

团体标准

T/CICEIA/CAMS XXXX-XXXX

柴油机 催化型排气捕集器

Diesel engines - Catalytic exhaust trap

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2022 - ×× - ××发布

2022 - ×× - ××实施

中国内燃机工业协会

发布

中国机械工业标准化技术协会

目 次

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	2
5	试验条件	4
6	试验方法	5
7	检验规则	7
8	标志、包装、运输和贮存	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国内燃机工业协会提出。

本文件由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：中国内燃机工业协会、广东联南环保科技有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司等。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

柴油机 催化型排气捕集器

1 范围

本文件规定了柴油机催化型排气捕集器的技术要求、试验条件和试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于柴油机催化型排气捕集器（以下简称“捕集器”）的制造，包括非贵金属氧化型催化转化器（DOC）和非贵金属催化型颗粒过滤器（CDPF）的制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1804	《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》
GB/T 19804	《焊接结构的一般尺寸公差和形位公差》
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 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 20891-2014	《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》
GB/T 19055	《汽车发动机可靠性试验方法》
GB 11122	《柴油机油》
GB/T 18377	《汽油车用催化转化器的技术要求和试验方法》
GB/T 2828.1	《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》
HJ 1014-2020	《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

非贵金属 Non precious metal

指除金、银、铂、钯、铑、钇、钕以外的锰、铁、钴、镍、铜、锌、稀土等金属元素。

3.2

柴油机非贵金属催化剂 Non precious metal catalyst for diesel engine

由非金属材料合成的用于催化处理一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NOx）和碳烟颗粒（PM）等排气污染物的催化剂。

3.3

非贵金属氧化型催化转化器 Non precious metal diesel oxidation catalyst（简称 DOC）

指安装在发动机排气系统中，通过催化氧化还原反应，能降低排气中一氧化碳（CO）、总碳氢化合物（THC）、氮氧化物（NO_x）和颗粒物（PM）中SOF等污染物排放量，涂覆有非贵金属催化剂的排气后处理装置。

3.4

非贵金属催化型颗粒捕集器 Non precious metal catalyzed diesel particulate filter（简称CDPF）指安装在发动机排气系统中，涂覆有非贵金属催化剂，通过过滤来降低排气中颗粒物的装置。

3.4

起燃温度 light-off temperature

DOC对气相组分的CO、THC的转化效率达到50%时所对应的DOC入口的排气温度。用符号 $T_{50}(i)$ 表示，“i”分别代表一氧化碳（CO）或碳氢化合物（HC）。

3.5

转化效率 reduction efficiency

指按照某种指定工况后，捕集器入口处测得的气态污染物（CO、HC和NO_x等）浓度与出口处测得的气态污染物浓度的差值与捕集器入口处测得的气态污染物浓度的比值。

3.6

劣化率 deteriorate rate

捕集器劣化前后对某种污染物转化效率（或过滤效率）的变化率。

3.7

过滤效率 filtration efficiency

发动机按照指定的工况运行时，CDPF前后的颗粒物排放质量的变化率。

3.8

平衡点温度 balance point temperature（BPT）

CDPF在指定的发动机工况下进行加载时，检测到CDPF排气压降从上升到没有明显下降时的入口温度，单位为℃。

3.9

再生 regeneration

CDPF使用一段时间以后，将收集在CDPF载体里的颗粒物去除掉，从而恢复CDPF性能的过程。可分为主动再生和被动再生。

3.10

再生效率 regeneration efficiency

CDPF在指定的加载水平、再生温度和再生时间条件下进行再生，再生前后CDPF中PM的质量变化率。CDPF质量在床温125℃称量。

3.11

床温 bed temperature

排气流经载体内部的温度。

4 技术要求

4.1 一般要求

- 4.1.1 捕集器应使用永久性的标记标明生产厂家名称或商标、装置型号以及排气进出流向。
- 4.1.2 捕集器的设计、制造和安装应保证车辆（或机械）符合国家标准的各项规定。
- 4.1.3 捕集器的设计、制造和安装应合理，防止使用中可能发生的腐蚀、氧化、振动等现象。
- 4.1.4 如有必要，捕集器应采用隔热防护措施，确保使用安全性；不得影响车辆（或机械）制动性能及电气系统安全等。
- 4.1.5 捕集器应附带下述资料：
- 载体结构、材料和生产厂家；
 - 载体规格（形状、尺寸、孔密度等）；
 - 载体数量；
 - 催化剂涂层类型；
 - 衬垫型号及生产厂家；
 - 封装形式及生产厂家。

4.2 外观、尺寸

- 4.2.1 捕集器的外表面应光滑，无伤痕及其它明显缺陷。
- 4.2.2 捕集器的焊缝牢固平整，无虚焊、漏焊等缺陷，无残留焊丝。
- 4.2.3 捕集器的外形、安装尺寸、标识和公差应符合产品图纸要求。未标注加工公差按 GB/T 1804 中 C 级的规定执行，未标注焊接公差按 GB/T 19804 中 B 级的规定执行。

4.3 性能试验技术要求

捕集器的性能试验技术要求可分为两部分，分别为氧化型催化转化器（DOC）的性能试验技术要求和催化型颗粒过滤器（CDPF）的性能试验技术要求。

4.3.1 氧化型催化转化器（DOC）的性能试验技术要求

4.3.1.1 DOC 起燃温度试验和转化效率试验，试验按 6.3.1 进行。检测结果应满足表 1 要求。

表1 新鲜态DOC性能要求

污染物种类	性能指标	
	起燃温度	转化效率
CO	$T_{50}(\text{CO}) \leq 230^{\circ}\text{C}$	$\geq 80\%$
HC	$T_{50}(\text{HC}) \leq 230^{\circ}\text{C}$	$\geq 70\%$
NO _x	-	$\geq 10\%$

4.3.1.2 DOC快速老化试验，试验按6.3.2进行。检测结果应满足表2要求。

表2 老化态DOC性能要求

污染物种类	性能指标	
	起燃温度	转化效率
CO	$T_{50}(\text{CO}) \leq 255^{\circ}\text{C}$	劣化率不高于10%

HC	$T_{50}(\text{HC}) \leq 255^{\circ}\text{C}$	
NOx	-	

4.3.2 催化型颗粒过滤器（CDPF）的性能试验技术要求

CDPF的性能试验应符合表3的要求。

表3 CDPF性能试验类型及要求

序号	试验类型	试验要求
1	热循环试验	试验按 6.4.1.1 进行。按 6.4.1.2 检查样品的载体损坏情况。
2	排气压降试验	试验按 6.4.2 进行。未加载条件下 CDPF 载体的压降不超过相关标准规定的要求。
3	过滤效率试验	试验按 6.4.3 进行。颗粒物质量过滤效率不低于 90%。
4	平衡点温度试验	试验按 6.4.4 进行。不高于产品生产企业提供值 30°C ，最高不高于 350°C 。
5	被动再生试验	按 6.4.5 进行，再生效率不得低于 90%。
6	耐久试验	按 6.4.6 进行，试验后 CDPF 过滤效率劣化率不高于 10%，平衡点温度升高不超过 25°C 。

4.4 捕集器装车（机）的排放性能要求

4.4.1 对于装在轻型柴油机上的捕集器，按照GB 18352.6-2016规定的方法进行耐久性试验，车辆的排放应满足相应排放限值的要求。

4.4.2 对于装在重型柴油机上的捕集器，按6.4.6进行耐久试验后，按照GB 17691-2018规定的方法试验，发动机排放应满足相应排放限值的要求。

4.4.3 对于装在非道路移动机械用柴油机上的捕集器，按照GB 20891-2014、HJ 1014-2020规定的方法进行排气污染物测量，发动机排放应满足相应排放限值的要求。

5 试验条件

5.1 发动机及其控制系统

- 试验室的环境条件应符合 GB/T 19055 的规定。
- 试验发动机的排放水平应与捕集器的应用目标发动机相一致，发动机最大排气流量不小于目标机型排气流量，满足相应标准的排放限值要求。
- 发动机控制系统能够控制发动机的运转参数（例如，转速、负荷等）。对于 CDPF 的再生来说，如果测试系统没有机内燃料喷射功能（例如，缸内后喷）来增加排气温度，那么必须提供外部的能量（例如，在排气装置中安装一套燃料喷射系统）。
- 试验应监测发动机排气温度、进气温度、排气背压、增压器的涡轮机出口排气温度等主要参数。
- 试验应监测捕集器的入口和出口的温度、床温以及排气通过捕集器的压降等主要参数。

5.2 台架布置要求

对捕集器进行测试时，要求安装方式应与应用目标整机布置一致，若有偏离，应记录偏离情况。

5.3 试验用燃油、润滑油

试验用柴油应符合相应发动机标准中关于试验用基准燃料的要求，试验用润滑油应满足GB 11122的要求。

5.4 氧化型催化转化器（DOC）的温度测量位置

5.4.1 装在轻型柴油机上的样品，测量入口温度的热电偶应安装在距样品前端面上游25mm的中心线上。

5.4.2 装在重型柴油机或非道路移动机械用柴油机上的样品，测量入口温度的热电偶应安装在距样品前端面上游100mm的中心线上。

5.4.3 测量床温的热电偶应安装在样品载体内部中心线上。

5.5 催化型颗粒过滤器（CDPF）的温度和压力测量位置

5.5.1 装在轻型柴油机上的样品，测量入口温度的热电偶应安装在距样品前端面上游25mm的中心线上。

5.5.2 装在重型柴油机或非道路移动机械用柴油机上的样品，测量入口温度的热电偶应安装在距样品前端面上游75mm的中心线上。

5.5.3 测量床温的热电偶应安装在样品载体前端面下游20mm的中心线上。

5.5.4 测量样品压降的两个压力传感器，应分别安装在距样品入口法兰上游100mm和出口法兰下游100mm的位置。

5.6 催化型颗粒过滤器（CDPF）的加载水平

一般由制造厂提供催化型颗粒过滤器（CDPF）的加载水平。若制造厂不能提供加载水平，则装在轻型柴油机上的样品加载至 $6\pm 0.5\text{g/L}$ 的水平；装在重型柴油机或非道路移动机械用柴油机上的样品加载至 $4\pm 0.5\text{g/L}$ 的水平。

5.7 加载工况

通过标定发动机的脉谱图（例如标定发动机的转速、负荷、喷油正时、EGR率等参数）使样品稳定加载到5.6的要求。记录加载时间、CDPF压降和其他发动机参数。

5.8 试验仪器和设备

5.8.1 气体分析系统

排气取样和分析应能测量CO、THC、NO_x等气相组分的浓度，并满足相关标准规定。

5.8.2 颗粒物测量系统

颗粒物测量可采用分流取样系统或全流取样系统，并满足相关标准规定。

5.8.3 称重室和分析天平

称重室和分析天平应满足相关标准规定。

5.8.4 其他检测仪器设备精度应符合有关标准的规定。

6 试验方法

6.1 预处理

6.1.1 DOC预处理

预处理时样品的入口温度在 $450\pm 50^\circ\text{C}$ ，时间为1-2小时。

6.1.2 CDPF预处理

按制造厂的要求进行预处理；若制造厂无要求，则预处理条件为入口温度在 $400\pm 25^\circ\text{C}$ ，时间为1-2h。

6.2 机械性能试验

6.2.1 密封性试验

按照GB/T 18377中的有关方法试验。

6.2.2 轴向推力试验

将捕集器放入 $220\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘烤2h，冷却至室温后施加1500N的轴向推力，通过 $\phi 30\text{mm}$ 的推杆均匀施加在载体上，检测轴向位移情况。

6.2.3 水急冷试验

按照GB/T 18377中的有关方法试验。

6.2.4 纵置热振动试验

按照GB/T 18377中的有关方法试验。

6.3 氧化型催化转化器（DOC）试验

6.3.1 起燃温度试验和转化效率试验

6.3.1.1 将发动机设定为怠速工况，稳定5分钟后，测量样品入口和出口的气态CO、THC浓度，同时记录样品的入口温度和床温。计算样品对气态CO、THC的转化效率。

6.3.1.2 将发动机设定在较低转速工况（例如，1500r/min），调整发动机负荷使样品的入口温度逐渐上升。在每个工况下对排放物进行采样前，发动机工况必须稳定至少5分钟，然后测量记录样品入口和出口的气态CO、THC浓度，同时记录样品的入口温度和床温。以入口温度为横坐标，转化效率为纵坐标绘制气态CO、THC的转化效率曲线，按照直线插值法分别求出氧化型催化转化器（DOC）对气态CO、THC的起燃温度（ T_{50} ）。

6.3.1.3 将发动机设定在较高转速工况（例如，2500r/min），重复6.3.1.2的步骤。

6.3.2 快速老化试验

快速老化试验在发动机台架上进行，试验循环见表4。

表4 氧化型催化转化器（DOC）快速老化循环试验

工况	床温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	时间（min）	老化循环持续时间（h）
1	250 ± 10	45	100
2	650 ± 10	15	

注：1工况与2工况之间的过渡时间不超过3分钟。

6.4 催化型颗粒过滤器（CDPF）试验

6.4.1 热循环试验

6.4.1.1 采用发动机或燃烧器来完成热循环试验，CDPF入口的空速不小于 40000h^{-1} ；试验循环如表5所示，由工况1和工况2组成，运行10个循环。工况1和工况2转换以 $(50\pm 5)^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率上升或下降。

表5 CDPF热循环试验循环

工况	持续时间（min）	床温（ $^{\circ}\text{C}$ ）	温升率（ $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ）
1	3	250	50 ± 5
2	3	600-650	

6.4.1.2 可以采用以下任意一种方法来检查样品的损坏情况：

- 目测样品的载体有无裂纹，并从样品出口端面检查有无泄漏通道；
- 用SEM（电子显微镜扫描法）检查样品的涂层和载体之间是否脱离；
- 用超声波方法探测样品的内部裂纹。

6.4.2 排气压降试验

6.4.2.1 未加载或再生后的CDPF压降试验

发动机负荷恒定，在若干个转速下进行试验，在整个试验过程中CDPF尽量避免被加载超过10%。测量区间覆盖发动机的流量区间，在其间均匀分布设定至少6个测量点。在采集数据之前，发动机应稳定5分钟，然后测量记录发动机排气流量、CDPF入口和出口压力。以样品排气流量为横坐标，压降为纵坐标绘制压降特性曲线。

6.4.2.2 已加载颗粒物（PM）的CDPF压降试验

将样品加载到5.6要求的加载水平，然后按6.4.2.1进行试验。如果必要还可在其他加载水平重复试验。

6.4.3 过滤效率试验

6.4.3.1 未加载或再生后的CDPF过滤效率试验

未加载或按照再生工况进行再生后的CDPF，发动机在加载工况稳定运转5分钟，然后对样品的入口上游和出口下游取样，并按照3.7计算过滤效率。

6.4.3.2 已加载颗粒物（PM）的CDPF过滤效率试验

将样品加载到5.6要求的加载水平，然后发动机在加载工况稳定运转5分钟，然后对样品的入口上游和出口下游取样，并按照3.7计算过滤效率。

6.4.4 平衡点温度试验

在发动机上将CDPF加载至 (3 ± 0.5) g/L的水平。样品入口温度从 (250 ± 10) °C开始，以25°C的间隔升高样品的入口温度，在工况稳定期间检测到样品的压降没有明显下降为止，记录此时样品的入口温度，即为平衡点温度。

6.4.5 被动再生效率试验

一个再生周期由三个工况组成，连续运行50个周期。通过测量样品在试验前（预处理后的样品）后收集的颗粒物质量变化，按3.10计算再生效率。试验循环见表6。

表6 CDPF再生效率试验循环

工况	CDPF入口温度/°C	工况时间/min	时间/h
1	200±10	20	1
2	400±10	20	
3	300±10	20	
试验循环持续时间（h）			50

注：200°C时，CDPF的空速为 30000h^{-1} 。

6.4.6 耐久试验

装在重型柴油机上的CDPF，按HJ 438-2008耐久试验的要求执行；

装在轻型柴油机上的CDPF，按GB 18352.6-2016附录G污染控制装置耐久性试验（V型试验）的要求执行；

装在非道路移动机械上的CDPF，按GB 20891-2014耐久试验的要求执行。

耐久试验过程中，样品的床温不得高于900°C，过滤效率不得低于90%。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验、抽样检验和型式检验三类。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时，产品应进行型式检验：

- a) 新产品投产或者转厂生产；
- b) 产品正常生产时，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，每五年进行一次型式检验；

- d) 产品长期停产一年及以上恢复生产；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

7.2.2 型式检验项目按表 7 的规定。

表 7 检验项目分类

序号	检验项目	检验类别			技术要求	试验方法
		出厂检验	抽样检验	型式检验		
1	外观、尺寸	√	√	√	4.2	4.2.3
2	热循环	-	▽	√	4.3.2	6.4.1
3	排气压降	▽	√	√	4.3.2	6.4.2
4	过滤效率	▽	√	√	4.3.2	6.4.3
5	平衡点温度	-	▽	√	4.3.2	6.4.4
6	被动再生效率	-	▽	√	4.3.2	6.4.5
7	耐久性能	-	▽	√	4.3.2	6.4.6
8	密封性试验	√	▽	√	6.2.1	
9	轴向推力试验	-	▽	√	6.2.2	
10	水急冷试验	-	▽	√	6.2.3	
11	纵置热振动试验	-	▽	√	6.2.4	
注：“√”必检项目；“-”免检项目；“▽”选检项目。						

7.3 出厂检验

出厂检验项目按表 7 的规定。

7.4 抽样检验

抽样检验项目按表 7 的规定。

7.5 抽样方案及评定规则

按 GB/T 2828.1 规定，由供需双方协商确定。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

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

8.2 包装

8.2.1 包装应保证产品在运输和贮存期内不受损害。

8.2.2 包装箱内应随同产品附有以下文件：

- 产品合格证；
- 产品安装使用说明书；
- 产品保修卡。

8.3 运输

运输方式由供需双方商定。产品在运输途中应防止磕碰、变形；在长途运输途中应有防锈蚀措施。

8.4 贮存

产品应贮存于干燥、通风、无腐蚀性物质的仓库内，不应直接接触地面。