

# 基于机载与高分遥感数据的连云港市东西连岛周边围填海分析

赵新生<sup>1</sup>, 张彦彦<sup>1</sup>, 许海蓬<sup>1,2</sup>, 马毅<sup>2</sup>

(1. 连云港海域使用保护动态管理中心, 江苏 连云港 222001; 2. 国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 针对连云港市东西连岛周边海域近几年围填海的建设, 使用 2012 年无人机影像、历史航空影像和高分一号卫星影像, 应用遥感影像解译和信息提取技术, 提取了 2009 年、2012 年和 2013 年的围填海信息, 并分别开展了 2009 年~2012 年和 2012 年~2013 年两个时段的围填海遥感监测与分析。结果显示: 2009 年~2012 年间围填海面积为 6.3852 km<sup>2</sup>, 以围海为主, 围填海主要分布在连云港港口东部区域; 2012 年~2013 年间, 均为填海, 面积为 0.2581 km<sup>2</sup>, 主要分布在连云港港口内部。

**关键词:** 无人机影像; 高分影像; 围填海; 东西连岛

中图分类号: P231.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)02-0098-06  
doi: 10.11759/hyxx20141011001

近几年, 我国经济发展速度较快, 近海海域开发利用剧烈, 近岸海域应急响应事件较多, 原始的依赖卫星遥感影像进行监测, 已远不能满足上述的需要, 而无人机具有成本低、机动快速、维修操作简单等优点, 并且可以在极短的时间内迅速实现研究区图像的高分辨率覆盖, 因而被作为较为理想的飞行平台而被广泛的应用于海域监测中。

国内外众多学者利用无人机遥感技术开展了很多研究, 但是对于无人机影像在海域动态监视监测中的研究较少, 臧克等<sup>[1]</sup>用无人机拍摄的 107 张汶川地震过后的高清照片, 通过对比震前的卫星影像, 对灾后的受灾情况进行评估。许祝华等<sup>[2]</sup>分析了目前海域监测手段的不足, 提出了建立海域无人机遥感三维立体监管系统的想法。崔丹丹等<sup>[3]</sup>介绍了传统的海域动态监视监测存在的一些问题, 分析了无人机在海域动态监视监测中的应用优势, 指出了无人机在江苏省海域和海岛监视监测中的应用解决方案。吴正鹏等<sup>[4]</sup>利用 SPOT-5、ALOS、WorldView-2 高分遥感影像数据开展了天津南港工业区的围填海监测, 并开展了定量检测和定性分析。

本文使用 2012 年的无人机影像, 同时使用了历史航空影像和高分一号卫星影像, 针对连云港市东西连岛周边近几年围填海的建设, 结合信息提取技术, 分别提取了 2009 年、2012 年和 2013 年的围填海信息, 并分别开展了 2009 年~2012 年和 2012 年~2013 年两个时期的围填海遥感监测与分析。

## 1 研究区概况

研究区选在江苏省连云港市东西连岛周边海域(图 1), 该区域内的连云港港口, 近年来建设发展速度较快, 是我国首批对外开放的港口和中国重要的海陆交通枢纽。隔海相望的是东西连岛, 由东连岛和西连岛组成, 长约 5.5 km, 南北宽 1.5 km, 总面积 7.57 km<sup>2</sup>, 海岸线长度 17.6 km, 是江苏省最大的基岩岛, 由长 6.7 km 的长堤与陆地相连; 2006 年, 围绕打造“东方风情休闲第一岛”的目标, 重点实施了西连岛安置区拆迁、东连岛风情区拆迁和国际游艇俱乐部等六大工程, 目前已经成为连云港市的重要旅游之地。

## 2 数据源与数据处理

### 2.1 数据源

本文使用的数据包括无人机影像、历史航空影像和国产自主高分一号(GF-1)卫星影像三种。无人机影像为 2012 年获取, 空间分辨率 0.25 m(图 2); 历史航空影像空间分辨率 0.8 m, 获取时间为 2009 年; GF-1 卫星影像成像时间为 2013 年 8 月 1 日, 影像包括 2 m 分辨率的全色和 8 m 分辨率的多光谱卫星影像。

收稿日期: 2014-10-11; 修回日期: 2014-12-03

基金项目: 连云港市科技计划项目(SH1318); 2014 海洋公益性项目(201405028)

作者简介: 赵新生(1972-), 男, 江苏沭阳人, 高级工程师, 硕士, 主要从事海域使用保护工作, E-mail: zxslyg001@163.com



图1 研究区地理位置

Fig.1 The location of study area



图2 无人机影像数据

Fig.2 The image data of UAV

GF-1 是中国高分辨率对地观测系统的首颗卫星, 于 2013 年 4 月 26 日发射升空, 卫星影像相关参数如表 1 所示。

表 1 GF-1 号卫星影像参数<sup>[5]</sup>

Tab.1 The parameters of GF-1 satellite image<sup>[5]</sup>

参数	光谱波段	
光谱范围	全色	0.45~0.90 μm
	多光谱	0.45~0.52 μm
		0.52~0.59 μm
		0.63~0.69 μm
		0.77~0.89 μm
空间分辨率	全色	2 m
	多光谱	8 m
刈幅宽度	60 km(2 台相机组合)	
覆盖周期	全色	4 d
	多光谱	41 d

## 2.2 数据处理

### 2.2.1 大气校正

为了进行精确的信息提取, 首先采用了暗目标法对影像进行了大气校正<sup>[6]</sup>, 如图 3 所示。可以看出,



图3 大气校正前后效果

Fig.3 Comparison before and after atmosphere correction

校正前后的影像对比度明显增加, 因此有助于围填海信息的精确提取。

### 2.2.2 影像几何校正

影像获取过程中, 由于成像系统和外界等原因, 会使图像发生不同程度的几何变形。为了消除影像几何变形, 以正射校正后的历史航空影像作为参考, 对无人机影像和 GF-1 号卫星影像进行了几何校正, 无人机影像校正前后效果如图 4 所示。



图4 影像校正前后效果

Fig.4 Comparison before and after image correction

### 2.2.3 图像融合

GF-1 号卫星影像包含全色影像和多光谱影像, 其中全色影像空间分辨率高, 多光谱影像富含丰富的光谱信息。单独利用全色或多光谱影像都难以实现精确的信息提取, 需要对两者进行融合, 融合后的影像既具有全色的高空间分辨率, 又具有多光谱的光谱信息, 有助于围填海边界和类型的确定。融合前后效果如图 5 所示。

## 3 海岸线与围填海信息提取

### 3.1 海岸线提取

海岸线是海陆分界线, 在我国系指多年大潮高潮位时的海陆分界的痕迹线<sup>[7]</sup>。为了更准确地获取岸线位置, 本次研究采用目视解译的方法进行岸线提取。作业过程中主要根据影像中地物的色(色调、颜色、阴影等)、型(大小、形状、纹理结构)和位(相对位置、图形格式

和地物邻接等)识别影像中的各类海岸线<sup>[8]</sup>。根据研究区岸线特点,岸线类型包括基岩岸线、砂质岸线、人工岸线和河口岸线等,各类岸线的解译标志如表 2 所示。

结合海岸线解译标志,从 2009 年的历史航空影像、2012 年无人机航飞影像和 2013 年 GF-1 卫星影像中提取了海岸线,得到不同时期的岸线分布(图 6)。



图 5 影像融合示意

Fig.5 The schematic diagram of image fusion  
 从左至右,依次为全色波段影像、多光谱图影像、融合影像  
 From left to right: pan, multi-spectral, fusion

表 2 不同岸线类型的解译标志

Tab.2 The interpretation signs of different coastal line

岸线类型	解译标志	描述
基岩岸线		近岸礁石和裸岩呈灰色或白色,分布散乱,纹理粗糙,且亮度不均,低潮影像上可明显分辨出大潮痕迹线
砂质岸线		岸线平直,分布几米甚至几十米的广阔砂质海滩,影像上反射率较高,并且可以明显分辨出“干湿线”
人工岸线		人工构建的养殖区、盐田、码头、凸堤、防波堤和防潮堤等形成的岸线,分布平直
河口岸线		以河口区域的道路、桥梁、防潮闸等为分界线

### 3.2 围填海信息提取

本次研究的围填海类型是根据国家海洋局编制的《海域使用分类体系》,划分为 7 类,其中围海包括 3 类,填海包括 4 类<sup>[9]</sup>,围填海分类体系如表 3 所示,各围填海类型解译标志如图 7、图 8 所示。

基于上述分类体系、解译标志和三个时相的海岸线提取结果,分别对研究区 2009 年~2012 年、2012 年~

2013 两个时期的围填海信息进行提取,如图 9 所示。

### 3.3 提取结果分析

在信息提取的基础上,对两个时期的围填海面积进行了统计分析。各围填海类型面积分布如图 10 所示。

结果表明,2009 年~2012 年间围填海面积最大,2012 年~2013 年间围填海面积较小。2009 年~2012 年

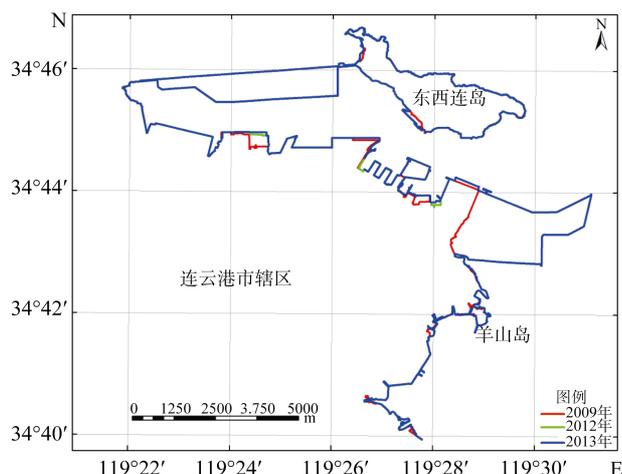


图 6 不同时期的岸线分布

Fig.6 The coastline distribution in different periods

表 3 围填海分类体系

Tab.3 The classification system of the reclamation

一级类	二级类	说明
围海	养殖池塘	用于养殖水产品,对海域进行筑堤围割的方式
	盐田	用于盐业生产的围海,包括盐田的蓄水池
填海	已围待利用水面	已经筑堤,尚未利用的围海区域
	城镇建设填海	用于居民地和交通建设,工矿厂房建设的填海
	港口码头填海	用于港口码头建设的填海
	其他	未利用的填海和正在填充中的填海



图 7 围海利用类型

Fig.7 The type of the arounded sea

从左至右,依次为养殖池塘、盐田、已围待利用水面  
From left to right: aquaculture ponds, salt pan, the water of use



图 8 填海利用类型

Fig.8 The type of the filled sea

从左至右,依次为城镇建设填海,港口码头填海,其他  
From left to right: construction of city, port, other

间围填海面积为 6.3852 km<sup>2</sup>,以围海为主,围填海主要分布在连云港港口东部区域。2012 年~2013 年间,均为填海,面积为 0.2581 km<sup>2</sup>,主要分布在连云港港口内部。

从围填海类型来看,2009 年~2012 年间围填海面积最大的为“已围待利用水面”,面积达到 3.5379 km<sup>2</sup>,主要是东西连岛与连云港围填的前期围海工程,到了 2013 年大部分区域已经完成填海;其次是“其他类型”,这些主要是未利用的填海和正在填充中的填海,面积为 2.0624 km<sup>2</sup>,再次是“港口码头填海”,面积为 0.5984 km<sup>2</sup>,这主要位于连云港港口内部;相对来说,养殖围海的面积相对较少,仅有 0.0086 km<sup>2</sup>。2012 年~2013 年间整个研究区内未发生大规模的围填海,只在局部进行了小规模填海,主要用于港口码头建设。

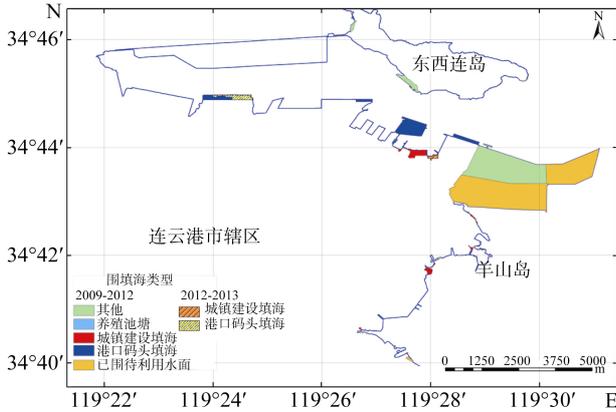


图9 两时期内不同类型围填海分布

Fig.9 Distribution of reclamation between two periods



图10 两时期内不同围填海类型面积变迁

Fig.10 The area change of reclamation in two periods

## 4 结论与讨论

本文针对连云港市东西连岛周边近几年围填海的建设,使用了无人机影像、历史航空影像和 GF-1 号卫星影像,结合信息提取技术、遥感图像解译技术和现场经验,开展了 2009 年~2012 年和 2012 年~

2013 年两个时期的围填海遥感监测,结果显示,2009 年~2012 年间围填海面积为 6.3852 km<sup>2</sup>,以围海为主,围填海主要分布在连云港港口东部区域。2012 年~2013 年间,均为填海,面积为 0.2581 km<sup>2</sup>,主要分布在连云港港口内部。

由于影像数据的定位精度、空间分辨率及时相等的限制,提取的围填海面积精度可能会存在一定的误差,这将在以后的工作中,利用海域使用业务监测数据开展验证。

参考文献:

- [1] 臧克,孙永华,李京,等. 微型无人机遥感系统在汶川地震中的应用[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(3): 162-166.
- [2] 许祝华,张彦彦,杨晖,等. 海域无人机遥感监测三维立体监管系统的建设与研究[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(6): 16-18.
- [3] 崔丹丹,吕林,方位达. 无人机遥感技术在江苏海域和海岛动态监视监测中的应用研究[J]. 现代测绘, 2013, 36(6): 10-11.
- [4] 吴正鹏,奚歌,王健洁. 基于多源遥感影像的围填海监测:以天津南港工业区为例[J].城市勘测, 2012, 6: 77-80.
- [5] 中国资源卫星应用中心网站 .http://www.cresda.com/n16/n1130/n188475/188494.html.
- [6] 许海蓬,马毅,梁建,等. 基于半经验模型的水深反演及不同水深范围的误差分析[J]. 海岸工程, 2013, 33(1): 19-25.
- [7] GB/T 18190-2000 海洋学术语海洋地质学[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [8] 周相君,李晓敏,马毅,等. 基于遥感的广西防城湾海岸线变迁分析[J]. 海洋学研究, 2014, 32(1): 47-55.
- [9] 刘琴琴. 基于 3S 技术的广东省围填海调查与分析 [D]. 青岛: 山东科技大学, 2010.

# Analysis of reclamation around Dongxilian Island based on airborne and high-spatial resolution images

ZHAO Xin-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Yan-yan<sup>1</sup>, XU Hai-peng<sup>1, 2</sup>, MA Yi<sup>2</sup>

(1. Oceanic Administration and Protection Center of Lianyungang, Lianyungang 222001, China; First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China)

**Received:** Oct., 11, 2014

**Key words:** UAV Image; High-Spatial Resolution Image; Reclamation; Dongxilian Island

**Abstract:** In view of reclamation construction around Dongxilian Island of Lianyungang city, UAV imaging, airborne imaging and GF-1 imaging were used with interpretation technology of remote sensing imaging and retrieval of information. The coastlines of 2009, 2012 and 2013 were extracted in order to learn the information of reclamation. On this basis, remote sensing monitoring and analysis of reclamation construction during 2009~2012 and 2012~2013 were developed. The results showed that the area of reclamation was 6.3852 km<sup>2</sup> during 2009~2012 which mainly was manifested by reclaiming land from the sea by building dykes in eastern Lianyungang Harbor, and the area of reclamation was 0.2581 km<sup>2</sup> during 2012~2013 which mainly was manifested by land reclamation in inner Lianyungang Harbor.

(本文编辑: 康亦兼)