

# 工程测量中的变形监测技术与实践案例分析

缪宇鹰

江阴市城市规划信息咨询中心有限公司 江苏 江阴 214400

**摘要:** 本论文对工程测量变形监测技术基础理论和实践应用进行了系统的阐述。结合实例分析讨论了变形监测技术及在不同类型项目上的发展趋势。本文着重阐述变形监测对工程安全的重要意义,并介绍智能化和自动化监测的最新发展及与信息技术融合创新。同时指出复杂环境中变形监测所面临的重大挑战及解决措施。该研究可为工程测量领域变形监测工作提供有益借鉴,对促进监测水平和保障工程安全有重要指导意义。

**关键词:** 工程测量; 变形监测技术; 智能化监测

## 引言

工程测量是现代工程建设必不可少的环节,工程测量的精确性与可靠性对确保工程质量与安全具有十分重要的意义。而变形监测技术作为工程测量领域中的一个重要分支,其目的是对工程结构变形进行实时监测与分析,以便及时发现可能存在的隐患。通过实践案例分析能够更直观地认识到变形监测技术应用于实际项目中所取得的成效,继而促进该项技术的完善与发展。所以本研究既有理论价值又有现实指导意义。通过对工程测量变形监测技术进行深入探究,旨在给相关领域研究人员及工程实践者以有益借鉴和参考,共同促进工程测量技术不断创新和发展。

## 1 工程测量基础

### 1.1 工程测量及其基本原理

工程测量作为现代工程建设中的一项核心技术,肩负着保障工程结构精确性,稳定性和安全性等重要任务。它既是技术又是科学,涵盖了众多学科交叉融合。工程测量涉及项目规划,设计,建设到运营维护等整个过程,对各类项目提供精确可靠的数据支撑。说到工程测量,其实就是要探讨如何利用一系列精密仪器与手段来获得工程结构空间上精确的位置,形状与大小等数据。这些资料为工程设计提供了依据,对施工质量控制具有重要意义。工程测量基本原理主要有几何测量,物理测量,数据处理3个主要内容。几何测量注重空间位置关系测定,物理测量涉及长度,角度,高程等物理量求取,数据处理是一个测量结

果整理,分析与判读过程。就现代工程测量而言,伴随着科学技术的发展,传统测量手段逐步被效率更高,精度更高的测量技术代替。例如,全球定位系统(GPS)、全站仪和三维激光扫描等先进的测量工具的普及,显著地增强了工程测量的速度和准确性。

### 1.2 工程测量的分类及其在各类工程中的应用

根据工程测量的服务目标和应用场景的差异,它可以被分类为多个种类,例如建筑工程测量、道路工程测量、桥梁工程测量和水利工程测量等。每一类工程测量均有自己独特之处,并提出了相应之要求。建筑工程测量时,测量人员需保证建筑物位置,高程以及大小等与设计要求相符,从而确保建筑物运行稳定,使用功能良好。在进行道路工程的测量时,对路线的线形、纵坡和横断面等关键设计元素的精准控制显得尤为重要<sup>[1]</sup>。并且在桥梁工程进行测量时,因为桥梁结构较为复杂,受力特点较强,所以对测量工作通常要求较高精度,质量控制也较为严格。除以上传统的工程领域外,工程测量在现代城市规划,智能交通系统和环境保护等新领域中也有着广泛的应用。城市规划中工程测量对城市空间布局及基础设施建设提供数据支撑。在智能交通系统的框架下,工程测量技术为道路网络的精准测量和交通流量的即时监控提供了重要支持。在环境保护的领域内,工程测量主要是通过观察自然环境中的细微变化,为生态的维护和灾难的预警提供了坚实的科学支撑。

## 2 变形监测技术综述

### 2.1 变形监测的定义及其在工程安全中的重要性

变形监测作为工程测量学中的重要分支学科,主要研究对工程结构进行时-空-变行为监测与分析。这种监测不仅关注结构的静态位置,更重视其在外部因素(如荷载、温度、湿度等)影响下的动态变化。变形监测技术应用的目的是利用高精度测量设备与先进数据处理方法

**通讯作者:** 缪宇鹰, 出生年月: 1988年8月10日, 民族: 汉, 性别: 男, 籍贯: 江苏省江阴市, 单位: 江阴市城市规划信息咨询中心有限公司, 职位: 职员, 职称: 工程师, 学历: 本科, 邮编: 214400, 研究方向: 测绘工程测量。

对结构微小变形进行实时捕获, 然后对结构安全性与稳定性进行评价。工程实际中, 不论是桥梁, 高层建筑或地下工程都必然会受多种因素影响发生变形。这些变形一旦超过了允许的程度, 将会诱发结构破坏乃至工程事故。所以变形监测对防止工程事故的发生和保证人民生命财产的安全有着十分重要的作用。工程师通过变形监测可及时掌握结构变形状况, 并对其进行必要加固或者修复, 以保证工程安全运行。

## 2.2 变形监测的主要方法及其技术发展

变形监测方法有很多, 可依据监测对象, 监测精度及监测环境等因素选用不同方法。常规变形监测方法有水准测量, 三角高程测量和导线测量, 被广泛应用于工程测量。但随着技术的发展及工程需求的增加, 上述方法已很难满足一些情况下高精度, 高效率监测的需求<sup>[2]</sup>。因此, 现代变形监测技术应运而生, 它们以全球定位系统(GPS)、全站仪、三维激光扫描等为代表, 具有自动化程度高、监测精度高、实时性强等特点。这几项技术的运用大大提高了变形监测工作的效率与准确性, 对工程安全有更多的可靠保证。如GPS技术能够提供全球连续, 实时三维位置信息等, 对大面积变形监测有着显著优势, 全站仪综合了测距、测角和数据处理等多项功能, 能够在各种复杂的环境条件下实现高精度的测量, 利用三维激光扫描技术, 我们可以迅速地获得目标表面的三维点云信息, 这为形变分析提供了宝贵的资料。

## 2.3 变形监测数据的处理、分析与质量控制

在变形监测工作中, 变形监测数据处理和分析处于核心地位。在此过程中要对原始测量数据进行数据预处理, 滤波, 平差等一系列处理环节, 从而消除测量误差, 改善数据质量。同时, 还需要运用各种数据分析方法, 如回归分析、时间序列分析、小波分析等, 深入挖掘数据中的有用信息, 揭示结构的变形规律和趋势。质量控制对保证变形监测数据准确可靠至关重要。变形监测工作开展时, 必须要建立一个完整的质量控制系统, 该系统由仪器设备检定, 测量过程控制, 数据处理及成果验收组成。

## 3 变形监测技术的实际案例研究

### 3.1 案例选择和研究方法

变形监测技术实际应用过程中, 实例的选取是调研的基础与重点。在保证研究代表性与实用性的前提下, 精心选取若干各具特色且复杂的工程案例加以分析。这些实例涉及桥梁工程, 高层建筑及地下工程的各个领域, 其目的是综合显示变形监测技术对各类工程的监测作用<sup>[3]</sup>。选取实例时充分考虑到项目规模, 结构形式,

施工环境及变形监测的困难与挑战。同时我们也搜集并整理了个案的历史监测数据, 以做更为深入的分析与比较。从研究方法上看, 本文采取定量分析与定性分析结合的办法。通过定量分析可对结构变形及其规律有较精确的认识, 而定性分析有利于我们对变形产生的原因及其影响因素有一个深刻的认识。另外我们也采用先进的数值模拟与仿真技术来验证与补充监测结果。

### 3.2 桥梁工程变形监测的实例研究

桥梁工程是交通基础设施中非常重要的一部分, 桥梁工程的安全性及稳定性非常关键。但由于桥梁结构的复杂性, 受力特点的特殊性及环境因素的多变性, 使得桥梁变形监测始终是研究的难点与热点。本例选择某大型桥梁为代表。该桥地处河流汇合处, 地质条件比较复杂, 交通流量较大, 变形监测精度高、实时性强。我们利用各种先进变形监测技术, 对大桥进行全方位监测与分析。经过长时间监测数据积累与分析处理后, 发现桥梁运营期间变形趋势明显且呈周期性规律。这些形变主要受温度, 湿度, 荷载等诸多因素影响。

### 3.3 高层建筑变形监测案例分析

在城市化进程加快的今天, 高层建筑数量越来越多, 高度也越来越高, 这对变形监测工作提出了全新的考验。高层建筑受自身重量及风荷载的作用易发生大变形及振动。本案选择某超高层建筑。该楼地处城市中心区域且周边环境复杂, 变形监测精度高、稳定性好。我们利用高精度全站仪及三维激光扫描技术监测建筑物变形。对监测数据进行分析处理后发现, 建筑物在风荷载作用下有显著摇摆与振动。这些变形虽不直接作用于建筑物的安全性, 但是长期积累可能造成结构疲劳破坏。为此, 及时采取加固、减振等措施, 保证建筑安全舒适。

### 3.4 地下工程变形监测的实例研究

地下工程因具有隐蔽性、复杂性的特点, 变形监测始终是研究的难点与薄弱环节。地下工程变形受地质条件, 开挖方式, 支护结构等诸多因素影响。本例选择某地铁站为例。该站地处繁华商业街区之下, 周边环境复杂而又敏感。我们利用各种先进变形监测技术, 对该站进行全方位监测与分析。经过长时间监测数据积累与分析处理后, 发现该站开挖支护时变形位移显著。这些形变主要受地质条件及开挖方式的影响。根据这些变形特征, 及时采取加固、支护等措施, 保证该站安全建设与运行。

## 4 变形监测技术发展趋势和面临的挑战

### 4.1 变形监测技术的智能化与自动化发展

在科学技术突飞猛进的今天, 变形监测技术正在向

智能化、自动化方向发展。传统变形监测方法虽然能从某种程度上满足工程需要,但是当面临大范围,复杂多样的监测任务时常显得捉襟见肘<sup>[4]</sup>。所以智能化、自动化已成为变形监测技术的必然趋势。智能化变形监测技术表现为数据处理与分析智能化。引入人工智能,机器学习等先进技术能够对监测数据进行更有效,更精确的处理分析。如通过神经网络模型训练学习监测数据可实现结构变形行为智能预测预警。该智能化数据处理方式在提高变形监测效率与准确性的同时,也为工程师们提供更科学,更综合的决策支持。自动化的变形监测技术主要是在监测流程的自动化方面得到体现。通过引进自动化测量设备,无人机和传感器等技术手段可实现工程结构全天候实时监控。该自动化监测方式在降低人工干预及误差的同时也增强了实时可靠性,同时自动化监测也能和智能化分析有机地结合在一起,构成综合自动化变形监测体系,从而对工程安全进行更全面和更及时的保证。

#### 4.2 变形监测技术与信息技术的融合

信息化时代下,变形监测技术和信息技术融合已经成为一种必然的发展趋势。这种整合主要表现在数据的采集,传输,处理,分析各环节上。在数据采集环节中,引进先进的传感器技术与网络技术可实现工程结构变形的数据实时获取与传输。这些传感器可内嵌于工程结构之中,对其变形进行实时监控,并且通过网络把数据传送给数据中心来处理与分析<sup>[5]</sup>。该数据采集方式在提高数据实时性与准确性的同时,也为之后的数据处理与分析提供大量数据源。在数据处理与分析部分,引入云计算,大数据等信息技术能够实现海量监测数据的有效处理与分析。云计算所提供的强大计算能力与存储空间能够满足海量数据处理要求,而大数据技术能够深度挖掘与分析海量数据,并揭示结构变形规律与趋势。

#### 4.3 复杂环境下变形监测的精度与可靠性挑战

将变形监测技术应用于复杂环境中受到了很多挑战,最突出的就是精度与可靠性。复杂环境主要包括气候条件恶劣,地质环境复杂以及建筑物密集,这都将给变形监测准确性与可靠性带来不利。当气候条件较差时,例如大风,暴雨,高温等易对监测设备造成干扰与损坏,从而造成监测数据的畸变或丢失。为提高监测精度与可靠性,必须使用更稳定,更耐候的监测装置,同时加强对该装置的检修与维护。在如软土、岩溶和断裂带这样的复杂地质条件下,工程结构的变形特性变得更为复杂和多样,这使得准确的预测和评价变得尤为困难。为使监测更准确、更可靠,必须加强地质环境勘察与分析,摸清地质条件下结构变形作用机理与规律,采取更先进的监测技术与手段。

#### 结语

在对工程测量变形监测技术进行了深入研究和实践案例分析后,本论文得到了如下结论。变形监测技术对保障工程结构安全,防止工程事故具有重要作用。伴随着科学技术的不断进步,变形监测技术正向着智能化,自动化方向不断发展,并且与信息技术进行深度结合,不断提升监测效率及准确性。

#### 参考文献

- [1]徐吉伟.变形监测技术在基坑施工中的应用分析[J].交通科技与管理,2023,4(22):137-139.
- [2]王思.深基坑工程变形监测技术及应用研究[J].江西建材,2023(04):58-59+62.
- [3]焦晓磊.GPS测量技术在工程测量中的应用[J].华北自然资源,2022(03):105-108.
- [4]朱兴志.变形监测技术在桥梁监测中的应用[J].中国科学探险,2022(02):113-115.
- [5]陈伟,周斐.隧道自动化变形监测技术的应用研究[J].工程技术研究,2021,6(04):79-80.