



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105021013 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201410166042. 2

(22) 申请日 2014. 04. 23

(71) 申请人 中国科学院理化技术研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村东路 29 号

(72) 发明人 杨鲁伟 魏娟 张振涛 蔺雪军

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 李迪

(51) Int. Cl.

F26B 21/00(2006. 01)

F26B 21/08(2006. 01)

F25B 30/02(2006. 01)

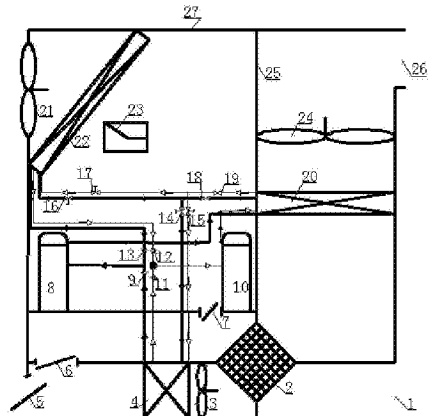
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统

(57) 摘要

本发明涉及热风干燥技术领域具体为一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统。所述热泵干燥系统由：显热交换器、热泵除湿系统、热泵干燥系统和控制系统组成。本发明装置结构紧凑，各个部件全部集成在同一柜体内，通过送、回风口加装的风管与不同的干燥室实现连接。本发明所述系统在进行除湿作业时，拥有闭式除湿循环和开式除湿循环两种不同的工作模式；热泵除湿系统包括：除湿蒸发器、膨胀阀、冷凝器、压缩机及管道；热泵干燥系统包括：室外蒸发器、膨胀阀、冷凝器、压缩机及管道。本发明在不改变干燥工艺要求的前提下，结构紧凑、安装方便，并能实现节能减排的环保目标。



1. 一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,包括控制系统,其特征在于,所述带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统还包括:热泵除湿系统、热泵干燥系统和显热交换器(2);所述带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统硬件结构部分具体由干燥室排到显热回收器的风口(1)、显热交换器(2)、风机(3)、除湿蒸发器(4)、新风阀(5)、回风阀(6)、排湿阀(7)、压缩机(8)、第一单向阀(9)、压缩机(10)、第二单向阀(11)、第三单向阀(12)、第四单向阀(13)、第一电磁阀(14)、第二电磁阀(15)、第三电磁阀(16)、第四电磁阀(17)、第一膨胀阀(18)、第二膨胀阀(19)、冷凝器(20)、室外风机(21)、室外蒸发器(22)、新风风口(23)、冷凝器风机(24)、保温隔板(25)、送风口(26)、机组保温框架(27)、第一干燥室回风口(28)、第二干燥室回风口(29)、和相应连接管道组成;

所述热泵干燥系统中包含四条制冷剂回路:

第一个不带除湿的热泵干燥系统回路:压缩机(10)、冷凝器(20)、第二膨胀阀(19)、第四电磁阀(17)、室外蒸发器(22)和第三单向阀(12);

第二个带除湿的热泵干燥系统回路:压缩机(8)、冷凝器(20)、第一膨胀阀(18)、第一电磁阀(14)、除湿蒸发器(4)和第一单向阀(9);

第一个带除湿的热泵干燥系统回路:压缩机(10)、冷凝器(20)、第二膨胀阀(19)、第二电磁阀(15)、除湿蒸发器(4)和第二单向阀(11);

第二个不带除湿的热泵干燥系统回路:压缩机(8)、冷凝器(20)、第一膨胀阀(18)、第三电磁阀(16)、室外蒸发器(22)和第二单向阀(13)。

2. 根据权利要求1所述的一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,其特征在于,所述机组保温框架(27)由保温材料构成。

3. 根据权利要求2所述的一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,其特征在于,所述室外蒸发器(22)、冷凝器(20)和除湿蒸发器(4)均为错排两个独立的制冷剂回路系统;所述室外蒸发器(22)、冷凝器(20)和除湿蒸发器(4)的结构均为翅片管式换热器。

4. 根据权利要求3所述的一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,其特征在于,所述第一个带除湿的热泵系统回路通过制冷剂管路上安装的单向阀(9)、单向阀(13)、电磁阀(14)和电磁阀(16)切换所述除湿蒸发器4工作还是所述室外蒸发器(22)工作。

5. 根据权利要求4所述的一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,其特征在于,所述第二个带除湿的热泵系统回路通过制冷剂管路上安装的单向阀(11)、单向阀(12)、电磁阀(15)和电磁阀(17)切换所述除湿蒸发器(4)工作还是所述室外蒸发器(22)工作。

6. 根据权利要求5所述的一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,其特征在于,所述带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统装有分配通过除湿蒸发器(4)和室外蒸发器(22)的制冷剂流量的制冷剂流量控制机构。

7. 一种应用权利要求1所述一种带显热回收和多效除湿功能的热泵除湿系统采用闭式循环时的操作方法,所述方法包括如下步骤:

开启回风阀(6)打开回风口;

关闭与大气相通的新风阀(5)和用于向外界排湿的排湿阀(7);

从干燥室排到显热回收器的风口(1)出来的热湿空气经过显热交换器(2)被冷却;

所述热湿空气被冷却后,经过除湿蒸发器(4)进一步降低温度,使热湿空气中的水分

析出,得到除湿后的冷空气;

经过除湿后的冷空气通过显热交换器(2)被另一侧来自干燥室排到显热回收器的风口(1)的热湿空气加热;

通过换热后的空气与从第一干燥室回风口(28)、第二干燥室回风口(29)的空气混合,回到冷凝器(20)进行加热;

加热后的空气被冷凝器风机(24),通过送风口送到干燥室与干燥物料进行换热。

8. 一种应用权利要求1所述一种带显热回收和多效除湿功能的热泵除湿系统采用开式循环时的操作方法,所述方法包括如下步骤:

关闭所述回风阀(6);

开启与大气相通的新风阀(5)和用于向外界排湿的排湿阀(7);

从新风阀(5)进入的空气经过除湿蒸发器(4)被冷凝除湿;

冷凝后的冷空气经过显热交换器与另一侧由干燥室排到显热回收器的风口(1)出来的热湿空气换热;

经过干燥室排到显热回收器的风口(1)出来的热湿空气,从排湿阀(7)经过室外蒸发器(22)排出到环境;

从新风阀(5)进入的空气被除湿后与第一干燥室回风口(28)、第二干燥室回风口(29)来的热湿空气混合进入到冷凝器(20)被加热,被冷凝器风机(24)经送风口(26)送到干燥室。

9. 根据权利要求7或8任一项所述的一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统的操作方法,其特征在于,从干燥室出来的热湿空气被分为两部分,一部分通过由干燥室排到显热回收器的风口(1)进入显热交换器;另一部分通过由干燥室排到显热回收器的风口(1)两侧的第一干燥室回风口(28)和第二干燥室回风口(29)回到冷凝器再次被加热后经送风口(26)被送到干燥室;在由干燥室排到显热回收器的风口(1)、第一干燥室回风口(28)和第二干燥室回风口(29)安装电动风阀,根据干燥工艺要求调节风阀开度,控制排湿和回风风量。

一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统

技术领域

[0001] 本发明涉及热风干燥技术领域,具体为带显热回收和多效除湿功能的一种热泵干燥系统。

背景技术

[0002] 全世界 60% 的加工部门需要使用干燥作业,干燥作业所带来的能耗占发达国家工业能耗总量的 12%。目前国内干燥作业的能耗总量已经占到国内工业总能耗的 10% 以上。随着我国工业进程的发展,干燥作业应用范围越来越广,因干燥作业带来的能耗也越来越多。我国是能源短缺国家,节能减排的压力巨大,对低能耗的干燥系统的研发成为一种必需。

[0003] 热泵是一种消耗少量电能或燃料能便能制取大量热能的装置。热泵的主要部件为压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器。热泵干燥技术是一种节能的干燥技术,用于回收排气废热。该技术充分利用环境、地源和水源等低品位热源做为干燥能源,做到能量的循环利用,并达到节能减排的目标。

[0004] 目前热泵干燥设备研发方面主要集中在过程控制优化和制冷组件改进。本发明提出的用于显热回收和多效除湿的一种热泵干燥系统,在满足特定干燥工艺的前提下,实现了结构紧凑、节能明显,能源利用率高。

发明内容

[0005] (一) 要解决的技术问题

[0006] 本发明要解决的技术问题是在不改变干燥工艺要求的前提下,设计一种结构紧凑、安装方便的能实现节能目标的高效干燥系统。

[0007] (二) 技术方案

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统,包括控制系统,其特征在于,所述带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统还包括:热泵除湿系统、热泵干燥系统和显热换热器 2;所述带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统硬件结构部分具体由干燥室排到显热回收器的风口 1、显热换热器 2、风机 3、除湿蒸发器 4、新风阀 5、回风阀 6、排湿阀 7、压缩机 8、第一单向阀 9、压缩机 10、第二单向阀 11、第三单向阀 12、第四单向阀 13、第一电磁阀 14、第二电磁阀 15、第三电磁阀 16、第四电磁阀 17、第一膨胀阀 18、第二膨胀阀 19、冷凝器 20、室外风机 21、室外蒸发器 22、新风口 23、冷凝器风机 24、保温隔板 25、送风口 26、机组保温框架 27、第一干燥室回风口 28、第二干燥室回风口 29、和相应连接管道组成;

[0009] 所述热泵干燥系统中包含四条制冷剂回路:

[0010] 第一个不带除湿的热泵干燥系统回路:压缩机 10、冷凝器 20、第二膨胀阀 19、第四电磁阀 17、室外蒸发器 22 和第三单向阀 12;

[0011] 第二个带除湿的热泵干燥系统回路:压缩机 8、冷凝器 20、第一膨胀阀 18、第一电

磁阀 14、除湿蒸发器 4 和第一单向阀 9；

[0012] 第一个带除湿的热泵干燥系统回路：压缩机 10、冷凝器 20、第二膨胀阀 19、第二电磁阀 15、除湿蒸发器 4 和第二单向阀 11；

[0013] 第二个不带除湿的热泵干燥系统回路：压缩机 8、冷凝器 20、第一膨胀阀 18、第三电磁阀 16、室外蒸发器 22 和第二单向阀 13。

[0014] 优选地，所述机组保温框架 27 由保温材料构成。

[0015] 优选地，所述室外蒸发器 22、冷凝器 20 和除湿蒸发器 4 均为错排两个独立的制冷剂回路系统；所述室外蒸发器 22、冷凝器 20 和除湿蒸发器 4 的结构均为翅片管式换热器。

[0016] 优选地，所述第一个带除湿的热泵系统回路通过制冷剂管路上安装的单向阀 9、单向阀 13、电磁阀 14 和电磁阀 16 切换所述除湿蒸发器 4 工作还是所述室外蒸发器 22 工作。

[0017] 优选地，所述第二个带除湿的热泵系统回路通过制冷剂管路上安装的单向阀 11、单向阀 12、电磁阀 15 和电磁阀 17 切换所述除湿蒸发器 4 工作还是所述室外蒸发器 22 工作。

[0018] 优选地，所述带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统装有分配通过除湿蒸发器 4 和室外蒸发器 22 的制冷剂流量的制冷剂流量控制机构。

[0019] 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统采用闭式循环时的操作方法，所述方法包括如下步骤：

[0020] 开启回风阀 6 打开回风口；

[0021] 关闭与大气相通的新风阀 5 和用于向外界排湿的排湿阀 7；

[0022] 从干燥室排到显热回收器的风口 1 出来的热湿空气经过显热换热器 2 被冷却；

[0023] 所述热湿空气被冷却后，经过除湿蒸发器 4 进一步降低温度，使热湿空气中的水分析出，得到除湿后的冷空气；

[0024] 经过除湿后的冷空气通过显热换热器 2 被另一侧来自干燥室排到显热回收器的风口 1 的热湿空气加热；

[0025] 通过换热后的空气与从第一干燥室回风口 28、第二干燥室回风口 29 的空气混合，回到冷凝器 20 进行加热；

[0026] 加热后的空气被冷凝器风机 24，通过送风口送到干燥室与干燥物料进行换热。

[0027] 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种带显热回收和多效除湿功能的热泵干燥系统采用开式循环时的操作方法，所述方法包括如下步骤：

[0028] 关闭所述回风阀 6；

[0029] 开启与大气相通的新风阀 5 和用于向外界排湿的排湿阀 7；

[0030] 从新风阀 5 进入的空气经过除湿蒸发器 4 被冷凝除湿；

[0031] 冷凝后的冷空气经过显热换热器与另一侧由干燥室排到显热回收器的风口 1 出来的热湿空气换热；

[0032] 经过由干燥室排到显热回收器的风口 1 出来的热湿空气，从排湿阀 7 经过室外蒸发器 22 排出到环境；

[0033] 从新风阀 5 进入的空气被除湿后与第一干燥室回风口 28、第二干燥室回风口 29 来的热湿空气混合进入到冷凝器 20 被加热，被冷凝器风机 24 经送风口 26 送到干燥室。

[0034] 优选地，从干燥室出来的热湿空气被分为两部分，一部分通过由干燥室排到显热

回收器的风口 1 进入显热交换器；另一部分通过由干燥室排到显热回收器的风口 1 两侧的第一干燥室回风口 28 和第二干燥室回风口 29 回到冷凝器再次被加热后经送风口 26 被送到干燥室；在由干燥室排到显热回收器的风口 1、第一干燥室回风口 28 和第二干燥室回风口 29 安装电动风阀，根据干燥工艺要求调节风阀开度，控制排湿和回风风量。

[0035] （三）有益效果

[0036] 本发明技术方案与现有技术相比较，具备如下几点特征：

[0037] （1）本发明同时具备显热回收和除湿两大功能。

[0038] （2）本发明采用多效的除湿结构，通过调节两个制冷系统的制冷剂流量来满足不同除湿量的需求。

[0039] （3）本发明采用自动新风阀、自动回风阀和自动的排湿阀；在满足干燥工艺的要求下，根据控制逻辑利用不同风阀的组合开闭，实现能量的最高效利用。

[0040] （4）本发明利用显热交换器把要除湿的空气预冷后送到除湿蒸发器，同时把除湿后的空气预热，有效的降低了除湿能耗，提高了系统效率，节省了能源。

[0041] （5）本发明的热泵干燥系统通过加装电磁阀、单向阀和除湿蒸发器实现了除湿和加热两种功能，系统功能更集中且连接简单，操作方便，节约了设备投入。

[0042] （6）本发明装有分配通过除湿蒸发器和室外蒸发器的制冷剂流量的制冷剂流量控制机构，能使除湿蒸发器和室外蒸发器同时工作。

附图说明

[0043] 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的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图 1 是根据本发明一种热泵干燥系统一个实施例的主视结构示意图；

[0045] 图 2 是根据本发明一种热泵干燥系统一个实施例的右视结构示意图；

[0046] 图 3 是根据本发明一种热泵干燥系统一个实施例在闭式循环情况下除湿的系统结构示意图；

[0047] 图 4 是根据本发明一种热泵干燥系统一个实施例在开式循环情况下引入新风的除湿的系统结构示意图；

[0048] 图 5 是根据本发明一种热泵干燥系统一个实施例在闭式循环情况下不除湿的系统结构示意图。

[0049] 图中：1、干燥室排到显热回收器的风口；2、显热交换器；3、风机；4、除湿蒸发器；5、新风阀；6、回风阀；7、排湿阀；8、压缩机；9、第一单向阀；10、压缩机；11、第二单向阀；12、第三单向阀；13、第四单向阀；14、第一电磁阀；15、第二电磁阀；16、第三电磁阀；17、第四电磁阀；18、第一膨胀阀；19、第二膨胀阀；20、冷凝器；21、室外风机；22、室外蒸发器；23、风口；24、冷凝器风机；25、保温隔板；26、送风口；27、机组保温框架；28、第一干燥室回风口；29、第二干燥室回风口。

具体实施方式

[0050] 下面结合说明书附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例仅用于说明本发明,但不能用来限制本发明的范围。

[0051] 本发明提供一种带显热回收和除湿的热泵干燥系统,包括:

[0052] 两个热泵系统,一个显热交换器和辅助的控制系统。

[0053] 所有零部件组合安装在机组保温框架 27 内,所述机组保温框架 27 由绝热性能良好的保温材料构成。内部由一块保温隔板 25 和显热换热器 2 分成两块,这两部分通过显热换热器联通。冷凝器 20,用于加热将被送入干燥室的空气,加热后的空气通过冷凝器风机 24 经送风口 26 被送到干燥室和待干燥物料进行热湿交换,完成热湿交换后的废气通过风口 1、28 和 29 排出干燥室,根据干燥工艺要求,通过风口 28 和 29 的空气再次被冷凝器 20 加热后送回干燥室,通过风口 1 的废气经过显热换热器 2,根据干燥工艺控制要求,一种通过回风阀 6 被除湿蒸发器 4 除湿后送回冷凝器 20 加热,一种通过风口 7 经室外蒸发器 22 回收部分热量后排到环境大气中。同时为了满足不同干燥工艺的要求,安装一新风阀 5 与环境大气相通,当需要新风时,通过变频风机 3 来控制新风量。

[0054] 整个装置由四个制冷剂回路组成,其中:

[0055] 第一个不带除湿的热泵干燥系统回路由压缩机 10、冷凝器 20、第二膨胀阀 19、第四电磁阀 17、室外蒸发器 22 和第三单向阀 12 组成;

[0056] 第二个带除湿的热泵干燥系统回路由压缩机 8、冷凝器 20、第一膨胀阀 18、第一电磁阀 14、除湿蒸发器 4 和第一单向阀 9 组成;

[0057] 第一个带除湿的热泵干燥系统回路由压缩机 10、冷凝器 20、第二膨胀阀 19、第二电磁阀 15、除湿蒸发器 4 和第二单向阀 11 组成;

[0058] 第二个不带除湿的热泵干燥系统回路由压缩机 8、冷凝器 20、第一膨胀阀 18、第三电磁阀 16、室外蒸发器 22 和第二单向阀 13 组成。

[0059] 其中冷凝器 20、室外蒸发器 22 和除湿蒸发器均采用错排结构实现两个独立的制冷剂回路。

[0060] 控制系统不在本次发明范围内,其工作原理简述如下,由 PLC 面板、控制开关、温控器等集成在一箱体内,用于控制干燥设备的运行。控制系统储存了一定的干燥曲线,用户可以通过 PLC 面板进行编辑。通过控制系统用户可以选择手动模式或自动控制模式执行干燥过程,若选定自动模式,干燥过程将按照用户选定的干燥曲线自动运行完成干燥,但在干燥过程中,用户可以对运行的干燥曲线进行修改;若选择手动模式,用户需根据需要手动启动或关闭风机,压缩机和风阀等。

[0061] 如图 1 和图 2 所示,本发明提供了一种带热泵干燥系统,所述系统包括:除湿系统、显热回收系统和热泵系统;其中:

[0062] 所述系统的外部框架是保温材料组成的围护结构,所述保温材料优选聚氨酯保温板或岩棉板,所述外部框架优选断冷桥结构,由于这类材料绝热性能良好,能够有效阻止热量向环境散失,而使整个装置的热量损失最小化,从而达到保温效果;

[0063] 所述新风阀 5、回风阀 6、排湿阀 7,风口 1、风口 28 和风口 29 均安装可自动调节开度的电动风阀,便于按照不同工艺要求实现不同组合的开关;

[0064] 所述显热回收器 2 安装在保温隔板 25 的下部,并且与保温隔板 25 密封连接,保证隔板两侧空气仅通过显热回收器 2 联通;

[0065] 所述除湿蒸发器 4、冷凝器 20 和室外蒸发器 22 均采用错排结构,两个制冷剂回路完全独立,优化了并联系统的换热形式。

[0066] 整个装置由四个制冷剂回路组成,其中一个制冷剂回路由压缩机 10、冷凝器 20、第二膨胀阀 19、第四电磁阀 17、和室外蒸发器 22 和第三单向阀 12 组成,主要目的用于给冷凝器 20 提供热量;一个制冷剂回路由压缩机 10、冷凝器 20、第二膨胀阀 19、第二电磁阀 15、除湿蒸发器 4 和第二单向阀 11 组成,用于给除湿蒸发器 4 提供冷量;一个制冷剂回路由压缩机 8、冷凝器 20、第一膨胀阀 18、第三电磁阀 16、室外蒸发器 22 和第四单向阀 13 组成,用于给冷凝器 20 提供热量;一个制冷剂回路由压缩机 8、冷凝器 20、第一膨胀阀 18、第一电磁阀 14、除湿蒸发器 4 和第一单向阀 9 组成,主要目的用于给除湿蒸发器 4 提供冷量,用于凝结空气中的水份。

[0067] 控制系统在整个干燥过程起了重要的作用,但根据用户需求和投入多少,使得控制系统变的多样化,本发明不做详细叙述。

[0068] 下面,结合附图对该系统的工作流程进行具体描述。

[0069] 热泵系统工作时,在室外风机 21 的风压作用下,促使空气不断经新风口 23 从室外蒸发器 22 的翅片间隙排出,其中这部分空气可能包括从排湿阀 7 排出的热湿空气,与蒸发器管道内的制冷工质换热,制冷工质因吸收热量而蒸发,由低温低压的液体变成低温低压的气体,经压缩机 8 和压缩机 10 升压后变成高温高压的气体,在冷凝器 20 中高温高压的制冷工质气体放出热量加热空气,工质自身冷凝成液体,经第一膨胀阀 18 和第二膨胀阀 19 节流后变成低温低压的气液两相流体进入室外蒸发器 22 和除湿蒸发器 4 开始下一次循环。与冷凝器换热后的空气升温后被冷凝风机 24 经送风口 26 送到干燥室与物料进行换热。

[0070] 根据干燥工艺要求,当需要闭式除湿时,见图 3 所示系统工作模式。新风阀 5 和排湿阀 7 闭死,回风阀 6 全开,除湿蒸发器 4 工作,把除湿后的干空气送到冷凝器 20 经过加热后进入干燥室与干燥物料进行热湿交换。其中根据所需除湿量的多少,可以通过调节风口 1 的开度和变频风机 3 的频率来改变除湿风量。同时根据所需热量的多少,开启或关闭压缩机 8 或 10 所连接的热泵系统。

[0071] 根据干燥工艺要求,当需要开式循环时,见图 4 所示系统工作模式。新风阀 5 根据所需新风量开启一个角度,回风阀 6 闭死,排湿阀 7 全开,根据除湿要求、除湿蒸发器 4 可能不工作,新鲜空气与从干燥室排除的热湿空气在显热交换器进行换热后送到冷凝器 20,经过加热后进入干燥室的热空气与干燥物料进行热湿交换。根据所需热量的多少,开启或关闭压缩机 8 和 10 与蒸发器 22 所连接的热泵系统。

[0072] 当物料干燥到后期或物料内的水分已经很少时,与之换热的热空气的湿度变化不大,可以利用如图 5 所示的闭式循环来干燥物料。此系统是完全关闭新风阀 5、回风阀 6 和排湿阀 7,干燥室所需风量根据干燥工艺要求通过变频冷凝器风机 24 调节。此模式下由于物料水分低,蒸发缓慢,与空气的热湿交换量少,热泵所要提供的热量相应减少,热泵系统可能进入间歇工作状态。

[0073] 综上所述,本发明提出的带显热回收和除湿的热泵干燥系统,采用加装新风阀,回风阀、排湿阀、除湿蒸发器和显热交换器的方式设计了多种干燥模式共存的装置,根据不同的干燥需求,可以自由调节送风温湿度和风量,保证了同一干燥设备可以用于不同物料的对不同干燥工艺的需求,同时通过不同干燥模式的控制,使得整个系统节能明显,能量利用

率得到显著提高。

[0074] 以上实施方式仅用于说明本发明,而非对本发明的限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行各种组合、修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

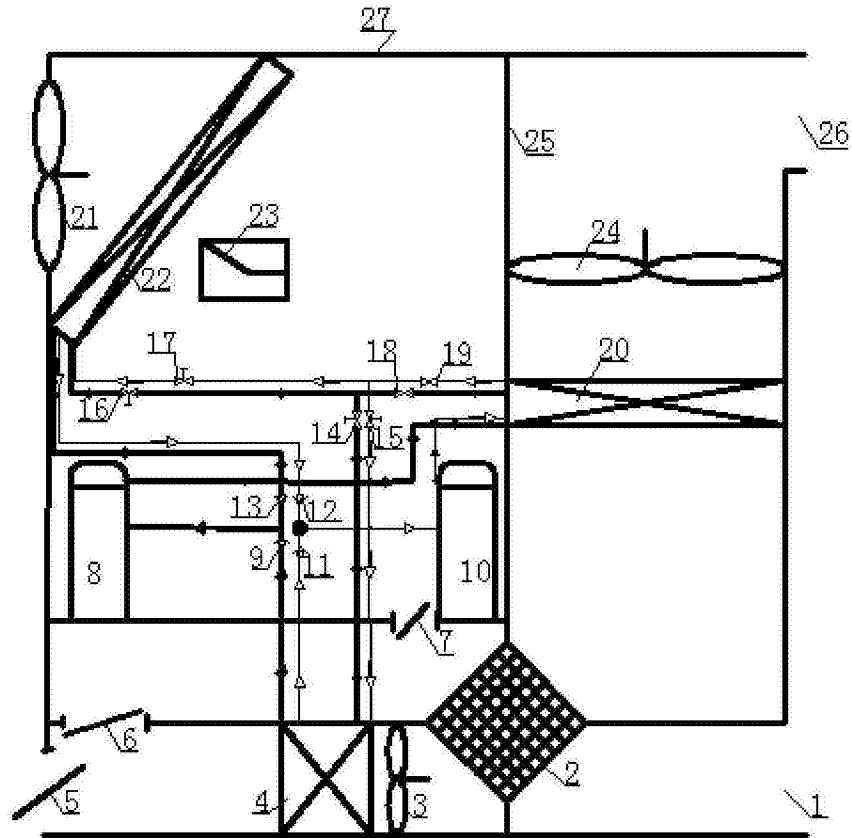


图 1

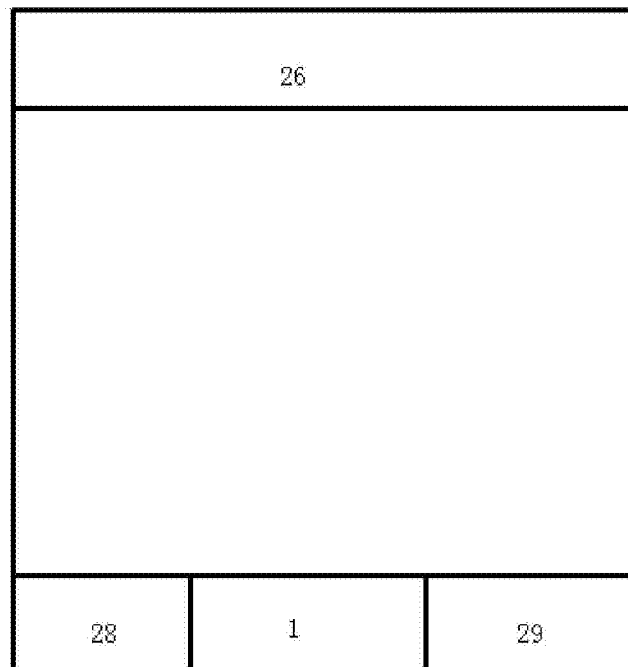


图 2

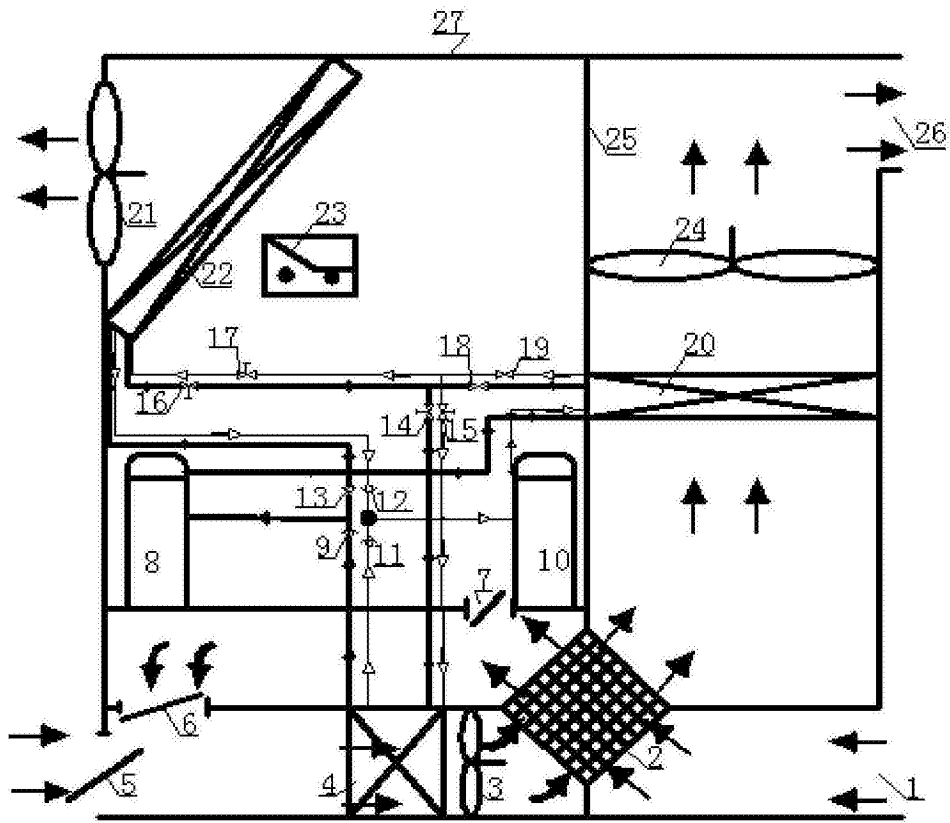


图 3

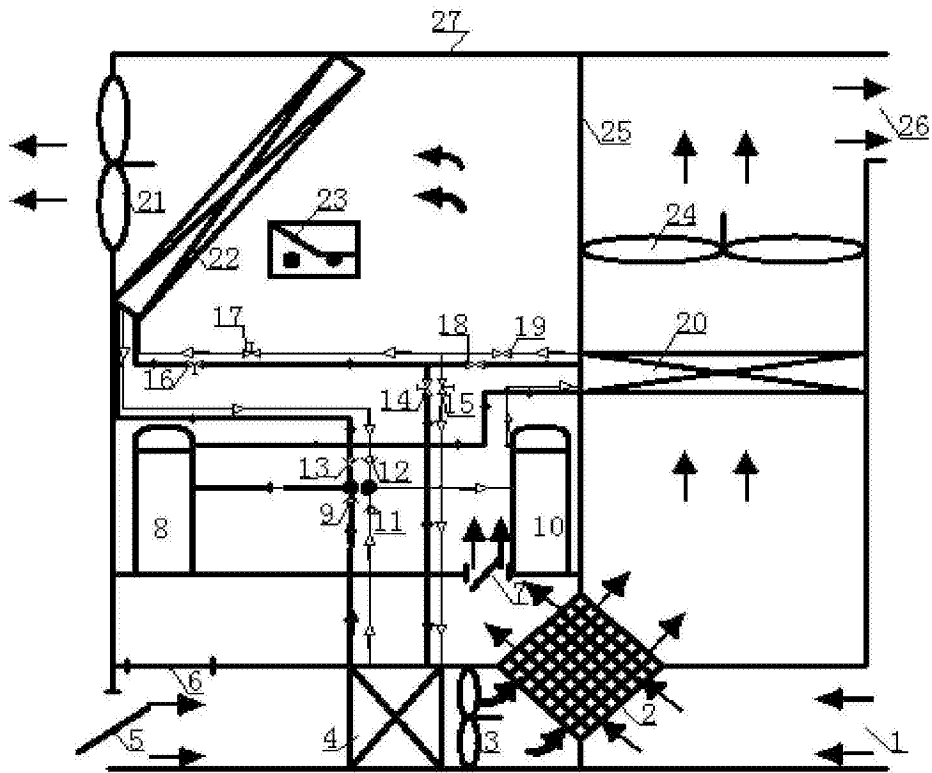


图 4

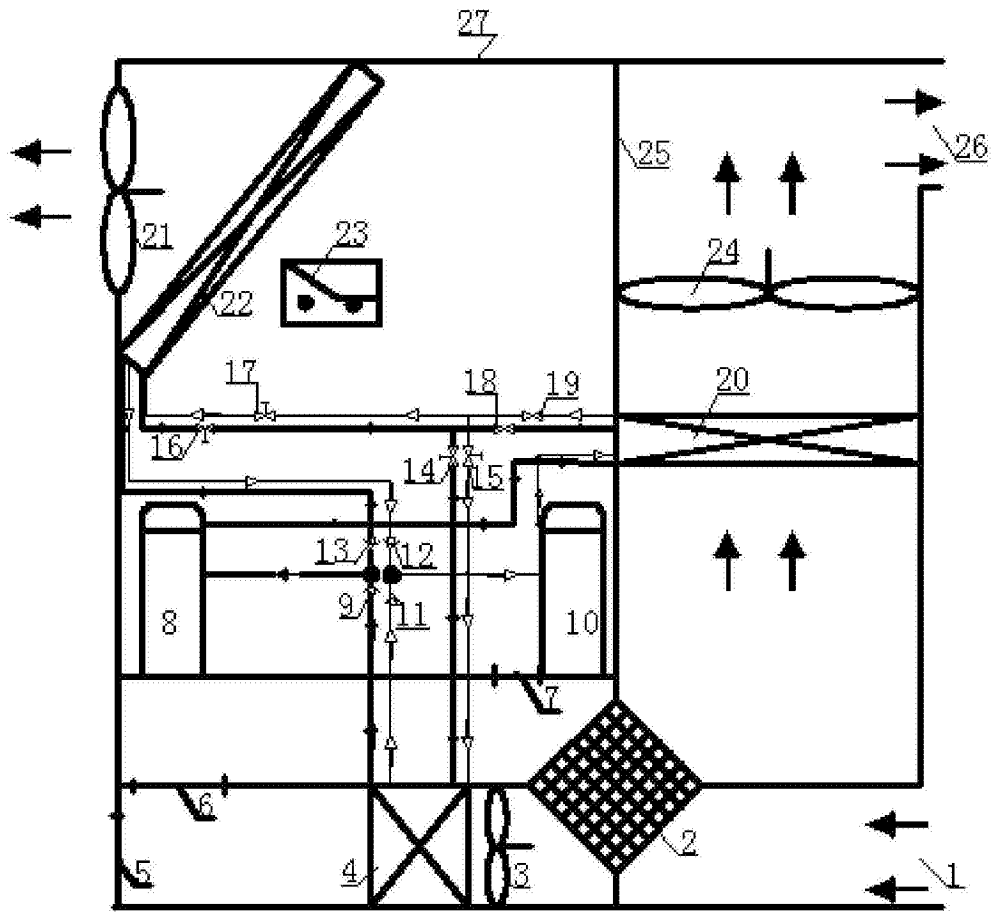


图 5