

滩涂 湿地利用与保护的协调发展探讨 ——以上海市为例

陈吉余, 程和琴, 戴志军

(华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

[摘要] 文章就潮滩一词探索其定义, 明确其研究范围, 以长江口——上海市潮滩、湿地为例, 论述其基本特点, 及其对长江来水来沙条件的响应, 可开发的强度以及对湿地保护的要求, 并就长江河口不同类型的潮滩分别阐述它们的发展过程、现状与趋势, 对不同潮滩和湿地的合理开发、动态保护、生态修复提出具体意见, 从发展要求提出应对近海水域空间开发进行研究的建议。

[关键词] 上海市; 滩涂; 湿地; 利用; 保护

[中图分类号] P512.32 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2007)06-0011-07

1 引言

河口海岸地区滩涂与湿地普遍存在着资源开发和湿地保护如何协调的问题, 而且也存在着一个需要明确滩涂与湿地的基本含义问题。滩涂就是潮滩, 它为高潮淹没、落潮出露之所, 与潮间带含义相当, 但其物质运动与潮上带和潮下带密切联系^[1~3]。潮上带上界为罕见的大潮漫滩所能达及之处, 在上海市以及中国的许多地方, 潮滩已为海堤所限, 几无潮上带可言。潮下带在长江口约与-10 m水深、最大混浊带的外界相当。在混浊带内, 沉积物频繁再悬浮, 随潮往复。湿地是水和陆地的过渡地带, 与森林、海洋同为地球上的三大生态系统, 分布广泛; 按拉莫萨尔湿地公约, 其下限为水下-6 m^[4,5], 河口湿地是它的一种类型。长江河口是多沙水体, 透光性不强, 其下限的深度尚有待研究。在长江河口, 湿地植物在中潮位附近始有生长。

潮滩是重要的空间资源, 也具丰富的物质资源, 又是宝贵的环境资源。如何合理地开发利用河口滩涂的资源, 如何在开发中保护、在保护中开发, 二者之间如何协调? 这是滩涂资源可持续利

用、湿地环境可健康发展首需讨论的问题。笔者等即以上海市滩涂、湿地为例, 进行探讨。

2 上海市滩涂、湿地现状及其利用的基本特点

2.1 潮滩

上海市滩涂、湿地镶嵌在大陆和岛屿边缘。0 m以上面积667~700 km², 0~-5 m面积2 300~2 400 km², 0 m以上至-5 m面积为2 970~3 100 km²。-5~-10 m约3 100 km²。崇明东滩、横沙东滩、南汇东滩和九段沙等分布在长江河口面向外海的四片滩涂, 其余滩涂则为河道边滩、沙咀和海湾边滩(表1和图1)。

2.2 湿地

在平均潮位附近有海三草(*scirpus mariquete*)生长, 在2 m稍低(吴淞零点), 出现单株, 然后出现草丛, 2 m稍上连成一片。小潮高潮位稍下, 2.8 m附近, 出现芦苇(*phragmites australis*)草丛, 在高潮滩上, 广为分布。上世纪90年代外来种互花米草(*spartina alterniflora*)引入, 生长高程较芦苇稍低, 发展较快。目前, 上海

市

表 1 上海市滩涂分布表

Table 1 Distribution areas of tidal flat in Shanghai

高程	长江口三岛				长江口江心沙洲		大陆边滩		合计
	崇明北滩	崇明东滩	横沙浅滩	长兴边滩 (中央沙、青草沙)	扁担沙	九段沙	南汇边滩	杭州湾北沿	
0 m	120	93	60	67	40	113	133	40	667
-5 m	267	500	420	107	133	320	520	67	2 333

注：表 1 的数据来自上海市水务局

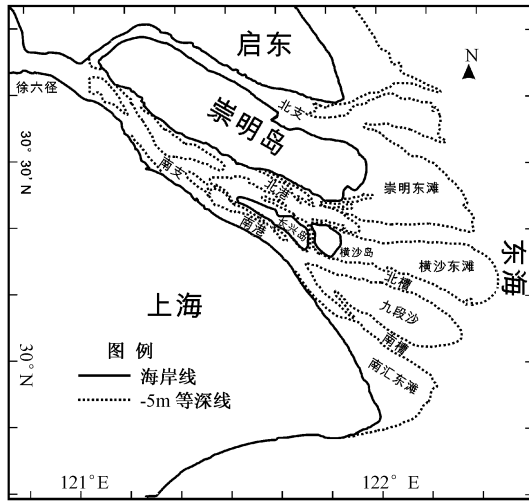


图 1 长江口滩涂主要分布图

Fig.1 Distribution of tidal flat in Changjiang Estuary

滩涂植被面积 14 935 hm²，其中芦苇群落 8 543.52 hm²，互花米草 2 822 hm²（华东师范大学 2006.5 数据）。

2.3 上海滩涂资源利用的特点

2.3.1 滩涂圈围赶不上城市发展的需求 上海城市发展迅速，而土地资源不足，滩涂圈围是补充土地资源的唯一途径。近半个世纪以来已经用地 2 100 km²，而同期圈围滩涂的土地虽然达到 1 007 km²，也只能满足上海所需土地的 47.95%。因此，土地资源不足仍为上海城市发展的瓶颈。

2.3.2 滩涂圈围和淤涨多年维持平衡，但近年呈现负增长 长江以其巨量泥沙输送河口，1951~2000 年平均输沙量为 4.245 × 10⁸ t。过去 50 年里，圈围滩涂平均每年达到 20 km²，基本能够达到滩涂面积变化的动态平衡，1980 年以来上海滩涂变化如表 2 所示。进入新世纪，长江来沙显著减少，2005 年较 2001 年 0 m 以上面积减少了 137 km²，有关部门报告均有具体阐述。

2.3.3 滩涂圈围不断向低发展 上世纪 80 年代以

前，上海市围垦下限基本与平均高潮位相当。1980 年以后海岸工程在技术上的进步，以袋装沙解决石料的不足，以软体排代替梢料和柴排，以砼框架代替块石护坡，遂使上海圈围高程降至 0 m。到本世纪初，由于用地需要，在杭州湾北岸，降到 -2 m，局部地区降到 -3 m 至 -5 m。南汇东滩滩涂资源规划也以 -2 m 为底线了。

表 2 上海市 1980—2005 年间 0 m 与 0~5 m 滩涂面积对比表

Table 2 Area of tidal flat covered between 0 m and -5 m contour in Shanghai

年份	面积/km ²	
	0 m	-5 m
1980 ¹⁾	688.58	2 341.54
1995 ²⁾	660.86	2 410.27
2000 ²⁾	666.67	2 333.33
2001 ²⁾	675.67	24 135.4
2005 ³⁾	538.8	2 361.2

注：1) 上海市海岸带和海涂资源综合调查报告 (1980) 吴淞零点以上面积；2) 上海市滩涂利用规划修编 (2002)，上海市水务局；3) 据上海市水务局资料

2.3.4 工程促淤，疏浚土吹填造陆 过去上海滩涂自然淤涨到一定宽度便进行围垦，由于需要土地迫切，因此仅 200~300 m 便圈围成陆，成条形外推，堤线保护空间较小，很不经济。上世纪 90 年代中期，开始实施大范围促淤工程，堤脚直到 0 m (图 2)。南汇人工半岛、浦东国际机场以及大治河两侧长丁坝、长顺坝促淤^[6]，淤积速度年达 0.19~0.40 m，10 年促淤，南汇东滩造陆 130 km²，岸线外推 2~6 km。南汇过去基于自然淤涨的长条形面积 200 hm²，近年通过人工促淤，每年可围垦 2 500 hm²。

与此同时，上海滩涂也采用生物促淤，上世纪 80~90 年代，崇明、长兴、九段沙与南汇东滩分

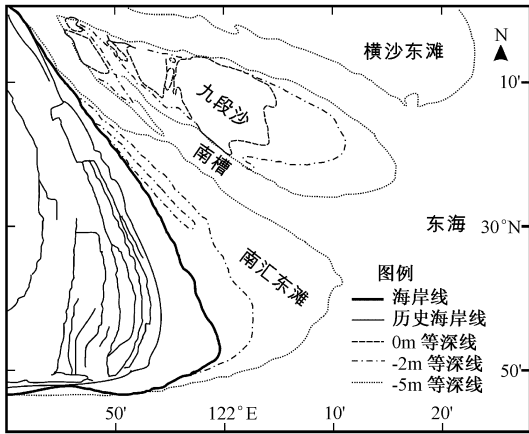


图 2 长江口南汇东滩历年围垦及现有滩涂

Fig.2 Historical reclamation from the tidal flat around the eastern Nanhui and Nanhui cape area

别引进互花米草促淤，年促淤速度为 0.1~0.2 m。

泥沙是宝贵资源，尤其是在泥沙来源减少的情形下，因此，从长江口深水航道疏浚土二期工程开始于横沙东滩吹泥上滩，使滩地淤高，充分利用泥沙资源。

2.3.5 上海市在滩涂资源开发同时加强湿地生态的保护 笔者于 1990 年代曾提出“促淤工程本身也是湿地保护的一种积极措施，促淤兜沙，改善湿地，滩老成陆，利用与保护协调发展”。上世纪 90 年代于崇明东滩和九段沙分别建立自然保护区，并于 2005 年同被批准为国家级自然保护区。

湿地生态系统为人类提供了多方面必需品和服务。它的生态服务含有空气调节、旱涝、风浪、暴雨灾害的缓解，水体净化、废弃物的去毒和分解等。湿地生态服务功能具有很高的价值，潮滩沼泽每公顷的服务价值每年为 14 785 美元^[7]，长江口的湿地生态服务功能总值每年可达人民币 13.31~24.39 亿元^[8]。

3 上海市滩涂、湿地可持续发展分区

长江河口滩涂基本分为毗连陆地的边滩和离岸的心滩（发育而成的沙岛）两种类型。它们的区位差异有口门附近的滩地、沙岛和河道边滩的不同。对于上海市而言，城市发展需要空间资源（土地和水库），城市环境质量提高需要发挥湿地生态的服务功能，二者协调因区域不同而有所差异。

3.1 崇明北滩

崇明北滩位于长江口北支的南岸。近 50 年来，

为上海市提供 406 km² 土地，占上海市圈围土地总面积的 40%，在规划中还将从北支促淤圈围出较大面积的土地。

北支是长江河口一级汉道，全长约 83 km。18 世纪以前，北支曾是长江入海的主泓道，1915 年仍然分泄长江入海径流的 25%，那时北支仍是一个落潮优势的河道。随着上游澄通河段的变化，北支逐渐演变为涨潮优势的河道^[9]。优势的涨潮流带来的泥沙，在北支淤积，束狭了河槽，淤浅了河床，产生了涌潮。1958 年北支下的径流为 8.7%，1959 年径流出现不足 1% 的情况下，大潮时，出现倒灌^[9,10]。1960—1970 年北支大量围垦，水、沙、盐倒灌南支，并在南支北茆沙北水道形成水下三角洲（图 3）。北支多次围垦，多次堵汉，每堵一次汉道，每次大面积围垦，都会引起倒灌南支水、沙、盐增强，二者关系明显。如上世纪 70 年代初期，倒灌增强与北支进口段围垦和堵汉有关。上个世纪 90 年代末至本世纪初盐水倒灌南支与北支上口围垦束狭和下段大面积围垦有关。近半个世纪以来，北支河床容积大幅度地减小，如图 4 和表 3 所示。

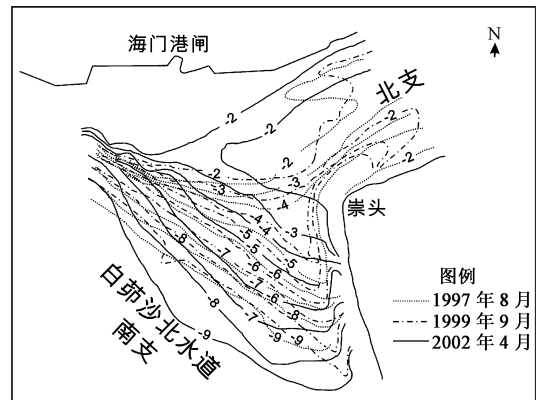


图 3 长江口北支上口 1997、1999 和 2002 年实测水下三角洲

Fig.3 Sub aqueous delta around entrance of the North Branch in the Changjiang Estuary

特别是 2002 年永兴闸堵坝，使永隆沙和兴隆沙相连，北支中上段形成长约 57 km 的江面束狭为 2~3 km 的河段，形成较为通顺的河形，涨落潮流路摆动幅度减小。灵甸港河段涌潮消失，青龙港河段涌潮减弱，范围缩小，潮差减小，径流特枯季节，盐水上溯仍倒灌南支，沉积物也出现局部细化现象。北支上段的流场，在青龙港——圩角港间出

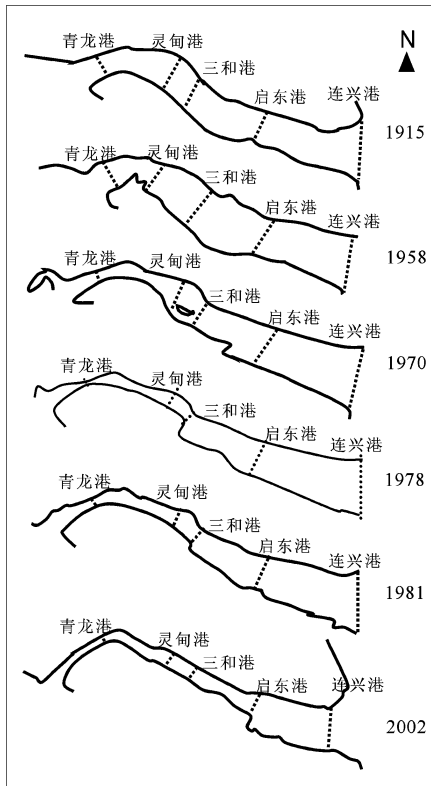


图 4 近百年来长江口北支河床形态变化

Fig.4 Historical change of the North Branch in the Changjiang Estuary since 1915

表 3 北支 0 m 以下河槽容积变化表

Table 3 The channel volume of 0 m contour within the North Branch for 50 years

年份	0 m 以下河槽容积/ 10^8 m^3
1958	16.04
1981	9.93
1998	7.22
2005	6.99

注：据陈吉余等，2007，待刊

现低流速区。从口门到圩角港形成一条 5 m 水深连贯的河槽。河势向有利方向转化。

半个多世纪的北支在人为因素影响下，从一个河口汉道，径流分 减少，涨潮流增强，涌潮产生，通过围垦、堵汉、束狭了河槽，削弱涨潮流，上口出现向正常河道转化的征兆，展现出继钱塘江河口治理后又一个人工河道形成的可能。对于这样的河道在持续发展的道路上，需要：**a.** 稳定北支上口分汉河道的河势；**b.** 北支下段尚有土地资源可以开发，但需谨慎从事；**c.** 北支所余的湿地沼

泽需要妥善的保留；**d.** 水运资源的开发。

3.2 长江口拦门沙河段四片滩涂湿地

长江口面海的崇明东滩、横沙东滩、九段沙和南汇东滩，都在河口拦门沙范围内，是陆地和沙岛向海延伸部分，九段沙则自成一个沙岛，它们之间都有入海水道相间。南汇边滩则位于长江南槽与杭州湾水域之间，通过过滩水流进行水沙交换。拦门沙的沉积物在航道中往往较细，为粉沙淤泥或淤泥质粉沙；在滩涂与沉积物受风浪掀沙影响，物质较粗，中潮位以下多为中细沙，俗称铁板沙，中潮位以上为潮成层理粉沙夹有泥层，渐有植物生长，随着高程增加，植被盖复遂成河口沼泽。

拦门沙是洪水扩散区，崇明东滩的扩散水随潮进入北支，南汇边滩扩散水进入杭州湾。河口是盐淡水混合、河口环流发育区，盐水入侵锋从底部进入拦门沙地区^[11]，盐水楔的楔顶所在与航道拦门沙的滩顶基本吻合^[5]。

河口是过滤器，拦门沙地区在与流域来沙、盐淡水混合、沉积物沉降、再悬浮作用下形成了最大混浊带。所以这个地区水沙运动最复杂，化学过程最活跃，生态系统最具特殊化^[5,12,13]。由于这几片滩涂以及沙岛各具特殊性，再分别予以阐述：

3.2.1 崇明东滩 (图 5) 崇明东滩是长江口淤涨最快的滩涂。以东旺沙为例。3.5 m 高程 1990 年至 1996 年平均年淤长 342 m。自 1964 年以来，被围滩涂 115 km^2 。现在，海堤之外尚有 0 m 以上的滩涂 103 km^2 ，0 m 以外至 3 000 m 水域 138.55 km^2 ，二者合为 241.5 km^2 ，划为国家级鸟类自然保护区，作为亚太地区候鸟迁徙路线上的重要驿站。目前，崇明近海堤地面高程在 3.5 m 以上，每年向外淤涨

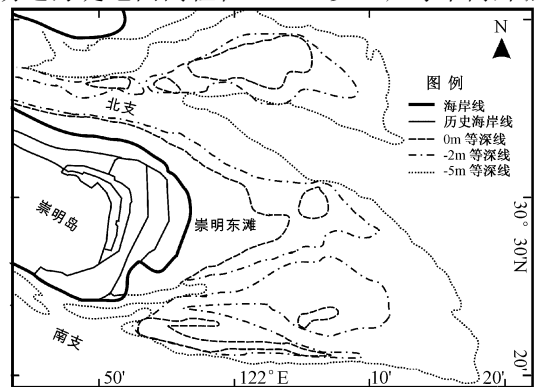


图 5 崇明东滩历年围垦和现有滩涂

Fig.5 Historical reclamation record from the tidal flat on the eastern Chongming

86 m, 2 m 高程微有冲淤, 0 m 则有明显内刷现象, 近3年来, 每年后退速度为 76 m。作为自然保护区而言, 既要看到自然状态下的淤涨, 也要看到自然状态下的侵蚀; 既要看到动态保护下的合理开发, 也要看到自然保护区本身是怎样的动态, 所以监测是必不可少的。

3.2.2 横沙东滩 横沙东滩介于北港北槽间, 是拦门沙四片滩涂淤涨较慢的一片滩涂。主要原因在于它的动力条件复杂。北港上世纪 50 年代以后入海水道主流南偏, 冲刷横沙岛及浅滩北岸, 并形成东滩串沟与北槽相连。0 m 以上滩面小而零乱, 面积变化在 39.4~93.4 km², -2 m 等深线以浅的滩地变化较大。上世纪 60~70 年代冲刷面积近 160 km², -5 m 线以浅的滩涂面积约 420 km²。

长江口深水航道建设改变了横沙东滩的形势。北导堤稳定了浅滩的南侧滩线。深水航道疏浚土为浅滩湿地条件的改善提供了机遇。二期工程开始吹泥上滩, 三期工程将有大量的基建土方和以后逐年维护的土方, 横沙东滩吹泥造陆已列入实施计划之中。

3.2.3 九段沙 九段沙介于北槽南槽间, 是河口心滩, 由上沙和中下沙组成。0 m 以上面积 144.8 km², -5 m 以上面积 403 km²。上世纪 60 年代还是一片浅滩, 仅低潮出露。80 年代开始种芦苇, 90 年代中期作为浦东国际机场的引岛工程, 在中沙种植芦苇和互花米草。目前, 九段沙的植被面积达 4 440.00 hm², 其中互花米草已达 1 282.43 hm², 占植被总面积的 29%, 低于芦苇的面积。

九段沙被列为自然保护区较晚, 深水航道工程实施后, 鱼咀工程将江亚南沙也包括到九段沙范围。因此, 江亚南沙和九段上沙间有一宽阔的浅槽。深水航道实施后, 南北槽分水情况有所变化, 南槽分流增加后, 除南汇东滩上段有所冲蚀外, 江亚南沙及九段上沙南岸明显冲刷, 但整个九段沙淤涨迅速, 2004 年较 2002 年 0 m 以上增加 10 km²。

从动态保护角度而言, 为控制南槽的稳定, 江亚南沙和与九段上沙间的浅槽宜于利用深水航道疏浚土, 吹抛成陆, 有利于九段沙的上沙保护。

3.2.4 南汇东滩 南汇东滩位于浦东新区和南汇区外。近半个世纪以来, 共为上海市贡献土地资源 201 km²。目前, -5 m 以上面积 546 km²。通过上世纪 90 年代人工半岛工程, 浦东国际机场东扩以及大治河两侧长丁坝、长顺坝促淤圈围工程, 0 m

以上滩涂圈围殆尽, 许多岸段基本没有潮间带滩涂, 这个岸段在规划中将促淤和圈水都以 -2 m 线为基线。虽然, 近年来长江河口上游来沙减少, 但在最大混浊带内, 潮涨潮落, 多年沉积的水下三角洲地区泥沙再悬浮, 水中泥沙浓度并未减少, 南汇东滩最新实测平均含沙量能保持 1 kg/m³ (李九发提供), 促淤效果甚佳, 因此, 年淤积速率依然很高, 不减获取土地空间资源的需求。然而, 没有潮间带和植被的滩涂是不健康的滩涂, 它的生态服务功能显然地减弱了。因此, 对于这样的滩涂和湿地而言, 它的首要任务应是生态功能的修复, 而生态功能的修复, 就是如何对潮间带的恢复。笔者等曾提出南汇咀控制工程和没冒沙水库工程计划 (陈吉余、王振中、薛洪超提出, 2003), 就是用这个枢纽工程和相应的措施调配泥沙, 促使潮下带滩涂抬高, 使潮间带滩涂逐年恢复。

3.3 南支和南北港边滩

南支和南北港的滩涂和湿地是入海河道的心滩、沙咀和边滩, 相对而言比较分散。0 m 以上面积 99 km², -5 m 以上面积 259 km²。在河道两侧和江中沙岛边滩除长兴岛有少量围涂外, 到目前为止, 还没有大型圈围工程。然而这些滩涂和湿地面临新的形势: **a.** 青草沙水库工程, 位于青草沙至长兴岛北沿, 将圈围 66 km² 左右水面, 成为江心水库, 通过管道向大陆供给长江淡水。这项工程即将实施。**b.** 南北港分流口治理工程 (含中央沙围垦工程) 为使深水航道上延, 对河势变化不太稳定的分流口进行治理也已提到日程上来。

对于这个河段的滩涂利用和保护, 我们认为在开发中保护, 在保护中开发是基本方针, 既要看到上述工程的必要性, 也要看到生态服务功能的重要性, 还要看到这些滩涂的一些沙体需有相当部分是活动沙体, 而活动沙体对于河床自动调节是非常重要的。为此, 这个河段需要在圈围明沙、稳定阴沙、减少活动沙的基础上, 留有相当面积的滩涂湿地是非常必要的。

3.4 杭州湾北岸滩涂

目前杭州湾大部分滩涂已经大堤临水, 部分滩涂已经围到 -2 m 水域。为此所余滩涂面积 0 m 以上面积 17.4 km², -5 m 以上面积 27.5 km², 而 -8 m 时有变化。因此, 加强监测是非常必要的。

4 几点说明

1) 互花米草, 近年来国内对这一引进的外来

种,有的地方视之为害草、甚至认为是毒草。对于引进物种而言,应以其引进的功能而定,不宜视所有外来种都破坏了本地的植物多样性。其例甚多。

互花米草是1979年为着海岸滩涂促淤保坍,从美国引进的。1963年,我国曾从荷兰引进英国米草(*spartina angulica*),普遍推广,因其植株不高、植丛不密,促淤尚不能达到最佳效果。

上海市上世纪80年代沿海县区都有引种。1996年笔者在做浦东国际机场东扩,在九段沙种青引鸟生态工程时,从长江口长兴岛引种了互花米草,第一年种下,第二年植株高2.3 m,盘根错节,草长叶茂,年促淤0.20 m,效果很好。上海市护岸工程甚至在护坎平台上都种上几行互花米草,用以消浪。从促淤和消浪护岸功能上,互花米草确实有它的优势,而在滩涂养殖上,以其盖覆滩面,根节快速扩散,盘根难除,影响生产,以致很有微词。但是,从促淤、围涂、护滩的功能而言,这是一个好的物种。

2) 自然保护区在上世纪湿地公约修订时增加了合理使用的要求,近日在有关湿地保护的国际会议上也使用了Wise Use的标题,在上海对自然保护区有动态保护的内涵,然而在动态保护的概念中,首先要对保护区的动态有充分监测的认识,包括湿地是淤长还是冲蚀。

3) 对于空间资源开发,传统的认识是毗连地貌的外推,滩涂的扩展,促淤造地。在科学发展的今天,离岸工程的建设应该提到日程上来了。上海市滩涂开发着眼于-5 m以浅的水域,而从人工岛的建设-10~-15 m所围出的地域空间,是有潜力的。日本神户人工岛——港岛、六甲岛、大阪国际机场,水深有达20 m,那里还有填方土料不足困难,上海市濒临长江河口,泥沙资源丰富,即如长江河口深水航道三期工程疏浚基建土方即达 $1.7 \times 10^8 \text{ m}^3$,维持土方亦达 $3\ 000 \times 10^4 \text{ m}^3$, $3 \times 10^8 \text{ t}$ 泥沙,何其宝贵也,宜乎有人工岛的建设,笔者近日也有方案,已经送达有关方面。

* 上海市水务局等. 上海市滩涂开发利用与湿地生态保护协调发展的示范研究分报告 2005年12月

参考文献

- [1] 陈吉余. 开发浅海滩涂资源, 拓展我国的生存空间[J]. 中国工程科学, 2000, 2(3): 27~31
- [2] Reineck H E. Tidal flat [A]. R. W. Fairbridge, J Bourgeois (ed.). The Encyclopedia of Sedimentology [M]. Dowden, Hutehinsonand Ross Inc. 1978. 798~800
- [3] Li C X, Wang, P, Fan D. D. Tidal flat, open ocean coasts [A]. Schwartz M L. (ed.). Encyclopedia of Coastal Science [M]. 2005. 975~978
- [4] 安树青. 湿地滴生态工程——湿地资源利用与保护的优化模式 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002. 4~7
- [5] 陈吉余. 长江口拦门沙及水下三角洲的动力沉积、演变和深水航道治理 [J]. 华东师范大学学报, 长江口深水航道治理与港口建设专刊, 1995, 1~22
- [6] 陈吉余, 李道季, 金文华. 浦东国际机场东移与九段沙生态工程 [J]. 中国工程科学, 2001, 3(4): 1~8
- [7] Costanza R, d'Arge, R, de Groot R, Farber S, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 15(387): 253~260
- [8] 童春富. 河口湿地生态系统结构、功能与服务——以长江口为例 [D]. 华东师范大学 2004 年博士学位论文, 2004, 73
- [9] J Y Chen, H Q Cheng, Z J Dai, Harmonious development between utilization and protection of tidal flat and wetland: a case study in Shanghai area [A]. Proceedings of the second international conference on estuaries and coasts (ICEC-2006) [C]. November 28 ~ 30, 2006, Guangzhou, China: 18~28
- [10] 恽才兴. 长江河口近期演变基本规律 [M]. 北京: 海洋出版社, 2005, 95
- [11] 胡方西, 胡辉, 谷国传, 等. 长江河口盐度锋 [J]. 海洋与湖沼增刊, 1995, 26(5): 23~31
- [12] 沈焕庭, 贺松林, 茅志昌, 等. 中国河口最大混浊带刍议 [J]. 泥沙研究, 2001, (1): 23~29
- [13] 上海市海岸带和海涂资源综合调查报告 [R]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988. 1~8

Compatibility of Utilization and Protection of Tidal Flat and Wetland: A Case Study in Shanghai Area

Chen Jiyu, Cheng Heqin, Dai Zhijun

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

[Abstract] As an important natural resource, tidal flat imposed wetland is expected to be kept harmonious balance between utilization and protection. Based on the case of Shanghai area in the Changjiang Estuary, concept of tidal flat is firstly discussed on its spatial range in this paper. Fundamental features of tidal flat, and its responsibility to the discharge change of water and sediment transported by the Changjiang River, intensity of exploitation and demands of wetland protection are discussed. Present dynamic processes and change tendency of different types of tidal flat are illuminated in detail. Some new-points are proposed for the reasonable exploitation, dynamic protection and ecosystem resilience of each individual tidal flat and imposed wetland. Some suggestions are also proposed to make a further study about the sustainable spatial resource exploitation of offshore in Shanghai area.

[Key words] Shanghai area; tidal flat; wetland; utilization; protection

《中国工程科学》2007 年第 9 卷第 7 期要目预告

城市规划中抗震减灾的新构想 ——“强震发生断层”的发现和启示 李 等	鉴定	张荣利等
破坏性地震是可以预测的 ——孕震物理模型及临震信号 孙 威	航天器热控系统的可靠性设计与 分析	李运泽等
中国钢桥 潘际炎	建设项目业主—设计方行为分析	潘鹏程等
中医药是一个伟大的宝库 ——兼评取消中医药论 冯国瑞	硅微 Z 轴谐振陀螺仪负电刚度效应 分析及实验验证	夏敦柱等
积极发展中医事业 更好地为人民服务 李连达等	基于频谱细化的列车轮对轴承故障 在线检测	黄采伦等
185 nmUV 降解水中的二苯甲酮和孔雀 石绿的动力学研究 闻瑞梅等	基于形参均匀 B 样条盈亏修正的图 像边缘检测	赵颜利等
基于有限变形理论的齿轮楔横轧制坯 热力耦合模型 应富强等	钢管混凝土桥墩的应用与研究	臧 华等
地球的章动和转速与副热带高压和 高温干旱 魏 鸣等	危险品运输选线的定量风险评价 模型	任常兴等
基于三参量流变模型的止水橡皮粘 弹性研究 刘礼华等	低成本 PCR 微反应器阵列的温度测 量与控制技术	李现明等
大鼠骨髓间质干细胞的分离纯化与	基于 GIS 的地震火灾动态蔓延模型	谢旭阳等
	学习曲线及在工业生产运作研究中 的应用综述	陈志祥