

浅谈电厂脱硝喷氨控制系统的深度优化

张晓旭, 马金旺

(河北衡水发电有限责任公司, 河北 衡水 053000)

摘要:本文阐述了某电厂 #3 机组脱硝喷氨控制系统深度优化的项目背景、优化原理、总量调节、分区测量和调节以及项目改造效果等方面。从目前机组脱硝喷氨控制的调节状况和调节效果来看, 该电厂此次深度脱硝喷氨优化取得了良好的效果, 脱硝喷氨调门的稳定性、系统各分区喷氨和氮氧化物浓度的均匀性、脱硝出口超调的频率和次数、空预器差压和氨逃逸等性能指标都得到了明显的改善, 脱硝系统整体运行的经济性和稳定性得到了稳步的提升。

关键词:大数据; 喷氨控制系统; 深度优化; 总量调节

中图分类号: TM621

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2022)04-0121-02

1 项目背景

某电厂的 #3 锅炉是北京巴布科克·威尔科克斯有限公司生产的 B&WB-1025/18.3-M 型、亚临界、一次中间再热、单汽包、自然循环单炉膛、II 型布置煤粉锅炉。

该机组的脱硝系统采用的是选择性催化还原法 (SCR), 在设计煤种、锅炉最大工况下, 脱硝系统的设计入口 NO_x 浓度为 $900\text{mg}/\text{Nm}^3$, 脱硝效率不低于 95%。

2018 年以来, 北京、天津、河北、上海等地陆续下发超低排放地方标准, 燃煤机组的 NO_x 排放浓度不得超过 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$, 这就对脱硝喷氨控制系统各设备的稳定性和环保性能提出了更为严苛的要求和更加严峻的考验。

但假如一味追求环保指标, 专注于保证过低的出口 NO_x 浓度而忽略其他参数, 会造成机组喷氨量的大幅增加, 不仅会造成氨气的浪费, 影响机组运行的经济性, 另一方面, 氨逃逸率加大, 生成 NH_4HSO_4 , 大量地积聚在催化剂表面, 甚至会在空预器表面冷凝析出某种晶体物质, 与内部的烟尘粘结在一起, 造成空预器不同程度的堵塞, 严重影响了机组运行的安全性和可靠性。

因此, 在经济性和环保性能的双重要求下, 机组原有的脱硝喷氨控制方案急需进行大幅度的调整和优化。

2 改造原因

改造前的脱硝喷氨控制系统, 自投产以来经常会出现出口氮氧化物瞬时值超标、负荷快速变化时, 喷氨总量变化不及时、氨逃逸率加大和空预器堵塞等问题, 严重影响了机组运行的经济性、环保性和可靠性。

通过分析, 机组原有的脱硝喷氨控制系统存在下述几个方面的原因和问题。

2.1 测量问题

机组原有的脱硝系统两侧出口处各只有一个测点, 且烟道直管段较短, 管道中心和管道边缘的浓度差距很大, 出口烟道上横截面上的氮氧化物浓度并非均匀分布, 所以单一测点的测量方式并不能反映出口烟道的平均氮氧化物浓度, 导致 A、B 两侧出

口 NO_x 与烟囱入口 NO_x 的测量偏差值过大。

2.2 仪表问题

测量氮氧化物浓度的仪表除去正常测量状态外, 还存在系统标定、维护等模式, 在每隔 4h 仪表标定的时间段内, 该侧出口的氮氧化物浓度将维持在标定前一刻的浓度值, 这就给该侧总量控制制造了极大的困难。原有的脱硝控制逻辑并不能很好地解决标定期间该侧出口的喷氨量的问题, 导致脱硝总量控制受仪表标定等因素干扰大。

2.3 控制系统问题

现有的控制喷氨总量的计算方法和组态方式, 在遇到机组负荷快速增加或减少和入口氮氧化物浓度迅速波动等问题时, 并不能及时地调整脱硝出口的喷氨量, 并且原有 DCS 系统以纯滞后调节为主, 前馈占比不大, 导致喷氨总量调节时间长, 反应速度慢, 不能满足实际变负荷工况的要求。

2.4 均匀性问题

原脱硝系统虽然将 A、B 侧烟道各分成了八个区域, 但烟道两侧手动调门无法根据机组负荷 (蒸发量) 变化而及时调整, 难以有效保证烟道内喷氨量和氮氧化物的均匀性, 为脱硝出口单点测量的准确性造成了很大的困难。

3 深度脱硝优化方案

根据原有脱硝喷氨控制系统存在的上述问题和缺陷, 有针对性地解决原系统影响脱硝稳定性、经济性和环保性的问题, 现提出以下解决方案。

3.1 采用 NO_x 多点测量分析仪

针对该电厂脱硝系统两侧出口 NO_x 浓度单点测量不能代表整个烟道截面的分布情况, 测点数值代表性差的问题, 现采用 NO_x 多点测量分析仪。

NO_x 多点测量分析仪采用成熟的化学发光法分析仪表, 取样原理采用稀释法。该系统能在同一时刻同步抽取和分析格栅各点烟气, 即采用多点烟气同步抽取同一时刻烟道截面多点烟气, 并逐点分析以获取同一时刻浓度值, 用来真实反映同一时刻烟

气成分分布的变化。

A、B 两侧脱硝出口各有 8 个测点,分别代表同一截面不同区域的 NO_x 浓度,以便全面分析出口各区域 NO_x 的分布情况,并将它们的均值作为该侧出口 NO_x 的浓度值,为脱硝系统各反应分区电动调门的开度调整和喷氨总量调门的实时调节提供精确和及时的指导。

3.2 分区喷氨的实时控制

为解决原有脱硝系统入口流场不典型和各分区 NO_x 浓度偏差大的问题,现根据各分区 NO_x 浓度变化趋势,实时调整调节电动门以实现氨气的合理分配。将 A、B 侧脱硝反应区域,各分成 8 个分区,每个分区安装独立电动调节阀,根据分区测量值,自动调整分区均匀性,实时优化烟气流场变化引起的 NO_x 分布。

针对现场新增电动调门,控制逻辑采用相对应的组态。在 DCS 系统中,将每个分区氮氧化物的浓度和该侧的混侧值进行比较,当分区浓度比混侧值高到一定的浓度差,该分区电动调门将一次性增加 1.5% 个开度,反之,当分区浓度比混侧值低到一定的浓度差,该分区电动调门将一次性减小 1.5% 个开度。这样的组态方式很好地控制了各个喷氨电动门的开度,确保脱硝系统出口 NO_x 浓度分布的均匀性,与 NO_x 多点测量分析仪共同作用,为喷氨总量的控制提供了具有代表性的可靠数据。

3.3 大数据智能分析站

对于喷氨总量的控制逻辑,现引入先进喷氨自动控制策略,策略中主要参数包含机组负荷、总风量、二次风门开度、总燃料量、脱硝进出口 NO_x 含量、氧量等机组相关数据,以便对总量控制加以适当的前馈,解决喷氨总量反应变化慢、不能根据工况及时调整的问题。

大数据智能分析站通过大量采集脱硝系统的相关数据,建立起较为准确的炉膛燃烧 NO_x 生成量预测模型,实现不同负荷范围内 NO_x 生成量的实时预测,为喷氨总量的精准控制提供了准确又详实的前馈数据。再根据喷氨总阀流量、两侧出口氮氧化物含量、烟囱入口氮氧化物含量等数据,快速、准确地计算出喷氨支阀开度。这就很好地解决了原脱硝组态调节手段单一,基本上为纯滞后调节等突出性问题,较好地满足了现有运行工况的要求。

此外,大数据智能分析站还具有数据存储功能,用以存储锅炉侧和脱硝系统相关的重要数据、脱硝两侧出口和总排口 NO_x 浓度的实时数据。并通过人工智能技术对模型和算法不断地进行优化和升级,并具备在线更新功能,将持续为运行机组的脱硝性能持续进行优化,实现脱硝装置持续的智能化运行。

4 改善效果

4.1 均匀性

经过脱硝喷氨控制的优化调整后,脱硝系统各分区 NO_x 浓度相对平均,均匀性得到了明显的改善。A、B 两侧出口 NO_x 浓度场分布的不均匀度小于 25%,氨逃逸率显著降低,有效地控制在 2ppm 以内,避免了空预器堵塞等情况的出现。

根据脱硝两侧出口值与净烟排口的瞬时值和小时均值进行

对比,三者之间的偏差低于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$,这说明脱硝系统反应区的均匀性对喷氨总量的精准控制具有良好的改善作用。

4.2 喷氨总量

通过喷氨优化的前后对比可以看出,机组 NO_x 排放满足环保超低排放要求,总排口 NO_x 浓度的小时均值控制在小于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 范围内,且 NO_x 浓度的波动范围小时均值为 $\pm 5\text{mg}/\text{Nm}^3$,脱硝出口氮氧化物瞬时值波动值为 $\pm 7\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

根据净烟总排口的小时均值与设定值对比,小时均值在各种工况下跟踪及时,均值与设定值偏差控制在 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以内,且出口氮氧化物瞬时值超标的次数大幅降低。自脱硝系统深度优化以来,从未发生因自调引起的小时均值超标,自调投入率达到了 99.7%。

5 结论

该电厂的深度脱硝优化改造已经成功运行一年多,取得了良好的经济性和环保效益,在保证烟囱入口 NO_x 排放满足地方排放标准的同时,极大地减少了用氨量,使脱硝各分区 NO_x 浓度更为均匀,氨逃逸问题得到有效的控制,解决了空预器差压大、空预器阻塞、烟囱入口瞬时值波动大等固有问题。

在接下来的日常维护中,还应该继续加强对脱硝反应区均匀性的维护,确保分区的混侧值可以更加准确地反映脱硝系统内部的情况,为总量调节提供准确、实时的调节参数。对于喷氨调门的总量调节,还可以进一步优化内部参数,减少 NO_x 瞬时值超标的次数,以提升脱硝反应系统的稳定性,从而更好地满足环保要求。

参考文献

- [1] 张亮,丁启磊.某厂百万机组烟气脱硝精准喷氨改造及运用效果[J].低碳世界,2019(8):117-118.
- [2] 张大川,任登敏.燃煤电厂锅炉脱硝问题及改造探究[C]//2016 燃煤电厂超低排放形式下 SCR(SNCR)脱硝系统运行管理及氨逃逸与空预器堵塞技术交流研讨会论文集,2016(1):308-311.
- [3] 黄敏,吴晓峰.浅析低氮燃烧技术在燃煤锅炉中的应用[J].能源与环境,2014(2):23-27.
- [4] 冉永为.浅谈火电厂脱硝系统优化调整[J].山东工业技术,2017(24):156.
- [5] 梁建新.浅谈电站锅炉烟气脱硝系统喷氨优化调整方法[J].中国设备工程,2019(20):75-76.
- [6] 覃绍亮.基于电厂锅炉烟气脱硝系统喷氨的优化方案[J].能源化工,2020,41(4):32-36.
- [7] 高瑞飞,翟鹏霄,田明.燃煤电厂烟气脱硝氨逃逸的分析与研究[J].辽宁化工,2020(10):1272-1273.
- [8] 程琳,赵文杰.基于 GA-ELM 的 SCR 脱硝系统动态建模[J].热力发电,2019(6):29-33.

收稿日期:2021-12-03

作者简介:张晓旭(1991—),女,汉族,河北衡水人,硕士研究生,工程师,研究方向为电厂热控自动化。