



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102465043 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 31

(21) 申请号 201110027951. 4

(22) 申请日 2011. 01. 26

(66) 本国优先权数据

201010526507. 2 2010. 11. 01 CN

(73) 专利权人 中国科学院过程工程研究所

地址 北京市海淀区中关村北二条 1 号

(72) 发明人 高士秋 许光文 周琦 许徐飞

汪印 李强

(74) 专利代理机构 北京法思腾知识产权代理有

限公司 11318

代理人 高宇 杨小蓉

(51) Int. Cl.

C10J 3/66 (2006. 01)

C10J 3/56 (2006. 01)

C10J 3/84 (2006. 01)

C10J 3/72 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101806451 A, 2010. 08. 18, 全文.

CN 87107590 A, 1988. 07. 06, 全文.

CN 1059753 A, 1992. 03. 25, 全文.

US 4077778 A, 1978. 03. 07, 全文.

CN 101792680 A, 2010. 08. 04, 全文.

CN 101063039 A, 2007. 10. 31, 全文.

审查员 吴辉燃

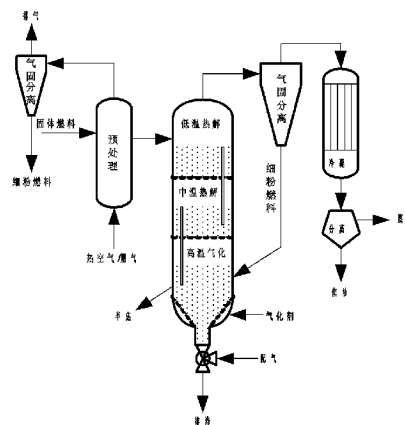
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种固体燃料的多段分级热解气化装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种固体燃料的多段分级热解气化装置及方法。本发明的装置包括加煤装置 1、多层流化床反应器 6、排渣阀 9、旋风分离器 10 和冷凝分离器 11；所述的多层流化床反应器 6 的底部设置进气口；所述的多层流化床反应器 6 内设置若干层流化床 3，每层流化床 3 通过带孔的分布板 5 隔开，最顶层流化床与加煤装置 1 连通，最顶层流化床中加入的煤与该层热解半焦及上行的高温热解气化气进行热交换，发生低温热解，得到初步热解的固体颗粒经溢流管 4/分布板 5 下行进入到下一层流化床中，继续与半焦及热解气化气发生热交换进行热解反应，依次进入下一层流化床中，最后进入到最底层流化床中发生气化反应。本发明的装置和方法可以产生更多的轻质焦油组分。



CN 102465043 B

1. 一种固体燃料的多段分级热解气化装置,所述的热解气化装置包括加煤装置(1)、多层流化床反应器(6)、排渣阀(9)、旋风分离器(10)和冷凝分离器(11);其特征在于,

所述的多层流化床反应器(6)的底部设置进气口,用于通入气化剂,气化剂通过该进气口进入多层流化床反应器(6)内,发生煤的热解和半焦的气化反应并得到高温的热解气化气;

所述的多层流化床反应器(6)内设置若干层流化床(3),每层流化床(3)通过带孔的分布板(5)隔开,最顶层流化床与加煤装置(1)连通,最顶层流化床中加入的煤与该层热解半焦及上行的高温热解气化气进行热交换,发生低温热解,得到初步热解的固体颗粒;初步热解的固体颗粒经溢流管(4)/分布板(5)下行进入到下一层流化床中,在该下一层流化床中继续与高温的半焦及上行的热解气化气发生热交换进行热解反应,依次进入下一层流化床中,若干层流化床中煤的热解程度由上至下递增至充分热解,得到热解气体和半焦;煤热解后得到的半焦进入最底层流化床,与多层流化床反应器(6)底部通入的气化剂发生气化反应生成高温气化气和固体残渣;

所述的多层流化床反应器(6)的底部设有排渣阀(9),用于排出热解得到的半焦或气化得到的固体残渣;

所述的多层流化床反应器(6)顶部设有旋风分离器(10),用于分离得到的热解气化气中夹带的细粉颗粒,分离得到的细粉颗粒由下部出口通过管路经多层流化床反应器(6)最底层的返料口(7)返回反应器,形成循环。

2. 根据权利要求1所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的旋风分离器(10)上部出口设置冷凝分离器(11),用于热解气化气体产物的冷凝、分离。

3. 根据权利要求1所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的加煤装置(1)和多层流化床反应器(6)的最顶层之间设有预处理器(2),用于固体燃料的粉碎、筛选和干燥,去除固体燃料中的水分并预热。

4. 根据权利要求3所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的预处理器(2)和多层流化床反应器(6)之间安装单层流化床反应器(14)或双层流化床反应器(8),用于煤的初步热解。

5. 根据权利要求1所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的多层流化床反应器(6)中相邻两层流化床(3)之间设有溢流管(4),用于将热解不完全的颗粒导进下一层流化床继续进行热解或气化反应。

6. 根据权利要求1所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的热解气化装置还包括半焦罐(12),该半焦罐(12)与多层流化床反应器(6)底端连通,用于收集半焦。

7. 根据权利要求1所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的热解气化装置还包括气化炉(13),该气化炉(13)与多层流化床反应器(6)底部连通,用于煤热解后得到的半焦的气化。

8. 根据权利要求1所述的固体燃料的多段分级热解气化装置,其特征在于,所述的多层流化床反应器(6)为轴向变径结构。

9. 一种固体燃料的多段分级热解气化方法,该方法包括以下步骤:

1) 将气化剂通过进气口通入多层流化床反应器(6)中的最底层流化床内,发生煤热解

后得到的半焦的气化反应,得到高温气化气;

2) 将固体燃料由加煤装置(1)送入多层流化床反应器(6)的最顶层流化床中,并与该层的热解半焦及上行的高温热解气化气发生热交换,发生低温热解,得到初步热解的固体颗粒;初步热解的固体颗粒经溢流管(4)/分布板(5)下行进入到下一层流化床中,继续与高温的半焦及上行的热解气化气发生热交换进行热解反应,直至充分热解,得到热解气体和半焦;煤热解后得到的半焦进入最底层流化床,与底部通入的气化剂发生气化反应生成高温气化气和固体残渣;

3) 步骤2)中得到的半焦或固体残渣通过多层流化床反应器(6)的最底层流化床气化反应器或气化炉(13)下部的排渣口或气化反应器侧面的排渣口排出;

4) 步骤2)中产生的热解气化气体由多层流化床反应器(6)的气体出口进入旋风分离器(10)中,分离热解气化气中夹带的细粉颗粒,得到的细粉颗粒经管路返回到多层流化床反应器(6)最底层流化床中进行气化或热解反应。

10. 根据权利要求9所述的固体燃料的多段分级热解气化方法,其特征在于,所述的方法还包括步骤5):将步骤4)中的热解气化气体产物经冷凝分离器(11)冷凝、分离后得到焦油和煤气。

11. 根据权利要求9所述的固体燃料的多段分级热解气化方法,其特征在于,所述的步骤2)中还包括将固体燃料进行粉碎、筛选和干燥的步骤,用于去除固体燃料中的水分并预热。

12. 根据权利要求9所述的固体燃料的多段分级热解气化方法,其特征在于,所述的步骤1)和步骤2)中气化剂为空气、空气和水蒸汽混合气体、氧气和水蒸汽混合气体、或由氧气、二氧化碳和水蒸汽构成的混合气体。

一种固体燃料的多段分级热解气化装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及能源化工领域,具体地,本发明涉及一种固体燃料的多段分级热解气化装置及方法。

背景技术

[0002] 中国的能源资源特点是“富煤、贫油、少气”,煤炭长期以来占一次能源消费总量的近 70%,石油、天然气供应缺口逐年加大;同时,中国经济的快速发展对有机化学品的需求剧增,特别是石油基化学品,如苯和对二甲苯、苯酚、乙烯等。中国应充分重视利用国内丰富的煤炭资源,将其转化为紧缺的油气燃料和化学品,弥补石油、天然气资源的不足。

[0003] 热解是一种利用煤炭、生物质等固体燃料生产替代油气资源的温和转化过程。所谓煤的热解,是指煤在隔绝空气的条件下进行加热,煤在不同温度下发生一系列的物理变化和化学反应的复杂过程,其结果生成热解气(也称煤气)、热解油(也称煤焦油或焦油)、固体(半焦或焦炭)等产品。煤的热解也称为煤的干馏或热分解,热解是煤转化的关键步骤,煤气化、液化、焦化和燃烧都要经过或发生热解过程,虽然煤热解的油气产率远低于气化和液化过程,但从生产替代油气和化学品的角度分析,煤热解工艺转化条件温和、工艺流程短、煤种适应性宽、能效高、水耗低。

[0004] 国外自上世纪 70 年代以来,开展了大量煤热解技术的研发工作,典型工艺有回转炉、移动床、流化床和气流床热解工艺。采用回转炉热解的有美国 Toscoal 技术、美国 Encoal 技术、加拿大 ATP 技术;Toscoal 技术和 Encoal 技术主要针对低阶煤提质,目的产品是固体燃料半焦,加热所需燃料为该工艺自产的煤气或燃料油;ATP 技术针对油页岩提取油品,其核心设备是一个多间隔、卧式旋转回转窑,设备庞大,空间利用率低。采用移动床热解的有美国 LFC 技术、德国 Lurgi-Ruhr 技术、前苏联的 ETCH-175 工艺;LFC 工艺采用三段式处理,即干燥、热解和固体产品精整,热源为工艺自产煤气,半焦经钝化后性质稳定;Lurgi-Ruhr 工艺采用半焦热载体的机械搅拌重力移动床热解器,其优点为油收率高、能耗低、但所得焦油含尘量较大,排料系统容易堵塞,由于采用机械搅拌装置,磨损问题比较严重;ETCH-175 采用热粉焦为热载体,焦油收率较高,但焦油中重质组分较高。采用流化床热解的有美国 COED 技术、澳大利亚的 CSIRO 技术;COED 热解工艺采用多个流化床串联的多级流化床,该工艺实现了分段快速加热,大部分焦油产生在低温区,较好的减少了二次热解反应,气体产品中含有 40~50%的 H_2 ,可用于焦油的加氢处理,COED 工艺流程复杂,由于焦油中含有很多细粒半焦,要用过滤器予以脱除;CSIRO 工艺采用固体和气体热载体加热,用褐煤生产半焦和液体燃料。采用气流床热解的有美国 Garrett 技术, Garrett 工艺使用粉碎至 0.1mm 以下的煤粉,用高温半焦作为热载体一起进入气流床反应器中,将煤粉快速加热,发生热解反应,半焦与空气进行燃烧为热解器供热,该工艺优点是焦油收率高,其缺点是生成的焦油和粉尘半焦会附着在旋风分离器和管路的内壁,长时间运行会堵塞管道。

[0005] 国内从上世纪 90 年代以来开发了多种煤热解技术以及以热解为基础的多联产技术。煤炭科学研究总院北京煤化工分院开发了多段回转炉(MRF)技术,MRF 工艺的主体是 3

台串联的卧式回转炉,分别为内热式回转干燥炉、外热式回转热解炉和熄焦炉,该工艺由于煤热解前脱除煤中大部分水分,极大地减少了含酚废水量,酚水与净水掺混作为熄焦用,从而避免建立耗资较大的污水处理系统。大连理工大学(DG)开发了固体热载体热解技术,该工艺由备煤、煤干燥、煤热解、流化提升加热粉焦、煤焦混合流化燃烧和煤气冷却、输送及净化等部分组成,DG工艺的技术核心是以半焦作为固体热载体,并以流态化的方式按热解过程所需热量组织物料和热量的输送。中科院的过程工程研究所、山西煤炭化学研究所、工程热物理研究所以及浙江大学分别开发了循环流化床燃烧与热解反应器耦合的多联产技术,分别采用下行床、移动床和流化床热解器,该技术利用循环流化床锅炉的热灰作为热载体,提供煤热解所需热量,在煤燃烧前提取煤中所含的油气燃料和高价值化学品,可实现煤炭的分级转化利用。

[0006] 中科院化工冶金研究所发明了一种循环流态化碳氢固体燃料的四联产工艺及装置(专利号 ZL01110152.0),采用循环流化床反应器,快速热解粉状固体燃料以提取燃料油、燃气,随后半焦燃烧产生热/电,该工艺仅适用于 0.03 ~ 0.3mm 的粉状物料。浙江大学公开了一种循环流化床热电气焦油多联产装置及其方法(专利号 ZL200610154581.X),将循环流化床燃烧炉和流化床干馏炉结合,利用循环流化床的热灰供热使煤热解提取热解油、热解气,剩余半焦输送到循环流化床燃烧炉中燃烧。中国科学院工程热物理研究所公开了固体热载体快速热解方法及装置(公开号 CN101353582A),同样采用循环流化床增加热灰分配器能够实现煤高温循环灰在燃烧与热解回路之间的稳定分配。中科院工程热物理研究所还公开的一种用于循环流化床锅炉的炉前煤拔头的方法(公开号 CN101435574A),其在循环流化床锅炉前设置固体热载体热解气化装置,将部分或全部的循环流化床锅炉给煤先送入该装置,进行煤拔头,产生热解气和焦油,半焦送入循环流化床锅炉炉膛或煤拔头燃烧室燃烧。以上的专利技术属于固体热载体热解工艺,需要与循环流化床锅炉耦合,受到旧锅炉改造空间不够的限制。神华集团有限责任公司公开了一种煤热解提质的方法(公开号 CN101608125A),该方法将粒度 $\leq 30\text{mm}$ 的原煤送入回转干燥器中,使其与热烟道气并流接触、直接换热;与此同时,原料煤在回转干燥器中与来自热解器的热半焦间接换热,从而实现原料煤的干燥;干燥后的原料煤与来自加热回转窑的高温半焦混合后送入热解器中,煤料与高温半焦直接换热并发生热解,生成热半焦、焦油蒸汽和煤气,最终热解温度为 500 ~ 700℃;该发明利用半焦热载体加热,由于采用回转炉,热半焦的循环输送比较困难。中国科学院过程工程研究所的专利技术 CN101781583A 公布了一种煤热解气化高值利用的方法及装置,该技术通过稀相输送床与密相流化床耦合的方式,将煤的热解和气化过程分离,在煤气化之前先进行部分或全部热解,实现热解气、气化生成气和热解油联产;该发明采用气体热载体,实现了热解与气化的耦合,但是由于上部采用输送床,带出的细焦粉较多,气固分离是个难题。

[0007] 目前,国内外开发的热解工艺基本都处于中试或工业示范阶段,至今仍无大规模煤热解制备替代油气的商业化运行技术。存在的核心问题是:热解过程的气液产品收率与品质控制未能实现技术突破。许多中试及工业性试验结果表明:目前的大部分热解工艺所产生的焦油中的沥青质含量高达 50% 以上,焦油中的重质组分不仅降低了煤基油品的品位和价值,而且高粘度的焦油难于与系统中夹带的粉尘实现有效分离,造成了一系列的运行问题,阻碍了热解技术的工业化应用。因此,大规模热解制备替代燃料油、天然气与化学品

技术的产业化亟待解决热解产物品质控制问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供了一种固体燃料的多段分级热解气化装置,提供一种可用于煤、固体废弃物、油砂、油石或油页岩等含碳氢固体燃料的热解气化装置,使其可以提高热解产物的品质,具体来说是提高焦油中轻质组分的含量,降低沥青质组分的含量。

[0009] 本发明的目的还在于提供了一种固体燃料的多段分级热解气化方法。

[0010] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案所提供的固体燃料的多段分级热解气化装置包括加煤装置 1、多层流化床反应器 6、排渣阀 9、旋风分离器 10 和冷凝分离器 11;所述的多层流化床反应器 6 的底部设置进气口,用于通入气化剂,气化剂通过该进气口进入多层流化床反应器 6 内,发生煤的热解和半焦的气化反应并得到高温的气化气;

[0011] 所述的多层流化床反应器 6 内设置若干层流化床 3,每层流化床 3 通过带孔的分布板 5 隔开,最顶层流化床与加煤装置 1 连通,最顶层流化床中加入的煤与该层热解半焦及上行的高温热解气化气进行热交换,发生低温热解,得到初步热解的固体颗粒;初步热解的固体颗粒经溢流管 4/分布板 5 下行进入到下一层流化床中,在该下一层流化床中继续与高温的半焦及上行的热解气化气发生热交换进行热解反应,依次进入下一层流化床中,若干层流化床中煤的热解程度由上至下递增至充分热解,得到热解气体和半焦;煤热解后得到的半焦进入最底层流化床,与多层流化床反应器 (6) 底部通入的气化剂发生气化反应生成高温气化气和固体残渣;

[0012] 所述的多层流化床反应器 6 的底部设有排渣阀 9,用于排出热解得到的半焦或气化得到的固体残渣;

[0013] 所述的多层流化床反应器 6 顶部设有旋风分离器 10,用于分离得到的热解气化气体中夹带的细粉颗粒,分离得到的细粉颗粒由下部出口通过管路经多层流化床反应器 6 最底层的返料口 7 返回反应器,形成循环。

[0014] 作为上述方案的一种改进,所述的旋风分离器 10 上部出口设置冷凝分离器 11,用于热解气化气体产物的冷凝、分离。

[0015] 作为上述方案的又一种改进,所述的加煤装置 1 和多层流化床反应器 6 的最顶层之间设有预处理器 2,用于固体燃料的粉碎、筛选和干燥,去除固体燃料中的水分并预热。

[0016] 作为上述方案的再一种改进,所述的预处理器 2 和多层流化床反应器 6 之间安装单层流化床反应器 14 或双层流化床反应器 8,用于煤的初步热解。

[0017] 作为上述方案的再一种改进,所述的多层流化床反应器 6 中相邻两层流化床 3 之间设有溢流管 4,用于将热解不完全的颗粒导进下一层流化床继续进行热解或气化反应。

[0018] 作为上述方案的再一种改进,所述的热解气化装置还包括半焦罐 12,该半焦罐 12 与多层流化床反应器 6 底端连通,用于收集半焦。

[0019] 作为上述方案的还一种改进,所述的热解气化装置还包括气化炉 13,该气化炉 13 与多层流化床反应器 6 底部连通,用于煤热解后得到的半焦的气化。

[0020] 作为上述方案的最后一种改进,所述的多层流化床反应器 6 为轴向变径结构。

[0021] 本发明还提供了一种固体燃料的多段分级热解气化方法,该方法包括以下步骤:

[0022] 1) 将气化剂通过进气口通入多层流化床反应器 6 中的最底层流化床内,发生煤热

解后得到的半焦的气化反应,得到高温的气化气;

[0023] 2) 将固体燃料由加煤装置 1 送入多层流化床反应器 6 的最顶层流化床中,并与该层的热解半焦及上行的高温热解气化气发生热交换,发生低温热解,得到初步热解的固体颗粒;初步热解的固体颗粒经溢流管 4/分布板 5 下行进入到下一层流化床中,继续与高温的半焦及上行的热解气化气发生热交换进行热解反应,直至充分热解,得到热解气体和半焦;煤热解后得到的半焦进入最底层流化床,与底部通入的气化剂发生气化反应生成高温气化气和固体残渣;

[0024] 3) 步骤 2) 中得到的半焦或固体残渣通过多层流化床反应器 6 的最底层流化床气化反应器或气化炉 13 下部的排渣口或气化反应器侧面的排渣口排出;

[0025] 4) 步骤 2) 中产生的热解气化气体由多层流化床反应器 6 的气体出口进入旋风分离器 10 中,分离热解气化气中夹带的细粉颗粒,得到的细粉颗粒经管路返回到多层流化床反应器 6 最底层流化床中进行气化或热解反应。

[0026] 作为上述方案的一种改进,所述的方法还包括步骤 5):将步骤 4) 中的热解气化气体产物经冷凝分离器 11 冷凝、分离后得到焦油和煤气。

[0027] 作为上述方案的再一种改进,所述的步骤 1) 中还包括将固体燃料进行粉碎、筛选和干燥的步骤,用于去除固体燃料中的水分并预热。

[0028] 作为上述方案的又一种改进,所述的步骤 2) 中气化剂为空气、空气和水蒸汽混合气体、氧气和水蒸汽混合气体、或氧气、二氧化碳和水蒸气的混合气体。

[0029] 本发明所提供的一种固体燃料的多段分级热解气化装置,包括:

[0030] 加煤装置 1、预处理器 2、流化床 3、溢流管 4、分布板 5、多层流化床反应器 6、返料口 7、双床层流化床反应器 8、排渣阀 9、旋风分离器 10、冷凝分离器 11、半焦罐 12、气化炉 13、单层流化床反应器 14、双层流化床反应器第一层 15 和双层流化床反应器第二层 16。

[0031] 其中,加煤装置 1 与预处理器 2 或与多层流化床反应器 6 中最顶部的第一层流化床相连;流化床从上到下分为第一层流化床,第二层流化床,依次为第 n-1 层流化床,第 n 层流化床;流化床底部出口与排渣阀 9 相连;流化床第 n 层流化床可与气化炉 13 相连,也可与半焦罐 12 相连;气化炉 13 产生的气体可排出或与第 n 层流化床下部相连;多层流化床反应器 6 中最顶部的第一层流化床上端与旋风分离器 10 相连;旋风分离器 10 与冷凝分离器 11 相连;旋风分离器分离出的细粉颗粒与第 n 层流化床上的返料口 7 相连;在预处理器 2 与多层流化床反应器 6 之间可安装单层流化床反应器 14 或双层流化床反应器 8,双层流化床 8 由双层流化床反应器的第一层 15 和双层流化床反应器的第二层 16 组成。

[0032] 假定多层流化床为 5 层时,具体实施过程是原煤先经过原煤加工装置加工筛选后,利用加煤装置 1 以一定的粒度 ($< 10\text{mm}$) 加入到预处理器 2 中,利用热空气或燃烧后的烟气加热干燥除去水分后并将煤预热到 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 左右后,加入到多层流化床反应器 6 中最顶部的第一层流化床中,在此与该层热解半焦及上行的较高温度热解气化气换热升温到 $300 \sim 350^\circ\text{C}$,低温热解析出少量热解油气,初步热解的煤颗粒经第一层流化床 3 中的溢流管 4 进入到第二层流化床中,与该层已有的较高温度半焦及上行的热解气化气换热升温,在 $400 \sim 450^\circ\text{C}$ 下进行继续进行低温热解反应,析出大部分轻质热解油气,生成的半焦经第二层流化床中的溢流管进入到第三层流化床中,并在 $500 \sim 550^\circ\text{C}$ 下进行中温热解反应,析出大部分热解油气,热解后半焦经第三层流化床中的溢流管进入到第四层流化床中,并在

600 ~ 650℃下继续进行中温热解反应,析出剩余的热解油气,热解反应完全后的半焦经第四层流化床中的溢流管进入到第五层流化床中,由第五层流化床底部通入气化剂,半焦在850 ~ 1000℃下发生气化反应,生成的气体进入上层热解段,作为热解反应的热源,然后与各层热解段的热解气混合在一起,并夹带部分细粉颗粒进入到旋风分离器10中进行气固分离,分离后的细粉颗粒经管路和流化床反应器底部的返料口7返回到最底层的流化床中进行气化反应,从而形成一个循环系统,分离出的热解气化气体进入冷凝分离器中分离出煤气和焦油。在最底层流化床底部或侧面安装有排渣口,可定期放出半焦或固体残渣以维持系统的物料和能量平衡并得到高品质的半焦燃料。

[0033] 根据本发明提供的提高固体燃料热解产物品质的多段分级热解气化方法,其步骤如下:

[0034] (1) 固体燃料首先经预处理装置粉碎筛选粒度(10mm以下)和干燥,去除固体燃料中的大部分水分并将固体燃料预热到100 ~ 200℃左右;

[0035] 所述的固体燃料可以为煤、生物质、固体废弃物、油砂、油石或油页岩等含碳氢固体可燃物料;

[0036] (2) 经预处理后的固体燃料或未经预处理的固体燃料由给料器送入多层流化床反应器最顶部的第一层的流化床中,在此与该层的热解半焦及上行的较高温度热解气化气换热升温到300 ~ 350℃,初步热解析出部分热解油气,初步热解的固体颗粒经该层流化床中的溢流管/分布板下行进入到下一层流化床中,与该层已有的较高温度半焦及上行的热解气化气换热升温,继续发生逐级升温热解反应,生成的固体产物逐级进入下一层流化床中反应,直至热解反应完全,所得半焦产物经溢流管/分布板进入到最底层的流化床气化反应器或单独的气化炉,使半焦在850 ~ 1000℃下发生部分气化或全部气化反应;

[0037] (3) 流化床气化反应器生成的气化气进入上层热解段作为上部热解流化床的热载体,半焦或固体残渣既可以从气化反应器下部的排渣口排出,也可以从气化反应器侧面的排渣口排出。步骤(2)所述的热解和气化反应生成的气体产物在多层流化床反应器内以气态形式存在,气态产物携带少量细粉颗粒由第1层流化床进入旋风分离器分离,经一级或n级旋风分离器分离得到的细粉颗粒返回到最底层流化床中进行热解或气化反应,气体产物经冷凝、分离系统后得到焦油和煤气;

[0038] 所述通入最底部气化反应器内的气化剂为空气、空气和水蒸汽混合气体、氧气和水蒸汽混合气体或氧气、二氧化碳和水蒸气的混合气体。

[0039] 本发明技术的基本原理由附图1所示。多层流化床固体燃料多段分级热解技术主要是由预处理器、多层流化床热解气化反应器及产品分离收集装置组成。通过底部半焦气化产生的气体为上部热解反应提供热量,加入的煤通过溢流管/分布板逐层下降并发生热解反应,最终得到高品质的油气。具体来说,煤经加料器计量并加入到煤预处理器中干燥,然后送入到多层流化床热解反应器最顶层的流化床层中,通过溢流管/分布板向下溢流,经过几段床层后在最底部发生气化反应,半焦气化产生的高温气体向上经半焦层与煤接触,最终气体经过旋风分离器分离,细粉燃料可返回到最底部床层继续进行热解或气化反应,气体经冷凝后分离,得到煤气和焦油产品。

[0040] 本发明方法及装置的有益效果和优点是:(1) 通过固体燃料的多层流化热解,沿床层建立温度梯度,延长固体燃料颗粒在低温下的停留时间,大部分焦油产生在低温区,减

少高温下的二次裂解反应,提高轻质油品的品质和产率;(2)多层流化床反应器中上部半焦对下部热解产生的重质组分具有原位催化作用,可使热解产生的重质组分催化重整生成轻质组分,有效提高热解产物的品质;(3)最底层流化床中通入氧气和水蒸气使上部的多层流化床热解产生的半焦气化,产生的合成气作为热解反应的热载体,固体燃料颗粒自上而下在合成气的气氛下热解,可以使固体燃料热解产生的大分子自由基与外来小分子活性自由基结合,产生轻质组分,从而抑制大分子自由基缩聚形成重质组分的反应。

附图说明

- [0041] 图 1 为多层流化床固体燃料多段分级热解气化原理图;
- [0042] 图 2 为带有预处理装置的溢流管式多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0043] 图 3 为不带预处理装置的溢流管式多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0044] 图 4 为不带溢流管的多孔板型多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0045] 图 5 为床侧面带溢流管出料的多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0046] 图 6 为最底层溢流管出料的多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0047] 图 7 为底部气化段变径的多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0048] 图 8 为带有独立气化器的多层流化床固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0049] 图 9 为单层流化床与多层流化床组合的固体燃料热解气化工艺流程图;
- [0050] 图 10 为两层流化床与多层流化床组合的固体燃料热解气化工艺流程图。
- [0051] 附图标识
- | | | |
|------------------------|-------------|-----------------|
| [0052] 1、加煤装置 | 2、预处理器 | 3、流化床 |
| [0053] 4、溢流管 | 5、分布板 | 6、多层流化床反应器 |
| [0054] 7、返料口 | 8、双层流化床反应器 | 9、排渣阀 |
| [0055] 10、旋风分离器 | 11、冷凝分离器 | 12、半焦罐 |
| [0056] 13、气化炉 | 14、单层流化床反应器 | 15、双层流化床反应器的第一层 |
| [0057] 16、双层流化床反应器的第二层 | | |

具体实施方式

[0058] 以下参照具体的实施例来说明本发明。这些实施例仅用于说明本发明的目的,其不以任何方式限制本发明的范围。

[0059] 如图 1 所示为本发明的多层流化床固体燃料多段分级热解气化原理图。

[0060] 如图 2 所示,多层流化床反应器 6 为 5 层溢流管式多层流化床,相邻两层之间通过分布板 5 隔开,原煤先经过原煤加工装置加工筛选后,利用加煤装置 1 以一定的粒度 ($< 10\text{mm}$) 加入到预处理器 2 中,利用热空气或燃烧后的烟气加热干燥除去水分后并将煤预热到 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 左右后,加入到多层流化床反应器 6 中最顶部的第一层流化床中,在此与该层的热解半焦及上行的较高温度热解气化气换热升温到 $300 \sim 350^\circ\text{C}$,低温热解析出少量热解油气,初步热解的煤颗粒经第一层流化床中的溢流管 4 进入到第二层流化床中,与该层已有的较高温度半焦及上行的热解气化气换热升温,在 $400 \sim 450^\circ\text{C}$ 下继续进行低温热解反应,析出大部分轻质热解油气,生成的半焦经第二层流化床中的溢流管进入到第三

层流化床中,并在 500 ~ 550℃ 下进行中温热解反应,析出大部分热解油气,热解后半焦经第三层流化床中的溢流管进入到第四层流化床中,并在 600 ~ 650℃ 下继续进行中温热解反应,析出剩余的热解油气,热解反应完全后的半焦经第四层流化床中的溢流管进入到第五层流化床中,由第五层流化床底部通入气化剂,半焦在 850 ~ 1000℃ 下发生气化反应,生成的气体进入上层热解段,作为热解反应的热源,然后与各层热解段的热解气混合在一起,并夹带部分细粉颗粒进入到旋风分离器 10 中进行气固分离,分离后的细粉颗粒经管路和流化床反应器底部的返料口 7 返回到最底层的流化床中进行气化反应,从而形成一个循环系统,分离出的气体进入冷凝分离器 11 中分离出煤气和焦油。在流化床底部安装有排渣阀 9,可定期放出半焦或固体残渣以维持系统的物料和能量平衡并得到高品位的半焦燃料。

[0061] 如图 3 所示,与图 2 不同的是图 3 中没有预处理器,原煤不经过干燥等预处理装置直接通过螺旋加料器加入多层流化床反应器的上端,第一层流化床实际上就起到了干燥兼热解反应器的作用,适用于水分含量小于 10% 的煤,可以节约设备投资。

[0062] 如图 4 所示,与图 3 不同的是多层流化床反应器内部没有设置溢流管,直接采用多孔板形式,原煤通过分布板上的孔向下流到下层床层中,分布板的开孔率为 20% ~ 50%,根据固体物料的停留时间而定。

[0063] 如图 5 所示,在多层流化床反应器底部的侧面设置了一个溢流管出口,热解反应后的高品质半焦经一定的停留时间后可以通过溢流管排出,适用于半焦部分气化,半焦排出作为产品输出的情况,此时下部排渣口只排出气化反应完的固体残渣。

[0064] 如图 6 所示,图 6 中的半焦溢流方式与图 5 中的不同,半焦通过最底层流化床内的溢流管溢流到底部一个半焦罐 12 中,半焦经冷却回收热量后从排渣口排出,这种方式也适用于半焦部分气化,部分半焦排出作为产品输出的情况。

[0065] 如图 7 所示,多层流化床反应器底部的气化段内径比上部的热解段扩大,可以使多层流化床最底层的气化反应的停留时间延长,适用于半焦全部气化生产工业燃气或合成气的场合。

[0066] 如图 8 所示,在多层流化床反应器一侧装有独立的气化炉 13,煤在多层流化床反应器中进行热解反应,最底层流化床中的半焦通过连接管路进入气化炉中进行气化反应,得到的高温气化气可返回到多层流化床的底部进入多层流化床反应器中,为热解反应提供热量,也可以部分作为产品气输出,根据热解与气化反应之间的热量平衡而定。采用独立的气化炉,可以灵活调节气化反应器中半焦的停留时间以及热解与气化反应之间的热量平衡。

[0067] 如图 9 所示,在多层流化床反应器之前设有预处理器和一个单层流化床反应器 14,经过预处理后的煤在此流化床反应器中与热解半焦及较高温度气化气换热升温到 300 ~ 350℃,低温热解析出少量热解油气,这部分热解油气经除尘、冷凝分离后可得到轻质焦油。初步热解的煤颗粒经单层流化床反应器与多层流化床反应器之间的管路进入到多层流化床反应器中,继续进行较高温度的热解反应。由于提高了多层流化床反应器最顶层的热解温度,避免多层流化床反应器上部温度过低时的重质焦油的凝结,防止焦油堵塞分布板。由于将单层流化床反应器低温热解得到的轻质热解油气单独分离,可以集中得到轻质焦油,便于焦油产品的后续加工。

[0068] 如图 10 所示,在多层流化床反应器之前设有预处理器和一个双层流化床反应器

8, 经过预处理后的煤进入双层流化床反应器的第一层 15 中与热解半焦及较高温度热解气化气换热升温到 300 ~ 350°C, 低温热解析出少量热解油气, 初步热解的煤颗粒经第一层流化床 15 中的溢流管进入到第二层流化床 16 中, 与该层已有的较高温度半焦及上行的热解气化气换热升温, 在 400 ~ 450°C 下进行继续进行低温热解反应, 析出大部分轻质热解油气, 这部分热解油气经冷凝分离后可得到轻质焦油。经低温热解的煤颗粒通过双层流化床反应器与多层流化床反应器之间的管路进入到多层流化床反应器中, 继续进行低温热解反应。由于将低温热解与中温热解分开, 提高了多层流化床反应器最顶层的热解温度, 避免多层流化床反应器上部温度过低时的重质焦油的凝结, 防止焦油堵塞分布板。由于将双层床反应器低温热解得到的轻质热解油气单独分离, 可以集中得到轻质焦油, 便于焦油产品的后续加工。

[0069] 最后所应说明的是, 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明, 本领域的普通技术人员应当理解, 对本发明的技术方案进行修改或者等同替换, 都不脱离本发明技术方案的精神和范围, 其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

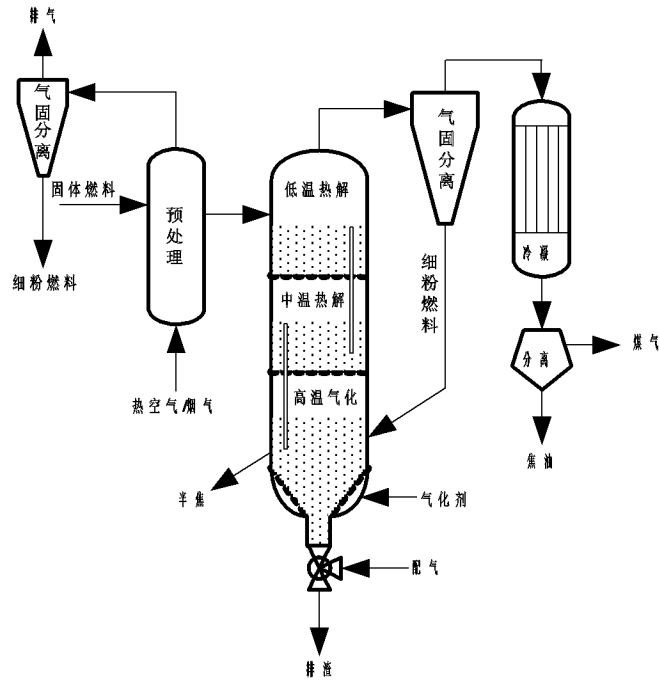


图 1

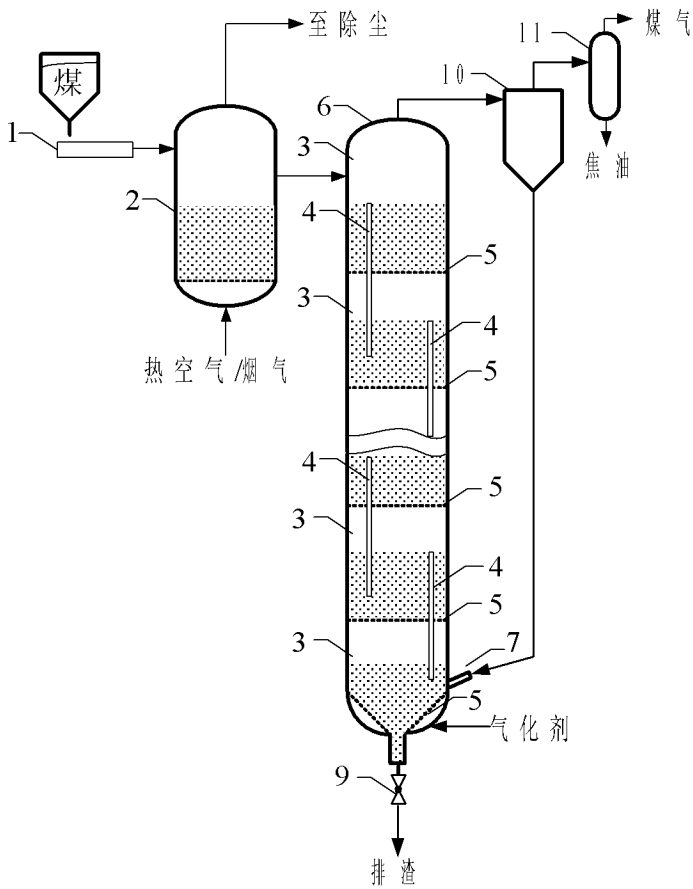


图 2

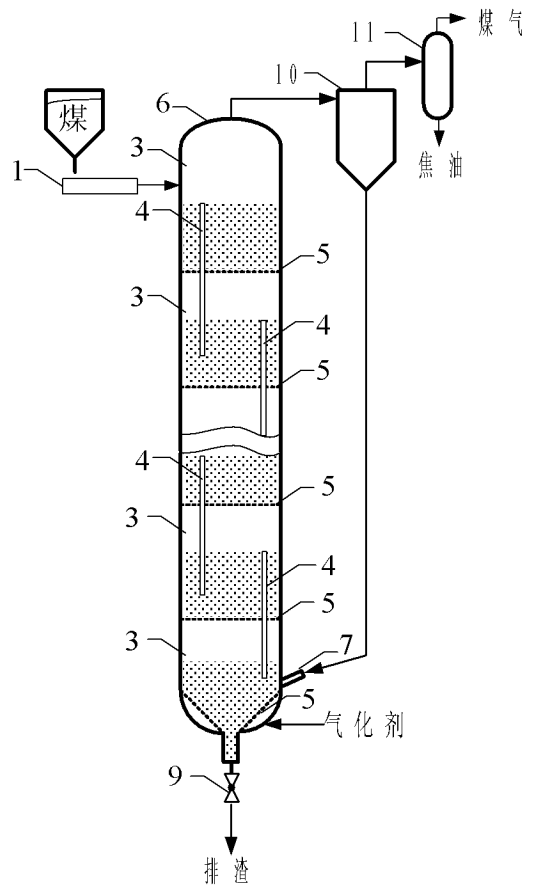


图 3

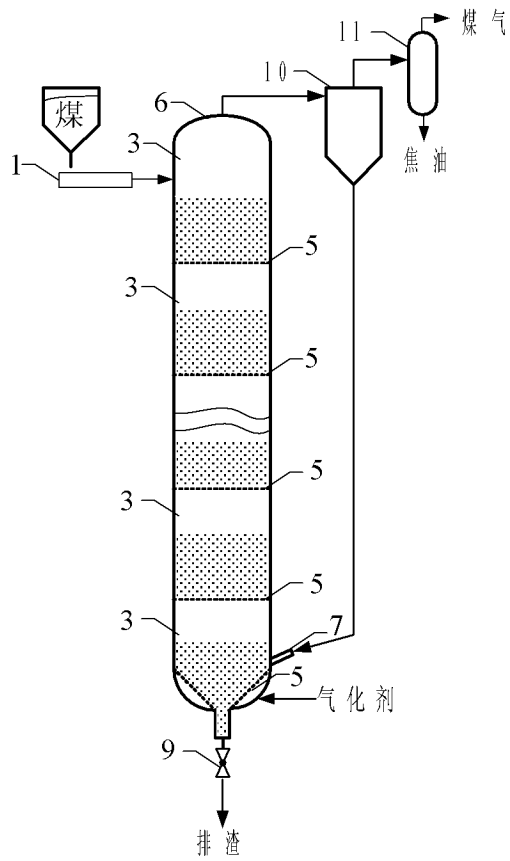


图 4

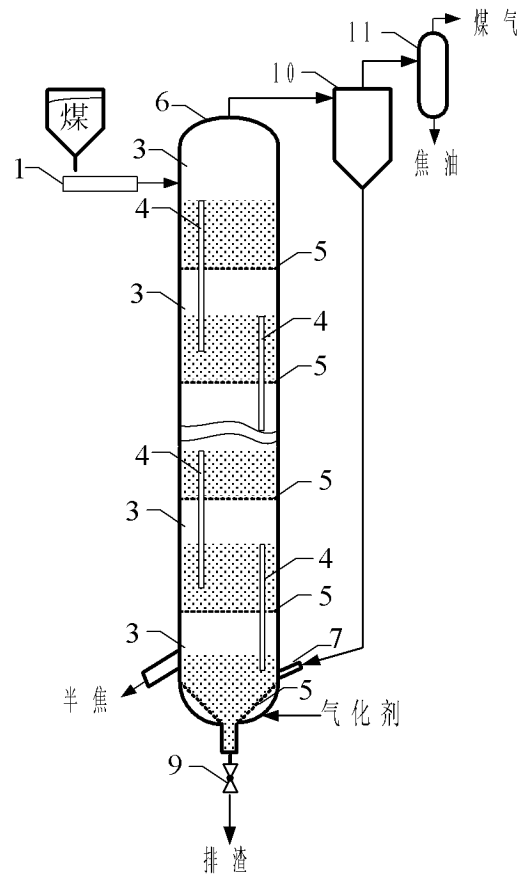


图 5

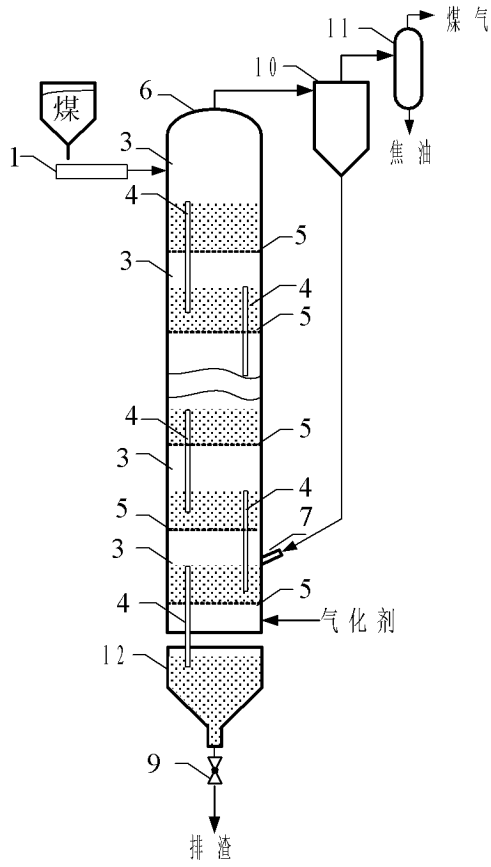


图 6

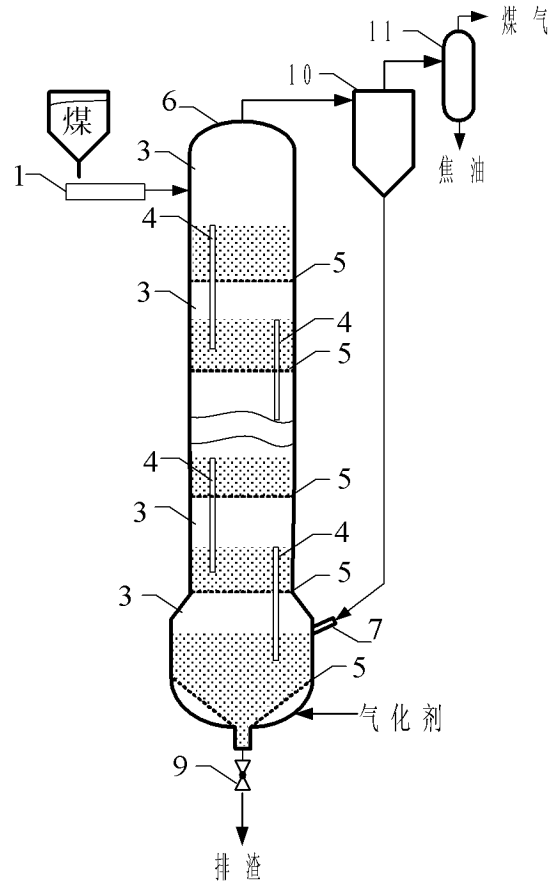


图 7

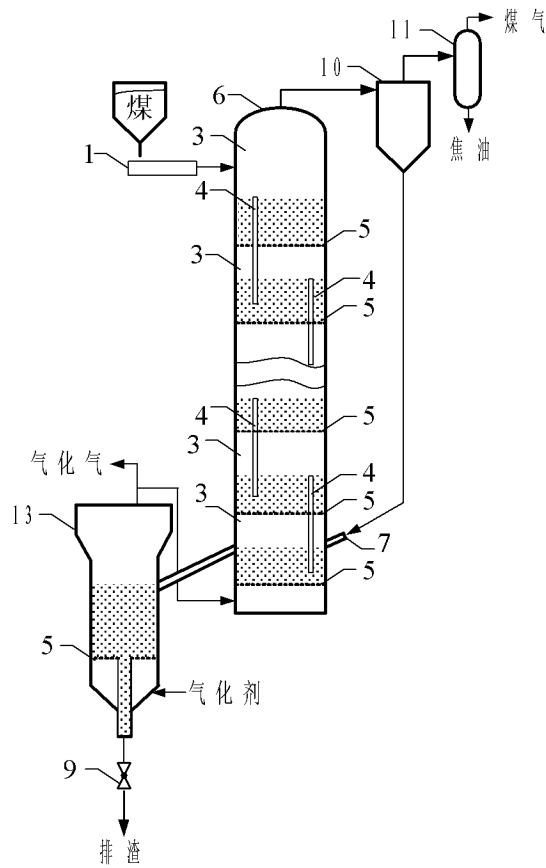


图 8

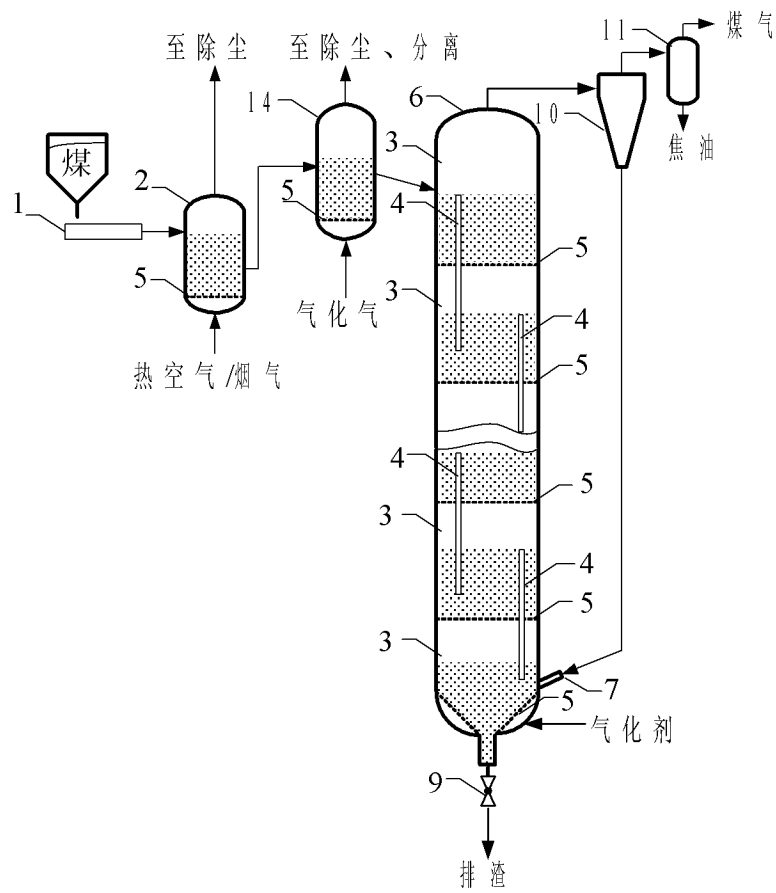


图 9

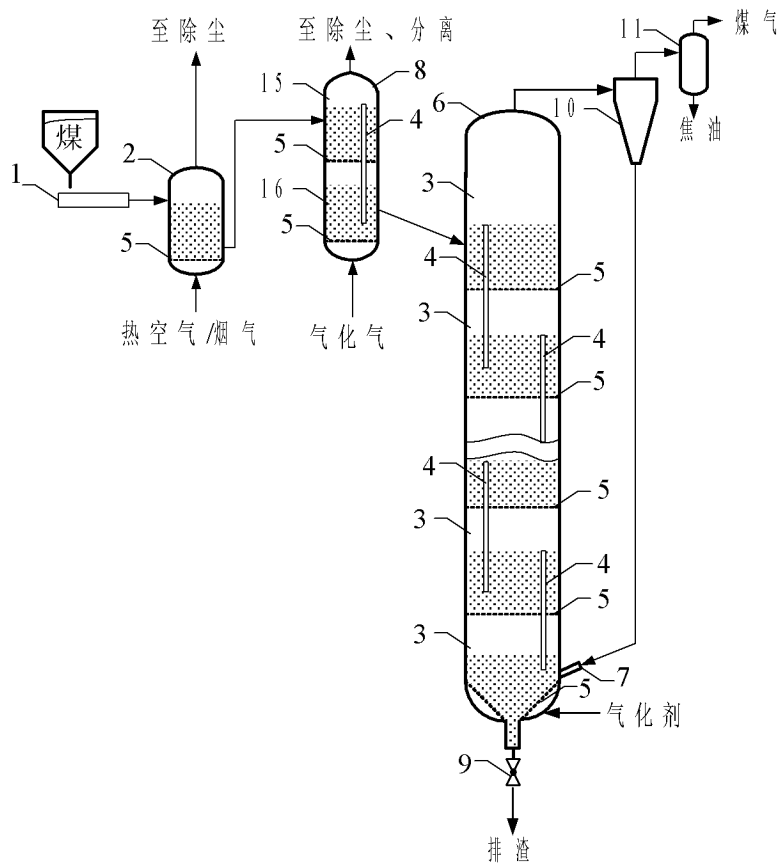


图 10