

Application of Nondestructive Testing Technology in the Testing of Bridge Pile Foundation

Fen Lai Junhu Zuo

China Communications Second Highway Engineering Bureau Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

In the inspection of bridge pile foundations, in order to accurately grasp the actual quality of the pile foundation and avoid damage to the pile foundation structure during the inspection, non-destructive inspection technology is often used, it is applied to the acoustic transmission method, which can be used without destroying the integrity of the pile foundation, the detection is completed under the premise of sex, which has the characteristics of no damage, comprehensive results and high accuracy. This paper first analyzes the application characteristics of nondestructive testing technology, and then further discusses the specific application of this technology in bridge pile foundation testing, and expounds the principle and method for reference.

Keywords

road and bridge; pile foundation; non-destructive testing; technical principle; application method

无损检测技术在桥梁桩基检测工作中的应用

来芬 佐俊虎

中交第二公路工程局有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘 要

在桥梁桩基检测中, 为准确掌握桩基的实际质量情况并避免检测期间桩基结构受损, 常采用的是无损检测技术, 其应用到声波透射法, 可在不破坏桩基完整性的前提下完成检测, 具有无损害、结果全面且精度高的特点。论文先分析无损检测技术的应用特点, 再进一步探讨该项技术在桥梁桩基检测中的具体应用, 阐述原理以及方法, 以供参考。

关键词

路桥; 桩基; 无损检测; 技术原理; 应用方法

1 引言

无损检测工艺是工业发展必不可少有效工具之一, 其在一定程度上也反映出国家的工业发展水平, 因此该项技术的重要性也已得到公认。而真正的无损检测是指在检查机械材料内部不损害或不影响被检测对象的使用性能, 以及不伤害被检测对象内部组织的前提下, 借助材料内部结构异常或缺陷存在而引起的热、声、光、电、磁等反应变化, 通过物理或化学的手段, 与此同时借助现代化的技术和设备器材, 对所测的试件内部及表面结构、状态以及缺陷的类型、数量、形状、性质、位置、尺寸、分布及其变化, 展开专业的检查和测试, 确保实体工程的质量合格。

通常情况下, 该检测方法主要有射线检验 (RT)、超声检测 (UT)、磁粉检测 (MT) 和液体渗透检测 (PT) 四种方式。而其他不常用的无损检测方法也包括涡流检测

(ECT)、声发射检测 (AE)、热像/红外 (TIR)、泄漏试验 (LT)、交流场测量技术 (ACFMT)、漏磁检验 (MFL)、远场测试检测方法 (RFT)、超声波衍射时差法 (TOFD) 等。在多数桥梁建设项目当中, 技术人员会根据桥梁的设计情况, 选择合适的检测设备对桥梁的桩基展开专业的测试工作, 类似常规的混凝土空隙、裂纹、钢筋锈蚀等不良现象, 对桥体的本身稳固性影响较大, 因此在检测当中要格外注意上述问题存在的严重程度, 并制定出相应的措施予以处理, 保证桥梁的耐适用性和良久的使用性。

2 无损检测技术的应用特点

桥梁桩基质量要求高, 但现场施工环境复杂, 受勘察不准确、工艺不合理等因素的共同影响, 易导致成型桩基出现质量问题, 随使用时间的延长, 该类问题的程度加深、影响范围扩大, 严重威胁到桩基乃至全桥的安全使用状态。桩基质量缺陷的形式多样, 包含局部桩基直径缩小、沉渣离析等。为掌握桩基的实际质量, 需要加强控制。

现阶段, 无损检测技术取得广泛的应用, 较之钻芯检

【作者简介】来芬 (1988-), 女, 中国陕西礼泉人, 本科, 工程师, 从事土木工程 (道路与桥梁方向) 研究。

测等传统技术，其能够有效规避检测过程中结构受损的问题，且检测结果的准确性较好，可用于判断是否有锈蚀、开裂等缺陷，为问题的处理提供了重要的参考信息。其中，图1为无损检测流程。

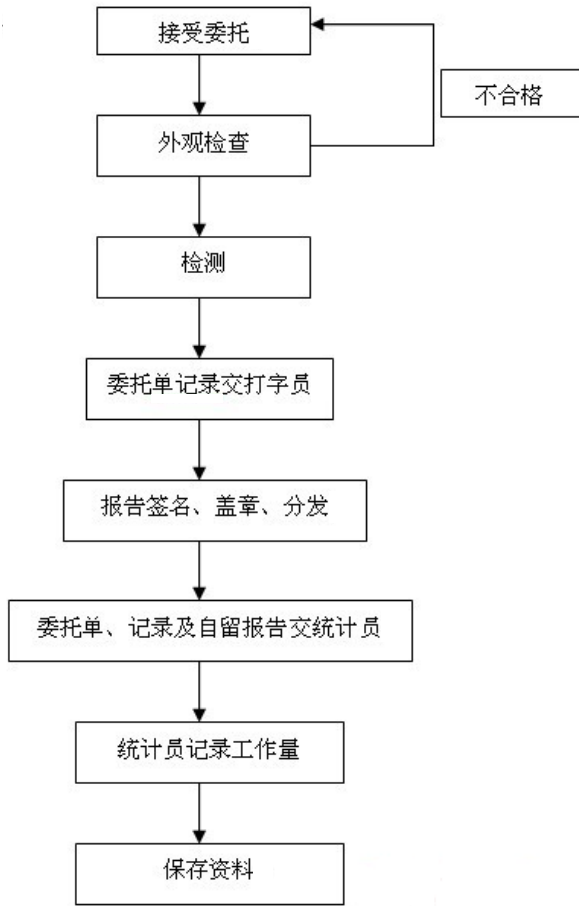


图1 无损检测流程

3 检测工序及要点分析

无损检测是利用物质的声、光、磁和电等特性，在不损害或不影响被检测对象使用性能的前提下，检测被检对象中是否存在缺陷或不均匀性，给出缺陷大小，位置，性质和数量等信息。与破坏性检测相比，其自身具备一定的非破坏性和全面性以及全程性等优势。在检测过程中也要遵循一定的操作要点。

3.1 准备工作

作为桥梁桩基检测工序的前提，具体操作人员首先要对桥体的混凝土相关试件展开检测工作，确定一定的检测范围，依据不同的测点对所出现的大小缺陷问题予以相应的处理。在打磨阶段，所用的砂纸必须是工程打磨专用材质，被打磨后的测试面也要趋于光滑方算打磨合格，由此做好数字标记，保证收发及转换测试设备在同一水平位置。

3.2 数据分析及处理

对于前期所测数据要以依据以往经验和专业的设备展

开分析，首先是对检测当中的声时声速以及振幅情况加以识别，方便后续数据的处理工作。在统计阶段，记录人员还要将不同条件下检测时所得的声时及波幅频率的测量值放入一起，得出详细的顺序数值。遇数据不统一及分散的情况，要借助声时、波幅及频率的测量值展开识别与判断，明确异常情况的所在点。其次为波形的判断工作，在实际检测工作中，如桥体的混凝土有裂缝或不紧密等情况，检测过程中会立马出现波形倾斜的画面，且根据倾斜度的大小来判定桥体病害的严重程度，并及时做好记录工作，便于后期的准确处理。

4 无损检测技术在桥梁桩基础检测中的应用

4.1 声波透射法

在桩体中预埋2根或更多的声测管，共同组成检测通道；管内注水，向安装好的声测管内放置经过校验的超声发射换能器和接收换能器。在各项准备工作落实到位的前提下，发射超声脉冲，使其沿桩身传播，该路径中遇到介质时出现反射并由接收换能器接收，随后转至超声仪内以便对其做针对性的处理，借助显示器呈现出超声波波形以及各类具有判断价值的声学参数。根据检测所得的信息，对灌注桩的缺陷做出准确判断。例如，桩基中存在松散介质时，其声速将处于较低水平（通常在2000m/s以下），并且无论是声波还是波幅，均有明显下降的变化。其中，图2为声波透射流程。

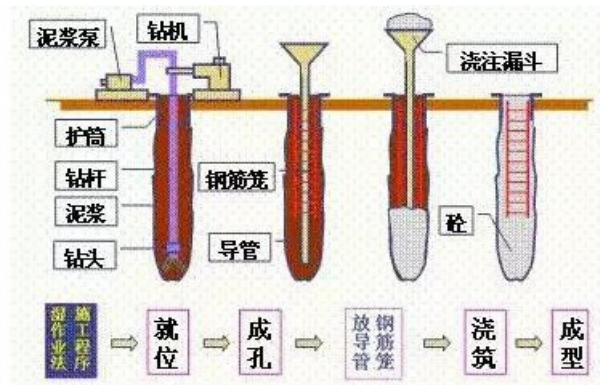


图2 声波透射流程

4.2 高应变检测法

提前分析是否满足地下桩塑性变形的条件，以便判断高应变检测法的可行性。实际操作中，重型应变冲击桩锤为关键的装置，脉冲冲击沿桩的纵深方向传播，根据传播特性判断桩基是否具有足够的承载力。这期间，若土层受到荷载冲击作用，将产生反射应力波，此时技术人员根据该反射的信息对实际情况作出判断。检测全过程中需充分考虑到检测精度的要求，以可行的控制措施来提高检测精度，动态完成桩基检测工作。

4.3 低应变检测法

检测中，用锤子对桩基上部做敲击处理，采集信息并

判断压力波的传播特性（传播速度、波形），根据掌握的信息对桩基是否存在质量问题做出准确的判断。低应变检测法的适用性较好，能够检测桩基的多处质量问题，如判断桥梁桩径是否存在变化（缩颈或是其他异常状况）、桩基础与混凝土是否偏析等，综合各项检测数据，客观评价桩基的质量。

4.4 钻芯检测法

钻芯检测法在应用过程中采用的主要工具为金刚石钻头、人造石钻头，向待检测的桩基中选取具有代表性的部位，针对芯样组织检测，判断其在强度、密实性等方面的情况。钻芯检测法是一种便捷、直观的方法，可用于判断桩基础的长度、强度、沉积物厚度等。实际操作中，钻头可以采用强度较高的金刚石钻头，配套钻杆装置，将钻头推送至待检测桩基的混凝土中，得到形态良好的芯样，再按照规范检测，明确芯样的质量情况，根据芯样检测结果对所在桩基的整体质量做出判断。为有序性地检测，需记录钻孔的批号、数量，按照流程推进，避免混乱。钻芯检测法的操作简单，检测结果也直观明了，同时在该方法应用过程中不存在明显的限制性因素，摆脱其他桩基检测方法受限于现场环境的局限性，因此在桩基且尤其是在大直径桩基的检测中具有较好的应用效果。但需注意的是，钻芯取样时应控制好芯样的规格，以免因芯样过大而导致桩基使用状态受到影响。

5 波透射法应用

5.1 工程概况

西安地铁 10 号线一期工程施工总承包 1 标段项目四分部位于西安市浐灞区及港务区，起讫里程为 YK20+648.173~YK26+025.669，全部为高架桥梁，线路全长 5.325km，另有 3 号线 314.316m 明挖区间及单渡线（接水流路站）。施工范围包括 2 站 2 区间 1 梁场 1 明挖段，主要施工内容为管线迁改、交通导改、绿化迁移等前期工程（含设计）和土建工程以及预制铺架。

5.2 检测对象及具体方法

围绕未央湖站~杏渭路站高架区间 AR22 承台 8 根桩基组织检测，此部分桩体的桩径均为 1.5m、长 47m，以水下灌注 C35 混凝土的方式施工成型。在本次检测中，采用 RS-STOIC 型非金属超声检测仪，共布设 512 个采样点，按照 20us 的时间间隔有序检测。操作前，先调整发射电压（将该值提升至 500V），脉宽设定为 20us，实施连续发射的检测模式。配套压电陶瓷径向换能器，该装置的发射频率为 50kHz。声测管采用的是圆钢材料，直径略大于检测所用换能器的直径，目的在于使换能器在声测管上顺畅地实现上升以及下降的运动。

检测时，向桩内三根声测管中同一深度测点处放置发射换能器和接收换能器，配置到位后，启用发射器，利用该仪器发射超声波并使其沿着桩身传播，随之传输给超声仪，于该仪器上显示接收波形，有关人员根据呈现的信息判读具

体的声学参数，对该部分桩基的质量做出判断。继续移动换能器，按照前述方法操作，直至完成所有桩基的检测工作为止，具体见图 3。



图 3 工作现场

5.3 检测结果分析

根据波速值展开分析，确定低于临界值的异常测点的位置以及具体的深度；分析振幅，明确其变化情况，确定波速和振幅均偏低的测点，将该部分统一视为异常部位，判断缺陷的发生位置、覆盖范围、具体种类等，根据缺陷信息评价桩身的完整性类别。对于桩顶处波幅和声速均有所下降并且其变化程度较为缓慢的情况，则揭示桩身的强度不足，需根据实际情况采取补强措施。若桩顶处波幅和声速急剧下降，则考虑是否在混凝土浇筑期间发生中断、断桩等问题，在明确实际情况后，采取处理措施。

5.4 现场检测的技术故障处理

受内外部因素的影响，可能会导致检测结果偏离实际情况，或是信号突然消失，使得检测结果的完整性受到影响，检测进程也因此而中断。究其原因，主要与声测管内水量不合理、检测仪器存在故障、线路有异常等方面有关。

检测期间，若接收信号突然消失，首要分析对象应当是管内的水量，及时向管内注水，判断在增加水量后的实际检测情况，直至接收信号恢复正常为止。若加水后问题仍然存在，需将声测管提出，判断其是否有变形的迹象，若有则予以修正或是换新，若无则进一步考虑设备的运行状况，即此时设备可能发生了故障。若换能器在初始测试阶段产生的波形正常，但随着检测进程的推进，该波形逐步发生异常，则推测与换能器信号线受损有关，此时水会渗透至换能器内，导致该装置无法正常使用。针对该问题，应安排技术人员加以检修。

6 桩基检测关键步骤

6.1 检测方式的确定

鉴于工程的实际情况，各检测方式的适用性也大不相同，受常规理论和手段不明确等因素影响，桩基检测过程中会出现程度不一的误差，致使数据相差过大，严重影响桥体

的实际检测结果。针对于此,操作人员可根据现场实际情况或条件,展开至少2种以上不同方式的检测工作,并对各检测值进行对比分析,确保所测结果的精确度。除此之外,对于特殊情况,如嵌岩和特长桩等部位,检测前要埋设专业的测试管,并借助透射法予以检测,便于桩身完整度的保持。

在各检测方法中,低应变因其操作便捷的优势常常被施工人员选用,但该检测法也存在检测范围小的缺陷,适用于小型桥梁的桩基检测;有效检法虽然简单,但因其受桩土刚度和信号弱等影响,所提供的检测应力波较弱,不利于桥身的整体检测。与上述两种方式相比,超声波透射法则可以很好地规避此类问题,在具体的测试中不仅能保证桥体的完整性,还能同时对桩身的长度及混凝土强度予以详细判断,也非常适合嵌岩及长桩的特殊部位的检测。

6.2 激振方式的选择

作为桥体工程振动的测试方法之一,激振的目的是为了检验桥体的抗击能力。因此在低应变的条件下,选择合适的激振方式也尤为关键。基于此,技术人员可在检测中选用不同材质和重量的锤击设备对桥体展开激振测试,以加深桥体缺陷部位的良好显现,便于后续的具体处理。

6.3 嵌岩桩检测

在桥梁建设项目中,桥桩的下部存在相当一段长度的浇筑坚硬岩层钻孔灌注桩,该部位也被称为嵌岩桩,下端也会嵌入中等风化、微风化或新鲜基岩的桩体,由此对该部位的检测工作也非常重要。鉴于桩周围土层阻力及过大应力波力因素的影响,该部位的检测也要依据所测结果予以合理的判定。

6.4 数据分析与判定

不管用何种检测方式或方法,对于所测得的数据结果要以之前采集的桩基参数做参照资料,对所测问题及缺陷做出专业的分析和判定,与此同时增加结果的重复校验和加密工序,确保检测一手数据的真实性和一致性。在详细的结果比对工作中,要将所测数值与原始数值展开共性的综合处理,达到桥体单桩检测结果的准确无误。

6.5 桥梁桩基无损检测的问题及改进建议

随着行业技术的发展,适用于桥梁桩基的无损检测方法类型丰富,但在实际应用中仍有一些有待解决的问题。例如,对桩基进行非破坏性测验时,可能会由于某些限制性因

素而阻碍外观、内部缺陷的检测;无损检测技术的适用性应得以提高,以便更为高效地完成检测;与无损检测相配套的技术应用体系在实际应用中仍存在便捷性、可行性等层面的问题,需要在现有技术应用体系的基础上做出改进。

立足于现阶段的具体情况,提出如下几项有关于无损检测技术应用中的改进建议:

①扩宽既有无损检测技术的应用范畴,向其中融入智能技术,通过多项配套技术的支持,以更加智能化的方式完成检测。

②实际操作中,技术人员严格遵循相关规范,明确无损检测所涵盖的具体工作内容,将其有序落实到位,并配套高精度的测量仪器,在使用前校验,从源头上保证检测结果的准确性。

③无损检测技术的发展日新月异,工程技术人员需要根据实际情况合理应用前沿的无损检测技术,以便得到更为全面、更为准确的结果。

④通过对无损检测技术的应用,生成具体的检测数据,此时利用软件等工具自动化计算,从数据中剖析价值,根据计算结果准确判断桩基的质量。

7 结语

综上所述,质量检测是桥梁桩基施工中不可或缺的一项内容,检测结果的准确性将直接决定桩基质量的判断效果。在现阶段的桥梁桩基检测中,无损检测技术取得广泛的应用,其具有不损害被测结构、结果准确等多重应用优势。在实际应用中,工作人员需准确掌握该项技术的原理,融入新理念和新方法,按照规范操作,采集数据并深度处理,从而根据检测结果对桩基的质量做出准确的判断,若有问题则予以改进,消除桩基质量问题。

参考文献

- [1] 中国建筑.JGJ106—2014 建筑基桩检测技术规范[S].2014.
- [2] 易俊松.隧道无损检测地质雷达技术的应用[J].中华建设,2020(1):154-155.
- [3] 高阳.提高隧道无损检测缺陷判别准确度[J].华东科技(综合),2020(3):464-465.
- [4] 崔广炎.隧道衬砌典型病害无损检测辨识方法研究[D].北京:北京交通大学,2019.