

# 粉煤热解产物焦粉的综合利用

李 鑫, 张生军, 徐 婕, 郑化安

(陕西煤业化工技术研究院有限责任公司 陕西 西安 710065)

**摘要:** 根据陕北资源禀赋特点, 粉煤中低温热解是适合陕北长焰煤特性的一种有效煤炭分质利用技术。研究表明: 中低温热解产物焦粉的产率占 70% 左右, 所蕴含的能量占 80% 左右。因此, 从产率和能量的角度看, 粉煤热解产物焦粉的综合利用应是煤炭中低温热解的重点。通过介绍 6 种焦粉利用方式, 包括燃烧发电, 气化, 成浆, 成型, 高炉喷吹用煤, 炭质吸附剂, 提出了制定焦粉标准重要性, 从而加速实现粉煤的清洁、高效、环保利用。

**关键词:** 粉煤热解; 焦粉; 综合利用

中图分类号: TQ522; TD849

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2013)05-0074-03

## Comprehensive utilization of pulverized coal pyrolysis product — coke powder

LI Xin, ZHANG Shengjun, XU Jie, ZHENG Huan

(Shaanxi Coal and Chemical Technology Institute Co., Ltd., Xi'an, 710065, China)

**Abstract:** Based on the characteristics of Northern Shaanxi jet coal find that low-medium temperature pyrolysis is the best utilization technology for jet coal. The studies show that the coke powder makes up about 70 percent of low-medium temperature pyrolysis products, the power that the coke powder contains is about 80 percent. So the utilization of coke powder is the key of jet coal low-medium temperature pyrolysis research. Introduce six kinds of utilization methods, including power generation by combustion process, gasification, preparation of coal water slurry, briquette, spray-blow coal and adsorbent. Provide that the development of coke powder standard is an urgent affair for utilization of pulverized coal.

**Key words:** pulverized coal pyrolysis; coke powder; comprehensive utilization

## 0 引言

粉煤中低温热解是一种有效的煤炭分质利用技术。大连理工大学、浙江大学、清华大学、中科院山西煤化所、中科院过控所等机构对煤炭中低温热解进行了大量的研究<sup>[1]</sup>。其中热解产物焦粉产率为 70% 左右, 所蕴含的能量占 80% 左右。目前该技术还没有大规模工业化生产, 热解产物焦粉也没有相应的标准。从产率和能量的角度看, 粉煤热解产物焦粉的综合利用是煤炭中低温热解的重点。因为其是否被充分高效利用影响到整个技术的经济效益及发展前景。本文从 6 个方面阐释了焦粉的深加工利用, 分析了制定焦粉标准的重要性。

## 1 焦粉的用途

### 1.1 燃烧发电

焦粉是一种和煤炭、焦炭等传统燃料燃烧性质有一定差别的固体物质, 其燃烧特性不仅与煤种有关还与焦粉的热解条件有关。不同热解条件下得到的焦粉的物理、化学性质有很大差别, 增加了对焦粉的研究和利用难度。2011 年, 中国电力装机容量 10.6 亿 kW<sup>[2]</sup>, 年发电量 4.7 万亿 kWh。粉煤锅炉燃烧发电技术成熟。粉煤燃烧特性对燃烧设备的设计和运行有重要影响。燃烧特性包括许多方面, 如着火特性、挥发分释放特性、燃尽特性、燃烧过程中的表面及孔隙特性、积灰结渣特性及污染物

收稿日期: 2013-05-05 责任编辑: 宫在芹

作者简介: 李 鑫 (1986—) 男, 陕西榆林人, 硕士, 主要从事煤炭清洁利用研究。E-mail: lixinzju@163.com。

引用格式: 李 鑫, 张生军, 徐 婕, 等. 粉煤热解产物焦粉的综合利用[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(5): 74-76.

排放特性等。常用的燃烧特性研究方法有热分析法、一维火焰炉实验法、沉降炉实验法、四角燃烧炉实验法等。申春梅<sup>[3]</sup>针对煤热解半焦在沉降炉热态实验台上进行了燃烧实验,验证了煤热解半焦作为粉煤锅炉燃烧的可行性。探讨了物质组成、孔隙结构及碳结构等因素对热解半焦反应性的影响。熊源泉等<sup>[4]</sup>在热输入为1 MW 增压流化床燃烧中试试验装置上对气化半焦进行加压燃烧实验研究。结果表明全系统能协调、稳定运行,半焦的燃烧效率达99%以上,飞灰含碳量在2%以下。浙江大学热电气焦油多联产系统由循环流化床燃烧炉和流化热解炉组成。气化炉中热解产生的焦粉送至流化床燃烧炉燃烧,产生的蒸汽用于电力生产和供热,并在75 t/h 循环流化床锅炉配套系统稳定运行<sup>[5]</sup>。

## 1.2 气化

煤气化主要制备燃料气或合成气,是洁净煤技术之一。按照物料在反应器中的状态不同,煤气化技术可分为固定床、流化床和气流床3种工艺路线。按照原料状态可分为干法气化和湿法气化。干法气化技术有Shell、GSP、航天炉气化等;湿法气化技术有Texaco、多元料浆、四喷嘴气化等。目前煤气化具有向大型化、煤种适应性好、碳转化率高方向发展的趋势。气流床的特点决定了其有提高温度、增加压力、强化混合的潜力,是大型化的必选技术。煤气化技术从固定床到流化床再到气流床,一方面是为了适应大型化的要求,更重要的是为了拓展气化技术对煤种的适应性,提高碳转化率。通过气流床干法气化技术或湿法气化技术,实现焦粉的高效转化,解决其利用问题,对以煤热解为龙头的分质分级利用的发展具有重要意义。张玉明等<sup>[6]</sup>基于流化床热解耦合输送床气化的双床理论,设计处理能力为100 kg/h 的中试装置,系统能够实现自热、稳定运行,证明了耦合技术的可行性。刘琦<sup>[7]</sup>在双流化床热态实验台上进行了多煤种工艺实验,确立了热解炉和气化炉之间物料的输送参数、操作工艺参数和压力平衡参数,实现了工艺流程的正常运转,并根据实验现象,总结了几类系统失稳现象的判断依据及处理办法。

## 1.3 成浆

管道输煤或输送其它固体矿物都以液体为介质,即固体加液体制成浆体后,再利用管道输送。管道输送系统由制浆厂、管道与泵站、终端脱水厂3个主要部分构成,同时还包括供水、供电、通信和自

动控制等有关配套设施。目前,全世界已建成浆体长距离运输管道上百条,运输的物料有煤、铁精矿、铜精矿、磷精矿、石灰石、铝土矿等几十种。中国目前已建成的铁精矿、磷精矿管道已达4条,其运行实践表明,浆体管道运输是一种安全高效、节能省地、环保经济的运输方式,已列入中国金属矿山和非金属矿山长距离运输矿物的首选方案。世界第1条煤浆管道于1957年在美国俄亥俄州建成,全长173 km,年运量130万t。1970年11月建成投产的美国黑迈萨煤浆管道是目前世界上运距最长、输煤量最大的煤浆管道,是至今最成功的典例。目前,陕西煤业化工集团投资67.8亿元建设的神渭输煤管道全长727 km,设计年输送原煤1000万t。国家水煤浆工程技术研究中心对添加剂、制浆、燃烧、储运等技术系统的进行了研究开发,形成了一批具有自主知识产权的核心技术。粉煤热解产生的大量焦粉通过水煤浆技术输送一方面可以节约运输成本,另一方面可以避免焦粉扬尘,污染环境。

## 1.4 成型

在型煤加工过程中,通过加入不同的黏结剂或添加剂,可以使型煤具有煤所没有的特性或工艺性能。型煤的反应活性、易燃性、热稳定性大大增加,灰熔融性有所改善。民用型煤与烧散煤相比,燃烧效率提高1倍,烟尘和硫氧化物大幅减少。房兆营<sup>[8]</sup>使用神府东胜矿区废弃的半焦粉生产冶金型焦。实验发现,由于神府矿区半焦粉为半惰性物,作为型焦的主配料,在炼焦过程中不产生胶质体,必须配入足够量的在高温下能产生黏结性的活性物或黏结剂,且配料组成合理,才能炼成合格的冶金焦炭。山西焦化股份有限公司对冶金焦末成型部分替代固定床造气用煤技术进行了研究,几年运行实践表明,各工况运行稳定,产生了明显的经济效益。通过廉价黏结剂开发,焦粉成型可用于工业锅炉燃料、固定床气化用煤、炼焦用煤等。成型技术投资少,建厂周期短,见效快,节能环保效益显著。

## 1.5 作高炉喷吹

按照冶金部门的规划,2015年高炉喷吹用煤要达到8000万t以上。高炉喷吹煤粉可以降低焦比,提高产量,具有很好的经济效益。目前,国内炼铁厂高炉喷煤比达179.5 kg/t,创下了投产以来最好水平。为了在降低焦比的基础上,达到降低生产成本的目的,各钢铁厂不断寻求价格更低的煤种作为高炉喷吹原料。神木县与中钢集团鞍山热能研究院合作,对神木兰炭的物理、化学指标进行化验分

析,并与高炉喷吹常用的无烟煤相关指标进行对比,认为兰炭的各项指标均优于无烟煤,可用于高炉喷吹。西安建筑科技大学和龙门钢铁集团公司合作,研制开发用兰炭末替代部分无烟煤进行高炉喷吹,进行了大量的基础研究,在兰炭末与喷煤配比、煤种选择等方面积累了丰富的经验,制定了喷吹生产方案,并已取得一定成效。但目前中国兰炭并没有大规模应用于高炉喷吹中,主要原因是供给钢铁企业的兰炭产品多为兰炭末,没有经过洗选,灰分含量波动较大且兰炭供应量不稳定,常常是多家企业生产的兰炭末混在一起,兰炭的挥发分不理想,给大规模工业应用造成了一定的影响。焦粉若能避免上述不利因素用于高炉喷吹,将大幅提高经济效益。

### 1.6 作炭质吸附剂

活性焦是以褐煤为主要原料研制的一种具有吸附剂和催化剂双重性能的粒状物质。活性焦具有活性炭的特点,相比于活性炭,活性焦的比表面积较低,但因其原料易得、价格低廉、燃点和机械强度均较高等优点而倍受关注,并且它具有良好的脱硫、脱硝性能,在使用过程中,加热再生相当于对活性焦进行再次活化,其脱硫、脱硝性能还会增强。目前活性焦广泛应用于净化锅炉(燃煤、燃油)排气、重油裂化排气、垃圾烧炉排气、燃烧炉排气等方面,借以除去硫化物(脱硫)、氮氧化物、烟尘(除尘)、二噁英(脱DXN)和重金属等污染物,可改善大气环境。传统的成型活性焦的制备方法以原煤为基质,高温煤焦油为黏结剂,混合物经挤压成型、炭化、活化和改性等一系列过程而制成,由于是以原煤为基质,所以炭化、活化时间长,能耗大,致使活性焦成本高,同时炭化和活化过程也造成较大的污染。如果以焦粉为原料,可以大大缩短成型物料的活化时间,提高生产能力,降低活性焦的成本。张永奇等<sup>[9]</sup>以流化床反应器制得的半焦为基础,探索了制备活性焦的最佳工艺条件,制得的活性焦可以达到商业活性焦的性能指标,满足实际使用要求。冯治宇等<sup>[10]</sup>以沈阳地区的劣质褐煤为原料制备的活性焦,经改性处理,不但对燃煤烟气具有良好的脱硫脱氮效果,而且具有价格低、催化活性高及机械强度高的特点。

## 2 结 语

通过对焦粉综合利用方式的介绍,借鉴成功的

陕北兰炭产业发展历程,可以为粉煤的大规模应用提供一些思路。兰炭产业由最初粗放的土法式到自主开发的直立方炉,使得生产过程实现自动监控,污水集中处理,废水达到零排放。节约型、清洁型、循环型、有市场竞争力的大型兰炭企业布局合理,工艺装备先进<sup>[11-12]</sup>。尤其是《兰炭产品品种及等级划分》等3项有关兰炭产业的国家标准的出台,标志着这一地方性支柱产业得到了国家的认可。兰炭产业进入稳步健康发展。粉煤中低温热解是煤的清洁高效分质利用源头,通过统筹规划,科学布局,促使这一产业大规模工业化发展。粉煤热解产物焦粉所占产物数量比例最大,焦粉利用方式多样,如能制定相应的规范标准,对接好各种深加工利用方式,必将提高整个产业的经济效益和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 尚建选,王立杰,甘建平. 陕北低变质煤分质综合利用前景展望[J]. 煤炭转化, 2011, 34(1): 92-96.
- [2] 中华人民共和国国务院办公厅. 中国的能源政策(2012)白皮书[M]. 北京: 人民出版社, 2012.
- [3] 申春梅. 煤拔头半焦燃烧反应特性的基础研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- [4] 熊源泉,郑守忠,金保升,等. 煤气化半焦增压流化床燃烧特性中试试验研究[J]. 热能动力工程, 2007, 22(2): 154-157.
- [5] 方梦祥,曾伟强,岑建孟,等. 循环流化床煤分级转化多联产技术的开发及应用[J]. 广东电力, 2011(9): 1-7.
- [6] 张玉明,汪印,高士秋,等. 固体热载体煤热解气化耦合工艺中试研究[C]// 中国颗粒学会第七届学术年会暨海峡两岸颗粒技术研讨会论文集. 西安 [s. n.], 2010.
- [7] 刘琦. 双流化床中煤热解-气化工艺试验研究[D]. 北京: 中国科学院工程热物理研究所, 2009.
- [8] 房兆营. 神府煤半焦制备型焦的研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2011.
- [9] 张永奇,房倚天,黄戒介,等. 半焦制备烟气脱硫用成型活性焦的研究[J]. 煤炭转化, 2004, 27(1): 58-63.
- [10] 冯治宇,王英刚,马锦,等. 用于烟气脱硫脱氮的活性焦的研制[J]. 化工环保, 2002, 22(5): 293-296.
- [11] 赵俊学,李惠娟,李小明,等. 低变质煤低温干馏生产兰炭的技术进展与分析[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(6): 20-23.
- [12] 徐瑞芳. 陕北煤低温干馏生产工艺及改进建议[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(2): 41-44.