

基坑监测数据分析处理及预测预警系统研究

方翔

(安徽省建院工程质量检测有限公司, 安徽 合肥 230000)

【摘要】随着现阶段建设工程基坑逐步趋向于规模化、复杂化发展,传统基坑监测方式已然无法满足基坑施工质量及安全管理要求,需要配合使用先进的自动化监测技术手段,做好监测环节数据备份与数据分析工作,为后续施工技术方案优化及完善提供重要数据支持。基于此,本文以现有基坑监测目标及重要内容为切入点、提出基坑监测工作特征。阐述基坑监测现有技术及技术流程。设计处功能完善的基坑监测数据分析及预测预警系统,以供参考。

【关键词】基坑监测; 数据分析与处理; 预测预警系统

【DOI】 10.12294/j.issn.1673-0992.2022.07.050

前言:

社会经济的快速发展使高层及大层建筑物数量增多,建筑基坑开挖深度增大,施工环境更为复杂。为保障基坑施工期间的安全性,需在传统基础上使用更加先进的监测技术手段,获得全面精准的监测数据。基坑监测工作涉及诸多学科,需要对现阶段基坑监测技术进行不断优化,开发设计出功能更加完善的监测系统,实现基坑施工期间的预测预警目标。

一、基坑监测工作概述

(一) 基坑监测目的

在基坑工程施工期间使用数据分析及预测预警等自动化监测技术手段,可以取代人工监测手段,对基坑施工进行全过程、全方位、全时段监测。针对基坑重要监测指标,加大监测频率,向建设及施工单位提供全面实时的监测数值,及时发现与解决存在于基坑施工期间的隐患问题。对比分析自动化监测参数,在基坑变形度超过预警值的情况下第一时间发出预警,增强基坑施工期间的安全性。借助自动化监测系统的数据处理以及预测预警分析系统,提升监测数据收集与处理水平,有效控制基坑数据处理期间的误差情况,使存在于基坑施工期间的各类问题能够得到及时解决,消除基坑施工期间的安全隐患。

(二) 基坑监测内容

现阶段基坑工程自动化监测工作内容主要分为以下两点:第一,常规基坑监测。主要为构筑物主体、维护结构、地下水、支撑轴力监测;第二,建筑专项监测。主要为建筑结构、轨道及接触网位移监测。由于基坑自动化监测内容复杂、监测点位及监测频率不一致,需要结合基坑工程具体建设要求,选择适宜的自动化监测技术。

(三) 基坑监测工作特征

当前基坑监测工作已经开发出了多种形式,涉及

学科内容较为广泛。但就基坑监测数据处理方面却存在处理效果不佳等问题。因不同监测仪器均具备相应的监测方式,基坑监测项目内需要配合使用多种监测手段,因此需要着重开发出监测数据处理系统。

为更加及时精准地反馈出基坑变形及应力变形情况,基坑监测内容较多,监测项目更加复杂。如围护桩顶及边坡土体顶部位移监测、桩体、墙体深度位移监测、桩墙内力位移监测、桩墙体水体位移监测等。不同监测仪器均会附有相应的数据处理系统,但这些系统多数只针对某一项数据,处理期间会生成大量的图表,监测结果实际利用率不足。

现有基坑监测数据分析及预测预警软件功能并不完善,难以从根本上满足监测项目多、监测频率高的工作要求。监测结果还仅局限于网格或图形的存储及简单分析,分析结果较为片面。监测资料处理效率不足,成果反馈并不及时。实际监测期间的可视化程度较差,基坑监测数据存储缺乏应有的数据库支持。

由于基坑监测工作属边缘性学科,在监测技术手段不断优化的当前背景下,监测结果也需要设置一个综合平台,在该平台上集中开展监测数据的直接传输、调用与处理工作,生成统一格式报表。结合数据监测结果判断基坑变形趋势,根据预先录入的预警值建立基坑监测分析模型,并对基坑具体施工情况进行险情预测预报,从根本上提升监测结果综合利用率。

二、现有基坑监测技术手段

随着社会经济与科技技术发展速度不断加快,应用在基坑工程自动化监测中的技术种类日渐增多,监测覆盖面扩大、监测数值的全面性及精准性能够得到根本上保障。监测机器人是现有基坑自动化监测中的先进技术形式,实际应用前景极为广阔。

监测机器人包括集成激光设施、微型计算机、传感器装置。借助传感器识别目标,可对基坑结构

强度电磁波进行探测[3]。配合使用计算机自动驱动马达系统,对监测目标进行自动识别以及监测数据记录,实现目标无接触自动遥测。通过将监测机器人应用在基坑自动化监测工作中,可以对基坑结构进行自动搜索、跟踪监测。自动设置更为精准的角度、距离,为相关工作人员提供全面精准的基坑三维坐标及影像信息。

为实现基坑自动化监测目标,还需要采用自动化目标识别技术手段。将自动目标识别设施安装在全站仪上,借助电荷耦合元件自主发射红外激光,将轴地投影在望远镜视准轴上,并由棱镜反射回来。使用电荷耦合相机接收反射光信号,配合使用图像集中算法,计算出图像中心,获取基坑施工实际情况。

相较于其他基坑自动监测技术而言,自动化目标识别技术能够在全天候对基坑结构进行自动识别及跟踪监测,监测信号传输不会受到其他因素影响,为工程管理部门提供基坑施工动态数据。

三、基坑监测流程

(一) 基坑监测标准设置

为从根本上提升基坑自动化监测技术应用水平,需要结合基坑施工实际情况,设置自动化监测关键点。在自动化监测工作实施期间需要重点监测土体深层水平位移、支撑轴力、地表水平度及垂直度位移、周边构筑物及建筑结构扰动情况。设置合理的自动化监测频率,准确连续反映基坑开挖期间对周边环境及基坑自身动态变化的影响。结合施工地区颁布的基坑工程实施标准,设置适宜的监测报警值。

(二) 基准点、监测点及设备布置

在基坑监测基准点布置过程中,全站仪后视基准点理论数值不可少于两个。在本基坑工程中,全站仪后视基准点被设置在了建筑工程东部墙体以及西部钢立柱处。在基准点设置过程中,还需要确保覆盖位置位于基坑工程影响变形范围之外,基准点应当视野开阔,每月定期对基准点进行联测,从根本上保障基准点稳定性。在监测点布设过程中,需要根据不同监测内容合理布设监测点位置,从根本上保障监测结果全面精准,为管理部门提供完整监测数值。

为了做好土体深层水平位移自动监测工作,全面收集基坑开挖阶段的围护结构纵深方向土体位移情况,还需要选择适宜的测斜孔布置方法。在土体结构适宜位置插入PVC测斜管,要求测斜管长度需要大于实际测斜深度。测斜内部十字滑槽应当与基坑边线保持垂直。配合使用固定式测斜仪器设备,对基坑围护结构变形情况进行24小时不间断监测;

在基坑工程支撑轴力监测过程中,需要确保基坑围护外墙的侧向土压力需要由围护墙以及支撑体系承担,确保实际支撑轴力与平衡状态下的轴力设计值一致,防止基坑支撑体系出现失稳问题。在支

撑轴力监测点布置过程中,混凝土结构的轴力监测点需要被设置在混凝土支撑构件处,借助钢筋应力计算设施,监测混凝土支撑轴力。钢筋应力监测设备需要被安装在4个主筋处,并与支撑方向保持平行。在钢筋焊接过程中需要注重保护钢筋应力计,防止内部传感器在高温环境下出现损坏问题。钢筋支撑轴力的监测点需要被设置在钢支撑中,通过在钢支撑结构表面安装应变计,及时发现钢支撑结构变形情况。表面应力计应当分别焊接在钢支撑截面两侧、与焊接方向保持平行。焊接应当牢固,与结构之间不产生扭动间隙;

(三) 监测数值管理

设置基坑工程自动化监测云计算平台,将自动化监测数值应用实时无线传输的方式传输给远程服务器,借助浏览器在云平台中及时查看监测数值。将监测数值及时公开共享给工程建设各部门,分析存在于基坑施工期间的不足之处,针对监测数值反映出的安全隐患问题对基坑施工方案进行不断优化,确保基坑施工工作始终处于安全高效的范围之内。做好监测数据备份及安全管理工作,避免设备在收集与应用期间出现丢失问题。

四、基坑监测数据分析处理及预测预警系统设计

(一) 数据分析处理及预测预警系统的功能

数据分析处理在实际运行期间应当具备数据入库、查询、编辑、分析、结果导出、预测预警等功能。其中,数据入库需要系统能够接收不同文本形式的数据源,并将此些数据高质高效的录入到数据库内;数据查询需要系统将工程名称、项目类别、期次与组号等类别将数据分别存储,并依照此些类别实现数据的组合查询目标;数据编辑工作需要开展数据添加、数据修改、数据删除等工作。数据分析应当根据原始数据计算结果,计算出数据的变化情况及累计值,判断分析数据是否超过预警值范围。系统应当将监测数据以表格或图表形式导出,确保这些数据规格一致。依照现有数据及具体施工要求,设置监测报警值,预测数据未来变化情况。

(二) 数据分析处理及预测预警系统特征

要求设计出的基坑数据分析处理与预测预警系统具备先进的结构框架,采用功能完善的服务器及客户端,系统编程语言面向对象更加广泛。采用结构化关系型数据库,保障数据结果可靠稳定。数据分析处理与预测预警系统的数据处理形式较多,数据录入能够满足的格式要求更广。录入期间能够使用较少的输入字段,与基坑监测仪器数据格式的兼容性更加显著。导出的数据格式可以依照规范要求以及常用格式生成结果文件,形成更为直观的图表资料,数据处理效率进一步增强。

系统需要具备较强的查询功能,满足多条件、

多项目组合查询要求。不仅可以开展数据查询工作，也可以有序实施局部查询与整体查询，使工作人员能够根据查询结果及时了解到基坑结构的变形情况。系统内部还具备了更加详尽的报警值。在现阶段建筑工程基坑结构施工过程中，工程所在地区地质环境存在较大差异，设置的施工规范及施工预警值不同。针对基坑不同级别报警值，系统需要收录更加全面的基坑工程施工监测规范以及报警参考值，也可以结合具体施工特征设置自定义报警值。

为从根本上提升基坑监测结果的利用率，数据分析处理及预测预警系统的数据显示应当直观且清晰，通过配备数据显示控件，依照行列顺序显示数据值。在人工操作界面上对监测数据结果进行灵活调整，增强数据应用水平。数据分析处理及预测预警系统应当具备强大的信息收集与管理功能。在系统内部设置多个专项针对用户信息、客户信息、人员管理及合作单位等信息模块，便于数据查询。将日志管理及报表资料管理统一整合在管理系统内。基坑监测数据的保护及恢复功能较为显著。在现有基坑监测工作开展过程中，监测数据主要被保存在数据库内，需要加强数据管控力度，做好数据备份工作。在数据应用过程中可以只传输备份数据，保障数据的安全性。

建立基坑监测结果预测预警模型。配合使用卡尔曼滤波方式，剔除基坑监测期间的随机干扰噪声，确保监测结果更为全面精准。系统内部也融合了较多的监测技术手段，可以满足基坑施工期间的水平位移监测、竖向位移监测、支撑轴力监测等项目要求。基坑监测数据分析处理与预测预警系统还需具备较强的可维护性特征，着重关注数据库的更新。更新过程中只需要编写脚本文件，在数据库内添加变更部分，以切实保障系统的更新效果，增强系统综合利用水平。

（三）数据库设计

数据库是基坑监测数据分析处理及预测预警系统重要组成部分，数据库运行水平可直接影响到系统运行效果。现有数据库主要采用 SQL，实际查询效果良好，反应速度较快。数据库结构设计需要遵照基坑监测工程具体要求，确保数据库能够全面覆盖监测分项，并就基坑施工创建所有的表单与字段名。要求数据库内各表应采用字段连接手段，存储各类监测方式下的监测数据。满足工程信息、用户客户、系统设置、预警值设置等要求。

（四）系统模块细化设计

数据入库功能实现时，可使用 C 语言编写识别文本文件程序，将各类文件格式添加到数据库内，要求数据格式应当保持统一；数据编辑期间需要创建出适宜的数据集，将数据库连接返回数据集，实现数据的

添加、更改、更新功能；数据分析工作需要配合使用图形图像技术手段以及相应的数据算法，如递归算法、顶点连接顺序算法，设置系统监测值与变化值。如发现监测数据超过预警之后，应当及时向工作人员发出预警；依照国家及地方针对建筑工程基坑建设工作发布的明文规定设置统一的数据导出格式以及数据折线图、散点图；结合现有系统运行环境下的编程控件运行要求，设置数据系统界面及窗口，并将数据保留在数据库内。在系统预测预警过程中，需要配合使用卡尔曼滤波技术手段开展预测预警分析工作，建立起系统分析模型，使用适宜的系统计算公式。

总结：

总而言之，在基坑施工过程中重点关注监测环节，配合使用功能完善的自动化监测技术手段，做好基坑监测数据分析处理以及预警预测系统的设计工作，能够有效避免基坑支护工作对周边土体以及建筑物造成扰动，保障基坑施工安全高效开展。在监测技术应用期间开展基坑支护及开挖期间的建筑物变形、位移情况监测工作，在基坑变形超过变形值或报警值的情况下立即采取补救措施，将基坑施工期间的质量问题及安全事故发生几率控制在最低范围之内。

参考文献：

- [1] 朱毅,刘永辉,涂业奇.基坑轴力智能化监测中缺失与异常数据分析处理的研究与应用[J].广州建筑,2019,47(05):30-34.
- [2] 郭兴.深基坑工程监测数据处理与分析系统应用探析[J].城市建设理论研究(电子版),2019(04):60-61.
- [3] 中新亚.自动化远程监测预警系统在基坑工程中的应用[J].西部资源,2018(03):148-150.
- [4] 段子周,汤永萍.谈建筑基坑土体深层水平位移监测[J].住宅与房地产,2018(16):185-186.
- [5] 武军.深基坑建筑沉降监测分析[D].北京建筑大学,2017.
- [6] 孔政.临江超大深基坑监测技术的应用研究[D].武汉科技大学,2017.
- [7] 杨海星.基于样条函数的基坑土层参数反演分析[D].昆明理工大学,2016.
- [8] 田劲松,袁晓鑫,陈阳,秦正阳.基于重标极差分析的基坑监测数据处理[J].工程研究-跨学科视野中的工程,2015,7(01):50-58.
- [9] 郑勤华,刘放,刘明.浅谈住宅区基坑变形监测技术的应用[J].江西测绘,2015(01):27-28.
- [10] 李增强,宋杰.基于卡尔曼滤波的基坑变形监测数据处理及分析[J].科技视界,2014(13):293-294+343.