

智能监测技术在岩土工程安全中的应用研究

石显祥

福建岩土工程勘察研究有限公司, 福建 福州 350000

[摘要]近些年来,智能监测技术开始在岩土工程当中逐步得到应用,凭借着高精度的传感器、无线通信手段、物联网技术以及数据分析的方式,能够实现对地质环境、工程结构还有施工过程的动态化监控,而且还能够在出现问题的时候及时地发现异常情况,给出预警提示,从而为施工以及运行管理给予科学方面的依据。不过,就目前的情况来看,智能监测技术在实际的应用过程中仍然存在着一些问题,针对这些问题,还需要去做进一步的研究以及优化工作,以此来提升岩土工程的安全管理水平。

[关键词]智能监测技术;岩土工程;工程安全;技术应用

DOI: 10.33142/aem.v7i8.17753

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Research on the Application of Intelligent Monitoring Technology in Geotechnical Engineering Safety

SHI Xianxiang

Fujian Geotechnical Engineering Survey and Research Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

Abstract: In recent years, intelligent monitoring technology has gradually been applied in geotechnical engineering. With high-precision sensors, wireless communication methods, Internet of Things technology, and data analysis methods, dynamic monitoring of geological environment, engineering structures, and construction processes can be achieved. Moreover, abnormal situations can be detected in a timely manner when problems occur, and warning prompts can be given, providing scientific basis for construction and operation management. However, based on the current situation, there are still some problems in the practical application of intelligent monitoring technology. To address these issues, further research and optimization work are needed to improve the safety management level of geotechnical engineering.

Keywords: intelligent monitoring technology; geotechnical engineering; engineering safety; technology application

引言

在现代岩土工程建设期间,工程规模变得越来越大,地质条件也变得越来越复杂,而且极端天气以及自然灾害出现的频率也越来越高,在这样的情况下,工程安全问题已然成为了对工程顺利开展以及长期稳定运行起到制约作用的关键因素。传统的岩土工程安全管理主要是依靠人工巡检、定期开展测量工作以及凭借经验来做出判断,而这种方法存在着诸多明显的局限,比如数据获取存在滞后情况、监测的频率比较低、所具备的精度也比较有限,并且在风险预警方面的能力也不足,很难满足大型且复杂的工程对于实时、动态以及精准监控方面的需求。近些年来,随着传感器技术、物联网、大数据分析以及人工智能等现代信息技术发展得越来越快,智能监测技术也开始在岩土工程当中得到较为广泛的运用,进而为工程安全管理工作带来了全新的技术手段。智能监测技术能够达成对地质环境、工程结构以及施工过程进行连续的、动态的、全方位的监控这一目的,借助高精度传感器来采集关键参数,与此再结合数据处理、智能分析以及可视化平台,以此为潜在的风险给出早期的预警,并且还能科学决策给予相应的支持。这既弥补了传统监测手段所存在的不足之处,也

为工程从原本的被动管理模式朝着主动防控模式转变、从依靠经验判断的方式转变为由数据驱动的方式来转型创造了可能性。并且,智能监测技术在提升工程的安全性、稳定性以及经济性等方面展现出了极大的潜力,正逐步成为现代岩土工程管理当中极为重要的技术发展方向。鉴于此,本研究着重对智能监测技术在岩土工程安全方面的应用现状、所具有的优势、典型的实践案例以及优化策略展开系统性的探讨,通过将理论分析与实际案例相结合的方式,为岩土工程的安全管理工作提供具有科学依据的参考以及技术层面的支持,同时也推动智能化监测技术在工程实践当中得以进一步地推广与应用。

1 智能监测技术在岩土工程安全中的优势

智能监测技术于岩土工程安全管理而言,有着颇为明显的长处,其最为关键之处就在于可以达成对岩土工程状态的实时、精确且连续的监测,进而促使工程安全保障水准得以提升。一开始,智能监测技术凭借高精度传感器、物联网以及无线通信技术,能够在复杂的地质状况下针对关键参数展开动态采集,像位移、应力、应变、渗流、温度等多种物理量都涵盖其中,这使得数据的时效性以及准确性得到了大幅度的提高,将传统人工监测所存在的间断

性以及滞后性方面的问题给补上了。智能监测系统往往会把大数据分析和人工智能算法结合起来,能够对采集到的数据展开智能处理并且做出趋势预测,以此来实现对潜在风险的早期预警,这对于工程管理者来讲,能够在问题出现之前去采取有效的办法,从而让安全事故发生的几率有所降低^[1]。除此之外,智能监测技术还拥有自动化程度较高、适应性较强以及能够远程操作等特性,其能够在高风险或者难以靠近的工程环境当中长时间且稳定地运行,如此一来便减少了人员在现场作业时所存在的安全隐患,与此同时还能节省人力成本以及管理成本。借助多源数据融合以及可视化平台,智能监测技术不但能够给出精确的工程状态相关信息,而且还能为设计优化、施工方案调整以及后期维护给予科学的依据,推动岩土工程安全管理朝着精细化、科学化以及智能化的方向不断发展,切实展现了其在提升工程安全性、可靠性以及经济性方面的综合优势。

2 智能监测技术在岩土工程安全中的应用

2.1 地质环境监测

在岩土工程安全管理工作当中,地质环境监测属于确保工程稳定性以及防范地质灾害的关键基础环节。而智能监测技术的引入,使得这一环节在科学性以及有效性方面都得到了大幅度的提升。借助部署高精度光纤传感器、地质雷达、倾角计、地表与地下位移监测仪、无人机航测系统以及无线传感网络等方式,智能监测系统可针对岩土体的地层结构、土壤含水量、地下水位、地表沉降、边坡位移、裂缝发展以及潜在滑坡和塌方趋势等诸多关键参数展开连续、动态且高精度的监控操作。所采集到的海量数据会通过无线通信以及云端存储系统传输至数据处理中心,再结合大数据分析、人工智能算法以及机器学习模型,便能够达成对地质异常的智能识别、趋势预测以及潜在风险的量化评估目的,进而为早期预警以及科学决策给予可靠的依据。智能地质监测技术不但弥补了传统人工观测所存在的滞后性、间断性以及精度低等诸多缺陷,而且还能在复杂、偏远或者高风险环境下实现长期稳定的运行状态,大幅减少人员现场作业时所面临的安全隐患情况。与此凭借多源数据融合以及可视化分析平台,管理者能够直观地了解到地质环境的动态变化状况,并依据这些信息来优化施工方案、调整支护设计或者实施加固措施,达成从被动响应向主动防控的转变目标。

2.2 工程结构监测

在岩土工程安全管理方面,工程结构监测属于保障结构稳定性和长期安全的关键环节,智能监测技术的应用给结构健康监测带来了科学、高效并且可持续的技术手段,借助部署高精度应变计、光纤光栅传感器、位移传感器、倾角计、加速度计以及无线传感网络,智能监测系统可以对支护结构、桩基、挡土墙、基坑边坡以及地下连续墙等关键结构构件的应力、应变、位移、倾斜和振动等参数展

开实时、连续且全方位的监控,采集到的数据经过远程传输和云端存储平台加以集中处理,凭借大数据分析、机器学习算法以及人工智能预测模型,能够达成结构异常的快速识别、微小变形趋势的分析以及潜在风险的早期预警,为工程管理者给予科学的决策依据,与传统人工巡检或者间歇性测量相比,智能结构监测技术不但提升了监测精度和数据完整性,而且能够实现长周期、连续化的监控,在高风险或者难以接近的施工及运营环境当中,可大幅降低现场作业风险。

2.3 施工监测

在岩土工程施工作业期间,施工监测属于确保工程质量以及安全的重要环节,智能监测技术的运用大幅提升了施工阶段的风险防控能力。借助布置高精度位移传感器、应力应变测量仪器、倾角计、无人机航测以及物联网无线监测系统,智能监测可实时抓取施工现场关键部位的地基沉降、边坡位移、支护结构应力应变、地下水位变化以及振动状况等多维数据^[2]。这些数据经由实时传输并进行智能分析处理之后,不但能够针对施工过程中可能出现的异常变形、结构超载或者土体失稳做出早期预警,而且能为施工方案调整、施工工序优化以及施工机械调度给予科学依据。与传统的人工监测相比较而言,智能施工监测具备连续性、自动化以及远程可控性等特点,能够在高风险区域持续长时间运行,降低施工人员直接接触危险环境的频次,提升施工的安全性以及效率。

3 智能监测技术在岩土工程安全中的优化策略

3.1 加强技术研发

在岩土工程的安全管理领域当中,智能监测技术要想实现持续的发展以及不断的优化,那么就绝对离不开针对技术研发所做出的不断强化方面的举措。随着工程本身的规模变得越来越大,再加上地质环境呈现出复杂且多变的特点,在此情况之下,现有的那些监测技术在精度、稳定性还有适应性等诸多方面,依旧存在着一定的局限性。所以说,必须要凭借持续不断地进行科研方面的投入以及开展各种各样的技术创新活动,才能够促使系统的整体性能得以提升。而加强技术研发这一工作,具体涉及到多个不同的方面,像是传感器技术、数据采集以及处理技术、通信与网络技术,还有智能分析算法等等。就传感器而言,得去研发那种灵敏度比较高、耐久性也很强,并且还能够适应复杂环境的监测设备,唯有如此,才能够确保具备长期且稳定的去采集数据的能力。在数据处理与分析这个层面上,应当把大数据、人工智能以及机器学习算法结合起来运用,以此来提高对于异常信号的识别能力、趋势预测的准确性以及风险评估的实时性。在通信与网络技术方面,需要对无线传输、远程控制以及边缘计算等方面的能力加以优化,从而保证监测系统能够在恶劣或者较为偏远的施工环境当中依旧能够稳定地运行起来。与此借助系

统集成以及智能化设计的方式,达成多源数据的融合以及可视化的管理效果,进而为工程相关的决策行为给予可靠的依据支撑。

3.2 优化监测方案

在岩土工程的安全管理方面,优化监测方案属于提升智能监测技术应用成效的重要环节,其关键之处在于借助科学且合理的去设计以及布置监测点、监测参数还有数据采集频率,进而达成对工程那些关键风险部位展开全面、精准以及高效的监控目的。优化监测方案首要得依据工程所处的地质条件、自身的结构特性以及采用的施工工艺,针对潜在的风险源来开展全面的评估工作,要清楚明确出监测的重点区域以及关键指标,如此一来便能够防止出现盲目布点或者数据冗余的情况。应当综合考量不同监测技术各自具备的特点,比如说光纤传感器在长距离连续监测上较为适用,无线传感网络则适宜于复杂环境下的实时监控,还有无人机航测能够快速获取到大范围的地表相关信息,通过将多种技术手段组合起来加以应用,以此增强监测系统的可靠性以及覆盖范围^[3]。与此还应当合理地去设置数据采集频率以及报警阈值,让系统既能够实时反映出工程的实际状态,又能避免因数据过载而引发的信息处理延迟或者误报情况出现。

3.3 加强数据安全和隐私保护

在智能监测技术的应用过程中数据安全和隐私保护是至关重要的问题。随着监测数据的不断增加和敏感性的提升,如何确保数据的安全性和隐私性已成为亟待解决的关键问题。需构建全方位的数据安全防护体系。应从硬件和软件层面加强数据加密和访问控制。采用先进的加密算法对监测数据进行加密存储和传输,确保数据在传输和存储过程中的安全性。建立严格的访问控制机制限制对敏感数据的访问权限,防止数据泄露和滥用。应建立完善的数据备份和恢复机制。定期对监测数据进行备份,确保在数据丢失或损坏时能够及时恢复。建立灾难恢复计划,以应对可能发生的系统故障或数据丢失事件。加强隐私保护意识培训和法规遵循也是不可或缺的一环。应对相关人员进行隐私保护意识培训,提高其对数据安全和隐私保护的认知和重视程度。

3.4 成本控制与经济性分析

在岩土工程智能监测系统的实际应用进程里,成本控制以及经济性分析属于达成技术可持续推行并促使工程效益获取最大化的关键环节。智能监测系统虽说可大幅提升工程的安全程度以及管理方面的效率,然而其建设工作、设备的采购事宜、安装调试操作以及长期的运维活动都牵涉到不低的成本,所以务必要借助科学的经济性分析方式

以及合理的成本控制办法,达成投入产出的最优化平衡状态^[4]。需要在系统设计的阶段针对监测需求展开细致的分析,依据工程所处的规模状况、风险等级情况以及关键监测点的优先级别来合理地安排设备,防止出现过度投资或者资源被白白浪费的现象;接着,凭借挑选性能较为稳定且性价比相对较高的传感器以及监测设备,并且运用模块化、具备可扩展特性的系统设计思路,以此降低设备更新换代以及扩容所涉及的成本;在数据管理以及分析这个环节当中,应当借助云计算、大数据还有人工智能等技术手段提高数据处理的工作效率,削减人工干预的程度以及运维方面的费用支出;与此可以采取分阶段去实施监测系统以及集中管理的相关策略,把建设成本以及运行成本分散到整个工程周期之内,进而提升资金使用的整体效率。

4 结语

智能监测技术于岩土工程安全管理方面所起的作用愈发重要起来,其借助高精度传感器、无线通信手段、物联网以及智能数据分析等方式,达成了针对地质环境、工程结构还有施工全程的实时且连续的监控效果,给潜在风险的提前预警以及科学决策给予了强有力的支撑。和传统的人工监测相比较而言,智能监测技术不但让数据的准确性以及可靠性得到了提高,而且使得工程安全管理的主动性以及精细化程度都获得了明显增强。不过,在实际的应用过程当中,该技术依旧面临着系统集成、数据处理以及成本投入等诸多方面的诸多挑战。在未来,需要进一步强化技术研发与创新工作,对监测方案加以优化,提升数据分析的能力,并且要重视经济性以及可持续性方面的情况,以此来推动智能监测技术在岩土工程当中的广泛运用,达成工程安全管理的科学化、智能化以及高效化目标,从而为岩土工程能够长期稳定地运行给予稳固的保障。

【参考文献】

- [1]王鹏.智能监测技术在岩土工程安全中的应用研究[J].新疆钢铁,2025(3):235-237.
- [2]吴早生,胡春东,张鑫,等.岩土工程勘察钻孔数据智能监测技术研究进展[J].江西建材,2022(12):132-134.
- [3]常娟娟,吴凯,卢亚杰,等.基于视觉技术的岩土工程高边坡外观变形智能监测技术研究[J].四川建材,2021,47(8):71-72.
- [4]朱剑锋,邢栋.基于物联网技术的岩土工程智能监测专业人才培养的探索[J].教育现代化,2020,7(29):6-9.

作者简介:石显祥(1985.4—),男,毕业院校:于中国地质大学(北京)专业:测绘工程专业,当前就单位:福建岩土工程勘察研究有限公司,职务:副经理、主任工程师,职称:高级工程师。