

超声波透射法在公路桥梁基桩检测中的应用

陈 力

浙江润达检测科技有限公司 浙江 舟山 316000

摘 要: 超声波透射法利用超声波的传播特性,对公路桥梁基桩进行精准检测。该方法通过发射超声波并接收其反射信号,实现对缺陷检测、质量评估及验收与桩基加固效果监测。超声波透射法具有检测精度高、操作简便、对基桩无损伤等特点,在桥梁工程领域具有广泛应用。本文详细阐述了超声波透射法的基本原理、检测步骤与方法,并探讨了其在公路桥梁基桩检测中的实际应用与优势。

关键词: 超声波透射法;公路桥梁;基桩检测

引言

交通建设的迅猛推进使得公路桥梁的安全性与耐久性日益凸显其重要性。基桩,作为桥梁结构中的关键支撑部件,其质量状况直接关系到桥梁整体的稳固与安全。为确保桥梁的安全运行,对基桩进行精确且可靠的检测显得尤为重要。超声波透射法,作为一种高效且非破坏性的检测技术,凭借其出色的检测精度与操作简便性,在桥梁工程检测领域内得到了广泛的认可与应用,成为保障桥梁工程质量的重要手段。

1 超声波透射法的基本原理

1.1 超声波的传播特性

超声波是频率高于20kHz的机械波,远超出人类听觉范围上限20Hz-20kHz。这一高频特性赋予它独特的传播表现。比如,在1MHz频率下,超声波在空气中的波长约为0.34mm,而在混凝土中,波长约为3.5mm,相较于普通声波,波长短很多,这让它能精准定位微小结构变化,为基桩缺陷检测提供了基础^[1]。其能量高,根据能量与频率平方成正比的关系,超声波携带的能量远超普通声波。在工业检测中,常能穿透30-50厘米厚的金属材料,深入检测内部缺陷。超声波还具备良好的指向性,可集中传播形成狭窄波束。一般超声换能器发射的超声波波束,在1-2米距离内,扩散角度能控制在5°以内,检测人员能精准定位检测位置。在均匀介质里,超声波沿直线传播,传播速度与介质特性紧密相关。在标准大气压和室温下,它在空气中传播速度约340m/s;在水中约1500m/s;在钢材中则高达5900m/s左右。当超声波遇到不同介质界面时,会产生反射、折射和透射现象。通过分析这些反射、折射、透射波的特征,如传播时间、波幅、频率等变化,就能准确判断基桩内部是否存在缺陷以及缺陷的位置和大小。

1.2 超声波透射法的检测原理

超声波透射法基于超声波在混凝土中的传播特性,精准检测基桩完整性。在基桩施工时,会预先在桩内合理埋设声测管,它们是超声波传播的通道。检测时,超声发射换能器与接收换能器分别放入两根声测管。发射换能器发射超声波,信号在混凝土中传播后,被接收换能器捕获。正常情况下,超声波在均匀、完整的混凝土中传播时,其传播时间、波幅、频率等参数相对稳定。但一旦基桩内部存在缺陷,情况就会发生变化。比如当超声波遇到夹泥、空洞等缺陷界面,一部分超声波会反射、散射。这使得接收换能器收到的信号能量减弱,波幅明显降低。由于传播路径变得复杂,超声波传播时间延长,频率也会改变。检测人员通过专业仪器,对这些参数的变化进行细致分析与处理。根据声速变化,可判断混凝土的密实程度;波幅降低程度能反映缺陷的严重程度;频率变化则有助于识别缺陷类型;根据声速波幅变化状态,结合检测人员自身经验可大致判断出桩身完整性类别。

2 超声波透射法在公路桥梁基桩检测中的应用

2.1 桩基的缺陷检测

超声波透射法在桩基缺陷检测领域具有显著优势。该方法通过测量物体内部声波的传播速度、能量分布和衰减情况等关键特性,能够精确判断桩基是否存在质量缺陷。声波在混凝土中的传播速度一般为3000-5000米/秒,当遇到缺陷时,声速会明显下降,波幅减小,频率也会发生变化。在实际操作中,技术人员利用超声波检测仪器发射声波信号,并接收反射回来的信号。通过对比正常混凝土与缺陷混凝土的声波参数差异,可以定量评价桩基的质量。当声波在桩基内部传播时,如果遇到空洞或夹泥等缺陷,声速会显著降低,波幅也会明显减小^[2]。这些变化为技术人员提供了直观的缺陷信息,有助于准确判断缺陷的位置、大小和类型。超声波透射

法还能够对桩基的安全使用寿命进行预测。通过分析声波信号的衰减情况,可以评估桩基内部的损伤程度和耐久性。这对于预防桥梁事故、保障行车安全具有重要意义。据研究表明,采用超声波透射法进行桩基缺陷检测,可以显著降低桥梁事故的发生率,提高桥梁的整体安全性。超声波透射法显著特点是其非破坏性,能在不损害桩基结构的前提下完成检测。操作简便,无需复杂准备,检测速度快,大幅提高了工作效率。这些优点使得超声波透射法在桥梁检测领域得到广泛应用和认可。

2.2 桩基的质量评估

(1) 该方法通过测量和分析声波在桩基内部的传播特性,可以准确判断桩基的绝对强度、组织结构以及含水量等重要特征。声波在混凝土中的传播速度与混凝土的强度密切相关,一般来说,混凝土强度越高,声波传播速度越快。因此通过测量声波传播速度,可以间接评估桩基的强度水平。(2) 超声波透射法还能揭示桩基的内部组织结构。当声波遇到混凝土中的不同组分或缺陷时,会发生反射、折射等现象,这些现象为技术人员提供了关于桩基内部结构的直观信息。通过分析这些声波信号,可以判断桩基是否存在空洞、夹泥等缺陷,以及这些缺陷对桩基整体结构的影响。(3) 采用超声波透射法对桩基进行质量评估,可以显著提高桥梁的安全性和耐久性。该方法具有操作简便、检测速度快、对桩基无损伤等优点,因此被广泛应用于桥梁工程的检测和维护中。通过定期对桩基进行超声波透射法检测,可以及时发现潜在的质量问题,并采取相应的维护措施,确保桥梁的长期安全使用。

2.3 桩基的验收

桩基的验收是桥梁工程施工中的重要环节,它直接关系到桥梁结构的安全性和稳定性。在新桩的验收过程中,超声波透射法作为一种高效、准确的检测技术,被广泛应用于桩基质量检测。超声波透射法通过向桩内发射声波,并利用声波在传播过程中的能量分布和衰减等特性,来评估桩身内部的质量状况。该方法能够检测到桩身内部空洞、裂缝、夹杂物等缺陷,以及桩身混凝土的均匀性和密实性。在实际应用中,超声波透射法的检测精度通常可以达到毫米级别,这确保了检测的准确性和可靠性。据统计,采用超声波透射法进行桩基验收的桥梁工程,其桩基质量合格率普遍较高,一般可以达到95%以上。这一高合格率得益于超声波透射法的高灵敏度和准确性,它能够检测到微小的缺陷和异常,从而确保桩基的质量符合相关规范和标准。超声波透射法还具有操作简便、检测速度快等优点。一般情况下,一根桩的检测时间通常不会超过30分

钟,这大大提高了验收效率。

2.4 桩基加固效果监测

在桥梁工程领域,针对存在缺陷或质量不达标的桩基,实施加固处理是一项至关重要的维修策略。超声波透射法不仅适用于桩基的初始质量检测,还在桩基加固效果的监测中发挥着重要作用。加固处理后的桩基,其内部结构、材料性能等可能发生变化,这些变化直接影响桩基的承载能力和耐久性。超声波透射法通过测量声波在加固后桩基中的传播特性,可以评估加固材料是否有效填充了原有缺陷,以及加固处理是否提高了桩基的整体性能。当采用注浆加固法时,超声波透射法可以检测注浆材料是否均匀分布,是否有效填充了空洞或裂缝。超声波透射法还能监测加固后桩基在长期荷载和环境因素作用下的性能变化,为后续的维护和管理提供数据支持。这一方法的应用,提高了桥梁结构的整体安全性,还为后续的维护管理提供了可靠的数据支持。通过超声波透射法的持续监测,我们可以及时发现并解决潜在的安全隐患,确保桥梁在复杂多变的环境条件下,依然能够保持稳定、安全的运行状态。

3 超声波透射法的检测步骤与方法

3.1 检测步骤

在实际操作中,首先需确保桩基声测管畅通,这是检测的基础。随后,检测管内会被注满清水,这一步骤至关重要,因为清水作为声波传播的介质,能确保声波信号的顺畅传递。声测管的预埋数量根据桩径大小确定,但通常不少于两根,且应均匀分布在桩的截面内,以确保检测的全面性。接下来是检测装置的放置。超声波发射和接收换能器会被分别置于两根声测管内,并保持一定的高程差。在检测过程中,发射和接收换能器会以特定的步长(如250mm)同步升降,进行逐点检测。这一步骤能够确保对整个桩身进行细致的检测,不遗漏任何潜在缺陷。在测管两端的封闭方面,会使用柔软且密封性好的材料(如橡胶塞或软木塞)对声测管的两端进行封闭处理^[3]。这一步骤的目的是防止外界噪声和杂波的干扰,确保检测结果的准确性。后续的检测处理包括实时记录接收到的声波信号,这些信号包括声时、波幅和波形等数据。通过对这些数据进行分析,可以评估桩身内部的质量状况。如果发现异常区域,会进行加密检测,进一步确定缺陷的位置和范围。

3.2 检测方法

在桥梁灌注桩的声波透射法检测中,双孔、单孔及桩外检测是三种核心方法,其中双孔检测方法因其高效性和准确性而广受欢迎。(1) 双孔检测方法的核心在

于利用两根或更多声测管作为声波通道,通过发射和接收声波来全面评估桩身混凝土的质量。该方法通常分为两个关键步骤:扫测桩身各剖面 and 细测怀疑部位。(2)在扫测阶段,为了快速、全面地掌握桩身的整体情况,测点间距会适当加大,测点间距可能设置为250mm或更大。声波在混凝土中传播时,其声时、波幅和波形等声学参数会发生变化,这些参数能够反映出混凝土内部的质量状况。通过收集和分析这些声学参数,可以对桩身是否存在缺陷进行初步判断。(3)当扫测阶段发现异常参数或可疑区域时,就会进入细测阶段。在这一阶段,会对怀疑有缺陷的部位进行加密测量,测点间距通常会减小至25cm甚至10cm,以确保能够精确定位缺陷的具体位置和范围。细测时,还会根据实际需要,灵活运用平测、斜测、交叉斜测、扇形扫描测等多种方式,以获取更详细、更准确的检测数据。(4)双孔检测方法不仅具有高度的准确性,而且能够定量分析出桩身缺陷的大小和确切部位,为桥梁灌注桩的质量评估提供了科学依据。这种方法在桥梁工程中得到了广泛应用,对于确保桥梁结构的安全性和稳定性具有重要意义。

4 超声波透射法的特点与优势

超声波透射法在桥梁桩基检测领域展现出了其独特的特点与显著优势,以下是对其特点的详细阐述:首先,超声波透射法的探测范围广,具有极高的通用性。该方法不受混凝土材质、桩径和桩深的限制,能够适用于各种类型的桩基检测。在实际应用中,无论是高强混凝土还是普通混凝土,无论是大直径桩还是小直径桩,超声波透射法都能进行有效探测。据统计,该方法已成功应用于直径从几十厘米到几米的各类桩基,且探测深度可达百米以上,充分证明了其广泛的适用性。其次,超声波透射法反应快速,能够迅速获取桩基内部的结构信息。声波在混凝土中的传播速度较快,一般可达数千

米/秒,因此通过超声波透射法可以在短时间内获取大量的声波传播数据^[4]。这些数据能够准确反映桩基的内部结构情况,包括混凝土的均匀性、密实性以及是否存在空洞、裂缝等缺陷。这使得该方法在及时发现和处理桩基缺陷方面具有显著优势。此外,超声波透射法对桩基的损伤小,几乎不会对桩的质量和使用寿命产生影响。在检测过程中,声波作为非破坏性检测手段,不会对桩基造成任何物理损伤。这不仅保证了桩基的完整性,还降低了检测过程中的安全风险。据相关数据显示,采用超声波透射法进行桩基检测后,桩的承载力、变形等性能指标均未发生明显变化。最后,超声波透射法具有可重复使用的特点。已经检测过的桩基可以重复进行检测,以监测其耐久性和稳定性等参数的变化。这为桥梁的长期监测和维护提供了有力支持。

结语

综上,超声波透射法在桥梁桩基检测中地位重要,能精确识别潜在缺陷,确保桥梁安全。其非破坏性、高精度的特点,为桥梁结构的健康监测提供了可靠支持。展望未来,随着技术的持续革新,超声波透射法将进一步提升检测效率与准确性,拓展至更多桥梁工程领域,为交通基础设施的安全稳定贡献更大力量,展现更广泛的应用潜力与价值。

参考文献

- [1]葛凯.超声波透射法在公路桥梁桩基检测中的应用[J].模型世界,2024(15):136-138.
- [2]任梓绮.超声波透射法在公路桥梁桩基检测中的运用研究[J].价值工程,2024,43(14):109-111.
- [3]张玉蛟.超声波透射法在检测大直径桩基缺陷中的应用[J].交通世界,2023(18):148-150.
- [4]谭少云.桥梁桩身完整性检测中超声波透射法的应用[J].交通世界,2024(10):144-146.