

深基坑逆作施工自动化监测方法研究

徐然

北京新兴环宇信息科技有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11775

[摘要] 随着城市建设的不断发展,深基坑工程日益增多,逆作施工技术因其独特优势在深基坑施工中得到广泛应用。然而,逆作施工过程复杂,对施工安全监测要求极高。本文研究深基坑逆作施工自动化监测方法,详细阐述各类自动化监测技术的原理、应用场景及优势。结合实际案例分析验证自动化监测方法在深基坑逆作施工中的有效性,旨在为保障深基坑逆作施工安全、提高施工质量提供科学的技术支持与参考。

[关键词] 深基坑逆作施工; 自动化监测; 变形监测; 应力监测

中图分类号: F407.67 **文献标识码:** A

Study on automatic monitoring method of deep foundation pit construction

Ran Xu

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., LTD.

[Abstract] With the continuous development of urban construction, deep foundation pit engineering is increasing day by day. The reverse construction technology is widely used in deep foundation pit construction because of its unique advantages. However, the construction process of reverse construction is complicated, and the construction safety monitoring is very high. This paper studies the automatic monitoring method of deep foundation pit reverse construction, and elaborates the principle, application scenario and advantages of various automatic monitoring technologies. The validity of automatic monitoring method in deep foundation pit reverse construction is verified by practical case analysis, aiming at providing scientific technical support and reference for guaranteeing the construction safety and improving the construction quality.

[Key words] deep foundation pit reverse construction; Automated monitoring; Deformation monitoring; Stress monitoring

引言

在城市化进程加速的背景下,城市土地资源愈发紧张,高层、超高层建筑以及地下空间开发项目大量涌现。深基坑作为这些工程的基础,其施工质量与安全直接关系到整个工程的成败。逆作施工技术作为一种先进的深基坑施工方法,具有施工速度快、对周边环境影响小等优点,能有效解决城市中心区域施工场地狭窄、施工工期紧张等问题,因此在城市建设中得到广泛应用。深基坑逆作施工过程复杂,涉及土方开挖、地下结构施工、支撑体系设置等多个环节,且各环节相互影响。传统的人工监测方法存在监测频率低、数据准确性差、无法实时反馈等缺点,难以满足深基坑逆作施工安全监测的要求。自动化监测技术的出现,为深基坑逆作施工安全监测提供新的解决方案,实现对施工过程的实时、连续监测,及时发现安全隐患,保障施工安全。

1 逆作施工工艺特点

1.1 施工顺序独特

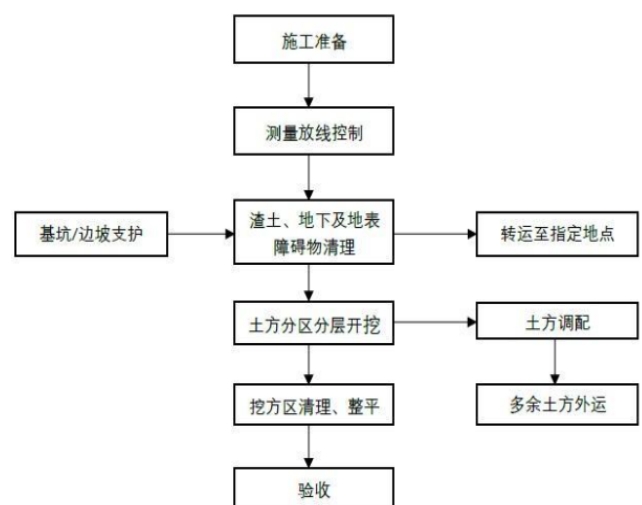


图1 逆作施工流程

逆作施工与传统的顺作施工顺序相反,先施工地下结构的顶层,然后自上而下逐层施工地下结构。在施工过程中,利用已施工的地下结构作为支撑体系,承受基坑土体的侧向压力和施工荷载。这种施工顺序能有效减少基坑的变形,提高施工安全性(图1)。

1.2 地上地下同步施工

逆作施工可实现地上地下同步施工,有效缩短施工工期。在地下结构施工的同时,地上结构也可以进行施工,提高施工效率。但地上地下同步施工也增加施工管理的难度,需合理安排施工流程,确保施工安全^[1]。

1.3 支撑体系复杂

逆作施工的支撑体系通常由地下结构和临时支撑组成,地下结构作为永久支撑,在施工过程中既要承受基坑土体的侧向压力,又要承受地上结构的施工荷载。临时支撑则用于在地下结构施工过程中提供临时支撑,确保施工安全。支撑体系的复杂性对施工过程中的监测提出更高的要求。

2 逆作施工对监测的特殊要求

2.1 实时性要求高

目前,逆作施工技术主要包括全逆作法、半逆作法和部分逆作法等多种形式,不同的逆作施工方法适用于不同的工程条件和施工要求。在施工工艺方面,逆作施工技术不断创新,如采用地下连续墙、灌注桩等作为基坑支护结构,利用钢支撑、混凝土支撑等作为支撑体系,通过合理的施工流程安排,实现地上地下同步施工,提高施工效率。由于逆作施工过程中基坑土体的应力应变状态变化迅速,且地上地下同步施工,一旦出现安全问题,后果不堪设想^[2]。因此,逆作施工对监测的实时性要求极高,需实时掌握基坑的变形、应力等参数的变化情况,及时发现安全隐患。

2.2 监测参数多样

在逆作施工过程中,需监测的参数不仅包括基坑围护结构的变形、应力,还包括地下水位、支撑体系的内力、地上结构的沉降等多个参数。这些参数相互关联,共同反映基坑的安全状态。因此,逆作施工需采用多参数综合监测方法,全面掌握基坑的施工情况。

2.3 监测精度要求高

深基坑逆作施工对基坑的变形控制要求严格,一般要求基坑围护结构的水平位移和垂直位移控制在较小的范围内。因此,逆作施工对监测精度的要求较高,需要采用高精度的监测仪器和监测方法,确保监测数据的准确性^[3]。

3 深基坑逆作施工自动化监测方法

3.1 全站仪自动监测

全站仪自动监测是利用全站仪的自动测量功能,测量监测点的水平角、垂直角和距离,计算出监测点的三维坐标。在深基坑逆作施工中,将全站仪设置在稳定的基准点上,对基坑围护结构、支撑体系等部位的监测点进行定期测量。对比不同时期监测点的坐标变化,计算出监测点的位移量,从而实现对基坑变形的监测^[4]。

全站仪自动监测适用于基坑周边通视条件较好的情况。其优势在于测量精度高,实时测量监测点的三维坐标,可同时监测基坑围护结构的水平位移和垂直位移。此外,全站仪自动监测系统操作简单,数据传输方便,实现远程监测和数据处理。在某深基坑逆作施工项目中,采用全站仪自动监测系统对基坑围护结构的变形进行监测。在基坑周边设置多个监测点,全站仪定期对监测点进行测量。结合监测数据发现,在基坑土方开挖过程中,基坑围护结构的水平位移逐渐增大,当位移量接近预警值时,及时采取加固措施,避免安全事故的发生。监测结果表明,全站仪自动监测系统能准确、实时地监测基坑围护结构的变形情况,为施工安全提供有力保障。

3.2 GPS自动化监测

GPS自动化监测依托全球定位系统,结合多颗卫星发射的信号,确定监测点的三维坐标。在深基坑逆作施工中,于基坑周边关键部位及支撑体系上安装GPS接收机。这些接收机持续接收至少四颗卫星的信号,利用卫星与接收机之间的距离测量原理,即测量卫星信号从卫星传输到接收机的时间,乘以光速得到卫星与接收机之间的距离,再结合卫星的已知坐标,运用三角测量法精确计算出监测点的平面位置(经度、纬度)以及高程。随着施工推进,基坑结构发生变形,监测点的坐标随之改变,通过实时对比不同时段监测点的坐标数据,便能精准计算出位移量,从而实现对基坑变形的动态监测。该监测方法特别适用于地形复杂、周边建筑物密集导致通视困难的深基坑项目。在城市核心区域的深基坑逆作施工中,建筑物林立,传统依靠视线的监测手段难以施展,GPS自动化监测则不受此限制,可轻松实现对大面积基坑的全方位监测。其优势显著,监测范围广泛,能覆盖整个基坑区域及周边受影响地带;具备较高的测量精度,平面定位精度可达毫米级,高程精度也能满足深基坑监测要求;可实现实时、连续监测,数据更新频率快,能及时捕捉到基坑变形的细微变化,为施工安全提供及时准确的数据支持。在某城市地铁站深基坑逆作施工项目中,基坑紧邻多条既有地铁线路和高层建筑物,现场通视条件极差。采用GPS自动化监测系统,在基坑围护结构、内部支撑以及周边建筑物上布置了多个监测点。施工期间,系统实时回传监测数据,清晰呈现基坑在土方开挖、结构施工等不同阶段的变形情况。当发现基坑某一侧位移速率出现异常增加时,通过GPS监测数据迅速定位问题区域,施工方及时调整施工方案,采取加固措施,成功避免可能出现的基坑坍塌事故,有力保障施工安全及周边既有设施的稳定^[5]。

3.3 光纤传感监测

光纤传感监测是利用光纤的光传输特性,将光纤传感器埋入基坑围护结构、支撑体系等部位,监测光纤中光信号的变化,实现对基坑变形、应力等参数的监测。基于光纤布拉格光栅(FBG)的传感器,当外界环境变化导致光纤光栅的周期发生改变时,其反射光的中心波长也会相应变化。测量反射光波长的变化量,即可获取监测点的应变信息,进而计算出应力和变形。光纤传感监测适用于对监测精度要求高、需长期监测的情况。其优势在

于光纤传感器具有体积小、重量轻、抗电磁干扰能力强、测量精度高、可实现分布式监测等优点。在深基坑逆作施工中, 光纤传感监测能够准确地监测基坑围护结构和支撑体系的应力应变变化, 及时发现结构的损伤和隐患。在某深基坑逆作施工项目中, 采用光纤传感监测系统对基坑支撑体系的应力进行监测, 在支撑体系的关键部位埋设光纤布拉格光栅传感器, 监测反射光波长的变化, 实时获取支撑体系的应力变化情况。监测结果表明, 光纤传感监测系统能高精度地监测支撑体系的应力变化, 为评估支撑体系的安全性提供准确的数据依据。

3.4 测斜仪自动化监测

测斜仪自动化监测是利用测斜仪测量基坑围护结构或土体的水平位移, 测斜仪通常安装在预埋在基坑围护结构或土体中的测斜管内, 测量测斜仪与铅垂线之间的夹角变化, 计算出监测点的水平位移。在深基坑逆作施工中, 随着基坑土方开挖和地下结构施工, 基坑围护结构或土体的水平位移会发生变化, 测斜仪能够实时监测这种变化。测斜仪自动化监测适用于监测基坑围护结构和土体的水平位移, 其优势在于准确测量水平位移的大小和方向, 监测精度高。同时, 测斜仪自动化监测系统实现实时监测, 及时反馈基坑的变形情况。在某深基坑逆作施工项目中, 采用测斜仪自动化监测系统对基坑围护结构的水平位移进行监测。在基坑围护结构的不同深度埋设了测斜管, 并安装测斜仪。通过监测数据发现, 在基坑土方开挖初期, 基坑围护结构的水平位移较小, 但随着开挖深度的增加, 水平位移逐渐增大。当水平位移接近预警值时, 及时调整施工方案, 采取加固措施, 确保施工安全。监测结果表明, 测斜仪自动化监测系统有效地监测基坑围护结构的水平位移, 为施工安全提供重要的监测数据。

4 工程应用

4.1 项目概况

某深基坑逆作施工项目位于城市中心区域, 基坑深度为20m, 采用地下连续墙作为基坑围护结构, 钢支撑和混凝土支撑相结合的支撑体系。由于基坑周边建筑物密集, 地下管线复杂, 对基坑变形控制要求严格。为确保施工安全, 采用多参数综合监测系统对基坑进行监测。

4.2 监测系统实施情况

在基坑围护结构、支撑体系、地下水位观测孔等部位安装全站仪、GPS接收机、光纤传感器、测斜仪等多种传感器。通过数据传输层将传感器采集到的数据传输到数据处理中心, 利用

数据处理与分析层对数据进行处理、分析和存储。预警与决策支持层根据监测数据的分析结果, 及时发出预警信息, 并提供相应的处理建议。

4.3 监测结果与分析

结合多参数综合监测系统的监测, 实时掌握了基坑在施工过程中的变形、应力、地下水位等参数的变化情况。监测结果表明, 在基坑土方开挖和地下结构施工过程中, 基坑围护结构的变形和支撑体系的应力均在设计允许范围内。但在某一施工阶段, 监测数据显示基坑局部区域的水平位移出现异常增大的趋势, 通过数据分析发现是由于地下水位下降导致土体沉降引起的。根据预警信息, 及时采取回灌地下水和加固支撑体系的措施, 有效控制基坑的变形, 确保了施工安全。监测结果验证多参数综合监测系统在深基坑逆作施工中的有效性和可靠性。

5 结论

深基坑逆作施工过程复杂, 对安全监测要求严苛, 传统人工监测难以为继, 自动化监测技术应运而生。研究表明, 全站仪自动监测、GPS自动化监测、光纤传感监测及测斜仪自动化监测等方法, 各有其独特优势, 能精准获取基坑变形、应力等关键参数。融合多元监测数据, 利用大数据分析, 可更全面、准确地掌握基坑安全状态, 及时预警潜在风险, 在实际工程应用中成效显著。展望未来, 随着科技发展, 深基坑逆作施工自动化监测技术将朝着更高精度、更强稳定性及智能化方向迈进, 持续为深基坑逆作施工安全保驾护航, 助力城市建设的高效、安全推进。

【参考文献】

- [1]林忠亚.逆作法深基坑施工自动化监测系统的应用分析[J].中外企业家,2020(35):220.
- [2]吴鹏.自动化监测技术在地铁深基坑施工中的应用[J].百科论坛电子杂志2021(5):2356.
- [3]霍军.深基坑工程顺逆作法施工技术及其变形位移监测[J].漯河职业技术学院学报,2024,23(2):28-31.
- [4]杨三建,王俊峰,杨明.超大深基坑逆作法施工智能监测技术应用研究[J].施工技术(中英文),2024,53(11):121-125.
- [5]杨玲玲,郑七振.深基坑逆作法施工监测与数值模拟[J].中国水运(下半月),2020,20(2):67-69.

作者简介:

徐然(1985--),男,汉族,北京人,本科,助理工程师,主要从事基坑监测相关研究。