



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103740389 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201410029216. 0

(22) 申请日 2014. 01. 22

(73) 专利权人 北京立化科技有限公司  
地址 100084 北京市海淀区清华大学学研综合楼 B 座 4 层 406 室

(72) 发明人 蒙爱红 吴洪肖 蒋景沛

(51) Int. Cl.

- C10B 53/04(2006. 01)
- C10B 49/22(2006. 01)
- C10B 57/00(2006. 01)
- C10B 57/10(2006. 01)
- C10B 57/14(2006. 01)
- C10J 3/60(2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 101016482 A, 2007. 08. 15, 全文.
- CN 102504842 A, 2012. 06. 20, 说明书第

12-17, 图 1.

CN 103013576 A, 2013. 04. 03, 说明书第 23-32 段, 图 1.

JP 特开 2013-241487 A, 2013. 12. 05, 全文.  
朱之培. 煤的化工利用. 《煤的化工利用》. 化学工业出版社, 1979, 第 134-137.

审查员 冷三华

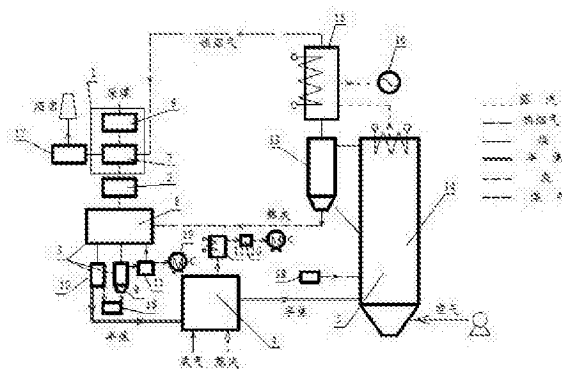
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

低阶煤梯级利用的多联产工艺

(57) 摘要

低阶煤梯级利用的多联产工艺, 以循环流化床燃烧锅炉、循环流化床干馏反应器、循环流化床气化反应器为核心, 串联发电装置实现低变质煤梯级循环利用。低阶煤经破碎、干燥后首先进行褐煤蜡提取, 然后进入褐煤热解反应器, 采用气化反应器的粗煤气作为流化介质, 经干馏后得到焦油、粗煤气, 半焦进入气化反应器进行部分气化, 产生部分煤气作为干馏反应器的流化介质, 未完全气化的半焦进入燃烧锅炉作为燃料, 通过燃烧产生热量产生蒸汽用于发电, 副产低压蒸汽可作为气化反应器原料, 燃烧所得高温半焦及热灰进入干馏反应器和气化反应器作为热载体, 从而完成一个循环。本发明可明显提高低阶煤的经济价值, 梯级循环利用可显著降低污染物的排放, 安全可靠。



1. 低阶煤梯级利用多联产工艺,包括原煤预处理系统(1)、褐煤蜡提取系统(2)、干馏系统(3)、气化系统(4)、燃烧系统(5)、发电系统(16)和除尘系统(17);所述原煤预处理系统(1)包括破碎筛分装置(6)、干燥装置(7);干馏系统(3)包括流化床干馏装置(8)、干馏气固分离装置(9)和焦灰分离装置(10),其特征在于:

1) 启动时,低阶原料煤在原煤预处理系统中破碎、筛分后,粒径在 0~20mm 的原料煤进入燃烧系统(5)燃烧,产生的热灰随气体扬析进入燃烧床旋风分离器(13),旋风分离器分离下的热灰送到流化床干馏装置(8)作为热载体;旋风分离器分离后的热烟气与流化床锅炉的换热单元(15)换热,将换热单元(15)内的水加热产生水蒸气,降温后的热烟气进入到干燥装置(7)干燥破碎筛分后的原料煤,然后经过除尘系统(17)除尘后排放;

2) 低阶原料煤在原煤预处理系统中被破碎、筛分后,粒度在 0~20mm 的原料煤进入干燥装置(7),利用来自燃烧系统(5)的热烟气进行干燥;干燥后的低阶煤进入褐煤蜡提取系统(2),提取产品褐煤蜡后,进入流化床干馏装置(8)进行低温快速干馏,低温干馏温度为 500~650℃;流化床干馏装置(7)以热灰作为载热体,干馏后的固体半焦和热灰混合物进入焦灰分离装置(10),焦灰分离装置分离下的半焦直接送入气化系统(3),干馏热灰进入灰仓(18);干馏后的气固混合物进入干馏气固分离装置(9),分离下来的粉尘进入灰仓(18);经干馏气固分离装置分离后的气体进入焦油冷凝回收装置(11)回收焦油,从焦油冷凝回收装置排出的粗煤气一部分继续循环进入流化床干馏装置(8)内作为流化介质,另一部分经净化后送往粗煤气储气罐(19)贮藏;

3) 进入气化系统(4)的半焦一部分与水蒸汽、氧气发生气化反应,气化产物煤气从气化炉顶部排出进入气化段煤气换热器(12),换热器内的水吸收热量产生水蒸气,换热后煤气温度降低进入油气回收系统(20),净化处理后的煤气送往储气罐贮藏;另一部分半焦在气化系统内吸热温度进一步升高,高温半焦排出气化系统进入燃烧系统(5)燃烧;

4) 燃烧系统(5)包括流化床锅炉(14)、燃烧床旋风分离器(13)和换热单元(15),灰仓(18)中的灰送入流化床锅炉(14),高温半焦燃烧过程产生的热量加热这部分灰形成热灰,燃烧产生的烟气携带着热灰进入燃烧床旋风分离器(13),旋风分离器分离下的热灰送回流化床干馏装置(8)作为热载体;旋风分离器分离后的热烟气与流化床锅炉的换热单元(15)换热,将换热单元(15)内的水加热产生水蒸气,降温后的热烟气进入干燥装置(7)干燥破碎后的煤样,然后经过除尘系统(17)除尘排放;

5) 从干馏系统(3)的焦油冷凝回收装置(11)排出的粗煤气,在循环进入流化床干馏装置(8)作为流化介质前,先经过煤气预热器换热,将粗煤气预热到 200~350℃,再送入流化床干馏装置(8);

6) 换热单元(15)产生的高、中压蒸汽用于发电系统(16)发电,低压蒸汽送到气化系统(4)作为气化剂,气化系统(4)产生的烟气循环回到干燥装置(7)作为热源干燥破碎筛分后的煤样。

## 低阶煤梯级利用的多联产工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种低阶梯级利用多联产工艺,可用于褐煤等低质煤综合高效利用技术领域,特别涉及以褐煤梯级循环利用联产电、蒸汽、煤气、焦油和半焦的工艺。

### 背景技术

[0002] 我国以煤炭为主要能源资源,近年来,在内蒙、云南、新疆等地连续发现了大规模煤田,主要以低阶煤为主(褐煤占绝大多数),褐煤等煤种因水分高、灰分高、挥发分高、热值低,常被当做低质燃料动力煤;加之易氧化和自燃,不宜长途运输,因此成为难以异地加工利用的煤资源。如何高效利用这些资源,同时最大限度地减轻对环境的污染,日益引起了众多专家学者的关注。

[0003] 目前我国煤炭资源的利用,大部分是以单一生产过程的利用效率极低的直接燃烧为主,其他气化、液化也是以单一过程为主。为了使转化过程取得较高的转化效率,往往需要复杂的工艺和较高运行条件,从而导致转化工艺技术复杂,设备庞大,投资及生产成本低,而且即使在单个生产工艺中取得高效率,其能源总体利用效率也不会很高。此外,单一生产过程往往会造成资源的很大浪费。煤的直接燃烧就是把煤所含的各种组分都作为燃料来利用,而没有利用其中具有更高利用价值的组分,如挥发分等。所以,如果把以煤为资源的多个生产工艺作为一个系统来考虑,即煤的多联产系统,从整体利用效率的角度来提高煤炭资源利用率,可以更好地解决所面临的资源与环境问题。

[0004] 目前多联产的主要技术方向可分为3类:①以煤热解为基础的热电气多联产技术;②以煤部分气化为基础的热电气多联产技术;③以煤完全气化为基础的热电气多联产技术。

[0005] 根据反应装置、热载体性质的不同,该技术目前主要可分为:①以流化床煤热解为基础的热电气多联产技术;②以移动床煤热解为基础的热电气多联产技术;③以焦热载体煤热解为基础的热电气多联产技术。

[0006] 目前的多联产工艺主要偏重于煤的气化/燃烧的热电气联产,或者干馏/燃烧组合的热电气联产,往往没有干馏/气化/燃烧组合的热电联产。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有褐煤多联产技术的缺点,提供一种基于褐煤梯级利用的热、电、气、焦油及半焦的多联产工艺,实现褐煤的梯级利用,具有能耗低、投资省、褐煤利用率高、系统整体热利用高等优点。

[0008] 本发明采用的技术方案是:

[0009] 低阶煤梯级利用多联产工艺,包括原煤预处理系统、褐煤蜡提取系统、干馏系统、气化系统、燃烧系统、发电系统和除尘系统;所述原煤预处理系统包括破碎筛分装置、干燥装置;干馏系统包括流化床干馏装置、干馏气固分离装置和焦炭分离装置,其特征在于:

[0010] 1) 启动时,低阶原料煤在原煤预处理系统中破碎、筛分后,粒径在0~20mm的原料

煤进入燃烧系统燃烧,产生的热灰随气体扬析进入燃烧床旋风分离器,旋风分离器分离下的热灰送到流化床干馏装置作为热载体;旋风分离器分离后的热烟气与流化床锅炉的换热单元换热,将换热单元内的水加热产生水蒸气,降温后的热烟气进入到干燥装置干燥破碎筛分后的原料煤,然后经过除尘系统除尘后排放;

[0011] 2) 正常运行时,低阶原料煤在原煤预处理系统中被破碎并筛分后,粒度在 0~20mm 的原料煤进入干燥装置,利用来自燃烧系统的热烟气进行干燥;干燥后的低阶煤进入进入褐煤蜡提取系统,提取产品褐煤蜡后,进入流化床干馏装置进行低温快速干馏(500~650℃);流化床干馏装置以热灰作为载热体,干馏后的固体半焦和热灰混合物进入焦炭分离装置,焦炭分离装置分离下的半焦直接送入气化系统,干馏热灰进入灰仓;干馏后的气固混合物进入干馏气固分离装置,分离下来的粉尘进入灰仓;经干馏气固分离装置分离后的气体进入焦油冷凝回收装置回收焦油,从焦油冷凝回收装置排出的粗煤气一部分继续循环进入流化床干馏装置内作为流化介质,另一部分经净化后送往粗煤气储气罐贮藏;

[0012] 3) 进入气化系统的半焦一部分与水蒸汽、氧气发生气化反应,气化产物煤气从气化炉顶部排出进入气化段煤气换热器,换热器内的水吸收热量产生水蒸气,换热后煤气温度降低进入油气回收系统,净化处理后的煤气送往储气罐贮藏;另一部分半焦在气化系统内吸热温度进一步升高,高温半焦排出气化系统进入燃烧系统燃烧;

[0013] 4) 燃烧系统包括流化床锅炉、燃烧床旋风分离器和换热单元,灰仓中的灰送入流化床锅炉,高温半焦燃烧过程产生的热量加热这部分灰形成热灰,燃烧产生的烟气携带着热灰进入燃烧床旋风分离器,旋风分离器分离下的热灰送回流化床干馏装置作为热载体;旋风分离器分离后的热烟气与流化床锅炉的换热单元换热,将换热单元内的水加热产生水蒸气,降温后的热烟气进入干燥装置干燥破碎后的煤样,然后经过除尘系统除尘排放。

[0014] 上述技术方案中,从干馏系统的焦油冷凝回收装置排出的粗煤气,在循环进入流化床干馏装置作为流化介质前,先经过煤气预热器换热,将粗煤气预热到 200~350℃,再送入流化床干馏装置。

[0015] 上述技术方案中,换热单元产生的高中压蒸汽用于发电系统发电,低压蒸汽送到气化系统作为气化剂,气化系统产生的烟气循环回到干燥装置作为热源干燥破碎筛分后的煤样。

[0016] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及有益效果:本发明将低阶煤梯级开发使用,大大提高了低阶煤的附加值;耦合了流化床干馏、气化技术、固体载热技术及循环流化床燃烧技术,系统整体热利用效率较高、污染物排放较少;同时该工艺将低阶煤进行梯级开发,对各工艺单元设备要求较低,生产操作简单,具有较好的经济效益。

## 附图说明

[0017] 图 1 是一种基于褐煤梯级利用的热、电、气、焦油及半焦的多联产工艺流程图。

[0018] 图中:1 - 原煤预处理系统;2 - 褐煤蜡提取系统;3 - 干馏系统;4 - 气化系统;5 - 燃烧系统;6 - 破碎筛分装置;7 - 干燥装置;8 - 流化床干馏装置;9 - 干馏气固分离装置;10 - 焦炭分离装置;11 - 焦油冷凝回收装置;12 - 气化段煤气换热器;13 - 燃烧床旋风分离器;14 - 流化床锅炉;15 - 换热单元;16 - 发电系统;17 - 除尘系统;18 - 灰仓;19 - 粗煤气储气罐;20 - 油气回收系统。

## 具体实施方式

[0019] 下面结合附图详细描述本发明的具体工艺及运行流程：

[0020] 低阶煤梯级利用多联产工艺，包括原煤预处理系统 1、褐煤蜡提取系统 2、干馏系统 3、气化系统 4、燃烧系统 5、发电系统 16 和除尘系统 17。原煤预处理系统 1 包括破碎筛分装置 6、干燥装置 7。干馏系统 3 包括流化床干馏装置 8、干馏气固分离装置 9 和焦炭分离装置 10。低阶煤梯级利用多联产工艺包括如下步骤：

[0021] 启动时，低阶原料煤在原煤预处理系统中破碎、筛分后，粒径在 0~20mm 的原料煤进入燃烧系统 5 燃烧，产生的热灰随气体扬析进入燃烧床旋风分离器 13，旋风分离器分离下的热灰送到流化床干馏装置 8 作为热载体；旋风分离器分离后的热烟气与流化床锅炉的换热单元 15 换热，将换热单元 15 内的水加热产生水蒸气，降温后的热烟气进入到干燥装置 7 干燥破碎筛分后的原料煤，然后经过除尘系统 17 除尘后排放。

[0022] 启动后正常运行时，低阶原料煤在原煤预处理系统中被破碎并筛分后，粒度在 0~20mm 的原料煤进入干燥装置 7，利用来自燃烧系统 5 的约 150℃ 的高温尾气作为热源对褐煤进行干燥，将褐煤水分降至 10% 左右，干燥后的褐煤进入褐煤蜡提取系统 2 首先进行褐煤蜡的提取。提取产品褐煤蜡后，进入流化床干馏装置 8 进行低温快速干馏（500~ 650℃）；流化床干馏装置 7 以来自燃烧系统的约 900℃ 的热灰作为载热体，干馏后的固体半焦和热灰混合物进入焦炭分离装置 10，焦炭分离装置分离下的半焦直接送入气化系统 3，干馏热灰进入灰仓 18；干馏后的气固混合物进入干馏气固分离装置 9，分离下来的粉尘也进入灰仓 18；经干馏气固分离装置分离后的气体进入焦油冷凝回收装置 11 回收焦油，从焦油冷凝回收装置排出的粗煤气一部分继续循环进入流化床干馏装置 8 内作为流化介质，另一部分经净化后送往粗煤气储气罐 19 贮藏。

[0023] 干馏产生的半焦（约 500℃ ~600℃）进入气化系统 4，与水蒸汽（约 0.6MPa、165℃）、氧气发生气化反应。水蒸汽来自于燃烧系统所产生的低压蒸汽。气化系统可以设计为常压、流化床形式、温度 900℃ 左右。水蒸汽和氧气一方面作为主要反应物与半焦混合在炉内进行气化反应，另一方面起到流化介质载气的作用。在气化系统内，部分半焦和水蒸汽、氧气发生气化反应被消耗掉，气化产物煤气从气化炉顶部排出进入气化段煤气换热器 12，换热器内的水吸收热量产生水蒸气，换热后煤气温度降低进入油气回收系统 20，净化处理后的煤气送往储气罐贮藏。另一部分未被消耗的半焦在气化系统内吸热升温后（900℃ 左右）作为高温半焦排出气化系统进入燃烧系统 5 燃烧。

[0024] 燃烧系统 5 包括流化床锅炉 14、燃烧床旋风分离器 13 和换热单元 15，灰仓 18 中的灰送入流化床锅炉 14，高温半焦燃烧过程产生的热量加热这部分灰形成热灰，燃烧产生的烟气携带着热灰进入燃烧床旋风分离器 13，旋风分离器分离下的热灰送回流化床干馏装置 8 作为热载体；旋风分离器分离后的热烟气与流化床锅炉的换热单元 15 换热，将换热单元 15 内的水加热产生水蒸气，降温后的热烟气进入干燥装置 7 干燥破碎后的煤样，然后经过除尘系统 17 除尘排放。考虑整个系统物料、能量平衡调节，燃烧床旋风分离器 13 分离下来的热灰，在输送管道上留有旁路，多余的热灰不进干馏塔从旁路直接排放至冷却装置，冷却后进入灰渣储槽。

[0025] 在流化床干馏装置 8 的循环煤气进气管道上可以增设了煤气预热器，将煤气温度

预热到将粗煤气预热到 200-350℃左右,可增强对干馏装置内反应温度的控制,使干馏装置内温度的控制、调节更加灵敏、及时。

[0026] 换热单元 15 产生的高中压蒸汽用于发电系统 16 发电,低压蒸汽送到气化系统 4 作为气化剂,气化系统 4 产生的烟气循环回到干燥装置 7 作为热源干燥破碎筛分后的煤样。

[0027] 本发明梯级开发使用低阶煤,大大提高了低阶煤的附加值。整个工艺耦合了流化床干馏、气化技术、固体载热技术及循环流化床燃烧技术,系统整体热利用效率较高、污染物排放较少,具有较好的经济效益。

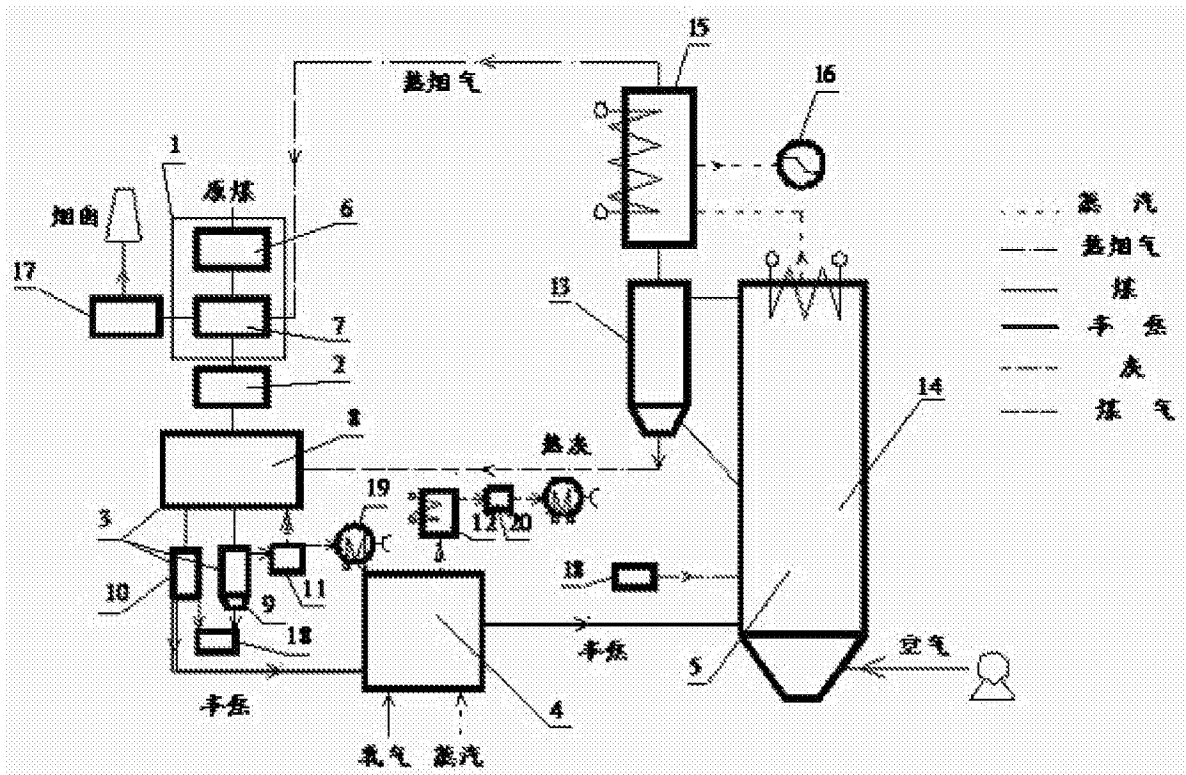


图 1