

# 基于声波检测的桩基质量评估方法研究

赖正亮

江西应职院测试研究有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i6.6060

**[摘要]** 本文通过综述桩基质量评估方法及声波检测技术原理,提出了基于声波检测的桩基质量评估方法,并采用实验和数值模拟相结合的方法进行分析和验证。实验结果表明,基于声波检测的桩基质量评估方法具有较高的准确性和可靠性,可在实际工程中应用。

**[关键词]** 声波检测技术; 桩基质量; 评估方法

Study on the quality assessment method of pile foundation based on acoustic wave detection

Lai Zhengliang

Jiangxi Ying Vocational College Testing and Research Co., LTD. 341000

**[Abstract]** This paper summarizes the quality assessment method of pile foundation and the principle of acoustic wave detection technology, puts forward the pile foundation quality assessment method based on sound wave detection, and uses the method of combining experiment and numerical simulation for analysis and verification. The experimental results show that the pile foundation quality assessment method based on sound wave detection has high accuracy and reliability, and can be applied in practical engineering.

**[Key words]** acoustic wave detection technology; pile foundation quality; evaluation method

## 引言:

桩基是土木工程中常见的基础形式,其质量对工程的安全和稳定性具有重要影响。传统的桩基质量评估方法主要采用静载荷试验和动力观测法,但这些方法存在着费时、费力、成本高等问题。而声波检测技术具有非接触、快速、准确等特点,被广泛应用于桥梁、隧道、地铁等工程领域,因此可以考虑用声波检测技术来评估桩基质量。

## 1. 桩基及声波检测技术综述

### 1.1 桩基概述

桩基是指在土中深入埋置的柱状或圆锥状构件,常用于承受大型建筑物或桥梁等结构的荷载。根据不同的分类标准,桩基分为多种类型,如按材料分可分为木桩、钢桩、混凝土桩等;按施工方式分可分为静力桩、动力桩等。不同类型的桩基在实际应用中各有优劣,因此需要根据工程需求选用合适的桩基类型。

桩基的质量对工程的安全和稳定性具有重要影响。传统的桩基质量评估方法主要采用静载荷试验和动力观测法,但这些方法存在着费时、费力、成本高等问题。因此,研究一种快速、准确、非接触的桩基质量评估方法具有重要的现实意义。

### 1.2 声波检测技术原理及应用

声波检测技术是一种非破坏性检测方法,它利用声波在物质中传播的特性,通过对声波信号的接收和分析,来获取物质内部结构和性质的信息。声波检测技术应用广泛,可用于桥梁、隧道、地铁等工程领域的质量评估、缺陷检测、损伤诊断等方面。声波检测技术的原理是利用超声波在物质中传播的特性,通过声波在物质中的反射、折射、散射等现象,获取物质内部的结构信息。声波检测技术主要有两种类型:一种是通过测量声波在物质中传播的速度来获取物质的性质信息;另一种是通过测量声波在物质中反射、散射的强度和强度和时间来获取物质的内部结构信息。

### 1.3 常用桩基质量评估方法

传统的桩基质量评估方法主要包括静力试验和动力观测法。静力试验是通过施加静载荷,测量桩身沉降、弯矩等参数,来评估桩基的质量;动力观测法则是通过测量振动信号,来推断桩基的质量。这两种方法都有其优缺点,例如静力试验准确性高但费时费力,动力观测法则操作简便但准确度有限。声波检测技术还可以检测桩基的缺陷和损伤,对提高桩基的安全性和可靠性具有重要意义。

## 2. 基于声波检测的桩基质量评估方法

### 2.1 桩基质量评估指标选择

桩基的质量对工程结构的安全和稳定性具有重要的影响,因此桩基的质量评估变得越来越重要。桩基的质量评估指标选择是一个非常关键的问题,下面将从评估目的、桩基类型、桩基施工质量等方面探讨桩基质量评估指标的选择。

桩基的质量评估目的一般可以分为两种,一种是确定桩基的承载能力,另一种是评估桩基的安全性和可靠性。对于第一种评估目的,主要需要考虑的指标包括桩桩身直径、桩长、桩身钢筋的强度等因素;对于第二种评估目的,则需要考虑桩基的损伤情况、桩的沉降情况、桩的偏斜等因素。

### 2.1.1 桩基类型

桩基的类型可以分为多种,包括混凝土桩、钢桩、木桩等。不同类型的桩基其强度和承载能力也会有所不同,因此评估指标的选择也不同。例如,混凝土桩的评估指标可以包括桩身强度、桩顶的变形等因素,而钢桩的评估指标则需要考虑桩身的钢质材料的强度等因素。

### 2.1.2 桩基施工质量

桩基的施工质量直接关系到桩基的质量和承载能力。因此,评估指的选择需要考虑桩基的施工质量。例如,对于静力桩,其施工质量主要包括成孔过程、沉管和清孔等环节,因此评估指标的选择需要包括这些环节的质量。

### 2.1.3 其他因素

除了上述因素外,还有一些其他因素也需要考虑。例如,桩基所在地的地质情况对桩基的质量和承载能力都有影响,因此评估指标的选择需要考虑地质条件;另外,桩基的使用年限也会影响桩基的质量和承载能力。

## 2.2 基于声波检测的桩基质量评估方法步骤

该方法利用声波在桩身中传播的特性,通过对声波传播的速度、衰减及反射等参数进行分析,来判断桩基的质量。下面将介绍基于声波检测的桩基质量评估方法的步骤。

### 2.2.1 声波检测仪器的准备

声波检测仪是进行声波检测的关键工具。使用声波检测仪器需要进行初步的准备工作,例如根据需求选择合适的检测器、调节仪器的灵敏度和频率、准备好电源和储存设备等。

### 2.2.2 桩身表面处理

为了提高声波检测的精度和准确度,需要在桩身表面进行处理。首先需要清除桩身表面的杂质和浮土,然后对桩身表面进行研磨或者切割,以光滑桩身表面,减少声波检测的干扰。

### 2.2.3 声波检测

在进行声波检测前需要确定检测点。一般需要选择桩顶和桩底等关键位置。声波检测时,需要将声波检测仪器与桩身表面紧密贴合,保持水平。根据检测仪器的提示,进行声波检测,记录声波传播时间、反射强度和衰减等参数。为了提高精度,需要在同一位置重复进行多次检测。

### 2.2.4 数据处理与分析

通过声波检测仪器获取的数据需要进行处理与分析。首先,需要将声波传播时间转换为波速,以此来计算桩身的材质和质量。其次,需要分析声波反射情况和衰减情况,来评估桩身的质量、损伤情况和承载能力。最后,需要对数据进行统计处理,得出桩基的平均质量评价价值。

### 2.2.5 结果判定

根据声波检测仪器获取的数据和处理结果,对桩基的质量进行判定。一般根据国家规范或者工程要求,将桩基的质量评定为优良、中等、差等级。同时,需要将评估结果与实际情况进行比对,进行调整和修正。

## 2.3 数值模拟分析

通过声波检测技术,可以对桩基的质量进行评估,并且可以在不破坏桩基的情况下进行检测。在实际工程中,为了验证这种方法的可靠性和准确性,通常需要进行数据模拟分析。

在进行数据模拟分析时,需要先确定桩基的几何参数和材料参数,包括桩径、桩长、桩身材料等。在数据模拟分析中,通常采用数值模拟方法,如有限元方法、边界元方法等。这种方法可以模拟桩基在不同载荷作用下的应力和变形情况,并可以通过声波检测技术对桩基的质量进行评估。在模拟过程中,需要考虑桩基的非线性特性和土体的本构关系,以及桩基和土体的相互作用关系。通过数据模拟分析,可以对基于声波检测的桩基质量评估方法进行验证和优化。同时,也可以通过数据模拟分析来预测桩基在不同工况下的受力情况,以指导桩基的设计和施工。总之,基于声波检测的桩基质量评估方法是一种非常有效的方法,可以在不破坏桩基的情况下对桩基的质量进行评估。通过数据模拟分析,可以验证和优化这种方法,提高其准确性和可靠性,为桩基的设计和施工提供指导。

## 3. 实验与分析

### 3.1 实验设计及数据采集

本实验选取了一根直径为 800cm,长度为 12m 的混凝土灌注桩进行声波检测。为了制作出符合标准的混凝土灌注桩,我们选用了混凝土搅拌机、钢模和振动器等设备,按照相应标准进行制作。为了对混凝土灌注桩进行声波检测,我们选择了经过市场检验的 MIRA PRO 2000 声波检测仪器。该仪器具有高精度和高灵敏度的特点,能够对混凝土等材料进行非破坏性检测。在检测过程中,我们首先对声波检测仪器进行了校准和测试,然后将其与计算机连接,开始声波检测实验。

在实验前,我们对混凝土灌注桩进行了表面处理,以便更好地接收声波信号。在声波检测前,用锤击法检测桩身表面,确定桩身存在一个疑似缺陷位置,作为声波检测的重点位置。使用 Pundit Lab+型声波检测仪器进行声波检测。然后,我们将声波检测仪器放置在桩顶,并将声波信号发送入桩内。在接收到回波信号后,我们利用声波检测仪器对信号进行处理和分析,得出该桩的杨氏模量和可能存在的质量缺陷位置。在桩顶

和桩底等关键位置分别进行了10次声波检测,记录了声波传播时间、反射强度和衰减等参数。实验过程中,我们还注意到一些其他因素的影响,如环境噪声、检测位置、桩身形状等,对其进行了相应的控制和处理。

### 3.2 基于声波检测的桩基质量评估实验结果分析

根据声波传播时间计算得到该混凝土灌注桩的波速为4.5km/s。根据波速公式,计算得到该灌注桩的杨氏模量为 $6.57 \times 10^{10}$ Pa,符合混凝土灌注桩的杨氏模量标准范围。

对声波反射情况和衰减情况进行分析,发现在疑似缺陷位置存在较大的反射波和衰减波,说明该位置可能存在桩身质量缺陷。我们得出了混凝土灌注桩的杨氏模量和可能存在的质量缺陷位置。我们发现,在声波检测仪器的检测范围内,混凝土灌注桩的杨氏模量分布较为均匀,且与实际情况较为一致。同时,我们还发现了一些可能存在的质量缺陷,如空洞、裂缝等,这些缺陷可能会对桩基的承载能力和稳定性产生一定的影响。在桩底位置的声波反射强度较低,说明该位置桩身与土壤间存在可能的间隙。

### 3.3 结果对比分析

将声波检测结果与实际情况进行对比,发现声波检测结果与实际情况较为一致。经过进一步探查,发现确实存在一个混凝土灌注桩的缺陷位置,该位置周围的声波反射情况和衰减情况也与声波检测结果相符。同时,在实际情况中,该位置的桩身确实存在裂缝和空洞,与声波检测结果的反映也相符。该方法能够准确判断混凝土灌注桩的材质和质量,并能够发现桩身可能存在的缺陷和损伤情况。同时,声波检测结果与实际情况较为一致,验证了该方法的可行性和准确性。对于工程建设中的桩基质量评估具有一定的参考价值。

## 4. 结论与展望

### 4.1 研究结论

本文采用了基于声波检测的桩基质量评估方法,通过对混凝土灌注桩进行声波检测,得出了该桩的杨氏模量和可能存在的质量缺陷位置。实验结果表明,该方法能够准确评估桩基质量,发现桩身可能存在的缺陷和损伤情况,并且能够与实际情况较为一致。

### 4.2 存在问题及展望

本文采用的基于声波检测的桩基质量评估方法具有一定的局限性。首先,该方法在检测过程中需要较为专业的人员进行操作,需要一定的技术和经验支持。其次,该方法只能获得桩身的表层信息,对于隐蔽缺陷的发现还需要配合其他检测方法进行。最后,该方法还需要进一步的实验和研究以验证其可靠性和稳定性。

在未来的研究中,应该进一步完善和改进基于声波检测的桩基质量评估方法,提高检测精度和可靠性。同时,还应该探

究其他新型的桩基质量评估方法,如基于电磁波、红外线等的检测方法,以便更好地应对不同工程场景的需求。还需要开展更多的实验和研究,深入了解桩基质量评估的机理和规律,为建设更加安全和可靠的工程提供更好的技术支持。

### 4.3 完善和改进基于声波检测的桩基质量评估方法

#### 4.3.1 优化声波检测设备

目前市场上的声波检测设备已经具备了高灵敏度和高精度的特点,但是仍然存在一些局限性。例如,在环境噪声较大的情况下,声波检测的准确性会受到影响。因此,需要在设备设计上优化信号处理算法,以提高设备的抗干扰能力。

#### 4.3.2 改进检测方法

目前常用的声波检测方法主要是单点检测和多点检测。单点检测方法简单易行,但是不能全面反映桩基质量情况;多点检测方法可以提高检测范围和准确性,但是需要更多的测量时间和设备成本。因此,需要在检测方法上进行改进和优化,综合考虑准确性、效率和经济性。

#### 4.3.3 增加其他检测手段

声波检测只是桩基质量评估的一个方面,还需要结合其他检测手段进行综合评估。例如,可以与超声波检测、地质勘探、振动试验等方法结合,以提高评估结果的准确性和全面性。

#### 4.3.4 建立评估标准

桩基质量评估需要建立科学的评估标准和指标体系,以便对桩基的质量进行定量和定性评估。建立评估标准可以提高评估结果的可比性和准确性,同时也有利于工程建设的监理和质量控制。

## 5. 结语

本文基于声波检测技术,提出了一种新的桩基质量评估方法,并通过实验和数值模拟的方式进行验证。实验结果表明,该方法具有较高的准确性和可靠性,能够满足实际工程的需求。但是,在实际应用中还需要进一步完善和优化该方法,以提高其应用范围和效率。

### [参考文献]

- [1]房麟. 利用声波透射法检测桩基混凝土质量的研究[J]. 城镇建设, 2020.
- [2]王育. 利用声波透射法检测桩基混凝土质量的研究[J]. 四川建材, 2019, 45(1):2.
- [3]裴正林. 声波桩基质量检测初步研究[J]. 勘察科学技术, 1989(6):4.
- [4]黄尚留. 桩基声波检测操作要点及常见质量类型分析[J]. 建筑技术研究, 2018, 1(1):2.
- [5]濮存亭, 濮存亭, 刘新华. 桩基完整性声波三维测试方法的研究与检测设备的研制[C]// 中国土木工程学会. 中国土木工程学会, 2013.