

无人机倾斜摄影测量技术在村庄规划编制项目中的应用

张永刚^{1,2}, 张小宏^{1,2}

(1. 青海省地质测绘地理信息院, 青海 西宁 810001; 2. 青海省高原测绘地理信息新技术重点实验室, 青海 西宁 810001)

摘要: 为进一步完成民和县村庄规划编制, 拟对青海省海东市民和县大庄乡等所属10个村采用无人机倾斜摄影测量作业方法, 开展分辨率优于0.05m的倾斜摄影测量工作, 其目的是获取高精度实景三维模型数据(DSM)、正射影像数据(DOM)、数字线划图(DLG)等测绘产品, 为乡村规划提供数据基础。飞马D20无人机凭借其突出的技术先进性, 包括高集成、高性能、高可靠性的无人机平台, 双差分天线, 前向视觉定位等优势, 在该项目中发挥了重要作用。

关键词: 乡村规划; 倾斜摄影; 飞马D20

Compilation of uav tilt photogrammetry in village planning

Application in the project

ZHANG Yonggang^{1,2}, ZHANG Xiaohong^{1,2}

(1. Qinghai Institute Of Geological Surveying And Mapping Geographic Information, Xining 810001, China; 2. Qinghai Provincial Key Laboratory of New Geographic Information Technology for Plateau Surveying and Mapping, Xining 810001, China)

Abstract: In order to further complete the preparation of village planning in Minhe County and do a good job in basic surveying and mapping, we plan to adopt the method of unmanned aerial vehicle (UAV) tilt photogrammetry for 10 villages (including Dazhuang Township, Haidong County, Qinghai Province), and carry out tilt photogrammetry with a resolution better than 0.05m. The purpose is to obtain high-precision real 3D model data (DSM), orthophoto data (DOM), digital line graphs (DLG) and other surveying and mapping products provide a data base for rural planning. FAEMA D20 UAV has played an important role in this project with its outstanding progressiveness technology, including unmanned platform with high integration, high performance and high reliability, dual differential antenna, forward vision positioning and other advantages.

Key words: County application; Oblique photography; Feima D20

村庄规划是法定规划, 是国土空间规划体系中乡村地区的详细规划, 是开展国土空间开发保护活动、实施国土空间用途管制、核发乡村建设项目规划许可、进行各项建设等的法定依据, 实现土地利用规划、城乡规划等有机融合, 编制“多规合一”的实用性村庄规划。为进一步完成民和县村庄

规划编制做好基础测绘工作, 由青海省地质测绘地理信息院(以下简称“我院”)对民和县大庄乡等所属10个村, 通过无人机倾斜摄影测量方法, 开展分辨率优于0.05m的倾斜摄影测量工作, 其目的是获取高精度实景三维模型数据(DSM)、正射影像数据(DOM)和数字线划图(DLG)等测绘

基金项目: 无

作者简介: 张永刚(1992年生), 男, 大学本科, 助理工程师, 测绘与地理信息及无人机遥感等。E-mail: 645870329@qq.com

产品,为乡村规划提供数据基础,保证规划的科学性、合理性和群众参与性。

1 无人机航测技术

1.1 无人机航测技术

无人机航测是一种新型的航空摄影测量技术,能够对传统的航空摄影测量技术起着补充作用,它有着高效、快速、精细、准确、灵活、机动、成本较低、使用范围广泛、生产周期较短等特点。无人机航测技术能够在一些区域较小或是飞行较为困难的地区进行测量工作,其运用高分辨率的影像,快速地获取信息数据,为工程建设、土地整治等提供精确有效的数据。随着科学技术的不断发展,无人机技术与数码相机技术也在不断进步,相关工作人员经过持续研发,将数码相机技术、无人机技术以及互联网技术等多种技术相结合,使无人机航测技术具备独特的优势。无人机航空摄影测量能够为低空测绘作业提供更加高效的技术支持。无人机航测能够应用于多个领域当中,如国家的重大工程建设、国土监测、资源的开发、灾害的应急处理以及小城镇建设等方面都可以利用无人机航测获取精确的图像与数据信息,这无疑加快了我国的城市化进程,促进经济发展。

1.2 倾斜摄影测量

倾斜摄影测量技术通过在不同的飞行平台上搭载一个垂直、四个倾斜这五个不同的视角同步采集影像,获取到丰富的建筑物顶面及侧视的高分辨率纹理。不仅能够真实地反映地物情况,高精度地获取物方纹理信息,通过先进的定位、融合、建模等技术,生成真实的三维模型。倾斜摄影测量技术以大范围、高精度、高清晰的方式全面感知复杂场景,通过高效的数据采集设备及专业的数据处理流程生成的数据成果直观反映地物的外观、位置、高度等属性,为真实效果和测绘级精度提供保证,倾斜摄影建模数据也逐渐成为城市空间数据框架的重要内容。

2 无人机倾斜摄影技术在民和县村庄规划测绘工作中的应用

2.1 飞行平台及传感器

本次采用由飞马公司生产的飞马D20多旋翼电动无人机做为飞行平台(见图1),该飞机核心传感器均采用三路备份、安全可靠,配备前向可控毫

米波雷达及视觉感知系统,可实现测高、避障及辅助导航功能。D20可在矿区、桥梁、水面舰艇上起降和飞行,在复杂条件下,确保飞行更安全、抗干扰能力更优秀。此外,D20基于单轴云台毫米波雷达,可实现直接测距定高的高精度仿地飞行,进一步降低对三维地理底图精度和网络条件的依赖。该飞行平台根据地形实现变高飞行,其搭载的D-OP4000倾斜摄影模块,全画幅微单相机凭借在感光面积上的优势,在相同像素条件下成像更好,可以把高感光度做得更高,由此在暗光下成像更好;搭配40mm/56mm镜头组合,较长的焦距组合可以满足高落差等复杂环境下的高分辨率数据获取;同样的机位下采用同样的焦距和参数进行拍摄,全画幅比APS-C画幅获得的照片视角更广,飞行高分辨率影像时可以使用更快的飞行速度,有效像素高达3.05亿(6100万×5)。



图1 飞马D20航摄飞行平台

2.2 像控点测量

像控点测量质量会直接影响到后期内业制作三维模型和编绘成图的精度。因此,在采集像控点数据时要做好像控点布设方案、像控点RTK测量以及后续的点位拍照存储工作。像控点选点要结合测区情况进行布设,应该布设在没有遮挡物、便于RTK测量且方便识别的空旷地面上,使用油漆对像控点进行喷漆并制作成具有一定宽度的“+”或者“L”测量标志,以便后期内业影像判读刺点。像控点联测直接在E级控制点架设基准站,采用RTK电台作业模式测定,也可以直接利用网络RTK模式一进行联测,测量的同时获得像控点的平面和高程成果。采用RTK作业模式采集像控点时应采用“三次测定坐标取其中数”、“三次测定高程取其中数”的方法,以保证数据成果的准确性。像控点的精度为平面控制点和平高控制点相对于邻近基础控制点的平面位置中误差不应超过地物点平面位置中误差的1/5,高程控制点和平高控制点相对于邻近基础控制点的高程

中误差不应超过基本等高距的1/10。利用检查点对此次线划图成果进行精度检验。

2.3 航飞作业

按照作业计划，作业组应充分组织好飞行前的地面准备工作。包括：组装飞机、调试相机，仔细检查飞机的各项参数指标是否正常，并做好记录，确保飞行安全；作业员针对当日天气状况、光照情况设定好相机参数，完成相机安装和调试工作，并反复检查确认。像素主要由相机本身决定，曝光时间的选取和天气有着密切的关系，当光线条件不好的时候，应该尽量增加曝光时间，同时在选定的两个曝光时间分别照相，通过相机的ISO数值进行比较，ISO数值越小则相片质量越好，所以选择ISO数值较小照片对应的曝光时间。地面准备工作完成后，执行航飞任务。

执行任务的无人机升空后，地面监控人员实时监控无人机工作情况，了解作业进度、飞行速度、仪器设备工作是否正常等。作业期间，作业人员时刻保持对气象环境的观察，当地面风速、风向变化较大或天气突变时，根据着陆条件要求及时作出是否返航着陆的处置。航摄参数见表1。

表1 航摄参数表

相对行高	航向重叠度	旁向重叠度	分辨率	曝光间隔
150m	80%	75%	0.02m	16m

2.4 数据整理

每一架次结束，及时对于相机内存的像片整理和下载机载POS数据和差分数据或者基站观测数据。倾斜摄影有多个相机，因此在相机相对位置关系、像片数据编号、文件存储及激光打印输出等部分存在差异。针对多镜头倾斜航空摄影，整理像片资料时需注意相机相对关系。相机相对关系说明如图2所示。

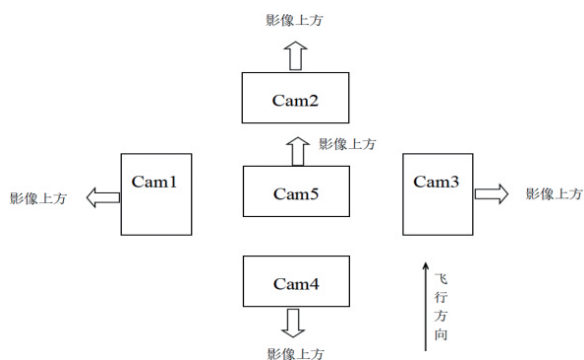


图2 相机相对关系说明示意图

整理像片时，像片存储文件夹一般按“区块/架次/相机编号”进行存储。5镜头获取的影像分为5个文件夹分别存储。POS数据及下载的差分数据或者基站观测数据直接存放在区块文件夹下。

2.5 实景三维模型

构建实景三维模型总体技术流程，如图3。

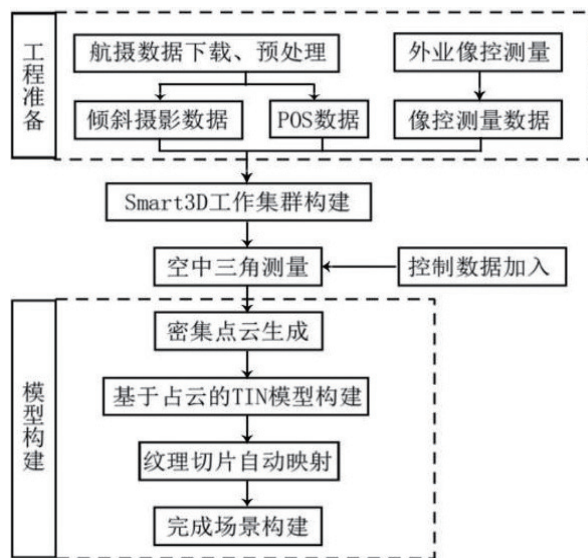


图3 总体技术流程

首先，将无人机倾斜摄影测量获取到的影像数据导入Smart3D，检查影像数据的完整性。在CGCS2000坐标系下进行像控点刺点，该阶段要确保像控点刺点误差≤1个像元。由于获取的是高分辨率5拼相机影像，数据量较大，本次我们采用多结点集群化运算的方式进行处理数据，大大提高了运算效率。在此基础上由Smart3D逐项完成空中三角测量和三维模型生产。经三维TIN构建、自动纹理映射等全自动生产流程，制作测区实景三维模型如图4。



图4 青海省海东市民和县某村三维实景模型

2.6 数字线划图

数字线划图采用山维科技推出的EPS测图软

件。将正射影像图(DOM)成果和三维模型成果导入EPS数字化测图系统中;设置正确的测区及相应参数后,自动生成等高线;成图后导入检查点进行精度检查,对不合理的等高线应作局部修饰;编辑其他要素信息,例如道路、水系、居民点等要素信息。对于个别受植被遮挡的界址点、宗地或其他地形要素,利用RTK+全站仪组合解析测量方法进行外业调绘补测,确保地籍界址点测量成果的准确无误,其成果如图5。

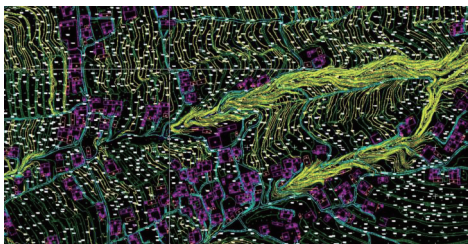


图5 青海省海东市民和县某村DLG(数字线划图)

3 村庄规划项目中无人机倾斜摄影技术应用

村庄规划项目工作能够为农村土地与不动产管理制度的完善提供助力,在测绘工作中利用无人机倾斜摄影技术能够对不动产实际情况进行三维影像的获取,其测绘成果可以用在实际信息分析与权籍调查中,开展相应技术工作的主要应用方法如下:

(1) 形成规划区的正射影像图和三维模型,可以对测区外业修补测绘工作进行技术支持。利用这一图件可以实现相应农村房地一体测绘的指界签字等权籍调查工作。

(2) 可以利用测绘成图与模型形成精确的对应区域的地形图和地籍图。

(3) 可以实现农村房地一体测区的三维模型搭建工作,从而帮助开展可视化管理工作,优化不

动产确权数据平台的信息,有利于确权管理效力的提升。

4 应用前景

数字线划图(DLG)作为4D产品最终衍生物,是以矢量数据格式存储的数字地图。基于数字线划地图,可以方便地实现空间数据和属性数据的管理、查询和空间分析以及制作各种精细的专题地图,是与现有线划基本一致的各地图要素的矢量数据集,保存各要素间的空间关系和相关的属性信息。还可应用于宅基地权属调查、农村土地承包经营权等相关领域。

5 结束语

总之,在进行村庄测绘工作时,采用飞马D20无人机倾斜摄影技术能提升测绘工作的作业效率,也能提升房地一体测绘的精确性与科学性,为青海省海东市民和县村庄规划项目提供严谨的参数依据,大大提升测绘工作的效率与准确性,为测绘工作提供了有力的技术保障。

参考文献:

- [1] 苏晨阳.无人机倾斜摄影测量在“乡村振兴”计划实施工作中的应用——以广东省龙门县某自然村为例[J].华北自然资源,2022(05):111-113+117.
- [2] 肖华,陈玲.无人机低空摄影测量技术在乡村规划中的应用[J].华北自然资源,2019(06):84-85.
- [3] 周美川,张宝鹏,赵玉霞.新时代美丽乡村建设无人机倾斜摄影测量技术应用研究[J].甘肃科技,2021,37(14):182-184.
- [4] 赵福超.无人机倾斜摄影测量技术在农村房地一体测绘中的应用[J].工程建设与设计,2020(24):252-254.