

# 无人机倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测绘中的应用

梁 凯 刘 博

国家能源集团乌海能源天荣公司 内蒙 乌海 016040

**摘 要：**随着测绘科技的发展，无人机倾斜摄影测量技术不断得到创新和完善，该技术越来越多地应用于地形图测量。相对于传统航测和全野外测图，利用该技术生成的实景三维模型进行多视角影像测图，获取信息更加丰富，能够快捷地对地物进行识别和采集，大大提高了测图效率，缩短了成图周期。本文通过实际项目的精度分析，验证了在大比例尺地形图测量中采用无人机倾斜摄影测量技术的可行性。

**关键词：**比例尺地形图；倾斜摄影；实景三维模型

引言：无人机航空摄影测量具备灵便效率高、精密精确、使用成本低、运用覆盖面广、生产制造周期时间短等优点。在小区域数据测量艰难地域迅速获得高分辨率图像具有显著优势。伴随着无人机和数码照相机技术的高速发展，根据无人机平台上的倾斜摄影测量技术愈来愈完善。该技术将无人机的灵活与倾斜摄影测量的多传感器、多视角、高分辨率优势紧密结合，能够简单高效地收集测量地区图像，从而形成三维实体模型和其它4D数据<sup>[1]</sup>。

## 1 倾斜摄影测量数据特征分析

倾斜摄影测量主要是以正射影像测量为载体，提升正视图、后视图、左视图、右视图4个不同角度的图像数据信息，开展多视点图像综合平差和聚合配对，还原创建物体的实际三维模型，真正表述地物相对高度和纹路的信息内容，使地物表面结构和外型根据多方位观察，倾斜航空摄影技术的特点就是倾斜图像相对应的地表遮盖地区为等腰梯形，倾斜影像各部件的拍摄比例是慢慢变化的；倾斜图像中各像点屏幕分辨率不一样、地貌遮掩很严重的倾斜图像；应具有同一路面物件相对应的好几个屏幕分辨率的倾斜图像。因为以上特性，获得信息中存有比较多的表面粗糙度差，严重影响到后面图像的空中三角测量精密度。

## 2 无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用优势

### 2.1 有利于降低数据误差

(1) 此技术仅需合理确定高清航拍主要参数信息，即飞机飞行高度、监控摄像头镜头焦距等。这样的话，图像的分辨率就会提高，收集的信息数据会最准确。

(2) 技术的发展可以保证空三数据加密可以达到更高精度。无人飞机倾斜摄影可以借助人工控制调节测量测绘

的成效精度，从而保证地形图制作尽可能的精准。(3) 在之前的地形图绘制过程中，是人力收集信息数据的，但由于视觉感受误差，所收集的矢量素材参数会发生改变。无人机摄影的应用，仅需适时调整视角就可以实现精确的数据收集，合理确保了数据的准确性以及制作地形图的品质。

### 2.2 显著提高地形图绘制速度和质量

在绘制大比例尺地形图的过程当中，将无人机倾斜摄影技术与GPS技术紧密结合，能够实现定位导航，在目的地区有效设定GPS有助于无人机部位数据采集的精确性。此外，利用无人机斜摄拍摄技术收集的数据信息绘制的效果图更直观、清楚、通俗易懂，有助于绘图工作人员观察和剖析总体目标区域内的地貌，降低施工人员的整体任务量。此外，考虑到到大比例尺地形图的跨距比较大，往往需要检测员去现场开展安全检查。用无人机拍摄能够省去这一过程，确保地形图绘制的精密度、从而提升绘制的质量以及效率。

## 3 无人机倾斜摄影测量工作流程

### 3.1 倾斜摄影测量流程

根据无人机的倾斜摄影测量技术基本遵循的航空摄影原理。在进行外部航拍前，必须整体规划航道，设定高清航拍的主要参数。关键航空摄影测量主要参数如下所示。(1) 地面采样间隔。GSD (Ground Sampling Distance) 是航空摄影测量的地面屏幕分辨率，是区别图像中邻近物件中间最小的距离水平。该值越低，图像的分辨率越高。(2) 航高度H。无人机起飞时相较于基准点的安全距离。 $H = F \times GSD / a$  式中：其中f是镜头的焦距；a是像元的大小。(3) 图像重叠度。图像累加包含走线累加和侧边累加。线路重叠的范畴通常为60%~80%，侧边重叠的范畴一般为

15%~65%。(4) 摄影基准线与基高度比例。在航线方位上, 邻近投射的中心连接线由重叠度来确定; 摄影基准线长短与航高之间的关系为:  $K=H/B \times K$ ; 地面高程精度:  $m H = GSD / (K \times e)$ ; 基比越大, 重叠越低, 但点设计标高精度越大, 越能产生观察盲区。因而, 在设置高航摄主要参数的过程当中, 必须均衡重叠度以及摄影基高比<sup>[2]</sup>。

### 3.2 影响因素

在无人机倾斜摄影测量过程中, 存在着较多的影响因素, 如飞行角度、相机参数、像片控制点等。其中, 在无人机飞行过程中, 由于受到天气环境、湿度等各方面自然因素的影响, 致使飞行角度以及飞行平台均会发生相应的改变, 容易造成像片位移的情况。同时, 在相机参数设置过程中, 由于透镜等各方面的误差, 致使像点容易出现偏离。为此, 工作人员通过对相机的校正, 设置具体的参数值, 为准确测量提供保障。并且, 在控制测量过程中, 应当明确曝光时的位置, 准确标记像控点的坐标, 掌握控制点、数量以及位置等因素之间的关系, 以此解决无人机倾斜摄影测量中出现的问题<sup>[3]</sup>。

### 3.3 摄影处理

在采用无人机倾斜摄影测量的过程中, 通常会使用相应的软件系统, 对摄影存在的不足之处进行处理, 并利用软件系统建立三维模型。首先, 对倾斜摄影的像片进行处理, 并获取实时拍摄信息, 以此进行空中三角测量。其次, 在数据获取后, 建立三维模型, 便于工作人员直观了解拍摄的实景。最后, 通过对数据采集以及分析, 得出相应的测量结果, 完成摄影处理工作。与此同时, 在摄影处理中需明确倾斜测量的基本要求, 通常情况下, HM2200无人机以及HO1600无人机同时飞行。并在测量时应选择在少雨季节, 5~6月份是最佳的航拍时间。在无人机飞行过程中, 应当保持其距离机场约15km左右的位置起飞。并有效进行预处理, 根据飞行区域明确具体飞行技术指标。如, 在比例尺为1:1000下, 应当设置摄影焦距为25~35mm, 像幅大小在7360mm×4912mm左右, 飞行速度可保持在70km/h, 飞行航高应当在200m左右, 可有效提高拍摄的清晰度。从多视角下拍摄影像, 能够对控制点进行自动拍摄。在倾斜摄影过程中, 充分获取影像资料, 随后对其进行预处理, 充分确保拍摄的准确性<sup>[4]</sup>。

### 3.4 地形图的补测

外部航拍期间无法显示地物之间的挡住, 造成一部分实体模型发生畸变, 需要使用传统式仪器设备开展外部地形图和检测填补。对某部位进行抽样检查, 对有异

议区域进行实地考察, 从而可以保证地形图的一致性和精确性。

## 4 无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用分析

### 4.1 倾斜摄影

现阶段, 倾斜摄像期间一般常用五镜头, 这样的镜头能从每个视角拍摄图像, 促使拍摄的图像数据信息更为详细, 不容易泄漏。此外, 根据惯导导航系统的协同应用, 能够恰当纪录拍摄图像的三维坐标。无人机航行操作中, 必须剖析很多方面, 尤其是飞行路线设计和相对高度的人物设定, 容易受多种多样外在因素的影响, 是有关系到图像收集的具体结论。因而, 应当深层次、系统地掌握目标调研地区的实际情况, 还可以选择适合的特点做参考的总体目标, 使图像具有很高的适用范围。拍摄工作结束后, 需对收集的图像信息进行定期检查和挑选, 清除无使用价值的信息。比如在无人机起停的时期, 拍摄的图像基本上都没有使用价值。

### 4.2 数据收集

在大比例尺地形图测绘的过程中, 加强对无人机倾斜摄影测量的应用, 可有效获取实时测量数据, 便于工作人员对数据信息进行整理分析。其中, 在数据收集时, 通常会设定具体的摄影测量范围, 明确测区内的地形高差, 掌握地形的裸露程度。在此基础上, 对无人机的航线及测量区域合理划分, 对航向的重叠度进行科学设置, 保证无人机倾斜摄影的范围在规定的标准内。同时, 通过对测量区域内的地形分析, 可合理设置相应的像控点, 并对各个像控点的坐标进行标记, 利用无人机摄影功能对坐标位置进行采集, 由此掌握测量范围内的地形情况。在控制测量过程中, 应当合理选择相应的控制点, 充分提高测量精度。通常情况下, 针对密集区域应当在100~200m左右设置一个控制点, 相对于其他区域可在300~400m左右设置相应的控制点<sup>[5]</sup>, 从而快速获取相应的坐标数据。与此同时, 工作人员还可对拍摄的像片详细查看, 并对其进行全面检测, 保证信息数据采集的精确度。继而有助于工作人员对数据信息进行合理分析, 快速完成大比例尺地形图的测绘工作, 提高地形图的测绘质量。在无人机倾斜摄影测量下, 可有效增强整体的测量效率, 促使无人机倾斜摄影测量技术得以大范围推广。

### 4.3 空三加密

空三加密是实景三维建模的核心环节之一, 为提高成果的位置精度水平, 需要将外业采集像控点数据刺点至对应的像片, 每组相机至少刺一张, 每个像控点至少要有4

张刺点像片。利用 ContextCapture 对航片进行空三加密解算。首先每个架次分别进行解算,成果合格后再按区域将多个架次合并成一个加密区域进行整体解算。这样可以提高整体解算的精度,提高工作效率,并方便后续作业的接边整合。在约束条件下进行空三计算,根据解算情况及时侦测和发现有问题的像控点,及时调整展点位置或删除有问题的像控点,必要时由外业补测新的像控点,直到解算结果各项指标合格,精度可靠为止<sup>[6]</sup>。

#### 4.4 软件应用

在大比例尺地形图测绘的过程中,工作人员还需采用专业的软件,将无人机倾斜摄影测量的数据信息传输到指定的软件中,利用自动化建模软件,可有效提高地形图的测绘精度。并且,能够加快建模的速度,提高模型的质量。同时,工作人员可结合实际测量情况,对模型进行适当的修改,软件也会在模型建完后,针对不合理的地方进行有效提示,便于工作人员对其进行改正,确保地形图的完整性。目前,EPS软件应用较为广泛,该软件具有较多的模块,能够形成立体模型。并通过三维立体效果完善地形图内容,不断增加模型的有效性。同时,可将各个检测点录入到软件系统中,系统能够根据检测点的具体情况详细检测,以确保该检测点数据的准确性<sup>[7]</sup>。

#### 4.5 构建三维模型

在对待捕捉的影像进行之后,能够搭建三维实体模型。解决收集的图像数据,搭建三维模型可以分为两大类。一种三维模型可以作为纹路的搭建,另外一种三维模型可以用于制作软件的三维模型。这几种方式在不同行业发挥了不同类型的功效,能够为全部市场的发展提供支持。

#### 4.6 图形制作

在制作大比例尺地形图的过程当中,工作人员必须把系统软件内容的三维模型恢复正常的要求以及方式,运用系统软件本身的功能,综合性收集实体模型中数字以及收集地形的关键点。数据采集结束后,必须梳理搜集具体内容的特性,对其展露的地形设置实际范畴。在这个过程中,应确立高程点密度,采用自动化技术方式,

适度获取高程点,以合理降低具体测绘工程任务量,加速地形图测绘工程全过程,提升总体测绘工程的高效率,获得较好的测绘成果<sup>[8]</sup>。除此之外,工作人员还需要精确测量该地的地形。针对不清楚的照片,能用有效的办法精确区别地形与地面物件,提高照片的画面质量,从而精确测绘大比例尺地形图。除此之外,地形图制作结束后,工作人员务必查验其精确性。依据地形标准值,进行深入对比,精确测量高程点。工作人员能够进入精确测量地区,获取一部分监测点,进一步降低精确测量误差,达到大比例尺地形图的精度等级。推动无人飞机倾斜摄影测量的广泛运用,该测量法使用率展现了倾斜摄影测量在大比例尺地形图中的重要性。

结束语:总的来说,和传统精确测量对比,利用无人飞倾斜摄影形成实景三维模型的矢量素材地形图制作流程和方法,并且进一步提高地形图的测绘工程高效率,减少作业成本。评测证实,其精度基本上合乎1:500地形图的精度,可以满足大比例尺地形图测绘工程的需求。

#### 参考文献:

- [1]陈鑫祥,吴锦超,刘雪俊.基于天地图的“三旧”改造监管信息系统建设[J].地理信息世界,2020,25(6):113-116.
- [2]麦婉华.揭密城市更新黄埔样本[J].小康,2020(29):20-24.
- [3]黄立友.空地一体化测绘在城市更新中的应用[J].北京测绘,2021,32(5):562-567.
- [4]王楠.城市更新改造中的测绘技术应用——以广州市白云区为例[J].工程勘察,2020,45(7):46-48.
- [5]王峰,林鸿,李长辉.地面三维激光扫描技术在城市测绘中的应用[J].测绘通报,2020(5):47-49.
- [6]方留杨,杨成,杨涛,等.高山峡谷区带状地形图空地一体化测绘方法研究[J].人民长江,2021,50(1):130-135.
- [7]王礼江,康停军,黄雪莲.基于“3S”的旧村改造技术体系模式研究[J].测绘通报,2020(增刊):259-260
- [8]熊成利,周友生,郑永忠.空地一体化激光移动测量技术在大比例尺地形图更新工作中的应用[J].测绘通报,2021(增刊):93-97.