



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106461294 B

(45)授权公告日 2019.06.07

(21)申请号 201580023901.5
 (22)申请日 2015.05.06
 (65)同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 106461294 A
 (43)申请公布日 2017.02.22
 (30)优先权数据
 61/989,758 2014.05.07 US
 (85)PCT国际申请进入国家阶段日
 2016.11.07
 (86)PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2015/029509 2015.05.06
 (87)PCT国际申请的公布数据
 W02015/171796 EN 2015.11.12
 (73)专利权人 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 黄霖 潘炜

(51)Int.Cl.
 F24F 11/32(2018.01)
 G01K 13/00(2006.01)
 G01M 99/00(2011.01)
 F24F 3/044(2006.01)
 F24F 11/52(2018.01)
 F24F 11/30(2018.01)
 G01K 17/08(2006.01)
 G01R 21/00(2006.01)
 F24F 130/00(2018.01)
 F24F 130/10(2018.01)
 F24F 110/10(2018.01)
 F24F 140/60(2018.01)
 F24F 110/00(2018.01)
 F24F 140/50(2018.01)

(56)对比文件
 CN 1752624 A, 2006.03.29,
 CN 101616022 A, 2009.12.30,
 CN 1910528 A, 2007.02.07,
 JP 特許第5597669 B2, 2014.10.01,
 审查员 李鑫慧

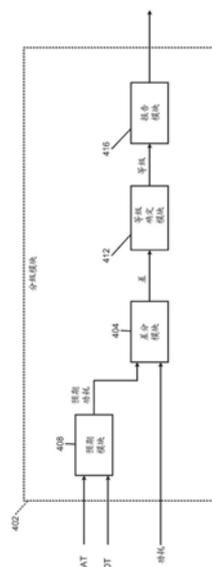
权利要求书7页 说明书28页 附图21页

(54)发明名称

热泵和空气调节分级系统及方法

(57)摘要

预期模块根据预定时段期间建筑物的室内温度和室外温度确定预定时段的热泵的预期平均功耗。差分模块确定预定时段期间热泵的平均功耗与预期时段的热泵的预期平均功耗之间的功率差。等级确定模块基于预定时段的功率差来确定预定时段的热泵的等级。报告模块生成包括预定时段的热泵的等级的可显示报告。



1. 一种分级系统,包括:

预期模块,所述预期模块根据预定时段期间建筑物的室内温度和室外温度确定所述预定时段的所述建筑物的热泵的预期平均功耗;

差分模块,所述差分模块确定所述预定时段期间所述热泵的平均功耗与所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗之间的功率差;

调整模块,所述调整模块基于所述预定时段的所述功率差来确定所述预定时段的经调整的功率差;

等级确定模块,所述等级确定模块基于所述预定时段的所述经调整的功率差来确定所述预定时段的所述热泵的等级;以及

报告模块,所述报告模块生成包括所述预定时段的所述热泵的所述等级的可显示报告。

2. 根据权利要求1所述的分级系统,其中,所述预期模块使用将室内温度和室外温度与所述热泵的预期平均功耗相关联的映射来确定所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗。

3. 根据权利要求1所述的分级系统,其中,所述预期模块根据(i)所述预定时段期间测量的多个室内空气温度的平均以及(ii)所述预定时段期间测量的多个室外空气温度的平均确定所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗。

4. 根据权利要求1所述的分级系统,其中,所述等级确定模块基于100减去所述预定时段的所述经调整的功率差的绝对值来设定所述预定时段的所述热泵的所述等级。

5. 根据权利要求1所述的分级系统,其中:

当所述预定时段期间所述热泵的所述平均功耗大于所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗时,所述调整模块基于第一预定增益与所述预定时段的所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差;以及

当所述预定时段期间所述热泵的所述平均功耗小于所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗时,所述调整模块基于第二预定增益与所述预定时段的所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差。

6. 根据权利要求5所述的分级系统,其中,所述第一预定增益为大于所述第二预定增益和小于所述第二预定增益之一。

7. 根据权利要求1所述的分级系统,其中,所述等级确定模块进一步基于所述预定时段的温度范围和所述预定时段的回流空气温度与所述预定时段的供应空气温度之间的温差的比较来确定所述预定时段的所述热泵的所述等级。

8. 根据权利要求7所述的分级系统,还包括范围模块,所述范围模块基于所述预定时段期间所述建筑物的所述室外温度来设定所述预定时段的所述温度范围。

9. 根据权利要求7所述的分级系统,其中:

当所述温差大于所述温度范围的上界限时,所述等级确定模块降低所述预定时段的所述热泵的所述等级;以及

当所述温差小于所述温度范围的下界限时,所述等级确定模块降低所述预定时段的所述热泵的所述等级。

10. 一种分级方法,包括:

根据预定时段期间建筑物的室内温度和室外温度确定所述预定时段 of 所述建筑物的热泵的预期平均功耗；

确定所述预定时段期间所述热泵的平均功耗与所述预定时段 of 所述热泵的所述预期平均功耗之间的功率差；

基于所述预定时段 of 所述功率差来确定所述预定时段 of 经调整的功率差；

基于所述预定时段 of 所述经调整的功率差来确定所述预定时段 of 所述热泵的等级；以及

生成用于显示在显示器上的报告，所述报告包括所述预定时段 of 所述热泵的所述等级。

11. 根据权利要求10所述的分级方法，还包括：使用将室内温度和室外温度与所述热泵的预期平均功耗相关联的映射来确定所述预定时段 of 所述热泵的所述预期平均功耗。

12. 根据权利要求10所述的分级方法，还包括：根据 (i) 所述预定时段期间测量的多个室内空气温度的平均以及 (ii) 所述预定时段期间测量的多个室外空气温度的平均确定所述预定时段 of 所述热泵的所述预期平均功耗。

13. 根据权利要求10所述的分级方法，还包括：基于100减去所述预定时段 of 所述经调整的功率差的绝对值来设定所述预定时段 of 所述热泵的所述等级。

14. 根据权利要求10所述的分级方法，还包括：

当所述预定时段期间所述热泵的所述平均功耗大于所述预定时段 of 所述热泵的所述预期平均功耗时，基于第一预定增益和所述预定时段 of 所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差；以及

当所述预定时段期间所述热泵的所述平均功耗小于所述预定时段 of 所述热泵的所述预期平均功耗时，基于第二预定增益和所述预定时段 of 所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差。

15. 根据权利要求14所述的分级方法，其中，所述第一预定增益为大于所述第二预定增益和小于所述第二预定增益之一。

16. 根据权利要求10所述的分级方法，还包括：进一步基于所述预定时段 of 温度范围和所述预定时段 of 回流空气温度与所述预定时段 of 供应空气温度之间的温差的比较来确定所述预定时段 of 所述热泵的所述等级。

17. 根据权利要求16所述的分级方法，还包括：基于所述预定时段期间所述建筑物的所述室外温度来设定所述预定时段 of 所述温度范围。

18. 根据权利要求16所述的分级方法，还包括：

当所述温差大于所述温度范围的上边界时，降低所述预定时段 of 所述热泵的所述等级；以及

当所述温差小于所述温度范围的下边界时，降低所述预定时段 of 所述热泵的所述等级。

19. 一种分级系统，包括：

差分模块，所述差分模块确定预定时段期间建筑物的热泵的实际平均功耗与所述预定时段 of 所述热泵的预期平均功耗之间的功率差；

容量模块，所述容量模块基于所述功率差、所述预定时段期间所述热泵的差异温度、所

述预定时段期间所述热泵的液体温度、所述预定时段期间所述热泵的回流空气温度、以及所述预定时段期间所述热泵的排出温度来确定所述预定时段期间所述热泵的容量分数；

气流模块，所述气流模块基于所述功率差、所述预定时段期间所述差异温度、所述预定时段期间所述液体温度、所述预定时段期间所述回流空气温度、以及所述预定时段期间所述排出温度来确定所述预定时段期间所述热泵的气流分数；

等级确定模块，所述等级确定模块根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数来确定所述预定时段的所述热泵的等级；以及

报告模块，所述报告模块生成包括所述预定时段的所述热泵的所述等级的可显示报告。

20. 根据权利要求19所述的分级系统，还包括：

参考模块，所述参考模块基于所述预定时段期间的室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的至少一个参考温度，

其中，所述容量模块进一步基于所述预定时段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定所述容量分数。

21. 根据权利要求20所述的分级系统，其中，所述容量模块基于下述项来确定所述预定时段期间所述热泵的所述容量分数：

所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差；以及

所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

22. 根据权利要求21所述的分级系统，其中：

所述参考模块基于所述预定时段期间所述室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度，

其中，所述容量模块根据 (a) 所述差异温度与 (b) 所述第一参考温度之间的第三差、(a) 所述第一差与 (b) 所述第二参考温度之间的第四差、以及 (a) 所述第二差与 (b) 所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时段期间所述热泵的所述容量分数。

23. 根据权利要求19所述的分级系统，还包括：

参考模块，所述参考模块基于所述预定时段期间的室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的至少一个参考温度，

其中，所述气流模块进一步基于所述预定时段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定所述气流分数。

24. 根据权利要求23所述的分级系统，其中，所述气流模块基于下述项来确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数：

所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差；以及

所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

25. 根据权利要求24所述的分级系统，其中：

所述参考模块基于所述预定时段期间所述室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度；以及

所述气流模块根据 (a) 所述差异温度与 (b) 所述第一参考温度之间的第三差、(a) 所述第一差与 (b) 所述第二参考温度之间的第四差、以及 (a) 所述第二差与 (b) 所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数。

26. 根据权利要求19所述的分级系统,其中,所述等级确定模块基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数来设定所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

27. 根据权利要求19所述的分级系统,还包括预期模块,所述预期模块根据所述预定时间段期间所述建筑物的室外温度确定所述预定时间段的所述建筑物的所述热泵的所述预期平均功耗。

28. 一种分级方法,包括:

确定预定时间段期间建筑物的热泵的实际平均功耗与所述预定时间段的所述热泵的预期平均功耗之间的功率差;

基于所述功率差、所述预定时间段期间所述热泵的差异温度、所述预定时间段期间所述热泵的液体温度、所述预定时间段期间所述热泵的回流空气温度、以及所述预定时间段期间所述热泵的排出温度来确定所述预定时间段期间所述热泵的容量分数;以及

基于所述功率差、所述预定时间段期间所述差异温度、所述预定时间段期间所述液体温度、所述预定时间段期间所述回流空气温度、以及所述预定时间段期间所述排出温度来确定所述预定时间段期间所述热泵的气流分数;

根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数来确定所述预定时间段的所述热泵的等级;以及

生成包括所述预定时间段的所述热泵的所述等级的可显示报告。

29. 根据权利要求28所述的分级方法,还包括:

基于所述预定时间段期间的室外环境温度来确定所述预定时间段期间所述热泵的至少一个参考温度;以及

进一步基于所述预定时间段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定所述容量分数。

30. 根据权利要求29所述的分级方法,其中,确定所述预定时间段期间所述热泵的所述容量分数包括基于下述项来确定所述预定时间段期间所述热泵的所述容量分数:

所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差;以及

所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

31. 根据权利要求30所述的分级方法,其中:

确定至少一个参考温度包括:基于所述预定时间段期间所述室外环境温度来确定所述预定时间段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度;以及

确定所述预定时间段期间所述热泵的所述容量分数包括:根据(a)所述差异温度与(b)所述第一参考温度之间的第三差、(a)所述第一差与(b)所述第二参考温度之间的第四差、以及(a)所述第二差与(b)所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时间段期间所述热泵的所述容量分数。

32. 根据权利要求28所述的分级方法,还包括:

基于所述预定时间段期间的室外环境温度来确定所述预定时间段期间所述热泵的至少一个参考温度;以及

进一步基于所述预定时间段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定所述气流分数。

33. 根据权利要求32所述的分级方法,其中,确定所述预定时间段期间所述热泵的所述气

流分数包括基于下述项来确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数：

所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差；以及
所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

34. 根据权利要求33所述的分级方法，其中：

确定至少一个参考温度包括：基于所述预定时段期间所述室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度；以及

确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数包括：根据 (a) 所述差异温度与 (b) 所述第一参考温度之间的第三差、(a) 所述第一差与 (b) 所述第二参考温度之间的第四差、以及 (a) 所述第二差与 (b) 所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数。

35. 根据权利要求28所述的分级方法，其中，确定所述热泵的所述等级包括：基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数来设定所述预定时段的所述热泵的所述等级。

36. 根据权利要求28所述的分级方法，还包括：根据所述预定时段期间所述建筑物的室外温度确定所述预定时段的所述建筑物的所述热泵的所述预期平均功耗。

37. 一种分级系统，包括：

差分模块，所述差分模块确定预定时段期间建筑物的空气调节系统的实际平均功耗与所述预定时段的所述空气调节系统的预期平均功耗之间的功率差；

容量模块，所述容量模块基于所述预定时段期间所述空气调节系统开启的时段、所述预定时段期间所述空气调节系统的吸入温度、所述预定时段期间所述空气调节系统的差异温度、以及所述预定时段期间所述空气调节系统的实际平均功耗来确定所述预定时段期间所述空气调节系统的容量分数；

气流模块，所述气流模块基于所述预定时段期间所述空气调节系统开启的所述时段、所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度、所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度、以及所述预定时段期间所述空气调节系统的室内部分的功耗来确定所述预定时段期间所述空气调节系统的气流分数；

等级确定模块，所述等级确定模块根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数来确定所述预定时段的所述空气调节系统的等级；以及

报告模块，所述报告模块生成包括所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级的可显示报告。

38. 根据权利要求37所述的分级系统，还包括：

双级模块，所述双级模块根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述预定时段期间所述空气调节系统以单级模式操作的时段、所述预定时段期间所述空气调节系统以双级模式操作的第二时段确定所述预定时段期间所述空气调节系统的双级分数，

其中，所述等级确定模块进一步基于所述双级分数确定所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级。

39. 根据权利要求38所述的分级系统，其中，所述等级确定模块基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数减去所述双级分数来设定所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级。

40. 根据权利要求37所述的分级系统,其中,所述容量模块:

根据所述预定时段期间所述空气调节系统开启的所述时段确定第一值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度确定第二值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度确定第三值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述实际平均功耗确定第四值;以及

基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值来确定所述容量分数。

41. 根据权利要求40所述的分级系统,其中,所述容量模块将所述容量分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

42. 根据权利要求37所述的分级系统,其中,所述气流模块:

根据所述预定时段期间所述空气调节系统开启的所述时段确定第一值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度确定第二值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度确定第三值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述室内部分的所述功耗确定第四值;以

及

基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值确定所述气流分数。

43. 根据权利要求42所述的分级系统,其中,所述气流模块将所述气流分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

44. 根据权利要求37所述的分级系统,其中,所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度是所述预定时段期间所述空气调节系统的多个吸入温度的平均,以及,所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度是所述预定时段期间所述空气调节系统的多个差异温度的平均。

45. 根据权利要求37所述的分级系统,还包括预期模块,所述预期模块根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述空气调节系统的吨位定额、以及所述空气调节系统的季节能效比(SEER)确定所述预定时段的所述建筑物的所述空气调节系统的所述预期平均功耗。

46. 一种分级方法,包括:

确定预定时段期间建筑物的空气调节系统的实际平均功耗与所述预定时段的所述空气调节系统的预期平均功耗之间的功率差;

基于所述预定时段期间所述空气调节系统开启的时段、所述预定时段期间所述空气调节系统的吸入温度、所述预定时段期间所述空气调节系统的差异温度、以及所述预定时段期间所述空气调节系统的实际平均功耗来确定所述预定时段期间所述空气调节系统的容量分数;

基于所述预定时段期间所述空气调节系统开启的所述时段、所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度、所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度、以及所述预定时段期间所述空气调节系统的室内部分的功耗来确定所述预定时段期间所述空气调节系统的气流分数;

根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数来确定所述预定时段的所述空气调节系统的等级;以及

生成包括所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级的可显示报告。

47. 根据权利要求46所述的分级方法,还包括:

根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述预定时段期间所述空气调节系统以单级模式操作的时段、以及所述预定时段期间所述空气调节系统以双级模式操作的第二时段确定所述预定时段期间所述空气调节系统的双级分数；以及

进一步基于所述双级分数确定所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级。

48. 根据权利要求47所述的分级方法, 其中, 确定所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级包括: 基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数减去所述双级分数来设定所述预定时段的所述空气调节系统的所述等级。

49. 根据权利要求46所述的分级方法, 还包括:

根据所述预定时段期间所述空气调节系统开启的所述时段确定第一值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度确定第二值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度确定第三值; 以及

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述实际平均功耗确定第四值,

其中, 确定所述容量分数包括: 基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值确定所述容量分数。

50. 根据权利要求49所述的分级方法, 其中, 确定所述容量分数包括: 将所述容量分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

51. 根据权利要求46所述的分级方法, 还包括:

根据所述预定时段期间所述空气调节系统开启的所述时段确定第一值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度确定第二值;

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度确定第三值; 以及

根据所述预定时段期间所述空气调节系统的所述室内部分的所述功耗确定第四值,

其中, 确定所述气流分数包括: 基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值来确定所述气流分数。

52. 根据权利要求51所述的分级方法, 其中, 确定所述气流分数包括: 将所述气流分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

53. 根据权利要求46所述的分级方法, 其中, 所述预定时段期间所述空气调节系统的所述吸入温度是所述预定时段期间所述空气调节系统的多个吸入温度的平均, 以及, 所述预定时段期间所述空气调节系统的所述差异温度是所述预定时段期间所述空气调节系统的多个差异温度的平均。

54. 根据权利要求46所述的分级方法, 还包括: 根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述空气调节系统的吨位定额、以及所述空气调节系统的季节能效比 (SEER) 确定所述预定时段的所述建筑物的所述空气调节系统的所述预期平均功耗。

热泵和空气调节分级系统及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年5月6日提交的第14/705,340号美国实用性申请的优先权并且还要求于2014年5月7日提交的第61/989,758号美国临时申请的权益。以上所引用的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的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另外方式限定作为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,例如温度和湿度。用于环境参数的目标值(例如,温度设定点)可以由建筑物的用户或者拥有者(例如,在建筑物中工作的雇员或者房主)指定。

[0006] 在图1中,示出了示例性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。回流空气通过循环风机108经由过滤器104从建筑物吸入。也被称为风扇的循环风机108受控制模块112的控制。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可以计入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/冷却请求时接通(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在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,可以使用在点燃燃烧器120中在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。用于燃烧的燃料(例如,天然气)可以通过气阀128提供。

[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,燃烧产物可能不足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和冷凝盘146。在各种实现方式中,空气处理器单元136代替或者附加于燃烧器120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辅助热。

[0012] 在图1中,HVAC系统包括分体式空调系统。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,其被泻放出或泵出。

[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和冷凝器风扇160通常位于建筑物的外部、经常位于单个冷凝单元164中。

[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、起动电容器和接触器或继电器。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别的制冷请求。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伏控制线控制接触器的操作。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送达时,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] 对在冷凝单元164和空气处理器单元136中的部件操作的监测已经通常由测量分别关于各个部件的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通过电动机汲取的电流,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过高。

发明内容

[0017] 在一个特征方面,公开了一种分级系统。预期模块根据预定时段期间建筑物的室内温度和室外温度确定所述预定时段的所述建筑物的热泵的预期平均功耗。差分模块确定所述预定时段期间所述热泵的平均功耗与所述预定时段的所述热泵的预期功耗之间的功率差。等级确定模块基于所述预定时段的所述功率差来确定所述预定时段的所述热泵的等级。报告模块生成包括所述预定时段的所述热泵的所述等级的可显示报告。

[0018] 在一个特征方面,所述预期模块使用将室内温度和室外温度与所述热泵的预期平均功耗相关联的映射来确定所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗。

[0019] 在一个特征方面,所述预期模块根据(i)所述预定时段期间测量的多个室内空气温度的平均以及(ii)所述预定时段期间测量的多个室外空气温度的平均确定所述预定时段的所述热泵的所述预期平均功耗。

[0020] 在一个特征方面,所述等级确定模块基于100减去所述预定时间段的所述功率差的绝对值来设定所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0021] 在一个特征方面,调整模块基于所述预定时间段的所述功率差来确定所述预定时间段的经调整的功率差,并且所述等级确定模块基于所述预定时间段的所述经调整的功率差来确定所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0022] 在一个特征方面:当所述预定时间段期间所述热泵的所述平均功耗大于所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗时,所述调整模块基于第一预定增益与所述预定时间段的所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差;以及,当所述预定时间段期间所述热泵的所述平均功耗小于所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗时,所述调整模块基于第二预定增益与所述预定时间段的所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差。

[0023] 在一个特征方面,所述第一预定增益为大于所述第二预定增益和小于所述第二预定增益之一。

[0024] 在一个特征方面,所述等级确定模块进一步基于所述预定时间段的温度范围和所述预定时间段的回流空气温度与所述预定时间段的供应空气温度之间的温差的比较来确定所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0025] 在一个特征方面,范围模块基于所述预定时间段期间所述建筑物的所述室外温度来设定所述预定时间段的所述温度范围。

[0026] 在一个特征方面:当所述温差大于所述温度范围的上界限时,所述等级确定模块降低所述预定时间段的所述热泵的所述等级;以及,当所述温差小于所述温度范围的下界限时,所述等级确定模块降低所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0027] 在一个特征方面,公开了一种分级方法。该分级方法包括:根据预定时间段期间建筑物的室内温度和室外温度确定所述预定时间段的所述建筑物的热泵的预期平均功耗;确定所述预定时间段期间所述热泵的平均功耗与所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗之间的功率差;基于所述预定时间段的所述功率差来确定所述预定时间段的所述热泵的等级;以及生成用于显示在显示器上的报告,所述报告包括所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0028] 在一个特征方面,该分级方法还包括:使用将室内温度和室外温度与所述热泵的预期平均功耗相关联的映射来确定所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗。

[0029] 在一个特征方面,该分级方法还包括:根据(i)所述预定时间段期间测量的多个室内空气温度的平均以及(ii)所述预定时间段期间测量的多个室外空气温度的平均确定所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗。

[0030] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于100减去所述预定时间段的所述功率差的绝对值来设定所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0031] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于所述预定时间段的所述功率差来确定所述预定时间段的经调整的功率差;以及基于所述预定时间段的所述经调整的功率差来确定所述预定时间段的所述热泵的所述等级。

[0032] 在一个特征方面,该分级方法还包括:当所述预定时间段期间所述热泵的所述平均功耗大于所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗时,基于第一预定增益和所述预定时间段的所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差;以及,当所述预定时间段期间所述热泵的所述平均功耗小于所述预定时间段的所述热泵的所述预期平均功耗时,基于第二预定增

益和所述预定时段 of 所述功率差的乘积来确定所述经调整的功率差。

[0033] 在一个特征方面,所述第一预定增益为大于所述第二预定增益和小于所述第二预定增益之一。

[0034] 在一个特征方面,该分级方法还包括:进一步基于所述预定时段 of 温度范围和所述预定时段 of 回流空气温度与 said 预定时段 of 供应空气温度之间的温差的比较来确定所述预定时段 of 所述热泵的所述等级。

[0035] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于所述预定时段期间所述建筑物的所述室外温度来设定所述预定时段 of 所述温度范围。

[0036] 在一个特征方面,该分级方法还包括:当所述温差大于所述温度范围的上边界时,降低所述预定时段 of 所述热泵的所述等级;以及当所述温差小于所述温度范围的下边界时,降低所述预定时段 of 所述热泵的所述等级。

[0037] 在一个特征方面,公开了一种分级系统。差分模块确定预定时段期间建筑物的热泵的实际平均功耗与 said 预定时段 of 所述热泵的预期平均功耗之间的功率差。等级确定模块基于所述功率差、said 预定时段期间所述热泵的差异温度、said 预定时段期间所述热泵的液体温度、said 预定时段期间所述热泵的回流空气温度、以及 said 预定时段期间所述热泵的排出温度来确定 said 预定时段 of 所述热泵的等级。报告模块生成包括 said 预定时段 of 所述热泵的所述等级的可显示报告。

[0038] 在一个特征方面:容量模块基于所述功率差、said 预定时段期间所述热泵的所述差异温度、said 预定时段期间所述热泵的所述液体温度、said 预定时段期间所述热泵的所述回流空气温度、以及 said 预定时段期间所述热泵的所述排出温度来确定 said 预定时段期间所述热泵的容量分数;以及,气流模块基于所述功率差、said 预定时段期间所述差异温度、said 预定时段期间所述液体温度、said 预定时段期间所述回流空气温度、以及 said 预定时段期间所述排出温度来确定 said 预定时段期间所述热泵的气流分数。分级模块根据 said 功率差、said 容量分数、以及 said 气流分数确定 said 预定时段 of 所述热泵的所述等级。

[0039] 在一个特征方面,参考模块基于 said 预定时段期间的室外环境温度来确定 said 预定时段期间所述热泵的至少一个参考温度。所述容量模块进一步基于 said 预定时段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定 said 容量分数。

[0040] 在一个特征方面,所述容量模块基于下述项来确定 said 预定时段期间所述热泵的所述容量分数:所述液体温度与 said 回流空气温度之间的第一差;以及 said 排出温度与 said 回流空气温度之间的第二差。

[0041] 在一个特征方面:所述参考模块基于 said 预定时段期间所述室外环境温度来确定 said 预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度,以及,所述容量模块根据 (a) 所述差异温度与 (b) 所述第一参考温度之间的第三差、(a) 所述第一差与 (b) 所述第二参考温度之间的第四差、以及 (a) 所述第二差与 (b) 所述第三参考温度之间的第五差确定 said 预定时段期间所述热泵的所述容量分数。

[0042] 在一个特征方面:参考模块基于 said 预定时段期间的室外环境温度来确定 said 预定时段期间所述热泵的至少一个参考温度,以及,所述气流模块进一步基于 said 预定时段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定 said 气流分数。

[0043] 在一个特征方面,所述气流模块基于下述项来确定 said 预定时段期间所述热泵的

所述气流分数:所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差;以及所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

[0044] 在一个特征方面:所述参考模块基于所述预定时段期间所述室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度;以及,所述气流模块根据 (a) 所述差异温度与 (b) 所述第一参考温度之间的第三差、(a) 所述第一差与 (b) 所述第二参考温度之间的第四差、以及 (a) 所述第二差与 (b) 所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数。

[0045] 在一个特征方面,所述分级模块基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数来设定所述预定时段的所述热泵的所述等级。

[0046] 在一个特征方面,预期模块根据所述预定时段期间所述建筑物的室外温度确定所述预定时段的所述建筑物的所述热泵的所述预期平均功耗。

[0047] 在一个特征方面,公开了一种分级方法。该分级方法包括:确定预定时段期间建筑物的热泵的实际平均功耗与所述预定时段的所述热泵的预期平均功耗之间的功率差;基于所述功率差、所述预定时段期间所述热泵的差异温度、所述预定时段期间所述热泵的液体温度、所述预定时段期间所述热泵的回流空气温度、以及所述预定时段期间所述热泵的排出温度来确定所述预定时段的所述热泵的等级;以及生成包括所述预定时段的所述热泵的所述等级的可显示报告。

[0048] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于所述功率差、所述预定时段期间所述热泵的所述差异温度、所述预定时段期间所述热泵的所述液体温度、所述预定时段期间所述热泵的所述回流空气温度、以及所述预定时段期间所述热泵的所述排出温度来确定所述预定时段期间所述热泵的容量分数;以及基于所述功率差、所述预定时段期间所述差异温度、所述预定时段期间所述液体温度、所述预定时段期间所述回流空气温度、以及所述预定时段期间所述排出温度来确定所述预定时段期间所述热泵的气流分数。确定所述预定时段的所述热泵的所述等级包括:根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数确定所述预定时段的所述热泵的所述等级。

[0049] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于所述预定时段期间的室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的至少一个参考温度;以及,进一步基于所述预定时段期间所述热泵的所述至少一个参考温度来确定所述容量分数。

[0050] 在一个特征方面,确定所述预定时段期间所述热泵的所述容量分数包括基于下述项来确定所述预定时段期间所述热泵的所述容量分数:所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差;以及所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

[0051] 在一个特征方面:确定至少一个参考温度包括:基于所述预定时段期间所述室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度;以及,确定所述预定时段期间所述热泵的所述容量分数包括:根据 (a) 所述差异温度与 (b) 所述第一参考温度之间的第三差、(a) 所述第一差与 (b) 所述第二参考温度之间的第四差、以及 (a) 所述第二差与 (b) 所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时段期间所述热泵的所述容量分数。

[0052] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于所述预定时段期间的室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的至少一个参考温度;以及进一步基于所述预定时段期间

所述热泵的所述至少一个参考温度来确定所述气流分数。

[0053] 在一个特征方面,确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数包括基于下述项来确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数:所述液体温度与所述回流空气温度之间的第一差;以及所述排出温度与所述回流空气温度之间的第二差。

[0054] 在一个特征方面:确定至少一个参考温度包括:基于所述预定时段期间所述室外环境温度来确定所述预定时段期间所述热泵的第一参考温度、第二参考温度、以及第三参考温度;以及,确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数包括:根据(a)所述差异温度与(b)所述第一参考温度之间的第三差、(a)所述第一差与(b)所述第二参考温度之间的第四差、以及(a)所述第二差与(b)所述第三参考温度之间的第五差确定所述预定时段期间所述热泵的所述气流分数。

[0055] 在一个特征方面,确定所述热泵的所述等级包括:基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数来设定所述预定时段的所述热泵的所述等级。

[0056] 在一个特征方面,该分级方法还包括:根据所述预定时段期间所述建筑物的室外温度确定所述预定时段的所述建筑物的所述热泵的所述预期平均功耗。

[0057] 在一个特征方面,公开了一种分级系统。差分模块确定预定时段期间建筑物的空气调节(A/C)系统的实际平均功耗与所述预定时段的所述A/C系统的预期平均功耗之间的功率差。等级确定模块基于所述功率差、所述预定时段期间所述A/C系统开启的时段、所述预定时段期间所述A/C系统的吸入温度、以及所述预定时段期间所述A/C系统的差异温度来确定所述预定时段的所述A/C系统的等级。报告模块生成包括所述预定时段的所述A/C系统的所述等级的可显示报告。

[0058] 在一个特征方面:容量模块基于所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段、所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度、所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度、以及所述预定时段期间所述A/C系统的所述实际平均功耗来确定所述预定时段期间所述A/C系统的容量分数;以及,气流模块基于所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段、所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度、所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度、以及所述预定时段期间所述A/C系统的室内部分的功耗来确定所述预定时段期间所述A/C系统的气流分数。所述分级模块根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数确定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级。

[0059] 在一个特征方面,双级模块根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述预定时段期间所述A/C系统以单级模式操作的时段、所述预定时段期间所述A/C系统以双级模式操作的第二时段确定所述预定时段期间所述A/C系统的双级分数。所述分级模块进一步基于所述双级分数确定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级。

[0060] 在一个特征方面,所述分级模块基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数减去所述双级分数来设定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级。

[0061] 在一个特征方面,所述容量模块:根据所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段确定第一值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度确定第二值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度确定第三值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述实际平均功耗确定第四值;以及,基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值来确定所述容量分数。

[0062] 在一个特征方面,所述容量模块将所述容量分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

[0063] 在一个特征方面,所述气流模块:根据所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段确定第一值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度确定第二值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度确定第三值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述室内部分的所述功耗确定第四值;以及,基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值确定所述气流分数。

[0064] 在一个特征方面,所述气流模块将所述气流分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

[0065] 在一个特征方面,所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度是所述预定时段期间所述A/C系统的多个吸入温度的平均,以及,所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度是所述预定时段期间所述A/C系统的多个差异温度的平均。

[0066] 在一个特征方面,预期模块根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述A/C系统的吨位定额、以及所述A/C系统的季节能效比 (SEER) 确定所述预定时段的所述建筑物的所述A/C系统的所述预期平均功耗。

[0067] 在一个特征方面,公开了一种分级方法。该分级方法包括:确定预定时段期间建筑物的空气调节 (A/C) 系统的实际平均功耗与所述预定时段的所述A/C系统的预期平均功耗之间的功率差;基于所述功率差、所述预定时段期间所述A/C系统开启的时段、所述预定时段期间所述A/C系统的吸入温度、以及所述预定时段期间所述A/C系统的差异温度来确定所述预定时段的所述A/C系统的等级;以及生成包括所述预定时段的所述A/C系统的所述等级的可显示报告。

[0068] 在一个特征方面,该分级方法还包括:基于所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段、所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度、所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度、以及所述预定时段期间所述A/C系统的所述实际平均功耗来确定所述预定时段期间所述A/C系统的容量分数;以及,基于所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段、所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度、所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度、以及所述预定时段期间所述A/C系统的室内部分的功耗来确定所述预定时段期间所述A/C系统的气流分数。确定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级包括:根据所述功率差、所述容量分数、以及所述气流分数确定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级。

[0069] 在一个特征方面,该分级方法还包括:根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述预定时段期间所述A/C系统以单级模式操作的时段、以及所述预定时段期间所述A/C系统以双级模式操作的第二时段确定所述预定时段期间所述A/C系统的双级分数;以及进一步基于所述双级分数确定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级。

[0070] 在一个特征方面,确定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级包括:基于100减去所述功率差减去所述容量分数减去所述气流分数减去所述双级分数来设定所述预定时段的所述A/C系统的所述等级。

[0071] 在一个特征方面,该分级方法还包括:根据所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段确定第一值;根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度确定第二值;

根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度确定第三值；以及根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述实际平均功耗确定第四值。确定所述容量分数包括：基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值确定所述容量分数。

[0072] 在一个特征方面，确定所述容量分数包括：将所述容量分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

[0073] 在一个特征方面，该分级方法还包括：根据所述预定时段期间所述A/C系统开启的所述时段确定第一值；根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度确定第二值；根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度确定第三值；以及根据所述预定时段期间所述A/C系统的所述室内部分的所述功耗确定第四值。确定所述气流分数包括：基于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值来确定所述气流分数。

[0074] 在一个特征方面，确定所述气流分数包括：将所述气流分数设定成等于所述第一值、所述第二值、所述第三值、以及所述第四值的总和。

[0075] 在一个特征方面，所述预定时段期间所述A/C系统的所述吸入温度是所述预定时段期间所述A/C系统的多个吸入温度的平均，以及，所述预定时段期间所述A/C系统的所述差异温度是所述预定时段期间所述A/C系统的多个差异温度的平均。

[0076] 在一个特征方面，该分级方法还包括：根据所述预定时段期间的室外空气温度、所述A/C系统的吨位定额、以及所述A/C系统的季节能效比 (SEER) 确定所述预定时段的所述建筑物的所述A/C系统的所述预期平均功耗。

附图说明

[0077] 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：

[0078] 图1是根据现有技术的示例性HVAC系统的框图；

[0079] 图2A是包括空气处理器监测模块的实现的示例性HVAC系统的功能框图；

[0080] 图2B是包括冷凝监测模块的实现的示例性HVAC系统的功能框图；

[0081] 图2C是基于热泵的示例性HVAC系统的功能框图；

[0082] 图3是包括远程监测系统的实现的示例性系统的高级功能框图；

[0083] 图4A至图4C是对建筑物的热泵进行分级的示例性分级模块的功能框图；

[0084] 图5是描绘对建筑物的热泵进行分级的示例性方法的流程图；

[0085] 图6是对建筑物的热泵进行分级的示例性分级模块的功能框图；

[0086] 图7是描绘对建筑物的热泵进行分级的示例性方法的流程图；

[0087] 图8是对建筑物的A/C系统进行分级的示例性分级模块的功能框图；

[0088] 图9包括描绘对建筑物的A/C系统进行分级的示例性方法的流程图；

[0089] 图10A至图10D包括A/C系统的容量分数的分量对各个输入参数的示例图；以及

[0090] 图11A至图11D包括A/C系统的气流分数的分量对各个输入参数的示例图。

[0091] 在附图中，可以重复使用附图标记来识别相似和/或相同的元件。

具体实施方式

[0092] 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。

[0093] 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、冷却、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,并且可以替代地仅具有一个或另一个。

[0094] 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/或可以改装至现有的HVAC系统。

[0095] 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冷却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转变,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。

[0096] 空气处理器监测器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。

[0097] 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单个部件的操作。

[0098] 空气处理器监测器和冷凝监测模块可以在彼此之间传送数据,而空气处理器监测器和冷凝监测模块中的一者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。

[0099] 远程位置包括一个或多个计算机,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器和冷凝监测模块的数据。监测系统可以向客户和/或第三方(例如指定的HVAC承包商)提供性能信息、诊断警报和错误消息。

[0100] 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,其处理从空气处理器监测器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,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。

[0101] 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测器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 and/或客户资源(例如在客户一个或多个计算机上)在本地执行。

[0102] 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。

[0103] 空气处理器监测器和冷凝监测模块可以各自感测相应单元的总电流,而不测量各单个部件的各单个电流。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单个部件的操作。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。

[0104] 频域分析可以使得能够确定HVAC系统部件的各自贡献。使用总电流测量的一些优点可以包括:减少否则将需要用以监测每个 HVAC系统部件的电流传感器的数量。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。

[0105] 基于来自空气处理器监测器和冷凝监测模块的测量,监测公司可以确定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商。这种性能降低可以作为整体针对系统测量,例如在效率方面,和/或,可以针对一个或多个单独部件进行监测。

[0106] 另外,监测系统可以检测和/或预测系统的一个或多个部件的故障。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调用。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调用。

[0107] 监测系统可以向承包商提供具体信息,包括客户的HVAC系统的识别信息(包括制造商和型号),以及出现故障的具体零部件号的指示。基于该信息,承包商可以分配对具体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部件,避免诊断后的返程。

[0108] 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原由。仅作为示例,这些原由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。

[0109] 如上所述,监测系统还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,这些警报可以防止当客户不在以检测HVAC系统的故障时发生损害。例如,冬天的热故障可能导致管道冻结和爆裂。

[0110] 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。

[0111] 对于监测服务,监测公司可以收取时段费率,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。

[0112] 对于空气处理器监测器和冷凝监测模块,监测公司或承包商可以在安装时向客户收取包括安装费的设备费和/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器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器和冷凝监测模块。

[0113] 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。

[0114] 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,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。

[0115] 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冷却循环,远程监测系统记录并且使用该加热循环和冷却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。

[0116] 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出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计算机学习系统来精炼频率特征。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。

[0117] 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。

[0118] 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) 以验证空气处理器监测器和冷凝监测模块的操作,以及 (ii) 以验证HVAC系统的部件的正确安装。此外,客户可以在监测系统中查看用于确保承包商正确地安装和配置HVAC系统的数据。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,并且然后诸如经由互联网从交互式网站下载到本地计算装置上。

[0119] 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保修覆盖。另外,该信息可以帮助识别可能潜在地使保修覆盖无效的条件,例如未经授权的系统修改。

[0120] 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。

[0121] 图2A至图2B是与建筑物的HVAC系统相关联的示例性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。

[0122] 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包括,仅作为示例,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。

[0123] 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(例如金属片壳体)的外部、与空气处理器单元 136的外壳(例如金属片壳体)接触或甚至位于空气处理器单元136 的外壳(例如金属片壳体)的内部。

[0124] 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伏电源下操作而向空气处理器监测模块200提供12V或24V AC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。

[0125] 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。

[0126] 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)。

[0127] 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)。

[0128] 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。

[0129] 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。空气处理器监测模块200监测控制线。控制线可以包括冷却要求、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。

[0130] 控制线还可以承载有辅助加热和/或辅助冷却的要求,其可以在主加热或主冷却不足时被启动。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操作以融化来自蒸发器的霜时表现出。

[0131] 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。

[0132] 在各种实现方式中,来自恒温器208的冷却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提供切换的冷却信号。这使得空气处理器监测模块200能够中断空调系统的操作,例如在通过水传感器中之一检测到水时。空气处理器监测模块200还可以基于来自冷凝监测模块204的信息(例如检测到压缩机中的锁定转子状态) 中断空调系统的操作。

[0133] 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,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 在空气处理器单元136的内部,但是与冷凝盘146的接近装置并且因此冷凝传感器220的位置可以在空气处理器单元136的外部。

[0134] 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测模块200感测。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] 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。然后通过减去各单个压力值来计算差分压力值。

[0138] 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。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。

[0139] 空气处理器监测模块200可以包括一个或多个扩展端口,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。

[0140] 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多个也被传输到冷凝单元164(图2B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所示)之间通信。

[0141] 空气处理器监测模块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FFT。然后将帧传输到监测系统。

[0142] 电压和电流信号可以通过模拟数字转换器以某一速率(例如每秒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。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] 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,空气处理器监测模块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,那么空气处理器监测模块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。

[0146] 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))传输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(例如DVR

(数字视频记录器)或视频游戏系统)的因特网访问。

[0147] 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,其创建了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(例如以太网(IEEE 802.3))与客户路由器252接口。

[0148] 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另一个的输入对一个进行控制。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。

[0149] 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。

[0150] 在各种实现方式中,可以省略电流传感器216,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,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。

[0151] 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。冷凝监测模块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,冷凝监测模块204可以计算电力和/或可以确定电力因数。

[0152] 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)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。

[0153] 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(称为液体管线出口温度),和/或沿着冷凝器152的盘管的一个或多个点处。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。

[0154] 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。

[0155] 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进行通信。在这些实现方式中,来自冷凝监测模块204的数据被传输到空气处理器监测模块200,其进而通过因特网248上传数据。

[0156] 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。

[0157] 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可以被类似地配置成图2B的冷凝单元164。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(冷却模式)还是远离冷凝器152(加热模式)排出压缩的制冷剂。

[0158] 在图3中,示出了空气处理器监测模块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。

[0159] 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。

[0160] 监测服务器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测服务器308监测来自空气处理器监测模块200的数据(在各种实现方式中,实时地)。

[0161] 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。

[0162] 在各种实现方式中,可以向承包商装置320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。

[0163] 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。

[0164] 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响应于某个建议而发送取决于数据值是在阈值的一侧还是另一侧。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。

[0165] 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。

[0166] 利用承包商装置320,承包商可以访问承包商门户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的承包商还可以接触使用技术员装置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。承包商门户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。

[0167] 在各种实现方式中,当与承包商门户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,承包商装置320可以用于从空气处理器监测模块200中请求数据,例如在委任新安装时。

[0168] 图4A至图4C包括分级模块402的示例性实现方式的功能框图。分级模块402可以例如在监测服务器308中实施。分级模块402对建筑物的热泵进行分级。以上结合图2C的示例描述了热泵的示例性冷凝单元。热泵还包括空气处理器单元。以上描述了示例性空气处理器单元。

[0169] 分级模块402基于热泵的功耗与热泵的预期功耗的比较来对热泵进行分级。分级模块402生成包括热泵的等级的热泵报告。报告可以帮助建筑物的所有者/运营者形象化热泵的等级的趋势、变化以及时间历史。报告还可以包括其他信息,例如预定距离内的其他建筑物的热泵的等级和/或其他适合信息。

[0170] 在图4A中,差分模块404确定在一天期间热泵的平均功耗与那一天热泵的预期平均功耗之间的功率差。差分模块404每一天确定功率差。虽然将讨论一天的示例性时间段,但是热泵也可以基于在另一适合预定时间段的热泵的平均功耗与预期平均功耗来被分级。

[0171] 差分模块404可以将一天的功率差设置/设定成例如等于当天的平均功耗减去当天的预期平均功耗。热泵的平均功耗可以是当天期间热泵的电气部件的所测量的功耗的平均。预期平均功耗可以是当天热泵的预期平均功耗。

[0172] 差分模块404可以对由与热泵相关联的传感器测量的一个或多个参数进行监测,并且基于所测量的参数来确定一天期间热泵的平均功耗。例如,差分模块404可以基于流动至热泵的冷凝单元的电流、输入至热泵的冷凝单元的电压、流动至热泵的控制处理器单元的电流、以及输入至热泵的空气处理器单元的电压来确定热泵的平均功耗。附加地或替代地,热泵的空气处理器监测模块200或冷凝监测模块204可以向分级模块402提供功耗测量,并且分级模块 402可以每一天对测量进行平均。

[0173] 预期模块408确定每一天热泵的预期平均功耗。预期模块408 基于一天期间热泵

所属建筑物的一个或更多个室外环境温度 (OAT) 和/或一天期间热泵所属建筑物的一个或更多个室内温度 (IDT) 来确定当天热泵所属建筑物的预期平均功耗。室内温度可以是例如建筑物的恒温器的设定温度或建筑物的回流空气温度 (RAT)。OAT 和 RAT 可以使用如上所述的温度传感器来测量。

[0174] OAT 和 IDT 可以由空气处理器监测模块 200 和/或冷凝监测模块 204 每一个预定时段进行采样。预期模块 408 可以例如基于当天 OAT 的平均和当天 IDT 的平均来确定当天的预期平均功耗。预期模块 408 使用将 OAT 和 IDT 与热泵的预期平均功耗相关联的存储的映射来确定预期平均功耗。

[0175] 映射可以基于由热泵制造商提供的数据来填充构造。该数据可以包括：第一数据点，其包括在 17 华氏度 (°F) 的平均 OAT 和 70 °F 的平均 IDT 的给定情况下一天的热泵的第一预期功耗；以及第二数据点，其包括在 47 °F 的平均 OAT 和 70 °F 的平均 IDT 的给定情况下一天的热泵的第二预期功耗。其他适合数据点可以在各个实现方式中提供。基于由制造商提供的数据点，映射可以对于其他 OAT 和其他 IDT 而填充构造并且被存储供预期模块 408 使用。

[0176] 虽然这里示出并且讨论了对热泵进行分级的示例，但是本申请也适用于对 A/C 系统进行分级，如以下进一步讨论的。在 A/C 系统的情况下，除了由 A/C 系统制造商提供的数据之外，映射可以进一步基于 A/C 系统的 SEER 评级和 A/C 系统的额定吨位来填充构造。然后可以使用 OAT 和 (可选地) IDT 来确定 A/C 系统的预期平均功耗。

[0177] 等级确定模块 412 基于当天的功率差来生成当天热泵的等级。例如，在图 4A 中，等级确定模块 412 可以通过 100 减去功率差的绝对值来确定热泵的等级。因此等级可以是 0 与 100 之间的数值，其中 100 对应于热泵的最佳等级，并且 0 对应于热泵的最差等级。

[0178] 数值可以转换成例如字母等级如 A、B、C、D 或 E。对于每个可能的字母等级可以限定数值的预定范围。等级确定模块 412 可以根据数值所落入的预定范围来确定当天热泵的字母等级。

[0179] 报告模块 416 生成包括当天热泵的等级的热泵的可显示报告。报告模块 416 还可以生成包括其他信息 (例如，一或更多先前天的热泵的一个或更多个等级) 的报告，以提供多天的热泵的等级的时间历史。报告可以附加地或替代地包括其他信息，例如预定时段的等级变化、热泵等级的趋势、以及/或者针对在同一天 (相同多天) 位于建筑物附近的其他建筑物的热泵而确定的等级。报告模块 416 可以每天、每月、每周、每季、每一预定天数、或以其他适合频率来生成报告。报告可以显示在显示器 (例如，承包商装置 320 和/或客户装置 324) 上。

[0180] 在图 4B 中，等级确定模块 412 基于当天经调整的功率差来确定当天热泵的等级。调整模块 430 基于当天的功率差来确定当天经调整的功率差。

[0181] 例如，当当天的平均功耗大于或等于当天的预期平均功耗 (使得功率差为正或零) 时，调整模块 430 将当天的经调整的差设置成等于功率差乘以第一预定增益。第一预定增益是正值，其被校正成将正的功率差调整到 0 与 100 之间的数值中。

[0182] 当当天的平均功耗小于当天的预期平均功耗 (使得功率差为负) 时，调整模块 430 将当天的经调整的差设置成等于功率差乘以第二预定增益。第二预定增益值是负值，其被校正成将负的功率差调整到 0 与 100 之间的数值中。

[0183] 使用经调整的功率差可以帮助针对可能以不同方式影响功耗的不同类型的故障

来调整热泵的等级。例如，相比于高侧故障（例如，由高充造成）可能增加功耗，低侧故障（例如，由低充造成）可能程度较小地减小功耗。因此，第一预定增益可以设置成大于或小于第二预定增益。

[0184] 等级确定模块412可以通过100减去当天经调整的功率差来确定当天热泵的等级。等级确定模块412还可以将数值转换成字母等级，如以上讨论的。

[0185] 在图4C中，等级确定模块412可以使用功率差（如以上结合图 4A讨论的）或使用经调整的功率差（如以上结合图4B讨论的）来确定当天热泵的初始等级。等级确定模块412基于当天的初始等级来确定当天热泵的（最终）等级。

[0186] 例如，当当天的平均差异温度在当天的温度范围内时，等级确定模块412可以将当天的热泵等级设置成等于当天热泵的初始等级。范围模块440可以基于当天建筑物的平均OAT来确定当天的温度范围。温度范围包括界定温度范围的上限温度和下限温度。范围模块440可以例如使用将OAT与温度范围相关联的一个或多个函数或映射来确定当天的温度范围。

[0187] 差异温度可以指RAT与供应空气温度之间的温差。供应空气温度可以使用供应空气温度传感器来测量。供应空气温度可以通过空气处理器监测模块200在每一个预定时段被采样。等级确定模块412 可以对当天期间采样的供应空气温度与RAT之间的温差进行平均，以确定当天的平均差异温度。替代地，空气处理器监测模块200可以每一天监测平均差异温度，并且向等级确定模块412提供平均差异温度。

[0188] 当当天的平均差异温度小于当天温度范围的下限温度时，等级确定模块412使等级相对于初始等级降低。例如，等级确定模块412 可以使用以下等式来设置当天热泵的等级：

[0189] $Grade = Initial - Gain_{Low} * (Lower\ Limit - TS)$,

[0190] 其中Grade是当天热泵的（最终）等级，Initial是当天热泵的初始等级（基于功率确定）， $Gain_{Low}$ 是预定下增益值，Lower Limit是温度范围的下限温度，并且TS是平均差异温度。差异温度也可以被称为温度差异。

[0191] 当当天的平均差异温度大于当天温度范围的上限温度时，等级确定模块412使等级相对于初始等级降低。例如，等级确定模块412 可以使用以下等式来设置当天热泵的等级：

[0192] $Grade = Initial - Gain_{High} * (Upper\ Limit - TS)$,

[0193] 其中Grade是当天热泵的（最终）等级，Initial是当天热泵的初始等级， $Gain_{High}$ 是预定上增益值，Upper Limit是温度范围的上限温度，并且TS是平均差异温度。

[0194] 预定的上增益值和下增益值可以是固定值或可变值。预定下增益值可以小于预定上增益值，使得相比于高平均温度差异，低平均温度差异更大程度地降低热泵的等级。

[0195] 当当天的平均功耗大于当天的预期平均功耗（使得功率差为正）时，等级确定模块412可以增加预定上增益值。仅作为示例，等级确定模块412可以使预定上增益值加倍。在这些情况下，差异温度和功耗远离正常状态，这提示高侧故障，例如低的冷凝器气流或高的制冷剂充载。当当天的平均功耗小于当天的预期平均功耗（使得功率差为负）时，等级确定模块412可以增加预定下增益值。仅作为示例，等级确定模块412可以使预定下增益值加倍。在这些情况下，差异温度和功耗远离正常状态，这提示低侧故障，例如低的蒸发器气流或低

的制冷剂充载。

[0196] 在各种实现方式中,可以使用热泵的容量和热泵的预期容量来代替温度范围和差异温度。例如,等级确定模块412可以使用以下等式来设置当天热泵的等级:

[0197] $Grade = Initial - Gain * (EC - MC)$,

[0198] 其中Grade是当天热泵的(最终)等级,Initial是当天热泵的初始等级,Gain是预定上增益,EC是当天热泵的预期容量,并且MC是当天热泵的测量容量。热泵的预期容量可以作为OAT和IDT的函数而被确定。当天热泵的测量容量可以例如使用以下等式来确定:

[0199] $MC = Scalar * MAF * TS$,

[0200] 其中MC是当天热泵的测量容量,Scalar是预定值,MAF是当天所测量的气流,并且TS是当天的平均差异温度。

[0201] 已经关于基于将温度差异与温度范围进行比较来确定热泵的等级讨论了图4C。附加地或替代地,等级确定模块412可以基于将与热泵相关联的另一操作参数与该操作参数的范围进行比较来确定热泵的等级。其他示例性操作参数包括例如一天期间热泵的运行时间、一天期间用于补充热泵的操作的辅助HVAC系统的运行时间、以及当天期间热泵的功率因数。当使用另一操作参数时,等级确定模块412可以以类似于以上结合差异温度和温度范围讨论的方式来确定热泵的(最终)等级。例如,当在给定OAT和IDT的情况下热泵的运行时间大于热泵的预期运行时间时,等级确定模块412可以降低热泵等级。另举一例,当在给定OAT和IDT的情况下辅助HVAC系统的运行时间大于热泵的预期运行时间时,等级确定模块412可以降低热泵等级。

[0202] 图5包括描绘对一天的建筑物的热泵进行分级的示例性方法的流程图。控制可以在504开始,在该处控制追踪热泵的功耗、OAT、供应空气温度、以及IDT。控制可以对功耗采样值进行平均以确定热泵功耗的平均量。

[0203] 在508,控制确定当天是否结束。如果508为真,则控制以512继续进行。如果508为假,则控制返回至504并且继续追踪当天期间热泵的功耗、OAT、供应空气温度、以及IDT。

[0204] 在512,控制对当天的OAT进行平均并且对当天的IDT进行平均,以产生当天的平均OAT和当天的平均IDT。控制还可以在512对功耗值进行平均以确定平均功耗。在516,控制确定当天热泵的预期平均功耗。控制/控制装置使用如以上讨论的将OAT和IDT与预期平均功耗相关联的映射来确定当天热泵的预期平均功耗。

[0205] 在520,控制确定当天热泵的平均功耗与当天热泵的预期平均功耗之间的当天的功率差。例如,控制可以将功率差设置成等于平均功耗减去预期平均功耗。

[0206] 在524,控制基于当天的功率差来生成当天热泵的等级。例如,控制可以基于如上所述的100减去功率差的绝对值来设置等级。作为另一示例,控制可以确定经调整的功率差并且基于100减去经调整的功率差来确定等级,也如上所述。作为另一示例,控制可以基于当天的平均差异温度是否在当天的温度范围内来确定等级,也如上所述。附加地或替代地,控制可以基于与热泵相关联的一个或更多个其他参数是否在当天的相应范围内来确定等级。其他参数的示例可以包括例如当天辅助HVAC系统的运行时间、当天热泵的运行时间、以及当天热泵的功率因数。

[0207] 在528,控制生成包括当天热泵的等级的报告。控制可以生成包括其他信息的报告,其他信息例如为多天时段中热泵等级的一个或更多个变化、多天时段中热泵等级的一

个或多个趋势、和/或其他本地建筑物的热泵的一个或多个等级。报告可以显示在显示器上,例如客户装置324的显示器和/或承包商装置320的显示器。

[0208] 图6包括分级模块402的示例性实现方式的功能框图。等级确定模块412基于当天的功率差、当天的容量分数、以及当天的气流分数来确定当天热泵的等级。

[0209] 第一温差模块460确定一天期间热泵的平均液体管线温度与当天的平均回流空气温度之间的第一温差。第一温差模块460每一天确定第一温差。

[0210] 第一温差模块460可以将一天的第一温差设置成等于当天的平均液体管线温度减去当天的平均回流空气温度。平均液体管线温度可以是当天期间热泵的所测量的液体管线温度的平均。平均回流空气温度可以是当天期间热泵的所测量的回流空气温度的平均。

[0211] 第一温差模块460可以获得来自传感器(例如,液体管线温度传感器244)的液体管线温度并且对一天中所测量的液体管线温度进行平均。第一温差模块460可以获得来自传感器(例如,回流空气温度传感器224)的回流空气温度并且对一天中所测量的回流空气温度进行平均。附加地或替代地,热泵的空气处理器监测模块200或冷凝监测模块204可以向第一温差模块460提供液体管线温度与回流空气温度之间的第一温差,并且第一温差模块460可以每一天对第一温差进行平均。

[0212] 第二温差模块464确定一天期间热泵的平均排出温度与当天的平均回流空气温度之间的第二温差。第二温差模块464每一天确定第二温差。

[0213] 第二温差模块464可以将一天的第二温差设置成例如等于当天的平均排出温度减去当天的平均回流空气温度。平均排出温度可以是当天期间所测量的热泵的第二温度的平均。第二温差模块464可以获得来自传感器的排出温度,并且对一天中所测量的排出温度进行平均。附加地或替代地,热泵的空气处理器监测模块200或冷凝监测模块204可以向第二温差模块464提供排出温度与回流空气温度之间的第二温差,并且第二温差模块464可以每一天对第二温差进行平均。

[0214] 容量模块472基于一天的第一温差、一天的第二温差、一天的平均差异温度、一天的参考差异温度、一天的参考第一温差、以及一天的参考第二温差来确定当天的容量分数。容量模块472可以使用将以上参数与容量分数相关联的一个或多个函数或映射来确定容量分数。附加地或替代地,容量模块472可以使用模糊逻辑基于以上参数来确定容量分数。仅作为示例,容量模块472可以基于或使用以下关系来确定一天的容量分数:

[0215]
$$\text{Capacity} = -\text{PD} - \text{TSW1} * (\text{TS} - \text{TSRef} + \text{TSOffset1}) - \text{TD1W1} * (\text{TD1} + \text{TD1Offset1} - \text{TD1Ref}) + \text{TD2W1} * (\text{TD2} - \text{TD2Ref}),$$

[0216] 其中Capacity是当天的容量分数,PD是当天的功率差,TSW1是差异温度的第一预定加权值,TS是当天的平均差异温度,TSRef是当天的参考差异温度,以及TSOffset1是差异温度的第一预定偏移值。TD1W1是第一温差的第一预定加权值,TD1是当天的平均第一温差,TD1Offset1是第一温差的第一预定偏移值,TD1Ref是当天的参考第一温差,TD2W1是第二温差的第一预定加权值,TD2是当天的平均第二温差,以及TD2Ref是当天的参考第二温差。容量分数可以对应于归因于热泵容量过高或过低而造成的热泵等级的降低。

[0217] 差异温度的第一预定加权值可以大于第一温差的第一预定加权值,并且第一温差的第一预定加权值可以大于第二温差的第一预定加权值。仅作为示例,差异温度的第一预定加权值可以为约5,第一温差的第一预定加权值可以为1,并且第二温差的第一预定加

值可以为约0.1。然而，第一预定加权值可以是其他适合值。差异温度的第一预定偏移值可以是例如4或其他适合值。第一温差的第一预定偏移值可以是例如3或其他适合值。在各种实现方式中，第二温差的第一预定偏移值也可以和平均第二温差与参考第二温差之差相加或从其减去。

[0218] 参考模块476确定参考差异温度、参考第一温差、以及参考第二温差。参考模块476确定每天的参考差异温度、参考第一温差、以及参考第二温差。参考模块476基于一天的平均OAT确定当天的参考差异温度、参考第一温差、以及参考第二温差。仅作为示例，参考模块476使用将平均OAT与参考差异温度相关联的函数和映射之一来确定一天的参考差异温度。参考模块476使用将平均OAT与参考第一温差相关联的函数和映射之一来确定一天的参考第一温差。参考模块476使用将平均OAT与参考第二温差相关联的函数和映射之一来确定一天的参考第二温差。

[0219] 气流模块480基于当天的第一温差、当天的第二温差、当天的平均差异温度、当天的参考差异温度、当天的参考第一温差、以及当天的参考第二温差来确定当天的气流分数。气流模块480可以使用将以上参数与气流分数相关联的一个或多个函数或映射来确定气流分数。附加地或替代地，气流模块480可以使用模糊逻辑基于以上参数来确定气流分数。仅作为示例，气流模块480可以基于或使用以下关系来确定一天的气流分数：

[0220]

$$\text{Airflow} = PD \mp TSW2 * (TS - TSRef) \mp TD1W2 * (TD1 + TD1Offset2 - TD1Ref) + TD2W2 * (TD2 - TD2Ref),$$

[0221] 其中Airflow是当天的气流分数，PD是当天的功率差，TSW2是差异温度的第二预定加权值，TS是当天的平均差异温度，以及TSRef是当天的参考差异温度。TD1W2是第一温差的第二预定加权值，TD1是当天的平均第一温差，TD1Offset2是第一温差的第二预定偏移值，TD1Ref是当天的参考第一温差，TD2W2是第二温差的第二预定加权值，TD2是当天的平均第二温差，以及TD2Ref是当天的参考第二温差。气流分数可以对应于归因于气流限制而产生的热泵等级的降低。在各种不同实现方式中，差异温度的第二预定偏移值也可以和平均差异温度与参考差异温度之差相加或从其减去。附加地或替代地，第二温差的第二预定偏移值也可以和平均第二温差与参考第二温差之差相加或从其减去。

[0222] 差异温度的第二预定加权值可以大于第一温差的第二预定加权值，并且第一温差的第二预定加权值可以大于第二温差的第二预定加权值。仅作为示例，差异温度的第二预定加权值可以为约5，第一温差的第二预定加权值可以为2.5，并且第二温差的第二预定加权值可以为约0.4。然而，第二预定加权值可以是其他适合值。第一温差的第二预定偏移值可以是例如5或其他适合值。

[0223] 等级确定模块412基于当天的功率差、当天的容量分数、以及当天的气流分数来生成当天的热泵等级。例如，等级确定模块412可以通过100减去功率差、容量分数、以及气流分数来确定热泵的等级。因此，等级可以是0与100之间的数值，其中100对应于热泵的最佳等级，0对应于热泵的最差等级。报告模块416生成热泵的可显示报告，如上所述。

[0224] 图7包括描绘对一天的建筑物的热泵进行分级的示例性方法的流程图。控制可以在704开始，在该处控制追踪热泵的功耗、OAT、供应空气温度(SAT)、以及IDT。控制还追踪第一温差、第二温差、差异温度。

[0225] 在708,控制确定当天是否结束。如果708为真,则控制以712 继续进行。如果708为假,则控制返回至704并且继续追踪功耗、OAT、供应空气温度、IDT、SAT、第一温差和第二温差、以及差异温度。

[0226] 控制在712对当天的OAT进行平均并且对当天的IDT进行平均,以产生当天的平均OAT和当天的平均IDT。控制还在712对功耗值进行平均以确定平均功耗。另外在712,控制对SAT进行平均以产生当天的平均SAT,对当天的第一温差进行平均以确定当天的平均第一温差,对当天的第二温差进行平均以确定当天的平均第二温差,以及对差异温度进行平均以确定当天的平均差异温度。

[0227] 在716,控制确定当天热泵的预期平均功耗。控制使用将OAT 和(可选地) IDT与预期平均功耗相关联的映射来确定当天热泵的预期平均功耗,如以上讨论的。另外在716,控制确定用于确定当天的容量分数和气流分数的参考值。这些参考值包括当天的参考温度差异、当天的参考第一温差、以及当天的参考第二温差。控制基于当天的平均OAT来确定参考值,如以上讨论的。

[0228] 在720,控制确定当天热泵的平均功耗与当天的预期平均功耗之间的当天的功率差。例如,控制可以将功率差设置成等于平均功耗减去预期平均功耗。

[0229] 控制还在720确定当天的容量分数和当天的气流分数。控制基于当天的功率差、当天的平均差异温度、当天的参考差异温度、当天的平均第一温差、当天的参考第一温差、当天的平均第二温差、以及当天的参考第二温差来确定当天的容量分数,如以上所讨论的。控制基于当天的功率差、当天的平均差异温度、当天的参考差异温度、当天的平均第一温差、当天的参考第一温差、当天的平均第二温差、以及当天的参考第二温差来确定当天的气流分数,如以上所讨论的。

[0230] 在724,控制基于当天的功率差、当天的容量分数、以及当天的气流分数来生成当天热泵的等级。例如,控制可以基于100减去功率差减去容量分数减去气流分数来设置等级,或者将等级设置成等于100减去功率差减去容量分数减去气流分数。附加地或替代地,控制可以基于与热泵相关联的一个或更多个其他参数是否在当天相应范围内来确定等级。其他参数的示例可以包括例如当天辅助 HVAC系统的运行时间、当天热泵的运行时间、以及当天热泵的功率因数。

[0231] 控制在728生成包括当天热泵的等级的报告。控制可以生成包括其他信息的报告,其他信息例如为多天时段热泵的等级的一个或更多个变化、多天时段热泵的等级的一个或更多个趋势、和/或其他本地建筑物的热泵的一个或更多个等级。报告可以显示在显示器上,例如客户装置324的显示器和/或承包商装置320的显示器。

[0232] 图8包括分级模块804的功能框图。分级模块804可以例如在监测服务器308中实施。分级模块804对建筑物的A/C系统进行分级。

[0233] 分级模块804基于预定时段(例如一天)中A/C系统的功耗与 A/C系统的预期功耗之差来对A/C系统进行分级。分级模块804生成包括A/C系统的等级的A/C系统的报告。报告可以有助于建筑物的所有者/运营者形象化A/C系统的等级的趋势、变化、以及时间历史。报告还可以包括其他信息,例如预定距离内的其他建筑物的A/C 系统的等级和/或其他适合信息。

[0234] 差分模块808确定一天期间A/C系统的平均功耗与当天A/C系统的预期平均功耗之

间的功率差。差分模块808每天确定功率差。虽然将讨论一天的示例性时间段,但是A/C系统可以基于另一适合预定时间段中A/C系统的平均功耗与预期平均功耗来被分级。

[0235] 差分模块808可以将一天的功率差设置成例如等于当天的平均功耗减去当天的预期平均功耗。A/C系统的平均功耗可以是当天期间A/C系统的电气部件的所测量功耗的平均。预期平均功耗可以是当天A/C系统的预期平均功耗。

[0236] 差分模块808可以监测由与A/C系统相关联的传感器测量的一个或更多个参数,并且基于所测量的参数来确定一天期间A/C系统的平均功耗。例如,差分模块808可以基于流动至A/C系统的冷凝单元的电流、输入至A/C系统的冷凝单元的电压、流动至A/C系统的空气处理器单元的电流、以及输入至A/C系统的空气处理器单元的电压来确定A/C系统的平均功耗。附加地或替代地,A/C系统的空气处理器监测模块200或冷凝监测模块204可以向分级模块804 提供功耗测量,并且分级模块804可以每天对测量进行平均。

[0237] 预期模块812确定每天A/C系统的预期平均功耗。预期模块812 基于一天A/C系统的建筑物的一个或更多个室外环境温度(OAT) 来确定当天A/C系统的预期平均功耗。预期模块812可以进一步基于一天A/C系统的建筑物的一个或更多个室内温度(IDT) 来确定当天A/C系统的预期平均功耗。室内温度可以是例如建筑物的恒温器的设定温度或建筑物的RAT。OAT和RAT可以使用温度传感器来测量,如上所述。

[0238] OAT和IDT可以由空气处理器监测模块200和/或冷凝监测模块204在每个预定时段进行采样。预期模块812可以例如基于当天的OAT的平均和当天的IDT的平均来确定当天的预期平均功耗。预期模块812使用将OAT和IDT与A/C系统的预期平均功耗相关联的存储的映射来确定预期平均功耗。

[0239] 映射可以基于由A/C系统的制造商提供的数据来填充构造。更具体地,映射可以基于A/C系统的SEER评级和A/C系统的额定吨位来填充构造。A/C系统的预期平均功耗然后可以使用OAT和(可选地) IDT来确定。替代地,A/C系统的预期平均功耗可以使用将 SEER评级、额定吨位、以及平均OAT与预期平均功耗相关联的映射来确定。该映射也可以涉及平均IDT。

[0240] 等级确定模块816基于当天的功率差来生成当天的A/C系统的等级。等级确定模块816进一步基于当天的A/C系统的容量分数、当天的A/C系统的气流分数来生成当天的A/C系统的等级。当A/C 系统包括双级系统时,等级确定模块816进一步基于当天的A/C系统的双级分数来生成A/C系统的等级。

[0241] 例如,等级确定模块816可以通过100减去功率差、容量分数、气流分数、以及双级分数来确定A/C系统的等级。因此,等级可以是0与100之间的数值,其中100对应于A/C系统的最佳等级,并且0对应于A/C系统的最差等级。

[0242] 数值可以转换成例如字母等级如A、B、C、D或E。对于每个可能的字母等级可以限定数值的预定范围。等级确定模块816可以根据数值所落入的预定范围来确定当天的A/C系统的字母等级。

[0243] 报告模块820生成包括当天的A/C系统的等级的A/C系统的可显示报告。报告模块820还可以生成包括其他信息(例如,一或更多先前天的A/C系统的一个或更多个等级)的报告以提供多天的 A/C系统的等级的时间历史。报告可以附加地或替代地包括其他信息,例如预定时段中等级的变化、A/C系统的等级的趋势、和/或针对在同一天(相同多天)位于建筑物附近的其他建筑物的A/C系统而确定的等级。报告模块820可以每天、每月、每周、每季、

每一预定天数、或以其他适合频率来生成报告。报告可以显示在显示器上,例如承包商装置320和/或客户装置324。

[0244] 运行时间模块824追踪在每天期间A/C系统开启多长时间以冷却建筑物。该时段可以被称为A/C系统的运行时间。运行时间模块 824每天追踪A/C系统的运行时间。运行时间模块824可以例如在生成对A/C系统的操作的请求(例如,来自建筑物的恒温器的制冷请求)时使运行时间增加。

[0245] 运行时间模块824可以追踪每天的单级运行时间、每天的A/C 系统的多级运行时间、以及每天的总运行时间。一天的单级运行时间可以对应于当天期间A/C系统的仅单级的操作的时段。换言之,单级运行时间可以对应于当天期间A/C系统以单级模式操作的时段。一天的多级运行时间可以对应于当天期间A/C系统的两(多)级操作的时段。换言之,多级运行时间可以对应于当天期间A/C系统以多级模式操作的时段。一天的单级运行时间和多级运行时间的总和等于当天A/C系统的总运行时间。

[0246] 容量模块828基于当天期间A/C系统的总运行时间、当天期间的平均吸入温度、当天期间的平均差异温度、以及当天的功率差来确定当天的A/C系统的容量分数。容量模块828可以使用将以上参数与容量分数相关联的一个或更多个函数或映射来确定容量分数。附加地或替代地,容量模块828可以使用模糊逻辑基于以上参数来确定容量分数。

[0247] 仅作为示例,容量模块828可以基于或使用以下关系来确定一天的容量分数:

[0248] $Capacity = RTC + STC + TSC + PDC$,

[0249] 其中Capacity是当天的容量分数,RTC是容量分数的运行时间分量(值),STC是容量分数的吸入温度分量(值),TSC是容量分数的差异温度分量(值),并且PDC是容量分数的功率差分量(值)。容量模块828可以使用将一天的总运行时间与运行时间分量值相关联的函数和映射之一来确定容量分数的运行时间分量。容量模块 828可以使用将一天的平均吸入温度与吸入温度分量值相关联的函数和映射之一来确定容量分数的吸入温度分量。容量模块828可以使用将一天的平均差异温度与差异温度分量值相关联的函数和映射之一来确定容量分数的差异温度分量。容量模块828可以使用将一天的功率差与功率差分量值相关联的函数和映射之一来确定容量分数的功率差分量。容量分数可以对应于归因于A/C系统的容量变低而导致的A/C系统的等级的降低。

[0250] 图10A包括容量分数的运行时间分量(RTC)对运行时间(RT)的示例图。在各种实现方式中,运行时间可以以运行时间大于预期运行时间来表示,其中零对应于运行时间等于一天的预期运行时间之时。

[0251] 图10B包括容量分数的吸入温度分量(STC)对吸入温度(ST)的示例图。图10C包括容量分数的温度差异分量(TSC)对差异温度(TS)的示例图。图10D包括容量分数的功率差分量(PDC)对功率差(PD)的示例图。

[0252] 气流模块832基于当天期间A/C系统的总运行时间、当天期间的平均吸入温度、当天期间的平均差异温度、以及当天期间A/C系统的室内功耗来确定当天A/C系统的气流分数。室内功耗可以指 A/C系统的室内单元(例如,空气处理器单元136)的功耗。气流模块832可以使用将以上参数与气流分数相关联的一个或更多个函数或映射来确定气流分数。附加地或替代地,气流模块832可以使用模糊逻辑基于以上参数来确定气流分数。

[0253] 仅作为示例,气流模块832可以基于或使用以下关系来确定一天的气流分数:

[0254] $\text{Airflow} = \text{RTC} + \text{STC} + \text{TSC} + \text{IDPC}$,

[0255] 其中Airflow是当天的气流分数,RTC是气流分数的运行时间分量(值),STC是气流分数的吸入温度分量(值),TSC是气流分数的差异温度分量(值),以及IDPC是气流分数的室内功耗分量(值)。气流模块832可以使用将一天的总运行时间与运行时间分量值相关联的函数和映射之一来确定气流分数的运行时间分量。气流模块832可以使用将一天的平均吸入温度与吸入温度分量值相关联的函数和映射之一来确定气流分数的吸入温度分量。气流模块832可以使用将一天的平均差异温度与差异温度分量值相关联的函数和映射之一来确定气流分数的差异温度分量。气流模块832可以使用将一天的室内功耗与室内功耗分量值相关联的函数和映射之一来确定气流分数的室内功耗分量。气流分数可以对应于归因于A/C系统的低气流而导致的A/C系统的等级的降低。

[0256] 图11A包括气流分数的运行时间分量(RTC)对运行时间(RT)的示例图。在各种实现方式中,运行时间可以以运行时间大于预期运行时间表示,其中零对应于运行时间等于一天的预期运行时间之时。

[0257] 图11B包括气流分数的吸入温度分量(STC)对吸入温度(ST)的示例图。图11C包括气流分数的温度差异分量(TSC)对差异温度(TS)的示例图。图11D包括气流分数的室内功耗分量(IDPC)对室内功率差(IPD)的示例图。室内功率差可以基于A/C系统的室内功耗与A/C系统的预期室内功耗之差来确定。

[0258] 气流模块832可以基于例如流动至A/C系统的空气处理器单元的电流以及输入至A/C系统的空气处理器单元的电压来确定一天A/C系统的平均室内功耗。附加地或替代地,空气处理器监测模块200可以向分级模块804提供室内功耗测量,并且分级模块804可以每天对测量进行平均以确定平均室内功耗。预期室内功耗可以类似于预期功耗如何被预期模块812确定来确定。

[0259] 双级模块836基于OAT、一天的A/C系统的单级运行时间以及一天的A/C系统的双级运行时间来确定当天A/C系统的双级分数。双级模块836可以例如使用将平均OAT、单级运行时间、以及双级运行时间与双级分数相关联的一个或多个函数或映射来确定当天的双级分数。双级分数可以对应于归因于长于预期或没有预期时的A/C系统以双级模式操作而导致的A/C系统等级的降低,这与单级模式的操作相比效率较低。

[0260] 如上所述,等级确定模块816基于当天的A/C系统的功率差、当天的A/C系统的容量分数、当天的A/C系统的气流分数、以及当天的A/C系统的双级分数来确定当天期间A/C系统的等级。

[0261] 图9包括描绘对一天的建筑物的A/C系统进行分级的示例性方法的流程图。控制可以在904开始,在该处控制追踪A/C系统的功耗、OAT、IDT、吸入温度、差异温度、以及A/C系统的运行时间。功耗包括A/C系统的总(室内加上室外)功耗和室内功耗二者。运行时间包括A/C系统的单级运行时间、双级运行时间、以及总运行时间。

[0262] 在908,控制确定当天是否结束。如果908为真,则控制以912继续进行。如果908为假,则控制返回至904并且继续追踪A/C系统的功耗、OAT、IDT、吸入温度、差异温度、以及运行时间。

[0263] 控制在912对当天的OAT进行平均并且对IDT进行平均,以产生当天的平均OAT和当天的平均IDT。控制还在912对功耗值进行平均以确定平均功耗。这包括当天的平均总功耗

和当天的平均室内功耗。另外在912,控制对差异温度进行平均以产生当天的平均差异温度,并且对吸入温度进行平均以产生当天的平均吸入温度。

[0264] 在916,控制确定当天的A/C系统的预期平均功耗。控制使用基于OAT、(可选地)IDT、A/C系统的SEER评级、以及A/C系统的额定吨位来确定当天A/C系统的预期平均功耗,如以上所讨论的。

[0265] 在920,控制确定当天A/C系统的平均功耗与当天A/C系统的预期平均功耗之间的当天的功率差。例如,控制可以将功率差设置成等于平均功耗减去预期平均功耗。

[0266] 控制还在920确定当天的容量分数和当天的气流分数。控制基于当天的功率差、当天的平均吸入温度、当天的总运行时间、以及当天的平均差异温度来确定当天的容量分数,如以上所讨论的。控制基于当天的平均室内功耗、当天的平均差异温度、当天的平均吸入温度、以及当天的总运行时间来确定当天的气流分数,如以上所讨论的。控制还可以在920确定当天的双级分数。控制基于当天的单级运行时间、当天的双级运行时间、以及当天的平均OAT来确定当天的双级分数。如果A/C系统为单级A/C系统,则控制可以将双级分数设置成对等级没有影响的预定值(例如,零)。

[0267] 在924,控制基于当天的功率差、当天的容量分数、当天的气流分数、以及当天的双级分数来生成当天的A/C系统的等级。例如,控制可以基于100减去功率差减去容量分数减去气流分数减去双级分数来设置等级,或者将等级设置成等于100减去功率差减去容量分数减去气流分数减去双级分数。

[0268] 控制在928生成包括当天的A/C系统的等级的报告。控制可以生成包括其他信息的报告,其他信息例如为多天时段中A/C系统的等级的一个或多个变化、多天时段中A/C系统的等级的一个或多个趋势、和/或其他本地建筑物的A/C系统的一个或多个等级。报告可以显示在显示器上,例如客户装置324的显示器和/或承包商装置320的显示器。

[0269] 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”来指逻辑(A或B或C),并且不应被解释为意指“A中的至少一个、B中的至少一个和C中的至少一个”。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多个步骤。

[0270] 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。

[0271] 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。

[0272] 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。

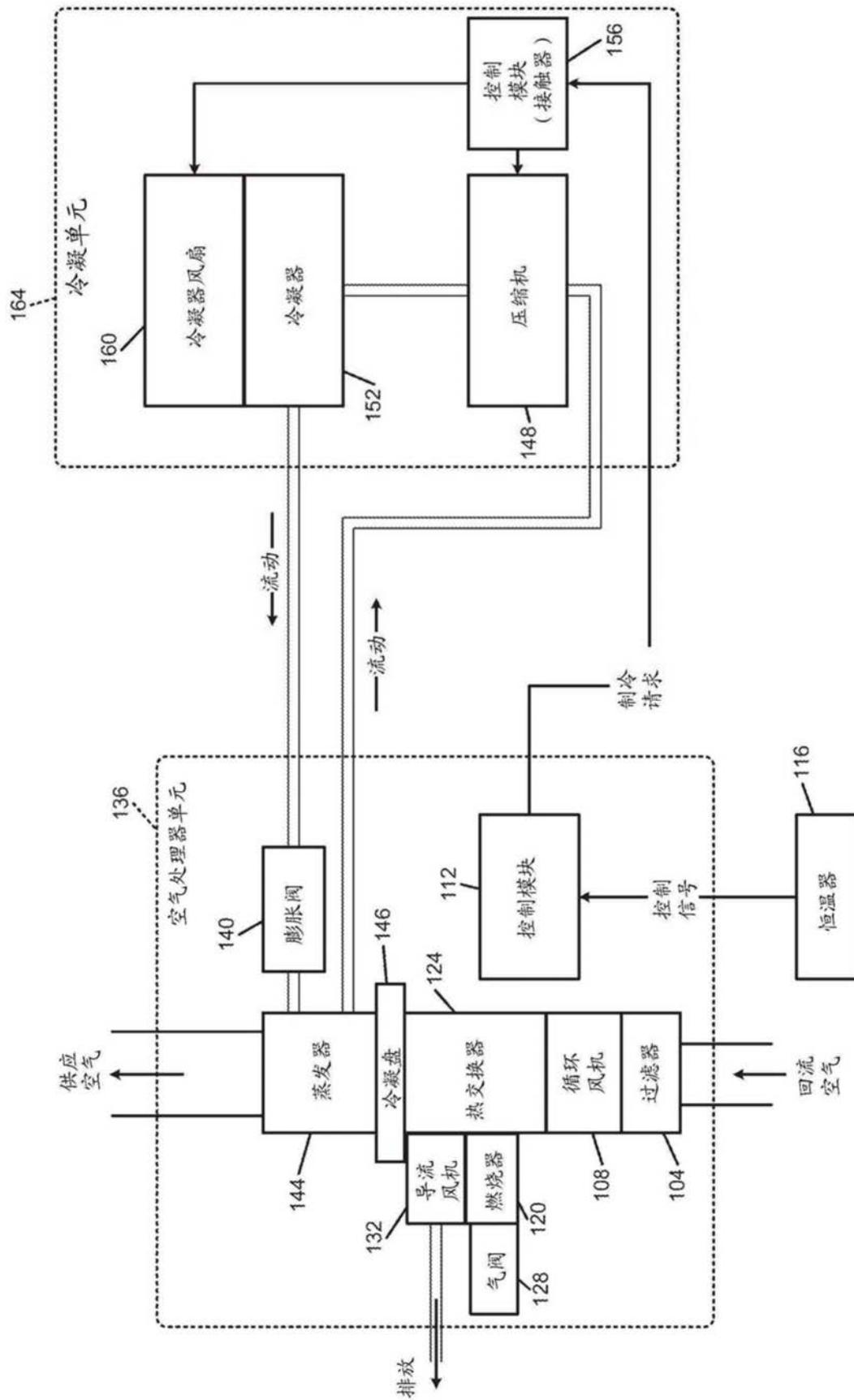


图1现有技术

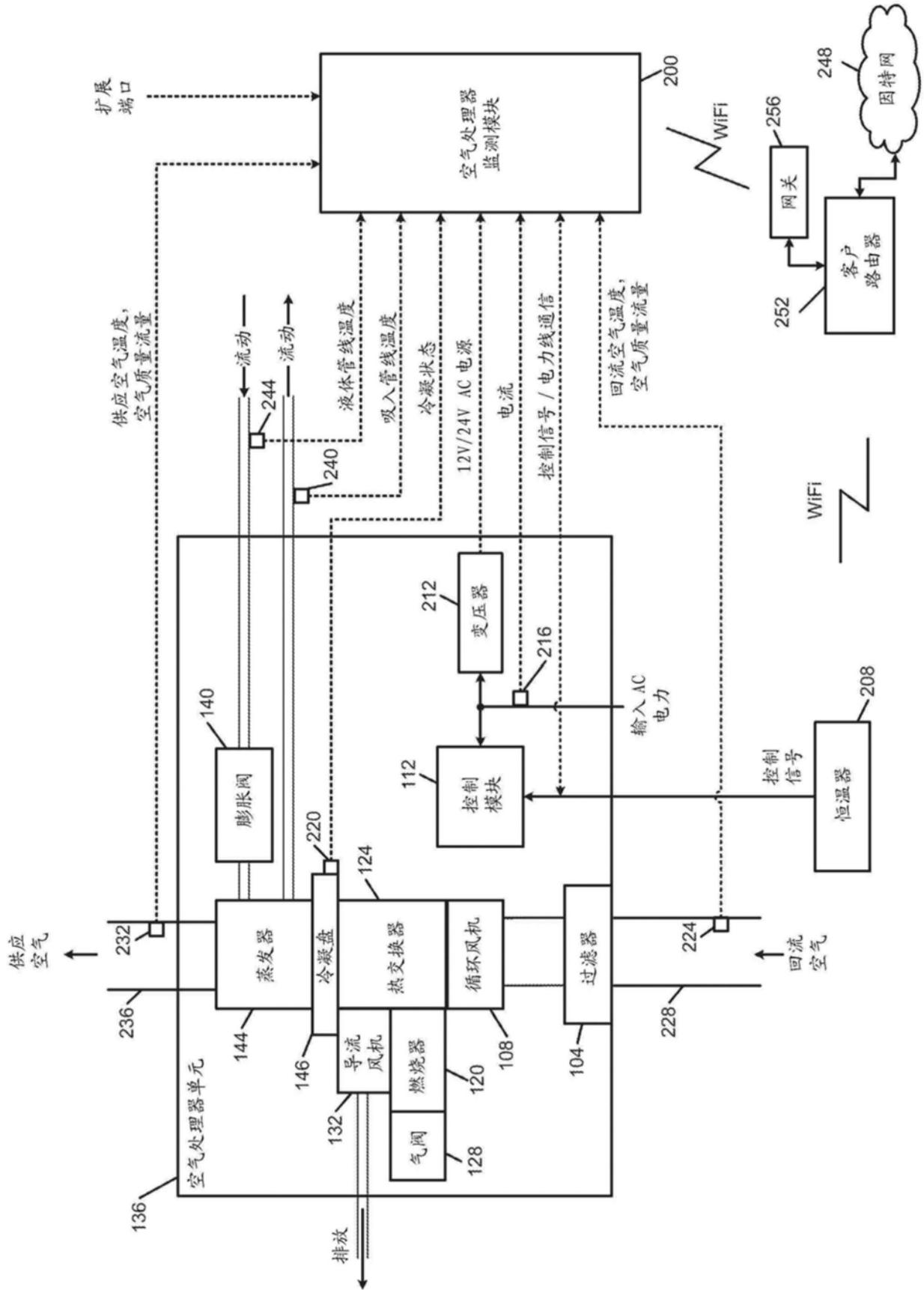


图2A

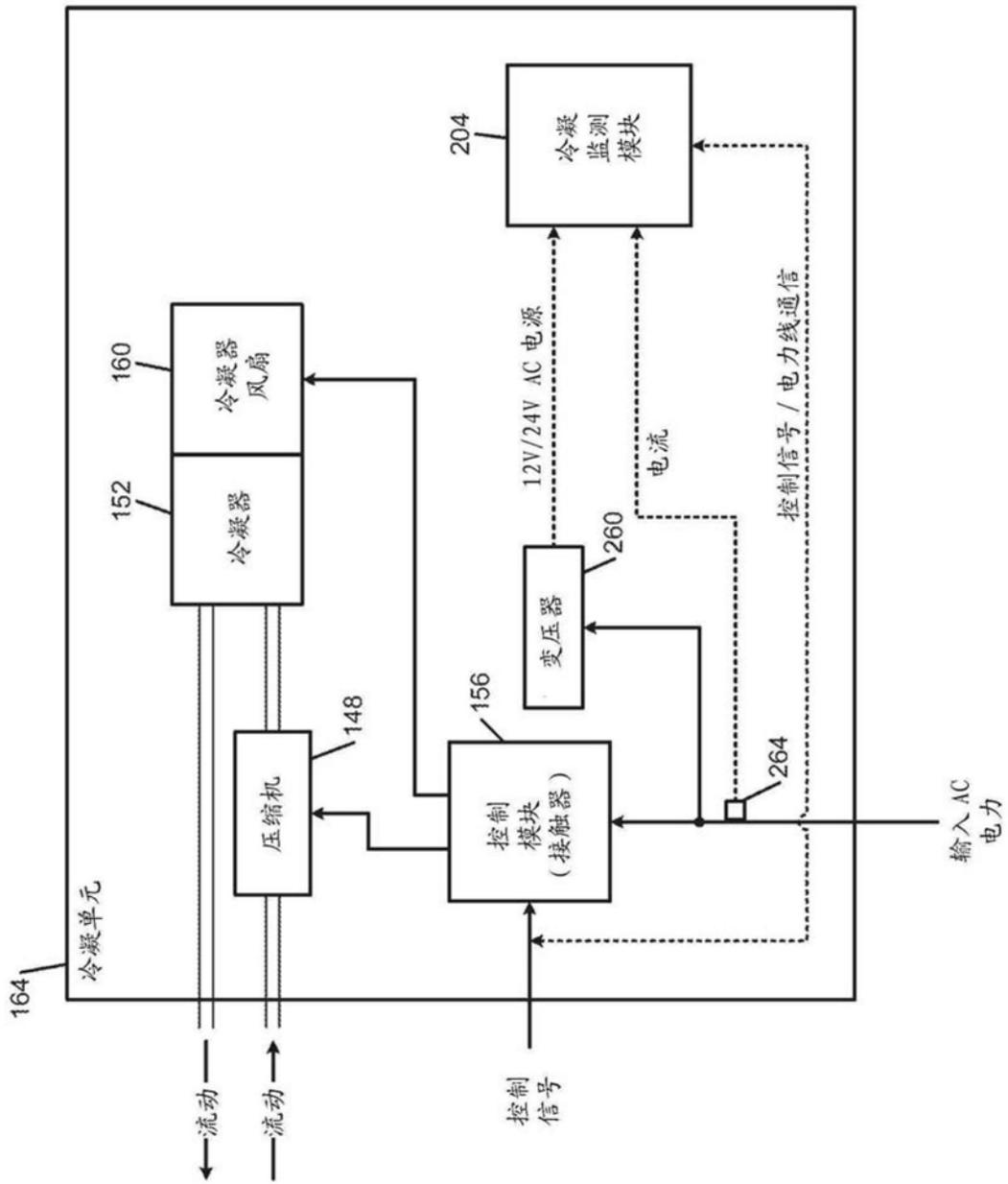


图2B

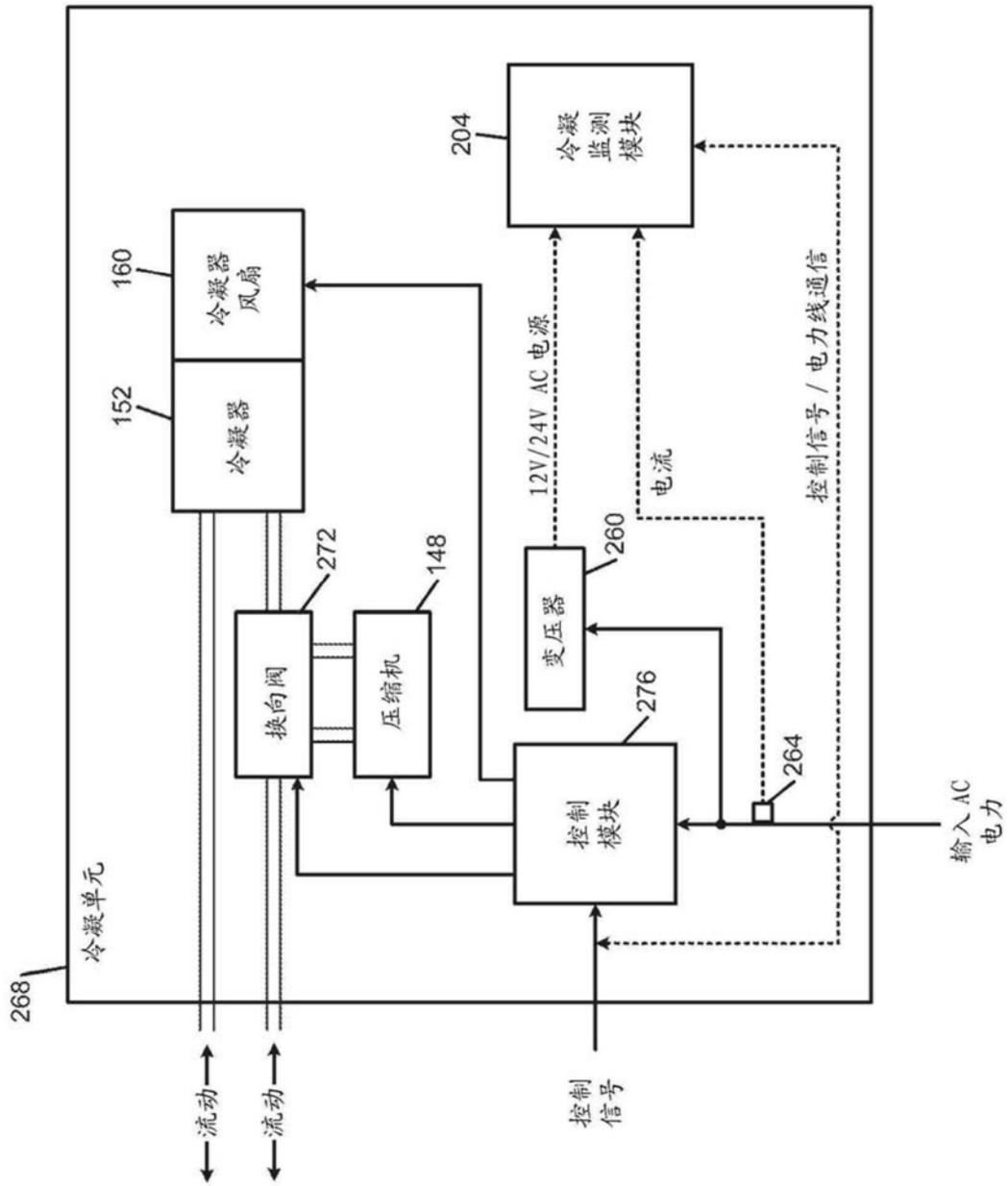


图2C

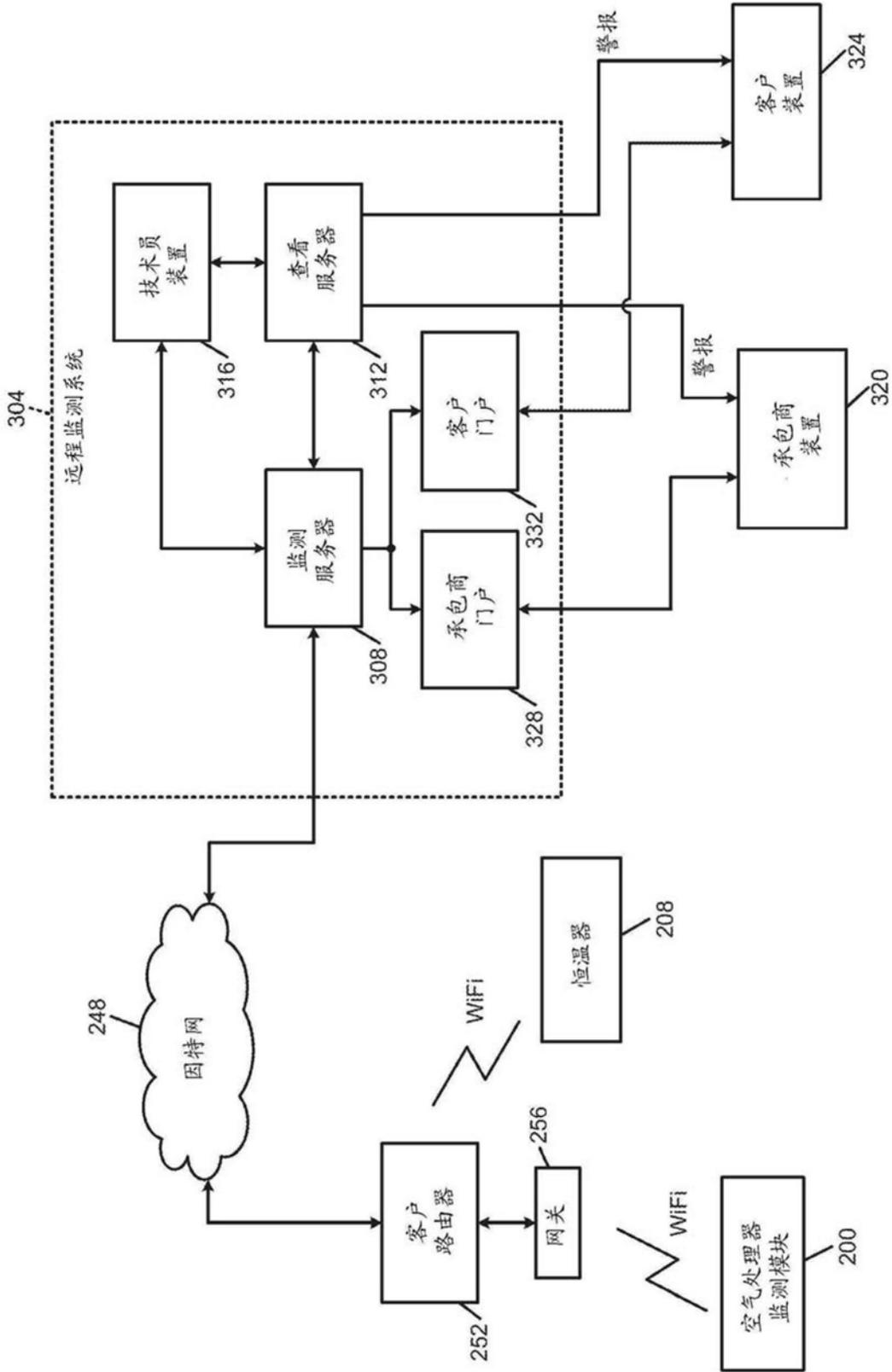


图3

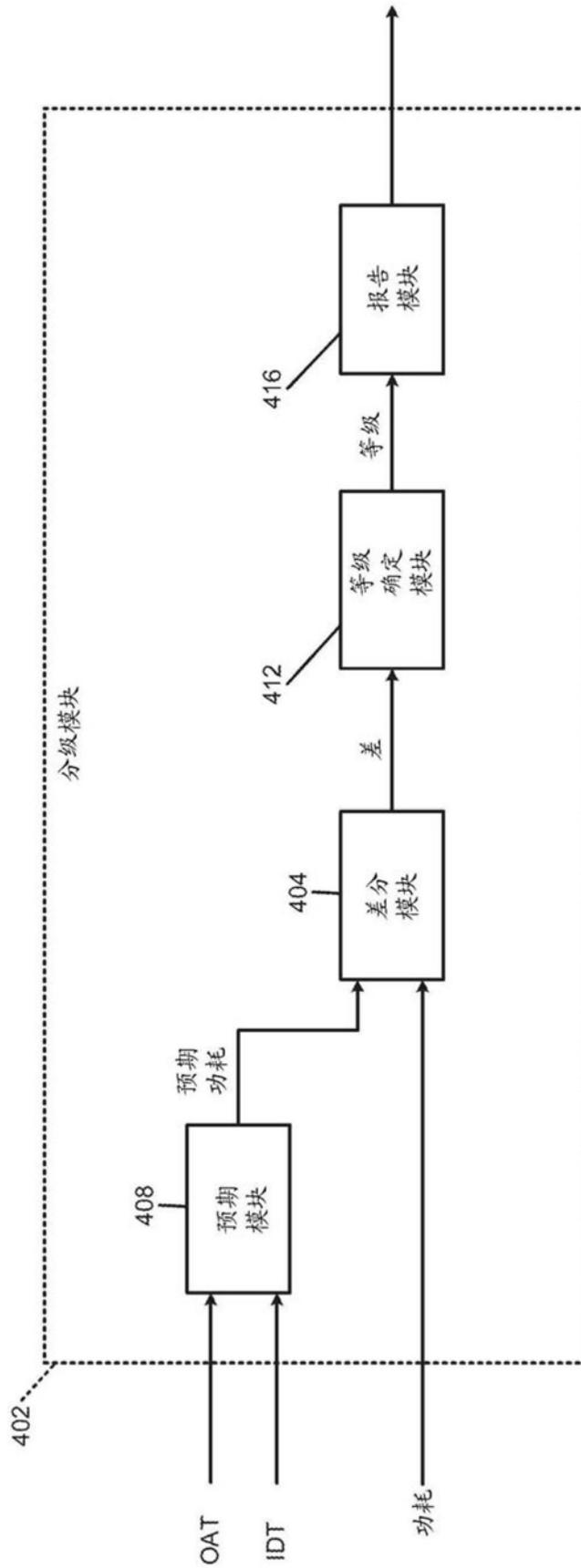


图4A

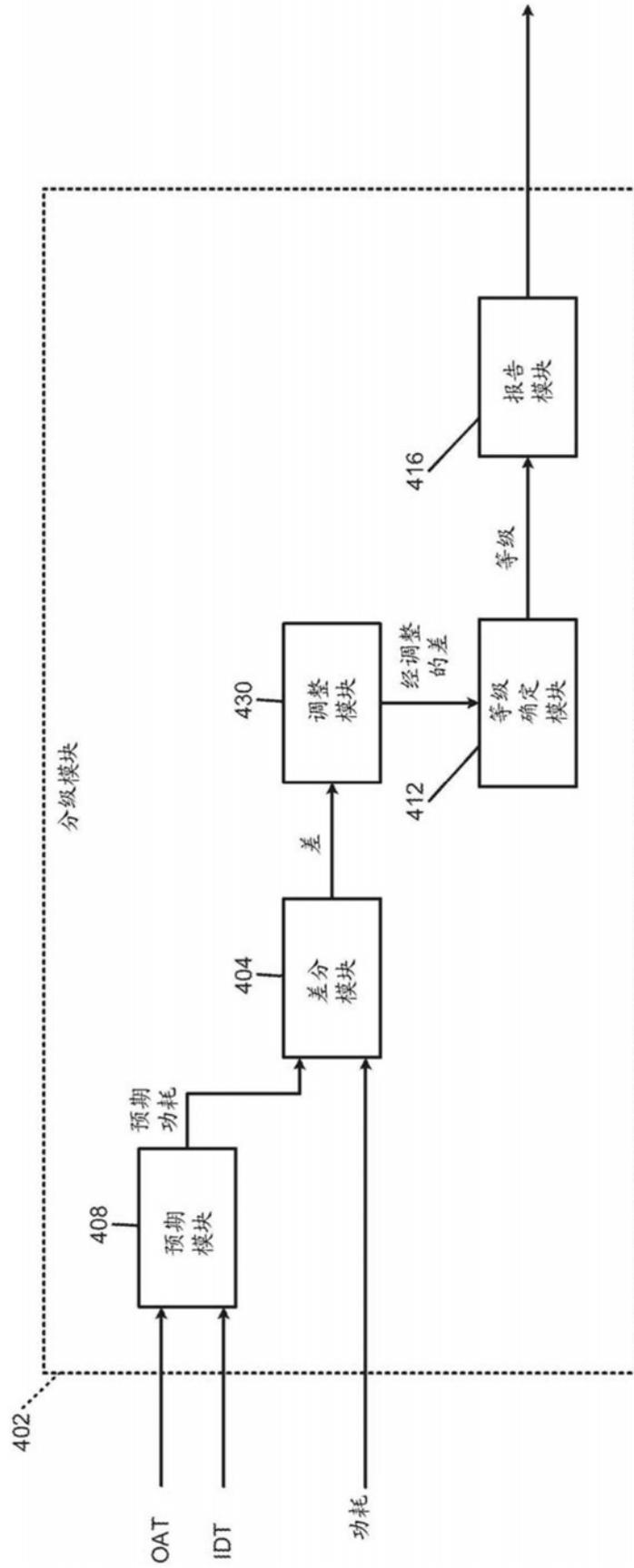


图4B

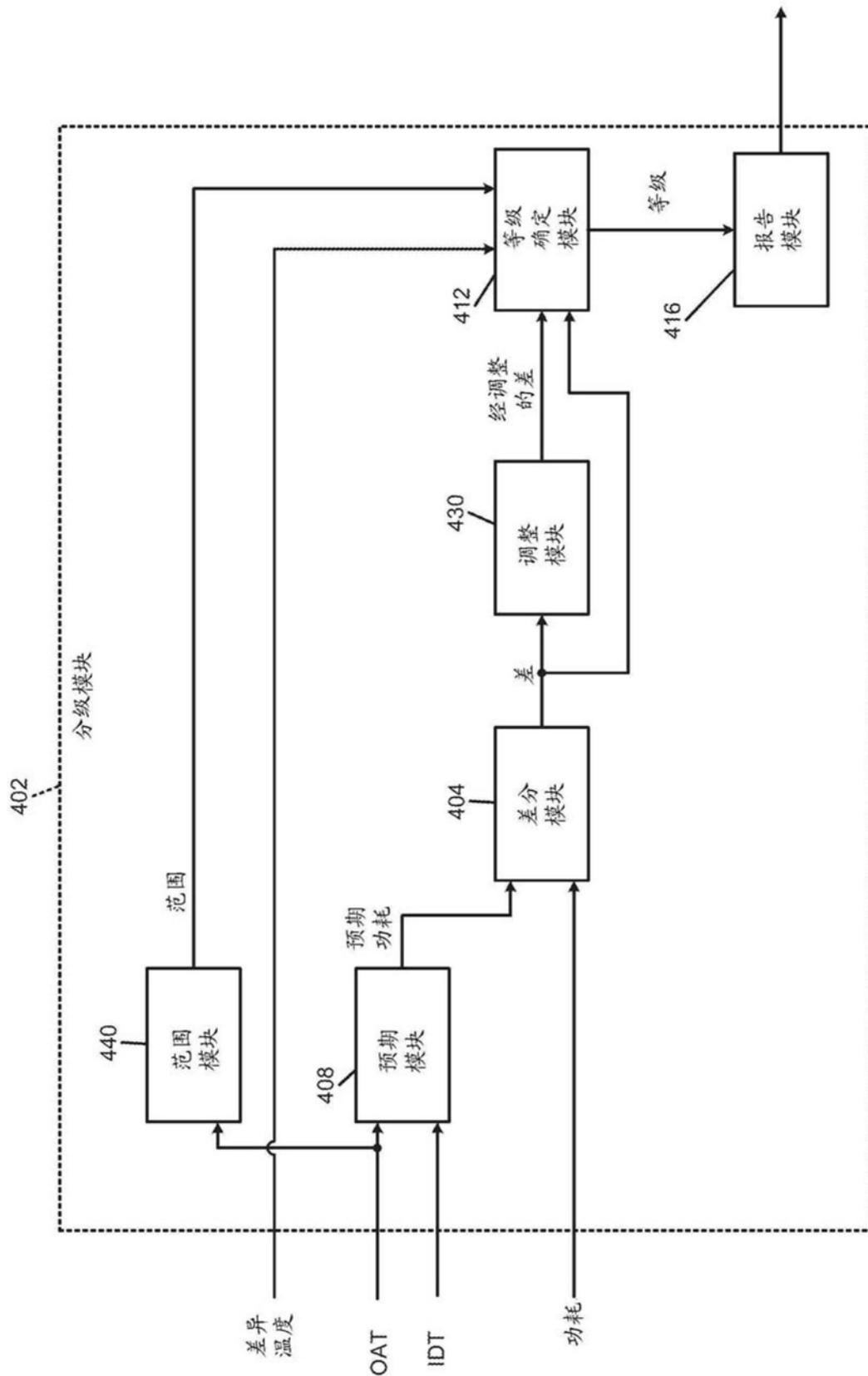


图4C

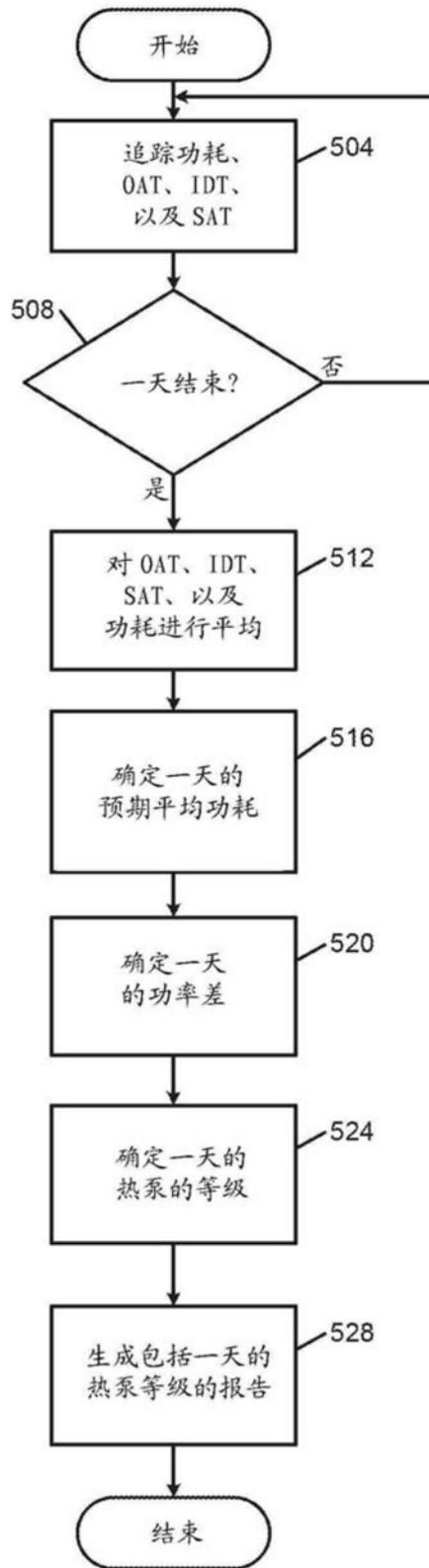


图5

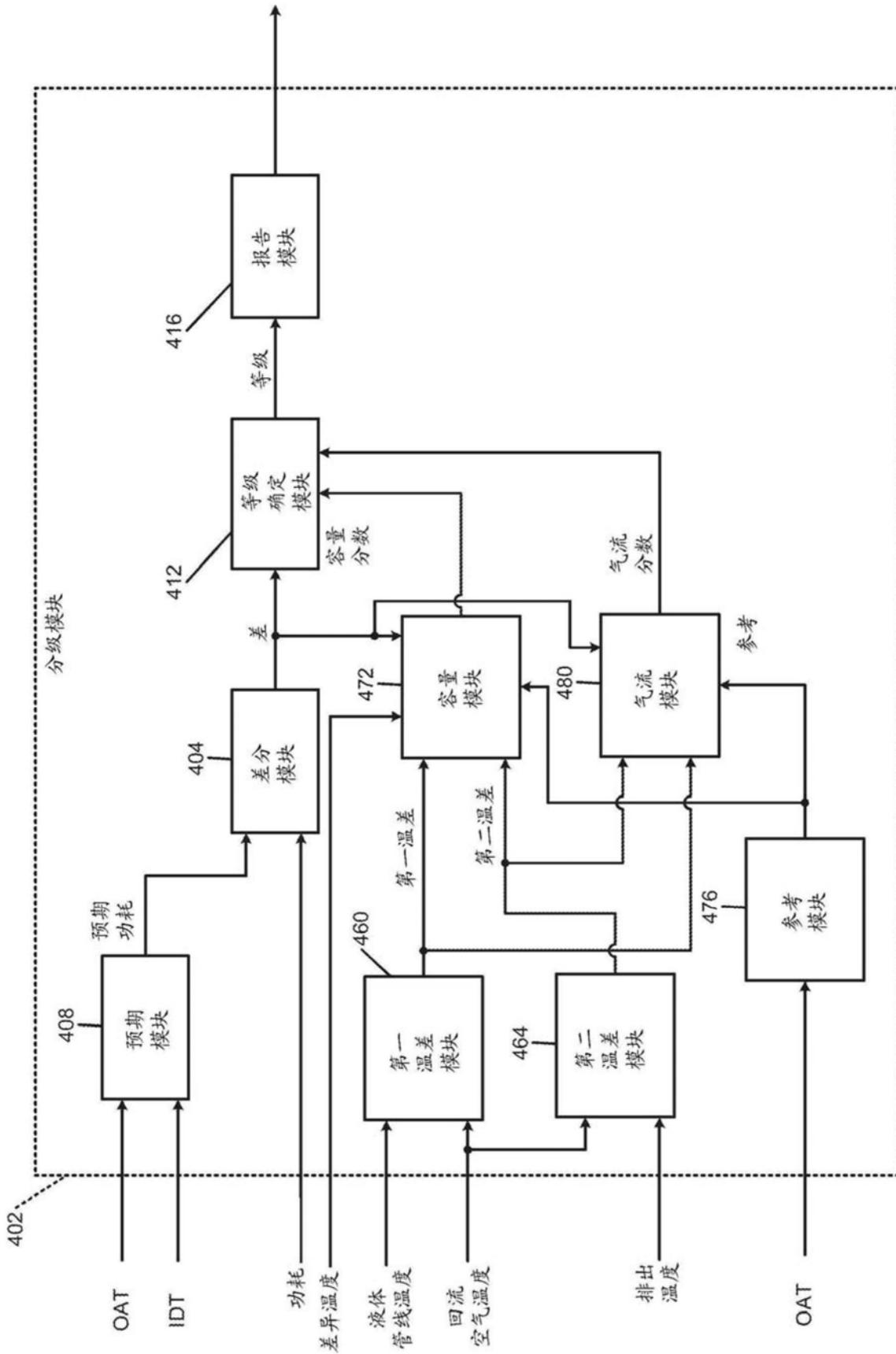


图6

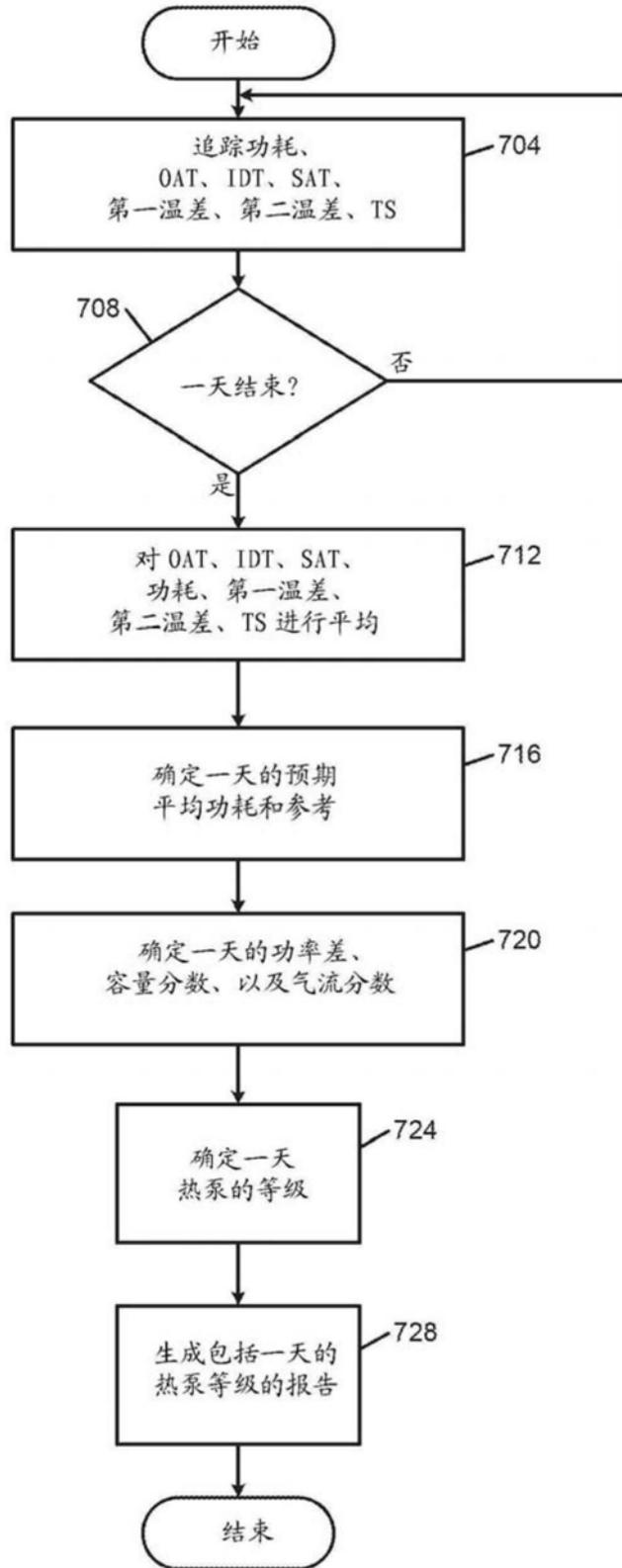


图7

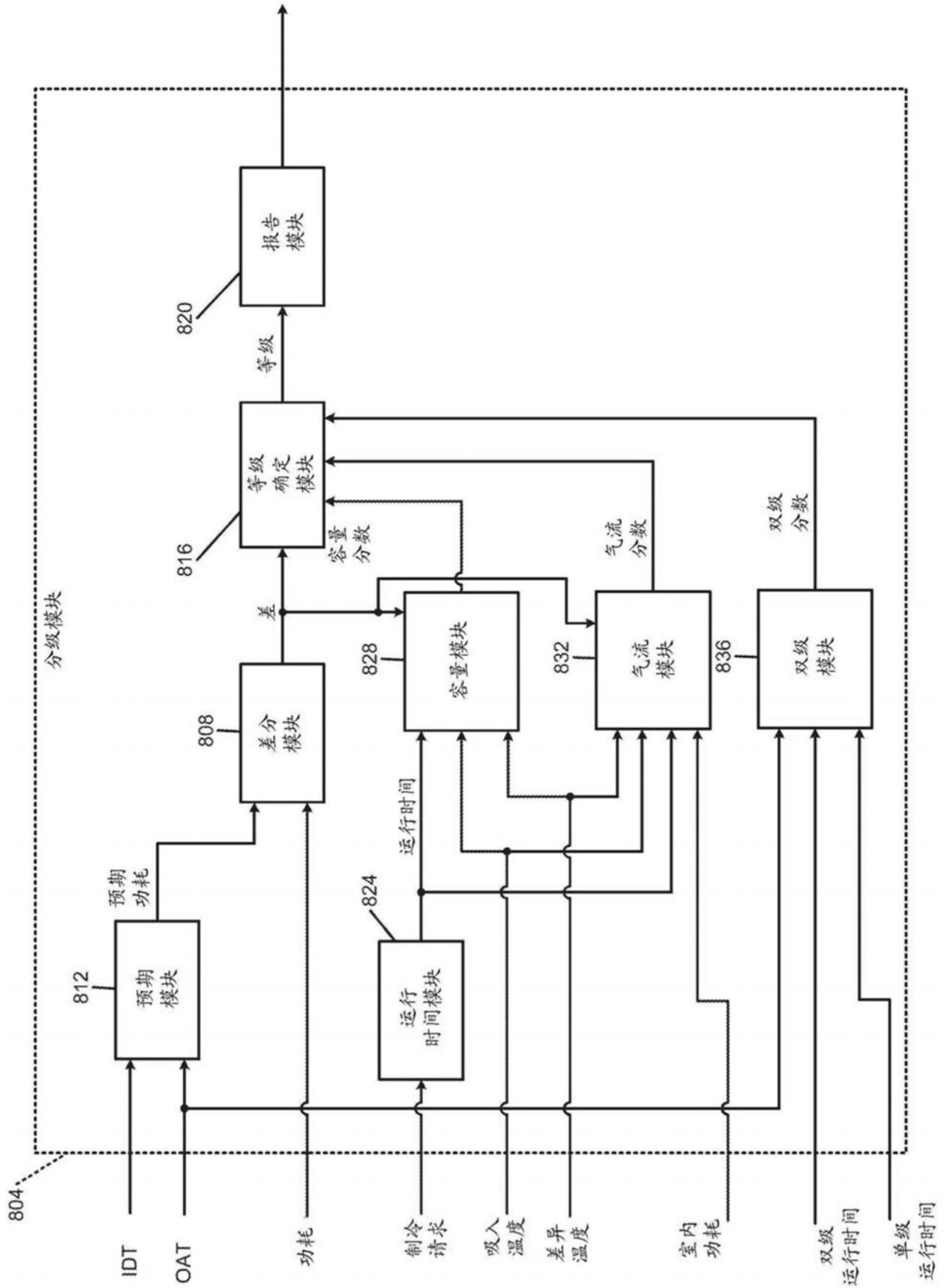


图8

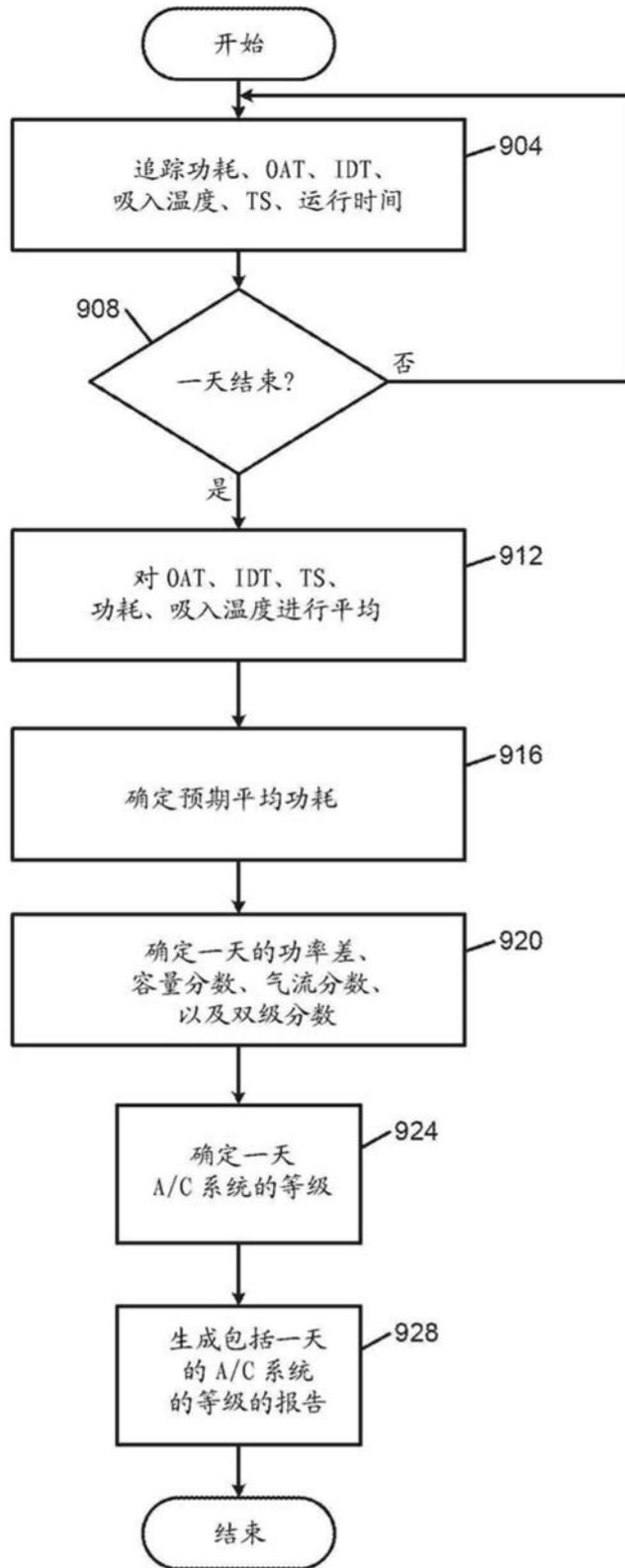


图9

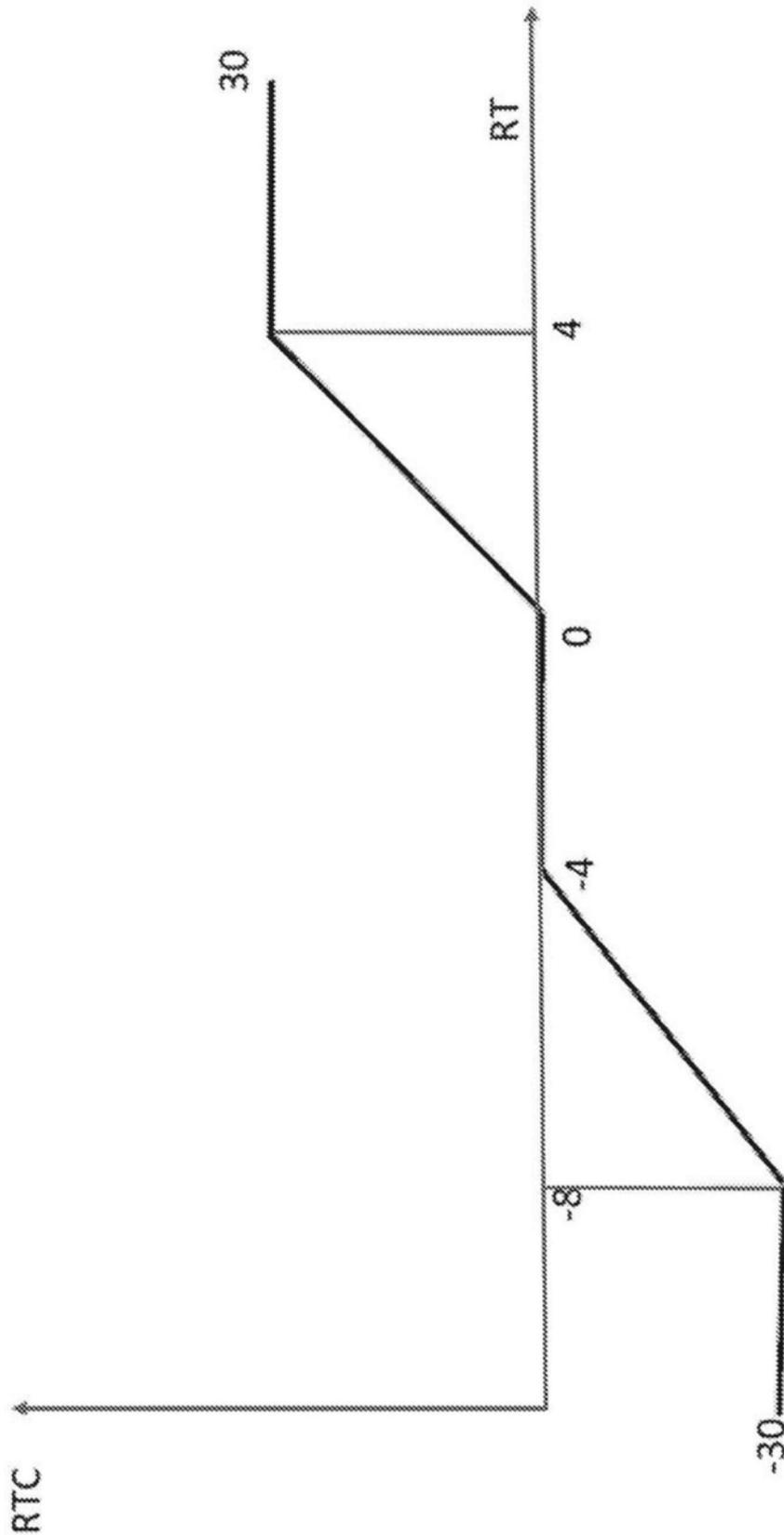


图10A

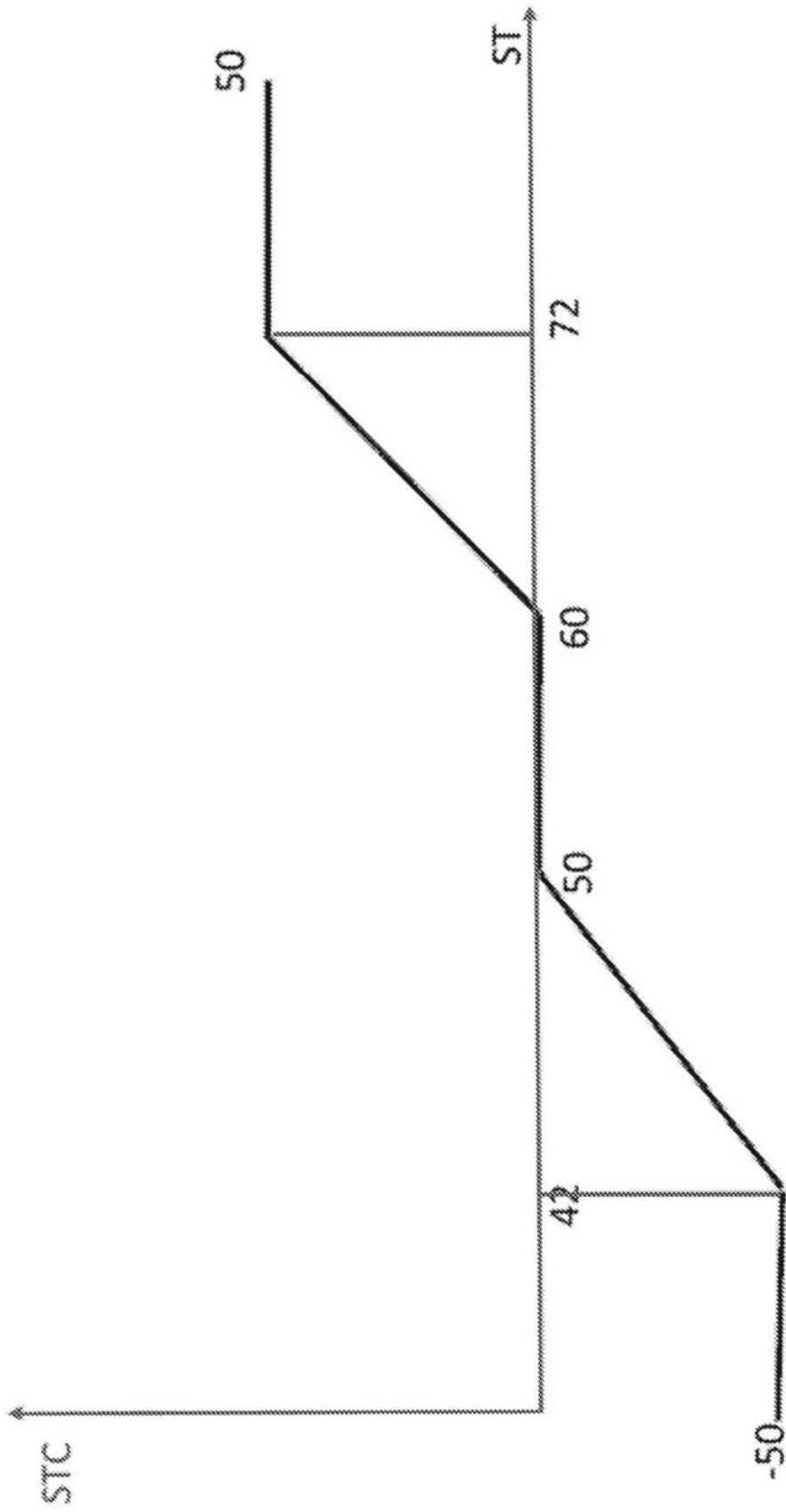


图10B

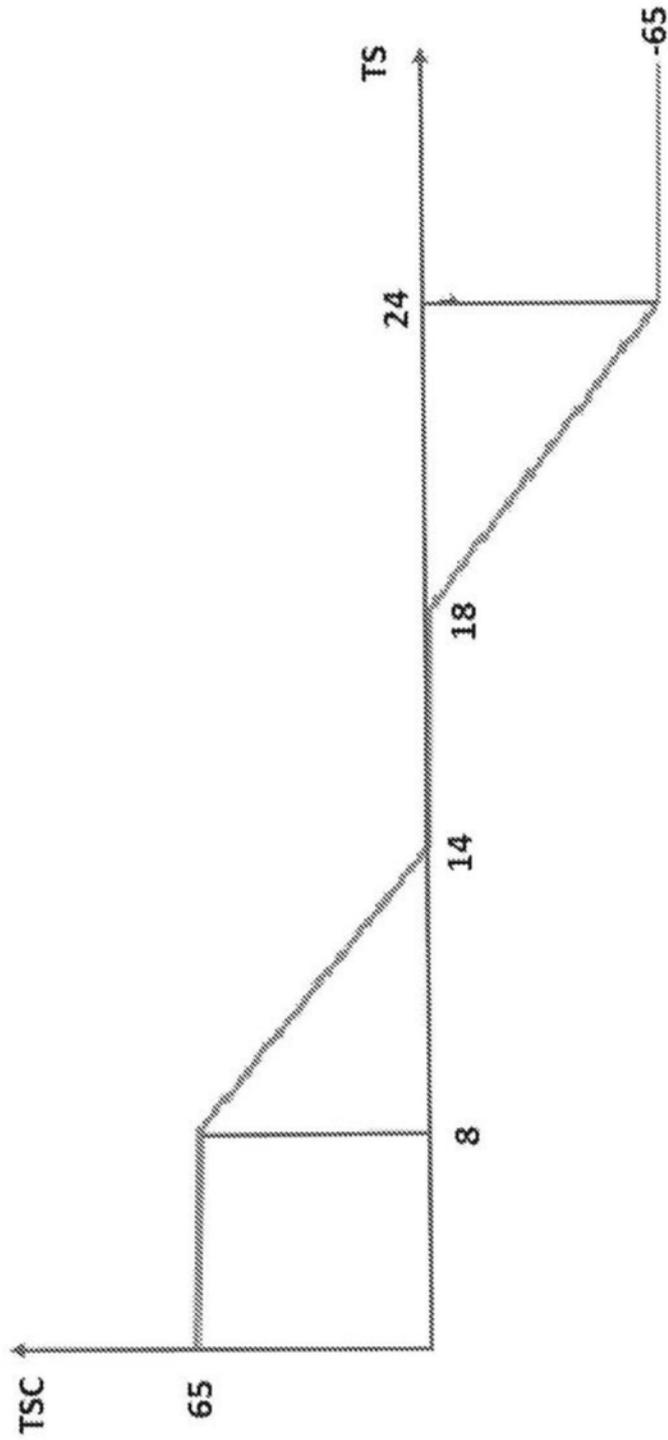


图10C

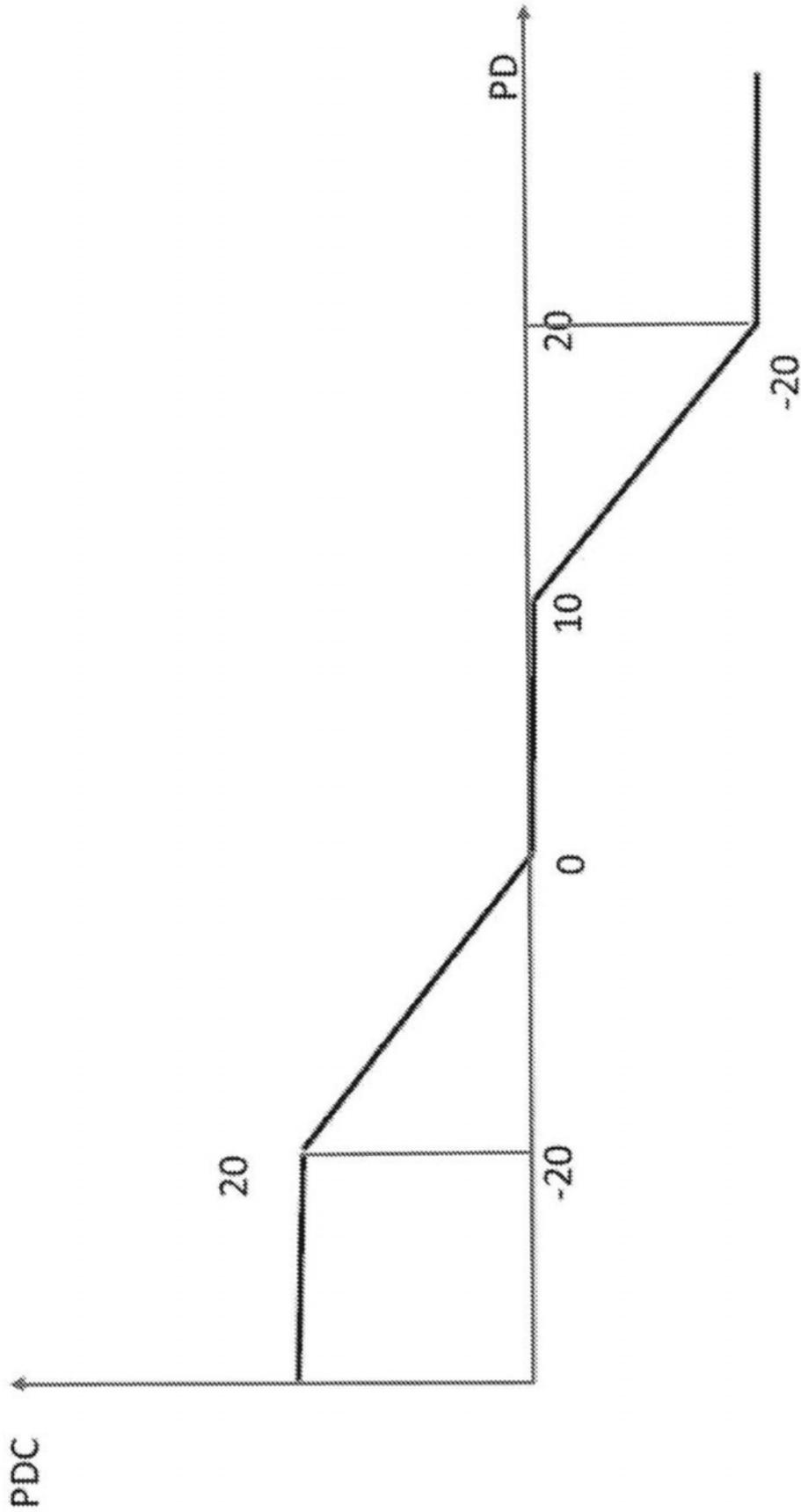


图10D

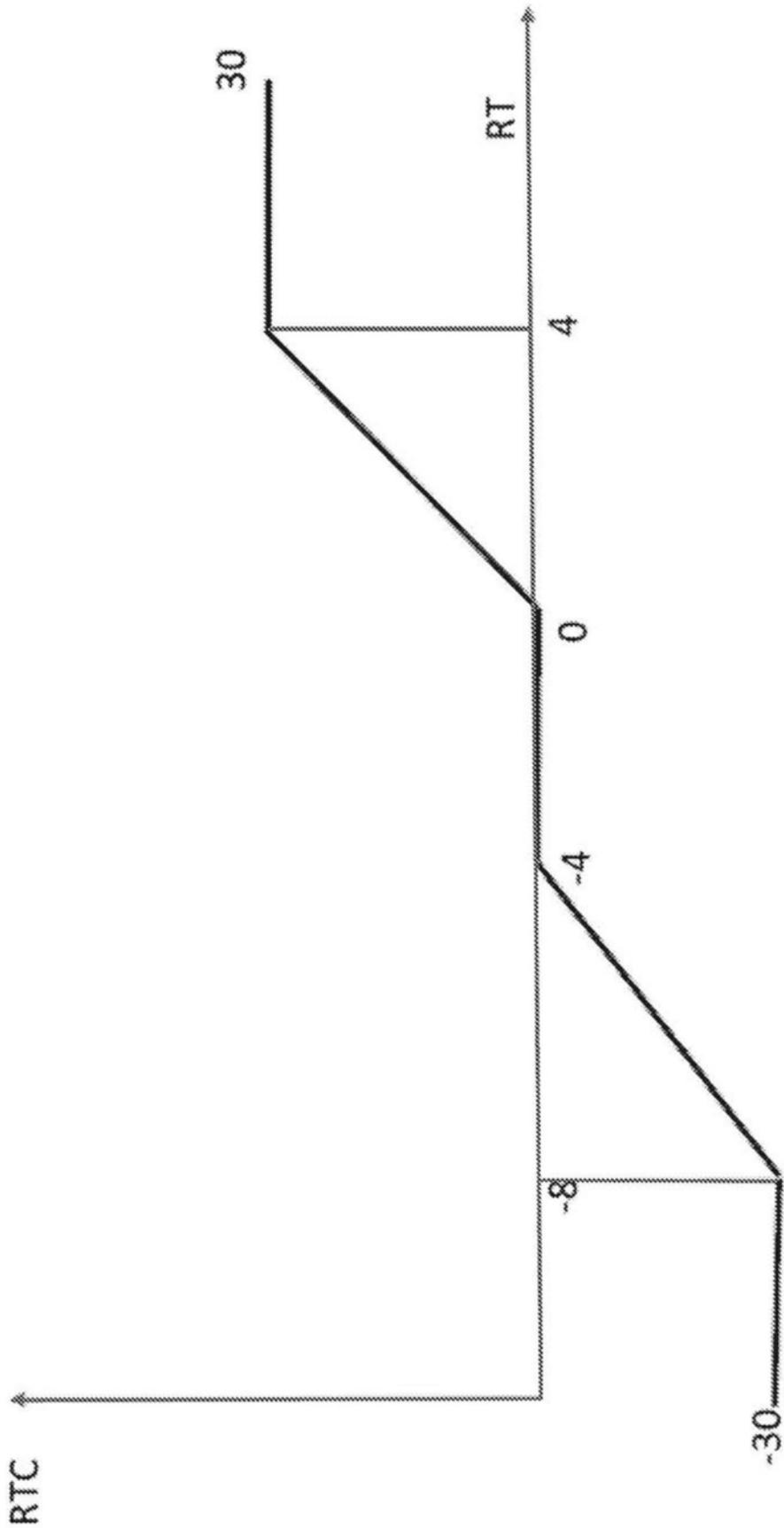


图11A

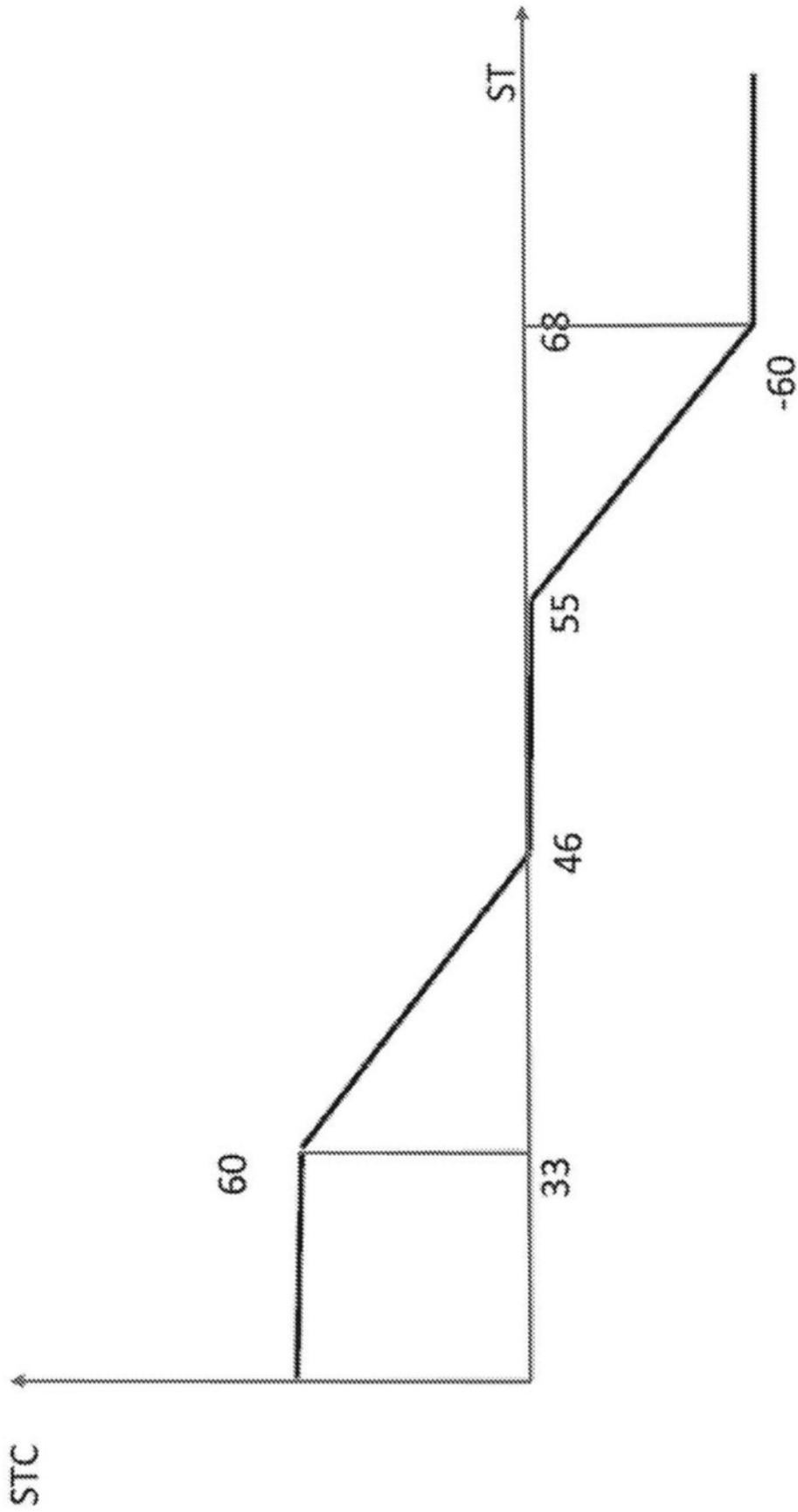


图11B

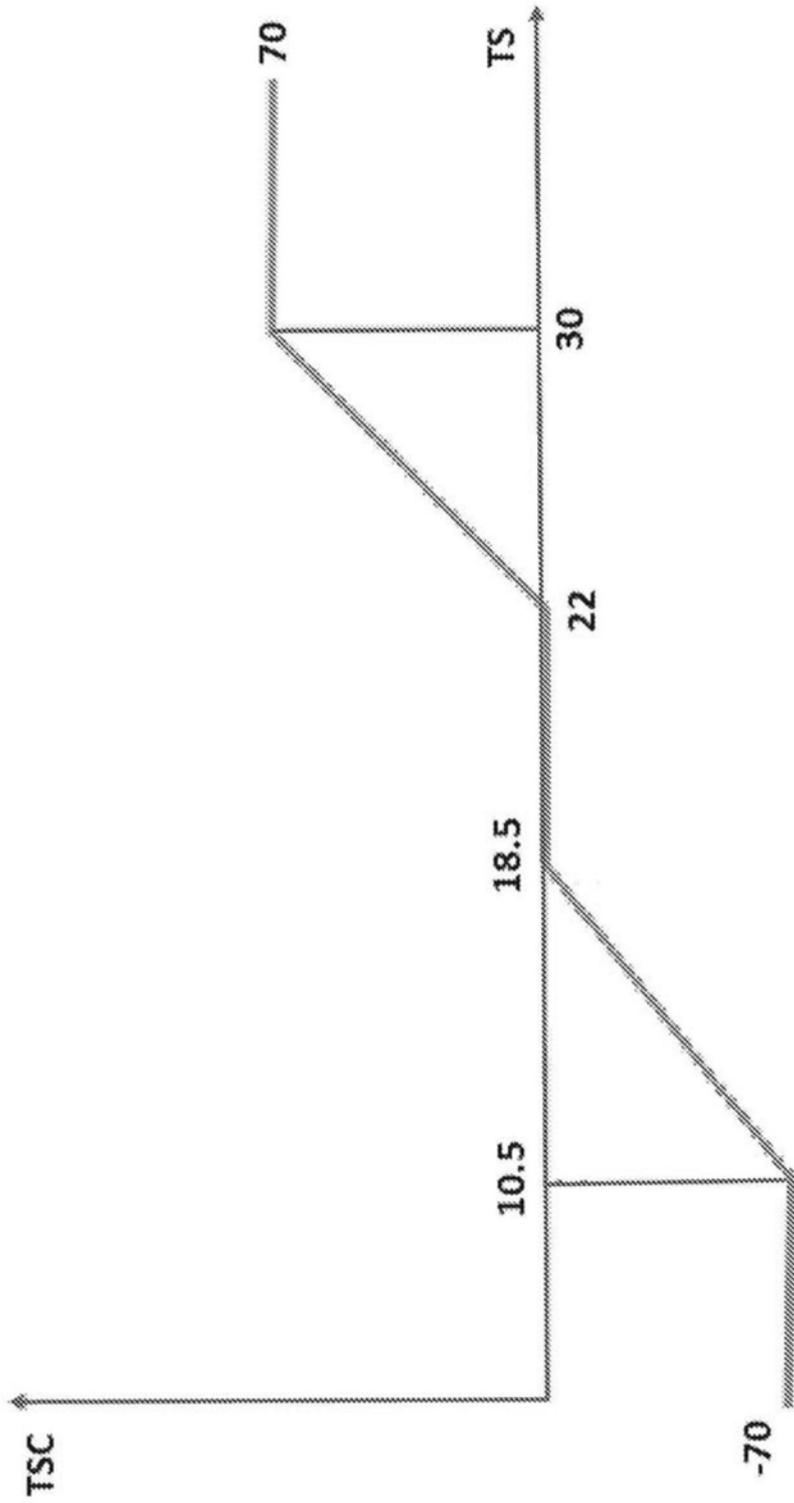


图11C

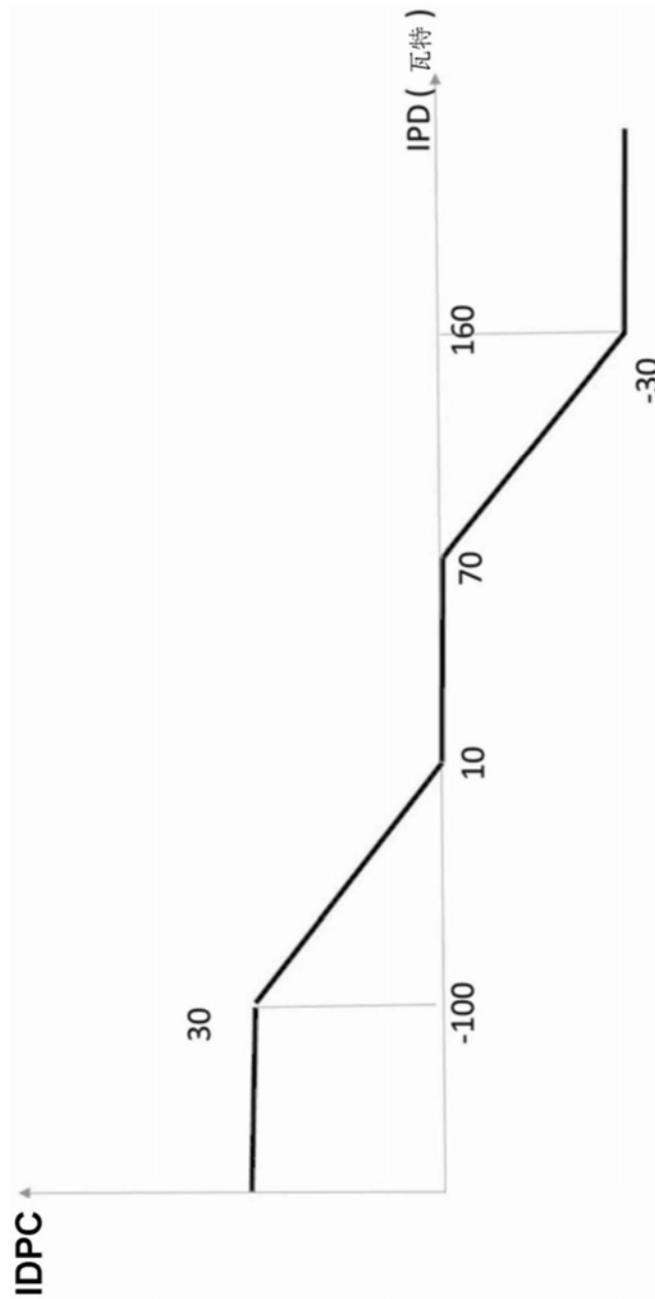


图11D