

浅析测绘地理信息大数据背景下的国土空间规划应用

王帅

徐州市勘察测绘研究院有限公司, 江苏省徐州市, 221000;

摘要:测绘地理信息大数据因其多源异构、高增量、高维耦合和时空复杂等特点, 为国土空间规划提供了前所未有的精细化支撑。然在实际应用中, 数据整合共享、分析挖掘、隐私安全与专业人才等方面仍存在瓶颈, 制约了大数据价值的全面释放。针对上述问题, 需从标准化体系建设、技术创新、安全防护和政策法规等维度协同发力, 构建开放共赢的生态平台, 推动测绘地理信息大数据在国土空间规划中实现安全、精准与可持续应用, 为国家“十四五”规划及“双碳”目标提供坚实技术支撑。

关键词: 测绘地理信息大数据; 国土空间规划; 多源异构; 数据安全

DOI: 10.64216/3080-1508.25.03.061

引言

随着国家对高质量空间治理需求的不断提升, 测绘地理信息大数据正成为支撑国土空间规划转型升级的重要技术基础。传统规划方法难以兼顾广域监测和细节量化, 而大数据技术通过实时、多维、多尺度的信息采集与处理, 为规划者提供了前所未有的全景式时空洞察。遥感影像与激光雷达的高精度地形获取、移动终端轨迹与社交媒体的行为洞察, 以及云计算和人工智能的深度挖掘能力, 共同构建了动态闭环的空间决策流程。然而, 如何在多方部门协作的环境下高效整合与安全共享异构数据、突破分析模型与算力瓶颈, 并培养具备跨学科背景的复合型人才, 仍是亟待解决的核心课题。

1 测绘地理信息大数据的特点

测绘地理信息大数据首先表现为多源异构与高维耦合并存: 数据来源涵盖卫星遥感、无人机航测、手机终端定位、物联网传感器、社交媒体地理标签等, 格式多样且结构差异显著^[1]。其次呈现海量化和高速增量的“双重压力”, 每天新生成的影像与测点数据量以TB甚至PB计, 实时更新频次可达分钟级。第三, 时空维度复杂, 需同时处理空间坐标、时序轨迹、属性信息与多光谱信号, 且存在强耦合关系。第四, 数据质量参差不齐, 受传感器精度、气象干扰、通信丢包等影响, 必须实施严格的质量评估与误差修正。最后, 其蕴含深度语义与场景信息, 需依托融合挖掘与人工智能技术, 实现语义标注与价值提炼, 为后续空间分析与决策提供可靠支撑。此类特点共同构成国土空间精细化管理的基础。

2 测绘地理信息大数据在国土空间规划中的应用

2.1 数据采集与实时监测

测绘地理信息大数据在国土空间规划的首要环节是高效数据采集与实时监测。首先, 卫星遥感与无人机航测协同工作, 提供从区域到片区的多时相影像, 实现宏观与局部的动态观测。其次, 地面激光雷达(LiDAR)与多光谱传感器结合, 获取高精度地形地貌和植被覆盖信息。再次, 移动终端、车载设备与监测站点实时上传交通流、环境指标与水文参数, 构建综合监测网络。此外, 社交媒体与众包平台可补充人类活动与紧急事件的空间信息。最后, 通过5G和卫星通信的低时延特性, 实现分钟级甚至秒级的数据同步, 为规划者提供最新的空间态势感知, 确保决策依据的时效性与准确性^[2]。

2.2 空间分析与预测模拟

在国土空间规划中, 大数据支撑下的空间分析与预测模拟具有关键作用。通过GIS与大数据平台融合, 多源异构数据可在同一时空坐标系内进行叠加分析, 并利用机器学习算法提取土地适宜性、生态敏感性与灾害风险区。其次, 基于历史变化数据和社会经济投影, 构建动态演化模型, 实现人口分布、建设用地扩张与生态系统服务的时空预测。同时, 借助并行计算与GPU加速, 可在短时间内完成区域尺度的三维地表变化模拟与洪水淹没分析, 提高极端事件应对效率。此外, 通过多方案对比与不确定性分析, 刻画规划方案的敏感度与稳健性, 为优化决策提供量化依据^[3]。最终, 这些分析结果为国土空间管控红线、生态保护红线和城镇开发边界的科学划定提供了坚实支撑。

2.3 决策支持与可视化

测绘地理信息大数据在国土空间规划的决策支持与可视化方面发挥着桥梁作用。依托大数据平台, 管理部门可构建集成式决策支持系统, 将多源时空数据、政

策约束和规划目标进行统一管理。系统通过规则引擎和优化算法,自动生成若干规划方案,并对土地利用效率、生态影响和基础设施布局进行综合评价。在可视化层面,基于 WebGL 和三维地图引擎,可将复杂的地理数据与模拟结果以三维场景、动画演示或沉浸式虚拟现实方式呈现。此外,交互式仪表盘和可定制报表支持多尺度、多维度分析,帮助决策者快速理解关键指标。最后,通过公众参与平台,将可视化成果对外发布,增强公众监督与参与,提升规划方案的透明度和社会认同度。

2.4 精细化管理与动态更新

在国土空间规划实施阶段,测绘地理信息大数据促进了规划管理的精细化与动态更新。首先,通过构建空间要素级管理数据库,实现对耕地、林地、水域和建设用地等重点对象的逐块编码与属性监控。其次,利用遥感和无人机定期复测,自动识别违规占用或变化区域,触发预警机制。再次,将实时监测数据与规划指标比对,通过智能合规检查系统,评估规划执行效果并生成整改建议。此外,借助大数据分析,可以监测产业布局、人群迁移及生态环境变化,对规划方案进行滚动调整。最后,基于 API 和微服务架构,实现规划数据与城市管理系统的无缝对接,为国土空间治理提供持续、高效、可追溯的技术保障与动态支持。

3 测绘地理信息大数据在国土空间规划应用中面临的问题

3.1 数据整合与共享困境

在国土空间规划中,高效的数据整合与共享是前提,但现实中仍存在诸多障碍。首先,部门壁垒与信息孤岛普遍存在,政府、科研机构与企业间的数据产权归属不清,交换流程繁琐且缺乏透明度,造成资源浪费与重复建设。其次,数据标准体系尚未完善,不同部门使用的坐标基准、数据模型与元数据标识各异,难以实现格式互认与语义互操作。再次,技术层面合并异构数据需要复杂的预处理与格式转换,但现有 ETL 工具多针对结构化数据,对遥感影像、三维点云与时序轨迹等非结构化或半结构化数据支持不足。此外,数据共享的安全性与隐私保护尚未形成信任机制,缺乏细粒度访问控制策略与脱敏匿名化方案,导致许多高价值数据无法开放。

3.2 数据分析与挖掘技术短板

尽管人工智能和大数据技术飞速发展,但针对测绘地理信息大数据的专用分析与挖掘方法仍存在短板。首先,时空异源数据融合算法尚不成熟,不同分辨率的遥

感影像、多源传感器数据与社交轨迹难以在同一框架下高效协同分析,现有融合方法多针对单一类型数据,缺乏通用性。其次,空间深度学习模型对海量三维点云和多光谱影像的计算效率和存储需求极高,现有神经网络架构在规模扩展性与可解释性方面表现不足,限制了其大范围应用。再次,时空预测与模拟多依赖传统统计模型,难以捕捉复杂非线性演化规律,对灾害风险评估与城市增长模拟的精度和可靠性尚需提升。最后,缺乏面向国土空间规划具体需求的端到端一体化平台,数据预处理、模型训练与结果可视化多为分段式流程,严重制约规划效率和智能化水平。

3.3 数据安全与隐私保护风险

在测绘地理信息大数据的国土空间规划应用中,数据安全与隐私保护风险日益凸显。一方面,高清遥感影像、三维点云模型和移动端终端轨迹数据常涉及军事设施、个人行踪等敏感信息,一旦泄露可能带来国家安全与公众隐私双重隐患。另一方面,多源异构数据共享与开放过程中缺乏统一的访问控制与加密传输机制,使攻击者有机可乘。现行的数据管理制度多集中于事后审计,难以满足主动防护需求。同时,加密技术与匿名化处理虽能降低风险,但在保证数据可用性与分析精度方面存在瓶颈。

3.4 专业人才匮乏

当前,测绘地理信息大数据领域面临专业人才严重短缺问题。首先,跨学科人才供给不足,既需要熟悉遥感技术、地理信息系统(GIS)等基础理论,又需掌握大数据处理、人工智能算法与云计算平台的应用,然而多数高校培养侧重单一技术栈,难以形成复合型人才。其次,行业从业者对测绘数据特性、时空分析方法与实地场景理解力尚显薄弱,导致技术难以针对具体规划需求进行深度定制。此外,职业发展路径不清晰与企业培养投入有限,使得高端人才流失率居高不下。同时,继续教育与在职培训体系尚未完善,更新缓慢,难以跟上技术迭代速度。

4 解决策略

4.1 构建统一标准与共享平台

要破解数据整合与共享困境,首要任务是构建统一、开放且可扩展的标准与共享平台。应在国家层面推动测绘地理信息数据标准化立法,发布涵盖遥感影像、三维点云、时空轨迹和属性元数据的统一规范,并同步制定跨部门数据交换协议与元数据注册流程。平台建设应采

用微服务与API网关架构,支持多种数据格式的接入与实时更新,提供细粒度权限管理和动态审计日志,确保数据安全与可追溯。通过引入区块链或分布式账本技术,构建可信交换环境,实现数据交易与共享过程的不可篡改记录。最终,形成政策引导、技术支撑与市场化运作相结合的数据生态,消除信息孤岛,提高国土空间规划的数据可用性与决策效率。

4.2 加强技术创新与人才培养

为弥补数据分析与挖掘技术短板,需多层面协同发力。技术方面,应加大科研投入,支持面向测绘地理信息大数据的多模态融合算法、轻量化时空深度学习模型与实时预测模拟框架的研发,并推动成果在云端、高性能计算平台和边缘设备中的高效部署。鼓励开源社区与企业共建算法库与示范应用,降低技术推广门槛。人才培养方面,应在高校与科研机构设立测绘大数据与AI交叉学科专业,完善课程体系,强化实践教学与案例驱动,搭建校企联合实训基地。对在职人员则通过在线培训、行业认证与国际研修等方式持续提升技能与前沿认知。

4.3 强化数据安全与隐私保护机制

在测绘地理信息大数据全生命周期管理中,构建完善的数据安全与隐私保护机制是保障系统可信与合规运行的核心。首先,应在技术层面引入多方安全计算与同态加密,确保在对异构数据进行联合分析时,敏感信息在加密态下即可参与模型训练,降低明文数据泄露风险。其次,应基于区块链分布式账本技术,设计可溯源的权限管理与审计流程,实现数据访问、交换与交易的全程不可篡改记录。再次,要推广细粒度的安全策略,结合属性基于访问控制(ABAC)模型和动态风险评估机制,按业务场景与用户角色精准分配数据权限。与此同时,应对高风险敏感信息实施差分隐私或脱敏匿名化处理,平衡数据可用性与隐私保护。最后,增加运营维护与应急响应机制,通过定期安全演练与风险评估,识别潜在威胁并优化应急预案。同时,加强行业内安全合作与信息共享,实现跨域安全事件的快速响应与协同处置,以构建从数据采集、存储、传输到应用全流程的多层次安全防护体系,提升国土空间规划过程中数据资产的可信度与安全性。

4.4 完善政策法规与公众参与机制

政策法规与社会公众参与同样是保障测绘地理信息大数据在国土空间规划中可持续应用的重要支撑。首先,应针对测绘大数据特性,修订现行土地利用和数据管理法律法规,明确数据采集、传输、存储、共享和销毁各环节的合规要求,完善处罚与问责机制。其次,应建立跨部门协调与监管机构联合审查机制,针对重点项目实施数据安全和隐私影响评估(DPIA),定期发布白皮书和合规报告,提高透明度。同时,要鼓励公众和社会组织通过线上线下渠道参与规划过程,实现数据共享API和开放平台的二次开发,提升社会监督和创新应用。此外,需开展广泛的科普宣传与培训,提升政府、行业和公众对地理信息价值与安全风险的认知,构建多层次的参与网络。最后,应设立公共数据价值分配与激励基金,对在数据共享、应用创新和安全研究方面贡献突出的单位和个人给予政策支持和资金奖励。同时,应建立法规动态修订机制,根据技术发展与应用反馈定期评估并优化管理办法,确保治理体系与实践需求同步演进。

5 结语

测绘地理信息大数据在国土空间规划中展现出巨大的应用潜力,其多源时空数据融合与智能化分析能力已突破传统方法的局限,为制定科学、精准和可持续的空间发展策略提供了关键支撑。然要将这一技术红利转化为现实生产力,必须在标准规范、平台建设、算法创新、安全防护和人才培养等多维度协同推进。未来应强化顶层设计与跨部门协同,完善数据共享和隐私保护机制,深化多模态融合算法研发,并构建高效的产学研一体化人才培养体系。

参考文献

- [1]陈盼芳. 测绘地理信息大数据背景下的国土空间规划应用[J]. 中国高新科技, 2023, (18): 153-155.
- [2]蒋陈. 浅析测绘地理信息大数据背景下的国土空间规划应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(12): 150-151+157.
- [3]张宝鹏. 面向国土空间规划的测绘地理信息技术及数据成果服务的应用展望[J]. 工程技术研究, 2022, 7(03): 223-225.