

公路工程检测技术的发展与应用趋势

方利琴 傅毕鑫

嘉兴市卓越交通建设检测有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要: 公路工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其质量直接关系到交通运输的安全与效率。公路工程检测技术作为保障公路工程质量的关键手段,在公路建设与养护过程中发挥着至关重要的作用。本文深入探讨了公路工程检测技术的发展历程、现状,详细分析了当前广泛应用的各种检测技术及其特点,同时对公路工程检测技术的应用趋势进行了前瞻性研究,旨在为公路工程检测技术的进一步发展与应用提供理论参考与实践指导。

关键词: 公路工程;检测技术;发展历程;应用现状;应用趋势

1 引言

随着我国经济的快速发展,公路交通事业取得了举世瞩目的成就。公路里程不断增加,公路等级不断提高,对公路工程质量的要求也日益严格。公路工程检测技术作为确保公路工程质量的重要环节,贯穿于公路工程建设的全过程,从原材料的检验、施工过程的质量控制到竣工验收以及后期的养护管理,都离不开科学有效的检测技术。先进的检测技术能够及时发现公路工程中存在的质量问题,为工程质量的评定提供准确可靠的数据支持,从而保障公路工程的安全性和耐久性,降低后期养护成本,延长公路使用寿命。因此,深入研究公路工程检测技术的发展与应用趋势具有重要的现实意义。

2 公路工程检测技术的发展历程

2.1 早期经验检测阶段

在公路工程发展的早期,检测手段相对简单,主要依赖于检测人员的经验和简单的工具。例如,通过观察路面的外观状况来判断路面的平整度、有无裂缝等缺陷;使用钢尺、卡尺等工具测量构件的尺寸是否符合设计要求。这种检测方式主观性强,检测结果受检测人员的技术水平和经验影响较大,缺乏科学性和准确性,难以满足大规模公路工程建设对质量控制的需求。

2.2 仪器检测阶段

随着科学技术的进步,各种专业检测仪器逐渐应用于公路工程检测领域。例如,使用回弹仪检测混凝土的强度,通过测量混凝土表面的回弹值来推算其抗压强度;采用贝克曼梁法检测路面的弯沉值,以评估路面的承载能力。这些仪器检测方法相比经验检测具有更高的准确性和客观性,能够为公路工程质量评定提供一定的量化依据。然而,这一阶段的检测技术仍存在局限性,检测指标相对单一,检测效率较低,且部分仪器操作复杂,对检测人员的专业技能要求较高。

2.3 无损检测技术兴起阶段

20世纪中叶以来,无损检测技术开始在公路工程检测中得到应用并迅速发展。无损检测技术是指在不影响被检测对象使用性能的前提下,利用材料的物理性质因存在缺陷而发生变化这一特性,来测定材料内部或表面缺陷的种类、大小、形状和分布状况等信息的检测方法。常见的无损检测技术包括超声波检测、雷达检测、红外热成像检测等^[1]。这些技术具有不破坏结构、检测速度快、可重复性好等优点,能够全面、深入地检测公路工程的结构性能,为公路工程质量评估和病害诊断提供了更为有效的手段。

2.4 智能化与信息化检测阶段

近年来,随着计算机技术、传感器技术、通信技术等现代信息技术的飞速发展,公路工程检测技术正朝着智能化与信息化方向迈进。智能化检测设备集成了先进的传感器、数据采集系统和智能分析算法,能够自动完成检测数据的采集、处理和分析,并实时输出检测结果。同时,借助信息化平台,检测数据可以实现远程传输、存储和管理,方便不同部门和人员之间的信息共享与协同工作。例如,基于物联网技术的桥梁健康监测系统,能够实时监测桥梁的应力、应变、振动等参数,并通过数据分析及时发现桥梁存在的安全隐患,为桥梁的养护决策提供科学依据。

3 公路工程常用检测技术及其特点

3.1 路面检测技术

3.1.1 平整度检测

常用的平整度检测方法有3m直尺法、连续式平整度仪法和车载式颠簸累积仪法等。3m直尺法操作简单,但检测效率低,适用于小范围、低精度的检测;连续式平整度仪法能够连续测量路面的平整度,检测速度快,数据准确,但设备较重,搬运不便;车载式颠簸累积仪法

通过测量车辆在路面上行驶时的颠簸累积值来评价路面的平整度,检测效率高,适用于大面积的路面平整度检测,但检测结果受车辆行驶速度、轮胎气压等因素影响较大。

3.1.2 弯沉检测

贝克曼梁法是传统的弯沉检测方法,具有操作简单、成本低等优点,但检测速度慢,对交通影响较大,且只能测量单点的弯沉值。落锤式弯沉仪(FWD)则是一种动态弯沉检测设备,通过模拟车辆荷载对路面施加瞬时冲击,测量路面的动态弯沉盆,能够更真实地反映路面结构的实际受力状态,检测速度快,精度高,可同时测量多个测点的弯沉值,但设备价格昂贵,维护成本较高。

3.1.3 抗滑性能检测

摆式摩擦系数测定仪是常用的路面抗滑性能检测设备,通过测量摆锤在路面上的滑动距离来计算路面的摩擦系数,操作简便,但检测结果受人为因素影响较大。横向力系数测试车则是一种能够连续测量路面横向力系数的检测设备,检测效率高,数据准确,能够全面反映路面的抗滑性能,但设备复杂,价格昂贵。

3.2 路基检测技术

3.2.1 压实度检测

灌砂法、环刀法和核子密度湿度仪法是常用的路基压实度检测方法。灌砂法是一种传统的压实度检测方法,适用于各种土质的路基压实度检测,结果准确可靠,但操作繁琐,检测速度慢。环刀法适用于细粒土的压实度检测,操作简单,但精度相对较低^[2]。核子密度湿度仪法利用放射性元素测量路基的密度和含水量,检测速度快,不破坏路基结构,但存在一定的辐射风险,且检测结果受土质影响较大。

3.2.2 强度检测

承载板法、动力触探法等可用于路基强度的检测。承载板法通过在路基表面施加荷载,测量路基的变形,从而计算路基的承载能力,结果准确,但检测过程复杂,对路基有一定的破坏作用。动力触探法利用一定重量的落锤自由下落,将探头打入土中,根据打入土中的难易程度来判断土的强度,操作简单,检测速度快,但只能定性判断土的强度,定量精度较低。

3.3 桥梁检测技术

3.3.1 外观检测

通过目视观察、拍照、测量等手段对桥梁的外观状况进行检查,包括桥梁的裂缝、蜂窝麻面、剥落、锈蚀等病害的检测。外观检测是桥梁检测的基础工作,能够直观地

发现桥梁存在的表面缺陷,但需要检测人员具备丰富的经验和专业知识,且难以发现桥梁内部的隐蔽病害。

3.3.2 内部缺陷检测

超声波检测、雷达检测、声发射检测等无损检测技术广泛应用于桥梁内部缺陷的检测。超声波检测利用超声波在混凝土中的传播特性来检测混凝土内部的缺陷,如裂缝、空洞等,具有检测精度高、可定位准确等优点。雷达检测通过发射高频电磁波并接收反射波,根据反射波的特征来判断桥梁结构内部的缺陷情况,能够快速、大面积地检测桥梁结构,但对检测人员的操作技能要求较高。声发射检测则是通过监测桥梁结构在受力过程中产生的声发射信号来评估结构的损伤状况,能够实时监测桥梁结构的动态变化,对早期损伤较为敏感。

3.3.3 结构性能检测

静载试验和动载试验是评估桥梁结构性能的重要手段。静载试验通过在桥梁上施加静力荷载,测量桥梁的变形、应力等参数,直接评估桥梁的承载能力。动载试验则通过车辆行驶、振动台激励等方式使桥梁产生动力响应,测量桥梁的振动频率、阻尼比等动力特性参数,分析桥梁的结构动力性能。静载试验和动载试验结果准确可靠,但试验过程复杂,成本较高,且对交通影响较大。

4 公路工程检测技术的应用趋势

4.1 智能化检测设备的广泛应用

随着人工智能、机器学习等技术的不断发展,智能化检测设备将在公路工程检测领域得到更广泛的应用。未来的智能化检测设备将具备更高的自动化程度和智能化水平,能够自动完成检测任务的规划、执行、数据处理和结果分析。例如,智能机器人检测系统可以代替人工进行桥梁、隧道等危险环境的检测工作,通过搭载多种传感器和检测设备,实现对结构全方位、高精度的检测,并实时将检测数据传输至后台进行分析处理。同时,智能化检测设备还将具备自我诊断和故障预警功能,能够及时发现设备自身存在的问题并进行修复,提高设备的可靠性和使用寿命。

4.2 多技术融合的检测方法成为主流

单一的检测技术往往存在一定的局限性,难以全面、准确地反映公路工程的实际状况。未来,多种检测技术融合的检测方法将成为公路工程检测的主流趋势。例如,将无损检测技术与有损检测技术相结合,先利用无损检测技术对公路工程进行全面筛查,发现可疑部位后再采用有损检测技术进行进一步验证,以提高检测的准确性和可靠性。又如,将光学检测技术、电磁检测技术与声学检测技术相结合,从不同角度对公路工程的结

构性能进行综合评估,为工程质量评定提供更全面的信息^[3]。此外,多技术融合的检测方法还将与地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)等技术相结合,实现检测数据的可视化展示和空间分析,为公路工程的管理和决策提供更直观、更科学的依据。

4.3 基于大数据和云计算的检测数据分析与管理

随着公路工程检测数据的不断积累,如何有效地对这些数据进行存储、管理和分析,挖掘数据背后的潜在价值,成为公路工程检测领域面临的重要问题。未来,基于大数据和云计算技术的检测数据分析与管理平台将得到广泛应用。通过建立统一的检测数据仓库,将分散在不同部门和单位的检测数据进行集中存储和管理,利用大数据分析技术对海量检测数据进行深度挖掘,发现数据之间的关联规律和潜在问题,为公路工程的质量评估、病害诊断和养护决策提供科学依据。同时,云计算技术将为检测数据分析提供强大的计算能力和存储资源,实现检测数据的实时处理和共享,提高检测工作的效率和质量。

4.4 绿色环保检测技术的发展

在环保意识日益增强的今天,绿色环保检测技术将成为公路工程检测技术发展的重要方向。传统的检测技术可能会对环境造成一定的污染,例如一些化学检测方法中使用的试剂可能含有有害物质。未来的检测技术将更加注重环保,研发和应用无污染、低能耗的检测方法和设备。例如,开发基于生物技术的检测方法,利用生物传感器、生物标记物等对公路工程材料和结构中的有害物质进行检测,具有灵敏度高、选择性好、无二次污染等优点。此外,在检测设备的研发过程中,也将更加注重节能减排,采用新型材料和节能技术,降低设备的能耗和对环境的影响。

5 促进公路工程检测技术发展的建议

5.1 完善检测标准与规范体系

政府相关部门应加强对公路工程检测标准与规范的研究和制定工作,及时修订和完善现有标准规范,使其与检测技术的发展和实际检测工作的需求相适应。同时,鼓励行业协会、科研机构和企业参与标准规范的制定,充分吸收各方的意见和建议,提高标准规范的科学性和实用性。此外,还应加强对标准规范的宣传和培训,确保检测人员能够准确理解和执行标准规范,提高检测工作的规范化水平。

5.2 加大检测设备研发投入

政府和企业应加大对公路工程检测设备研发的投入,鼓励科研机构和企业开展产学研合作,共同攻克检

测设备研发中的关键技术难题。重点研发具有自主知识产权、高性能、高可靠性的智能化检测设备,提高我国检测设备的国产化水平。同时,加强对检测设备生产企业的监管,建立健全质量认证体系,规范市场秩序,确保检测设备的质量和性能符合要求。

5.3 推进检测信息化建设

公路工程检测单位应积极推进检测信息化建设,建立统一的检测信息化管理平台,实现检测数据的实时采集、传输、存储和处理。利用大数据、云计算、物联网等技术对检测数据进行深度挖掘和分析,为公路工程的质量管理和决策提供科学依据。同时,加强与相关单位的信息共享和协同工作,打破信息孤岛,提高检测工作的效率和质量^[4]。此外,还应注重检测信息的安全保护,采取有效的技术措施和管理制度,确保检测数据的安全性和保密性。

5.4 加强行业监管与自律

政府相关部门应加强对公路工程检测行业的监管力度,建立健全监管机制,加强对检测机构资质管理、检测行为监督和检测质量抽查等工作。严厉打击检测市场中的违法违规行为,如出具虚假检测报告、超资质范围检测等,维护检测市场的正常秩序。同时,行业协会应发挥自律作用,制定行业自律公约,加强行业自律管理,引导检测机构和检测人员遵守职业道德规范,提高行业整体形象和服务水平。

结语

公路工程检测技术是保障公路工程质量的关键,在建设与管理中至关重要。历经多年发展,该技术从经验检测迈向智能化、信息化阶段,不断升级完善。未来,其将向智能化、多技术融合、大数据云计算驱动的数据管理、绿色环保等方向演进。推动技术进步,需政府、企业、科研机构及行业协会协同发力,完善标准规范、加大设备研发、推进信息化建设、加强行业监管自律,以提升技术水平和服务质量,助力公路交通事业可持续发展。

参考文献

- [1]曾宗文.公路工程试验检测技术及其创新发展[J].企业科技与发展,2020,(07):126-127.
- [2]邹静莹.公路工程试验检测行业发展问题及对策研究[J].黑龙江交通科技,2023,46(06):131-133.
- [3]夏勇,孙丹艾.公路试验检测设备的发展趋势与对策分析[J].运输经理世界,2021,(34):19-21.
- [4]曲晓博.公路检测技术发展现状与趋势[C]//养护与管理2018年第1期(总第83期).[出版者不详],2018:23-26.