

人工智能在岩土工程勘察领域的应用

赵高斌

勤工建设集团有限公司, 浙江 杭州 311200

[摘要]伴随着信息时代的发展,人工智能已逐步应用于多个工程建设行业当中,在其中的岩土工程勘探领域更显示出了强大的信息技术优势。传统的岩土工程勘探依靠工作人员经验与实地观察的方法来完成,勘探的数据信息量大并且耗时长,准确性不高,然而应用的人工智能却可以通过机器学习方式以及深度学习、智能优化算法对庞大的勘测数据进行快速有效的处理并完成岩土指标预测、边坡稳定判别以及地下水位判断等工作,进而提升了勘探测度及工程安全质量。文章围绕着目前人工的智能在岩土工程勘探中的发展历程及所采用的技术手段进行了整理概括,总结了现下所存在的问题并对未来发展进行了展望,以工程实例为基础研究了现阶段的应用成效及推广应用的可能性。得出结论是,运用了人工智能的方法可以很大程度上加快岩土勘测的速度以及准确率,同时也为工程管理智能化和决策提供技术支持,为岩土工程的勘探技术的进一步发展提供了保障。

[关键词]人工智能; 岩土工程; 勘察; 数据分析

DOI: 10.33142/ect.v4i1.18829

中图分类号: TU412

文献标识码: A

Application of Artificial Intelligence in Geotechnical Engineering Survey

ZHAO Gaobin

Qingong Construction Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract: With the development of the information age, artificial intelligence has gradually been applied in multiple engineering construction industries, and has shown strong information technology advantages in the field of geotechnical engineering exploration. Traditional geotechnical engineering exploration relies on the experience of personnel and on-site observation methods to complete the exploration. The data information of exploration is large and time-consuming, with low accuracy. However, the applied artificial intelligence can quickly and effectively process the vast survey data through machine learning, deep learning, and intelligent optimization algorithms, and complete the prediction of geotechnical indicators, slope stability discrimination, and groundwater level judgment, thereby improving exploration measurement and engineering safety quality. The article summarizes the development process and technological means of artificial intelligence in geotechnical engineering exploration, summarizes the existing problems, and looks forward to future development. Based on engineering examples, the article studies the current application effectiveness and the possibility of promotion and application. The conclusion is that the use of artificial intelligence methods can greatly accelerate the speed and accuracy of geotechnical exploration, while also providing technical support for intelligent engineering management and decision-making, and ensuring the further development of geotechnical exploration technology.

Keywords: artificial intelligence; geotechnical engineering; survey; data analysis

引言

岩土工程勘察作为工程建设的重要一环,是为了取得地质状况,岩石及土的特性与地下水的情况等相关信息,为设计及施工提供理论指导。传统的勘探手段难以应对越来越庞大的工程体量以及越来越复杂的工程结构,面临着勘探量巨大,分析耗时长,结果准确度不高等问题。人工智能技术的产生给岩土工程勘探带来了新的解决方案。人工智能技术包括机器学习、深度学习、神经网络以及各种不同的智能算法,它可以在面对复杂的信息时构建模型对其进行分析预测,从而达到智能化勘探的目的。引入人工智能可以降低大量的人工计算过程节约人力成本并且减少了人为因素造成的计算错误,在面对复杂的地质环境时也能做到精准的预估,为工程的设计和建设提供更多可靠的数据支持,与此同时人工智能的应用让岩土工程勘探走

向智能化数字化的方向,开创了一种以数据为主要核心的全新勘探方式。本文结合现有的研究成果与实际工程项目经验就目前人工智能应用于岩土工程勘探的实际情况,技术的优点,存在的不足以及以后的发展前景展开详细的讨论研究,希望能够为相关的研究与工程提供参考借鉴的作用。

1 人工智能在岩土工程勘察中的发展现状

近几年来,随着人工智能在岩土工程勘察领域的迅猛发展,成为当今行业研究及应用的热门话题。传统的岩土工程勘察以人工钻探为主,现场观察和试验室检测为辅,获取的信息费时且受制于地质环境的影响较大,数据处理依靠人工经验,具有一定的随机性和人为因素影响。而今伴随大数据、云存储、传感器等技术的应用与发展,岩土工程勘察积累了海量的高维度、多种类的数据,这就为人工的人工智能融入其中奠定了坚实的基础,其利用机器学习、

深度学习等算法可以在庞大的复杂数据集中挖掘潜在模式,进而完成岩土体的力学参数预测、分层判别及地下水运动预测等工作,提高了岩土工程勘察的速度与准度,与此同时,在岩土工程勘察过程中,人工智能也已构建起一套较为成型的应用机制,有智能化勘探仪器设备到数据分析平台再到智能辅助决策系统,让岩土工程勘察可以做到自动化作业的同时还可以进行模拟预测对工程的设计做出参考性的结论。总的来说,人工智能的发展给岩土工程的勘察工作带来了技术变革,实现了对勘察手段由经验导向型向数据导向型的转变,同时也为复杂的地质条件下工程方案的选择做出了有力的支持。

2 人工智能在岩土工程勘察中的应用

2.1 智能勘察测试设备

智能化勘察测试仪器是人工智能在地质勘察中的重要载体,功能是从现场收集并实时传送地质勘察所需的各种数据,主要依靠新型感应仪器、自动控制装置以及数据采集系统来完成,相比于传统的人工测试仪器,它可以同时测定更多的参数,在互联网、云平台上实时上传地质勘察信息,做到随时跟踪、即时处理与反馈结果。在实际工程建设中,智能钻机安装有精密传感仪器,能实现钻孔的同时实时检测钻进岩石土壤的抗压强度、孔隙度、含水量、渗透系数和温度等一系列指标,可以自动保存钻进的深度与三维坐标等信息,达到高精度,不间断、可靠收集数据的效果。另外无线传感网络可全天候不间断的对坡体移动、地面沉降量、地下水水位和地下异状体动态变化等实时监测,从而给岩土体稳定性分析、安全评价和工程施工管理提供及时有效的监测数据。这些智能化的检测仪器大大增加了勘察速率,降低了人为误判的可能性,并能够在复杂的地质条件下准确完整的收集到岩土体相关信息,为之后的地质建模、预测分析和工程建设决策提供有效支持。

2.2 地质信息提取与建模

在岩土工程勘探中,地质信息获取与建模是人工智能的应用重点之一。主要是运用智能计算算法处理多种来源多种维度的勘探数据,在此基础上建立准确直观的三维地质模型以供工程设计、建设参考应用。人工智能技术基于其机器学习算法可以自动辨识岩石层状结构、断裂带、节理面以及不规则地质构造,并基于深度学习模型来完成对岩土性质、岩土层次分布特征、不良地质体等进行推断和模拟预测。在三维地质建模时可以通过人工智能将钻孔信息、地震波探测结果、地质雷达探测信息以及各种遥感信息等进行组合,从而对地层内部结构和岩土属性等信息进行高度还原,同时经过空间分析得出复杂地质条件下的潜在隐患区。而基于人工智能的建模方法还可用于边坡稳定性分析、地基强度估算、地下水动态分析等,勘探人员可以直接观察到地下结构空间变化规律,预先判断潜在的风险,提高了勘察工作的准确性、安全度,也为后期的工程

建设提供了量化参考指标,大大加强了整个岩土工程勘探工作的严谨性与可信度。

2.3 数据分析与预测

数据的分析与预测是人工智能技术应用于岩土工程勘察最能展现技术优势的部分。其本质是对工程勘察过程中的大量多元数据进行智能化加工与深挖处理。岩土工程勘察所得的数据资料有岩土力学指标、土层厚度变化、地下水位情况、地表沉降、边坡位移和地下异常构造体等信息。人工判断分析既耗时间长又容易受到主观因素的影响,不能做到精准化的预测。而AI的人工智能算法可以通过机器学习、深度学习算法对相关数据进行快速的运算处理,找出其中复杂、非线性的关联性,完成对岩土地质的各项参数预测、岩土施工风险预报以及工程决策建议。AI系统会根据历史勘察数据和施工现场采集的实时监控数据建立相关预测模型,以此来估算未知区域的土层状况、岩体强度、透水性和地下水状态等,达到优化勘察计划,降低实地打孔量,提升勘察密度和准确度的目的。同时,运用AI手段的分析方式还可以实现实时化、智能化的边坡监测预警,对出现反常状态的趋势进行自动辨识,提前警示可能出现不稳定区域的情况。为后续施工及风险管理做出科学参考。这样一种以数据主导为基础的分析预测方式,使岩土工程勘察工作从经验推测到数字化以及智能化发展,为复杂地质条件下开展相关工程建设提供了强有力的技术保障。

3 人工智能在岩土工程勘察中面临的挑战

3.1 技术与系统集成问题

虽然人工智能应用于岩土工程勘察有着十分广阔的应用前景,但是目前在技术和系统集成方面还存在着很多难题,一方面,岩土工程勘察数据属于高维、多元和异质的数据类型,在不同的仪器和平台上产生的数据存在格式不同以及接口标准不统一的情况,这就给岩土工程勘察数据的整合以及系统的集成带来很大的困难;另一方面,人工智能的算法在岩土领域的可释读性强弱与否以及准确程度高低,都需要工程决策者能够理解并且信任其结果,才能够放心地将其应用到具体的建设之中;再有就是智能化勘察系统运行所需的软硬件配置要求比较高,尤其是面对复杂的地形地质条件或者偏僻的施工现场时,智能系统的连续性和稳定性会有所下降,这就阻碍了人工智能技术的大力普及。

3.2 数据质量与信息安全问题

数据质量和信息安全问题是人工智能用于岩土工程勘察的又一大难点。岩土工程勘察数据种类繁多,涵盖钻孔资料、试验检测资料、监测记录等,这些数据在收集、传输的过程中容易产生缺失、噪声以及离群点等问题,影响着人工智能模型的学习及预测准确性;此外地质信息属于涉密信息,在重大工程设施、重点建设项目中一旦发生泄漏则面临安全问题,所以在人工智能的应用过程中既要构建完整的数据预处理体系与质量控制流程,又要形成严

谨的数据管理和安全保障制度才能保证勘察数据的真实准确以及工程建设的信息安全。

3.3 人才短缺与专业知识融合难题

人工智能技术的研究开发更需要复合型人才的支持,当前岩土工程同人工智能复合人才较为稀缺,致使技术研发受限。岩土调查勘探涉及到相关的地质学、力学等相关知识,以及相应的水文条件等;而人工智能方面模型的设计、算法优化以及大数据的分析都需要掌握相关的计算机学科和数学知识,理论知识与人工智能的技术结合难度大。并且现有的工程队伍对于人工智能相关技术的理解较为欠缺,缺少相应培训学习和技术支持,使得智能化勘探系统无法在工程勘探的过程中很好的发挥作用。人才匮乏,知识融合难度大不但阻碍了人工智能技术的落地速度,还限制了其在岩土工程勘探领域的发展创新。

3.4 经济成本与应用推广限制

人工智能的技术应用投入及使用需耗费较大的硬件购置、软件研发与维护费用,尤其是精准度较高的探测器、自动化的钻机装置和数据分析系统的开支,造成一些中小型项目无法负担全方位智能勘测的成本代价;同时,人工智能的应用扩展也受限于标准化、规范化进程缓慢,项目的系统对接、应用方式各不相同,加大了智能技术的移植和拓展难度,所以经济支出和扩展瓶颈成为阻碍人工智能用于我国工程地质勘探行业的障碍难题,需要从改善资金投入方案和出台有关行业准则入手来克服困难。

4 人工智能在岩土工程勘察中的发展趋势与前景

4.1 高精度预测与深度学习研究方向

未来的人工智能应用于岩土工程勘察主要的发展方向是精准预测以及深度学习算法的研究。以建立深层神经网络、复杂的预测模型为基础的人工智能可对岩土物理学指标以及地层分布状况、地下水状况做精确的预测,从而加强了勘测工作的可靠性以及工程安全度。深度学习算法可以很好的识别出不规则的地质构造、边坡稳定情况等问题,在对错综复杂的地质构造进行识别上有很好的应用价值。为复杂环境中智能化勘查提供了技术支持^[1]。在不断的改进算法和计算机运算速度加快之后,未来的预测模型可以处理更多的信息量来进行更广泛的区域、项目之间的精准预测。

4.2 自动化勘察与数字孪生技术应用

智能化勘查及三维数字孪生化将是未来岩土工程智能化勘查的主要发展趋势,在提高了勘察效率的同时还为复杂工程的决策及管控提供智能化技术支持。三维数字孪生模型是以真实工程场地为基础建立起来的,通过对真实场地地质构造、岩土地质参数以及地下水状态等进行实时监控及动态调整,让工程师可以对地质情况以虚拟直观的形式进行查看及模拟仿真,提前预判可能出现的问题并作出相应对策规划。同时结合自动化钻机、无人机巡查以及传感器组网等装置,智能化勘测系统可实现施工现场的数

据获取及操作的高度无人化,在很大程度上减少了人工参与程度,并降低了施工现场的风险,提高了数据采集的精确度以及连续性^[2]。此外,三维数字孪生模型还可以用来进行整个项目的风险预警、应急预案预演以及全寿命周期管理,将勘查结果与设计、施工和运维无缝对接,形成从勘查到管理的一体化智能化工程。这种智能化勘查的方式不仅仅大大增加了岩土工程勘探的准确性及可行性,也为后期工程的管理提供了强有力的数据支持。为大型及复杂的工程项目安全顺利的和长期有效的管理打下了良好的基础。

4.3 工程管理与决策优化未来方向

人工智能对于岩土工程勘察的应用价值不仅仅是停留在技术上,在工程管理以及工程决策等方面也具有着非常大的优势。将勘察的数据信息、预测的模型结果、风险评估的结果等输入到智能决策的软件当中,工程管理人员便可做出合理量化的决策选择,合理地配置资源,保障工程的安全顺利推进,并且在复杂的工程环境中可以及时处理突发状况^[3]。伴随着AI技术和工程管理系统相结合的程度加深,对于工程的勘察数据可以直接指导工程的设计,也可以调整施工方案以及发出预警,使整个岩土工程勘察施工过程实现智能化以及闭环管理。与此同时,智能决策系统可对项目的进度、费用开支、质量、安全等各个方面进行实时监测并给出实时的数据报告以及可视化图表,对项目管理者制定工程的高效施工方案、合理资源调配、风险管理措施等提供全方位的数据支撑,提升工程施工的整体可靠性与科学性。

5 结语

综上所述,人工智能应用于岩土工程勘察中,颠覆了传统的勘察方法,利用智能仪器、数据处理、地质模拟以及预测模型等提升了对地质勘察的准确度、速率以及安全性能。虽然存在综合性、准确性、人才培养以及经济问题,但是借助于深度学习、数字孪生体以及自动化勘察等方法,使人工智能在未来岩土工程勘察领域具有良好的发展前景。未来AI技术的发展会使得岩土工程勘察越来越智能化、信息化,可以给大规模基础设施施工建设带来更精确的数据支撑,同时也会给工程建设管理者做出更为精准的判断带来有效工具,促进岩土工程行业的转型升级。

[参考文献]

- [1]杜亚军,王鹏.人工智能在岩土工程勘察领域的应用[J].中国科技信息,2025(15):38-40.
- [2]刘占军.人工智能算法在岩土工程勘察数据分析中的应用研究[J].张江科技评论,2025(5):81-83.
- [3]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.

作者简介:赵高斌(1989.7—),工作单位:勤工建设集团有限公司,毕业学校:浙江广厦职业技术学院,所学专业:工程造价,职务:工程部项目经理,职称级别:水工环地质助理工程师。