



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109813485 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201910016556.2

(22)申请日 2019.01.08

(71)申请人 中国大唐集团新能源科学技术研究院有限公司

地址 100041 北京市石景山区实兴大街30号院3号楼2层A-1725房间

(72)发明人 吴智泉 刘蕴华 张新 吴春 冯强 孙涛 杨佳霖

(74)专利代理机构 北京中南长风知识产权代理事务所(普通合伙) 11674

代理人 郑海

(51)Int.Cl.

G01L 5/24(2006.01)

G01L 5/00(2006.01)

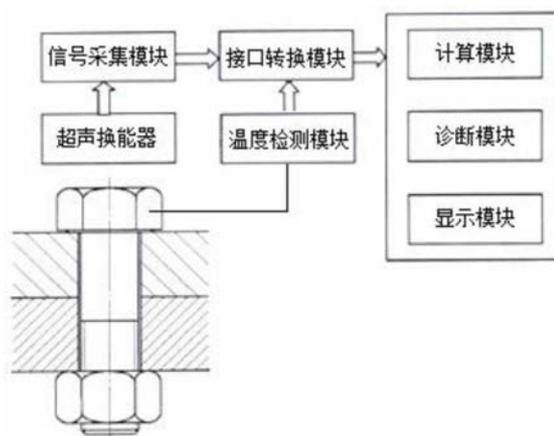
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

超声螺栓预紧力远程监测系统

(57)摘要

本发明涉及一种超声螺栓预紧力远程监测系统,包括压电传感式螺栓及螺栓预紧力监控装置,所述压电传感式螺栓通过在螺栓头部粘接一层压电陶瓷,或在真空环境下通过离子蒸汽沉积在螺栓顶面形成一复合层传感器制成;所述螺栓预紧力监控装置与所述压电传感式螺栓配合,用于针对在役螺栓,基于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系,得出螺栓残余预紧力,以确定是否需要对在役螺栓进行复拧。本发明能够实时监测在役螺栓的准确残余预紧力值,达到精确控制螺栓预紧力的目的,并能对在役螺栓进行提前预警及寿命预测。



1. 一种超声螺栓预紧力远程监测系统,其特征在於,包括压电传感式螺栓及螺栓预紧力监控装置,所述压电传感式螺栓通过在螺栓头部粘接一层压电陶瓷,或在真空环境下通过离子蒸汽沉积在螺栓顶面形成一复合层传感器制成;所述螺栓预紧力监控装置与所述压电传感式螺栓配合,用于针对在役螺栓,基于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系,得出螺栓残余预紧力,以确定是否需要对在役螺栓进行复拧。

2. 根据权利要求1所述的超声螺栓预紧力远程监测系统,其特征在於,所述复合层传感器由上及下依次为金属电极层、保护层及压电层。

3. 根据权利要求1所述的超声螺栓预紧力远程监测系统,其特征在於,所述螺栓预紧力监控装置包括超声换能器,以及信号采集模块、接口转换模块及分析处理装置;所述分析处理装置包括计算模块、诊断模块及显示模块;

所述超声换能器通过与压电传感式螺栓的头部接触产生超声波,由所述信号采集模块接收超声波在螺栓中传播的返回信号,并通过所述接口转换模块传输至所述分析处理装置进行分析处理;

所述计算模块用于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系计算螺栓残余预紧力值;

所述诊断模块用于根据所述残余预紧力值,判断螺栓的紧固状态,并进行提前预警及寿命预测;

所述显示模块用于显示所述残余预紧力值及所述诊断模块的诊断结果数据。

4. 根据权利要求3所述的超声螺栓预紧力远程监测系统,其特征在於,所述螺栓预紧力监控装置还包括用于检测螺栓温度的温度测量装置,所述温度测量装置通过所述接口转换模块与所述分析处理装置连接,用于分析处理过程中的温度补偿。

超声螺栓预紧力远程监测系统

技术领域

[0001] 本发明属于风电技术领域,尤其涉及一种超声螺栓预紧力远程监测系统。

背景技术

[0002] 高强度螺栓进行连接,由于受机件或装备螺栓质量和安装方面的影响,设备事故常有发生。其中,螺栓预紧力不足,造成螺栓松动,机件或装备运行振动过大,螺栓在长期服役下,剪切断裂,最终造成重大事故的比例较大。究其原因,首先,是螺栓本身质量不过关,设计制造过程中出现问题;其次,就是在安装及维护过程中螺栓预紧力不足,运行过程中振动造成的。

[0003] 排除螺栓的质量问题,螺栓失效的焦点就落在了安装施工和调试检修方面。在安装过程中,如果螺栓预载荷超过了范围上限,螺栓会发生塑性变形,甚至被拉断;如果螺栓预载荷小于范围下限,两连接部件中间会产生缝隙,在运行过程中,特别是恶劣工况时,机件的应力比正常时增加约95%,造成螺栓发生脆性断裂。

[0004] 螺栓法兰联接是风力发电、压力容器、石油化工设备及管道中应用极为广泛的一种可拆式静密封联接结构。法兰螺栓连接系统的主要失效形式是泄漏,而螺栓预紧是保证连接面不发生泄漏的重要环节之一。在螺栓联接中,螺栓在安装的时候都必须拧紧,即在联接承受工作载荷之前,预先受到力的作用,这个预加的作用力称为预紧力,预紧的目的在于增强联接的可靠性和紧密性,以防止受载后被联接件间出现缝隙或发生相对滑移。所以,在法兰螺栓联接中,准确的预紧力值,良好的控制精度对控制结合面的泄漏有重要的作用。因此,有必要对螺栓进行实时监测,以获取准确的预紧力值。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种超声螺栓预紧力远程监测系统,通过实时监测在役螺栓准确的残余预紧力,达到精确控制螺栓预紧力的目的。

[0006] 本发明提供了一种超声螺栓预紧力远程监测系统,包括压电传感式螺栓及螺栓预紧力监控装置,压电传感式螺栓通过在螺栓头部粘接一层压电陶瓷,或在真空环境下通过离子蒸汽沉积在螺栓顶面形成一复合层传感器制成;螺栓预紧力监控装置与压电传感式螺栓配合,用于针对在役螺栓,基于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系,得出螺栓残余预紧力,以确定是否需要对在役螺栓进行复拧。

[0007] 进一步地,复合层传感器由上及下依次为金属电极层、保护层及压电层。

[0008] 进一步地,螺栓预紧力监控装置包括超声换能器,以及信号采集模块、接口转换模块及分析处理装置;分析处理装置包括计算模块、诊断模块及显示模块;

[0009] 超声换能器通过与压电传感式螺栓的头部接触产生超声波,由信号采集模块接收超声波在螺栓中传播的返回信号,并通过接口转换模块传输至分析处理装置进行分析处理;

[0010] 计算模块用于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系计

算螺栓残余预紧力值；

[0011] 诊断模块用于根据残余预紧力值，判断螺栓的紧固状态，并进行提前预警及寿命预测；

[0012] 显示模块用于显示残余预紧力值及诊断模块的诊断结果数据。

[0013] 进一步地，螺栓预紧力监控装置还包括用于检测螺栓温度的温度测量装置，温度测量装置通过接口转换模块与分析处理装置连接，用于分析处理过程中的温度补偿。

[0014] 借由上述方案，通过超声螺栓预紧力远程监测系统，能够实时监测在役螺栓的准确残余预紧力值，达到精确控制螺栓预紧力的目的，并能对在役螺栓进行提前预警及寿命预测。

[0015] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，并可依照说明书的内容予以实施，以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

附图说明

[0016] 图1为本发明压电传感式螺栓的结构示意图；

[0017] 图2为本发明螺栓预紧力监控装置的结构示意图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。

[0019] 参图1、图2所示，本实施例提供了一种超声螺栓预紧力远程监测系统，包括压电传感式螺栓及螺栓预紧力监控装置，压电传感式螺栓通过在螺栓头部

[0020] (螺栓基体34) 粘接一层压电陶瓷，或在真空环境下通过离子蒸汽沉积在螺栓顶面形成一复合层传感器制成；螺栓预紧力监控装置与压电传感式螺栓配合，用于针对在役螺栓，基于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系，得出螺栓残余预紧力，以确定是否需要对在役螺栓进行复拧。

[0021] 在本实施例中，复合层传感器由上及下依次为金属电极层31、保护层32及压电层33。

[0022] 在本实施例中，螺栓预紧力监控装置包括超声换能器，以及信号采集模块、接口转换模块及分析处理装置；分析处理装置包括计算模块、诊断模块及显示模块；

[0023] 超声换能器通过与压电传感式螺栓的头部接触产生超声波，由信号采集模块接收超声波在螺栓中传播的返回信号，并通过接口转换模块传输至分析处理装置进行分析处理；

[0024] 计算模块用于超声横波、纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系计算螺栓残余预紧力值；

[0025] 诊断模块用于根据残余预紧力值，判断螺栓的紧固状态，并进行提前预警及寿命预测；

[0026] 显示模块用于显示残余预紧力值及诊断模块的诊断结果数据。

[0027] 在本实施例中，螺栓预紧力监控装置还包括用于检测螺栓温度的温度测量装置，温度测量装置通过接口转换模块与分析处理装置连接，用于分析处理过程中的温度补偿。

[0028] 下面对本发明作进一步详细说明。

[0029] 参图1所示,在螺栓头部(螺栓基体34)粘接一层压电陶瓷或通过离子蒸汽沉积,在真空环境下,在螺栓顶面形成一复合层传感器,制成压电传感式螺栓,第一层是金属电极层31,第二层是保护层32,第三层是压电层33。通过将螺栓预紧力监控装置与压电传感式螺栓配合即可实时精确测量螺栓预紧力。

[0030] 通过系统可以实现预紧力的实时高精度测量和控制,保证整个设备或结构工作的可靠性和安全性,且处理螺栓的成本远低于设备升级换代的成本。另外,利用离子蒸汽沉积方法在螺栓表面形成感应元件(复合层传感器),还可避免通过涂抹亲和剂来配合超声测量时受到耦合层均匀性、工件表面粗糙度、工作面与螺栓轴线的垂直度、两端面的平行度、操作人员的经验等不确定因素的干扰,致使超声测量在实际操作中存在数值离散度大、测量不确定度大的缺陷。

[0031] 该系统利用在应力条件下,超声纵波、横波具有不同声弹因子的特点,其超声横波在螺栓里传播的时间与超声纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力(轴力)成线性关系,对已经安装的螺栓可以在不拆卸的情况下,直接测量螺栓残余预紧力。

[0032] 超声横波在螺栓里传播的时间与超声纵波在螺栓里传播的时间与螺栓轴向应力的线性关系如下:

$$[0033] \quad \frac{T_T}{T_L} = \frac{T_{T0}}{T_{L0}} (1 + K * F/L) ;$$

[0034] 式中, T_T 为应力状态下横波回波时间; T_L 为应力状态下纵波回波时间; T_{T0} 为无应力状态下横波回波时间; T_{L0} 为无应力状态下纵波回波时间; K 为声弹常量; L 为螺栓装夹长度; F 为螺栓残余预紧力。

[0035] 为了保证联接的紧密性,以防止联接受载后结合面间产生缝隙,应使 $F \geq 0$ 。推荐采用的 F 为:对于有紧密性要求的联接, $F = (1.5-1.8)F$;对于一般的联接,工作载荷稳定时, $F = (0.6-1.8)F$;工作载荷不稳定时, $F = (0.6-1.0)F$ 。

[0036] 通过准确测量在役螺栓残余预紧力,可以确定在役螺栓是否需要复拧,以保证联接的紧密性。

[0037] 参图2所示,一种螺栓预紧力监控系统(可采用远程监控方式,也可采用便携式设计)包括用于与螺栓头部连接的超声换能器、信号采集模块、温度检测模块、接口转换模块及分析处理装置,分析处理模块包括计算模块,诊断模块及显示模块。

[0038] 螺栓头部粘接有一层压电陶瓷或在真空环境下通过离子蒸汽沉积在螺栓顶面形成一复合层传感器(可采用图1所示的结构),制成压电传感式螺栓。超声换能器(探头)与螺栓头部接触产生高压电脉冲,电脉冲加到压电层(压电陶瓷),使其产生超声波,超声波(包括横波及纵波)在螺栓中传播,返回信号由信号采集模块接收后,经接口转换模块转换后,进入分析处理装置分析处理,对螺栓进行实时监控与诊断,获取螺栓的残余预紧力,判断螺栓的紧固状态,并进行提前预警及寿命预测,通过显示模块实时显示螺栓监控与诊断数据。

[0039] 为了在实时监控过程中进行温度补偿,该系统在设有用于检测螺栓温度的温度检测模块,温度检测模块与螺母连接,测得的温度值由接口转换模块传给分析处理装置,用于温度补偿。

[0040] 通过该螺栓实时监控与诊断系统可实现对多个风机螺栓的远程实时监控,如可将

超声换能器主机安装在塔筒底部,通过分线器连接多个探头对各个螺栓进行检测,超声换能器主机与监控中心进行通信,实现远程监控。通过将每颗被监控螺栓设置唯一的ID,系统通过识别此ID,即可实现对每一颗需监控螺栓进行管理。

[0041] 本发明具有如下技术效果:

[0042] 1) 能够以智能化可视化模式,实现对风电机组螺栓的规范化、精细化管理,全面准确地掌控风电机组螺栓在全寿命周期内的缺陷损伤情况和残余寿命状况。

[0043] 2) 螺栓紧力控制精确度高。

[0044] 3) 实现多模块、多点数据采集、检测与数据传输,实现了实时数据检测、采集与处理,取代了以往大量数据传输模式,优化为先处理后选择性传输。

[0045] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,并不用于限制本发明,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

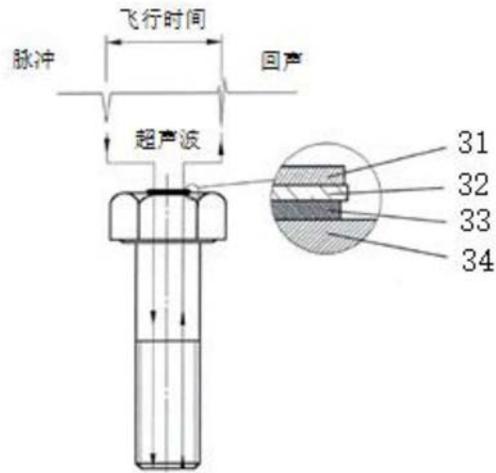


图1

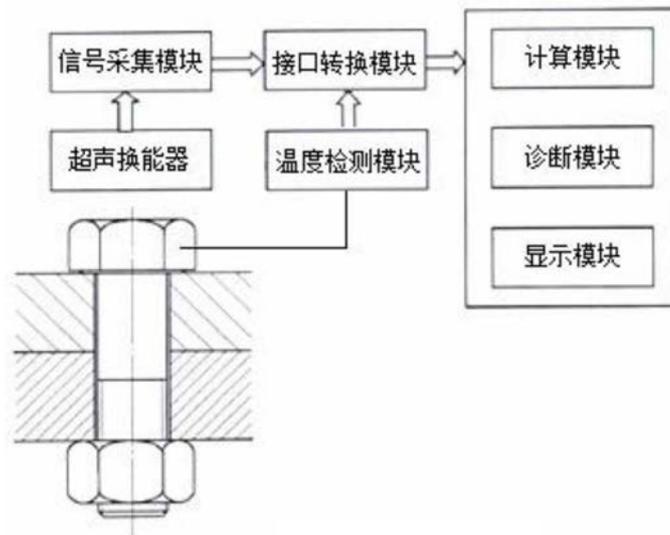


图2