

# 国土空间规划大数据应用方法框架探讨

樊小宇

河北新世纪国土资源规划咨询有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:**随着大数据技术的迅猛发展,其在国土空间规划领域的应用日益广泛且深入。本文聚焦国土空间规划大数据应用方法框架展开探讨,旨在构建一套科学合理、系统全面的应用方法体系。通过深入剖析大数据在国土空间规划中的数据采集、处理、分析等环节,研究如何有效整合多源数据,挖掘数据潜在价值,为国土空间规划的科学决策、精准实施提供有力支撑,助力国土空间的高质量发展。

**关键词:**国土空间规划;大数据应用;方法框架

引言:在数字化浪潮席卷全球的当下,大数据已成为推动各行业变革的关键力量。国土空间规划作为统筹国土资源开发与保护、引导城市与区域发展的重要手段,亦面临着转型升级的迫切需求。传统规划方法在数据获取、分析精度和决策科学性等方面逐渐显露出局限性。在此背景下,探讨国土空间规划大数据应用方法框架,对于提升规划的科学性、前瞻性和精准性,实现国土空间可持续发展具有重大现实意义。

## 1 理论基础与文献综述

### 1.1 核心概念界定

(1) 国土空间规划是对一定区域国土空间开发保护在空间和时间上作出的安排,其内涵聚焦“三区三线”(生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界和生态空间、农业空间、城镇空间)的刚性管控,外延涵盖全域全要素管控,包括土地、矿产、水资源等自然资源及交通、市政等基础设施的统筹布局,旨在实现国土空间开发保护更高质量、更可持续。(2) 大数据具有多源异构(来源包括政务数据、传感数据、社交数据等,格式涵盖结构化与非结构化数据)、实时动态(数据更新频率快,能实时反映事物变化)、高维关联(数据间存在复杂关联关系)等特征。在规划中,其应用潜力体现在可精准识别人口流动、土地利用变化等规律,为规划决策提供数据支撑,提升规划科学性与前瞻性。

### 1.2 国内外研究进展

(1) 国外在大数据应用于国土规划方面起步较早,欧盟构建空间数据基础设施,整合各国地理空间数据,实现跨区域数据共享与协同规划;美国开发城市模拟模型,利用大数据模拟城市人口增长、交通流量等场景,为城市国土空间布局优化提供依据。(2) 国内积极探索大数据支持下的国土空间规划,“双评价”(资源环境承载能力评价和国土空间开发适宜性评价)体系运用大数

据分析区域资源环境本底,为国土空间开发保护格局划定提供技术支撑;多地开展智慧城市试点,将大数据融入城市国土空间规划管理,提升规划实施效率与精细化水平。

### 1.3 现有研究不足

(1) 数据整合与共享机制不完善,不同部门、区域的数据标准不统一,数据壁垒明显,导致大数据难以充分整合利用,无法全面支撑国土空间规划。(2) 分析方法与规划需求的适配性不足,现有大数据分析多聚焦数据挖掘与统计,针对国土空间规划中特定场景(如生态保护红线动态调整)的定制化分析方法较少,难以精准满足规划实际需求。(3) 动态监测与反馈机制缺失,当前研究多集中于规划前期数据支撑,缺乏对规划实施过程的动态监测及效果反馈,无法及时调整优化规划方案,影响规划实施成效。

## 2 国土空间规划大数据应用框架构建

### 2.1 框架设计原则

(1) 系统性原则需实现全要素、全周期、全流程覆盖。全要素覆盖要求整合国土空间中的自然资源、基础设施、人口经济等各类数据,打破要素间的数据壁垒;全周期覆盖贯穿规划编制、实施、监测、评估、调整的完整生命周期,确保大数据在每个阶段都能发挥支撑作用;全流程覆盖则需嵌入规划调研、方案设计、公众参与、审批落地等各环节,形成数据驱动的规划闭环,避免数据应用碎片化。(2) 动态性原则强调实时更新与迭代优化。一方面,依托物联网感知、实时卫星遥感等技术,对国土空间动态变化数据(如土地利用变更、交通流量变化)进行实时采集与更新,确保数据时效性;另一方面,根据规划实施反馈数据与外部环境变化(如政策调整、自然灾害影响),对框架中的技术方法、应用场景进行迭代优化,提升框架对动态需求的适配能力<sup>[1]</sup>。(3)

可操作性原则需兼顾技术可行性与政策兼容性。技术层面,选择成熟度高、落地成本可控的技术(如主流空间分析软件、开源机器学习框架),避免过度依赖前沿但尚未普及的技术;政策层面,框架设计需符合《国土空间规划法》《数据安全法》等法律法规,与现有数据共享政策、规划审批制度相衔接,确保框架能在现有政策体系内顺利推进。

## 2.2 框架总体架构

(1) 数据层以多源数据融合为核心,整合遥感影像(提供土地覆盖、地形地貌等空间数据)、POI数据(反映商业、交通等设施分布)、社交媒体数据(捕捉人口活动特征与民意倾向)、物联网感知数据(实时监测水资源、空气质量等环境指标)等,通过统一数据标准与融合算法,将异构数据转化为规划可用的标准化数据集,为后续分析提供基础支撑。(2) 技术层提供关键技术支撑,空间分析技术(如GIS空间叠加、网络分析)用于识别国土空间格局特征;机器学习技术(如随机森林、神经网络)用于挖掘数据潜在规律(如人口增长与城镇扩张关联);知识图谱技术整合规划领域知识与数据关联关系,辅助智能决策;数字孪生技术构建国土空间虚拟映射,实现规划场景动态模拟与推演<sup>[2]</sup>。(3) 应用层聚焦规划场景落地,在资源承载力评估中,结合多源数据与分析模型,量化区域水、土、生态等资源承载能力;在开发强度模拟中,通过数字孪生技术模拟不同开发强度下的空间形态与环境影响;在风险预警中,实时监测地质灾害、生态破坏等风险因子,提前发出预警信号,支撑规划应急响应。(4) 保障层构建制度与标准体系,数据安全方面,制定数据分级分类保护制度,防范数据泄露与滥用;共享机制方面,建立跨部门、跨区域数据共享平台,明确数据共享范围与权责;伦理规范方面,界定大数据应用边界,避免因数据过度采集、分析引发隐私侵犯等问题。

## 2.3 核心方法模块

(1) 数据治理方法涵盖数据清洗、标准化、质量评估。数据清洗通过剔除异常值(如遥感影像噪声、错误POI坐标)、填补缺失值(采用插值法、均值法),提升数据准确性;数据标准化制定统一数据格式(如空间坐标采用CGCS2000坐标系)、指标口径(如人口统计标准),实现多源数据兼容;质量评估从数据完整性(如数据覆盖范围)、准确性(如与实地调研数据偏差)、时效性(如数据更新间隔)构建评估指标体系,确保数据质量满足规划需求。(2) 分析建模方法包括空间聚类、因果推断、多目标优化。空间聚类(如K-means、DBSCAN算法)用于识别国土空间热点区域(如城镇密集区、生态敏感区);因果推断(如双重差分模型、断点回归模型)分析规划政策与空间变化的因果关系(如交通规划对土地价值的影响);多目标优化(如遗传算法、粒子群算法)在资源约束下,平衡经济发展、生态保护、社会公平等多目标,生成最优规划方案。(3) 可视化表达方法包含动态地图、三维模拟、交互式决策支持系统。动态地图通过时间轴展示国土空间变化过程(如历年城镇边界扩张);三维模拟结合BIM与GIS技术,构建三维国土空间模型,直观呈现规划方案空间形态;交互式决策支持系统允许规划人员、公众通过调整参数(如开发强度、绿地占比),实时查看规划方案变化与影响,提升决策参与度与科学性<sup>[3]</sup>。

态敏感区);因果推断(如双重差分模型、断点回归模型)分析规划政策与空间变化的因果关系(如交通规划对土地价值的影响);多目标优化(如遗传算法、粒子群算法)在资源约束下,平衡经济发展、生态保护、社会公平等多目标,生成最优规划方案。(3) 可视化表达方法包含动态地图、三维模拟、交互式决策支持系统。动态地图通过时间轴展示国土空间变化过程(如历年城镇边界扩张);三维模拟结合BIM与GIS技术,构建三维国土空间模型,直观呈现规划方案空间形态;交互式决策支持系统允许规划人员、公众通过调整参数(如开发强度、绿地占比),实时查看规划方案变化与影响,提升决策参与度与科学性<sup>[3]</sup>。

## 3 国土空间规划大数据应用关键技术路径与实施策略

### 3.1 技术路径

(1) 数据采集与预处理以高效存储与精准对齐为核心,采用分布式存储技术(如Hadoop分布式文件系统),解决多源海量数据(遥感影像、物联网感知数据等)的存储压力,实现数据快速调用与访问;针对异构数据格式差异问题,通过数据格式转换、字段映射等方法完成异构数据对齐,消除数据语法与语义冲突,为后续分析奠定高质量数据基础。(2) 智能分析引擎依托AI技术实现空间预测与模拟,融合机器学习(如LSTM神经网络)与空间分析算法,构建国土空间变化预测模型,精准预测城镇扩张、土地利用转型等趋势;结合数字孪生技术搭建空间模拟场景,模拟不同规划方案下的生态环境、交通流量等变化,为规划方案优化提供科学依据。(3) 决策支持系统打造人机协同的规划编制与评估平台,平台集成数据查询、模型分析、方案生成等功能,规划人员可通过平台调取多源数据、运行分析模型,快速生成规划草案;同时引入人机交互机制,支持规划人员对模型输出结果进行人工调整与校验,结合专业经验提升规划决策的合理性与精准性<sup>[4]</sup>。

### 3.2 实施策略

(1) 政策层面重点突破数据共享与安全瓶颈,推动建立跨部门数据共享协调机制,明确自然资源、交通、生态环境等部门的数据共享责任与范围,打破数据壁垒;完善数据安全法规体系,细化数据分级分类管理要求,明确数据采集、存储、使用等环节的安全标准,防范数据泄露与滥用风险。(2) 技术层面强化国产技术融合与自主可控,推动国产GIS软件(如SuperMap)与大数据技术(如国产分布式计算框架)的深度融合,开发适配国土空间规划需求的专用技术工具,减少对国外技术的依赖;建立技术迭代更新机制,跟踪前沿技术(如生成式

AI)在规划领域的应用,推动技术成果快速转化落地<sup>[5]</sup>。(3)人才层面构建复合人才培养体系,在高校规划类专业增设数据科学、AI技术等课程,培养具备规划专业知识与数据技术能力的复合型人才;开展在职人员培训,组织规划从业者学习大数据分析、AI建模等技能,提升现有队伍的技术应用能力,为大数据在规划中的应用提供人才保障。

#### 4 国土空间规划大数据应用的挑战与未来展望

##### 4.1 主要挑战

(1)数据隐私与安全风险日益凸显,国土空间规划涉及海量敏感数据,包括高精度地理信息、人口统计数据、企业经营数据等。在数据采集、共享、使用过程中,易出现数据泄露、非法篡改等问题,不仅可能侵犯个人隐私与企业商业秘密,还可能对国家地理信息安全造成威胁。当前数据加密技术虽有应用,但面对复杂的网络攻击与内部数据滥用风险,现有防护体系仍存在漏洞,难以全面保障数据安全。(2)技术成本与算力限制制约应用普及,大数据处理需依托高性能服务器、存储设备及专业软件,前期硬件采购、软件研发投入成本较高。同时,国土空间规划中的复杂模拟分析(如全域国土空间演变模拟)需强大算力支撑,部分地区尤其是中小城市,受限于财政预算与技术条件,难以配备充足算力资源,导致大数据技术难以深度落地,仅能开展基础数据统计分析,无法充分发挥其价值。(3)跨学科协作机制不完善阻碍技术融合,国土空间规划大数据应用需规划学、数据科学、计算机技术、生态学等多学科协同。当前各学科领域存在研究范式、技术语言差异,缺乏统一的协作平台与沟通机制。例如,数据科学家侧重数据挖掘算法优化,规划师关注规划方案实用性,二者难以高效对接,导致技术成果与规划需求脱节,无法形成协同创新合力。

##### 4.2 未来方向

(1)融合区块链技术的可信数据共享成为重要突破,区块链的去中心化、不可篡改、可追溯特性,可构建安全可信的数据共享体系。通过区块链记录数据来源、流转过程,实现数据全生命周期监管,既保障数据隐私安全,

又能打破部门数据壁垒,让各参与方在可信环境下共享数据,解决数据“不敢共享、不能共享”的难题,为规划提供更全面的数据支撑。(2)基于元宇宙的沉浸式规划决策环境将重塑规划模式,借助元宇宙技术构建与现实国土空间高度一致的虚拟场景,规划人员、公众可通过虚拟现实设备进入虚拟环境,直观感受规划方案实施后的空间形态、生态景观变化。同时,支持多主体实时交互,公众可直接在虚拟场景中提出意见,规划人员即时调整方案,提升规划决策的科学性与公众参与度。(3)面向全球气候变化的适应性规划框架逐步构建,全球气候变化引发极端天气事件频发,对国土空间安全造成严重影响。未来需将气候变化因子纳入国土空间规划大数据分析体系,通过收集气候监测数据、灾害风险数据,构建气候变化影响评估模型,预测海平面上升、暴雨洪涝等对国土空间的威胁,进而制定适应性规划方案,提升国土空间应对气候变化的韧性。

#### 结束语

国土空间规划大数据应用方法框架的探讨,是顺应时代发展潮流、回应规划实践需求的积极尝试。通过构建科学合理的方法框架,能充分挖掘大数据在国土空间规划中的巨大潜力,提升规划决策的科学性与精准性。然而,大数据应用仍面临诸多挑战,如数据安全、技术融合等。未来,需持续探索创新,完善方法体系,加强跨领域合作,让大数据更好地服务于国土空间规划,推动国土空间治理体系和治理能力现代化。

#### 参考文献

- [1]冯雄达.大数据方法在国土空间规划的应用探讨[J].中国地名,2020(2):56-58.
- [2]向颖.大数据方法在国土空间规划的应用探讨[J].低碳世界,2021,11(5):209-210.
- [3]魏星,杜潇.国土空间规划大数据应用方法框架探讨[J].中国房地产业,2020(2):75-78.
- [4]倪湘江.国土空间规划大数据应用方法框架探讨[J].大科技,2021(24):313-314.
- [5]窦志云.大数据在国土空间规划领域的应用分析[J].工程建设与设计,2020(6):261-262.