



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117186913 A

(43) 申请公布日 2023.12.08

(21) 申请号 202311351683.0

(22) 申请日 2023.10.18

(71) 申请人 吴峰源

地址 361000 福建省厦门市思明区思明南路422号

(72) 发明人 吴峰源

(51) Int. Cl.

C10B 53/02 (2006.01)

C10B 57/02 (2006.01)

C10B 49/08 (2006.01)

C10B 49/10 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

一种生物质内热式气流回转炭化方法及炭汽联产设备

(57) 摘要

本发明提供了一种生物质内热式气流回转炭化方法及炭汽联产设备,为生物质大规模裂解炭化及炭汽联产提供了技术。该方法包括生物质原料投料、无氧分选、裂解气混燃、流化炭化、气固分配、回转炭化、混合出炭、供热、裂解气循环互利等过程;该设备包括料仓/料斗、进料器、无氧分选器、混燃器、裂解气风机、内热式流化管、气固分配器、出炭机构、内热式回转炉、气体燃烧器、余热锅炉等构成。该炭化方法及炭汽联产设备对原料的适应性强、裂解炭化效率高、而且裂解炭化过程更均衡,特别是克服了焦油和粉末堵管问题,从根本上杜绝了常见内热式回转炭化炉的爆燃问题。

1. 一种生物质内热式气流回转炭化方法,其特征在于,包括:

(1) 生物质原料投料:通过料仓/料斗作为缓存,再利用进料器将生物质原料投入分选空间中;

所述生物质原料为包含块状原料和粉状原料的混杂;

(2) 无氧分选过程:在分选空间内,利用低温裂解气对所述生物质原料进行无氧分选,分选后所述生物质原料中较重的块状原料落入内热式回转炉的内部,所述生物质原料中较轻的粉状原料随低温裂解气一起引出;

所述无氧分选,具体为,一种利用气流分选原理的分选方式,其内部气氛为无氧状态;所述无氧状态为气体的氧分子含量为0或近似为0(小于1%);所述低温裂解气为内热式回转炉的气态产出物,蕴含可燃气体成份,处于无氧状态;

(3) 裂解气混燃:将步骤(2)中所述低温裂解气与高温烟气进行混燃,产生流化裂解气;

所述混燃,具体为,对裂解气的欠氧燃烧,其目的是耗尽高温烟气中的氧含量,提升裂解气的温度,其特征在于,气态产出物仍然是可燃气体并处于无氧状态;所述流化裂解气为低温裂解气与高温烟气混燃的气态产出物;所述高温烟气为气体燃烧炉的气态产出物;

(4) 流化炭化过程:将步骤(3)中所述流化裂解气作为热源对粉状原料进行流化炭化;

所述流化炭化,具体为,粉状原料被所述流化裂解气带动而呈现流化状态,所述流化裂解气与流化状态粉状原料进行悬浮换热,将粉状原料转化为炭粉;所述流化炭化的特征还在于所述流化裂解气与粉状原料顺流(同向)运动,固态产出物为炭粉,气态产出物为中温裂解气;所述中温裂解气处于无氧状态;

(5) 气固分配:将步骤(4)中所述中温裂解气一分为二:第一部分不携带炭粉,第二部分携带炭粉;将第一部分的中温裂解气作为气态燃料送入气体燃烧器;

(6) 工艺判断:对步骤(5)中所述第二部分的中温裂解气温度 t 进行测量,并与炭化温度 T 进行对比;所述炭化温度 T 为内热式回转炉中块状原料达到炭化要求所需要的温度;

若中温裂解气温度 $t \geq$ 炭化温度 T ,则将步骤(5)中第二部分的中温裂解气引入内热式回转炉;

若中温裂解气温度 $t <$ 炭化温度 T ,则对步骤(5)中第二部分的中温裂解气与高温烟气进行二次混燃;再将高温裂解气引入内热式回转炉;

所述二次混燃为对中温裂解气与高温烟气的再次混燃;所述高温裂解气为二次混燃的气态产物,其特征在于处于高温裂解气是可燃气体并处于无氧状态,且其温度大于炭化温度 T ;

(7) 回转炭化过程:将步骤(6)中所述高温裂解气或所述第二部分的中温裂解气作为热源引入内热式回转炉内部,进行回转炭化;

所述回转炭化,具体为,块状原料与所述热源在回转炉内进行直接热交换,块状原料逐渐升温至所述炭化温度 T ,并转化为炭块;所述回转炭化的特征在于,所述热源与块状原料逆流(反向)运动,固态产出物为炭块,气态产出物为低温裂解气;所述回转炭化的特征在于,内热式回转炉内部气氛始终处于无氧状态;

(8) 混合出炭:炭粉在内热式回转炉内部沉降,与炭块混合并一起由出炭机构的出炭口,冷却并排出;

(9) 供热:步骤(5)中所述第一部分的中温裂解气在气体燃烧器中进行充分燃烧,气态

产物为高温烟气;所述高温烟气与所述低温裂解气的混燃,为所述流化炭化提供热能;所述气体燃烧器中多余的高温烟气或中温裂解气可引入余热锅炉或燃气锅炉进行能量回收利用,产生蒸汽为企业供热;

(10) 裂解气循环互利:所述循环为将步骤(7)中生成的所述低温裂解气又重新引回步骤(2)中用于所述无氧分选,实现裂解气循环;所述互利为回转炭化过程的气态产出物(低温裂解气)为所述流化炭化提供热源,流化炭化过程的气态产出物(中温裂解气)又为所述回转炭化提供热源,两个炭化过程相互利用。

2. 一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备,其特征在于,包括:

料仓/料斗、进料器、无氧分选器、混燃器、裂解气风机、内热式流化管、气固分配器、出炭机构、内热式回转炉、气体燃烧器、余热锅炉构成;

所述料仓/料斗底部与所述进料器相连;所述进料器与所述无氧分选器相连,使所述料仓/料斗内的生物质原料进入所述无氧分选器的内部空间中;

所述无氧分选器为一种利用气流分选原理的机构,其特征在于,以低温裂解气作为分选气流,内部气氛为无氧状态;所述无氧分选器设有入口和出口;所述入口连接所述内热式回转炉进料端且内部空间相通;所述出口连接所述混燃器;

所述混燃器为对低温裂解气与高温烟气进行混燃的机构,气态产出物为流化裂解气;所述混燃器设有第一入口、第二入口和出口;所述第一入口连接无氧分选器,引入所述低温裂解气;所述第二入口连接所述气体燃烧器,引入所述高温烟气;所述出口连接所述内热式流化管,将流化裂解气引出;所述低温裂解气为内热式回转炉的气态产出物;所述高温烟气为气体燃烧器的气态产出物;

所述内热式流化管为实施流化炭化的机构,固态产出物为炭粉,气态产出物为中温裂解气;所述内热式流化管由耐火材料或耐高温金属为外壁的长甬道形的炭化管道,设有入口和出口;所述入口连接所述混燃器,将所述流化裂解气及所携带的粉状原料引入;所述出口连接所述气固分配器,将所述中温裂解气及炭粉引出;

所述裂解气风机可以置于无氧分选器与混燃器之间,也可置于混燃器与内热式流化管之间,也可置于内热式流化管与气固分配器之间,为内热式流化管气体的流动提供动力;

所述气固分配器为一个内部三通结构,设有入口、第一出口和第二出口;所述气固分配器对所述中温裂解气及所携带炭粉进行重新分配:第一部分中温裂解气不携带炭粉,由所述第一出口引出;第二部分中温裂解气携带炭粉,由所述第二出口引出;所述入口连接所述内热式流化管;所述第一出口连接气体燃烧器;所述第二出口有两种连接方式:

第一种连接方式,是与所述出炭机构相连,将所述第二部分中温裂解气及所携带炭粉引入出炭机构的内部空间中;

第二种连接方式,是与二次混燃器相连;所述二次混燃器为对所述第二部分中温裂解气进行混燃的机构,气态产出物为高温裂解气;所述二次混燃器设有第一入口、第二入口和出口;所述第一入口连接所述气固分配器;所述第二入口连接所述气体燃烧器,引入所述高温烟气;所述出口通过高温风机与出炭机构相连,将所述高温裂解气及所携带炭粉引入出炭机构的内部空间中;

所述出炭机构设有进气口和进料口,底部设置有出炭口;所述进气口连接所述气固分配器或所述高温风机;所述进料口与内热式回转炉出料端相连且内部空间相通;所述出炭

口连接有冷却设备,对所排出的炭进行冷却;

所述内热式回转炉为通过内部热源对生物质原料进行加热的回转炉机构;所述内热式回转炉设置有进料端和出料端;生物质原料由所述进料端进入,转换为炭后再由所述出料端进入所述出炭机构;所述低温裂解气由所述进料端引入所述无氧分选器;

所述气体燃烧器为对可燃气体进行充分燃烧的机构,气态产出物为高温烟气;所述气体燃烧器设置入口、配空口、第一出口;所述入口连接所述气固分配器;所述配空口连接配空风机;所述气体燃烧器第一出口连接所述混燃器;对应所述气固分配器的第二种连接方式,所述气体燃烧器还设置有第二出口;所述第二出口连接所述二次混燃器,为二次混燃提供高温烟气。所述气体燃烧器设置有余热出口;所述余热出口连接余热锅炉,对多余的高温烟气进行余热回收利用,实现炭汽联产。

一种生物质内热式气流回转炭化方法及炭汽联产设备

技术领域

[0001] 本发明属于生物质废弃物的资源化利用技术及生物质能源装备领域,具体涉及一种生物质内热式气流回转炭化方法及炭汽联产设备。

背景技术

[0002] 我国的生物质资源十分丰富,分布广、可持续供应。特别是随着社会的不断发展进步,人民尤其是农村居民生活水平显著提高。随着我国农林业的生产规模越来越大,而同时农村又大量使用液化气、煤炭作为日常能源使用。这样,使得木材、竹材的下脚料、谷壳、农作物秸秆等农林业废弃物越来越多。农林业废弃物处置不易,堆放占用大量的土地;如果直接焚烧掉(如秸秆烧荒)又会造成空气污染、破坏生态环境。如何有效利用农林业的生物质废弃物变废为宝一直是热点话题。因此,研究生物质废弃物资源化及合理开发利用技术,具有重要的现实意义。

[0003] 生物质炭化技术,是高值化综合回收利用农林业生物质废弃物,提高商品附加值的有效途径之一。生物质炭用途广泛,应用于工业、农业、环保、家庭等多个领域,如用于制造火药、炸药、蚊香助燃剂、炭基肥等。

[0004] 传统的炭化生产采用间歇闷烧式炭化工艺,存在炭化不均均匀,生产效率低下的问题。目前市场上已开始采用回转炭化炉的生产方式,这种回转炭化炉基本采用外热的加热方式以保证炉内的无氧状态。但是,这种外部加热方式需要以回转炉的外壁作为导热面;不但导热效率不高,而且加热温度也受到回转窑金属材质的限制。因此,外热式回转炭化炉难以实现大规模和低挥发份炭制品的生产。内热式的加热方式是将高温烟气直接引入炉中,以解决导热面受限的问题,为大规模炭化生产提供了可以性。但是,内热式回转炉难以解决炉内气氛的含氧量的问题。炉内的氧气不但有可能引发爆燃造成安全隐患;而且氧气会烧蚀一部分炭,造成炭制品的得率下降。目前,内热式回转炭炉只用于煤基或木基活性炭的生产过程。

[0005] 而且,现实中的生物质废弃物来源种类多,特别是形态形状大小各异,有长条状、方状,也有薄片状、粉状。这些生物质废弃物在实际收、储、运过程中,往往都是混合、掺杂和堆放在一起。这些生物质废弃物所需要的炭化时间和炭化程度也差异明显。如果不对这些原理进行差异化处置,也难以保证炭制品的均衡性,更难以实现大规模炭化的生产过程。因此,对生物质废弃物中的块状原料(如长条状、块状的竹木块等)和粉状原料(如锯屑、竹粉等)进行差异化炭化,有利于提高炭化产能。那么,亟需寻找一种生产能力和热效率远高于传统方式的新型炭化方法及炭汽联产设备。

发明内容

[0006] 本发明提供一种生物质内热式气流回转炭化方法及炭汽联产设备,可以有效提高现有回转炭化炉的产能,提高炭化过程的加热效率,同时克服生物质原料中大小形状的差异性问题,

[0007] 本发明提供的方法及设备可以不用事先对生物质原料进行分选,可直接将块状原料和粉状原料混杂在一起上料。而且,在设备上利用了内热的加热方式,提高了原料的导热速度和炭化效率,实现了大规模的炭化生产。同时,对于粉状原料可以自动有效的缩短炭化时间,而对于块状原料又可自动延长炭化时间,从而达到炭化的均衡性。

[0008] 为实现上述的新型的生物质废弃物炭化技术目标,本发明提供一种生物质内热式气流回转炭化方法及炭汽联产设备。

[0009] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0010] 一种生物质内热式气流回转炭化方法,包括:

[0011] (1) 生物质原料投料:通过料仓/料斗作为缓存,再利用进料器将生物质原料投入分选空间中;所述生物质原料为包含块状原料和粉状原料的混杂;

[0012] (2) 无氧分选过程:在分选空间内,利用低温裂解气对所述生物质原料进行无氧分选;分选后所述生物质原料中较重的块状原料落入内热式回转炉的内部,所述生物质原料中较轻的粉状原料随低温裂解气一起引出;

[0013] 所述无氧分选,具体为,一种利用气流分选原理的分选方式,其特征在于内部气氛为无氧状态;所述无氧状态为气体的氧分子含量为0或近似为0,可以设置含氧量小于1%作为近似为0的标准;所述低温裂解气为内热式回转炉的气态产出物,蕴含可燃气体成份,处于无氧状态;

[0014] (3) 裂解气混燃:将步骤(2)中所述低温裂解气与高温烟气进行混燃,产生流化裂解气;步骤(1)中的粉状原料也进入所述流化裂解气中;

[0015] 所述混燃,具体为,对裂解气的欠氧燃烧,其目的是耗尽高温烟气中的氧含量,提升裂解气的温度,其特征在于,气态产出物仍然是可燃气体并处于无氧状态;

[0016] 所述流化裂解气为低温裂解气与高温烟气混燃的气态产出物,是可燃气体并处于无氧状态;所述高温烟气为气体燃烧炉的气态产出物;

[0017] (4) 流化炭化过程:将步骤(3)中所述流化裂解气作为热源对粉状原料进行流化炭化;

[0018] 所述流化炭化,具体为,粉状原料被所述流化裂解气带动而呈现流化状态,所述流化裂解气与流化状态粉状原料进行悬浮换热,迅速将粉状原料转化为炭粉;所述流化炭化的特征还在于所述流化裂解气与粉状原料顺流(同向)运动,固态产出物为炭粉,气态产出物为中温裂解气;所述中温裂解气处于无氧状态;

[0019] (5) 气固分配:将步骤(4)中所述中温裂解气一分为二:第一部分不携带炭粉,第二部分携带炭粉;将第一部分的中温裂解气作为气态燃料送入气体燃烧器;

[0020] 所述第一部分中温裂解气和第二部分中温裂解气的分配比例,以第二部分中温裂解气优化满足所述内热式回转炉所需热源流量为标准,多余的中温裂解气再分配作为第一部分中温裂解气。具体来说,第二部分中温裂解气分配过多,会造成内热式回转炉内部气压偏大,裂解气从内热式回转炉动密封处泄露;第二部分中温裂解气分配过少,又会造成内热式回转炉所需热源不足。

[0021] (6) 工艺判断:对步骤(5)中所述第二部分的中温裂解气温度 t 进行测量,并与炭化温度 T 进行对比;所述炭化温度 T 为内热式回转炉中块状原料达到炭化要求所需要的温度;

[0022] 若中温裂解气温度 $t \geq$ 炭化温度 T ,则将步骤(5)中第二部分的中温裂解气引入

内热式回转炉；

[0023] 若中温裂解气温度 $t < \text{炭化温度}T$ ，则对步骤(5)中第二部分的中温裂解气与高温烟气进行二次混燃；再将高温裂解气引入内热式回转炉；

[0024] 所述二次混燃为对中温裂解气与高温烟气的再次混燃；所述高温裂解气为二次混燃的气态产物，其特征之处在于处于无氧状态，且其温度大于炭化温度 T ；

[0025] (7) 回转炭化过程：将步骤(6)中所述高温裂解气或所述第二部分的中温裂解气作为热源引入内热式回转炉内部，进行回转炭化；

[0026] 所述回转炭化，具体为，块状原料与所述热源在回转炉内进行直接热交换，块状原料逐渐升温至所述炭化温度 T ，并转化为炭块；所述回转炭化的特征之处在于，所述热源与块状原料逆流(反向)运动，固态产出物为炭块，气态产出物为低温裂解气；所述回转炭化的特征之处在于，内热式回转炉内部气氛始终处于无氧状态；

[0027] (8) 混合出炭：炭粉在内热式回转炉内部沉降，与炭块混合并一起由出炭机构的出炭口，冷却并排出

[0028] (9) 供热：步骤(5)中所述第一部分的中温裂解气在气体燃烧器中进行充分燃烧，气态产物为高温烟气；所述高温烟气与所述低温裂解气的混燃，为所述流化炭化提供热能；所述气体燃烧器中多余的高温烟气或中温裂解气可引入余热锅炉或燃气锅炉进行能量回收利用，产生蒸汽为企业供热。

[0029] (10) 裂解气循环互利：所述循环为将步骤(7)中生成的所述低温裂解气又重新引回步骤(2)中用于所述无氧分选，实现裂解气循环；所述互利为回转炭化过程的气态产出物(低温裂解气)为所述流化炭化提供热源，流化炭化过程的气态产出物(中温裂解气)又为所述回转炭化提供热源，两个炭化过程相互利用；

[0030] 在一些实施例中，所述生物质原料中的大块原料最大直径不超过50cm。

[0031] 在一些实施例中，所述生物质原料需要进行干燥脱水，将所述生物质原料的含水率降到20%以下。

[0032] 在一些实施例中，所述生物质原料中的粉状原料直径小，又处于流化状态，因此流化炭化在很短的时间(几秒钟)内就可以完全或接近完全炭化。

[0033] 在一些实施例中，在内热式回转炉的内壁增加厚度或内嵌蓄热材料以形成蓄热内壁，所述高温裂解气或所述中温裂解气与蓄热内壁进行气相-固相换热，蓄热内壁又再与块状原料进行传导换热，从而增加了换热途径，提高了内热式回转炉的热交换效率。

[0034] 为进一步实现上述目标，本发明还提供一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备，包括：料仓/料斗、进料器、无氧分选器、混燃器、裂解气风机、内热式流化管、气固分配器、出炭机构、内热式回转炉、气体燃烧器、余热锅炉构成。

[0035] 所述料仓/料斗的底部与所述进料器相连；所述进料器与所述无氧分选器相连，使料仓/料斗内的生物质原料经由进料器，进入无氧分选器内部的空间中。

[0036] 所述无氧分选器为一种利用气流分选原理的机构，可将所述生物质原料中的块状原料与粉状原料分离，其特征之处在于内部气氛为无氧状态；所述无氧分选器设有入口和出口；所述无氧分选器的入口与内热式回转炉的进料端相连且内部空间相通；所述内热式回转炉的气态产物低温裂解气被引入作为气流分选的气流；所述块状原料落入内热式回转炉的进料端；所述粉状原料随所述低温裂解气由所述无氧分选器的出口引出；所述无氧分选器的

出口连接所述混燃器；

[0037] 所述混燃器为对低温裂解气与高温烟气进行混燃的机构，气态产出物为流化裂解气；所述混燃器设有第一入口、第二入口和出口；所述混燃器的第一入口连接无氧分选器，引入所述低温裂解气；所述混燃器的第二入口与气体燃烧器相连，引入所述高温烟气；所述混燃器的出口与内热式流化管相连，将流化裂解气引出；所述高温烟气为气体燃烧器的气态产出物；

[0038] 所述内热式流化管为实施所述流化炭化的机构，固态产出物为炭粉，气态产出物为中温裂解气；所述内热式流化管由耐火材料或耐高温金属为外壁的长通道，设有入口和出口，其特征在于内部的粉状原料在气流的作用下处于流化状态；所述内热式流化管的入口连接所述混燃器，将所述流化裂解气及所携带的粉状原料引入；所述内热式流化管的出口与气固分配器相连，将中温裂解气及所携带的炭粉引出到气固分配器中；

[0039] 所述裂解气风机为所述低温裂解气的流动提供动力；所述裂解气风机可以置于无氧分选器与混燃器之间，也可置于混燃器与内热式流化管之间，也可置于内热式流化管与气固分配器之间；

[0040] 所述气固分配器为对中温裂解气所携带炭粉进行重新分配的机构；所述气固分配器为一个内部三通结构，设有入口、第一出口和第二出口；所述重新分配指将中温裂解气一分为二：第一部分中温裂解气不携带炭粉，第二部分中温裂解气携带炭粉；所述气固分配器的第一出口与气体燃烧器相连，将第一部分不携带炭粉的中温裂解气引入气体燃烧器；所述气固分配器的第二出口有两种连接方式：

[0041] 第一种方式是与所述出炭机构的入口相连，将第二部分中温裂解气及所携带炭粉引入出炭机构的内部空间中；

[0042] 第二种方式是与所述二次混燃器的入口相连，将第二部分中温裂解气及所携带炭粉引入二次混燃器中；所述二次混燃器为对中温裂解气进行混燃的机构，气态产出物为高温裂解气；所述二次混燃器设有第一入口、第二入口和出口；所述二次混燃器的第一入口连接所述气固分配器；所述二次混燃器的第二入口与气体燃烧器相连，引入所述高温烟气；所述二次混燃器的出口通过高温风机与出炭机构相连，将所述高温裂解气及所携带炭粉引入出炭机构的内部空间中；

[0043] 在本发明中提供的一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备，其中，所述气固分配器的第二出口提供了两种连接方式。第一种方式中，直接将所述第二部分中温裂解气作为内热式回转炉的内部热源；这种连接方式结构简单，但中温裂解气温度偏低，适合生产挥发份偏高的炭制品；在第二种方式中，对第二部分中温裂解气先进行二次混燃，转换为高温裂解气后再作为内热式回转炉的内部热源；这种连接方式适合生产低挥发份的炭制品；

[0044] 所述出炭机构设有进气口和进料口，底部设置有出炭口；所述出炭机构的进气口连接所述气固分配器或所述高温风机；所述出炭机构的进料口与内热式回转炉的出料端相连且内部空间相通；所述第二部分中温裂解气或所述高温裂解气作为内部热源由出炭机构的进料口进入内热式回转炉的内部空间中；所述出炭机构的出炭口还连接有冷却设备，对所排出的炭块和炭粉进行冷却；

[0045] 所述内热式回转炉为通过内部热源对生物质原料进行加热的回转炉机构，回转炉壁内嵌保温砖或外部包裹保温材料；所述内热式回转炉设置有进料端和出料端；生物质原

料由内热式回转炉的进料端进入,转换为炭后再由内热式回转炉的出料端进入所述出炭机构;所述低温裂解气由内热式回转炉的进料端引入无氧分选器中;

[0046] 所述气体燃烧器为对可燃气体进行充分燃烧的机构,气态产出物为高温烟气;所述气体燃烧器设置入口、配空口、第一出口;所述气体燃烧器的入口连接所述气固分配器;所述气体燃烧器的配空口连接配空风机;所述气体燃烧器的第一出口与所述混燃器相连,为混燃器提供所述高温烟气。所述气体燃烧器设置有余热出口;所述余热出口连接余热锅炉,对多余的高温烟气进行余热回收利用,实现炭汽联产;

[0047] 在一些实施例中,内热式回转炉的进料端或出料端设置有锥体,以减小进料端或出料端的端口直径;上述设置的锥体可以减小进料端与无氧分选器连接的动密封,也可以减小出料端与出炭机构连接的动密封,有利于提高动密封的可靠性和降低成本。

[0048] 在一些实施例中,采用所述气固分配器的第二种连接方式,所述气体燃烧器还设置有第二出口;所述第二出口连接所述二次混燃器,为二次混燃提供高温烟气;

[0049] 在一些实施例中,所述气固分配器第二出口的一种连接方式,通过在气固分配器第二出口设置两个阀门来实现。具体为,通过一个阀门将气固分配器第二出口与出炭机构的入口相连,同时,通过另一个阀门将气固分配器第二出口与二次混燃器的入口相连。通过两个阀门的关闭和打开来实现第一种方式和第二种方式连接的切换。

[0050] 在一些实施例中,在出炭机构、内热式回转炉或无氧分选器设置气压表,测量内热式回转炉内部空间的压力。气固分配器的第一出口或第二出口处还设置有阀门,通过阀门开度来调整第二部分中温裂解气的流量,从而调整内热式回转炉内部空间的压力。内热式回转炉正常运行时,内部空间的压力应在零压附近保持稳定。

[0051] 采取以上一种生物质内热式气流回转炭化方法和设备后,本发明的有益效果为:

[0052] (1) 对原料的适应性强。本发明提供的方法及设备可以适用于块状原料与粉状原料混杂的生物质原料。本发明无需对生物质原料进行筛分或分选,可直接使用混杂的生物质原料。

[0053] (2) 炭化效率高。本发明提供的方法及设备均采用了内热的加热方式,克服了现有设备中存在的导热面限制,提高了对生物质原料的导热速度和炭化效率。

[0054] (3) 炭化更均衡。本发明提供的方法及设备可以自动根据原料的颗粒度情况调整炭化工艺。对于粉状原料,则使用流化炭化以有效的缩短炭化时间;而对于块状原料则采用回转炭化来延长炭化时间,从而达到不同原料炭化的均衡性。

[0055] (4) 克服了焦油和粉末堵管问题。常规回转炭化炉中的裂解气通过管道引出,在引出过程中裂解气所含的焦油析出,并与粉末一起粘附在管壁上造成堵管问题。本发明提供的方法及设备可以通过混燃提高裂解气温度,避免焦油冷凝,克服了堵管问题,保证了设备长期稳定的运行。

[0056] (5) 杜绝了爆燃问题。本发明提供的方法及设备虽然采用了内热的加热方式,但是热源均经过混燃或二次混燃而处于无氧状态。本发明解决了内热式回转炭化炉内部气氛的含氧量的问题,从而杜绝了内热式回转炭化炉易引发爆燃的安全隐患。

附图说明

[0057] 图1 为本发明的工艺流程图。

[0058] 图2 本发明提供设备实施例一的结构示意图。

[0059] 其中：(1)料斗，(2)进料器，(3)无氧分选器，(3-1)无氧分选器入口，(3-2)无氧分选器出口，(4)混燃器，(4-1)混燃器第一入口，(4-2)混燃器第二入口，(4-3)混燃器出口，(5)裂解气风机，(6)内热式流化管，(6-1)内热式流化管入口，(6-2)内热式流化管出口，(7)气固分配器，(7-1)气固分配器入口，(7-2)气固分配器第一出口，(7-3)气固分配器第二出口，(8)出炭机构，(8-1)出炭机构进气口，(8-2)出炭机构进料口，(8-3)出炭机构出炭口，(9)内热式回转炉，(9-1)内热式回转炉进料端，(9-2)内热式回转炉出料端，(10)气体燃烧器，(10-1)气体燃烧器入口，(10-2)气体燃烧器配空口，(10-3)气体燃烧器第一出口，(10-4)气体燃烧器第二出口，(10-5)气体燃烧器余热出口，(11)二次混燃器，(11-1)二次混燃器第一入口，(11-2)二次混燃器第二入口，(11-3)二次混燃器出口，(12)高温风机，(13)余热锅炉。

[0060] 图3无氧分选器的结构示意图。

[0061] 其中，(2)进料器，(3)无氧分选器，(3-1)无氧分选器入口，(3-2)无氧分选器出口，(3-3)蒙板，(3-4)刮料尺，(6)内热式回转炉，(6-1)内热式回转炉的进料端。

[0062] 图4 本发明中混燃器的结构示意图。

[0063] 其中，(4)混燃器，(4-1)混燃器第一入口，(4-2)混燃器第二入口，(4-3)混燃器出口，(4-4)分配室，(4-5)燃烧腔，(4-6)燃烧孔。

[0064] 图5 本发明中气固分配器的结构示意图。

[0065] 其中，(7)气固分配器，(7-1)气固分配器入口，(7-2)气固分配器第一出口，(7-3)气固分配器第二出口；(7-3)气固分配器锥口。

[0066] 图6本发明提供设备实施例二的结构示意图。

[0067] 其中：(1)料斗，(2)进料器，(3)无氧分选器，(3-1)无氧分选器入口，(3-2)无氧分选器出口，(4)混燃器，(4-1)混燃器第一入口，(4-2)混燃器第二入口，(4-3)混燃器出口，(5)裂解气风机，(6)内热式流化管，(6-1)内热式流化管入口，(6-2)内热式流化管出口，(7)气固分配器，(7-1)气固分配器入口，(7-2)气固分配器第一出口，(7-3)气固分配器第二出口，(8)出炭机构，(8-1)出炭机构进气口，(8-2)出炭机构进料口，(8-3)出炭机构出炭口，(9)内热式回转炉，(9-1)内热式回转炉进料端，(9-2)内热式回转炉出料端，(10)气体燃烧器，(10-1)气体燃烧器入口，(10-2)气体燃烧器配空口，(10-3)气体燃烧器第一出口，(10-4)气体燃烧器第二出口，(10-5)气体燃烧器余热出口，(11)二次混燃器，(11-1)二次混燃器第一入口，(11-2)二次混燃器第二入口，(11-3)二次混燃器出口，(12)高温风机，(13)余热锅炉。

具体实施方式

[0068] 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。

[0069] 本实施例中以竹加工废弃物作为生物质原料为例，结合附图1对本发明中一种生物质内热式气流回转炭化方法的具体实施方式做进一步详述：

[0070] 一种生物质内热式气流回转炭化方法,包括如下步骤:

[0071] (1) 烘干:竹加工废弃物包含由竹头、竹梢破碎得到的块状原料,最大块径在50mm以下,也包含竹屑、竹粉等粉状原料;该生物质原料的含水率在40%左右。先利用烘干回转窑对该生物质原料进行干燥脱水,将生物质原料的含水率降到20%以下。

[0072] (2) 投料:利用输送带将烘干后的生物质原料送到料斗中,以料斗作为缓存;再使用螺旋进料机作为进料器,将料斗中的生物质原料按2吨/小时的投料量,投入无氧分选器的分选空间中。

[0073] (3) 无氧分选过程:在无氧分选器的分选空间里,使用低温裂解气形成一个5米/秒向上的分选气流,整个分选空间处于无氧状态。生物质原料中较重的块状原料会在重力的作用下落入无氧分选器底部或内热式回转炉中;而生物质原料中平均粒径小于2mm的粉状原料受分选气流的作用而向上运动,并随低温裂解气一起由无氧分选器上端的出口引出。本实施例中,低温裂解气是内热式回转炉的气态产出物,温度为310℃,蕴含可燃气体成份,处于无氧状态。

[0074] (4) 裂解气混燃:将无氧分选器中排出的低温裂解气与高温烟气在混燃器中进行混燃。该步骤中的混燃,具体来说,是以低温裂解气为燃料的欠氧燃烧,高温烟气提供氧分子,目的是耗尽高温烟气中的氧含量,并提升低温裂解气的温度。本实施例中,混燃的产出物是流化裂解气,温度为700℃,是可燃气体并处于无氧状态。粉状原料也随流化裂解气一起运动。这里混燃所需要的高温烟气由气体燃烧炉引出。

[0075] (5) 流化炭化过程:通过裂解气风机,将步骤(4)中混燃所产生的流化裂解气引入内热式流化管中;同时,流化裂解气所携带的粉状原料也一起进入内热式流化管。在内热式流化管中,流化裂解气与粉状原料顺流(同向)运动。在流化裂解气的作用下,粉状原料被带动而呈现流化状态;流化裂解气与流化状态粉状原料进行悬浮换热,迅速将粉状原料加热到500℃,从而发生流化炭化。在本实施例中,流化炭化的固态产出物为炭粉,温度为500℃;其气态产出物为中温裂解气,温度为520℃,并处于无氧状态;固态产出物和气态产出物均由内热式流化管的出口引出。

[0076] 本实施例中,粉状原料的粒径小于2mm,又在700℃高温工况下处于流化状态,因此流化炭化在8秒钟内就可以完全炭化。

[0077] (6) 气固分配:将步骤(5)中产生的520℃中温裂解气一分为二:第一部分中温裂解气不携带炭粉,约占中温裂解气总气量的40%;第二部分中温裂解气携带炭粉,约占中温裂解气总气量的60%;将第一部分中温裂解气作为气态燃料送入气体燃烧器。

[0078] (7) 确定工艺参数:本实施例中,要求生产的竹炭挥发份在10%左右。则取少许竹块,放入高温陶瓷坩埚,利用高温马沸炉进行炭化试验。采用YB/T5189-2000国标中,关于炭素材料挥发份的测定方法,确定竹炭挥发份在10%时所需的炭化温度T。在本实施例中,经过马沸炉试验,确定竹块在炭化温度T=560℃条件下进行炭化,其固定炭中挥发份含量为10%。

[0079] (8) 工艺判断与实施:使用K型热电偶,对步骤(6)中第二部分中温裂解气温度t进行测量。在本实施例中,实测的中温裂解气温度t=520℃。

[0080] 在本实施例中,实测的中温裂解气温度t=520℃ < 竹块炭化温度T=560℃,则将步骤(6)中第二部分中温裂解气引入二次混燃器中,与高温烟气再进行二次混燃;

[0081] (9) 二次混燃过程:该步骤中的二次混燃是以中温裂解气为燃料的欠氧燃烧,高温

烟气提供氧分子,耗尽高温烟气中的氧含量,进一步提升中温裂解气的温度。本实施例中,二次混燃的产出物是高温裂解气,是可燃气体并处于无氧状态,温度为600℃;再利用高温风机将高温裂解气及其所携带的炭粉,引入出炭机构。

[0082] (10) 回转炭化过程:600℃高温裂解气作为热源被引入出炭机构,再由出炭机构进入内热式回转炉的内部空间中。高温裂解气所携带的炭粉也一并进入内热式回转炉的内部空间。

[0083] 在内热式回转炉内,600℃高温裂解气与块状原料逆流(反向)运动;在逆流运动过程中,高温裂解气与块状原料进行热交换,块状原料逐渐升温至560℃以上,转化为炭块并由出料端排出;本实施例中,内热式回转炉的内部气氛始终处于无氧状态,气态产出物低温裂解气的温度为310℃。

[0084] 在本实施例中,在内热式回转炉内壁嵌入230mm厚的耐火砖形成蓄热内壁,高温裂解气与蓄热内壁进行气相-固相换热,蓄热内壁又再与块状原料进行传导换热,这样可以增加换热途径,提高内热式回转炉的热交换效率。

[0085] (11) 混合出炭:高温裂解气所携带的炭粉在内热式回转炉内部空间里沉降,与炭块混合,并一起进入出炭机构;再由出炭机构的出炭口排出,冷却至常温进行包装。

[0086] (12) 供热:将步骤(6)产生的第一部分中温裂解气作为气态燃料引入气体燃烧器中,对该气态燃料进行充分燃烧,燃烧的气态产物为高温烟气,温度1100℃。在本实施例中,将该高温烟气分成两部分:一部分引入混燃器,用于与低温裂解气的混燃;另一部分引入二次混燃器,用于与中温裂解气的二次混燃;

[0087] 在本实施例中,再将气体燃烧器中多余的高温烟气引入4吨/小时的余热锅炉进行能量回收,产生0.8MPa压力的蒸汽供企业使用。

[0088] (13) 裂解气循环互利:将步骤(10)中生成的310℃低温裂解气又重新引回无氧分选器作为分选气流,实现裂解气循环;

[0089] 在本实施例中,对回转炭化炉的气态产出物(310℃低温裂解气)进行混燃,生成700℃无氧状态的流化裂解气,为流化炭化提供热源;对内热式流化管的气态产出物(520℃中温裂解气)进行二次混燃,生成600℃无氧状态的高温裂解气,又为回转炭化提供热源;这两个炭化过程相互利用;

[0090] 本发明中还提供一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备。下面,本实施例一以竹加工废弃物作为生物质原料为例,对本发明中一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备的具体实施方式做进一步详述。

[0091] 实施例一

[0092] 参见附图2,为本发明中一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备的一种具体实施方式:

[0093] 一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备,包括:料斗1、进料器2、无氧分选器3、混燃器4、裂解气风机5、内热式流化管6、气固分配器7、出炭机构8、内热式回转炉9、气体燃烧器10、二次混燃器11、高温风机12、余热锅炉13构成。

[0094] 本实施例中,料斗1选用长1m、宽1m、深1.5m的倒锥形原料斗,料斗的底部开口大小为300mm×300mm。料斗1底部安装开口为300mm×300mm、下料速度20立方/小时的关风机。进料器2选用螺旋进料机,基本参数为:长2m、直径0.4m、进料速度20立方/小时。

[0095] 烘干后的生物质原料经12m长的输送带,按3吨/小时的进料量传送至料斗1中,经由料斗1底部安装的关风机落入进料器2中。进料器2再将生物质原料送入无氧分选器3内部的空间中。

[0096] 本实施例中,结合附图3对本发明中无氧分选器3的结构和功能进行说明。无氧分选器3为一种利用气流分选原理的机构,可将所述生物质原料中的块状原料与粉状原料分离。本实施例中的无氧分选器3为一种水平横向放置的锥形结构,锥底开口作为入口3-1,入口直径1.7m,通过动密封与内热式回转炉9的进料端9-1相连且内部空间相通。锥顶设置有蒙板3-3,进料器2穿过蒙板3-3将生物质原料送入无氧分选器3内部的空间中。无氧分选器3沿锥壁设置有刮料尺3-4,刮料尺3-4一端固定在内热式回转炉9内壁上;刮料尺3-4可随内热式回转炉9的转动而在锥壁做圆周运动,将落入无氧分选器3底部的原料刮入内热式回转炉9中。

[0097] 无氧分选器3的上端设置有出口3-2,出口直径0.3m;内热式回转炉的气态产物低温裂解气(温度为310℃,蕴含可燃气体成份,处于无氧状态)由进料端6-1被引入无氧分选器3,作为分选气流;低温裂解气经锥形结构后,气体流速得到加快,在无氧分选器3的出口3-2附近形成一个5米/秒向上的分选气流。生物质原料中较重的块状原料会在重力的作用下落入内热式回转炉9中;部分落入无氧分选器3底部的原料也会在刮料尺的作用下,重新回到内热式回转炉9中。而生物质原料中平均粒径小于2mm的粉状原料受分选气流的作用而向上运动,并随低温裂解气一起由无氧分选器3上端的出口3-2引出。无氧分选器3的出口3-2连接混燃器4;整个无氧分选器3的分选空间在正常工作时,始终处于无氧状态。

[0098] 混燃器4为对低温裂解气与高温烟气进行混燃的机构,气态产出物为流化裂解气;在混燃器4中,低温裂解气为燃料进行欠氧燃烧,高温烟气提供氧分子,混燃的目的是耗尽高温烟气中的氧含量,并提升低温裂解气的温度。在本实施例中,低温裂解气的温度为310℃;高温烟气温度为1100℃,含氧量为5%;经混燃后,生成流化裂解气,温度为700℃,处于无氧状态。混燃器4设有第一入口4-1、第二入口4-2和出口4-3;混燃器4的第一入口4-1连接无氧分选器3,引入低温裂解气及其所携带的粉状原料;混燃器4的第二入口4-2与气体燃烧器10相连,引入高温烟气;混燃器4的出口4-3与内热式流化管6相连,将流化裂解气引出;高温烟气为气体燃烧器的气态产出物;

[0099] 本实施例中,结合附图4对本发明中混燃器4的结构和功能进行说明。附图4A中是一种优选的混燃器实施方案。高温烟气经第二入口4-2进入混燃器4内部。在混燃器4内部设有分配室4-4,分配室4-4将高温烟气均匀分配到环形的燃烧腔4-5中。燃烧腔4-5表面分布有均匀的燃烧孔4-6,可以使高温烟气与裂解气充分混合,以耗尽高温烟气中的氧含量。

[0100] 附图4B中是一种较简化的混燃器实施方案。第一入口4-1采用弯头结构,由一侧接入混燃器4;第二入口4-2采用嵌入式弯头结构,由另一侧接入混燃器4内部。在嵌入式弯头的一端焊接有圆柱形的燃烧腔4-5,燃烧腔表面分布有均匀的燃烧孔4-6。在圆柱形的燃烧腔4-5的端头处,设置有喷口,使高温烟气进一步形成湍流,以提高混燃效果。

[0101] 附图4C中是另一种较简化的混燃器实施方案,采用高温烟气走外层,裂解气走内层的工艺结构。混燃器4由耐火砖砌铸成的长条形燃烧管道构成;一端为第二入口4-2,另一端为出口4-3。高温烟气由燃烧管道一端进入,经混燃耗尽氧含量之后由燃烧管道另一端出口4-3引出。第一入口4-1采用嵌入式弯头结构,将裂解气引入到混燃器4的内层。该方案中,

混燃器4的外壳温度超过1000℃,需要内嵌耐火砖。在附图2所示的实施例中,采用了附图4C所示的混燃器实施方案。

[0102] 裂解气风机5为低温裂解气的流动提供动力;在本实施例中,裂解气风机5选用304不锈钢材质、全压2000Pa、流量15000标立方/小时、功率15KW的离心风机。裂解气风机5置于混燃器4的出口4-3与内热式流化管6之间,裂解气风机5入口连接混燃器4的出口4-3,裂解气风机5出口连接内热式流化管6的入口。

[0103] 本实施例中的内热式流化管6为采用耐火砖内砌铸而成或采用耐高温金属310S作为外壁的甬道形炭化通道,长度12m,等效内径0.5m。内热式流化管6设有入口6-1和出口6-2;内热式流化管6的入口6-1连接裂解气风机5,将700℃的流化裂解气及所携带的粉状原料引入。内热式流化管6内部的平均气流流速为6m/s,粉状原料在该气流的作用下处于流化状态;流化裂解气与流化状态粉状原料进行悬浮换热,迅速将粉状原料加热到500℃,发生流化炭化。本实施例中,流化炭化的固态产出物为500℃的炭粉,气态产出物为520℃的中温裂解气。内热式流化管6的出口6-2与气固分配器7相连,将520℃的中温裂解气及所携带的炭粉引出到气固分配器7中。

[0104] 气固分配器7为一个内部三通结构,设有入口7-1、第一出口7-2和第二出口7-3;气固分配器7的功能是对中温裂解气及所携带的炭粉重新进行分配,中温裂解气被一分为二:第一部分中温裂解气不携带炭粉,由气固分配器7的第一出口7-2引入气体燃烧器10;第二部分中温裂解气携带炭粉,由气固分配器7的第二出口7-3引入二次混燃器11。在本实施例中,气固分配器7的第一出口7-2还连接有蝶阀,调整第一部分和第二部分中温裂解气的流量比。本实施例中,可以根据设置在出炭机构8顶端的气压表调整蝶阀的开度。通过调整蝶阀的开度,使出炭机构8内部压力为恒定值,本实施例中为10Pa。

[0105] 本实施例中,结合附图5对本发明中气固分配器7的结构和功能进行说明。附图5A中是一种优选的气固分配器实施方案。气固分配器7采用旋风分离器的结构,但是在中心管上设置有锥口7-4。中温裂解气及所携带炭粉由入口7-1引入旋风分离器。在离心力的作用下,炭粉由设置在旋风分离器底部的第二出口7-3引出;而不含炭粉的一部分中温裂解气由设置在旋风分离器顶部的第一出口7-2引出;锥口7-4的存在,使气固分配器7内部气压为正压,部分中温裂解气被迫亦从第二出口7-3引出。从而达到了气固分配器7的功能要求。

[0106] 附图5B中是一种较简化的气固分配器实施方案。气固分配器7采用重力沉降室的结构,中温裂解气及所携带炭粉由入口7-1引入重力沉降室。在挡板的作用下,炭粉和一部分中温裂解气由设置在沉降室底部的第二出口7-3引出;而不含炭粉的另一部分中温裂解气,则绕到挡板后方的第一出口7-2引出。该实施方案实现了气固分配器7的功能要求。

[0107] 附图5C中是另一种较简化的气固分配器实施方案。气固分配器7采用惯性除尘器的结构,中温裂解气及所携带炭粉由入口7-1引入直管段。炭粉在惯性的作用下沿直线飞行,集中在直管段的另一端,从第二出口7-3引出。而不含炭粉的另一部分中温裂解气,则通过旁路由第一出口7-2引出。该实施方案实现了气固分配器7的功能要求。

[0108] 二次混燃器11采用与混燃器4类似的机构,同样设置有第一入口11-1、第二入口11-2和出口11-3。二次混燃器11的第一入口11-1连接气固分配器7,引入中温裂解气;二次混燃器11的第二入口11-2与气体燃烧器10相连,引入高温烟气;在本实施例中,二次混燃器11对520℃的中温裂解气和1100℃、含氧量5%的高温烟气进行混燃,气态产出物为600℃高

温裂解气。

[0109] 高温风机12为高温裂解气的流动提供动力;在本实施例中,高温风机12选用310S高温不锈钢材质、全压2000Pa、流量20000标立方/小时、功率18KW的离心风机。高温风机12置于二次混燃器11的出口11-3与出炭机构8之间,将高温裂解气及所携带炭粉引入出炭机构8的内部空间中。

[0110] 在本实施例中,出炭机构8为长1m、宽2m、高2m的舱体;出炭机构8设有进气口8-1和进料口8-2,底部设置有出炭口8-3。进料口8-2的直径1.7m,通过动密封与内热式回转炉9的出料端9-2相连且内部空间相通。出炭机构8的进气口8-1连接高温风机,将高温裂解气及所携带炭粉引入内热式回转炉9的内部空间中。出炭机构8的出炭口8-3连接有水冷螺旋,对出炭口8-3所排出的炭块和炭粉冷却至常温。

[0111] 内热式回转炉9为通过内部热源对生物质原料进行加热的回转炉机构。本实施例中,选用的内热式回转炉9的长度15m,直径2m,倾斜5°,由两个拖轮支撑,并由一个齿轮带动旋转。内热式回转炉9的炉壁内嵌两层耐火砖或保温砖,外部再包裹100mm厚的保温棉。内热式回转炉9设置有进料端9-1和出料端9-2;生物质原料由内热式回转炉9的进料端9-1进入,转换为炭后再由出料端9-2进入出炭机构8;炭化的气态产物低温裂解气由内热式回转炉9的进料端9-1引入无氧分选器3中。

[0112] 气体燃烧器10为对可燃气体进行充分燃烧的机构。本实施例中,气体燃烧器10采用燃烧枪和燃烧室的组合方案。气体燃烧器10设置有入口10-1、配空口10-2、第一出口10-3和第二出口10-4。气体燃烧器10的入口10-1连接气固分配器,引入中温裂解气;配空口10-2接入配空风机;中温裂解气和空气在燃烧枪中起火燃烧,火焰进入燃烧室中,产生1100℃、含氧量5%的高温烟气。气体燃烧器10的第一出口10-3与混燃器4相连,为混燃器4提供高温烟气。气体燃烧器10的第二出口10-4连接二次混燃器11,为二次混燃器11提供高温烟气。

[0113] 本实施例中,气体燃烧器10还设置有余热出口10-5,连接余热锅炉13,产生4吨/小时、0.8MPa压力的蒸汽供企业使用。余热锅炉13的尾气通过环保设备,达到排放标准后,再经过烟囱排放。

[0114] 实施例二

[0115] 参见附图6,为本发明中一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备的另一种具体实施方式:

[0116] 一种生物质内热式气流回转炭汽联产设备,包括:料斗1、进料器2、无氧分选器3、混燃器4、裂解气风机5、内热式流化管6、气固分配器7、出炭机构8、内热式回转炉9、气体燃烧器10、二次混燃器11、高温风机12构成。

[0117] 相对于实施例一,本实施例中的混燃器4采用如附图4A中所示优选的方案。该技术方案中采用环形的燃烧腔4-5和均匀的燃烧孔4-6,有利用于使高温烟气与裂解气充分混合,提高混燃效率。在本实施例中,低温裂解气的温度为310℃;高温烟气温度的1100℃,含氧量为5%;经混燃后,生成更高温度的流化裂解气,温度可达800℃,处于无氧状态。

[0118] 相对于实施例一,本实施例中流化裂解气的温度达到800℃,内热式流化管6采用耐火砖内砌铸而成的甬道形炭化通道,这样有利于实现高温的流化炭化。本实施例中,800℃的流化裂解气与流化状态粉状原料进行悬浮换热,发生流化炭化。流化炭化的固态产出物为600℃的炭粉,气态产出物为620℃的中温裂解气。

[0119] 相对于实施例一,本实施例中气固分配器7采用如附图5B所示的一种较简化的气固分配器实施方案。该方案结构简单,制作成本也相对较低。第一出口7-2设置有蝶阀1,用于调整两部分中温裂解气的流量比。

[0120] 相对于实施例一,本实施例中,在气固分配器7的第二出口7-3连接有一个三通管道。一端通过蝶阀2连接出炭机构8的进气口8-1,另一端通过蝶阀3连接二次混燃器11的第一入口11-1。

[0121] 相对于实施例一,本实施例中,在内热式流化管6出口6-2处设置有热电偶,测量中温裂解气温度 t 。若中温裂解气温度 $t \geq$ 炭化温度 T ,则蝶阀2打开,蝶阀3关闭,将第二部分的中温裂解气直接引入出炭机构8的内部空间中;若中温裂解气温度 $t <$ 炭化温度 T ,则蝶阀2关闭,蝶阀3打开,将第二部分的中温裂解气引入二次混燃器,与高温烟气进行二次混燃。在本实施例中,热电偶实测的中温裂解气温度 t (620°C) 大于竹块炭化温度 T (560°C),则蝶阀2打开,蝶阀3关闭。

[0122] 相对于实施例一,本实施例中,内热式回转炉9的进料端9-1或出料端9-2设置有锥体,有效减小两个端口直径;上述锥体可以减小进料端9-1与无氧分选器3连接的动密封,也可以减小出料端9-2与出炭机构8连接的动密封,有利于提高动密封的可靠性和降低成本。

[0123] 相对于实施例一,本实施例中,气体燃烧器10取消了燃烧枪,采用大空间燃烧室的方案。可燃气体与空气在燃烧室的空間进行扩散燃烧,燃烧效率有所下降,但是避免了局部高温点,抑制了燃烧过程中氮氧化物的生成。

[0124] 所有实施例仅用于解释本发明,不能理解为对本发明的具体限制。

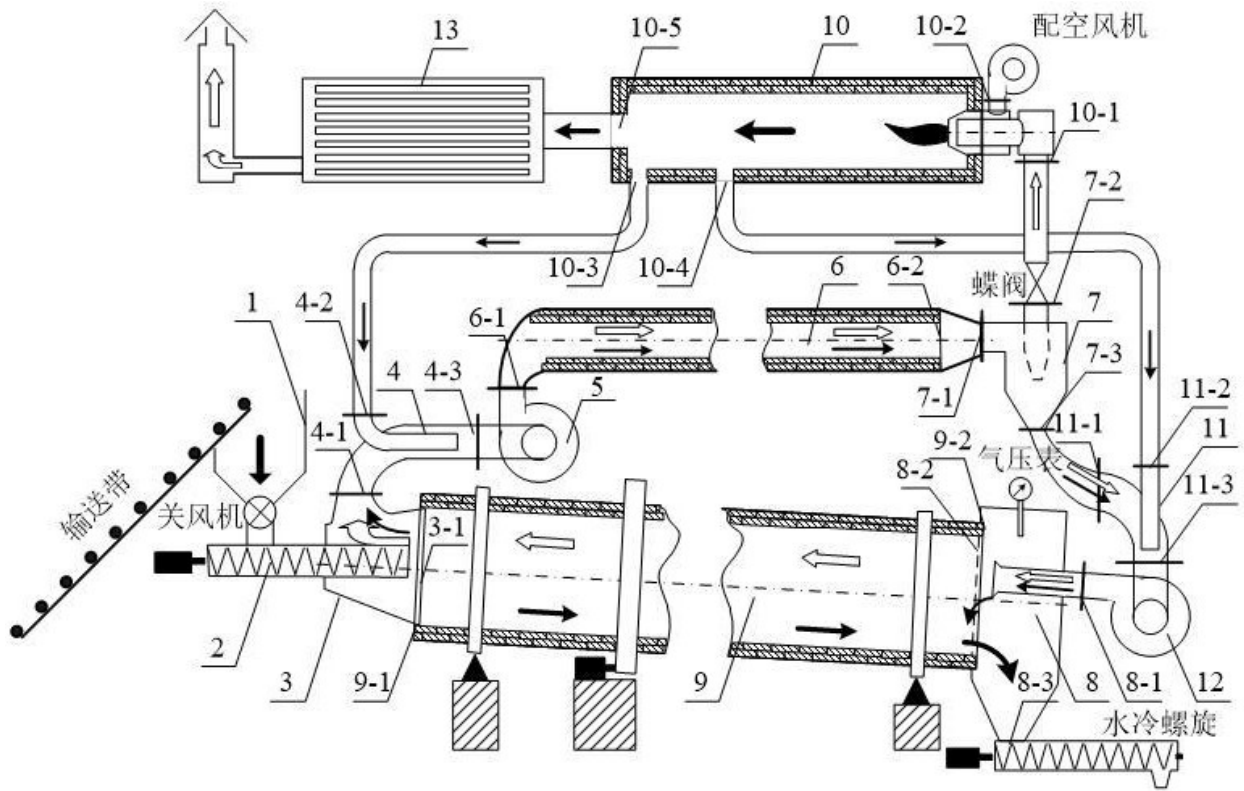


图 2

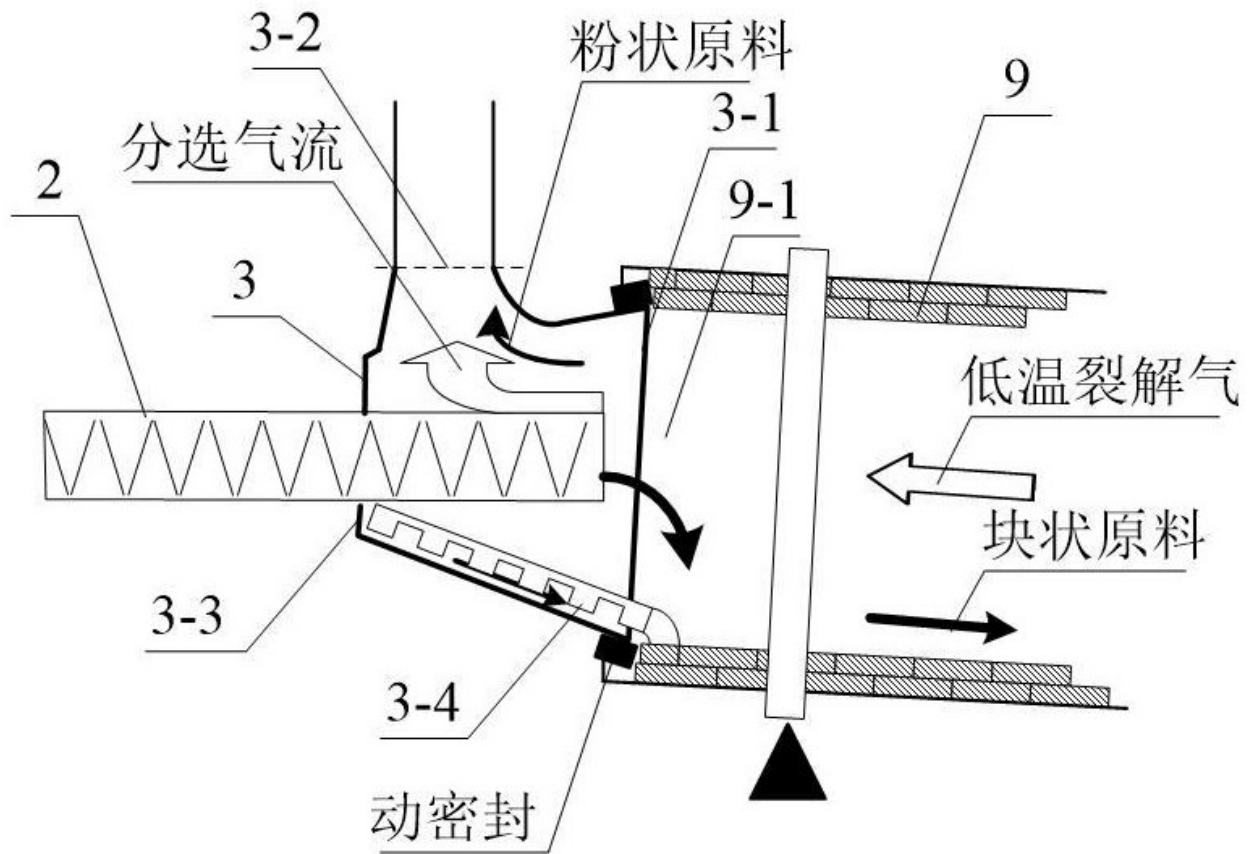


图 3

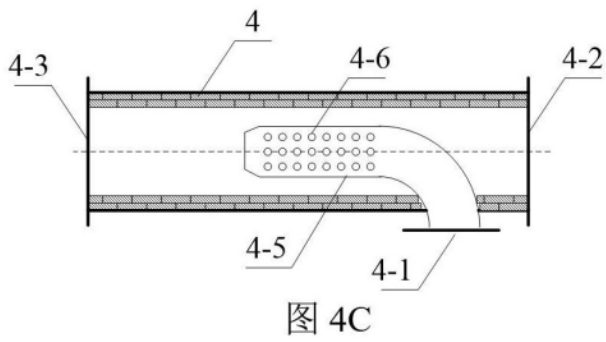
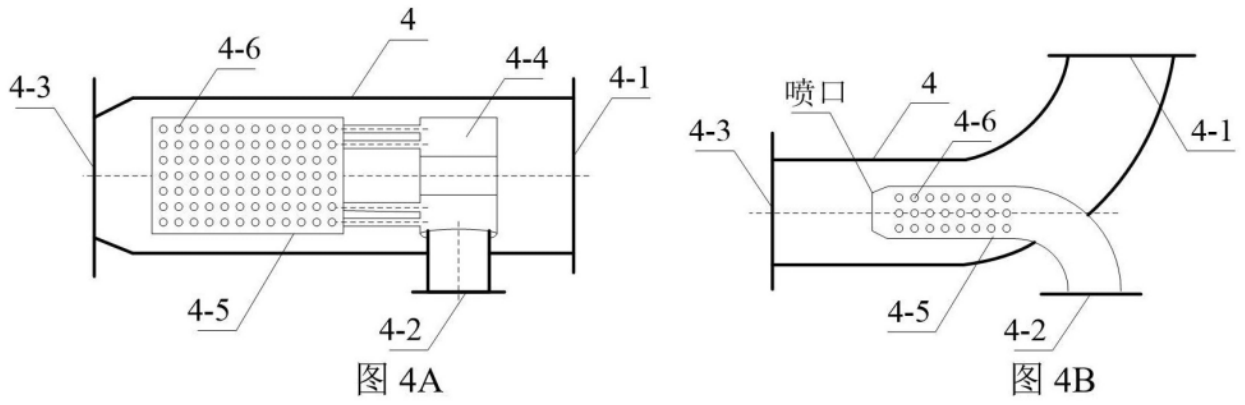


图 4

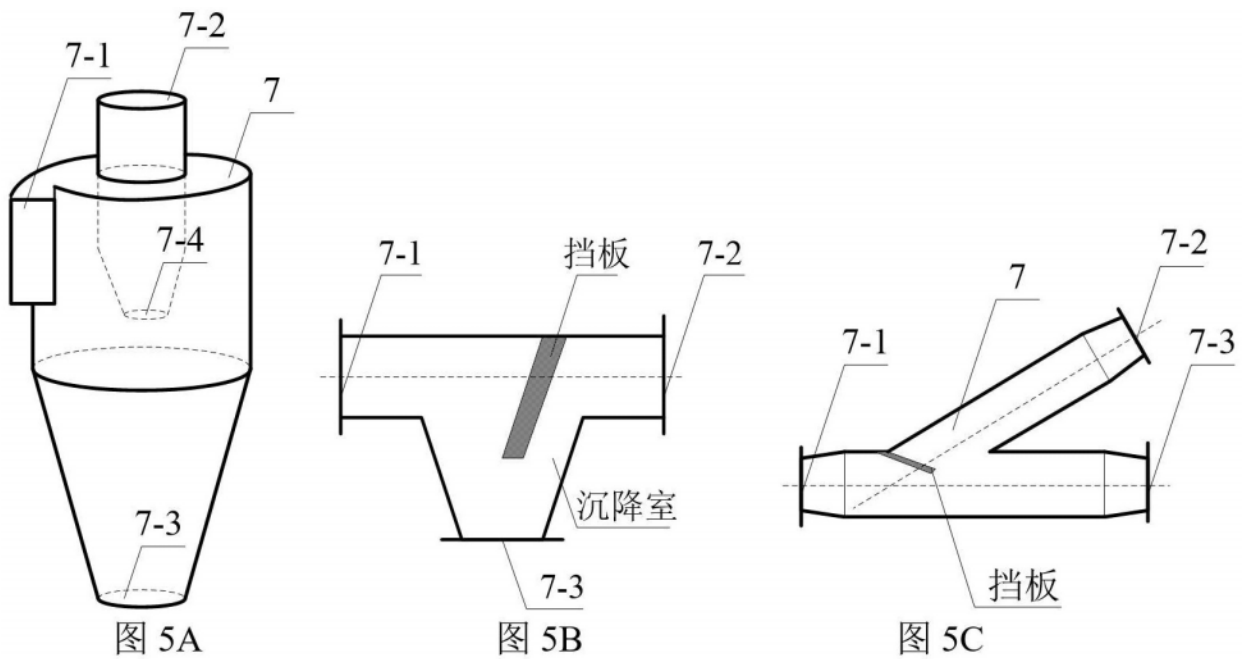


图 5

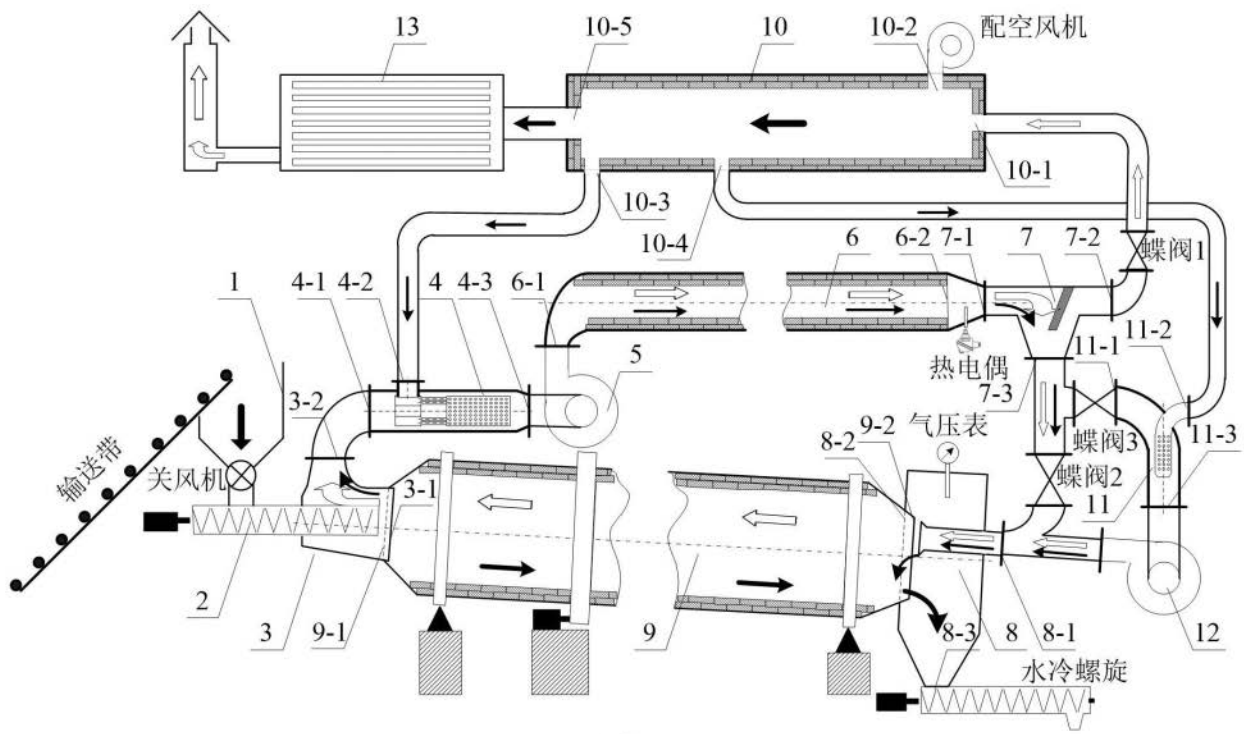


图 6