



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107090312 A

(43)申请公布日 2017.08.25

(21)申请号 201710461385.5

(22)申请日 2017.06.16

(71)申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路66号

(72)发明人 田原宇 乔英云

(51)Int.Cl.

C10J 3/48(2006.01)

C10J 3/50(2006.01)

C10J 3/52(2006.01)

C10J 3/72(2006.01)

C10J 3/74(2006.01)

C10J 3/76(2006.01)

C10J 3/84(2006.01)

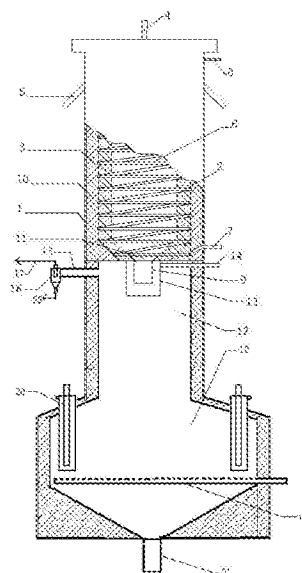
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

干法粒化排渣的Y型气流床气化炉

## (57)摘要

本发明提供干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,主要包括气化炉、气灰分离器、流化床换热器、移动床换热器等,气化炉分为气化室和激冷室,中间通过分段锥形封头隔开;气化室壳体从外向内依次是隔热材料层、冷却套和耐磨材料层;在气化室底部设置冷却液进口,顶部设置冷却液出口;气化室顶部中心设顶喷嘴,上部沿圆周均匀设3个以上侧喷嘴;分段锥形封头中心设置气化产物排出口,通入激冷室;气化产物排出口外侧设置激冷喷头,激冷室上部设置粗合成气出口接入气灰分离器,激冷室底部设置流化床换热器,充分利用气化产物余热,消除黑水和含盐废水难题。



CN 107090312 A

1. 干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于干法粒化排渣的Y型气流床气化炉主要由气化炉、气灰分离器、流化床换热器等组成,气化炉分为气化室和激冷室,中间通过分段锥形封头隔开;气化室壳体从外向内依次是隔热材料层、冷却套和耐火材料层;在气化室底部设置冷却液进口,顶部设置冷却液出口;气化室顶部中心设置顶喷嘴,上部沿圆周均匀设置3个以及3个以上侧喷嘴,侧喷嘴与水平方向夹角为 $-15^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 、与径向夹角为 $2^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ;分段锥形封头中心设置气化产物排出口,通入激冷室;气化产物排出口外侧设置激冷水喷头,激冷室底部设置流化床换热器,激冷室上部设置粗合成气出口接入气灰分离器,气灰分离器的排灰口排出细灰返回原料煤粉仓循环使用。

2. 根据权利要求书1所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于顶喷嘴与侧喷嘴的原料处理量之比为1~4:1。

3. 根据权利要求书1所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于气化室的冷却套为冷却夹套、冷却环管或冷却列管。

4. 根据权利要求书1所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于气化室的高径比为2-5:1,侧喷嘴喷口距气化室顶部高度为500-2500mm,气化室的耐磨材料层为碳化硅或镁铝尖晶石材料浇注。

5. 根据权利要求书1所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于所说的气化室的耐火材料层为碳化硅或镁铝尖晶石材料浇注。

6. 根据权利要求书1所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于激冷室使用普通隔热耐磨材料浇注,高径比为2~8:1,煤气出口距激冷室顶部高度为100-1000mm。

7. 根据权利要求书1所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,其特征在于流化床换热器的底部设有水蒸气分布器,流化床内安装有各自独立的取热套管;取热套管的进水管分别通过阀门与进水管联通,出水管分别通过阀门与蒸汽包联通。

## 干法粒化排渣的Y型气流床气化炉

### 一、技术领域

[0001] 本发明涉及煤化工领域,特别地,涉及煤气流床气化。

### 二、背景技术

[0002] 煤气化是煤的洁净与高效利用的龙头和关键技术。气流床气化是最近几十年发展起来的新型煤并流式气化技术,气化剂与煤粉或煤浆经喷嘴进入气化室,煤的热解、燃烧以及气化反应几乎同时进行,高温保证了煤的完全气化,煤中的矿物质成为熔渣后离开气化炉。与传统气化技术相比,加压气流床气化温度高、处理能力大、气体有效成分高、气化效率高,是未来煤气化技术发展方向。

[0003] 目前气流床煤气化工艺按喷嘴数量和布置不同,可分为单喷嘴直喷和多喷嘴对喷两类。如Texaco水煤浆气化和GSP粉煤气化均采用单喷嘴直喷方式,其优点在于结构和控制简单、造价低,但由于加压气化过程涉及高温、高压、非均相条件下的流体流动及与之相关的传递过程和复杂的化学反应过程,单喷嘴直喷雾化效果不理想,气化效率相对较低;另外处理量调节幅度小、容量小,无法满足大型化的需求。Shell和多喷嘴水煤浆工艺采用了多喷嘴对喷结构,改善了气化炉传质传热效果,碳转化率、能耗等指标有所提高,但是,Shell多喷嘴结构增加了设备的复杂性,特别是需要独立的连锁控制系统,从而增加了设备造价、操作难度和维修率;水煤浆多喷嘴对置气化工工艺由于火焰场的分布易造成炉顶部耐火材料的烧蚀,炉顶耐火砖寿命仅有几个月,大大提高了投资。

[0004] 气化炉出来的粗煤气具有很高的温度(1200~1700℃),为了让夹带的熔融炉灰凝固,同时为了回收热能,需要对其冷却。目前,工业上采用的移热方式有两种:一种是上行废锅流程,产生高压蒸汽;另一种是下行水激冷流程,产生饱和水粗煤气。上行废锅流程热效率高,煤气热值高,适合后续IGCC发电;但是上行废锅流程仅是回收了气体的部分热量,对熔渣的热量并未回收,且采用冷煤气激冷加废锅回收预热的方式设备复杂、冷煤气能耗高。激冷流程气化炉结构简单,而且含水煤气对于后续变换工序有利,非常适合作为化工生产合成气,但水激冷流程能量回收困难,且有效气(CO+H<sub>2</sub>)含量较低,煤气热值低;另外激冷流程黑水量和含盐废水大,生化处理难度高。下行废锅流程尽管对回收合成气和熔渣的热量一次给予回收,但由于粘灰结垢堵塞通道,很少工业化应用。

[0005] 专利CN101724470A提到一种新型水煤浆气化炉利用顶喷咀和倾斜上喷的侧喷嘴,在炉膛中心形成Y型撞击区,强化了热质传递与混合过程,加快了反应速率并提高碳转化率;由于顶喷嘴的作用,Y型撞击区的水煤浆停留时间延长、火焰方向向下,高达2000℃的火焰不会冲击炉顶部耐火材料;加之耐火材料层在水(汽)冷壁管的冷却下,内壁壁温低于液渣的凝固温度,在耐火层表面结一层凝固渣层,起到以渣抗渣、保护耐火层的作用,大大延长了气化炉的使用寿命,但液体排渣,能量未能回收,黑水和含盐废水量大,生化处理难度高。

[0006] 专利CN102994160A提到一种固相排渣的气流床气化炉,利用顶喷咀和侧喷嘴组合形成Y型撞击区,延长水煤浆在高温反应区停留时间、强化了热质传递与混合过程、避免高

温冲击炉顶部耐火材料,提高碳转化率和扩大适用煤种的范围以及处理量调节幅度,同时消除单一顶喷嘴气化炉开工爆震造成的安全隐患和降低炉膛保护层寿命的缺陷;利用隔热材料层、冷却管和耐磨材料层从外向内组合的水冷壁结构实现以渣抗渣、保护冷却管、提高气化炉寿命;利用旋流冷却套旋转喷出的循环冷却煤气强化熔渣冷却固化、离心旋转实现灰渣分离,解决了水激冷流程的黑水难题,同时回收灰、渣和合成气的余热,简化了冷却室结构、降低了隔热耐磨材料的苛刻度和成本。在实际应用中性能远优于其他合成型的气流床气化炉,但是还存在水冷壁挂渣难度大、不均匀、易产生大块掉渣,热渣水封不可避免产生了难处理的含盐废水,影响长周期安全运行,煤气循环冷却效果差、能耗高、投资大,旋流冷却气带动合成气旋转的离心作用弱、气量大造成了废热锅炉负荷大幅度的增加,冷却螺旋管结构不利于侧喷嘴布置、结构复杂,承压外壳材质要求高等重大缺陷和不足,影响了固相排渣的气流床气化炉的推广和应用。因此开发大容量、高效率、高调节、高热量回收、低投资、长周期的大型气流床气化炉是目前煤化工亟待解决难题之一。

### 三、发明内容

[0007] 本发明的目的就是为了解决现有固相排渣的气流床气化炉技术存在的上述重大缺陷和不足而提供一种干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,具有结构简单、使用寿命长、煤种适应性广,固体反应区停留时间长、灰渣分离、碳的转化率高,水冷壁挂渣容易、处理量调节幅度大、热量回收率高,能耗和投资低、消除了含盐废水和黑水,二次污染少等优点,可满足产业部门对高效大型化合成型气化炉的要求。

[0008] 本发明的技术方案:

[0009] 本发明提供干法粒化排渣的Y型气流床气化炉,主要包括气化炉、气灰分离器、流化床换热器等,气化炉分为气化室和激冷室,中间通过分段锥形封头隔开;气化室壳体从外向内依次是隔热材料层、冷却套和耐火材料层;在气化室底部设置冷却液进口,顶部设置冷却液出口;气化室顶部中心设置顶喷嘴,上部沿圆周均匀设置3个以及3个以上侧喷嘴,侧喷嘴与水平方向夹角为 $-15^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 、与径向夹角为 $2^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ;分段锥形封头中心设置气化产物排出口,通入激冷室;气化产物排出口外侧设置激冷水喷头,激冷室底部设置流化床换热器,激冷室上部设置粗合成气出口接入气灰分离器,气灰分离器的排灰口排出细灰返回原料煤粉仓循环使用。

[0010] 冷却套为冷却夹套、冷却环管或冷却列管;顶喷嘴与侧喷嘴的原料处理量之比为1~4:1。

[0011] 气化室的高径比为2~5:1,侧喷嘴喷口距气化室顶部高度为500~2500mm,气化室的耐火材料层为碳化硅或镁铝尖晶石材料浇注。

[0012] 激冷室使用普通隔热耐磨材料浇注,高径比为2~8:1,煤气出口距激冷室顶部高度为100~1000mm。

[0013] 流化床换热器的底部设有水蒸气分布器,流化床内安装有各自独立的取热套管;取热套管的进水管分别通过阀门与进水管联通,出水管分别通过阀门与蒸汽包联通。

### 四、附图说明

[0014] 图1是本发明的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉结构示意图。

[0015] 附图的图面说明如下:1.气化炉壳体、2.冷却套、3.耐火材料层、4.顶喷嘴、5.侧喷嘴、6.气化室、7.冷却液进口、8.冷却液出口、9.气化产物排出口、10.隔热材料层、11.分段锥形封头、12.激冷室、13.旋流冷却套、14.激冷水喷头、15.粗煤气出口、16.气灰分离器、17.煤气出口、18.流化床换热器、19.蒸汽分布器、20.取热套管、21.排渣口、22.排灰口。

## 五、具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本发明作详细的介绍:图1所示,本发明所述的干法粒化排渣的Y型气流床气化炉由气化炉壳体(1)、冷却套(2)、耐火材料层(3)、顶喷嘴(4)、侧喷嘴(5)、反应室(6)、冷却液进口(7)冷却液出口(8)、气化产物排出口(9)、保温材料层(10)、分段锥形封头(11)、冷却室(12)、旋流冷却套(13)、激冷水喷头(14)、粗煤气出口(15)、气固分离器(16)、煤气出口(17)、流化床换热器(18)、蒸汽分布器(19)、取热套管(20)、排渣口(21)、排灰口(22)等组成;气化炉分为气化室(6)和激冷室(12),中间通过分段锥形封头(11)隔开;气化室(6)壳体从外向内依次是隔热材料层(10)、冷却套(2)和耐火材料层(3);在气化室(6)底部设置冷却液进口(7),顶部设置冷却液出口(8);气化室(6)顶部中心设置顶喷嘴(4),上部沿圆周均匀设置3个以及3个以上侧喷嘴(5),侧喷嘴(5)与水平方向夹角为 $-15^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 、与径向夹角为 $2^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ;分段锥形封头(11)中心设置气化产物排出口(9),通入激冷室(12);气化产物排出口(9)外侧设置激冷水喷头(14),激冷室(12)底部设置流化床换热器(18),激冷室(12)上部设置粗合成气出口(15)接入气灰分离器(16),气灰分离器(16)的排灰口(22)排出细灰返回原料煤粉仓循环使用。

[0017] 利用流体力学、化工动力学、传热学、材料力学等多方面知识进行理论研究、数学模拟和优化以及大量的实验研究,确定的本发明各部分的最优结构和组合方式如下:

[0018] 冷却套(2)为冷却夹套、冷却环管或冷却列管;顶喷嘴(4)与侧喷嘴(5)的原料处理量之比为1~4:1。

[0019] 气化室(6)的高径比为2-5:1,侧喷嘴(5)喷口距气化室(6)顶部高度为500-2500mm,气化室(6)的耐火材料层为碳化硅或镁铝尖晶石材料浇注。

[0020] 激冷室(12)使用普通隔热耐磨材料浇注,高径比为2~8:1,粗煤气出口距激冷室(12)顶部高度为100-1000mm,激冷室(12)底部锥形封头的开孔率为3%-25%。

[0021] 流化床换热器(18)的底部设有水蒸气分布器(19),流化床内安装有各自独立的取热套管(20);取热套管(20)的进水管分别通过阀门与进水管联通,出水管分别通过阀门与蒸汽包联通。

[0022] 在实际操作中,干法粒化排渣的Y型气流床气化炉工作时,水煤浆或粉煤与气化剂经顶喷嘴和径向倾斜的侧喷嘴入炉,多股射流在炉膛中心相互碰撞形成Y型旋转撞击区,相互点火、湍流搅拌混合、形成高温反应区,煤粉在高温反应区的停留时间大大延长,强化了热质传递与混合过程,改善了着火稳定性,提高碳转化率和扩大适用煤种的范围以及处理量调节幅度;而且水冷壁挂渣容易,耐火层表面结一层凝固渣层,以渣抗渣、提高了气化炉的寿命;同时由于顶喷嘴的作用,火焰方向向下,高达 $2000^{\circ}\text{C}$ 的火焰不会冲击炉顶部耐火材料;另外顶喷嘴同时具有点火和反应功能,消除单一顶喷嘴气化炉开工爆震造成的安全隐患和降低炉膛保护层寿命的缺陷以及点火喷嘴和反应喷嘴高温更换的危险和繁重;生成的煤气与熔融灰渣并流高速旋转,经分段锥形封头中心的气化产物排出口进入下游的旋流冷

却室。气化产物由原来的一次水激冷过程,变为二次水分步激冷,操作条件和对设备的要求苛刻度大大缓和。

[0023] 通过旋流冷却套上部高速喷射的水雾与进入冷却室的粗煤气和液渣旋流混合换热,液渣固化,在旋流冷却套下部出口气固分离;固体渣从激冷室底部落入流化床换热器;粗煤气由于惯性小携带炭黑向上流动,充分利用气化产物余热,消除了下行气流床气化炉激冷渣产生的黑水难题。

[0024] 通过旋流冷却套上部,雾化水从气化产物排出口外侧的激冷水喷头高速雾状喷出与气化产物排出口并流高速旋转喷射出来的煤气与熔融灰渣快速混合、灰渣激冷固化效果远优于气体激冷;由于水的相变热大,相对用量少,冷却能耗远低于冷煤气循环激冷,对废热锅炉的负荷影响也较小;在离心旋转过程固渣由于惯性大甩到旋流冷却室壁,在流化床换热后的蒸汽和合成气向上流动,而残炭含量较高的灰惯性小被向上流动的合成气带出旋流冷却室,从而实现了灰渣分离,消除了气渣并流下行气流炉的水激冷产生的后续极难处理的黑水、后续处理管线结堵和二次污染严重、下降管内的激冷环极易损坏的共性难题。从激冷室上部的粗煤气出口流出进入气灰分离器以及下游的废锅换热工序和中温煤气水洗脱碳黑工序。熔渣固化放出大量的相变热、外排的粗合成气温度降到800℃以内,便于设置废热锅炉同时回收利用灰、渣和合成气的热量,余热回收率大大提高;冷却室温度降到800℃以内并且为干式结构,还简化了激冷室结构、降低了隔热耐磨材料的苛刻度和成本。

[0025] 固化渣从固渣激冷室落入流化床换热器,800℃左右的激冷渣在流化蒸汽的作用下通过各自独立设置换热套管再次回收热量,最后通过排渣口和两级锁斗间歇式干法排出,消除了气流床气化炉激冷产生的含盐废水难题。另外在排渣管无需使用激冷环,也就避免了目前气渣并流下行气流炉水激冷流程中普遍存在的激冷环极易损坏,影响长周期运行的难题。

[0026] 从中试实验结果来看,碳气化率高达99%以上、综合热回收率85%以上,投资降低40%以上,处理量调节幅度60%-150%,冷却剂用量减少80%左右,废热锅炉的负荷降低50%以上,对煤种的挥发分无要求,水冷壁挂渣容易且均匀,无黑水和含盐废水处理难题,能满足产业部门对高效大型化合成型气化炉的要求。

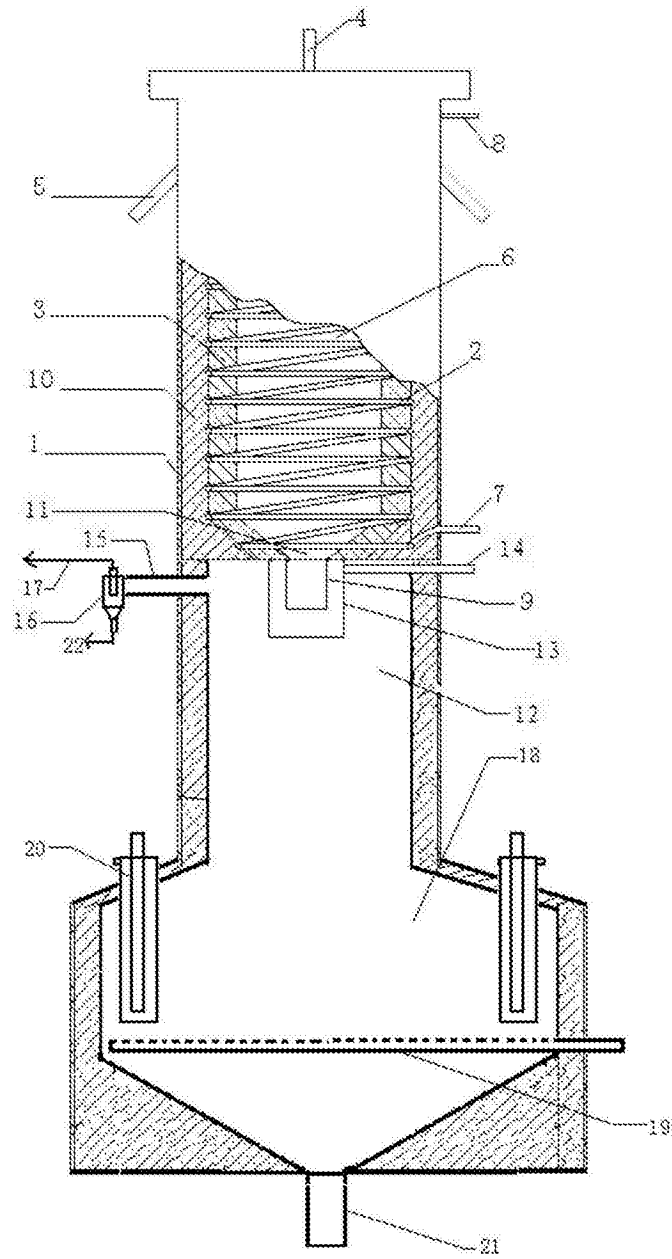


图1