



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1781006 B

(45) 授权公告日 2010.06.09

(21) 申请号 200480011463.2

(22) 申请日 2004.04.29

(30) 优先权数据

60/466,637 2003.04.30 US

10/833,259 2004.04.27 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.10.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/013384 2004.04.29

(87) PCT申请的公布数据

W02004/099683 EN 2004.11.18

(73) 专利权人 爱默生零售服务公司

地址 美国佐治亚

(72) 发明人 阿布塔·辛格 托马斯·J·马修斯

斯蒂芬·T·沃德沃斯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 党建华

(51) Int. Cl.

F25B 49/02(2006.01)

(56) 对比文件

US 4510576 A, 1985.04.09, 全文.

US 4611470 A, 1986.09.16, 全文.

CN 1272171 A, 2000.11.01, 全文.

US 5586446 A, 1996.12.24, 全文.

审查员 杨祥钧

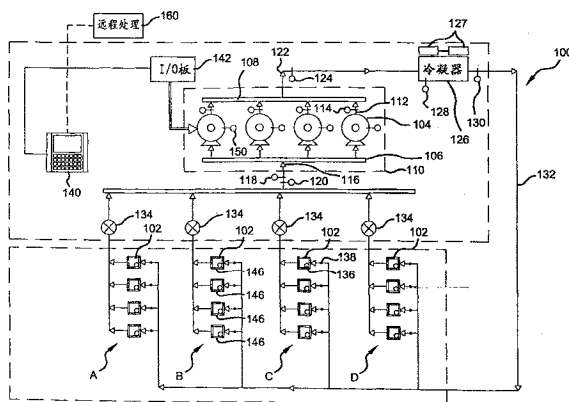
权利要求书 6 页 说明书 10 页 附图 24 页

(54) 发明名称

用于监视远程制冷系统的系统和方法

(57) 摘要

一种用于监视远程制冷系统的系统,所述系统包括:监视制冷系统的组件的参数的多个传感器;以及,传递由多个传感器每一个产生的信号的通信网络。管理中心从通信网络接收信号,并且处理所述信号,以确定至少一个组件的工作状况。管理中心基于工作状况而产生报警。



1. 一种用于监视远程制冷系统的系统,所述用于监视远程制冷系统的系统包括:  
监视所述制冷系统的组件的参数的多个传感器;  
传递由所述多个传感器每一个产生的信号的通信网络;以及  
管理中心,所述管理中心处理来自所述通信网络的所述信号,将所述信号分类成多个类别,并且评估在所述类别中的分布,以确定至少一个所述组件的工作状况。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述信号的所述处理包括:确定每一个所述信号是否在有效范围内,确定每一个所述信号是否为动态的,并且确定每一个所述信号是否有效。
3. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括一个温度传感器,所述温度传感器监视流经所述制冷系统的制冷剂的温度,并产生温度信号。
4. 如权利要求 3 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述温度,并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算所述制冷剂的压力、密度和焓。
5. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括一个压力传感器,所述压力传感器监视流经所述制冷系统的制冷剂的压力,并产生压力信号。
6. 如权利要求 5 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述压力,并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算所述制冷剂的温度、密度和焓。
7. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括:  
温度传感器,所述温度传感器监视所述制冷系统的压缩机吸入一侧上的制冷剂温度,并且产生温度信号;以及  
压力传感器,所述压力传感器监视所述压缩机的所述吸入一侧上的制冷剂压力,并且产生压力信号;  
其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。
8. 如权利要求 7 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度,并且,在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。
9. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括:  
温度传感器,所述温度传感器监视所述制冷系统的压缩机排出一侧上的制冷剂温度,并且产生温度信号;以及  
压力传感器,所述压力传感器监视所述压缩机的所述排出一侧上的制冷剂压力,并且产生压力信号;  
其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。
10. 如权利要求 9 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度,并且,在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。
11. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括与所述组件之一相关联的接触器,所述接触器在打开位置和闭合位置之间循环,以选择性地操作所述组件。
12. 如权利要求 11 所述的系统,其中,所述管理中心监视所述接触器的循环,并且,当超过一个循环速率和超过一个最大循环次数之一发生时,产生报警。
13. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括:  
产生环境温度信号的冷凝器环境温度传感器;

产生压力信号的冷凝器压力传感器；  
产生压缩机电流信号的压缩机电流传感器；以及  
产生冷凝器电流信号的冷凝器电流传感器；

其中，所述管理中心基于所述环境温度信号、所述压力信号、所述压缩机电流信号和所述冷凝器电流信号而确定所述冷凝器的工作状况。

14. 如权利要求 13 所述的系统，其中，所述管理中心确定所述冷凝器的功率消耗，在一段时间上观察所述功率消耗，并且基于所述功率消耗的模式而有选择性地产生报警。

15. 一种监视处于远程位置上的制冷系统的方法，包括以下步骤：

从监视所述制冷系统的组件参数的多个传感器产生信号；  
在通信网络上传递由所述多个传感器每一个产生的信号；  
处理所述信号；  
将所述信号分类成多个类别；以及  
评估在所述类别中的分布，以确定至少一个所述组件的工作状况。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中，所述信号的所述处理包括：确定每一个所述信号是否在有效范围内，确定每一个所述信号是否为动态的，并且确定每一个所述信号是否有效。

17. 如权利要求 15 所述的方法，进一步包括：  
监视流经所述制冷系统的制冷剂的温度；以及  
基于所述温度而产生温度信号。

18. 如权利要求 17 所述的方法，进一步包括：基于所述温度，并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个，而计算所述制冷剂的压力、密度和焓。

19. 如权利要求 15 所述的方法，进一步包括：  
监视流经所述制冷系统的制冷剂的压力；以及  
基于所述压力而产生压力信号。

20. 如权利要求 19 所述的方法，进一步包括：基于所述压力，并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个，而计算所述制冷剂的温度、密度和焓。

21. 如权利要求 15 所述的方法，进一步包括：  
监视所述制冷系统的压缩机吸入一侧上的制冷剂温度；  
基于所述温度而产生温度信号；  
监视所述压缩机的所述吸入一侧上的制冷剂压力；  
基于所述压力而产生压力信号；以及  
基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。

22. 如权利要求 21 所述的方法，进一步包括：  
基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度；以及在一段时间上观察所述过热的模式，以确定是否已经发生所述回涌事件。

23. 如权利要求 15 所述的方法，进一步包括：  
监视所述制冷系统的压缩机排出一侧上的制冷剂温度；  
基于所述温度而产生温度信号；以及  
监视所述压缩机的所述排出一侧上的制冷剂压力；

基于所述压力而产生压力信号；以及

基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。

24. 如权利要求 23 所述的方法,进一步包括:

基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度;以及在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。

25. 如权利要求 15 所述的方法,进一步包括:在打开位置和闭合位置之间循环与所述组件之一相关联的接触器,以选择性地操作所述组件。

26. 如权利要求 25 所述的方法,进一步包括:

监视所述接触器的所述循环;以及

当超过一个循环速率和超过一个最大循环次数之一发生时,产生报警。

27. 如权利要求 15 所述的方法,进一步包括:

基于冷凝器的环境气温而产生环境温度信号;

基于冷凝器压力而产生压力信号;

基于压缩机电流而产生压缩机电流信号;

基于冷凝器电流而产生冷凝器电流信号;以及

基于所述环境温度信号、所述压力信号、所述压缩机电流信号和所述冷凝器电流信号而确定所述冷凝器的工作状况。

28. 如权利要求 27 所述的方法,进一步包括:

确定所述冷凝器的功率消耗;

在一段时间上观察所述功率消耗;以及

基于所述功率消耗的模式而有选择性地产生报警。

29. 一种用于监视远程制冷系统的系统,所述用于监视远程制冷系统的系统包括:

监视所述制冷系统的组件的参数的多个传感器;

传递由所述多个传感器每一个产生的信号的通信网络;以及

从所述通信网络接收所述信号的管理中心,所述管理中心处理所述信号,以确定至少一个所述组件的工作状况,在一定时间上监视所述信号的分布,并且基于所述分布而确定工作状况。

30. 如权利要求 29 所述的系统,其中,所述管理中心确定多个子带,所述多个子带定义与每一个所述信号相关联的范围,并且,基于在所定义时间周期上观察的所述信号的值而填充每一个子带。

31. 如权利要求 30 所述的系统,其中,当一个特定子带的总数超过与所述特定子带相关联的阈值时,产生报警。

32. 如权利要求 29 所述的系统,其中,所述管理中心评估每一个所述信号,以确定每一个所述信号是否在有效范围内,确定每一个所述信号是否为动态的,并且确定每一个所述信号是否有效。

33. 如权利要求 29 所述的系统,进一步包括温度传感器,所述温度传感器监视流经所述制冷系统的制冷剂的温度,并产生温度信号。

34. 如权利要求 33 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述温度,并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算所述制冷剂的压力、密度和焓。

35. 如权利要求 29 所述的系统,进一步包括压力传感器,所述压力传感器监视流经所述制冷系统的制冷剂的压力,并产生压力信号。

36. 如权利要求 35 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述压力,并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算所述制冷剂的温度、密度和焓。

37. 如权利要求 29 所述的系统,进一步包括:

温度传感器,所述温度传感器监视所述制冷系统的压缩机吸入一侧上的制冷剂温度,并且产生温度信号;以及

压力传感器,所述压力传感器监视所述压缩机的所述吸入一侧上的制冷剂压力,并且产生压力信号;

其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。

38. 如权利要求 37 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度,并且,在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。

39. 如权利要求 29 所述的系统,进一步包括:

温度传感器,所述温度传感器监视所述制冷系统的压缩机排出一侧上的制冷剂温度,并且产生温度信号;以及

压力传感器,所述压力传感器监视所述压缩机的所述排出一侧上的制冷剂压力,并且产生压力信号;

其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。

40. 如权利要求 39 所述的系统,其中,所述管理中心基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度,并且,在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。

41. 如权利要求 29 所述的系统,进一步包括:

产生环境温度信号的冷凝器环境温度传感器;

产生压力信号的冷凝器压力传感器;

产生压缩机电流信号的压缩机电流传感器;以及

产生冷凝器电流信号的冷凝器电流传感器;

其中,所述管理中心基于所述环境温度信号、所述压力信号、所述压缩机电流信号和所述冷凝器电流信号而确定所述冷凝器的工作状况。

42. 一种用于监视远程制冷系统的方法,包括:

从监视所述制冷系统的组件参数的多个传感器产生信号;

在通信网络上传递由所述多个传感器每一个产生的信号;

处理所述信号;

在一定时间上监视所述信号的分布;以及

基于所述分布而确定至少一个所述组件的工作状况。

43. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:

确定多个子带,所述多个子带定义与每一个所述信号相关联的范围;以及

基于在所定义时间周期上观察的所述信号的值而填充每一个子带。

44. 如权利要求 43 所述的方法,进一步包括:当一个特定子带的总数超过与所述特定

子带相关联的阈值时,产生报警。

45. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:评估每一个所述信号,以确定每一个所述信号是否在有效范围内,确定每一个所述信号是否为动态的,并且确定每一个所述信号是否有效。

46. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:  
监视流经所述制冷系统的制冷剂的温度;以及  
基于所述温度而产生温度信号。

47. 如权利要求 46 所述的方法,进一步包括:基于所述温度,并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算所述制冷剂的压力、密度和焓。

48. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:  
监视流经所述制冷系统的制冷剂的压力;以及  
基于所述压力而产生压力信号。

49. 如权利要求 48 所述的方法,进一步包括:基于所述压力,并且基于所述制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算所述制冷剂的温度、密度和焓。

50. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:  
监视所述制冷系统的压缩机吸入一侧上的制冷剂温度;  
基于所述温度而产生温度信号;  
监视所述压缩机的所述吸入一侧上的制冷剂压力;  
基于所述压力而产生压力信号;以及  
基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。

51. 如权利要求 50 所述的方法,进一步包括:  
基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度;以及  
在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。

52. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:  
监视所述制冷系统的压缩机排出一侧上的制冷剂温度;  
基于所述温度而产生温度信号;以及  
监视所述压缩机的所述排出一侧上的制冷剂压力;  
基于所述压力而产生压力信号;以及  
基于所述温度信号和所述压力信号而确定回涌事件的发生。

53. 如权利要求 52 所述的方法,进一步包括:  
基于所述温度信号和所述压力信号而确定所述制冷剂的过热温度;以及  
在一段时间上观察所述过热的模式,以确定是否已经发生所述回涌事件。

54. 如权利要求 42 所述的方法,进一步包括:  
基于冷凝器的环境气温而产生环境温度信号;  
基于冷凝器压力而产生压力信号;  
基于压缩机电流而产生压缩机电流信号;  
基于冷凝器电流而产生冷凝器电流信号;以及  
基于所述环境温度信号、所述压力信号、所述压缩机电流信号和所述冷凝器电流信号而确定所述冷凝器的工作状况。

55. 如权利要求 54 所述的方法,进一步包括:  
确定所述冷凝器的功率消耗;  
在一段时间上观察所述功率消耗;以及  
基于所述功率消耗的模式而有选择性地产生报警。

## 用于监视远程制冷系统的系统和方法

[0001] 相关专利申请的交叉参考

[0002] 本发明要求对 2003 年 4 月 20 日提交的美国临时专利申请 60/466637 享有优先权。以上专利申请的内容在本文引作参考。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及制冷系统,并更具体地涉及制冷系统的预见性维护和设备监视。

### 背景技术

[0004] 食品从处理工厂运输到零售商,在零售商处,食品一直放置在陈列柜搁架上,以便延长一段时间。一般而言,陈列柜搁架是用于储存食品的制冷系统的一部分。从效率考虑,零售商在注意食品质量和安全问题的同时,努力使储存食品的货架期最长。

[0005] 制冷系统在控制仪器的质量和安全的方面扮演关键角色。因而,制冷系统的任何损坏或制冷系统性能的变化会导致食品质量和安全问题。因而,对零售商重要的是监视和维护制冷系统的设备,以确保其操作处于期望的水平。

[0006] 制冷系统的运行一般需要大量的能量。能量需求因而是食品零售商的较大成本,尤其是当在多个零售点复合使用能量时更是如此。结果,食品零售商密切监视制冷系统的性能以使其效率最大化是最大的利益所在,从而减小运行成本。

[0007] 监视制冷系统的性能、维护和能量消耗是乏味耗时的操作,并且,零售商不愿独立执行。一般来讲,零售商缺乏准确分析时间和温度数据并使该数据与食品质量和安全相关联的专门技术、以及监视制冷系统的性能、维护和效率的专门技术。进一步地,一般食品零售商包括跨越较大区域的多个零售点。单个地监视每个零售点是低效的,并且经常导致冗余。

### 发明内容

[0008] 相应地,本发明提供一种用于监视远程制冷系统的系统,所述系统包括:监视制冷系统的组件的参数的多个传感器;以及,传递由多个传感器每一个产生的信号的通信网络。管理中心从通信网络接收信号,并且处理所述信号,以确定至少一个组件的工作状况。管理中心基于工作状况而产生报警。

[0009] 在一个方面,管理中心评估每一个信号,以确定每一个信号是否在有效范围内,确定每一个信号是否为动态的,并且确定每一个信号是否有效。

[0010] 在其它方面,系统进一步包括温度传感器,所述温度传感器监视流经制冷系统的制冷剂的温度,并产生温度信号。管理中心基于温度,并且基于制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算制冷剂的压力、密度和焓。

[0011] 在其它方面,系统进一步包括压力传感器,所述压力传感器监视流经制冷系统的制冷剂的压力,并产生压力信号。管理中心基于所述压力,并且基于制冷剂是否处于饱和液体相与饱和蒸汽相中的一个,而计算制冷剂的温度、密度和焓。

[0012] 在其它方面,系统进一步包括温度传感器,所述温度传感器监视制冷系统的压缩机吸入一侧上的制冷剂温度,并且产生温度信号。压力传感器监视压缩机的吸入一侧上的制冷剂压力,并且产生压力信号。管理中心基于温度信号和压力信号而确定回涌事件的发生。管理中心基于温度信号和压力信号而确定制冷剂的过热温度,并且,通过模式分析器来处理过热,以确定是否已经发生回涌事件。

[0013] 在另一方面,系统进一步包括温度传感器,所述温度传感器监视制冷系统的压缩机排出一侧上的制冷剂温度,并且产生温度信号。压力传感器监视压缩机的排出一侧上的制冷剂压力,并且产生压力信号。管理中心基于温度信号和压力信号而确定回涌事件的发生。管理中心基于温度信号和压力信号而确定制冷剂的过热温度,并且,通过模式分析器来处理过热,以确定是否已经发生回涌事件。

[0014] 在又一方面,系统进一步包括与一个组件相关联的接触器。接触器在打开位置和闭合位置之间循环,有选择性地操作组件。管理中心监视接触器的循环,并且,当超过一个循环速率并且超过最大循环次数时,产生报警。

[0015] 在还一方面,系统进一步包括:产生环境温度信号的环境温度传感器;产生压力信号的冷凝器压力传感器;产生压缩机电流信号的压缩机电流传感器;以及产生冷凝器电流信号的冷凝器电流传感器。管理中心基于环境温度信号、压力信号、压缩机电流信号和冷凝器电流信号而确定冷凝器的工作状况。

[0016] 在又一方面,系统进一步包括排出压力传感器,所述排出压力传感器监视压缩机排出一侧上的制冷剂压力,并且产生排出压力信号。吸入压力传感器监视压缩机吸入一侧上的制冷剂压力,并且产生吸入压力信号。管理中心基于排出压力和吸入压力而确定制冷剂的损失。

## 附图说明

[0017] 从结合附图的详细描述将更加完全理解本发明,在附图中:

[0018] 图 1 为典型制冷系统的示意性图解;

[0019] 图 2 为用于远程监视和评估远程位置的系统的示意性概图;

[0020] 图 3 为示出测量传感器的图 1 制冷系统的电路管系的简化示意性图解;

[0021] 图 4 为示出测量传感器的图 1 制冷系统的回路管系的简化示意性图解;

[0022] 图 5 为示出根据本发明的信号转换和验证算法的流程图;

[0023] 图 6 为示出用于图 5 信号转换和验证算法的配置和输出参数的框图;

[0024] 图 7 为基于温度的制冷剂性质 (RPFT) 算法的流程图;

[0025] 图 8 为示出用于 RPFT 算法的配置和输出参数的框图;

[0026] 图 9 为基于压力的制冷剂性质 (RPF) 算法的流程图;

[0027] 图 10 为示出用于 RPF 算法的配置和输出参数的框图;

[0028] 图 11 为示出看门狗消息算法的配置和输出参数的框图;

[0029] 图 12 为示出反复报警算法的配置和输出参数的框图;

[0030] 图 13 为示出过热监视器算法的配置和输出参数的框图;

[0031] 图 14 为示出吸入回涌报警算法的流程图;

[0032] 图 15 为示出排出回涌报警算法的流程图;

- [0033] 图 16 为示出接触器循环监视算法的配置和输出参数的框图；
- [0034] 图 17 为示出接触器循环监视算法的流程图；
- [0035] 图 18 为示出压缩机性能监视器的配置和输出参数的框图；
- [0036] 图 19 为示出压缩机故障检测算法的流程图；
- [0037] 图 20 为示出冷凝器性能监视器的配置和输出参数的框图；
- [0038] 图 21 为示出冷凝器性能算法的流程图；
- [0039] 图 22 为示出模式识别算法的模式带的图形；
- [0040] 图 23 为示出模式分析器的配置和输出参数的框图；以及
- [0041] 图 24 为示出模式识别算法的流程图。

### 具体实施方式

[0042] 以下优选实施例的描述在本质方面仅仅是示例性的，决不用于限制本发明 7 及其应用或使用。

[0043] 参照图 1，典型的制冷系统 100 包括多个制冷食品存储柜 102。制冷系统 100 包括与一个公共的吸入总管 106 和一个排出集合管 108 管道连接的多个压缩机 104，其中，吸入总管 106 和排出集合管 108 全部位于压缩机机架 110 内。每个压缩机 104 的排出端 112 包括各自的温度传感器 114。吸入总管 106 的输入端 116 包括压力传感器 118 和温度传感器 120。进一步地，排出集合管 108 的排出口 122 包括相关的压力传感器 124。如在以下更进一步详细描述，为评估维护要求而使用各种传感器。

[0044] 压缩机机架 110 压缩传送给冷凝器 126 的制冷剂蒸汽，在冷凝器 126 处，制冷剂蒸汽在高压下被液化。冷凝器风扇 127 与冷凝器 126 相关联，以便能改善冷凝器 126 的热传递。冷凝器 126 包括相关联的环境温度传感器 128 和出口压力传感器 130。此高压液体制冷剂通过管道 132 传送给多个制冷柜 102。每个制冷柜 102 布置在单独的电路中，其中，所述电路由在一定温度范围内工作的多个制冷柜 102 组成。图 1 示出四 (4) 个电路，标记为电路 A、电路 B、电路 C 和电路 D。示出的每个电路都由四 (4) 个制冷柜 102 组成。然而，本领域中技术人员应该知道，可以采用任意数量的电路，并且在电路内可以采用任意数量的制冷柜 102。如图所示，每个电路一般在一定的温度范围内工作。例如，电路 A 可用于冷冻食品、电路 B 可用于奶制品，电路 C 可用于肉类，等等。

[0045] 由于对每个电路的温度要求不同，因此，每个电路都包括用于控制蒸发器压力的压力调节器 134，并因而控制制冷柜 102 内的制冷空间的温度。压力调节器 134 可通过电子或机械控制。每个制冷柜 102 还包括它自己的蒸发器 136 以及它自己的膨胀阀 138，其中，膨胀阀 138 可以是用于控制制冷剂过热的机械或电子阀。在此方面，在每个制冷柜 102 中，制冷剂通过管道而传送给蒸发器 136。

[0046] 制冷剂经过膨胀阀 138，在这，压降使高压液体制冷剂实现液体与蒸汽的更低压力组合。当来自制冷柜 102 的较热气体经过蒸发器 136 时，低压液体变成气体。此低压气体传送给与此特定电路相关联的压力调节器 134。在压力调节器 134 处，当气体返回到压缩机机架 110 时，压力下降。在压缩机机架 110 处，低压气体再次被压缩成高压气体，高压气体传送给冷凝器 126，冷凝器 126 产生高压液体，以提供给膨胀阀 138，并且再次开始制冷循环。

[0047] 使用主制冷控制器 140, 并且被配置或编程为控制制冷系统 100 的操作。在本文的讨论中, 制冷控制器 140 优选是 Atlanta, Georgia 的 CPC, Inc. 提供的 Einstein Area Controller 或是可以编程的任何其它类型的可编程序控制器。制冷控制器 140 通过输入 / 输出模块 142 而控制压缩机机架 110 内的压缩机组 104。输入 / 输出模块 142 具有继电器开关, 用于接通和断开压缩机 104, 以提供希望的吸入压力。

[0048] 单独的柜控制器 (未示出), 如也由 Atlanta, Georgia 的 CPC, Inc. 提供的 CC-100 柜控制器, 可用于通过通信网络或总线, 经由每个制冷柜 102 内的电子膨胀阀, 而控制输送给每个制冷柜 102 的制冷剂过热。可替换地, 可以使用机械膨胀阀来取代单独的柜控制器。如果利用单独的柜控制器, 主制冷控制器 140 也可用于通过通信总线来配置每个单独的柜控制器。通信总线可以是使主制冷控制器 140 和单独的柜控制器能从每个制冷柜 102 接收信息的 RS-485 通信总线或 Lon Works Echelon 总线。

[0049] 如电路 B 所示, 每个制冷柜 102 可具有与其相关联的温度传感器 146。温度传感器 146 可以电子或无线连接到控制器 140 或用于制冷柜 102 的膨胀阀。电路 B 中的每个制冷柜 102 可具有单独的温度传感器 146, 以便使用平均 / 最小 / 最大温度, 或者, 电路 B 内一个制冷柜 102 中的单个温度传感器 146 可用于控制电路 B 内的每个制冷柜 102, 因为在指定电路内的所有制冷柜 102 在基本相同的温度范围内工作。这些温度输入优选地提供给模拟输入板 142, 模拟输入板 142 通过通信总线向主制冷控制器 140 返回该信息。

[0050] 另外, 设置其它的传感器, 它们与制冷系统的每个组件相对应, 并与制冷控制器 140 通信。能量传感器 150 与制冷系统 100 的压缩机 104 和冷凝器 126 相关联。能量传感器 150 监视它们各个组件的能量消耗, 并且, 向控制器 140 传递该信息。

[0051] 现在参照图 2, 制冷控制器 140 和柜控制器与远程网络或处理中心 160 通信。可以预计, 远程处理中心 160 可以在与制冷系统 100 相同的位置 (如食品零售商), 或者可以是监视几个远程地点的制冷系统的集中式处理中心。制冷控制器 140 和柜控制器最初通过串行连接或 Ethernet 与基于站点的控制器 161 通信。基于站点的控制器 161 通过 TCP/IP 连接而与处理中心 160 通信。

[0052] 处理中心 160 从与制冷系统 100 相关联的制冷控制器 140、柜控制器和各种传感器采集数据。例如, 处理中心 160 从制冷控制器 140 采集诸如压缩机、流量调节器和膨胀阀设定点的信息。在沿着制冷电路的各个点上, 诸如压力和温度值的数据由各种传感器通过制冷控制器 140 提供。更具体地, 软件系统是跨越全部三个硬件级的多层系统。在局部级 (即, 制冷控制器和柜控制器) 上是现有的控制器软件和原始的 I/O 数据采集和转换。

[0053] 控制器数据库和 ProAct CB 算法驻留在基于站点的控制器 161 上。该算法操作处理控制器数据, 基于模式识别和模糊逻辑而产生通知、服务推荐和警报。最后, 此算法输出 (警报、通知等) 用于处理中心 160 的远程网络工作站, 在远程网络工作站, 分派实际的服务呼叫并管理警报。加工后的数据被存档, 用于在客户专用网站上进行进一步的分析和顾客访问。

[0054] 现在参照图 3 和 4, 对于制冷系统 100 的每个制冷电路和回路, 需要几个计算来计算在本文描述算法中所用的过热、饱和性质和其它值。这些测量包括: 环境温度 ( $T_a$ )、排出压力 ( $P_d$ )、冷凝器压力 ( $P_c$ )、吸入温度 ( $T_s$ )、吸入压力 ( $P_s$ )、制冷水平 ( $L_{REF}$ )、压缩机排出温度 ( $T_d$ )、机架电流负载 ( $I_{cmp}$ )、冷凝器电流负载 ( $I_{cnd}$ ) 和压缩机运行状态。如果需要, 使用其它

可得到的控制器参数。例如,功率传感器可监视压缩机机架和冷凝器的功率消耗。除了上述传感器之外,吸入温度传感器 115 监视机架内单个压缩机 104 的  $T_s$ , 并且,机架电流传感器 150 监视机架的  $I_{cmp}$ 。压力传感器 124 监视  $P_d$ , 并且,电流传感器 127 监视  $I_{cnd}$ 。多个温度传感器 129 监视每个电路的返回温度 ( $T_c$ )。

[0055] 本发明以软件模块形式提供控制和评估算法,以预测制冷系统 100 中各个组件的维护要求。这些算法包括信号转换和验证、饱和制冷剂性质、看门狗消息、反复通知或报警消息、回涌报警、接触器循环计数、压缩机性能、冷凝器性能、除霜异常性、柜排出 - 产品温度、数据模式识别、冷凝器排出温度和制冷剂容量的损耗。以下详细讨论每一个算法。所述算法可用制冷控制器 140 就地处理,或在远程处理中心 160 远程处理。

[0056] 现在参照图 5,信号转换和验证 (SCV) 算法处理各个传感器的测量信号。SCV 算法确定特定信号的值以及最多三个不同的特性,包括信号是否在有效范围内、信号是否随着时间而改变和 / 或从传感器实际输入的信号是否有效。

[0057] 在步骤 500 中,输入寄存器读取特定传感器的测量信号。在步骤 502 中,确定输入信号是否在对于该测量类型所特定的范围内。如果输入信号在范围内,SCV 算法就在步骤 504 中继续。如果输入信号不在该范围内,就在步骤 506 中设定无效数据范围标记,并且,在步骤 508 中继续 SCV 算法。在步骤 504 中,确定在阈值时间 ( $t_{thresh}$ ) 内是否有信号的变化 ( $\Delta$ )。如果没有信号变化,就认为它是静态的。在此情况下,在步骤 510 中设定静态数据值标记,并且,在步骤 508 中继续 SCV 算法。如果有信号变化,就在步骤 512 中设定有效数据值标记,并且,在步骤 508 中继续 SCV 算法。

[0058] 在步骤 508 中,对信号进行转换,以提供最终数据。更具体地,信号一般设置为电压。电压与特定的值(如温度、压力、电流等)相对应。通常,通过使电压值乘以转换常数(如  $^{\circ}\text{C}/\text{V}$ ,  $\text{kPa}/\text{V}$ ,  $\text{A}/\text{V}$  等)而对信号进行转换。在步骤 514 中,输出寄存器传递数据值和验证标记,并且控制结束。

[0059] 现在参照图 6,框图示意性地示出 SCV 部件 600。示出的测量变量 602 作为输入信号。输入信号由仪器或传感器提供。提供配置参数 604,并且包括  $Lo$  和  $Hi$  范围值、时间  $\Delta$ 、信号  $\Delta$  和输入类型。配置参数 604 对于每个信号和每个应用都是特定的。输出参数 606 由 SCV 部件 600 输出,并且包括数据值、坏信号标记、范围外标记和静态值标记。换句话说,输出参数 606 是最终数据以及与测量变量相关联的数据质量参数。

[0060] 现在参数图 7-10 详细描述制冷剂性质算法。制冷剂性质算法基于温度而提供饱和和压力 ( $P_{SAT}$ )、密度和焓。制冷剂性质算法基于压力而进一步提供饱和温度 ( $T_{SAT}$ )。每个算法包含用于普通制冷剂类型的热特性曲线,所述制冷剂类型包括但不限于 R22、R401a (MP39)、R402a (HP80)、R404a (HP62)、R409a 和 R507c。

[0061] 具体参照图 7,示出基于温度的制冷剂性质 (RPFT) 算法。在步骤 700 中,输入温度和制冷剂类型。在步骤 702 中,基于温度而确定制冷剂是否为饱和液体。如果制冷剂处于饱和液体状态,RPFT 算法就在步骤 704 中继续。如果制冷剂不处于饱和液体状态,RPFT 算法就在步骤 706 中继续。在步骤 704 中,RPFT 算法从特定制冷剂类型的热特性曲线选择饱和和液体曲线,并且在步骤 708 中继续。

[0062] 在步骤 706 中,确定制冷剂是否处于饱和蒸汽状态。如果制冷剂处于饱和蒸汽状态,RPFT 算法就在步骤 710 中继续。如果制冷剂不处于饱和蒸汽状态,RPFT 算法就在步骤

712 中继续。在步骤 712 中,清除数据值,设定标记,并且,RPFT 算法在步骤 714 中继续。在步骤 710 中,RPFT 算法从特定制冷剂类型的热特性曲线选择饱和蒸汽曲线,并且在步骤 708 中继续。在步骤 708 中,确定制冷剂的数据值。数据值包括压力、密度和焓。在步骤 714 中,RPFT 算法输出数据值和标记。

[0063] 现在参照图 8,框图示意性地示出 RPFT 部件 800。测量变量 802 被显示为温度。温度由仪器或传感器提供。提供配置参数 804,并且包括特定的制冷剂类型。输出参数 806 由 RPFT 部件 800 输出,并且包括压力、焓、密度和数据质量标记。

[0064] 具体参照图 9,示出基于压力的制冷剂性质 (RPF) 算法。在步骤 900 中,输入压力和制冷剂类型。在步骤 902 中,基于压力而确定制冷剂是否为饱和液体。如果制冷剂处于饱和液体状态,RPF 算法就在步骤 904 中继续。如果制冷剂不处于饱和液体状态,RPF 算法就在步骤 906 中继续。在步骤 904 中,RPF 算法从特定制冷剂类型的热特性曲线选择饱和液体曲线,并且在步骤 908 中继续。

[0065] 在步骤 906 中,确定制冷剂是否处于饱和蒸汽状态。如果制冷剂处于饱和蒸汽状态,RPF 算法就在步骤 910 中继续。如果制冷剂不处于饱和蒸汽状态,RPF 算法就在步骤 912 中继续。在步骤 912 中,清除数据值,设定标记,并且,RPF 算法在步骤 914 中继续。在步骤 910 中,RPF 算法从特定制冷剂类型的热特性曲线选择饱和蒸汽曲线,并且在步骤 908 中继续。在步骤 908 中,确定制冷剂的温度。在步骤 914 中,RPF 算法输出温度和标记。

[0066] 现在参照图 10,框图示意性地示出 RPF 部件 1000。示出的测量变量 1002 为压力。压力由仪器或传感器提供。提供配置参数 1004,并且包括特定的制冷剂类型。输出参数 1006 由 RPF 部件 1000 输出,并且包括温度和数据质量标记。

[0067] 现在参照图 11,框图示意性地示出看门狗消息算法,该算法包括消息产生器 1100、配置参数 1102 和输出参数 1104。根据看门狗消息算法,基于站点的控制器 161 定期向网络的其它器件报告它的健康(即运行状况)。基于站点的控制器产生定期广播的测试消息。通过设定第一消息的时间和测试消息每天广播的次数,配置消息的时间和频率。网络的其它组件(如,制冷控制器 140、处理中心 160 和柜控制器)定期接收测试消息。如果一个或多个其它网络组件未接收到测试消息,就指示控制器通信故障。

[0068] 现在参照图 12,框图示意性地示出反复通知或报警消息算法。反复通知或报警消息算法监视由本文所述各个算法产生的信号状态。一些信号在延长的时间周期内保持报警状态,直到相应问题解决为止。结果,在发生最初报警时最初产生的报警消息在后面被忽略。反复通知或报警消息算法以配置频率产生报警消息。报警消息连续地重新生成,直至报警条件被解除为止。

[0069] 反复通知或报警消息算法包括通知/报警消息产生器 1200、配置参数 1202、输入参数 1204 和输出参数 1206。配置参数 1202 包括消息频率。输入 1204 包括通知/报警消息,并且,输出参数 1206 包括重新生成的通知/报警消息。通知/报警消息产生器 1200 以专用频率重新生成输入的报警消息。一旦通知/报警条件被解除,输入 1204 就这样指示,并且终止通知/报警消息的重新生成。

[0070] 现在参照图 13-15 详细描述回涌警报算法。当液体制冷剂在制冷系统 100 中从蒸发器到压缩机 102 地反向移动时,发生液体制冷剂回涌。回涌警报算法监视制冷电路 A、B、C、D 和压缩机吸入/排出的过热状况。通过模式分析器而过滤过热,并且,如果过滤的过热

落在特定范围之外,就产生报警。在特定范围之外的过热信号指示回涌事件。在指示多个回涌事件的情况下,产生严重回涌警报。

[0071] 从吸入压力计算用于压缩机吸入的饱和蒸汽温度。通过从饱和蒸汽温度减去返回温度,从而计算每次制冷和压缩机的过热。相似地,假设是饱和液体,通过从排出饱和液体温度减去压缩机排出温度而计算每个压缩机排出的过热。

[0072] 图 13 提供过热监视器部件 1300 的示意性图解,其中,过热监视器部件 1300 包括 RFPF 模块 1302 和模式分析器模块 1304。测量变量 1306 包括温度和压力,并且输入到过热监视器 1300 中。配置参数 1308 包括制冷剂类型和状态、数据模式区和数据抽样计时器。制冷剂类型和状态输入到 RFPF 模块 1302。数据模式区和数据抽样计时器输入到模式分析器 1304。RFPF 模块 1302 基于制冷剂类型和状态以及压力而确定饱和蒸汽温度。过热监视器 1300 确定经过模式分析器 1304 过滤的过热。输出参数 1306 包括由过热监视器 1300 基于过滤后的过热信号而产生的报警消息。

[0073] 现在参照图 14 更详细地描述用于吸入侧的回涌报警算法。在步骤 1400 中,通过吸入温度和压力传感器 120、118 测量  $P_s$  和  $T_s$ 。在步骤 1402 中,确定当前机架的任何压缩机是否在运行。如果没有压缩机在运行,就在步骤 1404 中检查下一机架。如果有压缩机在运行,就基于  $P_s$  而确定吸入饱和温度 ( $T_{SSAT}$ )。在步骤 1408 中基于  $T_{SSAT}$  和  $T_s$  而确定过热。在步骤 1410 中通过模式分析器而过滤过热。如果合适的话,就在步骤 1412 中产生报警消息,并且,算法终止。对每个机架重复步骤 1402-1412,并且,对每个制冷电路重复步骤 1408-1412。

[0074] 现在参照图 15,示出排出侧的回涌报警算法。在步骤 1500 中,通过排出温度和压力传感器测量  $P_d$  和  $T_d$ 。在步骤 1502 中,确定当前机架的任何压缩机是否在运行。如果没有压缩机在运行,就在步骤 1504 中检查下一机架。如果有压缩机在运行,就在步骤 1506 中基于  $P_d$  而确定排出饱和温度 ( $T_{DSAT}$ )。在步骤 1508 中基于  $T_{DSAT}$  和  $T_d$  而确定过热。在步骤 1510 中通过模式分析器而过滤过热。如果合适的话,就在步骤 1512 中产生报警消息,并且,算法终止。对每个机架重复步骤 1502-1512,并且,对每个制冷电路重复步骤 1508-1512。

[0075] 以下详细描述回涌报警算法的替代实施例。在第一替代实施例中,过热与阈值进行比较。如果过热大于或等于阈值,那么就存在回涌条件。在回涌条件的事件中产生报警消息。

[0076] 更具体地,通过使用  $P_s$  和制冷剂类型查询查阅表而确定  $T_{SAT}$ 。还提供报警值 (A) 和时间延迟 (t) 作为预设值,并且可由用户选择。典型的报警值为  $15^\circ \text{F}$ 。吸入过热 ( $SH_{SUC}$ ) 由  $T_s$  和  $T_{SAT}$  之差确定。如果在一个比所述时间延迟更长的时间段内  $SH_{SUC}$  大于所述报警值,就发报警信号。这由以下逻辑控制:

[0077] 如果  $SH_{SUC} > A$  并且时间  $> t$ ,就报警。

[0078] 在另一替代实施例中,监视  $T_s$  的变化率。也就是说,在一段时间上监视温度传感器 118 的温度信号。变化率与阈值变化率比较。如果  $T_s$  的变化率大于或等于阈值变化率,就存在回涌条件。

[0079] 接触器循环计数算法监视制冷系统 100 内的各个接触器的循环。计数机构可以是内部或外部类型。对于内部计数,制冷控制器 140 可基于它操作各种设备的命令信号而执行计数功能。制冷控制器 140 监视特定接触器对于给定负载已经循环的次数 ( $N_{CYCLE}$ )。可替换地,对于外部计数,单独的电流传感器或辅助接触器可用于确定  $N_{CYCLE}$ 。如果对于给定负载

每小时的  $N_{\text{CYCLE}}$  大于每小时阈值循环次数 ( $N_{\text{THRESH}}$ ), 就激发报警。  $N_{\text{THRESH}}$  的值基于特定接触器的功能。

[0080] 另外,  $N_{\text{CYCLE}}$  可以用于预测什么时间应该安排相关设备或接触器的维护。 在一个实例中,  $N_{\text{THRESH}}$  与一定量的循环次数 (所述次数之后通常需要维护) 相关联。 从而, 报警表示对于与接触器相关的特定设备需要维护。 可替换地, 可在一定时间上跟踪  $N_{\text{CYCLE}}$ , 估计达到  $N_{\text{THRESH}}$  的时间点。 提供指示将来要求维护的时间点的预见性报警。

[0081] 可监视多个接触器的循环计数。 可提供一组报警, 以指示设备组的预见性维护要求。 所述组包括其  $N_{\text{CYCLE}}$  计数在大致相同的期限内达到它们各自  $N_{\text{THRESH}}$  次数的设备。 以此方式, 通过在维护人员的单次访问过程中执行多个维护任务而减少维护呼叫的次数。

[0082] 现在参照图 16 和 17, 结合压缩机电机描述接触器循环计数算法。 接触器循环监视部件 1600 包括测量变量输入 1602 和配置参数输入 1604。 接触器循环监视部件 1600 处理测量变量 1602 和配置参数 1604, 并且产生输出参数 1606。 测量变量 1602 包括特定压缩机的  $N_{\text{CYCLE}}$ , 并且, 配置参数包括循环速率限值 ( $N_{\text{CYCRATELIM}}$ ) 和循环最大值 ( $N_{\text{CYCMAX}}$ )。 输出参数包括速率超过报警和最大值超过报警。 当接触器循环的速率 ( $N_{\text{CYCRATE}}$ ) 超过  $N_{\text{CYCRATELIM}}$  时产生速率超过报警。 相似地, 当  $N_{\text{CYCLE}}$  超过  $N_{\text{CYCMAX}}$  时产生最大值超过报警。

[0083] 图 17 示出接触器循环计数算法的步骤。 在步骤 1700 中, 确定接触器状态 (即, 打开或闭合)。 在步骤 1702 中, 确定是否已经发生状态变化。 如果未发生状态变化, 算法就循环回到步骤 1700。 如果已经发生状态变化, 就在步骤 1704 中增加  $N_{\text{CYCLE}}$ 。 通过使  $N_{\text{CYCLE}}$  除以闭合发生的时间, 而在步骤 1708 中确定  $N_{\text{CYCRATE}}$ 。

[0084] 在步骤 1710 中, 算法确定  $N_{\text{CYCLE}}$  是否超过  $N_{\text{CYCMAX}}$ 。 如果  $N_{\text{CYCLE}}$  未超过  $N_{\text{CYCMAX}}$ , 算法就在步骤 1712 中继续进行。 如果  $N_{\text{CYCLE}}$  超过  $N_{\text{CYCMAX}}$ , 就在步骤 1714 中产生报警, 并且, 算法在步骤 1712 中继续进行。 在步骤 1712 中, 算法确定  $N_{\text{CYCRATE}}$  是否超过  $N_{\text{CYCRATELIM}}$ 。 如果  $N_{\text{CYCRATE}}$  未超过  $N_{\text{CYCRATELIM}}$ , 算法就循环回到步骤 1700。 如果  $N_{\text{CYCRATE}}$  超过  $N_{\text{CYCRATELIM}}$ , 就在步骤 1716 中产生报警, 并且, 算法循环回到步骤 1700。

[0085] 压缩机性能算法比较压缩机理论能量需求 ( $E_{\text{THEO}}$ ) 与压缩机能量消耗的实际测量结果 ( $E_{\text{ACT}}$ )。 基于压缩机的模型而确定  $E_{\text{THEO}}$ 。 从能量传感器 150 直接测量  $E_{\text{ACT}}$ 。 确定  $E_{\text{THEO}}$  与  $E_{\text{ACT}}$  之差, 并与阈值 ( $E_{\text{THRESH}}$ ) 比较。 如果差值的绝对值比  $E_{\text{THRESH}}$  更大, 就激发表示压缩机性能故障的报警。

[0086] 现在参照图 18 和 19 详细描述压缩机故障检测算法。 通常, 压缩机故障检测算法监视  $T_d$  并且基于此而确定压缩机是否运行良好。  $T_d$  反映在蒸发器中吸收的潜热、蒸发器过热、吸入管线热增益、压缩热、以及压缩机电机产生的热量。 所有这些热量累积在压缩机排出端, 并且必须排除。 高压压缩机  $T_d$  导致润滑剂损坏, 环磨损并形成酸, 所有这些缩短压缩机寿命。 此条件可表示各种问题, 包括但不限于: 压缩机阀门损坏; 部分电机绕组短路; 压缩机过度磨损; 活塞故障; 以及高压压缩比。 高压压缩比可由低  $P_s$ 、高头压、或两者的组合引起。 在压缩机中, 压缩比越高,  $T_d$  就越高。 这是因为当以更高的压力范围压缩气体时产生压缩热。

[0087] 对于具有至少一个压缩机运行的每个压缩机机架, 基于  $P_d$  而计算排出饱和温度 ( $T_{\text{DSAT}}$ )。 对于在机架内运行的每个压缩机, 通过从  $T_d$  减去  $T_{\text{DSAT}}$  而计算 SH。 使用模式分析器在 30 分钟内每分钟计算一次 SH 数据。 如果累加的数据指示异常条件, 就产生报警。 可替换地, 可以监视  $T_s$  和  $P_s$ , 并与压缩机性能曲线比较。 为此, 可创建与 RFPF 和 RPFT 相似的部

件来执行性能曲线计算,以便进行比较。与性能曲线的特定偏差将产生维护通知。

[0088] 具体参照图 18,压缩机性能监视器部件 1800 基于测量变量 1804 和配置参数 1806 而产生输出参数 1802。输出参数 1802 包括报警,并且,测量变量包括  $T_d$  和  $P_d$ 。配置参数包括制冷剂类型和状态、以及数据模式区和数据抽样计时器。压缩机性能监视器部件 1800 通过数据模式分析器而确定 SH 并处理 SH,并且如果需要就产生报警。

[0089] 现在参照图 19,示出压缩机故障检测算法。在步骤 1900 中,通过排出温度和压力传感器测量  $P_d$  和  $T_d$ 。在步骤 1902 中,确定当前的机架是否在运行。如果当前的机架不在运行,算法就在步骤 1904 中移动到下一机架。在步骤 1906 和 1908 中,确定机架内的每个压缩机是否在运行。在步骤 1910 中,基于  $P_d$  而确定运行压缩机的  $T_{DSAT}$ 。在步骤 1912 中,基于  $T_{DSAT}$  和  $T_d$  而确定过热。在步骤 1914 中,通过模式分析器来过滤过热。如果合适的话,在步骤 1916 中产生报警消息,并且,算法循环回到步骤 1904。对每个机架重复步骤 1902-1916,并且,对每个制冷电路重复步骤 1906-1916。

[0090] 在替代实施例中,压缩机故障检测算法比较实际  $T_d$  和计算的排出温度 ( $T_{dcalc}$ )。  $T_d$  由与每个压缩机 102 的排出相关的温度传感器 114 测量。在压缩机 102 运行的同时,以大约 10 秒钟的间隔进行测量。计算  $T_{dcalc}$ ,其中,  $T_{dcalc}$  是由上述相关传感器测量的制冷剂类型、 $P_d$ 、吸入压力 ( $P_s$ ) 和吸入温度 ( $T_s$ ) 的函数。还提供报警值 (A) 和时间延迟 (t) 作为预设值,并且可由用户选择。如果在一个比所述时间延迟更长的时间段内实际和计算的排出温度之差大于报警值,就发报警信号。这由以下逻辑控制:

[0091] 如果  $(T_d - T_{dcalc}) > A$  并且时间  $> t$ ,就报警。

[0092] 脏物和碎片逐渐积累在冷凝器盘管上,并且,冷凝器风扇会失效,这损害冷凝器性能。当这些事件发生时,冷凝器性能下降,阻止热量传递到大气。提供冷凝器性能算法以确定冷凝器 126 是否变脏,冷凝器 126 变脏会导致能量效率损失或者更严重的系统问题。在特定的时间周期(如几天)内分析趋势数据。更具体地,在该时间周期内确定环境温度 ( $T_a$ ) 和冷凝温度 ( $T_{COND}$ ) 之间的平均差值。如果平均差值比阈值 ( $T_{THRESH}$ ) (如 25° F) 更大,就指示较脏的冷凝器情况,并且激发维护报警。从温度传感器 128 直接测量  $T_a$ 。

[0093] 具体参照图 20 和 21,详细描述另一替代冷凝器性能算法。如图 20 所示,冷凝器性能监视器部件 2000 包括 RFPF 模块 2002 和模式分析器模块 2004。冷凝器性能监视器部件 2000 接收测量变量 2006 和配置参数 2008,并基于它们而产生输出参数 2010。测量变量包括  $T_a$ 、 $P_c$ 、 $I_{cmp}$  和冷凝器负载 ( $I_{cnd}$ )。配置参数 2008 包括制冷剂类型和状态、数据模式区和数据抽样计时器。输出参数 2010 包括报警消息。

[0094] 具体参照图 21,在步骤 2100 中,  $T_a$ 、 $P_c$ 、 $I_{cmp}$  和  $I_{cnd}$  全都由它们各自的传感器测量。在步骤 2102 中,如以上详细讨论的,使用 RFPF,基于  $P_c$  而确定  $T_c$ 。在步骤 2104 中,根据以下公式确定冷凝器容量 (U):

$$[0095] \quad U = K \frac{I_{CMP}}{(I_{CND} + I_0)(T_c - T_a)}$$

[0096] 这里, K 是系统常数,并且,  $I_0$  是校正值。例如,当所有冷凝器风扇运行时,  $I_0$  可设定为等于电流消耗的 10%。在步骤 2106 中,通过模式分析器来处理 U,并且,在步骤 2108 中基于所述结果可产生报警。当 U 与理想值有差距时,冷凝器性能受损,并且产生报警消息。

[0097] 除霜异常算法获取制冷电路 A、B、C、D 中的除霜行动的性能。所获取的或平均除

霜性能与当前的或过去的除霜条件相比较。更具体地,监视除霜时间( $t_{DEF}$ )、最大除霜时间( $t_{DEFMAX}$ )以及除霜终止温度( $T_{TERM}$ )。如果在连续的除霜循环次数( $N_{DEF}$ ) (如5个循环)中 $t_{DEF}$ 达到 $t_{DEFMAX}$ 并且特定的柜或电路设定为在 $T_{TERM}$ 终止除霜,就指示异常除霜情况。相应地激发报警。除霜异常算法还监视电路内多个制冷柜的 $T_{TERM}$ ,以便隔离具有最高 $T_{TERM}$ 的制冷柜。

[0098] 柜排出-食品温度算法比较空气排出温度( $T_{DISCHARGE}$ )与制冷柜的设定温度( $T_{SETPOINT}$ )并且比较食品温度( $T_{PROD}$ )和 $T_{DISCHARGE}$ 。还监视柜温度( $T_{CASE}$ )。如果 $T_{DISCHARGE}$ 等于 $T_{SETPOINT}$ 并且 $T_{PROD}$ 大于 $T_{CASE}$ 与容许温度( $T_{TOL}$ )之和,就表示此柜有问题。相应地激发报警。

[0099] 在制冷系统100内制冷剂水平是制冷负载、环境温度、除霜状态、热回收状态和制冷剂容量的函数。当系统运行并且稳定时,准确地读取储存水平指示器(未示出),并且随着冷却负荷而变化。当系统关闭时,在系统最冷部分中的制冷剂池以及水平指示器会提供假读数。制冷剂损失检测算法确定制冷系统100中是否有泄漏。监视一个可选的接收器(未示出)中的液体制冷剂水平。接收器可置于冷凝器126和各个电路A、B、C、D之间。如果接收器内的液体制冷剂水平下降到低于阈值水平,就表示制冷剂损失,并且激发报警。

[0100] 现在参照图22-23,数据模式识别算法监视诸如 $T_{CASE}$ 、 $T_{PROD}$ 、 $P_s$ 和 $P_d$ 的输入。该算法包括数据表(参见图22),其中,数据表具有多个子带,所述子带的上、下限由配置参数定义。以配置频率(如每分钟、每小时、每天等)测量特定输入。当输入值改变时,此算法确定该值落在哪个子带内,并且使此子带的计数器增加。在该输入已被监视特定的时间周期(如一天、一周、一个月等)之后,基于子带总数而产生报警。由各个边界来定义所述子带,所述边界包括正高(PP)边界、正(P)边界、零(Z)边界、负(M)边界和负高(MM)边界。基于被监视的特定制冷系统工作参数而确定子带的数量及其边界。对于每次读取,填充相应的子带。如果特定子带的总数超过报警限值,就产生相应的报警。

[0101] 现在参照图23,模式分析器部件2500接收测量变量2502、配置参数2504,并且,基于它们而产生输出参数2506。测量变量2502包括输入(如 $T_{CASE}$ 、 $T_{PROD}$ 、 $P_s$ 和 $P_d$ )。配置参数2504包括数据抽样计时器和数据模式区信息。数据抽样计时器包括持续时间、间隔和频率。数据模式区信息定义所述子带和将要启用哪个子带。例如,数据模式区信息提供边界值(如PP)、子带启用(如PPen)、子带值(如PPband)和报警限值(如PPpct)。

[0102] 现在参照图24,在步骤2600中设定用于测量的输入寄存器和起动触发器。在步骤2602中,算法确定是否存在起动触发器。如果起动触发器不存在,算法就循环回到步骤2600。如果起动触发器存在,就在步骤2604中基于数据模式子带而定义模式表。在步骤2606中,清除模式表。在步骤2608中,读取测量结果,并且,在步骤2610中对模式表分配测量数据。

[0103] 在步骤2612中,算法确定持续时间是否已经到期。如果持续时间还未到期,算法就在步骤2614中等待所定义的间隔,并且循环回到步骤2608。如果持续时间已经到期,算法就在步骤2616中填充输出表。在步骤2618中,算法确定结果是否正常。换句话说,算法确定每个子带的总数是否在该子带的报警限值之下。如果结果正常,就在步骤2620中清除消息,并且算法结束。如果结果不正常,算法就在步骤2622中确定是否产生通知或报警。在步骤2624中,产生报警或通知消息,并且,算法结束。

[0104] 本发明的描述在本质上仅仅是示例性的,因而,只要不偏离本发明的主旨,所做的变化就在本发明的范围内。这些变化不被视作是与本发明精神和范围的偏离。

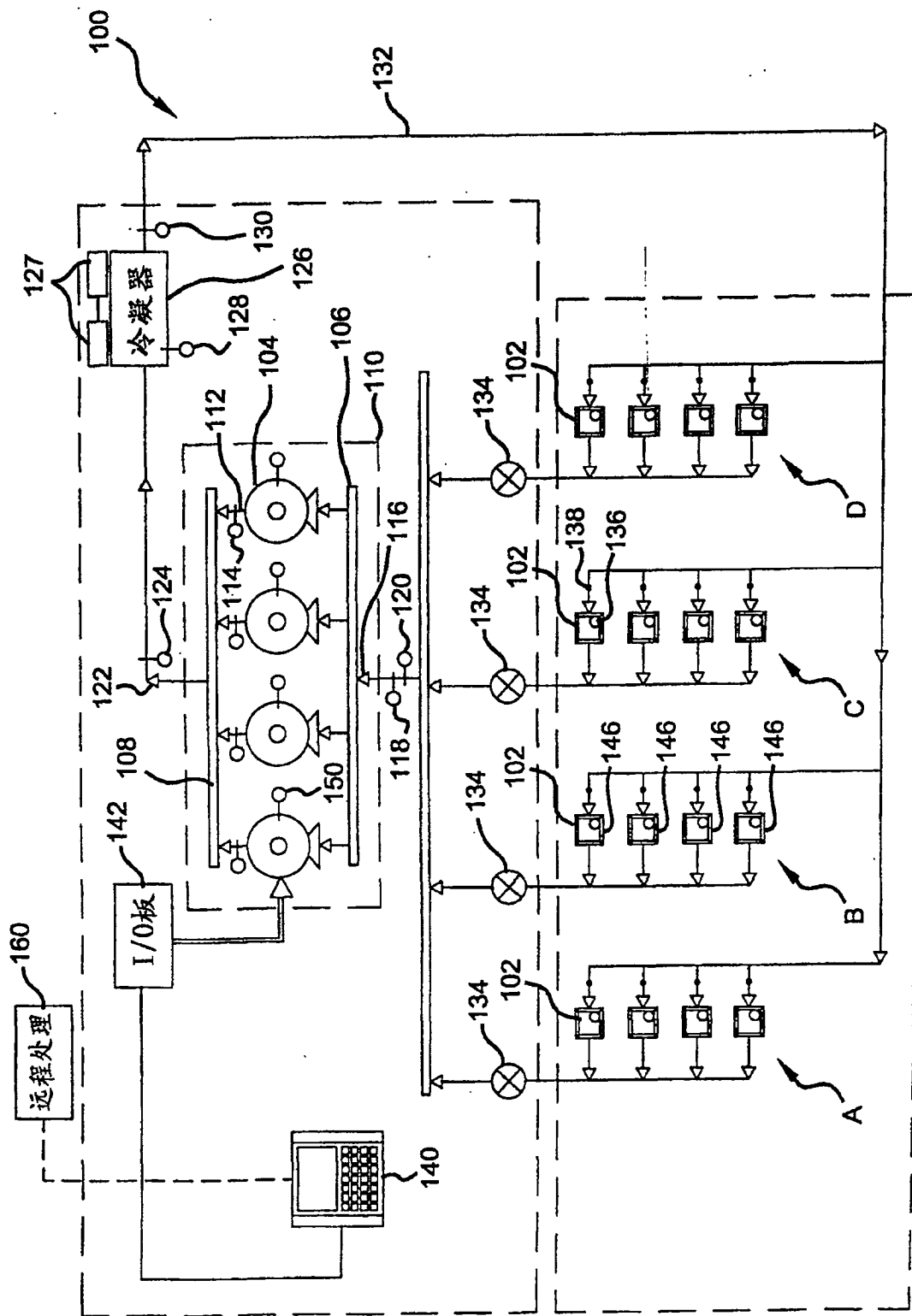


图 1

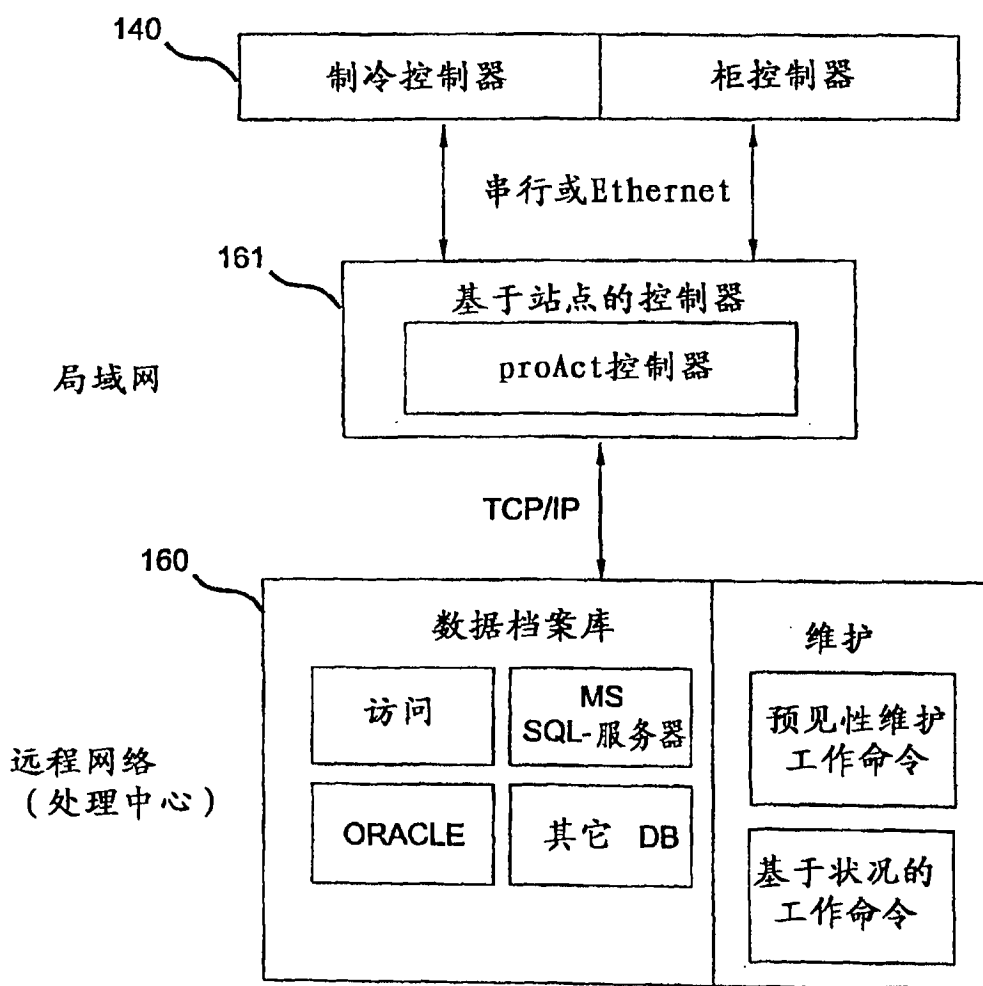


图 2

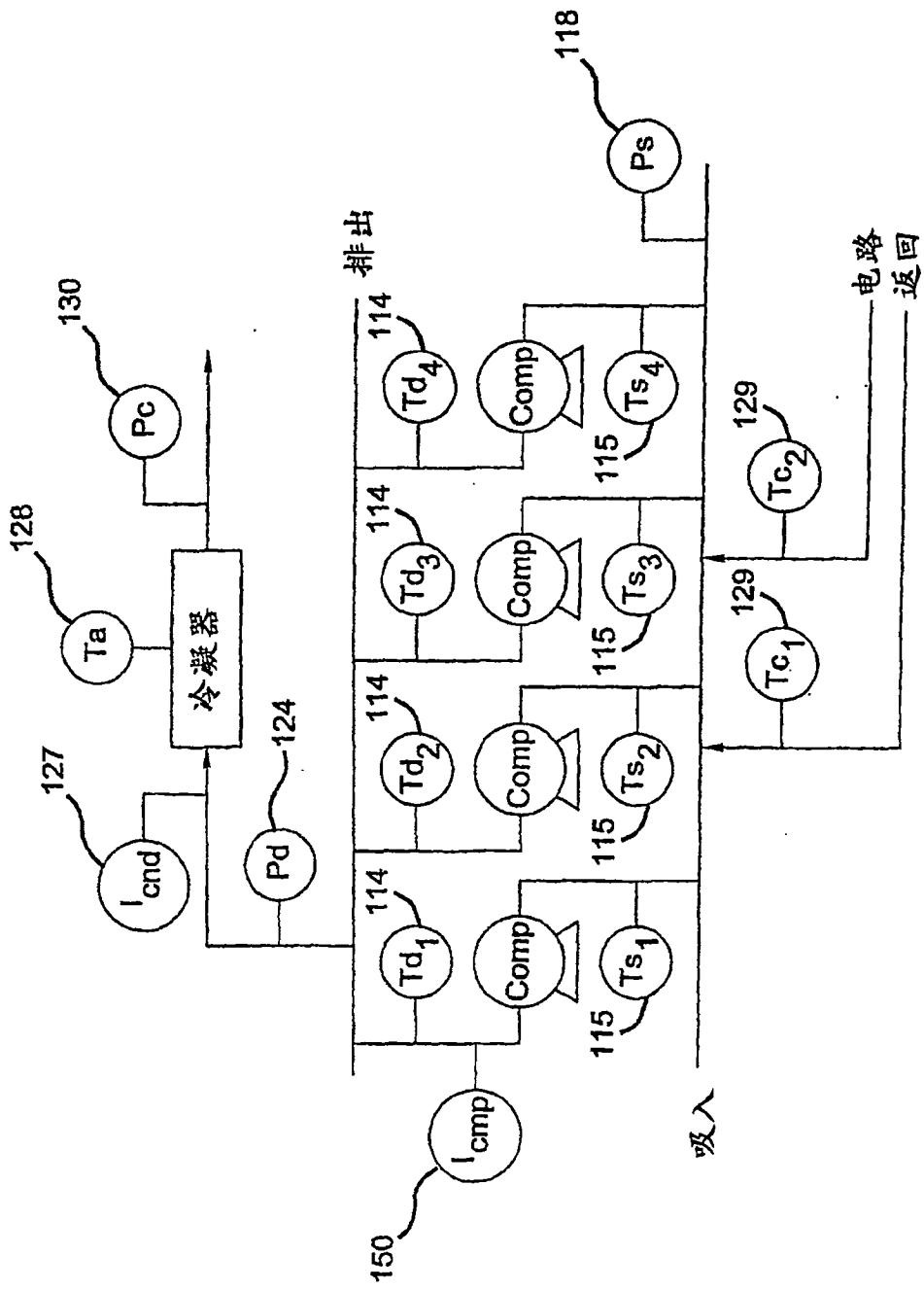


图 3

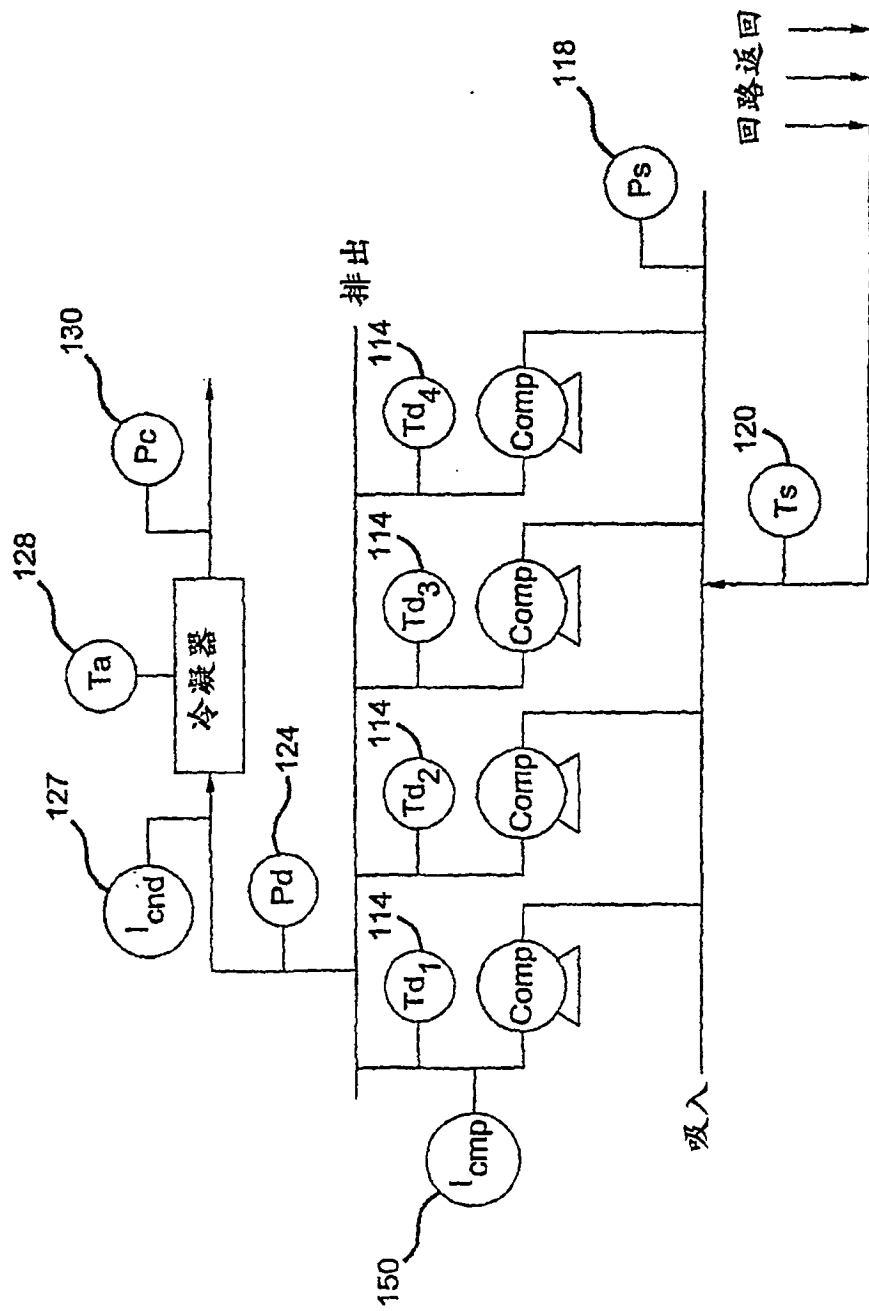


图 4

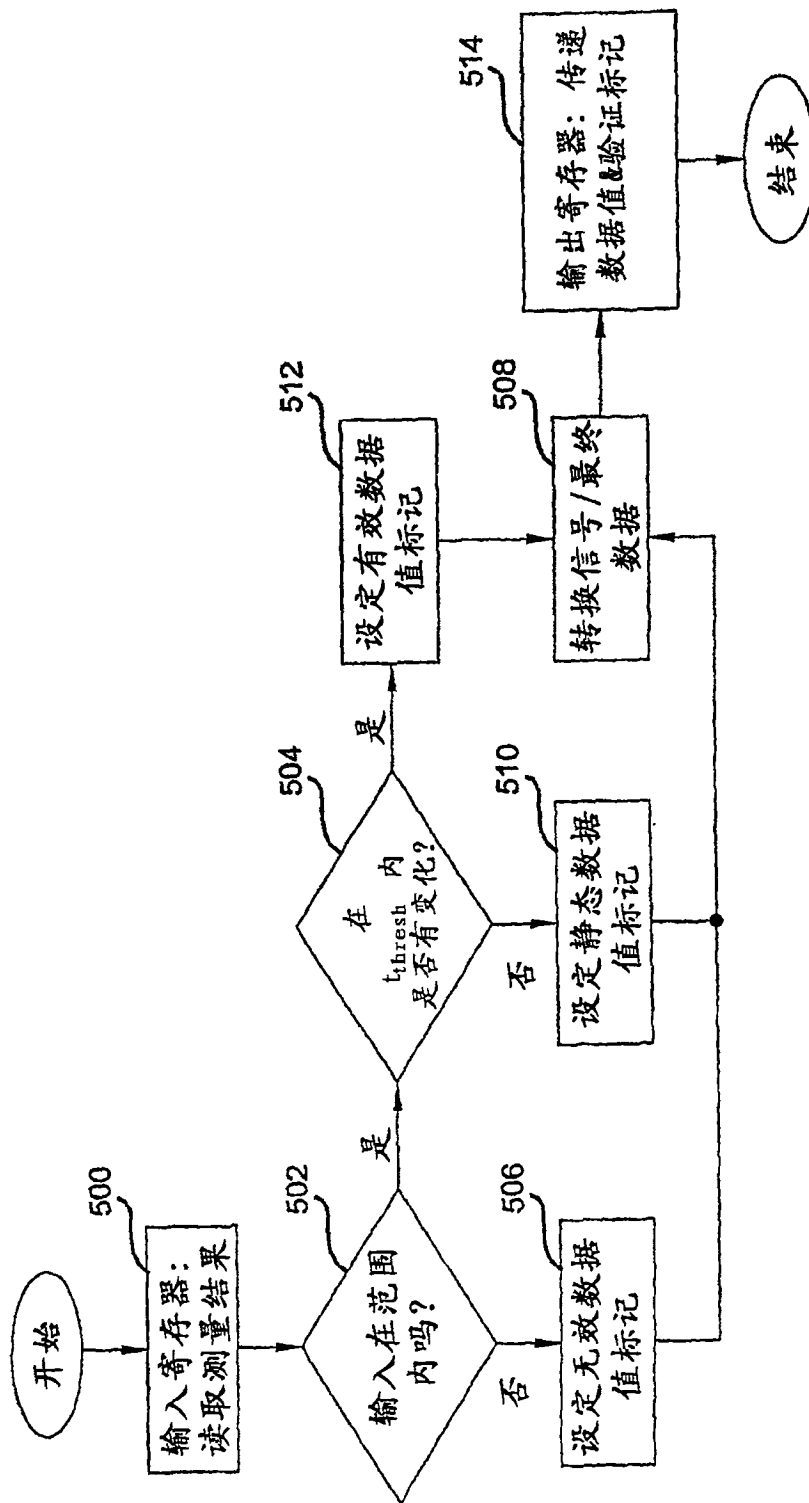


图 5

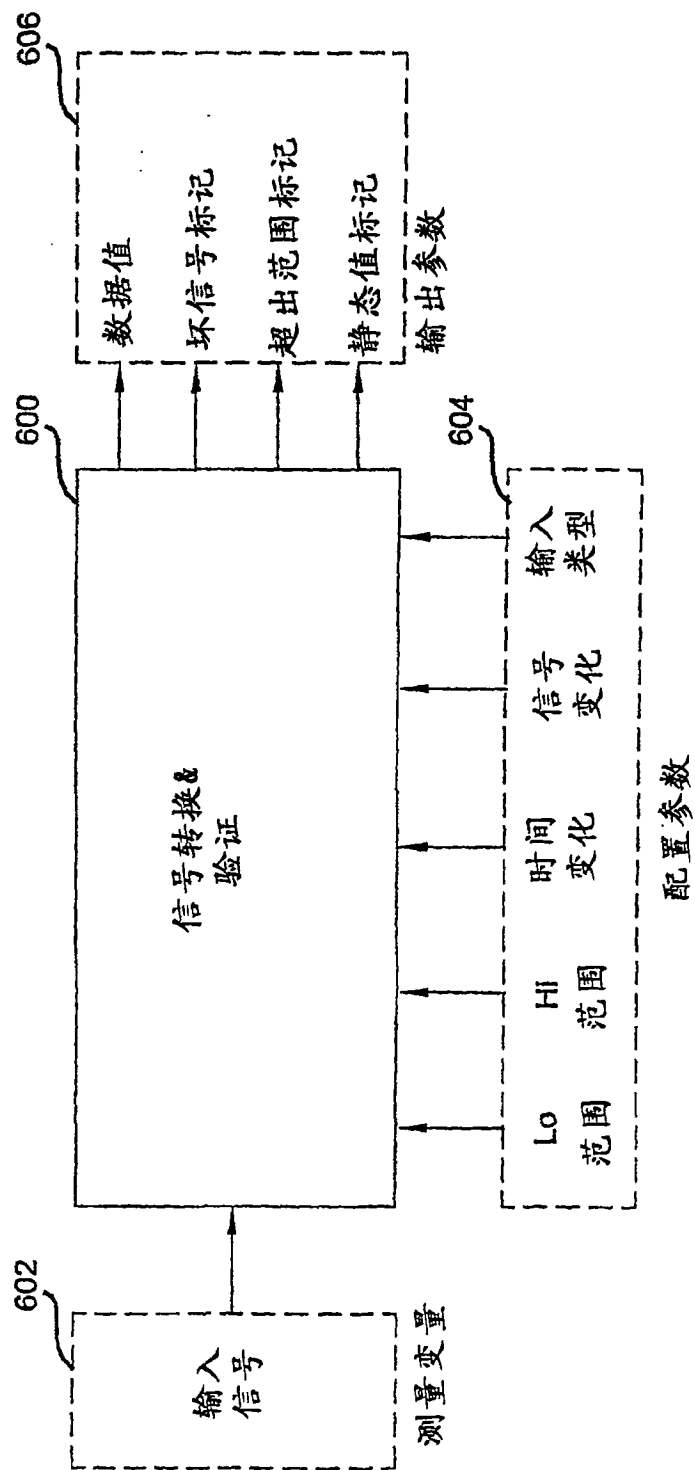


图 6

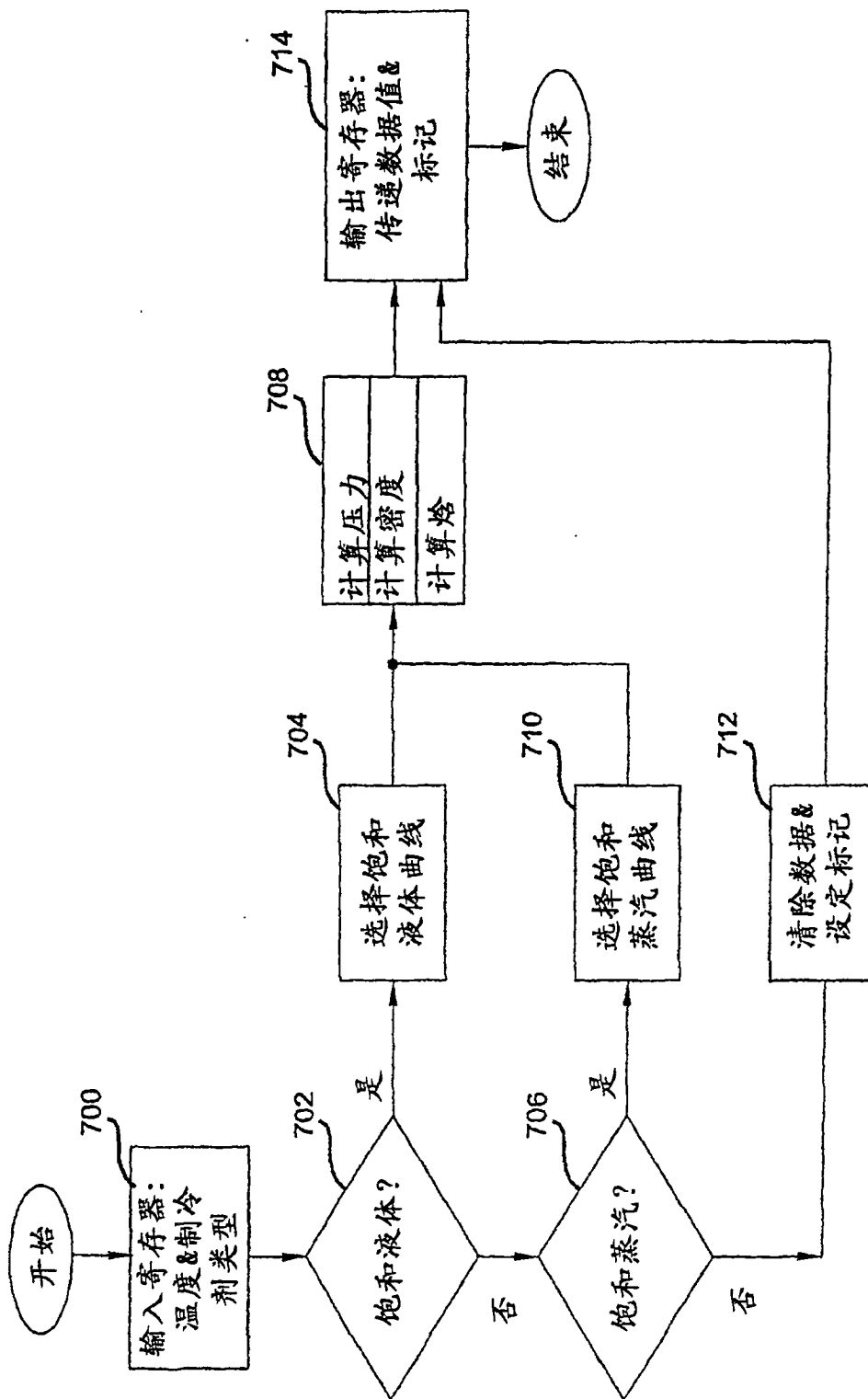


图 7

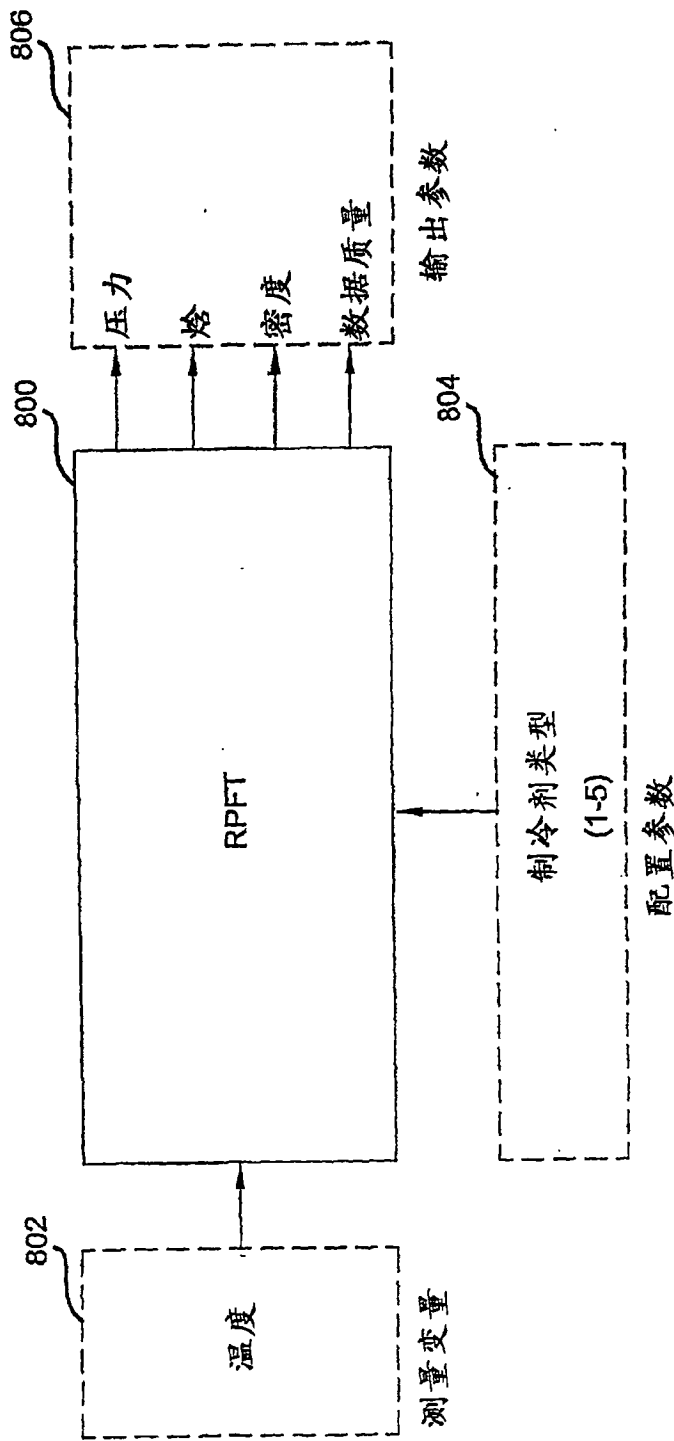


图 8

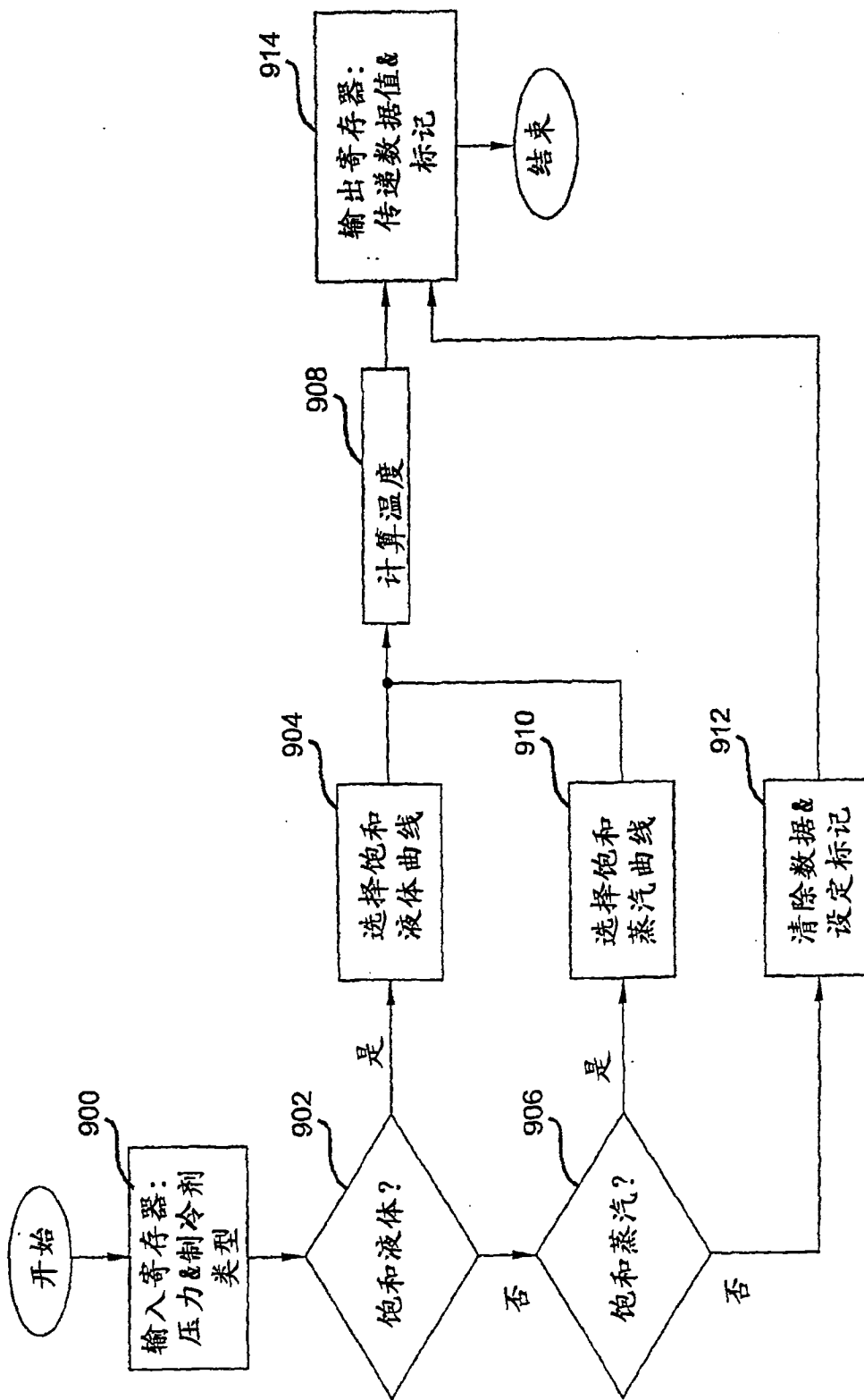


图 9

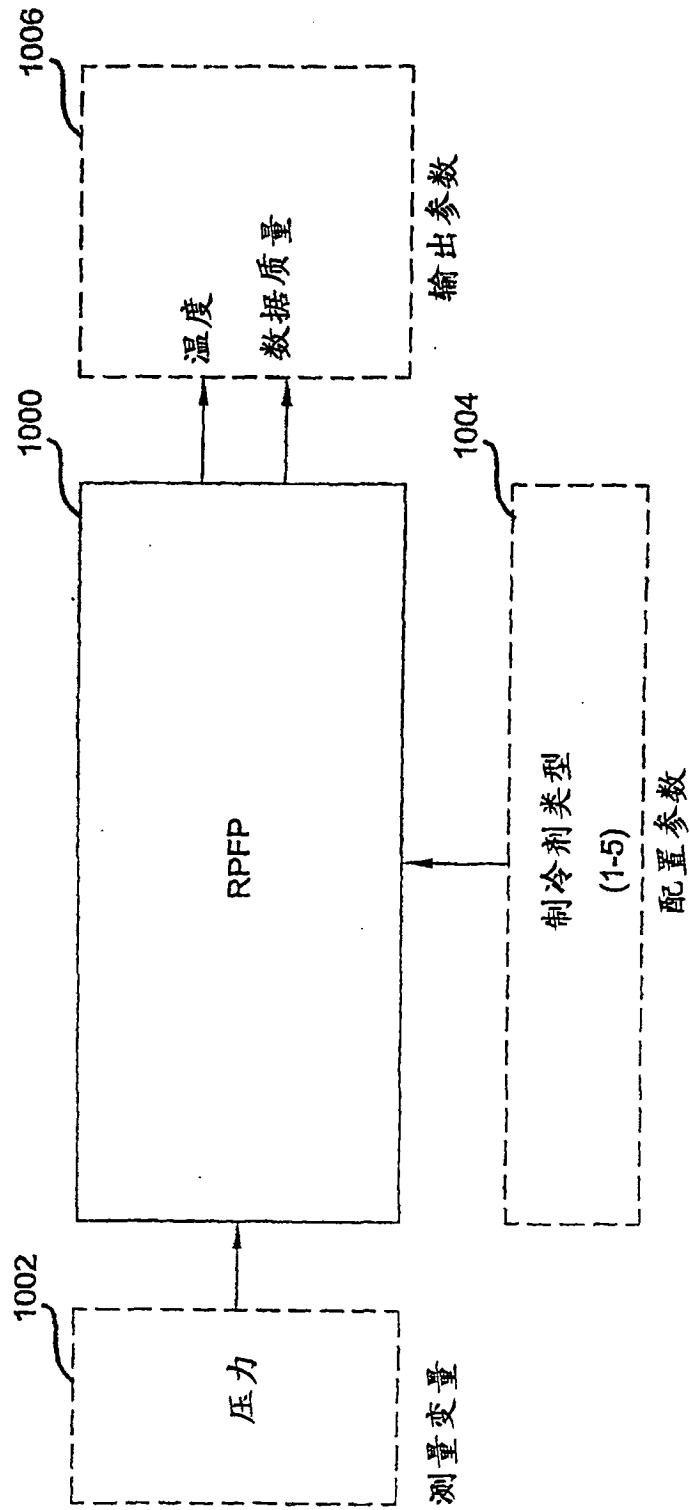


图 10

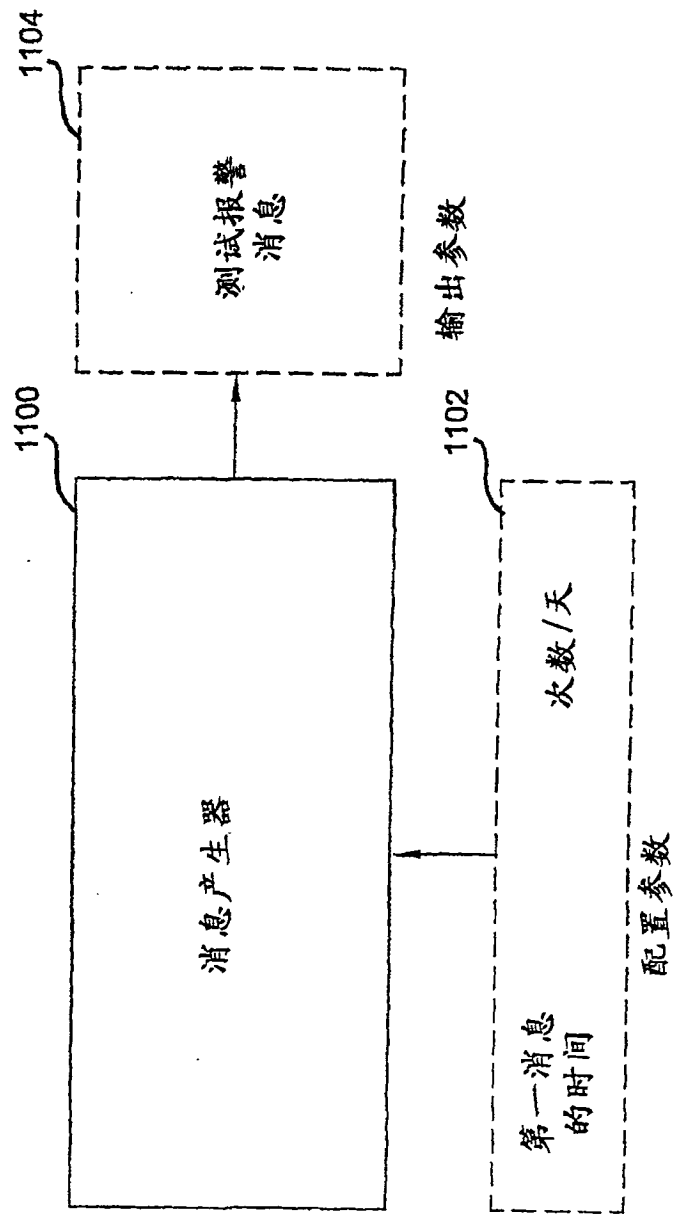


图 11

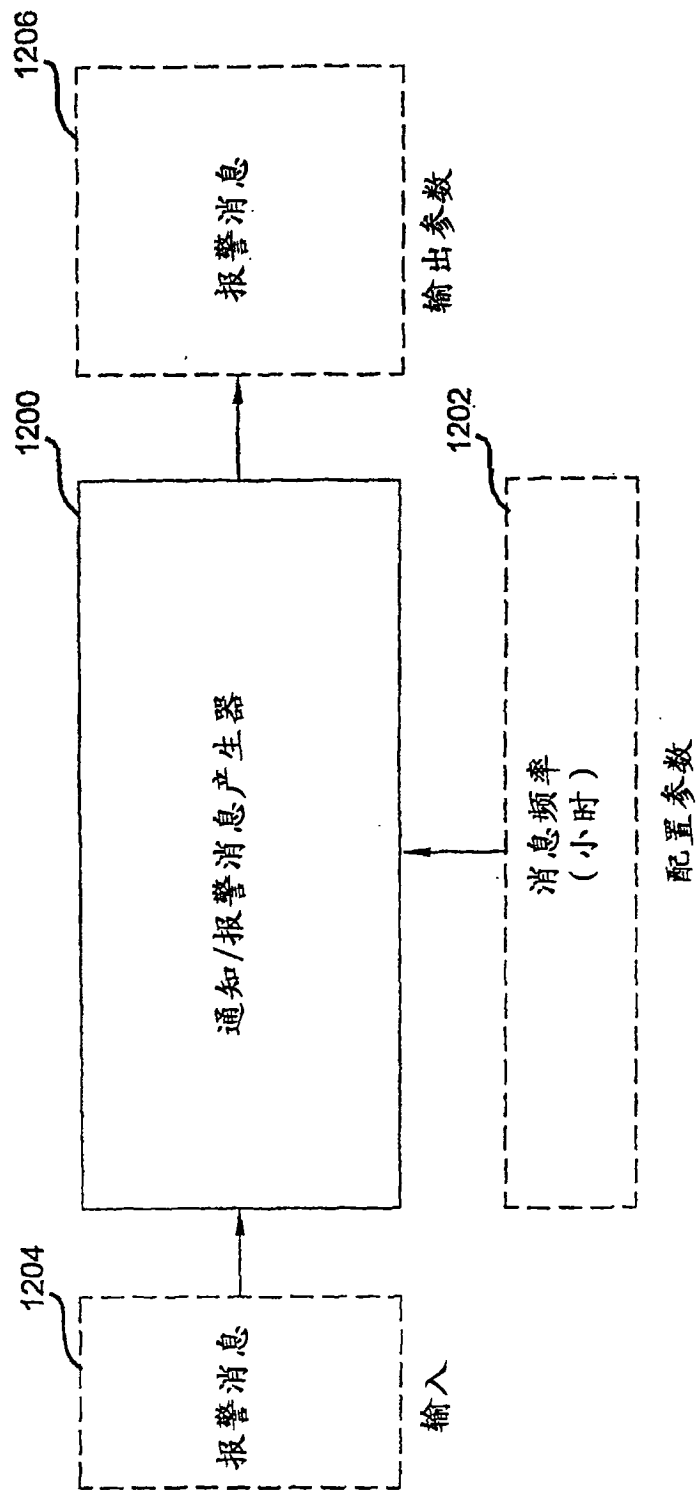


图 12

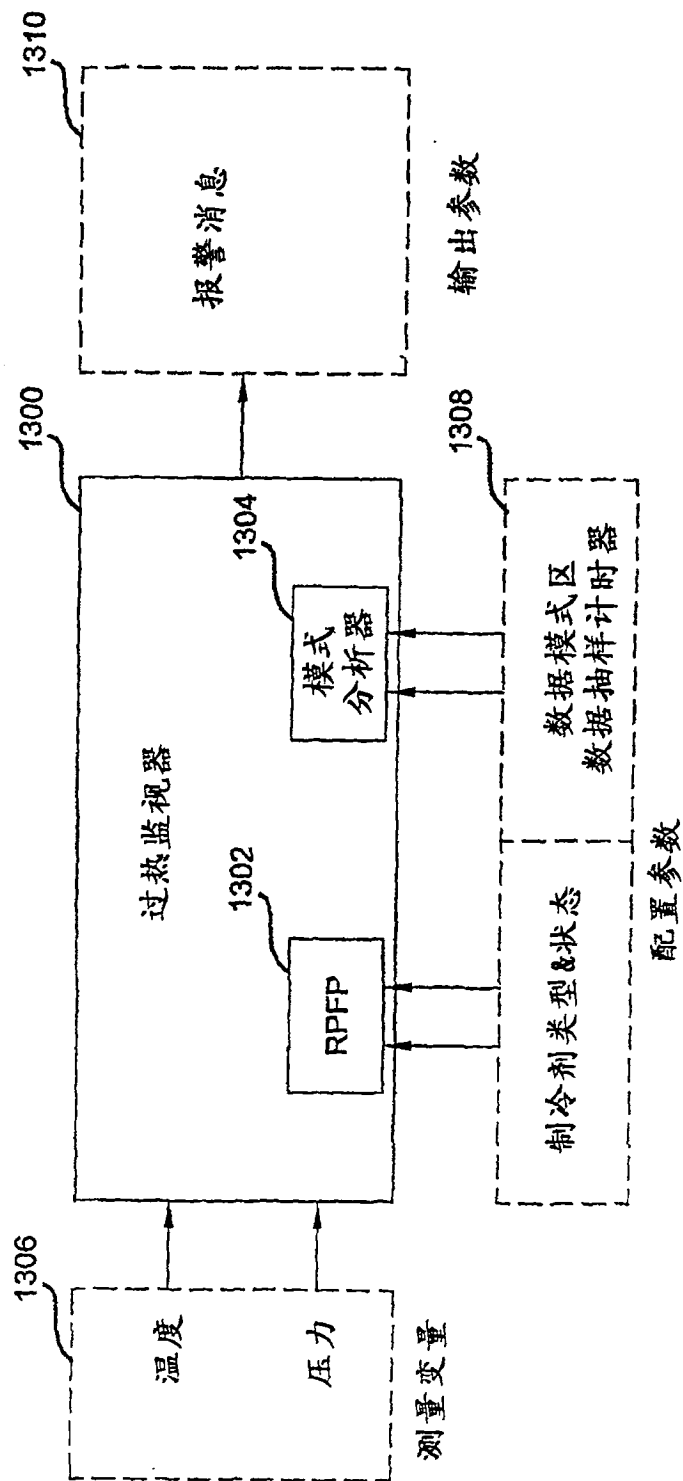


图 13

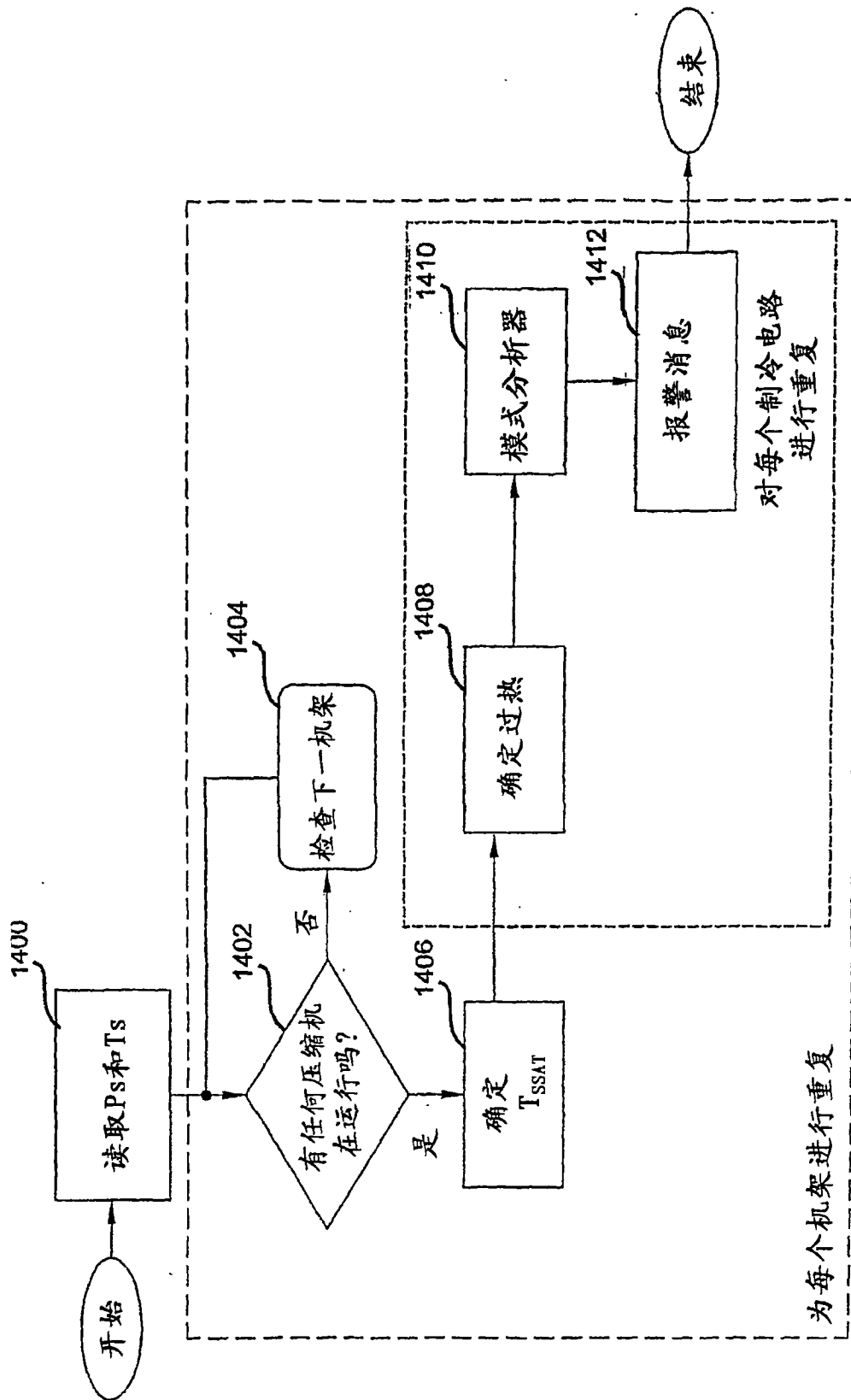


图 14

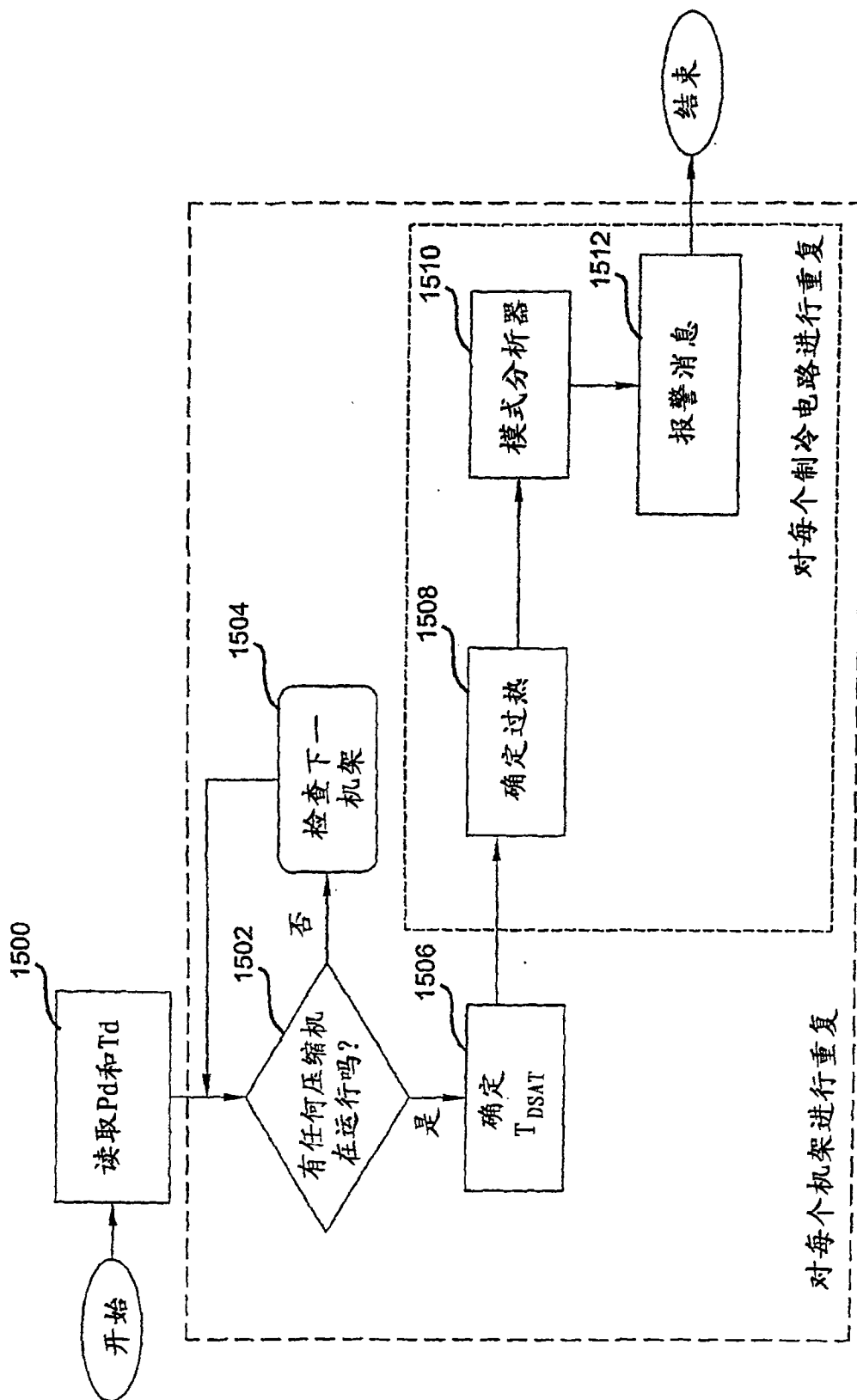


图 15

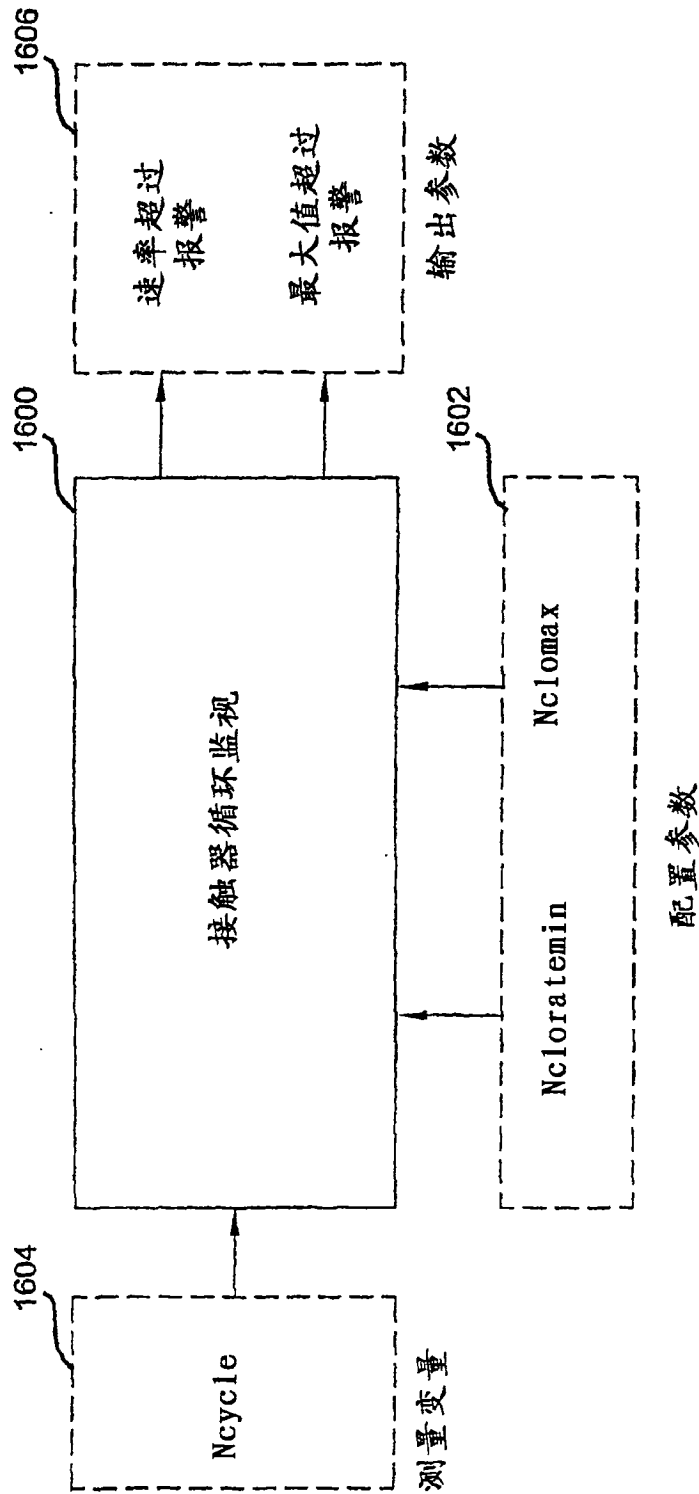


图 16

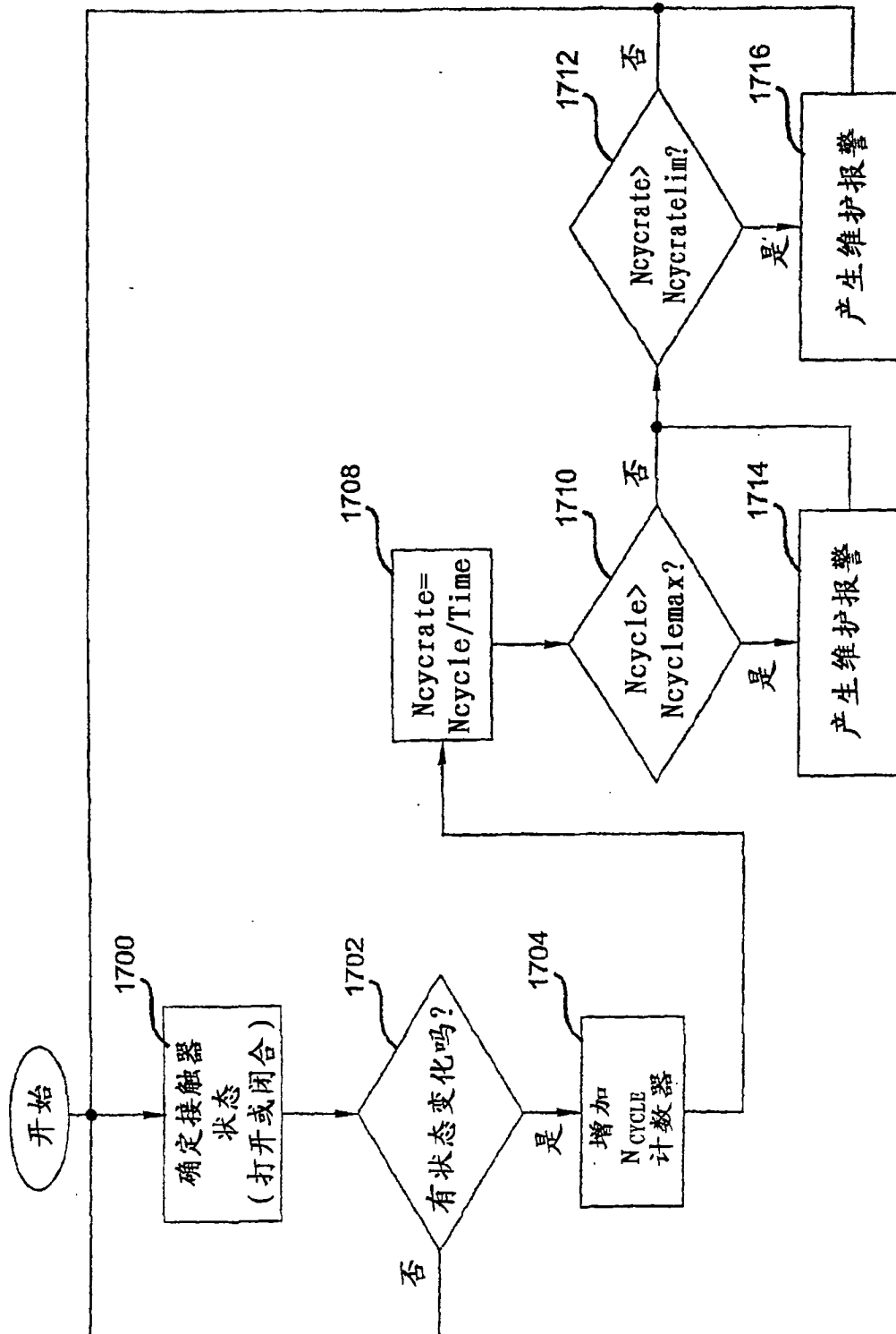


图 17

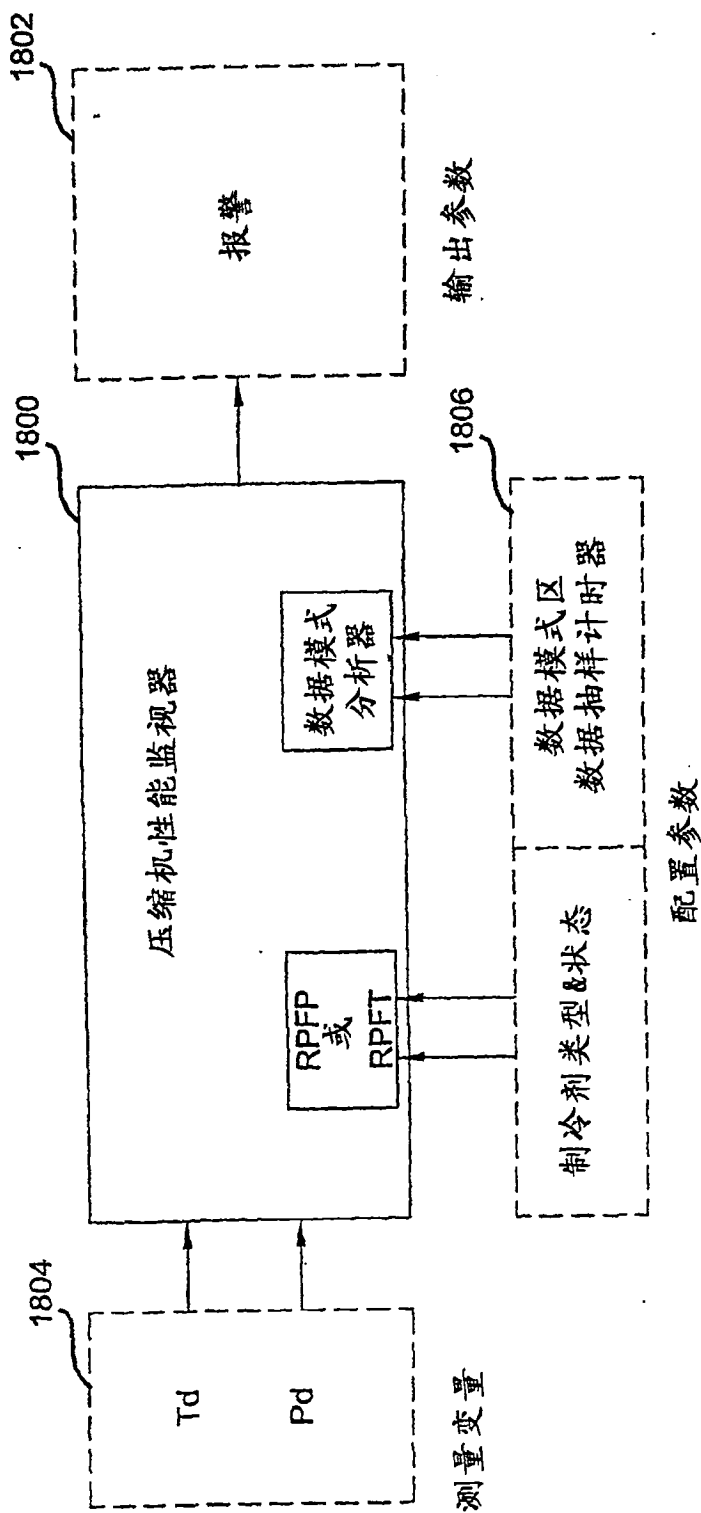


图 18

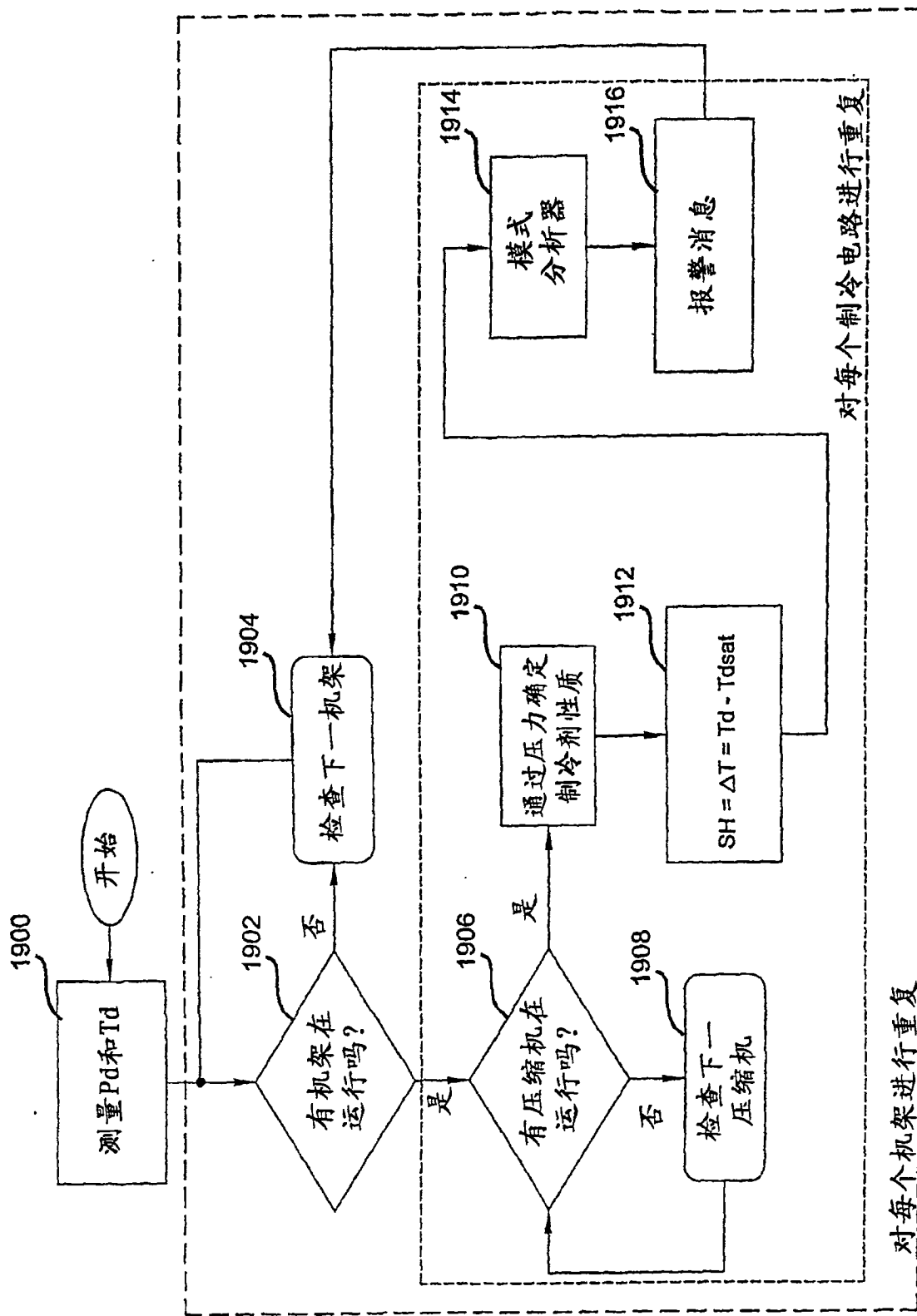


图 19

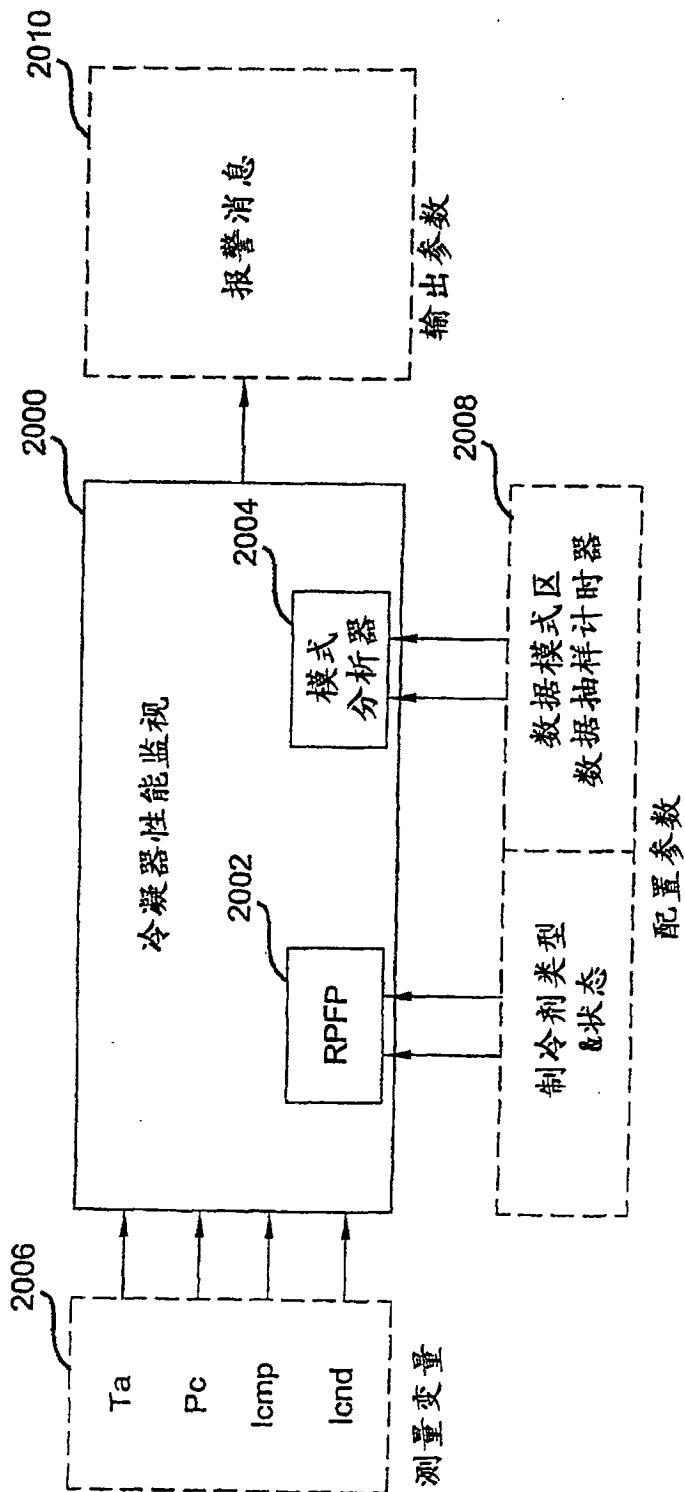


图 20

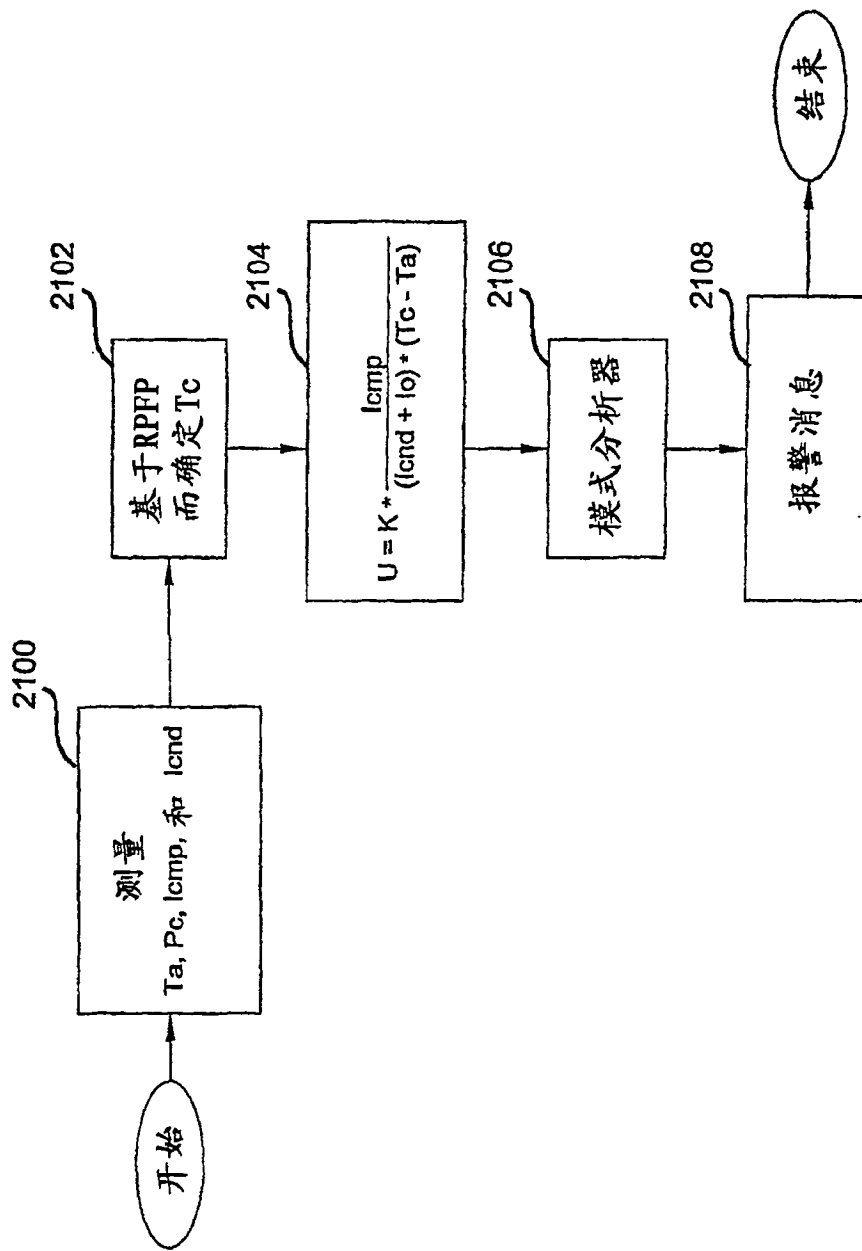


图 21

子带	下限	上限
1	PP	>PP
2	P	PP
3	Z	P
4	M	Z
5	MM	M
6	<MM	MM
7	Z	PP
8	MM	Z
9	P	>PP
10	M	P
11	<MM	M
12	MM	PP
13	Z	>PP
14	<MM	Z

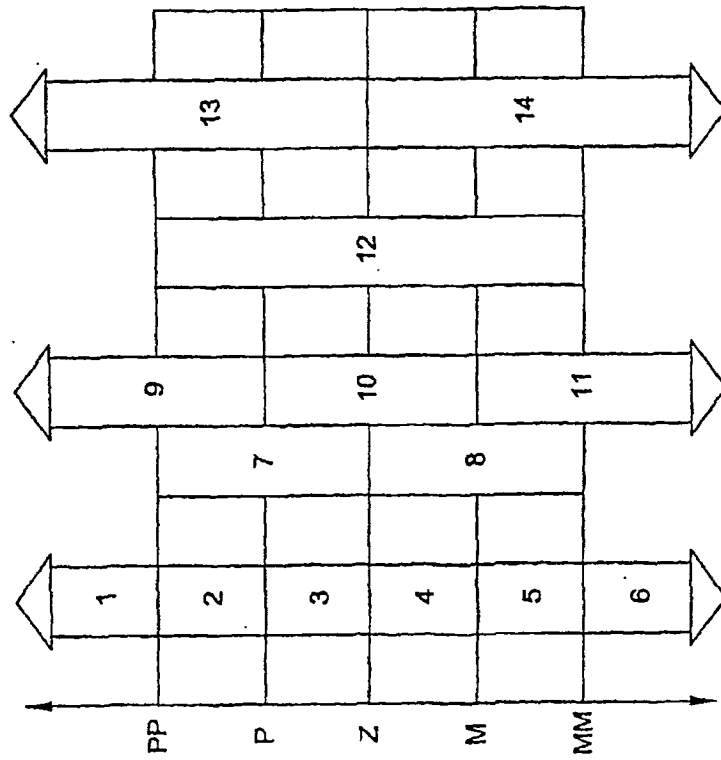


图 22

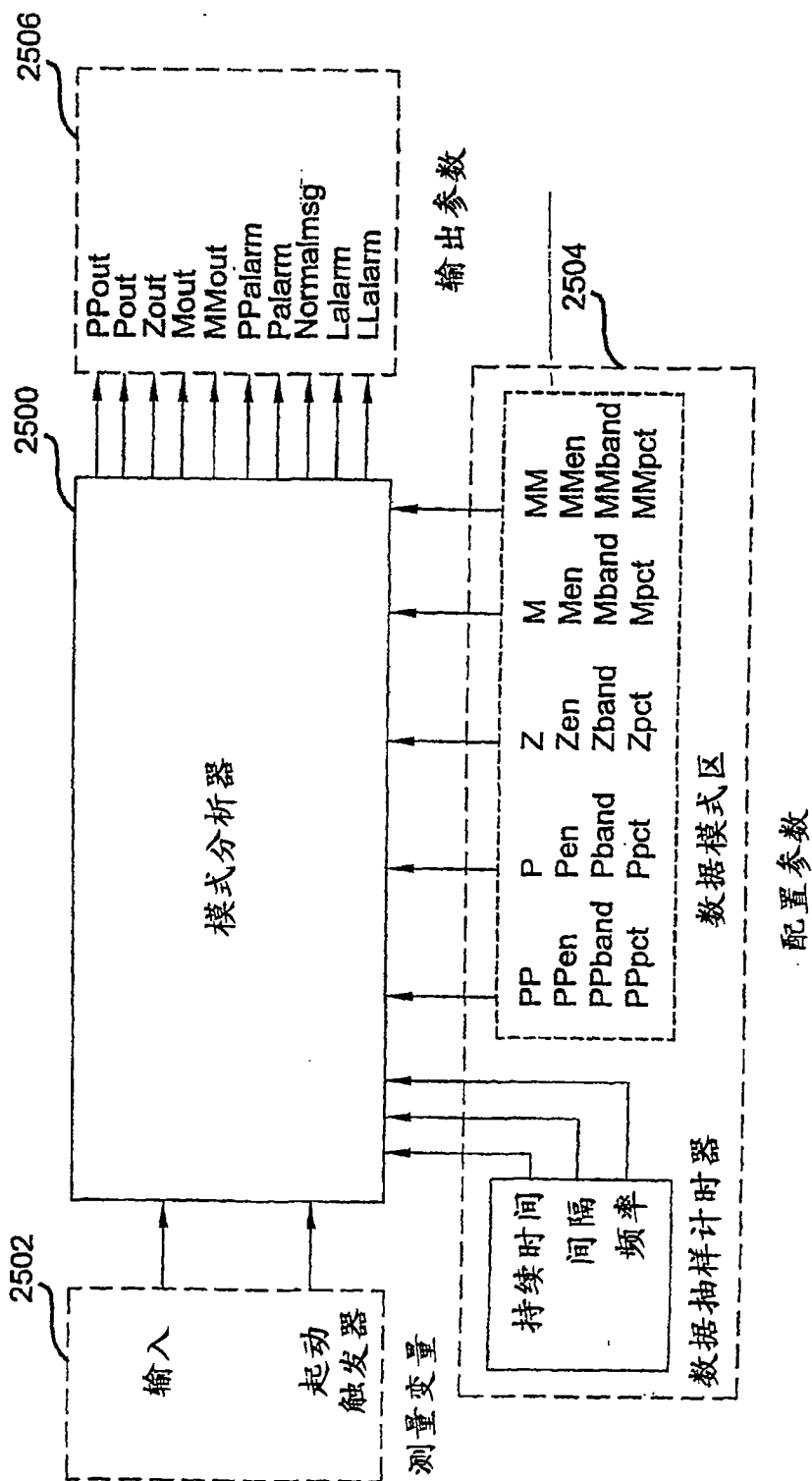


图 23

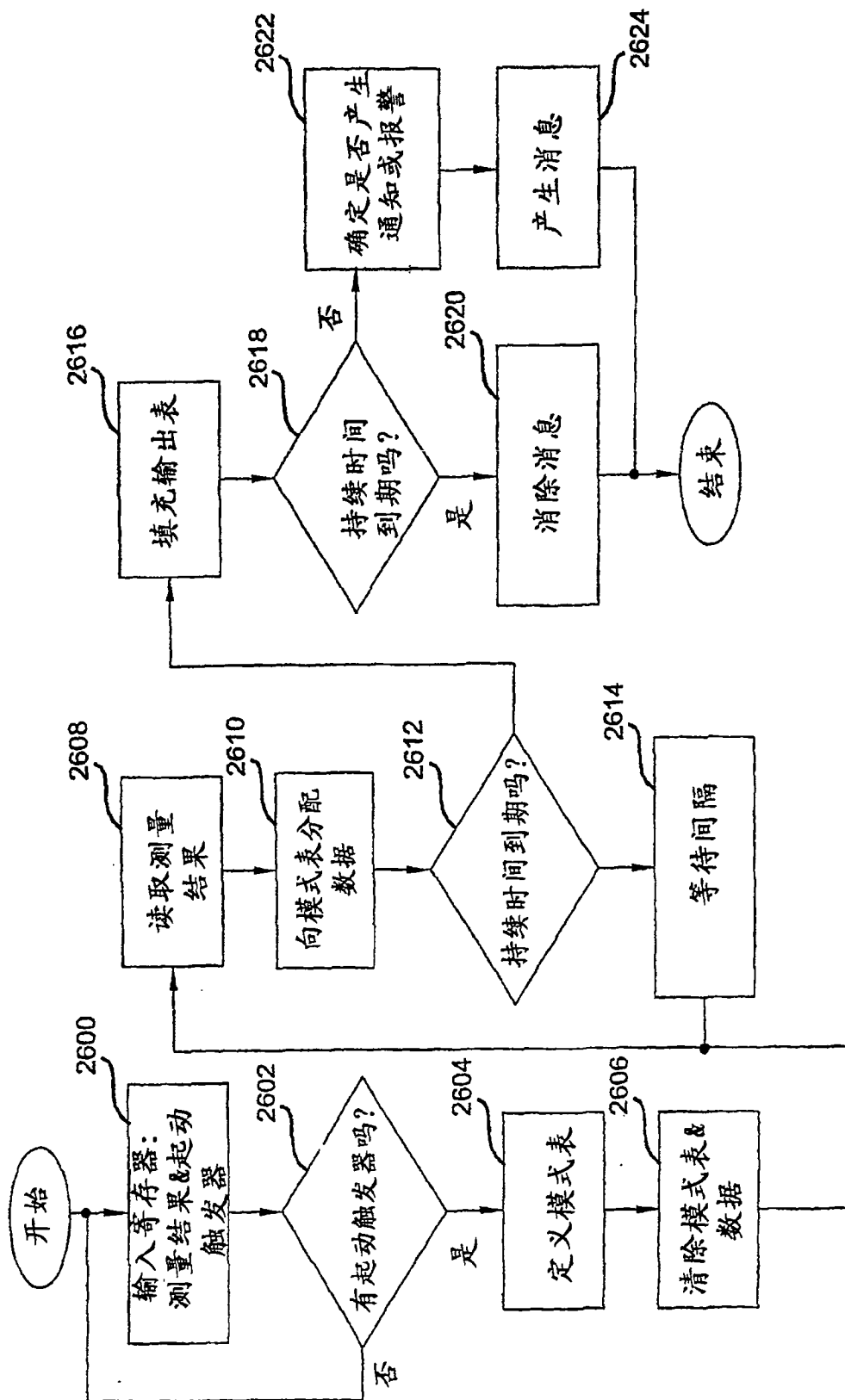


图 24