

# 超声波法在基桩完整性无损检测中的应用

鲁汝桃

温州宏大工程检测有限公司 浙江 温州 325400

**摘要:** 桩基检测主要分为承载能力检测和桩的完整性检测两大部分。桩的承载能力是桩基础能否承载和传递上部荷载的关键。对桩身进行完整性检测,可以找出对桩身承载能力有一定影响的缺陷位置、范围及程度,保证桩身的耐久性,从而降低桩身的安全隐患,可靠地判断桩身的承载能力。所以,对桩的完整性进行检测是非常有必要的。当前,在国内,桩的完整性检测主要是以非破坏方式进行的,在这些方法中,超声波法由于其覆盖范围广、信息丰富、结果准确、可靠,而且在现场操作简便、不受桩长度限制而被广泛应用。

**关键词:** 超声波法; 无损检测; 应用

前言: 超声波法是一种对基础桩身进行无损检测的技术,目前已在土木工程中得到了广泛的应用。相对于常规的低应变法、高应变法等,声波法最大的优势在于它可以直接、精确地探测出基础桩桩身的结构缺陷位置、范围和程度。这种方法操作起来比较的简单,而且测试的结果也非常的精确,可以应用到许多的领域当中。尽管超声波法检测技术具有诸多优势,在工程上得到了广泛的应用,但其在检测过程中的数值仿真和试验分析尚不完善。

## 1 桥梁基桩检测中的无损检测技术

### 1.1 低应变法

基于应力波原理发展了地基桩动态监测技术。70年代初,荷兰建材和结构研究院(TNO)开发出了一套桩基测试装置,从而使得桩基动态测试技术在世界范围内得到广泛应用。与此同时,通过对国外动测方法的引入,并与我国桩基的种类相适应,国内许多机构对动测方法、检测技术、仪器设备等都进行了较深层次的探索,从而大大促进了我国低应变动测技术的发展与应用。主要的研究结果和方法包括了以下六种:反射波法、机械阻抗法、水电效应法、动态参数法、共振法和球击法。然而,对于单桩承载能力是否可以用来进行检验,人们普遍认为其仅适用于桩的整体状态。

其最大的特点是快速、方便、经济、有效,基本上没有时间限制,并且可以在现场进行实时判断。多年来,由于其快速、有效的检测方法在桥梁基桩的检测中得到了广泛的应用。但受限于弹性波的传输特性及激励能量,长桩(一般认为长于50.0m)的桩底信号识别存在一定难度。然而,缺陷反射、地质变形层反射、桩端承载力层岩性、桩断面突变、激励模式选择、桩顶处理等干扰因素对桩的质量、桩长度的判断也存在较大影响。

### 1.2 声波透射法检测

基于混凝土结构的声学测试技术,提出了一种利用声波监测技术进行声波检测的新方法。在国内,从60年代起,声学检测技术就被引入到了工程中,到70年代,声学检测技术已被广泛地应用到了混凝土桩基的质量检测中。近年来,随着我国桥梁及高层建筑物的迅速发展,大口径、超大口径的钻孔灌注桩被广泛应用,为超声波法检测技术的发展提供了广阔的空间。

本方法具有检查全面、细致、信息量较大、检测结果准确、可靠、能对混凝土的强度进行评估等特点;该方法不受限于桩长、桩径,可直接、有效地判断桩长,特别适用于超大直径、大直径钻孔桩,且受其干扰因素影响小;探测范围可以涵盖整个桩长度的所有断面,包括桩顶弱力区域以及桩底沉渣状况;无需桩头探出地表,便于施工。

### 1.3 高应变法

高应变法适用于检测单桩竖向抗压极限承载力,通过采用实测曲线拟合法分析得到桩侧土阻力的分布和桩端土阻力;用于检测桩身结构完整性,判定桩身缺陷的位置和缺陷程度;用于监测混凝土预制桩和钢桩沉桩过程中桩身应力和锤击能量传递比,为选择沉桩工艺参数和确定桩长提供依据。本方法宜用于等截面非嵌岩灌注桩、预制混凝土桩和钢桩的现场检测。

## 2 超声波基桩检测基本原理及检测方法

### 2.1 公路桥梁基础桩基的超声检测工作要求及优越性分析

由于超声波的性质,其不同介质中的传输速度也有很大的不同,并且在传输的过程中,由于外部环境的影响,会有一些的变化,例如,超声波的传播会有一些的变形。从物理学的角度出发,对超声沿直线方向传输

时,其影响主要有两个:一是媒质的密度,二是媒质的弹性。因此,如果桩基础的水泥材质始终保持一致,则超声波将始终保持一条直线。如果桩体内的材料有变化的话,就会产生一种错位的情况。另外,因为材质本身存在着一些问题,因此,当超声在其内传播时,其损失也会比较大,从而使其在传播时,其曲线会有比较明显的起伏。利用超声波检测法,主要是通过超声波在传播过程中所产生的曲线变化,来有效地判断道路桥梁桩基础结构中所产生的各种质量缺陷问题,还可以准确地对出现质量问题的准确位置进行定位。本项目提出的新方法,既可节省大量的人力、物力,又可实现对地基桩的无损检测。

## 2.2 超声波法技术的基本原理

超声波法它的特点是:方向性好,穿透性强,能量集中。适用于桩基检测直径不小于800mm的混凝土灌注桩的完整性检测,评判桩身缺陷位置、范围和程度;。超声技术是一种广泛应用于各行各业的新技术,它的工作原理是由两种波的性质决定的:一是在各种媒质的交界面上的反射与破裂;第二,相同频率的声波经不同的媒质传播时,其波长、速度是不一样的。尤其是在对公路桥梁桩基础进行检测时,其主体材料多为混凝土。在桩基上所用混凝土存在缺陷的情况下,超声波在混凝土中会产生绕射、反射和折射,因而到达接收换能器时声时、波幅及主频发生改变。超声波法就是利用这些声波特征参数来判别桩身完整性,评定桩身缺陷的位置、范围和程度。超声波法对公路、桥梁等工程桩基础的检测,既能发现质量问题,又能准确定位缺陷部位,达到节约人力、物力的目的。

## 3 超声波在路桥基桩检测工作中的具体应用

### 3.1 桩基桩外孔透射法

在没有传感器的条件下,在设计桩基上段时,工程师可利用桩基外面的土层中的钻孔作检测通道。在测试过程中,必须在桩顶设置一个传输特性比较好的变频器。在这一点上,录音转换器就可以从堆外的洞慢慢地从顶部往底部放了。超声在沿桩身向下传播时,首先经过钻孔与桩身接触的层状表层,再由钻孔中的水流传递到接收换能器上。在此基础上,通过对超声参数的检测,可以对桩的初始质量进行评估。但采用此法测定桩的长度存在一定的局限性。通常情况下,由于超声波在土体中的衰减很快,因此仅能大致判断出土体中的夹层、碎桩和部分截面的缩径。

### 3.2 加强和二次检验

在桩基超声波法检测中发现声时值和波幅值明显异

常的情况下,施工、设计、业主等各方应当开会,对桩基产生问题的原因进行分析,并提出相应的解决办法。通过其它检测方法进行验证。通常采用钻芯法,对缺陷部位进行取芯验证。经检验,若中心部位有显著缺陷,则可将水泥从淤泥中分离出来,此为桩基与已有检测成果的验证。所以,要对项目负责,就必须把有缺陷的部位进行处理。如果非常严重,就需要将这些物质冲洗掉,然后再次填充。若该桩身中间无显著缺陷,但仅有局部脱空,在多个施工单位的共同努力下,可以采用高压挤压的方法对其进行压制。填好后,再用超声检测,发现不正常的部位,要用加密法进行检测。如果在灌浆过程中,桩身的速度、幅值、波形等声学指标均在正常的范围之内,则可判定该二阶桩的质量达到要求,可以正常使用。

### 3.3 钻孔灌注桩砼泥浆的检测

例如,相关技术试验结果显示,在正常波形下,首次出现的波浪足够清楚,幅度、速度都比较高,曲线也比较规整。一般在7m左右的水深范围内,就会出现显著的声学异常,但其起点却很难确定,其幅度比较微弱、速度比较慢、波形畸变严重。分析了频谱。通常情况下,频谱为38千赫兹,反常频谱为16千赫兹。通过对以上问题的分析,结合施工工艺,假设检测点相应部位出现了泥浆封堵或低强度混凝土,并根据桩的特定类型,将基础桩划归为3级桩。最后,利用挖掘法进行确认,找出了不正常的位置,从而评价了该方法在探测中的运用。该桥的灌浆方式为泥浆挡墙水下灌浆。吸附污泥的主要由于泵送混凝土管路发生阻塞,并造成灌注桩的断口,从而造成了长时间的沉淀,并使浸出物的混凝土逐步固化。此后,在重新浇注混凝土时,仍会在埋设桩身的同一部位产生上述缺陷。

## 4 现场检测要点

### 4.1 对桩基检测资料的综合整理

在做完桩基检测的全部特定步骤后,技术员应将已有的桩基测试资料汇总并排列顺序。在对多个桩基的测试数据进行排序时,要注意防止某些测试数据被忽略,从而为后续的工程建设提供参考。目前,为了保证检测数据的准确存入数据库,采用了信息化技术对检测数据进行处理。另外,测试数据要由技术员进行多次核对,测试误差要完全排除。

4.2 首先确认声测管道是否通畅及检测过程的方法要求。

在每根声管里装满清洁的水,把收发换能器放进声测管里。在检测过程中,发射与接收换能器应以相同高

度同步升降。随时校准收、发换能器所在的深度是否相同,以避免由于过大的相对高差而产生较大的测试误差。为防止漏检桩身混凝土的缺陷,上、下相邻两测点的间距不应大于250mm。进行局部缺陷斜测时,两只换能器发射、接收部分的中心连线与水平面的夹角不应小于30°。探头要同步抬升,不要过快,测点间距不应大于100mm。在检测过程中,如果超声波声参还是明显异常的情况,则结合整桩信息和地质资料,综合考虑评判。

#### 4.3 严格执行检验程序

桩基检测要确保满足现行检测作业程序,满足技术检查方法要求,才能得到全面、科学的检查结论。应根据委托方的具体要求,收集与检测工作相关的工程勘察资料、设计文件及施工记录等。应充分了解检测项目现场实施的可行性;应根据调查结果和检测目的,选择合理的检测方法并制定检测方案。然后按检测方案实施。最后对检测数据进行分析 and 结果评判。

### 5 基桩施工中常见问题与对策

#### 5.1 探测方法的选取

每一种检测方法都有自己的应用领域,有自己的检验能力,如果人为地把它放大,很容易造成误判,乃至错误。在有需要的情况下,需要两种以上的测试方法进行互补,相互验证,以提高测试结果的准确度和可信度。在桥梁建设中,对于基桩的检测,要根据实际情况,根据不同的地质条件、不同的桩型,选用合适的检测方法,才能确保基桩的质量。为了提高桩体完整性判定的准确性,需要在嵌岩桩、特长桩等部位预先埋置声测管,并利用超声波法进行检测。

#### 5.2 激振方式的选择

在进行低应变测试时,要根据桩的类型及测试的目的,选用不同的锤头,不同的材质和重量。采用带尼龙铁锤的重锤,增加铁锤的敲击速率,增加锤的力量,可以使脉宽变宽,是一种比较理想的测试方法,它可以有效地增加测试距离。在确定桩身表面缺陷等级时,可选用具有较高频率脉冲信号的硬介质激励方法,以提高桩

身表面缺陷的分辨能力。

#### 5.3 嵌岩桩的检测问题

嵌岩桩是当前桥梁基础桩基的主要形式,为了确保施工质量,其嵌岩断面往往很长,有的甚至达到20m左右。此时,如果使用低频应变法,受桩周土阻抗的影响,应力波传播速度较快,有效探测距离较短,无法准确评估成桩质量及桩底沉渣。

#### 5.4 数据的分析与判断

在进行现场检测之前,要对基桩的有关参数信息进行详细的了解和收集,在检测的过程中,能够及时地发现问题,并作出一个初步的判断,并在必要的重复性检测或加密检测工作之前,要确保检测原始数据的可靠性和采集到的数据的一致性,为进行综合分析判断提供详尽的基础数据。此外,还要强化对比验证,对同一个项目中的全部被测桩数据进行全面的分析,找出它们之间的共同点,从而提高对单桩检测结果的判断精度。

#### 结语

综上所述,超声波法基桩检测质量判定标准整合了各种方法,能够为工程的处理提供依据,同时,检测人员对声测管理设方法的认识也会影响到检测的准确性,所以,检测人员需要与施工现场的实际情况相联系起来进行试验,并依据真实情况来对问题出现的主要因素进行判断和分析,进而指导现场的施工。超声波法在基桩的完整性检测中起着非常重要的作用,其结果和对桩身完整性类型的判定就显得非常重要,并结合实际的施工情况,对超声波法检测基桩完整性的检测以及缺陷判断,常见问题以及设备故障进行了简单的总结。

#### 参考文献

- [1]周志国.超声波透射法在基桩检测中的应用[J].门窗, 2019(23): 234+237.
- [2]宋会川.超声波透射法在基桩检测中的应用与研究[J].科技经济市场, 2019(09): 3-4.
- [3]岑建武.声波透射法在基桩检测中的应用[J].绿色环保建材, 2018, (10): 187, 190.