

岩土工程勘察现状与勘察方法探究

张其国

天津市政工程设计研究总院有限公司 天津 300051

摘要：岩土工程勘察作为工程建设的基础环节，其重要性日益凸显。当前，行业规模稳步扩大，市场需求旺盛，技术不断进步，但存在技术局限性、数据整合与信息化水平低、环保与成本压力等问题。勘察方法涵盖传统钻探、触探、掘探及现代地球物理勘探、遥感技术等。随着智能化、绿色化发展，智能化勘察技术、绿色勘察技术及多技术融合勘察模式成为创新方向，推动行业向高效、精准、可持续方向迈进。

关键词：岩土工程；勘察现状；勘察方法

引言：岩土工程勘察是工程建设不可或缺的前期工作，为设计、施工提供关键地质依据，直接影响工程的安全性及经济性。随着城市化进程加速和基础设施建设规模扩大，岩土工程勘察需求持续增长，技术不断迭代升级。然而，复杂地质条件、环保要求提升及数字化发展趋势，对勘察精度、效率与可持续性提出更高挑战。本文系统分析当前岩土工程勘察现状，探讨传统与现代勘察方法及其创新应用，旨在为行业技术优化与高质量发展提供参考。

1 岩土工程勘察现状分析

1.1 行业现状概述

(1) 勘察行业规模与市场分布：伴随基础设施建设持续推进，岩土工程勘察行业规模稳步扩大，市场需求集中于城市更新、交通枢纽、能源工程等领域。从区域分布看，东部沿海发达地区因工程建设密集，市场活跃度较高；中西部地区受益于乡村振兴、基础设施补短板政策，市场需求逐步释放，行业呈现“东强西扩”的分布格局。(2) 政策法规与标准体系：行业监管日趋完善，以《岩土工程勘察规范》为核心的标准体系不断更新优化，明确了勘察技术要求、质量控制标准及成果验收规范。同时，政府出台一系列政策强化市场监管，规范勘察单位资质管理与从业人员执业行为，推动行业向标准化、规范化方向发展，但部分细分领域专项标准仍有待补充。

1.2 现有勘察方法分类与特点

(1) 传统方法：地质测绘、钻探取样、原位测试是行业主流传统方法。地质测绘通过野外踏勘直观掌握区域地质概况，成本较低但精度受人为因素影响大；钻探取样可获取实体岩样，为参数测试提供基础，但存在扰动地层、效率偏低的问题；静力触探、标准贯入等原位测试能反映地层原位力学性质，数据可信度高，但适用

地层范围有限。(2) 现代技术：地球物理勘探（电法、地震波、地质雷达等）、遥感技术、无人机测绘等现代技术逐步普及。此类技术具有非接触、高效率、覆盖范围广的优势，可实现地下地质体的快速探测与三维建模，尤其适用于复杂地形区域勘察；但受地质条件复杂性影响，部分技术存在数据解译难度大、精度需现场验证的不足^[1]。

1.3 现存问题与瓶颈

(1) 技术局限性：现有技术深层勘察中精度不足，难以精准刻画千米级深层地层结构；针对岩溶、断层破碎带等复杂地质条件，适应性较差，易出现勘察漏判、误判问题。(2) 数据整合与信息化水平低：不同勘察方法获取的数据格式不统一，缺乏高效整合平台，数据共享与复用率低；信息化技术应用深度不足，未形成全流程数字化管理，制约勘察效率提升。(3) 环保与成本压力：传统钻探产生的泥浆、废渣易造成环境污染，环保处理成本较高；部分项目存在勘察点位冗余、重复作业现象，导致资源浪费，叠加人力、设备成本上涨，行业盈利压力增大。

2 岩土工程勘察方法创新研究

2.1 智能化勘察技术应用

(1) 人工智能与大数据分析：随着勘察行业数据积累量的提升，人工智能与大数据分析技术成为岩土工程勘察智能化升级的核心驱动力。通过构建岩土参数预测模型，整合历史勘察数据、区域地质背景、工程建设案例等多维度信息，利用机器学习算法对岩性、承载力、压缩模量等关键参数进行精准预测，大幅降低传统取样测试的误差与成本。同时，借助大数据分析可实现勘察数据的关联挖掘，识别不同地质条件下的工程风险规律，为勘察方案优化和工程决策提供科学支撑，解决了传统勘察中参数获取周期长、针对性不足的难题^[2]。

(2) 自动化监测系统: 基于物联网技术的自动化监测系统实现了勘察数据的实时化、精准化采集。通过在勘察区域布设位移、应力、含水量等多类型传感器, 借助无线通信技术构建全天候监测网络, 可实时捕捉地层动态变化数据, 并同步传输至控制中心。该系统不仅规避了人工监测的主观性和滞后性, 还能对异常数据进行自动预警, 为复杂地质条件下的工程勘察安全保驾护航, 尤其适用于深基坑、边坡等重大工程的长期勘察监测。

2.2 绿色勘察技术探索

(1) 无损探测技术: 以地质雷达、高密度电法为代表的无损探测技术, 正逐步替代部分传统钻探作业, 成为绿色勘察的重要支撑。地质雷达通过发射高频电磁波探测地下介质分布, 可精准识别地层界面、岩溶空洞、地下管线等地质信息, 具有探测速度快、无扰动、无污染的优势; 高密度电法则通过分析地下介质的导电性差异, 实现对不良地质体的精准定位。此类技术在减少钻探废弃物排放的同时, 还能提升勘察效率, 尤其适用于生态敏感区、城市核心区等环保要求严格的区域。(2) 低碳化作业流程优化: 通过对勘察作业全流程的低碳化改造, 有效降低行业环境影响与资源消耗。在钻探作业中, 推广泥浆循环利用系统, 通过沉淀、过滤、净化等工艺实现泥浆重复使用, 减少废水、废渣排放; 采用新能源勘察设备替代传统燃油设备, 降低碳排放; 优化勘察点位布置, 通过精准勘察减少冗余作业, 避免资源浪费。低碳化流程不仅契合绿色发展理念, 还能通过资源循环利用降低勘察成本, 实现生态效益与经济效益的双赢^[1]。

2.3 多技术融合勘察模式

(1) 地质-地球物理-工程数据联合反演: 打破单一技术的勘察局限, 通过整合地质测绘、地球物理探测、工程测试等多源数据, 构建联合反演模型。利用不同技术的互补性, 弥补单一数据的不确定性, 实现对地质体的全方位、立体化刻画。例如, 将地震波探测数据与钻探取样数据结合, 可精准反演深层地层结构; 融合地质雷达数据与工程监测数据, 能提升不良地质体风险评估的准确性, 为复杂地质工程勘察提供更可靠的技术支撑。

(2) BIM (建筑信息模型) 在勘察中的应用: 将BIM技术与岩土工程勘察深度融合, 实现勘察成果的数字化、可视化管理。通过构建包含地质信息的BIM模型, 将勘察数据与三维地质模型关联, 直观呈现地层分布、不良地质体位置及工程参数。该模型可实现勘察数据的动态更新与共享, 为后续设计、施工阶段提供精准的地质数据支撑, 推动勘察与设计、施工的协同联动。同时, 借助

BIM的模拟分析功能, 可提前预判工程建设与地质环境的相互影响, 优化工程方案, 降低工程风险。

3 岩土工程勘察质量提升策略

3.1 标准化与规范化建设

(1) 完善勘察技术标准体系: 结合行业技术创新成果与工程实践需求, 持续优化岩土工程勘察技术标准体系。针对复杂地质条件、新型工程类型的勘察痛点, 补充专项技术标准, 细化不同勘察阶段的技术要求, 明确智能化、绿色化勘察技术的应用规范。同时, 加强标准的动态更新与宣贯培训, 确保行业主体全面掌握标准内容, 推动标准落地执行, 从技术源头规避勘察质量隐患。(2) 强化全过程质量控制: 构建覆盖勘察设计、现场作业、数据处理、成果验收全流程的质量控制体系。在勘察设计阶段, 严格审核勘察方案的科学性、针对性, 结合工程需求明确勘察范围、深度及技术方法; 在现场作业阶段, 推行标准化作业流程, 加强对取样、测试等关键环节的监督管控, 利用智能化设备实现作业过程的实时追溯; 数据处理与成果验收阶段, 建立严格的审核机制, 引入第三方检测机构参与成果评估, 确保勘察数据真实可靠、成果报告规范完整, 杜绝不合格成果流入后续工程环节^[4]。

3.2 人才培养与技术团队建设

(1) 聚焦复合型人才需求: 顺应勘察行业智能化、多技术融合发展趋势, 重点培养兼具地质勘察、工程技术与信息技术素养的复合型人才。优化人才培养课程体系, 增设人工智能、大数据分析、BIM技术等相关课程, 强化实践教学环节, 鼓励从业人员参与跨领域培训与技能竞赛, 提升综合技术应用能力。同时, 建立科学的人才评价与激励机制, 吸引并留住高素质人才, 弥补行业复合型人才缺口。(2) 创新产学研合作模式: 推动勘察企业与高校、科研院所深度合作, 构建“产教融合、协同创新”的人才培养与技术研发体系。通过共建实训基地、联合开展科研项目等方式, 将高校科研成果与企业工程实践需求精准对接, 加速先进勘察技术的转化应用。同时, 依托产学研平台开展定向人才培养, 为企业输送符合岗位需求的专业人才, 形成“人才培养-技术创新-产业升级”的良性循环, 提升行业整体技术团队水平。

3.3 政策支持与行业协同发展

(1) 推动政府引导与市场机制结合: 政府部门应出台针对性政策, 加大对岩土工程勘察行业技术创新、绿色发展的扶持力度, 设立专项基金支持智能化勘察设备研发、绿色勘察技术推广。同时, 完善市场监管机制, 规范勘察市场秩序, 严厉打击低价竞争、弄虚作假等违

法违规行为,营造公平竞争的市场环境。通过政策引导与市场调节双重作用,激发企业提升勘察质量的内生动力,推动行业高质量发展^[5]。(2)构建跨行业数据共享平台:打破行业信息壁垒,整合地质、勘察、设计、施工等多领域数据资源,构建统一的跨行业数据共享平台。明确数据共享范围、标准与安全规范,推动勘察数据与工程建设全流程数据的互联互通。借助平台实现数据资源的高效利用,为勘察方案优化、工程风险预判提供多维度数据支撑,同时促进行业内技术经验的交流共享,提升行业整体勘察质量与效率,推动行业协同发展。

4 岩土工程勘察未来发展趋势展望

4.1 技术发展方向

(1)深部勘察技术突破:随着地下空间开发利用不断向深层延伸,超深钻探、地下空间高精度探测成为技术研发核心方向。未来将重点攻克超深地层取样扰动控制、深层地质体精准识别等技术难题,研发智能化超深钻探装备,结合地球物理勘探与大数据分析技术,构建深层地质三维可视化模型,实现对地下千米级甚至更深层空间的精准勘察,为超高层建筑、地下管廊、深层矿产开发等工程提供可靠地质数据支撑。(2)极端环境勘察装备研发:在极地、深海、高海拔等极端环境的工程建设需求驱动下,极端环境勘察装备研发将加速推进。针对极端环境的低温、高压、复杂地形等特点,研发耐候性强、自动化程度高的勘察装备,集成无人探测、远程操控等技术,实现极端环境下勘察作业的无人化、智能化开展。这不仅能拓展岩土工程勘察的应用边界,还将为极地科考基地建设、深海资源开发等国家重大战略工程提供技术保障。

4.2 行业转型路径

(1)从“单一勘察”向“全过程工程咨询”延伸:传统单一化的勘察服务已难以满足现代工程建设的综合需求,向全过程工程咨询转型成为行业发展必然。未来勘察企业将拓展服务链条,整合勘察、设计、监理、

监测、运维等全流程服务,依托数字化、智能化技术为工程建设提供一体化解决方案,实现从“前期勘察”到“全生命周期技术支撑”的转变,提升行业服务价值与核心竞争力。(2)国际化竞争与合作机遇:随着“一带一路”等国际合作倡议的推进,岩土工程勘察行业将迎来更多国际化发展机遇。一方面,国内勘察企业可凭借技术优势参与国际工程勘察项目,拓展国际市场;另一方面,将加强与国际先进企业的技术交流合作,引进吸收国外先进勘察技术与管理经验,推动国内勘察技术标准与国际接轨。同时,在全球工程建设需求增长的背景下,国际化合作将促进资源共享、优势互补,推动行业全球化高质量发展。

结束语

岩土工程勘察作为工程建设的基石,其技术发展直接关乎工程质量与安全。当前,行业在智能化、绿色化及多技术融合方向取得显著进展,但仍面临深层勘察精度不足、数据整合效率低等挑战。未来,随着深部勘察技术突破、极端环境装备研发及全过程工程咨询转型,行业将迈向更高水平的精准化、可持续化发展。唯有持续创新技术、完善标准体系、强化人才培育,方能推动岩土工程勘察行业在全球竞争中实现高质量发展。

参考文献

- [1]王守彪.基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的研究[J].冶金与材料,2021,41(4):99-100.
- [2]郭震.高层住宅岩土工程勘察质量控制与评价机制探究[J].石油石化物资采购,2023,(8):164-166.
- [3]李左林.基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的研究[J].新疆有色金属,2023,46(3):20-21.
- [4]吴顺喜,王世波,吕晗波,等.岩土工程勘察质量影响因素分析及控制方法研究[J].科技创新与应用,2023,13(17):137-140.
- [5]范兵涛.复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用探讨[J].房地产世界,2024,(6):128-130.