

长江口河道演变规律与治理研究

主 编 王 俊

副主编 田 淳 张志林



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

长江口河道演变规律与治理研究



主 编 王 俊

副主编 田 淳 张志林



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书的基础来自于翔实的水文、泥沙、地形等实际资料，分析了长江口河道基本特征及水流泥沙运动特点，对长江口河道历史演变规律、近期演变与发展趋势、长江口口门湿地演变等进行了较全面深入的研究，阐述了长江口整治和综合开发利用工程的作用和影响，提出并探讨了长江口整治中河势控制方面的若干问题。

本书对从事长江口河道治理、研究与开发工作的专家、学者有一定的借鉴意义，也可供大专院校的河流泥沙、河道整治、港航工程等相关专业的师生参考。

图书在版编目（C I P）数据

长江口河道演变规律与治理研究 / 王俊主编. -- 北京：中国水利水电出版社，2013.11
ISBN 978-7-5170-1343-3

I. ①长… II. ①王… III. ①长江口—河道演变—研究②长江口—河道整治—研究 IV. ①TV147②TV882.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第257403号

书 名	长江口河道演变规律与治理研究
作 者	主 编 王俊 副主编 田淳 张志林
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 28.75印张 679千字
版 次	2013年11月第1版 2013年11月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	100.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

本书章节及撰/统稿人名单

章 目		撰稿人/统稿人
1	长江口河道演变规律与治理研究的重要性	田淳
2	长江口河道基本情况	余文畴 刘桂平
	2.1 长江河口分区及本书研究范围	张志林 王珏
	2.2 自然地理	刘桂平
	2.3 地质地貌与河道边界条件	刘桂平
	2.4 河道形态	刘桂平 李伯昌
	2.5 来水来沙特征	刘桂平 朱巧云
	2.6 咸潮特性	刘桂平
3	长江口水流泥沙运动特点	张志林 余文畴
	3.1 流量与潮量	朱巧云
	3.2 潮流	朱巧云 施慧燕
	3.3 潮汐与风暴潮	施慧燕
	3.4 比降变化特点	施慧燕 金建霞
	3.5 泥沙	朱巧云 施慧燕
	3.6 水流泥沙运动与河床演变的关系	张志林 毕军芳
4	长江口历史演变规律	张志林 余文畴
5	长江口河道近期演变	田淳 张志林 余文畴
	5.1 澄通河段	刘桂平
	5.2 徐六泾节点段	刘桂平
	5.3 白茆沙汊道段	张志林
	5.4 南支主槽段	张志林
	5.5 南北港分流段	张志林 李伯昌
	5.6 北港河段	李伯昌
	5.7 南港河段	张志林 徐骏
	5.8 北槽	张志林
	5.9 南槽	张志林
	5.10 北支河段	李伯昌 施慧燕
6	长江口口门湿地演变	侯卫国
7	长江口河道演变特征和发展趋势	田淳
8	长江口整治工程	余文畴 王珏
9	综合开发利用工程及其影响	张志林
	9.1 岸线开发利用	刘桂平
	9.2 滩涂开发利用	刘桂平
	9.3 穿越工程（桥、隧）	李伯昌
	9.4 采砂活动	刘桂平
10	长江口整治中河势控制若干问题	余文畴 侯卫国

序

长江源远流长，汇纳百川，以其巨大的水量挟拥着巨量的泥沙注入浩瀚的东海和黄海，塑造了广袤富饶而壮美的长江口三角洲冲积平原。长江口温和湿润的气候，丰沛的水土资源，悠久的开拓历史，雄厚的工农业经济基础和锐意进取的人文精神，使得长江口地区成为我国社会经济发展最快的区域。

长江口地区在尽享水土膏腴和舟楫之利的同时，亦深受洪、潮、涝、渍、旱之灾害。据统计，长江口地区平均 2.2 年发生一次水灾，平均 6.4 年出现一次旱灾，特大灾害约 50 年发生一次。大水之年，上有洪水过境、下有海潮顶托，若再遇风暴潮袭击，将“洪涝并袭，一淹数百里”，历史上多有一次风暴潮导致成千上万人死亡的记载。新中国成立后，长江口地区人民的生命安全得到保障，但洪涝灾害中的经济损失仍十分严重。

“欲治国，必治水”，古今中外概莫能外。长江口治水历史悠久，三国、两晋、南北朝时期，北方多有战乱，人口陆续南迁，江淮下游商业都市迅速发展，治水兴利随之发达。唐末五代时，吴越王钱镠以水利为本，吴越地区的农业得到长足发展，太湖地区逐渐成为全国的重要经济区；北宋景佑二年，范仲淹任苏州知府，督浚塘浦，划建圩田，“旱则灌之，水则泄焉”，“数百里之内，常获丰熟”；明永乐二年，户部尚书夏原吉实施“摅淞入浏”、“浚范家浜引浦入海”，导吴淞江水至浏河和黄浦江出海，松江府遂“富冠全国，衣被天下”。

长江口海塘，是抵御大江台风高潮的屏障。海塘工程建设始于宋代，“明兴建，清屡有修筑”，但由于当时的海塘工程标准低，薄弱环节多，人民的生命财产时遭洪潮灾害。新中国成立后，海塘工程进行了多次全面修复和加高加固，其中较大规模的整修加固工程有 1949 年冬至次年春和 1974 年冬至次年春两次，均与当年发生的台风袭击、海塘溃决有关。总结半个多世纪长江口的防汛与防台风经验，须充分考虑其地势低洼、潮流往复、泥沙丰富等特殊性质，在理论与实践探索疏与堵、蓄与泄、围与导之间的辩证关系，积极寻求挡潮、泄洪、排涝、航运、供水、灌溉、抗旱等综合治水之途径。

长江口河道宽阔，汊道洲滩众多，径流、潮流均强劲，水流动力条件异常复杂，泥沙运动十分活跃。双向水沙输移以及不稳定的边界条件，使得长

江口河床冲淤多变，河道变迁频繁。历史上，长江口河段经历着主流改道、主支汊更迭的自然演变过程。径流特别是洪水对长江口造床起主导作用，巨大的潮汐动力不仅维持主槽的宽深形态，而且维系着支汊或夹槽较长时段的存在。在径潮流相互作用过程中，潮波传播受沿程阻力不均匀分布的影响，涨落潮过程中河道左右两侧的水位差，流速不同步存在的相位差，以及长江口由第四纪疏松沉积物构成的抗冲性极差的河床边界，不仅导致了长江口河道演变的复杂性，而且增加了综合治理的难度。因此，认识和掌握长江口河道演变的特点、规律和发展趋势，开展长江河口水文、河道观测与研究工作的意义显得重要而迫切。《长江口河道演变规律与治理研究》一书，是长江口水文水资源勘测局的科研人员通过长期实践而获得的对长江口河道理性认识的积累汇著而成，对长江口综合治理有较大的支撑作用。值此付梓之际，欣为之序。

本书有以下特点：①资料系统而翔实；②内容全面，结构合理；③具体地反映了长江河口的演变规律；④初步总结了长江河口的整治经验；⑤贯穿了时空连续性、阶段总结性、分析客观性、观点包容性、实践第一性以及社会服务性等。纵览全书，除详尽地分析研究了长江口诸河段的演变特点和趋势外，本书还在以下几个方面颇有新意：一是首次根据潮差对长江河口进行分界，指出近年长江口径流、潮流力量对比的分界点已位于徐六泾附近，因此将徐六泾定为长江口的起点有一定的合理性。二是首次利用系统的潮位资料，对纵、横水位比降在长江口河道演变中的作用进行了分析，指出横比降的存在增加了长江口河床冲淤演变的复杂性。三是对长江口深水航道中下段回淤量较大的原因进行了探讨。四是较全面地分析了长江口口门五大湿地的演变，表明三峡“清水”下泄十年内，长江口湿地蚀退尚不明显，但在长江口外深5m的水域已经有侵蚀现象显现。五是以实例分析了长江口综合开发利用工程的影响，认为在规划指导下，合理、适度的圈围高滩不仅是解决经济发展与土地紧缺矛盾的需要，也是长江口河势控制的组成部分。六是利用最新的科研成果，对长江口综合整治中河势控制若干问题提出了一些新的看法。总体而言，本书信息量很大，可供从事长江河口规划、科研、建设、管理等单位的科技人员以及大专院校相关专业师生参考。

2008年3月国务院批复了《长江口综合整治开发规划》，这是今后一段时期内长江口治理开发与保护的重要依据。随着全球气候变化和人类活动的影响，海平面上升、入海水量减少且过程发生变化、入海沙量锐减、入海污染物增加等，都将对长江口产生深远的影响。而长江口的综合整治与开发，涉及防洪、航运、淡水资源利用、岸线开发、滩地围垦、沿江供排水、生态环

境保护和长远河势控制等诸多方面的要求，牵涉面广，影响因素多，自然条件与社会因素均十分复杂且充满了矛盾，而随着社会经济的不断发展，兼顾各方面要求的难度也会越来越大。因此，在遵循发展规律的基础上，通过统筹规划和合理安排，使长江口向受控制的河口转化，是长江口综合整治与开发的长远方向。需要指出，与之相关的专题，如长江口水流泥沙运动规律研究、河道特性和河床演变分析研究、河工模型和数学模型研究、三峡“清水”下泄后可能引起的长江口洲滩与滨海岸滩侵蚀研究、咸水上溯影响的研究、整治工程建设后评估等，都是需要以水文、河道的实际观测工作为基础的。因此，原型观测是一项极其重要的工作，是河道研究中一切认知的源泉，是探索客观规律的可靠途径，是检验理论、观点、治理思路的唯一标准，更是工程实施的坚实基础。

长江口水文水资源勘测局，应在以后的工作中，充分发挥自身的优势，重视基础资料的长期收集，重视新技术的开发应用，重视项目成果的研究积累，为长江口综合治理发挥更大的作用。

中国工程院院士

马伏波

2013年9月

前 言

长江口地跨苏沪，是我国经济、文化、科技最发达的地区之一，也是我国最大的工商业和港口城市所在地。长江口江面宽阔，多级分汊，洲滩众多，在径流、潮流、波浪等多种动力因素作用下，河床演变极为复杂。历史上，长江口各河段主流改道、主支汊更迭、沙洲冲散复聚、河槽淤废又生的自然演变过程，与上游河道或口外陆架的演变均大相径庭。不了解、掌握其特殊性，在规划和整治中照搬已有的河流治理经验，往往会谬之千里。随着河道自然演变及长期护岸工程的实施，长江口河势大幅度的变化基本得到控制。而长江口地区随着沿岸经济社会的快速发展，对河势稳定、防洪安全以及水土资源的开发利用等提出了更新更高的需求，研究长江口河道演变规律及其特殊性，揭示其演变机理，是实施长江口综合治理的前提。

本书源于长江水利委员会的科研课题“长江口河道演变规律与对策措施专题研究”。2008年3月，国务院批准了长江水利委员会2004年修订的《长江口综合整治开发规划》（以下简称《规划》），长江口治理开发与保护有了重要的法律依据。《规划》修订后，长江口河道又有了新的变化，主要体现在以下几个方面：①《规划》中拟利用的洲滩受冲后退、沙体缩小、高程降低，部分规划中的整治方案需要进行调整；②部分整治工程已先期实施，这些工程的建设基本符合《规划》的要求，但由于局部工程的单一性，治理整体效果欠佳；③2003年三峡工程蓄水后，显著地改变了长江口的来水来沙条件，对长江口岸线稳定及洲滩控制将产生长期且深远的影响；④《规划》中制定整治方案的前提是徐六泾上游的澄通河段河势维持相对稳定状态，而徐六泾节点段上下游河段的河床演变依然剧烈。鉴于此，有必要利用最新的测验成果，继续深入研究长江口水沙运动与河道演变的规律，并加深对江阴—徐六泾之间的澄通河段的认识，为长江口实施综合治理提供基础支撑，这是本书编写的主要目的。

本书分3篇共10章。第1篇从第1章至第3章，系统介绍了长江口河道

的基本情况和长江口水流泥沙运动特点，以实测资料计算了长江口入海水量并就其年际、年内的变化与上游大通站进行了对比分析；利用洪、枯季的测验资料分析总结了长江口各河段的水文、泥沙特性；利用多年长系列潮位资料分析了长江口纵、横比降的变化，结合长江口地区洲滩众多的地貌特征，分析了比降在河床演变中的独特作用；最后就长江口水流泥沙运动与河床演变之间的关系进行了较为深入的探讨。第2篇从第4章至第7章，分别总结了长江口河道历史演变规律，分析了节点在长江口演变中的控制作用，并用实例就不同类型节点的作用进行了对比；详细分析了长江口10个河段的近期演变，总结了各河段的演变特点并预测其发展趋势；对长江口口门五大湿地的演变进行了较为系统的分析，指出长江口地区人类活动对湿地的影响程度大于流域来水来沙的变化。第3篇从第8章至第10章，主要介绍了长江口整治工程和长江口河势控制规划；详细分析了综合开发利用工程带来的影响，指出在规划指导下，岸线、滩涂的开发利用对长江口整体河势的稳定是有利的；指出采砂活动一般对河势的影响较小，但超量、越界、禁采期开采等违规采砂活动会对局部河势产生不利影响；最后，对长江口综合整治中河势控制方面的若干问题作了进一步地探讨。

本书是集体编写的成果，从立项到完稿，历时五年，数易其稿。在编写过程中，自始至终得到余文畴教授的指导，除构拟全书框架外，很多章节都由余老师修改，甚至亲自撰写。因为全书系多人分章节编写，后期统稿的工作量巨大。长江口航道管理局总工程师范期锦教授，对第一稿进行了全面的审阅，对全书的结构提出了建议，提出了许多宝贵的修改意见。特别是“长江口水文泥沙运动”一章节。华东师范大学河口海岸国家重点实验室副主任何青教授，全面审阅了第二稿，对全书前后文整体的一致性作了批注。第三稿由田淳、张志林对全书进行了通篇订正，为本书更广泛地应用提供了基础。第四稿补充了第九章的内容即综合开发利用工程及其影响，使全文结构均衡，并由余文畴老师对各章节河床演变的结论作了提炼。第五稿请原长江口航道建设有限公司副总经理金镠教授又一次对全书进行了审阅，他以严谨的思维、细致的文风、合理的逻辑，对全书的文理结构提出了许多宝贵意见。另外，华东师范大学资深教授恽才兴、虞志英，长江水利委员会设计院规划处陈肃利处长、侯卫国主任，长江口航道管理局谈泽炜处长、高敏副处长，江苏省

水利厅蒋传丰副厅长、水利工程规划办公室苏长城总工，靖江市水利局刘放局长等，均对本书的编写提出了宝贵的意见。在此，谨向他们表示衷心的感谢。

由于长江口河道演变的复杂性和多样性，本书所分析的内容，无论在深度上和广度上都有限，同时限于编者的水平，错误和疏漏之处在所难免，请读者不吝批评指正。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to the author or a reviewer.

2013 年 9 月

目 录

序

前言

第 1 篇 长江口基本特征

第 1 章 长江口河道演变规律与治理研究的重要性	3
1.1 长江口地区在我国社会经济发展中的重要地位	3
1.2 长江口河道演变研究的必要性	4
1.3 长江口河道演变的特殊性	5
1.4 河道科学管理的需要	6
1.5 总结成果、深化研究，为长江口近期综合治理提供基础支撑	7
主要参考文献	8
第 2 章 长江口河道基本情况	9
2.1 长江河口分区及本书研究范围	9
2.2 自然地理	13
2.3 地质地貌与河道边界条件	15
2.4 河道形态	18
2.5 来水来沙特征	31
2.6 咸潮特性	34
主要参考文献	35
第 3 章 长江口水流泥沙运动特点	37
3.1 流量与潮量	37
3.2 潮流	39
3.3 潮汐与风暴潮	61
3.4 比降变化特点	73
3.5 泥沙	89
3.6 水流泥沙运动与河床演变的关系	112
主要参考文献	118

第 2 篇 长江口河道演变

第 4 章 长江口历史演变规律	121
4.1 河口延伸规律	121

4.2	并洲并岸河道缩窄规律	122
4.3	节点控制作用	123
4.4	近代长江口河势的主要变化	124
4.5	河型特点和转化趋势	131
	主要参考文献	133
第 5 章	长江口河道近期演变	134
5.1	澄通河段	134
5.2	徐六泾节点段	197
5.3	白茆沙汊道段	212
5.4	南支主槽段	225
5.5	南北港分流段	234
5.6	北港河段	250
5.7	南港河段	268
5.8	北槽	285
5.9	南槽	301
5.10	北支河段	308
	主要参考文献	329
第 6 章	长江口口门湿地演变	332
6.1	长江口湿地概况	332
6.2	崇明东滩	338
6.3	横沙东滩	341
6.4	九段沙	346
6.5	南汇东滩	349
6.6	顾园沙	352
6.7	长江口湿地存在的问题及保护	353
6.8	小结	354
	主要参考文献	355
第 7 章	长江口河道演变特征和发展趋势	357
7.1	长江口河道演变特征	357
7.2	长江口河道演变趋势	361
	主要参考文献	363

第 3 篇 长江口整治开发

第 8 章	长江口整治工程	367
8.1	堤防（海塘）工程	367
8.2	保滩护岸工程	371

8.3 堵汉工程	374
8.4 保滩护岸和堵汉工程的效益及其在整治中的作用	375
8.5 航道整治工程	376
主要参考文献	378

第 9 章 综合开发利用工程及其影响..... 380

9.1 岸线开发利用	380
9.2 滩涂开发利用	384
9.3 穿越工程（桥、隧）	408
9.4 采砂活动	423
主要参考文献	429

第 10 章 长江口整治中河势控制若干问题 431

10.1 澄通河段河势控制规划	431
10.2 长江口河势控制规划	435
10.3 关于长江口综合整治中河势控制若干问题的认识	440
主要参考文献	447

第 1 篇

长江口基本特征



第 1 章 长江口河道演变规律与治理研究的重要性

1.1 长江口地区在我国社会经济发展中的重要地位

我国江河众多,全国大小河流总长达 42 万 km,流域面积在 100km² 以上的河流有 5 万多条,流域面积在 1000km² 以上的河流约 1500 条。受地形、气候的影响,河流在地区上分布很不均匀,绝大多数河流分布在东部气候湿润多雨的季风区,西北部气候干燥少雨,河流稀少。据水利部发布^[1]:2011 年我国水资源总量为 23256.7 亿 m³,其中长江水资源总量 7837.6 亿 m³ (含太湖流域 193.8 亿 m³),占 33.7%,居全国第一位。

长江源远流长,全长 6300km,为我国第一、世界第三大河,流域总面积 180 多万 km²,多年平均入海水量约 9000 亿 m³。充沛的径流携带大量泥沙下泄河口,在陆海动力相互消长作用下,塑造了宽阔的河口三角洲。长江口承载着长江入海全部的水量,人类与水为邻的天性,造就了长江口地区的繁荣。

长江口地区包括上海市和江苏省的苏州市、南通市沿江地区,在长江流域及我国社会经济发展中占有举足轻重的地位。据统计^[2],2010 年长江口地区常住人口 4078 万,城镇化率达 78.12%;地区生产总值 29861 亿元,占全国的 7.44%,人均地区生产总值已接近高收入国家水平起点线;地区财政总收入 14607 亿元,占全国的 17.58%,人均财政收入是全国人均值的 5.8 倍;社会消费品零售额 9750 亿元,占全国的 6.21%,人均社会消费品零售额是全国人均值的 2.04 倍。

长江口地区是我国工业最发达、工业化程度最高的地区之一,工业是本地区拉动经济高速增长的主要动力。2010 年国有及年销售收入 500 万元以上非国有工业企业的工业总产值为 62084 亿元,占全国的 8.89%;人均工业产值约为 8.52 万元/人,是全国平均值的 2.92 倍。在工业化带动下,区内城市化水平显著提高,服务业发展迅速,2010 年区内从业人员 2144 万人,其中非农产业(第二、第三产业)从业人员高达 1998 万人,占 93.2%,已进入后工业化就业结构,达到发达国家就业结构水平。

长江口地区气候温和、雨量充沛、土地肥沃、光热资源充足,是我国重要的农业生产基地。2010 年长江口地区共有耕地面积 1313.9 万亩,占全国的 0.72%;有效灌溉面积 1229.3 万亩,占耕地面积的 93.56%。近年来随着工业化、城市化步伐加快,区内农业在国民经济中所占比重虽相对下降,但其产业化水平较高,同时,工业的迅猛发展也为反哺农业提供了有利条件。

长江口地区既是我国社会经济资源最密集的地区,也是高新技术发展的核心地带,还是我国在经济全球化进程中率先融入世界经济的重要区域。随着经济的快速增长、经济实力的显著增强,长江口地区对长江流域乃至全国的影响也进一步扩大。从地区生产总值年

均增长速度来看,“十五”和“十一五”期间,上海、苏州和南通三市地区生产总值年均增长速度均在11%以上,高科技和高附加值产品出口大幅增加,2010年完成外贸进出口总额6640.2亿美元。

长江口处于长江流域和沿海地区两条经济发展带的交汇点,对长江流域和全国的带动作用正在通过这两大经济带产生集聚与扩散效应,使长江口的经济腹地扩展到更大范围。同时,沿江和沿海两大经济带具有动态比较利益高和潜在市场容量大的优势,使长江口能够与两大经济带共同实现资源共享、产业转移、结构调整、资金融通、技术援助、信息服务等多方面的优势互补,有利于从整体上提高这一地区的产业结构层次和经济综合实力。

长江口地区临江濒海,海陆兼备,集“黄金海岸”和“黄金水道”的区位优势于一体,优良港址众多,苏州港、南通港一起组成上海国际航运中心的重要一翼。2010年长江口三市港口共完成货物吞吐量11.33亿t,占全国14%,占全国沿海港口的20.8%;完成集装箱吞吐量3317万TEU,约占全国的22.9%,占全国沿海港口的25.4%;长江口港口在我国经济和港口航运发展中继续占有特别重要的地位。

优越的区位条件使得长江口地区成为我国对外联系的重要枢纽和前沿阵地,也是我国对外开放和加入WTO之后率先与国际接轨的重点地区。长江口地区的国际化大都市——上海,更是我国面向世界的一颗璀璨的明珠。上海开埠百年,完善的市场金融体系、先进的港口基础设施、高效的航运服务体系,以及便捷的交通运输网络,为上海发展现代服务业和先进制造业,建设国际金融中心和国际航运中心提供了良好的基础。2010年上海港货物吞吐量达6.53亿t,集装箱吞吐量完成2907万TEU,首次超过新加坡港(2855万TEU)成为世界第一大港。

综上所述,长江口地区是长江流域和我国的精华地区,经济总量大,区位优势明显,对长江流域乃至全国的经济推动作用显著,发展潜力巨大。

1.2 长江口河道演变研究的必要性

长江口地区在获得水资源利益的同时也经受水患灾害。为了生存和发展,人们在长江口兴建了规模宏大的江堤(海塘)防洪(潮)工程体系。新中国成立后,对江堤(海塘)工程又进行了多次的全面加高加固,兴建了保滩护岸工程,防洪(潮)能力得到较大提高。但由于河势的不稳定,局部河段江岸崩塌仍较剧烈,护岸工程损坏较严重,部分江堤(海塘)工程还未达到规划标准,不能很好地适应社会经济快速发展的需要。稳定的河势是岸线稳定、堤防安全、航运畅通、各类基础设施安全运行的前提条件;良好的通航条件可更好地促进长三角地区社会经济的发展;淡水资源的有序开发可支撑社会经济的可持续发展。这些方面长江口地区还面临较大的社会需求。

鉴于长江口地区在国民经济发展中的重要地位,以及长江口水文条件与河道地形演变的复杂性,有必要详细分析长江口水沙输移交换的特性,深入研究长江口河道演变规律,并以此为基础制订综合整治和开发利用规划,通过长江口综合治理,进一步稳定有利河势,保障防洪(潮)安全,改善航运条件,合理开发利用淡水、岸线、滩涂资源等,为长