



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF××××-20××

柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪 校准规范

Calibration specification for the diesel vehicle nitrogen oxides
(NO_x) measuring instrument

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

柴油车氮氧化物 (NO_x) 检测仪校准规范

Calibration specification for the diesel vehicle
nitrogen oxides (NO_x) measuring instrument

JJF ×××-××××

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参加起草单位：

本规范委托全国法制计量管理计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人： X X X（浙江省计量科学研究院）

参加起草人：

目 录

引言.....	II
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(1)
5.1 转化率.....	(1)
5.2 示值误差.....	(1)
5.3 示值重复性.....	(2)
5.4 稳定性.....	(2)
5.5 响应时间.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 测量设备及其他设备.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 转化率.....	(3)
7.2 示值误差.....	(4)
7.3 示值重复性.....	(6)
7.4 稳定性.....	(6)
7.5 响应时间.....	(7)
8 校准结果表达.....	(8)
8.1 校准证书.....	(8)
8.2 校准结果测量不确定度.....	(8)
9 复校时间间隔.....	(8)
附录B 校准证书（内页）格式.....	(9)
附录C 示值误差校准不确定度评定示例.....	(10)

引 言

本规范以 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、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》为基础性系列规范进行制定。

根据国家标准GB 3847《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》，对柴油车排放中氮氧化物的检测提出了相关要求，本规范主要参考了GB 3847、JJG 688-2017《汽车排放气体测试仪》编制而成。

本规范为首次发布。

柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪（以下简称检测仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB 3847 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

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

3 术语和计量单位

GB 3847 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 氮氧化物 nitrogen oxides

发动机气缸内的氮在高温下被氧化生成的气体。主要由一氧化氮（NO）和二氧化氮（NO₂）混合而成，一般用 NO_x 表示。

3.2 转换率 convert rate

当 NO₂ 气体通过 NO₂-NO 转换器时，NO₂ 中参加反应被转换成 NO 的物质的量与反应前 NO₂ 总的物质的量之比，即为 NO₂-NO 转换率，%。

4 概述

柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪是用来测量压燃式发动机汽车排气污染物中氮氧化物（NO_x）浓度总量的检测仪器。从测量原理分，可分为化学发光、紫外和红外原理。

柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪主要由采样系统、预处理装置、分析单元、显示装置及主控系统等组成。

5 计量特性

5.1 转换率

对 NO₂ 通过 NO₂-NO 转换器测量的检测仪，其 NO₂-NO 转换率应不低于 90%。

5.2 示值误差

NO_x 示值误差应符合表 1 给出的要求。

表1 NO_x 最大允许误差

气体	测量范围	示值误差	
		绝对误差	相对误差

NO	$(0\sim 4000) \times 10^{-6}$	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 4\%$
NO ₂	$(0\sim 1000) \times 10^{-6}$	$\pm 25 \times 10^{-6}$	$\pm 4\%$
注:表中所列绝对误差和相对误差, 满足其中一项即可。			

5.3 示值重复性

NO_x 的示值重复性应不大于其最大允许误差模的 1/2。

5.4 稳定性

NO_x 的量矩漂移应不超过检测仪示值误差。

5.5 系统响应时间

从取样系统抽气, NO_x 的系统响应时间应不大于 15s。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度: $(0\sim 40) ^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度: 不大于 85%。

6.1.3 环境大气压: $(86\sim 106) \text{ kPa}$ 。

6.1.4 电源: 额定电压 $(220\pm 22) \text{ V}$ 。

6.1.5 校准应在周围的污染、振动、电磁干扰对校准结果无影响的环境下进行。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准气体

见附录 A。

6.2.2 响应时间测量装置

分辨力不大于 0.1 s。

6.2.3 玻璃转子流量计

测量范围: $(0 \sim 10) \text{ L/min}$ 。

准确度等级: 1.5 级。

7 校准项目和校准方法

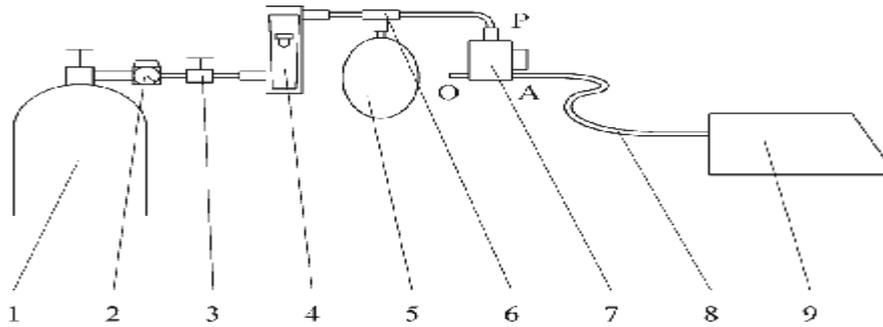
7.1 转换率

7.1.1 接通电源, 按检测仪规定的时间预热。

7.1.2 调整检测仪的零位。

7.1.3 按检测仪规定的方法进行检漏。

7.1.4 检漏合格后，向检测仪通入表 A.1 中 1 号一氧化氮标准气体，调整检测仪的示值，使其与标准气体的标称值相符；启动气泵，排除检测仪中标准气体至检测仪恢复零位，关闭气泵。



1—标准气体钢瓶；2—减压阀；3—节流阀；4—玻璃转子流量计；5—气囊；6—三通接头；
7—二位三通电磁阀；8—采样管；9—检测仪。

图1 转换率测试示意图

7.1.5 连接表A.1中1号一氧化氮标准气体钢瓶、减压阀、节流阀、玻璃转子流量计、三通接头、气囊及采样管等（如图4所示）。开启标准气体钢瓶的阀门，二位三通电磁阀通电（P、A通），再启动检测仪气泵。调节节流阀，使通入检测仪的标准气体的流量维持图1中的气囊不处于真空，也不要充盈。待检测仪示值稳定后，读取氮氧通道的示值。断开二位三通电磁阀电源（O、A通），使清洁空气通入检测仪，排除检测仪中标准气体至检测仪恢复零位。重复测量3次。

7.1.6 将表A.1中1号一氧化氮标准气体钢瓶更换成表A.1中2号二氧化氮标准气体钢瓶，重新打开钢瓶阀门，二位三通电磁阀通电（P、A通），使标准气体进入检测仪。待检测仪示值稳定后，读取氮氧通道的示值。断开二位三通电磁阀电源（O、A通），使清洁空气通入检测仪，排除检测仪中标准气体至检测仪恢复零位。重复测量3次。

7.1.7 NO_2 气体浓度测量值的修正值按照公式（1）计算：

$$C.\text{NO}_{2\text{Corr}} = \overline{C.\text{NO}_{2d}} - C.\text{NO}_{2s} \times \frac{\overline{C.\text{NO}_d} - C.\text{NO}_s}{C.\text{NO}_s} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C.\text{NO}_{2\text{Corr}}$ ——二氧化氮标准气体测量值的修正值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$\overline{C.\text{NO}_{2d}}$ ——二氧化氮标准气体3次测量值的平均值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$C.NO_{2s}$ ——二氧化氮标准气体的标称值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$\overline{C.NO_d}$ ——一氧化氮标准气体 3 次测量值的平均值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$C.NO_s$ ——一氧化氮标准气体的标称值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）。

7.1.8 按照公式（2）计算转换率：

$$a = \frac{C.NO_{2Corr}}{C.NO_{2s}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

a ——转换率，单位为百分比（%）。

$C.NO_{2s}$ ——二氧化氮标准气体的标称值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

7.2 示值误差

7.2.1 NO 示值误差测量

7.2.1.1 通入清洁空气，对检测仪进行调零。

7.2.1.2 按检测仪规定的流量要求向检测仪通入符合表 A.1 中规定的 4 号一氧化氮标准气体，对检测仪进行校准。

7.2.1.3 依次向检测仪通入符合表 A.1 中规定的 1 号、2 号、3 号、4 号一氧化氮标准气体，待示值稳定后，读取各气体连续三次测量的示值，并计算其平均值。

7.2.1.4 按公式（3）和（4）计算示值误差。

$$\Delta.NO_i = \overline{x.NO_i} - X.NO_i \dots\dots\dots (3)$$

$$d.NO_i = \frac{\overline{x.NO_i} - X.NO_i}{X.NO_i} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\Delta.NO_i$ ——第 i 号标准气体绝对示值误差，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$\overline{x.NO_i}$ ——第 i 号标准气体 3 次测量结果平均值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$X.NO_i$ ——第 i 号标准气体标称值，单位为百万分比（ 10^{-6} ）；

$d.NO_i$ ——第 i 号标准气体相对示值误差，单位为百分比（%）。

7.2.2 NO₂ 示值误差测量

7.2.2.1 通入清洁空气，对检测仪进行调零。

7.2.2.2 依次向检测仪通入符合表 A.1 中规定的 1 号、2 号、3 号、4 号二氧化氮标准气体，待示值稳定后，读取各气体连续三次测量的示值，并计算其平均值。

7.2.2.3 按公式 (5) 和 (6) 计算示值误差。

$$\Delta.NO_{2i} = \overline{x.NO_{2i}} - \alpha \times X.NO_{2i} \dots\dots\dots (5)$$

$$\delta.NO_{2i} = \frac{\overline{x.NO_{2i}} - \alpha \times X.NO_{2i}}{\alpha \times X.NO_{2i}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\Delta.NO_{2i}$ ——第 i 号标准气体绝对示值误差，单位为百万分比 (10^{-6})；

$\overline{x.NO_{2i}}$ ——第 i 号标准气体 3 次测量结果平均值，单位为百万分比 (10^{-6})；

$X.NO_{2i}$ ——第 i 号标准气体的标称值，单位为百万分比 (10^{-6})；

$\delta.NO_{2i}$ ——第 i 号标准气体相对示值误差，单位为百分比 (%)。

注：直接测量 NO_2 的检测仪 α 按 1 进行计算。

7.3 示值重复性

7.3.1 通入清洁空气，对检测仪进行调零。

7.3.2 关闭气泵，向检测仪通入符合表 A.1 规定的 1 号一氧化氮标准气体，待示值稳定后，读取检测仪 NO 示值。重复上述操作，共测取 6 组数据。按公式 (7) 和 (8) 计算标准偏差。

$$s_b = \frac{s_B}{x} \times 100 \% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

s_b ——相对标准偏差，单位为百分比 (%)。

$$s_B = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

s_B ——1 号标准气体重复性（以实验标准偏差表示），单位为百万分比 (10^{-6})；

x_j ——第 j 次通入第 1 号标准气体的示值 ($j=1, 2, 3, 4, 5, 6$)，单位为百万分比 (10^{-6})；

\bar{x} ——标准气体 6 次测量结果平均值，单位为百万分比 (10^{-6})；

n ——1 号标准气体测量次数， $n=6$ 。

7.3.3 使用符合表 A.1 规定的 1 号二氧化氮标准气体重复上述步骤。

7.4 稳定性

7.4.1 接通电源，按测试仪说明书规定的时间预热。

7.4.2 预热完成后启动气泵，通入清洁的空气，调好测试仪的零位后将气泵关闭。

7.4.3 关闭气泵，向测试仪通入符合表 A.1 规定的 3 号一氧化氮标准气体，待示值稳定后，记录测试仪相应示值。开启气泵。

7.4.4 测试仪继续运行，每隔 30 min，重复 6.4.3 的步骤。1 h 共记录 3 次示值。

按公式 (9) 和 (10) 计算每次示值误差。

$$\Delta_3 = C_{d3} - C_3 \dots\dots\dots (9)$$

$$d_3 = \frac{C_{d3} - C_3}{C_3} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

Δ_3 ——第 3 号标准气体通入时，测试仪示值绝对误差，单位为百万分比 (10^{-6})；

C_{d3} ——第 3 号标准气体通入时，测试仪示值，单位为百万分比 (10^{-6})；

C_3 ——第 3 号标准气体的标称值，单位为百万分比 (10^{-6})；

d_3 ——第 3 号标准气体通入时，测试仪示值相对误差，单位为百分比 (%)。

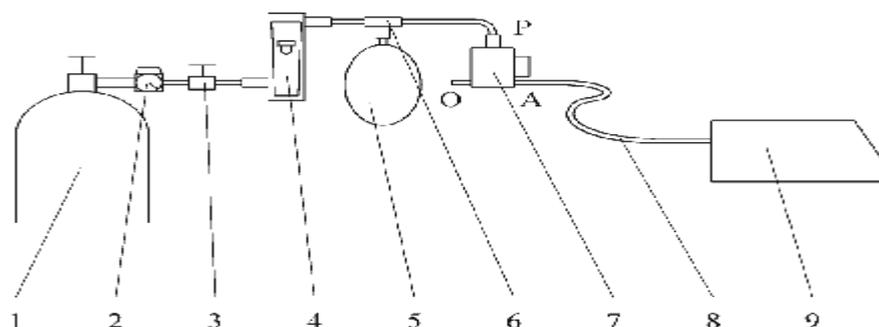
7.4.5 使用符合表 4 规定的 3 号二氧化氮标准气体重复上述步骤

7.5 系统响应时间

7.5.1 将检测仪取样口与响应时间测量装置连接，当检测仪测量 NO_2 气体浓度需通过 $\text{NO}_2\text{-NO}$ 转换器转换时，应将预处理装置取样口与响应时间测量装置连接，连接管路不应大于 0.5m。

7.5.2 通入清洁空气，对检测仪进行调零。

7.5.3 进入检测界面，启动气泵，按图 2 所示，断开二位三通电磁阀电源 (O、A 通)，使检测仪通处于连接空气状态，打开气瓶减压伐，通入符合表 A.1 中规定的 3 号一氧化氮标准气体，使标准气体充满气囊及气路。



1—标准气体钢瓶；2—减压阀；3—节流阀；4—玻璃转子流量计；5—气囊；6—三通接头；
7—二位三通电磁阀；8—连接管；9—检测仪。

图2 响应时间测量装置连接图

7.5.4 接通二位三通电磁阀电源（P、A 通），使得检测仪处于连接标准气状态，同时开始计时，待检测仪显示值达到最终气体浓度读数 90% 时，记录时间。

7.5.5 重复 7.5.3 至 7.5.4 的操作 2 次，按公式（11）计算响应时间。

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \dots\dots\dots(11)$$

式中：

\bar{T} —— 3 次响应时间测量值的算术平均值，单位为秒（s）；

T_1 、 T_2 、 T_3 —— 3 次响应时间测量值，单位为秒（s）。

7.5.6 使用符合表 A.1 中规定的 3 号二氧化氮标准气体重复上述步骤。

8 校准结果的表达

柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪经校准后出具校准证书，校准证书信息应符合 JJF1071-2010 中 5.12 的要求，校准证书内页格式可参考附录 B。柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪浓度示值误差测量不确定度评定的实例见附录 C。

9 复校时间间隔

柴油车氮氧化物（NO_x）检测仪复校时间间隔建议一般不超过 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

标准气体及其浓度要求

标准气体应具有国家质量监督检验主管部门批准的标准物质证书，并具备有效证书，在有效期内使用。

标准气体配制的标称值的变换应不超过表 A.1 所规定标准值的±15%。氮中一氧化氮标准气体的标称值的相对扩展不确定度应不大于 1%，氮中二氧化氮标准气体的标称值的相对扩展不确定度应不大于 1%，空气中一氧化氮、二氧化氮多组分标准气体或氮中一氧化氮、二氧化氮多组分标准气体的标称值的相对扩展不确定度应不大于 2%。

表 A.1 试验用标准气体的标准值

气体名称	1号气体	2号气体	3号气体	4号气体
	物质的量分数 ($\times 10^{-6}$)			
氮中一氧化氮标准气体	300	900	1800	3000
氮中二氧化氮标准气体	100	300	500	800

附录 B

校准证书(内页)内容

校准项目		校准结果			
转换率					
NO 示值误差					
标准气	校准点	绝对误差	相对误差	相对扩展不确定度 (k=2)	
1 号气	NO: 10^{-6}	10^{-6}	%		
2 号气	NO: 10^{-6}	10^{-6}	%		
3 号气	NO: 10^{-6}	10^{-6}	%		
4 号气	NO: 10^{-6}	10^{-6}	%		
NO _x 示值误差					
标准气	校准点	绝对误差	相对误差	相对扩展不确定度 (k=2)	
1 号气	NO: 10^{-6}	NO _x : 10^{-6}	%		
	NO ₂ : 10^{-6}				
2 号气	NO: 10^{-6}	NO _x : 10^{-6}	%		
	NO ₂ : 10^{-6}				
3 号气	NO: 10^{-6}	NO _x : 10^{-6}	%		
	NO ₂ : 10^{-6}				
4 号气	NO: 10^{-6}	NO _x : 10^{-6}	%		
	NO ₂ : 10^{-6}				
示值重复性					
稳定性					
响应时间	传感器响应时间				
	系统响应时间				

附录 C

柴油车氮氧化物 (NO_x) 检测仪浓度示值误差测量不确定度评定的实例
