

团体标准

T/CICEIA XXXX—XXXX

在用非道路移动机械 NO_x 排放快速检测方法

Rapid measurement method for NO_x emissions from in-use non-road mobile machinery

（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。

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国内燃机工业协会 发布

目 次

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 检测仪器及技术要求..... 2

 4.1 仪器组成..... 2

 4.2 NOx 分析单元..... 2

 4.3 采样与预处理单元..... 2

 4.4 数据采集、定位与存储..... 3

 4.5 结果显示与报告输出..... 3

 4.6 仪器安装与安全..... 3

 4.7 标定与检查..... 4

 4.8 标准气体..... 4

5 检测工况、检测方法 & 结果计算..... 4

 5.1 检测前准备..... 4

 5.2 检测工况..... 5

 5.3 检测程序..... 5

 5.4 数据有效性检查..... 6

 5.5 检测结果计算..... 6

6 检测报告..... 7

附录 A（规范性）..... 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。

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：北京市生态环境保护科学研究院、北京市机动车排放管理事务中心、中国环境科学研究院、北京市生态环境监测中心、北京理工大学、广州市福立分析仪器有限公司、潍柴动力股份有限公司、中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司。

本文件主要起草人：

本文件首次发布。

在用非道路移动机械 NO_x 排放快速检测方法

1 范围

本文件描述了在用非道路柴油移动机械氮氧化物（NO_x）排放快速检测方法，包括检测仪器及技术要求、检测工况、检测方法及结果计算和检测报告。

本文件适用于在用非道路柴油移动机械NO_x排放的现场快速检测与评估。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 非道路移动机械 non-road mobile machinery

指装配有内燃机（柴油、汽油或其他燃料类型），且不设计用于道路运输的自行驱动或可移动式机械，包括但不限于工程机械（如挖掘机、装载机）、农业机械（如拖拉机、联合收割机）、港口机械、机场地勤设备等。

3.2 怠速 idle condition

非道路移动机械发动机无负载运行，油门控制装置处于最低位置时的稳定运行状态。

3.3 高怠速 high idle condition

非道路移动机械发动机无负载运行，按制造商规定的操作方式控制油门，使发动机处于高于怠速的稳定运行状态。

3.4 自由加速 free acceleration condition

非道路移动机械发动机在无负载状态下，通过快速操作油门控制装置，由怠速状态加速至油门最大位置对应的最高空载运行状态后再恢复怠速的运行工况。

3.5 NO_x 工况代表值 representative NO_x concentration

在规定的短时检测工况和有效数据区间内，按照规定方法计算或提取的NO_x浓度代表值。

3.6 综合诊断指数 composite diagnostic index

由怠速、高怠速和自由加速工况的NO_x工况代表值按照规定权重计算得到，用于综合表征受检机械NO_x排放水平的指标。

注：本文件中的综合诊断指数以Q表示，单位为ppm。

4 检测仪器及技术要求

4.1 仪器组成

检测仪器应至少包括下列组成部分：

- a) NO_x 分析单元；
- b) 采样与预处理单元；
- c) 数据采集、存储与传输单元；
- d) 定位单元；
- e) 结果显示与报告输出单元。

各组成部分可采用一体化或模块化设计。

4.2 NO_x 分析单元

NO_x分析单元可采用化学发光法、紫外吸收法、红外吸收法或NO_x传感器法等测量原理。无论采用何种测量原理，均应能够测量NO和NO₂的体积分数之和，并以NO_x表示。采用转换器将NO₂转换为NO后进行测量的，NO₂转换效率应不低于95%。NO_x分析单元的主要性能应符合表1的规定。

表1 NO_x分析单元主要性能要求

项目	测量范围	技术要求
测量范围	—	测量范围上限不低于1500 ppm
响应时间	—	≤5.0 s
数据采集频率	—	≥1 Hz
分辨力	—	≤1 ppm
示值误差	0 ppm～1 500 ppm	±10%
重复性	0 ppm～90 ppm	绝对极差≤17 ppm
重复性	>90 ppm～1 500 ppm	相对极差≤10%

重复性检验应在相同条件下进行。在表1的两个浓度区间内分别选取相应浓度的同一有证标准气体，以相同流量连续输入并测量6次，每次待读数稳定后记录示值。绝对极差按6次示值中的最大值减最小值计算；相对极差按绝对极差与6次示值算术平均值之比计算。仪器具有标定口和采样探头两种进气方式时，两种进气方式的检验结果均应符合表1的规定。

4.3 采样与预处理单元

采样与预处理单元应至少包括采样探头、采样管路、过滤装置和采样泵，并满足下列要求：

- a) 采样探头和采样管路应耐高温、耐腐蚀，不应与NO_x发生反应或造成明显吸附；
- b) 采样探头插入排气管的深度应不小于400 mm，并固定牢靠；排气管结构无法满足插入深度要求时，可采用密封连接的延长管；
- c) 采样系统应保持密封，不应吸入环境空气或发生排气泄漏；
- d) 应采取过滤和防止水分冷凝的措施，预处理过程不应造成NO_x明显损失；
- e) 采样流量应保持稳定，并满足NO_x分析单元的正常测量要求。

4.4 数据采集、定位与存储

检测仪器应具备数据采集、定位、存储和传输功能，并满足下列要求：

- a) 应同步采集检测时间、NO_x浓度和检测工况标识等信息，数据采集频率应不低于1 Hz；
- b) 应具有卫星定位功能，定位信息更新频率应不低于1 Hz，定位误差应不超过5 m；
- c) 各功能单元之间的数据传输频率应不低于1 Hz，传输过程中不应发生数据丢失；
- d) 应保存原始逐秒数据、各检测工况计算结果和最终检测结果；
- e) 保存的数据应能够查询和导出，原始数据不应被覆盖或修改。

4.5 结果显示与报告输出

检测仪器应能够实时显示检测过程和检测结果，显示内容至少包括：

- a) 当前检测工况及检测进度；
- b) NO_x实时浓度；
- c) 怠速、高怠速和自由加速工况的检测结果；
- d) 最终检测结果；
- e) 仪器状态及异常提示。

检测完成后，仪器应能够生成并保存检测报告。检测报告应至少包括受检机械基本信息、检测时间和地点、检测仪器信息、各工况检测结果、最终检测结果及检测人员信息，具体格式和内容应符合附录A的规定。

4.6 仪器安装与安全

检测仪器的安装和使用应满足下列要求：

- a) 仪器结构应便于现场安装、拆卸和操作；
- b) 仪器及其连接部件应固定可靠，检测过程中不应发生松动、脱落或损坏；

- c) 采样探头及采样管路的安装不应造成排气泄漏、排气管堵塞或排气背压明显增加;
- d) 仪器安装不应影响受检机械的正常运行和操作;
- e) 高温排气部件、旋转部件及电气连接部位应采取必要的安全防护措施, 保障检测人员和设备安全。

4.7 标定与检查

检测仪器应在计量校准有效期内使用, 并按照仪器使用说明书规定的周期和方法进行标定。

每次检测任务开始前, 应完成仪器预热, 并对采样系统密封性、仪器零点和量程进行检查。检查结果不符合表1规定的, 应重新标定; 重新标定后仍不符合要求的, 不得用于检测。

检测任务结束后, 宜再次进行零点和量程检查。检查结果超出仪器允许偏差的, 应查明原因, 并对受影响的检测结果重新检测。

仪器维修、更换影响测量性能的部件或者出现数据异常后, 应重新进行标定和检查。

标定和检查记录应至少包括日期、标准气体名称及浓度、仪器示值和操作人员等信息。

4.8 标准气体

仪器标定和检查使用的标准气体应为有证标准物质, 并在证书规定的有效期内使用。标准气体的种类和要求应符合表2的规定。

表2 标准气体要求

类型	气体组成	要求
零气	高纯氮气或符合仪器要求的合成空气	NO _x 浓度应不大于0.1 ppm
量程气	NO与氮气的混合气体	标准浓度应根据仪器量程和实际检测浓度范围选择
NO ₂ 检查气体	NO ₂ 与氮气的混合气体	用于NO ₂ 测量能力或转换效率检查, 根据仪器测量原理选用

5 检测工况、检测方法及结果计算

5.1 检测前准备

- 5.1.1 检测前应记录受检机械的基本信息, 包括机械类型、机械型号、机械环保代码、排放阶段、发动机额定净功率和排气后处理装置类型等。相关信息无法获取时, 应在检测报告中注明。
- 5.1.2 受检机械应停放在通风良好、地面平整且满足安全操作要求的场地。工作装置应置于安全位置, 动力传动装置应置于空挡或驻车状态(如适用), 驻车制动应保持有效。

5.1.3 应检查受检机械排气系统，确保无明显破损或泄漏，排气出口具备采样探头安装条件。

5.1.4 发动机应按照制造商的规定充分预热，达到正常工作温度，并在检测过程中保持正常运行状态。

5.1.5 检测仪器应在计量校准有效期内，并按照4.7的规定完成预热和检查。采样探头应按照4.3的规定安装，数据采集、定位和存储功能应正常。

5.2 检测工况

a) 怠速工况：发动机无负载运行，油门控制装置处于最低位置，并保持稳定运行；

b) 高怠速工况：发动机无负载运行，按制造商规定的操作方式控制油门，使发动机处于高于怠速的稳定运行状态；

c) 自由加速工况：发动机从怠速状态迅速加速至油门最大位置对应的最高空载运行状态后，油门回到最低位置。

检测按照怠速、高怠速和自由加速工况的顺序进行。受检机械不能稳定运行或不能完成上述任一工况时，不应采用本方法进行检测，并应记录具体原因。

5.3 检测程序

5.3.1 一般要求

检测过程中，受检机械应由熟悉其操作方法的人员按照检测人员指令进行操作。

检测开始后，检测仪器应连续采集NO_x浓度和检测工况标识等数据，并分别标记各检测工况的开始和结束时间。检测过程中不应中断数据采集。

怠速和高怠速检测期间，发动机应保持无负载运行，不应操作机械工作装置。

检测过程中出现仪器报警、数据采集中断、采样探头松动、排气泄漏或者机械运行异常时，应停止检测；排除异常后，应重新进行受影响工况的检测。

5.3.2 怠速检测

将发动机油门置于最低位置，使发动机保持怠速运行。稳定运行15 s后，连续采集30 s内的NO_x浓度数据，计算其算术平均值，记为 C_{idle} ，单位为ppm。

检测期间发动机出现熄火、运行状态明显波动或者其他异常情况时，本次怠速检测数据无效，应在发动机恢复稳定后重新检测。

5.3.3 高怠速检测

由怠速状态平稳增加油门，按制造商规定的操作方式使发动机进入高怠速状态。发动机运行状态稳定15 s后，连续采集30 s内的NO_x浓度数据，计算其算术平均值，记为 C_{high} ，单位为ppm。

检测期间发动机运行状态明显波动或者未能保持高怠速状态时，本次检测数据无效，应重新进行高怠速检测。

高怠速检测完成后，应将油门恢复至最低位置，使发动机返回怠速状态。

5.3.4 自由加速检测

发动机恢复怠速并稳定运行15 s后，在1 s内迅速、连续但不粗暴地将油门控制装置操作至最大位置，使发动机达到油门最大位置对应的最高空载运行状态，随后将油门恢复至最低位置。采用手动供油或其他油门控制方式的，应采用等效操作完成自由加速。

自由加速操作应连续进行3次。相邻两次操作之间，发动机应恢复怠速并稳定运行不少于15 s。对每次有效自由加速过程，计算NO_x浓度的5 s滑动平均值，并取该滑动平均序列的最大值，记为 $C_{FA,1}$ 、 $C_{FA,2}$ 和 $C_{FA,3}$ ；计算3个最大值的算术平均值，记为 C_{FA} ，单位为ppm。

未完成由怠速至最高空载运行状态再恢复怠速的完整操作，或者检测数据出现异常时，该次数据无效，应重新进行自由加速检测。

5.4 数据有效性检查

检测数据应满足下列要求：

- a) 检测期间仪器运行正常，采样系统无泄漏，数据采集连续且无异常报警；
- b) 怠速和高怠速工况均应具有连续30 s的有效数据，检测期间发动机运行状态保持稳定；
- c) 自由加速工况应包括3次完整且有效的自由加速过程；
- d) NO_x浓度应处于仪器有效测量范围内；
- e) 各工况数据应与相应的检测时间和检测工况标识正确对应。

任一工况数据不符合上述要求时，应重新进行该工况检测。检测数据超过仪器量程时，应采用测量范围合适的仪器重新进行相应工况检测；无法重新检测的，应在检测报告中记录“超过仪器量程”，不计算Q和NO_x快速检测结果。无法获得完整有效数据的，应终止检测，并在检测报告中说明原因。

5.5 检测结果计算

5.5.1 综合诊断指数 Q

怠速、高怠速和自由加速工况的NO_x代表值按照公式（1）计算综合诊断指数Q：

$$Q = w_{idle}C_{idle} + w_{high}C_{high} + w_{FA}C_{FA} \quad (1)$$

式中：

Q ——综合诊断指数，单位为ppm；

C_{idle} ——怠速工况NO_x浓度平均值，单位为ppm；

C_{high} ——高怠速工况NO_x浓度平均值，单位为ppm；

C_{FA} ——自由加速工况NO_x浓度5 s滑动平均峰值的算术平均值，单位为ppm。

w_{idle} 、 w_{high} 、 w_{FA} ——怠速、高怠速和自由加速工况的权重系数，无量纲。推荐取值分别为0.15、0.50和0.35。

5.5.2 NO_x 快速检测结果

$$C_{快速} = Q \left[k_0 + k_p \frac{P - P_{ref}}{P_{ref}} + k_s \cdot SCR \right] \quad (2)$$

式中：

$C_{快速}$ ——NO_x快速检测结果，在综合诊断指数 Q 基础上，经发动机额定净功率和SCR配置修正得到，

对应实际作业工况NO_x浓度第90百分位数的估计值，单位为ppm；

Q ——按照公式（1）计算的综合诊断指数，具有NO_x浓度量纲，单位为ppm；

P ——受检机械发动机额定净功率，单位为kW；

P_{ref} ——模型采用的参考功率，取150 kW；

SCR ——机械是否配置选择性催化还原系统的变量，未配置SCR时取0，配置SCR时取1；

k_0 ——基准修正系数，取1.5033；

k_p ——功率修正系数，取0.6376；

k_s ——SCR配置修正系数，取-0.2144。

6 检测报告

检测完成后，应形成在用非道路移动柴油机械NO_x快速检测报告。检测报告的内容和格式应符合附录A的规定。

检测报告应如实记录受检机械基本信息、检测仪器信息、检测时间和地点、各工况检测结果、综合诊断指数 Q 、NO_x快速检测结果 $C_{快速}$ 以及检测过程中的异常情况。

因数据无效、仪器超过量程或者机械无法完成规定工况、额定净功率超出模型适用范围而不能计算 $C_{快速}$ 时，应在检测报告中说明原因。

检测报告可采用电子或纸质形式，并应能够查询和追溯。

附录 A（规范性）

NO_x快速检测报告

A.1 报告要求

在用非道路移动柴油机械NO_x快速检测报告应包括受检机械、检测仪器、检测过程、检测结果和检测人员等信息。报告格式见表A.1。根据检测工作需要，可在不减少规定内容的基础上增加其他信息。

表A.1 在用非道路移动柴油机械NO_x快速检测报告

信息类别	项目	记录内容
受检机械信息	机械类型及型号	
	机械环保代码	
	机械制造单位及出厂年份	
	排放阶段	
	发动机制造单位及型号	
	发动机额定净功率（kW）	
	排气后处理装置	☐ 无 ☐ DOC ☐ DPF ☐ SCR ☐ 其他：_____
检测仪器信息	仪器名称及型号	
	仪器编号	
	NO _x 测量范围（ppm）	
	计量校准有效期	
检测结果	怠速工况NO _x 代表响应 C_{idle} （ppm）	
	高怠速工况NO _x 代表响应 C_{high} （ppm）	
	自由加速NO _x 5 s滑动平均峰值（ppm）	第1次：_____ 第2次：_____ 第3次：_____
	自由加速工况NO _x 代表响应 C_{FA} （ppm）	
	综合诊断指数Q（ppm）	
	NO _x 快速检测结果 $C_{快速}$ （ppm）	
报告信息	报告编号	
检测过程信息	检测日期	_____年____月____日
	检测时间	开始：_____时____分；结束：_____时____分
	检测地点及定位信息	地点：_____；经度：_____；纬度：_____
	检测单位	
	检测人员	
	异常情况或备注	
结果说明	NO _x 快速检测结果未计算原因	☐ 数据无效 ☐ 超过仪器量程 ☐ 机械无法完成规定工况 ☐ 额定净功率超出适用范围 ☐ 其他：_____