

# 烟气脱硝技术在平煤集团电厂应用的可行性研究

喜素静, 王学仕, 何青林, 张国强

(中国平煤神马集团张玮学习工作室, 河南平顶山 467093)

**摘要:** 简要介绍国内成熟烟气脱硝技术工艺, 根据中国平煤集团电厂燃煤及锅炉特性等论述适用的电厂脱硝技术方法, 以集团内部三个规模较大的电厂为试点, 着重论述其脱硝方法的适用性及脱硝方案可行性。

**关键词:** 氮氧化物; 电厂; 锅炉; 脱硝

中图分类号: 701.7

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2013)05-0021-03

## THE FEASIBILITY STUDY OF FLUE GAS DENITRATION TECHNOLOGY APPLIED IN PINGDINGSHAN COAL GROUP POWER PLANT

XI Su-jing, WANG Xue-shi, HE Qing-lin, Zhang Guo-qiang

(China PingMei Shenma Group Zhang Wei Study Studio, Pingdingshan 467093, China)

**Abstract:** Introduce the domestic mature flue gas denitration technology briefly. According to the Characteristics of coal and boiler in Pingdingshan Coal Group Power Plant, Discuss the applicable denitration technology and methods. Emphatically expound the applicability of its denitrification and denitrification Feasibility.

**Keywords:** nitrogen oxide; power plant; boiler; denitration

当前我国大气污染主要呈现为煤烟型污染特征。大气环境中总悬浮颗粒物排放总量增加, 二氧化硫污染保持在较高水平, 氮氧化物污染呈加重趋势。酸雨污染呈现出新的特征: 氮氧化物污染贡献相对增加, 由以硫型为主向硫酸和硝酸复合型转变<sup>[1]</sup>。2012年6月国家环保部发布的《2011年中国环境状况公报》显示2011年, 全国二氧化硫排放总量下降2.21%; 但是氮氧化物排放总量却上升5.73%。

2011年7月, 国家环保部重新修订发布了《火电厂大气污染物排放标准》, 规定了 $100 \text{ mg/m}^3$

的氮氧化物排放标准。2011年12月, 国务院发布国家环保部“十二五”规划, 首次将氮氧化物作为经济社会发展约束性指标列入国家规划层面。电力行业在“十二五”期间面临着氮氧化物减排的严峻形势。国家发改委2011年11月30日宣布实行脱硝电价, 每千瓦时加价0.8分钱, 这有力地促进了电力行业脱硝技术的推广应用。

### 1 成熟脱硝技术简介

#### 1.1 低氮燃烧技术

低氮燃烧技术通过对锅炉燃烧系统的改造来实现的, 改造采取的原则有: (1) 降低过量空气系数和氧气浓度, 使煤粉在缺氧条件下燃烧; (2) 降低燃烧温度, 防止产生局部高温区; (3) 缩短烟气在高温区的停留时间等。基于这些原则, 目前通用

收稿日期: 2013-05-10

第一作者简介: 喜素静 (1984-) 女, 河南省舞钢市人, 毕业学校天津大学, 学历硕士, 职称工程师, 现任职中国平煤神马集团环保节能部从事环保管理工作。

的低氮燃烧方法主要有:空气分级燃烧、燃料分级燃烧、浓淡燃烧法等<sup>[2]</sup>。目前国内大型新建电厂的燃煤锅炉燃烧系统中普遍采用低氮燃烧技术。低氮燃烧技术在新建电厂中具有良好的应用效果。

### 1.2 选择性非催化还原技术(SNCR)

选择性非催化还原技术(Selective Non-catalytic Reduction, SNCR)是一种不用催化剂,在850℃~1100℃范围内,在烟气中直接还原NO<sub>x</sub>的工艺。SNCR技术是把还原剂如氨气、尿素稀溶液等喷入炉膛温度为850℃~1100℃的区域,该还原剂迅速热解出NH<sub>3</sub>并与烟气中的NO<sub>x</sub>进行反应生成N<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O<sup>[3]</sup>。SNCR技术具有投资小,运行成本低,经济实用等特点,但受制于反应温度、混合程度等因素的制约,脱硝效率不高<sup>[4]</sup>。通过对SNCR反应机理和制约因素的深入研究,进一步提高脱硝效率,并与其他脱硝联合应用,是SNCR技术得以广泛应用的必要途径。

### 1.3 选择性催化还原技术(SCR)

选择性催化还原(Selective Catalytic Reduction, SCR)技术主要以NH<sub>3</sub>作为还原剂,在一定温度和催化剂的作用下,NH<sub>3</sub>有选择地将废气中NO和NO<sub>2</sub>还原为N<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O,反应过程并且伴随放出热能<sup>[5]</sup>。SCR脱硝系统由脱硝反应系统和氨气制备供应系统两部分组成<sup>[6]</sup>。SCR反应器在锅炉烟道中一般有三种不同的安装位置,即热段/高灰布置、热段/低灰和尾部(冷段)布置<sup>[7]</sup>。SCR使用的催化剂昂贵,广泛应用的SCR催化剂是以TiO<sub>2</sub>为载体,V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-WO<sub>3</sub>为活性物质组成的催化剂<sup>[8]</sup>。SCR系统普遍选用氨作为还原剂,根据氨的来源不同又可分为纯氨法、氨水法和尿素法<sup>[9]</sup>。在众多燃煤电厂脱硝技术中,SCR是应用最广,且技术成熟的烟气脱硝方法,已成为目前燃煤电厂锅炉脱硝的主流技术。最大的优点是脱硝效率高,副作用小。SCR反应器脱硝装置中,脱硝效率达到80%~95%,氨逃逸率一般在5ppm以下<sup>[10]</sup>。但SCR法工艺设备投资大、运行成本高,催化剂昂贵,需从国外进口,目前国内企业正在努力致力于催化剂的国产化。

## 2 平煤集团电厂适用脱硝技术

### 2.1 能信电厂

能信电厂是2010年新建热电联产项目,拥有2台国产670t/h超高压自然循环煤粉锅炉和2

台210MW双抽凝汽式汽轮发电机组,锅炉采用四角布置直流式燃烧器,切向燃烧,加强了空气分级的效果,本身就具备有分级燃烧的性质,对于降低NO<sub>x</sub>的生成起到有利的作用。炉膛燃烧温度高达1350℃左右,限制了SNCR法的应用。能信电厂入炉煤质分析数据表明,入炉煤煤质比较稳定。每台锅炉配套2台双室四电场静电除尘器,2台锅炉共用一座石灰石-石膏湿法脱硫系统,系统综合除尘器效率99.73%。脱硫效率≥95%。烟气NO<sub>x</sub>排放浓度在345~461mg/m<sup>3</sup>,对照新标准100mg/m<sup>3</sup>,脱硝效率要求≥80%。综合能信电厂锅炉、煤质等情况,考虑选用效率较高的SCR技术。设计采用三层板式V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>催化剂,预留一层备用,反应器采用高尘垂直布置,还原剂使用液氨。根据烟气排放量估算,液氨需求量为183.2kg/h,设计液氨储存容量36t。

### 2.2 坑口电厂

坑口电厂为平煤集团自备电厂,拥有60MW机组,配套300t/h循环流化床锅炉。300t/h循环流化床锅炉炉膛燃烧温度低,且一、二次风分级送入形成分级燃烧,可有效抑制氮氧化物生成,但需要加强对锅炉运行的调节,充分发挥低氮燃烧作用。锅炉燃煤来源于选煤厂的洗煤、中煤等,煤种变化频繁。通过抽取2013年4月份进炉煤质化验单发现,2#炉所用煤质较差,挥发分大,发热量低。煤质变化大,导致锅炉运行负荷变化幅度大,对锅炉运行调控提出更高要求。系统配套袋式除尘器及炉内喷钙脱硫,现场位置紧凑,限制了SCR法的应用。坑口电厂锅炉为循环流化床锅炉,按照GB13223-2011,氮氧化物执行200mg/m<sup>3</sup>的标准,根据烟气排放数据分析,NO<sub>x</sub>最大超标倍数0.48,脱硝效率达到40%,烟气即可达标排放。坑口电厂设计考虑采用SNCR技术,具体原因如下:(1)机组容量小,不适宜配套投资过大的脱硝装置;(2)循环流化床炉膛温度符合SNCR的最佳反应温度区间;(3)循环流化床炉膛烟尘含量高,宜造成SCR催化剂中毒;(4)对脱硝效率要求不高,SNCR法即可达到要求;(5)SNCR对其他系统的维护运行,不产生干扰及增加阻力。设计采用尿素为还原剂,根据烟气量核算,还原剂用量493.2kg/h,喷入点设在旋风分离器上方。考虑锅炉负荷变化大,炉膛内温度波动大,喷嘴位置设置需充分考虑炉膛温度的层次变化,适当在靠近炉膛中心高温区域

设置喷嘴,以避免炉膛负荷低时,旋风分离器内温度过低,影响脱硝反应的进行。

### 2.3 瑞平电厂

瑞平电厂 2×13.5 万 kw 热电联产机组由平顶山煤业集团与河南省天瑞集团合资建设,配套 2 台 480 t/h 超高压循环流化床锅炉,燃煤来源为平煤集团洗煤厂洗中煤(洗矸),入炉煤质挥发分及灰分都较高,高于设计煤种,煤质较差,对炉膛燃烧控制要求较高。烟气采用炉内喷钙脱硫方式,配置两台双室四电场除尘器,根据实测数据,NO<sub>x</sub> 排放浓度在 193~234 mg/m<sup>3</sup>。氮氧化物排放浓度较低,超标倍数低,以低氮燃烧技术改造为主,可进一步开发锅炉本体低氮燃烧方式。如果考虑外加烟气脱硝设施,首选 SNCR 技术,原因如下:(1)炉膛温度适用;(2)SNCR 脱硝效率即可达标;(3)投资小,施工期短。

### 3 结语

通过对现有脱硝技术的应用条件研究,结合对集团三家电厂锅炉、燃煤、现有尾气处理情况分析,可以得出以下结论:

(1)能信电厂选用 SCR 技术,以达到较高的脱硝效率。

(2)坑口电厂采用 SNCR 法改造,既能达到要求的脱硝效率,又降低投资和运行成本。

(3)瑞平电厂采用低氮燃烧技术改造+SNCR

(上接第 10 页)

况,同时填料经高温烧结,具有较好的机械强度,即使填料腐蚀后变小,但其强度基本不变,填料层不会出现逐渐密实、坍塌情况的出现。

(2)反应器设计方向,优化设计微电解反应器结构,采取一系列防板结措施,在必要时起到保安作用,确保微电解系统稳定运行。

(3)管理方面,即加强日常操作与管理,控制微电解进水水质(pH 值),定期进行大气量的曝气清池等,只有这样,才能保证系统长期稳定运行。

### 参考文献

[1]王永广,杨剑锋.微电解技术在工业废水处理中的应用[J].环境污染治理技术与设备,2002,3(4):70-73.  
[2]周培国,傅大放.微电解工艺研究进展[J].环境污染治理技术与设备,2001,2(4):18-24.  
[3]Chin-Pao Huang,Huang-Wen Wang,Pei-Chun Chin.Nitrater e-duction by metallic iron[J].Wat.Res,1998,32(8):2257-2264.

法。

随着国家氮氧化物减排压力的逐步增大,电厂脱硝势在必行,本论文先期开展集团内火电厂锅炉烟气脱硝技术应用研究,以应对即将到来的烟气排放限值,对“十二五”期间脱硝工程的实施具有重要指导作用。

### 参考文献

[1]李敬,王振国,陈楠.燃煤电厂脱硝技术研究[J].内蒙古科技与经济,2011,5(10):109-110.  
[2]蒋文举.烟气脱硫脱硝技术手册[M].北京:化学工业出版社,2006.388-392.  
[3]HJ 563-2010,火电厂烟气脱硝工程技术规范选择性非催化还原法[S].  
[4]魏清高.“低氮燃烧+SNCR”工艺在燃煤锅炉烟气脱硝处理工程中的应用[J].广东化工,2011,7(38):274-274.  
[5]马东祝,张玲,李树山,尹迪.燃煤电厂 SCR 脱硝技术的应用及发展[J].煤炭技术,2011,3:5-7.  
[6]刘慷,肖志均,谭效德,陈梦春.选择性催化还原烟气脱硝技术应用[J].中国电力,2009,8:75-79.  
[7]赵宗让.电厂锅炉 SCR 烟气脱硝系统设计优化[J].中国电力,2005,11:69-74.  
[8]Hans Jensen-Holm,Nan-Yu Tops e, 崔建华.选择催化还原(SCR)脱硝技术在中国燃煤锅炉上的应用(上)[J].热力发电,2007,8:13-18.  
[9]丁朋果,张育婵.燃煤电厂 SCR 脱硝还原剂种类及其工程应用[J].能源与环境,2011,2:96-97.  
[10]HJ 562-2010,火电厂烟气脱硝工程技术规范选择性催化还原法[S].  
[4]汤心虎,甘复兴,乔淑玉.铁屑腐蚀电池在工业废水治理中的应用[J].工业水处理,1998,18(6):4-6.  
[5]杨凤林,全燮,高桂英等.铁屑过滤法处理染料废水的研究[J].化工环保,1988,8(6):330-333.  
[6]祁梦兰,张晶,刘华成.铁屑电化学反应-絮凝沉淀-砂滤组合工艺处理镜片染色废水[J].化工环保,1994,14(z):20-23,51.  
[7]郝瑞霞,程水源,黄群贤.铁屑过滤法预处理可生化性差的印染废水[J].化工环保,1999,19(3):135-139.  
Hao Rui-xia,Cheng Shui-yuan, Huang Qun-xian.Pretreatment of Less-Bio degradable Printing and Dyeing Waste water by Iron Chipping-Filtration Process.Environmental Protection of Chemical Industry,1999,19(3):135-139  
[8]张天胜,孙又山,陈欣,等.铁屑内电解法处理含酚废水[J].环境保护,1997,(8):17-20.  
[9]蒋金勤,张佩芳,高满同.金属腐蚀学[M].北京:国防工业出版社,1986.  
[10]张思相.新型微电解填料的开发及其在废水处理中的应用[D].吉林大学硕士学位论文.2008.