

桩基础设计与施工中的关键技术问题研究

章仕均

杭州汉邦电力工程设计有限公司 浙江 杭州 311200

摘要：桩基础设计与施工是建筑工程中的关键环节，直接影响建筑物的稳定性和安全性。本文探讨了桩基础设计与施工中的关键技术问题，包括桩型选择、施工准备、预制桩与灌注桩的施工关键技术等。通过合理选择桩基础类型与施工方法，严格控制施工过程中的各项技术指标，确保桩基础质量，从而提高建筑物的整体承载力和稳定性，为建筑工程的质量与安全提供坚实保障。

关键词：桩基础设计；施工；关键技术问题

引言：桩基础作为建筑工程中的重要组成部分，其设计与施工直接关系到建筑物的安全稳定和长期耐久性。随着工程技术的进步和复杂地质条件的挑战，桩基础设计与施工中的关键技术问题日益凸显。本文旨在深入研究桩基础设计与施工的关键技术，探讨科学合理的桩基础设计方案和高效可靠的施工技术，为实际工程应用提供理论指导和技术支持，确保桩基础工程的安全与质量。

1 桩基础分类及特点

1.1 根据承台位置分类

(1) 高承台桩基础。高承台桩基础是指承台底面位于地面或局部冲刷线以上的桩基础。这种桩基础常用于桥梁、码头和海洋平台等工程中，因为这些工程往往需要在水下进行施工，而高承台桩基础能够减少水下作业的难度和成本。然而，高承台桩基础在水平荷载作用下的稳定性相对较差，需要采取相应的加固措施。(2) 低承台桩基础。低承台桩基础是指承台底面位于地面或局部冲刷线以下的桩基础。这种桩基础在房屋建筑工程中较为常见，因为它能够有效地提高基础的稳定性和承载力。低承台桩基础能够更好地利用土层的承载能力，减少基础的沉降和变形。同时，由于承台底面较低，也能够降低基础受到水平荷载时的倾覆力矩。

1.2 根据承载性质分类

(1) 摩擦型桩。摩擦型桩主要包括摩擦桩和端承摩擦桩。摩擦桩的承载力主要由桩身外壁与土层之间的摩擦力提供，适用于岩层埋置很深的地基或荷载不大的情况。端承摩擦桩则在极限承载力状态下，桩顶荷载主要由桩侧摩擦阻力承受，但桩的端阻力和侧壁摩擦力都同时发挥作用。这种桩型适用于土层性质较好，且需要一定承载力的场景。(2) 端承型桩。端承型桩则是指在竖向极限荷载作用下，桩顶荷载全部或主要由桩端阻力承

受的桩。如通过软弱土层桩尖嵌入基岩的桩，外部荷载通过桩身直接传给基岩。端承桩适用于基岩较浅或土层承载力较差的场景，因其能提供较高的承载力。

2 桩基础设计关键技术问题

2.1 桩端持力层选择

(1) 持力层选择的原则及影响因素。桩端持力层的选择应遵循安全性、经济性和可行性相结合的原则。首先，持力层应具备良好的力学性能和稳定性，能够承受上部结构传递下来的荷载，确保桩基础的整体稳定性。其次，持力层的选择应考虑地质条件、地下水位、施工技术和成本等因素，确保施工的可操作性和经济性。地质条件的复杂性和地下水位的高低直接影响持力层的选择和施工难度。同时，施工技术和成本也是持力层选择不可忽视的因素，需在保证安全性的前提下，尽量降低施工难度和成本^[1]。(2) 硬土层或岩层作为持力层的优缺点。硬土层或岩层作为桩端持力层具有显著的优点，如承载能力强、变形小、稳定性好等。硬土层或岩层的强度和刚度较高，能够有效抵抗上部结构的荷载，减小桩基础的沉降量。然而，硬土层或岩层作为持力层也存在一些缺点。硬土层或岩层的施工难度较大，需要采用特殊的施工工艺和设备，增加了施工成本和时间。同时，硬土层或岩层的均匀性和连续性较差，可能导致桩身的不均匀沉降和倾斜，影响桩基础的稳定性和安全性。

2.2 桩长和桩型选择

(1) 合理的桩型和桩长选择对成本的影响。合理的桩型和桩长选择对桩基础的成本具有重要影响。桩型和桩长的选择应根据地质条件、荷载要求、施工技术和经济成本等因素综合考虑。合理的桩型和桩长不仅能够提高桩基础的承载能力和稳定性，还能降低材料消耗和施工难度，从而减少成本。相反，不合理的桩型和桩长选择可能导致桩基础的承载能力不足、稳定性差或施工难

度大等问题,增加成本和时间。(2)桩型选择需考虑的因素。桩型的选择需综合考虑土层性质、荷载要求、施工条件和环境要求等因素。土层性质是决定桩型选择的关键因素之一,不同土层对桩的承载能力和变形性能具有不同影响。荷载要求则决定了桩的承载能力和稳定性要求,需根据上部结构的荷载大小和方向进行选择。施工条件和环境要求也是桩型选择不可忽视的因素,如地下水位、施工场地大小、周围环境等均需考虑在内。

2.3 桩的偏差控制

(1)桩位偏差对基础稳定性的影响。桩位偏差是影响桩基础稳定性的重要因素之一。桩位偏差过大可能导致桩身倾斜、相邻桩相互挤压或桩端未能准确嵌入持力层等问题,从而影响桩基础的承载能力和稳定性。因此,在桩基础施工过程中,应严格控制桩位偏差,确保桩身竖直且位置准确。(2)竖向偏差和水平偏差的控制方法。竖向偏差和水平偏差是桩基础施工中常见的两种偏差类型。竖向偏差主要通过调整沉桩速度和沉桩深度进行控制。在沉桩过程中,应密切关注桩身的沉降情况,及时调整沉桩速度和深度,确保桩端能够准确嵌入持力层。水平偏差则可通过设置导向架、预钻孔或使用定位仪器等方法进行控制。导向架能够引导桩身按照预定的方向进行沉桩,预钻孔可减小土层对桩身的阻力,定位仪器则可实时监测桩身的位置和方向,确保桩身水平^[2]。

2.4 抗压静载试验

(1)目的和意义。抗压静载试验是桩基础施工后的核心验证环节,旨在通过模拟实际荷载工况,评估桩基础在设计荷载下的变形性能与稳定性,确保其满足结构安全要求。试验可直接获取桩身竖向荷载作用下的应力分布、沉降特性及极限承载力等关键参数,为判断桩基础是否达到设计标准提供科学依据,是验证桩基承载能力的权威方法,对保障工程整体安全性与可靠性具有决定性作用。(2)试验问题及解决方法。试验中可能出现设备故障、数据异常或试验失败等情况。设备故障多源于加载系统、测量仪器或数据采集系统,需在试验前全面检查维护设备,试验中若遇故障立即停机排查,必要时启用备用设备。数据异常时,需核查试验方法、数据处理流程及记录,发现不合理现象及时复核校验或重启试验以确保数据可靠。试验失败可能由方法不当、桩身质量缺陷或施工问题导致,需分析原因后针对性改进,如调整试验方案、加固桩身或重新施工,确保试验结果准确反映桩基真实性能。

3 桩基础施工关键技术问题

3.1 施工前准备

(1)“三试”的重要性及实施步骤。试成孔、试成桩和桩静载荷试验是施工前准备中的关键环节,它们的重要性体现在以下几个方面:验证施工工艺的可行性,检验设备的适用性,以及评估桩的承载能力。实施步骤通常包括:首先,选择具有代表性的地质条件进行试成孔,记录成孔过程中的各项指标;其次,进行试成桩,检验桩身材料、打桩设备及施工工艺的合理性;最后,进行桩静载荷试验,模拟实际荷载情况,评估桩的极限承载力和变形性能。(2)勘察报告与施工图的复核与调整。勘察报告和施工图是桩基础施工的重要依据。在施工前,需对勘察报告进行复核,确保地质条件、土层分布、地下水位等信息的准确性。同时,还需对施工图进行审查,确保施工工艺、设备选型及安全措施等符合相关标准和规范。如发现勘察报告与现场实际情况存在偏差,应及时与设计单位沟通,进行必要的调整和优化。

3.2 预制桩施工问题

(1)预制桩的施工质量问题及表现。预制桩施工过程中可能出现的质量问题包括“拒打”现象、桩身偏位和倾斜等。“拒打”现象可能是由于桩身材料质量差、打桩设备性能不足或土层性质变化等原因导致的;桩身偏位和倾斜则可能是由于桩位定位不准确、打桩过程中土层扰动或桩身材料不均匀等原因引起的^[3]。(2)事故原因分析及预防措施。针对预制桩施工中的质量问题,需进行事故原因分析,并采取相应的预防措施。对于“拒打”现象,需加强桩身材料的质量控制,提高打桩设备的性能,并密切关注土层性质的变化;对于桩身偏位和倾斜问题,需加强桩位定位的准确性,优化打桩工艺,避免土层扰动和桩身材料不均匀等问题。同时,还需加强施工现场的监控和管理,及时发现和处理异常情况。

3.3 钻孔灌注桩施工问题

(1)施工队伍素质与技术水平的的影响。施工队伍的素质和技术水平直接关系到钻孔灌注桩的施工质量和效率。因此,应加强对施工队伍的培训和管理,提高其专业技能和水平。同时,建立严格的施工质量控制体系,确保施工过程的规范性和标准化。(2)钻孔灌注桩的常见施工质量问题及解决方法。钻孔灌注桩施工过程中常见的问题包括夹泥、断桩、缩径等。夹泥是由于清孔不彻底或泥浆性能不佳导致的,可通过加强清孔工作和调整泥浆性能来解决。断桩可能是由于混凝土灌注不连续或导管堵塞造成的,应加强混凝土灌注过程中的监控和管理,确保灌注的连续性和均匀性。缩径则可能是由于孔壁坍塌或孔内水位下降导致的,应加强孔壁稳定性监测和控制孔内水位。

3.4 施工过程中的异常情况处理

(1) 桩基达到极限承载力但无法压至设计标高时的处理措施。施工中若桩基提前达到极限承载力却无法压至设计标高,多因地质条件复杂、土层变化或参数设置不当所致。此时应暂停施工,先对桩基进行承载力测试分析:若承载力满足设计要求且沉降量在安全范围,可调整设计标高适配实际;若承载力不足,则需采取加固措施,如增加桩数、变更桩型或结合其他地基处理技术,确保桩基性能符合安全标准^[4]。(2) 桩基施工时压桩力小于设计承载力时的解决方法。压桩力不达标可能由桩身材料缺陷、土层特性变异或设备性能不足引发。处理时需先检查桩身材料质量与施工设备性能,确保其符合施工要求;同时复核土层性质,分析承载力变化原因。若压桩力仍不满足设计值,可通过增加桩数或调整桩型提升承载能力,且所有处理方案均需经详细计算评估,保障措施的安全性与技术可行性,避免盲目施工影响工程质量。

4 桩基础检测与验收的探讨

4.1 桩基检测方法

4.1.1 检测方法的应用及优缺点

(1) 低应变法:应用于检测桩身完整性,通过分析桩顶反射波信号判断桩身缺陷。其优点是操作简便、检,检测效率较高;缺点是设备笨重,对场地要求高,且存在一定的测试误差。(2) 静载法:是检测基桩竖向抗压承载力的可靠方法。优点是结果准确、直观;缺点是检测周期长、成本高,需要大量的堆载设备或锚桩,受场地限制较大。(3) 钻芯法:用于检测桩身混凝土强度、桩身完整性、桩长、桩底沉渣厚度等。优点是检测结果准确可靠,能直接观察桩身混凝土质量;缺点是检测成本高、效率低,会对桩身造成一定损伤。

4.1.2 检测过程中的验证与扩大检测条件

当检测结果存在疑问或对检测结果有争议时,需要进行验证检测。例如,低应变法检测出桩身有缺陷时,可采用钻芯法进行验证。扩大检测的条件包括:检测结果表明桩身缺陷较多且分布范围广;单个或多个基桩的承载力不满足设计要求;施工过程中出现异常情况,如桩身断裂、严重缩颈等。

4.2 基桩检测报告内容

4.2.1 基本信息

报告应包含工程名称、工程地点、检测单位、检测

日期、检测方法、检测人员等基本信息,还需说明受检桩的桩号、桩型、桩长、桩径、设计承载力等工程相关信息。

4.2.2 检测数据与结论的呈现方式

检测数据以表格、曲线等形式呈现,如低应变法的反射波曲线、静载法的荷载-沉降曲线等。结论应明确受检桩的完整性类别、承载力是否满足设计要求等,语言要简洁准确,对于存在问题的桩要提出处理建议。

4.3 桩基础验收标准与流程

4.3.1 验收标准概述

验收标准主要依据相关规范和设计文件,包括桩的承载力、桩身完整性、桩位偏差、桩顶标高、桩的尺寸等方面的要求。例如,桩身完整性应符合设计和规范规定的类别,承载力应达到设计要求。

4.3.2 验收流程及注意事项

验收流程一般为:施工单位自检合格后,向监理单位提交验收报告;监理单位组织预验收,检查资料和实体质量;预验收合格后,建设单位组织设计、施工、监理等单位进行正式验收。验收过程中应注意检查检测报告的完整性和准确性,核对桩的各项参数是否符合设计要求,对存在问题的桩要认真分析原因并提出处理意见,确保桩基础工程质量符合要求。

结束语

综上所述,桩基础设计与施工中的关键技术问题涉及多个方面,包括桩型选择、持力层确定、桩长与桩径优化、施工质量控制等。通过科学合理的设计与精细的施工控制,可以显著提高桩基础的承载能力和稳定性,保障建筑物的安全可靠。未来,随着技术的进步和工程需求的多样化,桩基础设计与施工技术将不断创新发

参考文献

- [1]向勇.桩基础施工的关键技术与实践研究[J].建筑理论,2024,(04):41-42.
- [2]胡畔,赵曦.高层建筑桩基础设计与施工中的关键技术问题[J].建筑理论,2025,(07):74-75.
- [3]徐振华.建筑桩基础施工技术问题与措施[J].市政工程,2021,(06):60-61.
- [4]徐香军.建筑桩基础施工技术问题与措施[J].建筑技术科学,2021,(10):116-117.