

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2016.01.13

无人机航空摄影测量技术在中小流域洪水调查中的应用

李 强

(江西省水利规划设计研究院,江西 南昌 330029)

摘 要: 本文介绍了无人机航空摄影测量技术在中小流域洪水调查中的应用。通过分析该技术的优点,结合工程实例,阐述了该技术在洪水调查中的具体应用,并总结了该技术的优缺点。结果表明,无人机航空摄影测量技术具有操作简便、效率高、精度好等优点,在洪水调查中具有广泛的应用前景。

关键词: 无人机;航空摄影测量;洪水调查

中图分类号: P231 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4701(2016)01-0057-05

0 引言

近年来,国家加大水利建设投入,中小型抗旱规划建设项目较多,如新建乡镇抗旱应急水源工程、连通工程、其他配套工程等。而这类工程项目测量又是不可缺少的一部分基础性工作,特别是坝址控制测量、水库淹没范围测量、征地移民测量等均涉及老百姓的切身利益。如何提高此类项目测量的精度和速度、降低工程成本则是测量须解决的问题。

水利工程高程准确性至关重要,常规的水库工程建设中都是用全站仪、RTKGPS 数字化测图,这些方法可以确保测量点高程精度,但是要耗费大量的人力、物力和时间,采用无人机航空摄影测量技术获取平面位置,RTKGPS 测量技术采集点的高程,二者结合后生成数字化地形地类图,可以提高工作效率,降低成本,保证测量点精度。

1 无人机航空摄影测量技术介绍

1.1 无人机航空摄影测量技术介绍

无人机航空摄影测量系统主要由硬件系统和软件系统组成。硬件系统包括机载系统和地面监控系统;软件系统则涵盖了航线设计、飞行控制、远程监控、航摄检查、数据预处理等 5 个主要的系统^[1]。该系统已经形成了一整套适时快速的工作机制,各个系统配合紧密,

其中该系统的动力系统主要采用燃油系统或电动装置。航空摄影测量系统是整个系统的重要组成部分,成为实现任务要求的技术指标并实现完整覆盖的关键因素。

无人机航空摄影测量系统融合了多种先进的技术类型,因而表现出了很多应用优势。主要有体积小、重量轻、精度高、反应迅速、飞行条件低等技术特点^[2]。航空摄影测量系统可以将影像的分辨率控制在 0.05~0.2 m 之间,进而有效满足 1:500~1:2 000 的比例尺测量要求。

1.2 无人机航空摄影测量流程

1.2.1 外业像控点布设

像片控制点测量采用区域网布设方案,在照片拍摄之前进行实地选点布控制标志和航拍后明显地物点相片刺点的方法。水利工程像控点一般布设在沿河道的两旁公路边或地面较平坦处,由于涉及到淹没的问题,所以在较平坦的耕地集中处布置较多像控点;田间工程等区域平均布点^[3]。

1.2.2 航空摄影

航线网布点确保航线首尾末端上下的控制点布设在通过主点并且垂直于方向线的直线上,确保上下点在同一立体相对位置内。根据摄影区域进行航线设计,确保测量区域之间存在重叠,一般设置航向重叠度为 60%~70%,旁向的重叠度为 30%~50%。选择无风、云雾少、大气透明度好天气进行摄影。

1.2.3 立体测图

李强,男,1972 年生,高级工程师,主要从事水利工程测量、规划等工作。

在 VirtuoZo 平台上进行内业数据采集,像对定向元素直接由加密成果导入测图工作站,数据采集以成图的模型为单位进行,每一幅图存放一个文件,文件名与图幅编号一致,扩展名为 xyz,然后经转换程序直接转成 dwg 数据。

1.2.4 外业高程采集

转换生产的地形图平面精度可以满足建设要求,高程仍需外业测量。外业测量时用 RTKGPS、全站仪采集碎部点,根据测量高程编辑地形图,无人机航空摄影测量流程图如图 1。

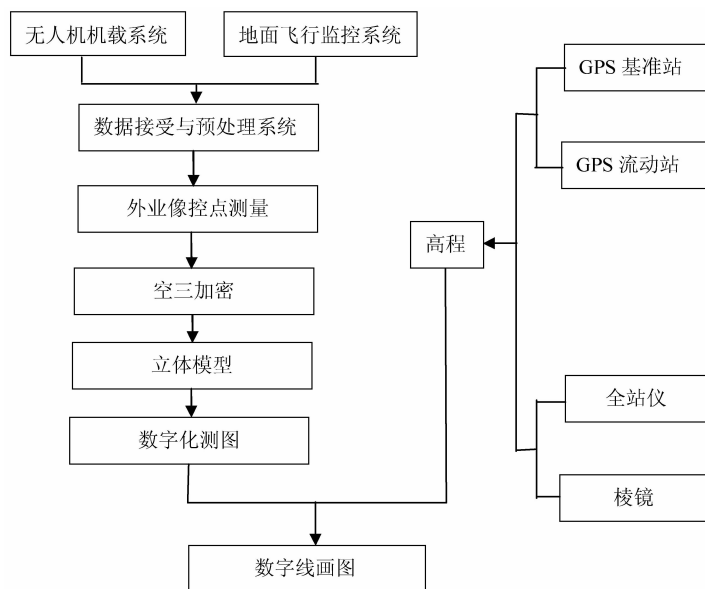


图 1 无人机航空摄影测量工作流程图

1.3 无人机航空摄影测量成果介绍

无人机航空摄影测量成果可以提供满足用户需要的 4D(DLG、DEM、DOM、DRG)产品。

(1)数字线划地图(DLG)是现有地形图上基础地理要素的矢量数据集,且保存要素间空间关系和相关的属性信息。数据格式有 dwg、dxf、e00、dgn,常用软件有 Geoway、Autocad、Arcinfo;

(2)数字高程模型(DEM)是在高斯投影平面上规则格网点坐标(X,Y,Z)的数据集。数据格式有 bil、VirtuoZo、txt,常用软件有 VirtuoZo、Arcinfo、GeoTIN;

(3)数字正射影像图(简称 DOM)是利用数字高程模型对扫描处理的数字化的航空相片经逐象元纠正,再按影像镶嵌,根据图幅范围裁剪生成的影像数据。数据格式有 tiff、geotiff,常用软件有 VirtuoZo、Geoway;

(4)数字栅格地图(DRG)是纸质地形图的数字化产品。在内容、几何精度和色彩上与地形图保持一致的栅格文件。数据格式有压缩索引 tiff、geotiff,常用软件有 VirtuoZo、Geoway。

1.4 无人机航空摄影技术特点

1.4.1 无人机+GPS 测量

利用无人机快速、灵活的特点,配合外业 RTKGPS 高程点采集,生成数字化地形图。提高了生产效率,节约生产成本。

1.4.2 数据获取快,机动灵活

相比传统高分辨率卫星遥感数据一般会面临两个问题:第一是数据时效性差、周期长;第二是随时拍摄可以得到最新的影像。无人机航拍则可以很好地解决这一难题,工作组可随时出发,随时拍摄。

1.4.3 拍摄成本低,利于全方位推广

相对于大飞机航空摄影而言,采用无人飞机航空摄影成本低,很适合一些应用领域如带状区域图面积小而开支大的难题。

1.4.4 GPS 定位精准度高,操控系统稳定性强

无人机航摄不受航高限制,成像质量、精度高,无人飞机灵活性强,几乎不存在受限区(除国家禁飞区外)。

1.5 无人机航空摄影测量面临的问题及解决方案

无人机航测技术已应用于飞剑潭水库、梅湖景区、峡江水利枢纽等各种水利项目之中。在生产应用中,一线工作者深刻体会到了无人机航测技术的快速、轻便、

高效等优点,同时也发现无人机航测成果平面精度较好而高程精度偏低的问题。

水利项目高程精度要求高,常规的水库工程建设中都是用全站仪或者 RTKGPS 测量地形图,这些方法可以保证测量点平面和高程精度,但是要耗费大量的人力、物力和时间。为减少劳动成本,提高工作效率,保证测量点精度,应做到以下几点:

- (1)提升无人机的性能,增加抗风能力;
- (2)尽量选在天气能见度好,风力弱的时候航拍;
- (3)采用无人机航空摄影测量技术获取平面位置,

RTKGPS 测量技术采集点高程,二者结合后生成数字化地形地类图(DLG)。

2 工程概况

2.1 工程概况

井山水库位于抚河流域东乡河南港支流黎圩水上游,地处江西省抚州市东乡县黎圩镇内,坝址位于南港支流东乡县黎圩镇井山村上游河段 1.0 km 狭谷段,坝址区距黎圩镇约 5 km,距东乡县县城约 25 km,控制流域面积 25.2 km²,正常蓄水位 83.00 m(黄海高程,下同),总库容 2 250×10⁴ m³,是一座灌溉、供水等综合效益的中型水利枢纽工程。

2.2 外业测量

2.2.1 航摄

航摄仪采用 Sony a7R,焦距 35 mm,相幅大小为:7 360×4 192,像元分辨率为 4.88 μm。本次无人机航摄分两个架次进行,由 GPS 领航数据计算相对飞行高度为 724 m,地面分辨率为 0.09 m,航摄面积约 10 km²。两个架次飞行质量和影像良好,影像清晰度较高,且照片色彩均匀,饱和度良好,能够表达真实的地物信息,可以满足 1:2 000 成图要求。本次飞行航向重叠度为 75 %,旁向重叠度为 50 %。无人机航空摄影测量现场见图 2。

2.2.2 像控测量

像控点的布设应能够有效控制成图的范围,测区的四周及中心位置必须布设控制点,根据测区的情况,每个测区布设控制点不少于 20 个,且都设置为平高点。此次像控点的布设及测量主要遵循以下原则:

- (1)像控点选在线状地物的交叉点、明显地物拐角顶点处、影像大于 0.2 mm 点状地物中心,交角良好。
- (2)像控点所在位置高程变化不大,像控点刺点目

标的影像必须清晰、明显。

(3)满足 GPS 观测的要求:点位上便于安置接收设备和操作,对空视野开阔,周围无大的水面、无较大遮挡。

(4)观测后要拍摄照片远、近景各一张,方便后续空三纠正工序准确量测。

2.2.3 空中三角测量

本项目采用 SVS 软件进行空三加密,根据航空飞行及影像分布情况,将空三区域分为两个加密区域网采用自动与手动相结合的方式进行空三加密,即采用自动匹配进行像点量测,剔除粗差。人工调整直至连接点符合规范要求,保证在 2/3 个像素以内。加入外业像控点对本区大地定向,进行计算、检查,最终加密成果符合 1:2 000 数据采集要求。

2.2.4 数据采集

数据采集由内业作业人员根据航摄像片上的信息和参照可用的辅助材料,在 Mapmatrix 软件下,通过立体影像模型对地形要素进行判读。要素实体以点、线、面以及注记方式进行图形采集、分层存放。外业对室内判读有误、判读过程中有疑问和无法判读的地形要素进行补充调查。

2.2.5 调绘

采用综合判读调绘法,也就是先室内判读调绘、后野外检核、调查和定性,最后室内清绘整饰的方法。调绘的内容包括:居民地、独立地物、道路及附属设施、管线及垣栅、水系及附属设施、植被等。

2.2.6 外业高程采集

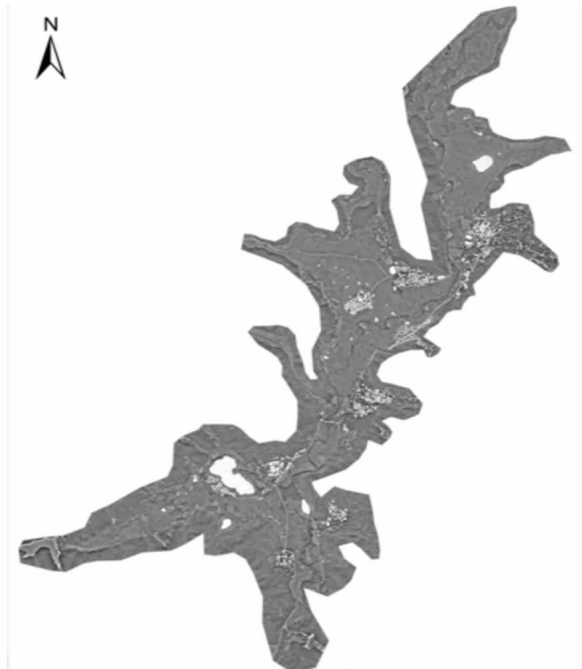
无人机航测成图平面精度可以满足工程项目要求,但是高程精度较低,不能满足要求,外业用 RTK-GPS、全站仪实测高程,考虑到测区部分区域植被覆盖较为严重,在外业测绘过程中还应清除部分灌木等植被,加密测量部分高程点。数字化成果如图 3、图 4。

3 结论

随着无人机航空摄影测量技术的发展,航测成果分辨率高、实效性好等优势将越来越明显。利用高分辨率数码相机进行快速测图;利用视频采集设备,实时的采集并回传即时的影像数据;利用合成孔径雷达设备,在云雾天气获得高清晰度图像等都将成为现实。无人机航测技术在水利建设上具有巨大的应用前景,必将得到迅速而广泛的应用。



图2 准备飞行的无人机



制图单位:江西省水利规划设计院测绘分院 制图时间:2015年10月

图3 井山水库影像地形图



图4 井山水库影像地形图(局部)

参考文献:

- [1] 桂新,祝红英.浅析无人机航空摄影测量系统及应用[J].江西测绘, 2015.104(2):2-3.

- [2] 张启元.无人机航摄技术在高原峡谷区水利工程中的应用[J].青海师范大学学报(自然科学版),2013,29(3):65-68.
- [3] 李德伟.无人机航测成图在水利水电工程中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2013,(16).

Introduction to the application of UAV photogrammetry in water conservancy project

WU Dingbang

£ Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning and Designing Research Institute, Nanchang 330029, China£

Abstract: The accuracy of elevation is crucial in water conservancy project. Combining with practical engineering experience, this paper utilized the advantages of rapidity, flexibility and low cost of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV), and applied the UAV photo grammetry technology and RTKGPS technology in water conservancy project, to produce digital topographic map. This method can improve work efficiency, save production cost, as well as satisfy the requirement of engineering construction.

Key words: UAV✎Aerial photo grammetry✎Water conservancy project✎Application

• > = £ " ± ;

(上接第 56 页)

7 %AE

峡江水利枢纽工程泄水闸门机轨道梁设计是江西省水利水电枢纽工程中第一次采用预应力混凝土结构,充分利用了当前高强度材料的优势,减小了结构截面尺寸,节省了钢材和混凝土的用量,降低了结构自重,提高了构件的刚度及耐久性等,为预应力混凝土结构在水利工程中的应用积累了经验,也为今后大跨度水闸工

程的设计提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 河海大学,等.水工混凝土结构学(第三版)[M]. 北京:水利水电出版社,1996.12.
- [2] 江西省峡江水利枢纽工程水工整体模型试验研究报告[R]. 南昌:江西省水利科学研究院,2010.03.
- [3] 闫志刚等.钢筋混凝土及预应力混凝土简支梁桥结构设计[M]. 北京:机械工业出版社,2008.08.
- [4] 水工混凝土结构设计规范(SL191-2008)[S]. 北京:水利水电出版社,2009.05.

The design of prestressed concrete portal crane track stringer in Xiajiang water control project

YANG Zhihua,ZHANG Jianhua

£ Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning and Designing Institute, Nanchang 330029, China £

Abstract: The portal crane track stringer of the sluice in Xiajiang water control project has the feature of large span and large bearing load, so the cross section of the stringer must be very big if conventional concrete structure is used, undermining the flood carrying capacity of the sluice and making it uneconomical. In order to cut down the cross section area and make full use of high strength material, prestressed concrete structure was used in the design. This is the very first time that prestressed concrete structure was adopted in portal crane track stringer in water control project in our province, it also will be the designing trend of large span portal crane track stringer.

Key words: Xiajiang water control project; Portal crane track stringer; Prestress

• > 0 £" ±;