



中国海洋学会

中国海洋学会学术期刊

优秀论文精品集

中国海洋学会 编



海洋出版社

中国海洋学会学术期刊优秀 论文精品集

中国海洋学会编

海洋出版社

2009年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国海洋学会学术期刊优秀论文精品集/中国海洋学会编. —北京:海洋出版社,2009.7

ISBN 978-7-5027-7518-6

I. 中 II. 中… III. 海洋学-文集 IV. IV. P7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 114523 号

责任编辑:白 燕

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

北京海洋印刷厂印刷 新华书店北京发行所经销

2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

开本:889 mm×1194 mm 1/16 印张:48.75

字数:1502千字 定价:200.00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

谨以此文集献给

中国海洋学会成立 30 周年

《中国海洋学会学术期刊优秀论文精品集》

编委会

主任
王曙光

副主任
陈士标 潘德炉

委员
袁业立 左其华 张海生

编辑部

主任
成晋豫

副主任
陈茂廷

成员
高 英 吴永森 吴永宁 黄树生 段子冰
齐济美 高建东 孟凡涛 于秋涛 盖泳铭 宋玉洁

序 言

中国海洋学会成立已届 30 年。30 年来,中国海洋学会作为国家科技强国、科技兴海,海洋科技知识创新体系中的组成部分,紧密围绕国家“海洋经济社会发展大局,注重海洋学科发展与科技创新,始终站在学术前沿,把握海洋科学发展脉搏,搭建学术交流平台,在不同学科领域中开展多种形式的学术交流活动,及时活跃学术思想、促进科技创新、培养创新人才。学会会员和广大海洋科技工作者,瞄准海洋学科发展趋势,力推学科渗透与融合,践行学术观点切磋和争鸣,撰写海洋类科研论文和涉海理论文章,形成了不同风格、不同特点、以及跨学科的海洋学术交流格局,分会、地区以及国际交流有了新进展,为中国海洋学会 30 年的学术建设做出了巨大贡献。

30 年来,中国海洋学会举办的学术交流活动有了很大进步,形成了一批有较大影响力的交流平台和品牌。在庆祝中国海洋学会成立 30 周年之际,中国海洋学会以学会期刊群为基础,通过有关专家、学者组成的评审委员会,按照优秀论文评审规则共筛选出 137 篇精品论文结成《中国海洋学会学术期刊优秀论文精品集》。该精品论文集是我国第一部水平较高的具有里程碑意义的学术文集,内容涉及海洋科学技术不同学科领域中颇具有代表性的优秀理论成果,集中反映了中国海洋学会各个领域的科技工作者历年来的探索历程,展现了不同时期不同学术期刊的质量和水平,体现了对今后海洋学术理论探索与学科建设的自信与乐观。在这里我们要特别感谢长期以来一直注重海洋学术交流和学科建设,并把自己的成果提供给大家分享的广大科技工作者,大家严谨的治学精神,务实的科学道德以及对海洋科学事业不倦的追求,无疑是一笔宝贵的财富,同时它也将给我们以鼓舞和启迪,帮助我们正视国家海洋事业的重点、热点和难点问题,引领海洋人立足现实、瞄准前沿,永攀科学高峰。

学会是科技工作者之家,是科技创新的“理论基地”。学会姓学,必然以学术和学科发展为重点,这不仅是学术团体的职责所在,也是学科发展的客观需求。学术交流是学会的“核心职能”,是科学思想、创新思维的“碰撞园地”,也是学科建设与发展的“磁场和助推器”。学会联系学会会员的主要手段就是靠强有力的学术纽带,这是学会与生俱来的属性。学会姓学名会,就是要努力办好学术会议,办好学术期刊。作为中国海洋领域中的全国学会,要想有地位,就必须有作为,团结和凝聚广大海洋科技工作者;要提供交流平台,营造学术风气;要举办好具有中国海洋特色的学术交流会议,办好学术期刊。学术期刊是整合浓缩众家之长、科学之光的神圣殿堂,我们大家有责任更好地关心、爱护和珍惜。

中国海洋学会所组织的学术交流活动,所创办的学术期刊,经过几代学会人的努力,逐渐成熟和丰富。特别是进入 20 世纪 90 年代以来,在科技强国、科技兴海的战略指导下,中国海洋学会深刻认识到“国强必科技强,强国必兴海,兴海必治学”,举办各种全国性海洋论坛和国际海洋交流活动,出版发行海洋学术期刊杂志,其中《海洋学报》(中英文版)、《海洋工程》(中英

文版)、《海洋科学进展》、《海洋学研究》等学术期刊堪称高水准的大型学术刊物,海洋学界的一批专家学者构成了作者群的中坚力量,同时,一批学术后起之秀也崭露头角,从而保证了其学术品位。伴随着改革开放后科技、经济奇迹般快速发展,中国海洋学会学术活动在这 10 多年中也出现了空前繁荣。从事学术研究的人员和出版的学术文集著作之多,学术研究视野之开阔,学术空气之活跃,是中国海洋学会学会史上少见的。但是,在肯定成绩的同时,我们必须清醒认识到,与国际先进水平相比较,中国海洋学会学术建设还存在较大的差距。特别是随着海洋日益成为人类经济社会活动的重要空间和资源宝库,海洋事业关系到我国发展的全局,在现代化建设中具有重要的战略地位,国家海洋经济社会发展对海洋科学技术和海洋学术理论提出了更高要求,更高期望。一场深刻的海洋科学技术革命正在我国海洋战线上蓬勃兴起,这场科学技术革命是全方位、全时空的。海洋科学技术发展态势表明,不同海洋学科间的交叉、渗透和融合日益增强,很多前沿问题需要众多学科学者共同探索和研究,打造交叉交流平台是孕育原始性创新的重要工作。其中,改革旧的海洋学术交流方式、传统的海洋学科设置、提高学术期刊质量、创办一流精品学术期刊,是其主要内容之一。中国海洋学会 30 年的发展历程,既有值得继承和发扬的优良传统,也有需要改进和弥补的薄弱环节。面对新的时代发展要求和世界海洋科学技术变革的强大压力,如何探索出一条“提高学术交流质量,创办精品学术期刊”的新路,已成为摆在每一位学会工作者尤其是广大科技工作者面前的紧迫课题。要完成这一课题,需要总结中国海洋学会学术交流成功经验,更需坚持开放之道,吸纳国内外海洋一流大学和名牌科研院所的学术经验,取其精华,为我所用。

精品不是天生的,也不是能自封的,而是要靠长期培育、磨砺。精品之所以成为精品,要么以其深厚的历史积淀和前瞻理论成为大潮中的领航者,要么依靠强烈的改革意识和创新精神成为后来居上的学术先锋。精品应该成为榜样和楷模,精品不可复制,但它们的学术价值和学术经验却可供后来者借鉴;精品不可模仿,但它们的理论成果和科学精神却可给人以启示。既然科学的本质是批判,学术交流的本质是质疑,那么本论文集主要收录的是在不同历史时期的论文,可能有的论文具有当时的历史痕迹,眼下看来也许有一定的局限和不足。大家在阅读的同时,可以批判、质疑、从而推动科学技术升华和学术理论传承。而这,正是本论文集诞生并奉献给读者的初衷。

王曙光

2009 年 7 月 1 日

目次

两千年以来长江河口发育的模式	陈吉余 恽才兴 徐海根等	1
渤海海水中悬浮体的研究	秦蕴珊 李凡	8
东海底质中钙质超微化石的分布	汪品先,成鑫荣	15
海冰厚度的微波辐射遥感模式研究	郑全安 张东 潘家祎	25
LAGFD-WAM 海浪数值模式 I.基本物理模型	袁业立 潘增弟 华锋等	30
LAGFD-WAM 海浪数值模式 II.区域性特征线嵌入格式及其应用	袁业立 华锋 潘增弟等	35
海洋初级生产光动力学及产品结构	焦念志 王荣	44
冲绳海槽二万年以来沉积物中烯酮化合物与古温度的研究	卢冰 潘建明 陈荣华等	49
冲绳海槽中南部及其邻近陆架悬浮体的分布、组成和影响因子分析	郭志刚 杨作升 雷坤等	57
南海海面高度季节变化的数值模拟	刘秦玉 杨海军 贾英来等	64
杭州湾一舟山渔场秋季浮游植物现存量 and 初级生产力	刘子琳 宁修仁 蔡昱明	72
中国近海的环流动力机制研究	苏纪兰	78
渤海、北黄海海冰与气候变化的关系	白珊 刘钦政 吴辉碇	91
南沙微板块边界的动力学演化	刘海龄 孙岩 郭令智等	98
尼罗河三角洲全新世海平面变动及其对环境的影响	陈中原	105
潮汐河口断面悬沙通量组分模式及其在长江口的应用	吴加学 沈焕庭 吴华林	111
黄海、东海入海气旋爆发性发展过程的海气相互作用研究	袁耀初 周明煜 秦曾灏	119
山东荣成月湖潮汐汊道的时间-流速不对称特征	贾建军 高抒 薛允传	133
冲绳海槽中段末次冰消期以来的元素地层	刘焱光 孟宪伟 李铁刚等	140
中国海岸带高分辨率遥感系统技术基础研究	杨晓梅 杜云艳 陈秀法	147
晚更新世末至公元前 7 世纪的黄河流向和黄河三角洲	薛春汀 周永青 朱雄华	153
多样性指数在海洋浮游植物研究中的应用	孙军 刘东艳	164
塔玛亚历山大藻对海产双壳类生命活动的影响	周名江 颜天 傅萌等	175
我国第一颗海洋卫星 HY-1A 的应用潜力研究	潘德炉 何贤强 李淑菁等	180
长江口盐度的时空变化特征及其指示意义	孔亚珍 贺松林 丁平兴等	187
南海海盆海山古地磁及海盆的形成演化	金钟 徐世浙 李全兴	195
利用 SeaWiFS 反演海水透明度的模式研究	何贤强 潘德炉 毛志华	205
南黄海浮游植物季节性变化的数值模拟与影响因子分析	胡好国 万振文 袁业立	211

长江口和杭州湾海域生物生产力锋面及其生态学效应	宁修仁 史君贤 蔡昱明等	223
不同氮源对微小亚历山大藻生长和毒素产生的影响	张清春 于仁成 周名江等	232
球坐标系下 MASNUM 海浪数值模式的建立及其应用	杨永增 乔方利 赵伟等	239
黄海、东海海区水体散射特性研究	宋庆君 唐军武	247
珠江三角洲及河网形成演变的数值模拟和地貌动力学分析:		
距今 6 000~2 500 a	吴超羽 包芸 任杰	255
南海浅海海底沉积物的声衰减	刘 强 卢 博	272
海洋开发和海洋工程	杨 樵	280
离岸工程水动力与水弹性力学近年来的发展	顾懋祥	284
关于风和潮流作用下单点系泊船体的鱼尾状摆动研究	黄国樑 藤野正隆	297
潮汐河口地区的波流相互作用的数字模型	严以新	306
单点系泊系统立管水弹性疲劳分析	甘锡林 朱胜昌 张晋伦	311
“胜利二号”钻井平台的总体设计与性能研究	马志良 范根发 潘斌等	316
淤泥质海岸保滩保淤计算及预报	刘家驹 喻国华	324
非线性随机波的数值模拟	洪广文 朱良生	330
论波浪与浮泥海床的相互作用	赵子丹	340
导管架平台非线性随机响应分析	钱 江 王秀喜	345
一种先进的轻型水下机器人——金鱼Ⅲ号	封锡盛 关玉林 周纯祥	351
海浪方向谱的现场观测与分析	俞聿修 柳淑学	356
内流对海底管线涡致振动与疲劳寿命的影响	申仲翰 赵 强	364
现役导管架式海洋平台结构整体安全度评估	欧进萍 刘学东 陆钦年等	369
海岸河口三维潮流数学模型	卢启苗 Onyx W.H.Wai	375
具有结构-桩-土相互作用的海洋平台结构体系承载能力的概率分析	金伟良 庄一舟 邹道勤	384
油气混输系统的实验研究与实验模拟准则	吴应湘 郑之初 李东晖等	393
超大型海洋浮式结构物开发过程中需要解决的关键技术问题	崔维成 吴有生 李润培	400
超大型海洋浮式结构物概念设计的关键技术问题	王志军 舒 志 李润培等	408
基于风浪联合概率模型的海洋平台结构系统可靠度分析	欧进萍 肖仪清 段忠东等	414
基于高阶边界元的三维数值波浪港池	刘 桦 林怡若 张灼等	421
软基上的空心方块斜坡堤	谢世楞 谢善文 吴进等	427
考虑波-管-土耦合作用的海底管道在位稳定性分析方法	高福平 顾小芸 吴应湘	434
双层局部开孔板沉箱对波浪反射的理论研究	李玉成 刘洪杰 滕 斌	441
空心方块斜坡堤整治效果试验研究	吴华林 张福然 李建国等	451

新型多柱桁架式 Spar 平台水动力性能研究	张 帆 杨建民 李润培	459
全球大洋环流诊断模式研究——流场及流函数	魏泽勋 乔方利 方国洪等	466
铁对自然群落浮游植物生长的影响	李瑞香 朱明远	479
赤道大洋定常风生环流的理论模型	张庆华 于卫东 曲媛媛等	484
印度尼西亚贯穿流的年际变化:一个全球变网格海洋模式的 初步模拟结果	王永刚 方国洪 魏泽勋等	490
复杂地形下海浪数值模式的特征线计算格式	华 锋 王道龙 袁业立等	498
黄河三角洲海岸剖面类型与演变规律	陈小英 陈沈良 于洪军等	505
西太平洋 Lamont 海山中新世以来富钴结壳成矿环境的演化	任向文 刘季花 石学法等	
气候模式系统模拟结果的不确定性分析	陈显尧 宋振亚 赵 伟	522
漠斑牙鲆(<i>Paralichthys lethostigma</i>)养殖群体微卫星座位遗传 多态性的分析	尤 锋 王 伟 吴志昊等	530
天津塘沽地区海河断裂的浅部构造特征	郑彦鹏 王 勇 陈宇坤等	537
南黄海溶解有机碳的生物地球化学特征分析	贺志鹏 宋金明 张乃星	543
多波束回声数据的统计与底质分类应用	吕海龙 杜德文 刘焱光等	554
半连续培养下东海原甲藻和中肋骨条藻种群生长过程 与种间竞争研究	王宗灵 李瑞香 朱明远等	562
渤、黄、东海悬浮物质量浓度冬、夏季变化的数值模拟	王勇智 江文胜	570
南黄海陆架中部沉积物反射率光谱的影响因素分析	王昆山 石学法 程振波等	576
弱地形上内潮生成问题——1.数学物理框架及解析解	戴德君 乔方利 袁业立	584
长江口邻近海域余流的基本特征分析	孔亚珍 丁平兴 贺松林	590
营养盐浓度和初始细胞密度对东海原甲藻与塔玛亚历山大藻种间 竞争的影响	刘 潇 郝彦菊 王宗灵	598
大菱鲆 <i>Hepcidin</i> 基因的克隆和真核表达载体的构建	丛柏林 韩 光 黄晓航	606
铁细菌在北极特定海区沉积物中的分布	高爱国 陈皓文	613
水团相互作用与东海高密水环流的演变	潘玉球 黄树生	620
南麂列岛国家海洋自然保护区微、小型藻类生态研究	朱根海 王 旭 王春生	629
星载合成孔径雷达海浪图像谱仿真研究	杨劲松 黄韦良 周长宝	644
冲绳海槽 2 万年以来沉积物中生物标志化合物与古温度、 古环境的研究	卢 冰 陈荣华 冯旭文	649
我国海洋初级生产力研究二十年	宁修仁 刘子琳 蔡显明	656
中太平洋海山区富钴结壳地质特征	马维林 金翔龙 陈建林	662

杭州湾跨海大桥对钱塘江河口水流的影响	韩海筹 熊绍隆 朱军政	671
海底浅层气的成因、赋存特征及其对工程的危害	叶银灿 陈俊仁 潘国富等	676
深海采矿环境影响研究:进展、问题与展望	王春生 周怀阳 倪建宇	681
钱塘江河口年最高潮位的随机特性	尤爱菊 余 炯 俞婷婷	688
春、秋季东、黄海营养盐的分布变化特征及营养结构	高生泉 林以安 金明明等	694
长江三角洲地区晚更新世晚期(硬黏土层)的孢粉组合特征及环境分析	张玉兰	704
21 世纪初我国海洋科学的展望	苏纪兰	710
海洋、海洋经济与人类未来	金翔龙	714
浙江省滩涂围垦生态环境可持续性发展的评价指标及策略初探	刘 瑶 金永平 周安国	719
三门湾海域 4,7 月营养盐分布及其稀释效应	王 奎 金明明 陈建芳等	726
硫酸盐-甲烷界面与甲烷通量及下伏天然气水合物赋存的关系	方银霞 初凤友	736
SeaWiFS 遥感资料分析中国海域气溶胶光学厚度的季节变化 和分布特征	郝增周 潘德炉 白 雁	743
黄河三角洲飞雁滩 HF 孔沉积物的磁性特征及其环境意义	时连强 李九发 张卫国等	749
太平洋东部 ES0103 柱状样品中可溶有机质的组成变化 及其早期成岩作用	张海生 于培松 倪建宇等	757
后记		765

两千年来长江河口发育的模式

陈吉余, 恽才兴, 徐海根, 董永发

(上海师范大学河口海岸研究所)

一个河口发育模式的建立,在理论上和生产实践方面都具有重要的意义。它既阐明了这一河口发育的基本规律和为判定河口发育趋势提供理论根据,也为河口治理的方针和具体规划提供可靠的科学依据。作为我国第一大河长江的河口,其演变过程极为复杂,总结长江河口的演变规律,确定其发育模式,对于长江河口的治理将具有重要的现实意义。近年来笔者等从事长江河口的历史过程和现代演变规律的研究,认为长江河口近两千年来的发育模式可概括为如下几个方面:1.南岸边滩推展,2.北岸沙岛并岸,3.河口束狭,4.河道成形,5.河槽加深(图1)。现分别阐述如下:

1 南岸边滩推展

长江河口涨落潮流流路分异的现象非常明显。落潮流在科氏力作用下,两千年来,导致落潮槽不断南偏。径流挟带的泥沙随落潮流入海,在扩散过程中也呈向南偏转的趋向。地球资源卫星照片所反映的长江口的落潮流态向南扩散的现象十分清晰(图2)。因此长江口的南边滩便成为泥沙沉降的一个重要场所。历史时期长江口南岸边滩逐渐外伸,使陆地逐渐向外推展。一道道海堤也随着边滩伸展而不断修筑。

如所熟知:在太湖平原的前缘,从太仓经嘉定县的方泰,上海县的马桥,直到金山县的漕泾,有几条贝壳堤或沙堤并列,当地人称为岗身。远在一千年前,郑玄之书就已对岗身有所阐述^①。在岗身范围内一般都有三条贝壳堤或沙堤,从内向外,依次为沙岗、竹岗和紫岗。而在嘉定县境,局部地区有五条贝壳堤或沙堤。

这些代表古海岸线的贝壳堤或沙堤,其具体形成年代还没有逐一测定。仅知竹岗在俞塘河于马桥附近开河时切开剖面上,其顶部的文化层,经¹⁴C测定为 $(3\ 995 \pm 95)\text{a}$,沙岗内侧古泻湖沉积物的年代为 $(5785 \pm 185)\text{a}$ 。从而推定岗身形成之始当为距今 $5\ 000 \sim 6\ 000\text{a}$ 。

虽然岗身形成于冰后期海浸达到现代海面附近之时,而其维持的时间很长,在岗身以东地区截至目前为止,尚未发现晋代以前文物。这就说明公元1至3世纪海岸仍在岗身以东不远。从岗身的宽度在嘉定为8 km,在马桥为4 km看来,公元以前 $3\ 000 \sim 4\ 000\text{a}$ 之间,岸线推展的速度很慢,平均每百年仅为 $100 \sim 300\text{ m}$ 。然而在人类大量开发长江流域的山地,加大河流的固体径流以后,三角洲海岸伸展的速度才迅速加快起来。历史资料表明:长江流域山地开垦主要在孙吴征服山越(公元3世纪)和晋室东渡(公元4世纪)以后,而盛于隋唐。那个时候的山地开垦,采用的是刀耕火种的方式。这种方式导致水土迅速流失,所以长江三角洲的海岸伸展在隋唐以后,更见速迅。

8世纪初的海岸线已在黄浦江东,起自金山卫城南十里,折而向北,过闸港、越龙华、严桥向北延伸到江边。在下沙、周浦一带有一道沙堤,基本上反映十世纪海岸线的具体位置^②。北宋海岸距岗身已30 km左右。南宋(12至13世纪)墓葬陆续在南汇城郊和老宝山发现。这些文物有的在南宋捍海塘外,说明当时于捍海塘外又有新的圩堤。明初(14世纪)海塘有三重:西面的大塘即南宋捍海塘,还起备塘作用;中间的老护塘,即元代的大塘,外面的小护塘,元时即已有之。小护塘外有一带面宽50 m左

① 武同举(1944年)江苏水利全书卷三十一,19页。

② 参见曹克清:上海附近地层中海生鲸类的发现,《古脊椎与古人类》第14卷,4期,1976年10月。

右,长 30 km 的两道沙堤,基本上反映明末清初 (17 世纪)的海岸线。清初的小护塘仍为防海堤岸。

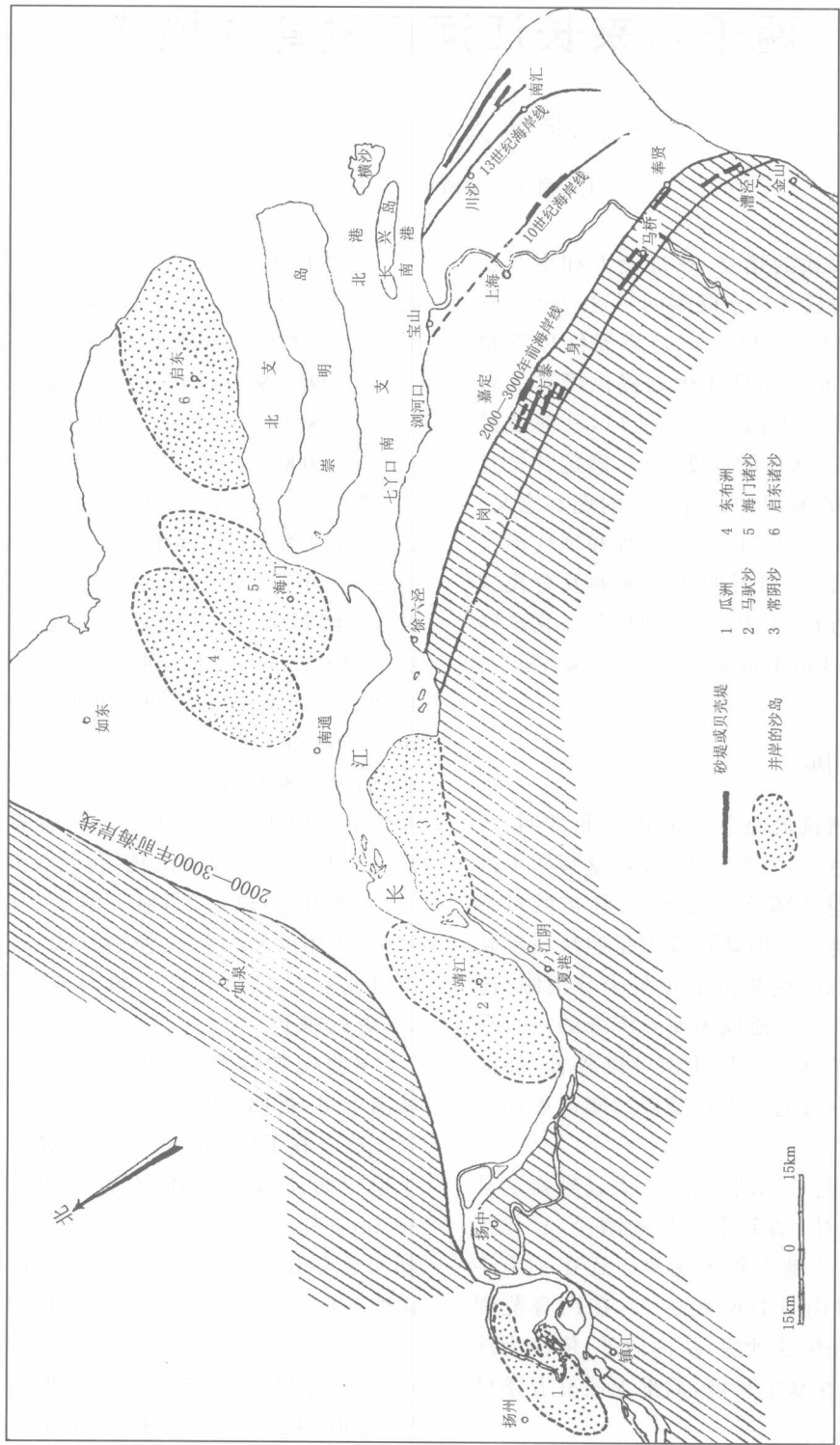


图1 长江河口历史变迁

图 1 长江河口历史变迁

1733年所修的钦公塘,便是以小护塘为它的基础。从海塘的修建情况来看,14至18世纪初长江口南边滩外涨甚慢,甚至局部岸段有内坍现象。究其原因,主要在于长江主泓在这一时期由北支入海,南边滩有供沙不足现象。其后,长江主泓走南支,海岸又复显著外涨。18世纪30年代,川沙修了一条小圩塘。19世纪末,又筑外圩塘。历史时期南汇边滩以约每40年一公里的速度向海伸展。

2 北岸的沙岛并岸

两千年来,长江口的北岸以沙洲并岸的方式,使岸线向前伸展。

历史资料反映:两千年前长江口北岸的岸线约在白蒲到小洋口一线。长江径流多,沙量亦较丰富。河口地区有边滩发育,同时也有沙岛形成,早在汉代,河口段即有东布洲、南布洲的记载。有些沙岛形成以后,又因动力条件变化,而坍入江中,或者并入江岸。

一千多年来长江河口出现六次重要的沙岛并岸:公元7世纪有东布洲并岸,8世纪有瓜洲并岸,16世纪有马驮沙并岸,18世纪海门诸沙并岸,19世纪末到20世纪初有启东诸沙并岸,20世纪20年代有常阴沙并岸。在这六次沙洲并岸中,只有常阴沙因人为因素堵塞夹江而并入南岸外,其他五次都是由于自然演变而并入北岸的。

长江河口沙岛天然演变有向北并岸的趋势,其因何在呢?对于这个问题,从河口动力条件分析可以得到解释。潮汐河口涨落潮流路不相一致,是一个普遍的现象。对于长江这样一个水面宽阔,涨落潮流量都很巨大的河口而言,这种流路分歧的现象尤其显著。涨落潮流路之所以分歧,固然有多种因素,而其中科氏力所起的作用是一个非常重要的因素。1964年南京水利科学研究所曾对长江口科氏力的强度做过具体的计算,如七丫口断面,落潮流速在 1.9 m/s 时,南岸每平方米所受的压力为 144 km 。正是由于这个缘故,在长江河口落潮主泓偏向南岸,而涨潮主泓则向北偏离。当然,这一普遍现象并不排斥由于局部河势的影响,落潮主泓在北,南面有涨潮槽存在的现象。对于这种涨落潮流路分歧在长江河口沙岛形成中的重要意义,我们于1975年的研究报告中进行了详细的阐述。分歧了的涨落潮流路之间的缓流区,使水流挟带的泥沙得以沉积,从阴沙逐渐发展而成沙岛。沙岛北侧的河槽,虽然有时因主

流线摆动而为落潮主泓所据,但常常由于科氏力的作用,使落潮主泓趋于南偏,遂使北侧的河槽常属涨潮槽的性质。现在的北支河道如此,现在的新桥水道亦复如此。北支河道涨潮强劲,潮波传播在永隆沙向上,波峰破裂,出现涌潮现象,涨潮流将泥沙带入南支,枯水季节,含盐水经北支上口向南支倒灌。新桥水道于1975年1月水文测验资料表明,其优势流为44%,属涨潮优势。

涨潮优势的河道,其泥沙搬运也是净进的。上溯的泥沙不能随落潮带入海中,从而导致河道淤积。应予指出:长江河口的涨潮槽,每当汛期洪峰下泄之际,水量丰富的径流量,又常使某些涨潮槽,在洪水季节转化为落潮优势的水道,出现河槽受到暂时冲刷的现象,从而使得某些涨潮槽能够得以维持。1975年新桥水道的洪季资料反映了这一现象。然而,如果河道的边界条件转化为不利于洪水下泄,则这种以涨潮优势的河道终将因上口淤塞而使沙岛和陆地相连。现在北支河道的上口,分汊河道与徐六泾下泄的主泓之间的夹角已呈直角相交,迳流经北支下泄的流量极少。因此,北支上口淤积日盛,崇明岛与北岸的海门之间,已经出现了行将并岸的趋势。此外,长江河口南北汊道之间由于潮波传播存在着相位差,因而在北汊的分汊口下游常常会出现潮点,而导致汊道口的淤塞。这在沙岛并岸过程中也起了一定的作用。

3 河口束狭

历史资料表明:两千年前长江口是一个漏斗状海湾,它的北角,历史上叫做廖角咀或牛角梢,在小洋口附近。它的南角在历史上曾与陆地相连,而现位于杭州湾之中的王盘山附近。南角与北角之间的距离原约为 180 km ,然而现在的启东咀与南汇咀之间的距离仅有 90 km 。历史时期的记载中,称扬州和镇江之间的江面为“海门”。镇江焦山北面江中的一个小山松寥山被称为“海门山”。当时长江河口的平面外形,犹如钱塘江河口北大门未开之前,把龛、赭二山之间的窄段称为海门一样。然而,两千年前被称为海门的扬州—镇江之间的水面宽度也很宽阔,号称有 20 km 之遥。事实上,当时并没有这样宽,根据历史时期江岸位置的记载,在现在地图上进行量计,实际只为 12 km 。然而现在这里江面的宽度仅有 2.3 km 。这就反映出,两千年长江河口的发育是一个束狭过程。它的各河段束狭情况如下:

河 段	束狭前水面宽度/km	现在宽度/km	主要束狭发生的时间
镇扬河段	12	2.3	公元 8 世纪
江阴河段	11	3.5	17 世纪
十一圩河段	18	7.5	20 世纪
江心沙河段	13	4.4	20 世纪
河口口门	180	90	公元前后—现在

由于长江河口在历史时期中,边滩的伸展,沙洲的并岸和江面的束狭,河口河槽的边界条件发生显著的变化,从而使河口潮波的传播,各河段的动力条件以及人类活动的情况都有所改变。

历史时期潮波传播的范围远比现在为上,郭璞的《江赋》有谓:“沦余波于柴桑”。柴桑就是现在江西省的九江,所以晋时(公元 3 至 5 世纪)的潮区界在九江附近。两千年前,当更在九江以上。而现在的潮区界已下移到安徽省的大通。

历史时期长江河口有涌潮的记载。公元前 2 世纪枚乘《七发》有云:“将以八月之望,往观涛乎广陵之曲江”。公元 1 世纪王充《论衡·书虚篇》也说:丹徒(今镇江)的“大江无涛”,而广陵的“曲江有涛”。这种“广陵涛”到唐朝以后由于曲江淤塞,瓜洲并岸而消失了。于是引起元朝以后一些人的争论。其实,涌潮现象并不为钱塘江河口所专有。世界许多潮汐河口有涌潮,就是现在长江河口的北支,如前所述,也有涌潮。20 世纪 30—40 年代,于海门县江心沙之北的涨潮槽中也有涌潮,当时的水道图上曾明确地标出。广陵涛当时有其有利的形成条件。三角港式的古长江河口,向上束狭,潮波传播,愈上愈强。扬州岸外有沙岛,南为大江,北为曲江。曲江水浅,潮波破裂,形成涌潮。广陵潮始记载于公元前 2 世纪,存在到公元 8 世纪。所以六朝每多广陵观涛的诗话,南齐书也记载观涛的历史。9 世纪元和志于丹徒县下,虽仍有“春秋朔望有奔涛”的记载,但从瓜洲并岸和大历期间,扬州城内潮汛已不通的情况观之,8 世纪中后期,广陵涌潮可能已经消失了。

在瓜洲并岸以前,镇扬河段江面宽阔,河口区的增水波一直可以传播到南京附近,六朝(公元 3 世纪至 6 世纪)对南京河段增水的历史记载就有 14 次之多。这也是世界上的增水现象的最早记录。

江面宽度变化在人类活动上也有所反映。唐朝以前长江下游过江,多在安徽的采石矶,而唐朝以后,由于江面束狭,则多移到扬州过江了。

4 河槽成形

两千年前,长江河口呈漏斗状,只在镇江、扬州以上才稍具正常河流的形态。镇扬以下,沙洲散漫,水流多汉(图 3)。随着河口沙岛相继并岸,江面束狭,形成正常河形的河段逐渐向下游推移。17 世纪,江阴以上河槽成形。江阴以下,江面宽阔,多汉并存,主泓游移不定。20 世纪 50 年代江心沙并入北岸,徐六泾以上的河段逐渐向正常的河流形态转化,而在徐六泾以下则分汊入海。

长江下游河槽成形将成为怎样的形式呢? 如所周知,河形主要可以分为三种类型:即弯曲河型、江心洲河型和游荡性河型,每种河型都有其各自的来水来沙的动力条件和边界条件。就长江而论,自宜昌向下,除下荆江河段呈弯曲河型外,直到徐六泾为止,都是江心洲河型。这种河型之所以产生,也正是长江动力条件和边界条件的具体反映。方宗岱认为洪峰变差系数小于 0.3,河流的挟沙量和挟沙力之比,小于或等于 1,是形成江心洲河型的动力依据^③,而长江正是符合了这样的条件,所以产生江心洲河型。从镇江扬州河段向下沙洲并岸到河槽成形的过程来看,一千多年来,已经形成了四个江心洲河段和它们之间的过渡段。此外,镇扬以上的八卦洲和北新洲两个江心洲河段也都是在这一段历史时期中形成的。这就说明长江河口在其发展过程中,随着成形河槽向下游推展,其将形成的河槽的河型仍是江心洲的形式。这是因为形成河槽形态所受控制的水流动力,仍然是洪峰变差系数小和挟沙力与挟沙量基本相等的长江来水来沙动力条件

^③ 方宗岱. 河型分析及其在河道整治上的应用. 水利学报, 1964 年 1 期。

的缘故。

至于成形河槽以下的长江入海水道,在其发展过程中仍然以分汊的形式向海伸展。长江现在从白茆河口分为北支和南支两股汊道。14至18世纪长江主泓走北支入海。18世纪主泓改走南支入海。在涨落潮流路分歧的影响下,南支河道又形成南港和北港两股汊道。20世纪40年代末,由于九段沙的切开,南港于口门附近又分为南槽和北槽两股汊道。从而长江河口的入海水道,在这种动力机理下,其发展过程也将会由河口口门附近新的沙岛的形成,产生新的分汊水道。

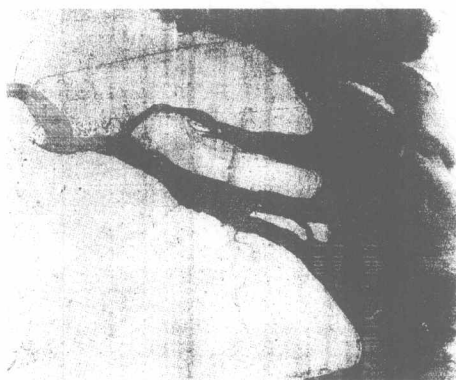


图 2

应予指出,在河口河槽向成形河槽的发展过程中,河槽虽然向稳定方向发展,但在历史时期中,稳定河道的形成往往需要一个历史过程。特别是在沙岛并岸以后,它的上游河段,由于动力条件改变,河槽为适应新的水流动力条件,往往导致原有的沙洲涨坍,重新排列。如马驮洲并岸以后,江阴以上河段的沙岛变化强烈,大约经过二百年左右的时间,才趋稳定。瓜洲并岸以后,它的上游河段也是经过几个世纪才达到相对稳定的状态。

至于成形河槽以下的河段,历史时期沙岛演变强烈,此涨彼坍,而且许多沙岛随着主泓的摆动,出现南涨北坍或者北涨南坍的现象,崇明岛的历史变迁就是典例。正因为沙岛和阴沙的强烈变化,又反过来引起水道的强烈变化。

5 河槽加深

两千年来,随着河口河槽束狭,河道成形,河槽的深度发生怎样的变化呢?这个问题可以从现代长江河口区不同河段的河槽特性得到启示。

现在长江河口区从成形河道到分汊入海以至河口的口门,不同的河段河槽性质各有不同。河口口门附近有规模巨大的拦门沙。拦门沙地区水面开阔而水深不大,两侧有宽广的潮间浅滩。挡门沙的滩顶(指拦门沙的纵剖面最浅的地方)水深虽然有所变化,但一般变化在-6 m水深左右,基本处于天然平衡状态。宽阔的主槽呈落潮优势。落潮槽的一侧或两侧有涨潮槽存在,其平面形态与M.O.海斯所建立的落潮潮汐三角洲的模式^④基本相似。在河口分汊的河段,也就是徐六泾以下的河段,各个汊道中,涨潮槽和落潮槽明显分开,呈复式河槽,两槽之间有阴沙布露。如南支河道以扁担沙分为南支主槽和新桥水道,前者是落潮槽,后者是涨潮槽。然而在南支主槽中也只有在七丫口到浏河口一段是单一河槽,即涨落流路没有分歧的中性槽;而在浏河口以下涨落潮流路仍不一致,河槽断面仍呈复式河槽性质。分汊河段的落潮槽水深一般较好。局部深潭可下切20~30 m,切入浅海相淤泥层中。但从整个断面而言,由于江面宽阔,阴沙布露,其平均水深则较小。如浏河口断面(从浏河口到南门港附近),江面宽度(零米河宽)为12.9 km,其平均水深为6.9 m。分汊河段由于沙洲散漫,槽线摆动,河槽不甚稳定。至于成形的河流河段,除江心洲汊河外,由于江面束狭,水流归槽,涨落潮流路分歧现象不明显,基本上呈现单一河槽形态。正是由于这一缘故,河槽的平均水深较大。如江阴河段的夏港断面,零米以下的河宽1.4 km,平均水深达13.4 m。因此,随着河流成形,河道束狭,河槽也更加深,而且也相对稳定。

综上所述可以看出,两千年长江河口河槽随着成形河道向下游推展,河槽向单一河槽转化,并趋向于相对稳定。所以河槽的总趋势向好的方向发展。

^④ M. O. Hayes, Morphology of Sand Accumulation in Estuaries; An Introduction to the Symposium Estuarine Research Vol. 11. (Edited by L. E. Cronin) Academic Press Inc, 1975.

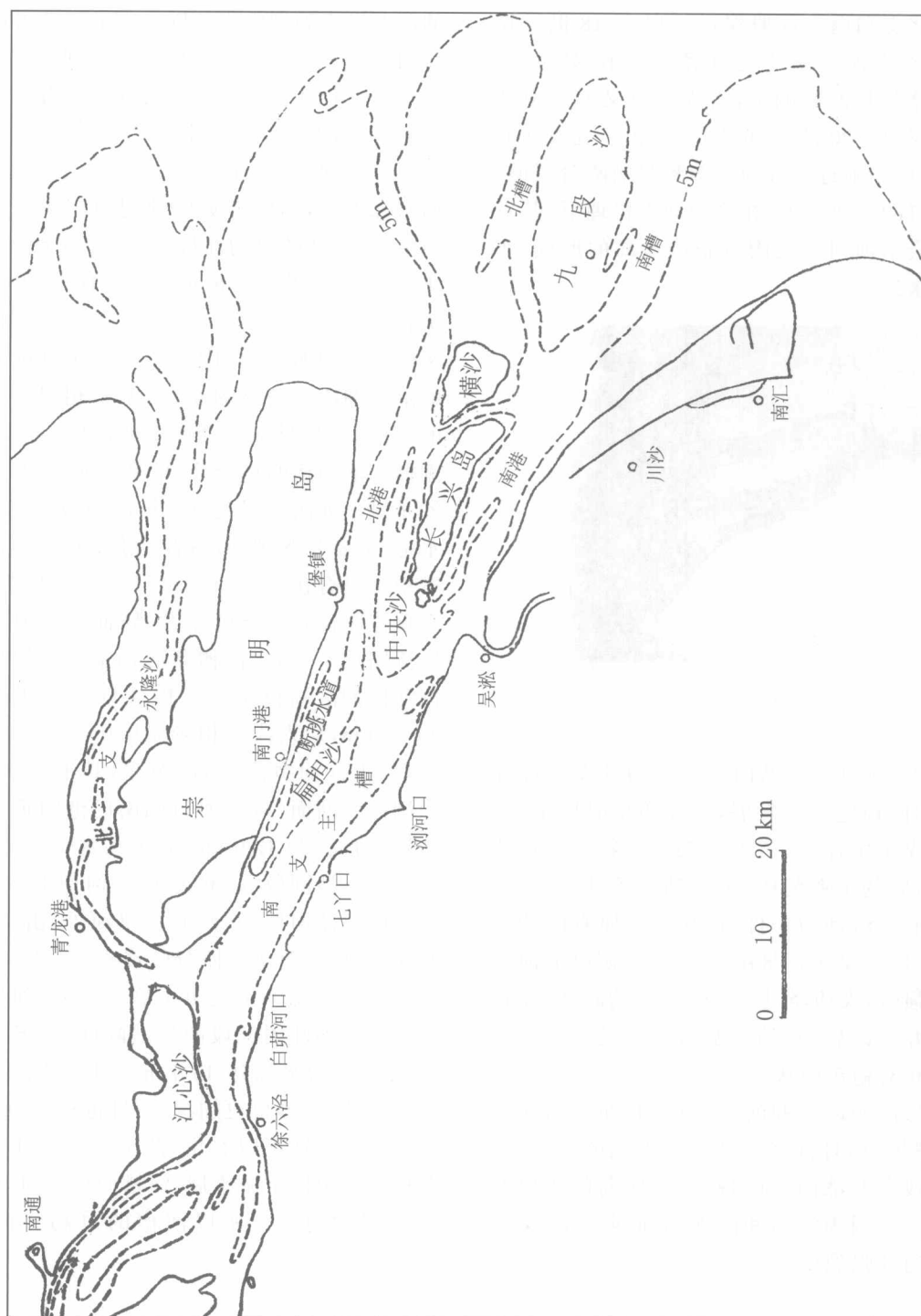


图3 长江河口