

《国家工业节能降碳技术应用指南与案例（2024年版）》之七：煤炭清洁高效利用技术

（一）循环流化床煤气化技术

1. 技术适用范围

适用于煤气化设备系统。

2. 技术原理及工艺

通过构建高浓度物料循环，提高碳浓度，用于强化煤的气化反应，回收煤气余热以提供气化反应吸热，以高浓度碳循环耦合能量循环，实现煤的高效气化和全热回收。整个工艺过程无酚水和焦油产生，废水处理达标后循环利用不外排，飞灰、炉渣等均可综合利用，同时副产中压蒸汽。工艺流程如图1所示。

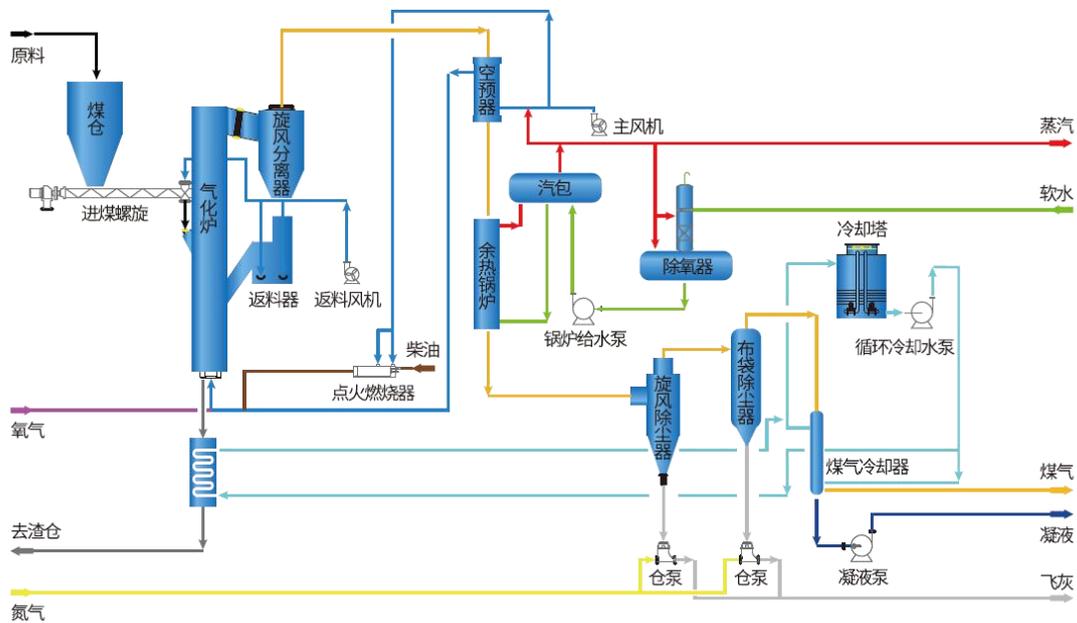


图1 工艺流程图

3.技术功能特性及指标

(1) 循环流化床汽化两大循环连续稳定运行，连续运转率 95%;

(2) 飞灰熔融气化利用，热效率 $\geq 95\%$ ，碳转化率 98%~99%。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为中科合肥煤气化技术有限公司，应用单位为新疆宜化化工有限公司。改造前采用常压固定床富氧连续气化炉，主要耗能种类为煤炭，年生产合成氨 40 万吨，单位产品气化工段能耗为 1952 千克标准煤/吨氨。

(2) 主要技术改造内容:

安装循环流化床煤气化装置，代替原常压固定床富氧连续气化炉，配套气化系统、出渣及气力输送系统、余热回收系统和除尘净化系统等。2018 年 5 月实施节能改造，实施周期 1 年。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

改造完成后，单位产品气化工段能耗降低至 1198 千克标准煤/吨氨，实现节能量 30 万吨标准煤/年，二氧化碳减排量 79.8 万吨/年。投资额为 3 亿元，投资回收期为 2 年。

(二) 水煤浆水冷壁直连废锅气化炉技术

1. 技术适用范围

适用于煤制合成氨、甲醇、乙二醇、氢气、天然气、燃气等行业。

2. 技术原理及工艺

以水煤浆为原料的高压纯氧气流床煤气化工艺，气化室衬里采用垂直悬挂自然循环膜式水冷壁。通过凝渣保护，气化温度可提高至 1500℃ 以上，解决高灰熔点煤水煤浆气化的难题，拓宽煤种适应性。气化室下部设置辐射废锅，通过独特的高效辐射式受热面回收合成气显热，在生产合成气的同时副产高品质蒸气。工艺流程如图 2 所示。

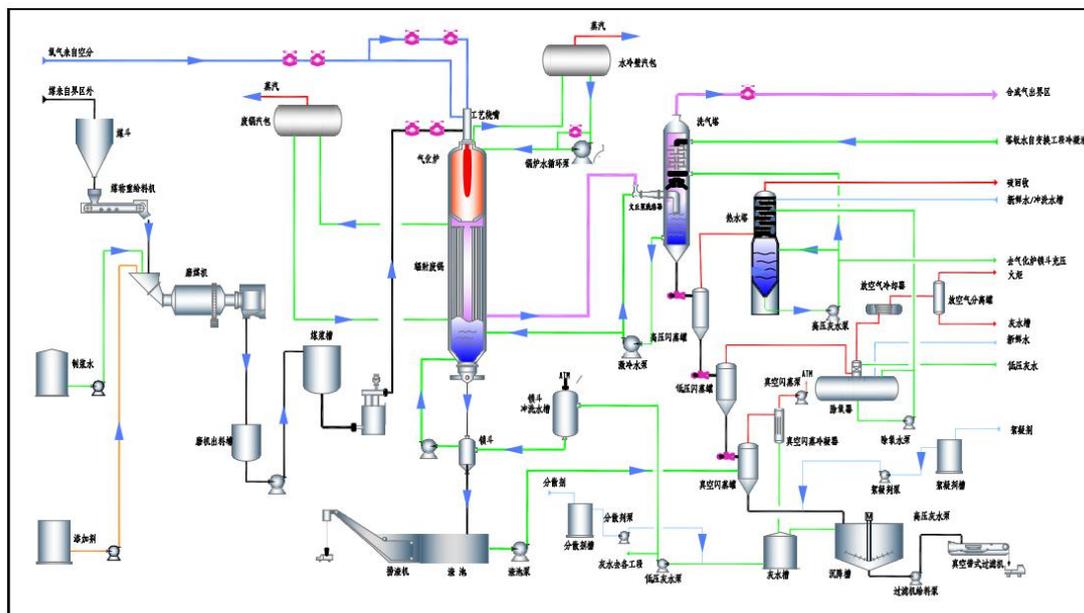


图2 工艺流程图

3. 技术功能特性及指标

(1) 可气化多种煤，比煤耗 560~600 千克/千标立方米 (CO+H₂);

(2) 回收合成气显热并副产蒸汽，比氧耗 350~380 标立方米/千标立方米(CO+H₂)，碳转化率 > 98.5%。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为山西阳煤化工机械(集团)有限公司、北京清创晋华科技有限公司，应用单位为河南金大地化工有限责任公司。改造前生产车间采用常压固定床间歇气化装置，主要耗能种类为煤炭和电能，年生产氨 60 万吨，单位产品能耗为 1429 千克标准煤/吨。

(2) 主要技术改造内容:

安装水煤浆水冷壁直连废锅气化炉代替传统固定床造气炉。2017 年 2 月实施节能改造，实施周期 2 年。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

改造完成后，单位产品能耗降低至 1207 千克标准煤/吨，实现节能量 13.3 万吨标准煤/年，二氧化碳减排量 35.4 万吨/年。投资额为 1.6 亿元，投资回收期为 3.1 年。

(三) 热电联产梯级利用关键技术

1. 技术适用范围

适用于热电联产。

2. 技术原理及工艺

汽轮机内高温气流按“分级匹配、梯级利用”的热利用原则，主要用于发电，低温蒸汽用于供热。开发从压力和温度双维度匹配分析的技术，摒弃压力和温度耦合单向调节的方式，形成压力和温度分级匹配双向调控的供热方法。开发汽汽再热、烟气再热、背压机供热等 3 套高效供热技术方案，实现源荷精准匹配的高效梯级供热。工艺装备布置如图 3 所示。

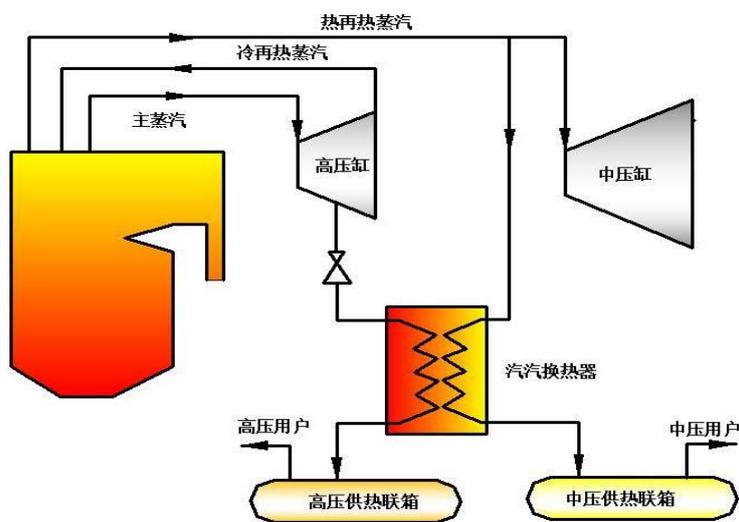


图3 工艺装备布置图

3. 技术功能特性及指标

(1) 压力和温度分级匹配双向调控，能量利用率提高 9%;

(2) 分级匹配，提供 120 吨/小时高压供热蒸汽及 50 吨/小时中压供热蒸汽。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为国能南京电力试验研究有限公司，应用单位为国能（泉州）热电有限公司。改造前机组采用高品位主蒸汽供热，主要耗能种类为煤炭，机组容量为 300 兆瓦，机组供电能耗 319 克标准煤/千瓦时。

(2) 主要技术改造内容:

增加汽轮机高压供热抽汽口，增设高压供热蒸汽系统和 中压供热蒸汽系统，安装给水泵汽轮机汽源抽汽管道，配套 电动隔离阀、水管道及疏水阀门。2020 年 9 月实施节能改造， 单台机组实施周期 3 个月。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

改造完成后，机组供电能耗降低至 291 克标准煤/千瓦时，实现节能量 9 万吨标准煤/年，二氧化碳减排量 23.9 万吨/年。投资额为 1.9 亿元，投资回收期为 2.1 年。