

江苏沿海辐射沙洲申报世界自然遗产预研究

葛云健^{1,2}, 杨桂山², 张忍顺³, 刘振波¹

(1 南京信息工程大学遥感学院, 江苏 南京 210044)

(2 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

(3 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210046)

[摘要] 江苏沿海辐射沙洲是世界上最大的潮间带辐射状水下沙脊, 具有鲜明的区域特色. 在阐述辐射沙洲物质来源、动力条件及发育过程的基础上, 分析了辐射沙洲体现出的世界自然遗产特征: (1)完整记录了全新世海侵以来全球海平面的变动; (2)反映了大河(黄河)变迁的历史及其对中国海岸的影响; (3)反映了太平洋西海岸特殊的水动力条件; (4)具有独特的景观格局, 符合世界自然遗产标准. 结合世界遗产发展的新趋势, 讨论了辐射沙洲申报世界自然遗产的意义, 建议尽快启动申报程序.

[关键词] 辐射沙洲, 世界自然遗产, 江苏

[中图分类号] P748 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2009)03-0125-07

The Pre-Research on the Radial Sandy Ridges in Jiangsu Coastal Zone Application for the World Nature Heritage

Ge Yunjian^{1,2}, Yang Guishan², Zhang Renshun³, Liu Zhenbo¹

(1. School of Remote Sensing, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

(2. Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

(3. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract The radial sandy ridges in Jiangsu coastal zone is largest radial sandy ridges which locates on the inter-tidal zone in the world. Its evolutionary history is different from other ridges and its hydrodynamic force is also distinctive. Otherwise the radial sandy ridges has unique geographic entity. It is an important region for the global climate change research and global sea-level change research. This paper expatiates on the radial sandy ridges nature features, then it sets forth the World Nature Heritage values that the radial sandy ridges reflects, which are (1) it records the global sea-level change history since Holocene; (2) it records the Yellow River change history which plays a decisive role on the China coast forming and controls the coast shape; (3) it reflects the distinctive hydrodynamic of the west Pacific coast, now there is becoming a new sandy island that is incompatible with the global change conditions that the sea-level is rising and corroding is the dominated action; (4) it has the unique land forms which has no similar one in the world. So the radial sandy ridges is well qualified for the standard of the World Nature Heritage. Based on the development of the World Heritage, the paper discusses the importance that the radial sandy ridges applies the World Nature Heritage. This paper thinks the radial sandy ridges should apply for the World Nature Heritage as soon as possible.

Key words radial sandy ridges, World Nature Heritage, Jiangsu

自 20 世纪 70 年代《保护世界文化和自然遗产公约》(Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, 简称《世界遗产公约》)实施以来, 世界遗产已经逐渐成为世界上保护生态环境、促进地区发展最为可行的体系, 并在全球范围内得到广泛认同. 相关学术研究随之开展, 主要研究领域包括世界遗产所具有的自然、文化及经济价值^[1], 人类活动及自然环境变迁对世界遗产的影响^[2], 世界遗

收稿日期: 2009-02-12

基金项目: 江苏省高校自然科学基金面上项目(08KJB170004)、南京信息工程大学校科研基金(80121)资助项目.

通讯联系人: 葛云健, 博士研究生, 研究方向: 海岸带资源利用及保护. E-mail: geyunjian@126.com

1.3 动力条件

潮流辐聚辐散是辐射沙洲群发育的主要动力.东海前进潮波和南黄海旋转潮波系统,在琼港外海辐合,潮能集聚增强,辐合带发生潮涌,持续上升的海平面使潮流动力与潮流系统加强,辐射沙洲外海域海区成为太平洋西海岸著名的以半日潮为主的大潮差、强潮流海区之一,也是全球最有代表性的辐合潮流系统海域^[18].辐射沙洲海域潮流为正规半日潮型,涨潮时,潮流自北、东北和东南方向向琼港辐聚,平均流速 1.2~1.3 m/s,落潮时,以琼港为中心,呈 150°扇面向外辐散,平均流速 1.4~1.8 m/s,形成辐射状潮流场.潮差自黄沙洋——烂沙洋向南北两侧减小,黄沙洋实测最大潮差 9.28m,是中国沿海最大的潮差记录.

1.4 发育及演变过程

与世界上其他单纯的线性潮流沙脊的成因不同^[18],辐射沙洲主要以潮流动力为主,同时也存在波浪作用参与,形成过程复杂.大致过程如下:全新世海侵至最大海侵时,古长江从琼港入海,辐射状潮流场形成.全新世最大海侵后,在古长江河口湾北东方向的海区形成小型堆积沙体,成为辐射沙洲发育的雏形,并在全新世海面上升过程中经潮流冲刷改造形成长条形沙脊^[19],逐渐形成辐射沙洲的南翼.由于泥沙主要来源于长江,因此辐射沙洲南部规模较大.随着辐射状潮流场加强,形成具有一定规模的、大致以东台为顶点的南北基本对称的辐射状沙脊.1128年黄河夺淮入海,入海泥沙量大增,在潮流和顺岸流的作用下,辐射沙洲迅速成长发育.由于长江口的逐渐南偏,使得南部辐射沙洲接受的来沙逐渐减少,形成了北大南小的不对称格架,规模巨大的辐射沙洲^[20].黄河北归后,整个辐射沙洲尤其是琼港以北的沙脊失去了黄河直接的丰富泥沙供应,同时长江口不断南移,长江供应的泥沙也大为减少,波浪对古黄河三角洲陆上及水下部分的侵蚀沙成为主要物质来源.在强潮流作用下,辐射沙洲进行自身调整,外缘小沙脊被侵蚀而萎缩,侵蚀沙向辐射状沙脊根部输运,逐渐加积淤高,不断并陆.因此整个辐射沙洲有向南东方向迁移的趋势,并且这种内部调整一直在进行中^[21].

2 江苏沿海辐射沙洲世界自然遗产特征

《执行世界遗产公约的操作准则》(UNESCO-WHC, 2004)中规定“自然遗产”应至少具有以下一种特质:(i)代表地球演化史上重要阶段的突出例证;(ii)构成代表进行中的重要地质过程、生物演化过程以及人类与自然相互关系的突出例证;(iii)独特、稀有或绝妙的自然现象、地貌或具有罕见自然美的地带;(iv)是尚存的珍稀或濒危动植物的栖息地,是生物多样性的真实体现.根据以上标准,辐射沙洲具备以下世界自然遗产特征.

2.1 记录全球海平面变化过程——符合世界自然遗产标准(i)

潮流沙脊沉积在层序地层中属海侵体系域,其发育与海平面密切相关,研究古潮流沙脊可以确定当时的海洋动力环境^[22].潮流沙脊泥沙沉积的方式与沉积物的输入和运输方式有关,反映了地质年代特别是全新世以来海平面波动的情况^[23].研究表明,辐射沙洲形成于 12 000~7 000年前,特别是 10 000~7 000年前,这时期正好是海平面上升从一个较快的速度向较低的速度转变的时候^[24].由于海侵海退过程中部分沉积物被蚀退,目前辐射沙脊区已经发现的是完整的海退的地层沉积序列^[20].反映出全新世最大海侵后全球海平面变化的整个过程.低海面时辐射沙洲堆积砂层,高海面时潮流和波浪侵蚀砂层塑造辐射沙洲的沙脊和深槽.辐射沙脊地层剖面中出现数次沙脊与深槽相叠的记录,具有阶段性,分别对应于晚更新世末与全新世初期、全新世中期、全新世晚期与近代,反映出海平面上升过程造成的动力加强的时期^[20].同时,辐射沙洲下全新世古潮流沙脊群,表明了南黄海沙脊群随陆架海侵过程由东向西跃迁,对应于早期新仙女木(YD)的海平面波动,是太平洋西岸海域对新仙女木事件响应的例证^[25].

2.2 体现大河变迁对海岸的深刻影响——符合世界自然遗产标准(i)

中国东部海域是世界上接纳河流输沙量最大的地区之一,巨量的泥沙在塑造海岸的过程中扮演重要角色.我国的大河尤其是黄河作为世界上含沙量最大的河流,尾间变迁频繁而剧烈,对海岸塑造产生巨大影响^[26].辐射沙洲即黄河变迁改造中国海岸地貌之极好例证.对辐射沙洲区潮间带碳酸盐含量的分析表明,本地区沉积物中含有大量废黄河三角洲侵蚀沉积物及黄河输入的沉积物,黄河变迁是塑造本区地貌形态的最重要因素.黄河夺淮由江苏入海时,带来巨量泥沙,经辐射潮流场改造,形成辐射沙洲雏形,丰富的物源条件,使已成一定规模的辐射状沙脊的近岸部分的潮流水道被充填,沙脊并岸,潮滩发育,岸线迅速向海推进,滨海

平原形成,成为今天所见的宽广潮滩,沙洲并岸是江苏滨海平原成陆的重要特征.随着黄河北归,泥沙来源条件突变,物源不充足,辐射沙洲将不再重复沿海滩涂的成陆过程.现在辐射沙洲区已经成为一个准封闭的系统,泥沙内部平衡,外来泥沙不再是控制辐射沙洲发育的主导因素^[27],潮流动力的变化将变成辐射沙洲整体发展变化的主导因素.辐射沙洲沿海的潮滩和沙脊代表着由于大河变迁而造成的两种相反的地貌发育过程,深刻反映出大河特别是黄河变迁对中国海岸带地貌的影响,具有一定的区域代表性.

2.3 揭示变化中的太平洋西岸复杂水沙条件——符合世界自然遗产标准 (ii)

水动力条件、物质来源是辐射沙洲发育、变迁的决定性因素.作为全球变化影响最为敏感的地带,现代辐射沙洲的演变情况直接反映了整个江苏沿海水动力条件、泥沙条件、沉积环境的变化^[28],同时也是全球变化在中国海区的表现.目前该区域的水动力条件还在调整阶段,变动频繁,与其他海区相比仍显复杂性.调查发现,在条子泥西部有一新发现沙岛,研究证明其已稳定存在近 10 a,这表明辐射沙洲的演变已进入一个新的由明沙到沙岛的发展阶段.江苏中部海域泥沙物质循环,主要是当地物质的再分配,几乎没有河流泥沙供给,在这种情况下能由松散物质堆积成岛,与全球海平面上升、海岸侵蚀加剧的大背景是不协调的,正说明江苏中部辐射沙洲区域泥沙富集机制、丰富程度以及水动力条件的特殊性^[29],是目前全球变化背景下太平洋西海岸响应的表现,具有重要的区域意义,对于研究目前全球环境变化同样意义重大.

2.4 罕见而独特的景观——符合世界自然遗产标准 (iii)

世界上 3/4 的海岸是基岩海岸,江苏沿岸则拥有全球最为典型的淤泥质海岸,平均坡度一般小于 1:1000.辐射沙洲与江苏海岸紧紧相连,辽阔而平坦,一望无际,更显规模巨大.辐射沙洲单体规模同样惊人,完整的单个沙脊,长超过 100 km,宽约 10 km,其中最大的东沙和条子泥面积都超过 500 km²,毛竹沙、蒋家沙等也在 100 km² 以上.地球上有些沙脊(如北海沙脊)虽然拥有比辐射沙脊更为壮观的规模,但是和大多数其他沙脊一样都裸露于海底,而辐射沙洲既不裸露于海底,也不位于河口或峡湾,而是位于海岸带,以海岸浅湾为顶点向海呈辐射状分布,这在国内外已报道的潮成沙体中还找不到第二个实例^[30].作为世界上最大的潮间带辐射状沙脊群,辐射沙洲每天经历着潮起潮落、沧海桑田的变化,在世界其他海岸罕有可媲美者.同时,辐射沙洲所具有的沙脊与深槽相间的水下地貌形态在世界上独一无二^[15],其北大南小的明显不对称格架,这在国内外已发现沙脊群中也十分罕见^[20].

3 辐射沙洲申报世界自然遗产的意义

3.1 完善世界遗产名录

辐射沙洲申报世界自然遗产符合世界遗产的发展方向,也符合世界遗产中心对于世界遗产申报做出的建议.

3.1.1 鼓励发展世界自然遗产

目前世界遗产名录中文化遗产远多于自然遗产,世界遗产中心于 2004 年通过《凯恩斯决定》并修订:自 2006 年起《世界遗产公约》的缔约国每年可向世界遗产委员会申请 2 个世界遗产,但其中至少有 1 个必须是自然遗产,可见自然遗产的申报得到了更多重视与支持.但是由于自然遗产申报难度较大,需要对申报地有足够深入和全面的科学研究基础,近年来通过的自然遗产数目仍然较少,如 2006 年申报的 9 项自然遗产中仅通过 2 项.不过 2004 年以来,每年申报通过的自然遗产中涉及海洋的项目都超过了 50% (表 1),可见海洋项目的申报更容易得到世界遗产中心的认可,自然遗产特别是涉及海洋项目的自然遗产必将进一步发展.

表 1 世界遗产发展趋势 (2004~2008)

Table 1 The development of the World Heritage from 2004 to 2008

年份	获批世界遗产总数	获批世界自然遗产		获批自然遗产中涉及海洋项目	
		数目	比重 %	数目	比重 %
2004	34	7	20.6	4	57.1
2005	24	7	29.2	5	71.4
2006	18	2	11.1	1	50
2007	21	5	23.8	3	60
2008	27	8	29.6	4	50

3.1.2 世界遗产应包含更多的地理类型地区

目前世界遗产名录并未包含世界大多数地理类型,地区也比较集中,超过50%的遗产来自同一类型地区,因此世界遗产中心建议各国提出符合仍旧代表名额不足类别的世界遗产项目。虽然海洋占地球的面积超过了70%,但处于保护区范围内的海洋环境还不足0.5%,进入世界遗产目录的海洋环境项目数量不及自然遗产总量的1/10且主要是因为生物多样性价值入选的。世界遗产中心绝大多数的专家认为:目前世界遗产名录中体现海洋价值的项目太少,因此遗产中心大力支持与鼓励涉及海洋的项目申报世界遗产。目前世界遗产名录中自然遗产项目包括的海岸带类型有冲积的河口-三角洲、基岩海岸、生物海岸、沙质海岸、堡礁-泻湖海岸等,还缺少淤积型海岸类型的项目(表2)。辐射沙洲作为世界最大的岸外沉积体,具有准封闭的独特的生态系统和自然景观,申报世界自然遗产,可使世界遗产名录中海岸带类型更全面,体现出世界遗产中心关于使世界遗产包括更多地理类型地区、代表更多样的地理环境、更丰富的生态系统类型的建议。

表2 世界自然遗产海岸类型表

Table 2 The physiognomic types of the World Nature Heritage		
海岸类型		世界遗产项目
河口-三角洲	河口	大沼泽国家公园(美国)
	三角洲	多瑙河三角洲(罗马尼亚)
生物海岸	红树林	孙德尔本斯国家公园(孟加拉)
	珊瑚礁	昆士兰湿热带地区(澳大利亚)
	玄武岩	“巨人之路”及其海岸(英国)
	火山岩	勘察加火山(俄罗斯)
基岩海岸	石灰岩	格拉玛国家公园(古巴)
	花岗岩	新西兰次南极地区(群岛)
	冰川峡谷	伊路利萨冰湾(丹麦)
沙质海岸	海滩	大圣卢西亚沼泽公园(南非)
堡礁-泻湖海岸	堡礁、泻湖	大西洋东南热带雨林保护区(巴西)
淤泥质海岸	滩涂、沙脊等	——

3.1.3 世界遗产应分布于更广泛的地域内

世界范围内自然遗产地域分布不均,集中于美洲、非洲和大洋洲,亚洲世界自然遗产数(18%)仅多于欧洲(9%),但是单位面积数量仍然是最少的(除南极洲)。亚洲大陆海岸线长约70000 km,是世界上海岸线最长的大洲,海岸类型丰富多样。但目前亚洲大陆东岸漫长的海岸线上几无世界自然遗产。世界遗产中心也认为太平洋地区世界遗产数量太少,不能与其浩瀚的面积、在世界生态系统中的地位相匹配,应当成为日后遗产申报的热点地区。为此世界遗产中心开展了“World Heritage-Pacific 2009”计划,旨在增加太平洋地区世界遗产数量,使得太平洋地区独特的自然文化遗产价值得到充分体现。辐射沙洲申报世界自然遗产符合世界遗产中心鼓励世界遗产在全球更广泛地区分布的建议,也符合鼓励发展太平洋地区世界遗产的建议。

3.2 填补中国世界遗产空白

目前中国世界自然遗产存在项目类型单一、科学内涵不足等问题^[31]。自然遗产以山岳项目为主,没有一项海洋类或与海洋直接相关的世界遗产(表3),与中国海洋大国的地位不符(希腊拥有多处反映海洋文化的遗产项目),也不能完全反映中国的资源特色及价值。同时由于很大程度上将自然遗产局限在风景名胜的概念中,目前中国世界自然遗产多以“独特、稀有或绝妙的自然现象、地貌或具有罕见自然美的地带”进入世界遗产名录。近几年来联合国教科文组织(UNESCO)对《实施世界遗产公约的操作指南》进行的修改,体现出对生态、地质演进、生物多样性等价值的重视,对美学特征的弱化。云南石林申遗的过程就能深刻地说明这种趋势。云南石林1991年即以第4条标准提出申请,并未获得批准。在世界自然保护联盟(IUCN)的建议下,联合云南、贵州、广西三地的喀斯特地貌,以中国南方喀斯特地貌提出申请,突出区域(热带、亚热带)特色,强调中国南方喀斯特地貌在地质地貌(青藏高原隆升影响下的喀斯特上升发育区的结构系统和演化序列)研究以及生物多样性保护(中亚热带喀斯特原生性较强的残存森林)中的重要意义,因此2007年得到批准。辐射沙洲申报世界自然遗产可改变目前中国仍未有涉及海洋的世界遗产项目的现状,补充中国世界遗产类型,突出太平洋西岸中国海域的特殊性及在地球演变、地貌形态、全球变化方面的

科学价值, 应较易获得批准.

表 3 世界主要海洋大国及世界遗产大国世界遗产概况

Table 3 Comparison of the World Heritage among the longest coastline countries and the most World Heritage countries

国家	海岸线 /km	世界遗产	自然遗产	海洋项目	国家	海岸线 /km	世界遗产	自然遗产	海洋项目
印尼*	35000	7	4	4	俄罗斯*	34 000	23	8	3
中国* ※	32000	37	7	0	日本*	30 000	14	4	1
美国*	22680	20	12	5	澳大利亚*	20 125	17	11	7
挪威*	20000	7	1	1	加拿大*	20 000	14	9	4
菲律宾*	18533	5	2	2	希腊*	15 000	17	0	0
西班牙*	8000	40	3	2	意大利*	7 300	43	1	1
法国*	5500	33	2	2	英国*	11 450	27	4	4

* 世界海岸线最长的 10 个国家; ※ 世界遗产数量最多的 5 个遗产大国.

3.3 促进江苏海岸可持续发展

江苏海岸湿地类型多样而集中, 是世界上为数不多的典型原始海岸湿地, 生态系统复杂而脆弱. 作为中国沿海经济的低谷, 江苏沿海经济发展需求强烈, 发展和保护之间的矛盾越来越尖锐. 世界遗产作为世界上保护生态环境、促进地区可持续发展最可行的体系, 已在全球范围内得到认同. 通过申报世界遗产, 不仅可使辐射沙洲及整个江苏沿海地区扩大知名度, 得到各级政府的关注及政策倾斜, 还可在 UNESCO 的帮助下, 合理规划、管理当地自然环境、发展经济. UNESCO 及 IUCN 还将提供经济、技术、设备及人员培训方面的支持, 提高辐射沙洲地区的保护能力, 并提供与其他机构 (如世界粮农组织、联合国开发计划署)、银行 (如 World Bank)、基金会 (如 WWF) 合作的机会, 另外 UNESCO 还开展了大量具有针对性的地区项目 (如 LINKS, MAB), 参与其中, 将使辐射沙洲及整个江苏沿海地区得到有效保护及发展.

4 结论

截至 2008 年, 中国拥有的 37 项世界遗产中自然遗产仅 7 项, 且没有 1 项与海洋直接相关, 预备名单中也没有涉及海洋的自然遗产项目, 这不仅不能充分反映出我国自然环境的多样性, 也不能和世界海洋大国的地位相匹配. 因此有必要在充分研究的基础上, 提出涉及海洋的自然遗产项目, 完善我国世界遗产名录, 真实反映我国环境的多样性及独特价值, 有效保护我国的海洋环境. 江苏沿海辐射沙洲是世界上面积最大的辐射状沙脊群, 并罕见地位于潮间带, 其成陆过程、水动力条件在世界范围内独树一帜. 辐射沙洲不仅记载了全新世海侵后 10 000 年来全球海平面变化的历史, 也反映了 1 000 年来太平洋西海岸的演变, 是目前全球变化的真实反映, 同时也折射出中国社会发展历史、海洋文化及人类开发的信息. 江苏沿海辐射沙洲符合申报世界自然遗产标准 (i)、(ii)、(iii), 应尽快启动世界遗产申报工作, 争取早日进入世界遗产名录.

[参考文献]

- [1] Kim S S, Wong K K F, Cho M. Assessing the economic value of a World Heritage site and willingness-to-pay determinants: A case of Changdeok Palace [J]. *Tourism Management*, 2007, 28(1): 317-322.
- [2] Haynes D, Muller J, Carter S. Pesticide and herbicide residues in sediments and seagrasses from the Great Barrier Reef World Heritage area and Queensland Coast [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2000, 41(7-12): 279-287.
- [3] Paina D J, Sanchez A, Meharg A A. The Donana ecological disaster: Contamination of a World Heritage estuarine marsh ecosystem with acidified pyrite mine waste [J]. *The Science of the Total Environment*, 1998(222): 45-54.
- [4] Zoppi U, Barbetti M, Fletcher R, et al. The contribution of ^{14}C AMS dating to the Greater Angkor archaeological project [J]. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 2004(223/224): 681-685.
- [5] Makhuri R K, Nautiyal S, Rao K S, et al. Conservation policy-people conflicts: a case study from Nanda Devi Biosphere Reserve (a World Heritage Site), India [J]. *Forest Policy and Economics*, 2001(2): 355-365.
- [6] Kucukkaya A G. Photogrammetry and remote sensing in archeology [J]. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 2004(88): 83-88.
- [7] Steinberg F. Conservation and rehabilitation of Urban Heritage in developing countries [J]. *Habitat Intl*, 1996, 20(3): 463-

- [8] Kingsford R T. Development strains on Australia's greatest desert river system, Cooper Creek [J/OL]. IPAA National Conference, 2001. http://www.nsw.ipaa.org.au/00_pdfs/Paper7.pdf 2007.
- [9] Rogers T F. Safeguarding tranquility base why the Earth's Moon base should become a World Heritage Site [J]. Space Policy, 2004(20): 5-6
- [10] 张成渝. 《世界遗产公约》中两个重要概念的解析与引申——论世界遗产的“真实性”和“完整性” [J]. 北京大学学报:自然科学版, 2004, 40(1): 129-138
- [11] 陈耀华, 赵星烁. 中国世界遗产保护与利用研究 [J]. 北京大学学报:自然科学版, 2003, 39(4): 572-578
- [12] 李凡, 金忠民. 旅游对皖南古村落影响的比较研究——以西递、宏村和南屏为例 [J]. 人文地理, 2002, 17(5): 17-20
- [13] 丁超. 世界遗产入选标准的对比分析及中国申报世界遗产的对策 [J]. 北京大学学报:自然科学版, 2006, 42(3): 231-237.
- [14] 王保忠, 何平, 沈守云, 等. 南洞庭湖湿地世界遗产特征及其申报战略 [J]. 经济地理, 2005, 25(4): 585-592
- [15] 王颖. 黄海陆架辐射沙脊群 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002
- [16] 张忍顺, 陈才俊, 曹琼英, 等. 江苏岸外沙洲演变及条子泥并陆前景研究 [M]. 北京: 海洋出版社, 1992
- [17] 王腊春, 陈晓玲, 储同庆. 黄河、长江泥沙特性对比分析 [J]. 地理研究, 1997, 16(4): 71-79.
- [18] 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 (D 辑), 1998, 28(5): 385-393.
- [19] 王颖. 充分利用天然潮流通道建设江苏洋口深水港临海工业基地 [J]. 水资源保护, 2003(6): 1-5.
- [20] 朱玉荣. 南黄海辐射状沙脊成因研究的新进展 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1998, 18(3): 114-118
- [21] 朱玉荣. 长江河口、苏北海岸发育过程研究概况 [J]. 海洋科学, 2001, 25(2): 24-25.
- [22] Off T. Rhythmic linear sand bodies caused by tidal current [J]. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 1963 43(2): 141-147.
- [23] 印萍. 东海陆架冰后期潮流沙脊地貌与内部结构特征 [J]. 海洋科学进展, 2003, 21(2): 181-187
- [24] Chen Zhongyuan, Saito Yoshiki, Hori Kazuaki, et al. Early Holocene mud-ridge formation in the Yangtze offshore, China: a tidal-controlled estuarine pattern and sea-level implications [J]. Marine Geology, 2003(198): 245-253.
- [25] 韩喜彬, 李广雪, 杨子庚, 等. 中国东部陆架海对“新仙女木”事件的响应 [J]. 海洋地质动态, 2005, 21(12): 1-5.
- [26] 常军, 刘高, 刘庆生. 黄河口海岸线演变时空特征及其与黄河来水来沙关系 [J]. 地理研究, 2004, 23(3): 339-346
- [27] 张东生, 张君伦, 张长宽, 等. 潮流塑造——风暴破坏——潮流恢复——试释黄海海底辐射沙脊群形成演变的动力机制 [J]. 中国科学 (D 辑), 1998, 28(5): 394-402
- [28] 李凤业, 高抒, 贾建军, 等. 黄、渤海泥质沉积区现代沉积速率 [J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(4): 364-369
- [29] 张忍顺, 王艳红, 吴德安, 等. 江苏岸外辐射沙洲区沙岛形成过程的初步研究 [J]. 海洋通报, 2003, 22(4): 41-47
- [30] Li C X, Zhang J Q, Fan D D, et al. Holocene regression and tidal radial sand ridge system formation in the Jiangsu coastal zone, east China [J]. Marine Geology, 2001(173): 97-120
- [31] 张忍顺, 蒋姣芳, 张祥国. 中国“世界自然遗产”资源现状特征与发展对策 [J]. 资源科学, 2006, 28(1): 186-191.

[责任编辑: 陆炳新]