

中华人民共和国国家标准

GB/T 31587—2015

蜂窝式烟气脱硝催化剂

Honeycomb-type DeNO_x catalysts

2015-06-02 发布

2015-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会(SAC/TC 63)归口。

本标准起草单位:重庆远达催化剂制造有限公司、南化集团研究院、江苏龙源催化剂有限公司、成都东方凯特瑞环保催化剂有限责任公司、西安热工研究院有限公司、浙江德创环保科技股份有限公司、西安元创化工科技股份有限公司。

本标准主要起草人:黄锐、周林、艾生炳、汪德志、白伟、解晓斌、孔凡海、牛磊、赵博、卢继跃。

蜂窝式烟气脱硝催化剂

1 范围

本标准规定了蜂窝式烟气脱硝催化剂的术语和定义、产品规格、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存、产品随行文件。

本标准适用于钒钛系氨选择性催化还原蜂窝式烟气脱硝催化剂。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 19587 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积

GB/T 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 31590—2015 烟气脱硝催化剂化学成分分析方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蜂窝式脱硝催化剂 **honeycomb-type catalyst**

整体挤压成型,端面为蜂窝状,经焙烧而成的脱硝催化剂。

3.2

氨选择性催化还原法 **NH₃ selective catalytic reduction**

在催化剂作用下,氨还原剂与氮氧化物反应,生成氮气和水的脱硝方法。

3.3

单元 **log**

截面尺寸为 150 mm×150 mm 的蜂窝式催化剂单体。

3.4

模块 **module**

由一定数量的催化剂单元在模块框内组装而成。

3.5

开孔率 **opening ratio**

烟气流经催化剂通道的截面积与催化剂总截面积的比值。

3.6

磨损率 **abrasion ratio**

催化剂经磨损前后质量损失的百分比,与所使用磨损剂质量的比值。

3.7

缺口 **chip**

催化剂单元端面及外壁上出现的开口,具体见图 1。

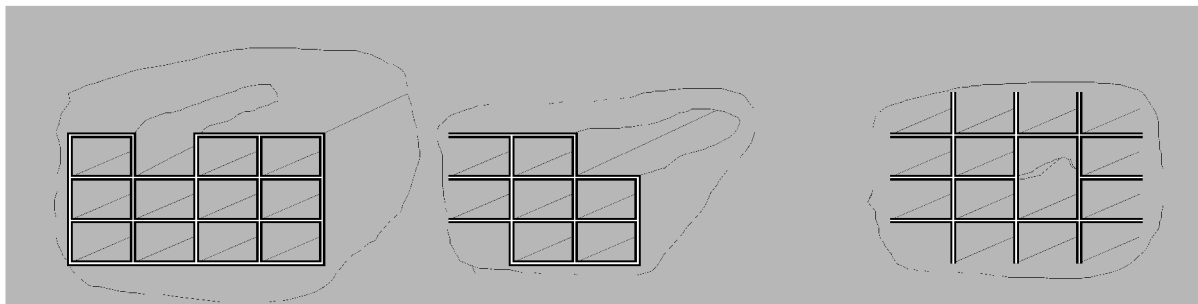


图 1 缺口

3.8

孔变形 distorted cell

构成催化剂孔道的壁出现变形,偏离了水平线或垂直线。

3.9

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。

3.10

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承受的最大压力。

3.11

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。

3.12

孔容 pore volume

单位质量催化剂的内孔的总容积。

3.13

几何比表面积 geometric specific surface area

烟气通过催化剂通道的总表面积与催化剂体积的比值。

3.14

脱硝效率 denitrification efficiency

烟气通过催化剂后脱除的 NO_x 量与原烟气中所含 NO_x 量的百分比。

3.15

氨逃逸 ammonia slip

反应器出口烟气中氨的质量与烟气体积之比。

3.16

面速度 area velocity

烟气流量与催化剂的总几何表面积(催化剂体积与几何比表面积的乘积)之比。

3.17

氨氮摩尔比 NH_3/NO_x molar ratio

烟气中氨物质的量与氮氧化物物质的量之比。

3.18

活性 activity

脱硝催化剂在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。

3.19

SO₂/SO₃ 转化率 SO₂/SO₃ conversion rate

烟气中的二氧化硫(SO₂)在催化反应过程中被氧化成三氧化硫(SO₃)的体积浓度百分比。

4 产品规格

蜂窝式烟气脱硝催化剂产品的规格按单元截面上均匀排布的方形孔道数划分,有 18 孔(18 孔×18 孔)、22 孔(22 孔×22 孔)、35 孔(35 孔×35 孔)等。

5 要求

5.1 外观

5.1.1 单元

产品单元外观应符合表 1 的规定。

表 1 单元外观要求

缺陷名称	要 求	
	25 孔及以下	25 孔以上
端面缺口	每处最大深度不超出 25 mm,宽度不超出 2 个孔;有缺陷孔壁不超过 3 个	每处最大深度不超出 25 mm,不超过总孔数的 2%
端面裂缝	宽度不超出 0.8 mm,最多允许 8 条;不允许出现贯穿性的裂缝	宽度不超出 0.8 mm,不允许出现贯穿性的裂缝
外壁缺口	每处宽度不超出 2 个孔,长度不超出催化剂单元总长度的一半,有缺陷孔壁不超出 4 个	最多 8 个孔道,长度不超出催化剂单元总长度的一半
外壁裂缝	宽度不超出 0.8 mm,长度不超出催化剂单元总长度的一半,最多允许 2 条	宽度不超出 0.8 mm,每一面不得超过 1 条非贯穿性裂缝,或仅有一条贯穿性裂缝
孔变形	超过 1/3 孔塌陷的孔扭曲不超过 5 个孔	超过 1/3 孔塌陷的孔扭曲不超过总孔数的 4%
内部横裂	不允许出现内部裂纹导致的表面径向凹陷	不允许出现内部裂纹导致的表面径向凹陷

5.1.2 模块

模块应符合表 2 的规定。

表 2 模块要求

项目名称	要 求
组装方式	宜采用 6×12 的单元排列方式组装
焊接	应无气孔、弧坑、漏焊、虚焊和夹渣等缺陷
取样模块	应设置包含取样单元的模块,且便于提取
滤网	模块单元迎风面应安装防灰滤网

5.2 单元变形

单元变形应符合表 3 的规定。

表 3 变形要求

单位为毫米

单元位置	尺寸范围	变形值
宽度方向	≤ 150	2
长度方向	< 500	4
	500~1 000	5
	$> 1\ 000$	6

5.3 几何性能

5.3.1 单元几何性能

单元几何性能应符合表 4 的规定。

表 4 单元几何性能要求

项 目	指 标	允许偏差
长度/mm	100~1 350	± 3
截面边长/mm	150	$-2/+4$
内壁厚/mm	0.50~1.00	± 0.10
	> 1.00	± 0.15
外壁厚/mm	< 0.80	± 0.15
	0.80~1.50	± 0.20
	> 1.50	± 0.25

5.3.2 模块几何性能

模块几何性能应满足表 5 的规定。

表 5 模块几何性能要求

项 目	指 标	允许偏差
长度/mm	1 901~1 930	±5
宽度/mm	950~980	±3

5.4 理化性能

理化性能应满足表 6 的规定。

表 6 理化性能要求

项 目		指 标	允许偏差
抗压强度/MPa	轴向抗压强度	≥ 2.0	—
	径向抗压强度	≥ 0.4	—
磨损率/(%/kg)	硬化端磨损率	≤ 0.10	—
	非硬化端磨损率	≤ 0.15	—
比表面积/(m ² /g)		≥ 40	—
孔容/(mL/g)		≥ 0.25	—
二氧化钛(TiO ₂)的质量分数/%		≥ 75	—
五氧化二钒(V ₂ O ₅)的质量分数/%		≤ 0.50	±0.08
		0.5~1.0	±0.10
		1.0~2.0	±0.15
		≥ 2.0	±0.30
注 1: “—”表示该项目无此要求。			
注 2: 磨损率指标适用于 25 孔以内的产品。			

5.5 反应性能

反应性能包含活性和 SO₂/SO₃ 转化率,应满足表 7 的规定。

表 7 反应性能要求

规格	活性/(m/h)				SO ₂ /SO ₃ 转化率/%
	0.1%<w(V ₂ O ₅)≤0.3%	0.3%<w(V ₂ O ₅)≤0.6%	0.6%<w(V ₂ O ₅)≤1.0%	w(V ₂ O ₅)>1.0%	
15 孔	≥24	≥26	≥28	≥30	≤1.0
16 孔	≥25	≥28	≥30	≥32	
18 孔	≥26	≥34	≥37	≥39	
20 孔	≥27	≥36	≥38	≥40	
21 孔	≥27	≥37	≥38	≥40	
22 孔	≥27	≥37	≥38	≥40	
注：反应性能指标适用于 22 孔及以内的产品。					

6 试验方法

6.1 外观

6.1.1 单元

单元外观质量采用目视法测定。裂缝宽度采用塞尺测量,精确至 0.1 mm;裂纹长度和缺口深度采用刻度尺测量,精确至 1 mm。

6.1.2 模块

模块外观质量采用目视法测定。模块几何尺寸用刻度尺测量,精确至 1 mm。

6.2 单元变形的测定

6.2.1 设备和材料

6.2.1.1 水平平台:平面度精度大于或等于 0 级。

6.2.1.2 钢直尺或钢条:长度不低于 200 mm。

6.2.1.3 塞规或塞尺:量程不低于 10 mm、精度不低于 0.1 mm。

6.2.1.4 催化剂单元体试样:原始状态、单元表面整洁。

6.2.2 宽度方向变形的测定

将催化剂单元放在平台上,观察宽度方向变形最大的表面。将钢直尺或钢条放在单元宽度方向变形最大的部位。用塞尺或塞规测量单元表面与钢直尺或钢条之间的距离。测量宽度方向各面变形值,其中最大值即为该单元宽度方向变形值。宽度测量示意图见图 2。

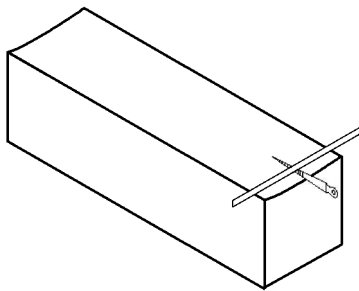


图 2 宽度方向变形测量示意图

6.2.3 长度方向变形的测定

将催化剂单元的 1、2 点(3、4 点)按在平台上并固定,用塞规读取第 3、4 点(1、2 点)和工作平台的间隙(h),如图 3 所示。测量 4 个点与工作平台的最大间隙 h 。

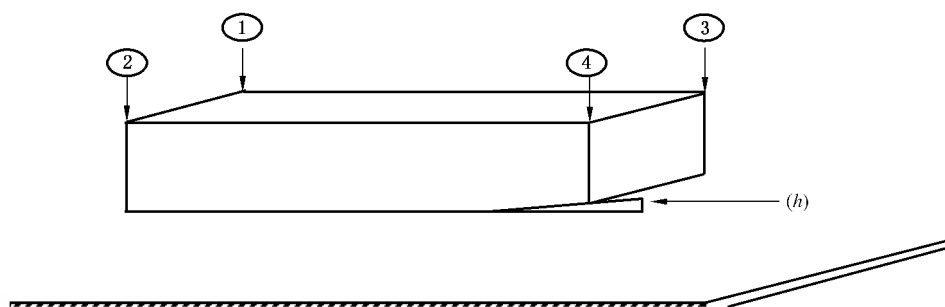


图3 长度方向变形测量示意图

6.2.4 结果计算

催化剂单元变形 X , 数值以毫米(mm)表示, 按式(1)计算:

$$X = \frac{h}{2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

h ——测定的最大间隙的数值, 单位为毫米(mm)。

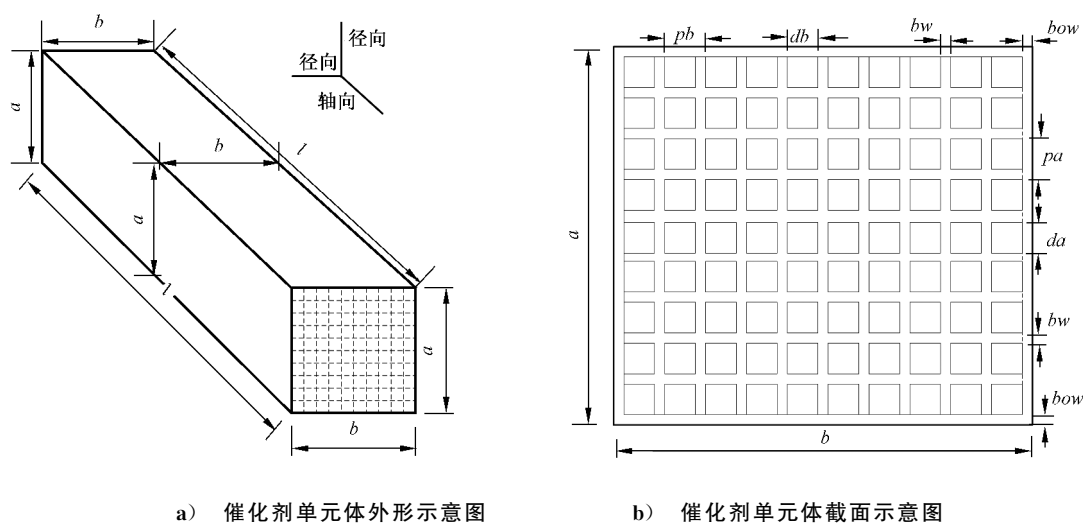
6.3 几何性能的测定

6.3.1 单元尺寸的测定

用卷尺测量单元体的长度(l), 精确至 1.0 mm; 用游标卡尺测量单元体的横截面尺寸(a 、 b)、内壁厚(bw)、外壁厚(bow)和孔径(da 、 db), 精确至 0.01 mm。孔径 d 为 a 、 b 方向的孔径 da 、 db 的算术平均值。

测量点的位置应分散且分布均匀, 孔径测量点的数量应不少于 10 个, 取其算术平均值作为测定结果。

单元体示意图见图 4。



a) 催化剂单元体外形示意图

b) 催化剂单元体截面示意图

图4 催化剂单元体示意图

6.3.2 模块尺寸的测定

模块尺寸采用卷尺测量,测量结果精确至 1 mm。

6.3.3 单元几何比表面积、开孔率的计算

催化剂单元几何比表面积 A_p ,数值以平方米每立方米(m^2/m^3)表示,按式(2)计算:

$$A_p = \frac{4dn^2 \times 1\,000}{ab} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

d ——催化剂孔径的数值,单位为毫米(mm);

n ——催化剂单元体端面上—排孔的数量;

a 、 b ——单元横截面长和度,一般取 150 mm。

催化剂单元的开孔率 ϵ ,按式(3)计算:

$$\epsilon = \frac{d^2 n^2}{ab} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

d ——催化剂孔径的数值,单位为毫米(mm);

n ——催化剂单元体端面上—排孔的数量;

a 、 b ——单元横截面宽度,一般取 150 mm。

6.4 理化性能的测定

6.4.1 抗压强度的测定

6.4.1.1 设备和材料

6.4.1.1.1 压力试验机:量程不大于 1 125 kN,示值误差不大于 $\pm 2\%$ 。

6.4.1.1.2 游标卡尺:量程为 0 mm~200 mm,精确至 0.01 mm。

6.4.1.1.3 衬垫片:厚度为 6 mm 的高岭棉或陶瓷纤维纸。

6.4.1.2 试样的制备

在催化剂单元体的未经硬化部位,截取 6 个长度为 150 mm $\pm$ 2 mm 的试样。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%。将试样装入塑料袋中折叠封好。待用。

6.4.1.3 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,再将试样置于压力试验机两块压板的中心位置(试样应被试验机压板全部覆盖)。开启压力试验机并以 1 125 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 个试样,取 3 次测定结果的平均值作为测定结果。

6.4.1.4 结果计算

催化剂的轴向和径向抗压强度 P ,数值以兆帕(MPa)表示,按式(4)计算:

$$P = \frac{F}{LW} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

F ——最大压力示值的数值,单位为牛顿(N);

L ——试样底部(或顶部)长度的数值,单位为毫米(mm);

W ——试样底部(或顶部)宽度的数值,单位为毫米(mm)。

6.4.2 磨损率的测定

6.4.2.1 试样制备

截取长度和宽度均为 60 mm~70 mm、高度为 100 mm±2 mm 的试样两块(应保持孔型完整,22 孔采用 10×10 孔规格)。将试样置于烘箱中,105 ℃±2 ℃干燥 2 h 后取出,自然冷却至室温,称重,精确至 0.01 g。待用。

6.4.2.2 测试装置

催化剂的磨损率的测试装置由风机、风量调节机构、自动给料机、样品仓和磨损剂收集系统、除尘系统等组成。测试样品和对比样品可采用串联或并联方式,其中样品仓串联布置方法为仲裁方法。测试装置流程示意图见图 5、图 6。

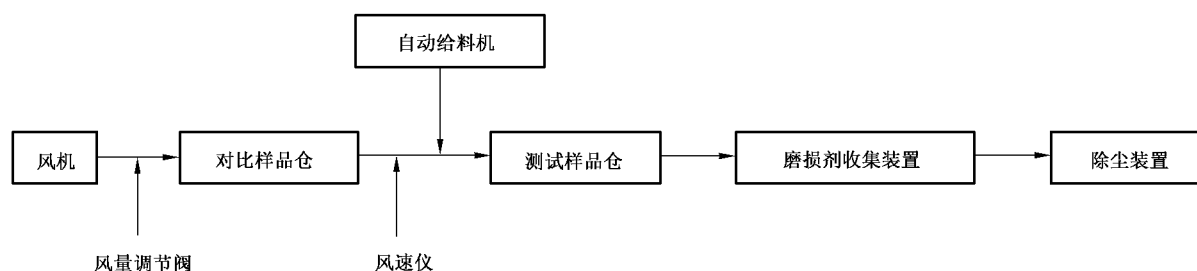


图 5 样品仓串联布置的磨损率测试装置流程示意图

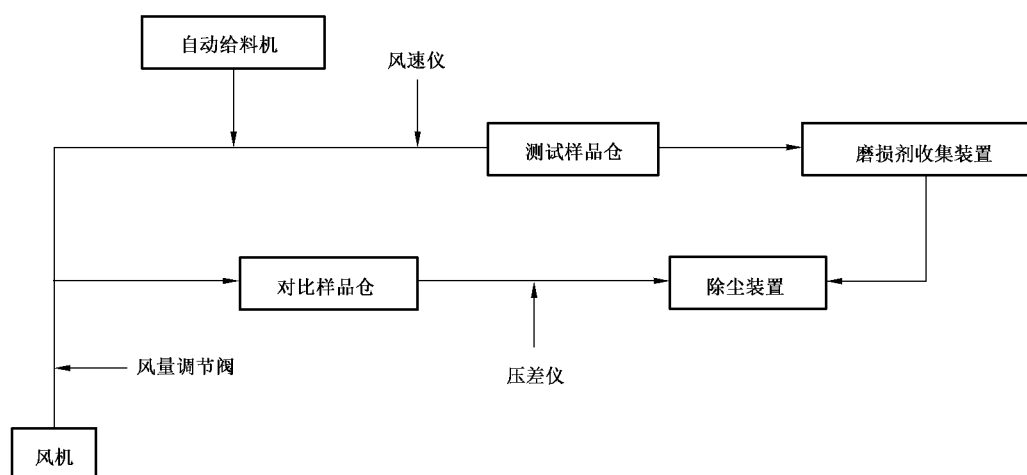


图 6 样品仓并联布置的磨损率测试装置流程示意图

6.4.2.3 测定步骤

将试样用海绵或高岭棉包裹后,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)。保持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。控制并调节催化剂通道内风速为 $14.5 \text{ m/s} \pm 0.5 \text{ m/s}$ (标准状态),进入样品仓前的风管直径为 $\phi 65 \text{ mm}$,磨损剂(干燥的粒径为 $0.300 \text{ mm} \sim 0.425 \text{ mm}$ 的高硬度石英砂)浓度为 $50 \text{ g/m}^3 \pm 5 \text{ g/m}^3$,2 h 后停止。取出试样,置于烘箱中, $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 干燥 2 h,取出并自然冷却至室温后,称重,精确至 0.01 g 。

6.4.2.4 结果计算

催化剂的磨损率 ζ_h ,数值以百分数每千克($\%/ \text{kg}$)表示,按式(5)计算:

$$\zeta_h = \frac{\left(1 - \frac{m_2}{m_1} \times \frac{m_3}{m_4}\right) \times 100}{m} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- m_2 ——测试后试样质量的数值,单位为克(g);
- m_1 ——测试前试样质量的数值,单位为克(g);
- m_3 ——测试前对比样质量的数值,单位为克(g);
- m_4 ——测试后对比样质量的数值,单位为克(g);
- m ——磨损剂质量的数值,单位为千克(kg)。

6.4.3 比面积的测定

按 GB/T 19587 中的多点 BET 法进行测试,其中从催化剂表面上截取的试样不低于 0.300 g 。

6.4.4 孔容的测定

按 GB/T 21650.1 的规定。

6.4.5 二氧化钛(TiO_2)、五氧化二钒(V_2O_5)质量分数的测定

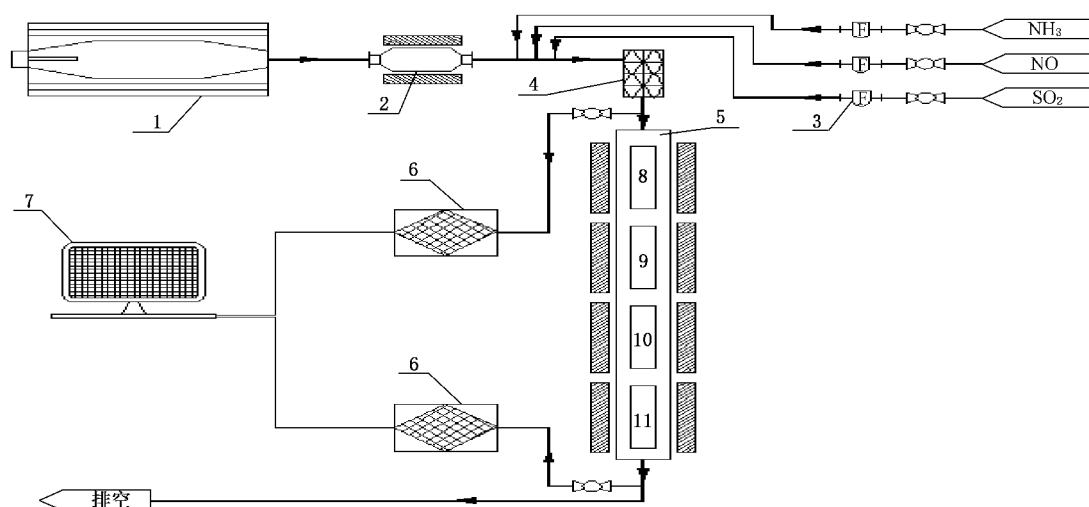
按 GB/T 31590—2015 的规定。

6.5 反应性能的测定

警告——本标准所涉及的试验用烟气(含 NH_3 、 SO_2 、 NO 等)对人体健康和安全具有中毒、易燃、易爆危害,必须严防系统漏气,现场严禁有明火,并且应配有必要的灭火器材和排风设备等预防设施。

6.5.1 试验装置

催化剂反应性能试验装置示意图见图 7。



说明：

- 1 —— 烟气发生器；
- 2 —— 气体加热器；
- 3 —— 质量流量计；
- 4 —— 气体混合气；
- 5 —— 反应器；
- 6 —— 烟气分析仪；
- 7 —— 计算机；
- 8,9,10,11 —— 催化剂单元。

图 7 催化剂反应性能试验装置示意图

6.5.2 测试步骤

6.5.2.1 烟气

烟气参数见表 8,其成分分析方法参见附录 A。

表 8 测试烟气条件

名 称	指 标	偏差范围
烟气流量/(m ³ /h)(标准状态,湿基)	150	±5
烟气温度/℃	380	±3
SO ₂ 浓度/(μL/L)(标准状态,干基)	500	±10
NO 浓度/(μL/L)(标准状态,干基)	300	±6
O ₂ 浓度/(%) (标准状态,干基)	4	±0.2%
氨氮摩尔比	1.0~1.1	—
H ₂ O 含量/%	10	±10%(相对值)

6.5.2.2 试样的制备及装填

截取长度为 500 mm(截面尺寸为 150 mm×150 mm)无明显物理损伤的单元作为待测试样,将催化剂样品两端缠绕耐高温陶瓷纤维棉后,装入反应器,并将催化剂两端空隙处用陶瓷纤维棉密封严实,待用。

6.5.2.3 系统试漏

向系统内缓慢通入空气,在压力不低于 0.1 MPa 条件下,保持 10 min 后,用涂刷中性发泡剂等方法检查所有密封点,如有泄漏应进行处理。试漏合格后,打开排气,使系统降至常压。

6.5.2.4 老化

在不通入 NH₃ 和 NO 的情况下,调节其他烟气条件满足表 8 要求,并保持 30 h。然后每隔 1 h,测定反应器进出口烟气中 SO₂ 和 SO₃ 的体积分数。当连续 4 次测试数据不存在同一种趋势且相对偏差小于 10%时,老化结束。

6.5.2.5 测试

6.5.2.5.1 活性测定

老化完成后,按表 8 中的试验要求通入全部气体,稳定并保持 1 h。然后每隔 1 h 测定一次进出口 NO_x 的体积分数和出口氨逃逸体积分数。当连续 4 次测定结果不存在同一种趋势且测定结果相对偏差不大于 3%时,活性测试完毕。

6.5.2.5.2 SO₂/SO₃ 转化率测定

活性测定完成后,切断 NH₃ 供应,其他烟气条件保持不变,稳定并保持 1 h。然后每隔 1.0 h~1.5 h 测定一次进出口 SO₃ 体积分数和入口 SO₂ 体积分数。当连续 4 次测定结果不存在同一种趋势且两次测定结果相对偏差不大于 10%时,SO₂/SO₃ 转化率测试完毕。取连续 4 次测定结果的算术平均值作为测定结果。

6.5.3 结果计算

6.5.3.1 脱硝效率

催化剂的脱硝效率 η ,按式(6)计算:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中:

C₁——反应器入口 NO_x 体积分数(标准状态,干基)的数值,单位为微升每升(μL/L);
C₂——反应器出口 NO_x 体积分数(标准状态,干基)的数值,单位为微升每升(μL/L)。

6.5.3.2 氨氮摩尔比

氨氮摩尔比 MR,按式(7)计算:

$$MR = \eta + \frac{C'_{NH_3}}{C'_{NO}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

η —— 催化剂单元体的脱硝效率，%；

C'_{NH_3} —— 实测的氨逃逸体积分数，单位为微升每升($\mu\text{L/L}$)；

C'_{NO} —— 实测入口 NO_x 体积分数，单位为微升每升($\mu\text{L/L}$)。

6.5.3.3 面速度

面速度 AV ，按式(8)计算：

$$AV = \frac{Q}{VA_p} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

Q —— 标准状态下烟气流量，单位为立方米每小时(m^3/h)；

V —— 催化剂体积的数值，单位为立方米(m^3)；

A_p —— 催化剂几何比表面积的数值，单位为平方米每立方米(m^2/m^3)。

6.5.3.4 活性

活性 K ，按式(9)计算：

$$K = -AV \cdot \ln(1 - \eta) \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

AV —— 面速度的数值，单位为米每小时(m/h)；

η —— 催化剂的脱硝效率的数值，以百分数表示。

6.5.3.5 SO_2/SO_3 转换率

催化剂单元体的 SO_2/SO_3 转换率 E ，按式(10)计算：

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

φ_1 —— 反应器出口 SO_3 体积分数(标准状态，干基)的数值，单位为微升每升($\mu\text{L/L}$)；

φ_2 —— 反应器入口 SO_3 体积分数(标准状态，干基)的数值，单位为微升每升($\mu\text{L/L}$)；

φ_3 —— 反应器入口 SO_2 体积分数(标准状态，干基)的数值，单位为微升每升($\mu\text{L/L}$)。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

出厂检验按每个项目作为一个交货批，检验项目及抽样频次见表 9。

表 9 各项目的检测频次

检查/测试项目	检验频次
单元和模块外观	全检
单元几何尺寸及变形	≥2 根催化剂单元/50 m ³
抗压强度	1 次/50 m ³
磨损率	2 次/300 m ³
比表面积、孔容	2 次/300 m ³
二氧化钛、五氧化二钒含量	2 次/300 m ³
模块外形尺寸	1 次/10 个

7.3 型式检验

7.3.1 检验项目

型式检验包括第 5 章要求的全部项目。

7.3.2 检验条件

有下列条件之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或者产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 长期停产后恢复生产时;
- d) 正常生产每半年一次;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时;
- g) 用户提出进行型式检验的要求时。

7.4 判定规则

检验不合格的项目应加倍抽样复检,复检结果合格,则该批次产品合格;否则该批次产品不合格。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

催化剂模块应在明显位置装有固定标志,宜标明制造厂名或商标、烟气流向、项目名称、模块编号、模块重量等。

8.2 包装

催化剂模块应采用钢结构外框,并有符合 GB/T 191 规定的易碎、防雨和允许叠放层数的标志。

8.3 运输

模块在运输过程中应保持水平状态,并采取防雨措施;在运输和装卸过程中,应避免机械冲击。

8.4 储存

催化剂模块应室内存放,并采取防水措施;储存的地面应平整,模块应水平放置。

9 产品随行文件

脱硝催化剂出厂应附有随行文件,包括催化剂模块外形图,催化剂模块安装组装图,检验报告,产品合格证,产品说明书。产品说明书应至少包含以下内容:

- a) 安全防护:包含人员安全、搬运卸载防护、应急处理等;
- b) 模块的装卸、运输、存储;
- c) 模块安装:包括模块的翻转、起吊、安装、密封等;
- d) SCR 脱硝催化剂的运行与维护。

附 录 A
(资料性附录)
烟气成分分析方法

脱硝催化剂反应性能测试装置的烟气成分分析及参考标准见表 A.1。

表 A.1 烟气成分分析及参考标准

序号	烟气成分	推荐的检测方法	参考标准
1	NO/NO ₂ /N ₂ O	化学发光法 盐酸萘乙二胺分光光度法 非分散红外吸收法	ISO 7996 HJ/T 43 HJ 692
2	O ₂	磁力机械式氧分析仪法 气体中微量氧的测量—电化学法	JJG 662 GB/T 6285
3	SO ₂	碘量法 离子色谱法 紫外荧光法	HJ/T 56 GB/T 14642 ISO 10498
4	SO ₃	离子色谱法 高氯酸钡—钽试剂法	GB/T 14642 GB/T 21508
5	NH ₃	氨气敏电极法 次氯酸钠—水杨酸分光光度法 离子色谱法 凯氏定氮法	GB/T 14669 HJ 534 GB/T 15454 ISO 5663
6	H ₂ O	冷凝法 重量法	GB/T 16157
