

火电厂630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统节能减排技术研究

毛明洁

中国华电集团贵港发电有限公司 广西贵港 537138

摘要: 火电厂燃煤锅炉运行过程中,为达到严格的环保排放要求,需应用高效烟气脱硝技术。其中,选择性催化还原(SCR)便是一种高效烟气脱硝技术,其系统构成复杂,具备高效脱硝、适应性强、自动化程度高等运行特点。为提高系统运行的经济效益与环保效益,还需注重系统节能减排技术的优化应用。本文在对火电厂630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统构成及工作原理进行概述的基础上,进一步重点分析系统节能减排技术的应用,旨在实现节能减排目标,提高系统运行综合效益水平。

关键词: 火电厂;630MW燃煤锅炉;SCR烟气脱硝系统;节能减排技术

经济社会的持续发展,带动了我国电力事业发展。火电厂为电力行业的重要部分,在火电厂燃煤锅炉运行期间,需注重各种系统的优化设计及应用。其中,630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统属高效的烟气脱硝系统,在火电厂中应用广泛,可达到环保排放目标要求^[1]。值得注意的是,在火电厂燃煤锅炉运行过程中,为达到节能减排效果,比如降低烟气当中氮氧化物(NO_x)的排放浓度,进而使大气污染物的排放减少,有必要采取有效节能减排技术。总体而言,为提升火电厂630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统运行综合效益,需结合系统实况,合理科学应用节能减排技术。

一、火电厂630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统构成及工作原理概述

(一)系统构成

基于火电厂630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统,其构成部分较多,主要包括:

(1) 尿素系统,该子系统设备包括溶解罐、水解反应器、热解炉等,主要起到先将固态尿素溶解为溶液(浓度40%~60%),再通过水解生成氨气,然后储存及供应脱硝需要的氨气的作用。

(2) 氨与空气混合系统,此子系统在均匀混合氨气和空气的基础上,使稀释后的氨气有效形成,进一步安全喷入烟气当中。

(3) 喷氨系统,该子系统有喷氨格栅、喷嘴等配件,主要作用是湿稀释之后的氨气可以均匀喷入烟气当中。

(4) SCR反应器,为脱硝反应主场所,内置催化层,能够使氨气和烟气当中的NO_x发生还原反应得到有效促进。

(5) 吹灰系统,发挥该系统当中蒸汽吹灰器及声波吹灰器等作用,可以将催化剂表面的积灰定期清理干净,使催化剂的活性得到有效维持。

(6) 检测控制系统,其中涉及各类传感器、分析仪以及控制设备,主要对脱硝系统的运输参数进行实时监测及控制。

(二)工作原理

火电厂630MW燃煤锅炉SCR烟气脱硝系统运行过程中,需发挥SCR烟气脱硝技术的作用,其基本原理为:基于催化剂作用条件下,氨气(NH₃)和烟气当中的NO_x发生还原反应,将无害的氮气(N₂)以及水蒸气(H₂O)生成出来。其间,相关化学反应方程式包括:① $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$;② $6NO + 4NH_3 \rightarrow 5N_2 + 6H_2O$;③ $6NO_2 + 8NH_3 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O$ ^[2]。

需注意,虽然基于液氨为还原剂的SCR脱硝系统具备高效脱硝、适应性强、自动化程度高、经济效益与环保效益高等特点。但从安全生产角度来说,基于尿素为还原剂的SCR脱硝系统流程无爆炸风险,储存运输便捷,适合人口密集区或安全要求高的工作环境。因此,基于尿素为还原剂的SCR脱硝系统需要更加注重系统的运行提升,还需注重节能减排技术在系统运行过程中的应用。

作者简介: 毛明洁(1987-),男,汉族,山东莱州人,本科学历,工程师,从事工作及研究方向:火电厂集控运行管理。

二、火电厂 630MW 燃煤锅炉 SCR 烟气脱硝系统节能减排技术应用分析

(一) 项目概况

以国内某煤电企业火力发电厂为例，运行机组发电容量 630MW，属超临界参数变压运行螺旋管圈直流锅炉。该锅炉处于低负荷运行状态下，出现 SCR 区烟温比催化剂反应温度低的情况。为达到节能减排的目标，决定对其中的省煤器分隔烟道的宽负荷脱硝装置进行优化改造。

(二) 系统节能减排技术应用

本项目火电厂 630MW 燃煤锅炉 SCR 烟气脱硝系统中的省煤器，布设部位为锅炉后烟井低温再热器下面位置，依次排列有光管蛇形管一共 3 组，和烟气构成逆流布设关系，管材型号为 SA-210C，规格为 50.8 × 7.89mm，一共有 3 × 167 片，每一片受热面均由 3 根并蛇形管套管构成，管子一共为 507 根，横向节距为 112mm。为确保锅炉系统运行可以提升能源利用效率，减少二次污染，并提升 NO_x 减排效果，针对系统省煤器装置提出了两个节能减排改造方案，见下表 1。

表 1 针对系统省煤器装置提出的节能减排改造方案

方案	节能减排改造内容	优缺点
方案 1	① 受热管片从原先 167 片，缩减至 81 片； ② 运行氧量为 5.8%；	优点：出口烟温达 300.4℃； 缺点：氧量处于异常范围
方案 2	① 受热管片从原先 167 片，缩减至 47 片； ② 运行氧量为 4.5%	优点：出口烟温达 305.4℃； 氧量处于正常范围

该火电厂技术人员经过一番讨论，决定选择方案 2 进行系统节能减排改造，并和资深电力公司加深合作，研发了省煤器分隔烟道的宽负荷脱硝装置，为节能减排改造目标的实现提供有效支持。一方面，基于省煤器管圈横向节距空间，增加设置了 2 块隔板，左侧与右侧各有 1 块，烟气分成并列形式的三通道，并处于左右两侧烟气通道下方位置，将烟气挡板规范设置完好。系统锅炉处于高负荷运行状态情况下，省煤器出口烟温 > 309℃，烟气挡板维持全开不动作状态。另一方面，在锅炉负荷下降情况下，省煤器出口烟温 < 309℃，烟气挡板动作慢慢变小，此时烟气朝中间段流动，省煤器换热面积缩小，出口烟温提高，在 > 309℃ 情况下，挡板动作暂停。

此外，为达到节能减排的目标，系统省煤器装置优化改造之后，还需落实相关技术控制要点，包括：其一，左右两侧档杆控制烟道，需确保具备少量烟气流通，保

证系统省煤器装低负荷运行过程中避免发生堵灰情况。其二，根据实际运行参数，合理控制并列烟道米面积比，并采取热力计算方式，使分割面积比问题得到有效解决。此外，基于 SCR 烟道外侧将烟气挡板规范加设好，在宽负荷烟气挡板关闭情况下，使烟气导流至烟道的中间到内侧断面，使烟气顺利流通，并确保挡板上部位置的喷氨枪暂停喷氨操作。

(三) 应用效果评价

本项目针对系统省煤器装置采取针对性节能减排改造方案之后，主要效果包括：

(1) 改造前，本项目火电厂 630MW 燃煤锅炉 SCR 烟气脱硝系统处于低负荷运行条件下由于烟温难以符合催化剂要求，进而导致 SCR 喷氨系统自动切除问题得到有效解决，进而解决了 NO_x 排放超标问题。

(2) 改造之后，机组处于 300MW 低负荷状态下，仍可以满足 SCR 入口烟温要求，使 SCR 喷氨系统正常、安全运行得到有效保证。

(3) 630MW 机组年发电量为 30 亿 kWh，360MW 以下负荷发电量占比为 30%，脱硝环保电价收益为 0.012 元/kWh，工程投资回收期大约为 6 个月；工程收益率高，投资回收周期短，节能减排整体效果显著。

结语

综上所述，火电厂 630MW 燃煤锅炉 SCR 烟气脱硝系统构成复杂，虽然系统运行特点优势较多，比如可以起到高效脱硝的作用，且系统可自动化运行，对各种环境的适应性强，但仍需加强节能减排控制。结合本次重点提到的省煤器分隔烟道的宽负荷脱硝装置改造方案来看，可使系统燃煤锅炉处于低负荷状态下 NO_x 排放超标问题得到有效解决，并使机组能源利用效率、经济性得到协同提升。由此可见，需结合火电厂 630MW 燃煤锅炉 SCR 烟气脱硝系统实际运行情况，采取合理科学的节能减排技术，达到节省喷氨量、降低氨逃逸率、延长催化剂使用寿命等作用，提升系统运行整体节能减排效益，助力火电厂生产建设事业高质量发展。

参考文献

- [1] 李华, 丁奕文, 梅振锋. 630MW 燃煤机组磨煤机入口一次风量分配优化[J]. 电力设备管理, 2021, (06): 83-84.
- [2] 张洋. 630MW 燃煤机组锅炉运行状况的案例分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(12): 322-323.