

Research and Application of UAV Aerial Photography in the Measurement of Strip Topographic Map

Zhaoyong Liu

CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510220, China

Abstract

In the context of today's rapid socio-economic development, traditional surveying and mapping technology can no longer meet the increasing demand brought by its development, and the application of UAV aerial photogrammetry technology makes up for the shortcomings of traditional surveying and mapping technology. UAV aerial photogrammetry technology plays a key role in topographic survey. Due to its good maneuverability and high shooting efficiency, it has attracted more and more attention and is widely used in many fields, in particular, the measurement of different strip topographic maps has obvious advantages. This paper explores the overview, characteristics and applications of UAV aerial photography, and illustrates its application in the measurement of strip topographic map in detail with examples.

Keywords

UAV; aerial photography; the measurement of strip topographic map; application and research

无人机航空摄影在带状地形图测量中的研究与应用

刘照永

中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 中国·广东 广州 510220

摘要

在当今社会经济迅速发展的背景下,传统的测绘技术已不能满足其发展带来的越来越多的需求,而无人机航空摄影测量技术的应用弥补了传统测绘技术的不足。无人机航空摄影测量技术在地形测量中发挥着关键作用,因其机动性好、拍摄效率高等优点受到人们越来越多的关注,并在很多领域中被广泛应用,特别是不同带状地形图的测量方面具有明显的优势。本文从无人机航空摄影的概述、特点、应用等方面进行探究,结合实例对其在带状地形图测量中的应用进行详细的阐述。

关键词

无人机; 航空摄影; 带状地形图测量; 应用与研究

1 引言

中国的国土面积在世界范围内居于第二位,且在地形上具有复杂的特点,这两个方面给中国国土资源测量及管理工作带来了相当大的难度。传统的地形测量工作所得结果准确性较低,测量所耗费的时间也比较长,随着现代化测量技术——无人机航空摄影测量技术的出现,显著提升了测绘工作的效率^[1]。

目前,带状地形图测量项目在测绘工作中比较常见,如公路工程建设、远距离输油管道建设等项目,这些项目在具体的建设中,为了给工程建设提供更明确的指导,首先就需要进行带状地形图测图。在测图项目中可充分借助无人机航空摄影测量的灵活性与机动性、航片获取技术的高效性与快

速性以及数据处理技术的精准性,在较短时间内通过无人机测量系统的应用获得较为优质的测图成果。

2 无人机航空测量系统概述

2.1 无人机航空测量系统概念

无人机即无人驾驶飞机,其多借用无线电遥控设备及预先设计的程序实现装置的操控。相比传统的人工驾驶飞机,无人机在应用中更具有明显的灵活、造价低、飞行器结构相对简单等优势,可在不同的、较为复杂的环境中实现作业。目前无人机已在较多领域中应用,并适合中国信息化航空测量的发展,如农业、运输、新闻报道等,在地形测量中的应用也较为广泛,尤其是带状地形测量中。当前无人机研发的种类多样,有固定翼无人机、无人驾驶的直升机、螺旋翼无

人机等。

而无人机航空测量系统是将无人机驾驶技术与其他智能化、自动化技术综合应用,如摄影测量技术、GPS 差分定位技术中的摄影测量等。通过无人机测量系统作业,获得测量空间的相关数据,如土地、环境等方面的信息,并可以实现获得信息的实时与精准的处理与应用分析。

2.2 无人机航空测量系统的组成

无人机航空测量系统的构架主要由无人机飞行平台、飞行控制系统、摄影传感器、地面控制系统等部分组成^[9]。其中无人机飞行平台常见的有固定翼无人机等,固定翼无人机具备的造价成本低、飞行平稳等优势在带状地形图测图上得到了广泛的应用;自驾仪、GPS 定位装置、无线电遥控等为飞行控制系统的主要组成部分,此系统在无人机飞行中能有效实现对各项航行参数的控制,如航高、航向等,同时能实现设备的管理,并能将无人机的飞行参数实时传送到地面控制平台,实现工作人员对无人机飞行实时航拍情况的掌握;摄影传感器在无人机测量系统的应用中有许多种类,较常用的是 EOS 5DMark II。在无人机航拍过程中,通过飞控系统控制快门定点曝光,在无穷远处对焦固定,并将相机内方位元素进行锁定,通过固定光圈和二轴实现云台的稳定性;地面控制系统在航拍前期应根据测区实际情况进行飞行参数设计,用可实现测图区域明确航线的设计、无人机航行参数的设置等。在无人机航拍作业中需通过地面控制系统进行航拍情况的检测,并在无人机结束航拍后输出相关导航文件,加以整理,并对无人机拍摄的影响在质量上进行评估。

3 无人机航空摄影测量技术的应用分析

3.1 无人机航空摄影测量技术流程

无人机航空摄影测量主要分为航摄前准备工作、相控布设、航摄外业实施、内业数据处理、外业调绘等工作。

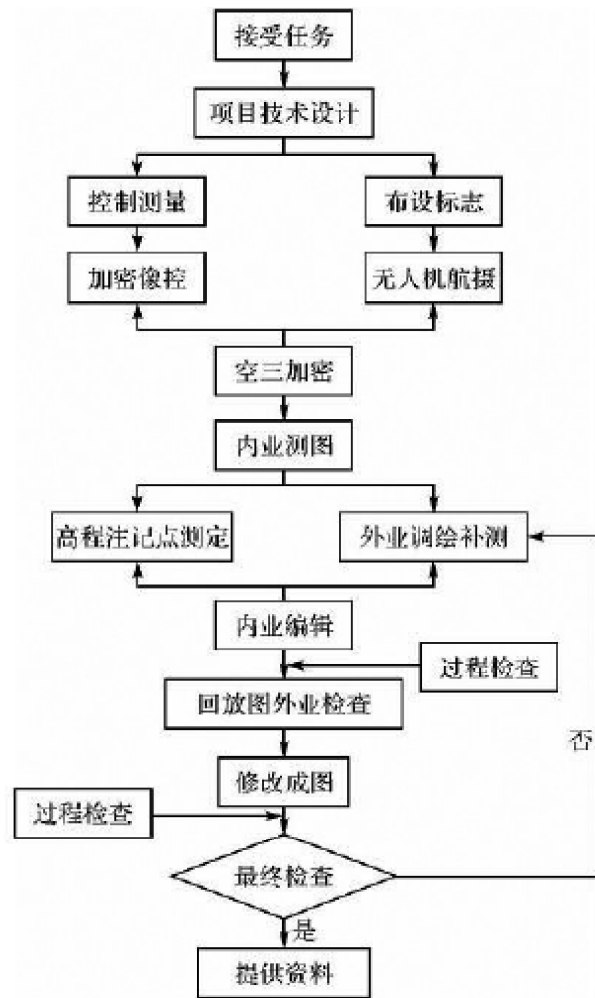


图1 无人机航空摄影流程

3.2 无人机航空摄影的准备工作

在大型的带状地形图测图项目过程中,必须做好无人机航空摄影测量的前期准备工作。首先,针对测区情况进行资料收集,如地质、气候等,进行现场踏勘,制定无人机的航空摄影测量计划;其次是进行飞行设计,飞行设计主要参考航测区域的资料,进行航高、航摄宽度、航向重叠度、旁向重叠度、航摄分区等参数的设置。

3.3 像控布设及施测

像控点的布设一般采用平高区域网单航带双模型控点布设,无人机静态作业的方式在完成多个控制点的布设会后采用^[5]。现阶段常采用的无人机平台均安装有高精度双频 GPS 模块,采用 PPK 技术,POS 精度可达到厘米级,根据测区分布、地形情况及航线方案,布设控制点,分区之间保证有公用控制点。像控点标靶一般按照十字形设计,硬质路面直接喷涂油漆,软质地面采用木板代替。像控点采用 GPS-RTK 形式

测量坐标,每个控制点测量3到5次,误差必须控制在规范要求范围内。

3.4 无人机航空摄影外业实施

无人机航摄外业实施之前,将设备进行联网检查,确保设备工作正常,并将相机电池,飞机智能电池提前充满,清点装箱,到达作业现场后,首先进行起降场的考察,然后进行基地的架设,将其布设在视线开阔,无电磁信号干扰的区域。然后进行飞机的组装和设备的调试工作。准备工作完成以后,起飞无人机。在外业实施过程中,通过地面控制系统时刻监视无人机的飞行情况,包括飞行速度、姿态、电池电量等。飞行完成以后现场检查飞行质量、在确保所有工作完成以后,整理设备,完成无人机航空摄影的外业工作。

3.5 无人机影像处理

空中三角测量技术具体实施过程如下:第一是数据准备^[6]。在空中三角测量技术实施前应首先将各项航拍的参数进行明确设置,如无人机相机的焦距、像元大小、航拍POS数据的复核等;第二是校正畸变差。空中三角测量技术一般采用VzLowCor来校正畸变差,以避免航拍影像出现主点偏移、畸变等情况的发生;第三是构建测量区域高程文件。将通过VzLowCor校正影像校正好的畸变差影像引入,实现无人机自动进行内定向作业,明确航带初始偏移量,将较大的误差像点去除,余下的连接点进行相互的编辑作业;第四是空中三角测量技术成果的获取。空中三角测量技术在实现相对自动定向时,相对定向点要均匀、合理的分布,通过平差软件进行测量内的平差结算,并将测量区域合并起来,运用空三加密成果,完成测图工程文件的输出。

数字正射影像技术的实施应用具体过程如下:首先是DOM技术的实现。此技术的应用依据是数字高程模型DEM和淡模型的内外范围原色,并通过调色、裁减等方式实现标准分辨率正射影像的生成;其次是单片正射影像的获取。引入影像数据和通过采用加密成果后,系统自动通过DSM生成后,还能实现自动滤波处理,并将DSM转化成DEM格式,再通过VortuoZo测图系统实现以相片为单位的纠正,最终获取单片正射影像。最后是影像定位文件“tfw”的生成。在测量图幅区域内进行获取单片正射影像,拼接、裁切以及正影像输出等通过应用Inpho软件来实现,并在最终实现“tfw”影像定位信息文件的生成。

3.6 外业调绘和成果精度检查

在严格按照国家有关规定的规定的基础上,外业调绘主要是在已完成的地形图上进行,通过外业测绘修补完成最后进行地形图数据修改。为保证航拍成图的精确性,一方面要通过无人机进行范围内通信线、电力线等逐一描绘的测量,并对范围内电压和数量标注,标明线路转弯的方向;另一方面要在测绘范围内,对公路等级、宽度、类型等进行测绘,并对其桥梁的实际位置进行标注。

4 无人机航空摄影测量的实例

4.1 天巡 AS1200 无人机航空摄影测量系统

天巡 AS1200 无人机航空摄影测量系统为单相机系统,为经精密检校的 Sonya 5100 相机,且为固定翼单发射型无人机。无人机机长 800mm,翼展 1230mm,净重 900g,其有效的巡视时间大致为 30 分钟。该无人机相机焦距为 20mm,像元尺寸为 0.0039mm。天巡 AS1200 无人机航空摄影测量系统可根据作业区的情况规划不同航高的航线,以获得不同分辨率的地面影像。一般规划航高在 300m,航向重叠度 80%,旁向重叠度 70%,影像地面分辨率 5.85cm。不同的数字地形图成图比例尺需要对应不同的地面影像分辨率。

表 1 数字地形图成图比例与影像地面分辨率对应表

数字地形图成图比例	影像地面分辨率
1:500	≤ 5cm
1:1000	≤ 10cm
1:2000	≤ 20cm

4.2 巴基斯坦瓜达尔港东湾快速路工程测量

本次地形测量的范围:东湾快速路地形测量起点位于新建的瓜达尔港进港路位置,地形测量宽度为路中心线两侧各 100 米,滨海段测至中心线右侧 54 米处,东湾快速路地形测量终点与已建成的滨海高速路(Makran Coastal Road)连接。地形测量线路总长度 18.954 公里,地形测量平均宽度 212 米。由于此次所在区域安全形势敏感、部分地区地形复杂、交通不便、悬崖峭壁等难以到达,若采用传统地形测量方法,工期和人员安全均不能得到有效保证。综合考虑以上因素,本项目采用无人机航空摄影测量获取 1:2000 地形图。

此次使用的飞行平台均安装有高精度双频 GPS 模块,采用 PPK 技术,POS 精度可达到厘米级。根据测区分布、地形情况及航线方案,全区共布设 29 个控制点,分区之间保证有

公用控制点。

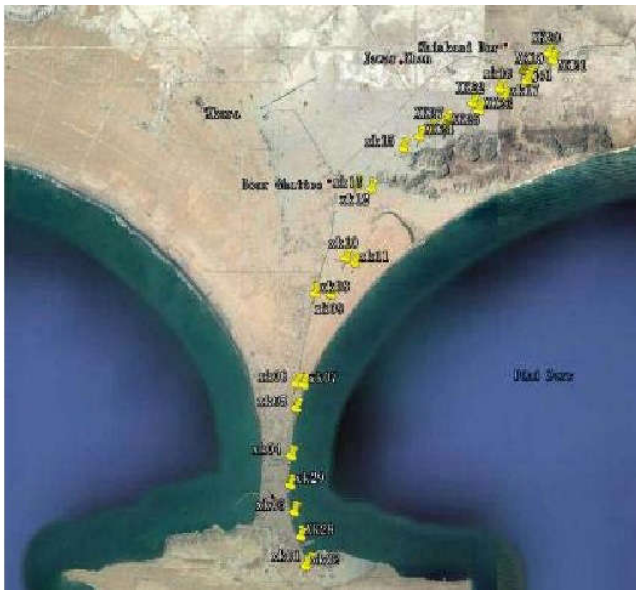


图2 像控点分布图

靶标按照十字型设计,采用红色油漆刷在十字木板上并放置在砂土地面,硬质路面则是直接喷漆,十字靶标长1米,宽度0.15米。控制点采用GPS-RTK进行测量,测量位置需在靶标的几何中心位置。

飞行完成后,质检人员按照航摄设计书进行影像质检,无人机管家软件质检图通过机载POS和原始影像,一键快拼可计算出测区面积、影像分辨率、航向、旁向重叠度等重要飞行参数,为质检人员提供可量化的指标,便于质检人员一一按照航摄规范进行数据质检,保障数据能够满足后期处理需要。

表2 无人机航飞要求

成图比例尺	1:1000
成图分辨率	0.10米
影像航向重叠度 \geq	60%
影像旁向重叠度 \geq	30%

线路K12+300至K16+200位于山区,地形复杂,冲沟、陡坎、悬崖峭壁较多,见图3,山体及其不规则,其余道路沿线地势较为平坦,整条线路由南向北高程呈增大的趋势。线路起点位于瓜达尔港港区,K0+900处有一个渔港,K0+900至K5+400为滨海路段,左侧为居民区,右侧为海域,其中有较多排污管道;K5+600处线路穿过海岸警卫队营地;K5+400至K8+300有一机场高速路与其平行;K10+000处有一个时令湖,线路终点与N10道路连接。



图3 东湾快速路山区奇特地形

无人机航空摄影测量内外业满足规范要求,各种成果精度指标符合规范要求,成果可靠。地形测量完成后,现场将图纸打印出来到实地进行调查,对局部特征点进行抽查确保无遗漏、错绘,检查结果图纸完整度、准确度达到98%。

5 无人机航测在带状地形测量中的特点

与传统的测绘技术相比,无人机航空摄影测量在应用中以下几个优势:

第一,周期短。无人机基本不受客观条件的影响就能获取目标区域的准确图像信息,并与传统的遥感技术有一定的不同。比如在遥感技术的应用审批方面,传统的遥感技术需要经民航部门等批准,批准用时大概需要一个月,而无人机只要通过注册的就能实现飞行,申请批准的限制性小,缩短了项目的周期。

第二,灵活度高。无人机航测在带状地形测量中具有成本低,灵活度高的特点,并对航拍获取的图像信息进行实时传输。这一特点使得其较适合于面积小、比例尺大的带状地形测图项目,如公路测绘等。无人机起降场地的选择具有灵活性,并对场地无过高要求,在良好的天气条件下,就可实现随时作业。

第三,图像分辨率高,数据准确性高。无人机以距离地面1000m的低空飞行方式实现航拍,可在复杂的地形环境中不受其影响而完成拍摄任务。无人机获得的数据准确性较高,时效性强,且图像资料的分辨率高,能够将地表的细节情况清楚的呈现出来^[9]。

第四,成本低,测绘效率高。无人机自身的造价较低,实现了无人驾驶,并能一些地形较为危险的区域,深入地形中完成航拍工作,不存在测绘死角。无人机可通过自身携带的相机、摄像机等,获取目标区域的地表影像,获得数据的过程迅速而准确,并再通过其他数据处理技术的协助,实

现可视化三维数据的生产,测绘工作效率高。

目前,无人机航拍多携带一些精密性比较高的数码相机等,具有强大的垂直甚至倾斜摄影的功能,低空多角度捕捉建筑物影像的能力。无人机的近景拍摄可达到亚米级,所获得的正射影像清晰直观,并保证了地图元素的完整以及获得数据的精准性。

6 结语

综上所述,无人机航空摄影测量技术在带状地形图测量应用中具有较明显的优势,在很大程度上节省了人力与投入成本,生产效率得到提高,可以快速、准确、高效的测绘出地形图以及相关的详细数据。目前此方法在大面积灌木、森林区域地形图测绘中受到较大限制,无人机航空摄影结合机载激光雷达可以解决此类问题,而如何推进其在带状地形图测量中的应用将成为今后的研究重点。

参考文献

- [1] 胡刚. 无人机测量技术在地形测量中的应用前景 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(13):39-40.
- [2] 周永波, 李帅, 张敏. 无人机低空航摄技术在地形测绘中的应用分析 [J]. 城市地理, 2017(16):112.
- [3] 王晓军. 无人机测量技术在地形测量方面应用 [J]. 城市地理, 2017(06):191.
- [4] 吴迪军, 郭丙轩. 无人机航测大比例带状地形图试验研究 [J]. 铁道勘察, 2017, 43(4):1-3, 7.
- [5] 曹春明. 采用无人机航拍技术进行大比例尺测图研究 [J]. 科技资讯, 2016(26):21-23.
- [6] 李燕光, 吴光锋. 新形势下无人机测量技术在地形测量方面应用分析 [J]. 居舍, 2018(27):170.