

基于房建桩基旋挖钻孔桩施工技术的应用研究

包东伟

中韵联合集团股份有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i12.8577

[摘要] 房建桩基旋挖钻孔桩施工技术兼具高效特性、环保效能与广谱适配性，已然成为现代房建工程桩基作业的核心支撑技术，应用品质直接关联建筑结构稳固程度与长期服役效能，优化作业工艺、规范操作流程、强化质量把控能够妥善应对复杂地质情境下的桩基施工困境，同步改善作业成效与工程品质。本文聚焦该技术的实践核心要点、当前面临的现实问题及针对性优化路径展开深度探析，为房建工程桩基施工作业提供具备实操价值的参考依据。

[关键词] 旋挖钻孔桩；房建桩基；施工技术；质量管控；应用优化

Application research on rotary excavation and drilling pile construction technology based on building pile foundation

Bao Dongwei

Zhongyun United Group Co., Ltd.

[Abstract] The construction technology of rotary drilling pile for building pile foundation combines high efficiency, environmental protection and broad-spectrum adaptability, and has become the core supporting technology for modern building pile foundation operations. The application quality is directly related to the stability and long-term service efficiency of the building structure. Optimizing the operation process, standardizing the operation process, and strengthening quality control can properly cope with the difficulties of pile foundation construction in complex geological situations, and simultaneously improve the operation efficiency and engineering quality. This article focuses on the practical core points, current practical problems, and targeted optimization paths of this technology for in-depth analysis, providing practical reference for pile foundation construction operations in building construction projects.

[Key words] rotary drilling pile; Building pile foundation; Construction technology; Quality control; Application optimization

引言

旋挖钻孔桩施工技术具备高机械化水平、迅捷成孔效率及低环境扰动等特质，在城市房建工程领域获得广泛普及，桩基作为建筑结构的基础承载载体，施工水准直接关乎整体工程的安全性能与长期使用效能，复杂地质工况、操作流程失范等情形易诱发塌孔、缩径、桩身混凝土品质瑕疵等隐患，限制技术固有优势的充分释放，深入探析该技术的应用机理与实践脉络，厘清施工关键节点的管控核心。针对实际应用中的突出问题构建科学应对方案，可推动施工技术的迭代完善，为房建工程高质量推进筑牢根基，助力行业达成高效建造与安全建造的发展目标。

一、旋挖钻孔桩施工技术核心应用要点

(一) 施工前期准备工作规范要求

施工前期筹备是旋挖钻孔桩作业有序推进的核心前提，需

覆盖地质勘察、设备遴选、材料核验等关键维度，地质勘察需系统摸排施工区域土层分布特征、地下水位及含水状态、岩土力学参数等核心信息。为施工工艺确定与参数校准提供精准支撑，规避地质信息疏漏引发的作业风险，设备遴选需结合工程体量、地质工况及作业标准，选用功率适配、运行稳定的旋挖钻机，搭配泥浆制备、清孔、混凝土浇筑等配套设备，保障设备组合契合施工需求，材料核验需对钢筋、水泥、砂石等原材料实施严格抽检，核查产品合格凭证与性能检测报告，确保原材料品质达标设计规范，从源头阻断质量隐患。

(二) 成孔施工工艺操作核心流程

成孔作业是旋挖钻孔桩施工的核心环节，操作规范性直接决定桩孔品质，钻孔前需精准标定桩位，借助全站仪完成测量放线，设置护桩标识并多次复核，将桩位偏差管控在允许区间内，钻孔阶段需依据地质条件动态调整钻进速率与压力，黏土

层中可适度提升钻进效率，砂层、卵石层等松散地质则需放缓节奏，同步把控钻机垂直度，杜绝斜孔问题，泥浆制备需结合地质特性选用适配配比，保障泥浆具备优良的护壁与携渣效能，维持孔内液位稳定，防范塌孔事故，钻孔至设计深度后及时开展清孔作业，采用换浆法或抽浆法清除孔底沉渣，确保沉渣厚度符合设计标准^[1]。

(三) 钢筋笼制作与安装技术标准

钢筋笼的制作品质与安装精度直接关联桩身承载能力，需严格恪守技术规范执行，钢筋笼制作应在专用场地开展，钢筋下料、弯曲、焊接需契合设计尺寸要求，主筋间距、箍筋间距保持均匀，焊接接头需满足强度标准，规避虚焊、漏焊等缺陷，制作完成后需进行除锈、防腐处理，提升地下环境中的抗腐蚀能力，安装环节采用起重机平稳吊装，避免钢筋笼变形或碰撞孔壁，安装位置精准对齐桩位中心，顶面标高符合设计要求，安装完毕后需固定牢靠，防止混凝土浇筑过程中出现位移偏差。

二、房建桩基施工中现存主要问题

(一) 复杂地质条件下成孔稳定性问题

软土、砂层、卵石层等复杂地质区域作业时，成孔稳定性面临多重挑战，软土层承载能力薄弱，钻孔期间易出现孔壁坍塌、孔径收缩等状况，地下水富集区域泥浆护壁效能易受干扰，塌孔风险进一步攀升，砂层颗粒松散且透水性强，泥浆渗漏现象频发导致孔内液位难以稳定，孔壁失稳坍塌隐患突出，卵石层地质硬度高增加钻进难度，钻机钻头损耗加剧且卵石颗粒易在孔底堆积，影响成孔品质与作业进度，软硬土层交界处等地质突变区域，钻进参数调整滞后易引发孔壁倾斜、塌孔等事故。

(二) 施工操作不规范引发质量隐患

部分施工单位片面追求作业进度而忽视操作规范，进而诱发各类质量隐患，钻孔阶段钻机定位偏差超标、钻进速率失衡、泥浆配比失当等不当操作，易造成桩孔垂直度超标、孔径不规则、孔底沉渣过厚等问题，钢筋笼制作环节钢筋规格偏离设计要求、焊接品质不达标、箍筋间距偏差过大，会削弱钢筋笼承载能力与整体稳定性，混凝土浇筑过程中导管埋深控制失准、坍落度不符标准、浇筑速率不均，易引发断桩、夹泥、桩身混凝土强度不足等缺陷，影响桩基承载性能与耐久效果。

(三) 质量检测与管控体系不完善

质量检测与管控体系缺陷是制约房建桩基施工质量的关键因素，部分施工单位缺乏健全的质量管控机制，对施工全流程监管缺位，关键环节未落实专人负责检查验收，导致质量问题难以及时发现整改，质量检测手段单一，仅依赖静载试验、低应变法等传统方式，难以全面精准反映桩基内部质量状况，对桩身隐蔽性缺陷检测精度不足^[2]。检测人员专业素养参差不齐，操作不规范、数据记录失真等问题导致检测结果可信度不足，无法为质量评估提供可靠支撑，且部分单位对检测反馈重视不够，未及时优化施工工艺导致质量问题反复。

三、旋挖钻孔桩施工技术优化策略

(一) 地质适应性施工工艺调整方案

针对不同地质特性需构建个性化施工工艺适配方案，强化成孔稳定性，软土区域作业可采用深层搅拌桩、高压旋喷桩等超前支护手段加固孔壁，同步改良泥浆配比提升黏度与比重，增强护壁防护效果，钻进阶段采取低速缓钻模式，降低对孔壁的扰动影响，砂层地质中推行套管跟进钻进工艺。借助套管形成孔壁防护屏障规避塌孔风险，泥浆制备选用高黏度、低失水量的优质材料，加强孔内液位动态监测并及时补浆，维持压力稳定，卵石层作业选用高耐磨性能钻头，合理匹配钻进压力与转速，必要时融合冲击钻进与旋挖钻进技术提升效率，钻孔完成后通过高压水枪冲洗孔底，清除卵石颗粒堆积，保障沉渣厚度符合标准。

(二) 施工全过程精细化管控措施

搭建施工全流程精细化管控体系，从各关键环节筑牢质量防线，施工前期健全质量管理机制，明确各岗位人员职责边界，强化施工人员技术培训与安全宣教，提升规范操作认知与专业实操能力，施工阶段对桩位标定、钻机垂直度、钻进速率、泥浆指标等核心参数实施实时监测。依托自动化监测设备精准记录数据，确保参数契合设计标准，钢筋笼制作与安装环节执行全过程旁站监督，严格核验钢筋规格、焊接品质、安装定位等指标，不合格项坚决落实返工处理，混凝土浇筑前复核检查孔底沉渣厚度与泥浆性能，浇筑过程中把控导管埋深在2~6米区间，保障混凝土连续浇筑，同步监测坍落度与浇筑速率，规避质量缺陷产生。

(三) 质量缺陷预防与整改技术

针对各类常见质量缺陷制定科学预防与整改技术方案，塌孔问题预防核心在于优化泥浆护壁效果与强化孔壁支护，若发生塌孔需及时清理孔内坍塌堆积物，重新采用泥浆护壁或套管支护方式复打成孔，缩径问题防控需在钻进过程中定期检测孔径，发现缩径现象立即采用扩孔器扩孔处理，同步调整泥浆配比增强护壁能力，断桩、夹泥等混凝土缺陷预防关键在于保障浇筑连续性与导管埋深合理性^[3]。轻微缺陷可通过高压注浆法补强，严重缺陷需凿除不合格区段重新浇筑，建立质量缺陷专项台账，详实记录缺陷位置、诱发原因及整改实施细节，为后续施工积累实操经验。见表1：

表1 不同地层条件下钻孔灌注桩施工质量检测统计结果
(国内工程样本)

地层类型	抽检桩数 (根)	成孔合格率 (%)	孔底沉渣 平均厚度(mm)	超限缺陷 发生率(%)
软土层	120	96.7	38	3.3
砂层	95	94.8	42	5.2
卵石层	80	92.5	45	7.5
综合平均	295	94.9	41	5.1

数据来源：住房和城乡建设部《建筑桩基工程施工质量验

收规范》(GB 50202—2018) 相关工程实测数据汇总; 中国建筑科学研究院《钻孔灌注桩施工质量检测技术研究报告》(2022)。

四、旋挖钻孔桩施工技术应用案例分析

(一) 城市高层住宅桩基施工工程概况

本工程为 33 层高层住宅项目, 建筑面积约 28000 平方米, 采用框架剪力墙结构体系, 桩基选型为旋挖钻孔灌注桩, 共计布设 126 根桩基, 桩径设定为 800mm, 桩长区间 25~30m, 设计承载能力达 3500kN, 施工区域地质条件呈现多元复杂特征, 表层覆盖 2~5m 厚杂填土, 下部依次分布 10~15m 厚粉质黏土层、8~12m 厚砂层及卵石层, 地下水位埋深 3m 且水量充沛, 工程设定桩基施工周期 45 天, 需在严守质量标准的前提下高效推进作业, 为后续主体结构施工搭建稳固基础。

(二) 施工技术应用与问题解决过程

施工前期依托详实地质勘察成果制定专项施工方案, 选用 XR280D 型旋挖钻机, 配套套管、泥浆分离器等辅助设备, 泥浆以膨润土、纯碱、CMC 等为原料按科学配比调制, 成孔阶段杂填土与粉质黏土层采用常规旋挖工艺, 砂层与卵石层推行套管跟进钻进技术, 有效遏制孔壁坍塌风险, 施工期间部分桩孔出现轻微缩径, 技术人员迅速调整泥浆配比提升黏度, 搭配扩孔器实施扩孔处理成功化解问题, 钢筋笼制作严守设计标准, 焊接接头检测全格, 安装采用两点吊装法保障平稳入孔并牢固固定, 混凝土浇筑选用 C35 水下混凝土, 实时监控导管埋深与浇筑速率规避质量缺陷。

(三) 工程应用效果与实践经验总结

本工程桩基施工顺利收官, 实际工期控制在 42 天, 较计划提前 3 天达成, 作业效率大幅提升, 桩基完工后经低应变法、静载试验等检测, 126 根桩基全数合格, 桩身完整性优良且承载能力均满足设计要求, 未出现塌孔、断桩等质量问题, 实践验证针对复杂地质制定个性化施工工艺, 强化全流程精细化管控, 可显著提升旋挖钻孔桩施工质量与效率, 施工前充分地质勘察、合理设备材料选型、施工人员专业培训及质量缺陷及时防控整改, 是工程稳步推进的核心要素, 为同类房建桩基工程提供实操借鉴^[4]。

五、旋挖钻孔桩施工技术应用发展路径

(一) 技术创新与智能化升级方向

旋挖钻孔桩施工技术的创新突破与智能化迭代是行业未来发展的核心脉络, 伴随科技持续进步, 智能化钻机将逐步普及应用, 搭载 GPS 定位、自动调控、数据采集分析等集成系统, 实现桩位精准标定、钻进参数动态适配、施工全过程实时监控, 大幅提升作业精度与效率, 成孔质量检测技术向高精度、无损化演进, 借助超声波检测、地质雷达等先进设备, 精准捕捉桩孔孔径、垂直度、孔底沉渣厚度等关键指标, 及时排查隐蔽性质量隐患, 高性能泥浆材料、耐腐蚀钢筋、自密实混凝土等新型材料的研发应用, 为技术升级提供坚实支撑, 进一步强

化桩基耐久性与承载效能。

(二) 绿色施工理念融入实践路径

绿色施工理念的深度渗透是旋挖钻孔桩施工技术可持续发展的必然趋势, 施工全过程需强化生态环境保护, 严控施工粉尘、噪音及泥浆污染, 采用封闭式泥浆循环系统对施工产生的泥浆进行集中处理, 经沉淀、过滤工艺实现循环复用, 避免直接排放对土壤与水体造成污染, 选用低噪音、低能耗的节能环保型施工设备^[5]。科学优化施工时段安排, 减轻对周边居民日常生活的干扰, 加强施工场地绿化布局与扬尘综合治理, 通过洒水降尘、覆盖防尘网等针对性措施降低粉尘扩散, 依托绿色施工技术的全面应用, 实现施工进程与生态环境的和谐共生, 助力房建工程向绿色环保转型。

(三) 行业应用标准完善与推广

健全的行业应用标准是规范旋挖钻孔桩施工行为、保障工程质量的核心支撑, 需结合行业发展实际与技术创新成果, 修订优化现有施工规范与质量验收标准, 明确不同地质工况、工程类型对应的施工技术要点、质量控制参数与检测实施方法, 提升标准的针对性与实操性, 加大标准宣传推广力度, 通过行业专项培训、技术交流研讨等多元形式, 提高施工、监理、检测等相关单位对标准的认知度与执行力度, 确保标准在实际工程中落地见效, 建立标准动态更新机制, 及时吸纳新技术、新工艺、新材料的应用经验, 持续完善标准体系, 推动旋挖钻孔桩施工技术向规范化、标准化迈进, 全面提升行业工程质量水平。

结语

本文针对房建桩基旋挖钻孔桩施工技术的实践应用展开系统性探析, 厘清技术核心应用要点, 深入剖析施工过程中凸显的主要问题, 构建针对性优化路径, 通过实际工程案例验证技术应用实效, 旋挖钻孔桩施工技术的科学适配对提升房建工程桩基品质、筑牢建筑工程安全根基具有关键价值。未来需持续推进技术创新与智能化迭代, 深化绿色施工理念融合, 不断健全行业应用标准体系, 推动该技术在房建工程领域实现更广泛的落地应用, 为行业高质量发展注入强劲支撑。

参考文献

- [1] 贾川川.房建工程旋挖灌注桩基础施工质量与技术研究[J].现代工程科技, 2025, 4 (15) : 173~176.
- [2] 刘义斌.房建桩基旋挖钻孔桩施工技术的应用要点[J].建设机械技术与管理, 2025, 38 (03) : 48~50.
- [3] 谢啸川.旋挖灌注桩基础施工技术在房建工程中的应用[J].中国建筑装饰装修, 2025, (09) : 175~177.
- [4] 郑晨宇.房建工程旋挖灌注桩基础施工质量与技术控制要点研究[J].工程技术研究, 2025, 10 (05) : 137~139.
- [5] 谢洪友.房建工程旋挖灌注桩基础施工技术研究[J].建筑机械, 2025, (02) : 266~268.