

Research on the Application and Value of Geographic Information Surveying and Mapping in Smart City Construction

Haifeng Xi

Beijing Branch, Sichuan Grey QianTu Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 050700, China

Abstract

With the continuous acceleration of urbanization, smart cities, as an innovative model to enhance urban governance capabilities and service levels, have become the mainstream direction of global urban development. Geographic information surveying and mapping technology, as a fundamental tool for acquiring, processing, managing, and analyzing spatial data, provides an indispensable spatial foundation and core driving force for the construction of smart cities. This paper systematically explores the connotation evolution of geographic information surveying and mapping technology in the new era, with a focus on analyzing the deep integration and innovative applications of modern surveying technologies—represented by oblique photography, LiDAR, satellite remote sensing, IoT surveying, and underground space surveying—in smart city infrastructure construction, precision governance, public services, and industrial development. The study concludes that geographic information surveying and mapping, by providing full-space, full-element, and high-precision spatiotemporal information, holds core value in enhancing scientific urban planning capabilities, achieving refined urban governance, optimizing public resource allocation, and promoting industrial innovation and upgrading. Finally, this paper envisions the future trend of integrating geographic information surveying and mapping technology with cutting-edge technologies such as artificial intelligence, big data, and digital twins, aiming to provide theoretical references and practical insights for promoting the sustainable and high-quality development of smart cities.

Keywords

Geographic Information Surveying and Mapping; Smart City; Real Scene 3D; Digital Twin; Refined Governance

地理信息测绘在智慧城市建设中的应用与价值研究

奚海峰

四川格锐乾图科技有限公司, 中国·四川成都 065201

摘要

随着城市化进程的不断加速,智慧城市作为提升城市治理能力和服务水平的创新模式,已成为全球城市发展的主流方向。地理信息测绘技术作为获取、处理、管理和分析空间数据的基础性工具,为智慧城市的建设提供了不可或缺的空间基底和核心驱动力。本文系统探讨了新时期地理信息测绘技术的内涵演进,重点分析了以倾斜摄影、激光雷达(LiDAR)、卫星遥感、物联网(IoT)测绘和地下空间测绘为代表的现代测绘技术在智慧城市基础设施建设、精准治理、民生服务及产业发展等领域的深度融合与创新应用。研究认为,地理信息测绘通过提供全空间、全要素、高精度的时空信息,在提升城市科学规划能力、实现城市精细化治理、优化公共资源配置、推动产业创新升级等方面具有核心价值。最后,本文展望了地理信息测绘技术与人工智能、大数据、数字孪生等前沿技术融合的未来趋势,以期为推动智慧城市的可持续与高质量发展提供理论参考与实践借鉴。

关键词

地理信息测绘;智慧城市;实景三维;数字孪生;精细化治理

1 引言

当前,世界正经历着前所未有的城市化浪潮,城市在聚集人口、资本与技术的同时,也面临着交通拥堵、环境污染、资源紧张、公共安全挑战等“城市病”的严峻考验。在此背景下,运用新一代信息技术赋能城市发展,构建感知化、互联化、智能化的智慧城市,已成为推动城市治理体系和治

理能力现代化的必然选择[1]。智慧城市的本质,是通过数据驱动实现对城市运行状态的实时感知、精准分析和智能决策,而其中高达80%的信息与地理位置密切相关[2]。这决定了地理信息测绘技术作为空间信息获取与管理的核心技术,在智慧城市建设中扮演着不可或缺或替代的“底盘”和“骨架”角色。

传统的地理信息测绘主要服务于基础地形图制作与工程测量,而随着倾斜摄影测量、激光雷达、高分辨率遥感、全球导航卫星系统(GNSS)等技术的突破性发展,现代地理信息测绘已演进为一种能够快速、自动化、高精度地获取

【作者简介】奚海峰(1982-),中国内蒙古多伦人,本科,工程师,从事地理信息在测绘中应用研究。

和处理从地表到地下、从宏观到微观的全息时空信息的能力[3]。这种能力的提升,使得构建城市级、高精度的数字孪生城市成为可能,从而为智慧城市的各类应用提供了统一、权威的空间基底。

尽管地理信息测绘的重要性已成为共识,但在实际建设过程中,仍存在数据标准不一、更新机制不畅、与业务应用深度融合不足等问题。因此,系统梳理地理信息测绘的最新技术体系,深入剖析其在智慧城市各核心场景中的应用路径与内在价值,对于明确技术发展方向、优化资源配置、充分发挥测绘效能具有重要的现实意义。本文旨在结合近年来的技术实践,对地理信息测绘在智慧城市建设中的应用进行全面阐述,并对其核心价值与未来趋势进行深入探讨,以期对相关研究与工程实践提供有益参考。

2 现代地理信息测绘技术体系的内涵与演进

智慧城市语境下的现代地理信息测绘,已远超越了传统测量的范畴,形成了一个空、天、地、海一体化,集感知、传输、处理、服务于一体的综合性技术体系。

2.1 天空地一体化的数据获取技术

1. 航空倾斜摄影测量:通过从不同角度(通常为1个垂直、4个倾斜)同步采集影像,能够高效生成高精度的实景三维模型。该技术不仅真实再现了城市的地物外观,还包含了丰富的纹理信息,已成为构建智慧城市三维空间框架的主要技术手段[4]。

2. 激光雷达(LiDAR):包括机载和车载LiDAR,能够主动、快速地获取地表物体的高精度三维点云数据,穿透植被间隙获取地面信息,在城市建模、电力巡线、林业调查等领域优势显著,是对倾斜摄影模型的有效补充。

3. 高分辨率卫星遥感:随着商业遥感卫星星座的发展,亚米级甚至更高分辨率的卫星影像实现了高频重访,为宏观尺度的城市变化监测、生态环境评估、灾害应急响应提供了稳定可靠的数据源[5]。

4. 物联网(IoT)与移动测量:遍布城市的各类传感器(如GNSS接收机、视频监控、环境监测站)和搭载多种传感器的移动测量车辆,构成了动态感知网络,实现了对城市运行体征(如交通流、空气质量、设施状态)的实时监测与采集。

2.2 智能化与自动化的数据处理技术

海量多源地理信息的处理依赖于人工智能(AI)与云计算。基于深度学习的影像自动解译、点云分类、变化检测等技术,极大地提高了信息提取的效率和自动化程度。云原生架构使得大规模并行计算和弹性资源调度成为可能,支撑了海量地理信息的快速处理与产品生产。

2.3 从数字地图到数字孪生的服务升华

现代地理信息测绘的最终产出,已从静态的二维数字地图,发展为动态的、可计算的实景三维模型,并正向与物理城市实时联动、虚实共生的数字孪生城市演进[6]。这一

演进使得地理信息系统(GIS)从传统的空间数据管理平台,升级为支撑城市模拟、推演、预测和决策的“城市信息模型(CIM)”平台,成为智慧城市的核心数字底座。

3 地理信息测绘在智慧城市中的核心应用场景

现代地理信息测绘技术已深度融入智慧城市的规划、建设、管理和服务的全生命周期。

3.1 城市精准规划与科学建设

基于高精度实景三维模型和CIM平台,城市规划可以实现从“二维蓝图”到“三维推演”的跨越。规划师可以在虚拟空间中对规划方案进行高度、体量、日照、可视域等多维度分析,评估其对城市风貌、交通、环境的影响,实现方案的科学比选与优化。在工程建设阶段,结合建筑信息模型(BIM),可实现项目的全流程数字化管理,提高建设质量和效率[7]。

3.2 城市基础设施智能化管理

城市基础设施(道路、桥梁、管网、电网等)是城市的“生命线”。通过倾斜摄影和LiDAR技术,可以快速构建基础设施的实景三维档案。结合IoT传感器监测其结构健康状态(如桥梁位移、管廊压力),并在GIS平台上进行一体化管理。一旦发生异常,系统可快速定位、告警,并辅助制定维修方案,实现从被动响应到主动预警的转变。

3.3 城市交通综合治理与优化

利用车载GNSS、浮动车数据与高精度地图,可以实时感知全路网的交通运行状态,精准识别拥堵点。GIS空间分析能力可用于分析拥堵成因,模拟交通组织方案调整后的效果,为信号灯配时优化、潮汐车道设置、公共交通线路规划等提供科学依据。此外,高精度地图也是自动驾驶车辆不可或缺的基础设施。

3.4 城市公共安全与应急指挥

在应急管理中,地理信息是“指挥图”。当自然灾害(如洪涝、地震)或突发事件发生时,利用遥感影像可快速获取灾情范围,利用实景三维模型可评估灾害影响,规划最优救援路径和疏散通道。在日常安全管理中,通过整合视频监控点位和警力分布数据,可实现警情的快速定位与可视化指挥调度,提升应急响应速度和处置能力[8]。

3.5 生态环境保护与动态监测

地理信息测绘为生态环境监管提供了宏观、客观的技术手段。利用多时相遥感影像,可以定量监测城市绿地变化、水体富营养化、热岛效应、扬尘污染源等。通过空间叠加分析,可以追溯污染物扩散路径,评估生态保护红线的执行情况,为“绿水青山”的守护提供数据利剑。

3.6 智慧民生服务与便捷生活

地理信息服务已深度融入公众日常生活。基于位置的服务(LBS)如智能导航、共享单车停放、外卖配送等,都离不开精准的地理信息支持。通过构建统一的地址库和公共

服务设施地图,可以为市民提供“一张图”式的政务服务、教育资源、医疗网点查询,提升市民的获得感与幸福感。

4 地理信息测绘在智慧城市建设中的核心价值

地理信息测绘的应用,为智慧城市带来了多维度的深刻价值。

4.1 提供统一的空间基底,破除信息孤岛

智慧城市建设涉及众多部门和海量异构数据。地理空间位置是天然统一标识符。通过建立权威、唯一、标准的地理空间框架,可以将人口、法人、经济、事件等各类信息在空间上进行关联与融合,实现跨部门、跨层级的数据共享与业务协同,从根本上破除信息孤岛。

4.2 赋能城市治理精细化与科学化

基于高精度、全要素的时空数据,城市管理者能够像“外科手术”一样,精准地洞察城市问题、定位管理短板。从粗放式的经验管理转向基于数据的量化分析和空间模拟,使得决策过程更加透明、科学,治理措施更加精准、高效,推动城市治理模式从“治已病”向“防未病”转变。

4.3 驱动公共服务模式的创新与升级

地理信息技术的普及催生了众多以位置为核心的智慧应用,重塑了公共服务的供给方式。它使得服务能够基于用户的地理位置进行精准推送和智能匹配,实现了从“人找服务”到“服务找人”的转变,极大地提升了公共服务的便捷性、普惠性和个性化水平。

4.4 激发产业创新与经济增长新动能

地理信息产业本身是战略性新兴产业,其与智慧城市的结合,催生了对新技术、新产品、新服务的巨大市场需求,带动了传感器制造、数据处理软件、应用系统开发、位置服务等相关产业链的蓬勃发展。同时,作为关键的生产要素,地理信息数据与其他产业的融合渗透,正在不断孕育新的商业模式和经济增长点。

5 挑战与未来发展趋势

尽管取得了显著成效,但地理信息测绘在支撑智慧城市建设中仍面临数据安全和隐私保护、技术标准与政策法规协同、跨领域复合型人才短缺等挑战。

展望未来,地理信息测绘将与智慧城市更深度地融合,呈现以下趋势:

与数字孪生城市深度耦合:测绘技术将致力于构建与物理城市全息映射、实时交互的数字孪生体,实现城市的全程模拟、态势预测和优化控制[9]。

人工智能全面赋能:AI将贯穿从数据采集、处理到分析决策的全链条,实现地理信息的智能解译、知识发现和自主决策支持。

从室外走向室内外一体化:随着蓝牙、Wi-Fi、5G等室内定位技术的发展,高精度的室内三维建模与定位导航将成为下一个热点,实现无缝的室内外一体化空间服务。

实时化与智能化服务:5G通信技术将保障海量时空数据的实时传输,推动地理信息服务从“按需提供”向“主动感知、智能推送”演进[10]。

6 结论

地理信息测绘技术是智慧城市建设的基石与引擎。它通过构建精准的数字空间镜像,为城市的规划、建设、管理和服务提供了统一的时空框架和科学的分析工具。从实景三维到数字孪生,地理信息测绘的内涵与外延在不断深化和拓展,其在提升城市治理能力、优化民生服务、驱动产业发展方面的核心价值日益凸显。面对未来的挑战与机遇,应进一步加强技术攻关、完善标准体系、促进数据共享、深化应用创新,充分发挥地理信息测绘在推动城市数字化转型和实现高质量发展中的战略性、基础性作用。

参考文献

- [1] 李德仁, 邵振峰. 智慧城市中的大数据[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2022, 47(1): 1-10.
- [2] 龚健雅. 数字孪生与智慧城市[J]. 测绘学报, 2021, 50(8): 1001-1012.
- [3] 张永生, 刘军. 倾斜摄影测量实景三维建模关键技术与应用展望[J]. 测绘科学, 2023, 48(2): 1-12.
- [4] 郭华东, 等. 地球大数据科学工程[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(2): 140-153.
- [5] 陈军, 刘吉文. 基于CIM的智慧城市时空信息平台建设思考[J]. 地理信息世界, 2021, 28(4): 1-5.
- [6] 吴华意, 彭明军. 智慧城市时空大数据平台关键技术与发展趋势[J]. 测绘地理信息, 2023, 48(1): 1-8.
- [7] 朱庆, 林琚. 三维GIS及其在智慧城市中的应用进展[J]. 测绘学报, 2020, 49(12): 1489-1501.
- [8] 赵永军, 王芙蓉. 地理信息技术在应急管理中的应用综述[J]. 国土资源遥感, 2022, 34(3): 1-9.
- [9] 程承旗, 任福. 从数字城市到智慧城市: 地理信息产业的机遇与挑战[J]. 地理与地理信息科学, 2021, 37(1): 1-7.
- [10] 柳林, 李万春. 5G/6G时代下的智能位置服务: 挑战与展望[J]. 导航定位与授时, 2023, 10(2): 14-25.