

低变质煤低温干馏生产兰炭的技术进展与分析

赵俊学¹, 李惠娟¹, 李小明¹, 刘军利¹, 华建设²

(1. 西安建筑科技大学 冶金工程学院, 陕西 西安 710055; 2. 陕西省冶金工程技术研究中心, 陕西 西安 710055)

摘要:对低变质煤生产兰炭的技术及发展进行了总结,指出了兰炭生产不同阶段的技术发展特点。在对现行的大型干馏生产技术分析的基础上,对新一代干馏技术的发展方向提出了展望,对富氧干馏、干熄焦、微波干馏等技术的研究现状及产业化应用前景进行了分析。

关键词:兰炭;富氧干馏;煤气干熄焦;微波干馏

中图分类号:TQ529

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2010)06-0020-04

陕北地区煤炭资源丰富,是国家级能源化工基地。其煤种主要为低变质的侏罗纪弱粘或不粘煤,具有煤质好、低灰、低硫、低磷、高挥发分的特点,是优质低温干馏、工业气化、液化和动力用煤。如何有效地利用这些资源,是一个需要高度关注的问题。利用这种非炼焦煤低温干馏生产兰炭,可以有效回收利用其中的焦油,并产出兰炭和煤气,有利于资源的综合利用,提高低变质煤的附加值,是地方目前最大的煤转化工业,仅榆林市产能已达0.18~0.2亿t/a,是地方经济的一大支柱产业。

1 兰炭生产技术的发展

兰炭的生产属低温干馏。在陕北煤炭开发初期,曾采用堆烧、改良焦生产用简易窑炉进行兰炭生产。进入20世纪90年代后,以三江公司开发的SJ低温干馏方炉为代表的直立内热干馏炉开发成功,以块煤为原料进行中低温热解。经生产实践检验证明是一种适合当地煤种的低温干馏装置,具有设备投资少,工艺简单易控,焦油回收较高的特点,因而得到了快速的推广和应用。基本工艺如图1所示^[1-2]。

早期的兰炭生产企业由于规模小,技术装备水平低,存在煤气直接排空、废水排放量大、粉尘污染大、技术经济指标差等问题。这直接影响到该行业

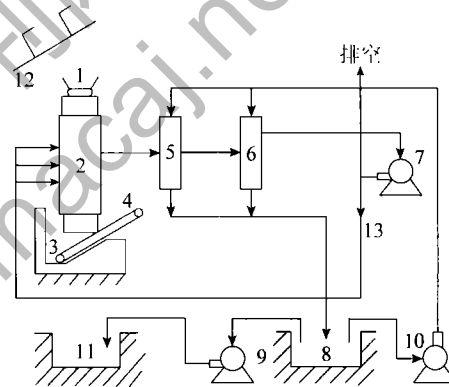


图1 干馏煤生产工艺流程

1—储煤仓;2—直立干馏炉;3—熄焦池;4—半焦刮板机;5—文氏管塔;6—旋流板塔;7—鼓风机;8—焦油氨水分离池;9—焦油泵;10—氨水泵;11—焦油池;12—斗式提升机;13—回炉加热煤气管道

的发展,曾被国家环保等部门列为强令关停的“五小”企业。这个阶段的技术可被列为“第一代规模化兰炭生产技术”。

为了从根本上解决榆林煤低温干馏环境污染问题,必须从规模经济、资源综合利用及环境保护与可持续发展出发,开发先进工艺及设备,努力延伸焦化产业链,发展循环经济,增强市场竞争力,提

收稿日期:2010-09-16

基金项目:陕西省工业攻关项目(2010K07-04);陕西省教育厅专项基金资助项目(09JK522)

作者简介:赵俊学(1962—),男,山西万荣人,教授,博士,主要研究方向为冶金过程节能和资源综合利用,冶金工艺优化,富氧技术应用。

高综合经济效益,走可持续发展的道路。低温干馏企业和科研院所协力攻关,主要从如下几个方面开展了研究^[3]:

(1)兰炭炉大型化研究:研制了符合国家相关要求的大型清洁兰炭生产新工艺新装备。

(2)新型兰炭炉及加料、布料技术:适合兰炭炉大型化、高效化要求,气流、温度分布更加合理。通过新型加料、布料装置,可解决大型兰炭炉的原煤分布、炉顶密封等问题,真正实现兰炭炉的封闭运行,减少粉尘污染和煤气泄漏。

(3)大型兰炭炉测控技术研究,形成适合大型兰炭炉的成套测控技术,实现在线自动控制,大幅度提高操作与控制水平。

(4)高效煤焦油捕收技术:将焦油回收率提高15%左右,满足焦油回收、发电等后续利用要求。

(5)煤气净化及综合利用适用技术:实现煤气净化、金属镁、石灰煅烧、发电等技术集成的适用化研究。

经过研究,开发了符合国家产业政策的、单体设备年产兰炭30万t以上的大型清洁兰炭生产新工艺新装备,改变了过去规模小、能耗高、效益低、环境污染严重等问题,实现了大型化、规模化生产,大大提高榆林煤低温干馏的技术装备水平,实现了大型化、自动化、高效化,使兰炭生产真正得到了各相关部门的认可,可被列为“第二代兰炭生产技术”。

2 兰炭生产新技术开发

兰炭生产虽然近年来取得了很大进步,但还有一些技术问题有待进一步研究解决。目前尚存在3方面的问题:一是目前低温干馏仍主要采用炉内空气和煤气燃烧加热的方式,燃烧废气混入了煤气中,既降低了煤气的热值,增大了净化系统的处理压力,而且不利于综合利用;二是采用水盆浸泡熄焦的方式,水和热耗量大,且产品水分含量高,废水处理难度大;三是粉煤和兰炭碎屑仍未合理利用。这些仍然是大型清洁兰炭生产新工艺迫切需要解决的问题,这些问题的解决将使现行的兰炭生产技术得到全面提升,可被称为“第三代兰炭生产技术”。

2.1 低温富氧干馏技术

提高低热值煤气循环利用效率主要有2个方面:一是与高效率的低热值煤气消耗部门(如金属镁生产)有效对接;二是改进现有干馏工艺,提高煤气质量,为化工产品方向的应用奠定基础。

随着制氧技术的不断发展,富氧技术这些年来在冶金、化工领域获得了大量应用。富氧干馏就是利用先进的制氧技术,以氧气替代空气,改变现行低温干馏采用空气助燃带来的煤气热值低,产出量大及后续的综合利用问题^[4]。研究表明:

(1)采用富氧干馏相关技术后,可在不改变现行低温干馏炉结构的情况下,用富氧甚至全氧代替空气,炉况稳定、可调、易控。

(2)通过富氧干馏,可大幅度提高煤气有效成分,降低氮含量,提高煤气热值。煤气中的氮含量可由原来的50.1%降低到5.85%左右,热值可由原来的6.79 MJ/m³提高到14.21 MJ/m³,是空气助燃干馏的2倍以上。

(3)富氧干馏煤气可为过程煤气的综合利用,尤其是作为下游化工产品等的高效利用奠定基础。

(4)煤气放散量大大降低,减少约3/4。

富氧干馏是在现有的空气助燃低温干馏炉上进行的,过程稳定、可调,证明了富氧干馏成套技术对现行工艺及设备的适用性。富氧干馏成套技术基本具备工业化应用的条件。低温富氧干馏生产工艺如图2所示。

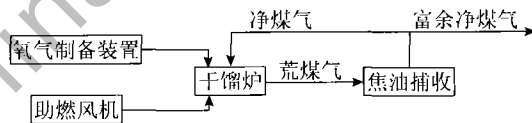


图2 低温富氧干馏生产工艺流程示意

2.2 低温干馏干熄焦技术

干法熄焦(CDQ)简称干熄焦,是相对于湿熄焦而言,采用惰性气体熄灭赤热焦炭的一种熄焦方法,是一项被较广泛应用的节能技术^[5]。干熄焦技术是利用冷的惰性气体,在干熄炉中与赤热红焦换热从而冷却红焦,吸收了红焦热量的惰性气体将热量传给干熄焦锅炉产生蒸汽,被冷却的惰性气体再由循环风机鼓入干熄炉冷却红焦。干法熄焦有利于提高焦炭质量,特别是在提高焦炭强度和降低水分方面,效果更加明显。干熄法提高了焦炭成熟度,减少了微裂纹的产生,改善了内部结构,抗碎强度 M_{40} 提高6%左右,耐磨强度 M_{10} 降低14%左右,焦炭水分降低5%左右。

榆林的兰炭生产目前的主体工艺采用水盆浸泡熄焦。根据相关的测算,生产兰炭水耗为192 kg/t,成品兰炭水的质量分数取20%(抽样统计

为18%~32%),综合为干基兰炭耗水490 kg/t。陕北兰炭产量按照1800万t计算,耗水量700万t,实际耗水量更大。成品兰炭携带的水不是生产必需的消耗,不仅消耗了缺水榆林地区宝贵的水资源,而且对用户而言,要付出额外的运输成本;对生产耗水部分,主要用于熄焦、调温,熄焦水蒸发进入炉内发生水煤气反应,转化为煤气,由于目前的低热值煤气缺乏有效的用途,因此消耗宝贵的水资源产生低热值煤气不是合理的选择。

低温干馏过程需要配入过量的冷煤气以控制干馏温度,提出了以冷煤气为冷却介质,实现低温干馏熄焦的工艺方案,如图3所示。

如采用新干熄焦技术后,预期可节能10%,理论水耗可降低30%以上,成品兰炭携带水可降低到5%以下,兰炭收率将提高2.3%左右。如果计算用户的运输成本、节能效益和环境社会效益,经济效益将更为明显。另外,干熄焦可以改善兰炭质量,提高兰炭产品品质,带来额外的收益。

2.3 微波干馏技术

微波是介于红外和无线电波之间的一种电磁

波,其波长范围为100~0.1 cm,相应的频率范围为300~300000 MHz。与传统加热相比,由于微波加热直接作用于物质的分子或离子,引起分子或离子的振动产生热量,而不是通过热传导传热,因此它具有更快的加热效率。与常规电加热方式相比,它一般可以节电30%~50%。煤是一种微波吸收物质,因此微波可用于煤的低温干馏。相关研究表明,采用微波干馏可以大幅度提高加热速度,缩短反应时间。用于活性炭制备、再生,可改进提高活性炭的吸附性能^[6];用于油页岩干馏,在一定的时间内,随着功率的增加,油产率和气体产率都增加^[7]。

鉴于微波的这些特点,预期其在低温干馏中可能用于如下2个方面:①粉煤干馏。粉煤无法用内热法干馏,主要是内热干馏的气体粉料携带问题,微波为非接触式加热,干馏过程产出的气体量少,有利于干馏顺利进行;②高附加值产品的生产,如高活性炭材料的生产,充分利用微波加热速度快,干馏产品孔隙度大,活性高的特点。

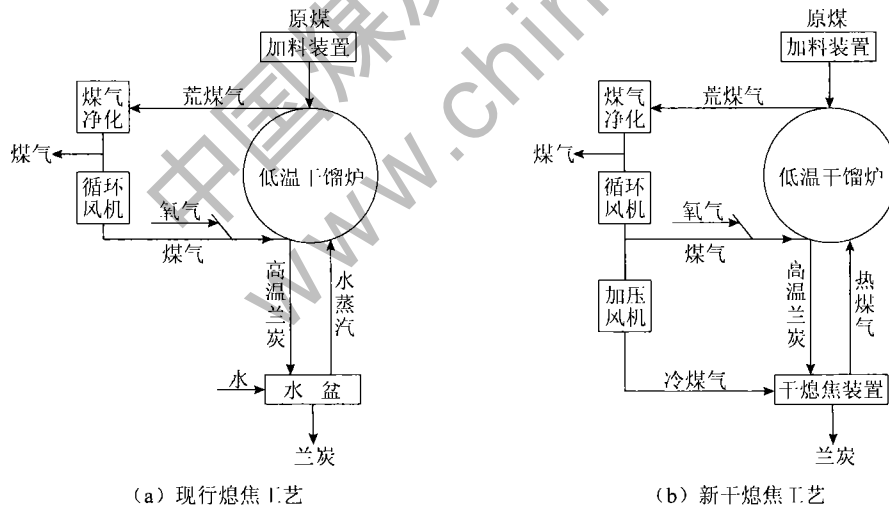


图3 低温干馏干熄焦工艺方案示意

3 兰炭生产技术发展展望

兰炭生产技术作为一种低成本的煤转化技术,已经得到了越来越多的关注,在技术装备水平快速提升的同时,得到了市场和各相关部门的认可。第二代大型化、自动化的兰炭生产技术与装备已经成熟并得到了推广应用,应抓紧进行第三代兰炭生产技术和装备

的开发与应用,并开展煤气综合利用等研究。

预期第四代兰炭生产技术将是在第二代和第三代兰炭生产技术上的进一步优化,是将煤干馏、制气、化产等有效结合,资源和能量高效利用、环境友好的工艺。

中国的兰炭生产技术是在自主研发的基础上发展起来的,应通过大项目、大企业、大投入引导,

在加强研发的基础上进一步整合与集成,形成具有自主知识产权的高水平成果,为煤炭高效转化和利用提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 虎锐,李波,张秀成. 榆林地区兰炭产业发展现状及其前景[J]. 中国煤炭,2008,34(5):69-73.
- [2] 赵世永. 榆林煤低温干馏生产工艺及污染治理技术[J]. 中国煤炭,2007,33(4):58-60.
- [3] 兰新哲. 榆林兰炭科技创新及产业升级换代[R]. 西安: 2008年中国兰炭产业科技发展高层论坛,2008.
- [4] 袁媛,赵俊学,华建设,等. 富氧低温干馏兰炭试验的研究[J]. 中国科技论文在线,2009-05-26
- [5] 陈志明,姚红英. 干熄焦的生产实践及发展方向探讨[J]. 钢铁,2001,36(5):1-4.
- [6] 魏起华,陈孝云,温建华,等. 微波加热在活性炭制备及改性中应用研究进展[J]. 科学技术与工程,2008,8(22):6296-6300.
- [7] 王擎,栢现坤,刘洪鹏,等. 桦甸油页岩的微波干馏特性[J]. 化工学报,2008,59(5):1288-1293.

Technical progress and analysis of semi-coke production with low metamorphic degree coal

ZHAO Jun-xue¹, LI Hui-juan¹, LI Xiao-ming¹, LIU Jun-li¹, HUA Jian-she²

(1. School of Metallurgical Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China;

2. Shaanxi Research Center of Metallurgical Engineering, Xi'an 710055, China)

Abstract: Technical progress of semi-coke production with low metamorphic degree coal were introduced. The technical characteristics of different developing stages were summarized. Based on the analysis of modern technology used in practical plants, the developing trend of new distillation technology is predicted. The prospects of some new technology, such as semi-coke production with oxygen-enriched air as a agent, coke dry quenching with cold distillation gas and micro-wave distillation are introduced and analyzed.

Key words: semi-coke; oxygen enriched distillation; coke dry quenching with cold distillation gas; micro-wave distillation

欢迎订阅《矿业安全与环保》

《矿业安全与环保》杂志是属国家煤矿安全监察局主管,由煤炭科学研究总院重庆研究院与国家煤矿安全技术工程研究中心共同主办,面向国内外公开发行的国家级科技期刊,系全国中文核心期刊,中国学术期刊综合评价数据库来源期刊,中文科技期刊数据库原文收录期刊,中国期刊网、中国学术期刊(光盘版)全文收录期刊,万方数据数字化期刊群全文入网期刊。

报道内容:以煤矿及非煤矿山安全技术、矿山环境保护技术为主,包括矿井瓦斯、煤与瓦斯突出防治技术与装备;矿井通风防灭火技术与装备;工业粉尘及可燃性气体、粉尘爆炸防治技术与装备;矿山救援技术与装备;矿井水害防治技术;矿山压力与井巷支护技术;安全与环境监测、控制技术;物探与岩土工程技术;煤矿安全管理与评价;矿山热害、污染治理及综合利用等环保技术;兼营广告业务。

读者对象:从事安全、环保技术的各级领导、干部,科研与设计人员,生产技术人员,院校师生,各级监察机关、管理部门人员,以及相关设备、仪器等生产企业的技术管理干部和技术人员。

《矿业安全与环保》为双月刊、国际标准大16开本,2011年定价13.00元/册,全年6期78.00元。本刊刊号为ISSN 1008-4495、CN 50-1062/TD,邮发代号78-35,欢迎广大读者到当地邮局订阅,也可随时直接汇款到杂志社订阅(邮局和银行汇款请注明“订刊款”字样)。

地址:重庆市沙坪坝区上桥·煤炭科学研究总院重庆研究院内 邮政编码:400037

电话:023-65239221,65235167

传真:023-65239221

电子邮箱:bianjibu@cqccri.com

收款单位:煤炭科学研究总院重庆研究院

账号:3100024709008904327

开户银行:工商银行上桥分理处