

# 对路基路面工程平整度检测技术进行研究

张志豪<sup>1</sup> 王继标<sup>2</sup>

文山联信建筑工程质量检测有限责任公司 云南文山 663000

DOI: 10.32629/ems.v8i2.18434

**[摘要]** 作为评价道路施工质量的重要标准,路基路面的平整程度对行车安全、乘坐舒适性和路面服务年限有重要影响。论文针对建设项目对施工质量检验的关键要求,对道路路基及路面平整度的检测方法进行了较为深入的研究。在此基础上,着重研究尺寸测量技术、连续平整度检测技术、车载式激光平整度检测技术的原理、设备构成、操作流程和应用场合,以提高检测技术的实用性和专业化程度,为我国道路路面平整度检测工作的开展奠定基础。

**[关键词]** 路基路面; 平整度检测; 工程检测; 检测技术; 质量控制; 影响因素

在道路施工中,道路表面的平整度是最能体现施工质量的一个重要标志,它的好坏对道路的运行和行车的安全性起着至关重要的作用。目前,我国道路建设规模越来越大,对道路表面的平整度提出了越来越严格的需求,而施工检验是保证道路表面平整度的重要手段。平整度测试技术的科学性和准确性,将直接影响到整个项目的评估成果,从而为后续的施工调控和维修提供依据。目前,我国道路沥青混凝土路面的检测已经由传统的手工检测向自动化和智能化方向发展,但目前仍然面临着仪器运行不规范、数据验证不充分、影响因素分析不够充分等问题,使得检测结果与实际情况有较大的差距。项目研究成果将为提高我国道路工程质量检测技术水平,保障道路工程质量安全,具有重要的现实意义和实用价值。

## 一、道路路基与路面平整度试验的基本指标规定

道路基层的平整度是指道路表层与设计面之间的偏差,其检验指标必须满足相关规定,从而为道路建设项目的施工质量评估提供定量的参考。目前,国家有关设计规范对不同等级道路和路面构造的平整度进行了规定,其主要内容有三种:国际平整度指数、三米直尺最大间距和连续型平整度计的标准偏差<sup>[1]</sup>。

作为一种国际通行的平整度评定标准,国际平整度指数可通过仿真汽车行车过程中的垂直变形反映整个道路的平整度状态。它以米/公里为单位,表征汽车悬架体系的累积垂直位移。我国现行的道路路面设计标准中,路面平整度规定为2.0 m/km,一级道路为2.5 m/km。该指标具有客观性强和可重复性好等优点,能够在很大程度上反映出沥青混合料在较

大尺度上的变化情况。

三米直尺的最大间距是衡量平整度的常用标准,用三米直尺与地面之间的最大间距表示局部平整度,单位为mm。此项技术指标可用于道路路面基层及面层表面的平整性检验,按规程规定:道路及一级道路采用3 m尺测量,最大间距不得大于5 mm;二级道路不得大于8 mm;道路及一级道路以水泥混凝土为基层时,最大间距不得大于3 mm,二级道路不得大于5 mm。三米法是一种简便、经济的测量方法,可快速探测道路局部不平整部位,应用广泛。

连续型平整度计的标准偏差是指通过对道路表面垂直变形进行连续测定,经分析得出的系列变形值,单位为mm。对于不同等级道路表面的平整度,现行技术规程规定:道路沥青混凝土路面的平整度误差不得大于1.2 mm,一级道路不得大于1.5 mm,二级道路不得大于2.0 mm。该仪器可进行连续测量,兼具精确性和便捷性,是介于常规手工测量和自动化测量之间的常用设备。

## 二、道路工程中重要的道路平整度测试方法

根据检测原理、设备种类和适用场合,将道路基层平整度检测技术划分为三大类:常规尺寸检测技术、连续平整度测试技术和现代车载激光测试技术。不同的测试方法侧重点不同,需根据具体工程需求合理选取。

### (一) 尺寸法

尺寸法(缩尺测试)是一种以机械接触式理论为基础的常规测试方式,其主要设备为三米尺、楔形塞尺等,通过直接测定道路表面与直尺之间的距离,实现对道路局部平整度的评估。其测试方法是:将三米直尺沿行车方向放平,让尺

子下端紧紧贴合地面, 测出尺子与地面的最大距离, 该空隙即为衡量道路表面局部平整度的定量标准。利用楔形塞尺检测缝隙尺寸, 准确度可达 0.01 mm。主要设备有三米铝合金直尺、楔形塞尺、水平尺等<sup>[2]</sup>。三米规格的铝合金直尺, 尺寸偏差不得大于 3 mm, 刚性需符合检验标准; 楔形塞尺测量范围为 0-20 mm, 分度值 0.1 mm; 水平尺用于校正直尺的水平状态。施工过程中需按规程操作: 选取施工地段, 每 200 m 选取 3 个测量断面, 每个断面测量 5 点; 将三米直尺沿行车方向放平, 确保尺子末端与地面紧贴; 用楔形塞尺插入尺子与地面的最大缝隙中读取数据; 将每个断面 5 点的测量值取平均值作为该断面的平整度, 再对 3 个断面的平整度取算术平均值, 即为该路段的平整度结果。尺寸法可用于路面基层、面层及桥面等部位的检测, 特别适用于路面接缝、局部破损等区域的检测。该方法具有设备简单、操作方便、成本低等特点, 无需繁琐的数据处理, 可快速获取路面局部平整度数据。其不足之处在于测试速度慢、数据呈离散性, 不能真实反映整条道路的总体平整度状态, 且受人为因素干扰, 主观性较强。

### (二) 连续性的平整度测量方法

采用连续型平整度计作为连续平整度测试装置, 通过机械牵引方式对道路垂直变形进行连续测试, 可有效解决常规尺寸测试方法的离散性问题。

测试的基本原理是: 连续平整度测试仪由牵引机构、车轮、位移传感器和数据采集系统构成。测试过程中, 设备以 3-5 km/h 的恒速行驶, 车轮随道路波动升降, 位移传感器将机械位移转化为电信号, 实现实时测量并进行误差分析。

该系统主要由连续平整度测量仪、牵引装置(牵引车或人力牵引架)和数据采集终端三部分组成<sup>[3]</sup>。核心设备参数: 连续平整度测量仪测量范围为±50 mm, 测量精度 0.01 mm; 数据采集系统需配套专用处理软件。测试流程如下: 测试前需进行设备标定, 包括测轮归零、传感器校准、牵引速度标定; 选取测试路段, 设置不少于 1 公里的检测线路; 以 3 km/h 的速度匀速行驶, 数据采集系统以 10 mm 的采样间距自动记录位移信息; 测试结束后, 通过软件计算标准偏差, 得出平整度测试结果。

该方法适用于不同等级道路的平整度连续检测, 尤其适用于二级及以上道路的检验。其具有检测速度快、数据连续

性好、能反映中长路段平整度变化、操作简便、数据处理自动化等特点。不足之处在于易受路面杂物和坑槽影响, 测试前需清扫路面; 车速对测试结果影响显著, 需严格控制; 对路面坡度和曲率变化敏感, 适用于直线及大半径曲线路段检测。

### (三) 车载激光平整度测量方法

车载激光平整度检测是当前国际上最为前沿的平整度测量方法, 它将激光测距、惯性导航和 GPS 定位技术相结合, 能够实现高速、高精度、自动化测量, 是当前最具发展前景的平整度检测方法之一。

其核心原理是: 测试车辆(经改造的商用客车或卡车)搭载激光传感器、惯性测量单元、GPS 定位模块和数据采集模块。激光传感器向道路表面发射激光束, 通过接收回波测定道路垂直方向距离; 惯性测量单元对车辆的振动和倾斜进行实时校正; GPS 定位模块记录各测点的坐标; 数据采集平台实时融合多源观测数据, 计算国际平整度指数等相关指标。

核心设备参数: 激光传感器测距精度±0.1 mm、采样频率 1000 Hz; 惯性测量单元加速度测量范围≤5 g、角速率≤300°/s; GPS 定位模块位置精度 1 m。测试流程如下: 测试前需完成准备工作, 包括设备校准(激光传感器、惯性测量单元、GPS 定位模块)和车辆状态检查(重点关注轮胎气压和悬挂系统); 规划检测路径, 沿道路行车轨迹, 以 80-100 km/h 的速度行驶检测; 通过激光、惯导和 GPS 等模块同步工作, 采集路面高程、车辆姿态及测点坐标等信息; 测试结束后, 通过软件进行异常值剔除、振动补偿, 计算平整度指数、平整度标准偏差等参数, 生成带坐标的平整度分布图。

车载激光平整度检测方法适合高等级道路的平整度检测, 尤其适用于长距离、大型路网的检测。该方法具有检测快速高效、无需人工干预、人为误差小、测量精度高的特点, 能捕捉道路表面微小波动, 数据信息丰富, 可生成平整度分布图、病害关联分析等结果, 为维修养护工作提供支撑。其不足之处在于设备造价高、前期投入大, 后期维护成本较高; 需定期对激光传感器进行清洁和校准; 对测试环境要求较高, 雨天、大雾等天气无法正常测试; 且需专业技术人员操作。

## 三、道路沥青混合料路面施工的质量控制措施

### (一) 加强检验仪器的校验和维修

为保证平整度测试结果的准确性和可靠性, 需从设备、操作、数据和管理等多个方面构建完整的质量管理体系, 加

强对施工全过程的质量监控, 确保测试数据能真实反映工程质量。

加强检验仪器的校验和维修是保证检测质量的先决条件, 需建立健全检定和维修制度。依据《道路工程试验检测仪器设备标定规程》, 对激光传感器、位移传感器和惯性测量单元等关键组件进行年度强制性检定, 经检定合格后方可投入使用。检测前需进行例行校准, 例如三米直尺直线度校准、连续平整度计滚轮校准、激光检测设备间距校准, 确保仪器运行状态良好<sup>[4]</sup>。做好设备维护工作, 详细记录仪器维修情况; 定期清洗传感器探头, 检查数据传输线路, 维护车辆悬挂系统; 测试后需清除设备表面杂物, 存放在干燥通风处, 避免设备损坏。

### (二) 规范作业流程

为降低人为差错, 需实行规范化作业, 制定详细的检测作业指导书, 规范检测人员的操作行为。根据不同检测技术特点, 明确测点选取、设备布设、检测速度、数据采集等关键步骤要求, 例如车载激光检测系统要求检测线路偏差不超过 0.5 m, 行驶速度波动控制在 $\pm 5$  km/h 以内。对检测人员进行专业培训和考核, 内容涵盖设备原理、操作流程、数据处理、安全规范等方面, 定期开展技能考试, 考核合格后方可上岗, 避免因操作不熟练导致测试误差。施工现场质量管控方面, 检测时需有质检人员现场监督, 核查作业流程执行情况, 及时纠正不规范行为; 记录测试时的温度、湿度、路面状况等环境参数, 为数据异常分析提供依据。

### (三) 多维度的检验方式的应用

采用多维度检测方式, 可有效弥补单一检测手段的不足, 提升检测结果的可信度。在同一路段采用多种检测方法进行对比验证, 例如将车载激光检测系统与连续平整度计联合应用, 通过激光检测结果进行全局评估, 借助连续平整度检测结果开展局部验证, 确保结果一致性。手工复核是指对自动检测出现异常的路段, 采用三米直尺测量方法进行现场复核, 明确异常区域实际路面状况, 避免因仪器故障导致的数据失真。数据逻辑验证是通过软件对采集的数据进行逻辑分析, 剔除超出测量范围或速度波动过大的数据, 统计数据重现性, 确保同一测点多次测量数据的偏差不超过 5%。

### (四) 完善质量监测与反馈体系

构建“检测—分析—整改—复检”的闭环监管体系, 使

检测结果有效指导施工调整。借助信息化管理平台实现数据实时传输、监测与分析, 对测试中发现的路面平整度不达标情况及时报警, 通知建设单位暂停施工。开展成因分析与整治: 组织监理、施工、设计等单位全面分析超标原因, 针对施工技术、材料质量、路基沉降等不同原因, 制定专项整治方案, 例如因摊铺速度不稳造成的超限, 需调整摊铺机参数后重新摊铺<sup>[5]</sup>。整改完成后, 对不达标路段进行复检, 复检合格后方可开展后续施工; 详细记录检测数据、整改措施和复查结果, 确保项目质量可追溯。

### 结束语:

在道路施工过程中, 路面平整度检测是保障道路施工质量的关键环节, 也是确保道路工程质量评估结果科学准确的核心。通过对路面平整度检测指标、关键技术、影响因素和保障方法等方面进行深入研究, 建立完整的路面平整度检测技术体系, 凸显其在建设项目中的核心地位。尺寸法、连续平整度法和车载式激光平整度法三种方法各有优缺点, 需根据工程级别、检测目的和现场情况合理选用。设计、施工、材料和环境是影响道路路面平整度的重要因素, 其中施工是最关键的控制环节。通过加强设备检定校准、规范作业流程、多维度数据验证、闭环管理及后期维护, 可切实保证检测质量, 从而提升道路平整度。随着智能化和信息化技术的不断发展, 道路基层的平整度检测将向高速化、高精度、智能化和集成化方向发展。在今后的道路施工过程中, 需不断强化检测技术的革新和应用, 完善相关标准规范, 提升检测工作的专业性和实用性, 为道路施工质量控制工作奠定坚实的基础。

### [参考文献]

- [1] 邱秋明. 公路工程路基路面施工质量试验检测要点研究[J]. 现代工程科技, 2024, 3 (24): 12-15.
- [2] 李祥. 高速公路沉降路段路基路面施工技术研究[J]. 交通世界, 2024, (33): 51-53.
- [3] 蒋旭升. 公路路基路面施工中的工程质量探析[J]. 居业, 2024, (11): 34-36.
- [4] 田洪远. 路基路面检测技术与质量控制措施[J]. 建材发展导向, 2024, 22 (21): 24-27.
- [5] 杨洪广. 沥青路面平整度影响因素与控制技术[J]. 黑龙江交通科技, 2024, 47 (10): 29-32.