

CO₂ 作为密相输送载气在 GSP 气化技术中的应用

夏支文, 井云环

(神华宁夏煤业集团有限责任公司 煤炭化学工业分公司, 宁夏 银川 750411)

摘要: 介绍了神华宁夏煤业集团烯烃项目 GSP 粉煤气化技术以 CO₂ 作为密相输送载气进行煤粉输送的工业化应用的工艺流程, 研究了使用 CO₂ 作为密相输送载气对合成气成分的影响, 探讨了使用不同载气的操作注意事项。通过对比实际生产过程中采用不同密相输送载气的合成气成分, 发现使用 CO₂ 作为输送载气时, 合成气的质量得到提升, 有效气(H₂ + CO)体积分数提高约 2%, N₂ 体积分数降低约 6%, 提高了气化效率。使用 CO₂ 作为输送载气时需注意 CO₂ 与 N₂ 的性质差异, 要配备必要的保温加热措施并及时修正操作参数, 防止出现低温结冰、烧嘴烧坏等事故。

关键词: CO₂; 载气; 密相输送; GSP 粉煤气化

中图分类号: TD849; TQ542

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2012)05-0049-03

Application of CO₂ as dense-phase pneumatic conveying carrier gas in GSP gasification process

XIA Zhi-wen, JING Yun-huan

(Shenhua Ningxia Coal Group Coal Chemistry Industry Co., Ltd., Yinchuan 750411, China)

Abstract: CO₂ is used as dense-phase pneumatic conveying carrier gas to convey pulverized coal in GSP pulverized coal gasification process of Shenhua methanol-to-olefin project. Introduce its technological process in industrial application. Investigate the influence of CO₂ on the component of synthesis gas and points for attention when adopting different carrier gas. Compared with practical production process, study the variation of synthesis gas component when changing carrier gas. The results show that, CO₂ helps to improve gasification efficiency and synthesis gas quality, the content of CO and H₂ increase about 2 percent, N₂ decrease about 6 percent. There are some differences between CO₂ and N₂ which need to be paid more attention, provide heating and heat preservation equipments, timely correct operating parameters just in case transportation pipelines freeze and nozzle burn out.

Key words: CO₂; carrier gas; dense-phase pneumatic conveying; GSP pulverized coal gasification

煤制甲醇过程包括煤气化、合成气净化及甲醇合成等, CO₂ 主要来自煤气化过程。另外, 甲醇合成过程要求原料气中 H₂ 和 CO 的物质的量比接近 2。而煤气化过程获得的气体中 H₂ 与 CO 的物质的量比小于 2, 将一部分 CO 通过水煤气变换反应生成 H₂ 和 CO₂, 以满足甲醇合成的要求, 这样又会有部分 CO₂ 生成。除少量的 CO₂ 参与甲醇合成反应外, 大部分 CO₂ 在合成气净化过程中被脱除排放。据

计算, 煤制甲醇过程中, 每生产 1 t 甲醇, CO₂ 排放量约为 2 t^[1]。与此同时, 在粉煤气化技术中采用 N₂ 作为煤粉密相输送单元的载气^[2-3], 大量 N₂ 进入粗煤气中。在甲醇合成中, N₂ 属于惰性气体, 如果合成气中 N₂ 过高会影响甲醇合成反应效果, 使合成气释放量增大, 同时也增加了 H₂ 回收的负荷。

神华宁煤烯烃项目煤气化装置采用德国西门子 GSP 粉煤加压气化工工艺, 单炉投煤量 2000 t/d, 生

收稿日期: 2012-07-30 责任编辑: 宫在芹

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAA08B01); 宁夏回族自治区重大科技攻关项目

作者简介: 夏支文(1985—), 男, 山东新泰人, 2008年毕业于安徽理工大学化学工程与工艺专业, 助理工程师, 现从事煤气化方面工作。

引用格式: 夏支文, 井云环. CO₂ 作为密相输送载气在 GSP 气化技术中的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 49-51.

产能力大,气化效率高^[4]。煤粉密相输送系统采用 CO₂ 替代 N₂ 作为载气,有效降低粗煤气中 N₂ 含量,提高粗煤气中有效气(H₂ + CO₂)的含量。本文主要介绍 GSP 粉煤加压气化工工艺实际应用情况。

1 流程简介

图 1 为 GSP 气化装置载气单元流程。

高压 N₂/CO₂ 在 GSP 气化工工艺中主要应用于密

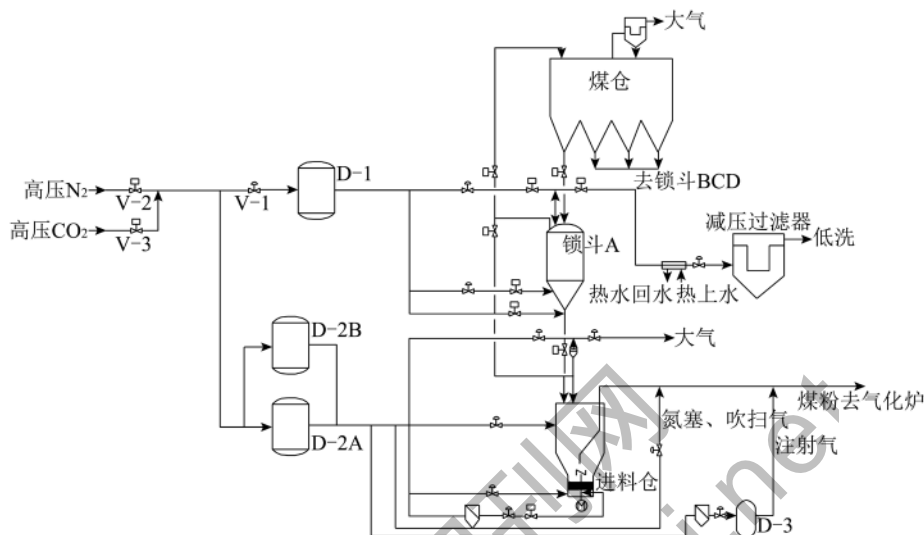


图 1 GSP 气化装置载气单元流程

相输送单元的煤粉输送,煤粉管线的反吹和停车期间的安全保护。高压 N₂/CO₂ 经过缓冲罐 D-1 后对煤粉锁斗进行间歇供气,保证各个锁斗在升压过程中,短时间内大量用气时,压力供应稳定。缓冲罐 D-2 有 2 个并联的罐体,分别对进料仓缓冲罐 D-3 和煤粉管线进行供气。作用主要:①保证进料仓内煤粉的流动和稳定进料仓的压力,实现煤粉密相输送;②向缓冲罐 D-3 供气,为一路注射气体提供稳定的压力和气源;③供往煤粉输送管线,为两路吹扫气和另一路注射气体进行供气。此外,缓冲罐 D-2 内的高压气体在气化炉停车时在煤粉管线切断阀之间形成“氮塞”气体,防止气化炉内的高温高压气体回流。

图 2 为神华宁煤烯烃项目 CO₂ 利用流程。

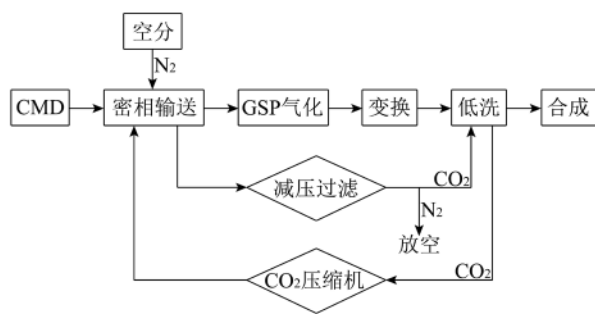


图 2 神华宁煤烯烃项目 CO₂ 利用流程

来自低温甲醇洗工段的 CO₂ 经过压缩机加压后送到煤气化装置密相输送单元高压 N₂/CO₂ 系统,

部分 CO₂ 作为煤粉输送气、吹扫气或注射气进入气化炉中,另一部分在锁斗加压输送后通过减压过滤器与煤粉分离后回到净化装置的尾气洗涤塔,洗涤 CO₂ 中微量的甲醇蒸汽后放空。如果锁斗的泄压气体为 N₂,那么经过减压过滤器分离后直接放空。

在系统原始开车或大检修后开车时,由于下游低温甲醇洗工段还没有副产 CO₂,所以系统将通过图 1 中 V-2 和 V-3 的切换,使用从空分装置过来的高压 N₂ 作为密相输送载气,随着变换装置以及低温甲醇洗工段的逐渐开车,逐渐副产 CO₂,当副产 CO₂ 的压力和流量稳定后并进入到密相输送单元载气系统中,直至完全取代 N₂。当甲醇洗装置的 CO₂ 压缩机出现故障时,CO₂ 的供应将会出现中断,同样是通过 V-2 和 V-3 的相互切换,将高压 N₂ 重新引入密相输送单元实现载气的持续供应,保证生产的连续稳定。

2 使用效果

CO₂ 与煤的反应动力学以及 CO₂ 作为气化剂的研究早有报道^[5-10]。神华宁煤烯烃装置的气化粉煤气化技术,气化炉气化温度高(达 1450 ~ 1650 ℃),较高的气化反应温度保证了煤具有较高的反应活性^[10],同时高温有利于煤与 CO₂ 反应^[11]。煤与 CO₂ 在气化炉内能高效地发生 CO₂ 的还原反应,

将 CO_2 还原为 CO 。因此作为煤粉输送载气的 CO_2 也成为生成有效气体的原料之一,参与到气化反应中,从而提升粗煤气的产量。与 N_2 作为输送载气时相比,气体成分发生较明显变化。表 1 为同负荷不同输送载气粗煤气成分。

表 1 同负荷不同输送载气粗煤气成分 %

载气成分	N_2	H_2	CO	CO_2	有效气量
N_2	1.05	23.85	66.92	7.80	90.77
CO_2	7.91	28.44	60.26	3.12	88.70

由表 1 可知,使用 CO_2 作为煤粉输送载气时,粗煤气中 H_2 体积分数降低约 4.6%,而 CO 体积分数增加约 6.7%,这是由于碳与 CO_2 的反应剥夺了碳与水蒸气反应的机会引起的^[12]。由于 CO 的增加量超过 H_2 的减少量,有效气($\text{H}_2 + \text{CO}$)体积分数总体上还是提升约 2%, N_2 体积分数降低约 6%。粗煤气质量和产量均有提升,有利于合成反应的进行和甲醇产量的增加。

3 使用 CO_2 的注意事项

(1) 由于 CO_2 和 N_2 密度不同,在输送煤粉时,会影响密度计的测量准确性进而对煤粉流量计算的准确性产生影响,严重时会导致烧嘴实际氧煤比 λ 超高造成烧嘴损坏,甚至烧穿水冷壁。因此在切换过程中煤粉密度计计算公式中的气体密度值需要在 DCS 中及时切换。

(2) 由于 CO_2 在绝热膨胀时较 N_2 具有更明显的低温效果,为防止锁斗带升压(尤其是锁斗升压初期)以及锁斗减压过程中出现低于设计温度、液体 CO_2 、固体 CO_2 等工况,在操作过程中需要注意:①防止锁斗内物料热量损失,保证锁斗伴热;②在锁斗泄压时,要先对低温的泄压气体加热;③确保进 N_2/CO_2 系统 CO_2 温度不低于 75°C 。

(3) 在实现 CO_2 输送后,粗煤气中 CO_2 的含量会有较大幅度提升。因此 N_2/CO_2 系统进行切换时以及切换结束后需要及时与下游的低温甲醇洗工段进行联络,及时调整后面系统的工况。

(4) 由于 N_2/CO_2 系统中 CO_2 压缩机出现故障时, CO_2 的供应中断将通过联锁控制通过 V-2 和 V-3 相互切换,实现高压 N_2 的供应。由于煤粉输送所需气量较大,V-2 和 V-3 切换后需要及时调整气化负荷,防止空分负荷骤升造成事故。

(5) 合成气中的 CO_2 含量是一个重要的参数,

由于 CO_2 的掺入,使得合成气中的 CO_2 含量只具有参考意义,不能直接反映气化炉的工况,给工艺操作带来较大难度^[13]。

4 结 语

神华宁煤集团烯烃项目 GSP 粉煤气化装置采用 CO_2 作为煤粉密相输送系统载气,经过不断摸索总结,掌握了以 CO_2 作为煤粉输送载气时的操作经验,充分证明了在大型粉煤气化技术中 CO_2 完全可以替代 N_2 成为密相输送载气,而且与 N_2 输送相比,采用 CO_2 输送时合成气的质量更高,有利于增加甲醇产量。因此采用 CO_2 作为煤粉密相输送系统的载气对提高资源利用率,促进煤化工产业的发展具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 葛启明,杜彦学,袁善录,等.煤化工工艺过程中 CO_2 排放分析及其减排技术[J].煤化工,2010,12(6):25-27.
- [2] 焦树建.论整体煤气化联合循环(IGCC)中采用的煤气化炉的方案[J].燃气轮机技术,1994,7(1):6-20.
- [3] 徐越,吴一宁,危师让.二段式干煤粉气流床气化技术的模拟研究与分析[J].中国电机工程学报,2003,23(10):187-190.
- [4] 李大尚.GSP 技术是煤制合成气(或 H_2) 工艺的最佳选择[J].煤化工,2005,6(3):1-6.
- [5] 戢绪国,张翠清,徐春霞,等. CO_2 (或部分替代水蒸气) 作气化剂的应用与技术研究[J].洁净煤技术,2007,13(2):52-54.
- [6] 徐春霞,徐振刚,步学朋,等.煤焦与 CO_2 及水蒸气气化特性研究进展[J].洁净煤技术,2007,13(6):49-52.
- [7] 王宏,董学文,邱建荣,等.燃煤在 O_2/CO_2 方式下 NO_x 生成特性的研究[J].燃料化学学报,2001,29(5):458-462.
- [8] 喻秋梅,庞亚军,陈宏国.煤燃烧试验中着火点确定方法的探讨[J].华北电力技术,2001(7):9-10,50.
- [9] 刘彦丰,阎维平,宋之平.炭/碳粒在 CO_2/O_2 气氛中燃烧速率的研究[J].工程物理学报,1999,20(6):769-772.
- [10] 关梦媛.煤化学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1989.
- [11] 许世森,张东亮,任永强.大规模煤气化技术[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [12] 杜敏,郝英立.气化剂对气流床煤气化炉性能的影响[J].热化学与技术,2009(6):177-182.
- [13] 戴乐亭.Shell 气化炉以 CO_2 代替 N_2 作为粉煤输送气的研究[J].煤化工,2011,2(1):35-36.