

催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺

技术领域

本发明涉及催化裂化再生技术领域，具体涉及催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺。

背景技术

随着全球气候变暖触及生态安全、水资源安全和粮食安全等各个方面，加剧了极端气候灾害发生的风险，严重威胁人类的生存环境。而温室气体排放是引起全球气候变暖的最主要因素，其中二氧化碳产生的温室效应占有所有温室气体的70%以上，因此二氧化碳的减排是一个亟待解决的问题，对于控制温室效应、减缓全球变暖至关重要。采用本发明可实现对二氧化碳的捕集，为低成本CCUS（碳捕捉、碳储存、碳利用）创造有利条件。

目前催化裂化再生装置多是采用空气助燃，空气中只有21%的氧气参与燃烧，78%的氮气不仅不参与燃烧，大量氮气被无谓地加热，在高温下排入大气，造成大量的热量损失，造成燃料消耗高；同时氮气在高温下还与氧气反应生成 NO_x ， NO_x 气体排入大气层极易形成酸雨造成环境污染。采用本发明可提高燃烧效率、减少 NO_x 排放，达到催化裂化再生装置节能减排效果。

发明内容

本发明的目的是提供一种催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺，以解决现有技术的不足。

本发明采用以下技术方案：

一种催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺，所述工艺所需系统包括催化裂化再生装置、烟气回收装置、高温烟气风机、氧气制取装置、碳基气体混合器；

碳基气体混合器包括氧气通道、氧气通道调节阀、循环烟气通道、氧气分布器、混配器、碳基气体通道、氧气浓度分析仪；氧气分布器为中空圆筒，中空圆筒的周壁上均匀设有若干小孔，混配器为中空圆筒；氧气通道调节阀设于氧气通道上，氧气通道出口和氧气分布器的端部连通，氧气分布器和部分氧气通道由混配器的侧壁插入混配器内；循环烟气通道出口和混配器的一端连通，碳基气体通

道进口和混配器的另一端连通，氧气浓度分析仪设于碳基气体通道上；

催化裂化再生装置烟气出口和烟气回收装置连接，烟气回收装置和高温烟气风机连接，烟气回收装置和高温烟气风机连接管路上设有放空管线；高温烟气风机分别和碳基气体混合器、下游富集二氧化碳利用装置连接，高温烟气风机和碳基气体混合器连接管路上设有流量调节阀；

氧气制取装置氧气出口和碳基气体混合器连接，连接管路上设有流量调节阀；

碳基气体混合器分别和催化裂化再生装置的底部、上部连接，碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上设有流量计、温度传感器、压力传感器，分管路上分别设有流量调节阀；

氧气制取装置氮气出口连至碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上，原有空气助燃风机连至碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上；

所述工艺包括如下步骤：

1)、在初始阶段利用空气助燃，待烟气产生后，利用循环烟气和氧气混合制取的碳基气体作为助燃剂，逐步替代空气助燃，经过一段时间的循环，碳基气体完全替代空气助燃，碳基气体助燃进入正常运行状态；

2)、循环烟气从催化裂化再生装置出来，进入烟气回收装置回收热量、除尘、脱硫，再由高温烟气风机加压后部分引入碳基气体混合器，其余部分进入下游富集二氧化碳利用装置，氧气制取装置制取的氧气引入碳基气体混合器，氧气和循环烟气于碳基气体混合器中混合制取碳基气体；

3)、以制取的碳基气体为助燃剂，分两路送入催化裂化再生装置的底部和上部，进入催化裂化再生装置的底部为主助燃剂，为催化裂化再生装置中催化剂积碳燃烧提供绝大部分助燃气体，进入催化裂化再生装置的上部为辅助燃剂，为催化裂化再生装置中没有燃尽的少量一氧化碳提供助燃气体；

4)、催化裂化再生装置产生的循环烟气同步骤2)和步骤3)，如此循环。

进一步地，碳基气体混合器中氧气分布器上相邻的三小孔均按相同的等边三角形布置；氧气分布器在混配器内靠近连通循环烟气通道的一侧。

进一步地，碳基气体混合器和催化裂化再生装置的上部连接，所述催化裂化

再生装置的上部即距离催化裂化再生装置顶部 1/5~2/5 位置处。

进一步地，步骤 2) 中从催化裂化再生装置出来的循环烟气二氧化碳浓度可达 95% 以上。

进一步地，步骤 2) 循环烟气由高温烟气风机加压至 0.05~0.2MPa 后部分引入碳基气体混合器。

进一步地，步骤 2) 中氧气制取装置制取的氧气纯度 90% 以上，压力为 0.05~0.2MPa。

进一步地，步骤 2) 碳基气体中氧气含量在 15~30%。

进一步地，步骤 2) 98~99% 碳基气体进入催化裂化再生装置的底部，1~2% 碳基气体进入催化裂化再生装置的上部。

进一步地，步骤 2) 催化裂化再生装置中再生温度控制在 650~700℃。

本发明的有益效果：

1、本发明将催化裂化再生装置烟气进行循环，二氧化碳得到富集，浓度达 95% 以上。二氧化碳浓度提高，使二氧化碳捕集更加容易，为低成本 CCUS（碳捕捉、碳储存、碳利用）创造有利条件，减少二氧化碳的排放，降低温室效应。

2、本发明将循环烟气和氧气混配制取适合催化裂化再生装置所需浓度的碳基气体，以碳基气体作为催化裂化再生装置的助燃气体，由二氧化碳替代氮气，消除了氮氧化物的生成条件因素，规避了燃烧过程中氮氧化物的生成，减少了环境污染，且大大降低脱硝费用。

常规空气助燃的燃烧机理： $C_mH_n + O_2 + N_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NO_x$ ，本发明碳基气体（ $CO_2 + O_2$ ）助燃的燃烧机理： $C_mH_n + O_2 + CO_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ 。

3、按气体对流与辐射特点，只有三原子和多原子气体具有辐射能力，双原子几乎无辐射能力，采用循环烟气中二氧化碳替代助燃空气中的氮气后，大幅提升了催化裂化再生装置内辐射力度；且在二氧化碳氛围下，可促进 $C + CO_2 \rightarrow CO$ 的反应发生，而 CO 比吸附在催化剂中的残碳更容易燃烧完全；从而大大增强燃烧效果，反应更加完全，达到节能降耗的显著效果。

4、本发明以碳基气体为助燃剂，用于催化裂化再生装置中催化剂积炭燃烧，利用分级给氧燃烧技术，分两路送入催化裂化再生装置的底部和上部，98~99% 碳基气体进入催化裂化再生装置的底部为主助燃剂，为催化裂化再生装置中催化

剂积碳燃烧提供绝大部分助燃气体，1~2%碳基气体进入催化裂化再生装置的上部为辅助燃剂，为催化裂化再生装置中没有燃尽的少量一氧化碳提供助燃气体，通过此方式可使催化裂化再生装置中燃烧更加彻底，有效解决尾燃问题，保证了设备的安全，大大降低安全风险。

5、燃烧环境的优化使得催化裂化再生装置内温度分布更合理，有效延长催化裂化再生装置的使用寿命。燃烧状况的改善可以使催化剂再生更彻底，延长催化剂使用寿命，降低催化剂消耗，提高产品质量。

6、本发明采用烟气循环，增加了烟气水蒸气含量，可回收更多的热量和发电量。

7、本发明以氧气制取装置制取的副产氮气为保护气，用于催化裂化再生装置停车置换、吹扫、降温及催化剂的保护，使装置更加安全可靠。

8、本发明实施无需改动催化裂化再生装置本体结构，只对助燃系统、循环烟气系统做部分优化、改造。同时保留了原有空气助燃风机在烟气量不足时补充气量，或者在碳基气体助燃出现异常情况下，可无扰动切换至空气助燃，保证催化裂化再生装置的正常给氧及燃烧。

附图说明

图1为本发明工艺所需系统结构示意图。

图2为碳基气体混合器结构示意图。

图3为碳基气体混合器中氧气分布器上的小孔布置示意图。

图4为碳基气体混合器的工作流程示意图。

具体实施方式

下面结合实施例和附图对本发明做更进一步地解释。下列实施例仅用于说明本发明，但并不用来限定本发明的实施范围。

一种催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺，如图1所示，所述工艺所需系统包括催化裂化再生装置、烟气回收装置、高温烟气风机、氧气制取装置、碳基气体混合器。

氧气制取装置根据不同规模的催化裂化再生装置选取制取氧气的方法，比如采用深冷法、变压吸附法等，氧气纯度90%以上，压力为0.05~0.2MPa；对于大型催化裂化再生装置采用深冷法制氧，先将空气压缩、冷却，并使空气液化，

利用氧、氮组分的沸点的不同在精馏塔板上使气、液接触，进行质、热交换，高沸点的氧组分不断从蒸汽中冷凝成液体，低沸点的氮组分不断地转入蒸汽之中，使上升的蒸汽中含氮量不断的提高，而下流液体中氧含量越来越高，从而使氧、氮分离获得纯度为 99.6% 以上的氧气，同时获得副产物高纯度氮气；对于中小型催化裂化再生装置采用变压吸附法制氧，当空气经过升压后，通过分子筛吸附塔的吸附层时，氮分子优先被吸附，氧分子留在气相中而成为成品氧气；吸附剂中的氮组分吸附达到饱和时，利用减压或抽真空的方法将吸附剂表面吸附的氮分子解吸出来并送出界区，达到恢复吸附剂的吸附能力；从而使氧、氮分离获得纯度为 90~95% 的氧气及副产物高纯度氮气。

高温烟气风机出口设有安全阀及背压阀，当出口压力过高时，循环烟气能及时返回高温烟气风机入口处，防止高温烟气风机出口压力过高对高温烟气风机造成不良影响。

碳基气体混合器，如图 2 至图 4 所示，包括氧气通道 01、氧气通道调节阀 02、循环烟气通道 03、氧气分布器 04、混配器 05、碳基气体通道 06、氧气浓度分析仪 07；氧气分布器 04 为中空圆筒，中空圆筒的周壁上均匀设有若干小孔 041，优选地，氧气分布器 04 上相邻的三小孔 041 均按相同的等边三角形布置，更利于氧气通过小孔 041 后和循环烟气快速均匀混配；小孔 041 孔径可在 5-10mm，相邻小孔 041 间距可在 5-10mm，但不限于此尺寸；混配器 05，为中空圆筒；氧气通道调节阀 02 设于氧气通道 01 上，氧气通道 01 出口和氧气分布器 04 的端部连通，氧气分布器 04 和部分氧气通道 01 由混配器 05 的侧壁插入混配器 05 内，优选地，氧气分布器 04 在混配器 05 内靠近连通循环烟气通道 03 的一侧，更有利于氧气和循环烟气快速均匀混配；循环烟气通道 03 出口和混配器 05 的一端连通，碳基气体通道 06 进口和混配器 05 的另一端连通，碳基气体通道 06 出口可通过设置法兰 061 用于固定连接，氧气浓度分析仪 07 设于碳基气体通道上。氧气浓度分析仪 07 由控制系统和氧气通道调节阀 02 连接，从而实现根据氧气浓度分析仪 07 的数据调节氧气通道调节阀 02 的阀门开度。氧气通道 01、氧气分布器 04 的材质为不锈钢材质，循环烟气通道 03、混配器 05、碳基气体通道 06 的材质可为不锈钢或碳钢材质。

碳基气体混配输送过程如下：循环烟气由循环烟气通道 03 进入混配器 05，

氧气由氧气通道 01 进入氧气分布器 04，经过氧气分布器 04 均匀分布于混配器 05 内与循环烟气快速均匀混配后从碳基气体通道 06 送入催化裂化再生装置；碳基气体通道 06 上设有氧气浓度分析仪 07，根据氧气浓度分析仪 07 的数据控制氧气通道调节阀 02 的阀门开度，从而进一步调节进入混配器 05 的氧气含量，当氧气含量符合要求时，混配达到平衡。氧气调节时，氧气通道调节阀 02 的阀门开度从小到大开始调节，氧气浓度符合要求时，固定氧气通道调节阀 02 的阀门开度。

催化裂化再生装置烟气出口和烟气回收装置连接，烟气回收装置和高温烟气风机连接，烟气回收装置和高温烟气风机连接管路上设有放空管线，当烟气量过大时，排放多余的烟气；高温烟气风机分别和碳基气体混合器、下游富集二氧化碳利用装置连接，高温烟气风机和碳基气体混合器连接管路上设有流量调节阀，下游富集二氧化碳利用领域包括油气开采、化工应用、食品储存保鲜等。

氧气制取装置氧气出口和碳基气体混合器连接，连接管路上设有流量调节阀。

碳基气体混合器分别和催化裂化再生装置的底部、上部连接，碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上设有流量计、温度传感器、压力传感器，分管路上分别设有流量调节阀；其中，所述催化裂化再生装置的上部即距离催化裂化再生装置顶部 1/5~2/5 位置处。

氧气制取装置氮气出口连至碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上，以副产氮气作为保护气，用于装置停车置换、吹扫、降温及催化剂的保护，使装置更加安全可靠。原有空气助燃风机连至碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上，在烟气量不足时补充气量，或者在碳基气体助燃出现异常情况下，可无扰动切换至空气助燃，保证催化裂化再生装置的正常给氧及燃烧。

所述工艺包括如下步骤：

1)、在初始阶段利用空气助燃，待烟气产生后，利用循环烟气和氧气混合制取的碳基气体作为助燃剂，逐步替代空气助燃，经过 5~10 个小时的循环，碳基气体完全替代空气助燃，碳基气体助燃进入正常运行状态；逐步替代的过程中，二氧化碳浓度越来越高，可达 95%以上（除去水蒸气）；

2)、循环烟气从催化裂化再生装置出来,进入烟气回收装置回收热量、除尘、脱硫,再由高温烟气风机加压至 0.05~0.2MPa 后部分引入碳基气体混合器,其余部分进入下游富集二氧化碳利用装置,氧气制取装置制取的氧气引入碳基气体混合器;氧气和循环烟气于碳基气体混合器中混合制取碳基气体,碳基气体中氧气含量在 15~30%;

3)、以制取的碳基气体为助燃剂,利用分级给氧燃烧技术,分两路送入催化裂化再生装置的底部和上部,98~99%碳基气体进入催化裂化再生装置的底部为主助燃剂,为催化裂化再生装置中催化剂积碳燃烧提供绝大部分助燃气体,1~2%碳基气体进入催化裂化再生装置的上部为辅助燃剂,为催化裂化再生装置中没有燃尽的少量一氧化碳提供助燃气体;催化裂化再生装置中再生温度控制在 650~700℃;

4)、催化裂化再生装置产生的循环烟气同步骤 2) 和步骤 3),如此循环。

1、一种催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺，其特征在于，所述工艺所需系统包括催化裂化再生装置、烟气回收装置、高温烟气风机、氧气制取装置、碳基气体混合器；

碳基气体混合器包括氧气通道、氧气通道调节阀、循环烟气通道、氧气分布器、混配器、碳基气体通道、氧气浓度分析仪；氧气分布器为中空圆筒，中空圆筒的周壁上均匀设有若干小孔，混配器为中空圆筒；氧气通道调节阀设于氧气通道上，氧气通道出口和氧气分布器的端部连通，氧气分布器和部分氧气通道由混配器的侧壁插入混配器内；循环烟气通道出口和混配器的一端连通，碳基气体通道进口和混配器的另一端连通，氧气浓度分析仪设于碳基气体通道上；

催化裂化再生装置烟气出口和烟气回收装置连接，烟气回收装置和高温烟气风机连接，烟气回收装置和高温烟气风机连接管路上设有放空管线；高温烟气风机分别和碳基气体混合器、下游富集二氧化碳利用装置连接，高温烟气风机和碳基气体混合器连接管路上设有流量调节阀；

氧气制取装置氧气出口和碳基气体混合器连接，连接管路上设有流量调节阀；

碳基气体混合器分别和催化裂化再生装置的底部、上部连接，碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上设有流量计、温度传感器、压力传感器，分管路上分别设有流量调节阀；

氧气制取装置氮气出口连至碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上，原有空气助燃风机连至碳基气体混合器和催化裂化再生装置的底部、上部连接的总管路上；

所述工艺包括如下步骤：

1)、在初始阶段利用空气助燃，待烟气产生后，利用循环烟气和氧气混合制取的碳基气体作为助燃剂，逐步替代空气助燃，经过一段时间的循环，碳基气体完全替代空气助燃，碳基气体助燃进入正常运行状态；

2)、循环烟气从催化裂化再生装置出来，进入烟气回收装置回收热量、除尘、脱硫，再由高温烟气风机加压后部分引入碳基气体混合器，其余部分进入下游富集二氧化碳利用装置，氧气制取装置制取的氧气引入碳基气体混合器，氧气和循环烟气于碳基气体混合器中混合制取碳基气体；

3)、以制取的碳基气体为助燃剂,分两路送入催化裂化再生装置的底部和上部,进入催化裂化再生装置的底部为主助燃剂,为催化裂化再生装置中催化剂积碳燃烧提供绝大部分助燃气体,进入催化裂化再生装置的上部为辅助燃剂,为催化裂化再生装置中没有燃尽的少量一氧化碳提供助燃气体;

4)、催化裂化再生装置产生的循环烟气同步骤2)和步骤3),如此循环。

2、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,碳基气体混合器中氧气分布器上相邻的三小孔均按相同的等边三角形布置;氧气分布器在混配器内靠近连通循环烟气通道的一侧。

3、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,碳基气体混合器和催化裂化再生装置的上部连接,所述催化裂化再生装置的上部即距离催化裂化再生装置顶部1/5~2/5位置处。

4、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,步骤2)中从催化裂化再生装置出来的循环烟气二氧化碳浓度可达95%以上。

5、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,步骤2)循环烟气由高温烟气风机加压至0.05~0.2MPa后部分引入碳基气体混合器。

6、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,步骤2)中氧气制取装置制取的氧气纯度90%以上,压力为0.05~0.2MPa。

7、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,步骤2)碳基气体中氧气含量在15~30%。

8、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,步骤2)98~99%碳基气体进入催化裂化再生装置的底部,1~2%碳基气体进入催化裂化再生装置的上部。

9、根据权利要求1所述的催化裂化再生装置排放二氧化碳全回收工艺,其特征在于,步骤2)催化裂化再生装置中再生温度控制在650~700℃。