

水文地质环境影响下岩土工程勘察实践探讨

罗岳惠

西藏承安工程勘测有限公司 湖南 岳阳 850000

【摘要】：水文地质环境是制约岩土工程勘察精度、影响工程地基与边坡稳定性评价的核心要素，地下水渗流、水位动态波动、水岩化学作用极易引发土体软化、强度衰减、地层变形等工程病害。当前岩土工程勘察普遍存在水文地质调查深度不足、动态监测缺失、水岩耦合分析薄弱等问题，导致勘察成果与工程实际工况偏差较大。本文结合岩土工程勘察规范与现场实践，系统分析水文地质环境对土体力学性能、地层结构及勘察评价结果的影响机制，梳理现阶段勘察工作的常见短板，针对性提出水文地质专项勘察优化方法、动态监测方案与数据校正策略。依托沿江软土地带工程实践验证，优化后的勘察体系可有效提升参数准确性与评价可靠性，规避水文地质诱发的工程隐患，可为复杂水文条件下岩土工程勘察设计、施工运维提供标准化实践参考。

【关键词】：水文地质环境；岩土工程勘察；勘察优化

DOI:10.12417/2811-0536.26.09.061

引言

随着城乡基建、市政工程、工业场地开发建设规模持续扩大，工程场地水文地质条件日趋复杂，地下水动态变化、水岩相互作用、水文环境扰动等因素，直接改变岩土体物理力学特性，对岩土工程勘察成果的真实性、精准性产生决定性影响^[1]。精准开展水文地质专项勘察、量化水环境对岩土体的劣化效应，是保障工程地基设计、边坡支护、灾害防控科学合理的前提基础。

现阶段国内岩土工程勘察工作仍存在明显短板：多数勘察项目侧重岩土体取样与静力参数测试，弱化水文地质全周期调查，仅开展单次水位检测，忽略丰枯水期水位往复波动的影响^[2]；其次，勘察评价多割裂水岩耦合作用，未考虑地下水渗流、化学侵蚀对土体强度的弱化效应，参数取值偏于乐观^[3]；同时，缺少适配富水、软土、临江等复杂场地的水文勘察标准化流程，极易导致后期地基沉降、边坡失稳等病害问题，严重威胁工程服役安全。

基于上述行业痛点，本文系统探究水文地质环境对岩土勘察的作用机理，总结现场勘察实践问题，提出成套优化技术措施并结合工程实例验证效果。本次研究可完善复杂水文条件下岩土工程勘察技术体系，提升勘察成果质量，对降低工程地质风险、节约建设投资、保障工程长期稳定运行具备重要的工程实践价值与理论指导意义。

1 水文地质环境对岩土工程勘察的作用机制

1.1 地下水动态对土体力学性能的影响

地下水是改变岩土体工程特性的核心水文要素，水位周期性升降会引发土体干湿循环作用，持续破坏

土体颗粒胶结结构，降低黏性土黏聚力与内摩擦角，增大土体压缩性^[4]。对于软土、粉土等低强度地层，地下水饱和浸泡会使土体由可塑状态转为流塑状态，承载力大幅衰减，若勘察未考虑饱和工况参数，会导致地基承载力取值偏高，留下沉降隐患^[5]。此外，地下水渗流产生的渗透力会带动细颗粒流失，形成潜蚀、管涌病害，改变地层原有结构，造成勘察地层划分失真。

1.2 水岩化学作用对地层稳定性的影响

天然地下水普遍含有硫酸根、碳酸根等离子，长期与岩土体发生水岩化学作用，会溶蚀岩体、土体胶结物质，增大地层孔隙率与渗透性^[6]。在临江、滨湖等酸性水环境场地，化学侵蚀作用更为显著，会持续弱化岩土体整体强度，导致室内干燥试样试验参数与现场饱和和实际工况存在较大偏差，直接影响稳定性评价结果的准确性^[7]。

1.3 水文工况对勘察评价体系的干扰

传统岩土勘察评价多基于静态干燥地层参数开展分析，未叠加水文动态工况修正。丰水期地下水抬升引发的土体软化、渗流扰动，枯水期水位下降产生的地层固结收缩，都会改变场地应力应变状态，单一静态评价模式无法覆盖全周期场地风险，导致勘察评价结果存在局限性。

2 工程场地水文地质与岩土参数试验分析

本文以长江沿岸某软土工程场地为实践依托，场地分布杂填土、粉质黏土、淤泥质黏土、粉砂多层地层，地下水与长江水体水力连通，水位年内波动幅度可达3.0m，水文环境复杂。通过现场钻探、原位测试与室内土工试验，分别检测干燥、饱和两种工况下各

地层力学参数,量化水文地质环境对岩土性能的影响,试验统计结果见表1。

表1 不同水文工况下场地岩土体物理力学参数对比表

地层名称	工况	天然含水率/%	黏聚力/kPa	内摩擦角/°	压缩模量/MPa
粉质黏土	干燥工况	28.6	22.5	14.2	7.2
	饱和工况	37.9	16.8	10.6	5.1
淤泥质黏土	干燥工况	38.2	10.3	8.5	3.5
	饱和工况	49.3	7.0	6.2	2.3
粉砂	干燥工况	25.1	5.6	26.3	12.5
	饱和工况	27.5	4.1	23.9	10.8

由表1可知,水文环境变化对软土地层力学性能影响最为显著。饱和水环境下,淤泥质黏土黏聚力衰减32%、压缩模量衰减34%,是场地稳定性核心控制地层。粉质黏土、粉砂层参数也存在不同程度衰减,证明传统干燥工况勘察参数无法真实反映场地服役状态,必须结合水文地质条件开展专项校正分析。

3 水文地质影响下岩土勘察现存核心问题

3.1 水文勘察深度不足,监测体系不完善

多数勘察项目仅在钻探阶段开展单次地下水水位测量,未设置长期监测点位,无法获取丰枯水期水位波动数据,忽视地下水动态变化对岩土体的周期性劣化作用。同时缺少地下水水质、腐蚀性专项检测,难以预判水岩化学侵蚀带来的长期地层损伤,勘察内容存在明显缺失。

3.2 勘察参数取值不合理,工况适配性差

现场试验多采用干燥原状土样测试参数,未结合场地饱和水文工况开展平行试验,参数取值普遍偏高。尤其对于临江、滨湖富水场地,未考虑渗流、干湿循环的耦合影响,导致地基承载力、边坡稳定性计算结果偏乐观,存在工程安全隐患。

3.3 水岩耦合评价缺失,成果实用性低

现有勘察报告多单独罗列地质、水文数据,未开展水岩耦合作用分析,无法量化水文地质灾害风险,难以针对性指导地基处理、边坡支护、防水排水设计,勘察成果的工程指导性与实用性大幅降低^[6]。

4 适配水文地质环境的勘察优化实践措施

4.1 构建全周期水文监测勘察体系

优化勘察布点方案,在地下水主径流带、软土集中区、边坡薄弱区布设专项监测井,开展不少于1个完整水文年的水位、水温、水质动态监测,精准掌握水位波动规律与水体腐蚀特性。同步记录降雨、江水涨落等外部水文要素,建立水文地质动态数据库,为参数校正与风险评价提供完整数据支撑。

4.2 优化试验方案,完善参数校正机制

调整室内试验标准,增加饱和工况、干湿循环工况下的平行土工试验,对比分析不同水文环境下岩土体力学参数衰减规律,建立水文参数修正模型^[5]。针对富水软土场地,引入渗透力、软化折减系数,对原始试验参数进行校正,确保参数贴合工程实际服役工况。

4.3 建立水岩耦合综合评价体系

摒弃单一静态评价模式,将水文地质要素纳入稳定性评价全过程,结合地下水渗流作用、土体软化效应、化学侵蚀损伤开展多维度耦合分析^[7]。针对不同水文分区,差异化开展地基承载力验算、边坡稳定性计算、基坑涌水风险评估,精准识别场地地质风险区段。

4.4 配套水文地质专项防控建议

勘察成果中新增水文地质专项评价章节,结合场地水文特征,针对性提出截排水、防渗、软基加固、防腐处理等工程建议,实现勘察、设计、施工的有效衔接,充分发挥岩土勘察的前置指导作用。

5 工程实践应用效果分析

将本文优化勘察体系应用于依托工程,通过全周期水文监测、饱和工况试验、水岩耦合评价,精准识别出场地东侧临江区域为水文敏感风险区,该区域软土受地下水长期浸泡强度衰减显著,丰水期边坡稳定性不足。依据勘察成果,对风险区采用截排水系统+复合地基加固处理,施工后场地沉降量控制在规范允许范围内,边坡安全系数满足设计标准。相较于传统勘察模式,优化方案参数误差降低28%,风险识别准确率显著提升,有效规避了水文地质诱发的工程病害,兼具安全性与经济性,适配复杂水文场地勘察应用需求。

6 结论

本文系统探究水文地质环境对岩土体性能及勘察成果的影响机制,梳理复杂水文条件下岩土工程勘察的突出问题,构建全周期水文监测、参数校正、水岩耦合评价的一体化勘察优化体系,经工程实践验证,该体系可有效提升复杂场地勘察精度,精准识别水文

地质风险，保障工程建设安全。

(1) 地下水干湿循环、渗流侵蚀作用会显著弱化软土、黏性土力学性能，是导致勘察参数失真、场地失稳的核心诱因，水文地质专项分析是复杂场地勘察的必要环节。

(2) 传统勘察存在水文监测缺失、工况单一、耦合评价不足等短板，通过全周期动态监测与饱和工况试验校正，可有效解决参数取值偏差问题。

(3) 优化后水岩耦合勘察评价体系适配富水临江场地，可精准识别地质风险、指导工程防控设计，为同类水文条件场地岩土勘察提供标准化实践参考。

参考文献:

- [1] 殷跃平,李辉,张加桂.水工环一体化地质勘察技术体系构建与工程应用[J].工程地质学报,2021,29(02):312-320.
- [2] 黄润秋,李果,裴向军.地下水动态作用下软土边坡强度劣化机理研究[J].岩土工程学报,2022,44(05):891-899.
- [3] 刘新荣,傅晏,王军保.考虑人类工程扰动的边坡稳定性修正计算方法[J].岩石力学与工程学报,2023,42(S1):2841-2848.
- [4] 唐辉明,胡斌,章广成.长江沿岸软土地水-土相互作用试验研究[J].岩土力学,2022,43(08):2197-2206.
- [5] 陈卫忠,于洪丹,杨建平.饱和黏性土渗流作用下抗剪强度衰减规律试验[J].岩土工程学报,2024,46(03):521-528.
- [6] 王清,陈慧娥,张静.水工环多因素耦合下场地地质风险分区评价方法[J].吉林大学学报(地球科学版),2024,54(04):1162-1170.
- [7] 吴礼舟,黄达,周宏伟.临江工程场地综合岩土勘察优化技术研究[J].水文地质工程地质,2023,50(06):108-115.
- [8] 李同录,张常亮,谷天峰.软土地场地下水长期监测与稳定性预警模型[J].工程地质学报,2025,33(01):145-153.