

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2015.04.016

辐射沙脊群蒋家沙西段地貌演变特征

李 岚¹, 丁贤荣¹, 葛小平¹, 康彦彦²

(1. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 基于卫星遥感技术, 采用地貌特征线遥感解析法, 分析蒋家沙沙脊、黄沙洋水道和苦水洋水道 1973—2014 年地貌演变特征。结果表明, 蒋家沙沙脊、黄沙洋水道和苦水洋水道是个有机整体, 近岸段由西向东摆动, 离岸段由北向南摆动, 尤其是苦水洋水道往离岸方向(即向东)退缩极为显著。该特征可能与南北两大潮波系统交汇而成的移动驻潮波南移有关, 该特征也揭示了该区域海床的时空冲淤规律。

关键词: 辐射沙脊群; 蒋家沙; 地貌特征线; 地貌演变; 卫星遥感技术

中图分类号: P373 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2015)04-0366-05

Geomorphic evolution characteristics of western segment of Jiangjiasha in radial sand ridge group area

LI Lan¹, DING Xianrong¹, GE Xiaoping¹, KANG Yanyan²

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. College of Harbour, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on satellite remote sensing technology, this study used the analytical method of geomorphic feature lines to analyze the geomorphic evolution characteristics of the Jiangjiasha sand ridge, Huangshayang channel, and Kushuiyang channel during the period from 1973 to 2014. The results show that the Jiangjiasha sand ridge, Huangshayang channel, and Kushuiyang channel form an organic whole; the nearshore segment moves from west to east; and the offshore segment moves from north to south. The Kushuiyang channel has retreated significantly in the offshore direction (eastward). This may be related to the southward movement of the moving tidal wave formed by the intersection of the southern and northern tidal wave systems, and reveals the erosion and deposition patterns of the seabed in this area.

Key words: radial sand ridge group; Jiangjiasha; geomorphic feature line; geomorphic evolution; satellite remote sensing technology

江苏省北部海岸外黄海内陆架海域辐射沙脊群北起射阳河口,南至长江口北支启东沙咀,南北范围界于北纬 32°00′~33°48′(长 325 km),东西范围界于东经 120°40′~122°10′(宽 160~194 km),海域总面积 40 698 km²。该海域潮强流急,落潮流向海辐射状扩散,涨潮流向岸辐射状辐聚^[1],而东海前进波与南黄海旋转波两大潮波系统交汇,形成以弶港为顶点,八大沙脊、九大水道相间排列呈辐射状展开的独特地貌体(图 1)。

辐射沙脊群的研究始于 20 世纪 70 年代^[1],40 多年来,关于辐射沙脊群形态特征、形成条件、沉积状况、演变趋势等方面的研究已有了一些成果^[2-14]。对辐射沙脊群大型沙脊演变和冲淤变化的研究主要集中在条子泥^[15-17]和东沙^[18-21],部分涉及^[9,22-24]蒋家沙,但是缺少对蒋家沙专门详细的介绍。

收稿日期: 2014-12-25

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(2012BAB03B01);国家海洋公益性行业科研专项(201005006);江苏省基础研究计划(自然科学基金)(BK2012414)

作者简介: 李岚(1991—),女,江苏南京人,硕士研究生,主要从事自然地理与海洋地理信息研究。E-mail: lilan1127@sina.com

蒋家沙沙脊是辐射沙脊群中央带的一大沙脊,位于黄沙洋与苦水洋两大潮汐水道之间,是辐射沙脊群中部沙脊最长、但低潮出露较少的沙脊,其长约90 km、宽7~17 km,海图0 m以上出露面积约为240 km²,主要组成沙洲自西向东为八仙角、巴巴珩、牛角沙、铁板沙和东蒋家沙。分析蒋家沙沙脊的演变特征有助于认识整个辐射沙脊群的地貌演变规律,一定程度上还可以补充该区域的海洋基础资料,为江苏省沿海港口建设、围垦布局以及风电场工程的实施提供科学参考。

由于实测地形资料相当有限,对于地貌的研究主要借助于大比例尺地形图判断沙脊的位置及其形态特征^[1]。本文基于卫星遥感影像数据和地形图资料,用地貌特征线遥感解析法替代传统的地形冲淤分析法,利用GIS空间叠置分析功能,分析蒋家沙西段(北自苦水王家槽,南抵黄沙洋,西起小洋港,东达巴巴珩-牛角沙,图1)沙脊的演变特征。

1 研究数据

研究数据主要为:(a)卫星遥感影像数据。收集了研究区1973—2014年10幅低潮位的卫星遥感资料,主要是TM和HJ影像,空间分辨率均为30 m(表1)。(b)水下地形资料,主要是20世纪80年代的海图和2009年辐射沙脊群实测地形资料。

2 研究方法与技术路线

地貌特征线遥感解析法针对潮流沙脊、潮汐水道,引入沙脊线和深槽线地貌特征线的概念^[25],解析各时期沙脊线和深槽线的位置、走向,分析其变化过程和演变规律。

潮流沙脊与潮汐水道是相间而生、相互影响的地貌单元,两相邻沙脊间的凹槽为水道,相邻水道间的高地是沙脊。沙脊线是潮流沙脊脊背地形最高点的连线^[25],是相邻纳潮盆地之间落潮流的分水线,俗称二分水^[25]。水道深槽线是潮汐水道内部相对较深或最深处的连线。

选取1973—2014年10幅低潮位且云量少的遥感影像,利用现有遥感技术,对选取的遥感影像进行预处理,包括几何校正、图像增强等,最大限度减少外界因素的影响,提高图像解译质量。以2009年为例,在遵循辐射沙脊群地貌基本规律的基础上采用辐射等值线法^[26]与目视解译相结合的方法绘制沙脊、水道地貌特征线,并通过实测地形资料来验证该方法的合理性。由图2可见,使用该方法提取的地貌特征线结果符合实测地形数据。使用GIS空间叠置分析功能分别叠加沙脊线和深槽线,分析蒋家沙西段沙脊及两侧潮汐水道演变特征。具体技术路线见图3。

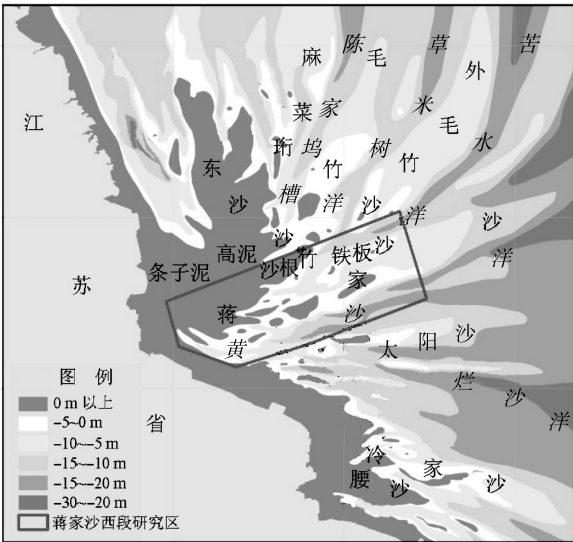


图1 蒋家沙及辐射沙脊群概况

Fig. 1 Sketch of Jiangjiasha and radial sand ridges

表1 卫星遥感影像数据来源

Table 1 Satellite remote sensing data sources

序号	成像时刻	数据来源
1	1973-11-16T10:01:27	MSS
2	1977-04-20T09:34:30	MSS
3	1984-03-05T09:58:36	MSS
4	1988-03-08T10:00:24	TM
5	1992-06-07T09:54:00	TM
6	1996-01-10T09:33:28	TM
7	2000-06-05T10:22:25	ETM
8	2005-03-31T10:20:13	ETM
9	2010-12-10T10:23:33	TM
10	2014-03-21T09:43:45	HJ

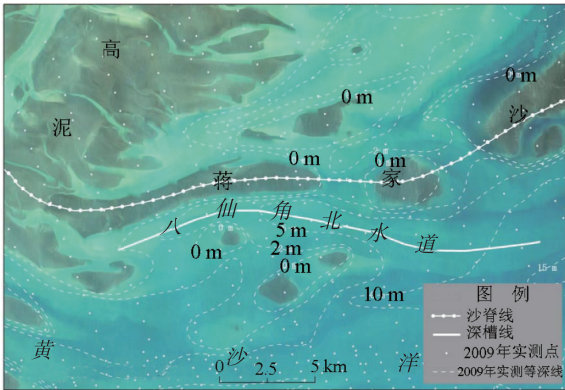


图2 2009年辐射沙脊群实测地形数据验证

Fig. 2 Comparison of interpretation results of remote sensing images and measured terrain data in 2009

3 蒋家沙西段沙脊、水道地貌特征线演变特征

3.1 蒋家沙西段沙脊演变特征

1973—2014年,蒋家沙西段沙脊往复摆动强烈,但整体上由北向南摆动(图4)。近岸段沙脊线某些年份虽有小幅往复摆动,整体上由西向东大幅度摆动,摆幅达14.58 km;离岸段往复摆动频繁,最大摆幅约6.17 km,但整体呈现由北向南摆动特征,2014年相对于1973年摆动了约3.22 km。

3.2 蒋家沙南北两侧潮汐水道演变

蒋家沙西段南受黄沙洋水道西段的影响,北受苦水洋水道西段的影响,深槽线的动态变化可以反映潮汐水道的演变特征。

a. 黄沙洋水道西段往复摆动(图5)。近岸段1973—2014年最大摆幅约4.3 km,整体上由西南向东北方向摆动,2014年相对于1973年摆动了约2.64 km;离岸段整体由北向南摆动,摆幅达3.7 km。

b. 苦水洋水道西段整体上由北向南摆动,摆幅近岸段远远大于离岸段,且不断向离岸方向退缩(图6)。近岸段水道除20世纪70年代向北小幅摆动外,近40 a由北向南持续性摆动,最大摆幅可达8.28 km;离岸段水道整体上由北向南摆动,最大摆幅约3.74 km,但2014年相对于1973年的摆幅远远小于近岸段,不足1 km。

3.3 讨论

1973—2014年,蒋家沙西段沙脊、黄沙洋水道西段和苦水洋水道西段作为一个整体,近岸段由西向东摆动,离岸段由北向南摆动。其中,苦水洋水道受蒋家沙沙脊近岸段向东摆动并与条子泥并滩的影响,往离岸方向退缩极其显著(图7)。

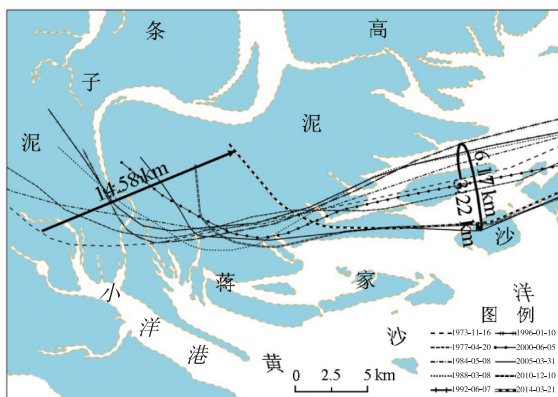


图4 蒋家沙西段沙脊线演变

Fig. 4 Evolution of sand ridge line in western segment of Jiangjiasha

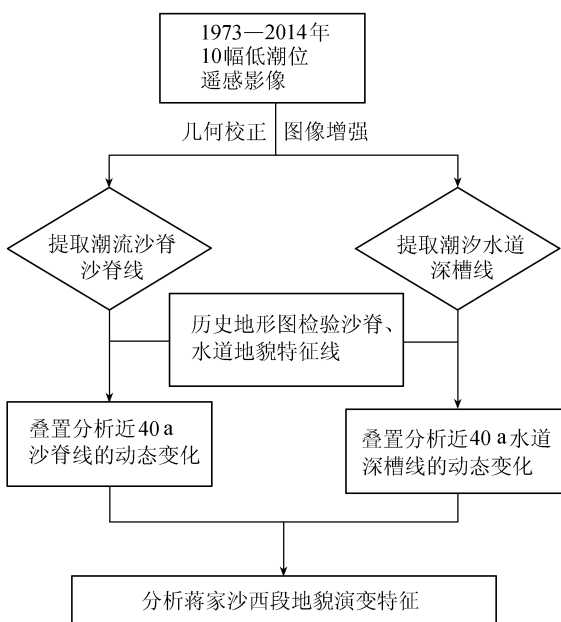


图3 技术路线

Fig. 3 Flow chart of analysis method

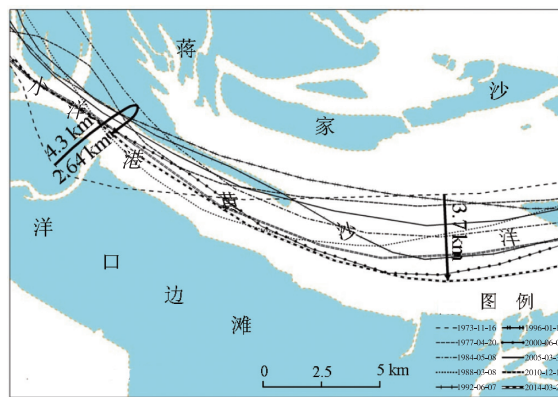


图5 黄沙洋深槽线演变

Fig. 5 Evolution of thalweg of Huangshayang channel

蒋家沙西段沙脊及其南北两侧水道整体向南演变的现象可能和东海前进波与南黄海旋转波在蒋家沙一带交汇形成的移动驻潮波南移有关^[27]。

蒋家沙及其南北两侧水道近40 a的演变特征也揭示了该区域海床地形的冲淤规律^[28]。

4 结 语

a. 基于卫星遥感技术,采用地貌特征线遥感解析法提取沙脊、水道地貌特征线并分析辐射沙脊群演变特征具有可行性,利用卫星遥感影像构建辐射沙脊群蒋家沙西段地貌特征线可揭示该区域近40 a的地貌演变规律。

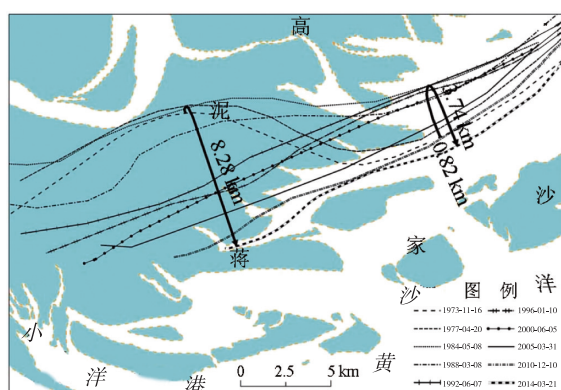


图6 苦水洋深槽线西段末梢演变

Fig. 6 Evolution of thalweg in tip of western segment of Kushuiyang channel

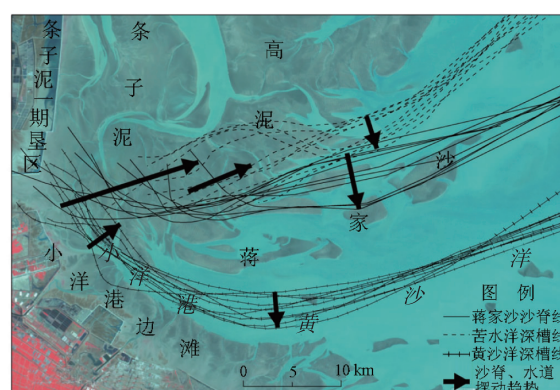


图7 蒋家沙西段沙脊、水道变化趋势概化图

Fig. 7 Generalized map of change trends of sand ridge line in western segment of Jiangjia Sha and thalwegs of channels

b. 地貌特征线遥感分析法还有待进一步提高。一方面,虽然卫星遥感可以解析沙脊、水道地貌特征线,分析地貌演变特征,但卫星遥感影像受卫星过境时的天气、海况等综合因素影响,会影响沙脊线和深槽线的构建;另一方面,地貌特征线的正确构建比较困难,不能只靠目视解译,顺应地貌结构自然规律构建地貌特征线才更加科学。

参考文献:

- [1] 夏娟,丁贤荣,康彦彦,等. 辐射沙脊群地貌遥感制图[J]. 国土资源遥感, 2014, 26(1): 122-126. (XIA Juan, DING Xianrong, KANG Yanyan, et al. Geomorphologic mapping by remote sensing in radial submarine sand ridges[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2014, 26(1): 122-126. (in Chinese))
- [2] 刘振夏,夏东兴. 潮流脊的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1983, 14(3): 286-296. (LIU Zhenxia, XIA Dongxing. A preliminary study of tidal current ridges[J]. Oceanologia ET Limnologia Sinica, 1983, 14(3): 286-296. (in Chinese))
- [3] 任美镔. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1985.
- [4] 王颖. 黄海陆架辐射沙脊群[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [5] 王颖. 南黄海辐射沙脊群环境与资源[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
- [6] 张长宽. 江苏近海海洋综合调查与评价专项总报告[R]. 南京: 江苏省“908 专项”办公室, 2011.
- [7] 李成治, 李本川. 苏北沿海暗沙成因的研究[J]. 海洋与湖沼, 1981, 12(4): 321-331. (LI Chengzhi, LI Benchuan. Studies on the formation of Subei sand cays[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1981, 12(4): 321-331. (in Chinese))
- [8] 任美镔, 张忍顺, 杨巨海, 等. 风暴潮对淤泥质海岸的影响: 以江苏省淤泥质海岸为例[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1983, 3(4): 1-24. (REN Mei'e, ZHANG Renshun, YANG Juhai, et al. The influence of storm tide on mud plain coast: with special reference to Jiangsu Province[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 1983, 3(4): 1-24. (in Chinese))
- [9] 王颖, 朱大奎, 周旅复, 等. 南黄海辐射沙脊群沉积特点及其演变[J]. 中国科学: 地球科学, 1998, 28(5): 385-393. (WANG Ying, ZHU Dakui, ZHOU Lyufu, et al. Sedimentary and evolution of radial sand ridges in the Southern Yellow Sea[J]. Scientia Sinica Terrae, 1998, 28(5): 385-393. (in Chinese))
- [10] 张忍顺, 陆丽云, 王艳红. 江苏海岸侵蚀过程及其趋势[J]. 地理研究, 2002, 21(4): 469-478. (ZHANG Renshun, LU Liyun, WANG Yanhong. The mechanism and trend of coastal erosion of Jiangsu Province in China [J]. Geographical Research, 2002, 21(4): 469-478. (in Chinese))
- [11] 杜家笔. 南黄海辐射沙脊群沉积物输运与地貌演变[D]. 南京: 南京大学, 2012.
- [12] 刘涛. 南黄海辐射沙脊群现代沉积环境研究[D]. 北京: 中国科学院大学研究生院, 2012.
- [13] 李从先, 赵娟. 苏北港滩辐射沙洲研究的进展和争论[J]. 海洋科学, 1995, 19(4): 57-60. (LI Congxian, ZHAO Juan. Recent research and controversy of the Jianggang radial sand ridge in northern Jiangsu Province[J]. Marine Sciences, 1995, 19(4): 57-60. (in Chinese))
- [14] 李孟国. 辐射沙洲研究开发的进展[J]. 水道港口, 2011, 32(4): 229-243. (LI Mengguo. Advances in research and development of the radial sandbanks[J]. Journal of Waterway and Harbor, 2011, 32(4): 229-243. (in Chinese))

- [15] 陈君,冯卫兵,张忍顺.苏北岸外条子泥沙洲潮沟系统的稳定性研究[J].地理科学,2004,24(1):94-100. (CHEN Jun, FENG Weibing, ZHANG Renshun. Stability of tidal creek system of Tiaozini sand shoals in the north of Jiangsu coast[J]. Scientia Geographica Sinica, 2004, 24(1):94-100. (in Chinese))
- [16] 丁贤荣,康彦彦.辐射沙脊群条子泥动力地貌演变遥感分析[J].河海大学学报:自然科学版,2011,39(2):231-236. (DING Xianrong, KANG Yanyan. Tidal flat evolution analysis using remote sensing on Tiaozini flat of the radial sand ridges[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2011, 39(2):231-236. (in Chinese))
- [17] 陈君,王义刚,卫晓庆,等.条子泥二分水滩脊地貌动力与演变特征研究[J].水利水运工程学报,2011(4):108-114. (CHEN Jun, WANG Yigang, WEI Xiaoqing, et al. Hydrodynamic-morphodynamic characteristics and evolution tendency of the Erfenshui water-dividing beach ridge of the Tiaozini tidal sandbank, Jiangsu coast, China[J]. Hydro-Science and Engineering, 2011(4):108-114. (in Chinese))
- [18] 陈君,王义刚,张忍顺,等.江苏岸外辐射沙脊群东沙稳定性研究[J].海洋工程,2007,25(1):105-113. (CHEN Jun, WANG Yigang, ZHANG Renshun, et al. Stability study on the Dongsha Sandbanks in submarine radial sand ridges field off Jiangsu coast [J]. The Ocean Engineering, 2007, 25(1):105-113. (in Chinese))
- [19] 栾锡武,张亮,彭学超.南海北部东沙海底冲蚀河谷及其成因探讨[J].中国科学:地球科学,2011,41(11):1636-1646. (LUAN Xiwu, ZHANG Liang, PENG Xuechao. Dongsha erosive channel on northern South China Sea Shelf and its induced Kuroshio South China Sea Branch[J]. Scientia Sinica Terrae, 2011, 41(11):1636-1646. (in Chinese))
- [20] 赵淑娟,吴时国,施和生,等.南海北部东沙运动的构造特征及动力学机制探讨[J].地球物理学进展,2012,27(3):1008-1019. (ZHAO Shujuan, WU Shiguo, SHI Hesheng, et al. Structures and dynamic mechanism related to the Dongsha movement at the northern margin of South China Sea[J]. Progress in Geophysics, 2012, 27(3):1008-1019. (in Chinese))
- [21] 赵淑娟.南海北部陆缘东沙运动的构造特征及其对被动大陆边缘构造演化的启示[D].北京:中国科学院大学,2012.
- [22] 张忍顺.辐射沙洲与弥港海岸发育的关系[J].南京大学学报:自然科学版,1984,20(2):369-380. (ZHANG Renshun. Relation between changes of submarine sand ridge field and development of coast near Jianggang, Jiangsu[J]. Journal of Nanjing University: Natural Sciences, 1984, 20(2):369-380. (in Chinese))
- [23] 尤坤元,朱大奎,王雪瑜,等.苏北岸外辐射沙洲王港西洋潮流通道稳定性研究[J].地理研究,1998,17(3):10-16. (YOU Kunyuan, ZHU Dakui, WANG Xueyu, et al. The stability analysis of Xiyang tidal channel in radial submarine sand ridges along north Jiangsu[J]. Geographical Research, 1998, 17(3):10-16. (in Chinese))
- [24] 陈澄,王义刚,黄惠明,等.潮动力影响下辐射沙脊群的研究进展[J].水运工程,2013(8):17-24. (CHEN Cheng, WANG Yigang, HUANG Huiming, et al. Advancement in impacts of tidal dynamics on radial sand ridges [J]. Port & Waterway Engineering, 2013(8):17-24. (in Chinese))
- [25] 丁贤荣,周虹宏,康彦彦.辐射沙脊群地貌结构遥感解析[J].地理与地理信息科学,2014,30(4):32-35. (DING Xianrong, ZHOU Honghong, KANG Yanyan. Study on spatial clustering analysis of SVM Based on spatial autocorrelation[J]. Geography and Geo-Information Science, 2014, 30(4):32-35. (in Chinese))
- [26] 张洁,丁贤荣,葛小平,等.辐射沙脊群海域地貌特征线遥感解译探讨[J].地理空间信息,2014,12(6):8-10. (ZHANG Jie, DING Xianrong, GE Xiaoping, et al. Remote sensing interpretation of morphological skeleton line in radial sand ridges area[J]. Geospatial Information, 2014, 12(6):8-10. (in Chinese))
- [27] 丁贤荣,康彦彦,茅志兵,等.南黄海辐射沙脊群特大潮差分析[J].海洋学报:中文版,2014,36(11):12-20. (DING Xianrong, KANG Yanyan, MAO Zhibing, et al. Analysis of largest tidal range in radial sand ridges southern Yellow Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2014, 36(11):12-20. (in Chinese))
- [28] 丁贤荣.华能如东300MW海上风电场工程海床演变专题研究报告[R].南京:华能国际电力股份有限公司江苏风电分公司,2014.