

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

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 and 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 NO_x 量与原烟气中所含 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 **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。

3.19

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

SO_2/SO_3 转换率 **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、 SO_2/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

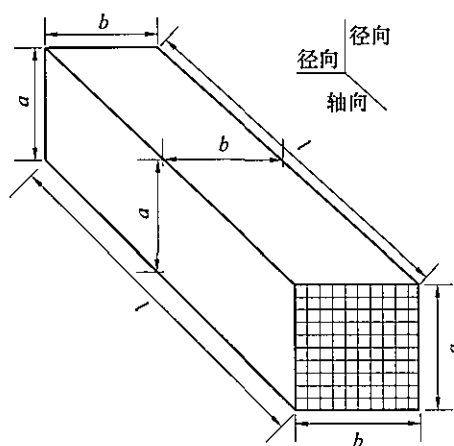
5.1.1 外观尺寸

5.1.1.1 蜂窝式催化剂应符合下列要求：

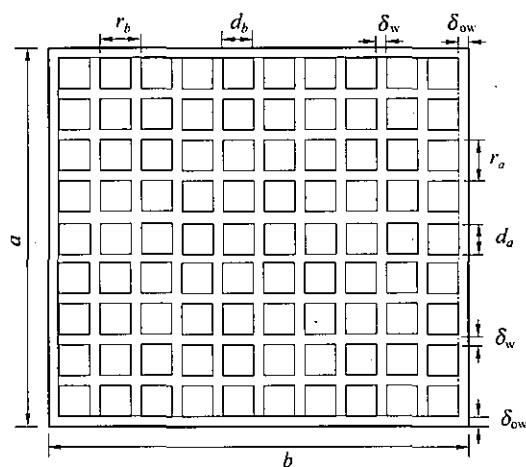
- a) 蜂窝式催化剂外观尺寸的检测如图 1 所示，内容应包括单元体的长度（ l ），横截面尺寸（ a ， b ），单元体的内、外壁厚（ δ_w 、 δ_{ow} ）和孔径（ d_a 、 d_b ）。
- b) 蜂窝式催化剂外观尺寸中单元体的长度及横截面尺寸的测量结果应精确到 1.0mm，单元体的内、外壁厚和孔径的测量结果应精确到 0.10mm。
- c) 蜂窝式催化剂孔径 d 以 a 、 b 方向的孔径 d_a 、 d_b 的算术平均值计，节距 r 以 a 、 b 方向的节距 r_a 、 r_b 的算术平均值计。

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（ δ_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。

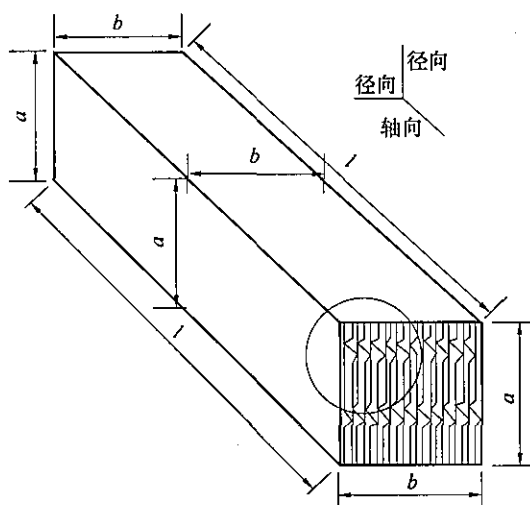


a) 蜂窝式催化剂单元体示意图

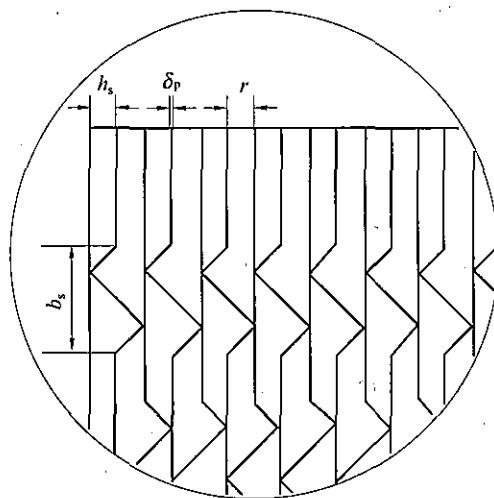


b) 蜂窝式催化剂单元体截面示意图

图1 蜂窝式催化剂单元体及截面示意图



a) 平板式催化剂单元体示意图



b) 平板式催化剂单元体截面示意图

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:

ε ——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:

δ_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 ± 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 $\pm 0.01\text{mm}$ 。
- d) 电子天平。最大允许误差应为 $\pm 0.001\text{g}$ 。
- 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：

λ ——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。

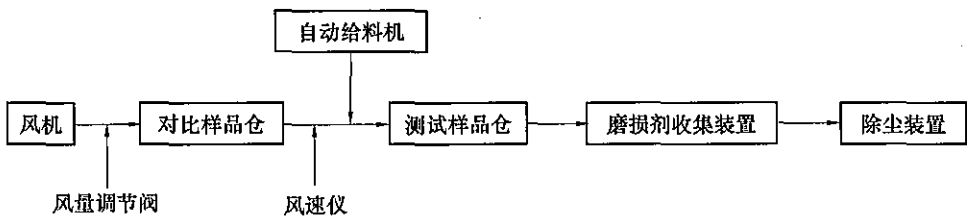


图 3 样品仓串联布置的磨损强度测试装置流程图

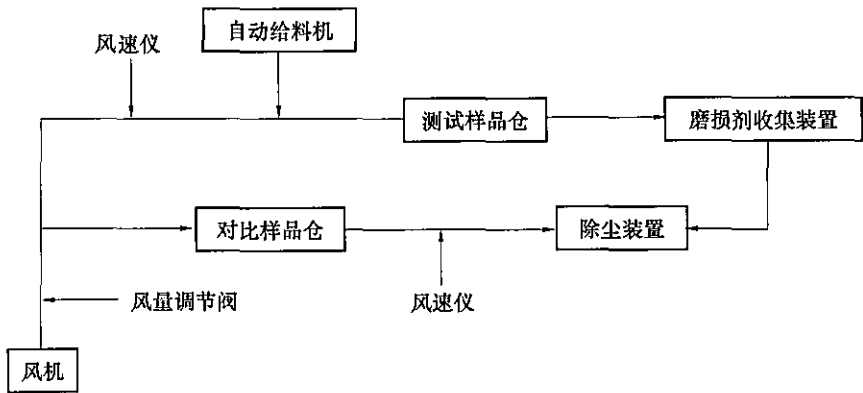


图 4 样品仓并联布置的磨损强度测试装置流程图

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 $\pm 10\text{g}$ 。
- b) 电子天平。最大允许误差应为 $\pm 0.001\text{g}$ 。
- 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 $\pm$ 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℃ $\pm$ 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 ³	h
设定值	14.5 $\pm$ 0.5	50 $\pm$ 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：

- ξ_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 $\pm 1\text{mm}$ 。
- b) 电子天平。最大允许误差为 $\pm 0.001\text{g}$ 。
- c) 干燥箱。温度波动范围为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。
- 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°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°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:

- ξ_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, mg ;
 m_2 ——测试样品测试后质量, 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 200MPa ,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 $50\mu\text{g/g}$ 。
- 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°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 7Pa ,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。

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/938043134023006075>