

国 家 计 量 技 术 规 范

《公路路侧毫米波雷达
校准规范》

编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2025 年 6 月

目录

一、任务来源	1
二、编制背景	1
1. 目的意义	1
2. 国内外概况	错误！未定义书签。
三、编制过程	2
1. 编制原则	2
2. 工作进程	3
3. 人员分工	3
四、编制依据	3
五、主要技术内容的论据	4
1. 范围	4
2. 概述	4
3. 计量特性	4
4. 校准条件	5
5. 校准项目和校准方法	6
6. 校准结果	7
7. 复校时间间隔	7
六、试验验证分析	7
七、不确定度分析	7
八、其他应予说明的事项	7

一、任务来源

根据“市场监管总局办公厅关于印发 2024 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〔2024〕40 号），由交通运输部公路科学研究所主持承担国家计量技术规范《公路路侧毫米波雷达校准规范》的制定工作。计划编号为：MTC30-2024-03。

二、编制背景

1. 目的意义

作为新型公路交通感知设施，路侧毫米波雷达常用于跟踪和检测各类型车辆运动状态，具有抗干扰能力强、不受光照条件影响、数据处理量小、造价相对较低等优势。因此，路侧毫米波雷达已成为智慧高速建设中重点关注和着力推广的车路协同路侧设备，在全国范围内的智慧高速试点中得到广泛应用。然而，在路侧毫米波雷达计量特性校准和测试验证方面，尚缺少有效的标准规范支撑，系统的准确性、一致性、可靠性无法得到有效检验，这对于保障其计量性能的长期有效性是不利的。

本项目针对上述困境，适时提出开展公路路侧毫米波雷达计量测试技术的研究和校准规范制定工作，以期逐步建立公路路侧毫米波雷达的计量溯源保障体系，从而推进公路路侧毫米波雷达的应用和技术进步。

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，将大大促进毫米波雷达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。

2. 国内外概况

路侧毫米波雷达在我国智慧高速试点工作中大量应用，发展势头迅猛。该系

统可实现多车道、远距离、多目标运动状态检测及车辆分型，相对于传统车辆测速、测距的公路机电系统来说，在功能和性能方面具有质的提升。而我国现行计量技术规范《固定式机动车雷达测速仪检定规范》（JJG 527-2015）、《非接触式测距测速仪校准规范》（JJF 1612-2017）主要用于传统测速雷达的计量，不能有效覆盖路侧毫米波雷达技术指标的计量溯源需求。

为适应自动驾驶领域的快速发展，部分团体标准对毫米波雷达产品提出了技术要求，但相应的计量技术规范制定工作并没有及时跟进。因此，目前国内尚没有正式发布可用作路侧毫米波雷达第三方计量溯源依据的技术规范。

2023 年，交通运输部发布了行业标准《公路工程设施支持自动驾驶技术指南》（JTJG/T 2430-2023），这意味着车路协同应用的配套支持已正式落地，为推进车路协同相关技术、装备的应用落地提供了重要支撑。在各省智慧高速建设试点工作的基础上，预计智慧高速建设进程还将持续有序推进，与仪器设备性能测试、评定、技术验收、定期校准相关的技术需求将不断增加，及时提出《路侧毫米波雷达校准规范》的制订计划势在必行。

三、编制过程

1. 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。规范着眼于公路路侧毫米波雷达的“准确性、一致性、可靠性”等运行维护难题，通过计量技术方法的改进，提升现场计量测试工作的安全性和便捷性，增进计量测试、检查调试等现场技术工作实施的可行性和普及性，从而推进智能交通、智慧交通的发展。规范的编制原则如下：

适用性原则：本规范针对公路路侧毫米波雷达的关键测量性能参数计量方面，提出了一种简易适用的检定方法，根据实际项目的需要，提出相关的技术指标，适度控制规范的技术边界。

成熟性原则：对规范中的相关技术关键技术指标进行充分的调研、技术论证或试验验证，依据充分，理论正确，验证可信，确保技术成熟性、可靠性。

经济性原则：合理的选取与设备计量性能最相关的关键参量，对于设备的固

有结构参数，主要由厂家进行控制，一旦设备出厂后即相对固定，简化对此类参数的计量需求，节约相应的资源浪费。

2. 工作进程

2023. 11~2024. 01，编写规范草案稿；

2024. 01~2024. 05，完成规范项目申报，并获批立项；

2024. 05~2024. 08，对现有草案稿进行完善，形成初步征求意见稿；

2024. 09~2024. 12，对规范草案中的技术方案进行论证和试验，并定向征求厂家意见；

2025. 01~2025. 06，补充开展现场试验验证，修改规范文本形成本征求意见稿，拟公开征求意见。

3. 人员分工

序号	主要起草人姓名	起草单位	分工
1	荆根强	交通运输部公路科学研究所	负责规范的技术研究，编制工作的统筹安排
2	段发阶	天津大学	负责试验方法研究及试验条件保障和组织实施
3	张月莹	浙江省机电产品质量检测所有限公司	负责毫米波雷达试验及相关数据分析
4	陈 垦	四川数字交通科技股份有限公司	负责校准方法的现场试验验证及数据分析工作
5	殷其昊	交通运输部公路科学研究所	负责毫米波雷达试验方案的实施、数据分析等
6	韩晓坤	中路高科交通检测检验认证有限公司	负责校准方法试验验证
7	谷乾龙	四川中路川高科技有 限公司	负责部分术语工作、附录等编制

四、编制依据

本规范是在国务院、交通运输部政策文件的基础上，主要依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中引用或参考了以下文件：

《公路工程施工支持自动驾驶技术指南》（JTG/T 2430-2023）

《固定式机动车雷达测速仪检定规程》（JJG 527-2015）

《非接触式测距测速仪校准规范》（JJF 1612-2017）

《机动车测速仪》（GB/T 21255-2019）

《道路车辆智能监测记录系统通用技术条件》（GA/T 497-2016）

《道路车辆智能监测记录系统验收技术规范》（GA/T 961-2020）

《交通信息采集 视频车辆检测器》（GB/T 24726-2021）

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、附录 C 速度测量误差不确定度评定示例、附录 D 距离测量误差不确定度评定示例等。

1. 范围

本规范适用于公路路侧毫米波雷达（以下简称检测系统）的校准。

2. 术语

术语部分定义了“毫米波 Millimeter Wave”“路侧毫米波雷达 Road-side Millimeter Wave Radar”两个术语，分别对波长范围、测量参数进行了说明。

3. 概述

说明了公路路侧毫米波雷达的工作原理、组成结构及用途。

4. 计量特性

规范了公路路侧毫米波雷达需校准的计量特性：有效探测距离、距离测量误差、视场角、速度测量范围、速度测量误差、交通量测量误差、数据刷新率等。

有效探测距离：毫米波雷达可有效探测目标的最近和最远距离，用长度范围表示，单位为 m。

距离测量误差：在有效探测距离内，毫米波雷达所测物体的距离与当前测量时刻物体的参考距离之间的差值，单位为 m。

视场角：毫米波雷达可正常探测目标的视场角范围，分为水平视角和垂直视角，用角度范围表示，单位为°。

速度测量范围：毫米波雷达可正常探测的目标速度范围，以远离毫米波雷达方向的速度为正，靠近毫米波雷达方向的速度为负，单位为 km/h。

速度测量误差：在速度测量范围内，毫米波雷达所测得的目标速度与目标当前时刻速度参考值之间的差值，单位为 km/h。

交通量测量误差：实际校准场景下，毫米波雷达在单位时间内测量的交通量与实际交通量之间的相对误差。

数据刷新率：毫米波雷达每秒钟进行数据刷新的次数，单位为 Hz。

5. 校准条件

校准条件部分对校准所需的环境条件和测量标准及其他设备进行了规范。

环境条件特别提出按白天和夜间两种工况开展校准试验。

针对设备的使用条件提出了两类校准实验场地条件：

——采用封闭实验场地时，校准所用路段的路面应平整，路段长度不小于 500m，设备安装门架与实际交通条件一致，行驶车辆状态可控；

——现场校准时，以毫米波雷达实际安装条件为准，但校准试验应避免较强的逆光时段。

校准用测量标准及其他设备包括：

- (1) 全站仪：II 级及以上；
- (2) 光电触发计时装置：感应距离不小于 1m，响应时间不大于 5ms；
- (3) 光照条件要求：水平能见度应不小于 1km；
- (4) 目标运动特性校准装置（以下简称校准装置），符合以下技术要求：

——利用高速相机和车辆目标识别软件，实现相机视野内车辆目标的位置、距离和速度测量；

- 具备测量系统参数自动或半自动标定的功能；
- 可保存清晰的视频数据，每帧具有分辨力不大于 1 μ s 的时间戳；
- 距离、时间和速度参量可溯源至国家计量基准。

6. 校准项目和校准方法

针对有效探测距离、距离测量误差、视场角、速度测量范围、速度测量误差、交通量测量误差、数据刷新率等计量特性，提出了详细的校准思路。

（1）有效探测距离

为确定毫米波雷达的有效探测距离，以角反射器作为被检测目标，由近及远移动，确定可检测距离范围，并用全站仪测量此距离的上下限，得出近端和远端位置沿道路方向的距离范围，作为毫米波雷达的有效探测范围校准结果。

（2）距离测量误差

根据毫米波雷达的有效探测范围或客户校准需求，在道路边界外侧每 100 米左右放置 1 组角反射器，每个角反射器距离近端的距离，以全站仪测量结果作为参考值，毫米波雷达测量结果作为测试值，得出距离测量相对误差。

（3）视场角

沿道路方向在距离毫米波雷达一定距离的截面，沿道路截面不断向道路外侧移动角反射器，根据毫米波雷达探测效果确定其可检测的外侧边界点，根据最左侧到最右侧的距离和沿道路方向的距离，得出视场角。

（4）速度测量范围和误差

在毫米波雷达的测量范围内，沿道路外测量取测速区间并布置光电触发计时装置和角反射器。光电触发计时装置的投射方向与车行方向垂直，可根据光电开关的动作时间测量得到车速标准值；毫米波雷达根据角反射器的距离和车辆通过时间可以得到车速测试值；两者计算得出速度测量误差。

（5）交通量测量误差

使校准装置和被校准的毫米波雷达在同一交通场景下同时测量交通量，采集时间间隔为 1 小时，根据两者采集的交通量计算得到交通量测量误差。

（6）数据刷新率

为确定被校准毫米波雷达单位时间获取有效数据的次数，截取一段数据样本，将样本中单位时间有效数据获取次数的最小值作为数据刷新率校准结果。

7. 校准结果

结合附录 A、附录 B 提出了校准结果记录及校准证书的内容和格式要求。

8. 复校时间间隔

公路路侧毫米波雷达复校时间间隔由仪器的使用情况、以及仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

六、试验验证分析

车路协同路侧毫米波雷达具有多目标、多参数测量的功能，配合不同的软件系统，可实现车速、距离、车流量、占有率等车辆目标运动参数的测量。其中，核心技术指标为：距离和速度，其他指标基本上可通过距离、速度按照一定的算法计算得到。因此，试验验证分析主要针对距离和速度测量误差的校准过程进行设计。

通过场地选择、安装毫米波雷达系统、安装高速相机、标定系统参数后，开展速度测量实验和距离校准实验，并进行数据分析和系统的改进优化。

通过试验验证工作，可以更加全面地提出科学合理的毫米波雷达系统校准方案，也有利于全面的对毫米波雷达系统的计量性能进行评估，甚至提出优化和改进建议，以提高准确性和稳定性。

七、不确定度分析

主要对速度测量误差不确定度和距离测量误差不确定度进行评定。

速度测量误差不确定度主要由两部分引入，一是校准装置引入的，二是毫米波雷达速度示值重复性不确定度和分辨力引起不确定度的较大值引入的。已知校准装置最大允许误差时，可根据不确定度服从的分布得到此不确定度分量；毫米波雷达的速度示值重复性引起的不确定度和分辨力引起的不确定度，应取其大者作为速度示值引起的相对不确定度分量。具体评定见校准规范附录 C。

距离测量误差不确定度的确定与速度测量误差不确定度的评定类似，具体评定见校准规范附录 D。

八、其他应予说明的事项

无。