

某电厂 SCR 脱硝催化剂严重磨损原因分析

邓均慈, 李德波

(广东电网公司电力科学研究院, 广东 广州 510060)

摘 要: 针对某电厂 SCR(选择性催化还原) 脱硝催化剂发生严重磨损的现象, 采用自行设计的催化剂活性测量装置对其进行性能评价, 测量了 NO 脱除率、SO₂/SO₃ 转化率、比表面积, 分析其微观形貌、晶型和元素组成。研究结果表明: 催化剂磨损严重的主要原因是由于反应器的严重堵塞, 堵塞面积约占催化剂总面积的 1/4—1/3, 且各反应器下层催化剂坍塌较严重。由于催化剂严重磨损导致脱硝系统脱硝率明显下降。

关 键 词: 催化剂; 活性; 磨损; 波纹板式

中图分类号: X77 文献标识码: A

引 言

随着国家对环境保护要求的日趋严格, 火电厂烟气脱硝已成为我国火电厂环保工作的重点。脱硝催化剂是脱硝系统的核心部件, 并且催化剂的成本很高, 使用寿命一般为 3 - 5 年, 因此需要进行添加和更换。如何确保催化剂保持良好状态, 保证催化剂在寿命周期内维持其效能, 甚至适当延长催化剂的使用寿命, 对降低整个脱硝系统的运行维护成本具有重要意义^[1-6]。

本研究针对某电厂 SCR 脱硝催化剂发生严重磨损原因进行了分析, 同时对 4 个催化剂试样进行了实验室测试。自行设计了催化剂活性测量装置, 测量了 NO 脱除率、SO₂ 和 SO₃ 转化率、比表面积, 分析了其微观形貌、晶型和元素组成, 得到了催化剂严重磨损的原因, 从而掌握了该电厂 SCR 催化剂运行的若干关键控制策略^[7-11]。

1 设备简介

该电厂 2 × 330 MW 机组烟气脱硝工程项目于 2009 年 3 月开工建设, 2010 年 4 月底建成投用。脱硝工艺采用“高含尘布置方式”的 SCR 选择性催化还原法工艺。设计脱硝效率 ≥ 60%, SCR 催化剂层

数按 2 层运行、1 层备用设计。表 1 为 SCR 脱硝工艺主要设计参数。

表 1 SCR 烟气脱硝工艺主要设计参数

Tab. 1 Main design parameters of the SCR flue gas denitration process

参数	规格型号
设计脱硝效率 / %	≥ 60
系统可用率 / %	> 98
允许负荷变化率 / %	50 - 100
还原剂(液氨)量 / kg · h ⁻¹	101.6
稀释风量 / m ³ · h ⁻¹	3000
催化剂类型	蜂窝状
催化剂化学成分	TiO ₂ / WO ₃ / V ₂ O ₅
每一反应器的催化剂层数(初始)	2
每一锅炉脱硝初始催化剂体积 / m ³	168.48
每一锅炉脱硝后续催化剂体积 / m ³	84.24
NH ₃ 逃逸率 (× 10 ⁻⁶)	< 3
SO ₂ / SO ₃ 转化 / %	< 1
年利用小时 / h	8 000
催化剂温度范围 / °C	300 - 420
NO _x 排放浓度 / mg · m ⁻³	< 200
催化剂寿命 / h	24 000

2 催化剂性能测试

此次对该电厂 3 号机组 SCR 催化剂进行性能评价, 该机组共装有两台 SCR 反应器, 每台 SCR 反应器各装有两层催化剂, 催化剂采用蜂窝式, 使用年限约 2.5 a。所测试的旧催化剂分别取自 A 侧反应器上层、A 侧反应器下层、B 侧反应器上层和 B 侧反应器下层, 共 4 块。由于电厂无法提供 3 号机组相应新催化剂作为评价标准, 故此次性能测试以其它电厂新蜂窝催化剂作为参考依据。通过将旧催化剂

收稿日期: 2014 - 01 - 16; 修订日期: 2014 - 03 - 28

作者简介: 邓均慈(1963 -), 男, 广东从化人, 广东电网公司电力科学研究院工程师。

与此新催化剂进行对比,以评价旧催化剂的失活情况和失活原因。新、旧催化剂的性能测试内容包括 NO 脱除率、SO₂/SO₃ 脱除率、比表面积(BET)、微观形貌、晶型和元素组成。

2.1 试验所采用的标准

现场催化剂性能测试采用的标准:

- (1) GB/T 19587 气体吸附 BET 原理固体物质比表面积分析测量方法;
- (2) GB/T 21509 - 2008 燃煤烟气脱硝技术装备;
- (3) VGB - R302He 2nd Edition;
- (4) 试验合同及其它有关的技术协议、相关资料。

2.2 测试方法及测试仪器

2.2.1 NO 脱除率和 SO₂/SO₃ 转化率测量

为了得到现场催化剂活性,自行设计了催化剂活性测量装置,如图 1 所示。试验中,首先将催化剂切成 50 mm × 50 mm × 200 mm 的试样块,放入自制的催化剂活性评价装置中,通入模拟烟气进行催化剂活性测试。测试方法:先将预先切割好并吹扫过表面浮灰的催化剂放入活性评价装置中,对装置升温加热并通入模拟烟气,当反应稳定后,开始进行相关数据记录和取样,并通过多次实验结果计算出平均值。NO 的测量仪器为德国进口的 ProtIR 204M 型烟气分析仪,SO₃ 取样采用蛇形冷凝管冷凝的方法。

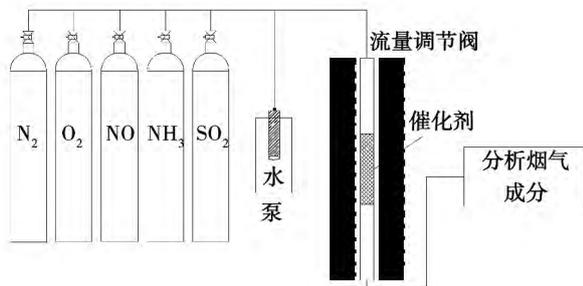


图 1 活性测试系统示意图

Fig.1 Schematic diagram of an activity testing system

活性测试试验条件: NH₃/NO 摩尔比为 1.05:1; NO 浓度 615 mg/m³; SO₂ 浓度 1 430 mg/m³; H₂O(水蒸汽) 体积浓度: 10%; O₂ 体积浓度 5%; 温度为 360 ± 5 °C。

催化剂活性计算式为:

$$\kappa = -\frac{V_f}{S_c} \times \ln\left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \quad (1)$$

式中: κ —催化剂活性(标准状况,湿基) $\mu\text{m}/\text{h}$; V_f —实验室测试通过催化剂的烟气流量(标准状况,湿基) m^3/h ; S_c —催化剂试样块的表面积 m^2 ; η —NO_x 脱除率 %。

考虑到 NH₃对 SO₃测试的影响会增加 SO₂/SO₃ 转化率的测量误差,因此在 SO₂/SO₃ 转化率测试过程中停止喷氨。

SO₂/SO₃ 转化率计算式为:

$$\alpha = \frac{M_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_3}} \times \frac{C_{\text{SO}_3, \text{in}} - C_{\text{SO}_3, \text{out}}}{C_{\text{SO}_2, \text{in}}} \times 100 \quad (2)$$

式中: $C_{\text{SO}_3, \text{out}}$ 、 $C_{\text{SO}_3, \text{in}}$ 、 $C_{\text{SO}_2, \text{in}}$ —折算到标准状态、干基、6% O₂ 下的 SCR 反应器出口烟气中 SO₃ 浓度、SCR 反应器入口烟气中 SO₃ 浓度、SCR 反应器入口烟气中 SO₂ 浓度 mg/m^3 ; M_{SO_2} —SO₂ 的摩尔质量 g/mol ; M_{SO_3} —SO₃ 的摩尔质量 g/mol 。

此外,根据上述计算结果,在催化剂运行期间进行催化剂惰化速度的计算,计算式为:

$$\beta = 1 \times 10^6 \times (1 - k/k_0) / \text{实际运行时间} \quad (3)$$

式中: k_0 —催化剂初始的活性, k —运行一段时间后催化剂的活性。

2.2.2 催化剂比表面积测量

采用美国康塔公司生产的 Autosorb - 1 - c 仪器,在 77 K 条件下测试 N₂在催化剂表面的吸附及脱附等温线,根据国家标准的 BET 方法,计算出催化剂的比表面积。

2.2.3 催化剂的表面微观形貌测量

采用日本日立公司的 S3700 型扫描电子显微镜(SEM)测试催化剂的表面微观形貌。采用德国布鲁克生产的能量散射光谱(EDS)对催化剂表面相对含量较高的元素种类进行初步分析。

2.2.4 催化剂的晶形分析

催化剂的晶形分析采用德国布鲁克公司的 D8 ADVANCE 型 X 射线衍射仪,管电压 40 kV,电流 200 mA, Cu 靶,扫描角度为 5° - 80°,扫描速度为 4°/min。受分析仪测试条件限制,所测试部分为催化剂表层刮取物。

2.2.5 催化剂的元素分析

催化剂的元素分析和半定量采用荷兰帕纳科公司生产的 Axios PW4400 型 X 射线荧光光谱仪,所得结果为所测组分的氧化物相对百分含量。受分析仪

测试条件限制,所测试部分为催化剂表层刮取物。

也已由原来的平面状变成了尖锐状,催化剂取出时脆弱,机械强度明显较低。

3 试验结果

3.1 脱硝装置及催化剂表观状态

在现场对3号机组脱硝催化剂进行了取样,取样过程中发现脱硝装置及催化剂情况如图2所示。A、B反应器上层催化剂情况基本相同,表面积灰均较严重,且大块灰也较多,表面积灰约占总面积的1/3—1/4。此外,A反应器上层催化剂的3个声波吹灰器中有两个存在堵塞现象,且所有吹灰器下面的催化剂都有一定脱落的现象。



(a) A反应器上层



(b) B反应器上层

图2 A、B反应器上层现场照片

Fig. 2 On-the-spot photo of the reactor A and B at the top

如图3所示,A侧下层积灰情况比上层严重,部分地方有催化剂塌陷现象。此外,催化剂表面吹损严重,迎风面已由原来的平面状变成了尖锐状,催化剂取出时脆弱,机械强度明显降低。吹灰器下面的催化剂也有一定的脱落现象。

如图4所示,B侧下层积灰情况也十分严重,催化剂塌陷的也较严重。靠近人孔区域有塌陷,电厂已用钢板遮盖。此外,催化剂表面吹损严重,迎风面



图3 A反应器下层现场照片

Fig. 3 On-the-spot photo of the reactor A at the lower



图4 B反应器下层现场照片

Fig. 4 On-the-spot photo of the reactor B at the lower

3.2 取样的催化剂

对 A、B 反应器上、下层的催化剂均进行了取样。取样的催化剂(如图 5 所示)均具有以下特点:
 (1) 催化剂堵塞严重,接近 1/3 的孔道已完全堵塞。
 (2) 催化剂磨损严重,催化剂迎风面已由原来的平面状变成了尖锥状,催化剂厚度仅有 0.6 - 0.7 mm (原厚度为 1 mm)。
 (3) 催化剂的机械强度很差,催化剂取出时已部分破碎。

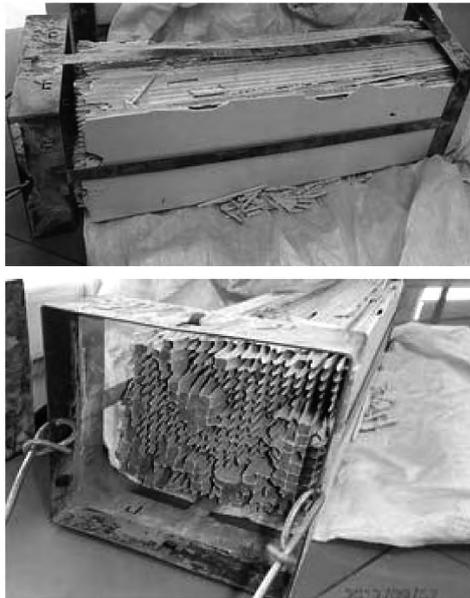


图 5 取样的催化剂照片(B 反应器下层)
 Fig. 5 Photo of the catalyzer sampled
 (at the lower of the reactor B)

3.3 催化剂活性

催化剂的活性测试结果如表 2 所示。可以看出,与参照的新催化剂相比,旧催化剂的活性值存在一定程度的降低,旧催化剂与新催化剂活性比值分别为: A 侧上层为 0.861 6, A 侧下层为 0.848 2, B 侧上层为 0.924 8, B 侧下层为 0.828 5,说明催化剂投运后存在失活现象。按每台机组年运行时间为 335 d,每天 24 h 计算,得到旧催化剂的惰化速度分别为: A 侧上层 6.89% / 10 000 h、A 侧下层 7.55% / 10 000 h、B 侧上层 3.75% / 10 000 h、B 侧下层 8.50% / 10 000 h。从催化剂活性测试结果可以得出, A 侧下层催化剂、B 侧下层催化剂惰化速度较高,说明下层催化剂磨损程度要比上层更加严重。

3.4 BET 分析

新催化剂和旧催化剂的比表面积分析结果如表

3 所示。从表中可以看到,与新催化剂相比,旧催化剂比表面积存在一定程度的下降,且下层催化剂的比表面积比上层下降的多,说明下层催化剂比上层催化剂损失严重。

表 2 催化剂活性测试结果

Tab. 2 Test result of the activity of the catalyzer

催化剂	活性值 k $/(m \cdot h^{-1})$	k/k_0	运行时间/h	惰化速度 $/% \cdot 10\ 000\ h^{-1}$
新催化剂	55.85	-	0	-
A 侧上层	48.12	0.861 6	20 100	6.89
A 侧下层	47.37	0.848 2	20 100	7.55
B 侧上层	51.65	0.924 8	20 100	3.75
B 侧下层	46.27	0.828 5	20 100	8.50

表 3 催化剂 BET 测试结果

Tab. 3 BET test result of the catalyzer

催化剂	比表面积/ $m^2 \cdot g^{-1}$
新催化剂	45.57
A 侧上层	42.05
A 侧下层	39.95
B 侧上层	44.86
B 侧下层	39.60

3.5 XRD 分析

新催化剂和旧催化剂的 XRD 谱图如图 6 所示。从图中可以看出,新催化剂和旧催化剂的 TiO_2 晶型都保持了锐钛矿相结构,未出现晶型转变现象,说明旧催化剂未出现高温烧结。

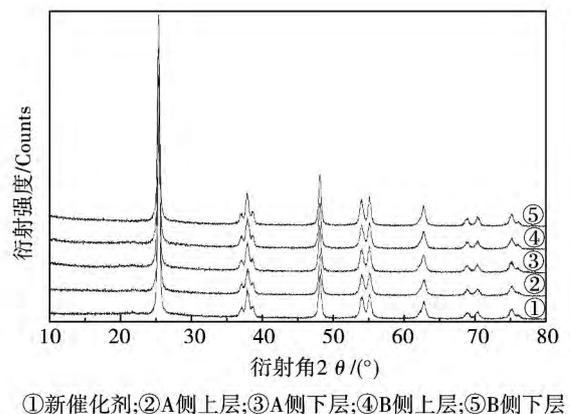


图 6 催化剂的 XRD 图

Fig. 6 XRD chart of the catalyzer

3.6 XRF 分析

新、旧催化剂的 XRF 分析结果如表 4 所示。从表中可以看到,旧催化剂与新催化剂相比,除 WO_3 外, TiO_2 、 V_2O_5 的含量都有所下降,而旧催化剂中 WO_3 含量高于新催化剂则是由于不同类型催化剂成分含量差异造成的。对于有毒元素 K、Ca、Na、Mg、Al、S、Si、Fe 等,旧催化剂中的含量略高于新催化剂,且上层中的含量高于下层,符合正常运行状况。

4 试验结果分析

4.1 催化剂严重磨损原因分析

从催化剂的检查和试验情况看,存在的最主要问题是磨损非常严重。导致催化剂磨损的主要原因是反应器积灰严重。由于催化剂表面积灰严重,约有 1/3—1/4 的积灰面积,这导致烟气流经剩下催化剂时孔内速度提高了 1/2—1/3。同时,由于积灰面积过大会提高烟气入射角,使催化剂磨损进一步加剧,并逐步造成了催化剂整体结构的破坏,使催化剂结构有疏松的趋势。

表 4 催化剂的 XRF 分析结果(%)
Tab. 4 XRF analytic result of the catalyzer

测试项目	新催化剂	A 侧上层	A 侧下层	B 侧上层	B 侧下层
TiO_2	87.0	77.2	78.3	78.2	78.7
SiO_2	4.89	9.56	9.02	8.90	8.63
WO_3	2.84	4.12	4.21	4.33	4.34
Al_2O_3	1.32	2.56	2.39	2.39	2.25
CaO	1.20	2.41	2.25	2.12	2.15
SO_3	0.77	1.90	1.73	1.83	1.79
Fe_2O_3	0.07	0.28	0.25	0.23	0.24
V_2O_5	1.15	1.08	1.08	1.08	1.05
Na_2O	0.04	0.23	0.20	0.27	0.25
MgO	0.40	0.25	0.21	0.23	0.22
ZrO_2	0.07	0.04	0.01	0.01	0.02
K_2O	0.03	0.19	0.16	0.16	0.17
Nb_2O_5	0.12	0.08	0.08	0.08	0.08
P_2O_5	0.05	0.06	0.06	0.06	0.08
Cl	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04

注:样品中还含有微量的 SrO 、 As_2O_3 、 MoO_3 、 ZnO 、 CuO 、 PbO

此外,该电厂反应器的面积也偏小。目前,国内已经投运的 300 MW 机组脱硝装置的反应器面积一般在 94—108 m^2 ,而该电厂 330 MW 机组的反应器面积只有 77 m^2 。相应的,烟气流速要高些。尽管设计的烟气流速仍满足规程的要求,但应对流场不均的裕度就较小。最后,若催化剂遇潮,继续投入运行后也会使机械性能下降。因此必须保证催化剂在整个储运和使用过程中的干燥。

4.2 现场脱硝率低原因分析及改造措施

从催化剂实验室检测情况看,催化剂的反应活性基本正常,情况明显好于现场脱硝率的测试情况。主要原因是被测试的催化剂的结构是基本完整且没有堵塞的。而现场催化剂由于表面积灰严重,一方面能参与反应的催化剂减少,另一方面导致烟气流经未堵塞催化剂时孔内速度过高,接触时间减少,降低了脱硝效率,从而使氨逃逸增加。

(1) 由于目前运行的催化剂机械强度严重不足,已没有再生价值。从实验室测试结果来看,催化剂仍有一定的活性,若反应器中仍有足够的结构完整、磨损少的模块,建议再次测试活性,若活性较好,可放置在反应器的最下层。

(2) 必须采取措施避免催化剂出现堵塞,否则即使更换新催化剂,也会出现催化剂磨损的情况。建议在声波吹灰器消缺的基础上可考虑增加蒸汽吹灰装置。

5 结 论

本文通过对某电厂 3 号机组催化剂发生严重磨损,进行了现场检查 and 4 个催化剂试样实验室测试研究,得到的主要结论如下:

(1) 反应器堵塞严重,堵塞面积约占催化剂总面积的 1/4 到 1/3,且各反应器下层催化剂坍塌较严重。

(2) 催化剂试样的反应活性、微观结构及成分等基本正常。存在的最主要问题是磨损十分严重,导致催化剂厚度和机械强度严重下降。

(3) 导致催化剂磨损严重的主要原因是由于反应器的严重堵塞。

(4) 导致脱硝系统脱硝率明显下降的根本原因仍是反应器的堵塞,导致参与反应的催化剂减少且

未堵塞催化剂的反应效果下降。

本研究对我国电站锅炉 SCR 脱硝催化剂磨损开展现场试验研究结果, 为指导电站锅炉 SCR 脱硝系统安全、高效、稳定运行具有重要的指导意义和工程应用价值。

参考文献:

- [1] 钟礼金. 700 MW 燃煤锅炉机组脱硝改造策略研究[J]. 广东电力 2012 25(7): 67-71.
ZHONG Li-jin. Research of the tactics for denitration reconstruction of a 700 MW coal-fired boiler unit [J]. Guangdong Electric Power 2012 25(7): 67-71.
- [2] 杨忠灿, 文军, 徐党旗. 燃煤锅炉的选择性催化还原烟气脱硝技术[J]. 广东电力 2006 19(2): 14-17.
YANG Zhong-can, WEN Jun, XU Dang-qi. Selective catalytic reduction flue gas denitration technology for coal-fired boilers [J]. Guangdong Electric power 2006 19(2): 14-17.
- [3] 刘慷, 虞宏, 于洪等. 选择性催化还原催化剂在燃煤电厂中应用的注意事项[J]. 广东电力 2009 22(7): 75-78.
LIU Kang, YU Hong, YU Hong et al. Points for attention in applying selective catalytic reduction catalysts in coal-fired power plants [J]. Guangdong Electric power 2009 22(7): 75-78.
- [4] 董建勋, 李永华, 冯兆兴等. 选择性催化还原烟气脱硝反应器的变工况运行分析[J]. 动力工程 2008 28(1): 142-146.
DONG Jian-xun, LI Yong-hua, FENG Zhao-xing et al. Analysis of the operation of a selective catalytic reduction flue gas denitration reactor under the off-design operating conditions [J]. Power Engineering 2008 28(1): 142-146.
- [5] 王松岭, 董建勋, 于遂影等. 选择性催化还原烟气脱硝技术中间试验[J]. 动力工程 2005 25(6): 895-897 902.
WANG Song-ling, DONG Jian-xun, YU Sui-ying et al. Experimental research of the intermediate trial test of the selective catalytic reduction flue gas denitration technology [J]. Power Engineering, 2005 25(6): 895-897 902.
- [6] 李德波, 沈跃良, 邓剑华等. OPCC 型旋流燃烧器大面积烧损的关键原因及改造措施[J]. 动力工程学报 2013 33(6): 13-19.
LI De-bo, SHEN Yue-liang, DENG Jian-hua, et al. Key causes of the burn-down in a large area of an OPCC type swirling burner and remedies [J]. Power Engineering 2013 33(6): 13-19.
- [7] 李德波, 徐齐胜, 狄万丰等. 前后对冲旋流燃煤锅炉 CO 分布规律的试验研究[J]. 动力工程学报 2013 33(7): 12-16.
LI De-bo, XU Qi-sheng, DI Wan-feng et al. Experimental research of the law governing the CO distribution of a front-rear opposed swirling coal-fired boiler [J]. Journal of Power Engineering 2013, 33(7): 12-16.
- [8] 李德波, 徐齐胜, 沈跃良等. 变风速下四角切圆锅炉燃烧特性的数值模拟[J]. 动力工程学报 2013 33(2): 22-26.
LI De-bo, XU Qi-sheng, SHEN Yue-liang et al. Numerical simulation of the combustion characteristics of a tangentially-fired boiler at a variable air speed [J]. Journal of Power Engineering 2013 33(2): 22-26.
- [9] 李德波, 宋景慧, 徐齐胜等. 660 MW 超超临界旋流对冲燃烧煤粉锅炉 NO_x 分布数值模拟研究[J]. 动力工程学报 2013, 33(12): 913-919.
LI De-bo, SONG Jing-hui, XU Qi-sheng et al. Numerical simulation and investigation of the NO_x distribution of a 660 MW ultrasupercritical swirling opposed-combustion pulverized coal-fired boiler [J]. Journal of Power Engineering 2013 33(12): 913-919.
- [10] 李德波, 沈跃良, 徐齐胜等. 运用燃烧数值模拟分析某台 660 MW 超临界锅炉旋流燃烧器喷口烧损事故[J]. 机械工程学 报 2013 49(16): 121-130.
LI De-bo, SHEN Yue-liang, XU Qi-sheng et al. Analysis of the burn-down accident of a spout of a swirling burner in a 660 MW supercritical boiler by employing the numerical simulation of the combustion [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2013 49(16): 121-130.
- [11] 李德波, 张睿. 220 t/h 锅炉的再燃改造及再燃区过量空气系数选择关键问题的数值模拟研究[J]. 热能与动力工程学报 2012 27(4): 460-463.
LI De-bo, ZHANG Rui. Numerical simulation of the reburning modification of a 220 t/h boiler [J]. Journal of Engineering for Thermal Energy and Power 2012 27(4): 460-463.

(丛敏 编辑)

the guide device ,the distribution of the air field inside the air cooled unit and the temperature field on the surface of the heat exchanger tends to be uniform ,the back pressure in operation drops by around 1.1 kPa and the average power supply coal consumption decreases by 1.9 g/kW. h. **Key Words:** direct air cooled ,flow guide device , back pressure

某电厂 SCR 脱硝催化剂严重磨损原因分析 = **Analysis of the Causes for Serious Tear and Wear of Denitrification Catalyzer During the Selective Catalyzer Reduction (SCR) Process in a Power Plant** [刊 汉] DENG Jun-ci ,LI De-bo (Electric Power Science Research Institute ,Guangdong Power Grid Company ,Guangzhou ,China , Post Code: 510060) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(5) . -581 -586

In the light of the phenomenon that a serious tear and wear of the denitrification catalyzer happened during the SCR process in a power plant ,used was a self-designed catalyzer activity measuring device to perform the performance evaluation with the NO removal rate ,SO₂ and SO₃ conversion rate and specific surface area being measured and the microscopic morphology ,crystal type and element composition being analyzed. It has been found that the main causes for serious tear and wear of the catalyzer lie in a serious blockage of the reactors ,the blockage area accounting for about 1/4 to 1/3 of the total area and the catalyzer in the lower part of various reactors being relatively seriously collapsed. The serious tear and wear of catalyzer led to a conspicuous drop in denitrification rate of the denitrification system. **Key Words:** catalyzer ,activity ,tear and wear ,corrugated plate type

600 MW 机组锅炉暖风器及疏水系统改造与运行优化 = **Modification of the Air Heaters of a 600 MW Boiler Unit and Its Water Drainage System and Operation Optimization** [刊 汉] WANG Rong (Inner Mongolia Jinglong Power Generation Co. Ltd. ,Fengzhen ,China ,Post Code: 012100) ,LI Chun-guang (Heilongjiang Provincial Thermal Power No.3 Engineering Co. ,Beijing ,China ,Post Code: 150001) ,CHEN Xiao-hong (CSIC No.703 Research Institute ,Harbin ,China ,Post Code: 150078) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(5) . -587 -590

The original design of the air heaters of 2 × 600 MW boiler units in Jinglong Power Plant was horizontal and non-adjustable and the water drainage system adopted the traditional arrangement mode in operation: " water drain pump → deaerator" ,which often caused a series of problems such as the water drained from the air heaters was not smooth and free in flow and the water drain pumps malfunctioned during operation ,needing a great deal of maintenance expense in each year. Through a modification of the air heaters and steam traps ,rearrangement of the water drainage system ,optimization of its operation logic ,the reliability and cost-effectiveness of the air heater and water drainage system were enhanced ,thus saving a cost of RMB 700 000 yuan in each year. The forgoing can offer certain reference for power plants being under construction or in operation. **Key Words:** water drainage system ,equipment modification ,cost-effectiveness analysis