

静载试验在桩基工程质量检测中的实践应用

郑敏杰

宁夏建筑设计研究院有限公司 宁夏 银川 750002

摘要：桩基工程作为现代建筑中的重要组成部分，其质量直接关系到建筑物的安全性和稳定性。静载试验作为检测桩基承载力的一种有效方法，被广泛应用于各类建筑项目中。本文旨在探讨静载试验在桩基工程质量检测中的应用，分析其检测机理、操作规范、常见问题及解决措施，以为桩基工程的质量控制提供有益的参考。

关键词：桩基工程；质量检测；静载试验

引言

桩基工程因其良好的承载能力和抗沉降性能，在高层建筑、桥梁、港口等大型工程中得到了广泛应用。然而，由于桩的施工具有高度的隐蔽性，桩基的质量检测成为了一项至关重要的任务。静载试验作为目前最为准确、可靠的桩基承载力检测方法，通过模拟实际荷载情况，对桩基进行加压，从而得出其极限承载力，为工程设计和施工提供重要依据。

1 静载试验的检测机理及应用

1.1 检测机理

静载试验通过施加接近于桩的实际工作条件的静载，使桩身产生位移和变形，从而测定桩的承载力。试验过程中，桩身首先受到压缩，产生向下的位移，桩侧面开始受到土的向上摩阻力。随着荷载的增加，桩身位移逐渐增大，侧摩阻力逐渐发挥出来，直至达到极限值。当桩身进一步下沉时，桩与周围土之间将产生相对滑动，侧摩阻力不再增加，甚至稍有降低。此时，桩端阻力逐渐增大，承担剩余荷载。当桩端阻力也达到极限时，桩的承载力达到极限承载力，试验结束。

1.2 静载试验在桩基工程质量检测中的应用

静载试验在桩基工程质量检测中的应用主要体现在以下几个方面：

1.2.1 确定单桩极限承载力

静载试验通过模拟实际荷载条件，对桩基施加逐级增加的竖向荷载，直至桩顶沉降达到某一预定标准（如按规范规定的沉降量或桩身破坏），从而精确测定出单桩的极限承载力。这一数据是工程设计和施工决策的基础，直接关系到桩基结构的安全性和稳定性。它不仅为设计师提供了验证设计假设、优化结构设计的重要依据，也为施工过程中的质量控制和验收提供了量化标准。

1.2.2 评估桩基施工质量

静载试验不仅能够直接反映桩基的承载力，还能通

过沉降曲线、沉降速率等参数间接评估桩身强度、桩底沉渣情况、桩身完整性等关键施工质量指标。例如，异常的沉降曲线可能预示着桩身存在裂缝、空洞等缺陷；而沉降速率的突然增加则可能意味着桩底沉渣过多或桩身材料强度不足^[1]。这些评估结果对于及时发现施工中的问题、采取补救措施、确保桩基结构的整体稳定性至关重要。

1.2.3 验证设计参数

在桩基设计阶段，设计师会根据地质条件、结构需求、经济因素等多方面因素确定桩径、桩长、桩型等关键设计参数。静载试验的结果可以直接检验这些设计参数是否满足实际需求，为设计优化提供数据支持。若试验结果与设计预期存在偏差，设计师可以根据试验数据调整设计参数，以确保桩基结构在实际使用中的安全性和经济性。这种设计-试验-优化的循环过程有助于提升桩基工程的整体设计水平。

1.2.4 指导工程施工

静载试验的结果不仅为工程施工提供了宝贵的反馈信息，还为施工过程中的参数调整、方案优化提供了科学依据。例如，根据试验结果，施工人员可以调整加载速率、加载方式等施工参数，以减少施工误差、提高施工效率。对于施工中发现的问题，如桩身倾斜、桩顶沉降异常等，静载试验的结果可以作为制定补救措施的重要依据，指导施工人员采取针对性的补救措施，确保施工过程的顺利进行和桩基结构的整体稳定性。

2 静载试验的操作规范

2.1 检测准备

2.1.1 检测时间

在进行静载试验之前，首要确保桩身强度已达到设计规范要求，这是试验能够顺利进行并准确反映桩基性能的前提。同时，还需依据桩周土质的类型，合理安排检测休止时间，以确保土体固结稳定，具体规定如下：

对于沙土, 休止时间不得少于7天; 对于粉土, 休止时间应达到10天以上; 对于非饱和粘性土, 休止时间需满足至少15天; 而对于淤泥或淤泥质土等饱和粘性土, 由于其固结速度较慢, 休止时间则需延长至25天以上。这样的时间设定旨在确保试验结果的准确性和可靠性。

2.1.2 检测数量

检测数量的选择对于全面评估桩基工程质量至关重要。在同一施工条件下, 桩基分项工程的试桩数量不应少于总桩数的1%, 且这一比例计算出的试桩数量不得少于3根。若总桩数在50根以内, 则试桩数量至少为2根。这一规定旨在确保检测结果的代表性, 能够较为全面地反映桩基工程的整体质量状况。

2.1.3 试桩与锚桩

竖向静载试验中, 试桩和锚桩的选用需遵循一定原则。试桩可以利用工程桩, 但应确保其满足试验要求, 且预估最大试验荷载不得大于锚桩钢筋的设计强度。这是因为, 锚桩在试验中起到固定和支撑试桩的作用, 若其强度不足, 将可能导致试验失败或结果不准确^[2]。因此, 在选用试桩和锚桩时, 需充分考虑其材质、尺寸、强度等因素, 确保试验的顺利进行和结果的可靠性。

2.2 试验过程

2.2.1 加载方式

静载试验的加载方式通常采用慢速维持荷载法, 这是一种能够较为准确地模拟桩基在实际使用中的受力状态的方法。具体而言, 该方法要求逐级加载, 即每次只增加一部分荷载, 待该级荷载下的桩基沉降达到相对稳定状态后, 再施加下一级荷载。这一过程需要持续进行, 直至桩基发生破坏或达到预定的试验终止条件。在加载过程中, 应严格控制加载速率, 避免过快或过慢导致的结果偏差。在加载方式上, 慢速维持荷载法的优势在于能够较为真实地反映桩基的受力变形特性, 从而更准确地评估其承载力和变形性能。此外, 该方法还能够通过观测不同荷载水平下的沉降情况, 为后续的沉降预测和桩基性能评估提供重要数据支持。在试验过程中, 加载应连续进行, 不得中断, 以确保试验结果的连续性和准确性。同时, 加载过程中应密切关注桩基的沉降和变形情况, 一旦发现异常, 应立即停止加载并采取相应的处理措施。

2.2.2 加载分级

加载分级是静载试验中的另一个关键环节。合理的加载分级不仅能够确保试验的顺利进行, 还能够提高试验结果的准确性和可靠性。根据相关规定, 试验时的加载分级不应少于8级, 每级加载的荷载量应根据预估的极

限荷载来确定, 通常为预估极限荷载的1/10~1/15。这样的分级设置旨在确保每级加载都能对桩基产生足够的应力刺激, 同时避免过大的荷载增量导致桩基突然破坏。在第一级加载时, 为了尽快使桩基进入受力状态, 通常可以按2倍分级荷载进行加荷。但需要注意的是, 这一加倍加载仅适用于第一级, 后续各级加载仍需按照规定的分级荷载进行。在加载分级的过程中, 应严格控制每级加载的持续时间, 确保桩基有足够的时间进行应力调整和变形恢复^[3]。同时, 加载过程中应密切关注桩基的沉降和变形情况, 以及可能出现的异常情况, 如沉降速率突然增加、桩身倾斜等。一旦发现这些问题, 应立即停止加载并采取相应的处理措施, 以确保试验的安全性和准确性。

2.2.3 沉降观测

沉降观测是静载试验中不可或缺的一环。通过观测桩基在不同荷载水平下的沉降情况, 可以直观地了解桩基的变形性能和承载力状况。因此, 沉降观测的准确性和精确性对于试验结果的可靠性具有重要影响。在沉降观测过程中, 应严格按照规定的观测时间和观测频率进行。具体而言, 每级加载后应间隔5分钟、10分钟、15分钟各测读一次沉降值, 以初步判断桩基的沉降趋势。此后, 每隔15分钟测读一次沉降值, 累计观测1小时后, 每隔30分钟测读一次沉降值。这样的观测频率设置旨在确保能够捕捉到桩基在不同时间段的沉降变化, 从而更准确地评估其变形性能。在观测过程中, 应使用精度较高的测量仪器和设备, 如精密水准仪、电子测斜仪等, 以确保测量结果的准确性和可靠性。同时, 观测人员应具备丰富的经验和专业知识, 能够准确读取和记录测量数据, 并对异常数据进行及时处理和分析。每次观测得到的沉降值应详细记录在试验记录表中, 包括观测时间、荷载级别、沉降量等关键信息。这些记录数据将作为后续分析和评估桩基性能的重要依据。

2.3 试验结果分析

首先, 需要绘制荷载-沉降(Q-S)曲线, 这是分析试验结果的基础。对于陡降型Q-S曲线, 即当荷载增加到某一值时, 沉降量突然显著增加, 曲线出现明显的陡降段, 这通常意味着桩基已经接近或达到其极限承载力。在这种情况下, 可以取Q-S曲线发生明显陡降的起始点作为极限承载力的判定点。这一点对应的荷载即为桩基的极限承载力。对于缓变型Q-S曲线, 即沉降量随荷载的增加而逐渐增大, 但并未出现明显的陡降段, 需要采用其他方法来确定极限承载力。一般可以根据经验取沉降量S达到40~60mm时对应的荷载作为极限承载力的近似

值。这一取值范围是基于大量试验数据的统计和分析得出的,能够较为准确地反映桩基的承载性能。对于大直径桩,即桩端直径 D 较大的桩基,由于其承载面积较大,沉降量相对较小,因此需要根据实际情况调整极限承载力的判定标准。在这种情况下,可以取沉降量 S 达到桩端直径 D 的0.03~0.06倍时对应的荷载作为极限承载力的判定点。这一取值范围是根据大直径桩的受力特性和变形性能得出的,能够更准确地反映其承载性能。此外,对于细长桩,即桩长 L 与桩径 d 之比大于80的桩基,由于其长细比较大,容易发生弯曲变形,因此也需要根据实际情况调整极限承载力的判定标准。在这种情况下,可以取沉降量 S 达到60~80mm时对应的荷载作为极限承载力的近似值。

3 常见问题及解决措施

3.1 操作规范问题

操作规范问题是静载试验中较为常见的一类问题,主要表现为静载物质量不达标、测试点与上部堆积物错位等现象。这些问题的存在会直接影响静载测试参数的准确性和可靠性。针对操作规范问题,可以从以下两个方面入手进行解决:一方面,加强培训是关键。需要定期对检测人员进行专业技能和操作规范的培训,提高他们的操作技能和对规范的理解程度。通过培训,使检测人员能够熟练掌握静载试验的操作流程和方法,确保在试验过程中能够严格按照规范进行操作^[4]。另一方面,加强监管也是必不可少的。需要建立健全的监管机制,对检测过程进行全程监督和管理。通过监管,及时发现并纠正检测人员在操作过程中的不规范行为,确保检测过程符合规范要求。同时,还可以引入第三方检测监理单位进行作业监管,提高监管的公正性和有效性。

3.2 人员技能问题

人员技能问题也是静载试验中需要关注的一个重要方面。主要表现为检测数据的记录存在误差、检测装置的安装不规范、检测程序存在误差等现象。这些问题的存在会直接影响检测结果的准确性和可靠性。针对人员技能问题,可以采取以下措施进行解决:一方面,邀请专业人士进行技能培训是提高检测人员技能水平的有效途径。可以邀请具有丰富经验和专业技能的专家或教授对检测人员进行培训,使他们能够掌握更先进的检测技术和方法,提高检测结果的准确性和可靠性。另一方面,招聘具备专业技能和从业经验的检测人员也是解决

人员技能问题的重要手段。在招聘过程中,应该注重考察应聘者的专业技能和从业经验,确保他们具备胜任静载试验工作的能力和素质。同时,还可以建立激励机制,鼓励检测人员不断学习和提高自己的技能水平。

3.3 作业监管问题的全面审视与解决之道

作业监管问题是静载试验中需要特别关注的一个方面。主要表现为检测作业中缺乏作业监管,导致检测作业人员的作业工序准确性、作业数据记录的规范性以及作业中程序合格性出现问题。这些问题的存在会直接影响检测结果的准确性和可靠性。针对作业监管问题,可以从以下两个方面入手进行解决:一方面,加强内部质量管理是解决作业监管问题的有效途径。需要建立健全的内部质量管理体系,对检测作业过程进行全程监控和管理。通过内部质量管理,及时发现并纠正检测作业过程中的问题,确保检测结果的准确性和可靠性。另一方面,聘请第三方检测监理单位进行作业监管也是解决作业监管问题的重要手段。第三方检测监理单位具有独立性和专业性,能够对检测作业过程进行全面、客观、公正的监管。通过第三方检测监事机构的监管,可以进一步提高检测作业的规范性和准确性,确保检测结果的可靠性和有效性。

结语

静载试验作为桩基工程质量检测中的一项重要方法,具有准确、可靠的特点。通过合理应用静载试验,可以准确测定桩基的承载力,评估桩基施工质量,验证设计参数,指导工程施工。然而,在实际应用中,仍需注意操作规范、人员技能和作业监管等问题,以确保检测结果的准确性和可靠性。未来,随着科技的进步和检测技术的不断发展,静载试验在桩基工程质量检测中的应用将更加广泛和深入。

参考文献

- [1]陈水金.桩基静载试验技术及应用研究[J].江西建材,2023,(07):72-74.
- [2]党治权,李轩浩.影响桩基施工质量因素及桩基静载试验分析研究[J].建筑技术开发,2024,51(11):138-140.
- [3]霍攀,王勇.静载试验和高应变法在桩基承载力检测中的对比试验[J].石材,2024,(07):105-107.
- [4]赵欢欢,宋季东,王毅超.某国际机场大直径桩基竖向抗压静载试验研究[J].建筑机械,2023,(12):142-147.