

桩基检测技术在高层建筑工程中的应用

文 / 闫鹏强 山西中一科正检测有限公司

摘要：城市化进程深入推进下，高层建筑规模持续扩大，桩基作为高层建筑的主要荷载基础，为建筑整体质量及安全性提供重要保障。为了确保桩基质量符合设计要求，就需要开展必要的质量检测，通过对桩基成孔质量、承载力、完整性等进行系统的检测与分析，能够提前发现存在的潜在缺陷并采取相应措施补救，有效提升桩基施工质量，延长建筑工程整体的使用寿命。基于此，文章重点论述高层建筑工程的桩基础技术及检测要点，然后分析桩基检测技术的优化策略，提升检测的精准性，客观评估建筑基础结构质量，提升建筑整体的稳定性与安全性。

关键词：桩基检测技术；高层建筑；优化策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.052

引言

桩基作为建筑物的基础结构，若桩基出现质量问题极易引发不同程度的质量安全隐患，对建筑结构整体的稳定性造成威胁，甚至出现大面积的倒塌，引发社会恐慌，不利于建筑企业经济效益的提升与社会形象的树立。因此。为了避免桩基质量不达标引发的一系列负面影响，工程项目管理人员需要加强桩基质量检测，借助多种检测技术全面掌握桩基实际状态，确保建筑结构的安全性，推动建筑企业的长远发展。

一、高层建筑桩基础技术

桩基础作为承载建筑物总重量及外部荷载的基础结构，可以为建筑整体的稳定性与安全性提供保障。对于高层建筑工程而言，基于材料及施工方法可以具体将桩基础分为钢筋混凝土桩、钢管桩、灌注桩、螺旋桩等类型，项目团队可以结合工程实际及设计要求选择合适的桩基础，在严格施工工序及质量标准下提升建筑整体的稳定性。

1. 钢筋混凝土桩。其应用相对比较广泛，主要施工材料为钢筋、混凝土，在实际应用中主要是通过将钢筋埋置于地下并进行混凝土浇筑，旨在强化桩身的稳固性来提升整体结构的抗压强度及承载能力。
2. 钢管桩。常见于岩性或巩固沉积岩中，通过将钢管插入到地下打孔位置再浇筑混凝土在周边形成一种坚固的基础，有效提升桩基础承载力。
3. 灌注桩。可以适用于多种地质条件，并得到了大力推广，在施工中需要将预先制作好的钢筋笼放置在孔洞中，然后通过灌注混凝土的方式提升桩身稳固性。
4. 螺旋桩。多应用与深厚的沉积岩、岩性地层中，其是在特定的土层中使用螺旋形状的桩，可以有效绕过坚硬的岩石提升桩基的承载力与抗震性能，提升桩基础的稳定性。

无论在高层建筑结构中使用哪种桩基础技术，都需要进行必要的质量检测，确保其良好的承载力与稳定性，

以此保证建筑结构的安全。通过全面的桩基质量检测，能够帮助项目管理人员实时掌握桩基承载力、沉降性、垂直度等关键性指标，及时发现可能存在的问题并纠正。并且，桩基检测技术的应用，还能为工程设计的优化提供精准的数据支持，在深入了解工程地质条件基础上制定可行的设计方案，降低后续施工安全风险，保证工程进度与质量。

二、高层建筑工程中桩基检测技术要点

（一）桩基成孔质量检测

成孔质量与浇筑后桩基竖向承载力、侧向摩阻力、结构稳定性等有着直接联系，进而影响整体结构施工质量。但由于人工操作技术水平、地形、环境等因素影响，增加坍塌、偏斜、缩径等不良现象，导致成孔质量不佳。因此，技术人员应当严格按照规范标准进行孔洞深度、位置、垂直度等关键指标的检测，借助声波检测法或伞形孔径检测法提升检测的精准性，确保参数与设计标准的一致性。具体而言，可以借助专业的孔径检测仪器控制孔径的偏差，一般需要将其控制在设计孔洞的2%以内，确保桩基足够的承载力。深度检测则是要求技术人员测量孔底到地面的距离，偏差允许范围需控制在设计标准的±50mm，保证桩基能够准确嵌岩深层或通过软土层，增强桩基的抗沉降能力。位置检测可以避免桩基与上部结构之间的受力不均，通过精准测量桩基的平面位置并将误差控制在50mm以内，规避建筑受力不均导致的结构偏移或裂缝问题，提升建筑整体的安全性。垂直度检测可以避免桩基倾斜引发的偏心受力问题，技术人员可以借助高精度的垂直仪器进行测量，尽可能降低与设计位置的偏移程度，一般需要将垂直度控制在桩长的1/100以内。下表一列出了GB50202-2018 建筑地基工程施工质量验收标准，可供相关技术人员参考，在严格的规范标准下有效提升桩基施工质量。

序号	成孔方法		桩径允许偏差 (mm)	垂直度允许偏差	桩位允许偏差 (mm)
1	泥浆护壁钻孔桩	D < 1000mm	≥ 0	≤ 1/100	≤ 70+0.01H
		D ≥ 1000mm			≤ 100+0.01H

2	套管成孔灌注桩	D < 500mm	≥ 0	≤ 1/100	≤ 70+0.01H
		D ≥ 500mm			≤ 100+0.01H
3	干成孔灌注桩		≥ 0	≤ 1/100	≤ 70+0.01H
4	人工挖孔桩		≥ 0	≤ 1/200	≤ 50+0.01H

表一 灌注桩桩径、垂直度、桩位允许偏差

D 为设计桩径 (mm) ; H 为桩基施工面刀设计桩顶的距离 (mm)

(二) 桩基承载力检测

桩基承载力的检测是确保建筑物基础安全和稳定性

的重要环节, 一般常见的检测技术为静载试验技术与高应变检测法, 其适用条件、检测精度、成本等方面存在一定的差异性 (如表二), 具体可结合工程要求选择合适的方法。

检测方法	适用条件	检测精度	检测成本
静载试验	单桩高精度承载力检测, 多见于地质复杂或关键性工程施工	高, 误差在 5% 以内	较高
高应变法	用于大规模的桩基检测, 常见于承载力的评估项目中	较高, 误差在 10% 以内	较低

表二 桩基承载力检测方法对比

1. 静荷载试验技术

静载试验作为最传统的桩基承载力检测, 主要是通过向桩顶逐步施加竖向压力、拉力、水平推力等评估桩基实际的承载能力。具体在检测过程中, 检测人员可以利用锚桩横梁反力等装置, 借助机械设备向桩顶施加荷载, 直至达到设计要求或桩基失效点, 检测人员需要实时记录桩基产生的沉降、水平位移等变化参数, 然后绘制 Q-S (荷载 - 位移) 曲线与 s-lgt (时间) 曲线, 基于更加直观的数据及曲线动态可以准确获得桩基实际工作条件下的抗压承载力、水平承载力等参数, 之后结合设计图纸、标准规范等对桩基具体的安全性进行客观判断, 精确评估桩基是否能够充分承载建筑物质量, 若发现与设计标准不符, 需要立即上报管理人员并做好相应的修复措施, 为后续工程施工的持续性奠定基础。在实际应用此检测技术中, 需要借助千斤顶、高精度测量仪器等, 且还需要专门加载平台与较大的操作空间, 配套工作相对比较繁琐, 所以应用并不广泛。

2. 高应变法

相比较而言, 此检测方法具备检测时间短、成本低、检测范围大等优势, 主要是通过分析由冲击产生的应力波数值来判定桩基的具体承载情况。在实际高应变检测方法应用中, 主要是在桩顶位置施加一个重锤, 重锤在自由落体中会对桩身产生一定的冲击力, 进而引发应力波随着桩身进行传播, 在应力作用下土体结构会产生相对的位移, 测量人员只需借助高应变检测仪器 (图一) 记录桩顶动力响应信息并对这些数据进行分析即可获得桩身的动态特性参数, 以此推导出桩基的实际承载力, 并判断其是否符合设计要求。正常而言, 重锤质量通常是单桩竖向承载力的 1% 或桩身质量的 10% 以上, 才能实现良好的加压效果, 基于动力系数收集与分析完成桩基承载力的检测工作。通常情况下, 当桩基检测报告中曲线前部难以完全重合, 且峰值没有比例, 可以基本判定桩基承载力与设备保准不符, 需要做出相应的解决措施。

当然, 也不排除人员失误导致的检测不精确问题, 为了规避此类情况, 在检测前需要对检测人员的专业素养进行评估, 只有具备扎实的理论基础与丰富的实践检验才能开展检测, 确保检测数据信息的准确性。



图一高应变检测仪器

(三) 桩基完整性检测

桩基完整性检测工作的开展, 能够及时识别出桩身结构中存在的裂缝、夹层、混凝土不均匀等情况并做出相应的修复, 降低因结构缺陷引发的更大安全隐患, 确保桩身结构的完整性, 以此保证高层建筑结构的稳定性与安全性。常见的检测技术主要有低应变检测法、声波透射法、钻孔取芯法等, 检测人员可以根据实际情况选择相应的技术。

1. 低应变检测法

此方法主要时通过对桩身结构施加小锤敲击的方式进行应力波的传播, 然后分析传感器接收到的应力波信号即可对桩身完整性进行精准判断。正常而言, 应力波的振动为纵向传递, 其能够从桩顶向桩基底部传播, 若结构完整则传播过程不会受到阻碍, 当结构存在缺陷则会产生变异波, 造成波形变动, 检测人员可以借助专业仪器分析波速、峰值、波形数值等大致了解桩基的完整性。若相关的数据稳定则证明桩基完整性优异, 若出现不

规律的波动则说明此处可能存在隐患。为了保证信号获取的准确性，在实际检测过程中应当依据桩径不同设置多个测试点，且传感器的安装位置应当做好固定，并使用石蜡、黄油、橡皮泥等进行桩头的干燥处理，避免积水存在对检测结果造成的影响。

2. 声波透射法

声波透射法比较适用于一些直径处于300cm的桩基，其作为一种无损检测技术，主要是通过对桩基施加一定的声波信号来评估桩基的完整性，大部分的声波透射设备多由探头升降装置、数据系统、超声检测仪等部分组成，根据桩基具体的直径埋设声测管，确保检测结果的准确性。具体在应用过程中，可以在桩基顶部或者侧面设置声波传感器，通过发射声波脉冲，声波信号在不同介质中的传播与反射特性不一，这时只需要通过分析接收器记录的声波传播时间及强度变化即可全面了解桩基内部结构信息。例如，在进行混凝土结构完整性的检测中，通过分析声波传播发射速度、衰减情况等可以识别出可能存在的空洞、裂缝、分层等问题，并做好质量缺陷的及时修复，确保混凝土整体结构的稳固性；在进行钢结构检测中，声波透射技术可以及时发现焊缝质量问题，提升钢结构整体结构安全。基于声波信号的传播与反射特征，检测人员能够快速定位桩基内部中存在的隐患并加固，因其具备非破坏性、检测效率高、检测结果精度高等优势，在高层建筑结构检测中应用相对广泛。

3. 钻孔取芯法

钻孔取芯检测法操作相对简单，适用于孔径大于或等于800mm的桩基，通过在完成的桩基中取一圆柱样结构并进行实验室分析来了解桩基的完整性。具体在检测过程中，技术人员需要使用钻孔机对完成的桩身进行钻孔并取样，之后送到实验室进行细致的分析与检验。正常而言，钻孔位置并非是随意的，而是需要结合具体的桩径大小确定，如1000mm的桩径可以在距离桩中心的20cm位置进行开孔取芯，确保试样能够代表整体桩身结构。通过实验分析，检测人员可以直观判断混凝土的强度、桩底沉渣厚度、持力层状况、桩身实际施工质量等，以此评估桩基结构的完整性，判定是否能够承载预期荷载。此检测技术虽然流程比较简单，但其会对桩基结构产生一定影响，在实际应用中需要与无损检测方法结合使用。

三、桩基检测技术的应用优化策略

检测人员的专业素养及检测设备的精确性都会对最终的检测结果产生影响，因此，为了更好地提升检测技术，确保检测结果的精准性，项目团队应当持续优化桩基检测技术的应用。具体而言，应当建立一支专业化的检测团队，其具备扎实的理论基础及丰富的实践经验，在检测过程中可以灵活应对多种复杂条件，并及时发现问题

解决。因此，工程项目管理人员可以通过定期的研讨会、讲座会等，邀请行业专家向检测人员普及最新行业规范及桩基检测技术，不断提升检测人员的技术水平与操纵能力，使其具备较强的责任意识与专业素养，提高检测结果的准确性。除了技术人员的培训外，还需要关注检测设备的更新与维护，在信息技术飞速发展背景下，新的检测设备层出不穷，可以解决旧设备存在的滞后问题，在满足工程需求的基础上更好地提升检测效率及质量。因此，管理团队应当结合工程实际情况，积极引进一些智能化、自动化的设备，在更高分辨率、精确测量能力的设备支持下获得精准的数据信息。与此同时，物联网技术发展下，也可以将检测设备与大数据技术建立联系，在多个传感器支持下进行桩基检测的远程监控与实时数据分析，提升施工效率。此外，为了保证检测设备良好的使用性能，还需要结合不同检测设备的性能及使用周期制定科学的维护计划，降低因设备精度不足导致的检测失误。

结语

综上所述，桩基检测技术的应用，能够帮助工程项目人员客观评估桩基的实际承载力与完整性，及时发现存在的质量缺陷并解决，最大保障桩基质量，提升高层建筑整体施工质量。因此，在实际建筑施工中，技术人员应当加大桩基检测技术，积极应用钻芯法、低应变法、声波透射法、静载试验等多种检测技术开展全面的质量检测，有效预防潜在的结构安全隐患。同时，为了保证检测结果的精确性，还需要做好检测人员及检测设备的管理，在规范化的检测流程中提升检测的精度与效率。未来，随着信息技术的持续发展与进步，相信桩基检测技术可以为高层建筑的安全性及质量提供更有力的保障，推动建筑企业的持续良好发展。

参考文献

- [1] 田鹏. 桩基检测技术在高层建筑工程中的应用探讨[J]. 建材与装饰, 2024, 20(12): 10-12.
- [2] 徐连城. 高层建筑工程施工中桩基检测技术的运用策略[J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(2): 61-63.
- [3] 潘祥亮. 桩基检测技术在高层建筑工程中的应用[J]. 建筑·建材·装饰, 2024(3): 193-195.
- [4] 文光丽. 高层建筑中的桩基检测技术应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2025(4): 71-73.
- [5] 毛振城. 高层建筑桩基单桩检测技术的应用研究[J]. 建材与装饰, 2023, 19(27): 43-45.
- [6] 储明杰. 高层建筑工程中桩基检测技术的应用[J]. 工程建设与设计, 2024(21): 230-232.
- [7] 崔峰宇. 桩基检测技术在高层建筑工程中的应用[J]. 建材与装饰, 2021, 17(1): 77-78.
- [8] 邵宗贵. 桩基检测技术在高层建筑中的运用分析[J]. 四川建材, 2023, 49(4): 26-27, 40.