



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110696990 B

(45) 授权公告日 2020.12.04

(21) 申请号 201911095184.3

G01R 31/34 (2006.01)

(22) 申请日 2019.11.11

审查员 管文浩

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110696990 A

(43) 申请公布日 2020.01.17

(73) 专利权人 中国船舶工业系统工程研究院  
地址 100096 北京市海淀区翠微路16号(本部)

(72) 发明人 邱伯华 魏慕恒 谭笑 张羽  
薛晨 张瑞

(74) 专利代理机构 北京天达知识产权代理事务所(普通合伙) 11386  
代理人 庞许倩

(51) Int. Cl.  
B63B 71/00 (2020.01)

权利要求书2页 说明书10页 附图3页

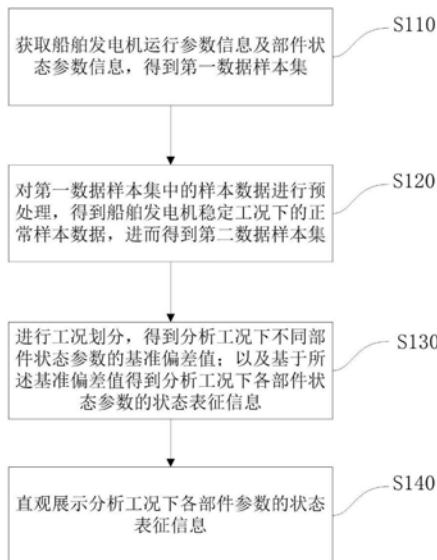
(54) 发明名称

一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法和系统,其中的方法包括:获取船舶发电机运行参数信息及部件状态参数信息,得到第一数据样本集;对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据,进而得到第二数据样本集;基于所述第二样本数据集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及基于所述基准偏差值得到分析工况下各部件状态参数的状态表征信息;直观展示分析工况下各部件参数的状态表征信息。采用本发明的方法或系统能够对船舶发电机部件健康状态监测起到准确的评估、分析与展示的作用,解决了现有仅仅依靠经验进行测量与判断,缺少量化分析评估且无法清晰展示图形结果的问题。

CN 110696990 B



1. 一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法,其特征在于,包括如下步骤:

通过设定采样时间间隔,同步采集设定时间段内船舶发电机的运行参数信息和部件状态参数信息,将每一采样点的运行参数信息和部件状态参数信息组成一个样本数据,设定时间段内采集的所有样本数据组成第一数据样本集;

所述部件状态参数信息包括废气进增压器温度、轴承温度、三相绕组温度、三相电流、三相电压、滑油进口温度、冷却淡水出口温度和高温冷却水进口压力;

对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据,进而得到第二数据样本集;

基于所述第二数据样本集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及基于所述基准偏差值得到分析工况下各部件状态参数的状态表征信息;

所述部件状态参数的状态表征信息包括部件状态参数的衰退度和部件状态参数的健康度;在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值:将每个部件状态参数的基准偏差值的最大值,作为该部件状态参数的衰退度;根据所述部件状态参数的衰退度得到该部件状态参数的健康度;

采用条形排序图直观展示分析工况下各所述部件状态参数的衰退度;采用雷达分布图直观展示分析工况下各所述部件状态参数的健康度。

2. 根据权利要求1所述的船舶发电机部件影响识别方法,其特征在于,所述运行参数信息包括发电机功率,基于所述发电机功率确定所述稳定工况,以及基于所述发电机功率进行工况划分得到分析工况。

3. 根据权利要求1或2所述船舶发电机部件影响识别方法,其特征在于,通过下述步骤在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值:

基于发电机功率进行工况划分,得到不同工况下的样本数据集;

根据不同工况范围下的累积工作时间得到分析工况范围;

在分析工况下,对于每一样本数据利用下式得到各部件状态参数的一个基准偏差值:

$$\Delta_{xi} = \frac{xi - \varepsilon_{xi}}{\varepsilon_{xi}} \times 100\%$$

式中, $\Delta_{xi}$ 为部件状态参数的基准偏差值(%); $xi$ 为样本数据中的部件状态参数值; $\varepsilon_{xi}$ 为该部件状态参数对应的健康状态基准值。

4. 一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别系统,其特征在于,包括依次连接的参数获取单元、数据预处理单元、参数状态表征信息获取单元和展示单元;

所述参数获取单元,用于获取船舶发电机运行参数信息及部件状态参数信息,得到第一数据样本集;

所述参数获取单元包括功率传感器、温度传感器、电流传感器、电压传感器和压力传感器;分别用于同步获取发电机功率、废气进增压器温度、轴承温度、三相绕组温度、三相电流及三相电压、滑油进口温度、冷却淡水出口温度、高温冷却水进口压力;

所述数据预处理单元,用于对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据,进而得到第二数据样本集;

所述参数状态表征信息获取单元包括工况划分子单元、基准偏差值确定子单元和参数状态表征信息确定子单元;

所述工况划分子单元,用于基于发电机功率进行工况划分,得到不同工况下的样本数据集;以及,用于基于不同工况范围下的累积工作时间得到分析工况范围;

所述基准偏差值确定子单元,用于在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值:

所述参数状态表征信息确定子单元,用于获取部件状态参数的基准偏差值的最大值,作为该部件状态参数的衰退度;以及,基于所述部件状态参数的衰退度得到该部件状态参数的健康度;

所述展示单元,通过条形排序图展示各部件状态参数的衰退度,通过雷达分布图展示各部件状态参数的健康度。

## 一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及船舶发电机状态监测技术领域,尤其涉及一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法及系统。

### 背景技术

[0002] 船舶发电机是船舶柴油机发电机的简称,是船舶电力系统的核心。由于船舶发电机的状态监测分析和评估、故障准确检测和诊断,能够避免事故发生,保证海洋环境和船舶的营运安全,因此受到业内的高度关注。

[0003] 近几年,部分营运船舶安装了船舶状态监测系统,但大多数监测系统只依靠人工抄录进行离线测量、记录发电机各个参数数据,且仅能实现数据的采集与存储。这种方式的缺陷在于,缺少数据分析工具,不能通过定量的方式来判断船舶发电机整体及部件所处的运行状态,无法对船舶发电机部件影响进行识别并展示。

### 发明内容

[0004] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法及系统,解决了现有技术所存在的无法定量判断船舶发电机整体及部件所处的运行状态,无法对船舶发电机部件影响进行识别并展示的问题。

[0005] 本发明的目的主要是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一方面,本发明的一个实施例提供了一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法。包括如下步骤:

[0007] 获取船舶发电机运行参数信息及部件状态参数信息,得到第一数据样本集;

[0008] 对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据,进而得到第二数据样本集;

[0009] 基于所述第二样本数据集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及基于所述基准偏差值得到分析工况下各部件状态参数的状态表征信息;

[0010] 直观展示分析工况下各部件参数的状态表征信息。

[0011] 可选的,所述运行参数信息包括发电机功率,基于所述发电机功率确定所述稳定工况,以及基于所述发电机功率进行工况划分得到分析工况。

[0012] 可选的,所述部件状态参数信息包括废气进增压器温度、轴承温度、三相绕组温度、三相电流、三相电压、滑油进口温度、冷却淡水出口温度和高温冷却水进口压力;

[0013] 通过设定采样时间间隔,同步采集设定时间段内的运行参数信息和部件状态参数信息,将每一采样点的运行参数信息和部件状态参数信息组成一个样本数据,设定时间段内采集的所有样本数据组成该第一数据样本集。

[0014] 可选的,部件状态参数的状态表征信息包括部件状态参数的衰退度和部件状态参数的健康度;采用条形排序图直观展示分析工况下各所述部件状态参数的衰退度;采用雷达分布图直观展示分析工况下各所述部件状态参数的健康度。

[0015] 可选的,通过下述步骤得到各所述部件状态参数的衰退度和各所述部件状态参数的健康度:

[0016] 在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值:

[0017] 将每个部件状态参数的基准偏差值的最大值,作为该部件状态参数的衰退度;

[0018] 根据所述部件状态参数的衰退度得到该部件状态参数的健康度。

[0019] 可选的,通过下述步骤在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差:

[0020] 基于发电机功率进行工况划分,得到不同工况下的样本数据集;

[0021] 根据不同工况范围下的累积工作时间得到分析工况范围;

[0022] 在分析工况下,对于每一样本数据利用下式得到各部件状态参数的一个基准偏差值:

$$[0023] \quad \Delta_{xi} = \frac{xi - \varepsilon_{xi}}{\varepsilon_{xi}} \times 100\%$$

[0024] 式中,  $\Delta_{xi}$  为部件状态参数的基准偏差值(%);  $xi$  为样本数据中的部件状态参数值;  $\varepsilon_{xi}$  为该部件状态参数对应的健康状态基准值。

[0025] 另一方面,本发明的一个实施例还提供了一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别系统;包括依次连接的参数获取单元、数据预处理单元、参数状态表征信息获取单元和展示单元;

[0026] 所述参数获取单元,用于获取船舶发电机运行参数信息及部件状态参数信息,得到第一数据样本集;

[0027] 所述数据预处理单元,用于对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据,进而得到第二数据样本集;

[0028] 所述参数状态表征信息获取单元,用于基于第二样本数据集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及用于基于所述基准偏差值得到部件状态参数的状态表征信息;

[0029] 所述展示单元,用于直观展示分析工况下各部件状态参数的状态表征信息。

[0030] 可选的,所述参数获取单元包括功率传感器、温度传感器、电流传感器、电压传感器和压力传感器;分别用于同步获取发电机功率、废气进增压器温度、轴承温度、三相绕组温度、三相电流及三相电压、滑油进口温度、冷却淡水出口温度、高温冷却水进口压力。

[0031] 可选的,所述参数状态表征信息获取单元包括工况划分子单元、基准偏差值确定子单元和参数状态表征信息确定子单元;

[0032] 所述工况划分子单元,用于基于发电机功率进行工况划分,得到不同工况下的样本数据集;以及,用于基于不同工况范围下的累积工作时间得到分析工况范围;

[0033] 所述基准偏差值确定子单元,用于在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值;

[0034] 所述参数状态表征信息确定子单元,用于获取部件状态参数的基准偏差值的最大值,作为该部件状态参数的衰退度;以及,基于所述部件状态参数的衰退度得到该部件状态参数的健康度。

[0035] 可选的,所述展示单元通过条形排序图展示各部件状态参数的衰退度,通过雷达

分布图展示各部件状态参数的健康度。

[0036] 本发明上述任一实施例的方案至少能够实现下述之一的有益效果：

[0037] 1. 在船舶发电机监测领域提出了一种全新的基于数据驱动的影响识别知识发现方案,解决了现有仅仅依靠经验进行测量与判断,缺少定量化分析评估和清晰的图形结果展示的问题,能够对船舶发电机部件健康状态监测起到准确的评估、分析与展示的作用。

[0038] 2. 选择能够最直接反映船舶发电机总体和主要部件的状况的监测滑油进口温度、冷却淡水出口温度、废气进增压器温度、高温冷却水进口压力、轴承温度、三相绕组温度、三相电流、三相电压的状态参数,通过对上述参数的监测处理,准确得出对应部件的健康状态。

[0039] 3. 剔除运行状态不稳定及累计时长小于预设时长阈值的工况数据,提高了分析结果的准确度与可靠性。

[0040] 4. 确定部件状态参数的基准偏差值的最大值作为状态参数的衰退度,准确表征系统部件已经出现的衰退情况。

[0041] 5. 由于衰退度表示偏离正常幅度大小,实质上为部件状态参数偏离正常健康标准的程度,通常为较接近于0的数值,通过条形排序图展示部件状态参数的衰退度能够使得显示结果更加直观清晰。同时由于健康度表示健康状态程度,实质上为部件状态参数健康水平的保有程度,通常为较接近于100%的数值,因此通过雷达分布图展示部件状态参数的健康度,能够使得显示结果更加直观清晰。

[0042] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分的从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

## 附图说明

[0043] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0044] 图1为本发明实施例提供的基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法的一种流程示意图;

[0045] 图2为本发明实施例的1号发电机部件状态参数的衰退度条形排序图;

[0046] 图3为本发明实施例的3号发电机部件状态参数的衰退度条形排序图;

[0047] 图4为本发明实施例的1号发电机部件状态参数的健康度雷达分布图;

[0048] 图5为本发明实施例的3号发电机部件状态参数的健康度雷达分布图;

[0049] 图6为本发明实施例提供的基于数据驱动的船舶发电机部件影响装置的一种结构示意图。

## 具体实施方式

[0050] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例,其中,附图构成本申请一部分,并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理。

[0051] 本发明的一个实施例提供了一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法,如图1所示,包括如下步骤:

[0052] 步骤S110. 获取船舶发电机运行参数信息及部件状态参数信息, 得到第一数据样本集。

[0053] 其中, 运行参数信息包括发电机功率(单位: 千瓦, KW), 发电机功率即发电机负荷, 用于后续发电机的负荷工况判定。具体的, 通过在发电机设备上安装功率传感器, 经过采集系统获得实际运行功率数据。

[0054] 船舶发电机的部件主要包括增压器系统、轴承系统、三相系统以及附属系统; 附属系统是指与发电机润滑、冷却功能相关的系统。

[0055] 其中, 增压器系统的状态参数信息为废气进增压器温度( $^{\circ}\text{C}$ ); 具体的, 通过在增压器进气端设置温度传感器采集废气进增压器温度; 由于废气进增压器温度能够最直接的显示增压器的工作环境及工作状态, 因此选择该参数作为增压器系统的状态参数。

[0056] 轴承系统的状态参数信息为轴承温度( $^{\circ}\text{C}$ ); 具体的, 通过在不影响轴承工作的合适位置处设置温度传感器采集轴承温度; 稳定工作状态下的轴承温度变化能够最直接显示发电机轴承的状态, 如轴承过热则表示轴承出现了故障情况; 因此, 选择该参数作为轴承系统的状态参数。

[0057] 三相系统的状态参数信息包括三相绕组温度( $^{\circ}\text{C}$ )、三相电流(A)及三相电压(V); 三相绕组温度包括柴油发电机U相绕组温度、柴油发电机V相绕组温度、柴油发电机W相绕组温度; 三相电流包括发电机U相电流、发电机V相电流、发电机W相电流; 三相电压包括发电机U相电压、发电机V相电压、发电机W相电压。具体的, 通过在发电机三相绕组合适位置设置温度传感器、电流传感器、电压传感器采集监测数据; 由于三相绕组温度、三相电流及三相电压涵盖发电机三相系统需观察的主要运行状态维度, 因此选择这些参数作为三相系统的状态参数能够全面表征三相系统的工作状态。

[0058] 附属系统的状态参数信息为滑油进口温度( $^{\circ}\text{C}$ )、冷却淡水出口温度( $^{\circ}\text{C}$ )、高温冷却水进口压力(MPa)。具体的, 通过在滑油进口管道位置、冷却淡水出口管道位置位置设置温度传感器采集温度数据, 在高温冷却水进口管道设置压力传感器采集压力数据, 分别监控润滑系统和冷却系统主要温度和压力状态, 而温度和压力的变化情况能够直观反映相应部件的健康状态; 因此选择这些参数作为附属系统的状态参数。

[0059] 监测滑油进口温度、冷却淡水出口温度、废气进增压器温度、高温冷却水进口压力、轴承温度、三相绕组温度、三相电流、三相电压的状态参数能够反映船舶发电机总体和主要部件的状况。

[0060] 通过设定采样时间间隔, 同步采集设定时间段内的运行参数信息和部件状态参数信息, 将每一采样点的运行参数信息和部件状态参数信息组成一个样本数据, 设定时间段内采集的所有样本数据组成该第一数据样本集。

[0061] 步骤S120. 对第一数据样本集中的样本数据进行预处理, 得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据, 进而得到第二数据样本集。

[0062] 非稳工况下的数据包括:

[0063] (1) 超过设备正常运行参数阈值的数据, 例如发电机设备的正常运行功率范围为0-650kW, 将此范围设置为保留阈值, 范围外的数据需要剔除。

[0064] (2) 一组样本数据中与平均值的偏差超过三倍标准差的样本值, 作为明显的异常值需要剔除。

[0065] (3) 一组样本数据中缓慢爬升或缓慢下降的数据,作为未达到稳定的数据需要剔除。

[0066] 非稳定工况一般是由于不同航行状态、环境状态、工况频繁切换、设备自身抖动等原因带来的运行状态不稳定的工况,这时的监测数据对于设备状态分析不具有统计意义,因此需要进行去除,仅分析已达到了稳定工况下的状态参数数据。

[0067] 发电机工况由运行参数信息即发电机功率来表征,不同发电机其实际稳定运行工况的功率范围不同,通过对样本数据中的运行参数进行分析,可判定其工况情况,以得到稳定工况下的样本数据。

[0068] 考虑到在稳定工况下,或许也会存在由于传感器异常、机舱环境、船舶操纵等原因带来的奇异值,这些数据并非由工况的差异性产生,对于发电机工况分类过程计算不具有关联意义,因此,还需剔除参数奇异值,以得到稳定工况下的正常样本数据。

[0069] 可选的,可以采用设置阈值范围的排除方法进行剔除。对于不同的部件状态参数设定不同的阈值范围。例如,对于滑油进口温度剔除0至400℃范围以外的数据,对于功率数据剔除额定输出功率范围以外的数据,具体阈值可根据船舶发电机的实际应用具体设定,此处不一一描述。

[0070] 步骤S130.基于第二样本数据集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及基于所述基准偏差值得到部件状态参数的状态表征信息。

[0071] 具体的,部件状态参数的状态表征信息包括部件状态参数的衰退度和部件状态参数的健康度。部件状态参数的衰退度用于反映部件状态参数的衰退变化影响情况,进而表征部件的衰退状况;部件状态参数的健康度用于表征部件状态参数的健康变化影响情况,进而表征部件的健康状况。

[0072] 分析工况指的是通过有效性判断后的有效工况。

[0073] 具体的,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值,包括如下步骤:

[0074] 步骤S131.基于发电机功率进行工况划分,得到不同工况下的样本数据集;

[0075] 柴油机在使用过程中,会处于不同的工况下,通过对发电机功率划分数据区间,得到不同工况下的样本数据集;工况范围的划分可以根据发电机功率主要运行范围大小和实际数据分布情况决定。

[0076] 步骤S132.根据不同工况范围下的累积工作时间得到分析工况范围;

[0077] 通过分析不同工况下的样本数据集,得到不同工况范围下的累积工作时间。考虑到累积工作时间太短的工况,会由于数据量不足,容易造成较大的结果偏差,因此,为提高分析结果的可靠性仅将运行时间超过预设时长阈值的有效工况作为分析工况。

[0078] 具体的,在不同的工况范围下,通过对发电机功率数据个数进行统计,得到不同工况的运行时间,将运行时间超过预设时长阈值的工况作为分析工况。示例性地,保留分析累积工作时间达到5小时以上的工况范围。由于采样间隔固定,因此通过统计发电机功率数据个数,能够得到该工况的累计工作时间。

[0079] 步骤S133.在分析工况下,对于每一样本数据利用下式得到各部件状态参数的一个基准偏差值:



$$[0080] \quad \Delta_{xi} = \frac{xi - \varepsilon_{xi}}{\varepsilon_{xi}} \times 100\%$$

[0081] 式中,  $\Delta_{xi}$ 为部件状态参数的基准偏差值(%);  $xi$ 为样本数据中的部件状态参数值;  $\varepsilon_{xi}$ 为该部件状态参数对应的健康状态基准值。

[0082] 针对每种分析工况,需要预先获得各部件状态参数的健康状态基准值。可选的,存在两类健康状态基准值来源:一是根据经验值,设置每一种状态参数的健康基准值。二是可以根据船舶自开航以来的一段时间设备健康情况下的实际运行数据,进行统计,采用其样本的每种工况范围下的平均值作为该工况下部件状态参数的健康基准值。可以根据不同需求选择这两种健康状态基准值确定方式的一种,运用到本步骤的偏差计算对比中。

[0083] 基于所述基准偏差值得到部件状态参数的状态表征信息,包括:

[0084] 步骤S134.在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值:

[0085] 将每一样本数据中的部件状态参数与预先获得的该部件状态参数对应的健康状态基准值进行对比,得到该部件状态参数的基准偏差值。

[0086] 每一部件状态参数对应的基准偏差值数量与分析工况下的样本数据量一致;基于分析工况下的多个样本数据,得到每个部件状态参数的多个基准偏差值。

[0087] 步骤S135.将每个部件状态参数的基准偏差值的最大值,作为该部件状态参数的衰退度:

[0088] 可通过排序方式获取得到其最大值,即为该部件状态参数的衰退度。

$$[0089] \quad \alpha_{xi} = \max(\Delta_{xi})$$

[0090] 式中,  $\alpha_{xi}$ 为部件状态参数的衰退度(%);  $\max$ 为取最大值符号。

[0091] 部件状态参数的基准偏差值的最大值,能够代表状态参数出现偏差的最突出变化情况,因此将其作为状态参数的衰退度,表征系统部件已经出现的衰退情况。

[0092] 步骤S136.基于得到的部件状态参数的衰退度利用下式得到该部件状态参数的健康度:即是部件状态参数的健康度的知识发现结果。

$$[0093] \quad \beta_{xi} = 1 - \alpha_{xi}$$

[0094] 式中,  $\beta_{xi}$ 为部件状态参数的衰退度(%)。

[0095] 对每一部件状态参数分别进行上述处理,得到该分析工况下每一部件状态参数的衰退度和健康度。

[0096] 需要说明的是,基于三相绕组温度(°C)、三相电流(A)及三相电压(V)均会分别得到U相、V相、W相的三个部件状态参数的基准偏差值,选择三相中的最大值作为部件状态参数的衰退度进而得到部件状态参数的健康度。

[0097] 步骤S140.直观展示分析工况下各部件状态参数的状态表征信息。

[0098] 基于步骤S130的数据结果得到分析工况下各部件状态参数的衰退度条形排序图和各部件状态参数的健康度雷达分布图。雷达分布图是以从同一点开始的轴上表示的多个定量变量的二维图表的形式显示多变量数据的图形方法。

[0099] 值得注意的是,由于衰退度表示偏离正常幅度大小,实质上为部件状态参数偏离正常健康标准的程度,通常为较接近于0的数值,因此通过条形排序图展示部件状态参数的衰退度能够使得显示结果更加直观清晰。同时由于健康度表示健康状态程度,实质上为部

件状态参数健康水平的保有程度,通常为较接近于100%的数值,因此通过雷达分布图展示部件状态参数的健康度,能够使得显示结果更加直观清晰。

[0100] 通过直观展示,可以方便查看不同分析工况下各部件状态参数的衰退严重程度,根据参数名称定位到相应的部件。例如,当废气进增压器温度的衰退度较高时,基于该部件参数名称废气进增压器温度可定位到相应的问题部件为增压器系统。

[0101] 在以往的船舶发电机性能分析及故障诊断中,较多运用的是独立的参数数据分析,不能整体对比部件的健康及衰退状态。本发明采用两种结果形式,一、部件状态参数的衰退度-排序图,二、部件状态参数的健康度-分布图,达到的技术效果是:

[0102] (1)通过对多种部件状态参数进行关联分析,将数据偏差结果直观展示,这样的数据分析结果展示形式对于查看问题和查找部件故障方向更加便捷,有助于对各设备部件的精细化管理。

[0103] (2)通过排序图,可以看到涉及的部件状态参数的衰退度严重程度,并通过参数名称可以定位衰退程度较高的相应部件。

[0104] (3)通过分布图,使部件状态参数的健康程度抽象的数据结果表示更形象化,方便理解和使用。

[0105] 在现代船舶系统中,船舶发电机的运行状态一般由机舱巡回监测报警系统进行监测。但系统不能对发电机的技术状态进行综合评估,更不能对故障来源进行分析和诊断。本发明以发电机设备、发电机活动数据为研究对象,充分考虑船舶发电机部件影响分析的实际需求,基于数据驱动的方法挖掘运行数据的内在特征,进行有效分析工况下的发电机部件衰退度、健康度模型对比计算分析,提供有效的、新颖的、量化的船舶发电机部件影响识别结果。

[0106] 并且,通过丰富的表现形式,清晰易懂地呈现出船舶发电机所处状态的评估结果,为船员管理船舶安全运行与经济运行提供了辅助的基础,实现船舶发电机的知识识别和主动发现,提高辅助设备运行稳定性的能力,并为构建全船CPS(Cyber-Physical System,信息物理系统)知识体系知识库提供了有力支撑。

[0107] 本发明实施例还提供了一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别方法的应用实例。

[0108] 具体的,选取某型散货轮发电机的实际运行数参数和部件状态参数进行测试,数据采集时间间隔为5分钟,设定采样时间段为2015.08.04-2015.11.15。包括如下步骤:

[0109] 步骤S210.获取该散货轮发电机运行参数信息及部件状态参数信息,得到第一数据样本集。

[0110] 具体的,提取该散货轮1号、2号、3号发电机的发电机功率(kW)、滑油进口温度(°C)、冷却淡水出口温度(°C)、废气进增压器温度(°C)、高温冷却水进口压力(MPa)、轴承温度(°C)、三相绕组温度(°C)、三相电流(A)、三相电压(V)组成数据向量,采样时间段内的所有数据向量组成第一数据样本集。

[0111] 其中,三相绕组温度包括柴油发电机U相绕组温度、柴油发电机V相绕组温度、柴油发电机W相绕组温度;三相电流包括发电机U相电流、发电机V相电流、发电机W相电流;三相电压包括发电机U相电压、发电机V相电压、发电机W相电压。

[0112] 步骤S220.对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工

况下的正常样本数据,得到第二数据样本集。

[0113] (1)通过1号发电机功率、2号发电机功率、3号发电机功率数据,分别筛选出3台发电机的稳定运行工况数据。通过实际数据分析发现,这段时间内2号发电机未使用和运行,故不进行2号发电机的后续部件影响分析。

[0114] 1号发电机实际稳定运行工况范围:357~852kW。

[0115] 3号发电机实际稳定运行工况范围:384~608kW。

[0116] (2)通过阈值对各部件状态参数异常值进行剔除。

[0117] 步骤S230.基于第二样本数据集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及基于所述基准偏差值得到部件参数状态表征信息。

[0118] 针对1号发电机和3号发电机剩余样本数据进行工况的累积时长统计,将运行时间超过5小时(时长阈值T设为5小时)的发电机负荷工况列入分析范围。

[0119] 在本实施例中,得到的1号发电机和3号发电机运行时间超过5小时的分析工况的数量均为1个,分别为:

[0120] 1号发电机实际部件分析工况范围:480~484kW。

[0121] 3号发电机实际部件分析工况范围:445~479kW。

[0122] 步骤S240.部件影响知识分析,直观展示分析工况下各部件状态参数的状态表征信息。

[0123] 针对分析工况中不同的样本数据,分别求得每一种部件状态参数相对于参数基准的偏差值,从而得出偏差值的最大值,就是每一种部件状态参数的衰退度数据。(其中,三相绕组温度、三相电流、三相电压取三相数据中的最大值。)进而,将衰退度数据转化计算得到健康度数据。1号发电机的部件状态参数的衰退度和健康度参见表1和表2,3号发电机的部件状态参数的衰退度和健康度参见表3和表4。

[0124] 表1-1号发电机部件状态参数的衰退度

部件影响类型	滑油进口温度	冷却淡水出口温度	废气进增压器温度	高温冷却水进口压力	轴承温度	三相绕组温度	三相电流	三相电压
衰退度	0%	0%	0.935%	1.152%	0.111%	1.876%	2.322%	2.171%

[0126] 表2-1号发电机部件状态参数的健康度

部件影响类型	滑油进口温度	冷却淡水出口温度	废气进增压器温度	高温冷却水进口压力	轴承温度	三相绕组温度	三相电流	三相电压
健康度	100%	100%	99.065%	98.848%	99.889%	98.124%	97.678%	97.829%

[0128] 表3-3号发电机部件状态参数的衰退度

部件影响类型	滑油进口温度	冷却淡水出口温度	废气进增压器温度	高温冷却水进口压力	轴承温度	三相绕组温度	三相电流	三相电压
衰退度	0%	0%	1.415%	0.703%	0.111%	6.519%	5.933%	1.206%

[0130] 表4-3号发电机部件状态参数的健康度

部件影响类型	滑油进口温度	冷却淡水出口温度	废气进增压器温度	高温冷却水进口压力	轴承温度	三相绕组温度	三相电流	三相电压
健康度	100%	100%	98.585%	99.297%	99.889%	93.481%	94.067%	98.793%

[0132] 基于上述表1和表3分别采用条形排序图直观展示1号发电机和3号发电机的部件

状态参数的衰退度,如图2、3所示,其中由于滑油进口温度和冷却淡水出口温度均为0%,因此在图中未显示;基于上述表2和表4分别采用雷达分布图直观展示1号发电机和3号发电机的部件状态参数的健康度,如图4、5所示。

[0133] 本实施例完成了该型散货轮在发电机稳定运行状态有效分析工况下部件影响的分析和识别,其结果正确并直观地展示了船舶发电机的部件衰退度严重程度排序和健康度分布状态。

[0134] 在本发明的另一实施例,还提供了一种基于数据驱动的船舶发电机部件影响识别系统,如图6所示,包括参数获取单元、数据预处理单元、参数状态表征信息获取单元和展示单元;各单元依次连接。

[0135] 参数获取单元,用于获取船舶发电机运行参数信息及部件状态参数信息,得到第一数据样本集。具体包括功率传感器、温度传感器、电流传感器、电压传感器和压力传感器,分别用于获取发电机功率、废气进增压器温度、轴承温度、三相绕组温度(°C)、三相电流(A)及三相电压(V)、滑油进口温度(°C)、冷却淡水出口温度(°C)、高温冷却水进口压力(MPa)。

[0136] 参数获取单元将同一采用点下获得的信息组成一个样本数据,设定时间段内采集的所有样本数据组成该第一数据样本集。将该第一数据样本信息传输至数据预处理单元进行数据清洗预处理。

[0137] 数据预处理单元,用于对第一数据样本集中的样本数据进行预处理,得到船舶发电机稳定工况下的正常样本数据,进而得到第二数据样本集。具体的,包括对应于发电机运行参数信息及部件状态参数信息的多个子单元,其中的运行参数预处理子单元,用于基于设定的稳定工况下的功率范围得到稳定工况下的样本数据。发电机功率预处理子单元、废气进增压器温度预处理子单元、轴承温度预处理子单元、三相绕组温度预处理子单元、三相电流预处理子单元及三相电压预处理子单元、滑油进口温度预处理子单元、冷却淡水出口温度预处理子单元、高温冷却水进口压力预处理子单元分别依次用于基于预设的状态参数阈值范围剔除异常数据,最终获得稳定工况下的正常数据样本,得到第二样本数据集。

[0138] 参数状态表征信息获取单元,用于基于第二样本数据集,进行工况划分,得到分析工况下不同部件状态参数的基准偏差值;以及用于基于所述基准偏差值得到部件状态参数的状态表征信息;具体的,包括工况划分子单元、基准偏差值确定子单元和参数状态表征信息确定子单元。

[0139] 工况划分子单元,用于基于发电机功率进行工况划分,得到不同工况下的样本数据集;以及,用于基于不同工况范围下的累积工作时间得到分析工况范围。

[0140] 基准偏差值确定子单元,用于在分析工况下,基于多个样本数据得到每一部件状态参数的多个基准偏差值。

[0141] 参数状态表征信息确定子单元,用于用于获取部件状态参数的基准偏差值的最大值,作为该部件状态参数的衰退度;以及,基于所述部件状态参数的衰退度得到该部件状态参数的健康度。

[0142] 展示单元,用于直观展示分析工况下各部件状态参数的状态表征信息。具体的,展示单元通过条形排序图展示各部件状态参数的衰退度,通过雷达分布图展示各部件状态参数的健康度。通过直观展示,可以方便查看不同分析工况下部件状态参数的衰退严重程度,根据参数名称定位到相应的部件。例如,当废气进增压器温度衰退度较高时,基于该部件参

数名称可定位到相应的问题部件为增压器系统。

[0143] 本发明提供的多个实施例基于相同的发明构思,其相关之处可互相借鉴,且能达到相同的技术效果。

[0144] 本领域技术人员可以理解,实现上述实施例方法的全部或部分流程,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计算机可读存储介质中。其中,所述计算机可读存储介质为磁盘、光盘、只读存储记忆体或随机存储记忆体等。

[0145] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

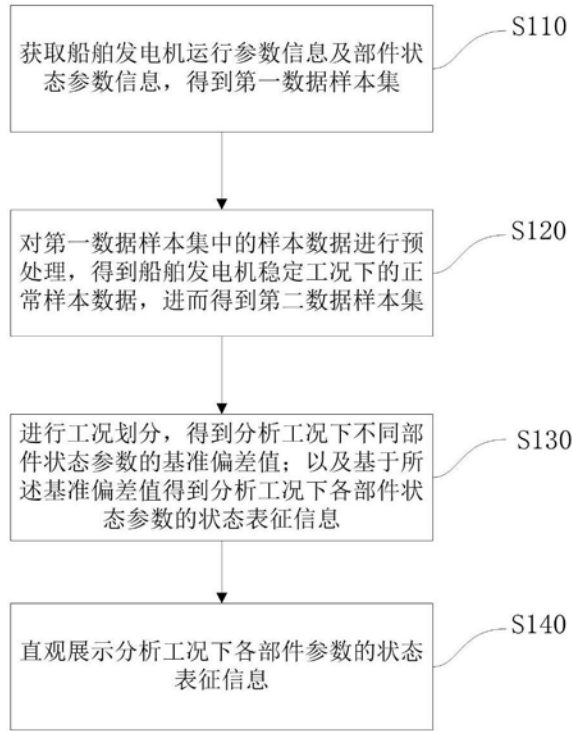


图1

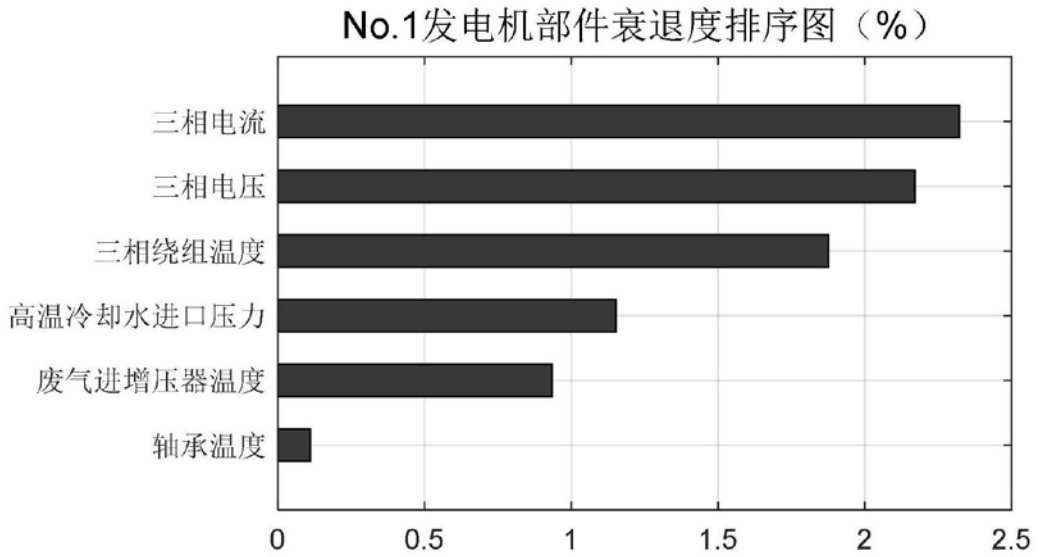


图2

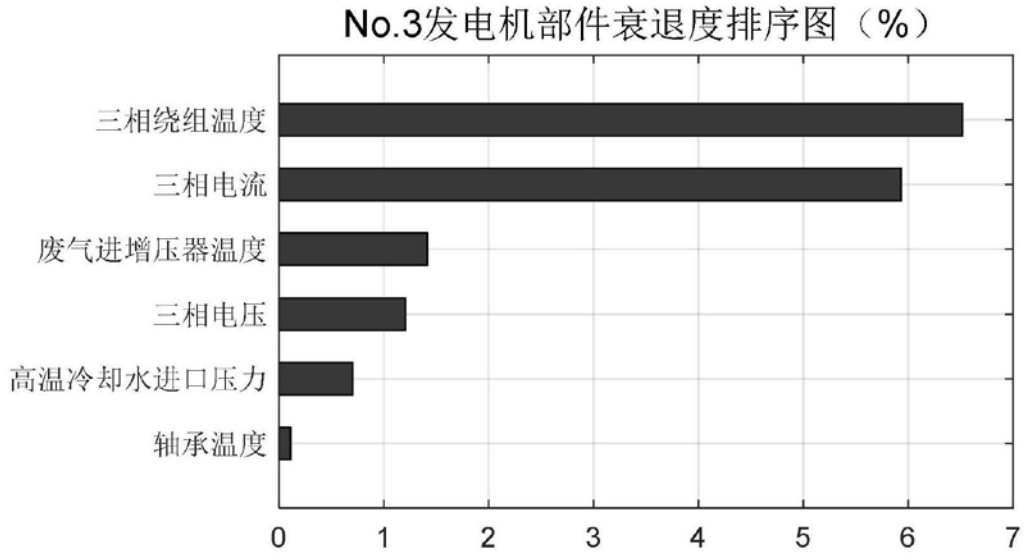


图3

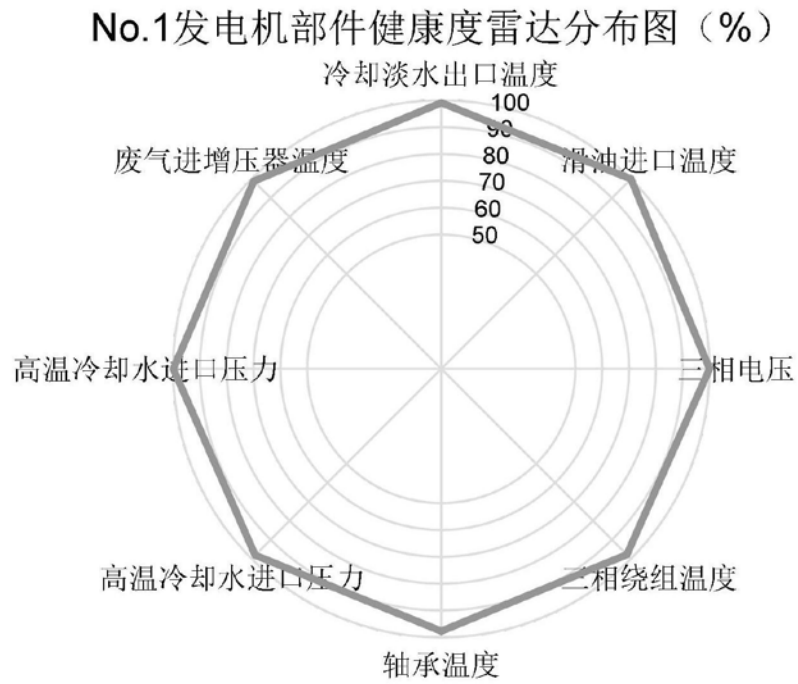


图4

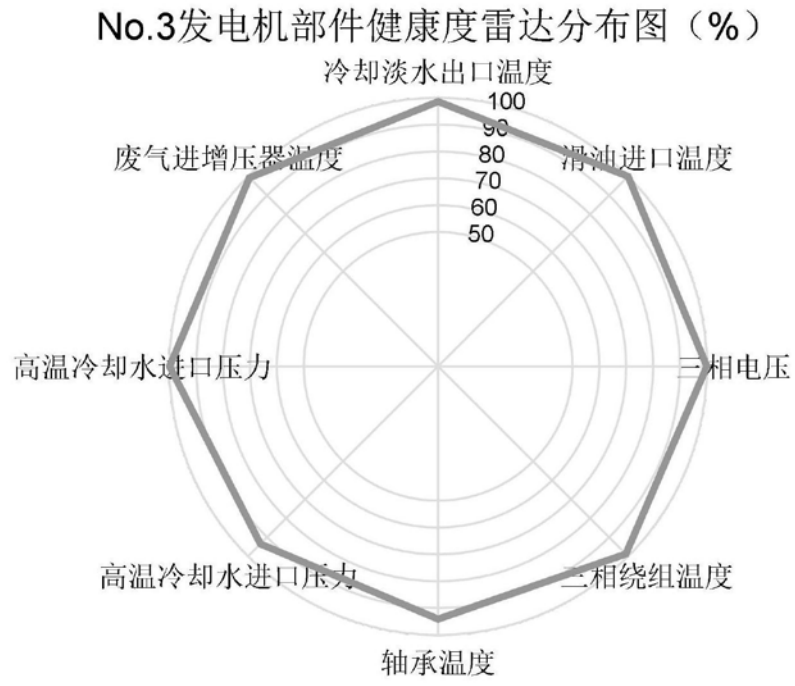


图5



图6