

试验研究

# 3×220t/h 煤粉炉烟气干式超净脱硫除尘改造 实践

秦胜<sup>1</sup>,孙清涛<sup>2</sup>,高吉文<sup>2</sup>,田莉雅<sup>1</sup>

(1.兖矿集团有限公司机电环保部,山东 邹城 273500;2.兖矿新疆煤化工有限公司,新疆  
乌鲁木齐 830000)

**摘要:**兖矿新疆煤化工 3×220 t/h 煤粉炉烟气原采用氨法脱硫工艺,但氨法脱硫设施建成之后始终运行不正常,在经过多种脱硫工艺的对比、论证后,最终选择烟气干法脱硫除尘一体化工艺进行脱硫除尘的升级改造。升级改造后工程投运后的各项运行指标可达到燃煤电厂的 50355 超低排放要求,而且升级改造后的脱硫剂采用电石渣粉代替消石灰,大大减少干法脱硫剂运行成本,实现以废治废,循环利用。

**关键词:**干式超净;煤粉炉;电石渣

中图分类号:X701

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)04-0020-03

## RETROFIT PRACTICE OF THE DRY ULTRA-CLEAN TECHNOLOGY IN DESULFURIZATION & DUST REMOVAL FOR THE FLUE GAS OF 3×220 T/H PULVERIZED-COAL BOILER

QIN Sheng<sup>1</sup>,SUN Qing-tao<sup>2</sup>,GAO Ji-wen<sup>2</sup>,TIAN Li-ya<sup>1</sup>

(1.*Electromechanical Ministry of Environment of Yankuang Group Co., Ltd., Zoucheng  
273500, China*;2.*Yankuang Xinjiang Coal Chemical Co., Ltd., Urumqi 830000, China*)

**Abstract:**The ammonia process of flue gas desulfurization was used to 3×220 t/h pulverized-coal boiler in Yankuang Xinjiang Coal Chemical Co., Ltd previously. However, the ammonia desulfurization system has always been running abnormally after the ammonia desulfurization facilities were built. By the survey, comparison and demonstration of several desulfurization technologies, the flu gas dry ultra-clean technology was applied to retrofit and update the desulfurization and dust removal. So far, various operation indexes can meet the "50355" ultra-low emission requirement. Furthermore, the running cost of dry absorbent was reduced greatly by using carbide slag instead of hydrated lime as the absorbent and fulfilling the recycling of waste to treat waste.

**Key words:** Dry ultra-clean;Pulverized-coal Boiler;Carbide slag

兖矿新疆煤化工有限公司 3×220 t/h 煤粉炉  
烟气脱硫装置早期选择氨法脱硫工艺,脱硝采用

低氮燃烧+炉内 SNCR (选择性非催化还原脱硝),  
炉后烟气除尘采用布袋除尘器。建成后的氨法脱  
硫系统在运行过程中出现了同步运行率低、稳定  
性差、氨逃逸高、系统腐蚀严重等一系列问题,尤  
其是硫酸铵蒸发结晶装置因管道冲刷、腐蚀,造成

收稿日期:2015-12-16

作者简介:秦胜(1975-),男,山东邹城人,工程硕士,主要从事企  
业环境保护工作。

不能正常运行。2015年初,在环保部门的多重压力下决定重新选择脱硫工艺,通过对多种烟气脱硫工艺进行充分考察、对比与论证,结合自身周边所具有的电石渣资源,最终选择可直接利用电石渣作脱硫剂,具有脱硫除尘一体化的烟气干式超净工艺。

## 1 项目设计

### 1.1 工艺流程

本次超净升级改造在炉后增设三套干式超净+装置(一炉一塔),更换锅炉引风机,具体的工艺路线为:锅炉烟气(低氮燃烧)+SNCR脱硝+烟气干式超净脱硫除尘(协同高效低温氧化脱硝)+引风机+烟囱,脱硫入口烟气接自原布袋除尘器出口烟道,经过脱硫除尘后,净烟气通过引风机送至烟囱入口烟道排放,整套超净系统与锅炉系统串联配置。

锅炉烟气经炉内脱硝及原有布袋除尘器预除尘后,从底部进入干法脱硫增效反应塔,与加入的电石渣、循环灰及水发生反应,除去烟气中的SO<sub>2</sub>等气体。主要化学反应式为:



炉后脱硝工艺采用干法脱硫除尘配套的脱硝工艺(采用亚硝酸钠作为脱硝剂),可进一步有效降低NO<sub>x</sub>排放浓度,保证NO<sub>x</sub>满足超低排放要求,形成烟气治理的“多重保险”。其主要反应化学方程式如下:



### 1.2 设计参数

#### 1.2.1 燃料成分

设计煤种

该锅炉设计煤种为新疆硫磺沟煤矿所产烟煤。

工业分析:见表1

煤粉细度 R<sub>90</sub>=26%,单台锅炉煤耗 26.4~26.8 t/h。

1.2.2 烟气参数(锅炉空预器出口):见表2

#### 1.2.3 电石渣的来源

电石渣来源于公司对面的中泰化学产生的湿

表1 燃料成分分析

项目	设计煤种	校核煤种
收到基低位发热量 Q <sub>net,ar</sub> (Kcal/kg)	5732	5493
全水份 M <sub>t</sub> (%)	15	14
空气干燥基水份 M <sub>ad</sub> (%)	10.87	9
干燥无灰基挥发份 V <sub>daf</sub> (%)	35.53	30
固定碳 (%)	56.55	50
收到基灰份 A <sub>ar</sub> (%)	5.4	20
收到基碳 C <sub>ar</sub> (%)	65.84	60
收到基氢 H <sub>ar</sub> (%)	2.85	3.0
收到基氧 O <sub>ar</sub> (%)	9.26	10
收到基氮 N <sub>ar</sub> (%)	0.89	1.0
收到基硫 S <sub>ar</sub> (%)	1.50	1.50
灰变形温度 DT (°C)	1180	1230
灰软化温度 ST (°C)	1200	1250
半球温度 HT (°C)	1210	1270
流动温度 FT (°C)	1230	1300

表2 烟气参数(锅炉空预器出口)

项目	设计煤种
烟气流速 (m <sup>3</sup> /h)	518000(单炉)
空气过剩系数	1.39
负压 (Pa)	-934
烟气温度(最低) (°C)	110
烟气温度(平均) (°C)	135
烟气温度(最大) (°C)	150
SO <sub>2</sub> 浓度,干标,实际 O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	2200
NO <sub>x</sub> 浓度,干标,实际 O <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	200
粉尘浓度,干标,实际 O <sub>2</sub> (g/Nm <sup>3</sup> )	30

废电石渣,通过某公司配套的烘干、研磨装置,降低电石渣的湿度及粒径,最终满足干法脱硫的使用要求。

## 2 项目运行效果

究矿新疆煤化工 3×220 t/h 煤粉炉配套干式超净脱硫除尘装置项目,三套装置陆续于2015年11月开始进入试运行。从2015年12月30日运行监测数据表明,锅炉烟气经过烟气净化装置后,SO<sub>2</sub>浓度低于35 mg/Nm<sup>3</sup>(最低4.33 mg/Nm<sup>3</sup>);同时粉尘排放低于5 mg/Nm<sup>3</sup>(最低1.11 mg/Nm<sup>3</sup>),NO<sub>x</sub>浓度低于50 mg/Nm<sup>3</sup>(最低47.56 mg/Nm<sup>3</sup>),各项性能指标均优于设计值。脱硝超净完全改造完成后出口NO<sub>x</sub>浓度可以低于35 mg/Nm<sup>3</sup>(最低4.33 mg/Nm<sup>3</sup>)完全达到50 mg/Nm<sup>3</sup>以下的标准。目前项目已经完成环保部门的CEMS数据采集比对,以及环保验收的所有现场工作,并通过新疆自治区环保厅的验收。

### 3 技术特点

两个多月的连续稳定高效运行及取得的各项优异指标,表明兖矿新疆煤化工 3×220 t/h 煤粉炉配套干式超净脱硫除尘装置具有如下技术特点。

#### 3.1 SO<sub>2</sub> 脱除的超净排放

干式超净脱硫除尘工艺采用烟气循环流化床反应器,通过喷水降温,利用流化床内激烈湍动的高密度颗粒,使喷水均匀分布于颗粒表面,创造一个与湿法高效脱硫相同的离子型反应环境。在正确设计吸收塔的前提下,优化改进塔内气、固、液三相反应机制和环境,根据不同工况条件下适当调整吸收塔的床层压降,并调整工艺水系统的喷水雾化,以及利用布袋除尘器的粉饼过滤脱硫效果,提高脱硫效率,可实现 95 % 以上的脱硫效率,最高可以在 99 % 以上,能够稳定实现 SO<sub>2</sub> 排放低于 35 mg/Nm<sup>3</sup>,满足 SO<sub>2</sub> 超净排放。

#### 3.2 超低粉尘排放

干式超净脱硫除尘工艺通过循环流化床反应塔的喷水混合凝并后,烟气中 PM<sub>1</sub> 等亚微米级的细颗粒几乎都絮凝为数十微米的粗颗粒,且新型流化床脱硫塔顶及出口等的稳流特殊结构设计,保证这些絮凝后的颗粒不易被破坏而更有利于被后级布袋除尘器的过滤;在超滤布袋除尘器设计中,采用大腔沉降技术、超细纤维的超滤技术,以及增加布袋数量降低过滤风速等,可进一步提高布袋的过滤效率。通过“流化床造粒+超滤布袋除尘”两者的组合创新,保证了粉尘排放浓度低于 5 mg/Nm<sup>3</sup>,甚至低于 3 mg/Nm<sup>3</sup>。

#### 3.3 脱硝的超净排放

通过协同高效低温氧化脱硝工艺,助力 NO<sub>x</sub> 实现超净排放,并进一步促进脱硫效率的提升。以循环流化床内激烈湍动的、拥有巨大的比表面积的吸附剂颗粒作为载体,在锅炉负荷波动、前端炉内脱硝工艺无法实现达标排放的情况下,干式超净脱硫除尘工艺通过额外添加脱硝剂的氧化作用,促使烟气中难溶于水的 NO 转化为 NO<sub>2</sub>,并最终与钙基吸收剂发生中和反应而脱除,实现 NO<sub>x</sub> 的超净排放。本项目的实际运行证明,协同高效低温氧化脱硝工艺的单脱硝效率可达 60 % 以上。

3.4 高效利用自身所生产的电石渣,从而大大地节约了脱硫剂成本,实现循环经济

这在本工程实际运行中已得到充分证实,本项目自投运以来一直没有买过消石灰,完全利用莱蒙钙业对中泰化学废电石渣烘干、研磨处理后直接作为脱硫剂,实际运行效果显著,实现“以废治废”的循环经济。

#### 3.5 具有脱除多组份烟气污染物的能力

通过优化工艺运行参数,干式超净脱硫除尘工艺的流化床中具有浓度高达 20 kg/m<sup>3</sup> 以上激烈湍动的高密度颗粒区,多孔性的颗粒物表面比表面积得到增大,促进实现高效的吸收和吸附双重净化作用,在高效反应脱除 SO<sub>2</sub> 的同时,同步高效反应脱除 SO<sub>3</sub>、HCl、HF 等酸性气体,高效吸附脱除铅、砷、汞等重金属污染物。

#### 3.6 烟囱排放无尾迹,干净、透明,视觉效果好,无废水排放

净烟气不需要再热、整套脱硫装置及烟囱不需要防腐,无废水产生,大大降低了设备的投资和运行维护费用。而且烟气的扩散效果好,烟囱排放透明、干净,视觉效果好,真正可实现超洁净排放。此外,干式超净脱硫除尘工艺还具有布置紧凑、灵活,占地面积小等特点。脱硫系统启、停方便,启、停时间不超过一个小时,整个运行巡检人员只需每班两人。

### 4 总结

从兖矿新疆煤化工 3×220 t/h 煤粉炉配套干式超净脱硫除尘装置实现脱硫、脱硝、除尘及多污染物协同治理的超净一体化排放的能力和效果看,该工艺具有高效、协同、一体化、稳定超净排放等特点,而且没有废水产生,烟囱排烟温度高、烟囱无需防腐、排烟透明无视觉污染,真正实现燃煤烟气的超净排放要求,技术经济性好,适合燃低硫煤的热电机组。

本项目也可以说明电石渣可作为干式超净脱硫除尘工艺优质的脱硫剂。当电厂周围有大量的廉价电石渣时可以充分利用,变废为宝。通过脱硫装置设置的电石渣给料系统来实现脱硫,可大幅度降低脱硫运行成本。采用电石渣作为脱硫剂的干式超净脱硫除尘工艺在兖矿新疆煤化工的成功应用,开发出了一条“以废治废”的环保循环经济新路。