

道路桥梁的桩基施工检测技术研究

王华江

浙江爱丽智能检测技术集团有限公司 浙江 杭州 311700

摘要：在交通基础设施建设领域，道路桥梁工程的质量直接关乎交通运输的安全与顺畅。本文聚焦于道路桥梁的桩基施工检测技术。先对道路桥梁桩基施工进行概述，接着详细阐述公路工程中常用的桩基检测技术，包括成孔检测、静载荷实验、钻孔取芯、超声波透射、低应变及高应变检测技术等。同时指出在技术应用中存在检测技术局限性、标准规范不完善、检测人员专业素质参差不齐等问题。最后展望了其发展趋势，涵盖技术创新融合、智能化自动化检测以及标准规范的完善等方面，旨在为道路桥梁桩基施工检测提供理论参考与实践指导。

关键词：道路桥梁；桩基施工；检测技术；研究

引言：道路桥梁作为交通基础设施的关键部分，其桩基施工质量直接关乎整体结构的稳定性与安全性。桩基作为道路桥梁的基础支撑，承受着巨大的荷载，一旦出现质量问题，后果不堪设想。随着交通事业的蓬勃发展，对道路桥梁的质量要求日益提高，桩基施工检测技术的重要性愈发凸显。然而，当前的桩基施工检测技术在应用中仍存在诸多问题。因此，深入研究道路桥梁桩基施工检测技术，分析其现状、问题及发展趋势，具有重要的现实意义。

1 道路桥梁桩基施工概述

道路桥梁桩基施工是整个工程建设的关键环节，其施工质量直接决定了道路桥梁的稳定性与安全性。桩基施工的目的在于将桥梁上部结构的荷载传递至深层稳定的地基土层，以确保桥梁在长期使用过程中不发生过大沉降或位移。在工艺流程上，首先需进行场地平整与测量放线，精确确定桩位。随后根据不同的地质条件与设计的要求，选择合适的成孔方法，常见的有钻孔灌注桩、挖孔灌注桩以及打入桩等。以钻孔灌注桩为例，利用钻孔设备在地基中钻出桩孔，然后下放钢筋笼，再灌注混凝土，形成桩基础。在成孔过程中，要严格控制孔深、孔径、垂直度等参数，防止出现塌孔、缩径等问题。施工材料的质量把控也至关重要，钢筋、水泥、砂石等原材料需符合相关标准，确保桩基具备足够的强度与耐久性^[1]。

2 公路工程中道路桥梁的桩基检测技术

2.1 成孔检测技术

在公路工程的道路桥梁桩基施工中，成孔检测技术对保障桩基质量起着关键作用。成孔质量直接影响后续钢筋笼下放、混凝土灌注以及桩基承载性能。其检测涵盖多个重要方面。孔深检测需精准测量，确保达到设计深度要求，以保证桩基能嵌入持力层，提供足够的承

载能力。常借助测绳、电子孔深仪等工具，通过测量孔口至孔底的距离来确定孔深。孔径检测同样关键，使用孔径仪等设备，沿孔深不同位置测量孔径大小，防止出现缩径或扩径现象。若孔径不符合设计标准，会导致桩基实际承载面积改变，影响整体稳定性。垂直度检测关乎桩基的受力状态，运用测斜仪等仪器，可测量桩孔倾斜度。一旦桩孔垂直度偏差过大，桩基在承受上部荷载时，会产生附加弯矩，降低承载能力，甚至引发安全隐患。此外，还需对孔壁稳定性进行检测，观察孔壁是否有坍塌、掉块等情况，以便及时采取护壁措施，保证成孔质量，为后续桩基施工工序的顺利开展奠定坚实基础。

2.2 静载荷实验技术

静载荷实验技术是道路桥梁桩基检测中评定桩基承载力的重要方法。其原理是在桩顶逐级施加竖向荷载，观测桩顶随时间产生的沉降，直至达到预定的试验终止条件，以此确定单桩竖向抗压或抗拔承载力。实验操作时，先在桩顶搭建反力装置，常用堆载平台或锚桩横梁反力装置。利用千斤顶逐级加载，每级荷载维持一定时间，期间用位移计等设备精确测量桩顶沉降量。加载至预估极限荷载或出现规定的终止加载情况后，再分级卸载。通过对加载与卸载过程中沉降数据的分析，绘制荷载-沉降曲线，进而确定桩基的极限承载力、容许承载力等关键参数。该技术的优势在于能直观、可靠地反映桩基在实际受力状态下的承载性能，检测结果准确性高，是其他检测方法的重要参照。不过，静载荷实验也存在耗时较长、成本较高、对场地要求严格等局限性，且只能对单桩进行检测，难以全面覆盖工程中的所有桩基。但在确定重要工程的桩基设计参数及验收关键桩基时，静载荷实验技术依旧发挥着不可替代的作用。

2.3 钻孔取芯检测技术

钻孔取芯检测技术在道路桥梁桩基质量检测中应用广泛。其原理是利用专业钻机,从桩身中钻取混凝土芯样,通过对芯样的直观观察和实验室分析,来判断桩基的质量状况。在实际操作时,首先要根据桩基的位置和检测要求,选择合适的钻孔点位。钻机就位后,采用金刚石钻头或合金钻头,在桩身钻孔。钻孔过程需严格控制钻进速度、压力等参数,确保芯样的完整性。取出的芯样要妥善保存并及时送往实验室。在实验室内,对芯样进行外观检查,查看有无裂缝、蜂窝、孔洞等缺陷,同时测量芯样的直径、长度等尺寸参数。还会对芯样进行抗压强度试验,以评估桩身混凝土的实际强度。该技术能直接获取桩身内部混凝土的真实情况,检测结果直观可靠,尤其适用于对桩身质量存疑,或需验证混凝土强度等情况。不过,钻孔取芯检测属于局部破损检测,会对桩身造成一定损伤,且检测成本较高、效率相对较低,取芯数量有限,无法全面反映整根桩的所有细节。但在关键桩基质量判定中,它依旧是重要的检测手段。

2.4 超声波透射技术

超声波透射技术在道路桥梁桩基检测里发挥着关键作用。其原理是依据超声波在混凝土介质中传播时的声学特性变化,来判断桩身质量。在桩基施工时,需沿桩身对称预埋若干根声测管,一般为3到4根。检测时,将超声发射换能器与接收换能器分别置于两根声测管中,且保持相同标高。发射换能器发射超声波,经桩身混凝土传播后,由接收换能器接收。若桩身混凝土均匀、完整,超声波传播速度稳定,波幅、频率等声学参数变化较小;一旦桩身存在缺陷,如夹泥、离析、空洞等,超声波传播路径会改变,声速降低,波幅衰减明显,频率也会发生变化。通过分析这些声学参数,就能精准定位缺陷位置,评估缺陷的严重程度。该技术操作简便、检测全面,对桩身无损伤,能快速获取大量检测数据,有效保障道路桥梁桩基质量,是目前桩基完整性检测的常用手段之一。

2.5 低应变检测技术

低应变检测技术是道路桥梁桩基检测的常用手段,主要用于判定桩身完整性。其原理基于应力波理论,通过在桩顶施加一微小激振力,产生应力波并沿桩身传播。当应力波在传播过程中遇到桩身波阻抗变化的界面,如桩底、桩身缺陷处,会发生反射和透射。通过安装在桩顶的传感器接收反射波信号,分析反射波的波形、相位、频率等特征,就能推断桩身的完整性情况。在实际操作时,先清理桩顶表面,确保与传感器良好耦合。将加速度传感器用专用耦合剂牢固粘贴在桩顶中心

位置,再用手锤或力棒等激振设备敲击桩顶,激发应力波。检测仪器实时采集传感器接收的信号,并进行数字化处理与存储。若桩身完整,反射波信号简单且规则;若存在缺陷,反射波会出现异常,根据反射波到达时间及幅值等信息,可估算缺陷位置及严重程度。该技术操作便捷、检测速度快、成本较低,能大面积普查桩基质量,但对缺陷定性、定量分析的精度有限,难以检测深部细微缺陷。

2.6 高应变检测技术

高应变检测技术在道路桥梁桩基检测中占据重要地位,主要用于确定基桩的竖向抗压承载力以及检测桩身完整性。其原理是利用重锤冲击桩顶,使桩身产生足够的应变,从而激发桩土间的相互作用。在冲击瞬间,通过安装在桩顶附近的力传感器和加速度传感器,同时采集力与加速度信号。操作时,先将高能量的重锤提升至一定高度,使其自由落下冲击桩顶。传感器快速捕捉桩顶在冲击作用下的力和加速度响应,这些信号被实时传输至检测仪器进行分析处理。根据波动理论,对采集到的力-时程曲线和加速度-时程曲线进行拟合计算,能够评估基桩的极限承载力,还能判断桩身是否存在缩径、断裂等缺陷。该技术相较于低应变检测,能更准确地测定桩基承载力,可对桩身缺陷进行较为可靠的定量分析。然而,高应变检测对检测设备要求较高,现场操作较为复杂,且受地质条件等因素影响较大,在实际应用中存在一定局限性^[2]。

3 道路桥梁桩基施工检测技术应用中的问题

3.1 检测技术的局限性

当前,道路桥梁桩基施工检测技术存在固有缺陷。比如低应变检测技术,虽然操作简便、成本较低,但只能对桩身完整性进行大致判断,难以精准定位缺陷的具体位置与严重程度。当桩身存在多个缺陷或缺陷位置较深时,检测结果的准确性大打折扣。钻孔取芯检测虽能直观获取桩身混凝土芯样,判断内部质量,可该方法属于局部破损检测,对桩身有一定损伤,且取芯数量有限,无法全面反映整根桩的状况。另外,超声波透射技术对声测管的布置要求严格,若声测管堵塞、断裂或安装不规范,就会影响检测结果的可靠性,在复杂地质条件下,信号也易受干扰,致使检测精度受限。

3.2 检测标准与规范的不完善

在道路桥梁桩基施工检测领域,相关标准与规范尚未健全。不同地区、不同部门制定的检测标准存在差异,缺乏统一且权威的准则,导致检测工作缺乏一致性与可比性。一些标准对新兴检测技术的操作流程、数据

评判缺乏明确规定,使得新技术在应用时无章可循。并且,现有规范更新滞后,未能及时跟上道路桥梁建设规模扩大、技术革新的步伐。面对新型桩型、复杂地质条件下的桩基检测,现行标准规范难以提供有效指导,检测人员在实际操作中常陷入困惑,影响检测工作的科学性与规范性。

3.3 检测人员专业素质参差不齐

检测人员专业水平高低不一,给道路桥梁桩基施工检测带来诸多问题。部分检测人员缺乏系统专业培训,对检测技术原理、操作要点理解不深,在实际检测中,易出现操作失误,如仪器设备参数设置错误、检测流程不规范等,导致检测数据偏差大,无法真实反映桩基质量。有些检测人员虽掌握基本操作,但对检测数据缺乏深入分析能力,面对异常数据不能准确判断原因,难以给出合理的检测结论。还有部分检测人员责任心不强,工作敷衍了事,存在漏检、编造数据等违规行为,严重影响检测结果的真实性与公正性。整体来看,检测人员专业素质的参差不齐,极大地制约了道路桥梁桩基施工检测工作的质量与成效^[3]。

4 道路桥梁桩基施工检测技术的发展趋势

4.1 技术创新与融合

在道路桥梁桩基施工检测领域,技术创新与融合将成为关键趋势。一方面,新兴技术不断涌现并应用于桩基检测。例如,基于物联网的传感器技术可实时监测桩基的应力、应变等参数,通过在桩身预埋各类传感器,构建全方位监测网络,能及时捕捉桩基细微变化,为评估其长期性能提供数据支撑。另一方面,不同检测技术相互融合,优势互补。将低应变检测技术与地质雷达技术相结合,低应变检测初步判断桩身完整性,地质雷达利用电磁波探测桩周土体及桩身内部缺陷,二者协同作业,既能提高检测效率,又能更精准定位缺陷位置与性质。

4.2 智能化与自动化检测

智能化与自动化检测是道路桥梁桩基施工检测技术发展的必然方向。随着科技进步,智能化检测设备不断研发问世。智能检测机器人可自主在桩孔内移动,利用搭载的高清摄像头、超声传感器等设备,对桩身进行全

方位扫描检测,自动识别并记录缺陷信息,极大减少人工操作带来的误差与安全风险。自动化检测系统能实现数据采集、传输、分析的一体化与实时化。通过与现场施工设备连接,自动获取施工参数,同步进行检测数据处理,一旦发现异常,立即发出预警。

4.3 标准与规范的完善

为适应道路桥梁桩基施工检测技术的发展,标准与规范的完善迫在眉睫。第一,需统一不同地区、部门的检测标准,制定涵盖各类检测技术、适用于各种桩型及地质条件的权威规范,明确检测流程、数据评判标准以及质量评定等级划分,使检测工作有章可循,确保检测结果的一致性与可比性。第二,针对新兴检测技术与复杂工程环境,及时更新标准规范。例如,随着新型桩基础(如钢管混凝土桩、组合桩等)的广泛应用,规范应补充相应的检测方法与技术指标。第三,加强对标准规范执行情况的监督检查,建立有效的反馈机制,根据实际工程应用反馈,持续优化标准规范内容,使其更好地指导道路桥梁桩基施工检测实践,推动检测行业健康、有序发展,保障道路桥梁工程质量与安全^[4]。

结束语

道路桥梁桩基施工检测技术对保障工程质量与安全至关重要。从成孔检测把控基础条件,到静载荷实验确定承载性能,再到钻孔取芯、超声透射、低高应变检测等判断桩身完整性,各类技术各有优劣且相辅相成。尽管当前存在技术局限、标准不完善、人员素质不齐等问题,但随着创新融合、智能化发展及标准规范的健全,检测技术将不断突破。

参考文献

- [1]郑友林.公路路桥桩基施工检测方法分析[J].江西建材,2023,(17):207+300.
- [2]韩金锋.路桥桩基施工与检测技术应用分析[J].江西建材,2022,(01):149+154.
- [3]黄明春.基于路桥桩基施工检测的几点意见分析[J].中国住宅设施,2022,(Z4):147-149.
- [4]王会来.路桥桩基施工与检测技术应用探讨[J].天津建设科技,2022,25(S1):153-154.