

## 声波透射法在建筑工程桩基质量检测中的应用

苏 纪

河北天博建设科技有限公司, 河北 保定 071000

[摘要] 桩基是建筑工程的核心, 桩基施工质量会影响整个工程的质量, 要想切实保证桩基质量, 除了从施工方面提升施工能力水平之外, 还需要定期监测, 采用合理的方法对桩基进行检测, 及时发现隐患, 改善施工方法, 提升施工质量。

[关键词] 声波透射法; 建筑工程桩基; 质量检测

DOI: 10.33142/ec.v6i9.9425

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

### Application of Acoustic Transmission Method in Quality Inspection of Pile Foundations in Construction Projects

SU Ji

Hebei Tianbo Construction Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

**Abstract:** Pile foundation is the core of construction engineering, and the construction quality of pile foundation will affect the quality of the entire project. In order to effectively ensure the quality of pile foundation, in addition to improving the construction capacity level from the construction aspect, regular monitoring is also necessary, using reasonable methods to detect pile foundation, timely identifying hidden dangers, improving construction methods, and improving construction quality.

**Keywords:** acoustic transmission method; construction engineering pile foundation; quality inspection

#### 1 建筑桩基的特征和桩基检测的重要性

在建筑工程中桩基具有非常重要的作用, 桩基、桩身和桩尖可将建筑工程上部的荷载传递到承载力较好的持力层上, 以维持上部结构的稳定性, 以免基础发生不均匀沉降, 引起上部结构倾斜、倒塌。相比建筑工程的其他结构, 桩基特征非常显著, 如桩基的承载力强、稳定性高、不均匀沉降量少、抗震性好等, 通过桩基可减少甚至是解决建筑工程的不均匀沉降问题, 保证建筑工程的稳定性和安全性。因此, 在建筑工程施工中必须提高和保证桩基施工质量, 尤其近年来, 高层建筑工程越来越多, 对桩基施工质量提出了更高的要求, 出现了很多新型桩基施工技术和检测技术。影响建筑桩基施工质量的因素较多, 包括: 水文地质勘探的准确性、设计的合理性、施工的科学性等, 任何一个细节把控不当都会影响桩基的施工质量, 甚至会引起工程事故, 造成无法挽回的损失和影响。建筑桩基大多深埋地下, 需要借助先进的检测仪器和设备, 才能全面检测建筑桩基质量, 也只有不断提高桩基检测技术水平, 丰富检测手段, 才能不断提高建筑桩基施工质量, 促使我国建筑事业持续健康发展。

#### 2 超声波透射检测法

超声波透射检测法是一种建筑工程桩基检测中比较先进的技术手段, 在应用该方法对桩基进行检测的过程中, 会接收到超声波波形、波速、波幅以及主频率等方面变化的结果, 进而根据结果对桩基内部情况进行判断, 明确缺陷具体位置、大小以及性质等。由于建筑工程类型较多,

实际施工情况也不同, 在建筑桩基中应用超声波透射检测法时, 主要采用平测、斜测和扇形扫测 3 种程序方法。应用评测法可以对桩基的全桩长进行检测, 进而获取桩基长度、芯样长度、桩径等方面的数据, 为之后超声波透射检测法的应用提供准确的数据参考, 也可以及时发现桩基中的异常情况, 但还需要进一步应用斜测和扇形扫测 2 种方法对异常区域进行深入检测, 保证数据的准确性和完整性。

在对建筑工程桩基采用超声波透射法进行检测的过程中, 主要通过声测管预埋、现场准备和正式监测三个环节进行。①在声测管预埋的过程中, 需要保证测量结果的准确性, 重视声测管数量、被测桩径大小等, 将其控制在 600~800mm, 且要注意桩径和声测管数量之间是否呈正比例关系, 假如桩径增大, 那么声测管数量也要增加。②现场准备环节需要准备好超声波透射检测仪器和设备, 包括超声波发射接收探头、放大器、数据采集器等。同时, 还需要准备好桩基表面的清洁工具, 以去除任何可能影响检测结果的杂质和污垢, 确保检测结果准确。③具体检测的过程中, 要结合施工材料选择桩基检测设备型号和参数, 检测各类仪器是否正常应用等, 另外需要特别关注声测管的质量和性能, 可向其中灌满清水, 直至其充满整个声测管, 以此作为检测耦合剂对仪器参数进行检测。声测管的探头附在需要检测的物体表面上, 确保其与物体表面完全贴合, 进而通过发射和接收换能器进行水平同步测量, 采集各个监测点声时、波幅等物理量。假如声时和波幅出现异常, 就需要对异常部位采用斜测和扇形扫测的方式进行

深入检测,结合波形对桩基混凝土缺陷的位置和严重程度进行分析和判断。

### 3 超声波透射法检测桩基检测基本原理和检测流程

#### 3.1 声波透射法桩基检测的基本原理

声波透射法桩基检测的本质是利用超声波在不同波阻抗界面中传播时发生反射和透射的原理,与低应变法检测不同的是声波透射法运用的是超声波的频率,其频率范围为  $2 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^5 \text{Hz}$ 。声波透射检测前,在桩基础内通过预埋声测管的方式进行通道预留,将超声波发射传感器和接收传感器放入不同的声测管中,超声波在桩基础中传播时遇到空洞、夹泥界面等,超声波的传播能量会发生重新分配,一部分超声波能量被反射,另一部分超声波能量被透射和绕射。从发射传感器发出的超声波,穿透波阻抗界面后被接收传感器采集,通过后期处理,得到透射波的声学参数,如超声波传播时间、声波波幅、声场等,由此推断桩基础内部的缺陷信息。

#### 3.2 检测流程

##### 3.2.1 准备工作

(1) 通过现场调查的方式详细了解被检工程实际情况,收集其监理日志、桩基设计图纸、施工记录、工程地质资料等信息,明确该工程使用的施工技术和施工过程中存在的异常情况,并规范填写原始记录表和委托单;

(2) 针对仪器系统使用标定法明确延迟时间;

(3) 计算耦合水层和声测管修正声时的正确数值;

(4) 从桩顶完成其与声测管外壁间净距离测量工作;

(5) 使用清水注满各声测管内部,确定声测管是否畅通;换能器需要满足在全程范围内顺畅升降的要求。

##### 3.2.2 现场检测流程

(1) 借助深度标志在两根声测管测点处分别放置接收与发射声波换能器;

(2) 在检测过程中接收与发射声波换能器应该保证标高相同或维持固定高差同步升降,测点间需保持 250mm 以内间距,两换能器之间应保持 20mm 以内的相对累计高差;

(3) 应仔细、准确记录接收信号时程曲线,提取其中的周期值、首波峰值、声时,最好主频值和频谱曲线能够实现同时显示;

(4) 将所有声测管组合成若干以两根为一组的检测剖面,然后依次检测全部检测剖面;

(5) 当出现可疑的桩身质量监测点时,需结合实际情况再次使用扇形扫测、斜测、提升测点数量等方式完成复测,从而使桩身缺陷范围和位置变得更加明确。在检测相同桩基不同检测剖面时,必须始终保持相同的仪器设备参数和声波发射电压。

#### 4 超声波无损检测技术判断桩基质量缺陷的方法

判断桩基内部是否存在质量缺陷时,主要根据是超声

波的横波速与纵波速是否存在异常。如果被检测桩基内部存在蜂窝孔洞,可以利用高频弹性脉冲波进行探测,在超声波传递过程中,如遇破损面,将形成波阻抗界面反射或者投射高频弹性脉冲波,在这种情况下,检测装置能够感受到透射波能量降低。目前,判定桩基是否存在质量缺陷的常用方法包括 3 种:声速判断法、功率谱密度 (Power Spectral Density, PSD) 判断法以及波幅判断法。

##### 4.1 声速判断法

该方法主要通过对超声波传输速度的观察与分析判定桩基内部是否存在质量缺陷。当超声波进入桩基内部以后,会形成高频弹性脉冲波,由于混凝土是桩基的主要组成材料,而桩基内部质量与混凝土密实度有着必然联系,不同的密实度对高频弹性脉冲波也会产生不同程度的影响,因此,检测人员根据脉冲波的传播速度可以判定哪些部位的密实度不同,如果某一部位与其他部位的密实度存在较大差异,则说明该部位存在质量缺陷。比如,高频弹性脉冲波在桩基内部传播时,速度波动值较大,这时,可以判定出波动区间所对应的部位或区域存在质量缺陷。

##### 4.2 PSD 判断法

PSD 即声波透射法,主要通过超声波在介质中的传播声音与时间深度曲线图来判断被检测物是否存在质量缺陷。相比于声速判断法,PSD 判断法在判定桩基质量缺陷时的敏感度较高,这种方法不仅可以对质量缺陷的尺寸大小进行定量分析,而且能进行定性分析。如果深度曲线图上面的某一个测定点的功率谱密度取值超过临界值,则说明该测定点存在质量缺陷。另外,在应用 PSD 判断法时,能够有效解决声测管的倾斜问题,如果声测管在桩基内部出现不平行的情况,则声音与时间深度曲线图的波动幅度也偏小,正是这种较小的声势变化,使得检测人员常常出现误判,因此,应用 PSD 判断法时,一般需要结合波幅的衰减与波形的畸变情况进行,这样才能获取最为精确的判断结果。

##### 4.3 波幅判断法

波幅即超声波在桩基内部波动幅度的大小,根据波幅的变化情况能够准确判断出桩基内部是否存在蜂窝等质量缺陷。一般情况下,高频弹性脉冲波在进入桩基以后,产生的能量一般高于平均能量的 50%,如果低于平均能量,则说明桩基内部存在质量缺陷。比如,高频弹性脉冲波在传播过程中,如果遇到破损面,波幅将受到严重影响,并呈现出逐步衰减趋势,在这种情况下,波幅的变动规律也呈现出出不规则状态,由此可以判定被测桩基存在质量缺陷。

一旦桩基存在质量缺陷,采用声速判断法、PSD 分析法以及波幅判断法结果比较准确。但是,在实际应用过程中,如果选择单一的判定方法,其判定结果的准确性很容易出现较大的偏差,在这种情况下,需要通过复测或者与其他检测方法结合使用进行补测,才能精准判定出桩基内

部是否存在质量缺陷。

## 5 超声波透射法检测要点

### 5.1 准备工作

#### 5.1.1 预埋声测管

基桩的位置如果是 1.5m 以下,则通常要埋 3 个,而在 1.5m 以上的基桩中,通常要用 4 个。声波检测管道选用的是金属管道,管道与管道的接头要使用螺纹。另外,声测管的内部直径应该大于换能器的直径 1.5cm。

#### 5.1.2 检查仪器和设备

对基桩进行质量检测时之前,要对各种测试仪器,如超声波测试仪、换能器、显示系统等进行全面的检查,保证其在接通电源后仍可正常工作。另外,还需要对探测期间的滞后和声音时校正进行相应的检验。

### 5.2 开展检测

首先是接收换能器放置在声测管内并且保证它可以正确地上升和下降。然后通过设置特定测量设备的参数,以确保接收到的数据具有更高的信噪比。将发送和接收换能器置于相同的标高或相同的高度差值后,可以由管道的基座由下往上对超声波的振幅和接收波的频率等有关的参数进行检测。在每次测量完成后,要在 10%~20% 的范围内进行重复试验,尽量使声音时的相对标准偏差小于 5%,而频率的相对标准偏差小于 10%。若有显著的声音时或振幅的不正常,则要进行重复试验。

### 5.3 数据处理

利用资料判断已完工基桩的完整性,主要利用的资料包括:声时判据、声幅判据、PDS~IJ 判据、主频判据、由声时判据演变的声速判据等。综合以上判断准则,并将各个声波参量与实测的波形图相结合,可以更精确地评估基桩的整体完整性。一般而言,在基桩检验中,都是依据有关技术规程来判断基桩的整体质量。基桩的整体质量分为四个等级,在实际检验中,要按基桩特性来判断整体等级。

进行桩身完整性判定时,重点是对实测资料中的各种声参数进行分析。声学指标的变化可以反应出桩内混凝土的各种缺陷,例如:声波指标中的声时反应是桩的弹性特性;振幅的减弱可以反应出混凝土的交界状况。根据不同的声波参量,并根据各个深度的波形特点来判别桩的整体质量。

## 6 超声波透射法检测桩基完整性注意事项

### 6.1 确保声测管布置合理性

在超声波透射法检测过程中换能器需要通过声测管进入桩基。所以,在超声脉冲检测系统中声测管是非常重要的组成部分,超声波透射法检测结果在很大程度上会受到声测管在桩横截面上布置形式和桩内预埋方式的影响。因此,在设计检测桩图纸时应详细标出声测管的埋置位置和布置方式,同时需要根据检测控制面积来确定声测管的

桩横截面布局和埋置数量。

在实际检测时可能会存在探头卡住或声测管堵塞的问题,这些问题是因为没有合理安装声测管导致的。在正常情况下,声测管应与钢筋笼一起分段安装,可以使用套管焊接或者反螺纹套筒接口连接每段之间的接头,确保即使在静水压力较高的情况下也不会出现漏浆的情况,并且应保证接口内部拥有平整内壁,在结束安装工作后将管口封闭。另外,实际工程中会有很大几率会存在声测管安装平整度不足的问题,因为在施工中可能改变钢筋笼的形状,将导致声测管出现较大位移,致使检测的平均声速、均方差、离散系统、声时值等发生改变,想要修正这些非缺陷因素的影响,可以合理利用 PSD 法。若声测管中的水浑浊度较高将大幅度提升声波衰减速度,致使声波传播时间延长,从而使声波检测存在误差。所以,在开展检测前应使用足量清水完成声测管清洗,然后注入足量清水作为耦合剂。

### 6.2 注意检测时间

混凝土性能会随着龄期的增长,混凝土强度也会不断提升,同时其强度也会受到气候、环境等因素的影响。想要及时了解潜在问题,而又要避免混凝土由于没有达到相应强度影响测试结果准确性,通常需在混凝土有 70% 以上强度时开展检测工作,并且强度达到 15MPa 以上。通过分析以往工程经验可知,大多需要在超过 14d 龄期时开展检测工作。

## 7 结论

超声波方法是目前建筑桩基检测中普遍采用的一种无损测试方法,它具有技术先进、可靠性高、使用简便、精度高等优点。相关技术人员在使用超声波方法进行桩基测试时,必须严格遵循相关的技术规范,以防止因使用不当产生错误,保证测试的精度,进而为国内建筑桩基施工质量评价提供科学的参考依据。

### [参考文献]

- [1]许增. 探讨声波透射法在桩基质量检测中的应用[J]. 工程建设与设计,2020(14):71-72.
- [2]李景拓. 声波透射法在建筑工程桩基质量检测中的应用[J]. 中华建设,2020(3):116-117.
- [3]吕伟江. 浅析声波透射法在桩基质量检测中的应用[J]. 中国新技术新产品,2020(3):91-92.
- [4]马俊宇. 声波透射法在桩基质量检测中的应用分析[J]. 现代物业(中旬刊),2019(11):241.
- [5]赵俊岭. 声波透射法在桩基质量检测中的应用[J]. 西部资源,2019(6):101-102.

作者简介:苏纪(1984.5—),毕业院校:中央广播电视大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北天博建设科技有限公司,职称级别:工程师。