



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115875873 B

(45) 授权公告日 2023.07.18

(21) 申请号 202211503691.8
 (22) 申请日 2022.11.29
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 115875873 A
 (43) 申请公布日 2023.03.31
 (73) 专利权人 青岛理工大学
 地址 266011 山东省青岛市市北区抚顺路
 11号
 专利权人 佛山能茵冷热节能设备有限公司
 (72) 发明人 梁士民 林春文 胡松涛 朱辉
 郑进福 段日升 林均钊 江庚兴
 姚俊平
 (74) 专利代理机构 广州市元申专利代理事务所
 (特殊普通合伙) 44797
 专利代理师 李琼
 (51) Int. Cl.
 F25B 30/02 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)
 F25B 41/20 (2021.01)
 F25B 41/34 (2021.01)
 F25B 43/00 (2006.01)
 F25B 39/02 (2006.01)
 F25B 39/04 (2006.01)
 F25B 49/02 (2006.01)
 F26B 21/08 (2006.01)
 F26B 21/10 (2006.01)
 F26B 25/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109442889 A, 2019.03.08
 CN 109539762 A, 2019.03.29
 CN 112833579 A, 2021.05.25
 CN 209310455 U, 2019.08.27
 KR 101702884 B1, 2017.02.06
 WO 2020181785 A1, 2020.09.17

审查员 刘新颖

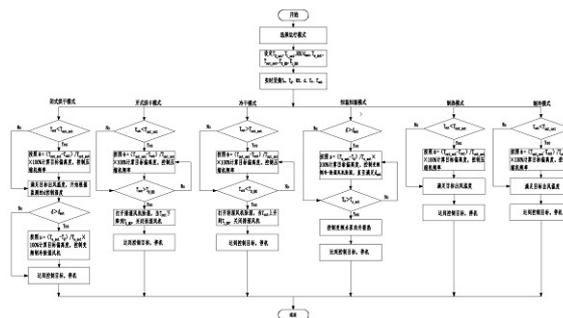
权利要求书4页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

多功能烘干热泵系统及运行控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种多功能烘干热泵系统及运行控制方法,其中,多功能烘干热泵系统设有闭式烘干模式、开式烘干模式、干冷模式、恒温恒湿模式、制热模式和制冷模式;包括热泵烘干系统、恒温烘干室、表冷器。恒温烘干室包括烘房,烘房设有送风口、回风口,送风口和回风口连接有循环风道;表冷器设于循环风道。热泵烘干系统包括压缩机,储液器,水冷冷凝器,气液分离器,室内冷凝器,制冷-除湿蒸发器,室外蒸发器。压缩机,储液器,水冷冷凝器,气液分离器和室外蒸发器设于循环风道外。室内冷凝器设于循环风道;制冷-除湿蒸发器设于循环风道内并位于表冷器和室内冷凝器之间。本发明的多功能烘干热泵系统能够一机多用;运行控制方法满足多场景功能应用。



CN 115875873 B

1. 一种多功能烘干热泵系统的运行控制方法,其特征在于,所述多功能烘干热泵系统包括闭式烘干模式、开式烘干模式、冷干模式、恒温恒湿模式、制热模式和制冷模式中的至少一种;其中,

所述闭式烘干模式的运行控制方法包括以下步骤:

设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标相对湿度RH或目标含湿量 d_{set} 、目标出风温度 T_{out_set} 以及目标控制蒸发温度 T_{e_set} ;其中, $T_{out_set}=T_{0_set}+a_t$, a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定, $a_t=f(t)$, t 为时间;

实时监测烘房出风温度 T_{out} 、烘房含湿量 d 、蒸发温度 T_e 以及烘房环境露点温度 T_d ;当 $T_{out}<T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out_set}-T_{out})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=x_1n_1$ 的关系调节压缩机频率,直至满足 $T_{out}=T_{1_set}$;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

满足 $T_{out}=T_{1_set}$ 后,当 $d>d_{set}$,根据 T_d ,按照公式 $T_{e_set}=T_d-a_t$ 计算目标控制蒸发温度,并按照公式 $\mu=(T_{e_set}-T_e)/T_{e_set}\times 100\%$ 计算蒸发温度的目标偏离度,再按照 $\mu=x_2n_2$ 的关系调节制冷-除湿蒸发器侧的变频制冷-除湿风机,直至满足 $d=d_{set}$;其中, x_2 为常数,通过实验确定; n_2 为变频制冷-除湿风机转速;

当满足 $T_{out}=T_{1_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

所述开式烘干模式的运行控制方法包括以下步骤:

设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标出风温度 T_{out_set} ,除湿启动温度 T_{0_RH} ,除湿停止温度 T_{1_RH} ,目标含湿量 d_{set} (或目标相对湿度RH);其中, $T_{out_set}=T_{0_set}+a_t$, a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定, $a_t=f(t)$, t 为时间;

实时监测烘房出风温度 T_{out} 和烘房含湿量 d ;当 $T_{out}<T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out_set}-T_{out})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=x_1n_1$ 的关系调节压缩机频率;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

当 $T_{out}>T_{0_RH}$,打开排湿风口内的排湿风机除湿;当 T_{out} 下降到 T_{1_RH} ,关闭排湿风机;如此往复循环;当达到 $T_{out}=T_{1_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

所述冷干模式的运行控制方法包括以下步骤:

设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标出风温度 T_{out_set} ,除湿启动温度 T_{0_RH} ,除湿停止温度 T_{1_RH} ,目标相对湿度RH或含湿量 d_{set} ;

实时监测烘房出风温度 T_{out} 和烘房含湿量 d ;当 $T_{out}>T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out}-T_{out_set})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=xn_1$ 的关系调节压缩机频率;其中, x 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机频率;

当 $T_{out}<T_{0_RH}$,打开排湿风口内的排湿风机除湿;当 T_{out} 上升到 T_{1_RH} ,关闭排湿风机;如此往复循环;当达到 $T_{out}=T_{1_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

所述恒温恒湿模式的运行控制方法包括以下步骤:

设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标相对湿度RH或含湿量 d_{set} ,目标控制蒸发温度 T_{e_set} ,水冷冷凝器侧的变频水泵启动温度 T_{s_set} ,

实时烘房温度 T_a ,湿度RH或含湿量 d ,变频水泵启动温度 T_s ,蒸发温度 T_e 及烘房露点温度 T_d ;其中, $T_{e_set}=T_d-a_t$, a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定, $a_t=f(t)$, t 为时间;

当 $d>d_{set}$,按照公式 $\mu=(T_{e_set}-T_e)/T_{e_set}\times 100\%$ 计算蒸发温度的目标偏离度,并按照 $\mu=$

$x_2 n_2$ 的关系调节制冷除湿蒸发器侧的变频制冷-除湿风机除湿,直至满足 $d=d_{set}$;其中, x_2 为常数,通过实验确定; n_2 为变频制冷-除湿风机转速;

当 $T_s > T_{s_set}$, 通过控制变频水泵向外排热,以控制烘房温度;当达到 $T_a = T_{l_set}$ 和 $d=d_{set}$, 机组停止运行;反之,则继续运行;

所述制热模式的运行控制方法包括以下步骤:

设定烘房目标启动温度 T_{0_set} , 目标停机温度 T_{l_set} 以及目标出风温度 T_{out_set} ;

实时监测烘房出风温度 T_{out} ; 当 $T_{out} < T_{out_set}$, 按照公式 $\phi = (T_{out_set} - T_{out}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度, 并 $\phi = x_1 n_1$ 的关系调节压缩机频率, 直至满足 $T_{out} = T_{out_set}$; 其中, x_1 为常数, 通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

当达到 $T_{out} = T_{l_set}$, 机组停止运行; 反之, 则继续运行;

所述制冷模式的运行控制方法包括以下步骤:

设定烘房目标启动温度 T_{0_set} , 目标停机温度 T_{l_set} 以及目标出风温度 T_{out_set} ;

实时监测烘房出风温度 T_{out} ; 当 $T_{out} < T_{out_set}$, 按照公式 $\phi = (T_{out} - T_{out_set}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度, 并按照 $\phi = x_1 n_1$ 的关系控制调节压缩机频率, 直至满足 $T_{out} = T_{out_set}$; 其中, x_1 为常数, 通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

当达到 $T_{out} = T_{l_set}$, 机组停止运行; 反之, 则继续运行。

2. 一种采用权利要求1所述的运行控制方法的多功能烘干热泵系统, 其特征在于, 包括: 热泵烘干系统、与所述热泵烘干系统连通的恒温烘干室、连接所述热泵烘干系统与所述恒温烘干室的表冷器; 所述恒温烘干室包括烘房, 所述烘房设有排湿风口, 新风进口, 送风口以及回风口; 所述送风口和所述回风口分别设置在所述烘房同一侧的两端, 所述新风进口靠近所述送风口设置, 所述排湿风口靠近所述回风口设置; 所述送风口和所述回风口之间连接有循环风道; 所述表冷器设置在所述循环风道靠近所述回风口的位置;

所述热泵烘干系统包括压缩机, 储液器, 水冷冷凝器, 气液分离器, 室内冷凝器, 制冷-除湿蒸发器以及室外蒸发器; 所述压缩机, 所述储液器, 所述水冷冷凝器, 所述气液分离器和所述室外蒸发器均设置在所述循环风道外; 所述室内冷凝器设置在所述循环风道靠近所述送风口的位置; 所述室外蒸发器的一侧连接所述储液器和所述气液分离器, 所述水冷冷凝器的一侧连接所述压缩机和所述室内冷凝器; 所述储液器与所述室内冷凝器连接, 所述压缩机连接所述气液分离器;

所述制冷-除湿蒸发器安装于所述循环风道内, 并位于所述表冷器和所述室内冷凝器之间; 且所述制冷-除湿蒸发的一个接口连接在所述储液器与所述室外蒸发器之间, 另一个接口连接在所述气液分离器与所述室外蒸发器之间。

3. 如权利要求2所述的多功能烘干热泵系统, 其特征在于: 所述排湿风口内安装有排湿风机, 所述室外蒸发器的另一侧设有室外风机; 所述水冷冷凝器的另一侧接有散热进水管和散热出水管; 所述水冷冷凝器接所述散热进水管的位置设有变频水泵; 所述制冷-除湿蒸发器的出风侧设有变频制冷-除湿风机; 所述室内冷凝器靠近所述送风口的一侧设有变频循环风机; 所述储液器与所述室外蒸发器之间设置有电子膨胀阀, 所述电子膨胀阀靠近所述储液器设置。

4. 如权利要求3所述的多功能烘干热泵系统, 其特征在于: 所述室内冷凝器与所述水冷冷凝器之间设置有第一电磁阀; 所述储液器连接所述室内冷凝器的接口连接有连接管, 所

述连接管设有第一接口,所述第一接口连接在所述室内冷凝器与所述水冷冷凝器之间;所述第一电磁阀位于所述室内冷凝器与所述第一接口之间,且所述连接管上设有第二电磁阀;所述电子膨胀阀与所述室外蒸发器之间设置有第三电磁阀,所述电子膨胀阀与所述制冷-除湿蒸发器之间设有第四电磁阀。

5.如权利要求4所述的多功能烘干热泵系统,其特征在于:所述闭式烘干模式下,所述第一电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第三电磁阀关闭,所述室内冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器工作,所述多功能热泵烘干系统的运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收湿空气的热量加热空气,通过所述室内冷凝器放热加热空气为所述烘房内的物料脱水提供热量。

6.如权利要求4所述的多功能烘干热泵系统,其特征在于:所述开式烘干模式下,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀关闭;所述室内冷凝器和所述室外蒸发器工作,所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述室外蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述室外蒸发器吸收室外空气热量,通过所述室内冷凝器放热加热空气,为所述烘房内物料脱水提供热量。

7.如权利要求4所述的多功能烘干热泵系统,其特征在于:所述冷干模式下,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀关闭;所述水冷冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器工作,所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述水冷冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收室内空气热量,通过所述水冷冷凝器放热。

8.如权利要求4所述的多功能烘干热泵系统,其特征在于:所述恒温恒湿模式下,所述第一电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第三电磁阀关闭;所述室内冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器做主要工作,所述水冷冷凝器做配合工作,所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收湿空气热量除湿冷却,再通过所述室内冷凝器放热加热空气为所述烘房提供恒温热量。

9.如权利要求4所述的多功能烘干热泵系统,其特征在于:所述制热模式下,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀关闭,所述室内冷凝器和所述室外蒸发器工作;所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述室外蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述室外蒸发器吸收室外空气热量,通过所述室内冷凝器放热为所述烘房提供热量。

10.如权利要求4所述的多功能烘干热泵系统,其特征在于:所述制冷模式下,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀关闭,所述水冷冷凝器

和所述制冷-除湿蒸发器工作;所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述水冷冷凝器放热后,所述流经储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收室内空气热量,通过所述水冷冷凝器放热。

多功能烘干热泵系统及运行控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及烘干设备技术领域,尤其涉及一种多功能烘干热泵系统及运行控制方法。

背景技术

[0002] 随着“碳达峰、碳中和”目标的提出,发展可再生能源为主的低碳能源成为我国实现能源可持续发展的必由之路。热泵烘干成为工业、农业等领域替代燃煤等传统烘干形式的主要技术,因其具有降低能源消耗,减少碳排放的显著优势,应用前景广阔空间。

[0003] 然而,随着社会的发展以及烘干产品的多样化,对热泵烘干系统提出了更高的要求,单一功能的热泵烘干机已难以满足实际生产的需求。

[0004] 因此,针对生产的多元需求,有必要开发一种能够应用于多场景的多功能的热泵烘干系统及运行控制方法,以助力热泵烘干企业产品升级,推动热泵烘干技术高效应用和良性发展。

发明内容

[0005] 本发明提供一种能够一机多用,满足多场景功能应用,且系统高效,能源综合利用率高,成本低的多功能烘干热泵系统及运行控制方法。

[0006] 本发明采用的技术方案为:一种多功能烘干热泵系统的运行控制方法,所述多功能烘干热泵系统包括闭式烘干模式、开式烘干模式、冷干模式、恒温恒湿模式、制热模式和制冷模式中的至少一种;其中,

[0007] 所述闭式烘干模式的运行控制方法包括以下步骤:

[0008] 设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标相对湿度RH或目标含湿量 d_{set} 、目标出风温度 T_{out_set} 以及目标控制蒸发温度 T_{e_set} ;其中, $T_{out_set}=T_{0_set}+a_t$, a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定, $a_t=f(t)$, t 为时间;

[0009] 实时监测烘房出风温度 T_{out} 、烘房含湿量 d 、蒸发温度 T_e 以及烘房环境露点温度 T_d ;当 $T_{out}<T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out_set}-T_{out})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=x_1n_1$ 的关系调节压缩机频率,直至满足 $T_{out}=T_{1_set}$;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0010] 满足 $T_{out}=T_{1_set}$ 后,当 $d>d_{set}$,根据 T_d ,按照公式 $T_{e_set}=T_d-a_t$ 计算目标控制蒸发温度,并按照公式 $\mu=(T_{e_set}-T_e)/T_{e_set}\times 100\%$ 计算蒸发温度的目标偏离度,再按照 $\mu=x_2n_2$ 的关系调节制冷-除湿蒸发器侧的变频制冷-除湿风机,直至满足 $d=d_{set}$;其中, x_2 为常数,通过实验确定; n_2 为变频制冷-除湿风机转速;

[0011] 当满足 $T_{out}=T_{1_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

[0012] 所述开式烘干模式的运行控制方法包括以下步骤:

[0013] 设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标出风温度 T_{out_set} ,除湿启动温度 T_{0_RH} ,除湿停止温度 T_{1_RH} ,目标含湿量 d_{set} (或目标相对湿度RH);其中, $T_{out_set}=T_{0_set}+a_t$,

a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定, $a_t=f(t)$, t 为时间;

[0014] 实时监测烘房出风温度 T_{out} 和烘房含湿量 d ;当 $T_{out} < T_{out_set}$,按照公式 $\phi = (T_{out_set} - T_{out}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi = x_1 n_1$ 的关系调节压缩机频率;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0015] 当 $T_{out} > T_{0_RH}$,打开排湿风口内的排湿风机除湿;当 T_{out} 下降到 T_{1_RH} ,关闭排湿风机;如此往复循环;当达到 $T_{out} = T_{1_set}$ 和 $d = d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

[0016] 所述冷干模式的运行控制方法包括以下步骤:

[0017] 设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标出风温度 T_{out_set} ,除湿启动温度 T_{0_RH} ,除湿停止温度 T_{1_RH} ,目标相对湿度RH或含湿量 d_{set} ;

[0018] 实时监测烘房出风温度 T_{out} 和烘房含湿量 d ;当 $T_{out} > T_{out_set}$,按照公式 $\phi = (T_{out} - T_{out_set}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi = x_1 n_1$ 的关系调节压缩机频率;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0019] 当 $T_{out} < T_{0_RH}$,打开排湿风口内的排湿风机除湿;当 T_{out} 上升到 T_{1_RH} ,关闭排湿风机;如此往复循环;当达到 $T_{out} = T_{1_set}$ 和 $d = d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

[0020] 所述恒温恒湿模式的运行控制方法包括以下步骤:

[0021] 设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标相对湿度RH或含湿量 d_{set} ,目标控制蒸发温度 T_{e_set} ,水冷冷凝器侧的变频水泵启动温度 T_{s_set} ;

[0022] 实时烘房温度 T_a ,湿度RH或含湿量 d ,变频水泵启动温度 T_s ,蒸发温度 T_e 及烘房2露点温度 T_d ;其中, $T_{e_set} = T_d - a_t$; a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定, $a_t = f(t)$, t 为时间;

[0023] 当 $d > d_{set}$,按照公式 $\mu = (T_{e_set} - T_e) / T_{e_set} \times 100\%$ 计算蒸发温度的目标偏离度,并按照 $\mu = x_2 n_2$ 的关系调节制冷除湿蒸发器侧的变频制冷-除湿风机除湿,直至满足 $d = d_{set}$;其中, x_2 为常数,通过实验确定; n_2 为变频制冷-除湿风机转速;

[0024] 当 $T_s > T_{s_set}$,通过控制变频水泵向外排热,以控制烘房温度;当达到 $T_a = T_{1_set}$ 和 $d = d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

[0025] 所述制热模式的运行控制方法包括以下步骤:

[0026] 设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} 以及目标出风温度 T_{out_set} ;

[0027] 实时监测烘房出风温度 T_{out} ;当 $T_{out} < T_{out_set}$,按照公式 $\phi = (T_{out_set} - T_{out}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并 $\phi = x_1 n_1$ 的关系调节压缩机频率,直至满足 $T_{out} = T_{out_set}$;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0028] 当达到 $T_{out} = T_{1_set}$,机组停止运行;反之,则继续运行;

[0029] 所述制冷模式的运行控制方法包括以下步骤:

[0030] 设定烘房目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} 以及目标出风温度 T_{out_set} ;

[0031] 实时监测烘房出风温度 T_{out} ;当 $T_{out} < T_{out_set}$,按照公式 $\phi = (T_{out} - T_{out_set}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算目标偏离度,并按照 $\phi = x_1 n_1$ 的关系控制调节压缩机频率,直至满足 $T_{out} = T_{out_set}$;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0032] 当达到 $T_{out} = T_{1_set}$,机组停止运行;反之,则继续运行。

[0033] 本发明进一步提供如下技术方案:一种采用所述的运行控制方法的多功能烘干热泵系统,包括:热泵烘干系统、与所述热泵烘干系统连通的恒温烘干室、连接所述热泵烘干系统与所述恒温烘干室的表冷器;所述恒温烘干室包括烘房,所述烘房设有排湿风口,新风

进口,送风口以及回风口;所述送风口和所述回风口分别设置在所述烘房同一侧的两端,所述新风进口靠近所述送风口设置,所述排湿风口靠近所述回风口设置;所述送风口和所述回风口之间连接有循环风道;所述表冷器设置在所述循环风道靠近所述回风口的位置;

[0034] 所述热泵烘干系统包括压缩机,储液器,水冷冷凝器,气液分离器,室内冷凝器,制冷-除湿蒸发器以及室外蒸发器;所述压缩机,所述储液器,所述水冷冷凝器,所述气液分离器和所述室外蒸发器均设置在所述循环风道外;所述室内冷凝器设置在所述循环风道靠近所述送风口的位置;所述室外蒸发器的一侧连接所述储液器和所述气液分离器,所述水冷冷凝器的一侧连接所述压缩机和所述室内冷凝器;所述储液器与所述室内冷凝器连接,所述压缩机连接所述气液分离器;

[0035] 所述制冷-除湿蒸发器安装于所述循环风道内,并位于所述表冷器和所述室内冷凝器之间;且所述制冷-除湿蒸发器的一个接口连接在所述储液器与所述室外蒸发器之间,另一个接口连接在所述气液分离器与所述室外蒸发器之间。

[0036] 进一步地,所述排湿风口内安装有排湿风机,所述室外蒸发器的另一侧设有室外风机;所述水冷冷凝器的另一侧接有散热进水管和散热出水管;所述水冷冷凝器接所述散热进水管的位置设有变频水泵;所述制冷-除湿蒸发器的出风侧设有变频制冷-除湿风机;所述室内冷凝器靠近所述送风口的一侧设有变频循环风机;所述储液器与所述室外蒸发器之间设置有电子膨胀阀,所述电子膨胀阀靠近所述储液器设置。

[0037] 进一步地,所述室内冷凝器与所述水冷冷凝器之间设置有第一电磁阀;所述储液器连接所述室内冷凝器的接口连接有连接管,所述连接管设有第一接口,所述第一接口连接在所述室内冷凝器与所述水冷冷凝器之间;所述第一电磁阀位于所述室内冷凝器与所述第一接口之间,且所述连接管上设有第二电磁阀;所述电子膨胀阀与所述室外蒸发器之间设置有第三电磁阀,所述电子膨胀阀与所述制冷-除湿蒸发器之间设有第四电磁阀。

[0038] 进一步地,所述闭式烘干模式下,所述第一电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第三电磁阀关闭,所述室内冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器工作,所述多功能热泵烘干系统的运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收湿空气的热量加热空气,通过所述室内冷凝器放热加热空气为所述烘房内的物料脱水提供热量。

[0039] 进一步地,所述开式烘干模式下,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀关闭;所述室内冷凝器和所述室外蒸发器工作,所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述室外蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述室外蒸发器吸收室外空气热量,通过所述室内冷凝器放热加热空气,为所述烘房内物料脱水提供热量。

[0040] 进一步地,所述冷干模式下,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀关闭;所述水冷冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器工作,所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述水冷冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸

发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收室内空气热量,通过所述水冷冷凝器放热。

[0041] 进一步地,所述恒温恒湿模式下,所述第一电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第三电磁阀关闭;所述室内冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器做主要工作,所述水冷冷凝器做配合工作,所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收湿空气热量除湿冷却,再通过所述室内冷凝器放热加热空气为所述烘房提供恒温热量。

[0042] 进一步地,所述制热模式下,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀打开,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀关闭,所述室内冷凝器和所述室外蒸发器工作;所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述室内冷凝器放热后,流经所述储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述室外蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述室外蒸发器吸收室外空气热量,通过所述室内冷凝器放热为所述烘房提供热量。

[0043] 进一步地,所述制冷模式下,所述第二电磁阀和所述第四电磁阀打开,所述第一电磁阀和所述第三电磁阀关闭,所述水冷冷凝器和所述制冷-除湿蒸发器工作;所述多功能热泵烘干系统运行流程为:所述压缩机排出的高温高压制冷剂流经所述水冷冷凝器放热后,所述流经储液器,并经所述电子膨胀阀节流后变成低温低压制冷剂进入所述制冷-除湿蒸发器蒸发吸热,最后经所述气液分离器进入所述压缩机;利用所述制冷-除湿蒸发器吸收室内空气热量,通过所述水冷冷凝器放热。

[0044] 相较于现有技术,本发明的多功能烘干热泵系统及运行控制方法可实现闭式烘干、开式烘干、冷干、恒温恒湿、制热以及制冷等多种功能模式,满足不同场景、不同产品对烘干环境的要求,实现一机多用,灵活性高,实用性强;而且烘干过程可根据工艺对环境温度的变化需求做出实时响应,能够满足各种工艺要求,达到更好的烘干效果,效率高且能源综合利用率高。

附图说明

[0045] 附图是用来提供对本发明的进一步理解,并构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但不构成对本发明的限制。在附图中,

[0046] 图1:本发明多功能烘干热泵系统的结构示意图;

[0047] 图2:本发明多功能烘干热泵系统的运行控制方法的步骤流程图;

[0048] 图3:本发明压缩机以及制冷-除湿蒸发器侧风机的调节函数关系图。

实施方式

[0049] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0050] 如图1所示,本发明的多功能烘干热泵系统包括热泵烘干系统、与热泵烘干系统连通的恒温烘干室、连接热泵烘干系统与恒温烘干室的表冷器1。其中,恒温烘干室包括烘房

2,烘房2设有排湿风口3,新风进口4,送风口5以及回风口6;送风口5和回风口6分别设置在烘房2同一侧的两端,新风进口4靠近送风口5设置,排湿风口3靠近回风口6设置,且排湿风口3内安装有排湿风机7.进一步,送风口5和回风口6之间连接有循环风道8。

[0051] 表冷器1设置在循环风道8靠近回风口6的位置,且表冷器1连接至冷却塔。本实施例中,表冷器1为表面式翅片换热器。

[0052] 热泵烘干系统包括压缩机9,储液器10,水冷冷凝器11,气液分离器12,室内冷凝器13,制冷-除湿蒸发器14以及室外蒸发器15。其中,压缩机9,储液器10,水冷冷凝器11,气液分离器12和室外蒸发器15均设置在循环风道8外。室内冷凝器13设置在循环风道8靠近送风口5的位置;且室内冷凝器13靠近送风口5的一侧设有变频循环风机16。室外蒸发器15的一侧连接储液器10和气液分离器12,另一侧设有室外风机17。水冷冷凝器11的一侧连接压缩机9和室内冷凝器13,另一侧接有散热进水管和散热出水管;其中,水冷冷凝器11接散热进水管的位置设有变频水泵18。储液器10与室内冷凝器13连接,压缩机9连接气液分离器12。

[0053] 制冷-除湿蒸发器14安装于循环风道8内,并位于表冷器1和室内冷凝器13之间;且制冷-除湿蒸发器14的一个接口连接在储液器10与室外蒸发器15之间,另一个接口连接在气液分离器12与室外蒸发器15之间。此外,制冷-除湿蒸发器14的出风侧设有变频制冷-除湿风机19。

[0054] 进一步,储液器10与室外蒸发器15之间设置有电子膨胀阀20,且电子膨胀阀20靠近储液器10设置。室内冷凝器13与水冷冷凝器11之间设置有第一电磁阀21。储液器10连接室内冷凝器13的接口连接有连接管22,连接管22设有第一接口,第一接口连接在室内冷凝器13与水冷冷凝器11之间,第一电磁阀21位于室内冷凝器13与第一接口之间,且连接管22上设有第二电磁阀23。电子膨胀阀20与室外蒸发器15之间设置有第三电磁阀24,电子膨胀阀20与制冷-除湿蒸发器14之间设有第四电磁阀25。

[0055] 如图1至图3所示,本发明的多功能热泵烘干系统包括闭式烘干模式、开式烘干模式、冷干模式、恒温恒湿模式、制热模式和制冷模式。

[0056] 其中,闭式烘干模式下,室内冷凝器13和制冷-除湿蒸发器14工作,多功能热泵烘干系统的运行流程为:压缩机9排出的高温高压制冷剂流经室内冷凝器13放热后,流经储液器10,并经电子膨胀阀20节流后变成低温低压制冷剂进入制冷-除湿蒸发器14蒸发吸热,最后经气液分离器12进入压缩机9,如此循环。该模式下,利用制冷-除湿蒸发器14吸收湿空气的热量加热空气,通过室内冷凝器13放热加热空气为烘房2内的物料脱水提供热量;其运行控制方法包括以下步骤:

[0057] (1) 打开第一电磁阀21和第四电磁阀25,关闭第二电磁阀23和第三电磁阀24;

[0058] (2) 设定烘房2目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} ,目标相对湿度RH或目标含水量 d_{set} 、目标出风温度 T_{out_set} 以及目标控制蒸发温度 T_{e_set} ;其中, $T_{out_set}=T_{0_set}+a_t$, a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定,即 $a_t=f(t)$,为一个分段函数, t 为时间;如:前一个时段 t_1 为 a_{t1} ,中间时段 t_2 为 a_{t2} ,最后时段 t_3 为 a_{t3} , a_{t1} 至 a_{t3} 为常数,根据工艺确定。

[0059] (3) 实时监测烘房2出风温度 T_{out} 、烘房2含水量 d 、蒸发温度 T_e 以及烘房2环境露点温度 T_d ;当 $T_{out}<T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out_set}-T_{out})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=x_1n_1$ 的关系调节压缩机9频率,直至满足 $T_{out}=T_{1_set}$;其中, x 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0060] (4) 满足 $T_{out}=T_{l_set}$ 后,当 $d>d_{set}$,根据 T_d ,按照公式 $T_{e_set}=T_d-a_t$ 计算目标控制蒸发温度,并按照公式 $\mu=(T_{e_set}-T_e)/T_{e_set}\times 100\%$ 计算蒸发温度的目标偏离度,再按照 $\mu=x_2n_2$ 的关系调节制冷-除湿蒸发器14侧的变频制冷-除湿风机19,直至满足 $d=d_{set}$;其中, x_2 为常数,通过实验确定; n_2 为变频制冷-除湿风机转速;

[0061] (5) 当满足 $T_{out}=T_{l_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行。

[0062] 本实施例中, $T_{0_set}=50^\circ\text{C}$, $T_{l_set}=60^\circ\text{C}$, $\text{RH}=25\%$, $d_{set}=20\text{g/kg}$, $T_{out_set}=62^\circ\text{C}$, $a_t=5^\circ\text{C}$;可以理解的,其它实施例中还可以选取其它的数值,并不以此为限。

[0063] 开式烘干模式下,室内冷凝器13和室外蒸发器15工作,多功能热泵烘干系统运行流程为:压缩机9排出的高温高压制冷剂流经室内冷凝器13放热后,流经储液器10,并经电子膨胀阀20节流后变成低温低压制冷剂进入室外蒸发器15蒸发吸热,最后经气液分离器12进入压缩机9如此循环。该模式下,利用室外蒸发器15吸收室外空气热量,通过室内冷凝器13放热加热空气,为烘房2内物料脱水提供热量;其运行控制方法包括以下步骤:

[0064] 打开第一电磁阀21和第三电磁阀24,关闭第二电磁阀23和第四电磁阀25;

[0065] 设定烘房2目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{l_set} ,目标出风温度 T_{out_set} ,除湿启动温度 T_{0_RH} ,除湿停止温度 T_{l_RH} ,目标含湿量 d_{set} (或目标相对湿度RH);其中, $T_{out_set}=T_{0_set}+a_t$, a_t 为常数,根据烘干物料工艺确定,即 $a_t=f(t)$,为一个分段函数, t 为时间;如:前一个时段 t_1 为 a_{t1} ,中间时段 t_2 为 a_{t2} ,最后时段 t_3 为 a_{t3} , a_{t1} 至 a_{t3} 为常数,根据工艺确定。

[0066] 实时监测烘房2出风温度 T_{out} 和烘房2含湿量 d ;当 $T_{out}<T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out_set}-T_{out})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=x_1n_1$ 的关系调节压缩机9频率;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0067] 当 $T_{out}>T_{0_RH}$,打开排湿风机7除湿;当 T_{out} 下降到 T_{l_RH} ,关闭排湿风机7;如此往复循环;

[0068] 当达到 $T_{out}=T_{l_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行。

[0069] 本实施例中, $T_{0_set}=50^\circ\text{C}$, $T_{l_set}=60^\circ\text{C}$, $T_{out_set}=62^\circ\text{C}$, $T_{0_RH}=58^\circ\text{C}$, $T_{l_RH}=51^\circ\text{C}$, $\text{RH}=25\%$, $d_{set}=20\text{g/kg}$;可以理解的,其它实施例中还可以选取其它的数值,并不以此为限。

[0070] 冷干模式下,水冷冷凝器11和制冷-除湿蒸发器14工作,多功能热泵烘干系统运行流程为:压缩机9排出的高温高压制冷剂流经水冷冷凝器11放热后,流经储液器10,并经电子膨胀阀20节流后变成低温低压制冷剂进入制冷-除湿蒸发器14蒸发吸热,最后经气液分离器12进入压缩机9,如此循环。该模式下,利用制冷-除湿蒸发器14吸收室内空气热量,通过水冷冷凝器11放热;其运行控制方法包括以下步骤:

[0071] (1) 打开第二电磁阀23和第四电磁阀25,关闭第一电磁阀21和第三电磁阀24;

[0072] (2) 设定烘房2目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{l_set} ,目标出风温度 T_{out_set} ,除湿启动温度 T_{0_RH} ,除湿停止温度 T_{l_RH} ,目标相对湿度RH或含湿量 d_{set} ;

[0073] (3) 实时监测烘房2出风温度 T_{out} 和烘房2含湿量 d ;当 $T_{out}>T_{out_set}$,按照公式 $\phi=(T_{out}-T_{out_set})/T_{out_set}\times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi=x_1n_1$ 的关系调节压缩机9频率;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0074] (4) 当 $T_{out}<T_{0_RH}$,打开排湿风机7除湿;当 T_{out} 上升到 T_{l_RH} ,关闭排湿风机7;如此往复循环;

[0075] (5) 当达到 $T_{out}=T_{l_set}$ 和 $d=d_{set}$,机组停止运行;反之,则继续运行。

[0076] 本实施例中, $T_{0_set}=16^{\circ}\text{C}$, $T_{1_set}=10^{\circ}\text{C}$, $T_{out_set}=8^{\circ}\text{C}$, $T_{0_RH}=11^{\circ}\text{C}$, $T_{1_RH}=15^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}=25\%$, $d_{set}=2\text{g/kg}$; 可以理解的, 其它实施例中还可以选取其它的数值, 并不以此为限。

[0077] 恒温恒湿模式下, 室内冷凝器13和制冷-除湿蒸发器14做主要工作、水冷冷凝器11做配合工作, 多功能热泵烘干系统运行主要流程为: 压缩机9排出的高温高压制冷剂流经室内冷凝器13放热后, 流经储液器10, 并经电子膨胀阀20节流后变成低温低压制冷剂进入制冷-除湿蒸发器14蒸发吸热, 最后经气液分离器12进入压缩机9, 如此循环。该模式下, 利用制冷-除湿蒸发器14吸收湿空气热量除湿冷却, 再通过室内冷凝器13放热加热空气为烘房2提供恒温热量; 其运行控制方法包括以下步骤:

[0078] (1) 打开第一电磁阀21和第四电磁阀25, 关闭第二电磁阀23和第三电磁阀24;

[0079] (2) 设定烘房2目标启动温度 T_{0_set} , 目标停机温度 T_{1_set} , 目标相对湿度RH或含湿量 d_{set} , 目标控制蒸发温度 T_{e_set} , 水冷冷凝器11侧的变频水泵18启动温度 T_{s_set} ,

[0080] (3) 实时烘房2温度 T_a , 湿度RH或含湿量 d , 变频水泵18启动温度 T_s , 蒸发温度 T_e 及烘房2露点温度 T_d ; 其中, $T_{e_sett}=T_d-a_t$, a_t 为常数, 根据烘干物料工艺确定, 即 $a_t=f(t)$, 为一个分段函数, t 为时间; 如: 前一个时段 t_1 为 a_{t_1} , 中间时段 t_2 为 a_{t_2} , 最后时段 t_3 为 a_{t_3} , a_{t_1} 至 a_{t_3} 为常数, 根据工艺确定。

[0081] (4) 当 $d > d_{set}$, 按照公式 $\mu = (T_{e_set} - T_e) / T_{e_set} \times 100\%$ 计算蒸发温度的目标偏离度, 并按照 $\mu = x_2 n_2$ 的关系调节制冷除湿蒸发器14侧的变频制冷-除湿风机19除湿, 直至满足 $d = d_{set}$; 其中, x_2 为常数, 通过实验确定; n_2 为变频制冷-除湿风机转速;

[0082] (5) 当 $T_s > T_{s_set}$, 通过控制变频水泵18向外排热, 以控制烘房2温度;

[0083] (6) 当达到 $T_a = T_{1_set}$ 和 $d = d_{set}$, 机组停止运行; 反之, 则继续运行。

[0084] 本实施例中, $T_{0_set}=25^{\circ}\text{C}$, $T_{1_set}=30^{\circ}\text{C}$, $T_{s_set}=28^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}=25\%$, $d_{set}=5\text{g/kg}$; 可以理解的, 其它实施例中还可以选取其它的数值, 并不以此为限。

[0085] 制热模式下, 室内冷凝器13和室外蒸发器15工作, 多功能热泵烘干系统运行流程为: 压缩机9排出的高温高压制冷剂流经室内冷凝器13放热后, 流经储液器10, 并经电子膨胀阀20节流后变成低温低压制冷剂进入室外蒸发器15蒸发吸热, 最后经气液分离器12进入压缩机9, 如此循环。该模式下, 利用室外蒸发器15吸收室外空气热量, 通过室内冷凝器13放热为烘房2提供热量; 其运行控制方法包括以下步骤:

[0086] (1) 打开第一电磁阀21和第三电磁阀24, 关闭第二电磁阀23和第四电磁阀25;

[0087] (2) 设定烘房2目标启动温度 T_{0_set} , 目标停机温度 T_{1_set} 以及目标出风温度 T_{out_set} ;

[0088] (3) 实时监测烘房2出风温度 T_{out} ; 当 $T_{out} < T_{out_set}$, 按照公式 $\phi = (T_{out_set} - T_{out}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度, 并 $\phi = x_1 n_1$ 的关系调节压缩机9频率, 直至满足 $T_{out} = T_{out_set}$; 其中, x_1 为常数, 通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0089] (5) 当达到 $T_{out} = T_{1_set}$, 机组停止运行; 反之, 则继续运行。

[0090] 本实施例中, $T_{0_set}=50^{\circ}\text{C}$, $T_{1_set}=60^{\circ}\text{C}$, $T_{out_set}=62^{\circ}\text{C}$; 可以理解的, 其它实施例中还可以选取其它的数值, 并不以此为限。

[0091] 制冷模式下, 水冷冷凝器11和制冷-除湿蒸发器14工作, 多功能热泵烘干系统运行流程为: 压缩机9排出的高温高压制冷剂流经水冷冷凝器11放热后, 流经储液器10, 并经电子膨胀阀20节流后变成低温低压制冷剂进入制冷-除湿蒸发器14蒸发吸热, 最后经气液分离器12进入压缩机9, 如此循环。该模式下, 利用制冷-除湿蒸发器14吸收室内空气热量, 通

过水冷冷凝器11放热;其运行控制方法包括以下步骤:

[0092] (1) 打开第二电磁阀23和第四电磁阀25,关闭第一电磁阀21和第三电磁阀24;

[0093] (2) 设定烘房2目标启动温度 T_{0_set} ,目标停机温度 T_{1_set} 以及目标出风温度 T_{out_set} ;

[0094] (3) 实时监测烘房2出风温度 T_{out} ;当 $T_{out} < T_{out_set}$,按照公式 $\phi = (T_{out} - T_{out_set}) / T_{out_set} \times 100\%$ 计算出风温度的目标偏离度,并按照 $\phi = x_1 n_1$ 的关系控制调节压缩机9频率,直至满足 $T_{out} = T_{out_set}$;其中, x_1 为常数,通过实验确定; n_1 为压缩机转速;

[0095] 5) 当达到 $T_{out} = T_{1_set}$,机组停止运行;反之,则继续运行。

[0096] 本实施例中, $T_{0_set} = 16^\circ\text{C}$, $T_{1_set} = 10^\circ\text{C}$, $T_{out_set} = 8^\circ\text{C}$,可以理解的,其它实施例中还可以选取其它的数值,并不以此为限。

[0097] 综上,本发明的多功能烘干热泵系统及运行控制方法具有以下优点:

[0098] 可实现闭式烘干(蒸发除湿)、开式烘干(加热排湿)、冷干、恒温恒湿、制热(恒温)、制冷(恒温)等多种功能,满足不同场景、不同产品对烘干环境的要求,实现一机多用,灵活性高,实用性强。

[0099] 烘干过程可根据工艺对环境温度的变化需求做出实时响应,能够满足各种工艺要求,达到更好的烘干效果,效率高且能源综合利用率高。

[0100] 只要不违背本发明创造的思想,对本发明的各种不同实施例进行任意组合,均应当视为本发明公开的内容;在本发明的技术构思范围内,对技术方案进行多种简单的变型及不同实施例进行的不违背本发明创造的思想的任意组合,均应在本发明的保护范围之内。

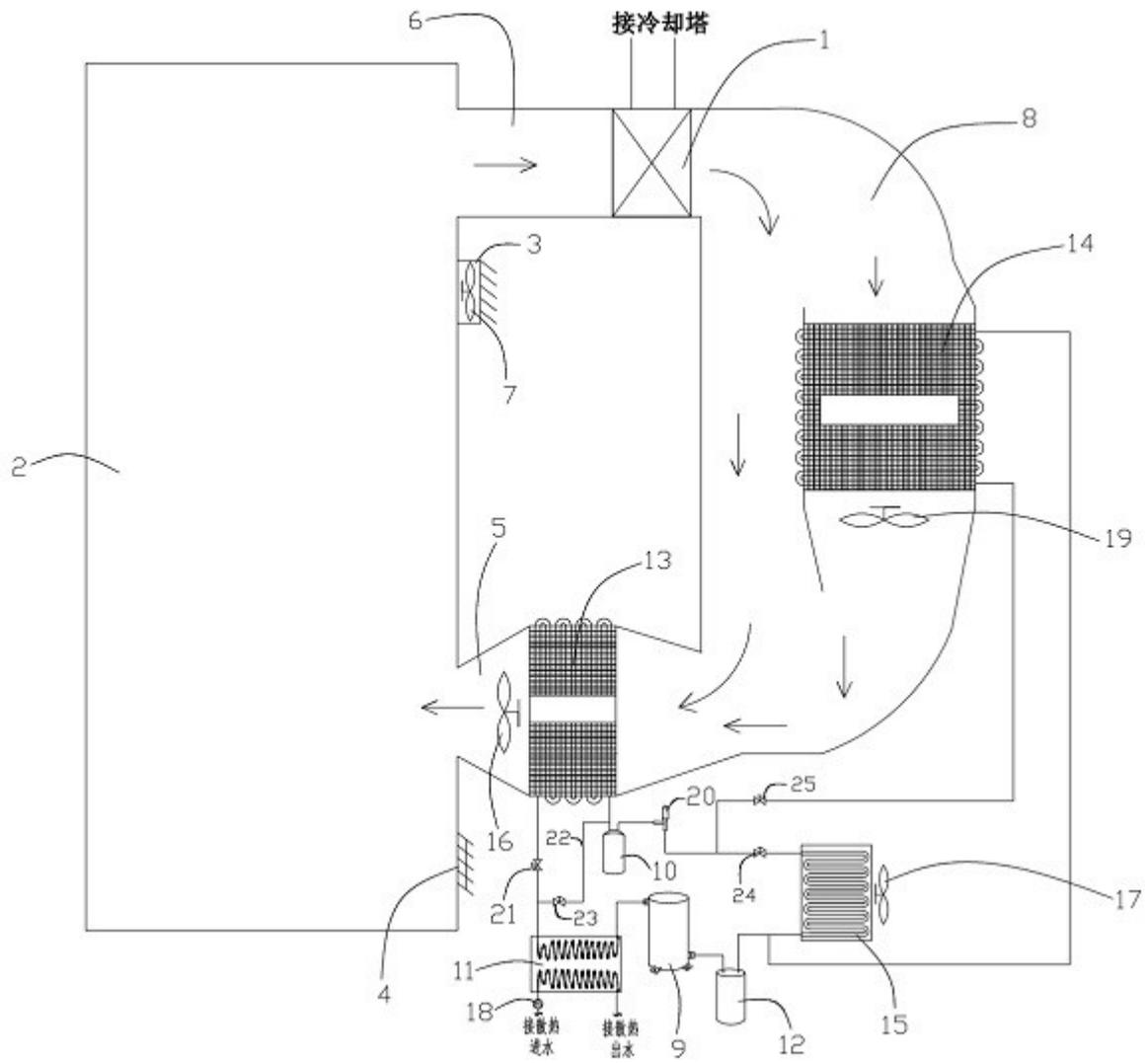


图1

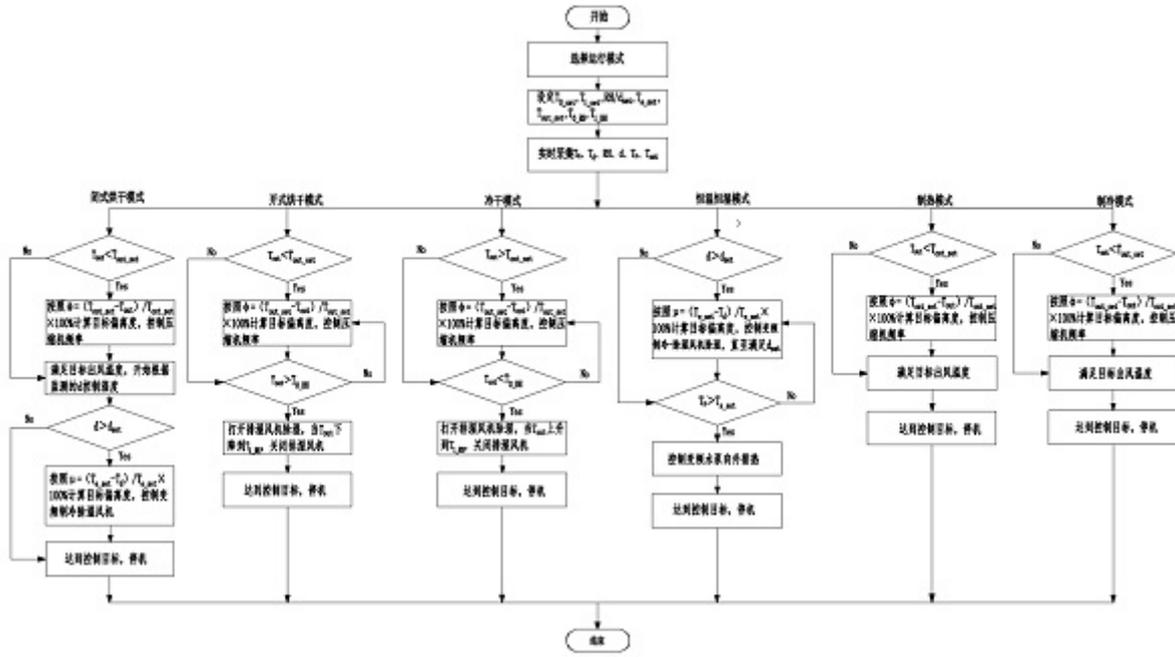


图2

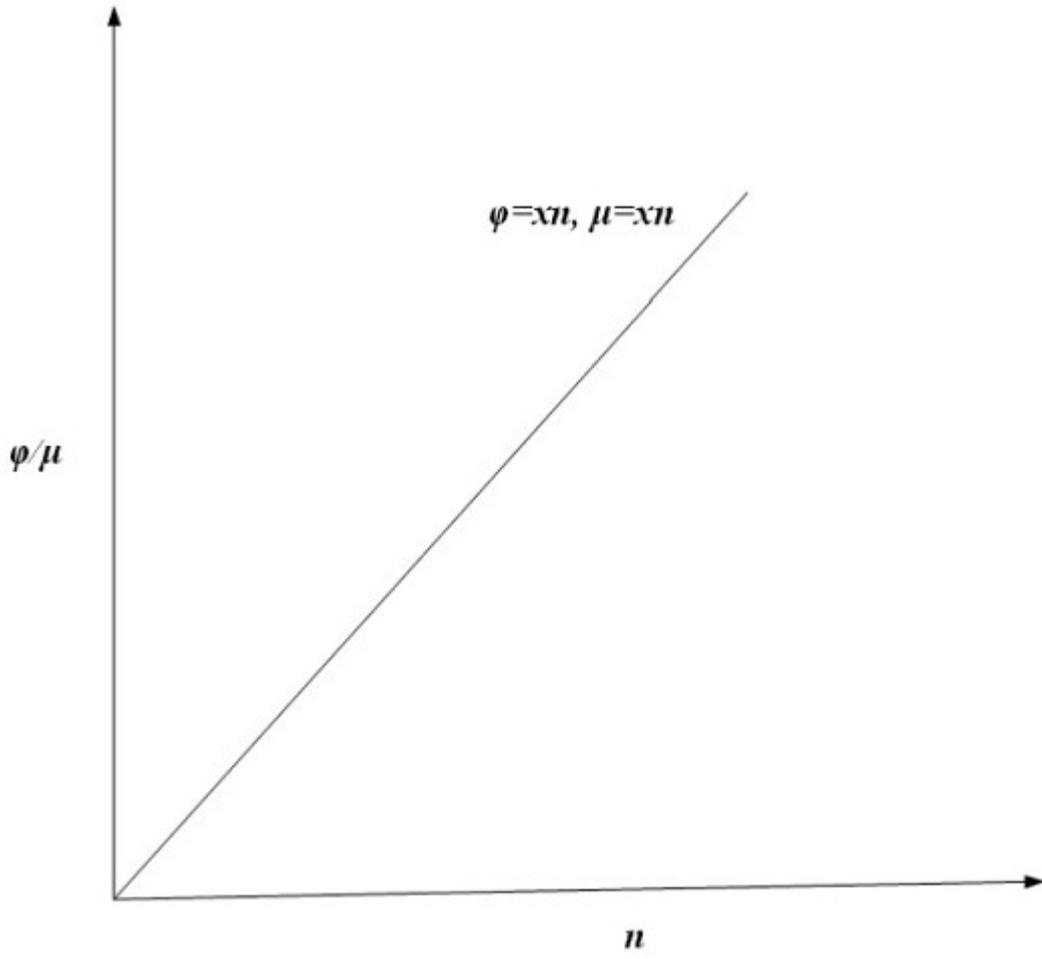


图3