



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106489079 A

(43)申请公布日 2017.03.08

(21)申请号 201580037953.8

(22)申请日 2015.05.14

(30)优先权数据

61/993,527 2014.05.15 US

14/709,658 2015.05.12 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/030843 2015.05.14

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/175814 EN 2015.11.19

(71)申请人 艾默生环境优化技术有限公司

地址 美国俄亥俄州

(72)发明人 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 王萍 杨铁成

(51)Int.Cl.

G01R 19/165(2006.01)

G01R 19/10(2006.01)

G01R 31/34(2006.01)

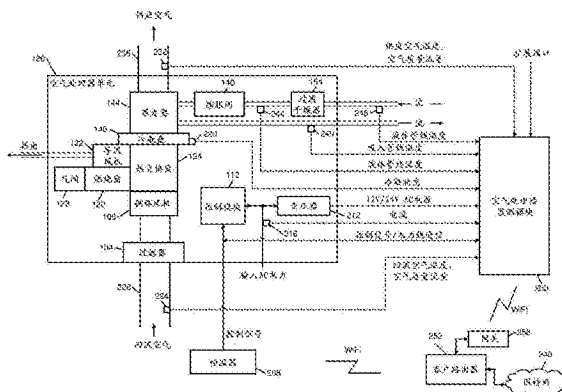
权利要求书3页 说明书25页 附图12页

(54)发明名称

基于电流的空气过滤器诊断和监测

(57)摘要

提供了用于建筑物的加热、通风和空气调节(HVAC)系统的系统和方法。安装在建筑物处的监测装置被配置成测量提供给HVAC系统的电流并且基于所测量的电流来发送电流数据。监测系统包括远离建筑物布置的监测服务器,监测服务器被配置成接收所发送的电流数据并且基于所接收的电流数据来确定预定时间段内的平均电动机电流,并且基于平均电动机电流与预定阈值的比较结果来确定HVAC系统的空气过滤器中是否发生故障。监测服务器基于指示空气过滤器中发生了故障的比较结果来生成通知。



1. 一种用于对建筑物的加热、通风或空气调节 (HVAC) 系统进行监测的监测系统, 所述监测系统包括:

远离所述建筑物布置的监测服务器, 其被配置成 (i) 接收来自所述建筑物处的测量提供给所述 HVAC 系统的电流的监测装置的电流数据, (ii) 基于所接收的电流数据确定所述 HVAC 系统的循环风机电动机在预定监测时间段内消耗的平均电动机电流, (iii) 将所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流与阈值进行比较, (iv) 基于所述比较来确定是否需要替换所述 HVAC 系统的空气过滤器, 以及 (v) 基于指示需要替换所述空气过滤器的确定来生成通知。

2. 根据权利要求1所述的监测系统, 其中, 所述监测服务器相对于所述循环风机电动机的基线电流消耗来设置所述阈值, 所述循环风机电动机的所述基线电流消耗对应于以下项中的至少之一: 所述循环风机电动机的预定预期电流消耗; 以及由所述循环风机电动机在初始化时间段内消耗的所述平均电动机电流。

3. 根据权利要求2所述的监测系统, 其中, 所述循环风机电动机是电子换向电动机, 所述阈值被设置为大于所述循环风机电动机的所述基线电流消耗, 并且当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流大于所述阈值时所述监测服务器确定需要替换所述 HVAC 系统的所述空气过滤器。

4. 根据权利要求3所述的监测系统, 其中, 当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流在预定时间段大于所述阈值时, 所述监测服务器确定需要替换所述 HVAC 系统的所述空气过滤器。

5. 根据权利要求2所述的监测系统, 其中, 所述循环风机电动机是永久分相式电容器电动机, 所述阈值被设置为小于所述循环风机电动机的所述基线电流消耗, 并且当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流小于所述阈值时, 所述监测服务器确定需要替换所述 HVAC 系统的所述空气过滤器。

6. 根据权利要求5所述的监测系统, 其中, 当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流在预定时间段小于所述阈值时, 所述监测服务器确定需要替换所述 HVAC 系统的所述空气过滤器。

7. 根据权利要求2所述的监测系统, 其中, 所述监测服务器基于所接收的电流数据来选择性地调整所述基线电流消耗, 并且基于经调整的基线电流消耗来重新设置所述阈值。

8. 根据权利要求7所述的监测系统, 其中, 所述监测服务器确定所述平均电动机电流消耗的变化率, 并且基于所确定的变化率来选择性地调整所述基线电流消耗。

9. 根据权利要求1所述的监测系统, 其中, 所述监测服务器对所述 HVAC 系统的运行时间进行监测, 并且当所述 HVAC 系统的所监测的运行时间大于运行时间阈值并且在所述 HVAC 系统的所监测的运行时间期间没有生成所述通知时, 所述监测服务器选择性地调整所述阈值。

10. 根据权利要求1所述的监测系统, 还包括: 查看服务器, 其接收来自所述监测服务器的所述通知, 将所述通知输出给技术人员以供查看, 接收来自所述技术人员的验证所述通知的输入, 并且当所述通知被所述技术人员验证时生成被传达给承包商装置和客户装置中至少之一的警报。

11. 一种用于对建筑物的加热、通风或空气调节 (HVAC) 系统进行监测的方法, 所述方法

包括：

使用远离所述建筑物布置的监测服务器接收来自所述建筑物处的测量提供给所述HVAC系统的电流的监测装置的电流数据；

使用所述监测服务器基于所接收的电流数据来确定所述HVAC系统的循环风机电动机在预定监测时间段内消耗的平均电动机电流；

使用所述监测服务器将所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流与阈值进行比较；

使用所述监测服务器基于所述比较来确定是否需要替换所述HVAC系统的空气过滤器；以及

使用所述监测服务器基于指示需要替换所述空气过滤器的确定来生成通知。

12. 根据权利要求1所述的方法，还包括：

使用所述监测服务器相对于所述循环风机电动机的基线电流消耗来设置所述阈值，所述循环风机电动机的所述基线电流消耗对应于以下项中的至少之一：所述循环风机电动机的预定预期电流消耗；以及所述循环风机电动机在初始化时间段内所消耗的所述平均电动机电流。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中，所述循环风机电动机是电子换向电动机，所述阈值被设置为大于所述循环风机电动机的所述基线电流消耗，并且当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流大于所述阈值时，所述监测服务器确定需要替换所述HVAC系统的所述空气过滤器。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中，当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流在预定时间段大于所述阈值时，所述监测服务器确定需要替换所述HVAC系统的所述空气过滤器。

15. 根据权利要求12所述的方法，其中，所述循环风机电动机是永久分相式电容器电动机，所述阈值被设置为小于所述循环风机电动机的所述基线电流消耗，并且当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流小于所述阈值时，所述监测服务器确定需要替换所述HVAC系统的所述空气过滤器。

16. 根据权利要求15所述的方法，其中，当所述循环风机电动机所消耗的所述平均电动机电流在预定时间段小于所述阈值时，所述监测服务器确定需要替换所述HVAC系统的所述空气过滤器。

17. 根据权利要求12所述的方法，还包括：

使用所述监测服务器基于所接收的电流数据来选择性地调整所述基线电流消耗；以及使用所述监测服务器基于经调整的基线电流消耗来重新设置所述阈值。

18. 根据权利要求17所述的方法，还包括：

使用所述监测服务器确定所述平均电动机电流消耗的变化率；以及使用所述监测服务器基于所确定的变化率来选择性地调整所述基线电流消耗。

19. 根据权利要求11所述的方法，还包括：

使用所述监测服务器对所述HVAC系统的运行时间进行监测；以及

当所述HVAC系统的所监测的运行时间大于运行时间阈值并且在所述HVAC系统的所监测的运行时间期间没有生成所述通知时，使用所述监测服务器选择性地调整所述阈值。

20. 根据权利要求11所述的方法,还包括:
使用查看服务器接收来自所述监测服务器的所述通知;
使用所述查看服务器将所述通知输出给技术人员以供查看;
使用所述查看服务器接收来自所述技术人员的用于验证所述通知的输入;以及
当所述通知被所述技术人员验证时,使用所述查看服务器生成被传达给承包商装置和客户装置中至少之一的警报。

基于电流的空气过滤器诊断和监测

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年5月12日提交的美国发明专利第14/709,658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61/993,527号的权益。以上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,涉及对住宅和轻商业环境舒适系统的远程监测和诊断。

背景技术

[0004] 本文中所提供的背景技术描述是出于大体介绍本公开的背景的目的。目前署名的发明人在该背景技术部分中描述的所做的工作以及本说明书的在提交时不以其他方式算作现有技术的方面既没有明确地也没有隐含地被承认为本公开的现有技术。

[0005] 住宅或轻商业HVAC(加热、通风或空气调节)系统控制建筑物的环境参数如温度和湿度。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、占用者或者拥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,示出了示例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从建筑物吸入回流空气。也被称为风扇的循环风机108被控制模块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108一直开启或者仅存在加热请求或制冷请求时开启(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,来自燃烧的热被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(pilot light),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,使得当引入燃气时,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之前开启导流风机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关闭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代替燃烧器120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与供应空气串联地布置,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。水蒸气被收集在冷凝盘146中,其被排出或泵出。

[0013] 控制模块156接收来自控制模块112的制冷请求并且相应地控制压缩机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,制冷请求可以指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。当控制线指示应该开启压缩机时,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位于作为地热系统的一部分的地面时,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测通常由针对每个部件单独测量电流的多个离散传感器的昂贵阵列执行。例如,第一传感器可以感测电动机所消耗的电流,另一传感器测量点火器的电阻或电流,以及又一传感器监测气阀的状态。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,使得传感器监测成本高昂。

[0017] 具体参照过滤器104,房主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,房主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/或房主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概述,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、通风和空气调节(HVAC)系统的监测系统,该监测系统包括安装在建筑物处的监测装置。监测装置被配置成(i)测量提供给HVAC系统的电流

以及 (i i) 基于所测量的电流来发送电流数据。监测系统包括远离建筑物布置的监测服务器, 监测服务器被配置成接收所发送的电流数据, 并且基于所接收的电流数据, (i) 确定预定时间段内的平均电动机电流, 以及 (i i) 基于平均电动机电流与预定阈值的比较结果来确定 HVAC 系统的空气过滤器中是否发生了故障。监测服务器基于指示空气过滤器中发生了故障的比较结果来生成通知。

[0020] 提供了一种对建筑物的加热、通风和空气调节 (HVAC) 系统进行监测的方法, 该方法包括使用被安装在建筑物处的监测装置并且测量提供给 HVAC 系统的多个部件的电流。该方法还包括基于所测量的电流向远离建筑物布置的监测服务器发送电流数据。该方法还包括在监测服务器处确定预定时间段内的平均电动机电流。该方法还包括在监测服务器处基于平均电动机电流与预定阈值的比较结果来确定 HVAC 系统的空气过滤器中是否发生了故障。该方法还包括基于指示空气过滤器中发生了故障的比较结果来生成通知。

[0021] 根据文中提供的描述, 本公开的其他适用领域将变得明显。发明内容中的描述和具体示例仅意在用于说明的目的而不旨在限制本公开的范围。

附图说明

[0022] 根据详细的描述和附图, 将更加充分地理解本公开, 在附图中:

[0023] 图1是根据现有技术的示例 HVAC 系统的框图;

[0024] 图2A是包括空气处理器监测模块的实现的示例 HVAC 系统的功能框图;

[0025] 图2B是包括冷凝监测模块的实现的示例 HVAC 系统的功能框图;

[0026] 图2C是基于热泵的示例 HVAC 系统的功能框图;

[0027] 图3A是包括远程监测系统的实现的示例系统的高级功能框图;

[0028] 图3B是用于所捕获数据的云处理的示例实现的功能框图;

[0029] 图4是热循环开始时的总电流的示例时域轨迹;

[0030] 图5A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;

[0031] 图5B是用于修改电流消耗基线和阈值的示例技术的流程图;

[0032] 图6是与动态基线阈值重建相关联的电流数据的图形表示;

[0033] 图7是基于过滤器更换的与动态基线阈值重建相关联的电流数据的图形表示; 以及

[0034] 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电流数据的图形表示。

[0035] 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

[0036] 根据本公开, 监测系统可以与建筑物的住宅或轻商业 HVAC (加热、通风或空气调节) 系统集成。监测系统可以向与建筑物相关联的客户和/或承包商提供关于 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。

[0037] 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、除湿和换气和净化), 并且覆盖诸如炉子、热泵、加湿器、除湿器和空调之

类的装置。如在本申请中描述的HVAC系统不一定包括加热和空调两者,而是可以仅具有一个或另一个。

[0038] 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测模块和冷凝监测模块。空气处理器监测模块和冷凝监测模块可以由HVAC系统的制造商集成,可以在安装HVAC系统时添加,和/或可以改装至现有HVAC系统。

[0039] 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转变。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可以代替地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,而它们的角色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,蒸发器和冷凝器的角色反转,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。

[0040] 空气处理器监测模块和冷凝监测模块监测HVAC系统的相关部件的操作参数。例如,操作参数可以包括电源电流、电源电压、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。

[0041] 本公开的原理可以应用于监测其他系统,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。监测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。

[0042] 空气处理器监测模块和冷凝监测模块可以彼此传送数据,而空气处理器监测模块和冷凝监测模块中的一者或两者将数据上传到远程位置。可以经由任意合适的网络(包括因特网)来访问远程位置。

[0043] 远程位置包括一个或更多个计算机,其将被称为服务器。服务器代表监测公司执行监测系统。监测系统接收并且处理来自安装有这种系统的客户的空气处理器监测模块和冷凝监测模块的数据。监测系统可以向客户和/或第三方如指定的HVAC承包商提供性能信息、诊断警报和错误消息。

[0044] 监测系统的服务器包括处理器和存储器。存储器存储应用代码,如下面更详细描述,该应用代码处理从空气处理器监测模块和冷凝监测模块接收的数据,并且确定现有的和/或即将发生的故障。处理器执行该应用代码并且将接收到的数据存储于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。

[0045] 服务器的集合可以一起工作以接收和处理来自多个建筑物的空气处理器监测模块和冷凝监测模块的数据。在服务器之间可以使用负载平衡算法来分配处理和存储。本申请不限于由监测公司拥有、维护和安置的服务器。尽管本公开描述了在远程监测系统中发生的诊断、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一个或更多个计算机上而在本地执行。

[0046] 可以向客户和/或HVAC承包商通知影响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承包商可以接收与例行维护有关的通知。通知的方法可以采取对应用的推送或拉取更新的形式,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web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测模块或冷凝监测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。

[0047] 空气处理器监测模块和冷凝监测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。

[0048] 频域分析可以使得能够确定HVAC系统部件的各自贡献。仅作为示例,可以由监测系统来确定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量,否则将需要这些电流传感器来监测每个HVAC系统部件。这减少了材料成本的账单、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。

[0049] 基于来自空气处理器监测模块和冷凝监测模块的测量,监测公司能够确定HVAC部件是否以其峰值性能操作,并且能够在性能降低时建议客户和承包商。这种性能降低可以针对作为整体的系统测量,例如在效率方面,和/或可以针对一个或更多个单独部件进行监测。

[0050] 另外,监测系统可以检测和/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。还可以通知承包商将需要服务请求。根据客户与承包商之间的合同关系,承包商可以立即安排对建筑物的服务请求。

[0051] 监测系统可以向承包商提供具体信息,包括客户的HVAC系统的标识信息(包括制造商和型号),以及发生故障的具体零部件号的指示。基于该信息,承包商可以分配对具体HVAC系统和/或部件具有经验的合适修理人员。此外,服务技术人员能够带来替换零部件,避免诊断后的返程。

[0052] 根据故障的严重程度,可以告知客户和/或承包商确定是修理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,比较也可以估计由效率改进所产生的年度节省。

[0053] 如上所述,监测系统也可以预测即将发生的故障。这使得能够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,并且使得能够对客户和承包商两者更灵活的安排。如果客户在城外,当客户不在而检测到HVAC系统的故障时这些警报可以防止发生损害。例如,冬天的热故障可能导致管道冻结和爆裂。

[0054] 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,则监测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而停止工作之前的预期时间量。另外,监测系统可以定量或定

性地说明当前操作和/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预算。

[0055] 对于监测服务,监测公司可以收取周期性费率,例如每月费率。这种费用可以直接向客户开帐单和/或可以向承包商开帐单。承包商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。

[0056] 对于空气处理器监测模块和冷凝监测模块,监测公司或承包商可以在安装时向客户收取包括安装成本的设备成本和/或可以将这些费作为月费的一部分来补偿。可替代地,可以收取针对空气处理器监测模块和冷凝监测模块的租赁费,并且一旦监测服务停止,则可以返还空气处理器监测模块和冷凝监测模块。

[0057] 监测服务可以使得客户和/或承包商能够远程监测和/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,客户可以能够追踪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。

[0058] 安装者可以向远程监测系统提供信息,包括连接到空气处理器监测模块和冷凝监测模块的控制线的标识。此外,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、吨位等信息。

[0059] 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测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,远程监测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轮廓。

[0060] 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商的观察到的证据来更新。例如,一旦识别到HVAC系统中的故障,那么监测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系统可以是独特的,但是可以共享共同的特性。这些共同特性可以基于被监测的HVAC系统的具体类型来调整。

[0061] 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。

[0062] 在安装期间和之后以及在维修期间和之后,承包商可以使用监测系统(i)验证空气处理器监测模块和冷凝监测模块的操作,以及(ii)验证HVAC系统的部件的正确安装。此外,客户可以在监测系统中查看该数据以用于确保承包商正确地安装和配置HVAC系统。除了被上传到远程监测服务(也被称为云)之外,被监测的数据可以被发送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测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,并且然后诸如经由因特网从交互式网站下载到本地计算装置上。

[0063] 由监测系统收集的历史数据可以使得承包商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。收集的信息可以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。

[0064] 原始设备制造商可以部分或全部补贴监测系统和空气处理器和冷凝监测模块的成本作为对访问该信息的回报。安装和服务承包商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,并且例如作为由监测系统推荐的交换。基于历史服务数据和客户反馈,监测系统可以向客户提供承包商的建议。

[0065] 图2A至图2B是与建筑物的HVAC系统相关联的示例监测系统的功能框图。示出图1的空气处理器单元136作为参照。因为本公开的监测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。空气处理器监测模块200和冷凝监测模块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。

[0066] 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。

[0067] 在图2A中,空气处理器监测模块200被示出在空气处理器单元136外部,但是空气处理器监测模块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、与其接触或甚至位于其内部。

[0068] 当将空气处理器监测模块200安装在空气处理器单元136中时,向空气处理器监测模块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测模块200提供AC电力。空气处理器监测模块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伏电源下工作而向空气处理器监测模块200提供12V或24VAC供应。然后空气处理器监测模块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。

[0069] 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,并且基于预定时间段内的过零次数的计数来确定AC电力的频率。

[0070] 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进行捕捉的电流变换器。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)。

[0071] 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)。

[0072] 为了简化说明起见,控制模块112未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。

[0073] 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变压器、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、炉控制面板和冷凝泵。耗能部件还可以包括空气处理器监测模块200本身和冷凝监测模块204。

[0074] 可能难以隔离由任何单独的耗能部件消耗的电流。此外,可能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,例如包括滤波、统计处理和频域处理。

[0075] 控制模块112响应于通过控制线从恒温器208接收的信号来控制操作。空气处理器监测模块200监测控制线。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。

[0076] 控制线还可以承载对辅助加热和/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。在双燃料系统例如以电力或天然气操作的系统中,可以监测与燃料的选择相关的控制信号。另外,可以监测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工作以融化来自蒸发器的霜时有效。

[0077] 可以通过将引线附接到接收风扇和热信号的控制模块112的端子块来监测控制线。这些端子块可以包括附加的连接,在这种情况下引线可以附接在这些附加的连接与空气处理器监测模块200之间。可替代地,来自空气处理器监测模块200的引线可以附接到与风扇和热信号相同的位置处,例如通过将多个引线接线片放置在信号螺钉头下方。

[0078] 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测模块200。然后,空气处理器监测模块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测模块200能够中断空气调节系统的操作,例如在通过水传感器之一检测到水时。空气处理器监测模块200也可以基于来自冷凝监测模块204的信息如压缩机中的锁定转子状态的检测来中断空气调节系统的操作。

[0079] 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测模块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测模块200能够接收来自冷凝传感器220的读数。尽管在图2A中示出为在空气处理器单元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。

[0080] 也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测模块200感测。

[0081] 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,热敏电阻可以多路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。

[0082] 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,其被多路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。

[0083] 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,离散的压力传感器可以放置在回风室228和供气室236中。然后通过减去各个压力值来计算差分压力值。

[0084] 空气处理器监测模块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。

[0085] 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)。

[0086] 空气处理器监测模块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、由承包商使用的专用手持装置或便携式计算机。

[0087] 空气处理器监测模块200还监测来自恒温器208的控制信号。因为这些控制信号中的一个或更多个也被发送到冷凝单元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测模块200与冷凝监测模块204(图2B中所示)之间通信。

[0088] 空气处理器监测模块200可以发送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)。每帧数据可以包括电压、电流、温度、控制线状态和水传感器状态。可以对每帧数据执行计算,包括平均、乘方、RMS和快速傅里叶变换(FFT)。然后将帧发送到监测系统。

[0089] 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。当帧的长度为256个样本时,在每秒1920个样本的采样率下,每秒将存在7.5个帧。

[0090] 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,代替发送所有原始电流数据,而是仅发送统计数据(例如平均电流)和频域数据。

[0091] 这给出了具有7.5Hz分辨率的监测系统电流数据,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已有的故障。此外,电流和/或导数可以用于确定要分析哪组频域数据。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。

[0092] 在各种实现方式中,空气处理器监测模块200可以仅在某些时间段期间发送帧。这些时间段可能对于HVAC系统的操作是关键的。例如,当恒温器控制线改变时,空气处理器监

测模块200可以在该转换之后的预定时间段记录数据并且发送帧。然后,如果HVAC系统正在工作,那么空气处理器监测模块200可以间歇地记录数据并且发送帧直至HVAC系统的操作已经完成。

[0093] 空气处理器监测模块200通过广域网248(诸如因特网(被称为因特网248))发送由空气处理器监测模块200本身和冷凝监测模块204两者测量的数据。空气处理器监测模块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。

[0094] 空气处理器监测模块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,其创建与空气处理器监测模块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。

[0095] 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,空气处理器监测模块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连接至远程监测系统,所以远程监测系统可以使得能够基于来自一者的输入对另一者进行控制。例如,基于来自空气处理器监测模块200的信息来识别的各种故障可以使远程监测系统调节恒温器208的温度设定点和/或显示恒温器208上的警告或警报消息。

[0096] 在各种实现方式中,可以省略变压器212,并且空气处理器监测模块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。

[0097] 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内部的变压器的输出的电压,内部变压器提供用于控制信号的电力(例如,24伏)。空气处理器监测模块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,可以从测量的比率(也称为明显的变压器比率)中推断来自内部变压器的电流消耗。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。

[0098] 在图2B中,冷凝监测模块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测模块204供电的下降的电压。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。冷凝监测模块204也可以测量由变压器260提供的电源的电压。基于电压和电流的测量,冷凝监测模块204可以计算功率和/或可以确定功率因数。

[0099] 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。

[0100] 在各种实现方式中,冷凝监测模块204可以从温度传感器(未示出)接收环境温度数据。当冷凝监测模块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(包括基于因特网的)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。

[0101] 在各种实现方式中,冷凝监测模块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(liquid line out)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由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,可以使用液体管线入口(liquid line in)温度传感器。可以计算接近温度,该接近温度是冷凝器142能够使液体管线出口温度多接近于环境空气温度的测量。

[0102] 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的放置位置的数据库。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准确远程处理。数据库可以用于空气处理器传感器和压缩机/冷凝器传感器两者。数据库可以由监测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商共享。

[0103] 如上所述,冷凝监测模块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测模块200通信。在这些实现方式中,来自冷凝监测模块204的数据被发送到空气处理器监测模块200,其进而通过因特网248上传数据。

[0104] 在各种实现方式中,可以省略变压器260,并且冷凝监测模块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。

[0105] 在图2C中,示出了用于热泵实现的示例冷凝单元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工作。换向阀272被控制模块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。

[0106] 在图3A中,示出了空气处理器监测模块200和恒温器208使用客户路由器252经由因特网248与远程监测系统304通信。在其他实现方式中,冷凝监测模块204可以将数据从空气处理器监测模块200和冷凝监测模块204发送到外部无线接收器。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接入点或移动电话基站。

[0107] 远程监测系统304包括监测服务器308,监测服务器308接收来自空气处理器监测模块200和恒温器208的数据,并且维持和验证与空气处理器监测模块200的网络连续性。监测服务器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。

[0108] 监测服务器308可以在识别出问题或预测出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(在各种实现

方式中,实时地)查看建议并且经由监测服务器308监测来自空气处理器监测模块200的数据。

[0109] 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,那么技术人员指示查看服务器312向承包商装置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原因不同的某些原因。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。技术人员也可以在发送给承包商装置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。

[0110] 在各种实现方式中,可以仅向承包商装置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商和客户两者报告,而小于预定阈值的效率降低仅向承包商报告。

[0111] 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。

[0112] 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推迟。

[0113] 在各种实现方式中,技术员装置316可以远离远程监测系统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。

[0114] 利用承包商装置320,承包商可以访问承包商入口328,其从空气处理器监测模块200提供历史数据和实时数据。使用承包商装置320的承包商也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入口332,其中示出了系统状态的图形视图以及警报信息。承包商入口328和客户入口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。

[0115] 在各种实现方式中,与承包商入口328中可见的数据相比,由客户入口显示的数据可能更有限和/或更延迟。在各种实现方式中,承包商装置320可以用于例如在委任新安装时从空气处理器监测模块200请求数据。

[0116] 在图3B中,示出了云处理的示例表示。在一些实现方式中,监测服务器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测模块200和/或冷凝监测模块204接收时被存储。

[0117] 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。

[0118] 处理模块1400接收规则和界限1414。规则和界限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,规则和界限1414可以指示当参数如电流和电压超出预定界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因不可靠而被丢弃。

[0119] 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使计数器递增,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,而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。

[0120] 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、液体管线入口温度、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。

[0121] 可以通过检查针对(例如可能在开路故障或短路故障时发生的)异常操作的传感器值来检测传感器错误故障。可以在规则和界限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、液体管线入口温度(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。

[0122] 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也可以检查回流空气温度、供应空气温度和液体管线入口温度大致相等。

[0123] 处理模块1400可以对温度读数和电压与预定界限进行比较,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界限之外时可能出现存在的各种故障。

[0124] 处理模块1400可以检查离散传感器的状态以确定是否存在具体检测到的故障状况。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。

[0125] 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,例如观察当燃烧器开启时,供应空气温度

是否相对于回流空气温度升高。处理模块1400也可以使用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。

[0126] 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。状态顺序解码之后可以确定是否执行一系列炉子启动。如果是,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。当火焰探测器不正确工作时,重试的频率可以随时间增大。

[0127] 处理模块1400可以通过将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,包括可用时的压缩机性能图。

[0128] 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。该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,浪涌频率可以降低。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、液体管线入口温度、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。

[0129] 可替代地,处理模块1400可以通过监测保护器开关对压缩机电动机的去活(这可以指示低制冷剂填充状态)来确定低制冷剂填充。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去活,因为这可以替代地指示另一个问题,例如卡住的转子。

[0130] 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,并且对照基准检查起动电流曲线。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。

[0131] 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。对照时域和/或频域中的基准来检查该起动电流。处理模块1400可以补偿环境温度和液体管线入口温度的变化。处理模块1400也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入口温度之间的差值的相应增加。

[0132] 处理模块可以随时间计算和累积能耗数据。处理模块也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预先替换中受益。

[0133] 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。

[0134] 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。当空气质量流量传感器可用时,空气质量流量传感器可以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是否是脏的。

[0135] 在一些实现方式中,处理模块1400执行基于功率的空气过滤器诊断。基于功率的空气过滤器诊断包括对由HVAC系统的至少一个部件使用的电流或功率的变化进行监测。响应于由至少一个部件使用的电流或功率的变化,处理模块1400确定是否向客户生成指示HVAC系统内的过滤器104的性能已降级的警报。应理解,需要替换性能降低的空气过滤器。因此,处理模块1400可以基于所监测的至少一个部件的功率或电流的变化来选择性地推荐和/或指示客户替换空气过滤器。

[0136] 在一个实现方式中,处理模块1400如上所述接收来自空气处理器监测模块200的总电流数据。处理模块1400被配置成确定总电流数据的与HVAC系统的单独部件的电流消耗相关联的一部分。仅作为非限制性示例,处理模块1400可以确定与循环风机108相关联的平均每日电流消耗。与循环风机108相关联的电流消耗在下文中被称为循环风机108的电动机电流,或者简称为电动机电流。

[0137] 处理模块1400基于平均每日电动机电流的变化来确定过滤器104的降级性能。在一些实现方式中,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可以被配置成确定循环风机108的电动机类型。

[0138] 仅作为示例,处理模块1400在预定时间段内监测与风机108对应的平均电动机电流消耗。预定时间段可以是从小HVAC系统安装之后开始的一天、一周、一个月或任何合适的时间段。预定时段可以根据HVAC系统的各方面例如容量、寿命或任何其他合适的方面而变化。处理模块1400基于电动机电流在预定时段上的趋势来确定风机108的电动机类型。仅作为示例,当处理模块1400确定电动机电流的趋势在该时间段上增加时,处理模块1400确定风机108包括恒定扭矩ECM电动机。类似地,当处理模块1400确定电动机电流的趋势减小时,处理模块1400确定风机108包括PSC电动机。

[0139] 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。

[0140] 处理模块1400在一段时间内对循环风机108的电动机电流的变化进行监测。根据电动机类型,处理模块1400监测电动机电流在该时间段内的增加或电动机电流在该时间段内的减小。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对指示电动机电流在一段时间内增加的变化进行监测。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对电动机电流在一段时间内的减小进行监测。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实施方式。

[0141] 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测ECM电动机的电流消耗的增加的上下文中描述了示例实施方式,但是应理解,相同的教导适用于通过确定例如电流消耗是否小于预定阈值来监测PSC电动机的电流消耗的减小。

[0142] 在一些实现方式中,处理模块1400被配置成对接收到的电动机电流数据与预定的基线电流消耗进行比较。可以在HVAC系统的安装之前基于HVAC系统的各种电气部件的类型和特性来预先确定基线电流消耗。换言之,HVAC系统由多个部件组成,每个部件在HVAC系统

的操作期间消耗电流,并且当按照设计操作时,多个电气部件中的每个电气部件具有预期的电流消耗。多个电气部件中的一个电气部件的预期电流消耗是该特定部件的基线电流消耗。在示例实现方式中,循环风机108在按照设计操作即没有故障或缺陷时,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如其被设计成的工作方式工作时,所以循环风机108预期消耗基线电流消耗。

[0143] 在另一实现方式中,处理模块1400可以基于风机108随时间的平均电流消耗而获知电流消耗基线。处理模块1400接收与随时间所测量的风机108的电流消耗对应的平均每日电动机电流消耗数据。处理模块1400被配置成分析预定时段的平均每日电动机电流数据。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系统内的风机108的类型、牌号、型号和安装来接收与风机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系统工作的第一个月期间将该接收到的值保持为基线电流消耗。换言之,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。

[0144] 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基线电流消耗。应理解,处理模块1400可以响应于在任何时间段内所测量的电流消耗数据的趋势分析来确定初始基准电流消耗,所述时间段包括但不限于:日、周、月、年等。

[0145] 此外,尽管描述了在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新建立基线电流消耗。在一些实现方式中,处理模块1400可以每年对所测量的电动机电流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可以考虑风机108和/或系统随时间的正常劣化。

[0146] 然而,许多因素可以导致循环风机108消耗比基线电流消耗更多或更少的电流。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系统内的导致风机108的电流消耗的变化的任何其他可能的异常而改变电流消耗。

[0147] 如上所述,处理模块1400对循环风机108的平均每日电动机电流消耗与和循环风机108相关联的基线电流消耗进行比较。虽然在当前示例中描述了平均每日电流消耗,但是应理解,处理模块1400可以被配置成对任何间隔的电流数据进行分析,间隔包括例如每小时、每天、每周、每月等。在ECM电动机的情况下,当处理模块1400确定电动机电流消耗大于基线电流消耗时,然后处理模块1400可以确定电动机电流消耗是否大于预定电流阈值。在PSC电动机的情况下,当处理模块1400确定电动机电流消耗小于基线电流消耗时,然后处理模块1400可以确定电动机电流消耗是否小于预定电流阈值。

[0148] 可以基于HVAC系统的部件的特性来确定预定电流阈值。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电流阈值。例如,可以相对于基线设置电流阈值。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,根据使用ECM电动机还是PSC电动机,可以将阈值初始设定在基线之上或之下5%。

[0149] 电流阈值可以是使得所测量的电流消耗在ECM电动机的基线的可接受偏差之上的值。同样地,对于PSC电动机,电流阈值可以对应于使得所测量的电流消耗在基线的可接受偏差之下的值。例如,如上所述,基线电流消耗可以是循环风机108获知的电流消耗平均。当

HVAC系统在正常操作参数之内工作时,实际电流消耗预期处于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工作。

[0150] 由于基线电流消耗被更新或修改,可以对预定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,电动机电流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可以被说成在预期的过滤器性能的情况下正常工作。然而,例如当循环风机108消耗该公差之上或之下的电流时,所测量的电动机电流可以指示HVAC系统内的故障,如脏的过滤器104。

[0151] 当处理模块1400确定在ECM电动机的情况下平均每日电动机电流大于预定阈值,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脏了的警报。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电动机电流数据或传达给客户以提醒客户更换HVAC系统的过滤器104。相反地,当处理模块1400确定在ECM电动机的情况下平均每日电动机电流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可以简单地存储平均每日电动机电流数据以供将来参考。

[0152] 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确定平均每日电动机电流消耗在ECM电动机的情况下是否大于基线电流消耗或者在PSC电动机的情况下是否小于基线电流消耗。对于ECM电动机,当处理模块1400确定电流消耗大于基线电流消耗时,处理模块1400确定电流消耗是否也大于预定阈值。对于PSC电动机,当处理模块1400确定电流消耗小于基线电流消耗时,处理模块1400确定电流消耗是否也小于预定阈值。当处理模块1400对于ECM或PSC电动机适当地确定电流消耗大于或小于预定阈值时,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风机108对应的历史数据。

[0153] 例如,处理模块1400被配置成存储与风机108相关联的数据,如先前分析的电动机电流数据。处理模块1400检索与一个或更多个先前日历日对应的平均每日电动机电流消耗。先前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。

[0154] 处理模块1400可以确定与风机108的电流消耗对应的平均每日电动机电流数据是否针对ECM电动机大于预定阈值持续超过预定的连续天数,或者针对PSC电动机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例如仅两天。当处理模块1400确定电流消耗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电流消耗数据以供将来参考。

[0155] 相反地,当处理模块1400确定电流数据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PSC电动机的第一基线电流消耗904和相应的第一预定阈值908。同时,图8示出了例如如在风机108包括PSC电动机时所预期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,第一预定阈值908在第一基线电流消耗904之上,并且电流消耗通常随着时间增加而不是减小。在912处,电流消耗在基线电流消耗904之下,然而,电流消耗不在第一预定阈值908之下。

[0156] 在912处,处理模块1400可以存储电流消耗数据。在916处,电流消耗在第一预定阈值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可以生成指示客户替换过滤器104的警报。在920处,电流消耗数据指示客户已替换了过滤器104,如通过电流消耗的总减小且最后电流消耗的突然增加所反映,其中电流消耗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之后的数据指示风机108在正常参数内工作。换言之,替换的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,示出电流消耗数据增加超过基线904。这可以指示客户用较少限制空气的过滤器来替换过滤器104。在928处,作为替代示例,电流消耗数据指示客户未替换过滤器104或者替换的过滤器有故障或弯曲。在932处,电流消耗数据指示空气过滤器的持续降级的性能。

[0157] 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,基线电流消耗与循环风机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工作。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工作。类似地,循环风机108的每个子部件也在可接受的公差内工作。如可以理解的,因为这些子部件中的每个可以以稍大于或稍小于预期值工作,所以对风机108的总体效果可以以不同于基线电流消耗的值恒定工作。

[0158] 处理模块1400接收与随时间测量的风机108的电流消耗对应的平均每日电动机电流消耗数据。处理模块1400被配置成分析预定时段内的平均每日电动机电流数据。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系统内的风机108的类型、制造、型号和安装来接收与风机108相关联的基线电流消耗。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系统工作的第一个月期间使用所接收到的值作为基线电流消耗。

[0159] 在操作的初始时间段结束时,处理模块1400分析与随时间测量的循环风机108的电流消耗对应的接收到的电动机电流消耗数据。处理模块1400确定电动机电流消耗数据趋势是大于还是小于基线电流消耗。当处理模块1400确定所测量的电动机电流趋势不同于基线电流消耗时,处理模块1400可以基于所测量的电动机电流趋势来替换基线电流消耗。例如,新的基线电流消耗可以对应于初始时间段内的平均电动机电流消耗。

[0160] 换言之,处理模块1400可以基于风机108的实际测量的性能将预定基线电流调整为例如等于初始时间段期间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电流消耗。应理解,处理模块1400可以响应于在任何时间段内所测量的电流消耗数据的趋势分析来调整基线电流消耗,所述时间段包括但不限于:日、周、月、年等。

[0161] 此外,尽管描述了在工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新建立基线电流消耗。在一些实现方式中,处理模块1400可以每年对所测量的电动机电流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可以考虑风机108随时间的正常劣化。如上所述,可以在HVAC系统的安装之后的时段期间获知初始基线。

[0162] 在另一实现方式中,处理模块1400可以响应于电动机电流消耗数据的突然变化来

调整基线电流消耗,其中电动机电流消耗数据的突然变化指示电流消耗变化沿相反方向的变化,该电流消耗变化指示颗粒积聚在过滤器108上。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并不指示颗粒积聚在过滤器104上。应理解,对于PSC电动机的情况相反。

[0163] 处理模块1400对第一平均每日电动机电流消耗与第二平均每日电动机电流消耗进行比较。在一个示例中,处理模块1400从第二电动机电流消耗的绝对值中减去第一电动机电流消耗的绝对值。换言之,处理模块1400确定风机108的电流消耗的每日平均之间的变化率。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将基线调整为等于所测量的每日平均电动机电流。换言之,处理模块1400将基线调整为等于风机108的新的预期电流消耗。应理解,风机108可以由于各种原因而增加或减少预期的电流消耗,原因包括但不限于: HVAC系统中的部件替换、可调节设置被重新配置和/或风机108本身被替换。

[0164] 在另一实现方式中,处理模块1400可以基于替换的过滤器104的密度来调整基线电流消耗。例如,客户可以用较多限制的或较少限制的过滤器104来替换脏的过滤器104。应理解,相较于较少限制的空气过滤器,较多限制的过滤器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,基线电流消耗和预定阈值被移动以适应较多限制的空气过滤器。

[0165] 类似地,在940处,基线电流消耗和预定阈值被移动以适应较少限制的过滤器104。处理模块1400可以基于所测量的电动机电流消耗数据的趋势分析来确定过滤器104被替换为较多限制的过滤器104或较少限制的过滤器104(类似于以上关于处理模块1400描述的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的空气过滤器或较少限制的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,承包商可以经由承包商装置320输入承包商用于替换脏的空气过滤器的过滤器的类型。

[0166] 如图7所示,响应于客户用较多限制的过滤器104替换过滤器104,与PSC电动机对应的基线电流消耗950被调整到950a。在954处,处理模块1400确定电流消耗数据在预定阈值之下持续预定连续天数。在956处,处理模块1400生成指示客户替换过滤器104的警报。在958处,客户用较多限制的过滤器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的过滤器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。

[0167] 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是脏的来生成指示客户替换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对应的电动机电流消耗数据。

[0168] 处理模块1400确定电流消耗数据是否大于阈值。当处理模块1400确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下电流消耗数据大于预定阈值,或者在PSC电动机的情况下电流消耗数据小于预定阈值,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继续监测电流消耗数据。

[0169] 当处理模块1400确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下电流消耗数据大于预定阈值持续预定连续天数,或者在PSC电动机的情况下电流消耗数据小于预定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,使得基线电流消耗被设置为等于先前预定阈值,然后基于新的基线电流消耗设置新的预定阈值。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,设置新的基线电流消耗和预定阈值。

[0170] 处理模块1400继续监测电流消耗数据。当处理模块1400确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下电流数据大于新调整的阈值持续预定连续天数,或者在PSC电动机的情况下电流数据小于新调整的阈值持续预定连续天数时,处理模块1400生成严重警报并指示客户替换过滤器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将生成随后的、更紧急的警报。如可以理解的,处理模块1400可以对自生成指示客户更换过滤器104的警报以来经过的时间量进行监测。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来自动地继续提醒客户。

[0171] 如图6所示,基线电流消耗904被调整为等于具有相应的经调整的预定阈值908a的904a处的先前预定阈值。在944处,处理模块1400确定在恒定扭矩ECM电动机的情况下电流消耗数据在预定阈值之下持续预定连续天数。处理模块1400生成指示客户替换过滤器104的紧急警报。如图8所示,响应于客户不更换过滤器104,基线电流消耗968被调整到新的基线电流消耗970。在970处,处理模块1400生成指示客户更换过滤器104的警报,并将基线电流消耗设置为等于新的基线电流消耗。处理模块1400相对于新的基线电流消耗来调整预定阈值。

[0172] 在974处,处理模块1400确定在PSC电动机的情况下电流消耗数据在新的预定阈值之下持续预定连续天数。在976处,处理模块1400对接收到的电流消耗数据进行监测。在978处,处理模块1400确定在PSC电动机的情况下电流消耗在预定阈值之下持续预定连续天数,并且生成指示客户替换过滤器104的紧急警报。处理模块1400把要设置的基线调整为等于968A处的新的基线电流消耗,并且对接收到的电流消耗数据进行监测以确定从新基线的进一步劣化。

[0173] 如上所述,处理模块1400可以出于各种原因调整基线电流消耗。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调整基线电流消耗时,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测。当HVAC系统运行时,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)。

[0174] 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。

[0175] 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生成指示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,承包商可以经由承包商装置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、有些脏的、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。

[0176] 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。

[0177] 在其他实现方式中,处理模块1400可以确定电动机电流消耗在预定时段上的变化率。例如,处理模块1400可以确定电动机电流消耗在14天周期内的变化率。处理模块1400确定是否变化率在变化率阈值之上并且变化的方向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生成指示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。

[0178] 处理模块1400也可以使用基于电压与电流之间的相位差计算的功率因数。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何时由于积聚的霜而被阻塞。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。

[0179] 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、液体管线入口温度、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测。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的不同的问题可以导致负载变化。

[0180] 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开启另一部件。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,可以指示热表面点火器的工作开始。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,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。

[0181] 在图5A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,由处理模块1400接收电流消耗数据并且记录基线电流消耗数据。这可以在新的监测系统的委任期间发生,该新的监测系统可以在新的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周时间段内接收电流消耗数据。在预定的初始化时段期间,对电流消耗数据进行分析以建立HVAC系统的平均电流消耗。

[0182] 处理模块1400基于平均电流消耗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电流消耗,并且相对于基

线设置初始阈值。该技术在1108处继续,在1108处从包括例如冷凝监测模块316和空气处理器监测模块322的本地装置接收所测量的电流消耗数据。该技术在1112处继续,在1112处,在远程监测系统处,由处理模块1400分析数据。

[0183] 在1116处,处理模块1400确定所测量的电流消耗数据是否偏离基线。如果为否,则处理模块1400返回到1108并继续接收所测量的电流消耗数据。如果为是,则处理模块1400在1120处继续。在1120处,处理模块1400确定与基线的偏差是否是电流消耗的突然变化。处理模块1400对当前电流消耗数据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对当前数据与在先前连续5天接收的数据集进行比较。应理解,处理模块1400可以被配置成对当前数据与在任何合适的时间段内的数据集进行比较。

[0184] 处理模块1400确定当前数据与先前接收的数据集中的每个之间的差异。然后,处理模块1400确定与先前接收的数据集和当前数据对应的趋势。当处理模块1400确定电流消耗数据逐渐变化(即,先前接收的数据和当前数据指示电流消耗逐渐增加或减少)时,处理模块1400在1128处继续。

[0185] 当处理模块1400确定与先前接收的数据相比当前数据突然变化(即,所确定的趋势指示在前5天内的稳定电流消耗,并且当前数据与前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风机108的电流消耗的变化。仅作为示例,客户可以更换HVAC系统内的空气过滤器。

[0186] 替换的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,替换的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,导致风机108消耗更多或更少的电流。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风机108的电流消耗的变化。

[0187] 在1124处,处理模块1400响应于电流消耗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数据对应的电流消耗,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。

[0188] 当在1120处偏差不是电流消耗的突然变化时,处理模块1400进行到1128。在1128处,处理模块1400确定是否所接收到的电流数据的变化率大于变化率阈值并且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上的变化率。

[0189] 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。

[0190] 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确定所接收到的数据指示风机108的电流消耗变化大于预定速率并且沿指示颗粒积聚在过滤器104上的方向时,处理模块1400行进到1140并且向客户发出指示客户更换空气过滤器的警报(如下所述)。

[0191] 以此方式,在当前数据指示变化率大于变化率阈值时,在1140处生成警报。应理

解,当前数据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不等待经过连续数天以向客户发出警报。

[0192] 在1132处,处理模块1400确定所测量的电流消耗数据(对于ECM电动机)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。可替代地,预定阈值可以是在1124处设置的经修改的阈值。在图5A所示的示例技术中,HVAC系统可以包括ECM电动机。在其他实现方式中,HVAC可以包括PSC电动机。当HVAC系统包括PSC电动机时,处理模块1400在1132处确定当前数据是否小于而不是大于预定阈值。

[0193] 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确定当前数据是否已经在阈值(在ECM电动机的情况下)之上持续两个或更多个连续时间段,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。

[0194] 在1140处,处理模块生成指示客户替换空气过滤器的警报。以此方式,在1136处,在当前数据大于阈值(在ECM电动机的情况下)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/或承包商。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,通过将阈值移动得更靠近基线来收紧阈值。然后,处理模块返回到1108。

[0195] 在图5B中,示出了用于修改电流消耗基线和阈值的技术。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接收电流消耗数据并且记录基线电流消耗数据。这可以在新的监测系统的委任期间发生,该新的监测系统可以在新的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周时间段内接收电流消耗数据。在预定的初始化时段期间,对电流消耗数据进行分析以建立HVAC系统的平均电流消耗。

[0196] 处理模块1400响应于平均电流消耗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电流消耗并且相对于基线设置初始阈值。在1208处,处理模块1400确定是否生成了指示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。

[0197] 在1212处,处理模块1400确定自上次过滤器更换以来的HVAC系统运行时间。例如,处理模块1400确定自上次过滤器更换以来经过的时间段。在1216处,处理模块1400响应于运行时间来修改阈值。例如,随着运行时间的增加,处理模块1400可以减小基线与阈值之间的差异。换言之,随着自上次过滤器更换以来经过更多的时间,可以将阈值修改成变得更接近基线,因此,系统使得与风机108的电流消耗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。

[0198] 在1220处,处理模块1400响应于所生成的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。

[0199] 在1224处,处理模块1140从本地装置仅作为示例如冷凝监测模块204和空气处理器监测模块200接收电流消耗数据。该技术在1228处继续,在1228处,在远程监测系统处,由处理模块1400分析数据。

[0200] 在1232处,处理模块1400确定偏差是否是电流消耗的突然变化,如上所述参照图5A的附图标记1120。当处理模块1400确定电流消耗数据逐渐变化(即,先前接收的数据和当前数据指示电流消耗的逐渐增加或减少)时,处理模块1400在1240处继续。

[0201] 当处理模块1400确定与先前接收的数据相比当前数据突然变化(即,所确定的趋势指示在前5天内的稳定电流消耗,并且当前数据与前5天不同)时,处理模块1400在1236处继续。在1236处,处理模块1400响应于电流消耗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数据对应的电流消耗,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。

[0202] 在1240处,处理模块1400确定是否所接收到的电流数据的变化率大于变化率阈值并且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5A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。

[0203] 在1244处,处理模块1400对于ECM电动机确定所接收到的数据是否大于经修改的阈值。在示例技术中,HVAC系统可以包括ECM电动机,然而,在其他实现方式中,HVAC可以包括PSC电动机。当HVAC系统包括PSC电动机时,在1244处,处理模块1400替代地确定当前数据是否小于预定阈值。

[0204] 在1244处,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。紧急警报可以指示客户替换空气过滤器并且指示更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。

[0205] 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,但是由于其他修改将根据对附图、说明书和所附权利要求的研究而变得明显,因此本公开的真实范围不应被如此限制。如本文所使用的那样,短语A、B和C中的至少一者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。

[0206] 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/数字离散电路;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。

[0207] 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”包括执行多个模块中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。

[0208] 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多个处理器执行的一个或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的指令。计算机程序还可以包括和/或依赖所存储的数据。

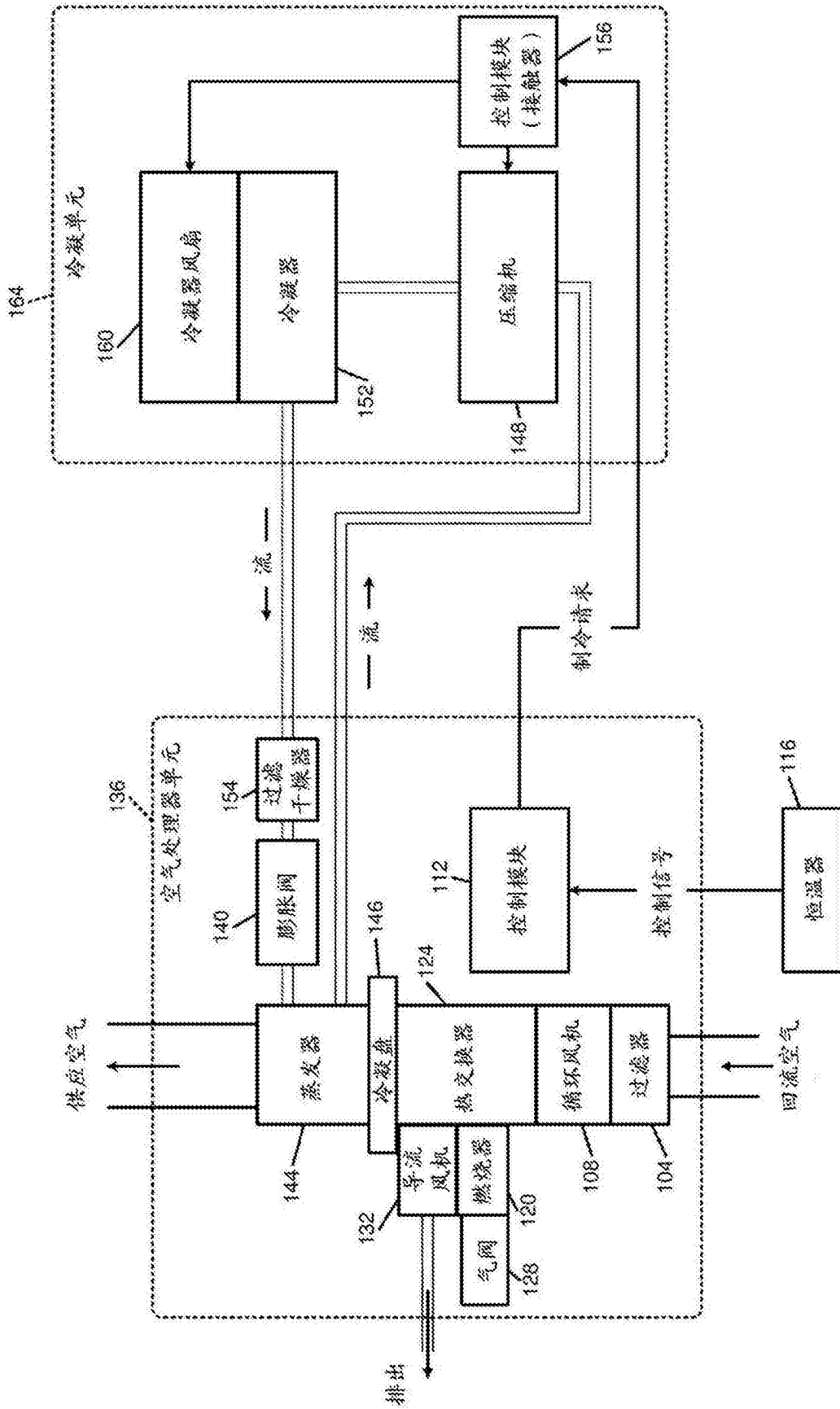


图1现有技术

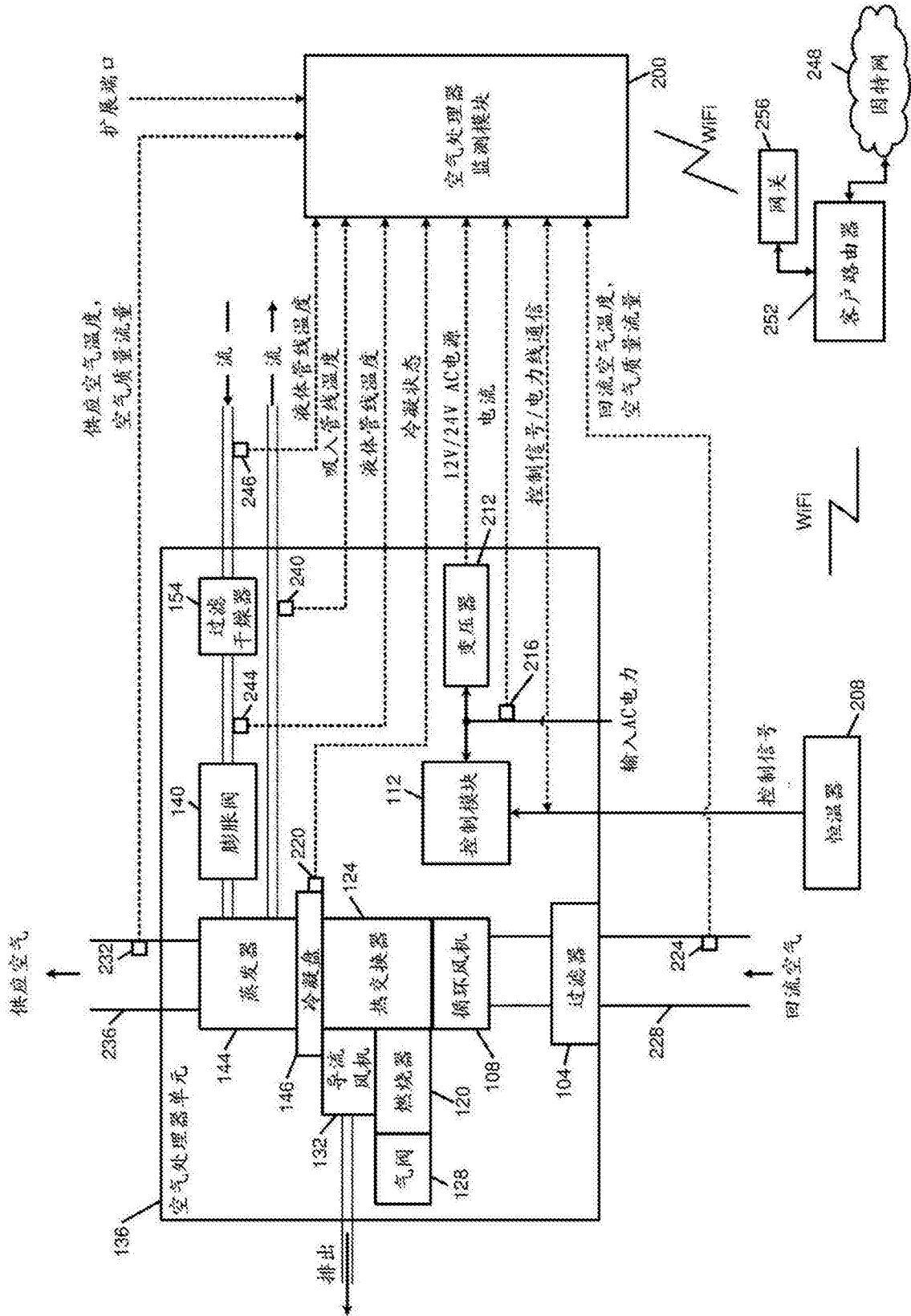


图2A

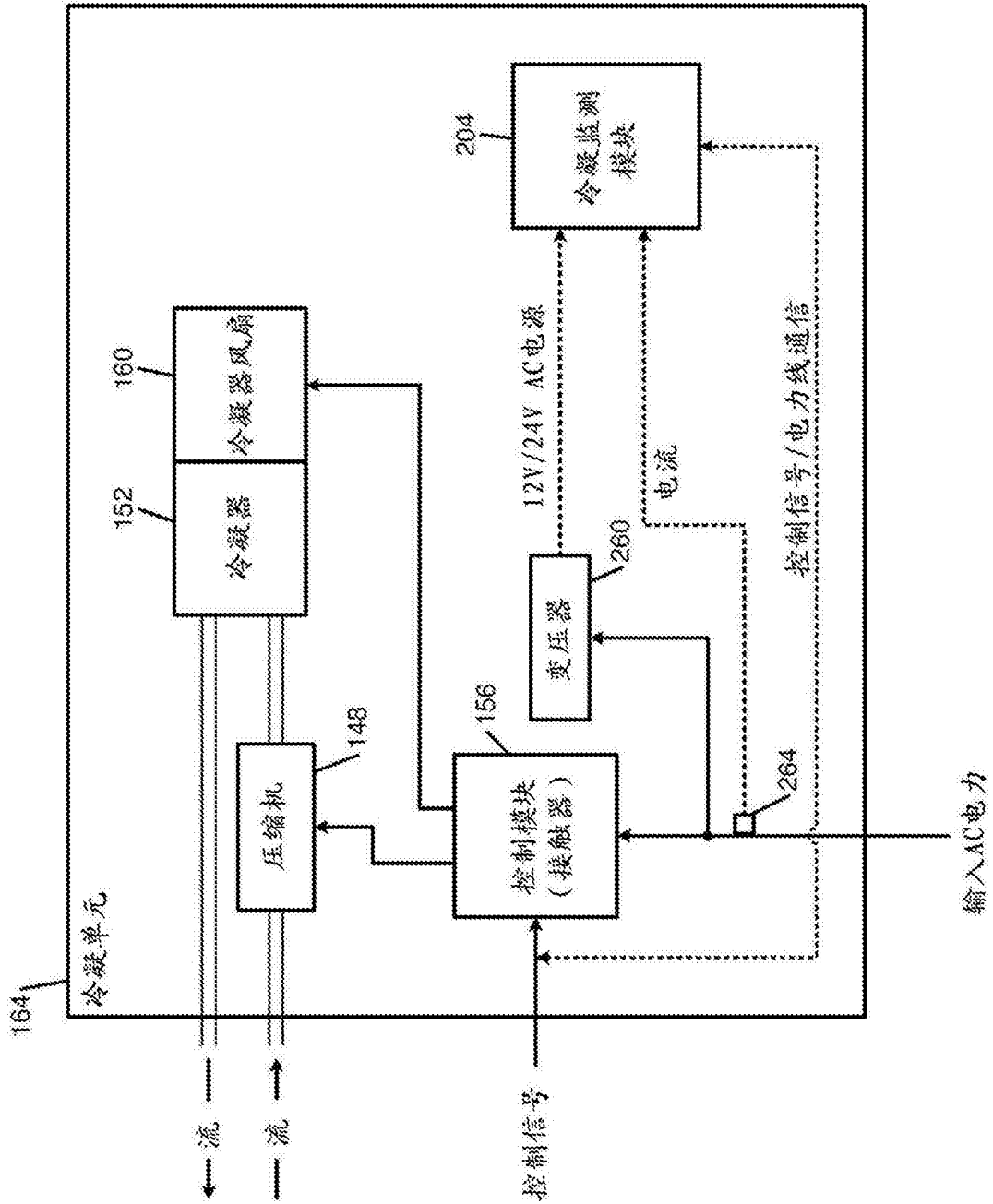


图2B

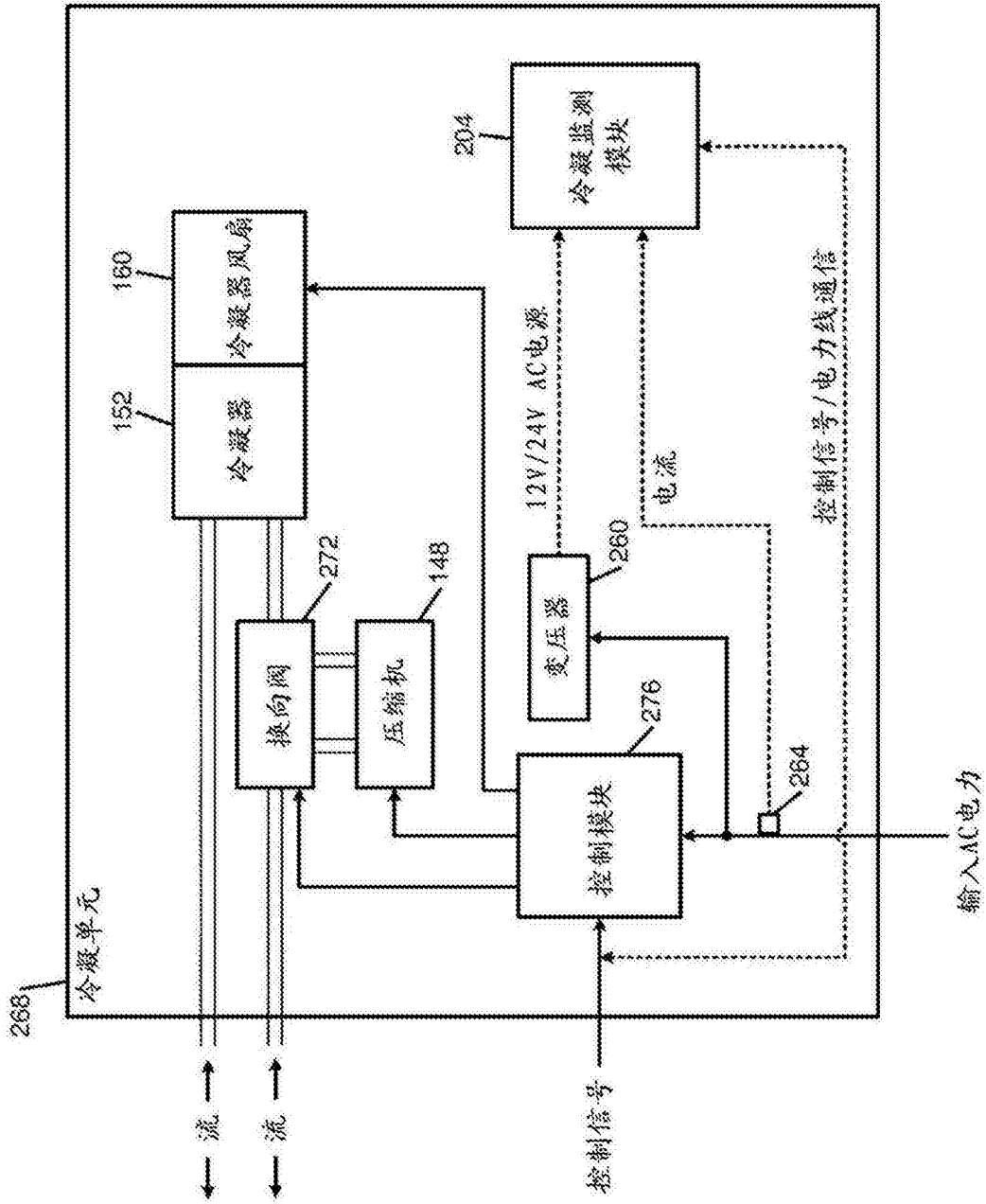


图2C

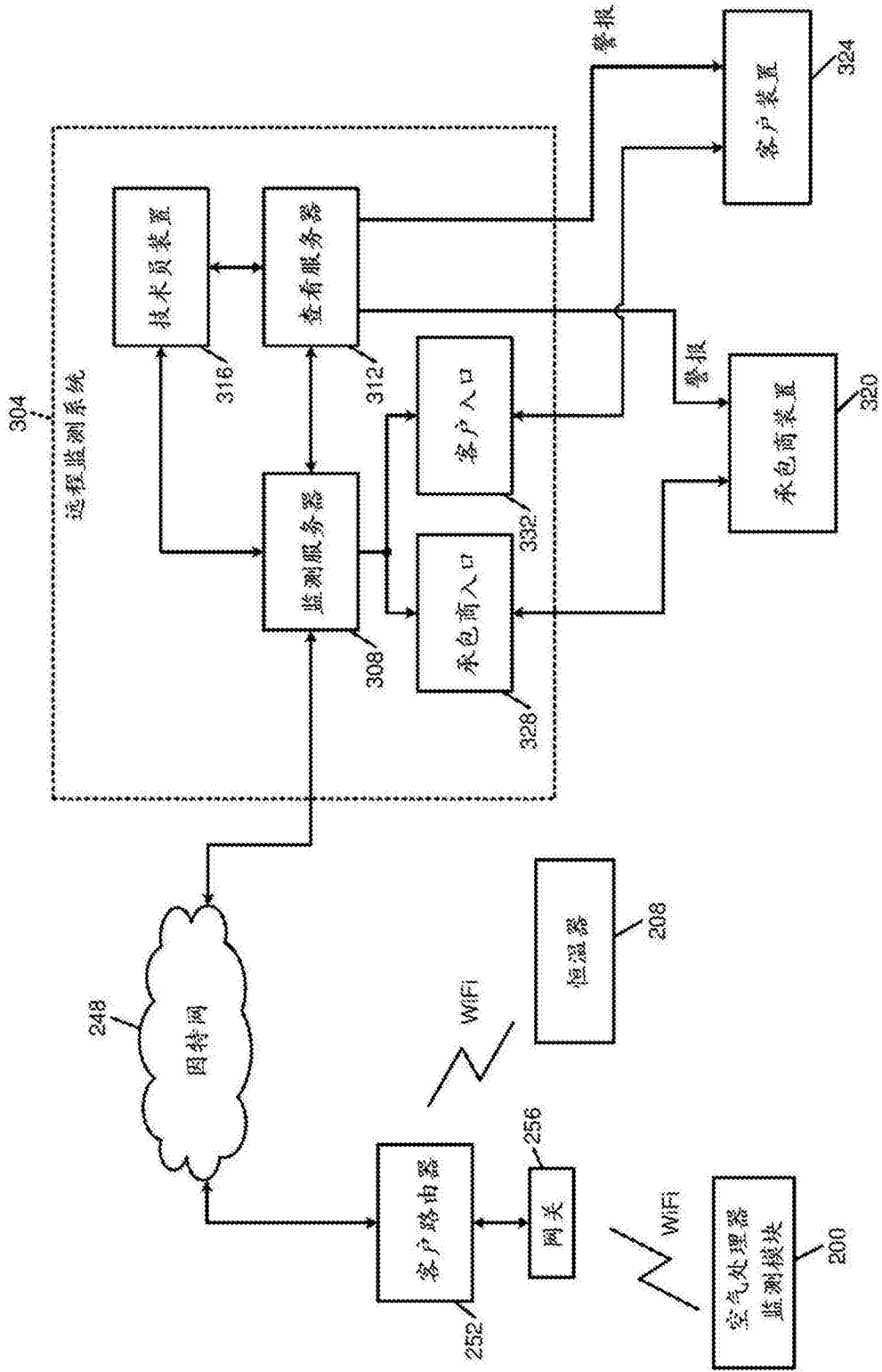


图3A

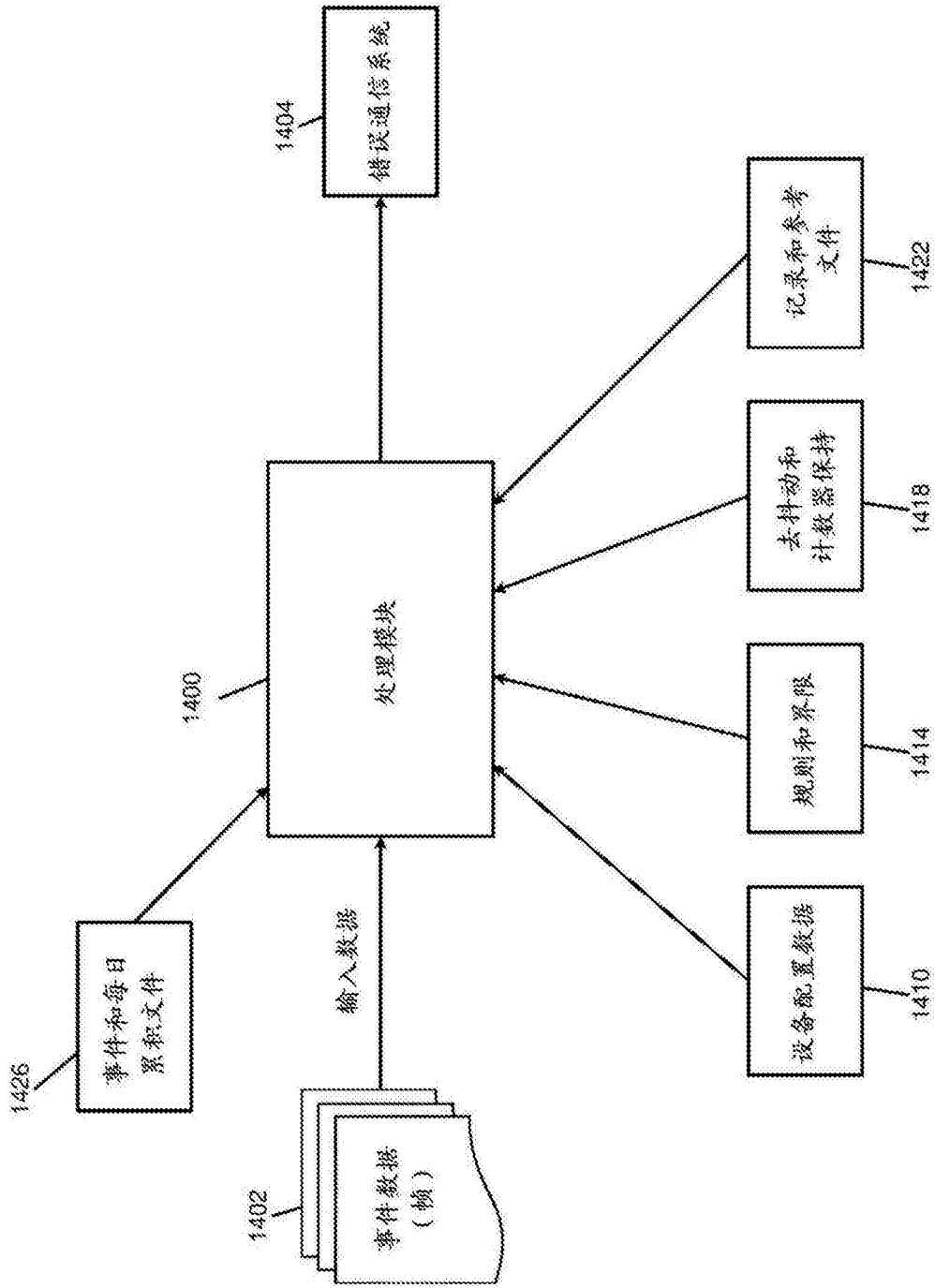


图3B

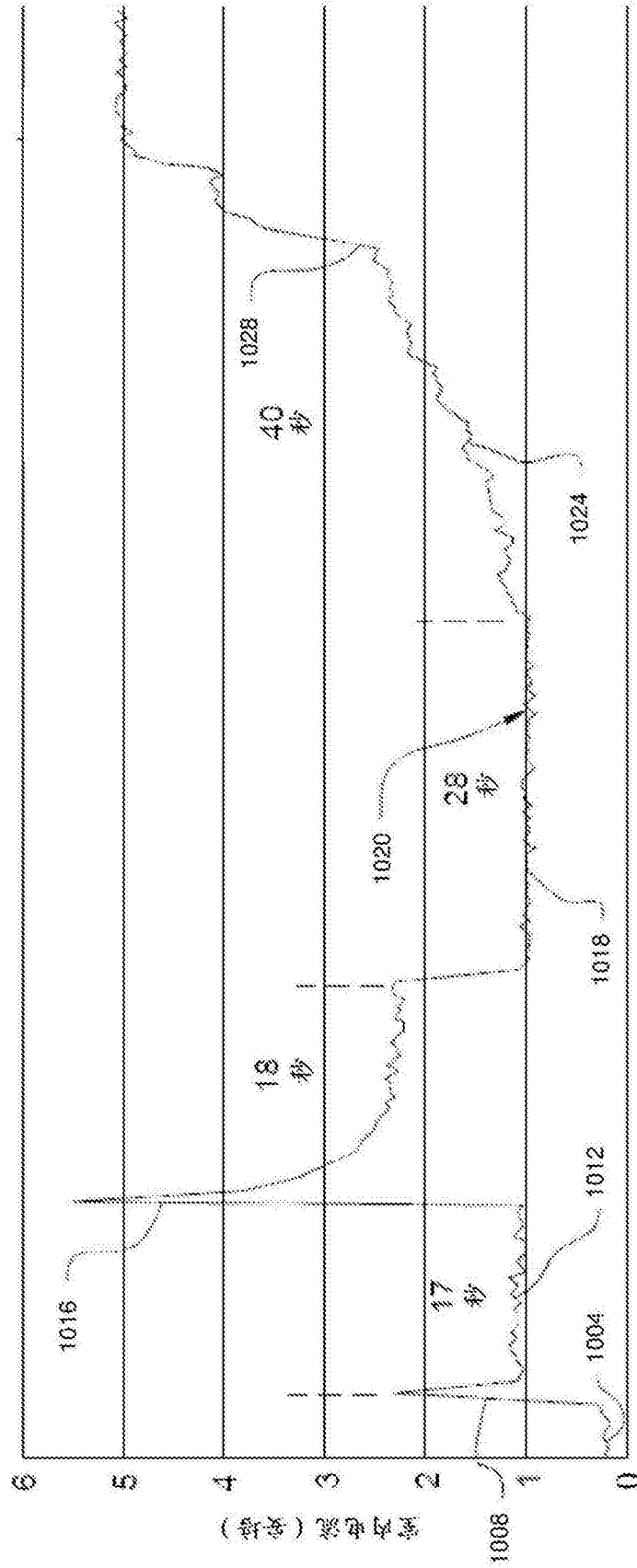


图4

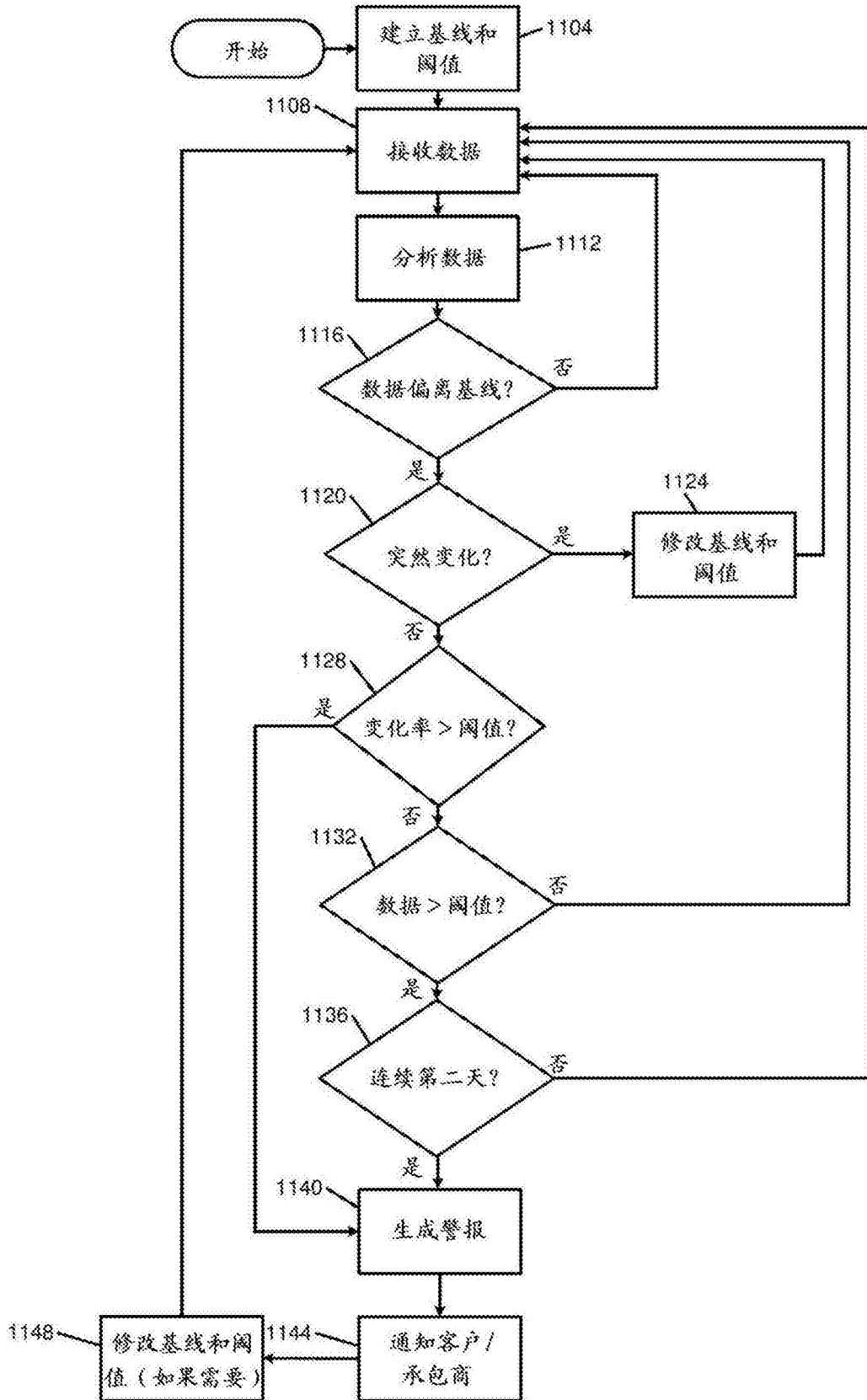


图5A

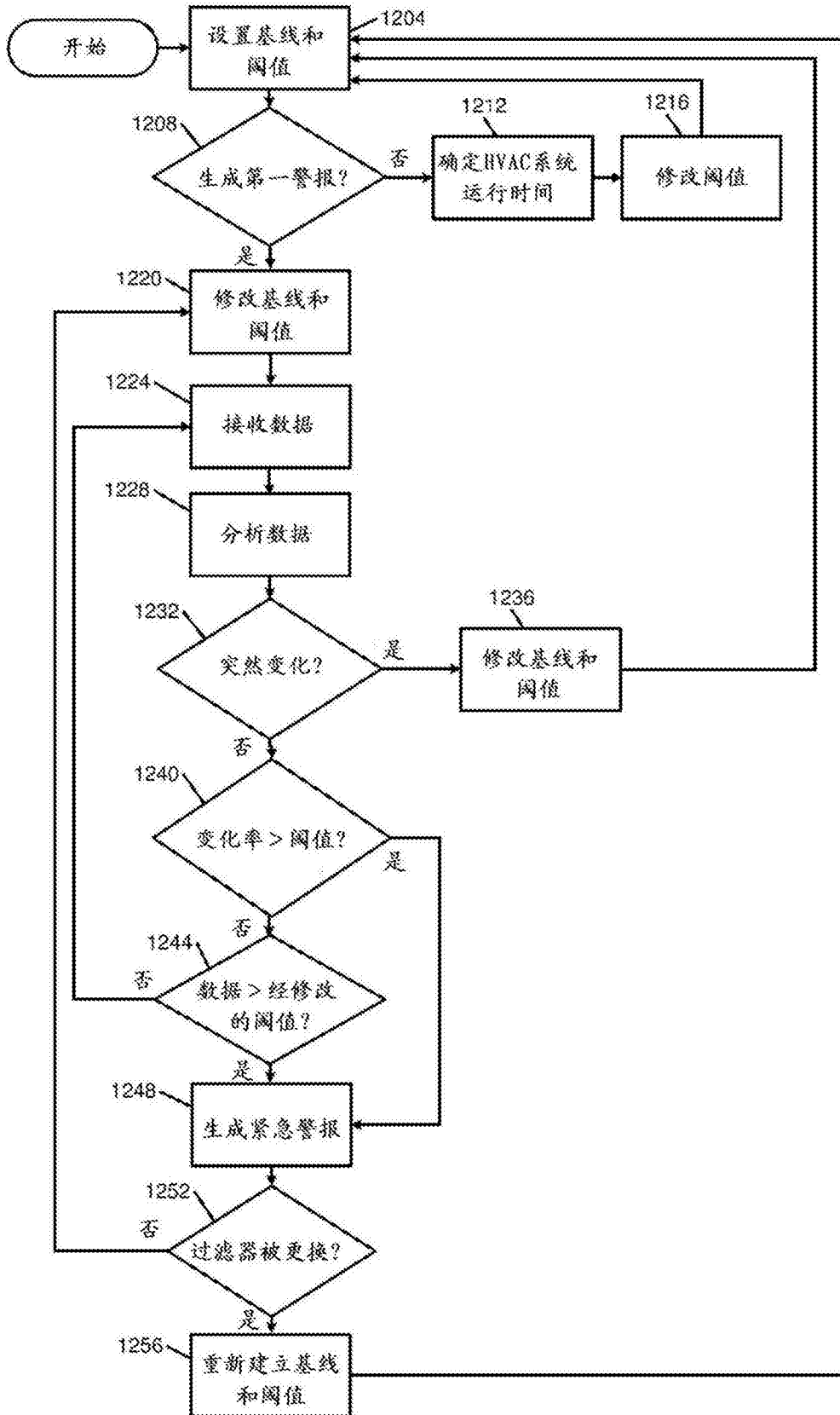


图5B

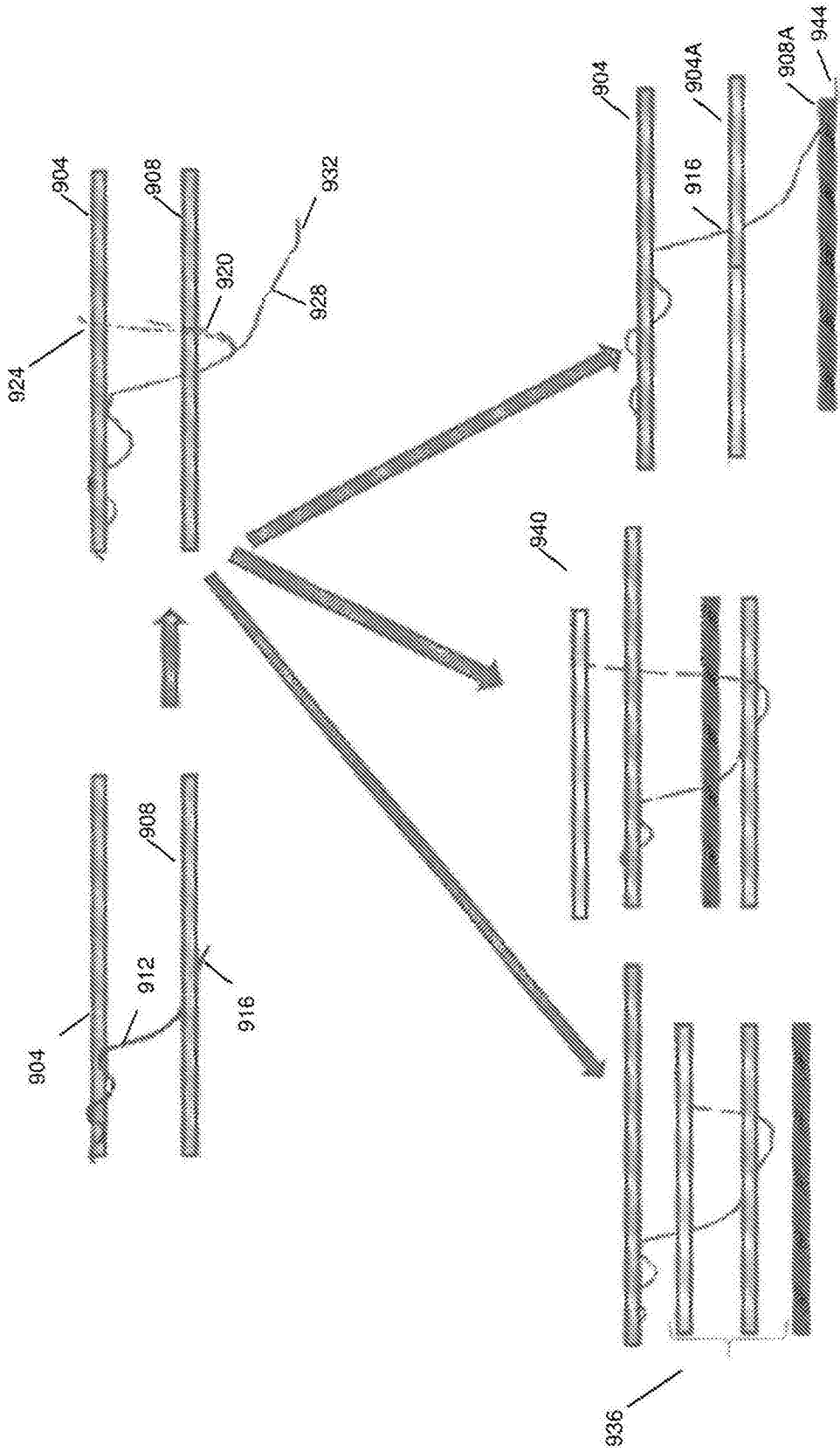


图6

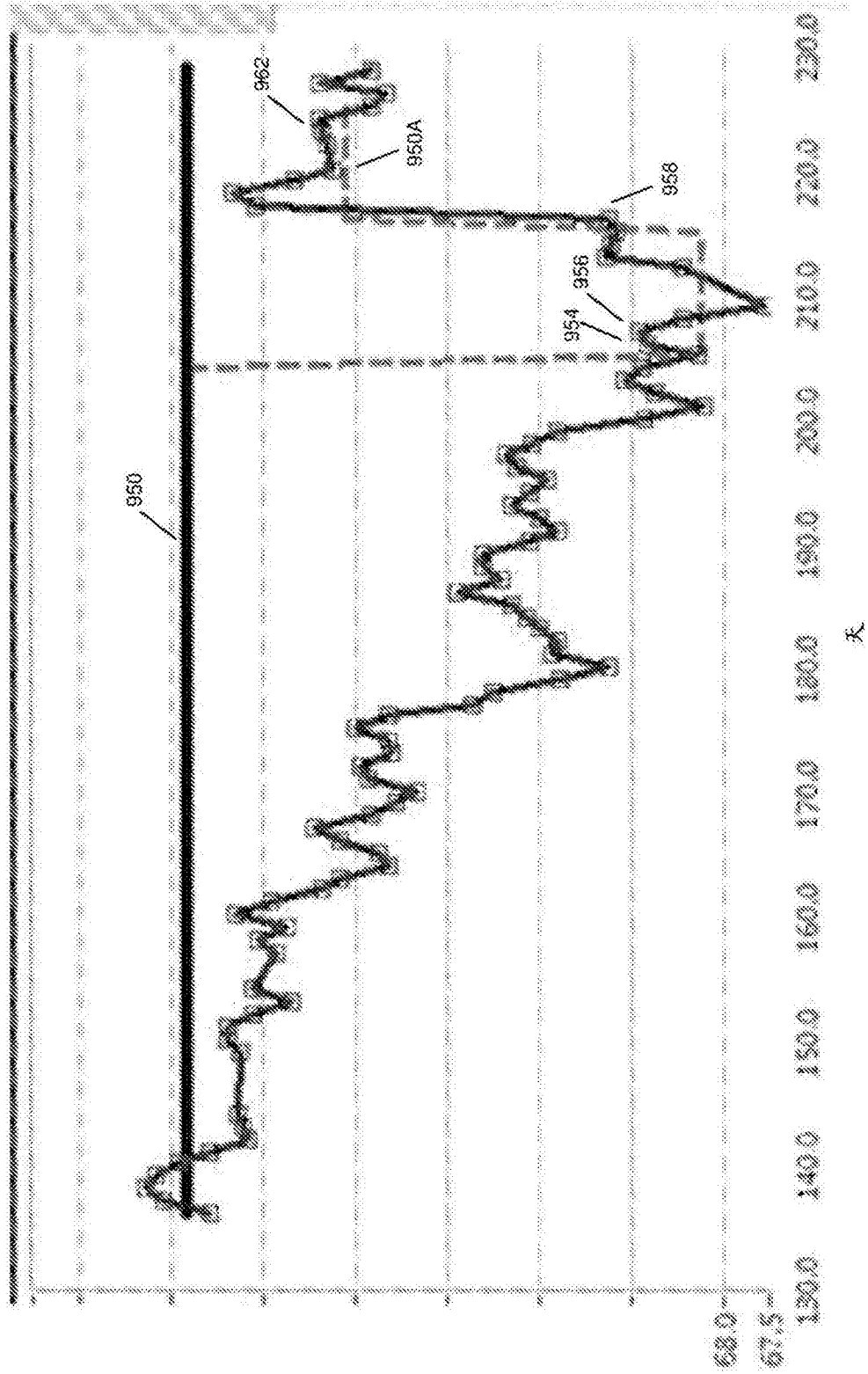


图7

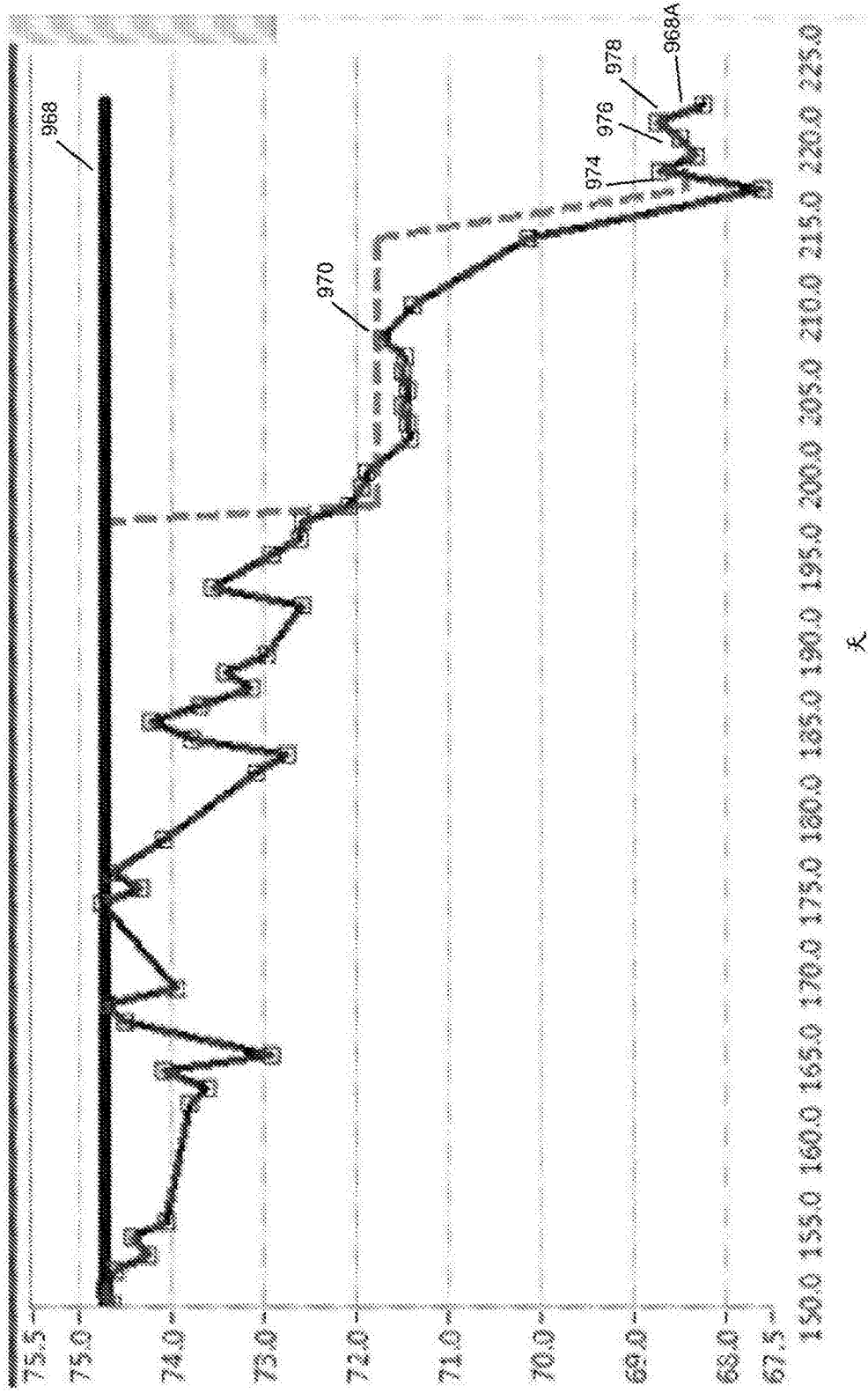


图8