无人机倾斜摄影测量在城乡规划测图中的实施路径

张 阳
承德市自然资源和规划局高新技术产业开发区分局，河北 承德 067000

[摘要]城乡规划测图广泛采用了无人机倾斜摄影测量技术，采用搭载倾斜相机的无人机获取多角度影像，配合先进的影像处理及三维重建技术，可快速产出高精度的地图数据，该技术大幅增进了测图的精度和工作效率，而且在使成本降低、操作难度减小方面有明显长处，随着无人机技术的逐步发展，其在复杂地形及城市规划方面的应用潜力会不断扩大，为城乡规划提供更精确且高效的数据后盾。

[关键词]无人机倾斜摄影测量；城乡规划；测图精度；数据处理；技术应用
DOI：10.33142/ect.v3i5.16456 中图分类号：P23 文献标识码：A

Implementation Path of Drone Oblique Photogrammetry in Urban and Rural Planning Mapping

ZHANG Yang
Chengde Natural Resources and Planning Bureau High-tech Industrial Development Zone Branch, Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract: Urban and rural planning mapping widely adopts drone oblique photogrammetry technology, which uses drones equipped with oblique cameras to obtain multi angle images. With advanced image processing and 3D reconstruction technology, high-precision map data can be quickly produced. This technology greatly improves the accuracy and work efficiency of mapping, and has obvious advantages in reducing costs and operational difficulties. With the gradual development of drone technology, its application potential in complex terrain and urban planning will continue to expand, providing more accurate and efficient data support for urban and rural planning.

Keywords: unmanned aerial vehicle oblique photogrammetry; urban and rural planning; mapping accuracy; data processing; technical application

引言

在城市化的进程当中，城乡规划测图意义重大，传统测量方法被精度、效率及高成本等问题所束缚，面临重重困境，采用无人机的倾斜摄影测量技术，依托其高效、低投入及高精度等长处，日益成为城乡规划测图的全新手段，这项技术借助多角度影像采集与三维重建手段，可快速产出精准的地图数据，打破传统测量手段的束缚，增进城乡规划工作的精度及效率水平，文章着眼于探讨无人机倾斜摄影测量在城乡规划中的应用潜在能力，进而提出优化办法。

1 无人机倾斜摄影测量技术的基本原理与特点

1.1 无人机倾斜摄影测量的工作原理

无人机倾斜摄影测量借助搭载倾斜相机系统的无人机对地面展开拍摄，采用获取地面各异角度的影像资料，且与现代计算机视觉和图像处理技术相结合，针对这些影像实施三维重建，摄影测量乃是借助摄影图像里的几何信息来对物体或场景实施测量的技术，所谓倾斜摄影，即相机以倾斜角度实施拍摄，一般会在较宽广视角区间内采集多张图像。特定软件算法针对这些图像实施图像匹配及空间解析，最终生成带三维坐标的地物模型，无人机平台的技术亮点有灵活性高、飞行平稳性强、操作简便易行，让其能够迅速覆盖大范围的区域，顺利完成数据采集，结束数据采集之后，经过影像处理实施精度校正，得到高精度的三维地图资料，也能为后续的分析及应用提供支持。

1.2 无人机倾斜摄影测量的主要优势

无人机倾斜摄影测量有诸多优势，高精度与高分辨率便是其中主要的一个，处于合适的飞行高度并采用恰当摄像头配置时，倾斜影像的精度可实现厘米级水平，可精准捕获地物的空间特性，构建周全的三维模型，跟传统地面测量方式相比较，无人机倾斜摄影测量展现出低开销与高效能的特性。鉴于无人机有覆盖大范围区域的本事，缩减了人工测量的时间成本及人力需求，且能在较短时段内完成数据的采集，显著提高了工作效率水平，无人机测量呈现出较强的灵活及适应性能，可在复杂地形、城市空间，甚至恶劣气象条件下开展测量工作，展示出颇具潜力的应用前景。

1.3 技术发展趋势与前景

伴随无人机技术的不断演进，尤其是飞行控制系统、传感器技术和数据处理能力得到显著提升，无人机倾斜摄影测量的应用将越来越多地被采用，无人机在精度、稳定性与智能化水平上不断提升优化，让其得以满足更多复杂环境下的测量要求，伴随多传感器融合技术的进步，无人机可搭载各式各样的传感器，诸如激光雷达（LiDAR）、红外成像设备这般，实施数据的融合处理，让数据采集的全面度和精准度更上一层楼。伴随智能化技术持续的突破，无人机在自动飞行、数据自动处理及实时监测等方面能力逐步提升，能更高效地应对复杂的测量任务，伴随大规模

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

建设项目与城乡规划的增长，市场对无人机倾斜摄影测量的需求将不断攀升，日后会成为城市管理、地理信息系统（GIS）、基础设施建设等领域必不可少的关键工具。

2 无人机倾斜摄影测量在城乡规划测图中的应用现状

2.1 城乡规划测图的传统方法

传统城乡规划测图手段一般依靠地面测量技术，借助全站仪、GPS、经纬仪等工具完成数据采集，实施这些方法需要进行大量人工操作，尤其是在复杂的地形与城市环境里，测量工作既耗费时间又消耗大量精力，鉴于要开展大量的实地操作，传统方法的数据采集存在明显的局限，且数据处理环节也极为复杂，要执行冗长的计算及校正，同时精度也容易受天气、地形等因素的牵扯，针对山地或建筑密集区域的测量，往往得采用高空测量或进行多次回访，造成工作效率不高，传统测量方法存在着诸如成本高、周期长、数据处理难度大等显著缺陷，这使得其在大规模城乡规划中渐渐无法顺应现代需求。

2.2 无人机倾斜摄影测量的实际应用案例

伴随着无人机倾斜摄影测量技术的普及，国内外诸多成功应用实例，显示出其在城乡规划方面的巨大潜力，在北京市城市更新项目里，依靠无人机倾斜摄影测量，对老城区进行高精度三维模型构建，此过程借助无人机迅速采集建筑物、道路、绿地等各类地物的多视角影像，跟着做数据处理这一步，创建三维空间模型，为城市更新和基础设施的改造精准提供数据后盾。美国以及澳大利亚在多个城市规划项目中采用了无人机倾斜摄影技术，特别是在大规模城市数据采集及地形建模过程中表现良好，处于这些项目期间，采用无人机极大地提升了工作效率，降低了数据采集的时长，降低了人力成本消耗，而且产出了精度比传统测量方法更高的测绘成果。

2.3 技术适用性与应用挑战

虽说无人机倾斜摄影测量技术在城乡规划方面展现出庞大的应用潜力，然而在不同的地形与环境里，适用性还是存在一定挑战，处于山区或是复杂的城市环境里，需根据实际状况对无人机飞行高度的界定、传感器的选用及飞行路径予以精细化设计，也许会出现数据缺失或精度下滑。尤其在城市的人口密集区，信号屏蔽状况恶劣，让无人机飞行的稳定性与数据采集的准确性受到干扰，尽管无人机在精度范畴有了较大跃升，但还是有一定的误差现象存在，尤其是当面临精细测绘要求较高的场景时，精度与准确性仍需进一步验证且提升。国家和地区在无人机飞行相关法律法规上的限制各有不同，诸多地区对无人机飞行的高度、范围及时间作出严格限定，这在一定程度上缩减了它的应用范畴，某些国家及地区规定，无人机禁止飞达特定空域，部分城乡规划项目中，这种情形也许会让测量任务无法按时完成，怎样克服这些技术跟政策的挑战，推动无人机倾斜摄影测量技术顺利投入应用，依旧是一个急需攻克的难题。

3 无人机倾斜摄影测量在城乡规划中的实施路径

3.1 技术准备与设备选择

在实施无人机倾斜摄影测量操作前，首要职责是选出恰当的无人机平台及传感器，无人机平台的选型，要根据测量区域大小、飞行高度要求及负载能力而定，采用大型无人机可达成长时间飞行与搭载多种传感器的目标，小型无人机可开展小范围区域的快速测量。从传感器选择的角度，倾斜摄影测量一般借助高分辨率多镜头相机来采集不同角度的影像数据，按需还能选用激光雷达（LiDAR）、热成像这类传感器，规划飞行任务，需考虑诸如飞行路径、飞行高度、拍摄角度等要素，以保证采集的数据全面且无差错，在数据传输这一范畴，现用技术可达成实时传输，保证数据能迅速回传做后期处理工作。

3.2 数据采集与处理流程设计

数据采集是无人机倾斜摄影测量的核心要素，大多借助无人机于规定区域飞行实施拍摄，且保证每张影像有恰当的重叠程度，以助后期开展图像匹配活动，于倾斜影像采集期间内，需精准把控相机的倾斜与拍摄角度，从而保证获取最为全面的地面信息。结束数据采集这一环节，紧接着进入数据预处理及校正环节，这涉及影像的几何校正工作、光照调节事宜以及噪点去除步骤，经处理的数据可创造出 3D 点云和三维模型，采用专业的建模系统，再生成高精度的地理信息数据成果，为城乡规划工作提供基础数据后盾。

3.3 质量控制与精度验证

无人机倾斜摄影测量中，质量控制为重要一环，尤其是开展精度验证及数据校准工作，精度验证标准一般根据项目特定需求而定，常把结果与传统地面测量数据进行对比，以及以不同途径对无人机传感器精度加以校准，合理地飞行规划、数据采集模式以及后期处理技术用以保障数据质量控制，校准和修正技术采用实时数据监测与飞行期间动态调控，保障所采集影像与地物空间位置相一致，进而符合所要求的精度水平。

4 无人机倾斜摄影测量对城乡规划测图质量的提升

4.1 测图精度的提升

借助高精度传感器与多角度影像采集，无人机倾斜摄影测量技术，明显拔高了城乡规划测图空间数据采集的精确水平，由于无人机具备在较低飞行高度开展高分辨率拍摄的本事，能得到传统测量方法难以捕捉的细节与地物内容，借助后期的图像处理及三维建模技术，可以精准地还原出地物的三维空间位置，实现了厘米级甚至毫米级的测量精确效果，特别契合高精度要求较高的城乡规划项目范畴，诸如建筑物高度、道路宽度、绿地分布方面的细致测

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

量，这种精度的上扬，不仅提升了城乡规划设计的可靠水平，也能为后期城市发展奉上更为精准的数据支持。

4.2 提高工作效率与缩短周期

借助无人机倾斜摄影测量，城乡规划测图工作效率大幅上扬，与传统的测量手段对比，于短时间中，无人机可覆盖大面积区域，收集大量影像素材，借助实时的数据传输以及云平台处理手段，即刻生成三维模型跟地理信息数据，此流程显著压缩了数据采集及处理的周期长度。传统地面测量大多需要数天甚至数周时长，而无人机进行测量只需数小时就能完成，而且自动化图像处理技术让结果生成的速度大幅加快，降低了人为介入的时长，由于无人机于飞行过程里可灵活变更飞行路线及高度，进一步让作业的灵活性和效率更上一层楼，从而让时间与成本得以大量节省。

4.3 对传统测量手段的补充与替代作用

复杂环境下，无人机倾斜摄影测量技术应用优势凸显明显，传统测量手段碰到山区、城市高密度建筑区等复杂地形的时候，往往会遭遇数据完整获取困难、精度不佳、操作繁琐等情形，而无人机能迅速获取整个区域影像，尤其是在城市高楼密布或地形复杂区域里，能从多样角度与不同视野开展数据采集，克服了传统方式的盲区以及精度方面的误差。在部分难以触及的地点，无人机经自动化飞行与影像采集途径，可轻松搞定测量相关任务，一定程度上，传统地面测量被无人机倾斜摄影测量替代了，尤其在对大规模、高效率有要求的城乡规划项目里面，无人机的应用呈现出更灵活高效的解决策略，作为传统测量法的关键补充要素。

5 无人机倾斜摄影测量技术面临的困境与发展路径

5.1 技术与设备的局限性

即便无人机倾斜摄影测量技术在城乡规划中体现出巨大潜力，但依旧存在着特定的技术与设备局限性，无人机受飞行高度限制，在高精度数据采集时有所约束，尤其是在像城市高楼、山区等复杂环境情形下，飞行高度若过高，或许会造成影像分辨率降低，降低数据精准度，无人机搭载的传感器存在兼容性及融合上的问题，不同类别的传感器在采集数据时，也许存在信息不相符的情况，如何实现多源数据的有效融合以增进测量精度，依旧是一项技术壁垒。

5.2 法律与法规的限制

严格的法律和法规在全球范围内约束着无人机的使用，许多国家和地区针对无人机飞行的高度、允许飞行的区域及飞行时间作出规定，这在一定程度上阻碍了无人机在城乡规划测图应用的开展，尤其是在城市核心区域或机场周边，飞行高度及飞行权限的限制，也许会增加测量任务难度，城乡规划测图领域中，无人机相关法律法规尚不完备，怎样平衡技术进步与法律规制，保障无人机测量实现合法与安全，为当下亟待化解的一个麻烦。

5.3 未来发展方向与创新

自动化与智能化层面，无人机倾斜摄影测量技术将不断进步，伴随人工智能跟机器学习技术的启用，无人机将达成自主飞行、智能的数据处理及自适应环境的调整，极大增强操作的效率以及数据精度，跟着高精度传感器与多维度数据集成技术的成长，无人机有机会采集更多元的诸如激光雷达、热成像、超光谱影像等数据，且可实现数据的融合，实现更精准无误、全面覆盖的城乡规划测图，多学科汇聚的技术创新路径，尤其是和人工智能、地理信息系统（GIS）、大数据分析等技术加以结合，将带动无人机测量技术不断革新，开创更繁杂的应用场景格局。

6 结语

城乡规划测图里，无人机倾斜摄影测量技术的应用前景极为可观，其体现高精度、高效率以及低成本的特质，可明显提升测图质量以及工作效率，并有效削减项目成本，飞行高度、传感器兼容性与法律法规等方面依旧面临挑战，随着自动化、智能化技术的演进以及多传感器数据融合的落实，技术的精准度和适用范畴将进一步向上提升，增进跨学科合作及创新成效，克服现有技术及法规的瓶颈障碍，将为城乡规划测图给予更坚实的技术后盾。

[参考文献]

[1]陈文芳.倾斜摄影测量在城市规划中的应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2020(16):10-11.
[2]刘凯,惠伟.基于无人机倾斜摄影测量的乡村规划研究——以天水市梁家门村为例[J].甘肃科技,2021,37(14):69-71.
[3]刘蕊,安逸飞,李卫伟,等.基于无人机低空倾斜摄影测量的乡村空间管理精细化研究[J].北京城市学院学报,2023(4):34-39.
[4]张永刚,张小宏.无人机倾斜摄影测量技术在村庄规划编制项目中的应用[J].测绘通报,2023(1):21-23.
[5]伏金亮,孙祥望,孙政.乡村振兴中消费级无人机摄影测量的应用与评估[J].建筑与文化,2024(1):88-90.

作者简介：张阳（1974.8—），毕业院校：河北科技大学，所学专业：管理信息系统，当前就职单位：承德市自然资源和规划局高新技术产业开发区分局，职务：科员。

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.