

新型测绘技术在大比例尺测图中的应用

Application of New Surveying and Mapping Technology in Large-scale Mapping

王军胜 王盟

Junsheng Wang Meng Wang

新疆维吾尔自治区第一测绘院 中国·新疆 昌吉 831100

The First Surveying and Mapping Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Changji, Xinjiang, 831100, China

摘要: 传统大比例尺地形测图技术存在工作量大、数据更新速度慢、作业效率较低等不足。随着新型测绘技术的发展,大比例尺测图技术发生了较大改变,倾斜摄影测量、三维激光扫描等技术成为研究热点。论文研究了采用无人机倾斜摄影测量技术进行 1 : 500 高精度地形测图的关键技术,分析了技术要点,并以中国新疆某村庄为例,从平面和高程精度两个方面进行了分析验证。结果表明,在严格控制飞行姿态、像控点测量等条件下,基于无人机倾斜摄影测量的 1 : 500 地形测图精度满足规范要求,作业效率得到提升。

Abstract: The traditional large-scale topographic mapping technology has the disadvantages of large workload, slow data updating speed and low operation efficiency. With the development of new surveying and mapping technology, large-scale mapping technology has changed greatly. Tilt photogrammetry, three-dimensional laser scanning and other technologies have become research hotspots. This paper studies the key technology of 1:500 high-precision topographic mapping using UAV tilt photogrammetry technology, analyzes the key technical points, and takes a village in Xinjiang, China as an example to analyze and verify from two aspects of plane and elevation accuracy. The results show that under the conditions of strict control of flight attitude and image control point measurement, the accuracy of 1:500 topographic mapping based on UAV tilt photogrammetry meets the specification requirements, and the operation efficiency is improved.

关键词: 新型测绘技术; 倾斜摄影; 大比例尺; 测图; 精度

Keywords: new surveying and mapping technology; tilt photography; large scale; mapping; accuracy

DOI: 10.12346/se.v4i1.6399

1 引言

《全国基础测绘中长期规划纲要(2015—2030年)》和《测绘地理信息事业“十三五”规划》指出,新型基础测绘体系建设已成为新时代基础测绘转型升级的必由之路,而大比例尺地形测图则是一项重要的基础测绘工作。传统的大比例尺地形测图存在工作量大、数据更新速度慢、作业效率较低等不足,难以满足测绘工程项目对整体性和时效性的需求。随着新型测绘技术的发展,大比例尺测图技术也得到较大提升。

基于无人机的摄影测量技术能较大提升测图的工作效率,但其还是依靠传统立体测图,主要用于 1 : 2000 比例

尺地形测图,对于 1 : 500 大比例尺,成果精度难以控制,尤其是高程精度方面误差往往较大。因此,需要采用全野外测图的方式进行高程补测,增加了大量外业工作。倾斜摄影测量技术、三维激光扫描技术是新型测绘技术领域的研究热点,颠覆了传统测量的局限。基于无人机的倾斜摄影测量技术是学者、生产单位研究的主要热点,通过同一飞行器搭载多视角传感器,同时获取垂直和 4 个倾斜方向等 5 个不同角度的影像数据,能快速还原建筑实景原型,并记录建筑位置、纹理、关系等信息,生成建筑实景三维模型数据、TIN、DEM、DOM 等数字测绘产品。该技术具有快速获取数据、裸眼三维测图、成果类型丰富等优点。

【作者简介】王军胜(1973-),男,中国新疆昌吉人,本科,工程师,从事地理信息系统和工程测量研究。

论文主要研究基于无人机倾斜摄影测量技术的 1 : 500 大比例尺测图方法,探讨了从外业采集到内业成图的关键技术流程和技术要点;并以新疆某村庄为例进行了实验,从平面和高程精度两个方面分析了该方法的技术可行性^[1]。

2 关键技术研究

2.1 技术流程

基于无人机倾斜摄影测量技术的 1 : 500 大比例尺测图方法的主要技术流程为外业飞行姿态控制、高精度像控点布设与测量、空三加密和测图。具体技术流程包括现有资料搜集整理、制定航飞方案、像控点布设与测量、影像数据采集、数据预处理、空三解算、三维建模、DLG 采集、调绘补测、成果质检和最终成果提交,如图 1 所示。

2.2 关键技术要点研究

第一,严格的像控点布设与测量。受限于飞行器采集质量、环境影响等复杂因素,对于倾斜项目,要满足高精度测量要求,像控点的设计和布点方案一般都会高于规范要求,布设方案在此不再赘述。为保证精度,经过实际测量对比,论文采用 GPS 静态测量与 RTK 测量相结合的方式布设分布均匀的像控点,采用 GPS 静态测量的方式与当地高等级控制点进行联测,高程采用水准测量^[2]。

第二,采用具有精确矫正的 RTK 飞行设备。RTK 测量技术具备快速高精度定位功能,可实时获得测站点的三维坐

标,定位频率高;但无人机飞行速度快,RTK 实时定位技术可能存在因飞行偏差导致的相位移动,无法与实际飞行姿态匹配,使得外方位元素不准确。因此,需采用经过精确调校的 RTK 装备,并控制飞行速度,从而提高外方位参数精度。

第三,多视空三和倾斜影像密集匹配。空三加密是后续生产高精度三维模型的关键步骤。倾斜采集的影像绝大部分为侧视拍照,地物尤其是建筑变形大、遮挡严重。首先,采用基于计算机视觉的 SIFT 算法进行匹配运算;其次,通过高精度控制点和相片定位数据进行附加约束区域网平差,实现直接定向解算,得到平差后的外方位元素;最后,进行密集匹配,获取点云。

第四,具有辅助测图功能的三维测图软件。目前,市面上有多种基于三维倾斜模型的测图软件,均具备裸眼直接测图功能,但笔者未对各种软件的测图成果精度进行测试比较,此处不多赘述。笔者采用其中一种测图软件进行实验发现,测图软件具备辅助线功能是测图的关键^[3]。

3 实验流程与结果分析

3.1 实验区概况

实验区位于新疆东部地区某村,地势平坦,划定测区面积约为 1.5km²。测区内建筑以村庄为主,多为低层建筑,建筑面积约占测区的 65%;在测区西北侧有两栋高层建筑,东南侧有 4 栋高层建筑,如图 2 所示。

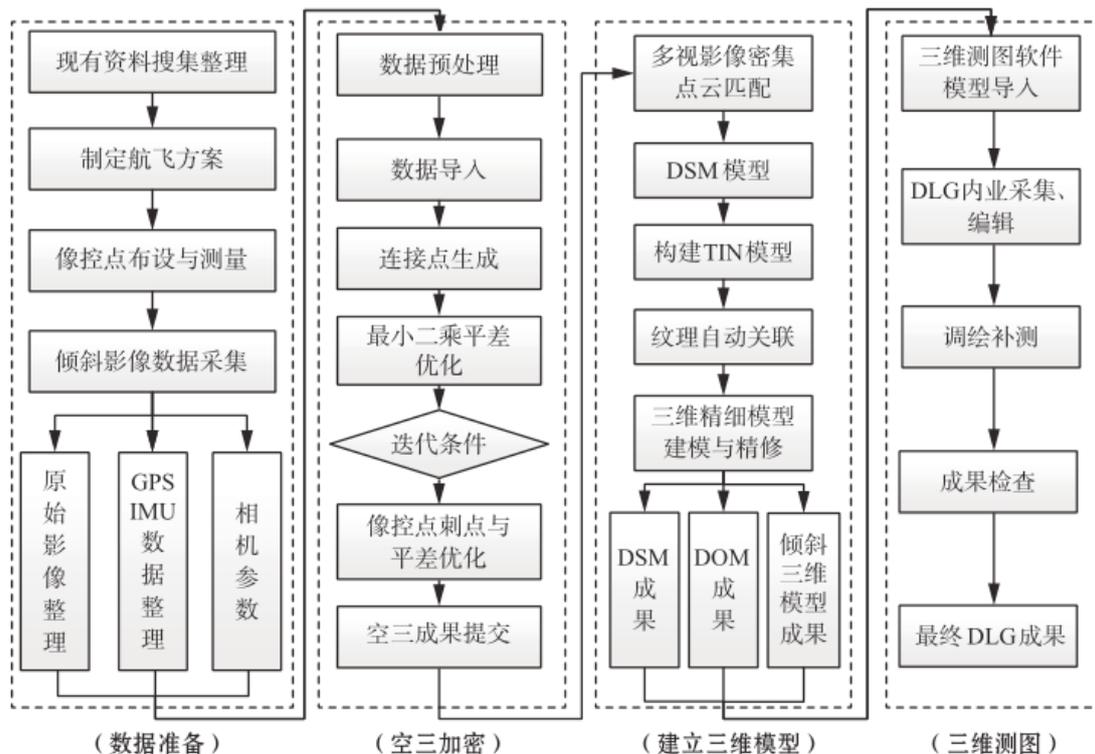


图 1 技术流程图



图2 实验区概况

3.2 实验数据采集与处理

第一，数据采集。实验采用多旋翼无人机搭载定制五镜头倾斜相机，每个镜头参数一致，定焦焦距为 35mm，像元大小为 4.5 μ m，传感器尺寸为 6000 \times 4000。根据无人机性能和测区概况，将测区划分为 5 个分区，共飞行 11 个架次，

设计航高为 80m（高层区 180m），航向重叠度为 80%，旁向重叠度为 70%。考虑到镜头倾斜对测区边缘的影响，将在测区边缘多延伸 1~2 个航线，实际飞行面积约为 2km²，共采集有效影像 36560 张，地面分辨率设计为 2cm。在测区内均匀测设 24 个像控点和 10 个精度检查点。受天气因素影响，外业布设像控点耗时 2d，影像采集耗时 3d^[4]。

第二，实景三维数据处理。通过外业数据采集获取原始影像、POS 数据和控制点坐标；再利用主要三维建模软件生成实景三维数据，包括数据预处理、工程文件建立、影像质量检查、相片参数设置、控制点刺点、多视影像空三解算、分区块密集匹配、纹理映射、成果输出等步骤。三维模型过程数据包括全局点云（如图 3 所示）、三维白模、TIN 网格和三维实景模型（如图 4 所示）。

第三，三维测图。基于生成的三维实景模型，采用市面上主流的矢量测图软件进行 DLG 测图。关键在于，该软件具备辅助线功能，在测量屋檐时，可通过垂直辅助线、十字辅助线进行改正，使测量更加准确。根据 GB/T 20257.1—2017《1 : 500、1 : 1000、1 : 2000 地形图图式》的要求进行全要素采集，由于三维模型部分区域受自身模型遮挡、损失等影响，部分区域无法直接采集，因此还有一部分工作需要外业调绘补测。最终的地形图绘制成果如图 5 所示^[5]。



图3 全局点云



图4 三维实景模型

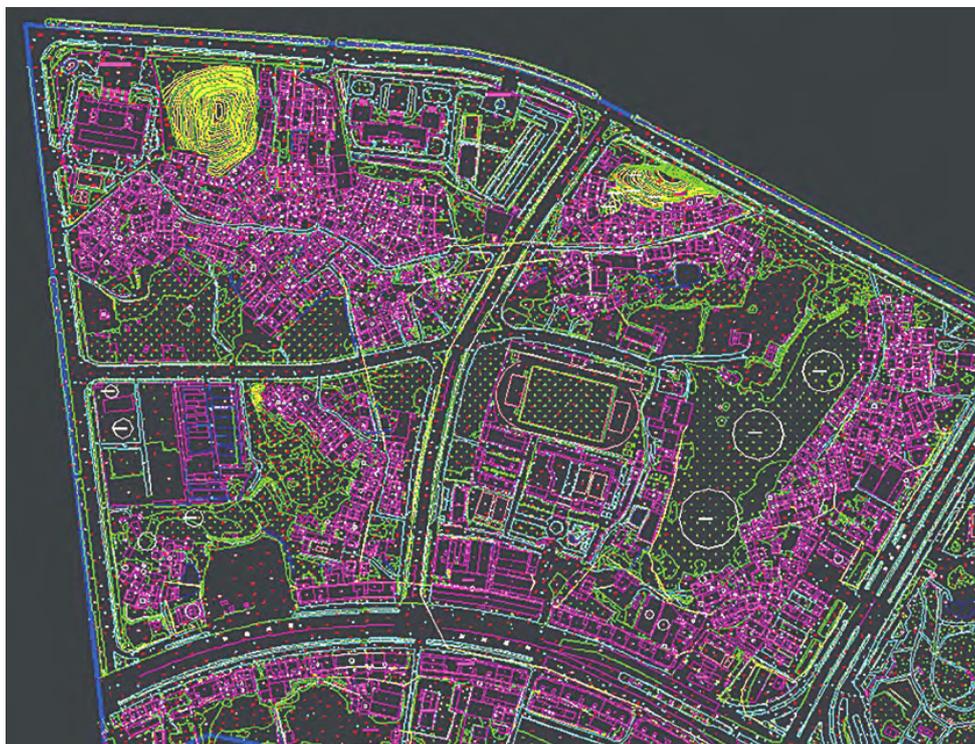


图5 地形图绘制成果

4 结语

论文研究了基于无人机倾斜摄影测量的1:500地形测图技术,探讨了关键技术流程和要点;并以中国新疆某村庄为例,对平面和高程精度进行了分析验证。结果表明,基于无人机倾斜摄影测量技术的1:500地形测图方法能明显提高外业采集效率,产品精度符合相关标准规范要求,技术路线具有可行性。

然而,该方法也存在一定的局限性:①测图精度要求越高、航高越低,影像数量就越多,处理效率将下降;②基于实景模型的矢量采集,要求三维模型具有很高的完整性和精度,但实际模型往往受纹理单一、遮挡等影响,存在漏洞、模糊等缺陷,甚至受天气、光线等影响,出现地物边缘眩晕的情况,不利于建筑矢量采集,增加了外业调绘补测的工作量。因此,笔者认为该方法虽可用于大比例尺测图,但尚需

继续完善,另可结合三维激光扫描技术,这是下一步的研究方向。

参考文献

- [1] 徐思奇,黄先锋,张帆,等.倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J].测绘通报,2018(2):111-115.
- [2] 杜洪涛,郭敏,魏国芳,等.基于无人机倾斜摄影技术的大比例尺地形图测绘方法[J].城市勘测,2018(6):63-66.
- [3] 邓清军,张士武,许邦鑫.无人机倾斜摄影技术在农村不动产确权中的应用[J].北京测绘,2018,32(2):225-228.
- [4] 周晓敏,孟晓林,张雪萍,等.倾斜摄影测量的城市真三维模型构建方法[J].测绘科学,2016,41(9):159-163.
- [5] 谭金石,黄正忠.基于倾斜摄影测量技术的实景三维建模及精度评估[J].现代测绘,2015,38(5):21-24.