

城市规划更为精准。无人机测绘凭借灵活性和高效性,实现复杂环境下的大规模测量,集成多光谱和热成像传感器后,提升了地物信息的获取能力。BIM与GIS技术的融合,使测量数据成为工程全生命周期管理的重要支撑,促进建筑数字孪生发展。人工智能提升数据分析效率,云计算与边缘计算优化数据存储和共享,推动测量行业向智慧测绘体系迈进。

3 数字化测量技术在工程测量中的显著优点

3.1 测量精度高,数据处理能力强

数字化测量技术通过高精度传感器、GNSS定位系统、三维激光扫描设备等,实现毫米级乃至亚毫米级的测量精度,适用于高精度工程测绘需求。高频激光雷达(LiDAR)可获取每秒百万级的点云数据,测绘精度可达 $\pm 1\text{mm}$,显著提高数据采集的精细度。GNSS RTK系统结合惯性测量单元(IMU)可实现动态厘米级定位,满足大规模测量作业的精度要求。自动化数据处理平台集成误差修正、滤波算法,使测量误差降低至 $\pm 2\text{mm}$ 以内,确保测量结果的稳定

性和一致性。高精度测量不仅适用于建筑施工控制,还广泛应用于精密工业测量和大型结构变形监测,确保工程质量。现代测量系统还结合了多传感器融合技术(Multi-Sensor Fusion),可同时利用LiDAR、摄影测量、光谱分析等数据源,提升数据的准确性和完整性。

3.2 测量效率高,适应复杂环境

数字化测量技术在复杂环境中的适应能力远超传统测绘方式,能够在高海拔、丛林、城市高层建筑群等复杂环境下高效完成数据采集。无人机搭载高精度GNSS、IMU和LiDAR,可在120米飞行高度下获取 $\pm 5\text{cm}$ 的高精度数字表面模型(DSM),覆盖范围可达100平方公里/天,大幅提高测量效率。实时差分GNSS技术与惯性导航系统结合,可在恶劣天气条件下保持高精度定位,减少环境干扰对测量结果的影响。多光谱与热成像传感器在夜间测绘与灾害评估方面提供了全新的测量手段,填补了传统测量的盲区。高精度机器人测绘系统在危险环境中的应用,有效降低了人工测量的安全风险,提高了作业稳定性。

表1 不同测量技术的精度与数据处理能力比较

测量技术	精度(mm)	数据采集速率	误差修正能力	适用领域
GNSS RTK	$\pm 10\text{-}20$	50Hz	$\pm 2\text{mm}$	大范围工程测量
LiDAR	$\pm 1\text{-}5$	1,000,000点/s	$\pm 1\text{mm}$	复杂环境测绘
IMU+GNSS	$\pm 5\text{-}10$	100Hz	$\pm 3\text{mm}$	动态精度监测
光学摄影测量	$\pm 5\text{-}15$	30fps	$\pm 5\text{mm}$	地形建模

表2 不同测量方式的环境适应性与作业效率对比

测量方式	环境适应性	测量速度(km ² /天)	抗干扰能力	适用范围
无人机测绘	高	100	中	大面积测量
车载LiDAR	中	50	高	道路测绘
手持扫描仪	低	5	低	室内测绘
GNSS RTK	中	20	高	野外测绘

4 数字化测量技术在工程测量中的应用方式

4.1 GNSS测量技术在地形勘测与施工放样中的应用

GNSS(全球导航卫星系统)测量技术在工程测量中的应用已成为提高测量精度和作业效率的关键手段,广泛用于地形勘测、地籍测量及施工放样。实时动态差分定位(RTK)技术结合多星座GNSS系统(GPS、GLONASS、BeiDou、Galileo),可实现平面误差小于 $\pm 1\text{cm}$ 、高程误差小于 $\pm 2\text{cm}$ 的厘米级高精度测量,适用于大范围工程测绘。现代GNSS测量设备通常采用双频或多频接收机(L1/L2/L5),结合PPP(精密单点定位)和CORS(连续运行参考站)技术,即使在基线长度超过50km的情况下,仍能维持 $\pm 2.5\text{cm}$ 以内的精度,确保测量数据的可靠性。

施工放样过程中,GNSS测量与数字化地形模型(DTM)和电子地图相结合,可精准定位建筑物基准点、基坑开挖控制点及道路中线放样,误差控制在 $\pm 1.5\text{cm}$ 以内。多频

GNSS接收机与IMU(惯性测量单元)融合,实现动态姿态解算,即使在移动状态下也可维持高精度测量,使其适用于高层建筑、桥梁施工和大坝建设等工程。相比传统的全站仪和光学测距仪,GNSS测量无需通视条件,测量范围可达100km²以上,且具备全天候作业能力,极大提升了测绘效率。在动态施工监测中,GNSS数据可实时传输至BIM(建筑信息模型)系统,实现三维可视化管理,并结合误差分析算法优化放样精度,提高施工测量的准确性。

4.2 三维激光扫描技术在建筑监测与变形分析中的应用

三维激光扫描技术在建筑监测与变形分析中发挥重要作用,通过获取高精度点云数据,实现毫米级甚至亚毫米级的建筑结构测量,广泛应用于桥梁健康监测、隧道衬砌变形分析、大型钢结构形变检测及超高层建筑位移测量。现代三维激光扫描系统采用TOF(飞行时间)测距与相位比测距

结合的方式,测量精度可达 $\pm 0.5\text{mm}$,单站扫描范围可覆盖 800m ,数据采集速率超过 $2,000,000$ 点/秒,确保复杂环境下的高精度建模能力。结合SLAM(同步定位与建图)技术,激光扫描设备可在GPS信号受限的地下空间、城市密集建筑群等环境中进行实时点云拼接和空间定位,提高数据连续性和完整性。

在桥梁变形监测中,激光扫描技术可实时检测主梁挠度、索力变化及支座位移,结合结构健康监测系统(SHM),建立基于长时间序列分析的桥梁变形趋势预测模型。隧道衬砌检测方面,激光点云可精准识别衬砌收敛变形、裂缝宽度及脱空深度,检测精度达 0.1mm ,并结合三维重建技术,实现隧道内部结构缺陷的自动识别。针对超高层建筑,激光扫描可结合IMU(惯性测量单元)与GNSS数据,监测风荷载、温度效应导致的结构微位移,精度控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,确保建筑物在长期荷载作用下的稳定性。数据处理方面,高密度点云与BIM(建筑信息模型)和GIS(地理信息系统)深度融合,可构建数字孪生(Digital Twin)系统,实现建筑变形的可视化监测、风险预警及运维优化。

4.3 无人机测绘在大面积测量与工程监控中的应用

无人机测绘技术在大范围地形测绘、土地资源管理、工程施工监控及灾害评估中发挥关键作用,通过搭载高精度LiDAR(激光雷达)、多光谱相机及高分辨率影像传感器,实现高效、精准的数据采集。现代无人机LiDAR系统可达到 $\pm 5\text{cm}$ 以内的平面精度和 $\pm 10\text{cm}$ 的高程精度,扫描频率可达 100 万点/秒,使其适用于复杂地形和高精度测绘任务。固定翼无人机单次航程可达 100km ,覆盖测绘面积可超过 500km^2 /天,大幅提升测量效率,同时降低人工操作成本。旋翼无人机具备垂直起降能力,适用于城市高层建筑群、桥梁巡检及隧道监测,在飞行高度 120m 的条件下,影像分辨率可达 $3\text{cm}/\text{pixel}$,确保工程监测数据的精细化表达。

在工程建设领域,无人机结合数字高程模型(DEM)、

数字表面模型(DSM)及数字正射影像(DOM)技术,可精确获取施工区域的地形变化信息,并通过航测数据的实时处理,实现施工进度监控与土方量计算。RTK与PPK技术的结合,使无人机航测数据在长基线条件下仍能保持 $\pm 3\text{cm}$ 的精度,有效提高工程测量结果的可靠性。针对复杂地形,如山区、高密度建筑区及水利工程,无人机LiDAR可穿透植被,获取地表裸露点云,结合SLAM技术优化数据拼接误差,提高测量精度。结合BIM及GIS,无人机测绘数据可直接导入工程管理平台,实现施工过程的可视化分析,并辅助灾害评估及地质监测。

5 结语

数字化测量技术在工程测量中的应用已成为行业发展的必然趋势,依托GNSS、三维激光扫描、无人机航测等技术,工程测量的精度和效率得到大幅提升。数字化测量技术不仅提高了测绘数据的可靠性,还推动了工程全生命周期的智能管理。未来,随着人工智能、云计算和大数据分析技术的融合,数字化测量技术将在工程测量领域发挥更重要的作用,为城市建设、基础设施维护和智慧工程提供更先进的测量手段,助力工程行业向更加智能化、高效化方向迈进。

参考文献

- [1] 胡炳中.数字化测量技术在工程测量中的应用[J].自动化应用,2022(06):129-131.
- [2] 冷辉辉.数字化测绘技术在工程测量中的应用分析[J].工程建设与设计,2022(03):129-131+137.
- [3] 蔡伟.数字化测绘技术在工程测量中的应用分析[J].四川水泥,2021(08):63-64.
- [4] 张杰,袁训智.数字化测绘技术在矿山地质工程测量中的应用效果分析[J].中国金属通报,2022(12):28-30.
- [5] 彭鑫.基于激光雷达技术的矿山测量工程数字化系统设计与应用[J].世界有色金属,2021(06):19-20.

Processing and analysis of surveying and mapping data in the registration of natural resources ownership

Lingling Gao

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The unified registration of natural resources is a basic work in the construction of natural resources property rights system, in which the processing and analysis of surveying and mapping data plays a key role. This paper discusses the pre-processing, integration and quality control technology of surveying and mapping data, and analyzes the application of spatial data analysis, time series analysis and multi-source data comprehensive analysis in the registration of rights. Through the case analysis of forest resources and water resources ownership registration, this paper reveals the practical value and innovation path of surveying and mapping technology in natural resources ownership. The accurate processing and scientific analysis of surveying and mapping data provide technical support for the registration of natural resources, and promote the development of natural resources management toward standardization and intelligence.

Keywords

confirmation and registration of natural resources rights; Surveying and mapping data; Analysis and processing; Strategy research

自然资源确权登记中测绘数据的处理与分析

高玲玲

北京新兴环宇信息科技有限公司, 中国·北京 100000

摘要

自然资源统一确权登记是构建自然资源产权制度的一项基础工作, 其中测绘数据的处理和分析起到了关键作用。本文探讨了测绘数据的预处理、融合集成还有质量控制技术, 并且分析了空间数据分析、时间序列分析以及多源数据综合分析等方法在确权登记里的应用。经过森林资源和水资源确权登记的案例分析, 本文揭示测绘技术在自然资源确权中的实践价值和创新路径。测绘数据的精准处理与科学分析给自然资源确权登记提供了技术支撑, 推动自然资源管理朝着规范化与智能化发展。

关键词

自然资源确权登记; 测绘数据; 分析处理; 策略研究

1 引言

随着生态文明建设不断推进, 自然资源确权登记变成实现自然资源资产化管理的关键手段, 测绘数据作为确权登记的核心基础, 它的处理和分析精准程度直接影响确权工作的质量和效率, 但自然资源确权登记涉及的数据类型繁杂、空间范围广、技术要求高, 传统测绘技术很难满足其需要, 因此需要不断探索先进的测绘技术, 提高自然资源确权登记工作的开展质量。

2 自然资源确权登记概述

2.1 自然资源确权登记的定义

自然资源确权登记制度的核心要义在于, 通过法定程

序对特定生态要素(包括水域、林区、山脉、草场、荒漠及湿地等)实施权属确认与登记造册。该制度以实地勘测、权属核查、信息建档为技术路径, 精准界定产权归属主体及其法定权益边界, 既为国土空间规划背景下自然资源的科学配置、有序开发、系统保护和长效管理提供制度保障, 又通过确权文书的法律效力切实维护权利人在资源利用、生态补偿等环节的合法收益^[1]。对于自然资源确权登记而言, 其与不动产登记有着多方面的区别, 具体区别如图1所示。

2.2 确权登记的法律依据

相关法律基础来源于多部规范性文件的协同规制体系, 其中《中华人民共和国民法典》确立了物权归属与行使的基本原则, 构建了确权登记的基础性法律框架。《不动产登记暂行条例》系统规定了登记程序、内容及效力等核心要素, 形成具体操作指引。《自然资源统一确权登记暂行办法》则针对自然资源确权登记的具体实施流程进行了详细规定, 特别在权属界定和登记簿管理等方面作出创新性安排。这些法

【作者简介】高玲玲(1990-), 女, 中国吉林长春人, 本科, 工程师, 从事测绘自然资源确权研究。