

高层建筑深基坑支护施工技术与风险控制

邓永中

浙江东城建设管理有限公司重庆分公司 重庆 400000

【摘要】：本文以高层建筑深基坑为研究对象，针对长江中下游冲积平原复杂地质、敏感周边环境及承压水隐患，优化支护体系协同设计与围护工艺、开挖-支护协同作业、复杂工况动态管控三大关键技术，搭建覆盖风险辨识、过程管控、监测预警及应急处置的全链条风险控制框架。实践表明各项技术实操性强，基坑侧壁水平位移受控于规范允许区间，为施工安全筑牢基础，为同类工程提供有益借鉴。

【关键词】：深基坑支护；施工技术优化；风险控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.015

引言

高层建筑向高空与地下空间延伸，深基坑工程规模同步扩大，施工安全与质量直接影响项目推进效率。长江中下游冲积平原地质特殊，粉细砂层承压水、既有建筑及市政管线紧邻等因素，加剧深基坑支护难度与潜在风险。本文结合超高层深基坑工程实际，围绕支护技术优化与风险管控核心诉求，梳理关键技术实践路径与全流程风险控制手段，为同类复杂环境下深基坑施工提供技术参考。

1 高层建筑深基坑工程概况

高层建筑配套深基坑工程，开挖深度 18.5 米左右，平面形态呈规则矩形，周长 320 米上下，开挖面积约 6200 平方米，相关参数取自项目《岩土工程勘察报告》。场地处长江中下游冲积平原，地层从表层至深层依次分布杂填土、软塑状粉质黏土、中密粉细砂层及中风化泥岩，粉细砂层分布不均衡且含弱承压水，易诱发涌砂、管涌等问题^[1]。基坑北侧与既有市政主干道间距仅 8 米，西侧靠近建成不足五年的住宅小区，该小区建筑采用浅埋条形基础，相关距离数据来源于场地现状实测结果。基坑侧壁水平位移限定标准不超过 25 毫米，参考《深基坑支护专项设计文件》，控制精度要求严苛。深大开挖工况与复杂地质条件、敏感周边环境相互作用，对支护体系选型优化、施工工艺把控及全过程风险管控形成严格要求，构成制约项目安全推进的核心工程难题。

2 深基坑支护施工技术优化

2.1 支护体系协同设计与围护工艺优化

结合项目岩土工程勘察报告明确的地层条件与周边环境限制，完成支护体系多方案比选与协同设计，最终选定钻孔灌注桩+钢筋混凝土内支撑配合高压旋喷止水帷幕的支护形式，该方案已通过深基坑支护专项设计文件论证。设计阶段借助结构受力计算软件开展整体模型验算，全面考量土体侧压力、水

压力及地面附加荷载综合影响，验算严格遵循建筑基坑支护技术规程，对支护桩径、桩长、内支撑截面及布设间距实施精细化核算，桩身混凝土强度等级采用设计要求的 C35，桩位施工偏差严控在 50 毫米内。围护结构施工推行标准化工艺管控，旋挖钻机成孔时泥浆比重维持 1.15-1.20，清孔后孔底沉渣厚度不超过 50 毫米，各项工艺参数取自项目深基坑施工专项方案。

钢筋笼安装采用多层定位筋固定，避免吊装及混凝土浇筑时出现偏移，混凝土灌注采取连续施工模式，把控埋管深度与灌注速度，保障桩身密实，杜绝断桩、夹泥等缺陷。高压旋喷止水帷幕施工中精准把控注浆压力、提升速度及搭接宽度，注浆压力设定 0.8-1.2 兆帕，钻杆提升速度保持 15-20 厘米/分钟，旋喷桩直径与间距严格依照设计参数执行，形成完整封闭防渗结构，高效阻断粉细砂层承压水渗漏路径。支护桩施工完毕后，依据建筑基桩检测技术规范开展低应变完整性检测，抽检比例不低于 20%，通过设计优化、工艺管控与质量检测的多重保障，实现支护体系受力稳定性与防渗可靠性同步提升。见图 1

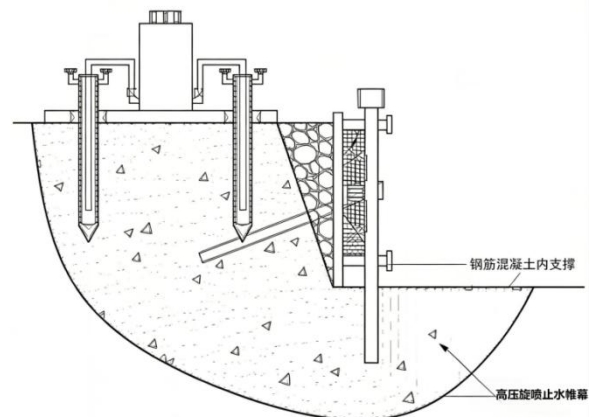


图 1 深基坑支护体系剖面图

2.2 基坑开挖-支护协同作业优化

围绕基坑安全与结构受力核心,制定分层分段、对称均衡的开挖与支护协同作业方案,开挖分层厚度1.5米,单次开挖分段长度不超过20米,参数取自项目施工组织设计。现场根据基坑深度与作业空间搭配长臂挖掘机与小型液压挖掘机作业,靠近支护桩侧预留20-30厘米薄层土体由人工修整,避免机械直接接触桩体造成结构损伤,同时防止基底土体受到扰动。施工中严格遵循开挖一层、支护一层原则,内支撑安装、预应力施加与土方开挖同步开展,支撑安装轴线偏差控制在规范允许区间,预应力采用分级施加方式,每级施加后静置观测应力稳定状态,待支撑体系安装到位并完成预应力锁定,再开展下一层土方开挖,严禁超挖及基坑无支撑长时间暴露。

基坑周边2米范围内划定禁载区域,禁止堆放土方、建材及施工机械,合理规划土方运输路线,限定车辆行驶速度,降低车辆通行对基坑侧壁的振动影响。现场安排专职协调人员负责工序衔接,实时调配机械与人力配置,基坑开挖至设计标高后及时浇筑混凝土垫层,缩短基底暴露时间。优化工序衔接节奏,压缩基坑暴露时长,协调土方开挖、运输、支护施工各环节作业效率,形成流水化协同作业模式,从施工组织层面规避开挖时序混乱、支护跟进不及时引发的侧壁变形、土体失稳等风险,保障基坑施工全过程有序推进^[2]。

2.3 复杂工况施工动态管控模型

围绕基坑工程监测技术规范搭建全要素动态管控模型,打造覆盖支护桩水平位移、周边地表沉降、建构筑物倾斜、承压水水位的自动化监测体系,划定分级预警阈值,达成24小时不间断数据采集与传输。考虑场地粉细砂层含承压水的复杂地质特征,提前布置专用降水井与水位观测井,实时追踪水位变化,水位波动超出控制阈值时即刻启动分级降水调控,防范管涌、涌砂等地质风险。雨季施工期间完善基坑内外排水系统,基坑顶部设置截水沟,坑底铺设集水井与抽排水设备,及时排净积水避免土体软化导致承载力下降。施工中遭遇地质异常或监测数据突变,立刻暂停开挖作业,复核支护参数并采取局部加固、放缓开挖节奏等调整手段。

监测数据执行每日分析与每周汇总制度,快速形成监测报

告反馈至各参建单位,触发预警后立即启动对应处置流程。项目构建施工信息化管控平台,将监测数据、施工进度、现场工况同步上传云端,实现多方实时查看与协同处置。针对极端天气与不良地质叠加的复杂工况,提前编制专项应对方案,储备充足应急材料与设备,以实时监测数据为调控依据,联动施工工艺、应急处置、工序调整等管控措施,形成感知、分析、处置、反馈的闭环动态管控机制,适配不良地质、极端天气等复杂工况变化,实现深基坑施工全过程精准管控与风险预控。

3 深基坑支护施工全链条风险控制体系

结合项目岩土工程勘察报告与深基坑支护专项设计文件,搭建覆盖风险辨识、过程管控、监测预警及应急处置的全链条风险控制框架。全面梳理承压水渗漏、支护结构变形、周边建构筑物沉降等核心风险点,建立分级管控台账,明确各环节管控责任与执行标准。施工阶段严格落实关键工序旁站验收制度,支护成型质量与支撑受力检测均按规范实施,关键工序验收合格率达100%。参照基坑工程监测技术规范设定位移及水位预警阈值,构建自动化实时监测系统,实现数据不间断采集与异常快速上报。现场备齐加固、排水、堵漏等应急物资,定期组织专项应急演练,形成预警、响应、处置、反馈的闭环管理机制。通过全流程节点把控与动态风险防控,从源头规避安全隐患,保障基坑施工与周边环境整体安全^[3]。

4 结语

本文聚焦高层建筑深基坑支护施工技术与风险控制研究,通过支护体系协同设计与工艺优化、开挖-支护协同作业管控及复杂工况动态调控,搭配全链条风险控制体系构建,有效破解复杂地质与敏感周边环境下的深基坑施工难题。工程实践证明所采用技术措施与风险管控方案科学可行,成功保障施工全过程安全,基坑变形及周边环境影响均符合设计与规范要求,为后续同类深基坑工程施工技术优化与风险防控提供有益借鉴。研究还结合数字化监测手段,实现基坑支护结构受力、周边地层位移的实时预警与动态调整,大幅提升施工管控的精准度。同时整合岩土工程勘察、支护施工与现场管理全流程经验,形成标准化技术方案,为高层建筑深基坑工程的安全高效施工提供了可复制、可推广的实践范式,助力行业施工技术升级与风险防控能力提升。

参考文献:

- [1] 李自江.复杂地质条件下深基坑支护体系优化设计与施工技术改进[J].四川水泥,2025(3):161-162171.
- [2] 赵言.建筑工程中深基坑支护施工技术及风险控制分析[J].智能城市应用,2025,8(8):41-43.
- [3] 白树标,黄震.建筑工程中深基坑支护施工技术的优化与实践研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(4):112-117.