

冷源集成装置、散热系统、控制器以及相关方法

本申请要求于 2023 年 06 月 16 日提交国家知识产权局、申请号为 202310729682.9、发明名称为“一种散热系统”的中国专利申请的优先权，以及要求于 2023 年 07 月 31 日提交国家知识产权局、申请号为 2023109537247、发明名称为“冷源集成装置、散热系统、控制器以及相关方法”的中国专利申请的优先权，以及 2023 年 12 月 14 日提交国家知识产权局、申请号为 202311724720.8、发明名称为“冷源集成装置、散热系统、控制器以及相关方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及散热技术领域，尤其涉及一种冷源集成装置、散热系统、控制器以及散热控制方法。

背景技术

随着信息时代的来临，产生了海量数据，存储海量数据的数据中心（data center，DC）应运而生。数据中心是一种支持协作的特定设备网络，用来在网络基础设施上传递、加速、展示、计算、存储数据。随着数据中心中芯片算力的提升，芯片的功耗也在不断增加。如何更好地利用自然冷源（如水、风），降低功耗，提升器件可靠性成为重要课题。

目前，业界主要采用全液冷模式对数据中心中的设备进行散热。以数据中心中服务器的散热方案为例说明。服务器的散热方案包括液冷板散热和液冷门散热。液冷板散热线路采用液冷分配单元（Cooling Distribution Unit，CDU）或嵌入式液冷单元（Embedded Cooling Unit，ECU），通过液液换热模式（采用液体作为传热工质在液冷板内部流道流动，通过热传递实现冷却的模式）将芯片等大发热器件的热量转移到 ECU 的一次侧（即低温侧），然后利用循环水泵将热量输送到闭式冷却塔。液冷门散热线路采用液冷门（一个典型示例为水冷门），通过风液换热模式（服务器工作产生的热风与冷却塔提供的冷却液换热的模式）将内存、硬盘等小发热器件的热量转移到液冷门的一次侧，然后利用循环水泵将热量输送到闭式冷却塔。

考虑到液冷板和液冷门对于进水处水温的要求不同，上述液冷散热方案通常需要一路水路给 CDU 供水，并配置相应的冷却塔、循环泵等部件，用于实现液冷板的热交换处理；另一路水路则用于给液冷门供水，相应地，该水路中也需配置相应的冷却塔、循环泵等部件，实现液冷门的热交换处理。上述两路水路分别形成循环环路，在设置过程中不仅要考虑液冷板和液冷门对水温的要求，还需要考虑水路中部件设置位置、空间占用等问题，这就导致整个水路设置复杂，需要较多的冷却塔、循环泵等部件，增加了成本。

发明内容

针对上述问题，本申请提供了一种冷源集成装置、散热系统、控制器、散热控制方法，解决了已有液冷散热方案管路复杂，需要较多的冷却塔、循环泵等部件，增加了成本的问题。

第一方面，本申请提供一种冷源集成装置。该冷源集成装置通过液冷管路（输送用于液冷散热的冷却液的管路，通常可以是水冷管路）连接风液换热模式组件，以及通过液冷管路连接液液换热模式组件，风液换热模式组件和液液换热模式组件通过液冷管路连接。其中，风液换热模式组件是指基于服务器工作产生的热风与冷却塔提供的冷却液换热的组件，包括但不限于液冷门。液液换热模式组件是指采用液体作为传热工质在液冷板内部流道流动，通过热传递实现冷却的组件，包括但不限于液冷板散热控制单元，液冷板散热控制单元可以为液冷分配单元（Cooling Distribution Unit，CDU）或嵌入式液冷单元（Embedded Cooling Unit，ECU）。

具体地，冷源集成装置用于通过液冷管路提供冷却液，该冷却液流经用于对设备的第一器件散热的风液换热模式组件和用于对设备的第二器件散热的液液换热模式组件，然后冷源集成装置还用于接收液液换热模式组件对第二器件散热后输出的冷却液。

风液换热模式组件和液液换热模式组件对冷却液的温度要求不同,通常情况下,风液换热模式组件的进液口的温度低于液液换热模式组件的温度,因此,冷却液先进入风液换热模式组件,风液换热模式组件基于该冷却液对第一器件散热,可以带走第一器件的热量,此时冷却液因为带走第一器件的热量将会升温,升温后的冷却液仍能满足液液换热模式组件的温度需求,可以再进入液液换热模式组件,液液换热模式组件基于升温后的冷却液对第二器件散热。如此,冷源集成装置可以实现通过一路冷却液满足风液换热模式组件和液液换热模式组件的需求,简化了液冷管路,减少了冷却塔、循环泵等部件的数量,降低了成本。而且,上述部件可以一体化集成,减少占地面积、缩短施工周期,易于部署和维护。此外,该方案对风液换热模式组件输出的冷却液进行再利用,提高了能源利用效率。

在一些可能的实现方式中,冷却液依次流经用于对设备的第一器件散热的风液换热模式组件和用于对设备的第二器件散热的液液换热模式组件。

在一些可能的实现方式中,冷源集成装置具体用于补冷条件被触发时,通过液冷管路提供混合后的冷却液,混合后的冷却液的温度满足风液换热模式组件的温度要求。该装置可以采用混合冷却液的补冷设计(补充冷负荷使得冷却液的温度能够满足要求),可以进一步简化系统架构,提升系统能效。

在一些可能的实现方式中,冷源集成装置包括冷却塔、循环泵、三通阀和补冷冷机,冷却塔和循环泵通过液冷管路连接,循环泵和补冷冷机通过液冷管路连接,循环泵和补冷冷机连接的液冷管路部署有三通阀。冷源集成装置具体用于:补冷条件被触发时,将所述三通阀的状态调整为三通状态,以使冷却塔提供的冷却液经过所述循环泵后分为两路,所述两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。

该方案通过将三通阀调整为三通状态,使得冷却液分流后一路进入补冷冷机后再与另一路混合,无需为补冷线路单独提供循环泵,实现了循环泵复用,简化了系统架构,提升系统能效。

在一些可能的实现方式中,循环泵包括一次循环泵和二次循环泵,三通阀包括第一三通阀和第二三通阀。冷源集成装置具体用于:补冷条件被触发时,将第一三通阀的状态调整为三通状态,以使冷却塔的冷却液经过一次循环泵后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机的冷凝器与另一路冷却液经过板式换热器后在冷却塔前汇合,以及将第二三通阀的状态调整为三通状态,以使经过板式换热器的冷却液在经过二次循环泵后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机的蒸发器后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。

该方案通过第一三通阀实现一次循环泵复用,通过第二三通阀实现二次循环泵复用,简化了系统架构,减少了循环泵数量,降低了成本。

在一些可能的实现方式中,补冷条件包括供液温度大于或等于预设阈值。冷源集成装置还包括控制器,控制器用于检测到供液温度大于或等于预设阈值时,控制三通阀的状态为三通状态,并开启补冷冷机。如此可以通过冷源端基于温度的自动补冷控制,实现按需供冷,精细化调节。

在一些可能的实现方式中,控制器具体用于根据供液温度、补冷冷机的冷却温度、风液换热模式组件的需求温度以及散热所需流量,确定所述三通阀的旁通流量,根据所述旁通流量,确定所述三通阀的开阀比例,并按照所述开阀比例,将所述三通阀的状态调整为三通状态。

该方案通过利用能量守恒定律,确定三通阀的旁通流量,进而基于该旁通流量确定三通阀的开阀比例,按照该开阀比例调整三通阀的状态,可以比较精确地控制混合后的冷却液的温度,从而满足风液换热模式组件的温度要求。

在一些可能的实现方式中,控制器还用于:根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度控制所述冷却塔的供液温度,然后根据所述供液温度和板式换热器的逼近度控制所述板式换热器的二次侧温度。如此可以实现集成冷源装置的供液温度(如板式换热器的二次侧温度)随环境中的湿球温度联动,当环境中的湿球温度降低时,集成冷源装置的供液温度也随之降低。在机房侧的体现为,风液换热模式组件出风温度降低,机房温度降低。

在一些可能的实现方式中,控制器还用于:根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度、板式换热器的逼近度,控制所述板式换热器的二次侧温度。该方案中控制器直接以板式换热器的二次侧温度为锚点进行温度控制,实现集成冷源装置的供液温度(如板式换热器的二次侧温度)随环境中的湿球温度联动。

在一些可能的实现方式中,控制器还用于:检测到液液换热模式组件的出口与风液换热模式组件

的进液口的温差低于设定值，降低风液换热模式组件的进液口部署的电动阀的开度。如此可以降低流量，减少二次循环泵功耗，实现节能控制。

在一些可能的实现方式中，循环泵包括一次循环泵和二次循环泵，一次循环泵和二次循环泵之间设置有板式换热器，控制器还用于：检测板式换热器的一次侧出液口与一次侧进液口的温差低于设定值，控制一次循环泵变频运行；或者，检测到板式换热器的一次侧出液口与二次侧进液口的温差低于板式换热器的逼近度，控制一次循环泵变频运行。如此可以节约一次循环泵功耗，实现节能控制。

第二方面，本申请提供一种散热系统。该散热系统包括如本申请第一方面提供的冷源集成装置以及风液换热模式组件、液液换热模式组件。其中，冷源集成装置用于和风液换热模式组件、液液换热模式组件协同为设备散热。

第三方面，本申请提供一种散热控制方法。该方法应用于冷源集成装置，所述冷源集成装置包括控制器、冷却塔、循环泵、三通阀和补冷冷机，所述冷却塔和所述循环泵通过液冷管路连接，所述循环泵和所述补冷冷机通过液冷管路连接，所述循环泵和所述补冷冷机连接的液冷管路部署有所述三通阀，所述方法包括：

所述控制器检测供液温度；

当所述供液温度大于或等于预设阈值时，所述控制器控制所述三通阀的状态为三通状态，并开启所述补冷冷机以使所述冷却塔的冷却液经过所述循环泵后分为两路，所述两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。

在一些可能的实现方式中，所述控制器控制所述三通阀的状态为三通状态，包括：

所述控制器根据所述供液温度、所述补冷冷机的冷却温度、所述风液换热模式组件的需求温度以及散热所需流量，确定所述三通阀的旁通流量；

所述控制器根据所述旁通流量，确定所述三通阀的开阀比例，并按照所述开阀比例，将所述三通阀的状态调整为三通状态。

在一些可能的实现方式中，所述循环泵包括一次循环泵和二次循环泵，所述一次循环泵和二次循环泵之间设置有板式换热器，所述方法还包括：

根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度控制所述冷却塔的供液温度，然后根据所述供液温度和板式换热器的逼近度控制所述板式换热器的二次侧温度；或者，

根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度、板式换热器的逼近度，控制所述板式换热器的二次侧温度。

在一些可能的实现方式中，所述方法还包括：

检测到所述液液换热模式组件的出液口与风液换热模式组件的进液口的温差低于设定值，降低所述风液换热模式组件的进液口部署的电动阀的开度。

在一些可能的实现方式中，所述循环泵包括一次循环泵和二次循环泵，所述一次循环泵和二次循环泵之间设置有板式换热器，所述方法还包括：

检测到所述板式换热器的一次侧出液口与一次侧进液口的温差低于设定值，控制所述一次循环泵变频运行；或者，

检测到所述板式换热器的一次侧出液口与二次侧进液口的温差低于所述板式换热器的逼近度，控制所述一次循环泵变频运行。

第四方面，本申请提供一种控制器。所述控制器包括处理器和输入输出单元，所述输入输出单元用于和冷源集成装置中的三通阀通信，所述处理器用于执行计算机可读指令，从而使得所述控制器执行如本申请第三方面的任一种实现方式提供的散热控制方法。

在一些可能的实现方式中，所述控制器还包括存储器，所述处理器具体用于：

从所述存储器加载所述计算机可读指令，并执行所述计算机可读指令。

本申请在上述各方面提供的实现方式的基础上，还可以进行进一步组合以提供更多实现方式。

附图说明

图 1 为本申请提供的一种数据中心的架构示意图；

图 2 为本申请提供的一种冷源集成装置的液冷管路示意图；

图3为本申请提供的另一种数据中心的架构示意图；

图4为本申请提供的一种冷源集成装置或散热系统在不补冷运行状态下冷却液的循环路径示意图；

图5为本申请提供的一种冷源集成装置或散热系统在补冷运行状态下冷却液的循环路径示意图；

图6为本申请提供的又一种数据中心的架构示意图；

5 图7为本申请提供的一种确定三通阀的开启比例的示意图；

图8为本申请提供的一种温度控制的示意图；

图9为本申请提供的一种对循环泵进行节能控制的示意图；

图10为本申请提供的一种散热控制方法的流程图。

10 具体实施方式

为了解决上述液冷散热方案存在的管路复杂，需要配置多个循环泵、冷却塔等部件导致成本高的问题，本申请提供一种冷源集成装置以及包括上述冷源集成装置的散热系统。其中，冷源集成装置可以是一体化液冷模块。散热系统可以包括上述冷源集成装置、风液换热模式组件（或称为风液换热装置）和液液换热模式组件（或称为液液换热装置）。冷源集成装置通过液冷管路连接风液换热模式组件，以及通过液冷管路连接液液换热模式组件（如 ECU 或 CDU 等液冷板散热控制单元），风液换热模式组件和液液换热模式组件通过液冷管路连接。冷源集成装置用于通过上述液冷管路提供冷却液，冷却液依次经过用于对设备的第一器件散热的风液换热模式组件和用于对设备的第二器件散热的液液换热模式组件，接着冷源集成装置接收对第二器件散热后输出的冷却液。

其中，风液换热模式组件和液液换热模式组件对冷却液的温度要求不同，通常情况下，风液换热模式组件（如液冷门）的进液口的温度低于液液换热模式组件（如 ECU 或 CDU 等液冷板散热控制单元）的温度。因此，冷却液先进入风液换热模式组件，风液换热模式组件基于该冷却液对第一器件散热，可以带走第一器件的热量，此时冷却液因为带走第一器件的热量将会升温，升温后的冷却液仍能满足液液换热模式组件的温度需求，可以再进入液液换热模式组件，液液换热模式组件基于升温后的冷却液对第二器件散热。如此，冷源集成装置可以实现通过一路冷却液满足风液换热模式组件和液液换热模式组件的需求，简化了液冷管路，减少了冷却塔、循环泵等部件的数量，降低了成本。而且，上述部件可以一体化集成，减少占地面积、缩短施工周期，易于部署和维护。

为了便于理解，首先对本申请所涉及到的技术术语进行介绍。

液冷 (liquid cooling)，指使用液体作为热量传输媒介，为计算系统（例如是数据中心中的服务器）中发热的器件进行换热，将热量传导至发热的器件外部的技术。液冷技术支持多种散热模式，包括但不限于液液换热（例如为水水换热）模式、风液换热模式。通常情况下，液液换热模式组件包括液冷板散热控制单元，液冷板散热线路采用液冷分配单元（Cooling Distribution Unit, CDU）或嵌入式液冷单元（Embedded Cooling Unit, ECU）等液液换热模式组件，通过液液换热模式对发热较大的器件，如中央处理器（central processing unit, CPU）进行散热。风液换热模式组件包括柜内液冷门等组件或柜外行级空调等风冷末端器件实现服务器产生的热风与冷却液间的热交换。如液冷门散热线路采用液冷门，通过风液换热模式对发热较小的器件，如内存、硬盘进行散热。或者，风液换热模式组件为行级空调时，可以通过行级空调实现风液换热处理。为便于描述，以下实施例以液液换热模式组件为液冷板散热控制单元，风液换热模式组件为液冷门为例进行说明。

液冷分配单元CDU，位于数据中心的机房内部的液冷制冷的控制单元，用于调节一组机柜的制冷量、冷却液的温度和流速等。

40 **嵌入式液冷单元ECU**，通过预集成的方式内置于机柜中，作为机柜的一个组成部分，用于控制本机柜的制冷量、冷却液的温度和流速等。

下面结合附图详细介绍液冷门散热路线和液冷板散热路线的原理。

图1为本申请提供的一种数据中心的架构示意图，本申请以通过液冷散热方式对数据中心包含的机柜进行散热示例说明。如图1所示，数据中心100包括液冷机房110和散热系统120。

45 液冷机房110包括多个液冷机柜111，液冷机柜111是一种提供高性能计算的实体，并基于液冷散热方式对机柜内的服务器进行散热。例如，液冷机柜111包括多个服务器节点。服务器节点可以是一个独立

的物理设备。

散热系统120包括一个或多个散热子系统，每个散热子系统用于对液冷机柜111进行散热。为了提升散热效率。当散热系统120中存在多个散热子系统时，不同散热子系统可以通过不同散热线路对液冷机柜111进行散热。例如，液冷板散热子系统可以通过液冷板散热线路对液冷机柜111进行散热，液冷门散热子系统可以通过液冷门散热线路对液冷机柜进行散热。

液冷板散热子系统包括冷却塔121、循环泵123（例如为循环水泵，简称为水泵）和液冷板散热控制单元125（例如为CDU）。冷却塔121用于利用液冷工质（例如，水）作为循环冷却介质（冷却液），将热量排放至大气中以降低温度。循环泵123用于提供输送冷却液的动力，例如适用于高压运行系统中输送水或物理化学性质的液冷工质。冷却塔121可以供给温度较低的冷却液如冷水，循环泵123将该冷却液输送至机房内的CDU，CDU控制液冷机柜111的制冷量、冷却液的温度和流速，从而对液冷机柜111内的服务器节点降温。该冷却液可以带走液冷机柜111的热量，并通过CDU、循环泵123返回至冷却塔121，由冷却塔121进行热交换。

液冷门散热子系统包括冷却塔122、循环泵124、板式换热器126（简称板换）、液冷门128。其中，板式换热器126是由带一定波纹形状的金属板片叠装而成的新型高效换热器，板式换热器126包括垫片、压紧板（活动端板、固定端板）和框架（上、下导杆，前支柱），板片之间由密封垫片进行密封并导流，分隔出冷/热两个流体通道，冷/热换热介质分别在各自通道流过，与相隔的板片进行热量交换，以达到用户所需温度。冷却塔122可以供给温度较低的冷却液如冷水，循环泵124将该冷却液输送至板式换热器126。板式换热器126分隔出的冷却液温度小于28℃时，可以将该冷却液输送至液冷门128对液冷机柜111内的服务器降温。该冷却液可以带走液冷机柜111的热量，并返回至冷却塔122，由冷却塔122进行热交换。

与液冷板散热子系统相比，液冷门散热子系统对于冷却液的温度要求更高。当环境温度较高时，液冷门散热子系统通常还需要补充冷负荷（简称为补冷），以使冷却液满足液冷门散热子系统的温度要求。具体地，液冷板散热子系统还包括循环泵12A、冷水机组12C、循环泵12E和冷却塔12G。具体地，当板式换热器126分隔出的冷却液温度大于28℃，循环泵12A、冷水机组12C（通常是大型机组）开启，用于对板式换热器126分隔出的冷却液补冷，使得冷却液温度小于28℃后，输送至液冷门128。此外，冷水机组12C补冷所使用的冷却液（如冷水）可以由冷却塔12G提供。其中，冷却塔12G可以是开式冷却塔，冷却塔12G通过循环泵12E将冷却液输送至冷水机组12C，冷水机组12C可以通过制冷系统将冷却塔输送的冷却液进一步冷却，从而提供温度为18℃的冷却液，冷水机组12C通过该温度为18℃的冷却液进行补冷后可以带走热量，并通过循环泵12E返回至冷却塔12G，由冷却塔12G进行热交换。

需要说明的是，为液冷板散热控制单元125和液冷门128提供冷却液的冷却塔、输送冷却液的循环泵等部件也可以复用，冷却塔、循环泵等部件可以通过一体化集成，形成冷源集成装置。

图2为本申请提供的一种冷源集成装置的液冷管路示意图，如图2所示，冷源集成装置用于通过液冷管路提供冷却液，冷却液可以依次经过用于对设备的第一器件（例如是数据中心中服务器的小发热器件，包括但不限于内存、硬盘）散热的液冷门和用于对设备的第二器件（例如是数据中心中服务器的大发热器件，包括但不限于CPU）散热的液冷板控制单元。冷源集成装置还用于接收液冷板散热控制单元对第二器件散热后输出的冷却液。

图1、图2以风液换热模式组件为液冷门、液液换热模式组件为液冷板散热控制单元示例说明，其中，液冷门等散热组件通常可以设置在液冷机柜内部（使用液冷散热的服务器所在的机柜内部，也可以简称为柜内），图1、图2是为了便于展示冷却液的流向，在图中将液冷门放置于液冷机柜外。当风液换热模式组件为行级空调时，该行级空调可以设置在柜外。其中，行级空调可以对机房内按行排列的机柜，以行为单位，进行风液换热，从而实现行级制冷。在一些示例中，风液换热模式组件也可以为房间级空调，房间级空调通常设置在柜外，对机房内的多个机柜，进行风液换热，从而实现房间级制冷。

该技术方案实现了提供一路水的冷却液同时满足液冷门和液冷板散热控制单元的需求，例如冷源集成装置提供一路冷却液，该冷却液先进入液冷门对设备的第一器件散热，从液冷门输出的冷却液由于携带热量将会升温，由于液冷门的进液口温度低于液冷板的进液口温度，升温后的冷却液仍可以满足液冷板散热控制单元的温度需求，因此，升温后的冷却液可以再进入ECU等液冷板散热控制单元对设备的第

二器件散热,液冷板散热控制单元对第二器件进行散热处理后输出的冷却液回到冷源集成装置进行换热。该技术方案可以减少冷却液供给线路数量,减少冷却塔个数、循环泵个数以及液冷管路数量,降低了成本。而且,该方案可以极大地降低系统复杂度,易于部署和维护,缩短了施工周期。此外,该技术方案通过对液冷门输出的冷却液进行再利用,提高了能源利用效率(Power Usage Effectiveness, PUE),能够

5

满足业务需求。
进一步地,该技术方案可以采用混合冷却液的方式进行补冷(例如混水补冷),能够复用循环泵(如复用一次循环泵和二次循环泵),进一步简化了系统架构,提升了系统能效。此外,该技术方案还支持集成控制器,例如集成嵌入式可程序控制器(Programmable logic controller, PLC),以实现散热系统联动,进而实现按需供冷,精细化调节。

10

下面结合附图,对本申请的集成冷源装置、以及包括上述集成冷源装置的散热系统架构进行详细说明。

参见图3所示的一种数据中心的架构示意图,该数据中心300包括液冷机房310和散热系统320。液冷机房310包括多个液冷机柜311,液冷机柜311包括一个或多个服务器节点。服务器节点可以是一个独立的物理设备。散热系统320包括冷源集成装置322和液冷门324、液冷板散热控制单元326。其中,液冷板

15

散热控制单元326可以为ECU或CDU。冷源集成装置322通过液冷管路连接液冷门324,以及通过液冷管路连接液冷板散热控制单元326,液冷门324和液冷板散热控制单元326通过液冷管路连接。冷源集成装置322和液冷门324、液冷板散热控制单元326协同为设备散热。

20

具体实现时,冷源集成装置322用于通过液冷管路提供冷却液,该冷却液可以是经过冷却的液体,例如可以是冷水。其中,冷却液依次经过用于对液冷机房310中设备(如服务器节点)的第一器件散热的液冷门324和用于对液冷机房310中设备的第二器件散热的液冷板散热控制单元326。冷源集成装置322还用于接收液冷板散热控制单元326对第二器件散热处理后输出的冷却液(例如是热水)。

25

在一些可能的实现方式中,冷源集成装置322具体用于补冷条件被触发时,通过液冷管路提供混合后的冷却液,以对进入液冷门324的冷却液进行补冷。其中,混合后的冷却液的温度满足液冷门324的温度要求。液冷门的温度要求可以是小于或等于目标温度,该目标温度可以是28℃,或者是25℃。根据应用场景不同,目标温度可以不同。补冷条件可以根据业务需求设置,例如补冷条件可以设置为供液温度大于或等于预设阈值。其中,冷源集成装置322可以通过开启三通阀,来实现混合冷却液补冷。

30

具体地,冷源集成装置322包括冷却塔3222、循环泵3224、三通阀3226和补冷冷机3228。其中,三通阀3226和补冷冷机3228可以为选配部件,例如在环境温度常年维持在较低水平的区域,冷源集成装置322无需补冷设计,因而可以不包括上述三通阀3226或补冷冷机3228。本实施例以环境温度随季节变化比较

35

显著的区域示例说明,由于夏季天气炎热,环境温度较高,为了实现补冷,冷源集成装置322配置有三通阀3226和补冷冷机3228用于补冷。其中,冷却塔3222和循环泵3224通过液冷管路连接,循环泵3224和补冷冷机3228通过液冷管路连接,循环泵3224和补冷冷机3228连接的液冷管路部署有三通阀3226。

冷源集成装置322具体用于补冷条件被触发时,将三通阀3226的状态调整为三通状态,以使冷却塔3222的冷却液经过循环泵3224后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228后与另一路冷却液混合,得到混合后的冷却液。混合后的冷却液能够满足液冷门324的温度要求。

40

其中,循环泵3224可以包括一次循环泵3224A和二次循环泵3224B,相应地,三通阀3226包括第一三通阀3226A和第二三通阀3226B。一次循环泵3224A与第一三通阀3226A连接,二次循环泵与第二三通阀3226B连接。冷源集成装置322具体用于补冷条件被触发时,将第一三通阀3226A的状态调整为三通状态,以使冷却塔3222的冷却液经过一次循环泵3224A后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228的

45

冷凝器与另一路冷却液经过板式换热器3225后在冷却塔3222前汇合,以及将第二三通阀3226B的状态调整为三通状态,以使经过板式换热器3225的冷却液在经过二次循环泵3224B后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228的蒸发器后与另一路冷却液混合得到混合后冷却液。混合后的冷却液可以实现补冷,能够满足液冷门324的温度要求。

考虑到冷却泵3222、板式换热器3225可以输出冷却液向下游设备供给冷却液,冷源集成装置322可以

度可以是冷却塔3222的供液温度、板式换热器3225的供液温度（如二次侧出液温度）或者是整个冷源集成装置322最终的供液温度，相应地，不同点位的供应温度对应的预设阈值可以是不同的，例如，冷却塔3222的供液温度对应的预设阈值可以设置为32℃，整个冷源集成装置322最终的供液温度对应的预设阈值可以设置为28℃。

- 5 需要说明的是，本申请的冷源集成装置322中的冷却塔322可以是开式冷却塔，也可以是闭式冷却塔。闭式冷却塔的冷却液在密闭的管道内流动不与外界空气相接触，热量通过换热器管壁与外部的空气、喷淋水等进行热质换热，冷却液不会被污染、蒸发、浓缩，无须补水加药，因而保障了相联设备的使用性能和寿命。开式冷却塔的冷却液在开式系统中循环，冷却液因蒸发而浓缩，需要进行补充，并且，冷却液直接接触空气、受太阳光照射，容易被污染，例如产生藻类、盐类结晶，因此通常需要对冷却液进行处理，例如是施加药物，以防止滋生藻类、盐类结晶。图3以冷却塔322为开式冷却塔为例说明，相应地，
- 10 冷源集成装置322还包括冷却液处理装置3223A，冷却液处理装置3223A用于对冷却液进行除垢、过滤、软化或杀菌处理。其中，冷却液处理装置3223A与板式换热器3225之间还可以连接三通阀3227。类似地，液冷机柜311的出液口与板式换热器3225之间也可以包括冷却液处理装置3223B，用于对液冷机柜311散热处理后输出的冷却液进行除垢、过滤、软化或杀菌处理。上述冷却液处理装置3223A或冷却液处理装置
- 15 置3223B可以为选配组件，例如冷源集成装置322采用闭式冷却塔时，也可以不包括上述冷却液处理装置3223A、冷却液处理装置3223B。

- 在一些可能的实现方式中，冷源集成装置322还可以集成补液装置3229。例如，补液装置3229可以是定压补水装置。定压补水装置是一种稳压补水装置，稳压补水装置包括稳压罐、水泵、压力开关、智能控制箱、安全阀、底座及管路，用于减少循环泵3224的启动次数，可调节系统的水压、水量，易于实现
- 20 自动补水。类似地，补液装置3229可以为选配组件。冷源集成装置322不包括上述补液装置3229时，可以人工方式调节压强、流量。

- 图3所示的冷源集成装置322或包括冷源集成装置322的散热系统320具有多种运行状态，例如冷源集成装置322或散热系统320的运行状态可以根据补冷条件是否被触发分为：不补冷运行状态、补冷运行状态，下面对上述冷源集成装置322或散热系统320的不同运行状态下冷却液的循环路径（如水路循环路径）
- 25 分别进行介绍。

- 冷源集成装置322或散热系统320在不补冷运行状态下，冷却液无需补冷，因而不会经过补冷冷机，而是分别在板式换热器3225的一次侧和二次侧循环。其中，冷却塔3222提供的冷却液通过一次循环泵3224A输送至板式换热器3225进行热交换，板式换热器3225的一次侧可以输出温度升高的冷却液，通过冷却液处理装置3223A处理后返回至冷却塔3222，由此实现一次循环。板式换热器3225进行热交换得到的温度降低的冷却液，可以从板式换热器3225的二次侧输出。板式换热器3225的二次侧出液口输出的冷却液通过二次循环泵3224B输送至液冷门324，由液冷门324根据该冷却液对第一器件散热，然后冷却液从液冷门324的出液口输出，并进入液冷板散热控制单元326，由液冷板散热控制单元326对第二器件散热，液冷板散热控制单元326的出液口输出的冷却液经过冷却液处理装置3223B处理后到达板式换热器3225的二次侧进液口，由此实现二次循环。
- 30

- 35 为了便于理解，本申请还结合附图对冷却液的循环路径进行介绍。

参见图4所示的一种不补冷运行状态下冷却液的循环路径示意图，冷源集成装置322或散热系统320包括一次循环和二次循环。

- 一次循环时，冷却液的循环路径为1->2->3->4->5->6->7，此时2->3之间和5->6的三通阀为两通状态。换言之，冷却塔3222的冷却液经过一次循环泵3224A，到达第一三通阀3224A，然后从第一三通阀3224A的一个通路输出，到达板式换热器3225，例如是到达板式换热器3225的一次侧进液口，板式换热器322
- 40 （例如通过一次侧出液口）将冷却液输送至三通阀3227，三通阀3227将冷却液输送至冷却液处理装置3223A进行处理后，返回至冷却塔3222。

- 二次循环时，冷却液的循环路径为8->9->10->11->12->13，此时9->10之间的三通阀为两通状态。换言之，开式冷却塔3222的冷却液在经过板式换热器3225换热后，通过板式换热器3225的二次侧出液口，输送至二次循环泵3224B，二次循环泵3224B将冷却液输送至第二三通阀3224B，由于第二三通阀3224B为
- 45 两通状态，因此，冷却液从第二三通阀3224B的一个通路（常闭通路）输出，到达液冷机房310，该冷却

液先进入液冷门324对液冷机柜311的服务器节点中的小发热器件如内存、硬盘进行散热。冷却液带走内存、硬盘热量可以导致冷却液的温度有所升高，升温后的冷却液可以再进入液冷板散热控制单元326（如ECU），ECU可以控制冷却液的流速等对液冷机柜311的服务器节点中的大发热器件如CPU进行散热。冷却液带走CPU热量可以导致冷却液的温度进一步升高。升温后的冷却液经过冷却液处理装置3223B处理后

5 后可以到达板式换热器3225（例如是板式换热器3225的二次侧进液口）。其中，板式换热器3225可以将升温后的冷却液换热循环使用。

冷源集成装置322或散热系统320在补冷运行状态下，冷却液需要补冷，以满足液冷门324的温度需求。换言之，在补冷运行状态下，冷却液还需要进入补冷冷机3228，具体而言，冷却液在板式换热器3225的一次侧和二次侧循环时，还会分流进入补冷冷机3228。其中，冷却塔3222提供的冷却液通过一次循环泵

10 3224A输送至第一三通阀3226A，由第一三通阀3226A分为两路分别输送至板式换热器3225和补冷冷机3228进行热交换，板式换热器3225的一次侧出液口输出的冷却液和补冷冷机3228的冷凝器输出的冷却液通过冷却液处理装置3223A处理后在冷却塔3222前汇合，由此实现一次循环。板式换热器3225进行热交换得到的温度降低的冷却液，可以从板式换热器3225的二次侧输出。板式换热器3225的二次侧出液口输出的冷却液通过二次循环泵3224B输送至第二三通阀3226B，由第二三通阀3226B分为两路，其中一路进

15 入补冷冷机3228的蒸发器进行换热，蒸发器输出的冷却液与另一路冷却液混合，形成混合后的冷却液。混合后的冷却液先进入液冷门324，然后进入液冷板散热控制单元326，液冷板散热控制单元326的出液口输出的冷却液经过冷却液处理装置3223B处理后到达板式换热器3225的二次侧进液口，由此实现二次循环。

为了便于理解，本申请还结合附图对冷却液的循环路径进行介绍。

20 参见图5所示的一种补冷运行状态下冷却液的循环路径示意图，冷源集成装置322或散热系统320包括一次循环和二次循环。

一次循环时，冷却液的循环路径可以为1->2->4->5->7->8和1->2->3->6->7->8。其中，2->3之间和5->7的三通阀为三通状态。从点位2输出的冷却液，通过三通阀分流一部分进入补冷冷机3228的冷凝器，然后经过点位6，在冷却塔3222前的三通阀汇合。换言之，冷却塔3222的冷却液经过一次循环泵3224A，到达第一三通阀3224A，由于第一三通阀3224A为三通状态，因此，冷却液分为两路，一路经过板式换热器3225，通过三通阀3227的一个通路到达冷却液处理装置3223A，另一路经过补冷冷机3228的冷凝器进行冷凝后，通过三通阀3227的另一个通路到达冷却液处理装置3223A，冷却液处理装置3223A对上述两路冷却液进行除垢、过滤、软化或杀菌处理后在冷却塔前汇合。

25

二次循环时，冷却液的循环路径为可以为9->10->12->14->15->16和9->10->11->13->14->15->16。其中，10->12之间的三通阀为三通状态，从点位12输出的冷却液有一部分经过点位11，到补冷冷机3228的蒸发器变冷后与点位12的冷却液混合变为符合服务器节点的冷却温度要求的冷源。换言之，冷却塔3222的冷却液经过板式换热器3225换热后，输送至二次循环泵3224B，二次循环泵3224B将冷却液输送至第二三通阀3224B，由于第二三通阀3224B为三通状态，因此，冷却液从第二三通阀3224B的两个通路分别输出，一路冷却液到达补冷冷机3228的蒸发器进行蒸发变冷，然后与另一路冷却液混合，混合后的冷却液

30 的温度能够满足液冷门324对温度的要求，可以输入至液冷门324，液冷门324基于该混合后的冷却液对设备中的小发热器件进行散热，冷却液带走小发热器件的热量可以导致冷却液的温度有所升高，升温后的冷却液可以再进入液冷板散热控制单元326（如ECU），ECU可以控制冷却液的流速等对液冷机柜311的服务器节点中的大发热器件进行散热。升温后的冷却液经过冷却液处理装置3223B处理后到达板式换热器3225。其中，板式换热器3225可以将升温后的冷却液换热循环使用。

35

需要说明的是，图4、图5中相同点位编号可以指示不同点位，例如图4中点位编号3和图5中点位编号3分别指示三通阀的不同通路。

40

在上述方案中，冷源端可以一体集成，例如可以在集装箱内集成循环泵3224（如一次循环泵3224A、二次循环泵3224B）、板式换热器3225、三通阀3226（第一三通阀3226A和第二三通阀3226B）以及补冷冷机3228，然后将集装箱与冷却塔3222集成，从而形成冷源集成装置322。在该装置中，补冷设计按照

45 复用一次循环泵，二次循环泵的混合冷却液方案，极大地简化了系统架构，提升了系统能效。

进一步地，参见图6，冷源集成装置322还可以集成控制器3221。控制器3221用于实现基于液温的联

动控制,进而实现按需供冷,形成常温机房。其中,控制器3221可以通过PLC控制板实现。具体地,该控制器3221可以检测补冷条件是否被触发。例如,控制器3221可以检测供液温度(冷却液为冷水时,也称作供水温度)是否大于或等于预设阈值。具体地,冷源集成装置322可以在设定点位部署温度传感器,温度传感器可以对设定点位的冷却液的温度进行检测。温度传感器与控制器3221建立有通信连接,温度传感器可以向控制器3221上报检测结果,如此,控制器3221可以获得供液温度。

当供液温度大于或等于预设阈值,表示补冷条件被触发,控制器可以控制三通阀3224的状态为三通状态,并开启补冷冷机3228,从而实现补冷控制。

其中,控制器3221可以在补冷条件被触发时,将第一三通阀3224A的状态调整为三通状态,以使冷却塔3222的冷却液经过一次循环泵3224A后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228的冷凝器与另一路冷却液经过板式换热器3225后在冷却塔前汇合,以及将第二三通阀3224B的状态调整为三通状态,以使经过板式换热器3225的冷却液在经过二次循环泵3224B后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228的蒸发器后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。混合后的冷却液满足液冷门324的温度要求。

在进行补冷控制时,控制器3221可以根据供液温度、补冷冷机3228的冷却温度、液冷门的需求温度以及散热所需流量,确定三通阀3224的旁通流量,根据旁通流量,确定三通阀3224的开阀比例,并按照开阀比例,将三通阀3224的状态调整为三通状态。

进一步地,控制器3221还可以控制供液温度随环境温度联动,以降低整体功耗,实现节能控制。类似地,控制器3221还可以对一次循环泵3224A、二次循环泵3224B进行节能控制,提升系统能效。

仍以图6为例,对控制器3221的联动控制进行详细说明。

控制器3221的控制点位包括但不限于冷却塔3222的风机频率、一次循环泵3224A的频率、电动阀(包括三通阀、二通阀)开度、补冷冷机3228的运行参数、补液装置3229的运行参数、冷却液处理装置3223的运行参数,液冷板散热控制单元326(如ECU)的运行参数。其中,补冷冷机3228的运行参数包括变频压缩机的输入频率、出液温度,补液装置3229的运行参数可以包括液泵(如水泵)的启停状态,冷却液处理装置3223的运行参数包括冷却液处理装置3223的启停状态,液冷板散热控制单元326的运行参数包括一次侧比例阀(如复用的V5、V6,或单独的比例阀)的开度、二次侧供液温度、液泵频率。

控制器3221可以采集数据,然后基于采集的数据进行分析,通过分析结果对上述控制点位进行控制。其中,控制器3221采集的数据可以包括冷却塔3222的运行参数、外界环境温度、一次循环泵3224A的运行参数、电动阀(包括三通阀、二通阀,例如为图中V1到V7)的开度、温度传感器采集的温度、压力传感器采集的压力、补液装置3229的运行参数、冷却液处理装置3223的运行参数、补冷冷机3228的运行参数、流量计的参数、液冷板散热控制单元326的运行参数中的一种或多种。

控制器3221采集的冷却塔3222的运行参数包括风机频率、功耗、出液温度、进液温度中的一种或多种。控制器3221采集的环境温度包括干球温度、湿球温度。干球温度是接触球体表面空气的实际温度,湿球温度是球体表面附着有水时,水份蒸发带走热量后球体的温度。水的蒸发量跟空气的湿度有关,空气湿度越大蒸发量越小,蒸发带走的热量越少,干湿球温度差异越小;空气湿度越小水蒸发量越大,蒸发带走的热量也越大,干湿球温差也就越大,所以可以通过干湿球温差的变化规律来反映当前空气湿度状况。基于此,湿球温度也可以通过干球温度和相对湿度确定。控制器3221采集的一次循环泵3224A的运行参数包括运行频率、功耗、进口压力、出口压力中的一种或多种。控制器3221采集的补液装置3229的运行参数可以包括补液装置3229的启停状态,控制器3221采集的冷却液处理装置3223的运行参数可以包括冷却液处理装置3223的启停状态。控制器3221采集的补冷冷机3228的运行参数包括变频压缩机的输入频率、出液温度。控制器3221采集的液冷板散热控制单元326的运行参数可以包括一次侧比例阀的开度、二次侧供液温度、液泵频率。

当控制器3221检测到供液温度大于或等于预设阈值,例如是连续三次检测到集成冷源装置322的供液温度大于32摄氏度,控制器3221可以控制第一三通阀3224A、第二三通阀3224B(例如为图6中的V1、V4)的状态为三通状态,并开启补冷冷机3228。其中,三通阀通常包括常开通路、常闭通路。在图6的示例中,常开通路还部署有电动阀(例如为图6中的二通阀V2、V3),为此,控制器3221还可以控制V2、V3的状态为开阀状态,从而使得常开通路闭合。

其中，控制器3221用于根据供液温度、补冷冷机3228的冷却温度、液冷门324的需求温度以及散热所需流量，确定三通阀的旁通流量，然后根据旁通流量，确定三通阀（如V1、V4）的开阀比例，并按照开阀比例，将三通阀的状态调整为三通状态。

下面以V4为例，对确定开阀比例的过程示例说明。具体地，V4阀门的开阀比例（开度）与流量一一对应，通过计算需要的旁通流量可以确定V4的开阀比例（也称作旁通开度）。而旁通流量则可以根据能量守恒计算得到。如图7所示，流入V4的冷却液的温度记作T1，流入V4的冷却液的流量为散热所需流量（例如是液冷机柜311中的服务器散热所需流量），记作Q3。该冷却液在经过V4时分为两路，两路冷却液的温度保持不变，仍为T1，两路冷却液的流量分别为Q1和Q2。其中，流量为Q2的冷却液经过补冷冷机3228后，温度降为T2，然后与流量为Q1的冷却液汇合。

基于能量守恒定律，可以建立如下模型：

$$Q1 * T1 + Q2 * T2 = Q3 * T3 \tag{1}$$

$$Q3 = Q1 + Q2 \tag{2}$$

其中，Q3为服务器散热所需流量，Q3通常可以采用传感器测量获得，T1可以根据湿球温度和冷却塔3222的逼近度（approach）获得。其中，冷却塔3221的逼近度可以是经过冷却塔3221冷却后的冷却液温度（如水温）与湿球温度的差值，用于表示冷却塔3221冷却后的冷却液温度逼近湿球温度的程度。通常情况下，冷却塔3221的逼近度可以为3-4℃。T2可以设置，例如T2可以设置为15℃，类似地，T3可以设置为32℃。基于上述模型中的公式，可以求解出Q1和Q2（旁通流量）。

控制器3221基于上述旁通流量确定出开阀比例后，可以下发开阀比例至相应的三通阀，从而实现按照开阀比例，控制三通阀的状态为三通状态。

类似地，控制器3221在开启补冷冷机3228时，也可以向补冷冷机下发开启指令，补冷冷机3228接收到开启指令，可以开启补冷。

进一步地，为了规避高温机房弊端，提升信息技术（information technology，IT）设备可靠性，以及降低IT功耗，实现全局优化，集成冷源装置322还可以进行基于冷却液温度的全局联动控制。

一种控制方式可以为控制器3221根据湿球温度和冷却塔的逼近度控制冷却塔的供液温度，然后根据供液温度和板式换热器的逼近度控制板式换热器3225的二次侧温度。

具体地，参见图8所示的一种温度控制的示意图，冷却塔3222以湿球温度和冷却塔3222的逼近度控制冷却塔3222的供液温度（冷却液为水时，具体为出水温度），然后板式换热器3225的二次侧温度采用冷却塔3222的供液温度和板式换热器3225的逼近度控制，换言之，在控制板式换热器3225的二次侧温度时，可以通过两个锚点进行控制。如此，一体化的集成冷源装置322的供液温度实现了随湿球温度联动，当外界环境的湿球温度降低时，集成冷源装置322的供液温度也随之降低。在液冷机房310侧的体现为，液冷门出风温度降低，液冷机房310温度降低。

控制器3221还可以同时纳管ECU等液冷板散热控制单元326，二次侧温度可以设定为一次侧温度+逼近度，此时，液冷板散热控制单元326的供液温度实现随外界环境的湿球温度变化而变化，在外界环境的温度较低时，同等业务模型下，液冷机柜311中服务器节点的温度降低，IT功耗下降。

另一种控制方式可以为控制器3221根据湿球温度和冷却塔3222的逼近度、板式换热器3225的逼近度，控制板式换热器3225的二次侧温度。换言之，控制器3221直接以板式换热器3225的二次侧温度为锚点进行温度控制。

在一些可能的实现方式中，控制器3221还可以对循环泵3224，例如是一次循环泵3224A、二次循环泵3224B进行节能控制。其中，一次循环泵3224A和二次循环泵3224B之间设置有板式换热器3225。控制器3221可以结合板式换热器3225的出液口温度或入液口温度对循环泵3224进行节能控制。

针对一次循环泵3224A，控制器3221可以在一次循环泵3224A之后的板式换热器3225的一次侧进液口、一次侧出液口分别部署温度传感器。控制器3221用于检测一次循环泵3224A之后的板式换热器3225的一次侧出液口与一次侧进液口的温度，例如是接收温度传感器上报的一次侧出液口与一次侧进液口的温度。当板式换热器3225的一次侧出液口与一次侧进液口的温差低于设定值（例如为9℃），控制器3221用于控制该一次循环泵3224A变频运行，以节约功耗。类似地，控制器3221也可以基于板式换热器3225的逼近度，控制一次循环泵3224A，以节约功耗。具体实现时，控制器3221可以在板式换热器3225的一次侧出

液口与二次侧进液口分别部署温度传感器。当检测到板式换热器3225的一次侧出液口与二次侧进液口的温差低于板式换热器3225的逼近度（例如为 1°C 至 1.5°C ），控制一次循环泵3224A变频运行。

针对二次循环泵3224B，参见图9，控制器3221可以在液冷板散热控制单元326的出液口与液冷门324的进液口部署温度传感器。此外，控制器3221还可以在液冷门324的进液口部署电动阀，控制器3221用于检测液冷门324的进液口的温度 T_1 与液冷板散热控制单元326的出液口的温度 T_2 。当液冷板散热控制单元326的出液口与液冷门324的进液口的温差（ T_2-T_1 ）低于设定值（例如为 9°C ），控制器3221还用于降低液冷门324的进液口部署的电动阀的开度。如此可以降低流量，减少二次循环泵3224B的功耗。

基于前述实施例的冷源集成装置322、散热系统320，本申请还提供一种散热控制方法。

下面结合附图，对本申请所公开的散热控制方法进行详细说明。

参见图10所示的一种散热控制方法的流程图，该方法应用于冷源集成装置322，冷源集成装置322包括控制器3221、冷却塔3222、循环泵3224、三通阀3226和补冷冷机3228。其中，冷却塔3222和循环泵3224通过液冷管路连接，循环泵3224和补冷冷机3228通过液冷管路连接。循环泵3224和补冷冷机3228连接的液冷管路部署有三通阀3224。该方法包括如下步骤：

S1002、控制器3221检测供液温度。当供液温度大于或等于预设阈值时，执行S1004。

具体地，控制器3221可以在冷却塔3222的出液口部署温度传感器，通过该温度传感器可以检测冷却塔3222的供液温度（例如是出水温度）。在一些示例中，控制器3221也可以在板式换热器3225的出液口（如二次侧出液口）部署温度传感器，或者是在整个冷源集成装置322的末端（输出端）部署温度传感器，通过上述温度传感器检测板式换热器3225的供液温度，或者是整个冷源集成装置322最终的供液温度。

当供液温度大于或等于预设阈值时，表示补冷条件被触发，控制器3221可以进行补冷控制。其中，控制器3221可以通过控制三通阀3224为三通状态，以混合不同通路的冷却液进行补冷。

S1004、控制器3221根据供液温度、补冷冷机3228的冷却温度、液冷门的需求温度以及散热所需流量，确定三通阀3224的旁通流量。

进入三通阀3224的冷却液的流量等于三通阀的不同输出通路的流量之和。不同通路的冷却液的能量之和等于混合冷却液的能量。基于此，控制器3221可以基于供液温度、补冷冷机3228的冷却温度、液冷门的需求温度以及散热所需流量，通过能量守恒定律进行建模，从而建立如图7所示的模型。控制器3221通过对模型求解，确定三通阀3224的旁通流量。

在一些可能的实现方式在，循环泵3224包括一次循环泵3224A和二次循环泵3224B，三通阀3226包括第一三通阀3226A和第二三通阀3226B。相应地，控制器3221根据供液温度、补冷冷机3228的冷却温度、液冷门324的需求温度以及散热所需流量，确定第二三通阀3224B的旁通流量，控制器3221还可以采用类似方式确定第一三通阀3224A的旁通流量。

S1006、控制器3221根据旁通流量，确定三通阀3224的开阀比例，并按照开阀比例，将三通阀3224的状态调整为三通状态。

三通阀3224的旁通流量与三通阀3224的开阀比例具有对应关系，控制器3221可以根据旁通流量，确定三通阀3224的开阀比例。然后控制器3221可以向三通阀3224下发开阀比例，从而实现按照开阀比例，将三通阀3224的状态调整为三通状态。

当三通阀3226包括第一三通阀3226A和第二三通阀3226B，控制器3221可以根据第一三通阀3226A的旁通流量确定第一三通阀3226A的开阀比例，根据第二三通阀3226B的旁通流量确定第二三通阀3226B的开阀比例。

控制器3221可以根据第一三通阀3226A的开阀比例，将第一三通阀3226A的状态调整为三通状态，以使冷却塔3222的冷却液经过一次循环泵3224A后分为两路，两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228的冷凝器与另一路冷却液经过板式换热器3225后在所述冷却塔3222前汇合。

控制器3221可以根据第二三通阀3226B的开阀比例，将第二三通阀3226B的状态调整为三通状态，以使经过板式换热器3225的冷却液在经过二次循环泵3224B后分为两路，两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机3228的蒸发器后与另一路冷却液混合，得到混合后的冷却液。

需要说明的是，上述S1004、S1006为控制器3221控制所述三通阀3224的状态为三通状态的一种具体

实现方式,在本申请实施例其他可能的实现方式中,控制器3221也可以按照预先设置的开阀比例(例如默认开阀比例),控制三通阀3224的状态为三通状态。

S1008、控制器3221开启补冷冷机3228以使冷却塔3222的冷却液经过循环泵3224后分为两路,两路中的一路冷却液经过补冷冷机3228后与另一路冷却液混合得到混合后的补冷液。

5 具体地,控制器3221可以补冷冷机3228下发开启指令,以开启补冷冷机3228。

需要说明的是,上述S1004、S1006可以和S1008并行执行,或者按照顺序先后执行。本申请实施例对此不作限制。

在一些可能的实现方式中,控制器3221还可以进行全局温度控制,或者对循环泵3224进行节能控制。

在进行全局温度控制时,控制器3221可以根据湿球温度和冷却塔的逼近度控制冷却塔的供液温度,然后根据供液温度和板式换热器的逼近度控制板式换热器3225的二次侧温度,从而实现集成冷源装置322的供液温度随湿球温度联动。控制器3221也可以根据湿球温度和冷却塔3222的逼近度、板式换热器3225的逼近度,控制板式换热器3225的二次侧温度,以实现集成冷源装置322的供液温度随湿球温度联动。

在针对循环泵3224进行节能控制时,控制器3221可以检测循环泵(例如为一次循环泵3224A)之后的板式换热器3225的一次侧出口与一次侧进口口的温度,当板式换热器3225的一次侧出口与一次侧进口口的温差低于设定值,控制循环泵(例如为一次循环泵3224A)变频运行,如此可以节约一次循环泵3224A功耗。在一些示例中,控制器3221也支持基于板式换热器3225的逼近度,对一次循环泵3224A进行节能控制。具体地,控制器3221检测到板式换热器3225的一次侧出口与二次侧进口口的温差低于板式换热器3225的逼近度,控制一次循环泵3224A变频运行,以降低一次循环泵3224A功耗。

20 控制器3221也可以检测液冷板散热控制单元326(例如是ECU)的出口与液冷门324的进口口的温度,当液冷板散热控制单元326的出口与液冷门324的进口口的温差低于设定值,降低液冷门324的进口口部署的电动阀的开度,如此可以减少二次循环泵3224B的功耗。

基于前述散热控制方法,本申请实施例还提供一种控制器3221。其中,控制器3221可以为PLC控制板,PLC控制板是一种具有微处理器的数字电子设备,用于自动化控制的数位逻辑控制器,PLC控制板可以执行控制指令(计算机可读指令),从而执行前述散热控制方法。

具体地,控制器3221包括处理器和输入输出模块,处理器可以是CPU或者是微处理器,输入输出模块可以是网卡或收发器。输入输出模块可以与冷源集成装置322中的循环泵3224、三通阀3226通信。例如,输入输出模块可接收(输入)及发送(输出)多种形态的电气或电子讯号,并使用他们来控制或监督几乎所有种类的机械与电气系统。处理器可以执行计算机可读指令,从而使得控制器3221执行前述散热控制方法。

30 进一步地,控制器3221还可以包括存储器,存储器可以存储计算机可读指令。相应地,处理器具体用于从存储器加载计算机可读指令,并执行计算机可读指令,从而使得控制器3221执行前述散热控制方法。

应当理解,在本申请中,“至少一个(项)”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,用于描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:只存在A,只存在B以及同时存在A和B三种情况,其中A,B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,“a和b”,“a和c”,“b和c”,或“a和b和c”,其中a,b,c可以是单个,也可以是多个。

40 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对本发明进行改进,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些改进或者替换,并不使相应技术方案脱离本发明各实施例技术方案的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种冷源集成装置，其特征在于，所述冷源集成装置通过液冷管路连接风液换热模式组件，以及通过液冷管路连接液液换热模式组件，所述风液换热模式组件和所述液液换热模式组件通过液冷管路连接；
- 5 所述冷源集成装置，用于通过液冷管路提供冷却液，所述冷却液流经用于对设备的第一器件散热的所述风液换热模式组件和用于对所述设备的第二器件散热的所述液液换热模式组件；
 所述冷源集成装置，还用于接收对所述第二器件散热后输出的冷却液。
2. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于，所述冷却液依次流经用于对设备的第一器件散热的所述风液换热模式组件和用于对所述设备的第二器件散热的所述液液换热模式组件。
- 10 3. 根据权利要求2所述的装置，其特征在于，所述冷源集成装置具体用于：
 补冷条件被触发时，通过液冷管路提供混合后的冷却液，所述混合后的冷却液的温度满足所述风液换热模式组件的温度要求。
4. 根据权利要求3所述的装置，其特征在于，所述冷源集成装置包括冷却塔、循环泵、三通阀和补冷冷机，所述冷却塔和所述循环泵通过液冷管路连接，所述循环泵和所述补冷冷机通过液冷管路连接，
15 所述循环泵和所述补冷冷机连接的液冷管路部署有所述三通阀；
 所述冷源集成装置具体用于：
 所述补冷条件被触发时，将所述三通阀的状态调整为三通状态，以使所述冷却塔提供的冷却液经过所述循环泵后分为两路，所述两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。
- 20 5. 根据权利要求4所述的装置，其特征在于，所述循环泵包括一次循环泵和二次循环泵，所述三通阀包括第一三通阀和第二三通阀；
 所述冷源集成装置具体用于：
 所述补冷条件被触发时，将所述第一三通阀的状态调整为三通状态，以使所述冷却塔的冷却液经过所述一次循环泵后分为两路，所述两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机的冷凝器与另一路冷却液经过
25 板式换热器后在所述冷却塔前汇合，以及将所述第二三通阀的状态调整为三通状态，以使经过所述板式换热器的冷却液在经过所述二次循环泵后分为两路，所述两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机的蒸发器后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。
6. 根据权利要求4或5所述的装置，其特征在于，补冷条件包括供液温度大于或等于预设阈值，所述冷源集成装置还包括控制器，所述控制器用于：
30 检测到所述供液温度大于或等于所述预设阈值时，控制所述三通阀的状态为三通状态，并开启所述补冷冷机。
7. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述控制器具体用于：
 根据所述供液温度、所述补冷冷机的冷却温度、所述风液换热模式组件的需求温度以及散热所需流量，确定所述三通阀的旁通流量；
35 根据所述旁通流量，确定所述三通阀的开阀比例，并按照所述开阀比例，将所述三通阀的状态调整为三通状态。
8. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述控制器还用于：
 根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度控制所述冷却塔的供液温度，然后根据所述供液温度和板式换热器的逼近度控制所述板式换热器的二次侧温度。
- 40 9. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述控制器还用于：
 根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度、板式换热器的逼近度，控制所述板式换热器的二次侧温度。
10. 根据权利要求6至9任一项所述的装置，其特征在于，所述控制器还用于：
 检测到所述液液换热模式组件的出液口与风液换热模式组件的进液口的温差低于设定值，降低所述风液换热模式组件的进液口部署的电动阀的开度。
- 45 11. 根据权利要求6至9任一项所述的装置，其特征在于，所述循环泵包括一次循环泵和二次循环

泵, 所述一次循环泵和二次循环泵之间设置有板式换热器, 所述控制器还用于:

检测到所述板式换热器的一次侧出液口与一次侧进液口的温差低于设定值, 控制所述一次循环泵变频运行; 或者,

5 检测到所述板式换热器的一次侧出液口与二次侧进液口的温差低于所述板式换热器的逼近度, 控制所述一次循环泵变频运行。

12. 一种散热系统, 其特征在于, 所述散热系统包括如图 1 至 10 任一项所述的冷源集成装置以及风液换热模式组件、液液换热模式组件, 所述冷源集成装置用于和所述风液换热模式组件、所述液液换热模式组件协同为设备散热。

13. 一种散热控制方法, 其特征在于, 应用于冷源集成装置, 所述冷源集成装置包括控制器、冷却塔、循环泵、三通阀和补冷冷机, 所述冷却塔和所述循环泵通过液冷管路连接, 所述循环泵和所述补冷冷机通过液冷管路连接, 所述循环泵和所述补冷冷机连接的液冷管路部署有所述三通阀, 所述方法包括:
所述控制器检测供液温度;

10 当所述供液温度大于或等于预设阈值时, 所述控制器控制所述三通阀的状态为三通状态, 并开启所述补冷冷机以使所述冷却塔的冷却液经过所述循环泵后分为两路, 所述两路中的一路冷却液经过所述补冷冷机后与另一路冷却液混合得到混合后的冷却液。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述控制器控制所述三通阀的状态为三通状态, 包括:

所述控制器根据所述供液温度、所述补冷冷机的冷却温度、所述风液换热模式组件的需求温度以及散热所需流量, 确定所述三通阀的旁通流量;

20 所述控制器根据所述旁通流量, 确定所述三通阀的开阀比例, 并按照所述开阀比例, 将所述三通阀的状态调整为三通状态。

15. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述循环泵包括一次循环泵和二次循环泵, 所述一次循环泵和二次循环泵之间设置有板式换热器, 所述方法还包括:

25 根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度控制所述冷却塔的供液温度, 然后根据所述供液温度和所述板式换热器的逼近度控制所述板式换热器的二次侧温度; 或者,

根据湿球温度和所述冷却塔的逼近度、所述板式换热器的逼近度, 控制所述板式换热器的二次侧温度。

16. 根据权利要求 13 至 15 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

30 检测到所述液液换热模式组件的出液口与风液换热模式组件的进液口的温差低于设定值, 降低所述风液换热模式组件的进液口部署的电动阀的开度。

17. 根据权利要求 13 至 16 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述循环泵包括一次循环泵和二次循环泵, 所述一次循环泵和二次循环泵之间设置有板式换热器, 所述方法还包括:

检测到所述板式换热器的一次侧出液口与一次侧进液口的温差低于设定值, 控制所述一次循环泵变频运行; 或者,

35 检测到所述板式换热器的一次侧出液口与二次侧进液口的温差低于所述板式换热器的逼近度, 控制所述一次循环泵变频运行。

18. 一种控制器, 其特征在于, 所述控制器包括处理器和输入输出单元, 所述输入输出单元用于和冷源集成装置中的三通阀通信, 所述处理器用于执行计算机可读指令, 从而使得所述控制器执行如权利要求 13 至 16 任一项所述的散热控制方法。

40 19. 根据权利要求 18 所述的控制器, 其特征在于, 所述控制器还包括存储器, 所述处理器具体用于: 从所述存储器加载所述计算机可读指令, 并执行所述计算机可读指令。