

## SNCR脱硝氨耗量和氨逃逸的影响分析及对策

伴随着我国对NO<sub>x</sub>的排放管控日益严厉，通过高效低氮燃烧技术配合SNCR技术或SNCR/SCR联合技术进行脱硝已经成为主流。虽然目前燃煤工业炉窑NO<sub>x</sub>的减排效果十分显著，但是过分追求脱硝效率，容易增加氨耗量，进而引发氨逃逸，造成二次污染及腐蚀设备等问题。

### 1、引言

氮氧化物（NO<sub>x</sub>）是大气的主要污染物之一，它与碳氢化合物在强光作用下会造成光化学污染，排放到大气中的NO<sub>x</sub>是形成酸雨的主要原因，给生态环境带来严重的危害。党的十九大指出，持续实施大气污染防治行动，打赢蓝天保卫战。目前国内70%左右的NO<sub>x</sub>是由煤炭燃烧所产生的，因此作为主要燃煤设备的火电厂和工业炉窑成为控制NO<sub>x</sub>排放所关注的焦点。

目前，燃煤锅炉主流的NO<sub>x</sub>控制技术为低氮燃烧技术（LNB）和烟气脱硝技术，其中烟气脱硝技术主要包括选择性非催化还原反应（SNCR）、选择性催化还原反应（SCR）和SNCR/SCR联合脱硝技术。对于大型燃煤锅炉而言，SCR以其技术成熟及90%以上的脱硝效率，毫无疑问在我国已大规模的推广应用。伴

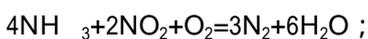
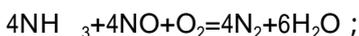
随着我国对NO<sub>x</sub>的排放管控日益严厉，中小型燃煤锅炉、循环流化床锅炉、水泥窑炉、陶瓷窑炉、垃圾焚烧炉以及燃气锅炉等工业炉窑作为关键的NO<sub>x</sub>的排放源之一，针对此类炉窑脱硝的工程应用技术持续发展，通过高效低氮燃烧技术配合SNCR技术或SNCR/SCR联合技术进行脱硝已经成为主流。

虽然目前燃煤工业炉窑NO<sub>x</sub>的减排效果十分显著，但是过分追求脱硝效率，容易增加氨耗量，进而引发氨逃逸，造成二次污染及腐蚀设备等问题。

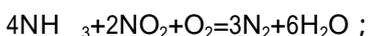
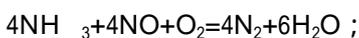
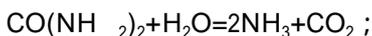
### 2、SNCR脱硝技术简介

SNCR脱硝工艺是在不使用催化剂的条件下，将含有氨基的还原剂如液氨、氨水或尿素稀溶液等喷入炉膛温度为850-1100 的区域，还原剂迅速热分解出NH<sub>3</sub>，再与烟气中的NO<sub>x</sub>进行选择性氧化还原反应，生成无害的N<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O等气体。由于整个反应过程中未使用催化剂，因此称之为选择性非催化还原脱硝技术。

以氨为还原剂的主要反应式为：



采用尿素作为还原剂的主要化学反应为：



SNCR系统烟气脱硝过程包括下面四个工艺步骤：

- 1)接收和储存还原剂；
- 2)还原剂的计量输出、与水或空气混合稀释；
- 3)在炉膛合适位置喷入稀释后的还原剂；
- 4)还原剂与烟气混合进行脱硝反应。

### 3、SNCR脱硝技术氨耗量和氨逃逸的影响分析及对策

在脱硝反应过程中烟气中存在着没有参与反应的氨通过反应器排放到烟气中的现象叫氨逃逸。氨逃逸可能会导致如下的几个问题：易使下游装置如空气预热器积灰堵塞，造成压损升高以及低温腐蚀等问题；影响飞灰的品质，导致电除尘器极线积灰或布袋除尘器糊袋等问题；形成可见烟柱，增加PM2.5的排放；释放到大气中会对人体健康带来负面影响。

所以，应用脱硝技术的目标是最大程度的降低NO<sub>x</sub>浓度，同时控制氨耗量，实现最小的氨逃逸。

#### 影响

##### SNCR技术性

能的主要因素包括：烟气

组成、烟气量、氨氮摩尔比NSR值、反应温度、处

理前烟气中NO<sub>x</sub>

浓度、烟气氧量、还原剂与烟气的混合程度等。其中运行过程中影响氨耗量和氨逃逸最重要的3个因素是：反应温度、还原剂与烟气的混合程度和NSR值。

#### 3.1反应温度

反应温度对SNCR还原NO<sub>x</sub>的效率至关重要。从通常的实验以及工程运转状况来看，可以进行有效脱硝反应的最佳温度窗口为850-1100℃，一般情况下氨在850-1050℃之间，尿素在900-1100℃之间。

反应温度过低或过高都会导

致还原剂损失和脱硝效率下降。若温度过低，会导致NH<sub>3</sub>

反应不完全，通常低于800℃的时候，反应速度减慢，脱硝效率下降，氨逃逸增加；当温度过高，譬如温度高于1200℃的时候，NH<sub>3</sub>与O<sub>2</sub>的氧化反应会加剧，NH<sub>3</sub>更易于被氧化成为NO<sub>x</sub>，NO<sub>x</sub>排放量可能会不降反升。

所以，实际选择喷入点位置时，应当通过数学模型计算(CFD)和物理模型实验，结合炉窑设备工况，在炉膛上选取恰当的喷入点。另外，为适应锅炉负荷波动造成炉膛温度的变动，应考虑在炉膛内不同高度处安装多层喷射装置与温度监控，以便根据实际生产情况进行切换喷射系统，保证在最佳的反应温度窗口喷入还原剂。

同时，在每根还原剂分支管道上设置就地流量计、就地压力表、流量调节阀及电动阀，通过计量分配系统根据运行需要，对不同温度区域的SNCR喷射装置分别进行流量分配。当炉膛温度发生较大变动时，应重新选择喷入点。

#### 3.2还原剂与烟气的混合程度

目前，SNCR技术在工业应用过程中，通常采用液体雾滴喷射的形式，喷入的还原剂与烟气在极短时间内得到充分混合同样是保证SNCR技术达到理想脱硝效率、减少氨逃逸的关键因素之一。

还原剂与烟气的混合主要由喷射系统来实现，通过调整不同位置处的还原剂喷入量及雾化效果来提高混合程度，可用下列方法来改善混合效果：

- (a)适当提升雾化气体压力，提高传给还原剂液滴的动能，增加还原剂穿透度，提高雾化效果；
- (b)增加喷射区的层数和喷射装置的个数；

(c)调节喷射溶液的浓度，改变液体雾滴的蒸发时间；

(d)改进雾化喷嘴的设计以改善液滴的大小、分布、喷射角度和方向，使液滴更容易穿透炉膛进入烟气流。

### 3.3氨氮摩尔比(NSR)

氨氮摩尔比NSR即反应中氨与NO的摩尔比值，按照SNCR反应式，还原1molNO需要1mol氨或0.5mol尿素。但实际运行中喷入还原剂的量要比此值高，根据脱硝实验表明，当NSR小于2.0时，NO<sub>x</sub>的脱除效率会随着NSR值的增加而显著增加，同时有效温度区域范围会扩大。但是当NSR大于2.0时，随着NSR值的逐渐提升，NO<sub>x</sub>的脱除效率增加并不明显，NSR过大则会引起氨逃逸量增大，氨耗量升高。

为提高脱硝效率、减少氨耗量和降低氨逃逸，SNCR的NSR值一般控制在1.2-1.5左右。

## 4、工程应用实例

以某热电厂490t/h循环流化床锅炉实际运用情况为例，该发电机组采用氨水SNCR脱硝装置，在左右旋风分离器位置各设置从上到下4层喷射装置，每层内外侧各1套喷射装置，共16套喷射装置。经过一段时间运行后，业主反馈脱硝效率降低、氨耗量增加和氨逃逸提高等一系列问题。通过现场分析，对SNCR脱硝进行如下性能优化调试：

- 1)控制燃烧温度，调节旋风分离器入口烟温为920-950 ；
- 2)检查喷枪的雾化效果（适当提升雾化气体压力）、清理喷嘴的堵塞、更换磨损喷嘴以及调整喷枪的插入深度（喷枪喷嘴与外管向炉外微缩数毫米）。
- 3)检查氨水浓度和配比溶度，控制氨氮摩尔比在1.5左右；
- 4)通过现场试验比较，分别对比左右两个分离器的脱硝效率、内外侧各8根喷枪的脱硝效率和从上到下的4层喷枪的脱硝效率，根据试验结果合理调整每根喷枪流量计的流量。
- 5)调整配风方式，并控制燃烧过程的含氧量，适当延长反应滞留时间；
- 6)通过PLC控制系统，根据对锅炉负荷及排放烟气中NO<sub>x</sub>和氨气的在线监测情况，自动控制调节每根喷枪的氨水流量及压缩空气量，使脱硝系统能根据负荷变化自动调节工艺参数，以实现脱硝系统的稳定运行，在保证脱硝效率的前提下，降低使用成本。

经过性能优化调试后，脱硝效率大幅提高、氨耗量减少并且氨逃逸降低。具体数据见下表：

表1 性能优化调试前后对比表

项目	单位	优化调试前	优化调试后
锅炉负荷	MW	116	117
A分离器入口温度	℃	890	938
B分离器入口温度	℃	885	927
氨氮摩尔比	%	312	128
氨水质量浓度	%	20	20
氨水消耗量	kg/h	516.3	204.7
氨逃逸浓度	μL/L	16.6	1.24
脱硝效率	%	50.2	68.3

表1 性能优 + 试前后对比表

## 5、结论

本文通过分析SNCR脱硝技术中氨耗量和氨逃逸的主要影响因素，并提出切实可行的对策加以控制。SNCR脱硝运转过程中，为了实现最佳的脱硝效率、最少的氨耗量和最小的氨逃逸，需要选择适量的还原剂在最佳的温度区间内与烟气中充分的混合，采用优化的喷射策略，通过提高NH<sub>3</sub>的反应效率，降低还原剂的使用量，将氨逃逸降至最低，以降低运行成本、减少二次污染及避免设备的腐蚀。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/151441.html>