

# 活性焦质量控制因素研究

石志军<sup>1</sup> 顾杰<sup>1</sup> 解炜<sup>2</sup> 熊银伍<sup>2</sup> 马红月<sup>3</sup>

(1. 内蒙古太西煤集团股份有限公司 兴泰煤化有限责任公司, 内蒙古 阿拉善盟 750306;  
2. 煤炭科学研究总院 北京煤化工研究分院, 北京 100013; 3. 北京协宇科技有限公司, 北京 100191)

**摘要:** 为了提高活性焦的性能, 改善其在大气污染及水治理方面的处理效果, 分析了活性焦生产工艺中原料煤、黏结剂对其质量的影响, 提出了这两者基本的选择原则。在对生产工艺进行总体分析的基础上, 认为可以通过配煤提高产品孔隙率。阐述了成型、干燥、炭化和活化等制备过程的工艺参数的控制要点, 重点讨论了炭化升温速率、炭化终温和加料量的影响, 论述了斯列普活化炉炉压、炉温控制参数范围。最后提出随着活性焦市场竞争的加剧, 应当加大研发力度, 不断拓宽活性焦的应用领域, 才能提高其在市场上的竞争力。

**关键词:** 活性焦; 质量控制; 原料煤; 黏结剂; 工艺参数

中图分类号: TQ522. 1; TD849 文献标志码: A 文章编号: 1006 - 6772(2014) 05 - 0075 - 03

## Controlling factors of activated coke preparation

SHI Zhijun<sup>1</sup>, GU Jie<sup>1</sup>, XIE Wei<sup>2</sup>, XIONG Yinwu<sup>2</sup>, MA Hongyue<sup>3</sup>

(1. Inner Mongolia Taixi Coal Group Co., Ltd. Xingtai Coal Chemical Limited Liability Company Alxa League 750306, China; 2. Beijing Research Institute of Coal Chemistry, China Coal Research Institute Beijing 100013, China; 3. CSE Technology (Beijing) Co., Ltd. Beijing 100191, China)

**Abstract:** To improve the properties of activated coke and perfect its treatment on air and water pollution, analyzed the influence of raw coal, binder on activated coke properties and provided the selection principle of the two. Based on the analysis of production process, found that the porosity of activated coke could be improved by coal blending. Investigated the effects of briquetting, drying, activation, carbonization including heating rate, final temperature, feeding amount on activated coke and how to control the technical parameters. Discuss the furnace pressure and temperature range of Slep furnace. With the aggravation of competition, the research about activated coke should be strengthened and its application fields also should be broadened.

**Key words:** activated coke; quality control; raw coal; binder; preparation process; technical parameter

## 0 引言

活性焦是一种具有吸附和催化特性的炭材料产品, 具有活性炭的特点, 如比表面积较大, 化学性质稳定, 可再生, 可重复利用, 同时克服了活性炭价格高, 机械强度低, 不耐磨, 易产生粉尘的缺点<sup>[1-4]</sup>。在大气污染治理、环境水治理领域, 用活性焦代替活性炭具有更实际的意义<sup>[5-11]</sup>。在工业生产中, 不同的工艺条件制造出的活性焦性能差异较大, 根据不同用途确定相应的生产工艺有着现实的意义<sup>[12-14]</sup>。影响活性焦产品质量的因素很多, 不仅包括煤种选择、煤粉制备、原料配方等, 同时也包括干燥、炭化、

活化等一系列生产工艺过程。产品最终的质量指标是通过保证每个工艺过程的生产控制条件来实现的, 笔者论述了生产中控制活性焦产品质量的几个关键因素。

## 1 原材料的性质及选择

### 1.1 原料煤的性质及选择

不同煤种煤的分子结构、含碳量、挥发分、灰分和种类都有明显差异, 在活性炭炭化过程中, 炭化升温速率、炭化终温都会根据原料而调整, 所生产出的炭化料的特性也会不同。炭化料的明显差异会导致活化生产工艺条件不同。因此, 生产活性焦原料煤

收稿日期: 2014 - 05 - 19; 责任编辑: 宫在芹 DOI: 10.13226/j.issn.1006 - 6772.2014.05.018

基金项目: 国家国际科技合作计划资助项目(2010DFB62870); 煤炭科学技术研究院科技发展基金项目(2014JC01)

作者简介: 石志军(1967—), 男, 内蒙古阿拉善盟左旗人, 助理工程师, 从事炭材料的科研及生产工作。E-mail: 331xiewei@163.com

引用格式: 石志军, 顾杰, 解炜, 等. 活性焦质量控制因素研究[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(5): 75 - 77, 92.

SHI Zhijun, GU Jie, XIE Wei et al. Controlling factors of activated coke preparation[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(5): 75 - 77, 92.

的品质与活性焦的吸附和催化性能密切相关。

近几年研究机构利用不同的煤种制备活性焦做了大量实验,对比了各煤种及黏结剂生产的产品及特性,确定了优质原料煤的性质。首先要有较高的含碳量,反应活性高,氧含量高,低硫、低磷、低水分、低灰分。在满足产品机械强度的前提下,尽可能通过配煤来提高产品的孔隙度。因为弱黏结性煤与无黏结性煤,高挥发分煤与低挥发分煤混合,再配以黏结剂可有效提高活性焦的机械强度,并且利用其在干馏过程中不同煤种收缩率的不同而产生较多的孔隙结构;另外活性焦的孔隙结构是在炭化和活化2个工艺过程中实现的,炭化过程实现初步的孔隙结构,是煤和黏结剂中挥发物组分在炭化干馏过程中逸出产生的。

## 1.2 黏结剂的性质及选择

在活性焦生产中,许多物质都可以作为煤粉黏结剂。如煤焦油、木焦油、石油沥青、各种高分子聚合物、工业废料、淀粉及黏结指数高的烟煤。实际工业生产中主要使用煤焦油作为黏结剂,其他物质则存在来源不广泛、价格较高或性质不稳定等缺陷。

煤焦油是由很多种化学物质组成的混合物,密度为 $1.13 \sim 1.19 \text{ g/cm}^3$ 的黑褐色黏稠液体。煤焦油因其含碳量高,炭化热解后剩余物质能构成活性焦产品本身的一部分,并起到骨架作用,有利于提高产品的机械强度;煤焦油具有一定的流动性和黏结性,其中含有的轻油对煤粉有浸润性,易于搅拌混合均匀。水分、轻油通过静置,加温即可控制其比例。在实际生产过程中,考虑到产品的性能,对设备及生产工艺的影响,活化速率的快慢等,其沥青含量过高会导致炭化料中形成的结焦层过厚(即炭化料光圈)造成活化困难,活化时间长,孔隙结构少,生产成本高。从机械强度的角度考虑,又希望沥青含量高。因此在生产过程中需要根据原料煤的特性和相应的生产工艺条件合理控制。一般要求煤焦油中沥青含量不超过50%。

## 2 生产工艺过程的控制

### 2.1 制粉、捏合造粒成型的控制

制粉、捏合成型是对选定的原料煤的一个变性的处理过程,能够促使活性焦颗粒内部的孔隙分布更加均匀,内部结构更加合理。因为活性焦的用途不同,要求具有一定粒度的分布范围,使所要吸附的流体能以合适的速度均匀通过活性焦层的装置,并且

保持较好的吸附效果和较小的流动阻力。要生产出一种外形规则,分布均匀的颗粒,首先需要将原料煤磨成一定细度的煤粉,再配以煤焦油和水进行充分捏合,捏合的均匀程度将是影响产品质量的重要因素。这个过程可以克服不同种类的原料煤由于结构、组分不均匀造成半成品质量不均一的缺点。然后选择合适的压模结构,合适的压力,相应厚度的模芯,模芯开孔率,在高压下造粒成型,大大提高活性焦的密度与强度。因为活性焦的强度是产品的基本性能要求之一,而造粒成型过程就成为决定其最终产品的机械强度与硬度的关键工序之一。

### 2.2 干燥料条的控制

煤粉和煤焦油、水捏合成型的湿炭条需要干燥后才能进入炭化炉生产。干燥的温度、晾干的时间等不同,对炭化出的产品有很大影响。在短时间风机常温吹风干燥,表皮容易产生裂纹;提高干燥温度,成型条会产生粉末。适当延长干燥时间,配以合适温度的热风,让成型条中焦油的部分水分、轻油组分自然缓慢逸出,避免成型条进入炭化炉后骤然升温大量逸出挥发物,而造成颗粒表面粗糙,产品浮灰过大,影响产品质量。

### 2.3 炭化过程的控制

炭化是活性焦生产过程的第一道热处理工序,是煤与焦油的一个热解过程。炭化主要目的:第一,选择合适的温度挤出成型条中的水分和大部分挥发分,保留挥发分至9%~12%;第二,适当提高产品颗粒的强度;第三,使产品颗粒形成初步的孔隙结构。要达到这3个目的,必须确定合适的工艺参数,按产品要求控制的质量指标选择相应的炭化终温、升温速率、加料量、加料均匀性、产品在炉内停留的时间等。

1) 炭化终温。炭化终温对活性焦性能的影响最大。因为大多数煤在 $550 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右挥发分的热解析出就基本结束,所以炭化的最终温度不需要太高。炭化终温过高容易使颗粒表面烧结;炭化终温过低又容易造成炭化干馏过程中,析出的焦油在颗粒表面形成油膜,导致炭化不彻底,挥发物量不能控制,导致炭化料强度低,同时还会使得炭化料投进活化炉后冒黄烟、结焦,如果用斯列普活化炉烧结将导致产品道堵塞,造成炉芯报废。

2) 升温速率。根据煤与焦油的热分解特性,选择合适的升温速率,保持炭化转炉内的温度梯度,有利于颗粒挥发物的缓慢逸出,颗粒膨胀收缩均匀,同

时可以提高颗粒的机械强度,形成均匀的初步孔隙。

3) 投料量和加料的均匀性。加料量的大小决定产量大小。若投入炉内的产品料量大,产品热分解需要的热量就多,炭化炉需要外部供给大量的热量;炉内料太多,所占空间大,极易造成炭化不均匀,炭化出来的产品外表磨损严重,浮灰大而影响产品质量。另外加料的均匀性是炭化炉内温度稳定与否的重要保证。

#### 2.4 活化过程的控制

活化是活性焦产品生产过程中重要的环节,也是活性焦生产中的第二道热处理工序,主要目的是使活性焦形成较大的比表面积和发育孔隙结构,使其具有较强的吸附性能。该工序决定了最终制得活性焦产品性能。活化参数控制是否得当是产品性能优劣的关键所在。生产活性焦的活化炉主要是斯列普活化炉。

斯列普活化炉主要控制的工艺参数有:活化温度、炉压、活化时间、蒸汽流量和压力、配风压力、烟道抽力等<sup>[15]</sup>。斯列普活化炉有16~20个测温点,活化带温度控制在860~950℃。蓄热室加热蒸汽温度控制在1030~1080℃。活化温度控制的主要依据是产品产率,因为活化炉生产过程中不需外部加热,生产时正压燃烧,主要依靠外部风机供风与炉内炭化料残留挥发分及炭的烧失来维持炉内温度。这也是要求炭化过程中半成品保留一部分挥发分的原因。这部分挥发分的存在可以有效维持活化炉温度,减少炭的烧失,提高活化产品产率。活化温度不宜过高,温度达到950℃以后,继续升温,虽然吸附指标也升高,但很缓慢,并且炭颗粒表面烧失严重,产品产率明显下降,浮灰大、无光泽。活化温度过低,则活化反应速率慢,单位时间产能下降。通过适当延长活化时间,提高炉压等措施还是可以作一些补偿,但从生产效率上考虑并不可取。

根据要求的产品吸附值来确定活化时间。活化时间主要通过调整卸料器的卸料周期来调整产品在炉内的停留时间,活化停留时间的增加随着卸料周期的增加而增加。

炉压通过控制蒸汽流量、鼓风机压力与烟道引风机抽力来调整炉压高低。蒸汽流量过低,活化速度缓慢,活化效率低,产品吸附值低。蒸汽流量大,将导致炉压过高,炉温下降。为了提高生产效率,必须提高总风压。这样虽然加快了活化速度,提高了生产效率,但造成整个活化炉系统操作不安全。尤

其当风机故障时,造成可燃气体进入风管引起爆炸。另外炉压过高造成活化炉下部冷却段温度升高,出料口温度过高,产品与空气接触易发生氧化反应。同时从卸料器处喷出可燃气体,烧坏卸料器,降低炉子使用寿命。若炉压过低,容易从缝隙处吸入氧气,造成局部过热,氧化烧失,出现白料,降低产品质量。炉压控制在50~120 Pa。烟道引风机抽力的调整依据炉压的高低,炉压高则提高烟道引风机抽力;反之则降低烟道引风机抽力,否则炉内空气量增加,造成炉温过高。烟道抽力过大,促使炉内气体循环速度加快,不利于蒸汽在炉内料层中的渗透。烟道抽力过小,气体循环慢,活化速率低,生产效率低。所以烟道抽力应保持在-150~-70 Pa。根据当地大气压力、活化炉各参数及所生产产品的指标要求等因素综合考虑。调整好上述各活化炉参数,有助于提高生产效率,保证产品质量,减少炭的烧失率,生产出高质量的活性焦。

### 3 结 语

活性焦是近年来研发的新产品,许多影响活性焦质量的因素仍在不断摸索当中,以上探讨了在生产中影响活性焦质量的主要因素,实际运行过程仍有许多细节需要把握。近年来投产的生产炭材料的大型企业较多,并且新装备、新工艺也在不断应用,活性焦生产企业面临着巨大的市场压力。作为拥有优质太西煤资源的企业应当联合国内相关的科研院所加大研发力度,不断提高活性焦产品的性能,掌握生产优质活性焦产品的工艺条件,不断提高活性焦产品的性能。更重要的是不断拓宽活性焦应用领域,定向制备出相适应的活性焦产品,才能提高其在市场上的竞争力。

#### 参考文献:

- [1] 梁大明. 活性焦干法烟气脱硫技术[J]. 煤质技术, 2008(6): 48-51.
- [2] 冯冶宇. 活性焦制备与应用技术[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2007.
- [3] 解 炜, 梁大明, 孙仲超, 等. 活性焦联合脱硫脱硝技术及其在中国的适宜性分析[J]. 煤炭加工与综合利用, 2010(3): 34-36.
- [4] 梁大明. 中国煤质活性炭[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [5] 解 炜, 梁大明, 孙仲超, 等. 烟气联合脱硫脱硝过程中活性焦表面化学的变化及影响[J]. 中国矿业大学学报, 2011, 40(3): 448-452.

(下转第92页)

度增加后,若要维持相同输送时间必须克服更多的压力损失,即气源能力要增大;若无法克服更多的压损,则输送时间会延长。根据现场情况判断,气源已无法克服更多的压力损失,因此要解决该问题,需要改变其他条件以抵消送粉高度增加部分带来的阻力损失,确保输送固气比基本不变<sup>[11-12]</sup>。

表1 内径100 mm上粉管阻力

塔高/ m	固气比/ (kg·kg <sup>-1</sup> )	摩擦压 损/kPa	重力压 损/kPa	动力压 损/kPa	总压损/ kPa	20 t粉输送 时间/min
23	41.4	19.77	17.13	9.36	46.26	50
28	41.4	23.73	20.86	9.36	53.95	50
28	35.4	20.39	17.82	8.00	46.21	58.5

一种有效的方式是增加上粉管管径。管径增大后,管路横截面积增大,管中气速下降。从式(1)和式(3)可以看出,在上粉管总阻力中占据主导地位的两相流摩擦压损和煤粉颗粒加速动力压损,均会随管径的增大而减小<sup>[12-15]</sup>。

经过计算,垂直输送高度28 m,固气比保持在41.4 kg/kg的情况下,根据理论计算上粉管内径增大至106 mm时,总压损即可降为46.26 kPa,与内径100 mm上粉管的压力损失相当。

### 3 结 论

1) 煤粉罐车送粉时间延长的关键是输送气源无法克服更多的阻力,可以通过提升气源能力和降低总压损2个方法解决。

2) 输送能力不变的情况下,若输送高度增加,可通过增大管径等方式降低总压损,以维持输送时间不变;输送垂直高度由23 m增至28 m时,要保证输送时间不变,则需要将输送管内径由100 mm增至106 mm。

3) 实际运行中输送时间比计算结果更长,分析可能输送管内设置过滤装置异物堵塞造成较大阻力损失,从而影响输送效率,同时煤粉自身特性(如水分)变化也是影响因素之一。

4) 为保证良好的输送效果,建议可采用锅炉房或厂区内的洁净干燥压缩空气,其经济性及输送效果更好。

#### 参考文献:

[1] 何海军,纪任山,王乃继.高效煤粉工业锅炉系统的研发与应用[J].煤炭科学技术,2009,37(11):1-4.  
[2] 韩万喜.散装水泥运输车吹卸效率探究[J].专用汽车,2003

(1):15-16.

[3] 张洪波,田娟.散装水泥车平均卸料速度和剩余率的研究[J].商用汽车,2003(1):53-54.  
[4] 孟庆敏,周云,陈晓平等.粉体密相气力输送研究综述[J].锅炉技术,2011,42(3):1-5.  
[5] GB 50607—2010,高炉喷吹粉煤工程设计规范[S].  
[6] 张海涛.粉体气力输送计算中的几个问题的讨论[J].化工设备与管道,2002,39(4):13-17.  
[7] 林江.气力输送系统流动特性的研究[D].杭州:浙江大学,2004.  
[8] 林江,林建忠,楼建勇等.气力输送系统中初始气固速度比对固粒输送速度的影响[J].煤矿机械,2003(8):35-37.  
[9] 吴晓.栓流密相气力输送特性的试验研究[J].硫磷设计与粉体工程,2009(1):13-17.  
[10] 黎晖.流化床式水泥罐车卸灰过程分析[J].铁道车辆,1993(7):33-34.  
[11] 郑镭.散装水泥运输车的优化分析[D].唐山:河北理工大学,2008.  
[12] 朱军.立式和卧式散装水泥下灰罐车的设计问题[J].石油矿场机械,1996,25(4):2-4.  
[13] 李仲山,颜福高,朱文.重力举升式粉罐车远距离低速密相输送分析[J].专用汽车,2004(4):29-30.  
[14] 高景华,胡建波.罐车运输粉状或颗粒状物料气力卸料及输送装置[J].矿业工程,2011,9(6):63-64.  
[15] 李志义,周一卉,由宏新.粉体的气力输送[J].硫磷设计与粉体工程,2000(1):12-13.

#### (上接第77页)

[6] 解炜,熊银伍,孙仲超等.NH<sub>3</sub>改性活性焦脱硝性能试验研究[J].煤炭科学技术,2012,40(4):125-128.  
[7] 张文博,安洪光,宋学平等.褐煤基活性焦用于固定床加压气化废水处理的研究[J].工业水处理,2014,34(2):19-21.  
[8] 张旭辉,苗文华,白中华等.褐煤基活性焦制备及吸附处理焦化废水的研究[J].煤化工,2010(5):12-14.  
[9] 徐莉莉,孙硕,王军等.活性焦吸附对煤化工废水膜处理工艺的影响[J].环境工程学报,2013,7(10):3827-3832.  
[10] 高继贤,刘静,翟尚鹏等.活性焦(炭)干法烟气净化技术的应用进展[J].化工进展,2011,30(5):1097-1105.  
[11] 张旭辉,刘振强,苗文华等.中国褐煤在活性焦制备及应用方面的发展前景[J].洁净煤技术,2011,17(1):11-14.  
[12] 卫冬丽,邢德山,韩红琳.活性焦制备工艺对其性能的影响研究[J].电力科技与环保,2012,28(5):11-14.  
[13] 陈立杰,苏永渤,王恩德等.以煤炭为原料制备活性焦及其脱硫效应的研究[J].安全与环境学报,2002,2(6):12-14.  
[14] 张守玉,吕俊复,岳光溪等.煤种及炭化条件对活性焦孔隙结构的影响[J].煤炭学报,2003,28(2):167-172.  
[15] 肖宏生,张文辉.煤基活性炭生产用斯列普活化炉生产工艺探讨[J].洁净煤技术,2001,7(1):57-60.