

利用电厂粉煤灰再生劣化抗燃油的试验研究

李 智

(广东省电力试验研究所, 广东 广州 510600)

摘 要: 对粉煤灰和几种常用吸附剂的成份进行了对比分析, 通过接触法再生正交试验探讨了再生劣化抗燃油的最佳工艺条件, 并对再生前后的抗燃油进行了品质对比分析。

关 键 词: 粉煤灰; 再生; 抗燃油; 试验

中图分类号: X773 文献标识码: A

1 引言

世界石油储量有限, 尤其是环烷基逐渐贫乏。同时, 随着电力工业的飞速发展, 各用油单位每年产生的废油量也越来越多, 尤其是大型汽轮机用抗燃油, 价格相对来说较为昂贵, 而这些劣化油一般都只是某些指标不合格, 具有很大的可再生性。粉煤灰是指火力发电厂在燃煤过程中, 磨成一定细度的煤粉在煤粉炉中经过 $1\ 100\ ^\circ\text{C} \sim 1\ 700\ ^\circ\text{C}$ 的高温燃烧后, 由除尘器收集到的细小颗粒物质。电力工业给环境带来的主要问题之一是大量粉煤灰的处置。其实粉煤灰具有和目前应用于劣化油再生的吸附剂相似的成份, 如果将之处理后替代吸附剂, 将会是粉煤灰综合利用方面又一崭新的应用, 并且在电力系统本身以废治废, 几乎不要多少成本达到废物重新利用, 能带来巨大的经济和社会效益。

2 利用粉煤灰再生劣化抗燃油的可行性

2.1 粉煤灰和电力系统常用吸附剂的主要成份对比
取样黄埔电厂和深圳能源公司发电分公司一级粉煤灰。

表 1 粉煤灰成份 (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	其它
黄埔电厂	56.21	29.42	2.07	5.62	0.99	1.22	0.31	4.16
深能源发电分公司	54.99	30.31	5.08	5.66	1.72	1.33	0.02	0.89

目前主要应用于华中地区电力系统废油再生的吸附剂 WXD-02 和进口滤芯内的粘土主要成份见

表 2(其中 WXD-02 还含有 10.30% 的 P₂O₅)。

表 2 吸附剂 WXD-02 和粘土主要成份 (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	其它
WXD-02	58.11	12.21	0.04	0.35	0.08	0.02	0.56	28.63
粘土	45.49	14.09	10.27	15.54	3.40	1.90	1.96	7.35

2.2 吸附再生机理及利用粉煤灰再生的可能性

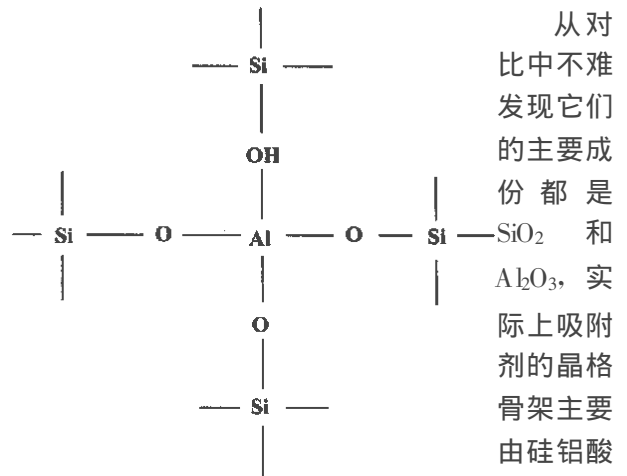


图 1 Lewis 酸中心结构模型

从对比中不难发现它们的主要成份都是 SiO₂ 和 Al₂O₃, 实际上吸附剂的晶格骨架主要由硅铝酸所组成, 对于不同的硅铝比, 不同的制备条件和方法, 骨架结构也不同。在氧化硅的晶格中, 硅原子被铝原子取代, 可能形成 Lewis 酸中心。

在 Lewis 酸中心, Al 原子附近的晶体场, 使 Al 原子具有强烈的吸收电子对的能力, 能够结合具有孤独电子对的碱分子或碱离子, 而油劣化产物的羟基、羧基、羰基类化合物刚好符合要求, 能被吸附剂吸附而予以除去, 达到净化劣化油的目的。

3 粉煤灰再生劣化抗燃油最佳工艺条件探讨

不同吸附剂化学成份不同, 各因素对吸附剂再生劣化抗燃油的影响也不一样, 即使是同一吸附剂对于不同的油质再生条件也不一样。生产实际中使用一种吸附剂大批量再生处理废油必须先做小型实

验确定最佳条件, 提高处理效率, 减少成本。

根据一般吸附剂再生劣化抗燃油的因素和水平来确定粉煤灰再生劣化抗燃油正交试验的因素和水平, 即: 因素为温度、时间和吸附剂量; 水平对于抗燃油, 温度分别为 50 °C、60 °C 和 70 °C; 时间分别为 60、70 和 80 min; 吸附剂根据粉煤灰沉降速度快的特性, 可以适当加大剂量, 根据再生效果和对油耗的考虑, 定吸附剂量的范围分别为 10%、15% 和 20%。采用沙角 C 电厂劣化抗燃油, 酸值 0.142, 试验结果见表 3。

表 3 粉煤灰吸附劣化抗燃油各因素正交试验表

水平	A(温度/ °C)	B(时间/ min)	C(吸附 剂量/%)	酸值		吸酸率 /%
				再生前	再生后	
1	50	60	10	0.142	0.037	73.9
2	50	70	15	0.142	0.025	82.3
3	50	80	20	0.142	0.016	88.7
4	60	60	15	0.142	0.022	84.5
5	60	70	20	0.142	0.018	87.3
6	60	80	10	0.142	0.025	82.3
7	70	60	20	0.142	0.018	87.3
8	70	70	10	0.142	0.031	78.2
9	70	80	15	0.142	0.020	85.9
K_1	244.9	245.7	234.4			
K_2	254.1	247.8	252.7			
K_3	251.4	256.9	263.3			
k_1	81.6	81.9	78.1			
k_2	84.7	82.6	84.2			
k_3	83.8	85.6	87.8			
R	3.1	3.7	9.7			

由表中 K 值易知最佳条件为: $A_2B_3C_3$; 由 R 值易知影响因素大小依次为: 吸附剂量 > 时间 > 温度。在最佳条件下测得酸值为 0.009 8, 吸酸率为 93.1%。再生前油重 180 克, 再生后油重 157.9 克, 油回收 87.7%。

4 再生前后油品质分析

简单循环电站的预算价格

《Gas Turbine World》2000—2001 年年度手册提供了输出功率范围从 548 kW 到 334 000 kW 的 120 型简单循环燃气轮机动力装置的价格。该价格是指新的基本燃气轮机电力生产成套设备的平均设备价格, 是以 2000 年美元计算的工厂交货价格。它包括下列设备的购置费用: 单燃料燃气轮机、空气冷却的发电机(一些大型机组是氢气冷却的发电机)、橇和箱装体、进气和排气管以及排气消音器、标准的控制系统和起动系统、普通的燃烧系统(除非如同干式低排放那样的另有说明)。

简单循环额定性能是在 ISO 条件(环境空气温度 15 °C, 60%相对湿度、海平面海拔高度)下, 以天然气作为燃料供基本负荷使用, 没有用于加大功率或控制排放的蒸汽或水注入。性能是基于零进口和零出口管道压力损失。

列出了各型燃机(发电成套设备)的 ISO 条件下基本负荷额定输出功率、热耗率、低热值效率、预算价格、每千瓦价格。

(思 娟 供稿)

将粉煤灰填入精密滤芯, 采用航空工艺材料制作成复合式精密滤芯, 安装在广东省珠江发电厂 2 号机组进行在线再生, 其中粉煤灰可随时更换。对比再生前后品质分析结果见表 4。

表 4 抗燃油再生前后品质

序号	项目	劣化油	再生油
1	颜色	深橙	浅黄
2	酸值/ $\text{mgKOH}\cdot\text{g}^{-1}$	0.191	0.011
3	自燃点/°C	515	535
4	颗粒污染度 SAE749D	6 级	3 级
5	空气释放值/min	7	6
6	水分/%	0.1345	0.088 47
7	泡沫特性(24 °C)/ml	455/0	185/0
8	体积电阻率(20 °C)/ $\Omega\cdot\text{cm}$	3.7×10^9	5.4×10^9

5 结束语

(1) 粉煤灰具有和再生劣化抗燃油吸附剂相似的成份, 只要辅助使用一定的方法, 就能达到好的吸附效果。

(2) 大型试验之前必须先做小型实验, 确定再生的最佳工艺条件, 达到节能增效的目的。

(3) 可将粉煤灰填入精密滤芯制作成复合式精密滤芯, 在机组上进行在线再生。

(4) 利用粉煤灰再生劣化抗燃油在电力系统自身以废治废, 能带来巨大的经济和社会效益。

参考文献:

[1] 孙坚明 编. 电力用油(气)[M]. 西安: 电力部热工研究院, 1996.
[2] 李 智, 李 诚. 高效吸附粉再生变压器油的试验探讨[J]. 变压器 1997, 34(11): 35—37.

(何静芳 编辑)

spray technique both the steam humidification activation and spray-water humidification activation can contribute to an enhancement of desulfurization efficiency. However, the spray-water activation is much more effective than steam activation. Moreover, there will be an enhancement in desulfurization efficiency in case of an increase in Ca/S ratio and a decrease in saturation approach temperature, SO₂ concentration and flue gas speed. As regards desulfurization by spray-water humidification activation the desulfurizer droplets play a by far greater role in desulfurization than the desulfurizer moisture sorbent. **Key words:** desulfurization, humidification activation, experimental investigation

油焦浆、水焦浆燃烧特性的试验研究 = **An Experimental Study of the Combustion Characteristics of Oil-coke Slurry and Water-coke Slurry** [刊, 汉] / XIONG Yuan-quan, SHEN Xiang-lin (Thermal Energy Engineering Research Institute under the Southeastern University, Nanjing, China, Post Code: 210096), ZHENG Shou-zhong (materials Bureau of National Electric Power Co., Beijing, China, Post Code: 100016) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 494 ~ 496

Under low-speed heating conditions the combustion characteristics of oil-coke slurry (mixture of petrol-coke powder and heavy oil) and water-coke slurry (mixture of petrol-coke powder and water) were studied through the use of a thermogravimetric analytical method. These combustion characteristics are compared with those of petrol-coke and pulverized coal. Furthermore, the above results were analyzed from the perspective of a work mechanism. **Key words:** oil-coke slurry, water-coke slurry, combustion characteristics, thermogravimetric analytical method

利用电厂粉煤灰再生劣化抗燃油的试验研究 = **An Experimental Study on the Utilization of Power Plant Pulverized Coal Ash for Regeneration of Deteriorated Fire-resistant Oils** [刊, 汉] / LI Zhi (Testing Research Institute of Guangdong Electric Power Industrial Bureau, Guangzhou, China, Post Code: 510600) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 497 ~ 498

A contrast analysis was conducted of pulverized coal ash and several kinds of commonly used adsorbent. Optimum technological conditions were explored through an orthogonal test of regeneration by the use of a contact method. Moreover, a quality contrast analysis has also been performed of the fire-resistant oil prior to and after the regeneration. **Key words:** pulverized coal ash, regeneration, fire-resistant oil, test

气动系统中管路的二维粘性流场计算 = **Calculation of a Two-dimensional Viscous Flow Field in the Pipe of a Pneumatic System** [刊, 汉] / BAO Gang, LI Yu-jun, LI Jun, WANG Zu-wen (Pneumatic Technology Center under the Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 499 ~ 502

With the help of an algorithm SIMPLE a two-dimensional viscous flow field was calculated with respect to a pipe, which has its two ends fitted with a throttle orifice. This is performed for facilitating an in-depth study of pipe flow characteristics in a pneumatic system and the law of variation of various parameters. A stagnation pressure and stagnation temperature were set at the pipe inlet. On the basis of the pipe geometric characteristics and flow features a calculation zone has been divided into five domains with corresponding domain algorithm being given. The results of numerical calculation indicate that the algorithms provided can clearly reflect the flow characteristics in the pipe and the variation trend of relevant parameters. With the method under discussion it is possible to calculate not only the flow field within the pipe but also the flow field of the jet flow zone at the end of the pipe. **Key words:** algorithm SIMPLE, pipe, pneumatic system, sub-domain algorithm

恒热流时污垢对管内对流换热过程热力学性能影响的分析 = **An Analysis of the Effect of Fouling on the Thermodynamic Performance of Convection Heat Exchange Process in a Tube under Constant Heat Flux Conditions** [刊, 汉] / WU Suang-yin, ZENG Dan-ling, LI You-rong (Power Engineering Institute under the Chongqing University, Chongqing, China, Post Code: 400044) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). —