

复杂地质条件下岩土工程勘察关键技术与应用研究

李鹏飞

浙江南联土木工程科技有限公司 浙江 杭州 311100

【摘要】：复杂地质环境中的岩土工程勘察应打破传统技术桎梏，围绕地质多元性引发的勘察挑战，改良勘察技术框架、健全实施步骤，强化勘察成果的精准度与稳定性，为岩土工程规划建设供给专业依据。依托复杂地质关键属性，归纳勘察环节的关键技术内核，研判技术落地时的关键症结，改进技术实施方向，达成勘察技术与复杂地质环境的高效匹配，化解勘察阶段地质判别不清、指标采集失准等状况，助力岩土工程勘察领域长效化发展。

【关键词】：复杂地质；岩土工程勘察；关键技术；技术应用

DOI:10.12417/2705-0998.26.05.085

引言

复杂地质环境包含断层破碎带、岩溶发育区、软土路基、高陡边坡等各类特殊地质结构，岩土体特性波动明显、地质构造繁复，为岩土工程勘察作业增添多重考验，岩土工程勘察作为工程建设前期关键步骤，勘察品质直接关联工程结构稳固性、施工速率及后续运维平稳度，技术水准与实施成效对整体岩土工程行业进步具备深远作用。面对复杂地质引发的勘察精度欠缺、技术适配不佳等状况，需深度解析勘察核心技术的内在要义，探寻契合真实地质环境的实施路径，补足传统勘察技术的不足，构建规范完备的勘察技术应用架构，为后续工程建设供给稳固的地质数据保障，对接勘察关键内容与工程实际应用诉求。

1 复杂地质条件下岩土工程勘察的核心问题

1.1 复杂地质形态识别难度较大

复杂地质环境中地质构造多呈现多元交织状态，断层褶皱岩溶地下暗河等各类地质形态相互叠加，致使地质边界界定模糊分布规律难以掌控，各类地质形态对应的岩土体形成机理差别突出，部分区段岩土体分层特征不显著夹层布设无序，持续提升地质形态辨识难度，部分复杂地质区段还存有隐蔽性地质隐患。地表观测无法反映深部地质构造状况，常规勘察方式难以穿透复杂岩土结构，不能完整获取地质形态真实属性，易产生地质辨识偏离状况，干扰后续勘察作业有序开展。

1.2 岩土体参数精准获取存在阻碍。

岩土体参数为岩土工程勘察核心要素，直接决定工程规划与建设的合理性，复杂地质环境内岩土体物理学特性表现出较强非均质性，同一区域不同埋深不同点位的岩土体参数波动明显，部分岩土体具备软化崩解蠕变等特殊属性，勘察检测阶段易出现性状改变，使得检测信息不能真实体现岩土体实际状况。复杂地质场景下检测环境受限，部分区段难以实施常规检测作业，检测方式适配性不足，持续影响岩土体参数采集精度，为工程规划埋下未知隐患。

1.3 勘察技术与地质条件适配性不足。

传统岩土工程勘察技术多用于常规地质环境，面对复杂地质场景适配程度偏低，不同类别复杂地质对勘察技术的需求存在明显区别，随意选用常规勘察技术无法满足勘察精度与作业速率要求，部分勘察作业存在技术选取不当问题^[1]。未依据现场地质特点选用专项勘察技术，引发作业效率偏低数据失真等问题，部分勘察技术实施流程较为僵化，不能随现场地质条件变动做出实时调整，弱化技术应用实际效能，无法完整应对复杂地质引发的各类勘察问题。

2 复杂地质条件下岩土工程勘察关键技术解析

2.1 复杂地质形态精准识别技术

复杂地质形态精准识别技术以地质构造解析为核心，整合多种勘察手段实现对地质形态的全面捕捉。利用地质雷达探测技术，借助电磁波反射特征穿透岩土结构探查深部地质构造，清晰呈现断层岩溶地下暗河等隐蔽地质形态的分布方位与延展规模，有效弥补地表观测存在的局限^[2]。结合地震波勘探方式，经由地震波传播速率与反射信号特征判别岩土体分层状况及地质构造完整程度，持续强化地质形态辨识精度。依托遥感勘察手段完成大范围复杂地质区域的宏观把控，快速掌握地质形态整体分布特征，为后续精细化勘察作业提供宏观指引。

2.2 岩土体参数科学测试技术

岩土体参数科学测试技术围绕参数采集的精准性与稳定性，结合复杂岩土体特征优化测试方式与实施流程。面对易软化崩解类岩土体，采用原位测试与室内试验协同开展的模式，原位测试在岩土体原始赋存环境下进行，规避取样环节引发的性状改变，室内试验可对岩土体开展精细化解析，获取完整物力学指标。运用静力触探探测方式直接获取岩土体承载力压缩模量等关键指标，适配软土砂土等复杂岩土体检测需求。借助十字板剪切试验方式精准测定饱和软土抗剪强度指标，为软土区段工程规划提供可靠支撑。

2.3 勘察数据高效处理与分析技术

勘察数据高效处理与分析技术是保障勘察成果品质的重

要支撑，通过整合多源勘察数据实现信息精准解读与合理运用。采用数据降噪处理方式剔除勘察环节中环境扰动设备偏差引发的冗余信息，保障数据真实度与完备性。借助数据可视化方式将繁杂勘察信息转化为直观图表影像，清晰展现岩土体指标分布地质构造特征等核心内容，便于快速识别数据内在规律。通过数据关联解析整合地质形态岩土体参数等多维度信息，挖掘信息间内在关联，为工程规划与建设提供全面可靠的勘察依据。

3 复杂地质条件下岩土工程勘察关键技术的应用路径

3.1 结合地质特征优化技术选型

技术选型需紧扣具体地质条件，全面梳理勘察区域地质禀赋，明确地质形态、岩土体类别、隐蔽性地质隐患等核心信息，以此选定适配性强的勘察技术。岩溶发育区优先采用地质雷达探测与钻孔探测协同模式，精准捕捉岩溶分布方位、尺寸规格及填充状态，规避单一技术探测盲区；断层破碎带则搭配地震波勘探与原位测试手段，全面掌控断层延展规模、产状特征及周边岩土体稳定性能，为后续工程设计提供精准参数支撑^[3]。同时兼顾勘察任务需求与工程建设规模，科学搭配多种勘察技术形成协同互补效应，弥补单一技术应用局限，强化勘察作业的全面性与精准度，确保勘察成果能够精准对接工程实际建设需求，为工程安全筑牢前期基础。

3.2 完善技术应用的流程管控

技术应用流程管控贯穿岩土工程勘察全流程，从前期筹备、现场勘察到数据处理、成果输出，每个环节均需建立标准化管控体系，明确操作规范与质量要求。前期筹备阶段，全面调研勘察区域地质背景资料，结合工程建设需求制定详尽勘察方案，细化技术应用的具体流程、操作标准及质量管控要点，避免勘察工作盲目开展；现场勘察阶段，严格依照既定方案推进作业，规范各类勘察设备操作流程，加强现场质量巡检力度，及时排查并处置技术应用过程中出现的操作偏差、设备故障等问题，确保现场勘察数据的真实性与完整性。数据处理与成果输出阶段，严格遵循行业数据处理标准，精准完成数据降噪、分析与整合，规范勘察成果编制流程，确保成果格式、内容符合工程建设相关规范，为后续工程设计、施工提供可靠依据。

3.3 强化技术应用的现场适配调整

复杂地质条件下现场地质状况存在较强不确定性，需结合现场实际勘察情况动态调整技术应用方案，确保勘察技术与地质条件精准适配。现场勘察过程中，加强对地质条件的实时监测与研判，若发现现场地质特征与前期调研结果存在偏差，及时优化勘察技术类型与测试方法，避免因技术适配不足导致勘察数据失真。针对岩土体性质突变区域，合理增加勘察点布设密度与测试频次，全面捕捉岩土体参数的空间变化规律，精

准掌握岩土体物理力学特性；针对隐蔽性地质问题突发区域，快速调整勘察工作重点，采用针对性强的勘察技术加大探测力度，确保勘察工作全面覆盖地质隐患关键区域，提升勘察成果的适用性与针对性，为工程建设规避地质风险提供有力支撑。

4 复杂地质条件下岩土工程勘察技术应用的优化措施

4.1 提升技术应用人员专业能力

技术应用人员的专业素养直接决定勘察技术落地成效，需强化相关从业人员的培训培育工作，筑牢勘察工作人才根基。开展靶向性专业培训，涵盖复杂地质辨识、勘察设备操作、数据解析处理等核心模块，着力提升人员对复杂地质场景的研判能力与技术实操水平，助力其精准应对勘察过程中的各类技术难题^[4]。倡导从业人员参与实践交流活动，积累复杂地质条件下的勘察实操经验，借鉴行业内先进的技术应用路径，增强自身解决实际勘察问题的综合素养。同时构建完善的人员考评机制，明确考评标准与奖惩细则，规范从业人员操作行为，杜绝违规操作现象，确保勘察技术应用全过程的规范性与专业性，为勘察成果质量提供人力保障。

4.2 完善勘察技术应用质量管控体系

质量管控体系是维系勘察成果品质的核心支撑，需结合复杂地质勘察的特殊性，搭建全方位、全流程的质量管控机制，实现勘察各环节质量闭环管理。明确各岗位、各环节的质量管控职责，细化质量管控标准与操作规范，重点强化对勘察方案编制、现场实操作业、数据处理分析、成果编制输出等关键环节的质量核查力度，及时发现并整改质量隐患。建立全过程质量追溯机制，对勘察工作各环节的操作流程、数据记录、人员履职等情况进行详细留存，确保一旦出现质量问题可快速追溯根源、落实整改措施，避免问题扩大化。引入第三方质量检测机构，对勘察成果开展独立公正检测，通过双重管控进一步提升勘察成果的可信度与可靠性，满足工程建设对勘察质量的严苛要求。

4.3 推动勘察技术的创新与升级

结合复杂地质勘察的实际需求，加大技术研发投入力度，助力勘察技术的创新突破与迭代升级，破解复杂地质勘察中的技术瓶颈。依托前沿信息技术，推动大数据、人工智能等新兴技术与传统勘察技术深度融合，研发智能化勘察设备与数据分析软件，优化勘察流程，提升勘察作业效率与数据精准度，降低人为操作误差。聚焦复杂地质条件下的勘察难点痛点，探索新型勘察技术与实施方法，研发针对性强的专项勘察技术，补齐传统勘察技术的应用短板，提升对复杂地质形态、岩土体参数的捕捉能力。加强行业内技术交流与协作，积极引进国内外先进勘察技术与实践经验，消化吸收并结合实际地质情况优化完善，推动勘察技术体系持续健全，为复杂地质条件下岩土工

程勘察工作提供技术支持。

5 复杂地质条件下岩土工程勘察技术应用的实践成效与优化方向

5.1 技术应用的实践价值体现

关键技术的合理落地有效破解复杂地质条件下的勘察困境，强化勘察成果的精准度与稳定性，为岩土工程规划建设提供专业支撑。精准辨识复杂地质形态，有效规避地质判别偏差引发的工程隐患，保障工程结构稳固性，岩土体参数的精准采集为工程设计提供可靠支撑，优化工程设计方案的同时降低建设成本。勘察效率的提升大幅缩短作业周期，为工程建设有序推进筑牢基础，助力岩土工程行业朝着规范化、高质量方向发展，充分彰显关键勘察技术在复杂地质场景中的应用价值，为后续工程建设规避地质风险、提升建设质量提供有力保障。

5.2 当前技术应用存在的不足

关键技术复杂地质勘察中虽取得良好应用成效，但仍存在诸多亟待完善之处。部分新型勘察技术应用范围较窄，受设备性能、建设成本等因素制约，难以在各类复杂地质区域全面普及推广^[5]。部分技术落地过程中与工程实际需求衔接不够紧密，勘察成果的实用价值未能充分发挥，仍有提升空间。技术应用的智能化程度偏低，部分勘察环节依赖人工操作，不仅影响作业效率与数据精准度，也难以满足复杂地质勘察对精细

化、高效化的核心需求，制约勘察技术应用效能的充分释放。

5.3 后续技术应用的优化方向

后续需聚焦当前技术应用短板，结合工程实际建设需求，持续优化技术应用路径。扩大新型勘察技术应用范围，加大设备研发与投入力度，降低技术应用成本，推动其在各类复杂地质区域普及落地。强化勘察技术与工程设计、施工的协同衔接，依据工程实际需求优化勘察方案，提升勘察成果的实用价值与针对性。推动勘察技术智能化迭代升级，加快智能化设备与软件的研发应用，减少人工干预，提升勘察效率与数据精准度，构建更为完善、高效的复杂地质勘察技术应用体系，助力行业高质量发展。

6 结语

本文围绕复杂地质条件下岩土工程勘察关键技术与应用开展系统研究，明确勘察过程中的核心问题，解析相关关键技术，梳理技术应用路径与优化措施，探讨实践成效与后续改进方向。复杂地质下岩土工程勘察具备较强复杂性与挑战性，合理运用关键技术是提升勘察质量、保障工程安全的核心，持续优化技术应用、推进技术创新，可破解勘察难题，健全勘察技术体系。未来应紧贴工程实际需求，补齐现有技术短板，推动勘察技术向精准化、智能化方向迈进，为复杂地质环境中岩土工程建设提供更稳固的支撑。

参考文献：

- [1] 江迪,曾辉,晏世杰.岩土工程勘察在复杂地质条件下的技术应用分析[J].中华建设,2025,(12):153-155.
- [2] 王佳.复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用研究[J].城市建设,2025,(15):64-66.
- [3] 潘忠明.岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用研究[J].工程技术研究,2025,10(11):23-25.
- [4] 金圣熙.复杂地形地质条件下岩土工程智能勘察技术的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025,(02):79-81.
- [5] 吴族洪.复杂地质条件下岩土工程勘察技术应用要点探究[J].石河子科技,2024,(06):67-68.