

文章编号:1004-8227(2010)12-1433-09

长江口南港近期的演变及其与重大工程之间的关系

张志林,胡国栋,朱培华,廖建英

(长江水利委员会长江口水文水资源勘测局,上海 200136)

摘要:长江口为典型的多级分汉中等潮汐河口,口门宽阔、径潮流强劲、泥沙运动复杂、河槽交替多变,给河口综合治理带来困难。长江口各分流汉道演变过程中,此消彼长是永恒的主旋律,其产生、发展、扭曲、萎缩、消亡具有周期性演变规律。为发挥长江黄金水道的优势,促进国民经济发展,长江口先后实施了深水航道治理工程、南北港分流口处的新浏河沙护滩和南沙头通道限流工程,以及中央沙促淤圈围工程和青草沙水源地工程等,南北港和南北槽分流口河段得到有效控制,对长江口未来的演变产生深远影响。基于南北港分流口以下丰富的地形、水文现场资料,对近年来南港地形演变进行了深入分析,在肯定工程稳定河势的同时,认为目前南北港分流口以下,尚存在南港主流偏离南岸致使发生近岸淤积,以及瑞丰沙中下段沙体刷深导致水流分散,不利于河势稳定等问题。并探讨了长江口“先下后上”治理模式的优缺点,建议在长江口河势尚未发生较大变化时,站在整体的高度,综合考虑河势、航道、水土资源、防洪潮及排灌、生态环境保护等诸多因素,尽快实施长江口综合整治工程。

关键词:长江口;深水航道;河道演变;南港;长兴水道

文献标识码:A

长江口地处长江流域与黄海、东海连接带,平面形态为喇叭形,呈“三级分汉,四口入海”格局。起始徐六泾断面宽约5.7 km,河口启东嘴至南汇嘴展宽至90 km。徐六泾以下由崇明岛将长江分为南、北支;南支下段由长兴岛分为南、北港;南港在长兴岛尾由九段沙分为南、北槽,见图1。

长江口近2000年的自然演变模式可概括为:①南岸边滩淤涨;②北岸沙岛并岸;③河口缩窄,河道成型;④河口三角洲向外延伸^[1]。在巨量的径流与潮流的双重作用下,长江口自然演变阶段,各汉道呈现此消彼长的格局。

20世纪80年代以前,长江口基本处于自然演变状态,主航道的变迁也顺势而为,即哪个汉道水深条件好即开辟哪个汉道,辅之少量的疏浚维护,这种模式与长江三角洲国民经济的发展极不匹配,因此,国家计委将“长江口拦门沙航道演变(整治技术)”立为国家“八五”科技重点项目,并于1998年1月开工建设长江口深水航道,极大地促进了长江三角洲各港口的迅猛发展。2005年1月,长江水利委员会完成了《长江口综合整治开发规划》(下文简称《规划》),并于2008年3月得到国务院的批复,给长江

口综合整治勾绘了蓝图,与之相配套,2007年9月,南港新浏河沙护滩和南沙头通道限流潜堤工程开工;2007年11月,长江口青草沙水源地原水工程开工。本文结合工程的建设情况,着重分析长江口南、北港分流口以下南港的近期演变。

1 长江口重大工程简介

1.1 长江口深水航道治理工程

长江口深水航道治理工程于1997年底经国务院批准实施,本着“一次规划、分期建设、分期见效”的原则,分三期建设,使航道水深分阶段增深到8.5、10.0及12.5 m,工程包括在长江口南港北槽内建筑南、北导堤和丁坝等整治建筑物,其中北导堤约49 km、南导堤约48 km、分流口南线堤1.6 km、潜堤3.2 km;南北导堤间建丁坝19座。

一期工程于1998年1月27日正式开工,到2000年3月完成,航道水深从7.0 m增深到8.5 m,取得了历史性的跨越;二期工程于2002年4月开工,至2004年12月完成,2005年11月通过国家竣工验收;三期工程于2006年9月30日正式开工,于

收稿日期:2009-12-15;修回日期:2010-02-04

基金项目:国家自然科学基金项目(40876043)

作者简介:张志林(1968~),男,江苏省南通人,教授级高级工程师,主要从事河口海岸、自然地理学方面研究。

长兴岛尾南侧新建 2 km 的长兴潜堤,疏浚航道 90.8 km,拟形成全长92.2 km、宽 350~400m、水深

12.5 m 的双向航道^①,工程位置见图 1。

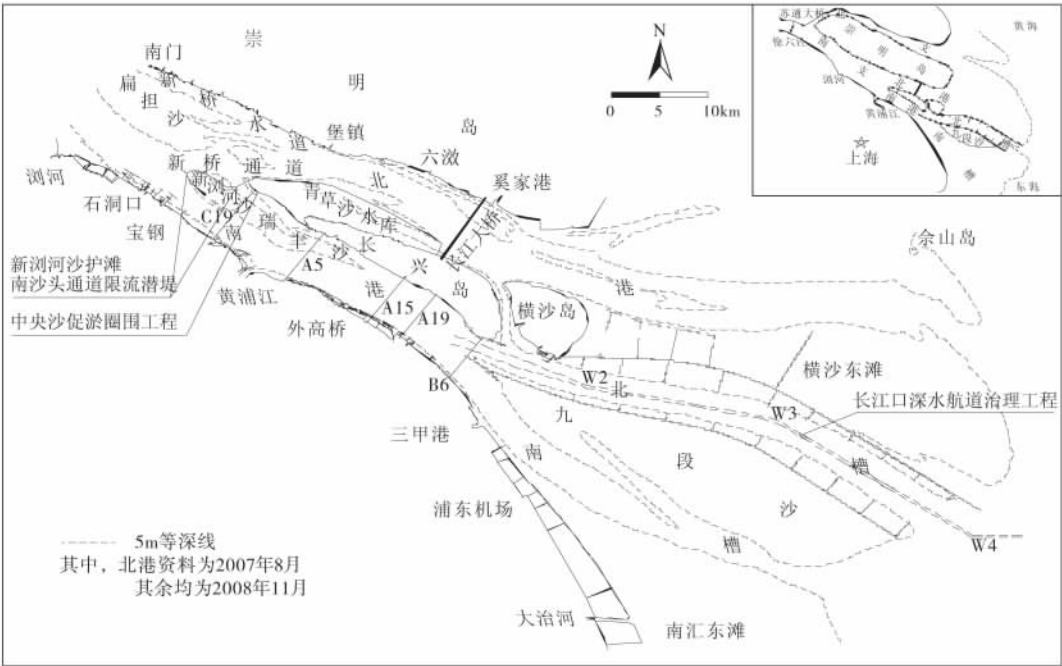


图 1 长江口河势图
Fig.1 Sketch-map of the Yangtze Estuary

1.2 新浏河沙护滩和南沙头通道限流潜堤工程

《规划》中,南北港分流口整治工程包括新浏河沙潜堤工程、南沙头通道护底工程、中央沙及青草沙圈围工程以及下扁担沙头部潜堤固定工程。在贯彻《规划》的基础上,根据河势变化情况,长江口航道管理局实施了新浏河沙护滩和南沙头通道限流潜堤工程,该工程对南、北港分流口的河势控制起关键作用。

新浏河沙护滩工程包括护滩南堤、护滩北堤和头部护滩潜堤三部分,示意位置见图 1,其中护滩堤长 8 073 m,顶标高 2.0 m(吴淞高程,本节同);护滩潜堤长 537 m。南沙头通道潜堤总长 2 390 m,其中与新浏河沙护滩北堤平顺相接的过渡段长 500 m,顶标高 2.0~−2.0 m;潜堤主堤段长 1 300 m,堤顶标高 −2.0 m;与中央沙圈围高程顺坝过渡段长 590 m,顶标高 −2.0~3.2 m^②。

南沙头通道潜堤工程于 2007 年 6 月开始铺设护底,新浏河沙护滩工程于 2007 年 10 月开工,至 2009 年 2 月完工。

1.3 中央沙促淤圈围工程

工程的主要目的为在中央沙高滩上圈围造地,形成“高滩成陆、低滩成库、鱼嘴成形”的格局,为青草沙水源建设和南北港分流口整治创造条件,其示意位置见图 1。

工程建设内容有^③:圈围大堤、排水建筑物、局部护滩等,在南缘设两座总设计流量为 14.5 m³/s 的排水涵闸,围堤总长 18.417 km,圈围面积 15.26 km²。工程于 2004 年 9 月底开工,2005 年底完成。

1.4 青草沙水源工程

青草沙水源工程位于长兴岛西北侧水域,包括青草沙水库、取输水泵闸工程与岛域输水管线工程等分项工程。工程的主要功能是在非咸潮期自流引水入库供水,在咸潮期通过水库预蓄的调蓄水量和抢补水来满足上海市的原水供应需求。青草沙水库面积 70.99 km²,围堤全长 48.63 km,至 2010 年和 2020 年水库总库容将分别达到 4.85 亿 m³ 和

① 交通部长江口航道管理局. 长江口深水航道治理工程概述.
② 交通部长江口航道管理局. 长江口南北港分流口建设方案.
③ 水利部长江水利委员会. 长江口综合整治开发规划要点报告(2004 年修订). 2004.

©1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

5.27 亿 m^3 , 2020 年水库供水规模为 719 万 m^3/d 。工程于 2007 年 12 月正式开工, 计划 2010 年 12 月完工。2009 年 1 月, 青草沙水库新建大堤已合龙。

2 南港近期演变

长江口大型涉水工程的建设, 必将改变河道地形的自然演变规律, 本文利用 1997 年后长江口深水航道建设过程中丰富的地形与水文观测资料, 对南港以下地形的演变进行分析。

2.1 南北港分流口

南北港分流口段河槽宽阔, 径流与潮流的共同作用, 使该段形成滩汉相间的格局, 河床演变复杂。

历史演变表明, 南北港分流口和分流通道的地位极不稳定。如图 2 所示, 1958 年, 老浏河沙与中央沙连为一体封堵南港上口, 长江主流走北港下泄, 因北港泄流能力的限制, 水流在南北港之间形成水位差, 横向越滩流在中央沙顶切滩形成新崇明水道, 因新崇明水道与上游主流有较大夹角, 泄流不畅而逐渐萎缩, 1963 年, 水流切开中央沙嘴形成新宝山水道, 1981 年, 随着新桥通道的迅速发展, 中央沙北水道消亡, 南支主流经新宝山水道向南港分流。1990 年后, 水流在新浏河沙上冲出落潮沟, 因其与主流顺畅衔接, 在 1998 年特大洪水作用下迅猛发展, 形成新宝山北水道, 很快成为分泄南港水流的主通道^[2]。

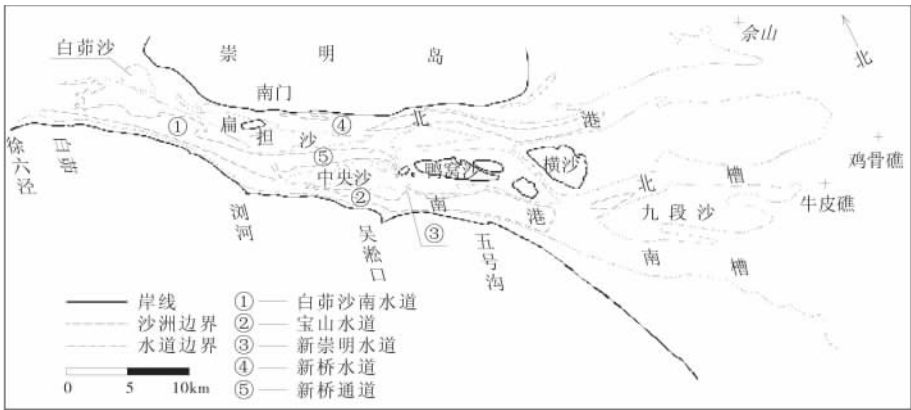


图 2 1958 年长江口南支河势图

Fig. 2 Sketch-map of the South Channel of the Yangtze Estuary in 1958

从图 3 可以看出, 近年来, 新浏河沙包逐年冲刷后退, 沙体下移缩小, 1997 年 11 月至 2007 年 2 月, 新浏河沙头和中央沙头分别下移 4.0 和 2.2 km, 至 2007 年 2 月, 5 m 以浅的体积仅剩约 22.2 万 m^2 , 2007 年 11 月测图显示, 新浏河沙包 5 m 以浅部分已经冲刷殆尽。新浏河沙包头部在后退的同时, 沙体扭曲, 影响了宝山北水道的通航条件, 自 2006 年 5 月始在新浏河沙包东北侧进行的人工疏浚采砂, 改善了宝山北水道的进流条件, 因此, 新浏河沙包的演变, 是自然冲刷和人工采砂双重作用下的结果。

南沙头通道的演变与新浏河沙息息相关, 由表 1 可知, 1997 年 11 月~2003 年 3 月, 南沙头通道基本稳定, 2003 年 3 月后逐渐发展, 至 2007 年 2 月, 5 m 以深的容积增加了 840 万 m^3 , 是 2003 年 3 月的 1.56 倍, 而同期宝山南北水道虽然也有所发展, 但 5 m 以深的容积仅分别增加约 1.4 和 1.3 倍。

为控制新浏河沙的下移及南沙头通道的冲刷发展, 稳定南北港分流口河势, 改善宝山北、南水道的



图 3 南、北港分流口近年 5 m 等深线变化

Fig. 3 Changes of 5 m Isobath at the Division of the South and North Channel in Recent Years

通航及维护条件, 长江口航道管理局实施了新浏河沙护滩和南沙头通道限流潜堤工程, 目前该工程已初见成效, 南沙头通道的发展受到限制, 至 2008 年 11 月, 该通道的 5 m 以深的容积为 1 735 万 m^3 , 比

2007 年 2 月缩小了 25.6%，与之相对应，宝山南北水道均呈现了良好的发展态势，未采取任何疏浚措施，2009 年 2 月宝山北水道 10.5 m 深槽最窄处已拓宽至 722 m 以上，深槽轴线调顺。随着南沙头通道的萎缩，新浏河沙和瑞丰沙 2007 年 11 月后基本连成一体。

表 1 南北港分流口诸汊道 5 m 以深容积的变化 (×10⁶ m³)
Tab. 1 Changes of Volume Under 5 m Deeper Water of Multi-branches at South and North Channel

区域	1997-11	2002-12	2003-03	2005-04	2006-11	2007-02	2007-11	2008-11
宝山南水道	98.67	104.39	105.48	115.15	132.61	149.45	135.87	140.42
宝山北水道	32.24	97.24	101.47	110.95	128.20	133.26	146.26	152.94
南沙头通道	15.30	15.36	14.93	18.16	19.98	23.33	18.09	17.35
南小槽	—	1.58	3.82	5.15	6.74	7.11	11.61	14.49

因南沙头通道方向与长江南港主泓存在一定的夹角，洪水作用下水流趋直下泄，使得原瑞丰沙与中央沙之间形成了中央沙南小槽(见图 3)，2002 年 12 月该槽 5 m 以深的容积仅 158 万 m³，其后持续发展，至 2008 年 11 月，5 m 以深容积已达 1 449 万 m³，扩大了 9 倍。从图 3 可以看出，南小槽与长兴水道 5 m 线尚未贯通，南沙头通道限流潜堤工程实施后，应能控制南小槽的进一步发展。

南北港分流口滩槽演变剧烈，然其分流比具有一定的稳定性。恽才兴统计^[2]，1950 年以来，南北港分流比基本维持在 50%左右，变幅小于 8%。长江口水文水资源勘测局 1998 年 2 月至 2008 年 11 月的 20 次历经不同季节的大潮同步观测资料统计(图 4)，2001 年以前，南港落潮分流比小于 50%，2002 年 2 月，其值为 55.7%，超过北港，其后该值在 50%上下波动，落潮分沙比总体规律类似。南、北港分流口的相对稳定，是维持该河段河势格局的前提。

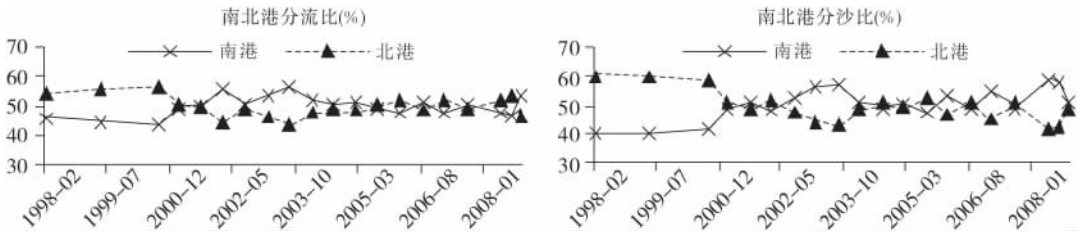


图 4 近年南、北港落潮分流比与分沙比变化
Fig. 4 Alternations of Flow and Sand Discharge Ratio at the South and North Channel in Recent Years

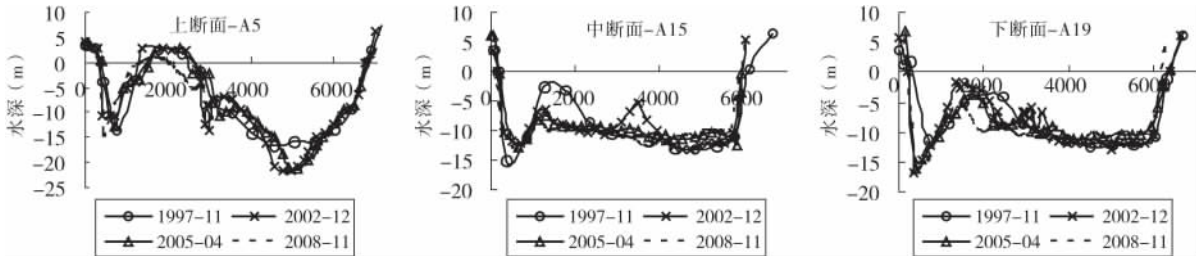
2.2 南港河槽

20 世纪 60 年代初至 70 年代初，南港上口浏河沙与中央沙连成一体，水流顶冲下来的泥沙在南港淤积，形成瑞丰沙嘴，瑞丰沙嘴发育延伸，南港从“U”型河槽向“W”型河槽发展，目前南港河槽由南港主槽、瑞丰沙、长兴水道(又称长兴涨潮沟或南小泓)3 个地貌单元组成。

从图 5 中南港上、中、下 3 个典型断面看(断面位置见图 1)，上断面 A5 为偏“W”型，瑞丰沙将南港分成主、次槽；中断面 A15(马家港断面)为“U”型，

1997 年 11 月和 2002 年 12 月，因瑞丰沙的存在，断面中间有起伏，2005 年 4 月，瑞丰沙中段窄沟发展，上下沙体分离，断面地形平坦，水深基本在 10 m 以上；下断面 A19，断面形状与上断面类似，介于“W”与“U”型之间，瑞丰沙下沙体无论是高度还是宽度均远小于上沙体。3 个典型断面图显示，南港河段断面 0 m 以深的水域宽度在 6.0 km 以上，断面宽深比较大，水流易分散形成复式河槽。

受科氏力作用，长江口落潮流偏南下泄，南港南岸边滩发展受到限制。瑞丰沙的形成与发展既是上



游冲刷泥沙下移沉积的结果,又是南港断面宽阔,南、北侧潮流涨落时刻不一致,涨落潮动力分离,交界处流速趋缓导致泥沙沉积的结果。以图 1 中 A15 (马家港断面)上 2 km 的南港测流断面为例,2007 年 2 月 5 日,该断面的起涨和起落时刻沿断面分布见图 6。由图 6 可以看出,落转涨(起涨)时,从长兴

水道先开始(约 10:40),随后是瑞丰沙和南岸边(约 11:00)随后,最后是南港主槽(约 11:30),起涨转流时间相差约 50 min;涨转落时(起落),南北两侧以及瑞丰沙先落流(约 16:20),其次南港主槽(约 16:45),最后长兴水道(约 16:55),起落转流时间相差约 35 min。

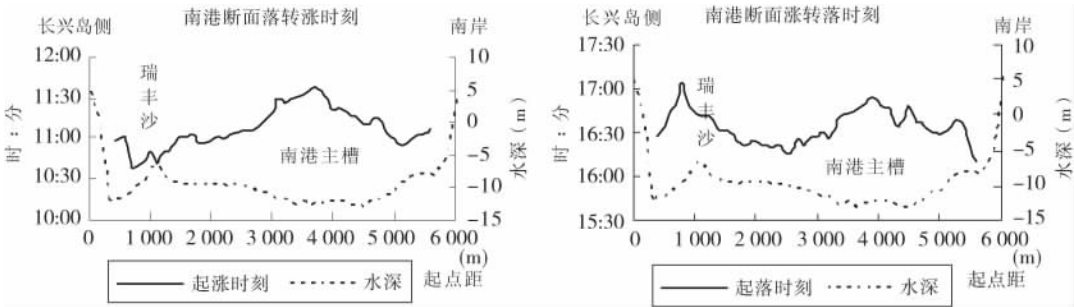


图 6 2007 年 2 月 5 日南港断面转流时刻沿断面分布图

Fig. 6 Profile of Timing of Flow Conversion Along the Cross Section at South Channel in Feb. 5th, 2007

据统计^①,该河段同一时刻涨潮时北岸先涨,高潮位比南岸高,落潮时北岸先落,低潮位比南岸低。以 2005 年 1 月大潮堡镇和吴淞口同步潮位资料为例,涨急时,北南之间的水面比降为 0.059,落急时,南北之间的水面比降为 0.117。涨落时刻的不同步,断面上水位差形成的横向水流是导致瑞丰沙中下段始终是江中暗沙而无法淤露水面的主要原因之一。

2.2.1 瑞丰沙

20 世纪 50 年代末至 60 年代初,上游新崇明水

道和新宝山水道发展过程中(图 2),冲刷下来的大量泥沙在新水道与南港汇流点处落淤,形成瑞丰沙嘴,其后,中央沙头的受冲后退,为瑞丰沙的发展提供了丰富的沙源,瑞丰沙向下游发展。1973 年后,南港主槽冲刷,河槽向北展宽,瑞丰沙南沿受水流的侧向淘刷,淘刷下来的泥沙在沙尾堆积,沙体延长。瑞丰沙形成至今,沙体发生过 4 次切滩,每次切滩均影响到北槽进口航槽。表 2 是南港 C19 断面下瑞丰沙 5 m 以浅的体积和面积统计,统计包括下沙体。

表 2 近年瑞丰沙 5 m 以浅的体积与面积统计

Tab. 2 Statistics of Area and Volume Above 5 m at Ruifengsha in Recent Years

统计项	1997-11	2002-12	2003-03	2005-04	2006-02	2006-11	2007-11	2008-11
体积(亿 m ³)	1.29	1.16	0.95	0.94	0.81	0.70	0.79	0.78
面积(km ²)	37.0	33.4	31.4	28.0	28.1	26.5	24.8	24.0
上沙体距马家港距离(km)	—	1.67	3.21	3.05	3.45	3.98	4.12	4.16
上下沙体间距(km)	整体	2.27	4.57	5.59	7.1	—	—	—

表 2 显示,近年瑞丰沙呈逐渐缩小的趋势,2007 年 11 月与 1997 年 11 月相比,10 年间,沙体的体积缩小了 38%,面积缩小了 33%,2008 年 11 月与一年前相比,变化不大。图 7 可以看出,1997 年 11 月,瑞丰沙还是一个完整的沙体,2002 年 12 月,沙体上出现冲刷槽,上下沙体之间的距离达到 2.27 km,以后该距离逐年增加,直至 2006 年下半年下沙体 5 m 线以浅消失,下沙体的冲刷消失,除河床自

然演变的影响外,近年来的人工采砂也是一个主要原因。

表 2 和图 7 还揭示,近年瑞丰沙上沙体沙尾呈逐年上提的趋势,2008 年 11 月,上沙体沙尾至马家港断面的距离已达 4.16 km。历史演变表明,瑞丰沙体的稳定对南港河势稳定起着重要作用,当瑞丰沙体发育完好,对两侧水流具有约束作用,有利于维持南港主槽和长兴水道涨潮沟的水深;反之,当瑞丰

©1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net
①长江口水文水资源勘测局.长江口河道演变中潮位纵横比降的动力因素,2009.

沙萎缩,过水断面的扩大将导致主槽水流动力扩散减弱,兼之涨落流路不一致,泥沙落淤可能产生新的

沙体,从而导致南港主槽和长兴水道沿岸水深条件的恶化,影响两岸的重要工业企业的运营。

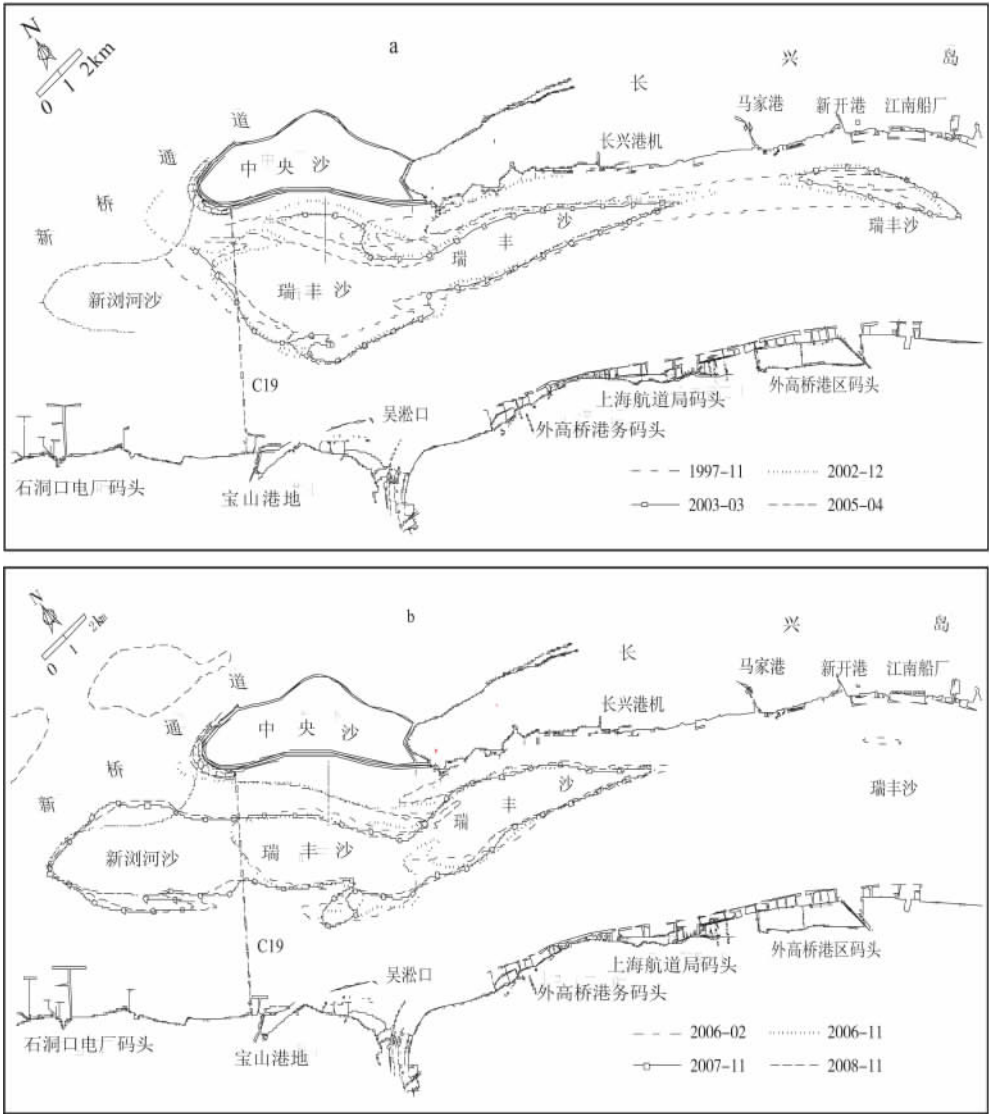


图 7 瑞丰沙 5 m 等深线演变图, a)1997-11~2005-04, b)2006-02~2008-11

Fig. 7 Evolution of 5 m Isobath at Ruifeng Sandbar, a)1997-11~2005-04, b)2006-02~2008-11

2.2.2 南港主槽

表 3 统计了近年南港两个水道的特征值,统计范围为图 1 中 C19~B6 断面,以瑞丰沙脊分界,该统计数据未剔除河道疏浚量。表中显示,南港主槽 5 m 以深的容积,1997 年 11 月至 2003 年 3 月,呈逐年上升的趋势,2005 年 4 月,减小至约 7.0 亿 m^3 , 2006 年 2 月后,基本稳定在 7.4 亿 m^3 左右,波动较小。长兴水道,1997 年 11 月至 2005 年 4 月,5 m 以深的容积基本稳定在 1.3 亿 m^3 左右,2006 年两个测次减小至约 1.2 亿 m^3 , 2006 年 11 月后持续增大,其主要原因在于瑞丰沙中下段沙体的持续缩小,导致河槽统计范围内容积的增加。从平均水深看,统计

区域内的南港主槽,5 m 以深的平均水深介于 10.92 ~ 11.22 m,多年平均 11.14 m,十分稳定。长兴水道该值介于 8.85 ~ 9.55 m,平均 9.22 m,最大变化率为 4.0%,也比较稳定。

虽然近年南港主槽容积和平均水深的变化很小,但不可忽视的是,南港主槽深泓线的变化揭示近年来南港主流动力轴线自外高桥港务码头以下逐渐偏离了南岸(图 8),南岸外高桥港区前沿水深持续淤浅,其中 2002 年 12 月因有一块沙体堆积在南槽口门,所以进入南槽的深泓线在外高桥港区码头处分成两条线路,至 2005 年 4 月,深泓线脱离南岸的起点延伸至上游约 7.5 km 处的外高桥港务码头。

表 4 为自外高桥港务码头至南北槽分流潜堤长约 19 km 的南港南半槽特征等深线下深槽容积的统计,表中显示,2005 年上半年容积最小,至 2006 年 2 月有所回升,但此后又呈逐年减小的趋势,与 2006 年 2 月相比,2008 年 11 月,统计区段 5、8 和 10 m 以深的容积分别下降了 5.8%、9.3%和 15.6%。

表 3 近年南港主槽与长兴水道 5 m 以深深槽的变化

Tab. 3 Changes Under 5 m Deeper Water at the Main Channel of the South Channel and Changxing Waterway in Recent Years

项目	区域	1997-11	2002-12	2003-03	2005-04	2006-02	2006-11	2007-11	2008-11
容积(亿 m ³)	长兴水道	1.273	1.295	1.321	1.305	1.187	1.205	1.311	1.469
	南港主槽	6.758	7.001	7.274	6.973	7.370	7.357	7.452	7.416
面积(km ²)	长兴水道	28.0	30.2	29.9	31.3	29.5	31.3	32.6	32.9
	南港主槽	111.0	114.3	116.4	117.7	118.6	119.8	119.8	120.0
平均水深(m)	长兴水道	9.55	9.29	9.42	9.17	9.02	8.85	9.02	9.46
	南港主槽	11.09	11.13	11.25	10.92	11.21	11.14	11.22	11.18
容积比例(%)	长兴水道	15.9	15.6	15.4	15.8	13.9	14.1	15.0	16.5
	南港主槽	84.1	84.4	84.6	84.2	86.1	85.9	85.0	83.5

表 4 近年南港南半槽特征等深线下深槽容积的变化(亿 m³)

Tab. 4 Changes of Volumes of Feature Isobaths at Half South Channel in Recent Years

等深线(m)	1997-11	2002-12	2003-03	2005-02	2005-04	2006-02	2006-11	2007-11	2008-11
5	2.602	2.571	2.737	2.384	2.352	2.596	2.520	2.444	2.447
8	1.450	1.412	1.554	1.216	1.206	1.423	1.348	1.291	1.291
10	0.754	0.686	0.799	0.516	0.531	0.694	0.635	0.582	0.586

资料表明^⑤,2007 年 7 月 15 日~12 月 31 日,上海国际港务(集团)股份有限公司曾对外高桥港区四期、五期码头前沿航道进行疏浚,疏浚长度 2.8 km,共疏浚 290 万 m³,说明南港主流偏离南岸已经对外高桥港区水深产生了一定的不利影响。

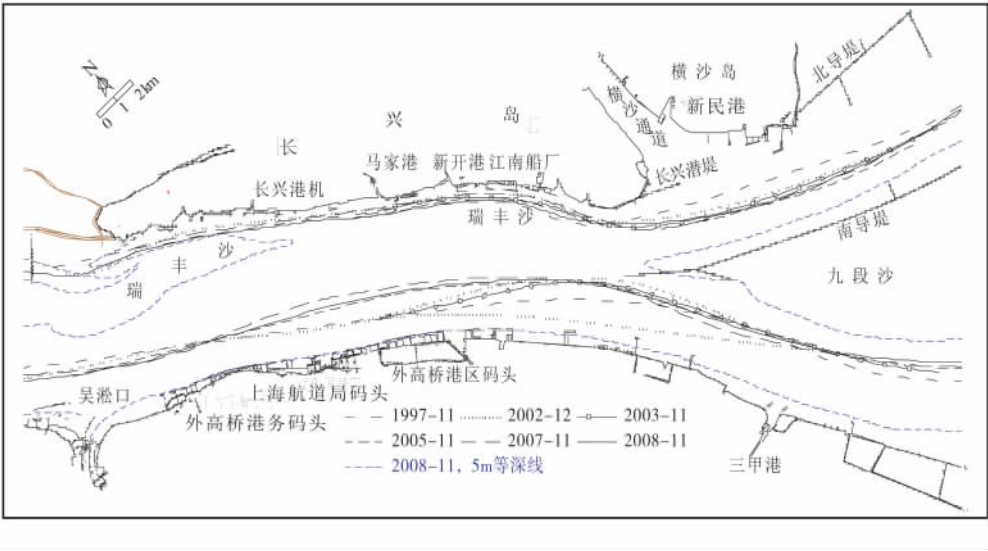


图 8 近年南港深泓线的演变

Fig. 8 Evolution of Thalweg at South Channel in Recent Years

退、分流口下移、汉道偏转萎缩、大洪水冲刷切滩形成新的泄流汉道、汉道发展、浅滩形成后受冲后退的循环往复的自然演变过程。

历史上,长江口南、北港演变遵循着沙头受冲后 近年来,南支河段白茆沙南、北水道呈现明显的

“南强北弱”态势,导致南支主流出七丫口后北偏,相应的南支主槽北侧冲刷、南门通道发展和下扁担沙南沿上游冲刷,冲刷泥沙在下游扁担沙沙尾南侧淤积。南、北港分流口处,新桥通道与南支主槽的交角逐渐加大,由稳定发展期向缓慢衰退演变,各沙体头部均呈持续后退的态势,其中新浏河沙包下移冲散,新浏河沙因沙头后退而横向展宽,中央沙头部受冲后,大量泥沙下泄在下游瑞丰沙中上部堆积,南港主流脱离南岸北偏,外高桥港区淤积。一系列的连锁演变,均显示若任由主要分流口自然演变,将对长江口整体河势稳定产生十分不利的影响。

为维护目前的南北港分流口河势,新浏河沙护滩工程和南沙头通道限流潜堤工程、中央沙促淤圈围以及青草沙水源地工程于近年相继实施,加上先期建成的长江口深水航道治理工程南北槽分流口工程,基本控制了长江口两大分流口的整体河势,使长江口不再遵循其自然演变的历史。

南北港分流口河段诸多配套整治工程的相继实施,使得北槽航道有了一个相对稳定的上边界,然而,就目前河势格局而言,尚存在如下隐患:

(1)中央沙南小槽的发展并未因南沙头通道潜堤限流工程的建设而趋缓,若任其发展并最终与长兴水道相通,涨落潮流路归一,冲刷下来的泥沙,可能在长兴水道内堆积,影响南港主槽的稳定和两岸港区码头的安全运行。

(2)瑞丰沙沙体中部窄沟的扩大以及下沙体的消失,南岸主流脱岸,将对南港主槽水深维护和外高桥港区前沿水深维护产生不利影响。在长江口治理过程中,不应见沙而色变,挖之而后快,沙滩的产生,既有其发展的必然规律,也有其可利用之处。瑞丰沙的存在,缩小了南港河段的过水面积,一定程度上增强了主槽的水流动力,既利于水深的维护,也利于南港主槽和长兴水道主流动力轴线的稳定。因此,若今后现瑞丰沙上沙体沙尾下延或在原瑞丰沙位置处产生新的淤积体,只要其尚未威胁到现有航道的正常运行,应因势利导,发挥其积极作用。

(3)南北港分流口诸工程,虽然相继衔接,但因其建设主体不一,规划目的的一致性可能存在偏颇。再者,工程建设期尚短,其影响程度还有待观察。

总体而言,长江口南、北港分流口已得到初步控制,其间滩槽的演变也基本脱离了原始的自然演变状态,而转入有界条件下的可控状态。然而,上游徐六泾河段、白茆沙河段、南支中段的河势还存在一定的变数,徐六泾河段节点效应尚不充分,白茆沙河段“南

强北弱”过于分明,南支中段主流北偏、扁担沙上冲下淤,这些因素均可能对下游分流口带来不利影响。

4 结论与讨论

近年来,长江口水利和航道建设工程等相继实施,重要分流口南、北港及南、北槽河势得到初步控制。

南北港分流口工程,初步遏制了各沙头的冲刷下移,限制了南沙头通道的发展,稳定了宝山水道水深。南港主槽、瑞丰沙、长兴水道,三位一体,互相影响,近年虽然南港主槽容积和平均水深变化很小,但因主槽动力轴线的北偏,引起了南岸外高桥港区码头前沿的近岸淤积以及瑞丰沙中下段沙体冲刷消失等一系列变化,相对而言,长兴水道基本稳定。

长江口为巨大径流、潮流动力交汇处,从其河势演变的规律看,总体上上游对下游的影响要大一些,即上游的变化,可能导致下游的大幅动荡。而从长江口治理的历史沿革看,一般采用“自下而上”的治理模式,这种模式的优点在于投入少、工期短、见效快,缺点在于上游变化会引起下游动荡,为保下游不得不进行上游的有针对性的治理,后期方案可能不是最佳方案等。如何统筹长江口的治理,分区段分析径潮流对河势的控制作用,因势利导,充分考虑分期治理的优缺点,是现代水利工程从业者的一道试题。

从近期演变看,长江口南北港和南北槽分流口虽然得到一定程度的控制,但其上游徐六泾河段、白茆沙河段、南支中段的河势还存在诸多变数,这些因素均可能对下游河势带来不利影响。鉴于此,应在目前长江口整体河势尚未发生较大变化时,尽快实施长江口综合整治工程,站在整体的高度,综合考虑河势、航道、水土资源、防洪潮及排灌、生态环境保护等诸多因素,使滚滚东逝的长江水为人类创造取之不尽的财富。

致谢 本文大部分水文、地形基础资料来源于长江口航道管理局,成文过程中得到长江水利委员会科技委余文畴教授和长江口航道管理局高敏高级工程师的指点,谨以致谢。

参考文献:

- [1] 陈吉余. 中国河口海岸研究与实践[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 178~280.
- [2] 恽才兴. 长江河口近期演变基本规律[M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 142~149.

CURRENT EVOLUTION OF THE SOUTH CHANNEL OF THE YANGTZE ESTUARY AND ITS IMPACTS ON MAJOR PROJECTS

ZHANG Zhi-lin, HU Guo-dong, ZHU Pei-hua, LIAO Jian-ying
(The Survey Bureau of the Hydrology and Water Resources of Changjiang Estuary,
Changjiang Water Resources Commission, Shanghai 200136, China)

Abstract: The Yangtze Estuary is a typical medium tidal estuary with multi-order bifurcations. Its significant width, strong tidal flows, complicated sediment movement, and the diversity of alternated channel and floodplain contribute the difficulties of comprehensive regulation of the estuary. During the evolution of multiple branches, the balance of one branch developing and the other decaying among these branches is always the constant rule; meanwhile, the cycle of creation, development, distortion, decay and disappearance for an individual branch presents a periodic evolution law. In order to strengthen the benefits of the “golden” waterway of the Yangtze River, and contribute to the domestic economic development, a series of projects have been carried out recently, including the Yangtze Estuary deepwater channel regulation, sand protection project of the Xinliuhe sand at the diversion between the South and North Channel, Nanshatou project of constraining flow, the enclosure at Zhongyangsha and protecting the water source site at Qingcaoshan etc. As a result, the diversion of the South and North Channel has been stabilized effectively, and the future evolution of the Yangtze Estuary will be influenced significantly. This paper presented that based on abundant topographical and hydrological data of downstream the diversion of the South and North Channel, thorough analysis of the recent evolution of the South Channel, South and North Passages were conducted. Affirming that the projects contribute to the stabilization of river regime, the paper also pointed out that the following problems still exist at the downstream diversion of the South and North Channel. Sedimentation occurs close to the South incurred by the main flow of the South Channel deviating from the south bank. Scour and deepening at the middle and end sections of Ruifeng Sandbar causes flow dispersion, and has negative impacts on the stabilization of river regime and etc. Besides, the paper also discussed the advantages and disadvantages of the “downstream prior to upstream” pattern of regulation, and suggested that with strategic considerations of river-regime, navigable channel, soil and water resources conservation, flood and tide protection, drainage and irrigation, ecological environment protection and other factors, before the current Yangtze Estuary regime occurs significant alternation, and the comprehensive treatment projects of the Yangtze Estuary should be implemented as soon as possible.

Key words: the Yangtze Estuary; deep navigable waterway; channel evolution; South Channel; Changxin waterway