



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110345731 A

(43)申请公布日 2019.10.18

(21)申请号 201910555626.1

F25B 30/06(2006.01)

(22)申请日 2019.06.25

F25B 30/02(2006.01)

G05D 27/02(2006.01)

(71)申请人 广东奥伯特节能设备有限公司

地址 528225 广东省佛山市南海区狮山镇  
官窑松木塍工业区自编1号之二厂房  
(住所申报)

(72)发明人 杜泽波 傅焯杰 陈曦 付珍

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有  
限公司 44205

代理人 任毅

(51)Int.Cl.

F26B 11/00(2006.01)

F26B 25/00(2006.01)

F26B 21/00(2006.01)

F26B 21/08(2006.01)

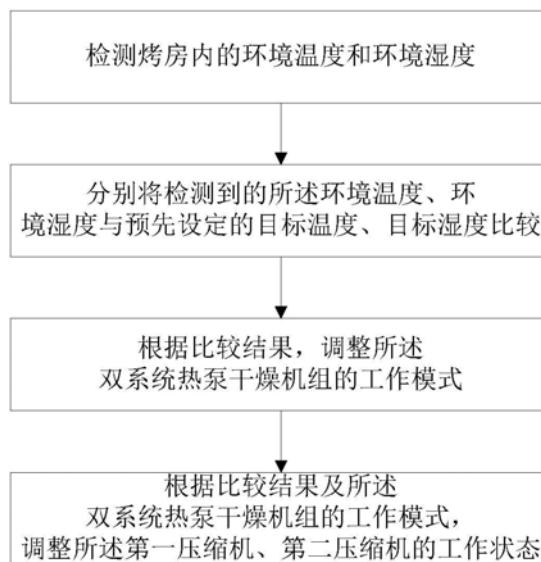
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

双系统热泵干燥机组的控制方法、系统、装置及存储介质

(57)摘要

本发明公开了一种双系统热泵干燥机组的控制方法、系统、装置及存储介质,该方法包括:根据检测到的烤房环境温度、环境湿度数据与预先设定的目标温度、目标湿度比较结果,将现有两种干燥技术的运作机制相结合,根据工作环境设定理想的工作状态;又分别在不同的工作模式下进一步优化了热泵干燥机组中压缩机的工作状态,使得干燥过程更加精细、节能高效,保证了物料的干燥效果,提高了生产效率。该系统包括人机交互模块、传感器检测模块、数据处理模块和中心控制模块。该装置包括用于存储程序的存储器以及用于加载程序以执行所述控制方法的处理器。本发明的控制方案能够实现双系统热泵干燥机组的高效运行,可广泛应用于干燥除湿领域内。



1. 双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述双系统热泵干燥机组包括第一压缩机和第二压缩机,所述第一压缩机和第二压缩机均用于进行所述双系统热泵干燥机组的冷媒介质循环;

所述控制方法包括以下步骤:

检测烤房内的环境温度和湿度;

分别将检测到的所述环境温度、湿度与预先设定的目标温度、目标湿度比较;

根据比较结果,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式;

根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态。

2. 根据权利要求1所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述双系统热泵干燥机组的工作模式具体包括:

开式工作模式,在所述开式工作模式下,所述双系统热泵干燥机组以热风烘干的方式进行干燥;

闭式工作模式,在所述开式工作模式下,所述双系统热泵干燥机组以冷凝除湿的方式进行干燥;

待机模式,停止运行所述双系统热泵干燥机组。

3. 根据权利要求2所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述根据比较结果,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式这一步骤,其具体包括:当环境温度大于目标温度,且环境湿度大于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式;

当环境温度小于目标温度,且环境湿度小于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为开式工作模式;

当环境温度大于目标温度,且环境湿度小于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为待机模式;

当环境温度小于目标温度,且环境湿度大于目标湿度时,根据环境温度和湿度的变化情况,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式。

4. 根据权利要求3所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述根据环境温度和湿度的变化情况,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式这一步骤,其具体包括:

当环境温度、湿度中至少一者不变或升高时,将所述双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式;

当环境温度、湿度均下降时,将所述双系统热泵干燥机组设置为开式工作模式。

5. 根据权利要求2所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态这一步骤,其包括:

当所述双系统热泵干燥机组的工作模式为开式工作模式,执行以下步骤:

当环境温度 > 目标温度 + 温度回差时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机;所述温度回差为一预先设定值;

当环境温度 < 目标温度 - 温度回差时,开启所述第一压缩机、第二压缩机;

当目标温度+温度回差 $\geq$ 环境温度 $>$ 目标温度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者或关闭所述第一压缩机、第二压缩机;

当目标温度-温度回差 $\leq$ 环境温度 $\leq$ 目标温度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机或开启所述第一压缩机或第二压缩机中的其中一者。

6. 根据权利要求5所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态这一步骤,其还包括:

当所述双系统热泵干燥机组的工作模式为闭式工作模式,执行以下步骤:

当环境湿度 $>$ 目标湿度+湿度回差时,开启所述第一压缩机、第二压缩机;所述湿度回差为一预先设定值;

当环境湿度 $<$ 目标湿度-湿度回差时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机;

当目标湿度+湿度回差 $\geq$ 环境湿度 $>$ 目标湿度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者或开启所述第一压缩机、第二压缩机;

当目标湿度-湿度回差 $\leq$ 环境湿度 $\leq$ 目标湿度时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机或开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者。

7. 根据权利要求1-6中任一所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,其特征在于:

所述双系统热泵干燥机组为半开式空气源热泵机组或者由开式空气源热泵与闭式空气源热泵组成的机组。

8. 双系统热泵干燥机组的控制系统,其特征在于,包括:

人机交互模块,用于接收用户输入的目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差数据,并将所述目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差数据发送给数据处理模块;

传感器检测模块,用于实时获取烤房内的环境温度、环境湿度数据,并将所述环境温度、环境湿度数据发送给数据处理模块;

数据处理模块,用于分析从人机指令模块和传感器检测模块接收到的所述数据,经处理后将相关控制信息发送至中心控制模块;

中心控制模块,用于控制所述双系统热泵干燥机组进行运行模式的切换、控制所述第一压缩机和第二压缩机进行运行状态的切换。

9. 双系统热泵干燥机组的控制装置,其特征在于,包括:

存储器和处理器,所述存储器用于存储至少一个程序,所述处理器用于加载所述至少一个程序以执行权利要求1-7任一项所述方法。

10. 一种存储介质,其中存储有处理器可执行的指令,其特征在于:

所述处理器可执行的指令在由处理器执行时用于执行如权利要求1-7任一项所述方法。

## 双系统热泵干燥机组的控制方法、系统、装置及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及热泵技术领域,尤其是双系统热泵干燥机组的控制方法、系统、装置及存储介质。

### 背景技术

[0002] 干燥技术通常是指将热量加于湿物料并排出挥发性湿份从而获得一定含湿量固体产品的技术,该技术广泛应用于农业、食品、化工、医药、矿产、纺织等几乎所有生产产业。干燥是产品生产过程中提高产品质量的一个关键技术环节,也是一个高耗能的过程,在发达国家,约有12%左右的工业能耗用于干燥作业。因此干燥节能技术的开发与应用在能源匮乏的今天具有极其重大的意义,而热泵干燥技术具有节约能源、产品质量高、干燥条件好等显著优势,是目前市场上干燥领域应用的主流技术。

[0003] 现有技术中,常见的热泵干燥技术主要有以下两种:一种是开路式热泵干燥技术,使用开式的空气源热泵干燥机组,通过空气源热泵加热外界环境空气作为干燥热风进行加热排湿,然后将携带有大量水蒸汽的湿润热风排出系统;另一种是闭路式热泵干燥技术,将待干燥物密闭放在隔热不透风的系统内,通过闭式热风循环将湿润的热风与热泵工质换热后除去一定水分,从而达到除湿干燥的目的。而这两种技术目前都有着很大的局限性,并不能良好适用于各种工况。在前一种方式中,通过加热空气,使得烤房中的水分蒸发,然后从风道将湿气排出烤房,从而达到干燥的目的,但若是被干燥的物料不能在高温下烘烤,则此种类型的机组将无正常使用;而在后一种方式中,仅依靠冷凝热进行升温的方式使得升温过程十分缓慢,耗时长,且干燥后期由于循环空气中的湿气大大降低,可得到的水潜热也将难以维持冷凝器对循环风的加热,导致机组内温度降低,干燥效果也将大打折扣。且目前市场上的热泵干燥机组大多是只有一个压缩机的单系统热泵干燥机组,其控制策略比较简单,干燥作业过程十分粗放,难以做到精细高效地控制整个干燥作业过程。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术问题,本发明实施例的目的在于:提供一种双系统热泵干燥机组的控制方法、系统、装置及存储介质,能够灵活调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式和压缩机的工作状态以适应不同的工作环境,做到精确、高效地干燥。

[0005] 本发明实施例所采取的技术方案是:

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种双系统热泵干燥机组的控制方法,所述双系统热泵干燥机组包括第一压缩机和第二压缩机,所述第一压缩机和第二压缩机均用于进行所述双系统热泵干燥机组的冷媒介质循环;

[0007] 所述控制方法包括以下步骤:

[0008] 检测烤房内的环境温度和湿度;

[0009] 分别将检测到的所述环境温度、湿度与预先设定的目标温度、目标湿度比较;

[0010] 根据比较结果,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式;

- [0011] 根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态。
- [0012] 进一步,所述双系统热泵干燥机组的工作模式具体包括:
- [0013] 开式工作模式,在所述开式工作模式下,所述双系统热泵干燥机组以热风烘干的方式进行干燥;
- [0014] 闭式工作模式,在所述开式工作模式下,所述双系统热泵干燥机组以冷凝除湿的方式进行干燥;
- [0015] 待机模式,停止运行所述双系统热泵干燥机组。
- [0016] 进一步,所述根据比较结果,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式这一步骤,其具体包括:
- [0017] 当环境温度大于目标温度,且环境湿度大于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式;
- [0018] 当环境温度小于目标温度,且环境湿度小于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为开式工作模式;
- [0019] 当环境温度大于目标温度,且环境湿度小于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为待机模式;
- [0020] 当环境温度小于目标温度,且环境湿度大于目标湿度时,根据环境温度和环境湿度的变化情况,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式。
- [0021] 进一步,所述根据环境温度和环境湿度的变化情况,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式这一步骤,其具体包括:
- [0022] 当环境温度、环境湿度中至少一者不变或升高时,将所述双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式;
- [0023] 当环境温度、环境湿度均下降时,将所述双系统热泵干燥机组设置为开式工作模式。
- [0024] 进一步,所述根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态这一步骤,其包括:
- [0025] 当所述双系统热泵干燥机组的工作模式为开式工作模式,执行以下步骤:
- [0026] 当环境温度 $>$ 目标温度+温度回差时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机;所述温度回差为一预先设定值;
- [0027] 当环境温度 $<$ 目标温度-温度回差时,开启所述第一压缩机、第二压缩机;
- [0028] 当目标温度+温度回差 $\geq$ 环境温度 $>$ 目标温度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者或关闭所述第一压缩机、第二压缩机;
- [0029] 当目标温度-温度回差 $\leq$ 环境温度 $\leq$ 目标温度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机或开启所述第一压缩机或第二压缩机中的其中一者。
- [0030] 进一步,所述根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态这一步骤,其还包括:
- [0031] 当所述双系统热泵干燥机组的工作模式为闭式工作模式,执行以下步骤:
- [0032] 当环境湿度 $>$ 目标湿度+湿度回差时,开启所述第一压缩机、第二压缩机;所述湿度回差为一预先设定值;

- [0033] 当环境湿度 $<$ 目标湿度-湿度回差时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机;
- [0034] 当目标湿度+湿度回差 $\geq$ 环境湿度 $>$ 目标湿度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者或开启所述第一压缩机、第二压缩机;
- [0035] 当目标湿度-湿度回差 $\leq$ 环境湿度 $\leq$ 目标湿度时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机或开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者。
- [0036] 进一步,所述双系统热泵干燥机组为半开式空气源热泵机组或者由开式空气源热泵与闭式空气源热泵组成的机组。
- [0037] 第二方面,本发明实施例提供了一种双系统热泵干燥机组的控制系统,包括:
- [0038] 人机交互模块,用于接收用户输入的目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差数据,并将所述目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差数据发送给数据处理模块;
- [0039] 传感器检测模块,用于实时获取烤房内的环境温度、环境湿度数据,并将所述环境温度、环境湿度数据发送给数据处理模块;
- [0040] 数据处理模块,用于分析从人机指令模块和传感器检测模块接收到的所述数据,经处理后将相关控制信息发送至中心控制模块;
- [0041] 中心控制模块,用于控制所述双系统热泵干燥机组进行运行模式的切换、控制所述第一压缩机和第二压缩机进行运行状态的切换。
- [0042] 第三方面,本发明实施例提供了一种双系统热泵干燥机组的控制装置,包括:
- [0043] 存储器和处理器,所述存储器用于存储至少一个程序,所述处理器用于加载所述至少一个程序以执行任一项所述双系统热泵干燥机组的控制方法。
- [0044] 第四方面,本发明实施例提供了一种存储介质,其中存储有处理器可执行的指令,所述处理器可执行的指令在由处理器执行时用于执行任一项所述双系统热泵干燥机组的控制方法。
- [0045] 上述本发明实施例中的一个或多个技术方案具有如下优点:通过将检测到的烤房环境温度、环境湿度数据与预先设定的目标温度、目标湿度对比,自动地将双系统热泵干燥机组设置为当前烤房干燥作业环境下最合适的工作模式;通过引入回差数据进一步对比,自动地确定双系统热泵干燥机组适配的压缩机工作状态。本发明实施例将现有两种干燥技术的运作机制相结合,根据工作环境设定理想的工作状态,又分别在不同的工作模式下进一步优化了热泵干燥机组的压缩机工作状态,使得干燥过程更加精细、节能高效,保证了物料的干燥效果,提高了生产效率。

## 附图说明

- [0046] 图1为本发明的一种双系统热泵干燥机组的控制方法流程图;
- [0047] 图2为本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组开式工作模式的风向示意图;
- [0048] 图3为本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组闭式工作模式的风向示意图;
- [0049] 图4为本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组开式工作模式下的压缩机运行逻辑示意图;
- [0050] 图5为本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组闭式工作模式下的压缩机运行逻辑示意图;
- [0051] 图6为本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组的控制方法流程图;

[0052] 图7为本发明一种双系统热泵干燥机组的控制系统的结构框图；

[0053] 图8是本发明一种双系统热泵干燥机组的控制装置的结构框图。

[0054] 附图标记:1.烤房;2.物料;3.温度传感器;4.湿度传感器;5.蒸发器;6.冷凝器;7.风机;8.冷凝排水装置;9.引风机组;10.排风机组;11.入风口;12.出风口。

### 具体实施方式

[0055] 下面结合附图和实施例对本发明做详细说明。对于以下实施例中的步骤编号,其仅为了便于阐述说明而设置,对步骤之间的顺序不做任何限定,实施例中的各步骤的执行顺序均可根据本领域技术人员的理解来进行适应性调整。

[0056] 参照图1,本发明实施例提供了一种双系统热泵干燥机组的控制方法,所述双系统热泵干燥机组包括第一压缩机和第二压缩机,所述第一压缩机和第二压缩机均用于进行所述双系统热泵干燥机组的冷媒介质循环;

[0057] 所述控制方法包括以下步骤:

[0058] 检测烤房内的环境温度和環境湿度;

[0059] 分别将检测到的所述环境温度、环境湿度与预先设定的目标温度、目标湿度比较;

[0060] 根据比较结果,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式;

[0061] 根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态。

[0062] 本发明中双系统热泵干燥机组的工作原理如下:热泵机组可以从低温热源吸取热量,使低品位的热能转化为高品位的热能,本发明中采用空气源热泵干燥机组,主要从自然空气或者余热热风资源中吸收热量从而获得比输入能量更多的输出热能。双系统热泵干燥机组在工作时主要由两个循环回路构成:冷媒介质回路和干燥介质回路。其中,冷媒介质回路包括第一压缩机、第二压缩机、蒸发器、膨胀阀和冷凝器等装置,所述第一压缩机、第二压缩机设置为并联状态,均可单独配合其他装置进行冷媒介质循环,也可以同时开启共同参与冷媒介质循环工作;其中冷媒介质可以选用新型R410A或者R32,环保无毒,节能高效;干燥介质回路主要包括双系统热泵干燥机组内的风机、通风通道和烤房,本发明中所述的干燥介质指的是热空气,干燥介质回路的目的是循环干燥热风对物料进行干燥作业。风机和通风通道主要用来保证干燥热风的正常流向;烤房用来放置物料,具体大小可根据需要选型,内部结构可设置成多层式或者悬挂式供放置不同类型的物料,其隔板可選用耐高温耐腐蚀的不锈钢材料。

[0063] 在烤房内放置好物料后,打开双系统热泵干燥机组的控制系统,在主控端设定本次干燥作业的期望目标,启动双系统热泵干燥机组进行干燥。干燥过程中控制系统会通过温度传感器和湿度传感器实时检测烤房内的干燥作业情况,并对数据进行分析对比,从而确定在当前的工作环境下双系统热泵干燥机组处于哪种工作模式、启动几台压缩机性能更加优越,或者分析干燥作业是否已经达到所设定的目标。根据上述的分析结果将双系统热泵干燥机组设置为当前的工作环境下适配的工作模式及压缩机工作状态,并返回重新检测烤房内的工作环境。循环执行上述检测、分析、设置等操作,直至检测到的烤房内环境温度、环境湿度数据表明本次干燥作业已经达到用户预先所设定的目标,则停止运行双系统热泵干燥机组,并提醒用户本次干燥作业已完成。

[0064] 进一步作为优选的实施方式,所述双系统热泵干燥机组的工作模式具体包括:

[0065] 开式工作模式,在所述开式工作模式下,所述双系统热泵干燥机组以热风烘干的方式进行干燥;

[0066] 闭式工作模式,在所述开式工作模式下,所述双系统热泵干燥机组以冷凝除湿的方式进行干燥;

[0067] 待机模式,停止运行所述双系统热泵干燥机组。

[0068] 参照图2,本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组开式工作模式的风向示意图,下面结合图2对本发明中的双系统热泵干燥机组工作于开式工作模式下的原理作具体说明。当双系统热泵干燥机组被设置为开式工作模式时,控制系统控制启动双系统热泵干燥机组的引风机组9和排风机组10,并打开入风口11和出风口12。其冷媒介质循环过程为:冷媒介质在蒸发器5内吸收烤房1内干燥物料2后排出的湿热废气中的部分余热,蒸发变为蒸气状态,压缩机做功将其压缩为高温高压的状态,之后进入冷凝器6中冷凝放出热量,放热后的冷媒介质流经膨胀阀又变为低温低压的状态重新进入蒸发器5中吸收热能。干燥介质(空气)循环过程为:引风机组9从入风口11处吸收烤房1外的自然空气,经过双系统热泵干燥机组中的冷凝器6进行加热后作为干燥热风由风机7送入烤房1内对物料2进行干燥;从烤房1内吸收物料2水分后出来的湿热废气经过双系统热泵干燥机组中的蒸发器5吸收其部分余热后经排风机组10从出风口12排出。在这种模式下,烤房1内干燥热风升温迅速,温度可长时间平稳维持在较高标准,干燥的速度很快。

[0069] 参照图3,本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组闭式工作模式的风向示意图,下面结合图3对本发明中的双系统热泵干燥机组工作于闭式工作模式下的原理作具体说明。当双系统热泵干燥机组被设置为闭式工作模式时,控制系统控制关闭双系统热泵干燥机组的引风机组9和排风机组10,并关闭入风口11和风口12。其冷媒介质循环过程与上述开式运行模式下基本一样,不再赘述。其干燥介质(空气)循环过程如下:干燥热风由风机7送入烤房1内对物料2进行干燥,吸收物料2水分后的湿热空气流经双系统热泵干燥机组中的蒸发器5将其温度降至露点温度以下,从中析出水分(冷凝水由冷凝排水装置8排出烘干房外)从而得到湿度较低的干燥空气,这个过程中蒸发器5可吸收湿热空气中的部分余热和冷凝热。所述干燥空气流经双系统热泵干燥机组中的冷凝器6加热后,产生高温低湿的干燥热风,将此干燥热风由风机7通入烤房1内,继续对物料2进行干燥作业。在这种模式下,由于双系统热泵干燥机组处于密闭运行的环境,不必排出湿热空气,故而热量能够在系统中得到充分的循环利用,干燥的效率很高。

[0070] 待机模式是指经检测本次干燥的效果已经达到了预先设置的理想指标,此时将停止运行双系统热泵干燥机组,并将本次干燥作业完成的信息传输至控制系统,控制系统通过相应的方式提醒用户。具体地,可以通过闪光灯或者蜂鸣器等部件向用户传达相关信息,告知用户本次干燥作业已完成,可以回收物料2或者进行下一阶段的干燥作业。

[0071] 进一步作为优选的实施方式,所述根据比较结果,调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式这一步骤,其具体包括:

[0072] 当环境温度大于目标温度,且环境湿度大于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式;

[0073] 当环境温度小于目标温度,且环境湿度小于目标湿度时,将所述双系统热泵干燥



机组设置为开式工作模式；

[0074] 当环境温度大于目标温度，且环境湿度小于目标湿度时，将所述双系统热泵干燥机组设置为待机模式；

[0075] 当环境温度小于目标温度，且环境湿度大于目标湿度时，根据环境温度和环境湿度的变化情况，调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式。

[0076] 本发明实施例提供了一种根据温度传感器3、湿度传感器4检测到的烤房1内环境温度与环境湿度的数据来综合判断当前的烤房1作业情况，从而确定双系统热泵干燥机组应当工作于何种工作模式的控制方法。其实施原理如下：由干燥技术相关常识可得知，在物料2自身的材料性质所能承受的范围内，其他条件一样时，通入烤房1内的干燥热风温度越高，物料2所能挥发的水分就越多，即烤房1内热风中的水蒸汽成分比例就越大，故而湿度传感器4检测出的湿度就越高。

[0077] 一般情况下，在物料2干燥的初始阶段，烤房1内的环境温度较低，环境湿度也比较低，因此此时检测的结果为环境温度小于目标温度，且环境湿度小于目标湿度，说明此时烤房1内的温度还没有提升起来，物料2的干燥进程比较缓慢，所以此时将双系统热泵干燥机组设置为开式工作模式，进行烘干干燥使其能够比较快速地升温，提高初期干燥效率。

[0078] 当系统中烤房1内的环境温度大大升高，物料2中的水分挥发较多时，将会出现“环境温度大于目标温度，且环境湿度大于目标湿度”的情况，此时双系统热泵干燥机组的干燥效率很高。但也需注意到由于环境温度超过了目标温度，双系统热泵干燥机组长时间工作于这个温度下，可能会因温度过高而出现物料2损坏或有效成分流失的情况，故而其干燥效果得不到保障。此时开式运行模式还有另一个的弊端：高温的湿热废气在排放的过程中，双系统热泵干燥机组中的蒸发器5并不能完全回收其中所蕴含的热量，因此浪费了很多能量。基于以上问题，此时将双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式可以更好的适应烤房1内的干燥环境，一方面，闭式工作模式对干燥热风循环加热、冷凝来进行除湿，其双系统热泵干燥机组内的温度相对于开式工作模式较低且变化更为平缓；另一方面，闭式工作模式下，干燥介质（空气）进行闭式循环，除湿的过程中只从冷凝排水装置8排出冷凝水，并不排放双系统热泵干燥机组中的热风资源，因此拥有节省能耗的良好性能。

[0079] 本发明实施例还提供了一种根据烤房1内的环境温度与环境湿度来判断物料2干燥是否达到了理想效果的控制方法，具体如下：据前所述，当其他条件一样时，通入烤房1内的干燥热风温度越高，则物料2所能挥发的水分越多，湿度就越高。而在物料2干燥的过程中，其水分逐渐被排出，含水量不断降低。在通入烤房1内干燥热风温度一样的情况下，干燥作业的时间越长，物料2所能挥发的水蒸汽含量也越少，检测到的烤房1环境湿度也越来越低。因此，可以根据这个现象，将目标温度设定为一个较高的温度值作为基准，目标湿度作为评判物料2干燥效果的指标。在烤房1内环境温度达到目标温度时，若检测出的环境湿度大于目标湿度，说明物料2并未干燥充分；相反，若检测出的环境湿度已低于目标湿度，则说明物料2中的水分已经挥发充分，物料2含水量已达到了我们所期望的干燥效果。故而当环境温度大于目标温度，且环境湿度小于目标湿度时，可以认为此次干燥作业任务已圆满完成，将干燥机组设置为待机模式，等待用户的下一步操作。

[0080] 进一步作为优选的实施方式，所述根据环境温度和环境湿度的变化情况，调整所述双系统热泵干燥机组的工作模式这一步骤，其具体包括：

[0081] 当环境温度、环境湿度中至少一者不变或升高时,将所述双系统热泵干燥机组设置为闭式工作模式;

[0082] 当环境温度、环境湿度均下降时,将所述双系统热泵干燥机组设置为开式工作模式。

[0083] 本发明实施例提供了一种解决闭式工作模式下干燥后期工作效率低的控制方法。如背景技术中所提到的,在闭式干燥模式中存在问题:干燥后期由于循环空气中的湿气大大降低,可得到的水潜热也将难以维持冷凝器6对循环风的加热,导致双系统热泵干燥机组内温度降低,干燥效果也将大打折扣。因此,双系统热泵干燥机组处于闭式工作模式时需要有效检测出这种情况并对其提出解决方案。本发明实施例提出的方法原理如下:在闭式工作模式中,当环境温度小于目标温度,且环境湿度大于目标湿度时,持续进行闭式除湿是非常高效节能的,对于所述因湿气含量降低而导致双系统热泵干燥机组内温度降低的情况,可以对比本次检测的环境湿度、环境温度结果和上次检测的环境湿度、环境温度结果,若本次检测的环境湿度相比上次检测的环境湿度并未降低,可以预见到此时双系统热泵干燥机组内热风中的水蒸汽可以提供足够的水潜热给冷凝器6用于对循环风加热,故而温度并不会降低,干燥作业能够达到之前的干燥效果,因此此时可以继续保持闭式工作模式;若本次检测的环境湿度相比上次检测的环境湿度降低而环境温度并未降低,则说明此时双系统热泵干燥机组内热风中的水蒸汽仍可以提供足够的水潜热给冷凝器6用于对循环风加热,干燥作业仍能够达到之前的干燥效果,因此此时可以继续保持闭式工作模式;若本次检测的环境湿度、环境温度相比上次检测的环境湿度、环境温度都发生了降低,则可以确认此时双系统热泵干燥机组内热风中的水蒸汽不能提供足够的水潜热给冷凝器6用于对循环风加热,干燥的效果已经下降,继续进行闭式工作模式将不利于物料2干燥作业的正常进行。因此,此时可以将干燥模式设置为开式工作模式,通过烘干干燥使烤房1快速升温,提高干燥效率。

[0084] 进一步作为优选的实施方式,所述根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态这一步骤,其包括:

[0085] 当所述双系统热泵干燥机组的工作模式为开式工作模式,执行以下步骤:

[0086] 当环境温度 $>$ 目标温度+温度回差时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机;所述温度回差为一预先设定值;

[0087] 当环境温度 $<$ 目标温度-温度回差时,开启所述第一压缩机、第二压缩机;

[0088] 当目标温度+温度回差 $\geq$ 环境温度 $>$ 目标温度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者或关闭所述第一压缩机、第二压缩机;

[0089] 当目标温度-温度回差 $\leq$ 环境温度 $\leq$ 目标温度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机或开启所述第一压缩机或第二压缩机中的其中一者。

[0090] 参照图4,本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组开式工作模式下的压缩机运行逻辑示意图,下面结合图4对本发明中的双系统热泵干燥机组工作于开式工作模式时,第一压缩机、第二压缩机的工作状态作具体说明。

[0091] 本发明实施例中,双系统热泵干燥机组含有两台压缩机,所述第一压缩机、第二压缩机均可单独配合其他装置进行冷媒介质循环,也可以同时开启共同参与冷媒介质循环工作。因干燥过程中烤房内的环境状况实时变化,故需要对两台压缩机的运行状态进行相应

的调整,从而使双系统热泵干燥机组以节能又高效的方式进行干燥作业。为达到上述最优化的控制目的,本发明实施例预先设定了温度回差,将双系统热泵干燥机组开式工作模式下的两台压缩机运行状态切换信号由目标温度这一温度点扩展为以目标温度为中心的一个温度段,从而更为平滑、高效地控制两台压缩机的运行状态。

[0092] 具体地,当环境温度 $>$ 目标温度+温度回差时,说明热泵干燥机组的烤房内环境温度已经处于物料干燥所能承受的温度极限了,此时需要及时降温保证不会损坏物料,因此将两台压缩机全部关闭;当目标温度+温度回差 $\geq$ 环境温度 $>$ 目标温度时,热泵干燥机组的烤房内环境温度已超过目标温度,需要对热泵干燥机组进行调整以防止出现过高的温度,可将两台压缩机全部关闭,又因环境温度并未超过目标温度与温度回差之和,说明物料还不会受到损坏,故也可只开启一台压缩机以缓慢升温的开式工作模式进行干燥;当目标温度-温度回差 $\leq$ 环境温度 $\leq$ 目标温度时,烤房内环境温度中等,干燥作业可持续或者减缓进行,此时仅开启一台压缩机更节能,两台压缩机均开启更高效,故可根据节能或者效率的具体要求设定;当环境温度 $<$ 目标温度-温度回差时,说明此时烤房内的温度比较低,需要比较快速地升温,提高干燥效率,因此开启两台压缩机是最高效的运行状态。

[0093] 进一步作为优选的实施方式,所述根据比较结果及所述双系统热泵干燥机组的工作模式,调整所述第一压缩机、第二压缩机的工作状态这一步骤,其还包括:

[0094] 当所述双系统热泵干燥机组的工作模式为闭式工作模式,执行以下步骤:

[0095] 当环境湿度 $>$ 目标湿度+湿度回差时,开启所述第一压缩机、第二压缩机;所述湿度回差为一预先设定值;

[0096] 当环境湿度 $<$ 目标湿度-湿度回差时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机;

[0097] 当目标湿度+湿度回差 $\geq$ 环境湿度 $>$ 目标湿度时,开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者或开启所述第一压缩机、第二压缩机;

[0098] 当目标湿度-湿度回差 $\leq$ 环境湿度 $\leq$ 目标湿度时,关闭所述第一压缩机、第二压缩机或开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者。

[0099] 参照图5,本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组闭式工作模式下压缩机运行逻辑示意图,下面结合图5对本发明中的双系统热泵干燥机组工作于闭式工作模式时,第一压缩机、第二压缩机的工作状态作具体说明。

[0100] 类似的,本发明实施例还提出了在闭式工作模式下两台压缩机运行状态的控制方法。本发明实施例中,预先设定了湿度回差,将双系统热泵干燥机组闭式工作模式下的两台压缩机运行状态切换信号由目标湿度这一湿度点扩展为以目标湿度为中心的一个湿度段,从而更为平滑、高效地控制两台压缩机的运行状态。

[0101] 具体地,当环境湿度 $>$ 目标湿度+湿度回差时,说明热泵干燥机组的烤房内环境湿度很高,需要比较快速地除湿,提高干燥效率,因此开启两台压缩机是最高效的运行状态;当目标湿度+湿度回差 $\geq$ 环境湿度 $>$ 目标湿度时,说明闭式工作模式下除湿干燥作业已接近完成,干燥作业可持续或者减缓进行,此时仅开启一台压缩机更节能,两台压缩机均开启更高效,故可根据节能或者效率的具体要求设定;当目标湿度-湿度回差 $\leq$ 环境湿度 $\leq$ 目标湿度时,除湿干燥作业的目标已经达成,此时可将两台压缩机全部关闭或者开启一台压缩机以缓慢除湿的闭式工作模式进行深入干燥,以节能的方式取得更加良好的干燥效果;当环境湿度 $<$ 目标湿度-湿度回差时,说明此时烤房内的湿度很低,除湿工作已经进行完

毕,再进行闭式工作模式也难以取得可观的干燥效果,因此选择关闭两台压缩机。

[0102] 进一步作为优选的实施方式,所述双系统热泵干燥机组为半开式空气源热泵机组或者由开式空气源热泵与闭式空气源热泵组成的机组。

[0103] 本发明所述的双系统热泵干燥机组的控制方法,主要应用于可以灵活切换开式工作模式、闭式工作模式的热泵干燥机组。具体地,双系统热泵干燥机组可以是兼具开式工作模式和闭式工作模式于一体的半开式热泵干燥机组,控制系统可通过控制相关热风通道、风机和冷凝排水装置等来进行模式的切换;也可以是由开式空气源热泵与闭式空气源热泵组成的热泵干燥机组,控制系统负责协调切换工作的热泵用来调整双系统热泵干燥机组的工作模式。

[0104] 下面结合说明书附图和具体的实施例对本发明进行进一步的说明。

[0105] 参照图6,本发明实施例的一种双系统热泵干燥机组的控制方法流程图,该流程的具体步骤如下:

[0106] 操作S101:用户开机,双系统热泵干燥机组进入准备运行状态,等待用户输入目标指令信息,并执行操作S102;

[0107] 操作S102:用户输入本次干燥程序的目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差,确认完毕后热泵干燥机组开始运行,并执行操作S103;

[0108] 操作S103:获取烤房内温度传感器、湿度传感器所检测的环境温度和环境湿度数据,并执行操作S104;

[0109] 操作S104:比较环境温度是否小于目标温度,是则执行操作S105,否则执行操作S115;

[0110] 操作S105:比较环境湿度是否小于目标湿度,是则执行操作S106,否则执行操作S113;

[0111] 操作S106:将双系统热泵干燥机组运行模式设定为开式工作模式,并执行操作S107;

[0112] 操作S107:比较环境温度是否小于目标温度与温度回差之差,是则执行操作S108,否则执行操作S110;

[0113] 操作S108:开启所述第一压缩机、第二压缩机,执行操作S109;

[0114] 操作S109:控制双系统热泵干燥机组以所述模式、所述压缩机工作状态运行并返回至操作S103;

[0115] 操作S110:比较环境温度是否小于目标温度与温度回差之和,是则执行操作S111,否则执行操作S112;

[0116] 操作S111:开启所述第一压缩机、第二压缩机中的其中一者,执行操作S109;

[0117] 操作S112:关闭所述第一压缩机、第二压缩机,执行操作S109;

[0118] 操作S113:比较本次检测的环境湿度与上次检测的环境湿度,若本次检测的环境湿度小于上次检测的环境湿度,执行操作S114,若本次检测的环境湿度大于等于上次检测的环境湿度,执行操作S116;

[0119] 操作S114:比较本次检测的环境温度与上次检测的环境温度,若本次检测的环境温度小于上次检测的环境温度,执行操作S106,若本次检测的环境温度大于等于上次检测的环境温度,执行操作S116;

[0120] 操作S115:比较烤房内湿度是否大于目标湿度,是则执行操作S116,否则执行操作S117;

[0121] 操作S116:将双系统热泵干燥机组运行模式设定为闭式工作模式,并执行操作S118;

[0122] 操作S117:关闭双系统热泵干燥机组,结束本次干燥程序,等待用户输入下个任务;

[0123] 操作S118:比较环境湿度是否大于目标湿度与湿度回差之和,是则执行操作S108,否则执行操作S119;

[0124] 操作S119:比较环境湿度是否大于目标湿度与湿度回差之差,是则执行操作S111,否则执行操作S112;

[0125] 本实施例中,目标温度的设定值根据干燥物料所能承受的范围来确定,最好低于其能承受的最大温度值,这样可以确保在干燥作业的过程中干燥热风不会对物料造成损坏而影响到产品最终的质量。当然,在允许的范围以内,目标温度设定越高,则干燥的程度越深、干燥的速度越快。目标湿度的设定值上有以下两个特点:一,目标湿度设定越高,则双系统热泵干燥机组在开式工作模式的时间就越长,故而其干燥时间会减短,产品生产的效率得到提高;二,目标湿度设定越高,则会较早地出现环境温度大于目标温度,且环境湿度小于目标湿度这种情况,可能会导致整个干燥程序结束过早,产品的质量出现下滑。因此,综合上述两者可知,目标湿度的设定具有两面性,过高或者过低都会对产品的生产经营造成不利影响。在实际生产中,可以在生产效率与产品质量之间找到一个平衡点,兼顾二者的现实需求,对目标湿度进行灵活设定,从而获取最大化的收益。温度回差和湿度回差可以根据有关数据或者实际生产经验进行调整。

[0126] 使用本控制方法的干燥产品均匀透彻,烘干品质稳定,整个烘干过程绿色环保、节能、高效,双系统热泵干燥机组可24小时运行,温湿度精确控制,非常智能化。

[0127] 参照图7,本发明实施例还提供了一种双系统热泵干燥机组的控制系统,包括:

[0128] 人机交互模块,用于接收用户输入的目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差数据,并将所述目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差数据发送给数据处理模块;

[0129] 传感器检测模块,用于实时获取烤房内的环境温度、环境湿度数据,并将所述环境温度、环境湿度数据发送给数据处理模块;

[0130] 数据处理模块,用于分析从人机指令模块和传感器检测模块接收到的所述数据,经处理后将相关控制信息发送至中心控制模块;

[0131] 中心控制模块,用于控制所述双系统热泵干燥机组进行运行模式的切换、控制所述第一压缩机和第二压缩机进行运行状态的切换。

[0132] 其中,人机交互模块可设置在热泵干燥机组的触摸屏上,用户可以清晰方便地设置干燥作业的目标温度、目标湿度、温度回差和湿度回差等数据,或实时查看烤房内的环境温度、环境湿度、干燥时长等信息;中心控制模块用于协调热泵干燥机组的整体工作,具体包括机组的运行模式、压缩机和风机的运行状态、出入风口的开闭和冷凝排水装置的排水处理等。

[0133] 参照图8,本发明实施例还提供了一种双系统热泵干燥机组的控制装置,包括:

[0134] 存储器和处理器,所述存储器用于存储至少一个程序,所述处理器用于加载所述

至少一个程序以执行任一项所述双系统热泵干燥机组的控制方法。

[0135] 可见,上述方法实施例中的内容均适用于本装置实施例中,本装置实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同,并且达到的有益效果与上述方法实施例所达到的有益效果也相同。

[0136] 此外,本发明实施例还提供了一种存储介质,其中存储有处理器可执行的指令,所述处理器可执行的指令在由处理器执行时用于执行任一项所述热泵干燥机组的控制方法。

[0137] 可见上述方法实施例中的内容均适用于本存储介质实施例中,本存储介质实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同,并且达到的有益效果与上述方法实施例所达到的有益效果也相同。

[0138] 以上是对本发明的较佳实施进行了具体说明,但本发明创造并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可做作出种种的等同变形或替换,这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

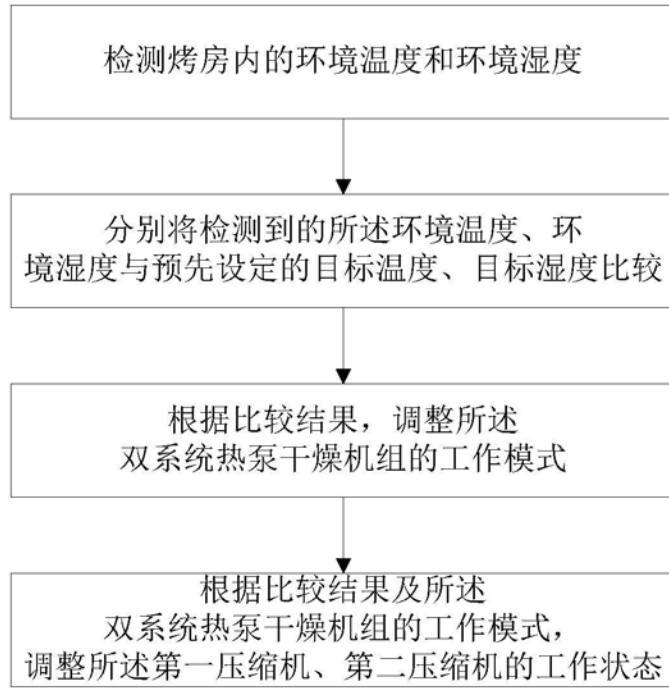


图1

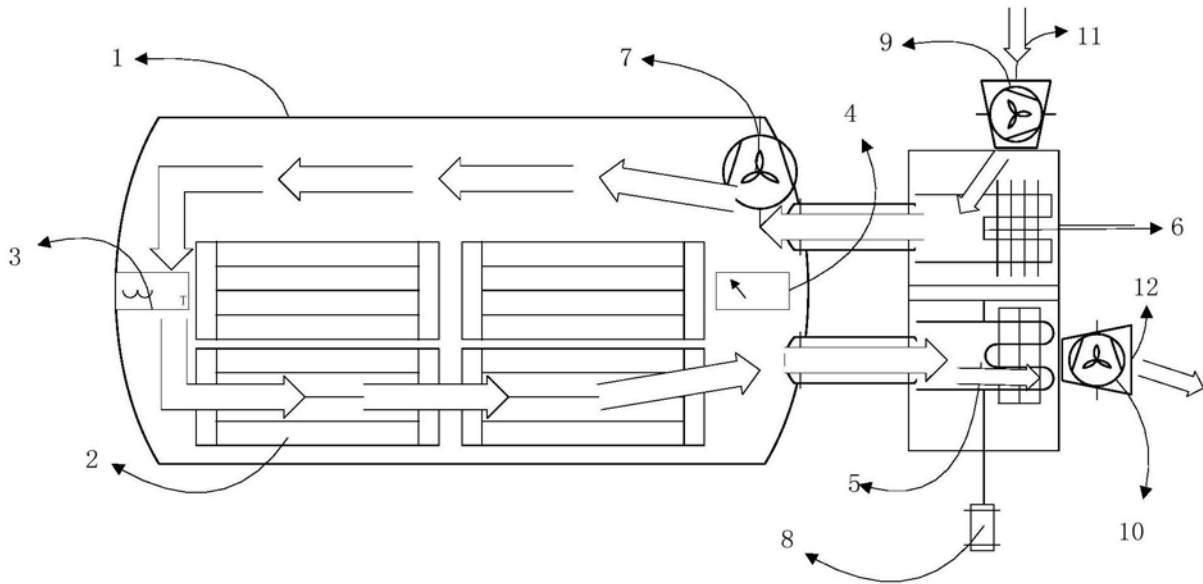


图2

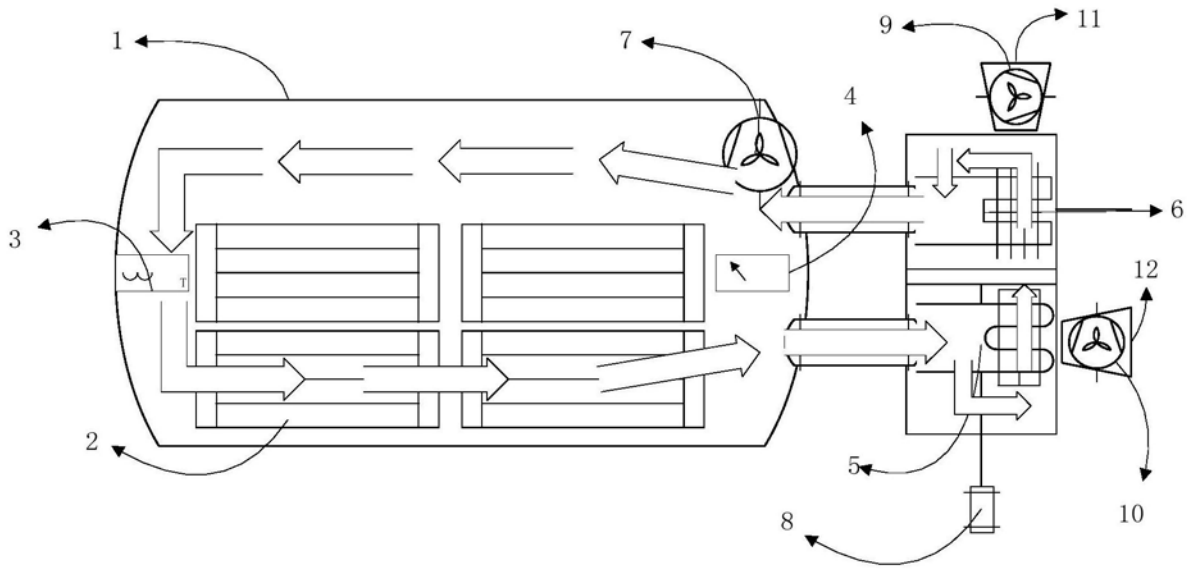


图3

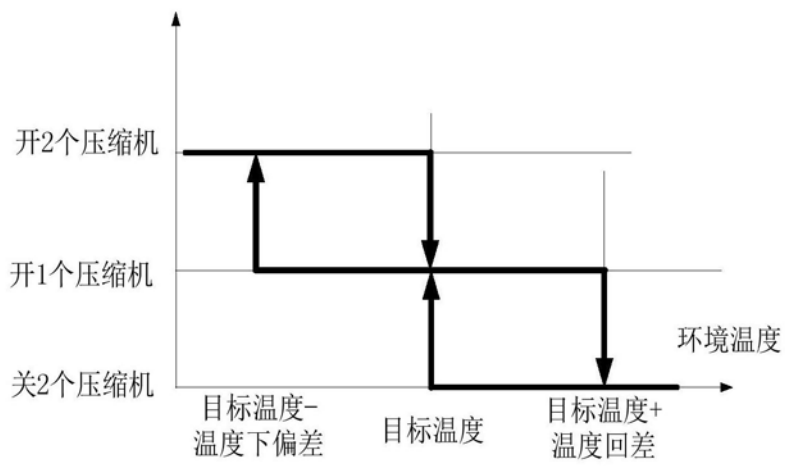


图4



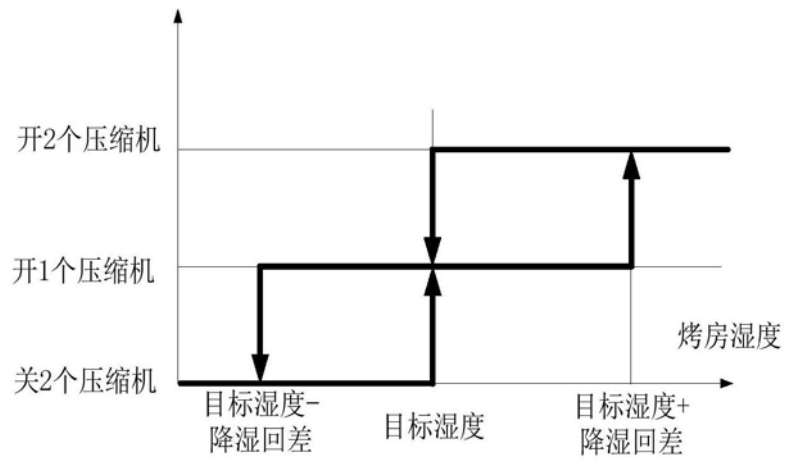


图5

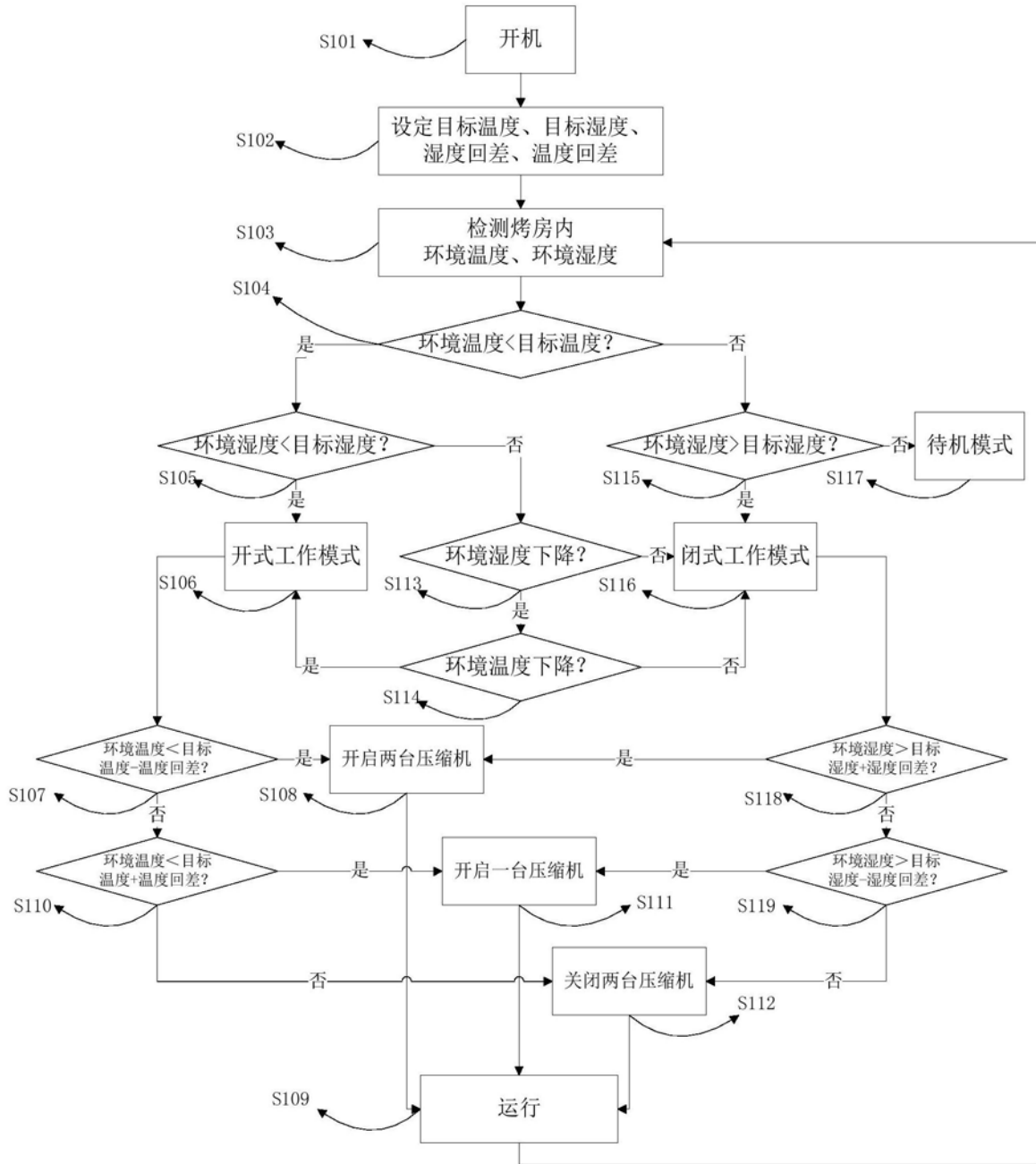


图6

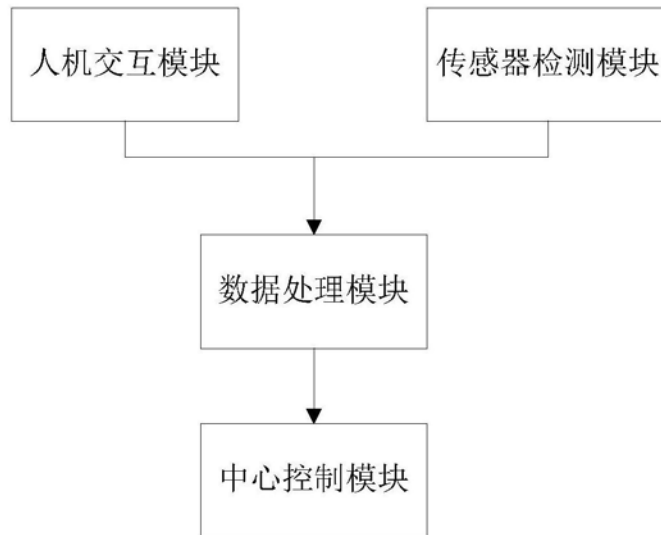


图7



图8