

# 无人机航测在河道数字建模中的应用

付志强

深圳市水务规划设计院股份有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i4.1172

**[摘要]** 为了有效地充实河道数字基础数据以及满足河道智慧水利建设的需求,通过无人机航测前精度的选取、无人机航测中飞行方案的设计、无人机航测中像控点测量的布设等,利用无人机航测在河道流域快速、准确、高效的生成河道及两岸一定范围内三维模型和正射影像图、数字线划图等测绘成果,可以实时更新数字流域基础地理数据,为河道数字流域和智慧水利建立和研究积累基础资料。

**[关键词]** 无人机; 航测; 数字建模; 智慧水利

**中图分类号:** P2-0 **文献标识码:** A

## Application of UAV Aerial Survey in the Digital Modeling of River Channel

Zhiqiang Fu

Shenzhen Water Planning and Design Institute Co., Ltd

**[Abstract]** In order to effectively enrich the river digital basic data and meet the needs of river intelligent water conservancy construction, through the precision selection, design of UAV aerial survey, and the layout of the image control point measurement, the use of UAV aerial survey in the river basin quickly, accurately and efficiently generate the three-dimensional model of the river and a certain range of both sides of the river and the mapping results such as orthophoto map and digital line map, which can update the basic geographic data of the digital river basin in real time, and accumulate basic data for the establishment and research of the digital river basin and the intelligent water conservancy.

**[Key words]** UAV; aerial survey; digital modeling; intelligent water conservancy

近些年来,河道测绘的工作量逐渐呈现上升的趋势,并且要求提高测量的效率,但是就目前情况来看,以往对河道岸线的勘定及动态监测,大都通过人工实地测量和卫星遥感影像解译,由于岸线地形复杂,有些区域难以到达,现场测量困难,而且外业工作量大;而遥感影像解译获取岸线的精度不高,难以满足大比例尺成图要求。传统的测量技术很难满足新的要求,需要尽快完善测量的技术和设备。随着无人机航测技术的发展,尤其是无人机低空测量技术的快速发展,将无人机与测量系统进行有效的结合,能够有效地提升河道测量的效率,还能够降低工作人员的工作强度。

### 1 无人机航空摄影测量的优势

无人机航测是传统航空摄影测量手

段的有力补充,有机动灵活、高效快速、精细准确、作业成本低、适用范围广、生产周期短等特点,在小区域和飞行困难地区高分辨率影像快速获取方面具有明显优势,随着无人机与数码相机技术的发展,基于无人机平台的数字航摄技术已显示出其独特的优势。无人机与航空摄影测量相结合使得“无人机数字低空遥感”成为航空遥感领域的一个崭新发展方向。

1.1 无人机航测具有如下特点:

(1) 成本低。无人机航空摄影测量相比传统航空摄影测量以及遥感监测等手段,操作运行成本比较低,降低了作业入门的门槛,便于各个水利部门自行开展航测业务。

(2) 分辨率高。通过选择适当的作业时段,调整无人机飞行高度和速度,规划

合理的飞行路线,无人机航空摄影测量可以获取分辨率高的影像。普通航空摄影和卫星遥感影像获取过程会受到比较多大气云层的干扰。

(3) 易操作。无人机航空摄影测量只需1~2人组成工作小组,甚至可以单兵作战。无人机体积较小,便于携带、组装、折叠,操作比较简便。而航空摄影测量或卫星遥感需要组织大量的人力物力,或者依赖卫星获取数据,对于各级基层水利部门来说非常难以实施。

(4) 效率高。无人机航测作业由外业航拍和内业处理组成。无人机短时间即可覆盖大片区域,作业时间很短。内业处理根据计算机配置不同会略有差别。相比传统测量方式,效率显著提高。

据此,无人机航测可广泛应用于国家重大工程建设、灾害应急与处理、河

长制管理、水利管理等方面, 尤其在小流域水利水电管理、水利在建工程监察、小流域数字模型建立等方面具有广阔前景。所以, 利用无人机航空摄影测量技术进行河道、流域地形测绘, 不仅能降低外业测绘的工作强度, 而且能大大缩短成图周期。

## 2 无人机航测在河道数字建模及智慧水利中应用的具体实例

合作桥乡位于湖南省张家界市武陵源永定区的东部, 西连新桥镇, 南抵阳湖坪镇, 东与慈利县许家坊乡接壤, 北邻武陵源风景名胜区。合作桥溪地形图测绘项目主要任务为1:500地形图测绘, 需测量总河长约为8.8km。河道分两段测量: 其一是301乡道至协和水库上游进水口, 总长0.7km。其二是从协和水库下游出水口起, 经过协和村、杨家坪村、李家岗村, 总长8.1km。

合作桥溪卫星影像全图概览(见图1)。传统测量手段制作生成的二维线划图, 难以满足智慧水利建设三维模型表达需求, 因此用地理信息科学和新兴的无人机航测技术相结合共同生成合作桥溪流域的数字化产品, 可作为合作桥溪数字流域和智慧水利建设依据。

### 2.1 无人机航测前精度的选取

根据航空摄影测量规范的要求, 在确保成图精度的前提下, 本着有利于缩短成图周期、降低成本、提高测绘综合效益的原则在表1的范围内选择。

表1 图比例尺和地面分辨率对照表

测图比例尺	地面分辨率值/cm	备注
1:500	≤5 /像素	地面分辨率=实际 距离/像素
1:1000	8~10 /像素	
1:2000	≤15~20 /像素	

### 2.2 无人机航测前设备选型

本次飞行选用大疆Phantom4RTK四旋翼无人机。该无人机是一款小型四旋翼高精度航测无人机, 面向低空摄影测量应用, 遥控手柄界面友好, 具备厘米级定位系统和高性能程序系统, 大幅度减少了传统航测中所需的地面控制点, 简化了作业流程, 降低了时间成本, 提高了



图1 合作桥溪卫星影像全图概览

工作效率, 其获取的数据与Pix4Dmappe三维测图软件结合应用, 进一步提高了航测的精度。

### 2.3 无人机航测中飞行方案的设计

本次飞行面积约2.0km<sup>2</sup>, 地形以河道为主, 观测和拍摄范围为: 沿着河道中心线平均海拔约346m, 最高约435.5m, 最低约256.3m。根据实验需求, 本次飞行方案采用S形飞行方式, 航线内水平速度7m/s。设计地面分辨率4cm, 相对航高220m, 航向重叠85%, 旁向重叠75%, 共设计8架次飞行作业。按照以上计划在地面站中设置飞行路线、设置飞行重叠率、完成飞机自检、动力电池自检等步骤, 然后根据民航总局颁布的一般运行和飞行规则, 规范、高效、准确的完成飞行和航拍, 获取高质量低空影像。根据测区内最高点和最低点高程, 计算可得实际获取影像的地面采样间(见表1)的要求。

### 2.4 无人机航测中像控点测量的布设

根据《低空数字航空摄影测量外业规范(CHZ/3004—2010)》进行像控点布设。为了后期使用Pix4Dmapper软件处理数据有足够的像控点, 可以根据河道长度沿着河道进行布设。大概每相隔300m布设一个像控点, 也可根据河道两岸的建筑物、地物分布情况合理加密或精简控制点个数。野外像制点坐标利用HNCORS

网络RTK方法量测得到, 选取在地面具有明显标识处, 或者使用专用的地面标志点位(见图3), 宽度约为15cm, 测定其转角点坐标作为像控点坐标。采用CGCS2000坐标系统, 高程系统为1985国家高程基准。为提高控制网精度, 在不规则区域网的凸角和凹角区域都增设了控制点。另外为了提高加密控制点的质量, 就算是高程控制点也加测了其平面坐标, 以便后期检核使用。

### 2.5 无人机实施飞行

(1) 起飞前, 先用连接无人机, 检查飞行器状态, 刷新返航点。飞行中, 应该走到空旷的无遮挡的地方将遥控器天线对准飞机的位置, 以防止断开信号, 导致无人机中断任务返航。

(2) 注意测区是否属于禁飞区, 测区内有无高层建筑物、信号塔、高压线, 以此来确定合理的飞行高度。选择地形平坦, 开阔, 相对位置较高的地方作为起飞点, 并且起飞点需要考虑航线最远处

的信号传输问题。  
(3) 当拍摄任务结束以后, 通过阶梯式降落方法, 缓慢降低飞行高度, 避免下洗气引起旋翼机失稳, 造成无人机坠毁事故。

## 3 无人机航测成果

在确定精度、设备选型、飞行方案设计、像控点测量布设等前期准备工作

做好后,便运用于数字流域进行合作桥溪的三维模型生成。

### 3.1 无人机航测中河流三维模型和正射影像的建立



图4 无人机航测过程中生成的河流区域正射影像



图5 无人机航测过程中生成的河流区域三维模型

在Pix4Dmapper软件中新建工程,导入所获取的低空影像,并进行像控点影像关联(俗称刺点),提交空中三角测量

计算任务(其中导入原始影像的POS数据、导入像控点、填写相机参数都是可选项目,影响最终精度)。

空中三角测量计算任务完成之后,得到一个新区块(block),每张影像都有精确的内外方位元素。提交重建任务,则软件会为重建出影像采集区域的正射影像DOM和三维模型DSM(见图4—5)。

### 3.2 无人机航测中河道数字线划图(DLG)的生成

利用北京清华三维EPS软件对生成的三维模型进行绘图处理,利用这款软件的立体采集绘制功能,不需要红绿眼镜和任何外置设备就可实现对三维模型的裸眼直接采集。对实景三维模型的数据的生成、加载,使用基本编辑工具和符号库,对照平面和立体图制作矢量线划图,可导出CAD和SHP格式。



图6 利用软件处理生成河流数字线划图

由于数字线划图是项目验收、工程规划设计、政府存档等领域重要的基础地理信息资料,因此河道流域数字线划图的制作非常重要。

## 4 结论

绿水青山就是金山银山,为更好地保护和利用好张家界武陵源区丰富的河流域资源,建立基于数字流域支撑的智慧河流数据是其余各项工作的基础。无人机航测可以快速、准确的获取河道及其沿岸的低空影像,以此为基础快速建立生成图片区域的三维模型和正射影像图、数字线划图等成果。相比传统航空摄影测量和其他测绘测量方式,这种方法精度够、效率高、易操作、成本低,可满足不同的水利部门对于快速获取智慧水利基础资料的需求,建立实时更新的数字流域基础数据库,为智慧水利的发展提供强有力的支持。

## [参考文献]

- [1]艾力,杨冰玉.大疆精灵4RTK航测数据在地形图测绘中的应用[J].国土资源导刊,2020(3):62-65.
- [2]蔺全奎,李伟哲.小型无人机航测技术在水里工程中的应用[J].西北水电,2016(05):28-31.
- [3]李颖.无人机航测技术在河道测绘中的应用[J].写真地理,2020(04):80.