



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209991683 U

(45)授权公告日 2020.01.24

(21)申请号 201920699333.6

F26B 21/08(2006.01)

(22)申请日 2019.05.16

F26B 25/00(2006.01)

(66)本国优先权数据

F25B 30/02(2006.01)

201811048206.6 2018.09.10 CN

F28D 20/00(2006.01)

(73)专利权人 兰州理工大学

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工
坪路287号

(72)发明人 张东 邬江昊 南军虎 王林军

李金平 任海伟 李亚宁 李秉阳

(74)专利代理机构 北京市邦道律师事务所

11437

代理人 段君峰 温雷

(51)Int.Cl.

F26B 9/10(2006.01)

F26B 21/04(2006.01)

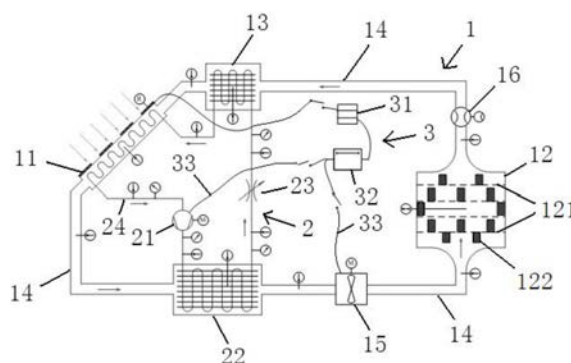
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种闭式空气干燥循环系统

(57)摘要

本实用新型属于热空气干燥处理技术领域。为了解决采用现有方法进行农产品或中草药的烘干处理时,存在能耗高、效率低的问题,本实用新型公开了一种闭式空气干燥循环系统。该循环系统包括空气闭路循环单元和热泵闭路循环单元;空气闭路循环单元包括依次串联的太阳能集热器、干燥室和回热器;热泵闭路循环单元包括依次串联的压缩机、冷凝器和节流阀;其中,节流阀与压缩机之间的管路位于太阳能集热器内部,用于吸收太阳能热量。采用本实用新型的循环系统进行农产品或中草药等物料的干燥处理时,不仅可以大大降低整个系统的能耗,降低成本,而且可以提高对热量的利用率,提高干燥处理效率。



1. 一种闭式空气干燥循环系统,其特征在于,包括空气闭路循环单元和热泵闭路循环单元;其中,

所述空气闭路循环单元包括太阳能集热器、干燥室和回热器;所述太阳能集热器的出口与所述干燥室的入口连通,所述干燥室的出口与所述回热器的入口连通,所述回热器的出口与所述太阳能集热器的入口连通,所述干燥室中摆放有待烘干物料;

所述热泵闭路循环单元包括压缩机、冷凝器和节流阀;所述压缩机的出口与所述冷凝器的入口连通,所述冷凝器的出口与所述节流阀的入口连通,所述节流阀的出口与所述压缩机的入口连通;

所述节流阀与所述压缩机之间的管路位于所述太阳能集热器内部,用于吸收太阳能热量。

2. 根据权利要求1所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述冷凝器位于所述太阳能集热器的出口与所述干燥室的入口之间,并且所述太阳能集热器输出的热空气穿过所述冷凝器后流入所述干燥室。

3. 根据权利要求1所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述热泵闭路循环单元中位于所述节流阀与所述太阳能集热器之间的管道穿过所述回热器中。

4. 根据权利要求1所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述热泵闭路循环单元中位于所述太阳能集热器内部的管路与所述太阳能集热器内部的铝板接触并且呈蛇形盘布。

5. 根据权利要求1-4中任意一项所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述干燥室内设有多个多孔板,并且多个所述多孔板依次平行布置在所述干燥室的入口和出口之间。

6. 根据权利要求5所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述干燥室内设有多个蓄热模块,并且多个所述蓄热模块分布固定在多个所述多孔板上。

7. 根据权利要求6所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述蓄热模块采用固体蓄热模块。

8. 根据权利要求1-4中任意一项所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述太阳能集热器采用PV/T集热器。

9. 根据权利要求8所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,该循环系统还包括电力单元;所述电力单元包括蓄电池和逆变器,所述蓄电池的输入端与所述PV/T集热器的光伏发电模块连接,所述蓄电池的输出端与所述逆变器的输入端连接,所述逆变器的输出端与所述压缩机连接。

10. 根据权利要求1-4中任意一项所述的闭式空气干燥循环系统,其特征在于,所述空气闭路循环单元还包括风机,所述风机位于所述干燥室的入口位置。

一种闭式空气干燥循环系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于热空气干燥处理技术领域，具体涉及一种闭式空气干燥循环系统。

背景技术

[0002] 我国是农产品和中药材大国，对于一些采摘后不易保存的农产品和中药材一般需及时进行烘干处理，以便于长时间保存。

[0003] 目前，通常采用煤炭加热烘干或电加热烘干的方式进行干燥处理，即借助煤炭的燃烧或电设备发热对空气进行加热获得干燥的热空气，然后由干燥的热空气贯穿流过装有农产品或中草药的设备，完成对农产品或中草药的干燥处理，而处理后携带水蒸气的残余热空气直接排放至大气中。这种干燥处理方式，不仅在产热过程中会出现对环境的污染以及较大的能耗，尤其是煤炭的燃烧会严重影响空气质量，而且在完成相同农产品和中草药的干燥处理过程中，需要消耗更多的能量和时间以获得足够的热空气，因此存在能耗高、干燥处理效率低的问题。

实用新型内容

[0004] 为了解决采用现有方法进行农产品或中草药的烘干处理时，存在能耗高、效率低的问题，本实用新型提出了一种闭式空气干燥循环系统。该循环系统包括空气闭路循环单元和热泵闭路循环单元；其中，

[0005] 所述空气闭路循环单元包括太阳能集热器、干燥室和回热器；所述太阳能集热器的出口与所述干燥室的入口连通，所述干燥室的出口与所述回热器的入口连通，所述回热器的出口与所述太阳能集热器的入口连通，所述干燥室中摆放有待烘干物料；

[0006] 所述热泵闭路循环单元包括压缩机、冷凝器和节流阀；所述压缩机的出口与所述冷凝器的入口连通，所述冷凝器的出口与所述节流阀的入口连通，所述节流阀的出口与所述压缩机的入口连通；

[0007] 所述节流阀与所述压缩机之间的管路位于所述太阳能集热器内部，用于吸收太阳能热量。

[0008] 优选的，所述冷凝器位于所述太阳能集热器的出口与所述干燥室的入口之间，并且所述太阳能集热器输出的热空气穿过所述冷凝器后流入所述干燥室。

[0009] 优选的，所述热泵闭路循环单元中位于所述节流阀与所述太阳能集热器之间的管道穿过所述回热器中。

[0010] 优选的，所述热泵闭路循环单元中位于所述太阳能集热器内部的管路与所述太阳能集热器内部的铝板接触并且呈蛇形盘布。

[0011] 优选的，所述干燥室内设有多个多孔板，并且多个所述多孔板依次平行布置在所述干燥室的入口和出口之间。

[0012] 进一步优选的，所述干燥室内设有多个蓄热模块，并且多个所述蓄热模块分布固

定在多个所述多孔板上。

[0013] 进一步优选的,所述蓄热模块采用固体蓄热模块。

[0014] 优选的,所述太阳能集热器采用PV/T集热器。

[0015] 进一步优选的,该循环系统还包括电力单元;所述电力单元包括蓄电池和逆变器,所述蓄电池的输入端与所述PV/T集热器的光伏发电模块连接,所述蓄电池的输出端与所述逆变器的输入端连接,所述逆变器的输出端与所述压缩机连接。

[0016] 优选的,所述空气闭路循环单元还包括风机,所述风机位于所述干燥室的入口位置。

[0017] 采用本实用新型的闭式空气干燥循环系统进行农产品或中草药等物料的干燥处理,具有以下有益效果:

[0018] 1、在本实用新型的系统中,借助太阳能集热器进行热量的获取从而得到干燥的热空气进行物料的烘干处理,这样可以降低热空气获取过程中的能源消耗和环境污染,同时利用闭式循环系统对热空气进行反复循环利用,可以有效避免对热空气直接排放时造成的热量浪费,提高对热量的使用效率,进而提高对物料烘干处理效率。

[0019] 2、在本实用新型的系统中,将热泵闭路循环单元中的制冷剂管道直接置于太阳能集热器中进行热量吸收,从而将其作为整个热泵闭路循环单元的蒸汽发生器。这样可以直接从太阳能集热器处获得最原始的热量,避免由于太阳能集热器获得的热量在流转过程中存在能量损失而降低热泵闭路循环单元可以获得热量,从而保证热泵闭路循环单元获得最高的蒸发温度,提高热泵系统的COP值,进而驱动整个热泵闭路循环单元进行高效、节能的运转工作。

[0020] 3、在本实用新型的系统中,通过将冷凝器置于太阳能集热器和干燥室之间并且使太阳能集热器输出的热空气穿过冷凝器,从而可以利用冷凝器的热量释放对即将进入干燥室的热空气进行二次加热升温,进一步提升进入干燥室内的热空气温度,提高对待烘干物料的烘干处理效果。

[0021] 4、在本实用新型的系统中,通过将热泵闭路循环单元中位于节流阀与太阳能集热器之间的制冷剂管道置于回热器中,实现对残余热空气的全热释放回收利用。这样,不仅可以使制冷剂管道对残余热空气中的显热进行回收利用,完成初级吸热升温,以提高后续经过太阳能集热器进行热量二次吸收时的蒸发温度,从而提高整个热泵闭路循环单元的COP值,而且还可以利用制冷剂管道对热空气的潜热进行释放,达到降温、水凝结和除湿的效果,从而获得干燥的空气,降低含水空气对太阳能集热器中元器件的腐蚀破坏影响,提高设备的使用寿命。

[0022] 5、在本实用新型中,通过在干燥室中设置多孔板以及蓄热模块,以提高热空气在干燥室内的均匀分布以及增加干燥室内的辐射热量,从而提高对热空气在干燥室内的利用效率,提高对物料的干燥处理效果。

附图说明

[0023] 图1为实施例中闭式空气干燥循环系统的系统示意图;

[0024] 图2为实施例中太阳能集热器与制冷剂管道连接的剖面结构示意图;

[0025] 图3为实施例中闭式空气干燥循环系统运行过程中对回热器的进口温度和出口温

度进行测量记录获得的温度变化图；

[0026] 图4为实施例中闭式空气干燥循环系统运行过程中回热器的换热功率曲线图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本实用新型的技术方案进行详细介绍。

[0028] 结合图1所示,本实施例的闭式空气干燥循环系统,包括相互耦合连接的空气闭路循环单元1和热泵闭路循环单元2。

[0029] 空气闭路循环单元1,包括太阳能集热器11、干燥室12、回热器13以及用于连通各部件的空气管道14。其中,太阳能集热器11的出口与干燥室12的入口连通,干燥室12的出口与回热器13的入口连通,回热器13的出口与太阳能集热器12的入口连通,从而形成一个闭式的空气循环单元。与此同时,在干燥室12中摆放有待烘干物料,例如中草药或农作物。

[0030] 热泵闭路循环单元2,包括压缩21、冷凝器22、节流阀23以及用于连通各部件的制冷剂管道24。其中,压缩机21的出口与冷凝器22的入口连通,冷凝器22的出口与节流阀23的入口连通,节流阀23的出口与压缩机21的入口连通。节流阀23与压缩机21之间的制冷剂管道24位于太阳能集热器11内部,用于吸收太阳能热量。

[0031] 采用本实施例的闭式空气干燥循环系统进行中草药或农作物的烘干操作时:首先将待烘干的中草药或农作物摆放到干燥室12内,并且对各个部件进行连接安装;接着利用太阳能集热器11吸收的太阳能对太阳能集热器11内部的空气进行加热,从而可以获得温度大概在40~55℃的热空气;然后获得的热空气通过空气管道14流入干燥室12内进行热量释放,完成对中草药或农作物的烘干处理,而释放热量后的残余热空气则沿空气管道14流入回热器13中进行除湿后再次流入太阳能集热器11中,从而形成空气的循环流动。

[0032] 与此同时,热泵闭路循环单元2中位于节流阀23与压缩机21之间的制冷剂管道24直接从太阳能集热器11中吸收太阳能热量,作为整个热泵闭路循环单元的蒸汽发生器。这样可以避免由于太阳能集热器11获得的热量在流转过程中造成的能量损失,从而保证热泵闭路循环单元获得最高的蒸发温度,提高热泵系统的COP值,进而驱动整个热泵闭路循环单元进行高效、节能的运转工作。

[0033] 优选的,结合图1所示,在本实施例中,将冷凝器22置于太阳能集热器11的出口与干燥室12的入口之间的空气管道14中,使太阳能集热器11输出的热空气穿过冷凝器22后再流入干燥室12中。此时,制冷剂管道24中的制冷剂经过在太阳能集热器11中吸收热量后转变为过热蒸气,进入压缩机21中被压缩处理形成高温高压蒸气,而该高温高压蒸气在进入冷凝器22后与周围的热空气发生热量交换并释放出大量的热量,从而对穿过冷凝器22的热空气进行二次加热,进一步提升流入干燥室12内的热空气温度,提高对待烘干物料的烘干处理效果。

[0034] 优选的,结合图1所示,在本实施例中,将热泵闭路循环单元2中位于节流阀23与太阳能集热器11之间的制冷剂管道24置于回热器13中,使节流阀23下游的制冷剂管道24首先进入回热器13然后再进入太阳能集热器11中。

[0035] 此时,流过冷凝器22完成热量释放的制冷剂经过节流阀23的节流降压处理后形成低温低压气液混合物并流入位于回热器13的制冷剂管道24中,与此同时,穿过干燥室12完成烘干处理的残余热空气则通过空气管道14流至回热器13中。这样,制冷剂管道24中的低

温低压气液混合物与回热器13中残余热空气再次发生热量交换,由低温低压气液混合物吸收残余热空气中的剩余热量,不仅可以完成对低温低压气液混合物的初级吸热升温,提高后续经过太阳能集热器11进行热量二次吸收后的蒸发温度,从而提高整个热泵闭路循环单元2的COP值,而且在对残余热空气中的剩余热量进行回收利用的过程中,还完成了对热空气降低水凝结的除湿目的,从而大幅度降低空气中的含水量,避免含水空气对太阳能集热器11中元器件的腐蚀破坏影响,提高设备的使用寿命。

[0036] 进一步,对本实施例中的闭式空气干燥循环系统进行运行测试,并且在此过程中对回热器进行相关参数采集,对其热量回收和热量交换性能进行验证。其中,对运行过程中的回热器进行进口温度、进口空气湿度、出口温度、出口空气湿度以及空气质量流量进行检测记录。

[0037] 通过对运行1小时内的回热器进行进口温度和出口温度的检测以及由此获得的温度差,获得如图3所示的温度曲线。根据图3所示可知,在测试运行开始阶段,由于太阳能集热器刚刚运行,进入整个系统的热量有限,导致干燥箱内的空气温度较低,进而使回热器的进口温度也较低,后续随着太阳能集热器吸收热量的增加,进入回热器的空气温度也不断升高,其中在整个测试运行过程中,回热器的进口温度最低为9.39℃,最高为38.04℃。回热器的出口温度在测试运行开始阶段出现短暂的降低,而后伴随进口温度持续升高,其中在整个测试运行过程中,回热器的出口温度最低为8.80℃,最高为28.60℃。在此过程中,通过对进口温度和出口温度的记录跟踪,回热器的进出口温度差在换热平稳之后,温度差有小幅降低而后升高,在之后的过程中,虽然有降低,但是幅度较小,整个过程中温度差最小为0.039℃,最大并维持在10.43℃,相对于进口温度来说,流经回热器后空气的降温幅度达到30%左右,获得了极佳的降温效果。

[0038] 与此同时,通过对运行1小时内的回热器进行进口空气湿度、出口空气湿度以及空气质量流量的检测,并且通过计算获得如图4所示的换热功率曲线图,其中通过空气温度和湿度的计算获得相应焓值,进而结合空气质量流量获得最终的换热功率。根据图3和图4所示可知,在测试运行过程中,随着回热器的进出口温差的增大,湿空气的焓差变大,回热器内部的换热功率变大,在此阶段通过5s间隔对数据的采集记录并计算,在1小时的测试运行过程中回热器内的换热量一共达到了2706.614KJ,该回热器获得了极佳的余热回收效果。

[0039] 优选的,结合图2所示,将位于太阳能集热器11中的制冷剂管道24进行蛇形盘布设置并且与铝板111直接贴平接触,从而可以最大限度的增加制冷剂管道24在太阳能集热器11中的流过时间以及在此过程中的接触面积和热交换效率,进而吸收更多的热量,获得更高的蒸发温度。

[0040] 此外,结合图1所示,在本实施例的干燥室12中设有多个多孔板121,用于有序布置待烘干物料,并且多个多孔板121相互平行的布置固定在干燥室12的入口和出口之间。这样,流入干燥室12的热空气就可以借助多孔板121上的通孔进行逐层分散和流通,进而与有序布置的待烘干物料进行充分有效接触,提高对待烘干物料的干燥处理效率,避免待烘干物料直接整体堆放而无法与热空气进行有效接触的问题。

[0041] 进一步优选的,在干燥室12中还设有多个蓄热模块122,并且均匀分布在不同的多孔板121上。这样,不仅可以借助蓄热模块122对热量的吸收和释放实现对干燥室12内热量温度的平衡稳定,从而补偿太阳辐射不足时导致的热空气热量降低的问题以及吸收缓冲热

空气温度过高时的热量以避免对待烘干物料造成高温破坏,而且还可以利用多个蓄热模块122增加干燥室12内的辐射换热量,进一步提高对待烘干物料的干燥效果。其中,在本实施例中,蓄热模块122采用固体多孔形式的蓄热模块,例如多孔陶瓷蓄热砖或多孔蓄热石,同样在其他实施例中也可以采用其他结构形式的蓄热模块122。

[0042] 此外,在空气闭路循环单元1中还设有一个风机15。其中,风机15位于干燥室12的入口位置,作为空气流动的动力部件驱动空气闭路循环单元1中的空气进行稳定流动。同时,在干燥室12的出口设置还设有一个流量计16,用于监测流过干燥室12的气流量,进而配合风机15控制空气流动速度,保证对待烘干物料的烘干效果。

[0043] 结合图1所示,本实施例中的太阳能集热器11可以选用具备光伏发电功能的PV/T集热器,从而实现太阳能发电,提高对太阳能的利用率。

[0044] 优选的,结合图1所示,本实施例的闭式空气干燥循环系统还包括电力单元3。电力单元3包括蓄电池31和逆变器32,其中,蓄电池31的输入端通过导线33与PV/T集热器的光伏发电模块连接,蓄电池31的输出端通过导线33与逆变器32的输入端连接,逆变器32的输出端通过导线33分别与压缩机21和风机15连接。这样,可以利用太阳能发电补充空气闭路循环单元1和热泵闭路循环单元2对外接电能的使用量,从而降低整个闭式空气干燥循环系统的能耗,提高整个系统长时间稳定运行过程的经济性。

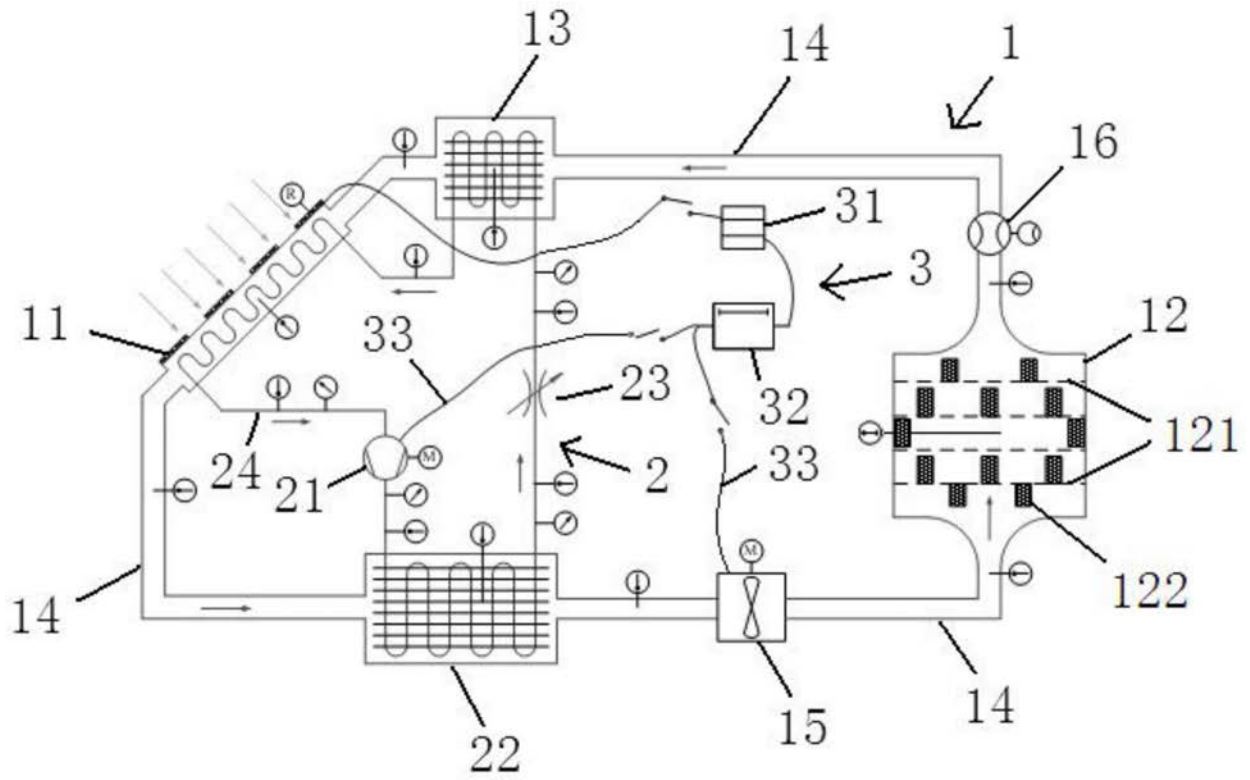


图1

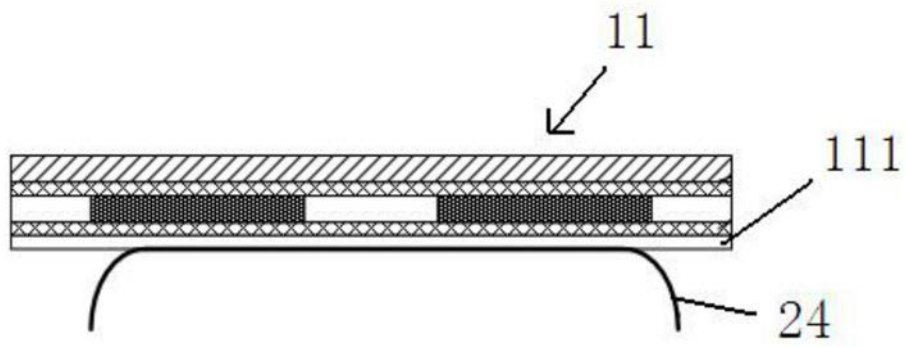


图2

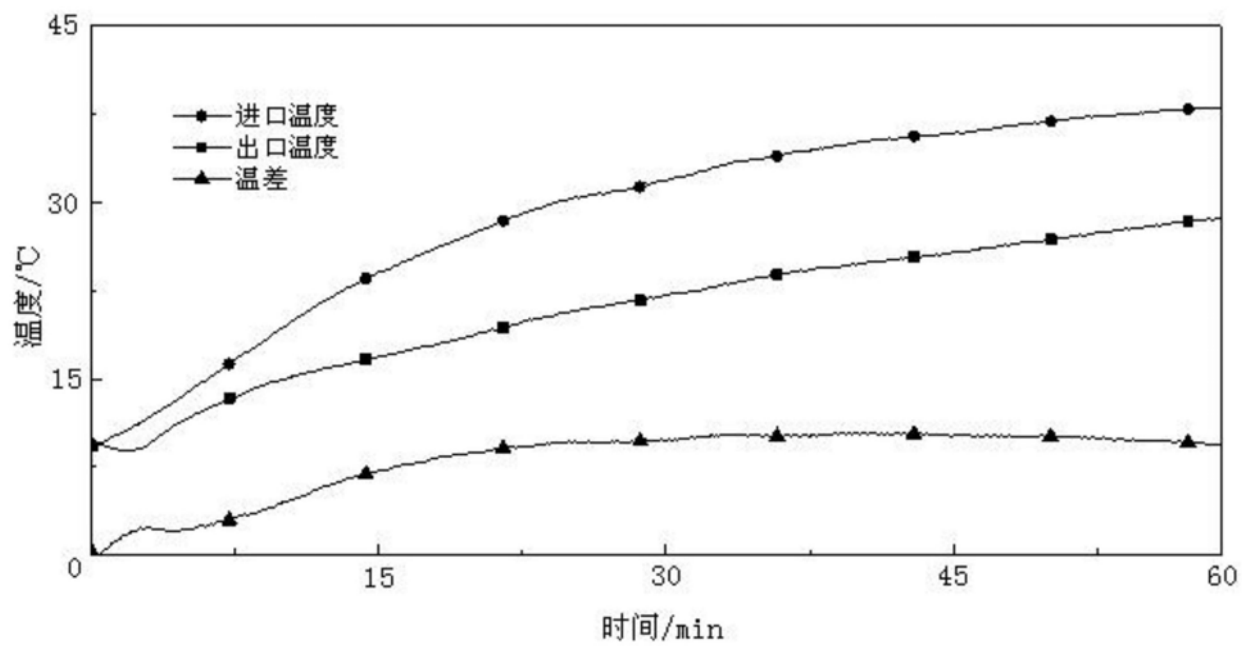


图3

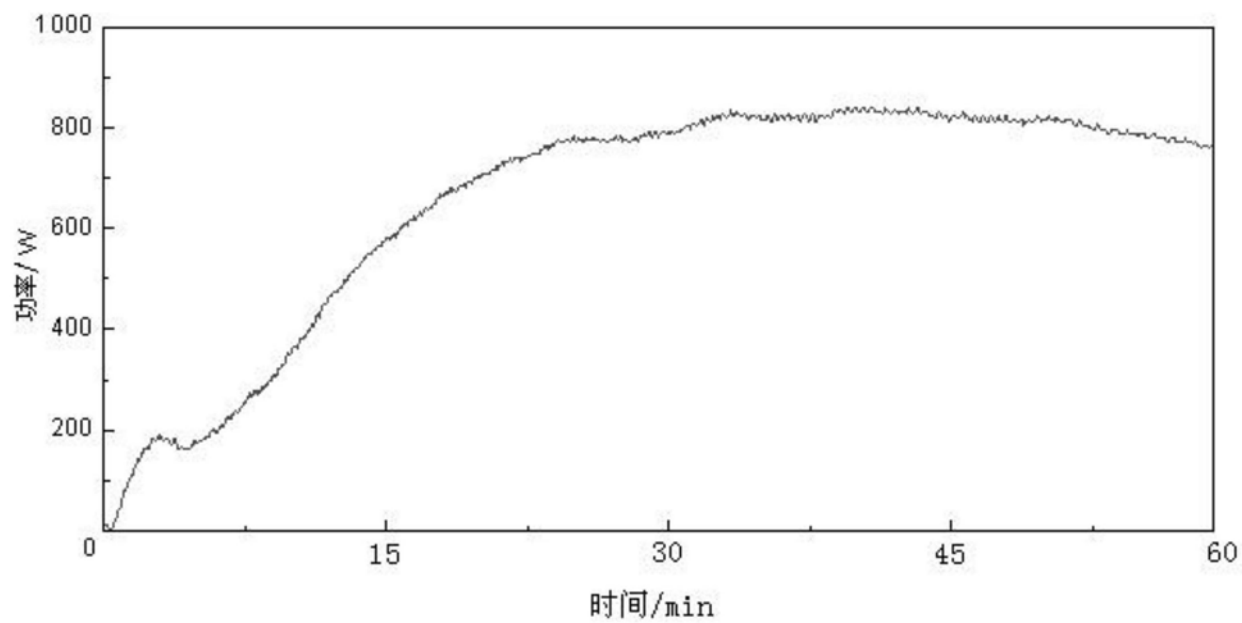


图4