

Research on the Application of Automatic Monitoring Technology in the Engineering Monitoring of Subway Foundation Pit

Qiankun Liu

Zhengzhou Zhonghe Geotechnical Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450003

Abstract

In subway construction, there are many foundation pit projects involved, only by doing effective monitoring can we prevent accidents and ensure the quality and efficiency of engineering construction. However, because the monitoring means are relatively backward, not only the pressure of the staff is increased, but also the effective control of the construction risk can not be realized, which leads to the increase of the hidden danger of safety. The application of automatic monitoring technology can obtain accurate and reliable monitoring data and provide scientific basis for foundation pit construction so as to meet the requirements of engineering construction. This paper analyze the importance of monitoring of subway foundation pit engineering, study the principle of automatic monitoring technology, system composition and interface, introduces the basic contents of subway foundation pit engineering monitoring, and explores the application measures of automatic monitoring technology in subway foundation pit engineering monitoring.

Keywords

automatic monitoring technology; subway foundation pit engineering; monitoring; application

自动化监测技术在地铁基坑工程监测中的应用研究

刘乾坤

郑州中核岩土工程有限公司, 中国·河南 郑州 450003

摘要

在地铁建设当中涉及较多的基坑工程, 只有做好有效的监测, 才能防止意外事故的发生, 保障工程建设质量与效率。但是, 因为监测手段较为落后, 不但导致工作人员的压力增大, 而且无法实现对建设风险的有效控制, 导致安全隐患增多。自动化监测技术的应用, 能获得精确而可靠的监测数据, 为基坑工程施工提供科学依据, 从而满足工程建设要求。论文对地铁基坑工程监测的重要性进行分析, 研究自动化监测技术原理及系统构成, 介绍地铁基坑工程监测的基本内容, 探索自动化监测技术在地铁基坑工程监测中的应用措施。

关键词

自动化监测技术; 地铁基坑工程; 监测; 应用

1 引言

随着城市人口数量的增加, 给交通系统运行带来了较大的压力, 交通拥堵已经成为城市化发展中的主要问题。为了改善人们的出行环境, 很多城市都加快了地铁工程的建设步伐, 有利于缓解地上交通压力, 实现对地下空间的高效化利用,

【作者简介】刘乾坤(1990-), 男, 中国河南驻马店人, 本科学历, 助理工程师, 毕业于河南理工大学, 从事测绘工程研究。

优化城市交通系统布局。基坑工程是地铁工程的主要内容, 当前基坑的深度越来越大, 施工的难度也在提升。应该在施工的每一个环节当中做好相应的监测, 确保土壤性质、水文条件、地质情况等信息被全面获取, 防止意外安全事故的发生。自动化监测技术是智能化与数字化的产物, 在施工监测中的应用范围越来越广, 可以实现监测数据的自动化获取、处理与分析。因此, 应该根据当前基坑工程现状及要求, 制定切实可行的技术应用方案。

2 自动化监测技术在地铁基坑工程监测中的应用的意义

在地铁建设中,由于存在较为复杂的地下构筑物力学机理和受力状态,所以给工程建设造成了巨大的难度。设计定量计算中存在的偏差,将会对施工质量及安全造成直接影响,严重时甚至会引发安全事故,威胁人们的生命财产安全。因此,必须构建一个完善的监测控制系统,实现对施工质量、围护结构安全、工序安排、补救措施等各个要素的有效控制,满足地铁基坑工程的建设要求^[1]。传统人工监测的方式虽然能获得较为可靠的监测数据,但是对于工作人员的专业能力与经验要求较高,而且在工作中容易受到操作水平和主观意识的影响。自动化监测技术的应用则能解决上述问题,及时发现基坑工程当中的不稳定因素,实现对施工的有效指导。

3 地铁基坑工程监测的内容

水平位移监测、竖向位移监测、深层土体水平位移监测、倾斜测量和地下水监测等,是当前地铁基坑工程监测的基本内容。在开展水平位移测量时,关键是找准基准点位置,降低施工因素的影响,促进监测精度的提升。深层土体水平位移监测的方式能获得土体的变形情况,在此过程中关键是控制测斜管的位置,防止在测量结果中出现较大的误差^[2]。水位计是地下水监测中的常用工具,通常精度需要在10mm以内。

4 自动化监测技术原理及系统构成

4.1 技术原理

周期性和间断性是传统监测手段的基本特点,导致在工作中无法获取实时数据信息,工程建设的风险升高。应用自动化监测技术可以消除外界条件和时间的影响,增强对工程建设的掌控力,达到安全生产的目的。自动化监测技术是以互联网技术和信息技术为依托发展起来的新兴技术,具有较强的网络化、数字化和智能化特点。在应用自动化监测技术时,能减少人工干预,防止由于人为主观因素导致的监测误差,真正做到全天候24h监控。在自动化监测中应用通讯技术与电子技术,能保障测试、数据传输和报警数据发送等环节的自动化,基坑的变化状态能被实时获取,为及时采取有效的支护处理措施提供安全保障。

陶瓷式、振弦式、光纤式、电阻式和电感调频式等,是

当前工程传感器的基本形式,振弦式传感器在当前基坑监测中的应用较多^[3]。在待测物体当中设置传感器时,应该明确其变形方向,钢弦能在测试电流的作用下产生单向振动,从而对磁力线进行切割,输出交流频率信号。在对其振荡频率进行获取时,需要进行放大、滤波和平滑等处理,得到相应的物理量。应用自动化监测技术,可以在数据采集、分析与管理中真正实现实时化与自动化,了解工程区域的孔隙水压力、应力应变、土压力和相对位移等。

4.2 系统构成

现场控制箱、数据采集设备和远程数据中心等,是地铁基坑自动化监测系统的主要硬件构成。其中,采集设备又包括了钢筋计、测量机器人、水压计、固定式测斜仪、轴力计等,是不同类型的传感器设备;现场控制箱则包含了数据传输模块、工控机、电源和传感器数据采集仪等,在设置时应该防止受到施工因素的影响。在连接工控机和测量机器人时主要采用有线的方式,能增强数据传输的稳定性,传感器数据采集仪对应端口连接传感器时也采用该方式进行连接。连接数据传输模块和传感器数据采集仪、工控机,向远程数据中心服务器传输数据时借助于无线网完成,为数据的处理与分析提供保障。地铁基坑自动化监测系统的软件功能主要包括深层水平位移监测、三维位移监测、地下水监测和支撑轴力监测等^[4]。根据基坑监测的实际要求设定相应的测量参数,对远程数据进行接收后处理入库。

5 自动化监测技术在地铁基坑工程监测中的应用措施

5.1 墙顶竖向与水平位移监测

竖向位移和水平位移会出现在地铁基坑墙顶位置,因此在施工中应该加强监测,在数据采集工作当中可以应用徕卡TS50测量机器人和配套徕卡圆棱镜设备。使用同一个监测点对基坑墙的竖向位移和水平位移开展监测,在监测点当中设置徕卡圆棱镜时需要借助于固定连接杆,根据测站方向确定镜面的方向。测量机器人的应用是确保自动化监测技术得到有效应用的关键,应该将其设置于观测墩当中,在连接计算机时应用数据线,做好调试并确定其良好工作效果后进行监测。三维位移监测功能是自动化监测系统的基本功能,工作人员应该对测站坐标进行获取,以保障定向的准确性。对监测点方位的测量可以通过测量机器人自动化进行,做好详细

的数据记录,增强监测点的通透性,防止对观测效果产生影响。测量周期应该根据地铁基坑工程要求加以确定,在工控机中完成相关信息及文件的导出,满足自动测量工作要求^[5]。完成调试并且确保设备处于良好运行状态时,连接工控机和测量机器人,减少测量服务的资源占用,增强工控机的运行稳定性,获得可靠的测量结果。对测量信息配置文件进行读取,明确测量流程其周期,实现对测量机器人的有效控制。对监测点三维坐标进行获取,对比初始平面坐标与高程值并进行科学计算,在对变形过程线进行绘制时,严格以监测点竖向位移和水平位移变形值为依据。

5.2 墙体深层水平位移监测

水平位移还会出现在基坑墙体的深层当中,因此也应该采用有效的自动化监测措施,通过设置监测点获取变形值。绑扎钢筋筋和测斜管并完成下放,建筑地连墙混凝土后检查测斜管情况,防止出现堵塞和倾斜等问题。固定式测斜仪是该项工作中的常用设备,应用于测斜管当中时应严格控制间距值,通常需要在2m左右,在连接时应用固定连接杆,防止在使用中出现松动和滑落等问题。严格控制固定式测斜仪的安装和下放过程,确保安放位置的准确性,通过测斜管管口对通信线缆引出^[6]。传感器是监测工作中的关键设备,因此应该做好测试,保障读数的精确性与稳定性,连接传感器数据采集仪和通信线缆,保障自动化数据采集具有周期性特征,获得可靠的基坑墙体深层水平位移信息数据,对固定式测斜仪的初始数据进行记录与分析。测斜管会在基坑地连墙体的变形作用下而产生弯曲,进而引起固定式测斜仪的改变。对监测点位置数据进行采集,对比初始值和不同深度下的读数,在对传感器倾角变化情况进行分析时,还要获取固定式测斜仪的标定系数。插值处理的方式应用于传感器间隔位置水平位移量的处理当中,能快速获取累计水平位移量,工作人员通过分析基坑墙体深层水平位移曲线分析基坑墙体情况,为地铁建设提供保障。

5.3 支撑轴力监测

在基坑的支撑部位对支撑轴力进行监测时,需要用到的设备主要是砼支撑钢筋计和钢支撑轴力计,引出传感器通信线缆,对传感器进行测试确保其良好运行性能后进行数据采集,保障采集工作的周期性与自动化。在支撑轴力的计算中,需要明确传感器初始读数、自动化采集读数和标定系数,通过相应软件绘制支撑轴力自动化监测成果图。

5.4 地下水监测

地下水也是影响地铁基坑施工的主要因素,因此也应该使用自动化监测技术实施监测,及时了解地下水情况及变化趋势,从而为基坑支护等提供保障。在采集地下水的相关数据时,振弦式水压力计的应用可以满足自动化监测要求,在监测点中设置水压力计,主要承担水压荷载作用。钢弦的应力会在弹性模板的变形作用下而发生改变,进而导致钢弦振动频率出现变化。利用电磁线圈对钢弦进行激振,获取振动频率值并通过电缆向相关采集设备传输,完成监测点水压值和水柱压力高度的获取,在分析基坑的水位情况时还要明确监测点的高程信息。在水位管的设置中需要进行钻孔施工,计算管内水位到管口的距离。在下放水压力计时可以应用 $\phi 1\text{mm}$ 钢丝,确保其进入到水面以下4~5m左右,在监测过程中不能露出水面。安装水压力计,为了能快速、精确地获取管内水位值,还要结合使用传统水位计^[7]。在此过程中,要获取水压力计的初始读数、自动化监测读数和标定系数,水压力计到水面的距离也可以通过该位置的重力加速度值和水密度值。对比初始水深和自动化采集的水深,结合初始水位值获得水位监测成果。

5.5 自动化监测成效

监测点位可以应用于墙顶的竖向位移和水平位移自动化监测当中,也可以应用在人工监测当中,传统人工监测点位的布设,需要靠近地下水位自动化监测点和墙体深层水平位移监测点,间距控制在1m左右。通过成果对比分析的方式,明确自动化监测技术的应用成效,对其可靠性进行科学评价。在监测墙体水平位移与竖向位移时,数据采集的频次为1次/天,选择点位数量为6个。在墙顶水平位移监测成果当中,处于0~1mm变化量差值范围的数据有112条,处于1~2mm变化量差值范围的数据有8条,处于2mm以上变化量差值范围的数据为0条;在墙顶竖向位移监测成果当中,处于0~1mm变化量差值范围的数据有102条,处于1~2mm变化量差值范围的数据有18条,处于2mm以上变化量差值范围的数据为0条。几何水准测量方法在墙顶竖向位移人工监测中的应用较多,对比测量机器人三角高程测量方法,差值在1~2mm和1mm范围内的数据量分别占比15%和85%;而在水平位移人工监测中两者占比分别为6.7%和93.3%。因此,自动化监测的方式能满足人工监测成果要求。

应用测斜仪对基坑墙体深层水平位移进行监测时,其频

率为1次/天,其点位数量同样为6个。通过对两测的监测成果对比图进行分析,可以发现采用自动化监测技术和人工监测方式获得的成果十分接近,能切实帮助工作人员对水平方向变形情况进行分析。对基坑地下水进行监测时,其频率为1次/天,其点位数量同样为6个。通过对比分析,两种方式获得的成果也十分接近,因此能明确基坑附近地下水的变化情况及其趋势。

6 结语

在地铁基坑工程监测当中应用自动化监测技术,能促进监测工作效率与质量的提升,降低工程中的人力成本投入,同时保障监测的实时性和自动化,是加快智能化与数字化发展的关键。在实践工作当中,应该明确自动化监测系统的功能特点及技术原理,同时通过墙顶竖向与水平位移监测、墙体深层水平位移监测、支撑轴力监测和地下水监测等,获取全面而精确的监测数据,满足实际施工要求。通过对比人工监测和自动化监测的方式,可以看出自动化监测成果具有较

强的可靠性,在实践中的应用效果较好。

参考文献

- [1] 刘扬. 自动化监测技术在地铁隧道施工中的应用[J]. 城市建设理论(电子版),2020(15):60.
- [2] 段景川,石昆鹏,李围. 基于光纤光栅传感器的地铁车站支撑内力自动化监测技术[J]. 应用技术学报,2019(03):267-270.
- [3] 赵尘衍,刘全海,谢友鹏,等. 自动化监测技术在地铁基坑工程监测中的应用[J]. 城市勘测,2019(01):196-200.
- [4] 魏长寿. 自动化监测技术在基坑监测中的应用[J]. 矿山测量,2018(06):117-121+126.
- [5] 鲁罕. 自动化监测技术在基坑施工中对既有地铁隧道影响的应用研究[J]. 科技创新导报,2018(22):13-14.
- [6] 张昭. 自动化监测技术在地铁隧道施工中的应用[J]. 自动化与仪器仪表,2017(07):178-179+182.
- [7] 王梅. 湿陷性黄土地区下穿隧道深基坑上跨运营地铁盾构隧道自动化监测技术[J]. 建筑安全,2016(10):56-58.