

无人机倾斜摄影技术在地籍测量中的应用研究

赵云靖

第九师联拓勘测设计研究有限公司 新疆塔城 834601

摘要：随着无人机技术的飞速发展，它在地籍测量中的应用变得愈发普遍，尤其是在倾斜摄影技术上，它能冲破传统的垂直采集限制，凭借多视角的影像数据取得，给地籍测量给予更精确的空间信息。文章研究了无人机倾斜摄影技术在地籍测量中的重要性，碰到的难题以及以后的发展方向。通过研究得知，倾斜摄影技术既可以提升数据采集速度，又能削减成本，还可以给复杂地形的测量赋予新办法，但是技术的应用还是会遭遇影像品质，算法改良，法规管理等诸多方面的难题。未来，通过技术创新和政策协同，倾斜摄影技术会在地籍测量领域起更大作用。

关键词：无人机；倾斜摄影技术；地籍测量

地籍测量属于土地管理范畴的基础工作，与土地资源的合理利用以及法律权属密切相关，传统的地籍测量手段依靠人工调查和地面仪器测量，效率低下，耗费大且存在误差。近些年，无人机技术不断发展，倾斜摄影作为一种新出现的地籍测量技术涌现出来，它具有高效、准确的优点，渐渐被各类地籍测量项目采用。无人机倾斜摄影技术可以在复杂地形环境下进行高质量的数据采集，给地籍测量赋予新的解决办法。文章会探究无人机倾斜摄影技术在地籍测量方面的应用情况，存在的问题并给出相应的成长途径。

一、在地籍测量中应用无人机倾斜摄影技术的重要性

（一）多视角成像，突破垂直采集局限

无人机倾斜摄影技术利用在不同角度进行影像采集，从而解决了以往垂直摄影不能表现复杂地形的难题。相较于传统的航空摄影或者无人机正射影像而言，倾斜摄影能够全方位地对地面对象的各个视角进行捕捉，给予更为详细的三维空间信息^[1]。这种技术的应用能够更好地还原复杂地形的细节情况，提升地籍测量数据的精确度，给城市规划和土地管理给予更加可靠的资料支撑。

（二）自动化建模，降低外业人力成本

无人机倾斜摄影技术拥有高效的自动化建模能力，可以借助影像处理软件迅速形成三维模型，缩减了传统测量手段里大量依靠人工的部分。这样既提升了建模的

效率，又削减了外业作业的开支，特别在复杂的或者危险的环境当中，减少了人力耗费。而且，自动化处理让数据处理的过程更为正规和统一，改善了测量数据的品质和可信度。

（三）高精度定位，满足地籍规范要求

无人机倾斜摄影技术借助精确的定位系统，如全球导航卫星系统（GNSS）以及地面控制点，来保证影像数据的精准度。细致扫描测量区域之后，再融合精确的空间信息，就能符合地面测量对于精度的要求。由于无人机倾斜摄影技术具备高精度的特性，所以它成了传统地籍测量技术的替代工具，有益于提升土地测绘的精确度和规范性。

（四）快速化成图，提升数据显示能力

无人机倾斜摄影技术能在短时间内收集数据，利用先进的软件算法迅速创建地籍图或者三维模型^[2]。这种快速化的处理方式，让地籍数据的更新变得更为及时，符合土地管理对即时性、动态性不断增长的要求。依靠无人机快速采集并处理数据，地籍部门可以较快知晓土地资源出现的变化情况，从而提升土地管理及决策的效率。

二、应用无人机倾斜摄影技术的挑战

（一）复杂地形，影像遮挡与定位难题

尽管无人机倾斜摄影有多种角度成像的优势，在复杂的地形当中也存在着影像遮挡，定位难的问题。在高山地区、城市高楼密集的地方，建筑物、山脉等地形障碍物会致使影像遮挡，影像获取质量无法保证。而且因地形干扰致使部分地方定位精度不达标，造成数据精度降

作者简介：赵云靖（1991年），男，汉，新疆托里县，本科，工程师，研究方向：测绘。

低,这种情况制约着此技术在一些特殊地形范围的应用。

(二) 视角差异, 模型拼接与精度缺陷

倾斜摄影技术依靠多视角影像创建模型, 不过不同视角的影像拼接的时候也许会出现精度偏差。特别在影像重叠之处, 视角差异引发的畸变和误差, 要靠高精度算法加以修正。不过在实际操作当中, 因为算法复杂度高, 数据处理能力有限, 所以模型拼接精度依然有欠缺, 这就使得地籍测量的结果缺少精确性。

(三) 算法效率, 硬件资源依赖瓶颈

无人机倾斜摄影技术要依靠高效的影像处理算法去支撑数据的快速处理和建模。不过, 现有的图像处理算法在效率和精度之间存在某种平衡问题, 常常要耗费很多的计算资源来处理海量数据, 硬件设备的性能成了影响算法效率的关键因素^[3]。特别是在大规模地籍测量项目当中, 硬件资源的约束也许会拉长数据处理时间, 进而影响到项目的进度和效率。

(四) 法规约束, 空域管理执行限制

无人机的应用中, 空域管理是一个问题。在城市和人口密集区, 飞行限制多, 无人机做地籍测量任务的时候, 要遵照航空法规和空域管理规定, 特别在低空飞行的时候, 得申请飞行许可。可是, 现在无人机飞行管理法还不完善, 致使一些地方无人机飞行受限, 这就影响了倾斜摄影技术在地籍测量里的普及。

三、在地籍测量中应用无人机倾斜摄影技术的路径

(一) 航线优化, 像控点布设精度提升

地籍测量时, 航线优化是提高无人机倾斜摄影精度的关键, 恰当的航线规划可以保证拍摄角度的覆盖性和影像质量, 特别在复杂的地形或者密集的建筑区, 精确规划飞行高度, 航向以及重叠度, 能最大程度上减小影像的遮挡和误差^[4]。而且, 像控点的精确布置对于提高三维模型的定位精度十分关键, 精准的像控点布置可有效地消除由于航线规划不当或者外界因素干扰造成的系统误差, 精确的像控点与航线优化相辅相成。使得整个测量过程中数据的质量得以提升, 保证最后生成的地籍数据精确可靠, 符合地籍测量对精度的要求。

例如, 在城市地籍测量项目里, 为提升测量精度, 保证无人机倾斜摄影数据可靠, 团队做了航线优化和像控点布置的细致调整, 先按照测量区域的地形特征, 建筑分布规划两条不同高度的航线。通过调节航线角度, 飞行高度, 做到每个目标区域都被充分覆盖, 无人机携带的倾斜摄影设备在空中按照预先设定的航线实施拍摄,

得到很多视角的影像资料。项目组还在地面安排了很多高精度控制点, 用RTK(实时动态差分定位)技术来定位, 保证像控点的精准度达到毫米级别。经过对航线和像控点的精确规划, 布置, 飞行数据同地面控制点紧密结合, 三维模型的精度得到了提升, 地籍测量的结果得以高效, 准确地完成。

(二) 多源融合, 模型缺陷修正技术

多源数据融合技术可以有效弥补单一数据源的不足, 改善无人机倾斜摄影在地籍测量中的应用效果, 把无人机拍摄的影像同激光扫描, 无人机航拍等其他数据源融合起来, 就可以有效地修正三维模型存在的瑕疵。特别在城市环境当中, 高楼建筑的阴影, 遮挡以及复杂的地形等等因素, 常常造成单个影像数据不能完全表现地面的细节。依靠多源数据协同处理, 可以解决由单一数据源引发的视角盲区和精度偏差, 提升三维模型的完整性和精确性。而且, 借助先进的算法对融合后的数据加以优化处理, 可以进一步修正模型的瑕疵, 保证地籍测量的品质和可信度。

例如, 地籍测量任务中, 团队借助无人机倾斜摄影技术和地面激光扫描(LiDAR)数据执行多源融合, 修正模型里的缺陷。先由无人机得到地面区域的倾斜影像数据, 这些影像数据给予不同角度的地面视图, 城市高楼和复杂建筑使得单个影像数据不能完全包含建筑物的细节, 造成部分建筑模型存在视角盲区或者精度误差。于是团队把激光扫描技术的点云数据同地面和建筑物表面的细节信息融合起来, 激光扫描设备可以精准获取地面和建筑物表面的细节信息, 弥补了倾斜影像的不足之处。通过精确的算法把两种数据融合起来, 解决了模型拼接时的重叠问题, 消除了由于视角遮挡造成的缺陷, 从而创建出高精度的三维地籍模型, 给土地管理赋予了准确的数据支撑。

(三) 算法创新, 轻量化建模硬件研发

算法更新是提升无人机倾斜摄影技术效率和精度的关键因素, 无人机摄影技术不断向前发展, 影像处理速度和精度越来越依赖硬件, 改良图像匹配、三维重建、点云处理等算法, 可明显改进建模精度和效率, 缩减对计算资源的需求。而且, 轻量化硬件的研发也是关键一环, 新一代高效能, 低能耗的图像处理芯片和处理平台出现之后, 无人机可以在较短时间内完成高质量的建模任务, 还能在复杂地理环境里维持较高稳定性。算法和硬件相互推动创新, 给地籍测量任务赋予了更为

灵活，高效的解决办法，促使无人机倾斜摄影技术得到广泛应用。

例如，在项目里，团队依靠新开发的轻量化建模硬件和改良算法，改进了无人机倾斜摄影技术在地籍测量上的效率和精确度。这个项目主要包含城市更新区域的地籍测量任务，为了加快数据处理速度，削减计算资源需求，团队选用了一种新的无人机影像处理硬件，这种硬件装有最新的图像处理芯片，而且对倾斜摄影数据做了改良。新算法运用深度学习技术，做到了影像特征的快速提取和自动匹配，从而削减了传统图像处理流程中的人工干预。算法改良以后，三维建模所花时间大幅缩减，处理过程更为高效，而且硬件耗费的能量也明显下降，这样就使得无人机能在较短时间内完成大量地籍测量任务，提升了整体工作效率，缩减了外业成本。

（四）流程规范，标准化质量控制体系

地籍测量过程中要形成起标准化的质量控制体系，这样才能保障测量数据既精准又一致。首先要对飞行任务的审批和操作实施规范，保证飞行安全，还要保证数据完整无缺，然后就是影像数据的采集过程，要给拍摄角度，重叠程度以及分辨率这些参数予以规定，以此保证影像数据的质量。如此一来，通过这样一系列流程规范的落实，可以极大地提升测量数据的可信度和实用性，从而让地籍测量得到的结果符合标准的要求。

例如，在无人机倾斜摄影技术应用案例里，项目组为了保证测量质量，制定了标准化的质量把控流程。项目组明确了各个步骤的质量标准，从数据采集到像控点布置再到影像处理，最后形成模型，每一个环节都设定了严格的质量检查标准。在数据采集环节，项目组保证所有飞行任务都在指定的高度和角度下进行，防止飞行过程中产生误差。在影像处理与建模环节，采用多级校验的方式，先用自动化算法做初步筛选，再交由技术人员人工复核，以此保证数据准确无误。项目组还建立了质量反馈机制，针对每个阶段存在的问题立即加以修正。经过这样的标准化流程之后，交付出来的地籍测量结果非常精准可信，并且符合相关行业标准。

（五）政策协同，技术创新体系完善

政策和技术要协同发展，无人机倾斜摄影技术在地籍测量里的广泛应用才有保障，随着无人机技术发展快速，国家和地方政府持续推出相关的政策法规给予支持并引领创新工作。在无人机影像处理技术上进行创新，

技术创新体系也需要其他领域共同努力才能推进。在不同行业里无人机制造商、数据处理单位以及测量部门相互合作共同推动下，新技术的研发和推广才能加速。借助政策的推动和支持以及技术创新，可以给地籍测量带来更有效率且精准的数据方案。

例如，在无人机倾斜摄影技术地籍测量应用当中，政府部门同企业携手合作，一起推进技术创新以及扶持工作。该市有关单位在促进无人机技术应用的时候，制定了一些政策法规，规定了无人机飞行的空域管理与操作规程。地方政府还安排了一笔针对无人机技术研发的资金，用来资助创新型企业对无人机影像处理算法加以改进。在政府与企业互相配合的情况下，无人机技术应用加快，技术创新速度也提升起来。该项目执行期间，政府给企业给予了航拍许可并予以飞行方面的保证，而且凭借政策上的扶持推动了无人机测量标准化体系得以创建。通过这样的协同做法，无人机倾斜摄影技术得到更为广泛地采用，并且为城市土地经营管理赋予了更为准确且高效的依据数据。

结论

无人机倾斜摄影技术给地籍测量带来了新方案，有着不小的运用可能，虽然现在技术、算法、法规方面有一些难点，不过随着技术持续改进，政策慢慢健全。未来这种技术会在地籍测量里起更大作用，加大技术研发力度，改良工作步骤，促使政策协同，就能更好地提升无人机倾斜摄影技术的运用水平，在地籍测量领域给予更高效，更精准的数据支撑。

参考文献

- [1]王豪威,陈瑞功,杨海成.基于无人机倾斜摄影技术的地籍测量应用研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46(1):211-214.
- [2]杨蕊.无人机倾斜摄影测量技术在高州市农村房地一体不动产权登记中的应用[J].中国资源综合利用,2023,41(11):73-75.
- [3]吴健雄.无人机倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用研究[J].四川水泥,2023(9):45-47.
- [4]赵永辉,韩文友,谢松涛,等.无人机倾斜摄影测量在城镇地籍测绘中的应用[J].城市勘测,2023(1):172-177.