

## 无人船在盘锦沿海滩涂测绘中的应用

庞宇

辽宁省自然资源卫星应用技术中心, 辽宁 沈阳 110034

[摘要] 针对沿海滩涂上河流入海口、码头、港口及坑塘等水下区域基础地理信息数据难获取的问题, 文中提出了利用无人船测深技术获取这些被海水覆盖区域的基础地理信息数据方法。根据盘锦沿海滩涂地形特点及潮汐特性, 研究如何进行航线设计、航线布设、检查线布设等, 该方法相对于传统人工测量方式在工作效率上有很大的提高。

[关键词] 无人测深船; 沿海滩涂; 基础地理信息数据

DOI: 10.33142/aem.v5i3.8187

中图分类号: U664.82

文献标识码: A

### Application of Unmanned Ship in Surveying and Mapping of mudflat along the Coast of Panjin

PANG Yu

Satellite Application Technology Center of Liaoning Natural Resources, Shenyang, Liaoning, 110034, China

**Abstract:** In order to solve the problem that it is difficult to obtain the basic geographic information data of underwater areas such as river inlets, wharves, ports and ponds on the coastal mudflat, this paper proposes a method to obtain the basic geographic information data of these areas covered by sea water by using unmanned ship bathymetry technology. According to the topographic characteristics and tidal characteristics of the coastal mudflat in Panjin, this paper studies how to carry out route design, route layout, inspection line layout, etc. This method has greatly improved the work efficiency compared with the traditional manual measurement method.

**Keywords:** unmanned sounding vessel; coastal mudflat; basic geographic information data

#### 引言

沿海滩涂是我国重要的后备土地资源, 其基础地理信息数据对于海岸线周围的管理、开发、利用等多方面具有重要作用。随着测绘技术创新, 测量设备不断推出新产品, 因此测绘手段也更加先进。现今获取沿海滩涂基础地理信息数据最常用最高效的方法是利用机载激光雷达技术, 即在大飞机或无人机上安装航摄仪或雷达设备对沿海滩涂进行航空数据采集。但现今这些雷达设备, 不论是陆地测量型还是水下测量型, 都无法有效获取我省沿海滩涂上码头、港口、坑塘、河流入海口等区域的水下基础地理信息数据。辽宁沿海的海水比较浑浊, 杂质多, 水下测量型的雷达激光点一般很难打到海水下的陆地表面, 而是打到杂质上就折返, 因此根本无法准确获取这些区域的基础地理信息数据, 但利用无人船测深技术则可以准确高效地解决这些问题。

#### 1 无人测深船系统简介及项目主要技术流程

##### 1.1 无人测深船简介

盘锦沿海滩涂基础地理信息数据获取项目中使用的无人船是中海达生成的 iBoat 智能无人测深船, 该船是当时最新水下地形测量设备, 主要包括测深系统、GNSS 定位系统、视频传输系统、超声波避障系统, 见图 1, 性能参数见表 1。

表 1 iBoat 智能无人测深船系统参数

航速	3m/s
最大航程	70km
RTK 水平定位精度	±8mm
RTK 垂直定位精度	±15mm
测深范围	0.15-200m
测深精度	±1cm±0.1%h
遥控距离	2km
任务传输距离	10km



图 1 iBoat 智能无人测深船

1.2 无人测深船在盘锦沿海滩涂测绘中主要工作流程  
主要流程图见图2。



图2 技术流程图

2 利用无人测深船获取盘锦沿海滩涂水下基础地理信息数据

2.1 测线布设方法

无人船的数据采集范围广泛，从河流入海口到港口，再到坑塘，每个测区的宽度都有所不同，因此我们根据每个测区的特点，采取不同的测线布设方案，以满足不同的需求。

为了确保测深精度，本项目采用图上1cm的间距，即测深航线布设间距为50m，而在人工虾池、参池等养殖区域，可以放宽至100米，航向上采点间距为3m一个（无人船航速为3m/s，取样间距为1s）。宽河流设计后实施效果图见图3；对于宽度小于100米的河流、潮沟等，我们在中心位置布设一条测线，如图4所示；对于养殖塘等区域，由于面积大，我们在测线布设上参照宽域河流测线布设方案，实施效果图见图5。

检查线布设：检查线的方向应尽量垂直于主测深线，分布均匀，能普遍检查主测深线，且检查线长度不小于主测深线总长度的5%。

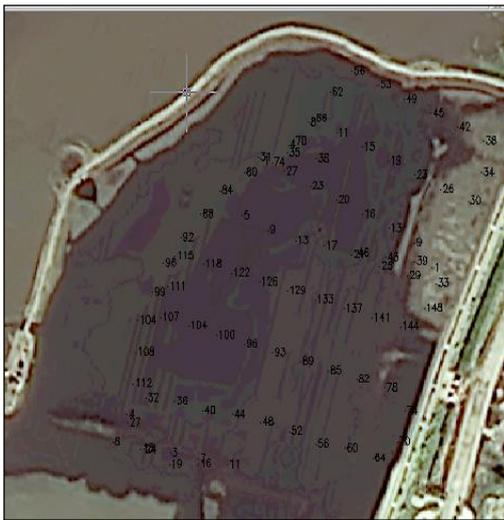


图3 宽河流域测线布设方案

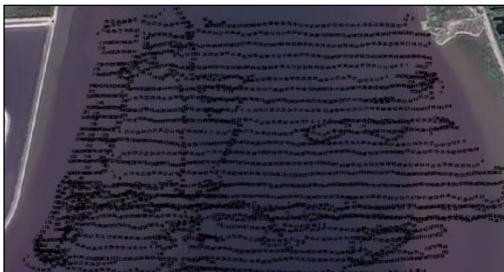


图4 窄河流域测线布设方案

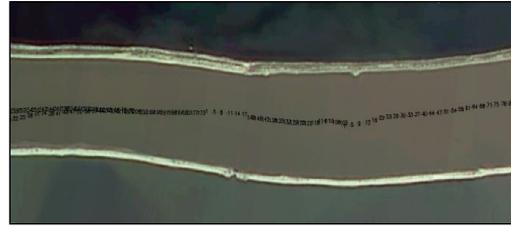


图5 养殖塘测线布设方案

2.2 外业施测

无人测深船下水位置最好选在缓坡或有台阶的位置，要注意地面是否湿滑，保证自身和船只的安全。下水后，暂时不要将船开得太远，先用遥控器简单测试油门和转向的功能正常后再将船开离岸边，进入测量准备状态。

外业作业期间，在河流地段及坑塘水面上施测时采用无人测深船按照设定航线进行自动测量；在一些复杂海域，特别是在浅滩等环境条件较为复杂的地区，水平较低，淤泥较深，石块遍布，正常船只和人工难以到达，因此，我们采取手动遥控监测，实现全方位的无死角超浅水监测。

通过使用位置页面上的引导图像，我们可以更加精确地控制船只，即时展示测线和船只行进轨迹，并且可以查看位置、船速、记录位置、测线名、资料名、持续时间、位置及类型等，为我们带来必不可少的资料，同时，水深页面也可以即时展示水深状况，从而更好地顺利完成测量任务。在测量过程中，计算机系统会主动将位置资料、水深资料、航行参数或者其他测试资料打包，并将其存储在硬盘中，以便进行后续处理，而且不允许人为更改。此外，计算机系统还会自动记录测量船的航迹，并将已完工的测线和未完成的测线进行区分，以便测量人员能够更加便捷地指导船只进行未完成的测量任务。

在测量过程中，船只的前后左右摆动应保持适度，当海面风力超过5级，导致测深仪记录的回声波波形变化较大时，应立即中断测深作业。最后将水深文件编制成水位改正计算格式文件。

2.3 利用中值滤波法去除带有粗差的水下地形数据

由于水下环境的复杂性，无人船在采集数据时容易受到鱼群的活动或其他杂物的影响，导致采集的水深值出现偏差。为了解决这个问题，我们采用了中值滤波法，有效地消除了水深值中的偏差和失真点。

中值滤波法的原理是采用窗口内（比如大小为5的窗口）的数据进行排序，然后取中间的值作为当前的数据。比如有9个水深数据，分别是：4.0, 4.4, 4.8, 4.6, 4.5, 4.2, 4.0, 4.3, 4.7。那么第一次排序采用的数据是4.0, 4.4, 4.8, 4.6, 4.5, 那么第1和第2个数据的左侧没有数据，所以保持不变，这5个数据排序以后变成4.0, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8，取最中间的值代替原来的4.8。第二次滤波的窗口内的数据是：4.4, 4.8, 4.6, 4.5, 4.2，由

小到大排序之后的顺序变成 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 这时采用 4.5 代替当前的数据 4.6。依此类推, 中值滤波的特点是平滑掉波峰和波谷的数据, 用前后的数据取代它, 有效剔除了由于鱼群或其他杂物干扰而产生的失真点。

### 3 无人测深船应用中遇到的问题及解决方法

无人船作业时间基本选择在有潮期, 由于本项目中所使用的无人船测深系统带有 RTK 模块, 同时船体小, 稳定性好, 因此无须进行潮汐、姿态改正。但实际工作中, 在港口, 码头附近工作的时候, 经常有大船出入航道, 无人船自带的蔽障系统只能保证船体停在原地, 大船经过后的大浪很容易就打翻船体, 这时候需要手动遥控移动船体位置, 但因为无人船本身启动速度不够, 往往遇到危险, 我们就提出了增加无人船启动速度, 但同时保证续航能力的要求, 经过与无人船厂家多次改进后, 手动遥控无人船的航速能够达到 8 节。满足了处理紧急事件的要求航速。

无人船的续航能力一般为 3 个小时, 当海面风浪达到 4 级时电池的续航只能维持 1.5 小时。我们在实际工作中, 沿海滩涂地区很少能够碰到风平浪静的天气, 因为续航无力的原因我们每天只能工作 2 个小时。无人船本身的电池不可拆卸, 充电需要 8-10 个小时, 按照这样的工作进度, 我们根本不能按时完成工期。经过我们多次的试验, 提出了能否使无人船电池变成可拆卸, 并且充电时间缩短在 3 个小时以内的建议。无人船厂家最终按照我们提出的实际问题改进, 改变了船体结构, 电池可拆卸, 并且配备了 2 块锂电池, 保证了一天 8 小时的工作时间。我们提出的这 2 个建议很好地满足了沿海滩涂地区使用无人船测绘的工作要求。帮助了无人船厂家设计出满足水库、沿海滩涂、海洋领域的无人船。

### 4 无人测深船与 LIDAR 结合获取沿海滩涂基础地理信息数据部分成果

本项目是采样无人测深船与 LIDAR 两种设备同时进行作业, 其中沿海滩涂无水区域主要靠 LIDAR 采集, 养殖塘、河流入海口等有水区域是靠无人船进行数据采集, 部分 DEM 成果见图 6, 部分 DLG 成果见图 7。

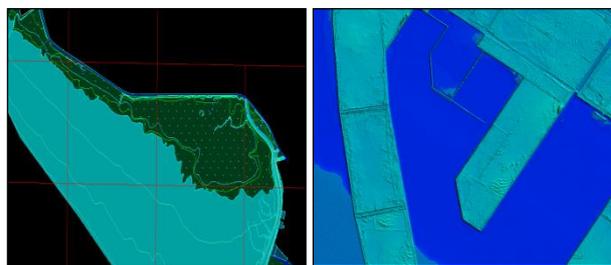


图 6 部分沿海滩涂 DEM 成果 图 7 部分沿海滩涂 DLG 成果

### 5 结束语

通过本项目, 我们充分了解到无人船在沿海滩涂中的优势, 对于一些海水杂质比较多, 航空雷达获取不到准确数据的区域, 无人船是一个很好的补充手段, 但无人船的也有相对劣势, 动力不足, 抗风能力差, 这些都是无人船需要改进的地方。

#### [参考文献]

- [1] 李庆松. 基于无人机机载激光和无人船多波束下水陆一体化三维测量技术应用和探讨[J]. 水利技术监督, 2021(11): 42-45.
  - [2] 杨昆仑. 无人船在水下地形测绘中的应用实践[J]. 陕西水利, 2021(9): 152-153.
  - [3] 吴迪, 汪建光, 李水英. 基于机载 LiDAR 的沿海滩涂地形图制作方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40(2): 66-68.
  - [4] 史照良, 曹敏. 基于 LiDAR 技术的海岛礁、滩涂测绘研究[J]. 测绘通报, 2007(5): 49-53.
  - [5] 贾治平. 无人船测深系统在水下地形测量中的应用[J]. 经纬天地, 2021(4): 20-23.
  - [6] 李雅丽. “快艇+无人船” 皖江航道探索浅水区测量新模式[J]. 中国水运. 航道科技, 2021(4): 42.
  - [7] 张亮. 浅析沿海滩涂关键技术研究与应用[J]. 经纬天地, 2018(5): 8-11.
- 作者简介: 庞宇 (1982.4-), 辽宁工程技术大学, 大地测量, 单位: 辽宁省自然资源卫星应用技术中心, 职务: 科员, 职称: 高级工程师。