



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116625683 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 22

(21) 申请号 202310406239.8

G06F 18/20 (2023.01)

(22) 申请日 2023.04.11

(71) 申请人 中国长江三峡集团有限公司

地址 430010 湖北省武汉市江岸区六合路1号

(72) 发明人 王方政 孙勇 马哲 郑开元

张亚平 李哲

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理

有限公司 11250

专利代理师 陈丕光

(51) Int. Cl.

G01M 13/045 (2019.01)

F03D 17/00 (2016.01)

G06F 18/241 (2023.01)

G06F 18/25 (2023.01)

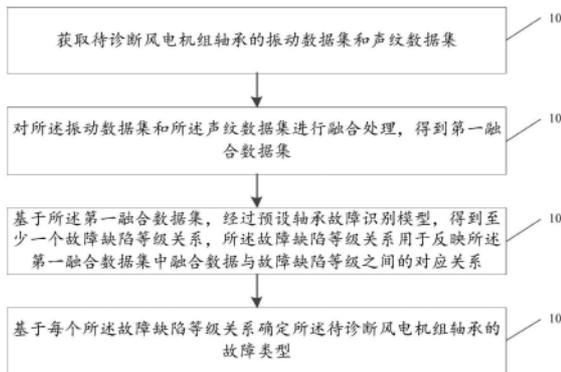
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种风电机组轴承故障识别方法、系统、装置及电子设备

(57) 摘要

本发明公开了一种风电机组轴承故障识别方法、系统、装置及电子设备,通过对采集不同故障下的振动数据信号和声纹数据信号进行融合,并将融合后的数据输入训练好的预设轴承故障识别模型进行识别,可以快速鉴别出海上风电机组轴承的故障数据与故障类型的对应关系,进一步,得到待诊断风电机组轴承的故障类型,提高了故障诊断效率与准确度。因此,通过实施本发明,能够对风电机组轴承进行早期的故障预警及智能监测,完全掌握轴承内部故障特征,对于海上风电机组提高发电效率、较少重大的经济损失和节约运维成本具有十分重要的意义。



1. 一种风电机组轴承故障识别方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集;
 - 对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集;
 - 基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系,所述故障缺陷等级关系用于反映所述第一融合数据集中融合数据与故障缺陷等级之间的对应关系;
 - 基于每个所述故障缺陷等级关系确定所述待诊断风电机组轴承的故障类型。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,包括:基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系之前,所述方法还包括:
 - 获取预设故障数据库、风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集;
 - 对所述历史振动数据集和所述历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;
 - 将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型,包括:
 - 基于所述第二融合数据集,经过平均值计算方法,得到融合平均值数据集;
 - 对所述融合平均值数据集和所述预设故障数据库进行特征匹配,得到特征故障参数集;
 - 基于所述第二融合数据集和所述特征故障参数集,经过隐马尔科夫神经网络训练,得到所述预设轴承故障识别模型。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集之后,所述方法还包括:
 - 对所述第一融合数据集进行预处理,得到目标特征参数集;
 - 基于所述目标特征参数集,经过预设计算方法,得到目标特征参数均值、目标特征参数均方根值和目标特征参数峰值;
 - 基于所述目标特征参数均值、所述目标特征参数均方根值和所述目标特征参数峰值,对所述待诊断风电机组轴承的状态进行预测,得到所述待诊断风电机组轴承的状态变化情况。
5. 一种风电机组轴承故障识别系统,其特征在于,所述系统包括:
 - 信号采集单元,用于获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集,以及将所述振动数据集和所述声纹数据集发送至识别单元;
 - 所述识别单元,用于基于所述振动数据集和所述声纹数据集,经过如权利要求1-4任一项所述风电机组轴承故障识别方法,得到所述待诊断风电机组轴承的故障类型。
6. 一种风电机组轴承故障识别装置,其特征在于,所述装置包括:
 - 第一获取模块,用于获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集;
 - 第一融合处理模块,用于对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集;
 - 识别模块,用于基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个

故障缺陷等级关系,所述故障缺陷等级关系用于反映所述第一融合数据集中融合数据与故障缺陷等级之间的对应关系;

确定模块,用于基于每个所述故障缺陷等级关系确定所述待诊断风电机组轴承的故障类型。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

第二获取模块,用于获取预设故障数据库、风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集;

第二融合处理模块,用于对所述历史振动数据集和所述历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;

训练模块,用于将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述训练模块,包括:

计算子模块,用于基于所述第二融合数据集,经过平均值计算方法,得到融合平均值数据集;

匹配子模块,用于对所述融合平均值数据集和所述预设故障数据库进行特征匹配,得到特征故障参数集;

训练子模块,用于基于所述第二融合数据集和所述特征故障参数集,经过隐马尔科夫神经网络训练,得到所述预设轴承故障识别模型。

9. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机指令,所述计算机指令用于使所述计算机执行如权利要求1至4任一项所述的风电机组轴承故障识别方法。

10. 一种电子设备,其特征在于,包括:存储器和处理器,所述存储器和所述处理器之间互相通信连接,所述存储器存储有计算机指令,所述处理器通过执行所述计算机指令,从而执行如权利要求1至4任一项所述的风电机组轴承故障识别方法。

一种风电机组轴承故障识别方法、系统、装置及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风电检测技术领域,具体涉及一种风电机组轴承故障识别方法、系统、装置及电子设备。

背景技术

[0002] 海上风电场建设正处在高速发展建设阶段,也给海上风电场风机巡检及维护带来了挑战。风电机组由大量相互联系紧密的大部件组成,并在控制系统的协调下将风能转换为电能。

[0003] 目前,海上风电机组由于环境等因素影响,运行工况复杂,更容易造成各种故障,不同部件之间耦合更加紧密,一个微小故障的持续存在可能最终导致灾难性的故障发生,引起风电机组停机,甚至损坏风电机组。而轴承是风力发电系统中机械故障率最高的设备之一,故障影响最大、维修时间最长。

[0004] 目前,在对轴承进行实际故障信号采集过程中,可能会遇到这样一种情况:在采集仪接收来自加速度传感器的振动信息的同时,轴承故障处的损伤正在发生加剧的变化,该情况下采集到的信号称为动态故障信号。这种情况就造成了采集到的轴承振动信号包含了同种故障类型不同损伤程度的振动信息。这种信号的特征会造成振动信号幅值波动呈趋势性变化,导致在进行轴承故障诊断时,诊断结果出错的问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例提供了涉及一种风电机组轴承故障识别方法、系统、装置及电子设备,以解决现有技术中轴承故障诊断准确度较低的技术问题。

[0006] 本发明提出的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种风电机组轴承故障识别方法,该风电机组轴承故障识别方法包括:获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集;对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集;基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系,所述故障缺陷等级关系用于反映所述第一融合数据集中融合数据与故障缺陷等级之间的对应关系;基于每个所述故障缺陷等级关系确定所述待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0008] 结合第一方面,在第一方面的一种可能的实现方式中,基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系之前,所述方法还包括:获取预设故障数据库、风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集;对所述历史振动数据集和所述历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型。

[0009] 结合第一方面,在第一方面的另一种可能的实现方式中,将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴

承故障识别模型,包括:基于所述第二融合数据集,经过平均值计算方法,得到融合平均值数据集;对所述融合平均值数据集和所述预设故障数据库进行特征匹配,得到特征故障参数集;基于所述第二融合数据集和所述特征故障参数集,经过隐马尔科夫神经网络训练,得到所述预设轴承故障识别模型。

[0010] 结合第一方面,在第一方面的又一种可能的实现方式中,对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集之后,所述方法还包括:对所述第一融合数据集进行预处理,得到目标特征参数集;基于所述目标特征参数集,经过预设计算方法,得到目标特征参数均值、目标特征参数均方根值和目标特征参数峰值;基于所述目标特征参数均值、所述目标特征参数均方根值和所述目标特征参数峰值,对所述待诊断风电机组轴承的状态进行预测,得到所述待诊断风电机组轴承的状态变化情况。

[0011] 第二方面,本发明实施例提供一种风电机组轴承故障识别系统,该风电机组轴承故障识别系统包括:信号采集单元,用于获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集,以及将所述振动数据集和所述声纹数据集发送至识别单元;所述识别单元,用于基于所述振动数据集和所述声纹数据集,经过如本发明实施例第一方面及第一方面任一项所述风电机组轴承故障识别方法,得到所述待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0012] 第三方面,本发明实施例提供一种风电机组轴承故障识别装置,该风电机组轴承故障识别装置包括:第一获取模块,用于获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集;第一融合处理模块,用于对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集;识别模块,用于基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系,所述故障缺陷等级关系用于反映所述第一融合数据集中融合数据与故障缺陷等级之间的对应关系;确定模块,用于基于每个所述故障缺陷等级关系确定所述待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0013] 结合第三方面,在第三方面的一种可能的实现方式中,所述装置还包括:第二获取模块,用于获取预设故障数据库、风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集;第二融合处理模块,用于对所述历史振动数据集和所述历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;训练模块,用于将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型。

[0014] 结合第三方面,在第三方面的另一种可能的实现方式中,所述训练模块,包括:计算子模块,用于基于所述第二融合数据集,经过平均值计算方法,得到融合平均值数据集;匹配子模块,用于对所述融合平均值数据集和所述预设故障数据库进行特征匹配,得到特征故障参数集;训练子模块,用于基于所述第二融合数据集和所述特征故障参数集,经过隐马尔科夫神经网络训练,得到所述预设轴承故障识别模型。

[0015] 第四方面,本发明实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机指令,所述计算机指令用于使所述计算机执行如本发明实施例第一方面及第一方面任一项所述的风电机组轴承故障识别方法。

[0016] 第五方面,本发明实施例提供一种电子设备,包括:存储器和处理器,所述存储器和所述处理器之间互相通信连接,所述存储器存储有计算机指令,所述处理器通过执行所述计算机指令,从而执行如本发明实施例第一方面及第一方面任一项所述的风电机组轴承故障识别方法。

[0017] 本发明提供的技术方案,具有如下效果:

[0018] 本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别方法,通过对采集不同故障下的振动数据信号和声纹数据信号进行融合,并将融合后的数据输入训练好的预设轴承故障识别模型进行识别,可以快速鉴别出海上风电机组轴承的故障数据与故障类型的对应关系,进一步,得到待诊断风电机组轴承的故障类型,提高了故障诊断效率与准确度。因此,通过实施本发明,能够对风电机组轴承进行早期的故障预警及智能监测,完全掌握轴承内部故障特征,对于海上风电机组提高发电效率、较少重大的经济损失和节约运维成本具有十分重要的意义。

[0019] 本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别系统,利用本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别方法对获取的待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集进行识别,提高了故障识别的准确度。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式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方式,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。

[0021] 图1是根据本发明实施例提供的一种风电机组轴承故障识别方法的流程图;

[0022] 图2是根据本发明实施例提供的故障智能识别算法流程图;

[0023] 图3是根据本发明实施例提供的振动信号和声纹信号识别流程图;

[0024] 图4是根据本发明实施例提供的海上风电机组轴承故障诊断流程图;

[0025] 图5是根据本发明实施例提供的基于多信息融合的海上风电机组轴承故障识别总体流程图;

[0026] 图6是根据本发明实施例提供的一种风电机组轴承故障识别系统的结构框图;

[0027] 图7是根据本发明实施例提供的一种智能故障诊断系统的诊断流程图;

[0028] 图8是根据本发明实施例提供的一种风电机组轴承故障识别装置的结构框图;

[0029] 图9是根据本发明实施例提供的计算机可读存储介质的结构示意图;

[0030] 图10是根据本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于

清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0033] 本发明实施例提供一种风电机组轴承故障识别方法,如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0034] 步骤101:获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集。

[0035] 其中,振动数据集反映风电机组轴承在不同故障下的振动数据;声纹数据集反映风电机组轴承在不同故障下的声纹数据。

[0036] 具体地,可以通过设置多个轴承振动及声纹信号采集点来获取对应的振动数据集和声纹数据集。

[0037] 步骤102:对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集。

[0038] 海上风电机组运行环境恶劣,高温高湿情况下导致的导致海上风电机组轴承频繁出现故障,因此,采用基于振动数据集和声纹数据集进行多信号融合来进行故障识别。

[0039] 步骤103:基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系。

[0040] 其中,故障缺陷等级关系用于反映第一融合数据集中融合数据与故障缺陷等级之间的对应关系。

[0041] 具体地,将第一融合数据集输入预设轴承故障识别模型进行识别,可以得到该第一融合数据集中每个融合平均值与故障缺陷等级的对应关系。

[0042] 步骤104:基于每个所述故障缺陷等级关系确定所述待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0043] 具体地,根据得到的每个融合平均值与故障缺陷等级的对应关系可以得到待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0044] 本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别方法,通过对采集不同故障下的振动数据信号和声纹数据信号进行融合,并将融合后的数据输入训练好的预设轴承故障识别模型进行识别,可以快速鉴别出海上风电机组轴承的故障数据与故障类型的对应关系,进一步,得到待诊断风电机组轴承的故障类型,提高了故障诊断效率与准确度。因此,通过实施本发明,能够对风电机组轴承进行早期的故障预警及智能监测,完全掌握轴承内部故障特征,对于海上风电机组提高发电效率、较少重大的经济损失和节约运维成本具有十分重要的意义。

[0045] 作为本发明实施例一种可选的实施方式,步骤103之前,所述方法还包括:获取预设故障数据库、风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集;对所述历史振动数据集和所述历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型。

[0046] 其中,将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型,包括:基于所述第二融合数据集,经过平均值计算方法,得到融合平均值数据集;对所述融合平均值数据集和所述预设故障数据库进行特征匹配,得到特征故障参数集;基于所述第二融合数据集和所述特征故障参数

集,经过隐马尔科夫神经网络训练,得到所述预设轴承故障识别模型。

[0047] 具体地,利用风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集以及预设故障数据库可以构建对应的预设轴承故障识别模型。

[0048] 在一实施例中,通过提前收集大量的风电轴承故障缺陷样本数据对已建立好的网络进行多次反复的训练,通过不停地修改权值和阈值使其最终的输出结果非常接近期望值,最终得到对应的识别模型,其识别运行过程如图2所示。

[0049] 首先,对历史振动数据集和历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;

[0050] 其次,计算该第二融合数据集中多个振动信息和声纹信息的融合平均值,得到融合平均值数据集;

[0051] 然后,将该融合平均值数据集与预设故障数据库进行特征匹配,并利用匹配后形成的特征故障参数集和第二融合数据集输入隐马尔科夫神经网络(HMM)进行训练,得到用于故障识别的预设轴承故障识别模型,即通过该模型可以得到融合平均值数据集中每个融合平均值与故障缺陷等级之间的对应关系,又根据融合平均值数据集与第二融合数据集的关系,可以得到:通过该预设轴承故障识别模型可以得到融合数据在不同取值范围内对应的故障缺陷等级,进一步,得到待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0052] 在一实施例中,将采用振动信号和声音信号融合的基本原理进行数据的采集,将振动信号和语音信号中随携带的个性特征提取后与数据库中的训练模板根据一定准则进行匹配,鉴别或确认出故障的不同的类型。整个过程由前端处理、特征提取、模型训练、模式匹配等组成,如图3所示。

[0053] 作为本发明实施例一种可选的实施方式,步骤102之后,所述方法还包括:对所述第一融合数据集进行预处理,得到目标特征参数集;基于所述目标特征参数集,经过预设计算方法,得到目标特征参数均值、目标特征参数均方根值和目标特征参数峰值;基于所述目标特征参数均值、所述目标特征参数均方根值和所述目标特征参数峰值,对所述待诊断风电机组轴承的状态进行预测,得到所述待诊断风电机组轴承的状态变化情况。

[0054] 具体地,通过对采集的数据(第一融合数据集)进行预处理及信号分析,对在轴承振动时产生的一些必要参数进行分析计算,提取出其均值、方差均方根以及峰值,当轴承出现故障的时候,其特征参数的变化幅度更大对轴承微弱故障检测起的作用更大。依据这些趋势曲线,进一步反映出各个参数的变化规律,从而准确预测轴承状态的变化趋势。

[0055] 在一实施例中,提供一种轴承故障诊断方法,包括以下三个阶段:对风电机组的故障检测、风电机组故障主要特征的提取以及对风电机组的故障的准确识别。将运行状态以及故障进行准确的分类,故障检测是整个阶段的基础,要准确检测到轴承的变化对明显故障特征可以及时发现及时维修。对于故障特征的准确提取,是整个故障诊断过程中的关键之处,通过对所检测到的各种类型信号进行的分析以及处理,可进一步对故障状态准确的表示,才能够将各种故障类型进行准确的分类以及识别。故障识别阶段是核心,通过训练来提高对故障特征识别的准确性,以达到满意的准确率,具体的诊断流程如图4所示。

[0056] 在又一实例中,提供一种基于多信息融合的海上风电轴承故障诊断识别方法,包括以下步骤:

[0057] S1:设置多个轴承振动及声纹信号采集点,所述的振动信号和声纹信号采集点用于采集轴承的信息,所述融合信息包括振动及声纹信息的数据;

[0058] S2:多个振动信息和声纹信息的融合平均值为 x , x 对应的轴承的故障诊断类型为 y ;

[0059] S3:进行样本统计:取 N 个样本,其中一个故障诊断类型 y_n 对应一个融合的信息平均值 x_n ,其中 n 表示非零的自然数;

[0060] S4:利用信息采集处理模块采集振动信息和融合的数据信息,并对 N 个样本融合信息进行去噪,获得 N 组合格的融合数据信息;

[0061] S5:将 N 组合格的融合数据信息发送至HMM神经网络模型进行训练;

[0062] S6:获得 M 个 x 取值范围所对应的轴承故障缺陷等级关系。

[0063] 进一步,提供一种智能诊断方法,首先,获得 M 个 x 取值范围所对应的不同类型的故障等级关系;其次,经过大量数据的训练模型,按照经过特征提取后的融合数据的大小数值,对应不同种类即剥离、磨损、腐蚀、压痕、生锈的5个等级,最终得出 y 取值范围的概率值对应的五个不同的等级关系,如下所示:

[0064] A、 $0 < y \leq 0.2$,此时HNN神经网络模型量化指标判断结果为剥离;

[0065] B、 $0.2 < y \leq 0.4$,此时HNN神经网络模型量化指标判断结果为磨损;

[0066] C、 $0.4 < y \leq 0.6$,此时HNN神经网络模型量化指标判断结果为腐蚀;

[0067] D、 $0.6 < y \leq 0.8$,此时HNN神经网络模型量化指标判断结果为压痕;

[0068] E、 $0.8 < y \leq 1$,此时HNN神经网络模型量化指标判断结果为生锈。

[0069] 在另一实例中,还提供一种基于多信息融合的海上风电机组轴承故障识别方法,具体流程如图5所示。

[0070] 本发明实施例还提供一种风电机组轴承故障识别系统,如图6所示,该风电机组轴承故障识别系统2包括:信号采集单元21和识别单元22。

[0071] 其中,信号采集单元21和识别单元22通信连接。

[0072] 进一步,对上述系统中各个装置的功能进行描述。

[0073] 具体地,信号采集单元21用于采集待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集,并将该振动数据集和声纹数据集发送至识别单元22。

[0074] 识别单元22通过本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别方法对接收到的待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集进行故障识别,得到待诊断风电机组轴承的故障类型。

[0075] 本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别系统,利用本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别方法对获取的待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集进行识别,提高了故障识别的准确度。

[0076] 在一实例中,提供一种智能故障诊断系统,由三个模块组成:第一个是信号采集模块,主要是选择合适的传感器和数据采集卡采集需要分析的信号;第二个是特征提取模块,一般是选用合适信号特点的算法对其处理,从而获取有用的故障特征参数;第三个是状态识别模块,一在特征提取模块中提取的特征参数的基础上通过状态识别方法对轴承故障的发展趋势做出预测或对其故障进行分类识别。其具体的诊断流程图如图7所示。

[0077] 在另一实例中,还提供一种智能故障识别系统,包括振动信号数据和声纹数据采集模块,振动信号和声纹信号预处理模块,特征提取模块,识别模块和结果输出模块五部分。其中,振动数据和声纹数据识别主要分为三个线程:振动数据和声纹数据采集子系统、

主线程模块和识别子模块。振动数据和声纹采集子线程主要负责调用硬件采集数据,然后触发子函数将数据传回到主线程中。主线程负责整个软件程序的工作逻辑和各种工具函数的调用。识别输出模块主要是提取数据的特征,特征匹配和识别结果。

[0078] 通过本发明实施例,可以有效诊断海上风力发电机轴承故障,可指导海上风力发电机状态智能感知与故障早期预警,为海上风力发电站的日常运维、检修和安全监测提供技术和成果支撑。

[0079] 本发明实施例还提供一种风电机组轴承故障识别装置,如图8所示,该装置包括:

[0080] 第一获取模块301,用于获取待诊断风电机组轴承的振动数据集和声纹数据集;详细内容参见上述方法实施例中步骤101的相关描述。

[0081] 第一融合处理模块302,用于对所述振动数据集和所述声纹数据集进行融合处理,得到第一融合数据集;详细内容参见上述方法实施例中步骤102的相关描述。

[0082] 识别模块303,用于基于所述第一融合数据集,经过预设轴承故障识别模型,得到至少一个故障缺陷等级关系,所述故障缺陷等级关系用于反映所述第一融合数据集中融合数据与故障缺陷等级之间的对应关系;详细内容参见上述方法实施例中步骤103的相关描述。

[0083] 确定模块304,用于基于每个所述故障缺陷等级关系确定所述待诊断风电机组轴承的故障类型;详细内容参见上述方法实施例中步骤104的相关描述。

[0084] 本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别装置,通过对采集不同故障下的振动数据信号和声纹数据信号进行融合,并将融合后的数据输入训练好的预设轴承故障识别模型进行识别,可以快速鉴别出海上风电机组轴承的故障数据与故障类型的对应关系,进一步,得到待诊断风电机组轴承的故障类型,提高了故障诊断效率与准确度。因此,通过实施本发明,能够对风电机组轴承进行早期的故障预警及智能监测,完全掌握轴承内部故障特征,对于海上风电机组提高发电效率、较少重大的经济损失和节约运维成本具有十分重要的意义。

[0085] 作为本发明实施例一种可选的实施方式,所述装置还包括:第二获取模块,用于获取预设故障数据库、风电机组轴承的历史振动数据集和历史声纹数据集;第二融合处理模块,用于对所述历史振动数据集和所述历史声纹数据集进行融合处理,得到第二融合数据集;训练模块,用于将所述第二融合数据集和所述预设故障数据库进行预处理后输入隐马尔科夫神经网络训练直至得到所述预设轴承故障识别模型。

[0086] 作为本发明实施例一种可选的实施方式,所述训练模块,包括:计算子模块,用于基于所述第二融合数据集,经过平均值计算方法,得到融合平均值数据集;匹配子模块,用于对所述融合平均值数据集和所述预设故障数据库进行特征匹配,得到特征故障参数集;训练子模块,用于基于所述第二融合数据集和所述特征故障参数集,经过隐马尔科夫神经网络训练,得到所述预设轴承故障识别模型。

[0087] 作为本发明实施例一种可选的实施方式,所述装置还包括:预处理模块,用于对所述第一融合数据集进行预处理,得到目标特征参数集;计算模块,用于基于所述目标特征参数集,经过预设计算方法,得到目标特征参数均值、目标特征参数均方根值和目标特征参数峰值;预测模块,用于基于所述目标特征参数均值、所述目标特征参数均方根值和所述目标特征参数峰值,对所述待诊断风电机组轴承的状态进行预测,得到所述待诊断风电机组轴

承的状态变化情况。

[0088] 本发明实施例提供的风电机组轴承故障识别装置的功能描述详细参见上述实施例中风电机组轴承故障识别方法描述。

[0089] 本发明实施例还提供一种存储介质,如图9所示,其上存储有计算机程序401,该指令被处理器执行时实现上述实施例中风电机组轴承故障识别方法的步骤。其中,存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)、随机存储记忆体(Random Access Memory,RAM)、快闪存储器(Flash Memory)、硬盘(Hard Disk Drive,HDD)或固态硬盘(Solid-State Drive,SSD)等;所述存储介质还可以包括上述种类的存储器的组合。

[0090] 本领域技术人员可以理解,实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)、随机存储记忆体(Random Access Memory,RAM)、快闪存储器(Flash Memory)、硬盘(Hard Disk Drive,HDD)或固态硬盘(Solid-State Drive,SSD)等;所述存储介质还可以包括上述种类的存储器的组合。

[0091] 本发明实施例还提供了一种电子设备,如图10所示,该电子设备可以包括处理器51和存储器52,其中处理器51和存储器52可以通过总线或者其他方式连接,图10中以通过总线连接为例。

[0092] 处理器51可以为中央处理器(Central Processing Unit,CPU)。处理器51还可以为其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等芯片,或者上述各类芯片的组合。

[0093] 存储器52作为一种非暂态计算机可读存储介质,可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块,如本发明实施例中的对应的程序指令/模块。处理器51通过运行存储在存储器52中的非暂态软件程序、指令以及模块,从而执行处理器的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例中的风电机组轴承故障识别方法。

[0094] 存储器52可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作装置、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储处理器51所创建的数据等。此外,存储器52可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非暂态存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施例中,存储器52可选包括相对于处理器51远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至处理器51。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0095] 所述一个或者多个模块存储在所述存储器52中,当被所述处理器51执行时,执行如图1-5所示实施例中的风电机组轴承故障识别方法。

[0096] 上述电子设备具体细节可以对应参阅图1至图5所示的实施例中对应的相关描述和效果进行理解,此处不再赘述。

[0097] 虽然结合附图描述了本发明的实施例,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下做出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。

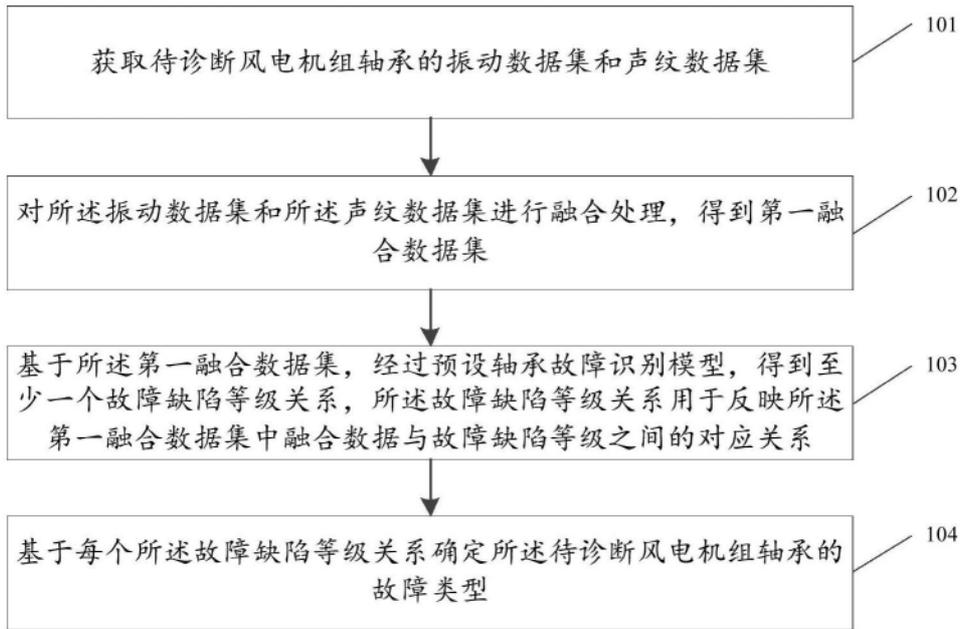


图1

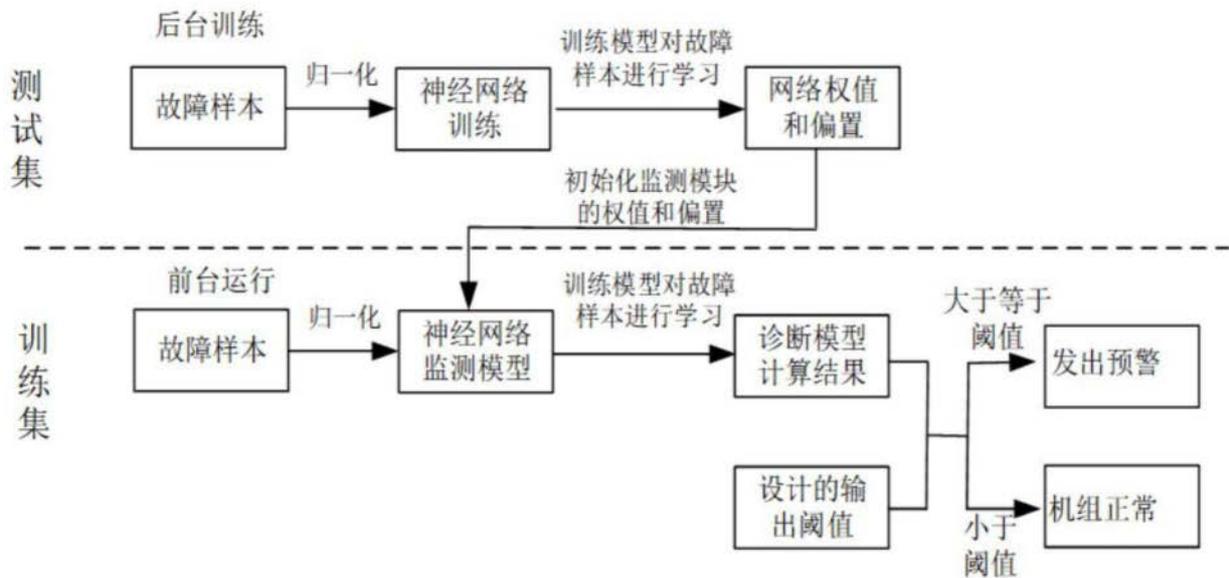


图2

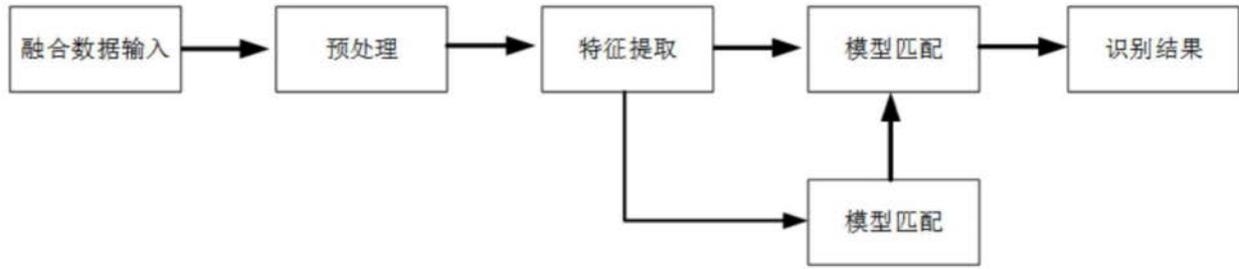


图3

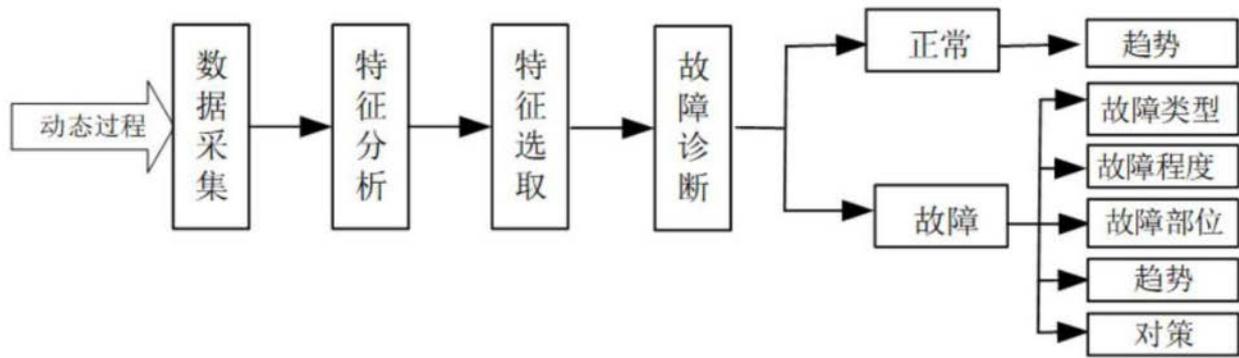


图4

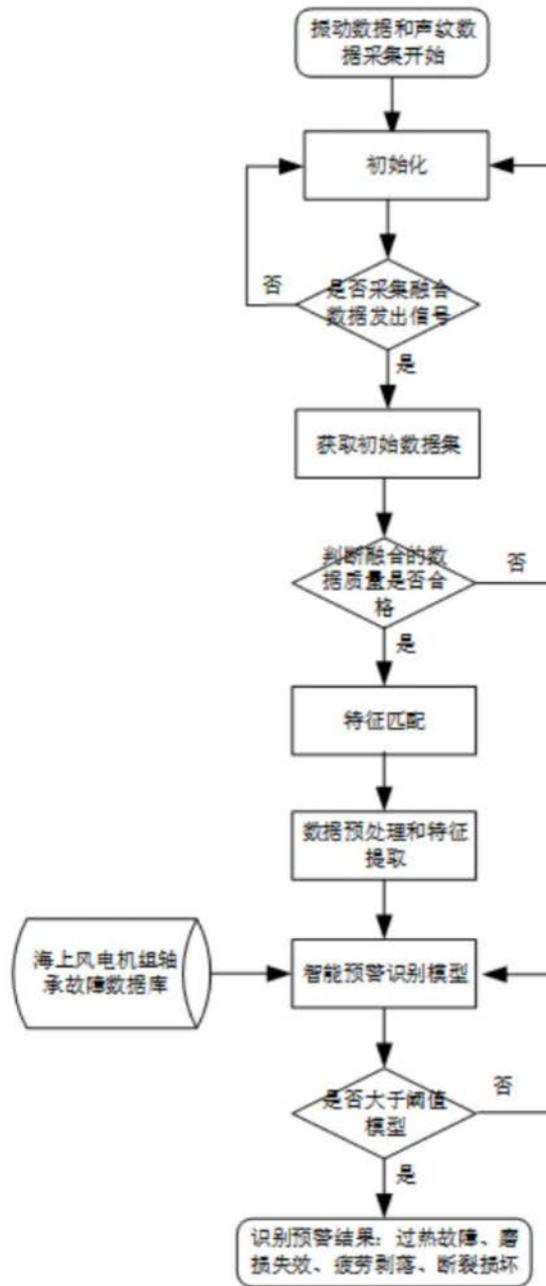


图5

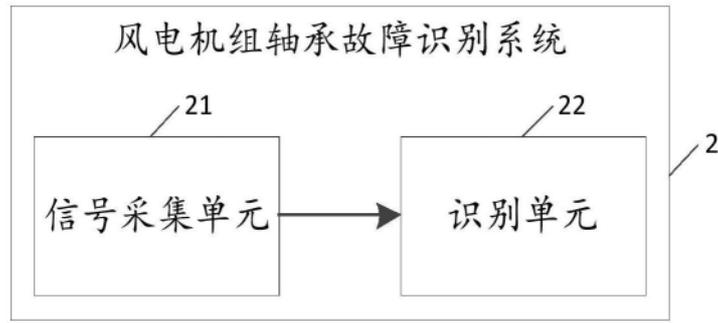


图6

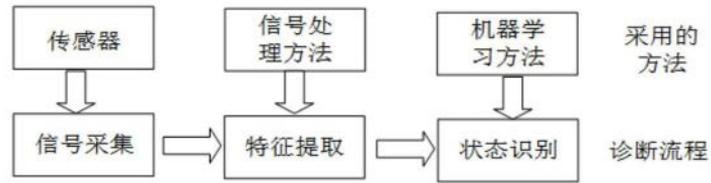


图7

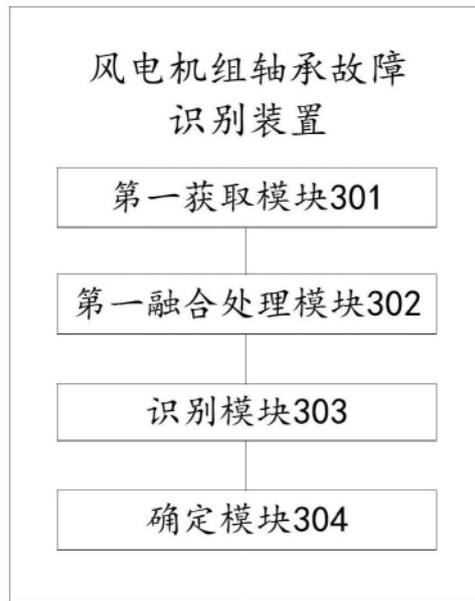


图8

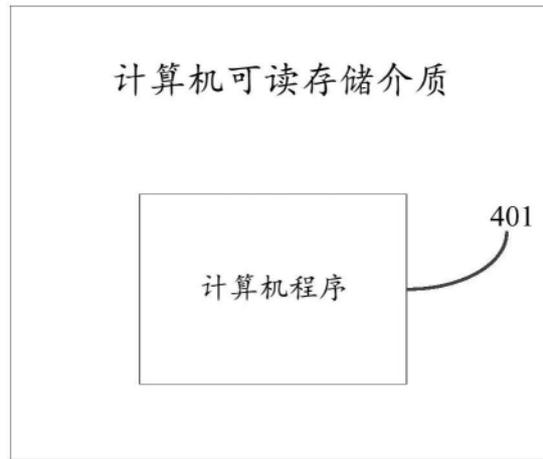


图9

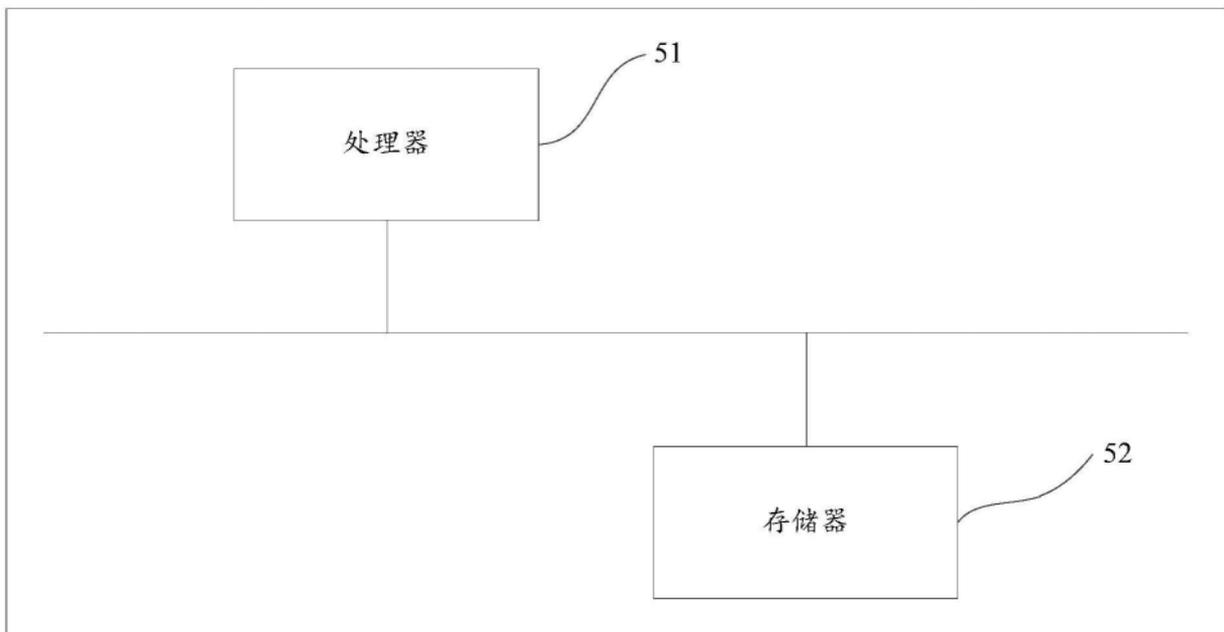


图10