



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106461252 B

(45)授权公告日 2019.07.16

(21)申请号 201580034239.3

(22)申请日 2015.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106461252 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
61/993,552 2014.05.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.12.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/030854 2015.05.14

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/175821 EN 2015.11.19

(73)专利权人 艾默生电气公司
地址 美国密苏里州

(72)发明人 普里奥托莫·阿比普罗约
法迪·穆罕默德·阿尔萨利姆

(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 杜诚 李春晖

(51)Int.Cl.
F24F 11/89(2018.01)

(56)对比文件
CN 103403463 A, 2013.11.20, 说明书第15-48段, 附图1-5.

CN 103597292 A, 2014.02.19, 全文.

CN 102188860 A, 2011.09.21, 全文.

CN 101173869 A, 2008.05.07, 全文.

CN 1328744 A, 2001.12.26, 全文.

US 2012319851 A1, 2012.12.20, 说明书第31-34段以及第50-57段, 附图1, 10.

CN 1516807 A, 2004.07.28, 全文.

EP 0971321 A2, 2000.01.12, 全文.

审查员 李佳

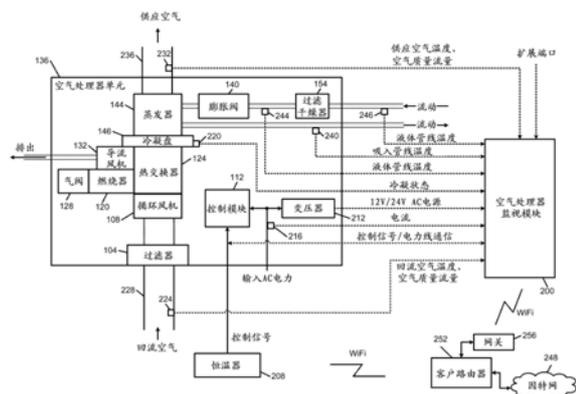
权利要求书3页 说明书31页 附图16页

(54)发明名称

加热、通风或空气调节系统空气过滤器诊断和监视

(57)摘要

提供了用于对建筑物的加热、通风或空气调节(HVAC)系统进行监视的系统和方法。被定位成远离建筑物的监视服务器接收来自建筑物处的用于测量HVAC系统的操作参数的监视装置的操作参数数据。监视服务器根据操作参数数据生成多个数据集群,每个数据集群对应于在HVAC系统的稳态操作期间生成的操作参数数据。监视服务器计算每个数据集群的平均操作参数值。监视服务器基于在预定归一化时间段内对数据集群的平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值。监视服务器将归一化操作参数值与阈值进行比较。监视服务器基于比较来确定HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换并且基于指示空气过滤器需要被替换的确定来生成通知。



CN 106461252 B

1. 一种用于建筑物的加热、通风或空气调节HVAC系统的监视系统,所述监视系统包括:
在所述建筑物处的具有电流传感器的监视装置,用于测量所述HVAC系统的循环风机的电流消耗,所述循环风机具有多个级别;

被定位成远离所述建筑物的监视服务器,所述监视服务器被配置成(i)接收来自所述建筑物处的所述监视装置的操作参数数据,所述操作参数数据包括电流消耗数据,(ii)识别所述操作参数数据中的稳态段,每个稳态段仅包括在所述多个级别中的一个级别下的所述循环风机的稳态操作期间产生的操作数据,并且不包括在一个级别下的所述循环风机在所述循环风机被初始化与所述循环风机达到稳态操作之间的启动状态下产生的操作数据,并且不包括所述循环风机在所述多个级别中的第一级别下的稳态操作与所述多个级别中的第二级别下的稳态操作之间转换时产生的操作数据,(iii)基于所识别的稳态段根据所述操作参数数据生成多个数据集群,所述多个数据集群中的每个数据集群包括来自与在所述多个级别中的相同级别下的所述循环风机的操作对应的稳态段的操作数据,(iv)计算所述每个数据集群的平均操作参数值,(v)基于在预定归一化时间段内对所述数据集群的所述平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值,(vi)将所述归一化操作参数值与阈值进行比较,(vii)基于所述比较来确定所述HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换,(viii)基于指示所述空气过滤器需要被替换的确定来生成通知,(ix)将所述通知传送给与所述HVAC系统相关联的客户装置,以及(x)在将所述通知被传送给所述客户装置之后调整所述阈值。

2. 根据权利要求1所述的监视系统,其中,所述监视服务器相对于所述HVAC系统的基线操作参数值来设置所述阈值,所述基线操作参数值对应于下述项中的至少之一:所述HVAC系统的预定预期操作参数值;以及所述HVAC系统在初始化时间段内的平均操作参数值。

3. 根据权利要求1所述的监视系统,其中,所述监视服务器基于确定所述操作参数数据内的数据段的方差在方差阈值的预定范围内来识别所述操作参数数据中的所述稳态段。

4. 根据权利要求1所述的监视系统,其中,所述监视服务器基于确定所述操作参数数据内的值的变化率在变化率阈值的预定范围内来识别所述操作参数数据中的所述稳态段。

5. 一种用于对建筑物的加热、通风或空气调节HVAC系统进行监视的方法,所述方法包括:

使用在所述建筑物处的具有电流传感器的监视装置测量所述HVAC系统的循环风机的电流消耗,所述循环风机具有多个级别;

使用被定位成远离所述建筑物的监视服务器接收来自所述建筑物处的所述监视装置的操作参数数据,所述操作参数数据包括电流消耗数据;

使用所述监视服务器识别所述操作参数数据中的稳态段,每个稳态段仅包括在所述多个级别中的一个级别下的所述循环风机的稳态操作期间产生的操作数据,并且不包括在一个级别下的所述循环风机在所述循环风机被初始化与所述循环风机达到稳态操作之间的启动状态下产生的操作数据,并且不包括所述循环风机在所述多个级别中的第一级别下的稳态操作与所述多个级别中的第二级别下的稳态操作之间转换时产生的操作数据;

使用所述监视服务器基于所识别的稳态段根据所述操作参数数据生成多个数据集群,所述多个数据集群中的每个数据集群包括来自与在所述多个级别中的相同级别下的所述循环风机的操作对应的稳态段的操作数据;

使用所述监视服务器计算每个数据集群的平均操作参数值；

使用所述监视服务器基于在预定归一化时间段内对所述数据集群的所述平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值；

使用所述监视服务器将所述归一化操作参数值与阈值进行比较；

使用所述监视服务器基于所述比较来确定所述HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换；

使用所述监视服务器基于指示所述空气过滤器需要被替换的确定来生成通知；

使用所述监视服务器将所述通知传送给与所述HVAC系统相关联的客户装置；以及

在将所述通知被传送给所述客户装置之后调整所述阈值。

6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:使用所述监视服务器相对于所述HVAC系统的基线操作参数值来设置所述阈值,所述基线操作参数值对应于下述项中的至少之一:所述HVAC系统的预定预期操作参数值;以及所述HVAC系统在初始化时间段内的平均操作参数值。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,基于确定所述操作参数数据内的数据段的方差在方差阈值的预定范围内来识别所述操作参数数据中的所述稳态段。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,基于确定所述操作参数数据内的值的变化率在变化率阈值的预定范围内来识别所述操作参数数据中的所述稳态段。

9. 一种用于建筑物的加热、通风或空气调节HVAC系统的监视系统,所述监视系统包括:

在所述建筑物处的具有电流传感器的监视装置,用于测量所述HVAC系统的循环风机的电流消耗,所述循环风机具有多个级别;

被定位成远离所述建筑物的监视服务器,所述监视服务器被配置成(i)接收来自所述建筑物处的所述监视装置的操作参数数据,所述操作参数数据包括电流消耗数据,(ii)识别所述操作参数数据中的稳态段,每个稳态段仅包括在所述多个级别中的一个级别下的所述循环风机的稳态操作期间产生的操作数据,并且不包括在一个级别下的所述循环风机在所述循环风机被初始化与所述循环风机达到稳态操作之间的启动状态下产生的操作数据,并且不包括所述循环风机在所述多个级别中的第一级别下的稳态操作与所述多个级别中的第二级别下的稳态操作之间转换时产生的操作数据,(iii)基于所识别的稳态段根据所述操作参数数据生成多个数据集群,所述多个数据集群中的每个数据集群包括来自与在所述多个级别中的相同级别下的所述循环风机的操作对应的稳态段的操作数据,(iv)计算每个数据集群的平均操作参数值,(v)基于在预定归一化时间段内对所述数据集群的所述平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值,(vi)通过将每个归一化操作参数值与先前归一化操作参数值进行比较来执行所述归一化操作参数值的趋势分析,(vii)确定与每个归一化操作参数值相关联的所述归一化操作参数值的趋势,(viii)将趋势置信度水平与每个归一化操作参数值相关联,(ix)基于所述趋势分析来确定所述HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换,(x)基于指示所述空气过滤器需要被替换的确定来生成通知,以及(xi)将所述通知传送给与所述HVAC系统相关联的客户装置。

10. 根据权利要求9所述的监视系统,其中,所述趋势分析包括计算每个归一化操作参数值的所述趋势置信度水平的总和,并且其中,当所述总和大于阈值时,所述监视服务器确定所述空气过滤器需要被替换。

11. 根据权利要求10所述的监视系统,其中,一旦所述监视服务器确定所述空气过滤器需要被替换,所述监视服务器重置所述总和。

12. 根据权利要求10所述的监视系统,其中,一旦所述监视服务器确定所述空气过滤器需要被替换,所述监视服务器确定所述空气过滤器已被替换并且重置所述总和。

13. 一种用于对建筑物的加热、通风或空气调节HVAC系统进行监视的方法,所述方法包括:

使用在所述建筑物处的具有电流传感器的监视装置测量所述HVAC系统的循环风机的电流消耗,所述循环风机具有多个级别;

使用被定位成远离所述建筑物的监视服务器,接收来自所述建筑物处的所述监视装置的操作参数数据,所述操作参数数据包括电流消耗数据;

使用所述监视服务器识别所述操作参数数据中的稳态段,每个稳态段仅包括在所述多个级别中的一个级别下的所述循环风机的稳态操作期间产生的操作数据,并且不包括在一个级别下的所述循环风机在所述循环风机被初始化与所述循环风机达到稳态操作之间的启动状态下产生的操作数据,并且不包括所述循环风机在所述多个级别中的第一级别下的稳态操作与所述多个级别中的第二级别下的稳态操作之间转换时产生的操作数据;

使用所述监视服务器基于所识别的稳态段根据所述操作参数数据生成多个数据集群,所述多个数据集群中的每个数据集群包括来自与在所述多个级别中的相同级别下的所述循环风机的操作对应的稳态段的操作数据;

使用所述监视服务器,计算每个数据集群的平均操作参数值;

使用所述监视服务器,基于在预定归一化时间段内对所述数据集群的所述平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值;

使用所述监视服务器,通过将每个归一化操作参数值与先前归一化操作参数值进行比较、确定与每个归一化操作参数值相关联的所述归一化操作参数值的趋势以及将趋势置信度水平与每个归一化操作参数值相关联,执行所述归一化操作参数值的趋势分析;

使用所述监视服务器,基于所述趋势分析来确定所述HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换;

使用所述监视服务器,基于指示所述空气过滤器需要被替换的确定来生成通知;以及

使用所述监视服务器将所述通知传送给与所述HVAC系统相关联的客户装置。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,执行所述趋势分析包括计算每个归一化操作参数值的所述趋势置信度水平的总和,并且其中,当所述总和大于阈值时,所述监视服务器确定所述空气过滤器需要被替换。

15. 根据权利要求14所述的方法,还包括:一旦所述监视服务器确定所述空气过滤器需要被替换,使用所述监视服务器重置所述总和。

16. 根据权利要求14所述的方法,还包括:一旦所述监视服务器确定所述空气过滤器需要被替换,使用所述监视服务器确定所述空气过滤器已被替换并且使用所述监视服务器重置所述总和。

加热、通风或空气调节系统空气过滤器诊断和监视

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年5月14日提交的美国实用申请第14/712,049 号的优先权以及还要求于2014年5月15日提交的美国临时申请第 61/993,552号的权益。以上这些申请的全部公开内容通过引用并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开涉及环境舒适系统,并且更具体地,涉及住宅和轻型商业环境舒适系统的远程监视和诊断。

背景技术

[0004] 本文中所提供的背景描述是出于一般介绍本公开的背景的目的。目前署名的发明人到本背景技术部分所描述的程度的工作、以及在提交时另外不够格成为现有技术的说明书的多个方面既没有明确地也没有隐含地被承认为相对于本公开的现有技术。

[0005] 住宅或轻型商业HVAC(加热、通风或空气调节)系统对建筑物的环境参数(如温度和湿度)进行控制。用于环境参数的目标值(如温度设定点)可以由建筑物的用户、占用者或者所有者(如在建筑物中工作的雇员或者房主)来指定。

[0006] 在图1中,呈现了示例HVAC系统的框图。在这个特定的示例中,示出了具有燃气炉的强制空气系统。通过循环风机108经由过滤器104 从建筑物带出回流空气。也被称为风扇的循环风机108由控制模块112控制。控制模块112接收来自恒温器116的信号。仅作为示例,恒温器116 可以包括由用户指定的一个或更多个温度设定点。

[0007] 恒温器116可以指示循环风机108一直接通或者仅存在加热请求或制冷请求时接通(自动风扇模式)。在各种实现方式中,循环风机108可以以多个速度工作或者可以以预定范围内以任意速度工作。可以使用一个或更多个开关继电器(未示出)来控制循环风机108和/或选择循环风机108 的速度。

[0008] 恒温器116向控制模块112提供加热请求和/或制冷请求。当做出加热请求时,控制模块112使燃烧器120点火。在热交换器124中,来自燃烧的热引入到通过循环风机108提供的回流空气中。加热的空气被提供到建筑物并且被称为供应空气。

[0009] 燃烧器120可以包括引火火种,其是用于在燃烧器120中点燃主火焰的小的恒定火焰。可替代地,可以使用在燃烧器120中点燃主火焰之前首先点燃小的火焰的间歇性引火。电火花器可以用于间歇引火的实现或者用于直接燃烧器点燃。另一点火选择包括热表面点火器,其将表面加热至足够高的温度,当引入燃气时,加热的表面引发燃气的燃烧。可以通过气阀 128提供用于燃烧的燃料如天然气。

[0010] 燃烧的产物排放到建筑物外,并且可以在点燃燃烧器120之前接通导流风机132。在高效炉中,燃烧的产物可能不够热以具有足够的浮力经由传导排放。因此,导流风机132产生牵引力以排放燃烧产物。导流风机 132可以在燃烧器120工作时保持运行。另外,导流风机132可以在燃烧器120断开之后继续运行设定的时间段。

[0011] 将被称为空气处理器单元136的单个外壳可以包括过滤器104、循环风机108、控制模块112、燃烧器120、热交换器124、导流风机132、膨胀阀140、蒸发器144以及冷凝盘146。在各种实现方式中,空气处理器单元136代替或者除了燃烧器120以外包括电加热装置(未示出)。当与燃烧器120一起使用时,该电加热装置可以提供备用或二次热。

[0012] 在图1中,HVAC系统包括分体式空气调节系统。制冷剂通过压缩机 148、冷凝器152、膨胀阀140和蒸发器144循环。蒸发器144与供应空气相连地布置,使得当需要制冷时,蒸发器144从供应空气中去除热,从而使供应空气冷却。在制冷期间,蒸发器144是冷的,这使得水蒸气冷凝。水蒸气收集在冷凝盘146中,其被排出或泵出。

[0013] 控制模块156接收来自控制模块112的制冷请求并且因此控制压缩机 148。控制模块156还控制冷凝器风扇160,其增加冷凝器152与外部空气之间的热交换。在这样的分体系统中,压缩机148、冷凝器152、控制模块156以及冷凝器风扇160通常位于建筑物的外部、经常位于单个冷凝单元164中。过滤干燥器154可以位于冷凝器152与膨胀阀140之间。过滤干燥器154从循环制冷剂中去除水分和/或其他污染物。

[0014] 在各种实现方式中,控制模块156可以简单地包括运行电容器、起动电容器以及接触器或继电器。事实上,在某些实现方式中,例如当使用涡旋压缩机代替往复压缩机时,可以省略起动电容器。压缩机148可以是可变容量压缩机并且可以响应于多级制冷请求。例如,制冷请求可以表示中等容量的制冷要求或者高容量的制冷要求。

[0015] 提供至冷凝单元164的电线可以包括240伏主电源线(未示出)和 24伏开关控制线。24伏控制线可以对应于在图1中示出的制冷请求。24 伏控制线对接触器的操作进行控制。当控制线表示应该接通压缩机时,接触器触头闭合,将240伏电源连接至压缩机148。此外,接触器可以将240 伏电源连接至冷凝器风扇160。在各种实现方式中,例如当冷凝单元164 位于地面作为地热系统的一部分时,可以省略冷凝器风扇160。当240伏主电源线以两个支路实现时,如在美国常见的那样,接触器可以具有两组触头,并且可以被称为双刀单掷开关。

[0016] 对冷凝单元164和空气处理器单元136中的部件的操作的监视已经通常由单独测量各个部件的电流的多个分立传感器的昂贵阵列执行。例如,第一传感器可以对通过电动机消耗的电流进行感测,另一传感器对点火器的电阻或电流进行测量,以及又一传感器对气阀的状态进行监视。然而,这些传感器的成本以及安装这些传感器所需要的时间以及从传感器获取读数所需要的时间,使得传感器监视成本过高。

[0017] 具体参照过滤器104,拥有者或占用者传统上使用基于计划表的系统来替换HVAC系统的过滤器104和/或基于恒温器运行时间的过滤器警报系统。例如,拥有者或占用者可以基于特定过滤器和/或制造商建议每月、每两个月、每三个月等替换过滤器104。然而,传统的基于计划表的系统不考虑过滤器104的性能特性、可能增加或减少过滤器104的寿命的变化环境因素、和/或拥有者错过或延迟所计划的过滤器更换。

发明内容

[0018] 本部分提供了本公开的总体发明内容,并且不是其全部范围或其所有特征的全面公开。

[0019] 提供了一种用于建筑物的加热、通风或空气调节(HVAC)系统的监视系统,该监视

系统包括被定位成远离建筑物的监视服务器。监视服务器被配置成 (i) 接收来自建筑物处的用于测量HVAC系统的操作参数的监视装置的操作参数数据, (ii) 根据操作参数数据生成多个数据集群, 每个数据集群对应于在HVAC系统的稳态操作期间生成的操作参数数据, (iii) 计算每个数据集群的平均操作参数值, (iv) 基于在预定归一化时间段内对数据集群的平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值, (v) 将归一化操作参数值与阈值进行比较, (vi) 基于比较来确定HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换, 以及 (vii) 基于指示空气过滤器需要被替换的确定来生成通知。

[0020] 提供了一种用于对建筑物的加热、通风和空气调节 (HVAC) 系统进行监视的方法, 该方法包括使用被定位成远离建筑物的监视服务器接收来自建筑物处的用于测量HVAC系统的操作参数的监视装置的操作参数数据。该方法还包括使用监视服务器根据操作参数数据生成多个数据集群, 每个数据集群对应于在HVAC系统的稳态操作期间生成的操作参数数据。该方法还包括使用监视服务器计算每个数据集群的平均操作参数值。该方法还包括使用监视服务器基于在预定归一化时间段内对数据集群的平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值。该方法还包括使用监视服务器将归一化操作参数值与阈值进行比较。该方法还包括使用监视服务器基于比较来确定HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换。该方法还包括使用监视服务器基于指示空气过滤器需要被替换的确定来生成通知。

[0021] 提供了用于建筑物的加热、通风或空气调节 (HVAC) 系统的另一监视系统, 该监视系统包括被定位成远离建筑物的监视服务器。监视服务器被配置成 (i) 接收来自建筑物处的用于测量HVAC系统的操作参数的监视装置的操作参数数据, (ii) 根据操作参数数据生成多个数据集群, 每个数据集群对应于在HVAC系统的稳态操作期间生成的操作参数数据, (iii) 计算每个数据集群的平均操作参数值, (iv) 基于在预定归一化时间段内对数据集群的平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值, (v) 通过将每个归一化操作参数值与先前归一化操作参数值进行比较、确定与每个归一化操作参数值相关联的归一化操作参数值的趋势以及将每个归一化操作参数值与趋势置信度水平相关联来执行归一化操作参数值的趋势分析, (vi) 基于趋势分析来确定HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换, 以及 (vii) 基于指示空气过滤器需要被替换的确定来生成通知。

[0022] 提供了用于对建筑物的加热、通风或空气调节 (HVAC) 系统进行监视的另一方法, 该方法包括使用被定位成远离建筑物的监视服务器接收来自建筑物处的用于测量HVAC系统的操作参数的监视装置的操作参数数据。该方法还包括使用监视服务器根据操作参数数据生成多个数据集群, 每个数据集群对应于在HVAC系统的稳态操作期间生成的操作参数数据。该方法还包括使用监视服务器计算每个数据集群的平均操作参数值。该方法还包括使用监视服务器基于在预定归一化时间段内对数据集群的平均操作参数值进行归一化来计算归一化操作参数值。该方法还包括使用监视服务器通过将每个归一化操作参数值与先前归一化操作参数值进行比较、确定与每个归一化操作参数值相关联的归一化操作参数值的趋势以及将每个归一化操作参数值与趋势置信度水平相关联来执行归一化操作参数值的趋势分析。该方法还包括使用监视服务器基于趋势分析来确定HVAC系统的空气过滤器是否需要被替换。该方法还包括使用监视服务器基于指示空气过滤器需要被替换的确定来生成通知。

[0023] 根据文中提供的描述, 本公开的其他适用领域将变得显而易见。发明内容中的描

述和特定示例仅意在用于说明的目的,并且不旨在限制本公开的范围。

附图说明

- [0024] 根据详细的描述和附图,将更充分地理解本公开,在附图中:
- [0025] 图1是根据现有技术的示例HVAC系统的框图;
- [0026] 图2A是包括空气处理器监视模块的实现的示例HVAC系统的功能框图;
- [0027] 图2B是包括冷凝监视模块的实现的示例HVAC系统的功能框图;
- [0028] 图2C是基于热泵的示例HVAC系统的功能框图;
- [0029] 图3A是包括远程监视系统的实现的示例系统的高级功能框图;
- [0030] 图3B是用于所捕获数据的云处理的示例实现的功能框图;
- [0031] 图4是热循环开始时的总电流的示例时域轨迹;
- [0032] 图5A是用于对与HVAC系统相关联的操作参数数据进行归一化的示例技术的流程图;
- [0033] 图5B是用于诊断HVAC系统内的空气过滤器中的故障的示例技术的流程图;
- [0034] 图5C是用于修改操作参数基线和阈值的示例技术的流程图;
- [0035] 图6是与动态基线阈值重建相关联的操作参数数据的图形表示;
- [0036] 图7是基于更换过滤器的与动态基线阈值重建相关联的操作参数数据的图形表示;
- [0037] 图8是基于不更换过滤器的与动态基线阈值重建相关联的操作参数数据的图形表示;
- [0038] 图9是用于执行操作参数数据的趋势分析的示例技术的流程图;
- [0039] 图10是用于基于操作参数数据的趋势分析来生成警报的流程图;以及
- [0040] 图11是操作参数数据、趋势置信度水平和趋势置信度总和随时间的图形表示。
- [0041] 在附图中,可以重复使用附图标记来标识相似和/或相同的元件。

具体实施方式

[0042] 根据本公开,监视系统可以与建筑物的住宅或轻型商业HVAC(加热、通风或空气调节)系统集成。监视系统可以向与建筑物相关联的客户和/或承包方提供关于HVAC系统的状态、维护和效率的信息。例如,建筑物可以是单户住宅,并且客户可以是房主、房东或租户。在其他实现方式中,建筑物可以是轻型商业建筑物,并且客户可以是建筑物所有者、租户或物业管理公司。

[0043] 如在本申请中所使用的,术语HVAC可以包括建筑物中的所有环境舒适系统(包括加热、制冷、加湿、除湿和空气交换和净化),并且覆盖诸如炉子、热泵、加湿器、除湿器和空调的装置。如在本申请中描述的HVAC系统不一定包括加热和空调两者,并且替代地可以仅具有一个或另一个。

[0044] 在具有空气处理器单元(通常位于室内)和冷凝单元(通常位于室外)的分体式HVAC系统中,可以分别使用空气处理器监视模块和冷凝监视模块。空气处理器监视模块和冷凝监视模块可以由HVAC系统的制造商集成,可以在安装HVAC系统时添加,和/或可以对现有的HVAC系统进行改装。

[0045] 在热泵系统中,空气处理器单元和冷凝单元的功能根据热泵的模式而逆转。因此,尽管本公开使用术语空气处理器单元和冷凝单元,但是在热泵的情况下代替地可以使用术语室内单元和室外单元。术语室内单元和室外单元强调部件的物理位置保持相同,而它们的作用根据热泵的模式而改变。换向阀根据系统是加热建筑物还是制冷建筑物而选择性地使制冷剂流动与图1中所示的制冷剂流动反向。当制冷剂的流动反向时,蒸发器和冷凝器的作用逆转,即制冷剂蒸发发生在标记为冷凝器的地方,而制冷剂冷凝发生在标记为蒸发器的地方。

[0046] 空气处理器监视器和冷凝监视模块监视HVAC系统的相关部件的操作参数。例如,操作参数可以包括供电电流、供电电压、内部空气和外部空气的操作温度和环境温度、制冷剂回路中各个点处的制冷剂温度、故障信号、控制信号、以及内部空气和外部空气的湿度。

[0047] 本公开的原理可以应用于监视其他系统,例如热水加热器、锅炉加热系统、冰箱、制冷箱、池加热器、池泵/过滤器等。作为示例,热水加热器可以包括点火器、气阀(其可以由螺线管操作)、点火器、导流风机和泵。监视系统可以分析总电流读数以评估热水加热器的各个部件的操作。

[0048] 空气处理器监视器和冷凝监视模块可以在彼此之间传送数据,而空气处理器监视器和冷凝监视模块中的一个或两者将数据上传到远程位置。远程位置可以经由任意合适的网络(包括因特网)来访问。

[0049] 远程位置包括一个或更多个计算机,其将被称为服务器。服务器代表监视公司执行监视系统。监视系统接收并处理来自安装有这种系统的客户的空气处理器监视器和冷凝监视模块的数据。监视系统可以向客户和/或第三方(如指定的HVAC承包方)提供性能信息、诊断警报和错误消息。

[0050] 监视系统的服务器包括处理器和存储器。存储器存储如下应用代码:其处理从空气处理器监视器和冷凝监视模块接收的数据,并确定现有的和/或即将发生的故障,如下面更详细描述。处理器执行该应用代码并且将接收到的数据存储在存储器或其他形式的存储装置中,包括磁存储装置、光学存储装置、闪存存储装置等。尽管在本申请中使用术语服务器,但是本申请不限于单个服务器。

[0051] 服务器的集合可以一起操作以接收和处理来自多个建筑物的空气处理器监视器和冷凝监视模块的数据。在服务器之间可以使用负载平衡算法来分配处理和存储。本申请不限于由监视公司拥有、维护和安置的服务器。尽管本公开描述了在远程监视系统中发生的诊断、处理和警报,但是这些功能中的一些或全部可以使用所安装的设备或/或客户资源如在客户计算机上而在本地执行。

[0052] 可以向客户和/或HVAC承包方通知影响HVAC系统的有效性或效率的当前和预测的问题,并且客户和/或HVAC承包方可以接收与例行维护有关的通知。通知的方法可以采取推送或拉取对应用的更新的形式,其可以在智能电话或其他移动装置上或在标准计算机上执行。还可以使用网络应用或在本地显示器上——诸如在位于整个建筑物中的恒温器或其他显示器上或在在空气处理器监视模块或冷凝监视模块中实现的显示器(未示出)上——查看通知。通知还可以包括文本消息、电子邮件、社交网络消息、语音邮件、电话呼叫等。

[0053] 空气处理器监视器和冷凝监视模块可以各自感测相应单元的总电流,而不测量各个部件的各个电流。可以使用频域分析、统计分析和状态机分析来处理总电流数据,以基于

总电流数据确定各个部件的操作。该处理可以部分地或完全地在远离客户的建筑物或住宅的服务器环境中发生。

[0054] 频域分析可以允许确定HVAC系统部件的各自贡献。仅作为示例,可以由监视系统来确定HVAC系统内的循环风机电动机的单独电流贡献。使用总电流测量的一些优点可以包括减少电流传感器的数目,否则将需要这些电流传感器来监视每个HVAC系统部件。这减少材料成本的账单、以及安装成本和潜在的安装问题。另外,提供单个时域电流的流可以减少上传当前数据所需的带宽量。然而,本公开也可以与附加的电流传感器一起使用。

[0055] 基于来自空气处理器监视器和冷凝监视模块的测量,监视公司可以确定HVAC部件是否以其峰值性能操作,并且可以在性能降低时建议客户和承包方。这种性能降低可以作为整体针对系统来测量,例如在效率方面,和/或可以针对一个或更多个单独部件监视这种性能降低。

[0056] 另外,监视系统可以检测和/或预测系统的一个或更多个部件的故障。当检测到故障时,可以通知客户并且可以立即采取可能的补救步骤。例如,可以关闭HVAC系统的部件以防止或最小化对HVAC部件的损害例如水损害。还可以通知承包方将需要服务调用。根据客户与承包方之间的合同关系,承包方可以立即安排对建筑物的服务调用。

[0057] 监视系统可以向承包方提供具体信息,包括客户的HVAC系统的识别信息(包括牌号和型号),以及出现故障的具体零部件号的指示。基于该信息,承包方可以分配对具体HVAC系统和/或部件具有经验的合适的修理人员。此外,服务技术人员能够带来替换零件,避免诊断后的返程。

[0058] 根据故障的严重性,可以告知客户和/或承包方确定是修理HVAC系统还是替换HVAC系统的一些或全部部件的相关因素。仅作为示例,这些因素可以包括修理相对于替换的相对成本,并且可以包括关于替换设备的优点的定量或定性信息。例如,可以提供新设备的效率和/或舒适度的预期增加。基于历史使用数据和/或电气或其他商品价格,比较还可以估计由效率改进所产生的年度节省。

[0059] 如上所述,监视系统还可以预测即将发生的故障。这允许在实际故障之前进行预防性维护和维修。关于检测到的或即将发生的故障的警报减少了HVAC系统不工作的时间,并且允许对客户和承包方两者更灵活的安排。如果客户在城外,这些警报可以当客户不在而检测到HVAC系统的故障时防止发生损害。例如,冬天的热故障可能导致管道冻结和爆裂。

[0060] 关于潜在的或即将发生的故障的警报可以指定在预期到故障之前的统计时间帧。仅作为示例,如果传感器间歇地提供不良数据,则监视系统可以指定在传感器很可能由于不良数据的普遍性而有效地停止工作之前的预期时间量。另外,监视系统可以定量或定性说明当前操作和/或潜在故障将如何影响HVAC系统的操作。这使客户能够对维修进行优先处理和作出预算。

[0061] 对于监视服务,监视公司可以收取周期费率,例如月费率。这种费用可以直接向客户开帐单和/或可以向承包方开帐单。承包方可以将这些费用传递给客户和/或可以进行其他安排,例如通过在安装时要求预付款和/或对维修和服务访问收取附加费。

[0062] 对于空气处理器监视器和冷凝监视模块,监视公司或承包方可以在安装时向客户收取包括安装成本的设备成本和/或可以将这些成本作为月费的一部分来扣除。替代地,可以收取针对空气处理器监视器和冷凝监视模块的租赁费,并且一旦监视服务停止,则可以

返还空气处理器监视器和冷凝监视模块。

[0063] 监视服务可以允许客户和/或承包方远程监视和/或控制HVAC部件,诸如设定温度、启用或禁用加热和/或制冷等。此外,客户能够追踪HVAC系统的循环时间、能量使用和/或历史数据。可以将客户的HVAC系统的效率和/或操作成本与其建筑物将经受相同或相似的环境条件的相邻HVAC系统进行比较。因为诸如温度和风的环境变量受到控制,这使得能够对HVAC系统与整体建筑物效率进行直接比较。

[0064] 安装者可以向远程监视系统提供信息,包括连接到空气处理器监视模块和冷凝监视模块的控制线的标识。此外,还提供诸如HVAC系统类型、安装年份、制造商、型号、BTU等级、过滤器类型、过滤器尺寸、吨位/工作能力等信息。

[0065] 此外,因为冷凝单元可以与炉子分开安装,所以安装者还可以记录并且向远程监视系统提供冷凝单元的制造商和型号、安装年份、制冷剂类型、吨位等。安装时,运行基线测试。例如,这可以包括运行加热循环和制冷循环,远程监视系统记录并且使用该加热循环和制冷循环来识别初始效率度量。另外,可以建立电流、功率和频域电流的基线框架。

[0066] 服务器可以存储用于每个建筑物的HVAC系统的基线数据。基线可以用于检测指示即将发生或现有故障的变化。仅作为示例,各个部件的故障的频域电流特征可以被预编程,并且可以基于来自承包方的观察到的证据来更新。例如,一旦识别到HVAC系统中的故障,监视系统可以记录导致故障的频率数据,并且将该频率特征和与故障的潜在原因相关联的频率特征相关。仅作为示例,可以使用诸如神经网络或遗传算法的机器学习系统来改善频率特征。频率特征对于不同类型的HVAC系统可以是唯一的,但是可以共享共同的特性。这些共同特性可以基于被监视的HVAC系统的具体类型来调整。

[0067] 安装者可以从客户收取装置费、安装费和/或订购费。在各种实现方式中,订购费、安装费和装置费可以被整合成客户在安装时支付的单个系统费。系统费可以包括设定年数例如1年、2年、5年或10年的订购费,或者可以是终生订购,其可以持续客户的房间或建筑物所有权的终生。

[0068] 在安装期间和之后以及在维修期间和之后,承包方可以使用监视系统 (i) 以验证空气处理器监视器和冷凝监视模块的操作,以及(ii) 以验证HVAC系统的部件的正确安装。此外,客户可以在监视系统中查看用于确保承包方正确地安装和配置HVAC系统的数据。除了被上传到远程监视服务(也被称为云)之外,被监视的数据可以被传输到建筑物中的本地装置。例如,智能电话、膝上型计算机或专用便携式装置可以接收监视信息以诊断问题并且接收实时性能数据。可替代地,可以将数据上传到云,并且然后诸如经由互联网从交互式网站下载到本地计算装置上。

[0069] 由监视系统收集的历史数据可以使得承包方能够适当地指定新的HVAC部件并且更好地调节配置,包括HVAC系统的风门(damper)和设定点。收集的信息会有助于产品开发和评估故障模式。该信息可以与保修问题相关,例如确定具体问题是否由涵盖在保修内。另外,该信息可以帮助识别可能潜在地使保修范围无效的条件,例如未经授权的系统修改。

[0070] 原始设备制造商可以部分或全部补贴监视系统和空气处理器和冷凝监视模块的成本作为对访问该信息的回报。安装和服务承包方也可以补贴这些成本中的一些或全部作为对访问该信息的回报并且例如作为由监视系统推荐的交换。基于历史服务数据和客户反馈,监视系统可以向客户提供承包方的建议。

[0071] 图2A至图2B是与建筑物的HVAC系统相关联的示例性监视系统的功能框图。示出图1的空气处理器单元136作为参照。因为本公开的监视系统可以用于改装应用中,所以空气处理器单元136的元件可以保持不修改。空气处理器监视模块200和冷凝监视模块204可以安装在现有系统中而不需要替换图1中所示的原始恒温器116。然而,为了实现某些附加功能,例如WiFi恒温器控制和/或警报消息的恒温器显示,可以用具有联网能力的恒温器208来替换图1的恒温器116。

[0072] 在许多系统中,空气处理器单元136位于建筑物内,而冷凝器单元 164位于建筑物外。本公开不限于此,并且适用于其他系统,仅作为示例,所述其他系统包括其中空气处理器单元136和冷凝单元164的部件定位成彼此靠近或甚至在单个外壳中的系统。单个外壳可以位于建筑物内部或外部。在各种实现方式中,空气处理器单元136可以位于地下室、车库或阁楼中。在与大地进行热交换的地源系统中,空气处理器单元136和冷凝单元164可以位于大地附近例如在地下室、狭小空间、车库中或在第一层上——例如当第一层仅通过混凝土板与大地分离时。

[0073] 在图2A中,空气处理器监视模块200被示出在空气处理器单元136 外部,但是空气处理器监视模块200可以物理地位于空气处理器单元136 的外壳如金属片壳体的外部、与空气处理器单元136的外壳如金属片壳体接触、或甚至位于空气处理器单元136的外壳如金属片壳体的内部。

[0074] 当将空气处理器监视模块200安装在空气处理器单元136中时,向空气处理器监视模块200提供电力。例如,变压器212可以连接至AC线,以便向空气处理器监视模块200提供AC电力。空气处理器监视模块200 可以基于该经变换的电源测量输入AC线的电压。例如,变压器212可以是10比1变压器,并且因此根据空气处理器单元136是在标称120伏还是标称240伏电源下操作而向空气处理器监视模块200提供12V或24V AC供应。然后空气处理器监视模块200从变压器212接收电力,并且基于从变压器212接收的电力来确定AC线电压。

[0075] 例如,可以基于所测量的电压来计算频率、振幅、RMS电压和DC 偏移。在使用3相电力的情况下,可以确定相位的顺序。关于何时电压过零的信息可以用于同步各种测量,并且基于在预定时间段内与零交叉的次数的计数来确定AC电力的频率。

[0076] 电流传感器216测量到空气处理器单元136的输入电流。电流传感器 216可以包括围绕输入AC电力的一个电力引线抓获的电流变换器。电流传感器216可以替代性地包括电流分流器或霍尔效应器件。在各种实现方式中,除了电流传感器216之外或代替电流传感器216,可以使用功率传感器(未示出)。

[0077] 在各个其他实现方式中,可以在不同位置处例如在从电气设施向建筑物提供电力的电板处测量电参数(例如电压、电流和功率因数)。

[0078] 为了简化说明起见,控制模块112未被示出为连接至空气处理器单元 136的各个部件和传感器。此外,为简单起见也未示出AC电力到空气处理器单元136的各个用电部件例如循环风机108、气阀128和导流风机132 的走线。电流传感器216测量进入空气处理器单元136的电流,并且因此表示空气处理器单元136的耗电部件的总电流。

[0079] 总电流包括由空气处理器单元136的所有耗能部件消耗的电流。仅作为示例,耗能部件可以包括可以向恒温器提供电力的气阀螺线管、点火器、循环风机电动机、导流风机电动机、二级热源、膨胀阀控制器、炉控制面板、冷凝泵和变压器。耗能部件还可以包括空气处

理器监视模块200本身和冷凝监视模块204。

[0080] 难以隔离由任何单独的耗能部件消耗的电流。此外,难以量化或消除总电流的失真,例如可能由输入AC电源的电压电平的波动引起的失真。因此,对电流进行处理,所述处理仅包括例如过滤、统计处理和频域处理。

[0081] 控制模块112响应于来自恒温器208的通过控制线接收的信号来控制操作。空气处理器监视模块200监视控制线。控制线可以包括制冷要求、加热要求和风扇要求。控制线可以包括与热泵系统中的换向阀的状态相对应的线。

[0082] 控制线还可以承载有辅助加热和/或辅助制冷的要求,其可以在主加热或主制冷不足时被启动。在双燃料系统中,例如以电力或天然气操作的系统,可以监视与燃料的选择相关的控制信号。另外,可以监视附加的状态和错误信号例如除霜状态信号,其可以在压缩机关闭并且除霜加热器操作以融化来自蒸发器的霜时表现出。

[0083] 可以通过将引线附接到接收风扇和热信号的控制模块112的端子块来监视控制线。这些端子块可以包括附加的连接部,在这种情况下引线可以附接在这些附加的连接部与空气处理器监视模块200之间。可替代地,来自空气处理器监视模块200的引线可以附接到与风扇和热信号的位置相同的位置处,例如通过将多个引线接线片放置在信号螺钉头下方。

[0084] 在各种实现方式中,来自恒温器208的制冷信号可以与控制模块112 断开并且附接到空气处理器监视模块200。然后,空气处理器监视模块200 可以向控制模块112提供切换的制冷信号。这使得空气处理器监视模块 200能够中断空气调节系统的操作,例如在通过水传感器中之一检测到水时。空气处理器监视模块200还可以基于来自冷凝监视模块204的信息如检测到压缩机中的锁定转子状态中断空气调节系统的操作。

[0085] 冷凝传感器220测量冷凝盘146中的冷凝水平。如果冷凝水平过高,则这可以指示冷凝盘146中的堵塞或阻塞,或者用于从冷凝盘146泄放的软管或泵的问题。冷凝传感器220可以与空气处理器监视模块200一起安装或者可以已经存在。当冷凝传感器220已经存在时,电接口适配器可以用于使得空气处理器监视模块200接收来自冷凝传感器220的读数。尽管在图2A中示出为冷凝传感器220的位置在空气处理器单元136的内部接近冷凝盘146,但是冷凝传感器220的位置可以在空气处理器单元136的外部。

[0086] 还可以安装附加的水传感器,例如传导(湿地板)传感器。空气处理器单元136可以位于捕集盘上,特别是在空气处理器单元136位于建筑物的居住空间之上的情况下。捕集盘可以包括浮控开关。当足够的液体积聚在捕集盘中时,浮控开关提供过电平信号,其可以由空气处理器监视模块 200感测。

[0087] 回风传感器224位于回风室228中。回风传感器224可以测量温度并且还可以测量空气质量流量。在各种实现方式中,热敏电阻可以复用为温度传感器和热丝空气质量流量传感器两者。在各种实现方式中,回风传感器224在过滤器104的上游,但在回风室228中的任何弯曲部的下游。

[0088] 供气传感器232位于供气室236中。供气传感器232可以测量空气温度并且还可以测量空气质量流量。供气传感器232可以包括热敏电阻,其被复用为测量温度和作为热丝传感器测量空气质量流量。在各种实现方式中,诸如图2A所示,供气传感器232可以位于蒸发器144的下游,但是位于供气室236中的任何弯曲部的上游。

[0089] 可以通过将差压传感器(未示出)的相对的感测输入分别放置在回风室228和供气室236中来获得差分压力读数。仅作为示例,这些感测输入可以分别与回风传感器224和供气传感器232并置或集成。在各种实现方式中,分立的压力传感器可以放置在回风室228和供气室236中。然后通过减去各单个压力值来计算差分压力值。

[0090] 空气处理器监视模块200还从吸入管线温度传感器240接收吸入管线温度。吸入管线温度传感器240测量图2A的蒸发器144与图2B的压缩机148之间的制冷剂管线中的制冷剂温度。

[0091] 液体管线温度传感器244测量从图2B的冷凝器152行进到膨胀阀140 的液体管线中的制冷剂的温度。当存在过滤干燥器154时,液体管线温度传感器244可以位于过滤干燥器154与膨胀阀140之间。另外,第二液体管线温度传感器246可以位于制冷剂管线中过滤干燥器154之前(即,相对于制冷剂流动的上游)。

[0092] 空气处理器监视模块200可以包括一个或更多个扩展端口,以使得能够连接另外传感器和/或使得能够连接至其他装置,例如家庭安全系统、由承包方使用的专用手持装置或便携式计算机。

[0093] 空气处理器监视模块200还监视来自恒温器208的控制信号。因为这些控制信号中的一个或更多个也被传输到冷凝单元164(图2B中所示),所以这些控制信号可以用于在空气处理器监视模块200与冷凝监视模块 204(图2B中所示)之间通信。

[0094] 空气处理器监视模块200可以传输与时间段相对应的数据帧。仅作为示例,7.5个帧可以跨越一秒(即,每帧0.1333秒)。每个数据帧可以包括电压、电流、温度、控制线状态和水传感器状态。可以对每个数据帧执行计算,包括平均、乘方、RMS和快速傅里叶变换(FFT)。然后将帧传输到监视系统。

[0095] 电压和电流信号可以通过模拟数字转换器以某一速率如每秒1920个样本进行采样。可以按照采样来测量帧长度。当帧为256个样本长时,在每秒1920个样本的采样率下,将存在每秒7.5个帧。

[0096] 1920Hz的采样率具有960Hz的奈奎斯特频率,并且因此允许高达约960Hz的FFT带宽。可以针对每个帧计算限于单个帧的时间跨度的 FFT。然后,对于该帧,代替传输所有原始电流数据,而是仅传输统计数据(例如平均电流)和频域数据。

[0097] 这给出了具有7.5Hz分辨率的监视系统电流数据,并且给出了具有约960Hz带宽的频域数据。可以分析时域电流和/或时域电流的导数以检测即将发生的或现有的故障。此外,电流和/或导数可以用于确定要分析哪一组频域数据。例如,某些时域数据可以指示启动热表面点火器的近似窗口,而频域数据用于评估热表面点火器的维修的状态。

[0098] 在各种实现方式中,空气处理器监视模块200可以仅在某些时间段期间传输帧。这些时间段对于HVAC系统的操作可能是关键的。例如,当恒温器控制线改变时,空气处理器监视模块200可以在该转换之后的预定时间段记录数据并且传输帧。然后,如果HVAC系统正在操作,则空气处理器监视模块200可以间歇地记录数据并且传输帧直至HVAC系统的操作已经完成。

[0099] 空气处理器监视模块200通过广域网248(诸如因特网(被称为因特网248))传输由空气处理器监视模块200本身和冷凝监视模块204两者测量的数据。空气处理器监视模块200可以使用客户的路由器252访问因特网248。客户路由器252可以已经存在以提供对建筑

物内的其他装置(未示出)诸如客户计算机和/或具有因特网连接的各种其他装置如DVR(数字视频记录器)或视频游戏系统的因特网访问。

[0100] 空气处理器监视模块200使用诸如蓝牙、ZigBee(IEEE 802.15.4)、900兆赫、2.4千兆赫、WiFi(IEEE 802.11)之类的专有或标准化的有线或无线协议与客户路由器252通信。在各种实现方式中,实现网关256,其创建了与空气处理器监视模块200的无线网络。网关256可以使用有线或无线协议如以太网(IEEE 802.3)与客户路由器252接口。

[0101] 恒温器208也可以使用WiFi与客户路由器252通信。可替代地,恒温器208可以经由网关256与客户路由器252通信。在各种实现方式中,空气处理器监视模块200和恒温器208不直接通信。然而,因为它们都通过客户路由器252连接至远程监视系统,所以远程监视系统可以使得能够基于来自一者的输入对一者进行控制。例如,基于来自空气处理器监视模块200的信息来识别的各种故障可以使远程监视系统调节恒温器208的温度设定点和/或显示恒温器208上的警告或警报消息。

[0102] 在各种实现方式中,可以省略变压器212,并且空气处理器监视模块200可以包括由输入AC电力直接供电的电源。另外,可以在AC电力线上而不是在较低电压的HVAC控制线上进行电力线通信。

[0103] 在各种实现方式中,可以省略电流传感器400,并且代替地可以使用电压传感器(未示出)。电压传感器测量控制模块112内部的变压器输出的电压,内部变压器提供用于控制信号的电力(例如,24伏)。空气处理器监视模块200可以测量输入AC电力的电压并且计算输入到内部变压器的电压与从内部变压器输出的电压的比率。随着内部变压器上的电流负载增加,内部变压器的阻抗引起输出电力的电压降低。因此,来自内部变压器的电流消耗可以从测量的比率(也称为明显的变压器比率)中推断。推断的电流消耗可以用于代替本公开中描述的所测量的总电流消耗。

[0104] 在图2B中,冷凝监视模块204安装在冷凝单元164中。变压器260将输入的AC电压转换为用于为冷凝监视模块204供电的递减的电压。在各种实现方式中,变压器260可以是10比1变压器。电流传感器264测量进入冷凝单元164的电流。冷凝监视模块204还可以测量由变压器260提供的电源的电压。基于电压和电流的测量,冷凝监视模块204可以计算电力和/或可以确定电力因数。

[0105] 液体管线温度传感器266测量从冷凝器152行进到空气处理器单元136的制冷剂的温度。在各种实现方式中,液体管线温度传感器266位于任何过滤干燥器如图2A的过滤干燥器154之前。在正常操作下,液体管线温度传感器266和图2A的液体管线温度传感器246可以提供类似的数据,并且因此可以省略液体管线温度传感器246或液体管线温度传感器266中的一个。然而,具有液体管线温度传感器246和液体管线温度传感器266两者可以允许诊断某些问题,如空气处理器单元136与冷凝单元164之间的制冷剂管线中的扭结或其他限制。

[0106] 在各种实现方式中,冷凝监视模块204可以从温度传感器(未示出)接收环境温度数据。当冷凝监视模块204位于室外时,环境温度表示外部环境温度。提供环境温度的温度传感器可以位于冷凝单元164的外壳的外部。可替代地,温度传感器可以位于外壳内,但暴露于循环空气。在各种实现方式中,温度传感器可以被遮盖以防止阳光直射,并且可以暴露于不被阳光直接加热的空气腔。可替代地或附加地,基于建筑物的地理位置的在线(包括基

于因特网)天气数据可以用于确定太阳负荷、外部环境空气温度、降水和湿度。

[0107] 在各种实现方式中,冷凝监视模块204可以从位于各个点处的制冷剂温度传感器(未示出)接收制冷剂温度数据,例如在压缩机148之前(称为吸入管线温度),在压缩机148之后(称为压缩机排出温度),在冷凝器 152之后(称为液体管线出口温度),和/或沿着冷凝器152的盘管的一个或多更个点处。温度传感器的位置可以通过冷凝器盘管的物理布置来决定。对液体管线出口温度传感器的附加或替代,可以使用液体管线中的温度传感器。可以计算接近温度,该接近温度是冷凝器152能够使液体管线出口温度接近环境空气温度的程度的测量。

[0108] 在安装期间,可以记录温度传感器的位置。附加地或替代地,可以保持指定温度传感器所放置的位置的数据库。该数据库可以由安装者参考并且可以使得能够对温度数据的精确远程处理。数据库可以用于空气处理器传感器和压缩机/冷凝器传感器。数据库可以由监视公司预先填充或可以由可信安装者开发,并且然后与其他安装承包方共享。

[0109] 如上所述,冷凝监视模块204可以通过来自恒温器208的一个或更多个控制线来与空气处理器监视模块200进行通信。在这些实现方式中,来自冷凝监视模块204的数据被传输到空气处理器监视模块200,其进而通过因特网248上传数据。

[0110] 在各种实现方式中,可以省略变压器260,并且冷凝监视模块204可以包括由输入AC电力直接供电的电源。另外,可以在AC电力线上而不是在较低电压的HVAC控制线上进行电力线通信。

[0111] 在图2C中,示出了用于热泵实现的示例性冷凝单元268。冷凝单元 268可以与图2B的冷凝单元164类似地配置。类似于图2B,在各种实现方式中,可以省略变压器260。虽然被称为冷凝单元268,但是热泵的模式确定冷凝单元268的冷凝器152实际上是作为冷凝器还是作为蒸发器操作。换向阀272由控制模块276控制,并且确定压缩机148是朝向冷凝器 152(制冷模式)还是远离冷凝器152(加热模式)排出压缩的制冷剂。

[0112] 在图3A中,示出了空气处理器监视模块200和恒温器208,其使用客户路由器252经由互联网248与远程监视系统304通信。在其他实现方式中,冷凝监视模块204可以将数据从空气处理器监视模块200和冷凝监视模块204传输到外部无线接收器。外部无线接收器可以是用于建筑物所在的相邻处的专有接收器,或者可以是基础设施接收器,诸如城域网(如WiMAX)、WiFi访问点或移动电话基站。

[0113] 远程监视系统304包括监视服务器308,监视服务器308接收来自空气处理器监视模块200和恒温器208的数据,并且维持和验证与空气处理器监视模块200的网络连续性。监视服务器308执行各种算法以识别问题例如故障或效率降低,并且预测即将发生的故障。

[0114] 监视服务器308可以在识别问题或预测故障时通知查看服务器312。这种程序性评估可以称为建议。技术人员可以对一些或所有的建议进行鉴别分类,以减少误报并且潜在地补充或修改对应于建议的数据。例如,由技术人员操作的技术员装置316用于查看建议并且经由监视服务器308 监视来自空气处理器监视模块200的数据(在各种实现方式中,实时地)。

[0115] 技术人员使用技术员装置316查看建议。如果技术人员确定问题或故障已经存在或即将发生,则技术人员指示查看服务器312向承包方装置 320或客户装置324中的任一者或两者发送警报。技术人员可以确定,虽然存在问题或故障,原因更有可能是与自动建议指

定的不同的某些原因。因此,技术人员可以在基于建议发出警报之前发出不同的警报或修改建议。技术人员还可以在发送给承包方装置320和/或客户装置324的警报中批注上附加信息,该附加信息可以有助于识别解决警报的紧急性并且呈现可以有助于诊断或故障排除的数据。

[0116] 在各种实现方式中,可以仅向承包方装置320而不是客户装置324 报告次要问题以便不向客户报警或不随便向客户发出警报。该问题是否被认为是次要可以基于阈值。例如,大于预定阈值的效率降低可以向承包方和客户两者报告,而小于预定阈值的效率降低仅向承包方报告。

[0117] 在一些情况下,技术人员可以确定基于该建议不必要警报。该建议可以存储用于将来使用、用于报告目的、和/或用于建议算法和阈值的自适应学习。在各种实现方式中,大多数生成的建议可以由技术人员关闭而不发送警报。

[0118] 基于从建议和警报收集的数据,某些警报可以被自动化。例如,随时间分析数据可以指示:某个警报是否由技术人员根据数据值是在阈值的一侧还是另一侧响应于某个建议而发送。然后可以开发启发式算法,其使得能够在没有技术人员查看的情况下自动处理这些建议。基于其他数据,可以确定某些自动警报具有超过阈值的误报率。这些警报可以在技术人员的控制下放回。

[0119] 在各种实现方式中,技术员装置316可以远离远程监视系统304,但是经由广域网连接。仅作为示例,技术员装置316可以包括诸如膝上型计算机、台式计算机或平板计算机的计算装置。

[0120] 利用承包方装置320,承包方可以访问承包方门户328,其从空气处理器监视模块200提供历史数据和实时数据。使用承包方装置320的承包方还可以联系使用技术员装置316的技术人员。使用客户装置324的客户可以访问客户门户332,其中示出了系统状态的图形视图以及警报信息。承包方门户328和客户门户332可以根据本公开以各种方式实现,包括作为交互式网页、计算机应用和/或用于智能手机或平板电脑的应用。

[0121] 在各种实现方式中,当与承包方门户328中可见的数据相比时,由客户门户显示的数据可能更有限和/或更延迟。在各种实现方式中,承包方装置320可以用于从空气处理器监视模块200中请求数据,例如在委任新安装时。

[0122] 在图3B中,示出了云处理的示例性表示。在一些实现方式中,监视服务器308包括处理模块1400。处理模块1400接收帧形式的事件数据 1402。处理模块1400使用各种输入数据以检测和预测故障。所识别的故障被传递到错误通信系统1404。事件数据1402可以在例如从空气处理器监视模块200和/或冷凝监视模块204接收时被存储。

[0123] 然后,处理模块1400可以使用来自事件数据1402的相关数据来执行每个预测或检测任务。在各种实现方式中,某些处理操作对于多于一个的检测或预测操作是公用的。因此,该数据可以被高速缓存和重用。处理模块1400接收关于设备配置1410的信息,例如控制信号映射。

[0124] 处理模块1400接收规则和极限1414。规则和极限1414确定传感器值是否超出范围,这可以指示传感器故障。另外,规则和极限1414可以指示当参数如电流和电压超出预定极限时传感器值不可信任。仅作为示例,如果AC电压下降,例如在节电期间,在该时间期间获取的数据可以被丢弃因为不可靠。

[0125] 在一个实现方式中,去抖动和计数器保持1418可以存储电流、电压和温度的滚动平均值。在另一实现方式中,去抖动和计数器保持1418可以存储异常检测的计数。仅作为示例,对单个螺线管操作的气阀故障的检测可以增量计数器,但不触发故障。仅当检测到多个螺线管操作的气阀故障时,才以信号形式发出错误。这可以消除误报。仅作为示例,耗能部件的单个故障可以导致相应的计数器增加一,以及检测到适当的操作可以导致相应的计数器递减一。以此方式,如果故障操作是普遍的,则计数器将最终增加到以信号形式发出错误的点。记录和参考文件1422可以存储建立用于检测和预测的基线的频域和时域数据。去抖包括可以消除毛刺和/或噪声的平均处理。例如,可以将运动或加窗平均应用于输入信号,以避免当实际上仅存在噪声的尖峰或毛刺时对转换的伪检测。

[0126] 可以通过基于电流和/或功率对控制线状态与操作状态进行比较来确定基本的失效故障。可以通过温度来验证基本功能,并且不正确的操作可以带来计数器递增。该分析可以依赖于回流空气温度、供应空气温度、液体管线进口温度、电压、电流、有功功率、控制线状态、压缩机排出温度、液体管线出口温度和环境温度。

[0127] 可以通过检查用于异常操作的传感器值来检测传感器错误故障,例如可能出现开路故障或短路故障。可以在规则 and 极限1414中找到用于这些确定的值。该分析可以依赖于回流空气温度、供应空气温度、液体管线进口温度(其可以对应于空气处理器中的膨胀阀之前或之后的制冷剂管线的温度)、控制线状态、压缩机排出温度、液体管线出口温度和环境温度。

[0128] 当HVAC系统关闭时,也可以诊断传感器错误故障。例如,基于指示HVAC系统已经关闭一小时的控制线,处理模块1400可以检查压缩机排出温度、液体管线出口温度和环境温度是否大致相等。另外,处理模块1400还可以检查回流空气温度、供应空气温度和液体管线进口温度大致相等。

[0129] 处理模块1400可以对温度读数和电压与预定极限进行比较,以确定电压故障和温度故障。这些故障可以导致处理模块1400忽略当电压或温度在预定极限之外时可能出现存在的各种故障。

[0130] 处理模块1400可以检查分立传感器的状态以确定是否存在特定检测到的故障状况。仅作为示例,检查冷凝水、浮控开关和地板传感器水传感器的状态。水传感器可以与HVAC系统的操作状态交叉检查。仅作为示例,如果空气调节系统未运行,则不会期望冷凝托盘装满水。这可以替代地指示其中一个水传感器故障。这样的确定可以发起检修要求以修理传感器,使得当存在实际的水问题时传感器可以适当地识别。

[0131] 处理模块1400可以确定是否发生正确顺序的炉子启动。这可以依赖于事件和每日累积文件1426。处理模块1400可以例如通过查看如图4所示的转换以及在期望这些转换期间的预期时间来执行状态顺序解码。将检测到的炉子顺序与参考情况进行比较,并且基于例外生成错误。炉子顺序可以用温度读数来验证,例如观察当燃烧器打开时,供应空气温度相对于回流空气温度是否升高。处理模块1400还可以使用FFT处理来确定火花或点火器操作和螺线管操作的气阀操作是合适的。

[0132] 处理模块1400可以确定火焰探测器或火焰传感器是否准确地检测火焰。状态顺序解码之后是确定是否执行一系列炉子启动。如果是这样,这可以指示火焰探测器没有检测到火焰并且因此燃烧器被关闭。当火焰探测器不正常工作时,重试的频率可以随时间增大。

[0133] 处理模块1400可以通过对热性能与功率消耗和单位历史进行比较来估计热泵性能。这可以依赖于关于设备配置1410的数据,包括当可用时的压缩机映射。

[0134] 处理模块1400可以确定空气调节系统的制冷剂液位。例如,处理模块1400可以分析压缩机电流的频率内容并提取电力线频率的第三、第五和第七谐波处的频率。所述数据可以基于环境温度与来自已知空气调节系统被完全充电时的历史数据进行比较。通常,随着电荷丢失,浪涌频率降低。附加数据可以用于增强低制冷剂液位确定,例如供应空气温度、回流空气温度、液体管线进口温度、电压、有功功率、控制线状态、压缩机排出温度和液体管线出口温度。

[0135] 可替代地,处理模块1400可以通过监视保护器开关对压缩机电动机的停用来确定低制冷剂容量,这可以指示低制冷剂容量状态。为了防止误报,处理模块1400可以忽略在压缩机电动机启动之后比预定延迟更早发生的压缩机电动机停用,因为这可以替代地指示另一个问题,例如卡住的转子。

[0136] 处理模块1400可以确定空气处理器单元中的电容器的性能,例如用于循环风机的运行电容器。基于回流空气温度、供应空气温度、电压、电流、有功功率、控制线状态和FFT数据,处理模块1400确定起动电流的时间和幅度,并且相对于参考检查起动电流曲线。此外,可以随着时间比较稳态电流,以查看增加是否导致回流空气温度与供应空气温度之间的差值的相应增加。

[0137] 类似地,处理模块1400确定压缩机/冷凝器单元中的电容器是否正常工作。基于压缩机排出温度、液体管线出口温度、环境温度、电压、电流、有功功率、控制线状态和FFT电流数据,控制确定起动电流的时间和幅度。相对于时域和/或频域中的参考来检查该起动电流。处理模块1400可以补偿环境温度和液体管线进口温度的变化。处理模块1400还可以验证稳态电流的增加导致压缩机排出温度与液体管线进口温度之间的差值的相应增加。

[0138] 处理模块1400可以随时计算和累积能耗数据。处理模块1400还可以周期性地并且在加热和制冷循环结束时存储温度。此外,处理模块1400可以记录运行时间的长度。运行时间的累积可以用于确定磨损物品的寿命,这可以从检修如上油或抢先替换中受益。

[0139] 处理模块1400还可以对客户的设备进行分级。处理模块1400对由 HVAC设备产生的热通量与能耗进行比较。可以由回流空气温度和/或室内温度来指示热通量,例如从恒温器指示热通量。处理模块1400可以计算建筑物的包络线以确定净通量。处理模块1400可以在对建筑物包络线进行调整时对设备的性能与其他类似系统进行比较。显著的偏差可以导致指示错误。

[0140] 可以根据功率、电流和功率因数的变化以及温度差异和减小的压差的增加来检测脏的过滤器。功率、电流和功率因数可以取决于电动机类型。当质量气流传感器可用时,质量流量传感器能够直接指示使用永久分相式电容器电动机的系统中的流量限制。处理模块1400使用电流或功率的变化和循环风机电动机的类型来确定负载的变化。负载的这种变化可以用于确定过滤器104是否是脏的。

[0141] 在一些实现方式中,处理模块1400执行HVAC系统过滤器诊断。HVAC系统过滤器诊断包括对与和HVAC系统相关联的至少一个操作参数对应的测量值的变化进行监视。操作参数可以包括但不限于:空气处理器单元136或循环风机108的所测量的室内电流、管道温度和管道气流。HVAC系统过滤器诊断可以包括对单独的操作参数进行分析以确定 HVAC系统

内的过滤器是否是脏的。例如，HVAC系统过滤器诊断可以包括对HVAC系统的电流消耗的变化进行分析以确定过滤器是否是脏的。

[0142] 在其他实现方式中，HVAC系统过滤器诊断包括对多个操作参数进行分析以确定过滤器是否是脏的。仅作为示例，HVAC系统过滤器诊断可以包括对电流消耗的变化与和HVAC系统相关联的空气流量的变化之间的相关性进行分析。例如，被分析的操作参数可以包括与两个测量或计算的操作参数之间的相关性对应的相关变量。更特别地，HVAC系统过滤器诊断可以包括随时间对相关变量进行分析，其追踪两个其他系统操作参数彼此相关的程度。相关性用于组合不同的系统操作参数以产生具有改进的信噪比的归一化轨迹。例如，在室内电流与系统运行时间之间存在强相关性，其中随着HVAC系统运行更长并且升温，室内电流水平随时间升高或降低。在这种情况下，HVAC系统过滤器诊断可以基于室内电流与系统运行时间之间的相关性来监视相关变量。随着时间的推移，当颗粒聚集在 HVAC系统内的过滤器104上时，循环风机108的电流消耗可以增加或减少，并且室内电流水平与系统运行时间之间的相关性可以降低，使得相较于当使用新的或清洁的过滤器时的相关性的水平，两个参数相关性较低。作为另一示例，可以使用空气处理器单元136或冷凝单元164的电流与电压之间的相关性。虽然给出了特定示例，但是可以使用其他操作参数(包括管道温度和管道气流)之间的相关性。

[0143] 应理解，尽管描述了特定示例，但是HVAC系统过滤器诊断可以包括对任何单独的操作参数或操作参数的任何组合进行分析，以确定过滤器是否是脏的。

[0144] 响应于与操作参数对应的测量值的变化，处理模块1400确定是否生成向客户指示HVAC系统的性能已降级的警报。此外，处理模块1400可以基于所监视的操作参数的变化来选择性地推荐和/或指令客户修理和/或替换HVAC系统内的部件。

[0145] 在一个实现方式中，处理模块1400接收来自空气处理器监视模块200 的总操作数据。操作数据包括对应于操作参数的测量值。操作参数可以包括电流测量、供应空气温度测量、鸭式(duck)分体式温度测量、空气流量测量、压力测量以及与HVAC系统相关联的任何其他合适的操作参数。例如，操作参数可以是与循环风机108的测量的电流消耗对应的电流。在另一示例中，操作参数可以是与测量的供应空气温度对应的温度。

[0146] 处理模块1400被配置成对与操作参数相关联的数据进行归一化，以考虑由HVAC系统的部件引入的数据的变化性。例如，HVAC系统可以包括增加客户舒适度和降低能量成本的部件。部件可以包括但不限于：风机电动机、室内空气质量(IAQ)装置、加湿器和分区系统部件。HVAC系统的每个部件可以将变化性引入到操作参数数据中。例如，在HVAC系统的操作期间，HVAC系统内的部件可以在多个操作状态下操作。多个操作状态可以包括但不限于：启动状态、转换状态和稳态。此外，如下所述，部件可以在多个级别下操作，导致与每个附加级别对应的附加稳态。

[0147] 在部件是电动机如循环风机108的情况下，当启动循环风机108时，循环风机108可以在启动状态下操作。当循环风机108在启动状态下操作时，循环风机108可以消耗第一电流量。然后，循环风机108可以在稳态下操作一段时间。当循环风机108在稳态下操作时，循环风机108消耗第二电流量。在一些实现方式中，第一电流量大于第二电流量。此外，与循环风机108在稳态下操作的时间段相比，循环风机108可以在启动状态下操作相对短的时间段。换言之，当启动循环风机108时，循环风机108可以在短时间内消耗相对大量的电流。

[0148] 在一些实现方式中,循环风机108可在转换期间在转换状态下操作。例如,循环风机108可以是多级电动机。循环风机108可以在每个级别消耗不同的电流量。仅作为示例,循环风机108可以在三个不同级别下操作,并且可以在三个不同级别中的每个级别的操作期间分别消耗1安培(A)、5A和8A的电流。HVAC系统可以增加HVAC系统制冷建筑物以达到预定温度的速率。当HVAC系统增加速率时,循环风机108可以从第一稳态电流消耗如1A转换到第二稳态电流消耗如8A。在第一稳态电流消耗与第二稳态电流消耗之间的时间段期间,电动机处于转换状态。此外,供应空气温度可以从第一稳态温度转换到第二稳态温度。供应空气温度可以增加或降低到转换温度,以从第一稳态温度转换到第二稳态温度。

[0149] 循环风机108可以在多个转换状态下操作。每个转换状态可以包括变化的或者类似于第一电流消耗和第二电流消耗的相应电流消耗。换言之,循环风机108可以在每个操作状态期间消耗不同量的电流。应理解,第一量可以小于第二量。此外,每个部件可以在多个操作状态下操作。以此方式,所测量的操作参数数据包括在启动状态、转换状态和稳态期间测量的值。

[0150] 换言之,总操作数据包括在HVAC系统的各部件的启动状态、转换状态和稳态期间测量的操作参数值。

[0151] 与启动状态和转换状态对应的操作参数数据可以被称为非稳态数据。例如,当循环风机108处于启动状态和/或转换状态时采用的电流消耗测量可以以偏移电流消耗数据的方式根据当循环风机108处于稳态模式期间采用的电流消耗测量变化。

[0152] 在一些实现方式中,处理模块1400被配置成识别与操作参数数据内的非稳态值对应的测量值。例如,操作参数数据包括多个测量操作参数值。当操作参数是电流消耗时,例如,处理模块1400对每个测量电流消耗值与电流阈值进行比较。当测量电流消耗值大于电流阈值时,处理模块1400确定测量电流消耗值是非稳态值。可替代地,当测量值在值的预定范围之外时,处理模块1400可以确定测量值对应于非稳态值。

[0153] 在另一示例中,当操作参数是供应空气温度时,处理模块1400确定所测量的供应空气温度值的变化率。处理模块1400对变化率与变化率阈值进行比较。当处理模块1400确定变化率大于变化率阈值时,处理模块1400确定与变化率相关联的测量值是非稳态值。

[0154] 以此方式,处理模块1400通过识别操作参数数据内的非稳态值来识别操作参数数据的稳态值。换言之,操作参数数据内未被识别为非稳态值的任何测量值是稳态值。

[0155] 在另一实现方式中,处理模块1400识别操作参数数据内的稳态段。处理模块1400接收操作参数数据。处理模块1400被配置成对操作参数数据执行各种统计分析,以识别与稳态数据对应的数据段。例如,处理模块1400被配置成对操作参数数据执行加窗方差分析。处理模块1400识别操作参数数据内的数据样本。仅作为示例,操作参数数据可以包括与在一个小时的时段内测量的操作参数对应的测量。

[0156] 作为非限制性示例,一小时内的每秒对应于数据样本。换言之,在一秒的时间段期间测量的操作参数值对应于一个样本测量。处理模块1400对窗口内的样本进行比较。窗口可以包括60个样本、120个样本或任何合适数量个样本。例如,窗口可以包括操作参数数据的前六十个连续样本。换言之,窗口可以包括样本1至样本60。处理模块1400确定窗口的方差。方差表示窗口内的样本展开多远。例如,小的方差表示窗口内的样本彼此相似。相反地,大的方差表示窗口内的样本彼此不同。

[0157] 处理模块1400基于方差与方差阈值的比较来确定窗口是否是稳态段。当处理模块1400确定方差大于方差阈值时,处理模块1400确定窗口不是稳态段。当处理模块1400确定窗口不是稳态段时,处理模块1400将窗口移动一个样本。换言之,窗口移动以包括样本2至样本61。然后,处理模块1400确定包括样本2至样本61的窗口的方差。

[0158] 当处理模块1400确定方差不大于方差阈值时,处理模块1400确定窗口是稳态段。然后,处理模块1400确定对应于窗口的稳态值。在一些实现方式中,稳态值等于与样本1至样本60的平均对应的平均值。处理模块1400存储稳态值。

[0159] 然后,处理模块1400移动窗口以包括样本2至样本61。处理模块1400继续确定操作参数数据内的每个窗口(即,数据段)的方差值,直到处理模块1400对操作参数数据内的每个可能窗口进行分析为止。以此方式,处理模块1400存储与操作参数数据内的所识别的稳态段对应的多个稳态值。处理模块1400可以以除了本文所描述的那些方式之外的任何合适的方式比较窗口内的样本。

[0160] 然后,处理模块1400可以基于所识别的稳态值来生成数据集群。例如,处理模块1400对稳态值彼此进行比较。处理模块1400将类似的稳态值分组成数据集群。例如,处理模块1400可以确定第一稳态值与多个稳态值中的每个稳态值之间的差值。

[0161] 处理模块1400对第一稳态值与另一稳态值之间的差值和差值阈值进行比较。当处理模块1400确定差值小于差值阈值时,处理模块1400确定第一稳态值和另一稳态值是类似的。处理模块1400将第一稳态值和另一稳态值分组成第一数据集群。以此方式,处理模块1400将与HVAC系统的相同稳态条件对应的稳态值分组到相同的数据集群中。应理解,处理模块1400可以以除了本文所描述的那些方式之外的任何合适的方式来识别类似的稳态值。

[0162] 处理模块1400还可以生成包括信号稳态值的数据集群。换言之,处理模块1400可以确定第一稳态值不在任何其他稳态值的范围内(即,第一稳态值与所有其他的稳态值之间的差值大于差阈值)。处理模块1400以包括第一稳态值为基础来生成数据集群。

[0163] 在另一示例中,处理模块1400可以使用多个预先存在的数据集群对所识别的稳态值进行分组。例如,处理模块1400可以对第一稳态值和与多个数据集群中的每个数据集群的平均对应的多个平均值进行比较。处理模块1400确定第一稳态值是否在平均数据集群值中之一的预定范围内。当处理模块1400确定第一稳态值在平均数据集群值中之一的预定范围内时,处理模块1400使用与平均数据集群值中一对应的数据集群对稳态值进行分组。相反地,当处理模块1400确定第一稳态值不在任何平均数据集群值的预定范围内时,处理模块1400生成包括第一稳态值的新数据集群。

[0164] 在一个示例中,操作参数是电流消耗。第一数据集群可以包括与循环风机108的第一级别(即,当循环风机108消耗约1A时)对应的稳态值,第二数据集群可以包括与循环风机108的第二级别(即,当循环风机108消耗约5A时)对应的稳态值,以及第三数据集群可以包括与循环风机108的第三级别对应的稳态值。

[0165] 在另一示例中,操作参数是供应空气温度。第一集群包括与第一供应空气温度(即,与制冷循环的第一级别相关联的供应空气温度)对应的稳态值,以及第二数据集群包括与第二供应空气温度(即,与制冷循环的第二级别相关联的供应空气温度)对应的稳态值。应理解,尽管仅描述了有限数量的数据集群,但是操作参数数据可以包括任何数量的数据集群。此外,在一段时间(例如,1天)内,由于系统在操作期间在稳态之间转换,所以操作

参数数据可以包括与该时间段的过程中相同和/或不同稳态对应的多个数据集群。例如,处理模块1400可以识别与循环风机108的第一级别对应的第一多个数据集群,以及与循环风机108的第二级别对应的第二多个数据集群。

[0166] 在一些实现方式中,处理模块1400被配置成对数据集群进行分组。例如,处理模块1400对与加热循环一起相关联的数据集群进行分组和/或存储。类似地,处理模块1400对与制冷循环一起相关联的数据集群进行分组和/或存储。例如,如上所述,空气处理器监视模块322对控制线进行监视。控制线可以指示HVAC系统的操作模式。操作模式可以包括制冷要求和加热要求。空气处理器监视模块322接收来自控制线的指示 HVAC系统的当前操作模式的信号。空气处理器监视模块322存储信号。

[0167] 空气处理器监视模块322将信号传送到处理模块1400。处理模块1400 确定哪些数据集群对应于由从空气处理器监视模块322接收的信号得到的基于操作模式的方式 (patten)。例如,处理模块1400被配置成识别信号的方式。处理模块1400还被配置成对所识别的方式与多个预限定的方式进行比较。每个预限定的方式对应于HVAC系统的操作模式。处理模块1400确定哪些数据集群对应于每个所识别的方式。然后,处理模块1400 确定对应于每个数据集群的操作模式。处理模块1400对被识别为与加热循环一起相关联的数据集群进行分组和被识别为与制冷循环一起相关联的数据集群进行分组。

[0168] 然后,处理模块1400生成与每个所识别的数据集群对应的归一化值。在一些实现方式中,处理模块1400确定与每个所识别的数据集群对应的平均值,并且将归一化值设置为平均值。在另一实现方式中,处理模块 1400被配置成对每个所识别的数据集群内的数据进行归一化。例如,处理模块1400被配置成执行预定的数学归一化公式,以基于预定的初始归一化值来对每个所识别的数据集群内的数据进行归一化。在一些实现方式中,预定的初始归一化值是1。然而,应理解,预定的初始归一化值可以是任何无单位值。处理模块1400识别第一数据集群。第一数据集群可以包括当HVAC系统在制冷循环的第一级别下操作时所测量的供应空气回流值。处理模块1400使用第一数据集群内的数据来执行归一化公式。

[0169] 结果是与第一数据集群对应的归一化数据值。当HVAC系统正常运行(即,在HVAC系统内没有故障,并且HVAC系统的性能没有降级)时,公式的结果等于预定的初始归一化值。相反地,当HVAC系统不正常运行(即,HVAC系统内存在故障,HVAC系统的性能降级或HVAC系统内的部件被替换)时,公式的结果等于除了预定的初始归一化值之外的值。应理解,虽然仅描述了数学平均和归一化,但是处理模块1400可以执行任何适当的数学函数,以确定表示单个数据集群内的数据的值。

[0170] 如上所述,操作参数可以包括多个稳态级别。例如,循环风机108 可以是多级电动机。当操作参数是电流消耗时,操作参数数据包括与循环风机108的每个操作级别对应的稳态数据。在另一示例中,操作参数是供应空气温度。与HVAC系统相关联的供应空气温度包括多个稳态操作温度。操作参数数据包括与每个稳态操作温度对应的稳态数据。

[0171] 处理模块1400被配置成在与多个稳态级别对应的多个不同数据集群上进行归一化,并且生成用于操作参数的多个稳态级别的组合归一化数据值。例如,当操作参数是电流消耗时,处理模块1400在预定时段上识别多个电流消耗数据集群。时间段可以是1天。处理模块1400使用来自每个数据集群的数据来执行归一化公式。

[0172] 在循环风机108是三级电动机的示例中,处理模块1400生成与三个稳态级别中的

每个稳态级别对应的数据集的归一化值。在一个示例中,每个数据集的归一化值是数据集的平均。在另一示例中,归一化值是上述归一化公式的结果。处理模块1400然后使用三个归一化值来执行归一化公式。结果是组合的归一化电流消耗值。以此方式,处理模块1400生成与预定时段内测量的电流消耗对应的单个归一化值。处理模块1400将归一化值存储在在处理模块1400相关联的存储器中。处理模块1400可以对归一化值进行分析,以监视HVAC系统的性能,如下面更详细地描述的那样。

[0173] 在一个实现方式中,处理模块1400基于操作参数数据的轨迹分析来确定过滤器104的降级性能。例如,操作参数数据可以包括与循环风机108相关联的电流消耗。循环风机108可以是电子换向电动机(ECM)。在其他实现方式中,循环风机108可以是永久分相式电容器(PSC)电动机。处理模块1400被配置成确定循环风机108的电动机类型。

[0174] 仅作为示例,处理模块1400在预定时间段内对多个归一化电流消耗值进行分析。预定时间段可以是在HVAC系统安装之后开始的一小时、一天、一周、一个月或任何合适的时间段。处理模块1400基于电动机电流消耗在预定时段上的趋势来确定循环风机108的电动机类型。仅作为示例,当处理模块1400确定电动机电流消耗的趋势在该时间段内增加时,处理模块1400确定循环风机108包括恒定扭矩ECM电动机。类似地,当处理模块1400确定电动机电流消耗的趋势在该时间段内减小时,处理模块1400确定循环风机108包括PSC电动机。

[0175] 可替代地或另外地,循环风机108的电动机类型可以是已知的或被编程到处理模块1400中或被存储在处理模块1400可访问的存储器中的查找表中。

[0176] 根据电动机类型,使用电流消耗作为所测量的操作参数值的示例,处理模块1400对电流消耗在时段内的增加或电流消耗在时段内的减小进行监视。例如,当循环风机108是ECM电动机时,随着过滤器104变脏,处理模块1400对指示电流消耗在一段时间内增加的变化进行监视。

[0177] 相反地,当循环风机108是PSC电动机时,随着过滤器104变脏,处理模块1400对电流消耗在一段时间内的减小进行监视。尽管在包括PSC电动机或ECM电动机的循环风机108的上下文中描述了本公开的示例性实施方式,但是本公开的原理同样适用于其中循环风机108包括任何其他合适类型的电动机的示例性实施方式。

[0178] 此外,尽管文中在通过确定例如电流消耗是否大于预定阈值来监视ECM电动机的电流消耗的增加的上下文中描述了示例性实施方式,但是应理解,相同的技术适用于通过确定例如电流消耗是否小于预定阈值来监视PSC电动机的电流消耗的减小。

[0179] 在一些实现方式中,处理模块1400被配置成对归一化数据值和预定操作参数基线进行比较。可以在HVAC系统的安装之前基于HVAC系统的各种部件的类型和特性来预先确定操作参数基线。仅作为示例,操作参数基线可以是与循环风机108的预期电流消耗对应的基线电流消耗。在示例性实现方式中,循环风机108在按照设计操作时,即,没有故障或缺陷时,循环风机108具有预期的电流消耗或基线电流消耗。换言之,当循环风机108工作时,由于循环风机108被设计成工作,所以循环风机108预期消耗基线电流消耗。

[0180] 在另一实现方式中,处理模块1400可以基于操作参数数据随时间的轨迹分析而获知操作参数基线。例如,处理模块1400生成与随时间所测量的循环风机108的电流消耗对应的归一化数据值。处理模块1400被配置成分析预定时间段的归一化数据值以确定平均电动机电流消耗。在一个示例中,当初始安装HVAC系统时,处理模块1400可以基于HVAC系统内的循

环风机108的类型、牌号、型号和安装来接收与循环风机108相关联的基线电流消耗。处理模块1400可以被配置成在初始时间段例如HVAC系统操作的第一个月期间将该接收到的值保持为基线电流消耗。处理模块1400可以设置初始基线电流消耗等于初始时间段内的平均电动机电流消耗。

[0181] 以此方式,处理模块1400可以基于实际性能而不是预定的预期性能来确定操作参数基线。应理解,处理模块1400可以响应于在任何时间段内所测量的数据的趋势分析来确定初始操作参数基线,所述时间段包括但不限于:日、周、月、年等。

[0182] 此外,尽管描述了在第一时间段如操作的第一个月中分析HVAC系统,但是处理模块1400可以被配置成周期性地重建操作参数基线。在一些实现方式中,处理模块1400可以每年对所测量的数据的趋势分析与基线进行比较,并且响应于该比较来调整基线。以此方式,处理模块1400可以解决HVAC部件和/或系统随时间的正常劣化。

[0183] 然而,许多因素可以导致归一化数据值大于或小于操作参数基线。在一个示例中,当颗粒聚集在HVAC系统内的过滤器104上时,循环风机108的电流消耗在ECM电动机的情况下可以增加,而在PSC电动机的情况下减小。应理解,尽管仅描述了降级的空气过滤器,但是循环风机108可以由于循环风机108中的故障、HVAC系统中的其他地方的故障或HVAC系统内的导致循环风机108的电流消耗的变化任何其他可能的异常而改变电流消耗。

[0184] 如上所述,处理模块1400对与所测量的操作参数数据对应的归一化数据值和操作参数基线进行比较。例如,操作参数可以是与循环风机108相关联的电流消耗。在ECM电动机的情况下,当处理模块1400确定归一化数据值大于基线时,处理模块1400可以然后确定归一化数据值是否大于预定阈值。在PSC电动机的情况下,当处理模块1400确定归一化数据值小于基线消耗时,处理模块1400可以然后确定归一化数据值是否小于预定阈值。

[0185] 可以基于HVAC系统的部件的特性来确定预定阈值。另外地或可替代地,可以响应于处理模块1400获知初始基线来设置预定阈值。例如,可以相对于基线设置阈值。当处理模块1400获知基线时,可以将阈值设置为与基线对应的相对值。作为非限制性示例,根据特定部件,可以将阈值初始设定在基线之上或之下5%。

[0186] 阈值可以是使得所测量的操作参数数据在基线的可接受偏差之上或之下的值。例如,当部件是ECM风机电动机时,阈值可以是使得所测量的操作参数数据如电流在基线电流的可接受偏差之上的值。类似地,对于PSC电动机,阈值与使得所测量的操作参数数据如电流在基线的可接受偏差之下的值对应。例如,如上所述,基线可以是循环风机108获知的电流消耗平均。当HVAC系统在正常操作参数之内操作时,实际电流消耗预期在基线电流消耗处或接近基线电流消耗。然而,脏的过滤器可以导致HVAC系统在正常操作参数之外操作。

[0187] 由于基线被更新或修改,可以对阈值进行相应的更新或修改。在过滤器104开始收集污物或颗粒之前,操作参数可以在可接受的操作公差内测量。例如,当电流消耗比基线电流消耗多或少5%时,循环风机108可以说成在预期的过滤器性能的情况下正常操作。然而,例如当循环风机108消耗该公差之上或之下的电流时,归一化数据值可以指示HVAC系统内的故障,如脏的过滤器104。

[0188] 当处理模块1400确定在ECM电动机的情况下归一化数据值大于预定阈值,或者在PSC电动机的情况下在预定阈值之下时,处理模块1400可以生成指示过滤器104是脏的的警报。如上所述,关于图3A,处理模块1400可以将警报传达给技术人员以用于进一步分析操

作参数数据或传达给客户提醒客户更换HVAC系统的过滤器104。相反地,当处理模块 1400 确定在ECM电动机的情况下归一化数据值不大于预定阈值或在 PSC电动机的情况下不小于预定阈值时,处理模块1400可以简单地存储归一化数据值以供将来参考。

[0189] 在一些实现方式中,处理模块1400对与循环风机108相关联的历史数据进行分析。仅作为示例,如上所述,处理模块1400确定与电流消耗对应的归一化数据值在ECM电动机的情况下是否大于基线或者在PSC 电动机的情况下是否小于基线。对于ECM电动机,当处理模块1400确定归一化数据值大于基线时,处理模块1400确定归一化数据值是否也大于预定阈值。对于PSC电动机,当处理模块1400确定归一化数据值小于基线时,处理模块1400确定归一化数据值是否也小于预定阈值。当处理模块1400确定归一化数据值大于或小于预定阈值时,如适用于ECM或 PSC电动机,处理模块1400可以然后生成指示HVAC系统内的过滤器 104 有故障(即,脏)的警报。可替代地,处理模块1400可以在生成警报之前分析与循环风机108对应的历史数据。

[0190] 例如,处理模块1400被配置成存储与循环风机108相关联的数据,先前分析的操作参数数据。处理模块1400检索与一个或多个前一日日历日对应的归一化数据值。前一日日历日可以是例如前一连续日(即,前一天)、前一周中的同一天、上一月中的同一日历日等。

[0191] 处理模块1400可以确定与循环风机108的电流消耗对应的归一化数据值是否在针对ECM电动机的情况下大于预定阈值持续超过预定的连续天数,或者在针对PSC电动机的情况下小于预定阈值持续超过预定的连续天数。预定的连续天数可以是仅例如两天。当处理模块1400确定归一化数据值没有大于或小于预定阈值(视情况而定)持续超过预定的连续天数时,处理模块1400可以在不生成警报的情况下存储归一化数据值数据以供将来参考。

[0192] 相反地,当处理模块1400确定归一化数据值大于或小于预定阈值(视情况而言)持续超过连续两天时,处理模块1400生成如上所述的警报。如图6所示,示出了针对示例性PSC电动机的第一基线904和相应的第一阈值908。同时,图8示出了例如如在循环风机108包括PSC电动机时所期望的电流消耗数据减小,如上所述,所描述的关于包括恒定扭矩 ECM电动机的循环风机108的原理(即,分析电流消耗的增加)将仅仅是图6的说明性示例的镜像,以及第一阈值908在第一基线904之上,并且电流消耗归一化数据值通常随着时间增加而不是减小。在912处,归一化数据值在基线904之下,然而,归一化数据值不在第一阈值908之下。

[0193] 在912处,处理模块1400可以存储归一化数据值。在916处,归一化数据值在第一阈值908之下持续超过预定时间段,例如预定的连续天数。在916处,处理模块1400可以生成指令客户替换过滤器104的警报。在920处,归一化数据值指示客户已替换过滤器104,如通过归一化数据值的大体上减小,接着归一化数据值的突然增加所反映,其中归一化数据值的突然增加与客户替换具有PSC电动机的HVAC系统中的过滤器104 的时间点对应。此外,继920之后的数据指示循环风机108在正常参数内操作。换言之,替换过滤器可以具有类似于或高于原始过滤器的限制质量。在924处,示出归一化数据值增加超过基线904。这可以指示客户用较少限制空气过滤器来替换过滤器104。在928处,作为替代示例,归一化数据值指示客户未替换过滤器104或者替换过滤器有故障或弯曲。在932 处,归一化数据值指示空气过滤器的持续降级的性能。

[0194] 在一些实现方式中,处理模块1400被配置成自适应地调整基线。如上所述,基线与循环风机108的预期平均电动机电流消耗对应,并且可以是基于预期平均的预定基线。与许

多电气系统如HVAC系统一样,部件在可接受的公差内操作。仅作为非限制性示例,当实际电流消耗比预期的基线电流消耗多或少5%时,循环风机108可以被说成在公差内操作。类似地,循环风机108的每个子部件也在可接受的公差内操作。如可以理解的,因为这些子部件中的每个子部件可以以稍微大于或小于预期值操作,所以对循环风机108的总体效应可以在不同于基线电流消耗的值恒定操作。

[0195] 处理模块1400生成与随时间所测量的循环风机108的电流消耗对应的归一化数据值。处理模块1400被配置成分析预定时段内的归一化数据值。在一个示例中,当初始安装HVAC系统时,处理模块1400可以基于HVAC系统内的循环风机108的类型、牌号、型号和安装来接收与循环风机108相关联的基线。可替代地,处理模块1400可以在如上所述的HVAC系统的安装之后的一段时间内获知基线。处理模块1400可以被配置成在初始时间段例如HVAC系统操作的第一个月期间使用该接收到的值作为基线。

[0196] 在操作的初始时间段结束时,处理模块1400对与随时间所测量的循环风机108的电流消耗对应的归一化数据值进行分析。处理模块1400确定归一化数据值趋势是大于还是小于基线。当处理模块1400确定归一化数据值趋势不同于基线时,处理模块1400可以基于归一化数据值趋势来替换基线。例如,新的基线可以与初始时间段内的平均电动机电流消耗对应。

[0197] 换言之,处理模块1400可以基于循环风机108的实际测量的性能将预定基线调整为例如等于初始时间段内的电流平均电动机电流消耗。以此方式,处理模块1400基于实际性能而不是预期性能来确定基线。

[0198] 在另一实现方式中,处理模块1400可以响应于归一化数据值的突然变化来调整基线,其中归一化数据值的突然变化指示表示颗粒积聚在过滤器104上的归一化数据值变化沿相反方向的变化。例如,在ECM电动机的情况下,电流消耗的增加可以指示颗粒积聚在过滤器104上(即,过滤器是脏的)。相反地,电流消耗的突然减小表示颗粒不积聚在过滤器104上。应理解,对于PSC电动机的情况相反。

[0199] 处理模块1400将第一归一化数据值与第二归一化数据值进行比较。在一个示例中,处理模块1400从第二归一化数据值的绝对值中减去第一归一化数据值的绝对值。另外,处理模块1400可以确定归一化数据值之间的变化率。处理模块1400确定变化率是否大于变化率阈值。当处理模块1400确定变化率不大于变化率阈值时,处理模块1400存储数据。当处理模块1400确定变化率大于变化率阈值时,处理模块1400调整基线。在一些实现方式中,处理模块1400将基线调整为等于归一化数据值。换言之,处理模块1400将基线调整为等于循环风机108的新的预期电流消耗。应理解,循环风机108可以由于各种原因而增加或减少预期的电流消耗,所述原因包括但不限于:HVAC系统中的部件替换、可重新配置的可调节设置和/或循环风机108本身被替换。

[0200] 在另一实现方式中,处理模块1400可以基于替换过滤器104的密度来调整基线。例如,客户可以用较多限制或较少限制过滤器104来替换脏的过滤器104。应理解,相较于较少限制空气过滤器,较多限制过滤器104可以使得循环风机108消耗不同量的电流。如图6的936处所示,基线和阈值被移动以适应较多限制空气过滤器。

[0201] 类似地,在940处,基线和阈值被移动以适应较少限制过滤器104。处理模块1400可以基于归一化数据值的趋势分析来确定过滤器104被替换为较多限制过滤器104或较少限

制过滤器104(类似于上述的关于处理模块1400响应于实际循环风机108性能来调整基线)。此外,处理模块 1400可以接收来自客户的指示客户用较多限制空气过滤器或较少限制空气过滤器替换空气过滤器的输入。例如,客户可以经由客户装置324输入客户使用的过滤器的类型。类似地,承包方可以经由承包方装置320输入承包方用于替换脏的空气过滤器的过滤器类型。

[0202] 如图7所示,响应于客户用较多限制过滤器104替换过滤器104,与 PSC电动机对应的基线950被调整到950a。在954处,处理模块1400确定归一化数据值在阈值之下持续预定连续天数。在956处,处理模块1400 生成指令客户替换过滤器104的警报。在958处,客户用较多限制过滤器 104替换过滤器104。在962处,处理模块1400确定在预定连续天数之后客户用较多限制过滤器104替换过滤器104。处理模块1400将基线950 调整为等于950a处的新的基线。

[0203] 在又一实现方式中,处理模块1400响应于客户不替换脏的空气过滤器来调整基线。例如,如上所述,处理模块1400可以基于确定过滤器104 是脏的来生成指令客户替换 HVAC系统内的过滤器104的警报。处理模块1400继续分析与循环风机108的电流消耗对应的归一化数据值。

[0204] 处理模块1400确定归一化数据值是否大于阈值。当处理模块1400 确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下归一化数据值大于阈值,或者在 PSC电动机的情况下归一化数据值小于阈值,并且处理模块1400先前已经生成警报时,处理模块1400存储数据。处理模块1400继续监视归一化数据值。

[0205] 当处理模块1400确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下归一化数据值大于阈值持续预定连续天数,或者在PSC电动机的情况下归一化数据值小于阈值持续预定连续天数,并且处理模块1400先前已经生成警报时,处理模块1400调整基线和阈值,使得基线被设置为等于先前预定阈值,然后基于新的基线设置新的阈值。以此方式,在客户忽略更换脏的过滤器104的初始警报的情况下,设置新的基线和预定阈值。

[0206] 处理模块1400继续监视归一化数据值。当处理模块1400确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下归一化数据值大于新调整的阈值持续预定连续天数,或者在PSC电动机的情况下归一化数据值小于新调整的阈值持续预定连续天数时,处理模块1400生成严重警报并指令客户替换过滤器 104。换言之,在客户没有响应指令客户替换过滤器104的初始警报的情况下,当处理模块1400确定HVAC系统的过滤器104的持续降级的性能时,处理模块1400生成随后的、更紧急的警报。如可以理解的,处理模块1400可以对自生成指令客户更换过滤器104的警报起经过的时间量进行监视。处理模块1400可以被配置成响应于在生成初始警报之后经过的时间量来自动地继续提醒客户。

[0207] 如图6所示,基线904被调整为等于具有相应的经调整的阈值908a 的904a处的先前阈值。在944处,处理模块1400确定在恒定扭矩ECM 电动机的情况下归一化数据值在预定阈值之下持续预定连续天数。处理模块1400生成指令客户替换过滤器104的紧急警报。如图8所示,响应于客户不更换过滤器104,基线968被调整到新的基线970。在970处,处理模块1400生成指令客户更换过滤器104的警报,并将基线设置为等于新的基线。处理模块1400相对于新的基线来调整阈值。

[0208] 在974处,处理模块1400确定在PSC电动机的情况下归一化数据值在新的阈值之下

持续预定连续天数。在976处,处理模块1400对归一化数据值进行监视。在978处,处理模块1400确定在PSC电动机的情况下归一化数据值在预定阈值之下持续预定连续天数,并且生成指令客户替换过滤器104的紧急警报。处理模块1400将要设置的基线调整为等于968A 处的新的基线,并且对归一化数据值进行监视以确定从新基线的进一步劣化。

[0209] 如上所述,处理模块1400可以出于各种原因调整基线。如上面进一步讨论的,预定阈值可以是相对于基线的偏移值。当处理模块1400调整基线时,预定阈值相对于基线自动调整。在一些实现方式中,处理模块1400可以独立于基线调整阈值。例如,处理模块1400可以被配置成对 HVAC系统的在初始时段之后或者可替代地从对应于发送过滤器警报的时间开始的运行时间总量进行监视。随着HVAC系统运行,由于颗粒积聚在过滤器104上而导致的电流偏移量可以根据电动机类型和/或过滤器的类型而变化。为了避免延迟或错过过滤器警报,处理模块1400可以调整预定阈值(即,收紧阈值或将阈值移动到更接近基线)。

[0210] 仅作为示例,阈值可以设置在基线的5%内。在HVAC系统运行500 小时并且没有生成指示过滤器104脏或有故障的警报之后,阈值可以被调整为在基线的3%内。应理解,在示例中使用的值仅用于说明目的,并且可以根据HVAC系统的特性使用任何合适的值。

[0211] 在另一实现方式中,处理模块1400基于客户输入确定是否调整预定阈值。例如,如上所述,处理模块1400生成指令客户替换空气过滤器的警报。然后,客户可以与客户装置324进行交互以指示空气过滤器更换。可替代地,承包方可以经由承包方装置328输入信息。例如,客户可以提供指示从HVAC系统移除的过滤器104(即,处理模块1400确定为脏的空气过滤器)的实际状况的数据。客户可以指示过滤器104是例如非常新的、几乎新的、稍微脏的、准备更换的、非常脏的、极脏的或过度脏的或弯曲的。应理解,可以使用其他描述或分级度量来传达被替换的过滤器 104的状况。

[0212] 处理模块1400接收来自客户的输入,并且可以基于该输入来调整阈值。作为非限制性示例,处理模块1400接收指示空气过滤器是非常新的输入。然后,处理模块1400可以增加阈值(即,放宽阈值),以延迟确定空气过滤器是脏的。

[0213] 在其他实现方式中,处理模块1400可以确定归一化数据值在预定时段上的变化率。例如,处理模块1400可以确定归一化数据值在14天周期内的变化率。处理模块1400确定变化率是否在变化率阈值之上,并且变化的方向是否指示颗粒积聚在过滤器104上。当处理模块1400确定变化率在阈值之上时,处理模块1400生成指令客户更换过滤器的警报。相反地,当处理模块1400确定变化率不在阈值之上时,处理模块1400存储数据。

[0214] 应理解,尽管仅将电流消耗描述为操作参数,但是操作参数可以包括如上所述的HVAC系统的任何合适的操作参数。还应理解,尽管仅描述了电流消耗基线和电流阈值,但是基线和阈值可以是与任何操作参数相关联的值。例如,当操作参数是管道气流时,将与所测量的管道气流对应的归一化数据值和管道气流基线以及管道气流阈值进行比较。此外,本文关于确定电流消耗基线所描述的方法还适用于任何合适的操作参数基线。类似地,本文关于确定和调整电流消耗阈值所描述的方法适用于任何合适的操作参数阈值。

[0215] 处理模块1400还可以使用功率因数,可以基于电压与电流之间的相位差来计算功率因数。例如,可以使用供应空气与回流空气之间的温度比较来验证减小的流动并且消除观察到的循环风机电动机中的电流或功率变化的其他潜在原因。处理模块1400还可以确定蒸发器盘管由于积聚的霜何时被阻塞。例如,处理模块1400使用负载和热数据的组合来识

别正在冻结或已被冻结的盘管的标记。这可以在没有对盘管本身的直接温度测量时执行。

[0216] 通常,盘管冻结是由风扇故障引起的,但是可以单独地检测到风扇故障本身。处理模块1400可以使用来自空气处理器单元和压缩机冷凝器单元两者的回流空气温度、供应空气温度、液体管线进口温度、电压、电流、有功功率和FFT数据。此外,处理模块1400可以对控制线状态、开关状态、压缩机排出温度、液体管线出口温度和环境温度进行监视。当发生负载变化时,这可以表示过滤器堵塞,但是当突然发生变化时,除了堵塞或脏的过滤器之外不同的问题可以导致负载变化。

[0217] 在图4中,总电流水平在指示至少一个耗能部件正在消耗能量的非零电流1004处开始。电流1008的尖峰可以指示正在接通另一部件。升高的电流1012例如可以对应于诱导风机的运行。这之后是尖峰1016,可以指示开始热表面点火器的操作。在打开螺线管操作气阀之后,可以关闭热表面点火器,这将电流返回到1018处对应于诱导风机的水平。电流可以保持近似平坦1020直到电流斜坡1024开始为止,指示开始运行循环风机。尖峰1028可以指示循环风机从启动到运行的转变。

[0218] 在图5A中,示出了用于对与HVAC系统相关联的操作参数数据进行归一化的技术。该技术开始于1304处,在1304处,从本地装置仅作为示例冷凝监视模块316和空气处理器监视模块322接收所测量的操作参数数据。该技术在1308处继续,在1308处,在远程监视系统处,由处理模块1400分析数据。例如,处理模块1400识别所测量的操作参数数据的对应于操作参数值的部分。在1312处,如上所述处理模块1400识别操作参数数据的稳态段。

[0219] 在1316处,处理模块1400确定与每个稳态段的平均对应的多个稳态值。

[0220] 在1320处,处理模块1400接收来自控制线的指示如上所述的模式的信号。在1324处,处理模块1400基于如上所述的稳态值生成数据集群。在1328处,处理模块1400基于从控制线接收的模式将数据集群关联成组。换言之,处理模块1400识别与操作的相应模式相关联的数据集群,并且基于操作模式将数据集群一起分组。

[0221] 在1332处,处理模块1400对每个数据集群内的值进行归一化。处理模块1400生成与每个数据集群对应的归一化数据值。例如,处理模块1400可以确定每个数据集群的平均值。可替代地,处理模块1400可以对每个数据集群内的数据进行归一化。处理模块1400还可以生成与如上所述的相关数据集群对应的组合的归一化数据值。在1336处,处理模块1400存储归一化的数据值,并且返回到1304。

[0222] 在图5B中,示出了用于诊断HVAC系统内的空气过滤器中的故障的技术。该技术开始于1104,在1104处,在初始化时段期间建立初始基线和阈值。例如,处理模块1400基于归一化数据值的轨迹分析来建立初始基线和阈值。这可以在新的监视系统的委任期间发生,该新的监视系统可以在新的HVAC系统中或在改装安装中。在预定初始化时间段(例如在HVAC系统被启动或安装之后的初始2周时间段)内对归一化数据值进行分析。在预定初始化时段期间,对归一化数据值进行分析以建立HVAC系统的平均操作参数值。

[0223] 处理模块1400基于平均操作参数值来确定初始基线和阈值。仅作为示例,处理模块1400在1104处将初始基线设置为等于来自预定初始化时段的平均操作参数值,并且相对于基线设置初始阈值。该技术在1108处继续,在1108处选择归一化数据值。该技术在1112处继续,在1112处,在远程监视系统处,由处理模块1400分析数据。

[0224] 在1116处,处理模块1400确定归一化数据值的轨迹是否偏离基线。如果为否,则处

理模块1400返回到1108。如果为是,则处理模块1400 在1120处继续。在1120处,处理模块1400确定与基线的偏离是否是操作参数的突然变化。处理模块1400将当前归一化数据值与预定数量的历史数据点进行比较。仅作为非限制性示例,处理模块1400将当前数据与在先前连续5天生成的数据集进行比较。应理解,处理模块1400可以被配置成将当前数据与在任何合适的时间段内的数据集进行比较。

[0225] 处理模块1400确定当前数据与先前生成的数据集中的每个之间的差。然后,处理模块1400确定与先前生成的数据集和当前数据对应的趋势。当处理模块1400确定操作参数数据逐渐变化(即,先前生成的归一化数据值和当前归一化数据值指示操作参数值逐渐增加或减少)时,处理模块1400在1128处继续。

[0226] 当处理模块1400确定与先前生成的归一化数据值相比当前归一化数据值突然变化(即,所确定的趋势指示在前5天内的稳定操作参数值变化,并且当前归一化数据值与前5天不同)时,处理模块1400在1124处继续。应理解,HVAC系统内的部件的变化可以导致操作参数值的变化。仅作为示例,客户可以更换HVAC系统内的空气过滤器。

[0227] 替换过滤器可以具有与先前安装的空气过滤器不同的空气限制特性。例如,替换空气过滤器可以比先前的空气过滤器有更多或更少的限制,导致归一化数据值的变化。虽然仅描述了空气过滤器更换,但是HVAC系统内的任何更换可以导致HVAC系统的操作参数值的变化。

[0228] 在1124处,处理模块1400响应于归一化数据值的突然变化来修改基线和阈值。仅作为示例,处理模块1400可以将基线设置为等于与当前归一化数据值对应的归一化数据值,并且相对于经修改的基线来设置阈值。处理模块1400在1108处继续。

[0229] 当在1120处偏离不是操作参数的突然变化时,处理模块1400进行到 1128。在1128处,处理模块1400确定归一化数据值的变化率是否大于变化率阈值并且是否沿过滤器变脏的方向发展。处理模块1400确定预定时段上的变化率。仅作为示例,处理模块1400确定电流消耗在先前连续5 天内变化的速率。应理解,处理模块1400可以确定任何合适的时间段内的变化率。

[0230] 在1128处,处理模块1400确定变化率是否沿指示颗粒积聚在过滤器 104上的方向。例如,在包括ECM电动机的HVAC系统中,电流消耗的增加指示颗粒积聚在过滤器104上。当HVAC系统包括PSC电动机时,电流消耗的减少指示颗粒积聚在过滤器104上。当处理模块1400在1128 处确定变化率不大于预定变化率阈值时,该技术在1132处继续,该技术在1132处继续。

[0231] 在1128处,当处理模块1400确定变化率指示颗粒积聚在过滤器104 上时,处理模块1400确定变化率是否大于变化率阈值。如果为否,则处理模块1400在1132处继续。如果为是,则处理模块1400在1140处继续。换言之,当处理模块1400确定归一化数据值指示操作参数值以大于预定速率的速率并且沿指示颗粒积聚在过滤器104上的方向变化时,处理模块1400行进到1140并且向客户发出指令客户更换空气过滤器的警报(如下所述)。

[0232] 以此方式,在当前归一化数据值指示变化率大于变化率阈值时,在 1140处生成警报。应理解,当前归一化数据值可以在相对于基线的阈值之上或之下,然而,大于变化率阈值的变化率将立即触发警报。换言之,当处理模块1400确定过滤器104以预定速率积聚颗粒时,处理模块1400 不用等待经过连续数天以向客户发出警报。

[0233] 在1132处,处理模块1400确定归一化数据值是否大于预定阈值。例如,预定阈值可以是在1104处设置的初始阈值。预定阈值可以是在1124 处设置的经修改的阈值。可替代地,根据部件,处理模块1400可以在1132 处确定归一化数据值是否小于预定阈值。

[0234] 在1132处,如果为否,则处理模块1400返回到1108。如果为是,则处理模块1400在1136处继续。在1136处,处理模块1400确定当前归一化数据值是否已经在阈值之上持续连续两个或更多个时间段,例如连续两天或更多天。如果为否,则处理模块1400返回到1108。如果为是,则处理模块1400在1140处继续。

[0235] 在1140处,处理模块生成指令客户替换空气过滤器的警报。以此方式,在1136处,在当前归一化数据值大于阈值持续两个或更多个时间段如两天或更多天时,在1140处生成警报。在1144处,处理模块1400将警报传达给客户和/或承包方。在1148处,如果需要,处理模块1400可以如上所述修改基线和阈值。例如,处理模块1400可以响应于生成警报,通过将阈值移动更靠近基线来收紧阈值。然后,处理模块返回到1108。

[0236] 在图5C中,示出了用于修改(adapt)操作参数基线和阈值的技术。该技术开始于1204,在1204处,在初始化时段期间建立初始基线和阈值。例如,由处理模块1400接收操作参数数据并且记录基线操作参数数据。这可以在新的监视系统的委任期间发生,该新的监视系统可以在新的 HVAC系统中或在改装安装中。在预定的初始化时间段(仅作为示例如在HVAC系统被启动或安装之后的初始2周时间段)内接收操作参数数据。在预定的初始化时段期间,对操作参数数据进行分析以建立HVAC系统的平均操作参数值。

[0237] 处理模块1400响应于平均操作参数值来确定初始基线和阈值。仅作为示例,处理模块1400将初始基线设置为等于平均操作参数值并且相对于基线设置初始阈值。在1208处,处理模块1400确定是否生成指令客户更换空气过滤器的第一警报。如果为否,则该技术在1212处继续。如果为是,则该技术在1220处继续。

[0238] 在1212处,处理模块1400确定自上次过滤器更换起HVAC系统运行时间。例如,处理模块1400确定自先前过滤器更换起经过的时间段。在1216处,处理模块1400响应于运行时间来修改阈值。例如,随着运行时间增加,处理模块1400可以减小基线与阈值之间的差。换言之,随着自上次过滤器更换起经过更多的时间,可以将阈值修改成变得更接近基线,因此,系统使得与归一化数据值中的基线的偏差的公差变得更小。该技术在1204处继续。在1204处,处理模块1400将阈值设置为等于经修改的阈值。

[0239] 在1220处,处理模块1400响应于生成第一警报来修改基线和阈值。处理模块1400将基线设置为等于先前的阈值(即,如上所述用于确定空气过滤器是否脏的阈值),并且相对于新的基线设置新的阈值。

[0240] 在1224处,处理模块1140从所存储的归一化数据值中选择归一化数据值。该技术在1228处继续,在1228处,在远程监视系统处,由处理模块1400分析数据。

[0241] 在1232处,处理模块1400确定偏差是否是归一化数据值的突然变化,如上所述参照图5B的附图标记1120。当处理模块1400确定数据逐渐变化时,处理模块1400在1240处继续。

[0242] 当处理模块1400确定与先前生成的数据相比当前数据突然变化时,处理模块1400在1236处继续。在1236处,处理模块1400响应于归一化数据值的突然变化来修改基线和阈值。仅作为示例,处理模块1400将基线设置为等于与当前归一化数据值对应的归一化数据

值,并且相对于经修改的基线来设置阈值。处理模块1400在1204处继续。

[0243] 在1240处,处理模块1400确定归一化数据值的变化率是否大于变化率阈值,并且是否沿指示颗粒积聚在过滤器104上的方向发展,如上所述参照图5B的附图标记1128。当处理模块1400确定变化率指示颗粒积聚在过滤器104上时,处理模块1400确定变化率是否大于变化率阈值。如果为否,则处理模块1400在1244处继续。如果为是,则处理模块1400在1248处继续。

[0244] 在1244处,处理模块1400确定归一化数据值是否大于经修改的阈值。可替代地,根据部件,处理模块1400可以确定归一化数据值是否小于经修改的预定阈值。如果为否,则该技术在1224处继续。如果为是,则该技术在1248处继续。在1248处,处理模块1400生成紧急警报。紧急警报可以指令客户替换空气过滤器并且指示替换空气过滤器失败可以导致HVAC系统的效率的降低。在1252处,处理模块1400基于所接收的数据来确定空气过滤器是否被更换。如果为否,则该技术在1220处继续。如果为是,则该技术在1256处继续。在1256处,处理模块1400如上所述重建基线和阈值。

[0245] 作为将归一化数据值与特定基线和阈值进行比较的替选或补充,处理模块1400可以执行归一化数据随时间的趋势分析。例如,趋势分析可以包括执行对所监视的操作参数的归一化数据值沿特定方向的趋势的强烈程度的评估。例如,趋势分析可以包括对归一化数据值随时间增加或减少的强烈程度进行评估。例如,可以执行趋势分析,由此随时间分析操作参数的归一化数据值,并且对应于归一化数据值在该时间点的特定趋势(增加或减少)的表观强度周期性地分配趋势置信度水平或分数。以此方式,使用趋势分析可以移除确定和调整基线和阈值的需要,如上面在将操作数据值和趋势与基线和阈值进行比较的上下文中所讨论的那样。

[0246] 例如,趋势分析可以包括使用Mann-Kendall趋势分析技术来将趋势置信度水平周期性地分配给特定操作参数随时间的归一化数据值。Mann-Kendall分析提供了趋势是否存在以及趋势是正还是负的指示。更特别地,分析使用每个数据点与所有先前数据点的成对比较,并且确定增加、减少和相持(tie)的数量。然后计算统计量(S),从而从增加的数量中减去减少的数量。相持的数量不增加或减少S。当S具有正值时,指示向上或增加的趋势。当S具有负值时,指示向下或减少的趋势。S的大小表示趋势沿指示方向的强度。

[0247] 此外,可以基于统计量S来计算非参数相关系数(T),以评估两个数据系列之间的非参数相关性。非参数相关系数T可以是统计量S的比例测度,其是基于以下公式计算的:

$$[0248] \quad (1) T = S / [n(n-1) / 2]$$

[0249] 其中n是系列中的数据值的数量,以及S是基于上述成对比较计算的统计量。所得到的非参数相关系数T的范围从-1到1,其中-1表示强烈的下降趋势,1表示强烈的上升趋势。

[0250] 参照图9,示出了用于使用Mann-Kendall分析来执行操作数据的趋势分析的流程图2000。虽然在本示例中示出了电流数据,但是可以使用如上所述的任何操作参数。在2002处,由处理模块1400随时间接收电流数据。在2004处,如上所述,例如结合图5A,处理模块1400执行电流数据的集群分析。在2006处,处理模块1400计算电流数据的归一化集群的每日平均。尽管在本示例中使用每日平均,但是可以在任何其他时间段(包括例如,一天或多天、一周或多周或一个月或多个月等)内计算电流数据的归一化集群的平均。在2008处,处

理模块1400对所得到的每日平均执行Mann-Kendall趋势分析,以确定电流数据是强烈趋向向上方向还是向下方向,如下面进一步详细描述。另外,在2008处,处理模块1400 执行新的过滤器检测分析以确定数据是否指示过滤器已被替换。在2010 处,处理模块1400确定警报是否适当。例如,当数据还没有指示强烈趋势时,在2012处不生成过滤器警报。当数据指示过滤器104已被替换时,在2014处生成新的过滤器警报。当数据指示强烈的向上或向下趋势时,处理模块1400在2016处生成脏的过滤器警报。

[0251] 参照图10,进一步详细示出了用于执行Mann-Kendall和新的过滤器检测分析的流程图2020。处理模块1400开始于2022处。在2024处,处理模块接收电流数据的归一化集群的新的每日平均。再次,虽然在本示例中示出了电流数据,但是可以使用如上所述的任何操作参数。在2026处,处理模块1400将数据添加到先前数据的现有数据集,并且应用上述的Mann-Kendall分析。在2028处,基于Mann-Kendall分析,处理模块1400 在-1到1的范围内计算趋势置信度水平。趋势置信度水平对应于上述的非参数相关系数(T)。

[0252] 在2030处,处理模块1400基于持续时间来缩放趋势置信度水平,并将经缩放的趋势置信度水平添加到趋势置信度总和。缩放是基于由被添加到数据集的电流数据样本表示的持续时间与(versus)由先前数据的现有数据集表示的持续时间。例如,当与一周对应的置信度水平被添加到例如与六周对应的先前数据时,与一周对应的置信度水平将被适当地缩放或加权。

[0253] 在2032处,处理模块1400确定趋势置信度总和的绝对值是否大于预定阈值。在本示例中,所使用的预定阈值是2。然而,可以使用任何其他适当的预定阈值,这取决于期望多久生成一次警报。

[0254] 在2032处,当趋势置信度总和的绝对值大于2时,处理模块1400 行进到2034并生成脏的过滤器警报。然后处理模块行进到2036并将趋势置信度总和重置为0。然后处理模块1400循环回到2024并再次开始趋势分析。

[0255] 在2032处,当趋势置信度总和的绝对值不大于2时,处理模块1400 行进到2038并应用新的过滤器检测算法。例如,处理模块1400可以确定电流数据是否随时间在平均数据的三西格玛内。当电流数据不在平均数据的三西格玛内并且停留在平均数据的三西格玛之外一段预定时间段(例如两天)时,然后处理模块1400可以确定过滤器已经被替换。

[0256] 在2040处,处理模块1400确定由2038处的新的过滤器检测算法是否检测到新的过滤器。当在2040处检测到新的过滤器时,处理模块1400 在2034处生成新的过滤器警报。处理模块1400然后行进到2036并且将趋势置信度总和重置为0。处理模块1440然后循环回到2024并且再次开始趋势分析。在2040处,当未检测到新的过滤器时,处理模块循环回到2024并且继续趋势分析。

[0257] 参照图11,示出了操作参数数据、趋势置信度水平和趋势置信度总和随时间的图形表示。在2050处,示出了归一化数据集的每日平均随时间的图形表示。例如,2050处图中的每个方块表示每日平均。在2051 处,数据指示过滤器104已被新的过滤器替换,如电流尖峰所示。作为示例,虽然使用以安培为单位的电流数据示出了2050处的图,但是如上面详细讨论的,可以使用任何操作参数数据。

[0258] 在2052处,示出了针对2050的数据使用Mann-Kendall分析计算的趋势置信度水平随时间的图形表示。如2052中所描绘的,趋势置信度水平通常是负数,指示下降趋势,直到

2053为止,当趋势置信度水平移动到正水平时,对应于过滤器104被新的过滤器替换。

[0259] 在2054处,示出了趋势置信度总和随时间的图形表示。如2054所示,得到每个趋势置信度总和的时间段通常对应于图中每个步骤的宽度。然而,可以根据需要更频繁地或较不频繁地更新趋势置信度总和。如2056处所示,趋势置信度总和以负幅度增加,直至其到达2058,在该点处趋势置信度总和大于预定阈值,在这种情况下预定阈值为2。如上所述,可以根据警报的期望频率使用其他预定阈值。在2058处,在趋势置信度总和大于2的情况下,生成脏的过滤器警报,并且趋势置信度总和被重置为0。趋势置信度总和再次开始以负幅度增加,直到趋势置信度总和到达2060。在2060处,过滤器104已经被新的过滤器替换,并且趋势置信度总和被重置为0。

[0260] 前面的描述在本质上仅是说明性的并且决不意在限制本公开、其应用或用途。本公开的广泛教导可以以各种形式来实现。因此,尽管本公开包括具体示例,但是由于其他修改根据对附图、说明书和所附权利要求的研究将变得明显,因此本公开的真实范围不应当被如此限制。如本文所使用的那样,短语A、B和C中的至少一个应该被解释为使用非排他性逻辑“或”来表示逻辑(A或B或C)。应当理解的是,可以在不改变本公开的的原理的情况下以不同的顺序(或同时)执行方法中的一个或更多个步骤。

[0261] 在包括以下定义的本申请中,术语“模块”可以用术语“电路”来替换。术语“模块”可以指代下述各项、作为下述各项的一部分或者包括下述各项:专用集成电路(ASIC);数字、模拟或混合模拟/数字分立电路;数字、模拟或混合模拟/数字集成电路;组合逻辑电路;现场可编程门阵列(FPGA);执行代码的处理器(共享、专用或组);存储由处理器执行的代码的存储器(共享、专用或组);提供所描述的功能的其他合适的硬件部件;或者上述中的一些或全部的组合,诸如在片上系统中。

[0262] 如以上所使用的那样,术语“代码”可以包括软件、固件和/或微代码,并且可以指程序、例程、函数、类和/或对象。术语“共享处理器”包括执行来自多个模块的部分或全部代码的单个处理器。术语“组处理器”包括与附加处理器联合执行一个或更多个模块中的部分或全部代码的处理器。术语“共享存储器”包括存储来自多个模块的一些或全部代码的单个存储器。术语“组存储器”包括与附加存储器联合存储来自一个或更多个模块的一些或全部代码的存储器。术语“存储器”可以是术语“计算机可读介质”的子集,术语“计算机可读介质”不包括通过介质传播的瞬态的电信号和电磁信号,并且因此术语计算机可读介质可以被认为是有形的和非瞬态的。非瞬态有形计算机可读介质的非限制性示例包括非易失性存储器、易失性存储器、磁存储装置和光学存储装置。

[0263] 本申请中所描述的设备和方法可以部分地或者完全地通过由一个或更多个处理器执行的一个或更多个计算机程序来实现。计算机程序包括存储在至少一个非瞬态有形计算机可读介质中的处理器可执行指令。计算机程序还可以包括和/或依赖所存储的数据。

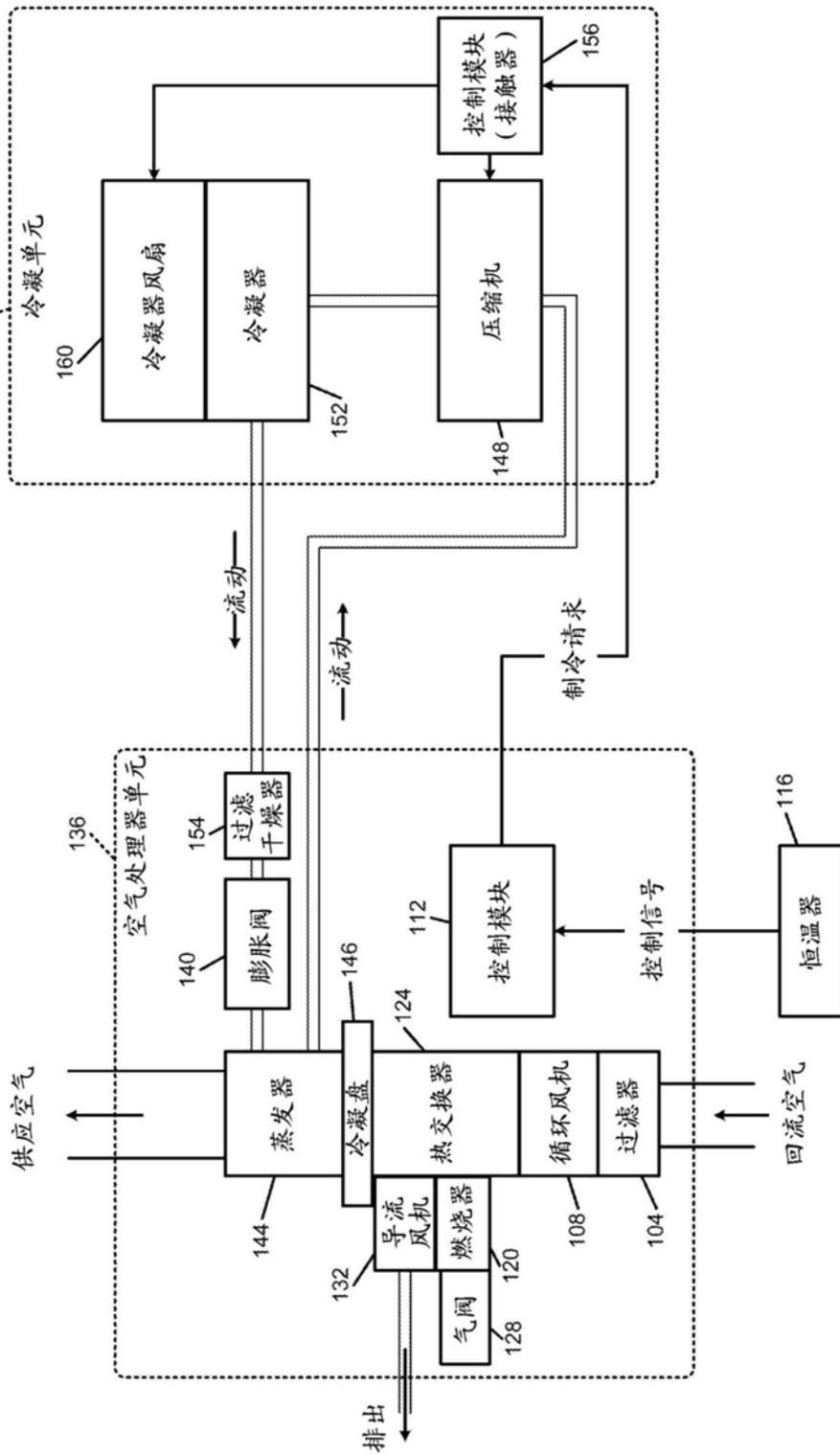


图1

现有技术

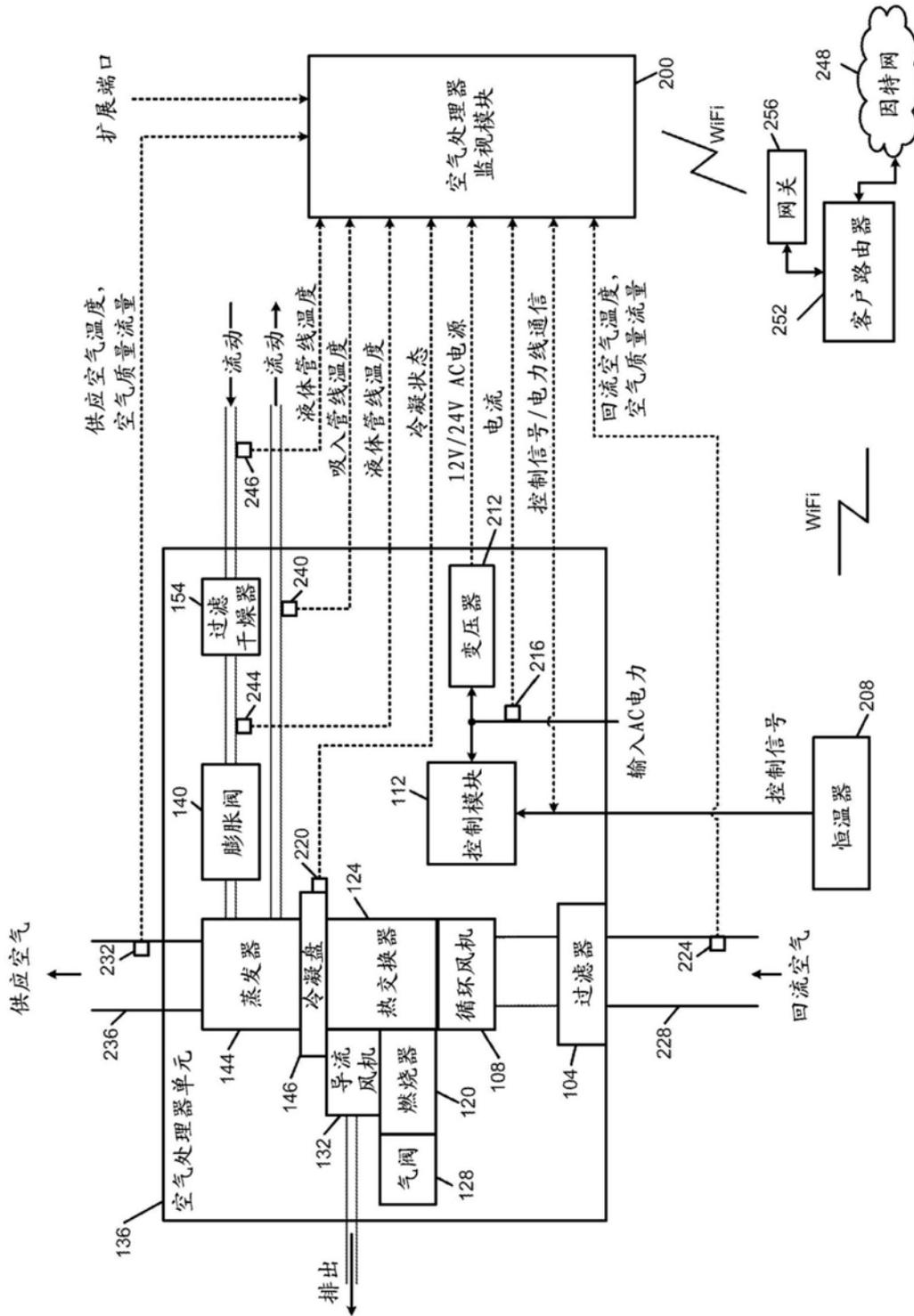


图2A

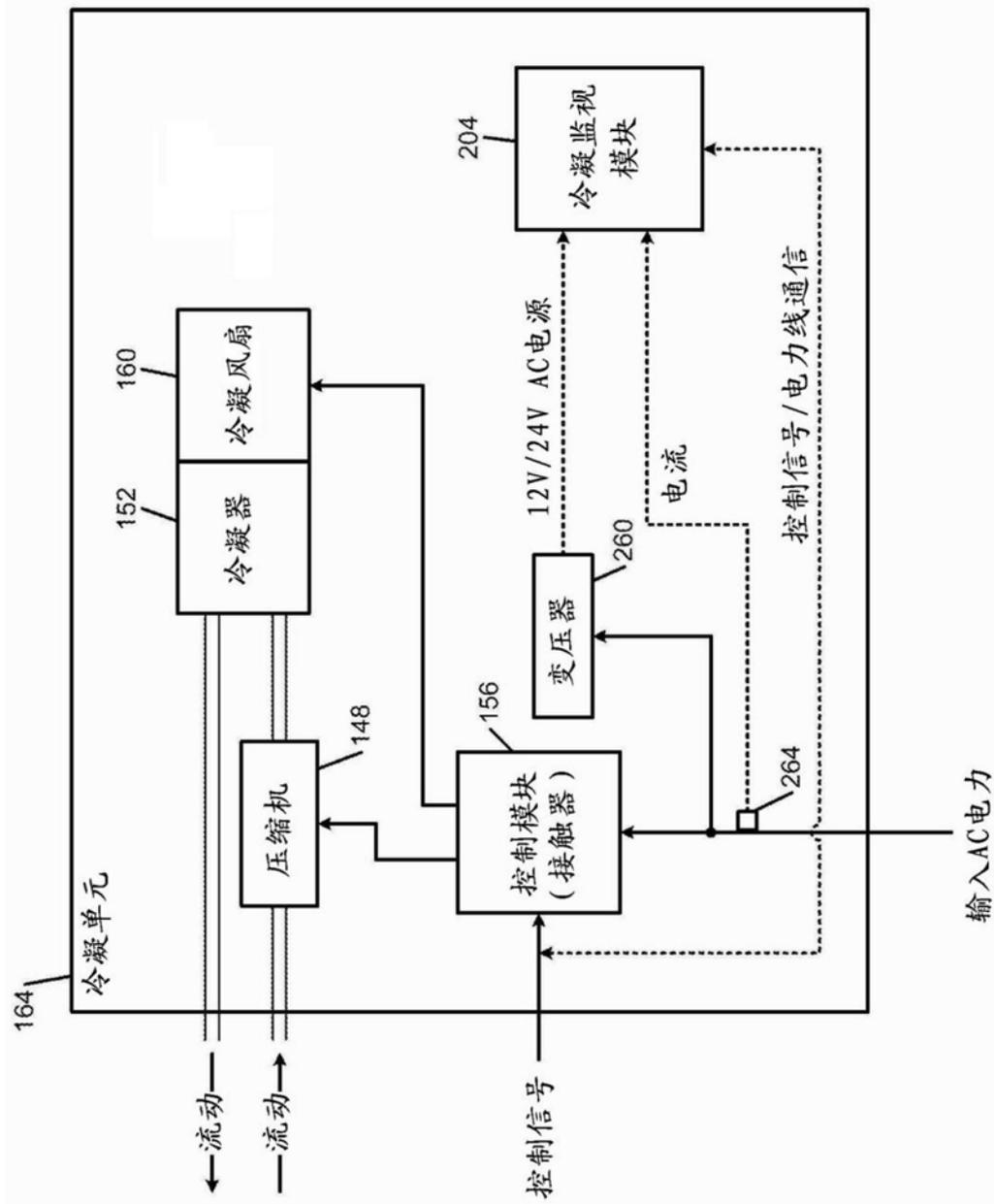


图2B

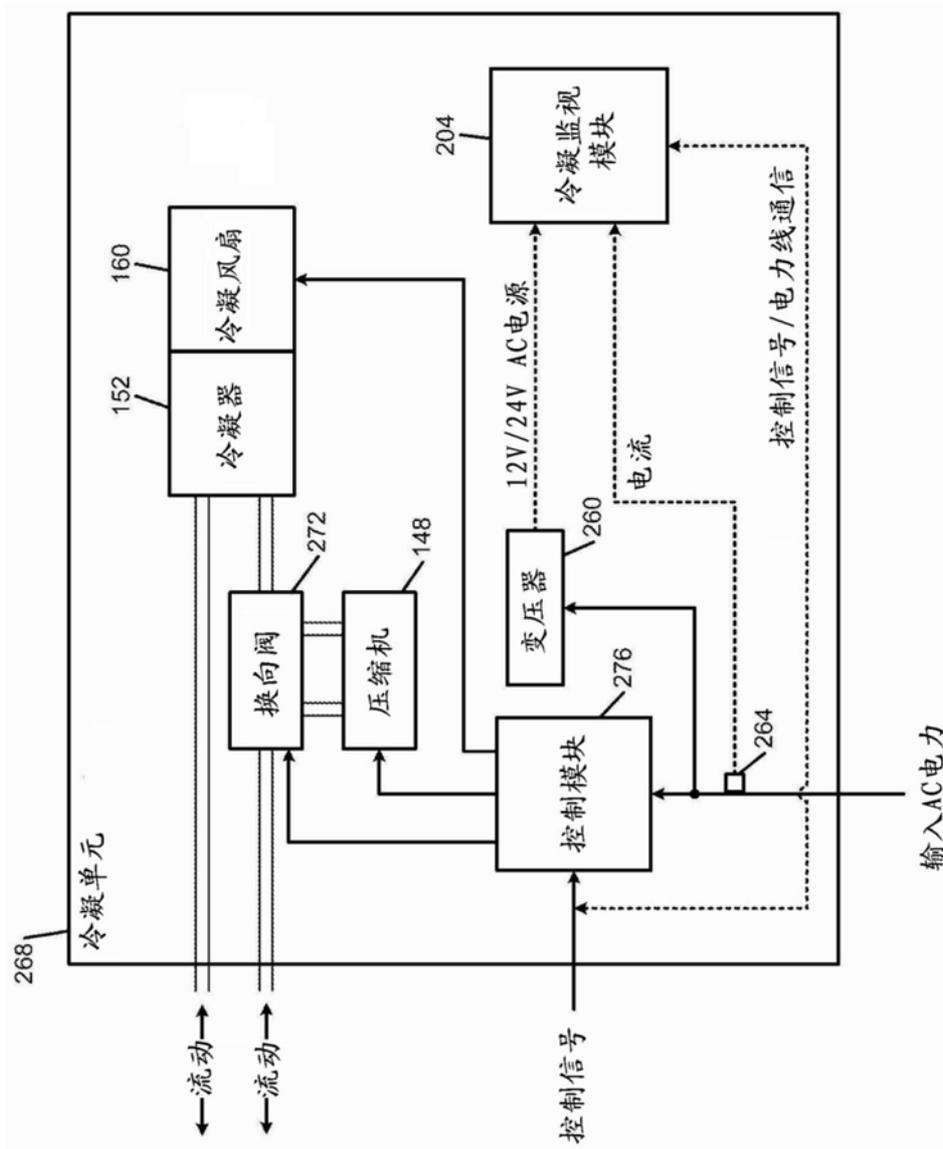


图2C

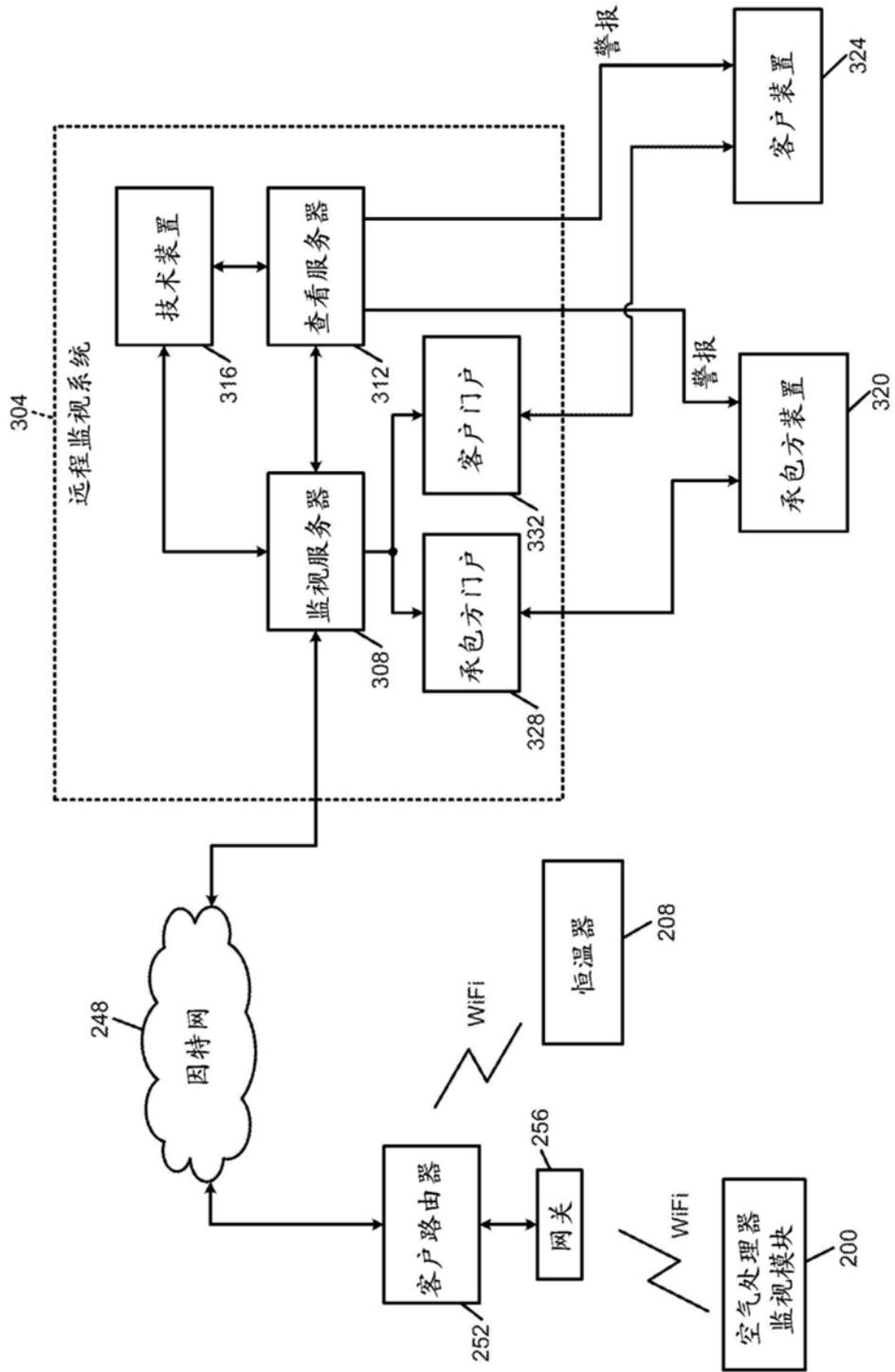


图3A

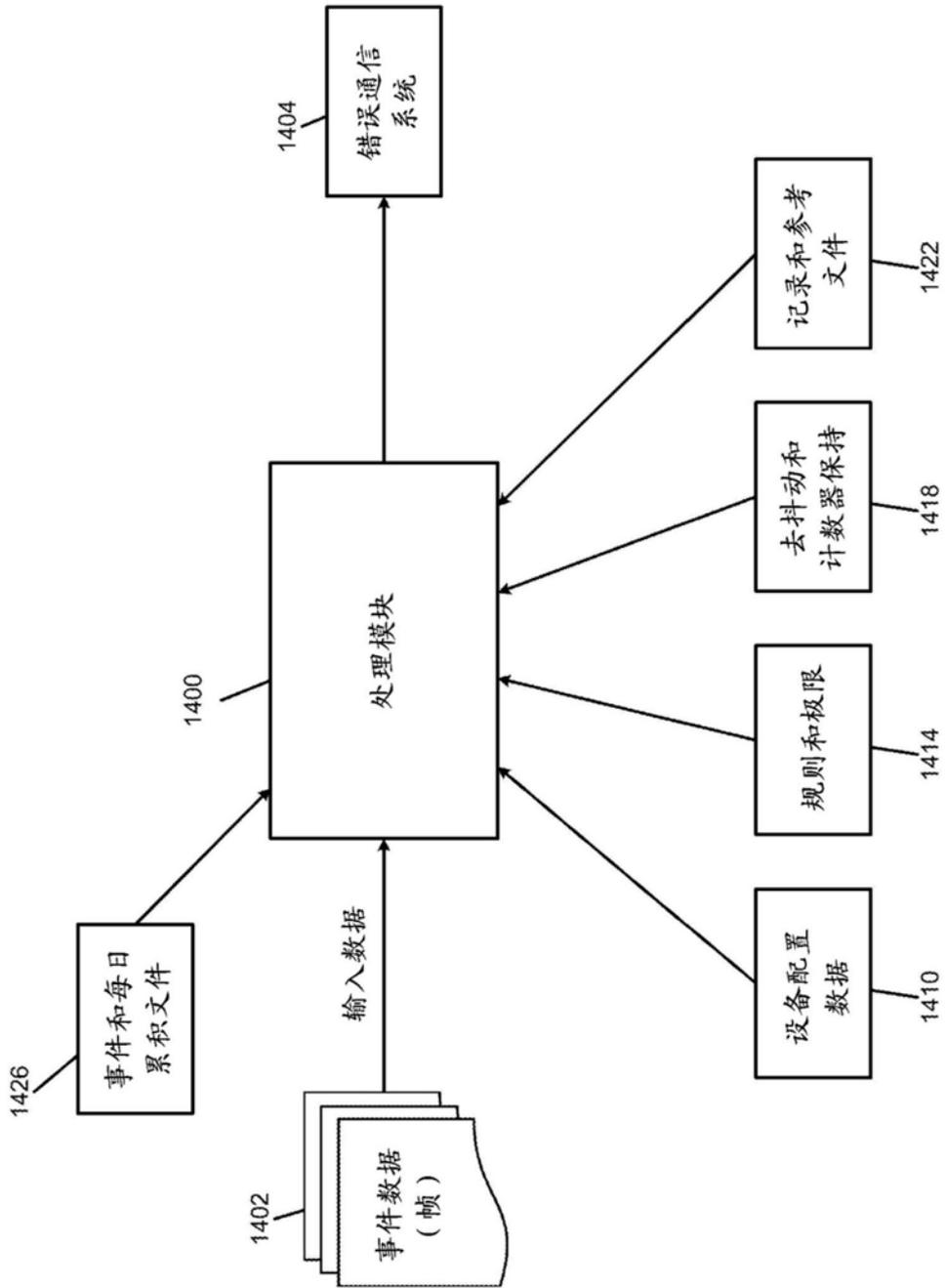


图3B

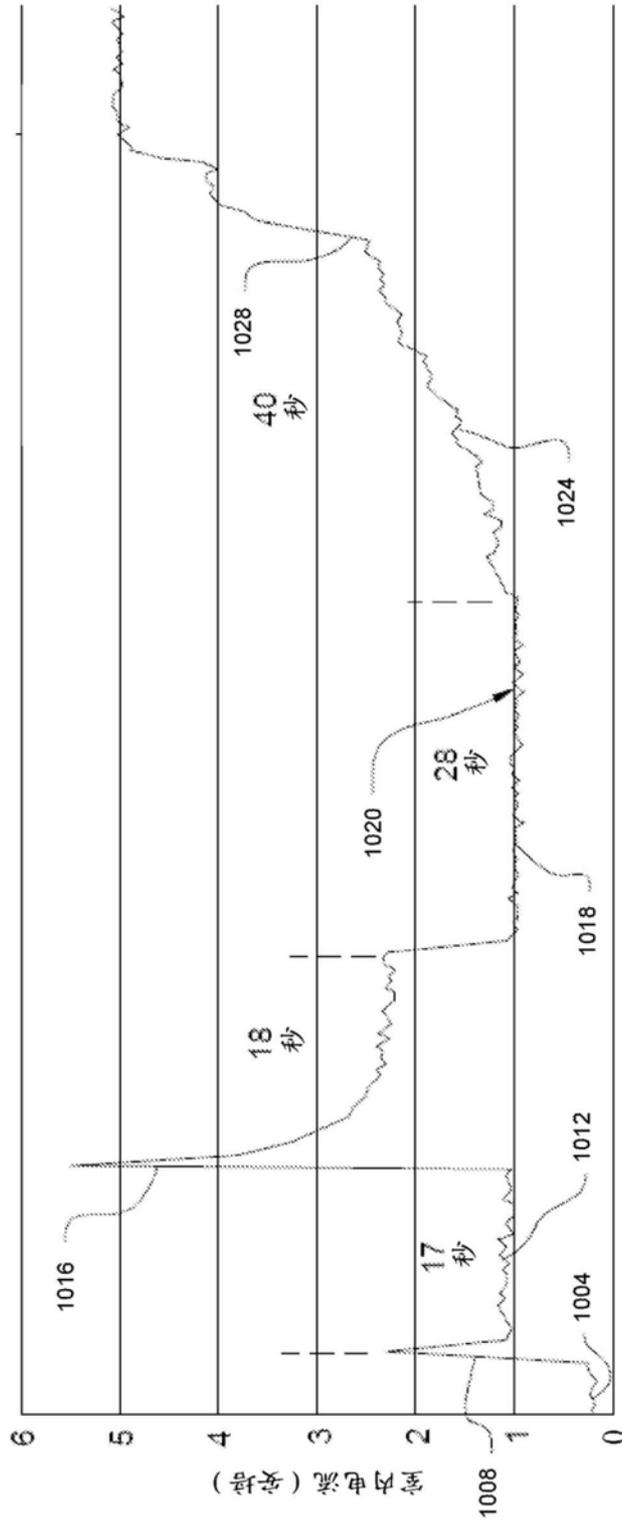


图4

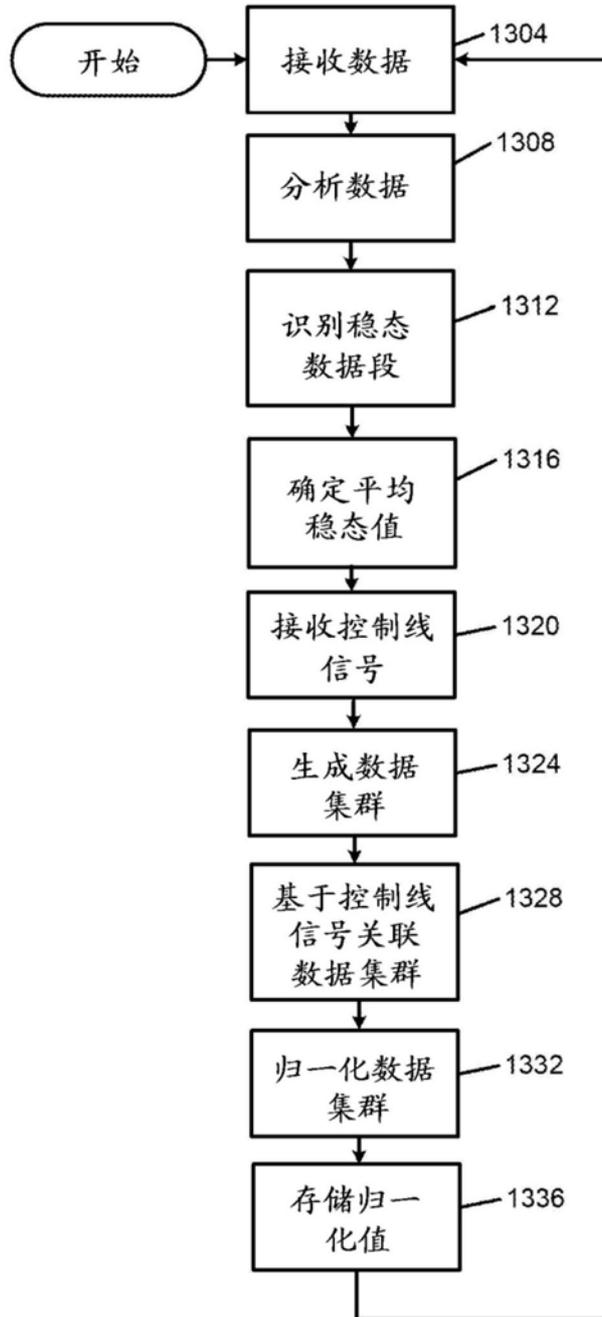


图5A

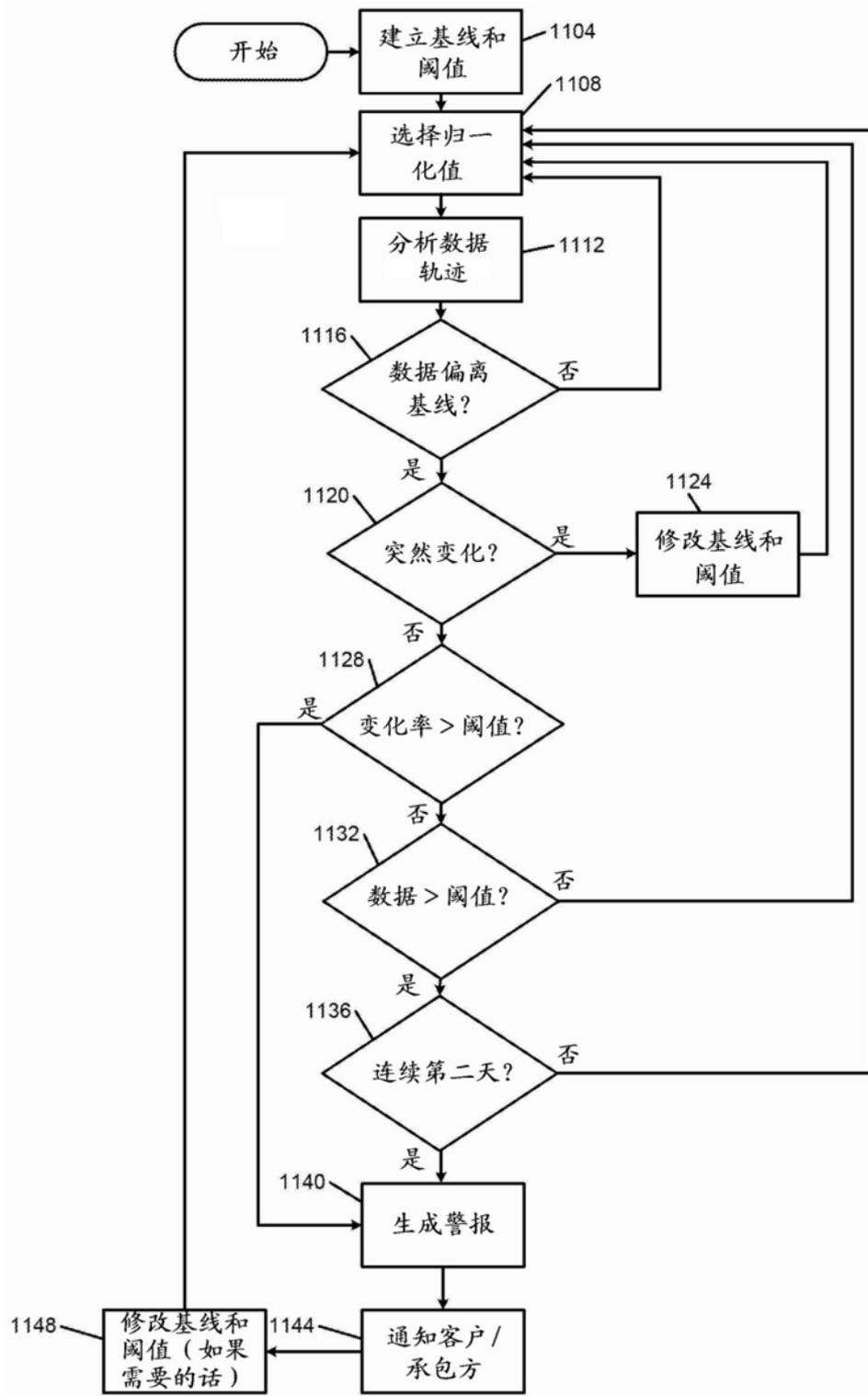


图5B

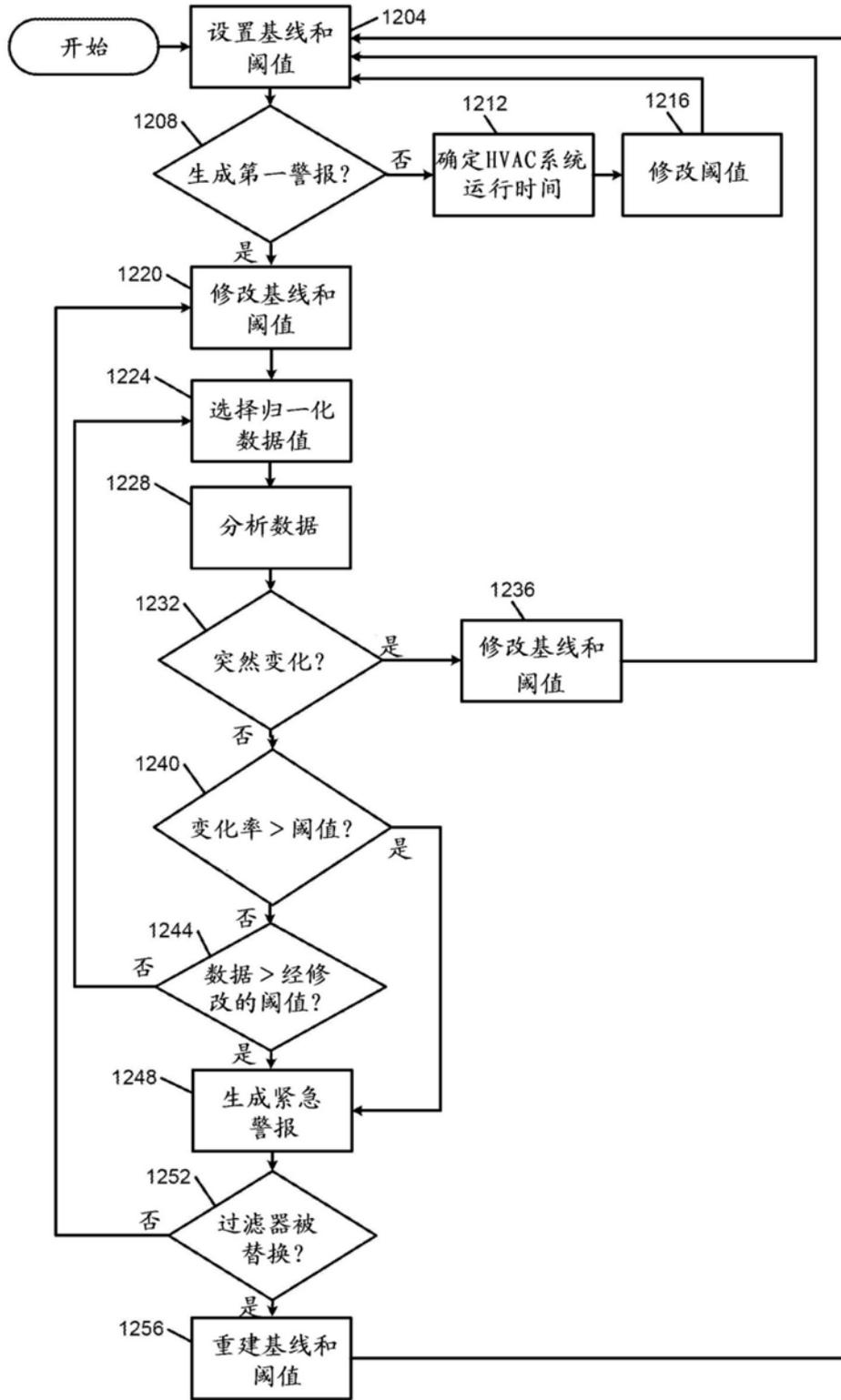


图5C

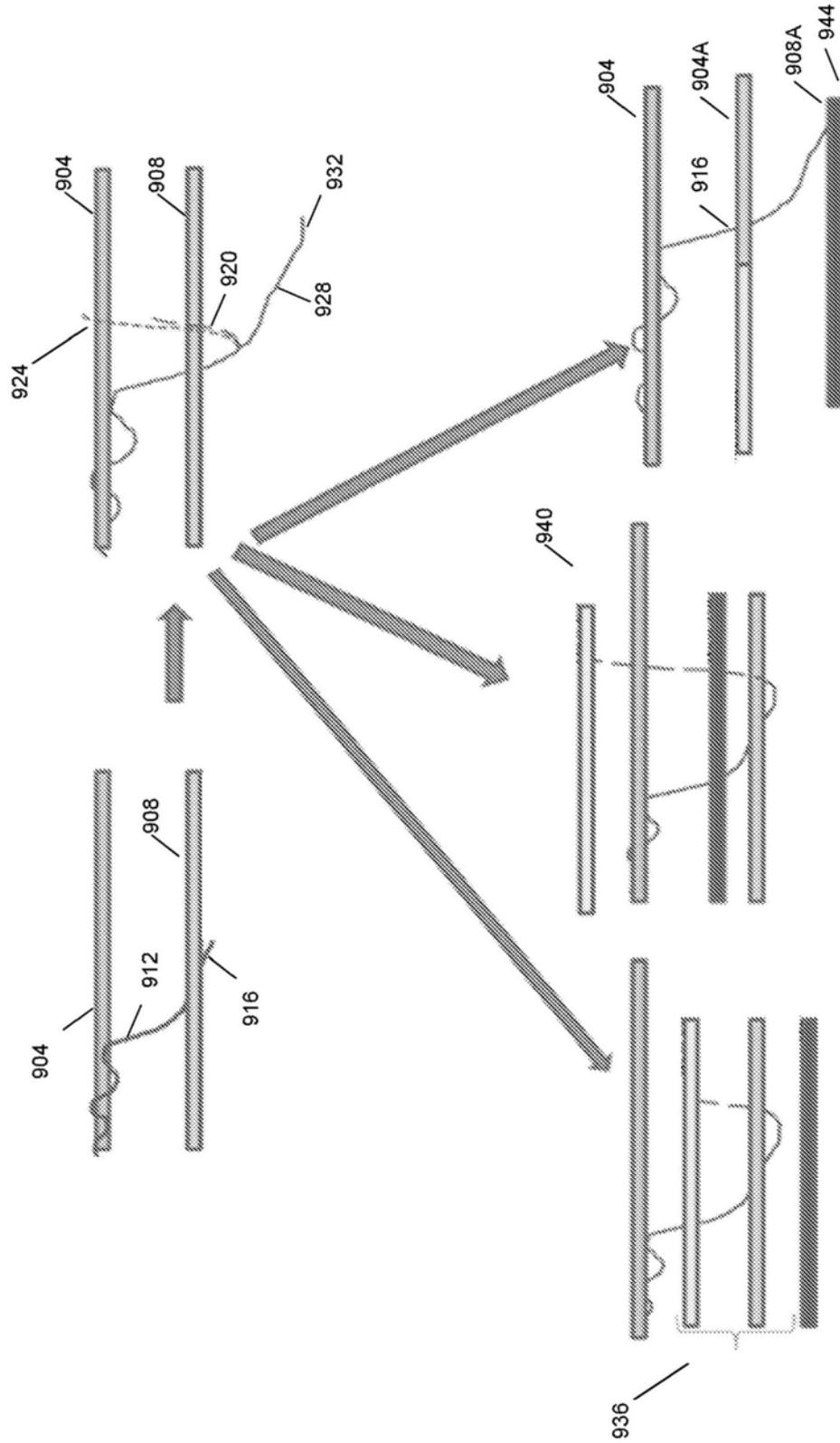


图6

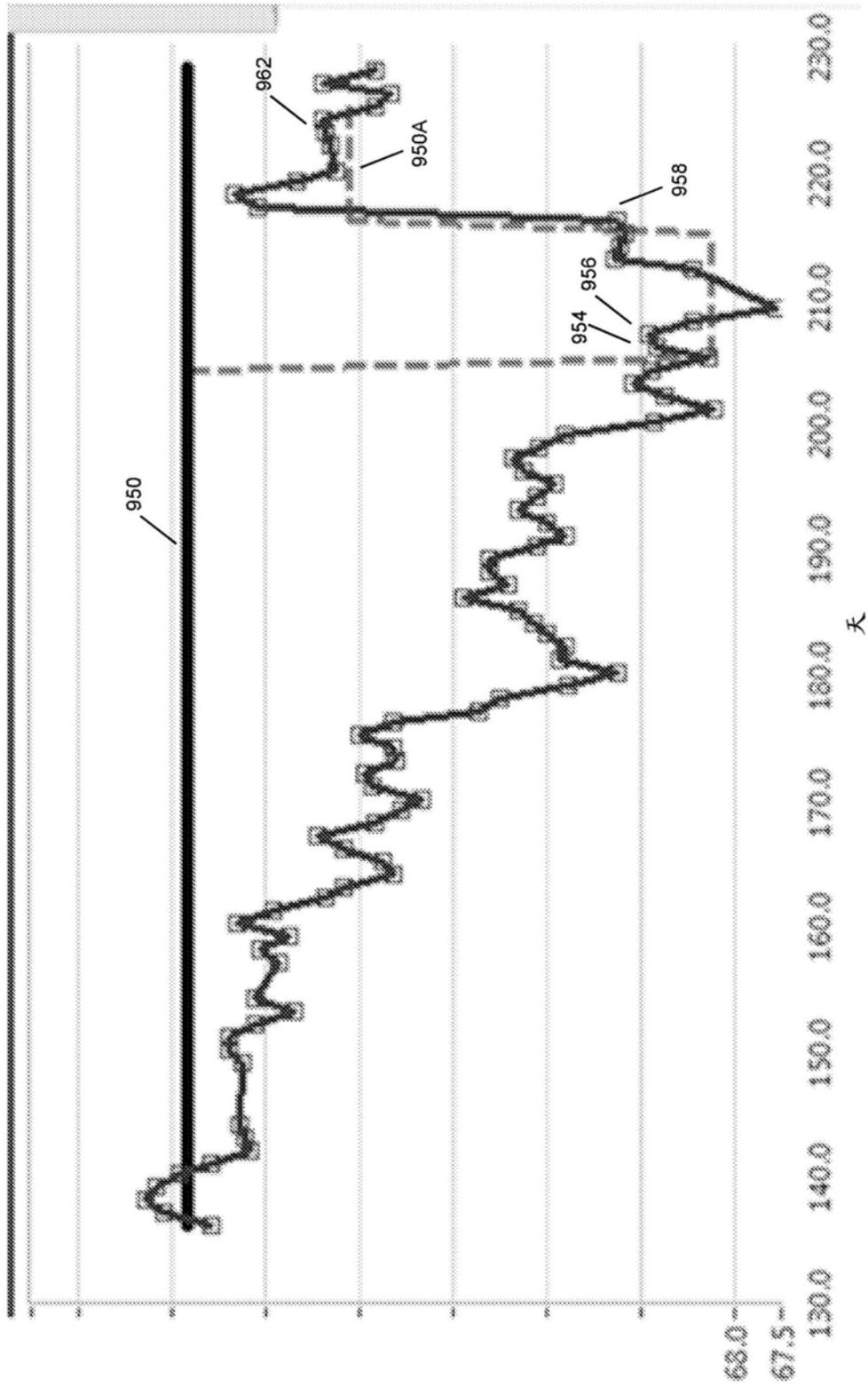


图7

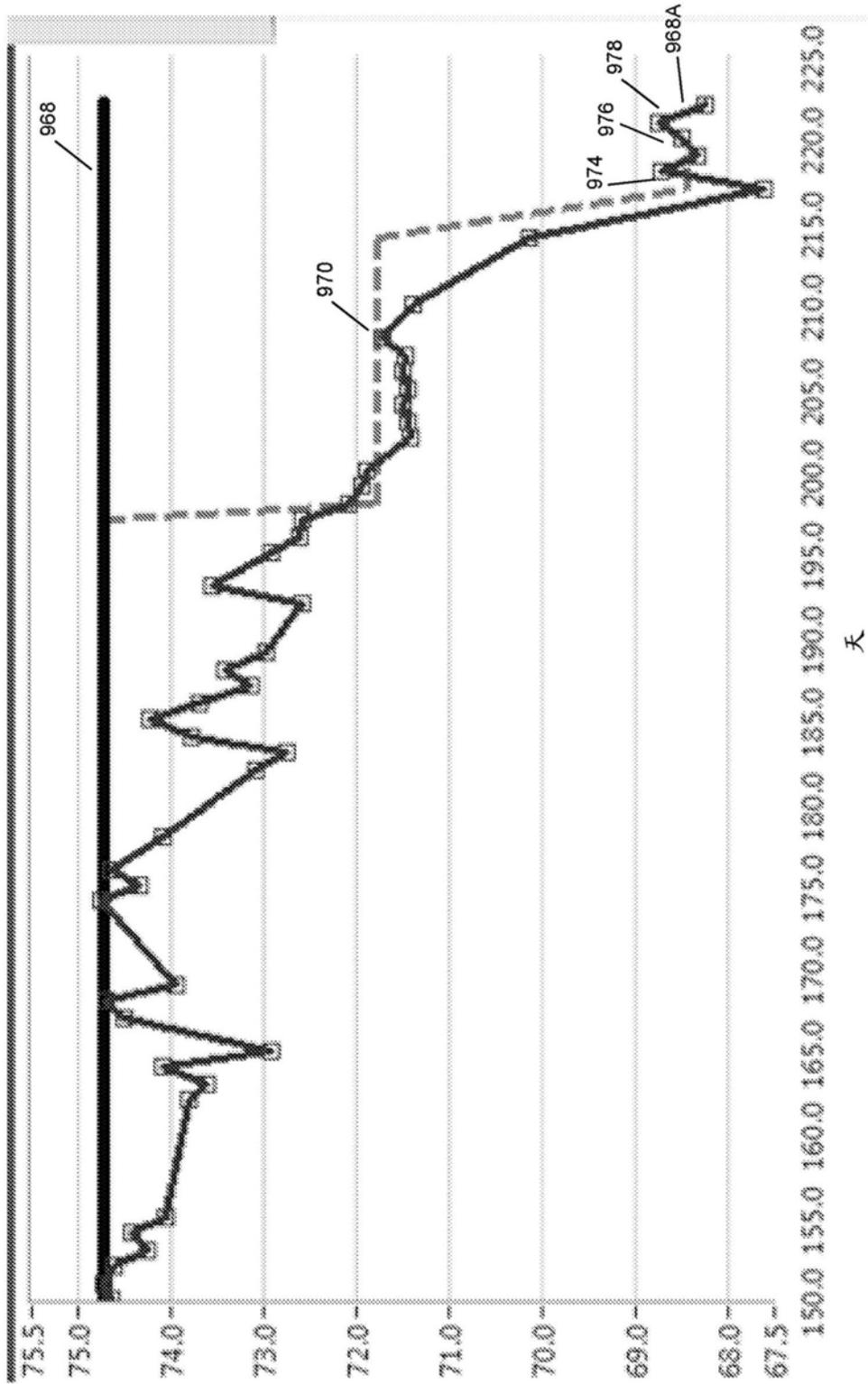


图8

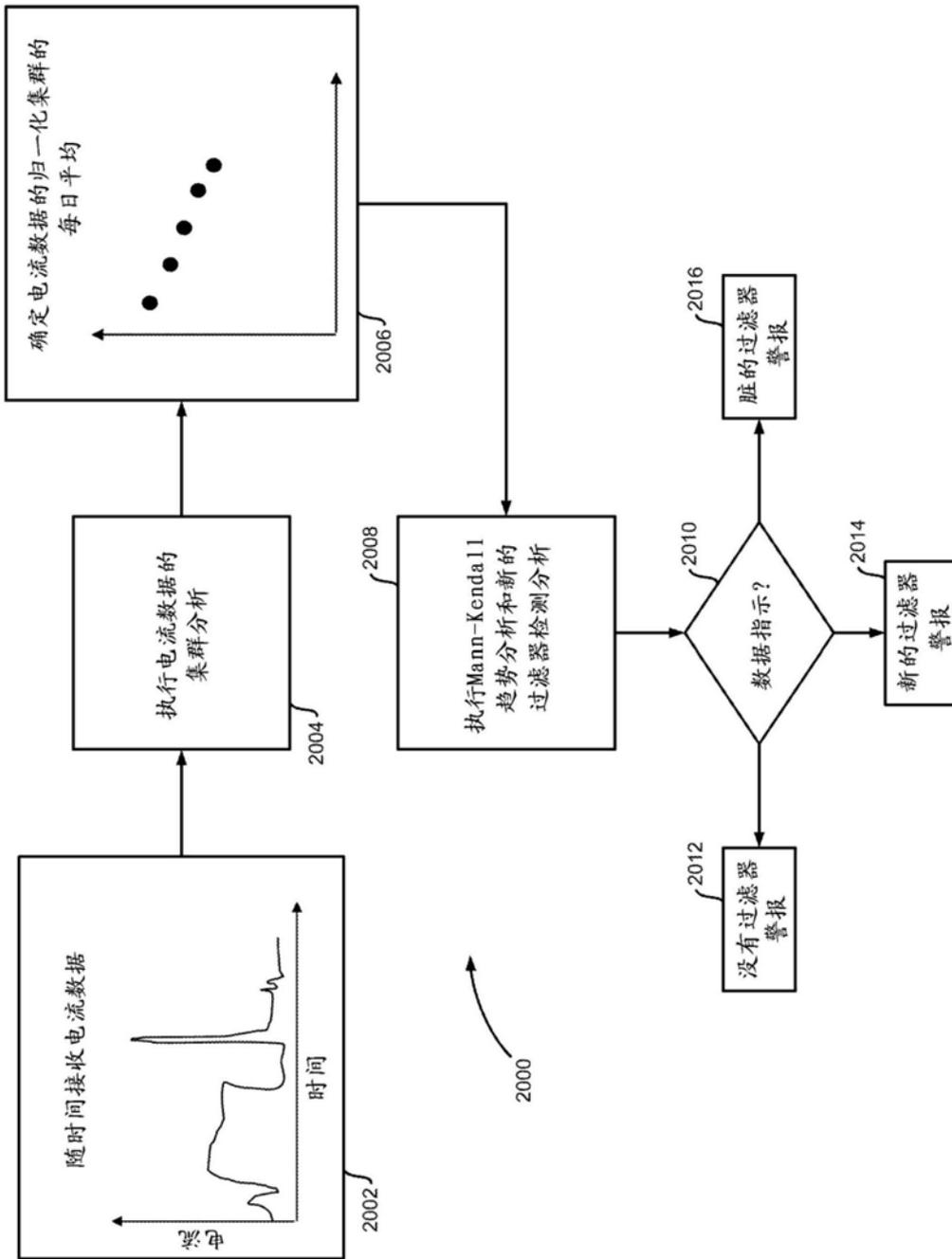


图9

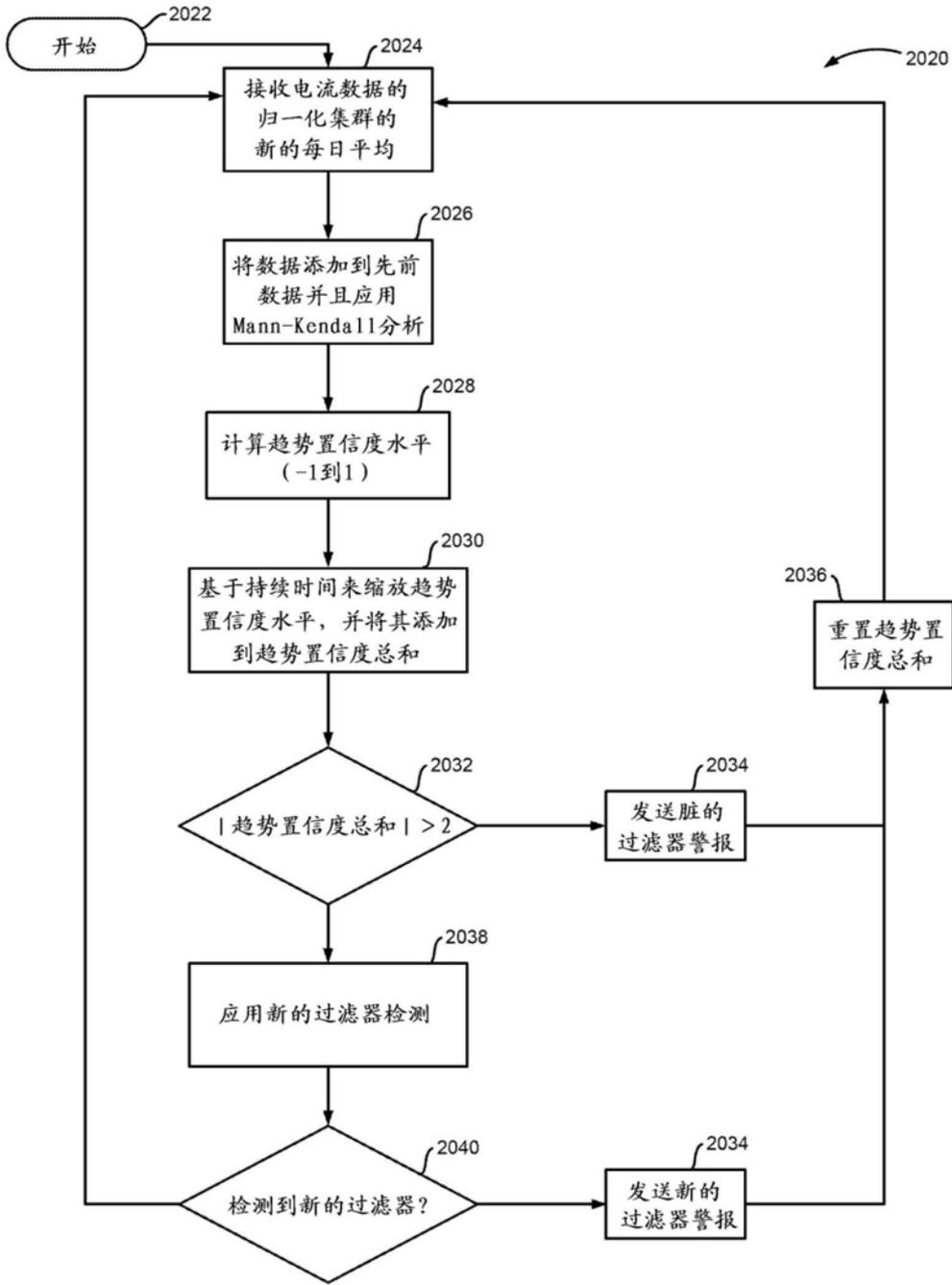


图10

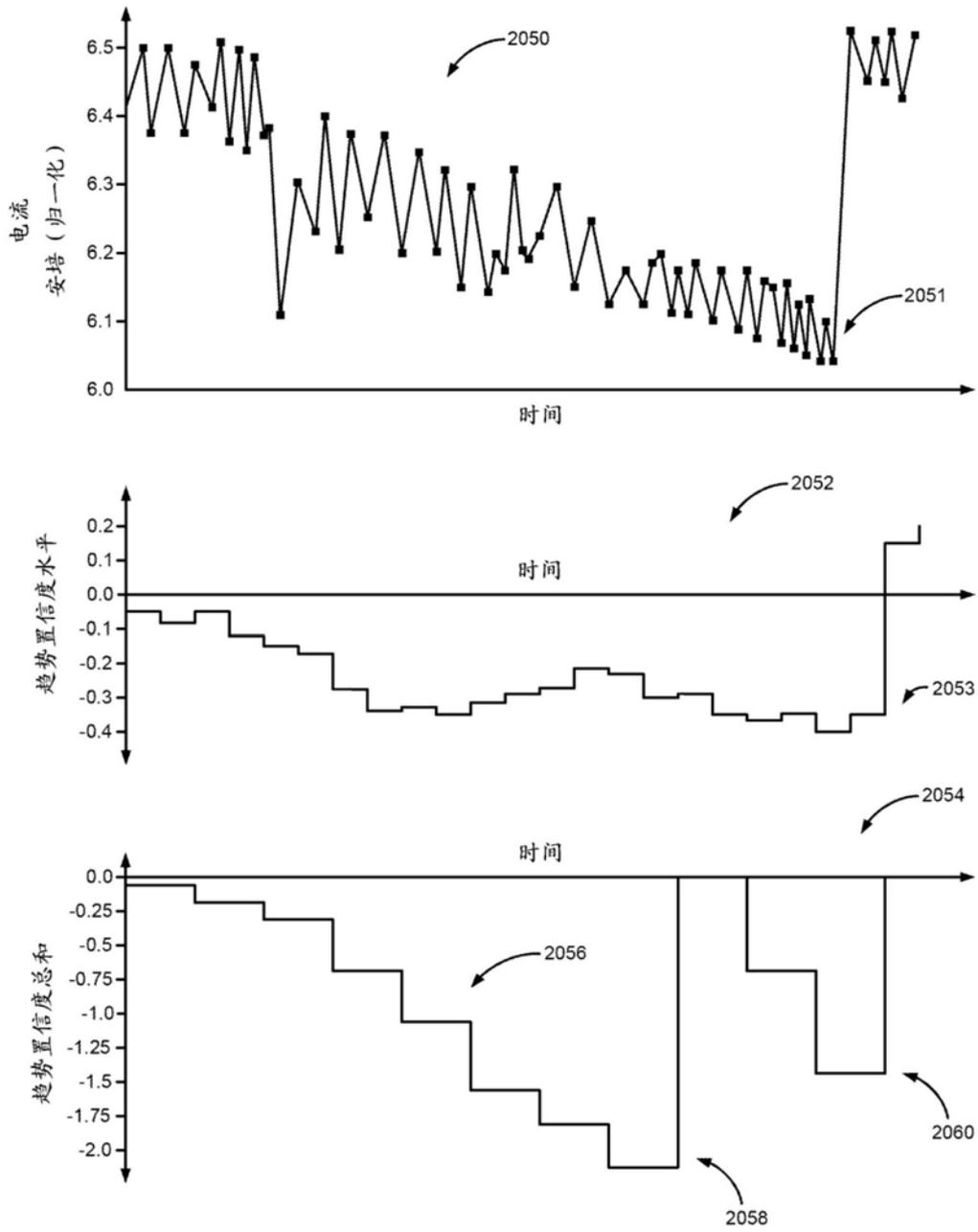


图11