

火电机组 CEMS 反吹扫氮氧化物波动智能控制

张伟鹏

内蒙古能源发电投资集团有限公司电力工程技术研究院

DOI:10.12238/acair.v2i2.7348

[摘要] 本文介绍了在火电机组脱硝控制烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时,依据负荷/喷氨调节阀开度的静态开环控制,或依据脱硝入口氮氧化物拟合脱硝出口氮氧化物实时值的闭环控制的智能控制方法。克服了烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时氮氧化物—喷氨量控制难点,提高了氮氧化物在CEMS系统反吹扫时的稳定性。

[关键词] CEMS; 反吹扫; 脱硝控制; 氮氧化物; 喷氨调节

中图分类号: O611.62 **文献标识码:** A

Intelligent Control of Nitrogen Oxide Fluctuation in CEMS Backflushing of Thermal Power Units

Weipeng Zhang

Inner Mongolia Energy Power Generation Investment Group Co., Ltd

[Abstract] This article introduces an intelligent control method for static open-loop control based on load/ammonia injection control valve opening, or closed-loop control based on fitting the real-time value of denitrification outlet nitrogen oxide according to the denitrification inlet nitrogen oxide, during the back blowing of the continuous monitoring system (CEMS) for flue gas emissions in thermal power units. It overcomes the difficulties in controlling the nitrogen oxide ammonia injection rate during the back blowing of the Continuous Emission Monitoring System (CEMS), and improves the stability of nitrogen oxides during the back blowing of the CEMS system.

[Key words] CEMS; reverse blowing; denitrification control; nitrogen oxide; ammonia injection regulation

引言

随着国家“节能减排 绿色环保”发展政策的提出,各地电网响应国家政策而加大对环保指标的要求,在此环境下,火力发电机组的脱硝氮氧化物控制性能必须大幅度提高,火力发电机组氮氧化物控制中由于烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫带来的氮氧化物闭锁等现实问题,对脱硝氮氧化物控制产生较大影响。

本文提出的方法对火电机组脱硝氮氧化物控制进行智能优化,克服了CEMS系统反吹扫引起的氮氧化物波动。

1 背景

火电机组脱硝氮氧化物测量主要使用烟气排放连续监测系统(CEMS)测取,主流CEMS系统工作原理为直接抽取或稀释抽取锅炉烟气进行污染物数据分析并上传至机组控制单元及环保局,为了避免长时间持续抽取烟气而导致取样装置堵塞,CEMS系统设计有烟气取样管路反吹扫单元,定时对取样管路采用压缩空气反向吹扫。当CEMS系统反吹扫时,会闭锁当前氮氧化物测量值直至反吹扫结束后系统恢复正常测量,以避免氮氧化物测量值在反吹扫阶段由于无实际烟气进入分析仪而趋近于0,这种设计

在机组负荷无变化时,可以保证氮氧化物测量值在CEMS系统反吹扫前后的一致性和连贯性,但如果在反吹扫阶段机组负荷由于电网调度需要增减时,由于CEMS系统闭锁了氮氧化物测量值,脱硝氮氧化物自动控制系统由于调节对象闭锁无法有效调节,极易造成锅炉烟囱出口处的氮氧化物超排。

目前针对CEMS系统反吹扫时氮氧化物闭锁引起的自动控制难题,主要采用以下两种针对性控制策略:

第一种,当CEMS系统反吹扫时,根据机组负荷不同,直接将脱硝氮氧化物自动控制系统的喷氨调节阀调整到相对应开度。

第二种,当CEMS系统反吹扫时,将脱硝氮氧化物自动控制系统中主回路(氮氧化物PID调节)指令闭锁,依靠烟气量前馈随动调整喷氨调节阀开度。

以上两种控制策略,总体来说属于粗放式控制,第一种控制策略属于静态函数控制,当锅炉煤质发生变化时,静态函数会产生较大偏差,调节效果变得较差;第二种控制策略由于烟气量测量到脱硝系统距离太短,当烟气量发生变化后再去调整喷氨调节阀已经无法完全抑制脱硝出口氮氧化物变化,调节效果依然不理想,仍然需要运行人员手动干预。

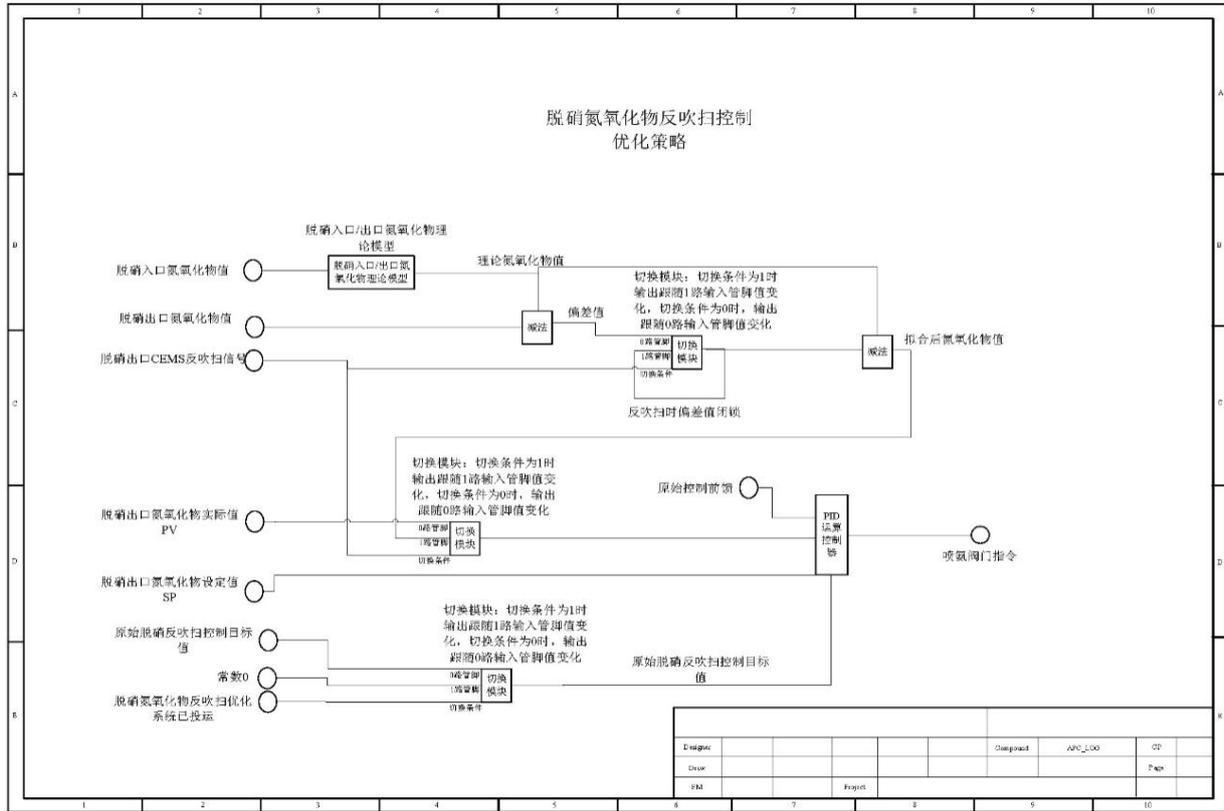


图 1 脱硝氮氧化物反吹扫控制优化策略

2 具体方案

鉴于CEMS系统反吹扫对火力发电机组脱硝氮氧化物控制存在明显影响,采用APC先进控制系统作为平台创建脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统,搭载氮氧化物反吹扫智能控制策略,建立相应过程参数模型,对脱硝氮氧化物控制进行优化,实现烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时氮氧化物的稳定性。

本方案中的氮氧化物智能控制策略通过将原火电机组脱硝控制中烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时依据负荷/喷氨调节阀开度的静态开环控制或依据烟气量前馈随动调整喷氨调节阀开度的粗放式控制策略优化为烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时依据脱硝入口氮氧化物拟合脱硝出口氮氧化物实时值的闭环控制,其原理为依据脱硝入口氮氧化物/出口氮氧化物数值模型,取脱硝入口氮氧化物依据模型生成理论脱硝出口氮氧化物,当脱硝出口CEMS反吹扫时,闭锁当前理论脱硝出口氮氧化物与脱硝出口氮氧化物实测值的偏差值,再以实时理论脱硝出口氮氧化物减去该偏差值得到拟合后的脱硝出口氮氧化物,参与自动调节,控制喷氨调节阀开度,既采用了模型预测脱硝出口氮氧化物,又避免了模型小范围失真引起的预测值偏差难题,从而实现脱硝出口CEMS系统反吹扫时脱硝入口氮氧化物与出口氮氧化物—喷氨量过程模型挂钩的控制策略,最大程度利用模型预测的优点,克服烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时氮氧化物—喷氨量控制难点,提高氮氧化物在CEMS系统反吹扫时的稳定性(图1)。

实现方法和步骤:

2.1 通讯建立

脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统可通过成熟可靠MODBUS的通讯方式与DCS建立数据通讯。

2.2 建立脱硝氮氧化物反吹扫控制策略

搭建脱硝氮氧化物反吹扫控制策略,其主要采用将脱硝入口氮氧化物依据其对应脱硝出口氮氧化物过程模型,而折算为理论氮氧化物值,当脱硝出口CEMS反吹扫时,闭锁当前理论与脱硝出口氮氧化物实测值的偏差,再以实时理论值减去该偏差值得到拟合后的脱硝出口氮氧化物,参与自动调节,控制喷氨调节阀开度,具体架构如下:

理论脱硝出口氮氧化物值: 将脱硝入口氮氧化物依据其对应脱硝出口氮氧化物过程模型,而折算为理论氮氧化物值。

偏差值: 理论脱硝出口氮氧化物值减去实测脱硝出口氮氧化物值,当脱硝出口CEMS反吹扫时,闭锁当前偏差。

拟合后脱硝出口氮氧化物值: 将实时理论脱硝出口氮氧化物值减去偏差值,生成拟合后脱硝出口氮氧化物值,当脱硝出口CEMS反吹扫时,以拟合后的氮氧化物值切换实际氮氧化物值(CEMS系统反吹扫时该值会闭锁为当前值直到反吹扫结束后系统正常)进入自动调节系统,依据与脱硝出口氮氧化物设定值偏差进行PID(比例积分微分控制)运算,计算喷氨调节阀输出指令。

2.3 优化脱硝氮氧化物反吹扫控制参数

(1)对左右侧脱硝入口氮氧化物/脱硝出口氮氧化物进行建

模试验,建立控制数学模型:在机组负荷为30%、50%、100%且稳定时,将脱硝出口氮氧化物自动控制切换为手动控制并保持喷氨调节阀开度不变,改变锅炉燃烧工况,增减10吨/小时燃料量,使脱硝入口/出口氮氧化物发生变化直至稳定,计算出脱硝入口/出口氮氧化物变化数学模型中的增益、死区时间、过渡过程时间。(2)依据数学模型,在已知脱硝入口氮氧化物的情况下,计算出理论脱硝出口氮氧化物值。

3 实施方式

火电机组脱硝控制中烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫引起氮氧化物波动的智能控制方法,针对电厂因传统脱硝控制中CEMS系统反吹扫时闭锁氮氧化物测量值,而同时段机组负荷变化引起氮氧化物波动的问题,采用APC先进控制系统作为平台创建脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统,搭载氮氧化物智能控制策略,对机组氮氧化物控制在CEMS系统反吹扫时进行相应优化,经过系统调研、方案设计、逻辑修改、开环试验、闭环试验、模型验证及相关运行测试等阶段工作,实现CEMS系统反吹扫时氮氧化物控制的稳定性。

实施流程包含几个主要阶段

(1)可行性研究:了解机组脱硝氮氧化物控制情况和实际运行问题,确定优化目标。(2)系统通讯:同DCS建立数据通讯,读取脱硝氮氧化物控制系统回路各参数,将优化运算结果反馈给DCS。(3)逻辑搭建:实现新旧脱硝氮氧化物反吹扫控制逻辑间无缝切换、通讯握手和氮氧化物反吹扫智能控制策略。(4)数据建模:通过特定试验,计算和识别模型特征参数,建立可靠的运行参数模型,预测脱硝氮氧化物控制中的各参数变化。

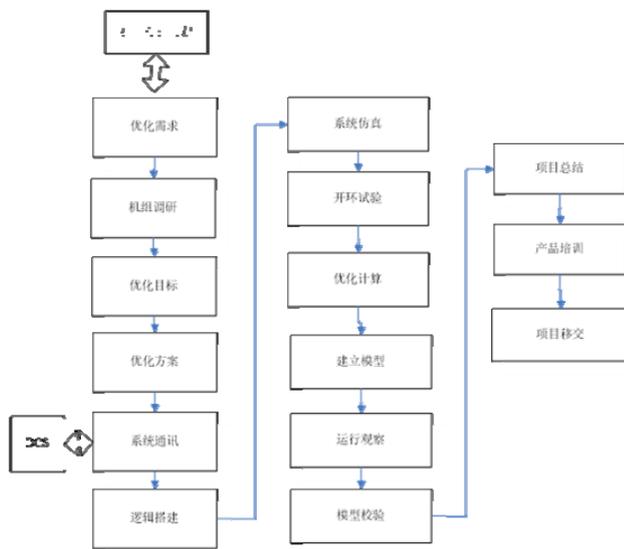


图2 实施流程图

4 切换逻辑示意图

机组原有脱硝氮氧化物反吹扫控制策略依然作为脱硝氮氧

化物反吹扫控制优化系统运行的基础。在脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统外,机组原脱硝氮氧化物反吹扫控制策略始终保持在健康的运行状态,并且始终跟踪脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统的输出,随时可以进行无缝切换。机组原脱硝氮氧化物反吹扫控制策略侧和脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统侧我们做有非常严谨的先进控制握手、保护、跟踪策略,用于安全投切。

脱硝氮氧化物反吹扫控制优化运行效果:

通过对机组脱硝氮氧化物反吹扫控制进行优化工作后,氮氧化物在脱硝出口CEMS反吹扫时的调节品质得到明显提高,氮氧化物设定值与氮氧化物实际值偏差基本能控制在 $\pm 4\text{mg}/\text{Nm}^3$ (图3)。

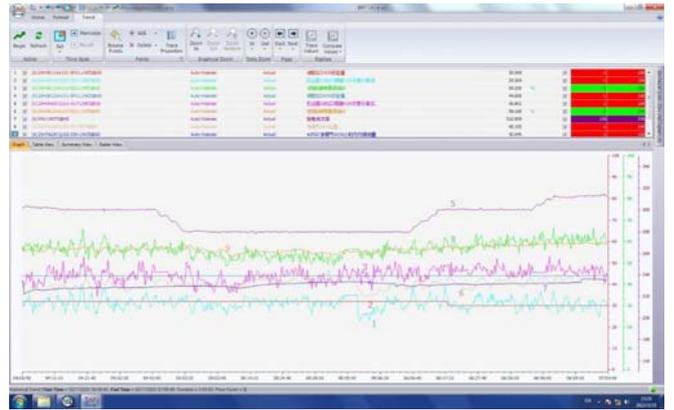


图3 实际运行效果图

5 结论

我们对于CEMS系统反吹扫对火力发电机组脱硝氮氧化物控制存在明显影响的问题,采用APC先进控制系统作为平台创建脱硝氮氧化物反吹扫控制优化系统,通过烟气排放连续监测系统(CEMS)反吹扫时预测氮氧化物变化趋势,依据硝入口氮氧化物拟合脱硝出口氮氧化物实时值的智能控制方式,提高氮氧化物在CEMS系统反吹扫时的稳定性,在现场使用中取得了良好的效果。

[参考文献]

- [1]张布伟,张晓勇,蔡同锋.火电厂烟气排放连续监测系统(CEMS)与参比方法监测数据差异分析[J].环境科学与管理,2023(9):112-116.
- [2]徐景新.火电厂SCR脱硝系统喷氨优化调整探究[J].电力设备管理,2022(9):212-215.
- [3]徐国飏.300MW火电机组脱硝控制策略设计与优化[J].机电信息,2023(9):63-66.

作者简介:

张伟鹏(1979--),男,汉族,内蒙古赤峰市人,硕士研究生,内蒙古能源发电投资集团有限公司,电力工程技术研究院,研究方向:控制理论与控制工程。