

# 交通运输部部门计量检定规程

## 《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》

(征求意见稿)

### 编制说明

《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》

计量检定规程编写组

2017年8月

# 目 录

一、工作简况.....	- 1 -
二、规程编制原则和主要内容.....	- 4 -
三、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况 .....	- 9 -
四、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，与国内外关键指标对比分析情况.....	- 10 -
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系 .....	- 11 -
六、重大分歧意见的处理经过和依据.....	- 11 -
七、贯彻标准的要求和措施建议.....	- 11 -
八、废止现行有关标准的建议.....	- 11 -

## 一、工作简况

### 1.1 任务来源

根据 2016 年 8 月 17 日交科技函[2016]506 号文“交通运输部关于下达 2016 年交通运输标准化计划的通知”中《2016 年交通运输标准化计划制修订项目表》，由交通运输部公路科学研究所主持承担本标准的修订工作（计划编号: JTG 2016-7）。

### 1.2 协作单位

交通运输部计量检定规程《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》的编写过程得到了中路高科交通科技集团有限公司、上海卓致力天科技发展有限公司、南京熙赢测控技术有限公司、北京今谷神箭测控技术研究所、北京中天恒宇科技有限公司等单位的协作。

### 1.3 编写目的

路面抗滑是保障公路交通安全的重要措施。美国国家交通安全委员会（NTSB）和联邦公路局（FHWA）的研究数据表明，大约 13.5% 的致命交通事故发生在湿滑路面，而在全部交通事故中，因路面摩擦原因造成的交通事故则高达 25%。近年来，我国公路建设实现了跨越式的发展，高速公路和国、省干线公路占整个国家公路网的比例不断提高，道路的平均行车速度有了很大程度的提高。同时，交通事故数量也在不断增加，尤其是在雨雪天气条件下，由于路面摩擦不足所导致的交通事故，越来越得到公路管理部门的重视。

摩擦系数是评定路面抗滑性能的重要指标，是保证车辆安全运行的一项重要参数。双轮式横向力摩擦系数测试系统是一种连续、快速的测量路面摩擦系数的设备，主要用于新建、改建路面工程的质量验收和正常行车条件下无严重坑槽、车辙等病害的沥青路面或水泥混凝土路面摩擦系数的测定。

目前双轮式横向力摩擦系数测试系统在国内得到广泛应用，现役设备已达数百台之多。公路行业大发展时期，检测类设备需求旺盛，常常出现供不应求的情况。某些技术实力不强的生产厂家急于投入生产，而配套的检验设备和技术手段却没有及时跟进。导致在用的双轮式摩擦系数测量系统鱼龙混杂，不同厂家、不同型号的检测设备的对同一沥青路面的检测结果出现较大偏差，某些进口设备与国产设备之间也缺少必要的一致性。本世纪以来，双轮式横向力摩擦系数测试系统得到了大量应用，国产同类设备也得到了长足的发展。为了规范双轮式横向力摩擦系数测试系统技术及产品的发展，交通运输部于 2010 年发布了 JT/T 778-2010《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》行业标准，对此类设备的工作原理、系统组成、工作环境条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等内容进行了规范。随着技术的不断发展，原标准的某些内容与实际情况已不太符合，急需极时进行修订。相应的，作为计量器具检定、校准依据的计量检定规程，JJG（交通）100-2010 中的实验方法等技术内容也应当根据技术的改进而进行修订。此次修订结合近年来同类设备技术改进情况、仪器设备的实际应用情况、试验的便捷性需求等条件对原规程中的部分内容进行调整改进，以更好的适应交通运输行业技术发展的实际需求。

#### 1.4 主要工作过程

（1）2015 年 4 月至 2016 年 6 月，由规程编写单位交通运输部公路科学研究院在准备申报本研究项目时，查阅了大量与双轮式横向摩擦自动测量仪的设备结构、检测方法相关的著作、论文。同时，着重研究了该仪器现行的行业检定规程 JJG(交通)100-2010《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》，为本项目的研究奠定了一定的技术基础。

（2）2016 年 10 月，国家道路及桥梁质量监督检验中心组织了横向力系数比对试验，项目组成员参加了本次试验，借此机会，对我国目前双轮式横向摩擦自动测量仪的使用情况进行了调查与研究，了解了该设备的运行状况、使用条件以及计量情况等信息；

(3) 2017年4月,编写检定规程《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》草案稿;

(4) 2017年5-7月,开展了双轮式横向摩擦自动测量仪计量标准的建标研究及技术筹备工作,期间对检定规程《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》草案稿进行了修改;

(5) 2017年8月,在北京召开了检定规程《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》征求意见会,对草案稿进行了意见征询,形成征求意见稿。

### 1.5 规程主要起草人及工作

本规程主要起草人及所做的工作见下表:

表1 规程主要起草人及工作

序号	参加单位	起草人	主要工作
1	交通运输部公路科学研究所	荆根强	规程编写工作的组织,国内外相关规程和技术资料的收集,参加方案设计、参与调研及试验验证等。
2	中路高科交通科技集团有限公司	郭鸿博	方案试验验证及实施,主要内容编写。
3	交通运输部公路科学研究所	刘璐	技术调研、论证,方案设计。
4	中路高科交通科技集团有限公司	张冰	参与试验方案验证等,示意图绘制。
5	交通运输部公路科学研究所	苗娜	参与技术调研、论证、方案试验验证
6	交通运输部公路科学研究所	王义旭	参加方案论证、方法试验,参与调研及试验验证等。

## 二、规程编制原则和主要内容

### 1 编制原则

①协调性原则。做好本规程与国内、外相关试验方法中所涉及的仪器产品规格的一致性，使进口设备与国产设备都有一定的发展改进空间，并能保存技术指标的一致性。

②实效性原则。紧紧跟随技术的进步，对具备普遍性的新方法、新技术、新工艺予以吸收采纳，保证技术的时效性。

③成熟性原则。规程须进步充分的技术论证或试验验证，尤其是关键技术指标，应有试验数据作为支撑，确保技术成熟、可靠。

### 2 主要内容

按照 JJF1002-2010《国家计量检定规程编写规则》的要求编写《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》计量检定规程。在规程结构和格式上与之保持一致，包括引言、范围、引用文件、概述、计量性能要求、通用技术要求、计量器具控制、附录等内容。

#### 2.1 概述

从市场调研情况看，进口的 Mu-Meter 双轮式横向力摩擦系数测试系统在我国仍大量应用，但国产同类设备的使用已经越来越普遍。Mu-Meter 测试系统中，测试轮分为固定测试轮和旋转测试轮两种。而国产设备中，有较大比例是按对称结构设计的，即两侧测试轮均可旋转一定角度，使得工作状态时，两测试轮夹角保持  $15^\circ$ 。因此，在本规程的此次修订时，不再区分固定测试轮和旋转测试轮，以免引起理解上的偏差。

## 2.2 计量性能要求

在计量性能要求一章中，对测试轮夹角、轮胎气压、测试轮胎面与被测试路面的接触率、垂直标准载、测温传感器温度示值误差、横向力示值误差、横向力测量重复性等计量性能进行了规定。

在轮胎气压要求中，考虑到测距轮也承载了车身重量，因此增加了对测距轮气压的要求。

2010 版规程中，测试轮作用于被测表面的静态垂直标准荷载为  $761\text{N} \pm 5\text{N}$ ，调研时多个厂家认为  $\pm 5\text{N}$  的要求难度较高，尤其对于在用设备。在 ASTM E670 中相应指标为  $761\text{N} \pm 9\text{N}$ ，此次修订中修改为与 ASTM 标准一致。

## 2.3 通用技术要求

根据目前在公路技术状况调查所用的双轮式横向力摩擦系数自动测试系统技术特点以及使用现状，提出以下通用技术要求：

- 1) 外观应光洁、无缺损、无锈蚀，表面漆层应光滑、均匀。
- 2) 牵引车与拖车之间的连接应牢固可靠、转向平顺，且不应有导致拖车摇摆、振动的间隙。
- 3) 测试轮应能稳定的保持测试角度，测试过程中不应出现角度变化或明显的抖动。
- 4) 距离测量装置记录拖车行驶里程，能够用里程信号控制测试系统的数据采集，且具备里程标定参数调节功能。
- 5) 洒水喷头地面洒水宽度不小于 150mm。

## 2.4 技术要求的确定

对双轮式拖车的技术要求的确定，主要参考了 ASTM E670-09 及 JJG（交通）100-2010 规程中的技术参数，对于两者存在差异的地方，结合前期调研情况合理的进行选择，予以确定。例如，两测试轮作用于测试表面的垂直静态荷载，ASTM E670-09 中要求为  $761\text{N} \pm 9\text{N}$ ，JJG（交通）100-2010 要求为  $761\text{N} \pm 5\text{N}$ ，经与南京熙赢测控技术有限公司等厂家调研，认为大部分设备在使用一段时间后，均会出现一定程度的偏载现象，双轮均达到  $761\text{N} \pm 5\text{N}$  荷载的要求难度较高。因此，在此次修订时，参考 ASTM E670-09 的要求，将垂直荷载要求定为  $761\text{N} \pm 9\text{N}$ ，以与国际通用标准一致。

对于 JJG（交通）100-2010 规程未明确要求，而编写组认为从仪器测试性能方面考虑，有必要明确要求的参数，参考 ASTM E670-09 的技术要求，在本次修订中予以明确。例如，测距轮轮胎承受标准气压，按 ASTM E670-09 的要求，确定其标准气压值为  $(207 \pm 14)$  kPa。

## 2.5 计量器具控制

### 2.5.1 检定用器具

检定用器具主要包括：试验平台、钢直尺、测试轮轴台夹角专用校准板、轮胎气压表、标准测力仪、标准温度计、光电编码器测距装置、横向力校准装置等。

试验平台是本次修订新增的集成化试验装置，集成了拖车举升、测试轮夹角测量的辅助、垂直载荷测量的辅助。测试轮轴台夹角专用校准板在结构上有所改进，便于进行测量，计算测试轮角度。光电编码器测距装置用于校准测距轮的示值准确性，其原理是测距直接比较法，因考虑到检定、校准过程的便携性，采用该测距装置。横向力校准装置利用共源激励条件下的力值比较原理通过比较法校准设备的横向力输出结果，在附录中给出了相关装置的原理图。



### 2.5.2 检定项目

检定项目包括：外观、测试轮轴台端面之间的夹角、轮胎气压、测试轮胎面与被测试路面接触率、测试轮作用于地面上的静态垂直标准荷载、温度传感器示值误差、距离测量相对误差、横向力示值相对误差。

### 2.5.3 检定方法

检定方法的设计应考虑到实施的便捷性、量值溯源的科学性等因素，相对于 2010 版，在检定试验方法上的主要改变有：

#### (1) 测试轮轴台端面之间的夹角检定

对测试轮夹角的测量专用装置进行了改进，便于直接通过测量方法得到角点坐标。相应的两测试轮轴台端面夹角的计算过程修订如下：

$$\alpha_L = \arctan \frac{|x_{L2} - x_{L1}|}{|y_{L2} - y_{L1}|} \quad (1)$$

$$\alpha_R = \arctan \frac{|x_{R2} - x_{R1}|}{|y_{R2} - y_{R1}|} \quad (2)$$

$$\alpha = \alpha_L + \alpha_R \quad (3)$$

式中：

$\alpha_L$  —— 左侧测试轮偏角；

$\alpha_R$  —— 右侧测试轮偏角。

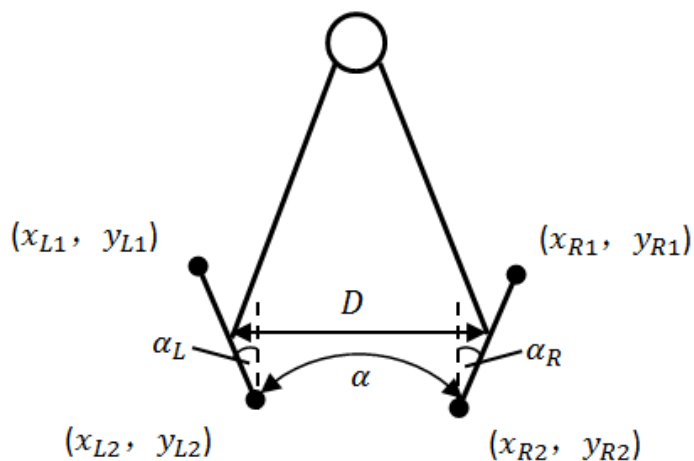


图 1 测试轮夹角测量示意

## (2) 测试轮轮胎气压检查

增加了测距轮轮胎气压的检查。采用轮胎气压表测量测试轮及测距轮轮胎气压，应满足测试轮标准气压  $(70 \pm 3.5)$  kPa，测距轮轮胎气压的  $(207 \pm 14)$  kPa 要求。

## (3) 横向力测量装置

本次修订中采用直接比对的方法对横向力测量装置的力值输出进行检验，主要变化是采用了横向力专用校准装置，可以在室内完成，降低了对试验场地的特殊要求。其主要步骤为：

- a) 将摩擦系数 (BPN) 大于 60 的两块摩擦试件安装于横向力校准装置的左右测试台面上，调整横向力校准装置基座使其水平；
- b) 将测试系统的左右测试轮分别平稳放置于横向力校准装置的左右平台中间位置，打开测试系统软件，调整到测力模式；
- c) 打开横向力校准装置软件，将初始力值清零；
- d) 开启牵引机构使其平稳向前牵引测试系统，同时，由校准装置软件记录标准力值曲线，测试系统软件记录横向力传感器的力值曲线；
- e) 当测试系统有明显移动时即停止牵引，保存校准力值曲线及测试系统的横向力传感器的力值曲线；
- f) 重复 b)~e) 的步骤 3 次，取 3 次试验中各曲线拐点处的力值的平均值，

按式（7）计算横向力示值相对误差。

$$\delta_F = \frac{\bar{F}_s - \bar{F}_0}{\bar{F}_0} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

$\delta_F$ ——测试系统横向力示值相对误差，百分比；

$\bar{F}_s$ ——测试系统输出的横向力示值平均值，N；

$\bar{F}_0$ ——横向力校准装置力值平均值，N。

#### （4）横向力测量重复性

横向力测量重复性的计量，也采用横向力专用校准装置完成，减少计量检定、校准过程中对场地的要求。

### 三、 推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

路面摩擦力是表征道路行驶安全性的关键指标，在路面现场试验检测中一直占据着重要地位。发达国家，如英国，在 20 世纪 20 年代末就开始公路路面防滑性能的研究，开发出了一系列摩擦系数测试设备，如摆式摩擦系数测量仪(AASHTO T 278 or ASTM E 303)、动态摩擦测试仪（ASTM E 1911）等。为了提升检测效率，高速摩擦测量设备得到了大量应用，主要有四种类型：制动式、横向力式、定速滑动式、变速滑动式。其中横向力式摩擦系数测试系统是目前我国应用最为广泛的连续式摩擦系数测试系统，按结构又可分为双轮式横向力摩擦系数测试系统和单轮式横向力摩擦系数测试系统。单轮式横向力摩擦系数测试系统多为大型整车式测试设备，整体价格较高，而双轮式横向力摩擦系数测试系统则因价格较相对低廉，得到大量应用，据粗略估计现役设备有数百台之多。

上世纪末以前，我国使用的双轮式横向力摩擦系数测试系统以进口设备为主，相关行业标准也并未及时跟进。本世纪初期，国内厂家逐渐着手研制国产设备，并得到一定程度的推广，一定程序的替代了进口设备。为规范产品的生产和使用，交通运输部于 2010 年发布了 JT/T 778-2010《双轮式横向力摩擦系数自

动测试系统》行业标准，同期发布了 JJG（交通）100-2010《双轮式横向力摩擦系数自动测试系统》检定规程。

随着技术的不断发展，原规程的某些内容与实际情况已不太符合，根据交通运输部行业标准制、修订计划，由交通运输部公路科学研究院对原行业标准及检定规程进行修订。本规程修订后，将使此类产品技术和市场更加规范，并进一步推进仪器计量性能的提升，保障量值的统一和行业整体测试水平的提高。

#### 四、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，与国内外关键指标对比分析情况

国外相关标准主要有美国材料试验协会的 ASTM E670、E1551 标准，其中 E670 是关于采用 Mu-Meter 进行路面横向力摩擦系数测试的标准测试方法的标准，E1551 是关于固定制动连续摩擦系数测量设备用特殊光面轮胎标准规格的标准。此次修订的标准与 ASTM E670 的关键参数保持一致，测试系统专用轮胎符合 ASTM E1551 标准要求。与 JJG（交通）100-2010 规程相比，主要是针对近年来此类产品技术改进的需求做相应的修改。主要包括：

- 修改了对系统组成及工作原理的描述（见 3）；
- 增加了对测试轮和测距轮胎压的要求（见 4.2）；
- 增加了对横向力示值误差的要求（见 4.6）；
- 修改了测试轮作用于被测表面的垂直荷载（见 4.4）；
- 增加了对“横向力校准装置”及其性能要求（见 6.1、附录 A）；
- 修改了“测试轮轴台端面之间的夹角”的试验方法（见 6.3.2）；
- 修改了“测试轮胎面与被测试路面接触率”的试验方法（见 6.3.4）；
- 增加了“横向力示值误差”试验方法（见 6.3.7）；
- 修改了“横向力测量重复性”试验方法（见 6.3.8）。

## 五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

符合现行法律、法规规定，与相关强制性标准 JTG E60《公路路基路面现场测试规程》相符合。JTG E60 主要规定了路基路面的试验方法，其中涉及到使用双轮式摩擦系数测试系统检测路面摩擦系数的试验方法，而本规程侧重于对测试系统产品的技术要求及其验证试验方法的规定。

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

规程制订中，对一些重大意见分歧采取研讨和试验验证等方式加以解决，体现了开放、科学和严谨的工作特点。目前本规程征求意见稿无遗留的重大意见分歧。

## 七、贯彻标准的要求和措施建议

规程发布后组织宣贯，建议设半年的过度期。

## 八、废止现行有关标准的建议

废止 JJG（交通）100-2010。