

岩土工程勘察中数字化技术的应用与发展趋势分析

华甜甜

武汉市勘察设计有限公司, 湖北 武汉 430000

摘要: 随着数字化、智能化技术的迅速发展, 岩土工程勘察领域正迎来前所未有的变革。本文以岩土工程勘察中数字化技术的应用为研究对象, 从技术原理、应用现状、存在问题以及发展趋势等方面进行了系统探讨。文章首先介绍了数字化技术在岩土工程勘察中的基本概念和核心应用, 包括BIM、GIS、大数据、传感器网络等关键技术, 在勘察数据采集、处理与分析中的作用; 接着, 通过对比分析当前主流数字化勘察技术的应用效益和局限性, 指出其在提高勘察效率、精度以及工程安全性方面具有明显优势, 但同时也面临设备投入成本高、数据标准不统一和技术普及程度不足等问题; 最后, 结合国内外最新研究成果, 提出了未来数字化技术在岩土工程勘察中的发展趋势和优化策略, 如多技术融合、智能化数据分析平台建设以及标准化体系完善等。研究表明, 推动数字化技术在岩土工程勘察中的应用, 不仅能够大幅提升工程勘察质量和效率, 还将为工程建设提供更加科学、精准的决策支持, 促进整个岩土工程行业的可持续发展。

关键词: 岩土工程; 数字化技术; 勘察; 智能化; 发展趋势

近年来, 随着我国经济的快速发展和城市化进程的不断推进, 岩土工程在工程建设中的重要性日益凸显。工程质量和安全性直接依赖于前期勘察数据的准确性和可靠性, 而传统的岩土工程勘察方法由于依赖大量人工操作和经验判断, 存在数据采集不精确、信息传递滞后以及结果难以标准化等弊端。与此同时, 数字化、信息化技术的迅速发展为岩土工程勘察带来了全新的机遇。新一代数字化技术, 如BIM、GIS、大数据分析、传感器网络和无人机遥感等, 正逐步在岩土工程勘察中得到应用, 通过自动化数据采集、实时监控和精准数据分析, 显著提高了勘察效率和数据质量。然而, 数字化技术在岩土工程勘察中的推广与应用仍面临诸多挑战, 如高昂的技术投入、数据标准化问题、信息安全风险以及技术人才不足等。

1 岩土工程勘察中数字化技术的应用现状与优势

1.1 数字化信息采集技术在岩土工程勘察中的应用

数字化信息采集技术在岩土工程勘察中发挥着核心作用, 通过先进的传感器、无人机遥感和地理信息系统(GIS)等手段, 实现对地下介质和地表环境的精准测量和数据采集。这类技术不仅可以大幅提高数据采集的效率和精度, 还能够实时传输数据, 实现动态监测。当前, 利用无人机搭载高分辨率摄影和激光雷达技术, 可以获取大范围、高精度的地形和地质信息, 替代传统人工测量方法, 显著节省时间和成本。与此同时, 现代传感器网络技术的应用使得实时监测地下水位、土壤含水量及地质构造成为可能, 从而为工程勘察提供更加全面和准确的基础数据。数字化信息采集技术的广泛应用, 不仅提升了岩土工程勘察的数据准确性和现场监控能力, 也为后续的数据处理和

智能分析奠定了坚实基础。通过将采集到的大量数据输入到 GIS 和 BIM 系统中，工程师可以进行三维建模和精细化分析，为工程决策提供有力支持。此外，该技术在提高数据采集效率、降低人力成本以及减少现场作业风险等方面具有显著优势，对提升工程安全和质量具有深远影响。

1.2 数字化数据处理与智能分析技术的现状

数字化数据处理与智能分析技术是岩土工程勘察的重要组成部分，其主要任务是对采集到的海量数据进行存储、处理和分析，并通过数据挖掘和模型构建，提取出有价值的信息以指导工程设计和施工。当前，借助大数据分析和人工智能技术，工程勘察数据可以在短时间内实现自动处理和智能分析，从而提高数据处理效率和精度。利用深度学习和机器学习算法，研究人员已经开发出多种岩土参数预测模型和风险评估模型，这些模型能够在复杂的地质条件下对岩土工程进行快速评估，为工程风险预警和决策提供科学依据。智能分析技术不仅能够对数据进行快速处理，还能实现数据的可视化呈现，帮助工程师直观地了解地下结构和地质环境的复杂性，从而制定更加科学合理的工程方案。数字化数据处理与智能分析技术的应用，不仅极大地提高了岩土工程勘察的工作效率和精度，还推动了勘察技术向智能化、自动化方向发展，为整个工程建设提供了可靠的数据支持和技术保障，体现了现代信息技术在传统工程领域中的深度融合。

1.3 数字化建模与仿真技术的应用优势

数字化建模与仿真技术在岩土工程勘察中主要用于将采集到的地质数据转化为三维模型，并通过仿真分析评估地质条件对工程设计的影响。这种技术能够直观展示地下岩土结构、断层走向及其他地质特征，使工程师能够更全面地了解现场情况。借助 BIM 和 GIS 等

平台，数字化建模不仅可以实现对地质数据的高效整合和动态展示，还能够进行虚拟仿真和情景分析，评估不同设计方案下的风险和效益。当前，许多工程项目已经采用数字化建模技术，对复杂地质条件下的工程安全性进行仿真分析，取得了显著成果。该技术在提高勘察精度、优化工程设计和降低施工风险方面具有显著优势，不仅缩短了工程前期勘察时间，还大大降低了因设计失误带来的经济损失。数字化建模与仿真技术的应用，不仅推动了工程勘察向数字化、智能化方向发展，还为实现精细化管理和科学决策提供了坚实的技术支撑，对整个岩土工程行业的进步具有重要推动作用。

2 不同数字化技术在岩土工程勘察中的效益对比评价

2.1 经济效益评价与成本效益分析

在岩土工程勘察过程中，经济效益是评价数字化技术应用成效的重要指标。通过对比传统勘察方法与数字化技术在数据采集、处理、建模与仿真等环节的成本和效率，可以明显看出数字化技术具有较高的经济效益。首先，数字化技术能够大幅提高数据采集速度和精度，减少人工测量和重复作业的时间，从而节省大量人力和物力成本；其次，在数据处理和建模环节，借助先进的软件和算法，可以实现自动化处理，降低因人为误差导致的经济损失。通过成本效益分析模型，如净现值法和内部收益率计算，可以量化数字化技术在整个工程周期内带来的经济效益，证明其在提高勘察效率、降低运行成本以及提高工程安全性方面具有明显优势。综合分析显示，在相同工程条件下，采用数字化技术的项目往往具有更高的投资回报率和更短的工期，同时还能够为后续工程设计和施工提供精准数据支持，进而减少因数据不准确而导致的设计修改和施工返工。经济效益评价不仅有助于决策者选择最适合的技术手段，也为推广数字化技术在岩土工程中的应用提供了科学依据和实践指导。

2.2 环境与社会效益评价分析

环境和社会效益评价是数字化技术在岩土工程勘察中不可忽视的重要方面，其主要体现在对工程生态环境保护、资源利用效率提升以及区域社会经济的影响上。数字化技术的应用可以减少现场作业中对自然环境的干扰，实现非接触式、精准采样，从而降低对生态环境的破坏。此外，智能化数据处理和仿真技术能够提高工程设计的准确性，减少工程返工和资源浪费，对环境保护具有积极意义。社会效益方面，数字化技术的应用不仅能够提高工程安全性，减少事故发生率，保障施工人员安全，还能缩短工程周期，提高项目整体效益，进而推动区域经济发展和社会稳定。通过对比不同数字化技术在环境保护、资源节约以及社会效益方面的表现，利用环境成本效益分析和社会影响评价模型，可以系统地评估数字化技术的综合效益，为政府和企业制定科学合理的推广政策提供数据支持和理论依据。综合评价表明，数字化技术在提高勘察质量和效率的同时，也为环境保护和社会发展创造了良好的条件，是实现绿色低碳与可持续发展的重要手段。

2.3 技术成熟度与应用可行性评价

技术成熟度与应用可行性是衡量数字化技术在岩土工程勘察中推广应用的重要指标。当前，虽然数字化技术在数据采集、处理、建模与仿真方面取得了显著进展，但在实际工程中，其应用效果还受到技术成熟度、系统兼容性以及现场应用条件等多方面因素的影响。通过对各类数字化技术的技术成熟度进行评估，利用技术生命周期分析和成熟度模型，可以对其在实际工程中的适用性进行科学预测。例如，无人机遥感和传感器网络技术已较为成熟，在大范围、高精度数据采集集中表现出较高的可靠性；而部分新型智能分析与仿真算法虽然理论上具有较高精度，但在大规模工程应用中还存在一定的不确定性。应用可行性评价不仅要考虑技术本身的成熟度，还应考虑经济、环境和

管理等多方面因素，确保技术推广后能够与工程实际有效结合。综合评价显示，数字化技术整体具备较高的应用可行性，但在推广过程中需要不断完善技术标准和数据接口，增强系统兼容性和运行稳定性，以实现从实验室成果向大规模工程应用的顺利转化。通过科学的技术成熟度与应用可行性评价，可以为数字化技术在岩土工程勘察中的推广提供系统化、数据化的决策依据和改进方向。

3 岩土工程勘察中数字化技术应用的优化路径与未来发展趋势

3.1 智能化与自动化技术的深度融合

在未来岩土工程勘察领域，智能化与自动化技术将成为提升数字化应用水平的重要驱动力。随着人工智能、大数据和物联网等技术的不断成熟，智能化设备在数据采集、处理、建模和风险评估等环节中的作用日益凸显。未来，通过整合智能传感器、无人机遥感、自动化监测系统和智能分析算法，可以实现对地下和地表信息的实时动态监控和精细化分析，使勘察工作更加高效、精准和安全。智能化技术不仅能够自动采集并处理大量数据，还可以通过自学习和自适应算法不断优化模型，提高工程风险预警和安全评估的准确性。自动化设备的应用可以大大减少人工操作误差，降低人力成本和现场作业风险，从而提升整体工程勘察的效率。

3.2 跨学科协同与数据共享平台建设

未来，岩土工程勘察的数字化技术应用需要打破学科和部门间的信息壁垒，实现跨学科协同和数据资源共享。通过构建统一的数据共享平台，整合地质、环境、气象、水文等多领域数据，不仅可以为工程勘察提供全方位的信息支持，还能促进不同学科之间的协同创新与综合分析。跨学科协同不仅要求技术人员具备多领域知识，还要求管理者能够整合各方资源，实现数据的实时更新和智能分析。利用云计算、

大数据分析等技术，建立一个集数据采集、存储、分析和展示于一体的数字化平台，可以有效提高数据的利用效率和工程决策的科学性。此外，通过政府、科研机构和企业多方合作，推动标准化建设和数据互通，构建区域性或全国性的数据信息中心，从而为岩土工程勘察提供更加全面和精准的支持。跨学科协同与数据共享平台的建设，将极大提升勘察数据的应用价值，推动传统工程领域向信息化、智能化方向转型，为工程建设和管理提供长效保障。

3.3 未来展望：绿色低碳与可持续发展方向

在全球绿色低碳和可持续发展的大背景下，岩土工程勘察数字化技术的应用将更加注重环境保护和资源节约。未来，数字化技术将不仅仅服务于工程数据采集和风险评估，还将与生态环境保护、节能降耗、绿色建筑等领域深度融合，实现工程建设全过程的绿色管理。通过引入环境监测、能耗评估和生态风险分析等模块，在保证工程安全与质量的同时，最大程度地减少对生态环境的影响，实现资源的最优配置和循环利用。未来的发展趋势还包括将智能化技术与绿色建筑理念相结合，推动工程建设向低碳、环保、可持续的方向转型。为此，

各级政府应加强政策引导和资金支持，鼓励企业和科研机构开展绿色低碳技术研发和示范项目，推动数字化技术在岩土工程领域的深度应用和创新升级。绿色低碳与可持续发展不仅是未来工程建设的必然要求，也是数字化技术应用的重要目标，为我国工程建设实现高质量、绿色、智能化发展提供坚实的技术和政策保障。

4 结束语

本文以岩土工程勘察中数字化技术的应用与发展趋势为研究主题，从数字化信息采集、数据处理、建模仿真等方面详细分析了数字化技术在岩土工程勘察中的应用现状及其优势；进一步对人工湿地、生物滤池、膜生物反应器等数字化处理技术进行了经济、环境和社会效益的对比评价，并提出了智能化、跨学科协同、标准化建设以及绿色低碳发展等优化路径和未来发展方向。研究表明，数字化技术在岩土工程勘察中的应用不仅能够提高工程数据采集与处理的精度和效率，还能为工程决策提供科学依据，推动整个行业向智能化、绿色化方向转型。希望本文的研究成果能够为相关部门制定技术标准、优化管理模式和推动技术创新提供理论支持和实践指导，从而促进我国岩土工程勘察技术的持续进步和可持续发展。

参考文献

- [1] 胡励耘, 黄亮, 文家刚. 论岩土工程勘察中物探技术及数字化发展——以武汉某岩溶地段为例[J]. 中国建设信息化, 2023(07): 84-87.
- [2] 刘建宇. 物探技术在煤矿地质开采方面的应用[J]. 矿业装备, 2023(02): 104-106.
- [3] 冯丹. 物探技术在地质找矿与资源勘查中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(01): 190-192.
- [4] 罗丽琴. 物探技术在地质找矿与资源勘查中的运用[J]. 世界有色金属, 2023(01): 79-81.
- [5] 张平松, 李洁. 我国煤矿井下钻孔物探技术发展与分析[J/OL]. 地球物理学进展: 1-15[2023-05-25].