

国家计量技术规范

《单轮式横向力系数测试仪校准规范》

编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2025年9月

目 录

一、任务来源	1
二、编制背景	1
三、编制过程	2
四、编制依据	6
五、主要技术内容的论据	7
六、其他应予说明的事项	错误! 未定义书签。

一、任务来源

根据“国家市场监督管理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），由交通运输部公路科学研究所单位主持承担国家计量技术规范《单轮式横向力系数测试仪校准规范》的制定工作。计划编号为：MTC30-2025-05

二、编写背景

（一）目的与意义

单轮式横向力系数测试仪是公路工程现场检测路面横向力摩擦系数、定量评价路面抗滑性能的核心专用计量设备，其测量准确性直接关系路面质量评定、养护决策与道路行车安全。为统一全国范围内该类仪器的计量校准方法，保障量值准确可靠、溯源清晰可比，完善公路专用计量器具技术标准体系，特编制本校准规范。编制工作严格遵循国家计量技术规范编制规则，立足我国公路检测技术现状与工程管理需求，衔接现有行业测试方法、质量评定标准与计量规程，解决当前仪器校准依据不足、关键参数缺失、技术要求不统一等突出问题，为工程检测、设备制造、计量检定提供系统性、规范化的技术支撑。

当前，我国公路路面抗滑性能检测与质量评定已形成成熟标准体系。JTG 3450《公路路基路面现场测试规程》明确规定了单轮式横向力系数测试系统的现场试验方法与工况要求，JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》将横向力系数列为路面抗滑性能的核心评价指标，仪器测量结果的准确性直接决定工程验收结论与养护优先级。交通运输行业虽已发布 JJG（交通）113-2014《单轮式横向力系数测试仪检定规程》，对仪器基本性能与部分参数作出规定，但未覆盖横向力系数示值误差、动态重复性等关键计量特性，难以满足高精度检测与全要素校准的现实需要。随着仪器在高速公路、城市道路、市政道路等场景广泛应用，不同机构、不同设备、不同时段检测数据亟需统一校准尺度，避免因校准方法不规范导致量值偏差、数据不可比，进而影响工程质量判断与行车安全保障。编制本国家校准规范，可补齐现有技术文件短板，实现从现场测试、质量评定到仪器校准的全链条标准衔接，提升检测体系的完整性与科学性。

编制本校准规范具有重要的工程价值、行业价值与社会价值。在工程安全保

障层面，规范通过统一测试轮偏角、垂直荷载、水平荷载、距离、温度及横向力系数示值误差、重复性等关键计量特性要求，确保仪器测量结果准确可信，为路面设计、施工验收、运维养护、安全评价提供客观可靠的数据支撑，从源头上提升道路抗滑性能管控水平，降低雨天行车侧滑、制动距离延长等安全风险，切实保障公众出行安全。在行业规范与产业提升层面，统一的校准要求为设备研发、生产制造、出厂检验、使用维护提供明确技术依据，有助于规范市场秩序，推动生产企业提升产品精度、稳定性与可靠性，促进道路检测装备制造业高质量发展，提升我国公路专用计量器具的技术水平与行业竞争力。在计量体系完善层面，本规范作为国家计量技术规范，可填补单轮式横向力系数测试仪国家校准标准的空白，健全公路专用计量器具量值传递与溯源体系，推动公路检测行业实现标准化、规范化、科学化发展，提升跨区域、跨机构检测结果的一致性与互认性，支撑公路工程高质量可持续发展。

综上，编制单轮式横向力系数测试仪国家校准规范，既是保障路面抗滑检测数据准确、守护道路行车安全的现实需要，也是完善行业标准体系、规范设备市场、提升计量支撑能力的必然要求，对推动我国公路工程检测与质量管理水平整体提升具有重要而深远的意义。

（二）国内外概况

20 世纪初至中叶，随着汽车工业的发展和道路建设的兴起，人们开始关注路面与轮胎之间的摩擦性能对行车安全的影响，但当时对于横向力摩擦系数的研究和测试还相对较少，没有形成统一的国际标准。一些国家和地区开始自行开展相关的试验和研究工作，尝试制定适合本国或本地区的测试方法和标准。20 世纪 60-70 年代，国际上对道路交通安全的重视程度不断提高，推动了路面摩擦系数测试技术的发展。一些国家如英国、美国等率先开发出了单轮式横向力系数测试设备和相应的测试方法。英国的 SCRIM 系统就是这一时期的代表。20 世纪 80-90 年代，国际标准化组织（ISO）等国际组织开始介入单轮式横向力摩擦系数标准的制定工作。ISO 开展了大量的调研和试验工作，对各国的测试方法和设备进行了分析和比较，旨在制定一套全球通用的标准。同时，美国材料与试验协会（ASTM）、美国公路与运输员工协会（AASHTO）等组织也在不断完善本国的相关标准，这些

标准在一定程度上为国际标准的制定提供了参考和借鉴。欧洲标准化委员会(CEN)也在其成员国范围内推动横向力摩擦系数标准的统一和协调。这一时期,各国的测试方法和设备在原理上有相似之处,但在具体的技术参数、测试条件等方面存在差异,国际间的交流和合作促使了对统一标准的需求。

美国公路与运输员工协会发布标准 AASHTO GPVF-1-2008《路面摩擦系数指南》,该标准对路面摩擦系数包括横向力系数的测试、评定等给出了指导性意见,涵盖了测试方法、设备要求以及不同路况和使用场景下的摩擦系数标准等内容。美国材料与试验协会发布标准 ASTM E274-16《用横向力系数测试仪测定潮湿路面摩擦系数的标准试验方法》,对测试设备、操作流程、数据处理等方面进行了详细规定。欧洲标准化委员会的相关标准中对道路摩擦系数的测试和评定也有规定,在横向力系数测试方面,与国际标准有一定的接轨和协同,例如在测试设备的精度要求、测试环境条件等方面有明确的规范,以保证不同国家和地区之间测试结果的可比性。

近年来,国内针对路面抗滑性能的研究更加深入,也逐步增多,主要体现在两个方面:一方面,在很多研究成果日趋成熟的基础上,形成了多项行业标准。JTG 3450《公路路基路面现场测试规程》中将抗滑性能作为一个独立章节,共规定了8个试验方法。JTG D50-2017《公路沥青路面设计规范》中对高速公路、一级公路以及山岭重丘区二级和三级公路的路面在交工验收时,抗滑的技术指标(横向力系数和构造深度)提出了要求。JTG F80/1-2017《公路工程质量检验评定标准》和 JTG B01-2014《公路工程技术标准》中均对面层的抗滑技术指标提出了要求。另一方面,行业内已对路面摩擦系数测量结果的准确性进行了初步探索,在行业内发布了 JJG(交通)113-2014《单轮式横向力系数测试仪检定规程》。同时,已在不同区域组织了小范围的比对试验来验证单轮式横向力系数测试仪测量结果的一致性。尽管相关检定规程已经发布,但依然未对动态路面横向力系数进行校准,现有检定方法仅解决了横向力、竖向荷载等单个参数的校准问题,不能给出路面横向力系数示值误差的计量技术要求与计量方法。因此,亟需根据横向力系数的产生原理,研制高精度横向力系数测量装置,实现对横向力系数示值误差的计量和复现

被检计量器具为单轮式横向力系数测试仪，该设备结构复杂，有很长时间的发展历程。20 世纪 60 年代末到 70 年代，一些国家开始研发用于测量路面摩擦系数的设备，出现了早期形式的单轮式横向力系数测试仪，如英国开发的 SCRIM 系统，为单轮式横向力系数测试仪的发展奠定了技术基础。这些早期设备的基本原理是通过一个与车辆行驶方向成一定角度的测试轮，测量轮胎与路面之间的横向力，从而计算出横向力系数。20 世纪 70-80 年代，设备在技术上有所改进，测试轮的材质、结构以及传感器的精度等方面都有了一定的提升，能够更稳定、准确地测量横向力。同时，开始注重设备与车辆的集成，使测试过程更加便捷和高效，但整体还处于相对初级的阶段，自动化程度和数据处理能力有限。进入 21 世纪，单轮式横向力系数测试仪在技术上更加成熟，不仅在硬件方面不断优化，如采用更先进的轮胎材料、更稳定的机械结构和更精确的传感器，而且在软件方面也有了很大的发展，具备了强大的数据处理和分析功能，能够实时显示测试结果，并对数据进行存储、统计和分析。

目前国内、外生产厂家众多，包括英国的 SCRIM、国内的北京市路兴公路新技术有限公司、中路锐创、中天恒宇、今谷神箭、路信恒通等。国内单轮式横向力系数测试仪的使用者主要有生产、质量监督、工程施工和监理等单位，涉及国民经济的各个重要领域。

三、编写过程

（一）主要起草人员及其所做的工作

具体人员及分工如表 1 所示。

表 1 人员分工情况表

序号	主要起草人姓名	起草单位	职称	人员分工
1	刘璐	交通运输部公路科学研究所	副研究员	研究计量标准设计方案；项目研究报告、规范各阶段技术把控，国内、外技术调研，信息归纳整理。
2	蔡嘉程	交通运输部公路科学研究所	助理研究员	协助研究计量标准设计方案；项目研究报告、规范各

				阶段技术把控，国内、外技术调研，信息归纳整理。
3	陈磊	中路高科交通检测检测认证有限公司	工程师	开展单轮式横向力系数测试仪测结果影响因素的研究，协助国内、外技术调研，信息归纳整理。
4	毛利建	中路高科交通检测检测认证有限公司	高级工程师	硬件规范系统性验证。
5	张冰	中路高科交通科技集团有限公司	工程师	重复性试验、稳定性试验。
6	李孝兵	交通运输部公路科学研究所	高级工程师	完成硬件搭建和系统调试。
7	郭鸿博	中路高科交通科技集团有限公司	高级工程师	不确定度分析及相关试验。

(二) 工作进程

1. 计量方法研究阶段（2025年6月~2025年12月）

明确主要计量特性，建立量值溯源路径，形成校准方法。开展重复性、稳定性试验验证与分析，验证校准装置、校准方法的实用性。研究分析各种关键影响因素对量值溯源结果的定量影响，评估其测量不确定度，形成征求意见初稿。

2. 征求意见稿阶段（2026年1月~2026年6月）

开展试验验证的相关工作，编写《单轮式横向力系数测试仪校准规范》（征求意见稿），对国内主要生产厂家、使用方进行定向征求意见，征求意见60天，意见处理30天。

3. 送审稿编制阶段（2026年7月~2026年9月）

根据征求反馈意见的处理情况，形成计量校准规范《单轮式横向力系数测试仪校准规范》（送审稿）。

4. 报批稿编制阶段（2026年10月~2026年12月）

处理报批稿阶段征求的反馈意见，形成计量校准规范《单轮式横向力系数测试仪校准规范》（报批稿），并完成报批的相关工作。

(三) 重大分歧意见的处理经过和依据

本规范在编写过程中无重大分歧意见。

(四) 送审阶段意见处理情况说明

送审阶段，与会代表提出以下主要修改意见：

暂无，待补充

编写组针对上述修改意见已逐一进行修改完善，形成报批稿。

四、编制依据

（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。

规范的编制原则如下：

1. 科学性原则

编制过程中紧密围绕单轮式横向力系数测试仪的工作原理、计量特性及检测原理，对测试轮偏角、垂直荷载、水平荷载、横向力系数等核心计量参数的技术指标、校准方法进行科学设定。依据计量学基本原理确定各参数的最大允许误差、测量重复性要求，校准方法设计兼顾计量准确性与检测原理的适配性，同时对校准结果的不确定度进行规范评定，确保整个校准过程的计量科学性和结果的准确可靠。

2. 适用性原则

立足公路工程路面抗滑性能检测的实际应用场景，规范的适用范围明确指向单轮式横向力系数测试仪的校准工作，校准条件充分考虑公路工程现场检测的环境特征，校准设备选取兼顾行业通用性与计量准确度要求，校准项目和方法设计注重实操性，既满足计量校准的专业要求，又适配检测机构的实际校准能力和现场操作需求，避免脱离行业实际的技术设定。

3. 协调性原则

规范编制过程中注重与相关计量技术文件、公路工程行业标准的协调统一，术语定义结合计量学规范与公路工程检测的专业表述，确保与现有相关技术文件无冲突、无矛盾。同时，对校准记录、校准证书的格式和内容进行统一规范，明确复校时间间隔的建议要求，使校准工作的全流程具备标准化、规范化的操作依据。

（二）参考文献

本规范主要依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中参考了以下标准：

JT/T 921-2014 单轮式横向力系数测试仪

JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程

JJG（交通）113-2014 单轮式横向力系数测试仪检定规程

JT/T 752-2009 横向力摩擦系数系统专用测试轮胎

JJG（交通）100-2020 双轮式横向力摩擦系数自动测试系统

BS 7941-1:2006 Methods for measuring the skid resistance of pavement surfaces — Part 1: Sideway-force coefficient routine investigation machine (SCRIM)《路面防滑性能测量方法 第 1 部分：侧向力系数常规检测设备（SCRIM）》

ASTM E670-09(2020)Standard Test Method for Testing Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter《使用 Mu-Meter 测量铺装路面侧向力摩擦的标准试验方法》

ASTM E1844 Standard Specification for Continuous Friction Measuring Equipment《连续摩擦测量设备标准规范》

ASTM E1551 Standard Specification for Special Purpose, Smooth-Tread Tire《专用光面轮胎标准规范》

ISO 13473-1:2019Characterization of pavement texture by use of surface profiles — Part 1: Determination of mean profile depth《路面纹理表征 第 1 部分：平均构造深度测定》

（三）国内外标准技术文件的兼容情况

与国内外标准技术文件无不兼容情况。

（四）与有关现行法律法规和强制性国家标准的关系

本规范不违反现行法律、法规和强制性国家标准。

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，本规范包括八个

章节和四个附录：1 范围、2 术语、3 概述、4 计量特性、5 校准条件、6 校准项目和校准方法、7 校准结果、8 复校时间间隔，以及附录 A 校准记录表格式、附录 B 校准证书内页格式等。

（1）测试轮偏角

测试轮偏角指标依据仪器工作原理、行业统一工况及国家 / 行业规范要求设定，是保障路面抗滑检测结果准确可比的核心几何参数。JTG 3450-2019《公路路基路面现场测试规程》明确规定，单轮式横向力系数测试仪测试轮偏置角应为 $19.5^{\circ}\sim 21^{\circ}$ ，标准工况为 20° ，偏角偏离将直接导致 SFC 测量产生系统性偏差。JT/T 921-2014《单轮式横向力系数测试仪》同样对偏角提出一致控制要求，以实现不同厂家、不同设备间检测结果的量值统一。该区间既符合设备机械结构设计、装配调试的合理公差范围，避免指标过严造成生产与调试困难，又可通过全站仪等计量器具实现精准测量，满足现场校准与量值传递要求。本规范指标与国家、行业现行标准完全衔接，确保检测工况统一、数据可比，符合公路工程现场测试的标准化与规范化需求。

（2）垂直荷载

垂直荷载指标依据路面摩擦标准工况、力学特性及国家/行业规范数据确定。JTG 3450-2019《公路路基路面现场测试规程》明确规定，单轮式横向力系数测试仪测试轮静态垂直标准荷载为 $2000\text{N}\pm 20\text{N}$ ，该荷载为行业统一基准轮压，可保证测试轮与路面形成稳定、符合实际行车状态的接触应力，避免荷载异常导致摩擦系数失真。JT/T 921—2014《单轮式横向力系数测试仪》对垂直荷载的要求与上述规程完全一致，确保设备制造、验收、校准的指标统一。 $\pm 20\text{N}$ 误差对应 1% 相对误差控制水平，与 0.5 级测力装置的计量溯源能力匹配，兼顾制造精度、现场调试可行性与校准可操作性，为横向力系数准确计算提供稳定可靠的力学基准，符合计量学与工程检测双重要求。

（3）水平荷载示值误差

水平荷载示值误差指标依据横向力系数计算原理、传感器性能及行业规范要求综合确定。水平荷载为横向力系数计算公式核心输入量，其误差直接传递至最终检测结果，需严格控制。JT/T 921—2014《单轮式横向力系数测试仪》规定设

备力传感器有效量程为 0~2000N，非线性误差小于 0.05%，±20N 误差范围与传感器硬件固有精度高度适配，符合设备设计与制造水平。现场检测存在车辆振动、路面颠簸等动态扰动，±20N 兼顾实验室校准精度与现场工况适应性，可通过 0.5 级标准测力仪实现精准溯源，满足计量判定、设备验收与日常检定需求。

（4）动态重复测量变异系数

动态重复测量变异系数指标依据路面固有特性、动态测量特点及国家/行业规范阈值确定。实际路面存在微观纹理、材料分布不均等天然波动，叠加车辆行驶、喷水、传感器动态响应等因素，测量结果存在合理波动。DB13/T 1539.1—2012《道路检测车 第 1 部分：路面横向力系数测试车》明确规定横向力系数测量变异系数≤5%，该阈值为路面抗滑检测设备通用重复性控制标准。≤5% 变异系数可包容路面与动态工况正常波动，保证测量稳定性满足工程评价、验收与质量判定需求，确保检测数据具备统计可靠性与跨机构可比性。

（5）横向力系数示值相对误差

横向力系数示值相对误差指标依据现场综合误差来源、量值传递分配及工程评价需求，结合行业规范要求确定。路面检测受速度波动、喷水厚度、温度、偏角与荷载偏差等多因素叠加影响，总误差需覆盖现场实际系统效应。JTG 3450-2019《公路路基路面现场测试规程》规定 SFC 为路面抗滑核心评价指标，其误差水平应影响路面抗滑等级判定，±9%相对误差符合工程评价适用性要求。±9%为偏角、荷载、力值、距离等分项误差合理合成结果，与横向力系数标准装置赋值不确定度、现场复现能力匹配。该指标兼顾计量准确性与现场可实现性，符合量传链误差分配逻辑，保障检测结果有效支撑道路养护与验收决策。

（6）距离示值误差

距离示值误差指标依据检测定位要求、传感器性能及国家/行业规范标准确定。单轮式横向力系数测试仪按固定间距采集数据，距离精度直接影响测点定位与路段平均值计算。JTG 3450-2019《公路路基路面现场测试规程》要求距离标定误差<2%，本规范±1%严于行业标准，进一步提升检测空间定位精度。JT/T 921-2014《单轮式横向力系数测试仪》对距离测量装置提出明确性能要求，常用光电、霍尔式距离传感器精度可稳定达到±1% 以内，指标与硬件能力完全匹配。

±1% 误差可通过 500m 标准长度与全站仪实现现场精准校准，操作简便、判定直观，适配检测机构现场校准条件。

(7) 温度示值误差

温度示值误差指标依据温度对检测结果影响程度、传感器性能及行业规范要求确定。路面温度主要用于环境记录与趋势分析，参与横向力系数的修正计算，工程范围内温度波动对测量结果影响较小。JT/T 921—2014《单轮式横向力系数测试仪》配套温度传感器典型精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}\sim\pm 2^{\circ}\text{C}$ ， $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 误差范围与硬件固有性能匹配，经济合理且易于实现。现场检测受阳光辐射、风速等环境干扰，测温存在正常波动，该指标兼顾精度与现场实用性，满足路面温度记录、环境标注需求，不影响检测报告完整性与结果有效性，符合仪器使用与计量校准双重要求。

六、试验验证分析

规范编写过程中，对单轮式横向力系数测试仪校准规范计量特性所涉及的具体指标进行了试验验证，见附件《单轮式横向力系数测试仪校准规范试验验证报告》。

七、不确定度评定

对单轮式横向力系数测试仪校准规范的校准结果进行了不确定度评定，见附件《单轮式横向力系数测试仪校准规范测量不确定度报告》。

八、其他应予说明的事项

无。