

高精度测绘技术在城市规划中的应用与创新

赵瑞雄, 莫洪阳

(广西壮族自治区国土测绘院, 广西 南宁 530023)

摘要 随着城市化进程的持续推进, 高精度测绘技术已被确立为城市规划领域的重点支持方向。本文系统探讨了高精度测绘技术在城市规划中的应用路径与创新模式, 重点分析了三维数字城市模型的构建机制、地下管线管理的应用场景, 并深入研究了多源数据融合与人工智能辅助决策的创新方法。高精度测绘技术通过提升数据精准度与规划科学性, 有效推动城市规划向智能化、精细化方向发展, 为城市可持续发展提供了坚实的技术支撑与决策依据。

关键词 高精度测绘技术; 城市规划; 三维数字城市

中图分类号: TU984; P21

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.10.024

0 引言

城市规模的不断扩张和职能的日趋繁杂, 常规规划方法已无法适应精细化、科学化的管理要求。高精度测绘技术以其高分辨率、高精度及高效率的优势, 为城市规划创造了新的机遇。该技术通过采集海量空间数据, 全面介入规划流程, 有效促进城市空间布局的优化与智能化, 为城市高质量发展提供了关键支撑, 对助力城市高质量发展意义重大。

1 高精度测绘技术概述

随着物联网及大数据等技术的不断发展, 高精度测绘正向着实时化、智能化和动态化演变, 对数据的采集、分析和应用能力也越来越高, 在城市规划、灾害监测和自然资源管理中扮演着越来越重要的角色。高精度测绘技术综合了卫星遥感、全球导航卫星系统(GNSS)、激光雷达(LiDAR)和倾斜摄影测量等先进技术, 旨在获得高精度的地理空间信息。通过多源数据的协同采集及处理, 本技术能够实现地形地貌、地物特征亚米级乃至厘米级精确测绘, 打破传统测绘空间分辨率及测量精度的局限。从技术组成来看, 卫星遥感可以提供大面积和周期性空间观测数据; GNSS能够实现高精度的定位和时间同步; LiDAR通过激光脉冲渗透植被, 快速获得三维点云的数据; 倾斜摄影测量技术是通过从多个视角收集影像, 从而构建出高度精确的实景三维模型。这些技术交叉应用不仅显著提高了数据获取效率, 而且实现测绘成果由二维平面向多维空间的过渡, 从而为城市规划提供了更加丰富和精确的基础信息^[1]。

2 高精度测绘技术在城市规划中的应用

2.1 三维数字城市模型构建

在初步的规划阶段使用高分辨率的卫星遥感技术, 能够以0.3米的分辨率捕获城市的宏观图像, 从而迅速解城市的总体布局和地形特征。同时, 运用无人机倾斜摄影技术, 搭载五镜头相机, 从垂直、前、后、左、右五个角度对规划区域进行拍摄, 获取精度达5~10厘米的影像数据, 全面采集地物的纹理和空间信息。另外, 采用地面激光扫描技术以车载和背包两种形式对城市街道和建筑物进行了近距离扫描以获得毫米级高精度点云数据并准确记录了建筑物表面凹凸和装饰细节。采用多源数据融合处理的方法, 利用专业三维建模软件实现了卫星遥感影像, 无人机倾斜摄影数据与地面激光扫描点云的数据融合, 构造了包括地形、建筑、道路、水系在内的全要素三维数字模型。模型既真实地还原城市现状又具有高可交互性与分析功能^[2]。

规划团队在此模型的基础上进行了不同功能区的布局仿真分析。例如: 在商业中心区位选择规划中, 将周围交通流量, 人口分布及地形地貌等信息以模型的形式直观地展现出来, 并结合大数据分析技术对不同区位选择方案中人流量和车流量的变化规律进行仿真, 准确地评价最佳区位。最后选定的商业中心位置使得其可达性增加了30%, 同时周围的配套设施布局也变得更为合理, 从而有效推动城市副中心规划的科学性和前瞻性。

2.2 地下管线精确定位与管理

着手老旧城区改造工程期间, 鉴于地下管线的复杂性以及数据匮乏, 采用高精度测绘手段对地下管线

作者简介: 赵瑞雄(1991-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 测绘工程。

实施了调查及治理,先使用工作频率在 1 MHz ~ 1 GHz 的探地雷达,基于地下介质高频电磁波传播特征探测地下管线,不同介质里,电磁波与界面相碰时会产生反射,就反射波的时间而言,对强度信息开展分析可判断管线位置、方位与埋深。同时借助 GNSS 定位技术,达成了复杂城市环境里老旧小区地下管线分米级定位精度的综合检测。为获得更缜密的管线周边环境信息,本文提及三维激光扫描技术凭借毫米级精度得到管线周围环境三维信息,将探地雷达的探测数据、GNSS 定位信息和三维激光扫描数据融合在一起,成功搭建起可动态更新的地下管道数据库。例如:在一处老旧小区改造期间,依靠该技术的协助完成地下管线定位,从而杜绝施工期间损坏管线的现象出现,基于测绘数据对管线布局做优化,添加地下综合管廊搭建,对气管线实施统一规划管理,该小区地下管线的事故率降低了 80%,而管线维护效率增进了 50%,极大地增进了地下管线管理的效率与安全性能。

2.3 智能交通系统规划与优化

在智能交通系统的建设过程中采用卫星定位、惯性导航和地面移动测量等综合技术,以构建一个全域的高精度交通地图。该方法利用卫星定位系统获得道路绝对位置信息、惯性导航系统提供卫星信号遮挡区域内连续位置与姿态信息、地面移动测量车携带激光雷达等、高清相机和其他装置,精细化扫描路面,得到路面曲率、坡度、车道线方位、交通标志及信号灯方位,最终使定位精度达到亚米级水平,某些自动驾驶区域的地图精度甚至达到厘米级水平。结合车联网技术对实时交通流量数据和高精度地图进行整合以达到优化智能交通信号的目的。例如:深南大道这类繁忙路段通过设置于该路段的地磁传感器和视频监控设备实时获取车辆运行轨迹数据并将其传送到智能交通系统中。该系统根据高精度测绘得到的道路信息及实时车流量数据采用智能算法动态调节信号灯配时,准确地把绿灯时长调节到秒级。在一段时间的行驶后,路口的通行效率增加了 20% ~ 30%,而车辆的平均等候时间也缩短了 15 ~ 20 秒。同时根据高精度测绘得到的道路坡度和曲率数据对智能公交专用道进行了合理的规划。规划时充分考虑公交车辆运行特点及安全需要,保证公交专用道坡度平坦及转弯半径的合理性,从而保证了公交车辆运行的安全性和效率。

2.4 城市微气候分析与调控

高精度测绘技术对城市微气候的优化起到了至关重要的支撑作用。首先对地形进行厘米级精度测绘,

准确地得到地形起伏变化、高程数据和其他信息。同时实现了建筑精细化建模,既精确地记录了建筑外形轮廓又精确地建模了建筑外立面材质和门窗位置细节,体现建筑在微气候中的作用。利用包括风速、风向、温度和湿度在内的气象监测数据,采用计算流体力学(CFD)模型来模拟微气候的变化。例如:在雄安启动区的规划中,根据模拟结果对建筑布局和绿地规划进行优化,并创建通风廊道。通过对建筑物间距、朝向及高度进行调节,使其形成利于空气流通通道,同时合理布局公园、绿地等开敞空间以提高城市绿化面积。根据实际的监测数据,启动区的核心区域在夏天的高温时段,平均温度下降了 1 ~ 2 °C,而相对湿度增加了 5% ~ 10%,这有效地缓解了热岛效应。同时通风条件好还有利于污染物扩散和空气质量提高。另外,微气候改善也促进了居民舒适度的提高,并吸引更多的人才与企业进驻。

3 高精度测绘技术在城市规划中的创新举措

3.1 多源数据融合的动态监测

多源数据聚合动态监测,为高精度测绘技术在城市规划领域应用的重大创新范例,在实际应用操作阶段,该技术把卫星遥感资料、航空摄影测量的数据、地面物联网传感器信息和地理信息系统的相关数据融合在一起^[3],基于卫星遥感数据拥有周期性及广泛的监测手段,就如高分二号卫星,能获取 0.8 米分辨率的图像,以此在宏观范畴控制城市的整体空间变迁;航空摄影测量技术展现出更高的精准程度,某些无人机拍摄能实现 5 厘米的分辨率,从而采集城市的细节片段。地面上的物联网传感器装置,像安装于道路、桥梁及建筑物的位移与震动传感器,可实时采集有关结构健康的数据。例如:宿迁市在城市生命线安全工程建设实施阶段,针对燃气爆炸、供水管道破裂、城市积水和桥梁塌落等风险情形,归集了 131 个核心监测监管需求。设立全市统一规格的物联感知平台及视频中台,搭建先进的城市物联感知模式,实现约 90 类 1 300 万条数据上报,促成 18 类约 40 万条数据的共享,运用时空数据挖掘与多源数据融合技术对燃气进行了全面分析,排水等市政基础建设的相关数据,在燃气管线监测进程里,采用管线位置高精度的测绘数据,把周边环境影像数据和燃气压力传感器数据整合好,进而实现对燃气管线泄漏风险的动态评估。

3.2 人工智能辅助规划决策

采用机器学习以及深度学习的人工智能算法处理大量测绘数据,对城市人口分布与经济发展数据展开

深度剖析，譬如依托高精度地图对道路进行分析（建筑物分布数据以及交通流量监测数据等），人工智能模型能预察不同地区未来交通需求的变化情形，由此为交通设施规划给出准确的支撑。其数据处理速率比传统人工分析快出几倍，可在较短的时间里处理好TB级数据量，极大增强了规划及决策效率，在推进国土空间规划智能应用场景构建时，重庆顺利把人工智能与地理信息系统融合在一起，地图影像可对城市里的建筑物，自动对水域及其他要素做分类识别，支持国土空间规划的实施。规划师借助这一技术能迅速获取城市现状的精准信息，当编制新区规划或旧城改造方案时，采用人工智能模型模拟城市在各种规划方案下的发展趋势，诸如人口增长走向与土地利用的变化情形，经由对几种模拟结果开展比较分析，规划师可通过更科学的途径筛选出最优规划方案，有效避开传统规划决策可能存有的主观偏差，使城市规划更契合实际发展情势，加强规划的前瞻眼光与科学性^[4]。

3.3 虚拟现实技术的规划展示

通过对高精度测绘得到的城市三维模型和VR技术进行整合，创建一个高度真实的虚拟城市环境。使用者可沉浸在规划方案的城市空间之中，比如在虚拟环境下徜徉在规划商业街上，体验街道尺度，建筑风格和周围景观氛围等。该展示方式突破了传统二维图纸或者静态三维模型展示的限制，给决策者，公众一个更加直观和综合的体验。VR设备刷新率一般都能达到90Hz或更高，与高分辨率显示屏结合在一起，能呈现精致流畅的虚拟场景使用户得到接近于现实的感觉。例如：对某市滨水区域进行规划展示时，采用高精度测绘搭建了包括地形、水系、既有建筑和规划建设等三维模型，然后借助VR技术进行展示。在演示时，市民可自由切换各个时间点，观察规划方案中昼夜和四季不同结果，也可实时调节观察视角，对规划细节进行地面和空中多角度考察。这种身临其境的感受使大众对规划意图有了更加深刻的认识，并主动参与规划反馈。规划团队依据公众反馈信息优化和调整规划方案，使得最终规划成果更加贴近公众需求并推动城市规划民主化进程^[5]。

3.4 区块链技术保障数据安全

区块链具有分布式账本和加密算法的特点，保证了测绘数据和相关规划数据具有完整性，不可篡改和可追溯。数据采集阶段将测绘数据实时记录并加密存储于区块链节点中，每一个数据块均含有上一个数据

块哈希值构成链式结构，数据输入后不能恶意篡改。比如在城市地下管线测绘资料存储方面，采用区块链技术之后，每次管线位置、性质等资料更新均有完整的记录和无法变更，确保资料的真实性和权威性。在数据的共享和流通过程中，区块链技术构建了一个既安全又可靠的共享策略。不同的参与主体，如规划部门、测绘单位和建设企业都可以通过区块链网络实现数据安全共享，而不必担心数据泄露或者非法篡改。例如：某市新区规划项目中涉及多部门、多企业数据交互问题。通过建立区块链数据共享平台将各参与方上传的高精度测绘数据、规划设计方案等加密存储在区块链中。项目审批时，有关部门可以安全准确地获得授权范围内所需要的数据，并将审批流程的每个步骤操作都记录到区块链，实现了数据全流程透明化和可追溯化，为城市规划项目顺利开展提供了扎实的数据安全保障，切实提高了城市规划管理效率和信誉。

4 结束语

高精度测绘技术通过其高分辨率、高精度与高效率的特性，为城市规划提供了全新的技术范式。将高精度测绘技术运用到城市规划当中并进行革新，通过采集海量空间数据，深度介入规划全流程，显著提高了城市规划效率和质量，也为我国城市有序发展打下了坚实的基础。未来，随着5G、物联网、大数据等先进技术的持续突破，高精度测绘技术将与之深度结合，对城市规划起到更加有力的促进作用，有利于城市治理现代化和可持续发展目标的达成。

参考文献：

- [1] 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.
- [2] 肖雄军,邓杰.城市工程测绘技术在智慧城市规划中的应用研究[J].科技创新与应用,2024,14(30):193-196.
- [3] 蔡寿良.城市规划中的基础地理信息测绘技术探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024(27):145-147.
- [4] 黄铭,覃现,李奇,等.新型基础测绘技术的研究与应用[J].测绘通报,2024(S2):46-49.
- [5] 韩雨兴.三维测绘技术在城市规划中的应用研究[J].房地产世界,2024(17):149-151.