

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

G12B 15/04 (2006.01)

G05D 23/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610150197.2

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100563412C

[22] 申请日 2006.10.30

[21] 申请号 200610150197.2

[30] 优先权

[32] 2006.2.24 [33] CN [31] 200610033988.7

[73] 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

[72] 发明人 苏为行 洪宇平 靳友林

[56] 参考文献

JP7-58471 1995.3.3

CN2619459Y 2004.6.2

审查员 丁瑜

[74] 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司

代理人 郑立明

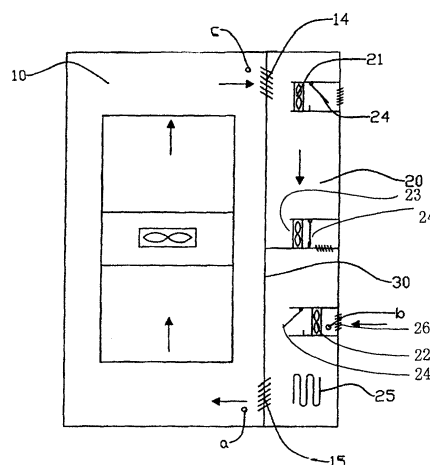
权利要求书 5 页 说明书 21 页 附图 9 页

[54] 发明名称

机柜温控装置、处理装置、系统及方法

[57] 摘要

本发明公开了一种机柜温控装置、处理装置、系统及方法，该机柜温控系统包括具有进风口和出风口的散热风道以及具有循环风进口和循环风出口的回流混合风道和/或机柜温控处理装置，所述回流混合风道的循环风进口和循环风出口分别与所述散热风道的出风口和进风口连通，所述回流混合风道内设有循环风扇装置和/或环境风扇装置；机柜温控处理装置用于控制所述系统的温度和相对湿度在设备正常工作允许的范围之内。本发明可应用于各种户外环境中，且在常温环境下不需要采用额外的加热装置，通过设备本身的热耗进行自加热来降低机柜内的相对湿度，抑制腐蚀，节约能源，并能保证设备的可靠散热。



1、一种机柜温控装置，用于配合机柜温控系统的散热风道，其特征在于，所述装置包括：

回流混合风道，所述回流混合风道的循环风进口接散热风道的出风口，所述回流混合风道的循环风出口接散热风道的进风口；

循环风扇装置，所述循环风扇装置设置于回流混合风道内，用于控制空气回流到散热风道内；

所述的回流混合风道内设有分隔结构将其分隔成进风区和出风区，所述的循环风进口设于进风区，所述的循环风出口设于出风区；所述分隔结构上设有将所述进风区和出风区连通的通风口，所述的循环风扇装置设于通风口处；

所述的回流混合风道还设有回流环境风进风口和回流环境风出风口，回流环境风进风口设于回流混合风道的出风区，回流环境风出风口设于回流混合风道的进风区；所述回流环境风进风口和回流环境风出风口与外界环境相通；

所述的回流环境风进风口、回流环境风出风口、直通环境风进风口、直通环境风出风口处设有环境风扇装置。

2、根据权利要求1所述的机柜温控装置，其特征在于，所述的散热风道还包括直通环境风进风口与直通环境风出风口，直通环境风进风口与散热风道的进风口相连，直通环境风出风口与散热风道的出风口相连。

3、根据权利要求1或2所述的机柜温控装置，其特征在于，所述的回流环境风进风口和回流环境风出风口处设有气流开/关装置，通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭；

在设置有通风口的情况下，所述通风口处设有气流开/关装置，通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭；

在设置有直通环境风进风口和直通环境风出风口的情况下，所述直通环境风进风口和/或直通环境风出风口处设有气流开/关装置，通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭。

4、根据权利要求1或2所述的机柜温控装置，其特征在于，所述的回流环境风进风口和/或直通环境风进风口设有灰尘过滤装置。

5、根据权利要求1所述的机柜温控装置，其特征在于，所述散热风道和/或所述回流混合风道内设置有加热器。

6、一种机柜温控处理装置，其特征在于，所述装置包括：

温度获取单元，用于获取环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ ；并实时检测  $T_a$ 、 $T_{in}$ 、 $T_{out}$  温度值；

目标控制值设定单元，用于预先和/或在控制过程中设定  $T_{out}$  的目标控制值  $SP_{T_{out}}$ 、 $T_{in}$  的目标控制值  $SP_{T_{in}}$ 、需要启动加热器的温度值  $T_{on}$ 、需要关闭加热器的

温度值  $T_{\text{hoff}}$ 、低温临界温度  $T_l$  和高温临界温度  $T_h$  中的至少一个；

处理单元，用于根据获取的  $T_a$ 、 $T_{\text{in}}$  和  $T_{\text{out}}$  值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作，将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内；

所述处理单元包括常温控制单元、高温控制单元、低温控制单元中的至少一个，其中：

常温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在低温临界温度  $T_l < T_a <$  高温临界温度  $T_h$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP_{\text{Tin}}$  和  $SP_{\text{Tout}}$  值处；

高温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在  $T_a \geq T_h$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP_{\text{Tin}}$  和  $SP_{\text{Tout}}$  值处；

低温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在  $T_a < T_l$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP_{\text{Tin}}$  和  $SP_{\text{Tout}}$  值处。

7、根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

散热风扇控制单元，用于控制散热风扇的开启和/或运行速度；和/或，

加热器控制单元，用于控制加热器的开启和关闭；和/或，

循环风扇控制单元，用于控制循环风扇的开启和/或运行速度；和/或，

环境风扇控制单元，用于控制环境风扇的开启和/或运行速度。

8、一种机柜温控系统，包括具有进风口和出风口的散热风道，所述散热风道内设有散热风扇装置，其特征在于，所述系统还包括所述的机柜温控装置或所述的机柜温控处理装置中的至少一个；

所述的机柜温控装置包括：

回流混合风道，所述回流混合风道的循环风进口接散热风道的出风口，所述回流混合风道的循环风出口接散热风道的进风口；

循环风扇装置，所述循环风扇装置设置于回流混合风道内，用于控制空气回流到散热风道内；

所述的回流混合风道内设有分隔结构将其分隔成进风区和出风区，所述的循环风进口设于进风区，所述的循环风出口设于出风区；所述分隔结构上设有将所述进风区和出风区连通的通风口，所述的循环风扇装置设于通风口处；

所述的回流混合风道还设有回流环境风进风口和回流环境风出风口，回流环境风进风口设于回流混合风道的出风区，回流环境风出风口设于回流混合风道的进风区；所述回流环境风进风口和回流环境风出风口与外界环境相通；

所述的回流环境风进风口、回流环境风出风口、直通环境风进风口、直通环境风出风口处设有环境风扇装置；

所述的机柜温控处理装置包括：

温度获取单元，用于获取环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ ；并实时检测  $T_a$ 、 $T_{in}$ 、 $T_{out}$  温度值；

目标控制值设定单元，用于预先和/或在控制过程中设定  $T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out}$ 、 $T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in}$ 、需要启动加热器的温度值  $T_{on}$ 、需要关闭加热器的温度值  $T_{off}$ 、低温临界温度  $T_l$  和高温临界温度  $T_h$  中的至少一个；

处理单元，用于根据获取的  $T_a$ 、 $T_{in}$  和  $T_{out}$  值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作，将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内；

所述处理单元包括常温控制单元、高温控制单元、低温控制单元中的至少一个，其中：

常温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在低温临界温度  $T_l < T_a <$  高温临界温度  $T_h$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP\_T_{in}$  和  $SP\_T_{out}$  值处；

高温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在  $T_a \geq T_h$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP\_T_{in}$  和  $SP\_T_{out}$  值处；

低温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在  $T_a < T_l$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP\_T_{in}$  和  $SP\_T_{out}$  值处；

所述机柜温控处理装置用于根据获取的  $T_a$ 、 $T_{in}$  和  $T_{out}$  值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在预先设定的  $SP\_T_{in}$  和  $SP\_T_{out}$  值处，使得所述系统的温度和相对湿度在设备正常工作允许的范围之内；所述的机柜温控处理装置设置于所述系统内部或独立的设置于所述系统外部。

9、一种机柜温控方法，其特征在于，所述方法包括：

A、获取环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ ;

B、根据获取的环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  和排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$  输出控制信号, 控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作, 将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内; 具体包括:

当低温临界温度  $T_l < T_a < \text{高温临界温度 } T_h$  时, 为设备的常温工作状态, 此时所述的步骤 B 包括:

B11、 $T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out} = T_a + \text{环境空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差 } \Delta T_{in} + \text{排出散热风道的空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差 } \Delta T_{out}$ ;

B12、 $T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in} = T_a + \Delta T_{in}$ ;

当  $T_a \geq T_h$  时, 为设备的高温工作状态, 此时  $SP\_T_{out} = T_a + \text{系统运行在高温环境时排出散热风道空气的温度与进入散热风道空气的温度需要维持的温度差 } \Delta T_h$ ;

当  $T_a < T_l$  时, 为设备的低温工作状态, 此时所述的步骤 B 包括:

B21、 $T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out} = T_l + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ ;

B22、当此时没有环境通风量时, 循环通风量为最大循环通风量的 80% 到 100% 之间; 否则,

$T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in} = T_l + \Delta T_{in}$ 。

10、如权利要求 9 所述方法, 其特征在于,

所述的控制散热风扇装置的方法为:

当  $T_{out} < T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out}$  时, 减小散热风扇的转速, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ ;

当  $T_{out} > SP\_T_{out}$  时, 增大散热风扇的转速, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ 。

11、如权利要求 9 所述方法, 其特征在于,

所述的控制加热器的方法为:

当  $T_{in} \leq \text{需要启动加热器的温度值 } T_{on}$  时, 开启机柜内的加热器;

当  $T_{in} > \text{需要关闭加热器的温度值 } T_{off}$  时, 关闭加热器。

12、如权利要求 9 所述方法, 其特征在于,

所述的控制循环风扇装置的方法为:

当  $T_{in} < T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in}$  时, 增大循环风扇的转速, 直到  $T_{in} = SP\_T_{in}$ ;

当  $T_{in} > SP\_T_{in}$  时, 减小循环风扇的转速, 直到  $T_{in} = SP\_T_{in}$ 。

13、如权利要求 9 所述方法, 其特征在于,

所述的控制环境风扇装置的方法为:

当  $T_{out} < T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out}$  时, 减小环境风扇的转速, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ ;

当  $T_{out} > SP\_T_{out}$  时, 增大环境风扇的转速, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ 。

14、如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 当  $T_l < T_a < T_h$  时, 在所述的步骤 B11 之前还包括:

B112、当  $T_a + \Delta T_{in} + \Delta T_{out} > T_h + \Delta T_h$  时,  $SP\_T_{out} = T_h + \Delta T_h$ ; 否则,

$SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_{out} + \Delta T_{in}$ ;

B113、当  $T_a + \Delta T_{in} > T_h$  时,  $SP\_T_{in} = T_h$ ; 否则,

$SP\_T_{in} = T_a + \Delta T_{in}$ 。

15、如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 当  $T_l < T_a < T_h$  且  $T_a < T_h + \text{回温区} \Delta T$  时, 设备按照常温工作状态的工作方式进行工作。

16、如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 当  $T_a \geq T_h$  且需要设置设备的高温上限值  $T_{over}$  时, 所述的方法还包括:

当  $T_a + \Delta T_h > T_{over}$  时,  $SP\_T_{out} = T_{over}$ ; 否则,

$SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_h$ 。

17、如权利要求 9 至 16 任一项所述的方法, 其特征在于, 确定所述的  $T_h$  值的方法包括:

所述的  $T_h$  值为温湿度极值关系图上查询到的  $T_h$  值和由温差控制参考值  $32^\circ\text{C}$  和  $\Delta T_{in}$  一起确定的  $T_h$  值中的较大的  $T_h$  值。

18、如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 根据设备的目标相对湿度值决定所述的温湿度值关系图上查询到的  $T_h$  值。

19、如权利要求 9 至 16 任一项所述的方法, 其特征在于, 根据设备的时间风险率来调节所述的  $T_h$  值。

## 机柜温控装置、处理装置、系统及方法

### 技术领域

本发明涉及电子或通信领域的机械装置、系统及方法，特别涉及一种机柜用的温控装置、处理装置、系统及方法。

### 背景技术

通信、电子或电力等电类设备越来越普遍的安装于户外等无气候保护和气温调节的场所。户外环境变化相对于室内复杂许多，户外环境一般定义为无气候防护的环境，即没有气候保护和气温调节的场所，例如：露天环境、简易机房环境等。通信、电子或电力等电类设备如果暴露在复杂的户外环境中工作，很容易受到户外环境中的灰尘、温度和湿气变化的影响，尤其是一些对灰尘、温度和湿气变化敏感的设备。

大量灰尘在设备内部堆积，会影响设备内防尘网和其他电子类元件的使用寿命，严重时会引起设备的运行故障，因此，有必要控制设备的灰尘进入量。

每种电类设备都有其正常工作的温度范围，在外界环境温度过高或过低的情况下，如果没有其他防护措施，电类设备的各组成元件的工作状态有可能不稳定，甚至损坏，这些都会导致这个设备的工作不稳定或者不能工作，甚至发生事故，因此，非常有必要控制设备的温度在设备正常工作的温度范围内。

设备内部空气的相对湿度过高时，不仅会缩短设备的使用寿命，而且由于相对湿度值对设备的腐蚀影响很大而可能会引起设备的操作故障和运行故障，造成潜在的危险，因此，非常有必要控制设备空间中的空气相对湿度在允许的限度内。

户外环境的温度变化也会影响设备内部空气的相对湿度发生变化。在户外环境炎热的情况下，外界环境的温度和湿度发生波动，设备内部的温度和设备外部的温度产生温差，此时若户外环境的温度迅速改变，会导致设备内部的空气冷凝成水。设备内部的空气冷凝成水后，导致设备内部空气的相对湿度过高，不符合设备的运行要求，存在潜在的危险。

所以，当通信、电子或电力等电类设备在户外工作时，需要采取一定的防护措施，避免或者减小灰尘、温度和湿气等外界环境对设备的影响，以保证设备在户外环境的正常运行。

通常的防护措施是把上述的电类设备安装在其他户外设备内，即用其他户外设备对上述的电类设备进行保护。其他户外设备通常包括户外机柜或户外安装的设备箱或工作箱，在此统称为机柜。

上述机柜能够挡住大部分灰尘进入机柜内的设备中，从而减小灰尘对设备的影响。

然而，由于设备在运行过程中消耗的绝大部分电能会转化为热能，这些热能聚集在机柜内，使得机柜内的温度不断上升，严重时威胁到机柜内设备的正常工作。因此，为了使得机柜内的温度维持在设备正常工作允许范围之内，需要采用机柜温度控制方案及时地排除机柜内的热量。

环境中的湿气也会从机柜通风孔的进风口和机柜的门缝等位置渗入机柜，当机柜内部相对湿度高时，机柜内的空气会产生凝露现象而导致腐蚀等问题。例如，随着空气温度的降低，饱和空气的绝对湿度降低，意味着空气可吸收的水汽量降低，多余的水气就会凝结出来，因此如果机柜的相对湿度高，在夜晚时由于温度降低，会发生水汽凝结机柜的冷壁面上，产生电气短路和腐蚀的隐患。与之相反，随着空气温度的增加，饱和空气的饱和绝对湿度值增加，此时相对湿度降低，当空气温度降低时，水汽会凝结在机柜的冷壁面上。

再者，对于通信、电子设备而言，铜是主要传递信号的载体，腐蚀导致的设备问题主要是铜腐蚀，60%RH 是铜的临界腐蚀相对湿度点，控制机柜内的相对湿度低于 60%RH 可以有效抑制设备的腐蚀。把湿空气加热是最简单有效的降低相对湿度的方法。此外，降低相对湿度还可以采用制冷除湿、吸附除湿的方法，但这些方案的实现复杂度和成本都远远大于加热除湿的方案。现有设计主要是通过加热器辅助加热的方式来降低相对湿度，需要消耗大量电能，增加运营成本，同时不能在交流停电的时候采用。

一种常用的机柜温度控制方案是在机柜中安装温控单元，该温控单元主要包括热交换器和空调。采用热交换器和空调可以把机柜与外界环境隔绝，对外界环境的灰尘、盐类等的防护效果最好。但是，热交换器和空调两者共同的缺点是占用很大的体积，而且噪声比较大。另外，由于热交换器本身工作时的电能转换成了热能，导致采用热交换器的机柜内的空气温度始终会高于外界环境，这就降低了机柜内设备单板所能承受的最高环境温度的能力，而空调的缺点是可靠性低，并且需要消耗大量的电能，运行成本高。

另外一种常用的机柜温度控制方案是把外界环境的空气直接引入机柜内散热的方案，即直接通风散热方案。如图 1 所示，直接通风散热方案主要是在机柜 100 上设计开通风孔 200、300 给机柜 100 内部设备的单板和模块进行通风散热。机柜内部通常还内置风扇 400 以强化通风效果。为了降低相对湿度，采用在机柜内设置加热器 500 对空气进行加热从而降低机柜内空气的相对湿度。当环境温度偏低时，加热器 500 还可以起到低温加热的作用。

直接通风散热方案与温度控制方案的热交换器相比，可以消除机柜内部与环境之间额外的温度梯度，有利于散热；与温度控制方案的空调相比，冷却系统消耗的能量最低，降低了运营成本。同时，直接通风散热方案可以降低设备噪声，减小设备体积，使得设备更加紧凑，使系统冷却的成本达到最低。然而，由于直接通风散热方案是直接从户外环境引入空气进行电类设备的冷却，所以需要采取措施对户外环境中的水、灰尘、低温和湿气进行防护，以保证设备可靠运行。

为了控制机柜内部空气的相对湿度和温度，目前已有的专利中提出的解决方案为：利用专用的混合风道解决相对湿度控制问题以及部分的散热问题，以及用增加防尘设施的方式解决灰尘问题。具体为：机柜利用设备自身运行时产生的热能，加热从户外环境中直接吸收的环境湿气，在满足散热要求的前提下，通过加热通风孔中进风口的空气，使得进风口的空气所携带的湿气蒸发，从而控制设备内部的相对湿度，同时也降低设备的噪声。

机柜的通风量由机柜内的相对湿度值和温度值控制，即在机柜内预留可供风循环的风道，根据检测到的相对湿度值和温度值分别控制设备的通风量，通过从进风口进入的风的大小和风在预定的循环风道的循环运动，来达到机柜的散热和相对湿度要求。

现有技术方案具体如图 2 所示，具体结构包括：

机柜的进风口 6，户外环境的空气从进风口 6 进入机柜，它是内部气流的混合点，通常采用鼓风的方式把外界环境的空气引入机柜，通过空气在机柜内部循环风道的循环运动来对机柜进行散热处理；

机柜的出风口 10，通过阀门控制机柜出风量的大小，机柜内大部分空气在机柜内循环。

该技术方案为了降低相对湿度，采用分别检测湿度值与温度值的方式来控制机柜的进风量和出风量大小。

现有控制方案的具体步骤如图 3 所示，机柜的散热控制系统的控制目标为预先设定的温度和湿度控制表。

该方案包含的机柜温度和相对湿度的控制方案步骤如下：

步骤 21：检测温度传感器和湿度传感器的值，得到机柜内部的温度  $T_{int}$  值和相对湿度  $U_{int}$  值，通过监测得到的数据查询湿度控制表得到温度与湿度控制表中设定的温度  $SP_t$  值和设定的相对湿度  $SP_h$  值；

步骤 22：当  $U_{int} > SP_h$  时，机柜内的相对湿度高于设定的相对湿度值，需要降低机柜内的相对湿度，即用提高设定的温度  $SP_t$  来提高机柜内部温度的方法来降低机柜内部的相对湿度；

步骤 23：当  $U_{int} \leq SP_h$  时，机柜内的相对湿度值低于设定的相对湿度值，机柜内的相对湿度值处于正常的范围，此时可以根据设定温度的需要，来调节设定的温度，即可以适当的降低设定的温度  $SP_t$ ，直到  $SP_t$  达到最小值  $SP_{t0}$  为止；

步骤 24：通过温度  $T_{int}$ ，来调整相应的温度设定值  $SP_t$ ，继而调节机柜的通风量；

步骤 25：当机柜内的温度值和设定的温度值相等时，即  $T_{int} = SP_t$  时，机柜内的温度和相对湿度已经达到了预定设置的目标，此时不需要对机柜的通风量进行调节；

步骤 26：当机柜内的温度值低于设定的温度值时，即  $T_{int} < SP_t$  时，通过减小机柜的通风量来提高机柜内的温度，以使机柜内的温度达到设定值；

步骤 27：当机柜内的温度值高于设定的温度值时，即  $T_{int} > SP_t$  时，通过增大机柜的通

风量来降低机柜内部的温度，以使机柜内的温度达到设定值，解决机柜散热问题。

但是，现有的控制方案存在有以下缺点：第一，简单的采用阀门来控制设备的通风量，不能精确的控制设备通风量的大小，从而不能控制设备内部空气与外部空气的混合比例，从而导致系统的稳定性不高，使用过程中系统的性能容易产生波动。第二，本方案通过温度传感器获取的测量结果来控制温度，通过湿度传感器获取的测量结果来控制相对湿度，而且该方案需要预先设定复杂的相对湿度和温度控制的对应设定值，从而导致采用该方案的设备的生产和维护需要很高的专业性，同时设备的制造、安装和维护相对较为昂贵。第三，湿度传感器为公知的容易损坏的器件，而且在实际应用中从湿度传感器获取的相对湿度值很有可能相对于实际的相对湿度值存在较大的误差，从而可能导致需要增加时间和金钱来加大对湿度传感器的维护力度。第四，由于此方案需要采集并控制相对湿度和温度两个参量，从而增加了系统的复杂性，导致了系统可靠性的降低。第五，此方案涉及的混合风道设置于设备内部，而且其中的直接通风控制模块不具备通用性，从而对实际中不同的设备，需要专门的配套通风设备才能满足要求，从而此方案不具有实际应用所需的模块化、通用化的需求。

针对户外环境中的水、灰尘、低温对机柜内设备的影响，现有的技术方案为：采用在机柜的通风孔位置设计迷宫结构的方式来避免水接触机柜内的设备。

上述技术方案的缺点在于：因为灰尘会随着流动的空气进入机柜，积聚在设备上，导致设备发生腐蚀、短路等故障。现有设计是通过在进风口布置防尘网进行空气过滤减少灰尘，并对防尘网进行定期清洁或更换来防止堵塞。然而，设备的热耗越高，散热所需的通风量越大，防尘网堵塞的几率也就越高，需要更加频繁的清洁和维护，既费时，又费力。

由于一般设备的工作温度都在 $-5\sim 0^{\circ}\text{C}$ 以上，当机柜工作在低于 $0^{\circ}\text{C}$ 的低温环境下时，需要把进入设备的空气加热到 $0^{\circ}\text{C}$ 才能保证设备的稳定工作。现有设计的主要是利用加热器辅助加热，消耗大量电能，增加了运营成本。

综上所述，现有的机柜温控方案主要存在如下缺点：

1、设备热耗越高，所需的通风量也越大，从而从外界环境吸入更多的灰尘。即使采用防尘网，防尘网的清洗和维护频繁，增加运营成本；

2、在低温环境下为了满足设备工作温度要求，需要采用加热器辅助加热，消耗电能，增加运营成本；

3、在出现交流停电时，设备依靠后备蓄电池供电工作时，采用加热器辅助加热增加了后备电源的耗电量，缩短了后备电源的工作时间。因此在低温环境发生交流停电时，机柜无法保证机柜内部良好的温度和相对湿度环境，在电网不稳定的地区，该问题尤为突出。

## 发明内容

本发明提供一种机柜温控装置、处理装置、系统及方法，能够将机柜内的温度和相对

湿度维持在机柜内电类设备的正常工作允许范围之内,更进一步,可以具有良好的防尘防水以及低温状态的正常运行功能。

本发明提供了一种机柜温控装置,用于配合机柜温控系统的散热风道,所述装置包括:

回流混合风道,所述回流混合风道的循环风进口接散热风道的出风口,所述回流混合风道的循环风出口接散热风道的进风口;

循环风扇装置,所述循环风扇装置设于回流混合风道内,用于控制空气回流到散热风道内;

所述的回流混合风道内设有分隔结构将其分隔成进风区和出风区,所述的循环风进口设于进风区,所述的循环风出口设于出风区;所述分隔结构上设有将所述进风区和出风区连通的通风口,所述的循环风扇装置设于通风口处;

所述的回流混合风道还设有回流环境风进风口和回流环境风出风口,回流环境风进风口设于回流混合风道的出风区,回流环境风出风口设于回流混合风道的进风区;所述回流环境风进风口和回流环境风出风口与外界环境相通;

所述的回流环境风进风口、回流环境风出风口、直通环境风进风口、直通环境风出风口处设有环境风扇装置。

所述的散热风道还包括直通环境风进风口与直通环境风出风口,直通环境风进风口与散热风道的进风口相连,直通环境风出风口与散热风道的出风口相连。

所述的回流环境风进风口和回流环境风出风口处设有气流开/关装置,通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭;

在设置有通风口的情况下,所述通风口处设有气流开/关装置,通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭;

在设置有直通环境风进风口和直通环境风出风口的情况下,所述直通环境风进风口和/或直通环境风出风口处设有气流开/关装置,通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭。

所述的回流环境风进风口和/或直通环境风进风口设有灰尘过滤装置。

所述散热风道和/或所述回流混合风道内设置有加热器。

本发明提供了一种机柜温控处理装置,所述装置包括:

温度获取单元,用于获取环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ ;并实时检测机柜内的  $T_a$ 、 $T_{in}$ 、 $T_{out}$  温度值;

目标控制值设定单元,用于预先和/或在控制过程中设定  $T_{out}$  的目标控制值  $SP_{T_{out}}$ 、 $T_{in}$  的目标控制值  $SP_{T_{in}}$ 、需要启动加热器的温度值  $T_{on}$ 、需要关闭加热器的温度值  $T_{off}$ 、低温临界温度  $T_l$  和高温临界温度  $T_h$  中的至少一个;

处理单元,用于根据获取的  $T_a$ 、 $T_{in}$  和  $T_{out}$  值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作,将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内;

所述处理单元包括常温控制单元、高温控制单元、低温控制单元中的至少一个,其中:

常温控制单元,用于根据温度获取单元获取的各个温度值,在低温临界温度  $T_l < T_a <$  高温临界温度  $T_h$  的情况下,控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作,将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP_{T_{in}}$  和  $SP_{T_{out}}$  值处;

高温控制单元,用于根据温度获取单元获取的各个温度值,在  $T_a \geq T_h$  的情况下,控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作,将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP_{T_{in}}$  和  $SP_{T_{out}}$  值处;

低温控制单元,用于根据温度获取单元获取的各个温度值,在  $T_a < T_l$  的情况下,控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至

少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的 SP<sub>Tin</sub> 和 SP<sub>Tout</sub> 值处。

所述装置还包括：

散热风扇控制单元，用于控制散热风扇的开启和/或运行速度；和/或，

加热器控制单元，用于控制加热器的开启和关闭；和/或，

循环风扇控制单元，用于控制循环风扇的开启和/或运行速度；和/或，

环境风扇控制单元，用于控制环境风扇的开启和/或运行速度。

本发明提供了一种机柜温控系统，包括具有进风口和出风口的散热风道，所述散热风道内设有散热风扇装置，所述系统还包括所述的机柜温控装置和所述的机柜温控处理装置中的至少一个；所述的机柜温控装置包括：回流混合风道，所述回流混合风道的循环风进口接散热风道的出风口，所述回流混合风道的循环风出口接散热风道的进风口；

循环风扇装置，所述循环风扇装置设置于回流混合风道内，用于控制空气回流到散热风道内；

所述的回流混合风道内设有分隔结构将其分隔成进风区和出风区，所述的循环风进口设于进风区，所述的循环风出口设于出风区；所述分隔结构上设有将所述进风区和出风区连通的通风口，所述的循环风扇装置设于通风口处；

所述的回流混合风道还设有回流环境风进风口和回流环境风出风口，回流环境风进风口设于回流混合风道的出风区，回流环境风出风口设于回流混合风道的进风区；所述回流环境风进风口和回流环境风出风口与外界环境相通；

所述的回流环境风进风口、回流环境风出风口、直通环境风进风口、直通环境风出风口处设有环境风扇装置；

所述的机柜温控处理装置包括：

温度获取单元，用于获取环境温度值 Ta、进入散热风道的空气温度值 Tin 以及排出散热风道的空气温度值 Tout；并实时检测 Ta、Tin、Tout 温度值；

目标控制值设定单元，用于预先和/或在控制过程中设定 Tout 的目标控制值 SP<sub>Tout</sub>、Tin 的目标控制值 SP<sub>Tin</sub>、需要启动加热器的温度值 Th<sub>on</sub>、需要关闭加热器的温度值 Th<sub>off</sub>、低温临界温度 T<sub>l</sub> 和高温临界温度 T<sub>h</sub> 中的至少一个；

处理单元，用于根据获取的 Ta、Tin 和 Tout 值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作，将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内；

所述处理单元包括常温控制单元、高温控制单元、低温控制单元中的至少一个，其中：

常温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在低温临界温度  $T_l < Ta <$  高温临界温度  $T_h$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的 SP<sub>Tin</sub> 和 SP<sub>Tout</sub> 值处；

高温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在  $Ta \geq T_h$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的 SP<sub>Tin</sub> 和 SP<sub>Tout</sub> 值处；

低温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，在  $Ta < T_l$  的情况下，控制所述散热风扇控制单元、加热器控制单元、循环风扇控制单元和环境风扇控制单元中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的 SP<sub>Tin</sub> 和 SP<sub>Tout</sub> 值处；

所述机柜温控处理装置用于根据获取的 Ta、Tin 和 Tout 值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作，将机柜内的温度值控制在预先设定的 SP<sub>Tin</sub> 和 SP<sub>Tout</sub> 值处，使得所述系统的温度和相对湿度在设备

正常工作允许的范围之内；所述的机柜温控处理装置设置于所述系统内部或独立的设置于所述系统外部。

本发明提供了一种机柜温控方法，所述方法包括：

A、获取环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ ；

B、根据获取的环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  和排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$  输出控制信号，控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置、环境风扇装置、加热器和散热风扇装置中的至少一个的工作，将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内；具体包括：

当低温临界温度  $T_l < T_a < \text{高温临界温度 } T_h$  时，为设备的常温工作状态，此时所述的步骤 B 包括：B11、 $T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out} = T_a + \text{环境空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差 } \Delta T_{in} + \text{排出散热风道的空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差 } \Delta T_{out}$ ；

B12、 $T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in} = T_a + \Delta T_{in}$ ；

当  $T_a \geq T_h$  时，为设备的高温工作状态，此时  $SP\_T_{out} = T_a + \text{系统运行在高温环境时排出散热风道空气的温度与进入散热风道空气的温度需要维持的温度差 } \Delta T_h$ ；

当  $T_a < T_l$  时，为设备的低温工作状态，此时所述的步骤 B 包括：

B21、 $SP\_T_{out} = T_l + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ ；

B22、当此时没有环境通风量时，循环通风量为最大循环通风量的 80% 到 100% 之间；否则， $T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in} = T_l + \Delta T_{in}$ 。

所述的控制散热风扇装置的方法为：

当  $T_{out} < T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out}$  时，减小散热风扇的转速，直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ ；当  $T_{out} > SP\_T_{out}$  时，增大散热风扇的转速，直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ 。

所述的控制加热器的方法为：当  $T_{in} \leq \text{需要启动加热器的温度值 } T_{on}$  时，开启机柜内的加热器；当  $T_{in} > \text{需要关闭加热器的温度值 } T_{off}$  时，关闭加热器。

所述的控制循环风扇装置的方法为：当  $T_{in} < T_{in}$  的目标控制值  $SP\_T_{in}$  时，增大循环风扇的转速，直到  $T_{in} = SP\_T_{in}$ ；当  $T_{in} > SP\_T_{in}$  时，减小循环风扇的转速，直到  $T_{in} = SP\_T_{in}$ 。

所述的控制环境风扇装置的方法为：当  $T_{out} < T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out}$  时，减小环境风扇的转速，直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ ；当  $T_{out} > SP\_T_{out}$  时，增大环境风扇的转速，直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ 。

当  $T_l < T_a < T_h$  时，在所述的步骤 B11 之前还包括：B112、当  $T_a + \Delta T_{in} + \Delta T_{out} > T_h + \Delta T_h$  时， $SP\_T_{out} = T_h + \Delta T_h$ ；否则， $SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_{out} + \Delta T_{in}$ ；

B113、当  $T_a + \Delta T_{in} > T_h$  时， $SP\_T_{in} = T_h$ ；否则， $SP\_T_{in} = T_a + \Delta T_{in}$ 。

当  $T_l < T_a < T_h$  且  $T_a < T_h + \text{回温区 } \Delta T$  时，设备按照常温工作状态的工作方式进行工作。

当  $T_a \geq T_h$  且需要设置设备的高温上限值  $T_{over}$  时，所述的方法还包括：

当  $T_a + \Delta T_h > T_{over}$  时， $SP\_T_{out} = T_{over}$ ；否则， $SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_h$ 。

确定所述的  $T_h$  值的方法包括：所述的  $T_h$  值为温湿度极值关系图上查询到的  $T_h$  值和由温差控制参考值  $32^\circ\text{C}$  和  $\Delta T_{in}$  一起确定的  $T_h$  值中的较大的  $T_h$  值。

根据设备的目标相对湿度值决定所述的温度湿度值关系图上查询到的  $T_h$  值。

根据设备的时间风险率来调节所述的  $T_h$  值。

由于采用了上述技术方案，本发明具有如下有益效果：

- 1、既具有良好的高温散热特性，又具有良好的低温环境下加热、保温的特性；
- 2、利用设备本身的热耗来加热外界环境的空气，降低相对湿度，通过调节冷、热空气的通风量就可以控制相对湿度，并且不影响设备的散热性能，具有较高的性价比；
- 3、流经设备的气流有一部分是在机柜内部循环的，减少了户外进入机柜的空气，这就减少了外界灰尘进入机柜。

## 附图说明

- 图 1 为现有直接通风散热方案的机柜结构示意图；
- 图 2 为现有技术涉及的系统结构图；
- 图 3 为现有控制方案涉及的流程图；
- 图 4 为带有本发明一个优选实施例中机柜温控系统的机柜在空气于机柜内循环时的结构示意图；
- 图 5 为图 4 所示机柜在与冷热空气混合时的示意图；
- 图 6 为图 4 所示机柜在直接通风时的示意图；
- 图 7 为本发明中机柜温控系统的处理单元的原理框图；
- 图 8 为温湿度极值关系图；
- 图 9 为本发明一个优选实施例的温度控制曲线示意图；
- 图 10 为本发明一个优选实施例的整体控制流程图；
- 图 11 为本发明一个优选实施例的环境风扇装置对环境通风量的控制过程图；
- 图 12 为本发明一个优选实施例的循环风扇装置对循环通风量的控制过程图；
- 图 13 为本发明一个优选实施例的机柜内加热器工作的流程图；
- 图 14 为本发明一个优选实施例的常温模块处理方式的控制流程图；
- 图 15 为本发明一个优选实施例的高温模块处理方式的控制流程图；
- 图 16 为本发明一个优选实施例的低温模块处理方式的控制流程图；
- 图 17 为本发明中机柜温控系统在不需要考虑低温环境应用时的温控过程的流程图；
- 图 18 为本发明另一实施例中机柜温控装置的结构示意图；
- 图 19 为图 18 中机柜温控装置的使用状态参考图。

## 具体实施方式

下面分别结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细说明。

本发明提供了一种机柜温控系统，包括具有进风口和出风口的散热风道，所述散热风道内设有散热风扇装置，所述系统还包括所述的机柜温控装置和/或所述的机柜温控处理装置；

所述的机柜温控装置的回流混合风道的循环风进口接散热风道的出风口，回流混合风道的循环风出口接散热风道的进风口；

所述的机柜温控处理装置用于控制所述系统的温度和相对湿度在设备正常工作允许的范围之内；所述的机柜温控处理装置设置于所述系统内部或独立的设置于所述系统外部。

本发明提供了一种机柜温控装置，用于配合机柜温控系统的散热风道，所述装置包括：

回流混合风道、循环风扇装置；

所述回流混合风道的循环风进口接散热风道的出风口，所述回流混合风道的循环风出口接散热风道的进风口；

所述循环风扇装置设于回流混合风道内。

图 4 至图 6 为本发明一个优选实施例中的机柜温控系统示意图。机柜温控系统用于将机柜内空气的温度和相对湿度维持在设备正常的工作温度和相对湿度范围内，通常机柜内的设备可以是接入网的用户单板插框、基站的基带单板插框、收发信机模块或电源模块等。

如图 4 所示，机柜内设置有一垂直隔板 30，垂直隔板 30 的上、下端分别固定于机柜的顶板和底板上。垂直隔板 30 将机柜的内部分隔成一用于给机柜内发热设备进行散热的散热风道 10 以及一将散热风道 10 的出风口 14 与进风口 15 连通的回流混合风道 20。出风口 14 与进风口 15 分别位于散热风道 10 的上下两侧，用于排出散热风道 10 内的空气或者使空气进入散热风道 10。

在本实施例中，散热风道 10 是由机柜的前门、后门、顶板、底板、隔板 30 以及左侧板合围而成的一个腔体，其内用来布置主要工作设备。散热风道 10 内设置有散热风扇装置 13，用于驱动冷却空气从进风口 15 进入散热风道 10，带走散热风道 10 内诸如上插框 11 和下插框 12 等发热设备产生的热量之后，从出风口 14 排出，以使散热风道 10 内空气的温度维持在正常的范围之内。可以理解的是，散热风扇装置 13 可包含 1 个或者多个风扇，风扇种类可以是轴流风扇、离心风扇或者其他种类风扇等。

回流混合风道 20 是由机柜的前门、后门、顶板、底板、隔板 30 以及右侧板合围而成的一个腔体，其内一般安装一些低功耗和对温度、相对湿度要求较低的设备。回流混合风道 20 上、下两侧设有分别与散热风道 10 的出风口 14 和进风口 15 连通的循环风进口和循环风出口，进而将散热风道 10 的出风口 14 与进风口 15 连通，以使从出风口 14 流出的热空气能够通过进风口 15 回流到散热风道 10 中。在图 4 中，回流混合风道 20 的循环风进口和循环风出口分别与散热风道 10 的出风口 14 和进风口 15 共用。当然，根据需要，回流混合风道 20 也可以有自己独立的循环风进口和循环风出口，此时只需用通风管道分别与出风口 14 和进风口 15 连通即可。

回流混合风道 20 的中部设置有一水平隔板 32，水平隔板 32 将回流混合风道 20 分隔

成上、下两个区间，即进风区和出风区。进风区设置上述循环风进口，也即进风区与散热风道 10 的出风口 14 连通，用来收容从出风口 14 排出的热空气。出风区设置上述循环风出口，也即出风区与散热风道 10 的进风口 15 连通。水平隔板 32 上开设有一将进风区和出风区连通的通风口 321，通风口 321 附近设置有一循环风扇装置 23，用于驱动进风区的空气通过通风口 321 进入出风区，进而通过进风口 15 回流到散热风道 10 内。

回流混合风道 20 上还设置有分别与外界环境连通的回流环境风进风口 26 和回流环境风出风口 27。回流环境风进风口 26 设置在回流混合风道 20 的出风区，以将出风区与外界环境连通；在回流混合风道 20 内的回流环境风进风口 26 处还设置有第一环境风扇装置 22，以将外界环境空气抽入回流混合风道 20 的出风区。回流环境风出风口 27 设置在回流混合风道 20 的进风区，以将进风区与外界环境连通；在回流混合风道 20 内的回流环境风出风口 27 处还设置有第二环境风扇装置 21，以将进入到回流混合风道 20 的进风区的部分或全部热空气排出到外界环境中。可以理解的是，第一、第二环境风扇装置 21、22 均包含 1 个或者多个风扇，风扇种类可以是轴流风扇、离心风扇或者其他种类风扇等。

回流环境风进风口 26、回流环境风出风口 27 以及通风口 321 处与对应的风扇装置平行的地方均设置有一气流关断或者阻止装置，该气流关断或者阻止装置可以在风扇装置工作时开启，风扇装置停止时，阻止全部或者大部分气流从通风口处流通。气流关断或者阻止装置可以是简单的活动百叶窗，也可以是电控阀门装置等。本实施例中，如图 5 和图 6 所示，气流关断或者阻止装置是活动百叶窗 24，该百叶窗 24 只能单向打开。当风扇装置工作时，活动百叶窗 24 受风扇所吹出的风的压力驱动下打开；当风扇装置停止时，活动百叶窗 24 受重力作用而关闭。

图 5 为图 4 所示机柜在与冷热空气混合时的示意图，此时，第一环境风扇装置 22、第二环境风扇装置 21 和循环风扇装置 23 处的活动百叶窗 24 均开启，冷热空气通过

图 6 为图 4 所示机柜在直接通风时的示意图，此时，第一环境风扇装置 22 和第二环境风扇装置 21 处的活动百叶窗 24 均开启，循环风扇装置 23 处的活动百叶窗 24 关闭，此时外界环境的空气直接通过第一环境风扇装置 22 处的活动百叶窗 24 由进风口 15 进入散热风道 10，在散热风道 10 内按照图中箭头所示的方向对机柜内设备进行散热处理，之后，散热风道 10 内的空气再通过出风口 14 由第二环境风扇装置 21 处的活动百叶窗 24 进入外界环境中。

本实施例中的机柜温控系统还可以包括直通环境风进风口和直通环境风出风口，所述的直通环境风进风口和直通环境风出风口分别位于散热风道 10 内，直通环境风进风口与散热风道 10 的进风口相连，直通环境风出风口与散热风道 10 的出风口相连。直通环境风进风口和直通环境风出风口处也可以设置气流开/关装置，通过气流控制气流开/关装置的开启与关闭；同时，直通环境风进风口和直通环境风出风口处也可以设置环境风扇装置；直通环境风进风口设有灰尘过滤装置。

本实施例中的机柜温控系统为了适应低温环境或者需要额外的加热处理场景的需要，还可在回流混合风道 20 的底部布置加热器 25，以起到辅助加热作用。当然，加热器 25 也可以布置在散热风道 10 内，也可以在散热风道 10 和回流混合风道 20 内均设置加热器 25。

本实施例中的机柜温控系统可以在回流环境风进风口 26 和回流环境风出风口 27 处设置迷宫结构（未图示）以实现防水的目的，并在回流环境风进风口 26 或/和进风口 15 处布置防尘网等灰尘过滤系统，以达到防尘的目的。

另外，需要指出的是，本实施例中的机柜温控系统中所涉及的风扇装置并不局限于使用普通的风扇，其也可以包括其它的空气驱动装置。

如图 6 所示，本实施例中的机柜温控系统为实现智能控制，在散热风道 10 的进风口 15 处设置温度传感器 a，以检测进入散热风道 10 的空气温度；出风口 14 处设置温度传感器 c，以检测排出散热风道 10 的热空气的温度；在回流混合风道 20 的回流环境风进风口 26 处设置温度传感器 b，以检测环境温度。

本发明还提供了一种机柜温控处理装置，所述装置包括：

温度获取单元，用于获取环境温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ ；并实时检测机柜内的  $T_a$ 、 $T_{in}$ 、 $T_{out}$  温度值；

目标控制值设定单元，用于预先和/或在控制过程中设定  $T_{out}$  的目标控制值  $SP_{T_{out}}$  和/或  $T_{in}$  的目标控制值  $SP_{T_{in}}$  和/或需要启动加热器的温度值  $T_{on}$  和/或需要关闭加热器的温度值  $T_{off}$  和/或低温临界温度  $T_l$  和/或高温临界温度  $T_h$ ；

处理单元，用于根据获取的  $T_a$ 、 $T_{in}$  和  $T_{out}$  值控制所述机柜温控装置内的循环风扇装置和/或环境风扇装置和/或加热器和/或散热风扇装置的工作，将机柜内的温度和相对湿度维持在设备正常工作允许的范围之内。

所述的机柜温控处理装置还包括：

散热风扇控制单元，用于控制散热风扇的开启和/或运行速度；和/或，

加热器控制单元，用于控制加热器的开启和关闭；和/或，

循环风扇控制单元，用于控制循环风扇的开启和/或运行速度；和/或，

环境风扇控制单元，用于控制环境风扇的开启和/或运行速度。

所述处理单元包括：

常温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，按照常温控制方式控制所述散热风扇控制单元和/或加热器控制单元和/或循环风扇控制单元和/或环境风扇控制单元的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的  $SP_{T_{in}}$  和  $SP_{T_{out}}$  值处；和/或，

高温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，按照高温控制方式控制所述散热风扇控制单元和/或加热器控制单元和/或循环风扇控制单元和/或环境风扇控制单元

的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的 SP\_Tin 和 SP\_Tout 值处；和/或，

低温控制单元，用于根据温度获取单元获取的各个温度值，按照低温控制方式控制所述散热风扇控制单元和/或加热器控制单元和/或循环风扇控制单元和/或环境风扇控制单元的工作，将机柜内的温度值控制在目标控制值设定单元设定的 SP\_Tin 和 SP\_Tout 值处。

图 7 示出了本实施例中的机柜温控处理装置的原理方框图，如图所示，机柜温控处理装置的处理单元是该控制系统的核心，其具有四个输入端口和四个输出端口，四个输入端口分别连接温度传感器 a、b、c 以及控制面板，四个输出端口分别连接循环风扇装置、第一环境风扇装置、第二环境风扇装置以及加热器。可以理解的是，处理单元可以位于机柜温控系统内，也可以位于机柜温控系统之外，只要满足其与其他各个部件的连接方式即可。

控制面板用来根据用户的需要或机柜的应用场合来向处理单元输入机柜的控制参数。需要设定的机柜的控制参数一般包括：外界环境的低温临界参数值  $T_l$ ，外界环境的高温临界参数值  $T_h$ ，温差参数值  $\Delta T$ （包括排出散热风道的空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差  $\Delta T_{out}$  和环境空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差  $\Delta T_{in}$ ，当需要系统运行在外界环境为高温的场合时，温差参数值  $\Delta T$  还包括此时排除散热风道空气的温度与进入散热风道空气的温度需要维持的温度差  $\Delta T_h$ ），当需要系统开启或者关闭加热器时，还需要设定需要启动加热器的温度值  $T_{on}$  以及需要关闭加热器的温度值  $T_{off}$ 。

在具体控制过程中，首先，通过控制面板向处理单元输入上述参数，之后，温度传感器 a、b、c 将各自检测到的温度值  $T_{in}$ 、 $T_a$ （环境温度）和  $T_{out}$  送至处理单元，由处理单元运算处理，得到进入散热风道的空气温度  $T_{in}$  的目标控制值 SP\_Tin 和排出散热风道的空气温度  $T_{out}$  的目标控制值 SP\_Tout，最后，输出控制信号，分别控制循环风扇装置、第一环境风扇装置、第二环境风扇装置、散热风扇装置以及加热器工作，使得机柜内空气的温度值满足 SP\_Tin 和 SP\_Tout 的要求，以实现控制机柜内空气温度和相对湿度的目的。可以理解的是，这些参数也可以在机柜出厂时预先设定好，并存储在处理单元中，而无须通过用户自己来设置，当机柜所处的外界环境的温度状况发生变化时，再对这些参数值进行变更。

下面以通信、电子设备为例，对本实施例中的机柜温控系统中处理单元部分各参数的含义描述如下：

对参数的设置是参照如下的相对湿度控制原理设置的：

当通信、电子设备安装在户外机柜内时，通常需要把户外机柜内空气的温度维持在一  $5^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$  以上，才能保证机柜内部设备的可靠工作。且对于通信、电子设备而言，铜是主要传递信号的载体，因此主要是铜的腐蚀导致了设备的腐蚀问题。因为 60%RH 是铜的临界腐

蚀相对湿度点，所以控制机柜内的相对湿度低于 60%RH 可以有效抑制设备的腐蚀。

当把相对湿度控制在低于 60%RH 时，可以抑制设备腐蚀，并防止机柜内部凝露。当环境温度低于 0℃时，因为环境温度过低，空气相对湿度超过 60%的概率极低，所以此时不需要考虑相对湿度的控制问题，只需控制空气温度满足用户的设定要求即可；而当环境温度大于 0℃且小于 40℃时，空气相对湿度超过 60%RH 的概率偏高，此时可以对空气进行适当加热来降低空气的相对湿度，以保证其低于 60%RH；当环境温度超过 40℃时，空气相对湿度超过 60%的概率极低，所以此时不需要对空气的相对湿度进行控制，而只需要考虑设备在高温环境下的通风散热。

对各个参数值的具体设置如下：

T1 是指设备正常运行的低温上限温度值，同时也可以是在低温环境下空气湿度低于设备的临界腐蚀相对湿度点时的上限温度值，亦即当环境温度小于 T1 时，空气湿度小于设备的临界腐蚀相对湿度点，此时只需对机柜进行温度控制，而不需要进行湿度控制。T1 的优选取值范围为-5~0℃，它是由环境温度和设备本身的性能决定的。

Th 是指设备正常运行的高温下限温度值，同时也是在高温环境下空气湿度低于设备的临界腐蚀相对湿度点时的下限温度值，亦即当环境温度大于 Th 时，空气湿度小于设备的临界腐蚀相对湿度点，此时也只需对机柜内进行温度控制，而不需要进行相对湿度控制。Th 的优选取值范围为 38~45℃。它是由环境温度和设备本身的性能决定的。

Th 的具体确定方式为：为了控制设备内部的相对湿度值在特定的临界值（RHc）以下，从环境的高温高湿记录，见图 8（为英军国防部标准）上查询到在环境温度为 Th 后，相对湿度的极值已经在 RHc 以下，即此时相对湿度的值已经能够满足设备正常运行的要求，所以此时只需要考虑设备在环境温度为高于 Th 后的通风散热问题。

对 Th 的确定，具体可以为：从图 8 可以看出，当环境温度在 15℃~32℃之间时，记录的极值相对湿度都在 100%RH，当环境温度在 32℃以上时，记录的相对湿度成指数性下降。下降的原因在于：自然环境的蒸汽压力永远不能超过蒸发源地温度的饱和蒸汽压力，这就规定了蒸汽压力不能超过规定的上限值。同样的情况也存在于露点和蒸汽浓度。由于水分的来源通常是海洋，但在波斯湾这个温度最高的海洋，海面温度也绝少超过 32℃，所以可以把 32℃时的露点值视为露点的上限值，亦即理论上的蒸汽浓度的最大值，即可以把 32℃看作为一个重要的温差控制参考值。

在图 8 上查询到的 Th 值和由温差控制参考值 32℃和 $\Delta T_{in}$ 一起确定的 Th 值中，选择合适的 Th 值来作为本发明所述的 Th 值。选择的具体原则为：将 32+ $\Delta T_{in}$ 值和由图 8 所示的温湿度极值关系图得到的 Th 值进行比较，较高的值即为本发明所述的 Th 值，同时在实际应用中可以根据设备的时间风险率来适当的调节 Th 的大小以便更合适的确定 Th 值。

Ta 是指外界环境的空气温度，在本实施例中，采用计算一段时间内数个 Ta 的平均值的方式来采集 Ta，此方法可以平滑或减小外界环境的不均匀气流对设备的处理单元监测 Ta

的影响,这种用平均值确定  $T_a$  值的方法在实际应用中具有重要的意义。

为了方便说明,用温控装置的处理单元对  $T_a$  值的分析来划分系统的温控处理方式,具体为:当  $T_l < T_a < T_h$  时,外界环境的温度状态为常温状态,温控装置部分处理单元的处理方式为常温处理方式,并且,为了考虑系统的稳定性和状态转换过程中的平滑过渡的需要,在常温模块处理方式中适当的增加了恒温区和回温区;当  $T_a \geq T_h$  时,外界环境的温度状态为高温状态,温控装置部分处理单元的处理方式为高温处理方式;当  $T_a \leq T_l$  时,外界环境的温度状态为低温状态,温控装置部分处理单元的处理方式为低温处理方式。

温差参数  $\Delta T_{out}$  是指排除散热风道空气的温度与进入散热风道空气的温度需要维持的温度差,以便能较好地散发机柜内发热设备产生的热量,保证设备的散热正常。 $\Delta T_{out}$  可根据热力学原理和设备本身的性质决定,在实际中是一个事先确定的属于一个范围内的值,但在具体实现过程中的下述各式中的  $\Delta T_{out}$  为此范围中的一个确定值,根据外界环境温度和设备的性质,这个范围中的其他值也可以被认为是下述各式中的  $\Delta T_{out}$  值,即可以选取  $\Delta T_{out}$  范围内的任何一个确定值来作为处理单元需要达到  $SP\_T_{out}$  所需的  $\Delta T_{out}$  值。其优选取值范围为  $8 \sim 15^\circ\text{C}$ 。

温差参数  $\Delta T_{in}$  是指外界环境空气温度与进入散热风道的空气温度需要维持的温度差,以使机柜内的空气湿度低于设备的临界腐蚀相对湿度点。 $\Delta T_{in}$  可根据热力学原理和设备本身的性质决定,在实际中是一个事先确定的属于一个范围内的值,但在具体实现过程中的下述各式中的  $\Delta T_{in}$  为此范围中的一个确定值,根据外界环境温度和设备的性质,这个范围中的其他值也可以被认为是下述各式中的  $\Delta T_{in}$  值,即可以选取  $\Delta T_{in}$  范围内的任何一个确定值来作为处理单元需要达到  $SP\_T_{in}$  所需的  $\Delta T_{in}$  值。其优选取值范围为  $10 \sim 15^\circ\text{C}$  或  $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 。

温差参数  $\Delta T_h$  是系统运行在高温环境时,排除散热风道空气的温度与进入散热风道空气的温度需要维持的温度差。其优选取值范围为  $8 \sim 15^\circ\text{C}$ 。

本发明的具体实施例在实际应用中还需要涉及的其他参数值为:

$T_d$  为系统进入恒温区的临界值,当外界环境的温度上升至  $T_d$  时,随着外界环境温度的升高,需要保持散热风道进风口温度和散热风道出风口温度值不变; $T_d = T_h - \Delta T_{in}$ 。

$T_{hon}$  为需要启动加热器的温度值,由环境温度和设备本身的性能决定,即当设备温度没有到达此温度值时,设备不能够正常运行,从而需要通过启动加热器来加热系统内部的温度,到达使设备温度升高的目的。

$T_{hoff}$  为需要关闭加热器的温度值,由环境温度和设备本身的性能决定,即当设备的温度到达此温度值时,设备已经能够正常运行,从而不需要通过加热器来升高设备的温度。

$SP\_T_{out}$  为  $T_{out}$  的目标控制值,此目标控制值是由处理单元根据外界环境的温度和设备的性质决定的,可以通过调节系统的环境风扇转速来增加或减少机柜的环境通风量,从

而使  $T_{out}$  到达  $SP_{T_{out}}$  的要求。

$SP_{T_{in}}$  为  $T_{in}$  的目标控制值, 此目标控制值是由处理单元根据外界环境的温度和设备的性质决定的, 可以通过调节系统的循环风扇转速来增加或减少机柜的循环通风量, 从而使  $T_{in}$  到达  $SP_{T_{in}}$  的要求。

$SP_{T_{out}}$  和  $SP_{T_{in}}$  的具体确定方式为:

当温度传感器 a 检测到  $T_a$  的温度值后,  $SP_{T_{out}}$  和  $SP_{T_{in}}$  的值为:

当  $T_a < T_l$  时,  $SP_{T_{in}} = T_l + \Delta T_{in}$ ;  $SP_{T_{out}} = T_l + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ ;

当  $T_l < T_a < T_d$  时,  $SP_{T_{in}} = T_a + \Delta T_{in}$ ;  $SP_{T_{out}} = T_a + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ ;

当  $T_d < T_a < T_h$  时,  $SP_{T_{in}} = T_h$ ;  $SP_{T_{out}} = T_h + \Delta T_h$ ;

当  $T_a \geq T_h$  时,  $SP_{T_{out}} = T_a + \Delta T_h$ ; 此时不控制  $T_{in}$ 。

需要说明的是, 根据机柜内设备的不同, 例如, 传递信号的载体是铜以外的材料, 则需要根据该材料的性质对上述参数的具体数值范围进行相应与传递信号载体相适应的调整。

在本实施例中, 为了使机柜在外界环境的任何变化下均能够保证其内设备在各种温度状态下的平稳过渡, 所以在常温状态中设计回温区和恒温区。

如图 9 所示, 环境温度从  $T_l$  升至  $T_d$  时, 设备散热风道的进风口温度随着外界环境温度的升高而升高, 外界环境的温度逐渐升高的空气在设备内部循环后, 空气温度高于设备散热风道进风口的温度且随着进风口的温度升高而升高, 即, 此时需要维持散热风道进风口与环境温度的温差, 散热风道出风口与散热风道进风口的温差。当外界环境的温度升至  $T_d$  时, 只需要维持设备散热风道的进风口温度在高温临界温度时不变即可以达到对相对湿度的控制目的, 同时, 维持设备散热风道的出风口温度与进风口温度的温差为  $\Delta T_h$  即可以达到设备散热的目的, 此时机柜温控装置部分的处理单元的处理方式为常温处理方式。再进一步, 当外界环境的温度升至  $T_h$  时, 进入高温状态。

回温区的设计原理为:

在本实施例中, 当外界环境从常温状态到高温状态过渡时, 为了避免外界环境温度骤然升高至  $T_h$  值时, 对机柜内电类设备的温度和相对湿度产生影响, 使得设备内温度能够平滑过渡, 在常温状态的温度值上增加  $\Delta T$  的回温区。当机柜处于回温区时, 机柜温控装置部分的处理单元的处理方式为常温处理方式, 使得常温状态到高温状态能够平滑过渡。回温区的  $\Delta T$  值是由系统的通风量与温度的转换关系确定的,  $\Delta T$  的优选取值范围为 2—3℃。

恒温区的设计原理为:

当  $T_d < T_a < T_h$  时, 系统进入回温区状态, 此时  $SP_{T_{in}} = T_h$ ,  $SP_{T_{out}} = T_h + \Delta T_h$ 。此时只需要维持设备散热风道的进风口温度在高温临界温度时不变即可以达到对相对湿度的控制目的, 同时, 维持设备散热风道的出风口温度与进风口温度的温差为  $\Delta T_h$  即可以达到

设备散热的目的。

在本实施例中,当外界环境从常温状态切换到高温状态前,即在外界环境的温度值处于  $T_d$  和  $T_h$  之间时,此时  $T_{out}$  值保持不变,为  $T_{out}=T_h+\Delta T_h$ ,即当外界环境的温度值处于  $T_d$  和  $T_h$  之间时,为  $T_{out}$  恒温状态,亦即当  $T_a+\Delta T_{in}+\Delta T_{out}$  之和超过此时的  $T_h+\Delta T_h$  之和时,为常温态进入  $T_{out}$  恒温状态,此时为了机柜内设备的正常工作,需要保持  $T_{out}=T_h+\Delta T_h$ ;同理,当外界环境从常温状态切换到高温状态前,即外界环境的温度值处于  $T_d$  和  $T_h$  之间时,此时  $T_{in}$  值保持不变,为  $T_{in}=T_h$ ,亦即当外界环境的温度值处于  $T_d$  和  $T_h$  之间时,为  $T_{in}$  恒温状态,即当  $T_a+\Delta T_{in}$  之和超过此时的  $T_h$  值时,为常温态进入  $T_{in}$  恒温状态,此时为了机柜内设备的正常工作,需要保持  $T_{in}=T_h$ 。例如,在常温态切换到  $T_{in}$  恒温区间时,处理单元计算得出的  $T_{in}$  为  $7-10^{\circ}\text{C}$ ,  $T_h$  为  $40^{\circ}\text{C}$ ,若此时设备的温度为  $38^{\circ}\text{C}$ ,此时就不需要  $\Delta T_{in}$  按照设定的  $7-10^{\circ}\text{C}$  来算了,因为此时设备内部的温度不再需要维持处理单元计算得出的  $\Delta T_{in}$  的温度,相对湿度就已经可以达到设定的要求了,所以此时由处理单元计算出另外的  $\Delta T_{in}$  值,以保持  $T_{in}=T_h$ ;同理适用于常温态切换到  $T_{out}$  恒温状态的模式。

本实施例中的机柜温控系统可实现如下三种工作状态:

第一种工作状态为:当循环风扇装置工作,环境风扇装置不工作时(如图4中箭头所示),空气通过散热风道10和回流混合风道20在机柜内部循环,与外界环境没有空气交换,或者只能通过缝隙有少量的空气交换。该工作状态主要用于低温环境下利用设备本身热耗或者辅助加热器25实现机柜内部的自循环加热;也可以用于常温环境下利用设备本身的热耗循环加热机柜内部气温,从而降低相对湿度。

第二种工作状态为:当循环风扇装置和环境风扇装置都同时工作时(如图5中箭头所示),从散热风道10排出的部分热空气和外界环境冷空气按照一定比例混合后,再返回到散热风道10给设备通风散热。该工作状态可以利用设备自身的发热量来调节进入散热风道10内的空气温度和相对湿度。机柜内部热空气与外界环境冷空气的混合比例和通风量由机柜温控系统的处理单元确定,使得进入散热风道10的空气都能满足温度、相对湿度控制要求。该工作状态主要用于常温环境下对设备的温度和相对湿度的控制。

第三种工作状态为:当循环风扇装置不工作,环境风扇装置工作时(如图6中箭头所示),环境空气直接流入机柜内给设备散热,该工作状态主要用于高温环境下实现设备散热。

下面结合图10-16对本发明的一个优选实施例的具体控制方法进行详细说明。

图10为本发明一个优选实施例的整体控制流程图,具体步骤包括:

步骤101:准备阶段。处理单元检测设备进风口的温度(即环境温度)  $T_a$ 、设备散热风道进风口的温度值(即进入散热风道的空气温度)  $T_{in}$  和设备散热风道出风口的温度值(即排出散热风道的空气温度)  $T_{out}$ 。 $T_a$ 、 $T_{in}$  和  $T_{out}$  分别由温度传感器 b、a 和 c 检

测;

步骤 102: 对  $T_a$  值进行常温状态判断, 若  $T_l < T_a < T_h$ , 即外界环境为常温状态, 处理单元采用常温处理方式, 处理完后结束。若  $T_a$  值不在  $T_l < T_a < T_h$  范围内, 执行步骤 103;

步骤 103: 对  $T_a$  值进行高温状态判断, 若  $T_a \geq T_h$ , 即外界环境为高温状态, 处理单元采用高温处理方式, 处理完后结束。若  $T_a$  值不在  $T_a \geq T_h$  范围内, 执行步骤 104;

步骤 104: 外界环境为低温状态, 处理单元采用低温处理方式, 处理完后结束。

在以上各步骤中, 为了处理不同温度状态的平滑过渡的需要, 在常温、低温、高温的状态点判断上, 均采用增加一定回温区的判断方式。

通过系统的环境风扇装置控制环境通风量的控制过程图如图 11 所示, 具体步骤如下:

步骤 110: 监测  $T_{out}$  值;

步骤 111: 判断  $T_{out}$  与  $SP\_T_{out}$  的大小。若  $T_{out} < SP\_T_{out}$ , 通过减小环境风扇的转速来减小环境通风量, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$  结束; 若  $T_{out} > SP\_T_{out}$ , 通过增大环境风扇的转速来增大环境通风量, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$  结束。

通过系统的循环风扇装置控制循环通风量的控制过程图如图 12 所示, 具体步骤如下:

步骤 120: 监测  $T_{in}$  值;

步骤 121: 判断  $T_{in}$  与  $SP\_T_{in}$  的大小。若  $T_{in} < SP\_T_{in}$ , 通过增大循环风扇的转速来增大循环通风量, 直到  $T_{in} = SP\_T_{in}$  结束; 若  $T_{in} > SP\_T_{in}$ , 通过减小循环风扇的转速来减小循环通风量, 直到  $T_{in} = SP\_T_{in}$  结束。

所述的处理单元控制散热风扇装置的具体方法为:

当  $T_{out} < T_{out}$  的目标控制值  $SP\_T_{out}$  时, 减小散热风扇的转速, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ ;

当  $T_{out} > SP\_T_{out}$  时, 增大散热风扇的转速, 直到  $T_{out} = SP\_T_{out}$ 。

无论设备是在低温、常温或高温状态下运行, 当机柜内温度不能在预定的时间内上升到设备正常工作所需的额定温度值  $Thon$  时, 需要对机柜内的空气进行加热处理, 这种情况下需要在机柜内安装加热器。机柜内加热器的工作流程图如图 13 所示, 具体步骤如下所示:

步骤 130: 检测环境温度  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度  $T_{out}$ ;

步骤 131: 判断  $T_{in}$  和  $Thon$  的大小, 若  $T_{in} \leq Thon$ , 则开启机柜内的加热器, 若  $T_{in} > Thon$ , 则执行步骤 132;

步骤 132: 判断  $T_{in}$  与  $Thoff$  的大小, 若  $T_{in} > Thoff$ , 则关闭加热器, 若  $T_{in} \leq Thoff$ , 则不进行对加热器的任何开启或关闭操作。

下面分别对本发明一个优选实施例的常温、高温和低温处理方式进行详细描述。

当  $T_l < T_a < T_h$  时, 处理单元采用常温处理方式。常温处理方式中包括常温态的普通处理方式和恒温区处理方式。

当  $T_l < T_a < T_d$  时, 为常温态的普通处理方式, 机柜温控系统的工作状态为第二种工作状态, 此时循环风扇装置和环境风扇装置均开启, 处理单元根据环境空气温度值  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度值  $T_{in}$  和排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ , 分别控制循环风扇装置和环境风扇装置的转速, 调节回流的热空气与进入机柜内的环境空气的混合比例。调节的具体方法为: 首先使排出设备散热风道的空气温度  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ , 以满足设备散热的需要; 再使进入设备散热风道的空气温度  $T_{in}$  值的控制目标为  $SP\_T_{in} = T_a + \Delta T_{in}$ , 以满足设备控制相对湿度的需要。 $T_{out}$  不采用  $T_{in}$  做参照是因为  $T_{in}$  本身是变量, 且  $T_{in}$  受  $T_{out}$  的影响较大, 因此若  $T_{out}$  采用  $T_{in}$  做参照, 对系统的稳定性影响较大。所以采用相对稳定的  $T_a$  做参照, 可以快速确定设备的通风量, 有利于快速的寻找与循环风量的平衡。

当  $T_d < T_a < T_h$  时, 为恒温区处理方式, 此时需要保持  $T_{out} = T_h + \Delta T_h$ ,  $T_{in} = T_h$ 。

考虑到机柜温控系统中空气温度的平滑过渡需要, 在常温态与高温态的切换中增加  $\Delta T$  °C 的回温区。回温区的设置方式为: 回温区温度值的初始默认值为处于常温状态的温度值, 即首先当  $T_a \geq T_h + \Delta T$  时, 为设备从常温态切换到高温态, 然后当  $T_a < T_h$  时, 设备从高温态切换到常温态。

下面对机柜温控系统的常温处理方式的具体步骤进行详细描述。

如图 14 所示, 主要包括如下步骤:

步骤 140: 采用恒温区处理方式, 判断设备是否处于常温态进入  $T_{out}$  恒温状态的模式。当  $T_a + \Delta T_{in} + \Delta T_{out} > T_h + \Delta T_h$  时, 为常温态进入  $T_{out}$  恒温状态模式, 需要保持  $T_{out} = T_h + \Delta T_h$ , 此时执行步骤 141。当设备不处于常温态进入  $T_{out}$  恒温状态模式时, 执行步骤 142;

步骤 141: 此时为恒温区处理方式,  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_h + \Delta T_h$ , 具体控制过程见步骤 111;

步骤 142: 此时为常温态的普通处理方式,  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_{out} + \Delta T_{in}$ , 具体控制过程见步骤 111。

步骤 143: 采用恒温区处理方式, 判断设备是否处于常温态进入  $T_{in}$  恒温状态的模式。当  $T_a + \Delta T_{in} > T_h$  时, 为常温态进入  $T_{in}$  恒温状态的模式, 需要保持  $T_{in} = T_h$ , 此时执行步骤 144。当设备不处于常温态进入  $T_{in}$  恒温状态的模式时, 执行步骤 145;

步骤 144: 此时为恒温区处理方式,  $T_{in}$  值的控制目标为  $SP\_T_{in} = T_h$ , 具体控制过程见步骤 121。

步骤 145: 此时为常温态的普通处理方式,  $T_{in}$  值的控制目标为  $SP\_T_{in} = T_a + \Delta T_{in}$ , 具体控制过程见步骤 121。

当  $T_a \geq T_h$  时, 处理单元采用高温处理方式。在高温状态, 机柜温控系统的工作状态为第三种工作状态, 此时加热器和循环风扇装置均关闭, 环境风扇装置开启。处理单元根据进入散热风道的空气温度值  $T_a$  和排出散热风道的空气温度值  $T_{out}$ , 调节环境风扇装置转速, 以调节环境空气进入机柜的量, 使  $T_{out}$  与  $T_a$  之间维持一合理温差  $\Delta T_h$ , 即使  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_h$ 。如图 15 所示, 其主要包括如下步骤:

步骤 150: 处理单元关闭循环风扇装置, 使循环通风量为 0。这是因为在高温状态时, 设备内空气的相对湿度值已经达到了控制目标, 环境空气可以直接进入电类设备给电类设备散热;

步骤 151: 根据设备的高温控制需求增加设备的高温上限值  $T_{over}$ , 再判断  $T_a + \Delta T_h$  值与  $T_{over}$  值的大小。 $T_{over}$  值的设置方法为: 判断机柜内电类设备是否需要设置高温上限值, 如果需要, 则根据设备的性能设置一高于  $T_{out}$  的设备的高温极限值  $T_{over}$ ,  $T_{over}$  是合适的设备高温限制区间, 可以根据内部设备单板散热的具体大小和快慢得出  $T_{over}$  的理想值; 如果不需要则不设置  $T_{over}$  值。

当  $T_a + \Delta T_h > T_{over}$  时,  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_{over}$ , 具体控制过程见步骤 111;

步骤 152: 当  $T_a + \Delta T_h < T_{over}$  或者不需要设置  $T_{over}$  值时,  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_a + \Delta T_h$ , 具体控制过程见步骤 111。

当  $T_a \leq T_l$  时, 处理单元采用低温处理方式。在低温状态时, 因为此时外界环境的绝对温度比较低, 所以处理单元不需要对机柜内部的相对湿度进行控制, 而只需要对机柜内部的温度进行控制。

在设备没有环境进风量时,  $T_{out}$  值与  $T_{in}$  值很接近, 当  $T_{out} > T_l + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$  时, 设备内部设备本身产生的热量超过了需要加热产生的热量, 所以需要主动把多出来的热量散发到外界环境中。因此, 此时, 需要开启环境风扇装置, 使循环风扇装置和环境风扇装置都正常工作, 同时处理单元根据  $T_a$ 、 $T_{in}$  和  $T_{out}$  值调节循环风扇装置和环境风扇装置的转速, 分别控制设备散热风道返回的热空气和环境的冷空气的通风量, 使得进入设备散热风道进风口的温度维持在  $T_{in} = T_l + \Delta T_{in}$ , 设备散热风道出风口的温度维持在  $T_{out} = T_l + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ 。如图 16 所示, 主要包括如下步骤:

步骤 160: 当  $T_{in} \leq T_l$  时, 首先判断在低温状态下是否需要开启环境风扇装置来对设备进行散热, 使得  $T_{out}$  值的控制目标为  $SP\_T_{out} = T_l + \Delta T_{in} + \Delta T_{out}$ , 具体控制过程见步骤 111。

步骤 1600: 判断是否有环境通风量, 若无环境通风量则执行步骤 1601, 若有环境通风量, 即环境通风量不为 0 则执行步骤 161;

步骤 1601: 此时没有环境通风量, 即环境风量为 0, 此时维持高速的循环通风量, 使得循环风量的通风量为最大循环通风量的 80% 到 100% 之间;

步骤 161: 此时有环境通风量, 即环境风量不为 0, 调节循环风量的大小, 使得  $T_{in}$  值的控制目标为  $SP\_T_{in}=T_l+\Delta T_{in}$ , 具体控制过程见步骤 121。

以上为设备在三种环境温度下的详细运行步骤。在实际的工作中, 可以根据设备运行环境的具体要求来对设备的处理单元作出调整。例如: 当设备不需要考虑在低温环境下应用或者不需要考虑使用加热器的情况时, 可以只考虑设计满足设备在常温和/或高温环境下运行的处理单元以节省设备的制作成本。图 17 所示的常温和高温状态时的系统的具体处理步骤为:

步骤 171: 检测检测环境温度  $T_a$ 、进入散热风道的空气温度  $T_{in}$  以及排出散热风道的空气温度  $T_{out}$ ;

步骤 172: 判断  $T_a$  是否大于  $T_h$ , 若否, 则进入步骤 173, 若是, 则进入步骤 174;

步骤 173: 处理单元采用常温处理方式进行处理;

步骤 174: 处理单元采用高温处理方式进行处理。

需要指出是, 本发明除了应用于户外型机柜外, 也可以应用于更加普遍使用的室内型机柜。很多机柜设备安装在简易机房环境中, 这些简易机房环境缺少温度、灰尘和相对湿度控制, 使得设备面临温度和环境腐蚀的困扰。采用本发明亦可以解决这些设备的温度和湿度防护的问题。

此外, 基于故障处理的考虑, 在各进风口和出风口位置, 循环风道可以采用 1+1 的备份风扇。即无论设备处于何种工作状态, 当发生任何情况的风扇故障时, 备份风扇会发出警告主动要求人为更换损坏了的风扇, 并且关闭循环风扇装置, 切换控制模式至高温态控制模式。即以首先满足设备的散热为主要目标, 而不首先考虑相对湿度的问题, 所以在这个过程中不采用提高进风口温度的方法来首先满足相对湿度的要求, 而是牺牲部分的湿度控制要求而首先满足设备的散热要求。

相对湿度的问题可以不首先考虑, 是由于相对湿度对设备的影响是长期积累的效果, 对湿度的控制也是长期累计的效果。短暂的湿度不符合设备的要求, 对设备的影响是有限的, 而且在风扇故障恢复后, 设备的直接通风控制系统又恢复了对设备的正常的控制温度和控制相对湿度的策略。

本发明采用独特的风道设计和温度、相对湿度控制方案, 可靠控制设备内部的空气温度和相对湿度。在低温环境下充分利用设备本身的热耗进行自加热, 必要时采用辅助加热手段, 实现机柜内部均匀加热。在高温环境下直接利用外界环境空气进行散热, 消除了额外的温差, 达到最佳的散热效果。在常温环境下不需要采用额外的加热装置, 通过设备本身的热耗进行自加热来降低机柜内部相对湿度, 抑制腐蚀, 节约能源, 并能保证设备的可靠散热。能够减少机柜与环境之间的通风量, 从而减少灰尘进入机柜。此外, 本发明与空调和热交换器等温控设备相比较, 可以降低机柜的体积, 并减少噪声, 且具有成本上的优势。

图 18 和图 19 示出了本发明另一实施例中的温控设备，该温控设备安装在机柜上，与机柜内的散热风道配合来实现温控的目的。该温控设备的结构与上一实施例的回流混合风道 20 的结构类似，它包括彼此分隔的进风区 41 和出风区 42，进风区 41 设有循环风进口 410 和回流环境风出风口 411，出风区 42 设有循环风出口 420 和回流环境风进风口 421。回流环境风进风口 421 和回流环境风出风口 411 附近设有环境风扇装置 43，回流环境风出风口 411 将进风区 41 与外界环境连通，回流环境风进风口 421 将出风区 42 与外界环境连通。进风区 41 和出风区 42 之间设有通风孔 46，通风孔 46 附近设有循环风扇装置 44。该温控设置还可包括加热器 45 和控制单元（未图示）等。

工作过程中，循环风进口 410 与机柜内的散热风道 10 的出风口相连通，循环风出口 420 与机柜内的散热风道 10 的进风口相连通，均可以直接相连，也可以通过导管间接相连。温控过程与上一实施例类似，在此不再赘述。由于该独立温控设备可以如同热交换器和空调一样成为一个标准模块安装在机柜上使用，使得本实施例的应用更加灵活和便捷。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

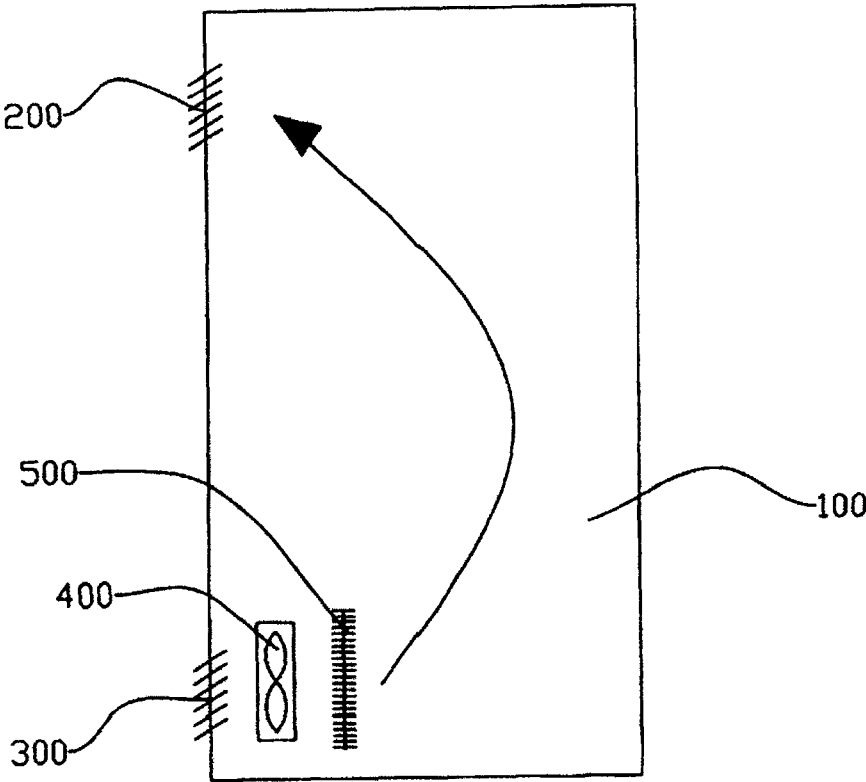


图 1

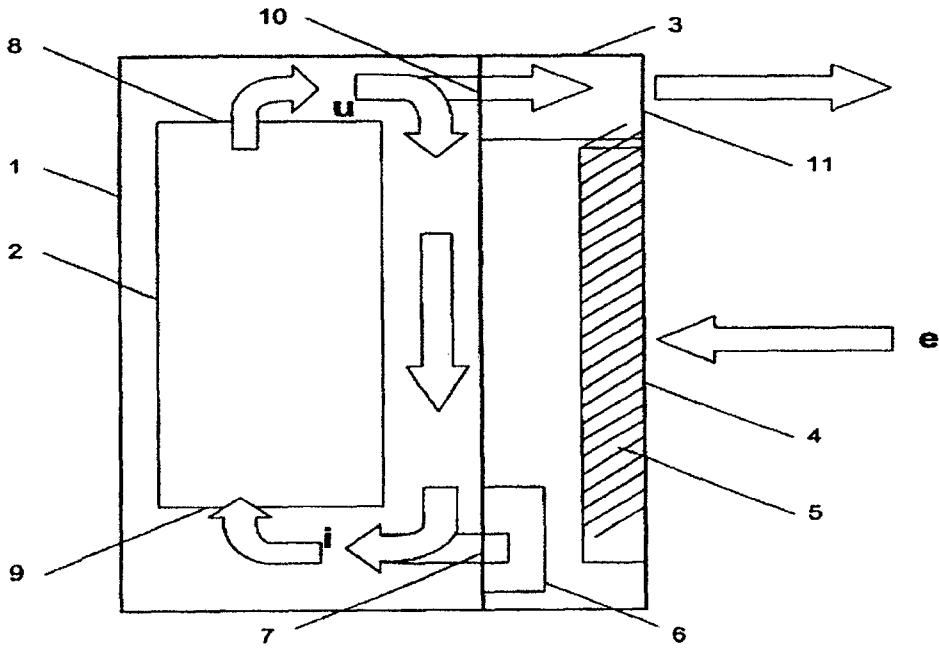


图 2

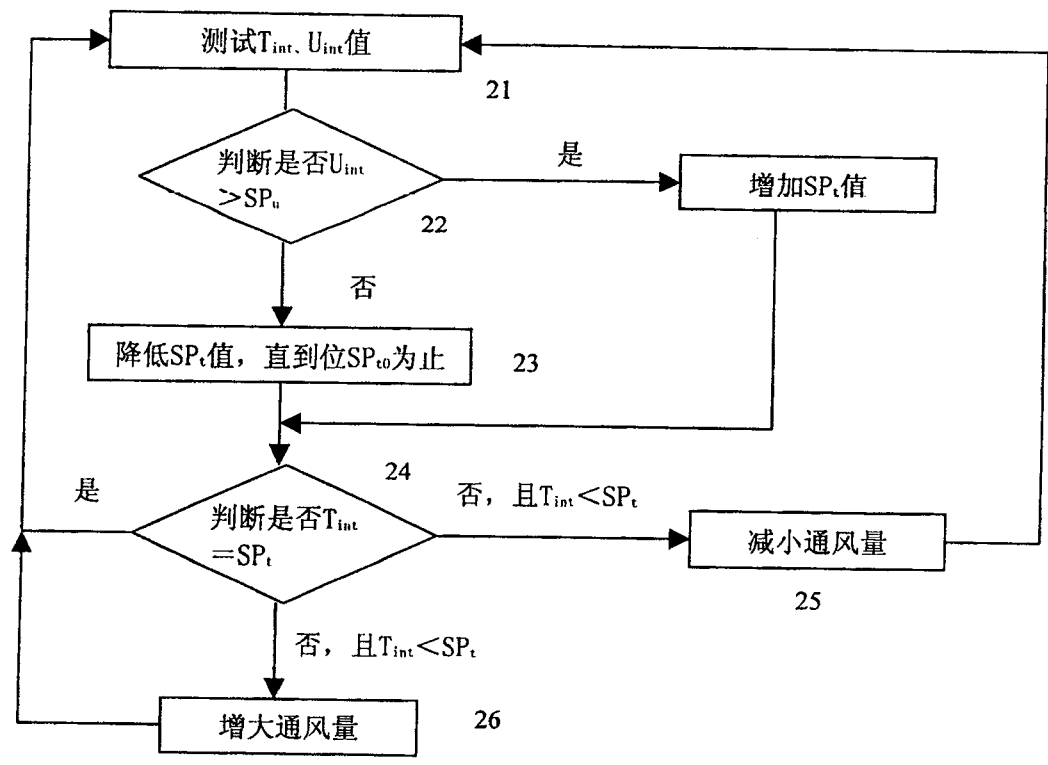


图 3

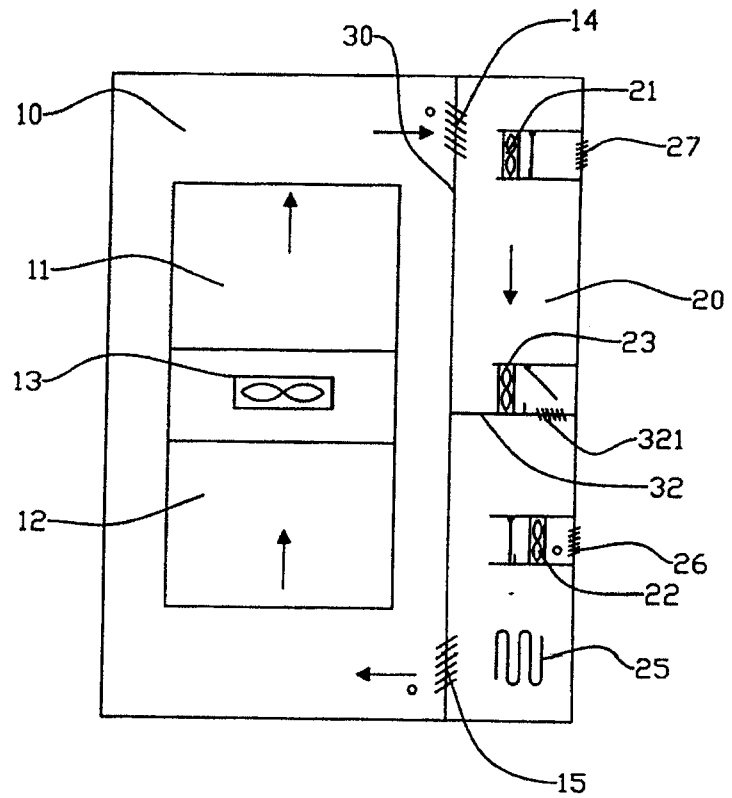


图 4

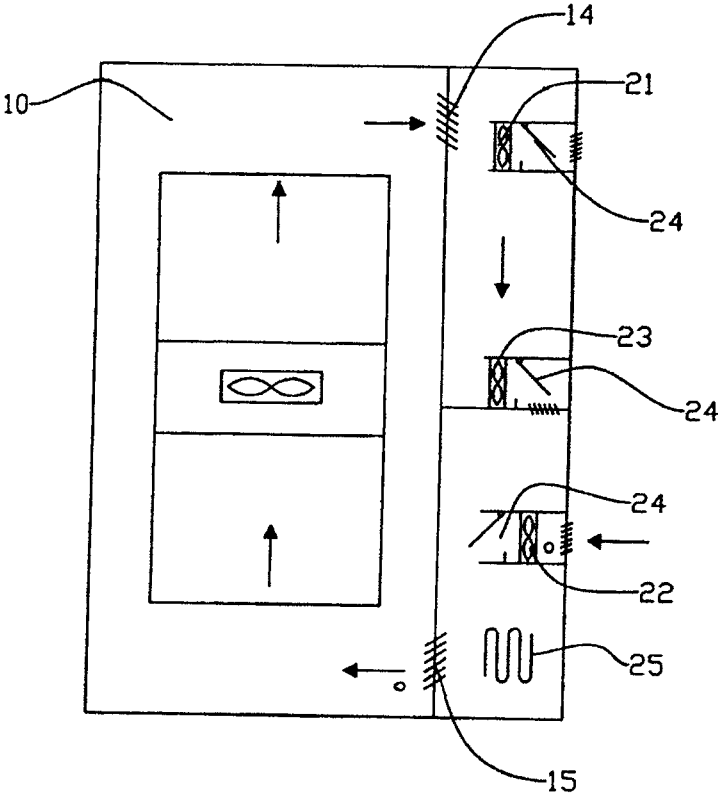


图 5

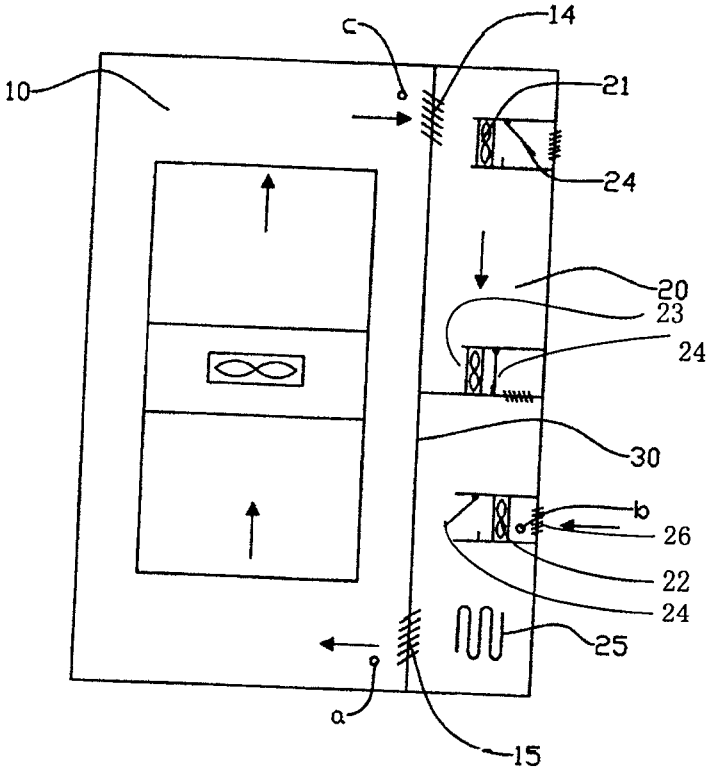


图 6

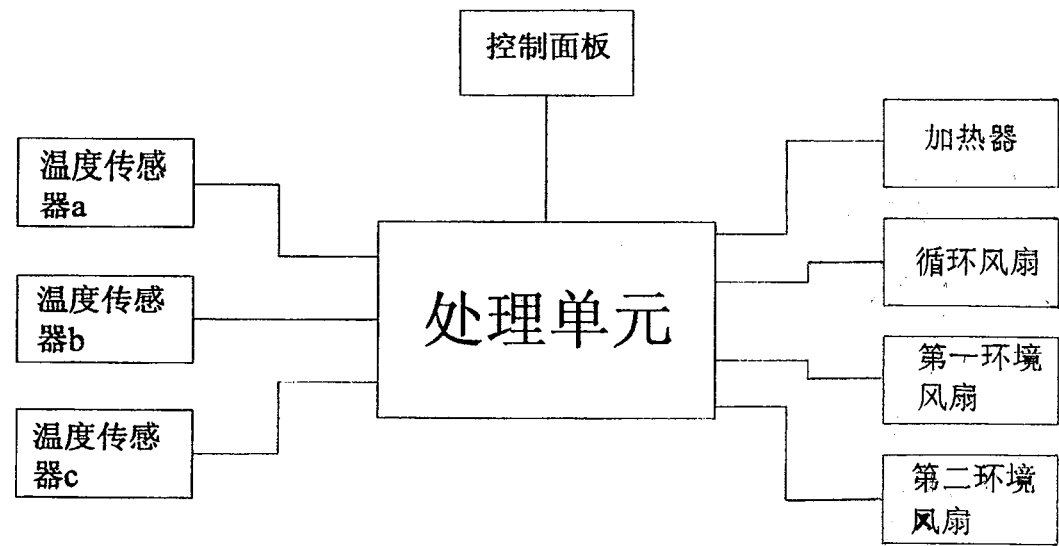


图 7

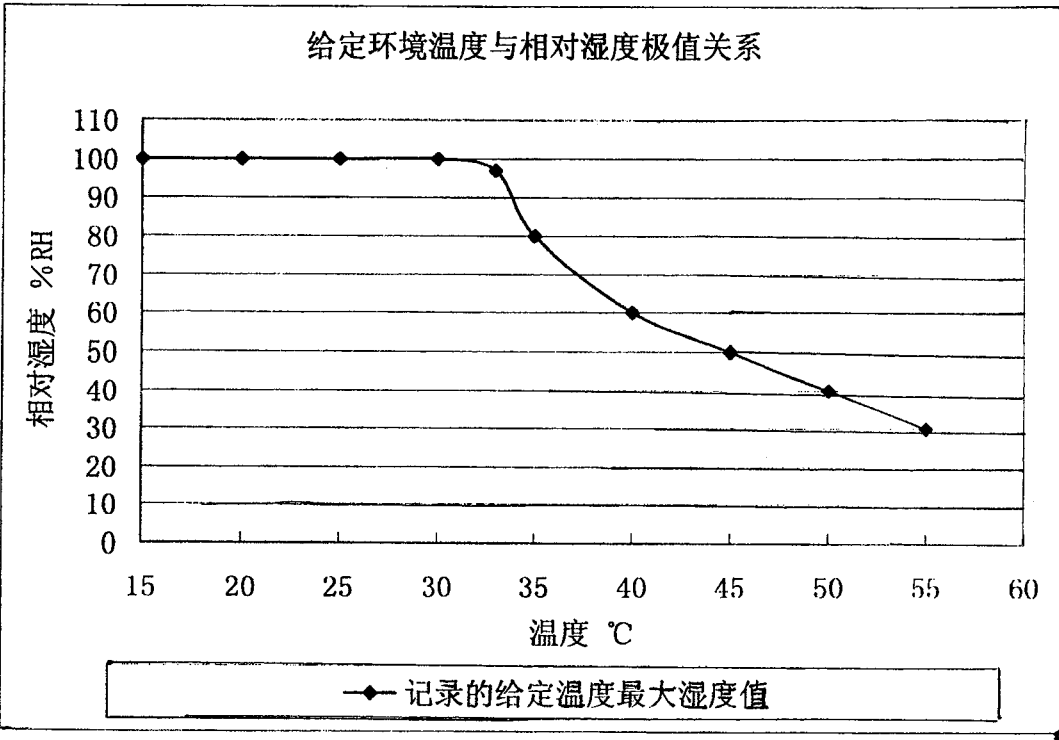


图 8

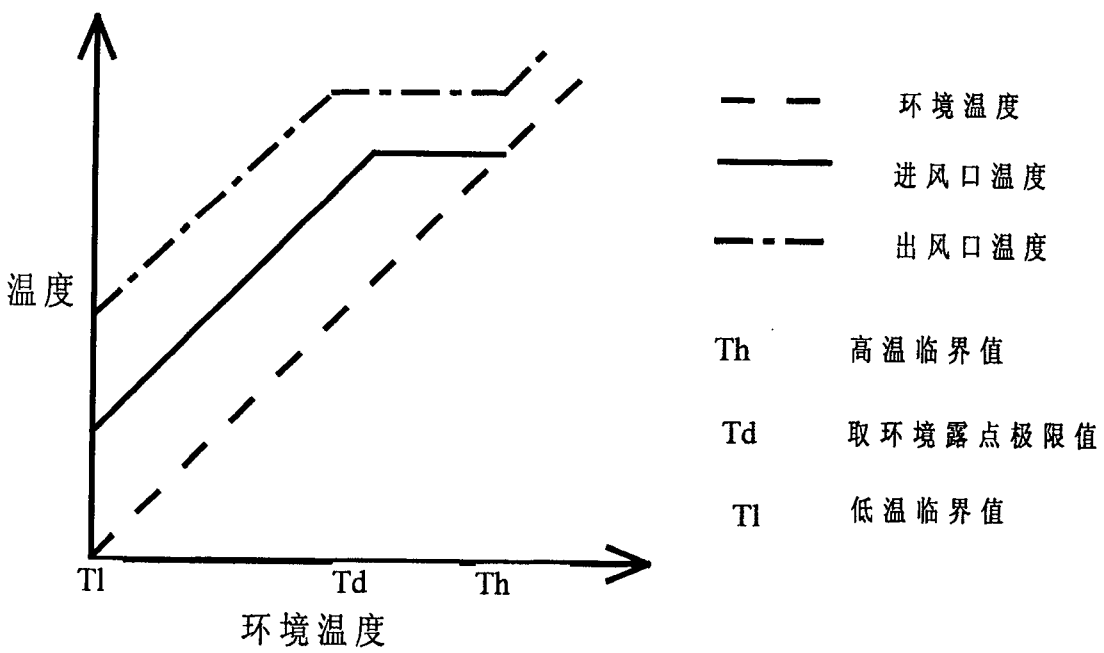


图 9

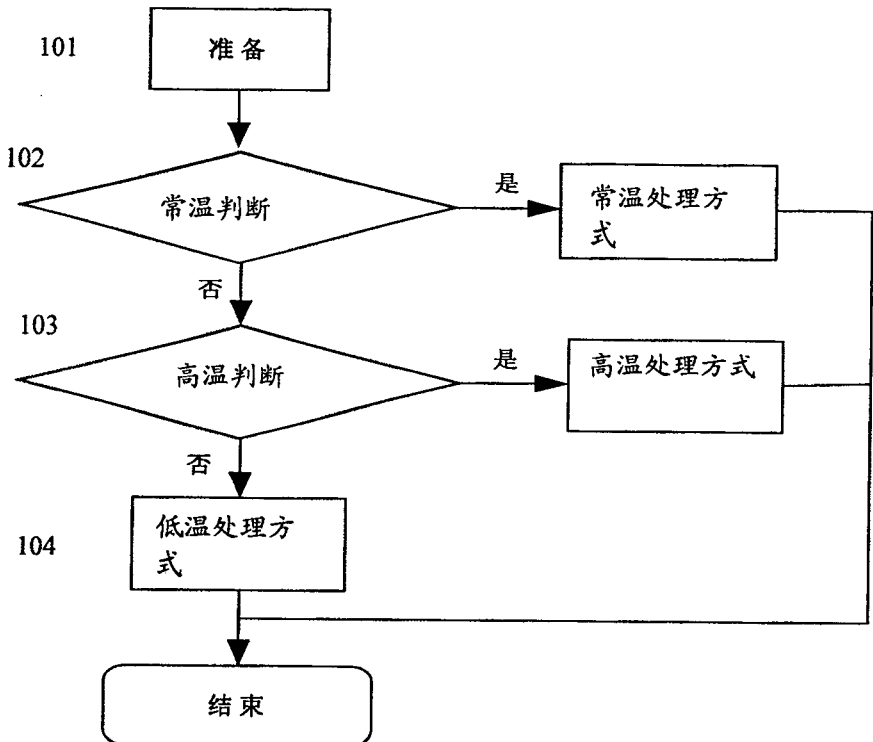


图 10

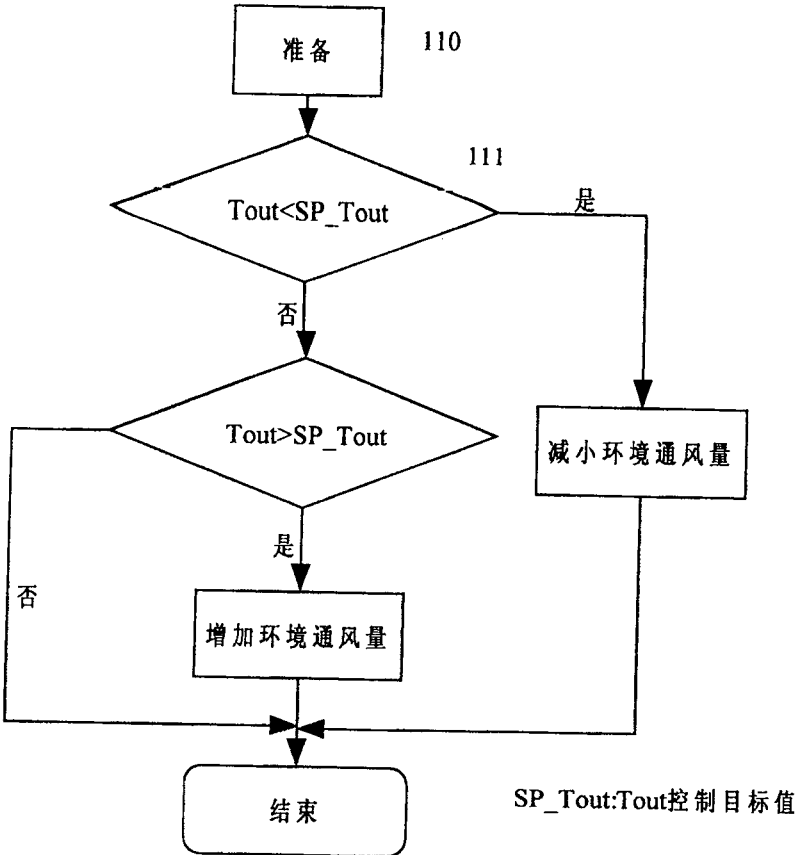


图 11

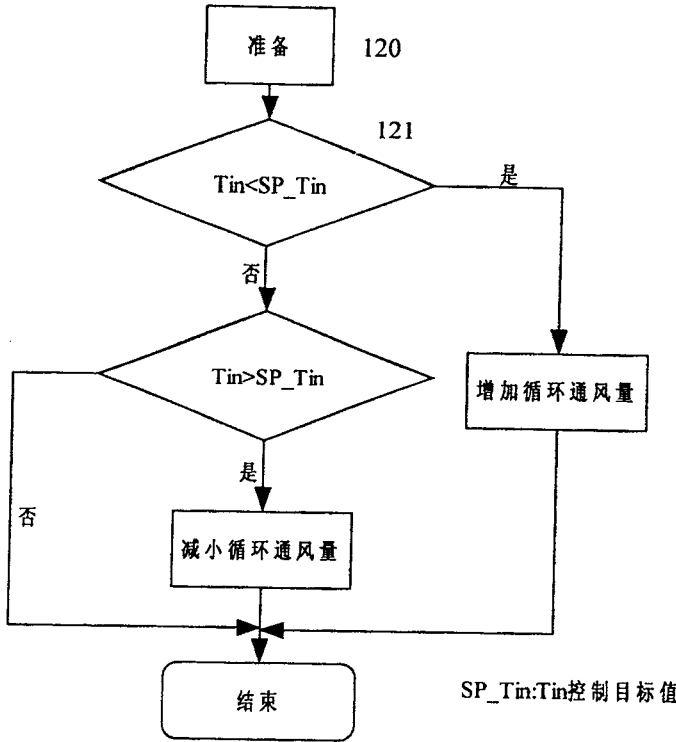


图 12

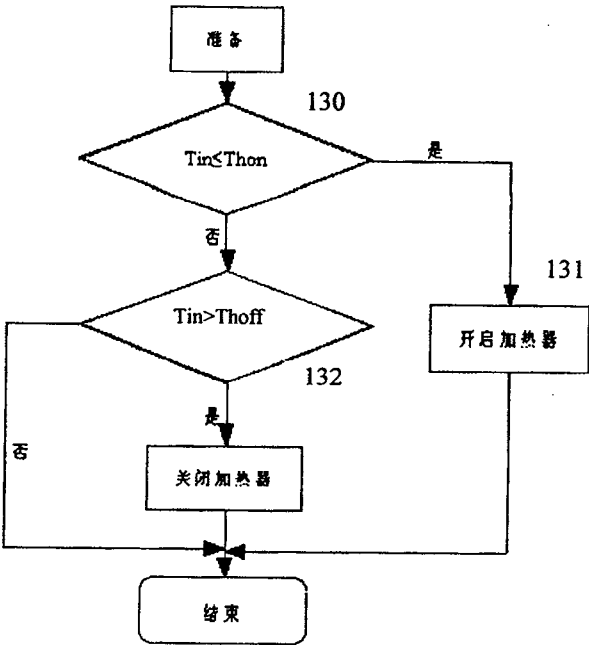


图 13

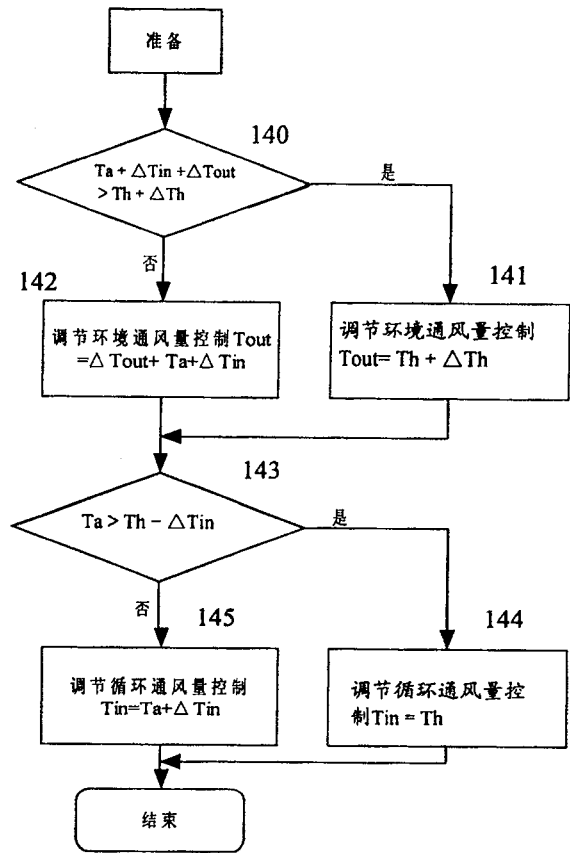


图 14

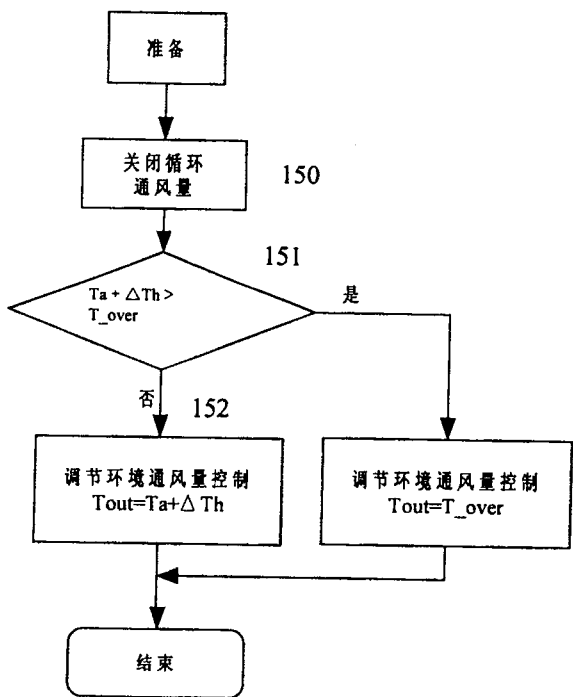


图 15

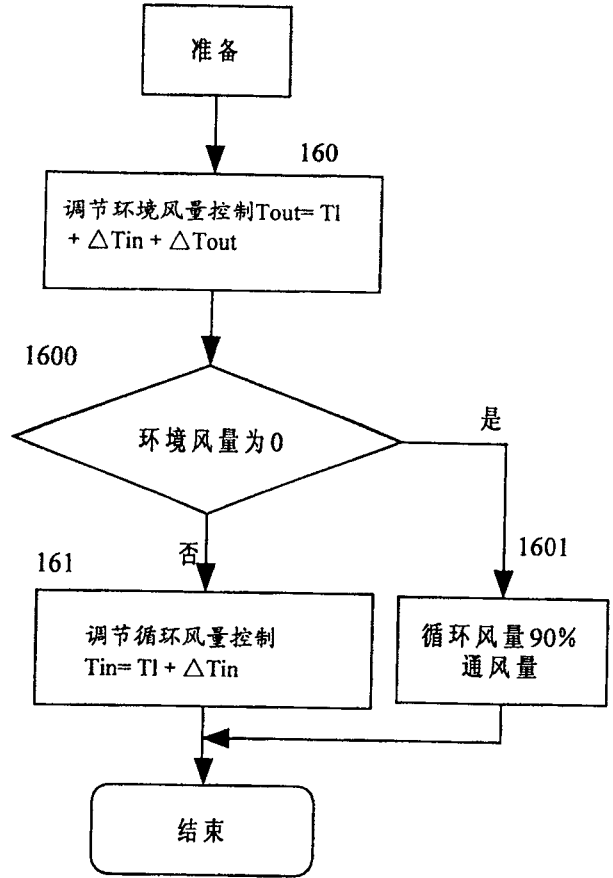


图 16

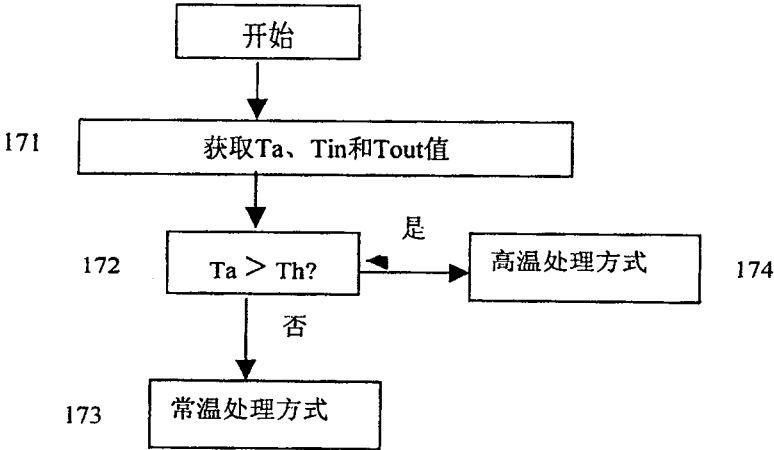


图 17

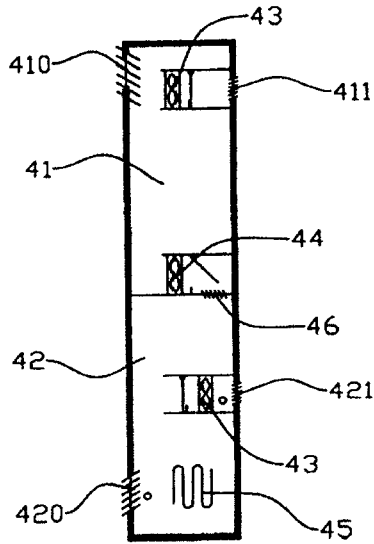


图 18

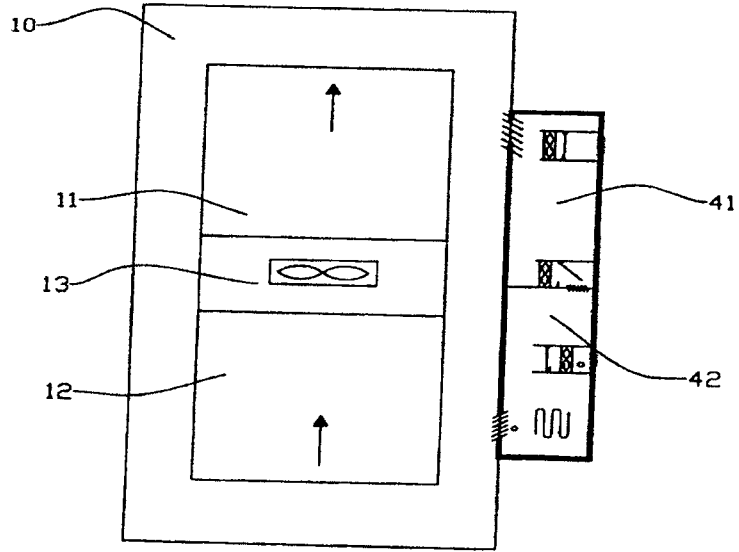


图 19