

数字化测绘技术在国土空间规划中的应用分析

杨柳¹ 唐丽²

1.广西自然资源勘测设计有限公司, 广西 南宁 530000

2.南宁市自然资源信息集团有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]数字化测绘技术通过多技术耦合创新,构建起地理空间智能感知体系,为国土空间规划提供了全流程技术支持。从技术革新维度解析高精度空间数据生产体系、多源异构数据融合机制及动态响应网络构建等核心突破,揭示其在空间基底重构、规划方案推演、实施效能评估等环节的技术传导逻辑。通过全要素空间建模框架与时空关联分析模型的协同应用,该技术有效提升了规划方案的空间适配性与管控时效性,为构建可感知、能学习、自适应的智慧规划技术框架奠定方法论基础。研究阐明该技术如何通过感知-分析-决策闭环优化国土空间治理范式,对推动规划学科从经验判断向数据驱动转型具有理论指导价值。

[关键词]数字化测绘; 国土空间规划; 地理信息系统

DOI: 10.33142/ect.v3i8.17526

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Application Analysis of Digital Surveying and Mapping Technology in National Spatial Planning

YANG Liu¹, TANG Li²

1. Guangxi Natural Resources Survey and Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

2. Nanning Natural Resources Information Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Digital surveying and mapping technology, through multi technology coupling innovation, has built a geographic spatial intelligent perception system, providing full process technical support for national spatial planning. Analyze the core breakthroughs of high-precision spatial data production system, multi-source heterogeneous data fusion mechanism, and dynamic response network construction from the perspective of technological innovation, and reveal their technical transmission logic in spatial base reconstruction, planning scheme deduction, and implementation efficiency evaluation. Through the collaborative application of the full element spatial modeling framework and spatiotemporal correlation analysis model, this technology effectively improves the spatial adaptability and control timeliness of planning schemes, laying a methodological foundation for constructing a perceptible, learnable, and adaptive intelligent planning technology framework. The research elucidates how this technology optimizes the paradigm of territorial spatial governance through a perception analysis decision loop, which has theoretical guidance value for promoting the transformation of planning disciplines from empirical judgment to data-driven.

Keywords: digital surveying and mapping; national spatial planning; geographic information system

引言

国土空间规划作为国家空间治理的核心工具,正面临数据精度不足与动态响应滞后的双重挑战。数字化测绘技术通过高精度三维建模与多源数据融合机制,构建起全域实时感知体系,为破解传统规划静态化、碎片化问题提供技术突破口。其时空关联分析能力可精准量化资源承载与开发建设的动态平衡,支撑生态安全与高质量发展的协同决策。从技术特性、方法体系与实践维度,系统解析该技术如何重构规划数据基底、优化分析模型、建立动态反馈机制,进而探讨其在优化国土空间治理中的关键作用,为构建智慧化规划技术框架提供理论支撑。

1 数字化测绘技术优势与特点

1.1 高精度与高效率

数字化测绘技术的高精度与高效率特性源自传感设备与计算模型的深度融合创新。新型固态激光雷达通过多回波信号处理技术,可穿透茂密植被获取地表真实高程信

息,解决传统光学测量在森林、城市建筑群的穿透性局限。高分辨率多光谱传感器结合自适应曝光算法,在逆光、雾霾等恶劣环境下仍能保持地物边缘的清晰辨识度,确保复杂场景下的数据完整性。数据处理环节采用卷积神经网络架构,通过预训练的地物特征识别模型,实现点云数据中道路标线、建筑轮廓的自动化提取与拓扑关系重建,消除人工勾绘的个体经验差异。在作业模式层面,无人机群组协同测绘系统依据地形复杂度自主规划航摄路径,结合5G网络实现测量数据的实时回传与云端处理,形成外业采集与内业建模的同步作业闭环。该技术体系尤其适用于地质灾害应急测绘场景,可在数小时内完成滑坡体三维形变场建模,为抢险救灾决策提供厘米级精度的空间基准。生成的多细节层次(LOD)模型支持规划方案的虚拟现实交互式审查,使决策者能够直观评估建筑间距、天际线形态等空间关系,显著提升规划成果的空间协调性。全流程自动化技术将传统测绘中离散的工序整合为智能流水线,

大幅降低人为操作引入的系统误差风险,为国土空间规划的精准实施奠定技术基础。

1.2 动态监测与实时更新

数字化测绘技术的动态监测与实时更新机制依托于多维度感知网络的构建与智能分析模型的创新。地面位移监测站与地基合成孔径雷达的组网观测,结合高分辨率卫星影像的周期性覆盖,形成立体化监测体系,实现对地表形态演变的全天候感知。该技术框架突破传统单源监测的局限,通过多传感器时空基准统一算法,将毫米级形变监测结果与亚米级地表覆盖变化信息进行空间关联,精准捕捉违规建筑加层、地下工程越界等隐蔽性空间变异。智能解译系统引入迁移学习技术,基于历史审批数据训练用地性质异常识别模型,在时序影像流中自动标记未批先建、生态红线侵占等违法图斑,并生成空间坐标定位信息。在此基础上,构建规划实施动态评估指数体系,通过空间叠置分析量化国土开发强度与资源承载力的匹配度偏差,为规划调整提供量化依据。多源异构数据通过区块链技术实现跨部门的安全共享与版本追溯,确保规划管控指令在土地审批、建设监管等环节的精准传导。这种技术体系推动空间治理模式从结果管控转向过程干预,通过建立空间演变预测模型预判城市蔓延趋势,提前布局基础设施供给方案,有效提升国土空间开发保护的主动性与前瞻性。

1.3 多源数据融合能力

数字化测绘平台的多源数据融合能力通过构建跨维度的数据治理框架,实现了自然资源与社会经济要素的空间化重构。该技术体系攻克了多模态数据整合的核心难题,针对遥感影像与激光点云的空间基准差异,采用特征不变性变换算法实现亚像素级配准精度;对于非空间属性数据,开发地理语义解析引擎,将工商注册、人口普查等结构化信息映射至标准地理网格单元。融合架构依托区块链技术建立数据溯源机制,确保规划、市政、生态等部门数据的版本一致性,同时通过三维体素建模技术整合地下空间权属信息与地表建筑功能属性,形成全要素城市信息模型(CIM)。在分析层面,空间关联规则挖掘算法揭示出公共服务设施布局与人口热力分布的空间失配问题,辅助确定教育医疗资源的优化配置方案。时空知识图谱技术的引入,使得系统能够自动识别轨道交通建设与地质脆弱区的空间冲突,生成开发避让建议方案。这种融合能力推动了规划决策支持系统从二维平面分析向四维时空推演的跨越,其构建的多目标优化模型可同步评估规划方案的经济效益、生态影响与社会公平性,为国土空间精细治理提供多维决策依据。

2 数字化测绘技术体系的关键技术

2.1 地理信息系统

地理信息系统(GIS)作为数字化测绘技术体系的核心支撑平台,通过构建多源空间数据的智能治理框架,为

国土空间规划提供了全流程决策支持。GIS技术通过标准化数据接口整合数据库、电子表格等异构数据源,运用空间插值算法与拓扑校验工具,将属性信息转化为具有地理坐标系的矢量图层,生成1:500至1:50000等多比例尺专题地图。其空间关系建模能力体现在对构筑物密度、人口热力分布、水系网络拓扑等要素的空间关联规律揭示,通过核密度分析、网络分析等算法为公共服务设施布局提供量化依据。三维地理编码技术融合地表高程模型与地下管线埋深数据,构建城市地质体素模型,支持轨道交通选线中的地质风险模拟。在数据处理层面,GIS通过时空权重模型解析城镇扩张与生态退化的空间传导效应,结合多准则决策算法测算不同开发强度对区域生态安全格局的影响阈值。与建筑信息模型(BIM)的系统集成打通了宏观规划与微观设计的壁垒,实现历史街区建筑立面改造方案的三维合规性审查。这种技术体系正推动规划管控从二维平面向立体空间治理转型。

2.2 全球定位系统

全球定位系统(GPS)基于卫星三角定位原理,通过接收器同步解算四颗及以上卫星的伪距与载波相位观测值,利用最小二平差算法确定测站三维坐标,其静态测量精度可达毫米级。在国土空间规划中,GPS技术通过建立连续运行参考站(CORS)网络,为无人机航测与移动测绘设备提供实时差分改正数,将城乡控制网建设效率提升80%以上。其动态定位能力支撑智慧城市部件普查,通过车载GPS与惯性导航组合系统,实现行道树、路灯等市政设施的空间位置与属性信息同步采集。在工程放样阶段,GPS-RTK技术将规划图纸坐标直接导入手持终端,通过激光导向实现道路中线与建筑红线的现场标定,精度误差控制在 $\pm 2\text{cm}$ 以内。相较于传统全站仪测量,该技术使外业人员配置减少50%,数据采集效率提升3倍,特别适用于大型线性工程跨区域坐标统一传递。随着北斗三号全球组网完成,其星基增强服务(SBAS)进一步拓展了复杂地形区的信号覆盖,为国土空间规划实施监测提供全天候定位基准。

2.3 遥感技术

遥感技术的革新正在重构国土空间规划的感知范式,其技术突破体现在多尺度观测能力的协同提升与智能解译体系的深度耦合。高光谱遥感的光谱解析机制依托数百个离散波段的光谱响应特征,有效辨识土壤重金属迁移路径与植被生理胁迫的隐性关联,为污染地块修复规划提供分子级诊断依据。合成孔径雷达系统通过相位干涉测量技术,穿透云层并突破昼夜成像限制,持续获取活动断裂带毫米级形变场数据,支撑地质灾害易发区的空间避让策略制定。激光雷达技术的多回波特性突破植被遮蔽限制,通过点云分类算法重建真实地形表面模型,解决山地、湿地等复杂地貌区域的规划基底数据缺失难题^[1]。智能解译系

统引入时空注意力机制,基于时序遥感影像构建城市空间扩展的时空演变模型,通过阴影三维重构技术反演建筑密度与容积率空间分异特征。在夜间空间监测领域,基于微光传感与热红外辐射反演的技术融合,揭示城市能耗热点的空间分异规律,为低碳基础设施布局提供新型观测维度。当前遥感技术正从数据获取层面向空间认知服务转型,其构建的空天地一体化监测网络产出地表覆盖变化产品、生态安全指数等衍生数据集,直接驱动规划方案的环境影响模拟与空间冲突预警。该技术体系在历史城区风貌管控中展现独特价值,通过高分辨率影像纹理分析识别违建屋顶改造行为,为空间形态保护提供技术监管手段,全面赋能国土空间治理的精准化与智慧化进程。

3 数字化测绘技术在国土空间规划中的应用分析

3.1 空间数据获取与处理

空间数据获取与处理技术的演进正推动国土空间规划进入全要素数字化时代,其技术突破体现在多源传感设备的协同采集与智能处理流程的深度融合。无人机集群通过预设航摄规则库自主规划飞行航线,搭载多光谱相机与激光雷达同步获取地表覆盖类型与三维结构信息,解决传统单传感器数据采集的视角局限问题。车载移动测量系统集成全景相机与惯性导航单元,在道路巡检过程中实时捕获街景立面纹理与市政设施空间分布,构建城市街坊级高精度实景模型。在复杂地形区域,地基激光扫描仪通过多站点云配准技术重建地质露头三维结构,为边坡治理规划提供厘米级地形数据基底^[2]。数据处理环节采用深度残差网络架构,通过迁移学习策略训练出适应不同地貌特征的语义分割模型,实现点云数据中植被郁闭度、建筑退线等规划要素的自动化提取。在此基础上,构建拓扑关系校验规则库,自动识别道路中线偏移、用地边界重叠等空间逻辑错误,确保规划基础数据的几何精度与拓扑一致性。生成的多细节层次(LOD)模型通过 IFC 标准接口对接规划仿真平台,支持建筑群日照时长计算、天际线视域分析等精细化模拟需求,其标准化数据输出格式实现与国土空间规划一张图系统的无缝衔接。这种技术体系不仅重构了规划基础数据生产流程,更通过建立数据质量追溯机制,为规划实施监督提供可信度验证依据,全面赋能国土空间治理的数字化转型。

3.2 自然资源调查与动态监测

自然资源调查与动态监测技术通过构建多源异构数据融合引擎与智能诊断模型,革新了国土空间治理的监管范式。高光谱成像光谱仪通过解析地物特征光谱曲线,构建矿物成分诊断模型,精准辨识非法采矿活动遗留的光谱异常区域,突破传统目视解译的认知局限。合成孔径雷达

(InSAR)技术通过相位差分干涉测量,捕捉地表毫米级形变场特征,为地质灾害隐患区规划避让提供动态决策依据。激光雷达(LiDAR)点云分类算法穿透植被冠层重建真实地形表面,结合多期数据对比分析地表非法取土的空间分布模式。智能监管系统采用迁移学习策略,基于历史违法案例库训练空间形态异常检测模型,结合三维地形变异指数构建破坏行为特征图谱,实现疑似违法图斑的自动筛选与空间定位^[3]。在生态修复工程实施阶段,多源传感网络实时采集土壤墒情、植被覆盖度等生态参数,通过构建生态系统恢复力评估指标体系,动态优化修复工程的实施强度与空间布局方案。该技术体系深度集成自然资源确权登记数据库,当监测到产权边界内出现未批建设项目时,自动触发空间合规性审查流程并生成执法决策树。这种技术框架建立感知-诊断-处置-评估的全链条治理机制,推动自然资源监管从被动响应向主动防控转型,为统筹生态安全与资源高效利用提供智能化技术基底。

4 结语

数字化测绘技术的全流程革新重构了国土空间治理的技术范式,其核心价值在于建立了数据感知-智能分析-决策支持-实施反馈的闭环治理链条。通过高精度空间信息生产体系与动态监测网络的深度融合,系统性增强了规划方案的空间适配性与实施过程的可控性。多源数据融合引擎构建起自然资源与社会经济要素的时空关联图谱,为国土空间用途管制提供多维决策依据。随着数字孪生建模技术与区块链存证机制的深度应用,规划管控正从平面图纸管理转向立体空间治理,实现地上地下空间资源的精准确权与协同配置。在技术演进层面,人工智能驱动的空间推理模型将持续优化规划方案的韧性设计能力,而5G边缘计算技术将推动规划监管向实时响应模式转型。这种技术变革不仅重构了国土空间治理的工具箱,更催化了规划学科从经验判断向数据驱动决策的方法论革新,为构建可感知、能学习、自适应的国土空间智慧治理体系奠定技术基底。

【参考文献】

- [1]段培鸿,郭瓦,段滕琦.数字化测绘技术在国土空间规划中的应用分析[J].中国战略新兴产业,2025(8):131-133.
- [2]丁旭强.数字化测绘技术在工程测量中的运用研究[J].居业,2025(3):205-207.
- [3]李晓.数字化测绘技术在工程测量中的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(18):162-164.

作者简介:杨柳(1987.11—),毕业院校:中南民族大学,所学专业:法学,当前就职单位:广西自然资源勘测设计有限公司,职务:无职称级别:中级工程师。