

ICS 13.040.50

CCS Z 64

HJ

# 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1477—2026

## 轻型汽车实际道路行驶排放测试方法

Test method for real driving emissions measurement of light-duty vehicles

本电子版为正式标准文件，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2026-05-29发布

2026-09-01实施

生态环境部 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 适用范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求 .....	2
5 测试程序 .....	4
6 测试有效性校验和排放结果计算.....	8
附录A（规范性附录） PEMS设备技术要求 .....	9
附录B（规范性附录） 行程动力学状态校验方法 .....	48
附录C（规范性附录） 行程累计正海拔高度增加量的计算程序 .....	51
附录D（规范性附录） 排放量计算.....	55

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国生态环境法典》，控制汽车实际道路行驶污染物和温室气体排放，制定本标准。

本标准规定了利用便携式排放测试系统确定轻型汽车实际道路行驶排气污染物和温室气体的测试方法。

本标准首次发布。

本标准的附录 A~附录 D 为规范性附录。

本标准由生态环境部大气环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境科学研究院、国家轿车质量检验检测中心、北京理工大学、厦门环境保护机动车污染控制技术中心、国家客车质量检验检测中心。

本标准生态环境部 2026年5月29日批准。

本标准自 2026年9月1日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 轻型汽车实际道路行驶排放测试方法

## 1 适用范围

本标准规定了利用便携式排放测试系统确定轻型汽车实际道路行驶排气污染物和温室气体的测试方法。

本标准适用于以点燃式发动机或压燃式发动机为动力、最大设计车速大于或等于 50 km/h 的轻型汽车，包括混合动力电动汽车。

本标准适用于轻型汽车型式检验、生产一致性和在用符合性检查中的实际道路行驶排放测试。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB 18352 轻型汽车污染物排放限值及测量方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**便携式排放测试系统** portable emission measurement system (PEMS)  
指符合本标准 4.2 规定要求的由便携式排放测试设备组成的测试系统。

### 3.2

**实际道路行驶排放** real driving emissions (RDE)  
车辆在实际道路行驶条件下的排气污染物排放。

### 3.3

**基准质量** reference mass (RM)  
车辆的整备质量加上 100 kg。

### 3.4

**选装装备质量** mass of the optional equipment  
除生产企业技术条件规定的标准车辆装备之外，其他可选的选装装备组合的质量。

### 3.5

**代表性负荷质量** mass representative of the vehicle load  
一定百分比的车辆最大负载：轻型客车为车辆最大负载的 15%，轻型货车为车辆最大负载的 28%。

### 3.6

**测试质量** test mass (TM)  
车辆的基准质量、选装装备质量以及代表性负荷质量三者之和。

3.7

**最大设计总质量** maximum design total mass  
汽车生产企业提出的技术上允许的最大质量。

3.8

**充电式电量储存系统** rechargeable electric energy storage system (REESS)  
可重复充电的电量储存系统。

3.9

**电量消耗状态** charge-depleting state  
在一个 RDE 试验中, 出发时 REESS 的能量水平高于结束时的 REESS 能量水平, 即在整个 RDE 试验过程中, REESS 中存储的能量存在净消耗。

3.10

**电量保持状态** charge-sustaining state  
在一个 RDE 试验中, 出发时和结束时的 REESS 能量水平相等, 即在整个 RDE 试验过程中, REESS 中存储的能量没有净增加或净消耗。

3.11

**电量增加状态** charge-increasing state  
在一个 RDE 试验中, 结束时 REESS 的能量水平高于出发时的 REESS 能量水平, 即在整个 RDE 试验过程中, REESS 中存储的能量存在净增加。

3.12

**23 纳米及以上固态粒子数量** not less than 23 nm solid particle number (PN23)  
按本标准所描述的试验方法, 在去除了挥发性物质的排气中, 所有粒径不小于 23 nm 的粒子总数。

3.13

**10 纳米及以上固态粒子数量** not less than 10 nm solid particle number (PN10)  
按本标准所描述的试验方法, 在去除了挥发性物质的排气中, 所有粒径不小于 10 nm 的粒子总数。

3.14

**避险模式** emergency modes  
在车辆驱动系统出现故障时保护系统免受进一步损害, 或为了避免车辆发生事故才使用的包含特殊策略的驾驶模式。

3.15

**停车阶段** stop periods  
RDE 试验中实际车速小于 1 km/h 的时段。

3.16

**浓度** concentration  
本标准中规定的浓度是指单位体积中二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、气态污染物的体积或颗粒物数量。

## 4 技术要求

### 4.1 测试项目

轻型汽车 RDE 测试项目包括气态污染物、颗粒物和 CO<sub>2</sub>。其中, 气态污染物包括一氧化碳 (CO)、氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)、氨 (NH<sub>3</sub>), 颗粒物为 PN10。总碳氢化合物 (THC)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、非甲烷碳氢化合物 (NMHC)、氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)、甲醛 (HCHO)、PN23 等其他污染物可参考本标准进行测试。

## 4.2 PEMS 要求

4.2.1 用于 RDE 试验的 PEMS 设备应能正常安装到车辆上。

4.2.2 PEMS 设备应使用气体分析仪和颗粒物数量 (PN) 分析仪确定排气中各种污染物的浓度, 气体分析仪和标准气体应满足本标准附录 A.2 和附录 A.3 规定要求, PN 分析仪应满足附录 A.4 规定要求。

4.2.3 PEMS 设备应使用一个或多个排气流量计测定排气流量, 排气流量计应满足本标准附录 A.5 规定要求。因安全因素或合理改造后仍无法安装排气流量计的, 可根据车辆电子控制单元 (Electronic Control Unit, ECU) 数据进行排气流量计算和试验结果计算。

4.2.4 PEMS 设备应采用北斗卫星导航系统 (以下简称导航系统), 能测量获取车辆的位置、海拔高度和车辆行驶速度, 通过传感器测量环境温度、相对湿度、大气压力等。相关测试设备应满足本标准附录 A.6 要求。

4.2.5 4.2.2 至 4.2.4 规定的设备仪器应具备校准证书。其中, 气体分析仪、PN 分析仪应能够溯源到社会公用计量标准器具或生态环境部门最高计量标准器具。

4.2.6 PEMS 设备应按照本标准附件 AA 要求进行日常检查。

4.2.7 RDE 测试过程中应使用独立的电源为 PEMS 设备供电, 该电源至少能够满足 2.5 h 的测试需要, 不能直接或间接从试验车辆获取电能。

## 4.3 测试条件

### 4.3.1 车辆载荷及驾驶模式

4.3.1.1 车辆基本载荷包含驾驶及试验人员、试验装备, 包括安装支架和电源等设备。

4.3.1.2 车辆基本载荷和其他附加的载荷应满足如下要求:

- a) 基本载荷和其他附加的载荷总和应小于车辆最大载荷的 90%。车辆最大载荷为车辆最大设计总质量与车辆整备质量和选装装备质量之和的差值。
- b) 对于无法满足 a) 载荷要求的车辆, 可在基本载荷和其他附加载荷的总和不超过 350 kg 条件下测试。

4.3.1.3 车辆的驾驶模式可选择避险模式外的任意可完成试验的驾驶模式。型式检验时, RDE 试验应按照 GB 18352 中定义的主模式或 I 型试验相同的驾驶模式进行试验。

### 4.3.2 环境条件

4.3.2.1 普通海拔条件: 不高于 700 m。

4.3.2.2 扩展海拔条件: 海拔高度高于 700 m, 但不高于 2 400 m。

4.3.2.3 普通温度条件: 环境温度高于或等于 0℃ 且低于或等于 35℃。

4.3.2.4 扩展温度条件: 环境温度高于或等于 -7℃ 且低于 0℃, 或高于 35℃ 且不高于 40℃。

### 4.3.3 动力学要求

试验期间速度、加速度等影响车辆行程动力学参数应满足本标准 6.2~6.4 要求。

### 4.3.4 排放控制系统再生

如 RDE 测试期间排放控制系统发生再生, 且生产企业提供了相关证明材料, 可重复进行一次试验, 并作为最终排放结果 (无论期间是否再次发生再生)。

### 4.3.5 行驶路线要求

4.3.5.1 以总行程距离的百分比表示市区、市郊和高速行程的行驶比例，市区、市郊和高速行程的行驶比例根据瞬时车速进行划分。

4.3.5.2 试验应按市区—市郊—高速路段的顺序连续进行。市郊路段行驶可以被短暂的市区路段（如经过收费站或道路施工影响通行）行驶中断，高速路段行驶也可以被短暂的市区或市郊路段（如经过收费站或道路施工影响通行）行驶中断。

4.3.5.3 市区路段行驶车速应不大于 60 km/h。

4.3.5.4 市郊路段行驶车速应在 60 km/h 和 90 km/h（含 90 km/h）之间。

4.3.5.5 高速路段行驶车速应大于 90 km/h。

4.3.5.6 按 4.3.5.3、4.3.5.4 和 4.3.5.5 的速度分类，行驶行程应包括 34%的市区行程、33%的市郊行程和 33%的高速行程，上述行程行驶比例的绝对误差应控制在 $\pm 10\%$ 以内，但市区行程的行驶比例不能低于总行驶距离的 29%。对于最高车速限制在 90 km/h 以下（含 90 km/h）的车辆，行驶行程应包括 50%市区行程和 50%市郊行程，行驶比例的绝对误差应控制在 $\pm 10\%$ 以内。

4.3.5.7 正常情况下，最高车速应不大于 120 km/h，在不超过高速路段行驶时间 3%的时间内，最高车速最多可增加 15 km/h。

4.3.5.8 在 RDE 试验中，市区行程行驶的平均车速（包括停车）应在 15 km/h 和 40 km/h 之间。停车阶段应该占市区行程行驶时间的 6%~30%。如果单次停车时间超过 300 s，则行程无效。

4.3.5.9 高速行程行驶应覆盖 90 km/h~110 km/h 的车速范围，车速大于 100 km/h 的时间应至少 5 min。如果车辆最高车速限制在 90 km/h（不含 90km/h）~120 km/h（不含 120km/h），高速行程行驶应覆盖 90 km/h~100 km/h 的车速范围，车速大于 90 km/h 的时间应至少 5 min。如果车辆最高车速限制在 90 km/h 以下（含 90 km/h），市郊路段中应涵盖至少 5 min 以上最高车速至最高车速减 10 km/h 速度范围。

4.3.5.10 整个 RDE 试验持续时间应在 90 min~120 min 之间。对于最高车速限制在 90 km/h 以下（包含 90 km/h）的车辆，整个 RDE 试验持续时间应在 60 min~90 min 之间。

4.3.5.11 试验车辆在市区、市郊和高速行程的最小行驶距离均为 16 km。

4.3.5.12 试验开始点和结束点之间的海拔高度之差不得超过 100 m，并且试验车辆市区及全行程的累计正海拔高度增加量应不大于 1 200 m/100 km，累计正海拔高度增加量的计算方法见附录 C。

### 4.3.6 燃料、润滑油、反应剂和充电

4.3.6.1 应使用符合国家标准市售燃料或 GB 18352 中规定的基准燃料进行 RDE 试验。

4.3.6.2 用于 RDE 试验的润滑油和反应剂（如适用），应符合生产企业信息公开技术资料中明确的指标要求。

4.3.6.3 应采用外部充电设备为可外接充电的混合动力电动汽车（Off-Vehicle Charging Hybrid Electric Vehicle, OVC-HEV）进行充电。

## 5 测试程序

### 5.1 基本要求

5.1.1 RDE 试验应在铺装的实际道路上进行，不得在试车场等内部道路进行。选择的行驶路线应保证在满足规定的最少试验时间内连续进行试验。

5.1.2 为安装 PEMS 设备所必须进行的更改外，不得对车辆外观和其他影响车辆空气动力学特征的车辆部件或装置进行改动。

5.1.3 安装 PEMS 时，应按 4.3.1 的规定对车辆配置载荷。

5.1.4 PEMS 应在 RDE 试验开始时开始取样、测量和记录，无论发动机是否启动。PEMS 在整个 RDE 试验过程中应连续进行取样、测量和记录。如果在试验过程中发动机意外熄火，应重新启动发动机，但不能中断对排放的取样。

5.1.5 应记录和验证 PEMS 的所有警告信号和故障。PEMS 记录的所有数据应达到完整数据的 99%。由于信号意外损失，或进行 PEMS 系统维护，测量和记录数据的中断时间不能超过总行驶时间的 1%，并且连续中断时间不超过 30 s，否则试验无效。中断过程应由 PEMS 直接记录，不得对试验数据人为处理。仪器自动调零应使用满足附录 A.3 要求的零气。

5.1.6 RDE 试验期间试验车辆如果车载诊断(On-Board Diagnostics, OBD)系统故障指示器(Malfunction Indicator Light, MIL)激活，应立即停止试验，试验结果无效。

5.1.7 试验期间可按照需求开启或使用空调系统等其他附属设备及功能，并在试验记录表中记录。

5.1.7.1 在相应测试环境下对驾驶舒适性和安全性产生影响的负载和功能可合理开启或使用。如，夏天开启车用空调制冷，座椅通风等附属设备，冬天开启空调、方向盘及座椅加热等附属设备，低光照条件下开启照明大灯等设备。

5.1.7.2 可以合理使用车辆出厂时配备的相关附属设备和功能。

5.1.7.3 非车辆出厂时配备的附属设备和功能不得使用。

5.1.8 试验车辆轮胎型号和压力应满足信息公开技术资料中明确的指标要求。试验前应检查并确保发动机排气系统出口与排气后处理系统中最后一个催化转化器出口之间不存在泄漏。

5.1.9 对排气后处理系统需使用反应剂的车辆，在 RDE 试验前应检查仪表盘上的警告和反应剂余量，确保反应剂罐中的反应剂余量足以完成整个 RDE 试验。

5.1.10 对于 OVC-HEV 车辆，车辆 REESS 的荷电状态(State of Charge, SOC)值应满足以下条件：

a) 针对型式检验，应在车辆浸车开始前，使用 OBD 通用扫描工具读取动力电池的 SOC 值，车辆的 SOC 值与 GB 18352 中定义的 I 型试验电量消耗试验(CDT)确认循环结束时的 SOC 值之差的绝对值不大于 1%。若不满足要求，则在浸车开始前，可对 REESS 的 SOC 值进行调整。浸车开始后，不得再对 REESS 进行调整。

b) 针对生产一致性检查及在用符合性检查：

如进行冷起动测试，应在浸车开始前使用 OBD 通用扫描工具读取动力电池的 SOC 值，车辆 REESS 的 SOC 值应不低于 GB 18352 中定义的 I 型试验电量消耗试验(CDT)确认循环结束时的 SOC 值。若不满足要求，则在浸车开始前，可对 REESS 的 SOC 值进行调整。浸车开始后，不得再对 REESS 进行调整；

如进行热起动测试，应在试验开始前使用 OBD 通用扫描工具读取动力电池的 SOC 值，车辆 REESS 的 SOC 值应不低于 GB 18352 中定义的 I 型试验电量消耗试验(CDT)确认循环结束时的 SOC 值。

c) 针对上述 a)、b) 中规定的 SOC 值应按照 GB/T 8170 修约至整数。

## 5.2 测试流程

5.2.1 RDE 型式检验流程如图 1 所示：

5.2.2 型式检验时，应按照 5.6.6 相关规定完成浸车后进行冷起动测试。

5.2.3 企业生产一致性检查、在用符合性检查和省级以上生态环境主管部门监督检查时，可按照 5.6.6 相关规定完成浸车后进行冷起动测试，也可按照 5.6.7 规定进行热起动测试。

5.2.4 其他类型试验参考 5.2.2 和 5.2.3 进行。

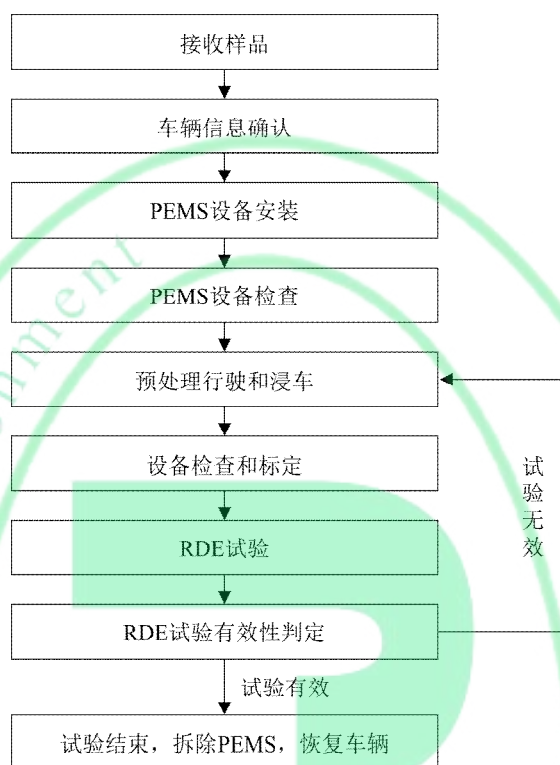


图 1 RDE 型式检验流程图

### 5.3 车辆信息确认

#### 5.3.1 型式检验及生产一致性检查时样车信息确认

5.3.1.1 试验车辆的累计行驶里程应在 15 000km 以下，并确认车辆机械及电气状况良好。

5.3.1.2 RDE 试验样车信息应与环保信息公开技术参数保持一致。

5.3.1.3 样车信息确认内容包含但不限于以下内容：车辆型号、车辆识别代码（Vehicle Identification Number, VIN）、发动机型号、发动机编号、轮胎型号、催化器型号及生产企业、增压器型号及生产企业（若适用）、氧传感器型号及生产企业、燃油蒸发污染物控制装置型号及生产企业、颗粒捕集器型号及生产企业（若适用）、ECU 型号及生产企业、废气再循环系统（Exhaust Gas Recirculation, EGR）型号及生产企业（若适用）、REESS 型号及生产企业（若适用）、驱动电机型号及生产企业（若适用）。

5.3.1.4 试验前应采用 OBD 通用扫描工具读取车辆 OBD 信息，确认试验车辆无激活故障指示器的故障码，输出并存储记录试验车辆 VIN 以及与排放控制和 OBD 系统相关的软件标定识别码（Calibration Identification, CAL ID）和标定验证码（Calibration Verification Number, CVN）数据。

#### 5.3.2 在用符合性检查时样车信息确认

5.3.2.1 RDE 试验样车信息应与环保信息公开技术参数保持一致。

5.3.2.2 样车信息内容包含但不限于以下内容：车辆型号、VIN、发动机型号、发动机编号、催化器型号及生产企业、增压器型号及生产企业（若适用）、氧传感器型号及生产企业、颗粒捕集器型号及生产企业（若适用）、ECU 型号及生产企业、EGR 型号及生产企业（若适用）、REESS 型号及生产企业（若适用）、驱动电机型号及生产企业（若适用）。

5.3.2.3 试验前应采用 OBD 通用扫描工具读取车辆 OBD 信息，确认试验车辆无激活故障指示器的故障

码，输出并存储记录试验车辆 VIN 以及与排放控制和 OBD 系统相关的 CAL ID 和 CVN 数据。

5.3.2.4 试验车辆应正常进行维修和保养。试验前应检查确认进排气管路无堵塞无泄漏，排放相关附件无损坏或干涉。

5.3.2.5 若试验车辆安装有影响车辆的空气动力学特性的附件（如车顶行李箱或行李架等），应在进行 RDE 试验前拆卸附件恢复至出厂状态。

#### 5.4 PEMS 设备安装

PEMS 设备安装包含主体设备安装、排气流量计选择安装、导航系统天线安装、ECU 通信线缆安装与调试、电源安装、气象站安装、连接加热采样探头、其他连接件的安装，具体安装要求按照附件 AB 执行。

#### 5.5 PEMS 设备检查

PEMS 设备安装完成后，应对 PEMS 设备进行检查，具体按照附件 AA.3.1.1 进行。

#### 5.6 预处理行驶和浸车

5.6.1 在 RDE 试验前，试验车辆应采用以下 a) ~f) 中规定的一种方式进行处理。其中，对不可外接充电的混合动力电动汽车（Not Off-Vehicle Charging Hybrid Electric Vehicle, NOVC-HEV）和 OVC-HEV 车辆，预处理行驶过程中发动机运行时间应不小于 10 min。

- a) 在与 RDE 试验相同路线上行驶，且市区、市郊、高速路段各行驶不小于 10 min；
- b) 在底盘测功机或实际道路上以平均车速 30 km/h~70km/h 的车速行驶 30 min~120 min；
- c) 将 PEMS 验证试验作为预处理行驶试验；
- d) 运行一个或多个 WLTC 循环；
- e) 如果同一台车在 36 h 内连续进行多次 RDE 试验，且两次 RDE 试验间未进行其他测试，则前一次的 RDE 试验可作为后面试验的预处理；
- f) 生产企业在技术资料中明确的其他预处理方式。

5.6.2 预处理行驶期间，车辆载荷、轮胎等试验车辆状态应与 RDE 试验一致，车辆附属设备的设置可参考 5.1.7 要求，PEMS 设备应与 RDE 试验相同的运行状态。

5.6.3 预处理行驶期间应记录 PEMS 设备出现的问题，包括出现物理损坏和故障报警信息等，并在 RDE 试验前进行正确的维修使 PEMS 的工作性能满足附录 A 的要求。若试验车辆在预处理行驶期间出现与排放系统相关的故障，应记录相关故障代码和冻结帧数据，并重新进行预处理行驶。

5.6.4 预处理行驶完成后，关闭发动机、车辆下电。并在 RDE 试验前，不得使用车辆自身动力移动车辆。

5.6.5 浸车期间，应保持发动机关闭，车辆下电状态。

5.6.5.1 也可以采用 GB 18352 中定义的强制冷却方法将车辆冷却到设定的温度点。如果使用风扇进行加速冷却，应注意风扇的放置位置，以使传动系统、发动机、动力电池和排气后处理系统能够均匀冷却。

5.6.5.2 浸车期间应避免将试验车辆暴露在极端的环境（如，大雪、风暴、冰雹、过量灰尘和烟雾等环境条件）下，浸车环境条件应满足 4.3.2 的要求。

5.6.5.3 浸车结束时，试验车辆不应出现影响排放试验结果和安全相关的报警信息。

5.6.5.4 浸车结束，开始 RDE 试验时，发动机冷却液温度应在普通或扩展的环境温度范围内，且与测试初始环境温度相差不超过  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。发动机冷却液温度为从车辆发动机冷却液膨胀箱内测量得到的温度。

5.6.6 冷起动试验前应按照 5.6.5 进行浸车。浸车时间应大于 6 h 小于 36 h。

5.6.7 热起动试验前可不浸车或按照 5.6.5 进行浸车，但浸车时间可以小于 6 h。

## 5.7 设备检查和标定

RDE 试验前需要对 PEMS 主软件系统、分析仪及各相关部件进行检查或标定，具体要求见附件 AA.3.1.2.2。进行设备检查和标定的过程中应避免过度消耗车辆电量。

## 5.8 RDE 试验

5.8.1 在车辆上电后，立即开始 PEMS 数据记录并起动车辆。起动车辆后应在 15 s 内开始移动，且应在起动车辆后 60 s 内最大车速不超过 30 km/h，否则测试结果无效。

5.8.2 按照 RDE 行驶路线要求进行试验。RDE 试验期间应记录和检查 PEMS 出现的所有故障报警信息，如试验过程中出现了影响 RDE 测试结果的故障，则试验无效。

5.8.3 应在完成整个 RDE 行驶行程后关闭发动机、车辆下电。同时，应通过 PEMS 持续记录数据至达到取样系统的响应时间后结束采样为止。

5.8.4 采样结束后应保持 PEMS 安装状态、工作状态不改变，到设备检查的时间间隔应尽可能短，时间间隔最长不得大于 1 h。

5.8.5 RDE 试验过程中不得主动切换车辆的动力输出模式（如，EV 模式、HEV 模式、经济模式、运动模式、能量回收模式等），停车阶段不得对车辆加速踏板进行异常操作（如，空挡或驻车挡下操作加速踏板等）。

5.8.6 对于可使用两种及以上燃料的车辆，RDE 试验过程中不得主动切换燃料类型或改变混合燃料的比例。

## 6 测试有效性校验和排放结果计算

### 6.1 分析仪的零点和量距点检查

应对气体分析仪进行零点和量距点检查，PN 分析仪进行零点检查，具体要求见附件 AA.3.1.2.9。

### 6.2 行驶路线和行程校验

应对行驶路线和行程条件进行校验，结果应满足 4.3.5 要求。

### 6.3 行程动力学特性校验

应根据附录 B 计算校验行程动力学，结果应满足附录 B 要求。

### 6.4 行程累计正海拔高度增加量校验

应根据附录 C 计算校验市区及全行程累计正海拔高度增加量，结果应满足 4.3.5.12 要求。

### 6.5 排放结果计算

6.5.1 完成前述测试有效性校验后，应根据附录 D 规定方法进行排放计算。

6.5.2 如试验期间，在一个特定时间间隔内环境条件符合 4.3.2 规定的扩展条件时，在该特定时间的排放数据应按照附件 DA 规定进行扩展修正，最终排放结果应使用扩展修正后的排放数据进行计算。

6.5.3 装有周期性再生系统的车辆，试验结果应用 GB 18352 规定型式检验中获得的  $K_i$  因子进行修正。

附 录 A  
(规范性附录)  
PEMS 设备技术要求

## A.1 总体要求

本附录规定了用于轻型汽车 RDE 试验时使用的 PEMS 设备技术要求。

## A.2 气体分析仪技术要求

### A.2.1 允许使用的分析仪类型

#### A.2.1.1 标准分析仪

##### A.2.1.1.1 一般要求

所有分析仪应具有测量排气污染物和温室气体样气浓度所需要的量程和相应的准确度。

##### A.2.1.1.2 一氧化碳 (CO) 和二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 分析仪

推荐使用非分散红外光谱 (NDIR) 型、量子级联激光器 (QCL) 型或者傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 型。

##### A.2.1.1.3 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 分析仪

推荐使用化学发光 (CLD) 型 (需带有 NO<sub>x</sub>-NO 转化器)、非分散紫外光谱 (NDUV) 型、QCL 型或者 FTIR 型。

###### A.2.1.1.3.1 一氧化氮 (NO) 分析仪

推荐使用 CLD 型、NDUV 型、QCL 型或者 FTIR 型。

###### A.2.1.1.3.2 二氧化氮 (NO<sub>2</sub>) 分析仪

可同时采用两台 CLD 检测器分别进行 NO 和 NO<sub>x</sub> 的连续测量, NO<sub>2</sub> 浓度通过 NO<sub>x</sub> 浓度减去 NO 浓度得到。

使用直接测量 NO<sub>2</sub> 的分析设备 (NDUV 型、QCL 型或者 FTIR 型) 在排气中连续进行 NO<sub>2</sub> 浓度测量。使用 NO<sub>2</sub> 标准气体, 对分析仪在 NO<sub>2</sub> 模式下进行标定。

###### A.2.1.1.4 一氧化二氮 (N<sub>2</sub>O) 分析仪

推荐使用 NDIR 型、QCL 型、FTIR 型或者激光二极管光谱 (LDS) 型。

###### A.2.1.1.5 氨 (NH<sub>3</sub>) 分析仪

推荐使用 LDS 型、QCL 型或者 FTIR 型。采样管路温度应加热至 110℃~200℃ 之间。

#### A.2.1.1.6 总碳氢化合物（THC）分析仪

对于柴油燃料，总碳氢化合物分析仪推荐采用加热式氢火焰离子化（HFID）型。其检测器、阀、管道等应加热至  $190^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。应使用丙烷气体标定，以碳原子（ $\text{C}_1$ ）当量表示。

对于除柴油以外的所有燃料，分析仪推荐采用氢火焰离子化（FID）型或者 HFID 型。用丙烷气体标定，以碳原子（ $\text{C}_1$ ）当量表示。

#### A.2.1.1.7 甲烷（ $\text{CH}_4$ ）分析仪

推荐采用 QCL 型、FTIR 型、LDS 型或非甲烷截止器（NMC）+FID 型。用甲烷或丙烷气体标定，以碳原子（ $\text{C}_1$ ）当量表示。

#### A.2.1.1.8 甲醛（HCHO）分析仪

推荐使用 QCL 型、NDIR 型或者 FTIR 型。采样管路温度应加热至  $110^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$  之间。

#### A.2.1.2 替代分析仪

对不满足本标准 A.2.1.1 规定的替代分析仪，若对 RDE 试验期间可能出现的气体浓度范围内达到 A.2.1.1 规定的标准分析仪相同或更高的测量精度，并满足 A.2.2 的要求时也可以使用。必要时，设备供应商应协助提供替代分析仪的性能可满足本标准要求的证明材料，信息包括但不限于：

- a) 替代分析仪工作原理和组成的描述；
- b) 对配置点燃式和压燃式发动机的车辆，在型式检验试验以及 AA.3.1 描述的确认试验中预计的气体浓度和环境条件范围内，替代分析仪与 A.2.1.1 中规定的标准分析仪等效的证明材料；设备供应商应证明其等效性在表 AA.1 规定的公差范围内。
- c) 与 A.2.1.1 规定的相应标准分析仪相比，大气压力对分析仪影响的等效性证明。证明试验应确定在分析仪不同量程下，分析仪对不同浓度量程气的响应，以检查分析仪在 4.3.2 规定的普通和扩展海拔条件下对大气压力的影响。试验可以在海拔环境仓中进行。
- d) 与 A.2.1.1 规定的标准分析仪相比，应至少通过三次道路试验证明替代分析仪能满足本附录规定的要求。
- e) 关于振动、加速度和环境温度对分析仪读数的影响不超过 A.2.2.4 规定的分析仪噪声要求的证明。
- f) 必要的分析仪抗交叉干扰的证明。

如果试验结果不能证明替代分析仪与标准分析仪等效，替代分析仪不得使用。

### A.2.2 气体分析仪一般技术要求

#### A.2.2.1 基本要求

除 AA.2.1 定义的分析仪线性度要求以外，分析仪供应商还应说明分析仪的类型，分析仪应当符合 A.2.2.2~A.2.2.8 的规定要求。分析仪应该具有一个合适的测量范围和响应时间，可以按相关标准要求瞬态和稳态工况下进行符合精度要求的污染物浓度测量。

#### A.2.2.2 准确度

准确度，定义为分析仪读数与基准值之间的偏差，不应超过读数的  $\pm 2\%$ ，或满量程的  $\pm 0.3\%$ ，取其中的较大者。

### A.2.2.3 精度

精度，定义为一个给定校准或量距气的 10 次重复响应标准差的 2.5 倍，如果测量值范围大于或等于 155 ppm（或 ppm C<sub>1</sub>），精度不应超过满量程浓度的 1%，如果测量值范围低于 155 ppm（或 ppm C<sub>1</sub>），精度不应超过满量程浓度的 2%。

### A.2.2.4 噪声

噪声，定义为 10 个标准差均方根的两倍，每个标准差是以至少 1.0 Hz 的固定记录频率测量的对零信号响应 30 s 平均值，不应超过满量程的 2%。10 个测量周期之间应该至少有 30 s 的间断，间断期间分析仪暴露在适当浓度的量距气中。每次进行采样和量距气校准前，都应该有足够的时间对分析仪和采样管线进行充分清洗。

### A.2.2.5 零点响应漂移

零点响应，定义为至少 30 s 的时间段内，分析仪对零气体的平均响应，零点响应漂移应满足表 A.1 的要求。

### A.2.2.6 量距点响应漂移

量距点响应，定义为至少 30 s 时间段内，分析仪对量距气的平均响应，量距点响应漂移应满足表 A.1 的要求。

表A.1 实验室条件下气体分析仪的允许零点和量距点响应漂移

组分	零点响应漂移	量距点响应漂移
CO <sub>2</sub>	≤1 000ppm/4 h	≤读数的 2%或≤1 000ppm/4 h, 较大者
CO	≤50ppm/4 h	≤读数的 2%或≤50ppm/4 h, 较大者
NO <sub>x</sub>	≤3ppm/4 h	≤读数的 2%或≤3ppm/4 h, 较大者
CH <sub>4</sub> <sup>a</sup>	≤10ppm C <sub>1</sub> /4 h	≤读数的 2%或≤10ppm C <sub>1</sub> /4 h, 较大者
THC <sup>a</sup>	≤10ppm C <sub>1</sub> /4 h	≤读数的 2%或≤10ppm C <sub>1</sub> /4 h, 较大者
NH <sub>3</sub> <sup>a</sup>	≤2ppm/4 h	≤读数的 2%或≤2ppm/4 h, 较大者
N <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	≤2ppm/4 h	≤读数的 2%或≤2ppm/4 h, 较大者
HCHO <sup>a</sup>	待定	待定

<sup>a</sup> 仅当测量该组分时需进行。

### A.2.2.7 分析系统的响应时间检查

进行响应时间检查时，分析系统的设置应与进行排放试验时完全相同（即：压力、流量、分析仪过滤器设置，以及其他所有影响响应时间的参数）。将样气直接通入采样探头确定响应时间，样气切换气流应该在 0.1 s 的时间内完成，用来进行试验的气体应至少能引起分析仪 60%满量程的浓度变化。

应记录每种气体组分的浓度变化，系统的延迟时间定义为从气体切换开始（ $t_0$ ）到达到最终读数 10% 响应（ $t_{10}$ ）之间的时间间隔；系统的上升时间定义为最终读数 10%和 90%响应之间的时间（ $t_{90}-t_{10}$ ）间隔。系统响应时间（ $t_{90}$ ）由检测器的延迟时间和检测器的上升时间组成。

对分析仪和排气流量信号的时间对齐，传输时间定义为从开始变化（ $t_0$ ）到最终读数 50%的响应之间的时间间隔。

对所有组分和所有使用的量程范围，系统响应时间应≤12 s，上升时间应≤3 s。

### A.2.2.8 气体干燥

$\text{NH}_3$  应测量湿基浓度，其他污染物可以测量干基或者湿基浓度。如果使用气体干燥装置，对被测量气体组分影响应该尽可能小，不得使用化学干燥剂。

### A.2.2.9 验证周期

气体分析仪应基于 A.2.2.2 至 A.2.2.7 通过符合性验证，验证周期应不超过 1 年。

## A.2.3 附加要求

### A.2.3.1 基本要求

A.2.3.2~A.2.3.3 定义了对分析仪附加性能要求。

### A.2.3.2 $\text{NO}_x$ 转化器效率试验

采用图 A.1 所示的试验设备和下述程序，转化器将  $\text{NO}_2$  转化为  $\text{NO}$  的转化效率，可以用以下臭氧发生器方法进行测试。

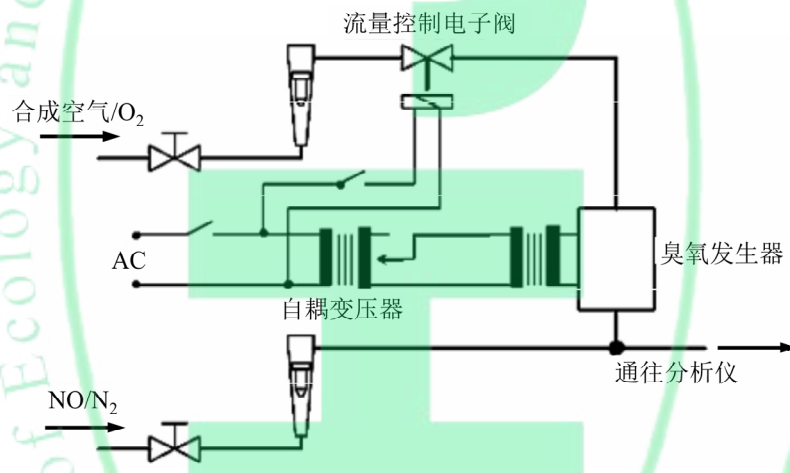


图 A.1  $\text{NO}_x$  转化器效率试验装置

A.2.3.2.1 在最常用的量程下，按设备供应商的技术要求标定 CLD，标定时使用零气体和量距气体（量距气体的  $\text{NO}$  浓度按设备供应商推荐，混合气体中  $\text{NO}_2$  浓度应低于  $\text{NO}$  浓度的 5%）， $\text{NO}_x$  分析仪开关应置于  $\text{NO}$  位置，使量距气体不通过转化器，记录指示浓度。

A.2.3.2.2 通过一个 T 型接头，将氧气或合成空气连续地加入气流中，直到指示的浓度约比 A.2.3.2.1 给出的标定浓度低 10%，记录此指示浓度 ( $c$ )。在这个过程中，臭氧发生器不起作用。

A.2.3.2.3 使臭氧发生器工作产生足够的臭氧，将  $\text{NO}$  浓度降低到 A.2.3.2.1 给出的标定浓度的 20%（最低为 10%），记录此指示浓度 ( $d$ )。

A.2.3.2.4 将  $\text{NO}_x$  分析仪开关置于  $\text{NO}_x$  位置，使混合气体（包括  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$ ）通过转化器，记录此指示浓度 ( $a$ )。

A.2.3.2.5 使臭氧发生器不起作用，A.2.3.2.2 所述的混合气通过转化器进入检测器，记录此指示浓度 ( $b$ )。

A.2.3.2.6 关闭臭氧发生器，切断氧气或合成空气，此时分析仪的  $\text{NO}_x$  读数应不超过 A.2.3.2.1 中给出数值的 5%。

A.2.3.2.7  $\text{NO}_x$  转化器效率按照公式 (A.1) 计算， $\text{NO}_x$  转化器的效率应不低于 95%。

$$\eta = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \right) \times 100 \quad (\text{A.1})$$

式中： $\eta$ ——NO<sub>x</sub>转化器效率，%；

$a$ ——A.2.3.2.4 记录的 NO<sub>x</sub> 浓度，ppm；

$b$ ——A.2.3.2.5 记录的 NO<sub>x</sub> 浓度，ppm；

$c$ ——A.2.3.2.2 记录的 NO<sub>x</sub> 浓度，ppm；

$d$ ——A.2.3.2.3 记录的 NO<sub>x</sub> 浓度，ppm。

对于 CLD 原理的 NO<sub>x</sub> 分析仪，NO<sub>x</sub> 转化效率检查应在 RDE 试验前的一个月内进行检查并通过。

### A.2.3.3 FID 的调整

#### A.2.3.3.1 检测器响应最佳化

FID 应按照设备供应商的规定进行调整。应在最常用的工作量程，用空气或氮气作平衡气的丙烷量距气优化其响应。

#### A.2.3.3.2 总碳氢化合物（THC）响应系数

分析仪应该用空气或氮气作平衡气的丙烷量距气和零气（纯合成空气或纯氮气）进行线性检查。在分析仪投入使用时及以后主要的保养周期中，都应测定响应系数。对于某种特定的碳氢化合物，响应系数（ $r_h$ ）等于分析仪的读数与用 ppm C<sub>1</sub> 表示的气瓶浓度之比。试验气的浓度应满足设备供应商推荐的浓度，应精确至±2%。另外，气瓶应在 298 K±5 K（25℃±5℃）温度下预置 24 h。

所用的试验气及相对响应系数范围如下：

a) 甲烷量距气和零气（纯合成空气或纯氮气） $1.00 \leq r_h \leq 1.15$ ；

b) 丙烯量距气和零气（纯合成空气或纯氮气） $0.90 \leq r_h \leq 1.10$ ；

c) 甲苯量距气和零气（纯合成空气或纯氮气） $0.90 \leq r_h \leq 1.10$ ；

对丙烷量距气和零气（纯合成空气或纯氮气），相应的响应系数  $r_h$  为 1.00。

#### A.2.3.3.3 氧干扰的检查

对直采分析仪，在分析仪投入使用时及以后主要的保养周期中，都应进行氧干扰检查。试验应在保温箱温度按规定设置条件下进行。氧干扰检查气技术条件见 A.3.5。氧干扰检查程序如下：

a) 对分析仪调零；

b) 对点燃式发动机，分析仪应用含氧量 0% 的混合气标定满量程。对压燃式发动机，应用含氧量 21% 的混合气标定满量程；

c) 应重新进行零气响应检查。如果变化幅度超过满量程的 0.5%，则应重复 a)、b) 两步的操作；

d) 通入 5% 和 10% 的氧干扰检查气；

e) 重新进行零气响应检查。如果变化幅度超过满量程的±1%，则重复试验。

按照公式 (A.2) 计算每种混合气的氧干扰：

$$E_{O_2} = \frac{(c_{\text{ref},d} - c)}{c_{\text{ref},d}} \times 100 \quad (\text{A.2})$$

式中： $E_{O_2}$ ——每种混合气的氧干扰，%；

$c_{\text{ref},d}$ ——d) 步操作中的基准 HC 浓度，ppm C<sub>1</sub>；

$c$ ——分析仪响应系数。

按照公式 (A.3) 计算分析仪响应系数:

$$c = \frac{(c_{\text{ref},b} \times c_{\text{FS},b})}{c_{\text{m},b}} \times \frac{c_{\text{m},d}}{c_{\text{FS},d}} \quad (\text{A.3})$$

式中:  $c$  ——分析仪响应系数;

$c_{\text{ref},b}$  ——b) 步操作中的基准 HC 浓度, ppm  $C_1$ ;

$c_{\text{FS},b}$  ——b) 步操作中的满量程 HC 浓度, ppm  $C_1$ ;

$c_{\text{FS},d}$  ——d) 步操作中的满量程 HC 浓度, ppm  $C_1$ ;

$c_{\text{m},b}$  ——b) 步操作中的实测 HC 浓度, ppm  $C_1$ ;

$c_{\text{m},d}$  ——d) 步操作中的实测 HC 浓度, ppm  $C_1$ 。

试验前, 所有规定的氧干扰检查气的氧干扰系数  $E_{O_2}$  绝对值应小于等于 1.5%。

如果氧干扰系数  $E_{O_2}$  绝对值大于 1.5%, 可采取修正措施, 即在设备供应商规定条件上下调整空气以及燃料气和样气流量。每次重新设置都应重复氧干扰检查。

#### A.2.3.3.4 非甲烷截止器 (NMC) 的效率

NMC 用于从样气中去除非甲烷碳氢化合物, 即氧化除甲烷以外的所有碳氢化合物。理想状态下, 甲烷转换量 (截止量) 为 0%, 以乙烷为代表的其他碳氢化合物, 转换量 (截止量) 为 100%。为准确测定 NMHC, 应测试甲烷效率和乙烷效率, 并用于 NMHC 排放质量计算。

##### a) 甲烷效率

甲烷标定气在流过和旁通流过 NMC 两种情况下流经 FID, 记录这两种情况下的浓度值。按照公式 (A.4) 确定甲烷效率:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{c_{\text{HC}(w/o \text{ NMC})}} \quad (\text{A.4})$$

式中:  $E_M$  ——甲烷效率;

$c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$  ——甲烷流过 NMC 时的 HC 浓度, ppm  $C_1$ ;

$c_{\text{HC}(w/o \text{ NMC})}$  ——甲烷旁通流过 NMC 时的 HC 浓度, ppm  $C_1$ 。

##### b) 乙烷效率

乙烷标定气在流过和旁通流过 NMC 两种情况下流经 FID, 记录这两种情况下的浓度值。按照公式 (A.5) 确定乙烷效率:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{c_{\text{HC}(w/o \text{ NMC})}} \quad (\text{A.5})$$

式中:  $E_E$  ——乙烷效率;

$c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$  ——乙烷流过 NMC 时的 HC 浓度, ppm  $C_1$ ;

$c_{\text{HC}(w/o \text{ NMC})}$  ——乙烷旁通流过 NMC 时的 HC 浓度, ppm  $C_1$ 。

#### A.2.3.3.5 干扰效应

##### A.2.3.3.5.1 CO 分析仪干扰检查

排气中的  $H_2O$  和  $CO_2$  对 CO 分析仪测量结果会产生干扰, 所以需要进行 CO 分析仪的干扰检查。将浓度为试验最大量程 80%~100% 的  $CO_2$  量距气在设备供应商推荐的温度下通入水中之后产生气泡, 然后进入分析仪中, 记录分析仪的响应。这时 CO 分析仪的响应不应超过 50 ppm。  $H_2O$  和  $CO_2$  对分析仪的干扰检查可以分别进行, 如果干扰检查所使用的  $H_2O$  和  $CO_2$  浓度水平超过试验中可能遇到的最高

水平，对每个观测到的干扰值应乘以预期最高试验浓度和实际干扰检查浓度的比值，按比例进行缩小。单独干扰试验的H<sub>2</sub>O浓度可以小于试验中可能遇到的最高浓度，但观测到H<sub>2</sub>O干扰值应乘以试验中H<sub>2</sub>O的最高预期浓度和干扰试验实际使用H<sub>2</sub>O浓度的比值，按比例进行扩大，调整后干扰值之和应满足本规定要求。

#### A.2.3.3.5.2 NO<sub>x</sub>分析仪熄火检查

应通过试验确定在排放试验中可能遇到的最高CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O浓度对CLD分析仪造成的熄火效应。如果CLD分析仪具备熄火补偿计算功能，应使用补偿计算后的分析仪测量结果进行熄火效应评估。

##### a) CO<sub>2</sub>熄火检查

将浓度为最大工作范围的80%~100%的CO<sub>2</sub>量距气通过NDIR分析仪，将这时的CO<sub>2</sub>响应值记录为A，接着使用NO量距气将CO<sub>2</sub>量距气稀释到原来的50%左右，然后将上述气体通入NDIR和CLD；将CO<sub>2</sub>和NO的响应值分别记录为B和C。然后关闭CO<sub>2</sub>气流，这时只有NO量距气进入CLD；将NO值记录为D，按照公式(A.6)计算熄火百分比：

$$E_{\text{CO}_2} = \left[ 1 - \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right] \times 100 \quad (\text{A.6})$$

式中： $E_{\text{CO}_2}$ ——熄火百分比，%；

A——NDIR测量的未经稀释CO<sub>2</sub>浓度，%；

B——NDIR测量的稀释后的CO<sub>2</sub>浓度，%；

C——CLD测量的稀释后NO浓度，ppm；

D——CLD测量的未经稀释的NO浓度，ppm。

如果使用稀释和量化CO<sub>2</sub>和NO量距气的替代方法，需证明其等效性。

##### b) H<sub>2</sub>O熄火检查

该检查仅适用于湿基气体浓度测量，对H<sub>2</sub>O的熄火检查应考虑用水蒸气稀释NO量距气，将水蒸气的浓度调节在排放试验过程中可能遇到的排气水蒸气浓度水平。将浓度为最大工作范围80%~100%的NO标准气体通过CLD分析仪，记录NO的响应值为D。将NO量程气通入设备供应商推荐温度下的水蒸气气泡后进入CLD；记录这时的NO响应值为C。确定分析仪的绝对工作压力和水温，并分别记录为E和F。确定对应气泡温度F的混合气饱和蒸汽压力，并记录为G。

按照公式(A.7)计算气体混合物的水蒸气浓度H(%)：

$$H = \frac{G}{E} \times 100 \quad (\text{A.7})$$

式中：H——气体混合物的水蒸气浓度，%；

G——对应气泡温度F的混合气饱和蒸汽压力，kPa；

E——分析仪的绝对工作压力，kPa。

按照公式(A.8)计算稀释后的NO-水蒸气量距气的预期浓度D<sub>e</sub>：

$$D_e = D \times \left( 1 - \frac{H}{100} \right) \quad (\text{A.8})$$

式中：D<sub>e</sub>——稀释后的NO-水蒸气量距气的预期浓度，ppm；

D——NO的响应值，ppm；

H——实际水蒸气浓度，%。

试验过程中，柴油车排气中水蒸气的最大期望浓度(以百分比表示)H<sub>m</sub>，假设燃油H/C比为1.86/1，可以根据排气中最大CO<sub>2</sub>浓度按照公式(A.9)进行估算：

$$H_m = 0.9 \times A \quad (\text{A.9})$$

式中： $H_m$ ——水蒸气的最大期望浓度，%；

$A$  ——排气中最大  $\text{CO}_2$  浓度，%。

按照公式 (A.10) 计算水熄火百分比：

$$E_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{D_e - C}{D_e} \times \frac{H_m}{H} \quad (\text{A.10})$$

式中： $E_{\text{H}_2\text{O}}$ ——水熄火百分比；

$D_e$  ——期望的稀释后  $\text{NO}$  浓度，ppm；

$C$  ——实测的稀释后  $\text{NO}$  浓度，ppm；

$H_m$  ——最大水蒸气浓度，%；

$H$  ——实际水蒸气浓度，%。

c) 最大允许熄火

$\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  熄火百分比之和不得超过满量程的  $\pm 2\%$ 。

#### A.2.3.3.5.3 NDUV 分析仪熄火检查

NDUV 对碳氢化合物和  $\text{H}_2\text{O}$  的响应与  $\text{NO}_x$  类似，因此可能干扰 NDUV 的测量结果，NDUV 分析仪供应商应按下列步骤验证熄火效应：

- 应按照设备供应商的使用说明要求设置分析仪和冷却器使其性能最优；
- 根据实际排放测试的预期浓度进行分析仪的量距点和零点标定；
- 选择在排放试验中可能遇到的最大  $\text{NO}_2$  浓度匹配的  $\text{NO}_2$  校准气；
- 在分析仪的采样探头位置，充满  $\text{NO}_2$  校准气，直到分析仪  $\text{NO}_x$  响应达到稳定；
- 计算和记录 30 s 时间内稳定的  $\text{NO}_x$  平均浓度，并将其记录为  $\text{NO}_{x, \text{ref}}$ ；
- 停止  $\text{NO}_2$  校准气体的流动，使用一个将露点设置在  $50^\circ\text{C}$  的露点发生器充满采样系统，并使其饱和。通过采样系统和冷却器对露点发生器的输出进行至少 10 min 的采样，直到冷却器除掉恒定速率的水。
- 在完成 d) 步骤后，将用于建立  $\text{NO}_{x, \text{ref}}$  的  $\text{NO}_2$  校准气再次充满采样系统，直到  $\text{NO}_x$  响应稳定为止。
- 计算 30 s 时间内稳定的  $\text{NO}_x$  平均浓度，并记录为  $\text{NO}_{x, \text{m}}$ 。
- 根据冷却器出口温度和压力条件下通过冷却器的残余水蒸气将  $\text{NO}_x$  校准为  $\text{NO}_{x, \text{dry}}$ 。计算得到的  $\text{NO}_{x, \text{dry}}$  应至少达到  $\text{NO}_{x, \text{ref}}$  的 95%。

#### A.2.3.3.5.4 采样干燥器

采样干燥器如果除去水分，可能会影响  $\text{NO}_x$  测量结果。对于干基 CLD 分析仪，应当证明在最高预期水蒸气浓度为  $H_m$  时，样品干燥器能保持 CLD 湿度在  $\leq 5 \text{ g 水}/1 \text{ kg 干燥空气}$  或  $0.8\% \text{H}_2\text{O}$ ，即  $3.9^\circ\text{C}$ 、 $101.3 \text{ kPa}$  的 100% 相对湿度；或者  $25^\circ\text{C}$ 、 $101.3 \text{ kPa}$  的 25% 相对湿度。应通过测量热除湿器出气口温度，或者测量 CLD 上游某点的湿度证明其符合性。如果进入 CLD 的气流都是来自除湿器，也可以测量 CLD 的排气湿度。

#### A.2.3.3.5.5 干燥 $\text{NO}_2$ 样气的渗透

样气干燥剂应使分析仪能够测量到饱和水蒸气中 95% 的  $\text{NO}_2$ ，该水蒸气由预计在排放测试中出现

的最大浓度 NO<sub>2</sub> 组成。

#### A.2.3.3.5.6 NH<sub>3</sub> 分析仪干扰

针对 FTIR 型 NH<sub>3</sub> 分析仪，激光或目标波长的光谱分辨率应在 0.5cm<sup>-1</sup> 以内，以尽量减少废气中存在的其他气体的交叉干扰。

### A.3 标准气体

#### A.3.1 总体要求

用于 PEMS 标定和检查的标准气体应符合国家有关标准规定，并具有国家有关部门批准的标准物质参考证书。标准气体应在有效期内使用。

#### A.3.2 纯气体

##### A.3.2.1 纯氮气

纯度：THC ≤ 1 ppm C<sub>1</sub>，CO ≤ 1 ppm，CO<sub>2</sub> ≤ 400 ppm，NO ≤ 0.1 ppm，NO<sub>2</sub> < 0.1 ppm，N<sub>2</sub>O < 0.1 ppm，NH<sub>3</sub> < 0.1 ppm。

##### A.3.2.2 合成空气

纯度：THC ≤ 1 ppm C<sub>1</sub>，CO ≤ 1 ppm，CO<sub>2</sub> ≤ 400 ppm，NO ≤ 0.1 ppm，氧气体积比例 18%~21%。

##### A.3.2.3 氧气

纯度：>99.5%，体积分数。

#### A.3.3 标定气体

标定气体（除 NO<sub>2</sub>）的真实浓度应在标称值的 ±2% 以内。NO<sub>2</sub> 标定气体的真实浓度应在标称值的 3% 内，NO<sub>2</sub> 标定气体中 NO 的量不能超过 NO<sub>2</sub> 的 5%。如果混合标定气体同时含有 NO 和 NO<sub>2</sub>，那么以上对 NO<sub>2</sub> 纯度的要求可以不予考虑。

#### A.3.4 气体分配器

气体分配器，是用纯 N<sub>2</sub> 或合成空气对标定气体进行稀释的精密混合装置，可以用来获得不同浓度的标定气体。气体分配器的精度应保证获得的标定气体浓度精度达到 ±2%，对气体分配器的校验，应在满量程的 15% 和 50% 之间进行。如果校验失败，可以用另外一瓶标准气重新进行校验。

#### A.3.5 氧干扰检查气

氧干扰检查气是包含丙烷、氧气和氮气的混合气，丙烷的浓度应该为 350 ppm C<sub>1</sub> ± 75 ppm C<sub>1</sub>。可以通过重量法、动态混合或通过对总碳氢化合物加杂质的色谱分析法确定浓度。氧干扰检查气中的氧浓度应满足表 A.2 的要求，氧干扰检查气的其余部分应该是纯氮气。

表 A.2 氧干扰检查气

	发动机类型	
	压燃式	点燃式
O <sub>2</sub> 浓度	(21 ± 1)%	(10 ± 1)%
	(10 ± 1)%	(5 ± 1)%
	(5 ± 1)%	(0.5 ± 0.5)%

A.4 颗粒物 (PN) 分析仪

A.4.1 一般要求

A.4.1.1 PN 分析仪推荐使用凝结核粒子计数器 (CPC) 型或者扩散电荷 (DC) 类型。

A.4.1.2 PN 分析仪包括预处理单元和颗粒物检测仪, 允许颗粒物检测仪对气溶胶进行预处理。

A.4.1.3 PN 分析仪应通过采样探头与采样点连接, 采样探头应当在排气管中线处抽取样气, 如果在排气管处没有稀释, 在 PN 分析仪的第一级稀释器或者颗粒物检测仪之前的采样管应当加热到至少 373.15 K (100℃), 样气在采样管内的停留时间应当小于等于 3 s。

A.4.1.4 一切与样气接触的部件的温度, 都应该一直保持在足以避免设备中任何构件出现冷凝现象的温度以上, 为此, 可使用如高温加热稀释或者氧化 (半) 挥发性物质的方法。

A.4.1.5 PN 分析仪应具有一个内壁面温度 573.15 K (300℃) 以上的包含催化反应的加热部分, 预处理单元应当能够将加热级控制在标称温度 (允许有 ±10 K 的误差) 且能够指示加热级的温度是否是正常工作温度。如果能够满足 A.4.4 中规定的挥发性颗粒物去除效率时, 也可使用更低的温度。

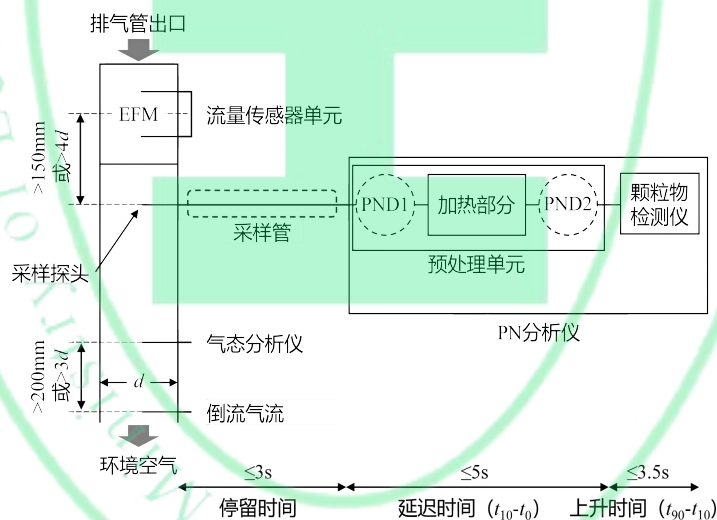
A.4.1.6 压力、温度或者其他传感器应当能够监测设备的使用是否正常, 且当设备出现故障时, 能够及时报警或者给予信息提示。

A.4.1.7 PN 分析仪的延迟时间( $t_{10}-t_0$ )应当 ≤ 5 s。

A.4.1.8 PN 分析仪的上升时间( $t_{90}-t_{10}$ )应当 ≤ 3.5 s。

A.4.1.9 测试的颗粒物浓度应修正至标准状态 (273.15 K, 101.325 kPa), 测量并记录颗粒物检测仪的压力和/或者温度。

A.4.1.10 PN 分析仪构造原理如图 A.2 所示。



注: 虚线为非必需的部分,  $d$ =内径, PND=颗粒物数量测量稀释器。

图 A.2 PN 分析仪构造原理的例图

A.4.2 效率要求

整个 PN 分析系统 (包括采样管) 应当满足表 A.3 规定的效率要求。

表 A.3 PN 分析系统（包括采样管）的效率要求

$d_p/\text{nm}$	PN10 $E(d_p)$	PN23 $E(d_p)$
10	$0.1 \leq E(d_p) < 0.5$	—
15	$0.3 \leq E(d_p) < 0.7$	—
23	—	$0.2 \leq E(d_p) < 0.6$
30	$0.75 \leq E(d_p) < 1.05$	$0.3 \leq E(d_p) < 1.2$
50	$0.85 \leq E(d_p) < 1.15$	$0.6 \leq E(d_p) < 1.3$
70	$0.85 \leq E(d_p) < 1.15$	$0.7 \leq E(d_p) < 1.3$
100	$0.8 \leq E(d_p) < 1.2$	$0.7 \leq E(d_p) < 1.3$
200	$0.8 \leq E(d_p) < 2.0$	$0.5 \leq E(d_p) < 2.0$

效率  $E(d_p)$  为同时测量电迁移率直径为  $d_p$  的单分散性气溶胶且将测量结果均修正至相同温度和压力时，PN 分析系统的测量值与标准粒子计数器或者静电计指示的颗粒物数量浓度之比。测试材料应当是热稳定的碳烟形态颗粒物（如火花放电的石墨或者经预处理的扩散火焰碳烟）。用其他类型的气溶胶（如 NaCl）测试的，其效率应等效修正至碳烟形态颗粒物效率，修正系数应大于等于 0.9 且小于等于 1.1。

#### A.4.3 线性度要求

在使用单分散性或多分散性碳烟形态颗粒物的条件下，包含采样管的 PN 分析系统应当满足 AA.2.1 中规定的线性度要求。颗粒物的大小应当在分析仪曲线的平坦区或者能使分析仪效率达到 100%。标准参考设备应当是对小于 10 nm 等效电迁移粒径颗粒的计数效率应大于等于 90% 且小于等于 110%、线性度合格且经静电计标定的粒子计数器 (CPC)，或者是静电计。也可以使用几何平均直径为 50 nm~60 nm（几何标准差  $1.6 \pm 0.2$ ）的多分散性气溶胶。

此外，PN 分析仪的准确度在所有检验点（除零点外）均不得超过  $\pm 10\%$ 。应当至少检验 5 个均布点（包括零点）。最大检验浓度应当是 PN 分析仪允许的最大浓度。

PN 分析仪按照部件标定的，可以仅检验颗粒物检测仪的线性度，但进行斜率计算时，应当考虑其余部件和采样管的效率。

#### A.4.4 挥发性物质的去除效率

在入口浓度  $\geq 10\ 000$  个/ $\text{cm}^3$  且使用最小稀释的条件下，系统去除 30 nm 以上的四十烷颗粒物 [ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ] 的效率应当  $> 99.9\%$ 。

在几何平均直径  $> 50$  nm 和质量浓度  $> 1$   $\text{mg}/\text{m}^3$  的条件下，系统去除多分散性烃链（癸烷或者更高链）或者金刚砂油的效率应当  $> 99.9\%$ 。

#### A.4.5 PN 分析系统零点响应漂移

零点响应，定义为至少 30 s 的时间段内，分析仪对通过高效滤清器（HEPA）气体的平均响应，零点响应漂移应满足表 A.4 的要求。

表 A.4 实验室条件下 PN 分析系统的允许零点响应漂移

污染物	零点响应漂移
PN10 <sup>a</sup>	$\leq 5\ 000$ 个/ $\text{cm}^3/4$ h
PN23 <sup>a</sup>	$\leq 5\ 000$ 个/ $\text{cm}^3/4$ h

<sup>a</sup> 仅当测量该污染物时需进行。

## A.5 排气流量的测量仪器

### A.5.1 总体要求

测量排气流量的仪器、传感器或信号的测量范围和响应时间应该满足瞬态和稳态工况下排气流量测量的精度要求。仪器、传感器信号对冲击、振动、老化、温度变化、环境空气压力、电磁干扰以及其他与车辆和仪器工作相关冲击的灵敏度应尽可能小。

### A.5.2 仪器规范

#### A.5.2.1 总体要求

可以使用下列任何一种仪器直接测量排气流量：

- a) 基于皮托管的流量测量设备；
- b) 压差设备如流量喷嘴；
- c) 超声波流量计；
- d) 涡流式流量计。

每种排气流量计都应该满足表 AA.1 中的线性度要求。仪器生产企业应能证明每种流量计均符合 A.5.2.4~A.5.2.10 的规定要求。

根据可溯源的传感器测量得到的空气流量和燃油流量计算排气质量流量，相关流量计应符合表 AA.1 中规定的线性度和 A.6 中规定的**准确度**要求。

#### A.5.2.2 校准和验证标准

应使用空气或排气对照可追溯标准对排气流量计的性能进行验证，例如使用一个经过验证的排气流量计或全流稀释通道进行验证。

#### A.5.2.3 验证周期

排气流量应保证在 RDE 测试的一年内已进行准确度和精度符合性验证。

#### A.5.2.4 准确度

准确度，定义为排气流量计读数和基准流量值之间的偏差，偏差不能超过读数的 $\pm 2\%$ ，满量程的 $0.5\%$ 或已被校准排气流量计的最大流量的 $\pm 1.0\%$ ，取其中的较大者。

#### A.5.2.5 精度

精度，定义为对一个给定名义流量（该名义流量应该位于校准范围的中间点附近）的 10 个重复响应标准差的 2.5 倍，不应超过校准排气流量计的最大流量的 1%。

#### A.5.2.6 噪声

噪声，定义为 10 个标准差的均方根的两倍，每个标准差是在 30 s 的时间内，以至少 1.0 Hz 的固定频率测得的零响应的计算值，不能超过最大校准流量值的 2%。10 个测量周期之间有 30 s 的间断时间，间断期间，排气流量计暴露在最大校准流量的气流中。

### A.5.2.7 零点响应漂移

零点响应定义为在至少 30 s 的时间段内，排气流量计对零流量的平均响应。可以根据报告的原始信号对零响应漂移进行验证，例如根据压力信号。原始信号在 4 h 时间内的漂移应小于校准排气流量计所用流量记录的原始信号最大值的 $\pm 2\%$ 。

### A.5.2.8 量距点响应漂移

量距点响应的漂移，定义为在至少 30 s 的时间段内，排气流量计对名义流量的平均响应。可以使用报告的原始信号量距点响应漂移进行验证。例如可以使用压力信号。原始信号在 4 h 时间内的漂移应小于校准排气流量计所用流量记录的原始信号最大值的 $\pm 2\%$ 。

### A.5.2.9 上升时间

排气流量计的上升时间和确定方法应该尽可能与气体分析仪的上升时间匹配，但不能超过 1 s。

### A.5.2.10 响应时间检查

应该使用与排放试验中相似的参数（即：压力、流量和其他所有影响响应时间因素）确定排气流量计的响应时间。确定响应时间时，气体开关应该设置在流量计的入口处，气体流量开关的动作应尽可能快，该时间应小于 0.1 s。试验用气体流量应至少能够导致排气流量计满量程（Full Scale, FS）60%的流量率变化。应记录气体流量。延迟时间定义为从气流打开（ $t_0$ ）到流量计达到最终读数的 10%响应（ $t_{10}$ ）之间的时间。上升时间定义为流量计达到最终读数 10%和 90%响应（ $t_{90}-t_{10}$ ）之间的时间。响应时间（ $t_{90}$ ）定义为延迟时间和上升时间之和。排气流量计的响应时间（ $t_{90}$ ）应不大于 3 s，根据 A.5.2.9 的要求，上升时间（ $t_{90}-t_{10}$ ）应不大于 1 s。

## A.6 传感器和辅助仪器

传感器和辅助仪器的准确度应满足表 A.5 的要求。

表 A.5 测试参数准确度要求

测试参数	准确度
燃油流量 <sup>a</sup>	读数 $\pm 1\%$ <sup>c</sup>
空气流量 <sup>a</sup>	读数 $\pm 2\%$
车辆地面速度 <sup>b</sup>	$\pm 1.0$ km/h 绝对值
温度 $\leq 600$ K <sup>d</sup>	$\pm 2$ K 绝对值
温度 $> 600$ K	读数 $\pm 0.4\%$ (K)
环境压力	$\pm 0.2$ kPa 绝对值
相对湿度	$\pm 5\%$ 绝对值
绝对湿度	$\pm 10\%$ 读数或 1 g H <sub>2</sub> O/kg 干空气, 取其中较大者
<sup>a</sup> 选用, 确定排气质量流量。 <sup>b</sup> 该要求仅适用于速度传感器。 <sup>c</sup> 仅适用于采用燃油流量计算空气流量和排气流量时, 准确度应为读数的 0.02%。 <sup>d</sup> 对应用于测量环境温度的气象站设备, 应针对夏季阳光辐射状态, 设置对应的技术措施。	

附件 AA  
(规范性附件)

PEMS 设备检查标定和校准要求

### AA.1 总体要求

本附件规定了 PEMS 设备日常检查标定和校准、RDE 试验前检查和标定的要求。

### AA.2 日常检查标定和校准要求

#### AA.2.1 线性度要求

所有分析仪、排气流量计、传感器和信号应符合表 AA.1 的线性度要求。如果空气流量、燃料流量或排气质量流量信号是从 ECU 获得的，计算得到的排气质量流量应满足表 AA.1 中规定的线性度要求。

表 AA.1 测量参数和系统的线性度要求

测量参数/仪器	$ \chi_{\min} \times (a_1 - 1) + a_0 $	斜率 $a_1$	标准差 (SEE)	判定系数 $r^2$
燃料流量 <sup>a</sup>	$\leq 1\% \text{ max}$	0.98 - 1.02	$\leq 2\% \text{ max}$	$\geq 0.990$
空气流量 <sup>a</sup>	$\leq 1\% \text{ max}$	0.98 - 1.02	$\leq 2\% \text{ max}$	$\geq 0.990$
排气质量流量	$\leq 2\% \text{ max}$	0.97 - 1.03	$\leq 3\% \text{ max}$	$\geq 0.990$
气体分析仪	$\leq 0.5\% \text{ max}$	0.99 - 1.01	$\leq 1\% \text{ max}$	$\geq 0.998$
转矩 <sup>b</sup>	$\leq 1\% \text{ max}$	0.98 - 1.02	$\leq 2\% \text{ max}$	$\geq 0.990$
PN 分析仪 <sup>c</sup>	$\leq 5\% \text{ max}$	0.85 - 1.15 <sup>d</sup>	$\leq 10\% \text{ max}$	$\geq 0.950$
<sup>a</sup> 确定排气流量的可选方法。 <sup>b</sup> 可选参数。 <sup>c</sup> 应使用碳烟形态的颗粒物进行线性度检验。 <sup>d</sup> 将基于误差传导和可追溯性图表进行更新。				

#### AA.2.1.1 线性度校验的周期

AA.2.1.1.1 按 AA.2.1 的规定，应进行分析仪线性度的校验：

- a) 对气体分析仪，校验周期不超过 3 个月；对 PN 分析仪，校验周期不超过 1 年。分析仪系统进行维修后，或对分析仪所做的更改可能影响到校准时也应进行校验；
- b) 对其他相关仪器，例如排气流量计和可追溯校准的传感器，如果设备发生损坏，或者根据内部审核程序要求的时间间隔需要进行校准时应进行校验。用于 RDE 试验的相关仪器应保证在过去的一年内至少进行过一次线性校验。

AA.2.1.1.2 对不能直接溯源的传感器或 ECU 信号的线性度要求，在进行每一次 PEMS 试验前，应将 PEMS 安装在测试车辆上与底盘测功机上使用可溯源的经过校准的装置上校验一次。

### AA.2.1.2 线性度校验程序

#### AA.2.1.2.1 通用要求

应按照制造厂的要求，将相关分析仪、排气流量计、传感器等调整到正常工作状态，并在指定的温度、压力和流量下工作。

#### AA.2.1.2.2 通用程序

应通过实施下列步骤，在每个正常工作范围内进行线性度校验：

- a) 对分析仪、排气流量计或传感器，应通过引入零点信号调整零点。对气体分析仪，纯合成空气或者氮气应直接或者通过尽可能短的气体通道引入分析仪端口中。
- b) 对分析仪、排气流量计或传感器，应通过引入量距点信号调整量距点。对气体分析仪，合适的量距气体应直接或通过尽可能短的气体通道引入分析仪端口中。
- c) 应重复 a) 中的调整零点程序。
- d) 应通过引入至少 10 个大约等间隔且有效的基准值（包括零点）进行校验。关于标准气浓度、排气流量或其他任何相关参数基准值应高于排放试验中的预计范围。对排气流量的测量，比最大校准值低 5% 的标定点不应该包括在线性度验证校验中。
- e) 对气体分析仪，应将已知气体浓度的标准气体引入到分析仪端口，并应给予足够的时间使信号稳定。
- f) 如果需要的话，应该在 30 s 的时间内以至少 1 Hz 的固定频率记录测量值和基准值。
- g) 应使用 30 s 内的算术平均值按照公式 (AA.1) 计算线性回归参数：

$$y = a_1x + a_0 \quad (\text{AA.1})$$

式中： $y$ ——测试系统的实际值；

$a_1$ ——回归直线斜率；

$x$ ——基准值；

$a_0$ ——回归直线的  $y$  截距。

应该对每个测量参数和系统，计算  $y$  在  $x$  上的标准差 (SEE) 和判定系数 ( $r^2$ )。

h) 结果判定：线性回归参数应满足表 AA.1 的规定要求。

### AA.2.2 计量校准要求

AA.2.2.1 对于气体分析仪应按 A.2.2 规定技术要求进行计量校准，有效期应不超过 1 年。

AA.2.2.2 对于 PN 分析仪应按 A.4.2~A.4.4 规定技术要求进行计量校准，有效期应不超过 1 年。

AA.2.2.3 对排气流量的测量仪器应按 A.5.2 规定技术要求进行计量校准，有效期应不超过 1 年。

AA.2.2.4 传感器和辅助仪器应按 A.6 规定技术要求进行计量校准，有效期应不超过 1 年。

## AA.3 PEMS 设备比对验证及性能评估

### AA.3.1 PEMS 设备检查和验证

#### AA.3.1.1 安装 PEMS 和常规检查

应按照 5.4 的要求安装和准备 PEMS。PEMS 验证试验前应对试验车辆基本状态进行检查，应记录并解决车辆故障，并对车辆安全性进行检查，包括安装在车辆外的 PEMS 设备和排气流量计应有合适

的警告标识，管路、电线、加热采样管的路线布置合理等。

PEMS 设备上电前，应通过目视和触摸的方法检查所有接头，确认其没有松动。检查 PEMS 设备整体是否牢固地固定在被测车辆上。检查 PEMS 设备供电电源的电量是否充足。

#### AA.3.1.2 PEMS 与 CVS 比对验证试验

AA.3.1.2.1 PEMS 验证试验通过 PEMS 结果和 GB 18352 规定的 CVS 结果对比，可保证仪器处于正常的安装和工作状态。验证试验无需为标准的 GB 18352 中定义的常温下冷启动后排气污染物排放试验，但应使车辆足够冷却（如通过强冷等方式冷却至水温 20℃~30℃），再按照 WLTC 测试循环进行试验。实验室温度应控制在 23℃±5℃。

AA.3.1.2.2 在验证试验开始前进行 PEMS 的预试验程序，具体步骤如下：

a) 给主软件系统上电

按 PEMS 设备供应商所提供的关于软件初始化的说明书进行操作，以确保所有测试仪器设备能够正常工作。

b) 启动主单元并进行稳定

按设备供应商的说明书，打开 PEMS 系统，进行预热。试验前，压力、温度和流量等主要参数应达到设定的工作点。此时系统不应出现错误或警告信息。

c) 分析仪吹扫

采样系统，包括采样探头和采样管线，也应按设备供应商说明书的要求进行准备，应对分析仪进行吹扫。

d) 气体分析仪泄漏检查

应按照设备供应商推荐的泄漏检查程序进行泄漏检查，或按下列程序之一进行泄漏检查：

- 1) 断开分析仪采样探头，堵住取样口，开启分析仪采样泵，如果没有泄漏，经过一段初始稳定期后，流量计读数应接近 0，否则应该检查采样管，排除故障。对待检查的系统，真空侧的泄漏率应低于该系统实际使用流量的 0.5%，实际使用流量可根据分析仪流量和旁通流量估算。
- 2) 将系统压力抽空到至少 20 kPa 真空度（80 kPa 绝对压力），初始化稳定周期过后，系统中的压力增加值  $\Delta p$  不得超过公式（AA.2）的计算值：

$$\Delta p = \frac{p_e}{V_s} \times q_{vs} \times 0.005 \quad (\text{AA.2})$$

式中： $\Delta p$ ——系统中的压力增加值，kPa/min；

$p_e$ ——绝对压力值，kPa；

$V_s$ ——系统体积，L；

$q_{vs}$ ——系统体积流速，L/min。

- 3) 使用标准气体进行泄漏检查，在取样开始时，引入浓度阶跃变化的标准气，由零气切换到量距气，同时应保持与系统正常工作相同的压力，如果一个经过正确校准过的分析仪，经过足够长的时间后，分析仪读数小于通入的标准气浓度的 99%，这时应对泄漏问题进行校正。

e) 校准/检查分析仪零点

每次试验前，均应使用满足 A.3.2 要求的校准气体，对分析仪进行零点校准。

每次试验前，均应使用高效滤清器过滤后的空气对 PN 分析仪进行零点检查。结果应在颗粒分析仪制造商规定的范围内，但不能高于 5 000 个/cm<sup>3</sup>。

f) 校准/检查分析仪的量距点

每次试验前，均应使用满足 A.3.3 要求的校准气体，对分析仪进行量距点校准。对于多量程分析仪，

应对每一个可能会使用到的量距点进行校准。校准气体浓度应与试验过程中可能遇到的气体浓度相匹配，应按照设备供应商推荐的校准气体浓度对气体分析仪进行量距点校准。

g) 零点和量距点校准/检查数据存档

每次验证试验前后，都要将零点和量距点校准和检查结果存档，包括所使用的标准气体详细情况，如标气浓度、种类等。

h) 清洗排气流量计

试验前应按照 PEMS 设备供应商的要求吹扫和准备排气流量计，该程序中应包括清除管线和设备端口的冷凝和沉积物。建议使用清洁空气或氮气吹扫压力传感器接头的方式清洗排气流量计，可使用反吹程序清除压力管线和压力测量端口中的冷凝和沉积物。

i) 流量计标定

试验前，应按 PEMS 设备供应商说明书的要求进行排气流量计零点校正，建议在起动发动机之前，进行排气流量计零流量目视检查，并在 PEMS 数据记录中进行校正。

j) 切换到电池组电源

在试验开始前切换电源，PEMS 设备预热过程中，可使用实验室的 220 V 电源。待试验车辆推到底盘测功机上并固定后，可切回实验室提供的 220 V 电源，也可继续使用电池组电源。

k) 检查存储空间

检查是否还有足够的存储空间存储数据。

l) 检查 ECU 的连接

检查 PEMS 设备是否能够正常读取和显示试验所要求的 ECU 数据。

m) 验证环境温度和湿度传感器

用单独的设备测量环境温度和湿度，在试验前与 PEMS 设备的气象站进行比较，验证 PEMS 设备的气象站是否正常。

**AA.3.1.2.3** 在不起动发动机的情况下将试验车辆推到底盘测功机上并固定。

**AA.3.1.2.4** 关闭发动机舱盖。

**AA.3.1.2.5** 发动机起动前，将 CVS 系统连接管紧密连接到 PEMS 系统流量计下游直管段末端，并采取保温措施，以防止水蒸气在低温条件下发生凝结影响排放结果。排气管路为从车辆排气出口开始，经过 PEMS 设备流量计和排放采样点，到流量计下游至少 4 倍于皮托管直径或 150 mm（取长度较大者）的直管段末端，最后到 CVS 系统。

**AA.3.1.2.6** 对底盘测功机和分析仪进行参数设定。

**AA.3.1.2.7** 按测试循环要求开始试验

当试验车辆在底盘测功机上按测试循环要求开始运行时，PEMS 系统应与 CVS 系统同时开始采样，保证 PEMS 系统与 CVS 系统采集到的排放数据相同。但为了保证 PEMS 系统能及时准确地记录数据，可在发动机起动前提前开始采样并记录数据，正式试验前的无效数据在进行数据处理时剔除即可。试验有效性判定：

a) 如果试验车辆没有起动成功，或显示起动错误，试验无效。应重新进行 PEMS 验证试验。

b) 如果试验过程中发动机意外熄火，试验无效。应重新进行 PEMS 验证试验。

试验结束后关闭发动机，此时 PEMS 设备应继续记录数据，直到达到取样系统的响应时间。

**AA.3.1.2.8** 将车辆移下底盘测功机。

**AA.3.1.2.9** 试验后处理

气体分析仪零点和量距点检查应使用与 AA.3.1.2.2 中相同的标准气体对 PEMS 设备气体分析仪的零点和量距点进行检查（对于多量程分析仪，应对每一个可能使用到的量距点进行检查），以评估气体分析仪的响应漂移，并与试验前的检查结果进行对比。试验前、后气体分析仪检查结果的差异应符合表 AA.2 规定要求。

表 AA.2 PEMS 试验期间允许的气体分析仪漂移

组分	零点漂移	量距点漂移 <sup>a</sup>
CO <sub>2</sub>	≤2 000 ppm/试验	≤读数的 2%或≤2 000 ppm/试验, 取其中较大者
CO	≤75 ppm/试验	≤读数的 2%或≤75 ppm/试验, 取其中较大者
NO <sub>x</sub>	≤3 ppm/试验	≤读数的 2%或≤3 ppm/试验, 取其中较大者
CH <sub>4</sub> <sup>b</sup>	≤10 ppm C <sub>1</sub> /试验	≤读数的 2%或≤10 ppm C <sub>1</sub> /试验, 取其中较大者
THC <sup>b</sup>	≤10 ppm C <sub>1</sub> /试验	≤读数的 2%或≤10 ppm C <sub>1</sub> /试验, 取其中较大者
NH <sub>3</sub> <sup>b</sup>	≤2 ppm/试验	≤读数的 2%或≤2 ppm/试验, 取其中较大者
N <sub>2</sub> O <sup>b</sup>	≤2 ppm/试验	≤读数的 2%或≤2 ppm/试验, 取其中较大者
HCHO <sup>b</sup>	待定	待定

<sup>a</sup>如果零点漂移在允许的范围內, 允许在验证量距点漂移前对分析仪进行标零。  
<sup>b</sup>仅当测量该组分时需进行。

如果试验前和试验后零点漂移和量距点漂移结果偏差超过允许的范围, 试验无效。

气体分析仪的标定范围应该能够保证覆盖 99%实测浓度的 90%, 允许 1%的实测浓度超过标定范围 2.0 倍, 如果不满足前述要求, 则试验无效。

此外, 应使用高效滤清器过滤后的空气对 PN 分析仪进行零点检查, 结果应在颗粒分析仪制造商规定的范围内, 但不能高于 5 000 个/cm<sup>3</sup>, 否则试验无效。

#### AA.3.1.2.10 数据分析

按照 GB 18352 中定义的常温下冷起动后排气污染物排放试验计算所有实验室设备测量的各污染物比排放量 (g/km)。按照本标准附录 D 规定的方法进行排放量计算, 将各污染物瞬时试验结果相加得到各污染物排放总质量 (g), 再除以底盘测功机上测量的试验车辆行驶距离得到 PEMS 测得的各污染物比排放量 (g/km)。其中, 在计算 PEMS 测量的 NO<sub>x</sub> 排放结果时, 应进行湿度修正。

#### AA.3.1.2.11 PEMS 验证试验判定

PEMS 测得的污染物排放量与实验室获得的污染物排放量应满足表 AA.3 允许误差的要求, 如上述结果中任何一种污染物的允许误差不满足表 AA.3 的要求, 则 PEMS 验证试验不通过, 应采取校正措施, 重新进行 PEMS 验证试验。

表 AA.3 允许误差

参数	允许误差
距离 <sup>a</sup> /km	实验室参考值±250 m
THC <sup>b</sup> /(mg/km)	±15 mg/km 或实验室参考值的±15%, 取其中较大者
CH <sub>4</sub> <sup>b</sup> /(mg/km)	±15 mg/km 或实验室参考值的±15%, 取其中较大者
NMHC <sup>b</sup> /(mg/km)	±20 mg/km 或实验室参考值的±20%, 取其中较大者
PN10 <sup>b</sup> /(个/km)	±8×10 <sup>10</sup> 个/km 或实验室参考值的±30%, 取其中较大者
PN23 <sup>b</sup> /(个/km)	±8×10 <sup>10</sup> 个/km 或实验室参考值的±30%, 取其中较大者
CO/(mg/km)	±100 mg/km 或实验室参考值的±15%, 取其中较大者
CO <sub>2</sub> /(g/km)	±10 g/km 或实验室参考值的±7.5%, 取其中较大者
NO <sub>x</sub> /(mg/km)	±10 mg/km 或实验室参考值的±12.5%, 取其中较大者
NH <sub>3</sub> /(mg/km)	±4 mg/km 或实验室参考值的±20%, 取其中较大者
N <sub>2</sub> O <sup>b</sup> /(mg/km)	±4 mg/km 或实验室参考值的±20%, 取其中较大者

<sup>a</sup>仅当车速从 ECU 获取时适用, 为满足误差要求, 允许基于验证结果调整 ECU 的车速测量。  
<sup>b</sup>仅当测量该组分时需进行。

## AA.3.2 PEMS 设备性能评估

### AA.3.2.1 PEMS 设备与 CVS 比对验证

PEMS 设备应按照 AA.3.1.2 要求进行比对验证，验证周期不超过 3 个月，测试结果应满足表 AA.3 要求。

### AA.3.2.2 PEMS 设备道路漂移验证

AA.3.2.2.1 PEMS 设备应按照 AA.3.2.2.2 要求进行道路漂移验证，验证周期不超过 3 个月，测试结果应满足表 AA.2。

AA.3.2.2.2 道路漂移验证试验应按照 4.3.5 的要求在市区、市郊和高速路线行驶，行驶时间应不少于 2 h。试验前应按照 AA.3.1.2.2 校准气体分析仪零点和量距点。试验开始后，按照 AA.3.1.2.9 进行一次气体分析仪零点漂移检查，之后每隔 30 min 重复进行一次气体分析仪零点漂移检查，直至试验结束。

### AA.3.2.3 PEMS 设备 PN 效率检查

应分别检查 PN 分析仪对于电迁移率粒径为 50 nm 和 100 nm 的单分散气溶胶的计数效率。样气应从取样探头或取样管入口通入 PN 分析仪，颗粒物数量浓度应选择在 10 000 个/cm<sup>3</sup>~200 000 个/cm<sup>3</sup> 范围内，取样信号应持续 2 min 并取其平均值作为最终结果。最终结果与标准粒子计数器或静电计指示的颗粒数量浓度之比应满足表 A.3 规定的效率要求。PEMS 设备 PN 效率检查周期不超过 1 个月。

附 件 AB  
(规范性附件)  
PEMS 设备安装要求

### AB.1 设备安装总体要求

PEMS 安装应满足设备供应商说明书和相关法规的要求。当 PEMS 通过拖车钩和支架安装在车辆外部时，需要设置警告标识以提醒后车司机。PEMS 的安装应当考虑到测试过程中可能出现的电磁干扰、冲击、振动、灰尘和温度变化，并尽可能降低其影响。安装和使用 PEMS 不得改变排气性质，也不得过度增加排气管路的长度。为避免产生新的颗粒物，在测试过程中，连接管路或其他连接装置应当在排气温度范围内尽可能保持热稳定性。车辆排气出口与连接管路之间，不推荐使用人造橡胶连接装置。如果使用了人造橡胶连接装置，应当尽可能减少排气与人造橡胶之间的接触面积，以避免在高车速或发动机大负荷的工况下对测试结果产生影响。

安装和使用 PEMS 时不应过度增加排气出口的静压力。如果操作上可行，应使用横截面积与排气管相同或比排气管更大的管路，来协助取样或者连接排气流量计。如果颗粒物的采样探头显著改变了排气管的横截面积，应当对排气背压进行测量。

应结合实际情况使用本测试程序进行设备安装，具体的细节可能会因试验车辆、PEMS 设备类型及测试目的等的不同而有所差异。建议在设备安装过程中进行拍照记录，以便追溯安装中可能出现的问题。

### AB.2 主体设备安装

应按照设备供应商说明书的要求安装 PEMS 设备主体，尽可能减少电磁干扰、灰尘、电击、振动及散热不良带来的不利影响。除此之外，设备主体的安装位置还应考虑到试验人员在对设备进行必要操作和检查时的便利性。

PEMS 设备主体应当使用捆扎带固定，或按照设备供应商要求固定。安装设备时不得阻挡 PEMS 设备的散热风扇。排气采样管路应尽可能布置在车辆外部，以防止污染车内环境。布置采样管路时，应避免管路弯折或泄漏，也应注意过度的拉紧固定可能会在有振动的条件下损坏采样管路。排气采样管路应采取必要的保温措施，确保采样系统的热稳定性。

### AB.3 流量计选择与安装

排气流量计的量程范围应与 RDE 试验过程中预期的排气流量变化范围相匹配。在 RDE 试验期间，最大预期流量应至少达到排气流量计满量程的 75%，但不应超过排气流量计的满量程。选择排气流量计量程时，应参考 PEMS 设备的使用说明书。

应当按设备供应商推荐的方式将排气流量计与车辆排气管连接，安装排气流量计后不应改变发动机排气的性质和成分，也不应大幅度增加车辆排气管的长度或排气流量计出口迎着车辆前进的方向等，避免引起排气背压的升高。建议在安装排气流量计后，排气背压的升高幅度不超过 20 mbar。排气管路中不得出现死弯，任何弯折都应保证有足够的曲率（90°角的死弯可能会影响排气流量的正确读数）。在排气流量计的上游和下游应设置至少 4 倍管道直径或 150 mm（取长度较大者）的直管段。在安装排气流量计时，可根据车辆排气系统的设计及估计的排气温度采用不同的安装方案。可采用法兰-卡箍连接

方式，在排气管末端和排气流量计的入口处分别焊接一片法兰，安装时使用卡箍压紧法兰，在两片法兰之间设置密封垫片，以尽可能减少排气泄漏。也可采用硅胶管连接排气流量计和排气管，但应尽量避免硅胶管与排气直接接触，避免硅胶管在与高温排气接触时产生新的颗粒物。为避免过热带来的危害，排气流量计出口不得朝向车辆轮胎或其他车辆零部件。

在试验过程中应确保排气流量计的连接件紧固。排气流量计应安装在排气消声器（如果有）之后，以消除排气脉冲对测量结果的不利影响。排气管路出口段应平行或略低于车辆尾管，以免冷凝水回流影响排气流量计测量结果，避免过度增加排气出口处的静压力。排气管路应与车辆进行良好的固定，避免排气管路及排气流量计晃动颠簸造成测量失准或仪器损坏。安装完成后应对排气管路所有连接处的气密性进行检查。建议对排气出口至采样点之间采取保温措施，以防止水蒸气在低温条件下发生凝结影响排放结果。在正式 RDE 试验中，如果遇到需要更换备用轮胎或备用保险的情况，本次 RDE 试验结果按无效处理。对采用双排气管布置的车辆，建议使用 Y 形管将全部排气汇集后送入排气流量计进行测量。对采用多排气歧管布置的多缸发动机进行测试时，建议将排气流量计放置在排气汇集处的下游，并且合理增加管路汇集处的横截面积。如果上述方法不可行，可考虑使用多个排气流量计同时测量。为满足测试精度，可以使用直径小于排气出口或者横截面积小于多组排气出口总横截面积的排气流量计，但会对车辆运行或者排气后处理带来不利影响的除外。

#### AB.4 导航系统天线安装

导航系统天线应当尽可能安装在试验车辆最高点位置处，保证良好的卫星信号接收质量，安装的导航系统天线不应対车辆运行产生干扰，且应避免在实际道路行驶过程中与其他障碍物发生碰撞。导航系统天线既可以借助磁铁吸附在车身上，也可以借助固定装置安装。

#### AB.5 ECU 通信线缆安装和调试

可以借助与发动机 ECU 或车辆网络相连的数据记录器读取并记录车辆和发动机相关参数（车速、发动机转速、发动机冷却液温度等），如果数据记录器无法获得上述参数，则车辆制造商应公开用于正确识别、获取上述信息的数据标签及方法。应以 1.0 Hz 或更高的固定频率测量和记录包括但不限于表 AB.1 中规定的参数，如果能够获得 ECU 参数，ECU 参数的采样频率应该比 PEMS 记录频率更高以确保正确采样。

表 AB.1 ECU 记录参数

序号	参数	单位
1	环境湿度 <sup>a</sup>	%
2	环境温度	°C 或 K
3	大气压力	kPa
4	车速	km/h
5	排气温度 <sup>a</sup>	°C 或 K
6	发动机冷却液温度	°C 或 K
7	发动机转速	r/min
8	油门踏板位置	%
9	发动机燃油流量 <sup>a</sup>	g/s
10	发动机进气空气流量 <sup>a</sup>	g/s
11	故障指示器状态	-

续表

序号	参数	单位
12	进气温度 <sup>a</sup>	°C
13	排放控制系统再生情况 <sup>a</sup>	-
14	发动机机油温度	°C
15	实际挡位 <sup>a</sup>	#
16	期望的挡位 <sup>a</sup>	#
17	动力电池 SOC <sup>a</sup>	%
18	其他车辆数据	未定义
<sup>a</sup> 如适用。		

安装线缆时应尽可能地避免与车上人员及设备间的干涉。此外，用于通信连接的部件应正确固定在试验车辆的驾驶室内，避免处于过高的温度、湿度或过大的振动。

#### AB.6 电源安装

为满足整套 PEMS 设备的用电需求，建议使用可重复充放电的电池组供电，可使用胶体电池或锂离子电池，电池组的质量应尽可能轻。考虑到排气和噪声的影响，不建议使用发电机作为电源。电池组必须牢固地固定在被测车辆上，建议使用捆扎带将电池组与车辆底盘部件牢固连接。

#### AB.7 气象站安装

应将气象站安装在车外不易受到气流直吹和杂质污染的位置上。气象站中的温度传感器应当远离有可能使其获得外部加热的位置，如避免阳光直晒、发动机排气及其他热气流出口。在选择大气压力传感器的安装位置时，应尽可能地避免气流作用对测量带来的不利影响。

#### AB.8 连接加热采样探头（气体分析仪和 PN 分析仪）

将气体分析仪和 PN 分析仪加热采样管的采样探头与布置在排气流量计管路上的采样口相连接，将加热采样管的气体出口与 PEMS 设备上的进样系统入口相连接。不得改变加热采样探头和采样管的长度，或对其进行改装，这会使整个采样系统的时间延迟发生改变。当采样探头或采样管的长度改变时，应重新校正系统的延迟时间，必要时应予以更正。当将 PEMS 设备的主体部分放置在车内时，建议将采样管从车辆侧窗或后备箱门引入车内。当 PEMS 设备安置在车外时，可采取合理的布置方式固定采样管，应尽可能减少对驾驶员视线的阻碍并降低车辆行驶时的空气阻力。应对加热采样探头采取合理的保温措施，特别是在各管路连接处，包括排气流量计和分析仪的连接处，应避免在采样管路中出现冷点，从而避免由于气体凝结或蒸发带来的测量误差。

#### AB.9 其他连接件的安装

按设备说明书要求，连接其他线缆和管路。连接线缆时，应避免剪线和打结，同时应避免线缆处于拉紧状态，以防止车辆振动等原因造成的车身与设备间相对运动导致的线缆断裂。

PEMS 设备安装完成后，直到 RDE 试验结束，期间需保持 PEMS 安装状态不改变。

附 件 AC  
(规范性附件)  
数据交换和报告要求

### AC.1 总体要求

测试系统与数据分析软件间的数据交换要求,以及数据分析结束后中间及最终结果的报告应满足本附件要求。

### AC.2 符号

下列符号适用于本附录。

$(v \cdot a_{\text{pos}})_k_{[95]}$ ——市区、市郊、高速路段中车速与大于  $0.1 \text{ m/s}^2$  正加速度乘积的第 95 个百分位,  $\text{m}^2/\text{s}^3$  或  $\text{W/kg}$

$\text{RPA}_k$  ——市区、市郊、高速路段的相对正加速度,  $\text{m/s}^2$  或  $\text{kW} \cdot \text{s}/(\text{kg} \times \text{km})$

### AC.3 数据交换及报告格式

#### AC.3.1 一般要求

排放值及一切其他相关参数应以 csv 格式的数据文件予以报告和交换。参数值之间用逗号分隔,其 ASCII 码为#h2C。子参数之间用分号分隔,其 ASCII 码为#h3B。数值的小数点应使用圆点,其 ASCII 码为#h2E。行之间应使用回车符,其 ASCII 码为#h0D #h0A。不应使用千位分隔符。

#### AC.3.2 数据交换

测试系统与数据分析软件之间的数据交换应使用标准报告文件,该报告文件应包含最小的一组强制性及非强制性参数。标准报告文件的结构如下:

- 第 001~197 行应为包含测试条件、测试设备信息、测试设备标定结果等专用信息的表头预留(表 AC.1);
- 第 198~200 行应包含各参数标签及其单位(表 AC.2);
- 第 201 行以后应为数据交换文件的主体,记录具体的报告参数的值。数据交换文件的主体的最小行数应为以秒计的测试间隔乘以以赫兹计的记录频率。

#### AC.3.3 中间及最终结果

应记录表 AC.3 所示的中间参数结果。

应基于附录 D 计算结果并记录在单独的文件中。计算结果应按表 AC.4、AC.5 和 AC.6 所示参数项目分别予以记录。

数据记录文件的表头应包括三部分:

- a) 第 001~095 行应为关于数据分析方法的应用环境预留;
- b) 第 101~195 行应为数据分析结果预留;

c) 第 201~490 行应为最终排放结果的报告预留。

第 501 行以后应为数据报告文件的主体，应当包括数据分析的具体结果。

### AC.3.4 技术报告

应基于中间及最终结果，整理并汇总技术报告。报告应包括但不限于：

- a) 检测车辆基本参数信息；
- b) 测试设备基本信息；
- c) 测试行程基本信息；
- d) 测试有效性校验结果；
- e) 最终的排放测试结果。

## AC.4 技术报告例表

### AC.4.1 数据交换

表 AC.1 数据交换格式

行	参数	单位/说明	示例
1	测试日期	[日, 月, 年]	13,10,2016
2	监管机构	监管机构名称 (如适用)	XXX
3	测试地点	城市 (国家)	北京 (中国)
4	测试机构	测试机构名称	XXX
5	车辆驾驶员	姓名	张三
6	车辆类型	客车, 货车种类	商用车/乘用车
7	车辆生产企业	名称	XXX
8	车辆型号	名称	XXX
9	车辆编号	VIN	AB1JRC2U912345678
10	测试开始时的里程表读数	km	5000
11	测试结束时的里程表读数	km	5124
12	车辆分类	M/N	M <sub>1</sub>
13	型式检验排放阶段	国 6a/国 6b/国 7 等	国 6b
14	发动机型式	点燃式/压燃式	点燃式
15	发动机额定功率	kW	80
16	发动机最大转矩	Nm	185
17	发动机排量	L	1.195
18	传动方式	手动/自动/CVT	CVT
19	前进挡位数	#	—
20	燃料	汽油/柴油/NG 等	汽油
21	润滑油	商品标签	0W20
22	前后轮胎尺寸	宽/高/轮毂直径	前: 195/55/20 后: 195/55/20
23	前后车轴轮胎胎压	Mpa/Mpa	0.25/0.26
24	道路载荷系数	F <sub>0</sub> , F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	60.1/0/704/0.0312 2
25	型式检验循环	WLTC	WLTC
26	型式检验 CO <sub>2</sub> 排放	g/km	139.1
27	低速段 CO <sub>2</sub> 排放	g/km	155.1

续表

行	参数	单位/说明	示例
28	中速段 CO <sub>2</sub> 排放	g/km	124.5
29	高速段 CO <sub>2</sub> 排放	g/km	133.8
30	超高速段 CO <sub>2</sub> 排放	g/km	146.2
31	车辆测试质量 <sup>a</sup>	kg	1 743.1
32	PEMS 生产厂	名称	制造商 01
33	PEMS 类型	PEMS 名称	PEMS Ty01
34	PEMS 序列号	序列号	A1234
35	PEMS 电源	如, 电池类型	锂电池
36	PN 分析仪生产厂	名称	制造商 02
37	PN 分析仪类型	类型	SPN Ty01
38	PN 分析仪序列号	序列号	B1234
39	气体分析仪生产厂	名称	制造商 03
40	气体分析仪类型	类型	IR
41	气体分析仪序列号	序列号	C1234
42	NH <sub>3</sub> /N <sub>2</sub> O 分析仪生产厂	名称	制造商 04
43	NH <sub>3</sub> /N <sub>2</sub> O 分析仪类型	类型	IR
44	NH <sub>3</sub> /N <sub>2</sub> O 分析仪序列号	序列号	D1234
... <sup>b</sup>	... <sup>b</sup>	... <sup>b</sup>	... <sup>b</sup>
45	驱动类型	ICE/NOVC-HEV/OVC-HEV	ICE
46	驱动电机数量	#	0
47	驱动电机型号 (1/2/3...)	—	—
48	驱动电机额定功率 (1/2/3...)	kW	—
49	驱动电机最大转矩 (1/2/3...)	Nm	—
50	REESS 型号	型号	—
51	REESS 标称电压	V	—
52	REESS 标称储能量	kWh	—
53	I 型 CDT 确认循环结束时的 SOC	%	—
54	浸车开始时 REESS 的 SOC	%	—
55	试验开始时 REESS 的 SOC	%	—
56	试验结束时 REESS 的 SOC	%	—
57	车辆浸车时间	h	13
58	试验开始时发动机状态	冷起动/热起动	冷起动
59	驱动型式	两驱/四驱	2WD
60	载荷百分比	%有效载荷偏差百分比	28
61	燃料类型	基准/市售	市售
62	轮胎胎面深度	mm	5
63	车辆寿命	月	6
64	燃油供给方式	直喷/非直喷/混合喷射	直喷
65	车身类型	轿车/SUV	轿车
66	CS 模式 CO <sub>2</sub> 排放 (OVC-HEV)	g/km	—
67	EFM 生产厂 <sup>c</sup>	名称	制造商 05
68	EFM 传感器类型 <sup>c</sup>	工作原理	Pitot
69	EFM 序列号 <sup>c</sup>	序列号	E1234

续表

行	参数	单位/说明	示例
70	排气流量数据来源	EFM/ECU/传感器	EFM
71	空气压力传感器	类型/生产厂	压敏电阻式/制造商 06
72	测试日期	[日, 月, 年]	13,10,2016
73	预测试开始时间	时: 分	15:25
74	车辆行程开始时间	时: 分	15:42
75	后测试开始时间	时: 分	17:28
76	预测试结束时间	时: 分	15:32
77	车辆行程结束时间	时: 分	17:25
78	后测试结束时间	时: 分	17:38
79	浸车最高温度	°C	23.1
80	浸车最低温度	°C	22.3
81	浸车温度完全/部分达到扩展范围	是/否	否
82	驾驶模式	普通/运动/经济/其他	经济
83	REESS 能量状态 (OVC-HEV)	电量增加/电量保持/电量消耗	—
84	主动安全系统关闭情况	无/ESP/ABS/AEB	无
85	启停系统开启情况	开/关/无配置	无配置
86	空调系统	开/关/无配置	关
87	时间修正: THC 偏移	s	2.0
88	时间修正: CH <sub>4</sub> 偏移	s	2.2
89	时间修正: NMHC 偏移	s	-1.2
90	时间修正: O <sub>2</sub> 偏移	s	-2.0
91	时间修正: PN 偏移	s	3.1
92	时间修正: CO 偏移	s	2.1
93	时间修正: CO <sub>2</sub> 偏移	s	2.1
94	时间修正: NO 偏移	s	-1.1
95	时间修正: NO <sub>2</sub> 偏移	s	-1.1
96	时间修正: NH <sub>3</sub> 偏移	s	1.1
97	时间修正: N <sub>2</sub> O 偏移	s	1.2
98	时间修正: 排气流量偏移	s	3.2
99	标定基准值: THC	ppm	
100	标定基准值: CH <sub>4</sub>	ppm	
101	标定基准值: NMHC	ppm	
102	标定基准值: O <sub>2</sub>	%	
103	标定基准值: PN	个/cm <sup>3</sup>	
104	标定基准值: CO	ppm	18 000
105	标定基准值: CO <sub>2</sub>	%	15
106	标定基准值: NO	ppm	4 000
107	标定基准值: NO <sub>2</sub>	ppm	550
108	标定基准值: NH <sub>3</sub>	ppm	
109	标定基准值: N <sub>2</sub> O	ppm	
110	预测试零气响应: THC	ppm	
111	预测试零气响应: CH <sub>4</sub>	ppm	

续表

行	参数	单位/说明	示例
112	预测试零气响应: NMHC	ppm	
113	预测试零气响应: O <sub>2</sub>	%	
114	预测试零气响应: PN	个/cm <sup>3</sup>	
115	预测试零气响应: CO	ppm	0.00
116	预测试零气响应: CO <sub>2</sub>	%	0.00
117	预测试零气响应: NO	ppm	0.03
118	预测试零气响应: NO <sub>2</sub>	ppm	-0.06
119	预测试零气响应: NH <sub>3</sub>	ppm	
120	预测试零气响应: N <sub>2</sub> O	ppm	
121	预测试标准气响应: THC	ppm	
122	预测试标准气响应: CH <sub>4</sub>	ppm	
123	预测试标准气响应: NMHC	ppm	
124	预测试标准气响应: O <sub>2</sub>	%	
125	预测试标准气响应: PN	个/cm <sup>3</sup>	
126	预测试标准气响应: CO	ppm	18 008
127	预测试标准气响应: CO <sub>2</sub>	%	14.8
128	预测试标准气响应: NO	ppm	4 000
129	预测试标准气响应: NO <sub>2</sub>	ppm	549
130	预测试标准气响应: NH <sub>3</sub>	ppm	
131	预测试标准气响应: N <sub>2</sub> O	ppm	
132	后测试零气响应: THC	ppm	
133	后测试零气响应: CH <sub>4</sub>	ppm	
134	后测试零气响应: NMHC	ppm	
135	后测试零气响应: O <sub>2</sub>	%	
136	后测试零气响应: PN	个/cm <sup>3</sup>	
137	后测试零气响应: CO	ppm	0
138	后测试零气响应: CO <sub>2</sub>	%	0
139	后测试零气响应: NO	ppm	0.11
140	后测试零气响应: NO <sub>2</sub>	ppm	0.12
141	后测试零气响应: NH <sub>3</sub>	ppm	
142	后测试零气响应: N <sub>2</sub> O	ppm	
143	后测试标准气响应: THC	ppm	
144	后测试标准气响应: CH <sub>4</sub>	ppm	
145	后测试标准气响应: NMHC	ppm	
146	后测试标准气响应: O <sub>2</sub>	%	
147	后测试标准气响应: PN	个/cm <sup>3</sup>	
148	后测试标准气响应: CO	ppm	18 010
149	后测试标准气响应: CO <sub>2</sub>	%	14.55
150	后测试标准气响应: NO	ppm	4 505
151	后测试标准气响应: NO <sub>2</sub>	ppm	544
152	后测试标准气响应: NH <sub>3</sub>	ppm	
153	后测试标准气响应: N <sub>2</sub> O	ppm	
154	PEMS 验证-THC 结果	mg/km	... <sup>d</sup>

续表

行	参数	单位/说明	示例
155	PEMS 验证-CH <sub>4</sub> 结果	mg/km	... <sup>d</sup>
156	PEMS 验证-NMHC 结果	mg/km	... <sup>d</sup>
157	PEMS 验证-PN 结果	个/km	... <sup>d</sup>
158	PEMS 验证-CO 结果	mg/km	56 <sup>d</sup>
159	PEMS 验证-CO <sub>2</sub> 结果	g/km	2.2 <sup>d</sup>
160	PEMS 验证-NO <sub>x</sub> 结果	mg/km	11.5 <sup>d</sup>
161	PEMS 验证-THC 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
162	PEMS 验证-CH <sub>4</sub> 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
163	PEMS 验证-NMHC 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
164	PEMS 验证-PN 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
165	PEMS 验证-CO 结果	%实验室基准值	2 <sup>d</sup>
166	PEMS 验证-CO <sub>2</sub> 结果	%实验室基准值	3.5 <sup>d</sup>
167	PEMS 验证-NO <sub>x</sub> 结果	%实验室基准值	4.2 <sup>d</sup>
168	PEMS 验证-NO 结果	mg/km	... <sup>d</sup>
169	PEMS 验证-NO <sub>2</sub> 结果	mg/km	... <sup>d</sup>
170	PEMS 验证-NH <sub>3</sub> 结果	mg/km	... <sup>d</sup>
171	PEMS 验证-N <sub>2</sub> O 结果	mg/km	... <sup>d</sup>
172	PEMS 验证-NO 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
173	PEMS 验证-NO <sub>2</sub> 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
174	PEMS 验证-NH <sub>3</sub> 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
175	PEMS 验证-N <sub>2</sub> O 结果	%实验室基准值	... <sup>d</sup>
176	NO <sub>x</sub> 扩展系数	-	0.5
177	PN 扩展系数	-	0.5
178	CO 扩展系数	-	
179	NH <sub>3</sub> 扩展系数	-	
180	排放使用系数 K <sub>i</sub> 应用情况	无/加法/乘法	无
181	排放使用系数 K <sub>i</sub>	数值	—
... <sup>e</sup>	... <sup>e</sup>	... <sup>e</sup>	... <sup>e</sup>

<sup>a</sup>实际道路测试时车辆质量，包括驾驶员质量和 PEMS 系统的质量。  
<sup>b</sup>使用了多组分析仪时，追加其他分析仪生产厂及序列号等其他信息，在完整的数据报告文件中，不应有空白行。  
<sup>c</sup>当排气流量由 EFM 测得时，必须填。  
<sup>d</sup>不是必须进行 PEMS 验证；基于里程的排放由 PEMS 测得；百分号表示与实验室基准值的偏差。  
<sup>e</sup>可在第 197 行前加入其他参数来表征和描述测试。

表 AC.2 数据交换文件的主体

行	198	199 <sup>a</sup>	200	201~ <sup>b</sup>
	时间	行程	s	
	车速 <sup>c</sup>	传感器	km/h	
	车速 <sup>c</sup>	导航系统	km/h	
	车速 <sup>c</sup>	ECU	km/h	
	纬度	导航系统	度：分：秒	
	经度	导航系统	度：分：秒	

续表

行	198	199 <sup>a</sup>	200	201~ <sup>b</sup>
	海拔 <sup>c</sup>	导航系统	m	
	海拔 <sup>c</sup>	传感器	m	
	环境压力	传感器	kPa	
	环境温度	传感器	K	
	环境湿度	传感器	g/kg, %	
	THC 浓度	分析仪	ppm	
	CH <sub>4</sub> 浓度	分析仪	ppm	
	NMHC 浓度	分析仪	ppm	
	CO 浓度	分析仪	ppm	
	CO <sub>2</sub> 浓度	分析仪	ppm	
	NO <sub>x</sub> 浓度	分析仪	ppm	
	NO 浓度	分析仪	ppm	
	NO <sub>2</sub> 浓度	分析仪	ppm	
	O <sub>2</sub> 浓度	分析仪	ppm	
	PN 浓度	分析仪	个/cm <sup>3</sup>	
	NH <sub>3</sub> 浓度	分析仪	ppm	
	N <sub>2</sub> O 浓度	分析仪	ppm	
	排气质量流量	EFM	kg/s	
	EFM 排气温度	EFM	°C	
	排气质量流量	传感器	kg/s	
	排气质量流量	ECU	kg/s	
	THC 质量	分析仪	g/s	
	CH <sub>4</sub> 质量	分析仪	g/s	
	NMHC 质量	分析仪	g/s	
	CO 质量	分析仪	g/s	
	CO <sub>2</sub> 质量	分析仪	g/s	
	NO <sub>x</sub> 质量	分析仪	g/s	
	NO 质量	分析仪	g/s	
	NO <sub>2</sub> 质量	分析仪	g/s	
	O <sub>2</sub> 质量	分析仪	g/s	
	PN	分析仪	个/s	
	NH <sub>3</sub> 质量	分析仪	g/s	
	N <sub>2</sub> O 质量	分析仪	g/s	
	气体测试状态	PEMS	开启/关闭/故障	
	发动机转速	ECU	rpm	
	发动机转矩	ECU	Nm	
	驱动轴转矩	传感器	Nm	
	车轮转速	传感器	rad/s	
	燃油消耗率	ECU	g/s	
	发动机燃油流量	ECU	g/s	
	发动机进气流量	ECU	g/s	
	冷却液温度	ECU	K 或 °C	
	机油温度	ECU	K 或 °C	

续表

行	198	199 <sup>a</sup>	200	201~ <sup>b</sup>
	再生状态	ECU	—	
	油门踏板位置	ECU	%	
	故障指示器状态	ECU	1: 故障; 0: 正常。	
	转矩百分比	ECU	%	
	摩擦转矩百分比	ECU	%	
	荷电状态 (SOC)	ECU	%	
	REESS 电压	ECU	V	
	REESS 电流	ECU	A	
	... <sup>d</sup>	... <sup>d</sup>	... <sup>d</sup>	
<sup>a</sup> 如果第 198 行包含这一列参数, 则可省略。 <sup>b</sup> 自第 201 行至数据最后包含的实际值。 <sup>c</sup> 应使用至少一种方法得到。 <sup>d</sup> 可加入其他参数来表征和描述测试。				

## AC.4.2 中间及最终结果

## AC.4.2.1 中间结果

表 AC.3 报告文件#1——中间结果汇总参数

行	参数	说明/单位
1	总试验里程	km
2	总试验时间	h:min:s
3	总车辆停留时间	min:s
4	试验平均速度	km/h
5	试验最高速度	km/h
6	平均 THC 浓度	ppm
7	平均 CH <sub>4</sub> 浓度	ppm
8	平均 NMHC 浓度	ppm
9	平均 CO 浓度	ppm
10	平均 CO <sub>2</sub> 浓度	ppm
11	平均 NO 浓度	ppm
12	平均 NO <sub>2</sub> 浓度	ppm
13	平均 NO <sub>x</sub> 浓度	ppm
14	平均 PN 浓度	个/cm <sup>3</sup>
15	平均 NH <sub>3</sub> 浓度	ppm
16	平均 N <sub>2</sub> O 浓度	ppm
17	平均排气质量流量	kg/s
18	平均排气温度	K
19	最大排气温度	K
20	累计 THC 质量	g
21	累计 CH <sub>4</sub> 质量	g
22	累计 NMHC 质量	g

续表

行	参数	说明/单位
23	累计 CO 质量	g
24	累计 CO <sub>2</sub> 质量	g
25	累计 NO 质量	g
26	累计 NO <sub>2</sub> 质量	g
27	累计 NO <sub>x</sub> 质量	g
28	累计 PN	个
29	累计 NH <sub>3</sub> 质量	g
30	累计 N <sub>2</sub> O 质量	g
31	试验总 THC 排放	mg/km
32	试验总 CH <sub>4</sub> 排放	mg/km
33	试验总 NMHC 排放	mg/km
34	试验总 CO 排放	mg/km
35	试验总 CO <sub>2</sub> 排放	g/km
36	试验总 NO 排放	mg/km
37	试验总 NO <sub>2</sub> 排放	mg/km
38	试验总 NO <sub>x</sub> 排放	mg/km
39	试验总 PN 排放	个/km
40	试验总 NH <sub>3</sub> 排放	mg/km
41	试验总 N <sub>2</sub> O 排放	mg/km
42	市区里程	km
43	市区时间	h:min:s
44	市区车辆停留时间	min:s
45	市区平均速度	km/h
46	市区最大速度	km/h
47	市区平均 THC 浓度	ppm
48	市区平均 CH <sub>4</sub> 浓度	ppm
49	市区平均 NMHC 浓度	ppm
50	市区平均 CO 浓度	ppm
51	市区平均 CO <sub>2</sub> 浓度	ppm
52	市区平均 NO 浓度	ppm
53	市区平均 NO <sub>2</sub> 浓度	ppm
54	市区平均 NO <sub>x</sub> 浓度	ppm
55	市区平均 PN 浓度	个/cm <sup>3</sup>
56	市区平均 NH <sub>3</sub> 浓度	ppm
57	市区平均 N <sub>2</sub> O 浓度	ppm
58	市区平均排气质量流量	kg/s
59	市区平均排气温度	K
60	市区最大排气温度	K
61	市区累计 THC 质量	g
62	市区累计 CH <sub>4</sub> 质量	g
63	市区累计 NMHC 质量	g
64	市区累计 CO 质量	g
65	市区累计 CO <sub>2</sub> 质量	g

续表

行	参数	说明/单位
66	市区累计 NO 质量	g
67	市区累计 NO <sub>2</sub> 质量	g
68	市区累计 NO <sub>x</sub> 质量	g
69	市区累计 PN	个
70	市区累计 NH <sub>3</sub> 质量	g
71	市区累计 N <sub>2</sub> O 质量	g
72	市区总 THC 排放	mg/km
73	市区总 CH <sub>4</sub> 排放	mg/km
74	市区总 NMHC 排放	mg/km
75	市区总 CO 排放	mg/km
76	市区总 CO <sub>2</sub> 排放	g/km
77	市区总 NO 排放	mg/km
78	市区总 NO <sub>2</sub> 排放	mg/km
79	市区总 NO <sub>x</sub> 排放	mg/km
80	市区总 PN 排放	个/km
81	市区总 NH <sub>3</sub> 排放	mg/km
82	市区总 N <sub>2</sub> O 排放	mg/km
83	市郊里程	km
84	市郊时间	h:min:s
85	市郊车辆停留时间	min:s
86	市郊平均速度	km/h
87	市郊最大速度	km/h
88	市郊平均 THC 浓度	ppm
89	市郊平均 CH <sub>4</sub> 浓度	ppm
90	市郊平均 NMHC 浓度	ppm
91	市郊平均 CO 浓度	ppm
92	市郊平均 CO <sub>2</sub> 浓度	ppm
93	市郊平均 NO 浓度	ppm
94	市郊平均 NO <sub>2</sub> 浓度	ppm
95	市郊平均 NO <sub>x</sub> 浓度	ppm
96	市郊平均 PN 浓度	个/cm <sup>3</sup>
97	市郊平均 NH <sub>3</sub> 浓度	ppm
98	市郊平均 N <sub>2</sub> O 浓度	ppm
99	市郊平均排气质量流量	kg/s
100	市郊平均排气温度	K
101	市郊最大排气温度	K
102	市郊累计 THC 质量	g
103	市郊累计 CH <sub>4</sub> 质量	g
104	市郊累计 NMHC 质量	g
105	市郊累计 CO 质量	g
106	市郊累计 CO <sub>2</sub> 质量	g
107	市郊累计 NO 质量	g
108	市郊累计 NO <sub>2</sub> 质量	g

续表

行	参数	说明/单位
109	市郊累计 NO <sub>x</sub> 质量	g
110	市郊累计 PN	个
111	市郊累计 NH <sub>3</sub> 质量	g
112	市郊累计 N <sub>2</sub> O 质量	g
113	市郊总 THC 排放	mg/km
114	市郊总 CH <sub>4</sub> 排放	mg/km
115	市郊总 NMHC 排放	mg/km
116	市郊总 CO 排放	mg/km
117	市郊总 CO <sub>2</sub> 排放	g/km
118	市郊总 NO 排放	mg/km
119	市郊总 NO <sub>2</sub> 排放	mg/km
120	市郊总 NO <sub>x</sub> 排放	mg/km
121	市郊总 PN 排放	个/km
122	市郊总 NH <sub>3</sub> 排放	mg/km
123	市郊总 N <sub>2</sub> O 排放	mg/km
124	高速里程	km
125	高速时间	h:min:s
126	高速车辆停留时间	min:s
127	高速平均速度	km/h
128	高速最大速度	km/h
129	高速平均 THC 浓度	ppm
130	高速平均 CH <sub>4</sub> 浓度	ppm
131	高速平均 NMHC 浓度	ppm
132	高速平均 CO 浓度	ppm
133	高速平均 CO <sub>2</sub> 浓度	ppm
134	高速平均 NO 浓度	ppm
135	高速平均 NO <sub>2</sub> 浓度	ppm
136	高速平均 NO <sub>x</sub> 浓度	ppm
137	高速平均 PN 浓度	个/cm <sup>3</sup>
138	高速平均 NH <sub>3</sub> 浓度	ppm
139	高速平均 N <sub>2</sub> O 浓度	ppm
140	高速平均排气质量流量	kg/s
141	高速平均排气温度	K
142	高速最大排气温度	K
143	高速累计 THC 质量	g
144	高速累计 CH <sub>4</sub> 质量	g
145	高速累计 NMHC 质量	g
146	高速累计 CO 质量	g
147	高速累计 CO <sub>2</sub> 质量	g
148	高速累计 NO 质量	g
149	高速累计 NO <sub>2</sub> 质量	g
150	高速累计 NO <sub>x</sub> 质量	g
151	高速累计 PN	个

续表

行	参数	说明/单位
152	高速累计 NH <sub>3</sub> 质量	g
153	高速累计 N <sub>2</sub> O 质量	g
154	高速总 THC 排放	mg/km
155	高速总 CH <sub>4</sub> 排放	mg/km
156	高速总 NMHC 排放	mg/km
157	高速总 CO 排放	mg/km
158	高速总 CO <sub>2</sub> 排放	g/km
159	高速总 NO 排放	mg/km
160	高速总 NO <sub>2</sub> 排放	mg/km
161	高速总 NO <sub>x</sub> 排放	mg/km
162	高速总 PN 排放	个/km
163	高速总 NH <sub>3</sub> 排放	mg/km
164	高速总 N <sub>2</sub> O 排放	mg/km
165	试验累计 REESS 的 SOC 变化	%
... <sup>a</sup>	... <sup>a</sup>	... <sup>a</sup>

<sup>a</sup>可加入其他参数来表征和描述测试。

## AC.4.2.2 数据分析结果

表 AC.4 报告文件#2 表头—数据分析方法的应用环境

行	参数	说明/单位
1	预留	
2	预留	
3	预留	
4	预留	
5	预留	
6	预留	
7	预留	
8	预留	
9	预留	
10	预留	
11	计算软件及其版本	
12	预留	
13	预留	
... <sup>a</sup>	... <sup>a</sup>	... <sup>a</sup>

<sup>a</sup>可在第 95 行前加入其他参数来表征和描述测试。

表 AC.5a 报告文件#2 表头—数据分析结果

行	参数	说明/单位
101	预留	

续表

行	参数	说明/单位
102	预留	
103	预留	
104	预留	
105	预留	
106	预留	
107	预留	
108	预留	
109	预留	
110	预留	
111	预留	
112	预留	
113	预留	
114	预留	
115	预留	
116	预留	
117	预留	
118	预留	
119	预留	
120	预留	
121	预留	
122	预留	
123	预留	
124	预留	
... <sup>a</sup>	... <sup>a</sup>	... <sup>a</sup>

<sup>a</sup>可在第 195 行前加入其他参数来表征和描述测试。

表 AC.5b 报告文件#2 表头—最终排放结果

行	参数	说明/单位
201	全程 THC 排放	mg/km
202	全程 CH <sub>4</sub> 排放	mg/km
203	全程 NMHC 排放	mg/km
204	全程 CO 排放	mg/km
205	全程 NO <sub>x</sub> 排放	mg/km
206	全程 PN	个/km
207	全程 CO <sub>2</sub> 排放	g/km
208	全程 NO 排放	mg/km
209	全程 NO <sub>2</sub> 排放	mg/km
210	全程 NH <sub>3</sub> 排放	mg/km
211	全程 N <sub>2</sub> O 排放	mg/km
212	市区 THC 排放	mg/km
213	市区 CH <sub>4</sub> 排放	mg/km
214	市区 NMHC 排放	mg/km



## AC.4.3 技术报告

表 AC.7 测试结果

组分	累计质量	单位	累计排放	单位	平均浓度	单位
市区	THC	g		mg/km		ppm
	CH <sub>4</sub>	g		mg/km		ppm
	NMHC	g		mg/km		ppm
	CO	g		mg/km		ppm
	CO <sub>2</sub>	g		g/km		ppm
	NO <sub>x</sub>	g		mg/km		ppm
	NO <sub>x</sub> _Corre	g		mg/km		ppm
	NH <sub>3</sub>	g		mg/km		ppm
	N <sub>2</sub> O	g		mg/km		ppm
	PM	g		g/km		mg/cm <sup>3</sup>
	PN	个		个/km		个/cm <sup>3</sup>
总行程	THC	g		mg/km		ppm
	CH <sub>4</sub>	g		mg/km		ppm
	NMHC	g		mg/km		ppm
	CO	g		mg/km		ppm
	CO <sub>2</sub>	g		g/km		ppm
	NO <sub>x</sub>	g		mg/km		ppm
	NO <sub>x</sub> _Corre	g		mg/km		ppm
	NH <sub>3</sub>	g		mg/km		ppm
	N <sub>2</sub> O	g		mg/km		ppm
	PM	g		g/km		mg/cm <sup>3</sup>
	PN	个		个/km		个/cm <sup>3</sup>

注：上述检验结果为最终结果，已经过扩展系数（ext.）和周期再生系数（K<sub>r</sub>，仅周期再生车辆）修正。

表 AC.8 测试基本条件

测试内容	示例
检验用燃料	市售燃油，基准燃油
检验时间	20XX-01-01
检验人员	张三
相对湿度(%)	50.3
试验温度(°C)	23.3
试验海拔(m)	305.1
检验城市	北京
试验路线描述	参见表 AC.9 测试行程信息
试验开始时发动机状态	热起动，冷起动
驾驶模式	普通模式经济模式，运动模式
REESS 能量状态 (OVC-HEV)	电量增加，电量保持，电量消耗
主动安全系统关闭情况	无/ESP/ABS/AEB
启停系统开启情况	开/关/无配置
空调系统开启情况	开/关/无配置
其他附属设备和功能开启情况	座椅通风开启，方向盘加热开启，大灯开启等。

表 AC.9 测试行程信息

行程比例校验								
项目	平均车速	单位	行驶时长	单位	行驶距离	单位	距离比例	单位
市区		km/h		min:s		km		%
市郊		km/h		min:s		km		%
高速		km/h		min:s		km		%
总计		km/h		min:s		km	100	%
(备注栏, 若有备注请添加。)								
停车阶段信息								
项目	数量	单位	数量	单位				
停车总时长		min:s	停车时长比例	%				
最长停车时间		s	停车次数	#				
行程动力学特性校验								
项目	正加速度 $a_i > 0.1 \text{ m/s}^2$ 个数	单位	$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-95}$	$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-95}$ 限值	单位	RPA <sub>k</sub>	RPA <sub>k</sub> 限值	单位
市区		#			$\text{m}^2/\text{s}^3$			$\text{m}/\text{s}^2$
市郊		#			$\text{m}^2/\text{s}^3$			$\text{m}/\text{s}^2$
高速		#			$\text{m}^2/\text{s}^3$			$\text{m}/\text{s}^2$
(备注栏, 若有备注请添加。)								
 <p>描述实际测试路线的示意图</p>								

表 AC.10 海拔校验结果

海拔校验					
项目	数值	单位	项目	数值	单位
初始海拔高度		m	累计正海拔高度增加量 (全行程)		m/100 km
结束海拔高度		m	累计正海拔高度增加量 (市区)		m/100 km
最大海拔高度		m	初始点测得海拔高度和地图海拔高度差值		m
平均海拔高度		m	初始点与结束点海拔高度差值		m
(备注栏, 若有备注请添加。)					

表 AC.11 检测仪器设备信息

序号	仪器、设备名称	设备型号	设备编号	检定/校准有效期
1				
2				
3				
4				
5				
6				
...				



附 录 B  
(规范性附录)  
行程动力学状态校验方法

### B.1 总体要求

本附录规定了校验各行程动力学特性的计算程序，以确定市区、市郊和高速路段行驶过程中全部动力学特性是否过度或不足。

### B.2 符号

下列符号适用于本附录。

RPA	相对正加速度
T4253	表示 4253 数字滤波器
( <i>i</i> )	指数，指时间步长
( <i>j</i> )	指数，指正加速度数据集合的时间步长
( <i>k</i> )	指数，指类别 (t=全部; u=市区; r=市郊; m=高速路段)
<i>a</i>	加速度, $\text{m/s}^2$
<i>a<sub>i</sub></i>	时间步长 <i>i</i> 的加速度, $\text{m/s}^2$
<i>a<sub>pos</sub></i>	大于 $0.1 \text{ m/s}^2$ 的正加速度, $\text{m/s}^2$
<i>a<sub>pos,i,k</sub></i>	考虑市区、市郊及高速路段, 时间步长 <i>i</i> 中大于 $0.1 \text{ m/s}^2$ 的正加速度, $\text{m/s}^2$
<i>a<sub>res</sub></i>	加速度分辨率, $\text{m/s}^2$
<i>d<sub>i</sub></i>	时间步长 <i>i</i> 内的行驶距离, m
<i>d<sub>i,k</sub></i>	考虑市区、市郊及高速路段, 时间步长 <i>i</i> 中覆盖的距离, m
<i>M<sub>k</sub></i>	正加速度大于 $0.1 \text{ m/s}^2$ 的市区、市郊及高速路段的样本数
<i>N<sub>k</sub></i>	市区、市郊、高速路段和全部行程的样本总数
<i>RPA<sub>k</sub></i>	市区、市郊、高速路段的相对正加速度, $\text{m/s}^2$ 或 $\text{kW} \cdot \text{s} / (\text{kg} \times \text{km})$
<i>t<sub>k</sub></i>	市区、市郊、高速路段及全部行程的持续时间, s
<i>v</i>	车速, km/h
<i>v<sub>i</sub></i>	时间步长 <i>i</i> 的实际车速, km/h
<i>v<sub>i,k</sub></i>	考虑市区、市郊及高速路段, 时间步长 <i>i</i> 中的实际车速, km/h
( <i>v</i> · <i>a</i> ) <sub><i>i</i></sub>	时间步长 <i>i</i> 中实际车速乘以加速度, $\text{m}^2/\text{s}^3$ 或 $\text{W/kg}$
( <i>v</i> · <i>a<sub>pos</sub></i> ) <sub><i>j,k</i></sub>	市区、市郊及高速路段, 时间步长 <i>j</i> 中的实际车速与大于 $0.1 \text{ m/s}^2$ 的正加速度的乘积, $\text{m}^2/\text{s}^3$ 或 $\text{W/kg}$
( <i>v</i> · <i>a<sub>pos</sub></i> ) <sub><i>k</i></sub> [95]	市区、市郊、高速路段中车速与大于 $0.1 \text{ m/s}^2$ 正加速度乘积的第 95 个百分位, $\text{m}^2/\text{s}^3$ 或 $\text{W/kg}$
$\bar{v}_k$	市区、市郊、高速路段的平均车速, km/h

### B.3 行程指示器

#### B.3.1 计算

##### B.3.1.1 数据预处理

用于计算加速度、 $v \cdot a_{\text{pos}}$  和 RPA 等动力学参数的车速信号，应使用 1 Hz 采样频率且在 3 km/h 以上的所有车速条件下具有不低于 0.1% 的精确度。使用不同传感器分别测量加速度和车速时，加速度的采样频率为 1 Hz、精确度不低于  $0.01 \text{ m/s}^2$ ，用于计算  $v \cdot a_{\text{pos}}$  的车速信号精确度应不低于 0.1 km/h。

应检查所记录速度数据中的错误或不合理部分，这部分的速度特征为间歇、阶跃、呈梯级速度轨迹或数值缺失。对短时间不合理部分可以进行修正，例如可以通过对速度信号的差值计算，或者根据其他参考信号进行修正。作为一种可选的替代方法也可以将包含不合理数据部分的短行程在后续的数据分析中剔除。然后按升序排列加速度数值，以确定加速度分辨率  $a_{\text{res}}$ ， $a_{\text{res}}$  为大于 0 的最小加速度值。

如果  $a_{\text{res}} \leq 0.01 \text{ m/s}^2$ ，说明车速的测量精度满足要求。

如果  $a_{\text{res}} > 0.01 \text{ m/s}^2$ ，应该使用 T4253 汉宁窗（Hanning）滤波器对试验数据进行滤波处理。

T4253 汉宁窗的计算过程如下：

- a) 以连续 4 个速度点的中位数重组序列；
- b) 在上述新序列的基础上，以两个速度点的中位数重组序列；
- c) 在 b) 的序列的基础上以连续 5 个速度点的中位数重组序列；
- d) 在 c) 的基础上，以连续 3 个速度点的中位数重组获得一组新的序列。

对 d) 中获得的序列以汉宁窗进行加权移动平均获得一组新的速度序列，计算该序列与原始数据序列之差获得残差序列，对该残差序列重复进行前述 T4253 移动平均计算，获得新的残差值序列，并把这新的残差序列与 d) 中的速度序列相加，重新得到经过滤波处理后的校正速度曲线。

校正速度曲线是后续计算以及 B.3.1.2 中描述的对数据进行分组的基础。

##### B.3.1.2 计算距离、加速度及 $v \cdot a$

按照公式 (B.1) 计算每个数据样本的距离增量：

$$d_i = v_i / 3.6, \quad i = 1 \sim N_t \quad (\text{B.1})$$

式中： $d_i$ ——时间步长  $i$  行驶的距离，m；

$v_i$ ——时间步长  $i$  的实际车速，km/h；

$N_t$ ——样本总数。

按照公式 (B.2) 计算加速度：

$$a_i = (v_{i+1} - v_{i-1}) / (2 \times 3.6), \quad i = 1 \sim N_t \quad (\text{B.2})$$

式中： $a_i$ ——时间步长  $i$  中的加速度， $\text{m/s}^2$ ； $i = 1, v_{i-1} = 0; i = N_t, v_{i+1} = 0$ ；

$N_t$ ——样本总数。

按照公式 (B.3) 计算车速与加速度的乘积：

$$(v \cdot a)_i = v_i \cdot a_i / 3.6, \quad i = 1 \sim N_t \quad (\text{B.3})$$

式中： $(v \cdot a)_i$ ——时间步长  $i$  中实际车速与加速度的乘积， $\text{m}^2/\text{s}^3$  或  $\text{W/kg}$ ；

$v_i$ ——时间步长  $i$  的实际车速，km/h；

$a_i$ ——时间步长  $i$  中的加速度， $\text{m/s}^2$ ；  
 $N_r$ ——样本总数。

### B.3.1.3 对数据结果进行分组

完成  $a_i$  和  $(v \cdot a)_i$  的计算后，按照车速升序排列  $v_i$ ,  $d_i$ ,  $a_i$ ,  $(v \cdot a)_i$  的值。

所有  $v_i \leq 60 \text{ km/h}$  的数据集合属于“市区”速度组，所有  $60 \text{ km/h} < v_i \leq 90 \text{ km/h}$  的数据集合属于“市郊”速度组，所有  $v_i > 90 \text{ km/h}$  的数据集合属于“高速路段”速度组。

在每个速度组中，加速度值  $a_i > 0.1 \text{ m/s}^2$  的数据集合数量不应小于 150 个。

在每个速度组中，按照公式 (B.4) 计算速度组中的平均车速  $\bar{v}_k$ 。

$$\bar{v}_k = \left( \sum_i v_{i,k} \right) / N_k, \quad i=1 \sim N_k, \quad k=u, r, m \quad (\text{B.4})$$

式中： $\bar{v}_k$ ——平均车速；

$N_k$ ——市区、市郊、高速路段中的数据样本总数。

### B.3.1.4 计算每个速度组中的 $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k\_}[95]$

按照下列步骤计算每个速度组中  $v \cdot a_{\text{pos}}$  的第 95 个百分位。

对  $a_{i,k} > 0.1 \text{ m/s}^2$  按下列方式将百分位数值赋值给  $a_{i,k} > 0.1 \text{ m/s}^2$  的  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$  值：最低  $v \cdot a_{\text{pos}}$  值的百分位为  $1/M_k$ ，第二低值的百分位为  $2/M_k$ ，第三低值的百分位为  $3/M_k$ ，最大值的百分位为  $M_k/M_k=100\%$ 。  
 $(v \cdot a_{\text{pos}})_{95\%}$  为  $j/M_k=95\%$  的  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$  值，如果不能刚好满足  $j/M_k=95\%$ ，应通过对连续样本  $j$  ( $j/M_k < 95\%$ ) 及  $j+1$  ( $(j+1)/M_k > 95\%$ ) 的  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$  之间的线性差值计算  $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k\_}[95]$ 。

按照公式 (B.5) 计算每个速度组的相对正加速度：

$$\text{RPA}_k = \sum_j (\Delta t \cdot (v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}) / \sum_i d_{i,k}, \quad j=1 \sim M_k, \quad i=1 \sim N_k, \quad k=u, r, m \quad (\text{B.5})$$

式中： $\text{RPA}_k$ ——市区、市郊、高速路段的相对正加速度， $\text{m/s}^2$  或  $\text{kW} \cdot \text{s} / (\text{kg} \times \text{km})$ ；

$\Delta t$ ——1 秒；

$M_k$ ——具有正加速度的市区、市郊、高速路段的样本数；

$N_k$ ——市区、市郊、高速路段的样本总数。

## B.4 验证行程的有效性

### B.4.1 验证每个速度组中的 $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k\_}[95]$ ( $v$ 的单位为 $\text{km/h}$ )

如果  $\bar{v}_k \leq 74.6 \text{ km/h}$ ，并且： $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k\_}[95] > (0.136 \cdot \bar{v}_k + 14.44)$ ，行程无效。

如果  $\bar{v}_k > 74.6 \text{ km/h}$ ，并且： $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k\_}[95] > (0.0742 \cdot \bar{v}_k + 18.966)$ ，行程无效。

### B.4.2 验证每个速度组中的 RPA

如果  $\bar{v}_k \leq 94.05 \text{ km/h}$ ，并且  $\text{RPA}_k < (-0.0016 \cdot \bar{v}_k + 0.1755)$ ，行程无效。

如果  $\bar{v}_k > 94.05 \text{ km/h}$ ，并且  $\text{RPA}_k < 0.025$ ，行程无效。

附录 C  
(规范性附录)

行程累计正海拔高度增加量的计算程序

### C.1 总体要求

本附录规定了 RDE 测试行程中的累计正海拔高度增加量的计算方法和程序。

### C.2 符号

下列符号适用于本附录。

$d(0)$	行程开始时的距离, m
$d$	在所考虑离散路径点的累计已行驶距离, m
$d_0$	刚好在相应路径点 $d$ 之前测量的累计已行驶距离, m
$d_1$	刚好在相应路径点 $d$ 之后测量的累计已行驶距离, m
$d_a$	$d(0)$ [m]处的参照路径点
$d_e$	最后一个离散路径点之前的累计已行驶距离, m
$d_i$	瞬时距离, m
$d_{tot}$	总测试距离, m
$h(0)$	行程开始时数据质量筛选和原则核实之后的车辆海拔高度, m
$h(t)$	在 $t$ 点实施数据质量筛选和原则核实之后的车辆海拔高度, m
$h(d)$	在路径点 $d$ 的车辆海拔高度, m
$h(t-1)$	在 $t-1$ 点实施数据质量筛选和原则核实之后的车辆海拔高度, m
$h_{corr}(0)$	刚好在相应路径点 $d$ 之前的校正海拔高度, m
$h_{corr}(1)$	刚好在相应路径点 $d$ 之后的校正海拔高度, m
$h_{corr}(t)$	在数据点 $t$ 的校正瞬时车辆海拔高度, m
$h_{corr}(t-1)$	在数据点 $t-1$ 的校正瞬时车辆海拔高度, m
$h_{Gi}$	用 PEMS 设备测量的瞬时车辆海拔高度, m
$h_G(t)$	在数据点 $t$ 用 PEMS 设备测量的瞬时车辆海拔高度, m
$h_{int}(d)$	在所考虑离散路径点 $d$ 的插补海拔高度, m
$h_{int,sm,1}(d)$	在所考虑离散路径点 $d$ 实施第一次平整运行之后的光滑后的海拔高度, m
$h_{map}(t)$	在数据点 $t$ 基于等高线地形图的车辆海拔高度, m
$road_{grade,1}(d)$	第一次光滑处理后在所考虑离散路径点 $d$ 处的道路坡度, m/m
$road_{grade,2}(d)$	第二次光滑处理后在所考虑离散路径点 $d$ 处的道路坡度, m/m
$t$	自测试开始起经历的时间, s
$t_0$	相应路径点 $d$ 之前时已经历的测量时间, s
$v_i$	瞬时车辆速度, km/h
$v(t)$	在数据点 $t$ 的车辆速度, km/h

### C.3 通用要求

应根据下列 3 个参数确定实际行驶排放测试行程中的累计正海拔高度增加量：

- a) 用 PEMS 设备测量的瞬时车辆海拔高度  $h_{Gi}$ , m;
- b) 以 1 Hz 频率记录的车辆速度  $v_i$ , km/h;
- c) 从测试开始起经历时间  $t$ , s。

### C.4 计算累计海拔高度增加量

#### C.4.1 通用规定

按以下三个步骤计算实际行驶排放测试中行程的累计海拔高度增加量：

- a) 对实测数据进行初步筛选和校正；
- b) 进行瞬时车辆海拔高度数据校正；
- c) 计算累计海拔高度增加量。

#### C.4.2 数据质量的筛选和原则核实

应检查瞬时车辆速度数据的完整性，如果数据完整性满足附录 D.7 的规定要求，允许对缺失的数据进行校正，否则判断测试结果无效。应检查瞬时海拔高度数据的完整性，对缺失的数据可以进行插值补充。根据等高线地形图检验插值数据的正确性。如果实际测量的海拔高度满足下列要求，应对原始数据进行插值校正：

当  $|h_G(t) - h_{map}(t)| > 40$  m 时，应进行海拔高度校正， $h(t) = h_{map}(t)$

其中： $h(t)$ 为数据点  $t$  处进行数据筛选和校正后的车辆海拔高度，m； $h_G(t)$  为在数据点  $t$  处用 PEMS 设备测量得到的瞬时车辆海拔高度，m； $h_{map}(t)$ 为数据点  $t$  处基于等高线地形图的车辆海拔高度，m。

#### C.4.3 瞬时车辆海拔高度数据的校正

根据导航系统获得的行程开始时  $d(0)$  处的海拔高度  $h(0)$ ，应该用等高线地形图信息进行校正，二者的偏差不应大于 40 米。

行程中的海拔高度数据  $h(t)$  如果满足公式 (C.1) 要求：

$$|h(t) - h(t-1)| > (v(t)/3.6 \times \sin 45^\circ) \quad (\text{C.1})$$

则需要对海拔高度按照公式 (C.2) 进行校正：

$$h_{corr}(t) = h_{corr}(t-1) \quad (\text{C.2})$$

式中： $h(t)$  ——在数据点  $t$  进行数据质量筛选和校正后的车辆海拔高度，m；  
 $h(t-1)$  ——在数据点  $t-1$  进行数据质量筛选和校正后的车辆海拔高度，m；  
 $v(t)$  ——在数据点  $t$  的车辆速度，km/h；  
 $h_{corr}(t)$  ——在数据点  $t$  的校正后的瞬时车辆海拔高度，m；  
 $h_{corr}(t-1)$  ——在数据点  $t-1$  的校正后的瞬时车辆海拔高度，m。

完成数据校正后获得海拔高度的有效数据集，随后用该有效数据集在 C.4.4 中计算累计正海拔高度增加量。

#### C.4.4 计算累计正海拔高度增加量

##### C.4.4.1 建立统一空间分辨率

车辆总行驶距离  $d_{tot}$ [m] 应为瞬时距离  $d_i$  之和, 按照公式 (C.3) 计算瞬时距离  $d_i$ :

$$d_i = \frac{v_i}{3.6} \quad (\text{C.3})$$

式中:  $d_i$  ——瞬时距离, m;

$v_i$  ——瞬时车辆速度, km/h。

累计海拔高度增加量从行程开始时的第一个测量值  $d(0)$  开始, 以不变的空间分辨率 1 m 进行计算, 分辨率为 1 m 的离散数据点是指由特定距离值  $d$  (例如 0 m、1 m、2 m、3 m、……) 及其对应的海拔高度  $h(d)$ [m] 表征的路径点。

根据公式 (C.4) 插值瞬时海拔高度  $h_{corr}(t)$  计算每个离散路径点  $d$  处的海拔高度:

$$h_{int}(d) = h_{corr}(0) + \frac{h_{corr}(1) - h_{corr}(0)}{d_1 - d_0} \times (d - d_0) \quad (\text{C.4})$$

式中:  $h_{int}(d)$  ——所考虑的离散路径点  $d$  处的插值海拔高度, m;

$h_{corr}(0)$  ——路径点  $d$  之前的校正海拔高度, m;

$h_{corr}(1)$  ——路径点  $d$  之后的校正海拔高度, m;

$d$  ——离散路径点  $d$  之前的累计行驶距离, m;

$d_0$  ——在路径点  $d$  之前测量的累计行驶距离, m;

$d_1$  ——在路径点  $d$  之后测量的累计行驶距离, m。

##### C.4.4.2 附加数据的光滑处理

对每个离散路径点获得的高度数据分两个步骤来进行光滑处理:  $d_a$  和  $d_e$  分别表示第一个和最后一个数据点 (图 C.1), 按照公式 (C.5) ~ 公式 (C.9) 进行第一次光滑处理:

如果  $d \leq 200$  m,

$$road_{grade,1}(d) = \frac{h_{int}(d+200) - h_{int}(d_a)}{(d+200)} \quad (\text{C.5})$$

如果  $200 \text{ m} < d < d_e - 200 \text{ m}$ ,

$$road_{grade,1}(d) = \frac{h_{int}(d+200) - h_{int}(d-200)}{(d+200) - (d-200)} \quad (\text{C.6})$$

如果  $d \geq d_e - 200 \text{ m}$ ,

$$road_{grade,1}(d) = \frac{h_{int}(d_e) - h_{int}(d-200)}{d_e - (d-200)} \quad (\text{C.7})$$

$$h_{int,sm,1}(d) = h_{int,sm,1}(d-1) + road_{grade,1}(d), \quad d = d_a \text{ 至 } d_e \quad (\text{C.8})$$

$$h_{int,sm,1}(d_a) = h_{int}(d_a) + road_{grade,1}(d_a) \quad (\text{C.9})$$

式中:  $road_{grade,1}(d)$  ——第一次光滑处理后, 离散路径点处的道路坡度, m/m;

$h_{int}(d)$  ——离散路径点  $d$  的插值高度, m;

$h_{int,sm,1}(d)$  ——离散路径点  $d$  实施第一次光滑处理之后的插值海拔高度, m;

- $d$  ——离散路径点的累计行驶距离, m;
- $d_a$  ——0 m 距离处的参照路径点;
- $d_e$  ——最后一个离散路径点之前的累计行驶距离, m。

第二次光滑按照公式 (C.10) ~ 公式 (C.12) 进行:

如果  $d \leq 200$  m,

$$road_{grade,2}(d) = \frac{h_{int,sm,1}(d+200) - h_{int,sm,1}(d_a)}{(d+200)} \quad (C.10)$$

如果  $200 \text{ m} < d < d_e - 200 \text{ m}$ ,

$$road_{grade,2}(d) = \frac{h_{int,sm,1}(d+200) - h_{int,sm,1}(d-200)}{(d+200) - (d-200)} \quad (C.11)$$

如果  $d \geq d_e - 200 \text{ m}$ ,

$$road_{grade,2}(d) = \frac{h_{int,sm,1}(d_e) - h_{int,sm,1}(d-200)}{d_e - (d-200)} \quad (C.12)$$

- 式中:  $road_{grade,2}(d)$  ——第二次光滑处理后, 离散路径点  $d$  处的道路坡度, m/m;  
 $h_{int,sm,1}(d)$  ——离散路径点  $d$  处进行第一次光滑处理之后的插值海拔高度, m;  
 $d$  ——离散路径点的累计行驶距离, m;  
 $d_a$  ——0 m 距离处的参照路径点;  
 $d_e$  ——最后一个离散路径点之前的累计行驶距离, m。

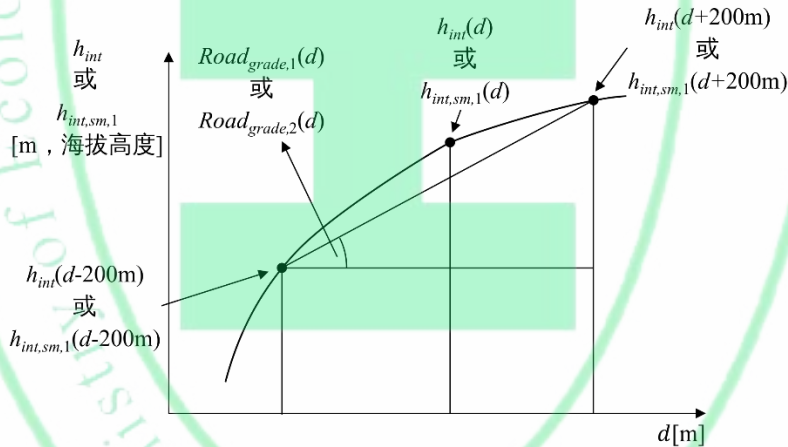


图 C.1 插值高度信号光滑处理程序示意图

#### C.4.4.3 最终结果计算

全行程累计正海拔高度增加量的计算是对所有向前插值, 并光滑处理后正的道路坡度即  $road_{grade,2}(d)$  进行积分, 结果应通过总测试距离  $d_{tot}$  进行无量纲化, 并以每百公里距离的累计高度增加量 (m) 进行表示。

市区行程累计正海拔高度增加量的计算与全行程累计正海拔高度增加量的计算类似, 仅计算市区行程部分的数据, 并以每百公里距离的累计高度增加量 (m) 进行表示。

附 录 D  
(规范性附录)  
排放量计算

### D.1 总体要求

本附录规定了确定污染物和温室气体瞬时质量和颗粒物数量排放的程序，用于进行最终排放结果的计算。

### D.2 符号

下列符号适用于本附录。

$\alpha$	氢摩尔比 (H/C)
$\beta$	碳摩尔比 (C/C)
$\gamma$	硫摩尔比 (S/C)
$\delta$	氮摩尔比 (N/C)
$\Delta t_{t,i}$	分析仪传输时间, s
$\Delta t_{t,m}$	排气流量计传输时间, s
$\varepsilon$	氧摩尔比 (O/C)
$\rho_e$	废气密度
$\rho_{\text{gas}}$	排气组分密度
$\lambda$	过量空气系数
$\lambda_i$	瞬时过量空气系数
$A/F_{\text{ST}}$	理论空燃比, kg/kg
$c_{\text{CO}}$	干基 CO 浓度, %
$c_{\text{CO}_2}$	干基 CO <sub>2</sub> 浓度, %
$c_{\text{dry}}$	干基污染物浓度, ppm 或体积百分数
$c_{\text{gas},i}$	污染物组分瞬时浓度, ppm
$c_{i,c}$	时间校正后污染物的浓度, ppm
$c_{i,r}$	污染物原始浓度, ppm
$c_{\text{wet}}$	污染物湿基浓度, ppm 或体积百分数
$E_E$	乙烷效率
$H_a$	进气绝对湿度, gH <sub>2</sub> O/kg, 干空气
$k_w$	干湿基修正因子
$m_{\text{gas},i}$	排气污染物组分质量, g/s
$m_{\text{RDE},k}$	RDE 试验气态污染物组分排放结果
$n_{\text{RDE},k}$	RDE 试验 PN 排放结果
$q_{\text{maw},i}$	瞬时进气质量流量, kg/s
$q_{\text{m},c}$	时间校正后排气质量流量, kg/s
$q_{\text{mew},i}$	瞬时排气质量流量, kg/s
$q_{\text{mf},i}$	瞬时燃油质量流量, kg/s

$q_{m,r}$	原始排气质量流量, kg/s
$r$	互相关系数
$r^2$	确定系数
$u_{\text{gas}}$	污染物组分 $u$ 值

### D.3 参数的时间校正

为了计算排放量, 首先需要对试验过程中记录的污染物浓度、排气流量、车速和其他瞬态数据记录进行时间校正。为了进行时间校正, 应在单独的数据记录设备中记录时序校准的数据, 时间校正和参数对齐应按 D.3.1~D.3.3 规定的程序进行。

#### D.3.1 污染物浓度的时间校正

用反向移位的方法, 根据分析仪的传递时间对记录的所有污染物浓度曲线, 按照公式 (D.1) 进行时间校正, 应按 A.2.2.7 确定分析仪传输时间。

$$c_{i,c}(t - \Delta t_{t,i}) = c_{i,r}(t) \quad (\text{D.1})$$

式中:  $c_{i,c}$  ——以  $t$  的函数表示的污染物  $i$  时间校正后的浓度;  
 $c_{i,r}$  ——以  $t$  的函数表示的污染物  $i$  的原始浓度;  
 $\Delta t_{t,i}$  ——污染物  $i$  的测量分析仪的传输时间。

#### D.3.2 排气质量流量的时间校正

用反向移位的方法, 根据排气流量计的传输时间对测量的排气质量流量曲线按照公式 (D.2) 进行时间校正, 应按 A.5.2.10 确定排气流量计传输时间。

$$q_{m,c}(t - \Delta t_{t,m}) = q_{m,r}(t) \quad (\text{D.2})$$

式中:  $q_{m,c}$  ——以  $t$  的函数表示的排气质量流量率时间校正值;  
 $q_{m,r}$  ——以  $t$  的函数表示的排气质量流量率原始值;  
 $\Delta t_{t,m}$  ——排气流量计的传输时间。

如果根据 ECU 数据或传感器确定排气质量流量, 还需要考虑附加的传输时间, 根据计算的排气质量流量和按 4.2.3 测得的排气质量流量的互相关得到。

#### D.3.3 车辆数据的时序校准

其他从传感器和 ECU 获得的数据, 应通过与合适的排放数据 (如污染物浓度) 互相关联进行时序校准。

##### D.3.3.1 不同来源的车速

为了用排气质量流量对车速时序校准, 首先应建立一个有效的速度跟踪曲线。如果从多个来源获得车速, 应使用互相关对速度进行时序校准。

##### D.3.3.2 车速与排气质量流量

利用排气质量流量与车速与正加速度之积互相关的方式, 将车速与排气质量流量进行时间校准。

### D.3.3.3 其他信号

数值变化缓慢，且在小的数值范围内变化的信号（如环境温度）的时序校准，可以省略。

## D.4 冷启动阶段

冷启动阶段指按5.6.6浸车结束后发动机首次启动后的最初 5 min。如果能准确确定冷却液温度，冷却液温度达到 70℃，并且不晚于发动机初始启动后 5 min，则判定冷启动结束。

## D.5 发动机熄火时段的排放测量

应记录试验期间所有发动机熄火时段的瞬时排放和排气流量。在数据处理中，所记录的排放和流量数据都应该设置为 0。

如果满足下列标准中的任何一条，发动机都应视为熄火：

- a) 记录的发动机转速小于 50 rpm；
- b) 测得的排气质量流量小于 3 kg/h；
- c) 排气质量流量测量值降低到怠速稳定排气质量流量的 15%及以下。

## D.6 海拔高度的一致性检查

如果行驶路线所处海拔高度可能高于 4.3.2 的规定，或者仅用一个导航系统测量海拔高度时，对 PEMS 设备测量的海拔高度数据应该进行一致性检查，如果必要的话，需要进行校正。应将从 PEMS 设备测量的纬度、经度和海拔高度数据与数字地图指示的海拔高度进行比较，检查对比数据的一致性，应对与地图描绘的海拔高度偏离 40 m 以上的测量值进行手工校正。

## D.7 测量车速的一致性检查

根据 PEMS 设备确定车速，应计算总行驶距离，并将与其从传感器、有效的 ECU，或者数字地图获得的参考测量值比较，进行一致性检查。应对有明显错误的车速数据进行更正，并保留原始错误数据文件，对所有更正的数据都需要做标记。被更正的数据不应连续超过 120 s，或总时间不超过 300 s。校正通过导航系统数据计算得到的总行驶距离与参考值的偏差不应超过±4%。如果 PEMS 设备测得数据不满足上述要求，并且没有其他可靠的车速来源，测试结果无效。

## D.8 排放修正

### D.8.1 干-湿基修正

如果测量的污染物浓度为干基浓度，测得干基浓度应按照公式（D.3）转化为湿基浓度：

$$c_{wet} = k_w \times c_{dry} \quad (D.3)$$

式中： $c_{wet}$ ——污染物湿基浓度，ppm，或体积百分数；

$c_{dry}$ ——污染物干基浓度，ppm，或体积百分数；

$k_w$ ——干-湿基修正系数。

按照公式 (D.4) 和公式 (D.5) 计算  $k_w$ :

$$k_w = \left( \frac{1}{1 + \alpha \times 0.005(c_{\text{CO}_2} + c_{\text{CO}})} - k_{w1} \right) \times 1.008 \quad (\text{D.4})$$

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)} \quad (\text{D.5})$$

式中:  $H_a$  ——进气绝对湿度 ( $\text{H}_2\text{O}$ /干空气), g/kg;

$c_{\text{CO}_2}$  ——干基  $\text{CO}_2$  浓度, %;

$c_{\text{CO}}$  ——干基  $\text{CO}$  浓度, %;

$\alpha$  ——氢摩尔比。

### D.8.2 $\text{NO}_x$ 的湿度和温度修正

不对  $\text{NO}_x$  排放进行环境温度和湿度修正。

### D.8.3 负排放结果修正

排放负的中间结果不得更正。负的最终结果应设置为零。

### D.8.4 扩展条件修正

如果在一个特定时间间隔内, 环境条件符合 4.3.2 中“扩展条件”的规定, 此特定时间间隔内的排放 ( $\text{CO}_2$  除外) 除以扩展系数后, 再评估其是否符合本附录的要求, 扩展系数的规定见附件 DA。

## D.9 确定排气质量流量

### D.9.1 综述

应按 A.5 规定的直接测试方法确定排气质量流量, 也可以按照 D.9.2~D.9.4 中规定的方法计算排气质量流量。

### D.9.2 使用空气质量流量和燃油质量流量计算排气质量流量

根据空气质量流量和燃油质量流量, 按照公式 (D.6) 计算瞬时排气质量流量:

$$q_{\text{mew},i} = q_{\text{maw},i} + q_{\text{mf},i} \quad (\text{D.6})$$

式中:  $q_{\text{mew},i}$  ——瞬时排气质量流量, kg/s;

$q_{\text{maw},i}$  ——瞬时进气质量流量, kg/s;

$q_{\text{mf},i}$  ——瞬时燃油质量流量, kg/s。

如果通过 ECU 确定空气质量流量和燃油质量流量或排气质量流量, 计算得到的瞬时排气质量流量应满足 AA.2 中规定的排气质量流量线性度要求。

### D.9.3 使用空气质量流量和空燃比计算排气质量流量

根据空气质量流量和空燃比, 按照公式 (D.7) ~ 公式 (D.9) 计算瞬时排气质量流量:

$$q_{\text{mew},i} = q_{\text{maw},i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{\text{ST}} \times \lambda_i}\right) \quad (\text{D.7})$$

$$A/F_{\text{ST}} = \frac{138.0 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12.011 + 1.008 \times \alpha + 15.9994 \times \varepsilon + 14.0067 \times \delta + 32.0675 \times \gamma} \quad (\text{D.8})$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{2} - c_{\text{HC}_w} \times 10^{-4}\right) + \left[\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{\text{CO}_2}}}{1 + \frac{c_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{\text{CO}_2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right] \times (c_{\text{CO}_2} + c_{\text{CO}} \times 10^{-4})}{4.764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \times (c_{\text{CO}_2} + c_{\text{CO}} \times 10^{-4} + c_{\text{HC}_w} \times 10^{-4})} \quad (\text{D.9})$$

式中： $q_{\text{mew},i}$ ——瞬时排气质量流量，kg/s；

$A/F_{\text{ST}}$ ——理论空燃比，kg/kg；

$\lambda_i$ ——瞬时过量空气系数；

$c_{\text{CO}_2}$ ——干基  $\text{CO}_2$  浓度，%；

$c_{\text{CO}}$ ——干基  $\text{CO}$  浓度，ppm；

$c_{\text{HC}_w}$ ——湿基 THC 浓度，ppm  $\text{C}_1$ ；

$\alpha$ ——氢摩尔比 (H/C)；

$\beta$ ——碳摩尔比 (C/C)；

$\gamma$ ——硫摩尔比 (S/C)；

$\delta$ ——氮摩尔比 (N/C)；

$\varepsilon$ ——氧摩尔比 (O/C)。

对碳基燃料，系数指燃料  $\text{C}_\beta\text{H}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$ ，且  $\beta=1$ ，HC 排放浓度一般很低，在计算  $\lambda_i$  时可以忽略。如果根据 ECU 读数确定空气质量流量和空燃比，计算得到的瞬时排气质量流量应满足 AA.2 的要求。

#### D.9.4 根据燃油质量流量和空燃比计算排气质量流量

也可以根据燃油流量和空燃比，按照公式 (D.10) 计算瞬时排气质量流量根据 (D.9.3，用  $A/F_{\text{ST}}$  和  $\lambda_i$  计算)：

$$q_{\text{mew},i} = q_{\text{mf},i} \times (1 + A/F_{\text{ST}} \times \lambda_i) \quad (\text{D.10})$$

式中： $q_{\text{mew},i}$ ——排气质量流量，kg/s；

$q_{\text{mf},i}$ ——瞬时燃油质量流量，kg/s；

$A/F_{\text{ST}}$ ——理论空燃比，kg/kg；

$\lambda_i$ ——瞬时过量空气系数。

计算得到的瞬时排气质量流量应满足 AA.2 规定的要求。

#### D.10 计算瞬时质量排放

根据  $\text{CO}_2$  和污染物瞬时浓度 (ppm 或 ppm  $\text{C}_1$ )、瞬时排气质量流量 (kg/s) (传输时间校正和校准

后)与 CO<sub>2</sub> 和相应污染物的密度,按照公式 (D.11) 确定 CO<sub>2</sub> 和污染物瞬时质量排放 (g/s)。如基于干基测量,应对 CO<sub>2</sub> 和污染物瞬时浓度按 D.8.1 进行干-湿基修正。负的 CO<sub>2</sub> 和污染物瞬时质量排放值应被保留并用于所有数据评估中。CO<sub>2</sub> 和污染物瞬时质量排放量计算的中间结果不得进行修约:

$$m_{\text{gas},i} = u_{\text{gas}} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times 10^{-3} \quad (\text{D.11})$$

式中:  $m_{\text{gas},i}$  ——CO<sub>2</sub> 和 气态污染物组分的瞬时质量排放, g/s;  
 $u_{\text{gas}}$  ——CO<sub>2</sub> 和 气态污染物组分的密度 (表 D.1) 与 排气总密度 (表 D.2) 的比值;  
 $c_{\text{gas},i}$  ——排气中测得的 CO<sub>2</sub> 和 气态污染物组分的浓度, ppm;  
 $q_{\text{mew},i}$  ——测得的排气质量流量, kg/s;  
 gas ——相应 CO<sub>2</sub> 和 污染物;  
 i ——测量值的编号。

表 D.1 原排气体组分密度

气体类型	NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	HCHO
气体密度[kg/m <sup>3</sup> ]	2.052	1.249	... <sup>a</sup>	1.963 0	1.427 6	0.715	1.964	0.759	1.339
<sup>a</sup> 取决于燃料。									

表 D.2 各燃料条件下的排气总密度

燃料类型	汽油	柴油	柴油 (B7)	CNG	汽油 (E10)	汽油 (E5)
排气总密度[kg/m <sup>3</sup> ] <sup>a</sup>	1.293 1	1.294 3	1.289 4	1.266 1	1.288 3	1.289 7
注: 其他燃料另行规定。						
<sup>a</sup> 273.15 K, 101.325 kPa 条件下。						

### D.11 瞬时颗粒物数量排放计算

根据瞬时排气流量  $q_{\text{mew},i}$  和颗粒物数量浓度  $c_{\text{PN},i}$  的乘积计算颗粒物的瞬时浓度  $n_{\text{PN},i}$ , 计算过程中需要考虑传输时间的影响, 负的瞬时排放值也应该用于后续的数据评估, 所有中间结果的有效数字均应用于瞬时排放计算, 按照公式 (D.12) 计算瞬时颗粒物数量排放:

$$n_{\text{PN},i} = c_{\text{PN},i} \times q_{\text{mew},i} / \rho_e \quad (\text{D.12})$$

式中:  $n_{\text{PN},i}$  ——颗粒物瞬时排放数量, 个/s;  
 $c_{\text{PN},i}$  ——修正到标准状态的颗粒物数量浓度, 个/m<sup>3</sup>;  
 $\rho_e$  ——标准状态时排气密度, kg/m<sup>3</sup>;  
 $q_{\text{mew},i}$  ——瞬时排气质量流量, kg/s。

### D.12 RDE 排放结果计算

对于有效的 RDE 行程, 车辆的 RDE 结果均为  $m_{\text{RDE},k}$ 。

对 CO<sub>2</sub> 和 气态污染物, 按照公式 (D.13) 基于 D.10 中得到的 CO<sub>2</sub> 和 气态污染物组分质量 (g/s), 把 CO<sub>2</sub> 和 气态污染物组分质量累加得到总的 CO<sub>2</sub> 和 污染物排放量, 然后除以车辆在实际试验时行驶里程即可得到  $m_{\text{RDE},k}$  :

$$m_{\text{RDE},k} = \frac{\sum m_{\text{gas},i}}{d} \quad (\text{D.13})$$

式中： $m_{\text{RDE},k}$ ——RDE 试验 CO<sub>2</sub> 和气态污染物组分排放结果，g/km；

$m_{\text{gas},i}$  ——CO<sub>2</sub> 和第  $i$  个气态污染物组分质量，g/s；

gas ——相应 CO<sub>2</sub> 和污染物；

$i$  ——测量值的编号；

$k$  ——行程代号，t 为总行程，u 为市区行程，r 为市郊行程，m 为高速行程；

$d$  ——行驶里程，km。

对颗粒物，按照公式 (D.14) 基于 D.11 中得到的颗粒物瞬时排放数量 (个/s)，把颗粒物瞬时排放数量累加得到总的污染物排放量，然后除以车辆在实际试验时行驶里程即可得到  $n_{\text{RDE},k}$ ：

$$n_{\text{RDE},k} = \frac{\sum n_{\text{PN},i}}{d} \quad (\text{D.14})$$

式中： $n_{\text{RDE},k}$ ——RDE 试验 PN 排放结果，个/km；

$n_{\text{PN},i}$  ——第  $i$  个颗粒物瞬时排放数量，个/s；

$i$  ——测量值的编号；

$k$  ——行程代号，t 为总行程，u 为市区行程，r 为市郊行程，m 为高速行程；

$d$  ——行驶里程，km。

附 件 DA  
(规范性附件)  
边界条件扩展排放结果修正程序

DA.1 总体要求

本附件规定了测试环境条件满足扩展条件时排放测量数据的扩展修正方法。对于满足不止一种“扩展条件”的情况，扩展系数只能应用一次。

DA.2 温度扩展修正

试验期间，如果在某个时间间隔内，温度环境条件符合 4.3.2 中“扩展温度条件”的规定，则此时间间隔内的排放数据（CO<sub>2</sub> 除外）除以扩展系数 1.6 后，再根据附录 D 进行排放量计算。

DA.3 海拔扩展修正

试验期间，如果在某个时间间隔内，海拔环境条件符合 4.3.2 中“扩展海拔条件”的规定，则此时间间隔内的排放数据（CO<sub>2</sub> 除外）除以扩展系数 1.6 后，再根据附录 D 进行排放量计算。