

ICS XXXXXX  
CCS X XXX

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—20XX

## 废 SCR 脱硝催化剂高效循环利用技术标准

Technical standard of efficient recycling for spent SCR denitration  
catalysts  
(征求意见稿)

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



## 目录

前 言 .....	II
引 言 .....	III
废 SCR 脱硝催化剂高效循环利用技术标准 .....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 循环利用流程及要求 .....	2
4.1 载体原料检测 .....	2
4.2 产品试制 .....	3
4.3 批量生产 .....	3
4.4 产品检测 .....	3
5 检测方法 .....	3
5.1 回收粉检测 .....	3
5.2 催化剂检测 .....	5
附录 A（规范性） 废 SCR 催化剂循环利用规范 .....	6

## 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。

本标准主要起草单位：

本标准主要起草人：

# 引 言

工业烟气排放的  $\text{NO}_x$  是重要的大气污染源，我国在电厂、钢铁、水泥等行业开展全球最严的  $\text{NO}_x$  管控策略。SCR (selective catalytic reduction, 选择性催化还原) 作为最有效的  $\text{NO}_x$  脱除技术被广泛应用，由于 SCR 脱硝催化剂的寿命只有 2-3 年，每年废 SCR 脱硝催化剂产生量已达到 20 万  $\text{m}^3$  以上，且在我国以危险废物管理，妥善处置废 SCR 脱硝催化剂对维护生态环境的安全、促进循环型经济发展意义重大。

部分废 SCR 脱硝催化剂保持较好的机械强度和外观，可以通过清洗、活性补充的再生方式继续使用，国家也已经出台了《烟气脱硝催化剂再生技术规范》(GB/T 35209-2017)、《火电厂烟气脱硝再生催化剂》(DL/T 1828-2018) 等技术标准，行业进入健康发展状态。烟气脱硝催化剂再生

对于不能再生的废 SCR 脱硝催化剂，目前国内开发了以清洗破碎为主的物理法和以硫酸法、热碱法为主的化学法等回收技术，以达到循环利用再造催化剂的目的。不同的回收粉体物理化学性质差异大，不当使用会影响生产的稳定性和催化剂性能，且行业内尚无关于废 SCR 脱硝催化剂循环利用的技术规范，本文件填补了该领域的空白。



# 废 SCR 脱硝催化剂高效循环利用技术标准

## 1 范围

本文件规定了废SCR脱硝催化剂循环利用过程中回收粉检测、产品试制、再造催化剂批量生产、产品检测各环节工艺要求、检测内容及方法。

本文件适用于以火电行业废SCR脱硝催化剂为原料制备回收粉的循环利用工艺，以钢铁、水泥、焦化等其他行业或种类废SCR脱硝催化剂为原料的循环利用工艺可参照执行。

## 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文件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 191	包装储存图示标志
GB/T 19587	气体吸附BET法测定固态物质比表面积
GB/T 19591	纳米二氧化钛
GB/T 5314-2011	粉末冶金用粉末 取样方法
GB/T 30902	无机化工产品 杂质元素的测定-电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)
GB/T 31587-2015	蜂窝式烟气脱硝催化剂
DL/T 1286	火电厂烟气脱硝催化剂检测技术规范
HG/T 4525-2013	触媒用二氧化钛

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

### 3.1 回收粉 recycled carrier

通过物理或化学方法从蜂窝式废SCR脱硝催化剂中制备的可用于脱硝催化剂再造的含TiO<sub>2</sub>粉体。

### 3.2 载体原料 carrier materials

用于制备蜂窝SCR脱硝催化剂的含TiO<sub>2</sub>的粉体原料。

### 3.3 脱硝催化剂再造 denitration catalyst reconstruction

商业脱硝TiO<sub>2</sub>粉体中添加一定比例的回收粉为载体原料，制备脱硝催化剂的过程。

### 3.4 掺比率 mixing ratio

脱硝催化剂再造过程中回收粉占载体原料的比例，掺比率范围为0%~100%。

### 3.5 再造脱硝催化剂 reconstructed denitration catalyst

以脱硝催化剂再造过程生产的蜂窝式SCR脱硝催化剂产品。

### 3.6 产品试制 product trial production

在规模化生产前，以实际产线或有借鉴意义的实验生产线进行的小批量脱硝催化剂再造过程。

#### 4 循环利用流程及要求

为保障脱硝催化剂再造过程的产品质量和生产稳定，废SCR脱硝催化剂循环过程应包含如下流程。

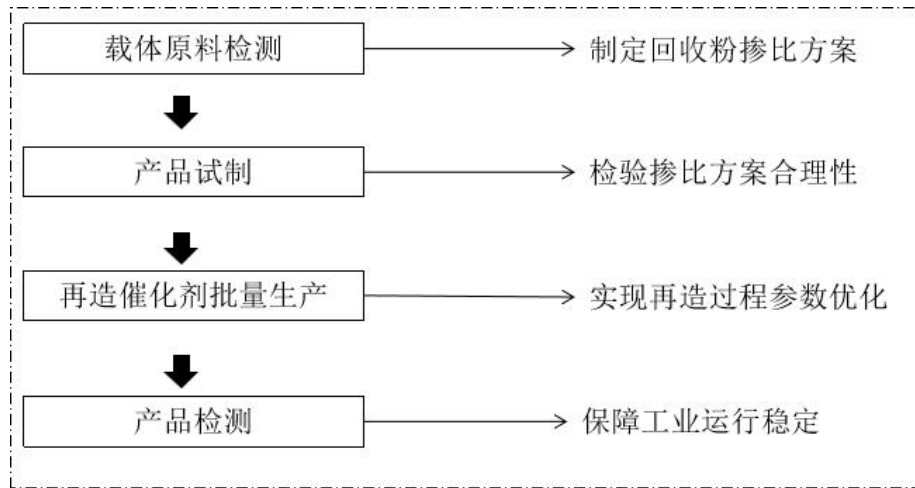


图1 废脱硝催化剂循环利用流程

##### 4.1 载体原料检测

###### 4.1.1 回收粉检测

为保障回收粉原料稳定性，回收粉时应包含如下检测项目或信息：

4.1.1.1 回收粉体检测内容：如表1所示，并保证数据来源稳定可靠。

4.1.1.2 回收粉体检测频率：同批次废催化剂制备的回收粉低于50t时，检测次数每5吨检测一次，高于50t时，每10吨检测一次。

表1 回收粉检测内容

序号	项目		单位	检测方法
1	晶型		—	XRD
2	主要成分	TiO <sub>2</sub>	wt. %	XRF
3		SiO <sub>2</sub>	wt. %	
4		SO <sub>3</sub>	wt. %	
5		CaO	wt. %	
6		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	wt. %	
7		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	wt. %	
8		WO <sub>3</sub>	wt. %	
9		MoO <sub>3</sub>	wt. %	
10		微量元素	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
11	Na <sub>2</sub> O		μg/g	



12		K <sub>2</sub> O	μg/g	
13		As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	μg/g	
14	干燥减重量		w/%	电热恒温干燥箱
15	孔容		cm <sup>3</sup> /g	BET
16	比表面积		m <sup>2</sup> /g	
17	D90		μm	激光粒度仪
18	D50		μm	
19	D10		μm	

#### 4.1.2 掺比载体检测

以回收粉指标设计掺比率，并完成以下脱硝催化剂再造关键指标测试，

4.1.2.1 还原性：采用H<sub>2</sub>-TPR检测掺比载体中V/W等元素还原性；

4.1.2.2 酸性位：采用NH<sub>3</sub>-TPD检测掺比酸性；

4.1.2.3 亲水性：采用接触角检测掺比载体亲水性。

#### 4.2 产品试制

为保障再造催化剂规模化生产稳定，宜先进行小批量试制，获取关键参数。

4.2.1 试制规模：回收粉载体掺比率低于50%可试制1批次；回收粉载体掺比率高于50%应试制3批次；

4.2.2 试制方法：以实际产线或有指导意义的实验线进行催化剂再造，再造流程应包含配料-混炼-预挤出-陈腐-挤出成型-干燥-煅烧-切割等生产工序，并记录和检测关键参数；

4.2.3 试制规格：再造催化剂长度大于设计长度20%以上；

4.2.4 性能检测：性能测试应包含GB/T 31587规定的测试内容。

#### 4.3 批量生产

4.3.1 方案优化：以产品试制测试结果为依据，进行载体掺比率或催化剂设计的优化；

4.3.2 过程调整：在不影响化学性能前提下，批量生产过程可对工艺参数进行合理化调整。

#### 4.4 产品检测

4.4.1 出厂检测：产品供货前，应依据国家标准GB/T 31587或采购方要求出具合格检测报告；

4.4.2 运行检测：回收载体掺比率低于30%，检测频率不低于1次/2年；回收载体掺比率30%~100%（含30%），检测频率不低于1次/年。

### 5 检测方法

#### 5.1 回收粉检测

## 5.1.1 晶型与XRD线宽化法平均粒径的测定

按GB/T 19591的规定执行。

## 5.1.2 主要化学成分的测定

按照GB/T 1590（前文没有对应标准）的规定执行。

## 5.1.3 微量元素的测定

按照GB/T 34701 GB/T 30902 的规定执行。

## 5.1.4 干燥减重量的测定

按照HG/T 4525的规定执行。

## 5.1.5 比表面积的测定

按照DL/T 1286的规定执行。

## 5.1.6 孔容的测定

按照DL/T 1286的规定执行。

## 5.1.7 激光粒度（D10、 D50、 D90）的测定

按照HG/T 4525的规定执行。

5.1.8 NH<sub>3</sub>-TPD 酸性位的测定

## 5.1.8.1 设备和材料

表2 酸性位检测设备及材料

序号	设备及材料名称	规格
1	化学吸附仪	
2	电子天平	精确至 0.001g
3	氦气(He)	纯度>99.999%
4	混气	10%氨气(NH <sub>3</sub> )-90%氦气(He)

## 5.1.8.2 分析步骤

称取0.1 g待测粉体样品于化学吸附仪配套的U型样品管中并安装到检测设备中，采用流量为20 mL/min 氦气吹扫5min，在氦气气氛下以10°C/min的升温速率进行程序升温至550°C并保温60min，然后以20°C/min的速率将样品降温至50°C。将氦气流切换为气速50 mL/min的10%NH<sub>3</sub>-90%/He混合气吸附时间60min至吸附饱和后切换为氦气，在50°C下吹扫样品30min，然后以10°C/min的速率程序升温至600°C完成程序升温脱附。测试完成后，用仪器自带软件或origin等作图软件对脱附曲线进行处理，在同一校准条件下对NH<sub>3</sub>脱附曲线积分得到样品酸性位数量和峰面积。

5.1.9 H<sub>2</sub>-TPR 还原性的测定

## 5.1.9.1 设备和材料

表3 还原性检测设备及材料

序号	设备及材料名称	规格
----	---------	----

1	化学吸附仪	
2	电子天平	精确至 0.001g
3	氩气 (Ar)	纯度 > 99.999%
4	混气	10%氢气 (H <sub>2</sub> ) -90%氩气 (Ar)

#### 5.1.9.2 分析步骤

称取 0.1 g待测粉体样品装入化学吸附仪配套的U型样品管中并安装到检测设备中，以20 mL/min的流速向样品管中通入氩气气流清扫5min，除掉管路中的空气或水分。以10°C/min的速率加热使样品从室温程序升温至150°C并保温30min，然后以20°C/min的速率将样品池降温至50°C。将反应气切换为10%氢气-90%氩气混合气，在气流速度30 mL/min条件下将样品以10 °C/min升温速率升至800°C，进行粉体检测。测试完成后用仪器自带软件或origin等作图软件对脱附曲线进行处理，在同一校准条件下对H<sub>2</sub>还原曲线进行峰编辑，计算样品还原峰位及还原峰面积。

#### 5.2 脱硝催化剂检测

按GB/T 31587的规定执行或采购要求执行。

## 附录 A 废 SCR 催化剂循环利用规范 (规范性)

### 废 SCR 催化剂循环利用规范

#### A.1 废 SCR 脱硝催化剂回收粉原料检测

通过对废 SCR 脱硝催化剂进行处理，获得回收粉，经第三方测试，回收钛白粉典型指标如下。

表 4 回收钛白粉典型指标

检测项目	名称	单位	回收钛白粉测试值
微观比表面积	BET	m <sup>2</sup> /g	
晶粒度	—	nm	
晶型	—	—	
成分	TiO <sub>2</sub>	%	
	SO <sub>3</sub>	%	
	Na <sub>2</sub> O	μg/g	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	
	汞砷铅	μg/g	
干燥失重	—	%	
堆密度	—	g/cc	

#### A.2 掺比载体指标检测

通过对回收粉不同掺比率混料均匀后的载体进行检测，指标如下。

表 5 回收粉不同掺比率混料均匀后的载体检测指标

项目	单位	掺比率 30%	掺比率 50%	掺比率 70%	掺比率 100%
第一还原峰位	°C				
第二还原峰位	°C				
第一酸性位	°C				
第二酸性位	°C				
亲水性	%/kg				

## A.3 产品试制关键参数

表 6 产品试制关键参数

项 目	检测记录项	单 位	参数记录
工艺参数	掺比率	%	
	试制批次	—	
	混炼时间	h	
	混炼温度	°C	
	挤出时间	h/m <sup>3</sup>	
	干燥温度	°C	
	干燥时间	h	
	煅烧温度	°C	
	煅烧时间	d	
过程指标	泥料 pH	—	
	泥料塑性	°C	
	泥料含水率	%	
	挤出压力	MPa	
	干烧成品率	%	
	煅烧成品率	%	
	断裂	mm	
	切割长度	mm	

## A.4 试制再造 SCR 催化剂指标测试结果

表 7 再造 SCR 催化剂指标测试结果

	检测项目	单 位	检测结果
单元外观	端面缺口	—	无
	端面裂缝	—	无
	外壁缺口	—	无
	外壁裂缝	—	无
	孔变形	—	无

	内部横裂	—	无
几何性能	孔数排列	孔	20×20
	长度	mm	780.0
	截面边长	mm	149.1
	内壁厚	mm	0.95
	外壁厚	mm	1.64
变形值	宽度方向	mm	0.1
	长度方向	mm	1.5
理化性能	轴向抗压强度	MPa	2.78
	径向抗压强度	MPa	1.36
	磨损率（未硬化）	%/kg	0.12
	磨损率（硬化）	%/kg	0.06
反应性能	活性K	m/h	40.13
	SO <sub>2</sub> /SO <sub>3</sub> 转化率	%	≤1.00

## A.5 再造催化剂批量化生产

参数调整及指标控制，如附件 A6。

## A.6 产品运行检测

表 8 产品运行检测记录

项目	掺比率低于 50%	掺比率高于 50%
安装日期		
第一次检测日期		
第二次检测日期		
第三次检测日期		
更换日期		