(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115595179 A
(43)申请公布日 2023.01.13

(21)申请号 202110719770.1
(22)申请日 2021.06.28
(71)申请人 东方电气集团东方锅炉股份有限公司
地址 643001 四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号整楼
(72)发明人 李维成 胡世磊 周旭 郭强 韦耿
(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214
专利代理师 李想
(51)Int.Cl.
C10J 3/64(2006.01)
C10J 3/72(2006.01)
C10J 3/84(2006.01)
C10J 3/86(2006.01)

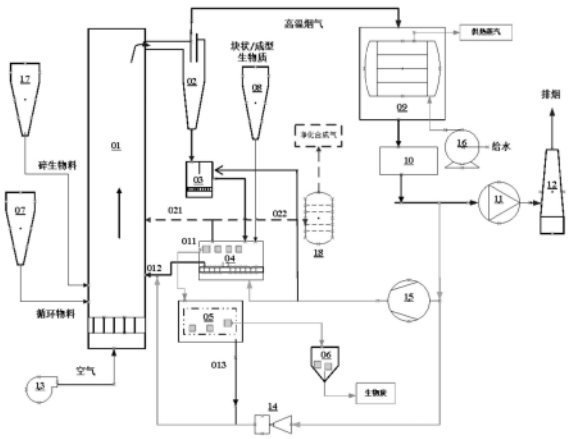
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种生物质流化床热解炭化多联产系统

(57)摘要

本发明公开了一种生物质流化床热解炭化多联产系统，包括空气燃烧反应器、空气燃烧反应器、启动/循环物料仓、旋风分离器以及热解反应器，所述旋风分离器的高温烟气出口连接有余热锅炉且通过余热锅炉产生工业供热供暖蒸汽，旋风分离器的排料口连接有回料器；所述热解反应器连通有生物质给料仓，热解反应器的热解气出口通过热解气管道连通至空气燃烧反应器的炉膛并回流热解气；所述热解反应器设有高位出料管道和低位出料管道，高位出料管道经固固分离产出循环灰和生物炭且循环灰回流至空气燃烧反应器的炉膛，低位出料管道连通至空气燃烧反应器的炉膛并回流循环灰和热解炭，以实现连续性、大规模化的生物炭、供热蒸汽、净化生物气的多联产。



CN 115595179 A

1.一种生物质流化床热解炭化多联产系统,包括空气燃烧反应器,其特征在于,该系统还包括:

与空气燃烧反应器连通的启动/循环物料仓;

与空气燃烧反应器连通的旋风分离器,所述旋风分离器的高温烟气出口连接有余热锅炉且通过余热锅炉产生工业供热供暖蒸汽,旋风分离器的排料口连接有回料器;

与回料器连通的热解反应器,所述热解反应器连通有生物质给料仓,热解反应器的热解气出口通过热解气管道连通至空气燃烧反应器的炉膛并回流热解气;所述热解反应器设有高位出料管道和低位出料管道,高位出料管道经固固分离产出循环灰和生物炭且循环灰回流至空气燃烧反应器的炉膛,低位出料管道连通至空气燃烧反应器的炉膛并回流循环灰和热解炭。

2.根据权利要求1所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,所述空气燃烧反应器的流化风速为5～8m/s,热解反应器的烟气流速为0.1～0.7m/s,空气燃烧反应器的运行温度～800℃,热解反应器的温度～700℃,热解反应器的温度通过调节空气燃烧反应器的流化风量和该热解反应器的生物质给料量来调节。

3.根据权利要求1所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,所述高位出料管道连通有滚筒筛,经滚筒筛分离产生生物炭和循环灰;所述滚筒筛连接有多级锁斗和循环物料出口管道,生物炭流入多级锁斗后储备,循环灰通过循环物料出口管道气力输送至低位出料管道。

4.根据权利要求1所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,还包括:连通于空气燃烧反应器上的碎生物质料仓,所述热解反应器的热解气出口连接有合成气管道,且合成气管道的另一端连通有合成气降温净化塔。

5.根据权利要求1所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,所述余热锅炉内设有余热利用管路,该余热利用管路的一端连通有给水泵,另一端产生工业供热供暖蒸汽。

6.根据权利要求1所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,所述余热锅炉的烟气出口连通有除尘净化装置,除尘净化装置的出口连通有引风机且引风机的出口连通有烟囱。

7.根据权利要求6所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,还包括烟气再循环风机,所述烟气再循环风机的进口与除尘净化装置的出口连通,且烟气再循环风机的出口分别连通至热解反应器的进口流化风管道和回料器的流化风管。

8.根据权利要求6所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,还包括气力输送风机,所述气力输送风机的进口与除尘净化装置的出口连通,且气力输送风机的出口与循环物料出口管道连通后并连通至低位出料管道。

9.根据权利要求1所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,其特征在于,所述空气燃烧反应器和热解反应器均采用绝热式耐磨浇注料设计而成;所述启动/循环物料仓内的循环物料采用0.2mm～3mm的耐磨耐高温粗循环床料。

一种生物质流化床热解炭化多联产系统

技术领域

[0001] 本发明属于生物质能利用的技术领域，具体而言，具体涉及生物质热解制备生物炭/蒸汽/生物燃气等多联产领域，更涉及一种生物质流化床热解炭化多联产系统。

背景技术

[0002] 生物质能是指太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量形式，生物质能中的碳来自大气中的CO_2，其生产和消费过程不增加大气中的碳总量，在“碳达峰、碳中和”的大背景下，生物质能利用是一种清洁可再生能源的重要发展方向。

[0003] 我国生物质资源丰富，据统计，每年可作为能源利用的农林生物质资源总量约4亿标准煤，2019年全年生物质能利用量约5700万吨标煤，仅占能源消费的1.2％。其中，以农林生物质直燃发电工艺的利用方式面临补贴大幅滑坡的困境，亟需生物质多联产高值化利用。

[0004] 我国山西、陕西、河北等地具有丰富的果木、经济林作物，每年修剪、废弃的果树枝、果木片等大块成型生物质资源较多，前期以直燃发电消纳利用为主。在新的非电化转型背景下，开展块状生物质热解炭化制备烧烤食品果木炭、化工冶炼还原碳、环保净化吸附活性炭等成型等高附加值利用是一种比较有前景的方向。

[0005] 目前生物质热解炭化设备主要包括窑式热解炭化炉、固定床热解炭化炉等，一般采用外部热传导方式将热量传递给内部生物质，一般生产周期20～30h，存在产量低、热传导效率低、温度梯度大、生产周期长等问题，生物质的大规模连续热解工程化利用面临较大问题。

发明内容

[0006] 鉴于此，为了解决现有技术存在的上述问题，本发明的目的在于提供一种生物质流化床热解炭化多联产系统以达到通过高温循环物料与生物质在热解反应器中直接流化接触保证物料均匀热解、强化热解速率及反应强度，保证成型大块木料快速热解炭化；同时借助循环物料掺混裹挟实现块状生物质的流态化连续运动，通过热解炭与循环物料的较大密度差来实现生物炭的动态粗分离；通过滚筒筛在物料移动冷却中根据颗粒尺寸大小差异实现生物炭的动态再分离来实现规模化生物炭的连续制备；通过尾部余热锅炉实现烟气热量回收；进而最终实现生物炭、供热蒸汽、净化生物气的多联产。

[0007] 本发明所采用的技术方案为：一种生物质流化床热解炭化多联产系统，包括空气燃烧反应器，该系统还包括：

[0008] 与空气燃烧反应器连通的启动/循环物料仓；

[0009] 与空气燃烧反应器连通的旋风分离器，所述旋风分离器的高温烟气出口连接有余热锅炉且通过余热锅炉产生工业供热供暖蒸汽，旋风分离器的排料口连接有回料器；

[0010] 与回料器连通的热解反应器，所述热解反应器连通有生物质给料仓，热解反应器的热解气出口通过热解气管道连通至空气燃烧反应器的炉膛并回流热解气；所述热解反应

器设有高位出料管道和低位出料管道，高、低位出料管道通过密度差实现高温下生物炭与循环灰粗分离，通过水冷滚筒筛和颗粒粒度差异实现生物炭再分离，高位出料管道经固固分离产出循环灰和生物炭且循环灰回流至空气燃烧反应器的炉膛，低位出料管道连通至空气燃烧反应器的炉膛并回流循环灰和热解炭；

[0011] 其中，热解反应器设置高、低位两个物料出口，由于物料密度差异，漂浮于循环物料上部的高温生物炭在少量循环物料裹挟流动下由高位出料管道流出实现生物炭的动态粗分离；而外置床式热解反应器的低位物料出口与空气反应器以回料腿形式相连，大量循环物料与少部分热解生物炭通过热解反应器的低位出料管道(即：回料腿)回送炉膛继续参与物料循环。

[0012] 进一步地，所述空气燃烧反应器的流化风速为5～8m/s，热解反应器的烟气流速为0.1～0.7m/s，空气燃烧反应器的运行温度～800℃，热解反应器的温度～700℃，热解反应器的温度通过调节空气燃烧反应器的流化风量和该热解反应器的生物质给料量来调节，通过空气燃烧反应器、热解反应器的操作气速、反应温度来保证大流量循环灰和块状生物质的直接混合中高温快速接触混合。

[0013] 进一步地，所述高位出料管道连通有滚筒筛，经滚筒筛分离产生生物炭和循环灰；所述滚筒筛连接有多级锁斗和循环物料出口管道，生物炭流入多级锁斗后储备，循环灰通过循环物料出口管道气力输送至低位出料管道；

[0014] 其中，水冷式滚筒筛的中间夹层设置多孔结构，在物料移动冷却中根据颗粒尺寸大小差异实现生物炭和循环灰的动态再分离。

[0015] 进一步地，还包括：连通于空气燃烧反应器上的碎生物质料仓，所述热解反应器的热解气出口连接有合成气管道，且合成气管道的另一端连通有合成气降温净化塔；

[0016] 外置床式热解反应器产生的热解气出口管道为回送炉膛的热解气管道、至降温净化塔的合成气管道，在实际应用时，可根据用户需求实现生物合成气外售或维持系统自热运行，当对外出售前需通过合成气降温净化塔完成净化除尘。

[0017] 进一步地，所述余热锅炉内设有余热利用管路，该余热利用管路的一端连通有给水泵，另一端产生工业供热供暖蒸汽；

[0018] 采用直流余热锅炉将1.5～1.8MPa、常温给水加热至250℃供热蒸汽的方式实现高温烟气余热回收利用。

[0019] 进一步地，所述余热锅炉的烟气出口连通有除尘净化装置，除尘净化装置的出口连通有引风机且引风机的出口连通有烟囱。

[0020] 进一步地，还包括烟气再循环风机，所述烟气再循环风机的进口与除尘净化装置的出口连通，且烟气再循环风机的出口分别连通至热解反应器的进口流化风管道和回料器的流化风管；

[0021] 在系统正常运行时，回料器、热解反应器内的物料由烟气再循环风机提供的再循环烟气流化，以通过净化除尘后再循环烟气实现回料器、热解气的还原性缺氧甚至绝氧的热解炭化反应气氛。

[0022] 进一步地，还包括气力输送风机，所述气力输送风机的进口与除尘净化装置的出口连通，且气力输送风机的出口与循环物料出口管道连通后并连通至低位出料管道。

[0023] 进一步地，所述空气燃烧反应器和热解反应器均采用绝热式耐磨浇注料设计而

成;所述启动/循环物料仓内的循环物料采用耐磨耐高温粗循环床料,可采用石英砂、河沙、氧化铝球等不易破碎颗粒,颗粒粒径0.2mm～3mm。

[0024] 本发明的有益效果为:

[0025] 1.采用本发明所提供的生物质流化床热解炭化多联产系统,通过设置流化床燃烧反应器、流化床热解反应器双床系统,以循环流化床高温循环物料作为热载体,通过高温循环物料与生物质在热解反应器中直接流化接触保证物料均匀热解、强化热解速率及反应强度,保证块状生物质快速热解炭化;同时借助循环物料掺混裹挟实现块状生物质的流态化连续运动,通过热解炭与循环物料的较大密度差来实现物料固-固分离,可突破传统窑式炭化炉/固定床炭化炉生产周期长的问题,通过粉状生物料、块状生物料、热解气燃烧或者净化外售等多利用方式实现生物质双流化床热解制备生物炭、生物热解气、供热蒸汽等多联产非电化利用途径和应用场景。

附图说明

[0026] 图1是本发明所提供的生物质流化床热解炭化多联产系统的整体系统连接图;

[0027] 附图中标注如下:

[0028] 1-空气燃烧反应器,2-旋风分离器,3-回料器,4-热解反应器,5-滚筒筛,6-多级锁斗,7-启动/循环物料仓,8-生物质给料仓,9-余热锅炉,10-除尘净化装置,11-引风机,12-烟囱,13-空气流化风机,14-气力输送风机,15-烟气再循环风机,16-给水泵,17-碎生物质料仓,18-合成气降温净化塔,011-高位出料管道,012-低位出料管道,013-循环物料出口管道,021-热解气管道,022-合成气管道。

具体实施方式

[0029] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0030] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0032] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0033] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,指示方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,或者是本领域技术人员惯常理解的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第

一”、“第二”仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0034] 在本发明实施例的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接连接，也可以通过中间媒介间接连接。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义；实施例中的附图用以对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0035] 实施例1

[0036] 针对现有采用非接触式/间壁式换热进行生物质干馏化的炭化炉炭存的传热传质差，同时无法实现连续性、大规模化的生物炭生产等问题，基于原料流态化过程中物料受热均匀、换热强度高、易于放大的优点，在本实施例中具体提供了一种生物质流化床热解炭化多联产系统，其可根据实际工程需要，利用低成本碎生物料在空气燃烧反应器1中燃烧加热循环物料，块状/成型生物质在热解反应器4产生的高热值热解气经降温净化后可对外出售实现生物炭、热解合成气、供热蒸汽多级联产，提高系统经济效益。

[0037] 如图1所示，该系统主要包括空气燃烧反应器1和热解反应器4，采用空气燃烧反应器1和外置床式热解反应器4双流化床设计，空气燃烧反应器1和热解反应器4均采用绝热式耐磨浇注料设计而成。空气燃烧反应器1的进料口连通有启动/循环物料仓7，循环物料通过启动/循环物料仓7经给料系统加入空气燃烧反应器1，启动/循环物料仓7内的循环物料采用耐磨耐高温粗循环床料，具体可采用石英砂、河沙、氧化铝球等不易破碎颗粒，颗粒粒径0.2～3mm。在空气燃烧反应器1的底部连通有空气流化风机13，并通过空气流化风机13向空气燃烧反应器1的炉膛内供应空气，空气通过空气流化风机13进入空气燃烧反应器1以燃烧加热高温循环物料及高温烟气。

[0038] 空气燃烧反应器1的烟气出口连通有旋风分离器2，旋风分离器2的高温烟气出口连接有余热锅炉9且通过余热锅炉9产生工业供热供暖蒸汽，在余热锅炉9内设有余热利用管路，该余热利用管路的一端连通有给水泵16，另一端产生工业供热供暖蒸汽。同时，余热锅炉9的烟气出口连通有除尘净化装置10，除尘净化装置10的出口连通有引风机11且引风机11的出口连通有烟囱12，即：引风机11的进口与余热锅炉9的出口烟道相连，引风机11的出口与烟囱12相连，系统产生的烟气通过烟囱12排向大气。在实际应用中，余热锅炉9中受热面进口与给水泵16相连，受热面出口与工业供热/供暖蒸汽管道相连，其中，利用来自旋风分离器2出口的高温烟气加热余热锅炉9给水产生工业供热/供暖蒸汽。以启动/循环物料仓7、空气燃烧反应器1、旋风分离器2、余热锅炉9、引风机11等构成空气燃烧系统，通过热解过程中产生的部分生物炭、热解气与空气氧化燃烧加热高温循环物料以产出高温烟气，高温烟气通过给水泵16及余热锅炉9产生工业供热供暖蒸汽实现热量回收利用。

[0039] 在旋风分离器2的排料口连接有回料器3，回料器3连通有热解反应器4(热解反应器4中循环灰进口与回料器3相连)，空气燃烧反应器1加热的大量循环物料量通过旋风分离器2、回料器3后进入热解反应器4提供生物质直接接触热源以强化热解炭化反应速率。

[0040] 热解反应器4连通有生物质给料仓8，生物质给料仓8中的块状生物质经给料系统进入热解反应器4与高温循环灰直接混合换热，热解反应器4的热解气出口通过热解气管道

021连通至空气燃烧反应器1的炉膛并回流热解气,以将热解反应产生的高温热解气通过热解气管道021直接通入空气燃烧反应器1进行燃烧加热循环灰;所述热解反应器4设有高位出料管道011和低位出料管道012,高位出料管道011经固固分离产出循环灰和生物炭且循环灰回流至空气燃烧反应器1的炉膛,低位出料管道012连通至空气燃烧反应器1的炉膛并回流循环灰和热解炭。由于热解反应器4设置高、低位两个出口,其中,大部分热解生物炭在少部分循环物料裹挟下通过设计的高位出料管道011进入滚筒筛5进行生物炭和循环灰的固固分离,而密度较重的循环灰通过设计的低位出料管道012以返料腿的形式进入空气燃烧反应器1后再次加热参与循环,以实现热解反应器4中大部分的循环灰、部分热解炭通过返料腿回到燃烧床反应器重新加热。

[0041] 在热解反应器4的高位出料管道011连通有滚筒筛5,经滚筒筛5分离产生生物炭和循环灰;所述滚筒筛5连接有多级锁斗6和循环物料出口管道013,生物炭流入多级锁斗6后储备,循环灰通过循环物料出口管道013回流至低位出料管道012。由于物料密度的差异,热解生物炭主要漂浮于热解反应器4上方,通过部分循环床料的携带进入水冷形式的滚筒筛5进行分离,利用颗粒尺寸差异进行固固分离和热解炭的冷却,分离后产生循环灰和生物炭,且循环灰通过气力输送风机14回送炉膛。具体的,将气力输送风机14的进口与除尘净化装置10的出口连通(吸收经除尘净化且含有余热的烟气),且气力输送风机14的出口与循环物料出口管道013(由热解反应器4排出循环灰)连通后并连通至低位出料管道012。由于气力输送风机14的出口与水冷式滚筒筛5的循环物料出口管道013相连,进口与除尘净化装置10的出口相连,冷却后的循环灰通过气力输送风机14送至低位出料管道012以进入空气燃烧反应器1的炉膛进行物料循环补充。

[0042] 上述所述的双流化床热解炭化系统在运行时,空气燃烧反应器1的流化风速为5～8m/s,通过高气速携带大流量循环物料为外置床式热解反应器4中的生物质热解提供热流量来源;外置床式热解反应器4的烟气流速0.1～0.7m/s,通过高温循环物料与生物质直接接触混合进行中温快速热解炭化产生生物炭和热解气;空气燃烧反应器1的运行温度为800℃,热解反应器4的温度为700℃,热解反应器4的温度通过调节空气燃烧反应器1的流化风量和生物质的给料量来调节。

[0043] 通过上述所述的双流化床热解炭化系统中的高温循环物料的流态化运动实现热量的连续传递,通过不同物料的密度差异实现高温下生物炭与循环物料的粗分离,通过颗粒尺寸差异在水冷膜式滚筒筛5进行生物炭再分离和热解炭的冷却。

[0044] 根据应用场景需要外售生物合成气时,在空气燃烧反应器1上连通有碎生物质料仓17,所述热解反应器4的热解气出口连接有合成气管道022,且合成气管道022的另一端连通有合成气降温净化塔18。可通过碎生物质料仓17及其附属给料系统将低成本碎木料送入炉膛提供燃烧热量,热解反应器4产生的热解气通过合成气管道022进入合成气降温净化塔18完成净化后对外出售,进一步提升经济性。

[0045] 烟气再循环风机15的进口与除尘净化装置10的出口连通,且烟气再循环风机15的出口分别连通至热解反应器4的进口流化风管道和回料器3,以实现再循环烟气通过回料器3和热解反应器4的布风装置对循环物料和生物质进行流化混合。

[0046] 根据本实施例1中所述的生物质流化床热解炭化多联产系统,与常规的12MW生物质直燃发电项目对比,系统综合热效率均在80%左右,而项目建设投资减少50%以上;生物

质热解炭化多联产系统制备生物质质量产炭率～0.22kg/kg生物质，工业供热蒸汽产气率～0.82kg/kg生物质，根据现阶段生物炭市场价格能够完全覆盖生物质燃料成本，具有较好的经济收益。

[0047] 实施例2

[0048] 根据实施例1中所提供的生物质流化床热解炭化多联产系统，在本实施例中，具体提供以块状/成型生物质流化床热解制备生物炭联产供热蒸汽的工艺路线，其包括以下步骤：

[0049] (1)通过启动/循环物料仓7、生物质给料仓8及其给料装置往空气燃烧反应器1中加入生物质原料和循环床料；

[0050] (2)运行空气流化风机13将空气送入空气燃烧反应器1发生燃烧反应加热循环物料，建立双流化床系统的高温物料循环；

[0051] (3)在外置床式热解反应器4的温度达到700℃以上，利用烟气再循环风机15将再循环烟气通入热解反应器4进行还原性气氛，通过生物质给料仓8及其给料装置将果木片等大块生物质送入绝热式外置床式热解反应器4中，生物质原料与高温循环物料发生无氧/缺氧热解炭化反应，生成高温生物质燃气(热解气)和生物炭(热解炭)；

[0052] (4)高温生物质燃气通过热解气管道021送入炉膛与空气发生燃烧反应加热循环物料，为生物质热解气化提供能量，维持整个系统的运行温度，大量循环物料与少部分热解炭通过热解反应器4的低位出料管道012回送炉膛继续参与物料循环，维持系统物料平衡；

[0053] (5)热解反应器4中产生的漂浮于循环物料上部的高温生物炭在少量循环物料裹挟流动下通过热解反应器4的高位出料管道011进入水冷式滚筒筛5进行块状生物质与循环物料的固固分离及生物炭冷却，之后送入多级锁斗6后储备；经过分离后的循环物料经水冷式滚筒筛5的循环物料出口管道013送至气力输送风机14后被输送至低位出料管道012(回料腿)再次参与系统物料循环；

[0054] (6)经旋风分离器2分离后的高温烟气进入尾部余热锅炉9中与给水换热产生工业供热蒸汽，烟气经过热量回收净化装置后通过引风机11及烟囱12后排放，同时通过再循环烟气风机为回料器3、热解反应器4提供流化介质，提供还原性/无氧性热解反应气氛。

[0055] 在上述的工艺路线中，应当满足：①生物质的含水率不高于40％，块状/成型生物质尺寸一般不大于10cm；空气燃烧反应器1为绝热燃烧室，炉内运行温度～800℃；

[0056] ②热解反应器4采用绝热式反应器，通过高温循环物料控制运行温度500～750℃，属于中温热解炭化，避免了碱金属析出造成腐蚀与聚团粘结；

[0057] ③系统循环物料采用耐磨耐高温粗循环床料，可采用石英砂、河沙、氧化铝球等不易破碎颗粒，颗粒粒径0.2～3mm，通过颗粒粒度控制和流化风速操作在热解反应器4中形成稳定的鼓泡式流化换热，强化生物质与循环物料的湍动接触及热解炭化。

[0058] 实施例3

[0059] 根据实施例1中所提供的生物质流化床热解炭化多联产系统，在本实施例中，具体提供以块状/成型生物质流化床热解制备生物炭联产供热蒸汽的工艺路线，其包括以下步骤：

[0060] (1)通过启动/循环物料仓7、碎生物质料仓17及其给料装置往绝热式空气燃烧反应器1中加入生物质原料和循环床料；

[0061] (2)运行空气流化风机13将空气送入绝热式空气燃烧反应器1发生燃烧反应加热循环物料,建立双流化床系统的高温物料循环;

[0062] (3)在绝热式外置床式热解反应器4的温度达到700℃以上,利用烟气再循环风机15将再循环烟气通入热解反应器4进行还原性气氛,通过成型/块状生物质给料仓8及其给料装置将果木片等大块生物质送入绝热式外置床式热解反应器4中,生物质原料与高温循环物料发生无氧/缺氧热解炭化反应,生成高温生物质燃气(热解气)和生物炭(热解炭);

[0063] (4)热解反应器4中产生的漂浮于循环物料上部的高温生物炭在少量循环物料裹挟流动下通过热解反应器4的高位出料管道011进入水冷式滚筒筛5进行块状生物质与循环物料的固固分离及生物炭冷却,之后送入多级锁斗6后储备;大量循环物料与少部分热解生物炭通过热解反应器4的低位出料管道012(回料腿)回送炉膛继续参与物料循环,维持系统物料平衡;经过分离后的循环物料经滚筒筛5的循环物料出口管道013送至气力输送风机14后被输送至低位出料管道012(回料腿)再次参与系统物料循环;

[0064] (5)热解反应器4产生的高温生物质燃气通过合成气管道022进入合成气降温净化塔18完成净化后对外供应;

[0065] (6)经高温旋风分离器2分离后的高温烟气进入尾部余热锅炉9中与给水换热产生工业供热蒸汽,烟气经过热量回收净化装置后通过引风机11及烟囱12后排放,同时通过再循环烟气风机为回料器3、热解反应器4提供流化介质,提供还原性/无氧性热解反应气氛。

[0066] 在上述的工艺路线中,应当满足:①生物质的含水率不高于40%,块状/成型生物质尺寸一般不大于10cm;空气燃烧反应器1为绝热燃烧室,炉内运行温度~800℃;

[0067] ②热解反应器4采用绝热式反应器,通过高温循环物料控制运行温度~700℃,属于中温热解炭化,避免了碱金属析出造成腐蚀与聚团粘结;

[0068] ③高温生物热解气采用水浴脱酸除尘等方式净化,净化过程中产生的不可凝焦油等物质通过回送喷入空气燃烧反应器1进行无害化处理;

[0069] ④系统循环物料采用耐磨耐高温粗循环床料,可采用石英砂、河沙、氧化铝球等不易破碎颗粒,颗粒粒径0.2~3mm,通过颗粒粒度控制和流化风速操作在热解反应器4中形成稳定的鼓泡式流化换热,强化生物质与循环物料的湍动接触及热解炭化。

[0070] 本发明不局限于上述可选实施方式,任何人在本发明的启示下都可得出其他各种形式的产品,但不论在其形状或结构上作任何变化,凡是落入本发明权利要求界定范围内的技术方案,均落在本发明的保护范围之内。

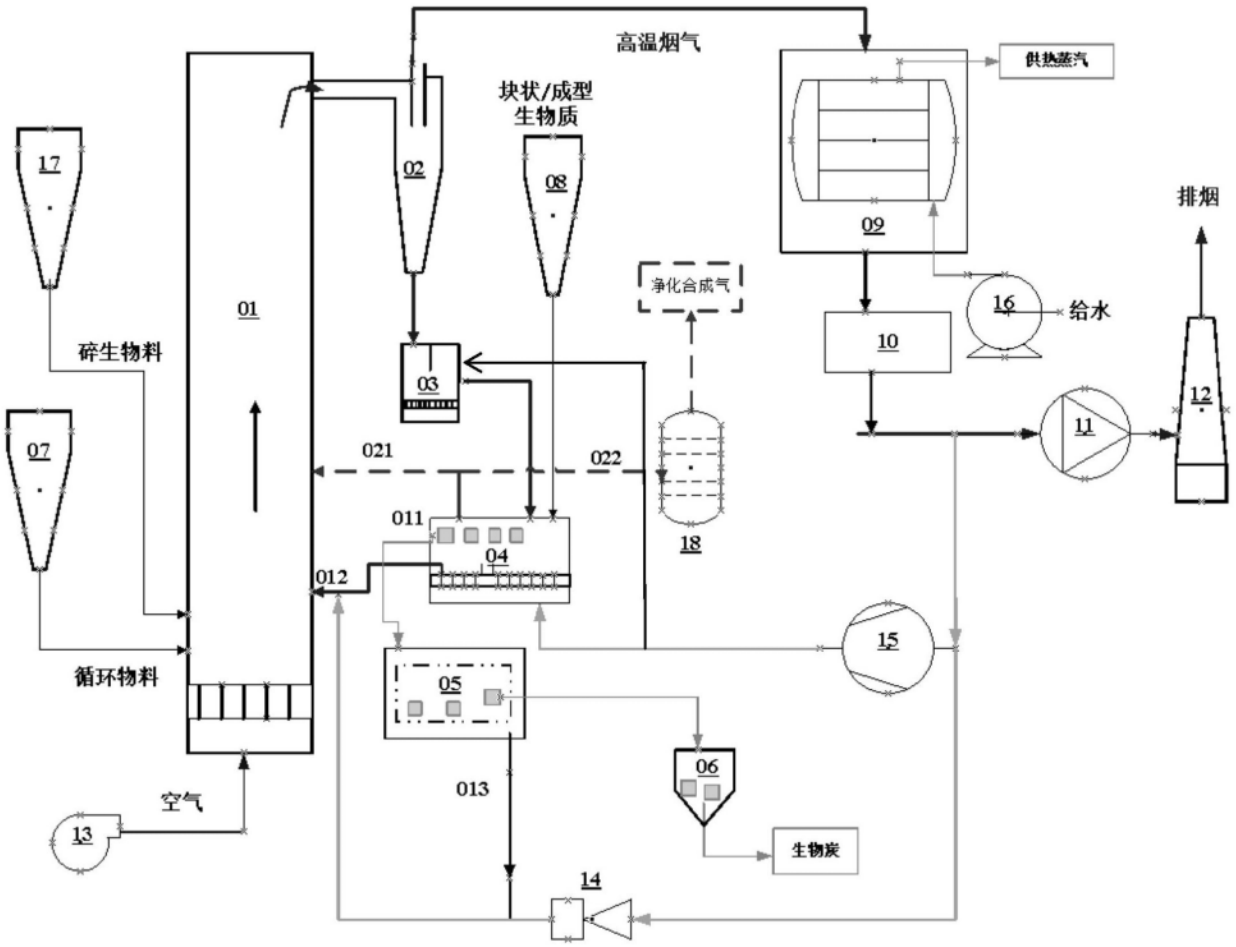

高温烟气
供热蒸汽
块状/成型
生物质
排烟
17
02
08
09
01
净化合成气
16
给水
碎生物料
03
10
12
07
021
022
11
011
04
18
012
15
循环物料
05
06
013
空气
13
生物炭
14

图1