

GIS 在岩土勘察和基坑监测中的应用

明庆波

盐城市建筑设计研究院有限公司, 江苏 盐城 224000

摘要：地理信息系统 (GIS) 在岩土勘察和基坑监测领域的应用已经成为现代工程实践的关键要素。本文探讨了 GIS 在这两个领域中的应用必要性、方式、优势、挑战和发展趋势。GIS 提高了数据集成性, 通过整合各类地理数据, 增强了工程决策的准确性, 并确保基坑工程的安全性。在应用方式方面, 探讨了地理信息数据采集、地质信息管理与分析以及基坑监测与分析。这包括 GPS 和遥感技术的数据采集、地质信息系统的建立和传感器技术在实时监测中的运用。GIS 在岩土勘察和基坑监测中的未来发展趋势包括多模态数据整合、智能决策支持系统和云计算的应用。这些趋势将进一步推动 GIS 在工程领域的应用, 为工程提供更安全、高效和可持续的解决方案。

关键词：GIS; 岩土勘察; 基坑监测; 应用

Application of GIS in Geotechnical Investigation and Foundation Pit Monitoring

Ming Qingbo

Yancheng City Architectural Design and Research Institute Co., Ltd, Jiangsu, Yancheng 224000

Abstract： The application of geographic information system (GIS) in the field of geotechnical investigation and pit monitoring has become a key element of modern engineering practice. This paper discusses the necessity, approach, advantages, challenges and development trend of GIS application in these two fields. GIS improves data integration, enhances the accuracy of engineering decision-making by integrating various types of geographic data, and ensures the safety of foundation pit engineering. In terms of application modalities, geographic information data collection, geologic information management and analysis, and pit monitoring and analysis are explored. This includes data acquisition with GPS and remote sensing technologies, the establishment of geologic information systems, and the use of sensor technologies in real-time monitoring. Future trends of GIS in geotechnical investigation and pit monitoring include the integration of multimodal data, intelligent decision support systems, and the application of cloud computing. These trends will further promote the application of GIS in engineering to provide safer, more efficient and sustainable solutions.

Key words： GIS; geotechnical investigation; pit monitoring; application

一、引言

在当今建筑工程领域, 岩土勘察和基坑监测是确保工程安全和质量的至关重要的环节。岩土勘察涉及地质、地形、土壤等复杂因素的分析, 而基坑监测要求对基坑施工的各个方面进行持续监测。这两个领域的有效管理和决策对于工程的成功至关重要。在这一背景下, 地理信息系统 (GIS) 的应用已经成为解决问题、提高效率、减少风险的关键工具。目前 GIS 的应用已经在工程领域取得了重大突破, 但仍面临一系列挑战, 需要继续研究和改进。通过深入了解 GIS 在岩土勘察和基坑监测中的应用, 可以更好地理解其潜力, 为未来工程提供更安全、高效和可持续的解决方案。

二、GIS 在岩土勘察和基坑监测中的应用必要性

(一) 提高数据集成性

GIS 在岩土勘察和基坑监测中的必要性首先体现在其能够显著提高数据集成性。在工程领域, 涉及多种地理数据, 包括地形、

地质、气象、土壤等, 而这些数据的集成和整合对于全面了解工程环境至关重要。GIS 能够将这些多源数据整合到一个统一的地理信息系统中, 提供直观的地理信息视图, 使工程师能够更好地理解地质情况。这种综合性的数据视图有助于工程师更好地评估地质风险, 选择合适的基坑施工策略, 并进行有效的规划和资源分配。通过将不同数据源整合到一个平台, GIS 能够减少数据碎片化, 降低信息孤岛的风险, 确保决策过程更全面、准确, 最终提高了工程的可行性和成功率。

(二) 实时监测与快速响应

另一方面, GIS 的应用必要性体现在其能够实现实时监测和快速响应。岩土勘察和基坑监测是动态过程, 而传统方法无法满足实时数据需求。GIS 结合了现代传感器技术和卫星遥感数据, 使工程团队能够实时采集和监测基坑周边环境的变化。这意味着工程师可以及时检测到潜在的问题, 如地质变化、地下水位波动或基坑变形, 从而能够迅速采取措施以减轻风险^[1]。这种实时监测和快速响应的能力有助于确保基坑工程的安全性和稳定性, 减少了潜在的灾害和损失。

（三）决策支持与规划优化

GIS 的应用必要性还在于它为决策支持和规划优化提供了有力工具。GIS 不仅能够提供详尽的地理信息数据，还提供了空间分析工具，帮助工程师更好地规划基坑施工和资源分配。通过在 GIS 平台上进行空间分析，工程师可以模拟不同的基坑设计和施工方案，评估其潜在影响，优化资源利用，降低成本，并提高施工质量^[9]。决策者可以借助 GIS 支持系统制定更有效的规划和决策策略，以最大程度地减少成本和资源浪费，同时确保基坑工程的质量和可持续性。这一能力使 GIS 成为工程领域的强大工具，有助于提高整体效率和可行性。

三、GIS 在岩土勘察和基坑监测中的应用的的方式

（一）地理信息数据采集

地理信息数据采集是 GIS 在岩土勘察和基坑监测中的核心应用方式。为了获取准确的地理信息数据，现代工程项目使用了多种技术和工具。其中，GPS（全球定位系统）技术发挥着重要作用。GPS 接收器能够精确测量地点的经度、纬度和海拔，提供高精度的地理坐标数据。这些数据可用于基坑的几何位置、施工进度以及工程车辆的位置追踪^[9]。此外，遥感技术也广泛用于数据采集。遥感卫星和飞行器搭载传感器，能够捕捉地表特征、地质情况和环境条件，为岩土勘察和基坑监测提供了详细的地理信息数据。这些数据的采集和整合在 GIS 平台上，使工程团队能够获得全面的地理信息视图，为决策提供了坚实的基础。

（二）地质信息管理与分析

地质信息管理与分析是 GIS 在岩土勘察和基坑监测中的另一个重要应用方式。建立地质信息系统（GIS）是有效管理地质数据的关键步骤。GIS 用于存储、组织和分析各种地质信息，包括地层、岩石类型、土质、地下水位等。通过将数据与地理坐标关联，GIS 能够为工程师提供地质数据的三维可视化呈现，帮助他们更好地理解地下情况^[4]。此外，GIS 还支持地质信息的分析与模拟。通过对地质数据进行空间分析，工程师可以评估地质条件对基坑工程的影响，预测潜在的地质风险，从而制定更合理的施工策略。GIS 的地质信息管理与分析功能为岩土勘察和基坑监测提供了有力的工具，有助于准确评估工程环境和风险。

（三）基坑监测与分析

基坑监测与分析是 GIS 在工程领域的另一个重要应用方式，尤其是在基坑工程中^[9]。传感器技术在实时监测中发挥关键作用。基坑施工中，各种传感器被用于测量基坑的变形、地下水位、地质应力等参数。这些传感器可定期或实时传输数据，而 GIS 平台用于存储和分析这些数据。基坑监测数据可以立即呈现在 GIS 地图上，使工程团队能够实时了解基坑的状态和变化。这不仅有助于及时检测潜在问题，也支持了决策者的快速响应。此外，GIS 还提供基坑变形模拟和预测功能，允许工程师对基坑未来的变化进行模拟和分析，以规划有效的施工策略，减少风险并提高基坑工程的安全性^[9]。基坑监测与分析是 GIS 在工程中的关键应用方式之一，提供了实时监测和风险管理的强大工具。

四、GIS 在岩土勘察和基坑监测中应用的问题

（一）数据质量与准确性

数据质量和准确性在岩土勘察和基坑监测中是重要问题。GIS 依赖于各种数据源，包括卫星遥感、传感器数据和地质勘测信息，以支持工程决策和分析，这会对决策产生负面影响。如卫星遥感数据会受到云层遮挡、大气扰动或仪器误差的影响，导致地表特征的不准确测量。传感器数据也会受到校准问题或环境条件的干扰，降低了数据的准确性。地质勘测数据的质量取决于采样密度、采样方法和分析技术，不准确的地质信息会导致错误的工程评估^[7]。因此，确保数据质量和准确性对于可靠的 GIS 应用至关重要。工程团队需要采取适当的质量控制措施和数据校正方法，以减少误差并提高数据准确性，从而降低工程风险。

（二）技术成本与培训需求

技术成本和培训需求是岩土勘察和基坑监测中的重要问题。引入 GIS 技术通常需要投资于硬件、软件和数据采集设备，这对工程项目的预算产生重大影响。此外，维护和更新 GIS 系统也需要长期资金支持^[9]。同时，培训工程团队以正确使用 GIS 工具和分析方法也是不可或缺的。培训需要时间和资源，会导致项目延期和额外成本。技术成本和培训需求的管理是确保 GIS 应用成功的关键因素。工程团队需要仔细规划和预算，以确保项目按时、按预算完成，并确保团队成员具备必要的技能和知识，以有效利用 GIS 技术。

（三）隐私与安全问题

隐私和安全性也是岩土勘察和基坑监测中的问题。这些应用通常涉及大量敏感地理信息数据，包括土地所有权、地下基础设施和环境特征。保护这些数据的隐私和安全性至关重要，以防止未经授权的访问或数据泄露^[9]。此外，GIS 系统本身也会受到网络攻击和数据损坏的风险。确保数据的隐私和安全需要采取严格的安全措施，包括数据加密、访问控制和网络安全措施^[10]。工程团队需要认真评估和管理潜在的风险，并制定适当的安全策略，以确保数据和系统的完整性。处理隐私和安全性问题对于确保 GIS 应用的可持续性和成功至关重要。

五、GIS 在岩土勘察和基坑监测中的发展趋势

（一）多模态数据整合

多模态数据整合是 GIS 在岩土勘察和基坑监测领域的重要发展趋势。传统上，工程项目使用不同类型的数据，如地形、地质、气象和土壤数据，以支持决策和分析^[11]。然而，这些数据通常分散在不同的源和格式中，导致数据整合和分析的复杂性。为了应对这一挑战，发展趋势是将多模态数据整合到一个综合的 GIS 平台中。在实际操作中，多模态数据整合的关键是采用标准化的数据格式和协议，以确保不同类型的数据可以无缝集成。此外，采用先进的数据存储和管理系统，以便快速访问和检索数据。使用云计算和大数据技术，以提高数据处理和效率。工程团队还可以采用数据质量控制方法，确保整合后的数据准确性和可

靠性。通过多模态数据整合,工程师可以获得全面的地理信息视图,支持更准确的决策和分析,提高工程质量和效率。

(二) 智能化决策支持系统

智能化决策支持系统是另一个 GIS 在岩土勘察和基坑监测中的重要发展趋势^[12]。随着人工智能和机器学习技术的发展,工程领域越来越多地使用智能化系统来分析和预测数据,以支持决策制定。在岩土勘察和基坑监测中,发展趋势是将这些智能化技术整合到 GIS 中,以提供更智能的决策支持。具体做法包括开发智能算法和模型,以分析大量数据,并提供实时的决策建议。这些算法可以检测潜在的地质风险,预测基坑的变形和变化趋势,以及优化基坑施工策略。此外,智能化决策支持系统还可以通过数据挖掘和模式识别来识别潜在的问题,提前采取措施,减轻风险。通过将智能化技术与 GIS 整合,工程团队可以更好地利用数据,提高决策的准确性和效率,降低风险,并提高工程的可行性。这两个发展趋势的采纳将使 GIS 在岩土勘察和基坑监测中发挥更大的作用,为工程提供更安全、高效和可持续的解决方案^[13]。多模态数据整合将改善数据的可访问性和整合性,而智能化决策支持系统将加强决策的智能性和准确性,使 GIS 成为工程领域的关键工具。

(三) 云计算和移动应用

在岩土勘察和基坑监测领域,云计算和移动应用是重要的发展趋势,它们将进一步推动 GIS 技术的应用。第一,云计算平台的建设。云计算技术允许工程团队将大量地理数据存储在云端服务器上,实现数据的高效存储和管理。建设专门的云计算平台,以容纳地理信息数据,并确保数据的安全和可访问性^[14]。云计算平台还可以支持协作,多个工程师和团队可以同时访问和共享数据。第二,移动应用的开发。移动应用的开发是利用云计算的一部分,以便工程师和现场人员可以随时随地访问 GIS 数据和工具。这些应用程序可以在智能手机和平板电脑上运行,允许工程团队在实地工作时获取地理信息。移动应用可以包括地图浏览、实时监测、数据采集和报告生成等功能,以提高工程的效率和响应速度。第三,数据共享和协作。云计算和移动应用支持工程团队之间的数据共享和协作。通过云平台,不同团队可以轻松地访问和共享数据,以支持整个项

目的协同工作。移动应用可以让多个工程师在现场采集数据,并将数据上传到云端,从而实现实时协作和决策制定^[15]。第四,数据分析和可视化。云计算技术可以支持大规模数据分析,帮助工程师更好地理解地理信息数据。通过云平台,可以运行复杂的数据分析和模型,以识别潜在的问题和趋势。移动应用可以提供实时地理信息可视化,以便工程师能够立即理解数据并做出决策。第五,安全和隐私保护。云计算和移动应用的安全性和隐私保护至关重要。确保数据在云端存储和传输时受到适当的加密和访问控制。移动应用也需要具备安全功能,以保护数据免受未经授权的访问和泄露。工程团队需要采取适当的安全措施,以确保数据和系统的完整性。通过云计算和移动应用的采用,工程团队可以更好地利用 GIS 技术,提高数据的可访问性、可视化和分析能力。这将为岩土勘察和基坑监测提供更高效率、灵活和便捷的解决方案,从而推动工程领域的发展。这一趋势有助于实现更安全、高效和可持续的工程项目,提高工程的质量和可行性。

结束语

在岩土勘察和基坑监测领域,GIS 通过提高数据集成性、实时监测与快速响应、决策支持与规划优化等方式,为工程项目提供了更精确的地理信息数据,从而提高了工程决策的准确性和可行性。应用方式部分详细阐述了地理信息数据采集、地质信息管理与分析以及基坑监测与分析的方法,提供了工程团队在实践中的具体指导。最后,发展趋势部分介绍了多模态数据整合、智能化决策支持系统以及云计算和移动应用的具体做法。这些趋势将为 GIS 在工程领域的应用带来更多的机会和潜力,提高了工程项目的效率和质量。GIS 的应用不仅为岩土勘察和基坑监测提供了技术支持,还为工程项目的安全性、可行性和可持续性做出了贡献。通过不断探索和采纳新技术和方法,工程师将能够更好地利用 GIS,创造更安全、高效和可持续的工程解决方案。这一领域的不断发展将不断推动工程领域的进步和创新,为未来的工程挑战提供了更好的准备和支持。

参考文献

- [1] 钟凤兴. GIS 系统建立及在岩土工程勘察中的应用 [J]. 中国科技信息, 2023, (20):92-94.
- [2] 朱永志, 程书昌. GIS 在工程勘察信息系统中的应用 [J]. 智能城市, 2023, 9(08):32-34.
- [3] 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.
- [4] 林洁, 张钊, 叶子铭, 杜颜. 基于 BIM+GIS 基坑监测可视化平台 [J]. 物联网技术, 2023, 13(06):45-47+52.
- [5] 翟俊阳. 基于 WebGIS 的地下工程基础信息平台应用研究 [D]. 中国矿业大学, 2023.
- [6] 张行. 测绘技术在工程变形监测中的应用 [J]. 西部资源, 2023, (02):149-151.
- [7] 盛灿军. 基于 "BIM+GIS+IoT" 信息管理平台的钢支撑轴力伺服系统在地铁基坑变形控制中的应用 [J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(06):221-224+229.
- [8] 郑媛媛. 基于 WebGIS 和 BIM 的深基坑智慧监管系统的设计与实现 [D]. 中国矿业大学, 2022.
- [9] 甘珂. GIS 技术在岩土工程勘察中的运用实践探究 [J]. 世界有色金属, 2021, (22):229-230.
- [10] 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.
- [11] 郝龙, 杨莎莎, 宋成年, 傅少君, 贺昌海. 基坑开挖控制的 BIM+3D GIS 融合检测方法及应用 [J]. 武汉大学学报 (工学版), 2021, 54(S1):129-134.
- [12] 尹明军. GIS 技术在岩土工程勘察中的发展与应用实践 [J]. 中国建筑金属结构, 2021, (05):86-87.
- [13] 崔智. GIS 技术在岩土工程勘察中的应用 [J]. 西部资源, 2018, (04):97-98.
- [14] 王景深, 李腾. 论 GIS 在岩土工程勘察中的应用 [J]. 世界有色金属, 2018, (08):284+286.
- [15] 裴昌会. GIS 在岩土工程勘察中的应用探析 [J]. 科学技术创新, 2018, (18):44-45.