

土地测绘与国土空间规划信息化建设探讨

唐丽¹ 杨柳²

1. 南宁市自然资源信息集团有限公司, 广西 南宁 530000

2. 广西自然资源勘测设计有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]土地测绘与国土空间规划信息化是推动国土空间治理体系现代化转型的核心驱动力。系统分析遥感立体感知、北斗高精度定位等技术对地理空间数据生产力的赋能效应, 探讨智慧协作平台、三维动态推演等技术在空间规划全生命周期管理中的应用框架, 提出多源数据融合、智能决策支持等跨系统协同策略。揭示了新一代信息技术与空间治理业务的深度融合机制, 构建测绘规划一体化、治理决策智能化的空间治理体系理论框架, 为国土空间全域全要素精细化管控提供方法论指导。

[关键词]土地测绘; 国土空间规划; 数据融合

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17399

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Exploration on the Informationization Construction of Land Surveying and Land Spatial Planning

TANG Li¹, YANH Liu²

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

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

Abstract: The informatization of land surveying and mapping and national spatial planning is the core driving force for promoting the modernization and transformation of the national spatial governance system. Analyze the empowering effects of remote sensing stereoscopic perception, Beidou high-precision positioning and other technologies on the productivity of geographic spatial data, explore the application framework of smart collaboration platforms, 3D dynamic deduction and other technologies in the full life cycle management of spatial planning, and propose cross system collaboration strategies such as multi-source data fusion and intelligent decision support. Revealed the deep integration mechanism between the new generation of information technology and spatial governance business, constructed a theoretical framework for the integration of surveying and mapping planning, and intelligent governance decision-making in the spatial governance system, providing methodological guidance for the refined control of all elements in the national land space.

Keywords: land surveying and mapping; national spatial planning; data integration

引言

国土空间治理体系现代化进程对土地测绘与规划工作提出数字化协同创新要求。随着高精度遥感与智能传感器技术的融合应用, 地理空间数据采集范式正经历革命性重构, 推动测绘成果向实时化、立体化方向演进。与此同时, 空间规划体系改革面临全域全要素数字化管控挑战, 亟需建立多源异构数据的智能治理框架。立足于技术创新、平台架构与系统融合三个研究维度, 系统解析多模态数据融合、智能决策支持等关键技术对国土空间治理效能的提升机制, 探讨土地测绘与空间规划业务协同的数字化转型路径。聚焦技术集成创新对空间治理能力的赋能效应, 为构建空天地一体化监测预警体系提供理论支撑。

1 土地测绘信息化关键技术

1.1 遥感与航测技术的集成应用

空基观测平台与航空遥感手段的系统性整合, 构建了全域覆盖、多维度协同的地理信息感知网络。卫星遥感技术依托其周期性广域覆盖特性, 形成大尺度地表覆盖动态本底数据库, 而低空无人机通过可变航高与多角度航摄设

计, 实现重点区域亚米级分辨率影像的定向采集。二者形成的梯度化监测体系, 既支撑全域国土空间演变趋势分析, 又能对建设用地违规扩张、生态修复工程实施效果等关键场景实施精准化跟踪。针对复杂地形区域, 多光谱成像设备与激光雷达扫描装置的协同作业, 通过光谱反射率差异分析与点云密度优化算法, 有效剥离植被覆盖层干扰, 同步获取地表物质组成特征与微地形起伏信息。多维数据融合机制推动三维建模技术向时空一体化方向演进, 构建的数字表面模型(DSM)与实景三维场景可精细刻画冲沟发育速率、坡面稳定系数等地貌演化要素, 为水土流失治理、耕地耕作层保护等专项工程提供空间决策基底。技术融合还重构数据处理范式, 依托卷积神经网络开发的影像特征自动提取系统, 实现地物边界矢量化与属性标注的批量化处理, 结合分布式计算框架搭建云端协同解译平台, 推动土地资源监测从周期性普查向全天候动态感知转型, 切实增强国土空间治理的精准化水平。

1.2 实时动态监测系统构建

融合物联网感知网络与云边协同计算架构, 系统性整

合 GNSS 连续运行基准站、地基合成孔径雷达阵列及多光谱传感节点,构建空天地一体化的立体监测感知层。智能传感装置通过多物理场耦合分析,同步获取地表毫米级形变位移、土壤水盐运移特征及植被冠层生理参数,边缘计算网关内置自适应学习机制,实现地表异常变化的特征级实时解析。分布式流处理平台采用时空基准统一化处理引擎,对异构传感器数据实施坐标框架配准与异常数据清洗,结合地质力学模型与耕地质量演变规律,构建多维度风险评估矩阵。监测中枢与国土空间治理平台实现双向数据贯通,通过规则引擎将位移速率阈值、作物轮作周期等业务逻辑转化为可计算指标,开发建设用地违规预警、地质灾害链式反应推演等智能诊断模型。技术体系创新性建立感知-诊断-响应-验证全链条处置机制,在生态敏感区地裂缝演化监测中,系统可自动划分风险等级网格并生成多部门联合处置预案,通过区块链技术固化处置过程电子凭证,形成国土空间动态治理的闭环管控能力。

1.3 北斗/GPS 高精度定位技术革新

北斗三号全球卫星导航系统通过星间链路自主运行技术,构建了全球无缝覆盖的精密时空服务体系。系统创新性采用 B2b 信号播发机制与多频段抗干扰技术,结合地基增强网络的多源误差实时建模能力,在高层建筑密集区、峡谷地貌等复杂场景实现厘米级动态定位精度。多星座融合定位算法突破电离层延迟补偿瓶颈,通过频间偏差动态修正与多路径效应抑制技术,显著提升复杂电磁环境下的信号可靠性。技术革新推动测绘装备智能化转型,智能全站仪集成北斗高精度定位模组与视觉识别系统,实现测量数据的自动匹配与拓扑关系构建。在业务应用领域,构建云端解算-终端应用协同作业模式,开发具备数字签名与时空戳记的电子围栏技术,确保国土调查界址点数据的法律效力与可追溯性。地下空间定位难题通过 UWB 超宽带与惯性导航组合定位技术破解,形成室内外一体化的三维地籍管理能力。技术体系深度重构空间数据采集范式,推动从传统测量向智能感知转型,为国土空间数字化治理奠定精准时空基准。

2 国土空间规划的信息化建设路径

2.1 智慧协作平台建设 with 数据共享机制

国土空间规划一张图实施监督信息系统构建了纵向贯通、横向协同的多维数据治理体系,形成部省市县四级联动的业务协同机制。平台基于混合云架构搭建弹性可扩展的计算资源池,采用微服务组件化设计实现用地预审、生态修复等业务模块的灵活装配。数据共享机制创新性实施“数据沙箱”与联邦学习融合技术,在保障数据隐私前提下,通过特征值加密传输实现跨部门数据的价值挖掘。区块链技术深度嵌入业务流程,建立规划调整日志链与审批电子证照库,确保数据操作痕迹的司法存证效力。针对部门数据标准差异问题,构建基于本体论的数据语义映射

模型,实现土地现状分类与规划用途分类的智能转换。平台开发智能规则引擎,将耕地占补平衡、生态保护红线等管控要求转化为可计算的约束条件,自动识别多规冲突区域并生成协调建议方案。移动端轻应用集成增强现实(AR)技术,支持外业人员实时调取规划管控图层进行现场核验,形成移动感知-云端决策-终端执行的闭环 workflow。技术体系通过重构数据生产要素的流通机制,推动国土空间治理从分散管理向整体智治转型。

2.2 三维动态规划技术与监督管理

城市信息模型(CIM)与数字孪生技术的融合创新,形成虚实联动的国土空间立体治理技术框架。通过多元数据整合技术,将倾斜摄影实景模型、地质构造三维体数据与地下管网 BIM 模型有机集成,构建涵盖地上地下空间的全要素数字化底板。规划分析模块引入空间拓扑关系推理算法,结合用地审批矢量边界与建筑基底信息,实现建筑密度、日照间距等指标的三维化智能核验。动态推演引擎集成实时渲染与空间计算技术,支持城市风热环境、视觉廊道等要素的交互式模拟,为空间形态优化提供量化决策支持。在实施监管层面,创新构建移动端实时采集-云端智能比对-业务系统联动的监管链条,通过激光点云与审批模型的自动配准分析,精准识别施工偏差与违规建设行为。技术体系还突破传统规划的静态管控模式,接入实时人口热力、交通运行等城市体征数据,建立规划实施效果的动态反馈机制,实现空间资源配置从蓝图管控向过程调控的范式转型,显著提升国土空间治理的精细化水平。

2.3 自然资源动态监控与仿真应用

国土空间规划监测评估预警系统构建空天地一体化感知网络,集成高光谱成像、激光雷达扫描与多光谱传感技术,形成多维度立体观测能力。系统开发自适应深度学习框架,通过迁移学习机制优化特征提取算法,精准识别地表构筑物形态变异与生态敏感区扰动特征,关联国土执法监察时空数据库自动生成处置建议方案。空间仿真引擎采用系统动力学建模方法,耦合水文循环模拟、生物多样性评估等专业模型,构建包含气候变化因子与人类活动强度的动态演化推演体系。规划方案评估模块通过数据同化技术实时融合气象观测、能源消耗等城市运行数据流,模拟不同开发情景下生态屏障稳定性与资源承载阈值。虚拟现实交互平台创新应用数字孪生技术,构建生态修复工程三维可视化推演环境,支持决策者多视角观测植被群落演替规律与水文连通性恢复进程。技术体系建立感知-建模-推演-反馈智能调控机制,通过强化学习算法持续优化生态安全格局自适应调整策略,形成国土空间规划动态维护的闭环决策支持能力。

3 土地测绘与国土空间规划信息化的融合与发展

3.1 数据集成与标准体系建设

构建国土空间全域数据资源体系需破解测绘数据与

规划数据的语义异构难题,通过地理实体唯一标识符与多粒度对象关联模型,实现地形图高程基准、地籍界址点坐标与规划管控三维边界的时空一致性匹配。针对数据语义冲突问题,创新研发基于领域本体的语义映射框架,构建土地权属关系、空间用途管制等核心要素的标准化属性映射规则。标准规范体系涵盖空间数据质量全要素控制,制定坐标转换精度分级标准与拓扑关系验证规程,建立符合ISO几何精度标准的要素分类代码转换矩阵^[1]。跨部门数据协同方面,构建标准映射-格式转换-服务封装三级处理链路,集成数据血缘追踪工具与版本演化图谱技术,实现不同基准、不同时期空间数据的时空拓扑重构与演化规律挖掘。技术体系突破传统标准化建设模式,建立元数据动态更新机制与数据质量评价指数体系,依托智能冲突消解引擎自动识别属性逻辑矛盾并生成标准适配方案,形成覆盖数据生产、治理到应用的闭环质控链条。通过构建全域统一的空间数据治理框架,为国土空间规划与土地测绘业务的深度融合奠定标准化数据基底。

3.2 智能化决策支持平台构建

人工智能与地理空间技术的交叉融合推动决策系统向认知智能化演进,构建具有自主演进能力的国土空间治理智能中枢。平台架构融合异构神经网络组件,整合文本语义解析引擎与空间关系推理模块,实现规划政策条款的语义解构与管控规则的空间化映射^[2]。知识图谱技术构建多维度关联网络,深度链接土地市场供需波动、人口密度梯度变化与基础设施承载力阈值,形成动态演化的国土空间关系认知框架。在空间资源配置领域,开发多目标协同优化引擎,集成进化算法与多约束求解模型,支持生态安全格局、产业发展需求与社区生活圈建设的动态适配推演,生成地形坡度适配、公共服务覆盖最优的三维空间配置方案。风险传导分析模块引入复杂网络理论,通过节点影响力传播模型评估用地性质调整对碳储存容量、物种栖息地完整性的级联效应,构建规划实施效果的多维度预警体系。系统创新性建立实时响应机制,通过物联感知网关接入建设项目进度、环境质量监测等动态数据流,结合边缘计算技术实现区域经验模型的协同训练与参数共享,推动规划管控从定期评估向持续优化的模式转型,全面提升国土空间治理的动态适应能力。

3.3 多源数据融合与动态更新机制

空天地网协同感知体系的构建突破传统数据采集时空约束,建立卫星广域普查、无人机靶向详查与物联设备

定点监测的多级协同观测体系。多模态数据融合框架采用特征匹配与语义关联双驱动策略,研发时空基准统一化转换引擎,实现倾斜摄影三维模型、车载移动测量点云与公众地理标记数据的多尺度融合。动态更新系统集成时序影像差异检测与空间拓扑推理技术,通过地物轮廓特征迁移学习与关联规则挖掘,自动识别地表覆盖演变区域并生成要素级更新指令。更新触发机制创新性构建空间网格责任主体+业务事件驱动双维激活模式,依据生态保护优先区、城镇开发边界等管控分区设定差异化更新频率阈值,当发生土地征收、矿山修复等管理事件时自动启动数据版本迭代^[3]。数据溯源体系应用分布式账本技术,建立数据演变过程的可验证存证链,完整记录要素变更时间戳与操作主体信息。闭环管理机制通过质量验证反馈回路,实现基础地理信息与规划审批数据的动态一致性维护,形成覆盖数据采集、融合到服务的全流程实时更新能力,为国土空间治理提供精准鲜活的时空数据支撑。

4 结语

土地测绘与国土空间规划的信息化协同发展,是推进国土空间治理能力现代化的核心战略路径。通过高精度感知技术革新重构数据采集体系,以标准化治理破解多源数据融合障碍,依托智能算法提升空间资源配置效能,构建了全域全要素联动的空间治理数字化基础设施。技术融合创新驱动下,测绘成果与规划实施形成动态反馈机制,推动治理模式从被动响应向主动预判转型。面向智慧化治理需求,需深化物联网、区块链与数字孪生技术的集成应用,建立空间治理知识库与自适应决策模型,实现国土空间全生命周期精准管控。未来应着力突破多源异构数据实时融合、空间决策逻辑形式化表达等技术瓶颈,推动国土空间治理体系向全域感知-智能推演-自主决策的智慧化阶段跨越演进。

[参考文献]

- [1]王云.土地测绘与国土空间规划信息化建设探讨[J].中国信息界,2024(3):106-108.
- [2]李贵兵.探析土地测绘与国土空间规划信息化[J].有色金属设计,2020,47(2):95-97.
- [3]张玮然,姚瑶.国土空间规划中测绘新技术的应用研究[J].中华建设,2022(8):68-70.

作者简介:唐丽(1986.2—),毕业院校:广西大学土木建筑工程学院,所学专业:建筑学,当前工作单位:南宁市自然资源信息集团有限公司,职务:副主任工程师,职称级别:中级工程师。