

数字化技术在岩土工程勘察中的应用分析

李林江 吴小荣

宁波市交通规划设计研究院有限公司 浙江 宁波 315100

摘要: 本文探讨了数字化技术在岩土工程勘察中的应用及其优势。数字化技术通过高精度的数据采集、存储、处理和分析,显著提升了岩土工程勘察的效率与准确性。GIS、遥感技术、三维建模、物联网技术以及数据库管理与数据分析技术的应用,为岩土工程勘察提供了全面的信息支持,增强了风险识别能力,优化了设计方案,并提升了工程安全性。文章还分析了加强技术标准与规范建设、提升勘察人员数字化技术应用能力、促进跨部门合作与数据共享等对策,以推动数字化技术在岩土工程勘察中的广泛应用和持续发展。

关键词: 数字化技术;岩土工程勘察;应用

1 数字化技术在岩土工程勘察中的基本概念

数字化技术,在岩土工程勘察领域,是指将传统的模拟信号或物理形式的地质、地形、岩土特性等信息转换为数字格式的过程。这一过程涉及到数据的采集、存储、处理、分析和传输,使得岩土工程勘察信息能够被计算机和其他数字设备高效地处理和分析。在岩土工程勘察中,数字化技术的核心在于数据的精确获取与高效管理。通过应用高精度的测量仪器和设备,如全球定位系统(GPS)、遥感技术、地质雷达等,可以实现对地形地貌、地质构造、岩土参数等信息的数字化采集。这些采集到的数据经过整理、编码和存储,形成庞大的岩土工程勘察数据库。随后,利用专业的数字化软件,如地理信息系统(GIS)、工程地质信息系统等,对数据库中的数据进行处理和分析。这些软件能够提供强大的空间分析、数据挖掘和可视化展示功能,帮助勘察人员快速识别地质问题、评估工程风险,并为工程设计提供科学依据^[1]。另外,数字化技术还促进了岩土工程勘察信息的共享与协同。通过建立统一的数字化标准和规范,不同部门和机构之间的数据可以实现无缝对接和共享,从而提高了勘察工作的效率和准确性。同时,数字化技术也使得勘察人员能够与其他专业领域的人员进行更加紧密的协作,共同推动工程项目的顺利进行。

2 数字化技术在岩土工程勘察中的优势分析

2.1 提高勘察效率

数字化技术显著提升了岩土工程勘察的效率。传统勘察方法往往需要大量的人力、物力和时间,尤其是在复杂地质条件下,勘察周期可能非常漫长。然而,数字化技术的应用改变了这一局面。通过高精度的测量设备和数据分析软件,可以快速、准确地获取和处理大量的地质信息。例如,使用无人机航拍和遥感技术,可以在短时间内覆盖大面积区域,迅速识别出潜在的地质问题。

同时,数字化数据的处理速度也大大加快,勘察结果可以即时生成和呈现,使得勘察周期大大缩短,为工程项目的快速推进提供有力保障。

2.2 提高勘察准确性

数字化技术在提高勘察准确性方面也发挥着重要作用。传统勘察方法容易受到人为因素、环境因素等多种干扰,导致勘察结果存在一定的误差。而数字化技术通过高精度的测量和数据分析,能够大大降低这些干扰因素的影响。例如,三维激光扫描技术可以生成高精度的地形模型,准确反映地表的微小变化;地质雷达则能够穿透地表,探测地下岩层的分布和特性。这些技术的应用,使得勘察结果更加接近真实情况,为工程设计和施工提供了更加可靠的依据。

2.3 增强风险识别能力

数字化技术还显著增强了岩土工程勘察中的风险识别能力。通过数据分析和预测模型,可以及时发现潜在的地质灾害风险,如滑坡、泥石流、地面沉降等。这些风险在早期被识别出来,可以采取相应的预防措施,避免或减少灾害的发生。此外,数字化技术还可以对工程项目的稳定性和安全性进行评估,提前预警可能出现的问题,为工程的安全运行提供有力保障^[2]。

2.4 优化设计方案

数字化技术的应用也促进了岩土工程勘察中设计方案的优化。通过对地质信息的全面分析,可以更加准确地了解工程场地的地质条件,从而选择更加合理的基础形式、支护方案和施工方案。这不仅降低了工程造价,还提高了工程的质量和稳定性。同时,数字化技术还可以进行多方案的比选和优化,综合考虑地质、经济、环境等多方面因素,为工程决策提供科学依据。

2.5 提升工程安全性

通过实时监测和预警系统，可以及时发现和处理工程中的异常情况，避免或减少安全事故的发生。例如，在地下工程施工中，通过监测地下水位、土壤应力等参数的变化，可以及时发现潜在的安全隐患，并采取相应的措施进行处理。此外，数字化技术还可以提高工程施工的精度和可控性，减少人为因素导致的安全事故风险。这些措施的实施，为工程的安全运行提供了有力保障。

3 数字化技术在岩土工程勘察中的应用

3.1 GIS在岩土工程勘察中的应用

地理信息系统（GIS）作为一种强大的空间信息处理工具，在岩土工程勘察中发挥着举足轻重的作用。GIS通过整合多种数据源，包括地质图、地形图、遥感影像、地下水位数据等，能够创建一个全面的、动态的空间数据库。这不仅有助于勘察人员快速获取项目区域的基础地质信息，还能够进行复杂的地质分析，如地层划分、地质构造识别、岩性分类等。在岩土工程勘察中，GIS的空间分析功能尤为关键；通过空间叠加、缓冲区分析、网络分析等手段，GIS可以揭示地质要素间的复杂关系，如地下断层与建筑物基础的相对位置、潜在滑坡体与道路工程的相互影响等。这些分析结果对于工程选址、基础设计、灾害预防等方面都具有重要的指导意义。另外，GIS还能够支持可视化展示，将复杂的地质信息以直观的三维模型或二维地图形式呈现给勘察人员，便于他们更好地理解地质条件，进行决策分析。例如，通过GIS可以生成地质剖面图，清晰地展示地下岩层的分布和特性，为工程师设计合理的桩基础或基坑支护方案提供依据。

3.2 遥感技术的应用

遥感技术，尤其是高分辨率卫星遥感和无人机航拍技术，为岩土工程勘察提供了前所未有的视角和数据源。遥感影像能够捕捉到地表及地下的微小变化，如地形起伏、植被覆盖、土壤湿度等，这些信息对于评估工程场地的稳定性和适宜性至关重要。在岩土工程勘察中，遥感技术常用于地质灾害的监测和预警。通过定期收集和分析遥感影像，可以及时发现滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害的先兆，为灾害的预防和治理提供宝贵的时间^[1]。此外，遥感技术还可以用于工程场地的环境评估，如监测水体污染、土壤侵蚀等环境问题，为工程的环保设计提供依据。随着遥感技术的不断进步，现在的遥感影像已经具有极高的分辨率和准确性，能够直接用于地形图的绘制和更新。

3.3 三维建模技术的应用

通过创建真实的三维地质模型，可以直观地展示地下岩层的分布、形态和特性，为工程设计和施工提供精确的空间参考。在岩土工程勘察中，三维建模技术常用于地质结构的识别和模拟。通过收集和分析地质勘察数据，如钻孔资料、地质剖面图等，可以建立出准确的三维地质模型。这些模型不仅能够展示地下岩层的形态和分布，还能够模拟地质过程，如地下水流动、岩体变形等。这些模拟结果对于理解地质条件、预测工程行为、优化设计方案等方面都具有重要的价值；通过虚拟现实技术，勘察人员可以身临其境地探索地下空间，直观地感受地质条件对工程设计的影响。这种沉浸式的体验有助于勘察人员更好地理解地质条件，进行更加精准的决策分析。在岩土工程勘察的实践中，三维建模技术已经取得了显著的应用成果。例如，在地铁线路的规划中，通过三维建模技术可以直观地展示地下岩层的分布和特性，帮助工程师选择合理的线路走向和车站位置。在城市地下空间的开发中，三维建模技术也能够提供精确的地质信息，为地下管廊、地下室等地下设施的设计和施工提供依据。

3.4 物联网技术的应用

在岩土工程勘察中，物联网技术常用于地下水位、土壤应力、岩体变形等参数的监测。通过在地表或地下安装传感器，物联网技术可以实时收集岩土体的状态数据，并将这些数据通过网络传输到数据中心进行分析和处理。这些数据不仅能够反映岩土体的当前状态，还能够揭示其变化趋势和潜在风险。例如，通过监测地下水位的变化，可以及时发现地下水的异常渗漏或涌水现象，为工程的防水设计提供依据。通过监测土壤应力和岩体变形的数据，可以评估工程的稳定性和安全性，及时预警可能出现的问题。物联网技术的应用还提高了岩土工程勘察的智能化水平；通过数据分析和预测模型，物联网技术可以自动识别岩土体的异常状态，并触发相应的预警机制。

3.5 数据库管理与数据分析技术的应用

在岩土工程勘察中，数据库管理与数据分析技术是实现数据高效利用和深度挖掘的关键。通过建立统一的数据标准和格式，数据库管理技术可以将来自不同来源、不同格式的数据进行整合和存储，形成一个全面的数据仓库。这不仅提高了数据的可读性和可用性，还为数据分析提供了坚实的基础。通过统计分析、机器学习等手段，可以对勘察数据进行深度挖掘和分析，揭示地质要素间的复杂关系和潜在规律。例如，通过聚类分析可以将具有相似特性的地质单元进行归类，为地质模型

的建立提供依据。通过回归分析可以建立岩土参数与工程性能之间的数学关系,为工程设计和施工提供预测和指导。另外,数据库管理与数据分析技术还能够支持数据的可视化和交互式查询。通过可视化工具,可以将复杂的数据以图表、地图等形式直观地呈现出来,便于勘察人员理解和分析。通过交互式查询功能,勘察人员可以根据需要筛选和分析数据,获取更加精准的勘察结果。

4 数字化技术在岩土工程勘察中的应用对策

4.1 加强技术标准与规范建设

为了充分发挥数字化技术在岩土工程勘察中的优势,首要任务是加强相关技术标准与规范的建设。这包括制定统一的数据采集、存储、处理和分析标准,确保不同来源、不同格式的数据能够实现无缝对接和高效利用。同时,建立数字化勘察成果的质量评价体系,对勘察数据的准确性、完整性和可靠性进行定期评估,以提高勘察结果的可信度和应用价值。另外,技术标准与规范的制定还应充分考虑岩土工程勘察的特殊性,结合行业特点和实际需求,制定针对性的技术指南和操作手册。这些指南和手册应详细阐述数字化技术的应用场景、操作步骤和注意事项,为勘察人员提供清晰、具体的指导^[4]。在加强技术标准与规范建设的过程中,还应注重与国际接轨,借鉴国际先进经验和做法,不断完善和优化我国的数字化勘察技术体系。加强对新技术、新方法的跟踪和研究,及时将其纳入技术标准与规范中,推动数字化技术的持续创新和发展。

4.2 提升勘察人员的数字化技术应用能力

提升勘察人员的数字化技术应用能力是推动数字化技术在岩土工程勘察中广泛应用的关键。培训内容应涵盖数字化技术的基本原理、操作方法、应用场景等方面,注重理论与实践相结合,通过案例分析、实操演练等方式,增强勘察人员的实际操作能力和问题解决能力。同时鼓励勘察人员积极学习新技术、新方法,不断更新知识结构,提高专业素养。可以通过组织专题研讨会、学术交流会等活动,搭建交流平台,促进勘察人员之间的知识共享和经验交流。另外,还可以建立激励机制,对在数字化技术应用方面取得突出成果的勘察人员给予表彰和奖励,激发其积极性和创造力;在提升勘察

人员数字化技术应用能力的同时,还应注重培养其创新意识和实践能力。鼓励勘察人员结合工程实际,探索数字化技术在岩土工程勘察中的新应用、新途径,推动数字化技术的不断创新和发展。

4.3 促进跨部门合作与数据共享

数字化技术在岩土工程勘察中的应用需要多个部门的协同配合和数据共享。因此,加强跨部门合作与数据共享是推动数字化技术广泛应用的重要保障。这包括建立跨部门协作机制,明确各部门在数字化勘察中的职责和分工,加强沟通协调,形成工作合力。建立数据共享平台,实现不同部门之间勘察数据的互联互通和高效利用。在促进跨部门合作与数据共享的过程中,注重保护数据安全和个人隐私。通过建立完善的数据安全管理制度和技术防护措施,确保勘察数据的安全性和保密性。同时,还应加强对数据使用情况的监管和审计,防止数据泄露和滥用。积极推动政府、企业、高校和科研机构等各方力量的参与和合作,形成产学研用紧密结合的创新体系。通过政策引导、资金支持等方式,鼓励各方加大投入力度,共同推动数字化技术在岩土工程勘察中的广泛应用和持续发展。

结束语

综上所述,数字化技术在岩土工程勘察中的应用展现出巨大的潜力和价值。通过高精度的数据采集、高效的数据处理以及智能化的分析预测,数字化技术为岩土工程勘察提供了更加准确、高效和安全的解决方案。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,数字化技术将在岩土工程勘察领域发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]张建利,安标飞,汤利芹.谈数字化测绘技术和地质工程测量的发展应用[J].地矿测绘,2021,4(1):27-28.
- [2]纪辉.岩土工程勘察技术在地基工程施工中的应用[J].建筑安全,2020,35(9):26-28.
- [3]刘向武.岩土工程勘察中物探技术及数字化发展研究[J].世界有色金属,2020(23):153-154.
- [4]范来生.数字化技术在提高岩土勘察效率方面的应用分析[J].冶金与材料,2020,40(6):69-70.