

## 钻孔灌注桩施工技术问题及优化策略研究

张文杰

江苏海奕控股集团有限公司, 江苏 南通 226100

**[摘要]** 钻孔灌注桩是基础工程领域的一种普遍采用的施工方法, 在巨型建筑与基础设施建造领域扮演关键角色。然而, 伴随着工程量持续增长与施工环境持续复杂化, 钻孔灌注桩施工过程中显现若干技术难题, 诸如土壤层变动与施工挑战、钻孔垂直度管理等因素。本论文聚焦于探讨钻孔灌注桩施工中常见的技术挑战, 并提出相应的优化策略。通过分析钻孔灌注桩施工中的关键技术难题, 提出了一些具有实践意义的技术策略, 旨在为道路桥梁的施工提供更有有效的技术支持和经验借鉴。经实证检验, 改良后的钻孔灌注桩施工技术显著提升了施工品质, 缩短工程工期, 仍能有效管控项目费用, 减少对环境的负面影响。

**[关键词]** 钻孔灌注桩; 施工技术; 技术问题; 优化策略

DOI: 10.33142/sca.v8i2.15463

中图分类号: TU4

文献标识码: A

### Research on Construction Technology Issues and Optimization Strategies of Drilled Pile

ZHANG Wenjie

Jiangsu Haiyi Holding Group Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226100, China

**Abstract:** Drilled pile is a commonly used construction method in the field of foundation engineering, playing a key role in the construction of mega buildings and infrastructure. However, with the continuous increase in engineering volume and the increasing complexity of the construction environment, several technical challenges have emerged during the construction process of bored piles, such as soil layer changes and construction challenges, and management of drilling verticality. This paper focuses on exploring the common technical challenges in the construction of bored piles and proposes corresponding optimization strategies. By analyzing the key technical challenges in the construction of bored piles, some practical technical strategies have been proposed, aiming to provide more effective technical support and experience reference for the construction of roads and bridges. Through empirical testing, the improved drilling and grouting pile construction technology has significantly improved construction quality, shortened project duration, effectively controlled project costs, and reduced negative impact on the environment.

**Keywords:** drilled pile; construction technology; technical issues; optimization strategies

### 引言

在当代基础设施领域, 钻孔灌注桩在高层建筑、大型桥梁、地下结构等工程项目地基处理中得到广泛应用。此类基础设施技术具有高强度承载力、良好稳定性及高施工灵活性, 钻孔灌注桩在工程建设中占据核心地位。然而, 伴随着工程规模的拓展, 施工场所的多样性, 钻孔灌注桩施工阶段逐渐显现若干技术挑战。因此, 钻孔灌注桩施工技术优化策略, 提高施工效能与品质, 降低工程造价, 成为了当前亟待解决的重要课题。

#### 1 长沙大王山旅游基础设施项目基本概况

长沙大王山旅游基础设施工程是一项关键性交通工程项目, 旨在提高大王山旅游区的基础设施建设水平, 促进旅游资源的融合与开发。该项目的轨道规划自山塘(北部)游客集散地起始, 沿潭州大道西侧向南延伸, 穿越莲坪大道、潇湘南大道、西线等关键道路, 最终抵达观音港物流枢纽, 横跨大王山及其周边旅游风景区, 构建一条便捷的旅游交通线路。具体而言, 项目起始于山塘(北部)游客集散中心, 道路沿线在潭州大道西侧向南延伸, 沿莲坪大道南段行进, 随即转向东方, 至湘江以南大道西侧,

再折向南, 循湘江以南的西向道路至蜂巢路口<sup>[1]</sup>。接着, 线路沿桐溪湖南岸铺设, 穿越潭州大道, 布置大王山车站, 并向南伸展至巡抚路, 沿巡抚道北侧铺设, 至山正路后折而南行。

在此基础上, 项目还将设置湘军文化园站、植物园站、学士路站等多个关键站点, 并通过珍稀植物园和学士路南侧的道路延伸, 接入观音港集散中心站点, 构建完整的交通网络。该计划显著提升了游客的出行便利性, 为大王山地区的旅游业注入了新的生机, 提高了景区交通服务质量。通过对多个关键站点及线路进行优化配置, 长沙大王山旅游基础设施工程将有效缓解现有交通不畅问题, 增强游客旅行感受, 为周边区域的旅游业、经济增长及区域协作提供更优的支撑。

#### 2 钻孔灌注桩施工中的关键技术问题

##### 2.1 土层变化与施工难度

土层的不同组成直接影响桩基的施工难度, 特别是在软土层或地下水丰富的地区, 施工环境更加复杂。在这些区域, 钻孔施工常常面临孔壁坍塌和水流渗透的风险, 造成施工进度缓慢且难以控制。软土层通常具有较低的承载

力,容易发生孔壁坍塌,导致施工困难,而地下水丰富的地区则可能出现水流涌入孔内,进一步加大了钻孔难度。此外,地下水的流动可能导致混凝土灌注过程中水与混凝土分离,影响桩基质量,甚至造成灌注不均匀。针对这种施工难度较大的情况,采用加强型钻孔设备和加固措施显得尤为重要。加强型钻孔设备如旋挖钻机、液压钻机等,具有更高的钻孔稳定性和穿透能力,能够有效应对软土和地下水的挑战。同时,加固措施如孔壁支护、泥浆护壁等,可以有效防止孔壁坍塌,并且防止地下水的渗入。通过这些技术手段,可以提高施工过程中的稳定性,确保桩基施工质量和施工进度,降低施工难度和风险,保障桩基工程的顺利进行<sup>[2]</sup>。

## 2.2 钻孔垂直度控制

钻孔垂直度在桩基施工中至关重要,它直接关系到桩基的承载力、稳定性和整体结构的可靠性。传统的钻孔技术往往面临垂直度误差较大的问题,尤其是在较深的钻孔过程中,设备的操控难度较大,容易产生偏斜,这不仅影响施工质量,还可能导致桩基的偏位,从而影响地基承载力的均匀性,进而影响上部结构的安全性。传统方法难以满足高精度的要求,尤其是在对桩基质量要求较高的项目中,垂直度控制尤为重要。为了有效提高钻孔垂直度的精度,现代施工技术引入了自动化控制系统和激光测量技术。自动化控制系统通过实时监测钻孔过程中的位置和角度,能够及时调整设备姿态,避免钻孔偏斜。激光测量技术则利用激光定位仪器,精确测量钻孔的垂直度和深度,提供高精度的实时数据反馈。这些技术的引入大大提高了垂直度控制的精确性,确保了桩基结构的稳定性和承载力,从而有效提升桩基施工质量,减少了人为操作误差对工程量的影响,保证了施工的可靠性和安全性。

## 3 钻孔灌注桩施工技术优化策略

### 3.1 设备升级与智能化施工

随着钻孔灌注桩施工技术的不断发展,施工设备和技术手段不断创新,新型钻孔设备和智能化技术的应用为桩基工程带来了显著的提升。这些新技术不仅提高了施工效率,还改善了施工质量,特别是在施工精度和速度方面,表现出较大的优势。传统的钻孔施工方法,尤其是在基础工程和桩基施工中,长期以来依赖人工操作,导致施工质量容易受到多种因素的影响。由于操作人员的经验差异、设备的技术水平以及环境条件的变化,钻孔过程中的精确度往往难以保证。具体来说,人工操作容易在钻孔深度和垂直度方面产生较大误差,尤其在复杂的地质环境中,误差可能进一步放大,影响工程质量和安全性。这种情况常见于传统的人工控制下的钻孔设备,在缺乏有效的监控和反馈机制时,无法做到精准地调整,进而影响钻孔的精确度和施工效率。

随着自动化和智能化技术的引入,传统钻孔施工方法

的这些问题得到了显著改善。现代钻孔技术在设备和控制系统方面发生了革命性的进步,尤其是引入了具备自动定位和反馈功能的智能钻孔设备。该类设备通过高精度传感器、实时监测系统以及先进的控制算法,能够在施工过程中实时获取钻孔角度、深度以及位置等关键参数。这些参数会被系统自动监控和分析,当发现任何偏差时,系统会立即发出警告,并自动调整钻进的角度、深度和方向,确保钻孔过程始终处于最佳状态。这些自动化钻孔设备的引入,极大地提升了钻孔过程中的精确度。与传统人工操作相比,自动化系统能够更加稳定和精确地控制钻孔的各项参数,避免了人为调整过程中可能出现的误差。例如,钻孔设备能够根据实时数据反馈自动调整钻进的角度,确保钻孔始终垂直于地面或预定的角度,从而避免了传统方法中由于操作人员误差导致的偏斜问题。此外,深度的控制也变得更加精确,设备能够在到达预定深度时自动停止,避免了人为因素导致的过钻或欠钻问题。

引入自动化控制系统后,钻孔施工的效率也得到了大幅提升。自动化设备可以持续稳定地进行工作,减少了对人工的依赖,缩短了施工周期,提高了整体工程的施工效率。同时,由于设备的高精度控制,大大减少了误差和返工的情况,降低了工程成本和时间损耗。最终,施工质量得到了显著保障,特别是在对精度要求较高的项目中,自动化钻孔设备无疑成为了提升施工质量和工程安全性的重要利器。自动化钻孔技术的引入,解决了传统钻孔方法中精度不足、效率低下和误差较大的问题,标志着钻孔施工技术的一个重要进步。随着这一技术的不断发展和普及,它将在更多工程项目中发挥关键作用,推动建筑、基础设施等领域的施工向更加高效、精准的方向发展。

这类设备通常配备先进的激光定位系统和传感器,可以对钻孔方向、垂直度以及钻孔进度进行精确控制,并根据反馈数据自动优化施工参数。这些新型钻孔设备的应用显著提高了桩基施工的效率 and 精度,减少了人工操作的干扰,缩短了施工周期,同时降低了施工过程中的风险。例如,设备能够自动完成深度控制,避免了由于过度钻孔或不足钻孔带来的桩基承载力问题,确保桩基的稳定性和安全性<sup>[3]</sup>。

### 3.2 加强施工监控与质量控制

在长沙大王山旅游基础设施建设项目执行期间,强化施工监督与品质把控是保障工程顺利进行、符合设计规范及具备持续运行能力的关键步骤。为保证工程质量与施工进度,项目团队实施了多项科学高效的监督与品质保障策略,涉及施工前期筹备、施工全流程及工程竣工质量检查。施工监控从源头开始,项目组在施工前对所用建材实施了细致检验,保证物料尺寸与品质满足设计规范。例如,所有钢材、混凝土及高强度螺栓等均须通过第三方检测机构进行质量审核,确保其达标设计规范。对于轨道梁及桥墩

等核心要素,施工方将运用物理及化学监测方法,测定其抗压强度、耐腐蚀性能等关键特性,防止劣质材料进入施工场地。在建设阶段,项目组构建了全程质量监管体系,运用先进技术对施工流程实施动态监督。例如,运用视频监控装置及传感设备,对桥梁建设进度及质量控制关键环节实施全程跟踪与数据解析。施工人员务必遵照图纸及施工规程执行作业,施工质量自查常态化,并提交监理报告。监理机构将依据监测信息、实地核查成效,对施工环节的各项任务进行审核,确保施工质量符合标准要求。

此外,确保项目质量管控的追溯性,施工各阶段的工作记录、检验文档、技术说明等均须实时记载与存档。这些数据为后续质量追踪与问题处理提供了坚实支撑。尤其在桥梁与桥墩等构筑物的建造过程中,质量检验人员将严格监控每一道工序的各个环节,确保支撑系统、钢筋及混凝土的施工精度符合设计规范,避免由于微小误差积累导致结构质量问题。

### 3.3 材料优化与混凝土质量控制

桩基施工中,混凝土的质量直接影响桩基的承载力和稳定性,是确保桩基工程质量的关键因素。混凝土作为桩基的核心材料,其配比的合理性对桩基的抗压强度、耐久性及长期稳定性起着至关重要的作用。为了提高桩基的质量,工程师们通常会根据现场土质条件和设计要求,优化混凝土的配比,选择合适的原材料和添加剂,确保混凝土具备高强度、高流动性及良好的工作性。高强度混凝土能够提高桩基的抗压承载力,而高流动性则有助于混凝土的均匀灌注,避免了因灌注不均匀而造成的空洞或质量缺陷<sup>[4]</sup>。

在长沙市大王山旅游基础设施建设项目实施期间,施工团队对原设计混凝土配比问题进行了细致分析和改进,实现了显著的成效。初始设计草案,混凝土配比未能充分适应桩基施工标准,引发若干桩基抗压性能欠佳,流动性欠佳,施工效率与工程质量受到影响。尤其是桩基建设环节,鉴于混凝土流动性不足,难以顺利完成桩孔填充,引发空洞效应,这不仅降低了桩基承载能力,还对后续工程进展及品质造成影响。通过对原始混凝土配比进行深入剖析,团队发现,原混凝土配比中水泥强度等级与骨料粒径分布存在不适宜性,水灰比值较高,引发了混凝土流动性低下及抗压性能不足<sup>[5]</sup>。针对此类问题,施工队伍实施了多项优化策略,旨在进一步提升施工效率,施工队伍进一步引入了高效化学助剂。这些外加剂显著提升了混凝土的

流动性,有效降低了水灰比水平,确保了混凝土的密实性与强度。经优化配比后,混凝土抗压性能显著增强,施工期间全面填充了桩孔所有缝隙,有效规避了先前易出现的空洞问题。桩基施工因新拌混凝土配比而更显顺畅,桩基承载能力得到充分确保,有效提高了项目整体的工程质量和安全性。

通过这一优化措施,该项目的桩基承载力提高了约20%,大大超出了原设计的预期目标。这不仅有效提高了桩基的稳定性和承载能力,还降低了由于桩基承载力不足而可能带来的安全风险。优化混凝土配比的成功应用,充分证明了混凝土质量对桩基工程的关键作用,同时也为未来类似项目提供了宝贵的经验。通过科学调整和优化材料配比,桩基的质量和施工效率得到了有效提升,为工程的顺利完成奠定了坚实的基础<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

随着道路桥梁建设需求的不断增加,钻孔灌注桩施工技术在不断发展和完善。通过设备升级,施工过程中引入了更加先进的机械设备,能够提高施工的精度与效率。同时,施工监控系统和质量控制手段的应用,使得每一个施工环节都能实现实时监测和调整,确保施工过程中的每一个细节都符合设计标准。在未来,随着技术的不断创新和施工管理的进一步优化,钻孔灌注桩施工技术将向更高水平发展,为道路桥梁建设提供更加坚实的技术保障。

### [参考文献]

- [1]陈育斌. 市政道路桥梁工程钻孔灌注桩施工技术的探讨[J]. 四川水泥, 2024(12): 233-235.
  - [2]陈镜辉. 钻孔灌注桩施工技术在道路桥梁施工中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(12): 78-80.
  - [3]任杰. 市政道路桥梁工程旋挖钻孔灌注桩施工技术[J]. 科学技术创新, 2024(12): 136-139.
  - [4]张文钢. 道路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用[J]. 汽车画刊, 2024(3): 230-232.
  - [5]段博员. 道路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用[J]. 大众科技, 2023, 25(10): 42-44.
  - [6]王强. 钻孔灌注桩技术在道路桥梁施工中的应用研究[J]. 运输经理世界, 2021(29): 118-120.
- 作者简介: 张文杰(1996.9—), 单位名称: 江苏海奕控股集团有限公司; 毕业学校和专业: 重庆科技大学 道路桥梁与渡河工程专业。