

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中 国 国 家 标 准 化 管 理 委 员 会发布

××××-××-××实施

××××-××-××发布

燃气重型车用排气净化催化剂

Catalyst for heavy-duty gas engine vehicle exhaust purification

（送审稿）

GB/T XXXX—2016

中华人民共和国国家标准

**ICS71.120.99**

前言

本标准是按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草的。

本标准由全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）提出并归口。

本标准主要起草单位：昆明贵研催化剂有限责任公司、中自环保科技股份有限公司、潍柴动力空气净化科技有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、有色金属技术经济研究院。

本标准主要起草人：张玉雪、黄卫强、常仕英、王奉双、王云、朱赞、杜君臣、赵云昆、李文松、王淑英。

1. 燃气重型车用排气净化催化剂
	1. 范围

本标准规定了燃气重型车用排气净化催化剂的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及质量证明书。

本标准适用于以陶瓷蜂窝载体作为基体并负载稀土、贵金属或其他金属等活性组份的燃气重型车用排气净化催化剂产品。

本标准中的燃气重型车包括设计车速大于25km/h的M2、M3、N1、N2和N3类及总质量大于3500kg的M1类车辆。

本标准中的氧化型催化剂(GOC)适用于稀薄燃烧的燃气类发动机(CNG/LNG/LPG)。

本标准中的三效催化剂(TWC)适用于等当量比燃烧的发动机(CNG/LNG/LPG)。

* 1. 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。凡是注明日期的引用文件，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 5181 汽车排放术语和定义

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 15089-2001 机动车辆及挂车分类

GB 17691-2005车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车污染物排放限值及测量方法

GB/T 17803-2015稀土产品牌号表示方法

GB 20890-2007 重型汽车排气污染物排放控制系统耐久性要求及试验方法

GB/T 23277 贵金属催化剂化学分析方法汽车尾气净化催化剂中铂钯铑量的测定分光光度法

GB/T 25994-2010 蜂窝陶瓷

HJ 509-2009 车用陶瓷催化转化器中铂、钯、铑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

* 1. 术语和定义

GB/T 5181、GB/T 17691界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

* + 1.

M1、M2、M3、N1、N2、N3类车辆Class M1/M2/M3/N1/N2/N3 vehicle

按GB/T 15089-2001规定：

M1类车辆指包括驾驶员座位在内，座位数不超过九座的载客车辆；

M2类车辆指包括驾驶员座位在内，座位数超过九座，且最大设计总质量不超过5000kg的载客车辆；

M3类车辆指包括驾驶员座位在内，座位数超过九座，且最大设计总质量超过5000kg的载客车辆；

N1类车辆指最大设计总质量不超过3500kg的载货车辆；

N2类车辆指最大设计总质量超过3500kg，但不超过12000kg的载货车辆；

N3类车辆指最大设计总质量超过12000kg的载货车辆。

氧化型催化剂Gas Oxidation Catalyst(简称GOC)

指安装在发动机排气系统中，通过氧化催化反应，能降低排气中一氧化碳（CO）、碳氢化合物（CH4和NMHC）排放量的催化转化单元。

三效型催化剂(TWC) GasThree-way Catalyst （TWC）

一种氧化碳氢化合物和一氧化碳并同时还原氮氧化物的催化剂。为了获得最佳转化效率，发动机必须在很狭窄的空燃比范围（接近理论配比状态）内工作。

* + 1.

催化剂转化效率Catalyst Conversion Efficiency

指在规定工况下，催化剂入口与出口污染物浓度的变化率，按式（1）计算：

转化效率(%)=×100% (1)

式中:

i——分别代表污染物CO、CH4、NOX*。*

* + 1.

起燃温度Light-off Temperature

指催化剂在特定空速下对某一污染物的催化转化效率达到50%时所对应的催化剂入口气体温度。用符号T50(i)表示，“*T*”为摄氏温度，“*i*”分别代表污染物CO，CH4、NOX。

空速 Space Velocity

指排气在标准温度(25℃)和标准压力(100kPa)状态下的容积流量(L/h)除以催化剂载体容积(L)所得数值，单位为h-1。

排气背压Back Pressure

指在规定的流量(单位Kg/h)条件下，气体通过催化剂与大气压力的相对差值。计算公式如下：

催化剂排气背压(P)=催化剂气体入口端排气压力P1-大气压力P0，单位kPa。

理论空气量Theoretical Air

单位质量燃料完全燃烧所需要的空气质量。

过量空气系数 Excess Air Ratio (λ)

燃料消耗的实际空气量与需要的理论空气量之比，即λ=(实际进入的空气质量)/(理论上所需要的空气质量)。

等当量比燃烧Stoichiometric Burn

发动机燃烧时，空气和燃料的量按理论的比例加入。

稀薄燃烧Learn Burn

发动机燃烧时，空气和燃料的比例大于理论当量比。

贵金属含量Precious Metal Content

指单位体积催化剂上负载的贵金属质量，单位用克/立方英尺（g/ft3）表示。

* + 1.

催化性能测试样品Catalytic Performance Test Sample

以Φ25.4mm×H76.2mm的陶瓷载体制作测试用样品，直径允许偏差±1mm，高度允许偏差±1.5mm，测试样品体积约为V=38.6 ml，样品尺寸也可自行规定。

* 1. 要求
		1. 产品分类

4.1.1 同一型式的催化剂应采用相同的载体结构和材料，相同的载体容积、外形尺寸和孔密度，相同的催化剂活性组分含量及其比例。

4.1.2产品分类见表1，需方有特殊要求时，由供需双方协商确定。

表1 产品分类表

|  |  |
| --- | --- |
| 产品牌号 | CAT-02/03 |
| 形状 | 圆柱体 |
| 规格 | 截面尺寸/mm | Φ100~Φ400 |
| 高度/mm | 50~300 |
| 孔密度（孔/cpsi） | 300~600 |
| 壁厚（mil） | 3~7 |

* + 1. 外观质量

外观完整、色泽均匀、无变形、无漏涂、无片状堵孔等。

* + 1. 尺寸偏差

尺寸偏差应符合表2的规定(从严)，需方如有特殊要求，由供需双方协商确定。

表2尺寸偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 要求 |
| 1 | 直径公差 | ≤1%×D或±2mm |
| 2 | 高度公差 | ≤±2mm |
| 3 | 平行度公差 | ≤0.6 % ×D |
| 4 | 垂直度公差 | ≤ 1 % ×H |

* + 1. 贵金属总含量及比例

催化剂贵金属总含量在名义设计值的±10%偏差以内、贵金属含量比例在名义值±10%偏差以内。

* + 1. 涂层脱落率

催化剂的涂层脱落率μ＜2％。

* + 1. 排气背压

测试催化剂前五个批次15颗产品的背压，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背压名义值，背压在名义设计值的±10%偏差以内。

* + 1. 催化性能

催化剂采用小样测试，NG类按附录A进行配气测试，起燃温度应符合表3的规定；

LPG类按附录B进行配气测试，起燃温度应符合表4的规定。

表3 NG类催化性能要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 催化剂类型 | 发动机当量比 | 项目 | CH4：T50/°C | NOX：T50/°C | CO：T50/°C | 空速h-1 |
| 氧化型 | 稀薄燃烧 | 新鲜性能 | ≤440 | — | — | ≥60000 |
| 水热老化后性能 | ≤470 | — | — | ≥60000 |
| 三效型 | 等当量比燃烧 | 新鲜性能 | ≤380 | ≤380 | ≤200 | ≥60000 |
| 水热老化后性能 | ≤420 | ≤420 | ≤240 | ≥60000 |

表4 LPG类催化性能要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 催化剂类型 | 发动机当量比 | 项目 | C3H8：T50/°C | NOX:T50/°C | CO：T50/°C | 空速h-1 |
| 氧化型 | 稀薄燃烧 | 新鲜性能 | ≤380 | — | — | ≥60000 |
| 水热老化后性能 | ≤420 | — | — | ≥60000 |
| 三效型 | 等当量比燃烧 | 新鲜性能 | ≤280 | ≤300 | ≤200 | ≥60000 |
| 水热老化后性能 | ≤320 | ≤340 | ≤240 | ≥60000 |

* + 1. 耐久性

催化剂耐久性应满足GB20890中要求或顾客要求。

* 1. 试验方法
		1. 外观质量

产品的外观质量采用目视检测。

* + 1. 尺寸偏差

产品尺寸偏差检测方法应按GB/T 25994-2010中的规定进行。

* + 1. 贵金属总含量及比例

按GB/T23277-2009或HJ 509-2009中的规定进行检测。

* + 1. 涂层脱落率

5.4.1 烘干

将催化剂置于120℃空气环境中保温，保温时间达到30min，并在其后的每10min进行称重，质量变化相对原始样品质量小于1%，则可判定为已被烘干。

5.4.2 称重

在分析天平上称重催化剂，要求分析天平的精度为±1mg，样品自保温炉中取出至称重不得超过2min。

5.4.3 脱落试验

将被测样品自然冷却至室温后，在距离催化剂端面1.5cm的地方，用0.55MPa的无油压缩空气，均匀缓慢地吹扫催化剂端面，每个端面吹扫的时间为60秒，若60秒后仍有粉尘脱落物，则直至通过灯光观察载体的中心位置无明显的粉尘脱落为止，测试吹扫后的样品质量。

5.4.4 催化剂脱落率计算

测量并计算样品的体积V(单位L)，将样品容积与单位容积催化剂的技术指标设计负载量η(单位g/L)乘积定义为该型号催化剂的涂层质量M0，脱落率计算具体见公式（2），涂层质量M0计算见公式（3）。

$μ=\frac{M\_{1}-M\_{2}}{M\_{0}}$×100%（2）

式中：

μ——脱落率，单位为%；

M1——测试前的样品质量，单位为克，g；

M2——测试后的样品质量，单位为克，g；

M0——催化剂中的涂层质量，单位为克，g。

M0=V×η（3）

式中：

M0——催化剂中的涂层质量，单位为克，g；

V——催化剂样品的体积，单位为升，L；

η——单位容积催化剂的技术指标设计负载量，单位为克/升， g/L。

* + 1. 排气背压

测试空气流速设定658kg/h(300cfm)、1316kg/h(600cfm)两个工况点，测试方法按照本标准附录C（规范性附录）中规定的进行。

* + 1. 催化性能

NG类和LPG类催化剂起燃温度配气检测方法应分别按本标准附录A和附录B（规范性附录）中规定的进行。

* + 1. 耐久性

耐久性试验方法参照GB20890-2007《重型汽车排气污染物排放控制系统耐久性要求及试验方法》执行。

* + 1. 数值修约

转化效率按GB/T 8170中的规定修约成两位有效位数。

贵金属含量检测结果按GB/T 8170 中的规定修约成小数点后三位有效位数。

* 1. 检验规则
		1. 检查和验收
			1. 产品应由供方质量技术监督部门进行检验，保证产品质量符合本标准的规定，并填写质量证明书。
			2. 需方应对收到的产品按本标准的规定进行检验，如检验结果与本标准的规定不符时，应在收到产品之日起的3个月内向供方提出，并由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样由双方在需方处共同取样。
		2. 组批

产品应成批提交检验，每批应由同一牌号、同一生产工艺、同一规格、同一批号的产品组成。

* + 1. 检验项目

每批产品出厂前应进行外观、尺寸偏差、涂层脱落率、排气背压和新鲜样品催化性能的检验。催化剂水热老化后的性能和贵金属含量的检验由供需双方根据生产情况协商确定，供方应以工艺保证产品可达到本标准的质量要求，如用户要求按批做这些性能的出厂检测，应在合同中明确。耐久性按照型式认证，在产品开发时，测试一次即可，产品批产时，不再做重复认证。

* + 1. 取样

产品取样应符合表3的规定。

表5产品取样

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样规定 | 要求的章条号 | 试验方法的章条号 |
| 外观质量 | 逐件检验 | 4.1 | 5.1 |
| 尺寸偏差 | 5颗/批 | 4.2 | 5.1 |
| 贵金属含量 | 1颗/半年或由供需双方协商确定 | 4.3 | 5.3 |
| 涂层脱落率 | 3颗/批 | 4.4 | 5.4 |
| 排气背压 | 3颗/批 | 4.5 | 5.5 |
| 催化性能 | 新鲜性能 | 1颗/批 | 4.6 | 5.6 |
| 水热老化后性能 | 由供需双方协商确定 |
| 耐久性 | 1套/型式认证 | 4.7 | 5.7 |
| 注：每批指单批数量＞500件，单批不足500件，可多批累计500件。 |

* + 1. 检验结果判定
			1. 外观不符合本标准规定时，按件判定不合格。
			2. 尺寸偏差、贵金属含量及比例、涂层脱落率、排气背压、催化性能不合格，取双倍试样进行不合格项目的重复检验，若检测结果仍不合格，则判该批产品为不合格。
	1. 标志、包装、运输和贮存
		1. 标志、包装

7.1.1标志

产品包装箱上应打印上产品名称、规格、批号、数量、供方名称、供方地址、出厂日期以及防水、防酸、防压、防摔等标志。

7.1.2包装

包装箱设计应考虑产品防水、防碰撞，保证产品在运输中不受损伤。

* + 1. 运输

运输途中不应强烈震动，防止水或其他液体渗入。

* + 1. 贮存

产品应装箱贮存于通风、干燥、无腐蚀的仓库内，并定期检查。

* + 1. 质量证明书

每批产品应附有产品质量证明书，注明：

a)供方名称、地址、售后服务电话；

b)产品名称；

c)产品牌号；

d)规格；

e)生产批号；

f)件数；

g)质量技术监督部门印记；

h)本标准编号；

i)出厂日期（或包装日期）。

附录 A

（规范性附录）

NG类催化性能配气评价测定方法

A.1 试验方法

A.1.1试验装置

图A.1 试验装置图

A.1.2试验条件

A.1.2.1 稀燃时氧化型催化剂，按照表A.1的配气组成，以过量空气系数λ=1.45±0.05，空速为(60000±5000)h-1条件进行配气。

表A.1配气组分含量推荐方案

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气体种类 | CH4 | CO | CO2 | O2 | H2O | N2 |
| 体积分数，% | 0.10±0.01 | 0.05±0.01 | 7.5±0.5 | 由λ确定 | 12±0.5 | 平衡气 |
| 注：当客户有特殊要求时，可依据具体情况加入其它气体，同时相关的技术指标需重新修订。 |

A.1.2.2等当量比燃烧时三效催化剂，按照表A.2的配气组成，以过量空气系数λ=0.97±0.03，空速为(60000±5000)h-1条件进行配气。

表A.2配气组分含量推荐方案

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气体种类 | CH4 | CO | NO | CO2 | O2 | H2O | N2 |
| 体积分数，% | 0.10±0.01 | 0.40±0.01 | 0.10±0.01 | 8.0±0.5 | 由λ确定 | 15.0±0.5 | 平衡气 |
| 注：当客户有特殊要求时，可依据具体情况加入其它气体，同时相关的技术指标需重新修订。 |

A.1.2.3催化剂小样水热老化试验条件按表A.3设定，其中程序升温速率不低于5℃/min。

表A.3水热老化试验条件推荐方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 催化剂类型 | 发动机当量比 | 气体种类(体积分数，%) | 空速(h-1) | 温度(℃) | 时间(h) |
| O2 | H2O | N2 | 空气 |
| 氧化型 | 稀薄燃烧 | — | 12 | — | 平衡气 | 30000±3000 | 850 | 20 |
| 三效型 | 等当量比燃烧 | 2 | 12 | 平衡气 | — | 30000±3000 | 950 | 25 |
| 注：当客户有特殊要求时，可依据具体情况加入其它气体。 |

A.2测试过程

A.2.1 截取试样

催化性能测试样品的小样尺寸推荐为1inch×3inch(Φ25.4mm×76.2mm)。如果催化剂为均匀涂敷，取样位置为前端中央；如果为分区涂敷，小样沿长度方向跨越分区界限，两边各取一半。

A.2.2 试样的装载

将待测样件用衬垫包好（不能堵孔，不能漏气，厚度以刚好能将样品放入催化炉为宜）后放入催化炉恒温区，装上样品后确保热电偶位置（催化剂样品入口前5mm士2mm）。将裹好的催化剂小心装入石英管中。将装好催化剂的石英管放入加热炉中，旋紧加热炉两端螺母。

A.2.3 活化处理

在模拟尾气组成的气氛条件下，调试加热炉从室温按≤20℃/min的升温速率升到550℃，在550℃下活化（保温）60min。

A.2.4新鲜活性测试

按照表A.1或A.2的配气规定，空速60000h-1±5000h-1条件下，从100℃开始，以10℃/min的升温速率升到550℃，连续采集CH4、CO和NOx的浓度。测试数据以温度为横坐标、转化率为纵坐标绘制连续起燃温度曲线，读取CH4、CO和NOx的起燃温度T50。

A.2.5水热老化试验

新鲜活性测定之后，按表A.1.2.3控制水热老化试验条件做催化剂水热老化处理。

A.2.6水热老化后活性的测试

水热老化后活性的测试现按A.1.2~A.2.4步骤进行活性测试。

附录 B

（规范性附录）

LPG类催化性能配气评价测定方法

B.1 试验方法

B.1.1 试验装置

图B.1 试验装置图

B.1.2 试验条件

B.1.2.1 稀燃时氧化型催化剂，按照表B.1的配气组成，在空速为(60000±5000)h-1条件进行配气。

表B.1 配气组分含量推荐方案

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气体种类 | C3H8 | CO | CO2 | O2 | H2O | N2 |
| 体积分数，% | 0.10±0.01 | 0.05±0.01 | 7.5±0.5 | 6.0 ± 0.5 | 12±0.5 | 平衡气 |
| 注：当客户有特殊要求时，可依据具体情况加入其它气体，同时相关的技术指标需重新修订。 |

B.1.2.2等当量比燃烧时三效催化剂，按照表B.2的配气组成，以过量空气系数λ=1.00 ±0.03，空速为(60000±5000)h-1条件进行配气。

表B.2 配气组分含量推荐方案

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气体种类 | C3H8 | CO | NO | CO2 | O2 | H2O | N2 |
| 体积分数，% | 0.05±0.01 | 0.40±0.01 | 0.20±0.01 | 8.0±0.5 | 0.35±0.05 | 14.0±0.5 | 平衡气 |
| 注：当客户有特殊要求时，可依据具体情况加入其它气体，同时相关的技术指标需重新修订。 |

B.1.2.3催化剂小样水热老化试验条件按表B.3设定，其中程序升温速率不低于5℃/min。

表B.3 水热老化试验条件推荐方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 催化剂类型 | 发动机当量比 | 气体种类(体积分数，%) | 空速(h-1) | 温度(℃) | 时间(h) |
| O2 | H2O | N2 | 空气 |
| 氧化型 | 稀薄燃烧 | — | 12 | — | 平衡气 | 30000±3000 | 850 | 20 |
| 三效型 | 等当量比燃烧 | 2 | 12 | 平衡气 | — | 30000±3000 | 950 | 25 |
| 注：当客户有特殊要求时，可依据具体情况加入其它气体。 |

B.2测试过程

B.2.1 截取试样

催化性能测试样品的小样尺寸推荐为1inch×3inch(Φ25.4mm×76.2mm)。如果催化剂为均匀涂敷，取样位置为前端中央；如果为分区涂敷，小样沿长度方向跨越分区界限，两边各取一半。

B.2.2 试样的装载

将待测样件用衬垫包好（不能堵孔，不能漏气，厚度以刚好能将样品放入催化炉为宜）后放入催化炉恒温区，装上样品后确保热电偶位置（催化剂样品人口前5mm士2mm）。将裹好的催化剂小心装入石英管中。将装好催化剂的石英管放入加热炉中，旋紧加热炉两端螺母。

B.2.3 活化处理

在模拟尾气组成的气氛条件下，调试加热炉从室温按≤20℃/min的升温速率升到550℃，在550℃下活化（保温）60min。

B.2.4新鲜活性测试

按照表B.1或B.2的配气规定，空速60000h-1±5000h-1条件下，从100℃开始，以10℃/min的升温速率升到550℃，连续采集C3H8、CO和NOx的浓度。测试数据以温度为横坐标、转化率为纵坐标绘制连续起燃温度曲线，读取C3H8、CO和NOx的起燃温度T50。

B.2.5水热老化试验

新鲜活性测定之后，按表B.1.2.3控制水热老化试验条件做催化剂水热老化处理。

B.2.6水热老化后活性的测试

水热老化后活性的测试现按B.1.2~B.2.4步骤进行活性测试。

附录C

（规范性附录）

排气背压评价测定方法

C.1 范围

本方法规定了燃气类发动机排气净化催化剂气流阻力的测试方法。

本方法适用于燃气类发动机排气净化催化剂气流阻力值的测试。

C.2 方法提要

催化剂气流阻力测定方法即在常温条件下，采用罗茨鼓风机产生一定流量的空气模拟汽车排气，流经催化反应床，分别测定不同流量条件下催化剂的排气压力，计算出催化剂的与大气压力的相对差值，测定催化剂气流阻力，从而实现对催化剂产品一致性的评价。其工作原理示意图见图C.1。

稳压

储气

囊

鼓风机

压差变送器

流量计

图C.1催化剂常规背压测试装置示意图

C.3 仪器、设备

本试验方法推荐使用的仪器部件见表C.1。

表C.1使用的仪器部件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 型号 |
| 1 | 罗茨鼓风机 | 3143WD |
| 2 | 稳压储气囊 | 非标 |
| 3 | 压差变送器 | PMD75-ANA7H21BAAA |
| 4 | 流量计 | — |
| 5 | 变频控制柜 | 非标 |

C.3.1 设备精度要求

所选用的流量计、压力传感器要符合：精确度：±1.5% F.S。

为保证数据可比性，不同试验数据对比过程中应确认所使用的测量仪器在测试原理和精度等方面应保持一致。

C.4 操作步骤

C.4.1 试验前检查

催化剂排气背压试验前应检查试验设备处于正常工作状态。

C.4.2 样品安装

将催化剂安装在对应的测试工装中，并锁定工装。

C.4.2 测试

启动设备，按表C.2要求设置不同工况点入口流量，稳定运行5min，读取各工况点下的催化剂入口压力和大气压力的相对差值。测试结束，关闭设备，取出催化剂，切断电源。

表C.2催化剂工况

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 催化剂单位体积流量(cfm) |
| 1 | 658kg/h(300cfm) |
| 2 | 1316kg/h(600cfm) |
| 注1：各企业可根据产品实际应用环境制定针对性的测试方案。注2：各工况点入口流量实测值应在设定值±2%范围内，且稳定1min后读取数值。 |