

人工智能在岩土工程勘察领域的应用

黄北圪 吴林斌

福建岩土工程勘察研究院有限公司, 福建 福州 350000

[摘要]随着工程建设规模持续扩大以及地质环境变得愈发复杂起来,岩土工程勘察便面临着诸多难题,像是数据处理量颇为庞大、信息复杂且多样,还有传统方法所存在的效率偏低等问题。人工智能技术有着十分强大的数据分析以及模式识别能力,这便给岩土工程勘察带来了颇具创新性的解决办法。文中对当下技术发展实际状况以及所面临的包括技术、经济、社会方面的各项挑战展开分析,并且深入探讨了未来智能化勘察技术的发展走向。研究得出,人工智能得到广泛运用之后,不但让勘察的精度与效率都得以提升,而且还将成本和风险降了下来,同时推动着岩土工程勘察朝着数字化、智能化的方向去实现转型,这对于保障工程安全以及优化设计而言,有着极为重要的意义。

[关键词]人工智能; 岩土工程; 勘察领域; 技术应用

DOI: 10.33142/ucp.v2i3.16711

中图分类号: TU752

文献标识码: A

Application of Artificial Intelligence in Geotechnical Engineering Survey

HUANG Beige, WU Linbin

Fujian Geotechnical Investigation Research Institute Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

Abstract: With the continuous expansion of engineering construction scale and the increasing complexity of geological environment, geotechnical engineering survey is facing many difficulties, such as a large amount of data processing, complex and diverse information, and low efficiency of traditional methods. Artificial intelligence technology has powerful data analysis and pattern recognition capabilities, which bring innovative solutions to geotechnical engineering exploration. The article analyzes the current situation of technological development and the various challenges it faces, including technological, economic, and social aspects, and explores in depth the development direction of future intelligent survey technology. Research has shown that the widespread use of artificial intelligence not only improves the accuracy and efficiency of surveying, but also reduces costs and risks. At the same time, it promotes the transformation of geotechnical engineering surveying towards digitization and intelligence, which is of great significance for ensuring engineering safety and optimizing design.

Keywords: artificial intelligence; geotechnical engineering; exploration field; technical application

引言

随着现代工程建设规模变得越来越大,地质环境也一天天变得更加复杂起来,在这样的情况之下,岩土工程勘察作为保障工程安全以及质量的关键环节,面临着诸多的挑战,像是数据量特别多、信息复杂且多样,还有传统勘察方法效率比较低等等。人工智能是近些年来快速发展的前沿技术,它依靠自身强大的数据处理能力、模式识别能力以及自适应学习能力,给岩土工程勘察领域带来了全新的技术手段以及应用模式。借助引入机器学习、深度学习、智能传感以及自动化技术,人工智能一方面提升了地质数据采集的精度以及效率,另一方面还实现了对复杂岩土性质的高效预测以及地质异常的智能识别,有力地推动了勘察工作的数字化以及智能化转型。由此把智能钻探与现场监测技术相结合起来,使得现场作业的安全性以及实时响应能力得到了极大的提高,为工程设计以及施工给予了科学且可靠的决策支持。所以说,深入去研究人工智能在岩土工程勘察中的具体应用,探寻其发展现状、所面临的挑战以及未来的发展趋势,有着重要的理论价值以及广泛的

工程实践意义,这必定会助力岩土工程领域达成更高水准的智能化与现代化发展。

1 人工智能在岩土工程勘察领域的发展现状

随着人工智能技术不断取得进展,岩土工程勘察领域逐步引入了像机器学习、深度学习以及大数据分析这类较为先进的办法,以此来促使传统勘察手段完成转型并实现升级。当下,人工智能在岩土工程勘察当中,主要用于地质数据的自动采集以及智能处理方面,还有土体性质的精准预测、地质异常的识别以及风险评估等诸多领域,切实提高了勘察工作的效率,并且也提升了其准确性。借助对大量勘察数据展开深度挖掘以及开展模型训练,人工智能可以揭示出复杂地质环境之下的潜在规律,助力工程师作出更为科学且合理的决策。与此智能化钻探技术以及现场传感监测技术的应用,达成了实时数据采集与分析的目的,使得现场勘察的动态感知能力得到了大幅度的增强^[1]。虽说人工智能在岩土工程勘察领域的应用目前还处在发展的阶段,不过其技术成熟程度以及应用范围都在持续不断地扩大,已然成为推动勘察技术走向现代化以及智能化的

关键驱动力,为提高工程的安全性、降低工程成本以及缩短工程工期给予了稳固的保障。

2 在岩土工程勘察中的应用面临的挑战

2.1 技术方面

在岩土工程勘察当中运用人工智能技术会碰到不少技术方面的难题。岩土工程所涉及的数据有着极高的复杂性以及多样性,其数据来源涵盖了钻探记录、物理测试、地质图像还有传感器实时监测等多种途径,而要将这些异构数据加以融合并实现有效的处理,其中的难度是相当大的,这对人工智能模型的准确性以及稳定性都产生了影响。岩土工程勘察里的样本数据往往是数量有限的,并且标注所需的成本也比较高,如此一来就使得用于训练的数据出现不足的情况,进而对机器学习算法的泛化能力以及预测效果都造成了影响。复杂的地质环境以及非线性特征致使传统的算法很难完整地捕捉到地质规律,人工智能模型在应对异常状况以及极端地质条件的时候也会存在着一定的局限性。人工智能算法所具有的黑箱特性使得它的决策过程缺少透明度,这在一定程度上限制了专业人员对于结果的信任程度以及理解程度。

2.2 社会方面

随着人工智能技术在岩土工程勘察领域的广泛应用,对具备地质学、土木工程和计算机科学等多学科知识的复合型人才需求日益增长。跨学科的人才储备和合作成为推动该领域发展的关键,但目前这类交叉人才的匮乏,制约了人工智能技术在岩土工程勘察中的深入应用和研究进展。同时,人工智能算法的开发和优化依赖大量数据以及科学分析和计算机理论支持,而岩土工程勘察更多聚焦于实际工程项目,导致理论与工程实践之间存在明显脱节。科研机构侧重理论探索,缺少在工程现场的验证与反馈,难以实现成果的有效修正和快速迭代;而生产企业虽拥有丰富的工程数据,却缺乏相应的技术力量来攻克人工智能应用中的难题。理论与实践的分离,成为制约人工智能技术在岩土工程勘察领域广泛应用的重要瓶颈。

2.3 经济方面

在岩土工程勘察领域应用人工智能技术时,所面临的经济方面的挑战颇为突出。人工智能系统的研发以及部署工作,需要投入数量可观的资金,这里面涵盖了高性能计算设备、专业软件许可还有数据采集与处理设施等多方面的开销,如此一来,便给许多工程项目特别是中小型项目带来了相当大的经济负担。人工智能技术在实际应用的过程中,往往还伴随着对专业人才的需求,聘请并培养那些既懂人工智能又熟悉岩土工程的复合型人才,其成本是不低的,这也使得企业在人力资源方面的开支有所增加^[2]。除此之外,岩土工程项目呈现出多样性,并且分布范围也较为广泛,不同的项目对于智能化系统的适配程度以及定制化程度都有着较高的要求,这无疑又进一步抬高了整体

技术应用的经济成本。技术更新换代的速度比较快,系统维护以及升级所需要的持续性投资也是不容忽视的,如此一来,长期运行所产生的经济压力就显得比较大了。

3 人工智能在岩土工程勘察中的具体应用

3.1 地质数据智能采集与处理

地质数据智能采集与处理在岩土工程勘察领域有着极为重要的应用价值,它把传感器技术、遥感技术、无人机测绘以及自动化钻探设备融合起来,可精准且实时地采集地下土壤、岩层等多维度数据,突破了传统勘察依靠人工操作效率低、数据采样范围有限、信息更新滞后等瓶颈,现代智能采集系统凭借先进传感器网络,能连续监测土壤密实度、孔隙率、含水量、地下水位等关键参数,并实时将数据传至云平台或本地服务器,为后续智能分析打下基础,采集到的多源异构地质数据经机器学习、深度学习等人工智能算法预处理,保证数据完整性、准确性,利用特征工程和自动特征提取技术,能从复杂数据中找出影响岩土工程性能的关键因子,为地质灾害预警、风险评估提供工具。

3.2 土体性质预测模型

土体性质预测模型属于人工智能在岩土工程勘察里的关键应用范畴,凭借引入机器学习以及深度学习算法,可达成对土体力学属性与物理特性的高效且精准的预测效果。传统土体性质评估一般依靠现场试验还有实验室检测,流程较为繁琐,并且受到样本数量以及测试条件的限制,很难契合复杂地质环境下多样化的实际需求。借助人工智能技术,研究人员能够依据大量历史勘察数据以及多源传感器数据,去构建包含土壤成分、含水率、密度、压缩性、剪切强度等诸多维度变量的预测模型。经过对监督学习模型展开训练,像支持向量机、随机森林、神经网络这类模型,再加上深度学习里的卷积神经网络(CNN)以及循环神经网络(RNN)等结构,可以抓住土体性质和环境因素之间存在的非线性关联以及时间动态特性,提高预测的精确度与泛化的能力。该模型不但能够针对不同地质条件实施定制化的优化操作,而且能达成对土体力学行为的动态模拟以及实时更新,有益于快速对土体稳定性以及承载能力做出评估。与此联合地质异常识别以及风险评估系统,土体性质预测模型可为工程设计给予科学方面的依据,降低勘察所面临的风险,提升工程的安全水准^[3]。伴随数据量持续不断地积累以及算法历经迭代优化,由人工智能驱动的土体性质预测模型在减少现场采样的数量、缩短勘察周期以及降低成本这些方面都展现出了巨大的潜力,促使岩土工程朝着智能化、数字化的方向不断发展,极大地提升了勘察工作所具有的效率以及可靠性。

3.3 地质异常识别与风险评估

地质异常识别以及风险评估属于人工智能在岩土工程勘察方面的关键且颇具前瞻性的应用范畴。其用意在于凭借对复杂地质环境当中潜在异常特征予以精准识别,

从而提前发出预警,防范那些可能致使工程出现安全隐患的地质风险。借助机器学习、深度学习还有数据挖掘等相关技术,该系统能够对多种来源且存在差异的数据展开处理,像地质勘测所留下的记录、钻孔方面的数据、地震波反射所呈现的信息、遥感影像以及现场传感器所实时监测到的数据等等,以此来全方位地捕捉地质结构可能出现的非线性变化以及微小的异常情况。通过构建起基于分类、聚类以及异常检测算法的智能模型,人工智能可以从海量的数据里自动地提取出相关特征,进而识别出像土层发生变异的区域、断层所在之处、滑坡潜在的区域以及软弱的地基等这类异常区域,其效率与准确度远远超出传统依靠人工来进行分析时所能达到的程度。与此再结合地质的历史信息以及环境变量的情况,风险评估模型便能够对不同的异常给工程安全所带来的影响程度展开定量的分析,评估潜在灾害发生的概率以及可能产生的后果,从而助力工程决策者去制定出科学且合理的预防以及治理方面的措施。

3.4 智能钻探与现场监测技术

智能钻探以及现场监测技术属于人工智能在岩土工程勘察方面的关键应用范畴。把先进的自动化设备同智能算法相互结合起来,便能够达成对钻探过程予以实时监控、实现精准控制并且对数据展开高效分析的目的,如此一来,便大幅度提升了勘察作业所具有的安全性以及工作效率。智能钻探系统设置了多种多样的传感器,其可实时对钻进参数、岩土力学性质、孔隙水压力等极为关键的数据加以采集,并且借助边缘计算以及云平台,能够迅速将相关信息传送到控制中心,进而支撑着动态去调整钻探参数,从而能够适应那种复杂且多变的地下地质状况。与此运用机器学习以及深度学习技术针对钻探数据开展智能分析工作,便可实时辨识出异常情况,像是钻头出现磨损、发生卡钻或者存在地质异常等情况,还可提前发出预警,并且引导操作人员采取行之有效的举措,以此来降低作业方面存在的风险^[4]。现场监测技术则是通过部署各式各样的传感器网络,针对钻探区域的地表沉降、地裂缝、振动以及地下水位变化等情况实施连续不断的监测,再结合人工智能的数据融合以及模式识别算法,进而实现对现场环境以及地质状态的全方位感知以及动态化评估。

4 未来发展趋势与展望

在未来,人工智能于岩土工程勘察范畴的发展态势会愈发呈现出智能化、集成化以及多元化的特点。伴随大数据、云计算还有物联网等相关技术持续取得进展,针对勘察数据所开展的采集工作、传输流程以及处理环节将会达成更高的效率,并且变得更加智能化。如此一来,便能够推动海量且存在异构情况的数据实现更为充分的融合以

及实时性的分析,进而促使地质信息在精度方面得以提升,在时效性上也有所增强。并且,人工智能算法也会进一步获得优化,尤其是在深度学习、强化学习以及自适应学习等诸多领域取得突破之后,能够强化模型对于复杂地质环境的适应能力,同时也让其预测的准确度得以提高。智能钻探以及无人勘察技术不断发展,会促使现场作业的自动化程度得到提升,从而实现更高的安全性以及效率,降低人为干预的情况以及操作过程中存在的风险。跨学科的融合将会成为极为重要的发展方向,人工智能会和地质学、工程力学、环境科学等多个领域紧密结合起来,进而形成更为系统化的智能勘察方案。与之随着这些技术应用逐渐变得更为普及并且日趋成熟,与之相关的标准体系、法规政策以及数据安全、隐私保护等方面的机制也会逐步走向完善,以此来确保技术应用可以规范地开展并且能够实现可持续的发展。未来,人工智能不但会在岩土工程勘察当中起到关键的辅助决策作用,而且还会助力达成智能预警、风险管控以及全生命周期管理等方面的目标,推动岩土工程从以往依靠传统经验驱动的状态朝着数字化、智能化的方向进行转变,进而为保障工程的安全、提高施工的效率以及降低建设的成本给予稳固有力的支撑。

5 结语

人工智能于岩土工程勘察方面的运用,数据处理效率以及预测准确性都得到了明显的提升,也促使勘察工作朝着智能化、数字化的方向不断发展。在未来,伴随技术持续取得进展并逐步完善,人工智能在岩土工程这一领域将会发挥出更为关键的作用,进而为工程的安全性以及质量给予强有力的保障。

[参考文献]

- [1]岳良彬,陈纪帆,李子隆.人工智能在岩土工程勘察领域的应用[J].山西建筑,2025,51(2):62-67.
 - [2]李世权.智能技术在岩土工程勘察中的应用探究[J].智能建筑与智慧城市,2025(4):168-170.
 - [3]张晓东.人工智能在岩土工程勘探开发应用中面临的挑战及应对策略[J].中国勘察设计,2024(12):99-101.
 - [4]赵丽娟.新型勘察技术在岩土工程勘察中的应用与发展[J].城市建设理论研究(电子版),2024(9):190-192.
- 作者简介:黄北圻(1995.12—),毕业院校:华东交通大学,所学专业:建筑与土木工程,当前就职单位:福建岩土工程勘察研究院有限公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师;吴林斌(1997.8—),毕业院校:防灾科技学院,所学专业:地下水科学与工程,当前就职单位:福建岩土工程勘察研究院有限公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师。