

建筑深基坑工程管理措施分析设计

朱保库

山东省路桥集团有限公司

【摘 要】深基坑工程施工过程中存在诸多不确定性因素，通过对某建筑深基坑工程实例进行深入研究发现，支护结构选型与地质条件匹配度、降水方案合理性、监测数据分析、施工工序衔接等方面直接影响着工程进度，在实际施工过程中充分体现出支护结构所发挥的重要作用。针对实际施工中遇到的技术难点，采用有限元分析方法对支护结构受力特性进行模拟计算并深入研究，结合现场监测数据验证支护结构设计合理性，通过优化降水井布置来调整降水参数确保基坑开挖过程中地下水位始终满足设计要求，同时运用信息化手段实现监测数据实时采集，建立完善的预警机制，为施工过程持续提供有力的数据支持，最终确保深基坑工程得以顺利实施。

【关键词】深基坑工程；支护结构；降水方案设计；监测预警

引言

随着城市建设用地日益紧张，地下空间开发需求持续增长，深基坑工程施工规模不断扩大，而深基坑工程涉及支护、降水、土方开挖等多个专业领域，具有较高的技术要求及复杂的施工工序，在深基坑开挖过程中支护结构受力状态会随着开挖深度变化而发生改变，若地下水控制不当则可能引发涌水涌砂等严重问题。因此需要通过科学的技术手段和完善的控制措施，确保施工过程中各项指标始终处于可控范围内，基于某深基坑工程实例，对支护结构优化、降水方案调整、监测数据分析等方面进行深入研究与探讨，从而为同类工程提供有益的参考与借鉴。

一、深基坑工程特点分析

深基坑工程地质环境存在着极高的复杂性，基坑开挖深度较大，周边建筑物分布密集，施工工序繁多，施工过程中存在诸多不确定因素，而在地质条件方面，岩土层分布呈现不均匀状态，地下水位变化显著，软土地层承载力低下，容易产生较大变形。由于基坑

开挖深度通常超过 10m，支护结构所承受的侧向土压力较大，结构受力呈现复杂状态，同时周边环境约束条件严格，建筑物荷载对基坑变形产生持续影响，地下管线分布复杂，对施工工序和施工方法提出更为严格的要求，在开挖过程中土体应力发生重分布，支护结构位移和地表沉降随开挖深度增加而不断变化，支护结构与土体之间相互作用关系复杂，需要采用数值模拟方法进行深入的预测分析^[1]。

二、支护结构体系设计研究

（一）支护结构设计优化

通过有限元分析方法对支护结构进行受力计算建立三维数值模型，模拟基坑开挖过程中土体应力应变特征，采用 Mohr-Coulomb 本构模型描述土体力学性质，支护结构采用弹性板单元，土钉、锚杆等加固构件则采用杆单元进行模拟，计算结果充分表明，当基坑开挖至设计深度时，支护结构最大水平位移出现在开挖面以下 3m 处，位移值达到 28.6mm，最大弯矩值达到 186kN·m/m。针对这些计算结果，对

作者简介：朱保库（1989.1-），男，汉族，山东菏泽单县人，本科，副高，研究方向：建筑工程。

支护结构截面尺寸进行优化调整,将桩径由 800mm 调整至 1000mm,桩距由 1.2m 调整至 1.0m,通过增加支护结构刚度来有效控制基坑变形,同时在支护结构顶部设置冠梁并增设两道混凝土支撑从而改善支护结构整体性能。

(二) 施工工序控制要点

基坑开挖施工应当严格按照分层分段的原则进行,每层开挖深度始终控制在 2m 以内并严格遵循由上至下、由外向内的顺序开挖,以避免超挖和扰动原状土的情况发生,在钻孔灌注桩施工过程中采用全套管钻进工艺,护筒埋深应当保持不小于 2m,当钢筋笼安装就位后应当立即进行混凝土浇筑作业。在土钉及预应力锚杆施工过程中钻孔角度和深度应当始终符合设计要求,注浆压力应当严格控制在 0.5—1.0MPa 范围内,在混凝土支撑施工过程中应当在支撑两端预留沉降补偿空间,采用高标号混凝土进行浇筑,确保支撑与围护结构形成可靠连接。当冠梁施工完成后,在进行基坑开挖之前,应当对周边地下管线进行全面探查定位,合理布置降水井,确保排水系统能够正常运行并且在每完成一道支撑安装后,进行下一层土方开挖之前,应当对已完成支护结构进行全面检查验收^[2]。

三、基坑降水系统设计

(一) 降水方案制定

水文地质勘察资料充分显示,场地地下水位埋深达到 4.5m,含水层主要由粉细砂层构成,渗透系数数值为 25m/d,通过采用井点降水方案来进行基坑降水作业,降水井布置采用环形布置方式,在基坑周边按照 6m 间隔进行深井布置,井深需要控制在基坑开挖面以下 3m 位置,单井出水量则严格控制在 80m³/h 范围内。降水井钻孔直径设置为 600mm 并下入 273mm 滤水管,滤水管四周设置反滤层,由内至外依次采用粒径 2~5mm 砾石和粒径 0.5~2mm 砂石进行填充,在井管底部设置长度为 2m 的沉淀段并通过封底焊接工艺进行处理,抽水设备选用额定流量 100m³/h、扬程 35m 的潜水泵,水泵出水管采用 DN150 钢管。降水井施工采用反循环钻进工艺,在钻进过程中持续清除孔底沉渣确保成井质量达到要求,地下水排放系统由排水主管和支管共同组成,排水管线采用螺旋焊接钢管,管径规格为 DN200,沿基坑周边敷设环形集水管网并接入市政排水系统^[3]。

(二) 降水效果分析

通过自动化监测系统对降水过程进行全程跟踪监测,在基坑周边布设观测井并实时采集水位数据。经监测发现,降水开始后 5 天内,基坑周边地下水位呈现快速下降趋势,水位降深达到 8.6m,降水井单井出水量始终稳定在 65m³/h 左右。通过对监测数据深入分析发现,基坑外侧 20m 范围内已经形成降水漏斗,降水影响范围始终控制在 35m 以内,而水位降深曲线呈现出典型的对数函数特征,在降水 10 天后,水位逐渐趋于稳定状态,在土方开挖过程中,降水设备保持 24 小时连续运转状态,水泵出水管压力始终维持在 0.25MPa,集水管网运行状况良好。降水井抽出的地下水经过沉淀池处理后方可排放,水质监测各项指标均符合排放标准要求,通过合理控制降水参数,基坑开挖面以下 2m 范围内未出现明显承压水,承压水头降至设计要求以下,有效防止涌水涌砂现象发生,从而确保基坑开挖施工得以顺利进行。

四、监测系统布置方案

(一) 监测点布置原则

基于基坑工程特点和变形控制要求,对支护结构及周边环境实施全面监测,在支护桩顶部,按照每隔 10m 的间距布设水平位移监测点,监测点通过埋设镀锌钢管并使其高出地面 0.5m 来实现。在支护结构深度方向,按照每隔 3m 的间距布设测斜管,采用直径 70mm 硬质 PVC 管并使测斜管底部深入持力层 2m,在立柱墙后缘地表,按照每隔 8m 的间距布设沉降观测点,观测点范围需延伸至开挖影响区以外位置,而周边建筑物则在转角及沿墙身每隔 15m 处布设沉降观测点,观测点采用不锈钢标志并设置相应保护装置。支撑轴力监测点布置在支撑跨中位置,采用振弦式应变计进行监测,每道支撑设置不少于 3 个测点,土压力监测点则布置在开挖影响较大区域,土压力计埋设深度应当与理论滑裂面位置相对应,水位观测井沿基坑周边每隔 20m 布设,井深应超过基坑开挖面 5m,同时监测点布设位置应当避开施工机械通道以确保监测设备稳定性和数据采集可靠性^[4]。

(二) 监测频率确定

根据基坑开挖施工进度和支护结构变形特征制定科学的监测频率,在基坑开挖前期阶段,按照 12 小时间隔每天测量 2 次水平位移和沉降数据。在土方开挖过程中,每 4 小时对支护结构位移进行一次监测,每 6 小时对周边建筑物沉降情况进行一次监测,

支撑轴力和土压力则在每天上午 8 时、14 时和 20 时分别进行监测, 共计 3 次, 在降水过程中需要每 2 小时记录一次水位数据。当监测数据出现异常波动时, 应及时加密监测频率, 必要时转为连续监测模式。待基坑开挖至设计标高后, 监测频率可适当降低但不应少于每天 1 次, 当监测数据趋于稳定且连续 7 天变化量小于 2mm 时, 可将频率调整为每周 2 次, 而在地下室结构施工期间, 仍需保持每天 1 次的监测频率, 直至地下结构施工全部完成。

(三) 监测数据分析方法

采用数理统计方法对监测数据进行系统分析处理, 通过数据曲线拟合, 充分反映变形发展规律, 支护结构水平位移数据采用多项式回归分析方法, 建立位移—时间预测模型, 来预测后期变形趋势。沉降监测数据通过指数函数拟合方式, 计算沉降速率和加速度, 从而评估变形稳定性, 支撑轴力数据需结合温度监测值进行修正, 剔除温度应力影响, 土压力数据通过傅里叶变换方法滤除干扰信号, 提取有效数据, 观测数据采用最小二乘法平差计算, 来评定监测精度。通过采用灰色预测模型对监测数据进行预警分析并建立预警指标体系, 同时通过监测数据对比分析来验证支护结构设计参数合理性, 为施工过程持续提供数据支持, 利用神经网络算法建立变形预测模型, 实现对基坑变形进行动态预测, 从而为施工工序调整提供科学依据。

五、施工过程控制措施设计

(一) 工序衔接优化

基坑支护结构施工与降水工程始终保持紧密配合, 当降水井施工完成并进行试抽水后, 待水位降至设计标高, 方可开始土方开挖作业, 围护桩施工采用三班倒作业制度, 来确保混凝土浇筑的连续性, 而土方开挖与支撑系统施工则采取交叉进行的方式, 并通过支撑预制与现浇相结合的方式缩短施工工期。降水设备检修与备用水泵切换实行无缝对接运行机制, 从而有效避免地下水位反弹现象, 测斜管理设则与支护桩施工同步开展, 为实时监测工作创造了有利条件, 在冠梁施工过程中预留排水管道位置, 以减少后期凿除工作量, 支撑系统采用分段预制拼装工艺来提高施工效率, 基坑排水沟与集水井同步施工, 以做好排水系统的整体衔接^[5]。

(二) 环境因素应对

针对降雨天气情况, 在基坑周边设置截水沟,

并采用防水布覆盖裸露坡面, 来加强基坑排水能力。需要在雨季来临前对排水设施进行全面检查维护, 以确保排水系统始终保持通畅状态, 当遇到强降雨天气时, 应及时增加水泵抽排数量并持续加大巡查力度, 而在暴雨天气条件下, 需立即停止土方开挖作业并采取临时支护加固等防护措施。

针对高温天气状况, 混凝土浇筑工作宜在夜间进行并采取相应遮阳降温措施来保证施工质量, 而在寒冷天气条件下, 则需对混凝土养护采取全面的保温措施以有效避免冻害现象发生, 同时针对大风天气情况, 应当加强测量设备防护工作并采取多种措施来减少扬尘污染, 在做好临时用电设施防雨防潮工作的基础上确保监测设备始终能够保持正常运行状态。

在极端天气预测时, 应当提前调整施工进度计划并合理安排工序穿插, 通过增设临时排水沟和集水井来加强排水能力, 同时配备充足数量的应急物资和设备, 制定科学可行的应急预案, 从而确保整个施工过程能够持续平稳进行。

六、结语

通过对深基坑工程各个环节进行深入分析研究, 采用有限元计算方法对支护结构进行优化设计并确定合理施工工序, 结合水文地质条件制定科学降水方案, 通过调整降水井间距和抽水参数来有效控制地下水位。通过建立完善的监测体系, 实现对支护结构位移、周边建筑物沉降等关键指标的动态监控, 在施工过程中始终严格按照设计要求和规范标准执行, 确保各道工序之间形成有效衔接, 从而实现深基坑工程平稳推进, 同时针对可能出现的不利天气等环境因素, 制定相应的应对措施, 为工程实施提供可靠保障。

参考文献:

- [1] 王磊. 深基坑支护施工技术在建筑工程管理中的应用原则与技术分析[J]. 居舍, 2022(02):76-78.
- [2] 王雪婧. 建筑深基坑工程管理措施分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(04):112-113.
- [3] 苏丽. 建筑深基坑工程管理措施分析[J]. 江西建材, 2020(12):155-156.
- [4] 倪艳君, 赵亮. 建筑深基坑工程管理措施[J]. 价值工程, 2020, 39(27):82-83.
- [5] 张国发. 浅议建筑工程管理中的风险管理[J]. 价值工程, 2020, 39(19):13-14.