

团 体 标 准

T/ACEF XXX-2022

生活垃圾焚烧厂污染防治技术指南 氮氧化物

Technical guidelines for pollution prevention and control of municipal
solid waste incineration power plants — nitrogen oxides

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 设计要求 3

6 运行要求 5

7 检修维护 6

参考文献 8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件起草单位：厦门市环境能源投资发展有限公司、上海环境集团再生能源运营管理有限公司、无锡雪浪环境科技股份有限公司、瀚蓝环境股份有限公司、协鑫能源科技股份有限公司、国能合纵（北京）能源电力技术中心、中华环保联合会废弃物发电专业委员会、中标新（北京）标准化技术有限公司。

参编单位：绿色动力环保集团股份有限公司、广州环保投资集团有限公司、苏州西热节能环保技术有限公司、浙能锦江环境控股有限公司、华电青岛环保技术有限公司、圣元环保股份有限公司、旺能环境股份有限公司、深圳盈和环境物联科技有限公司、北京清新环境技术股份有限公司、浙江春晖环保能源股份有限公司、山东泰开环保科技有限公司、国能龙源催化剂江苏有限公司、山东圣大环保工程有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司。

本文件主要起草人：

生活垃圾焚烧厂污染防治技术指南 氮氧化物

1 范围

本文件规定了生活垃圾焚烧厂氮氧化物污染防治工艺系统的总体要求、设计要求、运行要求及检修维护要求。

本文件适用于生活垃圾焚烧厂氮氧化物污染防治工艺系统的规划、设计及运行管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2440 尿素标准

HG/T 5353 工业氨水

T/ACEF 029 垃圾焚烧电厂烟气高分子脱硝工艺系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氮氧化物 (NO_x) nitrogen oxides

只由氮、氧两种元素组成的化合物。

[来源：DB35/ 1976-2021, 3.2]

3.2

烟气再循环 flue gas recirculation

烟气再循环是一种抑制烟气中氮氧化物排放的技术，将一部分燃烧后的烟气重新引入燃烧区域，实现对燃烧温度和氮氧化物浓度的控制，降低峰值火焰温度及反应过剩空气量，从而实现降低氮氧化物的效果。

3.3

烟气再循环率 flue gas recirculation rate

再循环烟气量与无烟气再循环时的烟气量之比。

注：无烟气再循环时烟气量基于 273K，101.325KPa 压力下的标态，单位为 m³/h。

3.4

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

在一定温度范围内，氨基还原剂与烟气中的氮氧化物（NO_x）发生化学反应生成氮气和水的一种脱硝工艺。

[来源：DL/T 260-2012, 3.3]

3.5

选择性催化还原法 (SCR) selective catalytic reduction

在催化剂作用下，氨基还原剂与烟气中的氮氧化物（NO_x）发生化学反应生成氮气和水的一种脱硝工艺。

[来源：DL/T 260-2012, 3.2]

3.6

高分子脱硝 polymer denitration

将高分子脱硝剂经气力输送设备直接喷入高温炉膛或烟道，在 850℃~1050℃温度区间，高分子脱硝剂迅速分解，释放出还原态氮，对烟气中的氮氧化物进行选择性还原，进而达到脱除氮氧化物的目的。这一采用高分子脱硝剂对高温烟气中氮氧化物进行选择性还原的过程，简称高分子脱硝。

还原脱硝反应为：



注：[R-NH_x]代表高分子脱硝剂高温分解产物-NH₂和NH₃等还原性物质。

[来源：T/ACEF 029-2022, 3.2]

3.7

氨逃逸浓度 ammonia slip

烟气脱硝装置出口烟气中氨的质量与烟气体积（标准状态、干基、11%O₂）之比，用 mg/m³表示。

[来源：DL/T 260-2012, 3.5, 有修改]

3.8

恶臭污染物 odor pollutants

一切刺激嗅觉器官引起人们不愉快及损害生活环境的气体物质。

3.9

臭气浓度 odor concentrants

恶臭气体（包括异味）用无臭空气进行稀释，稀释到刚好无臭时，所需的稀释倍数，无量纲。

4 总体要求

- 4.1 生活垃圾焚烧厂氮氧化物污染防治工艺应结合不同的氮氧化物排放浓度控制要求、技术可靠性及经济合理性等因素综合确定，应优先考虑通过垃圾焚烧过程的燃烧控制，抑制氮氧化物有害气体成分的产生。
- 4.2 生活垃圾焚烧厂在脱除烟气中氮氧化物污染物的同时还应控制好氨逃逸浓度小于 8 mg/m^3 。
- 4.3 生活垃圾焚烧厂氮氧化物污染防治工艺还原剂宜采用尿素和氨水。尿素应满足 GB/T 2440 的技术指标要求，氨水应满足 HG/T 5353 的技术指标要求。
- 4.4 尿素及氨水配制间臭气浓度应不超过 30，氨浓度应不超过 2.0 mg/m^3 。
- 4.5 锅炉间与烟气净化间臭气浓度应不超过 30，氨浓度应不超过 2.0 mg/m^3 。
- 4.6 厂区臭气浓度应不超过 20，氨浓度应不超过 1 mg/m^3 。
- 4.7 应设置运行台帐，主要包括“两票三制”、设备缺陷、设备状态、班组管理等方面的专项记录。

5 设计要求

5.1 烟气再循环系统

- 5.1.1 烟气再循环系统主要由再循环风机、再循环烟气喷嘴、风箱、再循环烟气管道及配件，如流量计、烟气挡板、压力表、测温元件、变送器、排水阀等设备构成，各设备的选型参数与设计工况下烟气再循环率有关，需根据实际设计计算进行选型。
- 5.1.2 烟气再循环率宜控制在 5%~20%之间，可根据焚烧炉燃烧工况适度调整。
- 5.1.3 再循环风机应采用变频控制或设置风门挡板，并满足耐高温、防腐蚀等要求。
- 5.1.4 再循环烟气管道的设计应尽量降低管道压降，减少管道长度和弯头数量。
- 5.1.5 再循环烟气管道应采取保温措施避免管道内烟气温度低于露点温度。
- 5.1.6 再循环烟气烟道设计应考虑冷凝水排放措施。
- 5.1.7 再循环烟气管道应设置补偿器，以适应管道运行期间温度变化造成的管体膨胀或收缩。
- 5.1.8 再循环烟气系统设计应考虑防腐要求。

5.2 选择性非催化还原法(SNCR)系统

- 5.2.1 SNCR 系统应包括还原剂制备与输送系统、还原剂计量、混合与喷射系统。
- 5.2.2 SNCR 系统对锅炉效率影响应小于 0.5%。
- 5.2.3 SNCR 系统应能在焚烧炉 85%~110%最大连续工况(MCR)下持续安全运行。
- 5.2.4 SNCR 系统负荷响应能力应满足焚烧炉负荷变化的要求。
- 5.2.5 SNCR 系统不应对焚烧炉运行产生干扰，也不应增加烟气阻力。
- 5.2.6 喷入每台焚烧炉的还原剂宜设置 1 套计量分配系统。
- 5.2.7 SNCR 系统还原剂输送应符合下列要求：

- a) 多台焚烧炉可共用 1 套还原剂输送系统；

- b) SNCR 系统主要设备应设置备用，确保脱硝系统安全、连续、稳定运行；
- c) 采用尿素做还原剂时，尿素溶液输送系统应设置伴热装置；
- d) 还原剂原液及稀释水应设置流量调节和计量装置，各分配支管也应配置计量装置。

5.2.8 SNCR 系统还原剂混合和喷射应符合下列要求：

- a) 还原剂原液应在计量分配系统中稀释成不大于 5% 的溶液，分配至还原剂喷射系统；
- b) 尿素溶液应喷射在 900℃~1100℃ 区域，氨水溶液应喷射在 850℃~1050℃ 区域；
- c) 喷射器应采取风冷或水冷等保护措施，应能承受反应区域的最高温度；
- d) 采用固定式喷射器，应设置冷却风装置；采用伸缩式喷射器，应在不使用时退出焚烧炉，并及时用清水清洗喷射器；
- e) 还原剂溶液应根据炉膛截面、高度等几何尺寸进行喷射系统的设计，使其与烟气达到充分均匀混合，喷嘴宜设置不小于 2 层；
- f) 还原剂喷射系统应采用压缩空气将还原剂雾化；
- g) 喷射器喷口应选用锥形、扇形或多种形式的组合喷嘴，喷射面积尽量覆盖烟气截面；
- h) 喷射器应根据焚烧炉的结构，确定喷射器伸入炉内的长度。焚烧炉炉膛采用浇注料的，喷射器伸入炉内的长度需满足喷嘴的要求。

5.3 选择性催化还原法（SCR）系统

- 5.3.1 选择性催化还原（SCR）系统应包括还原剂系统、催化反应系统、公用系统和辅助系统。
- 5.3.2 根据烟气净化处理工艺、排放要求、运行成本、催化剂等因素选择合理的运行温度。
- 5.3.3 催化剂应设置在低尘、低硫段，减少催化剂中毒和钝化，并考虑设置催化剂再生装置。
- 5.3.4 脱硝反应器宜设置旁路烟道，旁路阀门宜采用双层挡板门，挡板门除自动控制还应增加手动控制功能，并设置密封风及密封风加热系统。
- 5.3.5 SCR 入口侧宜安装高精度粉尘仪，加强对催化剂入口粉尘的监视，避免催化剂长期进入粉尘造成堵塞。
- 5.3.6 脱硝反应器、催化剂模块壳体应采取防腐蚀措施。
- 5.3.7 选择性催化还原（SCR）系统中催化剂宜采用 1+1 或 2+1 的垂直布置形式，催化剂层进出口位置应装有压力变送器。
- 5.3.8 在催化剂最大装入量情况下的设计脱硝效率不宜低于 80%。
- 5.3.9 SCR 系统氨逃逸浓度宜小于 5 mg/m³。
- 5.3.10 脱硝系统负荷响应能力应满足焚烧炉 85%~110% 最大连续工况（MCR）负荷变化的要求。
- 5.3.11 与尿素溶液、氨水接触的设备、阀门、仪表、部件材质应采取防腐蚀措施。
- 5.3.12 还原剂制备系统氨流量应连续、稳定供应，并满足负荷波动时对氨供应量调整的响应要求。

5.3.13 还原剂喷入方式宜包括混流或直接喷射，选择性催化还原（SCR）系统宜采用格栅式或涡流式喷还原剂的方式，在条件允许时亦可采用直接喷射方式。

5.3.14 催化反应系统应符合下列要求：

a) 催化剂的形式可选择蜂窝式、板式、波纹板式等。催化剂形式、催化剂中原材料的成份、活性及催化剂用量应根据烟气工况、脱硝效率等因素确定；

b) 催化剂应制成模块，各层模块规格统一、具有互换性，模块壳体应采用钢结构框架，并便于运输、安装和起吊；

c) 催化剂模块应采取防止烟气短路的密封措施，密封寿命不低于催化剂的寿命；

d) 催化剂模块壳体、支撑件应采取防腐措施。

5.3.15 脱硝反应器应符合下列要求：

a) 脱硝反应器内催化剂迎面平均烟气流速应符合催化剂的性能要求，宜为 4 m/s~6 m/s；

b) 脱硝反应器入口烟道应设导流板，出口应设收缩段，其倾斜角度应避免积灰。反应器侧壁催化剂部位应设置催化剂装载门和人孔；

c) 催化剂上部应设置烟气均流装置；

d) 反应器应设检修起吊装置，起吊高度应满足最上层催化剂进口的起吊要求，起吊重量按催化剂模块起吊重量确定。

5.4 高分子脱硝系统

生活垃圾焚烧厂高分子脱硝工艺系统的主要设备和材质应满足 T/ACEF 029 的要求。

6 运行要求

6.1 烟气再循环系统

6.1.1 再循环风机应保持一定开度，再循环烟气管道维持适当正压，防止炉膛的高温烟气回流至再循环烟气系统，导致管道或设备高温烧损。

6.1.2 焚烧炉低负荷或垃圾热值较低时，应适当减少再循环烟气体量，降低烟气再循环率，避免炉膛温度低于 850℃。

6.1.3 再循环烟气管道排水阀应定期放水。

6.2 选择性非催化还原法（SNCR）系统

6.2.1 尿素储存系统的总储存容量应按照不小于锅炉 SNCR 装置 BMCR 工况下 1 天（24h）的总消耗量来运行储备。氨水溶液储存系统的总储存容量应按照不小于锅炉 SNCR 装置 BMCR 工况下 5d~7d 的总消耗量来运行储备。

6.2.2 喷入炉内的尿素溶液位置应在焚烧炉烟气温度 900℃~1100℃的区域内，喷入炉内的氨水溶液位置应在焚烧炉烟气温度 850℃~1050℃的区域内。

6.2.3 应保持合适的喷射压力（0.3 MPa~0.4 MPa），防止还原剂雾化不良，对水冷壁造成腐蚀。

6.3 选择性催化还原法（SCR）系统

6.3.1 SCR 反应器进口粉尘浓度宜控制在 10 mg/m³ 以下。

6.3.2 SCR 反应器运行温度宜保持在 180℃及以上。

6.3.3 SCR 反应器进口 SO₂浓度宜控制在 25 mg/m³ 以下。

6.3.4 SCR 反应器氨逃逸浓度宜小于 5 mg/m³。

6.3.5 喷氨运行应满足以下要求：

a) 维持氨水供应和压缩空气压力稳定，确保喷枪雾化良好，喷射过程无滴漏，喷射距离小于喷口至混合器对侧距离。氨水或尿素宜用热解方式配置，热源稳定，稀释充分；

b) 保持喷枪在混合器内处于居中位置，无倾斜、侧喷现象，喷射方向与烟气流向一致；

c) 喷氨量控制宜采用手动调节方式，通过采集 SCR 进口 NO_x含量、烟气流量、SCR 出口氨逃逸等数据进行动态计算喷氨需求量，联动进氨调门，防止喷氨不足或喷氨过剩，造成脱硝效率不稳定及氨逃逸过量；

d) 维持混合气体 >150℃，保证氨水充分气化混合，进入反应器内与催化剂均匀接触；

e) 运行中定期对稀释风机、混合蒸发器进行排水，检查喷枪雾化情况；

f) 喷氨系统停运后，应关闭稀释风机进出口挡板，排尽系统内冷凝水，保持烟管、风机和混合装置干燥，做好防止烟气倒窜、短路措施。

6.3.6 SCR 反应器在运行过程中，一段时间内出现脱硝效率持续下降、喷氨量持续增大现象，应根据对催化剂的取样分析结果，评估是否需要催化剂进行再生。

6.4 高分子脱硝系统

生活垃圾焚烧厂高分子脱硝工艺系统的运行要求应满足 T/ACEF 029。

7 检修维护

7.1 烟气再循环系统

7.1.1 烟气再循环风机振动、电机温度等参数出现异常时，应及时检修消除故障。

7.1.2 停炉阶段，检查风门挡板磨损、腐蚀和变形状况，并及时修复。

7.1.3 停炉检修期间，应彻底检查清理烟气再循环系统的积灰和腐蚀情况，并进行必要修复。

7.1.4 应定期检查、维护、校验再循环烟气系统的流量、压力和温度测量装置，确保参数测量准确。

7.1.5 保温、膨胀节、阀门连接、管道温升、管路系统应及时投用加热系统。

7.2 选择性非催化还原法(SNCR)系统

- 7.2.1 应确保出入口各热控表计正常运行，定期标定分析仪，消除表计误差缺陷。
- 7.2.2 每次停炉检查应对喷枪雾化情况做全面检查，及时更换损坏的炉膛温度元件，清理更换压缩空气滤网，检查调整喷嘴位置，清理喷口。
- 7.2.3 脱硝系统启动前应采用稀释水进行相应的雾化实验。
- 7.2.4 应定期维护压缩空气系统，防止因压缩空气压力降低影响脱硝效率。

7.3 选择性催化还原法(SCR)系统

- 7.3.1 宜保证 SCR 入口 CEMS 维护与烟囱出口 CEMS 维护等级相同，维护频次及技术规范保持一致，确保 SCR 入口 CEMS 数据准确性。
- 7.3.2 SCR 系统出口氨逃逸分析仪应定期进行校准。
- 7.3.3 催化剂压差计应定期校准，对差压管路进行沿线检查，防止破损、堵塞造成指示数据失真。
- 7.3.4 在锅炉检修期间，应对 SCR 催化剂颜色、外观完整性进行检查，采用高效工业吸尘器对模块内和反应器内支架及底部积灰、锈粉进行清理作业。
- 7.3.5 应严格控制反应器及附属烟道腐蚀，定期对反应器内部防腐涂层情况进行检查，如有局部剥离需先清理后补充，若反应器腐蚀严重需考虑对其重新整体防腐喷涂。对烟道腐蚀问题需开展运行分析，提出运行调整改进措施。
- 7.3.6 喷氨系统投运期间，应定期检查雾化情况，喷枪回装时注意居中，喷枪枪头端正；通过定期排水情况判断运行过程中喷氨雾化情况及与烟气的混合度。
- 7.3.7 应定期组织对密封风机、稀释风机进行排水操作，防止冷凝水积聚产生腐蚀；喷氨停运后保持电加热器、连接烟气管道及混合蒸发器内干燥，关闭稀释风机挡板；如喷氨系统长期停用，可采取增加盲板保护加热装置。
- 7.3.8 SCR 系统各人孔门、检查孔、反应器催化剂模块吊装门做到密封严密，杜绝漏风，防止局部受冷低温中毒。反应器进出口电动挡板门、旁路门每次停炉期间进行开闭行程标定，确保关闭严密不窜漏烟气。

参考文献

- [1] DL/T 260-2012 燃煤电厂烟气脱硝装置性能验收试验规范
 - [2] DL/T 1967-2019 垃圾发电厂烟气净化系统技术规范
 - [3] DB35/ 1976-2021 生活垃圾焚烧氮氧化物排放标准
-