

城市地下空间岩土工程安全监测的实施对策分析

徐坚 廖洪亮

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5334

[摘要] 现阶段,我国北京、上海、广东、云南、贵州、四川等20多个城市,均认识到了地下空间合理规划、有效利用的必要性,并积极开展相关工作,不仅提升了地下空间利用率,还切实缓解了土地资源紧张问题。但由于地下空间环境复杂,开发难度较大,安全隐患较多,所以必须做好岩土工程安全监测工作。本文将结合城市地下空间发展进程展开分析,探索地下空间合理利用的重要意义,并总结几种常见的岩土工程安全监测技术和实施对策,希望能够为各地区地下空间开发提供有价值参考。

[关键词] 城市; 地下空间; 岩土工程; 安全监测; 实施对策

Analysis of the Countermeasures of geotechnical Engineering in Urban Underground Space

Xu Jian Liao Hongliang

Beijing Urban Construction Survey and Design and Research Institute Co., Ltd. 100101

[Abstract] At the present stage, more than 20 cities such as Beijing, Shanghai, Guangdong, Yunnan, Guizhou and Sichuan have realized the necessity of rational planning and effective utilization of underground space, and actively carry out relevant work, which not only improves the utilization rate of underground space, but also effectively alleviate the shortage of land resources. However, due to the complex underground space environment, difficult development and many safety risks, it is necessary to do a good job in geotechnical engineering safety monitoring. This paper will analyze the development process of urban underground space, explore the significance of the rational utilization of underground space, and summarize several common geotechnical engineering safety monitoring technologies and implementation countermeasures, hoping to provide valuable reference for the development of underground space in various regions.

[Key words] city; underground space; geotechnical engineering; safety monitoring; implementation countermeasures

引言:

开发利用地下空间最早起源于20世纪末期,这一概念的提出带领人类全面进入穴居时代,同时为土木工程和岩土工程创新改革奠定了良好基础。所谓地下空间,就是将建筑工程的结构延伸到地表以下的一定深度。近年来,我国城市化进程不断深入,城市土地资源日益紧缺,在一定程度上突出了地下空间合理利用的重要性,这也使得越来越多地区将开发地下空间作为城市规划的重点。在我国,空间利用技术发展历史悠久,早在古代时期就有人基于自然环境建设窑洞和地窖,切实解决了人们居住问题。时至今日,世界各国均提高了地下空间开发利用的关注程度,促进越来越多空间利用技术应运而生,并且在多年实践和发展中,积累了丰富的地下空间开发经验。但无论使用哪种空间利用技术,都要认识到岩土工程安全监测的重

要性,确保地下空间开发工作有条不紊进行。

一、城市地下空间发展背景

国际隧道协会于20世纪末期首次提出开发利用城市地下空间,为缓解土地资源紧缺问题奠定了良好基础。在这一背景下,世界各国不断加大地下空间开发规模,促进各种地下工程拔地而起,包括地下轨道、地下车库等。尤其近年来,随着我国经济建设速度不断加快,加上城市化进程的快速发展,导致各地区呈现出不同程度的土地资源紧缺问题,开发和利用地下空间已经成为城市规划的关键所在。以上提到,我国从古代时期,就开始利用自然环境建立窑洞、地窖、防空洞,为人类居住提供了基本保障。发展到19世纪中后期,英国伦敦加大了地下空间开发力度,并建成了世界首个地下铁路^[1]。随着科学技术不断进步,空间利用技术也在不断优化和完善,对城市空

间进行有效规划,成为城市健康发展的重要条件。

二、城市地下空间岩土工程安全监测常见方法

(一) 直接几何监测法

在地下空间岩土工程安全监测中,直接几何法较为常见。尤其当前,岩土工程沉降监测对精度要求较高,可以引入电水平尺系统提高监测结果的准确性。现阶段,该系统被广泛应用到了多种地下空间开发环境中,并取得良好的应用效果。与此同时,在岩土工程变形监测中,可以引入实时三维监测系统,通过全站仪接收变形监测系统数据信息,及时发现岩土工程是否存在变形问题。

(二) 间接几何监测法

间接几何监测法是建立在科学技术基础上发展而来的一种安全监测手段,在具体使用中,需要采用固定式倾斜仪对岩土工程进行倾斜,而后利用各种传感器设备和数据信息采集系统,对地下连续墙位移情况进行实时监测。当前,这种方法被广泛应用到数字化摄影测量工作中。例如:在岩土工程基坑测量中,可以引入 GK-6150 固定式倾斜仪,在倾斜角度测量过程中,要合理应用传感器装置,在此基础上,结合计算公式得出水平位移最终结果^[2]。

(三) 物理监测法

在岩土工程安全监测中应用物理方法,就是基于反射原理或发射原理对地质情况进行有效监测。具体来说,在支护结构安全监测方面,可以使用水准仪、全站仪等监测设备。在纵深方向倾斜监测方面,需要引入倾斜仪设备。在混凝土或支护结构应力监测方面,可以使用应变计。结合大量实践来看,物理检测方法能够对岩土工程周围的物质进行全面监测。例如:在岩土工程支护结构顶层监测过程中,使用全站仪能够对隧道下沉或基坑下沉情况进行合理监测,这种监测方法又是较多,包括操作便捷、适用范围广、成本较低等方面,并且在实际施工中很少收到外界因素干扰影响监测结果,能够充分保证监测结果的准确性。

三、城市地下空间岩土工程安全监测的实施对策

(一) 变形监测对策

在地下空间开发利用过程中,岩土工程地表沉降安全监测工作至关重要,针对这一工作,相关部门大多会采用有限元预测、边界元预测或者半解析元预测方式进行。以有限元预测方法为例进行分析,可以从岩土工程塑性、线性等方面,对操作技术进行更细致的划分,并利用二维计算或三维计算方式得出监测结果。例如:在构建地下空间岩土工程模型时引入有限元预测方法,可以基于三维立体模型直观地发现可能存在的变形问题。技术人员在预测工作开展阶段,需要保证计算结果与实际测量的数据相同^[3]。可以看出,只要保证岩土工程三维模型建设合理,就能够充分发挥有限元预测方法的优势和作用,便于技术人员更好地分析地下工程开发对岩土工程变形造成的不良影响。与此同时,这种监测方法还能够准确模拟多个个体盾构施工内容,有利于及时发现施工过程中存在的岩土体变形问

题或地表体位移情况。在此基础上,还可以总结出沉降规律,将相关数据以曲线图方式呈现,可以尽可能接近实际测量数据。技术人员能够在应用该方法的同时,构建地表沉降模型,而后通过 DFP 算法进行准确计算,对浮点编码遗传算法进行优化和完善,最后在找到沉降问题的基础上确定模型相关参数,保证数据信息准确、完整、及时。除此之外,监测部门还可以应用回归分析方式进行精准预测,但是要注意,预测结果准确性能够直接影响数据质量好坏与否。例如:某地下空间岩土工程中共有 12 个基坑,那么技术人员应该在保证测量数据准确性和完整性的同时,进行神经网络训练。在大量数据中挑选 4 个进行准确计算,将数值控制在 12%范围内。

(二) 数据分析对策

岩体开挖是地下空间开发的必要环节,整个开挖过程复杂、繁琐,存在诸多安全隐患,并且稍有不慎就会导致地表变形。这就需要技术人员在开挖之前,做好施工区域实地勘察工作。在传统勘察工作中,由于技术水平有限,操作能力欠缺,所以无法充分保证勘察结果的准确性,只能通过构建模型方式实验,并基于现有的文献资料,对各项数据进行整理,最终得出地表沉降结果,不仅流程复杂,而且无法保证结果准确性^[4]。新时期,科学技术发展迅速,信息化水平逐渐提升,通过计算机技术即可准确加工和分析大规模数据。技术人员可以在信息化技术计算基础上,对地表变形情况进行深入研究,通过构建模型、分析数据,能够准确无误的掌握地表沉降实际情况。在此基础上,通过实测数据构建模型,并进行数据分析,能够达到变形预测理想效果。例如:技术人员在变形预测阶段可以引入经验公式通过分析施工前采集的数据信息,明确特定参数,严格按照变形预计公式计算变形预测结果。例如:一某市派出所业务用房为例进行分析,该工程的基坑为浅基坑,深度在 2.45-3.75m 之间,岩土施工中主要采用防坡支护形式,为了避免开挖时周围土体产生应力变化,需要做好数据分析和计算工作。在该工程地下岩土工程安全监测中,根据实体信息计算,能够得出基础沉降结果,在 0.01619~0.01623m 范围内,想要进一步分析该结果是否精确,需要确定一个参数值,即 0.0161。已知结构一共 18 根桩基,在分析数据基础上,可以确定单桩荷载在 11389.24t 左右,通过各项参数值,能够科学判断支护结构是否稳定。

(三) 安全预警对策

以上提到,在地下空间开发阶段,岩土工程存在诸多安全隐患,需要通过安全预警技术做好防范工作。这就需要监测部门构建安全预警系统,在明确工程实际情况、安全监测需求等要素基础上设定合理的阈值。结合大量实践来看,完整的预警系统,能够对沿途工程变化情况进行实时动态监测,具有智能化、数字化等多种优势。在监测过程中,如果发现数值变化超出安全值,预警系统能够在第一时间发出报警信号。另外,预警系统不仅能够施工现场发出的报警信号,还能够通过短信、邮件等方式传送到指定终端,确保技术人员能够第一时间

收到报警信号,并采取合理措施规避安全隐患,尽可能将规避安全事故,将损失降到最低^[5]。新时期,我国城市化进程不断深入,地下空间开发规模不断扩大,并且岩土工程复杂程度逐渐提高,在一定程度上增加了安全事故发生率,这也对安全监测技术水平和精确度提出更高要求。在这一背景下,监测部门需要构建健全完善的信息化系统,并充分发挥信息化系统在岩土工程施工中的辅助作用,通过简化施工流程,降低施工难度,全面提高施工质量和效率,保证施工任务安全进行。另外,在实际施工中引入信息化技术,需要技术人员基于监测预警系统对管理系统进行全面优化和完善,确保管理系统能够及时监测施工过程的各种数据,从而为设计工作开展提供准确依据,便于工作人员及时对设计内容和施工内容进行灵活调整,合理优化。为了保证前期预测数据和拟定数据准确科学,需要技术人员基于信息化系统进行检验和修订,如此才能够为岩土工程施工提供安全指导。在具体施工过程中,需要给予数据监测工作高度重视,尤其针对变形、位移等问题,需要将其与设计方案中的数据信息进行全面对比,如果发现实际数据和设计数据存在不符情况,需要及时停工,并查找原因而后采取相应措施解决,保证参数准确无误、设计方案科学合理,尽可能避免工程在施工过程中出现变形、位移等不良因素的出现。

另外,监测部门还应通过反分析技术核定岩土力学参数,在此基础上,科学合理的开展岩土工程预测工作,明确岩土工程特点,对具体施工产生的不良影响而后采取相应措施改进,确保施工任务有条不紊地进行。为了充分发挥预警技术的作用和功能,需要通过数据分析结果,将网络技术、计算机技术等先进技术融合到一起,确保预警监测最终结果准确无误。在地下空间开发过程中构建预警系统,开展监测工作过程中,需要充分分析实际施工存在的难度以及具体施工规模,保证安全预警系统能够稳定运行^[6]。在预警系统建设中,需要认识到预警指标设定的重要性,如此,才能够保证整个监测过程出现数值超标现象时,能够及时发出报警信号。为了保证施工人员能够全面了解岩土工程施工中存在的各种问题,需要合理应用变形预测模型,并将得到的各项数据信息准确无误的录入模型中,通过模拟工程直观的了解基坑或支护变形、位移等情况^[7]。

结合大量实践来看,建立模型在预测支护结构位移、变形等方面发挥显著作用,可以将构建模型与图形绘制技术有效融

合,通过准确识别极限状态、科学设定各项标准,为沉降或移动等报警工作奠定良好基础,保证技术人员能够第一时间接到报警信号,并采取有效措施管理,最终达到理想管理目标。在城市地下空间开发过程中,很多监测单位会选择设置位移实测系统,想要充分发挥该系统的作用,就要将其与监测值有效融合,并构建地域性神经网络,便于全过程动态化了解位移和变形等具体情况,从而发挥安全预警作用。在实际施工中,施工人员会提前收集各种与工程相关的资料,在此基础上结合勘察结果,分析基坑失稳的主要原因,而后绘制基坑失稳曲线图,而后明确技术指标和安全预警数值^[8]。随着科学技术不断发展,安全监测系统也在不断优化和完善。在实际施工中,能够为信息管理和数据监测提供技术保障,施工人员利用回归分析方法能够对地表变形情况进行准确预测,从而使安全预警系统在整个施工过程发挥应有作用。

结束语:

综上所述,合理应用安全监测技术能够帮助工作人员实时、动态地了解岩土工程开展情况,可以为采取更高效的施工措施提供参考,对于城市地下空间开发成效的提升有着积极的促进作用。

[参考文献]

- [1]刘文波.城市地下空间岩土工程安全监测技术[J].江西建材,2022(02):75-76.
- [2]易阳.城市地下空间岩土工程问题及安全监测措施[J].工程技术研究,2022,7(02):130-131.
- [3]徐云福,吴迪亮,沈燕倩,寿凌超.地下空间岩土工程安全监测技术分析[J].工业建筑,2021,51(12):177.
- [4]邹弦,文武.城市地下空间岩土工程安全技术分析[J].散装水泥,2021(02):62-64.
- [5]赵子寅.城市地下空间岩土工程安全监测技术研究[J].工程技术研究,2021,6(01):247-248.
- [6]刘勇.城市地下空间岩土工程安全技术研究[J].建筑技术开发,2020,47(10):85-86.
- [7]刘积成.城市地下空间岩土工程安全技术现状与展望[J].山东工业技术,2016(08):123.
- [8]李胡生.城市地下空间岩土工程安全技术现状与展望[J].上海应用技术学院学报(自然科学版),2018(01):1-8.