1050MW超超临界机组SCR自动喷氨优化运行

以某电厂1000MW超超临界燃煤机组SCR烟气脱硝系统为研究对象，对SCR反应器进行了喷氨优化改造调整，为燃煤机组SCR系统喷氨优化调整提供了参考依据。

火力发电机组是释放氮氧化物（NOx）的主要污染源之一，严重危害着生态环境及人类健康，因此目前火力发电机组均采取有效的脱硝技术以消除NOx污染。本文以某电厂1050MW机组脱硝系统为研究对象，利用网格法分别测量了高（1050MW）、中（750MW）、低（500MW）负荷下SCR反应器特征区域的流场数据。并以此为参考进行了AIG喷氨实时优化改造，对改造后的SCR脱硝装置进行了性能试验，研究了喷氨实时优化对于SCR反应器出口NOx浓度分布以及氨逃逸的影响。

1 脱硝设备概况

某电厂1050MW超超临界燃煤发电机组SCR脱硝系统采用高灰型布置工艺，单炉体双SCR结构体布置在锅炉省煤器出口和空气预热器之间，不设反应器烟气旁路。脱硝还原剂采用液氨法方案，催化剂采用波纹式催化剂。

2 评价指标

本文采用相对标准偏差系数CV来衡量脱硝设备入出口烟道截面NOx浓度分布的均匀程度。SCR反应器进、出口截面各测点处的NOx浓度根据式（1）计算，然后根据式（2）计算截面NOx浓度平均值。烟道截面NOx浓度分布相对标准偏差CV值由公式（3）~（4）进行计算。

$$NOx_i = NO_{iact,O_2} \times 2.05/0.95 \times \frac{21-6}{21-O_{2,act}} \quad (1)$$

$$\overline{NOx} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} NOx_i \quad (2)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(NOx_i - \overline{NOx}\right)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$CV = \frac{\delta}{\overline{NOx}} \times 100 \quad (4)$$

其中NO_{iact}，O_2为反应器入口截面各点NO浓度，$O_{2,act}$为反应器入口截面实测O_2浓度，NOx_i为截面各点NOx浓度，$\overline{NOx}$为反应器入出口截面NOx浓度平均值，δ为NOx浓度分布标准偏差，CV为相对标准偏差。相对标准偏差系数CV值越小，NOx浓度分布均匀性越好。

3 实验结果与讨论

3.1喷氨优化前SCR运行状

对喷氨优化改造前的SCR反应器入/出口NOx浓度进行了网格法测量试验，试验结果分析表明：在三种负荷下A侧反应器入口烟气中NOx浓度均小于B侧反应器入口NOx浓度，这与DCS中数据的规律一致。

SCR入口的NOx浓度相对标准偏差除高负荷（1050MW）和中负荷（750MW）工况下的A侧为7%外，其余均在5%以下，说明SCR入口的NOx浓度分布相对较为均匀。三种负荷条件下，B侧NOx分布的相对偏差均大于A侧，说明B侧NOx分布均匀性较好。

三种负荷下A侧出口的NOx浓度均小于B侧；且A侧实测数据远远低于DCS中的数值，这是因为三种负荷下A侧反应器进口烟气中NOx浓度均小于B侧，而表5数据显示，喷氨优化改造前三种负荷下A侧的喷氨量均大于B侧，在两侧烟气量相当的情况下，A侧SCR出口的NOx浓度势必要小于B侧。

这说明网格式测量能够准确地反映出口真实的NOx浓度，也说明了A侧原有测点为单点测量，不具有代表性。A侧反应器出口截面NOx浓度沿宽度方向变化较大：靠烟道中心线区域NOx浓度偏高，而靠烟道两侧区域NOx浓度偏低。

B侧反应器出口截面NOx浓度分布则与A侧相反，呈现两边高中间低的趋势。在进口NOx浓度分布相对均匀的情况下，计算三个工况下两侧反应器出口NOx浓度分布的相对偏差均超过36%，这说明出口NOx分布的均匀性都极差，将导致局部过喷氨或欠喷氨，这会影响催化剂的寿命，并且增大氨逃逸。

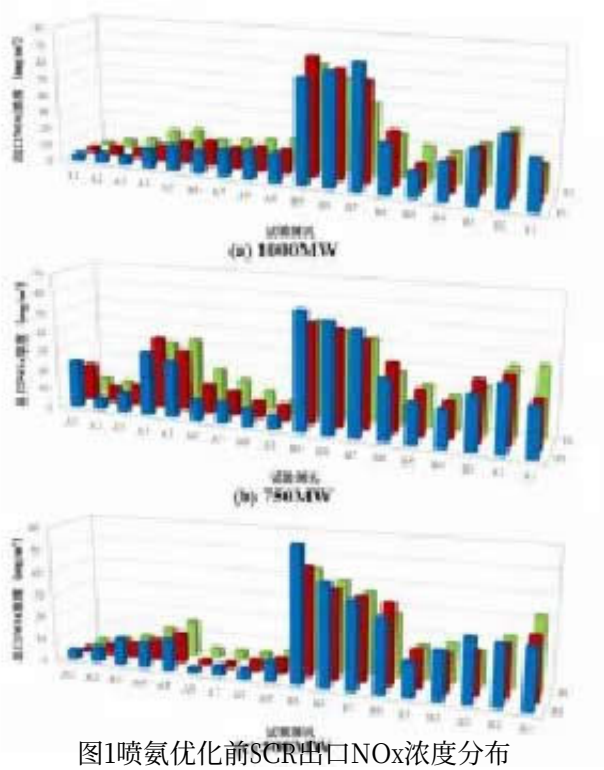

图1喷氨优化前SCR出口NOx浓度分布

高负荷下的氨逃逸率明显高于中、低负荷下的氨逃逸率，但没有明显的规律；DCS数据显示，不同负荷下B侧的氨逃逸明显高于A侧，实测数据平均值却没有这种规律；且实测数据平均值与DCS表盘值也没有明显的对应关系，说明原有的单点测量结果不具有代表性，不同测点的数据也有很大波动。实际测量发现局部区域氨逃逸体积分数较大，均超过了3μL/L，会造成下游设备堵塞，引风机电耗增大，影响电厂的经济性运行。

3.2喷氨优化改造方案

对SCR各小区喷氨量进行控制，能有效降低氨逃逸平均值及局部氨逃逸峰值。将原有脱硝系统入口喷氨系统的2×2×12个喷嘴进行分区，分为2×8个小的喷氨区域，即将原有的相邻3个喷氨喷嘴分为一组，如图2所示。

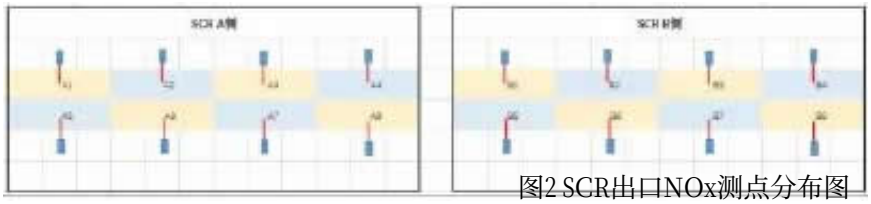

图2 SCR出口NOx测点分布图

原有喷氨系统管道拆除，根据分区重新进行组合，安装16套气动阀组，并保留原有手动阀。同时把增加的调门控制信号引入到DCS系统，作为脱硝运行系统的一部分，由集控室统一操作控制，确保氨的正常喷射。

图2为改造后喷氨格栅布置图。网格测量点根据AIG喷氨分区布局取样点，在SCR每侧出口各安装一套烟气网格多点测量系统，对SCR出口的NOx和O2进行在线快速断面扫描测量。按照SCR的喷氨格栅布置情况，将A、B侧SCR出口测点同样布置为2×8个测点，与喷氨分区相对应。

网格多点测量系统检测的SCR烟道污染物的分布状况实时的传送到DCS，同时把机组相关的运行数据，如负荷、风量、氧量、磨机、给煤机等相关的数据采集到优化控制系统内，通过控制算法进行分析处理并参与算法逻辑计算。

根据烟气网格多点测量数据及机组相关的运行数据，首先进行分区域的优化逻辑控制，采用控制算法、状态控制等进行NH3/NOx的等摩尔比的喷射运算，使得各区域均实现按需喷氨。

然后根据DCS的实时测得数据和网格多点测量数据进行NOx的数据进行修正，通过模糊的智能前馈、模型的预测控制等控制技术对喷氨总量的进行运算。AIG喷氨实时优化系统能够根据机组运行工况的变化以及NOx分布情况调整每个区域喷氨量。

3.3喷氨优化后SCR运行状况

喷氨优化改造后SCR出口NOx进行了网格法考核试验。A/B两侧出口NOx浓度相差不大，与DCS中数据相近。与喷氨优化改造前摸底试验结果相比，喷氨优化调整后SCR出口截面NOx浓度分布均匀性显著提高，满负荷时A、B反应器出口NOx浓度分布相对标准偏差分别下降至8%和7%。在低负荷（500MW）时偏差最高，但也仅为11%（A侧）和10%（B侧），远低于改造前的出口NOx浓度相对标准偏差（57%和38%），有利于延长催化剂寿命（图3）。

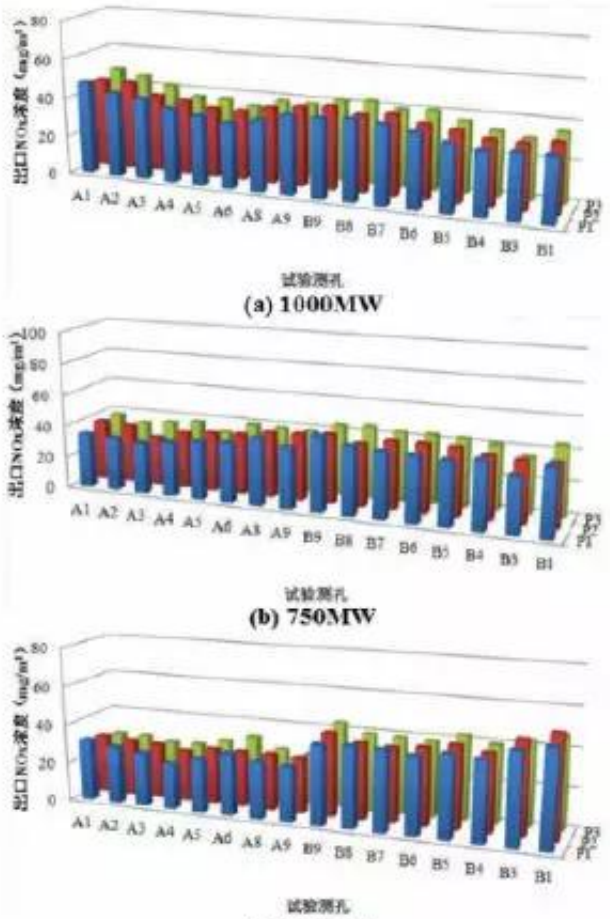

图3喷氨优化后SCR出口NOx浓度分布

与优化调整前相比，局部区域氨逃逸浓度峰值明显降低，最大氨逃逸浓度由改造前的10.7μL/L降低至1.25μL/L（高负荷，1050MW）。整体氨逃逸体积分数也明显下降。说明喷氨优化改造调整可有效降低SCR反应器的出口氨逃逸，减少硫酸氢铵的生成，有效防止空气预热器及下游设备的堵塞与腐蚀，增大空气预热器的清洗周期。

AIG喷氨实时优化系统投运后，机组1050MW、750MW及500MW负荷下，表盘显示总喷氨流量分别为213kg/h、113kg/h和70kg/h，相比改造前的263kg/h、144kg/h和81kg/h分别减小了约19.0%、21.5%和13.6%。极大的降低了所需喷氨量，提高了电厂运行的经济性。

表1 AIG喷氨实时优化系统改造改造前后氨耗量统计结果

机组负荷	MW	1050		750		500	
改造前喷氨流量	kg/h	133	130	81	63	43	38
改造前总喷氨流量	kg/h	263		144		81	
改造后喷氨流量	kg/h	104	109	52	61	34	36
改造后总喷氨流量	kg/h	213		113		70	
总喷氨流量减小幅度	%	19.0		21.5		13.6	

喷氨优化改造调整得到了良好的效果，通过自动调整不同区域的喷氨量，使得SCR反应器出口截面NOx浓度分布均匀性显著提高，局部较高的逃逸氨浓度明显降低，减小了下游空气预热器硫酸氢铵堵塞风险，同时随喷氨量下降系统运行的经济性也得到提高。本文通过现场考核试验，验证了分区喷氨优化的作用，喷氨优化调整具有一定的合理性与实用性。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/149106.html