

无人机测量在航电枢纽工程的应用研究

邹云龙, 白泽辉

(中交一航局第一工程有限公司)

摘要: 文章主要利用无人机进行低空三维倾斜摄影测量, 通过外业航拍影像及内业后处理, 结合设计单位提供的控制点, 生成所给坐标系的三维模型, 完成测图工作。通过人工实测平高检查点的方式对线划地形图的要素进行精度检验。经比对, 在满足 1:500 地形图测量规范前提下, 无人机测量可节约人力物力资源, 对航电枢纽工程深基坑开挖具有重大意义。

关键词: 无人机; 倾斜摄影测量; 后处理; 三维模型; 精度检验

0 引言

倾斜摄影技术是国际测绘遥感领域近年发展起来的一项高新技术, 通过在同一飞行平台上搭载多台传感器, 同时从垂直、倾斜等不同角度采集影像, 获取地面物体更为完整准确的信息。它不仅能够真实地反映地物情况, 高精度地获取物方纹理信息, 还可通过先进的定位、融合、建模等技术, 生成真实的三维模型。

1 工程概况及技术路线

1.1 工程概况

信江航电枢纽工程建设规模: 正常蓄水位 18 m; 通航标准按内河三级航道标准建设; III 级船闸 2 座, 虎山嘴闸室有效尺度 180 m×23 m×4.5 m (有效长度×宽度×槛上水深), 豹皮岭闸室有效尺度 180 m×23 m×3.5 m (有效长度×宽度×槛上水深); 径流式电站 2 座, 虎山嘴电站装机容量 5.6 MW, 豹皮岭电站装机容量 7.0 MW, 总装机容量 12.6 MW; 最低基坑深度 33.5 m。船闸基坑开挖图见图 1。

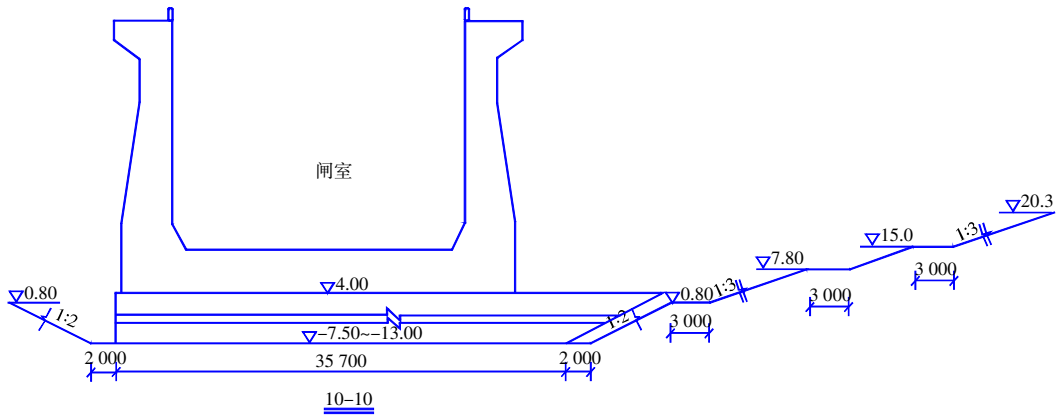


图 1 闸室基坑示意图

1.2 技术路线

本次作业采用无人机航空摄影的方法获取影像资料, 根据测区情况规划设计航线, 实地踏勘测区, 选取适宜起降场地进行无人机航空摄影, 并布设测量像控点。航摄和像控作业完成后, 进行空三加密、三维模型生产、精度对比等工作, 作业技术流程见图 2。

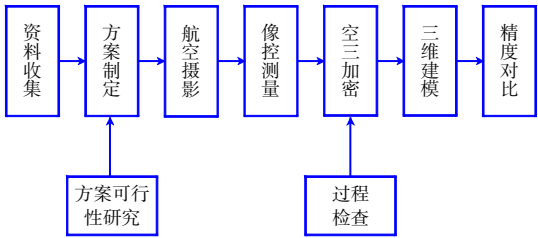


图 2 作业技术流程图

2 倾斜摄影三维实景建模实施

2.1 航空摄影实施

2.1.1 航线规划

本次作业采用大疆经纬 M600 PRO 和红鹏小金牛 AP3400R 进行无人机低空摄影作业。为获取

测区地面高分辨率影像,满足三维建模对地物各个立面都要有足够重叠度的要求,使用红鹏地面系统设计航线路径,航测高度及航线起点。

信江航电枢纽工程倾斜摄影航线规划图如图 3 所示。



图 3 信江航电枢纽倾斜摄影航线规划

信江航电枢纽船闸区域,航测区域内有很多高机械设备,部分区域有高压电线,为保证飞行安全和重点区域的高分辨率,在确定好测区海拔和高压线高度后,将整个测区规划航线,飞行高

度要高于高压电线。根据红鹏地面站对于测区精度的要求设置飞行参数,见表 1。航高 120 m,航向重叠度 60%,旁向重叠度 30%。考虑到航时安全,分 2 个架次共 20 条航带进行航摄。

表 1 航线设计要求

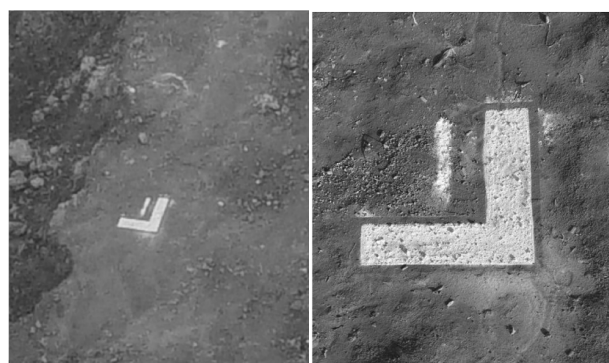
相对航高/m	分辨率/m	外扩/m	外扩航线/m	拍照间隔/s	侧视分辨率/m	航线间距/m	曝光距离/m	张/km ²	张/km ² (含外扩)
120	0.014	120	3.8	6.4	0.020	32	38	9 874	15 183

2.1.2 航空摄影

在天气符合飞行作业要求的情况下,机组人员携带设备到达起降场。首先对航摄硬件进行检查维护,确保其在最佳状态下工作。在飞机起飞前对飞机状况进行全面检查,确保安全后作业。无人机起飞后,时刻监控其状况参数。

2.1.3 像控布测

无人机航摄外业像控点布设一般按照区域网布设,像控点的布设位置均匀分布在测区范围内且相邻像控点间隔控制在 150 m,测区边线的像控点则需要与测区边线保持 10~20 m,区域网大小和像控点的跨度以能够满足内业空中三角测量精度要求为准。注意像控点布设要与测区地形形成鲜明对比最好。像控点布设如图 4 所示。



(a) 航片上点位

(b) 实地测量点位

图 4 像控点示意图

像片控制测量采用双频 GNSS 接收机,基于 GNSS RTK 技术施测,作业前在已知控制点上进行检查,作业时取 3 次读数的平均值为最终成果。

2.2 基于 ContextCapture Center(CC)的三维实景建模

2.2.1 数据准备

在进行三维建模前,需要整理原始影像、相机文件、像控数据、POS 数据等,为导入软件进行后期处理做准备。

2.2.2 空中三角测量

选择 2 台高性能计算机,联机组成工作站,采用 CC 软件,对所采集影像数据进行空三加密、三维模型构建。将外业测定的像片控制点成果在内业环境中进行转刺,利用这些点对已有区域网模型进行约束平差计算,将区域网纳入到精确的大地坐标系统中,完成绝对定向,如图 5 所示。空三结束后及时查看精度报告,确保符合规范要求,空三完成后相片分布如图 6 所示。

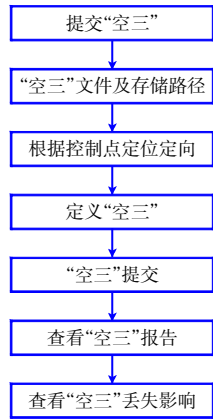


图 5 CC“空三”加密流程

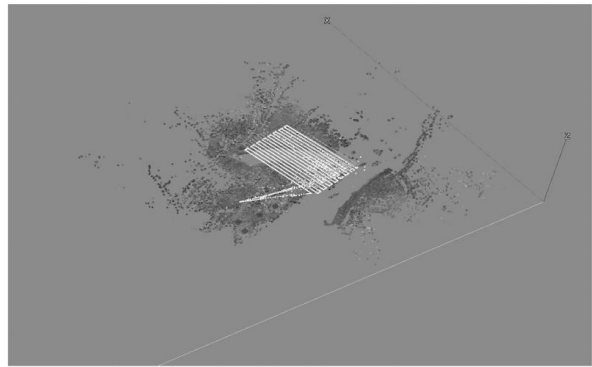


图 6 空三结果

2.2.3 三维模型构建

全自动三维建模采用多机多节点并行运算的 CC 软件进行,建模流程如图 7 所示。将空三完成

后的成果数据直接提交生成三维 TIN 格网构建、白体三维模型创建、自助纹理映射和三维场景构建,模型成果如图 8 所示。

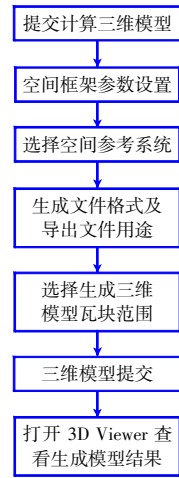


图 7 建模流程



图 8 船闸基坑模型成果

2.2.4 基于 CC 软件的模型修饰及输出

模型修饰主要是对水域和模型漏洞进行修补,删除漂浮物,局部进行影像纹理映射等等,最后采用 CC 软件,对水域进行约束干预后重新生成模型,使模型不存在漏洞,更贴近实际。

2.2.5 精度评价

三维模型修饰后,采取人工实测平高检查点的方式对模型精度进行检验,信江航电枢纽检验结果如表 2 所示。

表 2 人工实测平高检查点比对数据差值

点号	$\Delta X/m$	$\Delta Y/m$	$\Delta Z/m$
JC01	0.038	0.015	0.046
JC02	0.041	0.024	0.037
JC03	0.033	0.040	0.021
JC04	0.036	0.025	0.041
JC05	0.038	0.012	0.042
JC06	0.040	0.031	0.040
JC07	0.021	0.014	0.053

经检验,船闸测区平均,平面中误差为 0.051 m,高程中误差为 0.053 m,均在 1:500 比例尺三维测图限差范围内,满足本次信息化建设对测图精度的要求。

3 结语

本文以信江航电枢纽工程为例,尝试了深基坑测区重点区域进行叠置航线作业,对航线所采集影像共同进行空三加密和三维建模,将不同分辨率影像同时映射到数字表面模型上作为模型的纹理,既保证了测区的完整性,又大大提高了重点区域的地面分辨率。详细介绍了基于无人机倾斜摄影和 CC 软件的三维建模过程及模型成果。

未来三维模型在 BIM 领域的应用研究应尽早与地质、物探的三维数据进行融合,为三维协同

设计提供高分辨率高精度的三维模型数据。

地理信息大数据和水利工程信息化的时代已经到来。无人机航测系统以其机动、快速、灵活、高效等特点得到了广泛的应用,节省了作业成本,操作和维护非常简单,具有较强的作业能力,且智能化、稳定性和可靠性都能得到保障。其一站式大比例尺测图解决方案已广泛应用于测绘领域。其主动式服务也为客户提供了方便。

参考文献:

- [1] GDEILB 007—2014, 无人机数字航空摄影测量与遥感外业技术规范[S].
- [2] 王磊,李和军.低空遥感平台摄影测量技术的探索和应用[J].北京测绘 2003,(4):28-30.
- [3] GB/T 7930—2008,1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量内业规范[S].