

ICS XXXXXX  
CCS X XXX

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

## 水泥窑中低温尘硝一箱化 SCR 超低排放控制技术规范

Specification for medium-low temperature Integrated scr treatment  
systems in cement kilns-ultra-lowemission requirements

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布



## 目 次

前 言 .....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
4 总体要求 .....	2
4.1 设计原则 .....	2
4.2 适用条件 .....	2
4.3 一般规定 .....	2
5 工艺与设备集成要求 .....	2
5.1 工艺设计 .....	3
5.2 关键设备及装置 .....	4
6 运行与维护 .....	4
6.1 运行管理 .....	4
6.2 维护要求 .....	4
7 劳动安全与职业卫生 .....	5
7.1 安全管理体系 .....	5
7.2 工业企业卫生要求 .....	5
8 人员培训与资质 .....	5
培训要求 .....	错误！未定义书签。
9 数据管理与报告 .....	5
9.1 事故记录 .....	5
9.2 安全数据存档 .....	5
10 检测与验收 .....	5

## 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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：成都达奇科技股份有限公司

本文件主要起草人：李新，黄昆明，李江荣，罗然

# 水泥窑中低温尘硝一箱化 SCR 超低排放控制技术规范

## 1 范围

本文件规定了水泥窑烟气尘硝一箱化SCR技术的总体要求、工艺与设备集成要求、运行与维护、劳动安全与职业卫生、人员培训与资质、数据管理与报告、检测与验收。

本文件适用于水泥窑烟气中颗粒物与氮氧化物（NO<sub>x</sub>）协同治理的集成式SCR脱硝系统，适用于新建、改建或已建水泥窑的除尘和脱硝工程。

## 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。

- GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求
- GB 4915 水泥工业大气污染物排放标准
- GB/T 6719 袋式除尘器技术要求
- GB 12348 工业企业厂界噪声排放标准
- GB 18218 危险化学品重大危险源辨识
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50222 建筑内部装修设计防火规范
- GB 50351 储罐区防火堤设计规范
- JC/T 819 水泥工业用CXBC系列袋式除尘器
- HJ 75 固定污染源烟气排放连续监测技术规范
- HJ/T 76 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法
- HJ 562 火电厂烟气脱硝工程技术规范
- HJ 2001-2018 火电厂烟气脱硝工程技术规范
- HJ 2020-2012 袋式除尘工程通用技术规范

## 3 术语与定义

### 3.1

**尘硝一箱化 SCR 脱硝** Integrated dust and NO<sub>x</sub> removal by SCR denitrification

将除尘与 SCR 脱硝工艺集成于同一反应装置内，通过协同设计实现颗粒物捕集与 NO<sub>x</sub> 还原的一体化技术。

### 3.2

**水泥窑烟气超低排放标准** Ultra-Low Emission Limit/Criteria for Cement Kilns

水泥窑烟气超低排放标准指有组织排放条件下，水泥窑排放烟气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物小时均值排放浓度。烟气中 NO<sub>x</sub> 排放浓度≤50mg/Nm<sup>3</sup>、SO<sub>2</sub>排放浓度≤35mg/Nm<sup>3</sup>、颗粒物浓度≤10mg/Nm<sup>3</sup>（基准氧含量 10%）。

### 3.3

#### 中低温 SCR 脱硝 medium-low temperature SCR denitrification

在120-280℃温度窗口内，在催化剂的作用下，还原剂有选择性的与烟气中的NO<sub>x</sub>反应并生成无毒无污染的N<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O。

### 3.4

#### 协同治理 cooperative governance

在同一系统中同步去除颗粒物、NO<sub>x</sub>，避免多级处理导致的能耗与占地增加。

### 3.5

#### 脱硝效率 denitrification efficiency

脱硝装置进出口烟气中 NO<sub>x</sub> 浓度差值与进口烟气中 NO<sub>x</sub> 浓度的百分比。

### 3.6

#### 氨逃逸浓度 ammonia slip

未参与反应的氨气在出口烟气中的浓度，一般用 mg/Nm<sup>3</sup> 或者 ppm 表示。

### 3.7

#### 催化剂中毒

因烟气中碱金属、SO<sub>3</sub> 等物质导致催化剂活性不可逆下降的现象。

## 4 总体要求

### 4.1 设计原则

4.1.1 采用“先除尘后脱硝”工艺，优先保障催化剂防堵与高效反应。

4.1.2 系统压降≤1600Pa，综合能耗较分体式系统降低15%以上。

### 4.2 适用条件

4.2.1 烟气温度：120-280℃（中低温脱硝反应温度窗口内）；

4.2.2 烟气入口颗粒物浓度：≤100g/Nm<sup>3</sup>（需前置预除尘时，颗粒物浓度≤30g/Nm<sup>3</sup>）；

4.2.3 烟气入口含硫量（SO<sub>2</sub>）：≤30mg/Nm<sup>3</sup>（标态，基准氧含量 10%）。

### 4.3 一般规定

4.3.1 除尘、脱硝效果均应满足相应的超低排放要求。

4.3.2 装置的调试、启/停和运行应不影响水泥窑的正常工作。

4.3.3 工程的设计应充分考虑燃料、原料及主体工程负荷的变化，提高工艺系统的适应性和可调节性。

4.3.4 设计、建设和运行维护应全面符合国家及行业颁布的，与本项目相关的质量、安全、环境保护、职业卫生、消防安全等方面的法律、法规、强制性标准及规范性文件的要求。

4.3.5 烟气排放应按照 HJ 75 的要求进行连续监测，连续监测系统应符合 HJ/T 76 的要求。并预设人工监测孔、监测平台等人工监测条件。

4.3.6 系统可预留旁路烟道接口，以满足水泥窑异常工况（如开窑升温）时的应急排放。

## 5 工艺与设备集成要求

### 5.1 工艺设计

5.1.1 装置结构为：

- a) 采用多级分区设计，下段过滤段设置滤袋或滤筒除尘单元，上段反应段布置 SCR 催化剂层，实现“尘硝分级处理”；
- b) 装置本体采用全钢焊接结构；
- c) 过滤段结构设计应满足 JC/T 819、GB/T 6719、HJ 2020-2012 规定。

5.1.2 装置工作温度应高于气体露点温度 15-20℃。

5.1.3 装置设计阻力应根据颗粒物性质、清灰方式及频度、入口颗粒物浓度、排放颗粒物浓度、运行能耗、催化剂装填层数、催化剂装填高度等因素综合考虑。

5.1.4 过滤段过滤风速不应 >1m/min；颗粒物浓度 ≥30g/Nm³ 时，过滤风速酌情降低。

5.1.5 装置漏风率应 <3%，其计算公式为：

$$\alpha = (Q_c - Q_i) / Q_i \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$\alpha$  -漏风率，%；

$Q_i$  -装置入口风量，m³/h(标态)；

$Q_c$  -装置出口风量，m³/h(标态)。

5.1.6 反应段催化剂层气流走向宜下进上出。

5.1.7 反应段空塔设计流速根据催化剂形式选择。

a) 若采用颗粒状催化剂，反应段空塔设计流速宜 <2m/s；

b) 若采用蜂窝状催化剂，反应段空塔设计流速宜 <5m/s。

5.1.8 当下列情况同时出现时，装置可采用滑动支座，其进出口可设置补偿器。

a) 装置工作温度大于 150℃；

b) 装置的长度大于 15m；

c) 处理风量大于 40 万 m³/h。

5.1.9 装置灰斗应设空气炮、振打机构等破拱装置。破拱装置距卸灰口的高度宜为灰斗高度的 1/3。

5.1.10 装置外壁应保温：环境温度不高于 27℃ 时，设备和管道保温结构外表面温度不应超过 50℃；环境温度高于 27℃ 时，保温结构外表面温度可比环境温度高 25℃，但不应超过 60℃。

5.1.12 装置出口氨逃逸应控制在 8mg/Nm³ 以下。

5.1.13 尘硝一箱化 SCR 系统工艺流程见图 1。水泥窑烟气经过预热器、窑尾余热锅炉沉降部分粉尘、降低烟气温度后进入中低温尘硝一体装置，先除尘后脱硝。

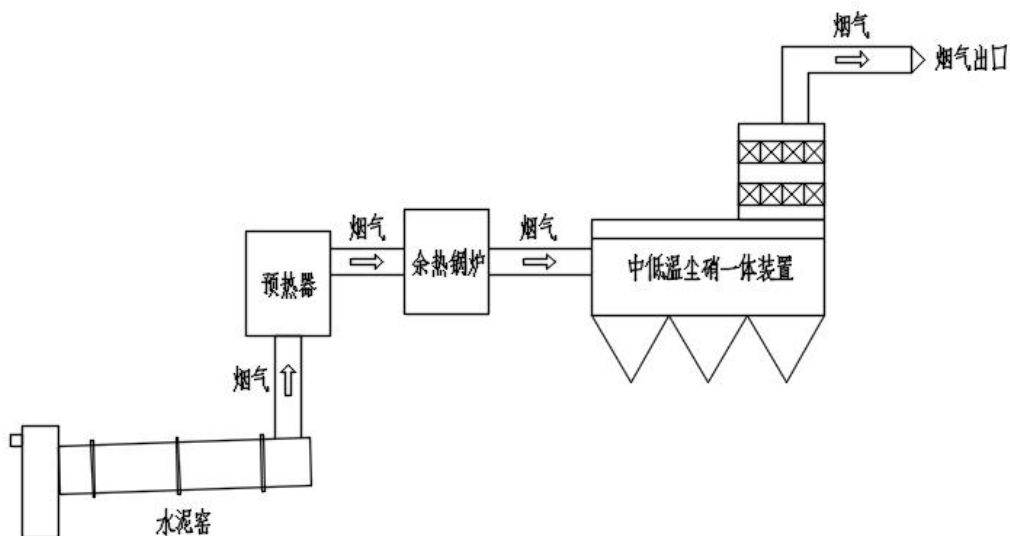


图 1 尘硝一箱化 SCR 系统工艺流程图

## 5.2 关键设备及装置

### 5.2.1 集成式尘硝一体反应器

在集成式尘硝一体反应器技术要求中，应遵循以下规定：

- a) 装置结构耐温宜按300℃考虑；
- b) 过滤段仓室进、出口应设置切换阀，并具有自动和手动、阀位识别、流向指示等功能；
- c) 过滤段吹灰应采用脉冲喷吹形式；
- d) 灰斗容积应考虑输灰设备检修期内的储灰能力，锥度应保证颗粒物流动顺畅，灰斗斜面与水平面之间的夹角宜大于60°；
- e) 反应段外周应设平台作为人行通道，平台设置应符合GB 4053.3；
- f) 反应段侧壁应设置人孔及催化剂装载门方便检修；
- g) 反应段应设置检修起吊装置，便于催化剂换装。
- h) 过滤部分其他要求应满足GBT 6719、HJ 2020。

### 5.2.2 滤袋

在滤袋技术要求中，应遵循以下规定：

- a) 滤袋最小净间距及滤袋与壳体之间应保持必要的安全距离；
- b) 滤袋的长度应根据颗粒物的粒度、密度、清灰方式、除尘器进风方式、颗粒物沉降时间和占地等因素综合确定。
- c) 滤料宜选用表面光洁度高、耐温高于150℃材质。

### 5.2.3 脱硝催化剂

在脱硝催化剂技术要求中，应遵循以下规定：

- a) 碳基颗粒催化剂，强度 $\geq 200\text{N/cm}$ ；
- b) 非碳基颗粒催化剂，强度 $\geq 120\text{N/cm}$ ；
- c) 非碳基蜂窝催化剂，正抗压强度 $\geq 2\text{Mpa}$ ，侧抗压强度 $\geq 1\text{Mpa}$ ；
- d) 蜂窝催化剂应制成模块，各层模块应规格统一、具有互换性，且应采用钢结构框架，并便于运输、安装和起吊；
- e) 失效催化剂可采用再生或无害化处理。

## 6 运行与维护

### 6.1 运行管理

- 6.1.1 运行人员应定时巡查并记录装置的运行状况和参数，发现异常及时报告和处理。
- 6.1.2 系统启动前需预热，预热时烟气温度 $\geq 120^\circ\text{C}$ 方可喷氨，避免低温结露腐蚀和积尘板结。
- 6.1.3 停机时优先切断氨供应，供氨管道进行氮气或蒸汽吹扫。
- 6.1.4 运行过程中，烟气温度达到设定的高温或低温值时应发出报警，并立即采取应急措施。
- 6.1.5 运行过程中，严禁打开装置的人孔门、检修门。
- 6.1.6 装置运行状况、设施维护和生产活动内容包括：
  - a) 系统启动、停止时间；
  - b) 定时巡检脉冲阀和其他阀门的运行状况，以及人孔门、检查门的密封情况。若发现脉冲阀异常应及时处理；

- c) 定时巡检空气压缩机(罗茨风机)的工作状态,包括油位、排气压力、压力上升时间等;
- d) 定期对缓冲罐、贮气罐、分气包和油水分离器放水;
- e) 定时巡检稳压气包压力,当出现压力高于上限或低于下限时,应立即检查空气压缩机和压缩空气系统,及时排除故障;
- f) 定时巡检压缩气体过滤装置;
- g) 卸灰时应检查卸、输灰装置的运行状况,发现异常及时处理;
- h) 定时检查压力变送器取压管是否通畅,发现堵塞应及时处理;
- i) 定时检查灰斗料位状况,当高料位信号报警后,应及时卸灰;
- j) 检查稀释风机的运行情况,包括噪音、振动、润滑情况等;定期检查稀释风机入口滤网的污染情况、连接部件的紧固情况;定期检查风机的叶片是否粘有异物,电机是否发热;
- k) 定时检查反应段催化剂层间压降、NO<sub>x</sub>浓度、催化剂参数等;
- l) 主要设备的运行和维修情况的记录;
- m) 烟气排放连续监测数据、失效催化剂处置情况的记录;
- n) 生产事故及处置情况的记录;
- o) 定期检测、评价及评估情况的记录等。

## 6.2 维护要求

- 6.2.1 每6个月检测催化剂活性,每年进行一次机械清灰。
- 6.2.2 备品备件应妥善保管在库房内,并做好台账。
- 6.2.3 管道及设备气割、补焊和开孔等维护检修必须在引风机停机状态下进行。
- 6.2.4 装置维护保养应纳入全厂的维护保养计划中,检修时间间隔宜与水泥厂窑炉同步进行。
- 6.2.5 应根据系统技术提供方提供的系统、设备等资料制定详细的维护保养规定。
- 6.2.6 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件。
- 6.2.7 维修人员应做好维护保养记录。

## 7 劳动安全与职业卫生

### 7.1 安全管理体系

- 7.1.1 建立安全管理制度,明确岗位职责和操作规程。
- 7.1.2 定期开展安全检查和隐患排查,隐患整改率应达到100%。

### 7.2 职业卫生要求

装置防泄漏、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等要求应符合GBZ 1的规定。应尽可能采用噪声低的设备,对于噪声较高的设备,应采取减振消声措施,尽量将噪声源和操作人员隔开。工艺允许远距离控制的,可设置隔声操作(控制)室。工厂噪声满足GB 12348的要求。

## 8 人员培训

操作人员需接受除尘和脱硝系统安全操作、应急处置及个人防护装备使用的专项培训,考核合格后方可上岗。每年至少进行8学时的复训,内容涵盖新技术、新设备及事故案例分析。

## 9 数据管理与报告

### 9.1 事故记录

事故发生后24小时内提交初步报告，7日内提交详细分析报告。报告应包括事故原因、影响范围、处理措施及整改计划。

## 9.2 安全数据存档

日常巡检记录、应急演练报告、培训档案等应至少保存5年。数据需实现电子化备份，确保可追溯性。

## 10 检测与验收

10.1 工程安装、施工完成后应进行调试前的启动验收，启动验收合格和对在线仪表进行校验后方可进行分项调试和整体调试。

10.2 过滤段性能检测应按 GB/T 6719 的规定执行。

10.3 反应段性能测试应按 72 小时连续监测，满足超低排放限值及系统能耗要求为准。

