

# 桩侧土空洞对桩基检测影响分析

赵晏巍 孟洋 谢铁伟 王跃 史玉廷  
中国建筑第八工程局有限公司东北公司  
DOI:10.12238/jpm.v6i6.8076

**[摘要]** 桩基作为最古老的地基形式之一，已有数千年的历史。桩基的第一次使用可以追溯到几千年前的原始社会，当时人们使用木柱或石柱在地质区域建造。到目前为止，桩基中使用的材料施工工艺，桩侧土空洞桩基，使用范围都经历了巨大的变化和进步。承重基础可以通过桩身将顶部荷载转移到深度稳定的土壤或岩石保留层中，具有稳定性、效率、适应性等特点它被广泛应用于工程。

**[关键词]** 桩侧土空洞；桩基检测；

## Analysis of the influence of soil cavities on pile side on pile foundation detection

Zhao Yanwei Meng Yang Xie Tiewei Wang Yue Shi Yuting

Northeast Company of China Construction Eighth Engineering Bureau Co., Ltd.

**[Abstract]** As one of the oldest forms of foundation, pile foundation has a history of thousands of years. The first use of pile foundations dates back thousands of years to primitive societies, when wooden or stone pillars were used to build in geological areas. So far, the material construction process used in the pile foundation, the soil cavity on the side of the pile, and the scope of use of the pile foundation have undergone great changes and improvements. The load-bearing foundation can transfer the top load to the deeply stable soil or rock retention layer through the pile body, which has the characteristics of stability, efficiency, adaptability, etc., and it is widely used in engineering.

**[Key words]** soil cavity on the side of the pile; pile foundation detection;

### 前言：

与传统的检测技术相比，传统的桩基检测主要有静载试验、岩心法等。不仅操作复杂，成本高，检测时间长，而且具有破坏性。当检测到空洞有缺陷的桩时，可以更准确地确定缺陷的位置，进一步确定缺陷发生的原因，并确保检测过程的效率。

### 一、桩基发展应用

桩基有着悠久的历史，在人体建筑中得到广泛应用。在世界各地的许多历史文化古迹中发现了桩基应用的可靠证据：桩基材料和桩工艺的发展在桩基的历史中发挥了重要作用。自从人们学会使用木桩以来，木桩早已垄断了古代建筑基础的基本形状，直到水泥、钢铁等新材料出现后，桩基础的形状才变得

更加多样化。由此可见，桩基础从发明到发展和完善，经历了木桩钢桩混凝土桩钢筋混凝土桩的研制过程。古代桩铺技术伴随着新材料的出现，这种新材料已经发生了巨大的变化由于树木大多是圆形的，桩的横截面、桩的形状等。严格限制，不结冰的水泥混凝土具有更好的流动性，可以根据相关模板的设计要求制造；与木质桩相比，新材料桩在强度，刚度，稳定性和耐久性方面具有很大的优势。至于桩式工艺，桩式工艺的动力学随着科学技术的进步而不断提高，从手动输入转向机械力。在施工现场，钻井方式也表现出多元化的形式，如正反循环钻井长短螺旋钻井。目前，桩基础在材料和施工技术方面都在不断发展。可以预见，今后桩基将具有更高的强度、更少的变形

控制、更好的稳定性，在整个现代社会的基础设施建设中将起到极其重要的作用。

## 二、桩基空洞对工程的不良影响

空洞的存在对洞穴各种工程项目建设的影响是空地不均匀沉降。由于空隙表面的上升和下降，地基两个相邻点之间的土层厚度差异明显，导致上层土层不均匀地压缩和变形，再加上存在洞穴和薄弱的土壤，加剧了地基的不均匀沉降。在人为或自然因素的影响下，基础不稳定的洞穴的屋顶发生了很大的变形，导致地基部分破坏，更常见的是在浅埋和平坦的洞穴中导致土壤下降，其中第一个是基础洞穴的下降，第二个是洞穴的破坏由于建筑或人类活动，空区的地下水径流状态发生变化，地下水不断向外渗漏，导致表面开裂。在这种情况下，通常会发生大规模的和。由于存在空水，施工过程中水文地质条件发生变化，导致渗入地基的水压增大，因而面临地下突水、暴雨等情况，对施工进度和安全构成严重威胁。在空区建设水利设施，如果挖掘不当，可能会导致空洞泄漏等问题；地下水初始流场的变化导致水位显著下降，导致地下水在空区的平衡，河流泄漏，干燥和水资源枯竭，并可能导致地震，山体滑坡综上所述，工程建设由于其复杂的工程地质条件和广泛的影响因素，主要存在以下四个主要问题，即系统的承载能力问题包括孔、地基和辅助结构的稳定性问题。

## 三、桩侧土空洞对桩基检测影响分析

在现场施工中，桩侧的摩擦阻力将起到很大的作用。桩侧的摩擦阻力和末端的阻力共同构成桩基的极限承载能力，桩侧的摩擦阻力由桩侧和土侧两部分组成，并通过该理论提出了适合实际工程条件的半经验公式。通常，在现场实际施工期间，空区桩基础主要是嵌入式桩，嵌入式桩的上部将覆盖大量土壤，无论是穿过空隙的桩，还是在桩下有空隙或多个空隙，使得空区桩基础的承载特性不同于普通区域的承载特性桩基础，同时在垂直荷载作用下。随着荷载的不断增大，桩侧阻力和桩端阻力充分发挥作用，此时桩、土、桩基周围岩石流动性发生破坏，而空顶不再承受外界恒定荷载，导致相应的破坏，此时在陡降即竖向承载力不再增加，但桩基的沉降仍在继续，桩基逐渐破坏。当桩基穿越空隙时，由于空地既没有土层又没有岩层，因此空地没有侧摩阻力，而根据位移应力的相互平衡规律，在顶部上部通过空隙的桩基岩石没有侧摩阻力，取桩长10m，桩直径1m，水平净距1m，空顶埋深1m，在不同层次的桩孔净距，分析了不同尺寸的空隙影响桩基变形特征。根据空洞1m、1.25m、1.5m计算下表1。

分析因素	影响因素			
	土洞尺寸/m	水平荷载/kN	桩洞水平净距/m	空洞顶板埋深/m
1×1, 1.25×1.25, 1.5×1.5	50, 100, 150	1, 2.5	1, 4.5	

表1 不同空洞尺寸分析方案

随着荷载的不断增大，由于桩身结构表面不够光滑，同时顶部在正常刚度作用下不断滑动，造成桩身位移和膨胀效应，使得桩基侧岩体的正常应力不断增加，桩身结构与岩石的接触面增大，导致桩侧摩擦阻力增大。在岩石破坏之前，桩周围岩石的侧摩擦阻力达到最大值，载荷进一步向下传递。在桩基承载力的研究和分析中，获得桩基一定承载力的方法是静载试验法和室内模型试验的两种直接方法，同时，根据多年试验规格或理论分析计算出的间接模拟方法，但在实践中，静载试验或室内模拟试验很难作为破坏性试验应用，但同时由于成本相对较高，试验对基础承载力的影响较为复杂。为了保证桩基检测的有效性和准确性，检测人员应根据桩基的实际状况和检测需要，合理选择检测方法。在选择真空检测方法时，检查员应充分考虑桩基周围的环境条件，包括湿度土壤类型等选择最合适的检测方法。在这个阶段，最常见的检测方法是平面测量，倾斜测量和扫描。平面真空法主要用于对桩基剖面进行全面调查，以找出异常声学参数的测量点。该方法适用于检测桩基桩身没有明显缺陷，质量更均匀。空倾斜定律主要用于验证人口普查结果和准确确定异常范围。在进行倾斜测量时，超声波发射器和接收声转换器应保持正确的高度差，并确保声管之间的水平角度在30°以内。作为一种更精细的检测方法，空心扫描主要是通过调整转换器的角度和位置来完成对堆体的全扫描。这种方法可以提供有关桩身的更详细信息，并有助于准确评估桩基础的安全性和质量。

检查人员应根据桩基检测的实际需要，科学地选择检测方法，并严格按照有关规定进行工作，以保证桩基检测结果的可靠性和准确性。在实际应用中，检查人员可以对桩基的强度进行分析和评估，重点关注声信号的传播速度和衰减，以准确了解桩基的强度。空洞，例如，声波传播速度较高，而速度本身衰减得更快时，意味着堆芯主体具有更高的强度，反之亦然，表明堆芯主体的强度较弱。时域分析显示动物振动幅度随时间的变化，可以更直观地观察振动幅度和持续时间，但不能确定波长范围内的振动幅度；利用傅里叶变换获得的频谱只能描述一般包含信号的频率分量，不能有效地检测信号频率随时间的变化，即傅里叶变换在处理非稳态信号方面存在缺陷。时间和频率分析的基本思想是建立两个时间和频率测量的函数来描述信号能量密度，它可以同时确定给定时间和频率范围内的能量分布。时频分析以时间和频率分布的组合形式呈现信号特性，克服了时域和频域完全分离的缺点，可以更准确地确定在特定时间点出现的频率分量以及特定频率分量的出现时间。在脉冲荷载作用下对振动加速的反应在基本频率下持续时间最长，而随着频率的增加，振动持续时间缩短，表明高频能量衰减更快。在不同的水饱和条件下，无空和有空条件下的加速反应振幅减小，而在真空条件下加速反应的变化相对不明显。混

混凝土后面的土壤水分饱和度增加，系统粘度增加，混凝土板与土壤之间的粘结状态更加密集，由反射波引起的混凝土表面的振动反应减少。在不同的含水饱和条件下，空白条件的峰值数明显大于无空白条件的峰值数，这表明存在空隙会减缓混凝土板表面振动加速的衰减；随着水饱和度的增加，没有空隙和空隙的加速反应峰数呈下降趋势，表明水饱和度的增加导致波形更快衰减。

在不同的水饱和条件下，存在对反应加速的空态，形状更尖锐，表明主频率的反应能量空态非常集中；虽然在无空隙条件下的加速度反应谱曲线相对平坦，但每个范围内的振幅都很小，这表明在无空隙条件下，大部分应力波能量通过混凝土界面，而反射的能量较少，导致系统振动较小。随着水饱和度的增加，在空隙和空隙条件下对振动加速的响应幅度呈下降趋势，但下降幅度不大，表明水饱和度的变化对水泥板后空隙的检测影响不大。将时间和频率分析与相关性估计结合使用，可以更好地反映不同模式之间振动响应的差异，并在一定程度上实现定量估计效果。当超声波同时遇到双空洞缺陷时，在空洞周围发生反射和绕射空洞和改进其他类型的缺陷，空洞对桩基检测的影响的检测方法。除了缺陷检测外，通过研究真空位置对混凝土桩基础上传播的影响来确定缺陷位置，随着水饱和度的增加，在空状态下响应加速度的分形箱的尺寸减小，但在空状态下，箱的尺寸变化不明显。造成这种现象有两个原因，其中之一是随着土壤水分含量的增加，混凝土板与土壤的声阻差减小，应力波在混凝土与土壤的界限上微弱反射，导致系统瞬时谐振水平降低；其次，随着土壤含水量的增加，系统的粘度增加，减少了由反射波引起的混凝土板表面的振动反应。

#### 四、桩基检测桩侧土空洞处理

桩基在优化和空隙管理协调模式下的检测是当今时代非常重要的一部分，桩基、空隙的检测质量直接关系到建筑物的整体安全性和稳定性。因此，在房屋建设过程中，有关企业和人员应更加重视桩基检测工作，科学运用声学泄漏检测技术，提高检测结果的准确性和可靠性。桩基中的空洞，检验人员是完成检验工作的主要力量。因此，有关部门应开展培训活动，有效提高桩基检测人员的责任意识 and 检测能力，完善桩基检测标准和规范，使检测人员符合规定。真空检测人员应严格遵守检测要求和流程，充分实现真空协调管理制度。此外，在桩基检测完成后，必须进行全面的间隙检测工作，结合在桩基检测过程中应用的各种检测方法，以保证桩基检测结果的准确性和可靠性，并考虑到其复杂性，检测人员应根据实际情况采用不同的检测方法。空洞，例如，当应用声学泄漏检测技术时，可以与低变形检测技术的应用或与静载测试技术的应用相结合。真空检测专家可以通过结合不同的技术方法获得更准确，更真实，更可靠的测试结果空洞创新管理理念

在桩基检测中，开展管理工作具有一定的复杂性。空洞因此，在开展桩基检测管理工作的过程中，管理人员应创新管理理念，关注参与桩基检测的重点人员，全面把握桩基检测的所有环节，切实做好管理优化与意识提升工作，从而真正保障桩基检测的整体质量与成效。空洞同时，管理人员通过创新管理理念，落实高质量管理工作，可以精准把控房屋建筑桩基检测中的诸多施工细节。检测范围广泛相较于其他检测技术，声波透射法检测技术能够在更少成本支出的前提下，同时实现对多个桩基的有效检测。空洞这说明声波透射法检测技术适用于一些需要进行大量桩基检测的工程，可帮助企业减少桩基检测的人力资源投入和时间成本支出，提高桩基检测的效率和的施工效率。此外，在面对不同类型、不同规模的桩基时，如钢管桩、预应力混凝土桩、钢筋混凝土桩等，声波透射法检测技术同样具有较好的适应性。空洞声波透射法检测技术在以上各类型的桩基检测中都可以取得理想效果。由此可见，合理应用声波透射法检测技术，有助于提高当前桩基检测的效率和质量加固补强新方案的评估。

加固方案的评价主要考虑缺陷桩加固的有效性和作用，包括缺陷的消除程度、加固水泥浆的强度、加固后混凝土的密度和强度、桩基加固后的混凝土完整性等。因此，水泥孔的位置，水泥浆的压力和渗透性，水泥浆的凝固时间，堆场附近新挖掘的堆场配备了适当数量的结构钢筋，并用混凝土浇筑以加强堆场。过厚的桩基分离和其他类似的分离较严重的桩基可以通过新的布置比加固和加固，填充桩的混凝土缺陷可以通过高压二次或多次灌注的方法进行粘结。沉降物的准备和施工过程的执行等。所有这些都决定了强化效果。在工程实践中，在堆场旁边使用堆场，当发现存在较大的空隙时，进行手工堆放和清理混凝土的空隙部分，清理后再采用比原混凝土结构更高的强度等级混凝土，以便将这部分空隙重新灌注得很紧，消除潜在的危害。

#### 结束语：

桩基材料包括厚填料、水泥、空砂等多种复合材料，因此存在一定的误差。在随后的研究中模拟探测桩基所需的效应，桩基检测对于缺陷的具体位置也具有重要意义。

#### [参考文献]

- [1]上官涛.隧道底部病害成因分析与质量检测技术[J].铁道建筑, 2025, 55(6): 64-66.
- [2]陈久照,徐天平.基桩质量检测技术[M].北京:中国建筑工业出版社, 2023.
- [3]刘金生,邱明兵.建筑桩基技术规范应用手册[M].北京:中国建筑工业出版社, 2024.