



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112254236 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 08

(21) 申请号 202010966865.9

F24F 13/28 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.15

F24F 13/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F24F 11/64 (2018.01)

申请公布号 CN 112254236 A

F24F 11/65 (2018.01)

H05K 7/20 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.01.22

审查员 蔡立群

(73) 专利权人 中通服咨询设计研究院有限公司

地址 210019 江苏省南京市楠溪江东街58号

(72) 发明人 田振武 王桂坤 张铮 张文利

王克勇 王丽 葛卫春

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 胡建华

(51) Int. Cl.

F24F 5/00 (2006.01)

F24F 8/10 (2021.01)

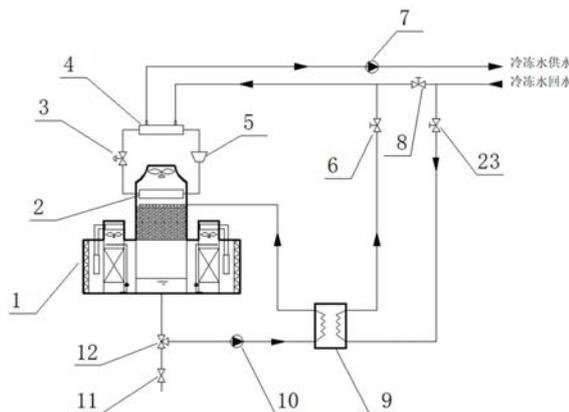
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法

(57) 摘要

本发明公开了一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法,系统包括机械制冷单元、间接蒸发冷却冷水机组、板式换热器、一次水系统和二次水系统;机械制冷单元包括机械制冷冷凝器、节流阀、机械制冷蒸发器和压缩机;一次水系统是间接蒸发冷却冷水机组和板式换热器之间的环路,二次水系统是板式换热器、机械制冷蒸发器和机房末端空调之间的环路;一次水系统通过板式换热器将冷量传递给二次水系统,二次水系统将冷量传递到机房末端空调内。系统包含蒸发冷却模式、混合模式和机械制冷模式三种工作模式,并根据环境空气湿球温度T在三种工作模式之间进行切换,大大节约了制冷系统全年运行能耗。



1. 一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统,其特征在于,包括机械制冷单元、间接蒸发冷却冷水机组(1)、板式换热器(9)、一次水系统和二次水系统;

机械制冷单元包括机械制冷冷凝器(2)、节流阀(3)、机械制冷蒸发器(4)和压缩机(5),压缩机(5)为变频压缩机;一次水系统是间接蒸发冷却冷水机组(1)和板式换热器(9)之间的环路,二次水系统是板式换热器(9)、机械制冷蒸发器(4)和机房末端空调之间的环路;一次水系统通过板式换热器(9)将冷量传递给二次水系统,二次水系统将冷量传递到机房末端空调内;

间接蒸发冷却冷水机组(1)包括循环水泵(13)、间接蒸发冷却器(14)、热管蒸发端(15)、空气过滤器(16)、间接段风机(17)、热管冷凝端(18)、第一布水器(19)、蒸发冷却填料(20)、填料段风机(21)和第二布水器(22);

环境空气分两路进入间接蒸发冷却冷水机组(1),第一路环境空气在间接段风机(17)的作用下进入间接蒸发冷却器(14)的湿通道,与第一布水器(19)喷淋下来的水发生热湿交换,再经过热管冷凝端(18)带走热管冷凝热后向上排出机组;第一布水器(19)喷淋下来的水在流过间接蒸发冷却器(14)的湿通道后落入间接蒸发冷却器(14)下方水箱,并在循环水泵(13)的作用下进入第一布水器(19),依次循环;

第二路环境空气在填料段风机(21)的作用下,经过空气过滤器(16)进入间接蒸发冷却冷水机组(1)内部,再依次经过热管蒸发端(15)和间接蒸发冷却器(14)进行两级等湿冷却,之后进入蒸发冷却填料(20),与第二布水器(22)喷淋下来的水发生热湿交换,最后经过机械制冷冷凝器(2)带走机械制冷冷凝热后向上排出机组;在蒸发冷却填料(20)内被降温的水落入间接蒸发冷却冷水机组(1)底部;第四阀门(12)连通第二水泵(10),第二水泵(10)将间接蒸发冷却冷水机组(1)底部的冷水抽出,经过板式换热器(9)后沿一次水系统环路回到第二布水器(22)中,依次循环;

空气过滤器(16)设置在间接蒸发冷却冷水机组(1)两侧;热管蒸发端(15)设置在空气过滤器(16)和间接蒸发冷却器(14)之间,热管冷凝端(18)放置在间接段风机(17)上方;

机械制冷单元置于间接蒸发冷却冷水机组(1)上方,机械制冷冷凝器(2)置于填料段风机(21)与第二布水器(22)之间;

所述的一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统,包含三种工作模式:蒸发冷却模式、混合模式和机械制冷模式;蒸发冷却模式通过间接蒸发冷却冷水机组(1)冷却;机械制冷模式通过机械制冷单元冷却;混合模式通过间接蒸发冷却冷水机组(1)和机械制冷单元同时冷却;

当系统工作模式为蒸发冷却模式或者混合模式时,二次水系统中的机房末端冷冻水回水在第一水泵(7)的作用下,经过第三阀门(23)、板式换热器(9)、第一阀门(6)和机械制冷蒸发器(4),最后回到机房末端空调内;

当系统工作模式为机械制冷模式时,二次水系统中的机房末端冷冻水回水在第一水泵(7)的作用下,经过第二阀门(8)和机械制冷蒸发器(4),最后回到机房末端空调内;

所述的一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统采用以下切换方法:间接蒸发冷却冷水机组(1)底部冷水温度能够逼近环境空气露点温度,按低于环境湿球温度 2°C 计算蒸发冷却冷水机组(1)底部冷水温度;测量环境空气湿球温度为 T ,设置机房末端空调冷冻水供水温度为 T_{supply} ,回水温度为 T_{return} , $T_{\text{supply}} < T_{\text{return}}$;设置板式换热器(9)温升为 T_{rise} , T_{rise} 取

值在 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 之间;

当环境空气湿球温度 T 小于 $T_{\text{supply}}+T_{\text{rise}}$ 时,蒸发冷却冷水机组(1)底部冷水温度小于 $T_{\text{supply}}+T_{\text{rise}}-2^{\circ}\text{C}$,系统工作模式设置为蒸发冷却模式,开启间接蒸发冷却冷水机组(1)中的间接段风机(17)、填料段风机(21)和循环水泵(13),关闭机械制冷单元中的压缩机(5),开启第一水泵(7)、第二水泵(10)、第一阀门(6)和第三阀门(23),关闭第二阀门(8),第四阀门(12)连通第二水泵(10);

当环境空气湿球温度 T 在 $T_{\text{supply}}+T_{\text{rise}}$ 和 $T_{\text{return}}+T_{\text{rise}}$ 之间时,蒸发冷却冷水机组(1)底部冷水温度在 $T_{\text{supply}}+T_{\text{rise}}-2^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{\text{return}}+T_{\text{rise}}-2^{\circ}\text{C}$ 之间,系统工作模式设置为混合模式,开启间接蒸发冷却冷水机组(1)中的间接段风机(17)、填料段风机(21)和循环水泵(13),开启机械制冷单元中的压缩机(5),开启第一水泵(7)、第二水泵(10)、第一阀门(6)和第三阀门(23),关闭第二阀门(8),第四阀门(12)连通第二水泵(10);

当环境空气湿球温度 T 大于 $T_{\text{return}}+T_{\text{rise}}$ 时,蒸发冷却冷水机组(1)底部冷水温度大于 $T_{\text{return}}+T_{\text{rise}}-2^{\circ}\text{C}$,系统工作模式设置为机械制冷模式,关闭间接蒸发冷却冷水机组(1)中的间接段风机(17)和循环水泵(13),开启填料段风机(21),开启机械制冷单元中的压缩机(5),关闭第二水泵(10)、第一阀门(6)和第三阀门(23),开启第一水泵(7)和第二阀门(8),第四阀门(12)连通第二水泵(10)。

2. 根据权利要求1所述的一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统,其特征在于,第四阀门(12)为三通阀门,第四阀门(12)连通泄水阀(11)时,能够排空间接蒸发冷却冷水机组(1)底部的冷水。

一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据中心制冷空调领域,具体涉及一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法。

背景技术

[0002] 随着科学技术的飞速发展,数据中心建设速度与日俱增。数据中心规模迅速增大的背后是能源的快速消耗,其中空调制冷系统能耗占数据中心总能耗的40%左右。在数据中心快速建设过程中,既要保证数据中心安全、稳定地运行,又要满足数据中心的节能需求。目前,间接蒸发冷却空调机组在数据中心得到应用,取得了一定的节能效果,引起了行业的重视。因此,采用蒸发冷却技术与机械制冷相结合的方法是数据中心制冷系统值得关注的、重要的发展方向。

[0003] 现有技术中,已经有利用蒸发冷却与机械制冷相结合的制冷技术。授权公告号为CN210801466U的专利文献,利用多级间接蒸发冷却器预冷空气,并结合机械制冷单元制取冷风送入机房,以此来增加蒸发冷却使用时间并提高机械制冷空调能效的目的。授权公告号为CN210197538U的专利文献,公开了一种蒸发冷却与蒸发冷凝相耦合的双冷源冷水系统,将两个机械制冷冷凝器分别放置左右间接段上方造成成本过大,且蒸发冷却冷水机组与机械制冷制取的冷水通过分水器配水过程水温变化幅度较大,系统供水温度均匀性较差。申请公布号为CN110542162A的专利文献,复合蒸发制冷和机械制冷的冷水机组一体机及切换方法,将蒸发冷却换热器和机械制冷的冷凝器集成在一个蒸发冷却腔体内,在全年单个换热器使用率不高且用喷淋水直接喷向换热器表面容易发生结垢。

[0004] 大型数据中心一般采用水冷冷冻水系统供冷。数据中心需全年供冷,常规机械制冷系统在冬季及过渡季节不能充分利用自然冷源,全年运行能耗较高。而蒸发冷却制冷系统在夏季炎热天气,制冷能力达不到数据中心供冷要求,且制冷能力受气象条件影响较大。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明所要解决的技术问题是针对现有技术的不足,提供一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明公开了一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统,包括机械制冷单元、间接蒸发冷却冷水机组、板式换热器、一次水系统和二次水系统;

[0007] 机械制冷单元包括机械制冷冷凝器、节流阀、机械制冷蒸发器和压缩机,压缩机为变频压缩机;一次水系统是间接蒸发冷却冷水机组和板式换热器之间的环路,二次水系统是板式换热器、机械制冷蒸发器和机房末端空调之间的环路;一次水系统通过板式换热器将冷量传递给二次水系统,二次水系统将冷量传递到机房末端空调内。

[0008] 本发明的一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统包含三种工作模式:蒸发冷却模式、混合模式和机械制冷模式;蒸发冷却模式通过间接蒸发冷却冷水机组冷却;机械制冷模式通过机械制冷单元冷却;混合模式通过间接蒸发冷却冷水机组和机械制冷单元同时

冷却。

[0009] 本发明中,间接蒸发冷却冷水机组为左右对称结构,左右工作原理相同,包括循环水泵、间接蒸发冷却器、热管蒸发端、空气过滤器、间接段风机、热管冷凝端、第一布水器、蒸发冷却填料、填料段风机和第二布水器;

[0010] 环境空气分两路进入间接蒸发冷却冷水机组,第一路环境空气在间接段风机的作用下进入间接蒸发冷却器的湿通道,与第一布水器喷淋下来的水发生热湿交换,再经过热管冷凝端带走热管冷凝热后向上排出机组;第一布水器喷淋下来的水在流过间接蒸发冷却器的湿通道后落入间接蒸发冷却器下方水箱,并在循环水泵的作用下进入第一布水器,依次循环,从而确保间接蒸发冷却器内部始终保持湿润低温;

[0011] 第二路环境空气在填料段风机的作用下,经过空气过滤器进入间接蒸发冷却冷水机组内部,再依次经过热管蒸发端和间接蒸发冷却器进行两级等湿冷却,之后进入蒸发冷却填料,与第二布水器喷淋下来的水发生热湿交换,最后经过机械制冷冷凝器带走机械制冷冷凝热后向上排出机组;在蒸发冷却填料内被降温的水落入间接蒸发冷却冷水机组底部;第四阀门连通第二水泵,第二水泵将间接蒸发冷却冷水机组底部的冷水抽出,经过板式换热器后沿一次水系统环路回到第二布水器中,依次循环。热管蒸发端温度较低,第二路环境空气经过热管蒸发端后实现冷却,热管蒸发端将冷却第二路环境空气产生的热量传送至热管冷凝端;热管冷凝端比较热,利用间接蒸发冷却器上方排出的第一路环境空气将其热量吹散到室外,增强热管的散热效率;间接蒸发冷却器内部在第一路环境空气与第一布水器作用下始终保持湿润低温,第二路环境空气经过间接蒸发冷却器后实现冷却,使进入蒸发冷却填料的空气变得更冷,对蒸发冷却填料中的热湿交换有很大促进作用。

[0012] 间接蒸发冷却冷水机组的对称设置,可以增加进入间接蒸发冷却冷水机组的空气量,提升冷却效率。

[0013] 本发明中,第四阀门为三通阀门,当系统进行维修保养时,间接蒸发冷却冷水机组通过第四阀门连通泄水阀,能够排空间接蒸发冷却冷水机组底部的冷水并进行清理。

[0014] 本发明中,空气过滤器设置在间接蒸发冷却冷水机组两侧,使第二路环境空气从间接蒸发冷却冷水机组两侧进入机组内部,增加进入空气量;两侧的空气在蒸发冷却填料下方汇集,能在蒸发冷却填料中使空气与水热湿交换更均匀充分。热管蒸发端设置在空气过滤器和间接蒸发冷却器之间,对从空气过滤器进入的第二路环境空气进行冷却,从而加强间接蒸发冷却段冷却效率;热管冷凝端放置在间接段风机上方,利用冷却的排风提高热管换热效率。

[0015] 本发明中,当系统工作模式为蒸发冷却模式或者混合模式时,二次水系统中的机房末端冷冻水回水在第一水泵的作用下,经过第三阀门、板式换热器、第一阀门和机械制冷蒸发器,最后回到机房末端空调内。

[0016] 本发明中,当系统工作模式为机械制冷模式时,二次水系统中的机房末端冷冻水回水在第一水泵的作用下,经过第二阀门和机械制冷蒸发器,最后回到机房末端空调内。

[0017] 本发明中,机械制冷单元置于间接蒸发冷却冷水机组上方,机械制冷冷凝器置于填料段风机与第二布水器之间。当系统工作模式为混合模式时,系统充分利用间接蒸发冷却冷水机组填料段风水热湿交换后的冷风,提高了机械制冷冷凝器散热效率。

[0018] 本发明还提供了一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统的切换方法,间接蒸

发冷却冷水机组底部冷水温度能够逼近环境空气露点温度,按低于环境湿球温度 2°C 计算蒸发冷却冷水机组底部冷水温度;测量环境空气湿球温度为 T ,设置机房末端空调冷冻水供水温度为 T_{supply} ,回水温度为 T_{return} , $T_{\text{supply}} < T_{\text{return}}$;设置板式换热器温升为 T_{rise} , T_{rise} 取值在 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ 之间;

[0019] 当环境空气湿球温度 T 小于 $T_{\text{supply}} + T_{\text{rise}}$ 时,蒸发冷却冷水机组底部冷水温度小于 $T_{\text{supply}} + T_{\text{rise}} - 2^{\circ}\text{C}$,系统工作模式设置为蒸发冷却模式,开启间接蒸发冷却冷水机组中的间接段风机、填料段风机和循环水泵,关闭机械制冷单元中的压缩机,开启第一水泵、第二水泵、第一阀门和第三阀门,关闭第二阀门,第四阀门连通第二水泵;

[0020] 当环境空气湿球温度 T 在 $T_{\text{supply}} + T_{\text{rise}}$ 和 $T_{\text{return}} + T_{\text{rise}}$ 之间时,蒸发冷却冷水机组底部冷水温度在 $T_{\text{supply}} + T_{\text{rise}} - 2^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{\text{return}} + T_{\text{rise}} - 2^{\circ}\text{C}$ 之间,系统工作模式设置为混合模式,开启间接蒸发冷却冷水机组中的间接段风机、填料段风机和循环水泵,开启机械制冷单元中的压缩机,开启第一水泵、第二水泵、第一阀门和第三阀门,关闭第二阀门,第四阀门连通第二水泵;

[0021] 当环境空气湿球温度 T 大于 $T_{\text{return}} + T_{\text{rise}}$ 时,蒸发冷却冷水机组底部冷水温度大于 $T_{\text{return}} + T_{\text{rise}} - 2^{\circ}\text{C}$,系统工作模式设置为机械制冷模式,关闭间接蒸发冷却冷水机组中的间接段风机和循环水泵,开启填料段风机,开启机械制冷单元中的压缩机,关闭第二水泵、第一阀门和第三阀门,开启第一水泵和第一阀门,第四阀门连通第二水泵。

[0022] 系统能够通过阀门的开启和闭合实现系统工作模式的连续切换。

[0023] 有益效果:本发明提供了一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法,与现有技术相比,具有以下优点:

[0024] 1、蒸发冷却冷水机组和机械制冷单元可以同时为数据中心提供冷水,炎热夏季使用机械制冷单元,过渡季节及冬季使用蒸发冷却冷水机组或者两者结合运行。

[0025] 2、本系统全年大部分时间通过蒸发冷却来消除机房热量,与传统数据中心机械制冷空调系统相比,大大节约了制冷系统全年运行能耗。

[0026] 3、本系统机械制冷冷凝器放置在间接蒸发冷却冷水机组填料段上方,在蒸发冷却与机械制冷联合运行时,充分利用间接蒸发冷却冷水机组填料段风水热湿交换后的冷风,提高了机械制冷冷凝器散热效率。

[0027] 4、系统通过阀门的开启和闭合以及压缩机变频运行,可以实现系统运行模式的连续切换,解决了短时间内环境变化幅度较大导致的间接蒸发冷却冷水机组与机械制冷单元运行模式切换过于频繁的问题。

[0028] 5、间接蒸发冷却冷水机组中的间接蒸发冷却段通过热管蒸发端的降温作用加强间接蒸发冷却段冷却效率,且热管冷凝端放置在间接段风机上方,利用冷却的排风提高热管换热效率。

附图说明

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做更进一步的具体说明,本发明的上述和/或其他方面的优点将会变得更加清楚。

[0030] 图1为一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统;

[0031] 图2为间接蒸发冷却冷水机组;

[0032] 图3为本发明工况一间接蒸发冷却冷水机组中空气和水工作过程焓湿图

[0033] 图4为本发明工况二间接蒸发冷却冷水机组中空气和水工作过程焓湿图

[0034] 附图标记说明:

[0035] 1—间接蒸发冷却冷水机组,2—机械制冷冷凝器,3—节流阀,4—机械制冷蒸发器,5—压缩机,6—第一阀门,7—第一水泵,8—第二阀门,9—板式换热器,10—第二水泵,11—泄水阀,12—第四阀门,23—第三阀门;13—循环水泵,14—间接蒸发冷却器,15—热管蒸发端,16—空气过滤器,17—间接段风机,18—热管冷凝端,19—第一布水器,20—蒸发冷却填料,21—填料段风机,22—第二布水器

具体实施方式

[0036] 如图1所示,一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统,包括机械制冷单元、间接蒸发冷却冷水机组1、板式换热器9、及一次水系统和二次水系统;

[0037] 机械制冷单元包括机械制冷冷凝器2、节流阀3、机械制冷蒸发器4和压缩机5,压缩机5为变频压缩机;一次水系统是间接蒸发冷却冷水机组1和板式换热器9之间的环路,二次水系统是板式换热器9、机械制冷蒸发器4和机房末端空调之间的环路;一次水系统通过板式换热器9将冷量传递给二次水系统,之后再冷量传递到机房末端空调内。

[0038] 本发明的一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统,包含三种工作模式:蒸发冷却模式、混合模式和机械制冷模式;蒸发冷却模式通过间接蒸发冷却冷水机组1冷却;机械制冷模式通过机械制冷单元冷却;混合模式通过间接蒸发冷却冷水机组1和机械制冷单元同时冷却。

[0039] 如图2所示,间接蒸发冷却冷水机组为左右对称结构,左右工作原理相同,包括循环水泵13、间接蒸发冷却器14、热管蒸发端15、空气过滤器16、间接段风机17、热管冷凝端18、第一布水器19、蒸发冷却填料20、填料段风机21和第二布水器22;

[0040] 环境空气分两路进入间接蒸发冷却冷水机组1,第一路环境空气在间接段风机17的作用下进入间接蒸发冷却器14的湿通道,与第一布水器19喷淋下来的水发生热湿交换,再经过热管冷凝端18带走热管冷凝热后向上排出机组;第一布水器19喷淋下来的水在流过间接蒸发冷却器14的湿通道后落入间接蒸发冷却器14下方水箱,并在循环水泵13的作用下进入第一布水器19,依次循环;

[0041] 第二路环境空气在填料段风机21的作用下,经过空气过滤器16进入间接蒸发冷却冷水机组1内部,再依次经过热管蒸发端15和间接蒸发冷却器14进行两级等湿冷却,之后进入蒸发冷却填料20,与第二布水器22喷淋下来的水发生热湿交换,最后经过机械制冷冷凝器2带走机械制冷冷凝热后向上排出机组;在蒸发冷却填料20内被降温的水落入间接蒸发冷却冷水机组1底部;第四阀门12连通第二水泵10,第二水泵10将间接蒸发冷却冷水机组1底部的冷水抽出,经过板式换热器9后沿一次水系统环路回到第二布水器22中,依次循环。

[0042] 第四阀门12为三通阀门,第四阀门12连通泄水阀11时,能够排空间接蒸发冷却冷水机组1底部的冷水。

[0043] 空气过滤器16设置在间接蒸发冷却冷水机组1两侧;热管蒸发端15设置在空气过滤器16和间接蒸发冷却器14之间;热管冷凝端18放置在间接段风机17上方。

[0044] 当系统工作模式为蒸发冷却模式或者混合模式时,二次水系统中的机房末端冷冻

水回水在第一水泵7的作用下,经过第三阀门23、板式换热器9、第一阀门6和机械制冷蒸发器4,最后回到机房末端空调内。

[0045] 当系统工作模式为机械制冷模式时,二次水系统中的机房末端冷冻水回水在第一水泵7的作用下,经过第二阀门8和机械制冷蒸发器4,最后回到机房末端空调内。

[0046] 机械制冷单元置于间接蒸发冷却冷水机组1上方,机械制冷冷凝器2置于填料段风机21与第二布水器22之间。

[0047] 间接蒸发冷却冷水机组1底部冷水温度能够逼近环境空气露点温度,按低于环境湿球温度 2°C 计算蒸发冷却冷水机组1底部冷水温度,根据环境空气湿球温度,系统在全年运行过程中可以将三种工作模式的切换条件界定清楚。测量环境空气湿球温度为 T ,设置机房末端空调冷冻水供水温度为 T_{supply} ,回水温度为 T_{return} , $T_{\text{supply}} < T_{\text{return}}$;设置板式换热器9温升为 T_{rise} , T_{rise} 取值在 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ 之间。本实施例中, T_{supply} 取 15°C , T_{return} 取 21°C ,板式换热器9的温升 T_{rise} 取 1°C 。

[0048] 工况一:当环境空气湿球温度低于 16°C 时,间接蒸发冷却冷水机组1的出水温度低于 14°C ,间接蒸发冷却冷水机组1作为系统冷源,系统工作模式设置为蒸发冷却模式,开启间接蒸发冷却冷水机组1中的间接段风机17、填料段风机21和循环水泵13,关闭机械制冷单元中的压缩机5,开启第一水泵7、第二水泵10、第一阀门6和第三阀门23,关闭第二阀门8,使机房末端空调冷冻水回水先经过板式换热器9冷却,再经过机械制冷蒸发器4,最后回到机房末端空调。图1中,由间接蒸发冷却冷水机组1制取的冷水通过第二水泵10将冷量通过板式换热器9传向二次水系统,之后再由二次水系统传入机房末端空调。

[0049] 图3为工况一间接蒸发冷却冷水机组中空气和水工作过程焓湿图,室外空气状态 a_1 点,经过热管蒸发端15等湿冷却到达 a_2 状态点,再经过间接蒸发冷却器14等湿冷却达到 a_3 状态点,最后空气在蒸发冷却填料20中与水发生热湿交换,空气状态点到达b点。同时,第二布水器22中的水在蒸发冷却填料20中与水热湿交换后状态点从A点到B点。

[0050] 工况二:当环境空气湿球温度在 $16^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ 时,间接蒸发冷却冷水机组1的出水温度在 $14^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$,需由间接蒸发冷却冷水机组1和机械制冷单元联合运行作为系统冷源,系统工作模式设置为混合模式,开启间接蒸发冷却冷水机组1中的间接段风机17、填料段风机21和循环水泵13,开启机械制冷单元中的压缩机5,开启系统中第一水泵7、第二水泵10、第一阀门6和第三阀门23,关闭第二阀门8,使机房末端空调冷冻水回水先经过板式换热器9冷却,再经过机械制冷蒸发器4冷却,最后回到机房末端空调。图1中,由间接蒸发冷却冷水机组1制取的冷水通过第二水泵10将冷量通过板式换热器9吸收一部分二次水系统中的热量,然后二次水再经过机械制冷蒸发器4将水温降至 15°C 。

[0051] 图4为工况二间接蒸发冷却冷水机组中空气和水工作过程焓湿图,室外空气状态 c_1 点,经过热管蒸发端15等湿冷却到达 c_2 状态点,再经过间接蒸发冷却器14等湿冷却达到 c_3 状态点,最后空气在蒸发冷却填料20中与水发生热湿交换,空气状态点到达d点。同时,第二布水器22中的水在蒸发冷却填料中与水热湿交换的后状态点从C点到D点。

[0052] 工况三:当环境空气湿球温度高于 22°C 时,间接蒸发冷却冷水机组的出水温度高于 20°C ,需要单独由机械制冷单元作为系统冷源,系统工作模式设置为机械制冷模式,关闭间接蒸发冷却冷水机组1中的间接段风机17、循环水泵13,开启填料段风机21,开启机械制冷单元中的压缩机5,关闭第二水泵10、第一阀门6和第三阀门23,开启第一水泵7和第二阀

门8,使机房末端空调冷冻水回水直接经过机械制冷蒸发器4将水温降至15℃,最后回到机房末端空调。

[0053] 由于环境空气湿球温度是连续变化的,故系统切换只有工况一到工况二、工况二到工况三、工况三到工况二和工况二到工况一四种情况,现对切换逻辑汇总如下表所示:

工况	阀门组件	设备组件
工况一到工况二	——	压缩机 5 开启
工况二到工况三	第一阀门6和第三阀门23关闭,第二阀门8开启	第二水泵 10、间接段风机 17和循环水泵 13 关闭
工况三到工况二	第一阀门6和第三阀门23开启,第二阀门8关闭	第二水泵 10、间接段风机 17和循环水泵 13 开启
工况二到工况一	——	压缩机 5 关闭

[0054] 本发明提供了一种结合机械制冷的间接蒸发冷却冷水系统及切换方法的思路及方法,具体实现该技术方案的方法和途径很多,以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

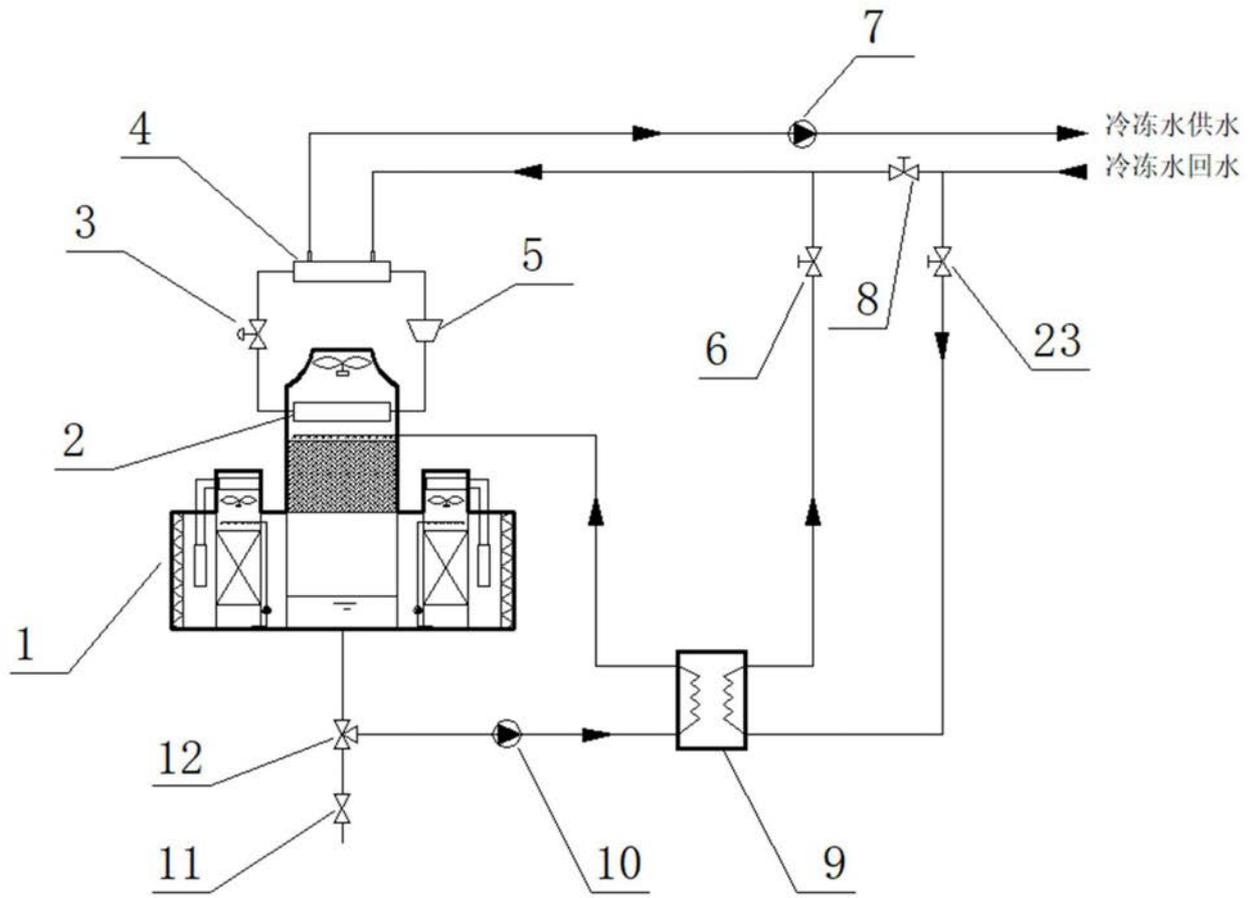


图1

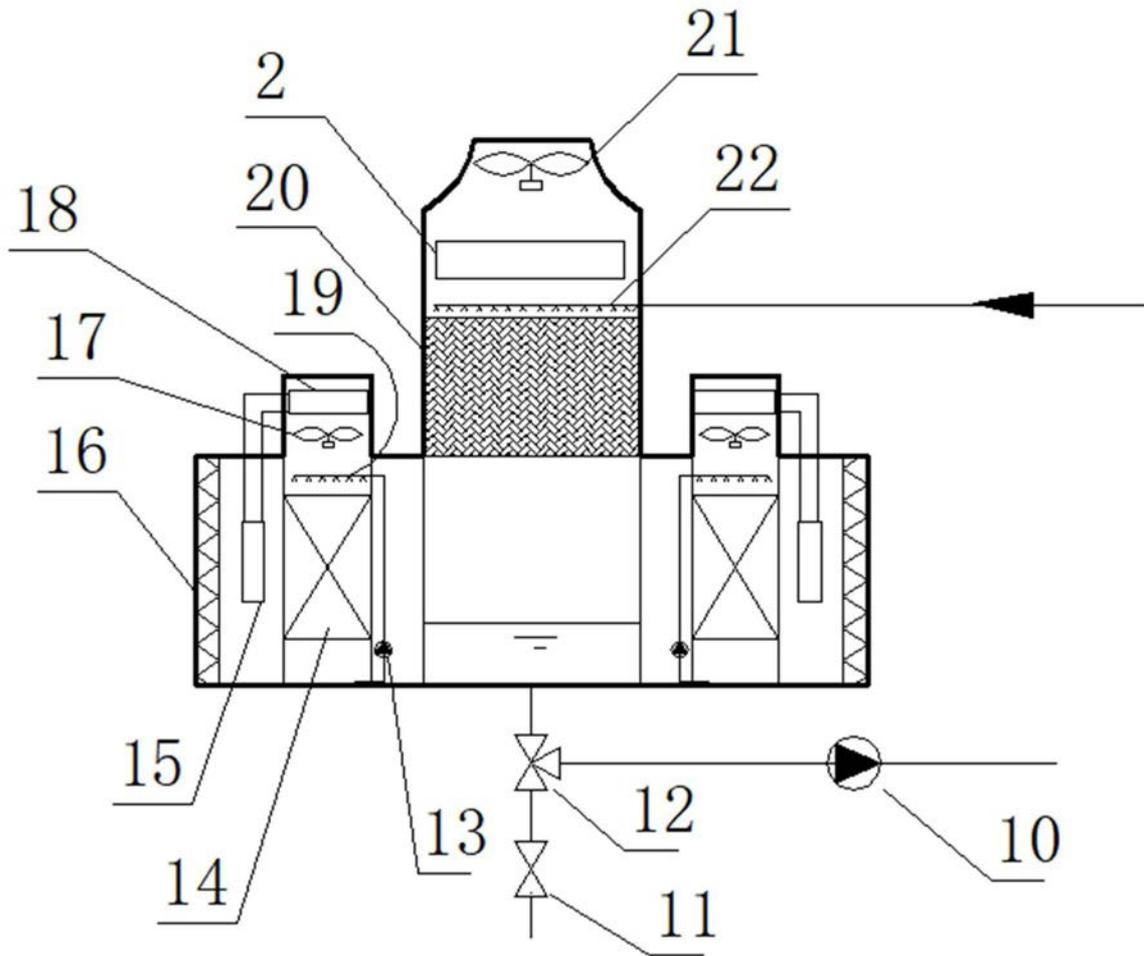


图2

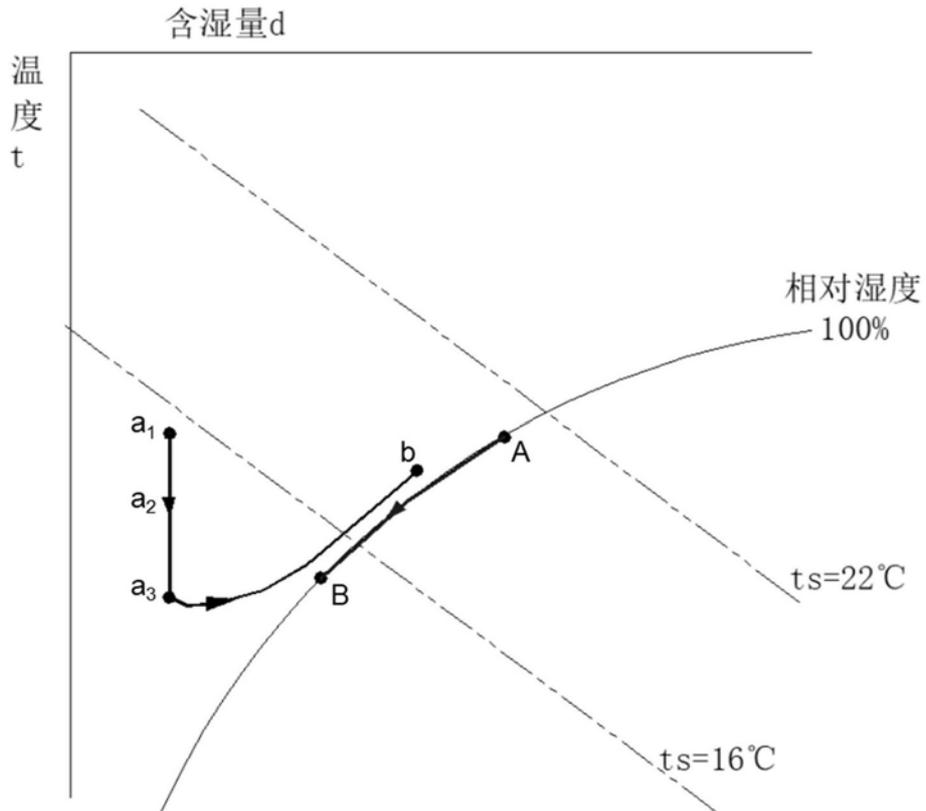


图3

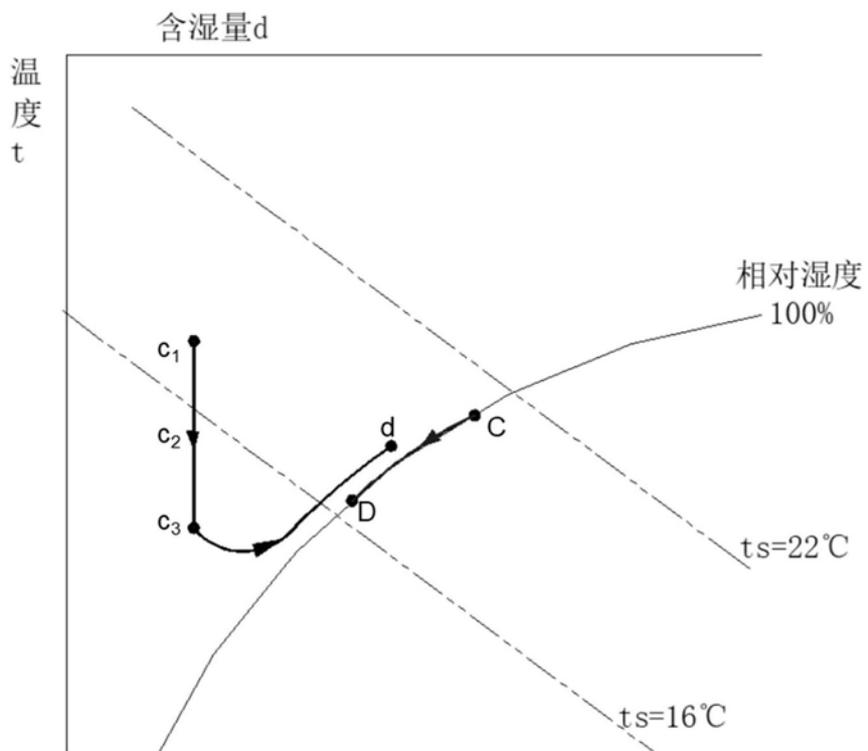


图4