

Application mechanism of big data in surveying and mapping geographic information in smart city planning

Wei Junjie

Guangxi Zhuang Autonomous Region Land Surveying and Mapping Institute, Nanning, Guangxi, 530023, China

Abstract

As a critical foundation for smart city development, geospatial big data leverages cutting-edge technologies including remote sensing, LiDAR, drones, IoT, cloud computing, and AI to provide precise real-time spatial information support for urban planning. This paper first outlines its core concepts and characteristics, then delves into its application mechanisms in urban planning—including data acquisition, integration, analysis, visualization, and decision-making support. Through practical case studies in infrastructure, ecological conservation, transportation optimization, and public safety, it highlights its significant value. Addressing current challenges such as inconsistent data standards, privacy risks, and insufficient collaboration, the paper proposes recommendations to refine data standards, enhance security measures, and promote data sharing. It emphasizes that widespread adoption of this technology will substantially improve the scientific rigor and sustainability of urban planning.

Keywords

big data of surveying and mapping geographic information; smart city planning; spatial analysis; data fusion; decision support

测绘地理信息大数据在智慧城市规划中的应用机制

韦俊杰

广西壮族自治区国土测绘院, 中国·广西 南宁 530023

摘要

测绘地理信息大数据作为智慧城市建设的基石,借助遥感、激光雷达、无人机、物联网、云计算及人工智能等前沿技术,能为城市规划提供精准且实时的空间信息支撑。本文先对其内涵与特征进行概述,深入剖析其在城市规划中的应用机制,涵盖数据获取、融合、分析、可视化以及决策支持等环节。同时,结合基础设施、生态保护、交通优化和公共安全等领域的实际案例,探讨其重要价值。针对当前存在的数据标准不统一、隐私安全隐患、协作不够紧密等问题,提出完善数据标准、强化安全保障、促进数据共享等建议,坚信其广泛应用将大幅提升城市规划的科学性与可持续性。

关键词

测绘地理信息大数据; 智慧城市规划; 空间分析; 数据融合; 决策支持

1 引言

智慧城市旨在通过信息化、智能化提升运行效率和居民生活质量,城市规划是其中的核心环节。传统规划依赖静态、分散的数据,难满足快速发展的需求。测绘地理信息大数据通过多源采集与高效处理,实现对城市空间的实时感知和精准表达,数据涵盖二维信息、三维模型、时序变化及相关社会经济和生态环境内容,并借助新一代信息技术实现高效存储、分析与可视化。尽管其潜力巨大,但在标准化、共享机制和安全保障方面仍存不足。本文将探讨其应用机制与优化路径。

【作者简介】韦俊杰(1993-),男,壮族,中国广西大化人,本科,工程师,从事测绘地理信息研究。

2 测绘地理信息大数据的特征与技术基础

2.1 测绘地理信息大数据的内涵与特征

测绘地理信息大数据是以空间位置为核心,将多种测绘技术获取的地理空间信息与相关属性数据进行整合而形成的海量数据集。这类数据不仅规模庞大,而且类型多样,涵盖栅格数据、矢量数据、点云数据、影像数据和属性数据等,具有体量巨大、更新频率高、关联性强和可分析性强等特征^[1]。其数据来源广泛,包括卫星、航空、地面传感器、无人机等多种平台,形成多源、多尺度的海量信息体系;现代传感器与高速数据传输技术的应用,使数据更新周期从传统的数年缩短至数小时甚至实现实时更新;不同来源的数据在空间位置上高度相关,通过多源融合能够揭示更复杂的城市运行规律;结合人工智能与空间分析技术,可在多维数据中提取深层次的规律与趋势,为智慧城市规划中的科学决策提供有力支持。

2.2 数据获取技术体系

测绘地理信息大数据的获取依托于多种测绘技术的综合应用，通过卫星遥感、航空摄影测量与无人机航测、激光雷达（LiDAR）、移动测量系统（MMS）以及地面传感器与物联网设备等多元手段共同完成。卫星遥感利用多光谱、全色及高分辨率影像获取大范围地表信息，适用于宏观规划与环境监测；航空摄影测量与无人机航测则具备高精度和机动灵活的优势，可在中小尺度范围内采集城市空间细节；激光雷达技术能够穿透植被，获取高精度三维点云数据，为建筑建模和地形分析提供支撑；移动测量系统通过搭载在车辆上的多传感器平台，快速采集道路沿线的三维街景与空间数据；地面传感器与物联网设备则实现了环境、交通、气象等信息的实时监测，为动态规划和管理提供了可靠的数据基础。这些技术的协同应用构建了覆盖全域、多尺度、高精度的地理信息数据采集体系，为智慧城市规划奠定了坚实的数据基础。

2.3 数据处理与管理技术

数据采集只是第一步，后续的处理与管理直接决定了其应用价值。空间数据库（如 PostGIS、Oracle Spatial）提供了高效的空間数据存储与查询能力；云计算平台（如阿里云、华为云、AWS）提供弹性计算与分布式存储支持；大数据处理框架（如 Hadoop、Spark）可对海量异构数据进行清洗、融合与挖掘分析^[2]。此外，三维建模、虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等可视化技术，使规划人员能够直观理解城市结构与变化趋势，为规划方案优化提供可视化支撑。

3 测绘地理信息大数据在智慧城市规划中的应用机制

3.1 优化城市总体空间布局

智慧城市的总体规划需要在科学分析的基础上实现空间布局的最优化，而测绘地理信息大数据能够为功能区划分、交通枢纽布局、产业用地分配等提供高精度、可量化的空间数据支撑。通过将地形、地质、水文等自然条件与人口分布、产业结构、公共服务可达性等社会经济数据进行多维叠加分析，可以更加精确地识别不同区域的优势、潜力与限制条件，从而科学确定城市的发展方向与空间格局，避免资源浪费、土地低效利用及生态系统破坏。同时，借助时序遥感影像和动态监测数据，规划部门能够实时掌握土地利用变化趋势，及时发现与规划目标不符的建设活动，对城市布局进行滚动修正，使其既能满足经济增长和人口变化的需求，又能在功能分区、环境承载力与公共资源配置之间保持长期的均衡与可持续性。

3.2 促进基础设施科学配置

在交通、水利、能源等基础设施规划中，测绘地理信息大数据不仅能够实现精准选址与路径优化，还能通过动态模拟与多方案对比，提升建设布局的科学性与前瞻性。例如，

利用道路网空间数据与交通流量监测结果，可以精确识别拥堵节点、事故高发区以及潜在交通瓶颈，并制定有针对性的道路改扩建、信号控制与公共交通提升方案；结合地下管线三维数据与地表建筑布局分析，能够在施工前有效规避设施冲突，减少不必要的破拆作业，降低安全风险和经济损失。此外，借助来自物联网传感器和遥感平台的实时数据流，规划人员可以在模拟环境中评估不同基础设施布局对城市运行效率、能源消耗和环境影响的综合作用，从而为交通枢纽选址、水利防护设施建设以及能源管网规划提供更具可操作性与可持续性的决策依据，实现经济、社会与生态效益的同步提升。

3.3 强化生态环境保护

利用高分辨率遥感影像、无人机监测数据与生态传感器信息，城市规划人员可以对绿地、水域、湿地、生态廊道等进行长期动态监控，并在规划中落实严格的生态红线制度^[3]。在应对城市热岛效应时，通过对地表温度分布与通风廊道结构的综合分析，可提出增加绿化带、水体配置和优化通风通道布局的综合方案，从源头改善微气候与空气流通条件；在易涝或洪水高风险区域，通过降雨模拟与排水系统运行仿真，能够提前发现排水能力不足的薄弱环节，优化防洪设施、雨水调蓄池和海绵城市系统的布局，提高城市抵御极端天气的能力。同时，通过对植被覆盖度、空气质量指数、水体富营养化程度等生态环境指标的连续监测与趋势分析，规划人员可以科学制定生态修复与环境提升计划，确保城市在发展过程中与自然系统形成良性互动，实现生态安全、环境质量与城市功能的多目标协调。

4 典型应用案例分析

4.1 交通规划优化

在某沿海城市，基于测绘地理信息大数据建立了精细化三维交通模型，通过融合 GPS 轨迹数据、道路监控视频信息与交通流量传感器数据，实现了交通拥堵路段的实时监测与趋势预测。规划部门利用分析结果调整公交线路、优化信号灯配时，并引入分时段限行、潮汐车道及优先车道等动态交通管理策略，使高峰期主要道路通行效率提高了18%。该系统还具备交通仿真功能，能够模拟多种规划方案对道路网络通行能力、交通流分布及碳排放水平的影响，从而在道路改扩建、公交系统优化和智慧信号控制等方面提供量化决策依据。这种以数据驱动的交通规划模式有效缓解了城市核心区域的拥堵，提升了居民出行的便利性、安全性与舒适度。

4.2 城市更新与土地利用调整

在旧城区改造过程中，规划部门利用无人机航测与 LiDAR 技术采集高精度空间数据，构建了覆盖建筑、道路、绿化及地下空间等要素的三维模型，并结合人口密度、建筑高度、道路可达性、公共设施覆盖率、商业活跃度等多维数

据,科学确定更新优先区域与开发强度^[41]。该方法不仅保障了文化遗产的保护与修复,还通过优化土地利用结构提升了公共空间比例、完善了交通组织、改善了景观布局,从而显著提升居民生活质量。同时,借助动态监测和时序分析,规划人员能够持续跟踪改造进度与成效,及时调整实施策略,确保更新工作与城市整体发展战略高度契合,实现经济效益、社会效益、文化价值与环境保护的有机统一。

4.3 防灾减灾规划

在地震多发地区,规划部门依托测绘地理信息大数据,综合分析历史地震记录、地质构造特征、地层结构以及现有建筑分布和耐震等级,构建了高精度地震风险评估模型。该模型不仅能够识别不同区域的地震易发性,还能模拟地震波在城市建筑群和地形条件下的传播路径及破坏模式,为防灾减灾规划提供科学依据。在此基础上,规划人员合理布局应急避难所,优化疏散路线与应急通道,并结合人口分布与道路可达性,科学布置医疗、消防和物资储备等应急设施。通过引入实时监测数据与应急演练反馈,规划方案不断优化,显著提升了城市在灾害发生时的快速响应能力与整体韧性,最大限度降低地震对居民生命财产造成的损失。

5 存在问题与优化对策

5.1 数据标准化与互操作性不足

当前,不同部门在地理信息数据采集过程中采用的格式、坐标系统、精度要求和数据更新周期差异较大,导致在跨部门数据融合时存在精度偏差、属性缺失以及坐标错位等问题,严重制约了数据的共享与应用价值。为解决这一问题,应建立统一的国家或区域级地理信息数据标准体系,涵盖数据采集规范、精度分级、元数据描述、交换格式等内容,并推动元数据目录服务平台的建设,实现跨系统、跨平台的互操作性。同时,应引入国际通用的空间数据基础设施(SDI)理念,结合云平台与API接口技术,为各部门提供标准化数据访问与调用服务,提升数据融合的自动化程度和可靠性,从而形成高效的测绘地理信息数据协作环境。

5.2 数据安全性与隐私风险

地理信息数据不仅包含地形地貌、交通网络等宏观空间信息,还涉及城市关键基础设施布局以及居民生活轨迹等敏感内容,一旦遭到非法获取或滥用,可能对公共安全和个人隐私造成严重威胁。为保障数据安全,应在数据采集、存储、传输、使用等全流程建立多层次的安全防护机制,包括严格的访问权限管理、加密存储与传输、数据脱敏处理以

及操作日志追溯等措施。同时,还需通过立法明确数据的使用边界与责任主体,规范商业机构与政府部门的数据使用权限;在技术层面引入区块链与零信任架构等新兴安全技术,确保数据在共享和交换过程中的防篡改、防泄露能力,最大限度降低安全与隐私风险。

5.3 跨部门协作机制不健全

智慧城市规划涉及自然资源、住建、交通、环保等多个职能部门,各部门在数据管理、业务目标、技术体系等方面存在差异,缺乏高效的协调与沟通机制,导致数据资源分散、重复建设和信息孤岛现象突出。为此,应设立统一的智慧城市数据管理与协调机构,作为跨部门协作的核心枢纽,负责制定共享规则、协调数据接口、监督数据质量,并建立基于任务驱动的跨部门联合工作机制。同时,应在技术层面搭建统一的数据共享与分析平台,支持多部门同步接入和实时协同作业;在制度层面建立考核与激励机制,将跨部门数据共享与合作成效纳入绩效评估,推动部门间形成长效合作关系,从而实现测绘地理信息大数据在智慧城市规划中的最大化应用价值。

6 结语

测绘地理信息大数据为智慧城市规划提供了前所未有的空间信息支撑,使城市规划能够从静态走向动态、从经验走向科学。通过多源数据的融合与深度分析,可以显著提升规划的精准性、前瞻性与可持续性。尽管在数据标准化、安全保障与协同管理方面仍存在挑战,但随着技术进步与制度完善,测绘地理信息大数据将在智慧城市建设中发挥更加重要的作用。未来,借助人工智能、物联网与云计算等新一代信息技术,测绘地理信息大数据将实现更高效的采集、更智能的分析与更广泛的应用,为建设宜居、绿色、智慧的现代城市提供坚实保障。

参考文献

- [1] 乔昊宇.基于大数据的智慧城市空间规划与城市建设方法探究[J].中国住宅设施,2024,(12):41-43.
- [2] 张倩.基于地理信息系统与实景三维技术融合的智慧城市空间信息管理新范式探析[J].经纬天地,2024,(06):11-14+32.
- [3] 林念祥.绿色测绘技术在城市规划与建设中的应用研究[J].中国设备工程,2024,(24):254-256.
- [4] 杨凯,刘丁蓉,孙仕.城市智慧治理模式能否促进城市内涝灾害韧性提升——基于国家智慧城市试点政策的准自然实验[J].南京财经大学学报,2024,(06):23-33+77.