



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111459700 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010264838.7

(22)申请日 2020.04.07

(71)申请人 华润电力技术研究院有限公司

地址 523808 广东省东莞市松山湖园区礼  
宾路6号18栋1单元308室

(72)发明人 陈建华 陈世和 张含智 马成龙  
卫平宝 聂怀志 陈木斌 袁雪峰  
李晓静

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限  
公司 11227

代理人 史翠

(51)Int.Cl.

G06F 11/07(2006.01)

G06F 16/245(2019.01)

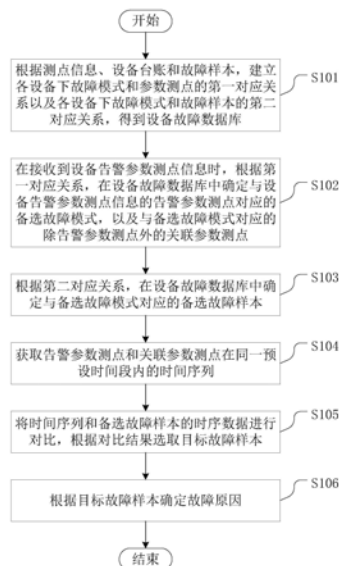
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备  
及存储介质

(57)摘要

本发明公开了一种设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备及存储介质,通过建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各设备下故障模式和故障样本的第二对应关系的设备故障数据库,不需要加入复杂的专家经验,即可在接收到设备告警参数测点信息时,根据第一对应关系确定与设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式以及关联参数测点,根据第二对应关系确定备选故障样本,进而获取告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列,将该时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比,即通过对基础数据的简单分析来获取设备告警参数测点信息和故障样本的关联,根据对比结果确定目标故障样本,进而确定故障原因。



1. 一种设备故障的诊断方法,其特征在于,包括:

根据测点信息、设备台账和故障样本,建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各所述设备下所述故障模式和所述故障样本的第二对应关系,得到设备故障数据库;

在接收到设备告警参数测点信息时,根据所述第一对应关系,在所述设备故障数据库中确定与所述设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式,以及与所述备选故障模式对应的除所述告警参数测点外的关联参数测点;

根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本;

获取所述告警参数测点和所述关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列;

将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本;

根据所述目标故障样本确定故障原因。

2. 根据权利要求1所述的诊断方法,其特征在于,在所述根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本之前,还包括:

对与所述故障模式对应的参数测点以及与所述故障模式对应的故障样本中所述参数测点的时序数据进行统计分析,得到各所述参数测点的标准统计特征,以各所述统计特征生成所述故障模式的标准特征向量;

对所述时间序列进行统计分析,得到所述告警参数测点和所述关联参数测点的故障统计特征,以所述故障统计特征生成所述备选故障模式的故障特征向量;

计算各所述备选故障模式的故障特征向量和各所述备选故障模式的标准特征向量的相似度;

以相似度最高的预设个数的备选故障模式为筛选后的备选故障模式;

相应的,所述根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本,具体为:

根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与所述筛选后的备选故障模式对应的备选故障样本。

3. 根据权利要求2所述的诊断方法,其特征在于,所述将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本,具体包括:

计算所述时间序列与所述时序数据之间的波形相似度;

根据与所述时间序列对应的故障统计特征以及与所述时序数据对应的样本统计特征,计算所述时间序列与所述时序数据之间的统计特征相似度;

对所述波形相似度和所述统计特征相似度进行加权运算,并根据加权运算结果确定所述目标故障样本。

4. 根据权利要求1所述的诊断方法,其特征在于,还包括:

根据所述备选故障样本确定所述预设时间段的时长和对所述时间序列的采样频率。

5. 根据权利要求1所述的诊断方法,其特征在于,在所述根据对比结果选取目标故障样本之后,还包括:

将所述时间序列中与所述目标故障样本相关的时间序列存储于所述目标故障样本所

在的故障样本集合中。

6. 根据权利要求1所述的诊断方法,其特征在於,还包括:

根据所述目标故障样本确定故障解决方案。

7. 根据权利要求1所述的诊断方法,其特征在於,在所述将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比之前,还包括:

对所述时间序列的曲线进行平滑处理。

8. 一种设备故障的诊断装置,其特征在於,包括:

采集单元,用于根据测点信息、设备台账和故障样本,建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各所述设备下所述故障模式和所述故障样本的第二对应关系,得到设备故障数据库;

第一查询单元,用于在接收到设备告警参数测点信息时,根据所述第一对应关系,在所述设备故障数据库中确定与所述设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式,以及与所述备选故障模式对应的除所述告警参数测点外的关联参数测点;

第二查询单元,用于根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本;

获取单元,用于获取所述告警参数测点和所述关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列;

对比单元,用于将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本;

输出单元,用于根据所述目标故障样本确定故障原因。

9. 一种设备故障的诊断设备,其特征在於,包括:

存储器,用于存储指令,所述指令包括权利要求1至7任意一项所述设备故障的诊断方法的步骤;

处理器,用于执行所述指令。

10. 一种存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在於,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7任意一项所述设备故障的诊断方法的步骤。

## 设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及设备故障诊断技术领域,特别是涉及一种设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 随着计算机的发展,研制计算机设备监测系统日益受到重视,建立智能监测与诊断系统一个发展趋势。当有大量设备需要监测和诊断时,或者关键设备需要连续不断地监视时,频繁地进行数据采集、分析和比较是十分繁重的工作。这时用计算机进行自动监测和诊断可节省大量的人力和物力,并能保证诊断结果的客观性和准确性。

[0003] 计算机监测与诊断系统按其所采用的技术可分为:简易自动诊断;精密自动诊断;诊断的专家系统。

[0004] 简易自动诊断通常采用某些简单的特征参数,如信号的均方根值、峰值或峭度系数等,与标准参考状态的值进行比较,能判断故障的有无,但不能判断是何种故障。因所用监测技术和设备简单,操作容易掌握,价格便宜,因而得到广泛应用。

[0005] 精密自动诊断要综合采用各种诊断技术,对简易诊断(初诊)认为有异常的设备作进一步的诊断,以确定故障的类型和部位,并预测故障的发展,要求有专门技术人员操作,在给出诊断结果、解释、处理对策等方面,通常需要仍需要有丰富经验的人员参与。

[0006] 诊断专家系统与一般的精密自动诊断不同,它是一种基于人工智能的计算机诊断系统。它能模拟故障诊断专家的思维方式,运用已有的故障诊断系统。它能模拟故障诊断专家的思维方式,运用已有的故障诊断技术知识和专家经验,对收集到的设备信息进行推理做出判断,并能不断修改、补充知识以完善专家系统的性能,这对于复杂系统的诊断是十分有效的,是设备故障诊断的发展方向。

[0007] 然而,为实现故障诊断,诊断专家系统需要预先建立专家知识库,专家知识库中存储有专家的知识与经验,它通常有两方面的知识内容:一是针对具体的系统而言,包括系统的结构,系统经常出现的故障现象,每个故障现象的原因以及故障现象与原因之间的逻辑关系;二是针对系统中一般的设备仪器故障诊断的专家经验。由于创建专家知识库时对专家的知识 and 经验依赖较高,专家知识的获取与表达成为制约故障诊断专家系统发展的瓶颈。可见,为实现复杂系统的设备故障自动化诊断,需要付出较高的成本。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备及存储介质,用于在实现复杂系统的设备故障自动化诊断的基础上降低对专家知识和经验的依赖度,进而降低设备故障诊断成本。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提供一种设备故障的诊断方法,包括:

[0010] 根据测点信息、设备台账和故障样本,建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各所述设备下所述故障模式和所述故障样本的第二对应关系,得到设备故障

数据库；

[0011] 在接收到设备告警参数测点信息时,根据所述第一对应关系,在所述设备故障数据库中确定与所述设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式,以及与所述备选故障模式对应的除所述告警参数测点外的关联参数测点；

[0012] 根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本；

[0013] 获取所述告警参数测点和所述关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列；

[0014] 将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本；

[0015] 根据所述目标故障样本确定故障原因。

[0016] 可选的,在所述根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本之前,还包括：

[0017] 对与所述故障模式对应的参数测点以及与所述故障模式对应的故障样本中所述参数测点的时序数据进行统计分析,得到各所述参数测点的标准统计特征,以各所述统计特征生成所述故障模式的标准特征向量；

[0018] 对所述时间序列进行统计分析,得到所述告警参数测点和所述关联参数测点的故障统计特征,以所述故障统计特征生成所述备选故障模式的故障特征向量；

[0019] 计算各所述备选故障模式的故障特征向量和各所述备选故障模式的标准特征向量的相似度；

[0020] 以相似度最高的预设个数的备选故障模式为筛选后的备选故障模式；

[0021] 相应的,所述根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本,具体为：

[0022] 根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与所述筛选后的备选故障模式对应的备选故障样本。

[0023] 可选的,所述将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本,具体包括：

[0024] 计算所述时间序列与所述时序数据之间的波形相似度；

[0025] 根据与所述时间序列对应的故障统计特征以及与所述时序数据对应的样本统计特征,计算所述时间序列与所述时序数据之间的统计特征相似度；

[0026] 对所述波形相似度和所述统计特征相似度进行加权运算,并根据加权运算结果确定所述目标故障样本。

[0027] 可选的,还包括：

[0028] 根据所述备选故障样本确定所述预设时间段的时长和对所述时间序列的采样频率。

[0029] 可选的,在所述根据对比结果选取目标故障样本之后,还包括：

[0030] 将所述时间序列中与所述目标故障样本相关的时间序列存储于所述目标故障样本所在的故障样本集合中。

[0031] 可选的,还包括：

[0032] 根据所述目标故障样本确定故障解决方案。

[0033] 可选的,在所述将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比之前,还包括:

[0034] 对所述时间序列的曲线进行平滑处理。

[0035] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种设备故障的诊断装置,包括:

[0036] 采集单元,用于根据测点信息、设备台账和故障样本,建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各所述设备下所述故障模式和所述故障样本的第二对应关系,得到设备故障数据库;

[0037] 第一查询单元,用于在接收到设备告警参数测点信息时,根据所述第一对应关系,在所述设备故障数据库中确定与所述设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式,以及与所述备选故障模式对应的除所述告警参数测点外的关联参数测点;

[0038] 第二查询单元,用于根据所述第二对应关系,在所述设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本;

[0039] 获取单元,用于获取所述告警参数测点和所述关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列;

[0040] 对比单元,用于将所述时间序列和所述备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本;

[0041] 输出单元,用于根据所述目标故障样本确定故障原因。

[0042] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种设备故障的诊断设备,包括:

[0043] 存储器,用于存储指令,所述指令包括上述任意一项所述设备故障的诊断方法的步骤;

[0044] 处理器,用于执行所述指令。

[0045] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任意一项所述设备故障的诊断方法的步骤。

[0046] 本发明所提供的设备故障的诊断方法,基于测点信息、设备台账和故障样本等原始数据建立设备故障数据库,其中包括各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各设备下故障模式和故障样本的第二对应关系,从而在接收到设备告警参数测点信息时,即可根据第一对应关系确定与设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式以及关联参数测点,根据第二对应关系确定备选故障样本,进而获取告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列,将该时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比,最后根据对比结果确定目标故障样本,即可确定故障原因。可见,本发明提供的设备故障的诊断方法在建立设备故障数据库时不需要加入复杂的专家经验,仅通过对基础数据的简单分析来获取设备告警参数测点信息和故障样本的关联,即可得到故障原因,从而在实现复杂系统的设备故障自动化诊断的基础上降低了对专家知识和经验的依赖度,进而降低了设备故障诊断成本。

[0047] 本发明还提供一种设备故障的诊断装置、诊断设备及存储介质,具有上述有益效果,在此不再赘述。

## 附图说明

[0048] 为了更清楚的说明本发明实施例或现有技术的技术方案,下面将对实施例或现有

技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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。

- [0049] 图1为本发明实施例提供的一种设备故障的诊断方法的流程图;
- [0050] 图2为本发明实施例提供的一种故障逻辑树的结构示意图;
- [0051] 图3为本发明实施例提供的另一种设备故障的诊断方法的流程图;
- [0052] 图4为本发明实施例提供的一种设备故障的诊断装置的结构示意图;
- [0053] 图5为本发明实施例提供的一种设备故障的诊断设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0054] 本发明的核心是提供一种设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备及存储介质,用于在实现复杂系统的设备故障自动化诊断的基础上降低对专家知识和经验的依赖度,进而降低设备故障诊断成本。

[0055] 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,所描述的实施例仅仅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他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0056] 图1为本发明实施例提供的一种设备故障的诊断方法的流程图;图2为本发明实施例提供的一种故障逻辑树的结构示意图。

[0057] 如图1所示,本发明实施例提供的设备故障的诊断方法包括:

[0058] S101:根据测点信息、设备台账和故障样本,建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各设备下故障模式和故障样本的第二对应关系,得到设备故障数据库。

[0059] 现有技术中的诊断专家系统是一种规则驱动的诊断方案,即依赖于向专家知识库中添加由专家知识和经验所构成的故障诊断规则。而本发明实施例提供的设备故障的诊断方法是一种数据驱动的诊断方案,只需积累测点信息、设备台账和故障样本等原始数据,采用关键字搜索、筛选、分类等便于计算机实施的简单数据分析方式形成设备故障数据库即可。其中,测点信息包含测点参数和测点位置,测点参数可以为温度、振动、压力、流量、电流、电压、位置等。故障样本可以来源于实际案例、仿真数据以及专家经验,具体可以以一个故障原因对应的数据为一个故障样本。

[0060] 各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系,即对于同一设备,不同的故障模式对应不同的参数测点,如某种故障模式对应温度、振动、压力三个参数测点。各设备下故障模式和故障样本的第二对应关系,即对于同一设备,不同的故障模式对应不同的故障样本。建立故障数据库的具体实施方式可以如下文所示。

[0061] 本发明实施例提供的设备故障的诊断方法可以针对整个工厂、关键设备、关键设备的重要部件等不同水平的系统进行诊断。以对整个工厂进行设备故障检测为例,如图2所示,可以建立一个工厂的故障逻辑树,在一家工厂或一个项目公司下的非叶子节点可以包括机组、系统、设备、设备型号、零部件和故障模式,每个非叶子节点下都可以连接多个子节点。

[0062] 一个设备可能有不同的型号(A型设备、B型设备……),如磨煤机设备是完成将原

煤磨成煤粉的设备,能够完成该功能的设备类型有钢球磨煤机、碗式磨煤机以及风扇磨煤机三种主要类型,不同类型的磨煤机,其结构完全不同,参数测点的位置以及物理意义都不同。

[0063] 不同的设备类型下又有不同的零部件(如A型设备下的零部件1、零部件2……)。

[0064] 每个零部件会有不同的故障模式(如零部件1下的故障模式1……;零部件2下的故障模式1'、故障模式2'……),故障模式即故障显性表现特征集合,每个故障模式中存储着该故障模式发生时的典型表征值,例如,轴瓦振动大这一故障模式的典型表征值有瓦振、X方向轴振、Y方向轴振等参数测点,每个参数测点对应不同的特征值。不同的零部件单元可能具有相同的故障表现,但其故障模式对应的参数测点的类型和各参数测点的特征值不可能完全一致。

[0065] 进一步的,可以以故障原因为该故障逻辑树的叶子节点,或进一步在故障原因下连接维修策略作为叶子节点。

[0066] 为建立如图2所示的故障逻辑树,就需要如上文所述的积累原始数据,采用简单的统计分析办法填充进各个节点。其中,机组、系统、设备、设备类型和零部件等节点能够通过监测对象的台账信息等直接生成。而从故障模式这一节点开始,需要从故障样本中进行分析提取得到,在故障样本中采用关键字提取等方式确定其对应的设备类型及零部件,进而提取故障的显示表现和故障原因,将同一零部件所对应的多个具有相同或相似故障显性表现的故障样本归入同一故障模式中,并按照故障原因的不同将故障样本进行分类,可选的,再根据维修策略的不同将故障样本进行进一步分类。

[0067] S102:在接收到设备告警参数测点信息时,根据第一对应关系,在设备故障数据库中确定与设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式,以及与备选故障模式对应的除告警参数测点外的关联参数测点。

[0068] 设备告警参数测点信息来源于设备预警系统(EWS)、分散控制系统(DCS)、监视信息系统(SIS)、汽轮机监视系统(TSI)等。

[0069] 由于不同类型的设备,其结构完全不同,参数测点的位置以及物理意义都不同,因此识别设备类型是完成诊断过程重要一环。在接收到设备告警参数测点信息后,首先需要根据该设备告警参数测点信息以及设备台账获取设备告警参数测点信息对应的告警参数测点所属的机组与设备的相关信息,进而识别该参数测点所属设备的类型。

[0070] 识别发生故障的设备类型是容易的,但往往无法直接识别出发生故障的零部件。因此需要根据步骤S101中建立的第一对应关系,在该设备类型对应的各故障模式中找到包含该参数测点的故障模式,定为备选故障模式,并获取各备选故障模式的其他参数测点,即为关联参数测点。如设备告警参数测点信息对应的告警参数测点为I,则找出含有I测点的多个故障模式定为备选故障模式:{I、U、T},{I、Q、T、P},{I、W、T},……。其中,在{I、U、T}对应的故障模式下,与告警参数测点I关联的参数测点为U、T,以此类推。

[0071] S103:根据第二对应关系,在设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本。

[0072] 根据步骤S101中建立的第二对应关系,获取各备选故障模式对应的故障样本即为备选故障样本。

[0073] S104:获取告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列。

[0074] 具体可以从设备预警系统 (EWS)、分散控制系统 (DCS)、监视信息系统 (SIS)、汽轮机监视系统 (TSI) 等信息来源获取告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列。预设时间段为发生设备告警参数测点信息的故障时向前推的预设时间段。

[0075] 由于不同的故障具有不同的发展速率,对不同的故障模式设定不同的预设时间段以保证数据的可靠性。如发展速率快,数据变化率高的故障模式,预设时间段取小值;发展速率慢,持续时间长的故障模式,预设时间段取大值。可选的,本发明实施例提供的设备故障的诊断方法还包括:

[0076] 根据备选故障样本确定预设时间段的时长和对时间序列的采样频率。

[0077] S105:将时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本。

[0078] 获取到的告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列通常为曲线数据,为避免突变数据、错误数据的干扰,在将时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比之前,还包括:

[0079] 对时间序列的曲线进行平滑处理。

[0080] 具体可以采用去除离群点、降低采样频率、采用数据平均等数据处理方法对时间序列的曲线进行平滑处理。

[0081] 对于备选故障样本的时序数据进行同样的处理后,将时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比。为了直观显示,采用计算相似度的方式来表示时间序列与时序数据的对比结果。计算的相似度的类型具体为欧式距离、曼哈顿距离、余弦距离、皮尔逊相关系数、斯皮尔曼相关系数中的一个。

[0082] 根据对比结果,可以确定相似度最高的备选故障样本,即为目标故障样本。

[0083] S106:根据目标故障样本确定故障原因。

[0084] 根据目标故障样本的记载,即可确定上述设备告警参数测点信息所指向的故障原因。

[0085] 另外,若步骤S101中建立的设备故障数据库中包含维修策略分类,则本发明实施例提供的设备故障的诊断方法还包括:

[0086] 根据目标故障样本确定故障解决方案。

[0087] 输出故障原因和故障解决方案,完成设备故障的诊断。

[0088] 本发明实施例提供的设备故障的诊断方法,基于测点信息、设备台账和故障样本等原始数据建立设备故障数据库,其中包括各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各设备下故障模式和故障样本的第二对应关系,从而在接收到设备告警参数测点信息时,即可根据第一对应关系确定与设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式以及关联参数测点,根据第二对应关系确定备选故障样本,进而获取告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列,将该时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比,最后根据对比结果确定目标故障样本,即可确定故障原因。可见,本发明实施例提供的设备故障的诊断方法在建立设备故障数据库时不需要加入复杂的专家经验,仅通过对基础数据的简单分析来获取设备告警参数测点信息和故障样本的关联,即可得到故障原因,从而在实现复杂系统的设备故障自动化诊断的基础上降低了对专家知识和经验的依赖度,进而降低了设备故障诊断成本。

[0089] 图3为本发明实施例提供的另一种设备故障的诊断方法的流程图。

[0090] 在上述实施例中,当备选故障模式和对应的备选故障样本较多时,将告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列与备选故障样本的时序数据进行对比的计算工作将极为庞大,诊断速率较慢。为了加快设备故障诊断,减少计算量,在上述实施例的基础上,对备选故障样本进行筛选,减少需要对比的备选故障样本的数量。具体的,在步骤S103:根据第二对应关系,在本发明实施例提供的设备故障的诊断方法中,在设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本之前,还包括:

[0091] S301:对与故障模式对应的参数测点以及与故障模式对应的故障样本中参数测点的时序数据进行统计分析,得到各参数测点的标准统计特征,以各统计特征生成故障模式的标准特征向量。

[0092] 故障模式的每个下属节点——故障原因中存储着故障样本集,这些故障样本集因为拥有着共同的故障原因,其故障显性表现相似,对下属各故障原因对应的故障显性特征进行统计分析,得到故障模式的故障显性特征集合,该集合中存储着该故障模式发生时的典型表征值。为便于计算,将故障模式的故障显性特征集合以标准特征向量的形式进行表达。

[0093] 生成故障模式的标准特征向量的具体方式具体可以为计算该故障模式下全部故障样本的参数测点的统计特征,如最大值、最小值、均值、中值、均方差、偏度、峰度等,记为标准统计特征,以各统计特征生成故障模式的标准特征向量。标准特征向量是一个高维向量,每一个维度对应一个统计特征。假设选取了10个参数特征,对每个参数特征计算7个统计特征,则得到一个70维的标准特征向量。

[0094] S302:对时间序列进行统计分析,得到告警参数测点和关联参数测点的故障统计特征,以故障统计特征生成备选故障模式的故障特征向量。

[0095] 按照备选故障模式所对应的标准特征向量中的参数测点的类型及统计特征的类型,对步骤S104中获取的告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列进行统计分析,得到告警参数测点和关联参数测点的故障统计特征,以故障统计特征生成备选故障模式的故障特征向量。若有多个备选故障模式,则参照各备选故障模式的标准特征向量生成多个故障特征向量。

[0096] S303:计算各备选故障模式的故障特征向量和各备选故障模式的标准特征向量的相似度。

[0097] 具体可以通过计算欧式距离、曼哈顿距离、余弦距离、皮尔逊相关系数、斯皮尔曼相关系数等方式计算各备选故障模式的故障特征向量和各备选故障模式的标准特征向量的相似度。

[0098] S304:以相似度最高的预设个数的备选故障模式为筛选后的备选故障模式。

[0099] 将各备选故障模式按照相似度从高到低进行排序,相似度排名靠前的备选故障模式大概率为当前告警参数测点的故障模式,故选择前预设个数的备选故障模式为筛选后的备选故障模式。

[0100] 相应的,步骤S103具体为:

[0101] S305:根据第二对应关系,在设备故障数据库中确定与筛选后的备选故障模式对应的备选故障样本。

[0102] 通过筛选备选故障模式,减少了需要对比的故障样本的数量。

[0103] 在此基础上,步骤S105:将时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本,具体可以包括:

[0104] 计算时间序列与时序数据之间的波形相似度;

[0105] 根据与时间序列对应的故障统计特征以及与时序数据对应的样本统计特征,计算时间序列与时序数据之间的统计特征相似度;

[0106] 对波形相似度和统计特征相似度进行加权运算,并根据加权运算结果确定目标故障样本。

[0107] 不同的故障原因,其波形相似度以及统计特征相似度的敏感程度不一样,进行相似度计算时,根据对应的故障模式,将波形相似度与统计特征相似度进行适当的配比,加权计算综合相似度,提高设备故障诊断结果的可靠性。

[0108] 在上述实施例的基础上,在本发明实施例提供的设备故障的诊断方法中,为了不断丰富设备故障数据库,在步骤S105中根据对比结果选取目标故障样本之后,还包括:

[0109] 将时间序列中与目标故障样本相关的时间序列存储于目标故障样本所在的故障样本集合中。

[0110] 在上述实施例中,如有多个备选故障模式,则生成了多组对应的时间序列,在确定了目标故障样本后,同时也确定了其所在的故障模式,进而得到了一组告警参数测点及其关联参数测点的时间序列,将之存储于目标故障样本所在故障模式下的故障样本集合中。

[0111] 同时,还可以重复上述实施例中的步骤S101,不断丰富和完善设备故障数据库。

[0112] 上文详述了设备故障的诊断方法对应的各个实施例,在此基础上,本发明还公开了与上述方法对应的设备故障的诊断装置、诊断设备及存储介质。

[0113] 图4为本发明实施例提供的一种设备故障的诊断装置的结构示意图。

[0114] 如图4所示,本发明实施例提供的设备故障的诊断装置包括:

[0115] 采集单元401,用于根据测点信息、设备台账和故障样本,建立各设备下故障模式和参数测点的第一对应关系以及各设备下故障模式和故障样本的第二对应关系,得到设备故障数据库;

[0116] 第一查询单元402,用于在接收到设备告警参数测点信息时,根据第一对应关系,在设备故障数据库中确定与设备告警参数测点信息的告警参数测点对应的备选故障模式,以及与备选故障模式对应的除告警参数测点外的关联参数测点;

[0117] 第二查询单元403,用于根据第二对应关系,在设备故障数据库中确定与备选故障模式对应的备选故障样本;

[0118] 获取单元404,用于获取告警参数测点和关联参数测点在同一预设时间段内的时间序列;

[0119] 对比单元405,用于将时间序列和备选故障样本的时序数据进行对比,根据对比结果选取目标故障样本;

[0120] 输出单元406,用于根据所述目标故障样本确定故障原因。

[0121] 由于装置部分的实施例与方法部分的实施例相互对应,因此装置部分的实施例请参见方法部分的实施例的描述,这里暂不赘述。

[0122] 图5为本发明实施例提供的一种设备故障的诊断设备的结构示意图。

[0123] 如图5所示,本发明实施例提供的设备故障的诊断设备包括:

[0124] 存储器510,用于存储指令,所述指令包括上述任意一项实施例所述的设备故障的诊断方法的步骤;

[0125] 处理器520,用于执行所述指令。

[0126] 其中,处理器520可以包括一个或多个处理核心,比如3核心处理器、8核心处理器等。处理器520可以采用DSP (Digital Signal Processing,数字信号处理)、FPGA (Field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)、PLA (Programmable Logic Array,可编程逻辑阵列)中的至少一种硬件形式来实现。处理器520也可以包括主处理器和协处理器,主处理器是用于对在唤醒状态下的数据进行处理的处理单元,也称CPU (Central Processing Unit,中央处理器);协处理器是用于对在待机状态下的数据进行处理的低功耗处理器。在一些实施例中,处理器520可以集成有GPU (Graphics Processing Unit,图像处理器),GPU用于负责显示屏所需要显示的内容的渲染和绘制。一些实施例中,处理器520还可以包括AI (Artificial Intelligence,人工智能)处理器,该AI处理器用于处理有关机器学习的计算操作。

[0127] 存储器510可以包括一个或多个存储介质,该存储介质可以是非暂态的。存储器510还可包括高速随机存取存储器,以及非易失性存储器,比如一个或多个磁盘存储设备、闪存存储设备。本实施例中,存储器510至少用于存储以下计算机程序511,其中,该计算机程序511被处理器520加载并执行之后,能够实现前述任一实施例公开的设备故障的诊断方法中的相关步骤。另外,存储器510所存储的资源还可以包括操作系统512和数据513等,存储方式可以是短暂存储或者永久存储。其中,操作系统512可以为Windows。数据513可以包括但不限于上述方法所涉及到的数据。

[0128] 在一些实施例中,设备故障的诊断设备还可包括有显示屏530、电源540、通信接口550、输入输出接口560、传感器570以及通信总线580。

[0129] 本领域技术人员可以理解,图5中示出的结构并不构成对设备故障的诊断设备的限定,可以包括比图示更多或更少的组件。

[0130] 本申请实施例提供的设备故障的诊断设备,包括存储器和处理器,处理器在执行存储器存储的程序时,能够实现如上所述的设备故障的诊断方法,效果同上。

[0131] 需要说明的是,以上所描述的装置、设备实施例仅仅是示意性的,例如,模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0132] 另外,在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中,也可以是各个模块单独物理存在,也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。

[0133] 集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可

以存储在一个存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

[0134] 为此,本发明实施例还提供一种存储介质,该存储介质上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现如设备故障的诊断方法的步骤。

[0135] 该存储介质可以包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0136] 本实施例中提供的存储介质所包含的计算机程序能够在被处理器执行时实现如上所述的设备故障的诊断方法的步骤,效果同上。

[0137] 以上对本发明所提供的一种设备故障的诊断方法、诊断装置、诊断设备及存储介质进行了详细介绍。说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置、设备及存储介质而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0138] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

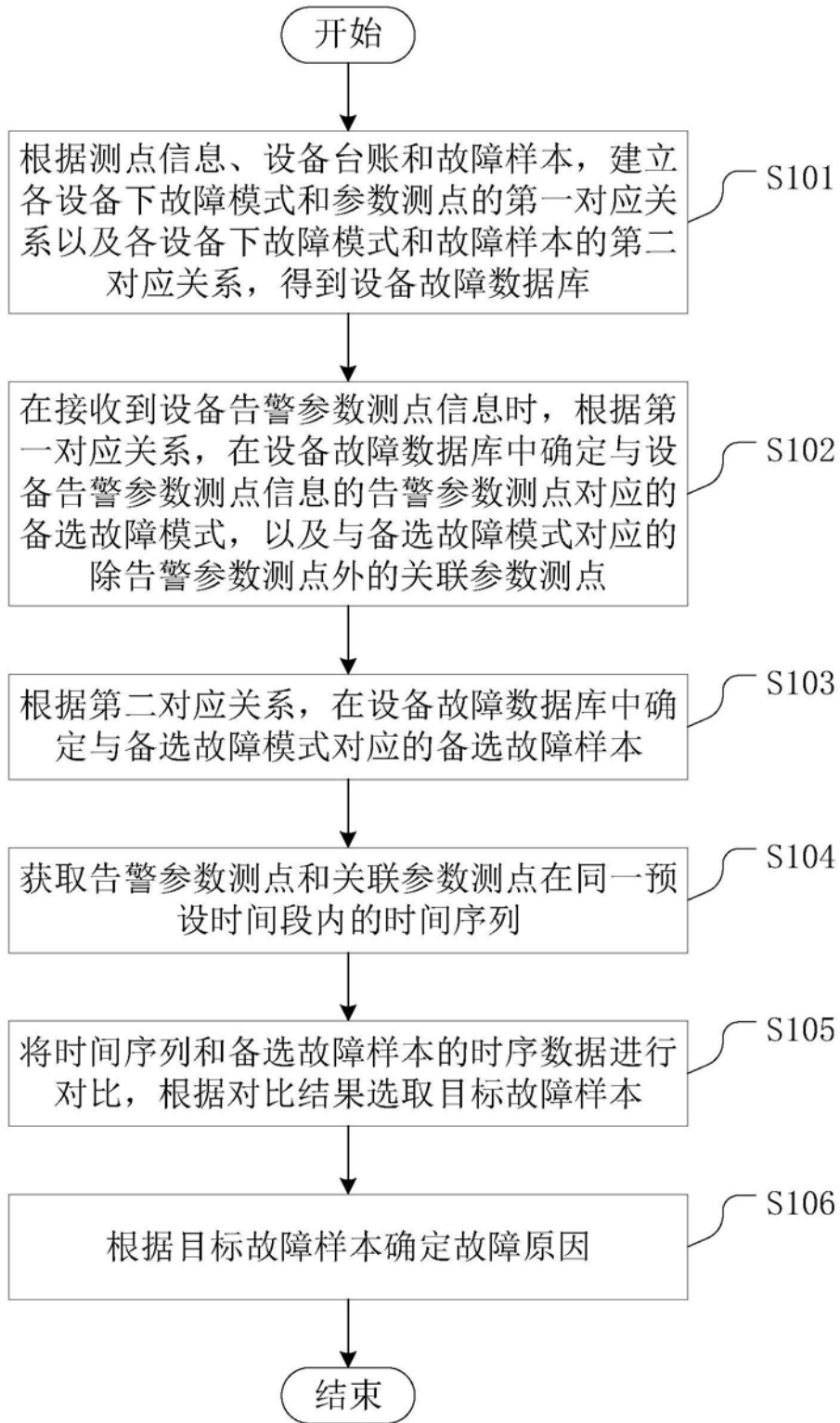


图1

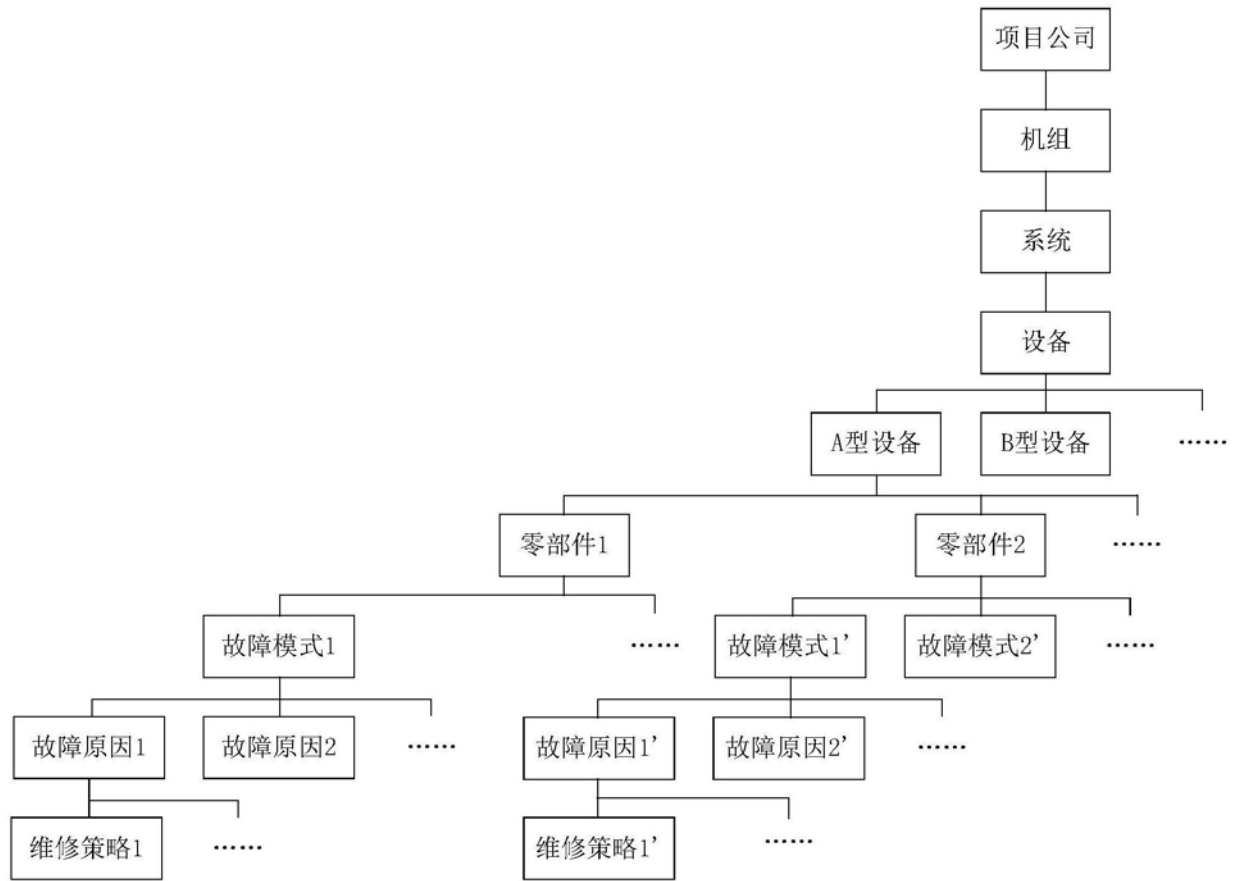


图2

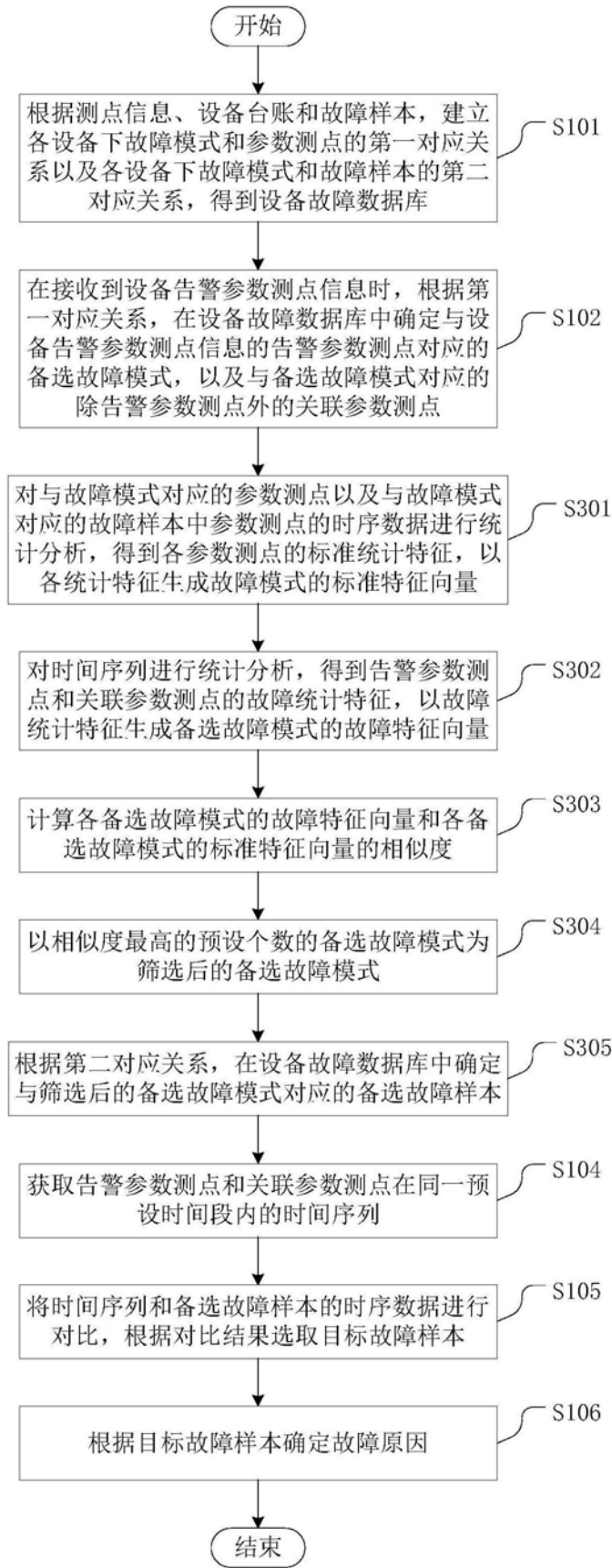


图3

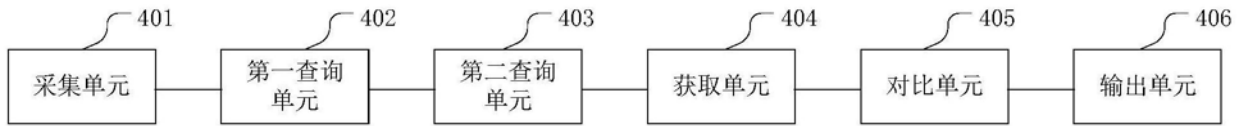


图4

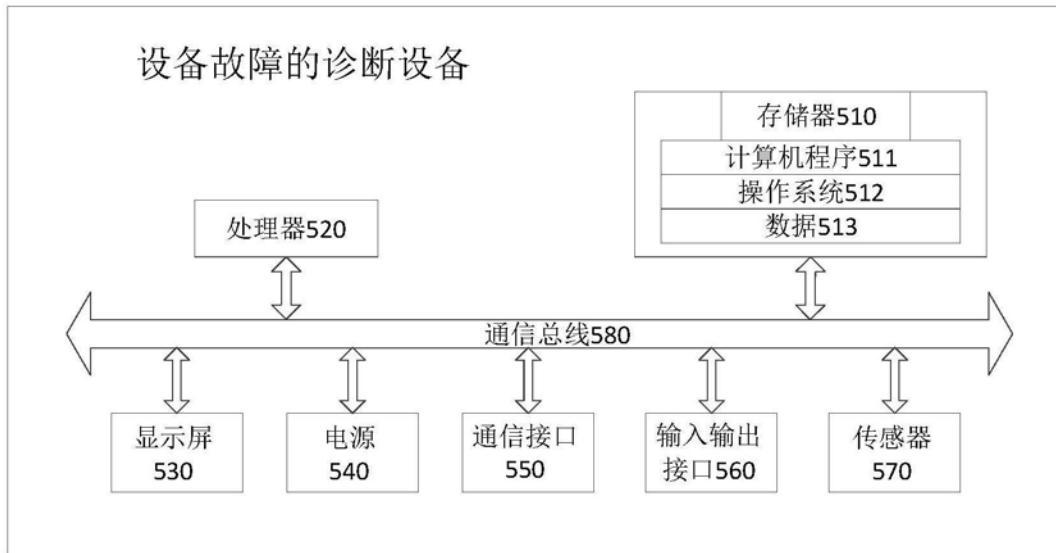


图5