



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106091663 B

(45)授权公告日 2019.01.08

(21)申请号 201610388368.9 *F28D 20/00*(2006.01)

(22)申请日 2016.06.02 *F25B 30/06*(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号 *F26B 23/10*(2006.01)

申请公布号 CN 106091663 A *F24H 3/00*(2006.01)

(43)申请公布日 2016.11.09 *F24V 30/00*(2018.01)

审查员 欧阳小环

(73)专利权人 浙江大学
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72)发明人 张良 范利武 郑梦莲 俞白涛
胡亚才

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200
代理人 张法高 傅朝栋

(51)Int.Cl.
F26B 25/00(2006.01)

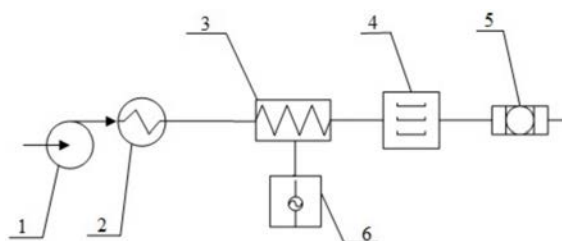
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种热泵蓄热互补型高温干燥系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种热泵蓄热互补型高温干燥系统及方法,包括风机、热泵、高温蓄热器、干燥器、尾气净化器;风机、热泵、高温蓄热器、干燥器、尾气净化器顺次相连形成换热通路。本发明利用热泵与高温储热的互补配合实现段梯级互补加热,并利用蓄热设备实现峰谷电和太阳能的调节利用,实现了中低温加热过程中的高效性和高温加热阶段降低投资成本和运行成本的目的,大大提高了系统的经济性,提高了高温段加热的经济性。



1. 一种采用热泵蓄热互补型高温干燥系统的干燥方法,其特征在于:所述的干燥系统包括风机(1)、热泵(2)、高温蓄热器(3)、干燥器(4)、尾气净化器(5)和电源控制柜(6);风机(1)、热泵(2)、高温蓄热器(3)、干燥器(4)和尾气净化器(5)顺次相连形成换热通路;高温蓄热器(3)包括加热器(7)、换热风道(8)、蓄热材料(9)和温度传感器(10);加热器(7)包括太阳能聚光加热器(7-1)和电加热器(7-2),两种形式同时设置,所述的太阳能聚光加热器(7-1)形式为在高温蓄热器(3)的表面构建吸热腔,所述的电加热器(7-2)直接安装在蓄热材料(9)内部;蓄热材料(9)内部通过安装管道或直接打孔的方式形成贯穿的换热风道(8);电源控制柜(6)分别与高温蓄热器(3)的加热器(7)和温度传感器(10)相连;所述干燥方法的步骤如下:首先,电源控制柜利用谷电时间段控制对高温蓄热器(3)进行加热,直到达到高温蓄热器(3)的设定温度上限,高温蓄热器(3)内感应蓄热材料温度的温度传感器反馈给电源控制柜,停止加热;正常工作情况下,风机将新空气送入热泵(2),通过热泵(2)将空气温度提升到50~70℃,升温后的中低温空气流入高温蓄热器(3)继续加热,高温蓄热器(3)将谷电时储存的热量释放给空气,空气进一步升高达到所需要的高温,随后进入干燥器(4)进行干燥作业,干燥器(4)排出的尾气经尾气净化器(5)处理后排出;与此同时,在运行过程中,当高温蓄热器(3)的温度降低到设定的下限,系统已无法达到设计的加热温度目标时,电源控制柜根据温度传感器的反馈,适时开启加热器进行加热,以保证运行的连续性和可靠性;高温蓄热器(3)同时采用太阳能聚光,所述干燥系统根据次日天气的预测情况,设定还需要谷电加热的热量,在第二天正常工作时,高温蓄热器(3)通过聚焦到吸热腔内的太阳能进行加热的同时,也在对流经蓄热器内换热风道的中低温空气进行加热,同时经历加热和放热的过程;在聚光加热过程中,当高温蓄热器(3)温度超过设定的上限时,通过调整聚光镜角度,放弃部分可利用太阳能,以保证高温蓄热器(3)的安全运行。

2. 根据权利要求1所述的干燥方法,其特征在于所述的蓄热材料(9)包括相变熔盐蓄热材料和石墨、镁砖固体显热蓄热材料。

3. 根据权利要求1所述的干燥方法,其特征在于所述的热泵(2)为常用性热泵,包括空气源、水源、地热源热泵、溴化锂吸收式热泵和太阳能热泵。

一种热泵蓄热互补型高温干燥系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热泵蓄热互补型高温干燥系统及方法,属于高温干燥领域。

背景技术

[0002] 干燥是工农业生产过程中重要工艺环节,具有广泛的市场前景。干燥根据温度的不同可以分为中低温干燥(通常低于100℃)、中温干燥(120~250℃)和高温干燥(~300℃)。对于中低温干燥,当前主要利用太阳能、热泵等技术实现高效干燥;对于中高温干燥,则主要采用高温烟气余热、直接电加热等方式实现。

[0003] 值得指出的是,对于直接电加热方式实现中高温加热干燥的系统而言,存在电耗成本较高,其经济性受到明显的制约。因此,制约了中高温干燥技术在缺乏丰富而廉价的高温烟气资源的地区的应用和发展。如何提高中高温干燥系统的经济性成为中高温干燥系统快速发展面临的挑战。

[0004] 然而,众所周知,电价存在典型的峰谷特征,充分利用谷电满足生产生活需求是提高系统经济性的重要指导方向。于此同时,峰谷电的周期与生产的周期不匹配问题制约了对谷电的充分利用。储能技术是实现这种周期性不匹配的关键技术。但工业储电系统的投资成本太高,投资回收期过长。

[0005] 因此,如何低成本地实现储能技术对谷电的利用,提高中高温干燥系统的经济性,降低投资成本成为中高温干燥系统发展的关键。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服上述不足,提出一种热泵蓄热互补型高温干燥系统及方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 热泵蓄热互补型高温干燥系统,包括风机、热泵、高温蓄热器、干燥器、尾气净化器和电源控制柜;风机、热泵、高温蓄热器、干燥器和尾气净化器顺次相连形成换热通路;高温蓄热器包括加热器、换热风道、蓄热材料和温度传感器;加热器包括太阳能聚光加热器和/或电加热器,两种形式同时或单独设置,所述的太阳能聚光加热器形式为在高温蓄热器的表面构建吸热腔,所述的电加热器直接安装在蓄热材料内部;蓄热材料内部通过安装管道或直接打孔的方式形成贯穿的换热风道;电源控制柜分别与高温蓄热器的加热器和温度传感器相连。

[0009] 所述的蓄热材料包括相变熔盐蓄热材料和石墨、镁砖固体显热蓄热材料。

[0010] 所述的热泵为常用性热泵,包括空气源、水源、地热源热泵、溴化锂吸收式热泵和太阳能热泵。

[0011] 一种利用所述的热泵蓄热互补型高温干燥系统的干燥方法:首先,新空气通过热泵升温到50~70℃,由于热泵的COP较高,从而降低该阶段升温的能耗水平;其次,利用低价的谷电或太阳能聚光将高温蓄热器加热至高温,经过热泵升温后的中低温热空气经过高温

蓄热器换热升温后,达到干燥器所需要的高温空气,降低高温加热所需要的能耗和成本;高温空气最终进入干燥器进行干燥换热后尾气经尾气净化器处理后排出。

[0012] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0013] (1) 本发明利用热泵在中低温加热过程中的高效性,采取分段梯级互补加热方式提高整个系统加热的能效水平。

[0014] (2) 本发明通过采用低成本蓄热方式,在降低投资成本的同时,实现了利用低价的谷电和太阳能间歇性加热来降低高温段实时加热所带来的高运行成本问题,提高了高温段加热的经济性。

附图说明

[0015] 图1是一种热泵辅助型干燥系统结构示意图;

[0016] 图2是本发明的高温蓄热器的结构示意图;

[0017] 图中:风机1、热泵2、高温蓄热器3、干燥器4、尾气净化器5、电源控制柜6、加热器7、换热风道8、蓄热材料9和温度传感器10。

具体实施方式

[0018] 如图1和图2所示,一种热泵蓄热互补型高温干燥系统,包括风机1、热泵2、高温蓄热器3、干燥器4、尾气净化器5和电源控制柜6;风机1、热泵2、高温蓄热器3、干燥器4和尾气净化器5顺次相连形成换热通路。高温蓄热器3包括加热器7、换热风道8、蓄热材料9 和温度传感器10;加热器7包括太阳能聚光加热器7-1和/或电加热器7-2,两种形式,可同时或单独运用于系统中。所述的太阳能聚光加热器7-1形式为在高温蓄热器3的表面构建吸热腔,所述的电加热器7-2直接安装在蓄热材料9内部;蓄热材料9内部通过安装管道或直接打孔的方式形成贯穿的换热风道8;电源控制柜6分别与高温蓄热器3的加热器7和温度传感器10相连。

[0019] 所述的蓄热材料9包括相变熔盐蓄热材料和石墨、镁砖固体显热蓄热材料。

[0020] 所述的热泵2包括常用性热泵,如空气源、水源、地热源热泵、溴化锂吸收式热泵、太阳能热泵。

[0021] 一种利用所述的热泵蓄热互补型高温干燥系统的干燥方法:首先,新空气通过热泵2升温到50~70℃,由于热泵的COP较高,从而大大降低了这一阶段升温的能耗水平;其次,利用低价的谷电或太阳能聚光将高温蓄热器3加热至高温,通过热泵升温后的中低温热空气经过高温蓄热器3换热升温后,达到干燥器4所需要的高温空气,降低了高温加热所需要的能耗和成本;高温空气最终进入干燥器4进行干燥换热后尾气经尾气净化器5处理后排出。

[0022] 本发明的热泵蓄热互补型高温干燥系统具体工作过程如下:

[0023] 首先,电源控制柜利用谷电时间段控制对高温蓄热器进行加热,直到达到高温蓄热器的设定温度上限,高温蓄热器内感应蓄热材料温度的温度传感器反馈给电源控制柜,停止加热。正常工作情况下,风机将新空气送入热泵,通过热泵将空气温度提升道50~70℃,升温后的中低温空气流入高温蓄热器继续加热,高温蓄热器将谷电时储存的热量释放给空气,空气进一步升高达到所需要的高温,随后进入干燥器进行干燥作业,干燥器排出的

尾气经尾气净化器处理后排出。与此同时,在运行过程中,当高温蓄热器的温度降低到设定的下限时,系统已无法达到设计的加热温度目标时,电源控制柜根据温度传感器的反馈,适时开启加热器进行加热,以保证运行的连续性和可靠性。

[0024] 当高温蓄热器还采用太阳能聚光时,本发明的高温干燥系统则根据次日天气的预测情况,设定还需要谷电加热的热量,在第二天正常工作时,高温蓄热器通过聚焦到吸热腔内的太阳能进行加热的同时,也在对流经蓄热器内换热风道的中低温空气进行加热,同时经历加热和放热的过程。在聚光加热过程中,当高温蓄热器温度超过设定的上限时,可通过调整聚光镜角度,放弃部分可利用太阳能,以保证高温蓄热器的安全运行。

[0025] 通过本发明的实施,主要解决了以电为主的干燥系统中的电耗问题,通过梯级加热,利用热泵提高加热能效比,利用蓄热解决运行用电成本和储能设备投资回报率问题,有效提高了高温干燥系统的经济性和适用性,在污泥深度干燥、高温烘干等领域具有广泛的工业应用前景。

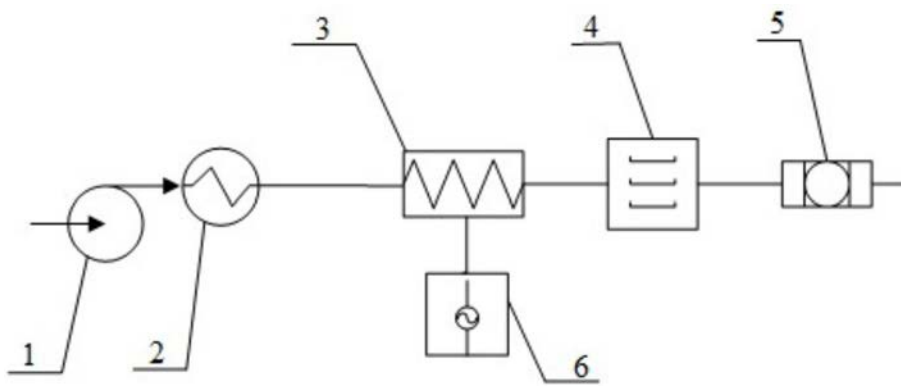


图1

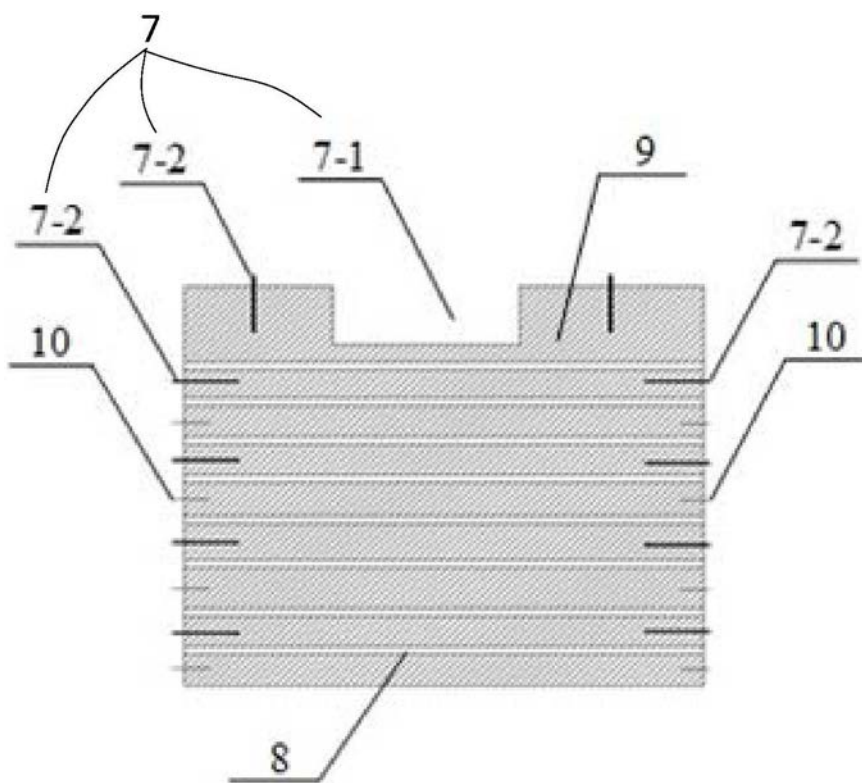


图2