



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118085908 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 10

(21) 申请号 202410232142.4

C10B 49/04 (2006.01)

(22) 申请日 2024.03.01

C10B 43/00 (2006.01)

G06F 17/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118085908 A

(56) 对比文件

CN 117448020 A, 2024.01.26

CN 114806614 A, 2022.07.29

CN 200992416 Y, 2007.12.19

(43) 申请公布日 2024.05.28

(73) 专利权人 浙江润昇新能源有限公司

地址 312033 浙江省绍兴市柯桥区华舍街道大西庄村9幢108室

审查员 冉启东

(72) 发明人 傅岩梅 李德宇 周宏者 周铨皓

(74) 专利代理机构 上海洞鉴知识产权代理事务所(普通合伙) 31346

专利代理师 刘少伟

(51) Int. Cl.

C10B 53/02 (2006.01)

C10B 57/10 (2006.01)

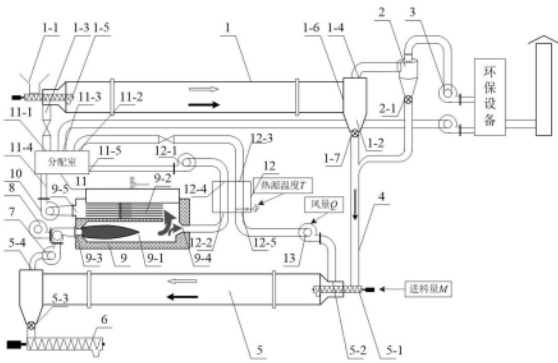
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置

(57) 摘要

本发明提出了一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,包括:烘干机、内加热炭化炉、锅炉、伴热器、以及分配室,其中,烘干机对所述生物质原料进行加热烘干,生物质原料在内加热炭化炉内在高温下进行热解反应,形成可燃气与生物炭;所述生物炭经所述出炭口排出后进入炭冷却机内冷却,即得生物炭产品。本发明有益效果是:使用时,利用锅炉尾气对生物质原料进行直接加热,合理利用锅炉尾气,避免了传统内加热式中,需要通入空气烧蚀一部分生物炭以维持热量平衡,因此可以获得更高的得炭率,该热解设备在使用时,可以在外部实施原料控制和锅炉尾气控制,进而可以获得稳定的热源温度,风量和进料量,从而使内加热系统的工艺过程更稳定。



1. 一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,其特征在于,包括:

一烘干机,所述烘干机包括进料口、出料口、烘干气入口以及湿气出口,生物质原料由所述进料口进入所述烘干机,进行烘干脱水后再由所述出料口排出;烘干气由所述烘干气入口引入所述烘干机,并对所述生物质原料进行加热,所产生的湿气由所述湿气出口引出;

一内加热炭化炉,所述内加热炭化炉包括进料器、尾气入口、燃气出口以及出炭口,烘干后的所述生物质原料经干料输送机输送至所述进料器,并投入至所述内加热炭化炉内,再与经由所述尾气入口引入的高温尾气相接触加入,所述生物质原料在高温下进行热解反应,形成可燃气与生物炭;所述进料器内部设置有闭风机构,用于防止内加热炭化炉内外气体连通;所述闭风机构设置有所述进料器的出口侧,所述闭风机构为向上弯曲的管道;所述闭风机构的出口直径为 b ,所述进料器的直管段直径为 a ,需满足 $b > a$,所述的闭风机构的底部抬高 $a/2$;

一锅炉,所述锅炉包括燃烧机、烟室以及换热器,所述可燃气经过可燃气风机引入至所述燃烧机内充分燃烧,所述可燃气燃烧过程产生的高温热气穿过所述烟室后进入所述换热器,对所述换热器进行热交换;

一伴热器,所述伴热器包括伴热入口、冷气入口、第二尾气出口、以及伴热出口,所述伴热入口与所述烟室相连通,并且所述高温热气与由所述冷气入口进入冷源气体充分热交换后再由所述伴热出口排出,所述冷源气体经由所述冷气入口进入后与所述高温热气充分热交换后再由所述第二尾气出口排出,并经由所述尾气入口进入所述内加热炭化炉内;所述伴热器设置有气体温度控制系统,对锅炉尾气的加热温度进行控制;以及

一分配室,所述分配室包括至少一个热源进口以及三个热源出口,所述热源出口分别为与所述烘干气入口相连通的烘干出口、与环保设备相连通的余热出口、以及与所述冷气入口相连通的炭化出口;

一炭化风机,所述炭化风机连接伴热器的第二尾气出口,将伴热后的锅炉尾气引入内加热炭化炉的尾气入口,为内加热炭化炉提供炭化热能;所述炭化风机包含气体流量控制系统,控制锅炉尾气进入内加热炭化炉的流量;

所述生物炭经所述出炭口排出后进入炭冷却机内冷却,即得生物炭产品;

所述换热器经热交换产生的热蒸汽引出后,即可为用户供热。

2. 根据权利要求1所述的一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,其特征在于,所述分配室还包括余热入口,所述余热入口与所述伴热出口通过管路相连通。

3. 根据权利要求1所述的一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,其特征在于,还包括:一除尘器,所述除尘器位于所述湿气出口与所述环保设备之间的管路上,所述除尘器捕获的颗粒性固体通过其底部的管路与所述干料输送机相连通。

4. 根据权利要求3所述的一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,其特征在于,所述烘干引风机连接在所述湿气出口与所述除尘器之间,或所述烘干引风机连接所述除尘器的出口,为所述烘干机和所述除尘器中的气体流动提供动力。

5. 根据权利要求1所述的一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,其特征在于,所述伴热器为导热式伴热器或混合式伴热器。

6. 根据权利要求5所述的一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,其特征在于,

所述混合式伴热器为气体混合机构,包括用于分隔热气与锅炉尾气的分隔板,所述分隔板上设置有气孔阵列。

一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置

技术领域

[0001] 本发明涉及生物质再利用设备技术领域,特别是指一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置。

背景技术

[0002] 我国生物质资源丰富、种类繁多,在我国广大的乡镇和农村,竹木材的屑末、加工下脚料、农作物秸秆、各种糠渣、谷壳等剩余物丰富。将这些生物质剩余物进行炭化,可以有效地实现固碳,减小大气CO₂的排放量,也是目前公认的解决气候变化问题的可行技术措施之一。

[0003] 将农作物秸秆等生物质剩余物进行热解炭化,是一种热化学转化技术。该技术不仅可以实现生物质的高值化利用,提高废弃物附加值的有效途径;而且生物炭在土壤改良、重金属吸附和水源净化等方面也具有重要作用。

[0004] 生物质汽炭联产技术的出现提供了一种能源利用途径,既可以有效地解决生物质剩余物处置问题,促进农村经济发展;又能够获得蒸汽供企业使用,降低煤炭资源的使用。

[0005] 现有的炭化技术按加热方式的不同,主要分为内加热式和外加热式。内加热式炭化技术主要是让炭化炉内的空气先和一部分生物质原料发生燃烧反应,燃烧放热使剩余原料升温并析出挥发分;挥发分和部分原料继续燃烧,从而维持后续热解炭化所需要的热量平衡。内加热式的换热效率较高,但热解炭化工艺参数控制难度大,而且要烧蚀一部分生物炭以维持热量平衡,因此得炭率偏低。

[0006] 外加热式炭化技术工艺参数容易控制,生产成本低;外加热式炭化设备的结构简单、操作方便、成熟度高,因此目前大部分的炭化设备都是外加热式。但是,外加热式是通过炉壁的热传导来加热炉内生物质原料,则存在导热效率偏低,原料受热不均匀等问题。

[0007] 很明显,内加热式的炭化技术和炭化设备具有更高的生产效率,市场前景也更明显。利用汽炭联产系统的资源和特殊性,开发具体稳定工艺控制能力的内加热式炭化新装备,可以推进生物质资源的高值利用,实现农业环境保护和农民增收。

发明内容

[0008] 本发明提供一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,解决了现有技术中内加热式生物质热解炭化技术中工艺控制难度大的问题。

[0009] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0010] 一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,包括:一烘干机,所述烘干机包括进料口、出料口、烘干气入口以及湿气出口,生物质原料由所述进料口进入所述烘干机,进行烘干脱水后再由所述出料口排出;烘干气由所述烘干气入口引入所述烘干机,并对所述生物质原料进行加热,所产生的湿气由所述湿气出口引出;

[0011] 一内加热炭化炉,所述内加热炭化炉包括进料器、尾气入口、燃气出口以及出炭口,烘干后的所述生物质原料经干料输送机输送至所述进料器,并投入至所述内加热炭化

炉内,再与经由所述尾气入口引入的高温尾气相接触,所述生物质原料在高温下进行热解反应,形成可燃气与生物炭;

[0012] 一锅炉,所述锅炉包括燃烧机、烟室以及换热器,所述可燃气经过可燃气风机引入至所述燃烧机内充分燃烧,所述可燃气燃烧过程产生的高温热气穿过所述烟室后进入所述换热器,对所述换热器进行热交换;

[0013] 一伴热器,所述伴热器包括伴热入口、冷气入口、第二尾气出口、以及伴热出口,所述伴热入口与所述烟室相连通,并且所述高温热气与由所述冷气入口进入冷源气体充分热交换后再由所述伴热出口排出,所述冷源气体经由所述冷气入口进入后与所述高温热气充分热交换后再由所述第二尾气出口排出,并经由所述尾气入口进入所述内加热炭化炉内;

[0014] 一分配室,所述分配室包括至少一个热源进口以及三个热源出口,所述热源出口分别为与所述烘干气入口相连通的烘干出口、与环保设备相连通的余热出口、以及与所述冷气入口相连通的炭化出口;

[0015] 所述生物炭经所述出炭口排出后进入炭冷却机内冷却,即得生物炭产品;

[0016] 所述换热器经热交换产生的热蒸汽引出后,即可为用户供热。

[0017] 在一些实施例中,还包括:一除尘器,所述除尘器位于所述湿气出口与所述环保设备之间的管路上,所述除尘器捕获的颗粒性固体通过其底部的管路与所述干料输送机相连通,以减少粉尘对环境的影响。经所述除尘器过滤后的气体,经过所述环保设备处理达到环保标准后排放。

[0018] 在一些实施例中,还包括:一烘干引风机,所述烘干引风机连接在所述湿气出口与所述除尘器之间,或所述烘干引风机连接所述除尘器的出口,为所述烘干机和所述除尘器中的气体流动提供动力。

[0019] 在一些实施例中,所述分配室还包括余热入口,所述余热入口与所述伴热出口通过管路相连通,以便于处理所述伴热器产生的余热。

[0020] 在一些实施例中,所述进料口设置进料螺旋,所述生物质原料通过所述进料螺旋进入所述烘干机中。

[0021] 在一些实施例中,所述内加热炭化炉为回转窑形式。

[0022] 在一些实施例中,所述进料器内部设置有闭风机构,用于防止内加热炭化炉内外气体连通。

[0023] 在一些实施例中,所述闭风机构设置在所述进料器的出口侧,所述闭风机构为向上弯曲的管道;所述闭风机构的出口直径为 b ,所述进料器的直管段直径为 a ,需满足 $b > a$,所述闭风机构的底部抬高。更优选的闭风机构的底部抬高 $a/2$ 。当所述进料器将生物质原料推出时,受所述闭风机构的底部的作用,生物质原料在闭风机构内形成一定的堆积;由于闭风机构的出口直径为 $b > a$,堆积的生物质原料并不会造成进料器堵死,但却可形成闭风效果,防止内加热炭化炉内外气体连通。

[0024] 在一些实施例中,所述伴热器为导热式伴热器或混合式伴热器。

[0025] 在一些实施例中,所述导热式伴热器为利用气-气换热器或内外层夹套进行导热,将热气能量传导给锅炉尾气,从而提高锅炉尾气的温度的设备。

[0026] 在一些实施例中,所述混合式伴热器为气体混合机构,包括用于分隔热气与锅炉尾气的分隔板,所述分隔板上设置有气孔阵列,将部分热气引入并与锅炉尾气进行充分混

合,从而提高混合后锅炉尾气的温度。

[0027] 一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产方法,包括:

[0028] (1) 烘干脱水:对生物质原料进行烘干脱水;

[0029] (2) 工艺参数确定:对所述生物质原料进行取样,测量其含水率,并进一步确定内加热生物质汽炭联产的工艺参数,具体包括热源温度 T , 风量 Q 和进料量 M ;

[0030] (3) 进料:将烘干后的所述生物质原料投入热解设备中,同时将锅炉尾气同步引入所述热解设备中;

[0031] (4) 在所述热解设备内部,锅炉尾气与生物质原料同向运动并发生直接接触,对生物质原料进行加热,所述生物质原料进行热解反应,形成热解气与生物炭;所述热解气混入锅炉尾气中,形成可燃气;

[0032] 在所述热解设备外部,对所述热解设备进行内加热工艺控制;

[0033] (5) 沉降:所述生物炭富集在炭气分离机构底部;所述可燃气则富集在所述炭气分离机构顶部;

[0034] (6) 汽炭联产:

[0035] 产炭:沉降后的所述生物炭进行降温;

[0036] 产汽:沉降后的所述可燃气通过燃烧,产生热气;将所述热气进行热能转换为蒸汽为用户供热,锅炉尾气从锅炉的出口引出;

[0037] 锅炉引出的所述锅炉尾气分成3部分:第1部分锅炉尾气被引入烘干脱水系统,为所述生物质原料的烘干脱水提供热能;第2部分锅炉尾气先进行伴热,再被引入所述热解设备,对所述生物质原料进行内加热升温,实现热解过程;第3部分为剩下的锅炉尾气。

[0038] 在一些实施例中,所述步骤(3)通过进料器控制进料量 M ;所述步骤(3)通过风机控制风量 Q 。

[0039] 在一些实施例中,炭化时间为所述生物质原料中的颗粒在所述热解设备中的滞留时间;所述炭化时间与所述生物质原料的粒径呈正相关性;所述自适应指原料中每个所述颗粒的所述炭化时间都不相同,可根据粒径大小自动匹配,具体为,粒径小的原料炭化时间短,粒径大的原料炭化时间长。

[0040] 在一些实施例中,所述的伴热为利用热气对锅炉尾气进行加热,提高锅炉尾气温度的方法;所述的伴热在形式上为导热式伴热或混合式伴热。

[0041] 在一些实施例中,所述导热式伴热为通过换热器或管道外壁进行导热,将热气能量传导给锅炉尾气,从而提高锅炉尾气的温度。

[0042] 在一些实施例中,所述混合式伴热为将热气与锅炉尾气进行混合,从而提高混合后锅炉尾气的温度。

[0043] 在一些实施例中,所述步骤(4)加热过程中,锅炉尾气温度由热源温度 T 下降到炭化温度 T_c ;所述生物质原料逐渐由常温上升到炭化温度 T_c ;生物质原料在炭化温度 T_c 下进行热解反应,热解反应的产物为热解气与生物炭;热解气混入锅炉尾气中,形成可燃气。

[0044] 上述的过程控制:在所述热解设备外部,对所述热解设备进行内加热工艺控制;所述内加热工艺控制具体包括原料控制和锅炉尾气控制;所述原料控制指控制烘干后的所述生物质原料的进料速度为进料量 M ;所述锅炉尾气控制为气体温度控制与气体流量控制;

所述气体温度控制指通过伴热提升锅炉尾气温度,获得升温尾气;并将所述升温尾气保持在热源温度 T ;所述气体流量控制指通过控制所述升温尾气进入热解设备的流量,获得控流尾气;将所述控流尾气的流量被控制在风量 Q 。

[0045] 一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产的工艺参数确定方法,包括:

[0046] (1) 获取生物质原材料特性:

[0047] 对生物质原料进行取样,获取以下物理参数:原料含水率 w ;再对生物质原料进行化学测试,获取以下化学参数:干基炭化温度 T_c ,干基得炭率 y ;

[0048] (2) 获取生物质炭的特性:

[0049] 对取样的生物质原料进行热解,对热解气与生物炭进行物理测试,获取以下物理参数:生物质炭的比热 c_c ,热解气的比热 C_G ;

[0050] (3) 获取锅炉尾气的物理特性:

[0051] 对锅炉尾气进行取样并进行物理测试,获取以下物理参数:锅炉尾气比热 C_a ,锅炉尾气标准密度 ρ ;

[0052] (4) 建立工艺参数模型:

[0053] 根据热传导的热能守恒原理,建立内加热的换热方程式;该方程式描述热源温度 T ,风量 Q 与进料量 M 之间的关系;优选的,该公式具有如下形式:

$$[0054] \quad \frac{C_a Q \rho (T - T_c)(273 + T)}{273} = Mw(639 + C_w T_c - C_w 100) + P T_c + [M(1 - w) - P] C_G;$$

[0055] 其中: C_w 为水蒸气的比热;

[0056] 根据干基得炭率的定义,可以建立进料量 M 与炭产量 P 之间的产能方程式;炭产量 P 为系统预期的产能,为已知量;优选的,该方程式具有如下形式:

$$[0057] \quad M \times w \times y = P;$$

[0058] 根据内加热中锅炉尾气与烘干后生物质原料的气固质量比,建立描述热源温度 T ,风量 Q 与进料量 M 之间的质量方程式;优选的,该方程式具有如下形式:

$$[0059] \quad Q \rho (273 + T) = 546 M;$$

[0060] (5) 求解模型:对步骤(4)中所建换热方程式、产能方程式和质量方程式,进行3方程式联立求解,解得3个待确定工艺参数:热源温度 T ,风量 Q 和进料量 M 。

[0061] 在一些实施例,所述方法还包括工艺参数复核,在3个所述工艺参数使用前进行复核,具体的,应该全部满足如下3个条件:① $T > T_c$;② $Q > 0$;③ $M > 0$ 。

[0062] 本发明相比于现有技术具有以下有益效果:

[0063] (1) 该热解设备在使用时,利用锅炉尾气对生物质原料进行直接加热,能够获得更高的生产效率,因为不需要热传导了;合理利用锅炉尾气,避免了传统内加热式中,需要通入空气烧蚀一部分生物炭以维持热量平衡,因此可以获得更高的得炭率。

[0064] (2) 该热解设备在使用时,可以在外部实施原料控制和锅炉尾气控制,进而可以获

得稳定的热源温度,风量和进料量,从而使内加热系统的工艺过程更稳定。

附图说明

[0065] 为了更清楚地说明本发明实施方案或现有技术中的技术方案,下面将对实施方案或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施方案,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0066] 图1 本发明提供设备的结构示意图。

[0067] 其中:烘干机1,进料口1-1,出料口1-2,烘干气入口1-3,湿气出口1-4,进料螺旋1-5,沉降气柜1-6,关风机1-7;除尘器2,关风机2-1;烘干引风机3,干料输送机4,内加热炭化炉5,螺旋进料器5-1,尾气入口5-2,出炭口5-3,燃气出口5-4,炭冷却机6,可燃气体风机7,燃烧机8,锅炉9,烟室9-1,换热器9-2,燃烧入口9-3,热气出口9-4,第一尾气出口9-5,锅炉引风机10,分配室11,烘干出口11-1,炭化出口11-2,余热出口11-3,锅炉入口11-4,余热入口11-5,伴热器12,伴热引风机12-1,伴热入口12-2,冷气入口12-3,伴热出口12-4,第二尾气出口12-5,炭化风机13。

[0068] 图2本发明提供的混合式伴热器的结构示意图。

[0069] 伴热器12,伴热引风机12-1,伴热入口12-2,冷气入口12-3,伴热出口12-4,第二尾气出口12-5,分隔板12-6,气孔阵列12-7。

[0070] 图3本发明提供的内加热炭化炉5的螺旋进料器5-1的结构示意图。

[0071] 螺旋进料器5-1、闭风机构5-1-1、尾气入口5-2。

[0072] 图4为本发明的工艺流程图。

具体实施方式

[0073] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做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。

[0074] 实施例1

[0075] 本发明还提供一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,本实施例结合附图1做进一步详述:

[0076] 一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产装置,包括:烘干机1、除尘器2、烘干引风机3、干料输送机4、内加热炭化炉5、炭冷却机6、可燃气体风机7、燃烧机8、锅炉9、锅炉引风机10、分配室11、伴热器12以及炭化风机13。

[0077] 烘干机1选用回转式烘干窑,长度15m,直径2.0m,包括进料口1-1、出料口1-2、烘干气入口1-3和湿气出口1-4;在进料口1-1处设置有进料螺旋1-5,进料螺旋1-5长度3m,管径400mm;生物质原料通过进料螺旋1-5由进料口1-1进入烘干机1中;回转式烘干窑的出口端设置一个沉降气柜1-6,沉降气柜1-6高2m、宽2m、厚度1.5m;生物质原料完成烘干脱水后进入沉降气柜1-6;出料口1-2设置在沉降气柜1-6底部,烘干脱水后的生物质原料由出料口1-2排出;出料口1-2处还设置有关风机1-7,用于隔离湿气;烘干气由烘干气入口1-3引入烘干

机1中,对生物质原料进行加热,所产生的湿气由设置在沉降气柜1-6顶部的湿气出口1-4引出。

[0078] 除尘器2选用负压式旋风除尘器,除尘器2的入口连接烘干机1的湿气出口1-4;利用负压式旋风除尘器去除湿气中所含的粉尘,除尘后的湿气由烘干引风机3引出;粉尘中含有大量的生物质微粒,可以再利用;因此,在除尘器2的底部设置有关风机2-1,用于隔离湿气。

[0079] 烘干引风机3选用离心风机,本实施例中烘干引风机3的入口连接除尘器2的出口,为烘干机1和除尘器2中的气体流动提供动力;湿气经过烘干引风机3送入环保设备,达到环保标准后从烟囱排放。

[0080] 干料输送机4选用密闭式输送带,长度20m;干料输送机4连接烘干机1的出料口1-2,经过关风机1-7将烘干后的生物质原料输送至内加热炭化炉5;除尘器2底部的粉尘也通过关风机2-1,一并送至干料输送机4中。

[0081] 内加热炭化炉5采用回转窑形式,长度9m,直径2m。在进料一端设置有螺旋进料器5-1和尾气入口5-2,在出料端设置有出炭口5-3和燃气出口5-4;螺旋进料器5-1连接干料输送机4,接收烘干的生物质原料并投入内加热炭化炉5内;螺旋进料器5-1设置有原料控制系统,通过螺旋进料器5-1的转速对原料的进料量进行控制;螺旋进料器5-1内部还设置有闭风机构,用于防止内加热炭化炉内外气体连通;尾气入口5-2连接炭化风机12,将605℃左右的高温锅炉尾气引入内加热炭化炉5内;在内加热炭化炉5的燃气出口5-4连接可燃气风机7,将内加热炭化炉5内的可燃气抽出;出炭口连接炭冷却机6,将350℃~400℃左右的高温生物炭排出;在内加热炭化炉5内,605℃的高温锅炉尾气与生物质原料同向运动,运动过程中对生物质原料进行直接接触加热;生物质原料在高温下逐渐升温到350℃~400℃开始热解反应,形成可燃气与生物炭。

[0082] 炭冷却机6选用水冷螺旋,长度4m,直径500mm;炭冷却机6的入口连接内加热炭化炉5的出炭口5-3,将出炭口5-3排出的350℃~400℃高温生物炭冷却至常温,再由炭冷却机6的出口排出进行包装入库。

[0083] 可燃气风机7选用耐温达到400℃以上的高温离心风机,连接内加热炭化炉5的燃气出口5-4,将可燃气引入燃烧机7中。

[0084] 燃烧机8选用带自配风的气体燃烧器,对可燃气进行充分燃烧,产生1000℃的高温热气;高温热气喷入锅炉的高温炉膛内。

[0085] 锅炉9为选用6吨/h的燃气锅炉,其内部由相互连通的烟室9-1和换热器9-2两部分构成;烟室9-1包括燃烧入口9-3和热气出口9-4;换热器9-2设置有第一尾气出口9-5;燃烧入口9-3与燃烧机8连接,将燃烧所产生1000℃的高温热气引入;高温热气与锅炉9内部的换热器9-2进行热交换,产生0.8MPa压力的蒸汽供企业使用,锅炉尾气由第一尾气出口9-5引出。

[0086] 锅炉引风机10选用低压离心风机,锅炉引风机10的入口连接锅炉9的第一尾气出口9-5,将锅炉尾气引入分配室11;

[0087] 分配室11为一个封闭保温的气室,长4m,宽2m,高2m;本实施例中,分配室11包含三个出口和两个入口。三个出口分别是烘干出口11-1、炭化出口11-2和余热出口11-3;两个入口分别是锅炉入口11-4和余热入口11-5;锅炉入口11-4连接锅炉引风机10,将锅炉尾气引

入分配室11内;余热入口11-5连接伴热引风机12-1,将伴热的尾气引入分配室11内;在分配室内,锅炉尾气被分成至少3部分:第1部分锅炉尾气作为烘干气,由烘干出口11-1引出;烘干出口11-1连接烘干机1的烘干气入口1-3;第2部分锅炉尾气作为炭化热源,由炭化出口11-2引出;炭化出口11-2连接伴热器12;第3部分为剩下的锅炉尾气,由余热出口11-3引出,经过环保设备达到环保标准后从烟囱排放;

[0088] 伴热器12为利用热气对锅炉尾气进行加热,提高锅炉尾气温度的设备;本实施例中,采用导热式伴热,即通过高温气-气换热器导热将热气能量传导给锅炉尾气,从而提高锅炉尾气的温度;高温换热器选用换热面积 100m^2 以上的列管式换热器。伴热器12设置有气体温度控制系统,对锅炉尾气的加热温度进行控制;伴热器12包含两个入口和两个出口;两个入口分别是伴热入口12-2和冷气入口12-3;两个出口分别是伴热出口12-4和第二尾气出口12-5;伴热入口12-2连接锅炉9的热气出口9-4,将 1000°C 的高温热气引入;冷气入口12-3连接分配室11的炭化出口11-2,将锅炉尾气引入;锅炉尾气经过伴热后温度升高,加热后的锅炉尾气由第二尾气出口12-5引出; 1000°C 的高温热气降温后,由伴热出口12-4引出,在伴热引风机12-1的作用下,经余热入口11-5回到分配室11中。

[0089] 炭化风机13选用离心风机;炭化风机13连接伴热器12的第二尾气出口12-5,将伴热后的锅炉尾气引入内加热炭化炉5的尾气入口5-2,为内加热炭化炉5提供炭化热能;炭化风机13包含气体流量控制系统,控制锅炉尾气进入内加热炭化炉5的流量。

[0090] 在本实施例中,伴热器12也可以使用混合式伴热器。下面结合附图2说明混合式伴热器。伴热器内部的热气与锅炉尾气之间设置有分隔板12-6,分隔板宽 0.5m ,高度 1m ;分隔板12-6上设置有气孔阵列12-7;气孔阵列12-7为均匀分布的100个直径 10mm 的气孔;这些气孔将部分热气通过气孔阵列12-7与锅炉尾气进行充分混合,从而提高混合后锅炉尾气的温度。

[0091] 在本实施例中,内加热炭化炉5的螺旋进料器5-1内部设置有闭风机构,可防止内加热炭化炉内外气体连通。下面结合附图3进行说明。在螺旋进料器5-1的出口侧,设置一个均匀向上弯曲管道作为闭风机构5-1-1;螺旋进料器5-1的直管段的直径为 a ,则闭风机构5-1-1的底部抬高 $a/2$,闭风机构5-1-1的出口直径为 b ,且满足 $b>a$ 。当螺旋进料器5-1将生物质原料推出时,受闭风机构5-1-1的底部的作用,生物质原料在闭风机构5-1-1内形成一定的堆积;由于闭风机构5-1-1的出口直径为 $b>a$,堆积的生物质原料并不会造成螺旋进料器5-1堵死,但却可形成闭风效果,防止内加热炭化炉内外气体连通。

[0092] 具体的,本发明的实现过程如下:

[0093] 以处置杉木屑作为生物质原料为例,首先,将杉木屑通过进料螺旋1-5由进料口1-1进入烘干机1中,烘干气由烘干气入口1-3引入烘干机1中,对杉木屑进行加热,杉木屑完成烘干脱水后进入沉降气柜1-6,烘干脱水后的杉木屑由出料口1-2排出,经过干料输送机4输送至内加热炭化炉5;在烘干过程所产生的湿气由设置在沉降气柜1-6顶部的湿气出口1-4引出。

[0094] 湿气处理:除尘器2选用负压式旋风除尘器,除尘器2的入口连接烘干机1的湿气出口1-4;利用负压式旋风除尘器去除湿气中所含的粉尘,由于粉尘中含有大量的生物质微粒,可以再利用,通过其底部的管路与干料输送机4相连通,以减少粉尘对环境的影响。除尘后的湿气由烘干引风机3引出,经过所述环保设备处理达到环保标准后排放。

[0095] 炭化处理:烘干脱水后的杉木屑通过螺旋进料器5-1投入内加热炭化炉5内,通过尾气入口5-2将605℃左右的高温锅炉尾气引入内加热炭化炉5内;在内加热炭化炉5内,605℃的高温锅炉尾气与生物质原料同向运动,运动过程中对生物质原料进行直接接触加热;生物质原料在高温下逐渐升温到350℃~400℃开始热解反应,形成可燃气与生物炭,其中,生物炭经所述出炭口5-3排出后进入炭冷却机6内冷却,即得生物炭产品。

[0096] 可燃气处理:可燃气经可燃气风机7引出至锅炉9内燃烧,本发明中的锅炉9为选用6吨/h的燃气锅炉,其内部由相互连通的烟室9-1和换热器9-2两部分构成;燃烧机8燃烧所产生1000℃的高温热气经过烟室9-1后与锅炉9内部的换热器9-2进行热交换,产生0.8MPa压力的蒸汽供企业使用,锅炉尾气由第一尾气出口9-5引出。

[0097] 尾气处理:一部分的高温热气经过换热器9-2后的锅炉尾气由锅炉引风机10引入分配室11内,另一部分的高温热气经由伴热器12完成热交换后由伴热引风机12-1引入分配室11内。分配室11的锅炉尾气其中,第1部分锅炉尾气作为烘干气,由烘干出口11-1引出;烘干出口11-1连接烘干机1的烘干气入口1-3;第2部分锅炉尾气作为炭化热源,由炭化出口11-2引出;炭化出口11-2连接伴热器12;第3部分为剩下的锅炉尾气,由余热出口11-3引出,经过环保设备达到环保标准后从烟囱排放。

[0098] 伴热器:伴热器12为利用热气对锅炉尾气进行加热,提高锅炉尾气温度的设备;本实施例中,采用导热式伴热,即通过高温气-气换热器导热将热气能量传导给锅炉尾气,从而提高锅炉尾气的温度;高温换热器选用换热面积100m²以上的列管式换热器。伴热器12设置有气体温度控制系统,对锅炉尾气的加热温度进行控制;伴热器12包含两个入口和两个出口;两个入口分别是伴热入口12-2和冷气入口12-3;两个出口分别是伴热出口12-4和第二尾气出口12-5;伴热入口12-2连接锅炉9的热气出口9-4,将1000℃的高温热气引入;冷气入口12-3连接分配室11的炭化出口11-2,将锅炉尾气引入;锅炉尾气经过伴热后温度升高,加热后的锅炉尾气由第二尾气出口12-5引出;1000℃的高温热气降温后,由伴热出口12-4引出,在伴热引风机12-1的作用下,经余热入口11-5回到分配室11中。

[0099] 利用锅炉尾气对生物质原料进行直接加热,能够获得更高的生产效率,因为不需要热传导了;合理利用锅炉尾气,避免了传统内加热式中,需要通入空气烧蚀一部分生物炭以维持热量平衡,因此可以获得更高的得炭率。

[0100] 通过在热解设备外部实施原料控制和锅炉尾气控制,可以获得稳定的热源温度,风量和进料量,从而使内加热系统的工艺过程更稳定。

[0101] 实施例2

[0102] 本实施例中以处置杉木屑为例,对一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产的工艺参数确定方法的做进一步详述,包括:

[0103] (1) 获取杉木屑的特性:

[0104] 先对杉木屑原料进行取样,利用含水率测试仪,实测杉木屑原料的含水率 w 为50%;再对杉木屑原料进行化学测试,可利用马沸炉来进行热裂解实验,获取杉木屑的干基炭化温度 T_c 为350℃,杉木屑的干基得炭率 y 为37%;

[0105] (2) 获取杉木炭的特性:

[0106] 利用马沸炉对取样的杉木屑加热到350℃进行热解,再对热解得到的热解气与杉木炭进行物理测试;利用比热测定仪测量杉木炭的比热 C_c 为0.45Kcal/kg℃,热解气的比热

C_G 为 $0.28\text{Kcal/kg}^\circ\text{C}$;

[0107] (3) 获取锅炉尾气的物理特性:

[0108] 对锅炉尾气进行取样并进行物理测试,利用比热测定仪测量锅炉尾气比热 C_a 为 $0.255\text{Kcal/kg}^\circ\text{C}$,锅炉尾气标准密度 ρ 为 1.19kg/m^3 ;

[0109] (4) 建立工艺参数模型:

[0110] 根据上述杉木屑原料相关物理化学参数,建立内加热的换热方程式:

$$[0111] \quad \frac{C_a Q \rho (T - T_c)(273 + T)}{273} = Mw(639 + C_w T_c - C_w 100) + PT_c + [M(1 - w) - P]C_G;$$

[0112] 其中: C_w 为水蒸气的比热;

[0113] 本实施例中,杉木炭的产量 P 为 0.1kg/s ,则可建立内加热的产能方程式:

$$[0114] \quad M \times w \times y = P;$$

[0115] 再根据内加热中锅炉尾气参数建立质量方程式:

$$[0116] \quad Q \rho (273 + T) = 546M;$$

[0117] (5) 求解模型:本实施例中,将相关参数代入上述换热方程式、产能方程式和质量方程式,并进行3方程式联立求解,解得:热源温度 T 为 605°C ,风量 Q 为 $1.17\text{m}^3/\text{s}$ 和进料量 M 为 0.3kg/s ;

[0118] (6) 工艺参数复核:最后对求得的3个工艺参数进行复核,满足条件① $T = 605^\circ\text{C} > T_c = 350^\circ\text{C}$;② $Q = 1.17\text{m}^3/\text{s} > 0$;③ $M = 0.3\text{kg/s} > 0$;因此,本实施例中求取的工艺参数有效。

[0119] 实施例3

[0120] 本实施例中以处置杉木屑为例,结合附图4对本发明中一种利用锅炉尾气的内加热生物质汽炭联产方法的做进一步详述:

[0121] (1) 烘干脱水:利用回转式烘干机对杉木屑进行烘干脱水,回转式烘干机的处置量为2吨/小时;杉木屑原料的含水率为50%,烘干脱水后杉木屑原料的含水率为10%;所述烘干脱水的热能来源于锅炉尾气;

[0122] (2) 工艺参数确定:对杉木屑原料进行取样,测量其含水率为50%,进一步确定内加热生物质汽炭联产的工艺参数。具体通过换热方程式、产能方程式和质量方程式,进行3方程式联立求解,从而解得3个待确定工艺参数:热源温度 T 为 605°C ,风量 Q 为 $1.17\text{m}^3/\text{s}$ 和进料量 M 为 0.3kg/s ;

[0123] (3) 过程控制:本实施例中,内加热式热解设备采用回转炭化窑,对回转炭化窑外部进行内加热工艺控制。①原料控制环节:利用螺旋进料器控制烘干后杉木屑的进料速度为 0.3kg/s ;②气体温度控制环节:对锅炉尾气温度进行升温,并通过PID控制使其温度保持 605°C ;③气体流量控制环节:通过风机控制锅炉尾气进入内加热式回转炭化窑的流量,使其流量始终被控制在 $1.17\text{m}^3/\text{s}$;

[0124] (4) 内加热热解:杉木屑在内加热式回转炭化窑中缓慢移动,逐渐由进料端运动到

出料端;在内加热式回转炭化窑内部,锅炉尾气与杉木屑同向运动并发生直接接触,对杉木屑进行加热;加热过程中,锅炉尾气温度由605℃下降到350℃;杉木屑逐渐由常温上升到350℃,并发生热解反应,产生热解气与杉木炭;热解气的生成量为 $0.46\text{m}^3/\text{s}$,杉木炭的生成量为 $0.1\text{kg}/\text{s}$;热解气混入锅炉尾气中,形成可燃燃气;

[0125] (5) 炭化时间自适应:由于杉木屑的颗粒存在大小差异性,本实施例中,即使采用350℃炭化温度,粒径大的杉木屑需要的炭化时间也越长,粒径小的杉木屑需要的炭化时间则会更短;而在本发明提供的方法中,1mm以内粒径的杉木屑在锅炉尾气的推动下,会加速向出料端运动,炭化时间小于20s;而10mm以上大粒径杉木屑运动速度相对缓慢,在炉内的滞留时间一般可以达到100s;很明显,在本实施例中,杉木屑颗粒的炭化时间与颗粒的粒径呈正相关性;本发明提供的方法,颗粒的炭化时间可根据粒径大小自动匹配,即粒径小的杉木屑炭化时间短,粒径大的杉木屑炭化时间长;

[0126] (6) 沉降:在内加热式回转炭化窑的出口,设置重力沉降室,利用重力将杉木炭与可燃燃气进行分离;杉木炭富集在重力沉降室底部;可燃燃气则富集在重力沉降室顶部;

[0127] (7) 汽炭联产:

[0128] 产炭:350℃的杉木炭由重力沉降室底部的出炭口排出,通过冷却机冷却至常温后进行包装入库;

[0129] 产汽:350℃的可燃气由重力沉降室炭顶部引出,通过燃气锅炉产生1000℃热气并转换为蒸汽为用户供热,锅炉尾气从锅炉的出口引出;

[0130] (8) 锅炉尾气分配:本实施例中,燃气锅炉的锅炉尾气的温度为300℃;该锅炉尾气被分成3部分:第1部分锅炉尾气,流量约 $1.5\text{m}^3/\text{s}$,被引入烘干脱水系统,为杉木屑的烘干脱水提供热能;第2部分锅炉尾气先进行伴热升温到605℃,伴热后流量约 $1.17\text{m}^3/\text{s}$,再被引入内加热式回转炭化窑,用于实现热解过程;第3部分为所有剩下的锅炉尾气,流量约 $2.1\text{m}^3/\text{s}$,经过环保设备达到环保标准后排放。

[0131] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

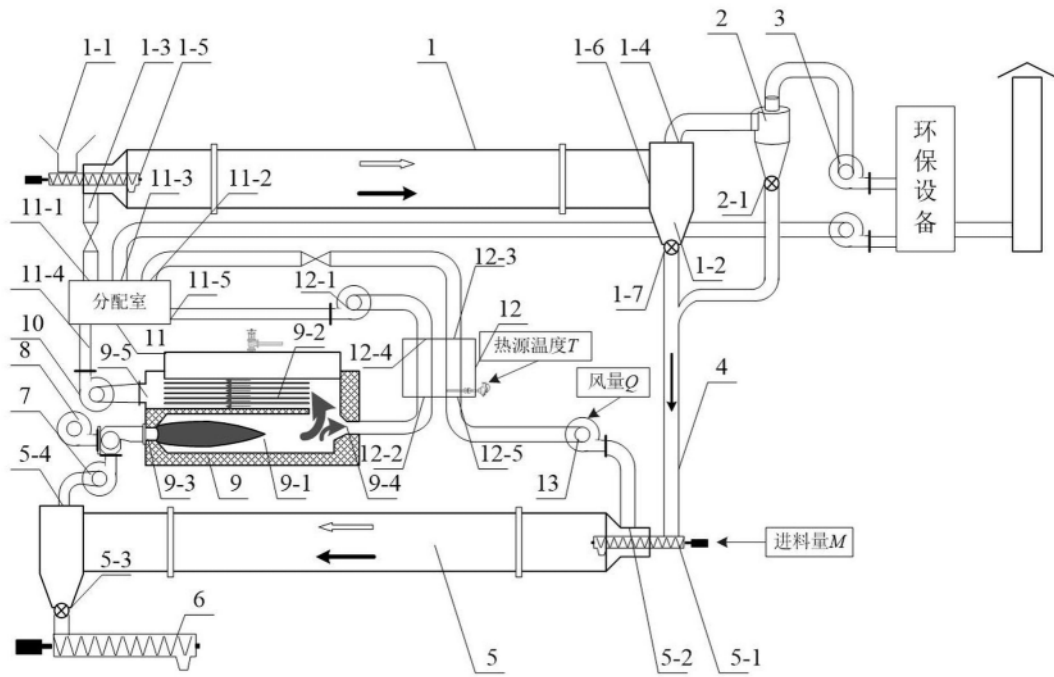


图1

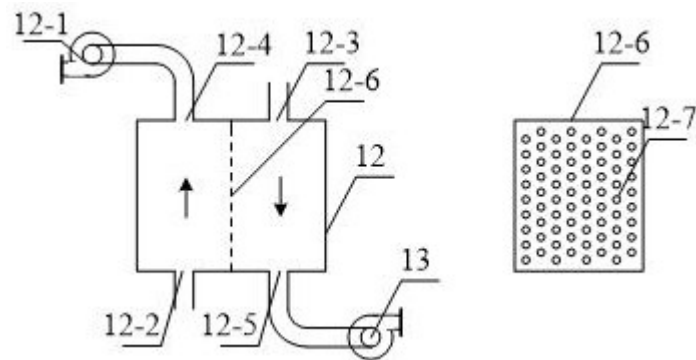


图2

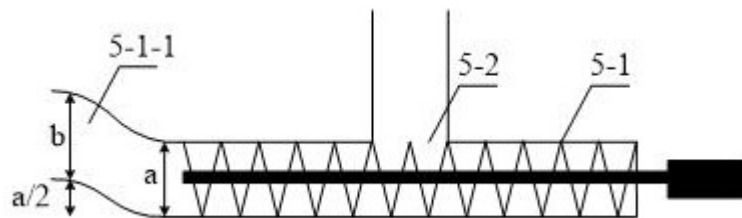


图3

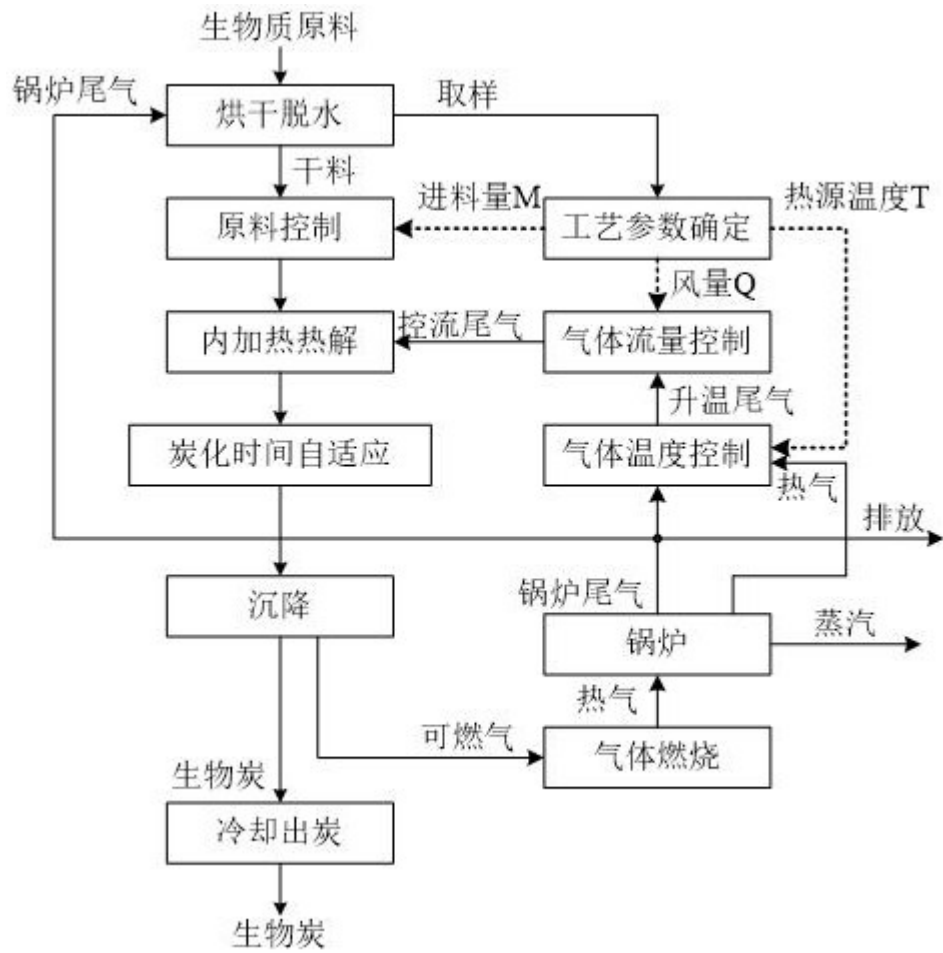


图4