

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102354206 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 15

(21) 申请号 201110207829. 5

(22) 申请日 2011. 07. 25

(71) 申请人 山东建筑大学

地址 250101 山东省济南市历城区临港开发
区凤鸣路

(72) 发明人 张桂青 谢秀颖 邵珠虹 汪明
闫俏 申斌 李成栋

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

G05B 23/02 (2006. 01)

F24F 11/00 (2006. 01)

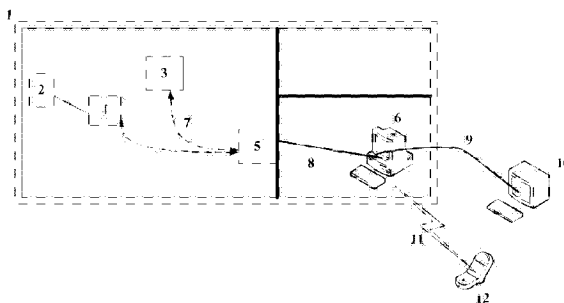
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断
系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种物联网环境下基于数据融合的
空调故障诊断系统及方法,通过对空调故障诊
断系统数据库中的数据进行分析和判断,采取相
应的决策,从而实现对空调设备的故障诊断。系
统包括:若干个环境模块、若干个空调无线测控
模块、若干个房间控制器、至少一个管理计算
机。环境模块采集房间的环境参数,空调无线
测控模块采集空调的状态及其参数信息;房间
控制器通过无线传感器网络与环境模块和空
调无线测控模块进行通信,通过以太网与管
理计算机连接;管理计算机以数据库的形式对
数据进行统一管理,提取数据库中的环境温
度、湿度、二氧化碳浓度和空调参数等,综
合这些信息进行数据处理、比较和分析,判
断空调的状态和趋势,诊断空调故障。



1. 一种物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统,其特征是,它包括智能建筑内的若干安装有至少一台空调设备的空间单元;在空间单元里设有环境模块、空调无线测控模块、房间控制器;在智能建筑内的控制室设有管理计算机;

其中,

环境模块采集环境信息;

空调无线测控模块采集空调设备的状态,参数以及对空调设备的相应操作信息;

房间控制器通过无线传感器网络与环境模块和空调无线测控模块进行通信,通过以太网与管理计算机进行通信;

管理计算机以数据库的形式对传感器采集的各种数据进行管理,并对这些数据进行故障分析,做出决策,进而对整个系统的空调进行故障诊断。

2. 如权利要求 1 所述的物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统,其特征是,所述空调无线测控模块与空调设备间的通信分为两种方式:若空调设备本身带有通信接口,则采用其通信协议与空调无线测控模块进行通信;若空调设备本身没有通信接口,则采用红外遥控的方式与空调无线测控模块进行通信。

3. 如权利要求 1 所述的物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统,其特征是,所述管理计算机与 GPRS/GSM 或 CDMA 模块或 3G 模块连接;或通过广域网与远程控制终端连接。

4. 一种采用权利要求 1 所述的物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统的诊断方法,其特征是,它由管理计算机融合房间控制器上传的信息,其中包括有环境模块采集的温度,湿度,二氧化碳浓度信息;各空调无线测控模块采集的空调设备的状态,参数以及对空调设备的相应操作信息来诊断空调故障;

首先分析数据库中的操作事项信息,判断是否对空调进行了操作,并对操作类型进行判断;若读取到对空调进行了开启或关闭操作时,通过对电压、电流参数进行分析,判断空调设备是否能正常开启或正常关闭;

当空调正常关闭后,返回初始步骤;

当空调正常开启后或是读取到对空调进行了改变工作模式或设定值的操作时,按照设定的频率读取空调的工作模式、状态及参数,并提取环境温度、湿度、二氧化碳浓度数据,通过分析环境参数等信息,判断空调是否开始制冷,制热或通风;通过对环境参数的数据变化趋势进行分析,判断空调是否正常工作;

当诊断出空调设备出现了故障时,在系统监测界面具体显示故障类型,并发出报警信号。

5. 如权利要求 4 所述的物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统的诊断方法,其特征是,所述通过对环境参数的数据变化趋势进行分析,判断空调是否正常工作的依据是根据经过一段时间的延时,分析该时间段内的温度数据或二氧化碳浓度数据,通过分析其数据变化趋势,并与同模式下的历史数据所构成的历史曲线或参考图谱进行比较,若正常说明空调设备正常;反之,说明空调设备异常,效果不好。

物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统及方法。

背景技术

[0002] 随着智能建筑技术的发展,中央空调计算机控制、恒压供水、智能照明等自动化系统为建筑物提供了舒适的工作和生活环境,也为建筑用电设备的控制研究提供了有效的手段。建筑设备物联网是各种建筑用电设备通过物联网技术组成的复杂网络,建筑用电设备通过不同介质(有线、无线等)和形式(固定、移动等)互联到统一的网络中,从网络中获取信息(接收命令、传感信息、数据等)并为网络服务(提供信息、执行计算、实现设备控制等)。

[0003] 由于物联网是近几年出现的新技术,有关物联网体系结构设计以及应用方面的研究目前还处在探索阶段。建筑设备物联网不仅具有物联网通用的特征如复杂性、动态性、重构性和重配置性等,而且还具有其特有的以人为中心的重要特征。之前申请人提出了建筑设备物联网的概念,并进行了相关的研究,取得了一定的成果,在此基础上,研发基于数据融合的空调故障诊断系统相对易于实现。

[0004] 空调的故障诊断是建筑设备领域里的一个重要内容,涉及到多专业学科的应用(模糊数学、数理统计、自动控制、通讯技术、计算机技术等),有一定的技术难度。传统的故障诊断方法一般需要确定精确的解析模型,在模型未知或描述不精确的情况下不能得到准确的故障诊断结果。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为解决传统故障诊断方法模型难以精确建立的问题,提出了一种物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统及方法,该系统采集环境信息和空调设备的状态和参数信息,以及对空调的操作信息等,将信息存储到系统数据库中,然后根据数据库中的反映空调状态的征兆或特征参数的变化情况进行数据融合分析,完成所需的决策,从而实现对空调进行故障诊断的目的。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统,它包括智能建筑内的若干安装有至少一台空调设备的空间单元;在空间单元里设有环境模块、空调无线测控模块、房间控制器;在智能建筑内的控制室设有管理计算机;

[0008] 其中,

[0009] 环境模块采集环境信息;

[0010] 空调无线测控模块采集空调设备的状态,参数以及对空调设备的相应操作信息;

[0011] 房间控制器通过无线传感器网络与环境模块和空调无线测控模块进行通信,通过以太网与管理计算机进行通信;

[0012] 管理计算机以数据库的形式对传感器采集的各种数据进行管理,并对这些数据进

行故障分析,做出决策,进而对整个系统的空调进行故障诊断。

[0013] 所述空调无线测控模块与空调设备间的通信分为两种方式:若空调设备本身带有通信接口,可采用其通信协议与空调无线测控模块进行通信;若空调设备本身没有通信接口,可采用红外遥控的方式与空调无线测控模块进行通信。

[0014] 一种物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统的诊断方法,它由管理计算机融合房间控制器上传的信息,其中包括有环境模块采集的温度,湿度,二氧化碳浓度等环境信息,各空调无线测控模块采集的空调设备的状态,参数以及对空调设备的相应操作信息来诊断空调故障。首先分析数据库中的操作事项信息,判断是否对空调进行了操作,并对操作类型进行判断;若读取到对空调进行了开启或关闭操作时,通过对电压、电流等参数进行分析,判断空调设备是否能正常开启或正常关闭;当空调正常开启后或是读取到对空调进行了改变工作模式或设定值的操作时,按照设定的频率读取空调的工作模式、状态及参数,并提取环境温度、湿度、二氧化碳浓度等数据,通过分析环境参数等信息,判断空调是否开始制冷,制热或通风;通过对环境参数的数据变化趋势进行分析,判断空调是否正常工作(制冷/制热/通风)。当诊断出空调设备出现了故障时,在系统监测界面具体显示故障类型,并发出报警信号。

[0015] 所述通过对环境参数的数据变化趋势进行分析,判断空调是否正常工作的依据是根据经过一段时间的延时,分析该时间段内的温度数据,通过分析其数据变化趋势,并与同模式下的历史数据所构成的历史曲线或参考图谱进行比较,若正常说明空调设备正常;反之,说明空调设备异常,效果不好。

[0016] 本发明主要利用如下技术:

[0017] 1、无线传感器网络通信

[0018] 在该系统中,房间控制器与环境模块和空调无线测控模块之间都是通过无线传感器网络进行通信的。当房间控制器和环境模块或空调无线测控模块进行通信的时候,发送方会向无线传感器网络中发送一帧信息,这帧信息包含有3个字段分别是物理帧头、网络帧头和数据负载。在此无线传感器网络中收到这帧信息的节点会对网络帧头进行解析,得到源地址与目的地址。无线通讯网络是个树状的网络,根据当前节点是否为协调器来判断是沿着树往上还是往下转发数据,若是往上,则从每一层的路由节点开始判断目标节点是否在该层,若不在,则转发到上一层直到最顶层;往下,也是依次从每个路由节点判断是否是该节点还是在该层或是在下一层,直到最大深度,经过层层传递,信息最终到达目的地址。当房间控制器和环境模块或者是房间控制器和空调无线测控模块进行通信的时候,根据信息的发送方和接收方的不同,数据负载的格式也不相同。

[0019] 当房间控制器启动并初始化一些参数后(工作频道,网络ID,邻居表等),环境模块和空调无线测控模块随之自动启动,并向房间控制器寻找可以加入的网络节点。需要加入网络的环境模块和空调无线测控模块首先向房间控制器进行注册。

[0020] 2、以太网技术

[0021] 通过 Visual C# 进行 Socket 网络程序开发,使得管理计算机与系统中的各个房间控制器建立连接,并通过传输控制协议 TCP 进行数据的交换,实时的显示整个大楼的环境参数、空调运行状态和故障诊断情况等。利用 C# 开发 Web 应用程序,通过建立 B/S 架构的空调故障诊断界面,使得授权用户可以在任何地方通过登陆管理计算机系统提供的浏览界

面查看大楼环境参数、空调运行状态及故障诊断情况,还可远程控制空调的开关。

[0022] 3、GPRS/GSM/CDMA/3G 网络技术

[0023] 利用 GPRS/GSM 网络允许用户用手机通过发短信方法来远程控制空调的起停。我们把数据管理计算机通过串口与西门子 GSM 模块 TC35 相连,使用标准的 AT 命令来控制 GSM 模块实现管理计算机和用户手机的无线通信功能。用户可用手机通过 CDMA 或 3G 网络与管理计算机进行通信。

[0024] 4、基于数据融合的空调故障诊断方法

[0025] 本专利的基于数据融合的空调故障诊断方法,是通过融合多传感器采集的环境温度、湿度、二氧化碳浓度数据,空调设备的电压、电流及对空调的相应操作信息等,进行故障分析和诊断。

[0026] 先对来自传感器的原始信息进行特征提取(特征可以是对空调设备的操作事项,环境温度、湿度、二氧化碳浓度,电压和电流等),然后对特征信息进行综合分析和处理。若读取到对空调进行了开启或关闭操作时,通过对电压、电流等参数进行分析,判断空调设备是否能正常开启或正常关闭,诊断其有没有出现开启异常或关闭异常的情况;在空调正常开启后,按照设定的频率读取空调的工作模式,状态及参数,并提取环境温度、湿度、二氧化碳浓度等数据,通过分析环境参数等信息,诊断空调是否开始制冷、制热或通风,有没有出现不制冷、不制热或不通风的故障;并通过分析其数据变化趋势,综合由历史数据所构成的历史曲线或参考图谱等,判断空调是否能正常制冷,正常制热或正常通风,分析其制冷/制热/通风的效果。

[0027] 本发明的有益效果是:在物联网环境下应用一种基于数据融合的空调故障诊断方法,克服了传统诊断方法模型难以精确建立的不足,完全基于数据库中的测量数据。系统利用传感器采集的数据,对这些数据进行综合处理和分析,完成系统的故障诊断,并在发现故障后及时报警。若将其应用于建筑物内,特别是在大型的建筑物、超高层建筑内,具有快速便捷的特点和非常高的时效性。

附图说明

[0028] 图 1 为空调故障诊断系统的结构示意图。

[0029] 图 2 为本发明系统故障诊断方法流程图。

[0030] 图 3 为温度变化曲线与参考图谱的比较。

[0031] 其中,1. 智能建筑,2. 空调设备,3. 环境模块,4. 空调无线测控模块,5. 房间控制器,6. 管理计算机,7. 无线传感器网络 8. 以太网,9. 广域网,10. 远程控制终端,11. 无线通信网络,12. 手机终端。

[0032] 具体实施方法

[0033] 下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明。

[0034] 图 1 中,一种物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统,它包括智能建筑 1 内的若干安装有至少一台空调设备 2 的空间单元;在空间单元里设置有环境模块 3、空调无线测控模块 4、房间控制器 5;在智能建筑 1 内的控制室设有管理计算机 6。

[0035] 环境模块 3 采集环境信息;

[0036] 空调无线测控模块 4 采集相对应的空调设备 2 的状态,参数以及对空调设备 2 的

相应操作信息；

[0037] 房间控制器 5 通过无线传感器网络 7 与环境模块 3 进行通信以获知各个空间单元的环境信息，与空调无线测控模块 4 进行通信获知空调设备 2 的状态及参数信息；通过以太网接口与以太网 8 连接，给管理计算机 6 上传空间单元的环境信息、空调设备 2 的状态以及对空调设备 2 的相应操作信息，同时接收并执行管理计算机 6 下达的各种命令。

[0038] 管理计算机 6 以数据库的形式对传感器采集的各种数据进行管理，并对这些数据进行故障分析，做出决策，进而对整个系统的空调进行故障诊断；同时还提供了 B/S 框架的空调故障诊断界面；管理计算机 6 通过广域网 9 与远程控制终端 10 连接，通过无线通信网络 11 与手机终端 12 通信；无线通信网络 11 为 GPRS 或 GSM 或 CDMA 或 3G 网络。

[0039] 本发明中，环境模块、房间控制器、空调无线测控模块可以采用申请人在先申请的 2010101062628、2010101065908、2010101061911、2010101760174、2010201088981、2010201088958、2010201088924、201020197966 号专利中所采用的环境模块、房间控制器、设备无线测控模块。

[0040] 图 2 中，物联网环境下基于数据融合的空调故障诊断系统的诊断方法，它的步骤为：

[0041] 1) 系统初始化，环境模块按照设定的采样频率采集空间单元的温度、湿度和二氧化碳浓度数据，并上传到管理计算机；空调无线测控模块按照设定的采样频率采集空调设备的电压数据、电流数据、空调的运行状态和对空调的相应操作信息，并上传到管理计算机；

[0042] 2) 提取数据库中的操作事项信息，判断是否对空调进行了操作，并对操作类型进行判断。当获知对空调进行了手动或自动开启或关闭的操作时，转入步骤 3)；当获知没有进行操作或是进行了改变工作模式或改变设定值的操作时，转入步骤 4)；

[0043] 3) 当获知对空调进行了手动或自动开启或关闭的操作时，判断是开启操作还是关闭操作。

[0044] 若对空调进行了开启操作，管理计算机从数据库中提取相关的空调电压数据和电流数据，分析数据是否在正常范围内，若正常则表明空调正常开启，转入步骤 4)；反之，则表明空调没有正常开启，出现了异常开启故障；

[0045] 若对空调进行了关闭操作，管理计算机从数据库中提取相关的空调电压数据和电流数据，分析数据是否在正常范围内，若正常则表明空调正常关闭，转入步骤 2)；反之，则表明空调没有正常关闭，出现了异常关闭故障。

[0046] 4) 读取数据库中的空调运行模式（制冷 / 制热 / 通风模式）及参数，并提取环境参数；以空调工作在制冷模式为例，对其分析过程进行说明：

[0047] 若空调工作在制冷状态，则分析空调开始运行于制冷模式后一段时间内的温度数据，其温度值是否逐渐降低，若是，说明空调开始制冷，进入下一步；反之，说明空调没有开始制冷，出现了不制冷故障。

[0048] 5) 经过一段时间的延时，分析该时间段内的温度数据，看其温度变化趋势是否正常，并与同模式下的历史数据进行比较（如图 3），若正常说明空调设备正常制冷，制冷效果良好；反之，说明空调设备制冷异常，效果不好。

[0049] 在上述过程中，当空调设备出现故障时，在故障诊断界面具体显示故障类型，并发

出报警信号。空调设备故障类型表见表 1-1。

[0050] 空调设备故障类型表 表 1-1

[0051]

故障类型编号	故障类型
①	设备关闭异常
②	设备开启异常
③	设备不制冷
④	设备不制热
⑤	设备不通风
⑥	设备制冷异常
⑦	设备制热异常
⑧	设备通风异常

[0052]

[0053] 还可采用上述步骤对空调运行于制热或通风模式时进行故障诊断,制热模式时分析环境的温度值是否逐渐上升,其上升趋势是否合理;通风模式时分析环境的二氧化碳浓度值是否逐渐下降,其下降趋势是否合理,在此就不一一列举了。

[0054] 图 3 中,以空调工作于制冷模式为例,将温度变化趋势与同模式下的历史数据进行比较。充分利用大量的离线和在线数据获得隐含在数据中的经验、知识及规则,得到同模式下的参考曲线,进而将实际曲线与参考曲线进行比较来诊断故障。a 为参考曲线, b 为实际曲线, c、d 曲线(温度值误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 得到的曲线)间所包含的区域为空调正常制冷情况下的温度取值范围。将实际曲线 b 与参考曲线 a 相比较,可以看出曲线 b 是合理的,空调设备是正常制冷的,制冷效果良好。

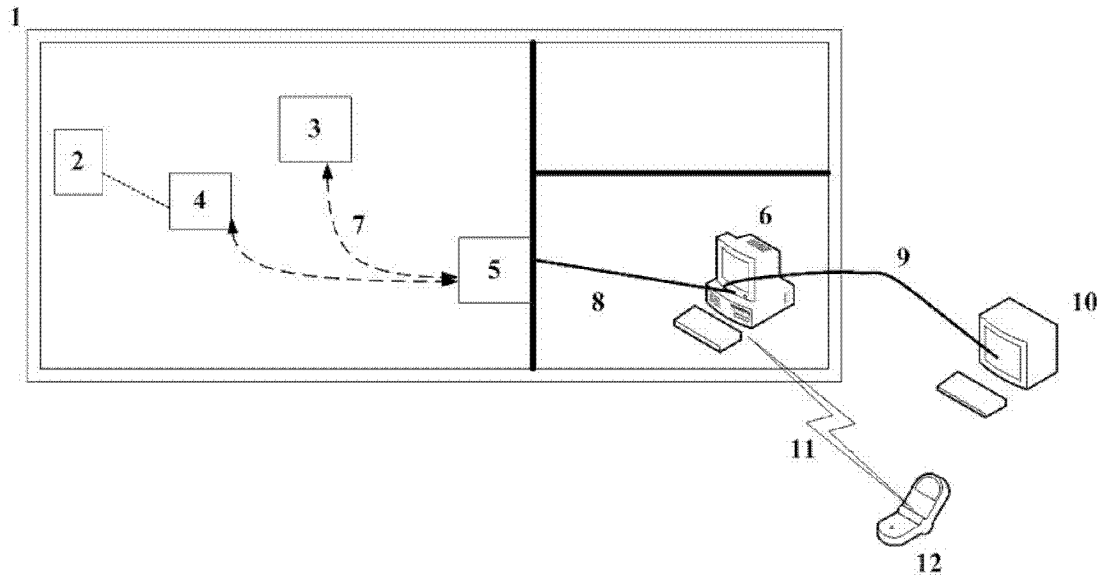


图 1

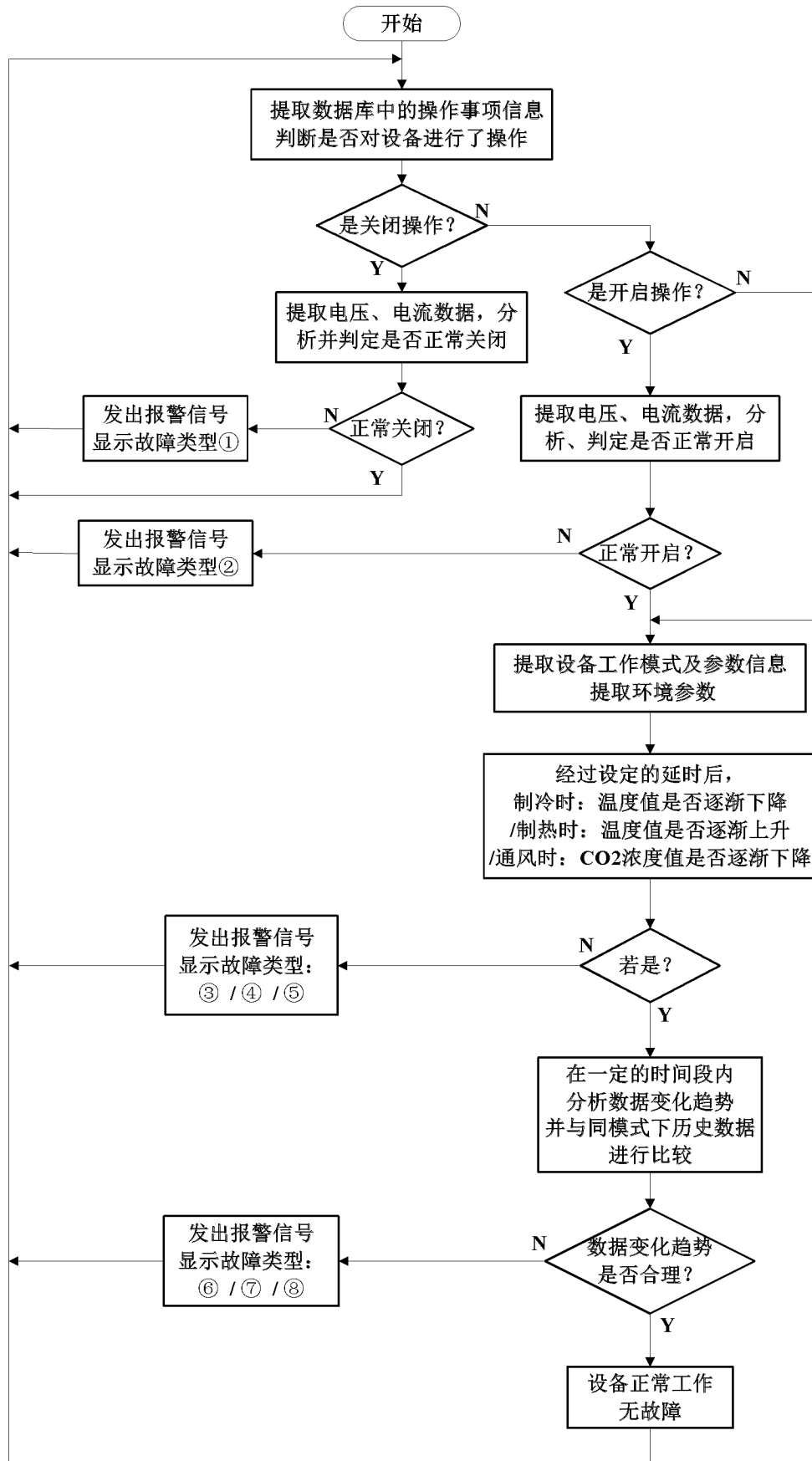


图 2

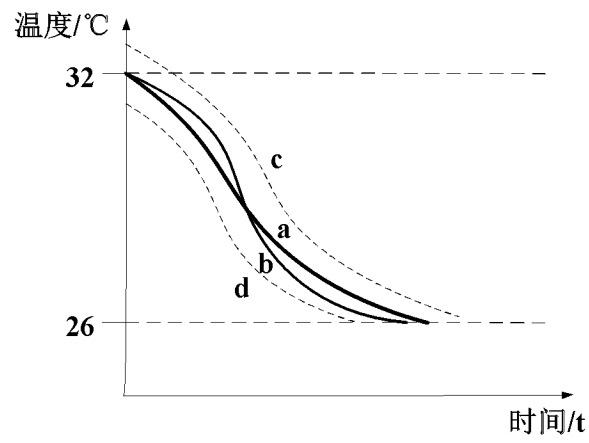


图 3