

西北地区某热源厂 2×46MW+2×70MW 机组超低排放改造工程实践研究

陈志勇^[1] 赵勇^[2]

(1. 新疆伊宁市供热有限公司, 新疆 伊犁哈萨克自治州 835000;
2. 烟台云津生态环境产业发展股份有限公司, 山东 烟台 264000)

摘要 面对日益严峻的环保态势, 国家出台了更加严格的环境保护相关政策及污染物排放标准, 根据相关要求, 伊宁市供热有限公司第四热源厂排放烟气要求在基准氧含量 9% 的情况下, 颗粒物、氮氧化物、二氧化硫排放值分别不高于 10、50、35 mg/Nm³。本文分析超低排放改造的三方面内容, 实践中超低排放改造效果明显, 以期为后续参与类似超低排放改造项目的热电厂提供借鉴和参考。

关键词 燃煤热电厂 超低排放改造 脱硫 脱硝 除尘

中图分类号: TM621

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)07-0089-03

本文围绕烟气超低排放改造, 主要研究以下三项内容:

一是分析目前常用的脱硫、脱硝、除尘技术。

二是以伊宁市供热有限公司第四热源厂超低排放项目为例, 分析其在脱硫脱硝及除尘超低排放改造的技术路线。

三是分析改造后 SO₂、NO_x 及烟尘的排放浓度。从收集的数据可以看出, 伊宁市供热有限公司第四热源厂超低排放改造效果显著。

此次改造技术, 方案成熟、技术合理、实施高效、效果显著, 给后续参与改造的热电厂提供参考。热电厂实施超低排放改造, 既是响应国家政策, 又在保护环境, 行使企业的社会责任。烟气执行超低排放改造, 功在当下, 立在千秋。

1 超低排放技术研究现状

脱硫方面主要脱硫技术有干法脱硫、半干法和湿法脱硫, 其中石灰(石)-石膏湿法脱硫运用最广泛。石灰(石)-石膏湿法脱硫技术, 技术成熟、应用广泛、成本低廉。目前, 在我国 90% 燃煤热电厂的脱硫系统, 应用的是石灰石(石)-石膏湿法脱硫技术。但单纯的技术设计无法满足热电厂对烟气脱硫效率提出的更高要求, 因此必须采取其他增效措施, 例如, 增加喷淋层数量、采用双托盘的技术、应用液柱塔技术、设置双循环的湿法脱硫技术等。^[1]

脱硝方面, 目前, 降低 NO_x 浓度的方法主要有以下三类:

一是炉膛喷射技术。

二是应用低氮燃烧技术, 通过低氮燃烧器, 降低燃料在燃烧过程中氮氧化物的产生。

三是烟气净化处理技术, 主要有湿法净化和干法净化两种脱硝方法。

现在主要应用的烟气脱硝方法有: 选择性催化还原技术(SCR)、选择性非催化还原技术(SNCR)和其他脱硝方法等。^[2]

目前, 我国大部分热电厂采用 SNCR+SCR 结合技术、低氮燃烧技术+SCR 技术等方式降低 NO_x 浓度, 该方法成果明显、成本可控。此外, 还可以增大催化剂数量、增加喷枪数量等措施, 来降低 NO_x 浓度, 满足超低排放的要求。^[3]

除尘方面, 早期, 应用较为广泛的是布袋除尘技术、静电除尘技术等单一手段除尘技术, 随着排放标准不断提高, 我们积极学习国外先进工艺, 因此, 目前我国湿式电除尘技术、低温静电除尘技术、旋转电极静电除尘技术、电袋复合除尘技术等工艺技术的应用也较为广泛。^[4]

2 伊宁市供热有限公司第四热源厂超低排放技术分析

伊宁市供热有限公司伊宁市供热有限公司第四热源厂为 2×46MW+2×70MW 机组。烟气入口参数及排放要求见表 1。

2.1 脱硫改造技术研究

本项目将现有双碱法脱硫系统改造为石灰-石膏

表1 烟气入口参数及排放要求

序号	类型	污染物项目	入口浓度 (mg/Nm ³)	排放限值 (mg/Nm ³)	污染物排放监控位置
1	燃煤锅炉	烟尘	5000	10	烟囱
		二氧化硫	1500	35	
		氮氧化物	3500	50	

湿法脱硫系统, 脱硫剂选用石灰粉。四台锅炉按两炉一塔布置, 塔内循环工艺, 共新建两台脱硫塔, 每台脱硫塔烟气处理能力按1台46MW和1台70MW锅炉烟气流设计, 原有设备如石膏脱水系统、工艺水系统、水池、制浆系统能利用部分旧。

性能指标: 脱硫处理系统总的设计脱硫效率为98.5%, 原始SO₂排放浓度按1500mg/Nm³, SO₂排放浓度<35mg/Nm³。

该项目所采用的石灰-石膏湿法脱硫工艺, 主要由石灰浆液制备与供应系统、SO₂吸收与氧化系统、烟气系统、工艺(业)水系统、石膏脱水系统、浆液排放回收系统等组成。采用直接外购石灰粉配浆方式, 外购的石灰粉用汽车罐车运输至浆液制备区域, 以气力输送的方式把石灰粉输送至石灰粉仓。

此外, 本项目脱硫效率在96%以上, 因此采取了以下三项措施提高脱硫效率:

1. 在原第2、3层的喷淋层间增大吸收塔高度, 设置合金托盘。合金托盘可以积存脱硫循环液, 可以实现在单塔内形成两种喷淋系统的效果。托盘将喷淋层分为上下两部分, 位于下方的喷淋层实现预洗涤的作用, 去除烟气中夹带的HCl、HF和飞灰, 因此上喷淋层的脱硫效率显著提高。烟气通过第一级喷淋层后, 塔内烟气更加均匀, 有利于提高二级脱硫效率。

2. 适当增加循环泵扬程。

3. 喷枪采用高效单向双头喷嘴, 其具有提高喷淋覆盖、强化二次雾化效果的作用, 因而喷淋层覆盖率至500%以上。

2.2 脱硝改造技术研究

本项采用炉内SNCR+炉外SCR联合脱硝技术, 新建一套尿素溶解制备系统供四台锅炉使用, 每台锅炉设置一套SNCR炉内脱硝装置, 每台炉新建一套炉外SCR脱硝系统。通过改造锅炉尾部受热面, 提供SCR脱硝系统反应所需的温度区间。

性能指标: 脱硝系统设计脱硝效率90%, 原始NO_x浓度按350mg/Nm³, NO_x排放浓度<50mg/Nm³。

SNCR+SCR联合烟气脱硝技术是SNCR工艺的还原剂喷入炉膛技术与SCR工艺利用未反应氨结合起来,

或利用SNCR和SCR还原剂需求量不同, 分别分配还原剂喷入SNCR系统和SCR系统的工艺有机结合起来, 达到所需的脱硝效果, 它具有SNCR工艺费用低和SCR脱硝效率高的优点。SNCR+SCR联合脱硝工艺的脱硝效率可达到≥86%, 氨逃逸<5mg/Nm³。

2.3 除尘改造技术研究

本项采目现有静电除尘器大修, 更换损坏的极板极线, 确保除尘效率; 并在脱硫后增设湿式静电除尘器, 同时脱硫增容改造协同除尘技术, 除雾器为两级屋脊除雾器, 提高除尘效率。

性能指标: 入口烟尘浓度<5000mg/Nm³, 静电除尘器设计除尘效率99%; 新建湿式静电除尘器设计除尘效率85%, 确保烟囱出口烟尘浓度<10mg/Nm³。

根据静电除尘器具体情况:

1. 机械部件检修。

2. 电气元件检修。

现有2×65t/h+2×100t/h锅炉烟气经静电除尘后烟尘含量<30mg/Nm³, 但通过湿法脱硫后烟气中的烟尘浓度大约为30-40mg/Nm³, 本方案湿式电除尘器入口烟尘设计浓度为50mg/Nm³, 处理后烟尘排放浓度降至10mg/Nm³, 设计除尘效率85%。

湿式电除尘器与干式电除尘器相比, 二者的主要区别有两点:

1. 工作原理相似, 但是清灰方式不同。WESP采用水喷淋清洗, 而ESP采用振达方式清灰容易产生二次扬尘; 应用的烟气环境(流速、含尘浓度、温度)不同。

2. WESP不受烟气特性及比电阻的影响, 而ESP受烟气特性和比电阻的影响较大。

本项目湿式电除尘器技术的特点有:

1. 收尘极板采用新型耐腐蚀复合材料, 蜂窝形式布置, 充分利用有效空间, 流场分布均匀, 耐腐蚀, 放电强力稳定, 使设备电压、电流处于较高参数, 保证较好的收尘效果。

2. 结构布置灵活, 可置于吸收塔出口净烟道处, 也可以布置于脱硫塔塔顶, 或者布置于电厂合适的空地上。

3. 运行时无需连续喷入碱性水, 依靠电场管束中

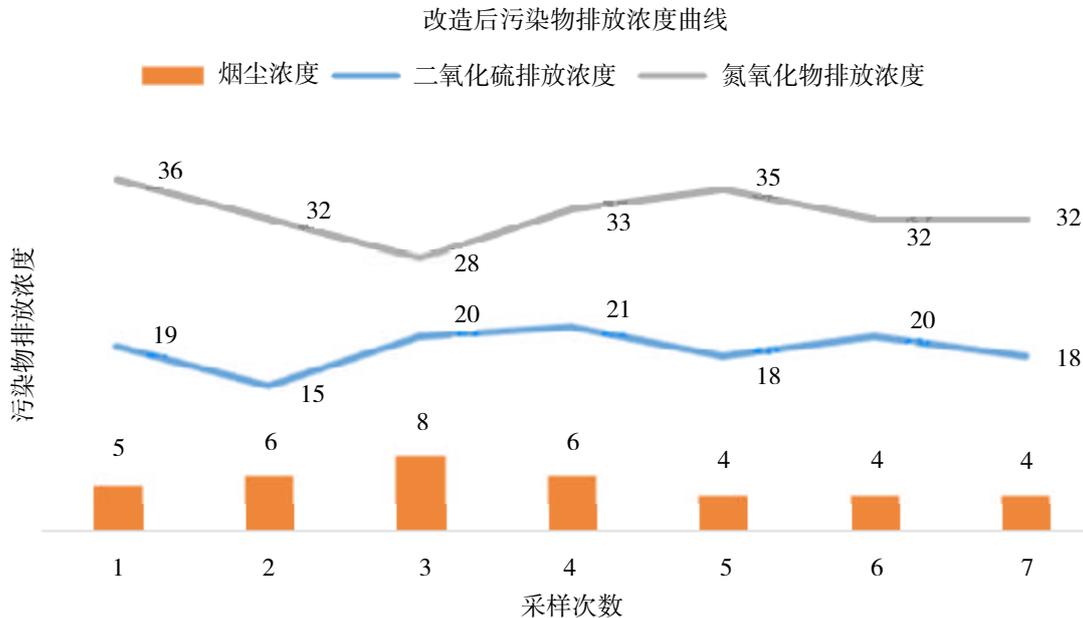


图1 超低排放改造后SO₂、NO_x、烟尘排放浓度

收集的雾滴形成溢流实现清灰的功能。

4. 高压电源采用恒流和高效火花控制装置,避免闪络拉弧现象,保证电场稳定。

5. 冲洗方式优化,包括简化供水系统、选用耐腐蚀、导电性强的增强碳纤维复合材质极板,无需喷淋碱液。

6. 通过凝并装置的处理可以增加单个粉尘的比电阻,促进单个粉尘的长大使其满足被电离扑集的要求,提高除尘效率。

3 超低排放改造结果讨论

改造后的SO₂、NO_x、烟尘分析曲线详见图1。

上述数据表明,改造后的SO₂排放浓度可稳定在20mg/Nm³左右,NO_x排放浓度控制在40mg/Nm³以下,烟尘排放浓度<10mg/Nm³,污染物浓度可以满足相关排放标准要求。

4 结论和展望

为了响应国家政策,伊宁市供热有限公司伊宁市供热有限公司第四热源厂对2×46MW+2×70MW机组锅炉实行超低排放改造有以下三点:

4.1 脱硫方面

为保证脱硫效率,采用湿法脱硫工艺技术,选择石灰石膏法脱硫技术,采用两炉一塔的方案对脱硫塔进行改造,最终脱硫改造效率可达98.5%以上。

4.2 脱硝方面

采用SNCR+SCR联合脱硝技术,增加催化剂数量,

预留备用催化剂空间,增加声波吹灰装置,提高脱硝效率。改造结果:脱硝效率达到95%,满足超低排放标准的要求。

4.3 除尘方面

采用静电除尘结合湿电除尘工艺,充分利用原有设备,结合场地特点、施工便利性、综合成本控制和系统稳定性等因素,增加提效措施,控制出口烟尘浓度。改造后的烟尘去除效率可达99.8%,排放浓度低于10mg/Nm³。

随着科技进步和时代发展,环保相关法律法规也会更加严格、更加完善,热电厂超低排放改造技术的研究也将更加深入,未来不断探索研发新技术、新产品、新工艺、新材料也必将成为环保发展永恒的主题。

参考文献:

- [1] 宗振. 济南某热源厂58MW燃煤锅炉烟气脱硫技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.
- [2] 王岳. 热源厂燃煤烟尘低排放控制技术研究[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(08): 116-118.
- [3] 刘飞. 城市供热系统能耗及碳排放研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2012.
- [4] 孙文杰. 基于环境质量目标的兰州新区大气污染物排放上线研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2018.