



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104132961 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410320837.4

(22)申请日 2014.07.07

(73)专利权人 蓝星(北京)技术中心有限公司  
地址 100029 北京市朝阳区北土城西路10号

(72)发明人 苏岳龙 于凤琴 陈强 黄玲  
梁桂花 庞力衡

(74)专利代理机构 北京彭丽芳知识产权代理有限公司 11407  
代理人 汪永生

(51)Int.Cl.  
G01N 25/20(2006.01)

(56)对比文件  
CN 103760191 A,2014.04.30,  
CN 103168204 A,2013.06.19,

CN 203478673 U,2014.03.12,  
CN 101846591 A,2010.09.29,  
CN 102788813 A,2012.11.21,  
US 2011162829 A1,2011.07.07,  
US 2011257951 A1,2011.10.20,  
JP 2014119274 A,2014.06.30,  
张寅平等.水-空气处理系统全热交换模型和性能分析.《清华大学学报(自然科学版)》.1999,第39卷(第10期),

丁海英等.单U和双U换热器地热井响应测试与分析.《山西建筑》.2011,第37卷(第27期),

审查员 李悦

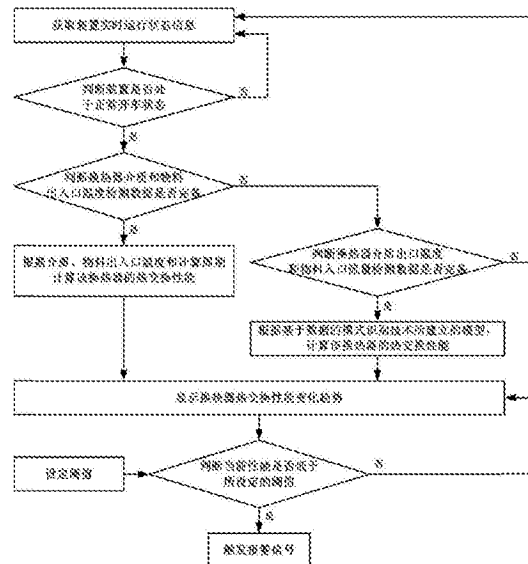
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

换热器热交换性能实时评价方法、装置和热交换系统

(57)摘要

本发明涉及一种换热器热交换性能实时评价方法、装置和热交换系统。该方法包括:步骤1,判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度数据是否完备,如果完备,则根据介质出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能;步骤2,判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否数据完备,如果完备,则根据所述物料入口流量和热交换介质出口温度,实时计算该换热器的热交换性能;步骤3,根据计算得到的热交换性能,实时显示热交换性能变化趋势,并在热交换性能低于预先设定的阈值时报警。本发明可对热交换性能进行实时监控与评估,以避免由于换热器工作不佳造成的生产效率下降及非计划停车。



CN 104132961 B

1. 一种换热器热交换性能实时评价方法,其特征在于,包括:

步骤1,判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度是否数据完备,如果完备,则根据介质出入口温度、物料出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能,然后执行步骤3;如果不完备,执行步骤2;

步骤2,判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否数据完备,如果完备,则根据所述物料入口流量和热交换介质出口温度,实时计算该换热器的热交换性能,然后执行步骤3;

步骤3,根据计算得到的热交换性能,实时显示所述热交换性能变化趋势,并在所述热交换性能低于预先设定的阈值时报警。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

步骤1中的所述热交换性能是根据第一温度差与第二温度差的比值计算得到的,其中,所述第一温度差为所述物料出口温度和所述物料入口温度之差,所述第二温度差为所述热交换介质出口温度、热交换介质入口温度之差。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤2包括:

步骤21,根据所述物料入口流量和一个模型计算得到理论热交换介质出口温度;

步骤22,计算所述理论热交换介质出口温度与实际检测到的所述热交换介质出口温度之差以得到所述热交换性能。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述,其中,所述模型为:

$$T_{ho预测} = a * F_i + b$$

其中, $F_i$ 为物料入口流量, $T_{ho预测}$ 为理论热交换介质出口温度, $a$ 和 $b$ 为常数。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤2中,判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否数据完备,如果不完备,则发出报警信号。

6. 一种换热器热交换性能实时评价装置,其特征在于,包括:

第一判断计算模块,用于判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度是否数据完备,如果完备,则根据介质出入口温度、物料出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能;

第二判断计算模块,用于判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否数据完备,如果完备,则根据所述物料入口流量和热交换介质出口温度,实时计算该换热器的热交换性能;

趋势显示及报警模块,用于根据计算得到的热交换性能,实时显示所述热交换性能变化趋势,并在所述热交换性能低于预先设定的阈值时报警。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,

所述第一判断计算模块中的所述热交换性能是根据第一温度差与第二温度差的比值计算得到的,其中,所述第一温度差为所述物料出口温度和所述物料入口温度之差,所述第二温度差为所述热交换介质出口温度、热交换介质入口温度之差。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述第二判断计算模块包括:

温度计算模块,用于根据所述物料入口流量和一个模型计算得到理论热交换介质出口温度;

热交换性能计算模块,用于计算所述理论热交换介质出口温度与实际检测到的所述热

交换介质出口温度之差以得到所述热交换性能。

9. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,还包括第二报警模块,其接收所述第二判断计算模块的信息,如果所述物料入口流量和热交换介质出口温度数据不完备,则发出报警信号。

10. 一种热交换系统,其特征在于,包括权利要求6至9中任一项所述的装置。

## 换热器热交换性能实时评价方法、装置和热交换系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及化工领域,特别是涉及一种换热器热交换性能实时评价方法、装置和热交换系统。

### 背景技术

[0002] 换热器是石油化工行业生产过程中实现热量交换和传递的重要设备。换热器经过长期使用后其在传热管壁间积存的污垢,会影响换热器的传热能力,造成严重的能源浪费。如果由于换热能力不足或换热器腐蚀泄露,从而导致装置非计划检修或停车,将对企业造成不可弥补的巨大经济损失,因此对于换热器健康状态进行实时监测具有重要意义。

[0003] 图1示出了现有技术中的换热器温度和流量检测点分布的示意图。如图1所示,热交换介质由A口进入换热器1,换热后经B口排出,物料由C口进入换热器1,换热结束后由D口流出。图1中,附图标记2至5为换热器温度的检测点,附图标记6为进料流量的检测点。上述各检测点2至6的采样数据均实时传输至实时数据库系统或离散控制系统(DCS)进行数据存储与显示。

[0004] 热交换设备效率计算本身并不复杂,但是由于目前我国大部分化工装置的换热器现场传感器缺失,无法简单依靠理论公式完成效率的计算与监控;同时,由于在化工流程性生产过程中非停车状态下无法实现传感器的现场安装。在化工行业随着实时数据库应用的普及,换热器所处生产环节已部署检测器长周期、高采样频率的“大数据”已经能够被保存。

[0005] 基于上述原因,将换热器的热交换性能实时评价方法固化在实时数据库系统或分布控制系统(DCS)后,通过实时对比因变量理论计算值和实测数据之间的差异,结合基于历史数据所确定的相关阈值,从而实现设备健康状态预测与实时监控,避免非计划停车。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种可在线对换热器热交换性能进行评估以对生产进行实时指导的换热器热交换性能实时评价方法、装置和热交换系统。

[0007] 为解决上述技术问题,作为本发明的第一个方面,提供了一种换热器热交换性能实时评价方法,包括:步骤1,判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度是否数据完备,如果完备,则根据介质出入口温度、物料出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能,然后执行步骤3;如果不完备,执行步骤2;步骤2,判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否数据完备,如果完备,则根据所述物料入口流量和热交换介质出口温度,实时计算该换热器的热交换性能,然后执行步骤3;步骤3,根据计算得到的热交换性能,实时显示热交换性能变化趋势,并在热交换性能低于预先设定的阈值时报警。

[0008] 进一步地,步骤1中的热交换性能是根据第一温度差与第二温度差的比值计算得到的,其中,第一温度差为物料出口温度和物料入口温度之差,第二温度差为热交换介质出口温度、热交换介质入口温度之差。

[0009] 进一步地,步骤2包括:步骤21,根据模型计算得到理论热交换介质出口温度;步骤22,计算理论热交换介质出口温度与实际检测到的热交换介质出口温度之差以得到热交换性能。

[0010] 进一步地,模型为:

$$[0011] \quad T_{\text{ho预测}} = a * F_i + b$$

[0012] 其中, $F_i$ 为物料入口流量, $T_{\text{ho预测}}$ 为理论热交换介质出口温度, $a$ 和 $b$ 为系数。

[0013] 作为本发明的第二个方面,提供了一种换热器热交换性能实时评价装置,其特征在于,包括:第一判断计算模块,用于判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度是否数据完备,如果完备,则根据介质出入口温度、物料出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能;第二判断计算模块,用于判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否数据完备,如果完备,则根据基于数据的模式识别所建立的模型,实时计算该换热器的热交换性能;趋势显示及报警模块,用于根据计算得到的热交换性能,实时显示热交换性能变化趋势,并在热交换性能低于预先设定的阈值时报警。

[0014] 进一步地,第一判断计算模块中的热交换性能是根据第一温度差与第二温度差的比值计算得到的,其中,第一温度差为物料出口温度和物料入口温度之差,第二温度差为热交换介质出口温度、热交换介质入口温度之差。

[0015] 进一步地,第二判断计算模块包括:温度计算模块,用于根据模型计算得到理论热交换介质出口温度;热交换性能计算模块,用于计算理论热交换介质出口温度与实际检测到的热交换介质出口温度之差以得到热交换性能。

[0016] 作为本发明的第三个方面,提供了一种热交换系统,包括上述的装置。

[0017] 本发明可以对换热器的热交换性能进行实时的、有意义的监控与评估,能够第一时间发现问题从而避免由于换热器工作不佳造成的生产效率下降、甚至装置非计划停车。

## 附图说明

[0018] 图1示意性示出了现有技术中的换热器设备的示意图;

[0019] 图2示意性示出了本发明中的换热器热交换性能实时评价方法的流程图;

[0020] 图3示意性示出了基于换热器介质出入口温度、物料出入口温度的热交换性能的计算流程图;

[0021] 图4示意性示出了基于换热器物料入口流量和介质出口温度的热交换性能的计算流程图;

[0022] 图5是本发明中的换热器热交换性能实时评价装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0023] 以下对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0024] 本发明基于换热器实时运行的工作状态信息,首先,判断化工装置是否处于正常开车状态下;第二,判断换热器热交换介质(热媒或冷媒)出入口温度、待加热(待冷却)物料入口流量与出入口温度实时检测数据是否完备。这样,便可根据所能够获取到的相关数据,在设定的计算周期内实时计算性能评价指标,当所计算评价指标低于该换热器处于健康运

行状态时指标,触发报警信号,从而对化工连续生产过程中换热器的工作状态进行实时的、有意义的监控与评估。

[0025] 作为本发明的第一方面,请参考图2至图4,提供了一种换热器热交换性能实时评价方法,包括:

[0026] 步骤1,判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度数据是否完备,如果完备,则根据介质出入口温度、物料出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能,然后执行步骤3;如果不完备,执行步骤2,其中,该物料可以是待加热或待冷却的物料。

[0027] 步骤2,判断物料入口流量和热交换介质出口温度数据是否完备,如果完备,则根据所述物料入口流量和热交换介质出口温度,实时计算该换热器的热交换性能,然后执行步骤3;若不完备,则发出报警信号,或者继续收集物料入口流量和热交换介质出口温度信息,或者中止该评价操作。

[0028] 步骤3,根据计算得到的热交换性能,实时显示换热器的热交换性能变化趋势,并在热交换性能低于预先设定的阈值时报警。

[0029] 通过上述技术方案,本发明可以根据在计算周期内的介质出、入口温度、物料出、入口温度得到换热器的热交换性能,或者仅根据物料入口流量和介质出口温度,得到换热器的热交换性能。进一步地,在得到换热器的热交换性能变化趋势后,便可根据所设定的阈值判断目前换热器运行状态是否触发报警信号,例如,这个阈值可以是换热器设计效率的20%,30%或40%。

[0030] 可见,本发明可以对换热器的热交换性能进行实时的、有意义的监控与评估,能够第一时间发现问题从而避免由于换热器工作不佳造成的生产效率下降、甚至装置非计划停车。

[0031] 优选地,请参考图3,步骤1中的热交换性能是根据第一温度差与第二温度差的比值计算得到的,其中,第一温度差为物料出口温度和物料入口温度之差,第二温度差为热交换介质出口温度、热交换介质入口温度之差。

[0032] 在步骤2中,根据物料入口流量确定一个对应的理论热交换介质出口温度。可以通过多种途径找到这种对应关系,例如,可以依据经验,建立流量-出口温度关系曲线。也可以根据工具书或者教科书的教导,通过计算公式来得到。在本发明的优选方式中,请参考图4,步骤2包括:步骤21,根据一个模型计算得到理论热交换介质出口温度,该模型为 $T_{ho预测} = a * F_i + b$ ,其中, $F_i$ 为物料入口流量, $T_{ho预测}$ 为理论热交换介质出口温度, $a$ 和 $b$ 为常数;步骤22,计算理论热交换介质出口温度与实际检测到的热交换介质出口温度之差以得到热交换性能。

[0033] 在一个优选的实施例中,请参考图2,在步骤1之前还包括:获取化工装置实时运行状态信息,并根据该信息判断化工装置是否处于正常开车状态;如果处于正常开车状态时,执行步骤1及其后的步骤。

[0034] 因此,本发明克服了现有技术中,如果现场传感器缺失或在化工流程性生产过程中非停车状态下无法实现传感器的现场安装,从而无法完成换热器热交换性能的计算与监控的缺陷。进一步地,本发明还可以当换热器热交换性能低于所设定阈值时自动触发报警信号,提示操作人员和设备维护人员进行预防性主动维护。

[0035] 作为本发明的第二方面,请参考图5,提供了一种换热器热交换性能实时评价装

置,其用于实施上述的方法,包括:第一判断计算模块,用于判断热交换介质出口温度、热交换介质入口温度、物料出口温度和物料入口温度数据是否完备,如果完备,则根据介质出入口温度、物料出入口温度和计算周期,实时计算该换热器的热交换性能;第二判断计算模块,用于判断物料入口流量和热交换介质出口温度是否完备,如果完备,则根据所述物料入口流量和热交换介质出口温度,实时计算该换热器的热交换性能;趋势显示及报警模块,用于根据计算得到的热交换性能,实时显示换热器的热交换性能变化趋势,并在热交换性能低于预先设定的阈值时报警。

[0036] 优选地,第一判断计算模块中的热交换性能是根据第一温度差与第二温度差的比值计算得到的,其中,第一温度差为物料出口温度和物料入口温度之差,第二温度差为热交换介质出口温度、热交换介质入口温度之差。

[0037] 优选地,第二判断计算模块包括:温度计算模块,用于根据所述物料入口流量和一个模型计算得到理论热交换介质出口温度;热交换性能计算模块,用于计算理论热交换介质出口温度与实际检测到的热交换介质出口温度之差以得到热交换性能。

[0038] 本领域技术人员还将明白的是,结合这里的公开所描述的各种示例性逻辑块、单元、电路和算法步骤可以被实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件和软件的这种可互换性,已经就各种示意性组件、方块、单元、电路和步骤的功能对其进行了一般性的描述。这种功能是被实现为软件还是被实现为硬件取决于具体应用以及施加给整个系统的设计约束。本领域技术人员可以针对每种具体应用以各种方式来实现所述的功能,但是这种实现决定不应被解释为导致脱离本发明的范围。

[0039] 例如在一个示例性的实施例中,本发明可在实时数据库系统中,通过其与DCS控制单元的接口实现实时评价装置开停车判断标志、换热器的热交换介质(热媒或冷媒)出入口温度、待加热(待冷却)物料入口流量与出入口温度的获取与存储,通过实时数据库系统计算单元实现换热器的热交换性能实时评价指标计算,从而实现动态显示热交换性能变化和报警。

[0040] 作为本发明的第三方面,提供了一种热交换系统,包括上述的装置。

[0041] 本发明基于装置实时运行的状态信息判断装置处于正常开车状态下,获取换热器的热交换介质(热媒或冷媒)出入口温度、待加热(待冷却)物料入口流量与出入口温度的相关数据,在设定的计算周期内实时计算性能评价指标,当所计算评价指标低于该换热器处于健康运行状态时指标,触发报警信号,从而对化工连续生产过程中换热器的工作状态进行实时的、有意义的监控与评估。

[0042] 本发明可以对换热器的热交换性能进行实时的、有意义的监控与评估,能够第一时间发现问题从而避免由于换热器工作不佳造成的生产效率下降、甚至装置非计划停车。

[0043] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

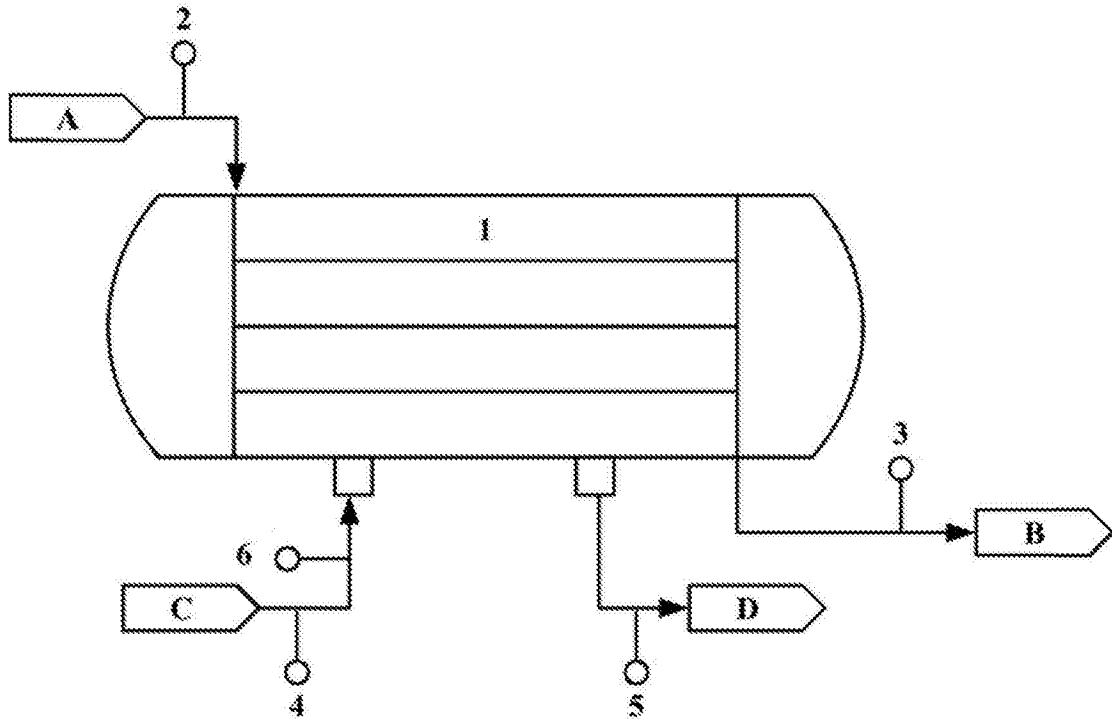


图1



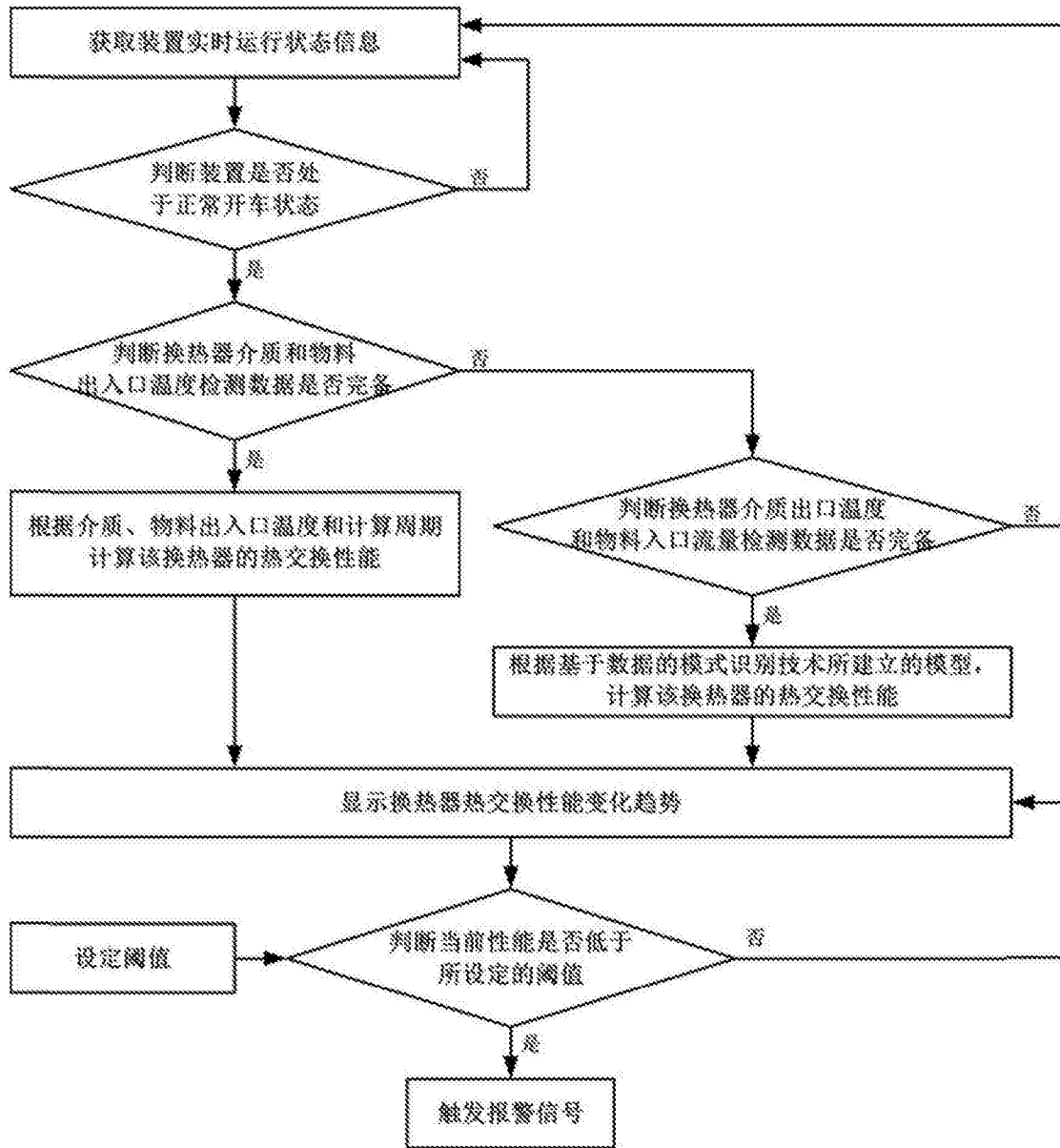


图2

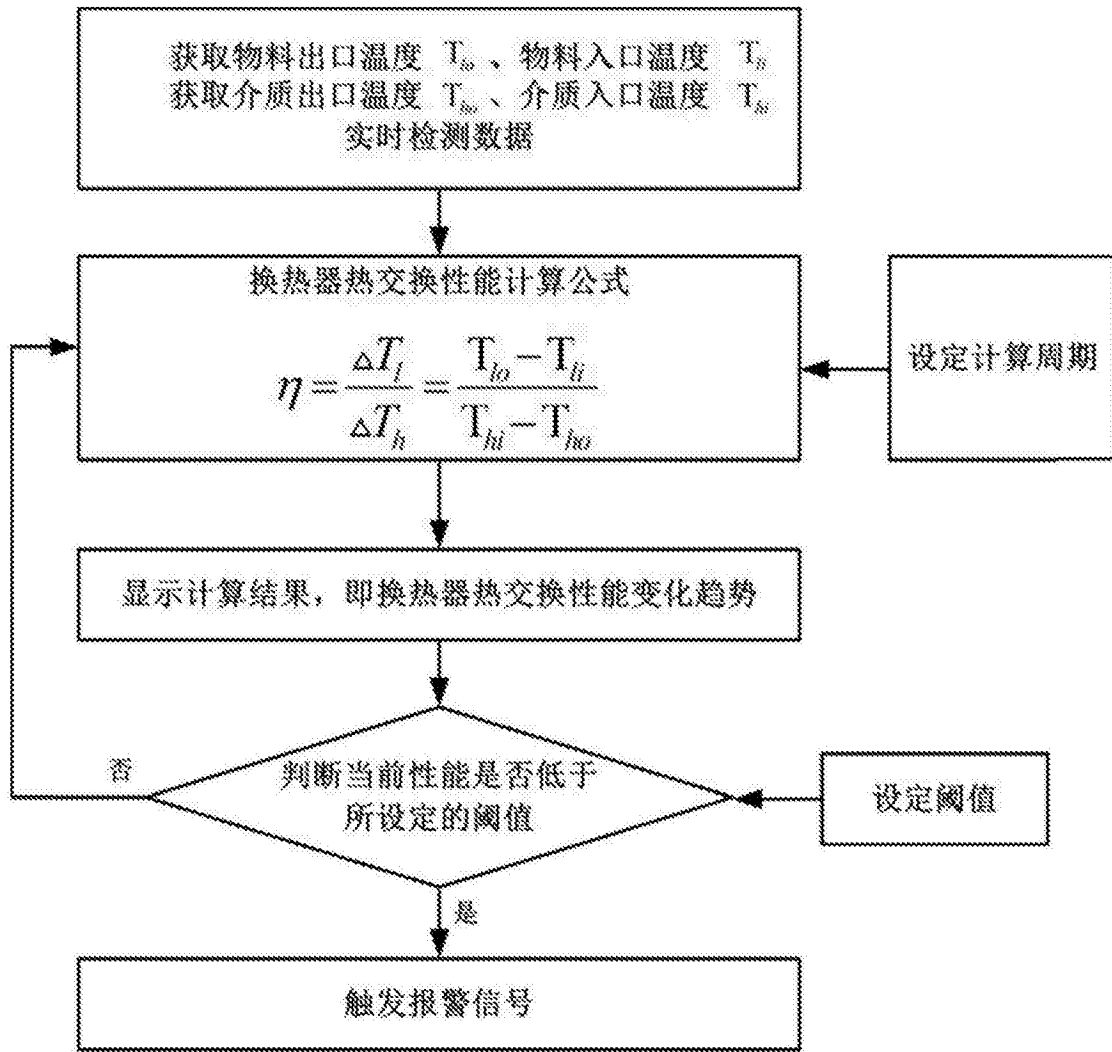


图3

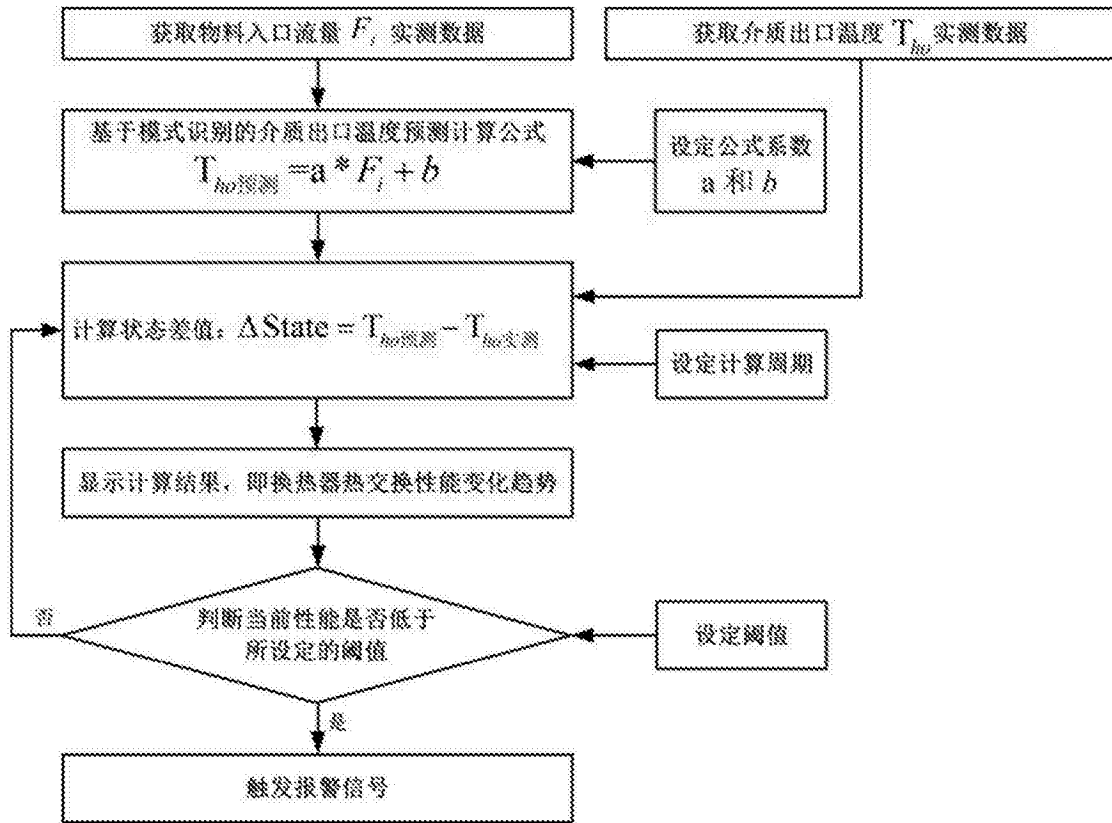


图4

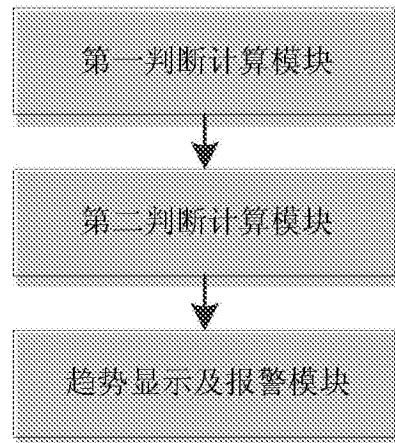


图5