

国家计量技术规范

《车载式排放测试系统校准规范》

编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2025 年 10 月

目 录

一、任务来源	1
二、编制背景	1
(一) 制定目的	1
(二) 制定意义	1
(三) 国内外概况	2
三、编制过程	2
(一) 编制原则	2
(二) 工作进程	3
(三) 人员分工	4
四、编制依据	4
五、主要技术内容的论据	4
(一) 范围	5
(二) 引用文件	5
(三) 术语和计量单位	6
(四) 概述	6
(五) 计量特性	6
(六) 校准条件	7
(七) 校准项目和校准方法	8
(八) 校准结果表达	10
(九) 复校时间间隔	10

六、其他应予说明的事项	11
-------------------	----

征求意见稿-公路计量

一、任务来源

根据“市场监管总局办公厅关于印发 2025 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知”（市监计量发〔2025〕45 号），由中公高远（北京）汽车检测技术有限公司主持承担国家计量技术规范《车载式排放测试系统校准规范》的制定工作。计划编号为：MTC30-2025-12。

二、编制背景

（一）制定目的

在全球气候变化与环境保护日益受到高度重视的背景下，减少温室气体排放、推动绿色低碳发展已成为国际社会的共同目标。汽车作为现代社会中不可或缺的交通工具，其尾气排放是城市空气污染和温室气体增加的重要来源之一。因此，精准监测和控制汽车排放，对改善环境质量、实现可持续发展具有至关重要的意义。车载式排放测试系统作为一种高度集成、便于使用的先进检测工具，其测量结果的准确性直接关系到排放标准的落实效果及环境治理工作的成效。

为此，制定本校准规范旨在建立一套科学、统一的校准方法体系，确保车载式排放测试系统在测量过程中的准确性、一致性和量值可追溯性，为政府监管提供坚实依据，为企业研发提供技术引导，同时增强公众对检测数据的信任。规范的实施将有效提升不同设备间数据的可比性与可靠性，强化排放法规的贯彻执行，推动汽车产业绿色转型与技术升级，并在实现碳达峰、碳中和目标的进程中发挥重要支撑作用。

（二）制定意义

本规范制定的意义主要表现为：

（1）促进量值统一：校准规范可为计量机构提供有效的计量依据，将大大促进车载式排放测试系统（PEMS）的量值统一和准确可靠。

（2）规范产品生产：制定校准规范可以为生产商在产品设计和制造阶段提供校准依据，有助于规范产品生产行为，提高系统的质量和性能。

（3）方便用户使用：校准规范的制定可以为社会提供科学统一的校准方法，保障了不同厂家产品在计量性能方面的可比性，有利于用户客观认识备选产品，

并做出理性选择。

（三）国内外概况

在全球范围内，车载式排放测试系统（PEMS）的技术发展和市场应用已较为成熟。根据行业报告，2024 年全球 PEMS 市场规模已达到约亿元级别，预计未来几年将保持稳定增长。国际市场主要由几家知名企业主导，包括：HORIBA（日本）、AVL（奥地利）和 Sensors（美国），3 家企业在车载式排放监测技术方面具有较强实力，在车载式排放测试领域处于领先地位，产品覆盖多种气体和颗粒物的实时测量，广泛应用于汽车、发动机、非道路移动机械的排放检测和认证。

中国 PEMS 市场近年来发展迅速，但在高端设备领域仍在一定程度上依赖进口。国内企业正积极提升自主研发能力，逐步扩大市场份额。国内涉及 PEMS 研发和生产的企业包括四方仪器、淄博青禾、陕西多普多等高新技术企业。随着环保政策的持续推进，已全面实施的国六排放标准和正在制定中的“污染物和温室气体”排放标准，均明确要求使用 PEMS 进行实际道路排放测试，中国 PEMS 设备的市场保有量将显著增加。截至 2024 年，PEMS 已达几百余台，广泛分布于国内各检验检测机构、整车及相关部件生产企业、第三方标定开发实验室。

三、编制过程

（一）编制原则

本规范由全国公路专用计量器具计量技术委员会提出并归口，将致力于服务“安全、便捷、高效、绿色、经济”的交通运输高质量发展目标。规范的制定以实际应用需求为导向，旨在为车载式排放测试系统提供全面、科学、可操作的校准依据，确保其测量数据准确、可靠，为机动车排放监管和交通领域节能减排工作提供坚实计量支撑。规范的编制原则如下：

- 1、技术内容与现行相关标准相协调，具有先进性、科学性、可操作性和通用性。
- 2、在充分调研的基础上，根据实际使用情况，确定被校仪器设备—车载式排放测试系统的计量性能要求、校准条件、校准项目、校准方法等。
- 3、校准方法均通过实验验证，力求方法简单科学，准确可靠。
- 4、文字表述力求层次分明，语句简明，公式表达准确，量和单位使用规范。

（二）工作进程

2024 年 8 月至 10 月，整理汽车试验法规标准对 PEMS 的技术要求，确定计量特性及指标，调研校准规范的适用性。

2024 年 11 月，与 PEMS 生产和使用单位进行技术交流，确定校准基本方法和标准器等级。

2024 年 12 月，草案初稿编制完成。

2025 年 1 月，形成试验验证方案，召开“车载式排放测试系统校准规范”试验验证评审会议，整理汇总专家评审意见。

2025 年 2 月至 5 月，搭建试验验证装置，协调 HORIBA、Sensors、四方仪器、淄博青禾、陕西多普多等 5 台套 PEMS 设备。

2025 年 6 月至 8 月，完成 5 台套 PEMS 转鼓和道路比对试验，开展校准方法试验验证，整理试验数据。

2025 年 9 月，形成征求意见稿及编制说明初稿，并向 11 个单位（检验检测机构：中国汽研、襄阳达安、招商车检；计量校准机构：南京计量院、厦门计量院；设备生产厂家：HORIBA、Sensors、AVL、四方仪器、淄博青禾、陕西多普多）定向征求意见，收到 65 条征求意见，采纳 56 条、未采纳 9 条，形成新的征求意见稿版本。

2025 年 9 月 25 日，召开征求意见稿技术研讨会，来自北京理工大学、中国计量科学研究院、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、中国科学院安徽光学精密机械研究所、中国环境科学研究院、交通运输部科学研究院、北京市计量检测技术研究院、河北大学、交通运输部公路科学研究所、中公高远（北京）汽车检测技术有限公司等单位的专家及项目组成员对征求意见稿全文内容进行研讨，并提出若干意见和建议。研讨会上，专家一致认为，校准规范依据的 3 项国家标准中对 PEMS 的中文释义均为“便携式排放测试系统”（GB 18352.6—2016，3.32；GB 17691—2018，3.46；HJ 1014—2020，3.22），且 PEMS 的使用包括车载以外的外挂和试验室排放等使用场景，本校准规范的名称应与被校对象的名称保持一致。因此，建议将校准规范名称修改为“便携式排放测试系统校准规范”。

2025 年 10 月，按技术研讨会专家提出的意见和建议，完成征求意见稿修改与完善。

2025年11月至12月，向22个单位（检验检测机构6，整车企业2；计量校准机构9，设备生产厂家5）定向征求意见，收到52条征求意见，采纳43条、未采纳9条，形成新的征求意见稿版本

（三）人员分工

校准规范起草人员分工见表1。

表1 人员分工

序号	姓名	单位名称	工作分工
1	石则强	中公高远（北京）汽车检测技术有限公司	负责项目总体规划、确定技术路线、主持制定校准方法、并负责全文统稿和定稿。
2	贾运通		协助项目统筹管理，负责计量特性和校准方法的编写，主导实验验证与数据分析，参与全文审校。
3	刘旭	交通运输部公路科学研究院	负责术语和计量单位、校准条件的编写，参与实验验证与数据分析。
4	赵海光	中国环境科学研究院	负责范围、引用文件、术语、概述和计量特性的编写。
5	邬洋	北京市计量检测科学研究院	参与实验验证及数据整理工作。
6	胡希元	交通运输部科学研究所	参与实验验证及数据整理工作。
7	方立德	河北大学	负责文献调研和文档格式校对

四、编制依据

本规范以JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2010《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》为基础性依据。

本规范依据GB 18352.6—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》、GB 17691—2018《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》、HJ1014—2020《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》等法规的相关要求编写。

五、主要技术内容的论据

按照JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》要求，本规范包括九个

章节和四个附录：1 范围、2 引用文件、3 术语和计量单位、4 概述、5 计量特性、6 校准条件、7 校准项目和校准方法、8 校准结果表达、9 复校时间间隔，以及附录 A 标准气体及其浓度要求、附录 B 校准记录表格式、附录 C 校准证书内页格式、附录 D 车载式排放测试系统校准结果测量不确定度评定示例等。

（一）范围

本部分描述了校准规范的适用范围。本规范适用于车载式排放测试系统（以下简称“PEMS”）中气体分析单元、排气质量流量计（EFM）、环境参数测量单元、卫星导航精准定位单元（GNSS）以及系统总准确度的校准。需要说明的是，由于移动源排放颗粒物数量检测仪校准规范（JJF 2215—2025）中的计量特性、校准条件、校准方法亦是以本规范参考的 3 个排放标准为依据制定的，按照技术研讨会专家建议，未将颗粒物数量分析单元的校准纳入本规范的适用范围。对于环境参数和 GNSS 的校准，本规范提出的计量特性与引用的规范或规程存在一定程度的不同，且本规范中提出了专用的校准点，因此环境参数和 GNSS 在本规范的适用范围内，校准的标准器具、条件和方法参考相应规范或规程的具体章节。

（二）引用文件

本部分描述了编写本规范引用到的文件，并对引用文件进行了说明，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。

本规范引用了下列文件：

JJF 1076—2020 数字式温湿度计校准规范

JJF 1921—2021 GNSS 行驶记录仪校准规范

JJG 1084—2013 数字式气压计检定规程

GB 17691—2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB 18352.6—2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

HJ 1014—2020 非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求

前 3 个文件为校准规范或检定规程，PEMS 系统包含的环境参数测量单元、卫星导航精准定位单元的校准引用其中的部分计量特性、标准器具和校准方法；后 3 个文件分别为重型汽车、轻型汽车、非道路移动机械的排放标准，其对 PEMS 提出

了具体的技术要求，本规范的计量特性参照此 3 项标准确定。

（三）术语和计量单位

本部分描述了规范涉及的术语和计量单位，本规范中提出 1 个术语“系统总准确度”，并将其定义为“指在正常排放试验运转条件下，PEMS 对注入污染物成分的测量值与实际注入值之间的相对偏差”，以便于对计量特性中系统总准确度的理解。此外规定 GB 17691—2018、GB 18352.6—2016 和 HJ 1014—2020 界定的术语和定义适用于本规范。

计量单位部分明确了，气体分析单元各组分气体含量用体积分数（“%”或“ $\times 10^{-2}$ ”或“ $\times 10^{-6}$ ”）表示；EFM 的流量单位为千克每小时（kg/h）；环境参数的温度单位为摄氏度（℃），相对湿度单位为百分之（%），大气压力单位为千帕（kPa）；GNSS 的速度单位为千米每小时（km/h），里程单位为千米（km），定位和海拔高度单位为米（m）。与参考标准相适应，便于计量校准单位的表达。

（四）概述

本部分描述了 PEMS 系统的功能和结构组成，并对 PEMS 的关键单元气体分析单元和 EFM 的原理进行了介绍，提供 PEMS 示意图以便于对 PEMS 的组成、安装和使用更加直观的了解。

（五）计量特性

本部分描述了 PEMS 系统的计量特性，校准规范规定的气体分析单元、NO_x 转换效率、排气质量流量、环境参数、卫星导航精准定位单元等计量性能的技术指标直接引用了 GB 18352.6—2016、GB 17691—2018、HJ 1014—2020 的技术要求；系统总准确度计量性能的技术指标是在参考了 GB 18352.6—2016 标准，统筹考虑了 PEMS 的技术现状、发展趋势、及各品牌 PEMS 的使用说明书提供的性能参数，结合国内外厂家 5 种型号的 PEMS 进行试验验证，并广泛征求同行专家的基础上确定的。

针对 NO_x 分析单元校准的说明，PEMS 的 NO_x 测试现行有 2 种方法，一种是非分散紫外线谐振吸收（NDUV）型，一种是化学发光（CLD）型。NDUV 可以直接测量 NO 和 NO₂，可以直接对 NO 和 NO₂ 的准确度进行校准。CLD 有 2 种模式，在 NO 模式

下仅测量 NO 的浓度，在 NO_x 模式下测量 (NO+NO₂) 的浓度。NO₂ 与触媒反应转化为 NO，NO 与 O₃ 反应生成一定比例励起状态的 NO₂，CLD 通过测量 NO₂ 从励起状态转为稳定状态过程中释放的光子数量，分析得到 NO 的浓度值。因此对于 CLD 型 NO_x 分析仪，NO 可直接校准示值误差，NO₂ 则需通过 NO₂—NO 转换效率（即 NO_x 转化效率）的校准评价准确度。

由于 THC 分析仪仅适用于重型 LPG、NG 和双燃料车型的整车 PEMS 检验，因此部分 PEMS 不具备 THC 分析仪，故 THC 为可选项，视 PEMS 配置情况而定。

PEMS 的 EFM 普遍为皮托管流量计，测量汽车尾气的总排放量，其测试范围大且精度要求高，是 PEMS 检验结果计算中的核心数据之一，且暂无相关计量技术规范 and 检定规程，因此提出质量流量准确度的计量特性需求。

PEMS 是一个综合复杂的测试系统，其最终结果为排放物的质量与行驶里程或发动机循环功的比值 (mg/km 或 mg/kWh)，行驶里程由 GPS 提供、发动机循环功由 OBD 读取车辆 ECU 数据获得，因此 PEMS 的总准确度由测量计算的排放物累积质量 (mg) 决定。系统总准确度不仅与气体分析仪、EFM 的准确度有关，还与排气管连接组件的安装、气体采样、时间对齐、数据处理、算法修正等有关，因此 PEMS 系统总准确度校准是十分必要的。

（六）校准条件

本章节分为 2 部分。第 1 部分描述了校准的环境条件，环境条件是基于各品牌 PEMS 使用手册中的环境条件确定的，且符合实际需求。

第 2 部分描述了测量标准及其技术要求。标准气体用于气体分析单元的校准，技术要求参照 GB 18352.6—2016 对标准气体的要求；标准气体还用于 NO_x 转化效率的校准；标准流量计用于排气质量流量的校准，其技术要求是基于 EFM 的量程范围和测量精度确定的；电子天平用于系统总准确度的校准，其技术要求参考了 JJG 1036—2022 中计量特性的要求，并结合实际校准所需的质量测量范围确定；其他测量标准分别用于环境参数、GNSS 的校准，其技术要求在相应的校准规范或检定规程中已明确，直接引用。

需要说明的是，本部分仅提出了测量标准的技术要求，未明确具体校准装置，满足要求的其他测量标准也可使用。

（七）校准项目和校准方法

校准方法一部分直接引用了现行校准规范和检定规程，不可直接引用的部分参考了GB 18352.6—2016、GB 17691—2018、HJ 1014—2020及PEMS主要生产厂家的使用说明书。

直接引用的校准项目和校准方法。按JJF 1076—2020中5.2规定的方法对环境参数测量单元的温湿度计量特性进行校准，JJG 1084—2013中7.3.3规定的方法对环境参数测量单元的大气压力计量特性进行校准，按JJF 1921—2021规定的方法对卫星导航精准定位单元的计量性能进行校准。

对于不可直接引用的校准项目和校准方法，本规范提出了新的校准项目和方法。

气体分析单元的校准充分考虑了PEMS进行正式试验时的实际采样情况和工作状态。PEMS在正式实验时，气体分析仪在“测量”状态，气体采样由气泵提供动力源自采样端口抽取，进入气体分析仪的气体压力不同于标定状态的壓力，且气体分析仪标定时，标定气体经标定口进入分析仪，未经过加热采样管路，标定气体一般为（1~1.5）bar的压力。因此校准方法中设计了一套配有柔性气袋的分析仪校准装置，柔性气袋和连接管路的材质要求，既不能吸附或脱附气体，也不与标准气体发生反应；采用柔性气袋，可以保证气袋内部和外部环境压力基本一致，采样端口在柔性气袋内采集样气时的状态与实际工作时基本一致；同时分析仪校准装置具备排空、吹扫、旁通等功能，保证柔性气袋不被污染、充入标准气体前气袋处于真空状态、充入气袋内的标准气体浓度与气瓶内的标准气体浓度尽可能的保持完全一致。气体分析仪在测试状态从柔性气袋中采样并测量气体的浓度贴合实际使用情况，按此方法对分析仪准确度进行校准更加真实的反映气体分析仪的实际测量准确度。

NO_x 转换效率的校准，亦从实际使用情况出发，与气体分析仪准确度校准的方法相近，在校准过程需要切换NO和 NO_x 模式进行测试。经与PEMS生产厂商沟通， NO_2 浓度大于100 ppm触媒的转化效率会降低，且实际测量过程中 NO_2 一般为几十ppm，因此确定充入气袋的 NO_2 标准气体浓度为100 ppm。NO模式下测得的NO浓度极低， NO_x 模式下测得 NO_x 浓度全部由 NO_2 经触媒反应转化而来， NO_x 的浓度测试值减去NO的浓度

测试值是为了消除标准气体NO的干扰，其差值与标准气体的标称值之比即为NO_x的转化效率。

排气质量流量的校准，以负压风机作为气流的动力源，负压风机通过调节风量达到不同流量校准点。比较EFM的质量流量示值和标准流量计的示值，即可对EFM进行多流量点的校准，实现全量程的覆盖。

系统总准确度的校准，参考了GB 18352.6—2016系统验证程序中的质量法，参照定容取样系统（CVS）配置的排烟风机和稀释管道，在PEMS系统总准确度校准装置中配置负压风机和混合管道，负压风机模拟发动机排气，设定的风量与实际试验常用流量保持基本一致；混合管道直径和长度保证喷入的纯气体与环境空气充分混合；PEMS按正式试验程序进行测试，与实际PEMS试验过程一致。GB 18352.6—2016和GB 17691-2018标准中推荐了3种纯气体用于喷射检查，分别为C₃H₈、CO和CO₂，由于CVS可以同时采集混合气和背景气，因此CVS可以消除背景空气中3种气体存在的干扰，但PEMS不具备同时测量混合气和背景气的功能，因此对于环境空气中本身存在或容易挥发产生的气体不适合作为喷射气体。CO₂在空气中的浓度约为0.04%，且CO₂在气瓶中为液态，气化过程中吸热，喷射管路和钢瓶阀门处会结霜甚至冻结，影响测量，故排除CO₂作为喷射气体。HC作为易挥发气体，在实验室环境下一般为5 ppmC₁~8 ppmC₁，整车PEMS试验实测THC浓度几十到几百ppm，以C₃H₈作为喷射气体，背景空气对测量结果的影响较大，且THC分析仪非PEMS的必备模块，很大一部分PEMS不具备THC分析仪，故排除C₃H₈作为喷射气体。CO在环境空气中的浓度一般为1 ppm~10 ppm，混合后的CO气体浓度设定为1 %即10000 ppm，背景空气中的CO对混合气影响较低，且CO分析仪为PEMS必备模块，因而选择CO作为喷射气体更为合理。混合后的CO气体浓度为1 %，是基于CO分析仪的量程和实际PEMS测试CO的浓度数据确定的。

为满足PEMS实际工作需求，本规范还提出了气体分析单元的浓度校准点、EFM的流量校准点、环境参数的温度和大气压力校准点、GNSS里程记录校准点。

浓度校准点的确定，根据PEMS生产厂商的推荐和实际测试经验，确定以分析仪最大量程（FS）的80%作为量距（Span）气浓度点，为保证分析仪在全量程范围的准确度，且分析仪一般在较低浓度范围内测量，因此选定0.1 FS、0.2 FS、0.4 FS、0.6 FS、0.8 FS以满足实际测试需求。零点校准可以判断分析仪的零点漂移

情况，因此校准点中必须包括零点。故分析仪的浓度校准点确定为：零点（Zero）、0.1 FS、0.2 FS、0.4 FS、0.6 FS、0.8 FS。

质量流量校准点的确定，根据PEMS生产厂商的推荐和实际测试经验， $0.2Q_{\max}$ 至 $0.8Q_{\max}$ 是EFM的最佳测量范围，因此在最佳测量范围内选定均布的4个校准点并增加中间点，保证最佳测量范围内的测量准确度。故EFM的流量校准点确定为： $0.2Q_{\max}$ 、 $0.4Q_{\max}$ 、 $0.5Q_{\max}$ 、 $0.6Q_{\max}$ 、 $0.8Q_{\max}$ 。

温度校准点的确定，综合3项排放标准对PEMS试验环境条件的温度要求，轻型车RDE试验对温度扩展条件要求较高且是必要的，低温条件的温度边界为 $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，高温条件的温度边界为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并考虑常温条件 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，基本覆盖环境参数的实际测量需求，送校单位还可根据实际应用需求增加温度校准点。故温度校准点确定为至少应包括： $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

大气压力校准点的确定，结合3项排放标准中对PEMS试验环境条件的海拔高度要求，2400 m的海拔高度的大气压力约为76 kPa，常规海拔高度的大气压力约为100 kPa，结合检定规程中提出的每隔10 kPa的设定一个校准点。但由于排放标准中未明确提出大气压力测量范围的需求，故确定大气压力校准点宜包括：70 kPa、80 kPa、90 kPa、100 kPa。

GNSS里程记录校准点的确定，根据轻型车RDE和重型车PEMS试验对行驶里程和累积循环功的要求，考虑市区、市郊、高速里程的分布，确定里程记录校准点宜包括：25 km、50 km、75 km、100 km。

综上，校准方法既具有实际可操作性又具有科学合理性，能够实现车载式排放测试系统的校准。

（八）校准结果表达

本部分描述了校准结果的表达，明确校准后出具校准证书，且校准证书信息应符合JJF 1071—2010中第5.12条的要求；在本规范中附录B为校准记录格式，附录C为校准证书内页格式，附录D为主要校准项目测量不确定度评定的示例。

（九）复校时间间隔

本部分描述了复校的时间间隔。根据PEMS在实际应用过程的工程经验并参考PEMS厂商提供的技术手册，确定了复校间隔时间一般不超过为12个月。在使用过

程中如出现修理、更换重要器件等情况，应进行针对性校准，符合实际使用需求。同时由于 PEMS 在不同使用者和使用领域，设备的使用频率和本身质量存在诸多不同，因此提出送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

六、其他应予说明的事项

无

征求意见稿-公路计量