



中华人民共和国国家标准

GB/T 39703—2020

波纹板式脱硝催化剂检测技术规范

Guideline for the testing of corrugated DeNO_x catalysts

2020-12-14 发布

2021-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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：国电环境保护研究院有限公司、启源(西安)大荣环保科技有限公司、大唐南京环保科技有限公司、中石化南京化工研究院有限公司、苏州西热节能环保技术有限公司、北京源深节能技术有限责任公司、浙江德创环保科技股份有限公司。

本标准主要起草人：朱林、刘炜、江晓明、陈延浩、孔凡海、蔡旭明、吴碧君、李浙飞、姚杰、庄柯。



波纹板式脱硝催化剂检测技术规范

1 范围

本标准规定了波纹板式脱硝催化剂的检测内容、检测设备与检测方法。
本标准适用于氨选择性催化还原波纹板式脱硝催化剂的检测。

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 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 21650.2 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 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

波纹板式脱硝催化剂 **corrugated DeNO_x catalysts**

以平板和波纹板状陶瓷纤维为基材,经浸渍、焙烧而成的脱硝催化剂。

3.2

单元 **log**

由一定数量的波纹板和平板在金属壳内组装而成的集合。

3.3

节距 **pitch**

相邻平板内壁中心层之间的距离。

3.4

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

气体流通通道的总表面积之和与催化剂体积的比值。

3.5

开孔率 **opening ratio**

气体流通通道的截面积与催化剂总截面积的比值。

3.6

磨损率 **abrasion ratio**

催化剂经磨损前后相对于对比样质量损失的百分比与所消耗的磨损剂质量的比值。

3.7

面速度 area velocity

气体流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。

3.8

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。

3.9

孔容 pore volume

单位质量催化剂内孔的总容积。

3.10

脱硝效率 denitrification efficiency

烟气中被脱除的 NO_x 与原烟气中所含 NO_x 的百分比。

3.11

氨氮摩尔比 NH_3/NO_x molar ratio

烟气中的 NH_3 与 NO_x 的摩尔比。

3.12

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。

3.13

SO_2/SO_3 转化率 SO_2/SO_3 conversion rate

烟气中的二氧化硫(SO_2)在催化反应过程中被氧化成三氧化硫(SO_3)的百分比。

3.14

氨逃逸 ammonia slip

反应器出口烟气中氨的质量浓度(标态,干基,基准含氧量)。



3.15

压力降 differential pressure

烟气在催化剂入口和出口的全压之差。

4 检测方法

4.1 几何性能

4.1.1 外观尺寸

用卷尺测量波纹板式脱硝催化剂的几何尺寸中单元的长度(l)及横截面尺寸(a, 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)、粘结点宽度(w_b)、和节距(p),精确至 0.1 mm。

单元体外观示意图见图 1。

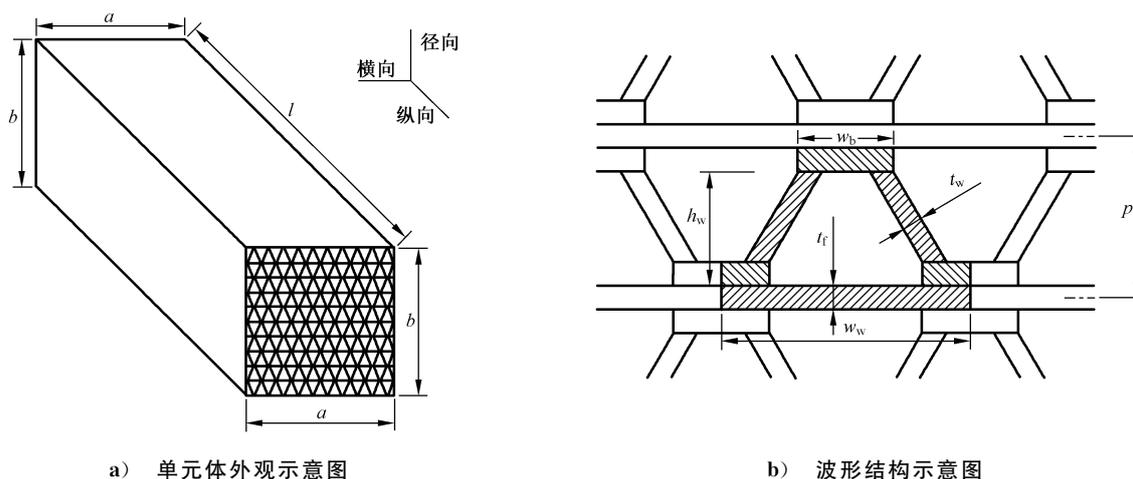


图 1 波纹板式脱硝催化剂单元体外观示意图

测量点的位置取决于试样的形状,应分散且分布均匀,除单元的长度和横截面尺寸外,其他检测项的测量点数量应不少于 10 个,最终结果取算术平均值。

4.1.2 几何比表面积、开孔率

根据催化剂单元体尺寸计算波纹板催化剂的几何比表面积和开孔率。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(1)计算:

$$A_p = \frac{\left[4n_1 \times \sqrt{\left(\frac{w_w}{2} - w_b\right)^2 + h_w^2} + 2n_1 \times w_w \right] \times n_2}{a \times b} \times 1000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

A_p ——几何比表面积,单位为平方米每立方米(m^2/m^3);

w_w ——波纹宽度,单位为毫米(mm);

w_b ——波纹板与平板的粘结点宽度,单位为毫米(mm);

h_w ——波纹高度,单位为毫米(mm);

n_1 ——单层波纹板所包含的波纹个数;

n_2 ——单元体中所包含的波纹板层数;

a ——单元体横截面的长度(平行于波纹方向),单位为毫米(mm);

b ——单元体横截面的宽度(垂直于波纹方向),单位为毫米(mm)。

计算结果精确至 $0.1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。

波纹板式催化剂开孔率 ϵ ,数值以%表示,按式(2)计算:

$$\epsilon = \left[1 - \frac{2n_1 \times t_w \times \left[\sqrt{\left(\frac{w_w}{2} - w_b\right)^2 + h_w^2} + w_b \right] \times n_2 + a \times t_f \times (n_2 + 1)}{a \times b} \right] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ϵ ——开孔率;

t_w ——波纹板的厚度,单位为毫米(mm);

t_f ——平板的厚度,单位为毫米(mm)。

计算结果精确至精确至 0.1% 。

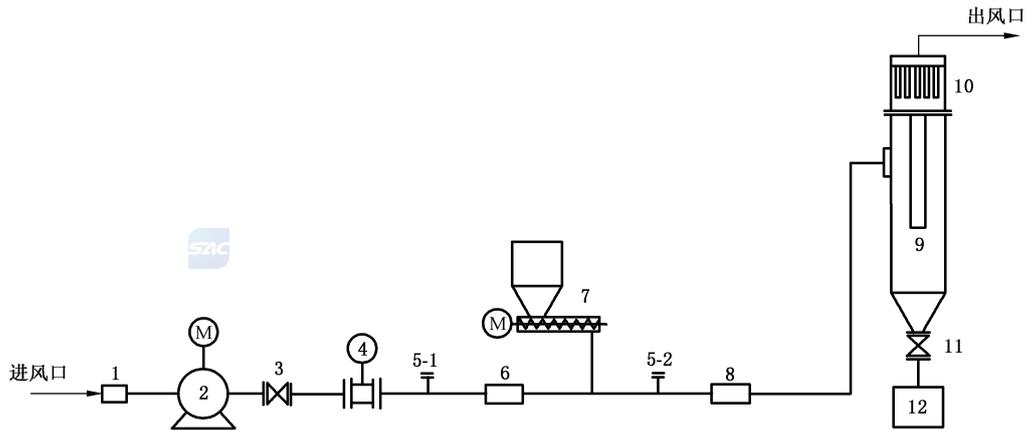
4.2 理化性能

4.2.1 磨损率

4.2.1.1 试验装置

催化剂磨损率测试装置由风机、风量调节阀、给料机、样品仓、测试仓和磨损剂收集器以及除尘器等主要部件组成。测试装置的风管内径为 $\phi 65$ 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在 1.5 m~2.5 m。

磨损率试验装置示意图见图 2, 每年至少测定一次重复性和再现性, 且重复性应不大于 5%、再现性不大于 15%, 其测定方法按 4.2.1.3、4.2.1.4 及 4.2.1.5 的规定。



说明:

- 1 —— 进风口过滤器;
- 2 —— 风机;
- 3 —— 风量调节阀;
- 4 —— 流量计;
- 5-1, 5-2 —— 风速测口;
- 6 —— 对比样样品仓;
- 7 —— 给料机;
- 8 —— 测试样样品仓;
- 9 —— 旋风分离器;
- 10 —— 袋式除尘器;
- 11 —— 下料仓;
- 12 —— 磨损剂收集器。

图 2 磨损率试验装置示意图

4.2.1.2 仪器和材料

4.2.1.2.1 电子秤: 量程 0 kg~50 kg, 精确至 10 g。

4.2.1.2.2 电子天平: 量程 0 g~500 g, 精确至 0.001 g。

4.2.1.2.3 磨损剂: 干燥的石英石矿砂, 粒径范围 0.300 mm~0.425 mm。

4.2.1.2.4 恒温烘箱: 温度控制精度优于 ± 2 °C。

4.2.1.3 试样制备

截取两块横截面边长为 60 mm~70 mm、长度为 100 mm \pm 2 mm 的试样, 包含硬化端, 作为测试样

品和对比样品,装入专用套筒,仅露出两端端面,置于 105 °C ± 2 °C 的恒温烘箱中干燥 2 h,取出置于干燥器内自然冷却至室温,称重。

4.2.1.4 测定

将样品用高岭棉包裹,置于样品仓中,样品外壁与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。按表 1 条件进行测定。测定完成后,从样品仓中取出试样,清理试样内残留的磨损剂,置于 105 °C ± 2 °C 的恒温烘箱中干燥 2 h,取出置于干燥器内自然冷却至室温,称重。

表 1 波纹板式催化剂磨损强度测试条件

序号	项目	参数
1	催化剂孔道内风速/(m/s)	10.5±0.5
2	磨损剂浓度/(g/m ³)	50±5
3	测试时间/h	2

4.2.1.5 试验数据处理

催化剂的磨损率 ζ_h ,数值以 %/kg 表示,按式(3)计算:

$$\zeta_h = \frac{\left(1 - \frac{m_2}{m_1} \times \frac{m_3}{m_4}\right) \times 100}{m} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

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

测定结果精确至 0.01 %/kg。

4.2.2 比表面积

4.2.2.1 仪器设备

4.2.2.1.1 比表面积仪。

4.2.2.1.2 电子天平:精确至 0.000 1 g。

4.2.2.2 样品制作及预处理

截取一定质量的催化剂有效反应壁面作为试样,采样时应避开硬化部位,选取在单元迎风面 50 mm 之后及背风面 50 mm 之前的区域,且包含玻璃纤维基材。将试样破碎成直径不大于 3 mm 的颗粒后装入样品管内,250 °C 真空脱气不少于 2 h 后待用。

4.2.2.3 测定

按照 GB/T 19587 的规定,采用多点 BET 法进行测定,测定结果精确至 0.1 m²/g。

4.2.3 孔容

4.2.3.1 压汞法

4.2.3.1.1 仪器设备

4.2.3.1.1.1 压汞仪:测量孔径范围 10 nm~10 000 nm。

4.2.3.1.1.2 电子天平:精确至 0.000 1 g。

4.2.3.1.1.3 汞:分析纯或优级纯。

4.2.3.1.1.4 液氮:纯度不低于 99%。

4.2.3.1.2 采样

截取一定质量的催化剂有效反应壁面作为试样,采样时应避开硬化部位,选取单元迎风面 50 mm 之后及背风面 50 mm 之前的区域,且包含玻璃纤维基材。

4.2.3.1.3 预处理

将试样破碎成直径不大于 3 mm 的颗粒后放入坩锅,置于马弗炉内 300 °C 下煅烧 1 h,取出后冷却至室温,称取一定质量的试样,装入样品管中,待用。

4.2.3.1.4 测定

按照 GB/T 21650.1 的规定,采用压汞法对样品孔容进行测定,包含低压和高压测试两个部分。测得孔径在 10 nm~10 000 nm 的孔容,测定结果精确至 0.001 cm³/g。

4.2.3.2 气体吸附法

4.2.3.2.1 仪器设备

4.2.3.2.1.1 气体吸附仪:测量孔径范围 2 nm~100 nm。

4.2.3.2.1.2 电子天平:精确至 0.000 1 g。

4.2.3.2.1.3 氮气:纯度不低于 99.99%。

4.2.3.2.1.4 氦气:纯度不低于 99.99%。

4.2.3.2.1.5 液氮:纯度不低于 99%。

4.2.3.2.2 采样

同 4.2.3.1.2。

4.2.3.2.3 预处理

将试样破碎成直径不大于 3 mm 的颗粒,称取一定质量的试样,置于样品管中 250 °C 真空脱气处理不少于 2 h,待用。

4.2.3.2.4 测定

按照 GB/T 21650.2 的规定,采用气体吸附法对样品孔容进行测定。测得孔径范围 2 nm~100 nm 的孔容,测定结果精确至 0.001 cm³/g。

4.2.4 主要化学成分

波纹板式脱硝催化剂主要化学成分包括二氧化钛、三氧化钨、三氧化钼、五氧化二钒、二氧化硅、三

氧化铝、氧化钙,其含量按 GB/T 31590 的规定测定。

4.2.5 微量元素

波纹板式脱硝催化剂微量元素包括钾、钠、铁、磷、砷,其含量按 GB/T 34701 的规定测定。

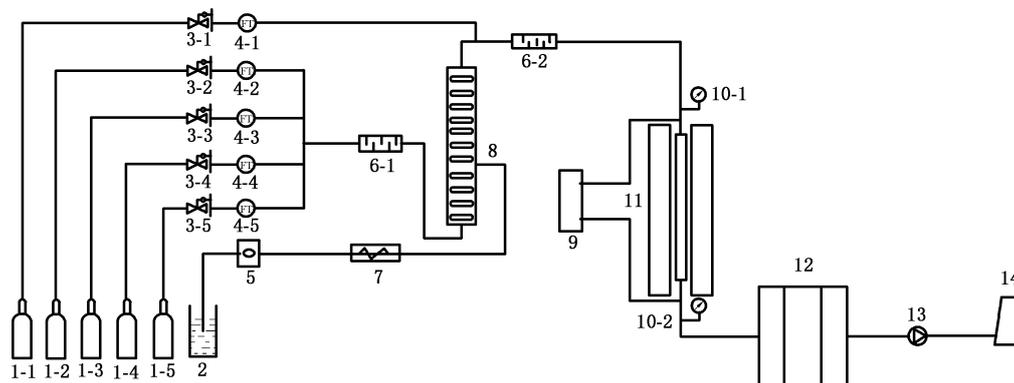
4.3 反应性能

警示——本标准所涉及的试验用气体(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,现场严禁明火,应配备必要的灭火器材和排风设备等预防设施。

4.3.1 试验装置

4.3.1.1 装置

波纹板式脱硝催化剂反应性能采用专门的试验装置,针对完整的催化剂单元体或按照指定要求切割后的催化剂样品进行测定,其试验装置示意图见图 3。



说明:

- 1-1~1-5 —— 气体钢瓶;
- 2 —— 水箱;
- 3-1~3-5 —— 减压阀;
- 4-1~4-5 —— 气体流量计;
- 5 —— 计量泵;
- 6-1、6-2 —— 气体混合器;
- 7 —— 蒸发器;
- 8 —— 预热器;
- 9 —— 气体浓度检测仪;
- 10-1、10-2 —— 压力计;
- 11 —— 反应器;
- 12 —— 尾气净化装置;
- 13 —— 引风机;
- 14 —— 尾气排放口。

图 3 反应性能测试装置示意图

4.3.1.2 主要参数

波纹板式脱硝催化剂反应性能试验装置主要参数及要求见表 2。

表 2 反应性能试验装置主要参数

序号	项目	参数	备注
1	反应器中样品仓的尺寸(长×宽×高)/m	≥150×150×150	—
2	烟气流量控制范围/(Nm ³ /h)	20~250	标态,湿基,实际含氧量
3	最高使用压力/MPa	0.3	—
4	最高使用温度/°C	450	—
5	平行性(相对标准偏差)/%	≤3	—
6	重复性(相对标准偏差)/%	≤3	—

4.3.1.3 校验

正常情况下,反应性能试验装置的平行性和重复性用保留样每年至少测定 1 次,其测定方法按 4.3.7.1 的规定。

4.3.2 试验步骤

4.3.2.1 气体条件的确定

反应性能测定时,宜采用工程设计或实际烟气条件。

当对不同厂家或同一厂家不同批次产品进行性能比较时,需在统一试验条件下测定,气体条件应满足附录 A 的要求。

4.3.2.2 气体成分的检测方法

反应器进出口气体浓度的检测方法及气体浓度检测仪的性能需满足的标准参见附录 B。

4.3.3 试样制备及装填

截取截面尺寸为(150 mm±2 mm)×(150 mm±2 mm),长度与波纹板式催化剂原始长度一致的样品作为待测试样,并用耐高温陶瓷纤维棉缠绕试样的四周装入反应器。涉及多层催化剂时,待测试样应采取串联方式、层数与实际工况一致。进行不同厂家或同一厂家不同批次产品的性能比较时,按附录 A 的要求制备样品。

4.3.4 系统试漏

向系统通入氮气,缓慢升压至装置的设计压力,稳定 10 min。用中性发泡剂涂刷所有密封点,无泄漏则为合格。试漏完成后系统缓慢泄压。

4.3.5 气体参数的设置

反应装置入口各参数的波动范围满足附录 C 方可正式开始反应性能的测试。

4.3.6 老化

对于新鲜催化剂,在反应性能测试前需要经过老化处理。在不通入 NH₃ 和 NO 的情况下,调节其他气体满足测试工况条件的要求,并保持 30 h 以上。然后每隔 0.5 h~1.0 h 对反应器出口气体中 SO₂ 和 SO₃ 浓度进行检测。当连续 4 次检测数据不存在同一种变化趋势且其中任意 2 次测定结果相对偏差

小于 10% 时,老化结束。

4.3.7 测定

4.3.7.1 活性的测定

老化完成后,按照所设定的测试工况条件通入反应气体,控制氨氮摩尔比为 1.0~1.1,稳定 1 h 以上。然后每隔 0.5 h~1.0 h 检测一次反应装置的入/出口 NO_x 浓度。当连续 4 次检测结果不存在同一趋势且其中任意 2 次的相对偏差均小于 3%,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。

4.3.7.2 脱硝效率、氨逃逸及压力降的测定

活性的测定完成后,调节 NH₃ 通入量,按测试工况条件控制氨氮摩尔比,维持其他烟气条件保持不变,稳定 1 h 以上。每隔 0.5 h~1.0 h 检测一次入/出口 NO_x 浓度、压力降及出口氨的浓度。当连续 4 次检测结果不存在同一趋势且其中任意 2 次测定结果相对偏差均小于 3%,测试完毕。取连续 4 次检测结果的算术平均值作为测定结果。

4.3.7.3 SO₂/SO₃ 转化率的测定

脱硝效率、氨逃逸及压力降的测定完成后,切断 NH₃ 的供应,其他烟气条件保持不变,并稳定 1 h 以上,然后每隔 0.5 h~1.0 h 检测一次反应装置的入/出口 SO₃ 浓度和入口 SO₂ 浓度,当连续 4 次检测结果不存在同一趋势且其中任意 2 次测定结果相对偏差均小于 10% 时,测定完毕。取连续 4 次检测结果的算术平均值作为测定结果。

4.3.8 试验数据处理

4.3.8.1 脱硝效率

催化剂的脱硝效率 η ,数值以%表示,按式(4)计算:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

C_1 ——反应器入口 NO_x 体积分数(干基,基准含氧量)的数值,单位为微升每升($\mu\text{L/L}$);

C_2 ——反应器出口 NO_x 体积分数(干基,基准含氧量)的数值,单位为微升每升($\mu\text{L/L}$)。

计算结果精确至 0.1%。

4.3.8.2 活性

催化剂的活性 K ,数值以米每小时(m/h)表示,按式(5)计算:

$$K = -A_v \times \ln(1 - \eta) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

A_v ——面速度的数值,单位为米每小时(m/h)。

计算结果精确至 0.1 m/h。

4.3.8.3 SO₂/SO₃ 转化率

催化剂的 SO₂/SO₃ 转换率 E ,按式(6)计算:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

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

φ_2 ——反应器进口 SO_3 体积分数(干基,基准含氧量)的数值,单位为微升每升($\mu\text{L}/\text{L}$);

φ_3 ——反应器进口 SO_2 体积分数(干基,基准含氧量)的数值,单位为微升每升($\mu\text{L}/\text{L}$)。

计算结果精确至 0.1%。

4.3.8.4 氨逃逸

折算到标态、干基、基准氧含量下的氨逃逸 ρ ,数值以毫克每立方米(mg/m^3)表示,按式(7)计算:

$$\rho = \rho_0 \times \frac{\varphi_4 - \varphi_5}{\varphi_4 - \varphi_6} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

ρ_0 ——实测氨逃逸的数值(标态、干基、实际氧含量),单位为毫克每立方米(mg/m^3);

φ_4 ——空气中氧含量的数值(干基),%;

φ_5 ——基准氧含量的数值,%;

φ_6 ——实测的氧含量的数值(干基),%。

计算结果精确至 0.1 mg/m^3 。



4.3.8.5 压力降

烟气流经催化剂的压力降 ΔP ,数值以帕(Pa)表示,按式(8)计算:

$$\Delta P = P_{\text{out}} - P_{\text{in}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

P_{out} ——反应器出口气体压力的数值,单位为帕(Pa);

P_{in} ——反应器入口气体压力的数值,单位为帕(Pa)。

计算结果精确至 1 Pa。

附 录 A
(规范性附录)

反应性能对比检测试样的制备方法及其气体条件

A.1 总则

对催化剂产品进行反应性能指标对比检测时,宜采用统一方法制备试样,在相同的气体条件下测试。



A.2 试样制备

截取长度为 500 mm±2 mm(规格低于 25 层)或 150 mm±2 mm(规格高于或等于 25 层),具有完整孔型的矩形截面,且无明显物理损伤的样品作为待测试样。

A.3 烟气条件设定

规格低于 25 层的波纹板式催化剂按照表 A.1 设定气体条件;规格高于或等于 25 层的波纹板式催化剂按照表 A.2 设定气体条件。

表 A.1 对比检测气体条件(一)

项目	参数
催化剂孔道内烟气流速(标态,湿基,实际含氧量)/(m/s)	2.5
温度/℃	380
NO 浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	300
SO ₂ 浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	500
O ₂ 浓度(干基)(体积分数)/%	4
氨氮摩尔比	1.0~1.1
H ₂ O 含量(实际含氧量)(体积分数)/%	10

表 A.2 对比检测气体条件(二)

项目	参数
催化剂孔道内烟气流速(标态,湿基,实际含氧量)/(m/s)	3.5
温度/℃	380
NO 浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	100
SO ₂ 浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	100
O ₂ 浓度(干基)(体积分数)/%	15
氨氮摩尔比	1.0~1.1
H ₂ O 含量(实际含氧量)(体积分数)/%	15

附 录 B
(资料性附录)
气体成分分析及参考标准

反应性能试验装置的气体成分分析及气体浓度检测仪的性能需满足的标准见表 B.1。

表 B.1 气体成分分析及参考标准

序号	烟气成分	推荐方法	参考标准
1	NO/NO ₂	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	SO ₂	紫外荧光法 碘量法 离子色谱法	ISO 10498 HJ/T 56 GB/T 14642
3	SO ₃	采样方法 化学滴定法 离子色谱法 固定污染源废气硫酸雾的测定 离子色谱法	DL/T 998 DL/T 998 GB/T 14642 HJ 544
4	NH ₃	离子选择电极法 次氯酸钠-水杨酸分光光度法 离子色谱法	GB/T 14669 HJ 534 GB/T 15454



附 录 C
(规范性附录)

反应器入口气体参数的波动范围

反应性能测试前反应器入口气体参数允许波动需满足表 C.1 规定的范围。

表 C.1 反应性能测试前反应器入口气体参数的波动范围

序号	参数	波动范围
1	气体流量(标态,湿基,实际含氧量)/(m ³ /h)	±5%(相对值)
2	气体温度/°C	±3(绝对值)
3	O ₂ 浓度(干基)(体积分数)/%	±0.2(绝对值)
4	NO浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	±1%(相对值)
5	SO ₂ 浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	±1%(相对值)
6	SO ₃ 浓度(干基,实际含氧量)/(μL/L)	±10%(相对值)
7	H ₂ O含量(实际含氧量)(体积分数)/%	±10%(相对值)
8	氨氮摩尔比	±0.05(绝对值)

参 考 文 献

- [1] GB/T 14642—2009 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
- [2] GB/T 14669—1993 空气质量 氨的测定 离子选择电极法
- [3] GB/T 15454—2009 工业循环冷却水中钠、铵、钾、镁和钙离子的测定 离子色谱法
- [4] HJ/T 43—1999 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
- [5] HJ/T 56—2000 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法
- [6] HJ 534—2009 环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法
- [7] HJ 544—2016 固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法
- [8] HJ 692—2014 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法
- [9] DL/T 998—2016 石灰石-石膏湿法烟气脱硫装置性能验收试验规范
- [10] ISO 7996:1985 Ambient air—Determination of the mass concentration of nitrogen oxides—Chemiluminescence method
- [11] ISO 10498:2004 Ambient air—Determination of sulfur dioxide—Ultraviolet fluorescence method
-