

The Choice and Application of Sensing Device in Deep Foundation Pit Monitor

Yipeng Wang, Yanqing Du, Lei Zhang

Civil Engineering School, Hebei University of Technology, Tianjin, PR China

Email: wl23wl23mm@163.com, victordu@126.com, zhangleiwin@yahoo.cn

Abstract: Combined with the characteristics of deep foundation construction introduces the choice principles and the layout approach of sensing equipment, introduced reasonable choice and layout method of sensing devices under the different monitoring projects by the specific example of a project.

Keywords: foundation pit engineering; deep foundation pit; construction monitor; sensing device; timbering

深基坑监测传感设备的选择应用

王一鹏, 杜衍庆, 张 磊

河北工业大学土木工程学院, 天津, 中国, 300401

Email: wl23wl23mm@163.com, victordu@126.com, zhangleiwin@yahoo.cn

摘 要: 结合深基坑工程施工的特点简单介绍了传感设备的选择原则及布设办法, 通过一项工程实例具体介绍了根据不同的监测项目合理选择及布设传感设备的方法。

关键词: 基坑工程; 深基坑; 施工监测; 传感设备; 支护

1 引言

传感设备是能够感受(或响应)规定的被测量并按照一定规律转换成可用信号输出的器件或装置。传感技术的飞速发展使得传感设备被应用在工程实践的各个领域。尤其在土木工程中, 随着近几年结构健康监测的兴起, 采用现场的无损传感技术进行结构系统特性分析、探测结构的变化、揭示结构损伤与结构性能劣化的措施被各大工程项目所采用^[1]。传感设备的选择应根据工程实际需要符合相应的原则, 正确的选择传感设备是后续的损伤识别、安全评定的前提。

2 深基坑施工监测

2.1 深基坑工程特点

为建筑基础开挖的临时性坑井称为基坑。基坑属于临时性工程, 其作用是提供一个空间, 使基础的砌筑作业得以按照设计所指定的位置进行。深基坑是指开挖深度超过 5 米(含 5 米)或地下室三层以上(含三层), 或深度虽未超过 5 米, 但地质条件和周围环境及地下管线特别复杂的工程^[2]。深基坑工程具有以下特点:

1) 基坑支护体系是临时结构, 安全储备较小, 具

有较大的风险性。

2) 基坑工程具有很强的区域性, 不同工程地质和水文条件下的基坑工程差异性很大。

3) 基坑工程的支护体系设计与施工以及土方开挖等工程与基坑相邻建(构)筑物和地下管线的位置、抵御变形的能力、重要性以及周围场地条件等有关。

4) 基坑的深度和平面形状对基坑支护体系的稳定性和变形有较大影响。

5) 基坑开挖必将引起周围地基地下水位的变化和应力场的改变, 导致周围地基土体的变形, 对周围建(构)筑物和地下管线产生影响, 严重的将危及其正常使用或安全^[3]。

2.2 深基坑施工监测中传感设备的选择原则

考虑到深基坑工程的实际需要, 需对岩土层和支护结构内力、变形的变化情况以及周边环境各种建筑、设施的变形情况进行实时监测。合理的选择监测设备至关重要, 现将传感设备选择的基本要求总结如下:

1) 高可靠性: 设计周密, 采用高品质的元器件和材料制造, 并严格进行质量控制, 保证仪器埋设后完

好率在 95%以上。

2) 长期稳定性好: 监测传感仪器要满足设计和使用寿命所规定的要求, 有效使用寿命应满足本工程的要求。

3) 精度较高: 必须满足本工程监测实际需要的精度, 有较高的分辨率和灵敏度, 有较好的直线性和重复性, 观测数据不受长距离测量和环境温度变化的影响, 如果有影响所产生的测值误差应易于消除。

4) 耐恶劣环境性: 所选仪器可在温度 $-25\sim 60^{\circ}\text{C}$, 湿度 95%的条件下长期连续运行, 耐酸、耐碱、防腐蚀。

5) 密封耐压性良好: 防潮密封性良好, 绝缘度满足要求, 在水下工作要能承受设计规定耐水能力。

6) 操作简单: 埋设、安装、操作方便, 容易测读, 最好是直接数显。

7) 维修要求不高: 选用通用易购的元器件, 便于检修和定时更换, 局部故障容易排除。

8) 适于施工: 埋设安装时与工程施工干扰小, 能够顺利安装, 不需要特殊的施工手段。

9) 性价比高: 在其先进性与价格之间取得平衡。

这九项准则适用于基坑工程各项检测的需要, 但具体实行应视监测项目的性质有所侧重的选择, 这样才能合理地选购各种传感设备, 既能满足工程监测的需要又能节约成本避免资源的浪费。

3 工程实例

3.1 工程概况

天津某商业区写字楼基坑工程包括 3-14、3-18 两个地块, 3-14 地块基坑面积约为 9330 平方米, 基坑总延长米约为 394 米, 主楼开挖深度为 14.25 米, 裙楼开挖深度为 13.05 米; 3-18 地块基坑面积约为 9330 平方米, 基坑周边延长米约为 386 米, 主楼开挖深度为 15.55 米, 裙楼开挖深度为 13.05 米。

本工程的两个地块基坑均采用整体顺做法的设计方案, 基坑周边围护体采用钻孔灌注排桩结合三轴水泥搅拌桩, 两地块竖向均设置两道钢筋混凝土水平支撑。

3.2 监测目的

1) 为信息化施工提供依据。

通过监测随时掌握岩土层和支护结构内力、变形的变化情况以及周边环境各种建筑、设施的变形情况, 将监测数据与设计值进行对比分析, 以判断前步

施工是否符合预期要求, 确定和优化下一步施工工艺和参数, 以此达到信息化施工的目的, 使得监测成果成为现场施工工程技术人员做出正确判断的依据^[4]。

2) 为基坑周边环境中的建筑、各种设施的保护提供依据

通过对基坑周边建筑、管线、道路等的现场监测, 验证基坑工程环境保护方案的正确性, 及时分析出现的问题并采取有效措施, 以保护周边环境的安全。

3) 为优化设计提供参数

基坑工程监测是验证基坑工程设计的重要方法, 设计计算中未曾考虑或考虑不周的各种复杂因素, 可以通过现场监测结果的分析、研究, 加以局部的修改、补充和完善, 基坑监测可以为动态设计和优化设计提供重要依据。

3.3 监测内容

为满足监测的目的, 工程中按照设计要求共安排 16 项监测内容, 对每一项内容均需按照工程的要求及传感设备的选择原则合理挑选监测及传感设备, 设备的布置及埋设也须按原则办事。现选择其中三项监测内容加以阐述, 首先明确各监测项目的目的:

1) 灌注桩排桩桩身测斜。目的是及时掌握基坑开挖过程中, 围护灌注桩从根部到顶部不同深度处水平变形, 即监测灌注桩桩身整体的位移变形。

2) 灌注桩排桩钢筋应力监测。目的是防止围护桩因受力过大而导致支护结构破坏, 主要针对围护桩体(或墙体)的弯矩进行监测。

3) 支撑轴力监测。目的是了解基坑开挖过程中支撑结构受力的变化情况。通过测试埋设在不同类型支撑上各类传感器的测试值来计算支撑内力变化。

根据以上监测目的, 按照上述的选择原则, 将这三项监测内容中传感设备的选择及埋设方法列于表 1。

4 结论

传感设备的选择需视具体的项目要求而定, 对于深基坑工程而言, 由于它是一项综合性很强的系统工程, 需要多方面的监测数据来真实地反映基坑支护体系和土层的变化, 以保证基坑开挖施工顺利进行, 因此, 保证传感设备选择的合理性、确定各监测项目设备的选择办法是成功进行监测的必要保障。

Table 1. The choice and the layout approach of deep foundation pit sensing equipment
表 1. 基坑监测设备选择及埋设方法

监测项目	设备选择办法	设备埋设办法
灌注桩排桩桩身测斜	由于 XB 型 PVC 高精度测斜管具有重量轻、坚固、耐环境腐蚀以及测斜管导槽无扭旋的特点 ^[5] ,因此采用 XBφ70 型测斜管,测斜管的单节长度为 2.0m,外径为 70mm,测斜管内壁有二对相互垂直、深 2~3 mm 的导向滑槽,外壁有一对高 2~3 mm 的凸肋,便于安装过程中使上下管的内壁导向滑槽上下对齐。	布点间距不大于 25m,且基坑每条边不少于 4 个监测点,测斜管深度同灌注桩排桩深度相等,且固定在排桩钢筋笼上,与钢筋笼一同下放。
灌注桩排桩钢筋应力监测	由于振弦式钢筋测力计的钢弦频率信号的传输不受导线电阻的影响,测量距离比较远,仪器灵敏度高,稳定性好,因此采用 φ32 振弦式钢筋计。	将振弦式钢筋计安装在钢筋笼的竖向主受力钢筋上,安装采用搭接焊接方式焊接在同一棵竖向钢筋上,钢筋计安装位置按照设计要求进行确定。每个基坑 4 条边,每边取跨中的那根桩进行测试,每个桩竖向测试五个断面,每个断面设置不少于 3 个传感器。
支撑轴力	由于 HC 型振弦式应变计适用于长期埋设在水工结构物或其它混凝土结构物内,测量结构物内部的应变值,并可同步测量埋设点的温度。因此选用 HC 型埋入式混凝土应变计。将应变计固定在混凝土结构物中,通过两端的端头与混凝土紧密嵌固,中间受力的应变管用布缠绕,与混凝土隔开,当混凝土产生应变时,则由端头带动应变管产生变形,使钢弦内应力发生变化,用频率测定仪测钢弦受力变形后的频率值,即可求得混凝土真正应变值 ^[6] 。	每个地块的每道支撑设置不少于 30 个监测断面,每个断面设置 4 个传感器,每道圆环支撑设置不少于 4 个混凝土应变计。

References (参考文献)

[1] Liu Guixiong, Shen Baihua, Feng Yunqing. Rapid developing technology for networked intelligent sensor[J]. *Journal of Transducer Technology*, 2002, (09): 4-7(Ch).
 刘桂雄, 申柏华, 冯云庆等. 迅速崛起的网络化智能传感技术[J]. *传感器技术*, 2002, (09): 4-7.

[2] Wang Jinqing. Monitoring method of deep foundation pit and accuracy analysis results[J]. *GuangDong Architecture Civil Engineering*, 2007,(7): 7-9(Ch).
 王金清. 深基坑监测方法及其精度成果分析[J]. *广东土木与建筑*, 2007,(7): 7-9.

[3] Jin Jiancheng. Data analysis and emergency measures of support monitoring of deep foundation pit[J]. *Shanxi Architecture*, 2009, (02) (Ch).
 金建成. 深基坑支护监测数据分析与应急措施[J]. *山西建筑*, 2009, (02).

[4] Wang Kui. The Research of Inspection and Prediction Technique about Retaining of Deep Foundation Excavations[D]. Jilin: JiLin University, 2004(Ch).
 王奎. 安全监测预报技术在基坑支护施工中的应用研究[D]. 吉林大学, 2004.

[5] Zeng Liping, Chen Jianbin, Yang Weixing. Analysis of Influence of Inclinator Tube on Deformation and Stability of Soil Slope [J]. *Urban Roads Bridges & Flood Control*, 2010, (06) (Ch).
 曾丽萍, 陈建斌, 杨卫星. 测斜管对土质边坡变形和稳定性的影响分析[J]. *城市道桥与防洪*, 2010, (06).

[6] Yang Jizong, Wu Laiming. Deep foundation pit supporting shaft force test new application of this method [J]. *Metro and light railway*, 2000, (01) (Ch).
 杨吉忠, 吴来明. 深基坑支撑轴力测试新方法的应用[J]. *地铁与轻轨*, 2000, (01)