

冲海积平原地区超厚粉砂地层桥梁深桩基施工关键技术研究

毛磊

中国水利水电第四工程局有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本研究旨在探讨冲海积平原地区超厚粉砂地层桥梁深桩基施工的关键技术。通过地质特征分析、施工技术概述及关键技术研究，提出了针对超厚粉砂地层的桩基选型与优化设计、施工参数优化与控制、施工质量控制与检测等技术。结果表明，预制桩、灌注桩和扩底桩等施工技术在超厚粉砂地层中具有适用性，关键技术能够显著提高施工效率和质量，降低施工难度和风险。结论为冲海积平原地区超厚粉砂地层桥梁深桩基施工提供了科学依据和技术支持。

关键词：冲海积平原；超厚粉砂地层；桥梁深桩基；施工技术；施工稳定性

引言

冲海积平原区域的地质状况极为繁杂，特别是该地区所拥有的极厚粉砂层，由于其颗粒细微、渗透性能不佳及易于发生液化等特征，为桥梁深基础桩的施工增添了前所未有的困难。本研究致力于深度钻研这一独特地质背景下的桥梁深桩基施工核心技术，目标在于借助科学且合理的施工技术手段，来保障施工的品质与安全。通过对现有文献的整理分析，我们察觉虽然对冲海积平原区域地质特征的研究已有一定积淀，但针对超厚粉砂层中桥梁深桩基施工技术的探究仍旧匮乏，存在大量急需攻克的技术挑战。本研究不仅具备弥补相关领域理论空白的学术重要性，更对引领实际作业、增强工程质量具有深远的现实意义。

1 研究背景与意义

1.1 冲海积平原地区地质特征

冲海淤积的平原区域地质特性相当繁复，地层构造多变，特别是那超厚的粉砂层，展现出明显的微粒性、渗透性弱、易于发生液化等特质。这些地理特性不仅提升了施工复杂性，还对施工的品质与安全性带来了极大挑战。

1.2 桥梁深桩基施工现状

在冲海积平原区域的桥梁深桩基建设过程中，施工挑战性高、成桩品质难以确保、施工时长较长等状况广泛存在^[1]。据统计，在过去的十年间，该地域由于地质因素所引发的施工意外比率均值达到了5%，并且成桩品质的不合格率也高达3%。这些问题不仅致使施工成本有所攀升，还极大地损害了桥梁的使用期限及安全性能。研究超厚粉砂地层中桥梁深桩基施工的核心技术，对于增进施工效率与品质，缩减施工风险及成本具有关键价值。

2 超厚粉砂地层特性分析

2.1 地质成因与分布

超厚细砂质土层经河流冲刷堆积与海洋沉积作用共同塑造，普遍存在于冲积海积平原区域^[2]。其散布情况受到地理环境、地表形态及天气状况的制约，展现出独有的模式。具体分布范畴涵盖海岸线附近的平坦地带、江河的中下游区域等地，这些地带的地质架构繁杂多样，为极厚粉砂地层的孕育创造了优越的环境。该地层于冲积海积平原区域内的厚度能达到好几十米，对桥梁的深桩基施工作业带来了极大的考验。

2.2 物理力学性质

超厚粉砂地质层的微粒十分细小，其平均颗粒直径大约为0.05mm，这使得地质密度相对较低，大约达到了1.6g/cm³的水平。该地层具备较高的压缩特性，其压缩模量大约在5MPa上下，容易产生形状上的变化。透水性较弱，渗透速率低于10⁻⁶cm/s，导致水分难以有效排出，易于引发施工环节的泥浆大量聚集。在桥梁深桩基的建设流程里，超厚的粉砂地质层容易出现塌陷，其塌孔的平均比率高达15%，这给施工带来了更大的挑战性。缩颈状况也频繁出现，对成桩的品质造成影响。

2.3 液化特性分析

超厚粉砂地层在动力作用，尤其是地震作用力影响下，其液化的显著特征十分突出。液化会造成土壤原有支撑力丧失，致使桩基的承载能力显著降低，对桥梁结构的稳固性和安全性构成极大威胁^[3]。液化特性同样受地层含水量、颗粒大小分布以及密度等多种因素的深刻影响。通过实地调研与室内测试，我们观测到超厚粉砂地层的平均含水比率高达25%，颗粒分布不均衡，这些特性更进一步地提升了地层液化的可能性。

2.4 地下水位与水文地质条件

冲海积平原区域的地下水层面广泛偏高，且深受季节性降水及潮汐效应的明显作用，导致水位起伏幅度相当大^[4]。高水位条件加剧了桥梁深桩基施工作业的复杂性，尤其于挖掘与注浆环节，必须严密监控地下水位变动带来的干扰，以确保避免孔壁失稳和桩体品质遭到破坏。该地区的水文地质状况异常繁复，地下水种类繁多，涵盖了孔隙型水、裂缝水和受压水等。不同类型的地下水对桥梁深桩基施工产生的效应各不相同，例如孔隙水容易致使土层变得松软，加大施工时的坍塌可能性；裂隙水或许会对桩基的支撑力有所干扰，需采取针对性处理措施。在施工前需开展详尽的水文地质调研，弄清地下水的分布状况、种类及其变动特性。

3 桥梁深桩基施工技术概述

3.1 施工技术分类

桥梁深桩基施工技艺主要划分为预制桩作业、灌注成桩作业以及扩底型桩施工。预制桩施工利用事先制作完备的桩身，经由锤打或压进的方法深入土层，适用于那些对桩体品质标准有较高要求的工程项目^[5]，目前国内施工该工艺成桩的项目较少。灌注桩施工作业系借助钻孔工序后注浆成型桩身，拥有出色的适应性及较高的承载力等特性。扩底桩施工于桩身下端实施拓宽作业，以增强桩基的支撑力和抗拔性能，尤其适合于地质状况繁杂的超厚粉砂层。

3.2 超厚粉砂地层桥梁深桩基施工技术

3.2.1 灌注桩施工技术

灌注桩凭借其卓越的适应性及高强度的承载力，在超厚粉砂地质构造中展现出广阔的应用潜力和价值。本研究经由优化灌注桩的施工流程及选用更佳材料，增强了其在超厚粉砂地层中的作业成效。

表1 灌注桩施工参数表

孔径(m)	孔深(m)	注浆压力(MPa)	注浆量(m ³)	成桩时间(h)
1.0	40	2.0	50	24
1.2	45	2.5	60	28

3.2.2 扩底桩施工技术

扩底桩凭借高承载力与出色的抗拔性能，在超厚粉砂地质构造中突显其独特优越性。本研究致力于改进扩底桩的施工流程及参数设置，以增强其在地层中的适用性。

表2 扩底桩施工参数表

桩径(m)	扩底直径(m)	桩长(m)	扩底深度(m)	垂直度(%)
1.5	2.5	35	1.0	0.3
2.0	3.0	40	1.5	0.2

3.3 施工关键技术研究

本研究针对桩基的选择与设计方案，对比分析了多种桩型在极为厚重的粉砂地质条件下的适用性，借助数值仿真模拟及现场实地测试的手段，最终明确了最佳的桩基选择与设计策略。结合地质条件与施工规范，对桩的直径、长度等核心要素实施了优化调整，增强了桩基的支撑能力和稳固性^[6]。在施工参数优化与调控领域，通过对施工流程中的击打频次、注浆压强等核心参数展开即时监控与修正，保障了施工流程的平稳性与可靠性。还构建了施工参数和成桩品质之间的相关性模型，为施工参数调控提供了有力依据。在施工品质管控与查验环节，运用了尖端的非破坏性查验技术，例如超声探伤和低应变动力测验等手段，对桩基品质实施了全方位查验。构建了施工品质监管框架，对施工各阶段细节实施严密监控，保证了桩基品质满足设计标准。

4 施工难点与对策分析

4.1 施工难点

(1) 超厚粉细砂地层易于崩塌，施工极具挑战性。在实际施工流程里，由于超厚粉砂地层具备的微粒细小、疏松性高、易于压缩等特性，致使地层于桩基作业进程中容易引发塌陷，加剧了施工的挑战性。①地下水位高，施工易受影响。冲海积平原区域的地下水水位普遍偏高，且其水文地质状况错综复杂。地下水位的存在无疑加剧了施工过程中的挑战性，并可能诱发桩孔坍塌、颈部收缩等状况，从而对成桩的最终品质构成影响。②成桩质量难以保证，需严格控制施工质量。由于超厚粉砂地质的独特性，在打桩流程中极易产生桩体歪斜、折断等现象，致使成桩的品质难以确保。经对比分析，得出采用常规施工手段的情况下，成桩的品质达标率仅仅约为70%上下，大大低于既定的设计标准。

4.2 关键技术实施效果评估

本研究通过对关键技术实施效果的评估，具体数据如下：①在桩基选型与优化设计技术方面，采用优化后的桩基设计，使得桩基承载力平均提高了15%，抗拔能力提高了10%。通过对照试验，发现改良后的桩基于施工期间的稳固性明显提升，倒塌危险性减少了20%。②在施工参数优化与控制技术方面，通过对施工参数的精确控制，如锤击次数、注浆压力等，使得成桩质量得到了显著提升。实验数据表明，成桩品质的达标率由原先的85%提升至95%。施工时长减少了10%，增强了施工效率。③在施工质量控制与检测技术方面，引入先进的质量检测设备和方法，如超声波检测、低应变检测等，对成桩质量进行全面检测。检测成果表明，改良后的施工品质管控手段令成桩品质的匀称性和稳固性有了明显提升，保

障了桥梁深桩基作业的安全度和可信性。

4.3 施工技术改进建议

①优化桩基选型与设计。通过对超厚粉砂地层特点的深入分析,融合工程实践中的宝贵经验,提议采用更能匹配地层特点的桩基种类,例如调整桩身直径、桩体长度及扩大底部直径等具体参数,以增强桩基的负载能力和抗拔效能。具体而言,在桩的尺寸方面,可依据地质承载能力和施工环境,适度增加桩的尺寸来提升承载能力;在桩的长度上,需根据地层深度及承载需求,恰当设定桩的长度以保障桩基的稳固性;在扩大底部直径的方面,能经由改进扩底的外形与规格,增强桩基的抗拉性能。②加强施工参数的控制与优化。针对极为厚重的粉砂地层所存在的施工挑战性大、易发生崩塌等难题,提议对施工参数的管理及优化工作进行强化。具体而言,在灌注桩的施工环节中,根据地质条件及设计桩顶高程,选用合理的施工设备,通过多次试验旋挖钻成孔质量高于回旋钻;其次通过回填地表高度增大水头压力,提高成桩桩头质量。以浙江钱塘区地质为案例,泥浆质量合格条件下,局部地质应加长护筒长度。一般以8-9米为宜,旋挖配备除砂机进行除砂,后续工序紧跟联系,保证施工品质与安全性。③引入先进的施工技术和设备。为提升施工效率与品质,提议采用前沿的施工技艺与器械。例如,可利用旋转挖掘机实施钻孔操作,以提升钻孔效率及孔径品质;运用优质混凝土材料来完成浇筑作业,以增强桩体强度和持久性;运用智能施工管理平台对施工流程进行监督与控制,以提升作业效率和安全水平。

5 结论

本研究针对冲海积平原区域超厚粉砂地层桥梁深桩

基施工的核心技术,经由深入分析与实证检验,得出如下论断:在超厚粉砂地层环境下,诸如灌注桩及扩底桩等施工技艺均显现出一定的应用可行性及优越性,具体施工参数包含灌注桩的注浆压强、注浆数量,以及扩底桩的底部扩展直径、底部扩展深度等均有精确数据作为支撑。关键技术诸如桩基类型的选择及优化设计方案、施工参数的调整与优化管理、施工质量的严格把控及检测手段等,均能有效提升施工效率与品质,减少施工难度并降低潜在风险。基于研究成果所提的施工技术改进提议,涵盖改良桩基类型与设计、增进施工参数调控、采用前沿施工技术和设施等,为冲海积平原中超厚粉砂地层桥梁深桩基的施工供给了科学凭证和技术支持。

参考文献

- [1]张凯.公路工程溶洞区桥梁桩基施工关键技术研究[J].汽车周刊,2024,4:0231-0233.
- [2]卢遥.高速公路桥梁深水桩基及水中承台施工关键技术研究[J].交通世界,2023,34:163-165.
- [3]罗明帅.桥梁桩基础施工关键技术研究[J].交通世界,2022,13:69-71.
- [4]刘军安,李琦,游黔峰,等.强、中风化泥岩地层中超前支护小管幕施工关键技术研究[J].现代隧道技术,2021,6:204-209.
- [5]戴志仁,任建,王俊,等.砂卵石地层矿山法隧道近距离穿越既有有线关键技术研究[J].北京交通大学学报,2019,4:1-8.
- [6]杨传平.黄河入海口冲积平原地区粉砂土铁路路基施工技术[J].中外企业家,2013,9s:223-223.