



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112040717 A

(43) 申请公布日 2020.12.04

(21) 申请号 202010733978.4

(22) 申请日 2020.07.27

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街  
29号

(72) 发明人 张朋磊 陈航 陈维建 刘书庭

赖柄竹 王宁悦 刘梓煊

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

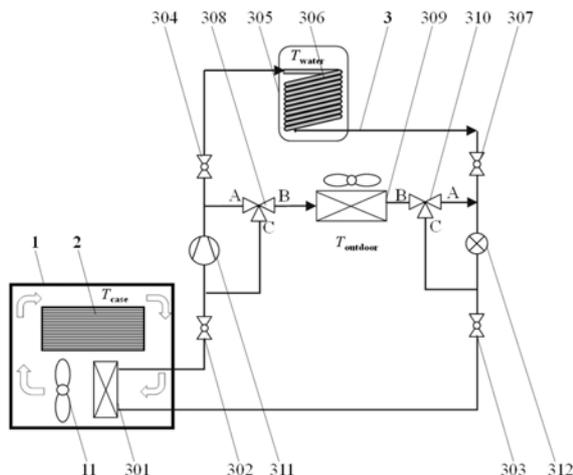
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

## (54) 发明名称

分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统及工作方法

## (57) 摘要

本发明公开了分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统及工作方法,涉及暖通空调及信息网络交叉领域,能够根据机柜内空气温度、水箱内水温和室外空气温度不同,实现多种工作模式。本发明系统包括:封闭式机柜、服务器、取热支路、热回收供热/散热模块,其中热回收供热/散热模块包括风冷蒸发器、蓄热支路和风冷换热支路。服务器、风冷蒸发器设置在封闭式机柜中,取热支路包括两条支路,支路上均设置阀门,分别连接风冷蒸发器的输入、输出端。本发明综合利用太阳能和空气热量进行高效热回收/空气源供热及散热,满足了用户热量供需高效匹配,且提高了机组完善度和供热可靠性。



1. 分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,其特征在于,包括:封闭式机柜(1)、服务器(2)、取热支路、热回收供热/散热模块(3),其中热回收供热/散热模块(3)包括风冷蒸发器(301)、蓄热支路和风冷换热支路;

服务器(2)、风冷蒸发器(301)设置在封闭式机柜(1)中,所述取热支路包括两条支路,所述支路上均设置阀门,分别连接风冷蒸发器(301)的输入、输出端;

风冷蒸发器(301)通过所述取热支路并联所述蓄热支路和风冷换热支路,通过控制所述取热支路上的阀门,控制所述蓄热支路和风冷换热支路与风冷蒸发器(301)连接或者断开。

2. 根据权利要求1所述的分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,其特征在于,所述蓄热支路包括蓄热支路第一阀门(304)、蓄热水箱(305)、水冷盘管冷凝器(306)、蓄热支路第二阀门(307),水冷盘管冷凝器(306)设置在蓄热水箱(305)内部,蓄热支路第一阀门(304)和蓄热支路第二阀门(307)设置在水冷盘管冷凝器(306)两端;

所述风冷换热支路由第一三通阀(308)B端、风冷换热器(309)、第二三通阀(310)B端依次连接组成;

所述取热支路包括由取热支路第一阀门(302)和压缩机(311)组成的第一取热支路,以及取热支路第二阀门(303)和节流装置(312)组成的第二取热支路;

风冷蒸发器(301)的输出端、取热支路第一阀门(302)、压缩机(311)、蓄热支路第一阀门(304)依次连接,其中,第一三通阀(308)A端连接压缩机(311)进口,同时C端与取热支路第一阀门(302)连接;

蓄热支路第二阀门(307)、节流装置(312)的入口,取热支路第二阀门(303)、风冷蒸发器(301)的输入端依次连接,其中,第二三通阀(310)A端连接节流装置(312)的入口,同时C端与取热支路第二阀门(303)连接。

3. 根据权利要求2所述的分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,其特征在于:水冷盘管冷凝器(306)和风冷换热器(309)的水平位置高于风冷蒸发器(301)。

4. 根据权利要求1所述的分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,其特征在于:机柜(1)内设置循环风扇(11)。

5. 分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统的工作方法,适用于如权利要求1-4所述的分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,其特征在于,根据不同温度实现不同的工作模式,包括热管供热模式、热回收热泵供热模式、空气源热泵供热模式、热管散热模式、热泵散热模式;

(a) 当机柜内空气温度较高,水箱内水温较低需要供热时,第一三通阀(308)、第二三通阀(310)的A端口和C端口连通,取热支路第一阀门(302)、取热支路第二阀门(303)、蓄热支路第一阀门(304)、蓄热支路第二阀门(307)打开,压缩机(311)、节流装置(312)关闭,风冷蒸发器(301)收集服务器(2)余热直接制取热水,机组运行于热管供热模式;

(b) 当机柜内空气温度较高,水箱内水温较高但仍需供热时,第一三通阀(308)、第二三通阀(310)的所有端口关闭,取热支路第一阀门(302)、取热支路第二阀门(303)、蓄热支路第一阀门(304)、蓄热支路第二阀门(307)、压缩机(311)、节流装置(312)打开,风冷蒸发器(301)收集服务器(2)余热制取高温热水,机组运行于热回收热泵供热模式;

(c) 当机柜内空气温度较低,水箱内水温较低需要供热时,第一三通阀(308)、第二三通

阀(310)的B端口和C端口连通,蓄热支路第一阀门(304)、蓄热支路第二阀门(307)、压缩机(311)、节流装置(312)打开,取热支路第一阀门(302)、取热支路第二阀门(303)关闭,风冷换热器(309)收集空气中热量制取热水,机组运行于空气源热泵供热模式;

(d)当机柜内空气温度较高,水箱内水温较高无需供热,且室外温度较低时,第一三通阀(308)、第二三通阀(310)的B端口和C端口连通,取热支路第一阀门(302)、取热支路第二阀门(303)打开,蓄热支路第一阀门(304)、蓄热支路第二阀门(307)、压缩机(311)、节流装置(312)关闭,风冷蒸发器(301)收集服务器(2)余热通过风冷换热器(309)向外散热,机组运行于热管散热模式;

(e)当机柜内空气温度较高,水箱内水温较高无需供热,且室外温度较高时,第一三通阀(308)、第二三通阀(310)的A端口和B端口连通,取热支路第一阀门(302)、取热支路第二阀门(303)、压缩机(311)、节流装置(312)打开,蓄热支路第一阀门(304)、蓄热支路第二阀门(307)关闭,风冷蒸发器(301)收集服务器(2)余热通过风冷换热器(309)向外散热,机组运行于热泵散热模式。

## 分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统及工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及暖通空调及信息网络交叉领域,尤其涉及了分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统及工作方法。

### 背景技术

[0002] 随着处理数据量指数式增长,作为数据存储/交换枢纽的互联网数据中心(Internet Data Center IDC)发展快速。据统计,目前我国各类数据中心数量已超50万个,机柜数超600万个,数据中心数量和面积都已跃居世界第二。数据中心发展十分快速,市场潜力巨大。而传统集中式数据中心存在以下问题:1)传统的数据中心通常是将所有的电子设备集中放置,使得设备的散热量过大且集中(单位面积散热量达1000W/m<sup>2</sup>),散热困难,制冷能耗高。此外,大量清洁、高品位热量(温度>30℃)直接排放到空气中,不仅热量未得到充分利用,造成高品位能量的浪费,而且易于形成局部热岛效应,影响局部微气候;2)传统模式下,数据中心负责整个网络的数据处理,数据中心到用户之间的传输距离较远,部分用户由于节点多且复杂可能会导致响应速度慢、不稳定等问题;3)传统模式通常是单点保障,某一点发生问题就可能造成全网瘫痪,可靠性不足;4)由于数据中心的设备很多,且为了保障数据的安全性通常会进行多重备份,使得所需的建设面积大、建设和运营费用高。

[0003] 另一方面,随着我国建筑规模快速发展和人民生活水平的提高,建筑能耗持续走高,已占社会总能耗30%以上,且带来严重的环境污染问题。开发清洁、高效、可再生的建筑供热方式,已成为亟待解决的社会问题。

[0004] 数据中心热回收供热通过将分布式服务器放置于用户家中,为本地及远程用户提供数据计算、储存能力,同时回收服务器余热为本地用户供热。采用数据中心热回收供热,需要解决以下问题:1)需要供热、且服务器散热充足时,高效热回收问题;2)需要供热、且服务器散热不足时,热量补充问题;3)无需供热、且服务器散热充足时,高效散热问题。

### 发明内容

[0005] 本发明提供了分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统及工作方法,能够根据机柜内空气温度、水箱内水温和室外空气温度不同,实现多种工作模式,综合利用太阳能和空气热量进行高效热回收、空气源供热及散热,满足了用户热量供需高效匹配,且提高了机组完善度和供热可靠性。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,包括:封闭式机柜、服务器、取热支路、热回收供热/散热模块,其中热回收供热/散热模块包括风冷蒸发器、蓄热支路和风冷换热支路。服务器、风冷蒸发器设置在封闭式机柜中,取热支路包括两条支路,支路上均设置阀门,分别连接风冷蒸发器的输入、输出端。

[0008] 风冷蒸发器通过取热支路并联蓄热支路和风冷换热支路,通过控制取热支路上的阀门,控制蓄热支路和风冷换热支路与风冷蒸发器连接或者断开。

[0009] 进一步的,蓄热支路包括蓄热支路第一阀门、蓄热水箱、水冷盘管冷凝器、蓄热支路第二阀门,水冷盘管冷凝器设置在蓄热水箱内部,蓄热支路第一阀门和蓄热支路第二阀门设置在水冷盘管冷凝器两端。

[0010] 风冷换热支路由第一三通阀B端、风冷换热器、第二三通阀B端依次连接组成。

[0011] 取热支路包括由取热支路第一阀门和压缩机组成的第一取热支路,以及取热支路第二阀门和节流装置组成的第二取热支路。

[0012] 风冷蒸发器的输出端、取热支路第一阀门、压缩机、蓄热支路第一阀门依次连接,其中,第一三通阀A端连接压缩机进口,同时C端与取热支路第一阀门连接。

[0013] 蓄热支路第二阀门、节流装置的入口,取热支路第二阀门、风冷蒸发器的输入端依次连接,其中,第二三通阀A端连接节流装置的入口,同时C端与取热支路第二阀门连接。

[0014] 进一步的,水冷盘管冷凝器和风冷换热器的水平位置高于风冷蒸发器。

[0015] 进一步的,机柜内设置循环风扇。

[0016] 本发明还提供了分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统的工作方法,适用于所述分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,根据温度不同温度实现不同的工作模式,包括热管供热模式、热回收热泵供热模式、空气源热泵供热模式、热管散热模式、热泵散热模式。

[0017] (a)当机柜内空气温度较高,水箱内水温较低需要供热时,第一三通阀、第二三通阀的A端口和C端口连通,取热支路第一阀门、取热支路第二阀门、蓄热支路第一阀门、蓄热支路第二阀门打开,压缩机、节流装置关闭,风冷蒸发器收集服务器余热直接制取热水,机组运行于热管供热模式。

[0018] (b)当机柜内空气温度较高,水箱内水温较高但仍需供热时,第一三通阀、第二三通阀的所有端口关闭,取热支路第一阀门、取热支路第二阀门、蓄热支路第一阀门、蓄热支路第二阀门、压缩机、节流装置打开,风冷蒸发器收集服务器余热制取高温热水,机组运行于热回收热泵供热模式。

[0019] (c)当机柜内空气温度较低,水箱内水温较低需要供热时,第一三通阀、第二三通阀的B端口和C端口连通,蓄热支路第一阀门、蓄热支路第二阀门、压缩机、节流装置打开,取热支路第一阀门、取热支路第二阀门关闭,风冷换热器收集空气中热量制取热水,机组运行于空气源热泵供热模式。

[0020] (d)当机柜内空气温度较高,水箱内水温较高无需供热,且室外温度较低时,第一三通阀、第二三通阀的B端口和C端口连通,取热支路第一阀门、取热支路第二阀门打开,蓄热支路第一阀门、蓄热支路第二阀门、压缩机、节流装置关闭,风冷蒸发器收集服务器余热通过风冷换热器向外散热,机组运行于热管散热模式。

[0021] (e)当机柜内空气温度较高,水箱内水温较高无需供热,且室外温度较高时,第一三通阀、第二三通阀的A端口和B端口连通,取热支路第一阀门、取热支路第二阀门、压缩机、节流装置打开,蓄热支路第一阀门、蓄热支路第二阀门关闭,风冷蒸发器收集服务器余热通过风冷换热器向外散热,机组运行于热泵散热模式。

[0022] 本发明的有益效果为:

[0023] 本发明基于“边缘计算”理念,将原本集中放置的服务器分散放置于用户的家中、本地社区,在供热季利用服务器的散热量和空气中的热量对用户家庭进行供热,高效、清

洁、安全、廉价,节约一次能源,节能减排效益明显;在非供热季利用热管循环将热量耗散到周围环境中,散热较为分散,散热效率更高,有效减弱了局部热堆积效应,提高电子元器件的工作效率,保障服务器的稳定运行。

[0024] 本发明相较于传统数据中心,设备量少,无需大面积征地建设,降低了投资成本。同时通过使用标准化机柜,使得设备易于维护和更换,能较好地控制运行成本。由于设备是安置在居民家中,故可以使用低价的居民用电(电价约0.5元/kWh,远低于工业用电1.2元/kWh),降低企业的运营和维护成本。此外,通过一套设备,可实现五种工作模式,综合利用太阳能和空气热量进行高效热回收/空气源供热及散热,满足了用户热量供需高效匹配,且提高了机组完善度和供热可靠性。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0026] 图1是本发明分布式数据中心复合型热回收双源供热/散热系统结构示意图;

[0027] 图2是本发明的工作模式示意图,其中图2a是热管供热模式的示意图、图2b是热回收热泵供热模式的示意图、图2c是空气源热泵供热模式的示意图、图2d是热管散热模式的示意图、图2e是热泵散热模式的示意图。

[0028] 1—机柜、11—循环风扇、2—服务器、3—热回收供热/散热模块、301—风冷蒸发器、302—取热支路第一阀门、303—取热支路第二阀门、304—蓄热支路第一阀门、305—蓄热水箱、306—水冷盘管冷凝器、307—蓄热支路第二阀门、308—第一三通阀、309—风冷换热器、310—第二三通阀、311—压缩机、312—节流装置。

## 具体实施方式

[0029] 为使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0030] 本发明实施例分布式数据中心复合型热回收双源热管理系统,如图1所示,由封闭式机柜1、服务器2、热回收供热/散热模块3组成。其中,热回收供热/散热模块3包括风冷蒸发器301、取热支路第一阀门302、压缩机311、第一三通阀308、风冷换热器309、第二三通阀310、蓄热支路第一阀门304、蓄热水箱305、水冷盘管冷凝器306、蓄热支路第二阀门307、节流装置312、取热支路第二阀门303。

[0031] 蓄热支路第一阀门304、蓄热水箱305、水冷盘管冷凝器306、蓄热支路第二阀门307组成蓄热支路,蓄热支路第一阀门304和蓄热支路第二阀门307设置在水冷盘管冷凝器306两端,水冷盘管冷凝器306设置在蓄热水箱305内部。

[0032] 风冷换热器309两端设置第一三通阀308和第二三通阀310,构成风冷换热支路,其中,风冷换热器309分别与第一三通阀308和第二三通阀310的B端连接。

[0033] 第一三通阀308的A端口连接压缩机311出口,同时与蓄热支路第一阀门304连接,第一三通阀308的C端口连接压缩机311进口,同时与取热支路第一阀门302连接。

[0034] 第二三通阀307的A端口连接节流装置312出口,同时与蓄热支路第二阀门307连接,第二三通阀307的C端口连接节流装置312进口,同时与取热支路第二阀门303连接。

[0035] 服务器2离散的安装在机柜1中,风冷蒸发器301也安装在机柜1中,热回收供热/散热模块3的其余部件均设置在机柜1外部。

[0036] 水冷盘管冷凝器306和风冷换热器309水平位置高于风冷蒸发器301,机柜1内还设置循环风扇11。

[0037] 本系统的控制方法为:采集机柜内空气温度 $T_{case}$ ,水箱内水温 $T_{water}$ ,室外空气温度 $T_{outdoor}$ ,根据温度不同,该系统可实现热管供热模式、热回收热泵供热模式、空气源热泵供热模式、热管散热模式、热泵散热模式五种工作模式。如表1所示:

机柜内空气温度 $T_{case}$	水箱内水温 $T_{water}/^{\circ}C$	室外空气温度 $T_{outdoor}/^{\circ}C$	工作模式	取热支路第一阀门 取热支路第二阀门	蓄热支路第一阀门 蓄热支路第二阀门	压缩机	节流装置
[0038] $T_{case} \geq 35^{\circ}C$	$T_{water} < 30^{\circ}C$	—	热管供热模式	开启	开启	关闭	关闭
	$30^{\circ}C \leq T_{water} < 60^{\circ}C$		热回收热泵供热模式	开启	开启	开启	开启
	$T_{water} < 60^{\circ}C$		空气源热泵供热模式	关闭	开启	开启	开启
$T_{case} \geq 35^{\circ}C$	$T_{water} \geq 60^{\circ}C$	$T_{outdoor} < 25^{\circ}C$	热管散热模式	开启	关闭	关闭	关闭
		$T_{outdoor} \geq 25^{\circ}C$	热泵散热模式	开启	关闭	开启	开启

[0039] (a) 当机柜内空气温度较高,比如 $T_{case} \geq 35^{\circ}C$ ,水箱内水温较低需要供热,比如 $T_{water} < 30^{\circ}C$ ,第一三通阀308、第二三通阀310的A端口和C端口连通,取热支路第一阀门302、取热支路第二阀门303、蓄热支路第一阀门304、蓄热支路第二阀门307打开,压缩机311、节流装置312关闭,风冷蒸发器301收集服务器2余热直接制取热水,机组运行于热管供热模

式,如图2a所示;

[0040] (b) 当机柜内空气温度较高,比如 $T_{\text{case}} \geq 35^{\circ}\text{C}$ ,水箱内水温较高但仍需供热,比如 $30^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{water}} < 60^{\circ}\text{C}$ ,第一三通阀308、第二三通阀310的所有端口关闭,取热支路第一阀门302、取热支路第二阀门303、蓄热支路第一阀门304、蓄热支路第二阀门307、压缩机311、节流装置312打开,风冷蒸发器301收集服务器2余热制取高温热水,机组运行于热回收热泵供热模式,如图2b所示;

[0041] (c) 当机柜内空气温度较低,比如 $T_{\text{case}} < 35^{\circ}\text{C}$ ,水箱内水温较低需要供热,比如 $T_{\text{water}} < 60^{\circ}\text{C}$ ,第一三通阀308、第二三通阀310的B端口和C端口连通,蓄热支路第一阀门304、蓄热支路第二阀门307、压缩机311、节流装置312打开,取热支路第一阀门302、取热支路第二阀门303关闭,风冷换热器309收集空气中热量制取热水,机组运行于空气源热泵供热模式,如图2c所示;

[0042] (d) 当机柜内空气温度较高,比如 $T_{\text{case}} \geq 35^{\circ}\text{C}$ ,水箱内水温较高无需供热,比如 $T_{\text{water}} \geq 60^{\circ}\text{C}$ ,且室外温度较低,比如 $T_{\text{outdoor}} < 25^{\circ}\text{C}$ ,第一三通阀308、第二三通阀310的B端口和C端口连通,取热支路第一阀门302、取热支路第二阀门303打开,蓄热支路第一阀门304、蓄热支路第二阀门307、压缩机311、节流装置312关闭,风冷蒸发器301收集服务器2余热通过风冷换热器309向外散热,机组运行于热管散热模式,如图2d所示;

[0043] (e) 当机柜内空气温度较高,比如 $T_{\text{case}} \geq 35^{\circ}\text{C}$ ,水箱内水温较高无需供热,比如 $T_{\text{water}} \geq 60^{\circ}\text{C}$ ,且室外温度较高,比如 $T_{\text{outdoor}} \geq 25^{\circ}\text{C}$ ,第一三通阀308、第二三通阀310的A端口和B端口连通,取热支路第一阀门302、取热支路第二阀门303、压缩机311、节流装置312打开,蓄热支路第一阀门304、蓄热支路第二阀门307关闭,风冷蒸发器301收集服务器2余热通过风冷换热器309向外散热,机组运行于热泵散热模式,如图2e所示。

[0044] 本发明的有益效果为:

[0045] 本发明基于“边缘计算”理念,将原本集中放置的服务器分散放置于用户的家中、本地社区,在供热季利用服务器的散热量和空气中的热量对用户家庭进行供热,高效、清洁、安全、廉价,节约一次能源,节能减排效益明显;在非供热季利用热管循环将热量耗散到周围环境中,散热较为分散,散热效率更高,有效减弱了局部热堆积效应,提高电子元器件的工作效率,保障服务器的稳定运行。

[0046] 本发明相较于传统数据中心,设备量少,无需大面积征地建设,降低了投资成本。同时通过使用标准化机柜,使得设备易于维护和更换,能较好地控制运行成本。由于设备是安置在居民家中,故可以使用低价的居民用电(电价约0.5元/kWh,远低于工业用电1.2元/kWh),降低企业的运营和维护成本。此外,通过一套设备,可实现五种工作模式,综合利用太阳能和空气热量进行高效热回收/空气源供热及散热,满足了用户热量供需高效匹配,且提高了机组完善度和供热可靠性。

[0047] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

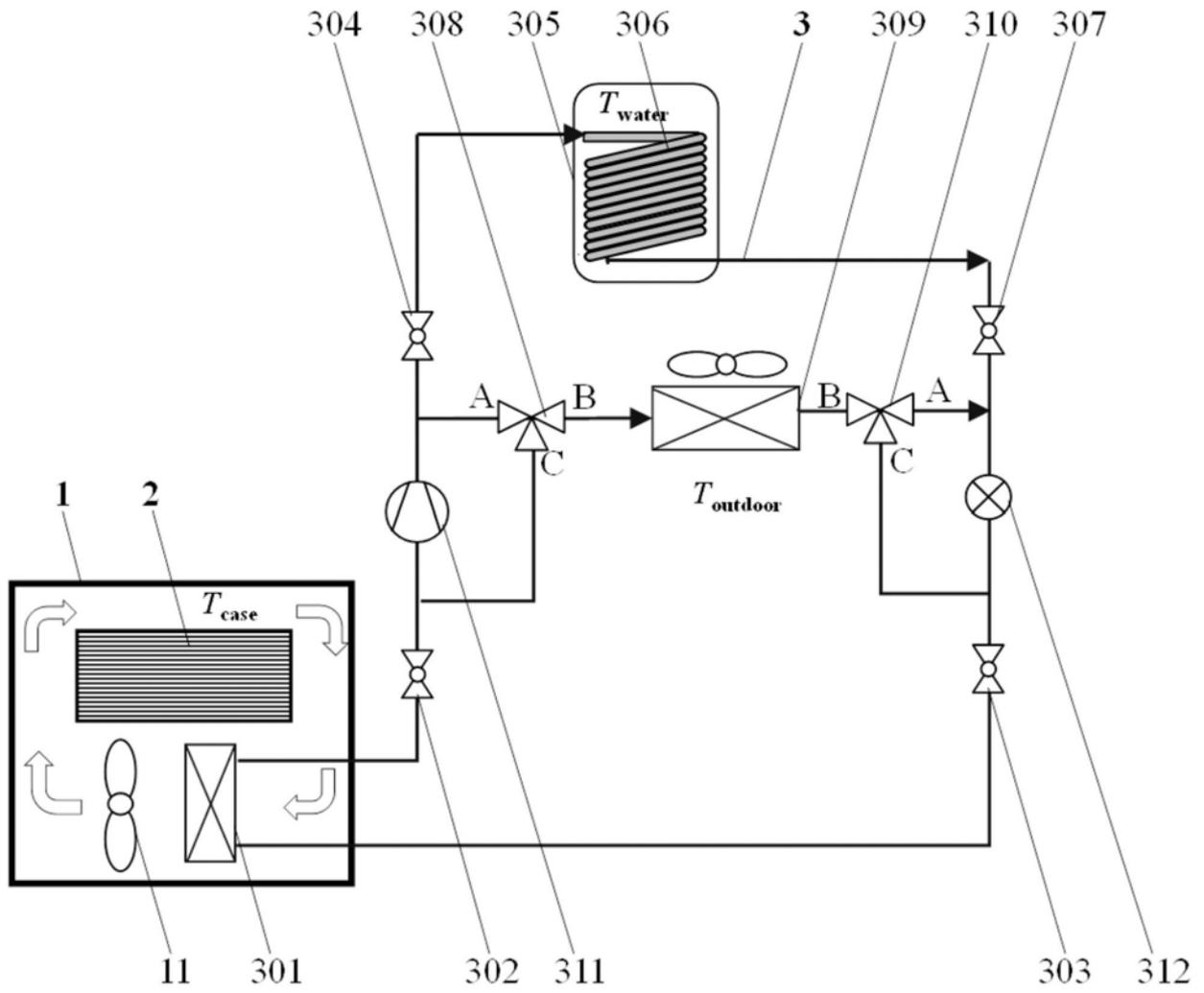


图1

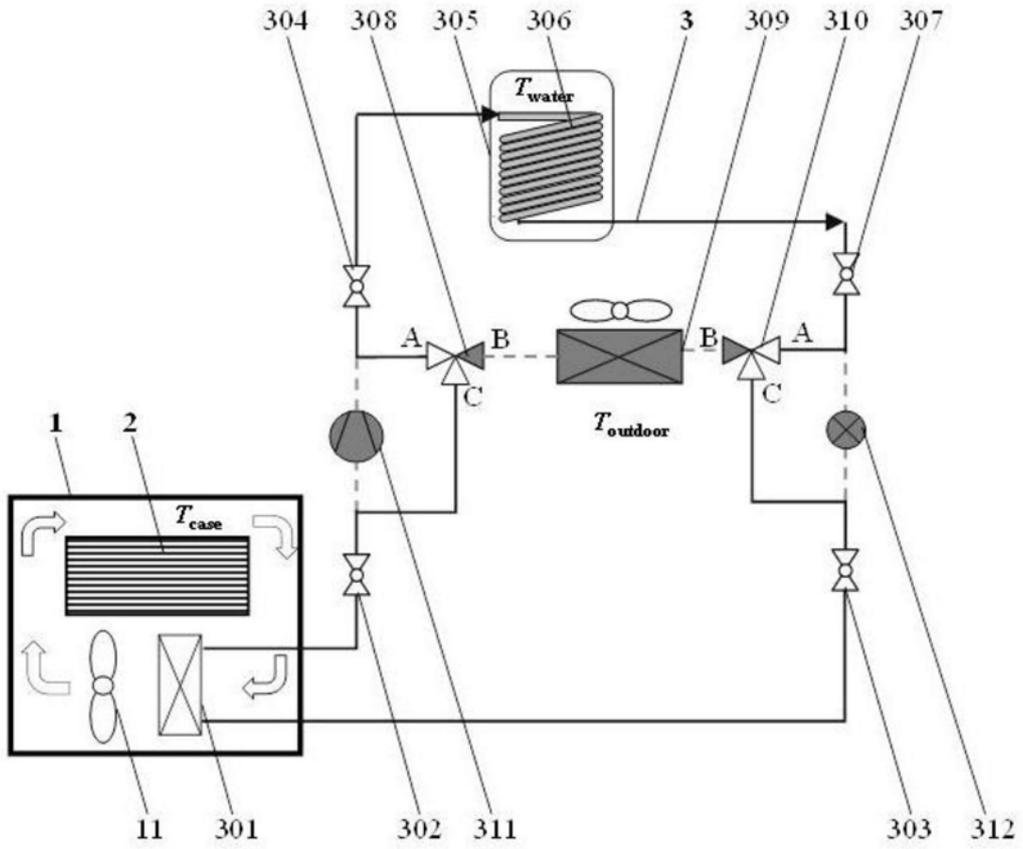


图2a

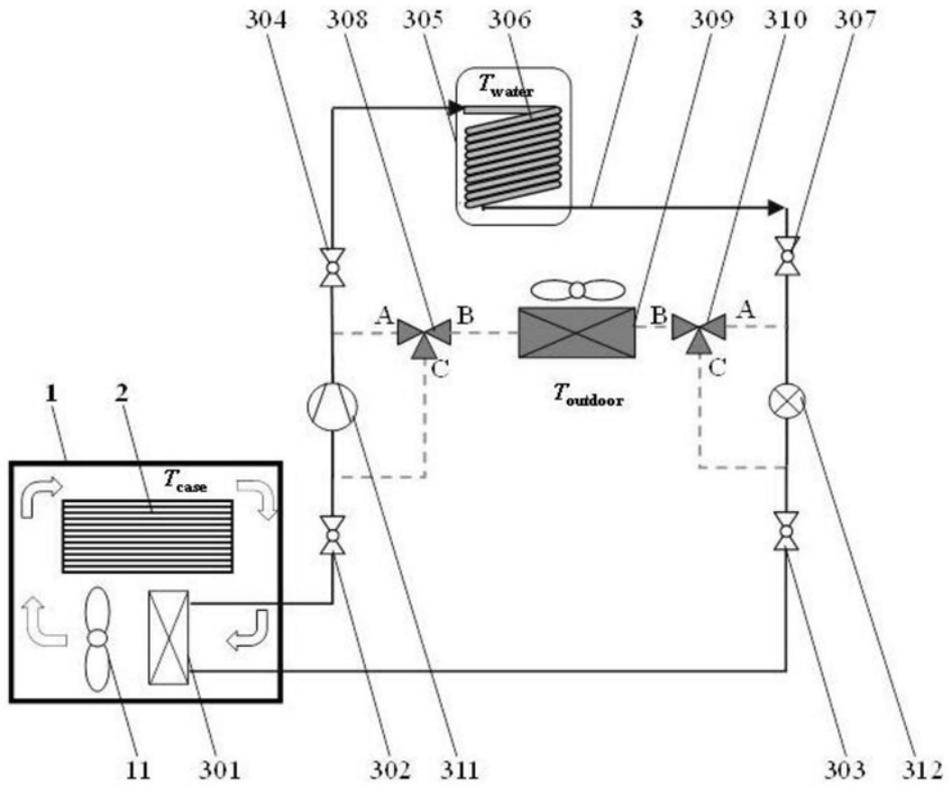


图2b

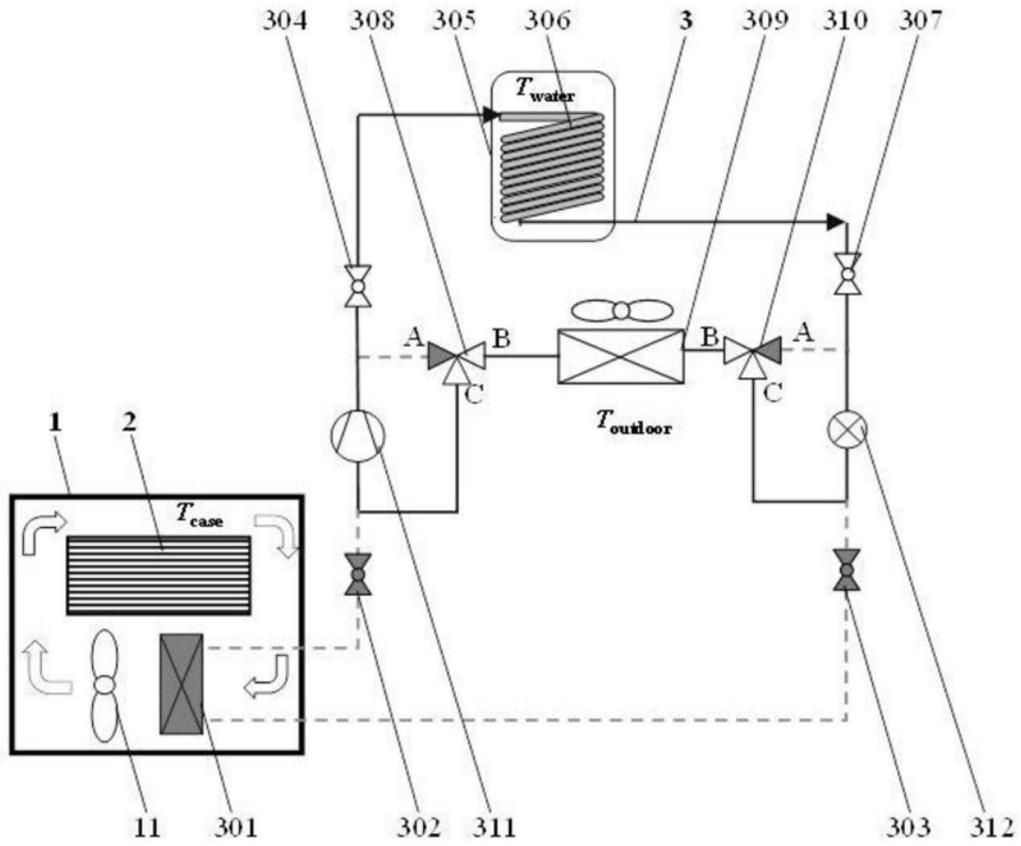


图2c

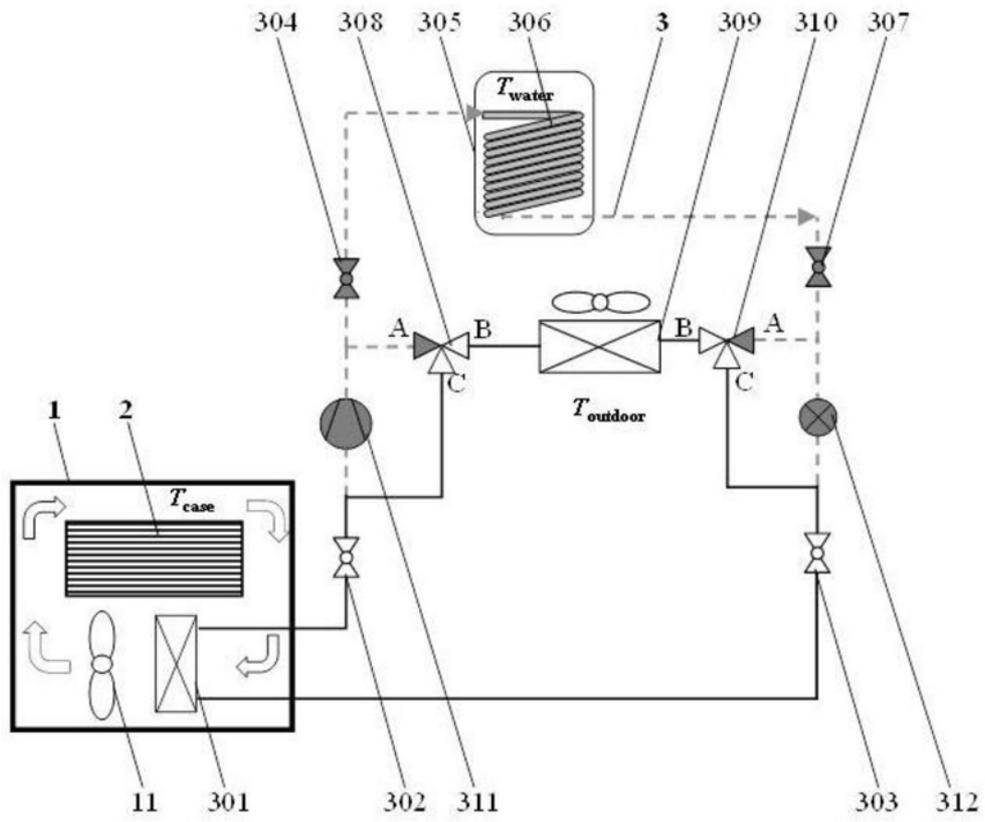


图2d

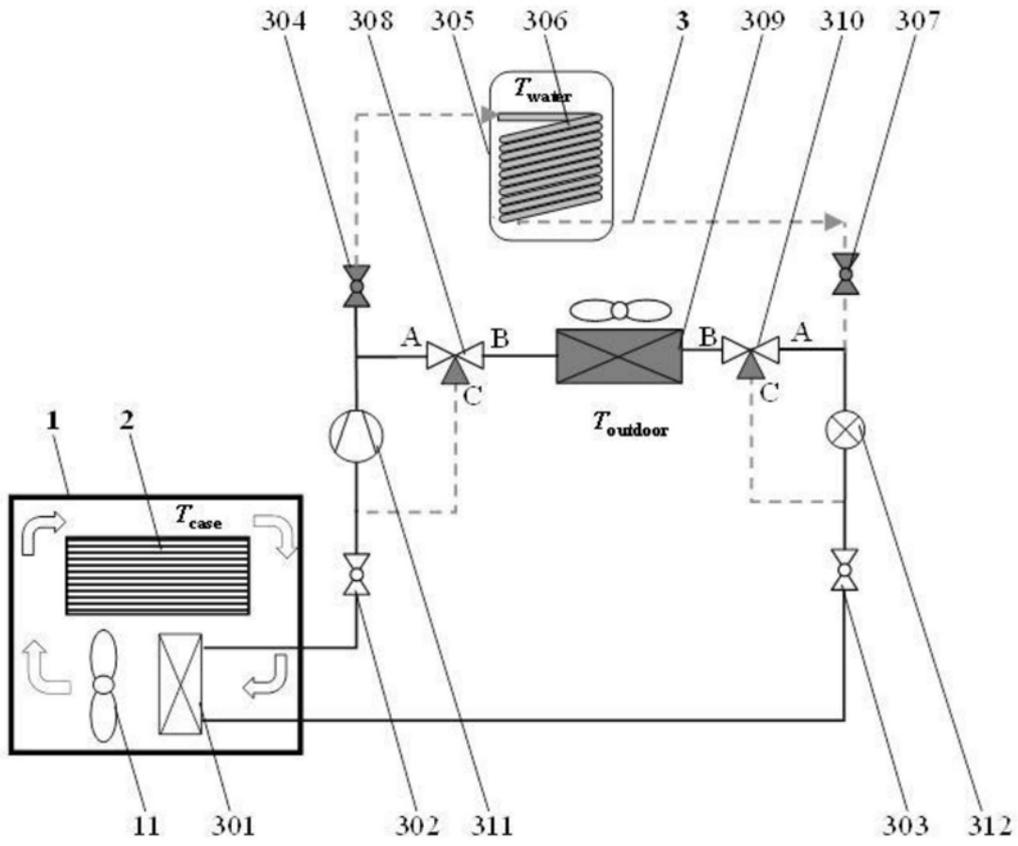


图2e