



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108534477 B

(45) 授权公告日 2020.10.30

(21) 申请号 201810354165.7

F26B 23/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.04.19

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108534477 A

CN 107543377 A, 2018.01.05

CN 106369959 A, 2017.02.01

CN 206944379 U, 2018.01.30

(43) 申请公布日 2018.09.14

CN 206469594 U, 2017.09.05

(73) 专利权人 南华大学

CN 105004149 A, 2015.10.28

地址 421001 湖南省衡阳市蒸湘区常胜西路28号

CN 104964525 A, 2015.10.07

CN 202709649 U, 2013.01.30

(72) 发明人 向立平 王汉青 黄坤荣

CN 208154958 U, 2018.11.27

KR 20140126173 A, 2014.10.30

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

KR 101171850 B1, 2012.08.07

KR 20140006384 A, 2014.01.16

代理人 罗满

审查员 海云龙

(51) Int. Cl.

F26B 9/06 (2006.01)

F26B 21/02 (2006.01)

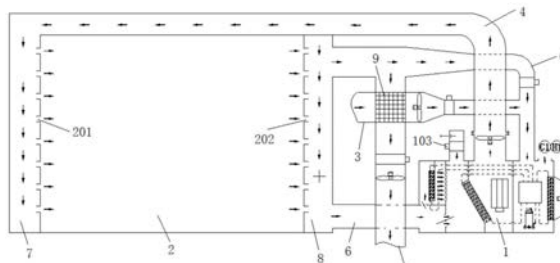
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

一种干燥系统

(57) 摘要

本发明公开了一种干燥系统,包括热泵机组与干燥室,所述热泵机组上设置有用冷风导入的冷风管与用于热风导出的送风管,所述干燥室一侧侧壁上满布有送风口,所述干燥室另一相对侧侧壁上满布有出风口,所述送风管与所述送风口相导通,所述出风口上连通有第一排风管与第二排风管,所述第一排风管与外部相导通,所述第二排风管与所述热泵机组相导通。该干燥系统通过其结构设计,能够轻易实现干燥室内不同区域物料的同时干燥,极大优化物料的干燥质量,减少系统运行的能耗与时间。



1. 一种干燥系统,其特征在于,包括热泵机组与干燥室,所述热泵机组上设置有用于冷风导入的冷风管与用于热风导出的送风管,所述干燥室一侧侧壁上满布有送风口,所述干燥室另一相对侧侧壁上满布有出风口,所述送风管与所述送风口相导通,所述出风口上连通有第一排风管与第二排风管,所述第一排风管与外部相导通,所述第二排风管与所述热泵机组相导通;

所述送风口与所述出风口的宽度从上到下由小变大;

所述热泵机组包括内设通风阀的机箱,所述机箱上方侧壁从左到右依次设置有带新风阀且与外部贯通的新风口、带有送风机且与所述送风管连通的送风口、与所述冷风管及所述第二排风管连通的热回收风口、安装有新风温度传感器与新风湿度传感器且与外部贯通的进风口,所述机箱右侧侧壁上设置有外冷热表冷器与外风机,所述机箱左侧侧壁上设置有与所述第二排风管连通的总回风口;所述机箱内腔设置有管阀组件,所述管阀组件下方连接有压缩机,所述管阀组件左侧连接有除湿表冷器与内冷热表冷器;所述管阀组件右侧与所述外冷热表冷器连接;

所述管阀组件包括前四通阀、后四通阀、外冷热电磁阀、除湿电磁阀、后冷电磁阀、膨胀阀、第一单向阀、第二单向阀、第三单向阀、第四单向阀、第五单向阀,其中,所述压缩机排气口与所述前四通阀端口D连接,所述前四通阀端口E与所述后四通阀端口D连接,所述前四通阀端口C与所述内冷热表冷器一端连接,所述前四通阀端口S、所述后四通阀端口S与所述压缩机回气口并联连接,所述后四通阀端口E与所述除湿表冷器一端连接,所述后四通阀端口C与所述外冷热表冷器一端连接,所述内冷热表冷器另一端、所述第四单向阀入口与所述第五单向阀出口并联连接,所述外冷热表冷器另一端、所述第二单向阀出口与所述第三单向阀入口并联连接,所述除湿表冷器另一端与所述第一单向阀出口连接,所述第一单向阀入口与除湿电磁阀一端连接,所述第二单向阀入口与所述外冷热电磁阀一端连接,所述第三单向阀出口、所述第四单向阀出口与所述膨胀阀入口并联连接,所述第五单向阀入口与所述后冷电磁阀一端连接,所述外冷热电磁阀另一端、所述除湿电磁阀另一端、所述后冷电磁阀另一端与所述膨胀阀出口并联连接。

2. 根据权利要求1所述的干燥系统,其特征在于,所述送风口从上往下均布在所述干燥室的左侧侧壁上,所述出风口从上往下均布在所述干燥室的右侧侧壁上。

3. 根据权利要求2所述的干燥系统,其特征在于,所述送风管与所述送风口之间设置有送风室,所述出风口与所述第一排风管及第二排风管两者之间设置有回风室。

4. 根据权利要求1所述的干燥系统,其特征在于,所述送风口从左往右均布在所述干燥室的上侧侧壁上,所述出风口从左往右均布在所述干燥室的下侧侧壁上。

5. 根据权利要求1所述的干燥系统,其特征在于,所述冷风管从所述第一排风管内穿插通过,所述冷风管上包设有全热交换器,所述全热交换器用于将所述第一排风管内的热量传递至所述冷风管内腔。

6. 根据权利要求1所述的干燥系统,其特征在于,所述总回风口内设置有一次回风口与二次回风口,所述一次回风口内设置有一次回风调节板,所述二次回风口内设置有二次回风调节板。

## 一种干燥系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及干燥设备领域,更具体地说,特别涉及一种干燥系统。

### 背景技术

[0002] 干燥泛指从湿物料中除去水分或其他湿分的各种操作。例如:日常生活中将潮湿物料置于阳光下曝晒以除去水分;工业上用硅胶、石灰、浓硫酸等除去空气、工业气体或有机液体中的水分;化工生产中依靠热质传递,用热空气、烟道气以及红外线等加热湿固体物料,使其中所含的水分或溶剂汽化而除去。干燥的目的是使物料便于贮存、运输和使用,或满足进一步加工的需要。例如谷物、蔬菜经干燥后可长期贮存;合成树脂干燥后可防止塑料制品中出现气泡或云纹;纸张经干燥后便于使用和贮存。由于干燥后的产品具有诸多好处,因此干燥广泛应用于化工、食品、轻工、纺织、煤炭、农林产品加工和建材等各部门,各种干燥装置也是应运而生。

[0003] 目前而言,热泵干燥设备是现在常用的一种干燥装置。具体实施过程中,热泵干燥设备利用热泵制造热量,然后利用该热量对空气进行循环加热,再通过加热后形成的热热风将干燥室内待干燥物料中的水份烘烤析出转发为水蒸气,然后水蒸气与空气混合为湿空气一起排出,从而实现物料的除湿干燥。实际操作过程中,由于现有热泵干燥设备结构设计的局限性,空气循环进出干燥室的进口与出口通常为单一的方口或圆口,干热空气进入干燥室内再扩散,冷湿空气在干燥室内收缩后再排出,如此,导致空气进出干燥室的阻力非常大,造成干燥室内风速与风量不均匀,尤其是干燥室的四个角往往为通风的死角,导致干燥室内不同区域的物料干燥进度不一致,极大影响了物料的干燥质量,增加系统运行的能耗与时间。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题为提供一种干燥系统,该干燥系统通过其结构设计,能够轻易实现干燥室内不同区域物料的同时干燥,极大优化物料的干燥质量,减少系统运行的能耗与时间。

[0005] 一种干燥系统,包括热泵机组与干燥室,所述热泵机组上设置有用于冷风导入的冷风管与用于热风导出的送风管,所述干燥室一侧侧壁上满布有送风口,所述干燥室另一相对侧侧壁上满布有出风口,所述送风管与所述送风口相导通,所述出风口上连通有第一排风管与第二排风管,所述第一排风管与外部相导通,所述第二排风管与所述热泵机组相导通。

[0006] 优选地,所述送风口从上往下均布在所述干燥室的左侧侧壁上,所述出风口从上往下均布在所述干燥室的右侧侧壁上。

[0007] 优选地,所述送风管与所述送风口之间设置有送风室,所述出风口与所述第一排风管及第二排风管两者之间设置有回风室。

[0008] 优选地,所述送风口从左往右均布在所述干燥室的上侧侧壁上,所述出风口从左

往右均布在所述干燥室的下侧侧壁上。

[0009] 优选地,所述冷风管从所述第一排风管内穿插通过,所述冷风管上包设有全热交换器,所述全热交换器用于将所述第一排风管内的热量传递至所述冷风管内腔。

[0010] 优选地,所述热泵机组包括内设通风阀的机箱,所述机箱上方侧壁从左到右依次设置有带新风阀且与外部贯通的新风口、带有送风机且与所述送风管连通的送风口、与所述冷风管及所述第二排风管连通的热回收风口、安装有新风温度传感器与新风湿度传感器且与外部贯通的进风口,所述机箱右侧侧壁上设置有外冷热表冷器与外风机,所述机箱左侧侧壁上设置有与所述第二排风管连通的总回风口;所述机箱内腔设置有管阀组件,所述管阀组件下方连接有压缩机,所述管阀组件左侧连接有除湿表冷器与内冷热表冷器;所述管阀组件右侧与所述外冷热表冷器连接。

[0011] 优选地,所述总回风口内设置有一次回风口与二次回风口,所述一次回风口内设置有一次回风调节板,所述二次回风口内设置有二次回风调节板。

[0012] 优选地,所述管阀组件包括前四通阀、后四通阀、外冷热电磁阀、除湿电磁阀、后冷电磁阀、膨胀阀、第一单向阀、第二单向阀、第三单向阀、第四单向阀、第五单向阀,其中,所述压缩机排气口与所述前四通阀端口D连接,所述前四通阀端口E与所述后四通阀端口D连接,所述前四通阀端口C与所述内冷热表冷器一端连接,所述前四通阀端口S、所述后四通阀端口S与所述压缩机回气口并联连接,所述后四通阀端口E与所述除湿表冷器一端连接,所述后四通阀端口C与所述外冷热表冷器一端连接,所述内冷热表冷器另一端、所述第四单向阀入口与所述第五单向阀出口并联连接,所述外冷热表冷器另一端、所述第二单向阀出口与所述第三单向阀入口并联连接,所述除湿表冷器另一端与所述第一单向阀出口连接,所述第一单向阀入口与除湿电磁阀一端连接,所述第二单向阀入口与所述外冷热电磁阀一端连接,所述第三单向阀出口、所述第四单向阀出口与所述膨胀阀入口并联连接,所述第五单向阀入口与所述后冷电磁阀一端连接,所述外冷热电磁阀另一端、所述除湿电磁阀另一端、所述后冷电磁阀另一端与所述膨胀阀出口并联连接。

[0013] 优选地,所述热泵机组设置有通风干燥模式、组合干燥模式与空凋制冷模式,其中:

[0014] 所述通风干燥模式包括下述工序:①通风干燥、②关机;

[0015] 所述组合干燥模式包括下述工序:①通风干燥、②停机转换、③回风加热与湿空气排出、④回风加热、⑤回风加热与回风制冷与湿空气排出、⑥回风加热与回风制冷、⑦回风加热与回风制冷与湿空气排出、⑧回风加热与回风制冷、⑨关机;

[0016] 所述空凋制冷模式包括下述工序:①风冷、②初冷、③后冷、④待机。

[0017] 本发明的有益效果是:本发明提供的干燥系统具体使用时,若干燥室中空气水份较高则先进行通风干燥,即物料水份较高与物料表层水份蒸发较快时先进行通风干燥,通风干燥到一定程度后再利用热泵机组对循环回风进行加热干燥;若干燥室中本身空气水份不高时,直接利用热泵机组对循环回风进行加热干燥,由于本发明风道设计的巧妙性,具体干燥时,能有效实现整个干燥室内各区域物料的同步有效的干燥;此外,热泵机组工作中,物料中的水通过加热蒸发出来与空气混合,再通过进行回风加热与湿空气排出干燥,或同时进行回风加热与制冷干燥与湿空气排出干燥,使本发明提供的系统的除湿量最大化与热量利用最大化,从而使物料得到较高的干燥度。

## 附图说明

[0018] 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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明实施例1所公开的干燥系统的整体结构示意图;

[0020] 图2为本发明实施例1所公开的热泵机组的结构示意图;

[0021] 图3为本发明实施例1所公开的送风室的结构示意图;

[0022] 图4为本发明实施例1所公开的回风室的结构示意图;

[0023] 图5为本发明实施例2所公开的回风加热状态下的管阀组件连接示意图;

[0024] 图6为本发明实施例2所公开的回风加热及除湿状态下的管阀组件连接示意图;

[0025] 图7为本发明实施例2所公开的高温回风制冷状态下的管阀组件连接示意图;

[0026] 图8为本发明实施例2所公开的回风低温制冷状态下的管阀组件连接示意图;

[0027] 图9为本发明实施例3所公开的干燥系统的整体结构示意图。

## 具体实施方式

[0028] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0029] 基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范围。

[0030] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0031] 实施例1:

[0032] 参见图1至图4,图1至图4提供了本发明一种干燥系统的具体实施例,其中,图1为本发明实施例1所公开的干燥系统的整体结构示意图;图2为本发明实施例1所公开的热泵机组的结构示意图;图3为本发明实施例1所公开的送风室的结构示意图;图4为本发明实施例1所公开的回风室的结构示意图。

[0033] 如图1至图4所示,本发明提供的干燥系统可以实现干燥室内不同区域物料的同步干燥,极大优化物料的干燥质量,减少系统运行的能耗与时间。该干燥系统包括热泵机组1,带送风口201与出风口202的干燥室2,冷风管3,送风管4,第一排风管5,第二排风管6,送风室7,回风室8,全热交换器9。附图中的箭头表示空气的流动方向。

[0034] 本方案中,该干燥系统包括热泵机组1,热泵机组1用于给系统的干燥提供动力输出,包括提供干燥系统内部空气流动所需动力以及物料干燥所需的制热与制冷。

[0035] 干燥室2用于给物料提供干燥空间,干燥室2的具体结构和大小根据实际需要进行选择设计。本方案选择了长方体状的干燥室2,并将热泵机组1连接在干燥室2的右侧。

[0036] 热泵机组1上设置有用于冷风导入的冷风管3与用于热风导出的送风管4,干燥室2

一侧侧壁上满布有送风口201,干燥室2另一相对侧侧壁上满布有出风口202,送风管4与送风口201相导通,出风口202上连通有第一排风管5与第二排风管6,第一排风管5与外部相导通,第二排风管6与热泵机组1相导通。

[0037] 本方案中,送风口201从上往下均布在干燥室2的左侧侧壁上,出风口202从上往下均布在干燥室2的右侧侧壁上。送风管4与送风口201之间设置有送风室7,出风口202与第一排风管5及第二排风管6两者之间设置有回风室8。水平布置的送风室7与水平布置的回风室8起静压箱的作用。如此,热风可以从干燥室2的左侧送风口201水平输入至干燥室2的内腔,又从干燥室2右侧侧壁出风口202水平输出,空气流动区域布满干燥室2内部从上往下整个高度,从而可以实现干燥室2内物料无死角、同步干燥。

[0038] 本方案中,送风口201从上往下均布在干燥室2的左侧侧壁上,出风口202从上往下均布在干燥室2的右侧侧壁上。当然,也可以选用其他设置方式。例如,送风口201与出风口202的宽度从上到下由小变大。或者说,送风口201与出风口202的宽度相同,但相邻送风口201与出风口202之间的边距从上到下由小变大。如此,通过上述特殊设计的多个水平窄缝送风口201与水平窄缝出风口202,水平送到干燥房2的热风从上到下由小变大且保持平稳,使干燥房2中的物料得到的热量从上到下由小变大且保持平稳,从而可以平衡热气轻往上升而使干燥房2上方温度比下方高的现象,进一步达到干燥房2内上下物料干燥时间基本一致的要求。

[0039] 本方案中,为进一步方便热力的回收利用,避免热量直接排放至空气中造成浪费,冷风管3从第一排风管5内穿插通过,冷风管3上包设有全热交换器9,全热交换器9用于将第一排风管5内的热量传递至冷风管3内腔,如此,可以利用第一排风管5内空气的余热预先加热冷风管3内腔的冷空气。

[0040] 本方案中,为进一步方便动力的输出与控制,提供了一种高效节能的热泵机组。该热泵机组1包括机箱101,通风阀102,新风阀103,新风口104,送风机105,送风口106,热回收风口107,进风口108,外冷热表冷器109,外风机110,总回风口111,管阀组件112,压缩机113,除湿表冷器114与内冷热表冷器115。

[0041] 机箱101内设有通风阀102,通风阀102用于各风路的通断控制,所述机箱101上方侧壁从左到右依次设置有带新风阀103且与外部贯通的新风口104、带有送风机105且与所述送风管4连通的送风口106、与所述冷风管3及所述第二排风管6连通的热回收风口107、安装有新风温度传感器C1与新风湿度传感器H1且与外部贯通的进风口108,所述机箱右101侧侧壁上设置有外冷热表冷器109与外风机110,所述机箱101左侧侧壁上设置有与所述第二排风管6连通的总回风口111。

[0042] 机箱101内腔设置有管阀组件112,所述管阀组件112下方连接有压缩机113,所述管阀组件112左侧连接有除湿表冷器114与内冷热表冷器115;所述管阀组件112右侧与所述外冷热表冷器109连接。

[0043] 为进一步实现热泵机组1内回风方向与流量的控制,优选地,所述总回风口111内设置有一次回风口与二次回风口,所述一次回风口内设置有一次回风调节板,所述二次回风口内设置有二次回风调节板。具体地,一次回风口直接通往热泵机组1内腔,二次回风口经除湿表冷器后至热泵机组1内腔。

[0044] 具体实施过程中,二次回风先通过除湿表冷器114制冷除湿,然后与一次回风口的

循环回风混合,再通过内冷热表冷器115加热,故二次回风的阻力大于一次回风;通过一次回风调节板与二次回风调节板的调节,可以使一次回风量与二次回风量比例达到合适的要求。

[0045] 制冷除湿时,除湿表冷器114二次回风出风要低于露点温度,二次回风中的气态水才能冷凝至液态,故二次回风量应按进出除湿表冷器114温差较大,冷凝水较多的要求进行。当新风含湿量小于回风含湿量时,通过送风机运行、新风阀打开,排风扇运行,新风吸入时预先通过全热交换器9加热后与回风均匀混合,干燥房2内湿空气通过第一排风管5排出,达到物料干燥的要求。

[0046] 湿空气排出时,新风量太小则湿空气排出过小,湿空气排出过小则物料干燥时间长;新风量太大则湿空气排出过大,湿空气排出过大则干燥房2内烘烤温度会下降过大,同样会物料干燥时间长;新风口内可以设置调节板用于系统首次运行时调节新风量的大小,通过调节板调节风口大小的调节,调节新风量大小达到合适的要求。

[0047] 如此,通过一次回风量与二次回风量比例与大小的调节,达到了除湿表冷器的换热量与压缩机的制冷量优化匹配,解决了传统热泵干燥系统通过除湿表冷器回风过大的问题。

[0048] 本实施例中,热泵机组1中送风机105通过送风管4与水平布置的送风室7相连,水平送风室7右侧的水平窄缝送风口201与干燥室2内腔相通,干燥室2内腔与水平回风室8之间通过水平窄缝出风口202相通,水平回风室8与第一排风管5、第二排风管6相连,第一排风管5将风排出至外部,第二排风管6(本附图包括上方和下方两处)最后与热泵机组1相连。

[0049] 本实施例中,干燥系统通过送风机105的驱动使空气获得流动动力,包括从热泵机组1输出到干燥室2的热风流以及从干燥室2进入热泵机组1的回风流,此外,通过热泵机组1的加热和制冷,可以实现空气中水分的去除。

[0050] 本实施例提供了一种水平送风结构,热风由送风管4进入水平送风室7,通过水平送风室7右侧的水平窄缝送风口201,将热空气水平地送到干燥室2内使物料加热,使物料中水份蒸发析出与空气混合,然后通过水平窄缝出风口202流入水平回风室8,再通过第二排风管6到热泵机组,使干燥室6内的空气得到循环加热和制冷。

[0051] 系统运行时,相对干燥的冷空气与从一次回风口进入热泵机组的一次回风混合,然后一起通过内冷热表冷器115中的高温冷媒冷凝放热与间壁传热,使空气被加热与干燥;从二次回风口进入热泵机组1的二次回风,先经过除湿表冷器114进行低温冷媒蒸发吸热与间壁传热,使这些二次回风经制冷除湿(冷凝水通过接水盘排出)后再由内冷热表冷器115加热。

[0052] 空气干燥加热过程中,当湿空气含湿量减新风含湿量大于设定值时新风阀103打开,新风经全热交换器9预热后与回风混合后进入热泵机组1,干燥室2内湿空气通过第一排风管5与第二排风管6排出,干燥室2内空气通过置换得到干燥;新风通过全热交换器9间壁回收需要排放的温度较高湿空气中的部分热量,达到新风预热与系统节能的目的。

[0053] 本发明中,通风阀设在送风机与内冷热表冷器之间,通风阀与机箱直接连接:通过送风机运行、通风阀打开,大量新风通过通风阀吸入而进入送风机,干燥室2内与新风等量的湿空气通过第一排风管5排出,达到物料干燥初期的水份较高,前期先行通风节能干燥的要求。

[0054] 另外,系统停机维护时打开机箱的侧门,可用水枪彻底清洗内冷热表冷器与除湿表冷器上粘附的易燃粉尘与油污,污水通过接水盘将接入与排出,保证系统的安全与可靠性。因热泵机组的送风机设在机箱上方,内冷热表冷器与除湿表冷器空间没有其它电器,故内冷热表冷器与除湿表冷器可用水清洗。

[0055] 整体而言,本发明具有如下优点:

[0056] 其一、本发明提供的该干燥系统通过对热泵机组1进行操作,可以及时控制除湿表冷器114的回风量、外冷热表冷器109与内冷热表冷器115的回风量、湿空气排出量,以及热泵机组1本身的制热量与制冷量,可以极大满足热平衡与优化匹配的要求。

[0057] 其二、本发明提供的该干燥系统解决了常规设备干燥室2内送风与回风不均匀,以及湿空气排出大小不均匀的问题,本发明可以保证干燥室2内物料基本同步干燥,即解决局部物料温度偏低与通风不良的问题,又不会因该物料的干燥额外增加热泵机组的运行时间与能耗。

[0058] 其三、本发明根据随时变化的室内外温度与相对湿度参数,提供了一种智能的干燥系统,使本发明可以达到通风干燥、制冷干燥与湿空气排出干燥组合,实现除湿量最大。同时,可以随着室内物料逐渐干燥与空气相对湿度的降低,采用不同干燥方式,优化智能控制过程,本部分将详细在实施例2中进行说明。

[0059] 实施例2:

[0060] 参见图5至图8,图5至图8提供了本发明一种干燥系统的另一种具体实施例,其中,图5为本发明实施例2所公开的回风加热状态下的管阀组件连接示意图;图6为本发明实施例2所公开的回风加热及除湿状态下的管阀组件连接示意图;图7为本发明实施例2所公开的高温回风制冷状态下的管阀组件连接示意图;图8为本发明实施例2所公开的回风低温制冷状态下的管阀组件连接示意图;

[0061] 如图5至图8所示,本实施例提供的管阀组件包括前四通阀30、后四通阀31、外冷热电电磁阀32、除湿电磁阀33、后冷电磁阀34、膨胀阀35、第一单向阀36、第二单向阀37、第三单向阀38、第四单向阀39、第五单向阀40,其中,所述压缩机113排气口与所述前四通阀30端口D连接,所述前四通阀30端口E与所述后四通阀31端口D连接,所述前四通阀30端口C与所述内冷热表冷器115一端连接,所述前四通阀30端口S、所述后四通阀31端口S与所述压缩机113回气口并联连接,所述后四通阀31端口E与所述除湿表冷器114一端连接,所述后四通阀31端口C与所述外冷热表冷器109一端连接,所述内冷热表冷器115另一端、所述第四单向阀39入口与所述第五单向阀40出口并联连接,所述外冷热表冷器109另一端、所述第二单向阀37出口与所述第三单向阀38入口并联连接,所述除湿表冷器114另一端与所述第一单向阀36出口连接,所述第一单向阀36入口与除湿电磁阀33一端连接,所述第二单向阀37入口与所述外冷热电电磁阀一端连接,所述第三单向阀出口、所述第四单向阀出口与所述膨胀阀入口并联连接,所述第五单向阀入口与所述后冷电磁阀一端连接,所述外冷热电电磁阀另一端、所述除湿电磁阀另一端、所述后冷电磁阀另一端与所述膨胀阀出口并联连接。

[0062] 优选地,所述热泵机组1设置有通风干燥模式、组合干燥模式与空调制冷模式,其中:

[0063] 所述通风干燥模式包括下述工序:①通风干燥、②关机;

[0064] 所述组合干燥模式包括下述工序:①通风干燥、②停机转换、③回风加热与湿空气



排出、④回风加热、⑤回风加热与回风制冷与湿空气排出、⑥回风加热与回风制冷、⑦回风加热与回风制冷与湿空气排出、⑧回风加热与回风制冷、⑨关机；

[0065] 所述空调制冷模式包括下述工序：①风冷、②初冷、③后冷、④待机。

[0066] 本实施例中，通过前四通阀30及后四通阀31的通电换向与断电不换向，外冷热电磁阀32、除湿电磁阀33及后冷电磁阀34的通电打开与断电关闭，冷媒流程实现四种不同流动回路的运行；再通过压缩机113与送风机105通电运行、系统回风得到加热、加热+制冷、初冷与后冷四种不同方式处理后送出，即四联供热泵机组。同时，因为制冷元件连接结构的保证，热泵机组运行不同冷媒流程时，三个表冷器中冷媒不流动与不参入换热的表冷器总是在低压端，即该表冷器中的冷媒总是在气态端，保证冷媒流动平稳、不会产生积液与压力波动。

[0067] 具体实施中，外接控制器根据新风温度、新风相对湿度、回风温度、回风相对湿度、新风含湿量，回风含湿量等各参数的变化，按规定程序自动向干燥系统中的送风机105、外风机110、前四通阀30、后四通阀31、外冷热电磁阀32、除湿电磁阀33、后冷电磁阀34、新风阀103、通风阀102与压缩机113等各个负载输出不同通断运行的信号，从而得到不同负载组合控制。

[0068] 本实施例中，通过对各个负载不同通断的负载组合控制，可以得到通风干燥模式、组合干燥模式与空调制冷模式三种工作模式，通风干燥模式设有①通风干燥与②关机二种不同负载组合的运行工序，组合干燥模式中设有①通风干燥、②停机转换、③回风加热+湿空气排出、④回风加热、⑤回风加热+回风制冷+湿空气排出、⑥回风加热+回风制冷、⑦回风加热+回风制冷+湿空气排出、⑧回风加热+回风制冷与⑨关机九种不同负载组合的运行工序，以及空调制冷模式中设有①风冷、②初冷、③后冷与④待机四种不同负载组合的运行工序。

[0069] 具体地，当新风温度低于设定值（如 $-9^{\circ}\text{C}$ ）或高于设定值（如 $45^{\circ}\text{C}$ ），为防止压缩机113超温运行，热泵机组1如在待机状态则自动报警，热泵机组1如在运行状态则自动停机与报警。当新风温度处于设定的范围内（如 $-8^{\circ}\text{C}\sim 44^{\circ}\text{C}$ 之间）时，热泵机组1保持待机或运行状态，控制器具有通风干燥、组合干燥与空调制冷三种工作模式。

[0070] 下面就上述三种工作模式进行具体说明。

[0071] 一、通风干燥模式

[0072] 工序一、通风干燥

[0073] 当回风含湿量-新风含湿量 $\geq$ 设定值（如 $12\text{g}/\text{kg}$ ）时，负载组合中送风机通电运行，通风阀通电打开。大量室外相对干燥的空气从通风阀吸入，干燥室2内等量湿空气从湿空气通道第一排风管5处排出。

[0074] 工序二、关机

[0075] 当回风含湿量-新风含湿量 $\leq$ 设定值（如 $10\text{g}/\text{kg}$ ）时，控制器关机：负载组合中送风机断电停机，通风阀通电关闭，并显示本次运行已完成。

[0076] 该模式热泵机组不参与运行，系统运行功率小，适合于新风比较干燥、干燥要求不高与干燥时间可以较长物料的干燥。

[0077] 二、组合干燥模式

[0078] 工序一、通风干燥

[0079] 当回风含湿量-新风含湿量 $\geq$ 设定值(如20g/kg)时,负载组合中送风机通电运行与通风阀通电打开,大量室外相对干燥的空气从通风阀吸入,干燥室2内等量湿空气从第一排风管5排出。该工序适合于物料干燥前表面带水或水份较高的初期干燥。

[0080] 工序二、停机转换

[0081] 当回风含湿量-新风含湿量 $\leq$ 设定值(如18g/kg)时,负载组合中送风机断电停机与通风阀通电关闭,控制器自动停机转换为下一工序。

[0082] 工序三、回风加热+湿空气排出

[0083] 当回风相对湿度 $\geq$ 设定值(如21%),且回风温度 $\leq$ 设定值(如50 $^{\circ}$ C),且回风含湿量-新风含湿量 $\geq$ 设定值(如26g/kg)时,负载组合中送风机通电运行、外风机通电运行、压缩机通电运行、后四通阀通电转换、外冷热电磁阀通电打开与新风阀通电打开。干燥室2内空气循环通过热泵机组的内冷热表冷器并被加热,新风经全热交换器9预热后被吸入,湿空气从第一排风管5排出。系统运行时,随着干燥室2内湿空气排出与空气含湿量减小,除去湿空气排出热量损失与保温热量损失,压缩机运行产生的热量大于物料中水份蒸发析出吸收的热量,干燥室2内的空气会逐渐升温;压缩机运行产生的冷量,通过外冷热表冷器与外风机的运行与室外空气循环热交换,即为冷媒吸收室外空气中热量转移到干燥室2内空气的过程。该工序热泵机组冷媒流程为回风加热。

[0084] 工序四、回风加热

[0085] 当回风相对湿度 $\geq$ 设定值(如21%),且回风温度 $\leq$ 设定值(如50 $^{\circ}$ C),且回风含湿量-新风含湿量 $\leq$ 设定值(如24g/kg)时,负载组合中送风机通电运行、外风机通电运行、压缩机通电运行、后四通阀通电转换与外冷热电磁阀通电打开。干燥室2内空气循环通过热泵机组的内冷热表冷器并被加热,除去保温热量损失,压缩机运行产生的热量大于物料中水份蒸发析出吸收的热量,干燥室2内空气被加热与逐渐升温。此时,回风含湿量与新风含湿量相差不大,不运行湿空气排出,避免室外湿空气带来干燥室2内温度降低的负作用,并可尽量提高中物料的温度,以增加物料中水份蒸发逸出的动能。该工序热泵机组冷媒流程为回风加热。

[0086] 工序五、回风加热+回风制冷+湿空气排出

[0087] 当回风相对湿度 $\geq$ 设定值(如21%),设定值(如51 $^{\circ}$ C) $\leq$ 且回风温度 $\leq$ 设定值(如59 $^{\circ}$ C)时,且回风含湿量-新风含湿量 $\geq$ 设定值(如23g/kg)时,负载组合中送风机通电运行、压缩机通电运行、除湿电磁阀通电打开与新风阀通电打开。通过除湿表冷器的二次回风被循环制冷除湿,即湿空气中水蒸气遇到较冷的表面放热为冷凝水并通过接水盘排出,通过除湿表冷器的二次回风与一次回风混合后,通过内冷热表冷器循环加热;新风经全热交换器9加热后吸入,湿空气从第一排风管5排出。除去湿空气排出热量损失与保温热量损失,热泵制冷量与二次回风吸热量平衡,热泵制热量与物料中水份蒸发析出吸热量、二次回风制冷后加热量及新风加热热量平衡,且随着物料中水份的减少,物料中水份蒸发析出吸热量会逐渐减少,送入干燥室2回风的温度亦会逐渐升高。该工序热泵机组冷媒流程为回风加热与回风制冷。

[0088] 工序六、回风加热+回风制冷

[0089] 当回风相对湿度 $\geq$ 设定值(如21%),设定值(如51 $^{\circ}$ C) $\leq$ 且回风温度 $\leq$ 设定值(如59 $^{\circ}$ C)时,且回风含湿量-新风含湿量 $\leq$ 设定值(如21g/kg)时,负载组合中送风机通电运行、

压缩机通电运行与除湿电磁阀通电打开。通过除湿表冷器的二次回风被循环制冷除湿,即湿空气中水蒸气遇到较冷的表面放热为冷凝水并通过接水盘排出,通过除湿表冷器的二次回风与一次回风混合后,通过内冷热表冷器循环加热。该工序热泵机组冷媒流程为回风加热与回风制冷。

[0090] 工序七、回风加热+回风制冷+湿空气排出

[0091] 当回风相对湿度 $\geq$ 设定值(如21%),且回风温度 $\geq$ 设定值(如60 $^{\circ}$ C),且回风含湿量-新风含湿量 $\geq$ 设定值(如20g/kg)时,负载组合中送风机通电运行、压缩机通电运行、除湿电磁阀通电打开与新风阀通电打开。该工序热泵机组冷媒流程为回风加热与回风制冷。

[0092] 工序八、回风加热+回风制冷

[0093] 当回风相对湿度 $\geq$ 设定值(如21%),且回风温度 $\geq$ 设定值(如60 $^{\circ}$ C),且回风含湿量-新风含湿量 $\leq$ 设定值(如18g/kg)时,负载组合中送风机通电运行、压缩机通电运行、除湿电磁阀通电打开。该工序热泵机组冷媒流程为回风加热与回风制冷。

[0094] 工序九、关机

[0095] 当回风相对湿度 $\leq$ 设定值(如20%),且保持时间 $\geq$ 设定值(如20min),系统在工序⑤回风加热+回风制冷+湿空气排出、⑥回风加热+回风制冷、⑦回风加热+回风制冷+湿空气排出与⑧回风加热+回风制冷运行时,控制器关机,并显示本次运行已完成。

[0096] 组合干燥模式运行说明:

[0097] 1、控制器根据检测的新风温度、新风相对湿度、回风温度与回风相对湿度,以及计算的新风含湿量与回风含湿量,按照控制条件在①通风干燥、③回风加热、④回风加热+湿空气排出、⑤回风加热+回风制冷+湿空气排出、⑥回风加热+回风制冷、⑦回风加热+回风制冷+湿空气排出、⑧回风加热+回风制冷七个工序中自动选择一个工序开始运行。如该七个工序运行条件都不满足,则控制器不运行并显示物料无需干燥。

[0098] 2、系统按照上述组合干燥模式的工序运行,控制器达到了通风干燥、湿空气排出与回风制冷组合应用时除湿量最大机理,以及随着室内物料逐渐干燥与空气相对湿度的降低,采用不同干燥方式,智能与优化控制的要求:即物料开始的水份较高,物料干燥前期应先进行通风干燥;如物料开始的水份不高,中后期应该是回风加热+湿空气排出+回风制冷与回风加热+回风制冷分别进行,使物料除湿较快与热量得到充分利用,以及物料的干燥度较高。

[0099] 3、系统运行新风吸入与湿空气的排出,按照回风温度低则回风含湿量与新风含湿量的差值较大,回风温度高则回风含湿量与新风含湿量的差值较小的优化机理进行;物料干燥时回风温度上升较快、回风相对湿度不会过高、物料干燥速度较快与变形较小。

[0100] 4、避免了传统控制在回风开始加热的过程中,没有或难以准确设置湿空气排出的运行,湿空气不能及时排出使回风含湿量过大,导致回风温度上升较慢的问题;其原因为水蒸气的比热远远大于干空气,水分多的湿空气温度上升需要的热量远远大于水分少的湿空气。

[0101] 5、空气含湿量为温度与相对湿度的函数,控制器按相应公式计算,再得到回风含湿量与新风含湿量的差值。因空气含湿量为准确地反映单位空气中含水多少的参数,故系统应用回风含湿量与新风含湿量的差值进行除湿控制,是一种优化与精确的控制方式。

[0102] 三、空调制冷模式

[0103] 该模式用于组合干燥模式运行完成后快速冷却干燥室2与物料,使干燥室2内温度舒适,以便快速周转物料和提高工效。空调制冷模式根据需要选择是否运行。

[0104] 工序一、风冷

[0105] 当回风温度 $\geq$ 设定值(如50℃),负载组合中送风机通电运行与通风阀通电打开。大量相对低温的新风从通风阀被吸入送风管,干燥室2内的热空气通过第一排风管5排出。

[0106] 该工序利用相对低温新风与干燥室2内热空气混合,达到节能降温的作用,并避免了干燥用热泵压缩机结构不适合用于高温空气降温的问题,同时也利用了新风与干燥室2内高温空气混合时,因新风的水分会随混合空气一起排出,而不影响干燥室2物料干燥度的机理。

[0107] 工序二、初冷

[0108] 设定值(如49℃) $\leq$ 当回风温度 $\leq$ 设定值(如36℃)时,负载组合中送风机通电运行、外风机通电运行、压缩机通电运行、前四通阀通电转换与除湿电磁阀通电打开。通过除湿表冷器的二次回风被循环制冷,压缩机运行产生的热量通过外冷热表冷器与外风机的运行与室外空气循环热交换。该工序热泵机组冷媒流程为回风初冷。

[0109] 该工序利用除湿表冷器小风量与大温差的制冷作用,降低了冷媒的蒸发温度,使热泵蒸发温度与冷凝温度适中,使压缩机的压缩比在较优范围运行,使压缩机适应于干燥室2内较高温度空气的制冷与降温。

[0110] 工序三、后冷

[0111] 设定值(如35℃) $\leq$ 当回风温度 $\leq$ 设定值(如16℃)时,负载组合中送风机通电运行、外风机通电运行、压缩机通电运行、前四通阀通电转换、后冷电磁阀通电打开。通过内冷热表冷器的回风被循环制冷,压缩机运行产生的热量通过外冷热表冷器与外风机的运行与室外空气循环热交换。该工序热泵机组冷媒流程为回风后冷。

[0112] 该工序利用内冷热表冷器大风量与小温差的制冷作用,提高了冷媒的蒸发温度,使热泵蒸发温度与冷凝温度适中,使压缩机达到较低温度制冷的效果,满足部分物料干燥后需要低温周转的要求。

[0113] 工序四、待机

[0114] 当回风温度 $\leq$ 设定值(如15℃)时,控制器待机,除送风机保持通电运行其余负载断电;当回风温度 $\geq$ 设定值(如16℃)时,系统自动运行工序三。

[0115] 综上所述,本发明具有快速、高效、节能、智能控制、优化运行、安全可靠、成本不高、操作简单、维护方便与运行费用低的特点。

[0116] 实施例3:

[0117] 参见图9,图9提供了本发明的又一种具体实施例,其中,图9为本发明实施例3所公开的干燥系统的整体结构示意图。

[0118] 本实施例中,送风口201从左往右均布在所述干燥室2的上侧侧壁上,出风口202从左往右均布在所述干燥室2的下侧侧壁上。

[0119] 本实施例中,送风机105通过送风管4与垂直布置的送风室(由实施例1的水平布置的送风室调整为垂直的送风室)相连,垂直布置送风室的垂直送风口201与干燥室2相通,出风口202与干燥室2相通,最后可以通过第二排风管6与热泵机组的总回风口相连。

[0120] 具体实施过程中,通过垂直布置的送风口201,热空气从上往下垂直地送到干燥室

2内使物料加热,使物料中水份蒸发析出与空气混合,然后通过出风口202进入干燥室2底部留设的回风夹层(回风夹层可以更好的实现空气的流通循环),通过第二排风管6回到热泵机组1,使干燥室2内的空气得到循环加热和制冷。

[0121] 以上对本发明所提供的一种干燥系统进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。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,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

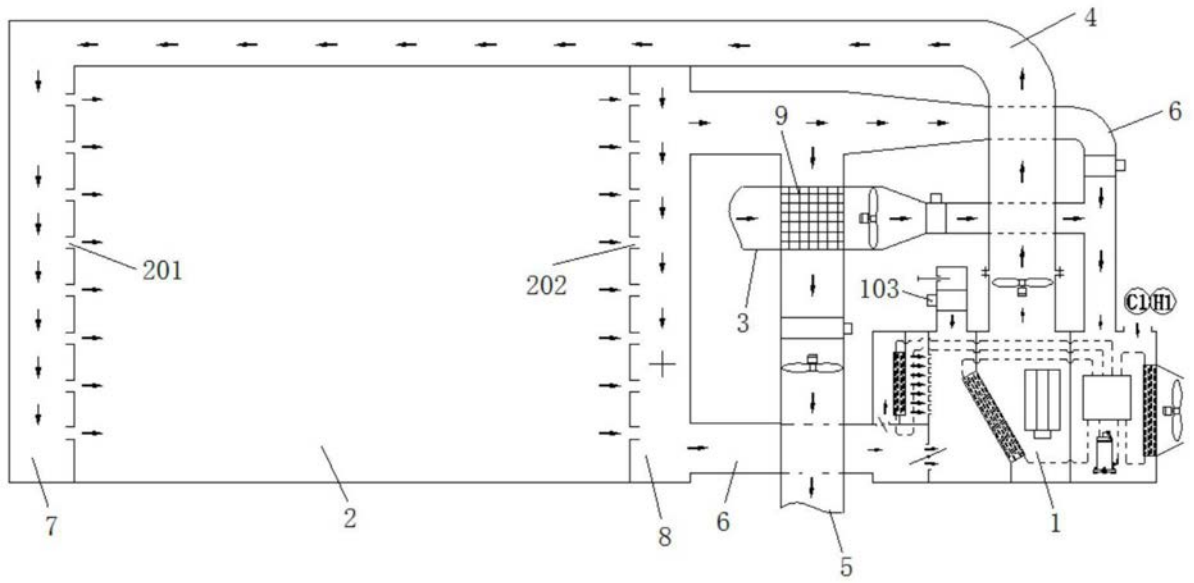


图1

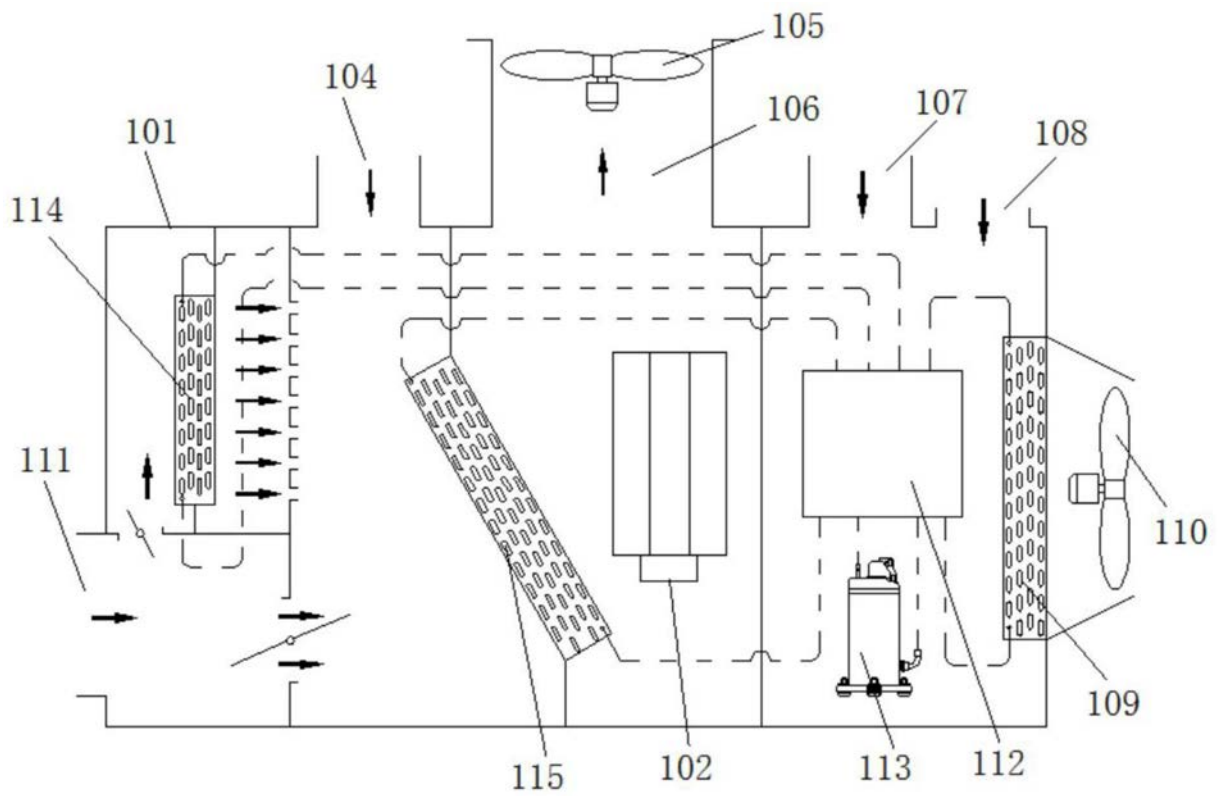


图2

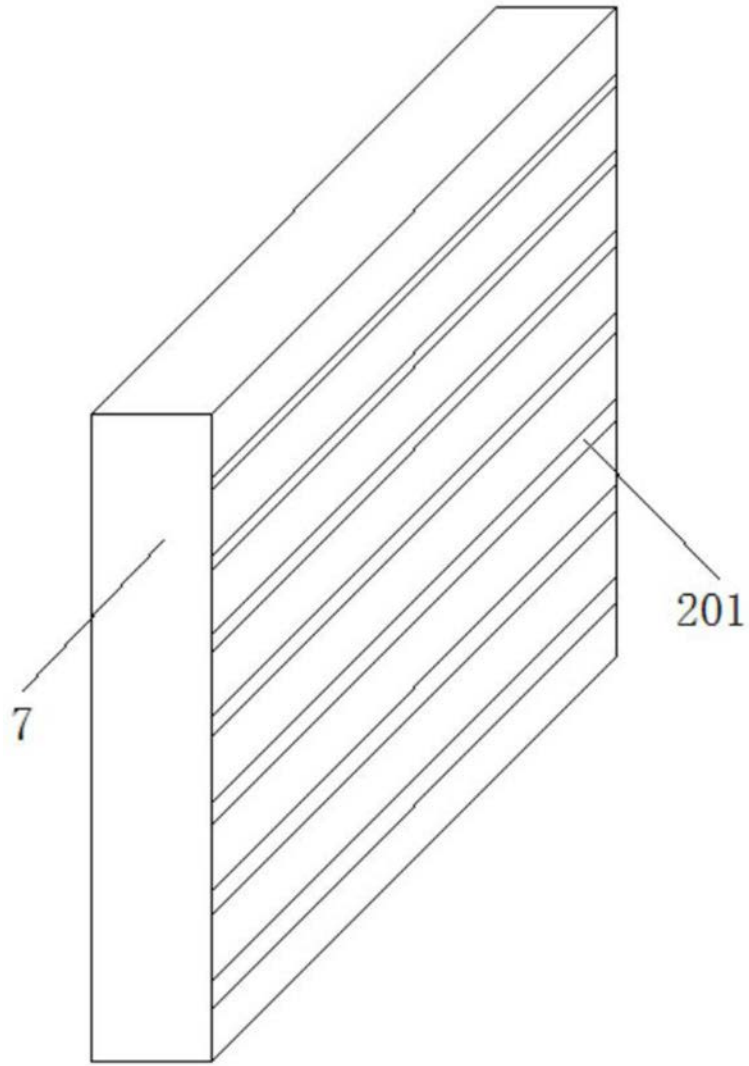


图3

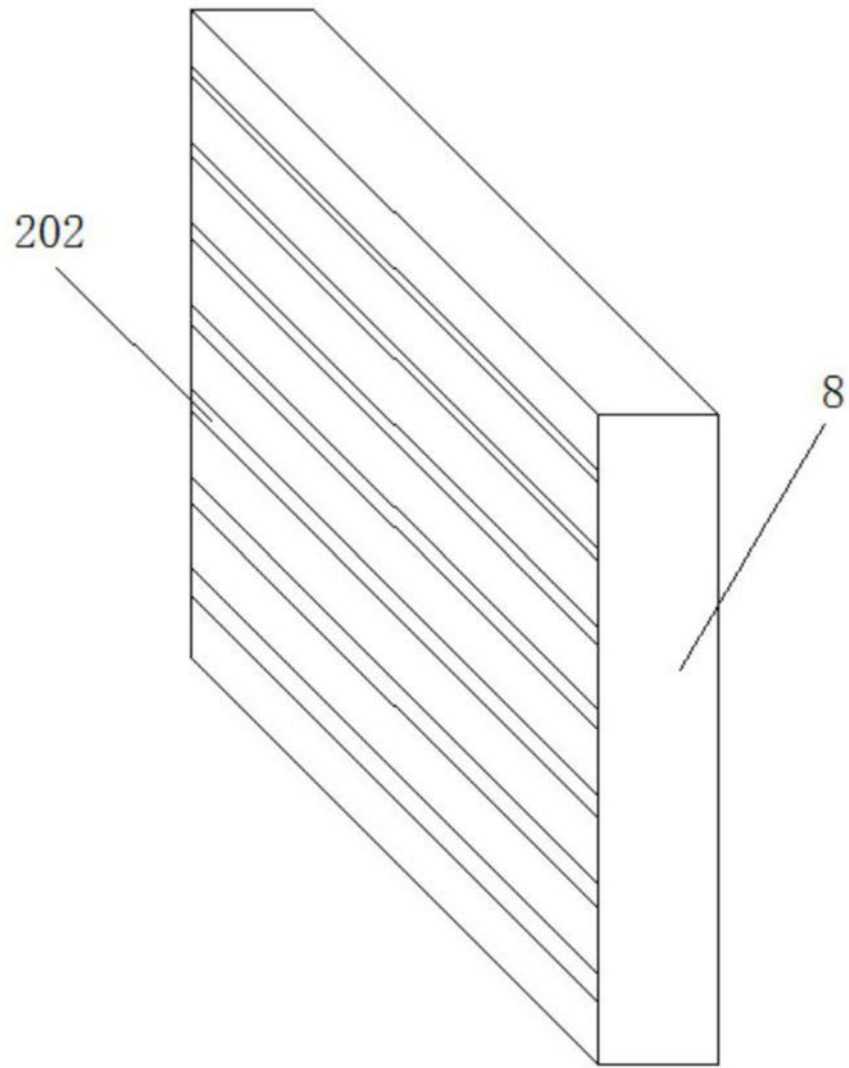


图4



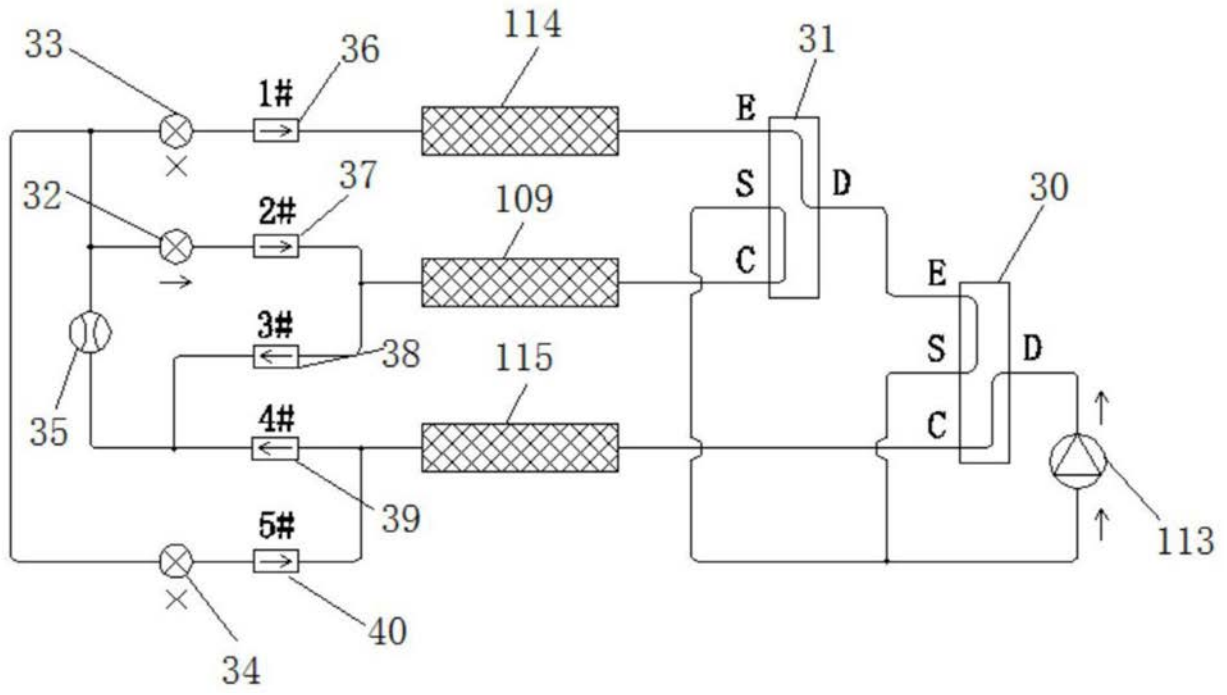


图5

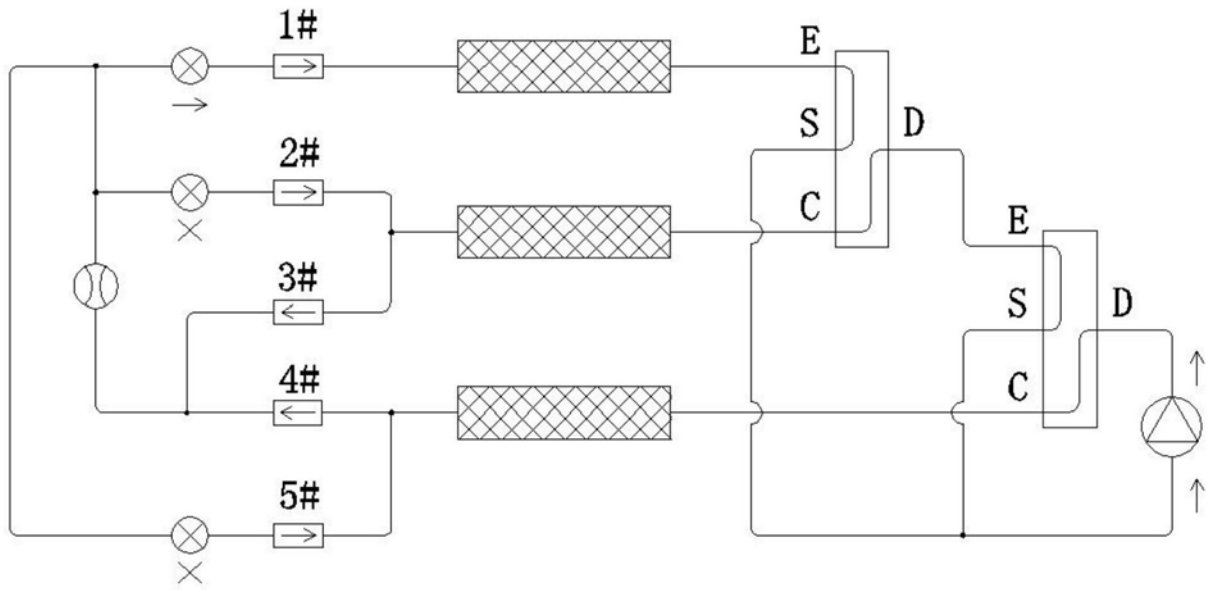


图6

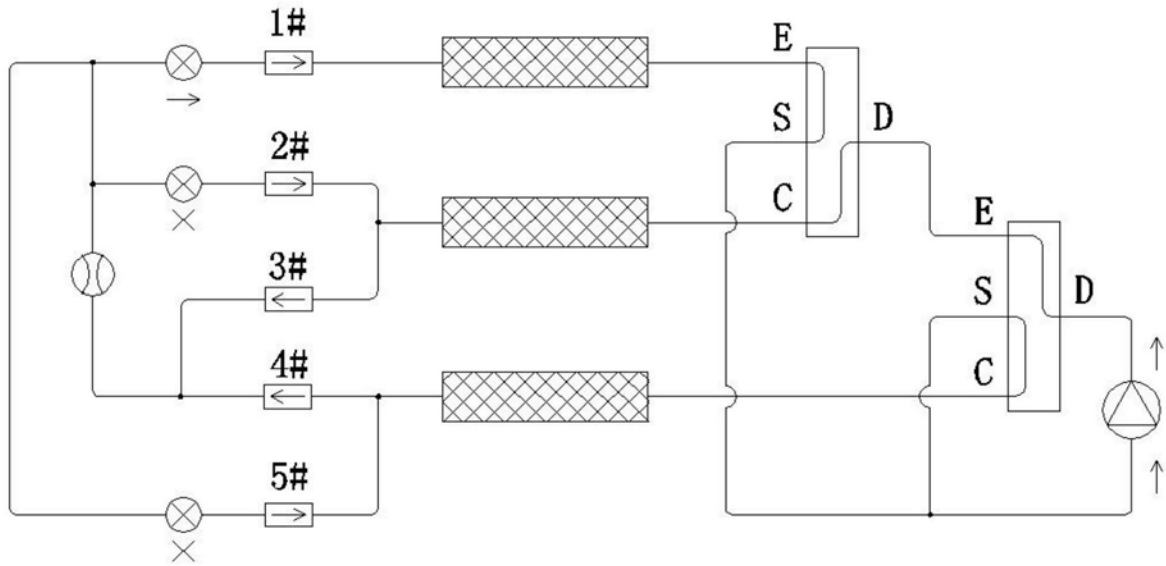


图7

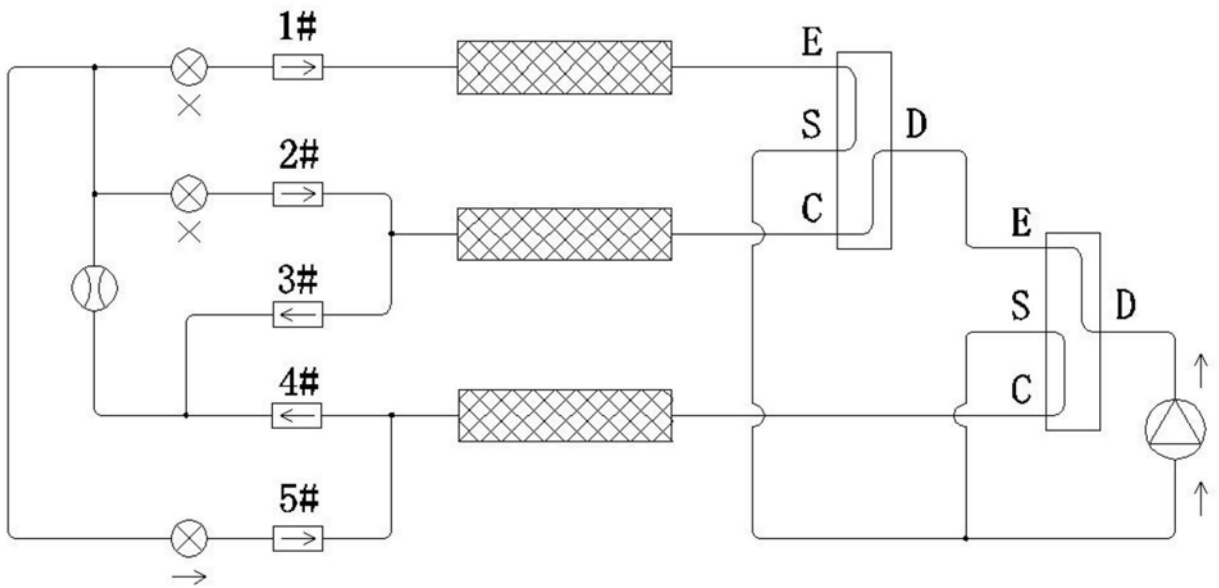


图8

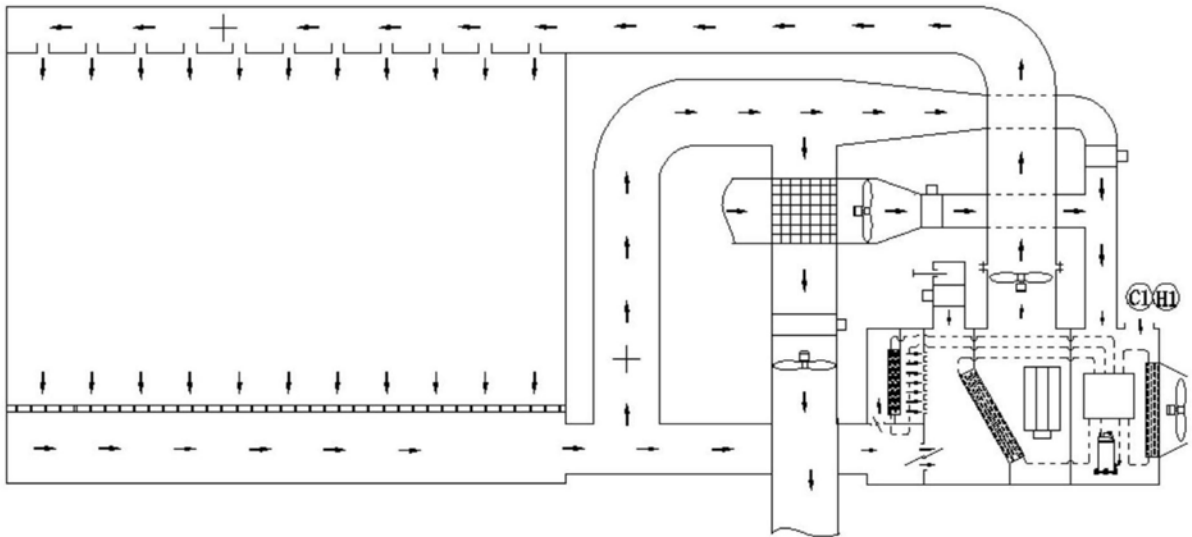


图9