

Discussion on the Improvement of Synergistic Desulfurization and Dust Removal in a Thermal Power Plant in Beijing, China

Xinchen Ma

Tongfang Environment Co., Ltd., Beijing, 100089, China

Abstract

To implement 2014—2020 the *National Action Plan for Energy Conservation and Emission Reduction*. And according to Beijing DB11/139—2015 *Boiler Air Pollutant Emission Standards*. A thermal power plant in Beijing to improve the efficiency of the original desulfurization system, respectively, the spray system, mist eliminator, tray for re-design and selection. The outlet SO₂ and dust concentration of the reformed desulfurization system meet the local emission standard.

Keywords

efficiency improvement; spray layer; tray; mist eliminator

浅谈中国北京某热电厂脱硫协同除尘提效改造

马欣晨

同方环境股份有限公司, 中国·北京 100089

摘 要

为落实国家2014—2020年《煤电节能减排升级与改造行动计划》，以及根据北京市DB11/139—2015《锅炉大气污染物排放标准》的要求。中国北京某热电厂对原有脱硫系统进行提效改造，分别对喷淋系统、除雾器、托盘进行重新设计及选型。改造后的脱硫系统出口SO₂和粉尘浓度均满足当地排放标准。

关键词

提效改造；喷淋层；托盘；除雾器

1 引言

为落实国家2014—2020年《煤电节能减排升级与改造行动计划》。根据北京市DB11/139—2015《锅炉大气污染物排放标准》的要求，中国北京某热电厂2台机组烟气污染物除需满足超低排放标准外，自2017年4月1日起还需执行更严格的污染物排放限值，其中SO₂、颗粒物排放限值分别为10mg/m³、5mg/m³。当前北京某热电厂两台机组烟尘排放浓度不满足DB11/139—2015《锅炉大气污染物排放标准》要求。为此，需进行脱硫协同除尘提效改造。

2 原有脱硫系统情况

北京某热电厂1、2号2×165MW机组100%负荷全烟气脱硫工程，采用湿式石灰石—石膏烟气脱硫工艺，于2006年12月投运。每台炉对应配备一套石灰石—石膏湿法

脱硫装置，脱硫后的烟气经烟塔排放。2013年，北京某热电厂对燃煤机组进行了低低温电除尘器升级改造，改造后的测试结果表明：脱硫塔入口烟尘为15mg/m³。原有脱硫系统烟气条件如表1所示。

表1 原有脱硫系统入口烟气条件

序号	项 目	单 位	数 据
1	FGD入口烟气流（一台炉，标态，湿基，实际含氧量）	Nm ³ /h	102.93 × 10 ⁴
2	FGD入口SO ₂ 浓度（标态，干基，6%含氧量）	mg/m ³	1100
3	FGD入口烟尘浓度（标态，干基，6%含氧量）	mg/m ³	15
4	FGD入口烟气温度	℃	130

吸收塔采用喷淋塔。吸收塔浆池与塔体为一体结构。原系统中每座吸收塔配备了3台流量为3800m³/h的循环泵，

【作者简介】马欣晨（1988—），中国北京人，本科，从事环境保护研究。

每台循环泵对应一层喷淋层，每层喷淋层设置了 68 个喷头。吸收塔设二级除雾器，布置于吸收塔顶部最后一个喷淋组件的上部。烟气通过二级除雾后，其烟气携带水滴含量低于 $55\text{mg}/\text{Nm}^3$ （干基）。并且在烟气入口与最下层喷淋层之间设有一层托盘装置。

3 原有系统问题分析

3.1 喷淋层覆盖率低

原有喷淋层每层仅布置 68 个喷头，单个喷头的覆盖面积为 2.5m^2 。可计算得出原吸收塔单层喷淋层覆盖率约为 220%。根据相关工程经验，覆盖率一般不低于 300%。在喷淋量一定的情况下，单位面积喷淋的密度越大，则粉尘颗粒因截留而被捕集的机会也就越大^[1]。所以通过提高喷淋层覆盖率，可以有效提高脱硫除尘效率。

3.2 喷头雾化粒径大

原有喷头形式均单头切线型，雾化液滴粒径约为 $2400\mu\text{m}$ 。液滴粒径较大时，脱硫塔内浆液表面积过小，对 SO_2 吸收不利，反之，液滴粒径过小时，液雾容易受到烟气流冲击，不能保持原有形状，影响浆液对烟气的覆盖率^[2]。喷淋雾化液滴粒径选择在 $1900\sim 2100\mu\text{m}$ 脱硫效果较好。

3.3 除雾器除雾性能低

原有除雾器为两级屋脊除雾器，除雾器出口液滴残余量为 $55\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。除雾器出口中的雾滴中含有大量的石膏等颗粒物，是吸收塔出口烟气中粉尘的重要组成部分。根据相关超低排放改造项目数据的分析，吸收塔出口烟气夹带雾滴的含固量大约在 8%~10%。如采用新型高效除雾器，出口雾滴浓度为 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，其中携带固体颗粒物约为 $1.2\sim 1.5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。降低除雾器出口液滴含量可大大减少脱硫系统出口粉尘排放量。

3.4 托盘开孔率及开孔布置不合理

原有托盘开孔率为 35%，在吸收塔截面内所以开孔为均匀分布。但是在实际运行当中，吸收塔内烟气流场较为复

杂，托盘的开孔率及开孔布置应根据 CFD 流场模拟后再进行合理设计。反之，会影响整体吸收塔的脱硫及除尘效果。

4 改造方案

更换喷淋层及喷嘴，利旧原有喷淋层支撑梁。对喷淋层喷头布置及喷头的选型进行重新设计。改造后的喷淋层每层布置 100 个单向双头喷嘴，保证单层喷淋覆盖率达到 300% 以上，同时喷淋层喷嘴针对吸收塔内烟气分布特点以及壁面效应的特点布置，保证吸收塔内的烟气与浆液处于最佳的接触状态。并且双头设计不仅可以提高覆盖面积，还可增加喷射后液滴的二次碰撞，使得雾化粒径可以稳定在 $1900\sim 2100\mu\text{m}$ 区间。

更换除雾器，利旧原有除雾器支撑梁。改造后除雾器采用新型高效三级屋脊式除雾器，此除雾器去除液滴的性能可保证出口浓度不大于 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，去除极限粒径小于 $19\mu\text{m}$ 。此外，整体安装高度与传统三级屋脊除雾器相比所占高度空间更小。传统三级屋脊除雾器一般需要高度约为 4.5m，新型高效三级屋脊除雾器仅需要约 3.5m。

更换托盘，利旧原有托盘支撑梁。更换后的托盘采用不同流速区域设置不同孔径的开孔，既能在低流速区域形成有效持液层，又能减少高流速区域的阻力，保证脱硫塔盘各处的均流效果，提高脱硫及除尘效率^[3]。

5 改造结果

两台锅炉在实施脱硫除尘提效改造后，对不同工况下锅炉排放的烟气中 SO_2 、烟尘进行监测如表 2 所示。

经过脱硫除尘提效改造后，各项指标良好，系统设备运行稳定可靠，各工况运行条件下脱硫效率不低于 99.4%，除尘效率不低于 83%。FGD 出口 SO_2 浓度平均值为 $4.8\text{mg}/\text{m}^3$ ，颗粒物质量浓度平均值为 $2.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。两个排放指标均满足北京市 DB11/139—2015《锅炉大气污染物排放标准》的要求。

表 2 改造后 SO_2 、烟尘浓度监测表

工况	烟尘入口 浓度 (mg/m^3)	烟尘出口 浓度 (mg/m^3)	烟尘 去除率 (%)	SO_2 入口 浓度 (mg/m^3)	SO_2 出口 浓度 (mg/m^3)	SO_2 去除率 (%)
锅炉负荷 90%	14.8	2.4	83.8	987.7	4.7	99.52
	13.9	2.1	84.9	1020.4	4.8	99.53
	14.5	2.2	84.8	994.9	4.8	99.52
锅炉负荷 70%	10.4	1.5	85.5	852.7	4.5	99.47
	10.9	1.7	84.4	794.7	4.4	99.44
	10.1	1.3	87.3	819.2	4.5	99.45

6 结语

通过改造结果,可知本次改造对喷淋层、除雾器、托盘这三个关键设备的改造方案是可行的。并总结出以下几点经验:

①喷淋层、除雾器、托盘这三个设备对于烟气流速分布都有较高的要求,烟气流速分布不均匀,都会影响其真实的性能效果。

②本项目采用的新型高效三级屋脊式除雾器,不仅去除液滴的性能有保证,而且更节省安装空间。对于吸收塔内空间紧张或对整体高度有限制要求的改造项目,可推荐选用此种形式的除雾器。

③增加除雾器区域的高度,使除雾器底部距离最上层

喷淋层之间有足够高的空间让烟气流场稳定。对于保证除雾器的性能有积极作用。

综上,本次脱硫除尘提效改造完全满足“超低排放”的要求,并且满足北京市 DB11/139—2015《锅炉大气污染物排放标准》提出的更为严格的排放要求。对该地区的经济建设与社会人居环境的和谐发展具有积极意义。

参考文献

- [1] 冯金煌,陈活虎.脱硫喷淋塔除尘的影响因素及效果分析[J].环境工程,2010,3(28):70-72.
- [2] 孟志浩,王怡弘.运行参数对循环流化床锅炉湿法脱硫效果的影响研究[J].电力科技与环保,2020,4(36):13-18.
- [3] 袁瑞龙,孙琛.托盘技术应用于湿法烟气脱硫的现状与展望[J].广州化工,2016,19(44):39-41.