

浅谈桩基检测在桥梁等工程中的应用与分析

黄伟

江西省联合建设工程质量检测中心有限公司

摘要：桩基础施工质量的好坏直接影响整个工程的安全，桩基础必须经过规划、设计、勘测、施工以及验收全过程。桩基的检测技术是保证工程建设质量和运行安全的有效验收和监测手段，几十年来受到社会的高度重视，职能部门出台了系列的规范、标准，检测技术人员的队伍规模也迅速扩张，然而，由于人们在科学技术知识方面的局限性、地质条件的复杂性以及职业道德尚欠缺等方面的原因所致，各类严重的工程质量问题还是屡见不鲜，因此保证桩基检测结果的准确性对市政桥梁等工程质量尤为重要。本文结合具体的工程实例就桩基础的一些常用检测方法及其应用进行了分析与探讨。

关键词：桩基检测；市政桥梁等工程；工程质量控制；应用与探讨

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.23.067

桥梁是城市交通重要的组成部分，它的安全性和可靠性与城市交通流畅以及人们的生命财产安全密切相关。为了检验桥梁整体质量，必须通过一系列的检测手段来验证施工中的质量。检测在市政桥梁基础中的作用，主要体现在以下几个方面：

1. 评估桥梁基础承载力：桩基检测可以评估桥梁桩基的承载力，这对桥梁的安全性和稳定性至关重要。通过检测桩基的强度、负荷能力和结构特征等参数，可以了解桩基的实际情况，确定桥梁的设计参数和安全系数，确保桥梁的正常使用和运营。

2. 验证桩基施工质量：桩基础的施工质量优劣，直接影响桥梁的荷载能力和使用寿命。桩基检测可以检查桩身的垂直度、弯曲度、直径、残余荷载等参数，确定桩基施工是否符合设计要求和质量标准，及时发现和纠正缺陷和问题，保证桥梁基础的安全和稳定。

3. 解决桥梁基础问题：桥梁基础在长期使用中难免出现问题，桩基检测可以及时发现桩基的裂缝、偏移、腐蚀等问题，对桩基进行维修或更换。通过桩基检测，可以避免桥梁基础的严重损坏和事故的发生，保证交通运输安全和城市基础设施的稳定。

桥梁桩基础质量的检测方法主要有静载试验法（自反力平衡法），低应变法，钻孔取芯、声波透射法等。对桥梁桩成孔质量检测方法有：桩位偏差检测、简易法检测、测锤法。建设、监理单位不但要对桥梁日常施工现场的质量进行监督控制，检测单位还要有先进的检测方法，来为整个施工过程提供重要质量数据。桩基检测可以帮助工程师了解和评估桥梁桩基的安全性和稳定性，及时发现和解决存在的问题。桩基检测的主要内容包括桩基的定位、钻孔、承载力测试、抗拔力测试等，通过这些测试可以了解桩基的质量、长度、直径、承载力等参数，并从中分析出桩基的稳定性和安全性。通过

这些测试可以帮助工程师及时发现和预防桥梁的安全问题，从而保证城市桥梁的安全通行。

一、检测的主要过程及步骤

桥桩基础是的大桥重要组成部分。桥桩结构的完整性对于桥梁安全至关重要。因此，检查桥梁的桩基础质量变得极为重要。桥梁桩基检测完整性检测方法涉及以下5个步骤：

1. 确定检测方案

在进行任何针对桥梁桩基的完整性检测之前，必须根据现行检测规范制定合理的检测方案。检测方案完成后报项目建设、设计、监理及当地质监部门通过后实施。

2. 选择检测方法

不同的方法可用于检测桥梁桩基的完整性。其中包括一些传统的检测方法如：低应变动测法、钻孔取样法以及后来为了适应工程建设发展孕育而生的雷达检测，声纳测量，超声波检测和冲击反射试验等试验方法。根据需要，可以采用以上这些方法之一或多个方法的组合来综合判定。

3. 准备测试区域

在开始任何测试之前，必须准备测试区域。这可能涉及清除任何障碍物，如草，碎石和垃圾。地面也必须平整，根据需要加固周边地基基础强度，以确保检测能顺利开展及测试结果准确。

4. 进行检测

现场检测可以在不同的天气条件下进行，但在进行检测之前，必须确保桩基是干燥的。测试可以在白天或黑夜进行。声纳和超声波测试通常在晚上进行，以确保环境噪声最小。

5. 分析结果

最后，将收集到的数据分析，以确定桩基的完整性。每种测试方法都会产生不同的数据结果，这需要进行进一步分析。一旦得出结论，则可以确定是否需要采取适当的修复措施，例如增强桩基或乃至重建桥梁。

二、桥梁桩基完整性检测方法

桩基检测完整性检测是指对桩基的各项参数进行全面、系统的检测，对桩基的完整性、稳定性、承载能力等进行评估，以确定桩基的安全可靠性。桩基检测完整性检测主要分为以下几个方面：

1. 桩基外观检测：对桩基的外观进行检测，检测桩身是否有严重破裂、裂缝、变形等，桥梁桩基外观检测应注意以下方面：

1.1 观察桥梁桩基的颜色，若是出现明显的色差，那么就应该注意了。因为，桥梁桩基的颜色不均可能是由于设计不合理，或是受到了渗透的化学药品等物质的损害，这样的话就会对桩基安全产生很大的隐患。

1.2. 观察桥梁桩基表面的是否有渗漏物，若是表面有渗漏物，很可能造成桩基的损害，轻则会导致桥梁

桩基沉降不均，重则可能会导致严重事故的发生。

1.3. 观察桥梁桩基表面是否有损伤，若是有损伤的话，说明桥梁桩基的表面并不光滑，而这样就会影响桥梁桩基的稳定性，很可能会导致桥梁桩基的破坏，从而影响桥梁的稳定性。

1.4. 观察桥梁桩基表面是否有垂直裂缝，这是比较容易发现的一种情况，也是最为危险的一种情况，因为垂直裂缝的出现往往是由于基础承载力不足，如果不及处理，则会导致桥梁桥墩的倾覆，极易引发桥梁事故。

1.5. 观察桥梁桩基表面是否有水迹，若是有水迹的话，说明在施工或使用中，桥梁桩基受到了水的浸泡，这样会导致桥梁桩基的强度下降，从而影响桥梁的稳定性。

2. 声波法检测：通过声波检测方法，对桩身的完整性和内部结构进行检测。

桥梁是交通运输体系的重要组成部分，通常由许多深埋在地下的桩基支撑，而随着桥梁的不断使用和老化，桩基的完整性也可能会受到影响，这不仅会影响桩基的稳定性，也会导致桥梁的安全性受到威胁。因此，对于桥梁桩基的完整性进行检测非常重要。目前，声波法已成为一种重要的、可行的非破坏性检测方法之一，有效地发挥了其独特的作用。

声波法采用发送超声波或冲击波信号的方式，通过测量和分析所得到的反射和传播信号，用于检测混凝土和金属结构中的裂纹、空洞以及其他缺陷。它不会对结构造成损害，因此非常适合用于深埋的建筑结构内部，比如桥梁桩基的检测。

桥梁桩基检测中，采用声波法进行非破坏性检测，就是利用声波的传播特性，通过检测其接收到的反射信号来判断桥梁桩基的完整性状况。

超声波法是指以超声波为信号源，通过探头在桥梁桩基表面的接触，产生超声波，并测量所产生的反射信号。超声波法的优点是可以检测到较小深度的缺陷，可以定位不同深度的缺陷，具有高的分辨率和精度，但其缺点是需要比较高的设备成本和较高的技术要求。

在实际桥梁桩基检测中，需要采用合适的声波检测方案，以确保检测结果的准确性和可靠性。此外，在检测过程中，还需要充分了解桥梁桩基的受力状态、结构特点、建造工艺、环境条件等因素，对检测结果进行综合评估，以充分评估其安全状况。

声波法作为一种重要的桥梁桩基检测方法，具有不破坏、高精度、高分辨率等优点，可以为桥梁工程的安全稳定性提供重要的支撑。未来，随着声波检测技术的不断发展，相信其在桥梁桩基等结构的评估工作中的应用范围也将日益扩大和深入。

3. 钻孔取样：通过在桩身中钻取样品，了解桩身的混凝土强度、桩身及桩底沉桩情况、有无蜂窝夹泥等，以评估桩基的完整性，从而判断对桩的承载力有无影响。

桥梁的安全性是与桥梁结构的健康状况密切相关的。因此，桥梁的定期检测至关重要，以确保其在使用期间保持良好的状态。钻孔取样是桥梁检测的一种有效的方法。一般钻芯步骤如下：

（一）仪器

百米钻机，及钻头。使用钻机时，还需要常规安全设备，例如手套、鞋子和安全带等。

（二）流程

钻孔取样的基本流程如下：

1. 确定钻孔位置和数量。钻孔应在结构中心线的两侧，采样数量应足够表示整个结构的情况。

2. 钻机定位和设定。钻机应垂直于取样点，并且深度应根据取样任务的要求设定。

3. 钻孔。将钻头放置在取样点上，开始钻孔。钻孔速度应适当，以避免损坏结构。

4. 取样。使用取样工具从钻孔中取出样品。取样长度应该足够，并且在采样过程中应该注意避免样品的污染，并将其标记。

5. 取样记录。每一次使用取出芯样后上标记日期、孔号、桥梁名称和该样品孔位点。

（三）注意事项

1. 在钻取样时，必须注意保护自己的安全，特别是当手持钻机进行钻取样时。

2. 钻孔必须垂直于取样点上，并且不能偏离结构中心线太远。

3. 钻孔深度必须根据任务要求进行设置，不能超深或不足。

4. 样品记录必须准确，以避免错误或混淆。

5. 试验场地应满足抽检桩周边状态、道路条件、电源、水源配置条件的要求，抽检桩周边应无障碍物，工作平面不小于 $3\text{m} \times 5\text{m}$ ，以便液压钻机架设。3. 试验现场应具备三相五线制电源，电源距离抽检桩距离不宜大于 50m ，每台钻机负荷不低于 15kW 。4. 试验现场应具备钻芯用水源，取水口距离抽检桩距离不宜大于 50m ，桩周应具备蓄水条件，入水沟、排水沟应连通抽检桩。

6. 对钻芯后的桥桩进行灌浆处理。

钻孔取样方法是一种安全、可靠的桥梁检测技术，可以为桥梁的健康状况提供有利的信息。在执行过程中，必须注意保护自己的安全，同时确保取样的准确性和代表性。

4. 动测低应变法：

（一）低应变法的原理

低应变法通过施加低频振荡动态响应，由此得到桩的激波传播的速度，进而推断桩身完整性情况。具体原理如下：

1. 振动的特性：振动有自由振动和强迫振动两种。自由振动只受到自身原有特性影响，不涉及外界干扰；强迫振动则是外界周期性力量作用下产生的振动。

2. 低应变法设有两个传感器——一个激震传感器和一个检测传感器。激震传感器产生固定频率的振动波，而检测传感器可以接收并记录振动波。通过振动波在不同深度监测到波形反射用于判断桩的完整情况。

3. 分析数据：首先，分析记录下来的振动数据，从而得出震动深度和时间的加速度和位移数据，然后通过分析不同深度的峰值速度，判断桩的完整性。

（二）低应变法的应用

低应变法常常用于桥梁桥墩、高层建筑和码头等建筑物的地基工程方面的检测，其最大的优点是不损伤桩

且检验速度快。

1. 桥梁检测：低应变法适用于各种类型的混凝土和钢材桥梁，尤其适用于河流、湖泊和海洋等极具挑战性的环境。

2. 楼房检测：低应变法可用于楼房地基基础的检测，它具有速度快、检测范围大、安全可靠、不破坏和免于污染等优点。通过该方法可以及时发现地基中的缺陷和损伤，保证建筑物的结构安全运行，调整适当的维护方案，延长建筑物的使用寿命。

3. 码头检测：低应变法可用于码头基础检测，通过该方法可以检测码头海砂土或软黏土中的缺陷和损伤，以及海上钢结构的完整性。

（三）低应变法的优势

1. 非破坏性：与传统的静载荷试验法及钻芯检测相比，低应变法的最大优点是对紧急的、重要的工程改建可以快速的给出结果。同时，它的操作比传统的检测方法要简单很多。

2. 工作效率高：低应变法具有检测范围大、速度快、准确性高的优越性，使得针对大型工程项目的检测可以在较短时间内完成，减少复杂、耗时的工作。

3. 重点部位检测：该方法可以只在重点部位进行高精度测量，使得针对检测部位打孔钻孔的费用有所减少，提高了检测的用途和价值。

（四）低应变法是一种比较常见且适用范围广泛的检测方法，适用于各类工程项目的检测。其不仅非常有效，而且速度快，广泛运用在桥梁、地铁和建筑等重要领域，低应变法的应用已经成为一种通行的检测方法。通过锤子或重锤等物体撞击桩头表面，产生冲击力，通过检测反射信号的强度和到来时间来检测缺陷或裂纹的位置和程度。其优点是测量简单、成本低、适用于不同类型的桩基，但其缺点是由于桩身打磨等外界原因会影响准确性。

4. 1检测注意事项：1. 灌注桩应凿去桩顶浮浆或松散、破损部分，并露出坚硬的混凝土表面，桩顶表面应平整干净且无积水。桩头不平整时，传感器粘结处和锤击处（不少于4个点）必须用磨光机磨平至新鲜混凝土。2. 预应力管桩，当法兰盘与桩身混凝土之间结合紧密时，可不进行处理，否则，应采用电锯将桩头锯平。

桩基检测完整性检测需要综合使用多种检测方法，以确保检测结果的可靠性和准确性。在检测过程中，需要注意安全，严格按照规范和流程操作，以保证检测的有效性和有效性。

三、桥梁承载力的检测

桥梁静载试验是一种重要的桥梁试验方法，旨在评估桥梁的静态承载能力和稳定性。在试验中，使用额定荷载或超荷载对桥梁进行加载，得出桥梁各个桩的应力和位移等参数，并进行分析和评估桥桩的承载能力。静载试验是桥梁桩设计和施工的必要环节，可用于验证设计的准确性、优化桥梁结构和材料的选择、评估桥梁的实际承载能力和安全性等方面。同时，静载试验还可为桥梁的养护和维护提供重要的参考数据。通常用标准试块或标准钢锭等作为配重，对施工场地不具备堆载条件的采用自平衡法来检测桥桩承载力。

（一）堆载法是静载常用的一种测试桩承载力的方法，主要是通过向桩的顶部施加一个重量测试承载力。具体操作步骤如下：

1. 检测现场通水、通电（220V、380V），水电接线端口离检测点现场不超过50m，道路平整实现三通一平。其中静载检测前，需保证三通一平至受检桩正常作业范围，桩头处理及桩帽制作需满足《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2014附录B的要求，对于堆载吨位较大的情况，还应事先进行地基硬化处理，确保压重施加于地基的压应力不大于地基承载力特征值的1.5倍；

2. 在桩的顶部按设计的单桩承载力特征值 $\times 2 \div 9.8 \text{ kN/t} \times 1.2$ 堆载系数施加重量；

3. 在施加载荷时，通过载荷传感器监测桩的变形和载荷的变化，检测设备自动采集每级加载数据；

4. 根据施加的载荷和桩身的变形，可以得到桩的应力-应变关系，进而计算出桩的承载力。

5. 通过每级加载量可以得到不同载荷下桩的承载力，从而确定桩的最大承载力。

需要注意的是，在进行静载堆载法测试时，必须保证测试设备的精度和稳定性，并且进行现场环境的考虑，以保证测试结果的准确性。

（二）桩基检测自反力平衡法是另一种常用的检测桩基承载力的方法，它根据桩身的受力情况，通过使用自反力平衡原理，求出桩顶水平位移及桩侧向抵抗系数等参数，从而得出桩承载力的情况。

该方法通常根据地勘及设计数据，计算出预埋平衡设置点，将荷载箱预埋于桩身中，将施加的荷载转化为桩身内部受到的反作用力，通过对反作用力和桩身水平位移的测量，利用自反力平衡原理求解出桩侧向抵抗系数和桩顶水平位移等参数。

该方法具有实验操作简单、不受场地影响，受环境影响较小、适用范围广等优点。广泛用于各种钻孔桩、灌注桩、预制桩等桩种的检测，是桩基检测中较为常用的一种方法。注意事项：1. 需开挖基坑、清理桩顶时，不得损坏位移杆、护管、高压油管接头及有关测量用电缆线。

结束语

综上所述，可以看出桩基检测是确定桥梁基础状态、结构完整性和安全性的重要手段之一。通过桩基检测，可以及时发现桥梁基础存在的隐患和缺陷，另外，桩基检测还可为桥梁的设计和施工提供有力的参考和指导意义，提高工程质量，确保桥梁安全使用和寿命，在整个桥梁施工中起着不可估量的作用。

参考文献

- [1] 马学贵. 超声波在路桥基桩检测中的优势体现[J]. 交通世界, 2021, (30): 30-31.
- [2] 包琦. 桥梁基桩质量综合检测技术应用研究[J]. 技术与市场, 2021, 28(06): 80-82.
- [3] 陈霞, 郑汉民. 桥梁基桩检测中反射波法的应用[J]. 交通世界, 2021, (16): 117-118.
- [4] 雷红仙, 黄萍, 张寒韬, 胡延超. 桥梁基桩质量综合检测技术应用研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2019, 15(10): 203-204.