

基于声波透射法的无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用研究

李银军

桐庐县交通工程勘察设计有限公司 浙江 杭州 311599

摘要: 文章深入研究了基于声波透射法的无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用。通过优化检测参数与设备选取, 声波透射法能够在不破坏桩基结构的前提下, 实现对桩基内部质量的全面评估。研究揭示其在施工阶段的无损检测、桩基质量评估与实时监测中的关键作用, 并探讨了检测结果在桩基设计与维护中的实际应用价值。本文不仅丰富桥梁桩基检测的技术手段, 也为提高桥梁工程质量和安全性提供有力支持。

关键词: 声波透射法; 无损检测技术; 桥梁桩基检测; 应用研究

1 声波透射法无损检测技术概述

声波透射法无损检测技术, 又称为Crosshole Sonic Logging, 是一种在混凝土结构中广泛应用的检测方法。该方法通过预埋声测管, 在管间发射并接收声波, 利用声波在混凝土介质中传播的声时、频率和波幅衰减等声学参数的相对变化, 来评估桩身或其他混凝土结构的完整性。声波透射法的优势在于其高准确性, 能够定量分析出混凝土内部缺陷的大小和确切位置。检测过程中, 声波检测仪沿桩的纵轴方向以一定间距逐点检测, 通过接收到的声波信号, 实时显示和记录声时、首波峰值和周期值等参数, 进而绘制出声速-深度曲线、波幅-深度曲线等, 为判定桩身完整性提供可靠依据。根据不同的检测需求, 声波透射法可分为单孔透射法、桩外单孔透射法和桩内跨孔透射法等多种方法。其中, 跨孔透射法因其检测范围广、精度高, 成为最主要的检测形式。跨孔法检测时, 发射换能器和接收换能器分别置于两根声测管中, 声波穿透混凝土后被接收, 通过分析声学参数的变化, 可以详细判断混凝土内部是否存在夹泥、离析等缺陷。声波透射法无损检测技术在工业与民用建筑、水利电力、铁路、公路和港口等工程领域得到了广泛应用, 为工程质量控制提供了有力支持。然而该方法也存在需预埋声测管、检测过程耗时等不足, 需在实际应用中综合考虑。

2 无损检测技术在桥梁桩基检测中的重要性

无损检测技术在桥梁桩基检测中的重要性不言而喻。桥梁作为交通网络的关键节点, 其安全性与稳定性直接关系到人民生命财产的安全和交通的顺畅。无损检测技术, 作为一种非破坏性的评估手段, 能够在不损伤桥梁桩基结构的前提下, 全面、准确地检测出其内部的

质量状况^[1]。这一技术能够及时发现桩基中的裂缝、空洞、离析等隐蔽缺陷, 为桥梁的安全评估和维护保养提供科学依据。在桥梁桩基检测中, 无损检测技术的重要性主要体现在几个方面: (1) 它提高了检测的准确性和可靠性, 避免了传统破坏性检测方法可能带来的误判和损伤; (2) 无损检测能够实现对桩基的全面检测, 包括桩身、桩底及桩侧土体的质量评估, 为桥梁的整体安全评估提供全面数据支持; (3) 无损检测技术还具有高效、快捷的特点, 能够大幅缩短检测周期, 降低检测成本, 提高工程效率。

3 桥梁桩基结构特点与无损检测需求分析

3.1 桥梁桩基结构特点

桥梁桩基作为桥梁结构的重要支撑部分, 其结构特点对于理解和评估其质量至关重要。第一、桥梁桩基具有多样性, 根据地质条件、桥梁类型及设计要求, 桩基的形式多种多样, 如直桩、斜桩、群桩等。不同形式的桩基在承载特性、施工难度及成本上各有差异。第二、桥梁桩基的埋置深度大, 这要求桩基必须具备足够的强度和刚度, 以抵抗各种外部荷载和地质变化。桩基的埋置深度往往超过一般基础的范畴, 进入持力层或岩层, 以确保桩基的稳定性和承载能力。第三、桥梁桩基的施工难度大, 由于桩基位于地下, 施工过程中需要克服地质复杂、水位变化、施工空间有限等诸多困难, 桩基的施工质量直接影响到桥梁的整体质量和使用寿命, 因此必须严格控制施工过程中的各个环节。

3.2 桩基质量评估的重要性

桩基作为桥梁结构的基础, 其质量直接关系到桥梁的安全性、稳定性和耐久性。桩基质量评估的重要性主要体现在几个方面: (1) 桩基质量评估是确保桥梁安全

性的关键,桥梁作为交通要道,其安全性直接关系到人民生命财产的安全。桩基作为桥梁的支撑结构,其质量缺陷可能导致桥梁整体失稳或倒塌,造成严重后果。对桩基进行全面、准确的质量评估,及时发现和处理潜在的质量问题,是确保桥梁安全性的重要措施。(2)桩基质量评估有助于延长桥梁的使用寿命,通过定期对桩基进行检测和评估,可以了解其性能指标和使用状况,为合理使用和维护提供依据。及时发现和处理桩基的质量问题,可以避免问题扩大导致更严重的损害,从而延长桥梁的使用寿命。(3)桩基质量评估也是降低维修成本的有效手段,桩基质量问题的早期发现和处理可以避免因问题扩大而导致的昂贵维修费用。

3.3 无损检测在桥梁桩基中的应用前景

无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用前景广阔。无损检测技术具有非破坏性、准确性高、检测速度快等优点,在桥梁桩基检测中发挥着越来越重要的作用。无损检测技术能够实现对桥梁桩基的全面检测,传统的破坏性检测方法往往只能对桩基的局部区域进行检测,无法全面了解桩基的整体质量状况。而无损检测技术则可以通过对桩基的声波、电磁等物理特性的测量和分析,实现对桩基的全面检测,发现潜在的质量问题。无损检测技术具有高效、快捷的特点,随着科技的不断进步,无损检测设备的自动化程度和检测效率不断提高。这使得无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用更加便捷和高效,能够满足现代桥梁建设对检测速度和精度的要求^[2]。无损检测技术还具有环保和可持续发展的优势,传统的破坏性检测方法往往会对环境造成一定的污染和破坏,而无损检测技术则可以在不破坏桩基结构的前提下进行检测,减少了对环境的影响。无损检测技术的广泛应用也有助于推动桥梁工程建设的绿色化和可持续发展。展望未来,随着无损检测技术的不断发展和创新,其在桥梁桩基检测中的应用前景将更加广阔。无损检测技术将不断融合新材料、新技术和新方法,提高检测精度和效率,为桥梁工程的建设和维护提供更加可靠的技术支持,随着智能化和自动化技术的不断发展,无损检测技术也将逐步实现智能化和自动化检测,为桥梁桩基检测带来更加便捷和高效的解决方案。

4 基于声波透射法的桥梁桩基无损检测技术研究

4.1 声波透射法参数优化与设备选取

在基于声波透射法的桥梁桩基无损检测技术中,参数优化与设备选取是确保检测精度与效率的关键环节。声波透射法依赖于声波在介质中的传播特性来评估结构质量,合理选择和优化检测参数,以及选取高精度的检

测设备,对于提升检测效果至关重要。声波透射法的参数优化涉及声波频率、发射功率、接收灵敏度等多个方面,声波频率的选择需根据被检测介质的性质来确定,过高或过低的频率都可能影响声波的穿透能力和检测效果。发射功率则直接关系到声波的传播距离和能量强度,需根据检测深度和介质密度进行调整。接收灵敏度则决定了设备对微弱声波信号的捕捉能力,是评估细小缺陷的重要参数。通过实验和理论分析,不断优化这些参数,可以显著提升声波透射法的检测精度和可靠性。在设备选取方面,应综合考虑设备的性能、稳定性、便携性等因素,高精度的声波发射器和接收器是声波透射法检测的核心部件,其性能直接影响到检测结果的准确性。在选取设备时,应优先选择性能稳定、分辨率高、信噪比低的产品。同时考虑到桥梁桩基检测环境的复杂性,设备还应具备良好的防水、防尘和耐候性能,以适应各种恶劣的检测条件,便携性也是设备选取时需要考虑的重要因素之一,以便于在不同地点和角度进行检测。

4.2 桩基质量评估的声波透射法检测技术

声波透射法在桥梁桩基质量评估中的应用,主要基于声波在混凝土桩身中传播时的声学参数变化来判断桩身质量。该技术通过测量声波在桩身中的传播时间、声速、波幅衰减等参数,可以推断出桩身内部是否存在裂缝、空洞、离析等缺陷,以及缺陷的位置、大小和严重程度。在检测过程中,通常需要在桩身中预埋或钻设声测管,作为声波发射和接收的通道。通过声测管向桩身内部发射声波,然后接收并记录反射回来的声波信号。根据声波信号的波形、频率和幅度等特征参数,可以绘制出声速-深度曲线、波幅-深度曲线等图谱,从而直观地反映出桩身内部的质量状况。声波透射法检测技术具有非破坏性、精度高、操作简便等优点,在桥梁桩基质量评估中得到了广泛应用。通过对检测数据的深入分析和处理,可以准确地评估桩身的完整性、均匀性和强度等性能指标,为桥梁工程的安全性和耐久性提供有力保障。该技术还可以与其他无损检测方法相结合,形成综合检测体系,进一步提高检测的全面性和准确性^[3]。

5 声波透射法在桥梁桩基无损检测中的实际应用

5.1 桥梁桩基施工阶段的无损检测

在桥梁桩基的施工阶段,声波透射法无损检测技术发挥着至关重要的作用。这一阶段是确保桩基质量、预防潜在问题的关键时期。随着桥梁桩基的逐步施工,声波透射法能够早期介入,对桩基进行实时、连续的无损检测。在桩基成孔过程中,声波透射法可用于检测孔壁的稳定性和垂直度以及是否存在缩颈、塌孔等问题。通

过向孔内发射声波并接收反射信号,分析声波的传播特性,可以及时发现孔壁缺陷,为施工单位提供及时的处理建议,避免问题扩大影响桩基质量。在钢筋笼安装和混凝土浇筑过程中,声波透射法可用于监测钢筋笼的位置、保护层厚度以及混凝土的浇筑质量。通过预埋或临时设置的声测管,向桩身内部发射声波,检测声波在钢筋和混凝土中的传播情况,可以评估钢筋笼的安装精度和混凝土的均匀性、密实性。这有助于及时发现并纠正施工中的偏差,确保桩基的整体质量。在桩基施工完成后,声波透射法还可用于对桩基进行全面的质量评估,通过在不同深度、不同位置设置检测点,对桩基进行多点、多方向的声波检测,可以绘制出声速、波幅等声学参数的分布图,从而全面了解桩基的内部质量状况,为后续的桥梁建设提供可靠依据。

5.2 桩基质量评估与实时监测

声波透射法在桥梁桩基质量评估与实时监测中同样具有显著优势。通过对桩基进行定期或不定期的声波检测,可以实时监测桩基的质量变化,及时发现并预警潜在的质量问题。在质量评估方面,声波透射法能够提供丰富、准确的声学参数数据,如声速、波幅衰减、频率变化等。这些数据反映了桩基内部材料的物理性质、结构状态以及缺陷情况。通过对这些数据进行深入分析,可以定量评估桩基的强度、完整性、均匀性等性能指标,为桩基质量等级的划分提供科学依据。在实时监测方面,声波透射法可以与自动化监测技术相结合,实现桩基质量的远程、在线监测,通过在桩基上安装声波传感器和数据采集系统,可以实时采集、传输和处理声波检测数据,实现对桩基质量的连续、动态监测。一旦发现异常数据或趋势,系统可以立即发出预警信号,提醒相关人员及时处理,防止问题扩大影响桥梁安全。

5.3 检测结果在桩基设计与维护中的应用

声波透射法在桥梁桩基无损检测中获得的检测结果,对于桩基的设计、施工以及后期维护都具有重要的

应用价值。在桩基设计阶段,检测结果可以为设计师提供关于地质条件、桩身材料特性等方面的详细信息。这些信息有助于设计师更准确地评估桩基的承载能力和稳定性,优化桩基设计方案,提高桥梁的整体性能^[4]。在施工阶段,检测结果可以用于指导施工过程中的质量控制和问题处理,通过对比检测结果与设计要求和施工规范等标准,可以及时发现施工中的偏差和问题,并采取相应的措施进行纠正和调整。这有助于确保桩基的施工质量符合设计要求,为桥梁的长期使用提供可靠保障。在后期维护阶段,检测结果可以用于评估桩基的剩余寿命和潜在风险,通过对桩基进行定期检测,可以了解其性能随时间的变化情况,预测其未来的发展趋势和可能出现的问题。这有助于制定科学合理的维护计划和应急预案,延长桥梁的使用寿命,降低维护成本,对于已经发现的质量问题,检测结果还可以为维修方案的制定提供重要参考,确保维修工作的针对性和有效性。

结束语

基于声波透射法的无损检测技术在桥梁桩基检测中展现出了巨大的应用潜力和价值。其高精度、非破坏性的检测特点,为桥梁桩基的质量评估提供了可靠保障。未来,随着技术的不断进步和应用范围的扩大,声波透射法将在桥梁工程领域发挥更加重要的作用,推动桥梁建设向更高质量、更安全、更智能的方向发展。

参考文献

- [1]孔啸.低应变检测技术在桥梁桩基检测中的应用[J].科技风,2021(16):117-118.
- [2]于跃池.声波透射法在桩基质量检测中的应用[J].中国建筑金属结构,2022,(03):132-134.
- [3]宋利堂.声波透射法在桩基检测中的应用[J].大众标准化,2021,(21):242-244.
- [4]陈亮.声波透射法在铁路桥梁桩基检测中的应用[J].广西城镇建设,2021,(05):72-75.