

# Application of Pile Foundation Detection Technology in Construction Engineering

Chengcheng Gao

Tianjin North China Geological Survey Bureau, Tianjin, 300170, China  
Tianjin Huakan Basic Engineering Inspection Co., Ltd., Tianjin, 300170, China

## Abstract

The rapid economic development has effectively promoted the development of other industries, and the construction industry is no exception. The foundation is a relatively important component in construction engineering, and has the advantages of high seismic resistance, high bearing capacity, and low settlement. As a key basic project in construction engineering, the foundation is generally distributed at the bottom of the building to support the entire building, so the quality of foundation construction will directly determine the overall quality and service life of the building. Pile foundation is an important form of building foundation, which is widely used in construction engineering. Therefore, it is particularly important to do a good job in pile foundation detection. It can not only avoid the quality problems of building foundation and affect the subsequent construction progress and quality, but also effectively promote the healthy and sustainable development of China's construction industry.

## Keywords

pile foundation; pile foundation inspection; current situation; countermeasures

## 桩基检测技术在建筑工程中的应用

高承成

天津华北地质勘查局, 中国·天津 300170  
天津华勘基础工程检测有限公司, 中国·天津 300170

## 摘要

经济的高速发展有效地推动了其他各行各业的发展, 建筑行业也不例外。地基属于建筑工程中比较重要的组成部分, 具有高抗震性、高承载力、低沉降等优点。作为建筑工程中比较关键的基础性工程, 地基一般分布在建筑物的底部, 用于支撑整个建筑物, 所以地基施工质量的高低将会直接决定建筑物的整体质量和使用寿命。桩基础属于建筑地基中的一种重要形式, 在建筑工程中被广泛地采用, 因此, 做好桩基检测工作就显得尤为重要, 不仅可以避免建筑地基出现质量问题而影响后续施工进度和质量, 还可以有效推动中国建筑行业的健康、可持续发展。

## 关键词

桩基础; 桩基检测; 现状; 对策

## 1 引言

随着城市化的建设与发展, 越来越多的高层建筑物如雨后春笋般涌现, 而地基是高层建筑中比较关键的施工内容, 而且地基施工质量的高低将会直接决定建筑物的整体质量高低。由于建筑地基尤其是桩基础属于隐蔽性工程, 需要借助桩基检测来准确的了解和掌握其施工质量高低。因此为了确保检测工作的顺利进行, 需要根据现场条件、环境及施工工艺等因素来选取桩基检测方法, 从而确保桩基检测数据的准确性、真实性和可靠性, 有效提高建筑地基施工质量。<sup>[1]</sup>

## 2 桩基检测技术的重要性

如今, 大型桥梁及超高层建筑在城市化建设中不断涌现, 其建筑基础基本上会采用桩基础。桩基础主要隐藏在建筑物底部, 可以有效的承受上部建筑荷载, 确保建筑物的结构安全性和稳定性。在建筑施工过程中, 如果桩基质量出现问题, 不仅会诱发建筑物出现整体性破坏, 而且还会危及周围人民的生命财产安全, 因此做好基础桩基的检测工作尤为重要。

通常情况下, 桩基检测内容一般包括灌注桩成孔质量、桩身完整性和承载力检测等几个方面, 通过对检测数据进行整理和分析, 就可以对建筑桩基的整体质量进行准确、客观

的评价。在建筑桩基的施工过程中,要采取有效措施对施工进度和质量进行管控,并做好各个环节施工质量的工作。通过有效提高建筑桩基检测的整体水平,既能够满足建筑工程施工对桩基质量的基本要求,又能够提高建筑工程的整体质量和使用寿命。

### 3 桩基检测技术的主要方法

#### 3.1 灌注桩成孔质量检测

在灌注桩施工过程中,成孔质量将会对混凝土的浇注质量和基础整体质量产生重要的影响。因此,有效地控制成孔质量,确保工程安全就显得尤为重要。通常情况下,成孔质量检测内容主要包括:孔径检测、孔深检测、孔底沉渣厚度检测及垂直度检测。<sup>[2]</sup>

目前,中国应用较多的方法是超声波法和接触式仪器组合法。超声波法成孔检测时,仪器探头悬浮在桩孔的泥浆液中,与桩孔孔壁不直接接触,属于非接触式检测方法,检测仪器具有自校功能。接触式仪器组合法应用较多也比较成熟,相对于超声波法,它必须保持仪器探头对孔壁或者孔底的接触,属于接触式检测方法,检测系统现场检测前需要根据自校程序进行标定。

#### 3.2 桩基承载力检测

目前,桩基承载力检测应用较多的是静载荷试验和高应变检测。

静载荷试验通过模拟桩基实际使用过程中的受力状态,逐级施加荷载,观察和记录在荷载作用下桩基的承载能力和位移变化等,最终结合观测的数据对桩基的承载能力作出整体判断。静载荷试验所检测到的数据可以形成基桩的“荷载-位移曲线、位移-时间对数曲线和位移-荷载对数曲线”等,并随着基桩的受力性状、桩侧土体、桩的形状尺寸、成桩工艺等因素的变化,曲线的特征也会不同。通常情况下,曲线陡降段比较明显的,桩基的极限荷载值比较容易确定,如果曲线陡降特征不明确,人为因素会对承载力的确定会产生一定的影响。因此,如何根据实际条件合理确定极限荷载是非常重要的一个环节。

高应变检测属于一种承载力动力检测方法。检测时将 2 支加速度传感器和 2 支应变力传感器分别对称安装在桩侧表面(距桩顶 2 倍桩径左右),用重锤自由下落冲击桩顶,由传

感器接收桩身在瞬时冲击下产生的轴向应变、桩侧与桩端土阻力效应及桩身运动速度信号等。其中,CASE 法是以行波理论为基础,视桩为一维弹性杆件,在桩顶施加垂向瞬时冲击力,使桩身向下位移,激发桩侧与桩端土阻力,通过分析简化去除土的动阻力成份,求得桩的静承载力;波形拟合法计算承载力时,是将测试信号输入专门分析软件进行波动理论的分析计算,先根据工程实际情况输入有关参数,再通过人机对话,对理论曲线和实测曲线进行反复比较、修改、拟合,在二者尽可能吻合的情况下,由最佳拟合参数(在岩土工程合理范围内)计算出桩周及桩端土总阻力即单桩抗压承载力。拟合法计算要求所采用的力学模型应明确、合理,桩和土的力学模型应能分别反映桩和土的实际力学性状,拟合完成时,土阻力响应区段的计算曲线与实测曲线应吻合,其他区段应基本吻合。

#### 3.3 桩基完整性检测

桩基完整性检测通常有钻芯法、低应变法和声波透射法等方式,选择哪一种检测方法应根据工程的具体情况确定,有时候也会是多种方法的综合应用。

钻芯法具有准确、实用、直观等特点,在混凝土灌注桩和一些柔性材料桩的检测中仍然广泛的采用,其能够对桩身混凝土强度、桩长、桩身完整性和桩底沉渣厚度等情况给予准确的检测,并对桩端持力层的岩土性状给予准确的判定或鉴别。实际操作中,钻芯技术对最终结果的准确性影响比较大,在钻芯法检测过程中,对钻头和钻机都作出了相应的规定,这样可以有效避免误判现象。如果桩长或长径比较大时,还有钻芯孔偏离出桩外的风险,因此钻进过程中要严格控制好钻机的垂直度,从而有效提高钻芯的成功率。

低应变法目前中国外普遍采用的是反射波法,主要是以“一维弹性杆件理论”作为假设基础,测试时以瞬态冲击方式获得桩顶速度或加速度的时域曲线,在桩基内部产生低幅度振动,并借助外部波动检测装置来对其波动情况进行有效的检测,最后对波动结果进行分析就可以得到桩基的质量情况。通常情况下,低应变反射波法可以真实的检测出桩基的具体参数,而且还可以判定桩基异常的大致位置,并对其异常类型进行有效的判定,为后续的处理工作提供参考和依据。实际检测过程中,低应变反射波法也存在一定的局限性,比如桩周岩层与桩基材质波抗差异较小时,无法测得桩底的反射波形。

声波透射法检测需要在桩基施工时将声测管提前安装在灌注桩钢筋笼内侧,其检测混凝土完整性的基本原理是:检测时,仪器换能器会发射一定频率的脉冲波,脉冲波在完整混凝土内部的传播速度、接收信号主频和首波幅度等声学参数不会产生明显的差异与变化。但是,如果桩身混凝土中存在缺陷(如离析、空洞、不密实以及裂缝等),声波穿过时会在缺陷部位发生反射、折射或散射等,声时将会发生变化,并且波幅和频率值都会明显降低,产生波列的杂乱,波形相互叠加,产生无规律的畸变。利用上述原理,可以通过采集声波在桩身混凝土中传播时的声学参数以及相对变化量,然后综合对比分析,进而就能判别混凝土的施工质量、桩身缺陷的程度和缺陷的位置等。

## 4 几种常用的桩基检测方法比较

### 4.1 成孔质量检测方法——超声波法与接触式仪器组合法

超声波法成孔检测可以直接检测出桩孔的孔径、孔深和垂直度几个参数,但沉渣厚度只能根据实测孔深与设计孔深之间的差值间接估算,精度比较低。而且,超声波法受泥浆比重、粘稠度和含砂量等因素影响很大,测试时经常出现受泥浆影响无法采集到信号的现象。另外,泥浆中的悬浮物质会导致超声波散射,如果泥浆中存在气泡,也会屏蔽超声波信号,这些因素也会造成测试信号模糊、间断或空白。因此,采用超声波法检测时,泥浆性能应保证重度小于 $12.0\text{kN/m}^3$ ,粘度在 $18\text{s}-25\text{s}$ 之间,含砂量小于 $4\%$ ;另外,检测应在清孔完成且泥浆中气泡基本消散后才能进行。

接触式仪器组合法主要是采用伞形孔径仪、测斜仪和沉渣测定仪分别检测桩孔的孔径、垂直度和沉渣厚度,属于多种设备组合而成的一个检测系统。新型的检测系统在硬件上已经高度整合,实现了孔径、孔深和垂直度检测一次升降便可完成数据采集。伞形孔径仪下放到桩孔底部后可完成孔深检测和垂直度检测,孔径仪测量腿打开后上提过程可完成孔径检测,相对于老型号的灌注桩孔径检测系统检测效率有了很大提高;孔底沉渣厚度的检测需要借助沉渣测定仪,有电阻率法、声波法、电容法和测锤法等。

### 4.2 承载力检测方法——静载荷试验与高应变检测

静载荷试验是最为直观、准确、可靠的检测方法,判定

其他动载测方法是否成熟时,均以静载荷试验结果作为评判依据。静载荷试验按照桩基的受力状态不同可以分为抗压静载荷试验、抗拔静载荷试验和水平静载荷试验,按照反力的施加方式不同可分为堆载法、锚桩法、自平衡法等等;静载荷试验虽然工作方式比较原始、成本较高且费时费力,但由于其测试结果直观、可靠仍有着不可替代性,在检测中仍被广泛采用。

随着科技的进步与桩基检测技术的突飞猛进,高应变动力检测也越来越多的被应用到桩基承载力检测过程中,但由于其理论假设条件较多,测试结果的准确性受到诸多因素的限制,虽然大家正在逐步接受和推广这种检测方法,但按照目前的情况仍无法取代静载荷试验在承载力检测方面的地位与权威,大多的设计和检测人员还是更加倾向于使用静载荷试验测试桩基承载力。<sup>[9]</sup>

### 4.3 完整性检测方法——钻芯法、低应变反射波法与声波透射法

钻芯法在基桩完整性检测中应用非常的广泛,其检测结果直观、准确,而且可以检测桩身混凝土芯样的抗压强度,但取芯成本相对较高且取芯周期较长,一般在低应变或声波透射法检测过程中质量存疑较大的灌注桩都采用钻芯法进行确认。另外一些不宜采用低应变法和声波透射法检测的柔性材料桩(如旋喷桩、水泥搅拌桩等),也多采用钻芯法检测桩身完整性。

低应变法应用较为普遍,效率高、成本低,一般大批次的基桩普查多采用低应变法。但低应变法无法对缺陷做精确定量判断,而且很难准确区分出缺陷的性质,只能反映出缺陷的严重程度。尽管如此,低应变法仍可用于判别桩身有效检测长度范围内是否存在缺陷,因为只要在有效检测长度范围内存在缺陷,实测波形信号上就会有缺陷反射。

声波透射法检测相较于低应变法更加细致和全面,可以定量给出缺陷的程度,检测结果的更加准确和可靠,可尤其在测量桩底沉渣方面准确率高、效果较好。目前,铁路、桥梁、轨道交通和一些大型的市政项目中的钻孔灌注桩桩身完整性多采用声波透射法。但由于施工过程中的意外因素较多,声测管堵塞的现象时有发生,造成检测无法正常进行。

## 5 桩基检测技术应用现状

20世纪70年代至今,桩基检测技术已经取得了一系列

的成果,应用领域更为广泛,而且有越来越多的高素质人才开始真正的投身于这项技术的应用和研发之中,进而有效的推动桩基检测技术的发展。但是,由于检测单位的专业水平不同、各种方法的假设条件不同加之其他相关因素的影响,在一定程度上限制了桩基检测技术的发展。最常见的问题有:检测人员专业素质参差不齐、检测报告编写不规范、实际操作水平高低不一等等,这些都会影响整个桩基检测行业的良性发展。

## 6 提高基础桩基检测效果的对策

### 6.1 完善相关规章制度和法律法规

在进行基础桩基检测过程中,桩基检测机构需要严格按照建筑工程质量管理的相关规章制度来开展各个环节的工作,同时政府部门也需要推动桩基检测法律法规的建设,这样不仅可以确保基础桩基检测工作有章可循,有法可依,而且还可以有效提高桩基检测结果的真实性和准确性。

### 6.2 完善市场监督体系

作为中国的政府部门,要结合桩基检测的特点来设立专门的机构和部门,来开展桩基检测的监督和检查工作,并定期或不定期的抽查检测单位的检测工作,对于未按照规范来开展工作,或者检测报告不规范、检测结果出现误差的单位需要给予相应的惩处,以确保检测单位所开展的检测工作规范、有序地进行。同时,建筑基础桩基检测部门还需要贯彻硬性指标,对现有的市场监督体系进行补充和完善,以确保桩基检测工作有条不紊的进行。

### 6.3 引入现代科学技术

为了确保建筑桩基检测工作的顺利进行,桩基检测单位需要注重对现代科学技术的应用和创新,并将新理论、新技术应用到桩基检测工作之中,从而有效提高桩基检测工作的整体效果。同时,借助现代网络技术,还可以实现对桩基检测工作的网络化管理,并构建桩基检测资料库,实现对检测数据的实时更新和传递,而且能够将检测市场借助网络媒体

置于大众监督之下,更好的提高桩基检测工作的有效进行。

### 6.4 建立科学的管理模式

桩基检测单位需要对现有的管理模式进行积极探索,并构建一套系统、科学的管理模式,保证桩基检测的顺利进行,这样不仅可以降低桩基检测和基础施工阶段出现藐视规范、随意裁量等不良现象的发生,而且还可以更好的推动中国建筑行业的健康发展。同时,桩基检测单位还需要做好企业内部的管控工作,对检测人员的行为给予有效的约束,构建系统、完善的检测质量管理体系,并保证管理体系落实到桩基检测的每一个细节中,从而使桩基检测管理水平得到有效提升。

### 6.5 提高检测工作人员综合素质水平

在进行建筑桩基检测过程中,想要提高检测工作的准确度和整体质量,就要提高检测工作人员综合素质水平。作为桩基检测单位,需要定期对检测人员进行专业理论知识和技能的培训与教育,从而有效提高他们的专业技能水平,同时还需要对他们进行相关规范标准和法律法规的培训与宣贯,有效提高他们的道德素养及综合职业水准,使他们更好的胜任桩基检测工作。

## 7 结语

综上所述,桩基检测工作不仅可以确保建筑桩基的施工质量,而且可以为后续施工环节提供技术上的科学指导,从而确保建筑施工的顺利进行,在一定程度上推动中国建筑行业的良性发展。

## 参考文献

- [1] 林涛. 基础桩基检测在建筑地基中的应用探讨 [J]. 商品与质量, 2016,8(52):64-65.
- [2] 李欣. 基础桩基检测在建筑地基中的应用探讨 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017,11(23):116-117.
- [3] 谷志超. 基础桩基检测在工业建筑地基中的应用分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017,4(21):91-92.