



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105717887 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201410738580. 4

(22) 申请日 2014. 12. 05

(71) 申请人 克拉玛依红有软件有限责任公司  
地址 834000 新疆维吾尔自治区克拉玛依市  
长征路 22 号

(72) 发明人 薛肖 陈红星

(74) 专利代理机构 北京市盛峰律师事务所  
11337

代理人 席小东

(51) Int. Cl.  
G05B 19/418(2006. 01)

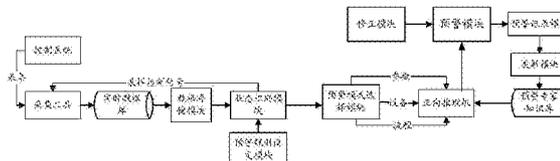
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统

(57) 摘要

本发明提供一种基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,包括:采集工具、实时数据库、数据存储模块、预警规则设定模块、状态识别模块、预警模式选择模块、预警专家知识库、正向推理机、预警模块、修正模块、预警记录模块和更新模块。本发明提供的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,可以有效的解决目前油气处理站 DCS 人工观察监测参数或仪表指示,经验判断运行健康状况的问题,可用于辅助 DCS 控制系统,使其更加及时了解生产状态,发现异常,获知隐患和对应的处理措施,掌握产量质量的调整方向。



1. 一种基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,其特征在于,包括:  
采集工具,用于采集油气处理站各处理工艺中的实时监测数据;  
实时数据库,用于接收并实时存储所述采集工具采集到的所述实时监测数据;  
数据存储模块,用于存储所述实时数据库接收到的与所述预警对象相关的实时监测数据;

预警规则设定模块,用于设定预警规则,其中,所述预警规则包括关键参数预警规则、设备预警规则和流程预警规则;

状态识别模块,用于将所述数据存储模块存储的所述实时监测数据与所述预警规则设定模块所设定的预警规则进行对比分析,判断所述实时监测数据是否出现异常,如果出现异常,则得出异常的所述实时监测数据所反应的故障;

预警模式选择模块,用于当所述状态识别模块识别出所述故障时,选择本次需要预警的预警模式;其中,所述预警模式包括关键参数预警模式、设备预警模式和流程预警模式;

预警专家知识库,用于以知识的形式存储流程、设备、关键参数、故障、故障原因和故障处理措施的对应关系;

正向推理机,用于接收所述预警模式选择模块所选择的预警模式,基于所述预警模式,以所述状态识别模块识别出的故障为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,得到与所述故障对应的故障原因和故障处理措施;

预警模块,用于将所述故障、所述故障原因和所述故障处理措施整合为预警信息,并进行预警;

修正模块,用于对所述预警模块的预警进行修正;

预警记录模块,用于记录经修正的预警信息,所述预警信息包括故障、故障原因和故障处理措施之间的对应关系;

更新模块,用于将所述预警记录模块所记录的预警信息添加到所述预警专家知识库。

2. 根据权利要求 1 所述的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,其特征在于,所述流程预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程的流程运行状态进行预警;

所述设备预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程中所包含的关键设备的运行状态进行预警;

所述关键参数预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程中的关键设备的各个关键检测参数的状态进行预警。

3. 根据权利要求 1 所述的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,其特征在于,所述预警专家知识库采用多叉树的表达形式,存储所述知识。

4. 根据权利要求 3 所述的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,其特征在于,所述预警专家知识库采用多叉树的表达形式,存储所述知识,具体为:

以油田作业区名称作为根节点;

以所述油田作业区名称所包含的流程名称作为第 1 层节点;

以所述流程名称包含的设备名称作为第 2 层节点;

以所述设备名称包含的关键参数名称作为第 3 层节点;

以所述关键参数名称涉及到的故障名称作为第 4 层节点;

以所述故障名称涉及到的故障原因信息作为第 5 层节点；

以所述故障原因信息涉及到的故障处理措施作为第 6 层节点。

5. 根据权利要求 1 所述的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,其特征在  
于,所述正向推理机具体包括:

第一遍历模块,用于基于所述预警模式,以所述状态识别模块识别出的故障为遍历条  
件,遍历所述预警专家知识库,得到与所述故障对应的所有可能的故障原因;

其中,如果为流程预警模式,则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟  
踪,对于每个所述生产系统流程,将任意一个生产系统流程记为生产系统流程 B,获得生  
产系统流程 B 中每个设备的发生故障的关键参数值,并获得该关键参数值在故障时的多  
条故障原因

如果为关键参数预警模式,通过查找所述预警专家知识库,获得所述关键参数在所  
述故障下的所有可能故障原因;

如果为设备预警模式,则获得需要预警的设备 A 的多项关键参数值,对每项所述关  
键参数,均获得该关键参数在故障时的多条故障原因;

如果为流程预警模式,则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟  
踪,对于每个所述生产系统流程,将任意一个生产系统流程记为生产系统流程 B,获得生  
产系统流程 B 中每个设备的发生故障的关键参数值,并获得该关键参数值在故障时的多  
条故障原因;

逻辑判定条件存储模块,用于存储所述预警专家知识库中与每条故障原因对应的逻辑  
判定条件;其中,所述逻辑判定条件为关联设备的关键参数出现特定故障,并且,关联设  
备之间的故障存在特定逻辑关系,该特定逻辑关系与工艺流程中关联设备之间的工艺逻辑  
关系相一致;

第二遍历模块,用于对所述第一遍历模块获得的所有可能的故障原因,均执行以下操  
作:

将任意一个可能的故障原因记为故障原因 W,查找所述逻辑判定条件存储模块,获得与  
所述故障原因 W 对应的逻辑判定条件,进行获得关联设备的关键参数;然后,以所述关联  
设备的关键参数为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,判断所述关联设备的关键参数是  
否出现所述特定故障,并且,关联设备之间的故障是否符合特定逻辑关系,如果均符合,  
则所述故障原因 W 为实际故障原因;否则,所述故障原因 W 并非为实际发生的故障,将  
故障原因 W 剔除;

由此得到至少一个实际故障原因;

故障处理措施获取模块,用于根据所述预警专家知识库,获得与所述实际故障原因对  
应的故障处理措施。

## 基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于油气物联网技术领域,具体涉及一种基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统。

### 背景技术

[0002] 目前,在油气处理工艺流程中,油气处理站采用 DCS(Distributed Control System,分布式控制系统)实时监控油气处理过程。现有技术中,在判断油气处理过程的运行健康状况时,主要采取人工观察 DCS 获得的监测参数或仪表指示值,再通过自身经验来判断。该方法存在的主要问题为:由于每个人的经验不同,不同人对同一现象判断认识的结果不完全相同,导致对同一现象会产生不同的结果,尤其对于经验不是非常丰富的人,难以精确得出油气处理流程的运行健康状况,从而不利于及时发现油气处理流程中的异常。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术存在的缺陷,本发明提供一种基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,可有效解决上述问题。

[0004] 本发明采用的技术方案如下:

[0005] 本发明提供一种基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,包括:

[0006] 采集工具,用于采集油气处理站各处理工艺中的实时监测数据;

[0007] 实时数据库,用于接收并实时存储所述采集工具采集到的所述实时监测数据;

[0008] 数据存储模块,用于存储所述实时数据库接收到的与所述预警对象相关的实时监测数据;

[0009] 预警规则设定模块,用于设定预警规则,其中,所述预警规则包括关键参数预警规则、设备预警规则和流程预警规则;

[0010] 状态识别模块,用于将所述数据存储模块存储的所述实时监测数据与所述预警规则设定模块所设定的预警规则进行对比分析,判断所述实时监测数据是否出现异常,如果出现异常,则得出异常的所述实时监测数据所反应的故障;

[0011] 预警模式选择模块,用于当所述状态识别模块识别出所述故障时,选择本次需要预警的预警模式;其中,所述预警模式包括关键参数预警模式、设备预警模式和流程预警模式;

[0012] 预警专家知识库,用于以知识的形式存储流程、设备、关键参数、故障、故障原因和故障处理措施的对应关系;

[0013] 正向推理机,用于接收所述预警模式选择模块所选择的预警模式,基于所述预警模式,以所述状态识别模块识别出的故障为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,得到与所述故障对应的故障原因和故障处理措施;

[0014] 预警模块,用于将所述故障、所述故障原因和所述故障处理措施整合为预警信息,并进行预警;

- [0015] 修正模块,用于对所述预警模块的预警进行修正;
- [0016] 预警记录模块,用于记录经修正的预警信息,所述预警信息包括故障、故障原因和故障处理措施之间的对应关系;
- [0017] 更新模块,用于将所述预警记录模块所记录的预警信息添加到所述预警专家知识库。
- [0018] 优选的,所述流程预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程的流程运行状态进行预警;
- [0019] 所述设备预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程中所包含的关键设备的运行状态进行预警;
- [0020] 所述关键参数预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程中的关键设备的各个关键检测参数的状态进行预警。
- [0021] 优选的,所述预警专家知识库采用多叉树的表达形式,存储所述知识。
- [0022] 优选的,所述预警专家知识库采用多叉树的表达形式,存储所述知识,具体为:
- [0023] 以油田作业区名称作为根节点;
- [0024] 以所述油田作业区名称所包含的流程名称作为第1层节点;
- [0025] 以所述流程名称包含的设备名称作为第2层节点;
- [0026] 以所述设备名称包含的关键参数名称作为第3层节点;
- [0027] 以所述关键参数名称涉及到的故障名称作为第4层节点;
- [0028] 以所述故障名称涉及到的故障原因信息作为第5层节点;
- [0029] 以所述故障原因信息涉及到的故障处理措施作为第6层节点。
- [0030] 优选的,所述正向推理机具体包括:
- [0031] 第一遍历模块,用于基于所述预警模式,以所述状态识别模块识别出的故障为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,得到与所述故障对应的所有可能的故障原因;
- [0032] 其中,如果为流程预警模式,则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟踪,对于每个所述生产系统流程,将任意一个生产系统流程记为生产系统流程B,获得生产系统流程B中每个设备的发生故障的关键参数值,并获得该关键参数值在故障时的多条故障原因
- [0033] 如果为关键参数预警模式,通过查找所述预警专家知识库,获得所述关键参数在所述故障下的所有可能故障原因;
- [0034] 如果为设备预警模式,则获得需要预警的设备A的多项关键参数值,对每项所述关键参数,均获得该关键参数在故障时的多条故障原因;
- [0035] 如果为流程预警模式,则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟踪,对于每个所述生产系统流程,将任意一个生产系统流程记为生产系统流程B,获得生产系统流程B中每个设备的发生故障的关键参数值,并获得该关键参数值在故障时的多条故障原因;
- [0036] 逻辑判定条件存储模块,用于存储所述预警专家知识库中与每条故障原因对应的逻辑判定条件;其中,所述逻辑判定条件为关联设备的关键参数出现特定故障,并且,关联设备之间的故障存在特定逻辑关系,该特定逻辑关系与工艺流程中关联设备之间的工艺逻辑关系相一致;

[0037] 第二遍历模块,用于对所述第一遍历模块获得的所有可能的故障原因,均执行以下操作:

[0038] 将任意一个可能的故障原因记为故障原因 W,查找所述逻辑判定条件存储模块,获得与所述故障原因 W 对应的逻辑判定条件,进行获得关联设备的关键参数;然后,以所述关联设备的关键参数为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,判断所述关联设备的关键参数是否出现所述特定故障,并且,关联设备之间的故障是否符合特定逻辑关系,如果均符合,则所述故障原因 W 为实际故障原因;否则,所述故障原因 W 并非为实际发生的故障,将故障原因 W 剔除;

[0039] 由此得到至少一个实际故障原因;

[0040] 故障处理措施获取模块,用于根据所述预警专家知识库,获得与所述实际故障原因对应的故障处理措施。

[0041] 本发明的有益效果如下:

[0042] 本发明提供的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,可以有效的解决目前油气处理站 DCS 人工观察监测参数或仪表指示,经验判断运行健康状况的问题,可用于辅助 DCS 控制系统,使其更加及时了解生产状态,发现异常,获知隐患和对应的处理措施,掌握产量质量的调整方向。

#### 附图说明

[0043] 图 1 为本发明提供的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统的结构示意图;

[0044] 图 2 为本发明提供的预警大罐液位速率模型图;

[0045] 图 3 为采用本发明提供的最小二乘法计算得到的液位变化趋势图;

[0046] 图 4 为采用通用的多点移动平均算法计算得到的液位变化趋势图;

[0047] 图 5 为本发明提供的预警专家知识库中存储的知识的自然描述的图形展示示意图;

[0048] 图 6 为本发明提供的预警知识表示类图;

[0049] 图 7 为本发明提供的故障原因判定树图;

[0050] 图 8 为本发明提供的故障原因判定类图。

#### 具体实施方式

[0051] 以下结合附图对本发明进行详细说明:

[0052] 如图 1 所示,本发明提供一种基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统,包括:

[0053] (1) 采集工具:

[0054] 用于采集油气处理站各处理工艺中的实时监测数据;

[0055] 具体采集方式为:

[0056] 油气处理站各处理工艺的关键设备均安装有传感器,通过传感器采集相关的参数。

[0057] 例如,油气处理站包括多个生产系统流程,如,原油系统流程、锅炉系统流程、注水

系统流程等；对于每套生产系统流程，均包括多个设备，例如，对于原油系统流程，包括沉降罐、分离器和净化油罐等；而对于每个设备，又包括多个关键参数，例如，对于分离器，通过安装液位传感器和压力传感器，检测的关键参数为液位和压力。

[0058] 因此，油气处理站各处理工艺中，通过物联网传感设备，实时采集各个监测点的实时监测数据，并将采集到的实时监测数据传输到中控室 SCADA 系统中；然后，本发明预警系统安装有采集工具，该采集工具通过 OPC 协议将中控室 SCADA 系统中的实时监测数据采集到实时数据库中。

[0059] (2) 实时数据库，用于存储所述采集工具采集到的所述实时监测数据；

[0060] (3) 数据存储模块，用于存储所述实时数据库接收到的与所述预警对象相关的实时监测数据；

[0061] 此处，需要强调的是，为提高预警监测的实时性，实时数据库只存储实时数据，例如，设置每条实时监测数据的生命周期为 1 秒，实时数据库当接收到采集工具传输的某条实时监测数据后，保存时间仅为 1 秒；当达到保存时间时，即删除该实时监测数据。

[0062] 由于实时数据库为面向整个油气处理站中所有处理工艺的，本发明提供的预警系统，可并发对该油气处理站中的多个系统流程、或者多个设备、或者多个关键参数进行预警，因此，对于某个预警对象，需要从实时数据库中获得与本次预警对象相关的实时监测数据，例如，如果油气处理站包括 3 个生产系统流程，分别为原油系统流程、锅炉系统流程、注水系统流程，如果用户本次只需要对原油系统流程进行预警监测，由只需要将所有与原油系统流程相关的实时监测数据存储到数据存储模块即可，而不需要存储其他系统流程的实时监测数据。

[0063] (4) 预警规则设定模块，用于设定预警规则，其中，所述预警规则包括关键参数预警规则、设备预警规则和流程预警规则；

[0064] (5) 状态识别模块，用于将所述数据存储模块存储的所述实时监测数据与所述预警规则设定模块所设定的预警规则进行对比分析，判断所述实时监测数据是否出现异常，如果出现异常，则得出异常的所述实时监测数据所反应的故障；

[0065] 例如，对于关键参数预警规则，以关键参数为液位为例，设置的液位预警规则为包括液位越限（阈值）预警和液位变化趋势预警。

[0066] 参考图 2，为预警大罐液位速率模型图，从图 2 可以看出，预设置液位正常上升速度范围、最高液位以及最低液位；则：对接收到的大罐液位的实时液位进行识别，如果实时液位高出最高液位，则识别出液位出现超高故障；如果实时液位低于最低液位，则识别出液位出现超代故障；再对接收到的实时液位的上升速度进行计算，判断液位上升速度是否属于液位正常上升速度范围，如果低于液位正常上升速度范围，则识别出液位出现不变的故障。

[0067] 其中，变化趋势预警是预警系统较为常见的计算方法之一，由于实时数据变化的幅度和频率没有规则，所以，现有技术中，通常采用的多点平均算法计算的斜率会出现严重的不稳定性。经测试，最小二乘法能有效地解决这个问题。

[0068] 仍参照图 2，可以看出，LINEST 函数可通过使用最小二乘法计算与现有数据最佳拟合的直线，计算某直线的统计值，然后返回描述此直线的数组。也可以将 LINEST 与其他函数结合使用，再计算未知参数中其他类型的线性模型的统计值，包括多项式、对数、指数

和幂级数。因为此函数返回数值数组,所以必须以数组公式的形式输入。

[0069] 直线的公式为:

[0070]  $y = mx+b$

[0071] - 或 -

[0072]  $y = m_1x_1+m_2x_2+\dots+b$  (如果有多个区域的  $x$  值)

[0073] 其中,因变量  $y$  是自变量  $x$  的函数值。 $m$  值是与每个  $x$  值相对应的系数, $b$  为常量。注意, $y$ 、 $x$  和  $m$  可以是向量。LINEST 函数返回的数组为  $\{m_n, m_{n-1}, \dots, m_1, b\}$ 。LINEST 函数还可返回附加回归统计值。

[0074] 语法为:

[0075] LINEST( $\text{known\_y's}$ , [ $\text{known\_x's}$ ], [ $\text{const}$ ], [ $\text{stats}$ ])

[0076] LINEST 函数语法具有以下参数:

[0077]  $\text{Known\_y's}$  必需。关系表达式  $y = mx+b$  中已知的  $y$  值集合。

[0078] 如果  $\text{known\_y's}$  对应的单元格区域在单独一列中,则  $\text{known\_x's}$  的每一列被视为一个独立的变量。

[0079] 如果  $\text{known\_y's}$  对应的单元格区域在单独一行中,则  $\text{known\_x's}$  的每一行被视为一个独立的变量。

[0080]  $\text{Known\_x's}$  可选。关系表达式  $y = mx+b$  中已知的  $x$  值集合。

[0081]  $\text{known\_x's}$  对应的单元格区域可以包含一组或多组变量。如果仅使用一个变量,那么只要  $\text{known\_y's}$  和  $\text{known\_x's}$  具有相同的维数,则它们可以是任何形状的区域。如果使用多个变量,则  $\text{known\_y's}$  必须为向量(即必须为一行或一列)。

[0082] 如果省略  $\text{known\_x's}$ ,则假设该数组为  $\{1, 2, 3, \dots\}$ ,其大小与  $\text{known\_y's}$  相同。

[0083]  $\text{const}$  可选。一个逻辑值,用于指定是否将常量  $b$  强制设为 0。

[0084] 如果  $\text{const}$  为 TRUE 或被省略, $b$  将按通常方式计算。

[0085] 如果  $\text{const}$  为 FALSE, $b$  将被设为 0,并同时调整  $m$  值使  $y = mx$ 。

[0086]  $\text{stats}$  可选。一个逻辑值,用于指定是否返回附加回归统计值。

[0087] 如果  $\text{stats}$  为 TRUE,则 LINEST 函数返回附加回归统计值,这时返回的数组为  $\{m_n, m_{n-1}, \dots, m_1, b; \text{sen}, \text{sen}-1, \dots, \text{se}_1, \text{seb}; r^2, \text{sey}; F, \text{df}; \text{ssreg}, \text{ssresid}\}$ 。

[0088] 如果  $\text{stats}$  为 FALSE 或被省略,LINEST 函数只返回系数  $m$  和常量  $b$ 。

[0089] 参考图 3,为采用本发明提供的最小二乘法计算得到的液位变化趋势图;参考图 4,为采用通用的多点移动平均算法计算得到的液位变化趋势图;对比图 3 和图 4,可明显看出,本发明得到的液位变化趋势图更能反应液位变化的整体趋势。

[0090] 再例如,实际应用中,可设定以下预警规则:

[0091] 1) 分离器压力  $< 0.22$

[0092] 2) 液位超高

[0093] 3) 液位超过 3 分钟数据未变化

[0094] 4) 污水系统流程中 3#、4#、5# 加压泵不能停,其流量计 FIC302 停机时间不能超过一小时,否则管线会凝。通过流量计和压力表来知道管线是否停

[0095] 5) 定子温度不能超过  $107^\circ\text{C}$  并且润滑油温度不能超过  $70^\circ\text{C}$

[0096] 6) 液位上升速度若小于  $0.2$  米/小时(变化趋势报警),如  $0.1$  米/小时,预警。

[0097] 可见,多数的预警规则可以归结为最基本的比较判断,即,判定量是否大于、小于、等于、大于等于、小于等于等比较运算,对于 3) 的数据为变化,一般表示液位会在一个很小的区间内波动,可以看作是超高和超低报警,对于 4) 中判断加压泵停止可以变化为流量小于一定的值和压力小于一定的值。对于 6) 液位上升速率报警,其中包含对速率的计算和对计算结果的比较,我们可以将速率计算作为一个函数,将函数看作一个基本数据来源。

[0098] (6) 预警模式选择模块,用于当所述状态识别模块识别出所述故障时,选择本次需要预警的预警模式;其中,所述预警模式包括关键参数预警模式、设备预警模式和流程预警模式;

[0099] 其中,所述流程预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程的流程运行状态进行预警;

[0100] 所述设备预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程中所包含的关键设备的运行状态进行预警;

[0101] 所述关键参数预警模式是指:对油气处理站包含的每个生产系统流程中的关键设备的各个关键检测参数的状态进行预警。

[0102] (7) 预警专家知识库,用于以知识的形式存储流程、设备、关键参数、故障、故障原因和故障处理措施的对应关系;

[0103] 参考图 5,为预警专家知识库中存储的知识的自然描述的图形展示示意图;本发明中,预警专家知识库采用多叉树的表达形式,存储所述知识,具体为:

[0104] 以油田作业区名称作为根节点;

[0105] 以所述油田作业区名称所包含的流程名称作为第 1 层节点;

[0106] 以所述流程名称包含的设备名称作为第 2 层节点;

[0107] 以所述设备名称包含的关键参数名称作为第 3 层节点;

[0108] 以所述关键参数名称涉及到的故障名称作为第 4 层节点;

[0109] 以所述故障名称涉及到的故障原因信息作为第 5 层节点;

[0110] 以所述故障原因信息涉及到的故障处理措施作为第 6 层节点。

[0111] 如图 6,为本发明预警知识表示类图;从图 6 中,可以看出,预警专家知识库的深度和广度都有不确定性,从树根到树叶,每层节点均对应 1 到多个子节点。推理机的推理过程,转换为对知识树的遍历问题。

[0112] (8) 正向推理机,用于接收所述预警模式选择模块所选择的预警模式,基于所述预警模式,以所述状态识别模块识别出的故障为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,得到与所述故障对应的故障原因和故障处理措施;

[0113] 所述正向推理机具体包括:

[0114] 第一遍历模块,用于基于所述预警模式,以所述状态识别模块识别出的故障为遍历条件,遍历所述预警专家知识库,得到与所述故障对应的所有可能的故障原因;

[0115] 其中,如果为流程预警模式,则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟踪,对于每个所述生产系统流程,将任意一个生产系统流程记为生产系统流程 B,获得生产系统流程 B 中每个设备的发生故障的关键参数值,并获得该关键参数值在故障时的多条故障原因

[0116] 如果为关键参数预警模式,通过查找所述预警专家知识库,获得所述关键参数在

所述故障下的所有可能故障原因；

[0117] 如果为设备预警模式，则获得需要预警的设备 A 的多项关键参数值，对每项所述关键参数，均获得该关键参数在故障时的多条故障原因；

[0118] 如果为流程预警模式，则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟踪，对于每个所述生产系统流程，将任意一个生产系统流程记为生产系统流程 B，获得生产系统流程 B 中每个设备的发生故障的关键参数值，并获得该关键参数值在故障时的多条故障原因；

[0119] 逻辑判定条件存储模块，用于存储所述预警专家知识库中与每条故障原因对应的逻辑判定条件；其中，所述逻辑判定条件为关联设备的关键参数出现特定故障，并且，关联设备之间的故障存在特定逻辑关系，该特定逻辑关系与工艺流程中关联设备之间的工艺逻辑关系相一致；

[0120] 第二遍历模块，用于对所述第一遍历模块获得的所有可能的故障原因，均执行以下操作：

[0121] 将任意一个可能的故障原因记为故障原因 W，查找所述逻辑判定条件存储模块，获得与所述故障原因 W 对应的逻辑判定条件，进行获得关联设备的关键参数；然后，以所述关联设备的关键参数为遍历条件，遍历所述预警专家知识库，判断所述关联设备的关键参数是否出现所述特定故障，并且，关联设备之间的故障是否符合特定逻辑关系，如果均符合，则所述故障原因 W 为实际故障原因；否则，所述故障原因 W 并非为实际发生的故障，将故障原因 W 剔除；

[0122] 由此得到至少一个实际故障原因；

[0123] 故障处理措施获取模块，用于根据所述预警专家知识库，获得与所述实际故障原因对应的故障处理措施。

[0124] 具体的，在预警专家知识库中，对于一个故障，有可能存在多条故障原因，例如，对于分离器液位超高这一故障，存在的可能故障原因包括：分离器压力低、过滤器堵塞和气动阀故障；此时，需要借助逻辑判定条件，对得到的可能的故障原因进行筛选，得到实际故障原因。例如，对于分离器压力低这个故障原因，进行故障原因排查的步骤为：逻辑判定条件存储模块存在每个故障原因的逻辑判定条件，如：分离器压力低这个故障原因对应的逻辑判定条件可以为：分离器液位超过 and 分离器压力超低；因此，在判断这个逻辑判定条件后，再次遍历预警专家知识库，查找到分离器当前压力值，并判断此时的分离器当前压力值是否出现压力超低这个故障，如果出现，则表明分离器压力低这个故障原因为分离器液位超高这个故障的实际故障原因。

[0125] 实际应用中，根据预警模式的不同，所设定的逻辑判定条件可非常复杂，更复杂的逻辑判定条件为多个基本比较组合的逻辑判定，如， $(X > 1) \text{ AND } (y = 0)$ ，如图 7，为故障原因判定树图；如图 8，为故障原因判定类图；为了便于将来可能出现的更加复杂的故障原因逻辑判定条件，采用判定树表示形式表示故障原因逻辑判定条件，将基本比较作为叶子节点。例如对于表达式  $(TI101 > 50) \text{ AND } ((LI101 > 100) \text{ OR } (LI101 < 10))$ ，可以用判定树表示。

[0126] 对于设备预警模式和流程预警模式，可概括表示为：

[0127] 如果为设备预警模式，则获得需要预警的设备 A 的多项关键参数值，对每项所述关键参数，均获得该关键参数在故障时的多条故障原因；然后，基于工艺流程中该设备 A 的

各项关键参数之间的工艺逻辑关系,通过故障原因逻辑判定条件,对所获得的故障原因进行筛选,去除不合理的故障原因,得到精确的所述设备 A 的实际故障原因,再查找到实际故障原因的故障处理措施;

[0128] 如果为流程预警模式,则对油气处理站包含的各生产系统流程进行运行状态跟踪,对于每个所述生产系统流程,将任意一个生产系统流程记为生产系统流程 B,获得生产系统流程 B 中每个设备的发生故障的关键参数值,并获得该关键参数值在故障时的多条故障原因;然后,基于生产系统流程中各设备之间的逻辑关系、以及,根据同一设备中各个关键参数之间的逻辑关系,通过故障原因逻辑判定条件,对所获得的故障原因进行筛选,去除不合理的故障原因,得到精确的生产系统流程 B 的实际故障原因,再查找到实际故障原因的故障处理措施。

[0129] (9) 预警模块,用于将所述故障、所述故障原因和所述故障处理措施整合为预警信息,并进行预警;

[0130] (10) 修正模块,用于对所述预警模块的预警进行修正;

[0131] (11) 预警记录模块,用于记录经修正的预警信息,所述预警信息包括故障、故障原因和故障处理措施之间的对应关系;

[0132] (12) 更新模块,用于将所述预警记录模块所记录的预警信息添加到所述预警专家知识库。

[0133] 目前,DCS 控制系统在国际自动控制行业属于主流系统,本发明提供的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统用于辅助 DCS 控制系统,使其更加及时了解生产状态,发现异常,获知隐患和对应的处理措施,掌握产量质量的调整方向。

[0134] 以某油气处理站为例,原油系统流程为 A、B、C、D、E 等五个集油区来油进入 1#~4# 汽液分离器分离油气,气体进入天然气处理系统,液体经一段掺热,进入一段沉降罐 (7#、8#),再经二段加热和加药处理进入二段沉降罐 (5#、6#),然后进入净化油罐 (1#、2#、3#、4#、9#、10#)。如果原油净化不达标,通过泵将净化油罐的液体打入二段,再次沉降,净化油达标外输。

[0135] 对于上述的油气处理站,对原油系统流程预警的过程为:

[0136] (1) 采集分离器、净化油罐、一段沉降罐、二段沉降罐等实时监测数据;

[0137] (2) 基于下述公式计算原油系统流程健康度:

[0138] 原油系统流程健康度 =  $\sum$  函数 (设备 i) \* 权重 i ;  $\sum$  权重 i = 1

[0139] (3) 设定预警规则,以净化油罐为例,设定下述的预警规则:

[0140] 液位越限 (阈值) 预警、液位变化趋势预警、液位偏差预警。

[0141] 对于液位变化趋势预警,采用最小二乘法计算净化油罐液位变化速率,据速率设定范围判断净化油罐状态 (进油、外输、排水、静置),下表是净化油罐参数属性信息:

[0142]

化罐	静置速率 (绝对值) mm/h	排水速率 m/h	进油速率 (绝对值) mm/h	满罐上限 mm	满罐下限 (大泵 <-350) mm	满罐下限 (小泵 >-350) mm
#	-50~50	-50~-20 0	>200	9960	2600	1600
#	-50~50	-50~-20 0	>200	9950	2600	1600
#	-50~50	-50~-20 0	>200	9950	2600	1600
#	-50~50	-50~-20 0	>200	9970	2600	1600
#	-50~50	-50~-20 0	>200	9950	2600	1600
	-50~50	-50~-20	>200	9920	2600	1600

[0143]

#		0				
---	--	---	--	--	--	--

[0144] (4) 基于预警规则,进行智能预警:

[0145] 净化油罐液位允许最高 10 米,运行期间低液位一般为 1.5 米(越限预警),平均进油液位上升速度 0.2-0.4 米/小时(变化趋势预警、越限预警),空罐进满约需 25 小时。实际运行中,进油液位上升油速度若在 0.2 米/小时和 0.4 米/小时之间频繁波动(偏差预警),分析可能由来液管路和输液泵异常造成,现场人员进行排查处理;液位上升速度若大于 0.4 米/小时(变化趋势预警、越限预警),如 0.6 米/小时,预测 12.5 小时满罐,预警,分析可能由来液量过大、沉降罐出水不畅等原因造成,现场人员进行排查处理;液位上升油速度若小于 0.2 米/小时(变化趋势预警、越限预警),如 0.1 米/小时,预警,分析可能由来液量过小、装置管线破损等原因造成,现场人员进行排查处理。

[0146] 本发明还提供一种油气处理站智能预警方法,包括以下步骤:

[0147] 步骤 1、预警模块启动后,对监测对象进行在线监测,得到实时监测数据;然后,对于接收到的实时监测数据,对预存储的所有预警规则进行搜索,判断实时监测数据是否满足某条预警规则;如果满足,则产生预警,并将预警消息推送到预警订阅响应模块;

[0148] 步骤 2, 预警订阅响应模块判断是否当前正在对该监测对象进行报警, 如果是, 则解除预警, 并记录解除时间;

[0149] 步骤 3, 预警模块在运行过程中, 如果接收到对预警专家知识库进行修改的消息, 则更新预警专家知识库, 并继续进行预警监测。

[0150] 总之, 本发明提供的基于物联网传感数据的油气处理站智能预警系统, 可以有效的解决目前油气处理站 DCS 人工观察监测参数或仪表指示, 经验判断运行健康状况的问题, 可用于辅助 DCS 控制系统, 使其更加及时了解生产状态, 发现异常, 获知隐患和对应的处理措施, 掌握产量质量的调整方向。

[0151] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 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, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视本发明的保护范围。

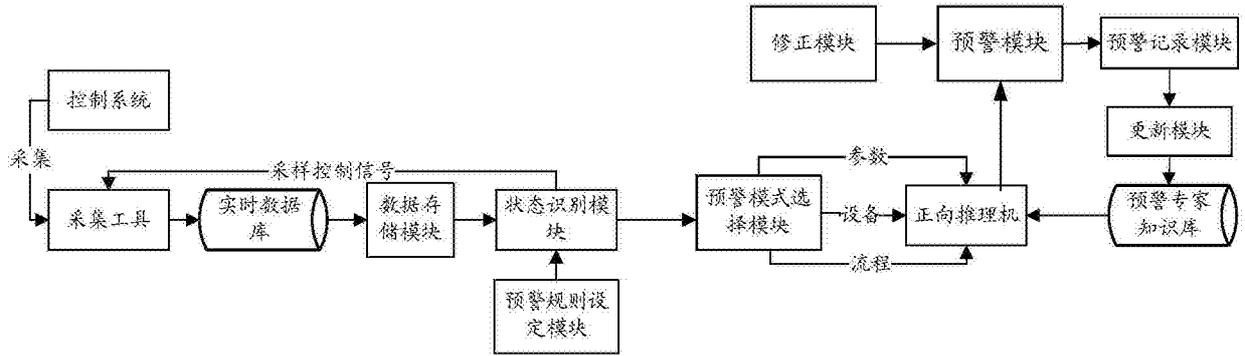


图 1

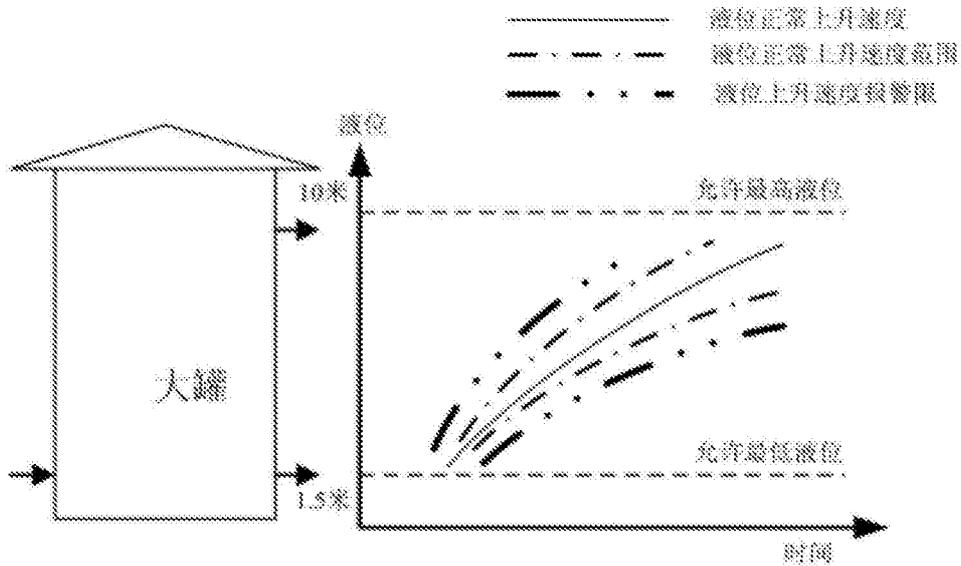


图 2

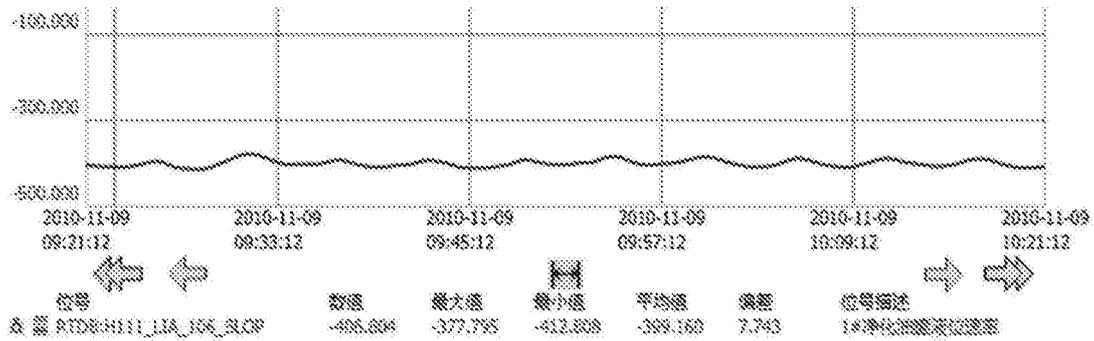


图 3

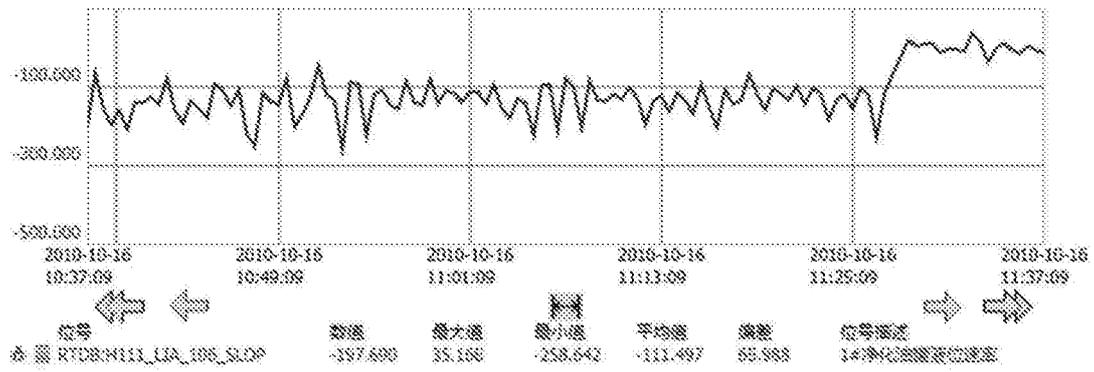


图 4

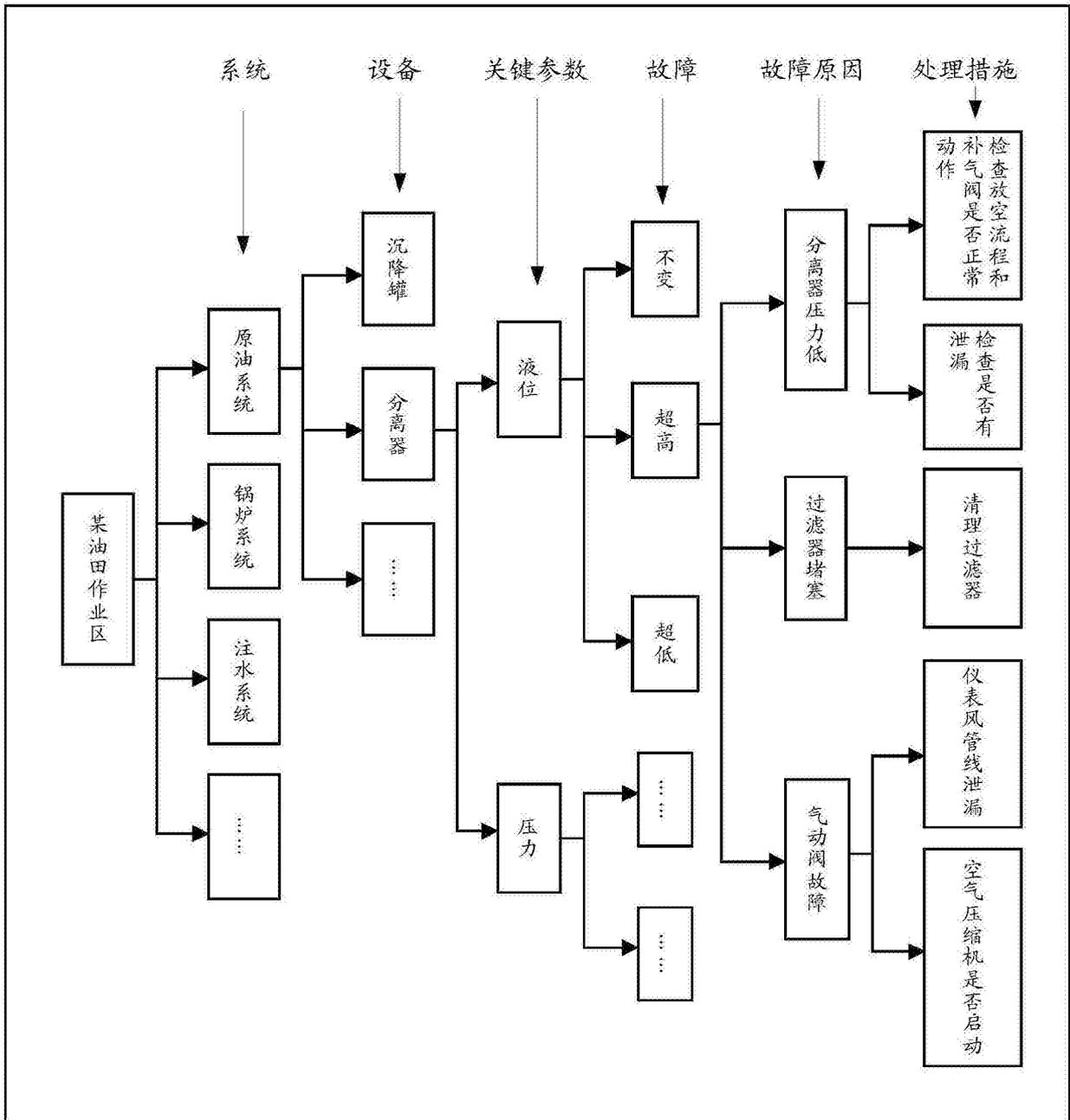


图 5

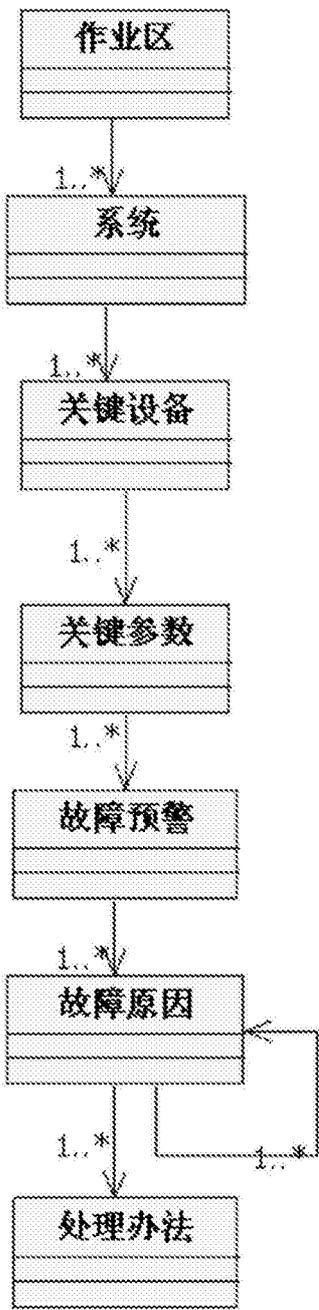


图 6

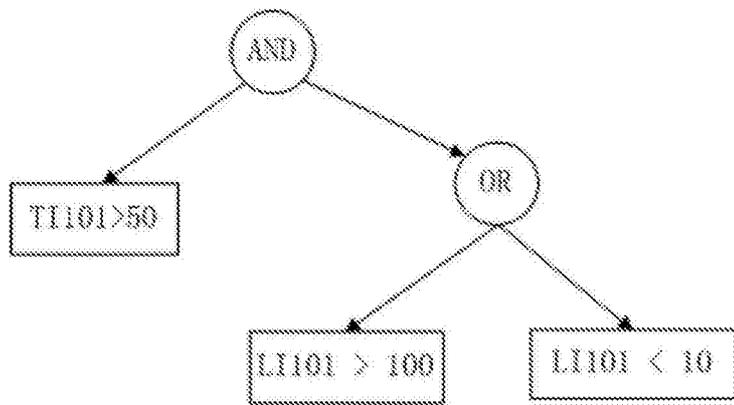


图 7

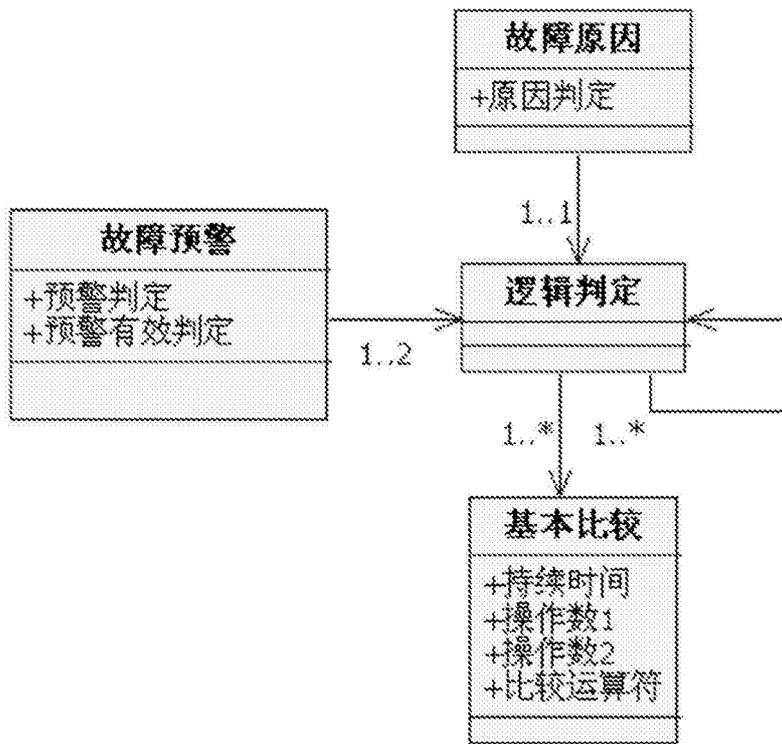


图 8