

# 团体标准

T /CICEIA/CAMS 4-2020

## 柴油机 选择性催化还原(SCR)转化器氨气 混合均匀性试验方法

Diesel engine - Test method of ammonia uniformity for SCR converter

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 试验准备及条件 .....                  | 2  |
| 5 测量仪器设备要求 .....                 | 2  |
| 6 试验方法 .....                     | 3  |
| 7 SCR 氨气混合均匀性评价限值 .....          | 5  |
| 附录 A（资料性附录） 氨气混合均匀性试验结构记录表 ..... | 6  |

C I C E I A

## 前 言

本标准按GB/T 1.1-2009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：无锡威孚力达催化净化器有限责任公司、上海柴油机股份有限公司、一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂、安徽艾可蓝环保股份有限公司。

本标准主要起草人：马相雪、温任林、陈增响、凌建群、陆晓燕、成薛峰、杨纯。

本标准首次发布。

C I C E I A

# 柴油机 选择性催化还原 (SCR) 转化器 氨气混合均匀性试验方法

## 1 范围

本标准规定了柴油机选择性催化还原 (SCR) 转化器氨气混合均匀性试验与评价方法。  
本标准适用于柴油机选择性催化还原 (SCR) 转化器系统。

## 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 19055 汽车发动机可靠性试验方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**截面平均浓度** surface mean concentration

在某个截面上，某种气体组分浓度的平均值。计算公式如下：

$$\bar{m} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i A_i}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\bar{m}$ —截面平均浓度，单位 (ppm)；

$m_i$ —截面上每个单元轴向浓度，单位 (ppm)；

$A_i$ —截面上每个单元面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；

$A$ —截面总面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；

$n$ —截面上单元总数量。

### 3.2

**氨气混合均匀性系数** coefficient of  $\text{NH}_3$  mixed uniformity

在规定条件下，SCR载体入口截面上 $\text{NH}_3$ 浓度分布的均匀程度，用氨气混合均匀性系数 ( $UI_{\text{NH}_3}$ ) 表达：

$$UI_{\text{NH}_3} = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{A_i |m_i - \bar{m}|}{2mA} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$UI_{\text{NH}_3}$ —氨气混合均匀性系数；

- $A_i$  —每个测量单元面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；
- $A$  —测试载体入口截面总面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；
- $m_i$  —每个测量单元轴向 $\text{NH}_3$ 浓度，单位(ppm)；
- $\bar{m}$  —测试载体入口截面平均 $\text{NH}_3$ 浓度，单位(ppm)；
- $n$  —测试单元总数量，单位(个)。

#### 4 试验准备及条件

##### 4.1 试验室环境

试验室环境条件应符合GB/T 19055规定。

##### 4.2 控制和数据分析采集系统试验条件

- a) 可精确控制的排气流量、排气温度、 $\text{NO}_x$ 排量等参数；
- b) 尿素喷射系统可精确控制尿素喷射量；
- c) 试验仪器及设备能够准确有效地采集并记录试验数据。

#### 5 测量仪器设备要求

测量仪器设备如下：

- a) 多探头位置采样器。多探头位置采样器示意图如图1所示；

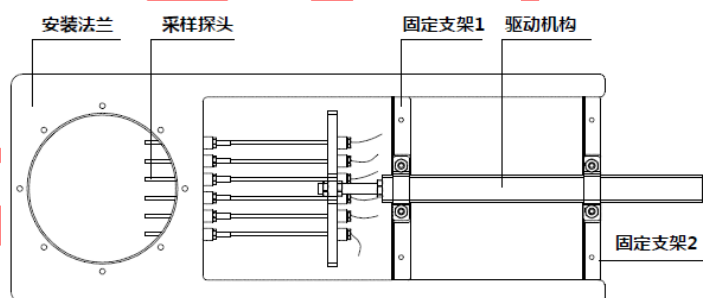


图1 多探头位置采样器示意图

多探头位置采样器主要由安装法兰、采样探头、驱动机构、固定支架1、固定支架2等组成。采样探头为外径 $\Phi 6\text{mm}$ ，壁厚1mm的空心导管。采样探头的数量及间距应按照SCR载体的直径尺寸定制设计。采样探头在驱动机构的作用下，按照预先设定的测试步长进行移动采样。

- b) 采样管路切换盒。用于切换多探头位置采样器采样探头的开关；
- c) 气体分析仪。气体分析仪测量精度及量程要求见表1。

表1 气体分析仪测量精度及量程要求

| 气体组分          | 测量精度 ppm | 测量量程 ppm |
|---------------|----------|----------|
| $\text{NH}_3$ | 0.2      | 0-1000   |
| $\text{HNCO}$ | 0.2      | 0-1000   |
| $\text{NO}_2$ | 0.2      | 0-1000   |

表 1 气体分析仪测量精度及量程要求（续）

| 气体组分             | 测量精度 ppm | 测量量程 ppm |
|------------------|----------|----------|
| NO               | 0.5      | 0-10000  |
| N <sub>2</sub> O | 0.5      | 0-1000   |

## 6 试验方法

### 6.1 安装

安装测试仪器布置如图2所示。

- 在发动机或燃烧器出气端安装 SCR 后处理系统；
- 在发动机或燃烧器排气管上安装 NO<sub>x</sub> 传感器、温度传感器 1；
- 在前级 SCR1 载体前端安装温度传感器 2；
- 在距离前级 SCR1 载体后端面 10mm 位置处安装多探头位置采样器；
- 多探头位置采样器连接采样管路切换盒；
- 采样管路切换盒连接气体分析仪。

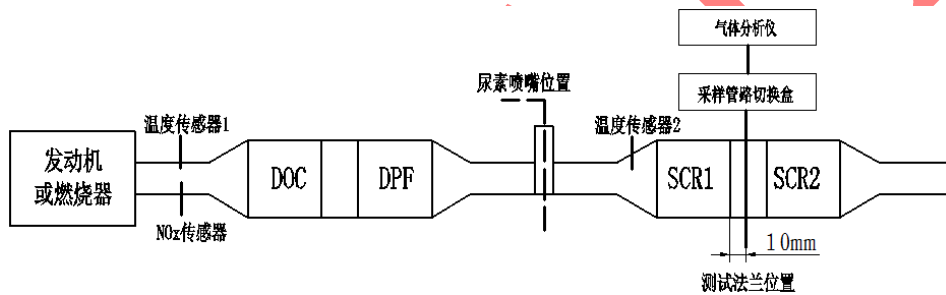


图2 测试仪器布置图

### 6.2 测点布置

根据前级SCR1载体直径定制多探头位置采样器。

在距离前级SCR1载体后端面10mm截面上布置测点，测点布置示意图参考图3。测点相对于测量截面中心点呈对称、均匀分布，测点数量推荐为30~50个。

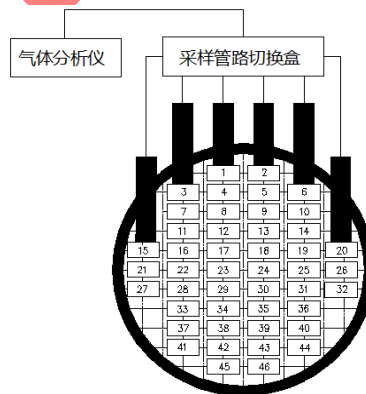


图3 测点布置示意图

### 6.3 试验工况

在发动机台架上进行氨气混合均匀性试验，选取如图4所示4个典型的工况点P1、P2、P3、P4，工况点的具体要求见表2中描述。

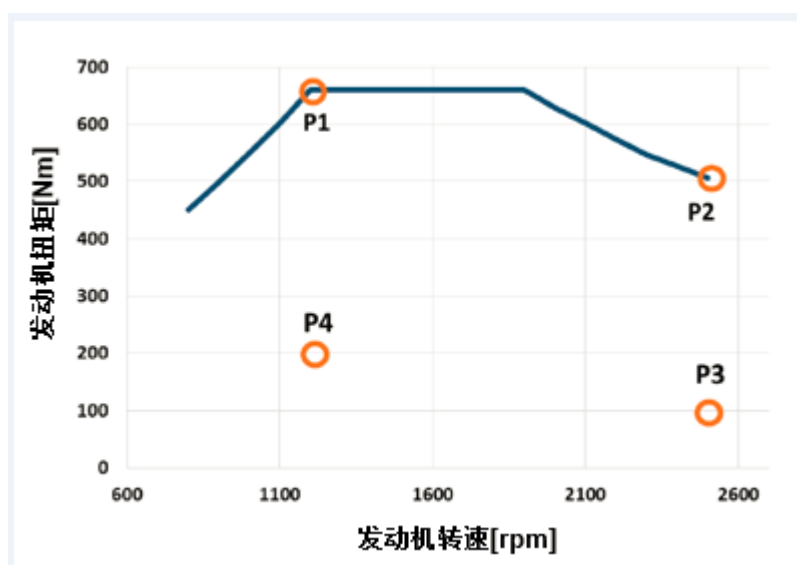


图4 试验工况点示意图

表2 试验工况点要求

| 工况代号 | 工况描述                        |
|------|-----------------------------|
| P1   | 扭矩最大点                       |
| P2   | 额定功率点                       |
| P3   | 与额定功率点同转速，扭矩为最大扭矩的15%~20%的点 |
| P4   | 与最大扭矩点同转速，扭矩为最大扭矩的25%~30%的点 |

在燃烧器台架上进行氨气混合均匀性试验，应按表2的要求对应选取4个典型试验工况点P1、P2、P3、P4所对应的气体流量、气体温度、尿素喷射量、NO<sub>x</sub>排量。

#### 6.4 测试步骤

- a) 将发动机或燃烧器调至P1试验工况；
- b) 根据发动机或燃烧器NO<sub>x</sub>排量调整尿素喷射量直至NO<sub>x</sub>或NH<sub>3</sub>浓度范围满足试验要求，即在测试法兰位置处测到的NO<sub>x</sub>或NH<sub>3</sub>浓度应在100ppm以上；
- c) 将多探头位置采样器的采样探头移至图3所示截面中心测点（测点23或测点24）进行数据监控，观察排气流量、排气温度、NO<sub>x</sub>排量以及图2中法兰位置处的NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>、HNC0、N<sub>2</sub>O浓度值等数据波动情况，直至监控参数达到稳定状态，即各气体组分浓度波动范围在±10ppm以内；
- d) 待监控参数稳定后，将采样探头移至图3中测点1位置，稳定5min后，测量测点1位置的NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>、HNC0、N<sub>2</sub>O的浓度值，测量时间大于等于30s，取该段时间测量数据的平均值作为测点1的NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>、HNC0、N<sub>2</sub>O的浓度值；然后依次测量后续测点；
- e) 测完所有测点后，再按照以上步骤复测第2组数据。将第一组测试数据与第二组测试数据相比较，若误差均小于±10%，则所测试验数据满足要求，选用并记录第二组试验数据；若误差大于±10%，则所测试验数据无效，应重新测量。若重新测量，系统应稳定10min以上，再按上述步骤进行重新测量；

- f) 将有效数据按附录A记录;
- g) 按上述测试方法完成其他工况点 (P2、P3、P4) 的测试。

## 6.5 数据计算

### 6.5.1 前级 SCR1 载体前端面 NH<sub>3</sub> 浓度值计算

将在前级SCR1载体后端测试法兰位置处测得的各测点NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>、HNC0的浓度值，转换为前级SCR1载体前端面对应测点的NH<sub>3</sub>浓度值。前级SCR1载体前端面氨气浓度转换公式如下：

$$NH_{3,usSCR} = NH_{3,TestFlange} + (NO_{x,usSCR} - NO_{3,TestFlange}) + HNC0_{TestFlange} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

$NH_{3,usSCR}$  —前级SCR1载体前端面NH<sub>3</sub>的浓度值，单位（ppm）；

$NH_{3,TestFlange}$  —测试法兰位置处NH<sub>3</sub>的浓度值，单位（ppm）；

$NO_{x,usSCR}$  —前级SCR1载体上游NO<sub>x</sub>的浓度值，单位（ppm）；

$NO_{x,TestFlange}$  —测试法兰位置处NO<sub>x</sub>的浓度值，单位（ppm）；

$HNC0_{TestFlange}$  —测试法兰位置处HNC0的浓度值，单位（ppm）。

### 6.5.2 前级 SCR1 载体前端面氨气混合均匀性系数 UI<sub>NH<sub>3</sub></sub> 计算

前级SCR1载体前端面氨气混合均匀性系数计算采用公式（2）。

### 6.5.3 前级 SCR1 载体前端面各测量点中氨气浓度最大平均偏差值 K<sub>1</sub> 计算

$$K_1 = \frac{m_{max,NH_3}}{m_{NH_3}} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

$m_{max,NH_3}$  —前级SCR1载体前端面各测量点中NH<sub>3</sub>的最大浓度值；

$m_{NH_3}$  —前级SCR1载体前端面各测量点中NH<sub>3</sub>的平均浓度值。

### 6.5.4 前级 SCR1 载体前端面各测量点中氨气浓度最小平均偏差值 K<sub>2</sub> 计算

$$K_2 = \frac{m_{min,NH_3}}{m_{NH_3}} \dots \dots \dots (5)$$

式中：

$m_{min,NH_3}$  —前级SCR1载体前端面各测量点中NH<sub>3</sub>的最小浓度值；

$m_{NH_3}$  —前级SCR1载体前端面各测量点中NH<sub>3</sub>的平均浓度值。



## 7 SCR 氨气混合均匀性评价限值

SCR氨气混合均匀性试验计算结果应满足表3评价限值要求。

表3 SCR 氨气混合均匀性评价限值

| 评价内容               | 评价限值                           |
|--------------------|--------------------------------|
| UI_NH <sub>3</sub> | $0.95 \leq UI_{NH_3} \leq 1.0$ |
| K <sub>1</sub>     | $1.0 \leq K_1 < 1.5$           |
| K <sub>2</sub>     | $0.5 < K_2 \leq 1.0$           |

CITCELEIA

附 录 A  
 (资料性附录)  
 氨气混合均匀性试验结构记录表

| 试验结果记录表   |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
|-----------|------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------|---|--------------------------------|--|
| 试 验<br>测点 | 排气<br>流量<br>kg/h | 排 气<br>温度<br>℃ | 前级 SCR1<br>载体上游<br>温度<br>℃ | 前级 SCR1 载<br>体上游 NOx<br>浓度<br>ppm | 尿素喷<br>射量<br>mg/s | 测试法兰位<br>置处 NOx 浓度<br>ppm | 测试法 兰<br>位置处 NH <sub>3</sub><br>浓度<br>ppm | 测试法兰位<br>置 处 HNCO<br>浓度<br>ppm | 测 试 法 兰<br>位置处 N <sub>2</sub> O<br>浓度<br>ppm |
| 1         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 2         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 3         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 4         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 5         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 6         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 7         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 8         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 9         |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 10        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 11        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 12        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 13        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 14        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 15        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 16        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 17        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 18        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 19        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 20        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 21        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 22        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 23        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 24        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 25        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 26        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| 27        |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |
| ...       |                  |                |                            |                                   |                   |                           |   |                                |  |