

三维地层信息系统在岩土工程中应用研究

孙浩

(烟台建筑设计有限公司, 山东 烟台 264000)

【摘要】随着空间信息分析技术和地理信息系统的迅速发展, 三维地层信息系统在岩土工程中的应用越来越广泛。本文旨在探讨三维地层信息系统在岩土工程中的理论应用, 分析其在岩土工程中的功能特点及其对工程效率和安全性的提升作用。通过理论论述, 本文展示了三维地层信息系统如何通过数字化和信息化手段, 优化岩土工程的设计、勘察和施工过程, 提高工程的稳定性和安全性。

【关键词】三维地层信息系统; 岩土工程; 数字化; 信息化; 工程稳定性

引言:

岩土工程, 作为土木工程领域内的一个关键分支, 专注于土力学、地质学及岩力学等多个学科的应用, 致力于处理与土壤和岩石相关的各种工程技术难题。科技进步, 尤其是信息技术与地理信息系统的飞跃发展, 已使三维地层信息管理系统成为岩土工程实践中不可忽视的利器。这一系统擅长于高效地收集、存储、管理和分析复杂的地质信息, 并借助三维可视化技术将地层构造直观展现, 极大促进了岩土工程勘探与设计的效率提升。

一、三维地层信息系统与岩土工程的数字化信息化

岩土工程作为一项实用的科学领域, 其根本使命在于实施涉及地壳表层及临近地层的工程作业, 这些作业直接关联到人类生活的品质保障与安全。鉴于岩土材料复杂的地质演进历程与多样化的物理化学属性, 其表现出了高度的异质特性。在实践操作中, 岩土工程师面临的不仅是岩石和土壤的基本物理特性和构成成分这类实质数据的处理, 还必须考量包括应力分布、温场变化及渗流水力状况在内的多维空间效应场, 这些效应场对工程项目的稳固性与安全性起着决定性作用。

在数字化与信息化技术迅猛推进的当代, 工程界已广泛采纳信息化作业及管理模式。此趋势下, 三维地质信息系统(3DGIS)顺势而生, 成为岩土工程学科的一项关键技术手段。该系统通过构建综合性数据库, 有效集成了大量地质学数据, 涵盖地质勘查记录、工程项目监控资料等多方面信息。借助高阶数据分析处理及三维建模技术, 3DGIS得以重构地下环境复杂的三维空间架构, 为工程师呈递出直观且精确的地质学情报。

三维地质信息系统在应用中极大增强了数据资源共享性能, 缩减了重复勘探的工作量, 故而显著提高了勘探作业的效率。该系统通过集成化的数据处理与解析机制, 使得工程师能更迅速地捕捉到核心地质数据, 优化设计方案, 减少工程项目潜在的风险因素。此外, 系统还具备实时数据更新及动态监控的功能, 确保工程师可以即刻应对地质环境的变动, 保障工程进展的顺畅。

二、三维地层信息系统在岩土工程中的应用系统功能特点

(一) 地上和地下一体化建模

三维地质信息系统(3DGIS)在岩土工程领域的突出应用特性体现在其地上与地下空间的一体化构建能力。这一实践涵括了从规划至设计、勘探、施工、运营乃至维护的广泛阶段, 对地上及地下空间工程进行全面而系统的探索。3DGIS通过融合多元数据资源与先进的模拟技术, 能够构筑出一个包罗地表地形与地下复杂地质结构的综合性地质环境模型。这种整合性建模途径对于促进资源配置的最优化与可持续性发展至关重要, 确保工程在全寿命周期中既能达成经济效益的最大化, 也能维护良好的生态环境。

(二) 建筑物的构模

岩土工程领域中, 构建建筑物模型是一项繁琐的任务, 它涉及地面与地下空间, 以及深部与浅层构造物之间复杂关系的细致勘查与周密设计规划。三维地质层信息系统的应用, 凭借其提供的精准地质信息与三维可视化技术手段, 有力支撑了工程师依据既定设计方案及文献资料, 实现建筑物构建的高精度定位。这一模型建立流程不仅提升了建筑设计精确度, 也进一步加强了施工环节中的风险控制

制力度，确保建筑物在面对复杂地质挑战时的稳固性与安全性能得到充分保障。

（三）辅助数值分析

在岩土工程领域，三维地层信息系统的另一项核心应用体现在对数值分析的有力支持上。面对错综复杂的工程挑战，常规分析手段时常显得力有不逮。三维地层信息系统（3DGIS）通过融合前沿的信息处理技术，有效地应对了复杂数值问题，实现了高速度的处理与深度分析。这一辅助性分析不仅桥接了从二维设计图稿向三维建筑模型转换的技术鸿沟，还为工程策略的制定提供了坚实的理论基础，从而增强了设计的合理性与施工环节的安全保障。

（四）多层DEM建模

数字地形模型（DEM）构成了三维地质信息系统的基础支柱，它运用高分辨率的地形信息来映射地层界限及岩石结构的实际测量数据。在岩土工程领域，构建多级DEM的技术手段实现了空间插值与拟合分析，有力促进了地层时代判定与地质演变规律的理解。这一建模策略不仅增强了地质资料的利用率，也为实现岩土工程的精密设计及风险防控提供了坚实的支撑。借助DEM的精密构建，工程师得以更深入地洞察地质构造的复杂性，进而在工程规划与施工环节采取更加科学合理的策略。

三、三维地层信息系统在岩土工程中的实际应用

（一）城市岩土工程建设的应用

在城市岩土工程领域，三维地质信息系统（3DGIS）的应用被视为确保工程项目质量和安全性的核心技术。该技术通过建立高精度的地层模型，实现了对地基稳定特性和承载潜力的深入分析及预见。工程师可借此模型对各异地质环境下潜在的工程风险实施量化评价，进而在设计阶段优化方案，保障建筑结构的安全性及稳定性。另外，3DGIS在施工环节提供的实时监控功能，能够即刻捕获地质动态，促使工程师快速调整施工方案，显著降低了工程意外事件的发生概率。

在城市岩土工程项目的推进中，三维地层信息系统的作用主要表现在以下几方面：

首先，系统借助于高精度度的地质建模手段，能全方位地分析并预估地基的稳定性与承载潜力。这些模型建筑在广泛收集的地质勘查资料基础之上，涵盖了钻探记录、地球物理探测信息及地质调研资料等诸多方面，经由高端的数据加工与三维重构技术，塑造出精细的地层构造模型。它们不仅展

示出地层的布局与构造特征，还能够仿真地基面临多种负载工况时的行为反应，为工程设计人员提供了坚实的科学参考依据。

其次，工程师可借助这些模型对各种地质状况下的工程项目风险实施定量评价。通过仿真分析手段，他们能预估在特定地质环境里可能遭遇的工程难题，诸如地基下沉、边坡稳定性丧失等，并基于这些预测来改进设计策略，挑选最适宜的工程技术手段，以确保建筑物的构造安全及稳定性。

此外，3DGIS系统在施工环节中展现出的实时监控能力，能够即刻捕捉到地质状况的变动。该系统通过与传感器及监测装置的集成，持续获取施工现场的地质参数信息，涵盖地下水位波动、地层偏移等情况，使得工程人员得以迅速调适施工方案，从而有力降低了工程意外事件的发生概率。

（二）地下矿产资源挖掘的辅助

在探索地下矿物财富的开采活动中，三维地质信息系统的作用显得尤为重要。该系统能够翔实地揭示地质构造与矿体配置信息，为矿井设计布局的精密规划奠定了基础。借助系统所提供的丰富数据，工程师得以预见并评估在开采作业中可能遭遇的各类地质挑战，诸如岩石崩塌及水文灾害等问题。另外，通过3DGIS系统实施的数据更新与分析机制，极大地促进了矿井的日常运营管理与维护决策的效率，从而在确保资源开采作业的高效性与安全性方面发挥了显著作用。

在开采地下矿产资源的进程中，三维地层信息系统的作用主要表现在以下几个关键领域：

首要的是，该系统能够供给全面的地质构造与矿体配置资讯。透过融合地质勘查资料与矿产资源调研资料，系统得以构建高解析度的地质模型，直观展现矿体的位置布局、形态构成及品质状况等关键信息。这些资讯对于精确定位矿井布局规划具有核心意义，极大便利了工程师甄选最优开采策略，继而提升了资源开采的效能比。

其次，借助系统呈现的数据，工程专家得以预见并评估开采作业中潜在的地质挑战。举例来说，系统能够仿真岩体的压力分布，预判岩石崩塌的概率；模拟地下水的动态流向，估量水患的威胁程度。这些前瞻性的判断与评估，为工程师的决策进程提供了关键支撑，促使其能采取针对性的风险管理举措，确保开采作业的平稳与安全。

此外，三维地理信息系统（3DGIS）在矿井日常运作与维护指导方面展现了突出效能，这得益于

其实时数据更新与分析的能力。该系统能够持续采集矿井运行过程中涉及的各项指标数据，诸如矿压强度、瓦斯密度及环境温度等，经由系统的深入分析，使得工程人员能够即刻识别出可能存在的安全风险，并据此采取必要的维护步骤，从而增强矿井的安全保障级别与运行稳定性。

（三）地下空间创建的规划与设计

都市化步伐的加快促使地下空间的有效开发与利用成为支撑城市可持续发展的关键要素。在此情境下，三维地质信息系统（3DGIS）在地下交通网络、商业设施建设及公共设施规划等领域发挥着不可小觑的作用。该技术平台凭借其全面详尽的地质数据支持，助力规划师精准评估地下空间的潜力与稳定性，优化空间配置方案，保障地下建设项目平稳推进，并减少工程潜在风险，进而增强城市基础设施建设的长远发展能力。

在开展地下空间的规划与设计过程中，三维地质信息系统的作用主要展现在以下几个核心层面：

首先，该系统能够呈现全方位的地质资讯，涵盖地层构成、结构特征、岩土属性及地下水状态等关键要素。这些资讯对于准确评判地下空间的开发潜力与安全系数起着决定性作用。设计者可借此资讯，针对各异的地质环境，评估地下空间的稳定性与承重能力，预见诸如地面塌陷、地下水渗入等潜在地质风险，并基于这些预判来规划实施具体工程应对策略。

此外，设计者得以借助系统工具优化空间配置，得益于系统内置的三维可视化技术，复杂地下结构的理解变得直接而深入。这使得设计者能合理配置交通流线、商业设施及公共服务区域的位置与布局，不仅提升了地下空间利用的效能，也进一步巩固了其作为城市功能支撑的角色。

另外，三维地质信息系统的应用能够辅助设计人员有效减少工程项目中的不确定性。设计人员可通过该系统进行仿真分析，评估各设计方案对地质状况的潜在影响，从而筛选出风险最低且成本效益最佳的方案。系统还具备在施工期间提供实时监控与动态调整策略的功能，确保工程进展顺利。

（四）水利工程建造的优化

在水工建设领域中，三维地质信息系统对诸如大坝、水库及运河等重大基础设施的规划与建造起着关键作用。该系统有能力仿真水流对各异地质构成的效应，预判可能发生的地质灾害，例如滑坡及渗透等问题。凭借这类仿真与预测，工程专家能

优化设计方案，挑选最适宜的施工策略，以保障水利工程的长期稳健运行。另外，三维地理信息系统亦能辅助工程师评判工程活动对生态环境的潜在影响，确保水利工程的生态可持续发展性。

在水利工程建设领域中，三维地质信息系统发挥其效用的关键环节主要包括以下几点：

首先，该系统能够仿真水流作用于各异地质构成的效果。借助高级水力学模拟技术，系统能够预估水流在多元地质情境中的动态，涵盖流速、流向变化、侵蚀及沉积等方面。这些数据对于大坝、水库及运河的规划设计起到关键作用，为工程师甄选最适宜的建设方案与材料提供了科学依据，有力保障了工程建设的坚固稳定与安全性能。

此外，该系统具备预估地质灾害发生的功能。借助于地质灾害模拟技术，系统能在特定的地质环境背景下，对可能诱发的滑坡、渗水等事件进行分析，并提出相关风险评估及防范策略。这些前瞻性的预测与评估为工程人员的决策过程提供了实质性的辅助，促使其能采取妥善的风险管理举措，以保障水利工程的平稳运作。

另外，三维地质信息系统的应用还在于促进工程师对工程设计的优化过程。借助于仿真分析手段，工程师能够预估多种设计方案施加于地质环境上的效应，从而筛选出最优的施工技法与工程管控策略。这一优化举措不仅促进了工程项目的经济利益最大化，同时也强化了其生态可持续性的属性。

四、总结

三维地质层信息系统的引入对岩土工程领域产生了深远影响，有力推进了工程数字化及信息化的发展步伐，为科学决策与项目管理提供了强有力的辅助工具。这一创新不仅极大增强了工程实施的实际效用与数据的真实性，还实现了在维持企业传统生产模式不变的前提下，有效增进岩土工程项目的工作效率与安全水平。

参考文献：

- [1]张金华.三维地质信息系统在岩土工程中的应用研究[J].世界有色金属, 2018, (13): 232+234.
- [2]王纯祥, 白世伟.三维地质信息系统在岩土工程中应用研究[J].岩土力学, 2003, (04): 614-617.
- [3]白世伟, 贺怀建, 王纯祥.三维地质信息系统和岩土工程信息化[J].华中科技大学学报(城市科学版), 2002, (01): 23-26.