

无人机倾斜摄影测量在城市更新中的运用探析

王宏达

沈阳市勘察测绘研究院有限公司，辽宁 沈阳 110004

摘要：城市更新对城市可持续发展意义重大，无人机倾斜摄影测量作为新兴测绘技术，为城市更新提供高效数据获取与分析手段。本文阐述无人机倾斜摄影测量原理及特点，分析其在城市更新中基础数据采集、现状评估、规划设计、施工监测环节的运用，探讨面临挑战及应对策略，旨在推动该技术在城市更新中广泛应用，提升城市更新质量与效率。

关键词：无人机倾斜摄影测量；城市更新；数据采集；规划设计

Exploration of the Application of UAV Oblique Photogrammetry in Urban Renewal

Wang Hongda

Shenyang Surveying and Mapping Research Institute Co., Ltd. Shenyang, Liaoning 110004

Abstract : Urban renewal is of great significance to the sustainable development of cities. As an emerging surveying and mapping technology, UAV oblique photogrammetry provides efficient data acquisition and analysis methods for urban renewal. This article elaborates on the principles and characteristics of UAV oblique photogrammetry, analyzes its application in basic data collection, current situation evaluation, planning and design, and construction monitoring in urban renewal, explores the challenges faced and corresponding strategies, and aims to promote the widespread application of this technology in urban renewal and improve the quality and efficiency of urban renewal.

Keywords : UAV oblique photogrammetry; urban renewal; data acquisition; planning and design

一、无人机倾斜摄影测量原理及特点

(一) 技术原理

无人机倾斜摄影测量通过搭载多镜头相机的无人机，从多个角度对地面物体进行拍摄。一般包括一个垂直向下的镜头和多个倾斜一定角度的镜头，如前后、左右倾斜镜头。在飞行过程中，无人机按照预定航线飞行，各镜头同时获取不同角度的影像数据。利用摄影测量原理，通过对这些多角度影像进行处理，如影像匹配、空三加密、三维重建等，构建出高精度的城市三维模型，能够真实反映地物的外观、位置、高度等信息^[1]。

(二) 技术特点

1. 高效快速：无人机可快速到达作业区域，按照规划航线进行飞行拍摄，短时间内获取大面积区域的影像数据，相比传统测绘方式，大大提高了数据采集效率，能够满足城市更新项目对数据获取速度的要求。

2. 多角度成像：多镜头多角度拍摄获取的影像，能够提供丰富的地物信息，弥补了传统垂直摄影只能获取地物顶部信息的不足，可完整呈现建筑物侧面、道路走向、地形起伏等细节，为城市更新提供更全面的数据基础。

3. 高精度：随着相机技术和数据处理算法的不断发展，无人机倾斜摄影测量能够达到较高的精度，满足城市更新中对建筑物尺寸测量、地形测绘等精度要求，为后续的规划设计、施工监测等环节提供可靠的数据支持。^[2]

4. 灵活性强：无人机操作灵活，可根据城市更新项目的需

求，随时调整飞行高度、航线和拍摄范围，适应城市复杂的地形和环境条件，如狭窄街道、高楼林立区域等，获取传统测绘手段难以到达区域的数据。

二、无人机倾斜摄影测量在城市更新中的运用

(一) 基础数据采集

1. 地形地貌测绘：无人机倾斜摄影测量能够以极高的分辨率捕捉城市地形地貌的细节，获取的高精度三维模型可精确呈现地形起伏、坡度、高差等关键信息。对于城市更新中的场地平整工程而言，这些数据能够帮助施工团队精准规划土方开挖与回填量，减少不必要的施工成本与资源浪费。在道路规划方面，依据地形数据可以合理设计道路的纵坡与横坡，确保道路排水顺畅，提高行车安全性与舒适性。同时，在进行排水设计时，准确的地形数据能够辅助确定排水管道的走向与坡度，保障城市排水系统的高效运行，避免积水内涝等问题。^[3]

2. 建筑物信息采集：利用无人机倾斜摄影测量技术，可对建筑物进行全方位的数据采集，精确获取建筑物的位置、形状、高度、层数等信息，并生成逼真的三维模型。通过对建筑物模型的细致分析，能够深入了解建筑物的结构特征，判断其结构体系是否稳固，是否存在结构安全隐患。对于建筑物的外立面状况，可清晰识别出墙面裂缝、剥落、渗水等问题，为外立面的翻新改造提供准确依据。在建筑物的拆除或新建规划中，这些数据能帮助设计师充分考虑周边建筑物的空间关系，避免施工过程中对既有

建筑造成不必要的破坏，同时确保新建建筑与周边环境相协调。

3. 基础设施信息采集：城市道路、桥梁、地下管线等基础设施是城市运行的重要保障。无人机倾斜摄影测量可对这些基础设施进行全面测绘，获取其位置、走向、管径、材质等详细信息。对于道路和桥梁，能够监测其路面破损、桥梁结构病害等情况，为道路维修和桥梁加固提供数据支持。在地下管线方面，准确掌握管线的分布信息，可有效避免在城市更新施工过程中对管线造成破坏，保障城市基础设施的安全和正常运行。同时，这些数据也为基础设施的更新改造提供了基础，有助于规划更合理、更高效的基础设施网络。^[4]

（二）现状评估

1. 城市空间分析：基于无人机倾斜摄影测量获取的三维模型，进行城市空间分析，如容积率计算、建筑密度分析、绿地率计算等，评估城市现有空间利用情况，找出城市空间利用不合理的区域，为城市更新规划提供依据，以优化城市空间结构，提高土地利用效率。

2. 建筑质量评估：通过对建筑物三维模型的观察和分析，可初步判断建筑物的结构安全状况、外立面破损情况、屋顶防水情况等，为建筑物的质量评估提供直观的数据支持，确定需要重点改造或维护的建筑对象，合理安排更新改造顺序和资金投入。

3. 环境评估：分析城市绿化覆盖情况、水体分布、噪音污染源等环境因素，评估城市环境质量，为城市更新中的生态修复、环境改善提供数据依据，制定针对性的环境治理措施，提升城市生态环境品质。^[5]

（三）规划设计

1. 方案制定：规划者在进行城市更新规划设计时，可依据无人机倾斜摄影测量获取的三维数据，直观、全面地了解城市现状。结合城市更新目标和需求，能够在三维模型上进行虚拟规划，模拟多种规划设计方案。例如，尝试不同的建筑布局调整方案，分析其对城市空间形态、交通流线、日照通风等方面的影响；对道路进行拓宽或新建规划，评估其对周边交通和土地利用的影响；规划增加绿地和公共空间，分析其对城市生态环境和居民生活品质的提升效果。通过对不同方案的对比分析，运用专业的评估指标和方法，选择最优方案，提高规划设计的科学性和合理性，确保城市更新项目能够实现经济、社会和环境效益的最大化。

2. 可视化展示：将规划设计方案以三维模型的形式展示出来，为决策者、设计师和公众提供了直观、清晰的规划意图和效果呈现。通过虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等技术，可让观众身临其境地感受规划后的城市空间，增强沟通与交流效果。决策者能够更直观地评估规划方案的可行性和优势，做出科学决策；设计师之间可以更便捷地交流设计思路，优化设计方案；公众也能够更深入地了解城市更新规划，提高公众参与度，促进规划方案的顺利实施，减少实施过程中的阻力和矛盾。^[6]

3. 日照分析：日照是影响居民生活质量的重要因素。利用无人机倾斜摄影测量生成的三维模型，可运用专业的日照分析软件，准确评估不同建筑布局和高度对周边建筑日照的影响。在城

市更新规划设计中，通过合理控制建筑高度、间距和朝向，确保新建建筑不会对周边既有建筑的日照造成负面影响，满足居民对日照的需求，保障居民的合法权益。同时，良好的日照设计也有助于提升建筑的节能效果，降低能源消耗，实现城市的可持续发展。

（四）施工监测

1. 施工进度监测：在城市更新项目施工过程中，定期利用无人机进行倾斜摄影测量，获取施工区域的实时影像数据。将这些数据与规划设计模型进行对比，能够实时监测施工进度。通过图像识别和数据分析技术，可快速发现施工偏差，如建筑物位置偏移、高度偏差、施工区域范围偏差等。一旦发现偏差，可及时采取相应措施进行调整，如调整施工工艺、增加施工设备或人力等，确保施工按计划进行，避免工期延误，降低施工成本。^[7]

2. 施工质量监测：对施工过程中的关键部位和环节进行详细拍摄和分析，是保障施工质量的重要手段。无人机倾斜摄影测量可对基础施工、主体结构施工等关键环节进行多角度、高分辨率拍摄。通过对拍摄影像的分析，能够监测施工质量，及时发现质量问题，如混凝土裂缝、墙体垂直度偏差、钢筋布置不合理等。对于发现的质量问题，可及时通知施工团队进行整改，避免质量问题扩大化，保障施工质量和安全。同时，这些影像资料也可作为施工质量追溯的依据，便于后续的质量检查和评估。

3. 周边环境影响监测：城市更新施工过程可能会对周边环境产生一定影响，如扬尘、噪音、周边建筑物变形等。利用无人机搭载相应的监测设备，可对施工过程中的周边环境影响进行实时监测。对于扬尘，可通过监测空气中颗粒物浓度，评估扬尘污染程度，及时采取洒水降尘、设置防尘网等措施；对于噪音，可准确监测噪音源和噪音传播范围，采取降噪措施，减少对周边居民生活的干扰；对于周边建筑物变形，可通过定期测量建筑物的位移和变形情况，及时发现潜在的安全隐患，采取相应的防护措施，保障周边建筑物的安全。

三、无人机倾斜摄影测量在城市更新中运用面临的挑战

（一）数据处理难度大

1. 数据量庞大：无人机倾斜摄影测量获取的影像数据量大，对数据存储、传输和处理设备的性能要求高。在数据处理过程中，容易出现数据传输卡顿、处理速度慢等问题，影响工作效率。2. 数据处理算法复杂：构建高精度的三维模型需要复杂的数据处理算法，如影像匹配、空三加密等，算法的准确性和稳定性直接影响三维模型的质量。对于复杂的城市环境，如高楼林立、地物遮挡严重的区域，数据处理难度更大，可能导致模型精度下降或构建失败。^[8]

（二）精度受限因素多

1. 飞行环境影响：无人机飞行过程中，受天气、气流、电磁干扰等因素影响，可能导致飞行姿态不稳定，影响影像拍摄质量，进而影响测量精度。例如，在大风天气下，无人机晃动较

大，拍摄的影像可能出现模糊、变形等问题。2. 设备精度限制：无人机搭载的相机、GPS 等设备精度有限，在一定程度上影响测量精度。随着设备的使用和老化，设备精度可能会进一步下降，需要定期对设备进行校准和维护。

（三）专业人才短缺

1. 技术人才不足：无人机倾斜摄影测量涉及摄影测量、遥感、计算机技术等多学科知识，需要具备专业知识和技能的人才进行操作和数据处理。目前这类专业人才相对短缺，制约了该技术在城市更新中的推广应用。2. 复合型人才缺乏：城市更新项目需要既懂无人机倾斜摄影测量技术，又熟悉城市规划、建筑设计、施工管理等领域知识的复合型人才，能够将技术与城市更新业务深度融合。这类复合型人才的培养难度较大，人才储备不足。^[9]

四、应对策略

（一）提升数据处理能力

1. 硬件升级：配备高性能的数据存储、传输和处理设备，如大容量硬盘、高速网络、多核处理器等，提高数据处理效率。采用云计算技术，实现数据的分布式存储和并行处理，进一步提升数据处理速度。2. 算法优化：加强对数据处理算法的研究和改进，提高算法的准确性和稳定性。针对复杂城市环境下的数据处理难题，开发适应性强的算法，提高三维模型的构建精度和效率。

（二）提高测量精度

1. 优化飞行方案：根据不同的飞行环境和测量要求，合理选择飞行时间、高度、速度等参数，优化飞行航线，减少飞行姿态变化对影像质量的影响。在飞行前进行充分的气象观测和环境评

估，避免在恶劣天气和强电磁干扰环境下飞行。2. 设备校准与维护：定期对无人机搭载的相机、GPS 等设备进行校准和维护，确保设备精度。采用高精度的测量设备和传感器，提高测量精度。同时，结合地面控制点测量，对无人机测量数据进行精度检校和修正。^[10]

（三）加强人才培养

1. 专业教育培养：高校和职业院校应加强相关专业建设，开设无人机倾斜摄影测量、摄影测量与遥感等专业课程，培养具备专业知识和技能的人才。注重实践教学，提高学生的实际操作能力。2. 在职培训提升：针对在职人员，开展定期的培训和继续教育，更新知识结构，提升专业技能。鼓励企业与高校、科研机构合作，开展技术培训和学术交流活动，培养既懂技术又懂业务的复合型人才。

五、结论

总之，无人机倾斜摄影测量技术凭借其独特优势，在城市更新的基础数据采集、现状评估、规划设计、施工监测等环节发挥着重要作用，为城市更新提供了高效、准确的数据支持，提升了城市更新的质量和效率。然而，在应用过程中仍面临数据处理难度大、精度受限、法律法规不完善、专业人才短缺等挑战。通过提升数据处理能力、提高测量精度、加强人才培养等应对策略，能够有效解决这些问题，推动无人机倾斜摄影测量技术在城市更新中更广泛、更深入地应用，为城市的可持续发展提供有力的技术保障。随着技术的不断发展和完善，无人机倾斜摄影测量将在城市更新领域发挥更大的作用，为城市的高质量发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 潘敏青. 无人机倾斜摄影测量技术在广州城市更新改造中的应用研究 [J]. 技术与市场, 2020, 27(08):62–63.
- [2] 卢海城. 无人机倾斜摄影测量在城市建筑物竣工测量中的应用 [J]. 四川水泥, 2020(02):130.
- [3] 倪炜. 无人机倾斜摄影测量技术在城市三维建模中的应用探讨 [J]. 中国地名, 2019(10):68.
- [4] 王佳龙. 无人机倾斜摄影测量在城市三维建模中的应用探讨 [J]. 山东工业技术, 2019(07):96.
- [5] 尹璐璐. 无人机倾斜摄影测量在城市三维建模中的应用 [J]. 山西建筑, 2018, 44(34):207–208.
- [6] 李杰, 马强. 无人机低空倾斜摄影测量技术在玛纳斯智慧城市建设中的应用 [J]. 岩土工程技术, 2018, 32(04):173–176+211.
- [7] 王永兴, 刘明岐. 无人机倾斜摄影测量在三维建模中的应用研究 [J]. 世界有色金属, 2018(09):30–31.
- [8] 张祖勋, 张剑清, 廖明生, 等. 遥感影像的高精度自动配准 [J]. 武汉测绘科技大学学报, 1998 (4) : 41 – 44.
- [9] 朱建伟, 袁国辉. 基于倾斜摄影测量技术的无人机城市建筑监测系统在违建查找中的应用 [J]. 工程勘察, 2017, 45 (007) : 59–62.
- [10] 陈琦, 陈航. 无人机倾斜摄影测量技术在城市更新基础数据调查工作中的应用研究 [J]. 智能城市, 2022, 4 (11): 12–13.