

# 300MW 机组脱硝催化剂堵塞、损坏原因浅析

罗元辉

(贵州西电电力股份有限公司黔北发电厂, 贵州 金沙 551800)

## CAUSE ANALYSIS OF BLOCKAGE AND DAMAGE OF DENITRATION CATALYST FOR 300MW UNIT

Yuanhui Luo

(Guizhou west electric power Co., Ltd QIANBEI power plant, Guizhou Jinsha 551800)

**【Abstract】** This paper introduces the basic principle of denitration catalyst denitration catalyst and the boiler operation in internal serious ash accumulation through the example analysis, and finally discusses the prevention of boiler denitration catalyst internal fouling countermeasures, to improve the denitrification efficiency of the unit, which has a good reference to the safe and reliable operation of the unit.

**【Keywords】** Catalyzer blocking Denitration Soot blower

**【摘 要】** 介绍了锅炉脱硝催化剂的基本原理, 并通过实例分析脱硝催化剂运行中内部严重积灰的原因, 最后探讨了防止锅炉脱硝催化剂内部积灰的对策, 对提高机组脱硝效率, 保证机组安全可靠运行具有良好的借鉴意义。

**【关键词】** 催化剂 堵塞 脱硝 吹灰器

## 1 引言

按国家环保局最新的标准:《火电厂大气污染物排放标准》GB13223-2011 的要求,“W”型火焰锅炉的火电厂锅炉 NO<sub>x</sub> 排放浓度不超过 200mg/Nm<sup>3</sup> (折算到标态 O<sub>2</sub>=6%) 为达到新标准的要求。某厂 300MW 机组于 2013 年 9 月起逐渐对四台炉加装了脱硝系统,脱硝系统投入运行后,在机组停运检查过程中,均发现催化剂存在大面积积灰堵塞,部分催化剂甚至碎裂坍塌现象;催化剂的堵塞损坏严重威胁电厂机组的安全经济运行,分析催化剂的积灰堵塞,损坏原因,找到合理的解决方案,是火电机组刻不容缓的一项课题。

## 2 机组设备概述

锅炉设备概述:某厂 1 号、2 号锅炉为 300MW“W”型火焰锅炉为北京巴威公司生产的引进美国巴威公司技术的产品,锅炉为双拱型单炉膛平衡通风、露天布置、全钢架结构、一次中间再热、亚临界参数、自然循环单汽包锅炉。锅炉型号为 B&WB—1025/17.4—M。并配置 B&W 专门用于燃用低挥发份燃料的浓缩型 EI—XCL 低 NO<sub>x</sub> 双调风旋流燃烧器。尾部设置分烟道,采用烟气挡板调节再热器出口汽温。锅炉本体采用露天戴帽布置,固态连续排渣。在尾部竖井下设置两台豪顿华公司生产的三分仓容克式空气预热器。

脱硝设备概述:脱硝设备按双烟道单反应器无旁路设计,配置两台反应器,每台反应器装设 (2+1) 层,采用重庆远达环保公司生产的蜂窝式催化剂,初装 2 层,预留 1 层。每层装设 3 台半伸缩耙式蒸汽吹灰器和 3 台声波吹灰器,烟道设计温度按 425℃ 设计,烟气流速控制在 15m/s 以下。每套脱硝系统配置一套氨稀释系统,包括两台氨稀释空气风机,采用“一运一备”的运行模式。为本台机组的 2 台 SCR 反应器供应稀释氨所需的稀释空气。稀释空气通过氨/空气混合器与氨充分混合均匀,最后接入氨注射系统的分配管中。在氨稀释系统,氨被稀释到空气体积比例小于 5% 的安全浓度以下,与烟气混合,在催化剂的作用下发生化学反应,生产氮气和水。

## 3 催化剂堵塞、损坏原因分析

### 3.1 设计煤质与实际煤质灰量偏大

表 1 锅炉设计煤质情况

| 项目     | 符号        | 单位    | 设计煤   | 校核煤   |
|--------|-----------|-------|-------|-------|
| 收到基碳   | Car       | %     | 64.66 | 60.33 |
| 收到基氧   | Oar       | %     | 0.89  | 0.84  |
| 收到基硫   | Sar       | %     | 0.96  | 0.99  |
| 全水分    | Mar       | %     | 7.50  | 10.00 |
| 收到基水分  | Oar       | %     | 7.50  | 0.84  |
| 内在水分   | Minf      | %     | 0.89  | 2.84  |
| 收到基灰分  | Aar       | %     | 23.50 | 25.50 |
| 干燥基挥发分 | Mdaf      | %     | 6.11  | 5.86  |
| 收到基低位发 | Qnet.ar.p | kJ/kg | 23081 | 21626 |

表 2 2016 年 1 至 11 月实际入炉煤质情况

| 月份 | 全水 (%) | 内水 (%) | 灰份 (%) | 挥发份  | 硫份 (St,ad) | 收到基低位热值 (Qnet, ar, MJ/kg) |
|----|--------|--------|--------|------|------------|---------------------------|
| 1  | 8.42   | 1.63   | 38.00  | 6.90 | 2.32       | 17.01                     |
| 2  | 8.76   | 1.48   | 39.43  | 7.08 | 2.53       | 17.42                     |
| 3  | 8.85   | 1.59   | 39.66  | 7.21 | 2.55       | 17.27                     |
| 4  | 9.14   | 2.02   | 39.61  | 7.00 | 2.42       | 17.17                     |
| 5  | 8.88   | 2.33   | 39.78  | 6.70 | 2.06       | 16.87                     |
| 6  | 8.59   | 2.72   | 39.03  | 6.50 | 2.13       | 16.30                     |
| 7  | 8.09   | 2.34   | 38.03  | 6.16 | 2.01       | 15.62                     |
| 8  | 9.63   | 1.91   | 41.42  | 6.95 | 2.29       | 16.39                     |
| 9  | 8.84   | 1.77   | 46.19  | 7.40 | 2.36       | 14.81                     |
| 10 | 8.19   | 1.79   | 42.83  | 7.08 | 2.12       | 16.32                     |
| 11 | 9.39   | 1.56   | 46.94  | 7.44 | 2.64       | 14.58                     |
| 全  | 8.80   | 1.92   | 40.99  | 6.95 | 2.31       | 16.43                     |

上表中表 1 为锅炉设计煤质，表 2 为实际的入炉煤质，锅炉实际燃用煤种发热量在 14.58-17.42MJ/kg 左右，灰分在 38.0-46.9%左右，与设计煤质发热量 21.64 MJ/kg 及灰分 25.5%，偏差较大。在机组相同负荷工况下，低发热量，高灰份的煤燃烧将产生大量的飞灰（如图 1、图 2），大量的飞灰进入脱硝系统，势必超过反应器的承受能力，造成一定的催化剂堵塞。同时大量的飞灰进入脱硝系统，飞灰流速加大，对催化剂的磨损更加剧烈，由于某厂在催化剂选型上采用蜂窝式催化剂，催化剂在长期高于设计参数的高速飞灰的磨损下，催化剂壁厚减薄，造成了催化剂的吹损。



图 1



图 2

### 3.2 烟道设计不合理，造成烟气流场不均

通过历次停炉对催化剂进行检查，催化剂损坏较多（如图 3、4），#1 炉脱硝 A、B 侧上层均损坏 400 多组，A、B 侧下层损坏较少。#2 炉脱硝 A 侧上层损坏 718 组，B 侧上层损坏 639 组，A 侧下层损坏 126 组，B 侧下层损坏 226 组，损坏较大。其次在损坏催化剂旁的催化剂堵塞都比较严重，由此可判断在催化剂堵塞后，烟气流通面积减小，流通阻力加大，大量烟气只能通过未堵塞的反应器流通，烟气流速加大，远远超过催化剂所能承受的范围，从而形成高速烟气走廊对催化剂的吹损。

通过历次停炉检查还发现靠反应器四周的位置经常形成局部堆灰，特别是靠近炉前侧的位置往往会较为明显。这种现象多数是由于流场不均匀，局部区域流速太低、灰分过大而形成积灰。

流场不均，造成反应器内催化剂的通流面积减少，在机组正常运行情况下通过相同的烟气量，烟气的流速将会会加大，而烟气磨损量与流速存在三次方的关系，势必加大了催化剂的磨损、堵塞（图 5、6 流场不均造成的积灰）。



图 3

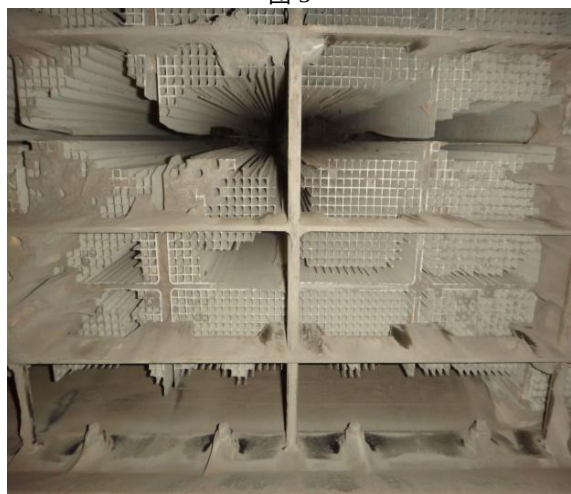


图 4



图 5



图 6

### 3.3 烟气中硫酸氢铵的生成

该厂脱硝设备采用选择性催化还原法（SCR）脱出烟气中的  $\text{NO}_x$ ，利用液氨作为还原剂，正常情况下液氨（ $\text{NH}_3$ ）与烟气中的  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  反应产生  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，然而在催化剂的作用下，氨会与烟气中的  $\text{SO}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成硫酸氢铵（ $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ）与硫酸铵（ $\text{NH}_4_2\text{SO}_4$ ）等一些副产品。在脱硝系统中硫酸氢氨的状态主要与烟气中  $\text{NH}_3$  和  $\text{SO}_3$  浓度的乘积有关系，根据催化剂入口  $\text{SO}_3$  浓度与入口  $\text{NH}_3$  浓度的乘积查表得到，硫酸氢铵的露点温度为  $240^\circ\text{C}$  左右，在烟气温度低于  $240^\circ\text{C}$  时硫酸氢铵以气态形式存在，对脱硝系统影响不大，当蒸汽吹灰运行时，由于蒸汽吹灰按疏水温度达到  $200^\circ\text{C}$  时开始吹灰，蒸汽与烟气混合后，温度低于  $240^\circ\text{C}$ ，则此时将会造成硫酸氢铵的析出。所以脱硝反应器中生成的硫酸氢氨呈液态，呈中度酸性且具有粘性，液态的硫酸氢铵易沉积在催化剂表面，捕集烟气中的飞灰后形成催化剂堵灰。而机组正常运行中的蒸汽吹灰带有水分，其加大了硫酸氢氨的生成，使催化剂更加容易堵灰。同时在机组长时间运行后脱硝催化剂堵塞、损坏，造成脱硝效率低。喷氨量加大，须喷入的氨量越多，未反应的氨就越多，逃逸氨与烟气中的  $\text{SO}_3$  及水蒸汽生成硫酸氢氨就越多，而硫酸氢氨又加大了堵灰的可能，这样恶性循环造成催化剂积灰堵塞加剧。（图 7、8、9 硫酸氢氨造成的积灰堵塞）





图 7



图 8



图 9

#### 4 避免催化剂积灰堵塞建议

4.1 优化吹灰系统，运行中根据各段时期煤质及机组带负荷的情况，不断优化吹灰频率和强度，保持催化剂压差控制在一定范围内，确保催化剂不积灰。同时根据停炉检查催化剂制定吹灰方案，对催化剂吹损严重的情况，可以改为“声波吹灰器和吹灰炮”组合，优化吹灰方案，减少蒸汽吹灰。

4.2 通过停炉检查，对流场不均的区域，可以进行针对性的改造，可较为有效的解决催化剂的局部积灰问题。

4.3 调整催化剂节距、类型等。催化剂本身也是一个很好的整流装置，往往可以通过更换最先接触烟气的催化剂层的节距或类型，如蜂窝式改为平板式催化剂，来解决积灰问题。

4.4 加强机组运行中吹灰，避免烟道积灰严重，造成烟气流场不均，形成烟气走廊冲刷放映器。

4.5 对机组蒸汽吹灰系统进行改造，在机组进行烟道炉膛吹灰时，同时进行脱硝蒸汽吹灰，避免锅炉吹灰过程中大量的飞灰进入脱硝系统造成堵塞。

4.6 利用停炉机会对脱硝反应器进行积灰清理，对磨损堵塞严重的催化剂进行更换，使反应器里烟气流场均匀，避免造成局部烟气量大，形成烟气走廊。

## 5 结束语

随着国家对大气污染物的排放要求越来越高，燃煤电厂  $\text{NO}_x$  的排放将面临相当严峻的问题，如何保证脱硝设备的安全经济运行，有效控制火电厂  $\text{NO}_x$  排放量。将是我们思考的一个课题，文中从脱硝催化剂的堵塞、磨损问题出发进行了简要分析。

## 参 考 文 献

[1] 重庆远达催化剂制造有限公司 烟气脱硝催化剂（SCR）使用手册

[2] 《燃煤电厂烟气脱硝设备及运行》 机械工业出版社

### 作者简介：

罗元辉，1974 年 8 月 18 日出生，男，助理工程师，大专，现任黔北发电厂主机运行部主任、支部书记，从事锅炉、汽轮机、电气运行管理工作。地址：贵州省金沙县鼓场街道玉屏社区，邮编：551800，电话：0857-7376132。