

基于无人机平台的海域监管关键技术及其应用

雷伊婷¹,李学恒¹,雷静²,刘雯婷³

(1. 广州市地质调查院 广州 510440;2. 广东省标准化研究院 广州 510220;

3. 广州发展燃料港口有限公司 广州 510457)

摘要:随着无人机测绘技术的迅速发展,其在近海海域监管领域发挥越来越重要的作用。文章介绍无人机高精度定位和倾斜摄影关键技术,结合先进的计算机软件技术和数据库管理技术,开展海面 and 海岸一体化的近海海域综合监测应用。研究表明:无人机测绘技术能够满足监测作业的精度要求,极大地提高海域监测智能化的程度,其应用可为广州市海域监管提供实时有效的数据支撑,并为海洋资源的可持续发展提供有力的技术保障。

关键词:无人机;海域监管;海洋测绘;航摄;三维模型

中图分类号:P23;P715

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2019)12-0076-04

The Key Technologies of Sea Area Supervision Based on UAV Platform and Its Application

LEI Yiping¹, LI Xueheng¹, LEI Jing², LIU Wenting³

(1. Geological Survey of Guangzhou, Guangzhou 510440, China;

2. Guangdong Institute of Standardization, Guangzhou 510220, China;

3. Guangzhou Development Fuel Port Co., Ltd., Guangzhou 510457, China)

Abstract: With the rapid development of UAV mapping technology, it is playing an increasingly important role in the field of offshore supervision. This paper introduced the key technologies of UAV high-precision positioning and tilt photography, and carried out the integrated offshore monitoring application of sea surface and coast by combining advanced computer software technology and database management technology. The application results showed that UAV mapping technology could meet the requirements of monitoring accuracy and greatly improve the intelligence of sea area monitoring. The application of UAV mapping technology provided real-time and effective data support for the supervision of Guangzhou sea area and provided a strong technical guarantee for the sustainable development of the utilization of marine resources.

Key words: Unmanned aerial vehicle, Sea area supervision, Marine surveying and mapping, Aerial photography, Three-dimensional model

收稿日期:2019-05-23;修订日期:2019-11-28

基金项目:国家海洋局海域动态监管能力建设项目(20140724)。

作者简介:雷伊婷,工程师,硕士,研究方向为海域监视监测

通信作者:雷静,工程师,硕士,研究方向为无人智能和海洋高端装备

0 引言

随着“一带一路”建设的深入实施,我国海洋事业蓬勃发展,近海海域使用需求持续增长,用海规模不断扩大,行业用海矛盾日益突出,依靠传统的人力手段开展大面积的近海海域监管已无法满足现实需求。无人机航测技术是空间数据获取的重要手段,凭借无人机机动灵活、高效快速和成本低廉的特点,可广泛地应用于海洋测绘、海域监管和海岛巡查等领域。随着无人机搭载的专用设备和系统智能化程度的不断提高,无人机在近海海域监管领域将发挥越来越重要的作用^[1-2]。

1 关键技术

1.1 无人机高精度定位

无人机在监管作业中的飞行航线依赖于导航定位系统,可根据定位系统获取的信息让无人机在指定时间内完成航测任务,其精准度与所搭载设备的定位技术直接相关。以载波相位差分技术(RTK)为核心的高精度卫星定位技术的运用,不仅实现高精度(厘米级)定位,而且极大减少传统海域测绘作业中的“搬站”次数,提高了作业效率^[3-5]。同时,与传统作业方式相比,基于高精度 RTK 技术的无人机作业具有数据可靠性高、累计误差低和作业速度快等优点,在传统测绘技术较难作业的区域可轻松作业。

无人机机载 RTK 集成系统如图 1 所示。

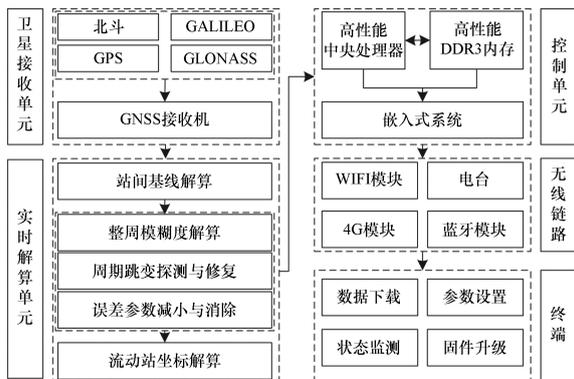


图 1 无人机机载 RTK 集成系统

(1)卫星接收单元。卫星接收单元利用有源天线,将接收的卫星信号放大、滤波和限幅,将修正后的卫星定位信号完成模数转换后送入相关器,再经

过一系列的载波和信号剥离,完成信号的捕获、跟踪和数据同步。

(2)实时解算单元。RTK 实时解算过程是基准站与流动站同步观测所有可见卫星,基准站将其精确的位置信息与载波相位观测值通过数据链传输到流动站,流动站将来自基准站的数据信息和自身接收到的来自同一组卫星的观测信息组成差分观测值,通过基线解算方法获得流动用户接收机的精确空间坐标,从而实现实时定位^[6]。为提高定位精度,还须进行卫星信号整周模糊度解算、周期跳变探测和修复以及误差参数减小和消除等步骤。

(3)控制单元。控制单元采用高性能处理器和内存,内部集成大容量的 EMMC,确保具有足够的数据处理能力。采用平台化的移植嵌入式系统,将各功能模块通过驱动的方式实现控制和管理,对于不同需求采用不同应用软件,完成相应的软件功能,以增强设备的扩展性和易用性。

(4)无线链路。采用蓝牙、WIFI、4G 和 UHF 电台等多种数据链,确保在不同的应用场景都有合适的数据链,保障数据通信。

(5)终端。使用 Web UI 功能设置终端接收机,通过手机等设备打开无线网络,查找主机编号命名的热点并连接,可查看设备的工作状态和坐标等信息以及设备的编号、硬件版本、BOOT 版本和固件信息等驱动信息,同时提供测绘数据下载等功能。

1.2 无人机倾斜测绘

在近海海域使用设施和海岛等监管领域,须对相关地貌和地物进行三维动态监测,而面对广阔和复杂的地貌和地物,传统测绘技术存在时效性不强、作业效率低以及人力和物力耗费大等不足。利用无人机多镜头倾斜摄影测绘技术,可通过高效数据采集设备和专业数据处理流程生成数据成果,直观地反映地貌和地物的外观、位置和高度等属性,可大范围、高精度和高清晰度地全面感知复杂场景并建模^[7-9]。同时,该技术的运用大大降低数据采集的经济成本和时间成本,减少操作人员,可在海域地貌和地物监测领域发挥重要作用。

无人机多镜头倾斜摄影测绘技术是在无人机平台上搭载多台摄影传感器,采用等距拍摄的方

式,从垂直和倾斜多个不同角度采集地貌和地物影像,并通过先进定位、融合和建模等技术生成地貌和地物的三维模型^[10]。

无人机多镜头倾斜摄影测绘系统如图2所示。

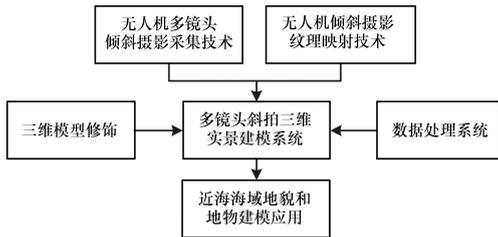


图2 无人机多镜头倾斜摄影测绘系统

(1)无人机多镜头倾斜摄影采集技术。在无人机飞行平台上同时搭载多台摄影传感器,在航摄作业中从垂直地面的角度拍摄获取影像的正摄影片,同时通过与地面形成一定夹角的镜头拍摄获取影像的倾斜影片,实现多角度获取地貌和地物的完整精确信息。

(2)无人机倾斜摄影纹理映射技术。该技术基于多镜头倾斜航摄三维重建自动纹理映射的方法,主要分为几何建模和纹理映射2个步骤。通过计算影像覆盖范围,找到包含目标地貌和地物的所有影像,通过刺点获得其像点量测坐标并转成平面坐标,然后通过多基线前方交会的方法构建地貌和地物白模。利用视角法优选成像角度好的影像作为纹理数据源,对优选的纹理影像进行几何纠正,利用反解法数字微分纠正的方法处理,即可得到最终的地貌和地物的纹理影像。

(3)三维模型修饰。三维模型修饰主要用于修补海域水面区域出现的空洞。由于水面为平面,可利用获取的边界,通过构建三角网进行自动修补。对于因航摄死角而出现的空洞,由于其结构复杂,无法直接构建三角网进行修补,可在作业过程中采用Delaunay三角网进行地形拟合,以实现三角网重构。

(4)数据处理系统。为提升图像三维重建效率,数据处理系统设计主控台引擎端,即主从模式网格计算系统。主控台可通过图形用户接口,向软件定义输入数据、设置处理过程、提交过程任务、监控任务处理过程以及将处理结果可视化等。

2 技术应用

运用无人机获取遥感和测绘等大量基础数据,并通过海域监管系统平台的采集、建库、处理、分析、更新、建模和数据查询一体化处理,可为海域海岛和海岸线资源调查、分类管理和保护利用以及自然岸线认定和保有率统计等提供基础数据支撑,及时和准确掌握重要海域海岛和海岸线的动态变化。

2.1 方案设计

坐标系统采用2000国家大地坐标系(CGCS2000),在高斯克吕格3°带投影、中央经线114°E、地面分辨率不低于10cm和低潮期开展航摄作业。正摄遥感影像以GeoTiff格式输出成果,三维建模以*.sxd和*.3mx格式输出成果并提交数字高程模型(DEM)。

采用的设备和软件主要包括:①大面积航摄的飞行平台采用天宝UX5无人机,固定翼类型,翼展为1000mm,机长为650mm,续航时间为50min,正常速度为80km/h,弹射起飞,机腹着落,搭载相机为2400万像素,焦距为15mm;②小面积航摄的飞行平台采用大疆PHANTOM4PRO无人机,四旋翼类型,续航时间为30min,搭载相机为2000万像素;③像控点设备采用TrimbleSPS985,RTK测量的水平精度和垂直精度均为8mm+0.5ppmRMS;④正射影像的数据处理采用TrimbleUASmaster软件,三维倾斜影像的数据处理采用ContextCapture软件。

采用天宝SPS985接收机,通过省级CORS网进行像控点数据采集。采用天宝无人机和大疆无人机进行外业航摄数据采集,并通过专业软件处理生成正射影像和三维模型。作业流程如图3所示。

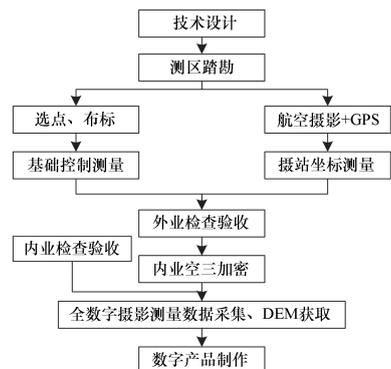


图3 无人机航摄作业流程

2.2 应用成果

运用无人机高精度定位技术,可实现对近海海域使用规划的精确测绘。通过测绘数据的处理和输出,可为近海海域使用规划提供准确的基础性资料。例如:某用海单位申请使用某近海海域,申请面积为 $74.162\ 3\ \text{hm}^2$,无人机实地测算面积为 $74.163\ 5\ \text{hm}^2$,二者差值仅为 $0.001\ 2\ \text{hm}^2$,满足精度和实际使用要求(图 4)。

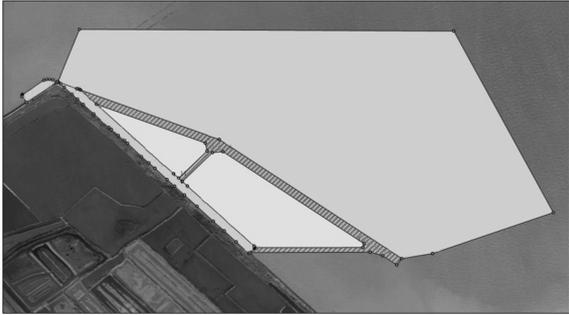


图 4 无人机测绘近海海域使用规划

运用无人机多镜头倾斜摄影技术,可有效获取近海海域资源环境、地貌和地物、功能区划以及保护和开发利用等信息,为近海海域综合管理提供信息和技术支撑。

3 结语

无人机高精度定位技术和无人机多镜头倾斜摄影技术的发展非常迅速,以其直观、精确和三维空间分析等优势,被逐渐推广至许多行业领域,并

逐步成为空间地理信息数据框架的重要内容。我国近海海域监管在无人机技术应用方面尚处于起步阶段,但应用需求广阔。与传统海域监管技术相比,无人机技术具有明显优势,不仅满足精度要求,而且高效快速,将为近海海域监管工作提供巨大帮助,有力推动我国海洋事业的发展。

参考文献

- [1] 毕凯,李英成,丁晓波,等.轻小型无人机航摄技术现状及发展趋势[J].测绘通报,2015(3):27-31,48.
- [2] 雷伊娉,李学恒,雷静.基于 GIS 的广州市海域使用监管系统设计与应用[J].海洋开发与管理,2018,35(7):26-29.
- [3] 徐颖章.基于 RTK 的高精度无人机定位导航技术研究[D].南京:南京航空航天大学,2018.
- [4] 支卫斌.无人机航空摄影测量在地形测绘中的应用[J].江西建材,2015(8):224-225.
- [5] 吴迪军,郭丙轩.无人机航测大比例带状地形图试验研究[J].铁道勘察,2017,43(4):1-3.
- [6] 杜玉柱.GNSS 测量技术[M].武汉:武汉大学出版社,2013.
- [7] 闫利,程君.倾斜影像三维重建自动纹理映射技术[J].遥感信息,2015,30(2):31-35.
- [8] 王伟,黄雯雯,镇姣.Pictometry 倾斜摄影技术及其在 3 维城市建模中的应用[J].测绘与空间地理信息,2011,34(3):181-183.
- [9] 许明佳,金怡杉,孙国磊.基于 GIS 的数字城市三维建模技术研究[J].环球人文地理,2017(18):39-40.
- [10] 桂德竹.基于组合宽角相机低空影像的城市建筑物三维模型构建研究[D].北京:中国矿业大学,2003.