

DOI: 10.3876/j.issn.1000-1980.2010.04.021

江苏入海河道河口治导线研究

毛桂国¹, 龚政², 赵立梅¹, 阚桂生¹

(1. 江苏省水利厅规划计划处, 江苏 南京 210029;

2. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098)

摘要: 为了指导江苏河口滩涂资源合理开发, 加强江苏入海河口管理, 维持江苏入海河流挡潮闸闸下港区排水能力, 采用遥感卫片以及 GIS(地理信息系统)分析、水动力数值模拟、泥沙水力特性试验等方法分析了闸下港区变化情势、河口滩涂对闸下港区淤积影响、归槽落潮滩涂保护范围和港区整治工程范围, 并在分析结果的基础上, 确定了河口治导线划定原则。应用结果表明, 河口治导线划定原则可用于沿海滩涂开发利用建设项目, 并可指导江苏沿海可持续开发利用和保护。

关键词: 江苏沿海; 入海河道; 河口; 治导线

中图分类号: TV856

文献标志码: A

文章编号: 1000-1980(2010)04-0462-05

江苏沿海地区较大的入海河流有 60 多条, 形成了流域、区域及垦区排水的工程体系。为了挡潮御卤、排涝蓄淡等, 江苏沿海修建了许多挡潮闸^[1], 但建闸后闸下河道普遍发生了淤积, 严重影响江苏腹部及沿海地区的排洪排涝能力。随着沿海大部分滩涂的不断淤长和人工围垦^[10], 闸下港区长度和摆幅增大, 淤积趋势加剧。张文渊等^[2-9]对江苏沿海闸下港区淤积成因、保港对策等问题进行了分析研究, 研究成果对港区治理具有现实指导意义。

为了指导河口滩涂资源合理开发, 加强入海河口管理, 维持闸下港区排水能力, 笔者对江苏沿海 30 个主要河口治导线进行了研究。本文主要介绍河口治导线研究的技术路线和方法、成果及其应用情况。

1 技术路线和方法

a. 江苏入海河口众多, 按照重点研究与一般研究相结合的技术路线, 以河口重要程度、河口淤积情势等为指标, 将研究河口分为重点研究河口、一般研究河口和其他河口 3 类。其中, 重点研究河口有 8 个, 分别为射阳河口、新洋港口、斗龙港口、王港口、川东港口、梁垛河口、小洋口和大洋港口。在江苏海岸类型及冲淤特性分析的基础上, 按照入海河口是否设闸控制、闸下港区长度以及海岸稳定性等条件, 从重点研究河口中选取分别代表西洋河道型港区、西洋滩槽型港区和烂沙洋滩槽型港区的射阳河、王港和小洋口 3 个典型河口进行定性分析和定量研究, 通过研究提出各类典型河口的治导线划定原则, 并将其推延至其他重点研究河口。

b. 通过遥感图片、港区地形、港区断面监测等资料, 分析闸下港区海岸盐沼滩以下段的自然演变特性。针对川东港、小洋口和王港等大面积围垦的岸滩, 采用岸滩现场沉积剖面调查、历史测图和历史遥感等对比分析手段, 分析滩涂围垦对沿海岸滩及入海河口的影响, 并对近期重点研究河口的闸下港区淤积程度进行评价。基于遥感和 GIS 技术, 从河口纳潮流域概念出发, 提出河口纳潮汇水区历史外边线、河口现状主体汇水区边线、口外主槽演变外边线, 并将其作为划定河口治导线的参考线。

c. 以平面二维水动力数值模拟为手段, 与 3 个典型河口相对应, 建立西洋滩槽型闸下港区、烂沙洋滩槽型闸下港区和西洋河道型闸下港区 3 个概化模型; 复演不同历史围垦方案的水动力条件, 分析历史围垦对闸下港区的影响。经水动力数值模拟、泥沙水力特性试验以及淤泥质海岸航道和港池淤积计算^[11], 分析不同治导线方案的纳潮能力、断面落潮水量以及泥沙回淤强度, 提出 3 个典型河口治导线划定原则。一般研究河口

和其他河口,可依照其河口类型,按同类典型河口治导线划定原则实施,并根据各河口实际情况进行适当调整.

d. 在确定河口治导线划定原则的基础上,提出各主要河口治导线研究成果,并结合江苏沿海防洪除涝规划等,提出航道整治的参考意见.

2 主要内容和成果

以王港为例,说明西洋滩槽型港口治导线研究的主要内容和成果.

2.1 滩涂围垦与闸下港口淤积关系分析

江苏入海河道闸下港口演变既受到上下游水动力条件的作用,又受到两岸滩涂围垦及其他相关涉水工程建设等人类活动的影响,因此,需从闸下港道的自然演变特性和人类活动影响 2 个方面探讨闸下港道的演变规律,特别是近年来闸下港口两岸的滩涂围垦是值得重点关注的人为影响因素.王港多年遥感卫片比较以及沉积学和遥感分析结果表明,岸外滩涂围垦与岸滩淤长、闸下港口淤积相互促进.处于淤积型海岸的入海河口,海岸自然淤长和闸下港道的自然淤积为岸外滩涂围垦创造了条件,同时,随着岸外滩涂围垦规模的增大,岸滩淤长加剧,口外港口淤浅、缩窄加剧.

2.2 治导线参考线划定

河口潮棱体容积是衡量河口纳潮能力的重要指标.在落潮后期,纳潮流域的退潮水(主要为薄层滩面水,厚度 10 ~ 15 cm)^[12]逐步沿潮水沟系统向海汇流,形成所谓落潮滩面归槽水.由于落潮滩面归槽水流集中,流速快,水流动力轴线沉底,有利于冲刷侵蚀滩面,形成潮水沟系统,并可将滩面泥沙通过潮水沟系统向海输送.因此,维持滩面潮水沟系统不减少、保证河口纳潮流域的完整性是保持河口稳定的前提,河口纳潮流域两侧边界线即为河口滩面控制区域的边界线.

由于河口纳潮流域的空间位置、形态特征等随着河口水沙条件的变化(包括河口自然演变、河口滩面围垦等人类活动引发的河口水沙条件的急剧变化)而变化,因此,河口治导线划定需综合考虑河口纳潮流域的自然演变和人类活动的影响.本研究基于 RS 技术,以现状河口流域边界为基础,重点考虑 20 世纪 90 年代以来河口流域边界的演变区域及人类活动引起的港口干槽的变化,提出各河口段的纳潮汇水区历史外边线、河口现状主体汇水区边线、口外主槽演变外边线,以这 3 条线作为确定河口滩面控制区域的重要参考和基本依据.

纳潮汇水区历史外边线,指 1991 年以来未受人工干扰的河口纳潮流域边界线的外包线;河口现状主体汇水区边线,指 1991 年以来河口纳潮流域边界线的内切线;口外主槽演变外边线,指 1991 年以来河口干槽演变区的外包线.王港采用 1992 年、1998 年和 2005 年的高分辨遥感图像,基于遥感解译技术研究得到的河口治导线参考线见图 1.

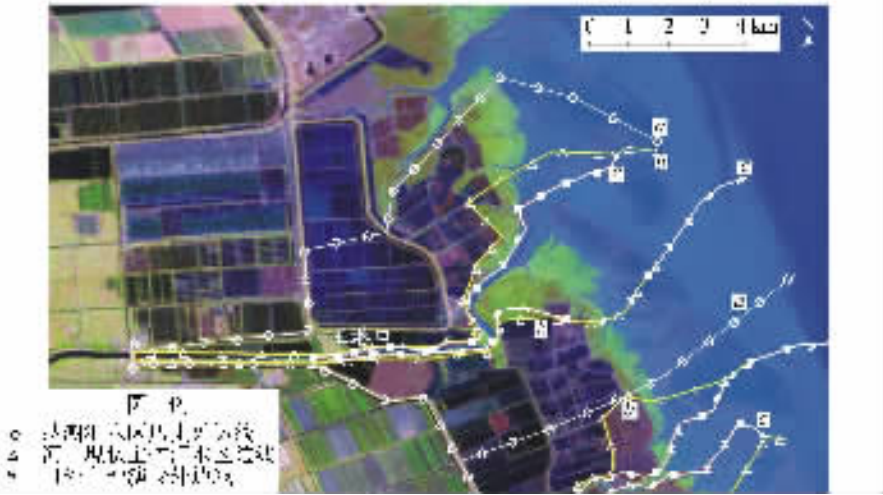


图 1 王港治导线参考线

Fig. 1 Reference regulation line in Wanggang channel

2.3 治导线方案的定量分析

以代表西洋滩槽型港道的王港典型河口为例,建立了定量分析治导线方案的平面二维水动力数学模型。根据《江苏省沿海滩涂围垦规划(2005—2015年)》的起围高程,将河口平均大潮高潮位至平均高潮位之间的滩面作为河口治导线方案的定量研究区域。

采用大、中、小3层网格嵌套技术,实现东中国海、江苏辐射沙脊群海域及王港闸下港区平面二维水动力场的精细模拟。东中国海潮波数学模型(大模型),精确模拟了辐射沙脊群海域的潮流场特征;包含辐射沙脊群海域的中模型可以提供王港闸下港区模型的外海边界条件;网格尺寸为10m量级的王港闸下港区模型可以精细模拟港区内的水动力特征。

王港闸下港区水动力数学模型计算范围见图2。具体计算域为:上段为两岸有堤防控制的闸下港区;下段开口水域为具有落潮滩面的闸下港区,开边界为西洋水域。南北水边界根据遥感影像定性分析中确定的纳潮汇水区历史外边线确定。小模型网格尺度为20m×10m。

闸下港道上段(有堤防控制段),底高程-1.6m(废黄河基面,下同),底宽40m,边坡1:3,滩面高程2~2.6m;闸下港区中、下段底高程-2.5m,底宽60m,边坡1:3.5,潮间带滩面平均坡降0.02%。

根据河口滩面匡围的范围,设计了5组治导线计算方案(图2)。其中,现状方案(现状围垦堤线)代表不对现有闸下滩涂进行围垦;P90方案代表将大潮平均高潮线以上的滩涂进行围垦;P45方案代表与闸下港区成45°夹角对高滩进行围垦;P30方案代表与闸下港区成30°夹角对高滩进行围垦;P00方案代表围垦堤线平行于闸下港区堤线,对平均大潮高潮线与平均高潮线之间的滩地全部进行围垦。

为了分析上述不同治导线方案对闸下港区纳潮能力的影响,沿闸下港区至港口口门处选取1号~4号共4个点,统计各点水位和流速变化情况。断面落潮水量是维持闸下港区的主要指标,断面落潮水量越大,港区稳定性越好,因此,选取 $S_1 \sim S_4$ 共4个典型断面(图2),统计各断面落潮水量变化情况。另外,根据JTJ 213—98《海港水文规范》附录N中推荐的淤泥质海岸航道和港池的淤积计算公式,研究了P00、P30、P45和P90方案1号~4号采样点相对于现状方案的年回淤强度。

不同治导线方案对于闸下港区纳潮能力、归槽落潮水量及年回淤强度影响的计算结果表明:现状方案港区的纳潮能力最大,P30、P45和P90方案总体接近,从高到低依次为P90、P45和P30方案,P00方案纳潮能力最小;现状方案归槽落潮水量最大,P90方案次之,P30和P45方案基本相当,P45方案略大,P00方案最小;P90方案相对于现状方案回淤强度不大,P30和P45方案比较接近,略大于P90方案,P00方案回淤强度最大。

综合考虑沿海滩涂资源开发需求推荐的王港治导线控制方案为:在大潮平均高潮位线与平均高潮位线之间,按照30°~45°的海向发散角实施治导线控制。

3 成果应用

a. 本研究成果已被江苏水行政主管部门作为加强水利管理的技术参考依据,并成功地指导了王港港南围垦和闸下港区裁弯取直工程、射阳河口围垦工程等沿海滩涂开发利用建设项目的有关行政审批工作,有效地维护了这些入海河道的防洪排涝能力,在保障地区防洪安全的同时保障了相关开发建设的顺利进行。

b. 王港规划围垦区位于2000年形成的大丰市港南垦区外侧,王港闸下游北岸至大丰港南侧,控制点位为0001、0002、0022、0009、0010、0011、0012、0013、0014、0015、0016、0017、0018、0001(图3)。围垦主要由北堤、东堤和南堤3段组成,总围垦面积为27km²。由于拟围垦区切断了王港原有闸下港区,围垦方案提出自王港顺直段向北拐弯处(A点)向海实施裁弯取直工程作为补偿措施,裁弯线路为ACDEFG,裁弯港区两侧建设港堤。根据治导线划定原则,治导线控制的发散角在图3中为与裁弯港区AC段夹角为45°的控制线A—0021及A—0023。考虑到港区向北拐弯段左侧受垦区的束限无摆动空间,而右侧在大潮平均高潮位下有一定的归槽

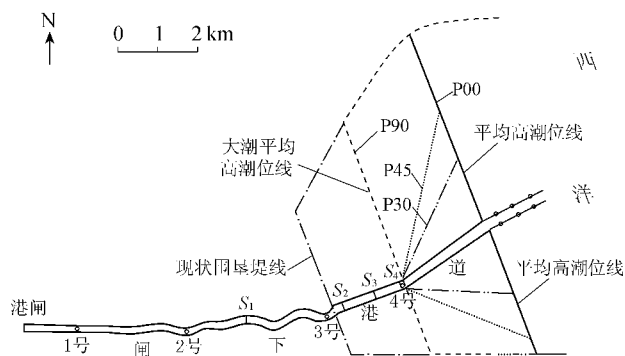


图2 王港闸下港区水动力数学模型计算范围及方案
Fig. 2 Computational domain and schemes of hydrodynamic numerical model for downstream Wanggang channel

滩面,存在一定的摆动空间,因此,实际的匡围控制堤线根据治导线划定原则进行了一定的调整,以尽量保持闸下航道在大潮平均高潮位下的归槽滩面.以原匡围方案的西南角(点 0010)为起点,治导线与基本水平的航道中心线成 45° 交角向海延伸,至与原匡围方案的交点,该两点间的连线即为南堤线.从匡围区东南角防御风暴潮等灾害的安全性考虑,南堤线与东堤线用圆弧段进行连接,最后推荐的南堤线走向为 0010→0021→0022.与原匡围方案相比,减围面积为 2.4 km^2 .根据航道南侧划定的治导线,需退垦还滩的范围为 A—0023 与航道轴线、垦区东堤所包围的区域,面积为 2.5 km^2 .

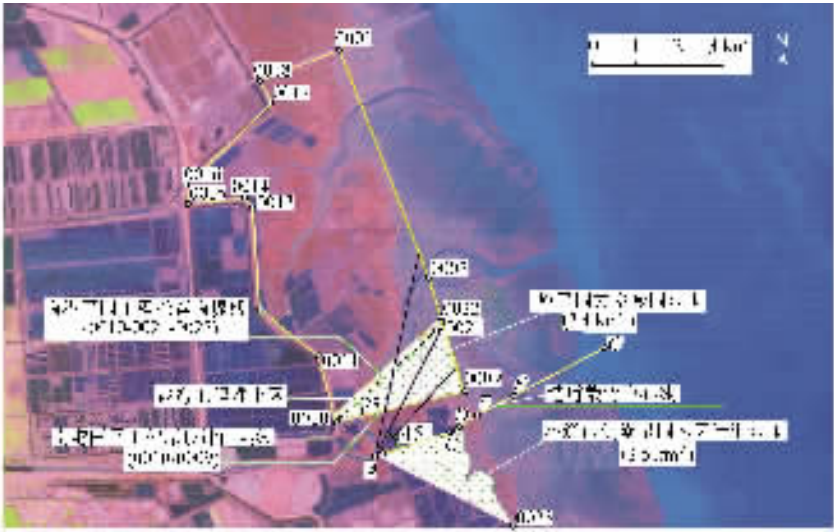


图 3 王港治导线与滩涂匡围情况

Fig. 3 Wanggang regulation line and reclamation of shoals

c. 射阳河口港南垦区原围垦方案堤线靠近射阳河水边线,为了保护河口,维护、恢复射阳河、黄沙港等排水功能,也为了给今后河口整治留有空间,依据本研究成果,迎河侧堤线调整后退.

d. 在规划应用方面,中国工程院组织编写的《江苏沿海地区产业综合开发战略研究报告》和水利部组织编制的《江苏沿海地区区域发展水利专项规划》都采用了本研究的基本结论.本研究的基本结论将对江苏沿海地区经济社会的可持续发展起到重要的支撑作用,对实施沿海开发战略、在河口地区进行开发建设具有重要的保障作用.

4 结 语

本研究基于遥感技术定性分析方法,从宏观上确定了河口治导线控制的最小和最大范围.在水动力和泥沙回淤定量计算中,以此为外海研究边界,通过纳潮量、断面落潮水量和回淤强度的计算比较,提出了治导线划定原则.河口治导线的确定既与河口地貌形态密切相关,还受到附近区域围垦工程等的影响.江苏入海河道的形态具有变化快的特点,且附近区域围垦工程还将继续,因此,河口治导线需滚动式修正.

参考文献:

[1] 江苏省海岸带和海涂资源综合考察队.江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告[R].北京:海洋出版社,1986.
[2] 张文渊.苏北沿海挡潮闸下淤积的原因及其对策[J].泥沙研究,2000(1):73-76. (ZHANG Wen-yuan. Siltation and its control in downstream tidal gates in North of Jiangsu Province[J]. Journal of Sediment Research, 2000(1): 73-76. (in Chinese))
[3] 陈静.射阳河口挡潮闸闸下淤积分析与治理开发研究[D].南京:南京水利科学研究院,2006.
[4] 黄建维,张金善.我国河口挡潮闸闸下淤积综合治理技术[J].泥沙研究,2004(3):46-53. (HUANG Jian-wei, ZHANG Jin-shan. Regulation techniques of sediment siltation downstream tidal barriers in China[J]. Journal of Sediment Research, 2004(3): 46-53. (in Chinese))
[5] 朱国贤,项明.沿海挡潮闸闸下淤积分析与疏浚技术[J].海洋工程,2005,23(3):115-118. (ZHU Guo-xian, XIANG Ming. Sedimentation and dredging downstream of tidal sluices along coasts[J]. The Ocean Engineering, 2005, 23(3): 115-118. (in Chinese))
[6] 王义刚,席刚,施春香.川东港挡潮闸闸下淤积机理浅析[J].江苏水利,2005(3):28-29. (WANG Yi-gang, XI Gang, SHI Chun-

- xiang. Deposition mechanism on sediment siltation downstream tidal barriers of Chuandong Port[J]. *Jiangsu Water Resources*, 2005(3): 28-29. (in Chinese))
- [7] 宋洪华, 汤可方. 六垛南闸下游引河淤积成因及对策[J]. *江苏水利*, 2006(9): 31-34. (SONG Hong-hua, TANG Ke-fang. Causes and countermeasures on river diversion canal siltation of Liuduo South Gate[J]. *Jiangsu Water Resources*, 2006(9): 31-34. (in Chinese))
- [8] 施春香. 挡潮闸下游河道淤积原因分析及冲淤保港措施研究—以王港闸为例[D]. 南京: 河海大学, 2006.
- [9] 罗肇森. 河口治导线放宽率的计算[J]. *水利水运工程学报*, 2004(2): 55-58. (LUO Zhao-sen. Calculation formula of widening rate of estuarine regulation line[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2004(2): 55-58. (in Chinese))
- [10] 江苏省农业资源开发局. 江苏沿海垦区[M]. 北京: 海洋出版社, 1999.
- [11] 刘家驹. 粉沙淤泥质海岸的航道淤积[J]. *水利水运工程学报*, 2004(1): 6-11. (LIU Jia-ju. Silt siltation in approach channel of the coast with silty mud sediment[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2004(1): 6-11. (in Chinese))
- [12] 张忍顺. 落潮滩面水及其在挡潮闸下游淤积过程中的作用[M]//江苏省水利厅. 江苏沿海闸下港道淤积防治对策研究. 北京: 海洋出版社, 2007: 57-60.

Regulation lines of sea entering estuaries in coastal zone of Jiangsu Province

MAO Gui-nan¹, GONG Zheng², ZHAO Li-mei¹, KAN Gui-sheng¹

(1. Planning Division, Water Resources Department of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China ;

2. Planning Division State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract : In order to guide the rational development of shoal resources in estuaries, to strengthen the management of sea entering estuaries and to maintain the discharge capacity of tidal locks of sea entering channels in Jiangsu Province, the remote sensing satellite images, GIS analysis, hydrodynamic modeling, sediment experiments were employed to analyze the evolution of channels downstream the locks, the influences of reclamation on sedimentation in downstream channels, the protected ranges of catchment basin for ebb tides and regulation projects. On such a basis, the principles for the regulation lines of sea entering estuaries were proposed. The results of examples show that the principles of the regulation lines of estuaries can be applied to the development and utilization of coastal projects and can guide the sustainable utilization and protection of coastal zone in Jiangsu Province.

Key words : coastal zone in Jiangsu ; sea entering channel ; estuary ; regulation line