

团体标准

T /CICEIA/CAMS 2-2020

柴油机稀燃 NO_x 捕集 (LNT) 催化剂

Lean burn diesel engine NO_x-trapping catalyst

2020-07-14 发布

2020-07-31 实施

中国内燃机工业协会
中国机械工业标准化技术协会

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 技术要求 | 3 |
| 5 试验方法 | 5 |
| 6 检验规则 | 7 |
| 7 标志、包装、运输和贮存 | 7 |

CICEIA

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国内燃机工业协会提出。

本标准由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本标准起草单位：无锡威孚环保催化剂有限公司、无锡威孚力达催化净化器有限责任公司、江铃汽车股份有限公司、昆明贵研催化剂有限责任公司、安徽艾可蓝环保股份有限公司、一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂

本标准主要起草人：王秀庭、贾莉伟、王刚、温任林、岳军、汪伟峰、侯富华、赵云昆、成薛峰、杨纯、陆晓燕、潘丞焯。

本标准为首次发布。

C I C E I A

柴油机稀燃 NO_x 捕集 (LNT) 催化剂

1 范围

本标准规定了柴油机稀燃NO_x捕集(LNT)催化剂的脱硝效率、碳氢化合物(HC)和一氧化碳(CO)转化效率、氮氧化物(NO_x)存储能力、抗老化以及试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于柴油机稀燃NO_x捕集催化剂及由此衍生组合的催化剂。

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,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本文件。

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判断

GB 17691-2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)

GB 18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)

GB/T 29914-2013 柴油车排气净化氧化催化剂

HJ 451-2008 环境保护产品技术要求 柴油车排气后处理装置

HJ 509 车用陶瓷催化转化器中铂、钨、铈的测定 电感耦合等离子体发射光谱法和电感耦合等离子体质谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

柴油机排气净化催化剂 catalyst for diesel exhaust purification

安装在柴油机排气系统中,通过催化氧化和还原反应,降低柴油机尾气中污染物排放量的化学催化装置。

3.2

稀燃 NO_x 捕集催化剂 lean burn NO_x-trapping catalyst

安装在柴油机排气管紧耦处,利用发动机排气浓度变化而进行周期性的NO_x存储-还原反应,降低柴油机尾气中NO_x排放量的化学催化装置。

3.3

氮氧化物(NO_x)存储能力 NO_x storage capacity

单位体积催化剂存储氮氧化合物的质量,单位为克每升(g/L)。

3.4

催化转化效率 catalytic conversion efficiency

在规定工况下，气态污染物*i*在通过催化剂前后浓度的变化值与催化剂入口处浓度的比值。催化转化效率计算公式：

$$\eta_i = \frac{i_1 - i_2}{i_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- η_i — 污染物*i*的转化效率，单位百分比（%）；
- i_1 — 催化剂入口污染物的浓度数值，*i*代表污染物CO、HC和NO_x；
- i_2 — 催化剂出口污染物的浓度数值。

3.5

贵金属含量 precious metals content

单位体积催化剂上涂覆的贵金属质量，单位为克每升（g/L）。

3.6

新鲜态催化剂 fresh catalyst

未使用过的催化剂。

3.7

老化态催化剂 aged catalyst

快速老化后的催化剂。

3.8

热膨胀系数 coefficient of thermal expansion

在一定压力条件下，单位温度变化所导致的催化剂长度的变化与其室温时的长度的比值，单位为每摄氏度（°C⁻¹）。

3.9

堵孔率 percentage of plugged holes

催化剂横截面上堵塞的孔道数占总孔数的比例。

3.10

排气背压 back pressure

在规定的流量条件下，气体通过催化剂时入口处与出口处压力的相对差值。排气背压计算公式：

$$P = P_1 - P_2 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- P — 排气背压，单位为千帕（kPa）；
- P₁ — 催化剂入口处排气压力，单位为千帕（kPa）；

P_2 —催化剂出口处排气压力，单位为千帕（kPa）。

3.11

名义排气背压 nominal back pressure

测试催化剂前五个批次15个产品的背压，绘制正态分布图，取所有背压正态分布的中值定义为该型号催化剂的名义排气背压。

3.12

软化温度 softening temperature

催化剂在均衡升温过程中其方孔初始变形时的温度。

4 技术要求

4.1 一般要求

以下参数应满足按规定程序批准的图纸和技术文件。

- a) 载体结构和材料；
- b) 载体容积、外形尺寸、孔数和壁厚；
- c) 催化剂贵金属及其比例。

4.2 NO_x存储能力

4.2.1 新鲜态 NO_x 存储能力

按5.1中的试验方法，测试新鲜态NO_x存储能力，产品NO_x存储能力小样评价结果应满足表1的要求。

表1 新鲜态 LNT 催化剂产品 NO_x 存储能力小样评价结果要求

| 温度 °C | 100 | 150 | 200 | 300 |
|--------------------------|-------|------|------|------|
| NO _x 存储能力 g/L | ≥0.45 | ≥0.8 | ≥2.0 | ≥2.0 |

4.2.2 老化态 NO_x 存储能力

按5.1中的试验方法，测试老化态NO_x存储能力，快速老化状态后，产品NO_x存储能力小样评价结果应满足表2的要求。

表2 老化态 LNT 催化剂产品 NO_x 存储能力小样评价结果要求

| 温度 °C | 100 | 150 | 200 | 300 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| NO _x 存储能力 g/L | ≥0.4 | ≥0.6 | ≥1.5 | ≥1.5 |

4.3 催化性能

4.3.1 新鲜态催化性能

按5.2中的试验方法，新鲜状态下，产品催化性能小样评价结果应满足表3的要求。

表3 新鲜态 LNT 催化剂产品催化能力小样评价结果要求

| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 温度 °C | 150 | 200 | 300 |
| η_{NO_x} % | ≥ 30 | ≥ 60 | ≥ 90 |
| η_{HC} % | ≥ 40 | ≥ 50 | ≥ 85 |
| η_{CO} % | ≥ 90 | | |

4.3.2 快速老化态催化性能

按5.2中的试验方法，快速老化状态后，产品催化性能小样评价结果应满足表4的要求。

表4 老化态 LNT 催化剂产品催化能力小样评价结果要求

| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 温度 °C | 150 | 200 | 300 |
| η_{NO_x} % | ≥ 18 | ≥ 45 | ≥ 80 |
| η_{HC} % | ≥ 35 | ≥ 45 | ≥ 70 |
| η_{CO} % | ≥ 80 | | |

注：催化剂快速老化条件按HJ 451-2008进行，或由供需双方协商确定。

4.4 整车排放性能

4.4.1 产品装配轻型柴油车，整车排放相应性能和耐久性应满足 GB 18352.6-2016 要求。

4.4.2 产品装配重型柴油车，整车排放相应性能和耐久性应满足 GB 17691-2018 要求。

4.5 稀燃 NO_x 捕集催化剂物理性能

按 JC/T 686检测产品物理性能，产品的物理性能应符合表5的要求。

表5 LNT 催化剂产品的物理性能要求

| 检测项目 | 性能指标 |
|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 抗压强度 MPa | 平行于孔道方向抗压强度 >8 垂直于孔道方向抗压强度 >1.5 |
| 热膨胀系数（室温~800 °C） °C ⁻¹ | $\leq 2.2 \times 10^{-6}$ |
| 软化温度 °C | ≥ 1100 |

4.6 外观

产品的外观质量应符合表6。

表6 LNT 催化剂产品的外观质量要求

| 缺陷名称 | 缺陷允许范围 |
|------|------------------------------------------------------------------------------|
| 边裂纹 | 载体周边可视裂纹长度 ≤ 15 mm，深度 ≤ 4 mm |
| 边棱缺损 | 最大缺陷尺寸（半径 \times 弧长 \times 高度） ≤ 7 mm $\times 15$ mm $\times 20$ mm |
| 堵孔率 | 堵孔率 $\leq 5\%$ （距离催化剂横截面边缘3.2 mm范围除外） |

4.7 贵金属含量

按 HJ 509检测，产品的贵金属含量应在设计贵金属含量 $\pm 5\%$ 范围内。

4.8 排气背压

按 GB/T 29914-2013检测，产品排气背压偏差应在名义排气背压的±10%以内。

5 试验方法

5.1 NO_x 存储能力试验方法

5.1.1 试验条件

催化剂单元体反应性能试验装置由气氛混合系统、反应控制系统和气氛检测系统三部分组成，其装置流程示意图见图1。

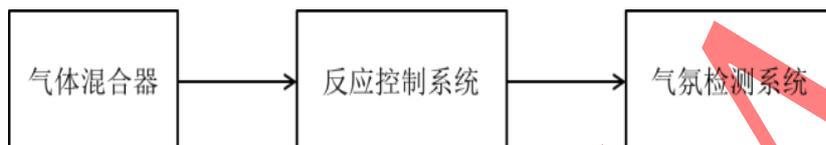


图 1 催化剂反应性能试验装置流程示意图

试样宜按截面尺寸为13 mm×13 mm，长度为40 mm制备。

试验气氛参数宜按表7的规定。

表 7 LNT 催化剂 NO_x 存储能力试验气氛参数

| 名称 | 稀燃条件 (Lean) | 富燃条件 (Rich) |
|-----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 标准状态下气体流量 L/h | 400±10 | 400±10 |
| NO浓度 (以体积计) | $(250 \pm 5) \times 10^{-6}$ | $(250 \pm 5) \times 10^{-6}$ |
| CO浓度 (以体积计) | $(300 \pm 10) \times 10^{-6}$ | $(9000 \pm 200) \times 10^{-6}$ |
| C ₃ H ₆ 浓度 (以体积计) | $(45 \pm 5) \times 10^{-6}$ | $(3000 \pm 100) \times 10^{-6}$ |
| CO ₂ 浓度 % | 6±1 | 6±1 |
| H ₂ 浓度 % | 6±1 | 6±1 |
| O ₂ 浓度 % | 10±1 | 1±0.1 |
| H ₂ 浓度 (以体积计) | 0 | $(4000 \pm 100) \times 10^{-6}$ |

5.1.2 试验流程

图2描述了催化剂NO_x存储能力试验的流程。

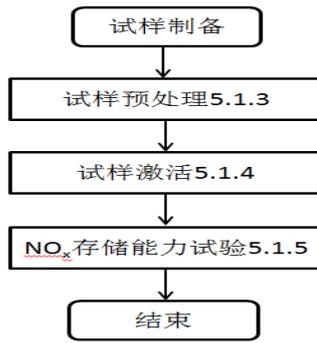


图 2 催化性能试验流程

5.1.3 试样预处理

将试样入口温度以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 从室温升温至 $450^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，然后按照表7中富燃条件预处理30 min。

5.1.4 试样激活

完成试样预处理后， N_2 吹扫气氛下将试样降温至 $300^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，稀燃富燃切换条件下活化样品，气氛组成如表7所示，稀燃时长5 min、富燃时长1 min，循环10次。

5.1.5 NO_x 存储能力试验

试验温度 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $300^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

完成试样激活后， N_2 吹扫气氛下将试样降温至 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，开始定点 NO_x 存储能力试验，试验气氛组成如表7中的稀燃所示，试验时间30分钟。每个温度点试验完成后，再次将试样升温至 $450^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 预处理30 min，然后 N_2 吹扫气氛下将试样降温至下一个温度点（ $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $300^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ）进行试验。

检测结果按 GB/T 8170 的规定修约。

5.2 催化性能试验方法

5.2.1 试验条件

催化剂的催化性能试验在5.1.1中的装置上进行，试样尺寸应满足5.1.1中规定的要求。试验气氛参数宜按表7的规定。

5.2.2 试验流程

图3描述了催化性能试验的流程。

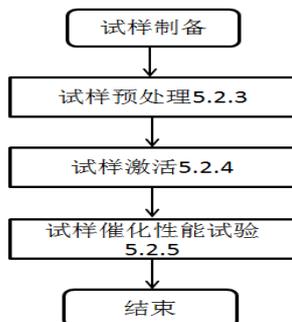


图 3 催化性能试验流程

5.2.3 试验预处理

将试样入口温度以10℃/min从室温升温至450℃±10℃,然后按照表7中富燃条件预处理30min。

5.2.4 试样激活

完成试样预处理后, N₂吹扫气氛下将试样降温至300℃±10℃,稀燃富燃切换条件下活化样品,气氛组成如表7所示,稀燃时长5 min、富燃时长1 min,循环10次。

5.2.5 催化性能评价

试验温度为150℃±5℃、200℃±5℃、300℃±5℃

完成试样激活后, N₂吹扫气氛下将试样降温至150℃±5℃,开始定点稀燃富燃切换催化性能评价,每个循环稀燃时长80 s、富燃时长10 s,进行20个循环后,停止该温度点的试验,10℃/min升温至下一温度点进行试验,试验气氛组成如表7所示。

检测结果按 GB/T 8170 的规定修约。

6 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验两类。出厂检验由催化剂生产厂家进行,型式检验由产品认证部门、产品生产或使用企业根据需求自愿选择进行。

6.1 出厂检验

催化剂应由制造厂质量检验部门进行检验,经检验合格,并签发生产合格证后方可出厂。建议配套单位按本部分要求检验催化剂质量,如需检验其他技术要求,应事先与制造厂商定。

6.2 型式检验

有下列情况之一时,产品应进行型式检验:

- a) 新产品投产或者产品转厂生产时;
- b) 正常生产时,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 产品正常生产时,每三年进行一次型式检验;
- d) 产品停产一年及以上,恢复生产时;
- e) 国家有关部门提出涉及柴油机稀燃 NO_x 捕集催化剂新的型式检验要求。

6.3 抽样方法

型式检验采用随机抽样,从出厂合格的产品中随机抽取3件,抽样基数不少于100件。

6.4 判定规则

6.4.1 型式检验结果应符合本标准 4 技术要求。

6.4.2 型式检验中,任一检验项目不合格,应加倍抽样并进行不合格项目复检,如仍不合格,则判定为不合格品。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

每件催化剂应在显著部位标明以下内容,并在使用期限内保持标志清晰可认:

- a) 产品名称;
- b) 产品规格、批号、数量;
- c) 供方名称、供方地址;
- d) 出产日期;
- e) 防水、防酸、防压、防摔等标志。

7.2 包装

7.2.1 产品包装应符合科学、经济、牢固、美观要求。

7.2.2 产品需经检验合格，做好防护处理，方可进行包装。

7.2.3 包装所用材料应符合国家规定的包装材料要求，材料应无毒、不发生降解和释放有毒物质。

7.2.4 包装应保证产品在运输和贮存期内不受损害。

7.2.5 包装箱内应随同产品附以下文件：

- a) 产品合格证;
- b) 产品安装使用说明书;
- c) 装箱清单;
- d) 其他文件。

7.3 运输

运输途中严禁强烈震动，防止水或其他液体渗入。

7.4 贮存

产品应贮存于干燥、通风、无腐蚀的仓库内，并定期检查。
