



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205793930 U

(45)授权公告日 2016.12.07

(21)申请号 201620696456.0

(22)申请日 2016.07.04

(73)专利权人 香江科技股份有限公司

地址 212000 江苏省镇江市扬中市春柳北路666号

(72)发明人 张泉 沙正勇 唐辉 梁新宇 崔兵

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 谈杰

(51)Int.Cl.

H05K 7/20(2006.01)

F24F 5/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

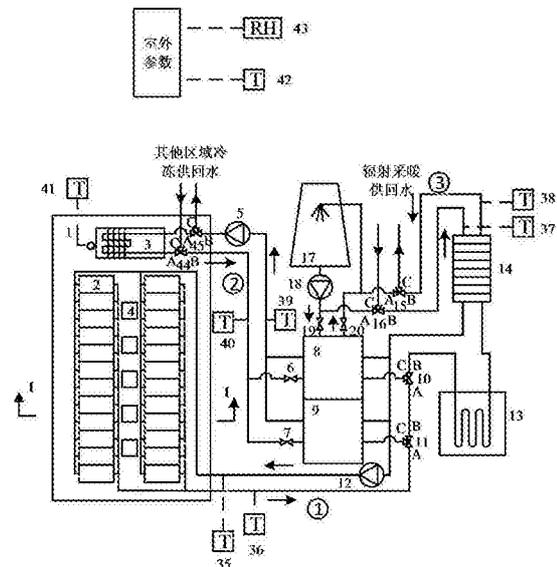
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)实用新型名称

一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,包括余热回收系统、吸附式制冷系统、生活热水系统、供暖系统和自然冷源利用系统,余热回收系统的回水交替进入吸附式制冷系统的第一、第二吸附床,加热解吸,吸附式制冷的第三、第四吸附床交替与数据中心的空气处理机组相连;余热系统的回水经过吸附式制冷、热水箱和换热器后重新送入数据中心吸热,进入吸附式制冷机组和热水箱的流量通过三通阀调节;换热器的另一侧连接供暖系统和冷却塔,进入供暖系统和冷却塔的流量通过三通阀调节。本实用新型可以充分利用数据中心IT设备散热和自然冷源,符合国家建设绿色数据中心的要求,节能减排效益显著。



CN 205793930 U

1. 一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,包括余热回收系统、生活热水系统、自然冷源利用系统、供暖系统和吸附式制冷系统,其特征在于:

所述余热回收系统和生活热水系统由数据中心机柜(2)、第一三通阀(11)、第二三通阀(10)、热水箱(13)、板式换热器(14)、温水泵(12)通过管路连接而成;

自然冷源利用系统由分离式微通道热管系统和冷却塔系统组成,其中所述热管系统包括室内机(4)、气管、液管、微通道换热器、室内外风机;所述冷却塔系统由冷却塔(17)、冷却水泵(18)、第三三通阀(16)、板式换热器(14)、第四三通阀(15)通过管路连接而成;

所述供暖系统与所述冷却塔系统并联,通过第三三通阀(16)和第四三通阀(15)调节两部分流量;

所述吸附式制冷系统包括第一吸附床(21)、第二吸附床(22)、第一阀门(32)、第三吸附床(23)、第四吸附床(24)、第二阀门(27),驱动热源交替经过第一三通阀(11)和第二三通阀(10),冷冻水交替经过第一截止阀(7)、第四吸附床(24)和第二截止阀(6)、第三吸附床(23)冷却后经冷冻水泵(5)、第六三通阀(45)送到空气处理机组(3)和其他区域供冷;

吸附式制冷系统的吸附热和冷凝热依次经过冷却水泵(18)、第三截止阀(19)、第五截止阀(26)、第一吸附床(21)、第六截止阀(29)、第七截止阀(30)、第三吸附床(23)、第八截止阀(33)、第四截止阀(20)或者第三截止阀(19)、第九截止阀(25)、第四吸附床(24)、第十截止阀(28)、第十一截止阀(31)、第二吸附床(22)、第十二截止阀(34)、第四截止阀(20)进入到冷却塔(17)中。

2. 根据权利要求1所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:冷却系统分为风冷和水冷,其中风冷利用吸附式制冷系统和微通道热管系统冷却室内回风;水冷采用55~60℃的温水冷却机柜CPU。

3. 根据权利要求1所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:所述吸附式制冷系统采用数据中心的60~65℃的回水作为驱动热源,交替加热第一吸附床(23)和第二吸附床(24)完成连续制冷。

4. 根据权利要求3所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:所述吸附式制冷系统的机组分为上侧腔体(8)和下侧腔体(9),第二吸附床(22)和第三吸附床(23)在上侧腔体(8);第一吸附床(21)和第四吸附床(24)在下侧腔体(9);系统所用工质对为硅胶-水,最低驱动温度55℃。

5. 根据权利要求1所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:利用数据中心的回水加热生活热水。

6. 根据权利要求1所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:所述吸附式制冷系统与热水箱和板式换热器并联,通过第一三通阀(11)和第二三通阀(10)调节两部分流量。

7. 根据权利要求1所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:所述吸附式制冷系统过渡季节开启时,冷量一部分用于控制数据中心的室内温度,一部分用于其他区域供冷,通过第五三通阀(44)和第六三通阀(45)调节流量。

8. 根据权利要求1所述的一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,其特征在于:所述热管系统是微通道分离式热管,在冬季和过渡季节开启,用于控制数据中心室内温度。

一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于热回收与温水冷却技术领域,具体涉及一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着信息化社会的高速发展,各种互联网数据中心、云计算数据中心等各种大型服务器集群建设也得到了快速发展,随之而来的数据中心的能耗也增长迅速。数据中心的能耗涉及多个方面,据统计空调系统的能耗约占总能耗的三分之一。但是目前传统的空调制冷方式都是采用水冷或者空气冷却把IT设备散热排到空气中,从而造成了能耗的增加和环境的污染。

[0003] 数据中心的液体冷却技术是用管道将冷冻液(通常是水和乙二醇)输送到高架地板之上或者输送到机柜内部,然后通过风和冷冻液之间的热交换达到降温目的。由于液体比空气的比热大,散热速度也大于空气,其制冷效率远高于风冷散热,因此液体冷却系统是未来高性能计算数据中心冷却产业的发展趋势。从系统模式上来说,液体冷却系统可分为间接冷却式(冷板式)和直接冷却式(浸没式)两种节能方式。

[0004] 温水冷却技术指的是利用温度较高的水来冷却对象。温水冷却技术使得所需水的温度较传统冷却方式有所提高,能进一步提高制冷系统效率,达到节能并高效冷却的目的。通常来说,数据中心的电子元件工作温度较高(特别是CPU,工作温度通常为 $60^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$),保持与冷却液体 $15^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 温差即可保证电子元件正常的散热,因此数据中心使用温水进行冷却是可行的。

[0005] 吸附式制冷技术作为一种绿色的制冷技术,吻合了当前能源、环境协调发展的总趋势。固体吸附式制冷可采用余热驱动,不仅对电力的紧张供应起到减缓作用,而且能效利用大量的低品位热能。另外,吸附式制冷不采用氯氟烃类制冷剂,也无温室效应作用,是一种环境友好型制冷方式。但是,吸附式制冷的过程不像压缩式制冷那样连续进行,为了保证吸附剂顺利吸附、解吸,需要对吸附床间歇加热和冷却,因此其制冷系数低,且系统体积较大。

[0006] 当室外温度低于室内设计温度时,可考虑采用一定的技术手段直接采用室外低温空气对室内直接换冷,这种技术称为自然冷却节能技术。自然冷却技术分为空气侧自然冷却和水侧自然冷却。自然冷却技术的应用可以不开启压缩机,符合国家节能减排的要求。

[0007] 传统的单一供冷方式既无法充分利用数据中心IT设备的散热,又不能保证数据中心高效节能的运行,所以有必要考虑一种利用数据中心余热的综合冷却系统。

实用新型内容

[0008] 本实用新型要解决的技术问题是提供一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,数据中心的散热模式是温水系统带走大部分热量,其余部分由机柜风扇吹到室内环境,由吸附机组输出冷量或者热管系统输出冷量带走。其系统能够充分利用数据中心余热和自

然冷源完成其制冷过程。

[0009] 同时结合智能自控系统,在保证数据中心安全运行条件下,同时为避免频繁调节,采用逐步调整优化控制策略,使整个系统自动实现各部分需要,并且达到一种近似全局最优的状态,从而进一步节能。

[0010] 为实现以上目的,本实用新型采取了以下的技术方案:

[0011] 一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,包括余热回收系统、生活热水系统、自然冷源利用系统、供暖系统和吸附式制冷系统;所述余热回收系统和生活热水系统由数据中心机柜、第一三通阀、第二三通阀、热水箱、板式换热器、温水泵通过管路连接而成;

[0012] 自然冷源利用系统由分离式微通道热管系统和冷却塔系统组成,其中所述热管系统包括室内机、气管、液管、微通道换热器、室内外风机;所述冷却塔系统由冷却塔、冷却水泵、第三三通阀、板式换热器、第四三通阀通过管路连接而成;所述供暖系统与所述冷却塔系统并联,通过第三三通阀和第四三通阀调节两部分流量;所述吸附式制冷系统包括第一吸附床、第二吸附床、第一阀门、第三吸附床、第四吸附床、第二阀门,驱动热源交替经过第一三通阀和第二三通阀,冷冻水交替经过第一截止阀、第四吸附床和第二截止阀、第三吸附床冷却后经冷冻水泵、第六三通阀送到空气处理机组和其他区域供冷;

[0013] 吸附式制冷系统的吸附热和冷凝热依次经过冷却水泵、第三截止阀、第五截止阀、第一吸附床、第六截止阀、第七截止阀、第三吸附床、第八截止阀、第四截止阀或者第三截止阀、第九截止阀、第四吸附床、第十截止阀、第十一截止阀、第二吸附床、第十二截止阀、第四截止阀进入到冷却塔中。

[0014] 进一步地,所述数据中心IT设备余热回收的综合冷却系统分为风冷和水冷;风冷利用吸附式制冷系统冷却室内回风;水冷采用55-60℃的温水冷却机柜CPU。

[0015] 进一步地,所述吸附式制冷系统是采用数据中心的60-65℃的回水作为驱动热源,交替加热第一吸附床和第二吸附床完成连续制冷。

[0016] 进一步地,所述吸附式制冷系统分为上侧腔体和下侧腔体,第二吸附床和第三吸附床在上侧腔体;第一吸附床和第四吸附床在下侧腔体;系统所用工质对为硅胶-水。

[0017] 进一步地,所述数据中心IT设备余热回收的综合冷却系统,利用数据中心的回水加热生活热水。

[0018] 进一步地,所述吸附式制冷系统与热水箱和板式换热器并联,通过第一三通阀和第二三通阀调节两部分流量。

[0019] 进一步地,所述吸附式制冷系统过渡季节开启时,冷量一部分用于控制数据中心的室内温度,一部分用于其他区域供冷。

[0020] 进一步地,所述热管系统是微通道分离式热管,在冬季和过渡季节开启,用于控制数据中心室内温度。

[0021] 本实用新型与现有技术相比,具有如下优点:

[0022] 对数据中心的机柜采用温水冷却技术,制冷效率高,对其散发的热量进行了充分的利用。夏季可以利用数据中心回水来驱动吸附式制冷,室内负荷由吸附式制冷,生活热水以及冷却塔承担,根据负荷的大小通过三通阀调节进入吸附式制冷与热水箱和板式换热器的流量,使得数据中心IT设备的散热可以充分利用。吸附式系统驱动的空气处理机组用来控制室内温度。过渡季节运行模式与夏季不同之处在于开启热管系统,与空气处理机组共

同控制室内温度,同时吸附式机组产生的冷量可以分离出一部分用于其他区域供冷。冬季室内IT设备的散热用于加热生活热水和辐射供暖系统的热,多余的负荷由冷却塔和热管承担,热管系统用于控制室内温度。本实用新型可以充分利用IT设备余热和自然冷源,在满足数据中心自身负荷前提下,可以为其他区域输送冷量,保证了数据中心高效节能的运行。

附图说明

[0023] 图1为本实用新型一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统结构示意图;

[0024] 图2为本发明吸附式制冷机组内部结构示意图;

[0025] 图3为本发明微通道分离式热管系统I向剖面示意图;

[0026] 图4为本发明配套智能控制系统控制框图。

[0027] 附图标记:1-数据中心;2-机柜;3-空气处理机组;4-微通道热管室内机;5-冷冻水泵;6-第二截止阀;7-第一截止阀;8-吸附机组上侧腔体;9-吸附机组下侧腔体;10-第二三通阀;11-第一三通阀;12-温水泵;13-热水箱;14-板式换热器;15-第四三通阀;16-第三三通阀;17-冷却塔;18-冷却水泵;19-第三截止阀;20-第四截止阀;21-第一吸附床;22-第二吸附床;23-第三吸附床;24-第四吸附床;25-第九截止阀;26-第五截止阀;27-第二阀门;28-第十截止阀;29-第六截止阀;30-第七截止阀;31-第十一截止阀;32-第一阀门;33-第八截止阀;34-第十二截止阀;35-42-温度传感器;43-相对湿度传感器;44-第五三通阀;45-第六三通阀。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图并通过具体实施方式对本实用新型的内容做进一步详细说明。

[0029] 实施例1:

[0030] 请参阅图1和图2,图3所示,一种基于余热回收的数据中心综合冷却系统,包括余热回收系统、吸附式制冷系统、生活热水系统、供暖系统、自然冷源利用系统;所述余热回收系统和生活热水系统由数据中心机柜2、第一三通阀11、第二三通阀10、热水箱13、板式换热器14、温水泵12通过管路连接而成。自然冷源利用包括冷却塔系统和热管系统;冷却塔系统由冷却塔17、冷却水泵18、第三三通阀16、板式换热器14、第四三通阀15通过管路连接而成;所述吸附式制冷系统中机组包括第一吸附床21、第二吸附床22、第一阀门32、第三吸附床23、第四吸附床24、第二阀门27,驱动热源交替经过第一三通阀11和第二三通阀10,冷冻水交替经过第一截止阀7、第四吸附床24和第二截止阀6、第三吸附床23冷却后经冷冻水泵5、第六三通阀45送到空气处理机组3和其他区域供冷。吸附式制冷系统的吸附热和冷凝热依次经过冷却水泵18、第三截止阀19、第五截止阀26、第一吸附床21、第六截止阀29、第七截止阀30、第三吸附床23、第八截止阀33、第四截止阀20或者第三截止阀19、第九截止阀25、第四吸附床24、第十截止阀28、第十一截止阀31、第二吸附床22、第十二截止阀34、第四截止阀20进入到冷却塔17中。热管系统由室内机4,气管,液管,微通道换热器,室内外风机组成,通过室内机4与数据中心室内空气进行换热,制冷剂吸热相变气化吸热冷却室内空气,由室内风机吹入机柜之间,同时制冷剂进入气管,并上升进入微通道换热器进行排热并冷凝成液体,热量由室外风机带走,然后制冷剂液体依靠重力作用通过液管回流到室内机4,完成一个循环。

[0031] 数据中心的室内设计温度一般在23℃-28℃,夏季室外温度很高,可利用的自然冷源很少,但是数据中心输出大量的热可以用来驱动吸附式制冷机组,吸附式机组和生活热水以及少量自然冷源承担数据中心的负荷;过渡季节室外有一定的自然冷源,同样利用吸附式机组、生活热水和自然冷源来消除室内的热量,同时开启热管系统,与空气处理机组共同控制室内温度,同时吸附式机组产生的冷量可以分离出一部分用于其他区域供冷;冬季室外有足够的自然冷源,不再需要开启吸附机组,考虑到数据中心还存在一定的常驻维护人员,冬季需要供暖,因此使用数据中心的的热量来供应地板辐射供暖,当热量过剩或者说辐射供暖系统无法承担其负荷时,则开启冷却塔22,同时用热管控制室内温度。

[0032] 1. 夏季模式

[0033] 作为优选方案,夏季考虑到数据中心环境的控制压力大,热管系统表现不佳,开启吸附式机组控制室内环境,必要时开启冷却塔系统。数据中心回水经过第一三通阀11进入到吸附式机组的第一吸附床21,加热其解吸产生水蒸气,此时第一阀门32和第二阀门27关闭,第一吸附床21内的压力不断升高,直到达到冷凝温度下的饱和压力,打开第二阀门27,在恒压条件下,水蒸气不断脱附出来,并在第四吸附床24中冷凝,冷凝下来的液体进入第三吸附床23。关闭第二阀门27,冷却塔17处理后的冷却水经过冷却水泵18、第三截止阀19、第九截止阀25、第十截止阀28、第十一截止阀31、第十二截止阀34、第四截止阀20对第四吸附床24和第二吸附床22进行冷却,第二吸附床22内的压力降至蒸发温度下的饱和压力。打开第一阀门32,第三吸附床23内的液体因压强骤减而沸腾起来,从而蒸发制冷,来自空气处理机组3的回水经第二截止阀6进入第三吸附床23冷却后,经冷冻水泵5回到空气处理机组3。第三吸附床23蒸发出来的气体进入到第二吸附床22被吸附,第一阀门32关闭。为完成连续制冷,数据中心的回水此时需经过第二三通阀10对第二吸附床22加热解吸,打开第一阀门32,产生的水蒸气进入第三吸附床23冷凝,冷凝液体进入到第四吸附床24。关闭第一阀门32,冷却水经过第三截止阀19、第五截止阀26、第六截止阀29、第七截止阀30、第八截止阀33、第四截止阀20对第一吸附床21和第三吸附床23进行冷却。打开第二阀门27,第四吸附床24内的液体因压强骤减而沸腾起来,从而蒸发制冷,来自空气处理机组3的回水经第一截止阀7进入第四吸附床24冷却后,经冷冻水泵5回到空气处理机组3。第四吸附床24蒸发出来的气体进入到第一吸附床21被吸附,第二阀门27关闭。如果数据中心的负荷可以完全由吸附式制冷承担,则第一三通阀11和第二三通阀10向AC向全开,回水经过吸附式机组后由温水泵12重新送到机柜制冷;如果数据中心的负荷需要吸附式制冷和生活热水共同承担,则第一三通阀11和第二三通阀10向ABC向处于三通状态,一部分回水经过吸附式机组,一部分经过生活热水箱13和板式换热器14换热。板式换热器14另一侧第三三通阀16和第四三通阀15向AB向全开,通过冷却塔17将热量排到空气中。

[0034] 2. 过渡季节模式

[0035] 作为优选方案,过渡季节也是采用吸附式制冷机组和自然冷源共同承担数据中心室内负荷,并且利用余热对生活热水箱13进行加热,其运行方式与夏季相同。不同之处在于开启热管系统,利用室外自然冷源与空气处理机组3共同控制室内温度。同时吸附式机组产生的冷量可以通过第六三通阀45分离出一部分用于其他数据中心区域的供冷。

[0036] 3. 冬季模式

[0037] 作为优选方案,冬季完全采用热管系统对数据中心室内温度的进行控制,冷却塔

来降低温水回路进水,充分利用外界大量自然冷源,关闭吸附机组。第一三通阀11和第二三通阀10向AB向全开,即关闭吸附式制冷机组,第三截止阀19和第四截止阀20关闭,数据中心回水经过生活热水箱13、板式换热器14换热后由温水泵12直接送入机柜。板式换热器14的另一侧,如果辐射采暖系统可以承担数据中心负荷,则第三三通阀16和第四三通阀15向BC向全开;如果需要辐射供暖系统和自然冷源共同承担,则第三三通阀16和第四三通阀15向ABC向处于三通状态,根据负荷大小,调节进入两部分的流量。

[0038] 实施例2:

[0039] 参见图4,是本实用新型实施例的结构示意图,控制方法如下:

[0040] 检测模块:利用温度传感器35、36、37、38、39、40、41、42分别检测室外干球温度 T_1 ,室内回风温度 T_2 ,①回路进回水温度 T_3 、 T_4 ,②回路进回水温度 T_5 、 T_6 ,③回路进回水温度 T_7 、 T_8 ;利用相对湿度传感器43检测室外相对湿度 ϕ_1 。

[0041] 智能控制模块:系统控制系统由三部分组成:1、模式判断模块;2、吸附机组控制模块;3、运行控制模块。具体控制如下:

[0042] 步骤A:

[0043] 第一部分为模式判断模块,这一模块的作用是判断室外是否有足够的自然冷源供数据中心使用,从而控制相关阀门,选择不同的运行模式。具体的控制方法:通过检测模块获得室外干球温度 T_1 ,室外相对湿度 ϕ_1 ,利用线性化的计算式计算室外湿球温度 T_{s1} ,具体计算式:

$$[0044] \quad T_{s1} = a_1(\phi_1) + a_2(\phi_1) \times T_1$$

[0045] 所述 $a_1(\phi_1)$ 、 $a_2(\phi_1)$ 是在相对湿度 ϕ_1 下的相关拟合系数,基于标准数据库最小二乘法拟合的数据。

[0046] a_1 、 $T_{s1} > T_2 - 5$,选择夏季模式,即具体实施1中的模式1,并传递给下一控制模块模式信号 $S_1 = 1$,第四三通阀15、第三三通阀16向AB向导通,C向不导通,开启温水泵12,冷却水泵18、冷冻水泵5,第三截止阀门19、第四截止阀20开启;

[0047] a_2 、 $10 < T_{s1} < T_2 - 5$,选择过渡季模式,即具体实施1中的模式2,并传递给下一控制模块模式信号 $S_2 = 1$,第四三通阀15、第三三通阀16向AB向导通,C向不导通,开启温水泵12,冷却水泵18、冷冻水泵5,第三截止阀门19、第四截止阀20开启;

[0048] a_3 、 $T_{s1} < 10$,选择冬季模式,即具体实施1中的模式3,并传递下一控制模块模式信号 $S_3 = 1$,第四三通阀15、第三三通阀16向ABC向导通,打开温水泵12、冷却水泵18,关闭冷冻水泵5,第三截止阀门19、第四截止阀20开启。

[0049] 步骤B:

[0050] 第二部分为吸附机组控制模块,吸附机组控制模块主要是考虑到吸附制冷的特性,需要切换吸附床到达连续输出冷量的目的。具体控制方法:通过测量模块获得②回路的供回水温度 T_5 、 T_6 ,通过上一步骤获得模式信号 S ,若 $S_3 = 1$,则跳过下列动作,进入步骤C,否则执行下列步骤:计算 $\Delta T_1 = |T_5 - T_6|$,当检测到 $\Delta T_1 < 1^\circ\text{C}$ 时,切换到另一个吸附床,具体控制动作:

[0051] b_1 、第三吸附床23输出冷量:第一三通阀11向AC向导通①回路水进入第一吸附床21,第二三通阀10关闭,参见图2内部第九截止阀25、第十截止阀28、第十一截止阀31、第十

二截止阀34开启,第五截止阀26、第六截止阀29、第七截止阀30、第八截止阀33关闭;

[0052] b2、第四吸附床24输出冷量:第二三通阀10向AC向导通①回路水进入第二吸附床22,第一三通阀11关闭,参见图2内部第五截止阀26、第六截止阀29、第七截止阀30、第八截止阀33开启,第九截止阀25、第十截止阀28、第十一截止阀31、第十二截止阀34关闭。

[0053] 第二阀门27、第一阀门32为压力开关,反馈信号分别是第一、第四吸附床21、24与第二、第三吸附床22、23的压力信号,由实验调节好,本控制系统不对其进行设置。

[0054] 步骤C:

[0055] 第三部分为运行控制模块,此部分是以前面控制为基础,考虑到系统的复杂性,为避免系统频繁切换,采用一种智能逐步优化控制。具体控制方法:

[0056] c1、夏季模式:夏季室外温度比室内温度高,或者温差过小,热管系统表现不佳,自然冷源利用系统主要是开启冷却塔。所以开启吸附式制冷机组,关闭热管系统。首先第二三通阀10或者第一三通阀11(由第二部分控制系统切换)AC导通,B不导通;然后通过检测模块反馈①回路供回水温度 T_3 和 T_4 ,计算 $\Delta T_2 = |T_3 - T_4|$,若 T_2 平稳, $\Delta T_2 \geq 6^\circ\text{C}$,第四三通阀15、第三三通阀16关闭,调整冷却水泵18到设计流量 V_s ,跳过下列步骤,保持当前采用逐步调整的控制策略:

[0057] (1)通过检测模块反馈②回路供回水温度 T_5 、 T_6 ,③回路冷却水进水温度 T_7 ,并计算吸附机组所需热量 V :

$$[0058] \quad \theta = \frac{T_7 - T_6}{T_4 - T_7}$$

$$[0059] \quad \text{COP} = a + b\theta$$

$$[0060] \quad V = \frac{V_2(T_6 - T_5)}{5\text{COP}}$$

[0061] 所述 θ 是指吸附机组温度系数, a , b 是基于实验数据的最小二乘拟合系数,COP指的是吸附机组制冷系数,得到的冷量与所需热量之比, V_2 是②回路的设计流量。

[0062] 第二三通阀10或者第一三通阀11向AB向导通,并调整三通阀开度,保证AC方向流量为 V 。

[0063] (2)持续反馈①回路供回水温度 T_3 和 T_4 ,计算 $\Delta T_2 = |T_3 - T_4|$,保证 $\Delta T_2 = |T_3 - T_4| = 5 \sim 7^\circ\text{C}$,利用PID控制器通过冷却水泵18的频率调节其流量;

[0064] c2、过渡季节模式:过渡季节外界存在一定可直接利用自然冷源,通过热管、冷却塔来利用外界的自然冷源,开启吸附式制冷机组,开启热管系统。其中,吸附式制冷机组输出的冷冻水回路②,通过第六三通阀45、第五三通阀44向ABC导通一部分给数据中心其他区域供冷,其他运行控制如下,采用逐步调整控制策略:

[0065] (1)计算吸附机组所需热量 V 控制同c1的夏季模式控制,第二三通阀10或者第一三通阀11向AB向导通,并调整三通阀开度,保证AC方向流量为 V 。

[0066] (2)持续反馈①回路供回水温度 T_3 和 T_4 ,计算 $\Delta T_2 = |T_3 - T_4|$,保证 $\Delta T_2 = |T_3 - T_4| = 5 \sim 7^\circ\text{C}$,利用PID控制器控制冷却塔17的流量,即控制冷却水泵18流量;持续反馈室内回风温度 T_2 ,利用PID控制器控制风冷热管的室外风机流量。

[0067] c3、冬季模式:冬季开启热管系统来控制机房内温度,关闭吸附机组,热管冷却塔部分的控制同c2。冬季模式是还需要将数据机房的热应用到地板辐射采暖,多余部分则是

利用冷却塔17自然冷源带走。考虑到维护人员人的舒适性,获取需要供暖的区域的温度 T_s ,为避免冷却水泵18调节带来开度频繁调节,预留一定的温度空间,使用PID控制器进行控制,控制策略如下:

[0068] (1) $24^{\circ}\text{C} \leq T_s \leq 26^{\circ}\text{C}$,保持第四三通阀15、第三三通阀16的开度;

[0069] (2) $T_s < 24^{\circ}\text{C}$,加大第四三通阀15、第三三通阀16B方向的流量,即调节第四三通阀15、第三三通阀16的开度;

[0070] (3) $T_s > 26^{\circ}\text{C}$,减小第四三通阀15、第三三通阀16B方向的流量,即调节第四三通阀15、第三三通阀16的开度。

[0071] 在处于冬季模式时,本系统若处于寒冷地区,冬季水会结冰的地区,还应时监测③回路的回水温度 T_8 ,如 $T_8 < 2^{\circ}\text{C}$ 且 T_8 下降速率快,则需要开启冷却塔的防冻措施。

[0072] 以上所述是本实用新型的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型所述原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

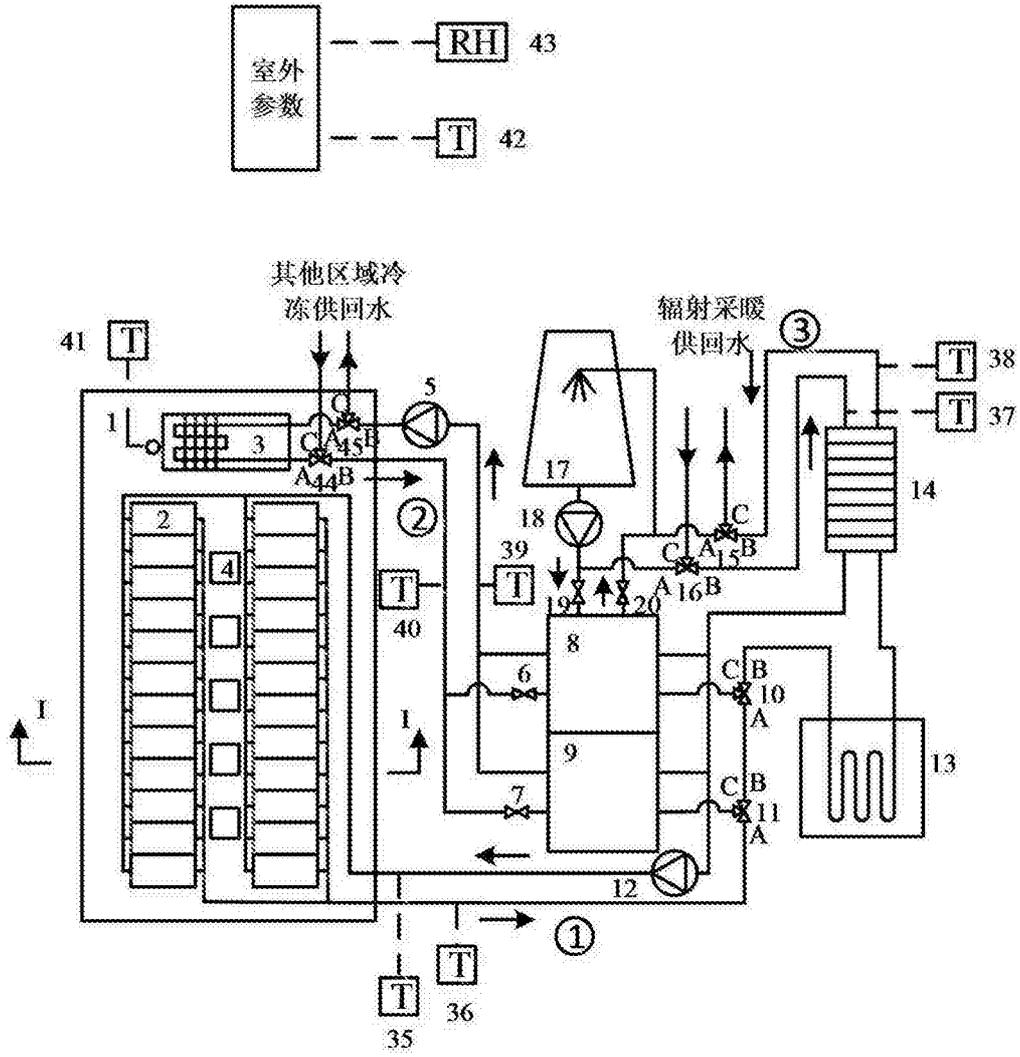


图1

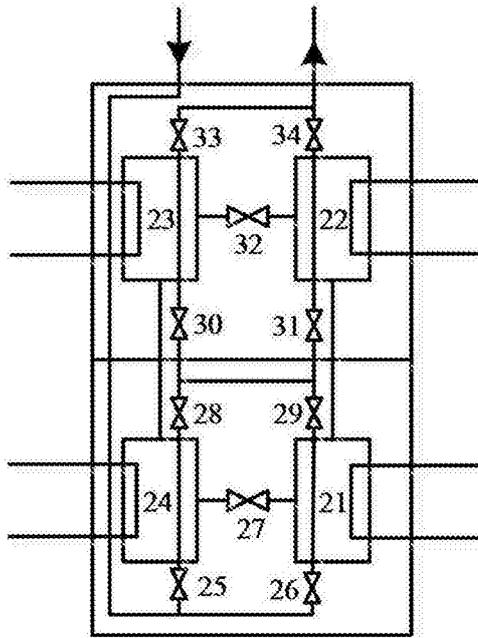


图2

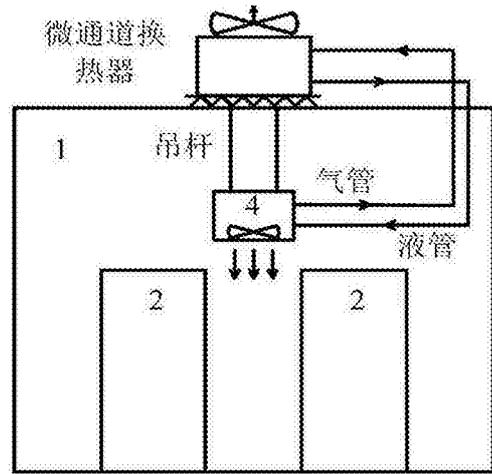


图3

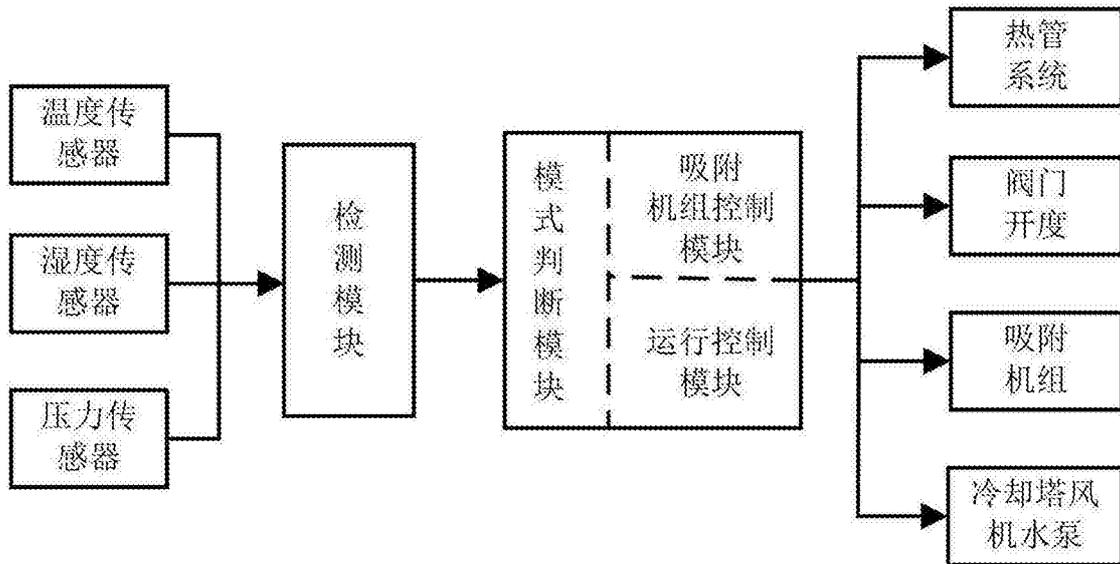


图4