

无人机低空倾斜摄影测量在地籍测量中的应用

闫 恒

中煤航测遥感集团有限公司 陕西西安 710100

摘要:近年来,我国的科学技术水平开始逐渐提升,在地籍测量领域,从最开始的人工测量、摄影设备测量再到如今的无人机低空辅助测量,在现代地籍测量工作领域,无人机低空倾斜摄影测量具备成本低、效率高、数据准、操作便捷等优势,对其实践策略进行研究具备十分重要的意义。本文通过对相关文献进行查阅,对无人机低空倾斜摄影测量技术本身及其作业流程进行了简要阐述,并结合笔者本人的项目实践经验,分析了无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的实际应用,并进一步对精度进行了分析,结果表明界址点平面中误差为0.0283,高程中误差为0.0326,界址点间距中误差为0.0383,以上三组数据均小于国家地籍测量规范要求中的0.05m,足以说明无人机低空倾斜摄影测量在地籍测量中具备较强的应用价值。希望本文的研究内容能够为我国地籍测量工作的深入开展提供一定的理论指导。

关键词: 无人机; 倾斜摄影; 地籍测量; 精度分析

Applications of UAV low altitude tilt Photogrammetry in Cadastral Survey

Heng Yan

Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Bureau of China National Administration of Coal Geology, Xi'an, Shaanxi, 710100

Abstract: In recent years, China's scientific and technological level has gradually improved. In the field of cadastral survey, from the initial manual survey and photographic equipment survey to today's UAV low altitude auxiliary survey, in the field of modern cadastral survey, UAV low altitude tilt photogrammetry has the advantages of low cost, high efficiency, accurate data and convenient operation. It is of great significance to study its practical strategy. Through consulting relevant literature, this paper briefly expounds the UAV low altitude tilt photogrammetry technology itself and its operation process, analyzes the practical application of UAV low altitude tilt photogrammetry technology in cadastral survey combined with the author's own project practical experience, and further analyzes the accuracy. The results show that the plane mean square error of boundary points is 0.0283, and the elevation mean square error is 0.0326, The mean square error of boundary point spacing is 0.0383, and the above three groups of data are less than 0.05m in the requirements of the national cadastral survey specification, which is sufficient to illustrate that UAV low altitude tilt photogrammetry has strong application value in cadastral survey. I hope the research content of this paper can provide some theoretical guidance for the further development of cadastral survey in China.

Keywords: UAV; Tilt photography; Cadastral survey; Accuracy analysis

引言:

地籍测量的对象一般包括农村与城镇,其工作目的在于对一定区域内的建筑物、土地等的面积进行测量,把握整体地形情况,进而为道路工程、桥梁工程、房屋工程等建设工作提供必要的信息基础。如果提供的信息精度低、时间长,则很容易出现耽误工期、影响施工安全等问题,在严重情况下,甚至会造成人身伤亡以及重大财产损失。在当前技术背景下,遥感地理系统迅速发

展,其中的主要代表就是无人机低空倾斜摄影测量,该技术在实践中具备较强的工作效率与计算精度,可以有效增强数字地貌信息的提取效率与质量。

1 无人机低空倾斜摄影测量技术概述

无人机低空倾斜摄影技术,其本质就是将摄影器材放置在无人机平台上,并通过人工远程操作的方式使其在特定线路航行,并为用户提供较高分辨率图片、视频信息的一种技术手段。其组成部分包括无人机飞行平台、飞机

控制系统、传感器、地面监控系统。在目前的操作实践中，无人机低空倾斜摄影技术一般能够实现350m左右的低空飞行，能够满足大部分地面工程的信息获取需求^[1]。

无人机低空倾斜摄影技术具备以下几个主要特点：
 (1) 成本低。无人机低空摄影技术的硬件构成主要包括无人机设备、动态摄影设备，与其他航空器材相比，这两种设备的成本相当低廉，以当前市面上比较流行的大疆无人机为例，其搭载高清摄像机DJIRCPPro，支持航拍的御3型号无人机只需要23000左右，其性价比相当高。
 (2) 操作便捷。无人机低空倾斜摄影技术在实践中一般只需要1-2个操作人员进行远程操作即可完成整个拍摄步骤，除此之外，无人机本身的体积较小，携带、运输、储存均比较方便。
 (3) 精度高。无人机低空倾斜摄影技术所采用的摄像头可以根据实际需求自行选择，随着科学技术的日益进步，当前市面上摄像头的价格已经明显下降，一般的高清摄像头都能够满足地籍测量活动所需的分辨率要求。其次，该技术要求无人机在低空位置运行，因此不会像其他高空摄影一样受到云层、高层建筑物的影响，这也是该技术能够获得较高清晰度图片、视频的主要原因之一^[2]。
 (4) 覆盖范围广。无人机的续航能力一般支持数公里内的大规模监测。
 (5) 安全性强。无人机的操作方式属于人工远程操控，因此操作人员的安全几乎不会受到影响。

2 无人机低空倾斜摄影测量技术测量作业流程

无人机低空倾斜摄影测量技术的作业流程一般包括准备阶段、外业处理阶段、内业处理阶段。图1为无人机航测技术在农村地籍测量中的具体工作流程图。

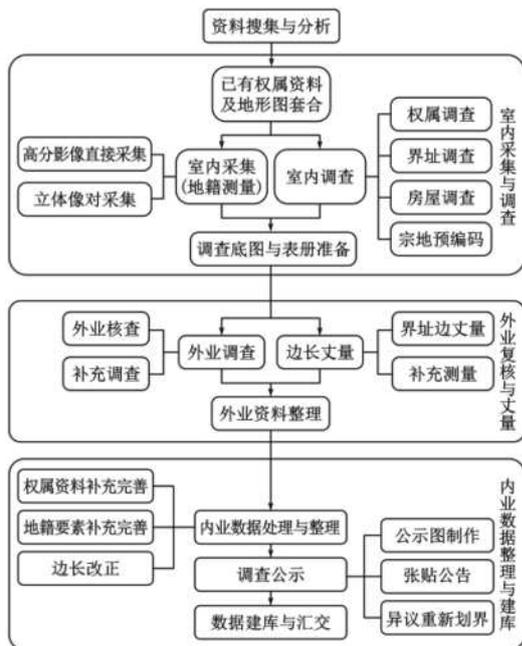


图1 无人机航测技术在农村地籍测量中的具体工作流程图

3 无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用

3.1 准备

本文以城市地籍测量为例，对无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用进行简要分析。在实践中，执行无人机低空倾斜摄影测量的无人机主要分为固定翼、旋翼两种，其中，固定翼无人机一般以电动为主要动力源，其优势在于续航时间长，缺点在于分辨率相对较低，一般在8cm以上，且获取的数据数量也相对较少。而旋翼无人机具备操控性强的优势，与固定翼无人机相比，此类型的无人机能够适应更多的工作场景，其能够获取的信息数量更多，且精确度普遍较高，一般能够达到1cm以下。同时，旋翼无人机的缺点也比较明显，其续航时间相对较短^[3]。

本次测量选用的无人机充分考量了两者的优缺点，选择了精确度更强的八轴旋翼无人机进行测量，并对其电池进行了改装，明显延长了其续航能力，由原来的30min提升到了接近45min的水平。

3.2 资料收集与分析

资料收集与分析是无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中应用的首要步骤，技术人员首先对该地区的地形地貌特征进行初步分析。经观察得知，该待测区总面积约为1.5平方公里，属于镇级单位，位于当地省道两侧，包括商户、居民住宅区、农田等元素，房屋大多为4-7层高的楼房，区域中心有一个小型的广场。需要完成的测量比例为1:1000。

3.3 外业实施

在该地区的实际操作过程中，外业人员共完成了15个像控点的布设，15个像控点载测区内均匀分布，其中10个为控制点，5个为检查点。像控点坐标为国家2000坐标系，高程系统为1985国家高程基准，中央子午线117度。在实际操作过程中，技术人员在测量点地面喷涂油漆，使用RTK，并将中杆对准测量点的中心位置，带水平气泡居中后完成控制点测量。在进行具体测量时，技术人员应该着重注意对于控制点精度的把控，必须将精度控制在0-2cm的范围内^[4]。

在像控点布置工作完成之后，技术人员可以根据实际情况规划好航线角度，并进入实际的无人机外业数据采集阶段。具体工作流程如下：
 (1) 为了满足本次工作精确度的要求，设计人员采用软件设置了一个自动飞行计划，保证无人机在运行过程中能够在指定位置自动进行拍摄^[5]。
 (2) 在无人机设备运行过程中经常会出现各种无法预期因素的影响，包括但不限于风雨雷电等自然环境，这些因素很容易导致摄影设备内部的数据出现各种问题，针对这种情况，技术人员可以采取程序设置的方式使无人机在采集到数据之后进行预处理或者初步加

工,通过这种方式可以显著降低图片、视频等信息出现问题的概率,同时,经过特殊调教的无人机设备还可以通过网络技术与卫星之间建立联系,将自身拍摄的图像与卫星拍摄的内容进行对比,自动进行辅助修改。这能够降低后期数据处理工作人员的工作强度,极大提升地籍测量工作的效率。表1为无人机本次航测的飞行记录。

表1 无人机航测飞行记录

项目	内容
无人机航测时间	2022.3.23
航测天气状况	天气晴朗,空气质量良好,风速在14-15km/h,微风
平均相对航高	约150m
地面分辨率	约1.2cm
影像重叠度	航向83%,旁向74%
焦距设置	正视方向焦距27mm,斜视方向焦距40mm

值得注意的是,本次无人机航测活动中各项数据的选择完全根据本次航测的目标、天气状况等诸多因素综合确定,其他单位在执行无人机航测活动时必须充分结合自身实际情况进行判定。

3.4 内页数据处理

内页数据处理是无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中应用的核心环节,具体操作方式如下:(1)数据获取与初筛。技术人员回收无人机,并将无人机航拍过程中获取到的数据导入到计算机,进入正式的数据处理阶段,首先对内容模糊、表述不清的数据内容进行剔除,保证数据的可行性。(2)数据拼接。在实践过程中,无人机飞行几乎必然会受到高空气流的影响,这种影响会进一步传递到摄影设备,进而导致影响与预期的角度、内容等因素存在比较明显的偏差。本次数据处理对其进行几何纠正、空三加密等。(3)采用Context Capture软件完成内业数据处理。基本流程分别为打开软件、新建、添加影像属性、自动空三、获得精度报告、三维建模、输出。(4)在初步成果得出之后,技术人员应该对结果中存在的缺失、错误等问题进行修补或矫正,得出最终结果。(5)对最终结果进行精度测定,本次实测采用了6个检查点,笔者对最终数据进行了统计,最终得出结论,即界址点平面中误差为0.0283,高程中误差为0.0326,界址点间距中误差为0.0383,以上数据均在0.05以下,满足国家对于地籍测量的相关数据要求^[6]。

4 无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的注意事项

根据以上内容可知,无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的表现并不是十分完美的,也存在比较多的不足之处,因此,在地籍测量中使用无人机低空倾斜摄影测量技术时,相关技术人员必须尤其注意以下几个重点事项:(1)在操作之前,技术人员应该对当地的气

候环境、风速等内容进行判断,并结合所有因素判定外界环境是否能够支持低空测量的顺利进行、能够在什么高度进行低空测量。(2)在操作过程中,技术人员应该格外重视像控布设活动,在一般情况下,布控方式可以采取400m的正方形网格布设,如果存在额外需求,也可以在网格区域外部进行像控点的布设^[7]。(3)在实践过程中,无人机低空倾斜摄影技术所搭载的无人机载摄影设备一般都不是专业的测量摄影装备,因此,为了防止由于光学畸变现象影响成像效果,技术人员应当对图像进行变差调整,专业术语称为自动空三加密技术。具体而言,这种技术的主要含义就是在空中进行三角测量,确定区域内的定位,从而找到相对应的对象空间坐标点。在当前我国的地理测量工作中,普遍采用的都是Pix4D+EPS+CASS系统,能够满足空三加密的需要,并进一步完成地形图的整合。

5 结论

纵观全文,当前我国正处在科学技术蓬勃发展的关键历史阶段,地籍测量是我国土地信息管理的基础性工作,对于我国城镇、农村的建设与发展具备十分重要的意义。本文从无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用角度着手,首先对无人机低空倾斜摄影测量技术本身及其数据处理过程进行了简要阐述,并结合笔者本身的实践经验,结合实例对无人机低空倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用进行深度分析,并最终得出了一些利用无人机低空摄影技术测量过程中的一些注意事项。希望本文的研究内容能够为从事地籍测量工作的单位提供一定的理论支持与技术指导,进而有效提升我国地籍测量的质量与效率。

参考文献:

- [1]张少凤.浅谈无人机倾斜摄影测量技术在地籍测绘中的实践应用[J].世界有色金属,2021(13):2.
- [2]沈如稳.无人机倾斜摄影测量技术在地籍测绘中的应用分析——以蚌埠市辖区宅基地确权登记为例[J].2021.
- [3]良民王,玉磊谢,芳吴.无人机高精度倾斜摄影技术在地籍测量工作中的可用性探讨[J].地矿测绘(2630-4732),2020,003(002):P.157-159.
- [4]周平.无人机倾斜摄影在农村房地一体确权登记项目中的应用[J].消费导刊,2020.
- [5]徐石旺,钱恒湘,任海波,等.无人机倾斜摄影测量在农村地籍测量中的应用——以肇庆市高要区某村为例[J].地矿测绘,2020.
- [6]李同光,符惠伟.无人机倾斜摄影测量技术在地籍测量中的应用研究[J].南方国土资源,2020(11):4.
- [7]王良民,谢玉磊,吴芳.无人机高精度倾斜摄影技术在地籍测量工作中的可用性探讨[J].地矿测绘(2630-4732),2020.