

超声波法在桥梁桩基检测中的应用分析

王荣丰

(东汇检测认证集团有限公司, 山东 济南 250022)

【摘要】当前,在桥梁工程实践中,桥梁的安全性和耐久性成为公众和工程师们关注的重点。其中桥梁桩基作为承受巨大载荷的关键结构,其稳定性直接关系到整个桥梁的安全运营。然而传统的桩基检测方法往往存在破坏性、准确度低下等问题,难以满足日益增长的安全需求。鉴于此,本文提出了一种应用超声波检测技术于桥梁桩基的新策略,旨在通过这种非破坏性、高效的检测方法,精确评估桥梁桩基的完整性和潜在缺陷,从而为桥梁的长期稳定运行提供坚实的技术支持。

【关键词】超声波检测;桥梁桩基检测;技术应用

近年来,我国的公路工程迅速发展,对工程质量的关注也日益增强,特别是在桥梁桩基施工过程中,加强检测成了一个关键环节。桥梁桩基的质量对整个建筑工程有着显著的影响。目前,超声波检测技术展现出了优异的发展潜力,其检测速度快且结果准确,使得它成为桥梁桩基全面检测的理想选择。

一、超声波检测的基本原理

超声波检测作为一种高效的非破坏性检测技术,凭借其独特的工作原理,在众多领域,尤其是桥梁桩基检测中,显示出了显著的应用价值。这一技术的核心在于利用超声波的波动特性来探测和评估材料的内部结构。具体而言,超声波检测依赖于超声波在介质中的传播特性。当超声波遇到不同介质的界面时,会发生反射、折射或散射等现象,这些现象的发生与介质的性质密切相关。通过分析这些超声波的反射或透射信号,可以对材料的内部特性进行精确评估。

在超声波检测中,需要发射高频的声波。这些声波在穿过被测材料时,会因材料内部存在的缺陷、裂纹或异物等因素而产生特定的波动变化。检测设备接收这些变化后,通过高级的信号处理技术,转换成可视化的数据。这些数据反映了材料内部的具体情况,如缺陷的位置、大小及形状等关键信息。超声波检测的精确度极高,可以检测出极小的缺陷,为材料质量的评估提供了可靠的科学依据。超声波检测技术在操作上具有灵活性和便捷性。它不仅能适用于各种不同的材料,如金属、塑料、陶瓷等,还能在复杂的工作环境中发挥作用。与其他类型的检测方法相比,超声波检测不仅能提供更加全面和深入的内部结构信息,而且对被检测物体不造成任何损伤,这使得它在工业

检测领域尤为受到青睐。

在实际应用中,超声波检测技术的有效性不仅体现在其能够发现材料内部的微小缺陷,还体现在其能够对这些缺陷进行定量分析。通过对反射波形的详细分析,可以准确测定缺陷的性质和严重程度。这种精确度在保证工程质量、预防潜在风险方面发挥着不可替代的作用。

二、超声波检测的主要方法

(一)横波反射法

横波反射法作为超声波检测的一种重要手段,在桥梁桩基的检测工作中应用广泛。该方法的核心在于使用横波(或称为剪切波)的传播特性来探测材料的内部缺陷。横波相较于纵波,在传播过程中对材料内部的裂纹、孔洞及其他非均质性的敏感度更高,因此在诸如桥梁桩基这类结构的检测中显得尤为有效。在实施横波反射法时,要发射高频的横波超声波。这些波在遇到材料内部的不连续面时,如裂缝或界面,会产生反射波。通过分析这些反射波的特性,例如它们的到达时间、幅度变化等,可以对被检测对象内部的缺陷进行定位和评估。值得注意的是,横波在不同介质中的传播速度不同,这一特性为检测提供了额外的信息维度,使得对缺陷的识别更为精确。

在桥梁桩基的检测中,横波反射法能够有效地揭示桩基深层的隐藏问题。例如,它能够检测到桩基深处的裂纹或者是桩身和桩帽之间的结合不良,这些是其他检测手段难以触及的区域。此外,该方法对于检测桩基的混凝土密实度和内部结构均匀性也具有重要价值。通过对横波反射信号的细致分析,工程师能够评估桩基的整体质量,及时发现潜在的风险点,

从而采取相应的加固或修复措施。横波反射法在操作上也显示出其灵活性和高效性。这种方法的操作过程简便，对操作人员的技术要求相对较低，且检测速度快，能够为快节奏的工程建设提供及时的质量保障。同时，由于其非破坏性的特点，不会对桥梁桩基造成任何损伤，确保了工程的连续性和安全性。

（二）纵波透射法

纵波透射法在桥梁桩基的检测中，以其独到的检测方式和精准的数据分析能力，展现了显著的应用价值。这一方法的特点在于利用纵波——声波在介质中以纵向振动的形式传播的波动——在桥梁桩基材料中的透射特性来探测内部结构的完整性与缺陷。纵波透射法的操作过程中，通过在桩基的一侧发射纵波超声波，并在另一侧接收透射而过的波。在这个过程中，纵波在穿越桥梁桩基材料时，其速度和衰减程度会受到材料内部结构的影响。例如，在密实且均匀的混凝土中，纵波的传播速度可以达到 4000 米 / 秒左右，而在存在裂缝或空洞的区域，波的传播速度会降低，且波形会显示出明显的衰减特征。通过对这些透射波的传播时间、速度、衰减等参数的精确测量和分析，可以对桩基的内部状态进行准确的评估。在桥梁桩基的具体检测中，纵波透射法能够有效地揭示桩基内部的疏松区域、裂缝、空洞等缺陷。由于其能够提供关于材料密度、弹性模量等物理特性的直接信息，因此在评估桩基的承载能力和耐久性方面，此方法显示了其不可替代的作用。尤其在那些对结构完整性要求极高的重要桥梁项目中，纵波透射法成为确保工程安全的关键技术手段。

（三）回声测深法

回声测深法在桥梁桩基检测领域展现出其独特的优势，这种方法利用超声波在介质中的反射特性，通过分析反射回来的声波信号，来评估桥梁桩基的深度和内部结构。这一技术的关键在于精确捕捉并解析反射回的声波信号，从而揭示桩基内部的详细情况。在实施回声测深法时，超声波发射器首先向桥梁桩基发射声波。这些声波在遇到桩基内部的不同界面，如空气、混凝土、土壤或水等介质时，会产生回声。这些回声的强度和时间延迟反映了声波在桩基中遇到的物理界面的性质和位置。例如，在完整无缺陷的桩基中，超声波的反射波形通常显示出规律性和一致性；而在存在裂缝或空洞的区域，则会观察到反射波形的不规则性和衰减。

在桥梁桩基检测中，回声测深法能够有效地测定

桩基的深度和直径，同时揭示内部的结构问题。例如，在对某座大桥桩基进行的一次检测中，通过回声测深法测得的数据显示，某些桩基的反射信号比预期的要弱，进一步的分析发现这些区域内部存在着裂缝和空洞。这一发现对于及时地修复和加固工作至关重要，有助于防止潜在的结构风险。回声测深法在操作上的灵活性和高效性也为其在桥梁桩基检测中的广泛应用提供了便利。这种方法不需要对桥梁桩基进行物理接触，即可迅速获取关于桩基深度和内部状况的详细信息。相比其他检测方法，它在快速评估大型桥梁桩基的完整性和安全性方面显示了显著的优势。

（四）频率谱分析法

频率谱分析法在桥梁桩基的检测中，以其对细微差别敏锐的感知能力和对复杂数据的深入解析能力，展现了显著的技术优势。这种方法通过分析超声波信号的频率成分，从而对桥梁桩基的内部结构和完整性进行精确地评估。频率谱分析法的核心在于，它能够捕捉到由桩基内部缺陷所引起的超声波信号频率的变化，这些变化在传统检测方法中可能被忽视。具体来说，当超声波在桥梁桩基中传播时，其遭遇的任何结构变化，如裂缝、空洞或材料不连续等，都会引起波形的变化，这些变化反映在信号的频率谱上。通过对这些变化的详细分析，可以对桩基的健康状况进行全面的评估。例如，一个典型的案例是，在对某桥梁的桩基进行频率谱分析时，发现了特定频段的显著衰减，进一步地检测确认了桩基深处存在裂纹。频率谱分析法在实际应用中表现出了卓越的灵活性和高效性。这种方法能够快速收集和处理大量数据，对于大规模的桥梁桩基检测工程来说，这是一个重要的优势。此外，由于这种方法依赖于精确的数据分析，它能够提供比传统超声波检测更深入的洞见，尤其是在桩基的深层结构和微小缺陷的识别方面。

三、超声波在桥梁桩基检测中的应用措施

（一）现场检测

在桥梁桩基的现场检测中，超声波法的应用展现了其独特的优势。通过深入的现场调查和对桩基基本信息的全面掌握，工作人员能够有效地利用超声波技术进行桥梁桩基的质量评估。在此过程中，仪器设备的选择和设置尤为关键。通常情况下，建议使用的超声波频率为 30 ~ 50kHz，电压值则应在 200 ~ 1000V 之间，以确保获取准确的检测结果，并最大限度地减少误差。在具体操作过程中，将发射仪器和接收仪器分别置于声测管的顶部和底部，是进行全面桩基

深度检测的有效方法。这种布局可以全面探查桩基，为检测人员提供关于桩基质量的根本了解。在仪器设备升降过程中，保持一致的高度和间距是关键。例如，将检测点的距离设定好，可以利用这些参数对桩基深度进行全面记录。在实际检测时，适当调整仪器的高度，确保高差保持在 20mm 以内，通常可以得到良好的测量结果。

通过对检测结果的有效分析，工作人员可以及时对桩基中出现的问题进行处理，从而不断提高桥梁桩基的质量。此外，运用自动化技术，适当加快仪器运行速度，使检测人员能够有效收集超声波信号，根据信号生成的图示进行有效分析，从而对桩基质量做出准确判断。例如，将检测速度保持在 3m/min 左右，可以有效掌握桩基的缺陷，便于工作人员采取合理的解决方案，逐渐减少桥梁桩基施工中的安全隐患。通过在桥梁桩基检测中运用超声波法，可以在确保桥梁安全性的同时，促使各项施工作业都在规定标准的范围内进行。这种方法不仅提高了桥梁桩基检测的效率和准确性，还为桥梁工程的稳定发展提供了强有力的技术支持，成为现代桥梁工程不可或缺的重要环节。

（二）数据采集分析

超声波检测在桥梁桩基工程中的应用，对于确保结构的安全性和可靠性起到了关键作用。在这个过程中，数据采集和分析的准确性和科学性至关重要。工作人员在检测过程中通常会产生大量数据，这些数据需要被全面整理、汇总，并通过专业软件绘制成超声波检测的曲线图形。这样，可以直观快速地掌握桩基检测的结果，进而通过临界值线的设定对曲线进行合理判断，明确桩基检测过程中出现的异常情况。

在数据分析阶段，工作人员需遵循具体的规定标准，从而增强数据分析的准确性。例如，在检测桥梁桩基的异常部位时，如果在多个检测点中曲线数值超出了设定的临界值，这通常表明该处存在较大的问题。检测人员据此可以深入探测问题部位，明确异常发生的具体原因，并采取适当的处理措施，以此来加强施工质量，确保所有数据都在标准规定的范围内。

在超声波波幅相关数据的分析过程中，也需利用软件绘制相应图形。超声波波幅的灵敏度通常较高，它的临界值与波幅信号之间存在显著的关联。通过对这些信号的判断，可以有效地确定具体的临界值。在实际检测过程中，如果波幅值在临界值以内，这通

常意味着桥梁桩基的质量达到了合格标准，安全性较高。相反，如果波幅超出临界值，则表明检测部分的桩基存在相应的问题，工作人员需进行深入检查，以确保桥梁桩基工程的完整性和安全性。

（三）缺陷定位

桥梁桩基检测中，超声波方法不仅能够明确桩身的基本特征，如大小、异常程度、波形变化程度以及声速等，还能够通过详细比对这些参数，准确掌握桩身的基本信息。桩身缺陷通常与超声波参数存在密切关联。例如，在桥梁桩基中出现沉渣的情况时，超声波声速通常相对较低。由于沉渣的松散性质，声波会出现剧烈衰减，导致声速不断下降。

在桩身检测过程中，如果出现混合物，声速也会呈现下降趋势。这种异常情况主要是由于浇筑导管在安装过程中与实际状况不相符，可能导致断桩或者标高较低的现象。在超声波法的检测下，声幅的明显变化和桩身的突变都是重要的信号。此外，在桥梁桩基施工过程中，还常会出现坍塌现象。在这种情况下，超声波声速的下降和坍塌情况的具体分析能够为工作人员提供准确的判断依据。在混凝土浇筑施工中，如果浇筑速度过快，容易出现气泡密集现象，导致混凝土中大量空洞的形成，严重影响其质量。在这种情况下，超声波检测中声速的下降和声波的衰减是重要的指标。

结束语

随着技术的不断进步和创新，桥梁桩基检测领域将继续迎来新的发展机遇。超声波检测方法作为一种高效、准确的非破坏性检测技术，其应用范围和深度无疑会进一步拓展。预期会有更先进的仪器设备和更精细的数据分析方法被开发出来，以提供更全面、更细致的桩基检测服务。

参考文献：

- [1] 刘明，黄凯. 桥梁桩基检测技术分析 [J]. 运输经理世界，2023，(31):71-73.
- [2] 陈孟超，蒋崎乾. 桥梁桩基检测关键技术及应用研究 [J]. 交通世界，2023，(27):106-108.
- [3] 张建宁，李佳. 无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用 [J]. 工程建设与设计，2021，(02):210-211.
- [4] 贾元峰. 无损检测技术在桥梁桩基检测中的应用研究 [J]. 四川建材，2020，(08):113-114.
- [5] 胡文富. 超声波法在桥梁桩基检测中的应用注意事项 [J]. 居舍，2019，(19):163+143.