



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104099110 B

(45)授权公告日 2016. 11. 16

(21)申请号 201410273571.2

(22)申请日 2014.06.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104099110 A

(43)申请公布日 2014.10.15

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 陈应泉 陈伟 杨海平 王贤华

杨晴 李赋 邵敬爱 张世红

陈汉平

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 梁鹏

(51)Int.Cl.

C10B 53/02(2006.01)

C10B 57/00(2006.01)

C10B 47/18(2006.01)

C10J 3/48(2006.01)

C01B 31/02(2006.01)

B01D 53/18(2006.01)

B01D 53/78(2006.01)

审查员 张华

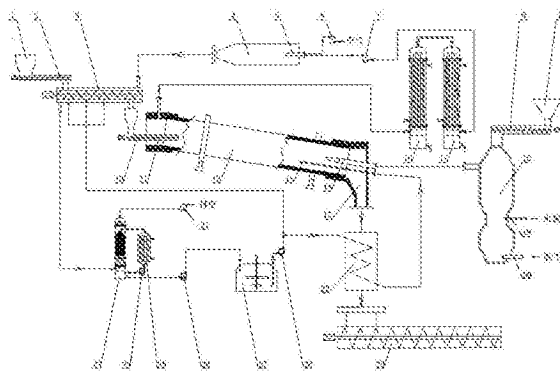
权利要求书3页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦
的系统

(57)摘要

本发明公开了一种生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦的系统,包括富氮热解子系统、焦炭掺氮子系统、外源氮素引入子系统、富氮气体冷凝子系统。富氮热解子系统产生高温烟气,并促使生物质与外源氮素发生反应;富氮气体冷凝子系统将热解气体进行冷凝分离出富集含氮化学品的液体产物并进行存储;焦炭掺氮子系统产生高温气化气,并对焦炭进行深加工处理并存储冷却后的焦炭产品;外源氮素引入子系统向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统提供外源氮素,并捕捉吸收烟气中的 NO_x 。本发明可以连续生产富氮油和富氮焦,实现一步法制备高值含氮化学品和超级电容器碳材,有效推动生物质高效高质转化。



1. 一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,用于对生物质进行富氮热解以联产含氮化学品和掺氮焦,其特征在于,该系统包括富氮热解子系统、以及分别与该富氮热解子系统连接的焦炭掺氮子系统、外源氮素引入子系统和富氮气体冷凝子系统,其中,

所述外源氮素引入子系统用于向所述富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统引入氮素;

所述富氮热解子系统用于在无氧条件下促使生物质与所述外源氮素发生反应,以对生物质进行富氮热解并从而生成焦炭,同时产生热解气体,该富氮热解子系统包括依次相连的热解进料仓(1)、热解进料绞龙(2)和富氮热解绞龙反应器(3),所述生物质通过所述热解进料仓(1)进料后利用所述热解进料绞龙(2)输送到富氮热解绞龙反应器(3)中,所述生物质与外源氮素在该富氮热解绞龙反应器(3)中发生反应,实现富氮热解,从而生成焦炭和热解气体;

所述富氮气体冷凝子系统将从所述富氮热解子系统产生的热解气体进行冷凝分离以富集含氮化学品的液体产物,并将不冷凝的可燃气体通过燃烧产生热量后循环通入所述富氮热解子系统以提供热解热量;

所述焦炭掺氮子系统用于对所述富氮热解子系统产生的焦炭在外源氮素和高温气化气存在的条件下进行处理,以生成掺氮焦;所述焦炭掺氮子系统包括依次相连的高温进料绞龙(10)、焦炭掺氮回转反应器(12)、高温焦炭密封出料室(15)、以及位于该焦炭掺氮回转反应器(12)内的含氮气体喷嘴(13)和高温气化气喷嘴(14),所述富氮热解产生的焦炭经该高温进料绞龙(10)输送到焦炭掺氮回转反应器(12)中并与分别通过所述含氮气体喷嘴(13)和高温气化气喷嘴(14)通入的氮素和高温气化气在其中进行反应,从而形成掺氮焦,并通过所述高温焦炭密封出料室(15)输出。

2. 根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述高温气化气通过生物质在氧气和水蒸气两种气化剂存在的条件下发生两级气化反应而生成。

3. 根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述外源氮素引入子系统还用于吸收所述富氮热解子系统在进行富氮热解中产生的含NO_x烟气,并将其中的NO_x吸收后排出。

4. 根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述富氮热解子系统还包括通过管道与所述富氮热解绞龙反应器(3)依次相连的气体燃烧室(4)、气体喷射燃烧器(5)和空气鼓风机(6),所述富氮气体冷凝子系统的气体出口与该气体燃烧室(4)连通,使得该富氮气体冷凝子系统的气体出口流出的不冷凝的可燃气体通过所述气体喷射燃烧器(5)在气体燃烧室(4)中燃烧,产生热量后通入所述富氮热解子系统以提供热解热量。

5. 根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述焦炭掺氮子系统还包括焦炭冷却室(22)和焦炭出料绞龙(29),其中所述焦炭冷却室(22)与所述外源氮素引入子系统连接,以用于向其提供用于冷却的胺水,所述输出的掺氮焦在焦炭冷却室(22)通过胺水进行冷却后通过所述焦炭出料绞龙(29)输出,所述作为冷却的胺水受热后气化并通过所述含氮气体喷嘴(13)喷入所述焦炭掺氮回转反应器(12)内以作为外源氮素。

6. 根据权利要求5所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述焦炭掺氮回转反应器(12)包括内壁周向分布设置有多个挡板(32)的中空筒体,和同轴套设在筒体内的扰流转子,其中该扰流转子由扰流转轴(32)和设置在其上的多个间断式布置的扰流螺旋叶片(31)组成,通过该扰流转子和筒体的相向旋转,使得筒体内的气化气和焦炭充分混合,从而气化气与焦炭进行强烈换热,实现掺氮反应。

7. 根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述焦炭掺氮子系统还包括通过管道与所述高温气化气喷嘴(14)依次相连的生物质双级气化炉(18)、气化炉进料器(8)和气化炉料仓(9),其中,所述生物质双级气化炉(18)内布置有水蒸气喷嘴(19)与氧气喷嘴(20),所述气化炉料仓(9)内的生物质通过气化炉进料器(8)进入所述生物质双级气化炉(18),并在所述水蒸气喷嘴(19)与氧气喷嘴(20)喷入的水蒸汽和氧气的作用下进行两级气化,获得高温气化气。

8. 根据权利要求5或6所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述焦炭掺氮子系统还包括通过管道与所述高温气化气喷嘴(14)依次相连的生物质双级气化炉(18)、气化炉进料器(8)和气化炉料仓(9),其中,所述生物质双级气化炉(18)内布置有水蒸气喷嘴(19)与氧气喷嘴(20),所述气化炉料仓(9)内的生物质通过气化炉进料器(8)进入所述生物质双级气化炉(18),并在所述水蒸气喷嘴(19)与氧气喷嘴(20)喷入的水蒸汽和氧气的作用下进行两级气化,获得高温气化气。

9. 根据权利要求1-7中任一项所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述外源氮素引入子系统包括通过胺水吸收液回流泵(26)相连的湿氨喷淋塔(23)和胺水混合罐(27)以进行胺水交换流动,以及与该湿氨喷淋塔(23)通过管道相连的烟气引风机(21),所述湿氨喷淋塔(23)通过胺水循环泵(24)和管道与胺水冷却塔(25)两端相连,富氮热解子系统产生的含 NO_x 烟气通过所述湿氨喷淋塔(23),其中的 NO_x 被胺水吸收并冷却后排入空气中,且胺水混合罐(27)中的胺水通过胺水注入泵(28)分别注入所述富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统中以供应外源氮素。

10. 根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述外源氮素引入子系统包括通过胺水吸收液回流泵(26)相连的湿氨喷淋塔(23)和胺水混合罐(27)以进行胺水交换流动,以及与该湿氨喷淋塔(23)通过管道相连的烟气引风机(21),所述湿氨喷淋塔(23)通过胺水循环泵(24)和管道与胺水冷却塔(25)两端相连,富氮热解子系统产生的含 NO_x 烟气通过所述湿氨喷淋塔(23),其中的 NO_x 被胺水吸收并冷却后排入空气中,且胺水混合罐(27)中的胺水通过胺水注入泵(28)分别注入所述富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统中以供应外源氮素。

11. 根据权利要求8所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述外源氮素引入子系统包括通过胺水吸收液回流泵(26)相连的湿氨喷淋塔(23)和胺水混合罐(27)以进行胺水交换流动,以及与该湿氨喷淋塔(23)通过管道相连的烟气引风机(21),所述湿氨喷淋塔(23)通过胺水循环泵(24)和管道与胺水冷却塔(25)两端相连,富氮热解子系统产生的含 NO_x 烟气通过所述湿氨喷淋塔(23),其中的 NO_x 被胺水吸收并冷却后排入空气中,且胺水混合罐(27)中的胺水通过胺水注入泵(28)分别注入所述富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统中以供应外源氮素。

12. 根据权利要求1-7、10和11中任一项所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学

品和掺氮焦的反应系统,其中,所述富氮气体冷凝子系统包括依次相连的热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17),所述富氮气体冷凝子系统通过高温气体罗茨鼓风机(7)与富氮热解子系统相连,所述热解气体通过高温气体罗茨鼓风机(7)送入热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17)进行两级冷凝,从而分离得到含氮化学品的液体产物和不冷凝的可燃气体。

13.根据权利要求1所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述富氮气体冷凝子系统包括依次相连的热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17),所述富氮气体冷凝子系统通过高温气体罗茨鼓风机(7)与富氮热解子系统相连,所述热解气体通过高温气体罗茨鼓风机(7)送入热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17)进行两级冷凝,从而分离得到含氮化学品的液体产物和不冷凝的可燃气体。

14.根据权利要求8所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述富氮气体冷凝子系统包括依次相连的热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17),所述富氮气体冷凝子系统通过高温气体罗茨鼓风机(7)与富氮热解子系统相连,所述热解气体通过高温气体罗茨鼓风机(7)送入热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17)进行两级冷凝,从而分离得到含氮化学品的液体产物和不冷凝的可燃气体。

15.根据权利要求9所述的一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,其中,所述富氮气体冷凝子系统包括依次相连的热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17),所述富氮气体冷凝子系统通过高温气体罗茨鼓风机(7)与富氮热解子系统相连,所述热解气体通过高温气体罗茨鼓风机(7)送入热解气空冷塔(16)和热解气水冷塔(17)进行两级冷凝,从而分离得到含氮化学品的液体产物和不冷凝的可燃气体。

生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生物质联产高值产品的系统,适用于连续的将生物质转化为含氮化学品和掺氮焦。

背景技术

[0002] 热解是将生物质转化为高附加值产品的一项重要技术,采用热解方法可以方便地将木质纤维素生物质大分子分解为各种有价值的产品。生物质热解产品中,近年来得到广泛深入研究的是其液态产品——生物油。生物油是复杂含氧有机化合物的混合物,所含有机物达数百种之多,其中很多组分具有很高的附加值,如左旋葡聚糖、左旋葡萄糖酮、羟基乙醛、麦芽酚、糠醛等。另一方面,生物质热解所产生的固态产品——热解焦炭,不仅是一种优良的燃料,而且还可以进一步加工成如活性炭等高附加值产品;同时热解过程中产生的不凝气富含甲烷和氢气,是一种中等热值的燃气,具有加工成优质民用燃气的潜力。

[0003] 然而,关于生物质热解的相关研究在工艺设置上多关注其中单一产品的最优利用,其他产品作为副产物用作系统能源补充或者是直接排向环境,导致系统经济效益较低或者存在很大的环境污染风险。因此相对于以生物油为主的生物质液化技术、以焦炭为主的生物质炭化技术和以燃气为主的生物质热解气化技术,基于热解产物综合利用的生物质热解多联产工艺无论在技术先进性还是过程的经济性方面都具有显著的优势。但是目前多联产工艺生产的液体产物虽然经过分级冷凝实现了目标组分的初步富集,但是每个阶段得到的冷凝产品组成依然复杂,PH值依然偏低,为达到精细化工的进料要求依然要投入较多的前处理成本;同时,多联产工艺得到的热解焦炭品位相对较低,目前多作为燃料炭使用,要提升焦炭品位,依然需要经过后续的改性活化处理。

[0004] 专利ZL201210241955.7中公开了一种连续式生物质热解炭气油多联产系统,但是该系统仅仅获得了中高热值燃气、生物油和焦炭产品,还存在生物油液体产物组分复杂,PH值偏低,高品位成分含量少,焦炭品位相对较低的不足。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦的系统,克服热解多联产技术产物品位偏低的问题,可以实现生物质高效高质转化,生产的富氮油和富氮焦可分别用于制备高品质化学品和高性能超级电容器。

[0006] 实现本发明目的所采用的具体技术方案如下:

[0007] 一种用于生物质富氮热解联产含氮化学品和掺氮焦的反应系统,用于对生物质进行富氮热解以联产含氮化学品和掺氮焦,其特征在于,该系统包括富氮热解子系统、以及分别与该富氮热解子系统连接的焦炭掺氮子系统、外源氮素引入子系统和富氮气体冷凝子系统,其中,

[0008] 所述外源氮素引入子系统用于向所述富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统引入氮素;

[0009] 所述富氮热解子系统用于在无氧条件下促使生物质与所述外源氮素发生反应,以对生物质进行富氮热解并从而生成焦炭,同时产生热解气体;

[0010] 所述富氮气体冷凝子系统将从所述富氮热解子系统产生的热解气体进行冷凝分离以富集含氮化学品的液体产物,并将不冷凝的可燃气体通过燃烧产生热量后循环通入所述热解子系统以提供热解热量;

[0011] 所述焦炭掺氮子系统用于对所述富氮热解子系统产生的焦炭在外源氮素和高温气化气存在的条件下进行处理,以生成掺氮焦。

[0012] 本发明中,富氮热解子系统与焦炭掺氮子系统直接相连,并通过管道与外源氮素引入子系统、富氮气体冷凝子系统直接相连。富氮热解子系统产生高温烟气,并通过吸收高温烟气的热量在无氧条件下促使生物质与外源氮素发生反应;富氮气体冷凝子系统将从富氮热解子系统产生的热解气体进行冷凝分离出富集含氮化学品的液体产物并进行存储;焦炭掺氮子系统产生高温气化气,并通过直接吸收高温气化气的热量对焦炭在外源氮素存在的条件下进行深加工处理并存储冷却后的焦炭产品;外源氮素引入子系统向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统提供外源氮素,并捕捉吸收来自富氮热解子系统所产烟气中的 NO_x ,实现外源氮素的高效利用。进一步地,所述富氮热解子系统包括依次相连的热解进料仓、热解进料绞龙、富氮热解绞龙反应器,以及通过管道与富氮热解绞龙反应器依次相连的气体燃烧室、气体喷射燃烧器、空气鼓风机。

[0013] 本发明中,所述焦炭掺氮子系统包括依次相连的高温进料绞龙、高温进料密封室、焦炭掺氮回转反应器、高温焦炭密封出料室、焦炭冷却室、焦炭出料绞龙,和位于焦炭掺氮回转反应器内的含氮气体喷嘴、高温气化气喷嘴,以及通过管道与高温气化气喷嘴依次相连的生物质双级气化炉、气化炉进料器、气化炉料仓,在生物质双级气化炉内布置有水蒸气喷嘴与氧气喷嘴。

[0014] 本发明中,所述外源氮素引入子系统包括通过胺水吸收液回流泵相连的湿氨喷淋塔与胺水混合罐,湿氨喷淋塔通过胺水循环泵和管道与胺水冷却塔两端相连,以及与湿氨喷淋塔通过管道相连的烟气引风机;外源氮素引入子系统通过胺水注入泵向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统供应外源氮素。

[0015] 本发明中,所述富氮气体冷凝子系统包括依次相连的热解气空冷塔和热解气水冷塔;富氮气体冷凝子系统通过高温气体罗茨鼓风机与富氮热解子系统相连。

[0016] 具体而言,本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0017] 1. 采用富氮热解绞龙反应器和焦炭掺氮回转反应器两个主反应器,生物质物料在反应器充分与外源氮素发生多相气固反应,运动状况易于控制,操作可靠性高,通过协调两个装置的驱动设备转速,并合理调控热解反应参数,可实现连续稳定的富氮热解;

[0018] 2. 两级引入外源氮,外源氮素引入子系统分别向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统提供外源氮素,向富氮热解过程提供充分可利用的活性氮源,能够增加生物油产品中含氮化学品的含量,以及提升掺氮焦中含氮官能团的数量,可以实现一步法制备高值含氮化学品和超级电容器碳材;

[0019] 3. 采用气化气作为热解气氛,气化气中的水蒸气、二氧化碳、一氧化碳等气体对富氮热解过程有部分活化作用,可以促进含氮官能团在气、固相产品上的有效生成;

[0020] 4. 采用热解气空冷塔和热解气水冷塔两级冷凝的方式,根据含氮化学品的冷凝温

度进行分级冷凝,实现高值含氮化学品的高度富集;

[0021] 5.系统充分利用热解过程中产生的高温富氮焦热量加热外源氮素,并燃烧热解产生的可燃气为富氮热解反应提供热量,整个过程的能量利用率高;

[0022] 6.利用湿氨喷淋塔捕捉吸收来自富氮热解子系统所产烟气中的 NO_x ,实现外源氮素的高效利用,同时防止对环境产生二次污染;

[0023] 7.气化气与热解产生的焦炭形成逆向对流直接换热,换热效果好,富氮反应充分;

[0024] 8.生物质双级气化炉内的生物质原料在水蒸气和氧气两种气化剂存在的条件下,发生两级气化反应,有利于气化反应充分进行,提高高温气化气的产量和品质。

附图说明

[0025] 图1是本发明生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦的系统的一种实施例的结构示意图;

[0026] 图2是扰流转子的结构示意图;

[0027] 图3是焦炭掺氮回转反应器的剖面图。

具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,下面结合附图对本发明作进一步地详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0029] 本发明实施例的生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦的系统,包括富氮热解子系统、焦炭掺氮子系统、外源氮素引入子系统、富氮气体冷凝子系统。富氮热解子系统与焦炭掺氮子系统直接相连,并通过管道与外源氮素引入子系统、富氮气体冷凝子系统直接相连。富氮热解子系统产生高温烟气,并通过吸收高温烟气的热量在无氧条件下促使生物质与外源氮素发生反应;富氮气体冷凝子系统将从富氮热解子系统产生的热解气体进行冷凝分离出富集含氮化学品的液体产物并进行存储;焦炭掺氮子系统产生高温气化气,并通过直接吸收高温气化气的热量对焦炭在外源氮素存在的条件下进行深加工处理并存储冷却后的焦炭产品;外源氮素引入子系统向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统提供外源氮素,并捕捉吸收来自富氮热解子系统所产烟气中的 NO_x ,实现外源氮素的高效利用。

[0030] 图1给出了本发明实施例的系统具体结构示意图,生物质富氮热解联产含氮化学品与掺氮焦的系统结构为:

[0031] 富氮热解子系统包括依次相连的热解进料仓1、热解进料绞龙2、富氮热解绞龙反应器3,以及通过管道与富氮热解绞龙反应器3依次相连的气体燃烧室4、气体喷射燃烧器5、空气鼓风机6。

[0032] 生物质原料在富氮热解绞龙反应器3内通过绞龙带动匀速向前移动,生物质原料运动过程简单,可靠性高,可以实现连续稳定富氮热解。富氮热解过程中,热解系统得到的不可凝气体燃烧产生的高温烟气提供热量,可以再次通入热解系统,以实现热量的循环利用,系统能源利用率高。生物质原料的运动方向与高温烟气的流动方向相反,形成逆向对流间接换热,换热效果好。外源氮素分别从三个不同的位置引入富氮热解绞龙反应器3,使外源氮素与生物质原料充分混合,有利于富氮热解反应快速进行。

[0033] 焦炭掺氮子系统包括依次相连的高温进料绞龙10、高温进料密封室11、焦炭掺氮回转反应器12、高温焦炭密封出料室15、焦炭冷却室22、焦炭出料绞龙29,和位于焦炭掺氮回转反应器12内的含氮气体喷嘴13、高温气化气喷嘴14,以及通过管道与高温气化气喷嘴14依次相连的生物质双级气化炉18、气化炉进料器8、气化炉料仓9,在生物质双级气化炉18内布置有水蒸气喷嘴19与氧气喷嘴20。

[0034] 生物质双级气化炉18内的生物质原料在水蒸气和氧气两种气化剂存在的条件下,发生两级气化反应,有利于气化反应充分进行,提高高温气化气的产量和品质。气化反应产生的高温气化气为深加工处理提供无氧条件和所需热量。生物质焦炭在外源氮素存在的条件下进行深加工处理,使更多的外源氮素富集在焦炭内。

[0035] 焦炭掺氮回转反应器12内部布置了扰流转子,如图2所示,为扰流转子的结构示意图。扰流转子由扰流转轴30和扰流螺旋叶片31两部分组成。扰流转轴30和扰流螺旋叶片31的旋转方向与焦炭掺氮回转反应器12转动方向相反,使反应器内的气化气产生剧烈的扰动,气化气与焦炭进行强烈换热,加速焦炭升温速率,强化焦炭深加工处理效果。

[0036] 如图3所示,为焦炭掺氮回转反应器12的剖面图,筒体内布置多级错落有序的档板32,起到输导焦炭的作用,保证焦炭在焦炭掺氮回转反应器12内均匀分布,防止焦炭堆积和堵塞通道。可以有效地增加与气化气和含氮气体的接触面积,提高焦炭深加工处理的速率。

[0037] 含氮气体喷嘴13在焦炭掺氮回转反应器12内的伸入点比高温气化气喷嘴14的伸入点靠近中心位置,形成高温气化气对含氮气体吹扫的模式,以便于布置好气化气和含氮气体的流场,使含氮气体在焦炭掺氮回转反应器12内与高温气化气、焦炭充分混合,从而使生物质焦炭富氮深加工处理更加快速高效的进行。

[0038] 产生的高温富氮焦从高温焦炭密封出料室15排出,在焦炭冷却室22内被来自外源氮素引入子系统的胺水冷却,收集得到富氮焦,后续可用于制备超级电容器电极。胺水吸收高温富氮焦的热量后,变为气态从含氮气体喷嘴13导入焦炭掺氮回转反应器12内,与生物质焦炭进行反应。整个过程中充分利用了高温富氮焦的热量,系统能量得到合理利用。

[0039] 外源氮素引入子系统包括通过胺水吸收液回流泵26相连的湿氮喷淋塔23与胺水混合罐27,湿氮喷淋塔23通过胺水循环泵24和管道与胺水冷却塔25两端相连,以及与湿氮喷淋塔23通过管道相连的烟气引风机21;外源氮素引入子系统通过胺水注入泵28向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统供应外源氮素。

[0040] 利用湿氮喷淋塔23捕捉吸收来自富氮热解子系统所产烟气中的 NO_x ,实现外源氮素的高效利用,同时防止对环境产生二次污染。

[0041] 两级引入外源氮,外源氮素引入子系统分别向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统提供外源氮素。第一级为胺水通过胺水注入泵28,从三个不同的位置注入富氮热解绞龙反应器3,使外源氮素充分与生物质原料相互混合;第二级为胺水在焦炭冷却室22内吸收高温富氮焦的热量后,变为气体从含氮气体喷嘴13喷入焦炭掺氮回转反应器12内,增加外源氮的活性。有利于外源氮在生物质中的充分富集,增加生物油和生物焦含氮量,更好地改善生物油和生物焦的品质,有利于后续制备高品质化学品和高性能超级电容器。

[0042] 富氮气体冷凝子系统包括依次相连的热解气空冷塔16和热解气水冷塔17;富氮气体冷凝子系统通过高温气体罗茨鼓风机7与富氮热解子系统相连。

[0043] 采用热解气空冷塔16和热解气水冷塔17两级冷凝的方式,充分分离重质焦油和轻

质焦油及不可冷凝气体。

[0044] 本发明系统的具体工程过程为：

[0045] 粉碎成型后的生物质原料由热解进料仓1进入富氮热解子系统，经过热解进料绞龙2运输到达富氮热解绞龙反应器3，与来自气体燃烧室4的高温烟气进行间接热量交换；同时，外源氮素由外源氮素引入子系统的氨水注入泵28，从三个不同的位置注入富氮热解绞龙反应器3，使外源氮素充分与生物质原料相互混合。在高温无氧条件下，生物质原料与外源氮素发生富氮热解反应。生物质富氮热解生成的焦炭由高温进料绞龙10传输，经过高温进料密封室11，进入焦炭掺氮回转反应器12。

[0046] 粉碎成型后的生物质原料由气化炉料仓9引入，经气化炉进料器8进入生物质双级气化炉18，水蒸气和氧气分别从水蒸气喷嘴19与氧气喷嘴20喷入生物质双级气化炉18；在氧气和水蒸气两种气化剂存在的条件下，生物质原料发生两级气化反应，气化反应产生的高温气化气导入焦炭掺氮回转反应器12内；同时，来自外源氮素引入子系统的氨水吸收高温富氮焦的热量后变为含氮气体，从含氮气体喷嘴13喷入焦炭掺氮回转反应器12。扰流转轴30和扰流螺旋叶片31的旋转方向与焦炭掺氮回转反应器12转动方向相反，使反应器内的气化气产生剧烈的扰动，气化气与焦炭进行强烈换热，加速焦炭升温速率。生物质焦炭通过直接吸收高温气化气的热量对焦炭在外源氮素存在的条件下进行深加工处理，使更多的外源氮素富集在焦炭内。产生的富氮焦由高温焦炭密封出料室15排出，进入焦炭冷却室22，被来自外源氮素引入子系统的氨水冷却，再经焦炭出料绞龙29排出，收集得到富氮焦炭产品，可用于制备高性能的超级电容器。

[0047] 焦炭掺氮子系统导出的高温热解气化气经热解气空冷塔16和热解气水冷塔17两级冷却，充分分离重质焦油和轻质焦油及不可冷凝气体，收集得到的液体产物富含氮化学品，后续可用来合成高品质化学品；不冷凝的可燃气体由高温气体罗茨鼓风机7送入气体燃烧室4，被气体喷射燃烧器5点燃并燃尽，产生的高温烟气送入富氮热解子系统，为生物质富氮热解提供热量。

[0048] 富氮热解子系统所产生的含 NO_x 烟气导入外源氮素引入子系统，在湿氨喷淋塔23被氨水吸收 NO_x 并冷却后，从烟气引风机21排入空气中；湿氨喷淋塔23通过氨水循环泵24和管道与氨水冷却塔25两端相连，湿氨喷淋塔23和氨水冷却塔25通过氨水吸收液回流泵26与氨水混合罐27相连，进行氨水交换流动；氨水通过氨水注入泵28分别向富氮热解子系统和焦炭掺氮子系统供应外源氮素，促进外源氮与生物质原料进行充分热解反应。

[0049] 本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

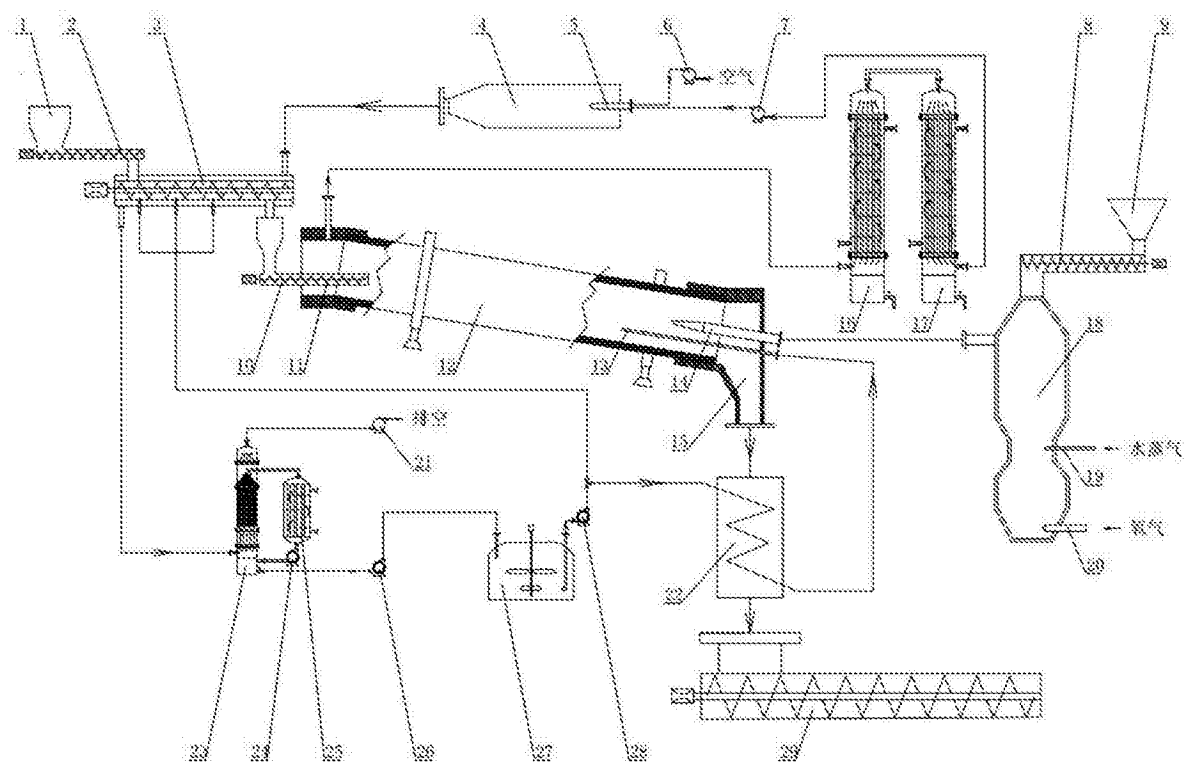


图1

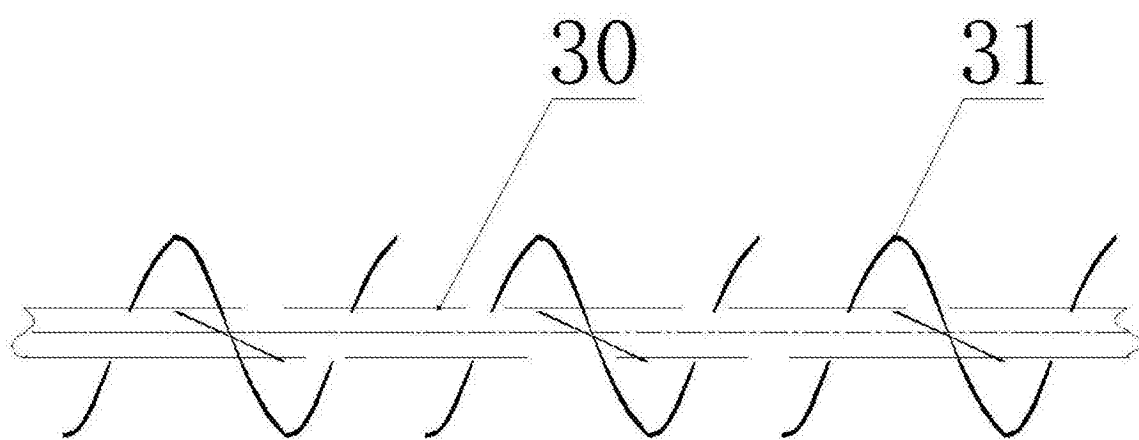


图2

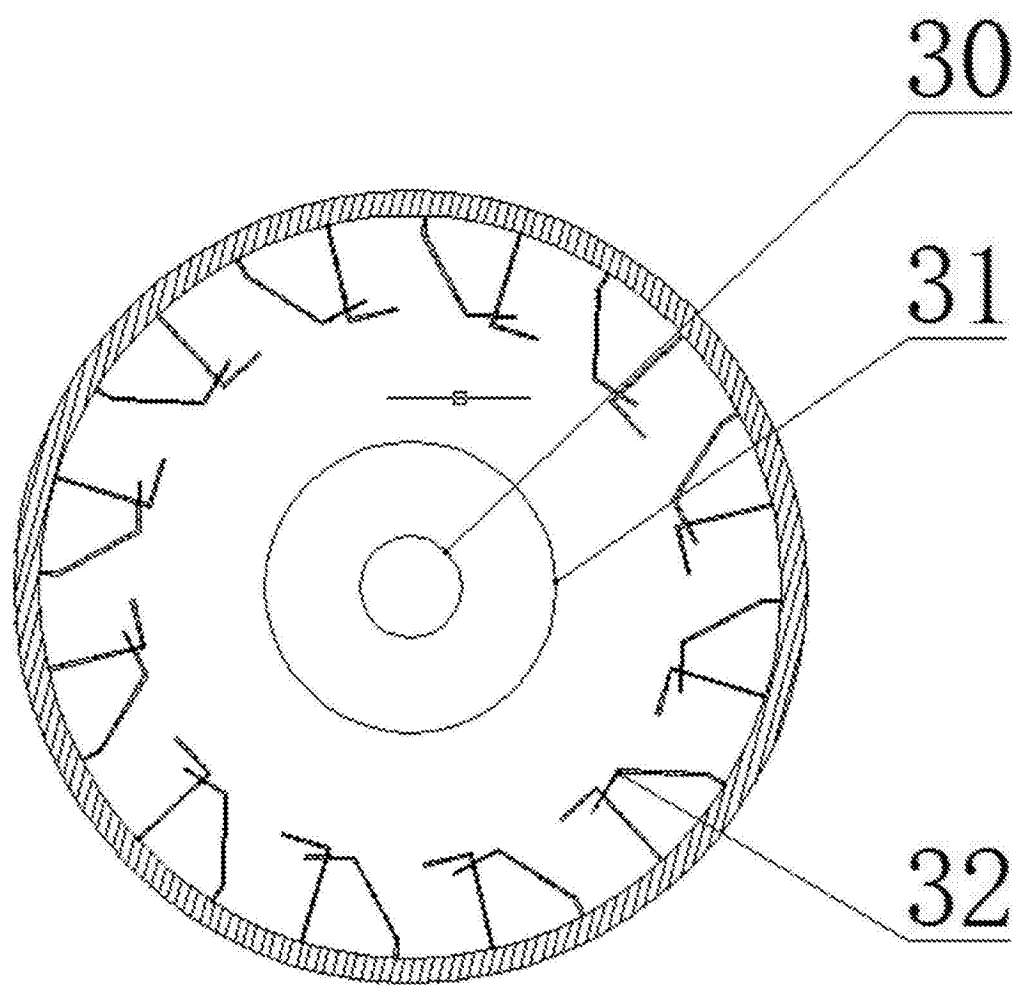


图3