

深基坑工程岩土工程勘察要点分析

章子初 张 通

核工业金华勘测设计院有限公司 浙江 金华 321017

摘要: 深基坑工程岩土工程勘察需聚焦地质、水文、环境条件及勘察技术。前期准备需明确基坑参数与周边环境; 地质调查需划分地层结构、测试物理力学性质; 水文分析要确定地下水类型、预测涌水量; 环境调查需评估周边建构物与管线影响。勘察技术涵盖钻探取样、原位测试及室内试验, 需科学布孔并精准选取参数。成果应用于支护设计、降水优化及施工监测, 以保障基坑安全与施工效益。

关键词: 深基坑工程; 岩土工程; 勘察要点

引言: 在城市建设不断向纵深发展的当下, 深基坑工程日益增多, 其施工安全备受关注。岩土工程勘察作为深基坑工程的前期关键步骤, 对于精准掌握场地地质条件、水文状况及周边环境意义重大。准确全面的勘察成果, 能为后续的基坑支护设计、降水方案制定以及施工风险防控提供可靠依据。本文将深入剖析深基坑工程岩土工程勘察的要点, 助力提升工程勘察质量与施工安全性。

1 深基坑工程岩土工程勘察的核心内容

1.1 勘察前期准备

(1) 工程概况分析需全面梳理基坑核心参数, 明确基坑开挖深度、周长、面积等规模指标, 同时排查周边50米范围内建构物分布、地下空间利用现状, 评估施工场地平整度、材料运输通道及临时设施布置条件, 为后续勘察方案制定提供基础依据。(2) 勘察任务书编制需结合地勘相关技术要求, 明确勘察范围(通常为基坑外围2-3倍开挖深度)、勘探点间距(一般15-30米), 并确定岩土参数测试精度要求, 如抗剪强度指标试验误差需控制在5%以内。

1.2 地质条件调查

(1) 地形地貌调查需结合卫星遥感与现场测绘, 标注地表坡度、沟壑分布; 地层结构勘察采用钻孔取样(每3-5米取土样)、标准贯入试验(SPT)等原位测试手段, 辅以地质雷达探测地下空洞, 清晰划分黏土层、砂层、岩层等分层界限。(2) 岩土物理力学性质测试需在实验室完成, 测定土的天然密度、含水率, 重点获取抗剪强度(内摩擦角、黏聚力)、压缩模量等参数, 为基坑支护结构设计提供力学依据; 同时测试岩土渗透性, 判断地下水渗透能力。(3) 不良地质作用调查需重点排查软土分布区域(评估沉降风险)、岩溶发育区(预防坍塌)、断层破碎带, 监测地下水异常现象(如局部高水位区), 并分析

其对基坑稳定性的潜在威胁^[1]。

1.3 水文地质条件分析

(1) 通过钻孔水位观测, 确定地下水类型(潜水、承压水), 绘制水位等值线图, 记录季节性水位变化幅度(如丰水期与枯水期差值), 明确地下水补给与排泄路径。(2) 采用抽水试验测定岩土渗透系数, 结合基坑开挖深度, 预测施工期间坑壁涌水量; 确定抗浮设计水位, 为地下室抗浮结构设计提供关键参数。(3) 分析水文地质条件对基坑的影响, 评估承压水导致坑底突涌的风险、砂土液化引发的管涌现象, 以及流砂对基坑开挖的阻碍作用, 提出针对性防控建议。

1.4 环境条件调查

(1) 调查周边建构物(如住宅、办公楼)的基础形式(条形基础、桩基础)、埋深, 采用全站仪等设备检测结构沉降敏感点, 结合岩土参数评估基坑施工对周边建筑的变形影响范围, 明确保护等级(2) 通过管线探测仪与查阅市政资料, 明确地下管线分布(燃气、电力、通信、给排水管道), 标注管线材质、直径、埋深及走向, 避免施工破坏管线。(3) 调查周边道路车流量、重型车辆通行频率, 分析交通荷载与振动对基坑支护结构的影响, 确定施工期动态监测需求(如位移监测、沉降监测), 制定监测频率与预警阈值。

2 深基坑工程岩土工程勘察技术要点

2.1 勘察方法选择

(1) 钻探与取样技术需根据地层特性适配: 标准贯入试验适用于砂土、粉土层, 通过锤击数判断土层密实度(如锤击数 $N \geq 30$ 为密实砂土); 静力触探无需取土, 可连续获取土层阻力数据, 快速划分黏性土、砂层界限; 十字板剪切试验针对软黏土, 能原位测定不排水抗剪强度, 避免土样扰动影响结果。取样时需结合土层硬度针对性选用取土器具: 软土、可塑黏性土等采用薄壁取土器(壁

厚1-2mm), 保证土样质量(扰动度等级I-II级); 对于硬塑或坚硬土层, 需选用厚壁敞口取土器或三重管取土器, 搭配冲击或回转钻进方式取样, 确保土样完整性, 满足室内试验需求。(2) 原位测试技术可补充钻探不足: 旁压试验通过向孔壁施加压力, 获取岩土横向变形参数, 适用于黏性土、砂土; 扁铲侧胀试验能精准测定土层侧限压缩模量, 为支护结构变形计算提供依据; 波速测试利用弹性波传播速度, 评估岩土体完整性与刚度, 预判地震作用下的稳定性^[2]。(3) 室内试验技术需针对性开展: 三轴剪切试验模拟基坑实际应力状态, 测定岩土抗剪强度; 固结试验分析土的压缩特性, 计算沉降量; 渗透试验通过测定渗流量, 确定渗透系数, 为降水方案设计提供关键参数。试验需严格控制温度、湿度, 确保数据可靠性。

2.2 勘察布孔原则

(1) 布孔间距与深度需结合基坑等级、地层复杂性及前期勘察任务书框架确定: 一级基坑勘探点间距宜控制在15m以内, 二级基坑宜控制在15-20m, 三级基坑可按20-30m布置, 同时均应根据地层复杂性(如存在软土、断层破碎带等不良地质)适当加密, 确保与前期任务书“15-30米”的基础间距要求衔接一致。勘察孔深度需穿透基坑开挖影响深度(一般为开挖深度的1.5-2倍), 若下部存在承压水层, 需延伸至承压水层顶板以下5-10m, 确保查明承压水分布及赋存特征, 为后续抗突涌设计提供完整地质依据。(2) 重点区域需加密勘察: 支护结构转折处(如基坑阳角、阴角)因受力复杂, 需增设2-3个勘察孔, 孔间距缩小至5-8m; 邻近建构筑物区域(距离基坑边缘 $\leq 5\text{m}$)需按10m间距布孔, 同时增加取土样数量, 详细查明建筑物基础下方地层分布, 评估基坑施工对建筑物的影响程度。

2.3 参数选取与评价

(1) 岩土参数统计需遵循科学方法: 首先采用Grubbs法或Dixon法剔除异常值(剔除率一般 $\leq 5\%$), 再按地层层统计参数平均值、标准差与变异系数; 对黏性土的黏聚力、内摩擦角等参数, 需结合地区经验进行修正, 如软土地区黏聚力需乘以0.8-0.9的经验系数, 确保参数符合实际工程条件。(2) 抗剪强度指标选取需匹配工程场景: 基坑开挖初期(短期稳定性)宜选用直剪快剪或三轴不排水剪指标, 反映土体不排水抗剪能力; 基坑开挖后期(长期稳定性)需采用固结快剪或三轴固结不排水剪指标, 考虑土体排水固结后的强度变化; 对高灵敏度软土, 需选用三轴不排水剪指标, 避免直剪试验扰动导致强度失真^[3]。(3) 渗透系数与涌水量计算需双重验证: 首先根据室内渗透试验结果, 结合达西定律($Q = kA\Delta h/L$)

计算渗透系数; 再通过现场抽水试验验证, 调整渗透系数取值(一般现场值为室内值的1.2-1.5倍); 涌水量计算采用大井法或数值模拟法(如FLAC3D、GeoStudio), 数值模拟需考虑地层非均质性与地下水补给条件, 确保计算结果误差 $\leq 10\%$ 。

2.4 特殊地质条件应对

(1) 软土地区勘察需重点关注土的特殊性质: 针对软土高压缩性, 需增加固结试验分级加荷级数(每级加荷时间 $\geq 24\text{h}$), 测定压缩指数与回弹指数; 针对低强度特性, 需加密十字板剪切试验点(每2-3m测试一次), 获取原位抗剪强度沿深度的变化规律; 针对蠕变性, 需开展长期蠕变试验(试验时间 $\geq 30\text{d}$), 确定蠕变系数, 为基坑变形预测提供依据。(2) 岩溶地区勘察需全面评价溶洞发育情况: 采用地质雷达与钻探结合的方式, 探明溶洞分布、大小与充填物性质(如黏土充填、砂卵石充填); 对溶洞顶板稳定性, 需通过计算顶板厚度与跨度比(安全比值 ≥ 2.5)评价, 同时采用声波测试检测顶板岩体完整性(完整性系数 ≥ 0.6 为稳定); 若溶洞位于基坑开挖范围内, 需增设勘察孔查明溶洞连通性, 评估突水突泥风险。(3) 砂土液化评价需分两步进行: 首先通过标准贯入试验, 计算液化判别指数(IIE), 当 $IIE < 0$ 时为不液化, $0 \leq IIE < 10$ 为轻微液化, $10 \leq IIE < 20$ 为中等液化, $IIE \geq 20$ 为严重液化; 再结合液化等级划分, 提出应对措施, 如轻微液化区采用振冲碎石桩处理, 中等及严重液化区需采用水泥土搅拌桩或高压喷射注浆加固, 同时加强基坑降水与排水措施^[4]。

3 深基坑工程岩土工程勘察成果应用与风险控制

3.1 勘察成果在支护设计中的应用

(1) 土压力计算参数选取需结合勘察数据精准确定: 主动土压力系数与被动土压力系数需依据岩土抗剪强度指标(内摩擦角、黏聚力)计算, 砂土地区优先采用水土分算模式, 通过渗透系数区分水压力与土压力; 黏性土地区若渗透系数较小($< 10^{-6}\text{cm/s}$), 可采用水土合算模式, 减少计算误差。参数选取需参考勘察报告中的分层统计结果, 避免单一值导致设计偏差。(2) 支护结构选型需以勘察成果为核心依据: 若勘察揭示地层以黏性土为主、开挖深度 $< 10\text{m}$, 可选用排桩支护, 成本较低且施工便捷; 若存在承压水层或基坑周边环境复杂(邻近重要建筑), 宜采用地下连续墙, 其止水效果好、刚度大; 砂土层或软土地区可选用SMW工法桩, 兼具支护与止水功能, 减少对周边地层扰动。

3.2 降水设计优化

(1) 降水方案比选需结合水文地质勘察数据: 管井降

水适用于渗透系数较大 ($> 10^{-3}\text{cm/s}$) 的砂层、卵石层, 降水深度可达15m以上; 轻型井点适用于黏性土、粉土层, 渗透系数较小 ($10^{-6}\text{-}10^{-3}\text{cm/s}$) 且降水深度 $< 6\text{m}$ 的场景; 喷射井点适用于降水深度6-20m的粉砂、细砂层, 需根据勘察确定的渗透系数、地下水位埋深选择最优方案。(2) 降水对周边环境的影响需提前预测与控制: 依据勘察获取的土层压缩性参数, 通过分层总和法预测地面沉降量; 若周边存在敏感建筑物, 需设置回灌井, 将沉降量控制在规范允许范围 (一般 $\leq 30\text{mm}$), 同时监测地下水位变化, 避免过度降水引发地层变形^[5]。

3.3 施工监测与动态反馈

(1) 监测项目设置需覆盖关键风险点: 支护结构变形监测包括顶部水平位移 (监测频率1-2次/天)、深层水平位移 (通过测斜管测量); 地下水位监测需布设水位观

测井, 记录降水前后水位变化; 周边建筑物沉降监测需在基础周边设置观测点, 重点关注沉降速率与累计沉降量。(2) 监测数据与勘察成果需对比分析: 将监测获取的支护结构变形值与勘察参数计算的理论值对比, 验证抗剪强度、弹性模量等参数的合理性; 若监测数据超出预警值, 需结合勘察报告调整施工参数, 如放缓开挖速度、优化降水方案, 确保基坑施工安全。

3.4 风险评估与应急预案

(1) 常见风险类型需基于勘察成果识别: 坍塌风险多与不良地质 (如岩溶、断层) 相关; 涌水风险源于承压水层未有效隔离, 需结合勘察揭示的水文地质条件判断; 周边建筑物损坏风险与地层沉降相关, 需依据勘察获取的压缩性参数评估。(2) 风险等级划分与应对措施需明确分级标准, 具体如下表所示:

风险等级	判定依据 (基于勘察与监测数据)	应对措施
一级 (低风险)	地层稳定, 监测数据无异常, 无不良地质	常规巡查, 每周1次监测
二级 (中风险)	存在轻微软土, 沉降速率 $< 2\text{mm/d}$	加密监测至2次/天, 准备应急物资
三级 (高风险)	有岩溶/断层, 沉降速率 $\geq 3\text{mm/d}$	停止施工, 启动回灌系统, 调用抢险队伍

应急资源调配需提前规划, 储备沙袋、抽水设备、注浆材料等, 确保高风险情况发生时快速响应。

结束语

深基坑工程岩土工程勘察是保障工程安全与经济性的基石。通过系统开展地质条件调查、水文地质分析、环境条件评估及勘察技术创新, 可精准揭示场地特征, 为支护设计、降水优化和施工监测提供可靠依据。未来, 随着勘察技术智能化与精细化发展, 需进一步强化多源数据融合与动态反馈机制, 提升风险预控能力。唯有持续优化勘察流程、严控成果质量, 方能为深基坑工程的高质量建设筑牢安全屏障。

参考文献

- [1] 卢俊文, 吴硕文. 探讨岩土工程勘察中常见的问题及改进措施[J]. 科技与创新, 2020(3): 89-90.
- [2] 苗壮. 岩土工程勘察中深基坑支护技术的关键点分析[J]. 中国金属通报, 2020(03): 244-246.
- [3] 李江波. 岩土工程勘察对基坑支护施工的影响研究[J]. 工程与建设, 2020, 34(01): 98-99.
- [4] 聂金武. 基坑工程岩土工程勘察的重点探析[J]. 世界有色金属, 2020(20): 267-269.
- [5] 施春辉. 浅谈岩土工程中深基坑支护的技术措施[J]. 世界有色金属, 2021(03): 221-222.