

基于无人机骨干河道巡查系统探究

景军

江苏煤炭地质物测队

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.259

[摘要] 本文结合实践应用,基于无人机、测绘、通讯、计算机等技术构建了河道巡查系统,通过经济、技术和行政等手段来实现河道管理和治理,保证河道的良好生态和功能发挥,有效解决了以往人工巡查河道的效率低、人力资源投入多等问题,为水利部门的河道管理工作提供了及时、准确、可视化的信息保障。

[关键词] 无人机; 河道巡查系统; 实景三维模型地图; 空中三角化; 密集点云

1 河道管理意义

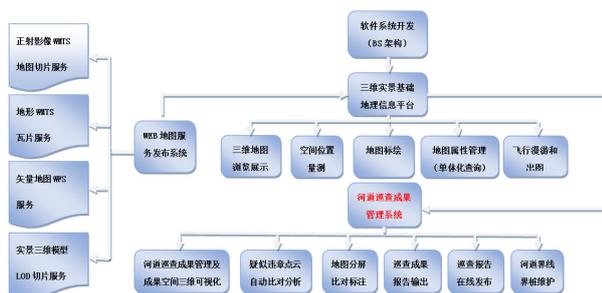
随着我国的经济建设的飞速发展,河道违章建筑、堤岸损毁、垃圾倾倒、水面漂浮物、工业生活废水排放等一系列问题也日益显现,很大程度上影响了生态文明建设的进程。因此,加强对河道管理迫在眉睫。

河道管理主要是针对河道流域实施管理,其主要通过经济、技术和行政等手段来实现管理和治理,保证河道的良好生态和功能发挥,使其满足航运、防洪、供水和排水等需求,有效地保证国民经济健康发展。

2 河道巡查要求

利用无人机对辖区内所有区级以上河道按季度完成 4 次无人机巡查,服务时间为 1 年。在首季度飞行作业后基于无人机航拍影像生产河道的三维实景模型地图数据(河道管理线范围内),并开发河道巡查成果管理系统,系统基于实景三维模型地图、正射影像图等基础数据对巡查原始数据、疑似违章建筑、水面漂浮物、河堤损毁、河道界桩等河道管理问题进行计算比对分析,定期完成巡查报告,为水利部门的河道管理工作提供及时、准确、可视化的信息保障。

3 技术路线



4 无人机航空摄影技术设计

4.1 基本参数

设备名称: DJIm600; 焦距: 70mm(下视/斜视); 像元尺寸: $4.6\mu\text{m}$; 像幅大小: $5.34\times 4.0\text{cm}$; 飞行速度: 60km/h ; 航线敷设方法: 沿河道平行; 平均地面高程 3m ; 相对航高 80m ; 平均地面分辨率 0.015m ; 设计旁向重叠度 70% ; 设计航向重叠度 80% 。

4.2 航摄范围覆盖

航摄范围覆盖必须保证测区边缘区域倾斜视角影像的覆盖范围; 旁向范围超出摄区边界不少于 3 条基线, 航向超出摄区边界不少于 7 条基线; 像片航向和旁向重叠度参考指标: 航向重叠度 $\geq 80\%$, 旁向重叠度 $\geq 70\%$; 考虑飞行中航线及姿态的保持情况, 根据实际情况相应地增加旁向重叠度。

4.3 分区和航线设计

根据实际地形起伏变化和相关规定进行分区和设计航线:

(1) 分区界线应与图廓线相一致。

(2) 分区内的地形高差不应大于六分之一摄影航高。

(3) 在地形高差符合(2)条规定,且能够确保航线的直线性的情况下,分区的跨度应尽量划大。

(4) 当地形高差突变,地形特征差别显著或有特殊要求时,可以破图廓划分航摄分区。

(5) 根据地形类型和成图精度要求不同,按规范的规定和数字航摄仪性能划分航摄分区,同一分区内的景物特征应基本一致。

根据相关文件“技术指标及要求”的规定、整个测区的地形特点、航摄仪的飞行要求、成图分幅的要求等,每条河道设计 1 个区。

4.4 飞行准备及相关技术要点

飞行准备: 在作业飞行前检查飞行计划是否完整,是否吻合; 检查 IMU/GPS 系统设备初始化是否正常; 检查系统中存储设备容量能否满足架次航摄作业的影像数据、GPS 数据及其他必要数据; 检查航摄系统中各项参数设置是否正确。

航迹控制: 设计航线坐标采用 GPS 导航。

像片倾斜角: 一般不应大于 5° , 最大不应大于 10° 。

旋偏角的控制: 在航摄过程中及时修正偏流,以保证旋偏角一般不大于 15° , 在像片航向和旁向重叠度符合规范要求的前提下,最大不超过 25° ; 在一条航线上达到或接近最大旋偏角限差的像片数不得连续超过三片; 在一个摄区内出现最大旋偏角的像片数不得超过摄区像片总数的 4% 。

航线弯曲度的控制: 设计足够的预备线长度,且 GPS 导航系统能直观观察航迹偏差,可将漂移减小到最小,同时飞行管理系统对曝光触发点的范围设置可以保证航线弯曲度

不大于 5%。

航高保持: 航高的变化将直接影响设计的摄影比例尺和像片重叠度, 摄影分区内实际航高与设计航高之差不得大于设计航高的 5%。

飞行记录资料的填写: 每架次飞行结束, 由无人机控制人员填写航摄飞行记录, 记录表的格式按照相关规范执行。

使用软件: 航摄任务设计软件 MissionPro 和 ARoute: 自动航摄设计、输出设计略图、航线起始点坐标等。

4.5 飞行实施

在满足国家相应航摄规范要求的同时, 还应同时满足:

(1) 飞行期间应避免附近高大树木或建筑物等的遮挡, 以免 GPS 失锁。

(2) 飞机的上升、下降速率不大于 3m/s, 飞行过程中转弯坡度不应超过 10°, 以免 GPS 失锁。

(3) 为避免 IMU 的误差累积, 飞行中转弯宜采用左右交替方式, 且每次直线飞行时间不宜大于 30 分钟。

(4) 飞行时出现 GPS 信号短暂失锁时, 应在信号正常 10min 后进入航线; 若长时间信号失锁或卫星数少于 8 颗时, 本架次航摄飞行应立即中止, 并查明原因。

(5) 飞行降落至飞机停机位停稳后须等候 5 分钟, 帮助 IMU 及 GPS 数据记录完整, 待航摄系统设备电源关掉后, 方可关闭飞机上各台发动机。

(6) 当采用差分 GPS 定位技术时应布设地面基站或者 CORS 站, 摄区内任意位置与最近地面基站或 CORS 站间的距离不应大于 30km。

4.6 数据下载、检查与处理

飞行结束后, 应及时对基站及 IMU/DGPS 数据质量进行检查, 检查内容包括:

(1) 机载 IMU/DGPS 数据检查: 下载机载数据并存储, 进行预处理检查分析。

A. GPS 数据有无失锁现象发生, 如果有失锁现象发生, 观察失锁发生的区间, 并对该数据质量进行评价分析, 确定因失锁导致数据不完整而需要对测区进行补摄的范围。

B. IMU 数据是否正常连续。

(2) 在 IGS(国际 GPS 服务机构)网站上下下载精密星历数据, 进行 GPS 差分解算。

(3) 预处理的精度检查: 进行差分 GPS 预处理计算, 检查观测质量、共星情况和解算精度, 分析成果是否满足精确后处理要求, 确定是否对测区进行补摄的范围, 并填写《IMU/DGPS 辅助航摄飞行预处理结果分析表》。

4.7 使用软件

航摄任务设计软件 MissionPro 和 ARoute: 自动航摄设计、输出设计略图、航线起始点坐标等; 差分 GPS 数据处理软件 GrafNav8.2: 对机载 GPS 数据和基站数据进行差分计算, 得到每一个采样时刻的 GPS 坐标; IMU/DGPS 数据处理软件 PosPacMMs: IMU/DGPS 数据滤波计算, IMU 偏心角计算改正, 每张航片外方位元素计算及成果输出。

4.8 影像数据处理

原始影像为 JPG 格式, 通过软件转换成通用的 tiff 格式, 然后对其中有代表性的模板影像通过对光、锐度、镜头校正进行设置, 从而实现对整个摄区进行影像进行批量处理输出, 输出 8bit 的 tiff 格式影像。

针对轻中度雾天所拍摄的下视和斜视影像实施去雾处理, 以减轻不利天气对航摄影像质量的影响。去雾处理仅对像素的灰度进行各种运算, 对其几何位置不做任何变动。对影像的色彩进行进一步调整, 以消除或减弱一帧影像内部和帧与帧之间明显的色彩差异。色彩调整完毕, 输出 8bit 的 tiff 格式影像。

4.9 摄影质量控制

在确保飞行天气及质量前提下, 飞行中、结束返航前对每一张小索引像片进行检查; 确保飞行无一漏飞、每张像片上无云影及烟雾。

影像质量要求: 影像清晰, 反差适中, 颜色饱和, 色彩鲜明, 色调一致。有较丰富的层次、能辨别与地面分辨率相适应的细小地物影像, 能满足三维建模和侧面纹理的要求。

4.10 成果质量检查

检查范围包括飞行质量、影像质量。主要检查以下几个方面: 像片重叠度、像片倾斜角、像片旋偏角、航线弯曲度、航高保持、摄区及分区覆盖保证、影像质量、漏洞等。

4.11 补摄与重摄

应采用同一主距的数字航摄仪进行补摄。航摄过程中出现的绝对漏洞、相对漏洞及其它严重缺陷必须及时补摄。漏洞补摄必须按原设计航迹进行。补摄航线的长度应满足用户区域网加密布点的要求。对于不影响内业加密选点和模型连接的相对漏洞及局部缺陷(如云、云影、斑痕等), 可只在漏洞处补摄, 补摄航线的两端应超出漏洞两边各四条基线; 否则, 整条航线补飞。

5 三维实景地图

5.1 影像预处理

原始航空影像数据存在畸变, 需要借助检校参数进行畸变改正。影像预处理的过程主要基于事先对航空相机检校得到的相机内参或实时检校得到的相机畸变参数对原始航空影像数据进行畸变改正, 以获得与摄影测量数学模型一致的影像数据。

5.2 空中三角化

即空中三角测量, 利用预处理后的影像数据, 进行特征提取、特征匹配, 并进行区域网光束法平差, 同时获得特征点的三维量测坐标及影像拍摄时刻的位置及姿态参数。

5.3 建立密集点云

利用空中三角化得到的每张影像拍摄时刻的位置及姿态, 对同名点进行多像前方交会, 进行空三加密测量, 获得大量地物点密集点云数据。

5.4 建表面模型

利用密集点云获得的大量有向点集根据隐式函数框架