



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104019000 B

(45)授权公告日 2017.03.15

(21)申请号 201410282778.6

审查员 朱钰荣

(22)申请日 2014.06.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104019000 A

(43)申请公布日 2014.09.03

(73)专利权人 宁夏银星能源股份有限公司

地址 750021 宁夏回族自治区银川市西夏区六盘山西路166号

(72)发明人 丁钧 孙樵 王春秀 李卫东

常松山 纪牟赫

(74)专利代理机构 宁夏专利服务中心 64100

代理人 赵明辉

(51)Int.Cl.

F03D 80/50(2016.01)

F03D 17/00(2016.01)

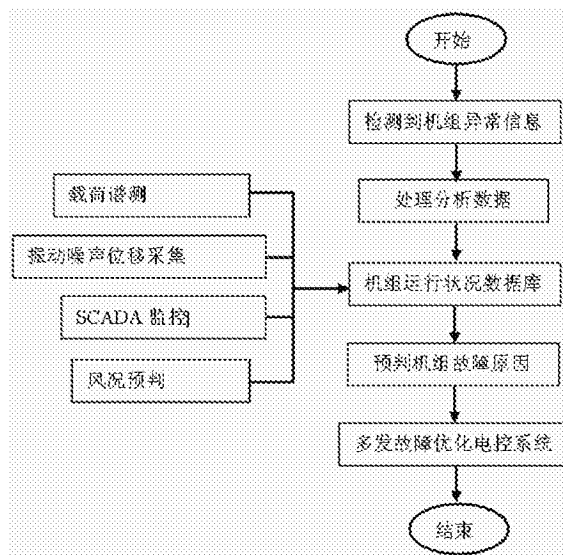
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统

(57)摘要

本发明涉及一种风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统。包括数据采集与监视控制系统,其特点是:所述数据采集与监视控制系统的主机与风电机组主控系统连接通信从而获取风电机组的运行、报警数据,该主机还分别与风电机组载荷谱测定单元连接通信从而测定风电机组的运行载荷谱,还与风电机组传动链采集单元连接通信从而采集风电机组传动链的振动、噪声和位移,并且还与风电场风资源分布数据单元连接。本发明提供了一种风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统,该系统通过检测风力发电机的运行状态,建立运行情况数据库,研究风机主要失效形式的机理,实现对风电机组的前瞻性维护。



1. 一种风力发电机组的前瞻性维护方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1)首先,通过数据采集与监视控制系统的主机分别记录风力发电机组正常运行时和故障时的状态数据,并且将由风力发电机组载荷谱测定单元测定的风力发电机组的运行载荷谱信息,以及由风力发电机组传动链采集单元采集的风力发电机组传动链的振动、噪声和位移信息,与前述风力发电机组正常运行时和故障时的状态数据建立一一对应关系,标记出发生故障前的异常数据特征,根据该对应关系确定风力发电机组正常运行时状态的阈值范围,建立风力发电机组实际运行数据库;

(2)当数据采集与监视控制系统的主机通过风力发电机组载荷谱测定单元或风力发电机组传动链采集单元检测到风力发电机组的状态数据不在正常运行时状态的阈值范围内后,首先与风力发电机组主控系统连接通信获取当前风力发电机组的运行、报警数据,然后根据步骤(1)中建立的风力发电机组正常运行时和故障时的状态数据的一一对应关系,结合故障前的异常数据特征,通过分析异常信号,找出风力发电机组潜在的故障可能,从而在风力发电机组运行数据异常的初期就做出诊断并且给出预先的故障告警,提前判断出机组可能发生的故障及其原因。

2. 如权利要求1所述的风力发电机组的前瞻性维护方法,其特征在于:步骤(2)中分析异常信号时需要查询风力发电场风资源分布数据单元中的信息,在给出预先的故障告警中告知合理的检修维护时机,从而尽量避开风况好的时期。

3. 如权利要求1所述的风力发电机组的前瞻性维护方法,其特征在于:步骤(1)中风力发电机组正常运行时和故障时的状态数据包括叶片变桨角度、叶片变桨速率、主轴转速、发电机转速、风速、发电机输出功率、主轴轴承温度、高速轴轴承温度、变桨轴承温度、发电机温度、齿轮箱温度、变流器温度和变桨液压缸压力、蓄能器压力、偏航制动压力。

4. 如权利要求1所述的风力发电机组的前瞻性维护方法,其特征在于:步骤(1)中建立风力发电机组实际运行数据库具体是:

首先,依据风力发电场风资源数据和风力发电机组技术规范,用GH bladed风力发电机组仿真软件计算机组各工况的载荷;选取代表性测定时间测定风力发电机组实际叶片载荷和主轴载荷,对仿真和实测载荷数据经滤波、离散处理后,完成获取风力发电机组载荷谱时间序列;

通过风力发电机组传动链采集单元获取机组传动链振动、噪声和位移信号,同时依据叶片载荷和主轴载荷数据,并耦合风力发电机组自身的数据采集与监视控制系统的数据;

然后,将以上数据经过提取分析、归类,具体包括载荷、振动、位移、噪声信号的时域、频域分析,然后根据风力发电机组常见的失效形式经验,处理确定某种失效形式所对应的异常信息,将数据中对应异常参数及相应失效形式实现一一对应,从而提前预测快速定位;

最后,获取风力发电机组设计载荷及依据,完善风力发电场前瞻性维护体系,建立失效形式与数据表征一一对应数据库及可视化界面。

风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统。

背景技术

[0002] 国内新型清洁能源的优势日益彰显,风力发电机组装机容量的不断攀升,而随着机组运行时间的增加,机组陆续开始出现部件问题(如叶片、主轴轴承、控制器等)。风机运行维护困难、监控体系落后,匮乏的失效机理分析及应对策略,造成维护不能及时进行,以及风况好时被迫停机,给风电运营商带来巨大的经济损失,因此迫切希望通过完善的机组维护系统提高风电机组的设备利用率,降低运维成本。

发明内容

[0003] 本发明的目的之一是提供一种风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统,能够建立风电机组运行情况数据库,同时根据故障诊断机制,实现对风力发电机组的前瞻性维护;

[0004] 本发明的目的之二是提供一种风力发电机组的前瞻性维护方法,能够建立风电机组运行情况数据库,同时根据故障诊断机制,实现对风力发电机组的前瞻性维护。

[0005] 一种风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统,包括数据采集与监视控制系统,其特别之处在于:所述数据采集与监视控制系统的主机与风电机组主控系统连接通信从而获取风电机组的运行、报警数据,该主机还分别与风电机组载荷谱测定单元连接通信从而测定风电机组的运行载荷谱,还与风电机组传动链采集单元连接通信从而采集风电机组传动链的振动、噪声和位移,并且还还与风电场风资源分布数据单元连接。

[0006] 其中风电机组载荷谱测定单元包括分别安装在风电机组3个叶片内和3个变桨法兰处的光纤载荷传感器,以及在主轴上沿径向间隔120度安装的总共3个应变片,从而用于测量3个叶片施加于主轴的转矩是否平衡,并且上述所有传感器和应变片均通过DSP与数据采集与监视控制系统的主机连接。

[0007] 其中风电机组传动链采集单元包括分别安装在风电机组的叶片根部、齿轮箱、主轴和机舱架处的加速度传感器,以及分别安装在轮毂和齿轮箱处的噪声传感器,还包括在主轴轴向安装的位移传感器,并且上述所有传感器均通过DSP与数据采集与监视控制系统的主机连接。

[0008] 其中风电场风资源分布数据单元采用安装有风电场风资源分布数据库的计算机。

[0009] 一种风力发电机组的前瞻性维护方法,其特别之处在于,包括如下步骤:

[0010] (1)首先,通过数据采集与监视控制系统的主机分别记录风电机组正常运行时和故障时的状态数据,并且将由风电机组载荷谱测定单元测定的风电机组的运行载荷谱信息,以及由风电机组传动链采集单元采集的风电机组传动链的振动、噪声和位移信息,与前述风电机组正常运行时和故障时的状态数据建立一一对应关系,标记出发生故障前的异常数据特征,根据该对应关系确定风电机组正常运行时状态的阈值范围,建立风机实际运行

数据库；

[0011] (2)当数据采集与监视控制系统的主机通过风电机组载荷谱测定单元或风电机组传动链采集单元检测到风电机组的状态数据不在正常运行时状态的阈值范围内后,首先与风电机组主控系统连接通信获取当前风电机组的运行、报警数据,然后根据步骤(1)中建立的风电机组正常运行时和故障时的状态数据的一一对应关系,结合故障前的异常数据特征,通过分析异常信号,找出风电机组潜在的故障可能,从而在风电机组运行数据异常的初期就做出诊断并且给出预先的故障告警,提前判断出机组可能发生的故障及其原因。

[0012] 步骤(2)中分析异常信号时需要查询风电场风资源分布数据单元中的信息,在给出预先的故障告警中告知合理的检修维护时机,从而尽量避开风况好的时期。

[0013] 步骤(1)中风电机组正常运行时和故障时的状态数据包括叶片变桨角度、叶片变桨速率、主轴转速、发电机转速、风速、发电机输出功率、主轴轴承温度、高速轴轴承温度、变桨轴承温度、发电机温度、齿轮箱温度、变流器温度和变桨液压缸压力、蓄能器压力、偏航制动压力。

[0014] 步骤(1)中建立风机实际运行数据库具体是：

[0015] 首先,依据风电场风资源数据和风机技术规范,用GH bladed风电机组仿真软件计算机组各工况的载荷;选取代表性测定时间测定风机风场实际叶片载荷和主轴载荷,对仿真和实测载荷数据经滤波、离散处理后,完成获取风电机组载荷谱时间序列；

[0016] 通过风电机组传动链采集单元获取机组传动链振动、噪声和位移信号,同时依据叶片载荷和主轴载荷数据,并耦合风电机组自身的数据采集与监视控制系统的数据库；

[0017] 然后,将以上数据经过提取分析、归类,具体包括载荷、振动、位移、噪声信号的时域、频域分析,然后根据风电机组常见的失效形式经验,处理确定某种失效形式所对应的异常信息,将数据中对应异常参数及相应失效形式实现一一对应,从而提前预测快速定位；

[0018] 最后,获取风机设计载荷及依据,完善风场前瞻性维护体系,建立失效形式与数据表征一一对应数据库及可视化界面。

[0019] 本发明提供了一种风力发电机组的载荷谱测定与前瞻性维护系统及方法,该系统通过检测风力发电机的运行状态,建立运行情况数据库,研究风机主要失效形式的机理,实现对风电机组的前瞻性维护。该系统能测定机组运行载荷谱,通过实时监测机组振动、噪声、转速等状态,结合机组SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)监控系统,归集风电机组正常运行和故障报警时采集的相关数据并经处理后,建立风电机组运行情况数据库,同时根据故障诊断机制,实现对风力发电机组的前瞻性维护。

附图说明

[0020] 附图1为本发明中建立风机实际运行数据库原理框图；

[0021] 附图2为本发明进行风机故障预判的原理框图。

具体实施方式

[0022] 如图1、2所示,风电机组载荷谱测定单元(简称模块一)的功能是测定风力发电机(风机、风电机组)的运行载荷谱。该单元在风力发电机组3个叶片内和3个变桨法兰出分别安装光纤载荷传感器,在主轴径向每隔120度装设应变片,用于检测3个叶片作用于主轴的

转矩。传感器、应变片信号经DSP处理后,将数据离散化后,剔除异常数据取均值,按机组不同的运行工况,确定风力发电机组叶片、轮毂、主轴的载荷谱。

[0023] 风电机组传动链采集单元(简称模块二)主要采集机组传动链的振动、噪声和位移。具体是在叶片根部、齿轮箱、主轴和机舱架安装加速度传感器,监测叶片的低阶挥舞、摆振频率,齿轮箱的振动频率和塔架的固有频率,并由DSP完成信号时域、频域分析;在轮毂和齿轮箱处安装噪声传感器,监测机组传动链噪声情况;在主轴轴承处安装位移传感器,采集主轴轴向位移信号。

[0024] 数据采集与监视控制系统(简称模块三)采用耦合监控系统配合SCADA软件,与风机主控系统通信获取机组运行、报警时的数据,包括变桨角度、变桨速率、主轴轴转速、发电机转速、风速、功率、温度和压力等数据。

[0025] 风电场风资源分布数据单元(简称模块四)安装有数据库的计算机。该单元记录风场测风塔的风资源数据,作为预估风机近期发电量的判据。

[0026] 前瞻性维护方法具体如下:

[0027] 首先,记录风电机组正常运行和故障时的状态数据,将系统模块一的运行载荷谱数据、模块二的振动噪声位移信号、模块三的机组转速等综合信号,根据工况建立一一对应关系,处理分析后确定机组正常运行数据(并确定阈值范围),标记发生故障前的异常数据特征,将历史数据建立风机实际运行数据库。

[0028] 当系统检测到机组数据异常时,首先,根据模块三确定机组工况,得到机组转速、桨矩角等相关信息。在此工况下,根据模块一判据机组是否存在载荷异常,导致机组部件失效。再根据模块二,检测机组传动链是否振动过大或产生轴向位移,通过分析异常信号,找出机组潜在的故障可能,发现频谱上缺陷频率。在机组运行数据异常初期做出判断,进行预测故障告警,判断机组可能发生的故障及其原因。同时,系统根据模块四的风况信息,尽量避开风况好的时期,及时检修维护风电机组。

[0029] 另一方面,由于风力发电机组电控系统的控制策略,需要根据设计载荷和风电场的风况进行优化。因此,将本系统检测到的风电机组多发故障,结合模块一测定的载荷谱,优化风机独立变桨系统的控制策略,以达到平衡机组载荷,降低机组加速度的目的,提高设备的可靠性。

[0030] 以某公司检修的两台兆瓦级风力发电机组故障为例:

[0031] 例一:一台风电机组告警为高速轴运转异常,拆机检查后发现高速轴轴承出现胶合,并未导致其他部件失效,维修成本大概2万左右,但是由于维修期间正处在发电饱满期,由此造成饱满期发电量损失20万。

[0032] 如果采用前瞻性维护策略,一方面完全可以根据风资源分布数据单元(简称模块四)实现避开饱满期的维修。另一方面,轴承胶合原因可能是由载荷过大或者温控失灵造成轴承温度过热。这里,载荷过大可由载荷谱测定单元(简称模块一)模块判断,如果轴承长期运行在超出设计载荷的工况下,系统判断出故障原因,可以通过调整变桨系统的控制策略减小轴承受力,降低该故障发生的可能性;若是温控失灵造成轴承温度过热,造成轴承胶合,可由数据采集与监视控制系统(简称模块三),通过高速轴轴承处的温度传感器判断出故障原因,并更换温控开关解决机组故障。

[0033] 例二:另一台为齿轮、轴承出现破坏性失效,齿轮箱判定为报废,拆解齿轮箱分析

原因为:合箱螺栓松动,未及时发现运行异常,齿轮和轴承经长时间错位运行,最终报废,直接经济损失70万。

[0034] 这种情况完全可以在齿轮运行失常初期便做出判断。当齿轮箱合箱螺栓松动时,必然造成传动链振动、噪声或位置异常,应用风电机组传动链采集单元(简称模块二)采集的加速度、噪声和位移信号,判断这些数据在机组相应的工况下是否在正常的阈值范围。当出现异常时,排查原因,发现合箱螺栓松动,及时紧固螺栓,避免损失。

[0035] 就一期50MW容量的风电场来说,完成前瞻性维护体系的建立,维护成本大大降低,预计降低度电成本的2%计算,每年可节约200万的维护成本。提前做好维护准备工作,对出现多台故障可以合理安排吊装及备件,将多次维修合并在一起。通过追踪风机的失效模式,可以延长风机的维修间隔;通过追踪风机的状态,风场可以预计风机继续运行的时间。通过本发明的应用实施,可降低风电机组的维护成本,提高机组设备利用率,从而大幅提高风电场运营的经济效益。

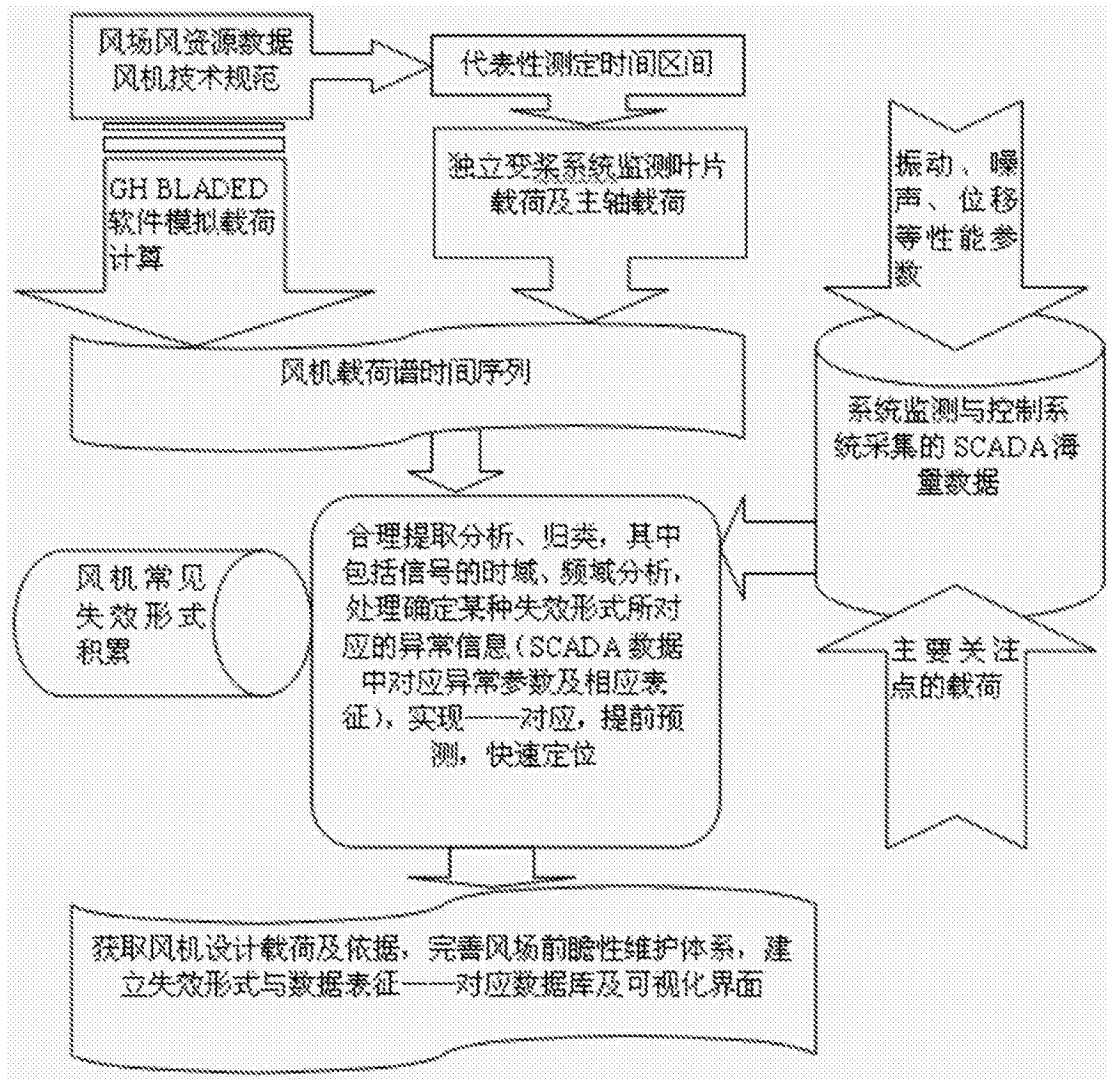


图1

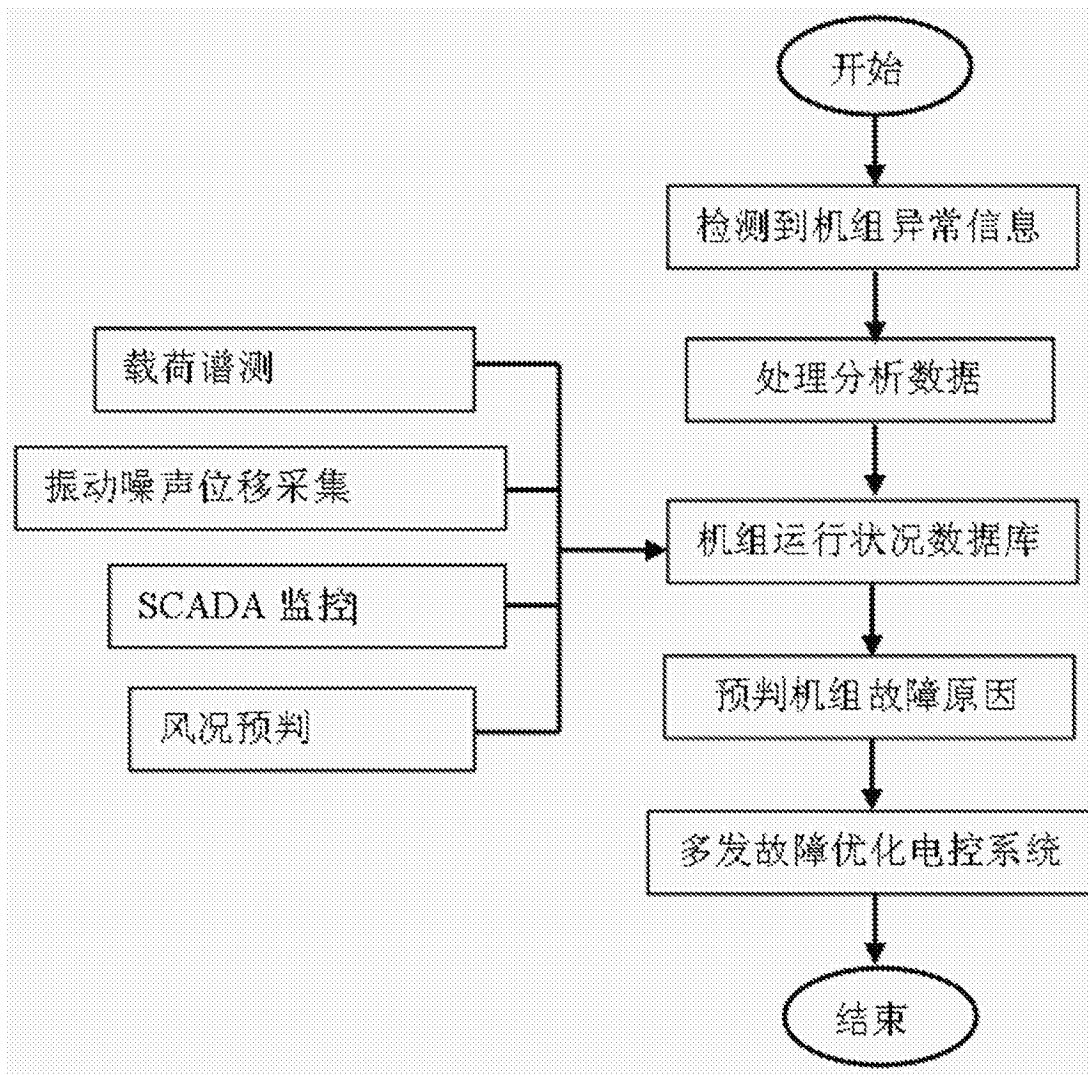


图2