

道路工程检测技术在建筑工程中的应用与发展

赖宝乐

广东 广州 510000

DOI:10.61369/ADA.2024040022

摘要：道路工程检测技术体系丰富，涵盖地质雷达、路面弯沉等多种核心技术。其在建筑工程应用广泛，包括深基坑监测等场景。该技术在结构层压实度等检测指标与建筑地基不同，在界面结合部需复合检测。通过案例实证其效能，还涉及隐蔽工程风险识别等多方面，未来将朝智能化、标准化、可持续化发展。

关键词：道路工程检测技术；建筑工程应用；智能化发展

Application and Development of Road Engineering Testing Technology in Construction Projects

Lai Baole

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : The road engineering testing technology system is rich, covering a variety of core technologies such as ground-penetrating radar and pavement deflection. Its application in construction projects is extensive, including scenarios like deep foundation pit monitoring. The technology differs from building foundations in testing indicators such as the compaction of structural layers and requires composite testing at interface junctions. Its effectiveness is empirically verified through case studies, and it also involves multiple aspects such as risk identification of concealed works. In the future, it will develop towards intelligence, standardization, and sustainability.

Keywords : road engineering testing technology; application in construction projects; intelligent development

引言

2021年9月颁布的《建设工程质量检测管理办法》强调了工程质量检测对于保障建筑工程质量的重要性。道路工程检测技术体系丰富多样，涵盖地质雷达探测、路面弯沉检测等多种核心技术，其在建筑工程不同阶段如施工、运维等有着关键应用。从技术管理到质量管控，从风险识别到决策支持，各环节均依赖检测技术保障工程质量。随着行业发展，智能化、标准化、可持续化成为趋势，这与当前政策对工程质量与绿色发展的要求相契合，为道路工程检测技术在建筑工程中的应用提供了有力支撑与发展方向。

一、道路工程检测技术体系解析

(一) 核心技术构成与分类

道路工程检测技术体系的核心技术构成丰富多样且分类细致。地质雷达探测技术，利用超高频电磁波在地下介质中传播特性，通过分析反射波信号，实现对地下结构、空洞等的精准探测^[1]。路面弯沉检测主要用于评估路面承载能力，它通过测量在规定荷载作用下路面表面产生的垂直变形，反映路面结构整体强度。结构物无损检测则是在不破坏结构物的前提下，运用超声、回弹等手段，对其内部缺陷、强度等进行检测。从工程对象角度，可分为针对路面、路基、桥涵等不同结构的检测技术。针对

路面的技术聚焦平整度、抗滑性等指标；针对路基的关注压实度、稳定性；针对桥涵的侧重结构完整性与承载能力。这些技术各自基于不同原理，共同构成道路工程检测技术体系，服务于建筑工程不同场景。

(二) 技术管理实施要点

在道路工程检测技术体系中，技术管理实施要点颇为关键。检测方案设计需综合考量道路工程的类型、规模、地质条件等，确保方案科学合理，为后续检测工作奠定基础。设备选型标准同样重要，要依据检测项目的精度要求、现场环境等因素，挑选性能匹配的设备，如高精度的测量仪器用于道路平整度检测^[2]。数据采集规程要严格规范，保证采集数据的准确性与完整性，涵盖

采集时间、频率、方法等方面。在建筑深基坑监测、钢结构焊缝检测等特殊场景，要遵循技术适配原则，根据场景特点选择适宜的检测技术与方法，例如深基坑监测采用多种传感器联合监测，钢结构焊缝检测选用无损检测技术，以确保检测结果可靠，保障道路工程质量。

二、建筑工程应用场景实证分析

(一) 道路与建筑检测的技术差异性

道路结构层压实度检测与建筑地基承载力测试在技术指标上存在明显差异。道路结构层压实度主要反映材料在压实后达到的密实程度，通常以压实系数衡量，该系数与道路的耐久性、抗变形能力密切相关，检测方法多采用灌砂法、环刀法等^[3]。而建筑地基承载力测试关注地基承受建筑物荷载的能力，以地基承载力特征值为关键指标，需综合考虑地质条件、基础形式等因素，常用测试手段有静载荷试验、动力触探试验等。在界面结合部，由于道路与建筑的功能、受力特点不同，单一检测技术难以全面保障质量，复合检测需求凸显，需结合多种检测方法，兼顾道路与建筑检测的不同侧重点，实现对界面结合部质量的精准把控。

(二) 典型工程应用案例研究

在建筑工程应用场景实证分析中，典型工程应用案例能直观展现道路工程检测技术的实际效能。以高速公路房建标段为例，在对建筑地下管网进行定位时，传统方法存在效率低、准确性欠佳等问题。引入探地雷达技术后，通过发射高频电磁波，根据不同介质反射波的差异，能精准定位地下管网的位置、深度等信息，极大提高了定位的准确性与工作效率，为后续施工提供可靠依据^[4]。在城市综合体项目的钢结构安装验收环节，三维激光扫描技术发挥了独特优势。它可快速获取钢结构的三维空间数据，通过与设计模型对比分析，能精确检测出安装偏差，相较于传统人工测量，具有高效、全面、精确的特点，有力保障了钢结构安装的质量与安全性。

三、工程风险评估技术融合

(一) 检测数据驱动的风险评估机制

1. 隐蔽工程风险识别模型

在隐蔽工程风险识别模型构建方面，充分利用道路工程检测技术所获取的多源检测数据是关键。这些数据涵盖了如地质雷达探测数据、超声波检测数据等不同类型，它们从各个维度反映隐蔽工程的内部状况。通过对这些数据进行深度分析与挖掘，构建基于多源检测数据的建筑地基缺陷识别算法。该算法借助数据的特征提取与模式识别技术，精准定位地基中可能存在的缺陷，如裂缝、疏松区域等^[5]。同时，结合地下空洞风险等级评估矩阵，将识别出的潜在风险按照严重程度进行量化分级。综合考虑空洞的大小、位置、与周边结构的关系等因素，为每个风险赋予相应的等级，从而为后续采取针对性的处理措施提供科学依据，实现对隐蔽工程风险的有效识别与评估。

2. 结构劣化预警系统

在建筑工程中，结构劣化预警系统至关重要。借助集成光纤传感与图像识别技术所建立的建筑结构裂缝发展速度与安全余量的关联预警模型，可有效实现对结构劣化的预警。通过光纤传感技术精准捕捉结构内部应变、温度等物理量的变化，获取反映结构健康状况的基础数据^[6]。同时，图像识别技术实时监测结构表面裂缝的产生与发展，提取裂缝的长度、宽度、数量等特征信息。将两者数据融合，构建关联预警模型，量化裂缝发展速度与安全余量的关系。一旦裂缝发展速度超出设定阈值，可能威胁结构安全余量时，系统迅速发出预警，为工程人员采取相应加固修复措施争取时间，保障建筑结构的安全性与耐久性。

(二) 全周期风险管理策略

1. 施工阶段质量管控

在施工阶段质量管控中，需制定关键工序的实时检测介入标准，形成建筑工程材料性能动态监控方案。对于道路工程检测技术应用于建筑工程而言，关键工序的检测介入至关重要。应依据工程特点、规范要求以及过往经验，精准确定各关键工序开始、中间及结束阶段适宜的检测时机与指标界限。例如在混凝土浇筑工序，明确何时检测塌落度、试块强度等。同时，要针对建筑工程材料，构建动态监控方案，对其性能指标进行全程跟踪。借助先进检测设备与技术，像无损检测等，及时察觉材料性能变化，一旦出现偏差，迅速采取措施调整，保障施工质量，避免质量问题对工程造成不良影响^[7]。

2. 运维阶段决策支持

在建筑工程运维阶段，决策支持至关重要。开发基于历史检测数据的建筑设施剩余寿命预测系统，能利用长期积累的道路工程检测数据，通过数据分析与挖掘技术，精准预测建筑设施的剩余寿命，为运维决策提供关键依据。同时，优化维护决策树模型，可综合考虑多种因素，如检测数据反映的设施状况、维护成本、安全风险等，使决策树更贴合实际需求，为运维阶段选择最适宜的维护策略提供科学指导^[8]。这两者相结合，从寿命预测到策略选择，形成一套完整的决策支持体系，助力建筑工程在运维阶段高效、科学地管理，降低运维成本，提升建筑设施的安全性与可靠性。

四、技术发展路径探索

(一) 智能化技术革新趋势

1. 智能感知装备研发

在道路工程检测技术于建筑工程的智能化发展进程中，智能感知装备研发意义重大。无人机搭载检测装置的技术突破方向，在于提升检测装置的精准度与稳定性。需优化传感器性能，使其能在复杂建筑环境中快速、精确捕捉道路结构、裂缝等关键信息。同时，提高无人机飞行控制的智能化水平，确保其能按预设路线稳定飞行，减少外界干扰对检测数据的影响。自适应调节传感器方面，要增强传感器对不同建筑场景、环境因素的自适应能力。通过算法优化，使其能依据光照、温度、湿度等条件自动调

节检测参数，从而获取更可靠、准确的数据^[9]。这些新型装备的技术突破，将有力推动道路工程检测技术在建筑工程中的智能化应用。

2. 数字孪生技术融合

在道路工程检测技术于建筑工程的发展进程中，研究BIM模型与实时检测数据的深度融合方法，构建工程数字体检新范式，是数字孪生技术融合的关键。通过建立精准的BIM模型，将其与来自各类传感器的实时检测数据深度结合。借助数字孪生技术，实现建筑工程全生命周期的虚拟映射，可对工程状态进行实时模拟与分析。例如，在道路施工阶段，能依据实时检测数据，在数字孪生模型中动态呈现施工进度、质量状况等，及时发现潜在问题，辅助决策。在运营阶段，通过融合数据，对道路结构健康状况进行精准评估，提前预测病害，优化维护策略。这一融合为道路工程检测在建筑工程中的智能化发展奠定基础，推动工程管理模式向更加高效、智能方向转变^[10]。

（二）检测技术经济性优化

1. 全生命周期成本分析

在道路工程检测技术应用于建筑工程的发展进程中，全生命周期成本分析是检测技术经济性优化的关键环节。全生命周期成本涵盖建筑工程从规划设计、施工建设、运营维护到拆除回收的全过程成本。通过对各阶段检测投入与质量效益进行精准量化分析，建立投入产出评估模型，能明确不同检测技术在各阶段的成本效益关系。比如在规划设计阶段，高精度的地质检测虽投入较高，但可有效避免施工阶段因地质问题导致的额外成本；运营维护阶段，定期的结构健康检测，能及时发现潜在隐患，降低维修成本与安全风险。通过全生命周期成本分析，可从整体上优化检测技术的选择与应用，实现建筑工程检测技术经济性的最大化。

2. 标准化体系构建

在道路工程检测技术应用于建筑工程的标准化体系构建中，要提出跨工程领域的检测技术标准互认机制。道路工程与建筑工程虽有差异，但部分检测原理与技术相通，建立标准互认机制，可减少重复检测，提高效率。同时，需制定建筑工程专用检测规程。因建筑工程有独特结构、材料及使用要求，需结合其特点，明确检测流程、方法、精度要求等。例如对建筑主体结构的混凝土强度检测，制定详细的钻芯法、回弹法等操作细则，确保检测结果科学、准确，为建筑工程质量提供可靠依据，推动道路工程检测技术在建筑工程中规范、有序发展。

参考文献

- [1] 白润平. BIM技术在道路改造提升工程建设中的应用研究 [D]. 内蒙古工业大学, 2021.
- [2] 陶琪. BIM技术在A建筑工程造价控制中的应用研究 [D]. 沈阳大学, 2022.
- [3] 王俊. 机器视觉技术在票据图像检测中的研究与应用 [D]. 西安电子科技大学, 2021.
- [4] 范智翰. 基于YOLO的道路目标检测研究与应用 [D]. 四川大学, 2021.
- [5] 于兆文. BIM技术与倾斜摄影技术在城市道路设计中的应用研究 [D]. 广东工业大学, 2023.
- [6] 贾永杰, 王国忠, 胡江三, 等. 基于“仿真模拟”教学的“道路工程检测技术”教改研究 [J]. 科教导刊, 2021(7): 127-129.
- [7] 侯子雯. 浅谈技术经济评价在建筑工程经济管理中的应用 [J]. 经济师, 2022(11): 289-290.
- [8] 王浩. 高职院校线上线下混合式教学模式研究——以“道路工程检测技术”课程为例 [J]. 山西经济管理干部学院学报, 2022, 30(3): 63-67.
- [9] 刘艳军, 张斌. 智能控制技术与车辆工程融合发展分析 [J]. 时代汽车, 2021(17): 10-11.
- [10] 刘芳芳. 建筑工程材料检测技术的发展与应用分析 [J]. 现代工程科技, 2024, 3(1): 97-100.

（三）可持续发展实践路径

1. 绿色检测技术应用

在道路工程检测技术的可持续发展实践路径中，绿色检测技术应用意义重大。一方面，研发低能耗非破坏检测方法，此方法运用先进的传感与信号分析技术，能在不破坏道路结构的前提下精准获取内部参数。例如通过地质雷达技术，利用高频电磁波反射特性，探测道路内部缺陷、空洞及厚度等情况，避免传统破损检测带来的资源浪费与工期延误。另一方面，探索建筑废弃物检测再生利用技术，对废弃混凝土、沥青等进行性能检测，分析其成分、强度等指标，判断能否作为再生骨料用于道路基层或底基层填筑。经过检测处理后的建筑废弃物再生利用，既减少废弃物对环境的影响，又实现资源的循环利用，助力道路工程检测技术向绿色、可持续方向发展。

2. 从业人员能力建设

道路工程检测技术的发展对从业人员能力提出新要求，需构建智能检测时代复合型人才培养体系。一方面，高校等教育机构应优化课程设置，将道路工程检测技术与智能化技术深度融合，如增加人工智能在检测数据分析中的应用课程，培养学生跨学科知识与应用能力。另一方面，企业要加强内部培训，定期组织员工参与新技术培训与交流活动，提升实践操作能力。同时，完善注册检测工程师继续教育机制，制定科学合理的继续教育内容，涵盖行业最新标准规范、前沿技术等，促使工程师不断更新知识体系，提升专业素养，以适应道路工程检测技术在建筑工程中持续发展的需求，为行业输送高质量人才，推动检测技术更好应用与发展。

五、总结

道路工程检测技术在建筑工程中发挥着关键作用，其核心价值体现在有效提升建筑工程质量控制水平，通过精准检测及时发现潜在问题，为工程质量提供坚实保障。未来，道路工程检测技术朝着智能化、标准化、可持续化方向发展。智能化可实现实时监测与数据分析，提升检测效率与准确性；标准化能确保检测工作规范统一；可持续化则符合绿色发展理念。为推动检测技术创新，需跨技术领域融合，整合多学科技术优势，同时加强全产业链协同，从原材料供应到工程交付各环节紧密合作，共同促进道路工程检测技术在建筑工程中的进一步应用与发展。