

文章编号:1005-9865(2020)04-0011-08

长江口综合治理历程及思考

韩玉芳^{1,2}, 窦希萍^{1,2}

(1. 南京水利科学研究所, 江苏 南京 210024; 2. 港口航道泥沙工程交通行业重点实验室, 江苏 南京 210024)

摘要:长江口地区在我国经济社会中占有重要地位,长江口综合治理与地区经济发展密切相关。首先回顾 20 世纪 50 年代以来长江河口以航运、防洪、供水等为主线的综合治理历程和相关工作,包括《长江口综合整治开发规划》制定及实施,江堤、海堤建设及岸线开发利用情况,较为详细地介绍长江口深水航道治理过程,总结长江口综合治理过程中实施的重要工程及其发挥的主要作用。从流域减沙、防洪减灾、供水安全以及河口生态保护等方面分析了长江口目前面临的主要问题,提出长江口治理需统筹规划、实行一体化管理以及加强治理与保护研究等建议。

关键词:长江口;综合治理;深水航道;水源地;防洪工程

中图分类号:TV148 **文献标志码:**A **DOI:**10.16483/j.issn.1005-9865.2020.04.002

The process and prospect of comprehensive control of Yangtze estuary

HAN Yufang^{1,2}, DOU Xiping^{1,2}

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China; 2. Key Laboratory of Port, Waterway and Sedimentation Engineering of MOT, Nanjing 210024, China)

Abstract: The Yangtze estuary occupies an important position in China's economy and society. This article reviews the comprehensive regulation and development process and related works associated with the navigation, flood control, water source of the Yangtze river estuary since 1950s, including the Yangtze estuary comprehensive development planning formulation and implementation, consideration, and coastline development and utilization of seawall construction, introduces the Yangtze estuary deep water channel regulation process, and summarizes the important projects in the process of comprehensive control of the Yangtze estuary and their main functions. This paper also analyzes the main problems of the Yangtze estuary from the aspects of river basin sediment reduction, flood control and disaster reduction, water supply safety and estuary ecological protection, and puts forward some suggestions, such as overall planning, integrated management and strengthening research on management and protection.

Keywords: Yangtze estuary; comprehensive control; deep water channel; water source; flood control project

长江口综合治理与地区经济发展密切相关,国家经济和社会需求始终是长江口治理的强大推动力。60 多年来围绕长江河口自然规律和开发治理,取得了丰硕的研究成果和工程实践,航运工程、防洪排涝工程、江堤海堤工程相继建设,相关成果多次获省部级以上奖项,其中长江口深水航道工程获得国家科技进步一等奖。然而,在入海泥沙大幅减少和人类活动加剧的背景下,长江口区域经济社会发展对河势稳定、防洪排涝安全、水资源安全、土地和岸线资源利用、航道条件提升、生态环境改善等提出了更高的要求。

对长江口综合治理的历程进行了回顾,包括《长江口综合整治开发规划》制定及实施,江堤、海堤建设及岸线开发利用情况,较为详细的介绍了长江口深水航道治理过程,总结了长江口综合治理过程中实施的重要

收稿日期:2019-12-24

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2017YFC0405400)

作者简介:韩玉芳(1971-),女,博士,正高级工程师,主要从事长江口治理方面的研究。E-mail: yfhan@nhri.cn

工程及发挥的主要作用。从流域减沙、防洪减灾、供水安全以及河口生态保护等方面指出下一阶段综合治理存在的主要问题,并从河口治理综合管理政策法规等方面提出意见和建议。

1 长江口概况

长江口为径流与潮汐共同作用的多级分汊、中等强度的潮汐河口^[1-3](图 1)。广义的长江河口区自安徽大通(枯季潮区界)向下至口外水下三角洲前缘,长 700 多千米。根据动力条件和河槽演变特性的差异,长江河口区可分为河流近口段、河流河口段和口外海滨段三个区段。河流近口段:大通至江阴,长 400 km,河槽演变受径流和河道边界控制,多为江心洲河型;河流河口段:江阴至口门(拦门沙滩顶),长 240 km,径流与潮流共同作用,河槽分汊多变;口外海滨段:自口门向外至水下 30~50 m 等深线附近,以潮流作用为主,水下三角洲发育。狭义的长江口指徐六泾至原口外 50 号灯标,全长 181.8 km。

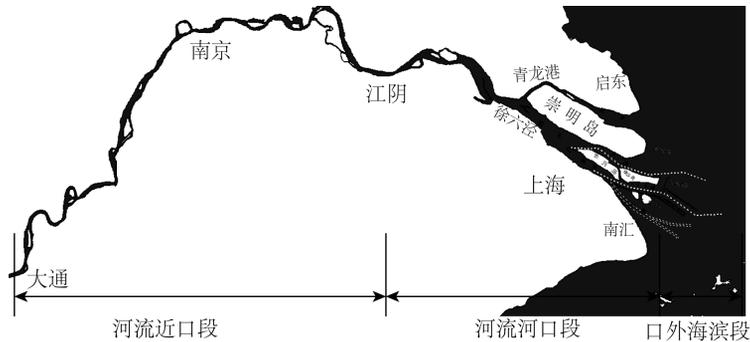


图 1 长江口区域划分示意

Fig. 1 Schematic diagram of the division of the Yangtze estuary

长江口平面形态呈喇叭形,徐六泾江面宽约 5 km,启东嘴到南汇嘴宽约 90 km。长江口自徐六泾向下,河槽出现有规律的分汊,首先长江被崇明岛分为南支和北支,南支又被长兴岛和横沙岛分为南港和北港,南港在横沙以外又被九段沙分为南槽和北槽,呈现出“三级分汊、四口入海”的河势格局(图 2),四条入海河道都存在浅滩,其滩顶通航水深一般在 5 m 左右,且小于其上游和下游的水深,称为“拦门沙”河段。

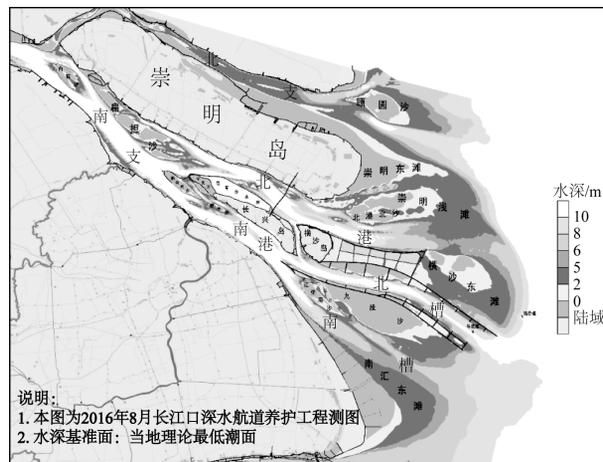


图 2 长江口徐六泾以下河段概况

Fig. 2 An overview of the lower reaches (below Xuliujing) of the Yangtze estuary

2 长江口综合治理历程

2.1 《长江口综合整治开发规划》制定及实施

20 世纪 80 年代初至 90 年代,水利电力部上海勘测设计研究院根据国家计委批复的《长江口综合开发整治前期工作任务书》的要求,对长江口综合开发利用规划进行了较为系统的研究,于 1988 年提出了以北港

入海航道整治为重点的《长江口综合开发整治规划要点报告》;1997年水利部上海勘测设计研究院又提出了《长江口综合开发整治规划要点报告》(1997年版本),该报告通过了水利部组织的审查,并上报国家计委。

由于1998、1999年大洪水后,长江口河势出现较大调整变化,2001年12月底水利部安排长江水利委员会启动《长江口综合整治开发规划》(以下简称《规划》)编制工作,经过多方努力,2008年3月《规划》获得国务院批准,水利部以水规计[2008]88号印发实施,规划以2005年为现状基准年,2010年为规划近期水平年,2020年为规划远期水平年。

2017年11月13—17日,长江水利委员会科学技术委员会组织开展了长江口综合整治专题调研活动,着手进行《规划》修编工作。

2.2 江堤、海堤建设及岸线开发利用

长江口河段的两岸边界和崇明岛边界是历史上几次大规模的江心洲并岸并洲形成的,在此基础上,又通过并洲并岸过程,进一步塑造了近河口段宽窄相间的江心洲分汉河型和河口段三级分汉、四口入海的喇叭型河口^[1,4]。20世纪中叶通过整治,在长江口形成了徐六泾节点,使得长江河口有了比较稳定的防护边界。

自20世纪50年代至今,长江口整治工程主要有堤防(海塘)工程、保滩护岸工程和围垦堵汉工程。20世纪90年代之前开展了大规模的江堤、海堤(塘)的整治工作。长江大堤经数百年的不断加固和建设防护工程,有效地顶住了长江洪峰的冲击和向南冲刷侵蚀。

20世纪90年代,长江流域发生多次洪水,险情严重。为提高长江堤防的防御能力,从1997年秋冬开始,江苏省实施了江海堤防达标建设工程,使长江堤防达到50年一遇的防洪标准,至2002年底,江苏省基本上完成主江堤达标任务。近年来沿江各地市又陆续开展了江堤功能提升建设。上海市在原有达标堤防的基础上根据《全国海堤建设方案》逐步完善沿海防潮减灾体系,海堤按200年一遇设计标准建设。

目前长江口岸线开发利用率较高,江苏省岸线利用率为35.6%,上海市岸线利用率为49.2%。为指导长江及其重要支流的岸线保护、开发利用及管理工作,服务长江经济带建设,2016年9月,水利部、国土资源部正式印发《长江岸线保护和开发利用总体规划》。规划在充分调查收集沿江省(直辖市)岸线开发利用现状的基础上,全面分析了长江岸线保护和开发利用存在的主要问题及经济社会发展对岸线开发利用的要求,按照岸线保护和开发利用需求,划分了岸线保护区、保留区、控制利用区及开发利用区等四类功能区,并对各功能区提出了相应的管理要求。

2.3 长江口深水航道治理工程

长江口的治理历程一直是以长江口航道为主线的综合治理过程^[49]。自1843年上海港开埠以来,长江口和黄浦江航道即为上海港乃至整个长江流域的重要运输通道。长江口航道治理的构想,由来已久,早在1919年,孙中山先生在《建国方略》中就提出了开发扬子江航道,建设上海东方大港的设想。20世纪中期以后,随着全球经济和国际贸易的发展,海运船舶呈现出向大型化和集装箱化发展的趋势,对港口、航道水深的要求也不断提高。自1958年以来,在交通部组织下,众多研究单位的专家学者对长江口水文、地貌历史演变开展了长期的系统研究^[10-11],论证了治理长江口深水航道的技术可能性,提出了深水航道选槽和工程治理的总体方案,并于1998年实施了长江口深水航道治理工程,由此拉开长江口大规模综合治理的序幕。

长江口航道治理主要有以下三个阶段。

1) 自然水深维护阶段(1958—1973年)

该阶段开展的主要工作有:1958—1960年,上海河道局(现上海航道局)先后主持开展了三次大规模水文测验和地形测量工作。1960年交通部和上海市组织上海河道局、南京水利科学研究所(现南京水利科学研究院)、长江流域规划办公室(现长江水利委员会)、中国科学院海洋研究所、华东师范大学等单位成立长江口治理研究领导小组,该小组负责长江口的研究工作。1962年长江口治理研究被列入国家科委的十年规划。1963年在交通部领导下组成长江口研究委员会,除继续搜集水文地形资料外,着重进行了长江口资料整理分析和现场调查工作。该阶段长江口航道水深维持自然水深。

2) 7~7.5 m 航道维护阶段(1973—1990年)

1973年周恩来总理提出“三年改变港口面貌”任务。交通部根据当时上海港的实际情况,对长江口的要求是开通拦门沙河段7 m航道。参与研究论证的单位有上海航道局、南京水利科学研究所、华东师范大学、长江流域规划办公室、华东水利学院和杭州大学。经过紧张的研究和激烈争论,考虑到北槽受1972年横沙

东滩甬沟切滩导致下段突发性严重淤积的影响,决定选择南槽,用疏浚方法开挖和维护 7 m 通海航道,并于 1974 年底实现了这一目标。

1978 年,经国务院批准成立长江口航道治理工程领导小组;1980 年初国务院又批准在领导小组下设科研技术组,并指定科研设计工作以南京水利科学研究所为主,上海航道局、华东水利学院等单位参加;1983 年经国务院批准改名为长江口开发治理领导小组;1984 年改名为长江口及太湖流域综合治理领导小组,组织开展长江口、黄浦江、太湖流域综合开发治理中的重大科学研究及工程设计论证审议等工作。在交通部组织下,通过对长江口水文、地貌历史演变的系统研究,初步掌握了长江口特别是拦门沙河段水沙运动及河床演变规律,论证了治理长江口的技术可能性。该阶段航道水深通过疏浚维持 7~7.5 m。

3) 12.5 m 深水航道建设阶段(1998—)

长江口深水航道治理工程位于南港和北槽河段,工程分三期实施,采用整治与疏浚相结合的方式,实现 12.5 米航道水深目标。一、二期整治工程(1998—2004 年)建造了两条长约 50 km 的南导堤和北导堤以及总长约 30 km 的 19 座丁坝。三期工程以疏浚为主,2006 年开工,2010 年交工验收。其中,2008 年 12 月—2009 年 11 月实施了丁坝延长的减淤工程(累计加长丁坝 4 621 m)和南导堤加高的减淤工程(在 S3~S8 南坝田间新建一座长约 21 km 的防沙堤)。

以深水航道开工建设为标志,长江口进入大规模综合治理阶段^[12-13]。20 年多年的时间,按照长江口综合整治开发规划,实施了一系列的河口治理工程。

2.4 南京以下 12.5 m 深水航道工程

为充分发挥长江黄金水道的运输潜能、支撑长三角区域一体化发展,交通运输部于 2011—2018 年实施了长江南京以下 12.5 m 深水航道工程,采用“固滩稳槽、导流增深、整治与疏浚相结合”的整治原则(图 3),分三期将深水航道由太仓荡茜口延伸至南京,总长 283 km,2018 年 5 月交工验收。自此长江南京以下深水航道全线贯通。

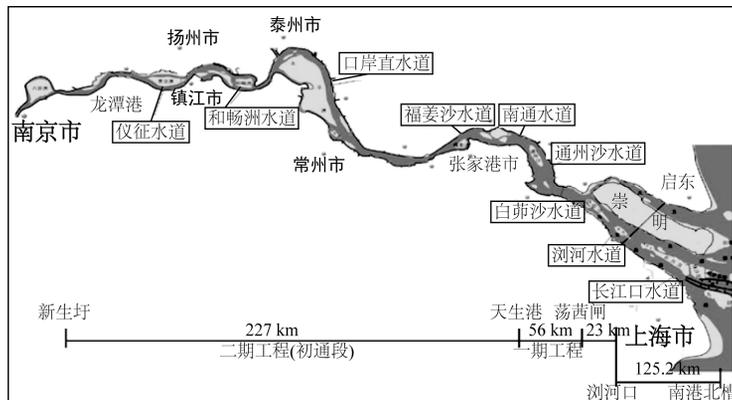


图 3 长江南京以下 12.5 米深水航道示意

Fig. 3 Layout of 12.5 meters deep water channel of Yangtze River below Nanjing

2.5 1998 年以来长江口实施的主要涉水工程

1998 年以来,随着我国经济的高速发展,河口地区的开发强度增加(如图 4),已建涉水工程主要包括长江口深水航道治理工程、新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程、中央沙圈围及青草沙水库工程、促淤圈围与吹填工程、港口码头工程、桥梁工程、人工采砂活动等。其中促淤圈围工程包括:徐六泾河段北岸围垦工程、东风西沙圈围工程、常熟边滩圈围、横沙东滩促淤圈围工程、南汇嘴人工半岛、长兴岛北沿滩涂促淤圈围工程、浦东机场外侧促淤圈围工程。

1) 中央沙圈围及青草沙水源地工程

上海市的中央沙圈围工程于 2006 年 11 月开工,2007 年 5 月全部完工。该工程圈围造地 15.13 km²,同时起到稳定南北港分流口作用,同步完成青草沙北堤上段护底潜堤工程,为实施青草沙水库建设奠定基础。

青草沙水库位于长兴岛北侧和西侧的中央沙、青草沙以及北小泓、东北小泓等水域范围,工程于 2007 年 6 月 5 日正式开工,2009 年 1 月主龙口合龙,2009 年 7 月环库大堤连成一体,2010 年投入运营。该工程建设

总长 43 km 的大堤,圈围 60 平方公里的水面,形成我国目前最大的江心水库。

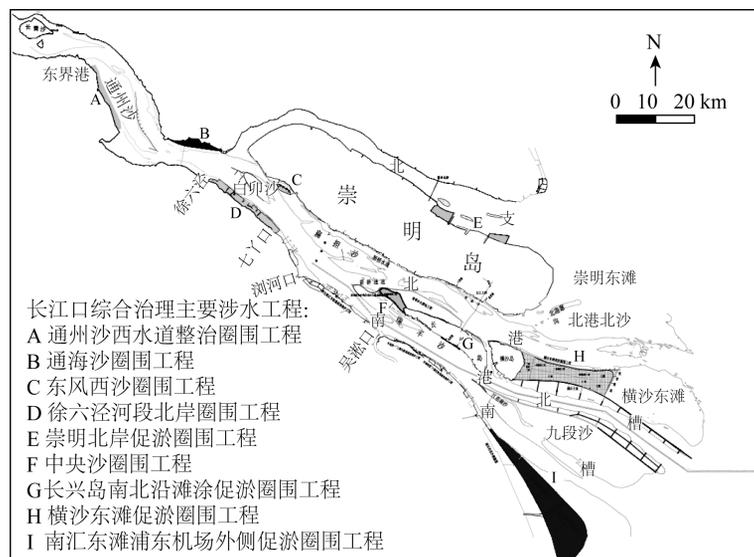


图4 长江口主要涉水工程布置示意(1998年以来)

Fig. 4 Layout diagram of major water-related projects at the Yangtze estuary (since 1998)

2) 新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程

新浏河沙护滩及南沙头通道限流潜堤工程位于长江口南北港分叉口水域。2007年9月开工,其中新浏河沙护滩工程(长约8 610 m)于2008年8月完成(堤顶高程均为2.0 m,吴淞基面),南沙头通道限流潜堤(长约2 390 m)于2009年2月完成。此外,2010年9月起还实施了长江口12.5米深水航道向上延伸至南京,并将新浏河沙护滩南堤向下游延伸2.7 km。

3) 徐六泾节点整治工程

徐六泾节点整治的目的在于增强徐六泾控制河段的束流和导流作用,一方面使水流动力相对集中,经过徐六泾的主流能较为稳定地北偏,从而有利于下游白茆沙北水道的发展,有利于形成白茆沙南北水道深槽皆贯通、南水道为主汊的优良河势。该整治工程主要包括2008—2011年实施的北侧新通海沙围堤工程、南侧白茆小沙围堤工程(因沙体冲刷,未能实施)和白茆沙头部整治工程(2012—2014年由交通部深水航道部门实施完工)。此外,2007—2008年长江南岸常熟边滩、1994—2012年太仓边滩也实施了边滩整治工程。

4) 白茆沙、通州沙深水航道整治工程

2011—2014年在进行南京以下深水航道治理工程期间,对通州沙沙体左缘下段和狼山沙沙体左缘实施了守护工程;2013底—2015年5月完成铁黄沙整治一期工程;2012年8月—2014年7月对南支上段的白茆沙进行治理,整治工程由白茆沙头部潜堤、护滩堤以及南侧丁坝组成,其主要作用是稳定白茆沙,防止沙头冲刷后退,南侧丁坝的作用主要是增强动力,冲刷局部浅区。

5) 北支实施的有关工程

本世纪以来,北支两岸涉水工程主要有围滩工程、崇启大桥工程、护岸工程以及三条港至连兴港的海工、船舶基地的码头工程,其中,海门中下段11.3 km岸线整治工程圈围总面积约合3.24 km²;新村沙整治工程(2014年竣工),包括围堤和涵闸工程和吹填工程,新建堤防总长约28.5 km,新建节制闸两座,合计成陆面积14.26 km²;崇明北沿二期工程(2007—2009),圈围面积约12.00 km²,并进行围内吹填;崇明北沿三期工程,圈围面积7.47 km²,围内吹填至1.87 m高程;互花米草及鸟类栖息地优化工程,2010年实施互花米草及鸟类栖息地优化工程,面积24.19 km²;连兴港至甌激港岸线综合整治工程,堤防总长度7 208 m,新成陆域总面积1.09 km²,2008年11月竣工。北支河段整治任务主要是进一步改善入流条件,使北支水道上、中段从双汉型水道逐渐发展成单一型水道,缩窄北支下游河宽,减少盐水入侵和倒灌南支。

6) 其他圈围和吹填工程

南支河段还有东风西沙水库工程(2001—2002年)圈围4.10 km²、常熟边滩圈围1.21 km²(2007—2008年)。南北港河段以下,主要有横沙东滩促淤圈围工程(2000—2020年),共造地105 km²;南汇嘴人工半岛

(1998—2003 年);长兴岛北沿滩涂促淤圈围工程(2007—2008 年);浦东机场外侧促淤圈围工程(2008—2015 年)。

7) 其他主要涉水工程

港口码头工程:南支南岸沿线有宝钢码头、石洞口电厂码头、美孚码头、远太国际城码头等;南港南岸主要有上海国际航运中心外高桥港区 1~6 期码头、外高桥造船基地码头、外高桥发电厂码头以及打捞局码头等;南港北岸有中海长兴修造船基地、中船长兴造船基地、振华重工等大型工业基地港口码头、马家港客运码头等。以上码头均采用高桩梁板结构。

桥梁工程:苏通长江大桥(2003—2008 年)、上海长江大桥(2005—2009 年)、崇启大桥(2008—2011 年)。

3 长江口下阶段综合治理思考

3.1 存在的主要问题

1) 流域来沙量大幅减少,河势稳定性受到影响

近 20 年来,由于上游梯级水库群建设和流域水土保持等人类活动,长江口水沙条件发生了较大变化,上游来沙锐减对下游和河口段的影响已逐步显现,南京、镇扬、扬中、澄通、河口段均出现不同程度的崩岸险情,河道主槽容积扩大,江心沙洲有所缩小。南支太仓近岸冲刷严重,影响码头等工程的安全运行;扁担沙沙群冲淤消涨,上提下移,南支中段不稳定的因素依然存在;青草沙水库北沿堤近岸冲刷严重,影响围堤安全稳定;江亚北槽冲刷发展,对九段沙自然保护区稳定带来影响,冲刷造成的泥沙下泄,对南槽航道维护不利。北支进口口门心滩淤涨,中上段深泓线周期性摆动,河势不稳,北支下段右岸浅滩淤积严重。

2) 台风暴潮强度有所增加,防洪减灾压力加大

气候变化、海平面上升、地面沉降等都是诱发沿海地区极端灾害事件的重要因素,近年来长江口地区受台风影响的频率和强度有增加趋势,在海平面上升、陆域地面沉降、近岸河口冲淤以及海堤沉降等因素交互作用下,未来上海遭受风暴潮灾害的可能性依然存在,特别是当洪水、台风与高潮位相遇(“三碰头”)时,不但会给长江口地区的防洪(台)排涝带来很大压力,还会对航道、码头、导堤等工程带来不利影响,造成防护工程损毁和航道骤淤等。

3) 水质性缺水,威胁长江口地区的供水安全

长江口地区有丰富的本地水资源和大量的过境水资源,影响长江口水源地水质主要有两个方面,一是长江沿线和长江口地区废污水排放,导致局部水域水体污染严重;二是外海盐水入侵,特别是当入海径流量比较小且为大潮时,盐水或从北支随涨潮流倒灌南支、或从外海直接上溯,影响水源地取水,威胁上海市的饮用水安全。如 2014 年 2 月长江口遭遇青草沙水源地建成以来最严重的盐水入侵,连续 23 天无法取到合格的原水,200 万人饮用水受到影响。

4) 土地资源紧缺,滩涂利用与湿地生态保护任务艰巨

上海有 2/3 的土地面积来源于近两千年对长江三角洲滩涂的围垦,尤其是解放以来的滩涂围垦占了上海现有土地面积的 1/7。随着入海泥沙量的减少,长江口浅滩增长速度减缓,已有研究表明未来 20 年口门滩涂面积可能会减少 20%~50%。而上海市作为国际化大都市和长三角一体化的龙头,迫切需要土地资源,以支撑经济社会的发展。

滩涂作为湿地在生态系统中占有很重要的地位,需要加以保护。而 2019 年后,长江口深水航道面临 6 000~7 000 万方疏浚土无处可抛的局面(之前是吹填到横沙东滩上),如何充分利用疏浚土进行滩涂培育,避免泥沙资源浪费和水环境污染,需要更高层面的协调。

3.2 建议

1) 改变多规并存局面,对长江口进行统筹规划

虽然《长江口综合整治开发规划》是长江口地区开发建设的统领规划,但不同部门也相继出台了《长江口航道规划》《长江岸线保护与利用规划》《上海市生态红线》等,各层级规划均有不相协调之处,尤其是规划涉及跨部门、跨行业的部分。从目前规划实施情况看,由于没有明确长江口综合整治开发规划实施的责任主体,已实施的工程多为航道整治、水源地建设、滩涂圈围及岸线整治等工程,而河势控导、护岸保滩等工程往

往无法及时实施,错过河势控制的时机。

今后长江口地区经济发展,黄金水道建设,水资源和水生态保护以及河口工程安全等都对长江口的治理与保护提出了新的要求。因此,需要科学评价已实施工程的整治效果以及工程对防洪(潮)、排涝、水生态、水环境等的影响;评估原有规划对新要求的适应性,完善原有规划,尽快启动新一轮规划的修编工作。

2) 加强统一领导,实行长江口管理一体化

《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》指出:要打破行政壁垒,创新规划编制审批模式,探索建立统一编制、联合报批、共同实施的规划管理体制。目前长江流域管理事权较为单一,权威性、协调力和法律效力不够,《中华人民共和国长江保护法(草案)》已在征求意见,考虑到长江口地区的特殊性,建议研究出台长江河口管理办法或细则,明确长江口系统治理与保护的法律规定,维护长江口的生态健康和多目标功能;明确长江口各水上管理部门的职责、明晰工作程序,使长江口治理和保护做到有法可依、有据可循;加强水务、海洋、生态环境和交通等相关部门的协作,共同推进长江口的治理与保护,有效控制稳定长江口河势,保障防洪安全、供水安全、航运安全和生态安全。

长期以来受行业分工、体制等局限,对长江口水文、环境生态要素监测基本处于各测所需的状况。目前,水利、航道、环保和海事等单位,均根据行业需要设有水文监测站点,但存在布局不完善、功能不齐全、信息共享难等问题。因此,需要水利部门牵头整合资源,合理规划监测站布局,加强长江口立体监测,推进长江口地区水文、泥沙、河道、水环境、水生态等监测信息系统建设和共享。

3) 河势稳定是长江口保护的重中之重,需要加强相关研究

长江口保护的基础是河势稳定。受流域来沙量大幅减小和口外水沙的不确定性影响,局部河势不稳定性增加。需要加强长江口治理与保护研究:① 深入研究人类活动和自然变化对长江口的持续影响,揭示流域水沙变化及污染物输入对河势、生态环境的作用规律;② 揭示气候变化和人类活动共同作用下河口系统稳定性及演变趋势,提高河口系统变化的预测预警能力;③ 加强包括澄通河段和长江口南支、北支在内的河势控制相关研究,对前一轮规划未达到目标的项目进行分析研究,进一步明确北支治理与保护目标,同时结合当前长江大保护背景下加强生态系统建设的要求,合理制定新的河势稳定工程措施,及时采取有效措施,保证河势的稳定格局,保证过江通道桥梁、河口水库、护岸工程以及航道整治工程的安全运行;④ 统筹考虑长江口各类资源的利用与保护,探索生态友好的河口综合治理方案;研发环境友好的材料和工程结构型式,推进整治工程的生态化;结合长江口深水航道疏浚土利用,开展长江口滩涂培育试点研究,以保护长江口优良的生态环境。

4 结 语

以上海为中心的长江三角洲地区是中国最大的经济核心区,目前正处于优化提升、转型发展的新阶段。2018年底,长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略。河口的健康及可持续发展依赖于河口生态环境系统的有效保护和合理利用。在自然因素异变和人类活动加剧影响下,长江河口的开发治理同样面临新挑战:如何从以开发建设为主,转变为开发和保护并重?如何围绕保护生态环境和实现绿色发展这个主题,建设好长三角生态绿色一体化发展示范区?这些新形势新问题都对河口的综合治理与保护修复提出了更高的要求,需要更好总结河口开发治理中经验教训,更加深入地开展相关问题科学研究,以加强长江河口作为长三角地区资源宝库和生态屏障的作用,保障长三角地区经济社会的绿色高质量发展。

参考文献:

- [1] 陈吉余,沈焕庭,恽才兴.长江河口动力过程和地貌演变[M].上海:上海科学技术出版社,1998.(CHEN Jiyu, SHEN Huanting, YUN Caixing. Dynamic processes and geomorphologic evolution of the Yangtze Estuary[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1998. (in Chinese))
- [2] 夏云峰,闻云呈,徐华,等.长江河口段水沙运动及河床演变[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2015.(XIA Yunfeng, WEN Yuncheng, XU Hua, et al. Water and sediment movement and riverbed evolution in the estuary of the Yangtze river[M]. Beijing: People's Communications Press Co., Ltd., 2015. (in Chinese))
- [3] 王俊,田淳,张志林.长江口河道演变规律与治理研究[M].北京:中国水利水电出版社,2013.(WANG Jun, TIAN Chun, ZHANG Zhilin. Study on the evolution and management of Yangtze Estuary river channel [M]. Beijing: China Water

- Resources and Hydropower Press, 2013. (in Chinese))
- [4] 交通运输部长江口航道管理局. 长江口深水航道治理工程实践与创新[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015. (The Yangtze Estuary Waterway Management Bureau, Ministry of Transport. Practice and innovation of Yangtze river estuary deepwater channel regulation project[M]. Beijing: People's Communications Press, 2015. (in Chinese))
- [5] 严恺. 长江口航道治理研究第一集[M]. 长江口航道治理工程领导小组科研技术组, 1981. (YAN Kai. Research on Yangtze estuary waterway regulation, part 1[M]. Scientific Research and Technology Group of Leading Group of Yangtze Estuary Waterway Regulation Project, 1981. (in Chinese))
- [6] 葛九峰. 我院与美国陆军工程兵团的交往与合作[C]//碧水丹心-南京水利科学研究院建院八十周年纪念文集. 南京: 河海大学出版社, 2015: 58-63. (GE Jiufeng. Communication and cooperation between our institute and the us army corps of engineers[C]//Collection of Essays on the 80th Anniversary of the Establishment of the Nanjing Hydraulic Research Institute. Nanjing: Hohai University Press, 2015: 58-63. (in Chinese))
- [7] 黄胜. 长江口治理综合分析[M]//长江口综合治理研究第三集. 1987: 1-26. (HUANG Sheng. A comprehensive analysis of the Yangtze Estuary [M]//The Third Part of the Yangtze River Estuary Comprehensive Management. 1987: 1-26. (in Chinese))
- [8] 陈志昌, 顾佩玉, 朱元生, 等. 长江口深水航道研究[J]. 水利水运科学研究, 1995(3): 210-220. (CHEN Zhichang, GU Peiyu, ZHU Yuansheng, et al. Research on the Yangtze estuary deepwater channel [J]. Journal of Nanjing Hydraulic Research Institute, 1995(3): 210-220. (in Chinese))
- [9] 韩玉芳, 陈志昌. 长江口深水航道治理研究回顾与展望[C]//第十七届中国海洋(岸)工程学术讨论会. 北京: 海洋出版社, 2015. (HAN Yufang, CHEN Zhichang. Review and prospect of Yangtze estuary Deepwater Channel regulation research [C]//Proceedings of the 17th China Ocean (Coastal) Engineering Academic Symposium. Beijing: Ocean Press, 2015. (in Chinese))
- [10] 吴帅虎, 程和琴, 胥毅军, 等. 长江河口主槽地貌形态观测与分析[J]. 海洋工程, 2016, 34(6): 65-73. (WU Shuaihu, CHENG Heqin, XU Yijun, et al. Observation and analysis of bedform morphology of the Yangtze River estuary[J]. The Ocean Engineering, 2016, 34(6): 65-73. (in Chinese))
- [11] 谢华亮, 戴志军, 左书华, 等. 1959~2013 年长江河口南槽动力地貌演变过程[J]. 海洋工程, 2015, 33(5): 51-59. (XIE Hualiang, DAI Zhijun, ZUO Shuhua, et al. Morphodynamic processes of the south passage of the Yangtze estuary (1959~2013)[J]. The Ocean Engineering, 2015, 33(5): 51-59. (in Chinese))
- [12] 刘杰, 乐嘉海, 胡志峰, 等. 长江口深水航道治理一期工程实施对北槽拦门沙的影响[J]. 海洋工程, 2003, 21(2): 58-64. (LIU Jie, LE Jiahai, HU Zhifeng, et al. The influence on the north passage bar after executing the first phaseregulation project of the Yangtze Estuary[J]. The Ocean Engineering, 2003, 21(2): 58-64. (in Chinese))
- [13] 杜景龙, 杨世伦, 张文祥, 等. 长江口北槽深水航道工程对九段沙冲淤影响研究[J]. 海洋工程, 2005, 23(3): 78-83. (DU Jinglong, YANG Shilun, ZHANG Wenxiang, et al. Study of influence on erosion and accumulation of Jiuduansha Tidal Island by deep-water channel project at north passage of the Yangtze River[J]. The Ocean Engineering, 2005, 23(3): 78-83. (in Chinese))