



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114286586 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 05

(21) 申请号 202111475049.9

(22) 申请日 2021.12.06

(71) 申请人 中国船舶工业集团公司第七〇八研究所

地址 200001 上海市黄浦区西藏南路1688号

(72) 发明人 陆士平 傅晓红 陈涛 陈俊杰 夏骏 杨杰

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司 31001

代理人 翁若莹 陈金

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

H05K 5/02 (2006.01)

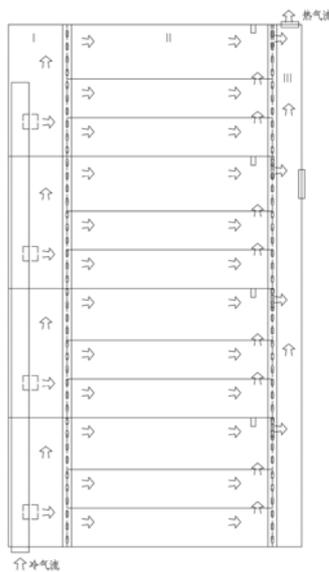
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种船用温度自适应风冷机柜

(57) 摘要

本申请公开了一种船用温度自适应风冷机柜,机柜设为送风区、设备区和回风区组成的三区域机柜,送风区和设备区在垂直高度上进一步分为若干个子区,相同高度上的送风子区和设备子区构成一个相对独立的散热单元;公共回风区汇集从散热单元流出的热气流;通过由送风区腔体、送风管、比例调节阀和导流板组成的气流稳定和分配机构,使机柜内的气流组织清晰化,提高热交换效率;散热单元结合多回路温度控制单元,构成功能完整的温度自适应的风冷系统。该系统实现温度的分区控制,匹配每个散热单元内设备的运行情况。根据温度设定值和实际温度反馈值,按照需求控制分路冷气输送量,实现分区精细化的制冷管理,进一步降低了单位负荷的能耗指标。



1. 一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,包括机柜,所述机柜为模块化封闭机柜,包括顶板、底板和封闭的前门板、后门板以及侧板,机柜内水平划分为三个区域:送风区I,设备区II和回风区III,所述送风区I靠近后门板、所述回风区III靠近前门板,所述设备区II位于送风区I和回风区III之间;送风区I和设备区II按照高度划分为两个及以上送风子区和设备子区,相同高度的送风子区和设备子区设为一个独立的散热单元;所述送风区所在位置的底板设有进风口,所述进风口外部通过软连接与空调送风回路相连接,所述进风口内部通过送风管连接至所有送风子区,每个送风子区的送风管上设有独立的比例调节阀为该送风子区供风;每个设备子区设有独立的止回风阀连通至回风区用于排风,每个设备子区的止回风阀所在位置还设有独立的温度传感器;所述回风区所在位置的顶板设有出风口,所述出风口通过软连接与船舶空调回风管路相连。

2. 根据权利要求1所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,还包括温度自动控制模块;温度自动控制模块的直接控制对象为所述比例调节阀用于调节冷空气流量,反馈和最终控制对象为热交换后的空气温度;对每一个散热单元进行单独的温度设定和保持;温度自动控制模块包括信号采集单元、信号处理决策单元和动作执行单元,信号采集单元进行信号采集,信号采集由分布在各散热单元的温度传感器完成,信号处理决策单元为多回路PID温控器,多回路PID温控器进行所有散热单元的原始温度信号的处理和逻辑控制,动作执行单元为比例调节阀用于执行多回路PID温控器的输出命令。

3. 根据权利要求2所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,所述机柜外设有液晶控制面板,所述液晶控制面板作为人机交互界面完成各散热单元的温度分区设定、显示和报警。

4. 根据权利要求1所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,不同高度的所述散热单元之间由隔板进行分隔,所述隔板固定在机柜内的安装梁上,所述隔板边缘包覆橡胶垫,防止相邻散热单元之间气流窜流。

5. 根据权利要求4所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,所述送风子区和设备子区的交界处设置分割用的导流板;导流板上设有导流孔,位于导流板中部的导流孔孔径设为最小,从中部往两侧的导流孔孔径逐渐增大。

6. 根据权利要求5所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,所述设备子区和所述回风区的交界处设有分割用的前面板,所述止回风阀设于前面板上。

7. 根据权利要求6所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,所述前面板安装方式为铰链式,前面板一侧安装铰链,另一侧通过搭扣固定在安装梁上。

8. 根据权利要求7所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,所述设备子区内设有用于放置设备的托盘,所述托盘两侧设有导轨,实现抽屉式操作。

9. 根据权利要求5所述的一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在於,所述送风子区的腔体设为静压箱。

一种船用温度自适应风冷机柜

技术领域

[0001] 本申请涉及一种船用温度自适应风冷机柜,属于船舶数据中心机柜冷却散热技术领域。

背景技术

[0002] 长期以来,在船舶领域由于缺乏相关业务的需求牵引,信息通信技术(ICT)并没有得到大规模应用,因此除了部分执行科考勘探作业的特种船舶设有简易的小型机房以外,一般的运输船基本不设置单独的IT机房。在这种情况下,机柜的散热方式并没有按照热源的特点进行针对性设计,通常采用中央空调统一制冷或者在此基础上增加单元式空调送风的方式。

[0003] 根据船舶建造实例,无论有无机房,机柜的散热基本上遵从了其所处所的整体制冷措施。对于中央空调基本采用顶部送/回风的布置形式(如图1所示),对于单元式空调则采用柜前直接送风的布置形式(如图2所示)。实船运行证明,上述两种方法的制冷效果均不理想,按照散热需求计算出来的制冷量并不能够充分中和机柜产生的热量,主要原因是气流组织紊乱,冷热空气之间的热交换不充分,在部分区域由于送、回风口距离较近,造成事实上的冷空气短路,其次由于设置的出风口数量有限,受机柜布置影响,容易在局部区域分别形成冷热积聚。

[0004] 在陆用大型机房领域,通过研究气流组织形式,将整个回路分为冷热通道相互隔离的两部分(如图3所示)。目前应用较多的是冷通道封闭这种形式,机房底部设架空层,机柜呈-背靠背、面对面-的布置形式,面对面形成的通道封闭后形成冷池,通道中间布置冷风出口,构成一个与外部隔离的冷通道,冷空气从空调器出来后,通过架空地板与地面形成的静压箱后,进入到冷通道,接着流经机柜进行热交换,产生热空气,排放到两排机柜背面中的热通道中,经过热通道上方布置的回风口回到空调系统,这种布局使整个机房气流、能量流动通畅,防止了冷热气窜流,能达到较好的制冷效果。但这种制冷方式在船舶上的应用存在两个问题:1)由于需要铺设架空地板,机房有较高的层高要求,会抬升船舶上层建筑的高度,进而影响船舶整体性能;2)船舶机房规模较小,机柜往往按业务配置,错时运行概率较高,如统一设计成“冷池”形式,能源使用效率(PUE)较难达到最优。

发明内容

[0005] 本申请要解决的技术问题是船舶IT机柜传统制冷方式气流组织不畅带来的冷热不均、散热效果差的问题,以及陆用机房冷池技术在船端适用时存在空间布局要求高,小规模应用能耗表现不佳的问题。

[0006] 为了解决上述技术问题,本申请的技术方案是提供了一种船用温度自适应风冷机柜,其特征在于,包括机柜,所述机柜为模块化封闭机柜,包括顶板、底板和封闭的前门板、后门板以及侧板,机柜内水平划分为三个区域:送风区I,设备区II和回风区III,所述送风区I靠近后门板、所述回风区III靠近前门板,所述设备区II位于送风区I和回风区III之间;

送风区I和设备区II按照高度划分为两个及以上送风子区和设备子区,相同高度的送风子区和设备子区设为一个独立的散热单元;所述送风区所在位置的底板设有进风口,所述进风口外部通过软连接与空调送风回路相连接,所述进风口内部通过送风管连接至所有送风子区,每个送风子区的送风管上设有独立的比例调节阀为该送风子区供风;每个设备子区设有独立的止回风阀连通至回风区用于排风,每个设备子区的止回风阀所在位置还设有独立的温度传感器;所述回风区所在位置的顶板设有出风口,所述出风口通过软连接与船舶空调回风管路相连。

[0007] 优选的,还包括温度自动控制模块;温度自动控制模块的直接控制对象为所述比例调节阀用于调节冷空气流量,反馈和最终控制对象为热交换后的空气温度;对每一个散热单元进行单独的温度设定和保持;温度自动控制模块包括信号采集单元、信号处理决策单元和动作执行单元,信号采集单元进行信号采集,信号采集由分布在各散热单元的温度传感器完成,信号处理决策单元为多回路PID温控器,多回路PID温控器进行所有散热单元的原始温度信号的处理和逻辑控制,动作执行单元为比例调节阀用于执行多回路PID温控器的输出命令。

[0008] 优选的,所述机柜外设有液晶控制面板,所述液晶控制面板作为人机交互界面完成各散热单元的温度分区设定、显示和报警。

[0009] 优选的,不同高度的所述散热单元之间由隔板进行分隔,所述隔板固定在机柜内的安装梁上,所述隔板边缘包覆橡胶垫,防止相邻散热单元之间气流窜流。

[0010] 优选的,所述送风子区和设备子区的交界处设置分割用的导流板;导流板上设有导流孔,位于导流板中部的导流孔孔径设为最小,从中部往两侧的导流孔孔径逐渐增大。

[0011] 优选的,所述设备子区和所述回风区的交界处设有分割用的前面板,所述止回风阀设于前面板上。

[0012] 优选的,所述前面板安装方式为铰链式,前面板一侧安装铰链,另一侧通过搭扣固定在安装梁上。

[0013] 优选的,所述设备子区内设有用于放置设备的托盘,所述托盘两侧设有导轨,实现抽屉式操作。

[0014] 优选的,所述送风子区的腔体设为静压箱。

[0015] 本申请提供了一个特别设计的由送风区、设备区和回风区组成的三区域机柜内部结构,该结构从整体上保证了气流流向的确定性,避免冷热气流窜流。送风区和设备区在垂直高度上进一步分为若干个子区,相同高度上的送风子区和设备子区构成一个相对独立的散热单元;公共回风区汇集从散热单元流出的热气流;通过由送风区腔体、送风管、比例调节阀和导流板组成的气流稳定和分配机构,是的送风区腔体构成一个小型的静压箱,导流板根据气流压力的分布情况,从中心至两侧逐渐增大导流孔孔径,使得进入设备区空间范围内的气流均匀分布;且在设备区气流出口设置止回风阀,用于分隔冷热气流,使机柜内的气流组织清晰化,提高热交换效率;散热单元结合多回路温度控制单元,构成功能完整的温度自适应的风冷系统。该系统可以非常方便地实现温度的分区控制,匹配每个散热单元内设备的运行情况。根据温度设定值和实际温度反馈值,按照需求控制分路冷气输送量,实现分区域精细化的制冷管理,进一步降低了单位负荷的能耗指标。

附图说明

- [0016] 图1为现有技术中中央空调采用顶部送/回风的结构形式；
- [0017] 图2为现有技术中单元式空调采用柜前直接送风的结构形式；
- [0018] 图3为现有技术中陆用数据中心机房气流组织图；
- [0019] 图4为实施例中提供的机柜结构示意图,其中,图4-1为结构侧视图,图4-2为结构正视图,图4-3为结构俯视图；
- [0020] 图5为导流板结构示意图；
- [0021] 图6为温度自动控制模块逻辑框图；
- [0022] 图7为实施例中提供的机柜气体流向图；
- [0023] 附图标记说明:1.出风口;2.温度传感器;3.止回风阀;4.托盘;5.导流板;6.送风管;7.比例调节阀;8.前面板;9.隔板;10.液晶控制面板;11.安装梁;12.进风口;I.送风区;II.设备区;III.回风区。

具体实施方式

- [0024] 为使本申请更明显易懂,兹以优选实施例,并配合附图作详细说明如下。
- [0025] 实施例
- [0026] 本实施例提供了一种温度自适应船用风冷机柜的技术方案,包括两部分:模块化封闭机柜和温度自动控制模块；
- [0027] 模块化封闭机柜基本构成如图4所示,与普通的网络机柜相比,模块化封闭机柜的框架采用全封闭式结构,闭环散热,减少与周围环境的热交换(实现与周围环境基本不发生热交换)。机柜的前门板、后门板以及两个侧板均无散热孔或格栅,顶板靠近前门板的位置布置出风口,通过软连接与船舶空调回风管路相连;底板靠近后门板的位置布置进风口,通过软连接与空调送风回路相连接,送风回路敷设在下层甲板的天花板顶部,以降低本层高要求。
- [0028] 机柜内部水平分成三个区域:送风区I,设备区II和回风区III。送风区I和设备区II既可以划分为一整个分区、也可以按照高度划分为两个及以上送风子区和设备子区,若划分为两个及以上子区,相同高度上的送风子区和设备子区构成一个相对独立的散热单元;回风区为所有散热单元共用。
- [0029] 不同高度的散热单元之间由隔板9进行分隔,隔板9固定在安装梁11上,隔板9边缘包覆橡胶垫,防止相邻散热单元之间气流窜流。送风子区和设备子区的交界处设置导流板5(如图5所示);导流板5上布有导流孔,中部孔径小,往两侧孔径逐渐增大,目的是使进入设备区的气流流场分布较为均匀。送风子区由机柜侧板、后门板、隔板9和导流板5围成,在其后部中间区域布设送风管6,送风管6贯穿整个送风区I并连接进风口12,送风管6上装设有比例调节阀7,用于控制冷却风量;送风子区兼有空调静压箱的作用。设备子区由机柜侧板、导流板5、隔板9和前面板8围成,前面板8分割设备区II和回风区III,设备子区用于布放服务器、交换机等网络信息设备。设备子区内设若干设备安装用托盘4,托盘4两侧装设导轨,可实现抽屉式操作。前面板8为铰链式,一侧安装铰链,另一侧可通过搭扣固定在安装梁11上,打开前面板8即可抽出托盘4;前面板8上部设有一个止回风阀3,止回风阀3连通至回风区III,止回风阀3处为设备子区气流出口处,可防止回风区III热气流倒流。在设备子区内

靠近止回风阀3处,安装温度传感器2,用来测量经过热交换后、气流出口处的气流温度。

[0030] 回风区III由机柜前门板、侧板、顶板、底板和前面板8围成,通过止回风阀3汇集各个散热单元排出的热空气。回风区III顶部与出风口1相连接。

[0031] 机柜配置多回路智能PID温控器一台,包含输入输出、逻辑运算和外部接口功能。机柜的前门板设液晶控制面板10一块。

[0032] 温度自动控制模块的直接控制对象为冷空气流量,反馈和最终控制对象均为热交换后的空气温度。具体方法为:在机柜上述设计的物理分隔的基础上,通过监测设备子区气流出口处的空气温度来控制送风子区比例调节阀的开度,最终实现对每一散热单元单独的温度设定和保持。

[0033] 温度自动控制模块(逻辑框图如图6所示)按功能分为三个部分:信号采集单元,信号处理决策单元和动作执行单元。信号采集单元进行信号采集,信号采集由分布在各设备子区的温度传感器完成,多回路PID温控器实现原始温度信号的处理和逻辑控制功能,液晶控制面板作为人机交互界面完成温度分区设定、显示和报警等功能,比例调节阀执行温控器输出命令。温度自动控制模块支持串口通信,多台机柜之间可以以菊花链的方式进行组网,便于上位机实施远程统一监控和管理。

[0034] 本实施例提供的技术方案运行流程说明如下:

[0035] 从船端空调系统送来的冷气流经过软连接进入机柜送风管,温控器根据每一散热单元设定的制冷温度以及出口处实际温度,按照PID控制方法进行计算,得到比例调节阀的开度信息,并发送给对应的阀件进行相应动作。气流经阀件受控输出后在送风子区蓄积,起到部分的类似静压箱的作用,有助于气流稳定和均匀分布,但由于送风区箱体容积有限,而送风又集中在一点,因此特别设计了一个孔径由中间向两侧逐渐增大的导流板,这样就能保证气流在流经导流板后在设备区形成较为均匀的流场,使得设备各处散发的热量可以被快速高效地带走。

[0036] 冷气流在与设备进行热交换后温度升高,流动到设备区前部,推动止回风阀打开,汇入到回风区。同时温度传感器采集出口温度信号,回传到温控器,温控器将此温度值与设定温度值进行比较,通过PID控制器继续输出控制命令到比例调节阀,执行相应动作,整个控制逻辑闭环。由于被控系统存在较大惯性,温度变化需要一定时间,因此温控器的输出刷新率不需要设的过高,避免控制系统一直处于工作状态,甚至因调整过于频繁导致系统失稳。

[0037] 由于每个散热单元配有止回风阀,气流进入回风区汇集后不会倒灌,因此冷热气流间实现了完全的隔离,气流组织十分清晰(如图7所示);热气流向上流动到出风口,最终回到船端空调系统。整个机柜的散热过程与外界基本隔绝,系统实现了封闭式运行,进一步提高了能耗指标。

[0038] 本申请的有益效果如下:

[0039] 无论是船舶网络信息机柜采用的敞开式散热还是陆用数据中心机柜采用的冷池散热,都属于一种外部散热,即这类机柜冷却方式与环境存在较大的热交互。本方案的特点在于构建了一个由机柜独立组成,不依赖于环境的微循环冷却系统,在与船端空调的分界面以内,冷热气流的运行都在柜体内部,最大可能地减少了冷量损失,降低了能源消耗;

[0040] 传统机柜大水漫灌式的制冷模式,气流从下至上逐渐升温,机柜内部温度场分布

差异较大,个别位置可能出现热量积聚的情况,并且由于无法精确调节冷气输送量导致机柜温度随设备使用情况波动较大。本方案通过独立散热单元的设计,以及配合多回路温度控制系统,可以非常方便地实现温度的分区控制,更好地适配不同设备的散热需求,对于停机设备所在的散热单元可以切断冷气输送,实现精细化的制冷管理,进一步降低了单位负荷的能耗指标。

[0041] 本方案在机柜内部设有独立的送风区,并兼做静压箱,配合特别设计的导流板,能够将进入设备区的冷气流均匀分布,使得设备的每一个发热点都能得到充分的热交换,提升气流冷量利用率;同时通过散热单元出口止回风阀,将冷热气流进行分隔,防止气流窜流影响设备散热效果。

[0042] 由于机柜直接连接空调的送风管路,因此相比冷池散热,本方案在布置安装方面无需设置架空层,这会带来两方面的有利因素:i)能更好地满足船舶总体设计对于层高限制;ii)消除了架空层与周围环境的热交换,避免了因设置大面积架空层而带来的冷量损失。

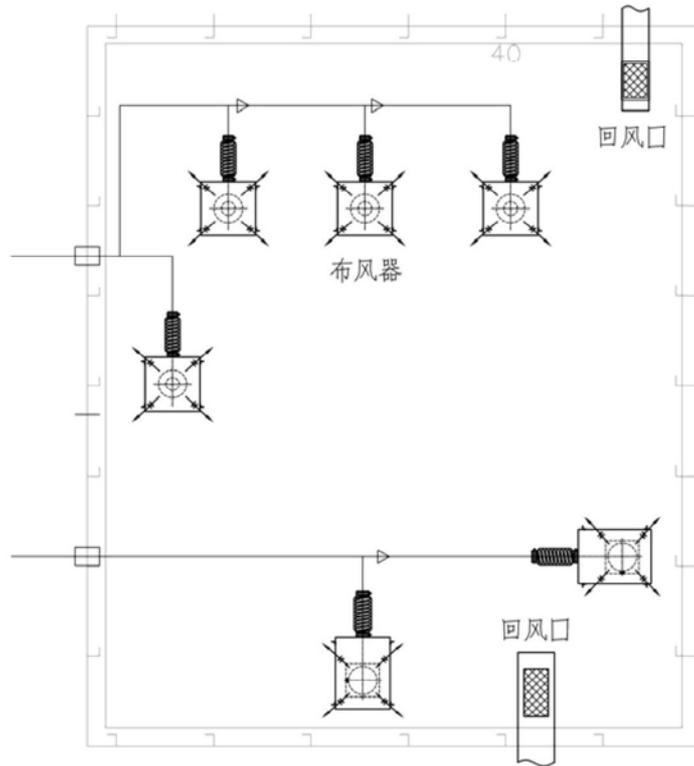


图1

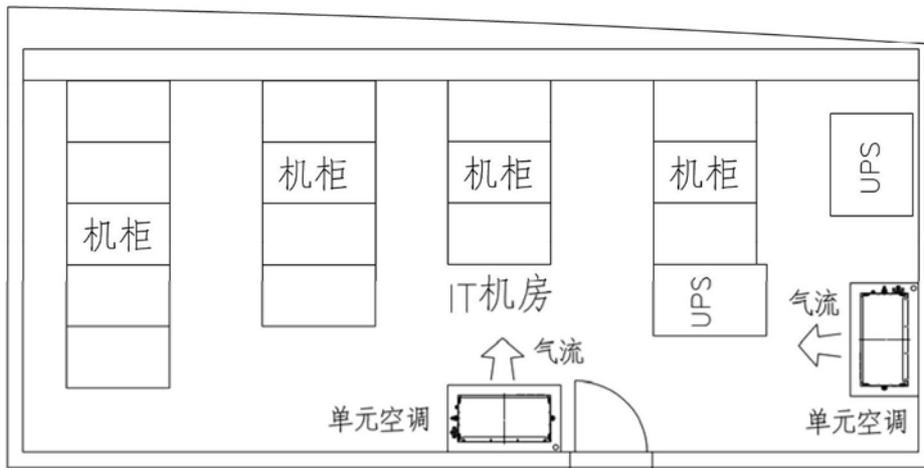


图2

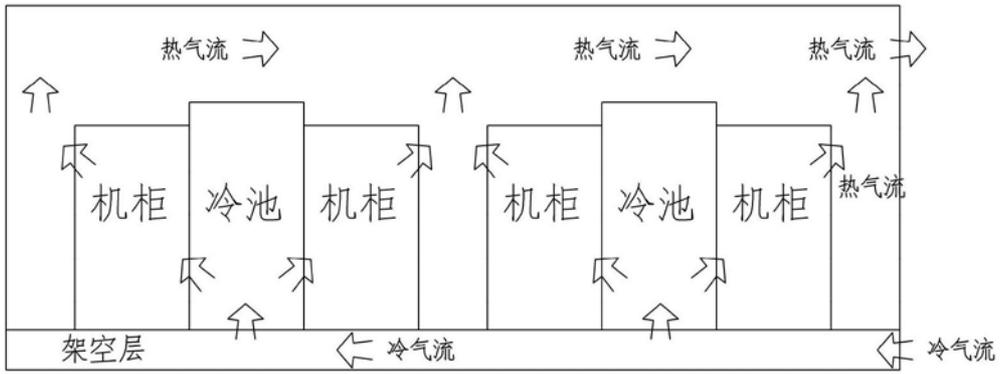


图3

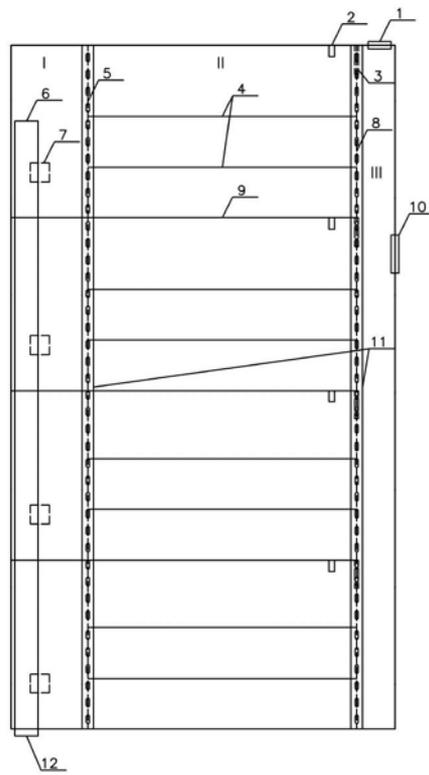


图 4-1

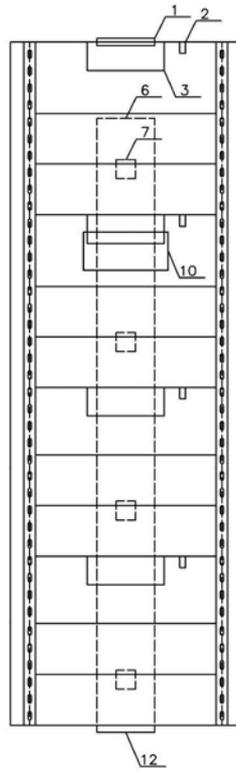


图 4-2

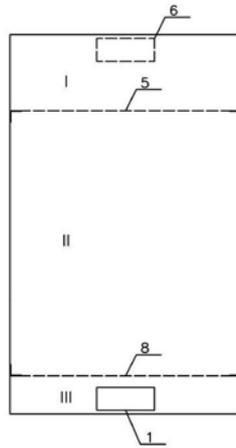


图 4-3

图4

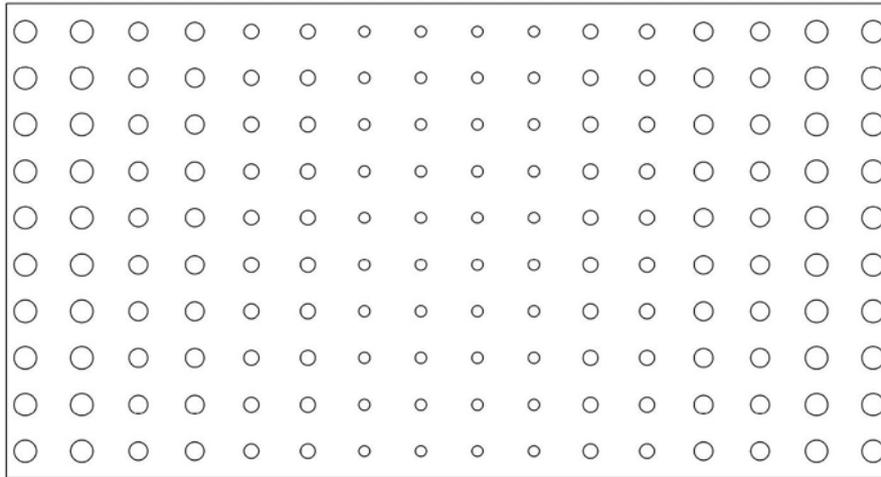


图5

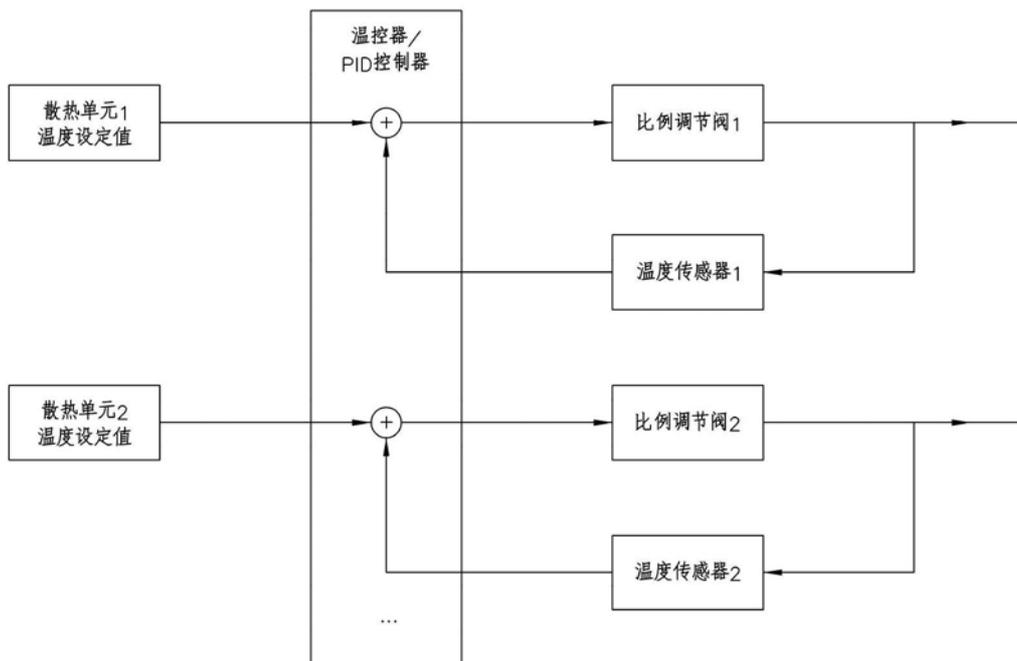


图6

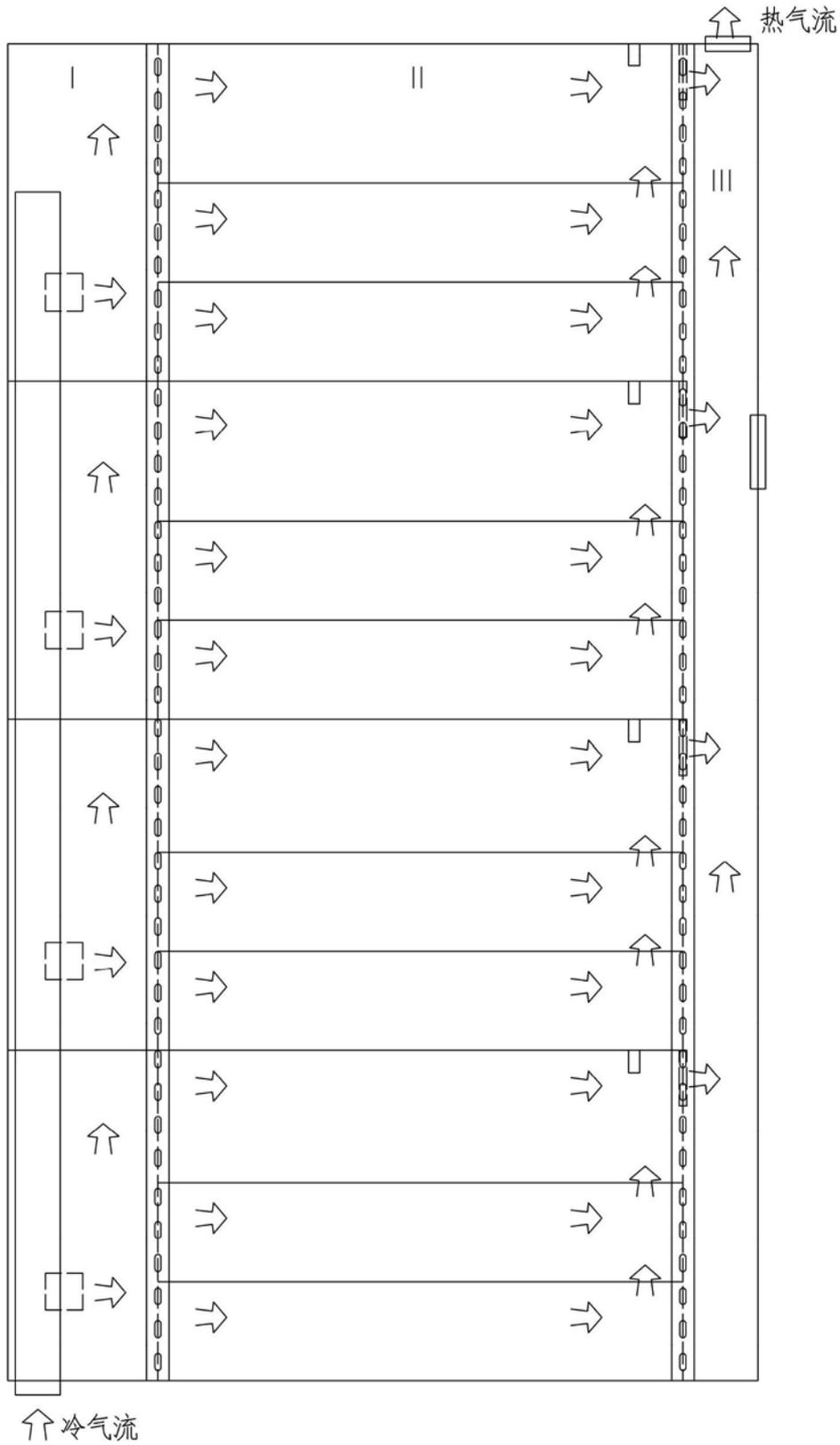


图7