

基于数字化测图的航道工程测量分析

严律, 鲍鑫

(长江岳阳航道处, 湖南 岳阳 414000)

摘要: 在我国的水路网络中, 水路交通是十分重要的运输方式之一。为确保水运的正常运行, 需要做好相应的航道工程测量工作。在航道工程测量中, 需要使用一定的测量技术。随着时代的发展, 航道工程测量的信息化和数字化水平日益提升, 越来越多新型的数字化测图技术开始被日益广泛的应用于航道工程测量之中。通过应用一定的数字化测图技术, 促进了大比例尺测图的数字化, 相应的水地形图精度高、图面规范性好。目前, 测量实践中可供选择的数字化测图技术有很多。在此次研究中, 结合具体的航道工程案例, 分析多波束测深技术的应用效果。在研究中, 以城陵矶港为实例, 分析其航道工程概况, 并选择应用 GPS 定位, 多波束测深仪测深, 按照一定的工作流程, 完成航道检测测量。最终对任务书全部内容进行了顺利的测量, 圆满完成测量任务。

关键词: 航道工程; 测量; 数字化测图; 多波束测深技术

中图分类号: U612.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0051—04

1 数字化测图与航道工程测量

近年来, 我国的航道交通得到了较大发展。而这一过程中, 航道工程测量工作是一项十分重要的内容, 其测量质量与效果, 会直接影响到航道后期的建设与使用等多方面的情况^[1]。以往在开展航道维护、测量、疏浚、整治、管理等工作的过程中, 对各种技术手段的应用较

少, 航道工程测量主要依靠经验和手工, 整体效率较低, 精确度不高, 质量效果欠佳。随着航道交通的发展, 对航道工程测量工作提出了新的要求。这一背景下, 在开展航道工程测量的时候, 也需要合理地选择测量技术, 以获得更为理想的测量效果, 为航道管理活动提供可靠的参考。随着时代的发展, 测量技术得到了较大的发展,

控制接口。最终在基本不增加现有基础设施, 不增加船舶成本的前提下, 做到优化整合, 提升整体港口及其关联水网的服务效能。

(5) 通过对港口系统内装卸、转运、仓储、联运乃至加工环节的各种信息的收集和整理, 并保障消息的实时性与可靠性, 通过系统提前进行预判和管理, 解决了以往港口依靠人的视觉和经验来管理的比较落后的模式。

6 结论

通过数字孪生技术, 可在基本不改变现有传感器配备的前提下, 实现以港口和船舶内传感器, 如雷达、AIS、CCTV、RFID 为核心的对象持续跟踪、多源交叉验证, 提升感知系统所反映状态与真实港口航道、作业流程的匹配度, 实现真正的“所见即所得”, 显著改善作业流程, 降低驾驶员、管理员的工作压力, 改善安全、提升效益。该技术的研究将为智能航运时代的集装箱船远程驾驶、港口全自主运营等愿景, 奠定坚实的方法

与理论基础。

参考文献:

- [1] 孙浩. 物联网技术在智慧港口中的应用研究 [J]. 电子世界, 2019(09):150-151.
- [2] 姚立权, 赵春雨. 基于物联网技术构建智能港口的可靠性研究 [J]. 数字技术与应用, 2017(04):67.
- [3] 秦一方. 新一代港口云服务数据中心的研究与应用 [J]. 电脑知识与技术, 2016, 12(35):255-256.
- [4] 顾湘. 信息化引领下的我国智慧港口建设 [J]. 物流工程与管理, 2017, 39(08):97-99.
- [5] 王昱. 基于 GIS 的江苏“智慧港口”信息共享平台建设 [J]. 中国水运 (下半月), 2015, 15(07):71-74.
- [6] 蔡远利, 高鑫, 张渊. 数字孪生技术的概念、方法及应用 [C]// 第二十届中国系统仿真技术及其应用学术年会 (20th CCSSTA 2019). 0.
- [7] 王巍, 刘永生, 廖军, 等. 数字孪生关键技术及体系架构 [J]. 邮电设计技术, 2021(8):5.

并逐步向着数字化、现代化的方向发展。近年来,移动全景技术、三维激光扫描技术、近景摄影测量技术、空中摄影测量技术、多波束测深技术等越来越多的数字化测图技术得到日渐广泛的应用。例如,低空遥感无人机等设备以及遥感技术和低空摄影等技术的广泛应用,逐步实现了航道地形、水流、水深、洲滩变化、岸坡冲刷等信息的大区域快速采集,丰富的信息来源可以为航道管理相关部门提供更多可靠的参考依据^[2]。再譬如,多波束测深技术具有高精度、高分辨、高效率等特点,可用于大面积扫海测量、海洋工程建设、海底资源调查、水库测量、河道与航道测量、等多个不同的领域。数字化测图,已经成为必然的发展趋势。航道测量的主要内容为水深、地形、地物、流态等,借助一定的数字化测图技术,可以通过各种方便、快捷的方式,准确地获得各种所需的数据结果。能够将图形的模拟量转化为相应的数字量,从而将测绘得到的地形图录入到计算机中进行保存和作业。通过开展数字化测图,可以极大地提高航道测绘工作的效率和质量,有效地促进航道测绘工作的发展。同时,数字化测量也可以为后续建立航道水下电子地图打下坚实基础。而且,随着数字化测图技术的不断发展,可供应用的测图技术也不断增加,为人们的测量工作提供了极大的便利^[3]。

2 基于数字化测图的航道工程测量案例分析

2.1 案例概况

城陵矶港是华南地区最大的国际贸易港,同时也因为优越的地理环境,成为我国重要的水陆运输枢纽和水网运输中心。现根据实际需求,需要开展航道工程测量。通过科学全面的航道工程测量,可以实现航道全覆盖水下扫测,形成了海量的基础数据,有利于更好地指导和服务航道管养,确保航道安全畅通。根据测绘任务书要求,测量比例尺设定为 1:10 000,采用高斯-克吕格投影,CGCS2000 国家大地坐标系与参心坐标系,中央子午线为 114°,深度基准面采用理论最低潮面,最终的质量目标为优秀。

2.2 数字化测图技术选用

在进行测量的时候,选择应用多波束测深技术这一新型的数字化测图技术。该技术通过采集数据形成水下三维地形图,能快速准确判断水下障碍物和河床淤积情况,为船舶航行提供安全保障^[5]。在具体的测量过程中,工作人员可以借助多波束测深仪的探头,按照实际测量需求,深入到水下一定的深度进行扫测。多波束测深仪采用全覆盖的测量方式,采集航道数据全面、直观、高效,能真实反映河床地形。整个扫测过程宽度大,范围广,可以对较大范围的河床地形进行测量。通过传感器和计算机合成,水下三维地图,可以实时合成,河床地貌一目了然。整个扫测系统具有测量范围广、速度快、精度高的特点,解决了以往对水下情况掌握不足的航道养护难题,航道管养方式实现从二维到三维、从单一数据成果到多元数据成果的转变。多波束水深测量的任务是获取江河湖泊、水库等水下地形数据,其目的是为河道管理、水库运行管理、水生态建设、河道演变研究等提供地形地貌数字信息^[6]。多波束测深系统包括多波束测深仪、姿态传感器、罗经、声速剖面仪、定位仪、数据采集和处理单元等多项内容,可以利用宽条带回声测深方法进行水底测图^[6]。系统集成声纳传感器、高精度定位导航、全景融合、高性能计算机、高分辨显示器等为一体,具有测量范围广、速度快、精度高的特点,其中应用的多波束测深仪通过采集数据形成水下三维地形图,能快速准确判断水下障碍物和河床淤积冲刷情况,为船舶安全航行提供安全保障。多波束测深系统组成示意图如图 1 所示

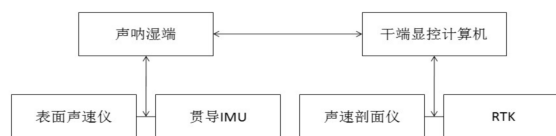


图 1 多波束测深系统组成示意图

2.3 外业测量作业阶段与具体工作内容

在开展外业测量的过程中,一共分为单个阶段,包括外业测量前的准备阶段、外业测量阶段、以及相关测量资料的检查阶段。不同阶段的具体工作内容如表 1 所示。

表 1 外业测量作业阶段与具体工作内容

编号	外业测量作业阶段划分	具体工作内容
(1)	外业测量前准备阶段	收集相关资料,完成技术交底,准备测量过程中所需的各种耗材和仪器,调试各种设备,确保其处于正常工作状态等;
(2)	外业测量阶段	开展 GPS 比对,完成各种仪器的安装与调试,测试多波束的稳定性。开展多波束水深数据采集,验潮,采集单波束数据,对收集到的数据进行处理,完成编绘成图。整理各项资料,编绘成图,完整上交;
(3)	外业测量相关资料检查阶段	质检员负责进行过程检查,即一级检查,检查结果提出针对性的整改意见。完成整改之后,质量管理科质检工程师负责进行最终检查,即二级检查。结合检查结果,提出整改方案。完成整改后通过质量检查,上交最终资料。

2.4 测线布设与多波束数据采集

多波束测深相比传统测绘手段更安全、高效、准确,在具体的应用中,为获得理想的测量结果,还需要进行合理的测线布设。在本次研究中,即结合实际情况以及相关规范和技术设计书中的具体要求,进行科学的测线布设,以提高扫测效率和效果。在测量中,应用多波束测深仪开展多波束扫测。在进行计划测线布设的时候,所布设的方向与航道方向保持相同。布设测线的时候,按照测区的水深,去掉探头吃水的 2.5 倍间距进行布设。在设计中,应保证测线重叠率在 50% 以上,全部测线均延长 200 m,以确定全面覆盖所有数据以及罗经的稳定性。在此次测量工程中,一共布设多波束扫测主测线里程 2 000 km。实施多波束扫测时,利用 DGPS 定位系统进行准确定位,将坐标发送给多波束外业数据采集软件之中,详细采集具体水深和位置等各种姿态传感器数据。

2.5 多波束内业数据处理

在进行数据处理的时候,需要应用专业软件,按照一定的流程进行处理,实现对软件采集所得的各传感器数据的妥善处理。在线模式下,主要处理的内容是对数

据采集软件采集来的各传感器数据,相应的数据为 XTF 格式。同时,对水深数据设定各项合理的过滤参数删除大部分的假信号。多波束内业数据处理流程与具体处理内容如表 2 所示。

表 2 多波束内业数据处理流程与具体处理内容

编号	流程	具体处理内容
(1)	流程一	建立船配文件 HVF;
(2)	流程二	建立具体项目,并将相关数据导入其中;
(3)	流程三	保存任务内容;
(4)	流程四	对导航数据进行编辑;
(5)	流程五	对姿态数据进行编辑;
(6)	流程六	改正声速;
(7)	流程七	改正潮位;
(8)	流程八	对数据进行合并处理,对 TPU 进行计算;
(9)	流程九	对低于图表予以准确定义;
(10)	流程十	生成 CUBE 面;
(11)	流程十一	实施数据质量控制和过滤;
(12)	流程十二	应用 SUBSET 模式对数据实施检查;
(13)	流程十三	生成成果面;
(14)	流程十四	打出具体的数据结果。

2.6 精度评估

传统的航道测量主要靠测量人员用肉眼或简陋仪器进行探测,不仅速度慢,精确度也很低,测量的局限性很大。多波束测深是一种精密探测技术,多波束测深系统具备更丰富完善的传感器,在声速仪、姿态仪、潮位仪等高精度传感器的配合下可以测得更精确的水底坐标信息。该技术适用于水下地形测量及水下障碍物的精密探测,具有测量覆盖范围大、速度快、精度效率高、记录数字化和成图自动化等优点。此次研究中,对该技术在实际测量中的精度进行了评估。研究中,将多波束及单波束主测深线水深数据与检查线水深数据进行对比,检查测量精度。一共统计 287 个检查点数,经精度检查发现,平均误差为 0.0 m,中误差 0.1 m,整体符合性良好,主检比对正态分布图如图 2 所示。

2.7 成图检查

将测量成图水深与海图进行比较,可以发现与原海图比较无明显变化,具备良好的吻合效果。任务共设立 5 处验潮站,对任务书的全部内容进行了顺利的测量,

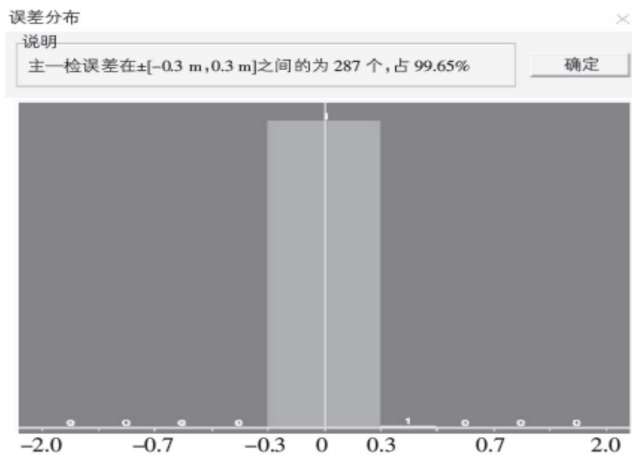


图2 主检对比正态分布图

测量过程严格按照规范和技术设计书要求进行,最终圆满完成测量任务,完成航道检测测量^[7]。

3 结语

总之,随着时代的发展,在航道工程的测量过程中,各种数字化测图技术正在得到越来越多的应用,并发挥出日渐重要的作用。多波束扫测技术的应用可以有效识别和定位航道河床里的各种障碍物,在获得航道三维地形图后,经过软件处理,可以更准确、便捷地提取不同数据,满足不同航道养护工作的需要,从而大幅提升航道管养水平与质量。在本文的研究中,对各种数字化测图技术的概况进行了介绍,并以XX港为案例,分析数字化测图技术在航道工程测量中的具体应用情况。案例分析中选择应用多波束测深技术,结合案例实际情况,应用GPS定位,多波束测深仪测深,按照一定的工作流程,完成航道检测测量。将测量成图水深与海图进行比较,与原海图比较无明显变化,具备良好的吻合效果。最终对任务书的全部内容进行了顺利的测量,圆满完成测量任务。相信,随着时代的发展以及数字化测图技术的不断完善,在航道工程测量过程中,将会出现越来越多数字化测图的身影。

参考文献:

[1] 汤健峰. 航道电子沙盘的要害表达与建模机制研究

[D]. 湖北: 武汉大学, 2019.

[2] 卢凯乐. 多波束测深数据预处理及系统误差削弱方法研究与实现 [D]. 东华理工学院, 2016.

[3] 陈建辉. 多波束测深仪在航道测量的应用分析 [J]. 价值工程, 2021, 40(34): 144-146.

[4] 余必秀, 初秀民, 柳晨光, 等. 基于改进A*算法的无人航道测量船路径规划方法 [J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2019, 44(8): 1258-1264.

[5] 江木春, 韩亚民, 李勇. 澜沧江—湄公河航道二期整治项目水文测量实施方案 [J]. 水运工程, 2020(10): 110-114, 142.

[6] 王佳, 黄勇, 刘延涛, 等. 基于内河航道测量的主动波浪补偿平台的开发与试验系统设计 [J]. 船舶工程, 2019, 41(7): 92-97.

[7] 王文杰. 基于单波束多波束测深系统的海洋航道测量方法 [J]. 电子测量技术, 2019, 42(8): 45-51.

