



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103645060 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310553803. 5

(22) 申请日 2013. 11. 08

(71) 申请人 北京能高自动化技术股份有限公司  
地址 100081 北京市海淀区上园村3号交大知行大厦6层

(72) 发明人 贾利民 刘展 庞宇 雷涛  
童亦斌

(74) 专利代理机构 北京正理专利代理有限公司  
11257  
代理人 张文祎

(51) Int. Cl.  
G01M 99/00 (2011. 01)

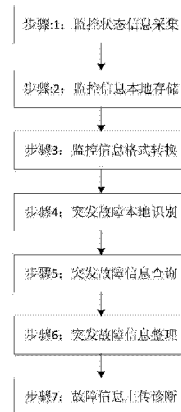
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法

(57) 摘要

本发明提出一种基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法。该方法通过分布式风力发电机组本地信息实时监测处理,动态识别突发性故障,并通过数据存储装置对突发性故障数据进行存储,有效解决了风力发电机组突发性故障监控数据难以获取问题,极大的提高了风电状态监控效率和有效性。



1. 基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,该诊断方法包括如下步骤:

- 1) 监控数据采集系统对风力发电机组的传感器监控的数据进行分析处理;
- 2) 本地存储模块对所述分析处理后的监控数据按照监控时间段进行存储;
- 3) 对所述存储的监控数据进行格式转换,转换为能直接进行突发故障判断的参考变量信息;
- 4) 对所述参考变量信息进行智能逻辑判断,判断是否为突发性故障,并推理故障的起始与结束时间;
- 5) 根据所述步骤 4 中的起始与结束时间,对所述突发故障信息进行查询;
- 6) 对所述查询信息数据进行整理;
- 7) 将整理后的数据信息发送至监控上位机,由监控上位机进行故障诊断分析。

2. 根据权利要求 1 所述的基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,所述步骤 1 中的数据进行分析处理包括对监控数据进行采集及滤波,滤除监控数据中的噪声,并将监控数据转换为数字信号。

3. 根据权利要求 1 所述的基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,所述监控信息包括风力发电机组及其组件转速、温度、压力、振动、应力、扭矩、油品油质、视频、音频、风速、安防、电网信息或者上述中的多种信息。

4. 根据权利要求 1 所述的基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,所述步骤 2 中对监控数据进行存储时,本地存储模块设为  $N$  个存储单元, $N \geq 2$ ,每个存储单元依据时间发展顺序存储单位时间段  $\Delta T$  监控数据,当所有存储单元存储满后自动从第 1 个存储单元开始进行数据存储覆盖,在有限存储空间内实现动态滚动存储。

5. 根据权利要求 1 所述的基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,所述步骤 4 中对所述参考变量信息进行智能逻辑判断时,当生成的参考变量信息在短时间内快速超过正常设定范围或与正常运行特征产生显著区别,则识别为突发性故障。

6. 根据权利要求 5 所述的基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,所述参考变量信息包括特点频域范围内信号能量显著变化、信号变化率超出正常范围、信号频域包络线或其它特征显著变化。

7. 根据权利要求 1 所述的基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法,其特征在于,所述步骤 6 中对各种信息数据进行整理,是指将突发故障状态信息、突发故障识别信息、监控信息格式转换后信息、突发故障起始时间、结束时间打包成为一个数据文件,进行本地突发性故障报警信息存储。

## 基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电技术领域,特别是涉及基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法。

### 背景技术

[0002] 风力发电单位发电成本已经基本接近火电发电成本,是目前所有可再生能源中最具商业价值,最具推广现实的能源种类;

[0003] 风力发电是一种清洁能源,对节能环保有重要的经济社会效益;

[0004] 风力发电是国家能源领域中长期规划的重点方向,我国现有总装机容量达到 7400 万千瓦,占总电网装机容量的 7%,"十二五"末规划风电总装机容量达到 0.98 亿千瓦;"十三五"末风电总装机容量达到 1.5~2 亿千瓦;到 2050 年,风电总装机容量达到电网总装机容量的 17-20% 左右;因此风力发电领域拥有广阔且较明朗的前景,由其带动的相关领域产业也必然拥有乐观的市场前景;

[0005] 我国风力发电产业已经完全走出了小规模技术论证阶段,目前已经进入大规模推广阶段,由于我国风电产业起步较晚,技术积累薄弱,相关配套组件尚不能完全满足风电整机高效安全运行要求,特别是我国风电整机企业绝大部分采用的直接引进国外成套整机设计技术模式进一步导致目前风电整机可靠性无法满足实际运行需求,重大事故频率高发,风机可利用率明显低于国外机组。

[0006] 随着我国风电产业的迅速发展,由于技术趋势及成本竞争需求,"十一五"期间主流的 1.5MW 风力发电机组已经不能满足当前风电市场需求,单机容量规模在 2MW 及以上的风力发电机组已经逐步成为目前国内风电市场的主流机型。随着单机容量的逐步上升,风电整机外形尺寸也迅速增大,整机的载荷水平也迅速攀升,因此对其机械组件的可靠性要求也迅速提高。

[0007] 龙源电力集团股份有限公司所属中能电力公司受国家能源局委托起草制定的《风力发电机组振动状态监测导则》于 2011 年 11 月 1 日在全国风电行业实施。该导则针对通过检测风力发电机组振动信号实现状态监测方法进行了详细的表述,规定所有海上风电机组应选择采用固定安装系统,陆上 2MW(及以上)风电机组选择采用固定安装系统,陆上 2MW 以下风电机组可选择半固定安装系统或便携式系统;导则同时对风电机组振动状态监测系统作出了详细的规定,对风电振动状态监测环节进行统一,可以更精细化的掌握机组的运行状态,合理安排检修时间,减少风电事故。

[0008] 在现有的大型旋转机械状态监控方法中,振动信号监控是一种相对比较成熟除的监控技术,在国外已经广泛的应用在风电状态监控系统中;除机械振动信号以外,包括温度、压力、转速、视频、音频、应力、位移、油品质量等信号都可以反映风电机械系统不同环节的实时状态,国外已经有大量的公司展开相关状态监控产品开发。

[0009] 现有的风力发电机组状态监控系统实现方法,由于状态监控系统需要监控风电场内所有风力发电机组相关状态信息,监控信息量巨大,导致由于软硬件限制,难以实现对所

有状态信号进行实时监控处理。

[0010] 现有风力发电状态监控技术主要来源于传统旋转机械状态监控方法。由于传统的大型旋转机械如火电机组、水电机组等往往运行较为稳定且工况单一，而风力发电机组监控信息量、控制策略复杂程度、外部环境变化情况、运行工况不稳定性都远高于传统旋转机械，因此现有技术将传统旋转机械状态监控方法引入风力发电状态监控系统将很难对风力发电机组在运行过程中由于状态转换不当、控制策略及参数设计失效、外部环境突变等突发性、偶然性、短时性因素产生的突发故障进行状态监测及故障识别，导致状态监控结论难以真实反映风力发电机组在全工况运行状态下的实际状态性能。

## 发明内容

[0011] 针对风力发电机组由于运行工况不稳定，外部环境多变，控制策略复杂特点所引发的突发性故障，本发明提出一种基于风力发电机组本地信息就地处理的突发性故障识别方法。该方法通过分布式风力发电机组本地信息实时监测处理，动态识别突发性故障，并通过数据存储装置对突发性故障数据进行存储，有效解决了风力发电机组突发性故障监控数据难以获取问题。

[0012] 本发明的目的通过以下技术方案来实现：

[0013] 基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法，该诊断方法包括如下步骤：

[0014] 1) 监控数据采集系统对风力发电机组的传感器监控的数据进行分析处理；

[0015] 2) 本地存储模块对所述分析处理后的监控数据按照监控时间段进行存储；

[0016] 3) 对所述存储的监控数据进行格式转换，转换为能直接进行突发故障判断的参考变量信息；

[0017] 4) 对所述参考变量信息进行智能逻辑判断，判断是否为突发性故障，并推理故障的起始与结束时间；

[0018] 5) 根据所述步骤 4 中的起始与结束时间，对所述突发故障信息进行查询；

[0019] 6) 对所述查询信息数据进行整理；

[0020] 7) 将整理后的数据信息发送至监控上位机，由监控上位机进行故障诊断分析。

[0021] 所述步骤 1 中的数据进行分析处理包括对监控数据进行采集及滤波，滤除监控数据中的噪声，并将监控数据转换为数字信号。

[0022] 所述监控信息包括风力发电机组及其组件转速、温度、压力、振动、应力、扭矩、油品油质、视频、音频、风速、安防、电网信息或者上述中的多种信息。

[0023] 所述步骤 2 中对监控数据进行存储时，本地存储模块设为  $N$  个存储单元， $N \geq 2$ ，每个存储单元依据时间发展顺序存储单位时间段  $\Delta T$  监控数据，当所有存储单元存储满后自动从第 1 个存储单元开始进行数据存储覆盖，在有限存储空间内实现动态滚动存储。

[0024] 所述步骤 4 中对所述参考变量信息进行智能逻辑判断时，当生成的参考变量信息在短时间内快速超过正常设定范围或与正常运行特征产生显著区别，则识别为突发性故障。

[0025] 所述参考变量信息包括特点频域范围内信号能量显著变化、信号变化率超出正常范围、信号频域包络线或其它特征显著变化。

[0026] 所述步骤 6 中对各种信息数据进行整理,是指将突发故障状态信息、突发故障识别信息、监控信息格式转换后信息、突发故障起始时间、结束时间打包成为一个数据文件,进行本地突发性故障报警信息存储。

[0027] 本发明的优点在于:

[0028] 该方法可以实现对突发故障信息的实时捕捉、存储、上传及诊断,有效弥补了现有风力发电机组状态监控方法的技术缺陷,进一步提升风力发电机组状态监控的有效性和实用性。

## 附图说明

[0029] 图 1 基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法步骤示意图。

## 具体实施方式

[0030] 如图 1 所示为基于状态监控系统的风力发电机组突发故障识别诊断方法步骤示意图,该故障识别方法可基于 PLC 平台或嵌入式开发平台实现,包括如下几个步骤:

[0031] 步骤 1:监控状态信息采集;

[0032] 步骤 2:监控信息本地存储;

[0033] 步骤 3:监控信息格式转换;

[0034] 步骤 4:突发故障本地识别;

[0035] 步骤 5:突发故障信息查询;

[0036] 步骤 6:突发故障信息整理;

[0037] 步骤 7:故障信息上传诊断。

[0038] 下面对上述各个步骤进行详细说明。

[0039] 步骤 1 监控状态信息采集,监控状态信息采集主要是风力发电机组状态监控数据采集系统对传感器的监控数据进行采集及滤波操作,滤除监控物理信号中的噪声,并将物理监控信号转化为具有物理意义的数字信号。监控状态信息包括但不限于风力发电机组及其组件转速、温度、压力、振动、应力、扭矩、油品油质、视频、音频、风速、安防、电网信息等信息。监控状态信息采集可以通过 PLC 或者嵌入式数据采集系统实现

[0040] 步骤 2 监控信息本地存储,主要是指通过本地存储模块对监控信息按照监控时间段进行存储,本地存储模块设为  $N$  个存储单元,  $N \geq 2$ , 每个存储单元依据时间发展顺序存储单位时间段  $\Delta T$  监控数据,当所有存储单元存储满后自动从第 1 个存储单元开始进行数据存储覆盖,在有限存储空间内实现动态滚动存储,确保存储单元可以存储当前时刻前  $N * \Delta T$  时间段内状态监控数据。

[0041] 步骤 2 中,本地存储信息可以对所有监控信息统一存储,也可以只存储指定的监控信息。当数据需求量较小时可以直接在 PLC 平台或嵌入式系统缓存中实现,当数据需求量较大时可以通过外扩大容量存储设备实现。

[0042] 步骤 3 监控信息格式转换,主要是对监控信息进行本地前端处理,将监控信息进行格式转换成为可以直接进行突发故障判断的参考变量信息。例如:将速度信息转化为平均速度信息、将振动速度转化为振动烈度信息或通过滤波器对滤波后的数据进行相关格式转换操作等

[0043] 所述格式转换主要是指对监控的变量信息进行滤波或将一次监控变量信息转化为二次变量或高次变量,以满足后续步骤数据处理要求,若后续步骤仅需求一次监控变量信息则自动跳过监控信息格式转换步骤。

[0044] 步骤4突发故障本地识别,主要是依据步骤3生成的参考变量信息进行故障识别。识别方法如下:当步骤3生成的参考变量信息在短时间内快速超过正常设定范围或与正常运行特征产生显著区别,则识别为突发性故障,并结合相关信息智能计算或推理突发性故障的起始时间,通常突发性故障的起始时间早于转换变量信息判定超过正常设定范围或与正常运行特征产生显著区别的时刻;当转换变量信息恢复正常后,则结合相关信息智能计算或推理突发性故障的起始时间结束时间,通常突发性故障的结束时间晚于转换变量信息判定恢复正常的时刻。所述参考变量信息包括特点频域范围内信号能量显著变化、信号变化率超出正常范围、信号频域包络线或其它特征显著变化等。

[0045] 步骤4中,一种优选的突发故障本地识别方法是依据振动烈度时域信息进行突发故障识别,当故障识别所依据的数据形式为振动烈度信号,则故障起始或结束时间的推理计算均要综合考虑计算振动烈度的时间周期、振动烈度的变化率和振动瞬时速度变化等信息。当振动烈度水平在短时间内突然超出正常范围,则识别为突发故障,并结合相关信息计算或推理出突发故障起始时间;当振动烈度恢复至正常范围,则结合相关信息计算或推理出突发故障结束时间。

[0046] 步骤4中,一种优选的突发故障本地识别方法是依据组件位移时域信息进行突发故障识别,当组件位移在短时间内突然超出正常范围,则识别为突发故障,并结合相关信息计算或推理出突发故障起始时间;当组件位移恢复至正常范围,则结合相关信息计算或推理突发故障结束时间。

[0047] 步骤4中,一种优选的突发故障本地识别方法是依据组件速度时域信息进行突发故障识别,当组件瞬时速度在短时间内突然超出正常范围,则识别为突发故障,并结合相关信息计算或推理出突发故障起始时间;当组件瞬时速度恢复至正常范围,则结合相关信息计算或推理突发故障结束时间。

[0048] 步骤4中,一种优选的突发故障本地识别方法是依据组件振动频域信息进行突发故障识别,其中振动频域信息包括但不限于位移频域信息、速度频域信息和加速度频域信息,当在特定频域范围内的振动频域信息在短时间内突然超出正常范围,则识别为突发故障,并结合相关信息计算或推理出突发故障起始时间;当在特定频域范围的振动频域信息恢复至正常范围,则结合相关信息计算或推理突发故障结束时间。

[0049] 步骤5突发故障信息查询中,突发故障信息查询主要是指根据步骤4计算或推理的故障起始时间和结束时间,在步骤2中本地存储模块的存储单元中选取与故障时间段对应的监控信息,考虑到故障诊断过程对故障前后运行信息的需求,在突发故障信息查询时可也根据步骤4计算或推理的故障起始时间和结束时间,结合实际情况,适当放大突发故障数据查询范围。

[0050] 步骤6突发故障信息整理,主要是指当步骤5查询获取突发故障状态监控信息后,将查询的突发故障状态信息、突发故障识别信息、监控信息格式转换后信息、突发故障起始时间、结束时间打包成为一个数据文件,进行本地突发性故障报警信息存储。

[0051] 步骤7故障信息上传诊断,主要是指,一旦识别出突发性故障并完成突发故障信

息整理,自动或定时将突发故障信息整理后的本地突发性故障报警信息发送至监控上位机,在监控上位机完成故障诊断操作。故障诊断过程如下:对本地突发性故障报警信息数据进行分析处理,并提取出能够描述突发性故障的特征信息,根据故障特征信息检索故障数据库,故障特征信息与故障数据库中匹配程度最高的故障模式,就是所发生的突发性故障。

[0052] 所述故障信息上传诊断也包括当接收到上位监控交互终端发出的本地突发性故障报警信息查询命令时,对本地存储的突发性故障报警信息依据查询命令完成查询后发送至上位监控交互终端。

[0053] 本发明所述一种基于风力发电机组本地信息实时就地处理的突发性故障识别方法不仅适用于风力发电机组本地实时突发性故障识别,也适用于各种不同场合基于海量连续监控数据的突发性故障数据识别筛选。有效解决了风力发电机组突发性故障监控数据难以获取问题,极大的提高了风电状态监控效率和有效性。

[0054] 应当理解,以上借助优选实施例对本发明的技术方案进行的详细说明是示意性的而非限制性的。本领域的普通技术人员在阅读本发明说明书的基础上可以对各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

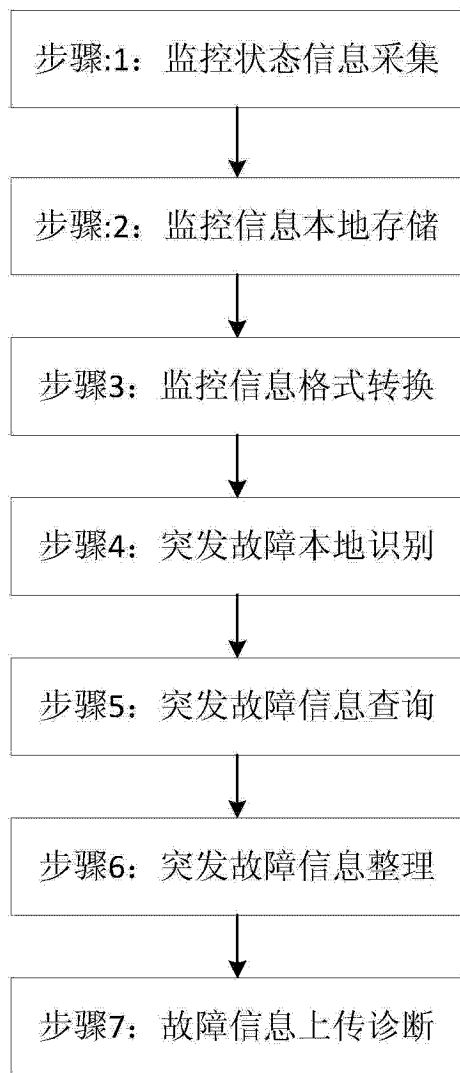


图 1