

ICS 27.100  
F 24  
备案号: 42646-2014

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1286 — 2013

---

## 火电厂烟气脱硝催化剂检测技术规范

Testing guideline of SCR catalysts for thermal power plants

2013-11-28 发布

2014-04-01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 检测内容 .....	3
5 检测方法 .....	3
附录 A（资料性附录） 微型催化剂活性测试装置 .....	13
附录 B（资料性附录） 特殊尺寸的平板式催化剂活性测试装置 .....	14

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业环境保护标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国电环境保护研究院、西安热工研究院有限公司、江苏龙源催化剂有限公司、重庆远达催化剂制造有限公司、大唐南京环保科技有限责任公司。

本标准主要起草人：陈宝康、朱林、汪德志、黄锐、孔凡海、吴碧君、肖雨亭、解晓斌、江晓明、李小海。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 火电厂烟气脱硝催化剂检测技术规范

## 1 范围

本标准规定了火电厂烟气脱硝催化剂的检测内容及使用的设备和方法。  
本标准适用于火电厂烟气脱硝蜂窝式、平板式催化剂的检测，波纹式催化剂可参照执行。

## 2 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 14642 工业循环冷却水及锅炉水中氟、氯、磷酸根、亚硝酸根、硝酸根和硫酸根的测定 离子色谱法 (GB/T 14642—2009, ASTM D4327: 2003, NEQ)

GB/T 14669 空气质量 氨的测定 离子选择电极法

GB/T 15454 工业循环冷却水中钠、铵、钾、镁和钙离子的测定 离子色谱法 (GB/T 15454—2009, ISO 14911: 1998, NEQ)

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 19587 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积 (GB/T 19587—2004, ISO 9277: 1995, NEQ)

GB/T 21650.1 压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度 第 1 部分：压汞法 (GB/T 21650.1—2008, ISO 15901-1: 2005, IDT)

GB/T 23942 化学试剂 电感耦合等离子体原子发射光谱法通则

HJ 534 环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法

HJ/T 43 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法

HJ/T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法

SH 3501 石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范

JJG 662 顺磁式氧分析器检定规程

ISO 7996 环境空气 氮氧化物质量浓度的测定 化学发光法 (Ambient air Determination of the mass concentration of nitrogen oxides Chemiluminescence method)

ISO 9352 塑料 用磨轮测定抗磨耗性能 (Plastics. Determination of resistance to wear by abrasive wheels)

ISO 10498 环境空气 二氧化硫的测定 紫外线荧光法 (Ambient air Determination of sulfur dioxide Ultraviolet fluorescence method)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**标准状态 standard condition**

烟气在温度为 273K，压力为 101 325Pa 时的状态，简称标态。

### 3.2

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

在催化剂作用下，氨基还原剂与氮氧化物反应，生成氮气和水的脱硝工艺。

3.3

**蜂窝式催化剂 honeycomb catalysts**

整体挤压成型，端面为蜂窝状，经焙烧而成的脱硝催化剂。

3.4

**平板式催化剂 plate catalysts**

以金属网为基材，经压制、焙烧而成的脱硝催化剂。

3.5

**波纹式催化剂 corrugated catalysts**

以陶瓷纤维等为基材，经浸渍、焙烧而成的脱硝催化剂。

3.6

**节距 pitch**

蜂窝孔径与内壁厚度之和（蜂窝式催化剂）或相邻两壁中心层之间的距离（平板式催化剂）。

3.7

**几何比表面积 geometric specific surface area**

烟气流通过道的表面积之和与催化剂体积的比值。

3.8

**开孔率 opening ratio**

烟气流通过道的总截面积与催化剂截面积的比值。

3.9

**轴向抗压强度 axial compressive strength**

当施加的压力方向与烟气流通过道的方向平行时，按规定条件加压，蜂窝式催化剂试样发生破坏前单位面积所能承受的最大压力。

3.10

**径向抗压强度 transverse compressive strength**

当施加的压力方向与烟气流通过道的方向垂直时，按规定条件加压，蜂窝式催化剂试样发生破坏前单位面积所能承受的最大压力。

3.11

**黏附强度 adhesion strength**

当平板式催化剂受到弯曲压力或含尘气流冲刷时，由活性物质等组成的涂层附着于基材的能力。

3.12

**磨损强度 abrasion resistance**

蜂窝式催化剂经加速试验磨损前后质量损失的百分比与所消耗的磨损剂质量的比值，或平板式催化剂在旋转式磨耗测试仪上按照特定条件研磨前后的质量差。

3.13

**比表面积 special surface area**

单位质量催化剂的表面和内孔的总表面积。

3.14

**孔容 pore volume**

单位质量催化剂的内孔的总容积，本标准中特指用压汞仪测得的孔体积。

3.15

**孔径 pore size**

催化剂的微观孔隙的宽度（如圆柱形孔的直径或狭缝孔相对壁间的距离）。

## 3.16

**脱硝效率 denitrification efficiency**

烟气中脱除的  $\text{NO}_x$  量与原烟气中所含  $\text{NO}_x$  量的百分比。

## 3.17

**面速度 area velocity**

烟气流量与催化剂单元体的总几何表面积（催化剂单元体体积与几何比表面积的乘积）之比。

## 3.18

**氨氮摩尔比  $\text{NH}_3/\text{NO}_x$  molar ratio**

烟气中氨物质的量与氮氧化物物质的量之比。

## 3.19

**活性 activity**

脱硝催化剂在氨基还原剂与氮氧化物反应的过程中所起到的催化作用的能力。

## 3.20

**$\text{SO}_2/\text{SO}_3$  转换率  $\text{SO}_2/\text{SO}_3$  conversion rate**

烟气中的二氧化硫（ $\text{SO}_2$ ）在催化反应过程中被氧化成三氧化硫（ $\text{SO}_3$ ）的体积浓度百分比。

## 3.21

**氨逃逸 ammonia slip**

反应器出口烟气中氨的质量与烟气体积（101 325Pa、0℃，干基，过量空气系数 1.4）之比。

## 3.22

**压降 differential pressure**

催化剂进口和出口烟气全压之差。

## 4 检测内容

4.1 几何特性指标应包括脱硝催化剂的外观尺寸、几何比表面积和开孔率。

4.2 理化特性指标应包括脱硝催化剂的抗压强度（蜂窝式催化剂）、黏附强度（平板式催化剂）、磨损强度、比表面积、孔容、孔径及孔径分布、主要化学成分和微量元素。

4.3 工艺特性指标应包括脱硝催化剂单元体的脱硝效率、氨逃逸、活性、 $\text{SO}_2/\text{SO}_3$  转换率和压降，其中脱硝效率和氨逃逸指标应同时检测。

## 5 检测方法

## 5.1 几何特性指标

## 5.1.1 外观尺寸

5.1.1.1 蜂窝式催化剂应符合下列要求：

- a) 蜂窝式催化剂外观尺寸的检测如图 1 所示，内容应包括单元体的长度（ $l$ ），横截面尺寸（ $a$ ， $b$ ），单元体的内、外壁厚（ $\delta_w$ 、 $\delta_{ow}$ ）和孔径（ $d_a$ 、 $d_b$ ）。
- b) 蜂窝式催化剂外观尺寸中单元体的长度及横截面尺寸的测量结果应精确到 1.0mm，单元体的内、外壁厚和孔径的测量结果应精确到 0.10mm。
- c) 蜂窝式催化剂孔径  $d$  以  $a$ 、 $b$  方向的孔径  $d_a$ 、 $d_b$  的算术平均值计，节距  $r$  以  $a$ 、 $b$  方向的节距  $r_a$ 、 $r_b$  的算术平均值计。

5.1.1.2 平板式催化剂应符合下列要求：

- a) 平板式催化剂外观尺寸的检测如图 2 所示，内容应包括单元体的长度（ $l$ ），横截面尺寸（ $a$ ， $b$ ），板体的壁厚（ $\delta_p$ ），节距（ $r$ ），波高（ $h_s$ ）和波宽（ $b_s$ ）。
- b) 平板式催化剂外观尺寸中单元体的长度及横截面尺寸的测量结果应精确到 1.0mm，板体的壁厚、节距、波高和波宽的测量结果应精确到 0.10mm。

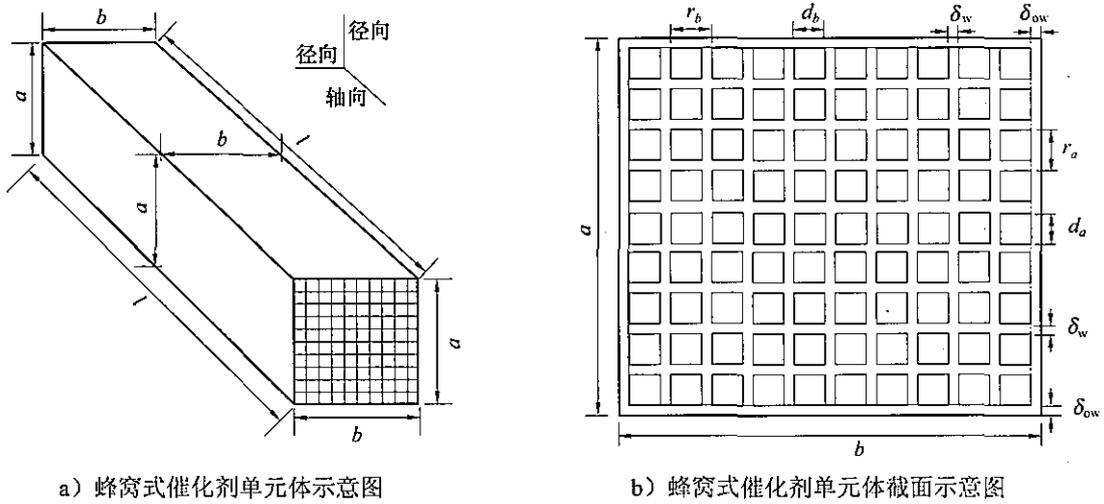


图 1 蜂窝式催化剂单元体及截面示意图

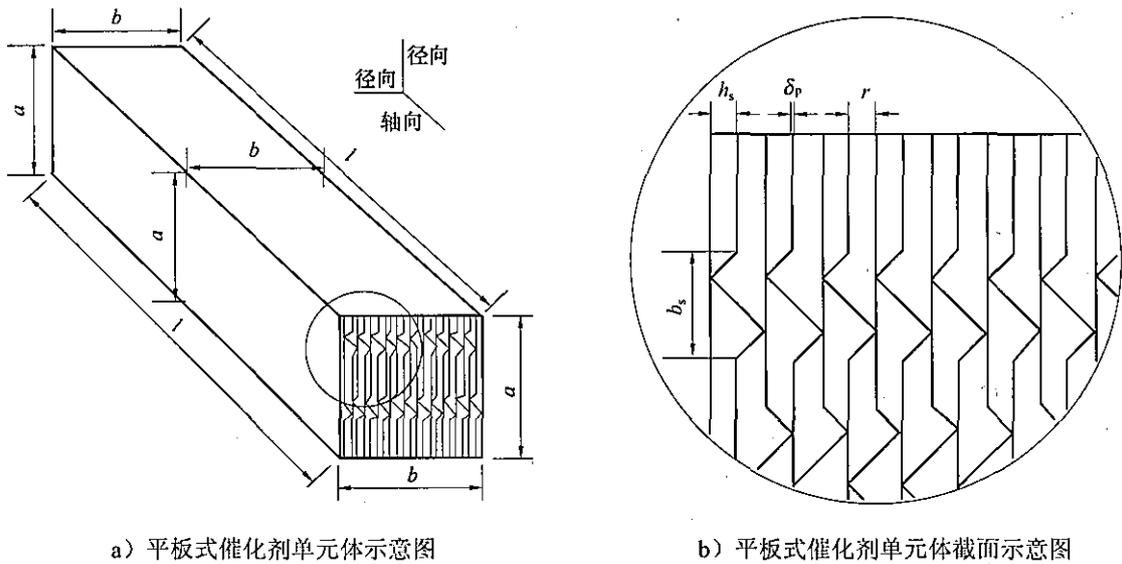


图 2 平板式催化剂单元体及截面示意图

5.1.1.3 测量的位置和次数。测量点的位置取决于试样的形状，应分散且分布均匀。测量点的数量应不少于 10 个，最终结果应取其算术平均值。

5.1.2 几何比表面积

5.1.2.1 蜂窝式催化剂

蜂窝式催化剂的几何比表面积应按公式 (1) 计算：

$$A_p = \frac{4dn^2 \times 1000}{ab} \quad (1)$$

式中：

- $A_p$ ——催化剂的几何比表面积， $m^2/m^3$ ；
- $d$ ——蜂窝式催化剂的孔径，mm；
- $n$ ——蜂窝式催化剂单元体端面上一排的孔数；
- $a$ 、 $b$ ——蜂窝式催化剂单元体的横截面尺寸，mm。

5.1.2.2 平板式催化剂

平板式催化剂的几何比表面积应按公式 (2) 计算：

$$A_p = \frac{2wn \times 1000}{ab} \quad (2)$$

式中:

$w$  ——折弯前的单板宽度, mm;

$n$  ——平板式催化剂单元体中单板的数量。

### 5.1.3 开孔率

#### 5.1.3.1 蜂窝式催化剂

蜂窝式催化剂的开孔率应按公式(3)计算:

$$\varepsilon = \frac{d^2 n^2}{ab} \times 100 \quad (3)$$

式中:

$\varepsilon$  ——催化剂的开孔率, %。

#### 5.1.3.2 平板式催化剂

平板式催化剂的开孔率应按公式(4)计算:

$$\varepsilon = \left( 1 - \delta_p w \frac{n}{ab} \right) \times 100 \quad (4)$$

式中:

$\delta_p$  ——平板式催化剂单元体中单板的厚度, mm。

## 5.2 理化特性指标

### 5.2.1 蜂窝式催化剂抗压强度

#### 5.2.1.1 设备和材料应符合下列要求:

- 压力试验机。施加于试样上的最大应力应大于量程的 10%, 示值误差应在 $\pm 2\%$ 以内。
- 游标卡尺。量程应为 0mm~200mm, 最大允许误差应为 $\pm 0.01$ mm。
- 衬垫片。厚度应为 3mm~6mm 的高岭棉或陶瓷纤维纸。
- 切割机。一般选用立式锯床, 能保证催化剂切割时端面平整、光滑即可。

#### 5.2.1.2 测试方法如下:

##### a) 试样制备应符合下列要求:

- 在催化剂单元体的未经硬化部位, 截取两个长度为  $150\text{mm} \pm 2\text{mm}$  的试样, 分别用于测定轴向抗压强度和径向抗压强度。试样应保持结构完整且无裂纹, 切割面应平整光滑并与催化剂孔壁垂直。
- 测量试样受压面 4 个不同位置的高度以检验受压面的平行度, 任何两个测量点的高度之差应不大于平均高度的 2%。
- 按照 5.1.1.3 的要求测量试样受力面的截面尺寸。
- 将两片高岭棉或陶瓷纤维纸分别放在试样受力面的顶部和底部, 并将试样装入塑料袋中, 折叠封好。

b) 测试。将试样置于压力试验机两块压板的中心位置, 开启压力试验机并以 1125N/s 的加压速率连续均匀施加压力, 直至试样完全破碎或压力试验机完全停止, 记录此时的最大压力示值。

c) 计算。蜂窝式催化剂的轴向和径向抗压强度应按公式(5)分别计算:

$$p = \frac{F}{LW} \quad (5)$$

式中:

$p$  ——抗压强度, MPa;

$F$  ——最大压力示值, N;

$L$ ——试样底部（或顶部）长度，mm；

$W$ ——试样底部（或顶部）宽度，mm。

### 5.2.2 平板式催化剂黏附强度

#### 5.2.2.1 设备和材料应符合下列要求：

- a) 柱轴弯曲试验仪。应适用于厚度为 0.7mm~0.8mm 的板材。
- b) 芯轴。轴径为 8mm，应由硬质抗腐蚀材料（如不锈钢）制成。
- c) 游标卡尺。量程应为 0mm~200mm，最大允许误差应为 ±0.01mm。
- d) 电子天平。最大允许误差应为 ±0.001g。
- e) 切割机。一般选用立式锯床，能保证催化剂切割时端面平整、光滑即可。

#### 5.2.2.2 测试方法应符合下列要求：

- a) 试样制备。从平板式催化剂上切割一块尺寸约为 90mm×50mm 的试样，试样不应包含催化剂的波形部分。按照 5.1.1.3 的要求分别测量试样长、宽方向的尺寸，并用电子天平称量、记录试样的质量。
- b) 测试。将试样垂直固定在柱轴弯曲试验仪上，按照仪器操作手册进行测试，弯曲过程应平稳迅速。测试完成后取下试样，采用压力为 0.1MPa 的压缩空气在试样折弯处来回均匀吹扫 20s，称重并记录。
- c) 计算。平板式催化剂的黏附强度应按照公式（6）计算：

$$\lambda = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (6)$$

式中：

$\lambda$  ——黏附强度，%；

$m_1$  ——试样测试前质量，g；

$m_2$  ——试样测试后质量，g。

### 5.2.3 蜂窝式催化剂磨损强度

#### 5.2.3.1 测试装置如图 3、图 4 所示。

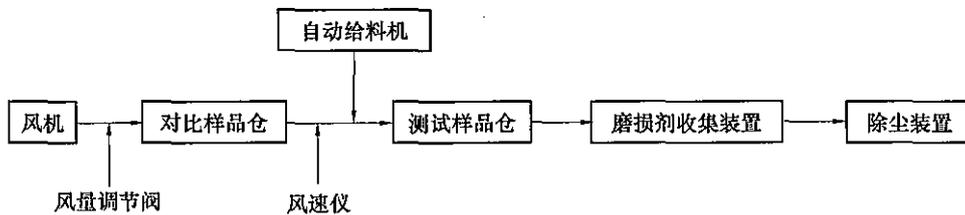


图 3 样品仓串联布置的磨损强度测试装置流程图

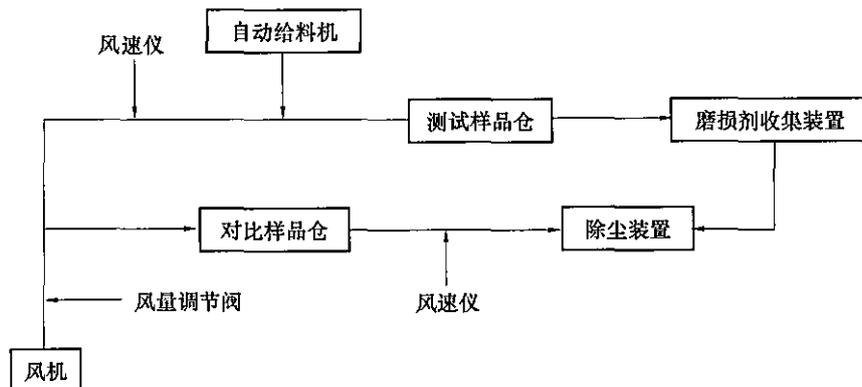


图 4 样品仓并联布置的磨损强度测试装置流程图

蜂窝式催化剂的磨损强度应采用加速试验方法测试。测试装置应由风机、风量调节阀、自动给料机、对比样品仓和磨损剂收集装置、除尘装置等主要部分组成，测试样品和对比样品可以采用串联或并联方式。

#### 5.2.3.2 辅助设备和材料应符合下列要求：

- a) 电子秤。最大允许误差应为±10g。
- b) 电子天平。最大允许误差应为±0.001g。
- c) 磨损剂。干燥的高硬度石英矿砂，粒径范围应为40目~50目。

#### 5.2.3.3 测试方法应符合下列要求：

- a) 试样制备。截取长度和宽度均为60mm~80mm，高度为100mm±2mm的试样两块（应保持孔型完整），作为测试样品和对比样品。将样品置于105℃±2℃的恒温烘箱中干燥2h，取出并自然冷却至室温后称重。
- b) 测试。将样品用海绵或高岭棉包裹，置于样品仓中（若样品经过硬化处理，应将硬化端作为迎风面）。样品外壁与仓壁之间应完全密封，使空气和磨损剂完全从试样的通道中流过。测试条件见表1。

表1 蜂窝式催化剂磨损强度测试条件

项目	催化剂通道内风速	磨损剂浓度	测试时间
单位	m/s	g/m <sup>3</sup>	h
设定值	14.5±0.5	50±5	2

测试后，称量测试样品、对比样品以及收集到的磨损剂的质量。

#### c) 蜂窝式催化剂的磨损强度应按照公式(7)计算：

$$\xi_h = \frac{\left(1 - \frac{m_2 m_3}{m_1 m_4}\right) \times 100}{m} \quad (7)$$

式中：

- $\xi_h$  ——蜂窝式催化剂的磨损强度，%/kg；  
 $m_1$  ——测试样品测试前质量，g；  
 $m_2$  ——测试样品测试后质量，g；  
 $m_3$  ——对比样品测试前质量，g；  
 $m_4$  ——对比样品测试后质量，g；  
 $m$  ——磨损剂质量，kg。

### 5.2.4 平板式催化剂磨损强度

#### 5.2.4.1 测试装置应符合下列要求：

平板式催化剂的磨损强度应采用研磨法测试，测试装置应为旋转式磨耗测试仪。

#### 5.2.4.2 辅助设备和材料应符合下列要求：

- a) 卷尺。最大允许误差为±1mm。
- b) 电子天平。最大允许误差为±0.001g。
- c) 干燥箱。温度波动范围为±1℃。
- d) 干燥器。干燥剂为无水硫酸铜。
- e) 剪板机。可剪板厚大于或等于2mm，可剪板宽大于或等于1000mm。
- f) 锥钻。直径为8mm。

#### 5.2.4.3 测试应符合下列要求：

- a) 试样制备。截取长度和宽度均为  $90\text{mm} \pm 2\text{mm}$  的试样两块(试样表面平整,不应包含波形部分),用锥钻在试样中心钻孔。将钻孔后的试样放入  $60^\circ\text{C}$  干燥箱中干燥 30min,然后放入干燥器中冷却 30min,用电子天平测量并记录试样质量(从干燥器中取出后的称重过程应在 60s 内完成)。
- b) 测试。将试样固定在磨耗测试仪中,按照表 2 要求设置磨耗测试仪,启动测试。

表 2 平板式催化剂磨损强度测试条件

项目	砂轮的附加砝码	砂轮转速	研磨方式
单位	kg	r/min	—
设定值	1.0	60	300 转, 不间断

研磨结束后,将试样再次放入  $60^\circ\text{C}$  干燥箱中干燥 30min,然后放入干燥器中冷却 30min,测量并记录试样质量(从干燥器中取出后的称重过程应在 60s 内完成)。

- c) 平板式催化剂的磨损强度应按公式(8)计算:

$$\xi_p = \frac{2(m_1 - m_2)}{3} \quad (8)$$

式中:

- $\xi_p$  ——平板式催化剂的磨损强度,  $\text{mg}/100\text{U}$ ;
- $m_1$  ——测试样品测试前质量,  $\text{mg}$ ;
- $m_2$  ——测试样品测试后质量,  $\text{mg}$ 。

### 5.2.5 比表面积

#### 5.2.5.1 测试仪器应符合下列要求:

- a) 比表面积仪。应根据 BET 原理制作。
- b) 电子天平。最大允许误差应为  $\pm 0.0001\text{g}$ 。

#### 5.2.5.2 测试方法应符合下列要求:

- a) 采样及预处理。从催化剂有效反应壁面截取一定质量的试样,放入样品管内进行真空脱气处理,以去除试样表面物理吸附的物质。  
平板式催化剂不应取基材部位。
- b) 测试。试样经真空脱气处理后,冷却至室温,按照 GB/T 19587 的规定,利用比表面积仪按照多点 BET 法进行测试。

### 5.2.6 孔容、孔径及孔径分布

5.2.6.1 原理。非浸润液体仅在受到外压作用时方可进入多孔体,在外压作用下进入样品中的汞体积与所施外力成函数关系,从而测得样品的孔径分布。

#### 5.2.6.2 测试仪器应符合下列要求:

- a) 压汞仪。最大压强应不低于  $200\text{MPa}$ ,孔径测量范围为  $5\text{nm} \sim 1000\mu\text{m}$ ;各化学成分检出限应不大于  $50\mu\text{g}/\text{g}$ 。
- b) 电子天平。最大允许误差为  $\pm 0.0001\text{g}$ 。

#### 5.2.6.3 测试方法应符合下列要求:

- a) 采样及预处理。从催化剂有效反应壁面截取试样,放入坩埚并置于马弗炉内,在  $300^\circ\text{C}$  条件下煅烧 1h,取出后置于干燥器中冷却至室温。从冷却后的样品中称取质量为  $0.62\text{g} \sim 0.68\text{g}$  的试样放入样品管,密封后装入压汞仪,开始抽真空,直至残压不高于  $7\text{Pa}$ ,以排除试样中的气体并确保汞从储存罐转移至样品管内。  
平板式催化剂不应取基材部位。
- b) 测试。测试应分为低压和高压两个步骤,均按照 GB/T 21650.1 的规定进行。

### 5.2.7 主要化学成分

5.2.7.1 测试内容。催化剂中的主要化学成分视其配方不同一般包括二氧化钛( $\text{TiO}_2$ )、三氧化钨( $\text{WO}_3$ )、三氧化钼( $\text{MoO}_3$ )、五氧化二钒( $\text{V}_2\text{O}_5$ )、氧化钡( $\text{BaO}$ )等。

5.2.7.2 测试仪器和材料应符合下列要求:

- X 射线荧光光谱仪(简称 XRF)。各化学成分检出限不大于  $50\mu\text{g/g}$ 。
- 压片机。压强范围为  $0\text{MPa}\sim 100\text{MPa}$ ，制样时压强应不低于  $30\text{MPa}$ 。
- 铂金坩埚。95%铂+5%金。
- 混合气体。90%氩气+10%甲烷。
- 标准样品。基体材质应与脱硝催化剂样品一致。

5.2.7.3 测试方法应符合下列要求:

- 试样制备。采用固体粉末压片法或熔样法制备试样。
- 测试。用 XRF 测试催化剂的化学成分。

### 5.2.8 微量元素

5.2.8.1 测试内容。脱硝催化剂中除 5.2.7.1 以外的其他元素,如钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、铁(Fe)、磷(P)、砷(As)等。

5.2.8.2 测试仪器和材料应符合下列要求:

- 电感耦合等离子发射光谱仪。波长为  $160\text{nm}\sim 820\text{nm}$ ，反射功率不大于  $10\text{W}$ ，功率波动不大于  $0.1\%$ ，频率稳定性不大于  $0.1\%$ 。
- 电子天平。最大允许误差应为  $\pm 0.0001\text{g}$ 。
- 电加热板。温度为  $0^\circ\text{C}\sim 500^\circ\text{C}$ ，控温精度为  $\pm 5^\circ\text{C}$ ，功率不小于  $2\text{kW}$ 。
- 微波消解器(如需要)。压力不低于  $3\text{MPa}$ ，耐温不低于  $300^\circ\text{C}$ 。
- 氩气。纯度不低于  $99.99\%$ 。
- 优级纯化学试剂。包括盐酸( $\text{HCl}$ )、硝酸( $\text{HNO}_3$ )、氢氟酸( $\text{HF}$ )等。
- 去离子水。一级水。
- 标准储备液。选用国家标准物质的混合溶液或单标溶液。

5.2.8.3 测试方法应符合下列要求:

- 试样制备。从待测催化剂需测量部位取样,参照 GB/T 23942 规定采用适宜的方法消解。
- 试液制备。参照 GB/T 23942 规定制备待测液、程序空白试液和标准溶液。
- 测试。参照 GB/T 23942 标准规定进行,标准曲线的线性相关系数应不低于  $0.999$ 。

## 5.3 工艺特性指标

### 5.3.1 测试装置

5.3.1.1 装置流程。脱硝催化剂工艺特性指标的检测应采用专门的测试装置,针对完整的蜂窝式催化剂单元体或按照特殊要求切割后的平板式催化剂进行,其装置流程见图 5。微型催化剂活性测试装置参见附录 A,特殊尺寸的平板式催化剂活性测试装置参见附录 B。

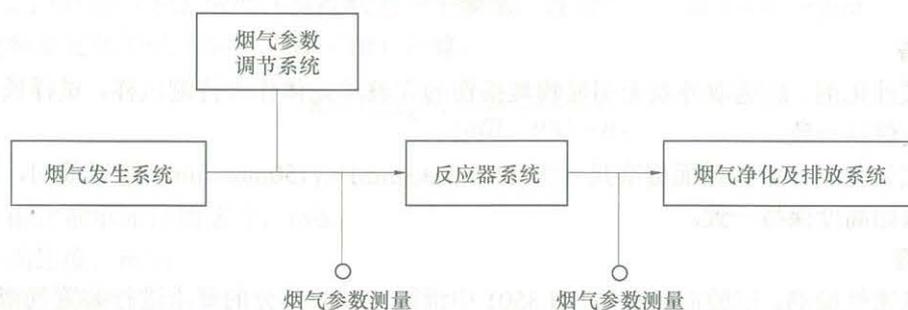


图 5 脱硝催化剂工艺特性指标测试装置流程图

## 5.3.1.2 装置性能应符合下列要求:

- a) 脱硝催化剂工艺特性指标测试装置的主要性能参数应符合表3的要求。

表3 脱硝催化剂工艺特性指标测试装置的主要性能参数

项目		参数	单位
试验烟气条件 (湿基)	流量	50~550	m <sup>3</sup> /h
	温度	280~450	°C
	SO <sub>2</sub>	500~15 000	mg/m <sup>3</sup>
	NO	100~1300	mg/m <sup>3</sup>
	O <sub>2</sub>	2~18	%
	H <sub>2</sub> O	3~22	%
	NH <sub>3</sub>	40~800	mg/m <sup>3</sup>

- b) 脱硝催化剂工艺特性指标测试装置的烟气成分检测方法参考标准见表4。

表4 推荐的烟气成分检测方法参考标准

序号	烟气成分	推荐的检测方法	参考标准
1	NO/NO <sub>2</sub>	化学发光法	ISO 7996
		盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ/T 43
2	O <sub>2</sub>	磁力机械式氧分析仪法	JJG 662
3	SO <sub>2</sub>	紫外荧光法	ISO 10498
		碘量法	HJ/T 56
		离子色谱法	GB/T 14642
4	SO <sub>3</sub>	高氯酸钡—钽试剂法	GB/T 21508
		离子色谱法	GB/T 14642
5	NH <sub>3</sub>	氨气敏电极法	GB/T 14669
		次氯酸钠—水杨酸分光光度法	HJ 534
		离子色谱法	GB/T 15454
6	H <sub>2</sub> O	冷凝法	GB/T 16157
		重量法	

## 5.3.2 试样制备

5.3.2.1 蜂窝式催化剂。应选取外观无明显物理损伤的完整单元体作为待测试样，试样长度应与催化剂模块的原始高度保持一致。

5.3.2.2 平板式催化剂。应按截面标准尺寸为(150mm±3mm)×(150mm±3mm)进行裁切，试样长度应与催化剂模块的原始高度保持一致。

## 5.3.3 测试步骤

5.3.3.1 装置气密性检测。试验前应按照 SH 3501 中泄漏性试验部分的要求进行装置气密性检测，检测合格后方可进行试验。

## 5.3.3.2 烟气条件设定。

- a) 新催化剂的测试，宜采用设计烟气条件作为测试条件。  
b) 已使用过的催化剂的测试，宜采用工程实际烟气条件作为测试条件。

## 5.3.3.3 老化。新催化剂测试前应对其进行老化处理。

老化过程为待系统烟气参数按 5.3.3.4 调节稳定，持续通烟气 30h 后，每隔 1h 对反应器出口烟气中 SO<sub>2</sub> 和 SO<sub>3</sub> 浓度进行检测。当满足以下条件时，表明新催化剂的老化完成，可以进入正式测试阶段。

- a) 连续 4 个测试数据不存在同一种趋势。  
b) 测试结果的标准偏差小于 10%。

## 5.3.3.4 测试。进入正式测试阶段后，当 30min 内反应器（如多个反应器串联，则指第一个反应器）入口的烟气参数波动幅度满足表 5 的要求时，可开始进行各参数的测量。

表 5 试验期间允许的系统参数波动范围

序号	参数	波动范围	单位
1	烟气流量	±5	%（相对值）
2	烟气温度	±3	℃
3	O <sub>2</sub> 浓度	±0.2	%（绝对值）
4	NO 浓度	±1	%（相对值）
5	SO <sub>2</sub> 浓度	±1	%（相对值）
6	SO <sub>3</sub> 浓度	±10	%（相对值）
7	H <sub>2</sub> O 含量	±10	%（相对值）
8	氨氮摩尔比	±0.05	—

测试期间，当烟气条件发生变化时，应稳定 1h 后方可进行数据采集。

每隔 1.0h~1.5h 测定一次，至少测定 5 次。当相邻两次的测量结果相对偏差不大于 10% 时，可以结束试验。

## 5.3.4 计算

## 5.3.4.1 催化剂单元体的脱硝效率应按公式（9）计算：

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100 \quad (9)$$

式中：

- $\eta$  —— 催化剂单元体的脱硝效率，%；  
 $C_1$  —— 反应器入口 NO<sub>x</sub> 浓度（标准状态，干燥基，过量空气系数 1.4），mg/m<sup>3</sup>；  
 $C_2$  —— 反应器出口 NO<sub>x</sub> 浓度（标准状态，干燥基，过量空气系数 1.4），mg/m<sup>3</sup>。

## 5.3.4.2 催化剂单元体的活性应按公式（10）计算：

$$K = 0.5v_A \ln \frac{MR}{(MR - \eta)(1 - \eta)} \quad (10)$$

式中：

- $K$  —— 催化剂单元体的活性，m/h；  
 $v_A$  —— 面速度，m/h；  
 $MR$  —— 氨氮摩尔比。

5.3.4.3 SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub> 转换率应按公式（11）计算：

$$X = \frac{S_{3o} - S_{3i}}{S_{2i}} \times 100 \quad (11)$$

式中:

$X$  —— 催化剂单元体的  $\text{SO}_2/\text{SO}_3$  转换率, %;

$S_{3o}$  —— 反应器出口  $\text{SO}_3$  浓度,  $\mu\text{L/L}$ ;

$S_{3i}$  —— 反应器进口  $\text{SO}_3$  浓度,  $\mu\text{L/L}$ ;

$S_{2i}$  —— 反应器进口  $\text{SO}_2$  浓度,  $\mu\text{L/L}$ 。

5.3.4.4 氨逃逸应按公式 (12) 折算到基准氧含量 (6%) 下计算:

$$C_{\text{NH}_3} = C'_{\text{NH}_3} \frac{15}{21 - O'_2} \quad (12)$$

式中:

$C_{\text{NH}_3}$  —— 折算到基准氧含量下的氨逃逸,  $\text{mg/m}^3$ ;

$C'_{\text{NH}_3}$  —— 实测的氨逃逸,  $\text{mg/m}^3$ ;

$O'_2$  —— 实测的氧含量, %。

5.3.4.5 压降应按公式 (13) 计算:

$$\Delta p = p_{\text{out}} - p_{\text{in}} \quad (13)$$

式中:

$\Delta p$  —— 催化剂单元体的烟气压降, Pa;

$p_{\text{out}}$  —— 反应器出口烟气全压, Pa;

$p_{\text{in}}$  —— 反应器入口烟气全压, Pa。

## 附录 A (资料性附录)

### 微型催化剂活性测试装置

#### A.1 概述

微型催化剂活性测试装置因具备试验成本低、测试结果可重复性强等优点，在脱硝催化剂的研发和生产过程中应用较为广泛，其检测结果的定性趋势可用于区分不同配方催化剂的性能差异或用于同一批次催化剂产品的质量控制在。但由于试验样品尺寸、试验烟气条件等与工程实际状况存在较大区别，微型测试装置的定量测试结果意义不大。本附录所述的微型催化剂活性测试装置仅适用于脱硝催化剂生产厂家或科研单位的产品研发及生产过程质量控制，不适用于以催化剂运行管理为目的的性能测试或任何第三方检测。

#### A.2 主要特点

##### A.2.1 试样制备

微型测试装置的试样固定在试样盒中。试样盒为长方体，其横截面为边长 20mm~50mm 的正方形，长度通常为 200mm~300mm。

蜂窝式催化剂试样一般包括 2 孔~5 孔，切割时应保持孔型完整。平板式催化剂试样约 3 片~5 片，不应包含波形部分。

##### A.2.2 试验烟气来源

由于所需烟气量小，微型测试装置的试验烟气一般采用配气法产生，而单元体测试装置的烟气可采用配气法、燃烧法或其他方法产生。

##### A.2.3 试验烟气条件

微型测试装置主要用于产品研发或生产过程质量控制，测试目的在于对比多次检测结果的定性变化趋势，因此其试验烟气成分 ( $O_2$ 、 $NO_x$ 、 $SO_2$  等) 和烟气温度、烟气流速等通常为固定条件，一般不随测试样品的改变而发生变化，即所谓的“标准烟气”。

不同催化剂生产厂家或科研单位的“标准烟气”各不相同。

#### A.3 装置流程、测试过程与计算方法

微型催化剂活性测试装置的装置流程、测试过程和计算方法等均与单元体测试装置相同。

附录 B  
(资料性附录)

特殊尺寸的平板式催化剂活性测试装置

**B.1 概述**

平板式催化剂因其物理结构的特殊性，在科研和生产过程中存在着一种特殊尺寸的催化剂活性测试装置，这种测试装置的试样尺寸介于单元体测试装置和微型测试装置之间。

**B.2 主要特点**

**B.2.1 试样制备**

试样固定在长方体形的试样盒中。试样盒的横截面通常为 65mm×65mm 的正方形，其长度不低于催化剂模块的原始高度。

将裁切后的平板式催化剂（不含波形部分，长度与催化剂模块的原始高度相同）逐片安装在试样盒中，每个试样盒中等间距安装 10 片试样。

**B.2.2 试验烟气来源**

试验烟气一般采用配气法或燃烧法产生。

**B.2.3 试验烟气条件**

试验烟气流量通常为 20m<sup>3</sup>/h~55m<sup>3</sup>/h，其他烟气条件同表 3。

**B.3 装置流程、测试过程与计算方法**

该测试装置的装置流程、测试过程和计算方法等均与单元体测试装置相同。

---

中华人民共和国  
电力行业标准  
火电厂烟气脱硝催化剂检测技术规范  
DL/T 1286—2013

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2014年4月第一版 2014年4月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 29·字  
印数 0001—3000册

\*

统一书号 155123·1838 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



关注我，关注更多好书



B00KD3HR71 (874451)  
火电厂烟气脱硝催化剂检测技  
术规范(DL/T 1286-2013)

采用可揭除条码标签  
155123.1838

上架建议：规程规范/电工技术