

# 无人机倾斜摄影测量在三维地籍测量中的应用

赵上

河北省水文工程地质勘查院(河北省遥感中心)

DOI: 10.12238/jpm.v4i5.5968

**[摘要]** 目前,无人机倾斜摄影测量技术以影响信息数据为核心,不仅能够精准识别地籍数据,还可以依托外业核查顺利实现大面积地籍测量任务,从而大大减轻外业实际工作量,大幅度节约测量成本以及提升测量效率。在使用无人机倾斜摄影测量技术实施地籍测量过程中,若测量精度可以全方位满足地籍测量核心需要,说明依托此技术获得信息数据是精准可靠的。除此之外,说明依托此技术所生成地籍图具有科技化以及数字化,可以使地籍图的使用效率得到大幅度提升,进而提升测量结果社会化服务的效益。基于此,本文首先简述城市地籍图测量方式与内容,继而深入分析无人机倾斜摄影测量在三维地籍测量中的实际应用,供相关学者借鉴与参考。

**[关键词]** 无人机; 倾斜摄影测量; 三维地籍测量; 应用

## Application of UAV tilt photogrammetry in three-dimensional cadastral survey

Zhao on

Hebei Provincial Hydrology and Engineering Geological Exploration Institute (Hebei Provincial Remote Sensing Center)

**[Abstract]** At present, the uav tilt photogrammetry technology affects the information data as the core, can not only accurately identify cadastral data, but also rely on field verification to successfully achieve a large area of cadastral measurement task, so as to greatly reduce the actual workload of field, greatly save the measurement cost and improve the measurement efficiency. In the process of implementing cadastral measurement by using UAV tilt photogrammetry technology, if the measurement accuracy can meet the core needs of cadastral measurement in all aspects, it shows that the information data obtained by relying on this technology is accurate and reliable. In addition, it shows that the cadastral map generated by relying on this technology is technological and digital, which can greatly improve the use efficiency of the cadastral map, and then improve the benefit of the social service of measurement results.

Based on this, this paper first briefly describes the measurement mode and content of urban cadastral map survey, and then deeply analyzes the practical application of UAV tilt photogrammetry in three-dimensional cadastral survey, for relevant scholars for reference and reference.

**[Key words]** UAV; tilt photogrammetry; 3 D cadastral survey; application

### 引言:

无人机倾斜摄影测量技术主要是指在无人驾驶飞机上依托搭载专业测量器件或者图像传感元件,获得地形或者地面上构筑物等一系列影像,依托专业软件提取清晰、全方位影响信息,建立 3D 立体模型,从而全方位实现对最终精准测量结果解译。随着科学技术的迅猛进步,无人驾驶飞机的斜视摄影技术已成为制图领域中热门课题。与传统航空摄影测量以及全野外测量相比,依托无人机倾斜摄影测量可以全方位获得更多实景 3D 模型,且凭借实景 3D 模型为核心,还可以轻松快速辨别、收集地物,在小型地形测绘中具有一定应用和推广价值。与此

同时,其高精度,速度快、以低成本方式完成大面积、对大起伏地形实施精准测量<sup>[1]</sup>。所以,这种技术应用于三维地籍测量具有明显优势。

### 1.城市地籍图测量方式与内容

#### 1.1 前期准备

当 RTK + GPS 技术在城市地籍测量中综合应用时,通常只需要少数人员,在专业信息设备的帮助下就可以在需要实施测绘的地形区域内进行 2 s-3 s 工作,并将所述特征编码同步输入,动态精准获得点位精度。同时,将其与常规检测手段有机结合起来,能够大幅度提高检测的整体效率。将相关信息经过

规范化编辑整理,能迅速生成相应地籍测量信息数据。将 RTK 技术以及电子手簿有机结合起来,可全方位实现对各种地形图科学测量,有效提高日常工作时效以及工作质量。在实施 RTK 初期,作业人员要注意掌握如下要点:

(1)从市区地籍实际情况出发,精准确定测绘所要进行的具体步骤,尤其是对所有街道实施科学划分;(2)开展地籍权属专题调查,并对界址精准位置进行正确标记;(3)科学、合理紧抓整个管控网,并对全部作业区域实施精准测量范围划分。

### 1.2 地籍管控测量

以往在工程管控测量过程中主要依托导线网来进行。因此,极易大量耗费更多物力资源以及人力资源。而且,在外业测设期间,无法动态精准获取定位精度,并采用 RTK + GPS 集成数字化测绘技术全方位开展数字化管控测量工作,能够全方位、动态化获取确切位置精度,从而大幅度提高工作效率<sup>[2]</sup>。

### 1.3 地籍细部测量

使用 GPS 过程中实施城市地籍细部测绘过程中,依托全站仪自带的草图函数,完成城市地籍细部测量工作。由于细部测量工作所牵涉信息数据较多,而且与之有关技术运作,所以必须保证测量工作进行顺利。在实际运作阶段,要科学控制所绘图比例,并依托草图的标准绘制,将物与质相关性全方位展现出来。

### 1.4 城市地籍图的生成与编辑

在创建城市地籍图期间,需要按照宗地草图以及关系图进行整体比对确认,在选择设定好的图像绘制必备的数据信息,在数据资料正确选择完成后,依托测点的地块以及平面坐标描述信息,形成最终平面图纸。

## 2. 无人机倾斜摄影测量技术路线

### 2.1 倾斜摄影

#### (1) 前期准备

要对航拍区域中的技术装备以及自然情况等进行搜索,制订出完整航拍预案,并以测绘工程为依据,制定合理、可行的航拍原则,在得到相关部门批准后再将航拍区域划分成不同区域<sup>[3]</sup>。同时,还应明确航拍精度指标,明确各个区域的标准高度以及关键性能参数,并对基准点实际高度实施分区拍摄,依托分区象征性低点均值设计标高以及高点均值设计标高总和 1/2 来进行精准测量计算。

#### (2) 试摄与试飞

按照实际需要,在航线敷设道路,并清晰标明航线的高度和铺设道路,然后实施首飞以及拍照。在飞机起降过程中,为确保飞机能够顺利起飞,需要选用适当的航速,以减小飞机自身空气阻力。选择视野开阔,地势平坦的地方作为放置飞行器场所,障碍物在视野中的高度角度不能超过 15 度。并依托相关实验和检测设备,来解决航空线路设计中出现的问题,从而保证航空运输的安全性。在拍摄以及首飞完成后,提出全面总结,并对其实施科学分析和科研,确定机械设备正常工作情况

下,方可开始进行宣告航拍。

#### (3) 正式选择航摄

航空摄影必须在该区域最优天气因素下实施,以确保航空摄影可以真实、全方位反映出道路具体情况。在导航环节,L 波段 GPS 接收机的信息数据采样间隔时间不能高于 1s,飞机垂直速度应该不应高于 10 m/s,在空中飞过程中一定要对无人机运行情况展开全方位观察,要对无人机充电电池消耗整体情况高度关注,观察航拍照片是否可以持续,并对 GPS 信息数据中出现的失锁信号实施严密监控,一旦出现非正常情况就要及时处理。通常情况下,课程主要内容的重叠应始终控制在 56%~48%范围内,在有比较严重遮光以及一些工程和建筑比较集中的地方,课程主要内容需要有 82%~91%重叠,这样可以大幅度降低由于课程内容的重叠而造成在建筑模型制造过程中出现几何结构的严重粘连。

当多层建筑高度超过上空高度的 1/4 时,可采用提升图像重叠和重叠航行及多余观察的方法。横着重叠一般设置在 30%~35%,航行方向折射率不得超过 3%,且航行时尽量保持同一高度。同一线路邻近照片的高度差不应超过 20m,较大高度与最小高度差不应超过 30m。航行方向普及率应超过拍摄区边境线最少一条基准线,超过拍摄区边境线的横着普及率一般不能低于图像的 50%。应及时对航空摄影测量的相对性洞和肯定洞进行拍照,且洞应按原设计要点拍照。

### 2.2 像控点测量

相片施工测量应该根据三维数据加密照片的控制点的平面图位置和标高开展现场进行精确测量。要实现测量测绘 1:500 的地形测绘,必须引进高精度的控制点参加三维解算,高精度影像控制点越大,三维解算就会越精准。但老虑到具体工作效率和产品成本,图像控制点应有效遍布,且维持在合理总数<sup>[4]</sup>。

## 3. 无人机倾斜摄影测量在三维地籍测量中的应用

### 3.1 原始数据信息的获取

为大幅度提高原始信息数据的收集质量,依托多次测量工作经验总结出如下步骤:(1)在制定飞行方案时,根据测区的地貌地形等因素,选择无风、晴朗天气以及微风的天气,进行飞行子区的精准划分;(2)在收集影响过程中,严格按照航线的旁向重叠度以及重叠度要求进行;(3)收集影响后,每天检查影像反映出的信息数据质量,保证影像质量满足精度的核心要求。当影像内部出现较多“留白”时,重新收集影像;(4)以 POS (姿态以及位置测量体系)信息数据为基础,对图像信息数据实施全方位预处理,以处理后的影像信息数据为核心,作为后续精准计算基本数据。

### 3.2 界址点测量

测量的主要方式有两种,一种是解析法,另一种是图解法。在本次地籍测量工作中,界址点精准测量是凭借倾斜摄影测量时获得清晰影像数据为基础,并以实地作业任何认证地形图点的精度为核心,在室内对图斑进行准确识别,明确各个地方籍

图斑之间的边界以及界址等信息数据。因此,可以在 RTK-GPS 以及 CORS 系统平台协作下,对界址点实施全方位准确测量。所以,界址点准确测量的精度,是对地籍绘制精度有直接影响的首要因素,所以,规定界址点测量精度相对较高。

### 3.3 地籍图测绘

本次地籍地图的绘制,以无人机实际倾斜摄影影像数据信息为依托,采用室内识别界限点以及图斑等手段精准绘制地籍底图,并以 CORS 体系为平台,实施 RTK-GPS 等多种测量技术,对图根点实施控制以及校核,为倾斜拍摄的准确性进行校正以及分析奠定稳定的根基。在本次地籍核实和测量工作中,多数情况下对全方位符合 RTK 以及 CORS 体系测量条件的区域,可以依托 RTK 或者 CORS 体系进行精准定位;而对不符合这类基本测量条件的区域,则可以使用全站仪实施测量。在测绘中,应考虑以下几个问题,以确保测绘的准确性:(1)在界址点测量时,若实施解析法,相邻控制点平面内误差达 $\pm 0.3$  mm,限差约为中误差的 2.0-2.2 倍;(2)若在界址点测量过程中实施图解法,相邻界址点平面内的误差为底图 $\pm 0.6$  mm,限差约为中误差的 1.8-2.0 倍,偏远山区可将误差放宽至 1.5 倍<sup>[5]</sup>。

### 3.4 测量精度对比

结合图根控制测量以及首次测量控制等最终研究成果,对无人机倾斜摄影测量的实际精度开展一系列检验。其中最重要的一种就是采用无人机的倾斜摄影来获取精准坐标:(1)影像信息数据依托空中三角实施一系列加密处理后,逐渐形成清晰的正射影像图;(2)在正射图上决定、识别地籍图斑;(3)读取所得到地籍图斑 3D 空间坐标;(4)针对首级图根测量点、控制测量点以及其他坐标进行精准控制,在上述影像信息资料基础上,形成稠密的点云信息数据,并对图根周边的点云信息数据实施 3D 坐标实际平均值。在对无人机倾斜摄影测量手段精度展开分析时,从其中随机选择坐标信息数据,经过对比后发现用无人机倾斜摄影测量手段得到地籍测量精度能够全方位满足技术核心需求。

### 3.5 测量控制

由于本次实验是按后一环节进行,所以本文按划分流程来实施讨论。在该测绘范围已完成 CORS 体系(持续运行(GPS)基准站)的全覆盖前提下,本项目拟在前期工作基础上以现有的单台 RTK(实时差分定位)技术为根基,依托与基于倾斜摄影技术获取的稠密点云信息资料实施全方位比对,并对其进行分析校正。在第一次控制测量时,需要注意如下问题:

(1)在地籍测量中,首级控制测量具有很大积极作用,其控制点数量较小,为节省测量实际成本,并控制测量精度,可实施三角高程测量等常规测量手段以及水准测量等;(2)为确保首级控制测量的精准性,首级控制测量网最薄弱高程处误差相对起算点要限制在 $\pm 20$  mm 之内;(3)第一次控制测量是保证地籍测绘精度的主要措施,其主要操作程序必须按照有关标准

开展。

图根控制测量不仅与各类地籍块的测量精度紧密相关,而且也是无人机倾斜摄影测量精度修正以及分析重要手段。因此,必须按照区域内已有 CORS 体系,依托 RTK 技术实施测量,并与由图像信息数据得到稠密点云数据得到精准 3D 坐标实施精度比对<sup>[6]</sup>。(1)在应用 RTK 对绘制区域进行图根点测量过程中,要保证各个图根点都能通视到每个相邻图根;(2)为让图根点测量变得更为精确,各个图根点应该拥有至少 2 个或更多独立观测信息数据,且各个不同观测信息数据之间的实际平面坐标误差应该控制在 $\pm 20$  mm 内,高程坐标误差以 $\pm 40$  mm 为宜;(3)在 CORS 的观测中,当 CORS 的讯号很微弱或没有收到讯号时,可以使用全站仪来测定 CORS 的具体观测值,使实际观测值在水平实际观测值的相对偏差不及 1/3000。(4)为确保观测值的精准性,必须按照相关标准来操作。

另外,在图根控制测量过程中图根导线测量也是核心环节,应注意:(1)图根导线测量一般为一级或一级以上的 GPS 点、RTK 点以及导线点为核心;(2)在不进行高斯投影校正的情况下,应用全站仪对相邻 RTK 图根点实施全方位精准测量时,边长自身误差必须不高于 1/6000<sup>[7]</sup>。

## 4. 总结

总而言之,在全国第三轮国土资源普查中,地籍测量发挥重要作用,不仅是界定土地权属的主要根基,也是界定土地资源种类与利用状况的核心。无人机斜视摄影测量技术是建立在竖直准行技术基础上所发展,该技术可以实现多个视角、多个方向影像信息数据采集,大幅度降低精密测量中的“留白”难度,提高测量数据精准,目前已经逐渐被大面积应用于大尺寸检验领域。

### [参考文献]

- [1]王永生,刘明岐.无人机倾斜摄影测量在三维建模中的应用研究[J].世界有色金属,2018(09):30-31.
- [2]李博,徐敬海.无人机倾斜摄影测量土方计算及精度评定[J].测绘通报,2020(02)102-106.112.
- [3]乔天荣,马培果,许连峰,等.基于无人机倾斜摄影测量的关键技术及应用分析[J].矿产勘查 202011(12)2698-2704.
- [4]叶震,许强,刘谦,等.无人机倾斜摄影测量在边坡岩体结构面调查中的应用[J].武汉大学学报(信息科学版),2020,45(11):1739-1746.
- [5]周吕,李青逊,权菲,等.基于无人机倾斜摄影测量三维建模及精度评价[J].水力发电,2020,46(04)41-45.50.
- [6]付博,陈姗,张俊.无人机倾斜摄影测量技术在三维数字城市建模中的应用[J].湖南工业大学报,201933(05)79-83.
- [7]郭岚,王春涛,赵元务,无像控无人机倾斜摄影测量在农村地籍测量中的应用[J].测绘与空间地理信息,2019.42(04)216-218.