

第十届中国河口海岸 学术研讨会论文集

中国海洋学会 海岸河口分会 编
中国海洋湖沼学会



海洋出版社

第十届中国河口海岸 学术研讨会论文集

中国海洋学会
中国海洋湖沼学会 海岸河口分会 编

海洋出版社

2007 年 · 北京

内 容 提 要

第十届中国河口海岸学术研讨会论文集共 32 篇,主要包括河口海岸动力沉积和动力地貌、河口动力泥沙和数学模型、河口海洋化学、潮滩环境、遥感与地理信息系统等。研究区域涉及我国主要的河口(长江口、黄河口、珠江口和钱塘江河口)以及部分海岸、海岛和近岸水域。既有基础理论研究的探讨,又有港口与海岸工程的应用研究以及遥感等先进技术在河口海岸中的应用。

本论文集可供从事河口海岸科学研究和工程应用的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

第十届中国河口海岸学术研讨会论文集/中国海洋学会,中国海洋湖沼学会海岸河口分会编. —北京:海洋出版社,2007. 11

ISBN 978 - 7 - 5027 - 6941 - 3

I. 第… II. ①中… ②中… III. ①河口 - 中国 - 学术会议 - 文集 ②海岸 - 中国 - 学术会议 - 文集 IV. P343.5 - 53 P737.172 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184275 号

责任编辑:王 溪

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司 新华书店发行所经销

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月北京第 1 次印刷

开本:787mm × 1092mm 1/16 印张:17

字数:432 千字 定价:45.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

目 次

长江口九段沙滩地冲淤演变及后备土地资源利用研究

- 李九发,戴志军,李为华,杨世伦,赵建春,冯凌旋(1)
- 长江河口水下三角洲²¹⁰Pb 分布特征及其沉积速率..... 张 瑞,潘少明,汪亚平,高建华(11)
- 长江大通—徐六泾之间沿江引水工程调查及思考..... 张二凤,陈吉余,何 青(26)
- 夏季珠江口冲淡水扩展变化及原因分析..... 欧素英,王东晓(34)
- 淤泥质海岸潮间带沉积物的区域分布特征及影响因素..... 王爱军(44)
- 珠江口磨刀门出海航道整治技术研究..... 贾良文,陆永军,莫思平(51)
- 黄河三角洲孤东海岸侵蚀与防护..... 陈沈良,李向阳(62)
- 溯源变形河段的演变规律探讨..... 任 杰,周作付,吴超羽(71)
- 上海地面沉降及城市安全设防..... 龚士良,杨世伦(82)
- ECOMSED 在黄河口入海水沙输运模拟中的应用..... 史文静,孙效功,秦宏国(89)
- 大衢渔港潮流数值模拟及防波堤工程对港域淤积的影响研究
- 王义刚,龙素华,王 震(101)
- 海岛岬角地形附近“回流”现象的初步分析..... 许雪峰,羊天柱(108)
- 河口挖沙引起咸潮变化的研究..... 吴相忠,张庆河,宋方瀚(116)
- 虎门潮流底边界层内的湍流研究..... 刘 欢,吴超羽,尹小玲(123)
- 黄河低流量入海期间黄河三角洲南部海域的悬浮泥沙扩散... 毕乃双,杨作升,王厚杰(132)
- 浙江金清渔港工程对港内淤积影响分析..... 王义刚,冯媛媛,梁 亮(144)
- 钱塘江杭州湾风暴潮溢流模型研究..... 朱军政,于普兵,唐子文(150)
- 二维水动力数值模型 ccost-2d 及在珠江河口整体水动力模拟中的应用..... 包 芸(157)
- 舟山市西码头中心渔港小园山东西防波堤工程潮流数值模拟及港内泥沙回淤分析
- 王义刚,杜飞飞,王 震(164)
- 长江江苏段河道遥感监测分析系统设计与实现..... 钱一婧,张 鹰,张 东,徐效军(170)
- 河口近岸水悬浮颗粒物遥感研究进展..... 刘小丽,沈 芳(175)
- 黄河口海域多光谱遥感水深反演试验..... 褚忠信,孙效功,翟世奎,赵 骞(182)
- 基于数字高程模型的长江口北港多年槽蓄量变化分析..... 陈 荣(191)
- 基于遥感影像的温州海区近岸表层悬沙运动规律研究..... 左书华,杨 华,赵 群(199)
- 悬浮泥沙光谱反射率与浓度、粒径的关系..... 张 芸,张 鹰,王晶晶(207)

MODIS 影像监测海州湾无机氮、无机磷浓度的研究 … 许 勇,张 鹰,刘吉堂,张 东(213)	
长江口水生生态修复措施	
…………… 陈亚瞿,全为民,施利燕,袁 骐,蒋 玫,沈盎绿,韩金娣,平仙隐(222)	
长江口边滩咸水湖春季水色异常原因解析 …………… 刘佳佳,蒋愉林,黄清辉,李建华(229)	
长江口及毗邻海域化学耗氧量(COD)季节变化	
…………… 王伟伟,李道季,丁平兴,李 玫,周菊珍(236)	
基于 ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Th 和 ⁷ Be 三种放射性核素的长江口潮滩沉积速率研究——以崇明东滩为例	
…………… 张 敬,杜金洲,张文祥,张 经,杨世伦(246)	
近海污染物对中肋骨条藻和东海原甲藻生长的影响	
…………… 李顺兴,郑凤英,洪华生,黄邦钦,王大志,黄 浹,林 嵘(252)	
GIS 支持下的近期长江口南槽冲淤演变及其影响机制 …………… 徐晓君,杨世伦,李 鹏(260)	

长江口九段沙滩地冲淤演变及后备 土地资源利用研究*

李九发, 戴志军, 李为华, 杨世伦, 赵建春, 冯凌旋

(华东师范大学河口海岸学国家重点实验室, 上海 20062)

摘 要:九段沙继崇明岛、长兴岛和横沙岛后成为长江河口第三代新生冲积沙洲(岛), 为河口第三级分汊口沙洲, 如今 0 m 以上沙洲面积为 155.6 km², -5 m 水深包络的面积为 394.5 km², 平面外形成长椭圆沙洲。自从上世纪 50 年代中期九段沙成为独立沙体以来, 在河口径潮流的相互作用下, 沙洲持续淤涨, 0 m 以上沙洲面积是原始面积的 4.6 倍, -2 m 水深包络的平面面积是原始面积的 2.3 倍, -5 m 水深包络的平面面积是原始面积的 1.6 倍多。与此同时, 在风浪和水流及南北槽分水分沙比值不断更替变化过程中, 九段沙沙体本身也发生了较大变化, 表现为沙头冲刷后退, 沙尾淤涨延伸, 南侧淤涨幅大于北侧, 而沙洲基座长轴位置移动不大。但是, 直至今日九段沙的演变趋势并不明朗, 需采取固定九段沙南边线, 稳定沙洲, 并结合人工种草, 围垦高滩, 人造岛影环境等必要的人工干预措施, 才能使九段沙能朝着人们所希望的健康方向加快其发育进程, 并使国家级湿地生态园保持相对稳定, 同时确保长江河口通海航道畅通无阻, 从而获得自然生态环境优化、土地资源围垦利用和航道减淤等多赢的效益。

关键词:长江口; 九段沙; 江心沙洲; 潮滩; 土地资源

1 引言

九段沙是现代长江口第三代新生江心沙洲, 它的南侧为自然状态的南槽河道, 北侧为人工疏浚河道的北槽(图 1)。由于九段沙是长江口最大的一块未被围垦的重要湿地浅滩, 具其丰富的动植物和生态环境, 被列为上海市政府湿地自然保护区和国家级自然保护区^[1]。

九段沙作为一个河口沙洲, 一个重要特点与河口其他沙洲一样, 呈动态不稳定状态。尽管近期北槽深水航道导堤工程的修建使九段沙北边界基本固定, 但是, 直至今日九段沙的演变趋势并不明朗。同时, 九段沙今后的演变趋势更是九段沙湿地保护和后备土地资源合理科学利用规划的重要依据。为了充分认识九段沙的演变趋势、湿地效应和后备土地资源潜力。本文通过对九段沙滩地冲淤演变的机制分析及趋势判断, 由此提出固定九段沙南边线,

基金项目: 上海市科学技术委员会重大项目(04dz12037; 04DZ19305); 国家 908 专项(HAD1; HAD2)。

稳定沙洲,促使沙洲平稳淤涨,并结合人工种草,围垦高滩,人造岛影环境,促使浅滩健康发展,以及科学利用后备土地资源的中长期规划思路。

2 九段沙滩地冲淤演变与土地资源数量及变化

九段沙为长江河口第三代沙岛(洲),它与长江河口的崇明岛、长兴岛和横沙岛一样,属于河口发育过程中向稳定河势格局自然调整发展中的必然产物。图2是陈吉余院士根据数千来长江河口发育过程绘制的沙洲(岛)成陆图^[2],该图非常清楚地告诉我们,历史上类似九段沙的众多江心沙洲随着时间推移逐渐併岸成陆或成为江心沙岛,与此同时,促使河口河槽形成,散沙成陆,航槽向稳定趋势发展。这为江浙沪省市提供了大面积的土地资源和天然的航槽航运资源,以及天然地湿地生态环境条件。

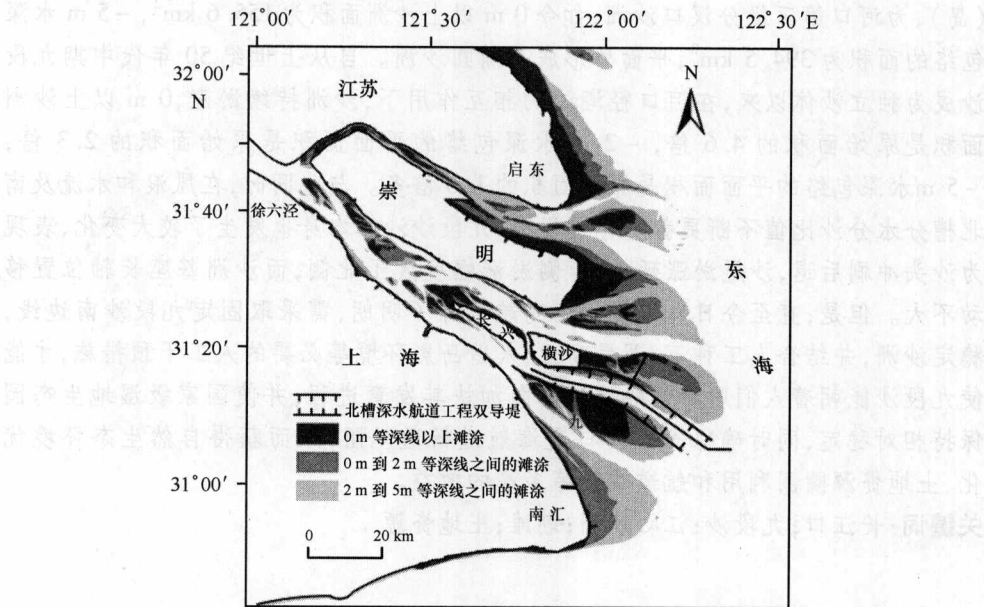


图1 长江口地形和九段沙位置图
纵坐标字横排

九段沙从1954年成为独立沙洲后,已经过了50余年来的变迁,由形成初期阶段(1959年)0 m水深线包络的面积仅32 km², -5 m水深线包络的面积仅156 km²,至2003年0 m水深面积增大到131.3 km², -5 m水深包络面积达391.4 km²(图3),到2006年0 m水深面积增大到145.2 km²,近50年中扩大了近5倍, -5 m水深包络面积为394.5 km²,扩大近3倍。尤其0 m以上滩涂高程和面积增加速度更快。表1统计了近年九段沙0 m以上高程的滩涂面积,从表中可以看出,由于上世纪90年代中期开始在九段沙种青促淤和90年后北槽深水航槽鱼嘴工程和南导堤工程建设,以及江亚沙脊移靠等原因,促使九段沙加速淤长淤高。目前(2006年)0 m水深包络的浅滩面积为166.5 km²(包括江亚沙脊),2.0 m浅滩面积为80.3 km²(不包括江亚沙脊),3.0 m以上高滩面积为38.0 km²,4.0 m以上潮上带面积

为 18.6 km^2 , 滩顶最高程在 4.2 m 以上。从沉积物组成和分布看, 沉积物以黏土质粉沙为主, 局部草滩地带以 0.009 mm 黏土为主, 证明此类沉积物以悬沙淤积为主。而九段沙属于长江河口拦门沙地形中的浅滩地貌, 尽管长江流域来沙出现锐减, 但是从近几年大量实测资料看, 由于地处最大浑浊带区域, 水体悬沙含量并未降低, 故由表 1 可知, 2006 年与 2005 年相比不同高程滩涂面程均有增大。说明不同的促淤工程措施实施后捕作水体悬沙促使九段沙滩涂淤涨增高的效果极好。与此同时滩涂面积的淤涨, 为不同种类植被生长和不断扩大提供了必要的环境, 从表 2 看, 1997—2004 年间, 植被覆盖面积扩大近 3 倍, 而且植被面积有逐年继续增快趋势, 2004 年与 2003 年相比, 互花米草增长率达到 115.74% 。

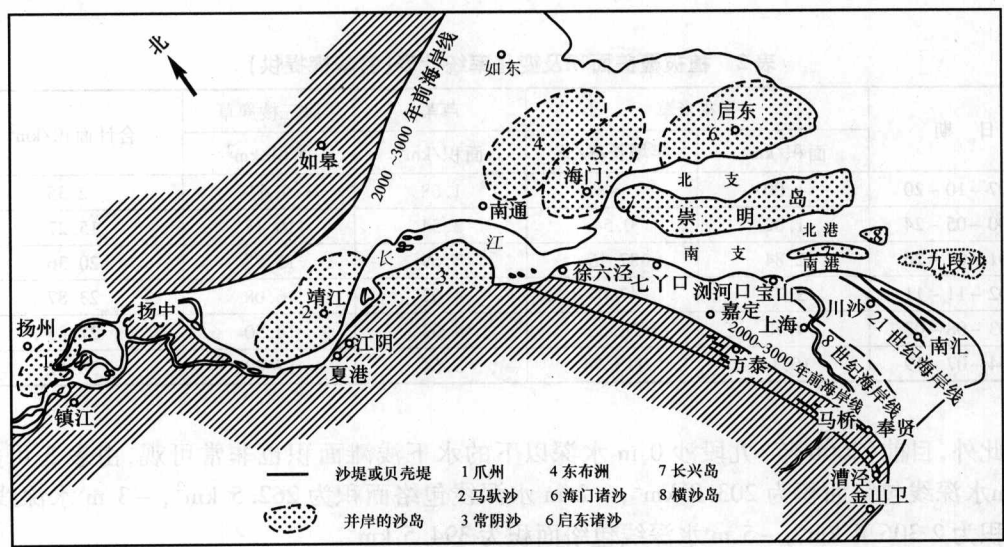


图 2 长江河口发育和沙洲迁移图(陈吉余^[2])

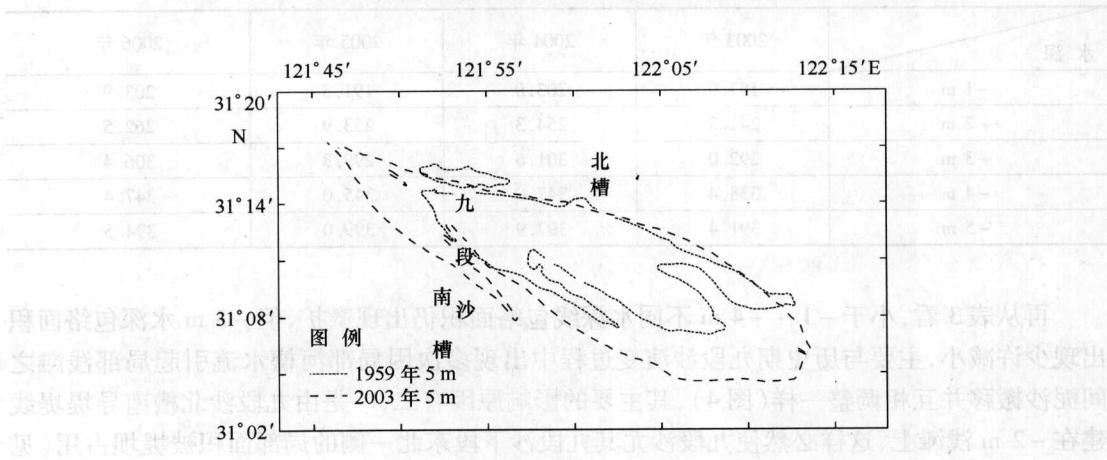


图 3 九段沙 5 m 等深线沙体平面扩展图

表 1 九段沙不同高程包络的面积(理论基准面以上,单位:km²)

高程/m	2005 年		2006 年	
	江亚沙脊	九段沙	江亚沙脊	九段沙
4.2		10.9		14.4
4.0		15.4		18.6
3.5		25.8		28.7
3.0		36.7		38.0
2.5		50.8		54.8
2.0		68.4		80.3
0	10.3	151.7	10.9	155.6

表 2 植被覆盖面积及变化率统计表(黄华梅提供)

日 期	互花米草		芦苇	海三棱藨草	合计面积/km ²
	面积/km ²	年增长率/%	面积/km ²	面积/km ²	
1997-10-20	1.00	-	1.68	9.67	12.35
2000-05-24	1.02	0.54	3.54	10.17	15.27
2001-07-26	2.84	87.15	3.69	13.83	20.36
2002-11-11	3.77	47.05	4.02	16.08	23.87
2003-08-02	4.70	24.55	4.63	18.50	27.83
2004-07-19	10.14	115.74	5.64	17.89	33.67

此外,目前(2006 年)九段沙 0 m 水深以下的水下浅滩面积也非常可观,由表 3 可知, -1 m 水深线包络面积为 203.9 km², -2 m 水深线包络面积为 262.5 km², -3 m 水深线包络面积为 2 306.4 km², -5 m 水深线包络面积为 394.5 km²。

表 3 九段沙(包括江亚沙脊)不同水深包络面积(理论基准面以上,单位:km²)

水 深	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
-1 m	187.9	203.0	191.3	203.9
-2 m	241.3	254.3	253.9	262.5
-3 m	292.0	301.6	299.8	306.4
-4 m	338.4	347.0	345.0	347.4
-5 m	391.4	397.9	399.0	394.5

再从表 3 看,小于 -1 ~ -4 m 不同水深线包络面积仍出现微扩,但 -5 m 水深包络面积出现少许减小,主要与历史期九段沙演变过程中出现多次因局部河槽水流引起局部浅滩之间泥沙搬移并互相调整一样(图 4),其主要的影 响原因有二,一是由九段沙北槽南导堤堤线建在 -2 m 浅滩上,这样必然使九段沙尤其九段沙下段东北一侧的局部面积被堤坝占用(见图 1)。其二,由于近几年靠近九段沙头部的原江亚沙脊尾部出现淤涨下延,尾部端点已延伸到南槽主槽中心(图 5)。表 4 为 2004 年 1 月份在九段沙涨潮沟口门实测潮流流速和含沙量特征值统计值,九段沙涨潮沟属于典型的与外海潮波传入方向(310°左右)较一致的涨潮沟。这样涨潮水流和泥沙沿着涨潮沟北侧上溯运动,尔后碰到北槽南导堤工程,上溯水沙

又在归槽的落潮流的作用下沿着原江亚南沙北侧边缘下泄,涨潮沟内出现淤积又同时存在泥沙大进大出现象,使江亚南沙尾部发生大量淤积。与此同时,而由于鱼嘴工程南侧泥沙在水流的作用下,又沿着江亚南沙南侧向下游推移,成为江亚南沙尾部快速延伸的又一泥沙来源,1997~2004年间2 m等深线下延3.25 km,5 m等深线延长8.38 km,已经延伸到南槽主航槽中心,即九段航标灯处,导致南槽中段自然航道淤浅(图5)。

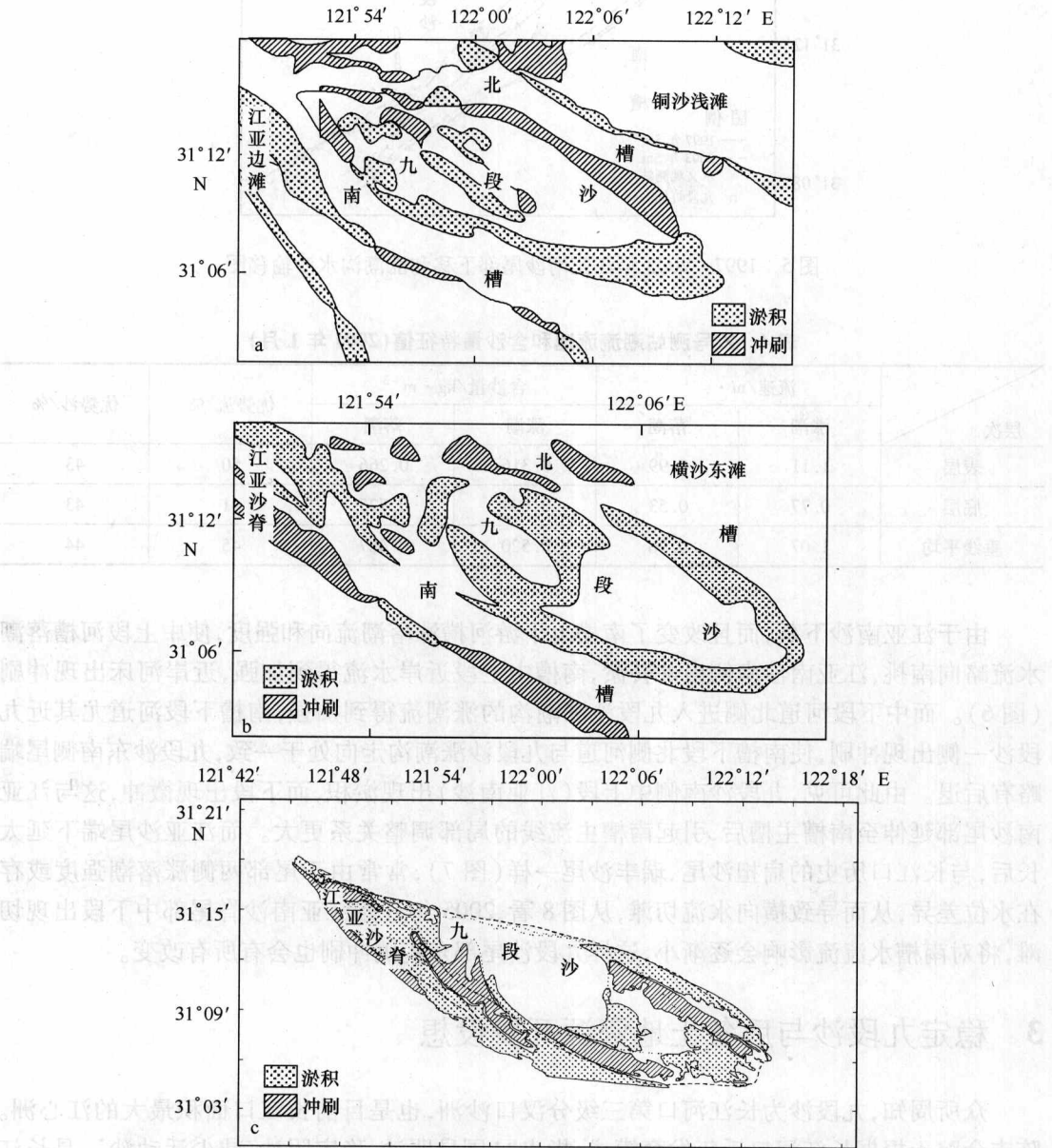


图4 九段沙冲淤变化图

a. 1965—1980年, b. 1980—1996年, c. 1997—2003年

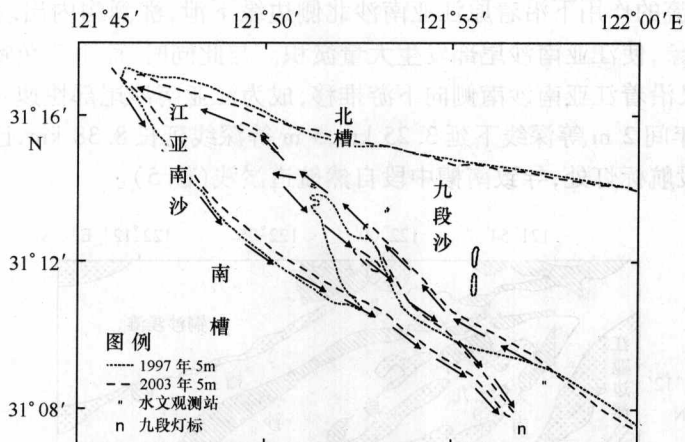


图5 1997—2003 年江亚南沙尾部下移和涨潮沟水沙输移图

表4 Z号测站潮流流速和含沙量特征值(2004年1月)

层次	流速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$		含沙量/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$		优势流/%	优势沙/%
	涨潮	落潮	涨潮	落潮		
表层	1.11	0.99	0.316	0.266	50	43
底层	0.77	0.53	0.694	0.725	41	43
垂线平均	1.07	0.76	0.520	0.487	45	44

由于江亚南沙下延,而且改变了南槽上下游河槽涨落潮流向和强度,使中上段河槽落潮水流略向南挑,江亚南沙南侧由冲转淤,南槽中上段近岸水流得到加强,近岸河床出现冲刷(图6)。而中下段河道北侧进入九段沙涨潮沟的涨潮流得到加强,南槽下段河道尤其近九段沙一侧出现冲刷,使南槽下段北侧河道与九段沙涨潮沟走向处于一致,九段沙东南侧尾端略有后退。由此可见,九段沙南侧中上段(江亚南沙)出现淤积,而下段出现微冲,这与江亚南沙尾部延伸至南槽主槽后,引起南槽主流线的局部调整关系更大。而江亚沙尾端下延长后,与长江口历史的扁担沙尾、瑞丰沙尾一样(图7),常常由于尾部两侧涨落潮强度或存在水位差异,从而导致横向水流切滩,从图8看,2005年开始江亚南沙脊尾部中下段出现切滩,将对南槽水流流影响会逐渐小,这样九段沙尾部东南侧冲刷也会有所有改变。

3 稳定九段沙与后备土地资源开发设想

众所周知,九段沙为长江河口第三级分汉口沙洲,也是目前长江口面积最大的江心洲。陈吉余院士根据长江河口千年发育模式,指出“‘围垦明沙,稳定阴沙,减少活动沙’,是长江河口治理中的重要方针,这不仅可以增加耕种土地,而且由于活动沙的减少,对于稳定航槽也是有利的”,并最终促使河口朝着健康的方向发育。基于并遵循长江河口千年发育规律,又根据目前九段沙滩势的现状与发展趋势,并充分考虑九段沙自然生态保护区与后备土地资源开发及稳定邻近航槽三者间的关系,以达到生态保护区功能优化和获得土地航道资源

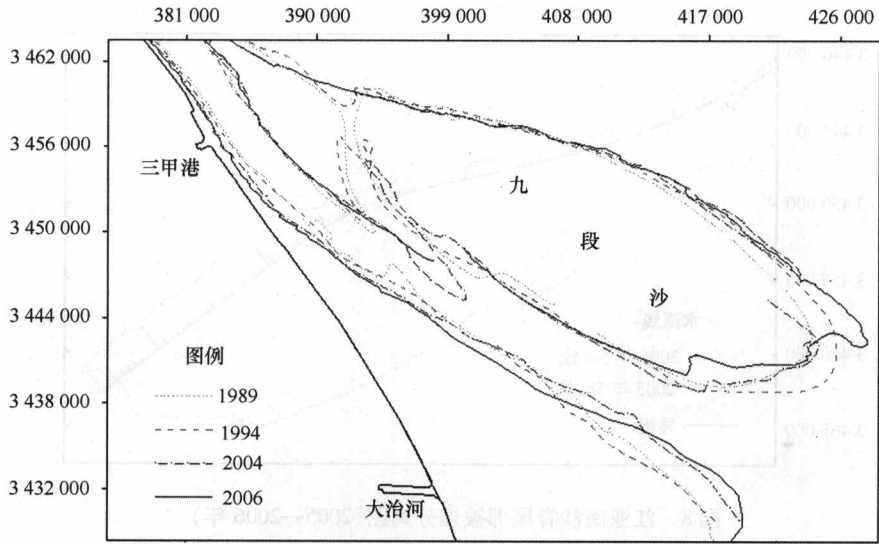


图 6 1989—2006 年九段沙和南槽 5 m 等深线变化图

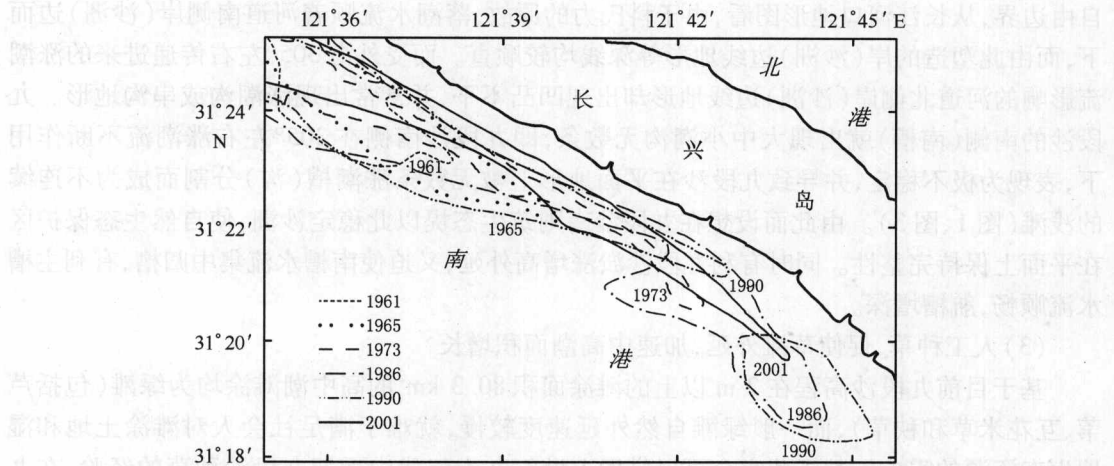


图 7 瑞丰沙嘴下延和切断图

开发及确保通海航槽畅通等多赢为目的,提出如下几点规划设想:

(1) 稳定江亚南沙,减少活动沙,加速浅滩成陆

鉴于江亚南沙地处落潮占优的南槽上段与涨潮占优的九段沙涨潮沟之间,在二股不同性质水流作用下,沙脊冲淤不定,尤其沙尾常出现向南槽主槽中心延伸,由此对九段沙和南航槽带来不稳定的因素。设想通过延伸鱼嘴工程南侧堤线长度,固定江亚南沙脊南侧边线,达到稳定明沙,促使沙脊淤高。同时,充分利用北深航槽年疏浚千万立方泥沙资源吹填浅滩,以及人工种草(芦苇和秧草),可加速江亚南沙成陆,初步估算可获得后备土地面积在 50 km^2 左右。

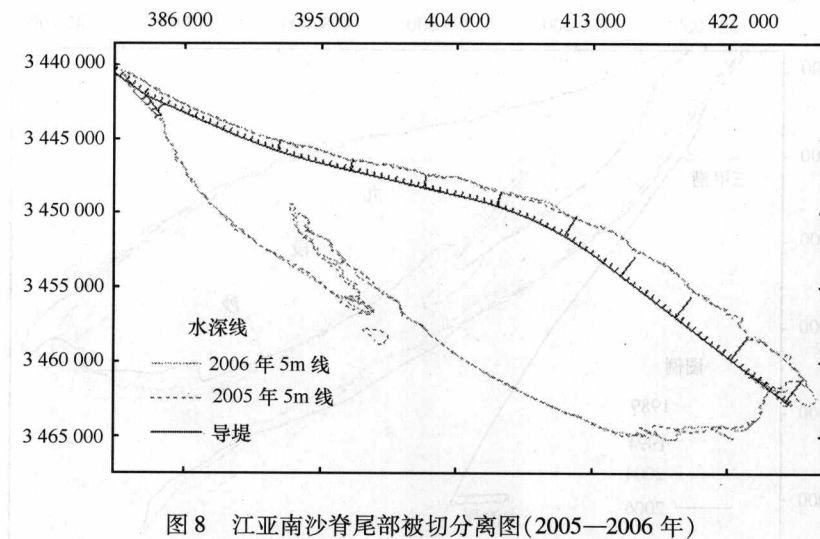


图8 江亚南沙脊尾部被切分离图(2005—2006年)

(2) 固定南界边线, 稳定沙洲, 促使沙洲平稳向外淤涨

鉴于九段沙北侧已建导堤, 即九段沙北侧边界基本固定。而九段沙南侧边线仍为自然自由边界, 从长江河口地形图看, 由于科氏力的原故, 落潮水流顺着河道南侧岸(沙洲)边而下, 而由此塑造的岸(沙洲)边线地形等深线均较顺直。而受外海 305° 左右传递进来的涨潮流影响的河道北侧岸(沙洲)边线地形却出现凹凸不平, 并常常出现涨潮沟或串沟地形。九段沙的南侧(南槽)就出现大中小潮沟无数条, 即九段沙南侧在 305° 左右涨潮流不断作用下, 表现为极不稳定, 并导致九段沙在平面地形上被无数条涨潮槽(沟)分割而成为不连续的浅滩(图1、图3)。由此而设想在九段沙南则筑生态堤以此稳定沙洲, 使自然生态保护区在平面上保持完整性。同时有利九段沙淤涨增高外延, 又迫使南槽水流集中归槽, 有利主槽水流顺畅, 航槽增深。

(3) 人工种草, 促使草滩外延, 加速中高潮面积增长

基于目前九段沙高程在 2 m 以上的滩涂面积 80.3 km^2 的高中潮滩涂均为绿滩(包括芦苇、互花米草和秧草), 而一般绿滩自然外延速度较慢, 就难于满足社会人对滩涂土地和湿地生态资源的需求。基于此完全可以借助上世纪九十年代中后期九段沙种草的经验, 在九段沙滩地的绿滩外缘不断地种植与此处环境相适应的植被, 有效地拦阻上滩泥沙, 加速高中潮滩淤涨外延, 这样上高中潮滩涂面积必将会成倍地增长, 同时也改善了光滩的生态环境, 又能加速九段沙沙洲整体外延速度。

(4) 围垦高滩, 人造岛影环境, 促使浅滩健康发展

众所周知, 20 世纪 90 年代中后期, 在九段沙实施了种青引鸟和深水航槽鱼嘴导堤工程, 有意或无意中使这些工程成为九段沙的促淤工程, 使原九段沙沙洲仅为逐年长大而不涨高的特性, 改变为涨高速率远远大于长大速率, 植被面积成倍增长, 而且高滩面积仍存在快速扩展的趋势, 说明促淤措施对加速九段沙沙洲淤涨发育效果极好, 由此也促使九段沙的潮滩由光滩向盐沼性质发展, 潮滩质量得到了飞跃的提高。鉴于目前九段沙滩顶高程超过 4 m, 达到了土地圈围的基本条件, 同时结合江亚南沙固滩工程。设想在九段沙的上部(包括江亚南沙)进行筑堤圈围, 预计可圈围面积在 60 km^2 以上, 圈围成陆土地可以建造生态休

闲园地。而围堤东侧浅滩构成了类似于崇明岛东滩和横沙岛东滩涨潮分流落潮合流的缓流区,形成人造岛影环境,必将促使大量泥沙在岛影缓流区落淤沉降,加速滩淤涨发育,并形成高(芦苇滩)、中(秧草滩)、低(光滩)和水上滩连成一体的地貌形态,由此构成一条自然而又标准的潮滩地形剖面,又是一片完美的自然生态海滩,自然生态功能必将胜于现在。此外,也同时有利于深水航槽水深的维护。众所周知,九段沙北侧导堤堤顶高程仅为2 m,而该水域平均高潮位超过3 m,说明平常仍存在滩槽水沙交换,若遇大风尤其台风和强寒潮引起增水,此时最大潮位可以大于5 m,并且大风浪引起滩面冲刷,导致自然生态保护区浅滩地形遭受破坏,也必将将大量浅滩泥沙输入河道,航槽发生淤积,历史上发生过多次暴风浪引起航槽大淤事例,直至今日仍是航道管理者的心患之一。故本设想若能实现,必然会获得自然生态环境优化、土地资源圈围利用和航道减淤等多赢的效益。

4 结语

九段沙是长江口最具代表性的江心沙洲滩地,它发育于长江口的最大混浊带区域,大量的细颗粒泥沙沉积,塑造了从潮上带到潮下带地貌形态较为完整的潮滩。

九段沙滩地形成以来的50余年中,经历了复杂的冲淤演变化过程,总体上呈现沙洲沙头逐年冲刷后退,沙尾持续向海延伸;沙洲南北两侧边滩均有淤涨,南侧边滩淤涨幅度大于北侧;而沙洲基座长轴线移动不大,一直保持长椭圆外形。而北槽深水航道的鱼嘴和导堤工程的建设和种青改变了九段沙浅滩的水沙运动过程,促使九段沙滩地不仅在扩大而且成倍增高,至目前0 m、-2 m、-5 m等深线以上面积分别扩大4.6倍、2.3倍和1.6倍;滩顶高程增高到目前的4.8 m左右;植被带面积发展到目前的60 km²左右。

基于直至今日九段沙的演变趋势并不明朗,需采取固定九段沙南边线,稳定沙洲,并结合人工种草,围垦高滩,人造岛影环境等必要的人工干预措施,才能使九段沙能朝着人们所希望的健康方向加快其发育进程。使国家级湿地生态园保持相对稳定,同时确保长江河口通海航道畅通无阻。必然会获得自然生态环境优化、土地资源圈围利用和航道减淤等多赢的效益。

参考文献:

- [1] 陈吉余,恽才兴,徐海根,等. 两千年来长江河口的发育模式[J]. 海洋学报,1979,1(1):103-111.
- [2] 陈加宽. 上海九段沙湿地自然保护区科学考察集[M]. 北京:科学出版社,2003:249.
- [3] 上海市海岛资源综合调查报告编写组. 上海市海岛资源综合调查报告[M]. 上海:上海市科技出版社,1996:249.
- [4] 沈芳,周云轩,张杰,等. 九段沙湿地植被时空遥感监测与分析[J]. 海洋与湖沼,2006,37(6):498-504.
- [5] 杨世伦,姚炎明,贺松林. 长江口冲积岛岸滩剖面形态和冲淤规律[J]. 海洋与湖沼,1999,30(6):764-769.
- [6] 恽才兴. 长江河口近期演变基本规律[M]. 北京:海洋出版社,2004:290.
- [7] 李九发,万新宁,应铭,等. 长江河口九段沙沙洲形成和演变过程研究[J]. 泥沙研究,2006,6:44-49.
- [8] 李九发,戴志军,应铭,等. 上海市沿海滩涂土地资源圈围与潮滩发育演变分析[J]. 自然资源学报,

2007,22(6):361-371.

- [9] Yang S L. Sedimentation on a growing intertidal island in the Yangtze River Mouth[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1999, 49: 401-410.
- [10] Li Jiu-fa, He Qing, Xiang Wei-hua, et al. Fluid mud transportation at water wedge in the Changjiang Estuary[J]. *Science in China(Series B)*, 2001, 44: 47-56.

Study on the Tidal Flat Evolution and Utilization of Reserved Land Resources of the Jiudian Shoal in the Changjiang Estuary

LI Jiu-fa¹, DAI Zhi-jun¹, LI Wei-hua¹, YANG Shi-Lun¹, ZHAO Jian-chun¹,
FENG Ling-xuan¹

(1. *State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China*)

Abstract: Jiudian Shoal is the third-class alleviation shoal in the Changjiang Estuary, the areas surrounded by 0m and -5m isobath are 155.6 km² and 394.5 km² respectively, with an elliptic planform. Since Jiudian Shoal became the separate shoal in 1950's, a continuous accumulative deposition has happened due to the interactive of river flux and tidal currents, and the areas of the shoal above 0m, -2m and -5m have increased 4.6 times, 2.3 times and 1.6 times respectively. At the same time, due to the changes of wave and flow conditions and variations of the water and sediment condition in the bifurcation of the North and South Branch, Jiudian Shoal exhibited an obvious change, which the head of the shoal was eroded and the tail of the shoal was accumulated, and the extent of accumulation in the south area was greater than that in the north area, but the long axes of the base has no obvious motion. Furthermore, the evolution trend of the Jiudian Shoal is not definitive at present time, and it is necessary that artificial environment should be taken to reduce the negative effect on the navigation channels close to the shoal and to optimize the environment and the utilization of the land resources.

Key words: Changjiang Estuary; Jiudian Shoal; shoal; land resource; tidal flat

长江河口水下三角洲²¹⁰Pb 分布特征及其沉积速率

张 瑞^{1,2}, 潘少明^{1,2}, 汪亚平^{1,2}, 高建华^{1,2}

(1. 南京大学 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 南京 210093; 2. 南京大学 海岸海洋科学系, 南京 210093)

摘 要:通过对长江口水下三角洲采集的 10 个柱状样的沉积物²¹⁰Pb 测年分析得知, 长江口水下三角洲表层²¹⁰Pb 放射性活度为 2.15 ~ 4.22 dpm/g, ²¹⁰Pb 沉降通量为 2.19 ~ 15.01 dpm/(cm² · a), 过剩²¹⁰Pb 总量为 70.65 ~ 484.06 dpm/cm²; 由于²¹⁰Pb 沉降通量以及过剩²¹⁰Pb 总量均高于理论值, 表明了底质中²¹⁰Pb 的净输入和聚集, 这预示着入海污染物、大量重金属元素可能在长江口水下三角洲累积。由²¹⁰Pb 剖面所反映的沉积速率结果可知长江口水下三角洲近百年来沉积环境基本稳定, 沉积速率为 1.47 ~ 4.11 cm/a; 总体上呈现近岸沉积速率较低, 向海沉积速率升高, 从 SC05 站位到 SC11 站位为长江水下三角洲的沉积物高速率堆积中心, 其平均沉积速率为 3.58 cm yr/a。

关键词:沉积速率; 沉降通量; 过剩²¹⁰Pb 总量; 长江口; 水下三角洲

河口三角洲沉积物是流域侵蚀和环境污染物质输移入海后沉积的重要储存体, 记载了流域环境变化的历史。确定沉积速率对揭示区域和全球环境变化、提取沉积记录环境信息、了解整个流域侵蚀与入海泥沙沉积的关系等均具有重要意义。沉积速率是河口海岸沉积研究的一个重要方面, 是指单位时间内沉积物形成的厚度。它能综合体现沉积过程的特征, 是确定沉积环境的定量指标。长期平均的河口海岸区的沉积速率反映了河口海岸地质历史的形成和发育, 而短期的平均沉积速率可以反映本区现代沉积动力以及水体与沉积物的交换过程^[1]。在百年尺度上, 入海沉积物的输运和堆积可以使浅海物理环境发生显著变化, 同时其输运过程也是海岸环境演变的重要机制, 这些变化既有自然因素, 又有人为因素^[2]。沉积物中赋存的²¹⁰Pb 放射性同位素, 它的半衰期分别为 22.3 a, 是百年尺度内测定沉积年代的极好核素。²¹⁰Pb 测年法自 20 世纪 60 年代开始, 被用于现代沉积物的年代、沉积速率研究, 得到了广泛的应用, 取得了很好的进展, 已被广泛应用于海洋、湖泊、海岸、河口沉积速率的研究^[3,4]。通过沉积柱样中²¹⁰Pb 分布的测定, 可以反演现代沉积过程, 计算沉积速率。通过对沉积柱样的研究, 还可以得到沉积环境变化的信息。前人对于长江口水下三角洲的现代沉积速率的探讨采用了多种方法进行研究, 包括河流输沙法^[5,6], 历史海图对比^[7~10], 放射性同位素测量方法^[10~13]。由于近二十年来长江入海泥沙量显著减少, 水下三角洲的整体堆积速率已明显趋缓, 已出现局部侵蚀现象^[6,14], 因此关于长江入海泥沙通量变异引起的河口三角洲海岸侵蚀和地貌演化问题亟待研究。本文试图通过 2006 年 4 月份在长江口水下

三角洲采集的 10 个柱状样²¹⁰Pb 的测定,分析沉积地层中²¹⁰Pb 的分布特征,揭示长江口水下三角洲近百年来沉积规律,并探讨了长江口水下三角洲演变趋势。

1 研究区概况

长江是中国第一大河流,全长 6 300 km,总流域面积达 $1.94 \times 10^6 \text{ km}^2$,悬沙输运量巨大,以大通水文站为例,多年(1923—2004 年间共 62 年数据)平均径流量为 $9\,156 \times 10^8 \text{ m}^3$,多年(1951—2004 年间共 53 a 数据)平均输沙量为 $4.175 \times 10^8 \text{ t}^{[15]}$ 。长江巨量入海泥沙受到长江冲淡水的影响和台湾暖流的阻隔作用,基本滞留在 $123^\circ 15' \text{ E}$ 以西的内陆架,并主要向东南方向运移、沉积^[11,16~22]。已有研究表明,长江入海泥沙在河口区由于沉积动力、地球化学、生物地球化学的作用下,大约有 40% 沉积在 30° N 以北海域,形成长江水下三角洲前缘的泥质沉积区^[11,16,23~26]。

2 材料与方法

2.1 沉积物样品采集

2006 年 4 月,使用重力取样器,在长江口水下三角洲进行沉积物岩芯采样,沉积物岩芯柱样的长度 90 ~ 160 cm 之间(站位见图 1、表 1)。

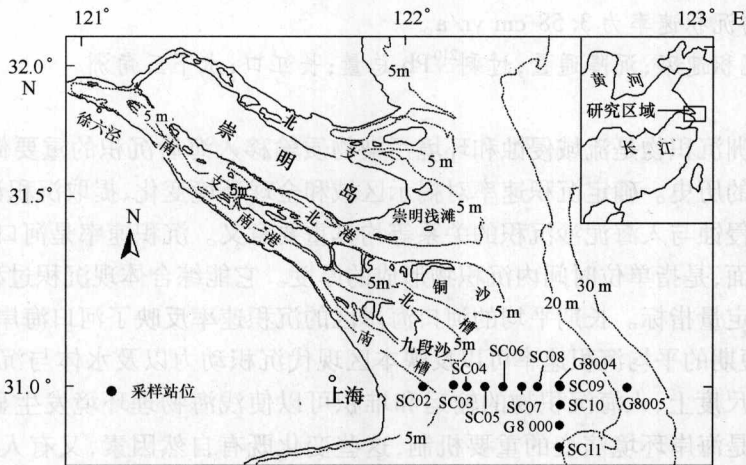


图 1 长江口柱状岩芯样取样站位(G8000,G8004 和 G8005 站根据文献[11,12,31]整理)

表 1 长江口柱状岩芯样取样站位

站位	北纬	东经	水深/m	柱长/cm
SC02	31°00.150 400'	122°04.033 300'	6.2	100
SC03	31°06.066 000'	122°10.260 290'	8.8	130
SC04	31°00.005 000'	122°12.018 000'	9.2	140
SC05	31°00.014 730'	122°16.040 120'	10	137