

Research on Key Technologies for Pile Foundation Construction under Complex Geological Conditions

Wenpeng Lei

Middling Coal Geological Ecological Environment Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

With the continuous advancement of urbanization, pile foundation construction under complex geological conditions has become an important link that cannot be ignored in construction engineering. As the main load-bearing structure between buildings and foundations, the construction quality of pile foundations directly affects the safety and stability of the project. This article explores the main technical challenges faced in pile foundation construction based on complex geological conditions, and proposes corresponding solutions. It focuses on analyzing key factors such as geological exploration, construction technology, and construction quality control in pile foundation construction. Through systematic research, theoretical support and technical guidance are provided to improve the efficiency and quality of pile foundation construction.

Keywords

pile foundation; Complex geological conditions; Construction technology; Quality control; geological exploration

复杂地质条件下桩基础施工关键技术研究

雷文鹏

广东中煤地质生态环境有限公司, 中国·广东广州 510000

摘要

随着城市化进程的不断推进,复杂地质条件下的桩基础施工成为建筑工程中不可忽视的重要环节。桩基础作为建筑物与地基之间的主要承载结构,其施工质量直接影响到工程的安全性和稳定性。本文基于复杂地质条件下的实际情况,探讨了桩基础施工中的主要技术难题,并提出了相应的解决策略,重点分析了桩基施工中的地质勘察、施工工艺、施工质量控制等关键因素。通过系统研究,为提高桩基础施工效率和质量提供理论支持和技术指导。

关键词

桩基础; 复杂地质条件; 施工技术; 质量控制, 地质勘察

1 引言

桩基础广泛应用于承载力较差或地质条件复杂的建筑工程中。在复杂地质条件下,桩基础的施工面临一系列技术难题,如地层不均匀、地下水位变化、岩土性质复杂等,这些因素对桩基础的稳定性和承载能力产生重要影响。因此,在桩基础施工过程中,必须根据具体的地质条件采取针对性技术策略。通过加强地质勘察、优化施工工艺、实施精细化质量控制,可以有效克服复杂地质条件带来的不利影响,提高桩基础施工的安全性和经济性。

2 复杂地质条件对桩基础施工的影响

2.1 地质条件不均匀性

在一些地质复杂的区域,土层的厚度、密度以及岩土

性质变化较为显著,导致桩基础的承载力分布出现不均。具体而言,当地质层中存在软弱土层、强风化岩层或岩土性质不稳定的情况时,桩基的承载力会受到较大的影响。例如,在软土层中,土壤的压缩性较强,承载力低且不均匀,桩基的插入深度可能需要较大才能达到预定的承载要求,且软土层的流变性较强,可能导致桩基的位移和沉降。相反,在强风化岩层中,岩石的强度较低,松散的岩石和土壤颗粒混合在一起,导致桩基难以精准插入,并且承载力分布会变得不均匀,这种不均匀分布可能导致局部区域的沉降过大,从而影响整个建筑物的稳定性和安全性。此外,土层的厚度和密度变化也会加大桩基设计和施工的难度^[1]。比如,在地质条件复杂的地区,土层深浅不一,密度差异较大,桩基可能无法均匀分布在整个土层中,致使承载力分布无法满足设计要求,进而影响到桩基础的稳定性和长期的使用安全。因此,在这种环境下,桩基施工前的详细勘察和精准设计是至关重要的,确保桩基能够根据不同地质条件进行优化配置。

【作者简介】雷文鹏(1988-),男,中国湖北天门人,硕士,工程师,从事桩基础、基坑支护、项目成本管理研究。

2.2 地下水位变化

地下水的存在以及水位变化对桩基施工的影响是桩基设计和施工中不可忽视的因素。首先,地下水对土壤的影响主要体现在其对土壤结构和密度的改变。当地下水存在时,土壤中的水分含量增高,可能导致土壤颗粒之间的黏结力下降,使得土壤变得松散,承载力降低。这种松散的土层无法提供足够的支持力,从而影响桩基的稳定性。如果桩基施工过程中未充分考虑地下水的影响,可能会导致桩基插入深度增加,施工难度加大,甚至出现桩基无法达到设计承载力的情况。此外,地下水位的波动也对桩基施工产生重要影响。水位变化可能导致土体的浮动,特别是在有强烈地下水流动的区域,水位波动较为频繁,土体的稳定性可能受到威胁。在某些情况下,地下水水位上升时,土体可能出现浮力作用,使得桩基无法稳定插入,导致施工进度受阻。水位波动还可能引起土体沉降不均,影响桩基的整体均匀性,进而影响建筑物的长期使用稳定性。因此,施工前必须进行详尽的地下水勘测和水位变化预测,并根据实际情况采取相应的技术措施,如降水或加固土体,以确保桩基的稳定性和施工的顺利进行。

2.3 岩土复杂性

复杂的地质条件通常伴随着多种岩土类型的存在,如砂土、粘土、石灰岩等不同的土层或岩层。每种岩土的物理性质和工程特性都有所不同,砂土的承载力较低,易受水分变化影响,粘土的固结性较强,但也容易发生软化,石灰岩则有较好的承载力,但可能存在裂隙或空洞,这些不同层次的岩土对桩基的施工提出了更高的要求。在桩基的施工过程中,必须针对这些不同的地质条件,采用适当的技术手段,以确保桩基的稳固性和安全性。对于砂土层,常采用摩擦桩或扩底桩等技术来增加桩身与土体的摩擦力;对于黏土层,则可采用钻孔灌注桩等方式,确保桩基的稳定性和承载能力;而在石灰岩层中,需考虑岩体的均匀性与裂隙分布,通过预钻孔或增加桩基的埋深来保证桩的承载能力。此外,施工时还应密切关注地下水位、地震等外部因素的影响,以进一步提高桩基的稳固性和持久性^[2]。

3 复杂地质条件下桩基础施工的关键技术研究

3.1 地质勘察与数据分析

在桩基础施工前,进行全面的地质勘察至关重要。这一阶段的工作不仅是桩基设计的基础,也是确保施工安全和工程质量的关键环节。通过钻探、土样分析、地下水位监测等手段,能够全面了解施工区域的地质情况。钻探能获取地下不同深度的岩土层数据,土样分析可以帮助判断土壤的物理性质和化学成分,例如土壤的颗粒组成、含水量、密实度等,地下水位监测则可以提供水文信息,为桩基设计提供更准确的依据^[3]。

此外,随着科技的发展,现代地质分析软件的应用也

大大提升了勘察结果的精度与实用性。通过这些软件,能够对采集到的地质数据进行全面的处理和分析,从而更清晰地识别不同地层的物理和力学特性,评估不同土层的承载力和稳定性。基于这些数据,工程师可以更加科学地预测桩基的行为,如桩基的沉降情况、侧向位移等,为设计提供准确的参考。结合地质勘察数据和现代地质分析软件的预测分析,设计人员可以根据不同地层的特性,合理设计桩基的类型、深度和数量。例如,若地下为软弱黏土层,可能需要增加桩基的埋深或选择承载力较强的桩型;而在岩石层或坚硬砂层中,则可以选择较为简单的桩型,减少桩基数量,降低工程成本。通过这一系列精确的分析和设计,能够确保桩基在不同地质条件下的稳固性与耐久性,保障整个建筑结构的安全性与稳定性。

3.2 施工工艺的优化

实施桩基础施工的阶段,工艺选择对克服复杂地质条件难题起到极为关键的功效,一定要针对不同的地质形势采用不同的施工工艺,以保障桩基达到稳固性、相应的承载能力以及长期稳定的要求,处于表现为软质的土壤里,基于土壤结构柔弱、承载能力不达标,桩基稳定性极易受到外界干扰。一般会选择沉桩法或摩擦桩等恰当的施工工艺,沉桩法凭借适配的机械设备把桩材直接打入地层,凭借这一手段增加桩基与软土层的接触面积,进而优化桩基的承载水平;摩擦桩凭借桩身与周边土体的摩擦力以支撑建筑物的荷载,适合在软土层、深层沉积物等承载能力偏低的地质情形中采用。

处在岩石层里面,考虑到岩石层一般呈现出较高的承载能力及稳定性,但也或许存在裂口或不均匀的问题,由此需要采用更为全面的施工手段,灌注桩依靠把水泥浆液类混凝土材料注入地下,创建可靠的桩基,适合在岩石层存在空洞或裂缝的情形时采用;钻孔桩借助钻机在地下岩层钻出所需的孔洞,然后实施灌注的相关工序,可让桩基与岩层达到优质的结合结果,提高桩基的承载能力及稳定性。伴随技术的稳步进步,在实施桩基础施工的阶段里,现代机械设备与技术手段所起到的作用极为关键,自动化钻机有能力开展高效、无差错的钻孔作业,降低由人为因素造成的不利干扰,增强施工的精度及工作效率,地下水处理系统具备有效处理施工期间可能碰到的地下水问题的能力,避免地下水对桩基稳定性形成不利效果,尤其是在地下水位偏高的地带,保障施工得以顺利开展,借助采用这些先进的工艺及装置,不仅有利于推动施工效率攀升,还能更泰然自若地应对复杂的地质态势,保障桩基长期的稳定性与安全性。

3.3 质量控制与检测技术

桩基础施工的质量直接关系到整个工程的安全性,因此加强施工过程中的质量控制至关重要。桩基作为承载建筑物的基础,其稳定性和承载力对建筑物的安全性起着决定性作用。为了确保桩基施工的质量,首先应在施工现场设置实

时监控点,并配备自动化监测设备,这些设备能够持续监测桩基施工的进度、土壤性质的变化以及地下水位的波动等关键因素。通过这些监控点,工程师可以及时获取相关数据,并对施工进度进行实时调整,确保桩基施工按设计要求进行。

随着技术的发展,先进的地质勘察和检测技术在桩基基础施工质量控制中也得到了广泛应用。地质雷达和超声波检测技术可以对桩基进行非破坏性检测,有效评估桩基的质量和完整性。地质雷达能够穿透土层,检测桩基是否存在空洞、裂缝等缺陷;而超声波检测则通过发射高频声波来检测桩体内部的质量问题,能够发现桩基材料中的不均匀性或潜在的结构性问题。通过这些检测手段,施工人员可以在桩基完成后,及时发现并解决潜在的质量问题。此外,实时监控和先进检测技术的结合使得桩基施工质量控制在发现问题,更能进行精准地修正。在出现问题时,可以迅速定位并采取相应的补救措施,例如调整桩基的深度或更换不合格材料,以确保桩基的承载能力和稳定性。通过这些综合的质量控制手段,可以最大限度地提高桩基施工的质量,确保工程的安全性和长期稳定。

4 复杂地质条件下桩基础施工的安全管理

4.1 制定详细的施工计划与应急预案

从任何一项施工项目的维度看,规划周全的施工计划并保障各环节有序实施是成功的关键要点,尤其是当项目碰到复杂的地质形势时,制定全面的计划显得尤为关键,施工计划应依据项目的特性连同具体地质条件做合理规划,施工过程的进度与安全会被地质条件直接左右,故而必须开展全面的勘察与分析,保证施工团队认识并评估地下水位、土壤结构、岩石类型等状况。这些因素涉及施工方法的选定、工期的安排情形以及所需设备和技术的配备现状,在推进施工计划编制的阶段,应包含各环节具体时间的确定、所需资源以及人员安排的实际情形,以及可能碰到的麻烦和对应的应对方案,施工开展进程里的各个步骤均需要精准执行,杜绝出现无意义的时间及资源浪费,当处理复杂地质环境的时候,可能需要运用特定的施工手段,诸如对地下水的管理方法、对土壤的稳固举措、爆破的开展行动等,在采用这些技术之前,要进行充分的研究和相关准备,以保证施工过程可以顺利开展。

施工计划同样应顾及天气、季节等外部因素对施工造成的影响情形,雨季有造成施工现场出现泥泞情形的概率,对设备运输以及施工进度形成不利作用,因此要预先做好相关的天气监控事宜,并依照预测结果对施工的时间安排进行修订,倘若遇到特殊地质条件的情形,甚至有必要安排专门设备对地质变动开展监测,从而及时对施工采取的策略进行优化。在实施施工的时间区间里,除全面的施工规划之外,完善的应急响应预案同样是不可或缺的,若出现突发状况,

会严重阻碍项目的既定开展,还可能引起安全相关隐患及人员伤亡,在施工准备工作的阶段内,制定应急预案是一项必须做的工作,应急预案应当囊括多个层面要点,好比突发的自然灾害(例如地震、暴雨、泥石流之类)、设备出现故障情况、人员受到伤害事件等意外情形。应当针对每一种也许会发生突发情形,构建确切的应对措施与操作步骤,同时应针对施工人员开展专业化的应急培训讲座,保证他们在危险时刻能够敏捷又适宜地采取行动,采用合理的施工方案和周全的应急手段,可切实有效地预防与控制项目中也许会出现的风险,护卫施工流程安全、高效且平稳实施。

4.2 加强施工人员的培训与管理

在各个相关的施工项目里,施工人员专业素质的高低直接关乎着施工质量与安全的状况,保障施工人员拥有扎实的专业技能与强烈的安全意识十分关键,施工人员得接受规范的专业培训,培训内容应纳入各类施工技术、操作流程、工具设备的使用要点以及施工安全方面的规范。施工人员有实力掌握所需的技术知识及实际操作能力,降低因技术熟练水平有限而出现的施工错误,安全培训同样不可掉以轻心,全体施工人员都需全面把握施工现场的安全要求、操作规范以及应急处置方法,这些培训可利用定期组织的安全讲座、实地操作演练以及专业技术课程等方式来执行,实现让每位施工人员都能充分知晓施工过程中潜在风险的目标,并能够采用有效的应对手段。安全员的职责并非只是去监督施工现场日常的安全管理事务,还关联着对施工过程中潜在安全隐患的检查核实,即刻找出并剔除危险源,安全员需要全面掌握施工现场的整套操作流程,掌握每项施工技术的安全核心要点内容,若有安全问题显现,可以迅速实施相应的解决手段,当发现某个作业环节显现出安全相关隐患时,安全员需迅速叫停该环节的建设施工,并要求相关人员采用有效的防护手段,同时对施工方案作出相应变更。

安全员还得肩负起组织应急演练这一工作任务,保障施工人员在面临突发紧急情况时可以依照既定应急预案迅速采取行动,这不仅可以增进施工人员的应急处理能力,还可以增强施工人员在突发情况面前沉着应对的能力,为实现施工安全目的,安全员还需同项目管理团队深度合作,按照既定时间召开安全例会,考量施工过程中的安全问题,及时总结经验教训并制定改进途径,采取严格的安全管理、专业的培训以及现场的实时监督,能切实降低事故产生的风险,维持施工现场的安全以及项目的顺利开展。

4.3 合理配置设备与物资

面对复杂地质条件的情形,施工设备的筛选与配备对项目顺利开展起着关键作用,地质情形的复杂特质,往往体现出施工环境存在一定数量的不确定性,诸如土壤体现出松软的品性、地下水位处于较高数值、岩层硬度较大等现象,这些因素均会对施工过程中设备的性能施加更高的要求。施工单位必须根据地质勘察结果及施工工艺要求,按照科学合

理的标准挑选恰当的施工设备,并推进合理摆放,以保障施工在高效又安全的场景下实施,施工单位需要借助详细的地质勘查报告,充分掌握施工区域的地质情形,这些勘察报告传达出地下土壤、岩石类型、地下水位等关键数据,这些信息利于施工单位判断选用何种类型的施工设备最为恰当。若施工区域遇到土壤较为松软或水位较高的情形,可能需要选用拥有强大牵引力的设备,就如履带式推土机与重型挖掘机,以保证设备得以顺利开展土方开挖与运输相关工作,若地质层呈现出较高的硬度水平,则大概需要采用钻机、爆破设备等高效能器械来完成岩石的破碎与切割任务。

不同的施工工艺在设备要求上表现出差异,好似在基础施工工作环节中,可能还需要采用不同类型的桩基础打入机、混凝土搅拌设备等,对应不同的工艺诉求,采用恰当合理的办法抉择与配置设备,既可以保障施工质量,又可实现效率增进,杜绝设备出现多余或不相宜的情形,引起施工操作期间的资源浪费及时间延误。设备配置达到合理水平与否直接关系到施工现场的整体作业效率,倘若碰到复杂地质状况,在合理开展设备配置的时段里,不但要顾及单台设备的性能,还必须考量设备之间协同配合的效果,若采用挖掘机进行土方开挖工作时,旁边大概应调度运输车辆就位,以达成土方的及时转运,进而保证土方作业顺利开展。当处于特定情形阶段,还需要配备泵送设备来处理地下水相关事宜,保障施工阶段地面不出现积水情形,引发对其他作业的

干扰,施工单位同样需要考虑设备维护与保养相关事宜,若遇到复杂地质状况的时段,施工设备所面临的承载负荷量较大,有较大概率出现运行故障,于是就需要定期针对设备开展检查与维护工作,以保障设备在关键阶段能够高效且顺畅地开展工作,按照规划的设备检查、及时跟进实施的零部件更换、合理调配的备件配置等,均为保证设备高效、稳定运转的关键手段。

5 总结

在复杂地质条件下进行桩基础施工,面临着多种技术和安全挑战。通过深入的地质勘察、精确的施工工艺选择、完善的质量控制体系及严格的安全管理,可以有效解决这些问题,确保桩基础施工的顺利进行。未来,随着工程技术的发展,桩基础施工技术将逐步向自动化、智能化方向发展,这为在复杂地质条件下进行桩基础施工提供了更为广阔的技术支持和发展前景。

参考文献

- [1] 苏威.基于BIM技术的岩溶地区复杂地质条件下旋挖灌注桩基础施工技术研究[J].建筑施工, 2024, 46(7):1098-1101.
- [2] 苟泽东,简正,杜海明,等.复杂岩溶地质条件下零沉渣桩基础施工技术关键技术研究[J].施工技术(中英文), 2023, 52(13):60-64.D
- [3] 全芸,谢晓峰,冯文锦, et al.基于BIM技术的岩溶地区复杂地质条件下旋挖灌注桩基础施工技术[J].Guangdong Architecture Civil Engineering, 2023, 30(1).