

ICS 27.100

CCS F 24

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1286—2021

代替 DL/T 1286—2013

火电厂烟气脱硝催化剂检测技术规范

Technical specification of SCR catalysts test for thermal power plants

2021-12-22 发布

2022-03-22 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	4
附录 A（规范性） 工艺特性测试装置主要技术指标	18
附录 B（资料性） 其他形式工艺特性测试装置	19
附录 C（规范性） 工艺特性对比检测试样制备方法及烟气条件	21
附录 D（资料性） 烟气成分分析方法	23
参考文献	24

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。

本文件代替 DL/T 1286—2013《火电厂烟气脱硝催化剂检测技术规范》，与 DL/T 1286—2013 相比，除结构调整和编辑性变动外，主要技术内容变化如下：

- 增加了波纹板式烟气脱硝催化剂的检测内容（见第5章）；
- 增加了几何特性检测中催化剂外观的检测（见 5.1.1）；
- 增加了平板式催化剂磨损率的检测（见 5.2.4）；
- 增加了孔容检测的气体吸附法（见 5.3.3.3）；
- 修改了平板式催化剂几何比表面积和开孔率的计算公式（见 5.1.3.2、5.1.4.2，2013年版的 5.1.2.2 和 5.1.3.2）；
- 调整了理化特性的检测内容，将抗压强度、耐磨强度、磨损率等催化剂的机械性能从理化特性中分离出来，另列为机械特性检测（见 4.3、5.2，2013年版的 5.2）；
- 补充了理化特性与工艺特性检测中取样与减料制备（见 5.3.1、5.4.3）；
- 补充完善了工艺特性检测方法的相关规范性附录和资料性附录（见附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D）。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业环境保护标准化技术委员会（DL/TC 33）归口。

本文件起草单位：国电环境保护研究院有限公司、苏州西热节能环保技术有限公司、浙江德创环保科技股份有限公司、江苏龙源催化剂有限公司、国家电投集团远达环保催化剂有限公司、大唐南京环保科技有限公司、华电电力科学研究院有限公司、启源（西安）大荣环保科技有限公司。

本文件主要起草人：朱林、陈宝康、金定强、庄柯、马太余、白伟、吴碧君、周林、孔凡海、肖雨亭、江晓明、姚杰、张杨、刘炜、李小海、李浙飞。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2013年首次发布为 DL/T 1286—2013；
- 本次为第一次修订。

本文件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

本文件规定了火电厂烟气脱硝催化剂的检测内容与检测方法。

本文件适用于火电厂烟气脱硝用蜂窝式、平板式、波纹板式催化剂。

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 1768—2006 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

GB/T 19587—2017 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积

GB/T 21650.1—2008 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 21650.2—2008 压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度 第2部分：气体吸附法分析介孔和大孔

GB/T 31587—2015 蜂窝式烟气脱硝催化剂

GB/T 31590 烟气脱硝催化剂化学成分分析方法

GB/T 34701 再生烟气脱硝催化剂微量元素分析方法

DL/T 1990 火电厂烟气中 SO₃ 测试方法 控制冷凝法

HJ 76 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蜂窝式催化剂 **honeycomb catalysts**

整体挤出成型、端面为蜂窝状、经焙烧而成的脱硝催化剂。

[来源：GB/T 31587—2015，3.1]

3.2

平板式催化剂 **plate catalysts**

以平板状金属网为基材，经压制、焙烧而成的脱硝催化剂。

[来源：GB/T 31584—2015，3.1]

3.3

波纹板式催化剂 **corrugated catalysts**

以平板状和波纹板状玻璃纤维为基材，交错层叠后，经浸渍、焙烧而成的脱硝催化剂。

3.4

单板 **plate**

平板式催化剂的基本组成部分，由金属网表面均匀涂覆活性组分，按照一定的规格褶皱并剪切而成。

[来源：GB/T 31584—2015，3.3，有修改]

3.5

单元 log

蜂窝式催化剂：具有完整外边壁面及 150 mm×150 mm 正方形截面的催化剂单体；平板式催化剂：由一定数量的单板在金属盒内组装而成的集合；波纹板式催化剂：由一定数量的波纹板式催化剂在金属盒内组装而成的集合。

[来源：GB/T 31587—2015, 3.3, 有修改；GB/T 31584—2015, 3.4, 有修改]

3.6

模块 module

由一定数量的催化剂单元在模块框内组装而成的集合。

[来源：GB/T 31587—2015, 3.4, 有修改；GB/T 31584—2015, 3.5, 有修改]

3.7

节距 pitch

蜂窝式催化剂：蜂窝孔径与内壁厚度之和；平板式催化剂：相邻单板中心线之间的距离；波纹板式催化剂：相邻平板内壁中心线之间的距离。

3.8

几何比表面积 geometric specific surface area

烟气流通过催化剂通道的总表面积与催化剂体积的比值。

[来源：GB/T 31584—2015, 3.7]

3.9

开孔率 opening ratio

烟气流通过通道的总截面积与催化剂截面积的比值。

[来源：GB/T 31587—2015, 3.5]

3.10

轴向抗压强度 axial compressive strength

沿催化剂孔道方向单位面积所能承受的最大压力。

[来源：GB/T 31587—2015, 3.9]

3.11

径向抗压强度 transverse compressive strength

与催化剂孔道垂直方向单位面积所能够承受的最大压力。

[来源：GB/T 31587—2015, 3.10]

3.12

黏附强度 adhesion strength

平板式催化剂表面涂层抵抗弯曲压力的能力，以百分比（%）表示。

3.13

磨损率 abrasion ratio

催化剂磨损前后质量损失的百分比与所使用的磨损剂质量的比值，单位为百分比每千克（%/kg）。

[来源：GB/T 31587—2015, 3.6, 有修改]

3.14

耐磨强度 abrasion resistance

当平板式催化剂受到外力摩擦时，其表面活性物质涂层能抵抗摩擦力而不形成碎屑或粉末的能力。单位为毫克每 100 转（mg/100 r）。

[来源：GB/T 31584—2015, 3.9, 有修改]

3.15

比表面积 special surface area

单位质量催化剂总表面积，即外表面积与内表面积之和。

3.16

孔容 pore volume

单位质量催化剂内孔的总容积。

3.17

面速度 area velocity

烟气流量（标态，湿基，实际含氧量）与催化剂单元总几何表面积（催化剂单元体积与几何比表面积的乘积）之比。

3.18

活性 activity

脱硝催化剂在 NH_3 基还原剂与 NO_x 反应的过程中所起到的催化作用的能力。

4 检测内容

4.1 总体要求

催化剂检测内容应包含几何特性、机械特性、理化特性、工艺特性的检测。

4.2 几何特性

应包括如下参数：

- 外观；
- 几何尺寸；
- 几何比表面积；
- 开孔率；
- 蜂窝式催化剂的单元密度。

4.3 机械特性

应包括如下参数：

- 蜂窝式催化剂的抗压强度；
- 平板式催化剂的黏附强度与耐磨强度；
- 蜂窝式、平板式及波纹板式催化剂的磨损率。

4.4 理化特性

应包括如下参数：

- 比表面积；
- 孔容；
- 主要化学成分和微量元素。

4.5 工艺特性

应包括如下参数：

- 脱硝效率；
- 活性；

- SO₂/SO₃ 转化率;
- 氨逃逸;
- 压力降。

5 检测方法

5.1 几何特性

5.1.1 外观

5.1.1.1 蜂窝式催化剂

5.1.1.1.1 单元

目测催化剂单元有无端面缺口、端面裂缝、外壁缺口、外壁裂缝、孔变形和内部横裂。采用直尺测量裂缝宽度、长度以及缺口深度，裂缝宽度精确至 0.1 mm，裂纹长度和缺口深度精确至 1 mm。

5.1.1.1.2 模块

目测模块的焊接处是否有气孔、弧坑、漏焊、虚焊和夹渣等缺陷，是否设有取样单元及防灰滤网等。用卷尺测量模块几何尺寸精确至 1 mm。

5.1.1.1.3 单元变形

蜂窝式催化剂单元变形检测应符合如下规定。

- a) 设备和材料满足 GB/T 31587—2015 中的规定。
- b) 宽度方向变形：按照 GB/T 31587—2015 中的规定，对蜂窝式催化剂单元宽度方向变形进行测定，精确至 0.1 mm。
- c) 长度方向变形：如图 1 所示，利用塞尺或塞规逐一测量 4 个侧面与水平平台间的最大间隙 h ，精确至 0.1 mm，取其中最大间隙作为单元长度方向变形。

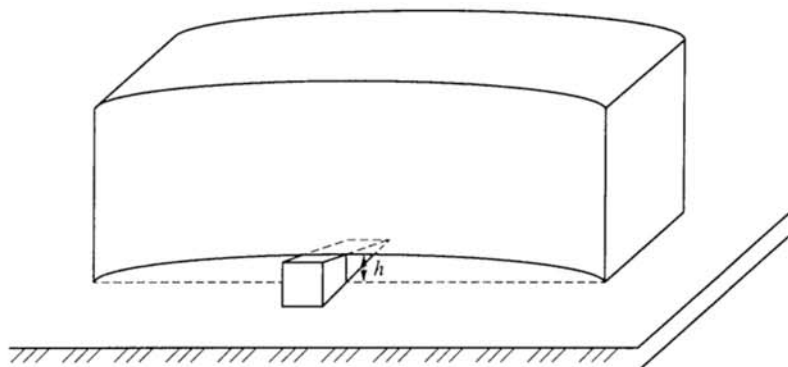


图 1 长度方向变形测量示意图

5.1.1.2 平板式及波纹板式催化剂

目测催化剂单元金属壳体有无明显划痕、凹陷损伤，模块顶部是否设有防尘、防灰滤网，模块焊接处是否有气孔、弧坑、漏焊、虚焊及夹渣等缺陷。

5.1.2 几何尺寸

5.1.2.1 蜂窝式催化剂

用卷尺测量蜂窝式催化剂几何尺寸中单元的高度 l 及横截面长 a 、宽 b ，精确至 1 mm。用游标卡尺或光学仪器测量单元的内、外壁厚 b_w 、 b_{ow} ，孔径 d ，节距 p ，精确至 0.1 mm。其中孔径 d 以 a 和 b 方向的孔径 d_a 、 d_b 的均值计，节距 p 以 a 和 b 方向的节距 p_a 、 p_b 的均值计。

蜂窝式催化剂单元体及截面示意图如图 2 所示。

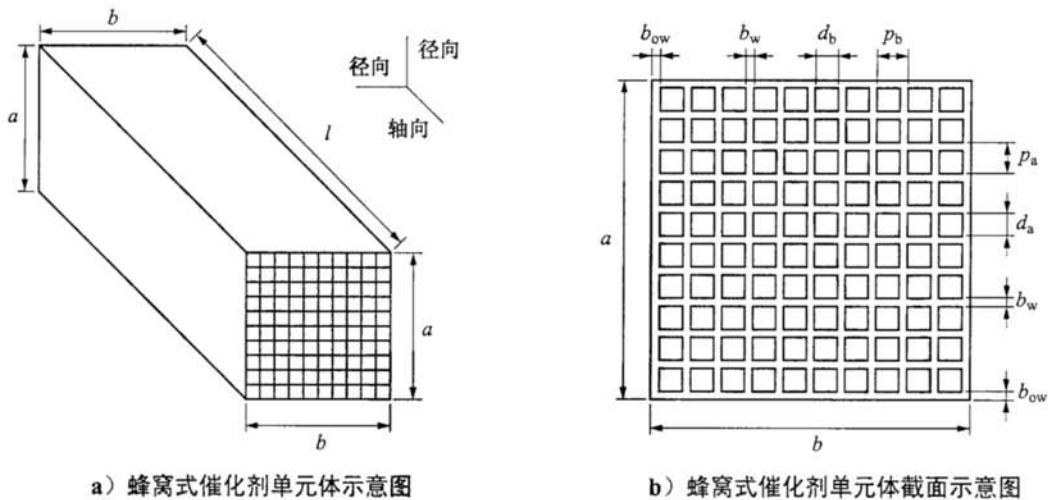


图 2 蜂窝式催化剂单元体及截面示意图

5.1.2.2 平板式催化剂

用卷尺测量平板式催化剂几何尺寸中单元的高度 l 、横截面长 a 、宽 b 及单板宽度 b_p ，精确至 1 mm。用游标卡尺测量单板的壁厚 d_p 、节距 p 、波高 h_s 和波宽 b_s ，精确至 0.1 mm。

平板式催化剂单元体外观示意图如图 3 所示。

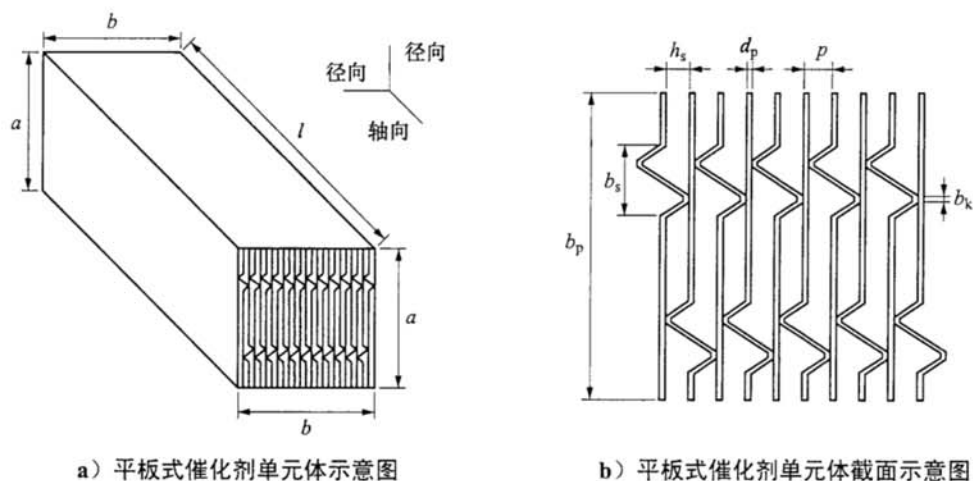


图 3 平板式催化剂单元体及截面示意图

5.1.2.3 波纹板式催化剂

用卷尺测量波纹板式脱硝催化剂的几何尺寸中单元的高度 l 及横截面长 a 、宽 b ，精确至 1 mm。用游标卡尺测量波纹宽度 w_w 、波纹高度 h_w 、波纹板的厚度 t_w 、平板的厚度 t_f 、黏结点宽度 w_b 、节距 p ，精确至 0.1 mm。

波纹板式催化剂单元体及示意图如图 4 所示。

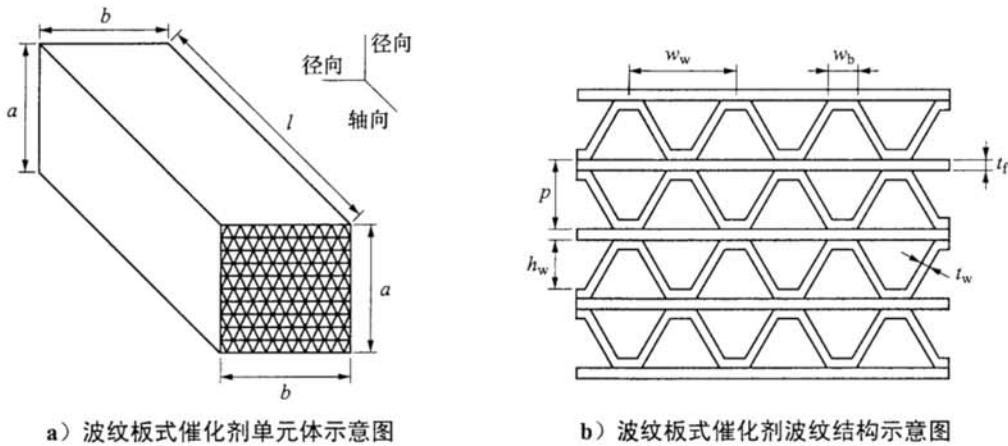


图 4 波纹板式催化剂单元体及波纹结构示意图

5.1.2.4 测量点的位置和次数

测量点的位置取决于试样的形状，应分散布置且分布均匀。除单元的高度和横截面长、宽外，其他检测项的测量点数量不应少于 10 个，最终结果取其算术平均值。

5.1.3 几何比表面积

5.1.3.1 蜂窝式催化剂几何比表面积按公式 (1) 计算，计算结果精确至 $0.1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。

$$A_h = \frac{4d \times n_1 \times n_2}{a \times b} \times 10^3 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- A_h ——蜂窝式催化剂的几何比表面积，单位为平方米每立方米 (m^2/m^3)；
- d ——蜂窝式催化剂的孔径，单位为毫米 (mm)；
- n_1 、 n_2 ——蜂窝式催化剂单元端面上横向与纵向一排的孔数；
- a 、 b ——蜂窝式催化剂单元的横截面长、宽，单位为毫米 (mm)。

5.1.3.2 平板式催化剂几何比表面积按公式 (2) 计算，计算结果精确至 $0.1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。

$$A_p = \frac{(b_p + 4n_1 \times \sqrt{h_s^2 + (0.25b_s)^2} + n_1 \times b_k - n_1 \times h_s) \times 2n_2}{a \times b} \times 10^3 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- A_p ——平板式催化剂的几何比表面积，单位为平方米每立方米 (m^2/m^3)；
- b_p ——平板式催化剂的单板宽度，单位为毫米 (mm)；
- n_1 ——平板式催化剂每片单板中包含的波形数量；
- h_s ——平板式催化剂的单板波高，单位为毫米 (mm)；
- b_s ——平板式催化剂的单板波宽，单位为毫米 (mm)；

b_k ——平板式催化剂相邻单板间的接触宽度，单位为毫米（mm）；

n_2 ——平板式催化剂单元中单板的数量；

a 、 b ——平板式催化剂单元的横截面长、宽，单位为毫米（mm）。

5.1.3.3 波纹板式催化剂的几何比表面积按公式（3）计算，计算结果精确至 $0.1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。

$$A_c = \frac{(4n_1 \times \sqrt{(0.5w_w - w_b)^2 + h_w^2} + 2n_1 \times w_w) \times n_2}{a \times b} \times 10^3 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

A_c ——波纹板式催化剂的几何比表面积，单位为平方米每立方米（ m^2/m^3 ）；

w_w ——波纹板式催化剂的波纹宽度，单位为毫米（mm）；

w_b ——波纹板式催化剂中波纹板与平板的黏结点宽度，单位为毫米（mm）；

h_w ——波纹板式催化剂的波纹高度，单位为毫米（mm）；

n_1 ——波纹板式催化剂中单层波纹板所包含的波纹个数；

n_2 ——波纹板式催化剂单元中所包含的波纹板层数；

a 、 b ——波纹板式催化剂单元的横截面长、宽，单位为毫米（mm）。

5.1.4 开孔率

5.1.4.1 蜂窝式催化剂开孔率按公式（4）计算，计算结果精确至 0.1%。

$$\varepsilon_h = \frac{d^2 \times n_1 \times n_2}{a \times b} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ε_h ——蜂窝式催化剂的开孔率，以百分比（%）表示；

d ——蜂窝式催化剂的孔径，单位为毫米（mm）；

n_1 、 n_2 ——蜂窝式催化剂单元端面上横向与纵向一排的孔数；

a 、 b ——蜂窝式催化剂单元的横截面长、宽，单位为毫米（mm）。

5.1.4.2 平板式催化剂开孔率按公式（5）计算，计算结果精确至 0.1%。

$$\varepsilon_p = \left(1 - \frac{(b_p + 4n_1 \times \sqrt{h_s^2 + (0.25b_s)^2} + 2n_1 \times b_k - n_1 \times h_s) \times n_2 \times d_p}{a \times b} \right) \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ε_p ——平板式催化剂的开孔率，以百分比（%）表示；

b_p ——平板式催化剂单板宽度，单位为毫米（mm）；

n_1 ——平板式催化剂每片单板中包含的波形数量；

h_s ——平板式催化剂的单板波高，单位为毫米（mm）；

b_s ——平板式催化剂的单板波宽，单位为毫米（mm）；

b_k ——平板式催化剂相邻单板间的接触宽度，单位为毫米（mm）；

n_2 ——平板式催化剂单元中单板的数量；

d_p ——平板式催化剂的单板壁厚，单位为毫米（mm）

a 、 b ——平板式催化剂单元的横截面长、宽，单位为毫米（mm）。

5.1.4.3 波纹板式催化剂开孔率按公式（6）计算，计算结果精确至 0.1%。

$$\varepsilon_c = \left(1 - \frac{2n_1 \times t_w \times (\sqrt{(0.5w_w - w_b)^2 + h_w^2} + w_b) \times n_2 + a \times t_f \times (n_2 + 1)}{a \times b} \right) \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- ε_c ——波纹板式催化剂的开孔率,以百分比(%)表示;
- t_w ——波纹板式催化剂中波纹板的厚度,单位为毫米(mm);
- w_w ——波纹板式催化剂的波纹宽度,单位为毫米(mm);
- w_b ——波纹板式催化剂中波纹板与平板的黏结点宽度,单位为毫米(mm);
- h_w ——波纹板式催化剂的波纹高度,单位为毫米(mm);
- t_f ——波纹板式催化剂中平板的厚度,单位为毫米(mm);
- n_1 ——波纹板式催化剂中单层波纹板所包含的波纹个数;
- n_2 ——波纹板式催化剂单元中所包含的波纹板层数;
- a 、 b ——波纹板式催化剂单元的横截面长、宽,单位为毫米(mm)。

5.1.5 蜂窝式催化剂单元密度

采用电子秤(精确至 0.05 kg),选取结构完整的蜂窝式催化剂单元,用电子秤称量质量,将 5.1.2 中测得的单元的高度 l 和横截面长 a 、宽 b ,代入公式(7)计算单元密度。计算结果精确至 0.1 kg/m^3 。

$$\rho = \frac{m}{a \times b \times l} \times 10^9 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- ρ ——蜂窝式催化剂的单元密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);
- m ——单元质量,单位为千克(kg);
- a 、 b ——单元的横截面边长,单位为毫米(mm);
- l ——单元的高度,单位为毫米(mm)。

5.2 机械特性

5.2.1 蜂窝式催化剂抗压强度

5.2.1.1 设备和材料

蜂窝式催化剂抗压强度测试设备和材料应满足如下要求:

- a) 压力试验机:量程不大于 1125 kN,示值误差不超过 $\pm 2\%$ 。
- b) 游标卡尺:量程不小于 0 mm~200 mm,精确至 0.01 mm。
- c) 衬垫片:厚度为 6 mm 的高岭棉或陶瓷纤维纸。

5.2.1.2 试样制备

5.2.1.2.1 完整试样

对于单元结构完整的蜂窝式催化剂样品,在非硬化端截取高度为 (150 ± 2) mm 的试样作为完整试样,用于轴向抗压强度和径向抗压强度的测定。试样应保持结构完整且无裂纹,切割面平整光滑,与催化剂孔壁垂直。测量试样受压面 4 个不同位置的长度,任何两个测量点的长度之差不大于平均值的 2%。将试样装入塑料袋中密封、待用。

5.2.1.2.2 局部试样

对于单元结构残缺的蜂窝式催化剂样品,在非硬化端截取长度和宽度均为 60 mm~70 mm,高度

为(60±2) mm的试样作为局部试样,用于轴向抗压强度的测定,测量径向抗压强度的样品应采用完整试样。试样应保持孔型完整、无裂纹,且不包含外壁,切割面平滑并与催化剂孔壁垂直,打磨切口使残留的孔壁长度不超过1 mm。测量试样受力面4个不同位置的长度,任何两个测量点的长度之差不大于平均值的2%。将试样装入塑料袋中密封、待用。

5.2.1.3 测定步骤

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,置于压力试验机[5.2.1.1 a)]两块压板的中心位置,开启压力试验机[5.2.1.1 a)]并以1125 N/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。轴向和径向各测试3块试样,取3次测定结果的算术平均值作为最终测定结果。

5.2.1.4 测试结果处理

蜂窝式催化剂的轴向和径向抗压强度按公式(8)计算,结果精确至0.1 MPa。

$$P = \frac{F}{l \times w} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- P ——抗压强度,单位为兆帕(MPa);
- F ——最大压力示值,单位为牛顿(N);
- l ——试样底部(或顶部)长度,单位为毫米(mm);
- w ——试样底部(或顶部)宽度,单位为毫米(mm)。

5.2.2 平板式催化剂黏附强度

5.2.2.1 设备和材料

平板式催化剂黏附强度测试设备和材料应满足如下要求:

- a) 柱轴弯曲试验仪:适用于厚度为0.7 mm~0.8 mm的板材。
- b) 芯轴:轴径为8 mm,应由硬质抗腐蚀材料(如不锈钢)制成。
- c) 游标卡尺:量程为0 mm~200 mm,精确至0.01 mm。
- d) 电子天平:精确至0.001 g。

5.2.2.2 试样制备

从平板式催化剂上切割3块尺寸为(90±2) mm×(50±2) mm的试样,不包含催化剂的波形部分。采用电子天平[5.2.2.1 d)]称重。

5.2.2.3 测定步骤

将试样垂直固定在柱轴弯曲试验仪[5.2.2.1 a)]上,弯曲过程应平稳迅速。测试完成后取下试样,采用压力为0.1 MPa的压缩空气对试样进行吹扫,出气口直径为(6±0.5) mm,距离试样弯折处(5±1) cm,且气流方向正对试样弯折处。吹扫时出气口沿试样折弯方向往复均匀吹扫10次,历时20 s,称重。用3块试样重复测试,取3次测定结果的算术平均值作为最终测定结果。

5.2.2.4 测试结果处理

平板式催化剂的黏附强度按公式(9)计算,结果精确至0.1%。

$$\lambda = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- λ ——平板式催化剂的黏附强度，以百分比（%）表示；
- m_1 ——平板式催化剂试样测试前质量，单位为克（g）；
- m_2 ——试样测试后质量，单位为克（g）。

5.2.3 平板式催化剂耐磨强度

5.2.3.1 设备和材料

平板式催化剂耐磨强度测试设备和材料应满足如下要求：

- a) 单盘旋转式磨耗测试仪：参数满足 GB/T 1768—2006 中第 5 章的要求。
- b) 卷尺或直尺：精确至 1 mm。
- c) 电子天平：精确至 0.001 g。
- d) 锥钻：钻头直径 8 mm。
- e) 烘箱：工作温度为室温至 150 ℃，控温精度 ±2 ℃。

5.2.3.2 试样制备

从单板上截取长度和宽度均为 (90±2) mm 的试样（不包含波形部分），用锥钻 [5.2.3.1 d)] 在试样中心钻孔。将钻孔后的试样置于烘箱 [5.2.3.1 e)] 中 (60±2) ℃干燥 30 min，冷却至室温，称重。

5.2.3.3 测定步骤

在温度为 10 ℃~30 ℃，相对湿度为 15%~75%的环境下，将试样固定在单盘旋转式磨耗测试仪 [5.2.3.1 a)] 中。调节吸尘管与试样之间的距离为 (6.0±0.5) mm。选用硬度为 HA (90±5)、宽度为 (13±1) mm 的单侧橡胶磨轮。测试参数见表 1。

表 1 平板式催化剂耐磨强度测试条件

项目	磨轮附加砝码及砝码臂总质量 kg	磨轮转速 r/min	测试时间 min
设定值	1.0	60	5

完成测试后将试样置于烘箱中 (60±2) ℃干燥 30 min，冷却至室温，称重。对 3 块试样进行测试，取 3 次测定结果的算术平均值作为最终测定结果。

5.2.3.4 测试结果处理

平板式催化剂的耐磨强度按公式 (10) 计算，结果精确至 1 mg/100 r。

$$\xi_p = \frac{2 \times (m_1 - m_2)}{n} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- ξ_p ——平板式催化剂的磨损强度，单位为毫克每 100 转（mg/100 r）；
- n ——磨轮的转数（ $n=300$ r）；
- m_1 ——测试样品测试前质量，单位为毫克（mg）；
- m_2 ——测试样品测试后质量，单位为毫克（mg）。

5.2.4 磨损率

5.2.4.1 测试装置

测试装置由风机、风量调节机构、自动给料机、样品仓和磨损剂收集装置、除尘装置等主要部分组成。装置原理如图 5 所示，测试装置的风管内径应为 65 mm，样品仓尺寸应与试样尺寸相匹配，磨损剂在风管上的注入位置距测试样品间的距离应为 1.5 m~2.5 m。

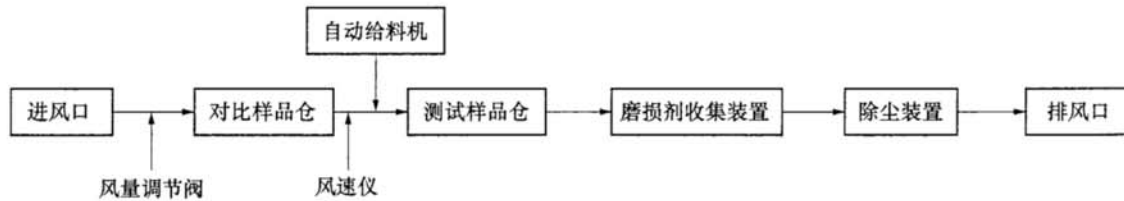


图 5 磨损率测试装置原理示意图

5.2.4.2 辅助设备和材料

催化剂磨损率测试辅助设备和材料应满足如下要求。

- 电子秤：精确至 10 g。
- 电子天平：精确至 0.001 g。
- 磨损剂：干燥的石英矿砂，粒径范围为 0.300 mm~0.425 mm。
- 烘箱：工作温度为室温至 150 °C，控温精度为 ±2 °C。

5.2.4.3 试样制备

从蜂窝式或波纹板式催化剂单元上截取长度和宽度均为 60 mm~70 mm，高度为 (100±2) mm 的两块试样，蜂窝式催化剂需保持孔型完整，波纹板催化剂应包含硬化端，分别作为测试样品和对比样品。将样品置于烘箱 [5.2.4.2 d)] 中 (105±2) °C 干燥 2 h，冷却至室温，称重。

平板式催化剂从单板上截取宽度为 (65±2) mm、长度为 (100±2) mm 的 12 片试样（不含波形部分），其中 6 片作为测试样品，另外 6 片作为对比样品。将样品置于烘箱 [5.2.4.2 d)] 中 (105±2) °C 干燥 2 h，冷却至室温，称重。

5.2.4.4 测定步骤

将蜂窝式或波纹板式催化剂样品用高岭棉包裹，置于样品仓中。平板式催化剂 6 片测试样品与 6 片对比样品以 10 mm 的中心间距平行插入样品仓中，并确保板间通道方向平行于气流方向。试样外壁与样品仓壁之间应完全密封，以保证空气和磨损剂完全从试样的通道中流过，磨损剂在整个测试时间内应匀速加入。测试参数见表 2。

完成测试后，从样品仓中取出测试样和对比样，清理试样内残留的磨损剂，置于烘箱 [5.2.4.2 d)] 中 (105±2) °C 干燥 2 h，冷却至室温，称重。

表 2 催化剂磨损率测试条件

参数	风速 ^a m/s		磨损剂 浓度 g/m ³	测试时间 h
	蜂窝式催化剂	平板式、波纹板式催化剂		
设定值	14.5±0.5	10.5±0.5	50±5	2

^a 蜂窝式、波纹板式催化剂孔道内或平板式催化剂板间流速。

5.2.4.5 测试结果处理

磨损率按公式 (11) 计算, 结果精确至 0.01%/kg。

$$\xi_h = \left(1 - \frac{m_2}{m_1} \times \frac{m_3}{m_4} \right) \times \frac{1}{m} \times 100 \dots\dots\dots (11)$$

式中:

ξ_h —— 催化剂的磨损率, 单位为百分比每千克 (%/kg);

m_1 —— 测试样品测试前质量, 单位为克 (g);

m_2 —— 测试样品测试后质量, 单位为克 (g);

m_3 —— 对比样品测试前质量, 单位为克 (g);

m_4 —— 对比样品测试后质量, 单位为克 (g);

m —— 磨损剂质量, 单位为千克 (kg)。

5.3 理化特性

5.3.1 取样方法

催化剂理化特性测试取样方法应满足如下要求:

- a) 蜂窝式催化剂应避免催化剂的硬化部位, 取样位置选取单元迎风面 50 mm 之后、背风面 50 mm 之前的有效反应壁面。
- b) 平板式催化剂不应包含金属网基材, 取样位置选取在单板中间区域的有效反应壁面。
- c) 波纹板式催化剂应避免催化剂的硬化部位且包含玻璃纤维基材, 取样位置选取在单元迎风面 50 mm 之后、背风面 50 mm 之前的区域。
- d) 宜采用不同点位多次取样检测的方法测定催化剂的理化特性。

5.3.2 比表面积

5.3.2.1 仪器和材料

催化剂比表面积测试仪器和材料应满足如下要求:

- a) 比表面积仪: 满足 GB/T 19587—2017 的要求。
- b) 电子天平: 精确至 0.000 1 g。
- c) 氮气: 不低于 99.99%。
- d) 氦气: 不低于 99.99%。
- e) 液氮: 纯度不低于 99%。

5.3.2.2 预处理

将试样破碎成直径不大于 3 mm 的颗粒, 称取一定质量放入样品管中, 250 °C 真空脱气不少于 2 h。

5.3.2.3 测定

按照 GB/T 19587—2017 中 6.2、6.3 及第 7 章的规定, 采用多点法测定样品的比表面积, 测定结果精确至 0.1 m²/g。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/858140142004006033>