琼

(51)Int.Cl.

G01D 21/02(2006.01)

G01K 11/32(2006.01)

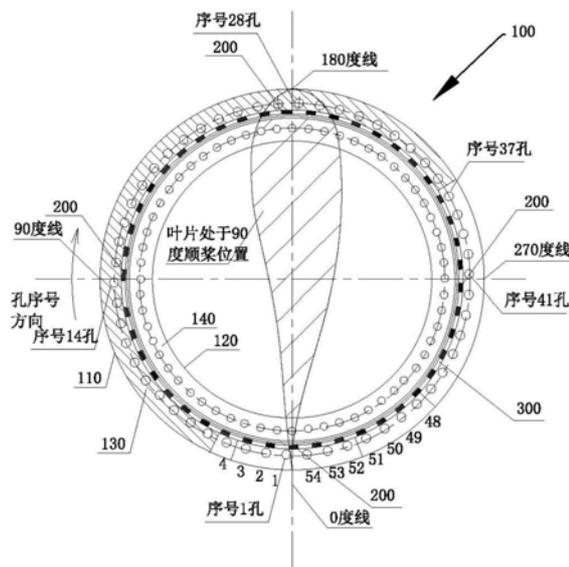
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

变桨轴承的监测方法和监测系统

(57)摘要

本发明涉及变桨轴承的监测方法和监测系统。变桨轴承(100)包括轴承端面(130,140)和被开设在所述轴承端面(130,140)上的螺栓孔(1~54),其特征在于,所述监测方法包括:利用光纤光栅传感测量系统(500)对所述轴承端面(130,140)或所述螺栓孔(1~54)的温度参数和应变参数进行监测;以及利用所述温度参数对所述轴承端面(130,140)或所述螺栓孔(1~54)的应变参数进行校正,以获得实际应变参数。



1. 一种变桨轴承(100)的监测方法,所述变桨轴承(100)包括轴承端面(130,140)和被开设在所述轴承端面(130,140)上的螺栓孔,其特征在于,所述监测方法包括:

预先建立所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系;

利用光纤光栅传感测量系统(500)对所述轴承端面(130,140)的温度参数和所述轴承端面(130,140)的所述应变参数进行监测;

利用所述轴承端面(130,140)的所述温度参数对所述轴承端面(130,140)的所述应变参数进行校正,以获得所述轴承端面(130,140)的实际应变参数;

根据所述轴承端面(130,140)的所述实际应变参数以及预先建立的所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系来获取所述螺栓孔的实际应变参数。

2. 一种变桨轴承(100)的监测方法,所述变桨轴承(100)包括轴承端面(130,140)和被开设在所述轴承端面(130,140)上的螺栓孔,其特征在于,所述监测方法包括:

预先建立所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系;

利用所述光纤光栅传感测量系统(500)对所述螺栓孔的温度参数和所述应变参数进行监测;

利用所述螺栓孔的所述温度参数对所述螺栓孔的所述应变参数进行校正,以获得所述螺栓孔的实际应变参数;

根据所述螺栓孔的所述实际应变参数以及预先建立的所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系来获取所述轴承端面(130,140)的实际应变参数。

3. 一种变桨轴承(100)的监测系统(800),所述变桨轴承(100)包括轴承端面(130,140)和被开设在所述轴承端面(130,140)上的螺栓孔,其特征在于,所述监测系统(800)包括:

光纤光栅传感测量系统(500),对所述轴承端面(130,140)的温度参数和应变参数进行监测;

校正单元(500a),利用所述轴承端面(130,140)的所述温度参数对所述轴承端面(130,140)的应变参数进行校正,以获得所述轴承端面(130,140)的实际应变参数;以及

获取单元(600),用于预先建立所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系,根据所述校正单元(500a)获得的所述轴承端面(130,140)的所述实际应变参数以及所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系来获取所述螺栓孔的实际应变参数。

4. 根据权利要求3所述的监测系统(800),其特征在于,所述光纤光栅传感测量系统(500)进一步用于,对所述螺栓孔的温度参数和应变参数进行监测;

所述校正单元(500a)进一步用于,利用所述螺栓孔的所述温度参数对所述螺栓孔的所述应变参数进行校正,以获得所述螺栓孔的实际应变参数;以及

所述获取单元(600)进一步用于,根据所述校正单元(500a)获得的所述螺栓孔的所述实际应变参数以及所述轴承端面(130,140)的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系来获取所述轴承端面(130,140)的实际应变参数。

5. 根据权利要求3或4所述的监测系统(800),其特征在于,所述光纤光栅传感测量系统(500)包括对所述轴承端面(130,140)和所述螺栓孔的所述温度参数和所述应变参数的光

信号进行采集的光纤光栅传感器(200),所述光纤光栅传感器(200)分别设置在所述轴承端面圆周的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 处。

6.根据权利要求5所述的监测系统(800),其特征在于,所述光纤光栅传感器(200)还设置在所述变桨轴承(100)的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 处的所述螺栓孔中。

7.根据权利要求5所述的监测系统(800),其特征在于,所述光纤光栅传感器(200)在所述轴承端面圆周的 0° 和 180° 处被设置多个。

8.根据权利要求6所述的监测系统(800),其特征在于,所述光纤光栅传感器(200)在所述螺栓孔的内壁沿轴向或径向被安装。

9.根据权利要求5所述的监测系统(800),其特征在于,所述光纤光栅传感测量系统(500)还包括对由所述光纤光栅传感器(200)采集到的光信号进行分析的光解调仪(400),所述光纤光栅传感器(200)通过光纤链路(300)与所述光解调仪(400)连接,所述光纤链路(300)的两端分别与所述光解调仪(400)连接。

变桨轴承的监测方法和监测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及轴承的监测技术领域,特别是涉及变桨轴承的监测方法和监测系统。

背景技术

[0002] 能源是社会经济和人类生活的主要物质基础,是社会发展的动力。然而,作为世界能源主要支柱的石油、煤炭、天然气等不可再生的能源的储量日趋减少,世界各个国家都在发展风力发电,风力发电作为新能源,已经形成了成熟的规模。

[0003] 风力发电机是将风能转换成电能的设备,在风力发电机中,变桨轴承作为叶片和轮毂的连接部件,在风力发电的变桨过程中起到了十分重要的作用。变桨是通过调整桨叶角度,改变气流对叶片的攻角,从而改变风电机组获取的空气动力,使风力发电机按照设计的输出功率输出。由于叶片重量和气动推力较大,变桨轴承要承受很大的载荷,尤其是变桨轴承的端面和用于连接的螺栓孔,可能会因为载荷过大而出现裂纹。而且,变桨轴承工作的环境恶劣,环境温度梯度大,变桨轴承也有可能因为温度的变化影响油脂的润滑和材料的特性而引起失效。由于变桨轴承结构应力复杂,工作温度场分布不均,为了提早预警,降低质量和安全事故,监测手段至关重要。

发明内容

[0004] 以往,监测轴承的技术手段不足,且无法全面考量轴承的受力特性。目前的手段是利用电阻应变片在可能的受力集中点进行安装测量,但是因为轴承本身应力集中区域安装空间和被侧面较小,加上电阻应变片测量只是单点应力测量,如果要描述线应力和面应力需要安装大量的电阻应变片、引线和采集设备通道,成本较高,操作困难,使用寿命短,加上变桨轴承工作环境有强磁场对监测结果有较大的影响。另外,如果要测量整个轴承的温度场分布,需额外加装温度传感器、布线和采集设备。

[0005] 本发明的目的在于提供一种变桨轴承的监测方法和监测系统,能够避免电磁干扰,延长使用寿命,安装和布线简单,并且能够降低变桨轴承的监测成本。

[0006] 本发明的一个方面提供了一种变桨轴承的监测方法,所述变桨轴承包括轴承端面和被开设在所述轴承端面上的螺栓孔,所述监测方法包括:利用光纤光栅传感测量系统对所述轴承端面或所述螺栓孔的温度参数和应变参数进行监测;以及利用所述温度参数对所述轴承端面或所述螺栓孔的应变参数进行校正,以获得实际应变参数。

[0007] 本发明的另一个方面提供一种变桨轴承的监测系统,变桨轴承包括轴承端面和被开设在所述轴承端面上的螺栓孔,所述监测系统包括:光纤光栅传感测量系统,对所述轴承端面或所述螺栓孔的温度参数和应变参数进行监测;以及校正单元,利用所述温度参数对所述轴承端面或所述螺栓孔的应变参数进行校正,以获得实际应变参数。

[0008] 根据上述的变桨轴承的监测方法和监测系统,使用光纤光栅传感测量系统代替了以往的电阻应变片。由于变桨轴承有时会处于高湿、烟雾、或雷电的工作环境中,光纤光栅传感器由光纤制得,光纤的绝缘性能好、耐腐蚀、化学性能稳定,无需电源驱动,且光纤光栅

传感器中传递的光信号不受电磁干扰的影响,在高湿、烟雾、雷电或电磁干扰的工作环境中,均可稳定使用。因此,能够避免电磁干扰,延长了使用寿命,安装和布线都很简单。另外,光纤光栅传感器能够通过裸光栅覆盖、微型传感器熔接等方式,组成与变桨轴承外圈端面、内圈端面以及外圈圆周面或螺栓孔等选定部位相应的形状,因此安装难度和安装成本均较低。

[0009] 根据上述的变桨轴承的监测方法和监测系统,使用光纤光栅传感测量系统对轴承端面的应变和温度进行监测,根据轴承端面的应变以及预先建立的轴承端面的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取螺栓孔的应变。即,只需要在变桨轴承的轴承端面上安装光纤光栅传感器,根据预定的变桨轴承的轴承端面的应变与变桨轴承的螺栓孔的应变的对应关系,就可得到变桨轴承的螺栓孔的应变,而不需要在变桨轴承的轴承端面和螺栓孔中都安装光纤光栅传感器,从而降低变桨轴承的轴承端面和螺栓孔的监测成本。另外,根据变桨轴承的轴承端面的应变以及预定的变桨轴承的轴承端面的应变与变桨轴承的螺栓孔的应变的对应关系,能够得到较准确的螺栓孔的应变,由此不需要在螺栓孔中安装传感器,螺栓孔中可以放置螺栓,保证了变桨轴承的使用寿命。因此,能够在确保变桨轴承的使用寿命的同时,得到较准确的螺栓孔内的应变的监测结果。或者,使用光纤光栅传感测量系统对螺栓孔的应变和温度进行监测,根据螺栓孔的应变以及预先建立的轴承端面的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取轴承端面的应变。即,同样地,只需要在变桨轴承的螺栓孔中安装光纤光栅传感器,根据预定的变桨轴承的轴承端面的应变与变桨轴承的螺栓孔的应变的对应关系,就可得到变桨轴承的端面和螺栓孔的应变,而不需要在变桨轴承的轴承端面和螺栓孔中都安装光纤光栅传感器,从而降低变桨轴承的轴承端面和螺栓孔的监测成本。

[0010] 根据上述的变桨轴承的监测方法和监测系统,在轴承端面圆周的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 处安装光纤光栅传感器,即采用环形布置方式来布置光纤光栅传感器。通过上述光纤光栅传感器的布置,能够准确评估变桨轴承的线或面应力以及温度场,优化了设计参数,降低了故障概率。

[0011] 根据上述的变桨轴承的监测方法和监测系统,在所述轴承端面圆周的 0° 和 180° 处设置多个测点安装所述光纤光栅传感器。由于在变桨轴承的轴承端面上的 0° 和 180° 处承载的载荷较大,在此处集中多点测量,从而能够更加准确测得此处的应力状态。

[0012] 根据上述的变桨轴承的监测方法和监测系统,在所述螺栓孔的内壁沿轴向或径向安装所述光纤光栅传感器。由于变桨轴承的螺栓孔的内壁裂纹更容易沿轴向或径向发生损坏,因此沿着轴向或径向布置光纤光栅传感器,从而能够更加准确测得螺栓孔的应力状态。

[0013] 根据上述的变桨轴承的监测方法和监测系统,光纤光栅传感器通过光纤链路与光解调仪连接,光纤链路的两端分别与光解调仪连接。由此能够同步地采集数据,可做到通讯故障冗余设计,即使光路中间某处故障,也不会影响整个光路的通讯测试。

附图说明

[0014] 下面将参考附图来描述本发明示例性实施例的特征、优点和技术效果。

[0015] 图1是示出本发明涉及的变桨轴承的结构的主视图;

[0016] 图2是示出本发明涉及的光纤光栅传感测量系统的构成图;

[0017] 图3是示出本发明涉及的变桨轴承的监测方法之一的流程图;

- [0018] 图4是示出本发明涉及的变桨轴承的监测方法之二的流程图；
- [0019] 图5例示出变桨轴承的外圈端面的应变与螺栓孔的应变的对应关系；
- [0020] 图6是示出本发明涉及的变桨轴承的监测系统的构成图。
- [0021] 在附图中，相同的部件使用相同的附图标记。附图并未按照实际的比例绘制。
- [0022] 标号说明
- [0023] 100变桨轴承；110轴承外圈；120轴承内圈；130外圈端面；140内圈端面；1~54螺栓孔；200光纤光栅应变和温度传感器；300光纤链路；400光解调仪；500光纤光栅传感测量系统；500a校正单元；600获取单元；700预警单元；800监测系统

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明的实施方式作进一步详细描述。以下实施例的详细描述和附图用于示例性地说明本发明的原理，但不能用来限制本发明的范围，即本发明不限于所描述的实施例。

[0025] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“若干”的含义是一个或者一个以上；“多个”的含义是两个或两个以上；术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“前端”、“后端”、“头部”、“尾部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0026] 变桨轴承作为叶片和轮毂的连接部件是风力发电机的变桨系统中的重要组成部分，其结构形式分为内齿型和外齿型两种。所谓内齿型是指轴承内圈带齿与驱动电机小齿轮啮合，其连接方式则是内圈通过螺栓与叶片连接，外圈通过螺栓与轮毂连接；外齿型是指轴承外圈带齿与驱动电机小齿轮啮合，其连接方式则是外圈通过螺栓与叶片连接，内圈通过螺栓与轮毂连接。以下，本实施例以外齿型变桨轴承为例进行说明。

[0027] 图1是示出本发明涉及的变桨轴承的结构的主视图。如图1所示，变桨轴承100包括轴承外圈110、轴承内圈120以及被开设在外圈端面130和内圈端面140上的用于连接叶片和轮毂的螺栓孔，在图1中例示了54个螺栓孔，并分别以序号1、2、3...54按照顺时针方向进行了标注。轴承外圈110通过螺栓与叶片（未图示）相连，轴承内圈120通过螺栓与轮毂（未图示）相连。轴承外圈110能够相对于轴承内圈120转动，从而改变叶片的迎风角度，使叶片保持为最佳的迎风状态。变桨轴承的内部结构形式包括双排球轴承等，变桨轴承不仅可以承受径向载荷，而且对于轴向载荷也有一定的承受能力。

[0028] 如上所述，在风力发电机中，变桨轴承在风力发电的变桨过程中起到了十分重要的作用。变桨是通过调整桨叶角度，改变气流对叶片的攻角，从而改变风电机组获取的空气动力，使风力发电机按照设计的输出功率输出。由于叶片重量和气动推力较大，变桨轴承要承受很大的载荷，尤其是变桨轴承的端面 and 用于连接的螺栓孔，可能会因为载荷过大而出现裂纹。而且，变桨轴承工作的环境恶劣，环境温度梯度大，变桨轴承也有可能因为温度的变化影响油脂的润滑和材料的特性而引起失效。由于变桨轴承结构应力复杂，工作温度场分布不均，为了提早预警，降低质量和安全事故，监测手段至关重要。

[0029] 为此，本发明的发明人潜心研究了一种监测手段，在变桨轴承的变桨轴承外圈端面、内圈端面、轴承外圈圆周面或螺栓孔中分别安装光纤光栅传感器代替以往的电阻应变

片来监测变桨轴承的变桨轴承外圈端面、内圈端面、轴承外圈圆周面或螺栓孔的例如应变、温度参数等,根据变桨轴承的变桨轴承外圈端面、内圈端面、轴承外圈圆周面和螺栓孔的应变参数来进行预警,防止变桨轴承在运行过程中损坏。即,本发明的监测对象是变桨轴承外圈端面、内圈端面以及轴承外圈圆周面及连接螺栓的螺栓孔的内孔壁,从而覆盖了轴承各个区域,以下,为了方便说明,在不必区分的情况下,有时将变桨轴承外圈端面、内圈端面以及轴承外圈圆周面统称为变桨轴承的轴承端面。由于变桨轴承的轴承端面与螺栓孔的应变参数之间具有一定联系,可以预先建立变桨轴承的轴承端面的应变参数和螺栓孔的应变参数的对应关系,详细情况后面叙述。

[0030] 如图1所示,在变桨轴承100的外圈端面130上设置光纤光栅应变和温度传感器200,光纤光栅应变和温度传感器200采集变桨轴承100的外圈端面130的例如应变、温度参数等的光信号。具体地说,在变桨轴承100的外圈端面130上的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 处各设置一个测点安装光纤光栅应变和温度传感器200,用于采集变桨轴承100的外圈端面130的应变和温度的光信号。在图1中,根据叶片的形状,外圈端面130的 0° 为叶片的后缘位置,外圈端面130的 180° 为叶片的前缘位置。进一步地,由于变桨轴承100的外圈端面130上的 0° 和 180° 处承载的载荷较大,因此可以在变桨轴承100的外圈端面130上的 0° 和 180° 处设置多个测点集中来安装光纤光栅应变和温度传感器200,比如,在 0° 处设置6个测点安装光纤光栅应变和温度传感器200。光纤光栅应变和温度传感器200通过裸光栅覆盖、微型传感器熔接等方式,组成与变桨轴承外圈端面等选定部位相应的形状。

[0031] 图2是示出本发明涉及的光纤光栅传感测量系统500的构成图。如图2所示,光纤光栅应变和温度传感器200通过光纤链路300与光解调仪400连接,光纤链路300的两端分别与光解调仪400连接。光解调仪400对由光纤光栅应变和温度传感器200采集的光信号进行分析,测得变桨轴承100的外圈端面130的应变和温度。光纤光栅应变和温度传感器200、光纤链路300和光解调仪400构成光纤光栅传感测量系统500。

[0032] 由于光纤光栅应变传感器的测试结果受到温度影响较大,需要进行温度补偿。

[0033] 应变及温度补偿计算方法如下所述。

[0034] 以其中一个光纤光栅应变传感器为例计算其应变,传感器初始中心波长: λ_0 (nm) (室温下测定,传感器自由状态时);

[0035] 预装在外圈端面130上后校正波长: λ_{S0} (单位nm, 25°C 下测定),传感器安装在外圈端面130上后传感器的中心波长发生了变化,传感器在安装完成后,可在现场测量温度 T_1 和波长 λ_1 后再通过表达式

[0036] $\lambda_{S0} = \lambda_1 - (T_1 - 25) * C_S$ 得到,

[0037] 产生应变后实际测量时读取波长: λ_{S1} (nm) (室温下测定)

[0038] 波长变化: $\Delta \lambda = \lambda_{S1} - \lambda_{S0}$

[0039] 光纤光栅应变传感器应变灵敏度: F_S ($\mu\epsilon / \text{pm}$)

[0040] 光纤光栅应变传感器的温度系数: C_S ($^{\circ}\text{C} / \text{pm}$)

[0041] 工作时产生的应变($\mu\epsilon$)计算公式:

[0042] $\Delta \epsilon = (\Delta \lambda - \Delta T * C_S) * F_S$

[0043] 其中,

[0044] ΔT 可通过光纤光栅温度传感器测量出来,其计算表达式为:

[0045] $\Delta T = (\lambda_{T1} - \lambda_{T0}) / C_T$

[0046] 光纤光栅温度传感器实际测量时读取波长： λ_{T1} (nm)

[0047] 光纤光栅温度传感器初始波长： λ_{T0} (nm, 室温下测定)

[0048] 光纤光栅温度传感器的灵敏度系数： C_T

[0049] 应力计算方法：

[0050] 应力 σ 的计算表达式为：

[0051] $\sigma = \Delta \varepsilon * E$

[0052] 其中 $\Delta \varepsilon$ 为应变变化量, E为变桨轴承外圈的材料的弹性模量。

[0053] 同理, 其他光纤光栅应变传感器测得的应力均可以通过以上的方法获取。通过以上的温度补偿, 能够获取变桨轴承的外圈端面130的实际的应力状态。

[0054] 如上所述, 由于变桨轴承的轴承端面与螺栓孔的应变参数之间具有一定联系, 因此可以预先建立变桨轴承的轴承端面的应变参数和螺栓孔的应变参数的对应关系。这里, 可以预先根据实验来得到变桨轴承的外圈端面的应变参数与螺栓孔的应变参数的对应关系。图5例示出变桨轴承的外圈端面的应变与螺栓孔的应变的对应关系。其中, X轴表示变桨轴承100的外圈端面130的应变, Y轴为螺栓孔的应变, R^2 是相关系数, 越接近1表示两者的相关性越高。这里, 由于在变桨轴承100的外圈端面130上的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 处各设置了一个测点, 与此对应的螺栓孔的序号为1、14、28、41。

[0055] 接着, 具体地说明本发明涉及的变桨轴承的监测方法。图3是示出本发明涉及的变桨轴承的监测方法之一的流程图。在步骤101中, 预先根据实验来得到变桨轴承100的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系。在步骤102中, 使用光纤光栅应变和温度传感器200采集变桨轴承100的外圈端面130的温度和应变的光信号, 由光解调仪400对由光纤光栅应变和温度传感器200采集的光信号进行分析, 测得变桨轴承100的外圈端面130的温度和应变。在步骤103中, 利用外圈端面130的温度对外圈端面130的应变进行校正, 以获得外圈端面130的实际应变。在步骤104中, 根据外圈端面130的实际应变以及变桨轴承100的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取螺栓孔的应变。在步骤105中, 将如上得到的变桨轴承100的外圈端面130的应变和螺栓孔的应变与预设的故障应变阈值进行比较, 根据比较结果发出预警。

[0056] 在以上的监测方法中, 使用光纤光栅传感测量系统500测得变桨轴承的外圈端面130的应变和温度, 根据测得的外圈端面130的应变以及变桨轴承100的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取螺栓孔的应变, 但是本发明涉及的监测方法不限于此, 也可以使用光纤光栅传感测量系统500测得螺栓孔的应变和温度, 根据测得的螺栓孔的应变以及变桨轴承100的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取变桨轴承100的外圈端面130的应变。

[0057] 具体地说, 在变桨轴承100的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 处的螺栓孔1、14、28、41中各设置一个测点安装光纤光栅应变和温度传感器200, 并在螺栓孔1、14、28、41的内壁沿轴向或径向安装光纤光栅应变和温度传感器200。图4是示出本发明涉及的变桨轴承的监测方法之二的流程图。在步骤201中, 预先根据实验来得到变桨轴承100的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系。在步骤202中, 使用光纤光栅应变和温度传感器200采集变桨轴承130的螺栓孔的应变和温度的光信号, 由光解调仪400对由光纤光栅应变和温度传感器200采集的

光信号进行分析,测得变桨轴承的螺栓孔的应变和温度。在步骤203中,利用螺栓孔的温度对螺栓孔的应变进行校正,以获得螺栓孔的实际应变。在步骤204中,根据螺栓孔的实际应变以及变桨轴承100的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取变桨轴承100的外圈端面130的应变。在步骤205中,将如上得到的变桨轴承100的螺栓孔的应变和外圈端面130的应变与预设的故障应变阈值进行比较,根据比较结果发出预警。

[0058] 在本实施例涉及的变桨轴承100的监测方法中,使用光纤光栅传感测量系统500代替了以往的电阻应变片。由于变桨轴承有时会处于高湿、烟雾、或雷电的工作环境中,光纤光栅传感器由光纤制得,光纤的绝缘性能好、耐腐蚀、化学性能稳定,无需电源驱动,且光纤光栅传感器中传递的光信号不受电磁干扰的影响,在高湿、烟雾、雷电或电磁干扰的工作环境中,均可稳定使用。因此,能够避免电磁干扰,延长了使用寿命,安装和布线都很简单。另外,光纤光栅传感器能够通过裸光栅覆盖、微型传感器熔接等方式,组成与变桨轴承外圈端面、内圈端面以及外圈圆周面或螺栓孔等选定部位相应的形状,因此安装难度和安装成本均较低。

[0059] 另外,若要监测螺栓孔的应变,需要在螺栓孔内安装传感器。为了保证传感器不被损坏,安装传感器的螺栓孔内不能够放置螺栓,但不放置螺栓的螺栓孔在变桨轴承运行过程中,会比较容易因为载荷较大而发生损坏,从而降低变桨轴承的使用寿命。若想得到较准确的螺栓孔的应变,则需要多个螺栓孔中安装传感器,但由于安装传感器的螺栓孔中不能放置螺栓,因此会带来风机运行安全隐患。若想要保证机组运行安全,就无法得到较准确的螺栓孔的应变。鉴于上述情况,在本实施例涉及的变桨轴承100的监测方法中,使用光纤光栅传感测量系统500对轴承外圈端面130的应变和温度进行监测,根据外圈端面130的应变以及预先建立的外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取螺栓孔的应变。即,只需要在变桨轴承100的轴承外圈端面130上安装光纤光栅应变和温度传感器200,根据预定的变桨轴承的轴承外圈端面130的应变与变桨轴承的螺栓孔的应变的对应关系,就可得到变桨轴承100的螺栓孔的应变,而不需要在变桨轴承100的轴承外圈端面130和螺栓孔中都安装光纤光栅应变和温度传感器200,从而降低变桨轴承100的轴承外圈端面130和螺栓孔的监测成本。另外,根据测得的变桨轴承100的轴承外圈端面130的应变以及预定的变桨轴承100的轴承外圈端面130的应变与变桨轴承100的螺栓孔的应变的对应关系,能够得到较准确的螺栓孔的应变,由此不需要在螺栓孔中安装传感器,螺栓孔中可以放置螺栓,保证了变桨轴承100的使用寿命。因此,能够在确保变桨轴承100的使用寿命的同时,得到较准确的螺栓孔内的应变的监测结果。

[0060] 或者,在本实施例涉及的变桨轴承的监测方法中,使用光纤光栅传感测量系统500对螺栓孔的应变和温度进行监测,根据螺栓孔的应变以及预先建立的轴承外圈端面130的应变与螺栓孔的应变的对应关系来获取轴承外圈端面130的应变。即,同样地,只需要在变桨轴承100的螺栓孔中安装光纤光栅应变和温度传感器200,根据预定的变桨轴承100的轴承外圈端面130的应变与变桨轴承100的螺栓孔的应变的对应关系,就可得到变桨轴承100的外圈端面130的应变,而不需要在变桨轴承100的轴承外圈端面130和螺栓孔中都安装光纤光栅应变和温度传感器200,从而降低变桨轴承100的轴承外圈端面130和螺栓孔的监测成本。

[0061] 另外,在本实施例涉及的变桨轴承100的监测方法中,在轴承外圈端面130圆周的

0°、90°、180°和270°处安装光纤光栅应变和温度传感器200,即采用环形布置方式来布置光纤光栅应变和温度传感器200。通过上述光纤光栅应变和温度传感器200的布置,能够准确评估变桨轴承100的线或面应力以及温度场,优化了设计参数,降低了故障概率。此外,光纤光栅应变和温度传感器200的布置点不限于此,也可以在轴承外圈端面130圆周的0°、45°、90°、135°、180°、225°和270°处安装光纤光栅应变和温度传感器200,由此能够更准确地评估变桨轴承100的线或面应力以及温度场。

[0062] 另外,在本实施例涉及的变桨轴承100的监测方法中,在轴承外圈端面130圆周的0°和180°处设置多个测点安装光纤光栅应变和温度传感器200。由于在变桨轴承100的轴承外圈端面130上的0°和180°处承载的载荷较大,在此处集中多点测量,从而能够更加准确测得此处的应力状态。

[0063] 另外,在本实施例涉及的变桨轴承100的监测方法中,在所述螺栓孔的内壁沿轴向或径向安装光纤光栅应变和温度传感器200。由于变桨轴承100的螺栓孔的内壁裂纹更容易沿轴向或径向发生损坏,因此沿着轴向或径向布置光纤光栅应变和温度传感器200,从而能够更加准确测得螺栓孔的应力状态。

[0064] 另外,在本实施例涉及的变桨轴承100的监测方法中,光纤光栅应变和温度传感器200通过光纤链路300与光解调仪400连接,光纤链路300的两端分别与光解调仪400连接。由此能够同步地采集数据,可做到通讯故障冗余设计,即使光路中间某处故障,也不会影响整个光路的通讯测试。

[0065] 以上,通过变桨轴承的监测方法实现了本发明的技术方案,但是也可以通过变桨轴承的监测系统实现本发明的技术方案。图6是示出本发明涉及的变桨轴承的监测系统的构成图。如图6所示,本发明涉及的变桨轴承的监测系统800包括:光纤光栅传感测量系统500,所述光纤光栅传感测量系统500对所述轴承端面或所述螺栓孔的温度参数和应变参数进行监测;校正单元500a,利用所述温度参数对所述轴承端面或所述螺栓孔的应变参数进行校正,以获得实际应变参数;获取单元600,所述获取单元600预先建立所述轴承端面的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系,并根据所述轴承端面的实际应变参数或者所述螺栓孔的实际应变参数以及预先建立的所述轴承端面的应变参数与所述螺栓孔的应变参数的对应关系来获取所述螺栓孔的应变参数或者所述轴承端面的应变参数;预警单元700,所述预警单元700将所述应变参数与预定的故障应变参数阈值进行比较,根据比较结果发出预警。由此,采用上述变桨轴承的监测系统800同样能够得到上述的技术效果。

[0066] 虽然已经参考优选实施例对本发明进行了描述,但在不脱离本发明的范围的情况下,可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是,只要不存在结构冲突,各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本发明并不局限于文中公开的特定实施例,而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

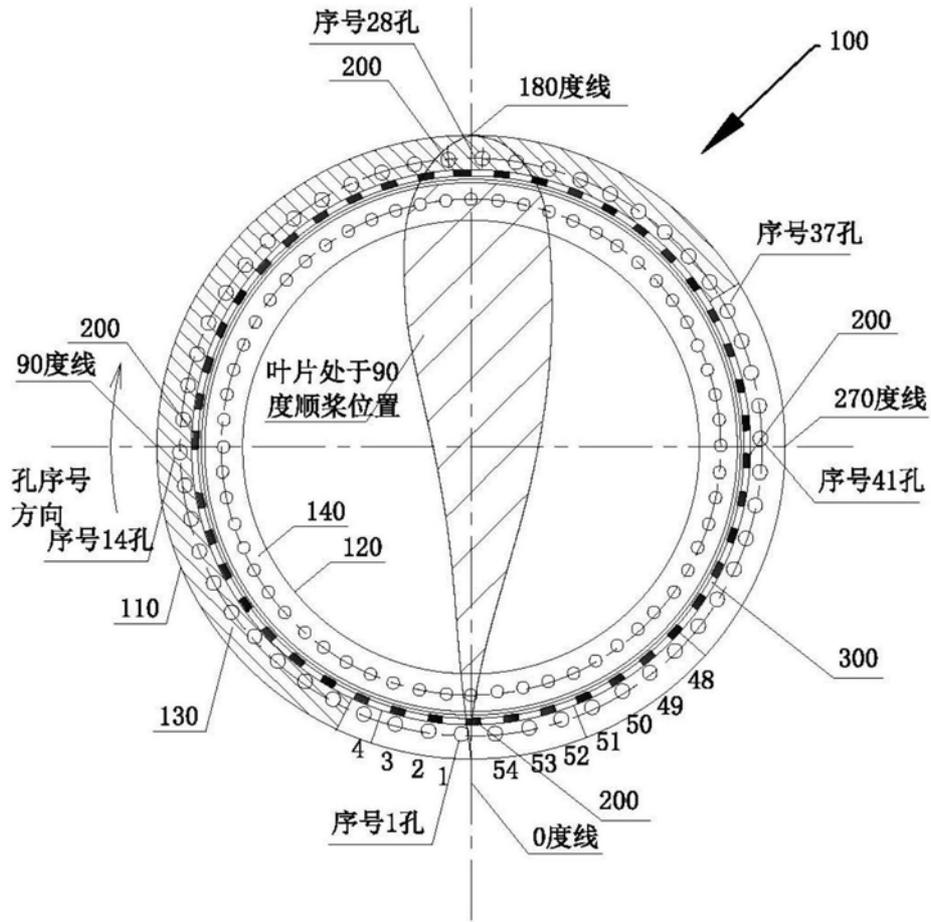


图1

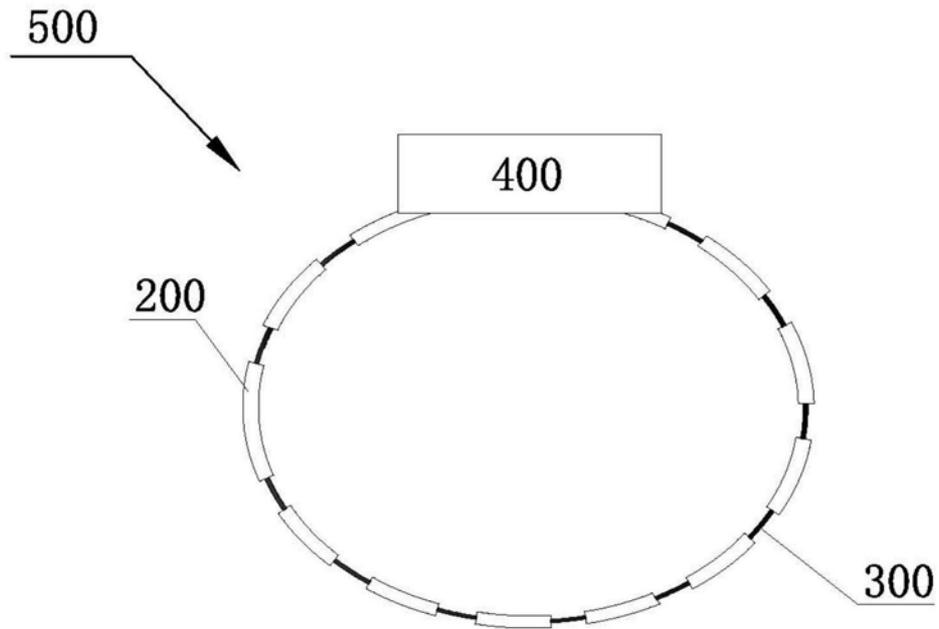


图2

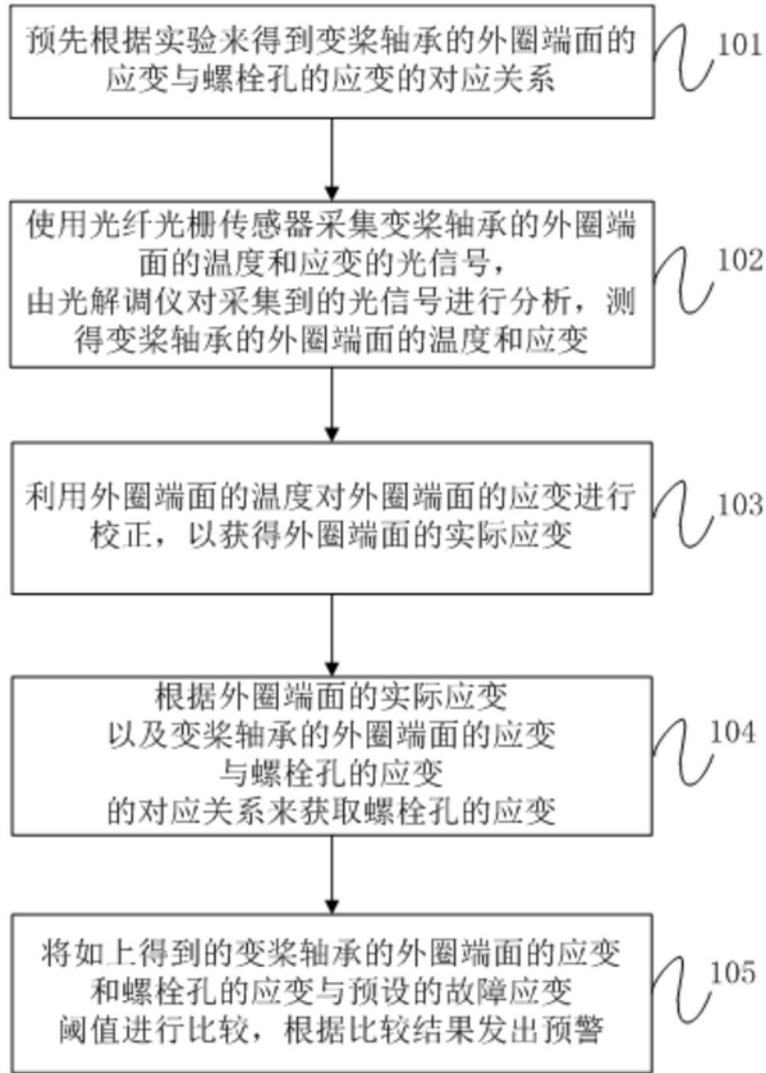


图3

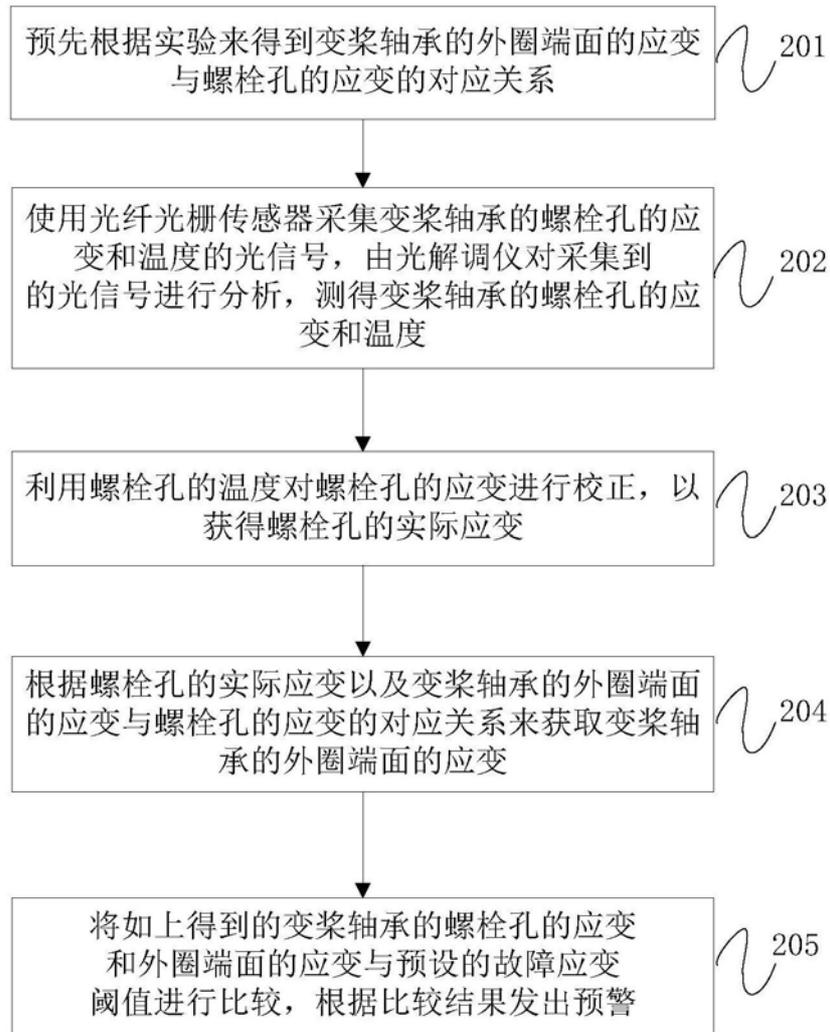


图4

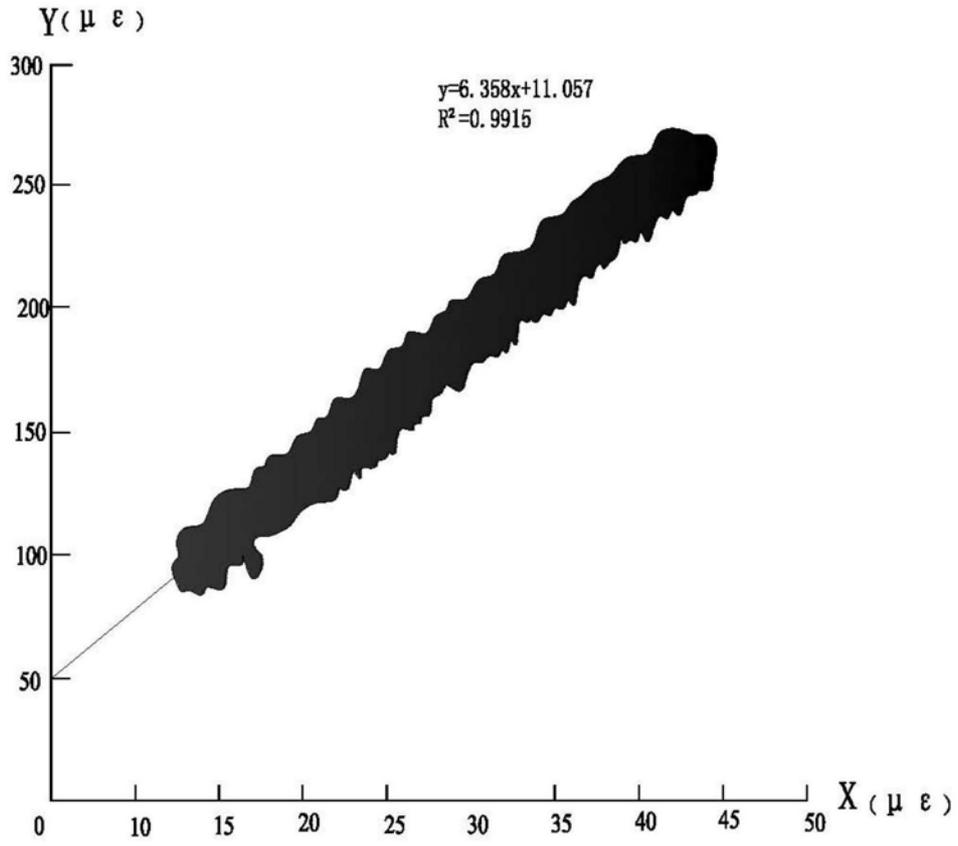


图5

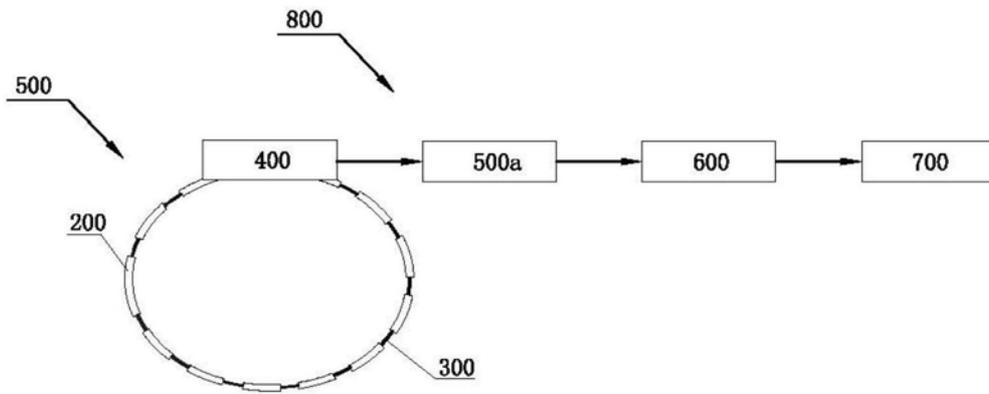


图6