



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102994127 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201210527862. 0

C10B 57/10 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 12. 10

C10B 49/22 (2006. 01)

C10B 53/04 (2006. 01)

(71) 申请人 国电龙源电力技术工程有限责任公司

地址 100039 北京市海淀区西四环中路 16
号院 1 号楼 12 层 1201 室

(72) 发明人 腾东玉 闵健 李卫华 王丙峰
秦玉林 房文佳 王志超 张宇
吴伟

(74) 专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理
事务所 (普通合伙) 11387
代理人 刘春成 温泉

(51) Int. Cl.

C10B 57/00 (2006. 01)

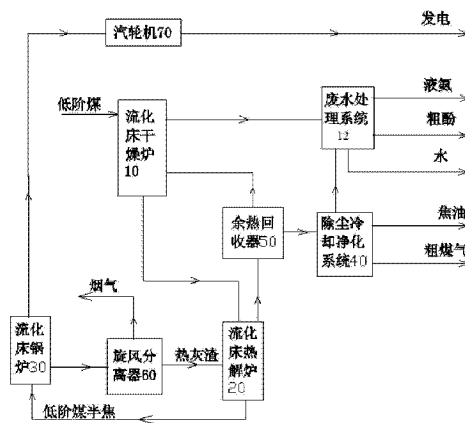
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

低阶煤多级流化床煤化工多联产系统及其方法

(57) 摘要

本发明提供一种低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,包括流化床干燥炉、流化床热解炉和流化床锅炉,其中,所述流化床干燥炉、所述流化床热解炉和所述流化床锅炉串联连接,均采用流化床形式,所述流化床干燥炉对低阶煤进行干燥,使得低阶煤物理脱水,在所述流化床干燥炉中具有管板换热器,所述管板换热器沉浸在低阶煤中,所述管板换热器中的气体热介质经由低阶煤溢出,携带出低阶煤中脱除的水分;所述流化床干燥炉与所述流化床热解炉连接,经干燥后的流态化的低阶煤进入所述流化床热解炉,在所述流化床热解炉中进行中低温热解;所述流化床锅炉与所述流化床热解炉连接,所述流化床热解炉中热解产生的煤半焦进入所述流化床锅炉进行燃烧。



1. 一种低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于包括流化床干燥炉、流化床热解炉和流化床锅炉,其中,所述流化床干燥炉、所述流化床热解炉和所述流化床锅炉串联连接,均采用流化床形式,

所述流化床干燥炉对低阶煤进行干燥,使得低阶煤物理脱水,在所述流化床干燥炉中具有管板换热器,所述管板换热器沉浸在低阶煤中,所述管板换热器中的气体热介质经由低阶煤溢出,携带出低阶煤中脱除的水分;

所述流化床干燥炉与所述流化床热解炉连接,经干燥后的流态化的低阶煤进入所述流化床热解炉,在所述流化床热解炉中进行中低温热解;

所述流化床锅炉与所述流化床热解炉连接,所述流化床热解炉中热解产生的煤半焦进入所述流化床锅炉进行燃烧。

2. 根据权利要求1所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

所述流化床锅炉连接有旋风分离器,所述流化床锅炉中产生的烟气经所述旋风分离器进行旋风分离后得到的热灰渣被送至所述流化床热解炉,所述热灰渣对所述流化床热解炉中的低阶煤进行加热。

3. 根据权利要求1或2所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

低阶煤在所述流化床干燥炉中进行干燥后,其含水量降低至8~15%。

4. 根据权利要求1或2所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

进入所述流化床干燥炉的低阶煤颗粒度是小于10mm,

进入所述管板换热器的所述气体热介质的温度小于180℃,从所述管板换热器进入所述流化床干燥炉的所述气体热介质的温度为140~160℃,

低阶煤在所述流化床干燥炉内进行脱水时的温度为105℃~115℃,干燥后低阶煤的出煤温度小于110℃。

5. 根据权利要求1或2所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

所述流化床干燥炉连接有废水处理系统,经所述流化床干燥炉处理蒸发产生的水分进入所述废水处理系统,经过处理得到液氨、粗酚和水。

6. 根据权利要求1或2所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

在所述流化床热解炉中的热解温度控制在450~700℃。

7. 根据权利要求1、2或5所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

所述流化床热解炉连接有余热回收器,所述余热回收器的后端分别与所述流化床干燥器和除尘冷却净化系统连接,

干燥后的低阶煤在所述流化床热解炉中热解而析出的挥发分被送往所述余热回收器,由所述余热回收器回收该挥发分的余热,所述余热回收器将回收的热量送往所述流化床干燥器,供管板换热器对低阶煤进行干燥所需的热量,

被回收余热后的所述挥发分被送往所述除尘冷却净化系统连接,经除尘和冷却后,得到焦油和煤气。

8. 根据权利要求7所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其特征在于:

所述除尘冷却净化系统还连接着所述废水处理系统,

所述除尘冷却净化系统中产生的含酚氨的废水被送往所述废水处理系统。

9. 一种低阶煤多级流化床煤化工多联产方法,该方法的特征在于,在该方法中,低阶煤

保持流化床的形式,该方法包括:

低阶煤干燥步骤,在该步骤中对低阶煤进行干燥,使得低阶煤物理脱水,使用气体热介质促进低阶煤的流动性并通过所述气体热介质携带出低阶煤中脱除的水分,所述水分经过处理能够得到液氨、粗酚和符合排放标准的工业回用水;

低阶煤热解步骤,在该步骤中,经干燥后的流态化的低阶煤进行中低温热解,低温热解的产物能够是煤气、焦油和低阶煤半焦;和

燃烧发电步骤,在该步骤中,低阶煤热解步骤产生的低阶煤半焦进行燃烧带动汽轮机发电。

10. 根据权利要求 9 所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产方法,其特征在于:

在所述燃烧发电步骤中产生烟气,所述烟气经旋风分离后得到的热灰渣,被送至所述低阶煤热解步骤,对低阶煤进行加热。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产方法,其特征在于:在所述低阶煤干燥步骤中,将低阶煤的含水量降低至 8~15%。

12. 根据权利要求 9 或 10 所述的低阶煤多级流化床煤化工多联产方法,其特征在于:

在所述低阶煤热解步骤中,对干燥后的低阶煤热解而析出的挥发分进行余热回收,得到该挥发分的余热,该余热被送至所述低阶煤干燥步骤,提供对低阶煤进行干燥所需的热量,

被回收余热后的所述挥发分,经除尘和冷却后,得到焦油和煤气。

低阶煤多级流化床煤化工多联产系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种低阶煤煤化工系统,特别涉及低阶煤多级流化床煤化工多联产系统及其方法。

背景技术

[0002] 我国褐煤储量丰富,2010 年褐煤产量超过 3 亿吨,占全国煤炭产量的 10%。褐煤的高效加工利用已成为我国煤炭能源领域高度关注的问题。

[0003] 由于褐煤成煤期短,其水量、氧含量和挥发份高,全水分高达 20-60%。一方面导致热值低,不适于直接燃烧;另一方面造成化学反应性过高,在空气中极易风化和破碎,不适于远距离运输和长期储存。因此,褐煤最大的用途是坑口电厂发电,但褐煤中优质的挥发分也被低价值燃烧发电了。如何高效综合利用褐煤,又在不影响发电的前提下,开发高效的煤化工多联产系统,具备较好的经济效益和社会效益,是褐煤开发利用中亟待解决的问题。

[0004] 传统的低阶煤循环流化床锅炉发电技术中,都是对煤直接进行燃烧或热解,但低阶煤中所含有的高达 30 ~ 60% 的水分一是直接蒸发掉,既浪费了水的蒸发潜热,水资源又未能得到充分利用;二是则增加了热解过程酚氨废水的产生量,酚氨废水处理难度大,费用高,给环保带来巨大压力。而我国的产煤区目前基本上都是缺水区域,对于年处理量几百万吨的缺水地区来讲,这是一个非常大的浪费,需要改进工艺回收这些水分再利用,减少系统能耗,并且需要减少酚氨废水处理系统的压力。

[0005] 上述流化床技术是指将大量固体颗粒悬浮于运动的流体之中,从而使颗粒具有流体的某些表现特征,这种流固接触状态称为固体流态化,即流化床。

[0006] 流化床的主要特性有:充分流态化的床层表现出类似于液体的性质。密度比床层平均密度小的流体可以悬浮在床面上;床面保持水平;床层服从流体静力学关系,即高度差为 L 的两截面的压差 $\Delta p = \rho g L$;颗粒具有与液体类似的流动性,可以从器壁的小孔喷出;两个联通的流化床能自行调整床层上表面使之在同一水平面上。上述性质使得流化床内颗粒物料的加工可以像流体一样连续进出料,并且由于颗粒充分混合,床层温度、浓度均匀使床层具有独特的优点得以广泛的应用。

发明内容

[0007] 为了解决现有技术中对低阶煤利用的不足,提高低阶煤的利用率并降低系统能耗,本申请的发明人提出了采用多级流化床串级操作来生产低阶煤半焦的方法,并提出了该低阶煤多级流化床煤化工多联产系统。

[0008] 本发明提供一种低阶煤多级流化床煤化工多联产系统,其包括流化床干燥炉、流化床热解炉和流化床锅炉,其中,上述流化床干燥炉、上述流化床热解炉和上述流化床锅炉串联连接,均采用流化床形式,上述流化床干燥炉对低阶煤进行干燥,使得低阶煤物理脱水,在上述流化床干燥炉中具有管板换热器,上述管板换热器沉浸在低阶煤中,上述管板换热器中的气体热介质经由低阶煤溢出,携带出低阶煤中脱除的水分;上述流化床干燥炉与

上述流化床热解炉连接,经干燥后的流态化的低阶煤进入上述流化床热解炉,在上述流化床热解炉中进行中低温热解;上述流化床锅炉与上述流化床热解炉连接,上述流化床热解炉中热解产生的煤半焦进入上述流化床锅炉进行燃烧。

[0009] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,上述流化床锅炉连接有旋风分离器,上述流化床锅炉中产生的烟气经上述旋风分离器进行旋风分离后得到的热灰渣被送至上述流化床热解炉,上述热灰渣对上述流化床热解炉中的低阶煤进行加热。

[0010] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,低阶煤在上述流化床干燥炉中进行干燥后,其含水量降低至 8~15%。

[0011] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,进入上述流化床干燥炉的低阶煤颗粒度是小于 10mm,进入上述管板换热器的上述气体热介质的温度小于 180℃,从上述管板换热器进入上述流化床干燥炉的上述气体热介质的温度为 140~160℃,低阶煤在上述流化床干燥炉内进行脱水时的温度为 105℃~115℃,干燥后低阶煤的出煤温度小于 110℃。

[0012] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,上述流化床干燥炉连接有废水处理系统,经上述流化床干燥炉处理蒸发产生的水分进入上述废水处理系统,经过处理得到液氨、粗酚和水。

[0013] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,在上述流化床热解炉中的热解温度控制在 450 ~ 700℃。

[0014] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,上述流化床热解炉连接有余热回收器,上述余热回收器的后端分别与上述流化床干燥器和除尘冷却净化系统连接,干燥后的低阶煤在上述流化床热解炉中热解而析出的挥发分被送往上述余热回收器,由上述余热回收器回收该挥发分的余热,上述余热回收器将回收的热量送往上述流化床干燥器,供管板换热器对低阶煤进行干燥所需的热量,被回收余热后的上述挥发分被送往上述除尘冷却净化系统连接,经除尘和冷却后,得到焦油和煤气。

[0015] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产系统中,优选,上述除尘冷却净化系统还连接着上述废水处理系统,上述除尘冷却净化系统中产生的含酚氨的废水被送往上述废水处理系统。

[0016] 本发明还提供一种低阶煤多级流化床煤化工多联产方法,在该方法中低阶煤均保持流化床的形式,该方法包括:低阶煤干燥步骤,在该步骤中对低阶煤进行干燥,使得低阶煤物理脱水,使用气体热介质促进低阶煤的流动性并通过上述气体热介质携带出低阶煤中脱除的水分,上述水分经过处理能够得到液氨、粗酚和符合排放标准的工业回用水;低阶煤热解步骤,在该步骤中,经干燥后的流态化的低阶煤进行中低温热解,低温热解的产物能够是煤气、焦油和低阶煤半焦;和燃烧发电步骤,在该步骤中,低阶煤热解步骤产生的低阶煤半焦进行燃烧带动汽轮机发电。

[0017] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产方法中,在上述燃烧发电步骤中产生烟气,上述烟气经旋风分离后得到的热灰渣,被送至上述低阶煤热解步骤,对低阶煤进行加热。

[0018] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产方法中,在上述低阶煤干燥步骤中,将低阶煤的含水量降低至 8~15%。

[0019] 在上述低阶煤多级流化床煤化工多联产方法中,在上述低阶煤热解步骤中,干燥后的低阶煤进行热解而析出的挥发分经余热回收得到该挥发分的余热,该余热被送至上述低阶煤干燥步骤,提供对低阶煤进行干燥所需的热量,被回收余热后的上述挥发分,经除尘和冷却后,得到焦油和煤气。

[0020] 根据本发明,既能够回收低阶煤中所含的部分水分,还保留了低阶煤中的优质高挥发部分,又获得了有巨大经济价值的粗煤气、焦油、液氨、粗酚等,并且降低了系统能耗。

附图说明

[0021] 图1为本发明的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统示意图。

[0022] 符号说明

[0023] 10:流化床干燥炉;12:废水处理系统;20:流化床热解炉;30:流化床锅炉;40:除尘冷却净化系统;50:余热回收器;60:旋风分离器;70汽轮机。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细说明。

[0025] 本发明的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统主要包括:流化床干燥炉10、流化床热解炉20和流化床锅炉30。

[0026] 下面,以褐煤为例说明本发明的低阶煤多级流化床煤化工多联产系统。褐煤进入流化床干燥炉10后,首先对高水分褐煤进行干燥,仅仅脱除部分水分,直至其含水量达到10%左右。

[0027] 在流化床干燥炉10中具有管式或板式换热器,可将其称为管板换热器,在管板换热器中能够通过热介质、例如作为高温气体的高温蒸汽、高温烟气等。干燥过程中,该管板换热器沉浸在流态化的褐煤物料中,利用在管板换热器中流动的气体热介质提供的热量,使得褐煤受热脱水。并且由于该流动的气体热介质会从管板换热器中均匀溢出,该流动的气体热介质还能够促进褐煤物料的流动性,维持流化床的床层颗粒的正常流态化。从而,由于流动的气体热介质会从沉浸在褐煤物料层中的管板换热器中溢出,并透过褐煤物料层而维持煤层颗粒的流态化,所以,在该溢出过程中,该流动的气体热介质还会提供热量,从而携带出褐煤中脱除的水分。

[0028] 该流化床干燥过程,可以大致概括为,气体热介质与管板换热器的传热,管板换热器与褐煤物料的传热,气体热介质与褐煤物料的传热,褐煤受热脱水以及气体热介质携带水蒸气脱离褐煤的过程。

[0029] 通过上述流化床干燥炉10后,能够使得初始水分含量在30~50wt%的原料褐煤的含水量降低至8~15%,最优选的状态是将褐煤物料的含水量降至10%。并且,为了保障流化床的流态化,可以将进入流化床干燥炉10的褐煤颗粒度控制在小于10mm,将饱和蒸汽控制在0.6~0.8MPa(G)。并且,将进入管板换热器的入口高温蒸汽温度控制在小于180℃,将从管板换热器进入流化床干燥炉10的气体热介质的温度控制在140~160℃,将褐煤在流化床干燥炉10内进行脱水时的温度维持在105℃~115℃并使得干燥后褐煤的出煤温度小于110℃。并且出煤温度并不限于此,能够根据进煤量、褐煤的原始水分、脱除水分量来调节控制。即,也可以使出煤温度在80~95℃的范围。

[0030] 上述干燥过程中,之所以选择 10% 作为最优脱水终点,是因为该比例能够使得干燥后的褐煤仅仅物理性地析出水分,不会破坏褐煤的组分,也不会造成褐煤热解而在干燥阶段析出其他物质,造成不必要的浪费。而且,当脱水更多时(即含水量降至更低时),热量平衡不足,需要更大的热量,需要提高加热介质(高温气体)的热品质和加热褐煤的温度,而提高褐煤的加热温度,容易导致低阶煤中的挥发分析出。

[0031] 也因此,在该干燥过程中脱除的水分中所含成分简单,可以通过回收简单净化后再利用,成本较低。通过在使褐煤物料发生热解之前,进行初步的干燥反应能够减少水分在后续处理系统中蒸发从而产生的热量的消耗,减少了能耗;第二是能够在此过程中对低阶煤中的水分进行再利用;第三,减少了在后述的褐煤热解过程中酚氨废水的产生量,由于在此过程中产生的水分处理成本较低,所以能够降低废水处理费用。

[0032] 如图 1 所示,流化床干燥炉 10 除可采用现有技术从发电蒸汽引少量蒸汽作为供热副线外,其热量来源还包括来自后续的余热回收器 50 的回收热,并且,在本发明的系统整体运行之后,能够将该回收热作为流化床干燥炉 10 的主要热源,并且该回收热即可满足本系统对热量的平衡要求,进一步减少了系统整体的能耗。

[0033] 经流化床干燥炉 10 处理蒸发产生的水分进入废水处理系统 12,经过处理得到液氨、粗酚和水。最终实现液氨与粗酚的回收,通过物理化学、生物化学的方法对产生的工业废水进行处理,将废水中的各种有害物质转化为无害物质,使其最终达到国家排放水的水质标准,以减少对环境的污染同时满足工业回用水的生产需求。

[0034] 经过流化床干燥炉 10 脱水处理得到的干燥褐煤进入流化床热解炉 20,进行热解处理,褐煤在流化床热解炉 20 中进行中低温热解,热解温度控制在 $450 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 左右,处理时间控制在 10-30min。

[0035] 通过在该流化床热解炉 20 中进行热解反应能够至少得到两种产物。

[0036] 一种是褐煤受热发生热解而析出的挥发分,该挥发分经过余热回收器 50 回收余热后进入该余热回收器 50 后端连接着的除尘冷却净化系统 40,并依次进行除尘和冷却,冷却后得到的可冷凝部分为液态焦油,不可冷凝部分为高热值的粗煤气。在此,焦油和煤气得以分离。热解得到的焦油可通过加工提取芳香烃、酚类等高附加值的化学品,再通过加氢制取汽油、柴油等液体燃料,热解中得到的中高热值煤气可作为工业或者民用的洁净燃料。

[0037] 另一种产物是褐煤半焦,该褐煤半焦被输送至流化床锅炉 30 进行燃烧,并能够通过燃烧带动汽轮机 70 发电。流化床锅炉 30 可以采用现有设备。

[0038] 其中,在流化床锅炉 30 的燃烧中,除上述褐煤半焦外,还采用热灰渣作为其主要的循环物料。经流化床锅炉 30 燃烧产生的烟气被送往旋风分离器 60,经旋风分离器 60 分离出气相及作为固相的热灰渣,其中分离出固相后得到的烟气通过常规脱硫或脱硝或除尘等进一步处理后经烟囱加以排放。旋风分离出来的作为固体颗粒的热灰渣通过外置循环装置进入流化床热解炉 20,在流化床热解炉 20 中发挥热载体的作用,对褐煤进行加热,从而产生褐煤半焦。最后,产生的褐煤半焦被返回流化床锅炉 30 进行燃烧,从而带动汽轮机 70 发电。上述热灰渣的主要是组分为煤灰(SiO_2 , CaO)和极少量未烧尽的煤粉等。

[0039] 其中,上述废水处理系统 12 主要是脱除酚、氨等,得到液氨和粗酚,再对废水进行生化处理达到国家环保要求进行排放,得到能够达标排放的水,从而能够充分利用水资源。余热回收器 50 主要是对热解产生的挥发分携带的热源进行再利用,将该热源提供给流化

床干燥炉,减少了热能的浪费,节约能源,提高系统的能源利用率,降低能耗。除尘冷却净化系统 40 主要是通过系统换热降温,使得煤焦油在 350° 左右开始冷凝析出,再进一步降温,则得煤焦油充分析出。其中不冷凝的则是包括 H_2 、 CH_4 、 CO 、 C_2H_2 等在内的粗煤气的成分。分离出热解挥发分中的焦油和煤气,提高了系统的产值。在除尘冷却净化系统 40 中产生的除焦油和煤气之外的产物被送往废水处理系统 12,主要是含酚氨的废水等,在废水处理系统 12 中得到进一步处理。

[0040] 如上所述,通过利用热灰渣作为流化床热解炉中的加热热载体,大大提高了热能利用率。

[0041] 本发明中,流化床干燥炉、流化床热解炉和流化床锅炉为多级流化床串级操作,串级连接,在整个系统中,各级处理均统一采用流化床形式进行处理,分别对高水分褐煤进行干燥,仅仅脱除部分水分,到 10% 左右;干燥后褐煤进入流化床热解炉进行高挥发分的脱除;最后褐煤半焦进入流化床锅炉燃烧发电。整个煤化工多联产系统以串级流化床为核心,产品以发电为主,副产品则是有相当经济价值的粗煤气、焦油,能够将其作为化工的初级原材料进行销售,提高系统的产值;另外还副产少量的液氨和粗酚及经净化处理后的水。从褐煤中脱除的原始水分经过净化处理后可做循环水等用途。

[0042] 以 $2 \times 300MW_e$ 的发电机组为例,褐煤用量约为 300~400 万吨/年,原始水分含量以 35% 脱除到 15% 计算,可出水约 60 万吨/年以上。粗煤气约 5 亿 Nm^3 /年,粗酚和液氨分别 1000 吨/年,焦油可达 10 万吨/年。由此可知,该低阶煤多级流化床煤化工多联产系统的经济效益极好。

[0043] 有上述可知,根据本发明,解决了低阶煤中有价值的物质如煤焦油、煤气等被直接燃烧而导致的巨大浪费;并且通过在干燥过程后进行热解过程,避免了褐煤化学反应性过高、在空气中易于风化和破碎的问题,使其适于远距离运输和长期储存。因此,该低阶煤多级流化床煤化工多联产系统即实现了对褐煤的高效综合利用,有没有影响发电,具备较好的经济效益和社会效益。

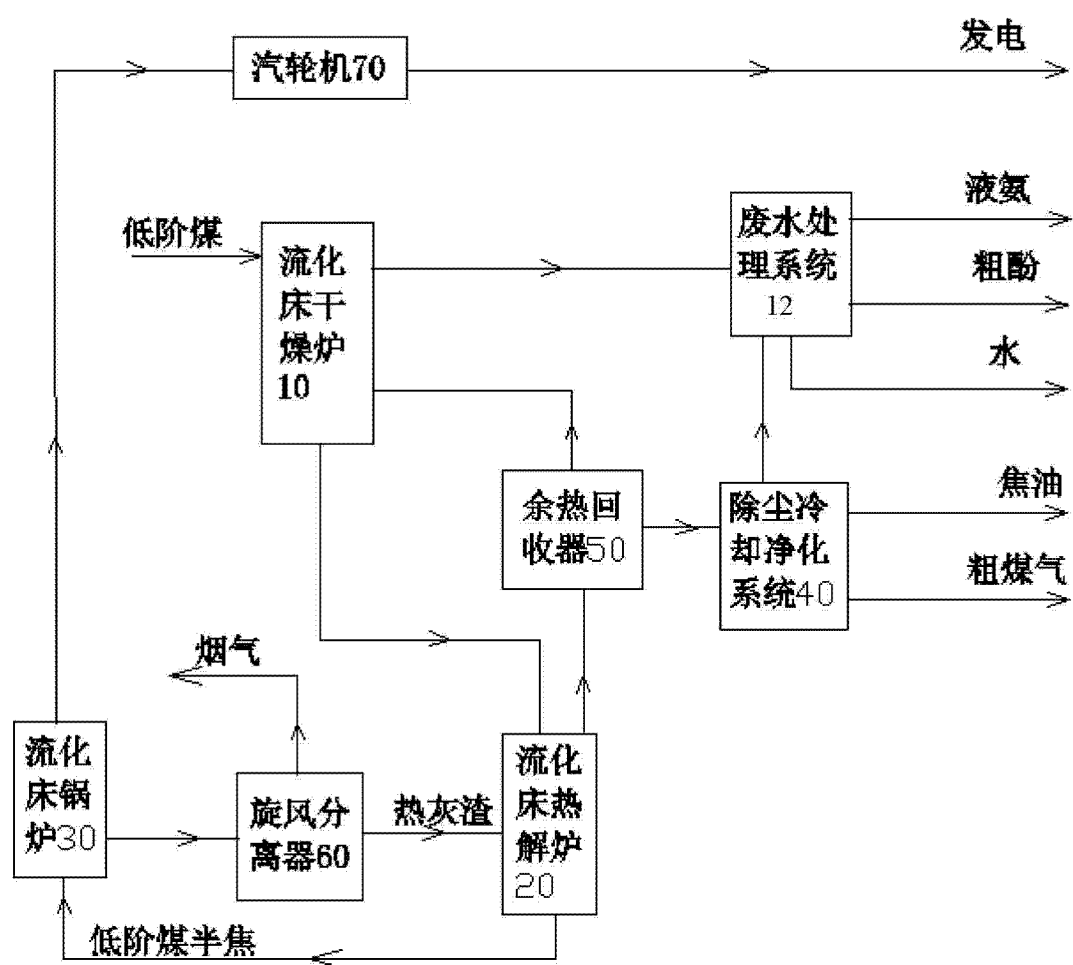


图 1