

道路桥梁路基工程试验检测方法与特征研究

曾 敏

(核工业长沙中南建设集团有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘 要 道路桥梁路基工程质量的保障离不开科学合理的试验检测方法。本文重点探讨了几种常用的路基工程检测方法, 包括雷达探测、灌砂试验、地基系数试验、动态荷载试验等, 并介绍了环刀试验、红外热像检测、冲击回波检测等辅助检测技术。文章从全面性、及时性、安全性、准确性等方面分析了这些检测方法的特征, 同时提出了相应的应用策略, 以期为提高相关工程的质量控制水平提供参考。

关键词 道路桥梁; 路基工程; 试验检测方法; 雷达探测检验法; 灌砂试验检测法

中图分类号: U446

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0121-03

近些年, 我国交通基础设施建设进入快速发展期, 道路桥梁工程项目不断增多, 规模日益扩大。路基作为道路桥梁工程的基础, 其施工质量的优劣直接影响到整个交通运输系统的安全性、可靠性和耐久性。在路基工程质量控制体系中, 试验检测发挥着不可或缺的作用。工程施工中及时开展试验检测, 能够动态评估路基各项质量指标的达标情况, 及时发现异常状况, 找出潜在缺陷, 从而为路基施工提供可靠的依据, 并为竣工验收、后期养护等工作奠定基础。然而, 路基工程往往跨越不同地质条件区, 施工环境复杂多变, 岩土性质千差万别, 给试验检测工作带来诸多挑战。为适应新时期道路桥梁建设的要求, 路基工程试验检测亟需创新方法、完善机制, 进一步强化质量控制能力。

1 道路桥梁路基工程试验检测方法

1.1 雷达探测检验法

雷达探测中常用的设备是地质雷达, 其基本原理是利用高频电磁波在路基介质中的传播与反射, 通过分析反射波信号的时间、振幅等参数, 来推断路基内部的结构特征及缺陷位置。现场探测时, 先根据检测目的和路基条件, 选择合适的天线频率, 并设置采样间隔、时间窗口等参数。然后, 沿路基表面布设测线, 推动天线匀速移动, 并通过测量轮记录移动距离。天线在移动过程中不断向路基发射电磁脉冲, 并接收反射信号, 通过同步采集的距离信息和时间信息, 可以得到连续的路基剖面图像。最后, 利用专业软件对雷达图像进行后处理和解释, 标定反射界面和异常体的位置、形态等属性信息, 并根据其变化特征判断路基内部的缺陷类型和严重程度。整个检测过程快速、高效, 可大大节约人力物力^[1]。

1.2 灌砂试验检测法

灌砂法是一种常用的路基压实度检测方法。在操作过程中, 首先要在待测路基表面选取代表性位置, 放置基板, 沿基板中孔凿一个深度为 15 ~ 30 cm、直径为 10 ~ 20 cm 的标准试坑, 并精确测量试坑的深度。然后, 将试坑中的土体全部取出, 称取其质量, 并取土样送实验室测定含水量。接着, 将标准砂倒入灌砂筒中, 打开灌砂筒开关, 让砂自由落入试坑内, 直到灌砂筒内的砂不再下流时, 关闭开关。称取灌砂筒剩余砂的质量, 并计算流入试坑中砂的质量。根据标准砂的相对密度及流入试坑中砂的质量, 计算得到试坑体积。用试坑土样质量除以试坑体积得到试坑土体的干密度, 再将其与最大干密度比较, 即可确定路基的压实度。

1.3 地基系数试验检测法

地基系数是评价路基承载能力的一项重要指标, 可通过静载荷试验的方法来测定。具体做法是: 在路基表面布置一个直径 30 cm 的圆形钢板作为承压板, 并在其上放置液压千斤顶和反力装置。然后, 在承压板周围布置 3 ~ 5 个测点, 并用百分表测量各点的初始高程。接着, 按照 0.04 MPa 的增量分级加载, 记录各测点的沉降量。当总下沉量超过规定的基准值 (1.25 mm), 或者荷载强度超过估计的现场实际最大接触压力, 或者达到地基的屈服点, 试验即可终止^[2]。完成试验后, 绘制荷载—沉降曲线, 计算其线性段的斜率, 即为地基系数。

1.4 动态荷载试验检测法

动态荷载试验是利用动力反应来评估路基物理力学性质的一类方法, 其中较为常用的是圆锥动力触探

试验和瑞利波试验。圆锥动力触探是用一定锤重的击锤,通过测量锤击次数和贯入度通过内插法得到地基承载力特征值的方法,进而得到路基地基承载力的方法。瑞利波试验则是在路基表面激发面波,利用接收器测量不同距离处的波速,并结合波速频散曲线反演路基的剪切波速和层状结构。动态荷载法具有效率高、损伤小的优点,但试验结果易受含水量、温度等因素的影响。

1.5 其他辅助试验方法

1. 环刀试验检测法。环刀试验是一种用于测定路基土含水量与密度的常规方法。试验时,使用环刀垂直插入路基土中,缓慢旋转环刀,使其切削出一个完整的土柱。然后,用铲刀将环刀上下两端面的多余土体修整掉,使土柱体积与环刀内腔体积相等。取出土样,称量环刀和土样的总质量,并记录环刀的内腔体积。将土样置于烘箱中,在 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重,称取干土样的质量。根据环刀内土样的质量和体积,可计算出土体的湿密度;根据烘干前后土样质量的差值与干土质量的比值,可计算出土体的含水量。

2. 红外热像检测技术。红外热像技术利用物体在不同温度下辐射红外能量的差异,对路基表面进行扫描成像,获取路基表面的温度分布图像。通过分析图像中的温度异常区域,可初步判断路基内部是否存在缺陷。对于疑似缺陷区域,可通过局部热像图的对比分析,进一步确定缺陷的位置、范围和类型。但由于路基土质和含水量的差异,会影响红外辐射特性,使得热像图的判读存在一定难度。因此,在使用该技术时,需要参考路基的材料类型、环境条件等因素,并与其他检测方法相互印证^[3]。

3. 冲击回波检测技术。冲击回波法是利用弹性波在介质中传播的原理,通过分析冲击荷载激发的应力波在路基结构中的反射特征,来判断结构内部的完整性和缺陷位置。其基本做法是:在路基表面布置若干个传感器,并用标准锤击发脉冲荷载,接收器记录反射波信号,绘制频谱图,根据图谱中不同频率峰值的位置和振幅,推断路基内部的界面深度和反射体大小。一般而言,频率越低,对应的反射界面越深;振幅越大,对应的反射体尺寸越大。通过对比不同检测单元的检测结果,可综合评判路基内部的完整性和缺陷分布情况。

2 道路桥梁路基工程试验检测方法的特征

2.1 全面性特征

道路桥梁路基工程涉及土质学、岩石力学、结构工程等多个学科领域,路基失稳、沉降等问题的成因

错综复杂。单一的检测手段往往难以全面评判路基工程质量,需要综合运用多种检测方法,从不同角度获取路基性能指标,才能准确把握路基的整体状况。比如,可将雷达探测与钻探取样相结合,既能了解路基内部结构,又能直观鉴别土层性质;动态荷载法与常规静载试验互为补充,兼顾路基材料的动静态特性。唯有如此,才能全方位、多层次地揭示路基工程的质量问题,为制定有效的处置方案奠定基础。

2.2 及时性特征

路基工程质量问题具有一定的隐蔽性和滞后性,常规的事后检测难以及时发现潜在风险。如果等到路基出现明显变形、开裂等病兆时再采取措施,往往需要付出更大的代价。因此,路基工程试验检测应贯穿于施工全过程,通过及时地检测,发现问题,预防为主。尤其是在路基填筑、压实等关键工序实施过程中,更应加大检测力度,密切关注路基状态的动态变化。一旦发现异常,要迅速查明原因,并及时采取纠偏措施,消除质量隐患。

2.3 安全性特征

保证检测过程及结果的安全性是路基工程试验检测工作的基本要求。一方面,现场检测需要大量人力物力,检测设备、仪器的布设和操作不当,极易引发安全事故。因此,检测方案的制定要充分考虑现场环境条件,合理安排检测工序,配备齐全的安全防护设施,严格遵守操作规程,最大限度地降低安全风险。另一方面,路基本身承担交通运输功能,检测行为不应正常通行造成不利影响。所以,在路基竣工后的检测工作中,应尽量采用无损、微损的检测手段,减少对路基结构的扰动,并做好交通组织与安全防护,避免检测作业引发交通事故^[4]。

2.4 准确性特征

路基工程试验检测的目的在于准确评估路基工程质量,为工程决策提供可靠依据。这就要求检测过程必须规范,检测数据真实可信。影响检测准确性的因素既有人为的,也有环境的。在人为因素方面,要加强检测人员的技术培训,增强其专业素质和责任意识,规范操作行为,并实行持证上岗制度;在检测仪器设备方面,应定期进行校准和维护,及时更新和淘汰落后设备,选用性能稳定、精度高的仪器,并根据被测对象的特点优化测试方案。在环境因素方面,应尽量选择自然条件稳定的时段进行检测,避开不利天气,并对环境参数进行实时监测,及时调整检测方案,以保证检测数据的可靠性。

3 道路桥梁路基工程试验检测的应用策略

3.1 检测前的准备工作

1. 制定详细的检测方案。制定检测方案时,应全面收集工程地质、水文、气象等资料,详细了解路基的结构型式、尺寸、材料等设计参数,充分考虑各种影响因素,还要熟悉路基施工工艺流程和质量控制要点,识别关键控制环节,确定检测对象和指标。在此基础上,要综合考虑工期、成本、环境等实际情况,选用恰当的检测方法,合理确定检测频次,编制详细的检测工序计划表和应急预案。同时,要细化检测的技术要求和操作规范,对特殊路基、复杂环境下的检测工作制定个性化的方案。在方案实施过程中,要动态跟踪工程进展和现场条件变化,及时优化调整检测方案,确保方案的针对性和可行性。

2. 准备适宜的检测设备与材料。检测仪器设备和辅助材料是开展路基工程试验检测的物质基础。现场检测需要大量专用的仪器设备,如探地雷达、标准击锤、静力触探仪等,要提前确定设备型号和数量,组织进场,并做好设备的检定和调试工作。对于易损耗、不可回收的检测辅助材料,如灌砂试验用的标准砂,应根据工程量准确估算用量,提前采购并妥善保管。要高度重视新技术、新方法在路基检测中的应用,积极引进先进检测设备,优化资源配置,为检测工作提供有力的硬件支撑^[5]。

3.2 检测要点的把控

1. 关键检测环节的识别与控制。路基工程试验检测对施工进度和工程质量至关重要,应将检测资源优先配置在质量控制的关键环节。在路基填筑施工中,应重点关注原地面处理、填料选择、分层铺填、逐层压实等工序,加强原材料质量抽检和现场密度检测,及时纠正施工偏差。在软土路基处治中,要密切监测地基沉降及稳定性变化,适时开展静载荷试验,确保地基处理达到预期效果。在高边坡路基防护施工中,应加大对坡面平整度、防护结构完整性的检测力度。

2. 检测人员的技术水平与操作规范。路基工程试验检测专业性强、涉及面广,检测人员的技术素质和职业操守直接影响检测质量。要建立一支高素质的检测队伍,定期开展业务培训和技能考核,提高检测人员的理论水平和实践能力。要健全检测操作规程和质量管理制度,明确不同岗位的职责权限,规范检测行为,强化过程控制。要加强职业道德教育,增强检测人员的责任意识,坚决杜绝弄虚作假、徇私舞弊等行为。要创新激励机制,调动检测人员的积极性,激发其创新潜力,鼓励其钻研新技术、新方法,推动检测水平的不断进步。

3.3 检测结果的应用与反馈

1. 将检测结果应用于施工调整。路基工程试验检测的根本目的是发现问题、解决问题,为工程建设提供决策依据。检测过程中一旦发现质量隐患,要立即向施工管理人员通报,分析原因,研究对策。对于材料质量、压实度等指标不达标的路段,要督促施工方及时返工重做;对于地基沉降量过大、坡面开裂等重大质量问题,要组织专题会诊,制定整改方案,并跟踪整改效果。对于质量符合要求的部位,要总结施工经验,优化工艺流程,进一步巩固质量管理成果。检测部门要主动服务于施工生产,将检测结果及时反馈,为科学施工、精细管理提供有力支撑。

2. 反馈机制在试验检测中的作用。构建顺畅的质量信息反馈渠道是提高路基工程试验检测效能的重要保障。一方面,要建立从施工现场到质量管理部门的纵向反馈机制,做到发现问题及时上报,解决问题及时反馈,形成问题整改、复查、销项的闭环管理。另一方面,要建立不同参建单位之间的横向协调机制,加强检测、施工、监理等部门的沟通与配合,定期召开质量分析会,交流检测信息,分享管理经验。特别是要重视施工人员的质量反馈,鼓励一线员工参与质量控制,及时消化吸收合理化建议。

4 结束语

道路桥梁路基工程试验检测是工程质量控制体系的重要组成部分。科学规范的检测方法是保证检测质量的基础,而精心周密的组织管理则是提升检测效能的关键。在具体实践中,要立足工程实际,综合运用多种检测手段,优化检测方案,强化过程控制;要加强检测队伍建设,提高业务素质,规范操作行为;要健全质量反馈机制,强化成果应用,促进质量改进。只有进一步完善路基工程试验检测的技术方法和管理机制,才能为道路桥梁工程的安全、耐久、高效运营提供更加有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 吴林.道路桥梁路基工程的试验检测方法分析[J].运输经理世界,2023(05):70-72.
- [2] 吴海涛.道路桥梁路基工程试验检测方法优化对策[J].工程技术研究,2021,06(18):76-77.
- [3] 方晨馨.道路桥梁路基工程的试验检测方法分析[J].运输经理世界,2020(18):74-75.
- [4] 周锋.关于道路桥梁路基工程的试验检测方法及其特征的研究与分析[J].运输经理世界,2020(17):56-57.
- [5] 马军.道路桥梁路基工程的试验检测方法新探[J].青海交通科技,2020,32(05):124-126.