



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104582416 B

(45)授权公告日 2017. 11. 24

(21)申请号 201310503792.X

(22)申请日 2013.10.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104582416 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(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 刘云举 吕权明 肖俊菲

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 郝传鑫 熊永强

(51)Int.Cl.
H05K 7/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 1625329 A,2005.06.08,
CN 102422230 A,2012.04.18,
CN 1625328 A,2005.06.08,
US 6182742 B1,2001.02.06,

审查员 郑佩

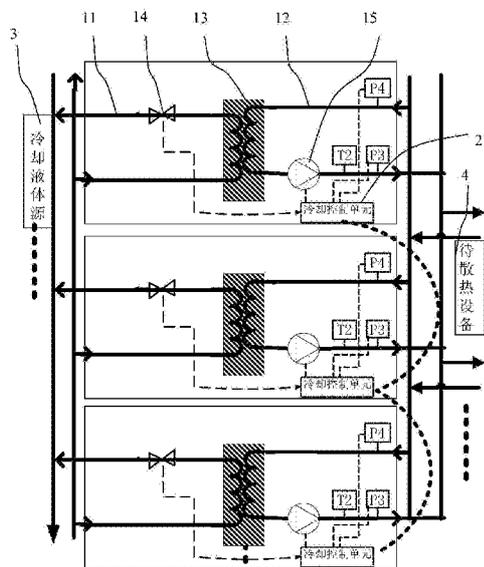
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

一种液体冷却系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种液体冷却系统及其控制方法。液体冷却系统包括至少两个二级液体循环回路和冷却控制装置。二级液体循环回路上设有用于控制液体流动的循环泵及用于获取液体采样数据的传感装置。控制方法包括：通过液体冷却系统的传感装置获取液体采样数据；通过冷却控制装置实现各传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据，计算出循环泵的一循环调控值；通过冷却控制装置将循环调控值发送给各循环泵，使其以循环调控值运行，从而使各二级液体循环回路在统一运行状态下运行；当其中一个二级液体循环回路的液体状况发生变化时，可对所有二级液体循环回路上的循环泵进行同时调整，以达到系统平衡状态。



1. 一种液体冷却系统,其特征在于,包括冷却控制装置和用于对待散热设备进行散热的至少两个二级液体循环回路;所述至少两个二级液体循环回路并联连通,各所述二级液体循环回路上设有用于控制液体流动的循环泵及用于获取液体采样数据的传感装置;所述冷却控制装置电连接于各所述传感装置及各所述循环泵,所述冷却控制装置用于实现所述至少两个二级液体循环回路的传感装置的液体采样数据的共享和分析处理所述至少两个二级液体循环回路的传感装置的液体采样数据,并向所述至少两个二级液体循环回路的循环泵发送相同的控制信号,以控制所述至少两个二级液体循环回路的循环泵处于相同的运行状态。

2. 根据权利要求1所述的液体冷却系统,其特征在于,所述冷却控制装置包括至少两个冷却控制单元;各所述冷却控制单元与各二级液体循环回路一一对应;各所述冷却控制单元之间电连接并共享数据;

所述冷却控制单元包括数据采集模块、数据滤波模块、信号控制模块及通讯模块;所述数据采集模块用于接收所述传感装置获取的液体采样数据,所述数据滤波模块用于对所述液体采样数据进行滤波,所述信号控制模块用于分析处理所述液体采样数据并向循环泵发出控制信号,所述通讯模块用于控制各冷却控制单元之间的数据传输;所述数据采集模块接收到的液体采样数据经所述数据滤波模块滤波后发送至所述信号控制模块,所述信号控制模块对所述液体采样数据进行分析处理,并通过所述通讯模块实现各冷却控制单元间的数据共享,所述信号控制模块向各所述循环泵发出控制信号以控制各所述循环泵的运行状态。

3. 根据权利要求1所述的液体冷却系统,其特征在于,冷却控制装置包括至少两个数据采集单元、及监控板,所述数据采集单元与所述二级液体循环回路一一对应,所述数据采集单元电连接至对应的所述二级液体循环回路的传感装置,用于收集液体采样数据;各所述数据采集单元均电连接至所述监控板,以将液体采样数据发送至监控板;所述监控板用于对所述液体采样数据进行分析处理;所述监控板电连接至所有所述二级液体循环回路的循环泵,以向各所述循环泵发出控制信号。

4. 一种液体冷却系统的控制方法,应用于权利要求1至3任一项所述的液体冷却系统,其特征在于,所述控制方法包括以下步骤:

通过所述液体冷却系统的传感装置采集各二级液体循环回路中的液体采样数据;

通过所述液体冷却系统的冷却控制装置实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并根据所述液体采样数据计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的一循环调控值;

将所述循环调控值由所述冷却控制装置发送给各二级液体循环回路上的循环泵,使各所述二级液体循环回路上的循环泵均以所述循环调控值运行。

5. 根据权利要求4所述的液体冷却系统的控制方法,其特征在于,所述冷却控制装置包括至少两个冷却控制单元的情况下,所述二级液体循环回路与所述冷却控制单元一一对应配合,各所述冷却控制单元之间电连接并共享数据,一个冷却控制单元为主机,其余冷却控制单元为从机;

在通过所述液体冷却系统的冷却控制装置实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并根据各所述液体采样数据计算出与所述二级液体循

环回路的循环泵相对应的循环调控值的步骤中,各所述二级液体循环回路采用各自的冷却控制单元采集液体采样数据;通过各所述从机将收集到的液体采样数据发送至所述主机;通过所述主机对各液体采样数据进行分析处理,并根据各液体采样数据计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值;

在将所述循环调控值由所述冷却控制装置发送给各二级液体循环回路上的循环泵,使各所述二级液体循环回路上的循环泵均以所述循环调控值运行的步骤中,将所述循环调控值通过所述主机发送至各所述从机,通过所述主机及各所述从机控制其对应的循环泵按所述循环调控值运行。

6. 根据权利要求4所述的液体冷却系统的控制方法,其特征在于,在所述冷却控制装置包括至少两个数据采集单元、及监控板的情况下,所述数据采集单元与所述二级液体循环回路一一对应配合,各所述数据采集单元均电连接至所述监控板;

在通过所述液体冷却系统的冷却控制装置实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值的步骤中,将各传感装置采集的液体采样数据通过各数据采集单元发送至所述监控板实现液体采样数据共享;通过所述监控板对各液体采样数据进行统一分析处理,计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值;

在将所述循环调控值由所述冷却控制装置发送给各二级液体循环回路上的循环泵,使各所述二级液体循环回路上的循环泵均以所述循环调控值运行的步骤中,采用所述监控板执行该步骤。

7. 根据权利要求4所述的液体冷却系统的控制方法,其特征在于,所述控制方法还包括步骤:对各二级液体循环回路分别进行故障扫描及处理;

所述对各二级液体循环回路分别进行故障扫描及处理的步骤进一步包括以下步骤:

判断收集到的液体采样数据是否超出允许的误差范围;若收集到的液体采样数据超出允许的误差范围,则与超出允许误差范围的液体采样数据相对应的二级液体循环回路出现故障;提供至少一个备份二级液体循环回路,将出现故障的二级液体循环回路切换为所述备份二级液体循环回路。

8. 根据权利要求7所述的液体冷却系统的控制方法,其特征在于,所述对各二级液体循环回路分别进行故障扫描及处理的步骤还包括:检测所述备份二级液体循环回路是否正常;

在所述备份二级液体循环回路为一个的情况下,若所述备份二级液体循环回路异常,则进行故障报警;

在所述备份二级液体循环回路为两个或两个以上的情况下,若被检测的一备份二级液体循环回路异常,则切换至下一备份二级液体循环回路。

9. 根据权利要求4所述的液体冷却系统的控制方法,其特征在于,所述二级液体循环回路为三个或三个以上,所述控制方法还包括:

将所述液体冷却系统的运行时间分为多段预设时间,前一段预设时间与后一段预设时间为所述多段预设时间中两段连续的时间段;

在前一段预设时间内,选择预设数目的二级液体循环回路作为备用停止运行;启动其余二级液体循环回路运行以待散热设备散热;所述预设数目为至少一个;

在后一段预设时间内,启动在所述前一段预设时间内作为备用的二级液体循环回路运行为待散热设备散热,从在所述前一段预设时间内运行的二级液体循环回路中选择所述预设数目的二级液体循环回路作为备用停止运行。

10. 根据权利要求4所述的液体冷却系统的控制方法,其特征在于,各所述二级液体循环回路中均连接有热交换器,各所述热交换器上均设有制冷装置;

所述液体采样数据还包括液体温度;

所述控制方法还包括:通过所述冷却控制装置计算出与制冷装置相对应的一制冷调控值;将所述制冷调控值由所述冷却控制装置发送给各所述制冷装置,使各所述制冷装置均以所述制冷调控值运行。

一种液体冷却系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及液体冷却领域,尤其涉及一种液体冷却系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着电子元器件体积的不断减小,以及性能和速度的不断提升,芯片的能耗和发热功耗也越来越大,电子元器件散热情况的优劣以及器件表面的温度均匀性直接影响到器件的性能和长期可靠性。风扇散热器是传统的散热方式,随着ICT的融合,功耗不断提升,风扇散热也在转速和尺寸等方面进行了改进,但是风冷散热不能无限制的增加散热能力,且伴随着比较突出的噪音问题,因此,液体冷却技术的发展可以弥补这样一个空缺。当前液体冷却已经在数据中心,服务器,个人PC等多个领域展开应用。

[0003] 针对大功耗散热设备,需要多台液冷单元(LCU)进行散热,现有技术中通常将多台液冷单元并联连接,各液冷单元采用各自独立的控制单元进行控制。冷却控制单元采集液冷单元内的液体数据如液体压力、流量、温度等,根据采集到的液体数据对循环泵进行实时控制。该技术方案存在以下缺点。首先,该技术方案不支持均流调节,多台LCU管路中的液体流量有可能不均匀,当其中一台LCU中的循环泵高速旋转,另外一台LCU中的循环泵低速甚至部运转时,会产生循环泵坏掉的风险,引起可靠性问题。第二,由于各液冷单元之间并联,各控制单元的动作都会对整个散热系统的液体流量产生影响,由于各控制单元分别对相应的液冷单元进行控制,当其中一个控制单元动作时必然会引起另外的控制单元的动作,会引发循环泵和阀门调节的震荡问题,频繁震荡对于整个散热系统的整体平衡不利,同时会导致循环泵和阀门寿命缩短,震荡引起的液体问题震荡会导致待散热设备的性能下降和寿命问题;第三,对LCU精细化的节能管理不利,循环泵的能耗和其转速的三次方成正比,多台循环泵共同运行时,各循环泵的转速不同步且频繁调整会增加能量损耗;第四,多台LCU的调节阀如果各自调节,会导致整个系统无法稳定,阀门的循环调控制出现震荡,无法稳定,进而极大的缩短调节阀的寿命。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种液体冷却系统及其控制方法,可有效保证液体冷却系统运行的稳定性,提高使用寿命,并可对待散热设备进行有效稳定的散热。

[0005] 根据本发明的第一方面,本发明的实施例提供了一种液体冷却系统,括冷却控制装置和用于对待散热设备进行散热的至少两个二级液体循环回路;所述至少两个二级液体循环回路并联连通,各所述二级液体循环回路上设有用于控制液体流动的循环泵及用于获取液体采样数据的传感装置;所述冷却控制装置电连接于各所述传感装置及各所述循环泵,所述冷却控制装置用于实现所述至少两个二级液体循环回路的传感装置的液体采样数据的共享和分析处理所述至少两个二级液体循环回路的传感装置的液体采样数据,并向所述至少两个二级液体循环回路的循环泵发送相同的控制信号,以控制所述至少两个二级液体循环回路的循环泵处于相同的运行状态。

[0006] 在第一方面的第一种可能的实现方式中,所述冷却控制装置包括至少两个冷却控制单元;各所述冷却控制单元与各二级液体循环回路一一对应;各所述冷却控制单元之间电连接并共享数据;

[0007] 所述冷却控制单元包括数据采集模块、数据滤波模块、信号控制模块及通讯模块;所述数据采集模块用于接收所述传感装置获取的液体采样数据,所述数据滤波模块用于对所述液体采样数据进行滤波,所述信号控制模块用于分析处理所述液体采样数据并向循环泵发出控制信号,所述通讯模块用于控制各冷却控制单元之间的数据传输;所述数据采集模块接收到的液体采样数据经所述数据滤波模块滤波后发送至所述信号控制模块,所述信号控制模块对所述液体采样数据进行分析处理,并通过所述通讯模块实现各冷却控制单元之间的数据共享,所述信号控制模块向各所述循环泵发出控制信号以控制各所述循环泵的运行状态。

[0008] 在第一方面的第二种可能的实现方式中,冷却控制装置包括至少两个数据采集单元、及监控板,所述数据采集单元与所述二级液体循环回路一一对应,所述数据采集单元电连接至对应的所述二级液体循环回路的传感装置,用于收集液体采样数据;各所述数据采集单元均电连接至所述监控板,以将液体采样数据发送至监控板;所述监控板用于对所述液体采样数据进行分析处理;所述监控板电连接至所有所述二级液体循环回路的循环泵,以向各所述循环泵发出控制信号。

[0009] 根据第二方面,本发明的实施例还提供了一种液体冷却系统的控制方法,应用于前述的液体冷却系统,所述控制方法包括以下步骤:

[0010] 通过所述液体冷却系统的传感装置采集各二级液体循环回路中的液体采样数据;

[0011] 通过所述液体冷却系统的冷却控制装置实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并根据所述液体采样数据计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的一循环调控值;

[0012] 将所述循环调控值由所述冷却控制装置发送给各二级液体循环回路上的循环泵,使各所述二级液体循环回路上的循环泵均以所述循环调控值运行。

[0013] 在第二方面的第一种可能的实现方式中,所述冷却控制装置包括至少两个冷却控制单元的情况下,所述二级液体循环回路与所述冷却控制单元一一对应配合,各所述冷却控制单元之间电连接并共享数据,一个冷却控制单元为主机,其余冷却控制单元为从机;

[0014] 在通过所述液体冷却系统的冷却控制装置实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并根据各所述液体采样数据计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值的步骤中,各所述二级液体循环回路采用各自的冷却控制单元采集液体采样数据;通过各所述从机将收集到的液体采样数据发送至所述主机;通过所述主机对各液体采样数据进行分析处理,并根据各液体采样数据计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值;

[0015] 在将所述循环调控值由所述冷却控制装置发送给各二级液体循环回路上的循环泵,使各所述二级液体循环回路上的循环泵均以所述循环调控值运行的步骤中,将所述循环调控值通过所述主机发送至各所述从机,通过所述主机及各所述从机控制其对应的循环泵按所述循环调控值运行。

[0016] 在第二方面的第二种可能的实现方式中,在所述冷却控制装置包括至少两个数据

采集单元、及监控板的情况下,所述数据采集单元与所述二级液体循环回路一一对应配合,各所述数据采集单元均电连接至所述监控板;

[0017] 在通过所述液体冷却系统的冷却控制装置实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值的步骤中,将各传感装置采集的液体采样数据通过各数据采集单元发送至所述监控板实现液体采样数据共享;通过所述监控板对各液体采样数据进行统一分析处理,计算出与所述二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值;

[0018] 在将所述循环调控值由所述冷却控制装置发送给各二级液体循环回路上的循环泵,使各所述二级液体循环回路上的循环泵均以所述循环调控值运行的步骤中,采用所述监控板执行该步骤。

[0019] 在第二方面的第三种可能的实现方式中,所述控制方法还包括步骤:对各二级液体循环回路分别进行故障扫描及处理;

[0020] 所述对各二级液体循环回路分别进行故障扫描及处理的步骤进一步包括以下步骤:

[0021] 判断收集到的液体采样数据是否超出允许的误差范围;若收集到的液体采样数据超出允许的误差范围,则与超出允许误差范围的液体采样数据相对应的二级液体循环回路出现故障;提供至少一个备份二级液体循环回路,将出现故障的二级液体循环回路切换为所述备份二级液体循环回路。

[0022] 结合第二方面的第三种可能的实现方式,在第二方面的第四种可能的实现方式中,所述对各二级液体循环回路分别进行故障扫描及处理的步骤还包括:检测所述备份二级液体循环回路是否正常;

[0023] 在所述备份二级液体循环回路为一个的情况下,若所述备份二级液体循环回路异常,则进行故障报警;

[0024] 在所述备份二级液体循环回路为两个或两个以上的情况下,若被检测的一备份二级液体循环回路异常,则切换至下一备份二级液体循环回路。

[0025] 在第二方面的第五种可能的实现方式中,所述二级液体循环回路为三个或三个以上,所述控制方法还包括:

[0026] 将所述液体冷却系统的运行时间分为多段预设时间,前一段预设时间与后一段预设时间为所述多段预设时间中两段连续的时间段;

[0027] 在前一段预设时间内,选择预设数目的二级液体循环回路作为备用停止运行;启动其余二级液体循环回路运行为待散热设备散热;所述预设数目为至少一个;

[0028] 在后一段预设时间内,启动在所述前一段预设时间内作为备用的二级液体循环回路运行为待散热设备散热,从在所述前一段预设时间内运行的二级液体循环回路中选择所述预设数目的二级液体循环回路作为备用停止运行。

[0029] 在第二方面的第六种可能的实现方式中,所各所述二级液体循环回路中均连接有热交换器,各所述热交换器上均设有制冷装置;

[0030] 所述液体采样数据还包括液体温度;

[0031] 所述控制方法还包括:通过所述冷却控制装置计算出与制冷装置相对应的一制冷调控值;将所述制冷调控值由所述冷却控制装置发送给各所述制冷装置,使各所述制冷装

置均以所述制冷调控值运行。

[0032] 本发明实施例提供的液体冷却系统及其控制方法,利用冷却控制装置实现各液体采样数据的共享及统一分析处理,并发送相同的循环调控值至各循环泵;实现各循环泵的同步控制,使各二级液体循环回路在相同运行状态下运行;当其中一个二级液体循环回路的液体状况发生变化时,可对所有二级液体循环回路上的循环泵进行同时调整,以达到系统平衡状态,从而避免对循环泵调整的震荡问题,延长循环泵的寿命,提升整个散热设备的性能和寿命,保证对待散热设备进行有效稳定的散热。

附图说明

[0033] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0034] 图1是本发明第一实施例提供的液体冷却系统的示意图;

[0035] 图2是本发明提供的对图1中液体冷却系统的控制方法的流程图;

[0036] 图3是本发明第二实施例提供的液体冷却系统的示意图;

[0037] 图4是本发明提供的对图3中液体冷却系统的控制方法的流程图;

[0038] 图5是本发明提供的主从机确定方法的流程图;

[0039] 图6是本发明第三实施例提供的液体冷却系统的示意图;

[0040] 图7是本发明提供的对图6中液体冷却系统的控制方法的流程图;

[0041] 图8是本发明第四实施例提供的液体冷却系统的示意图。

具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0043] 请参见图1,为本发明液体冷却系统的第一实施例,包括冷却控制装置2和用于对待散热设备进行散热的至少两个二级液体循环回路12。

[0044] 所述至少两个二级液体循环回路12之间并联。各所述二级液体循环回路12中均连接有热交换器13,各所述热交换器13上均设有制冷装置。本实施例中,制冷装置为一级液体循环回路11。本实施例中,二级液体循环回路12为三个,相应地,热交换器13及一级液体循环回路11亦为三个。

[0045] 各一级液体循环回路11并联连通,并共用冷却液体源3,冷却液体源3可以为一个,亦可以为两个或两个以上。热交换器13设置在一级液体循环回路11与二级液体循环回路12之间,用于一级液体循环回路11与二级液体循环回路12之间的热量交换并将二者内的液体循环水分离。一级液体循环回路11中的液体可通过热交换器13将二级液体循环回路12中液体的热量带走。各所述二级液体循环回路12并联连通,各二级液体循环回路12中的液体回流后提供给待散热设备4,并带走待散热设备4的热量。各二级液体循环回路12可以为一个待散热设备4散热,亦可为两个或更多待散热设备4散热。

[0046] 一级液体循环回路11上设有阀门14,通过控制阀门14的开度大小可控制一级液体

循环回路11中液体的流量,从而控制二级液体循环回路12中流向待散热设备4的液体的温度。本实施例中,阀门14采用比例阀,比例阀的开度调控值即电压值,调整比例阀的电压,使其达到一定开度,实现控制一级液体循环回路11的流量,达到调整二级液体循环回路12液体温度的目的。此处,阀门14亦可为伺服阀等通过控制电信号即可控制其开度。

[0047] 二级液体循环回路12上设有用于控制液体流动的循环泵15及用于获取液体采样数据的传感装置。通过控制循环泵15的运转控制二级液体循环回路12中液体的流量。本实施例中,循环泵15为变频泵,通过控制变频泵的频率即可控制二级循环回路中液体的流速,从而达到控制液体流量的目的。此处,在其他的实施方式中,循环泵15亦可为水泵或者步进电机控制的水泵。

[0048] 液体采样数据包括液体流量及液体压力中的至少一个、及液体温度。在本实施例中,传感装置包括温度传感器T2和压力传感器P3、P4,温度传感器T2用于获取液体温度,且设置在二级液体循环回路12上流向待散热设备4的位置,可获取二级液体循环回路12中流入待散热设备4的液体温度。此处,温度传感器T2亦可设置在二级液体循环回路12上从待散热设备4流出的位置,以获取二级液体循环回路12中从待散热设备4流出的液体温度,保证各温度传感器在各二级液体循环回路12上的位置相同、即获取各二级液体循环回路12相同位置的液体温度即可。压力传感器为两个,分别设置在二级液体循环回路12上流向待散热设备4及从待散热设备4流出的位置,用于获取流向待散热设备4的第一液体压力值和从待散热设备4处流回的第二液体压力值。

[0049] 此处,由于液体压力和液体流量之间可以相互转换,所需采集的液体压力可替换为液体流量,压力传感器可以替换为流量计。同样液体流量包括二级液体循环回路12中流向待散热设备4的第一液体流量和从待散热设备4流回的第二液体流量。分别计算各二级液体循环回路12的第一液体流量和第二液体流量。

[0050] 所述冷却控制装置2电连接于各所述传感装置、各所述循环泵15及各所述阀门14,冷却控制装置2用于实现所述至少两个二级液体循环回路12的传感装置的液体采样数据的共享和分析处理所述至少两个二级液体循环回路12的传感装置的液体采样数据,并向各所述循环泵15发送相同的控制信号,以控制所有循环泵15处于相同的运行状态;同时,向各所述阀门14发出相同的控制信号,以控制所有阀门14处于相同的运行状态,使各循环泵15运行状态相同、各阀门14的开度相同。

[0051] 如图2所示,对本实施例中的液体冷却系统的控制方法包括以下步骤。

[0052] S101、通过液体冷却系统的传感装置采集各二级液体循环回路12中的液体采样数据。液体采样数据包括液体流量及液体压力中的至少一个、以及液体温度。由于液体流量和液体压力之间可根据二级液体循环回路12所用的管道数据进行互换,故采集其中任一种即可,本实施例中对液体压力进行采集,当然为了保证准确性亦可同时采集液体流量和液体压力。本实施例中,液体温度为二级液体循环回路12中流向待散热设备4的液体温度。液体压力包括二级液体循环回路12中流向待散热设备4的第一液体压力和从待散热设备4流回的第二液体压力。

[0053] S102、所述液体冷却系统的冷却控制装置2实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并根据所有所述液体采样数据计算出:与二级液体循环回路的循环泵15相对应的一循环调控值、及与一级液体循环回路的阀门14相对应的

一开度调控值。循环调控值为可控制循环泵15工作效率的信号值,如循环泵15为变频泵时,循环调控值即为相应的变频泵频率值。开度调控值为可控制阀门14开度的信号值,如阀门14为比例阀时,开度调控值即为相应的比例阀的电压值。

[0054] 循环调控值的计算方法如下,对各二级液体循环回路12的第一液体压力值和第二压力值进行差值计算,计算出各二级液体循环回路12的液体压力差值。再对各二级液体循环回路12的液体压力差值计算液体压力差均值,并将该液体压力均值与液体压力的预设压力差目标值进行对比分析,计算出循环泵15的循环调控值。本实施例中,计算出变频泵的频率值。预设压力差目标值为液体冷却系统达到最佳运行状态时的液体压力差。此处,若各二级液体循环回路12上仅采集一个液体压力值,各二级液体循环回路12的采集点相同,则直接对各二级液体循环回路12的液体压力值取平均值,再将该均值与预设目标值相比计算出循环泵15的循环调控值。

[0055] 开度调控值的计算方法如下:对各二级液体循环回路12的液体温度进行均值计算,根据温度均值和预设温度目标值计算出开度调控值。本实施例中,计算出比例阀的电压值。预设温度目标值为液体冷却系统达到最佳运行状态时的液体温度。

[0056] 此处,循环调控值与开度调控值的计算方法并不局限于上述方法。比如,上述液体温度亦可作为影响循环调控值的因素,即循环调控值的计算结果与液体温度亦可具有联系,通过控制二级液体循环回路中的液体流量来控制热交换速度,从而影响液体温度。

[0057] S103、将循环调控值由冷却控制装置发送给各二级液体循环回路12上的循环泵15,使各二级液体循环回路12上的循环泵15均以所述循环调控值运行;将开度调控值发送给各一级液体循环回路11上的阀门14,使各一级液体循环回路11上的阀门14均以所述开度调控值运行。通过控制循环泵15控制二级液体循环回路12中液体的流量。通过对阀门14的控制,即可控制一级液体循环回路11中液体的流量,以控制一级液体循环回路11从二级液体循环回路12中带走的热量,从而控制二级液体循环回路12中的液体温度,达到调整二级液体循环回路12液体温度的目的。

[0058] 通过以上步骤,利用冷却控制装置2实现各液体采样数据的共享及统一分析处理,并发送相同的循环调控值或开度调控值至各循环泵15或各阀门14;实现各循环泵15及阀门14的同步控制,使各一级液体循环回路11及二级液体循环回路12在统一运行状态下运行,从而使得各二级液体循环回路12中的液体流量及温度相同,降低循环泵15及阀门14损坏的风险,提升可靠性;有利于系统整体控制的平衡,避免单独控制引发的循环泵15和阀门14调节的震荡,延长循环泵15和阀门14的寿命,提升整个散热设备的性能和寿命,保证对待散热设备4进行有效稳定的散热。

[0059] 如图3所示,为本发明液体冷却系统的第二实施例,包括冷却控制装置2和用于对待散热设备进行散热的至少两个二级液体循环回路12。所述至少两个液体循环回路12之间并联。各所述二级液体循环回路12中均连接有热交换器13,各所述热交换器上均设有制冷装置,制冷装置为一级液体循环回路11。本实施例中除冷却控制装置2以外的部件均与第一实施例相同,此处不再赘述,本实施例仅对冷却控制装置2进行具体描述。

[0060] 冷却控制装置2包括至少两个冷却控制单元21。各冷却控制单元21之间电连接并共享数据。各冷却控制单元21与各所述二级液体循环回路12一一对应配合。冷却控制单元21包括数据采集模块、数据滤波模块、信号控制模块、及通讯模块。数据采集模块用于接收

所述传感装置获取的液体采样数据,数据滤波模块用于对液体采样数据进行滤波,信号控制模块用于分析处理液体采样数据并向阀门14及循环泵15发出控制信号,通讯模块用于控制各冷却控制单元21之间的数据传输。数据采集模块接收到的液体采样数据经所述数据滤波模块滤波后发送至信号控制模块,信号控制模块对液体采样数据进行分析处理,并通过通讯模块实现各冷却控制单元21间的数据共享,信号控制模块向各阀门14及循环泵15发出控制信号可控制各阀门14及循环泵15的运行状态。

[0061] 本实施例中,信号控制模块对各个二级液体循环回路12的液体采样数据进行均值处理,并将均值与预设目标值计算出变频泵的频率值。预设目标值可以为液体冷却系统达到最佳运行状态时的液体数据。

[0062] 冷却控制单元21之间可以通过通讯总线连接亦可通过无线传输连接。传感装置的压力传感器P3、P4与温度传感器T2都可采用通讯总线或者无线电连接至冷却控制单元21。

[0063] 进一步,液体冷却系统还包括至少一个用于备份的二级液体循环回路12,使得本实施例中的二级液体循环回路12为至少三组。冷却控制单元21还包括自诊断模块,用于识别相应的二级液体循环回路12的故障。利用该自诊断模块判断收集到的液体采样数据是否超出允许的误差范围,并启动预定故障处理机制。

[0064] 相应地,如图4所示,本发明提供了第二实施例中液体冷却系统的控制方法,其包括以下步骤。

[0065] S201、确定一个冷却控制单元为主机,其余冷却控制单元为从机。

[0066] 在本实施例中,如图5所示,各冷却控制单元21启动后,各冷却控制单元21进行地址初始化,获取地址,再互相获取其他冷却控制单元21的序列号,判断序列号的大小,序列号最小的冷却控制单元21为主机,其余冷却控制单元21为从机,从而可以快速确定主从机。此处,作为另外的实施方式,亦可将序列号最大的冷却控制单元21作为主机,其余为从机;或者采用其他方法确定主从机。

[0067] S202、各所述二级液体循环回路采用各自的冷却控制单元21采集液体采样数据。

[0068] S203、通过各所述从机将收集到的液体采样数据发送至所述主机实现各从机与主机之间共享液体采样数据。液体采样数据包括液体流量及液体压力中的至少一个、以及液体温度。本实施例中,液体采样数据包括液体压力及液体温度。液体温度为二级液体循环回路12中流向待散热设备4的液体温度。液体压力包括二级液体循环回路12中流向待散热设备4的第一液体压力和从待散热设备4流回的第二液体压力。

[0069] S204、通过主机对各液体采样数据进行统一分析处理,并根据各液体采样数据计算与二级液体循环回路的循环泵15相对应的一循环调控值,同时根据各液体采样数据计算与一级液体循环回路中的阀门14相对应的一开度调控值。

[0070] 循环调控值的计算方法如下:主机获取其自身及各从机采集的第一液体压力值和第二压力值;主机计算出各二级液体循环回路12的液体压力差值;主机对各二级液体循环回路12的液体压力差值计算液体压力均值,并将该液体压力均值与液体压力的预设目标值进行对比分析,计算出循环泵15的循环调控值。

[0071] 开度调控值的计算方法如下:主机获取主机及从机采集的液体温度,对各液体温度进行均值机选,根据温度均值和预设温度目标值计算出开度调控值。

[0072] S205、将所述循环调控值及开度调控值通过所述主机发送至各所述从机,通过所

述主机及各所述从机控制其对应的循环泵15按所述循环调控值运行、并控制与之对应的阀门14按所述开度调控值运行。

[0073] S206、对各二级液体循环回路12分别进行故障扫描及处理。其具体包括如下步骤：

[0074] 判断收集到的液体采样数据是否超出允许的误差范围；具体地，可以设定失效比例系数，将液体采样值与预设值进行差值计算，若差值大于预设值与失效比例系数的乘积，则表示超出允许的误差范围，该二级液体循环回路12出现故障；反之则为正常。

[0075] 若收集到的液体采样数据超出允许的误差范围，则与超出允许误差范围的液体采样数据相对应的二级液体循环回路出现故障，则启动预定故障处理机制，即，提供至少一个备份二级液体循环回路，将出现故障的二级液体循环回路切换为所述备份二级液体循环回路。

[0076] 对备份二级液体循环回路进行检测，检测该备份二级液体循环回路是否正常，若正常，将出现故障的二级液体循环回路12切换为备份二级液体循环回路12。反之寻找下一台备份二级液体循环回路12进行检测。当然，在其他的实施方式中，亦可先进行切换，该备份二级液体循环回路12运行后，再检测其是否可以正常运行。

[0077] 在所述备份二级液体循环回路为一个的情况下，若所述备份二级液体循环回路异常，则进行故障报警。在所述在所述备份二级液体循环回路为两个或两个以上的情况下，若被检测的一备份二级液体循环回路异常，则切换至下一备份二级液体循环回路。在切换下一备份二级液体循环回路时，亦可进行初步的检测，以检测该备份二级液体循环回路是否正常。

[0078] 本步骤中的故障扫描及处理可通过在冷却控制单元21中设置自诊断模块来实现。

[0079] 本实施例中，所述二级液体循环回路12为三组或三组以上，所述液体冷却系统的控制方法还包括以下步骤。

[0080] 将所述液体冷却系统的运行时间分为多段预设时间，前一段预设时间与后一段预设时间为所述多段预设时间中两段连续的时间段。

[0081] 在前一段预设时间内，选择预设数目的二级液体循环回路作为备用停止运行；启动其余二级液体循环回路运行为待散热设备散热；所述预设数目为至少一个。

[0082] 在后一段预设时间内，启动在所述前一段预设时间内作为备用的二级液体循环回路运行为待散热设备散热，从在所述前一段预设时间内运行的二级液体循环回路中选择所述预设数目的二级液体循环回路作为备用停止运行。

[0083] 通过上述方法使得整个系统运行过程中始终具有预设数目的二级液体循环回路处于停止运行的备用状态，多个二级液体循环回路循环处于运行状态，避免某一二级液体循环回路长时间始终处于运行状态而影响其可靠性，从而进一步保证整个液体冷却系统运行的可靠性；同时当处于运行状态的二级液体循环回路出现故障时，可启动备用的二级液体循环回路，以保证整个液体冷却系统的正常运行。此处，该方法亦可运用到前述第一实施例或其他实施例中。

[0084] 如图6所示，为本发明液体冷却系统的第三实施例，包括至少两个二级液体循环回路12和冷却控制装置2。本实施例中除冷却控制装置2以外的部件均与第一实施例相同，此处不再赘述，本实施例仅对冷却控制装置2进行具体描述。

[0085] 冷却控制装置2包括至少两个数据采集单元22及监控板，所述数据采集单元22与

所述二级液体循环回路12一一对应,数据采集单元22电连接至对应的二级液体循环回路的传感装置,用于收集液体采样数据。各所述数据采集单元22均电连接至所述监控板,以将液体采样数据发送至监控板,从而实现各数据采集单元22之间的数据共享。所述监控板用于对所述液体采样数据进行分析处理;所述监控板电连接至循环泵15及阀门14,以向所述循环泵15及阀门14发出控制信号。

[0086] 监控板为两个,分别为主监控板23和备份监控板24,在正常情况下,利用主监控板23实现对整个液体冷却系统的控制,当主监控板23出现故障时,可启动备份监控板24实现对整个液体冷却系统的控制,以避免主监控板23故障影响整个液体冷却系统的运行。

[0087] 相应地,如图7所示,本发明提供了第三实施例的液体冷却系统的控制方法,该控制方法包括以下步骤:

[0088] S301、通过所述液体冷却系统的传感装置采集各二级液体循环回路12中的液体采样数据;

[0089] S302、将各传感装置获取的液体采样数据通过各数据采集单元22发送至所述主监控板23实现液体采样数据共享;

[0090] S303、通过主监控板23对各液体采样数据进行统一分析处理,计算出与二级液体循环回路的循环泵相对应的循环调控值,同时计算出与一级液体循环回路上的阀门14相对应的开度调控值。其计算方法与前述实施例相同,在此不再赘述。

[0091] S304、通过主监控板23将循环调控值发送给各二级液体循环回路12上的循环泵15,控制循环泵15按所述循环调控值运行;通过主监控板23将开度调控值发送给各一级液体循环回路11上的阀门14,控制阀门14按所述开度调控值运行。从而使得各循环泵15处于相同的运行状态、各阀门14处于相同的运行状态。

[0092] S305、所述主监控板23对其自身进行故障扫描,当主监控板23出现故障时,将主监控板23切换为备份监控板24。

[0093] 在本实施例中,各二级液体循环回路12仅配备数据采集单元22,可降低成本,简化整个二级液体循环回路12的结构,同时便于控制。采用两个监控板,可有效防止监控板故障失效对整个液体冷却系统的影响,保证对待散热设备4进行有效稳定的散热。

[0094] 在上述三种实施例中,若一级循环回路上没有设置阀门14,则可不设置温度传感器采集液体温度,同时无需对阀门14进行控制。

[0095] 如图8所示,为本发明液体冷却系统的第四实施例,包括用于对待散热设备进行散热的至少两个二级液体循环回路12和冷却控制装置2。

[0096] 各所述二级液体循环回路12中均连接有热交换器13,各所述热交换器13上均设有制冷装置,制冷装置为风扇19,以将二级液体循环回路12的热量散发出去。

[0097] 二级液体循环回路12的其他结构及冷却控制装置2的结构与前述第一实施例相同,此处不再赘述。

[0098] 对本第四实施例中的液体冷却系统的控制方法包括以下步骤。

[0099] S401、通过液体冷却系统的传感装置采集各二级液体循环回路12中的液体采样数据。液体采样数据包括液体流量及液体压力中的至少一个、以及液体温度。

[0100] S402、通过所述液体冷却系统的冷却控制装置2实现各所述传感装置的液体采样数据的共享和分析处理各所述液体采样数据,并根据所有所述液体采样数据计算出:与二

级液体循环回路的循环泵15相对应的一循环调控值、及与风扇19相对应的一转速调控值。。循环调控值为可控制循环泵15工作效率的信号值,如循环泵15为变频泵时,循环调控值即为相应的变频泵频率值。转速调控值为可控制风扇19转速的信号值。

[0101] 转速调控值的计算方法同第一实施例中阀门的开度调控值的计算方法:对各二级液体循环回路12的液体温度进行均值计算,根据温度均值和预设温度目标值计算出转速调控值。

[0102] S403、将循环调控值由冷却控制装置发送给各二级液体循环回路12上的循环泵15,使其均以所述循环调控值运行;将转速调控值发送给各风扇19,使其均以所述转速调控值运行。通过控制循环泵15控制二级液体循环回路12中液体的流量。通过对风扇19的控制,以控制一级液体循环回路11从二级液体循环回路12中带走的热量,从而控制二级液体循环回路12中的液体温度,达到调整二级液体循环回路12液体温度的目的。同时各风扇19的转速一致,可以避免风扇19的震荡,有益于降低风扇的噪声和提高风扇的寿命。

[0103] 通过以上步骤,利用冷却控制装置2实现各液体采样数据的共享及统一分析处理,并发送相同的循环调控值或开度调控值至各循环泵15或各风扇19;实现各循环泵15及风扇19的同步控制,使各风扇19及二级液体循环回路12在统一运行状态下运行,从而使得各二级液体循环回路12中的液体流量及温度相同,降低循环泵15及风扇19损坏的风险,提升可靠性;有利于系统整体控制的平衡,避免单独控制引发的循环泵15和风扇19调节的震荡,延长循环泵15和风扇19的寿命,提升整个散热设备的性能和寿命,保证对待散热设备4进行有效稳定的散热。

[0104] 此处,亦可采用前述第二实施例及第三实施例中的冷却控制装置2及控制方法,实现对液体冷却系统的控制,其中对风扇19的控制方法与对阀门14的控制方法相同,此处不再赘述。

[0105] 在上述实施例中,一级液体循环回路及风扇19均为液体冷却系统中制冷装置的不同实施例,作为另外的实施例,制冷装置还可以为半导体制冷装置、蒸汽压缩式制冷装置等等,可通过前述第一至第三实施例任一实施例实现对制冷装置的控制,通过冷却控制装置计算出相应的制冷装置的制冷调控值,将所述制冷调控值由所述冷却控制装置发送给各所述制冷装置,使其以所述制冷调控值运行,当制冷装置为半导体制冷装置时,所述制冷调控值可以为半导体制冷装置的电流值,以使得各个制冷装置按照冷却控制装置的指示达到同一工作状态,即达到相同的制冷功率,实现各制冷装置的同步控制,避免各制冷装置单独调控引起各制冷装置的震荡,延长制冷装置的使用寿命。

[0106] 以上所述的实施方式,并不构成对该技术方案保护范围的限定。任何在上述实施方式的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在该技术方案的保护范围之内。

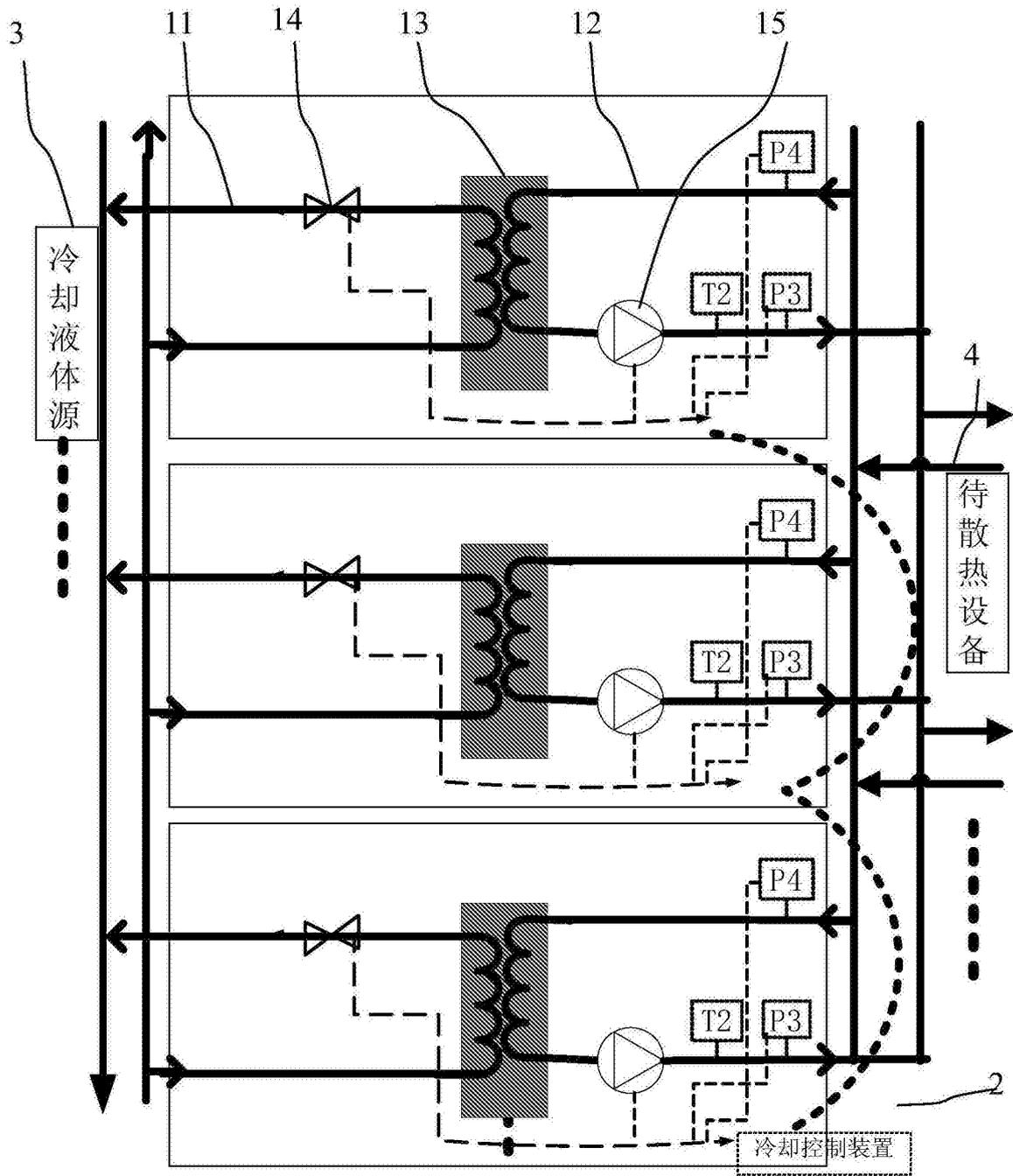


图1

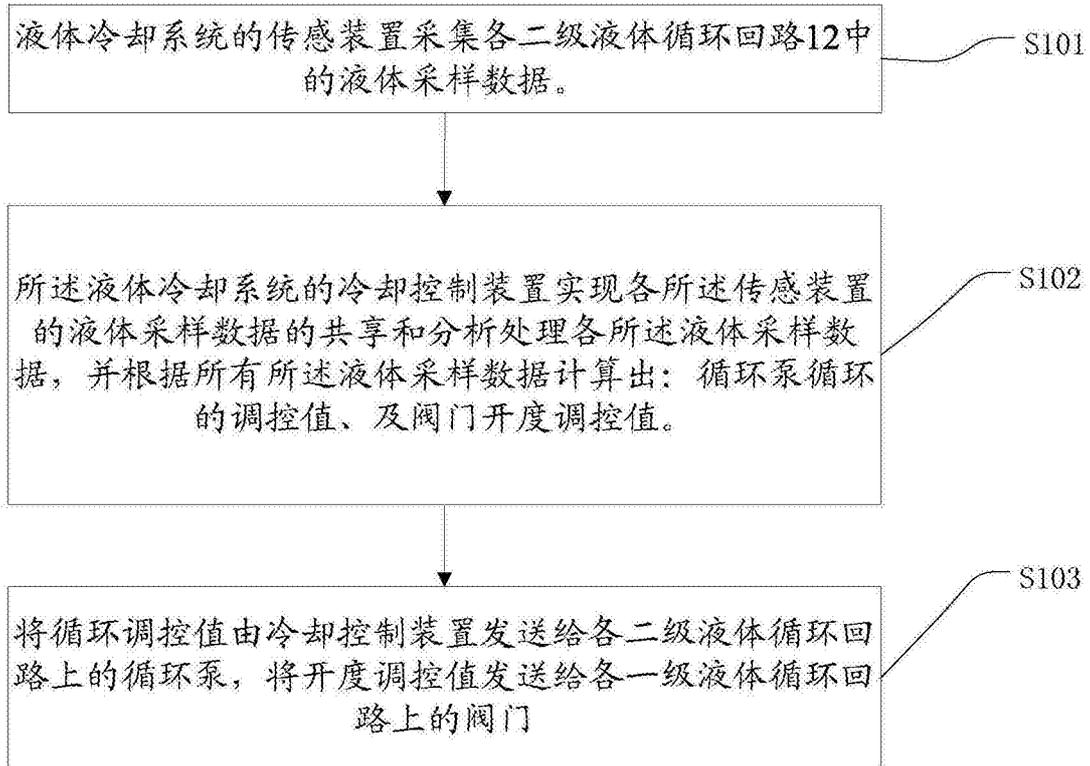


图2

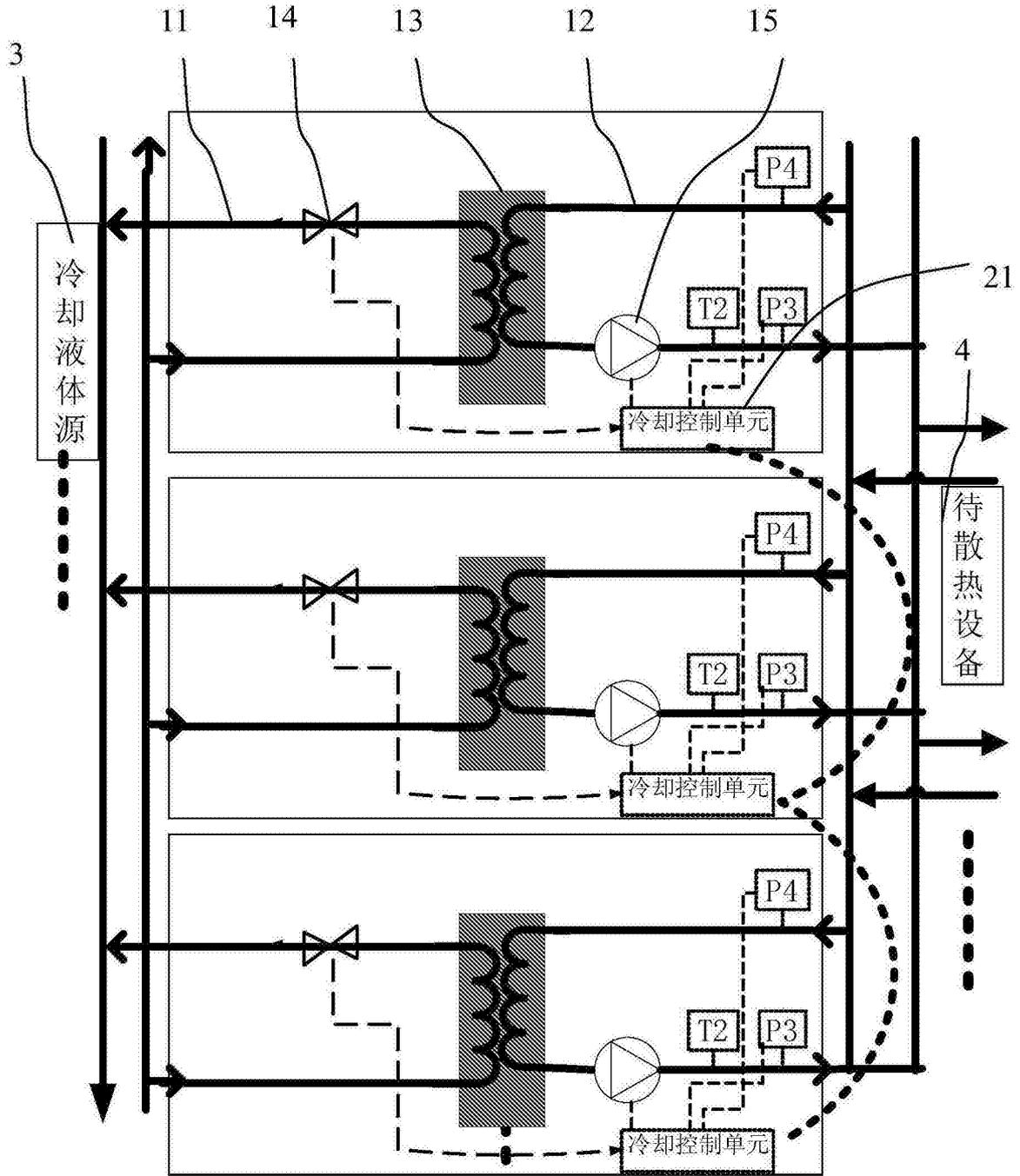


图3

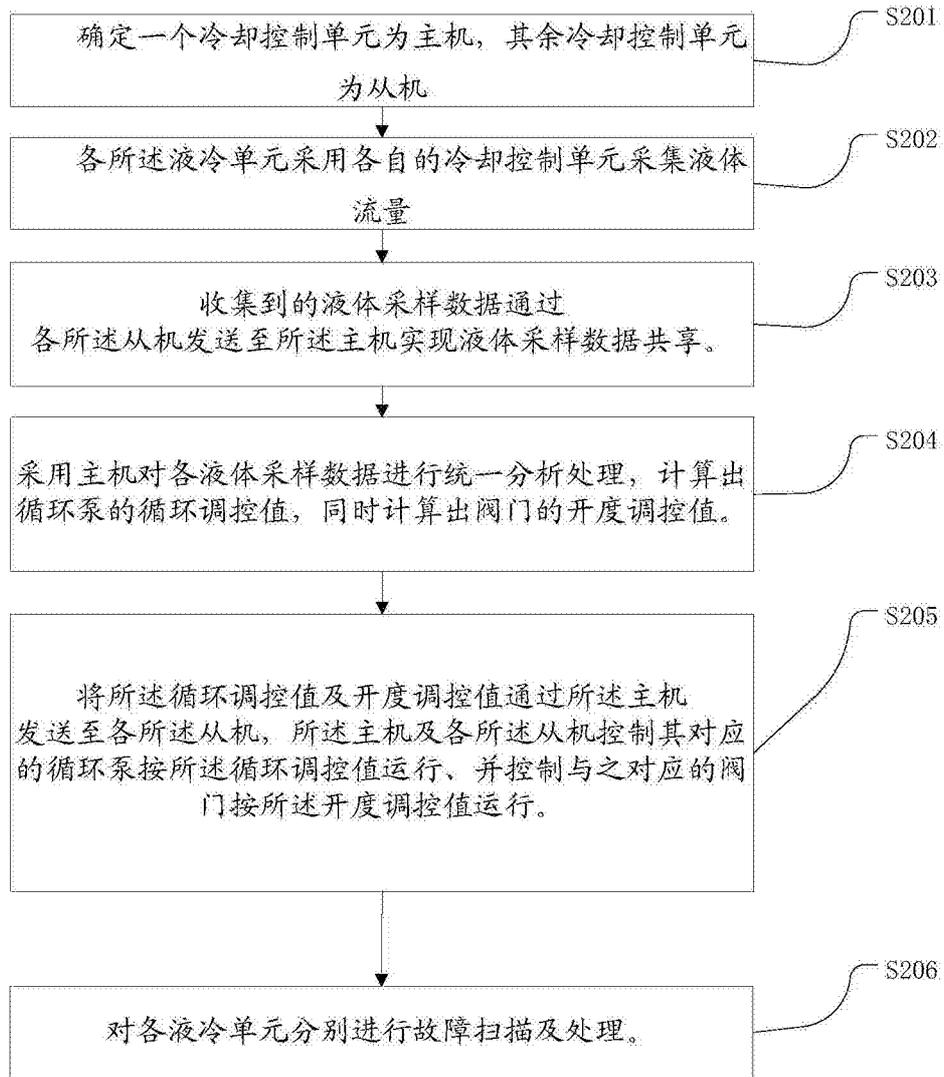


图4

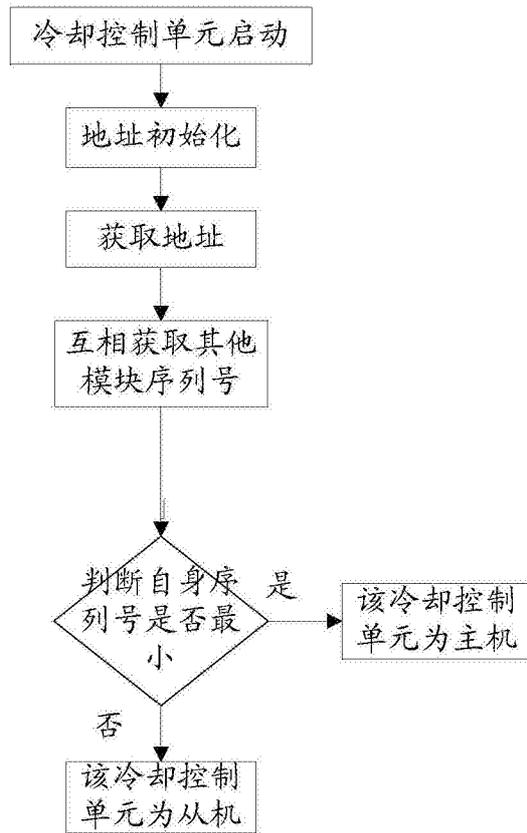


图5

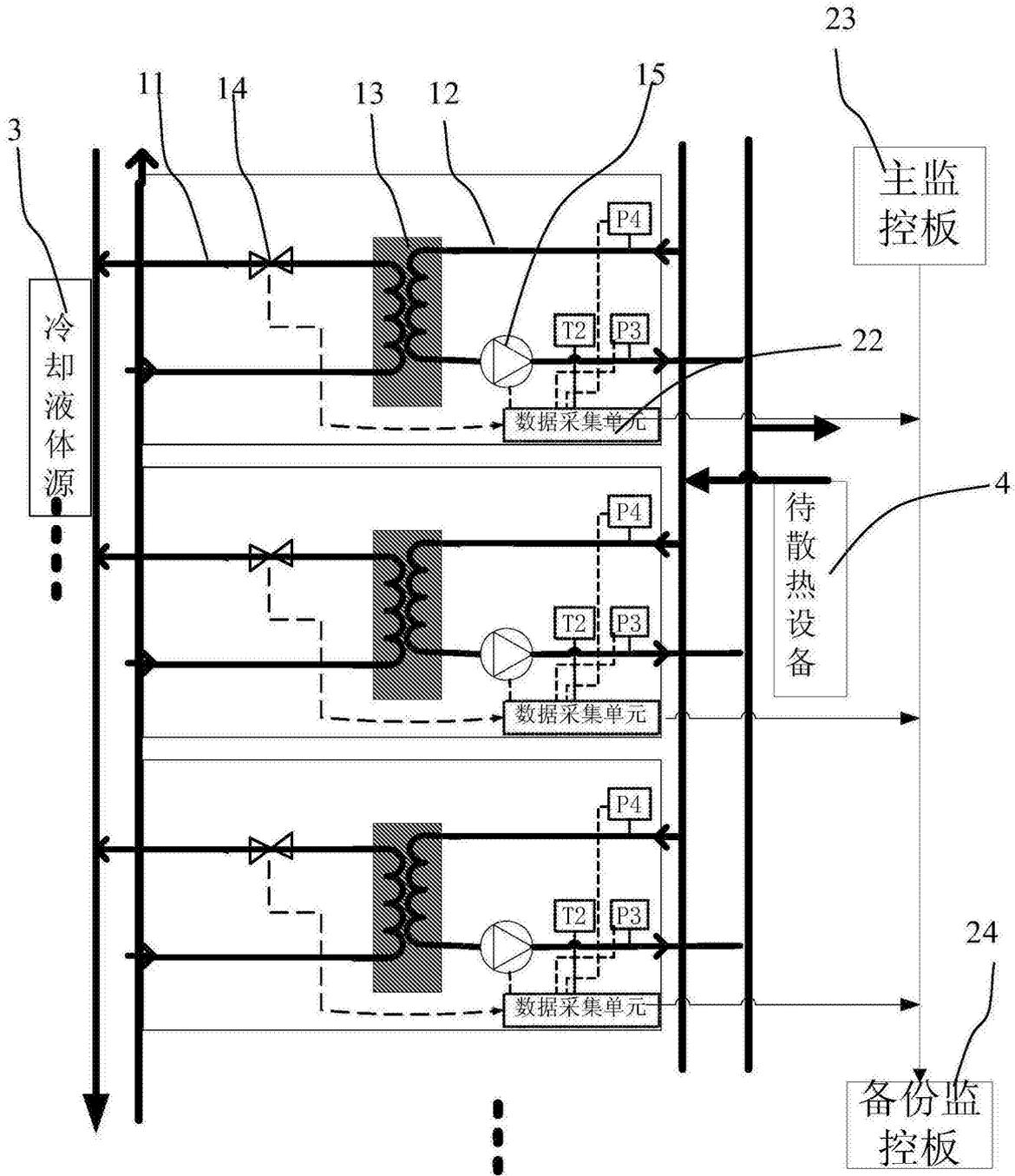


图6

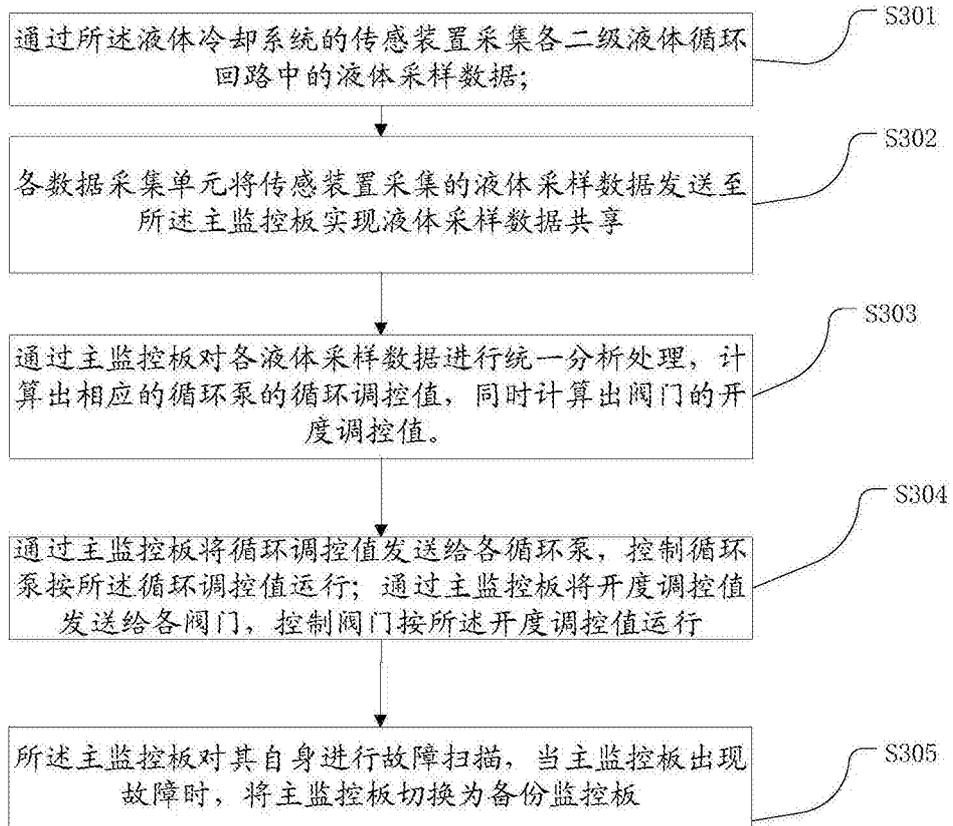


图7

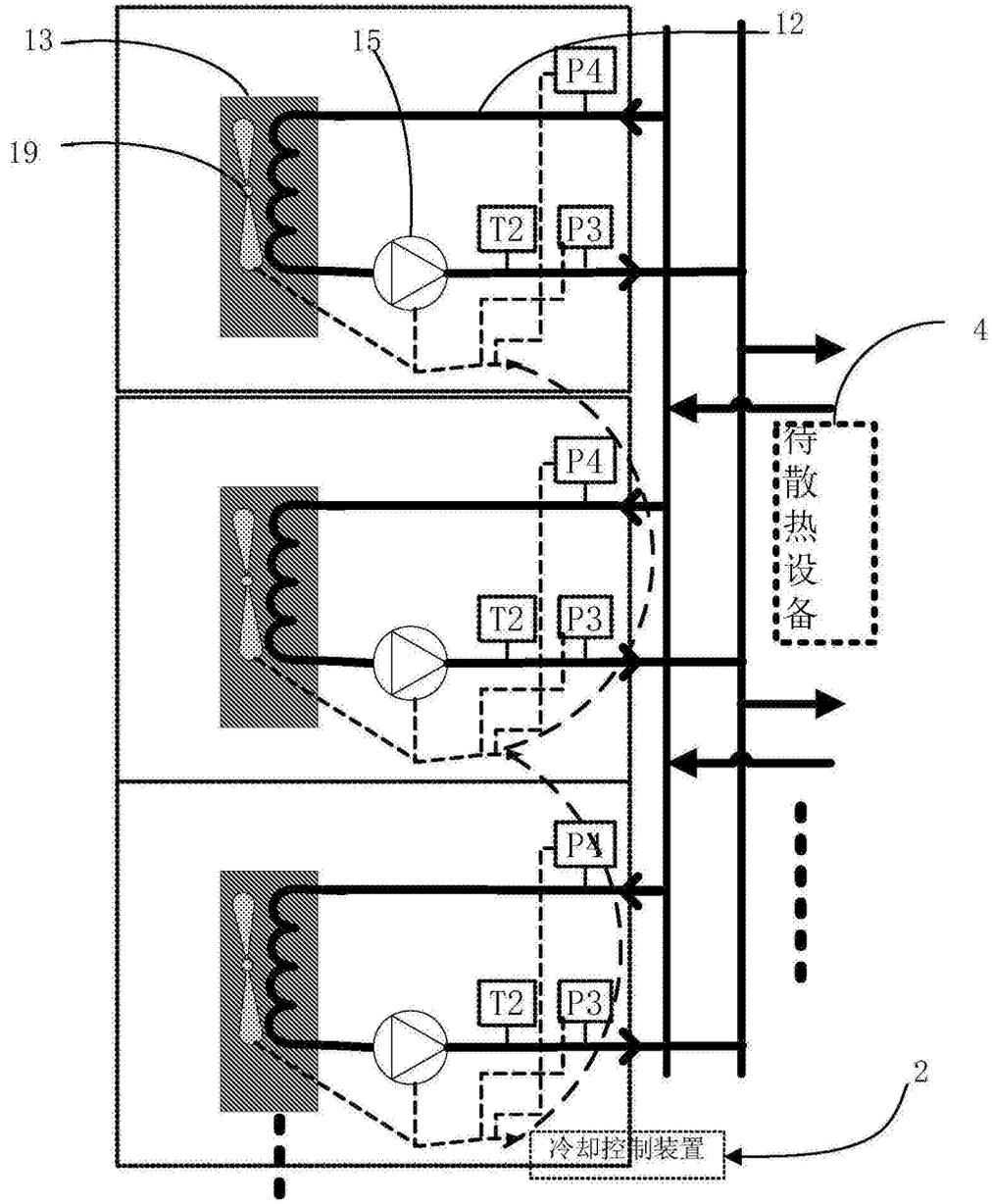


图8