

交通工程路面性能试验检测技术研究

孙福军

江西省瀚途检测科技有限公司 江西 南昌 330000

摘 要: 交通工程中路面性能试验检测技术,是保障道路质量与运行安全的重要手段。本文围绕路面性能指标体系、检测技术分类及影响因素展开探讨,系统介绍了无损与有损检测技术的基本原理与应用方式。分析了设备精度、检测方法、环境条件对检测结果的影响,并提出优化检测方案、数据处理流程和技术改进方向。通过科学的检测与数据分析,能够准确评估路面结构强度、平整度、抗滑性等关键性能,为道路养护决策提供可靠依据,提升交通工程管理的整体水平。

关键词: 交通工程;路面性能;试验检测技术;无损检测;检测优化

引言:交通工程中,路面性能对道路使用安全与舒适性至关重要。准确评估路面性能,需依赖有效的试验检测技术。随着交通事业发展,路面结构与材料日益复杂,对检测技术提出更高要求。深入探究路面性能试验检测技术理论基础、分类、影响因素及应用优化策略,有助于精准掌握路面状况,为路面养护与改建提供可靠依据,推动交通工程高质量发展。

1 交通工程路面性能试验检测技术理论基础

1.1 路面性能指标体系

路面性能由多个关键指标构成完整体系。路面结构强度是衡量路面承受车辆荷载能力的核心指标,取决于路面材料特性与结构组合。高强度路面能有效分散车辆荷载,减少路面变形与损坏,保障道路长期稳定使用。平整度体现路面表面的光滑程度,直接影响行车舒适性与安全性。不平整路面会使车辆产生颠簸振动,加剧车辆零部件磨损,增加驾驶员操控难度,降低行车安全性。抗滑性能关乎车辆制动与行驶稳定性,通过路面与轮胎间的摩擦力实现。良好的抗滑性能确保车辆在各种天气条件下,尤其是雨天、雪天,能有效制动,避免打滑失控。抗渗性能则与路面耐久性紧密相连,其反映路面抵御水分渗透的能力^[1]。水分渗入会引发路面材料老化、冻融破坏等问题,降低路面使用寿命,优异的抗渗性能可减少水分侵害,延长路面服役周期。这些指标相互关联、相互影响。路面结构强度不足会导致平整度下降,影响行车舒适性;抗滑性能受路面平整度与表面纹理影响,不平整路面会削弱抗滑效果;抗渗性能差会降低路面结构强度与耐久性,进而影响其他性能指标。各指标共同作用,构建起全面评价路面性能的框架。

1.2 试验检测技术基本原理

试验检测技术基于多种基础理论。基于力学原理的

弯沉检测,通过对路面施加荷载,测量路面在荷载作用下的变形量,以此评估路面结构强度。荷载作用下,路面变形越大,表明其结构强度越低,承载能力越弱。该方法直接反映路面受力后的实际响应,为判断路面结构状况提供可靠依据。无损检测技术多利用光学、电磁学原理。地质雷达通过向路面发射高频电磁波,电磁波在路面不同介质界面反射并被接收。根据反射波的时间、强度等信息,可探测路面内部结构分层、空洞、疏松等缺陷,无需破坏路面即可获取内部结构信息,检测效率高且不影响道路正常使用。基于声学原理的检测技术,通过分析声波在路面材料中的传播特性判断材料性能。声波在不同密实度、弹性模量的材料中传播速度与衰减程度不同,利用这一特性可检测路面材料的均匀性、密实度等指标,为路面质量评估提供参考。不同原理的检测技术各有优势,适用于不同检测场景与需求,共同为交通工程路面性能检测提供技术支撑。

2 交通工程路面性能试验检测技术分类与介绍

2.1 无损检测技术

2.1.1 地质雷达检测技术

地质雷达通过发射高频电磁波探测路面结构。电磁波穿透路面结构层,在不同介质界面产生反射,接收器捕捉反射波并记录其时间、振幅与相位信息。根据这些特性,可判断路面结构层厚度,识别内部脱空、裂缝等缺陷。在沥青路面检测中,地质雷达能清晰分辨各沥青层厚度,检测层间结合状况;用于水泥混凝土路面时,可探查板底脱空、裂缝延伸深度。相比传统检测方法,其无需破坏路面,检测速度快,能在短时间内完成长距离路段检测,大幅提升检测效率。

2.1.2 激光检测技术

激光检测技术借助激光测距、散射原理实现路面性

能测量。激光平整度仪发射激光束扫描路面,通过计算激光反射时间确定路面纵向剖面,进而得出平整度指标。激光构造深度仪利用激光散射原理,分析激光在路面粗糙表面的散射情况,获取抗滑构造深度数据。此类设备自动化程度高,检测过程无需人工过多干预,可连续采集数据,且测量精度达毫米级。在大规模路面检测项目中,能快速完成大面积路段检测,为路面性能评估提供精准数据支持。

2.2 有损检测技术

2.2.1 弯沉检测技术

弯沉检测通过测量路面在荷载作用下的变形评估结构强度。贝克曼梁法以杠杆原理为基础,将梁一端置于测点,另一端加载,通过百分表测量测点变形;此方法操作简便,但需人工读数,检测效率低^[2]。自动弯沉仪法实现检测过程自动化,可连续采集数据,效率有所提升。落锤式弯沉仪法通过重锤自由落下产生冲击荷载,模拟车辆动态作用,能快速获取多点弯沉数据,检测精度高。弯沉值与路面结构强度密切相关,弯沉值越大,表明路面结构强度越低;依据检测结果,可准确评估路面承载能力,为路面养护与改建提供依据。

2.2.2 取芯检测技术

取芯检测通过在路面钻取芯样获取内部信息。使用钻孔设备垂直钻取路面芯样,对芯样进行压实度、厚度、强度等指标检测。芯样可直观呈现路面材料组成、层间结合状态,通过实验室试验准确测定材料物理力学性能,是验证路面施工质量的关键手段。但该方法会对路面造成局部破坏,且钻芯、试验过程耗时较长,检测效率较低,多用于关键部位检测或对无损检测结果的验证。

2.3 其他常见检测技术

2.3.1 抗滑性能检测技术

摆式仪法通过摆锤从一定高度自由下摆,撞击路面产生摩擦力,根据摆值大小衡量路面抗滑能力;操作简单,适用于现场快速检测。摩擦系数测定车法利用轮胎与路面接触产生的摩擦力,通过传感器实时采集数据,可在车辆行驶过程中连续检测,效率高且能反映路面抗滑性能沿路线的变化。路面抗滑性能直接影响车辆制动与行驶稳定性,尤其在雨天、冰雪等恶劣天气,良好的抗滑性能是保障交通安全的关键。

2.3.2 平整度检测技术

3m直尺法通过将直尺置于路面,测量直尺与路面间隙评估平整度,操作简便但精度有限,适用于施工过程初步检测。连续式平整度仪法利用传感器采集路面纵向剖面数据,经计算得出平整度指标,检测效率与精度高

于3m直尺法。不同平整度检测技术各有适用范围,平整度影响行车舒适性,不平整路面使车辆颠簸,增加乘客不适感;同时加剧车辆磨损,提高运营成本,因此准确检测路面平整度对道路使用与养护意义重大。

3 影响交通工程路面性能试验检测结果的因素分析

3.1 检测设备因素

检测设备精度直接决定检测结果准确性。高精度设备能捕捉路面细微性能变化,低精度设备则可能遗漏关键数据。设备稳定性同样关键,不稳定设备在连续检测中数据波动大,导致同一检测点多次测量结果差异显著,难以反映路面真实性能。设备老化是影响检测结果的常见问题。长期使用使设备内部零件磨损、性能下降,如激光平整度检测仪的激光发射部件老化后,测量精度降低,影响平整度检测结果。传感器故障也会干扰检测,压力传感器失灵会导致荷载测量失准,影响基于荷载-变形关系的检测项目^[3]。定期维护可及时发现并修复设备隐患,校准能修正系统误差,保证测量值与真实值一致。选用高质量检测仪器从源头保障检测可靠性,优质设备采用先进技术与材料,精度高、稳定性强,可减少设备因素导致的检测误差。

3.2 检测方法因素

每种检测方法都有适用条件,选择不当将影响结果准确性。路面取芯检测用于分析结构层厚度与材料组成,若取芯位置选在病害区域或非典型部位,芯样无法代表路面整体状况,导致检测结果失真。弯沉检测时,加载速率影响路面变形程度,速率过快使变形不足,测得弯沉值偏小;速率过慢则产生额外蠕变,结果偏大。操作规范是检测结果可靠的保障。摆式仪检测抗滑性能时,若未清洁路面,灰尘油污会降低摩擦系数,使检测值低于实际。平整度检测中,设备行进路线不规范会导致数据无法真实反映路面状况。严格遵循检测标准与操作流程,可减少人为误差,确保检测结果真实有效。

3.3 环境因素

温度显著影响路面性能与检测结果。高温下沥青路面变软,弯沉检测时变形量增大,所得弯沉值高估路面实际变形;低温使沥青变硬,路面抗滑性能下降,不考虑温度的抗滑检测结果无法反映正常使用状态。湿度同样影响检测准确性。潮湿路面因表面水膜降低摩擦,抗滑性能检测值低于干燥路面。湿度还影响路面材料性能,路基土含水量过高会降低强度,影响路面承载能力检测。光照条件也不容忽视。强光照射可能使检测设备传感器温度漂移,影响测量精度;路面温度不均会导致性能差异,干扰检测结果。检测时需充分考虑环境因

素,必要时进行修正,才能获得可靠的路面性能数据。

4 交通工程路面性能试验检测技术应用要点与优化策略

4.1 检测方案制定

开展路面性能检测前,科学制定检测方案是获取准确结果的基础。路面类型决定了检测技术的适用性,沥青路面与水泥混凝土路面因材料特性和结构差异,需采用不同检测手段。沥青路面注重抗滑性能与车辙深度检测,可选用摆式仪和激光车辙仪;水泥混凝土路面则侧重于结构强度和接缝状况检测,取芯法和探地雷达更为合适。使用年限影响检测频率与深度。新建路面性能稳定,检测频率可适当降低;服役多年的路面因材料老化、结构损伤,需增加检测频次并扩大检测范围。交通流量也是关键考量因素,高流量路段承受荷载大,路面病害发展快,应加密测点布置,缩短检测周期,重点监测轮迹带等易损区域。确定检测频率需综合多方面因素。依据行业规范,结合路面实际使用情况设定合理周期,避免检测过度造成资源浪费,或检测不足导致病害发现滞后。测点布置遵循代表性原则,在直线段均匀分布测点,曲线段、交叉口等特殊部位加密布置,确保检测数据能全面反映路面性能。同时选择精度高、稳定性好且适配检测需求的设备,为检测工作提供可靠保障,最终形成科学、全面的检测方案,如实呈现路面性能状况。

4.2 数据处理与分析

检测数据的处理与分析是挖掘路面性能信息的关键步骤。检测获取的原始数据需进行整理,剔除异常值和错误数据,对缺失数据采用插值法等方法进行合理补充。运用数理统计工具,计算数据的均值、标准差、变异系数等特征值,从整体上把握数据的集中趋势和离散程度,判断路面性能指标的稳定性。采用数据拟合方法,建立路面性能指标与影响因素之间的函数关系,预测性能变化趋势。趋势分析则通过对比不同时期的检测数据,直观展现路面性能随时间的演变规律,如平整度指标的逐年下降趋势,为提前规划养护工作提供依据。在数据处理过程中,确保数据真实性和可靠性至关重要^[4]。严格审核数据来源,规范数据记录与传输流程,防止数据篡改和误差累积。通过深入的数据分析,能精准识别路面病害类型、程度和分布范围,为路面养护、维修决策提供有力支持。根据分析结果,可制定针对性养护方案,合理分配养护资源,提高养护资金使用效率,实现路面

全寿命周期的科学管理。

4.3 检测技术优化策略

现有检测技术存在局限性,需通过优化提升检测水平。无损检测技术虽能在不破坏路面结构的情况下进行检测,但对微小缺陷识别能力不足。可通过改进传感器性能,提高其灵敏度和分辨率,使微小裂缝、脱空等病害能被及时发现;研发新型信号处理算法,增强对微弱信号的提取和分析能力,提升无损检测的准确性。有损检测技术效率低、对路面有破坏,可从设备升级入手进行优化。研发自动化、智能化的取芯设备,减少人工操作环节,提高取芯速度和精度;改进钻孔工艺,降低对路面的损伤程度。同时探索多技术融合的检测模式,将无损检测与有损检测相结合,发挥各自优势。例如,先用探地雷达进行大面积无损扫描,快速定位疑似病害区域,再采用取芯等有损检测手段进行精准验证;将激光检测技术与图像识别技术结合,实现路面平整度和病害的同步快速检测。通过技术改进、设备升级和多技术融合,弥补现有检测技术的不足,满足交通工程不断发展对路面性能检测提出的更高要求,推动检测技术向高效、精准、智能方向发展。

结束语

路面性能试验检测技术在交通工程管理中具有不可替代的作用。通过合理选择检测方法、规范操作流程、优化数据分析手段,可有效提升检测结果的准确性与实用性。面对日益复杂的道路环境与交通负荷,应持续推进检测技术的智能化、自动化发展,强化多技术融合应用能力。同时注重设备维护与标准统一,减少人为与环境干扰因素,全面提升路面性能检测水平,为道路安全与高效运营提供坚实支撑。

参考文献

- [1]黄莹,何涛.公路工程沥青路面现场试验检测技术研究[J].工程技术研究,2023,8(14):52-54.
- [2]肖永皓.公路工程沥青路面现场试验检测技术的应用[J].大众标准化,2024(2):178-180.
- [3]王红.公路工程试验检测技术在路面损坏评估中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(3):188-191.
- [4]孙华萍.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(10):146-149.