



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118243378 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202410666954.X

(22) 申请日 2024.05.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118243378 A

(43) 申请公布日 2024.06.25

(73) 专利权人 山西天地煤机装备有限公司

地址 030032 山西省太原市山西示范区电  
子街1号

专利权人 中国煤炭科工集团太原研究院有  
限公司

(72) 发明人 秦彦凯 葛秦龙 桑朋德 高瑞文

梁好 权钰云 范三程 尚超

王建斌 杨晓明 张晓红 曹兴

范柄尧 石冠男 吴斌

(74) 专利代理机构 太原晋科知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 14110

专利代理人 任林芳

(51) Int.Cl.

G01M 13/02 (2019.01)

G01D 21/02 (2006.01)

G06F 18/2433 (2023.01)

G06F 18/213 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 115962944 A, 2023.04.14

CN 117609869 A, 2024.02.27

审查员 舒悦

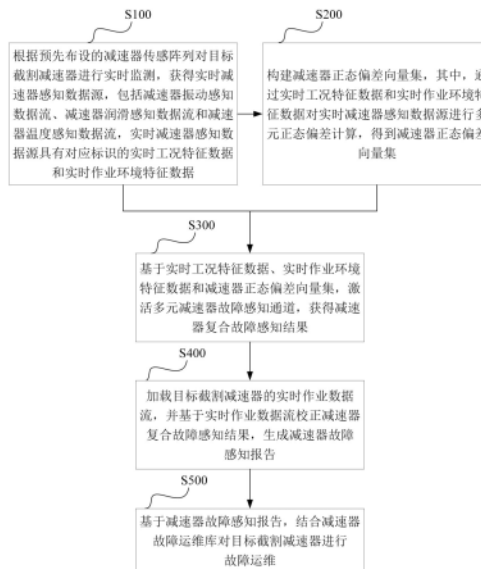
权利要求书3页 说明书13页 附图2页

(54) 发明名称

一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断  
方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断及系统,涉及机械故障诊断与维护相关领域,该方法包括:根据预先布置的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源;构建减速器正态偏差向量集;激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果;加载目标截割减速器的实时作业数据流,校正减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告;结合减速器故障运维库对目标截割减速器进行故障运维。解决了现有悬臂式掘进机截割减速器故障诊断存在的诊断精度不高,误报率较高,故障定位不准确的技术问题,达到了提高诊断精度,降低误报率,实现精准故障定位的技术效果。



1. 一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,所述方法包括:

根据预先布设的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源,其中,所述实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,且,所述实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据;

构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,具体为将实时工况特征数据和实时作业环境特征数据与预设的正常工作状态下的数据进行匹配,根据匹配结果,计算出实时减速器感知数据源中实时数据与正常数据之间的偏差值,包括振动偏差、润滑偏差和温度偏差,对计算出的偏差值进行正态化处理,消除不同数据类型和量纲之间的差异,得到正态偏差值,将正态偏差值按照对应的类别组合成向量,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量;

基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果;

加载所述目标截割减速器的实时作业数据流,并基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,每个激活的减速器故障感知通道对实时数据进行处理和分析,提取出与故障相关的特征信息,采用加权平均、最大投票方法,将各个通道的处理结果进行融合,根据融合后的结果,生成减速器复合故障感知结果,基于所述减速器复合故障感知结果生成减速器故障感知报告;

基于所述减速器故障感知报告,结合减速器故障运维库对所述目标截割减速器进行故障运维。

2. 如权利要求1所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,获得实时减速器感知数据源,还包括:

调取所述实时减速器感知数据源内各个数据流对应的传感设备状态源数据;

基于所述传感设备状态源数据进行深度异常识别,获得传感设备异常识别结果和设备异常深度指数;

判断所述设备异常深度指数是否小于设备异常深度阈值;

若所述设备异常深度指数大于/等于所述设备异常深度阈值,基于所述传感设备异常识别结果进行感知补偿,获得异常感知补偿数据;

基于所述异常感知补偿数据对所述实时减速器感知数据源进行映射修正。

3. 如权利要求1所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量,包括:

根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集;

基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计

算,构建所述振动正态偏差向量;

基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器润滑感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述润滑正态偏差向量;

基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器温度感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述温度正态偏差向量。

4.如权利要求3所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集,包括:

基于大数据进行正态样本全局检索,获得多组减速器正态感知记录;

遍历所述多组减速器正态感知记录,提取第一组减速器正态感知记录,其中,所述第一组减速器正态感知记录包括第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录,以及所述第一减速器正态振动数据记录、所述第一减速器正态润滑数据记录和所述第一减速器正态温度数据记录对应的第一历史工况特征数据和第一历史作业环境特征数据;

基于所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据,分别对所述第一历史工况特征数据和所述第一历史作业环境特征数据进行配准分析,获得第一工况特征配准系数和第一环境特征配准系数;

基于预设正态配准权重条件对所述第一工况特征配准系数和所述第一环境特征配准系数进行加权计算,获得第一特征复合配准系数;

判断所述第一特征复合配准系数是否满足预设复合配准约束;

若所述第一特征复合配准系数满足所述预设复合配准约束,将所述第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录添加至所述配准减速器正态记录集。

5.如权利要求3所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述振动正态偏差向量,包括:

对所述配准减速器正态记录集进行分类,获得配准正态振动记录集、配准正态润滑记录集和配准正态温度记录集;

根据所述配准正态振动记录集进行集中值评价,获得配准正态振动集中量;

基于所述配准正态振动集中量对所述减速器振动感知数据流进行多特征偏差计算,生成所述振动正态偏差向量。

6.如权利要求1所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果,包括:

所述多元减速器故障感知通道包括第一减速器故障感知通道、第二减速器故障感知通道和第三减速器故障感知通道;

将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述振动正态偏差向量输入所述第一减速器故障感知通道,生成第一减速器故障感知结果;

将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述润滑正态偏差向量输入

所述第二减速器故障感知通道,获得第二减速器故障感知结果;

将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述温度正态偏差向量输入所述第三减速器故障感知通道,获得第三减速器故障感知结果;

根据所述第一减速器故障感知结果、所述第二减速器故障感知结果和所述第三减速器故障感知结果进行故障融合,生成所述减速器复合故障感知结果。

7.如权利要求1所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,其特征在于,基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告,包括:

根据所述实时作业数据流进行异常检测,获得作业异常检测结果;

基于所述作业异常检测结果对所述目标截割减速器进行故障预测,生成作业异常故障预测结果;

基于所述作业异常故障预测结果对所述减速器复合故障感知结果进行故障融合,得到所述减速器故障感知报告。

8.一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统,其特征在于,所述系统用于实施权利要求1-7任一项所述的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,所述系统包括:

实时减速器感知数据源获取模块,所述实时减速器感知数据源获取模块用于根据预先布设的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源,其中,所述实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,且,所述实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据;

减速器正态偏差向量集构建模块,所述减速器正态偏差向量集构建模块用于构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,具体为将实时工况特征数据和实时作业环境特征数据与预设的正常工作状态下的数据进行匹配,根据匹配结果,计算出实时减速器感知数据源中实时数据与正常数据之间的偏差值,包括振动偏差、润滑偏差和温度偏差,对计算出的偏差值进行正态化处理,消除不同数据类型和量纲之间的差异,得到正态偏差值,将正态偏差值按照对应的类别组合成向量,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量;

减速器复合故障感知结果获取模块,所述减速器复合故障感知结果获取模块用于基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果;

减速器复合故障感知结果校正模块,所述减速器复合故障感知结果校正模块用于加载所述目标截割减速器的实时作业数据流,并基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,每个激活的减速器故障感知通道对实时数据进行处理和分析,提取出与故障相关的特征信息,采用加权平均、最大投票方法,将各个通道的处理结果进行融合,根据融合后的结果,生成减速器复合故障感知结果,基于所述减速器复合故障感知结果生成减速器故障感知报告;

目标截割减速器故障运维模块,所述目标截割减速器故障运维模块用于基于所述减速器故障感知报告,结合减速器故障运维库对所述目标截割减速器进行故障运维。

## 一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断及系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及机械故障诊断与维护相关领域,尤其涉及一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断及系统。

### 背景技术

[0002] 悬臂式掘进机是煤矿、隧道等工程领域中广泛应用的机械设备,主要用于巷道的掘进作业,截割减速器是悬臂式掘进机的核心部件,负责将截割电机的转矩传递到截割头上,驱动截割头进行截割。由于掘进机作业环境的复杂性和多变性,截割减速器在运行过程中可能会遭受各种冲击和振动,从而导致其性能下降或出现故障,因此对悬臂式掘进机截割减速器进行故障诊断至关重要。在现有的悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断中,通常依赖于传统的传感器监测和数据分析方法,这些方法虽然能够实现减速器的状态监测和故障诊断,但现有方法往往只依赖单一的传感器数据进行故障诊断,缺乏对多源数据的综合分析和利用,导致诊断精度受到限制,并且由于工况环境的复杂性和多变性,现有方法在处理异常数据时容易出现误判,导致误报率较高,增加了故障处理的难度和成本,同时现有方法在故障定位方面往往只能提供大致的故障范围,无法精确到具体的故障部件或位置,影响了故障处理的效率和准确性。

[0003] 现阶段相关技术中,悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断存在诊断精度不高,误报率较高,故障定位不准确的技术问题。

### 发明内容

[0004] 本申请通过提供一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断及系统,通过综合利用多源感知数据、构建正态偏差向量集以及激活多元故障感知通道等技术手段,达到了提高诊断精度,降低误报率,实现精准故障定位的技术效果。

[0005] 本申请提供一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,包括:

[0006] 根据预先布置的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源,其中,所述实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,且,所述实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据;

[0007] 构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量;

[0008] 基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果;

[0009] 加载所述目标截割减速器的实时作业数据流,并基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告;

- [0010] 基于所述减速器故障感知报告,结合减速器故障运维库对所述目标截割减速器进行故障运维。
- [0011] 在可能的实现方式中,获得实时减速器感知数据源,执行以下处理:
- [0012] 调取所述实时减速器感知数据源内各个数据流对应的传感设备状态源数据;
- [0013] 基于所述传感设备状态源数据进行深度异常识别,获得传感设备异常识别结果和设备异常深度指数;
- [0014] 判断所述设备异常深度指数是否小于设备异常深度阈值;
- [0015] 若所述设备异常深度指数大于/等于所述设备异常深度阈值,基于所述传感设备异常识别结果进行感知补偿,获得异常感知补偿数据;
- [0016] 基于所述异常感知补偿数据对所述实时减速器感知数据源进行映射修正。
- [0017] 在可能的实现方式中,构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量,执行以下处理:
- [0018] 根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集;
- [0019] 基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述振动正态偏差向量;
- [0020] 基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器润滑感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述润滑正态偏差向量;
- [0021] 基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器温度感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述温度正态偏差向量。
- [0022] 在可能的实现方式中,根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集,执行以下处理:
- [0023] 基于大数据进行正态样本全局检索,获得多组减速器正态感知记录;
- [0024] 遍历所述多组减速器正态感知记录,提取第一组减速器正态感知记录,其中,所述第一组减速器正态感知记录包括第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录,以及所述第一减速器正态振动数据记录、所述第一减速器正态润滑数据记录和所述第一减速器正态温度数据记录对应的第一历史工况特征数据和第一历史作业环境特征数据;
- [0025] 基于所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据,分别对所述第一历史工况特征数据和所述第一历史作业环境特征数据进行配准分析,获得第一工况特征配准系数和第一环境特征配准系数;
- [0026] 基于预设正态配准权重条件对所述第一工况特征配准系数和所述第一环境特征配准系数进行加权计算,获得第一特征复合配准系数;
- [0027] 判断所述第一特征复合配准系数是否满足预设复合配准约束;
- [0028] 若所述第一特征复合配准系数满足所述预设复合配准约束,将所述第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录添加至所述配准减速器正态记录集。

[0029] 在可能的实现方式中,基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述振动正态偏差向量,执行以下处理:

[0030] 对所述配准减速器正态记录集进行分类,获得配准正态振动记录集、配准正态润滑记录集和配准正态温度记录集;

[0031] 根据所述配准正态振动记录集进行集中值评价,获得配准正态振动集中量;

[0032] 基于所述配准正态振动集中量对所述减速器振动感知数据流进行多特征偏差计算,生成所述振动正态偏差向量。

[0033] 在可能的实现方式中,基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果,执行以下处理:

[0034] 所述多元减速器故障感知通道包括第一减速器故障感知通道、第二减速器故障感知通道和第三减速器故障感知通道;

[0035] 将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述振动正态偏差向量输入所述第一减速器故障感知通道,生成第一减速器故障感知结果;

[0036] 将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述润滑正态偏差向量输入所述第二减速器故障感知通道,获得第二减速器故障感知结果;

[0037] 将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述温度正态偏差向量输入所述第三减速器故障感知通道,获得第三减速器故障感知结果;

[0038] 根据所述第一减速器故障感知结果、所述第二减速器故障感知结果和所述第三减速器故障感知结果进行故障融合,生成所述减速器复合故障感知结果。

[0039] 在可能的实现方式中,基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告,执行以下处理:

[0040] 根据所述实时作业数据流进行异常检测,获得作业异常检测结果;

[0041] 基于所述作业异常检测结果对所述目标截割减速器进行故障预测,生成作业异常故障预测结果;

[0042] 基于所述作业异常故障预测结果对所述减速器复合故障感知结果进行故障融合,得到所述减速器故障感知报告。

[0043] 本申请还提供了一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统,包括:

[0044] 实时减速器感知数据源获取模块,所述实时减速器感知数据源获取模块用于根据预先布置的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源,其中,所述实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,且,所述实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据;

[0045] 减速器正态偏差向量集构建模块,所述减速器正态偏差向量集构建模块用于构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量;

[0046] 减速器复合故障感知结果获取模块,所述减速器复合故障感知结果获取模块用于

基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集，激活多元减速器故障感知通道，获得减速器复合故障感知结果；

[0047] 减速器复合故障感知结果校正模块，所述减速器复合故障感知结果校正模块用于加载所述目标截割减速器的实时作业数据流，并基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果，生成减速器故障感知报告；

[0048] 目标截割减速器故障运维模块，所述目标截割减速器故障运维模块用于基于所述减速器故障感知报告，结合减速器故障运维库对所述目标截割减速器进行故障运维。

[0049] 拟通过本申请提出的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断及系统，首先根据预先布设的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测，获得实时减速器感知数据源，其中，实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流，且，实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据，进而构建减速器正态偏差向量集，其中，通过实时工况特征数据和实时作业环境特征数据对实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算，得到减速器正态偏差向量集，减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量，然后基于实时工况特征数据、实时作业环境特征数据和减速器正态偏差向量集，激活多元减速器故障感知通道，获得减速器复合故障感知结果，接着加载目标截割减速器的实时作业数据流，并基于实时作业数据流校正减速器复合故障感知结果，生成减速器故障感知报告，最后基于减速器故障感知报告，结合减速器故障运维库对目标截割减速器进行故障运维，达到了提高诊断精度，降低误报率，实现精准故障定位的技术效果。

## 附图说明

[0050] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例的附图作简单的介绍，本申请中使用了流程图来说明根据本申请的实施例的系统所执行的操作。应当理解的是，前面或下面操作不一定按照顺序来精确地执行。相反，根据需要，可以按照倒序或同时处理各种步骤。同时，也可以将其他操作添加到这些过程中，或从这些过程移除某一步或数步操作。

[0051] 图1为本申请实施例提供的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法的流程示意图；

[0052] 图2为本申请实施例提供的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统的结构示意图。

## 具体实施方式

[0053] 上述说明仅是本申请技术方案的概述，为了能够更清楚了解本申请的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本申请的具体实施方式。

[0054] 为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请作进一步的详细描述，所描述的实施例不应视为对本申请的限制，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本申请保护的范围。

[0055] 在以下的描述中，涉及“一些实施例”，其描述了所有可能实施例的子集，但是可以



理解,“一些实施例”可以是所有可能实施例的相同子集或不同子集,并且可以在不冲突的情况下相互结合,所涉及的术语“第一\第二”仅仅是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序。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、产品或服务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模块,除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的术语只是为了描述本申请实施例的目的。

[0056] 本申请实施例提供了一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,如图1所示,所述方法包括:

[0057] 步骤S100,根据预先布设的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源,其中,所述实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,且,所述实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据。具体而言,所述目标截割减速器指的是需要进行故障诊断和监测的特定截割减速器,在悬臂式掘进机中,截割减速器是一个机械部件,负责传递动力并调整截割头的转速,以满足不同工作条件下的截割需求,启动预先布设在目标截割减速器上的减速器传感阵列,对减速器传感阵列进行激活与校验,确保传感器均处于正常工作状态且测量精度和响应速度均满足故障诊断的要求。利用减速器传感阵列中的振动传感器、润滑传感器和温度传感器,分别对目标截割减速器的振动、润滑和温度进行实时监测,其中,振动传感器记录目标截割减速器的振动频率、振幅等振动特性数据,润滑传感器监测目标截割减速器的润滑油量、油压、油质、油温等润滑状态数据,温度传感器测量目标截割减速器的关键部位温度,例如轴承温度、齿轮箱温度等。将采集到的振动、润滑和温度数据以数据流的形式进行实时传输,得到减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,这三种数据流集合在一起共同组成实时减速器感知数据源。对减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流进行特征提取,提取出能够反映目标截割减速器实时工况和实时作业环境的特征数据,实时工况特征数据包括目标截割减速器的实时工况属性参数。示例性地,实时工况属性参数可以为连续掘进工况、冲击负载工况、变速截割工况等。实时作业环境特征数据包括煤岩硬度、环境温度、湿度、粉尘浓度等,并为每个特征数据添加对应标识,用于后续的数据处理和分析。

[0058] 在一种可能的实现方式中,获得实时减速器感知数据源,步骤S100进一步包括步骤S110,调取所述实时减速器感知数据源内各个数据流对应的传感设备状态源数据。具体地,根据实时减速器感知数据源的组织结构,识别每一个数据流与特定传感器的对应关系,从传感器或与之相连的数据采集系统中调取这些传感设备的状态源数据,传感设备状态源数据包括传感器的运行时间、校准状态、信号强度、错误代码、环境信息等,传感设备状态源数据反映了传感器的健康状况和工作状态。步骤S120,基于所述传感设备状态源数据进行深度异常识别,获得传感设备异常识别结果和设备异常深度指数。具体地,对传感设备状态源数据进行预处理,包括数据清洗、去噪、归一化等操作,消除数据中的异常值和干扰,接着,从预处理后的传感设备状态源数据中提取关键特征,包括传感器的响应时间、信号稳定性、误差率等,这些特征反映了传感器的性能和工作状态,利用机器学习或深度学习算法,

基于历史数据和专家知识,建立传感器异常识别模型,传感器异常识别模型用于根据提取的特征判断传感器是否处于异常状态,将实时获取的传感设备状态源数据输入到传感器异常识别模型中,传感器异常识别模型对每个传感器的状态进行评估,并输出传感设备异常识别结果,传感设备异常识别结果可以以二分类(正常/异常)或多分类(不同异常类型)的形式表示。同时,根据传感设备异常识别结果,计算设备异常深度指数,设备异常深度指数是根据异常发生的频率、持续时间、影响范围等多个因素,通过设定不同的权重和阈值综合计算得到的,用于量化传感器异常的严重程度。步骤S130,判断所述设备异常深度指数是否小于设备异常深度阈值。具体地,所述设备异常深度阈值是一个预设的数值,用于判断传感器异常是否达到了需要干预的程度,设备异常深度阈值基于系统的性能要求、历史数据、专家经验或行业标准等设定。将设备异常深度指数与设备异常深度阈值进行比较,如果设备异常深度指数小于设备异常深度阈值,说明传感器的异常程度尚未达到需要干预的水平,可以继续正常运行。步骤S140,若所述设备异常深度指数大于/等于所述设备异常深度阈值,基于所述传感设备异常识别结果进行感知补偿,获得异常感知补偿数据。具体地,如果设备异常深度指数大于或等于设备异常深度阈值,说明传感器存在较为严重的异常,在这种情况下,需要采取进一步的措施,对于每个识别出的异常传感设备,从步骤S120中获取对应的传感设备异常识别结果,这些传感设备异常识别结果提供了关于异常类型、程度和可能原因的详细信息,基于传感设备异常识别结果,根据异常的类型和严重程度,选择适合的感知补偿方法(滤波、插值、校准、模型修正等),对异常传感设备的输出数据进行处理,包括对原始数据进行修正、替换或重建等,消除异常对感知数据的影响,经过感知补偿处理后,生成异常感知补偿数据,异常感知补偿数据反映了目标截割减速器的实际状态。步骤S150,基于所述异常感知补偿数据对所述实时减速器感知数据源进行映射修正。即,将异常感知补偿数据更新到实时减速器感知数据源中,替换或补充原有的异常数据,从而形成更加准确和可靠的实时减速器感知数据源。这一实现方式通过发现并处理传感器异常,获得了更加准确和可靠的实时减速器感知数据源,达到了提高数据的准确性和可靠性,避免后续因传感器异常导致的故障误判或漏判的技术效果。

[0059] 步骤S200,构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量。具体而言,将实时工况特征数据和实时作业环境特征数据与预设的正常工作状态下的数据进行匹配,根据匹配结果,计算出实时减速器感知数据源中实时数据与正常数据之间的偏差值,包括振动偏差、润滑偏差和温度偏差,对计算出的偏差值进行正态化处理,消除不同数据类型和量纲之间的差异,得到正态偏差值,正态偏差值反映了实时数据与正常状态的偏离程度,用于识别潜在的故障或异常,将正态偏差值按照对应的类别(振动、润滑、温度)组合成向量,形成振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量,这些向量共同构成了减速器正态偏差向量集。

[0060] 在一种可能的实现方式中,步骤S200进一步包括步骤S210,根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集。具体地,通过统计分析、机器学习算法或专家知识等方法从实时工况特征数据和实时作业环境特征数据中提取出能够反映目标截割减速器的运行状态和作业环境的关键特征,根

据提取的特征,应用配准算法(基于特征的配准、基于变换的配准等),通过最小化两者之间的差异或最大化两者之间的相似性,将实时数据与已知的正常状态下的减速器记录进行对齐或校准,消除它们之间的偏差或差异,配准完成后,得到一组与实时数据相对应的、经过配准的正常状态下的减速器记录,这些记录构成了配准减速器正态记录集。步骤S220,基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述振动正态偏差向量。具体地,通过时间戳匹配、插值或重采样等方法,将减速器振动感知数据流与配准减速器正态记录集中的振动数据进行对齐,确保时间序列的一致性。应用多元统计分析方法,通过计算每个时间点或数据点的偏差值计算减速器振动感知数据流与配准减速器正态记录集中的振动数据之间的正态偏差,将计算得到的振动正态偏差值按照时间序列或其他合适的顺序组织成向量形式,形成振动正态偏差向量。步骤S230,基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器润滑感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述润滑正态偏差向量;步骤S240,基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器温度感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述温度正态偏差向量。具体地,采用与计算振动正态偏差向量相同的处理方法分别构建润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量,最终得到包含振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量的减速器正态偏差向量集。这一实现方式通过对目标截割减速器的多种感知数据流进行精确分析和处理,构建了一套能够反映目标截割减速器运行状态的正态偏差向量集,从而达到了实现对目标截割减速器的有效监测和维护的技术效果。

[0061] 在一种可能的实现方式中,步骤S210进一步包括步骤S211,基于大数据进行正态样本全局检索,获得多组减速器正态感知记录。具体地,连接大数据存储库,定义检索条件,包括减速器的型号、工作环境、工作时间段等,执行全局检索,根据检索条件从大数据存储库中筛选出多组减速器正态感知记录,所述多组减速器正态感知记录是指一系列关于目标截割减速器或与目标截割减速器同型号减速器在正常运行状态下所感知到的各种数据记录,这些数据是在目标截割减速器或与目标截割减速器同型号减速器处于正常工况和作业环境下采集得到的。步骤S212,遍历所述多组减速器正态感知记录,提取第一组减速器正态感知记录,其中,所述第一组减速器正态感知记录包括第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录,以及所述第一减速器正态振动数据记录、所述第一减速器正态润滑数据记录和所述第一减速器正态温度数据记录对应的第一历史工况特征数据和第一历史作业环境特征数据。具体地,初始化遍历指针,指向多组减速器正态感知记录的起始位置,循环遍历多组减速器正态感知记录中的每一组记录,在每次循环中,提取当前指针指向的减速器正态感知记录及其对应的工况特征数据和作业环境特征数据,从遍历过程中提取出第一组减速器正态感知记录,所述第一组减速器正态感知记录是多组减速器正态感知记录中的任意一组记录,包括振动、润滑和温度三个方面的正态数据记录,同时提取出与该组正态数据记录对应的历史工况特征数据和历史作业环境特征数据。步骤S213,基于所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据,分别对所述第一历史工况特征数据和所述第一历史作业环境特征数据进行配准分析,获得第一工况特征配准系数和第一环境特征配准系数。具体地,根据目标截割减速器的特性和监测需求,从实时工况特征数据和第一历史工况特征数据中提取出具有相同的含义和单位的关键特征,从实时作业环境特征数据和第一历史作业环境特征数据中提取出具有相同的含义和单

位的关键特征,例如温度等。对于每一个特征,采用相似性度量方法(如欧氏距离、相关系数、动态时间规整等)计算实时数据与历史数据之间的相似性。根据相似性的计算结果,为每个特征计算一个配准系数,配准系数可以是一个介于0和1之间的数值,表示实时数据与历史数据之间的匹配程度,数值越高,表示匹配度越好;数值越低,表示差异越大,对于工况特征数据,得到第一工况特征配准系数;对于作业环境特征数据,得到第一环境特征配准系数。步骤S214,基于预设正态配准权重条件对所述第一工况特征配准系数和所述第一环境特征配准系数进行加权计算,获得第一特征复合配准系数。具体地,所述预设正态配准权重条件基于实际经验、试验数据或理论分析得出,反映了在配准过程中工况特征和作业环境特征各自的相对重要性,根据预设正态配准权重条件,为第一工况特征配准系数和第一环境特征配准系数分别分配相应的权重,使用加权公式或算法,将每个配准系数与对应的权重相乘,并将结果相加,得到第一特征复合配准系数。步骤S215,判断所述第一特征复合配准系数是否满足预设复合配准约束;步骤S216,若所述第一特征复合配准系数满足所述预设复合配准约束,将所述第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录添加至所述配准减速器正态记录集。具体地,所述预设复合配准约束基于历史数据、经验知识或业务需求制定,用于筛选出与实时数据匹配度较高的历史记录,将第一特征复合配准系数与预设复合配准约束进行比较,判断第一特征复合配准系数是否大于或等于某个阈值,或者是否在某个特定的数值范围内,如果第一特征复合配准系数满足约束条件,表示实时采集的工况特征和作业环境特征数据与第一组历史数据具有较高的匹配度,提取第一组减速器的正态振动数据记录、正态润滑数据记录和正态温度数据记录添加到配准减速器正态记录集中并更新配准减速器正态记录集的状态信息,例如记录数量、最后更新时间等。这一实现方式通过数据配准和记录筛选流程,从大量历史数据中筛选出了与实时数据匹配度较高的记录,达到了提供准确可靠的数据基础的技术效果。

[0062] 在一种可能的实现方式中,步骤S220进一步包括步骤S221,对所述配准减速器正态记录集进行分类,获得配准正态振动记录集、配准正态润滑记录集和配准正态温度记录集。具体地,创建三个空集合,分别用于存储配准正态振动记录、配准正态润滑记录和配准正态温度记录,逐个配准减速器正态记录集中的每一条记录,根据每条记录的类型(振动、润滑、温度),将其分别添加到对应的分类集合中,当所有记录都遍历完毕后,分类结束,得到三个分类后的记录集。步骤S222,根据所述配准正态振动记录集进行集中值评价,获得配准正态振动集中量。具体地,使用统计方法(如均值、中位数、众数等)对配准正态振动记录集中振动数据进行集中值评价,得到配准正态振动集中量,配准正态振动集中量代表了目标截割减速器在正常工作状态下的振动特性。步骤S223,基于所述配准正态振动集中量对所述减速器振动感知数据流进行多特征偏差计算,生成所述振动正态偏差向量。具体地,根据目标截割减速器的特性和监测需求,从减速器振动感知数据流中提取多个特征,包括振幅、频率、波形参数等,对于每个提取的特征,通过相减、相除或其他数学运算,计算其与配准正态振动集中量之间的偏差。将所有特征的偏差值组合成一个向量,即振动正态偏差向量。这一实现方式通过对配准减速器正态记录集进行分类,对配准正态振动记录集进行集中值评价,以及对减速器振动感知数据流进行多特征偏差计算,简化了数据处理流程,提高了分析效率,获得了更准确、更全面的振动正态偏差向量,达到了为目标截割减速器的故障

诊断提供更为可靠的支持的技术效果。

[0063] 步骤S300,基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果。具体而言,将实时数据(实时工况特征数据和实时作业环境特征数据)与减速器正态偏差向量集中的数据进行匹配和对齐,确保两者在时间和空间上的对应关系,根据实时工况特征数据、实时作业环境特征数据和减速器正态偏差向量集,初始化多元减速器故障感知通道,为每个减速器故障感知通道配置相应的参数,例如阈值、权重、滤波器等,用于感知和识别故障特征,激活并启动多元减速器故障感知通道,每个激活的减速器故障感知通道对实时数据进行处理和分析,提取出与故障相关的特征信息,采用加权平均、最大投票或其他融合算法,将各个通道的处理结果进行融合,根据融合后的结果,生成减速器复合故障感知结果,包括故障的类型、位置、严重程度等信息,用于为后续的故障诊断和维护提供依据。

[0064] 在一种可能的实现方式中,步骤300进一步包括步骤S310,所述多元减速器故障感知通道包括第一减速器故障感知通道、第二减速器故障感知通道和第三减速器故障感知通道。具体地,多元减速器故障感知通道包括三个故障感知通道,其中,第一减速器故障感知通道针对振动特征,第二减速器故障感知通道针对润滑状态,第三减速器故障感知通道针对温度特征,每个通道都有特定的算法和模型,用于分析对应类型的故障特征。步骤S320,将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述振动正态偏差向量输入所述第一减速器故障感知通道,生成第一减速器故障感知结果。具体地,第一减速器故障感知通道利用预先训练好的振动分析模型(基于机器学习或深度学习的模型),对振动数据进行特征提取和模式识别,生成第一减速器故障感知结果,第一减速器故障感知结果可以是一个概率值,表示当前振动状态下目标截割减速器发生故障的可能性。步骤S330,将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述润滑正态偏差向量输入所述第二减速器故障感知通道,获得第二减速器故障感知结果。具体地,第二减速器故障感知通道利用润滑状态评估算法,对润滑数据进行处理和分析,识别润滑不良或其他与润滑相关的故障特征,根据分析结果,生成第二减速器故障感知结果,第二减速器故障感知结果同样可以是一个表示故障可能性的概率值。步骤S340,将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述温度正态偏差向量输入所述第三减速器故障感知通道,获得第三减速器故障感知结果。具体地,第三减速器故障感知通道通过温度监测和分析模型,对温度数据进行异常检测和趋势分析,识别因过热或其他温度相关问题导致的故障,基于这些分析,生成第三减速器故障感知结果。步骤S350,根据所述第一减速器故障感知结果、所述第二减速器故障感知结果和所述第三减速器故障感知结果进行故障融合,生成所述减速器复合故障感知结果。具体地,采用基于规则的融合、基于概率的融合或基于机器学习的融合等方法,对第一减速器故障感知结果、第二减速器故障感知结果和第三减速器故障感知结果进行融合处理,根据每个通道的故障感知结果及其权重,综合考虑多个因素,生成最终的减速器复合故障感知结果,减速器复合故障感知结果全面反映了目标截割减速器的故障状态,包括可能存在的多种故障类型及严重程度。这一实现方式通过设计多元减速器故障感知通道和进行故障融合处理,可以更准确地识别目标截割减速器的复合故障,达到了提高故障诊断的可靠性和效率的技术效果。

[0065] 步骤S400,加载所述目标截割减速器的实时作业数据流,并基于所述实时作业数

据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告。具体而言,所述实时作业数据流是通过传感器、监控系统或其他数据采集设备实时采集得到的目标截割减速器的作业数据流,包括实时输出转速、实时负载、实时输出扭矩、实时输出功率等多种类型的参数,将实时作业数据流与减速器复合故障感知结果进行匹配和对齐,确保两者在时间和空间上的对应关系,通过比较实时作业数据流数据与减速器复合故障感知结果中的特征参数,利用实时作业数据流对减速器复合故障感知结果进行验证和校正,判断减速器复合故障感知结果的准确性和可靠性,并消除因作业条件变化引起的误差。根据实时作业数据流数据的验证结果,对减速器复合故障感知结果进行必要的调整,如果实时作业数据流数据表明减速器复合故障感知结果存在偏差或误判,则进行相应的修正和更新。将校正后的减速器复合故障感知结果、实时作业数据流、校正过程及结果等相关信息进行整理,使用预设的报告模板或报告生成工具,将整理好的内容生成减速器故障感知报告,减速器故障感知报告包含故障类型、位置、严重程度、校正依据等信息。

[0066] 在一种可能的实现方式中,基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告,步骤400进一步包括步骤S410,根据所述实时作业数据流进行异常检测,获得作业异常检测结果。具体地,对实时作业数据流进行预处理,例如滤波、去噪、标准化等,从预处理后的数据中提取关键特征,关键特征与目标截割减速器的性能、状态或故障模式密切相关。利用基于统计、机器学习或深度学习等方法的异常检测算法,对提取的特征进行分析,识别出异常模式或行为,将检测到的异常结果记录下来,获得作业异常检测结果,包括异常发生的时间、位置、类型等信息。步骤S420,基于所述作业异常检测结果对所述目标截割减速器进行故障预测,生成作业异常故障预测结果。具体地,将检测到的作业异常与已知的故障模式进行匹配,确定可能的故障原因和类型,利用预先训练好的故障预测模型(如机器学习模型、时间序列分析模型等),对异常数据进行分析,预测未来一段时间内目标截割减速器的故障风险,将故障预测结果以概率或风险等级的形式输出,包括可能发生的故障类型、预计发生时间等信息。步骤S430,基于所述作业异常故障预测结果对所述减速器复合故障感知结果进行故障融合,得到所述减速器故障感知报告。具体地,将作业异常故障预测结果与减速器复合故障感知结果在时间和空间上进行对齐,并将两者整合到一个统一的框架中,选择融合算法(如加权平均、贝叶斯融合等),根据两者的置信度、相关性等因素,对结果进行融合,基于融合后的结果,生成减速器故障感知报告。这一实现方式通过利用实时作业数据流来校正和增强减速器复合故障感知结果的准确性,从而生成了更可靠、更有价值的减速器故障感知报告,达到了及时发现和处理目标截割减速器的潜在故障,提高设备的可靠性和运行效率的技术效果。

[0067] 步骤S500,基于所述减速器故障感知报告,结合减速器故障运维库对所述目标截割减速器进行故障运维。具体而言,通过分析减速器故障感知报告,确定故障的具体类型、位置、严重程度、发生概率以及对目标截割减速器的性能、安全性和作业效率可能产生的影响等信息,根据减速器故障感知报告中的故障类型和描述,在减速器故障运维库中检索相关的运维方案、维修手册或操作指南,其中,所述减速器故障运维库是预先建立的包含各类故障的运维方案、历史故障记录、维修经验等相关信息的数据库。根据检索到的运维方案,结合现有的人员、工具、备件等运维资源,制定详细的故障运维步骤,包括维修顺序、操作要点、安全注意事项等,同时根据故障的紧急程度和运维资源的可用性,设定合理的运维时间

表,确保故障能够及时得到处理。最后按照制定的运维步骤,逐步对目标截割减速器进行故障处理,包括拆卸、检查、维修、更换零件等操作,在运维过程中,详细记录每一步的操作情况、遇到的问题及解决方案,用于为后续的故障分析和改进提供依据。在运维完成后,对目标截割减速器进行功能测试和性能评估,确保故障已得到妥善解决,并将本次运维的经验、教训和改进措施整理成文档,更新到减速器故障运维库中,用于后续参考和借鉴。本申请实施例通过综合利用多源感知数据、构建正态偏差向量集以及激活多元故障感知通道等技术手段,达到了提高诊断精度,降低误报率,实现精准故障定位的技术效果。

[0068] 在上文中,参照图1详细描述了根据本发明实施例的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法。接下来,将参照图2描述根据本发明实施例的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统。

[0069] 根据本发明实施例的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统用于解决现有悬臂式掘进机截割减速器故障诊断存在的诊断精度不高,误报率较高,故障定位不准确的技术问题,达到提高诊断精度,降低误报率,实现精准故障定位的技术效果。一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统包括:实时减速器感知数据源获取模块10、减速器正态偏差向量集构建模块20、减速器复合故障感知结果获取模块30、减速器复合故障感知结果校正模块40、目标截割减速器故障运维模块50。

[0070] 实时减速器感知数据源获取模块10用于根据预先布设的减速器传感阵列对目标截割减速器进行实时监测,获得实时减速器感知数据源,其中,所述实时减速器感知数据源包括减速器振动感知数据流、减速器润滑感知数据流和减速器温度感知数据流,且,所述实时减速器感知数据源具有对应标识的实时工况特征数据和实时作业环境特征数据;

[0071] 减速器正态偏差向量集构建模块20用于构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量;

[0072] 减速器复合故障感知结果获取模块30用于基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果;

[0073] 减速器复合故障感知结果校正模块40用于加载所述目标截割减速器的实时作业数据流,并基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告;

[0074] 目标截割减速器故障运维模块50用于基于所述减速器故障感知报告,结合减速器故障运维库对所述目标截割减速器进行故障运维。

[0075] 下面,将详细描述实时减速器感知数据源获取模块10的具体配置。如上文中所述,获得实时减速器感知数据源,实时减速器感知数据源获取模块10可以进一步包括:传感设备状态源数据调取单元用于调取所述实时减速器感知数据源内各个数据流对应的传感设备状态源数据;深度异常识别单元用于基于所述传感设备状态源数据进行深度异常识别,获得传感设备异常识别结果和设备异常深度指数;判断单元用于判断所述设备异常深度指数是否小于设备异常深度阈值;感知补偿单元用于若所述设备异常深度指数大于/等于所述设备异常深度阈值,基于所述传感设备异常识别结果进行感知补偿,获得异常感知补偿

数据;映射修正单元用于基于所述异常感知补偿数据对所述实时减速器感知数据源进行映射修正。

[0076] 下面,将详细描述减速器正态偏差向量集构建模块20的具体配置。如上文中所述,构建减速器正态偏差向量集,其中,通过所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据对所述实时减速器感知数据源进行多元正态偏差计算,得到所述减速器正态偏差向量集,所述减速器正态偏差向量集包括振动正态偏差向量、润滑正态偏差向量和温度正态偏差向量,减速器正态偏差向量集构建模块20可以进一步包括:减速器正态记录配准单元用于根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集;振动正态偏差向量构建单元用于基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述振动正态偏差向量;润滑正态偏差向量构建单元用于基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器润滑感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述润滑正态偏差向量;温度正态偏差向量构建单元用于基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器温度感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述温度正态偏差向量。

[0077] 其中,根据所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据进行减速器正态记录配准,获得配准减速器正态记录集,减速器正态记录配准单元可以进一步包括:多组减速器正态感知记录获取子单元用于基于大数据进行正态样本全局检索,获得多组减速器正态感知记录;第一组减速器正态感知记录提取子单元用于遍历所述多组减速器正态感知记录,提取第一组减速器正态感知记录,其中,所述第一组减速器正态感知记录包括第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录,以及所述第一减速器正态振动数据记录、所述第一减速器正态润滑数据记录和所述第一减速器正态温度数据记录对应的第一历史工况特征数据和第一历史作业环境特征数据;配准分析子单元用于基于所述实时工况特征数据和所述实时作业环境特征数据,分别对所述第一历史工况特征数据和所述第一历史作业环境特征数据进行配准分析,获得第一工况特征配准系数和第一环境特征配准系数;加权计算子单元用于基于预设正态配准权重条件对所述第一工况特征配准系数和所述第一环境特征配准系数进行加权计算,获得第一特征复合配准系数;判断子单元用于判断所述第一特征复合配准系数是否满足预设复合配准约束;记录添加子单元用于若所述第一特征复合配准系数满足所述预设复合配准约束,将所述第一减速器正态振动数据记录、第一减速器正态润滑数据记录和第一减速器正态温度数据记录添加至所述配准减速器正态记录集。

[0078] 其中,基于所述配准减速器正态记录集对所述减速器振动感知数据流进行多元正态偏差计算,构建所述振动正态偏差向量,振动正态偏差向量构建单元可以进一步包括:分类子单元用于对所述配准减速器正态记录集进行分类,获得配准正态振动记录集、配准正态润滑记录集和配准正态温度记录集;集中值评价子单元用于根据所述配准正态振动记录集进行集中值评价,获得配准正态振动集中量;多特征偏差计算子单元用于基于所述配准正态振动集中量对所述减速器振动感知数据流进行多特征偏差计算,生成所述振动正态偏差向量。

[0079] 下面,将详细描述减速器复合故障感知结果获取模块30的具体配置。如上文中所述,基于所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述减速器正态偏差向量



集,激活多元减速器故障感知通道,获得减速器复合故障感知结果,减速器复合故障感知结果获取模块30可以进一步包括:多元减速器故障感知通道搭建单元用于所述多元减速器故障感知通道包括第一减速器故障感知通道、第二减速器故障感知通道和第三减速器故障感知通道;第一减速器故障感知结果生成单元用于将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述振动正态偏差向量输入所述第一减速器故障感知通道,生成第一减速器故障感知结果;第二减速器故障感知结果生成单元用于将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述润滑正态偏差向量输入所述第二减速器故障感知通道,获得第二减速器故障感知结果;第三减速器故障感知结果生成单元用于将所述实时工况特征数据、所述实时作业环境特征数据和所述温度正态偏差向量输入所述第三减速器故障感知通道,获得第三减速器故障感知结果;故障融合单元用于根据所述第一减速器故障感知结果、所述第二减速器故障感知结果和所述第三减速器故障感知结果进行故障融合,生成所述减速器复合故障感知结果。

[0080] 下面,将详细描述减速器复合故障感知结果校正模块40的具体配置。如上文中所述,基于所述实时作业数据流校正所述减速器复合故障感知结果,生成减速器故障感知报告,减速器复合故障感知结果校正模块40可以进一步包括:异常检测单元用于根据所述实时作业数据流进行异常检测,获得作业异常检测结果;故障预测单元用于基于所述作业异常检测结果对所述目标截割减速器进行故障预测,生成作业异常故障预测结果;减速器故障感知报告生成单元用于基于所述作业异常故障预测结果对所述减速器复合故障感知结果进行故障融合,得到所述减速器故障感知报告。

[0081] 本发明实施例所提供的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断系统可执行本发明任意实施例所提供的一种悬臂式掘进机截割减速器的故障诊断方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0082] 虽然本申请对根据本申请的实施例的系统中的某些模块做出了各种引用,然而,任何数量的不同模块可以被使用并运行在用户终端和/或服务服务器上,所包括的各个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的,但并不局限于上述的划分,只要能够实现相应的功能即可;另外,各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本发明的保护范围。

[0083] 上述具体实施方式,并不构成对本申请保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合和替代。任何在本申请的精神和原则之内所做的修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请保护范围之内。在一些情况下,在本申请中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外,在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

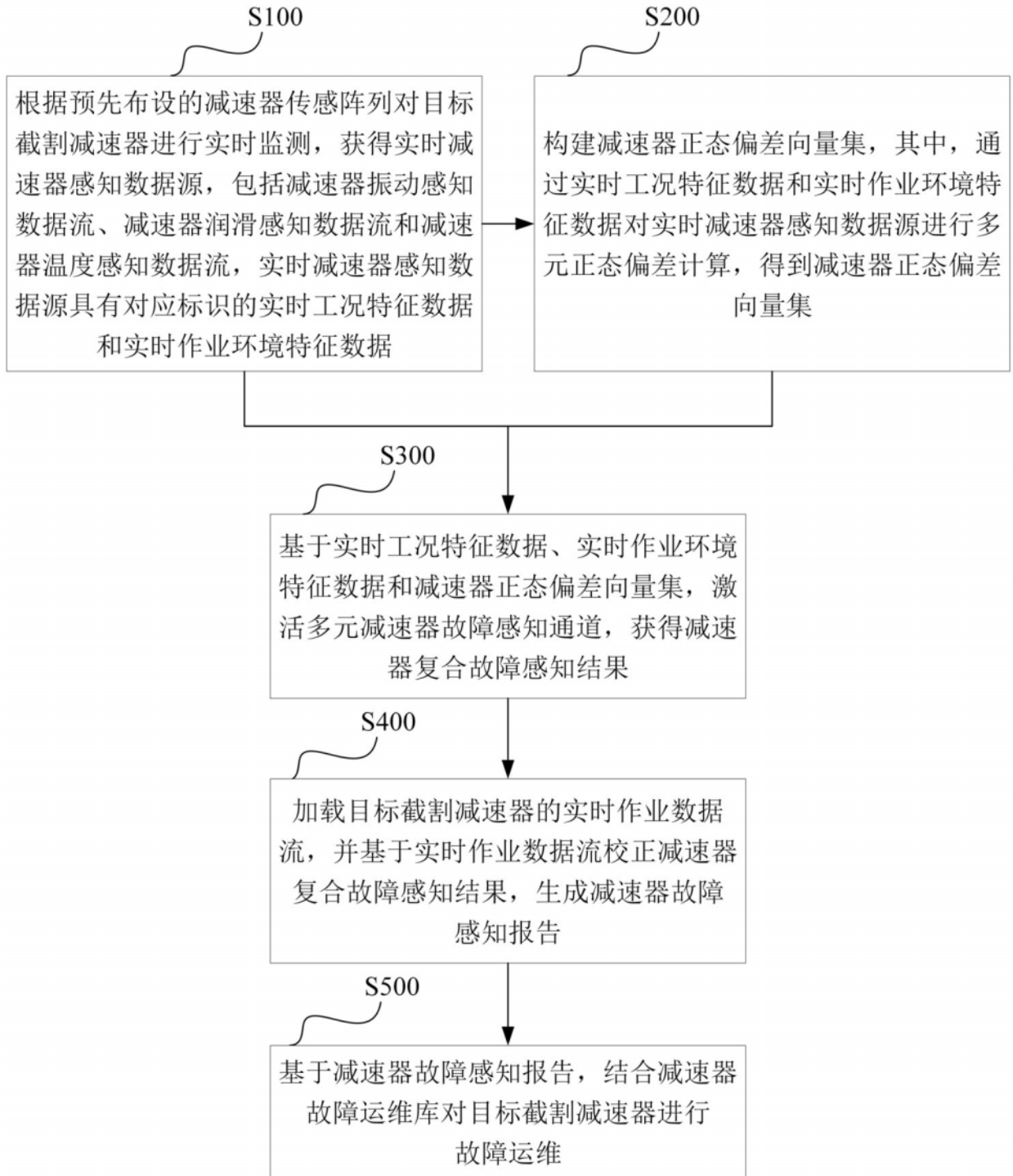


图1

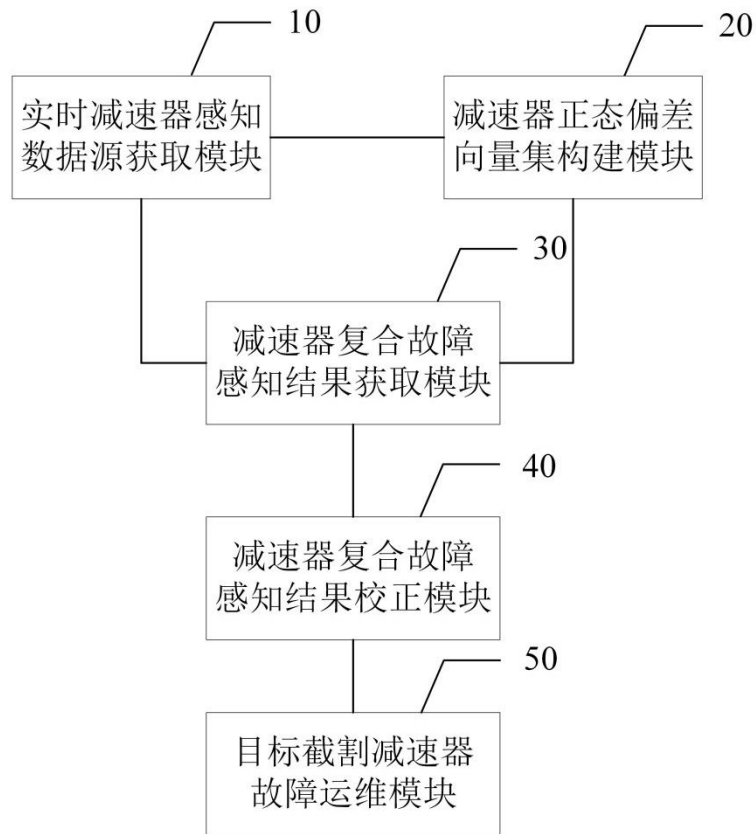


图2