

工程地质勘察数字化技术研究

梁根铭

广西玉林水利电力勘测设计研究院 广西 玉林 537000

摘要：数字化技术正逐步改变工程地质勘察的传统方式，通过高精度测量、无人机航拍、地质雷达等技术实现数据采集的高效与准确，结合GIS、地质统计学及人工智能技术提升数据处理与分析能力，显著提高了勘察效率与精度，并增强了勘察安全性。然而，数字化技术在工程地质勘察中也面临复杂地质条件模拟、海量数据处理及专业人才短缺等挑战。为此，应加强技术研发、人才培养及国际合作，提升数字化技术应用水平，为工程地质勘察提供更加全面、可靠的技术支持，推动该领域持续发展。

关键词：工程地质；勘察；数字化技术；研究

引言：在工程地质勘察领域，数字化技术的引入正逐步改变着传统的工作方式，为工程设计与施工提供了更为精确、高效和安全的支持。数字化技术利用计算机技术、信息技术等前沿手段，实现了对地质数据的全面采集、处理、分析及应用，显著提升了勘察工作的效率与准确性。然而，数字化技术在工程地质勘察中的应用也面临着诸多挑战，如复杂地质条件的精确模拟、海量数据的快速处理以及专业人才的培养等。因此，深入探讨数字化技术在工程地质勘察中的应用及其挑战，对于推动该领域的持续发展具有重要意义。

1 工程地质勘察数字化技术概述

在地质工程领域，工程地质勘察是确保工程设计与施工顺利进行的基础性环节。随着信息技术的飞速发展，数字化技术正逐步渗透到工程地质勘察的各个环节，为这一传统领域带来了革命性的变革。数字化技术，作为现代科技的杰出代表，利用计算机技术、信息技术等前沿手段，对工程地质勘察数据进行全面而深入的采集、处理、分析及应用，极大地提升了勘察工作的效率与准确性。（1）数字化技术在工程地质勘察中的核心作用在于其能够实现勘察过程的自动化与智能化。传统的工程地质勘察工作往往依赖于人工操作，如地质剖面图的绘制、地质数据的记录与整理等，这些过程不仅耗时费力，而且容易受到人为因素的影响，导致勘察结果的准确性难以保证^[1]。而数字化技术的应用，则可以通过高精度测量仪器、无人机航拍、地质雷达等先进设备，实现对地质数据的快速、准确采集，并通过计算机算法自动处理这些数据，生成精确的地质模型与图纸，从而大大提高了勘察工作的自动化水平。（2）数字化技术还能够实现工程地质勘察的高效化。在数字化技术的支持下，勘察人员可以迅速获取大量地质数据，并利

用先进的数据分析软件对这些数据进行深入挖掘，提取出有价值的信息。这些信息不仅可以帮助勘察人员更全面地了解工程区域的地质条件，还可以为工程设计与施工提供科学依据，降低工程风险。同时，数字化技术还可以实现勘察数据的实时共享与远程访问，使得勘察人员可以随时随地获取所需数据，大大提高了工作效率。

（3）数字化技术在提高勘察数据准确性和可靠性方面也发挥了重要作用。传统的勘察方法往往存在数据误差大、可靠性低等问题，而数字化技术则可以通过高精度测量与数据分析，有效减小这些误差，提高数据的准确性和可靠性。例如，利用三维激光扫描技术可以获取工程区域的三维地形数据，通过对比不同时间点的数据变化，可以精确监测地质变形情况；利用地质统计学方法可以对地质数据进行统计分析，预测地质条件的变化趋势，为工程决策提供更可靠的依据。（4）数字化技术在工程地质勘察中的应用也面临一些挑战。例如，如何更好地融合传统勘察方法与数字化技术，实现两者的优势互补；如何确保勘察数据的安全性与隐私保护；如何培养具备数字化技术背景的专业人才等。这些问题的解决需要勘察人员、技术人员、管理人员等多方面的共同努力与协作。

2 数字化技术在工程地质勘察中的应用

2.1 数据采集

在工程地质勘察过程中，数据采集是首要环节，也是后续分析与决策的基础。数字化技术通过集成高精度测量仪器和传感器，为数据采集带来了前所未有的便捷与准确性。（1）GPS（全球定位系统）与全站仪等测量设备在工程地质勘察中发挥着至关重要的作用^[2]。它们能够实现地形地貌、地质构造等信息的精确测量，为工程人员提供了详尽的地理空间数据。这些数据不仅有助

于了解工程区域的地形起伏、地貌特征，还能揭示潜在的地质灾害风险，如滑坡、泥石流等。（2）地质雷达、地震波探测等地球物理勘探方法也是数字化技术在数据采集方面的重要应用。这些方法能够穿透地表，获取地下岩层的分布、厚度、性质等关键信息。通过解析这些地球物理信息，工程人员可以更加准确地判断地下岩层的稳定性和承载力，为工程设计与施工提供科学依据。

2.2 数据处理与分析

数字化技术不仅提升了数据采集的效率与准确性，还极大地增强了数据处理与分析的能力。通过计算机软件，工程人员可以对采集到的数据进行深度挖掘与可视化呈现，从而更加直观地了解工程区域的地质条件。

（1）GIS（地理信息系统）技术是数据处理与分析中的重要工具。它能够将地质数据转化为空间信息，实现数据的可视化展示与空间分析。通过GIS，工程人员可以直观地看到地质构造的分布、岩层的走向以及潜在的地质灾害风险区域。这有助于他们更加全面地了解工程区域的地质条件，为工程决策提供更加科学的依据。地质统计学方法也是数据处理与分析的重要手段。通过对地质数据进行统计分析、预测和建模，地质统计学方法能够揭示地质条件的变化规律，预测未来可能发生的地质灾害。这些方法的应用不仅提高了工程地质勘察的准确性，还为工程设计与施工提供了更加可靠的保障。

2.3 智能化勘察

随着人工智能技术的不断发展，数字化技术在工程地质勘察中的应用也迈向了智能化阶段。通过结合人工智能技术，工程地质勘察实现了从数据驱动到知识驱动的跨越。（1）机器学习算法在地质数据分类、识别和预测方面发挥着重要作用。通过对大量地质数据进行训练与学习，机器学习算法能够自动识别和分类不同类型的地质构造和岩层。这有助于工程人员更加快速地了解工程区域的地质条件，提高勘察效率。（2）深度学习算法则在地质图像自动识别和解释方面展现出强大的能力。通过对地质图像进行深度学习训练，算法能够自动识别并解释图像中的地质构造和岩层特征。这有助于工程人员更加直观地了解地下岩层的分布和性质，为工程设计与施工提供更加直观的依据。（3）智能化勘察的实现不仅提高了工程地质勘察的效率和准确性，还推动了这一领域向更加智能化、自动化方向发展。未来，随着人工智能技术的不断进步和完善，数字化技术在工程地质勘察中的应用将更加广泛和深入。

3 数字化技术在工程地质勘察中的优势

3.1 提高勘察效率

数字化技术在工程地质勘察中的首要优势在于其能够显著提高勘察效率。传统的工程地质勘察往往需要耗费大量的人力、物力和时间，特别是在地形测绘和地质变形监测等环节，更是需要投入大量的现场工作人员进行长时间的观测和记录。然而，数字化技术的引入彻底改变了这一局面。（1）以无人机航拍技术为例，这一技术能够实现对工程区域地形的快速、全面测绘。相比传统的地面测绘方法，无人机航拍不仅大大提高了测绘效率，还降低了人力成本和时间成本^[1]。通过无人机搭载的高精度相机和传感器，可以迅速获取工程区域的地形地貌、地质构造等关键信息，为后续的地质分析和工程设计提供有力支持。（2）自动化监测设备的应用也极大地提高了地质变形的实时监测效率。这些设备能够持续、稳定地监测地质变形情况，一旦发现异常变化，便能立即发出警报，提醒工程人员采取相应措施。这种实时监测的方式不仅提高了勘察效率，还能够在很大程度上避免地质灾害的发生，保障工程安全。

3.2 提高勘察精度

数字化技术在工程地质勘察中的另一大优势在于其能够提高勘察精度和可靠性。传统的勘察方法往往受到人为因素、环境因素等多种因素的影响，导致勘察结果存在一定的误差和不确定性。而数字化技术则通过高精度测量仪器和传感器的应用，以及先进的数据处理和分析方法，显著提高了勘察结果的准确性和可靠性。（1）高精度测量仪器如全站仪、GPS等，能够实现对地质构造、地形地貌等信息的精确测量。这些仪器不仅具有高度的稳定性和准确性，还能够适应各种复杂的地质环境。通过这些仪器获取的数据，可以更加准确地反映工程区域的地质条件，为后续的地质分析和工程设计提供科学依据。（2）先进的数据处理和分析方法也极大地提高了勘察结果的可靠性。例如，利用GIS技术进行空间分析和可视化展示，可以直观地呈现地质构造的分布、岩层的走向等关键信息；利用地质统计学方法进行统计分析、预测和建模，可以揭示地质条件的变化规律和未来发展趋势。这些方法的应用不仅提高了勘察结果的准确性，还为工程决策提供了更加可靠的依据。

3.3 增强勘察安全性

数字化技术在工程地质勘察中的第三大优势在于其能够增强勘察安全性。传统的勘察方法往往需要勘察人员深入现场进行观测和记录，这不仅存在较高的安全风险，还可能在遇到紧急情况时难以及时应对^[4]。而数字化技术则通过远程监控技术和虚拟现实技术的应用，显著提高了勘察安全性。（1）远程监控技术能够实现对勘

察现场的实时监控和预警。通过安装在现场的传感器和监控设备，可以实时监测地质变形、水位变化等关键参数，一旦发现异常变化，便能立即发出警报并通知相关人员。这种实时监控的方式不仅提高了勘察安全性，还能够在很大程度上避免地质灾害的发生。（2）虚拟现实技术则能够模拟和演练勘察过程，提高勘察人员的安全意识和应急处理能力。通过虚拟现实技术，可以模拟各种复杂的地质环境和紧急情况，让勘察人员在虚拟环境中进行实战演练。这种演练方式不仅能够提高勘察人员的安全意识，还能让他们在遇到紧急情况时更加冷静、迅速地做出应对。

4 数字化技术在工程地质勘察中的挑战与对策

4.1 技术挑战

数字化技术在工程地质勘察中的首要技术挑战是如何实现对复杂地质条件的精确模拟和预测。地质条件往往具有高度的复杂性和不确定性，这要求数字化技术必须具备强大的数据处理能力和高精度的模拟算法。然而，目前的技术水平尚难以完全满足这一需求，尤其是在处理非线性、非均质等复杂地质问题时，模拟结果的准确性和可靠性仍有待提高。此外，海量地质数据的快速处理和分析也是数字化技术面临的一大挑战。随着地质勘察工作的深入，采集到的数据量急剧增加，如何高效地处理和分析这些数据，提取出有价值的信息，成为了一个亟待解决的问题。传统的数据处理方法已难以满足这一需求，需要开发更加高效、智能的数据处理算法和工具。

4.2 人才挑战

数字化技术的应用需要高素质的人才支持。然而，目前工程地质勘察领域的人才结构还存在一些问题，尤其是缺乏具备数字化技术背景的专业人才。这些人才不仅需要具备扎实的地质学基础知识，还需要掌握先进的数字化技术和数据处理方法。然而，由于历史原因和行业特点，目前工程地质勘察领域的人才队伍中，具备这种综合素质的人才还相对较少。

4.3 对策与建议

针对上述挑战，本文提出以下对策与建议：（1）应

加强数字化技术的研究和开发力度，提高数字化技术的水平和应用能力。这包括开发更加高效、智能的数据处理算法和工具，提高模拟和预测的准确性和可靠性；同时，还应加强与其他学科的交叉融合，引入其他领域的先进技术和方法，为工程地质勘察提供更加全面的技术支持。（2）应加强人才培养和引进力度^[5]。通过高等教育和职业培训等途径，培养具备数字化技术背景的地质勘察人才；同时，积极引进国内外优秀人才，特别是具有丰富数字化技术应用经验的人才，为工程地质勘察领域注入新的活力。（3）应加强国际合作与交流。通过与国际先进企业和研究机构开展合作与交流，借鉴国际先进经验和技术成果，推动数字化技术在工程地质勘察中的广泛应用和发展。同时，还应积极参与国际标准和规范的制定工作，提高我国工程地质勘察领域的国际竞争力。

结束语

综上所述，数字化技术在工程地质勘察中展现出巨大的潜力和价值，不仅显著提高了勘察效率与精度，还增强了勘察安全性。然而，面对复杂地质条件的精确模拟、海量数据的快速处理以及专业人才短缺等挑战，仍需持续加强技术研发、人才培养与国际合作。未来，随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展，数字化技术将在工程地质勘察中发挥更加重要的作用，为工程设计与施工提供更加科学、准确的依据，推动地质工程领域向更加智能化、高效化方向发展。

参考文献

- [1]时梦宇.建筑工程地质勘察中存在的问题及解决措施[J].建材与装饰,2020(4):228-229.
- [2]吕芸.复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用[J].居业,2021(10):45-46.
- [3]史季韬.岩土工程勘察在复杂地质环境下的技术分析[J].石油工程建设,2021,43(05):128-129.
- [4]林海娟.基于数字化的岩土工程勘察探索构架[J].智能建筑与智慧城市,2020(05):83-84.
- [5]郭崇峙.数字化技术在岩土工程勘察中的应用分析[J].世界有色金属,2019(24):287-289.