

基于无人机测绘技术的建筑工程变形监测及分析策略

赵丰艳

吉林省第三地质调查所

DOI:10.12238/gmsm.v7i7.1901

[摘要] 随着城市化进程的加快以及人们对建筑安全性能要求的提高,建筑工程变形监测变得尤为重要。传统的变形监测方法由于其局限性,难以满足现代建筑工程的需求。无人机测绘技术作为一种新型的空间信息技术,在建筑工程变形监测中展现出巨大的潜力。本文旨在探讨无人机测绘技术在建筑工程变形监测中的应用现状及其重要性,并提出相应的数据采集、处理与分析策略,以为建筑行业的健康发展提供参考依据。

[关键词] 无人机测绘技术; 建筑工程; 变形监测; 数据分析

中图分类号: TU198 文献标识码: A

Deformation monitoring and analysis strategy of building engineering based on UAV mapping technology

Fengyan Zhao

The No3 Institute of Geological Survey Jilin Province.Siping City

[Abstract] With the acceleration of the urbanization process and the improvement of people's requirements for building safety performance, the deformation monitoring of building engineering has become particularly important. The traditional deformation monitoring method is difficult to meet the needs of modern construction engineering. As a new type of spatial information technology, UAV mapping technology shows great potential in the deformation monitoring of construction engineering. This paper aims to explore the application status and importance of uav mapping technology in the deformation monitoring of construction engineering, and put forward the corresponding data collection, processing and analysis strategies, in order to provide a reference for the healthy and stable development of the construction industry.

[Key words] uav mapping technology; construction engineering; deformation monitoring; data analysis

引言

建筑工程变形监测是保证建筑物安全运行的基础工作之一。传统的监测手段如全站仪测量、水准测量等方法虽然可靠,但在时效性和经济性方面存在不足。近年来,无人机(UAV)作为新兴的遥感平台,在地形测绘、灾害评估等多个领域得到广泛应用。利用无人机进行建筑工程变形监测,可以实现快速、准确的数据获取,并有效提升监测工作的整体效率^[1]。

1 无人机测绘技术在建筑工程变形监测中的应用现状

无人机测绘技术通过搭载不同的传感器设备(如数码相机、激光雷达),能够在复杂地形条件下完成高效的数据采集任务。相较于传统方法,无人机测绘具有机动灵活、操作简便等特点,适用于多种环境下的作业需求。目前,该技术已广泛应用于基础设施建设、房地产开发等领域,并逐渐成为变形监测的一项重要工具。

2 无人机测绘技术对建筑工程变形监测的重要意义

2.1 提高监测精度

无人机测绘技术凭借其搭载的高精度传感器与先进的图像处理算法,能够获取高分辨率的影像资料,显著提升了建筑工程变形监测的精度。相较于传统的地面测量方法,这种技术手段允许对建筑物表面乃至周围环境进行三维重建与可视化展示,使得任何细微的形变都无所遁形。通过三维建模与差异分析等技术手段,监测系统可以对建筑结构在不同时间点的状态进行对比,进而量化评估其形变程度与模式。如此一来,即便是那些早期不易察觉的安全隐患也能够被识别,从而为建筑维护与修复提供科学依据,增强建筑物的整体安全性。

2.2 降低监测成本

无人机测绘技术的应用,显著减少了建筑工程变形监测过程中所需的人力与物力资源。无人机操作简单且灵活性高,能够轻易到达那些传统方法难以触及或成本高昂的位置进行作业。此

外,由于无人机具备远程操控功能,因此无需频繁派遣工作人员进入施工现场,既降低了潜在的安全风险,也减少了因人员调动而产生的额外费用。更重要的是,无人机测绘技术极大地缩短了从数据采集到处理的时间周期,这意味着整个监测项目的实施周期得以压缩,进而有效地控制了项目的总体成本。

2.3 提高监测效率

无人机测绘技术凭借其高效的作业能力和广泛的覆盖范围,能够在较短的时间内完成对大面积区域的全面扫描。这不仅提高了数据采集的速度,同时也为后续的数据处理与分析提供了充裕的时间。相较于传统方法需要耗费大量时间进行逐点测量,无人机测绘技术可以迅速获取目标区域内的多维度信息,并通过实时传输技术将数据回传至分析中心。这样一来,监测人员便能够更快地获取到最新的监测结果,为决策支持提供及时的数据支撑。

2.4 推动建筑行业的发展

无人机测绘技术的引入,不仅为建筑工程变形监测带来了革命性的变革,还促进了建筑行业整体技术水平的提升。借助这一先进技术,建筑行业能够更加精准地把握施工进度与质量状况,从而更好地适应市场需求变化,提高工程管理效率。与此同时,无人机测绘技术的应用也激发了行业内关于新技术新方法的研究兴趣,促使科研机构与技术人员积极探索创新解决方案,共同推动建筑行业的科技进步与可持续发展。

3 基于无人机测绘技术的建筑工程变形监测策略探讨

3.1 数据采集策略

针对建筑工程变形监测的特定需求,无人机测绘技术的运用需要细致规划飞行任务的各项参数,以确保所获取数据的质量与适用性。制定详尽的飞行计划不仅包括确定无人机飞行的高度、速度与航向,还需要综合考量气象条件、光照强度以及风速等因素,以选择最适宜的作业时间窗口,从而最大限度地减少外部环境干扰对数据采集效果的影响。鉴于无人机设备的稳定性直接关系到数据的准确度,因此,定期对搭载的各种传感器进行校准与维护至关重要,这一步骤有助于消除设备老化或故障导致的测量偏差,确保每次飞行任务所获得的信息均具有一致性与可靠性。此外,考虑到不同监测任务的具体要求,合理安排飞行路线与拍摄角度,以确保影像覆盖范围充分且无死角,也是优化数据采集过程的关键环节。

3.2 数据处理策略

原始数据的初步整理与优化处理构成了无人机测绘技术在建筑工程变形监测中不可或缺的一环,这一阶段的工作直接影响到后续分析的精度与可靠性。通过运用专业的地理信息系统(GIS)软件或其他定制化工具,原始影像资料需经历一系列预处理步骤,诸如影像拼接、几何校正以及辐射校正等,以消除由大气折射、地形起伏等因素引起的系统性误差,确保最终形成的数字地图或三维模型能够真实反映建筑体的实际状态。尤其当涉及到激光雷达(LiDAR)技术时,点云数据的预处理则显得更为复

杂,通常需要执行滤波去噪、分类识别等操作,以剔除非地面对象的干扰信息,提取出真实的地形特征,为后续的变形分析奠定坚实基础。自动化处理流程的应用不仅大幅减少了手动操作所带来的不确定性因素,还极大提高了数据处理的效率与一致性水平,进而为后续的深入研究提供高质量的数据支持。

3.3 数据分析策略

3.3.1 差分分析与趋势面分析

在完成数据预处理之后,采用科学合理的分析方法来揭示建筑物变形的特征与规律成为进一步工作的核心任务。差分分析与趋势面分析等统计学手段,能够有效应用于定量描述建筑结构随时间演变的微小变化。通过比较不同时间节点上的测量数据,识别出潜在的形变趋势与模式,从而为建筑物的安全评估提供科学依据。差分分析通过对同一地点在不同时间点的测量值进行比较,能够直观地展示出建筑结构在特定时间段内的位移量,进而判断是否存在异常变形现象。而趋势面分析则更侧重于描绘变形过程中的长期趋势,通过拟合多项式函数来近似表示变形分布特征,从而揭示变形的空间分布规律。这种方法不仅能够识别变形的方向与幅度,还能够帮助研究人员理解变形发生的内在机理,为后续的预测与控制提供理论支持。通过结合差分分析与趋势面分析的结果,能够全面了解建筑物变形的历史轨迹及其发展趋势,为制定有效的预防措施奠定坚实的基础。

3.3.2 构建时间序列模型

构建时间序列模型的目的在于揭示变形过程背后的动态机制,并据此预测未来的变形趋势。通过将历次监测数据按时间顺序排列,形成连续的时间序列,可以运用时间序列分析方法来探究变形发生的规律性特征。这种方法通常包括但不限于自回归模型(AR)、移动平均模型(MA)及其组合模型(ARMA/ARIMA),这些模型能够捕捉数据间的线性或非线性依赖关系,从而揭示变形的时间演化特征。此外,还可以利用滑动窗口技术来动态更新模型参数,以适应变形模式随时间的变化。通过构建时间序列模型,不仅可以预测未来一段时间内建筑物的变形趋势,还能够识别出可能导致变形加剧的关键因素,为制定针对性的预防措施提供决策支持。这种方法的应用,不仅增强了监测系统的预警能力,还提高了建筑物安全管理的科学化水平,确保其在长期服役期间能够保持良好的结构稳定性。

3.3.3 建立数据管理系统

建立完善的数据管理系统,不仅有助于长期保存所有监测记录,还便于随时调取历史数据进行对比分析,从而为长期监测项目的持续改进提供必要的信息支持。系统的数据管理框架应当包括数据备份与恢复机制,确保在意外情况下也能保持数据完整性,维持监测工作的连续性与稳定性。数据管理系统的设计需要考虑数据的安全存储、高效检索以及便捷共享等功能,以支持多用户环境下的协同工作。通过集成元数据管理、权限控制以及版本追踪等功能,该系统能够确保数据在整个生命周期内的可追溯性与一致性。此外,数据管理系统还应当支持自动化报

告生成,以便于定期汇总监测结果,并将其呈现给项目管理人员及相关利益方,从而促进信息的透明化与沟通效率。通过这样的数据管理体系,可以有效整合分散的数据资源,形成统一的数据视图,为建筑行业的信息化建设贡献力量。

3.4 技术标准和规范建议

3.4.1 设备选型标准

确保无人机测绘技术在建筑工程变形监测中的有效应用,制定设备选型标准成为必要之举。此类标准旨在明确各类传感器的技术规格与适用条件,以指导终端用户基于具体监测需求选取最为匹配的硬件配置。例如,针对高精度三维建模的需求,应优先考虑配备高分辨率相机与激光雷达系统的无人机平台;而在需要长时间续航或大范围覆盖的情况下,则需重点考察无人机的动力系统与载荷能力。此外,考虑到无人机作业环境的多样性,设备选型标准还应包含对飞行控制系统、通信模块以及数据存储单元的要求,确保所选用设备能在各种气候条件下稳定运行。通过细化传感器的性能参数,如空间分辨率、光谱范围及工作频率等,设备选型标准为无人机测绘技术的应用提供了坚实的物质基础,使其能够在不同应用场景下均能发挥最大效能。

3.4.2 数据质量控制标准

数据质量控制标准的制定对于保障无人机测绘技术在建筑工程变形监测中的应用效果至关重要。这一标准体系应涵盖多个层面的检验指标,旨在确保所采集数据的真实性和可靠性。在分辨率方面,标准应规定最低像素密度,以便在不同比例尺的地图制作中都能清晰显示细节特征;而对于定位精度,则需设立误差容忍值,用以验证坐标系转换后的数据点是否准确落在预期

位置上。此外,影像清晰度也是衡量数据质量的重要指标之一,标准中应明确规定影像的信噪比阈值,确保在后期处理过程中不会因噪声干扰而影响细节的辨识度。通过设置这些具体的检测参数,并结合实际应用场景进行动态调整,数据质量控制标准不仅能够提升监测数据的整体质量,还能为后续的数据处理与分析提供坚实的基础,确保所有监测结果均基于准确可靠的第一手资料^[2]。

4 结语

综上所述,无人机测绘技术以其独特的优点,在建筑工程变形监测中发挥着越来越重要的作用。通过对数据采集、处理及分析策略的研究,我们不仅能够提高监测工作的准确性与效率,还能推动建筑行业的技术创新与发展。然而,值得注意的是,在推广使用这一技术的同时,还需关注相关的法律法规要求,确保其合法合规地服务于建筑工程领域。未来,随着技术的进步和标准化工作的推进,无人机测绘技术必将在建筑工程变形监测中展现出更为广阔的应用前景。

[参考文献]

[1]黄东锋,杜艳忠.基于无人机测绘技术的建筑工程变形监测及分析策略[J].有色金属设计,2024,51(03):81-84+97.

[2]葛晓晓.基于无人机测绘技术的建筑工程变形监测及分析方法[J].工程机械与维修,2023,(05):80-82.

作者简介:

赵丰艳(1981--),男,汉族,吉林公主岭人,本科,高级,研究方向:测绘工程。