

绿色岩土勘察理念在土木工程中的实践与发展趋势

巢哲

江苏省地质工程勘察院有限公司, 江苏 南京 210000

DOI:10.61369/ERA.2026010035

摘 要 : 在如今可持续发展观念广泛深入大众认知的形势下, 土木工程领域也迫切需要对传统发展模式做出转变, 绿色岩土勘察理念应运而生且备受关注。本文将重点放在该理念在土木工程领域里的应用, 首先对其在某工业建筑项目当中的实践应用展开详细叙述, 内容包含工程概括、勘察方法优化、现场施工环保、勘察成果绿色应用等。借助对这一真实案例的分析, 呈现绿色岩土勘察理念具备的可操作性。其次进一步且全面地探究绿色岩土勘察理念在土木工程中的发展趋势, 其目的在于为土木工程行业达成经济效益、社会效益、环境效益融合与统一给出理论参考和实践指引。

关键词 : 绿色岩土勘察理念; 土木工程; 实践应用; 发展趋势

Practice and Development Trends of Green Geotechnical Investigation Concept in Civil Engineering

Chao Zhe

Jiangsu Geological Engineering Investigation Institute Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract : In the current context where the concept of sustainable development has been widely and deeply recognized by the public, there is an urgent need for the field of civil engineering to transform its traditional development model, giving rise to the concept of green geotechnical investigation, which has garnered significant attention. This paper focuses on the application of this concept in the field of civil engineering, first providing a detailed account of its practical application in an industrial construction project, covering aspects such as project overview, optimization of investigation methods, environmental protection during on-site construction, and green utilization of investigation results. Through the analysis of this real-world case, the operability of the green geotechnical investigation concept is demonstrated. Subsequently, the paper further and comprehensively explores the development trends of the green geotechnical investigation concept in civil engineering, aiming to provide theoretical references and practical guidance for the civil engineering industry to achieve the integration and unity of economic, social, and environmental benefits.

Keywords : green geotechnical investigation concept; civil engineering; practical application; development trends

引言

伴随全球在环境保护和可持续发展方面关注程度的持续提升, 土木工程领域同样面临着向绿色、环保方向进行转变的急切需求。岩土勘察身为土木工程建设前期的关键步骤, 其理念和方法朝着绿色化转变对整个土木工程达成可持续发展具备至关重要的意义。绿色岩土勘察理念着重强调, 在勘察过程之中, 以尽可能小的环境成本来获取精准的岩土工程信息, 并注重资源的节约与科学使用, 达成经济收益、社会收益与环境收益的有效融合。该理念的提出与践行, 不光有益于降低土木工程建造给生态环境带来的不良影响, 还能够增强工程的质量以及长久的稳定性, 契合当代社会对绿色、低排放、可持续性发展的诉求。所以, 深度探究绿色岩土勘察理念在土木工程之中的实践运用与发展趋势, 具备重要的现实价值和广泛的应用前景。

一、绿色岩土勘察理念在土木工程中的实践应用

(一) 工程概况

某工业建筑主体为框架结构, 在长度方面达到97.58m, 宽

度15.12m, 高度为6.19m, 该项目主体结构在2021年8月完成封顶工作。此工程处在城市的近郊区域, 周边生态环境相对比较敏感, 分布着河流以及农田。所以, 在岩土勘察的进程中, 运用绿色岩土勘察理念显得尤为重要。

（二）勘察方法的优化选择

本项目运用综合的勘察技术体系，借助多源数据融合达成绿色勘察目标。于初步勘察时期，运用无人机倾斜摄影技术开展5.2公顷范围的1:500地形测绘工作，生成分辨率可达到2cm的正射影像，让野外测量的工作量减少40%。针对不一样的地质单元，对勘察手段进行优化组合：在覆盖层区域（其厚度处于3-8m之间），采用高密度电法（电极间距为5m测线的总长度为2.3km）以及微动探测（台阵半径为30m，布设12个测点），使钻探孔数量从原本设计的42个减少到28个，钻探工作量降低33%；在基岩出露区域，采用三维激光扫描（精度为±3mm）来取代传统的地质测绘方式，工作效率提高到原来的5倍。在关键部位，采用静力触探（CPT）与十字板剪切试验（VST）相结合的方式，以此获取连续状态下的土层参数。静力触探通过将探头匀速贯入土层，实时测量锥尖阻力与侧壁摩阻力，获取土层力学性质的连续剖面；十字板剪切试验则可原位测定软土的不排水抗剪强度^[1]。两种方法相互补充，使样品采集数量降低50%。此外，经由构建BIM地质模型（该模型涵盖12个地质层面，进行模型构建的精准程度为0.5m），达成勘察数据的数字化运用，使得后期阶段发生设计变更的情况减少30%。

（三）现场施工的环保措施

现场施工切实依照“四节一环保”的标准，严格执行达成施工全过程的绿色化管控目标。在进行钻探作业期间，运用XGY-40型全液压履带钻机（此钻机整机重量为8.2t，接地比压小于40kPa），并搭配模块化钻塔（该钻塔占地面积为6m²），相较于传统使用设备，这一组合使得临时占用土地的面积减少60%。创新应用“一基多孔”这一技术，在单个钻机的基台上达成3-5个钻孔的施工操作，该技术的运用，让设备搬迁的次数减少12次，同时也使得燃油消耗降低480L。泥浆系统选取可降解植物胶（其pH值范围在7.2至8.5之间）作为洗液，搭配三级沉淀池（总容积为15m³）实现泥浆循环利用率85%，减少废浆排放量12m³。在噪声控制方面，采用声屏障（降噪量达到15dB）与隔音罩组合措施，以此来保证昼间噪声数值小于或等于65dB（A），夜间噪声数值小于或等于55dB（A）。在扬尘治理工作中，运用智能喷淋系统（该系统与PM10在线监测存在联动关系，喷淋覆盖的范围达到100%），从而让作业区域内PM2.5的浓度被控制在35μg/m³以下。在生态保护方面，开展表土剥离工作（其厚度为30厘米，总量达到1500立方米），并且将表土进行分层堆叠放置，后期用于绿化恢复，植被恢复率达95%。临时道路使用钢板与土工格栅组合起来进行铺设（重复使用比率为90%），使得硬化面积减少800平方米。此外，构建环境监测体系，布置6个地下水监测井（监测频率为每周1次）以及4个土壤监测点，以此保证各项指标能够契合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）。

（四）勘察成果的绿色应用

勘察成果通过数字化转化实现多重绿色价值。本项目以三维地质模型（其涵盖2.5万个网格单元）为基础来开展桩基优化设计工作，把原本设计的28米长灌注桩转变为18米的预应力管桩，使

得混凝土使用量降低1560立方米（折合起来能减排二氧化碳374吨）。在场地平衡方面，借助勘察所发现的3.2万立方米具备可用条件的回填土（其压实度大于或等于0.94）让外购土方数量减少75%。在水文地质的相关分析的基础上，推出“分区降水”这一方案（将基坑划分成4个水文单元区域），促使抽水量从最初设计的8500立方米每天降到5200立方米每天，实现约39%的节水量。对于勘察过程中发现的2处软弱夹层（其厚度处于1.2-1.8m范围），采用泡沫轻质土（密度为8kN/m³）进行换填处理，使得挖方量减少4200立方米。在生态保护方面，依据生态敏感性分析结果（借助GIS叠加分析5个相关因子），对总图布局进行优化调整，从而保留2.8公顷的原生林地（该林地面积占据场地总面积的32%）。此外，构建涵盖全生命周期的监测体系，在相关区域布置16处自动化的监测点位（包含沉降、地下水位、土压力数值等，并借助LoRa无线通信传送手段达成数据的及时更新（设定采样的频率为次/h），从而为绿色化的运维工作给予数据层面的有力支持。创新性地对钻探岩芯（总计120m）进行艺术化加工与科学标注，制作成地质标本用于科普展示，实现资源的二次利用^[2]。

二、绿色岩土勘察理念在土木工程中的发展趋势

（一）智能化勘察技术的广泛应用

智能化技术的深入参与正重塑着岩土勘察的技术体系其核心价值表现为数据处理效率与监测能力的全面提升。第一，人工智能及大数据技术促使勘察数据处理的模式发生革新。机器学习算法经过对过往勘察数据的特征提取和模式识别，能够搭建岩土参数预测模型，达成对地质异常体的自动识别与对灾害隐患的智能预判，打破传统依靠人工经验判断所存在的局限。以卷积神经网络在地质雷达图像处理里的运用为例，此技术借助深度学习能够精确辨认地下空洞、断层等不良地质体，显著降低人工解译的主观误差。与此同时，依托大数据分析的岩土工程风险预警体系，通过实时整合勘察数据与环境监测信息，建立多维度风险评估模型，达成对工程整个生命周期的动态化、智能化风险管控，提高勘察成果的及时性与决策支撑效能^[3]。第二，物联网和传感器技术构建具有实时性、自动化特点的勘察监测体系。分布式光纤传感技术通过勘察区域铺设光纤传感器，利用光信号变化对岩土体变形、温度、应力等参数展开持续监测，能够发现毫米级的细微变形信息，给工程稳定性的分析提供高频率、高精度的数据支撑。而无线传感器网络则借助低功耗广域网，将岩土物理力学参数、地下水位、地震波的相关数据等多种来源的数据迅速且实时地传送到云端平台，进而形成一个覆盖勘察现场智能化的监测网络，达成远程的数据收集与分析工作，在一定程度上减少人工巡检所需花费的成本^[4]。同时，还能提高监测效率与数据的可靠程度，为土木工程在整个生命周期里的管理工作奠定数据基础。

（二）多学科融合的勘察模式

多学科交叉融合已然成为拓展岩土勘察深度与广度的关键途径，其本质在于借助跨领域理论与技术的协同创新提高勘察的科学性与生态适应性。第一，岩土工程与地球科学、环境科学的交

又融合，能够增强勘察的区域地质剖析及生态保护功能。地球科学中的板块构造学说、地质演变规律为区域地质背景的分析给予理论架构，有助于预测复杂地质状况下岩土体特性在时间和空间上的演变趋向；环境科学的生态保护观念和环境影响评价方法被嵌入勘察流程之中，这就要求在获取岩土工程相关信息的同时，全面评估勘察活动对土壤、水体、生物等各类生态要素所造成的影响，并制定具有针对性的环境保护和修复举措^[9]。例如，在生态条件较为脆弱区域的勘察实际操作当中，通过整合地质学的地层分析同生物多样性的调查结果，可对勘察路线及作业具体方法进行优化，切实减少对原生生态系统的扰动，实现工程建设与生态保护的协同演进。第二，计算机科学与岩土勘察的融合催生数字化勘察技术体系，材料科学的进步为绿色勘察提供新的技术手段。地理信息系统（GIS）凭借对空间数据展开集成与分析等操作，可创建出涵盖地形地貌、地质构造、水文地质等诸多要素的三维地质信息模型，实现对勘察所得数据的可视化呈现与空间分析，为工程设计工作提供直观且立体的地质资料。虚拟现实（VR）和增强现实（AR）这两项技术将勘察数据转变为具有沉浸感的虚拟场景，能够让技术人员在虚拟环境中开展对于勘察场地的“实地”推演活动，以此辅助复杂地质条件下的勘察方案优化。而数值模拟技术则借助构建岩土体型以及工程结构之间的相互作用关系，模拟在不同工作状况下岩土工程会作出的响应，为勘察成果在工程方面的应用给予理论层面的验证，进而促使岩土勘察从依靠经验推动朝着依靠科学理论推动进行转变。

（三）绿色勘察标准的完善与推广

绿色勘察标准体系的建设与推行是确保行业能够实现可持续发展的制度基石，这一体系的关键之处在于，借助标准化方式引导地质勘查行为朝着生态化方向转变。第一，绿色勘察标准体系的系统性构建逐步推进。伴随绿色发展观念的不断深入人心，国

家和行业层面就岩土勘察所涉及的资源耗费、对环境产生的影响以及所采用的技术手段等方面，制定贯穿整个流程的标准，这些标准内容丰富多样，包含地质勘查设备能耗和排放限定数值、环境友好型勘察工艺规范、勘察废弃物的处理与资源化利用要求，以及对勘察成果在绿色应用方面的评估指标等形成一个条理清晰、全面覆盖的标准架构，为该行业提供清晰明确的技术准则和操作指引，推动勘察活动从被动环保向主动绿色转型。第二，绿色勘察标准的推广实施机制得以持续优化。通过政策引导和市场激励相结合的途径，把绿色标准纳入工程招投标以及项目验收流程之中，构建绿色勘察认证制度，以此迫使勘察企业积极选用低能耗、低污染的技术与办法。与此同时，强化对标准执行状况的监督评估，搭建动态反馈机制，依据技术发展、实践需求及时对标准内容加以修订与完善，保证绿色勘察理念在工程实践里能够有效落实，并持续改进，形成一个涵盖“标准制定-实施监督-反馈完善”的闭环管理体系，进而推动整个行业朝着绿色化、规范化的方向迈进。

三、结语

综上所述，绿色岩土勘察理念在土木工程中已实现从理论倡导到实践落地的跨越。通过工程案例可见，优化勘察方法、强化环保措施、深化成果绿色应用，能够在保障工程质量的同时，显著降低资源消耗与环境影响。发展趋势层面，智能化技术革新数据处理模式，多学科融合拓展勘察深度广度，标准体系完善则规范行业发展路径。从这些实践情况以及发展趋势能看出，绿色岩土勘察，不仅仅是土木工程领域达成可持续发展目标必然要做的选择，更属于平衡工程建设需求与生态环境保护的一种有效办法，对于促使行业进行转型并且升级而言具备十分深远的重要意义。

参考文献

- [1] 林永新. 绿色建筑材料在土木工程施工中的应用研究 [J]. 居舍, 2025, (12): 71-73+80.
- [2] 蔡婉霞. 绿色建筑理念下土木工程桩基检测新技术研究 [J]. 新城建科技, 2025, 34(03): 76-78.
- [3] 李欣, 冯晖元, 赵鹏. 工程物探技术在岩土工程勘察中的应用 [J]. 石材, 2024, (11): 87-89.
- [4] 李静. 绿色建筑材料在土木工程施工中的应用 [J]. 科技资讯, 2024, 22(14): 163-165.
- [5] 杨君平. 岩土工程勘察土工试验问题及改善对策分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (01): 179-181.