



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 688—2025

汽车排放气体测试仪检定规程

Verification Regulation of
Vehicle Exhaust Emissions Measuring Instruments

2025-06-11 发布

2025-12-11 实施

国家市场监督管理总局 发布

汽车排放气体测试仪检定规程

Verification Regulation of Vehicle

Exhaust Emissions Measuring Instruments

JJG 688—2025

代替 JJG 688—2017

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会机动车检验检测分技术委员会

主要起草单位：内蒙古自治区计量测试研究院

河北省计量监督检测研究院

参加起草单位：广东省计量科学研究院

吉林省计量科学研究院

浙江浙大鸣泉科技有限公司

成都驰达电子工程有限责任公司

本规程委托由全国法制计量管理计量技术委员会机动车检验检测分技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

闫 军（内蒙古自治区计量测试研究院）

孙 磐（内蒙古自治区计量测试研究院）

王军平（河北省计量监督检测研究院）

参加起草人：

杨永灿（广东省计量科学研究院）

房法成（吉林省计量科学研究院）

翁一举（浙江浙大鸣泉科技有限公司）

刘 梅（成都驰达电子工程有限责任公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 显示分辨率	(2)
5.2 示值误差	(2)
5.3 稳定性	(3)
5.4 重复性	(3)
5.5 响应时间	(3)
5.6 丙烷/正己烷当量系数 (PEF)	(3)
5.7 过量空气系数 (λ)	(3)
5.8 其他气体组分对被测量的影响	(3)
5.9 NO ₂ —NO 转化效率	(3)
6 通用技术要求	(3)
6.1 外观与一般要求	(3)
6.2 电气安全性能	(4)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定条件	(4)
7.2 检定项目	(4)
7.3 检定方法	(5)
8 检定结果的处理	(11)
9 检定周期	(11)
附录 A 标准气体及其摩尔分数要求	(12)
附录 B 采用臭氧发生器进行转化效率检定的方法	(14)
附录 C 检定原始记录格式	(16)
附录 D 检定证书内页格式	(20)
附录 E 检定结果通知书内页格式	(22)

引 言

JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑规程修订工作的基础性系列规范。

本规程以 GB 18285—2018 汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）为基础，对 JJG 688—2017 进行修订。与 JJG 688—2017 相比，除编辑性修改外主要变化如下：

- 调整了范围中测试仪最小测量范围的相关内容（见第 1 章）；
- 调整了引用文件中相关国家标准的名称编号等内容（见第 2 章）；
- 调整了术语和计量单位的内容（见第 3 章）；
- 调整了计量性能要求中的“最小测量范围”“最大允许误差”“分辨力”要求，增加了 NO_x 、 NO_2 、 NO_2 — NO 的转化效率、过量空气系数、其他气体组分对被测量的影响、丙烷/正己烷当量系数的相应要求，调整了取样和分析系统响应时间技术要求（见第 5 章）；
- 调整了“检定项目”和“检定方法”的内容，增加了转化效率及过量空气系数、其他气体组分对被测量的影响、丙烷/正己烷当量系数，对示值误差、重复性、响应时间的内容进行了调整（见第 6 章）；
- 调整了“附录 A”“附录 B”“附录 C”“附录 D”的内容；
- 增加了“附录 B”。

本规程历次版本的发布情况为：

- JJG 688—2017；
- JJG 688—2007；
- JJG 688—1990。

汽车排放气体测试仪检定规程

1 范围

本规程适用于汽车排放气体测试仪（以下简称测试仪）的首次检定、后续检定和使用中检查。测试仪用于测定下列一种或多种组分的体积分数，测试仪对不同组分体积分数的最小测量范围应满足 HC： $(0 \sim 2\,000) \times 10^{-6}$ 、CO： $(0.00 \sim 5.00) \times 10^{-2}$ 、CO₂： $(0.0 \sim 16.0) \times 10^{-2}$ 、NO： $(0 \sim 4\,000) \times 10^{-6}$ 、O₂： $(0.0 \sim 21.0) \times 10^{-2}$ 、NO₂： $(0 \sim 400) \times 10^{-6}$ 。

2 引用文件

GB 18285—2018 汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）

OIML R99—1&2 机动车排气分析仪 第1部分：计量和技术要求；第2部分：计量控制和性能试验（Instruments for measuring vehicle exhaust emissions—Part 1: Metrological and technical requirements; Part 2: Metrological controls and performance tests）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

GB 18285—2018 界定的及以下术语和定义适用于本规程。

3.1 术语

3.1.1 不分光红外分析法 non-dispersed infrared spectroscopic analysis

基于不同的气体分子（CO、CO₂、HC 等）对光吸收的特征波长不同的原理，将不分光的红外光线通过某种气体，根据其对不同波长光的吸收程度确定气体中某类气体的体积分数的分析方法。

3.1.2 电化学分析法 electrochemical analysis

气体在敏感电极表面进行氧化（或还原）反应，气体体积分数变化反应电流也随之变化。基于此原理根据反应电流的大小确定气体体积分数的分析方法。

3.2 计量单位

测试仪采用法定计量单位，各组分气体含量的测量结果用体积分数表示，其中：

CO、CO₂、O₂ 体积分数单位为“%”或“ $\times 10^{-2}$ ”；

HC、NO、NO₂ 体积分数单位为“ $\times 10^{-6}$ ”。

4 概述

测试仪是用来测量点燃式发动机汽车排放气体体积分数的仪器。

测试仪一般由取样探头、水分离器、过滤器、测量单元、数据处理系统、显示器件和控制、调节、辅助装置等部分组成。

测试仪对 HC、CO 和 CO₂ 的测量采用不分光红外分析方法，对氮氧化物（NO_x）的测量优先采用红外法（IR）、紫外法（UV）或化学发光法（CLD），对 O₂ 的测量可

采用电化学分析法或其他等效方法进行。氮氧化物 (NO_x) 是 NO 和 NO_2 的总和, 其中 NO_2 可以直接测量, 也可通过转化炉转化为 NO 后进行测量。

依据 OIML R 99-1&2 的 5.1, 假设混合气遵循理想气体定律, 其摩尔分数等同于体积分数。从摩尔分数到体积分数更精确的换算方法见 ISO 14912 的规定。

5 计量性能要求

5.1 显示分辨力

测试仪显示分辨力见表 1。

表 1 测试仪显示分辨力

CO	CO_2	O_2		HC	NO_x		λ
		$\leq 4\%$	$> 4\%$		NO	NO_2	
0.01×10^{-2}	0.1×10^{-2}	0.01×10^{-2}	0.1×10^{-2}	1×10^{-6}	1×10^{-6}		0.001

5.2 示值误差

各等级测试仪示值误差不超过表 2、表 3、表 4 规定的最大允许误差。

表 2 00 级测试仪最大允许误差

气体种类		最小测量范围	最大允许误差	
			绝对误差	相对误差
HC		$(0 \sim 2\,000) \times 10^{-6}$	$\pm 4 \times 10^{-6}$	$\pm 3\%$
CO		$(0.00 \sim 5.00) \times 10^{-2}$	$\pm 0.02 \times 10^{-2}$	$\pm 3\%$
CO_2		$(0.0 \sim 16.0) \times 10^{-2}$	$\pm 0.3 \times 10^{-2}$	$\pm 3\%$
NO_x	NO	$(0 \sim 4\,000) \times 10^{-6}$	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 4\%$
	NO_2	$(0 \sim 400) \times 10^{-6}$	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 4\%$
O_2		$(0.0 \sim 21.0) \times 10^{-2}$	$\pm 0.1 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$

注：满足最大允许误差两种表示（绝对误差、相对误差）中的任一要求即可。

表 3 0 级测试仪最大允许误差

气体种类		最小测量范围	最大允许误差	
			绝对误差	相对误差
HC		$(0 \sim 2\,000) \times 10^{-6}$	$\pm 10 \times 10^{-6}$	$\pm 5\%$
CO		$(0.00 \sim 5.00) \times 10^{-2}$	$\pm 0.03 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$
CO_2		$(0.0 \sim 16.0) \times 10^{-2}$	$\pm 0.5 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$
NO		$(0 \sim 4\,000) \times 10^{-6}$	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 4\%$
O_2		$(0.0 \sim 21.0) \times 10^{-2}$	$\pm 0.1 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$

注：满足最大允许误差两种表示（绝对误差、相对误差）中的任一要求即可。

表 4 I 级测试仪最大允许误差

气体种类	最小测量范围	最大允许误差	
		绝对误差	相对误差
HC	$(0 \sim 2\,000) \times 10^{-6}$	$\pm 12 \times 10^{-6}$	$\pm 5\%$
CO	$(0.00 \sim 5.00) \times 10^{-2}$	$\pm 0.06 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$
CO ₂	$(0.0 \sim 16.0) \times 10^{-2}$	$\pm 0.5 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$
NO	$(0 \sim 4\,000) \times 10^{-6}$	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 4\%$
O ₂	$(0.0 \sim 21.0) \times 10^{-2}$	$\pm 0.1 \times 10^{-2}$	$\pm 5\%$

注：满足最大允许误差两种表示（绝对误差、相对误差）中的任一要求即可。

5.3 稳定性

1 h 内，测试仪的示值误差应不超过最大允许误差。

5.4 重复性

示值重复性应不大于其最大允许误差绝对值的 1/3。

5.5 响应时间

测试仪各通道的响应时间见表 5。

表 5 各通道响应时间要求

准确度等级	HC、CO、CO ₂ 通道	NO _x 通道		O ₂ 通道
		NO	NO ₂	
00 级和 0 级	不大于 8 s	不大于 10 s，适用于 ASM 工况法； 不大于 8 s，适用于 VMAS 工况法		不大于 40 s
I 级	不大于 12 s			

5.6 丙烷/正己烷当量系数（PEF）

测试仪通入丙烷校准气时的示值绝对误差与通入相应的正己烷校准气时的示值绝对误差之差应不超过其最大允许误差的 1/2。

5.7 过量空气系数（λ）

最大允许误差应不超过 $\pm 0.3\%$ 。

5.8 其他气体组分对被测量的影响

被测组分外的其他气体影响被测组分示值的变化量应不大于最大允许误差绝对值的 1/2。

5.9 NO₂—NO 转化效率

采用转化炉将 NO₂ 转化为 NO 时，转化效率不应小于 90%。

6 通用技术要求

6.1 外观及一般要求

6.1.1 测试仪应有下列标志：名称、型号、编号、制造厂名（或商标）、出厂日期和电

源电压、丙烷/正己烷当量系数 (PEF)，丙烷/正己烷当量系数 (PEF) 应采用三位有效数字在仪器的铭牌上永久、清晰地标注，或在仪器显著位置显示，当量系数值应在 0.490~0.540 之间。当仪器具有多个丙烷/正己烷当量系数，应根据对应的体积分数显示。如果具备 NO₂ 测量功能，仪器应有 NO_x 显示。

6.1.2 各种调节旋钮、按键和开关均能正常工作，无松动现象，电缆线的接插件应接触良好。

6.2 电气安全性能

6.2.1 绝缘电阻

绝缘电阻在试验电压为 500 V 时应大于 20 MΩ。

6.2.2 绝缘强度

应能承受电压为 1.5 kV、频率为 50 Hz 交流电压，在 1 min 内无击穿及飞弧现象。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

环境温度：(5~40)℃。

相对湿度：≤85%。

大气压力：(86~106) kPa (在高原环境下，仅供参考)。

电源：额定电压 AC (187~242) V；频率 (50±1) Hz。电池电压 DC：12 V 电池为 (9~16) V；24 V 电池为 (16~32) V。

7.1.2 检定用仪器设备

检定用仪器设备如表 6 所示。

表 6 检定用计量器具和设备一览表

序号	名称	测量范围	主要性能指标
1	标准气体	见附录 A	
2	电子秒表	——	分辨力不大于 0.1 s 日差：±0.5 s
3	浮子流量计	(1~10) L/min	4.0 级
4	绝缘电阻表	不小于 20 MΩ (500 V)	10 级
5	耐电压测试仪	1.5 kV、50 Hz	5 级

7.2 检定项目

检定项目如表 7 所示。

表 7 检定项目一览表

检定项目		首次检定	后续检定	使用中检查
外观及一般要求		+	+	+
电气安全性能	绝缘电阻	+	—	—
	绝缘强度	+	—	—
显示分辨力		+	—	—
示值误差		+	+	+
稳定性		+	+	—
重复性		+	+	+
响应时间		+	+	+
丙烷/正己烷当量系数 (PEF)		+	—	—
过量空气系数 (λ)		+	—	—
其他气体组分对被测量的影响		+	—	—
NO ₂ —NO 转化效率 (适用时)		+	+	+
注：“+”表示需检定的项目，“—”表示不需检定的项目。				

7.3 检定方法

7.3.1 通用技术要求

7.3.1.1 外观及一般要求

通过目测和手动检查，应符合 6.1 要求。

7.3.1.2 电气安全性能

1) 使测试仪处于非工作状态，电源开关置于接通位置。

2) 用绝缘电阻表在测试仪电源插头的相、中线端与机壳或保护接地端之间施加 500 V 直流电压，稳定 5 s 后测量测试仪的绝缘电阻值。

3) 用绝缘强度测试仪在测试仪电源插头的相、中线端与机壳或保护接地端之间施加电压 1.5 kV、频率 50 Hz 交流电，历时 1 min，观察是否有击穿及飞弧现象，应符合 6.2 要求。

7.3.2 计量性能要求

7.3.2.1 显示分辨力

在完成示值误差测试时观察测试仪显示屏，应符合 5.1 的要求。

7.3.2.2 示值误差

1) 接通电源，按测试仪说明书规定的时间预热。

2) 预热完成后使用附录 A 中 A.7 的气体调零。

3) 向测试仪通入 4 号标准气体，调整测试仪的示值，使其与标准气体的标称值相符；启动气泵，排除测试仪中标准气体至测试仪恢复零位，关闭气泵。

4) 向测试仪通入 1 号标准气体，待示值稳定后，记录测试仪相应示值。启动气泵，

排出测试仪中标准气体至测试仪恢复零位，关闭气泵。测量 3 次。

5) 分别向测试仪通入 2 号、3 号和 4 号标准气体，按 4) 进行测量。

按公式 (1) 和公式 (2) 计算示值误差：

$$\Delta\varphi_i = \bar{\varphi}_{di} - \varphi_{si} \quad (1)$$

$$\delta_i = \frac{\bar{\varphi}_{di} - \varphi_{si}}{\varphi_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta\varphi_i$ ——第 i 号标准气体通入时，测试仪示值绝对误差， $i = 1、2、3、4$ ；

$\bar{\varphi}_{di}$ ——第 i 号标准气体通入时，3 次测试仪示值的平均值；

φ_{si} ——第 i 号标准气体的标称值；

δ_i ——第 i 号标准气体通入时，测试仪示值相对误差。

注：当 HC 检定时：

$$\varphi_{si} = \varphi_i \times \text{PEF}$$

式中：

φ_i ——丙烷校准气体标准值， $i = 1、2、3、4$ ；

PEF——制造厂商给出的丙烷/正己烷当量系数（仪器显示值优先）。

示值误差应符合 5.2 中最大允许误差的要求。

6) 使用 A.7 的气体调零。

7) 如图 1 所示，连接标准气体钢瓶、减压阀、节流阀、浮子流量计、三通接头、气囊及 7.5 m 采样管等。开启标准气体钢瓶的阀门，二位三通电磁阀通电（P、A 通），再启动测试仪气泵。经取样探头向测试仪通入 2 号标准气体，调节节流阀使通入测试仪气体的流量能够维持图 1 中的气囊不要处于真空，也不要充盈。待示值稳定后，记录测试仪相应示值。重复 6)、7) 步骤 3 次。按公式 (1) 和公式 (2) 计算示值误差。

示值误差应符合 5.2 中最大允许误差的要求。

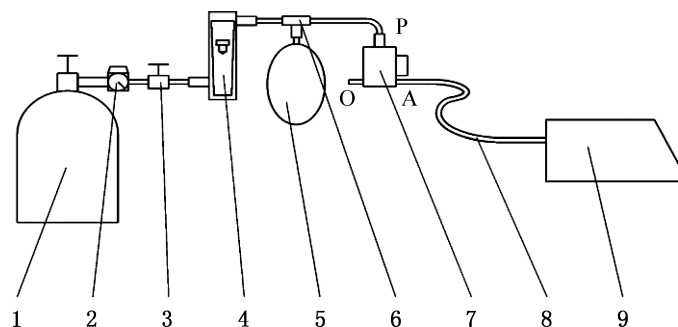


图 1 响应时间检定示意图

1—标准气体钢瓶；2—减压阀；3—节流阀；4—浮子流量计；5—气囊；
6—三通接头；7—二位三通电磁阀；8—采样管；9—测试仪

7.3.2.3 稳定性

1) 接通电源，按测试仪说明书规定的时间预热。

2) 预热完成后使用 A.7 的气体调零。

3) 向测试仪通入 4 号标准气体，调整测试仪的示值，使其与标准气体的标称值一

致；开启气泵，排除测试仪中标准气体至测试仪恢复零位。

4) 关闭气泵，向测试仪通入 3 号标准气体，待示值稳定后，记录测试仪相应示值。开启气泵。

5) 测试仪继续运行，每隔 30 min，重复 4) 步骤。1 h 共记录 3 次示值。

按公式 (3) 和公式 (4) 计算每次示值误差：

$$\Delta\varphi_3 = \varphi_{d3} - \varphi_3 \quad (3)$$

$$\delta\varphi_3 = \frac{\varphi_{d3} - \varphi_3}{\varphi_3} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$\Delta\varphi_3$ ——第 3 号标准气体通入时，测试仪示值绝对误差；

φ_{d3} ——第 3 号标准气体通入时，测试仪示值；

φ_3 ——第 3 号标准气体的标称值；

$\delta\varphi_3$ ——第 3 号标准气体通入时，测试仪示值相对误差。

稳定性应符合 5.3 的要求。

7.3.2.4 重复性

1) 使用 A.7 的气体调整好测试仪零位。

2) 向测试仪通入 1 号标准气体，待示值稳定后，记录测试仪相应示值。开启气泵，排出测试仪中标准气体至测试仪恢复零位。

3) 重复上述 2) 步骤 6 次。

按公式 (5) 和公式 (6) 计算重复性：

$$s_A = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\varphi_{Ri} - \bar{\varphi}_R)^2} \quad (5)$$

式中：

s_A ——重复性（以实验标准偏差表示）；

φ_{Ri} ——第 i 次通入标准气体时的示值；

$\bar{\varphi}_R$ ——6 次测量值的算术平均值；

n ——检定的次数， $n=6$ 。

$$s_a = \frac{s_A}{\varphi_R} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

s_a ——重复性（以相对实验标准偏差表示）；

s_A ——重复性（以实验标准偏差表示）；

$\bar{\varphi}_R$ ——6 次测量值的算术平均值。

重复性应符合 5.4 的要求。

7.3.2.5 响应时间

1) 接通电源，按测试仪说明书规定的时间预热，对测试仪进行调零和示值调整。

2) 如图 1 所示，连接标准气体钢瓶、减压阀、节流阀、浮子流量计、三通接头、气囊及采样管等。开启标准气体钢瓶的阀门，二位三通电磁阀通电（P、A 通），再启

动测试仪气泵。调节节流阀，使通入测试仪的标准气体的流量能够维持图 1 中的气囊不要处于真空，也不要充盈。待测试仪示值稳定后，记下各通道的示值。断开二位三通电磁阀电源（O、A 通），使 A. 7 的气体通入测试仪，调零。重新打开钢瓶阀门，然后给二位三通电磁阀通电（P、A 通），使标准气体（A. 5）进入测试仪。同时，用秒表分别测量从二位三通电磁阀接通瞬间至测试仪各通道（除氧气外）的示值达到其稳定值的 90% 时的时间间隔。记录秒表的读数；对于测试仪氧气通道，用秒表测量从二位三通电磁阀接通瞬间至测试仪示值达到与其稳定值之差小于 0.1% 时的时间间隔。记录秒表的读数。

3) 重复 2) 的操作 2 次，计算 3 次测量结果的算术平均值。

按公式 (7) 计算响应时间：

$$\overline{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad (7)$$

式中：

$\overline{T}$ —— 3 次响应时间测量值的算术平均值 s；

T_1 、 T_2 、 T_3 —— 3 次响应时间测量值 s。

响应时间应符合 5.5 的要求。

7.3.2.6 丙烷/正己烷当量系数 (PEF)

1) 接通电源，按测试仪说明书规定的时间预热。

2) 预热完成后使用 A. 7 的气体调零。

3) 向测试仪通入 4 号标准气体，调整测试仪的示值，使其与标准气体的标称值相符；启动气泵，排除测试仪中标准气体至测试仪恢复零位，气泵关闭。

4) 用两种丙烷标准气体（表 A. 3 规定的标准气体）分别进行测量，读取每一种丙烷通入时测试仪的示值。此时测试仪显示值为 HC 化合物以正己烷当量表示的示值。

根据公式 (8) 计算 HC 标准值：

$$\varphi_{13i} = \varphi_{3i} \times \text{PEF} \quad (8)$$

式中：

φ_{13i} —— HC 化合物以正己烷当量表示的标准值，即根据当量系数得到的丙烷标准气体相对应的正己烷值， $i = 1、2$ ；

φ_{3i} —— 丙烷标准气标准值， $i = 1、2$ ；

PEF —— 制造厂商给出的当量系数。

按公式 (9) 计算测试仪通入第 i 种丙烷标准气体时的绝对误差：

$$\Delta\varphi_{3i} = \varphi_{D3i} - \varphi_{13i} \quad (9)$$

式中：

$\Delta\varphi_{3i}$ —— 测试仪通入第 i 种丙烷标准气体时的绝对误差；

φ_{D3i} —— 通入丙烷标准气体时，测试仪 HC 通道的示值。

5) 用两种正己烷标准气体（表 A. 3 规定的标准气体）分别进行测量，读取每一种正己烷通入时测试仪的示值。

按公式 (10) 计算测试仪通入第 i 种正己烷标准气体时的绝对误差：

$$\Delta\varphi_{6i} = \varphi_{D_{6i}} - \varphi_{6i} \quad (10)$$

式中：

$\Delta\varphi_{6i}$ ——测试仪通入第 i 种正己烷标准气体时的绝对误差；

$\varphi_{D_{6i}}$ ——通入正己烷标准气体时，测试仪 HC 通道的示值；

φ_{6i} ——第 i 种正己烷标称值。

按公式 (11) 计算测试仪由丙烷得到的绝对误差与由正己烷得到的绝对误差之差：

$$\Delta\varphi_{Y_i} = \Delta\varphi_{3i} - \Delta\varphi_{6i} \quad (11)$$

式中：

$\Delta\varphi_{Y_i}$ ——丙烷得到的绝对误差与由正己烷得到的绝对误差之差；

$\Delta\varphi_{3i}$ ——测试仪通入第 i 种丙烷标准气体时的绝对误差；

$\Delta\varphi_{6i}$ ——测试仪通入第 i 种正己烷标准气体时的绝对误差。

计算得测试仪 $\Delta\varphi_{Y_i}$ ($i = 1, 2$) 均符合 5.6 的要求。

7.3.2.7 过量空气系数 (λ)

1) 汽油发动机汽车处于怠速状态。

2) 用具备 λ 指示的测试仪测量汽车排放废气中的 CO、CO₂、HC、O₂ 的体积分数值和 λ 值。

3) 连续测量 3 次，分别测得 3 组 CO、CO₂、HC、O₂ 的体积分数值和 λ 值。

4) 基于测得的 CO、CO₂、HC、O₂ 的体积分数值，按照计算公式 (12) 计算每次的 λ_0 ：

$$\lambda_0 = \frac{\varphi(\text{CO}_2) + \frac{\varphi(\text{CO})}{2} + \varphi(\text{O}_2) + \left\{ \left(\frac{H_{\text{CV}}}{4} \times \frac{3.5}{3.5 + \frac{\varphi(\text{CO})}{\varphi(\text{CO}_2)}} - \frac{O_{\text{CV}}}{2} \right) \times (\varphi(\text{CO}_2) + \varphi(\text{CO})) \right\}}{\left(1 + \frac{H_{\text{CV}}}{4} - \frac{O_{\text{CV}}}{2} \right) \times \{ (\varphi(\text{CO}_2) + \varphi(\text{CO})) + (K_1 \times \varphi(\text{HC})) \}} \quad (12)$$

式中：

φ ——体积分数，以“%”为单位，仅对 HC 以“ $\times 10^{-6}$ ”表示；

K_1 ——HC 转换因子，若以“ $\times 10^{-6}$ ”正己烷 (C₆H₁₄) 当量表示，此值 = 6×10^{-4} ；

H_{CV} ——燃料中氢和碳原子比，对汽油：1.726 1；

O_{CV} ——燃料中氧和碳原子比，对汽油：0.017 6。

5) 按公式 (13) 计算每次测试仪 λ 的相对误差：

$$\delta_\lambda = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \times 100\% \quad (13)$$

式中：

λ ——测量汽车排放时过量空气系数读取值；

λ_0 ——通过公式计算得到过量空气系数的值。

6) 3 次计算得的相对误差的平均值即为检定结果。

检定结果应符合 5.7 的要求。

7.3.2.8 其他气体组分对被测量的影响

1) 接通电源，按测试仪说明书规定的时间预热。使用 A.7 的气体调零。

2) 从测试仪标准气体入口通入干扰标准气体（见表 A.4），时间不少于 1 min，记录测试仪各通道的示值。

3) 如图 2 所示，用导管将饱和水蒸气（相对湿度不小于 95%）出口与测试仪取样口连接起来，然后开泵，抽入饱和水蒸气，时间不少于 1 min，记录测试仪各通道的示值。

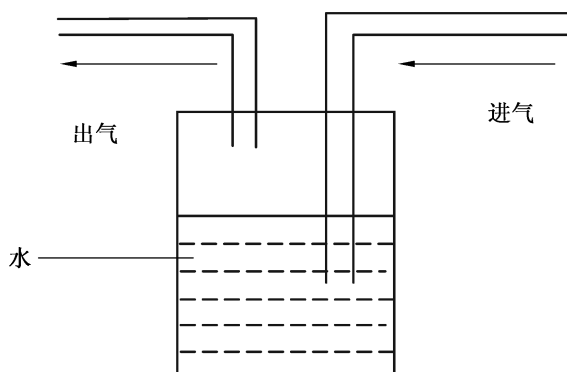


图 2 饱和水蒸气发生器示意图

其结果应符合 5.8 要求。

7.3.2.9 NO₂—NO 转化效率

1) 标准气体法

a) 测试仪示值误差满足 5.2 要求后，进行转化效率测量。

b) 调整测试仪零位。

c) 按测试仪规定的方法进行检漏。

d) 检漏合格后，按图 1 进行连接。

e) 开启标准气体钢瓶的阀门，通入 1 号 NO 标准气体，二位三通电磁阀通电（P、A 通），再启动测试仪气泵。调节节流阀，使通入测试仪的标准气体的流量维持图 1 中的气囊不处于真空，也不充盈。待测试仪示值稳定后，记录 NO_x 的示值 (φ_{ei})。

f) 断开二位三通电磁阀电源（O、A 通），通入清洁空气或零气，排出测试仪中标准气体至测试仪恢复零位。

g) 重复 e) 至 f) 操作 3 次，计算三次测量平均值 $\bar{\varphi}_e$ 。

h) 通入 3 号 NO₂ 标准气体，记录 NO_x 的示值 (φ_{fi})，重复 e) 至 f) 操作 3 次，计算三次测量平均值 $\bar{\varphi}_f$ 。

i) 校准后的 NO₂ 气体转化后测量值按照公式 (14) 计算：

$$\varphi = \bar{\varphi}_f - (\bar{\varphi}_e - \varphi_{e0}) \quad (14)$$

式中：

φ ——校准后的二氧化氮标准气体转化后测量值；

$\bar{\varphi}_f$ ——校准后的二氧化氮标准气体转化后 3 次测量值 (φ_{fi}) 的平均值；

φ_{e0} ——一氧化氮标准气体的标称值；

$\bar{\varphi}_e$ ——一氧化氮标准气体 3 次测量值 (φ_{ei}) 的平均值。

j) 按照公式 (15) 计算转换效率：

$$\alpha = \frac{\varphi}{\varphi_f} \times 100\% \quad (15)$$

式中：

α ——转换率；

φ_f ——二氧化氮标准气体的标称值。

2) 可采用国标推荐的其他等效方法对转化效率进行检定，详见附录 B。

8 检定结果的处理

经检定合格的测试仪，发给检定证书；检定不合格的测试仪，发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

9 检定周期

测试仪的检定周期一般不超过 1 年，修理后按首次检定进行。

附录 A

标准气体及其摩尔分数要求

A.1 标准气体应具有标准物质证书，在有效期内使用。

A.2 标准气体配制的标准值应不超过表 A.1 所规定标准值的 $\pm 15\%$ 。

A.3 标准气体的标准值的相对扩展不确定度应为（或优于） 1% 。对于 NO_2 标准气体，其相对扩展不确定度应为（或优于） 2% 。用于测量转化效率的 NO_2 和 NO 标称摩尔分数相差不应超过 $\pm 10 \times 10^{-6}$ 。

A.4 示值误差、重复性和稳定性检定用标准气体的摩尔分数标准值见表 A.1，按照测试仪标注的测试气体种类配制成单组分标准气体或多组分标准气体，但不允许气体之间发生反应。

表 A.1 示值误差、重复性和稳定性检定用标准气体的摩尔分数标准值

气体名称	1 号标准气体	2 号标准气体	3 号标准气体	4 号标准气体
氮中丙烷气体标准物质	50×10^{-6}	960×10^{-6}	$1\,920 \times 10^{-6}$	$3\,200 \times 10^{-6}$
氮中一氧化碳气体标准物质	0.5×10^{-2}	2.4×10^{-2}	3.6×10^{-2}	4.8×10^{-2}
氮中二氧化碳气体标准物质	2.0×10^{-2}	6.0×10^{-2}	8.0×10^{-2}	12.0×10^{-2}
氮中氧气气体标准物质	0.5×10^{-2}	5×10^{-2}	10×10^{-2}	20.9×10^{-2}
氮中一氧化氮气体标准物质	300×10^{-6}	900×10^{-6}	$1\,800 \times 10^{-6}$	$3\,000 \times 10^{-6}$
氮中二氧化氮气体标准物质	50×10^{-6}	120×10^{-6}	200×10^{-6}	320×10^{-6}

A.5 仪器响应时间检定用标准气体见表 A.2。

表 A.2 响应时间检定用标准气体的摩尔分数标准值

气体名称	气体的体积分数
氮中丙烷气体标准物质	$1\,920 \times 10^{-6}$
氮中一氧化碳气体标准物质	4.8×10^{-2}
氮中二氧化碳气体标准物质	12.0×10^{-2}
氮中氧气气体标准物质	0.5×10^{-2}
氮中一氧化氮气体标准物质	900×10^{-6}
氮中二氧化氮气体标准物质	200×10^{-6}
高纯氮气	纯度不低于 99.999%

A.6 进行丙烷/正己烷当量系数（PEF）试验时采用的标准气体见表 A.3。

表 A.3 丙烷/正己烷当量系数(PEF)试验用标准气体的摩尔分数标准值

气体名称	1 号标准气体	2 号标准气体
氮中丙烷气体标准物质	200×10^{-6}	$2\,000 \times 10^{-6}$
氮中正己烷气体标准物质	100×10^{-6}	$1\,000 \times 10^{-6}$

A.7 检定过程中对测试仪调零应按照实际需要采用纯度不低于 99.999% 的高纯氮气、含氧量为 $(20.9\% \pm 0.1\%)$ 的配制空气或清洁的空气。

A.8 非被测气体的干扰试验用标准气体的成分应符合表 A.4 的规定。

表 A.4 非被测气体的干扰试验用标准气体的标准值

被测气体	标准气体					
	CO	C_3H_8	CO_2	O_2	NO_x	
					NO	NO_2
CO	6%	—	—	—	—	—
C_3H_8	—	$4\,000 \times 10^{-6}$	—	—	—	—
CO_2	—	—	16%	—	—	—
O_2	—	—	—	10%	—	—
NO	—	—	—	—	$3\,000 \times 10^{-6}$	—
NO_2	—	—	—	—	—	400×10^{-6}
注：上表中干扰试验用标准气体各组分应单独配置。						

附录 B

采用臭氧发生器进行转化效率检定的方法

本方法为 GB 18285—2018 采用的对转化效率进行检定的方法，本规程直接采用了该方法。

B.1 接通电源，按照测试仪使用说明书要求预热调零。

B.2 按测试仪规定的方法进行检漏。

B.3 检漏合格后，按照图 B.1 要求连接各试验设备，将表 A.1 中 1 号氧气标准气体和表 A.1 中 3 号一氧化氮标准气体连接到图 B.1 中对应入口，并将装置出口连接到测试仪入口。

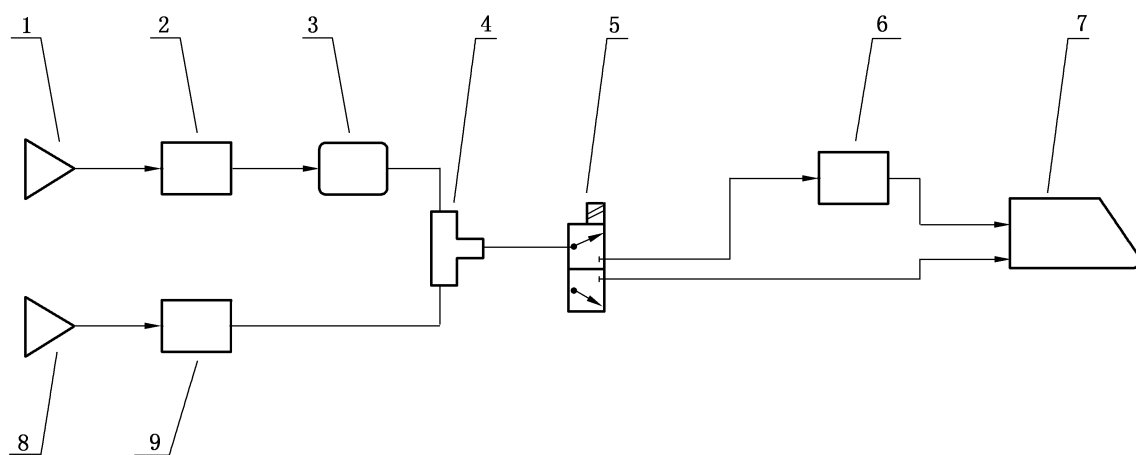


图 B.1 臭氧发生器法转换效率测试示意图

1—氧气入口；2—流量控制器；3—臭氧发生器；4—三通连接器；5—两位三通电磁阀；

6—氮氧转化器；7—测试仪；8—一氧化氮气体入口；9—流量控制器

B.4 打开一氧化氮气体入口，通入表 A.1 中 3 号一氧化氮标准气体，控制两位三通电磁阀，使一氧化氮气体进入测试仪，记录测试仪 NO 体积分数的示值。

B.5 打开氧气入口，通入表 A.1 中 4 号氧气标准气体，调节流量控制器，通过三通连接器稀释管路中的一氧化氮，使测试仪测得的 NO 体积分数约为 B.4 测得体积分数的 50%，记录此时测试仪 NO 体积分数示值（ φ_s ）。在该过程中，臭氧发生器不起作用。

B.6 保持 B.5 的气路状态，打开臭氧发生器，以产生足够的臭氧，将测试仪测得的 NO 体积分数降低到 B.4 测得体积分数的 10%（最低为 5%），记录此时测试仪 NO 体积分数值（ φ_d ）。

B.7 保持 B.6 的气路状态，切换两位三通电磁阀，使混合气体进入 NO₂—NO 转化器，记录此时测试仪 NO 体积分数值（ φ_a ）。

B.8 保持 B.7 的气路状态，关闭臭氧发生器，混合气体保持经过 NO₂—NO 转化器的状态，记录此时测试仪 NO 体积分数值（ φ_b ）。

B.9 重复步骤 B.4 至 B.8，总共测量 3 次。

B.10 按照公式 (B.1) 计算转化效率：

$$\alpha = \left(1 + \frac{\varphi_a - \varphi_b}{\varphi_c - \varphi_d} \right) \times 100\% \quad (\text{B. 1})$$

式中：

α ——一氧化氮标准气体测得的 NO_2 —NO 转化效率；

φ_a ——一氧化氮标准气体在 B. 7 中测试仪测得的体积分数， 10^{-6} ；

φ_b ——一氧化氮标准气体在 B. 8 中测试仪测得的体积分数， 10^{-6} ；

φ_c ——一氧化氮标准气体在 B. 5 中测试仪测得的体积分数， 10^{-6} ；

φ_d ——一氧化氮标准气体在 B. 6 中测试仪测得的体积分数， 10^{-6} 。

附录 C

检定原始记录格式

送检单位			记录/证书编号		
仪器生产厂		型号规格		出厂编号	
		级别			
检定用计量标准装置和标准器信息					
计量标准装置	名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	计量标准 证书编号	有效期至
标准器	名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	检定/校准 证书编号	有效期至
环境温度		相对湿度		大气压	
检定日期		检定地点			
检定员		核验员			
结论					
检定项目					
外观及一般要求					
气体种类		显示分辨力			
HC					
CO					
CO ₂					
O ₂					
NO _x	NO				
	NO ₂				

示值误差（从标气口进气）									
气体种类		标准值	PEF 值	测量值				绝对误差	相对误差
				1	2	3	平均值		
HC									
CO			——						
			——						
			——						
			——						
CO ₂			——						
			——						
			——						
			——						
O ₂			——						
			——						
			——						
			——						
NO _x	NO		——						
			——						
			——						
			——						
	NO ₂		——						
			——						
			——						
			——						
示值误差（从样气口进气）									
气体种类		标准值	PEF 值	测量值				绝对误差	相对误差
				1	2	3	平均值		
HC									
CO									
CO ₂									
O ₂									
NO _x	NO								
	NO ₂								

稳定性													
气体种类		标准值	PEF 值	测量值			绝对误差			相对误差			
				0 min	30 min	1 h	0 min	30 min	1 h	0 min	30 min	1 h	
HC													
CO			——										
CO ₂			——										
O ₂			——										
NO _x	NO		——										
	NO ₂		——										
重复性													
气体种类		标准值	PEF 值	测量值						标准偏差	相对标准偏差		
				1	2	3	4	5	6			平均	
HC													
CO			——										
CO ₂			——										
O ₂			——										
NO _x	NO		——										
	NO ₂		——										
响应时间													
气体种类		标准值		PEF 值		1		2		3		平均值	
HC													
CO				——									
CO ₂				——									
O ₂				——									
NO _x	NO			——									
	NO ₂			——									
丙烷/正己烷当量系数（PEF）													
气体种类		标准值		PEF		测试仪示值		绝对误差		绝对误差之差			
丙烷 (C ₃ H ₈)		200×10 ⁻⁶						Δφ ₃₁ =		Δφ _{Y1} = Δφ ₃₁ - Δφ ₆₁			
		2 000×10 ⁻⁶						Δφ ₃₂ =					
正己烷 (C ₆ H ₁₄)		100×10 ⁻⁶						Δφ ₆₁ =		Δφ _{Y2} = Δφ ₃₂ - Δφ ₆₂			
		1 000×10 ⁻⁶						Δφ ₆₂ =					

过量空气系数 (λ)						
次序	CO	CO ₂	HC	O ₂	计算 λ_0 值	$\delta\lambda$
1						
	测试仪 λ 示值					
2						
	测试仪 λ 示值					
3						
	测试仪 λ 示值					
3 次测量计算得 $\delta\lambda$ 平均值						
其他气体组分对被测量的影响						
被测气体测试仪通道		HC	CO	CO ₂	O ₂	NO _x
						NO
未通入试验干扰气体 前测试仪各通道示值						
通入干扰试验用校准 气体后被测气体示值						
通入含饱和水蒸气的 热空气后被测气体示值						
示值变化量						
NO ₂ —NO 转化效率						
电气安全性能						
绝缘电阻 (500 V)						
绝缘强度 (1.5 kV、50 Hz)						

附录 D

检定证书内页格式

计量标准装置	名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	计量标准 证书编号	有效期至			
标准器	名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	检定/校准 证书编号	有效期至			
序号	检定项目		检定结果					
1	外观及一般要求							
2	显示分辨力							
3	示值误差							
	进气方式：标气口进气							
	通道		绝对误差	相对误差				
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
	进气方式：取样口进气							
	通道		绝对误差	相对误差				
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							

4	重复性							
	通道		标准偏差			相对标准偏差		
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
5	稳定性							
	通道		绝对误差			相对误差		
			0 min	30 min	1 h	0 min	30 min	1 h
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
6	响应时间							
	通道		时间/s					
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
7	丙烷/正己烷 当量系数（PEF）							
8	λ 值示值误差							
9	其他气体组分对 被测量的影响							
10	NO ₂ —NO 转化效率							
11	电气安全性能		绝缘电阻					
			绝缘强度					

附录 E

检定结果通知书内页格式

计量标准装置	名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	计量标准 证书编号	有效期至
标准器	名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误差	检定/校准 证书编号	有效期至
序号	检定项目	检定结果			
1	外观及一般要求				
2	显示分辨力				
3	示值误差				
	进气方式：标气口进气				
	通道		绝对误差	相对误差	
	HC				
	CO				
	CO ₂				
	NO _x	NO			
		NO ₂			
	O ₂				
	进气方式：取样口进气				
	通道		绝对误差	相对误差	
	HC				
	CO				
	CO ₂				
	NO _x	NO			
		NO ₂			
	O ₂				

4	重复性							
	通道		标准偏差			相对标准偏差		
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
5	稳定性							
	通道		绝对误差			相对误差		
			0 min	30 min	1 h	0 min	30 min	1 h
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
6	响应时间							
	通道		时间/s					
	HC							
	CO							
	CO ₂							
	NO _x	NO						
		NO ₂						
	O ₂							
7	丙烷/正己烷 当量系数（PEF）							
8	λ 值示值误差							
9	其他气体组分对 被测量的影响							
10	NO ₂ —NO 转化效率							
11	电气安全性能		绝缘电阻					
			绝缘强度					

不合格项目：