

石灰立窑代焦型煤燃烧特性的实验研究

彭好义, 刘艳军, 周子民

(中南大学 能源科学与工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘要:在 SDTQ600 差热-热重联用仪上对石灰立窑代焦型煤试样进行了热重分析, 研究了不同升温速率对其燃烧特性的影响, 并以 $5\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率将型煤、焦炭和无烟煤块煤试样进行对比。利用马弗炉研究了单颗粒代焦型煤的燃烧速率。结果表明, 代焦型煤的燃烧过程经历了干燥预热、挥发份析出、碳粒燃烧和残碳燃尽 4 个阶段; 随着升温速率的增加, 代焦型煤燃烧各阶段的反应时间缩短, 反应速率加快; 当升温速率由 $5\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 提高至 10 和 $15\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 时, 代焦型煤的着火时间由 28.12 min 下降至 14.01 和 10.13 min , 其燃尽时间也由 36.82 min 下降至 27.59 和 22.47 min 。通过对比, 型煤在着火、稳燃性能及综合燃烧特性方面最好, 而燃尽性能居中; 代焦型煤、焦炭与无烟煤块煤 3 种试样的综合燃烧指数分别为 53.25×10^{-9} 、 30.14×10^{-9} 和 11.53×10^{-9} 。燃烧温度对型煤燃烧速率影响较小, 而型煤尺寸对后期燃烧速率影响较明显, 减小型煤尺寸可增大燃烧速率; 相同条件下, 代焦型煤的燃烧速率低于焦炭而高于无烟煤块煤。实验结果可为石灰立窑型煤代焦提供指导。

关键词:代焦型煤; 燃烧特性; 热重分析; 燃烧速率; 石灰立窑

中图分类号: TQ54 TQ534 文献标识码: A

引言

近年来, 由于我国炼焦煤资源的相对紧缺, 以及环保政策的加强, 一大批高污染、高能耗的小焦炉和土焦炉被取缔和关停, 加剧了我国焦炭市场供求矛盾, 导致焦炭价格飞涨。这也使得采用焦炭为燃料的混料式机械化石灰立窑的生产成本高涨, 经济效益下降, 甚至濒临倒闭。为此, 寻找性能好且价格低的代焦燃料, 已成为石灰立窑工业生产急需解决的关键问题。

尽管采用无烟煤块煤代替焦炭在石灰立窑上已有应用先例^[1], 但是无烟煤块煤存在强度不高、热稳定性差、燃烧速率较低及燃尽性能差等问题, 而且

价格也较高。型焦具有类似焦炭的性能, 但其加工工艺复杂, 能耗较高, 初投资也较大^[2]。而型煤生产具有成本低、投资小、可开发空间大、发展前景好等优点^[3]。因此, 型煤代焦作为一个新课题而被重视。

尽管型煤技术在国内外的研究与应用已有较长历史^[3~5], 但是现有的普通工业型煤, 如锅炉型煤、造气型煤等, 还不能满足石灰立窑型煤代焦的生产要求。由于型煤与焦炭的价格差很大, 为研制新的石灰立窑代焦型煤创造了有利条件。文献[6]报道了本课题组通过正交实验研制出来的石灰立窑代焦型煤。该型煤由低灰分、低挥发份的无烟粉煤和少量烟煤经过一种优化配制的复合粘结剂冷压而成。为了更好地指导代焦型煤在石灰立窑上的应用, 又对其燃烧特性进行实验研究。

1 实验内容、方法及装置

1.1 实验内容与方法

采用热重分析法研究代焦型煤的燃烧特性, 并与焦炭和无烟煤块煤试样对比分析^[7~9], 3 种试样的煤质分析如表 1 所示。由于代焦型煤在石灰立窑内与石灰石混合均匀, 呈“点、网”状分布, 燃料着火后形成许多燃烧中心, 燃料之间的相互影响很小^[10], 因此本研究采用马弗炉来研究煅烧温度、型煤尺寸和通风条件等因素对单颗粒代焦型煤燃烧速率的影响, 并将形状大小基本相似的型煤、焦炭和无烟煤块煤试样进行对比。所研究的燃烧速率定义为单位时间内试样燃烧和挥发的物质质量相对于试样中可燃物和挥发物质量的百分比, 称为可燃物相对燃烧速率, 单位为 $\%/\text{min}$ 。

收稿日期: 2009-02-07 修订日期: 2009-10-21

基金项目: 湖南省科技厅科技创新环境建设重大基金资助项目 (2007CK3070)

作者简介: 彭好义 (1974-) 男, 湖南邵阳人, 中南大学讲师。

表 1 试样的工业分析及发热值

	M_{ad}	V_{ad}	A_{ad}	FC_{ad}	$Q_{net, v, ar}$
	%	%	%	%	$kJ \cdot kg^{-1}$
代焦型煤	2.62	9.57	15.28	72.53	25.46
焦炭	1.21	1.28	15.38	82.13	25.52
无烟煤块煤	2.17	7.28	10.94	79.61	28.37

1.2 实验装置

热重分析实验采用美国 TA 公司生产的 SDTQ600 差热—热重联用仪, 主要技术指标: 温度范围为 0~1500 °C, 测重量程为 200 mg, 升温速率为 0~100 °C/min, 温度精度为 ±0.5 °C, 重量灵敏度为 0.1 μg。

单颗粒代焦型煤燃烧速率实验燃烧装置采用带温控的 SX2-2.5-10 马弗炉, 额定温度 1000 °C。试样放入口径约 60 mm 的坩埚中, 并将之置于马弗炉内燃烧。采用 HT-1000B 电子天平称量, 量程 1000 g, 精度为 0.01 g。为避免高温损坏电子天平, 电子天平上放置一块厚约 20 mm 的轻质耐火纤维面板。

2 热重实验结果及分析

由于 SDTQ600 差热—热重联用仪配套的坩埚直径仅 5 mm, 因此将相同条件下干燥好的代焦型煤、焦炭和无烟煤块煤试样加工成直径约 4.5 mm 的小球。试验时空气流量为 150 mL/min, 试验终温为 1250 °C。

2.1 升温速率对代焦型煤燃烧特性的影响

分别以 5、10 和 15 °C/min 的速率升温, 使试样在等升温速率下燃烧, 得燃烧特性曲线 (TG 和 DTG 曲线) 如图 1 所示。

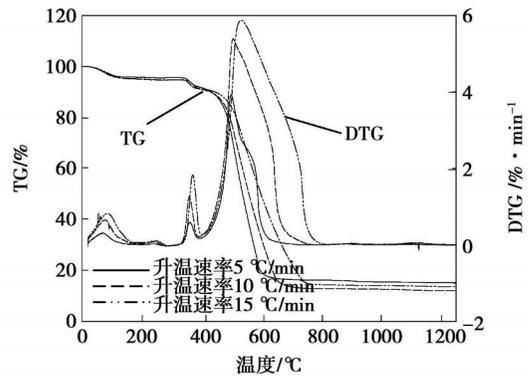


图 1 不同升温速率下代焦型煤燃烧特性曲线

通过对图 1 中各曲线的分析, 可以得出:

(1) 升温速率不同, 各 TG 曲线和 DTG 曲线的形状基本相似, 阶段特征相似, 都经历了干燥预热、挥发份析出、碳粒燃烧及残碳燃尽 4 个阶段。

(2) 随着升温速率的增大, DTG 曲线上 3 个失重峰 (干燥失重峰、挥发份失重峰及燃烧失重峰) 的峰值增大, 峰值出现时间提前, 峰值对应温度升高, 具体数据如表 2 所示。这表明随着升温速率的增大, 代焦型煤燃烧各阶段所需时间缩短, 反应速率加快。

(3) 随着升温速率的增大, 着火温度略有升高, 而着火时间明显缩短, 具体数据如表 3 所示。文中所述的着火点定义为 TG 曲线下降段切线与基线的交点, 该点所对应的温度为着火温度, 用 T_c 表示^[11~13]; 着火时间定义为挥发份初析点至着火点所经历的时间, 用 τ_c 表示^[11]。这说明升温速率增大有利于改善代焦型煤的着火性能。

(4) 随着升温速率的增大, 燃尽点温度向高温区移动, 但燃尽时间明显缩短, 具体数据如表 4 所示。本研究的燃尽点定义为可燃质失重达 99% 的点, 燃尽点对应的温度定义为燃尽温度, 用 T_f 表示; 燃尽时间定义为着火点至燃尽点所经历的时间, 用

表 2 升温速率与失重峰特征参数

升温速率 /°C·min ⁻¹	干燥失重峰			挥发份失重峰			燃烧失重峰		
	出现时间 /min	出现温度 /°C	峰值 %·min ⁻¹	出现时间 /min	出现温度 /°C	峰值 %·min ⁻¹	出现时间 /min	出现温度 /°C	峰值 %·min ⁻¹
5	11.54	72.19	0.307	68.03	360.32	0.588	92.09	498.73	3.917
10	6.45	76.43	0.650	34.14	358.23	1.259	47.39	504.38	5.388
15	5.50	89.14	0.813	23.74	368.79	1.822	33.59	531.22	5.868

表 3 升温速率与着火点

升温速率 /°C·min ⁻¹	着火点	
	着火温度 T_c /°C	着火时间 τ_c /min
5	464.15	28.12
10	467.67	14.01
15	476.97	10.13

表 4 升温速率与燃尽点

升温速率 /°C·min ⁻¹	燃尽点	
	燃尽温度 T_f /°C	燃尽时间 τ_f /min
5	635.74	36.82
10	733.19	27.59
15	802.40	22.47

τ_f 表示^[11]。这说明对于给定高度的石灰立窑来说,增大升温速率有利于型煤的燃尽。

2.2 代焦型煤、焦炭与无烟煤块煤对比实验

以 $5\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 升温速率对代焦型煤、焦炭和无烟煤块煤 3 种试验进行了热重对比试验,得燃烧特性曲线如图 2 所示。

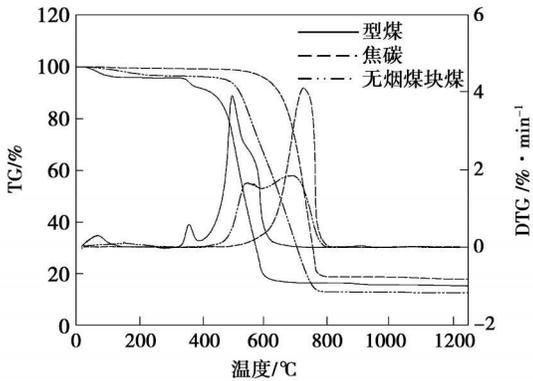


图 2 型煤、焦炭和无烟煤块煤燃烧特性曲线

由图 2 可知,型煤、焦炭与无烟煤块煤 3 种试样的 DTG 曲线有较大的差别。型煤和无烟煤出现了 3 个失重峰,分别为干燥失重峰、挥发份失重峰和燃烧失重峰;而焦炭只出现一个失重峰,焦炭的挥发份析出和炭粒燃烧以复合峰的形式出现。从 DTG 曲线的最大失重峰形状可以看出,代焦型煤着火后具有与焦炭相似的快速释热性能,而无烟煤块煤着火后释热平缓且历时较长。

定义 DTG 曲线上峰值最高的点为最大失重速率点,该点温度称为完燃点温度,用 T_p 表示;该点的燃烧速率表示为 $(dw/dt)_{max}$ 。将燃料着火至最大失重速率点所用的时间记为 τ_p ,将着火点的燃烧速率记作 $(dw/dt)_c$,并定义试样从着火点到燃尽点的失重量与所经历时间的比值为平均燃烧速率,记作 $(dw/dt)_{mean}$ ^[7-12]。分析图 2 可得,代焦型煤、焦炭与无烟煤块煤的燃烧特性参数不同,如表 5 所示。

为进一步评价 3 种试样的燃烧特性,提出着火特性指数 Z_c 、稳燃特性指数 Z_s 和燃尽特性指数 Z_f 3 个单项评价指数和引用一个综合评价指数 S_N ^[7-12],其定义分别为:

$$Z_c = \frac{V_{ad} \cdot (dw/dt)_c}{T_c \cdot \tau_c} \quad (1)$$

$$Z_s = \frac{V_{ad} \cdot (dw/dt)_{max}}{T_p \cdot \tau_p} \quad (2)$$

$$Z_f = \frac{(dw/dt)_{mean}}{T_f \cdot \tau_f} \quad (3)$$

$$S_N = \frac{(dw/dt)_{max} \cdot (dw/dt)_{mean}}{T_c \cdot T_f} \quad (4)$$

以上式中除 V_{ad} 表示试样中的空气干燥基挥发份外,其余符号均已在前文中定义。由 Z_c 、 Z_s 、 Z_f 的定义可知,其数值越大,说明它所反映的该方面的燃烧性能越好。 S_N 值越大说明燃料的综合燃烧特性越佳。本实验采用的代焦型煤、焦炭和无烟煤块煤 3 种试样的这些指数的具体数值如表 6 所示。

表 5 3 种试样的燃烧特性参数

试样	T_c / $^\circ\text{C}$	T_p / $^\circ\text{C}$	T_f / $^\circ\text{C}$	τ_c / min	τ_p / min	τ_f / min	$(dw/dt)_c$ / $\% \cdot \text{min}^{-1}$	$(dw/dt)_{max}$ / $\% \cdot \text{min}^{-1}$	$(dw/dt)_{mean}$ / $\% \cdot \text{min}^{-1}$
代焦型煤	464.15	498.73	635.74	28.12	5.12	36.82	1.179	3.917	1.862
焦炭	673.16	726.13	789.69	39.56	9.63	24.97	2.063	4.113	2.622
无烟煤块煤	525.65	690.82	798.16	34.37	31.81	55.96	1.368	1.854	1.370

表 6 3 种试样的 Z_c 、 Z_s 、 Z_f 和 S_N 指数

试样	$Z_c(\times 10^{-5})$	$Z_s(\times 10^{-4})$	$Z_f(\times 10^{-5})$	$S_N(\times 10^{-9})$
代焦型煤	86.45	146.80	7.94	53.25
焦炭	9.92	7.53	13.30	30.14
无烟煤块煤	55.12	6.14	3.07	11.53

从表 6 可以得出如下结论: (1) 代焦型煤的着火性能最好,无烟煤块煤次之,焦炭最差; (2) 代焦型煤的稳燃性能最好,焦炭次之,无烟煤块煤最差; (3) 代焦型煤的燃尽性能居中,焦炭最好,无烟煤块煤最差; (4) 代焦型煤的综合燃烧特性最佳,焦炭次

之,无烟煤块煤最差。

3 单颗粒代焦型煤燃烧速率实验结果及分析

3.1 燃烧温度对型煤燃烧速率的影响

取同一批次压制而成的型煤试样分成 3 组,分别设定 800 、 850 和 $900\text{ }^\circ\text{C}$ 3 个不同的燃烧温度。实验过程中炉门均全部打开。实验时前半个小时每 10 min 称重一次,半小时后每 20 min 称重一次,每次实验共测试 130 min 。每组实验重复两次,取平均值,实验结果如图 3 所示。

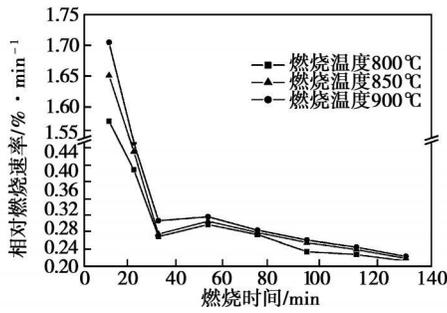


图 3 燃烧速率随燃烧温度和时间的变化

由图 3 可以看出, 单颗粒代焦型煤的燃烧速率随燃烧温度的升高而有所增加, 但增幅不明显, 且燃烧温度对前期燃烧的影响大于后期。这主要是因为单颗粒代焦型煤的燃烧初期属于过渡燃烧区, 燃烧温度和氧气扩散能力都对燃烧速率产生一定的影响, 而后期燃烧属于扩散燃烧区, 燃烧速率主要受制于氧气向型煤内部的有效扩散^[14]。

3.2 型煤尺寸对燃烧速率的影响

取同一批次压制而成的代焦型煤试样, 分成 3 组。一组为整个型煤, 一组切割成 1/2 块型煤, 一组切割成 1/4 块型煤。实验过程中炉门开 10%, 马弗炉内设定温度为 850 °C。实验时前半小时每 10 min 称重一次, 半小时后每 20 min 称重一次, 每组实验共测试 130 min。每组实验重复两次, 取平均值, 实验结果如图 4 所示。

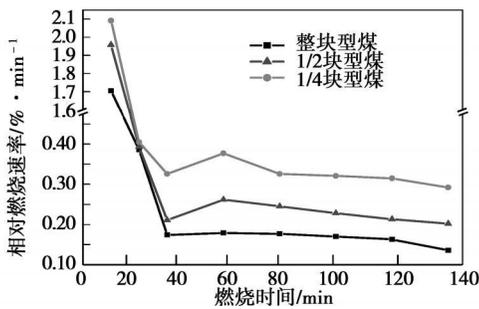


图 4 燃烧速率随型煤尺寸和燃烧时间的变化

由图 4 可以看出, 型煤尺寸对燃烧速率的影响比较明显, 随着型煤尺寸减少, 代焦型煤燃烧速率呈较明显的加快趋势, 特别是燃烧后期, 增幅更加明显, 这充分体现了代焦型煤扩散燃烧的特征。型煤粒度缩小, 燃烧速率增加, 燃烧释热加快, 但其热散失速率也随之增大, 热散失增多又会造成燃烧反应速率的降低, 因此代焦型煤的尺寸存在一个合理值, 需要优化设计。

3.3 型煤、焦炭和块煤燃烧速率对比实验

将代焦型煤、焦炭和无烟煤块煤试样加工成相似的形状大小, 其初始重量分别为 31.0、31.32 和 26.02 g。实验过程中炉门开 10%, 马弗炉内设定温度为 850 °C。实验时前半小时每 10 min 称重一次, 半小时后每 20 min 称重一次, 每组实验共测试 130 min。实验结果如图 5 所示。

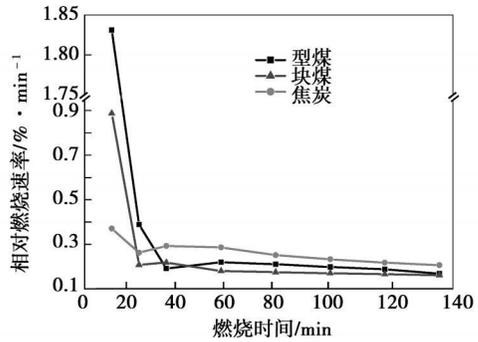


图 5 3 种试样燃烧速率随燃烧时间的变化

由图 5 可以看出, 3 种试样在着火点以前挥发份释出和燃烧阶段, 相对燃烧速率随挥发份含量呈明显的阶梯变化, 挥发份含量越大, 则相对燃烧速率越高。当试样着火以后, 燃烧速率以焦炭最高, 代焦型煤次之, 无烟煤块煤最低。这主要是因为试样着火以后, 挥发份已基本析出, 试样的相对燃烧速率主要取决于碳颗粒的氧化反应速率。由于 3 种试样着火后的燃烧均属于扩散燃烧, 在试样颗粒大小和燃烧温度基本相同的条件下, 其燃烧反应速率主要受氧浓度的影响。而燃烧前沿处氧浓度的高低又主要取决于氧气的扩散能力, 氧扩散能力在试样形状与尺寸大致相同时, 与试样孔隙率密切相关^[15]。试样的孔隙率越大, 氧扩散能力越强, 其后期的燃烧速率就越大。通过对 3 种试样孔隙率的测试表明, 以焦炭孔隙率最高, 为 46.24%; 以无烟煤块煤孔隙率最低, 仅 6.75%, 代焦型煤的孔隙率居中, 为 16.23%。3 种试样孔隙率测试结果表明 3 种试样后期的燃烧速率受制于氧扩散能力, 与试样的孔隙率密切相关。

4 结 论

(1) 随着升温速率的增大, 代焦型煤燃烧各阶段所需时间缩短, 反应速率加快, 着火和燃尽性能得以改善。当升温速率由 5 °C/min 提高至 10 和 15 °C/min 时, 代焦性煤的着火时间由 28.12 min 下降至 14.01 和 10.13 min, 其燃尽时间也由 36.82 min

下降至 27.59和 22.47 m/s

(2)代焦型煤、焦炭与无烟煤块煤的 DTG曲线差别较大,代焦型煤着火后具有与焦炭相似的快速释热性能,而无烟煤块煤着火后释热平缓且历时较长。3种试样中,代焦型煤的着火性能、稳燃性能及综合燃烧特性指数最好,燃尽性能居中。代焦型煤、焦炭与无烟煤块煤 3种试样的综合燃烧指数分别为 53.25×10^{-9} 、 30.14×10^{-9} 和 11.53×10^{-9} 。

(3)单颗粒代焦型煤的燃烧主要为扩散燃烧,燃烧温度对燃烧速率的影响较小,型煤尺寸对燃烧速率的影响较明显,减小型煤尺寸有利于增大燃烧速率,但型煤尺寸需要优化。

(4)相同条件下,代焦型煤着火后的燃烧速率低于焦炭而高于无烟煤块煤。

参考文献:

[1] 刘永轶,田跃飞.以煤代焦烧制石灰的节能实践[J].有色冶金节能,2006(2):19-22

[2] 张建平.无烟煤炼制型焦新工艺[J].煤化工,1994(2):41-44

[3] 徐振刚,刘随芹.型煤技术[M].北京:煤炭工业出版社,2001

[4] 张香亭.我国工业型煤发展现状及技术方向[J].辽宁工程技术大学学报,2002 21(4):533-534

[5] BLESAM J MIRANDA J L. Curing temperature effect on mechanical strength of smokeless fuel briquettes prepared with molasses[J]. Fuel 2003 82: 943-947

[6] 彭好义,周子民,邓胜祥,等.采用正交试验法优选石灰立窑代焦型煤的研究[J].煤炭学报,2006 31(12):799-803

[7] 孙学信.燃煤锅炉燃烧实验技术与方法[M].北京:中国电力出版社,2002

[8] 韩向新,姜秀民,崔志刚,等.油页岩半焦燃烧特性的研究[J].中国电机工程学报,2005 25(15):106-110

[9] 蒲 舸,张 力,辛明道,王草的热解与燃烧特性实验研究[J].中国电机工程学报,2006 26(11):65-69

[10] 邓胜祥.石灰炉在线仿真技术与炉况诊断及复杂系统智能控制研究[D].长沙:中南大学,2004

[11] 张佳丽,张如意,谏伦建.用热重法研究型煤燃烧特性[J].洁净煤技术,2005(3):65-68

[12] 王裕明,胡建红,冉景煜,等.混合工业污泥燃烧及动力学特性实验研究[J].中国电机工程学报,2007 27(17):44-50

[13] 王 惺,李定凯,倪维斗,等.生物质压缩颗粒的燃烧特性[J].燃烧科学与技术,2007 13(1):86-90

[14] 刘伟军,王佐民,于晓东,等.生物质型煤燃烧机理分析和燃烧速度试验研究[J].煤炭转化,1998 21(4):52-56

[15] 张占涛,王 黎,张 睿,等.煤的孔隙结构与反应性关系的研究进展[J].煤炭转化,2005 28(4):62-68

(本文责任编辑 单丽华)

新技术、新工艺

不依赖空气的潜艇动力装置的现状和展望

据《Суудостроение》2007年9~10月号报道,应用不依赖空气装置作为对柴油机—电力推进潜艇的辅助动力装置,使潜艇水下续航力增加到20昼夜以上。

对于装有《Месmа》型蒸燃涡轮机联合装置和СтиРинт发动机的潜艇,水下续航力指标为15~18昼夜;而对于按闭式循环工作的柴油机或利用化学电池的潜水艇,则可以达到20~25昼夜。

当前,在潜艇动力装置研发方面,采用的各种类型有:1台化学电池为基本燃料的、按闭式循环工作的蒸燃涡轮机联合装置;按闭式循环工作的柴油机装置;以及具有外部供热(斯特林)发动机的、不依赖空气的动力装置。

文中还介绍了目前国际市场上推出的各种装有不依赖空气的动力装置的潜艇。

对某些不依赖空气的动力装置方案的技术—经济指标和参数进行了比较。

(吉桂明 摘译)

the optimized design of a phase change heat accumulator Key words: Paraffin Phase change intensified heat transfer numerical simulation waste heat utilization

石灰立窑代焦型煤燃烧特性的实验研究 = Experimental Study of the Combustion Characteristics of Briquette as a Substitute for Coke in a Vertical Line Kiln [刊, 汉] / PENG Hao-yi, LU Yan-jun, ZHOU Jie-min (College of Energy Science and Engineering, Central South University, Changsha, China, Post Code: 410083) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power — 2010, 25(1), 82~86

On a SDTQ600 type temperature-difference thermogravimetric combined analyzer, a thermogravimetric analysis was performed of the briquette sample which substituted the coke in a vertical line kiln, and the influence of the different temperature rising speeds on its combustion characteristics was studied. In the meantime, the briquette, coke and an anthracite block coal sample were compared with each other at a temperature rising speed of 5 °C/min. The combustion rate of a single particle of the briquette was investigated by employing a muffle furnace. It has been found that the briquette coal combustion process experiences four stages, i.e. drying and preheating, volatile element precipitation, carbon particle combustion and carbon residue burnout. With an increase of the temperature rising speed, the reaction time required by various combustion stages of the briquette was shortened and the reaction rate was speeded up. When the temperature rising speed increases from 5 °C/min to 10 °C/min and 15 °C/min, the briquette ignition time will be shortened from 28.12 min to 14.01 min and 10.13 min while the burnout time will also be reduced from 36.82 min to 27.59 min and 22.47 min. Through a contrast, the briquette is the best in terms of the ignition, stable combustion performance and comprehensive combustion characteristics while the burnout performance ranks at the middle place. The comprehensive combustion indexes of briquette, coke and anthracite block coal representing three kinds of sample are 53.25×10^{-9} , 30.14×10^{-9} and 11.53×10^{-9} respectively. The combustion temperature exercises a relatively small influence on the combustion speed of the briquette while the briquette size has a relatively conspicuous impact on the combustion speed at the later stage. To reduce the size of the briquette can increase its combustion speed. Under the same conditions, the combustion speed of the briquette is lower than that of coke but higher than that of anthracite block coal. The test results can offer guidance for the briquette as a substitute for coke in vertical line kilns. Key words: briquette as a substitute for coke, combustion characteristics, thermogravimetric analysis, combustion rate, vertical line kiln

NH₃选择性非催化还原 NO的实验研究 = Experimental Study of Selective Non-catalytic Reduction of NO by NH₃ [刊, 汉] / CAO Qing-xi, WU Shao-hua, LIU Hui, et al (College of Energy Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power — 2010, 25(1), 87~90

On an electrically heated tubular reaction stove, an experimental study was performed of a gas phase homogeneous reaction of NH₃ to selectively and non-catalytically reduce NO. The test results show that the optimum denitration temperature is around 925 °C with the maximum denitration efficiency being 83%. With the denitration efficiency, NH₃ leakage loss and operation cost being taken into account as a whole, the optimum ammonia mol ratio is 1.5. When the initial concentration of NO decreases from 300 μL/L to 100 μL/L, the denitration efficiency will go down from 83% to 57%. The NO_x emissions concentration after the denitration, however, is about 50 μL/L almost without any changes. When the oxygen concentration increases from 1% to 10%, the denitration efficiency will decline from 91% to 75% and the remaining NH₃ after the reaction will diminish from 43 μL/L to 10 μL/L. At 925 °C, to complete a SNCR (selective non-catalytic reduction) reaction process will require more than 1 second of residence time while at 1000 °C, the process will need only 0.4 seconds. Key words: selective non-catalytic reduction, denitration efficiency, ammonia and nitrogen ratio, ammonia leakage loss