

# 辐射沙脊群匡围工程布局优化研究

王 文<sup>1,2</sup>, 丁贤荣<sup>2</sup>, 王卫平<sup>2</sup>, 葛小平<sup>2</sup>

(1. 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098 ;

2. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

**摘要** 江苏沿海滩涂围垦是国家沿海土地储备战略。国内外沿海滩涂围垦开发的传统方法是利用当地海岸特定地貌条件由陆向海围垦,而构筑离岸式人工(半)岛,突显人文品牌特色,是现代沿海围垦布局的发展趋势。辐射沙脊群大规模围垦布局受到诸多因素制约。本研究将综合考虑地貌动力特征、围堤安全、景观、生态环境、港口航道等因素,为政府及围垦部门提出可供参考咨询的辐射沙脊群近期匡围工程总体与分区布局优化方案和可持续发展的远景开发与保护措施。

**关键词** 辐射沙脊群; 匡围布局; 沿海开发

中图分类号 :TV213.1

文献标识码 :A

文章编号 :1003-9511(2012)03-0020-03

## 1 研究背景

江苏沿海地区位于我国东部沿海的中心地带,是沿海、江淮和欧亚大陆桥(兰新线)三大经济带的交汇区,在全国区域发展大格局中具有“连接南北、沟通东西”的重要战略地位。但与全国沿海经济快速发展相比,江苏沿海地区地处沿海经济带的“低洼区”,长三角的“后荒原”。2009年6月10日,国务院通过了《江苏沿海地区发展规划》,标志着江苏沿海地区发展上升为国家战略<sup>[1]</sup>,而江苏沿海地区经济发展的重要资源条件是这里得天独厚的沿海滩涂后备土地资源。

江苏沿海滩涂面积广阔,居全国首位。发挥江苏沿海滩涂资源丰富的优势,选择合适的区域进行适度围垦开发,形成大规模的土地后备资源,有效拓展发展空间,是江苏沿海地区发展的重要组成部分<sup>[1]</sup>。根据《江苏沿海滩涂围垦及开发利用规划纲要(2010—2020年)》,2010—2020年间,将围垦18万hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。辐射沙脊群为江苏沿海滩涂围垦的核心区域,90%的规划围垦区与辐射沙脊群密切相关。因此,完善辐射沙脊群匡围工程布局规划对整个江苏沿海滩涂围垦规划的顺利完成具有重要意义。

## 2 国内外沿海围垦规划研究现状

### 2.1 国外沿海滩涂围垦

世界沿海国家,尤其是沿海土地资源贫乏的国家,历史上都非常重视利用近岸海洋空间实施围填海造地,如荷兰、日本、韩国、新加坡等。围填海的目的大多由最初的防灾减灾、扩大耕地面积逐步向工业、农业、城镇建设、港口发展等多目标发展<sup>[3]</sup>。国外沿海围垦以荷兰最为典型,其1920年起开始进行的须德海(Zuider Sea)围垦工程围海造田约2200km<sup>2</sup><sup>[4]</sup>。其中的弗莱沃垦区(Flevopolder)面积达970km<sup>2</sup>,为世界上最大的人工岛。日本早在11世纪就有了填海造地的历史记录,在20世纪60年代,随着二战后经济的复苏,填海造地规模急剧加大。1950年日本国土面积为368383km<sup>2</sup>,2010年达到377950km<sup>2</sup><sup>[5]</sup>,新增面积近1万km<sup>2</sup>,占国土总面积3%。新加坡也是在20世纪60年代开始大规模填海造地,1960年其面积为581.5km<sup>2</sup>,通过填海造地,2010年面积达到712.4km<sup>2</sup><sup>[6]</sup>,面积增加22.5%,樟宜国际机场和工业区裕廊镇等都是填海而建的。韩国最早的围填海活动可以追溯到高丽时代高宗43年(1256年)。日本统治韩国时期(1910—1945年),日本殖民政府大力推动围填海工程,增加农业用地,种植粮

基金项目 国家科技支撑计划课题(2012BAB03B01)

作者简介 王文(1967—)男,江苏姜堰人,教授,博士,主要从事环境变化对水文过程的影响及水文遥感研究。

食。从 20 世纪 60 年代到 80 年代,韩国政府积极推动围填海工程,主要用于农业开发。1980 年起,政府进行了一系列为满足城市和工业用地需求的围填海工程<sup>[7]</sup>。

## 2.2 我国滩涂围垦

我国沿海围垦开发始于唐宋,发展于明清,现代高潮不断。唐大历年间黜陟使李承在盐城—阜宁一线筑常丰堰,后世称“李堤”。北宋(1023—1027 年)范仲淹在李堤基础上,兴建捍海堰至吕四,即著名的范公堤。明清两大兴海煮盐,清乾隆年间大规模修建江浙海塘,晚清以张謇为代表的实业家大规模发展滩涂垦荒植棉<sup>[8]</sup>。新中国成立至今则经历了 4 次围填海高潮:建国初期的围海晒盐,20 世纪 60 年代中期至 70 年代的农业围垦,80 年代中后期到 90 年代的围海养殖,以及最近 10 多年来以满足城建、港口、工业建设需要的围海造地高潮<sup>[3]</sup>。香港 100 多年来,填海面积已达 67 km<sup>2</sup>,占香港总面积 6%<sup>[9]</sup>。江苏 1951—2008 年累计围垦了沿海滩涂 2 747 km<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。在近十几年的围海高潮中,典型的围海工程有天津滨海新区填海工程、河北曹妃甸填海工程、大连长兴岛填海工程等。

## 2.3 滩涂围垦的发展趋势

利用当地海岸特定地貌条件,人工营造海岸线由陆向海推进,是早先沿海滩涂围垦布局特点。最为典型的围垦工程为荷兰的三角洲工程,根据西南部海域岛屿分布的特点,以海堤连接若干岛屿,把莱茵河、马斯河、须耳德河封闭形成淡水湖。平原海岸围垦长期以来遵循高滩围垦、鱼鳞式推进的开发布局的理念。主要受围垦开发条件限制,高滩围垦具有工程投入少,围垦效益高,但鱼鳞式推进方式围垦,对沿海滩涂湿地的植被生态系统破坏最为显著,轻易地将漫长时间形成的滩涂植被生态系统围进人造堤防岸线内,人为割断了高滩滩涂植被生态系统与海洋的天然联系。

构筑离岸式人工(半)岛,突显人文品牌特色,是现代沿海围垦布局的新趋势。随着沿海围垦的发展,可供围垦的高滩的数量减少,构筑离岸式人工(半)岛逐渐成为围垦的重要形式。1966 年开工、1981 年竣工的世界上最大的一座人造海上城市——日本神户人工岛,总面积约 4.4 km<sup>2</sup>,是在 10 m 水深的海域中用 8 000 万 m<sup>3</sup> 土石填筑成的,岛上现代化的港湾设施约占全岛面积的 55%。更受关注的人工岛是阿联酋迪拜的“棕榈岛”、“世界岛”和“宇宙岛”。棕榈岛 2001 年开工,由 3 个棕榈树形状的人工岛组成,其中 2 个已经完成,第 3 个正在建设中;“世

界岛”也已基本成形;“宇宙岛”面积约 3 000 hm<sup>2</sup>,还处在规划设计阶段,计划在 2023—2028 年间完成。这些岛的布局反映了围垦布局理念发展的新趋势,体现了人海和谐的地理系统工程的高层次设计。正在进行中的中国第一大填海工程曹妃甸填海工程也是在一个约 4 km<sup>2</sup> 的沙岛的基础上,规划填海造陆形成一个 310 km<sup>2</sup> 的大型人工岛,建成以大码头、大钢铁、大化工、大电能为核心的工业区。

注重发挥综合效益,加强生态环境保护,进行生态补偿,在现代沿海围垦布局中日益得到重视。荷兰在垦区规划上,做到了全盘科学规划,以达到综合效益最大化。1990 年荷兰政府于须德海大堤工程和三角洲工程接近竣工尾声时制定了《自然政策计划》,该计划的方针就是要保护受围(拦)海的影响而急剧减少的动植物,防止圩田被盐化和海岸被侵蚀,努力探索与水共存的新路。目前,须德海工程的须德海大堤已成为连接荷兰东北部和西北部的交通干线,原河道用于发展航运,围垦出来的艾瑟尔湖可提供淡水,促进工农业和养殖业的发展,垦区的水网则可发展旅游<sup>[10]</sup>。荷兰鹿特丹港实施的 20 km<sup>2</sup> 围填海工程 Maasvlakte 2 从 20 世纪 90 年代提出方案,一直到 2008 年才开工建设。建设方案进行了全面的生态影响评估,在邻近海域划出 250 km<sup>2</sup> 的生态保护区,在港池的外海侧建设 35 hm<sup>2</sup> 休闲沙丘海滨,在邻近海岸带修整 750 hm<sup>2</sup> 的休闲自然保护区<sup>[3]</sup>。1998 年以来,韩国政府实施谨慎的围填海政策,出台了《韩国沿岸管理法》,并多次对《公有水面围填法》进行修订,确保公有水面利用与管理活动符合国土整体功能规划要求并与环境保护相协调<sup>[7]</sup>。20 世纪 80 年代以来,我国沿海地区盲目围垦和过度利用沿海滩涂,使沿海湿地面积损失了 50%,由此带来的环境问题受到越来越多的重视,因而在围填海工程规划布局中也采取了一定措施。例如,在 2004 年开始建设的曹妃甸填海工程实施过程中,针对原填海规划中存在的阻断浅滩潮道,填海面积过大且填挖土石方严重不平衡等问题,相关部门对原规划进行了修改,于 2007 年下半年出台了新的填海规划,以减轻对海洋环境的影响<sup>[11]</sup>。

## 3 辐射沙脊群围垦布局的特殊性

### 3.1 影响辐射沙脊群围垦布局的因素

辐射沙脊群大规模围垦布局受到诸多因素制约。①辐射沙脊群的地貌与水沙动力条件独特,能否因势利导进行围垦合理布局是开发成败关键。世界独特的辐射沙脊群由南黄海旋转潮波与南部东海

前进潮波在江苏中部海域交汇形成,由70多个沙洲构成8大沙脊、9大水道辐射状相间分布之势,潮强流急、冲淤多变,动力地貌环境十分复杂。不合理的滩涂围垦布局不仅危及围垦工程自身安全,而且强烈影响辐射沙脊群动力地貌环境,严重影响港口航道资源开发利用。辐射沙脊群大规模围垦史无前例,没有多少成败先例可循。②江苏沿海大规模垦区开发区受地质条件限制,石料难觅,施工条件复杂。③淡水资源紧缺是沿海大规模围垦与开发以及生态环境保护的重要制约因素,淡水资源不仅是围垦区土地和水域资源开发的基本条件,更是将来围垦区生态环境保护和经济社会可持续发展的重要保证。此外,滩涂围垦开发与生态环境保护矛盾突出,江苏沿海滩涂物种丰富,生态环境敏感<sup>[12]</sup>,围垦工程将在短时间、较大范围内改变自然海岸格局,对沿海滩涂系统产生干扰,甚至破坏,必将制约沿海地区社会和经济可持续发展。在江苏滩涂开发布局中,强调了不破坏生态环境、不改变辐射沙脊群总体动力格局、不影响港口岸线与深水航道、不妨碍入海河口泄洪排涝能力等环境保护理念,但围垦对生态环境、港口航道及海岸沉积环境的影响仍需开展深入研究<sup>[13]</sup>。

### 3.2 “黄海兰花”围垦布局的理念

针对辐射沙脊群独特动力地貌特点,在《江苏沿海滩涂围垦及开发利用规划纲要》研究过程中初步提出了“黄海兰花”海上围垦远景开发理念,旨在充分利用辐射沙脊群9大水道的强大潮流输沙能力和8大沙脊的自然淤长趋势,适当结合人工促淤导堤工程,引导沙脊群区域内大量泥沙由潮汐水道向潮流沙脊定向输移,使沙脊不断淤高、港槽不断刷深,以增加沙脊面积,同时保持潜在港航资源。在此基础上,依照沙脊群地貌形态,形成一簇形似一丛兰花的垦区,并从景观、生态环境、港口航道、围堤安全等角度进行系统布局规划,展现“道法自然、天人合一”的人文价值观,体现人海和谐的科学发展观。辐射沙脊群“黄海兰花”围垦布局设计是辐射沙脊群围垦工程布局优化的基础,需要进一步深入研究。

## 4 课题研究概况

### 4.1 研究目标

根据《江苏沿海滩涂围垦开发利用规划纲要》,提出辐射沙脊群辐射沙脊群近期围垦工程总体与分区布局优化方案和促淤导堤布局优化方案,阐明围垦布局对主要港航资源的影响,提出可持续发展的远景开发与保护措施。

### 4.2 研究内容

①辐射沙脊群促淤导堤布局优化。针对辐射沙脊群特殊的动力地貌环境,依据实施促淤导堤的可行性、有效性、安全性,研究促淤导堤的位置、走向、结构和总体优化布局。②辐射沙脊群围垦布局优化。以《江苏沿海滩涂围垦及开发利用规划纲要(2010—2020年)》18万 $\text{hm}^2$ 沿海围垦规划布局为基础,针对西洋、东沙等潮汐水道—沙洲动力地貌体系演变过程与趋势,重点研究辐射沙脊群围垦布局优化方案。③辐射沙脊群围垦对主要港口及潮汐水道时空情势影响评价。针对洋口港和大丰港,重点研究潮汐水道的主要动力节点变化与围垦关系,评价辐射沙脊群围垦及促淤导堤布局对西洋、烂沙洋等近岸水道时空情势影响。④辐射沙脊群远景开发利用与保护。以海岸地理系统工程理论为指导,借鉴国内外海岸开发先进理念与方法,研究辐射沙脊群的适用新型开发模式,研究辐射沙脊群远景开发蓝图,研究适合辐射沙脊群特殊的动力地貌条件的开发利用与保护对策。

### 4.3 技术路线

结合国内外沿海围垦的经验、教训和江苏沿海的发展规划,以辐射沙脊群促淤导堤规划优化布局为先导,以总体围垦布局优化为重点,综合研究辐射沙脊群围垦布局优化方案及其对主要港口水道的影响,提出辐射沙脊群远景开发利用与保护的措施。①在广泛调研分析、构建海天一体化动态观测体系、建立海域水沙动力场与围垦布局的响应模型、评估近岸沙洲的稳定性等调查研究基础上,建立辐射沙脊群围垦布局优化评估方法。②开展辐射沙脊群促淤导堤规划优化布局研究,并在辐射沙脊群促淤导堤规划优化布局的基础上,根据围垦布局与辐射沙脊群动力地貌响应和演变趋势,研究总体围垦布局的空间布局、围垦规模和实施过程,提出辐射沙脊群总体围垦布局优化方案和各沙洲优化布局方案。③研究辐射沙脊群围垦布局优化方案及其对主要港口水道的影响。在辐射沙脊群促淤导堤布局和总体围垦布局优化方案研究基础上,根据沿海主要港口现状和潜在港口资源保护规划,研究评价促淤导堤和总体围垦布局对大丰、洋口等主要港口和西洋、烂沙洋等深水航道的影响。④研究辐射沙脊群远景开发利用与保护。针对辐射沙脊群总体动力地貌格局和开发过程中的问题,借鉴国内外海岸开发先进理念与方法,提出辐射沙脊群动力地貌保护要点与策略,提出适用新型开发模式与开发技术路线图。

(下转第25页)

泥沙等动力场时空分布,建立辐射沙脊群海域水沙动力场大面积同步动态监测系统(图1)。

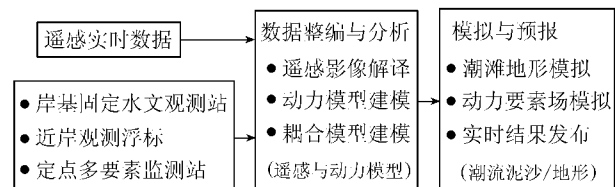


图1 海天一体化观测系统数据流程图

## 4 结 语

通过上述研究,可建立以遥感监测为主体的海天一体化动态观测体系,观测辐射沙脊群海域水沙动力场、滩涂地形和沙洲水道地貌等时空变化。

该研究成果将是对以点线方式组织的传统水文、地形观测模式的突破,开辟海岸水文及滩涂地形大面积连续同步观测新型观测方法,解决辐射沙脊群海域基础水文与地形观测长期以来“船测难上滩、陆测难下海”的难题。

### 参考文献:

[1] 王颖. 黄海陆架辐射沙脊群[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 64-90.

[2] GORDON H R, MOREL A Y. Remote assessment of ocean color for interpretation of satellite visible imagery: a review[J]. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies, 1983, 4(1): 114.

[3] 李京. 利用 NOAA 卫星的 AVHRR 数据监测杭州湾海域的悬浮泥沙含量[J]. 海洋学报, 1987, 9(1): 132-135.

[4] MASON D C, DAVENPORT I J, FLATHER R A, et al. A sensitivity analysis of the waterline method of constructing a DEM model for intertidal Area in ERS SAR Scene of Eastern England[J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2001, 53: 759-778.

[5] JACKSON C R, APEL J R. Synthetic aperture radar marine user's manual[M]. Washington, D.C.: National Oceanic and Atmospheric Administration, Center for Satellite Application and Research, 2005: 58-79.

[6] 任美铨. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告[R]. 北京: 海洋出版社, 1986: 122-131.

[7] 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: 318-387.

[8] 李四海, 刘振民. 天津海域遥感图像解译应用系统[J]. 海洋测绘, 2005, 25(4): 13-15.

[9] 张鹰, 丁贤荣. 江苏沿海中部建立海洋观测台站的希望与设想[J]. 海洋技术, 1994, 13(3): 52-55.

(收稿日期: 2012-03-20 编辑: 张志琴)

(上接第 22 页)

## 5 结 语

当前我国围填海工程管理的其中一个重要对策就是在修编我国 2002 年提出的“海洋功能区划”框架下,充分考虑海洋空间资源的多重用途,制定全国和区域性围填海规划,确定全国围填海规模的中长期和年度总量控制目标,明确区域填海造地的用途、比例和控制目标<sup>[3]</sup>。开展江苏辐射沙脊群围垦工程布局优化研究,从景观、生态环境、港口航道、围堤安全等角度进行系统布局规划,将为江苏沿海滩涂围垦这一国家战略的顺利实施提供科学的决策依据。

### 参考文献:

[1] 国家发展和改革委员会. 江苏沿海地区发展规划[R]. 北京: 国家发展和改革委员会, 2009.

[2] 江苏省发展和改革委员会. 江苏沿海滩涂围垦开发利用规划纲要[R]. 南京: 江苏省发展和改革委员会, 2010.

[3] 中国科学院学部. 我国围填海工程中的若干科学问题及对策建议[J]. 中国科学院院刊, 2011, 26(2): 171-173, 141.

[4] van de Ven G P. Man-made lowlands: History of water management and land reclamation in the Netherlands (4th edition)[M]. Utrecht: International Commission on Irrigation and Drainage, 2004.

[5] The Statistical Handbook of Japan[DB/OL]. [2011]. <http://www.stat.go.jp/english/data/handbook/index.htm>.

[6] Department of Statistics Singapore. Singapore in Figures[DB/OL]. [2011]. <http://www.singstat.gov.sg>.

[7] 邢建芬, 陈尚. 韩国围填海的历史、现状与政策演变[N]. 中国海洋报, 2010-1-15(4).

[8] 陈吉余. 海塘: 中国海岸变迁和海塘工程[M]. 北京: 人民出版社, 2000.

[9] 何佩然. 地换山移: 香港海港及土地发展一百六十年[M]. 香港: 商务印书馆, 2004.

[10] 黄日富. 荷兰围海拦海工程考察的启示[J]. 南方国土资源, 2006(6): 18-21.

[11] 尹延鸿. 曹妃甸浅滩潮道保护意义及曹妃甸新老填海规划对比分析[J]. 现代地质, 2009, 23(2): 200-209.

[12] 丁贤荣, 葛小平. 江苏海岸正在生长的国土[J]. 森林与人类, 2008(9): 30-37.

[13] 张长宽, 陈君, 林康, 等. 江苏沿海滩涂围垦空间布局研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2011, 39(2): 206-212.

(收稿日期: 2012-04-05 编辑: 陈玉国)