

菏泽市利用无人机航空摄影测量进行农村集体土地使用权确权工作的可行性研究

王岳

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:利用无人机对选定的试验区进行低空航空摄影测量,制作数字正射影像和数字地形图并利用野外实测的界址数据进行线性纠正,取得试验区 1:500 地籍图,再通过与已有的外业实测数据进行对比和精度检核,验证在该地区利用无人机航空摄影测量进行农村集体土地使用权确权发证工作的可行性。

关键词:无人机;航空摄影测量;农村集体土地使用权;菏泽市

中图分类号:P231

文献标识码:B

引文格式:王岳.菏泽市利用无人机航空摄影测量进行农村集体土地使用权确权工作的可行性研究[J].山东国土资源,2015,31(5):82-85.WANG Yue. The Feasibility Study on Verification of Rural Collective Land Use by Using UAV Areophotogrammetry in Heze City[J].Shandong Land and Resources,2015,31(5):82-85.

0 引言

农村集体土地使用权确权工作通常采用野外实测的作业方案,工作量大,需要投入大量的作业人员,且成图周期长、资金投入大^[1]。菏泽市大部分地区村庄建设缺乏科学的规划指导,农村集体土地管理存在缺失,导致该地区普遍存在村庄“散、乱、小”的现象,土地利用比较粗放,因此作业人员在采集地形要素和权属要素时非常困难,传统作业方法的缺点更加突出。

结合工作实际,选择菏泽市东明县东明集镇的城子村和胡庄村进行小区域试验,对利用无人机航空摄影测量进行农村集体土地使用权确权发证工作的技术方案进行验证,并对其成果进行评价。

1 试验概况

1.1 试验目的及主要任务

该次试验采用低空无人机航空摄影测量技术来完成农村集体土地使用权确权发证地籍图测量的工作,并从成图精度、作业方法、作业效率、时间安排和

作业成本等多个方面进行验证,探索采用无人机航空摄影测量技术在菏泽市进行农村集体土地确权的应用方式、方法及流程。试验以无人机航空影像为主要信息源,采用全数字立体测量方法结合野外调绘制作数字线划图成果,再与全野外测量获取的地籍图进行对比,以全野外测图成果为真值,对采用航测法取得的成果进行精度分析,为农村集体土地使用权确权发证工作的地籍图测量探索新的途径。

1.2 试验区概况及现有资料

试验区选择位于东明县城南 16 km,东明集镇政府驻地西侧 0.5 km 处的城子村和东明集镇南约 1.8 km 处的胡庄村,属于黄河冲积平原,地势平坦,有利于航测工作的进行。目前已有通过外业实测取得的城子村和胡庄村 1:500 比例尺地籍图和界址点、界址线成果。

2 技术指标

2.1 数学基础

平面坐标系统:1980 西安坐标系,高斯-克吕格投影,任意分带,中央经线为 115°;高程系统:1985

收稿日期:2014-12-09;修订日期:2015-02-02;编辑:陶卫卫

作者简介:王岳(1985—),男,山东德州人,工程师,主要从事测绘和地理信息系统建设工作;E-mail:wangyue_no1@sina.com

国家高程基准。

2.2 精度要求

(1)像控点精度:要求符合《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T7931—2008 中 6.1 精度要求的规定:平面控制点和平面控制点相对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。高程控制点和平面控制点相对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^[2]。

(2)地物点精度:误差要求符合《地籍调查规程》TDT 1001—2012 中 5.3.3 表 5 的规定:相邻界址点间、界址点与邻近地物点间距的图上中误差为±0.3 mm,限差为±0.6 mm;邻近地物点间距的图上中误差为±0.4 mm,限差为±0.8 mm;界址点与邻近控制点的图上点位中误差为±0.3 mm,限差为±0.6 mm;地物点与邻近控制点的图上点位中误差为±0.5mm,限差为±1.0 mm^[3]。

(3)界址点精度:界址点相对邻近控制点点位误差,相邻界址点间距误差要求符合《地籍调查规程》TDT 1001—2012 中 5.3.2.2 表 3 的规定:一级界址点中误差为±5 cm,限差为±10 cm;二级界址点中误差为±7.5 cm,限差为±15 cm;三级界址点中误差为±10 cm,限差为±20 cm^[3]。

3 技术方法

3.1 工作流程

该次无人机低空摄影测量试验工作流程如图 1 所示:

3.2 无人机航空摄影

(1)无人机的选择:采用固定翼无人机,设备性能见表 1:

表 1 试验设备性能指标

无人机性能指标		飞控系统性能指标	
起飞重量	15 kg	航高测控	±5 m
最大任务载荷	5 kg	俯仰扰动	1.5°~4°
续航能力	2.5~3 h	姿态测控	滚转扰动 1.5°~4°
起降距离	150 m	偏航范围	-4°~5°
巡航速度	100~110 km/h	航线偏移	±3 m
最大抗风能力	6 级	曝光控制	自动控制
最高升限	3 500 m		

(2)相机选择:采用佳能 EOS 5D Mark II 型数码相机。

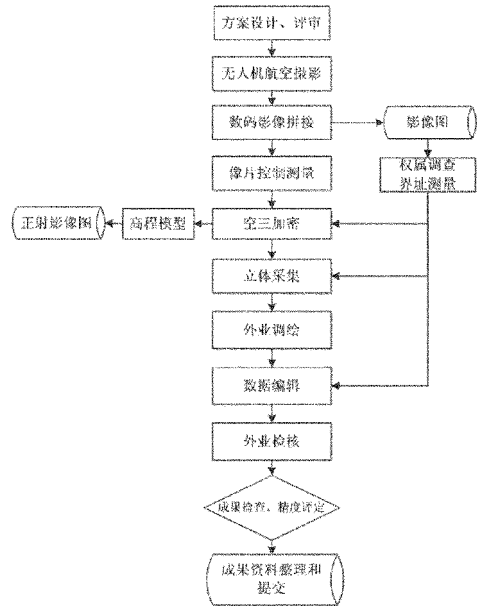


图 1 作业流程图

(当地物点与界址点在实地是同一位置时,以野外实测界址点的坐标替换航测采集坐标)

(3)航摄参数选择:像元大小为 6.4 μm,像幅大小为 5 616×3 744。采用 35 mm 定焦镜头。地面分辨率、焦距、航高及比例尺的选择见表 2:

表 2 航摄参数

项目	符号	数值	单位
像元大小	a	6.4	μm
地面采样率	GSD=a * h/f	4	cm
镜头焦距	f	35	mm
相对航高	h(=Mh * f)	220	m
曝光时间	t	1/1000	s
摄影比例尺	Mh = h/f	6000	

(4)航摄时间选择:航空摄影选在能见度较高的晴朗天气,风速 3 级以内的时间段进行,该次航摄时间在 2013 年 3 月 11 号上午 12 点 40 分至 13 点进行,太阳高度角大于 50°;阴影倍数小于 1;航空成果符合《低空数字航空摄影规范》CH/Z3005—2010 的要求^[2]。

航空摄影航线设定:该次航飞方向为南北向飞行,经计算确定基线长度为 60 m,航线间距为 130 m,按照试验区域设定飞行航线,城子村为 8 条航线;胡庄村为 7 条航线;航迹坐标采用 GPS 导航。

(5)摄影质量:摄区边界线覆盖试验区域,没有航摄漏洞。航向重叠度 60%,旁向重叠 40%;旋偏角小于 5°;影像质量较好,影像清晰,反差适中,颜色饱和,色彩鲜明,色调一致,满足外业精确调绘和

室内判读的要求。

采用德国 Inpho 航空摄影测量专业软件对重叠度、旋偏角、航摄漏洞等进行检查。

由于该次无人机航飞采用了先进的 GPS 卫星定位+惯导自主飞行、航迹高度和姿态高精度自动控制等一系列先进技术,航飞成果满足该次试验要求。

3.3 影像图制作

利用航飞参数,在 Inpho 全数字摄影测量工作站下,快速建立自由网模型连接影像,按照 1:500 比例尺图幅裁切,形成地籍调查影像工作底图,用于像控点和界址点的布设量测、地籍要素属性信息的调查等。

3.4 像控点的布设和测量

像控点要求村庄外围控制点的连线要包住整个村庄。每个村庄内要均匀测量 5 个以上检查点,以便衡量空三加密和测图精度。

(1)像控点布设:两试验区均采用每条航线间隔 2 个基线布设 1 个像控点的方法进行像控点的布控。城子村布设像控点 42 个,其中平高点 30 个;胡庄村布设像控点 44 个,其中平高点 37 个。

(2)像控点量测:利用基于 SDCORS 的网络 RTK 方法进行像控点测量,观测过程中严格控制人为误差。该次试验区像控布设及量测成果,满足《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T 7930—2008 的要求。

3.5 数字空三加密

数字空中三角测量使用基于 Inpho 的 Match-AT 空三平差软件进行平差,分为城子村和胡庄村 2 个区域网。

试验区空三加密前,使用 PixelGrid 系统进行航摄影像畸变差校正,然后采用 Match-AT 软件,建立局域网工程、自动连接点、手动添加连接点及像控点、粗差剔除、区域网平差等一系列工作,完成数字空三加密工作。连接点中误差在 1.5 μm 左右,在 1/4~1/5 个像素之间,与大飞机搭载的常规数码航摄影相机能达到的精度相当^[4]。区域网平差结果:

(1)城子村。使用了 77 张影像。城子村整个区域共计 6 条航线,经过加密计算,最终得到像控点平面中误差为 0.073 m,高程中误差为 0.035 m。在解算报告中,连接点中误差为 0.0013 mm。以上数据

均满足低空航空摄影测量规范标准。

(2)胡庄村。使用了 60 张影像。胡庄整个区域共计 6 条航线,经过加密计算,最终得到像控点平面中误差为 0.072 m,高程中误差为 0.031 m。在解算报告中连接点的中误差为 0.0015 mm,以上数据均满足低空航空摄影测量规范标准。

3.6 数字化采集

在全数字摄影测量工作站 Mapmatrix 上进行立体采集地籍要素。内业测绘时根据影像上地物的构像所形成的各自的几何特性和物理特性如形状、大小、色调、阴影和相互关系等来识别地物内容,确定所有地物的轮廓特征。对立体判读有疑问的影像加注说明,尽量为下道工序提供准确、可靠、完整的数据。

数字化采集以“内业定位,外业定性”为原则,采集时每个宗地单元尽量在同一个立体像对上完成。鉴于该次成图精度要求较高,立体采集时要求影像放大倍数不小于 3 倍,采集严格切准建筑物的边线,像对间接边差超过 0.1 m 时,反馈到空三加密工序,由加密人员确定是否存在像片连接点或像控点误差。分辨不明或无法准确定位的地物做出标注,留待外业补测处理。

3.7 外业调绘

外业调绘采用航测立体采集的数字线划图作为工作底图,主要针对居民地及附属设施、道路、河流、名称等涉及地籍图表示的要素,主要工作为地物修补测、房檐改正和精度检查。

检查基于无人机低空航测的成图精度是该次试验的主要目的之一,而房屋精度是衡量成图精度的重要指标。航空摄影测量为正射投影,数字线划图表示的房屋为房顶边线,而实测地籍图上表示的房屋为房基线,故房檐改正对房屋的精度有很大的影响,其准确程度将直接影响到该次试验结果的可靠性,因此,要求所有房檐都必须实地调查标注。房檐改正精度应控制在实地 3 cm 以内。

3.8 数据编辑

数据编辑采用南方 CASS 软件进行,以村庄为单位进行编辑。其主要工作包括:

(1)利用外业调绘数据对航测采集的线划图进行修改,包括:房檐改正,图面整理、文字注记和要素属性修改。

(2)根据权属调查资料和外业实测的界址点、界址线对航测采集的地籍要素进行核实、校正。

(3)按照《地籍图图式》要求对村庄地籍图进行分幅及整饰。

4 精度统计

精度统计分为平面点位中误差的计算和间距中误差的计算,城子村和胡庄村分别进行统计。

平面中误差的计算是以全外业实测 1:500 地籍图数据作为真值,与无人机航测法 1:500 地籍图数据比较。其中胡庄村选取 102 对数据,最大较差为 $\Delta X=0.33\text{ m}$, $\Delta Y=0.315\text{ m}$, $\Delta S=0.335\text{ m}$;城子村选取 60 对数据,最大较差为 $\Delta X=0.285\text{ m}$, $\Delta Y=0.252\text{ m}$, $\Delta S=0.312\text{ m}$ (表 3)。

表 3 平面点位精度

试验区	点位中误差(m)		
	M_x	M_y	M_s
城子村	0.110	0.125	0.166
胡庄村	0.128	0.106	0.166

间距中误差的计算以全外业实测 1:500 地籍图数据要素边长或要素间距作为真值,与无人机航测法 1:500 地籍图数据要素边长或要素间距比较。两试验区各选取 30 对数据计算,其中胡庄村最大较差为 0.28 m,间距中误差为 0.12 m;城子村最大较差为 0.17 m,间距中误差为 0.1 m。

5 试验结论

根据试验区全野外测图和利用无人机航测法 2 种成图方法比较作出的精度统计,检测数据的中误差和最大误差在设计要求范围之内,完全满足《地籍调查规程》TDT 1001—2012 中的要求,因此,采用

低空无人机航空摄影测量技术,在各项测量工作中,严格控制各项技术指标,能满足农村集体土地使用权确权发证地籍图测绘工作的精度要求。

试验过程证明,利用无人机航测法能够大大加快工作速度、减少人员投入,并能获取正射影像图和数字线划图 2 种成果。其中正射影像图可以直接作为权属调查的工作底图使用,所以权属调查工作可以与线划图成图工作同步进行。通过优化技术路线,可以有效地缩短工作周期,从而降低作业成本。

无人机航测法难以达到界址测量所要求的界址点的精度,因此,界址点需要全野外测量。此外地物要素测量受飞行季节影响,夏季植被茂密时,部分地物点会受到遮挡,内业判读会受影响,需野外补测。

为提高成果精度,可以加大航向重叠度,一般航向重叠度在 70%~80%,旁向重叠度在 40%为宜;还可以增加校正点的数量。

该次利用低空无人机航空摄影测量技术用于农村集体土地使用权确权发证地籍图测量的试验,是在地势平坦地区进行的,试验成果达到了预期的精度,但在用于丘陵、山地的地籍图测量,还有待于进一步验证^[5]。

参考文献:

- [1] 吕长广.航测技术在土地调查工作中的应用研究[J].山东国土资源,2007,23(12):1-2.
- [2] 1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量数字化测图规范 GB/T15967-2008[S].
- [3] 地籍调查规程 TD 1001-2012[S].
- [4] 高文革,范永杰,宋倩,等.空三加密在数字摄影测量中的精度分析[J].山东国土资源,2010,26(12):26-29.
- [5] 陈华刚,王昌翰.低空数字摄影系统在山地区域制作 1:500 数字线划图的试验研究[J].测绘与空间地理信息,2008,31(2):157-166.

The Feasibility Study on Verification of Rural Collective Land Use by Using UAV Areophotogrammetry in Heze City

WANG Yue

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: By using UAV, low-altitude areophotogrammetry of selected studying area has been carried out, digital orthophoto map and digital topographic map have been made. Cadastral map with the scale of 1:500 is generated with linear rectification of field observed boundary data. Comparing with existing field observed data and checking the accuracy, it is showed that the feasibility of issuing certificates for rural collective land by using UAV areophotogrammetry is verified.

Key words: UAV; areophotogrammetry; rural collective land using right; Heze city