**选择性非催化还原法运行与检修规程**

Code of practice for operation and maintenance of flue gas selective non-catalytic reduction denitration technology for boiler

（征求意见稿）

目 次

[前 言 II](#_Toc19370)

[选择性非催化还原法运行与检修规程 1](#_Toc1463)

[1. 范围 1](#_Toc8433)

[2. 规范性引用文件 1](#_Toc26775)

[3. 术语和定义 1](#_Toc9560)

[4. 基本规定 2](#_Toc21737)

[5. SNCR系统及装置的基本运行规程 3](#_Toc29157)

[6. SNCR系统及装置的异常处理 5](#_Toc16467)

[7. SNCR系统及装置的检修 7](#_Toc11157)

[8. SNCR系统及装置检修后的试验 8](#_Toc21023)

[9. SNCR系统及装置运行检修技术文件 10](#_Toc8637)

1. 前 言

本标准由中国煤炭学会提出。

本标准由中国煤炭学会归口。

本标准起草单位：北京天地融创科技股份有限公司

本标准主要起草人：段璐、牛芳、孟长方、夏少波、王学文、王建朋、张朝、于士雷、魏琰荣、龚艳艳、李美军、刘振宇、崔名双、贾楠、刘鹏中

**选择性非催化还原法运行与检修规程**

1. 范围

本标准规定了锅炉选择性非催化还原法烟气脱硝系统及装置的运行、异常处理与检修技术要求等。

本标准适用于燃煤、燃气、燃油供热锅炉和其他工业锅炉、炉窑的选择性非催化还原法烟气脱硝系统及装置的运行与检修。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本文件

GB/T 21509 燃煤烟气脱硝技术装备

HJ 563 火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法

HJ 562 火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法

DL/T 296 火电厂烟气脱硝技术导则

JB/T 12539 选择性非催化还原法烟气脱硝系统运行技术条件

JB/T 14100 选择性非催化还原法烟气脱硝装置

JB/T 12911 选择性非催化还原法烟气脱硝装置 喷射系统

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

DL/T 838 燃煤火力发电企业设备检修导则

GB/T 16157 固定污染源排期中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ 1240 固定污染源废弃 气态污染物（SO2、NO、NO2、CO、CO2）的测定 便携式傅

里叶变换红外光谱法

HJ 533 环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法

1. 术语和定义

GB/T 21509界定的术语和定义适用于本标准。

选择性非催化还原法 selective non-catalytic reduction technology（SNCR）

利用还原剂在不需要催化剂的情况下有选择地与烟气中的氮氧化物（主要是NO和NO2）发生化学反应，生成氮气、水和二氧化碳的一种脱硝技术。

还原剂 reductant

与氮氧化物发生还原反应的物质及原料。

氨氮摩尔比 NH3/NO*x* molar ratio

喷入氨的物质的量与锅炉初始NO*x*排放物质的量之比。按公式（1）计算：

 （1）

 （2）

式中：

—喷枪流量，单位为升每摩尔（L/h）；

—还原剂溶液密度，单位为升每千克（kg/L）；

—还原剂溶液浓度，单位为千克每千克（kg/kg）；

—还原剂摩尔浓度，单位摩尔克（g/mol）；

—烟气中氮氧化物初始排放浓度，单位体积每毫克（mg/m3）；

—烟气体积流量，立方米每小时（m3/h）；

—氮氧化物摩尔浓度，单位摩尔克（g/mol）；

氨逃逸 ammonia slip

SNCR运行时炉膛出口氨的质量浓度，单位为mg/m3。

脱硝效率 denitration efficiency

SNCR脱除的NO*x*量与未经脱硝前烟气中所含NO*x*量的百分比。按公式（3）计算：

 （3）

式中：

—脱硝效率，%。

—脱硝反应后烟气中氮氧化物浓度，单位体积每毫克（mg/m3）；

喷射系统 injection system

用于选择性非催化还原脱硝还原剂的喷射、雾化及计量控制系统。

[JB/T 12911]

1. 基本规定
   1. 为规范SNCR系统及装置运行、检修、维护和设备安全稳定运行，特制定本标准。
   2. 运行人员负责SNCR系统及设备的运行操作，并对所管辖的SNCR系统及设备定期巡视、检查，发现异常应及时处理。
   3. 检修、维护人员负责SNCR系统及设备的大修、小修、临时检修、事故抢修及日常维护。
   4. SNCR系统及设备的计划检修应随锅炉的计划检修进行。设备检修、调试完毕后应及时向运行人员交代设备的技术变动情况和参数整定，整理原始资料，形成检修与试验报告，修订相应的技术文件。应根据技术变动情况及时修改运行规程和检修规程。
   5. SNCR系统及设备的运行、检修、维护人员应经过专门的技术培训，了解设备的使用与技术性能。
2. SNCR系统及装置的基本运行规程
   1. SNCR系统包括还原剂的储存、制备、输送、计量分配、喷射及控制系统，系统组成详见JB/T 12539和JB/T 14100的规定，工艺设备设计和布置应符合HJ 563 的规定。
   2. SNCR宜采用尿素作为还原剂，也可采用液氨和氨水，还原剂的选择应符合DL/T 296的规定。
   3. 喷射系统的选型和布置应符合JB/T 12911的有关规定，并应符合下列规定：

5.3.1 还原剂在脱硝反应温度区间的停留时间宜大于0.5s，采用尿素作为还原剂的喷枪应设置在炉膛烟气温度为790℃~900℃的区域，采用液氨和氨水作为还原剂的喷射系统应设置在炉膛烟气温度为750℃~850℃的区域。

5.3.2 喷射系统宜采用扇形喷嘴，应符合下列规定：

a）扇形角度应大于等于90°；

b）喷射长度应小于等于炉膛宽度的90%；

c）当喷雾面积大于等于炉膛横截面面积的50%时，在此横截面上宜设置单支喷枪，当喷雾面积小于等于炉膛横截面面积的50%时，在该横截面上宜设置多支喷枪。

5.3.3 应在喷枪还原剂溶液和雾化压缩空气进口管道上安装阀门和压力表，阀门和压力表距离喷枪气、液进口的距离小于等于3 m，喷枪的还原剂溶液进口压力宜在0.3MPa~0.4MPa范围内，喷枪的雾化压缩空气进口压力宜在0.35MPa~0.45MPa范围内。

* 1. 技术要求

5.4.1 脱硝后NO*x*排放指标应符合GB 13271的规定以及国家和地方的污染物排放指标，当单独采用SNCR法不能满足污染物排放标准时，应采用SNCR+SCR、SNCR+吸附法或SNCR+氧化法等联用脱硝技术。

5.4.2 供热锅炉、工业锅炉和工业窑炉的脱硝效率应大于等于60%。

5.4.3 脱硝还原剂的氨氮摩尔比宜为1.1~1.5，不应超过2.0。

5.4.4 单独采用SNCR系统的氨逃逸质量浓度应符合HJ 563的要求，控制在8 mg/m3以下，当SNCR与其他脱硝技术联合使用时氨逃逸质量浓度应符合HJ 562的要求，控制在2.5 mg/m3以下。

5.4.5 SNCR系统的使用寿命应该与锅炉一致，且可用率不低于98%。

* 1. SNCR系统启动前准备

5.5.1 设备和管道内无积水和杂物，确保无堵塞；

5.5.2 所有管道和阀门气密性、水密性检查合格，确保无泄露；

5.5.3 工艺水源充足；

5.5.4 用于压缩、雾化、冷却和保护的气源充足；

5.5.5 空气压缩机、还原剂输送泵、稀释水泵等试运转合格，处于备用状态；

5.5.6 设备和管路上所有的温度、压力、液位、浓度测量、泄露检测装置和安全阀等测量装置完好，指示正常；

5.5.7 管路上所有阀门动作灵活、到位；

5.5.8 喷枪安装位置应满足反应温度、停留时间和喷射均匀性的要求，喷射系统雾化效果良好。

* 1. 启动步骤

5.6.1 启动压缩空气系统：开启压缩空气罐进、出口阀门及喷枪冷却气阀门，对SNCR系统的设备和管道进行空气吹扫，检查系统气密性，压缩空气总管压力应在0.5MPa~0.7MPa范围内；

5.6.2 启动还原剂制备和储存系统：根据还原剂原料种类制备一定浓度的还原剂溶液，还原剂溶液制备步骤按照JB/T 12539的规定，尿素溶液的质量分数宜为50%，液氨和氨水制备的还原剂溶液质量分数宜为20%；打开还原剂溶液储存罐的进口阀，使还原剂溶液储罐的液位控制在设定值；启动还原剂溶液输送泵；

5.6.3 开启稀释系统：开启稀释水罐进水阀门，使稀释水罐的液位控制在设定值；

5.6.4 启动还原剂输送系统：打开还原剂储罐出口阀，启动要运行的还原剂溶液输送泵，还原剂输送泵出口压力应在0.4MPa~0.65MPa范围内；

5.6.5 启动还原剂喷射系统：

a）炉膛点火前，选择要启动的喷枪开启还原剂喷射系统的压缩、雾化、冷却气路阀门，将喷枪的雾化压缩空气入口压力调节至5.3.3条规定的最大压力值；

b）当反应区温度达到脱硝投运要求，开启还原剂喷射系统的液路阀门，调节还原剂溶液输送将喷枪的还原剂溶液口压力调节至5.3.3条规定的最大压力值；

c）当计量值大于设定值时，逐渐降低还原剂溶液输送泵出口压力，使喷枪的还原剂溶液进口压力降低，直至还原剂流量达到设定值；当剂量值小于设定值时，逐步降低雾化压缩空气进口压力，直至还原剂流量达到设定值。

* 1. 正常停运步骤

5.7.1 首先关闭还原剂溶液泵和还原剂溶液储存罐进口阀，采用稀释水冲洗输送管路和喷枪5min以上，停止稀释水，关闭还原剂喷射系统的液路阀门；

5.7.2 采用冷却压缩空气吹扫喷枪5min以上，退出喷枪，关闭还原剂喷射系统的气路阀门；

5.7.3 关闭还原剂溶液制备和输送系统，对还原剂制备系统的溶液输送管道和泵进行冲洗；

5.7.4 脱硝系统短时间停运时，若还原剂制备罐和储罐内存有还原剂溶液，搅拌器和罐体加热应正常运行；

5.7.5 脱硝系统长时间停运时，应将还原剂制备罐和储罐内的溶液排除干净。

* 1. 运行调整

5.8.1 还原剂储存与制备系统。调整还原剂储液罐的液位使其处于设定值，当液位降低时，通过泵将还原剂输送到还原剂储罐内。

5.8.2 还原剂输送系统。调整还原剂输送泵出口压力在5.6.4条规定的范围内。

5.8.3 稀释系统。

a）调整稀释水罐的液位符合脱硝系统正常运行要求；

b）调整稀释水输送泵出口压力，使稀释后的还原剂溶液浓度符合要求。

5.8.4 还原剂喷射系统。

a） 根据锅炉负荷、CEMS监测的氮氧化物浓度和氨逃逸浓度，通过调节还原剂熔液泵出口压力、喷枪还原剂溶液进口阀门和雾化压缩空气进口阀门控制还原剂流量，使NO*x*排放浓度满足排放标准；

b）当单个喷枪流量难以满足时，可通过更换大流量喷枪或采用多支喷枪同时运行的方式调节还原剂流量；

c) 通过炉膛温度历史数据和实时运行数据，调整不同位置喷枪的开启和关闭找到还原剂最佳喷射点，使还原剂进入位置在最佳脱硝反应温度区，优化SNCR的脱硝效率。

* 1. 紧急停运

5.9.1 出现如下情况时，应立即停运SNCR系统：

a）锅炉故障停运；

b）CEMS监测系统污染物排放浓度数值长时间异常，且经调整后仍无法恢复正常；

c）储罐内还原剂液位不足；

d）压缩空气压力不足；

e）出现其他危及人身、设备安全的因素。

5.9.2 紧急停运应按如下步骤执行：

a）关闭还原剂溶液泵和还原剂溶液储存罐进口阀，采用稀释水冲洗输送管路和喷枪5min以上，停止稀释水；

b）采用冷却压缩空气吹扫喷枪5min以上，退出喷枪。

1. SNCR系统及装置的异常处理
   1. 异常处理的一般原则

6.1.1 脱硝系统发生异常时，应按规程正确处理，保证人员和设备安全；

6.1.2 发生事故时，值班人员应采取一切可行的方法、手段防止事故扩大，消除事故根源，在设备已不具备运行条件时或继续运行对人身、设备有严重危害时，应停止SNCR系统的运行；

6.1.3 短时间无法恢复系统运行时，应防止还原剂溶液在管道境内结晶堵塞，将还原剂制备罐、还原剂储罐和输送管道内的溶液排空，并及时对设备和管道进行冲洗；

6.1.4 当发生本标准没有列举的故障时，运行人员应根据操作规程的规定，采取对策，迅速处理。

* 1. 还原剂制备和输送系统异常处理

6.2.1 检查还原剂制备罐和储罐、溶液输送泵进口和输送管道内是否有堵塞。

6.2.2 溶液输送泵出现故障时，隔离故障设备，启动备用泵，备用泵仍不能正常运行时，应采取紧急停运措施。

6.2.3 喷射系统支路管道出现泄露时，关闭该支路，启动其他备用支路喷射系统。

6.2.4 输送系统主管路出现泄露时，应采取紧急停运措施。

* 1. 压缩空气系统故障

6.3.1 喷射系统支路压缩空气压力过低且短时间难以恢复，应关闭该支路，关闭该支路，启动其他备用支路喷射系统。

6.3.2 若总管的喷射系统压缩空气压力过低且短时间难以恢复，应按停运处理。

6.3.3 排除压缩空气压力系统故障后，恢复脱硝系统运行。

* 1. NO*x*排放浓度突增

6.4.1 若还原剂流量显著下降，首先检查溶液泵出口压力表读数是否偏低，若偏低，检查熔液泵进口是否有堵塞；若溶液泵出口压力表示数偏高而喷枪的还原剂溶液进口压力表读数偏低，检查输送管路是否存在堵塞；若喷枪的还原剂溶液进口压力表读数偏高，检查喷枪是否存在堵塞。

6.4.2 检查锅炉负荷、风量等运行参数是否增大，若存在锅炉运行参数变动，可适当提高喷枪还原剂溶液进口压力，增加还原剂流量。

6.4.3 检查喷枪流量和雾化等参数是否正常，若喷枪存在异常，更换喷枪。

6.4.4 检查炉膛烟气温度是否有大幅度，若炉膛烟气温度大幅变动，根据炉膛温度变化选择性开启其他位置的备用喷枪，使还原剂进入位置处于最佳脱硝反应温度区，降低出口NO*x*排放浓度。

6.4.5 若采取上述方法均不能使NO*x*排放浓度降低至污染物排放限值以下，且短时间无法排除故障，应按停运处理。

* 1. CEMS对SO2测量值归零

6.5.1 CEMS监测烟囱处SO2排放浓度测量值突然归零且短时间内无法恢复正常，而NO*x*和烟尘等的排放浓度测量值正常，这主要是由于烟气中氨浓度过高，进入CEMS采样管后溶解在冷凝水中，与烟气中的SO2反应生成亚硫酸铵，使烟气中的SO2浓度降至零。

6.5.2 当CEMS出现上述自调失灵的情况时，采取以下措施：

a）调节SNCR系统还原剂溶液泵出口压力，降低喷枪的流量，减少氨逃逸；

b）检查CEMS的反吹系统的压力是否在正常范围内，切换到维护状态增加反吹；

c）检查CEMS系统的加热装置，适当提高加热温度；

d）对CEMS的探头和采样管进行清洗。

1. SNCR系统及装置的检修
   1. 检修分类

7.1.1 检修工作可分为三类，包括A级检修，B级检修和C级检修。

7.1.1 SNCR系统的检修应与锅炉的检修同时安排，大修检修周期应不少于5年/次，小修检修周期应不少于1~2年/次。

7.1.2 当SNCR系统发生本规程第6.2~6.4条中任何一条或其他危及安全运行的异常情况或发生事故，必须退出运行时，进行临时检修或事故抢修。

* 1. 检修项目

SNCR系统和装置的检修内容如表1所示：

表1 SNCR系统及装置的检修项目

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 系统分类 | 设备  名称 | A级检修项目 | B级检修项目 | C级检修项目 |
| 还原剂的制备和储存系统 | 还原剂溶液制备罐 | 1. 检查溶液制备罐外观及其接口的裂纹、变形、泄露、损伤等，修补损坏的部位； 2. 检查罐体内部腐蚀、变形等情况，及时修补； 3. 更换法兰、密封件等。 4. 更换安全阀、压力表、液位计、温度计等 | | 1. 检查安全阀、压力表、液位计、温度计等是否正常。 |
| 还原剂溶液储罐 | 1. 检查罐内防腐层损坏情况及罐体锈蚀情况，修补损坏的防腐层； 2. 清洁罐体； | | 1. 检查、修理或更换压力表、温度计、液位计； |
| 搅拌器 | 1. 设备解体，检查各零部件磨损； 2. 测量主轴及各部件的配合尺寸和间隙； 3. 更换轴承、密封等部件； 4. 检查、修复叶片磨损及腐蚀情况； 5. 更换轴承润滑油。 | | 1. 检查联轴器对中； 2. 检查弹性圈； 3. 检查各紧固螺栓； 4. 更换润滑油。 |
| 输送管道 | 1. 检查各管道的腐蚀和变形、阀门内漏和疏水器情况，必要时更换； 2. 检查电加热带是否老化，如老化进行更换。 | | 查看管道泄露情况 |
| 还原剂输送系统 | 泵 | 1. 检查、紧固地脚螺栓； 2. 分解联轴器及泵的附件； 3. 对磨损严重的机械密封、叶轮等部件进行更换； 4. 各部件间隙测量、调正； 5. 转子找中心； 6. 各部件清扫、检查。 | | 1. 更换润滑油、轴承，清扫轴承室； 2. 检查溶液泵出口压力。 |
| 管道 | 1. 检查管道的腐蚀、变形和泄露形况，必要时更换； 2. 检查阀门的开、关情况，必要时进行更换。 | | 检查管道的泄露情况，及时修复 |
| 空气系统 | 空气压缩机 | 1. 检查各部件之间的间隙并进行调整； 2. 对磨损严重的轴承、轴封、油封、齿轮等部件进行更换； 3. 各部件清扫、检查； 4. 必要时更换空气压缩机。 | | 1. 检查空气压缩机出口压力； 2. 添加润滑油 |
| 喷射及控制系统 | 雾化喷枪 | 1. 更换喷枪； 2. 检查喷枪流量、雾化角、喷射距离和雾化效果； 3. 更换喷枪前气路和液路的流量开关。 | 1. 检查喷嘴是否堵塞； 2. 检查喷枪密封性是否良好； 3. 清理雾化空气过滤器和管道； 4. 检查喷枪前雾化空气流量开关和还原剂流量开关。 | 1. 检查喷嘴是否堵塞； 2. 检查喷枪密封性是否良好； 3. 目视检查雾化效果； 4. 试验喷枪前雾化空气流量开关和还原剂流量开关。 |
| 压力表、流量计 | 清理、更换压力表和流量计，重新标定。 | | 清理流量计、压力表。 |
| 阀门 | 清理、更换阀门。 | | 清理更换阀门 |

1. SNCR系统及装置检修后的试验

8.1 SNCR系统及装置检修后的试验项目如表2所示：

表2 SNCR系统及装置检修后试验项目

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | A级检修 | B级检修 | C级检修 |
| 1 | 供电系统 | √ | ∆ | — |
| 2 | SNCR系统及设备的安全装置设定 | √ | ∆ | — |
| 3 | 转动设备的运行和停止试验合格 | √ | ∆ | — |
| 4 | 各种连锁、保护、控制、报警和指示系统试验合格 | √ | ∆ | — |
| 5 | 电（气）动阀门远方开、关试验合格 | √ | ∆ | ∆ |
| 6 | 仪器仪表校验合格 | √ | ∆ | — |
| 7 | 容器及管道的压力和气密性试验合格 | √ | √ | ∆ |
| 8 | 各手动阀门开关位置正常 | √ | ∆ | — |
| 9 | 喷射系统性能测定试验 | √ | ∆ | — |
| 10 | 炉膛温度测定试验 | √ | ∆ | — |
| 11 | 脱硝性能试验 | √ | √ | ∆ |

注：√表示应进行的试验，∆表示宜进行的试验，—表示可不进行的试验

8.2 试验基本要求

8.2.1 表1中第10项和第11项为热态试验，在热态试验开始之前应首先完成表中第1~9项的冷态试验；

8.2.2 热态试验需要在锅炉运行期间进行测试，应遵循以下规定：

a）试验期间，应进行燃煤的工业分析和元素分析；

b）试验期间，锅炉和SNCR脱硝系统及装置的运行参数应每隔1h~2h人工记录一次。

8.3 喷射系统性能测定

8.3.1 喷枪流量测定

在额定液压和气压条件下，启动溶液泵向定量容器中输还原剂液体（或采用流量计），记录计量容积和计量时间，采用式（1）计算喷枪的质量流量，重复三次取平均值：

 （1）

式中：

—额定液压和气压下喷枪的质量流量，单位为千克每小时（kg/h）；

—还原剂密度，单位为升（kg/m3）；

—实测计量容积，单位为升（L）；

—实测计量时间，单位为秒（s）。

8.3.2 雾化角和喷雾射程测定。在额定液压和气压条件下开启气路和液路阀门，采用图像记录喷雾形状，通过图像处理得到喷枪的雾化角和喷雾射程。

8.3.3 沿喷枪轴向方向设置多个测点，采用激光雾化液滴粒度分析仪测量不同测点处喷雾的粒径分布，多个测点取平均值得到喷雾的粒径分布。

8.4 炉膛温度测定

8.4.1 根据历史运行数据和CFD模拟预测最佳脱硝反应温度窗口的位置。

8.4.2 在5.1.1条预测的最佳脱硝反应窗口位置附近的壁面上设置温度测量孔，测量孔个数宜为3~5个，孔间距应为1~1.5m。

8.4.3 采用炉膛温度测量装置或热电偶测量炉膛内烟气温度，按照GB/T 16157的测量方法进行测定，测量时根据炉膛尺寸沿水冷壁每间隔100mm~500mm设置一个测点。

8.5 脱硝性能试验方法

8.5.1 SNCR的脱硝性能主要包括烟气参数测量、锅炉初始NO*x*排放、脱硝后NO*x*排放浓度和脱硝效率。

8.5.2 NO*x*浓度采样位置应设置在烟气温度小于300℃的烟道直管段上，应避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，采样位置应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径和距上述部件上游方向不小于3倍当量直径处。

8.5.3 采样仪器可采用便携式烟气分析仪进行测量，污染物浓度的采样和分析方法按照GB/T 16157和HJ 1240的规定。

8.5.4 氨逃逸浓度的测定按照HJ 533的规定进行测试。

9. SNCR系统及装置运行检修技术文件

9.1 有关SNCR系统及装置的运行检修技术文件主要包括：

a）运行规程；

b）检修规程；

c）设备检修维护记录簿；

d）检修技术总结；

e）技术改造报告；

f）故障事故记录和分析报告；

g）试验记录和结果分析报告等。

9.2 运行检修技术文件应真实全面反应SNCR系统及装置运行检修维护状况，可以是书面记录，也可是电子文档。

9.3 SNCR系统及装置检修完毕后，应及时进行技术总结，同时修订图纸和运行、检修规程。