

大数据时代的岩土工程勘察技术重点探究

马军

青海省建筑勘察设计院股份有限公司, 青海 西宁 810001

DOI: 10.61369/ETQM.12247

摘 要： 本文深入探究大数据时代下岩土工程勘察技术的重点内容。通过分析大数据对岩土工程勘察的影响，阐述大数据在岩土工程勘察数据采集、处理、分析及应用等方面的关键技术，剖析面临的挑战并提出应对策略，旨在推动岩土工程勘察技术在大数据时代实现创新发展，提高勘察工作的准确性、高效性与科学性。

关 键 词： 大数据时代；岩土工程勘察；技术重点；数据处理

Key Technical Aspects of Geotechnical Engineering Survey in the Era of Big Data

Ma Jun

Qinghai Provincial Architectural Survey and Design Research Institute Co., Ltd. Xining, Qinghai 810001

Abstract: This article delves into the key technical aspects of geotechnical engineering surveys in the era of big data. By analyzing the impact of big data on geotechnical engineering surveys, it elaborates on the critical technologies of big data in data collection, processing, analysis, and application of geotechnical engineering surveys. The article also examines the challenges faced and proposes corresponding strategies, aiming to promote innovative development of geotechnical engineering survey technology in the era of big data and enhance the accuracy, efficiency, and scientific rigor of survey work.

Keywords: big data era; geotechnical engineering survey; technical focus; data processing

岩土工程勘察是各类工程建设的重要前期工作，其成果直接影响工程的设计、施工及运营安全。随着信息技术的飞速发展，大数据时代的到来为岩土工程勘察技术带来了新的机遇与变革。大数据技术能够对海量、复杂的岩土工程数据进行高效处理与分析，为勘察工作提供更全面、精准的信息，助力提升岩土工程勘察的整体水平。

一、大数据对岩土工程勘察的影响

（一）数据规模与多样性增加

传统岩土工程勘察数据主要来源于有限的钻孔取样、现场测试等手段，数据量相对较小且类型单一。大数据时代，除了传统数据，还涵盖了地理信息系统（GIS）数据、卫星遥感数据、物联网监测数据等多源数据，数据规模呈指数级增长，数据类型丰富多样，包括结构化、半结构化和非结构化数据，为全面了解岩土工程地质条件提供了更丰富的信息基础。例如，物联网监测数据中的岩土体内部温度变化数据，能为分析岩土体热传导特性及稳定性提供新视角，拓宽了对岩土工程地质条件认知的维度。^[1]

（二）提升勘察精度与可靠性

通过大数据分析技术，可以整合多源数据，挖掘数据间的潜在关系，消除单一数据的局限性与误差。例如，结合地质构造数据、岩土物理力学性质数据以及区域地震活动数据，能够更准确地评估场地的稳定性，提高勘察结果的精度与可靠性，为工程设计提供更坚实的依据。在评估某大型建筑场地稳定性时，融合不同时期的卫星遥感影像数据，可清晰观测到场地周边山体的细微

变形趋势，结合岩土力学参数，精准判断场地受地震影响的稳定性状况。

（三）改变勘察工作模式

大数据技术促使岩土工程勘察从传统的人工经验主导模式向数据驱动的智能模式转变。借助大数据平台与分析工具，勘察人员可以快速获取、处理和分析数据，实现勘察方案的优化设计、现场数据的实时监测与反馈，提高勘察工作效率，缩短勘察周期。利用大数据平台的智能算法，能根据场地初步地质信息，快速生成多种勘察方案并进行对比分析，选出最优方案，大大节省方案设计时间。

二、大数据时代岩土工程勘察技术重点

（一）多源数据采集技术

1. 物联网感知技术

利用物联网技术，在岩土工程勘察现场布置大量传感器，如位移传感器、压力传感器、湿度传感器等，实时采集岩土体的物理力学参数、变形信息、地下水动态等数据。这些传感器通过无

线网络将数据传输至数据中心，实现数据的自动、连续采集，提高数据采集的时效性与准确性。新型智能传感器具备自校准功能，可在环境变化时自动调整测量参数，确保采集数据的高精度，为后续分析提供可靠原始数据。^[2]

2. 卫星遥感与航空摄影测量技术

卫星遥感能够获取大面积的地质地貌信息，通过分析不同波段的遥感影像，可以识别地层岩性、地质构造、滑坡泥石流等地质灾害隐患。航空摄影测量则可生成高精度的数字地形模型（DTM）和正射影像图（DOM），为岩土工程勘察提供详细的地形地貌数据，辅助确定勘察重点区域与路线。采用高分辨率卫星遥感技术，能识别出微小的地层岩性变化，精准定位潜在的地质构造薄弱带，为勘察路线规划提供关键依据。

3. 地理信息系统（GIS）数据集成

GIS 技术可整合地质、地形、水文等多种空间数据，构建岩土工程勘察的基础地理信息平台。通过 GIS 的空间分析功能，如缓冲区分析、叠加分析等，能够直观展示岩土工程相关数据的空间分布特征，为勘察方案设计、场地评价等提供决策支持。在场地评价中，运用 GIS 叠加分析功能，将地下水位分布数据与岩土体类型数据叠加，清晰呈现出不同区域地下水对岩土体稳定性的影响程度，辅助制定针对性勘察策略。^[3]

（二）大数据存储与管理技术

1. 分布式存储技术

面对海量的岩土工程数据，采用分布式存储系统，如 Hadoop 分布式文件系统（HDFS），将数据分散存储在多个节点上，提高数据存储的可靠性与扩展性。这种存储方式能够有效应对数据量的快速增长，保证数据的安全存储与高效访问。分布式存储系统具备自动数据冗余备份功能，当某个存储节点出现故障时，可快速从其他备份节点调取数据，保障数据的不间断使用。^[4]

2. 数据仓库与数据库技术

建立岩土工程数据仓库，对多源数据进行整合、清洗、转换，按照主题进行组织存储，便于数据的分析与挖掘。同时，运用关系型数据库和非关系型数据库相结合的方式，针对结构化数据采用关系型数据库（如 MySQL）进行存储管理，对于半结构化和非结构化数据（如文本报告、影像资料等）则使用非关系型数据库（如 MongoDB）进行存储，满足不同类型数据的管理需求。在数据仓库中，运用数据挖掘算法对整合后的数据进行预处理，提取关键特征，为后续深度分析提供便利。^[5]

3. 数据安全与加密技术

岩土工程数据涉及工程安全与商业机密，数据安全至关重要。采用数据加密技术，对传输与存储的数据进行加密处理；建立严格的用户权限管理机制，根据用户角色和职责分配不同的数据访问权限；实施数据备份与恢复策略，定期对重要数据进行备份，确保数据在遭受意外损失时能够快速恢复，保障数据的安全性与完整性。运用量子加密技术对核心岩土工程数据进行加密，大幅提升数据在传输与存储过程中的安全性，防止数据被窃取或篡改。

（三）大数据分析与管理技术

1. 数据挖掘算法应用

运用数据挖掘算法，如聚类分析、关联规则挖掘、决策树等，从海量岩土工程数据中挖掘潜在的规律与知识。例如，通过聚类分析对岩土体进行分类，找出具有相似工程性质的岩土体群组；利用关联规则挖掘分析岩土参数与工程地质条件之间的关联关系，为工程设计提供参考。在关联规则挖掘中，结合机器学习算法，自动优化挖掘参数，提高挖掘结果的准确性与实用性，更精准地揭示岩土参数与地质条件的内在联系。^[6]

2. 机器学习与深度学习技术

机器学习算法，如支持向量机（SVM）、人工神经网络（ANN）等，可用于岩土工程参数预测与模型构建。通过对大量历史数据的学习训练，建立岩土体物理力学参数与地质条件、测试数据之间的数学模型，实现对未知区域岩土参数的预测。深度学习技术，如卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）等，在岩土工程图像识别（如地质构造图像分析）、岩土体变形监测等方面具有优势，能够自动提取数据特征，提高分析的准确性与效率。利用深度学习中的生成对抗网络（GAN）技术，对有限的岩土工程图像数据进行扩充，提高图像识别模型的泛化能力，提升地质构造图像分析的准确性。

3. 可视化分析技术

将大数据分析结果以直观、易懂的可视化形式呈现，如数据可视化图表、三维地质模型等。通过可视化分析，勘察人员能够更清晰地理解岩土工程数据的特征与规律，发现数据中的异常情况，辅助决策制定。例如，利用三维地质建模技术，直观展示地下岩土体的分布、结构特征，为工程设计提供可视化依据。在三维地质模型中引入增强现实（AR）技术，勘察人员可通过移动设备在实地直接查看地下岩土体的虚拟模型，更直观地了解地质情况，方便现场决策。^[7]

（四）大数据在岩土工程勘察中的应用技术

1. 勘察方案优化设计

基于大数据分析，综合考虑场地地质条件、工程需求、周边环境等因素，优化勘察方案。通过对类似场地的历史勘察数据与工程案例进行对比分析，确定合理的勘察方法、勘察点布置及勘察深度，提高勘察方案的科学性与针对性，避免不必要的勘察工作，降低勘察成本。运用大数据分析模拟不同勘察方案在实际场地中的实施效果，通过对比分析，精准确定最优勘察点布置与勘察深度，减少勘察工作量与成本。^[8]

2. 岩土工程风险评估

整合地质灾害数据、岩土体力学参数、工程荷载等数据，运用大数据分析模型对岩土工程风险进行评估。例如，建立滑坡、泥石流等地质灾害的风险预测模型，评估场地在不同工况下发生地质灾害的可能性与危害程度，为工程建设提供风险预警，制定相应的防范措施。在风险评估模型中，引入实时监测数据进行动态更新，提高风险预测的及时性与准确性，为工程建设提供更可靠的风险预警。

3. 施工过程监测与反馈

在岩土工程施工过程中,利用大数据实时监测系统,对施工过程中的岩土体变形、应力变化、地下水位等参数进行监测。通过与预设的安全阈值进行对比分析,及时发现施工过程中的异常情况,为施工决策提供实时反馈,确保施工安全与工程质量。利用大数据分析技术对监测数据进行趋势分析,提前预判可能出现的施工风险,为施工方提供充足时间采取应对措施,保障施工安全。

三、大数据时代岩土工程勘察面临的挑战

(一) 数据质量问题

多源数据采集过程中,由于传感器精度、数据传输误差、人为操作失误等原因,可能导致数据质量参差不齐,存在噪声数据、缺失数据、错误数据等问题。低质量的数据会影响大数据分析结果的准确性与可靠性,增加数据处理与分析的难度。不同厂家生产的传感器在测量同一岩土参数时,可能因校准标准差异产生数据偏差,且在长期野外环境下,传感器性能可能发生漂移,进一步降低数据质量。

(二) 技术人才短缺

大数据技术在岩土工程勘察中的应用需要既懂岩土工程专业知识,又掌握大数据技术的复合型人才。目前,行业内此类专业人才匮乏,勘察人员对大数据技术的理解与应用能力有限,制约了大数据技术在岩土工程勘察中的推广与应用。高校相关专业课程设置未能及时跟上大数据技术发展步伐,导致毕业生在进入行业后,难以快速将大数据技术应用于岩土工程勘察实际工作中。^[9]

(三) 数据共享与隐私保护矛盾

岩土工程数据涉及多个部门与单位,实现数据共享能够充分发挥大数据的价值。但在数据共享过程中,面临数据隐私保护问题,如何在保障数据安全与隐私的前提下,实现数据的合理共享与流通,是亟待解决的难题。不同部门的数据格式、存储标准存在差异,在数据共享时需要进行大量的数据转换工作,且在数据共享过程中,如何确保敏感信息不被泄露,缺乏完善的技术与管理手段。

四、应对大数据时代岩土工程勘察挑战的策略

(一) 数据质量管理策略

建立数据质量控制体系,在数据采集、传输、存储与处理的各个环节,采用数据清洗、数据验证、数据修复等技术手段,对数据质量进行严格把控。制定数据质量标准,明确数据的准确性、完整性、一致性要求,对不符合质量标准的数据进行筛选与处理,确保进入大数据分析环节的数据质量可靠。引入自动化数据质量监测工具,实时监测数据质量指标,一旦发现数据异常,自动启动数据修复流程,提高数据质量管理效率。

(二) 人才培养策略

加强高校与企业的合作,在高校相关专业开设大数据与岩土

工程交叉课程,培养具有大数据技术与岩土工程专业知识的复合型人才。企业定期组织内部培训,邀请大数据专家与岩土工程资深技术人员对勘察人员进行培训,提高其大数据技术应用能力。鼓励勘察人员自主学习,参加相关技术研讨会与培训课程,不断提升自身技术水平。高校与企业联合开展实践教学项目,让学生在实际项目中锻炼大数据与岩土工程结合的应用能力,为行业输送实用型人才。^[10]

(三) 数据共享与隐私保护策略

制定数据共享政策与法规,明确数据共享的范围、方式、流程以及各方的权利与义务。采用数据加密、匿名化处理等技术手段,对敏感数据进行加密保护与匿名化处理,在保障数据隐私的前提下实现数据共享。建立数据共享平台,通过平台对数据进行统一管理 with 授权访问,确保数据的安全流通与合理利用。利用区块链技术构建数据共享平台,实现数据的分布式存储与不可篡改记录,保障数据共享过程中的安全性与可追溯性。

五、结论

大数据时代为岩土工程勘察技术带来了前所未有的发展机遇,通过多源数据采集、大数据存储与管理、大数据分析 with 挖掘以及在勘察各环节的应用等技术重点的实施,能够显著提升岩土工程勘察的精度、效率与科学性。尽管面临数据质量、技术人才短缺、数据共享与隐私保护等挑战,但通过采取相应的应对策略,加强数据质量管理、人才培养以及完善数据共享与隐私保护机制,能够有效推动大数据技术在岩土工程勘察中的广泛应用,促进岩土工程勘察行业的数字化、智能化发展,为各类工程建设提供更优质的勘察服务,保障工程的安全与可持续发展。未来,随着大数据技术的不断发展与创新,岩土工程勘察技术将迎来更广阔的发展空间,需持续关注技术发展动态,不断探索与实践,提升行业整体竞争力。

参考文献

- [1]尹海云.建筑工程中地质岩土勘察及地基处理措施:评《岩土工程施工技术》[J].矿业工程,2020,40(2):164.
- [2]史通.浅论岩土工程勘察中常见问题及其应对措施[J].冶金与材料,2021,41(5):149-150,152.
- [3]李文洲.岩土工程勘察中常见问题和解决对策分析[J].建材与装饰,2019(27):229-230.
- [4]王鑫宇.复杂地形地质条件岩土工程勘察及实践[J].砖瓦世界,2022(2):238-240.
- [5]王成真.岩土勘察技术在复杂地形地质条件下的运用[J].房地产导刊,2022(1):26-28.
- [6]蔡岸锋.关于岩土工程地质勘察中质量控制因素探讨[J].西部资源,2022(2):39-41.
- [7]李超,陈依婷.岩土工程地质勘察中质量控制因素分析[J].世界有色金属,2021(22):186-187.
- [8]邵云海,罗建鸿,李迪翔,等.岩土工程地质勘察中的质量控制因素分析[J].工程技术研究,2021,6(2):171-173.
- [9]杨勇勇.大数据时代岩土工程监测面临的机遇与挑战[J].工程技术研究,2020(01):2-8.
- [10]丁名卿.大数据时代的岩土工程勘察研究[J].粘接,2021,47(08):110-113+118.