

# 海域无人机全景监视监测技术及其应用

王飞<sup>1</sup>, 陈一鹤<sup>2</sup>, 赵建华<sup>1</sup>, 王鹏<sup>1</sup>, 张建丽<sup>1</sup>, 景昕蒂<sup>1</sup>

(1. 国家海洋环境监测中心 大连 116023; 2. 锦州市自然资源服务中心 锦州 121007)

**摘要:** 为充分利用先进设备和技术, 提高我国海域使用动态监管水平, 文章介绍无人机全景技术及其作业流程, 并分析大笔架山海域无人机全景监视监测实例。研究表明: 目前全景图主要利用普通相机拍摄的照片经专业图像软件后期处理生成, 在多个行业领域应用, 结合无人机的利用可大大扩展视野, 具有快速高效、安全可靠和操作简便等优势, 但在测量、自动化和视距等方面仍存在局限性; 无人机全景图作业主要包括方案制订、数据获取、数据处理和图像发布 4 个步骤; 海域无人机全景监视监测工作的开展为大笔架山海域使用动态监管提供有力的数据支撑。

**关键词:** 全景图; 遥感技术; 图像拼接; 航拍; 海域使用动态监管

中图分类号: TP79; X834

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2019)10-0065-04

## Panoramic Surveillance and Monitoring Technology of Unmanned Aerial Vehicle in Sea Area and Its Application

WANG Fei<sup>1</sup>, CHEN Yihe<sup>2</sup>, ZHAO Jianhua<sup>1</sup>, WANG Peng<sup>1</sup>, ZHANG Jianli<sup>1</sup>, JING Xindi<sup>1</sup>

(1. National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China;

2. Jinzhou Natural Resources Service Center, Jinzhou 121007, China)

**Abstract:** In order to make full use of advanced equipment and technology, improving the dynamic supervision level of China's sea area use, this paper introduced UAV panoramic technology and its operation process, and an example of UAV panoramic surveillance and monitoring in Dabijiashan sea area was analyzed. The results showed that: at present, panorama was generated by post-processing of professional image software using photographs taken by ordinary cameras. Application in multiple industries, combining the use of UAV could greatly expand the field of vision. It was fast, efficient, safe, reliable and easy to operate. However, there were still limitations in measurement, automation and visual distance. UAV panoramic work mainly includes 4 steps: plan formulation, data acquisition, data processing and image publishing. The panoramic monitoring and monitoring of UAVs provides strong data support for the dynamic supervision of large scale mountain waters.

**Key words:** Panorama, Remote sensing technology, Image mosaic, Aerial photography, Dynamic supervision of sea area use

收稿日期: 2019-03-19; 修订日期: 2019-09-17

基金项目: 海域无人机监视监测关键技术研究与应用示范项目(201405028)。

作者简介: 王飞, 工程师, 硕士研究生, 研究方向为海域无人机数据处理和分析

## 1 无人机全景技术

### 1.1 全景技术

全景技术属于虚拟现实技术,利用相机拍摄的照片,通过技术模拟和还原拍摄位置的视场,使观众裸眼即可环视四周,获得身临其境的感觉,大大开阔人们的视野。

19 世纪全景相机出现,人们以机械旋转的方式获取全景图,但由于设备造价较高和图像普遍存在形变,这种方式应用率较低。随着图像拼接技术的发展,尤其是 20 世纪末 SIFT 算法的提出,利用普通相机拍摄的照片经专业图像软件后期处理也能生成质量较高的全景图,为全景图的广泛应用奠定技术基础<sup>[1]</sup>。全景图可在本地浏览或通过网络发布,网络发布的全景图支持手机等多种客户端的在线浏览,具有数据量小、可跨平台和无需安装软件等特点。21 世纪初,许多专业地图软件纷纷推出街景查看功能,全景图被迅速熟知<sup>[2-3]</sup>,并扩展应用至多个行业领域。

基于不同的投影方式,全景图主要包括柱面全景图、立方体全景图和球面全景图。柱面全景图仅在水平方向投影,可实现水平 360°环视效果;立方体全景图和球面全景图的视野更大,可实现水平 360°和垂直 180°环视效果,但观众对二者的视觉感受略有不同,其中立方体全景图的缺点为 2 个面之间的拐角不连贯,而球面全景图的缺点为形变较大。目前主流应用立方体全景图,海域使用动态监管宜应用球面全景图和立方体全景图<sup>[4-5]</sup>。

### 1.2 我国无人机的发展及其在海域动态监管中的应用

无人机于 1914 年“一战”期间由英国人发明。我国民用无人机起源于 20 世纪 80 年代,至 21 世纪初已在测绘、国土和气象等多个行业领域广泛应用。随着技术的不断成熟,以大疆无人机为代表的消费级多旋翼无人机快速发展,因其飞行稳定和操作简便,得到摄影爱好者和飞行爱好者的青睐,无人机逐渐走入寻常百姓家<sup>[6]</sup>。

2011 年辽宁省海域动态监管中心率先尝试对大连市、盘锦市和锦州市重点海域开展无人机航拍工作。同年年底连云港市启动海域无人机遥感监

视监测试点工作。2013 年辽宁省、江苏省和海南省启动第一批海域无人机遥感监视监测基地建设工作。至 2018 年我国海域无人机遥感监视监测已初步形成业务化工作体系,每年例行对重点海域和区域用海规划开展无人机遥感监视监测<sup>[7-8]</sup>。

### 1.3 无人机全景图的优势和局限性

受周围物体的遮挡影响,采用常规方法在地面拍摄的照片视野有限,而利用无人机在空中拍摄将使视野大大扩展。经测试,飞行高度达到 100 m 时的有效视距为 500~1 000 m,且拍摄的全景图包含丰富的目标背景信息,可更加便利和清晰地了解目标所处环境,极大地提高监视监测效率,为海域使用动态监管提供有力的数据支撑。

利用无人机获取全景图主要具有 3 个优势。

①快速高效:根据经验,1 幅全景图从数据获取到发布用时仅约 1 h,其中数据获取约 15 min、全景图生成约 20 min、平台制作和发布约 30 min,非常适用于应急现场监视监测;②安全可靠:无人机主要在可视范围内飞行,无须规划航线,且飞行高度较低和距离较近,事故率低;③操作简便:利用消费级无人机,人员无须专业训练即可完成飞行作业。

与此同时,利用无人机获取全景图主要存在 3 个方面的局限性。①全景图只能用于场景展示,而无法对相关数据进行测量,其原因是全景图仅是对图像的拼接,而未计算像素空间的坐标点位;②由于无人机与第三方软件存在兼容性问题,目前有效的自动获取全景图数据的软件较少且价格昂贵,全景图数据获取以人工拍摄为主,当目标所在位置距无人机起飞点位较远或天气条件较差时,人工拍摄工作较辛苦;③飞行高度达到 100 m 时的有效视距为 500~1 000 m,但进一步增加飞行高度并不能增加有效视距,因此当目标面积较大时,数据获取过程中的现场点位较多,工作量较大,须合理布设点位。

## 2 无人机全景图作业流程

无人机全景图作业主要包括 4 个步骤。①方案制订:根据工作要求收集相关资料,规划和确定空间点位、飞行高度和作业方式等;②数据获取:开展现场调查,选择起降场地和调整作业方案,并开展

飞行作业;③数据处理:对现场获取的数据进行检查、预处理、拼接和成图等;④图像发布:通过各种平台发布全景图。

## 2.1 外业数据获取

外业数据主要利用旋翼无人机空中拍摄的方式获取,在满足飞行条件的情况下有 2 种数据获取方式。

(1)以垂直方向为主要方向。①将镜头调整至水平方向,转动无人机机头,选择 1 个方向并保持不动,让镜头沿垂直方向向下拍摄,相邻 2 张照片的重叠度不低于 30%,直到镜头转动至正对地面,从而完成第一组拍摄;②保持无人机位置不动,将镜头恢复至水平方向,转动无人机机头,使其画面与第一组照片在水平方向的重叠度不低于 30%,重复上述拍摄步骤,从而完成第二组拍摄。以此类推完成 1 个点位的 360°拍摄。

(2)以水平方向为主要方向。①将镜头调整至水平方向,转动无人机机头,让镜头沿水平方向拍摄,相邻 2 张照片的重叠度不低于 30%,直到无人机机头旋转 360°,从而完成第一组拍摄;②保持无人机位置不动,向下调整镜头角度,使其画面与第一组照片在垂直方向的重叠度不低于 30%,重复上述拍摄步骤,直到拍摄全部角度,从而完成第二组拍摄。以此类推完成 1 个点位的拍摄。

在重叠度较低的情况下,每次须拍摄照片约 30 张,如在海边建议适当提高重叠度,以保证图像拼接时有足够的同名特征点。此外,由于缺少垂直向上的拍摄,全景图将缺失天空信息,应采用相同的方法拍摄天空照片或利用专业图像软件补充缺失信息。

## 2.2 内业数据处理

目前全景图的数据处理技术已较成熟,应用较多的专业图像软件包括 Photoshop、PTGui、Autopano Giga 和 Panorama Studio 等。数据处理主要包括 7 个步骤:①选择投影方式进行图像投影;②提取投影图像的特征点;③匹配图像之间的特征点;④根据匹配的特征点计算变换矩阵;⑤根据变换矩阵变换图像;⑥拼接相邻图像;⑦生成全景图。

对于拼接错位较严重的区域,还须人工调整局

部特征点,剔除错误的匹配特征点,增加人工特征点,从而保证全景图的质量。在实际应用中,专业图像软件的自动化和智能化程度很高,通常 20~60 张的原始图像约 10 min 即可拼接完成,大大提高工作效率。

## 2.3 平台图像发布

全景图完成后可通过 Flash 和网页等形式在本地浏览,也可通过网络平台在手机等终端浏览。目前国内主流平台以网页浏览为主,均提供全景图上传、编辑和发布服务,主要包括 7 项功能,用户可根据需求选择应用。①上传:将全景图上传至平台进行线上编辑;②初始视角:将全景图某角度的初始位置作为初始视角,打开全景图时即从该位置开始浏览;③热点:热点以图标形式表现在全景图中,可进行全景图切换以及添加文本、图片、链接、音频和视频等操作,大大丰富全景图的功能;④背景音乐:打开全景图时可同时欣赏图像和音乐,实现“人在景中”的效果;⑤特效:在全景图中添加阳光和雨雪等动态渲染效果,从而烘托气氛,展现逼真的现场环境;⑥遮罩:如全景图数据不完整,天空或地面的中心会出现黑色空洞,可利用遮罩功能填补空洞;⑦沙盘:添加全景图所在全部位置的图片,类似于地图,使观众了解当前位置和视角。

## 3 大笔架山海域无人机全景监视监测

辽宁省锦州市大笔架山是国家级海洋特别保护区,其“天桥”景观是海底沙石受海水动力影响而天然形成的陆—岛连接坝,随潮水涨落时隐时现。随着大笔架山海域周边人为活动的日益增加,西侧港口码头的修建完全阻隔西南向波浪对坝体的塑造过程,造成西侧海湾的缓慢淤积,明显改变坝体的物质成分和地貌形态,严重破坏原生自然景观<sup>[9-10]</sup>。

国家海洋环境监测中心于 2018 年 5 月对大笔架山海域开展持续 5 d 的无人机全景监视监测工作。利用的无人机为大疆精灵 4 Pro V2.0,其动力系统为电动,轴数和轴距分别为 4 个和 350 mm,最长飞行时间约 30 min,最大飞行高度达 6 000 m,镜头分辨率达 2 000 万像素,完全满足监视监测需求。布设点位覆盖保护区全部范围,受山体遮挡严重的

区域点位布设较密集,且大部分设于拐角处,而开阔的海岸线点位布设则较稀疏,点位之间的距离根据监视监测需求和现场情况调整。

本次工作现场累计获取 16 处场景数据和拍摄 682 张照片,利用全景拼接软件拼接图像。但是,由于该无人机的拍摄角度为水平向上  $30^{\circ}$  和水平向下  $90^{\circ}$ ,生成的全景图仅包括少量天空信息,仍须利用 Photoshop 软件进行补充,保证全景图的完整性。全景图制作完成后,通过“720 云”客户端发布。

作为海域使用项目事前监管的重要组成部分,海域无人机全景监视监测完整记录大笔架山整治修复前的海域和海岛状况,不仅为整治修复工作提供立体和直观的参考资料,而且为下一步的项目事中和事后监管打下坚实基础和提供有力的数据支撑。

#### 参考文献

[1] 肖潇,杨国光.全景成像技术的现状和进展[J].光学仪器,2007

(4):84—89.

[2] 钱元凯.全景摄影全方位[J].中国摄影,2004(1):123—144.

[3] 陈瑞祥.话说全景照相机[J].照相机,1996(2):26—27.

[4] 白木,周洁.漫谈全景摄影[J].摄影与摄像,2003(10):48—49.

[5] 赵强.面向虚拟浏览的全景图像处理[D].天津:天津大学,2016.

[6] 宇辰网.中国民用无人机发展概况[J].机器人产业,2017(1):52—58.

[7] 周庆伟,汪小勇,孟洁,等.无人机在围填海动态监测中应用探讨[J].海洋开发与管理,2015,32(12):57—59.

[8] 赵雪,王厚军,刘惠.海域无人机监视监测业务流程设计[J].海洋开发与管理,2018,35(3):24—27.

[9] 孙家文,张子鹏,于永海,等.基于动力条件改变的笔架山连岛坝侵蚀原因分析[J].海岸工程,2014,33(4):1—13.

[10] 张志波,梁书秀,孙昭晨,等.笔架山连岛沙坝侵蚀和修复的物理模型实验研究[J].水动力学研究与进展(A 辑),2014,29(1):50—58.