

岩土工程勘察中 GIS 技术的创新应用研究

王盼

湖北省地质局第五地质大队，湖北省鄂州市，463099；

摘要：本文聚焦于岩土工程勘察中 GIS 技术的创新应用。研究背景在于传统岩土工程勘察方法存在诸多局限，难以高效处理复杂的勘察数据与信息。主要研究内容涵盖 GIS 技术的原理、功能，岩土工程勘察的特点与需求，以及 GIS 技术在岩土工程勘察各环节的创新应用，并通过具体案例进行分析，同时探讨了应用中存在的问题与对策。研究成果表明，GIS 技术能显著提升岩土工程勘察的效率和质量，为工程决策提供有力支持，对推动岩土工程勘察行业的发展具有重要意义。

关键词：GIS 技术；岩土工程勘察；创新应用；数据管理

DOI：10.69979/3029-2727.25.10.054

岩土工程勘察是工程建设全生命周期的基础支撑，其成果的准确性与可靠性对工程安全、投资效益及运营耐久性起决定性作用，是工程科学决策的核心前提。但传统方法在多源数据整合、空间关联分析及成果可视化方面有明显局限，难以满足复杂地质条件下对多维地质信息的精细化需求，易致勘察结论与实际偏差，制约工程质量。随着信息技术发展，GIS 技术凭借空间信息处理、多源数据融合分析及动态可视化等优势，为突破传统模式提供新路径。本研究旨在探究 GIS 技术在岩土工程勘察中的创新应用，构建基于 GIS 的勘察数据管理体系，优化空间分析模型，创新成果可视化方式，解决多源异构数据融合等关键问题，提升勘察效率与质量，推动行业技术升级。

1 GIS 技术概述

1.1 GIS 技术的基本概念与原理

GIS (Geographic Information System) 即地理信息系统，是一种特定的十分重要的空间信息系统。它是在计算机硬、软件系统支持下，对整个或部分地球表层（包括大气层）空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统^[1]。其原理基于地理空间数据库，采用地理模型分析方法，适时提供多种空间和动态的地理信息，为地理研究和地理决策服务。

1.2 GIS 技术的主要功能与特点

GIS 技术具有数据采集与编辑、数据存储与管理、数据处理与分析、数据显示与输出等主要功能。其特点包括强大的空间分析能力，能够对地理空间数据进行拓扑分析、缓冲区分析、叠加分析等；良好的可视化效果，

可以将复杂的地理信息以直观的地图、图表等形式展示出来；数据的集成性，能够整合多种来源、多种格式的数据；以及动态性和实时性，可对地理信息进行实时更新和动态监测。

1.3 GIS 技术在不同领域的应用现状

GIS 技术已经广泛应用于多个领域。在城市规划中，用于城市用地分析、交通规划、基础设施布局等；在环境保护领域，可进行环境监测、生态评估、污染扩散模拟等；在资源管理方面，用于矿产资源勘探、土地资源调查、水资源管理等；在灾害预警与应急响应中，能够对地震、洪水、火灾等灾害进行监测、预警和应急指挥。

2 岩土工程勘察的特点与需求

2.1 岩土工程勘察的工作内容与流程

岩土工程勘察的工作内容主要包括工程地质调查与测绘、勘探与取样、原位测试、室内试验、资料整理与分析等。其流程通常为接受勘察任务后，首先进行现场踏勘和资料收集，然后根据工程特点和要求制定勘察方案，接着开展外业勘察工作，获取岩土体的各种数据和信息，之后进行室内试验和数据处理分析，最后编写勘察报告并提交成果。

2.2 岩土工程勘察数据的特点与要求

岩土工程勘察数据具有空间性、多样性、复杂性和动态性等特点。数据的空间性体现在不同位置的岩土体性质存在差异；多样性包括岩土体的物理性质、力学性质、化学性质等多种类型的数据；复杂性表现为岩土体的性质受多种因素影响，数据之间存在复杂的相互关系；动态性则是指岩土体的性质可能会随时间和外界条件

的变化而改变。对岩土工程勘察数据的要求包括准确性、完整性、一致性和时效性，以确保勘察成果能够真实反映岩土体的实际情况。

2.3 传统岩土工程勘察方法的局限性

传统的岩土工程勘察方法主要依赖于钻探、原位测试等手段获取数据，数据采集效率较低，且受人力、物力和时间的限制，难以获取全面、连续的岩土体信息^[2]。在数据处理和分析方面，主要采用手工计算和图表绘制的方式，工作量大、精度低，且难以进行复杂的空间分析和数据挖掘。在成果展示方面，多以文字报告和二维图纸为主，不够直观和形象，不利于工程决策人员全面理解和应用勘察成果。

3 GIS 技术在岩土工程勘察中的创新应用

3.1 GIS 技术在岩土工程数据采集与管理中的应用

在数据采集环节，GIS 技术通过与全球定位系统、智能化地理信息采集终端等设备的深度协同，构建起高效精准的岩土工程勘察数据获取体系。具体而言，借助 GPS 实时定位功能可精准获取勘察点的空间坐标信息，并通过数据接口直接传入 GIS 系统实现坐标与属性数据的联动存储；同时，利用移动终端搭载的多媒体采集模块，能够同步获取岩土体露头影像、钻孔岩芯视频及现场环境照片等多元信息，形成多维度数据采集链条。在数据管理层面，GIS 系统可依托结构化数据库架构，对勘察过程中产生的钻孔数据、试验数据、遥感影像等异构信息进行分类存储、动态更新与关联管理，通过构建标准化数据检索引擎，实现跨类型、跨尺度数据的快速调取与组合分析，显著提升勘察数据的管理效率与复用价值。

3.2 GIS 技术在岩土工程分析与评价中的应用

GIS 技术的空间分析功能为岩土工程分析与评价提供了多层次技术支撑。其叠加分析功能可将岩土体物理力学参数、地形地貌特征、地质构造分布等多源空间信息进行图层融合，通过构建要素关联模型揭示各影响因素的耦合作用机制，为岩土工程稳定性评估提供量化分析依据；缓冲区分析工具能够基于工程红线或关键构造物边界生成动态影响范围，精准界定工程建设对周边岩土体的扰动区域，为施工方案优化与保护措施设计提供空间边界参数。此外，GIS 技术可与有限元、离散元等数值模拟方法进行耦合，通过空间分析模块提取的地质边界条件与参数场，驱动岩土体应力应变、地下水渗流等过程的动态模拟，实现对工程建设引发的地质响应及发展趋势的超前预判，为工程决策提供科学支撑。

3.3 GIS 技术在岩土工程勘察成果可视化中的应用

GIS 技术为岩土工程勘察成果的可视化呈现提供了系统性解决方案，突破了传统二维图表的表达局限。通过构建高精度三维地质模型，可立体呈现岩土体的空间赋存状态，精准还原地层接触关系、岩性分布及结构面特征，使抽象地质信息转化为直观可感的空间形态；依托其图层叠加与符号化功能生成的专题地图，涵盖岩土体物理力学参数分区、工程地质单元划分、不良地质体分布等多元内容，能清晰揭示不同区域地质条件的差异性与关联性，为工程分区设计提供精准依据；同时，借助动态模拟技术将施工流程与地质灾害演化过程具象化，通过时序化动画演示岩土体变形、地下水运移等动态特征，有效降低专业信息的理解门槛，助力工程技术人员与决策主体快速把握勘察核心内容，为方案优化与风险防控提供直观的可视化支撑。

3.4 GIS 技术在岩土工程勘察决策支持中的应用

GIS 技术为岩土工程勘察决策提供了多维度的科学支撑体系，通过对勘察数据的综合集成分析与系统性评价，能够为工程全周期关键环节的决策提供量化依据^[3]。在工程选址阶段，依托 GIS 的空间分析功能可对不同备选区域的岩土体性质、地质构造发育程度、地形坡度等关键参数进行叠加运算与对比评估，通过构建选址适宜性评价模型筛选出最优建设区位；在基础选型环节，借助 GIS 对岩土体承载力、压缩模量等力学参数的空间分布特征分析，可针对桩基础、筏板基础等不同类型基础形式进行适应性分级评价，为结构选型提供数据支撑。此外，GIS 技术能够整合地质灾害易发区分布、地下水动态等信息，构建工程风险评估模型，实现对施工期潜在风险的动态预警，为决策层制定风险防控策略提供精准的技术参考。

4 GIS 技术在岩土工程勘察中应用的案例分析

4.1 具体案例的项目背景与概况

某城市的大型商业综合体项目，占地面积较大，地质条件复杂。该区域存在多种地层，包括填土、粉质黏土、砂层等，且地下水位较高。为了确保项目的安全和稳定，需要进行详细的岩土工程勘察。

4.2 GIS 技术在该案例中的应用过程与方法

在数据采集阶段，利用 GPS 定位系统确定勘察点的位置，使用钻探设备获取岩土体样本，并将样本的相关信息（如土层厚度、含水量、密度等）录入 GIS 系

统^[4]。同时,通过现场原位测试获取岩土体的力学参数。在数据管理方面,建立了岩土工程数据库,对各类数据进行分类存储和管理。利用 GIS 的空间分析功能,对岩土体的物理力学性质进行插值分析,生成连续的岩土体参数分布图。在成果可视化方面,制作了三维地质模型和专题地图,直观地展示了该区域的地质条件和岩土工程特征。在决策支持方面,根据 GIS 分析结果,为基础选型和施工方案制定提供了科学依据。

4.3 案例应用效果与效益分析

通过应用 GIS 技术,该项目的岩土工程勘察效率得到了显著提高。数据采集和处理的时间大大缩短,减少了人工误差。勘察成果的可视化展示使得工程人员和决策人员能够更直观地了解地质条件,提高了决策的准确性和科学性。同时,通过对岩土工程条件的准确评估,优化了基础设计方案,降低了工程成本。

4.4 案例应用的经验总结与启示

该案例表明, GIS 技术在岩土工程勘察中具有重要的应用价值。在应用过程中,需要重视数据的准确性和完整性,确保 GIS 分析结果的可靠性。同时,要加强 GIS 技术与其他勘察技术的结合,充分发挥各自的优势。此外,培养具备 GIS 技术和岩土工程专业知识的复合型人才也是推动 GIS 技术在岩土工程勘察中广泛应用的关键。

5 GIS 技术在岩土工程勘察中应用的问题与对策

5.1 GIS 技术应用中存在的主要问题

目前, GIS 技术在岩土工程勘察中应用存在一些问题。一是数据质量问题,由于数据来源广泛,数据的准确性、一致性和完整性难以保证,影响了 GIS 分析结果的可靠性。二是技术人才短缺,既掌握 GIS 技术又熟悉岩土工程专业知识的复合型人才较少,限制了 GIS 技术在岩土工程勘察中的深入应用。三是软件功能的局限性,部分 GIS 软件在处理岩土工程复杂数据和进行专业分析方面的功能不够强大。四是数据安全问题,岩土工程勘察数据包含大量敏感信息,如何保障数据的安全存储和传输是一个重要问题。

5.2 针对问题提出的解决对策与建议

针对数据质量问题,应建立严格的数据采集、审核和管理机制,加强对数据来源的质量控制。对于技术人才短缺问题,高校和培训机构应加强相关专业的建设,培养复合型人才,同时企业可以通过培训和引进人才等

方式提高员工的技术水平。针对软件功能的局限性,软件开发商应加强与岩土工程领域的合作,开发适合岩土工程勘察的专业 GIS 软件。在数据安全方面,应采用加密技术、访问控制等手段保障数据的安全^[5]。

5.3 GIS 技术在岩土工程勘察中应用的发展趋势

未来, GIS 技术在岩土工程勘察中的应用将朝着智能化、集成化和网络化的方向发展。智能化方面,将引入人工智能和机器学习算法,实现对岩土工程数据的自动分析和智能决策。集成化表现为 GIS 技术将与其他先进技术如物联网、大数据、云计算等深度融合,实现数据的实时采集、处理和共享。网络化则是指通过互联网实现远程数据传输和协同工作,提高勘察工作的效率和协同性。

6 结束语

本文通过对 GIS 技术在岩土工程勘察中的应用研究,得出以下成果:详细阐述了 GIS 技术的基本概念、原理、功能和特点,以及其在不同领域的应用现状;分析了岩土工程勘察的特点与需求,指出了传统勘察方法的局限性;深入探讨了 GIS 技术在岩土工程数据采集与管理、分析与评价、成果可视化和决策支持等方面的应用;通过具体案例验证了 GIS 技术在岩土工程勘察中的应用效果和效益;同时分析了 GIS 技术应用中存在的问题,并提出了相应的解决对策和发展趋势。未来的研究可以进一步加强 GIS 技术与物联网、大数据、人工智能等技术的结合,开展更深入的智能化分析和决策研究,提高岩土工程勘察的自动化和智能化水平。

参考文献

- [1] 孟繁宇. GIS 技术在岩土工程勘察中的应用探究[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(21): 189-192.
- [2] 马成龙. 岩土工程勘察数字化技术与实现[J]. 黑龙江科技信息, 2017, (17): 54.
- [3] 钟添荣. 论在岩土工程勘察中如何运用 GIS 技术[J]. 科技资讯, 2021, 19(29): 63-65.
- [4] 王杰. GIS 技术在岩土工程勘察中的应用[J]. 世界有色金属, 2020, (22): 155-156.
- [5] 刘诗航. GIS 技术在岩土工程勘察设计一体化中的应用[J]. 四川水泥, 2018, (10): 86.

作者简介: 王盼 (1990.09.20-), 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 湖北汉川, 学历: 本科, 职称: 工程师, 研究方向: 岩土工程勘察, 探矿工程。