

# 基于无人机航测技术的平原河道划界技术分析

王永杰

(山东省聊城市水利局,聊城 山东 252001)

**摘要:**无人机航空测量技术是近年来发展起来的一项新型测量技术,与传统测量手段相比,具有快速、精准、矢量化等优点。依法科学合理划定河道管理与保护范围,是实施河道工程管理与保护的基础性、先导性工作。将无人机航空测量技术应用在河道工程划界工作中,既可以提高划界工作的精准性,又可以提高工作效率,文章以聊城市徒骇河、马颊河划界为例,介绍了无人机航空摄影测量技术在平原区河道划界中的实践应用,指出了无人机航空测量技术在河道划界应用中的主要特点、创新及应用推广,重点介绍了划界的技术路线和关键技术分析,并总结了相关经验,为其他同类河道划界工作提供了经验参考。

**关键词:**平原河道;无人机航空摄影测量;河道划界

中图分类号:TV66

文献标识码:A

文章编号:1673-8853(2023)07-0122-03

## Technical Analysis of Plain River Delimitation Based on UAV Aerial Survey Technology

WANG Yongjie

(Shandong Liaocheng Water Resources Bureau, Liaocheng 252001, China)

**Abstract:** UAV aerial measurement technology is a new type of measurement technology developed in recent years. Compared with traditional measurement methods, it has the advantages of fast, accurate, vectorized and so on. The scientific and reasonable delineation of river management and protection scope in accordance with the law is the fundamental and pioneering work for implementing river engineering management and protection. The application of UAV aerial survey technology in river engineering demarcation can not only improve the accuracy of demarcation work, but also improve work efficiency. Taking the demarcation of Tuhai River and Majia River in Liaocheng City as an example, the practical application of UAV aerial photogrammetry technology in river demarcation in plain areas is introduced in this article. The main characteristics, innovation and application promotion of UAV aerial survey technology in river demarcation application are points out. The technical route and key technical analysis of boundary demarcation are emphasized. In addition, relevant experience is summarized. These provide experience reference for other similar river boundary demarcation work.

**Key words:** plain river channel; UAV aerial photogrammetry; river delimitation

### 1 概述

#### 1.1 背景

划定河道管理与保护范围(河道划界),是实施河道工程管理与保护的基础性工作,也是落实好其他管理保护措施的先决条件。文章以聊城市徒骇河马颊河为例,介绍了无人机航空摄影测量技术在平原区河道划界中的应用,重点介绍了划界的技术路线和关键技术分析。

#### 1.2 河道概况

平原河道一般具有地势平坦、视野开阔、堤防整齐、局部滩地较宽等特点,便于无人机飞行航测。徒骇河、马颊河是聊城市独流入海的两大骨干河道,全市面积90%以上属于徒、马两河流域。其中徒骇河聊城段169.50 km,流域面积5 182.75 km<sup>2</sup>,马颊河聊城段124 km,流域面积2 805.77 km<sup>2</sup>。

#### 1.3 无人航测技术发展情况

无人机航空测量技术是近年来发展起来的一项新型测量

技术,与传统测量手段相比,具有快速、精准、灵活便捷,适用性强、矢量化等优点,在水利应用前景广阔,可为河道管理信息化提供技术支持,为推进河长制全面提升奠定了基础。

### 2 划界实施内容

#### 2.1 编制划界工作专项设计

划界实施前,编制专项设计方案,主要包括:①划界的标准;②技术规定,包括坐标系统、高程系统等数学基础,界桩及公告牌要求,测量要求和流程,地形图测绘和数字化要求,河道管理范围线图绘制标准及流程、数据信息化要求;③明确划界实施方案,包括人员组织、硬件设备配置、利用无人机航空摄影进行地形图绘制、利用数字影像处理系统进行彩色正射影像图制作等;④质量保证体系,包括明确质量目标、控制措施;⑤进度计划;⑥职业健康及安全保密等措施。

#### 2.2 制作、安装划界界桩和公告牌

主要包括:①管理范围线界桩,明确界桩材质、尺寸、埋设要求等,设置密度、编码规则等。此次划界界桩采用大理石材,尺寸为1 000 mm×150 mm×100 mm,埋深400 mm,城市(镇)段界桩间距不大于100 m,非城市(镇)界段桩间距不大于

作者简介:王永杰(1978—),男,高级工程师,主要从事水利运行管理与研究。

200 m;②划界公告牌制作安装,一般包括公告牌设计尺寸、内容、设置位置等。

### 2.3 编制河道管理范围界线及桩(牌)矢量布置图

主要包括:①河道管理范围线矢量图,标注河道管理范围线、公告牌位置点、主要建筑物、村庄、界桩点及编号,管理线拐点处标明平面坐标(2 000国家大地坐标系),形成管理范围线图集;②管理范围线界址点坐标成果,形成管理范围线界址点坐标成果表,徒骇河形成5 295个界址点、马颊河形成4 967个界址点坐标成果;③界(牌)坐标成果(CGCS2000投影坐标系,3°分带,117°带),徒骇河完成1 800个,马颊河完成1 400个;④界桩、公告牌身份证,包含平面坐标、高程位置描述、编号、近景及远景照片,徒骇河完成1 900个,马颊河完成1 490个。

### 2.4 制作正射影像图和地形图

正射影像制作采用0.20 m分辨率精度,主要包括利用无人机航空拍摄,并采用相片控制测量、空三加密等处理技术,绘制了正射影像图,包括.TIF和.TFW两种格式的电子文件,形成了徒骇河和马颊河DOM分幅图成果。

### 2.5 建立划界管理数据库

主要包括管理范围界线数据库和管理范围内界桩点数据库,包括空间数据文件.shp、空间数据索引文件.shx、属性数据文件.dbf、地理数据索引文件.sbn等。

## 3 技术路线

总体技术路线如下:①选取典型河段作为试点进行现场踏勘,明确成图范围和航测区域;②按照设计进行全河段无人机航测作业,布设航测像控点;③对航测数据进行数据处理计算,获取点云数据集和1:2 000正射影像数据,并对数据进行现场校核;④依据点云数据集和已采集正射影像,结合实际踏勘样本,准确提取河口线、堤脚线、坡脚线等;⑤结合实际地貌,通过空间缓冲分析,绘制管理和保护范围边界线;⑥编制河道管理和保护范围专题图层。

利用空三加密成果绘制河道管理和保护范围边界的起算线,是整个工作流程实现的关键,按照河道地形地貌的特点不同,起算线具有不同的形式。总体技术流程如图1所示。

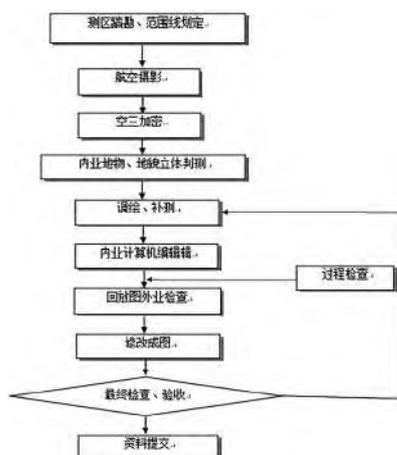


图1 总体技术流程图

## 4 划界主要技术要点分析

### 4.1 无人机航空摄影

#### 4.1.1 仪器设备

①机场,本摄区拟选用摄区内的一处公路为起降点,无须进驻机场。②机型,本摄区拟选用垂直起降无人机,采用高性

能导航GPS,主要性能参数:型号: CW-30;最大载荷:36 kg;翼展:4 m;起飞距离:400 m;失速速度:62 km/h;最小速度:65 km/h;巡航速度:85~125 km/h;燃油:无铅汽油。③航摄仪,本摄区选用RS1000 50 mm镜头;镜头主距:50 mm;像元尺寸:4.60 μm;影像幅:11 608×8 708像素。

#### 4.1.2 航摄设计

①航摄分区,根据摄区地形,依据框幅式数字航空摄影分区原则划分摄区。②航高确定,本项目拟采用RS1000数字航摄仪航摄,相机主距为50 mm,地形图比例尺为1:2 000,要求影像分辨率高于0.30 m,数字航空摄影的地面分辨率取决于飞行高度。③航线敷设,航线飞行方向一般为东西向,考虑到测区季节风和空域民航航线的限制,可按需要进行敷设。

航线敷设根据摄影测量学原理及测区实际情况确定,航向重叠度设计为65%,旁向重叠度设计为35%,按测区中心线敷设航线。

#### 4.1.3 无人机航摄

根据GB/T27919要求,无人机所有发动机启动后再行开启航摄系统的电源,飞行期间注意避让建筑物、树木等障碍物,数据采集间隔小于或等于1 s,上升或下降速度小于10 m/s,转弯坡度小于20°,左右交替飞行,飞行中及时观察,避免GPS卫星信号失锁等。

#### 4.1.4 成果整理

航片编号方法为:①航片编号由8位字符构成,采用以航摄分区为单位的流水编号;摄区航线一般为东西向敷设。②同一航线内的航片编号不允许重复。

### 4.2 像片控制测量

#### 4.2.1 像片控制点的布设要求

本次预布123个像控点,沿河道均匀布设,像控点的布设要求总体执行《水利水电工程测量规范》。

#### 4.2.2 像片控制点的判刺与整饰

对像片控制点进行二次判刺与整饰,平高控制点编号在像片编号前冠以“P”;高程控制点在像片编号前冠以“G”;检查点(保密点)编号在像片编号前冠以“J”;同一测区不得重号。

#### 4.2.3 像片控制点的测量

采用GNSS连测确定像片控制点,利用聊城市C级点进行像控点高程解算。

### 4.3 空三加密

在外业测定获得像片控制点的基础上,采用空三加密软件进行区域网整体平差,得到加密点成果。

### 4.4 计算和成果整理

平差计算前应编制外业控制点成果文件(加密定向点已知成果)并经第二人检查校对。计算过程中出现超限或错误,应认真检查相对定向精度、控制点起始数据和转点精度,仔细分析找出原因后认真进行处理。较大水系常水位点应在首次计算成果出来后进行比较,有矛盾时应在立体观测下进行配赋改正。加密完成后,应与相邻航线、相邻加密区域地进行接边,并将成果通过接口程序直接传输给测图定向使用。作业方法、精度统计、重大技术问题处理情况和质量评定应填写质量记录,并有填写者、检查者签名。

## 5 划界成果的特点及应用推广

### 5.1 划界成果的应用主要特点

高度数字化、矢量化,本次划界紧扣水利信息化要求,

(下转第130页)

对象、核查时间和频次、核查方法等信息。对测量设备进行期间核查的人员,通常是经过授权并日常使用该测量设备的检验检测人员。

### 2.3 作业指导书

机构应针对被核查的仪器设备制定具有可操作性的作业指导书,其适用范围应具体到某一类或某一类测量设备。

测量设备期间核查作业指导书应包含但不限于以下内容:测量设备的核查内容,包括仪器设备具体的计量特性或功能特性;选定的核查范围和核查点以及相对应的核查方法,测量设备期间核查使用的核查标准或标准物质等信息,包括名称、计量溯源信息、计量特性等信息;期间核查的记录信息、记录形式和记录的保存要求;仪器设备期间核查的环境条件和时间间隔要求信息;根据仪器设备期间核查的情况,出具仪器设备期间的核查结论,明确提出是否准予继续使用和使用范围或暂停使用。

### 2.4 核查记录的管理

测量设备期间核查的原始记录应具有原始性、充分性、规范性和可追溯性。

原始记录表的主要内容包括:工作指南的名称和在该时期进行验证所依据的控制号码;被检查的测量仪器的名称,编号,制造厂家,使用的附件等基本资料;确认有关标准的资料,例如名称,控制号,特征特征,测量参数等;在检验过程中对设备进行测量时,环境因素,例如:温度和湿度;与测量装置使用过程中的验证有关的资料,例如:验证时间、验证参数、标准、判断值等;对原始资料的记录进行核实,其中包括资料的处理;仪器设备使用过程中的验证结论;对应采取的措施提出了建议。

测量设备期间核查记录应纳入设备档案中,记录的保存期

限应符合相关行业法律、法规、部门规章的要求,通常不少于6年。

### 3 期间核查成果的应用

#### 3.1 调整计量溯源计划

机构应对历年的检定、校准数据和期间核查的数据进行统计分析,按照风险管理的原则,制定、调整、实施仪器设备计量溯源计划。对于长期核查结果稳定、可靠的测量设备可适当延长设备的校准周期。

#### 3.2 调整设备维护保养计划

机构制定仪器设备维护保养计划,应考虑期间核查成果。对于长期核查结果稳定、可靠的测量设备,可适当减少对其维护保养的资源投入,如减少频次、简化流程等。

#### 3.3 调整监控结果有效性计划

在合理安排测量设备期间核查,对其数据科学有效统计的基础上,可调整机构制定和实施监控结果有效性的计划。

### 4 结语

期间核查工作做得好坏能体现出来机构日常管理水平的高低。从机构测量设备期间核查的策划、实施和期间核查结果的应用的方面综合考虑,规范化开展期间核查工作为机构开展实验提供依据,更好地为社会和客户服务提供了保障。

#### 参考文献:

- [1]吴健.测量设备管理程序(含修正因子管理)[J].中国计量,2019(9).
- [2]宫晓玲,吕富美,马连发.监视和测量设备的控制—写给从事管理体系认证的工作者[J].价值工程,2014(7).

收稿日期:2023-5-25

编辑:刘长垠

(上接第123页)

立足于先进的数字测绘技术和设备,切实将划界成果做到数字化、矢量化,建立了完整的划界信息管理数据库,便于成果的应用和衔接。

### 5.2 应用推广情况

一是助推河长制实施,助推河长制实施,比如在河湖“清四乱”行动中,划界成果提供了详细的河道管理边界矢量范围,将卫星遥感和无人机巡河成果与划界矢量数据对比,为清违清障和清四乱提供了基础依据;二是纳入国土空间数据库,实现部门间数据对接和共享。划界矢量成果纳入国土空间总体规划基础信息平台,为水利发展提供有效的空间保障。

## 6 总结

### 6.1 精心组织

河道管理范围划定工作由市人民政府负责,由聊城市水利局具体实施,本项目自始至终都感受到各部门的精心计划,详细安排和相互协作。在现场指界过程中,相关负责领导和工作人员多次深入到工作一线,对涉及政策性的问题均给出了具体的针对性很强的解决办法,项目一直在和谐、可控而有序的氛

围中向前推进。

### 6.2 完善质量保证体系

实施单位高度重视,做到精心组织,牢固树立质量意识、安全意识,把质量作为重中之重。成立项目管理机构,负责项目的协调、管理、组织和实施,明确职责分工,统一协调管理。认真做好参与本项目所有工作人员的技术培训工作,提高工作人员对河道管理范围划定相关政策及工作要求的理解,确保作业技术路线的标准化。严格执行国家技术标准、规范和本项目实施方案,对各技术环节统一标准,认真做好生产作业中的每一道工序。

#### 参考文献:

- [1]段云飞,杨跃文,阿茹娜.无人机遥感技术在测绘工程中的有效应用[J].工程建设与设计,2020(4):252-253.
- [2]付永清.无人机航空摄影测量技术在工程测量中的应用[J].工程建设与设计,2018(6):259-260.

收稿日期:2023-6-15

编辑:刘长垠 韦诗佳