

# 浅析测绘技术在海岛监视监测中的应用和思考

边启明,陈旭阳,申友利,张春华

(国家海洋局北海海洋环境监测中心站 北海 536000)

**摘要:**随着国家构建海洋生态文明战略的实施以及海岛监视监测工作的深入开展,测绘技术发挥基础性的技术支撑作用。文章结合实际工作分析测绘技术在海岛地形测量、水下地形测量以及海岛地质灾害监测中的应用现状,针对工作过程中遇到的问题提出思考和建议。

**关键词:**测绘技术;监视监测;海岛管理;大地测量

中图分类号:P237;P74

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2016)S2-0068-05

## A Brief Analysis about the Application and Consideration of Surveying and Mapping Technology in Island Monitoring

BIAN Qiming, CHEN Xuyang, SHEN Youli, ZHANG Chunhua

(Beihai Marine Environmental Monitoring Center, SOA, Beihai 536000, China)

**Abstract:** Surveying and mapping technology plays a basic technological support role in the implementation of constructing country marine ecological civilization and the thorough development of island monitoring combined with practical situation. In this paper, the current status of surveying and mapping technology in island topographic survey, bathymetric survey and geological disaster monitoring were summarized, and some suggestions in future work were proposed.

**Key words:** Surveying and mapping technology, Surveillance and monitoring, Island management, Geodetic survey

“测绘”在汉语《辞海》的释义是:“测量和地图制图的总称,运用各种测量手段,测定地面点的平面位置和高程,描绘地球表面的形态,编绘和印刷各种测量成果和地图服务,为经济建设、国防建设和科学研究服务”<sup>[1]</sup>。从狭义上理解,测绘是对自然地理要素或地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等进行测定、采集、表述以及对获取的数据、信息、成果进行处理和提供的活动。2014年国

家测绘局新修订的“测绘资质分级标准”中将测绘技术分为10个专业标准,海洋测绘是其中之一。

2015年1月9日国家海洋局发布《关于建立县级以上常态化海岛监视监测体系的指导意见》(以下简称《意见》),该《意见》将海岛监视监测业务概括为海岛分类监视、海岛及周边海域保护与利用监视、领海基点所在海岛及周边海域生态系统监视监测、海岛应急监视监测、创新和集成海岛监视监测

技术体系 5 个方面。测绘技术在海岛开发利用现状普查、海岛地形测量、海岛地质灾害监测、领海基点方位测量等许多工作中有重要应用,甚至有举足轻重的地位。

目前我国只有少部分海岛有概略坐标并进行过测绘,且存在测绘资料陈旧、现势性差、高程坐标和平面坐标系不统一等问题,海岛测绘已成为测绘工作的薄弱环节<sup>[2]</sup>。摸清海岛状况、做好全国海岛测绘工作不仅是国家海洋战略部署的要求,而且对于维护国家安全和主权、加强海域管理、加快海岛资源开发和海岛经济发展都具有十分重大的意义<sup>[2]</sup>。

## 1 测绘技术在海岛监视监测工作中的应用现状

根据《意见》的总体思路和工作部署,各省、自治区、直辖市海洋局制定管辖区域内海岛监视监测的实施方案。以广西区为例,广西区管辖海岛共 646 个,其中有居民海岛 14 个、无居民海岛 632 个<sup>[3]</sup>,总体特征是:有居民海岛少,无居民海岛多;近岸海岛多,远岸海岛少;大部分岛屿小而分散,岛上自然资源丰富,开发程度低,很少海岛能形成独立的社会经济单元;有居民海岛岛上人口少、分布集中,经济发展不平衡。因此,广西区海岛监视监测实施方案应从岛上人为活动、自然资源与生态保护、海水监测 3 个方面开展。

本文就测绘技术在监视监测过程中的应用着手,从海岛岸线及地形测量、岛上地质灾害监测、水深测量及水下地形测量等方面进行论述和分析。

### 1.1 海岛岸线及地形测量

海岛岸线定义为海平面处于平均大潮高潮状态下的海陆分界线,即海岛岸线为平均大潮高潮面与海岛的截痕,在实际测量中通常以海水作用的痕迹线(垃圾带或海草边缘线)来代替<sup>[4]</sup>。海岛地形测量目前没有专门规范,通常采用《无居民海岛使用测量规范》《海洋工程测量规范》等作为实施测量的依据。

长期以来,海岛地形测量比大陆测量具有更大的难度,主要表现在海岛距大陆相对较远,岛陆之间控制点联测精度难以保证,以及航摄照片的获取、定向,测图控制点的布设和落水点的处理等方

面。随着 GPS(全球卫星定位)技术的发展与逐渐成熟,各地都建立起本区域内的连续运行卫星定位服务综合系统(Continuous Operational Reference System, CORS)。CORS 是集卫星定位技术、计算机技术、数字通信技术等手段为一体,利用多基站网络 RTK 技术建立的连续运行卫星定位服务系统,在 CORS 网络覆盖范围内仅需 1 台接收设备便可获得点位的三维坐标。精度方面,利用虚拟参考站(Virtual Reference Station, VRS)模式,在固定解的状态下可以达到 1~2 cm 的精度<sup>[5]</sup>。以北部湾(广西)CORS 为例,系统共建设 27 座连续运行基站,分 4 期建成,广泛应用于城市规划、市政建设、交通管理、城市基础测量和工程测量、气象预报、地震及地面沉降、灾害监测等领域<sup>[6]</sup>。其最南端的连续运行基准站设在北海市以南 36 n mile 的涠洲岛气象站内,该参考站与其余参考站构成的 CORS 网能覆盖整个北部湾近海海岛。利用广西 CORS 能够快速、直接获取海海岸线和地形特征点的 WGS-84 坐标,在钦州急水山、北海老鸦洲等海岛监视监测工作中获得很好的应用效果。

同时,依赖卫星定位和网络通信的 CORS 系统存在一个较大的弊端,即在较高或较密遮盖物下会造成卫星信号失锁,导致 GPS 基线难以获得固定解,得不到满足精度的坐标数据。反映在海岛地形测量中则表现为,岛体地形坡度较陡,岛上植被过高,在实际工作中很难做到使用 CORS 方法完整测绘海岛地形,此时常用的方法是 CORS 测设图根点、全站仪测量碎部点。如,在钦州大墩岛的地形测量工作中,由于岛上以山地为主且生长着高大茂密的桉树,岛上一部分地区无法接收到卫星信号,测量人员在岸线附近地势开阔的地方测设 3 个通视的 GPS-GTK 图根点,在其中 1 个点上架设全站仪,第二点作为后视定向点,第三点作为检核点,以此完成岛上全站仪测量定向,按照全站仪施测图根导线的方法绕岛施测一条闭合的图根导线,然后分别在导线点上架设全站仪,采用全野外数字测图的模式采集地形特征点,从而完成整个钦州大墩岛的岸线和地形测量工作。

### 1.2 岛体地质灾害监测

海岛监视监测中地质灾害监测的监测要素包

括海岸侵蚀、崩塌、滑坡、泥石流等,目的是摸清岛上地质灾害的类型、分布和规模,绘制海岛地质灾害类型分布图。目前在海岛地质灾害监测实际工作中,监测人员多采用巡查、记录、拍照的方式,对于灾害面积仅做出估算,对灾害变化趋势仅靠经验判断。随着监测工作的不断深入以及监测技术的不断发展,借助专业仪器设备对灾害进行全面立体的测量、获取高精度的监测数据、实现定量的变形分析正成为海岛地质灾害监视监测的趋势。

地质灾害的发生是地质形变经过缓慢累积造成的,这决定地质灾害的监测方式必须具备采样率高、精度高的特点,传统的GPS、全站仪等测量方式无法满足这一要求。目前测绘领域常用的地质灾害监测技术手段包括摄影测量与遥感技术、多孔径干涉雷达技术、地面三维激光扫描技术等,其中摄影测量与遥感技术和多孔径干涉雷达技术主要应用于大面积地质灾害普查工作,且这两种方法的技术门槛较高、费用昂贵,而海岛地质灾害监测的区域小且较分散,所以在海岛监视监测中最常用的地质灾害监测技术是三维激光扫描技术。

三维激光扫描技术是近年来出现的全新测绘技术,突破传统单点测量方法的不足,实现对面的测量,具有获取数据速度快、成果精度高、非接触测量等诸多优势<sup>[7]</sup>。三维激光扫描仪由激光发射器发出激光打到物体表面并反射回来,通过内置的计算机处理器可以获取每个点的 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $R$ 、 $G$ 、 $B$ 和反射率7个特征值,每个测站平均可获取目标物点位数据在10万个数量级,这些海量的点称为“点云”。在扫描过程中,仪器内置的全景数码相机还可同步拍摄测站周围 $360^\circ$ 彩色照片,并能在专用数据处理软件中将彩色照片信息赋予点云,将真实的环境反映出来<sup>[8]</sup>。经过数据融合和滤波后的点云数据具有立体化、精度高、覆盖面广等特点,后期结合专业的地理信息软件可以实现对地质断面的空间分析和可视化。

### 1.3 水深测量及水下地形测量

水下地形测量与陆地地形测量不同,水下地形具有不可见性、测量不可重复性等特点。海岛周围水下地形的测量方法有很多,传统方法是利用测深

锤、测深杆结合船体GPS定位方法测定水下地形点的平面坐标和深度,这种方法仅适用于水深较浅、海况较好的地区,且精度较差。目前常采用单、双频测深法,多波束测深法和侧扫声呐法来测量水下地形,这几种方法作业效率高、精度也较高,是目前海底地形测量的常用方法。机载激光测深(Lidar)和水下机器人测量方法在我国还处于科学研究阶段,实际应用中较少涉及。

海岛监视监测水深及水下地形测量的测量范围一般较小,测量区域呈环形,且水深较浅。根据这一特点,往往采用回声测深仪法实施环岛海域测量。回声测深仪法包括船体定位和水深测量两个过程,二者同时进行。船体定位采用换能器正上方的信标GPS接收机接收卫星和地面基站数据,经内置处理器解算得到船体的瞬时位置;船体位置处水深测量通过安装在测量船下的发射机换能器,垂直向水下发射一定频率的声波脉冲,反射后被接收机换能器所接收,计算声波在水中经历的时间,得到此刻潮位下的水深值。

水深测量外业按照事先布置好的测深线行船,测线的长度和间距根据现场实际和测深比例尺结合相关规范确定,行船应尽量与测线保持一致,最后要加测检查线,检查线应与测线垂直且长度不小于测线总长的5%。内业主要工作是水深改正,包括潮位改正(把深度基准统一到当地理论深度基准面)、吃水改正(换能器入水深度)、转速改正(测深仪转速理论值和实际值差距)和声速改正(测量值与实际值差距),最终将改正后的三维点坐标导入编辑软件,绘制出水深图或水下地形图。

## 2 对策和思考

### 2.1 无人机技术应用于海岛地形测量

无人机在测绘方面的应用主要是在飞机上安装定位及摄影遥感装置,利用飞机在测区上空飞行时拍摄的测区目标物影像,通过后后期软件处理,获取测区地形地貌及其他要素信息。无人机技术应用于海岛监视监测主要包含两方面内容:一是拍摄海岛全景及敏感部位的鸟瞰照片,该项技术相对成熟,许多商业无人机在旋翼飞行装置上携带摄影相机,通过地面控制系统遥控飞行和拍摄过程,对于

全面了解海岛概况和开发利用现状意义较大;二是低空摄影测量,该种无人机一般为固定翼飞机,体积较大、携带专业摄影测量设备、续航能力较强,一般在作业前设定飞行路线、航高、拍摄时间等参数,可在1 000 m的低空作业,实时、高效获取测区上空高分辨率影像,通过专业软件制作海岛地形数字正摄影像图(DLG)和获取全要素地形数据,该项技术已经在应急救援、数字城市建设、国土资源测绘等领域积累丰富的技术经验<sup>[9]</sup>。

利用无人机技术开展海岛监视监测工作将逐渐成为一种趋势,但也存在一些问题。首先,无人机的环境适应性较差,海岛监视监测的对象是海岛,海上天气条件较为恶劣,而大多数无人机的起飞对天气的要求较高,如固定翼无人机起飞要求风力小于5级、一般旋翼无人机只有在风力3级以下才能起飞;此外海岛一般距离陆地较远,岛上地形复杂,周围全是水面,很难选取一块足够平坦的区域供无人机起降,虽然有些无人机可以实现手掷起飞,但采用这种方式的安全系数将大大降低。其次,无人机测量对操控员的技术要求较高,培养一名合格的操作员时间久、费用高;目前国内无人机飞行员的培训和注册工作正处于起步阶段,尚未形成规范化的市场,严重制约技术的普及应用;外业获取影像后的内业处理过程也比较复杂,需要对摄影测量和图像处理理论有较深入的研究。最后,目前对无人机使用的监管水平仍较低,国家出台的关于无人机的标准规范还没有全面覆盖,操作无规范可依,造成“黑飞”现象时有发生,甚至有些飞行行为涉及国家秘密,严重者可能触犯法律;针对目前无人机市场的火爆以及监管方面的漏洞,国家民航总局和国家测绘局正在陆续出台政策法规,组织技术人员进行外业飞行及内业数据处理培训,合格后颁发无人机飞行员证书,在实际作业中要求人员持证上岗,保证在合法合规的前提下完成作业任务。

## 2.2 建立海岛大地测量基准

测量基准是测量工作的基础,包括大地基准、高程基准、深度基准和重力基准。目前国家测绘局应用GPS技术建立国家大地测量网(国家GPS A、

B级网)以及GPS连续运行站网,总参测绘局利用GPS技术建立全国GPS一、二级网,中国地震局、总参测绘局、中科院、国家测绘局合作建设中国地壳运动观测网络,上述3个空间网平差后为国家GPS2000网,总点数达2 500多个<sup>[10]</sup>。

一直以来,我国的大地测量工作主要在大陆进行,只有极少数离大陆较近的海岛与大陆进行联测。边远海岛中,国家测绘局仅对南沙部分海岛、礁进行联测,并布设南海海域大地控制网。这种现状远远不能满足目前我国对海岛保护与开发利用的工作需要。就海岛监视监测工作而言,因缺少大地测量基准,仅靠卫星定位技术获得坐标数据,而没有经过大地控制网的严密平差计算,其精度和整体性存在可提升的空间。

我国在海岛监视监测工作推进过程中可同时考虑建设海洋大地控制网,可选择在大陆架外部界限岛、领海基线岛、有居民岛和具有国防战略意义的岛礁上布设控制点,通过与国家大陆GPS连续运行站联测,组成国家陆海大地控制网。海岛大地测量基准的建设不仅有利于海岛监视监测工作的开展,更是维护国家海岛权益的体现,其科研价值和国防战略意义十分重大。

## 2.3 建设海岛基础地理信息系统

海岛监视监测成果中包含大量海岛地理信息数据,这些数据是国家基础地理信息的组成部分,是重要的国防情报资源。目前的数据管理尚未形成统一的组织构建,数据采集者既是数据使用者又是数据管理者,这种方式不利于数据的资源共享和保密。为充分保护、利用海岛和海洋资源,保护海岛生态环境,为国家管理机构提供决策依据,应建设海岛基础地理信息系统,以实现海岛地理信息资料的科学存储和管理,满足不同部门、不同人群的使用需求。

海岛基础地理信息系统的建设应利用MIS(信息管理系统)和GIS(地理信息系统)集成技术实现系统建设,采用空间数据库存储海岛基础地理信息,在MIS平台上实现对岛礁的综合信息管理,利用GIS软件实现地理信息显示与分析功能。整个系统可以包括数据管理模块、数据查询模块、空间

分析模块、制图输出模块、可视化模块 5 个部分,将信息从录入到使用再到输出的整个数据生命周期全部囊括其中。

海岛基础地理信息系统的建设不仅能为海岛监视监测数据提供一种新型的、可视化的、高效的管理工具,更能实现全要素海岛数据信息的管理和增值,对于海岛成果信息管理的规范化、系统化和信息化都具有重要的意义。

### 参考文献

- [1] 黄厚衡. 刍议海洋测绘及其在海洋行政执法中的应用与思考[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(12): 21-24.
- [2] 张全德, 沈文周. 开展全国海岛测绘意义重大[N]. 中国测绘报, 2006-04-25(003).
- [3] 广西海岛保护规划(2011-2020)[Z]. 2012.
- [4] 骆传宝, 王克宇, 宋小虎, 等. 海岛岸线测绘方法对比研究[C]//第十五届华东六省一市测绘学会学术交流会. 上海: 2012.
- [5] 苑庆中, 刘玉臣. CORS 定位误差来源与精度分析[J]. 中国科技信息, 2013(15): 48.
- [6] 邱小春, 李毅. 广西 CORS 系统在测绘生产中的应用研究[C]//全国测绘科技信息网中南分网第二十五次学术交流会议, 张家界: 2011.
- [7] 黄珊, 薛勇, 蒋涛. 三维激光扫描在地质滑坡中的应用[J]. 测绘通报, 2012(1): 100-101.
- [8] 褚宏亮, 殷跃平, 曹峰. 大型崩滑灾害变形三维激光扫描监测技术研究[J]. 水文地质工程地质, 2015, 42(3): 128-134.
- [9] 张涵. 无人机在测绘工程中应用技术的分析[J]. 硅谷, 2014(16): 127-128.
- [10] 张全德. 大地测量与地球动力学进展[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2004: 906-913.