

适应山西及我国高灰熔点劣质煤 煤气化技术的开发

张敏*, 王红林, 赵霄鹏, 杨丽超

(晋煤集团煤化工研究院, 山西 晋城 048012)

摘要:为解决高灰熔点劣质煤占的化工利用,开发了多喷嘴分级给氧气化技术(JE炉),给出了技术原理、关键技术及设计技术指标,并对技术开发情况进行了详尽介绍。

关键词:高灰熔点劣质煤;大型煤气化;多喷嘴分级给氧

中图分类号:TQ546.2

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)12-0119-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2015.12.031

Development of large-scale gasification technology for inferior coal with high ash melting point in Shanxi and China

ZHANG Min*, WANG Hong-lin, ZHAO Xiao-peng, YANG Li-chao

(Coal Chemical Research Institute, JAMG, Jincheng 048012, China)

Abstract: To solve the chemical utilization of inferior coal with high ash melting point, a multi-burner gasifier with stage-feed oxygen gasification technology (JE gasifier) is developed. The technical principle, key technologies and designed technical index are given. Simultaneously, the details of this technology are also introduced in detail.

Key words: inferior coal having high ash melting point; large-scale gasification; multi-burner gasifier with stage-feed oxygen

随着煤炭黄金10年的结束,2013年以来,全国煤炭价格持续低迷。需求方面,随着国家能源结构的持续调整^[1-2],环保政策^[3-4]的不断完善,煤炭在钢铁、电力、冶金、民用及建筑等领域的应用受到了严重制约。而供应方面,经过黄金10年的快速发展,煤炭工业的产能极大提高,由此造成了严重的产能过剩。以2014年为例^[5],全国煤炭产能超过40亿t,原煤产量38.7亿t,煤炭消费量35.1亿t。

高灰熔点($FT > 1400^\circ\text{C}$)劣质煤占山西煤炭资源总量的95%,全国煤炭资源总量的50%^[6]。随着资源开采,煤炭劣质化的问题越来越严重,高灰熔点劣质煤在煤炭产品结构中的比例将进一步提升。以晋煤集团为例^[7],经过50多年的开采,老区浅层的3#煤资源已快速衰竭,而下层的9#、15#“三高”(高灰、高硫、高灰熔点)劣质煤资源在产品中的占比越来越大。由于资源的禀赋特点,高灰熔点劣质煤在钢铁、电力、冶金、民用及建筑等领域受到限制^[8],较其他煤炭资源应用范围狭窄。如何消化高灰熔点劣质煤,成为煤炭企业发展亟待解决的难题,而根本立足点只有在化工利用上。

由于高灰熔点劣质煤具备高灰熔点、高灰分、中高硫分的煤质特性,迄今为止缺乏针对性的大型煤气化技术,严重限制了高灰熔点劣质煤的化工利用,成为山西乃至全国高灰熔点劣质煤化工产业发展的瓶颈。开发适应山西及我国高灰熔点劣质煤气化技术迫在眉睫。

华东理工大学是国内国际知名、国内领先的气流床气化研究基地,具有完整的气化成套技术研发能力,国际上唯一拥有水煤浆^[9-10]和粉煤气化^[11-12]两类产业化技术的研发机构。为解决高灰熔点、高灰劣质煤的大规模利用问题,通过多方调研、论证,晋煤集团于2014年5月与华东理工大学、中石化宁波工程有限公司、上海锅炉厂联合开展多喷嘴分级给氧气化技术(JE炉)的开发,致力于高灰熔点劣质煤的大规模气化。

1 多喷嘴分级给氧气化技术(JE炉)

1.1 技术原理

该技术通过对气化炉的流场、温度场进行优化设计,在气化炉中下部二次给氧,实现渣口局部高温

(液态排渣,满足高灰熔点煤的气化),达 1 500 ~ 1 600℃,气化炉整体温度适宜,减少水冷壁热损失,提高气化效率(见图 1)。

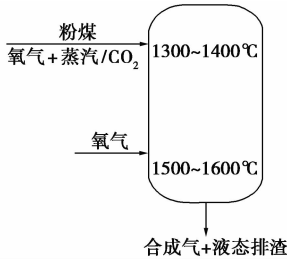


图 1 多喷嘴分级给氧气流床气化技术(JE 炉)原理示意

该技术气化工艺流程如图 2 所示。

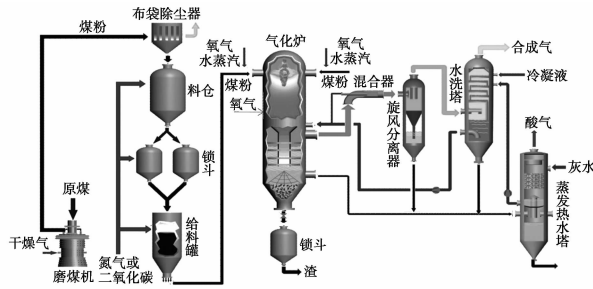


图 2 多喷嘴分级给氧气流床气化技术(JE 炉)工艺流程

1.2 关键技术

该气化技术主要具有以下关键技术。

(1)气化炉采用射流 + 撞击流,强化混合,优化停留时间分布。

(2)气化炉采用分级给氧 + 气渣并流,通过在气化炉中下部设置氧气喷嘴,实现渣口局部高温,气化炉整体温度适宜,减少水冷壁热损失,提高气化效率。

(3)采用具有 2 ~ 4 个下料口的发料罐结构和粉煤密相气力输送技术,为多个气化喷嘴提供均匀、稳定、可控的煤粉流量。

(4)设置粉煤称重罐,可实现粉煤流量的离线

与在线准确标定,确保气化炉的氧煤比调控。

(5)采用喷淋床与鼓泡床组成的复合床式洗涤冷却设备,抑制合成气带水、带灰功能。

(6)主要由混合器、旋风分离器和水洗塔组成合成气洗涤,实现粉煤气化细灰的高效分离,并具有节能功效。

(7)采用蒸汽与灰水直接接触换热工艺,利用蒸发热水塔回收渣水热量,具有节能与抗堵渣功能,确保装置长周期运行。

1.3 设计技术指标

在实验室试验结果的基础上,通过 Aspen Plus 软件模拟,数值计算,以晋城无烟末煤为气化原料(灰分质量分数 25%, FT > 1 500℃),该技术主要设计技术指标如表 1 所示。

表 1 多喷嘴分级给氧气流床气化技术(JE 炉)设计技术指标

项目	数值
气化压力/MPa	4.0
单炉有效气(CO + H ₂)产量/(m ³ ·h ⁻¹)	≥100000
气化操作温度/℃	1600
碳转化率/%	≥99
冷煤气效率/%	≥81
比氧耗/(m ³ ·km ⁻³)	≤337
比煤耗/(kg·km ⁻³)	≤639

2 技术开发情况

2.1 技术开发目标

(1)研究开发单炉日处理 1 500 t 级原料煤的多喷嘴分级给氧干粉煤气流床气化技术—JE 炉。

(2)完成成套工业示范装置的运行和考核。

(3)解决山西乃至全国高熔点及低质末煤的利用问题。

2.2 技术开发内容

技术开发分应用开发研究、工艺软件包编制,示范工程设计与建设,示范装置的运行与优化 4 部分。

(上接第 118 页)

[5] Dorella G, Mansur M B. A study of the separation of cobalt from spent Li-ion battery residues [J]. Journal of Power Sources, 2007, 170(1): 210 - 215.

[6] Shin S, Kim N, Sohn J, et al. Development of a metal recovery process from Li-ion battery wastes [J]. Hydrometallurgy, 2005, 79(3): 172 - 181.

[7] Li Yang, Qinghua Yan, Guoxi Xi, et al. Preparation of cobalt ferrite nanoparticles by using spent Li-ion batteries [J]. Journal of Materi-

als Science, 2011, 46(18): 6106 - 6110.

[8] 席国喜, 焦玉宇, 路迈西. 废旧锂离子电池溶胶-凝胶法制备钴铁氧体的研究 [J]. 材料导报, 2008, 22(10): 127 - 129.

[9] 李新海, 郭永兴, 王志兴, 等. LiCoO₂ 结构及性能与锂离子电池电压特性的关系 [J]. 中国有色金属学报, 2002, 12(4): 739 - 742.

[10] 刘银, 丘泰, 沈春英, 等. 纳米晶 Co_{1-x}Ni_xFe₂O₄ 铁氧体的制备及 Ni²⁺ 对其磁性能的影响 [J]. 硅酸盐学报, 2007, 35(2): 160 - 163. ■

(1) 应用开发研究

针对山西高灰熔点低质煤的典型煤种,开展高灰熔点低质煤煤质理化特性研究、粉煤输送与流动特性研究、点火与工艺烧嘴研究、气化炉流场特性研究、基于二次给养的气化炉温度分布研究、合成气激冷过程适应性研究、气化炉粗细渣分配调控研究、气化装置废水回用技术研究等。

(2) 工艺软件包编制

根据应用开发研究成果,结合工程化运行经验,编制符合设计院要求的工艺软件包。

(3) 示范工程设计与建设

依托示范企业现有设施基础,开展工程设计与建设。

(4) 示范装置的运行与优化

开展示范装置的运行、优化与考核工作,形成具备自主知识产权的成套技术。

2.3 技术开发路线

多喷嘴分级给氧气化技术(JE炉)的开发路线如图3所示。

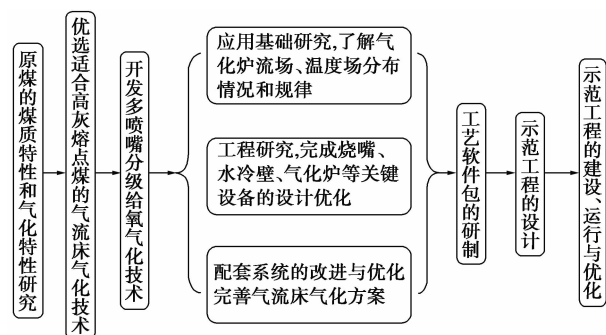


图3 多喷嘴分级给氧气化技术(JE炉)开发路线

2.4 技术开发进展情况

(1) 应用开发研究

大部分应用开发研究工作已经完成,包括煤质分析研究报告,点火和工艺烧嘴的研究,流场、温度场、速度场的数值模拟,洗涤冷却室的研究,旋风分离器的优化研究,水洗塔结构优化研究等。

少部分应用开发研究工作尚在进行,包括山西典型煤种的煤质分析、热态实验、细粒度粉煤的气化研究、气化装置废水回用技术研究等工作。

(2) 工艺软件包编制

工艺软件包已编制完成并顺利通过专家评审。

(3) 示范工程设计与建设

晋煤集团天源公司于2015年2月成立JE炉指

挥部推进示范工作,目前已确定示范用地;在宁波院提交项目建议书、可研后,开展环评、安评和能评工作,向集团公司申请立项。

中石化宁波工程有限公司已与天源公司多次对接,就工程用地、总图布置、系统改造等情况进行研讨,现已基本完成项目建议书,预计5月中旬完成可研评审;下一步根据华东理工大学的工艺包开展工程设计。

2015年2月晋煤集团与上海锅炉厂签订300万元的气化炉长周期设备材料采购保证金协议书,保证长周期设备的制造进度。

3 结语

在多喷嘴分级给氧气化技术(JE炉)的开发上,晋煤集团、华东理工大学、中石化宁波工程有限公司与上海锅炉厂已经构筑了“科研开发、工程设计、系统配置、关键设备制造、工程示范一体”的模式。相信该技术的成功开发能够为适应山西乃至我国高灰熔点劣质煤煤气化技术的开发探索出一条有益的道路。

参考文献

- [1] 国务院. 能源发展“十二五”规划[R]. 北京:2013.
- [2] 国务院办公厅. 能源发展战略行动计划(2014—2020年)[R]. 北京:2014.
- [3] 国务院. 中华人民共和国环境保护法[R]. 北京:2014.
- [4] 国务院. 大气污染防治行动计划[R]. 北京:2013.
- [5] 国家统计局. 2014年国民经济和社会发展统计公报[R]. 北京:2015.
- [6] 乌晓江,张忠孝,朴桂林,等. 高灰熔点煤高温下煤焦CO₂/水蒸气气化反应特性的实验研究[J]. 中国电机工程学报,2007,27(32):24-28.
- [7] 王毅. 晋城矿区“三高”劣质煤资源开发与利用探讨[J]. 煤化工,2011,39(5):1-4,8.
- [8] 发改委,环保部,商务部,等. 商品煤质量管理暂行办法[R]. 北京:2014.
- [9] 代正华,周志杰,陈雪莉,等. 多喷嘴对置水煤浆气化技术在化工行业中的应用[J]. 化工进展,2006,25(s1):611-615.
- [10] 王亦飞,于广锁,龚欣,等. 自主知识产权多喷嘴对置式煤气化技术的工业应用新进展[J]. 全国造气技术通讯,2012,(3):2-7.
- [11] 龚欣,郭晓儒,代正华,等. 新型气流床粉煤加压气化技术[J]. 现代化工,2005,25(3):51-52,54.
- [12] 卫淑娟. “SE-东方炉”成套技术开发与应用项目通过鉴定[J]. 大氮肥,2014,37(6):390. ■