

面向智慧城市建设的地理信息测绘关键技术研究

张高娜

湖北天地云地信科技集团有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i6.2371

[摘要] 智慧城市建设对空间信息的精细化表达与实时更新提出更高要求,使地理信息测绘向综合感知、智能处理与多维表达加速演进。本研究围绕智慧城市场景下的核心测绘技术,对高精度空间数据获取、三维建模与遥感解译以及时空大数据分析等关键环节进行系统阐述,并探讨其在城市治理、设施管理与动态监测中的适配性与技术价值。研究指出,测绘技术在精度、效率与智能化水平不断提升之时,也在推动城市运行体系的数字化基础逐步稳固,使智慧城市的治理能力在多源信息融合与空间认知增强的支撑下获得新的发展空间。

[关键词] 智慧城市; 地理信息测绘; 空间数据获取; 三维建模; 时空大数据

中图分类号: P2 文献标识码: A

Research on Key Technologies of Geographic Information Surveying and Mapping for Smart City Construction

Gaona Zhang

Hubei Tiandi Yun Geomatics Technology Group Co., Ltd.

[Abstract] The construction of smart cities requires higher precision expression and real-time updating of spatial information, accelerating the evolution of geographic information surveying towards comprehensive perception, intelligent processing, and multidimensional expression. This study focuses on the core surveying and mapping technology in smart city scenarios, systematically elaborating on key aspects such as high-precision spatial data acquisition, 3D modeling and remote sensing interpretation, and spatiotemporal big data analysis, and exploring their adaptability and technical value in urban governance, facility management, and dynamic monitoring. Research has shown that while surveying and mapping technology continues to improve in accuracy, efficiency, and intelligence, it is also promoting the gradual stabilization of the digital foundation of urban operation systems, enabling the governance capabilities of smart cities to gain new development space under the support of multi-source information fusion and spatial cognition enhancement.

[Key words] smart city; Geographic information surveying and mapping; Space data acquisition; 3D modeling; spatiotemporal big data

引言

智慧城市建设的深入推进,使空间信息基础的可靠性与精细度愈发重要,而测绘技术在这一框架中的地位日益凸显。城市结构日趋复杂,运行机制呈现动态化、多维化特征,这使空间信息需求从静态描述扩展为连续感知,数据类型也随产业与治理场景的增多而更显多元。以往测绘成果多偏向静态呈现,而当下城市治理、生态监测、设施巡检与运行调度等领域,对高精度空间数据的依赖已明显增强;在这种背景下,新的数据获取方式、三维表达模式以及智能识别手段逐渐进入核心技术序列,构成支撑智慧城市的重要能力环节,使城市的空间认知体系能够随更新周期、运行节奏与治理需求而不断调整。

1 智慧城市对地理信息测绘提出的新需求

1.1 城市治理现代化对高精度空间信息的需求强化

在智慧城市运行体系不断扩展的背景下,空间信息的精度、完整性与更新频率已成为治理能力提升的关键基础,而高精度数据的重要性也在城市决策环节中表现得愈加明显^[1]。城市形态日益多维,地下设施、立体交通、生态网络相互交织,使测绘数据不再只是位置描述工具,而是支撑治理模型、运行算法与监管体系的核心资源。治理活动若要在复杂城市结构中保持持续性与有效性,空间信息的误差容限便被压缩至极低水平,城市规划、隐患排查、设施监测等场景对厘米级乃至更高精度的需求不断增强,而这种需求的扩大也反向推动测绘技术在采集方式、

数据结构与表达范式上持续革新。随着城市治理更加依赖实时反馈,高精度空间数据的价值已从辅助功能转为系统性支撑,使城市运行在精确定位与动态识别的基础上具备更强的调控能力与执行能力。

1.2城市数字化转型中对多源时空数据融合的迫切需求

在智慧城市的整体架构中,多源时空数据的融合是支撑动态认知与综合判断的重要环节,遥感、激光点云、物联网感知设备以及移动测量平台在同一系统内协同工作,使城市的空间场景被不断描绘、修正与增量更新。城市运行状态往往呈现多尺度叠加与高频变化的特征,而单一数据源难以完整呈现这种复杂性,不同来源的数据不得不汇聚为统一框架,使城市具备整体感知能力。随着治理需求向细颗粒度与高时效方向演进,数据融合的意义不再局限于技术层面,而是直接关系城市风险识别、资源调配与运行调度的效率与可靠性;多源数据的共同作用,使城市在面对交通流量变化、重点设施压力增长或突发事件时能够更早识别变化信号,形成更具弹性的运行逻辑与更稳健的管理路径。智慧城市对测绘技术提出的这一要求,是城市数字化转型的重要推动力,也使空间信息体系在未来的应用边界中拥有更广阔的发展空间^[2]。

2 面向智慧城市建设的地理信息测绘关键技术体系

2.1高精度空间数据获取技术的协同演进

在智慧城市建设整体框架中,高精度空间数据是支撑城市运行与治理模型的重要基础,而数据获取技术的持续演进,使空间表达能力从单一维度走向多维协同。GNSS高精度定位、激光雷达扫描、倾斜摄影测量以及车载移动作业平台的联合应用,使城市空间的真实结构得以清晰呈现,街区肌理、立体交通、地下设施与生态要素在统一的数据体系中被不断完善。随着传感器性能提升与平台轻量化趋势增强,数据采集的密度和速度显著提高,使测绘成果具备更强的实时性和可更新性。城市治理在这种技术支撑下能够更准确识别细微变化,而安全监管、设施运维与规划管理也因数据粒度的提升而获得更充足的判断依据,使精细化治理具备坚实的数据基础。高精度采集技术的协同发展,使智慧城市的空间底图从静态资源转向动态资产,为后续智能分析提供可靠支撑。

2.2三维城市建模技术的精细化拓展

随着城市空间结构愈加复杂,三维建模技术在智慧城市场景中的价值不断上升,而城市数字模型的精细化程度也在决定系统识别、模拟与预测能力的上限。倾斜摄影、激光点云、BIM构件数据与街景影像在同一模型框架中的融合,使建筑物形态、街巷层级、附属设施与地表要素被语义化表达,城市空间不再只是几何外壳,而是具备可计算性的数字结构。三维模型在可视化呈现方面的扩展,使城市运行系统拥有更直观的表达方式,而其在模拟与推演中的作用更是显而易见,交通流组织、容积率判定、通风廊道分析乃至灾害场景推估都在模型中获得更高精度的技术支持^[3]。精细化三维建模的推广,使智慧城市决策从二维平面走向立体认知,使治理体系具备处理空间复杂性的能力,使

测绘成果成为驱动城市数字化思维的重要媒介。

2.3遥感智能解译技术的算法化升级

在城市运行节奏不断加快的背景下,遥感数据的时效性与分析效率已成为关键技术指标,而智能解译技术的加入,使遥感成果不再依赖大量人工解读,使城市变化能够被迅速识别。深度学习模型在地物分类、目标检测与变化监测中的引入,使植被退化、地表沉降、建筑扩展、路网变化等信息以更高精度呈现,且解译结果的稳定性不断增强。城市生态监测、水体质量预判、热环境识别等任务也因光谱分析与时序影像处理能力的提升而具备更多应用空间。遥感影像在多尺度、多角度、多平台间的加速融合,使智能解译技术成为智慧城市早期识别风险、监测趋势与支持决策的重要能力,使测绘体系具备更敏锐的空间洞察力,使数据生产与城市事件发生之间的时间差被不断缩短。遥感智能化所带来的信息敏捷性,使智慧城市在面对复杂环境时具备有效应对的基础。

2.4时空大数据分析技术的模型化深化

智慧城市运行蕴含着行为模式、事件链条与空间规律,而这些规律的呈现离不开时空大数据的模型化分析。多源测绘数据与城市运行数据在同一体系内聚合,使交通流、功能区活跃度、人口分布演化、设施状态变化等要素在时间轴上逐渐呈现连续性,使城市运作的结构更清晰地被识别。统计模型、时序分析方法与机器学习算法在空间数据中的嵌入,使城市运行指标具备预测能力,使管理者能够在变化尚未外显之时洞察潜在趋势。随着数据源不断扩展,时空分析的范式也在由经验驱动转向模型驱动,使智慧城市的决策者拥有更科学的判断依据。时空大数据不仅拓展了测绘成果的应用深度,也促使城市治理从被动响应转向主动调控,使城市的弹性、韧性与综合运行效率在科学推演的支持下不断增强。

3 智慧城市测绘技术的综合应用与发展趋势

3.1时空大数据分析在智慧城市运行中的深度应用

随着城市运行体系向数字化逻辑不断转换,时空大数据的分析能力日益成为支撑城市治理的重要引擎,而海量数据在时间序列中的变化趋势、空间结构中的分布规律以及跨区域流动中的关联特征,使城市具有前所未有的可观测性。测绘成果与运行数据的深度结合,使城市交通组织、人口活动预测、设施运行监测等工作能够摆脱以往的静态机制,使管理者更早识别潜在压力点,也更容易捕捉运行背后的动力结构。例如,在部分沿海城市的交通优化实践中,管理部门借助时空分析模型识别早晚高峰的拥堵演化链条,将测绘获得的道路断面特征与车辆流量时序数据结合,使局部调控节点被精准标定,交通诱导策略的有效性随之显著增强。这类实践显示,当时空大数据被引入城市治理核心环节,城市运行的可塑性便得以提升,使空间决策更加具有前瞻性和韧性^[4]。

在深入分析不同类型城市应用需求后,可将典型时空数据应用场景总结如下,表1展示了主要场景及其技术关注重点,有助于进一步理解智慧城市运行的复杂结构。

表1 典型时空大数据应用场景及关键技术关注点

应用场景	数据特征	技术关注重点
交通拥堵预测	高频流量数据、道路结构数据	时序预测模型、空间回归、动态可视化
人口活动监测	多源活动点数据、热点区变化	聚类算法、密度分析、行为模式识别
设施健康评估	传感器监测数据、结构特征参数	异常检测模型、阈值识别、寿命预测
城市热点事件识别	社会感知数据、遥感影像变化	多模态融合、快速定位、趋势分析

3.2 测绘技术在智慧城市中的系统集成与平台化发展

随着智慧城市平台体系逐渐成形,测绘技术在其中承担的角色正从单纯的数据提供者转向综合性的空间认知支持者,城市信息模型(CIM)、数字孪生平台与多源感知网络的融合,使测绘成果能够在更广泛的场景内参与决策。在城市运行结构愈加复杂的当下,空间数据的连贯性与系统性显得尤为重要,而平台化集成正好为这种需求提供了稳定框架。以某北方城市的数字孪生示范区为例,项目采用“测绘底图+实时物联网数据+三维场景模拟”的协同架构,使交通、能源、环境与市政运行在同一平台中被快速调取、关联判断与综合呈现。当冬季暴雪导致市政设施负荷接近临界值时,系统自动调取测绘数据中记录的设施运行特征,预测潜在风险并提示管理部门进行提前干预,使城市运行始终保持在可控阈值内。

某地在建设智慧水务平台时,将水质监测数据和遥感影像中的水域边界变化联合分析,使污染扩散的时间尺度被准确捕捉,治理措施得以更高效地实施。综合来看,测绘技术的系统平台化正让城市治理由点状响应走向网络化认知,使决策链条中的信息障碍不断缩小,为智慧城市建设提供更具支撑力的技术基础。

3.3 测绘技术未来发展的智能化与协同化趋势

测绘技术在智慧城市的未来发展中展现出高度智能化与协同化的方向,算法升级、装备智能化和跨部门数据联动将构成重要动力。随着人工智能模型的精度不断提升,地物识别、模式抽取与趋势推演具备更高的可靠性,使测绘数据从描述性成果转向预测性资产,而这种转变正在推动更多应用场景向深层次认知靠近。例如,某西部大型城市在山体滑坡监测中采用融合式智能模型,将地形测绘、降雨量时序变化与位移传感数据放入统一分析框架,模型可提前识别微弱但持续增长的位移信号,使区域监管部门得以依托预警信息提前部署防护措施,显著提升了山

地城市在自然风险中的应对能力。

协同化趋势正在治理体系中进一步扩散。智慧城市建设需要规划、交通、市政、环保等多部门共享空间底图,当测绘成果具备开放接口、快速更新和语义化表达后,跨部门协同将更具效率。某南方城市在推进城市更新时,采用联合测绘模型将规划部门的土地利用数据、交通部门的路网时空特征与市政部门的地下管线模型融合,使旧城片区改造方案得以在多约束条件下迅速模拟,多版本方案的优劣对比也借助三维场景实现可视化呈现,使决策过程更加透明、高效与科学。

面向未来,当测绘技术继续迈向智能算法、自动化装备与高频感知网络的综合体系时,城市运行的空间认知能力将不再被传统技术手段限制,动态治理体系将因此获得更开放的创新空间,使智慧城市具备更强的成长性。

4 结语

在智慧城市建设不断深化的趋势中,地理信息测绘的技术体系正与城市治理的需求形成愈加紧密的联动关系,而更高精度、更强表达能力与更智能的分析框架,正在共同塑造城市运行的新基础。城市空间的复杂性与动态性,使测绘技术的创新始终处于开放状态,其潜在在多源数据的融合、智能算法的应用以及平台体系的扩展中不断释放,使城市在面对资源配置、风险应对与运行调度等任务时展现出更稳健的支撑力。随着测绘技术与治理理念的协同深化,城市的空间认知体系将持续更新,使智慧治理的边界在不断演进中被重新塑造,城市未来的可持续发展也因此具备更扎实、更具弹性的技术底座。

[参考文献]

- [1]高泰煦,周金枝.智慧城市建设下测绘地理信息技术运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(34):104-106.
- [2]谈驰翔.基于智慧城市建设的测绘地理信息技术研究[J].中国高新科技,2025,(12):82-83+86.
- [3]杨昭婷.关于智慧城市建设与测绘地理信息高新技术的探讨[J].测绘技术装备,2017,19(03):39+38.
- [4]刘国生,吕文斌.测绘地理信息技术在智慧城市建设中的应用研究[J].网络安全和信息化,2025,(04):25-27.

作者简介:

张高娜(1995--),女,汉族,湖北黄冈人,本科,助理工程师,研究方向:地理空间信息。