



长江下游江阴水道下段开通 上行副航道可行性研究

苏 磊, 孙寿保, 徐 峰, 包兴富, 沈如平, 沈彦军

(长江镇江航道处, 江苏 镇江 212000)

摘要:结合江阴水道的航道自然条件, 分析江阴水道的河床演变、航道条件及经济效益等, 研究江阴水道下段开通上行副航道可行性, 并提出相应的开通方案。结果表明, 按照现有的自然条件并考虑利用一定的水位, 江阴水道下段具备开通一定等级上行副航道的条件。考虑到江阴水道航道条件虽然近年来良好, 但航道关系情况复杂, 建议开通副航道等级为I-4, 按照通航3 000吨级海船及7 000吨级内河船要求确定航道尺度, 航标配布采用虚拟航标。

关键词:江阴水道; 副航道; 河床演变; 可行性; 航道尺度; 虚拟航标

中图分类号: U 692

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)01-0136-06

Feasibility research on opening up subchannel in lower section of Jiangyin waterway in the lower Yangtze River

SU Lei, SUN Shou-bao, XU Feng, BAO Xing-fu, SHEN Ru-ping, SHEN Yan-jun

(Changjiang Zhenjiang Waterway Bureau, Zhenjiang 212000, China)

Abstract: Combining with the natural condition of Jiangyin channel, we analyze riverbed evolvement, channel conditions and economic benefits of Jiangyin waterway, research the feasibility of opening up subchannel in lower section of Jiangyin waterway, and propose the corresponding opening scheme. The results show that the lower section of Jiangyin waterway has the conditions of opening up a certain grade subchannel according to the existing natural condition and using a certain water level. Although the conditions of Jiangyin waterway are good in recent years, the channel relationship is complex. It is suggested to open subchannel of grade I-4, the channel dimension is determined according to the requirements of navigable 3,000-ton sea vessel and 7,000-ton inland vessel, and the virtual navigation mark is used to navigation mark.

Keywords: Jiangyin waterway; subchannel; riverbed evolution; feasibility; channel dimension; virtual navigation mark

长江干线下游黄金水道目前已成为江苏沿江地区经济快速发展和沿江产业带形成的重要支撑、促进区域协调发展的重要纽带和沿江综合运输通道的核心组成部分^[1-4]。随着长江下游内河水运的发展及12.5 m深水航道开通运行, 航道通过能力得到大幅提升, 航道通航条件日趋良好, 而江阴水道两岸泰州港、江阴港的高速发展, 对航道通

航能力的要求也日益提高。为了提高港口的通过能力和经济效益, 同时缓解江阴水道通航压力, 开通江阴水道副航道是十分必要的。

本文通过对长江江阴水道下段61[#]~66[#]浮标航段约11.5 km的河床演变、航道条件及经济效益等方面进行分析, 对该航段开通上行副航道可行性进行研究, 并提出相应的开通方案, 为后续副

航道开通实施提供科学参考。

1 工程概况

61[#]~66[#]浮标航段位于长江下游扬中河段江阴水道下段(航道里程 156.1~167.6 km), 江阴水道上起连成洲(界河口), 下迄鹅鼻嘴, 全长约 24 km。江阴水道平面形态呈两端窄、中间宽的藕

节状, 进口处河宽约 2 km, 出口鹅鼻嘴处河宽约 1.4 km, 中间最宽处位于六圩一带宽度达 4.4 km。河道单一向南微弯, 主流及深槽紧贴南岸, 水深条件优良, 长期以来变化甚微。总体来看, 江阴水道基本保持相对冲淤平衡状态, 为长江中下游较为稳定的河段之一。江阴水道河道概况如图 1 所示。

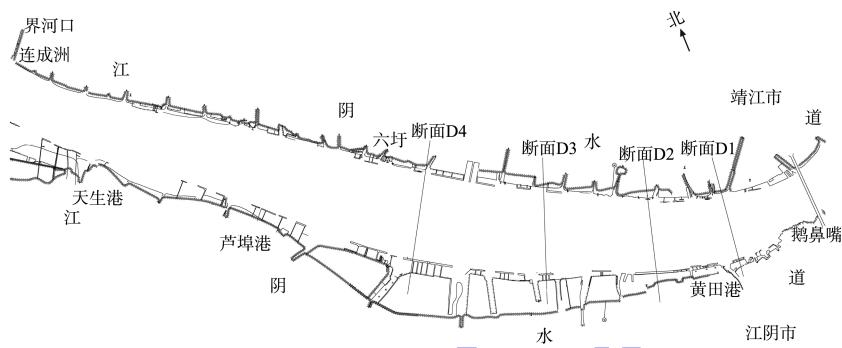


图 1 江阴水道河道概况

目前江阴水道按一级航道一类航标维护管理, 航道维护尺度为航行基准面下水深 12.5 m, 航道宽度 500 m, 航道弯曲半径 1 500 m, 通航保证率 98%, 主航道外侧设置有小型船舶上下行推荐航路, 其中航道左侧推荐航路设置在江阴临时过驳区及江阴 14[#]海轮锚地北侧, 宽度 200 m, 水深 5 m, 供小型船舶上行航行。江阴水道按深槽走向布置为河心航道, 按照船舶定线制规定配布相应航标, 航道左侧自下而上依次布置有 61[#]~66[#]黑浮; 航道右侧自下而上依次布置有 61[#]~66[#]红浮。

2 河床演变

江阴水道为单一顺直微弯河道, 河段主槽偏靠南岸一侧, 受南岸临江山体阶地及抗冲性较强的土质制约, 长期以来南侧深槽及岸线变化较小, 南深槽以北的河床则年际间有所冲淤, 变化幅度较南侧略大, 近年来保持相对的冲淤平衡状态。

2.1 岸线变化

移外, 大部分河段总体基本稳定, 而左岸的冲淤变化小于右岸。右岸岸线在两个区域内变化较大, 分别为录安洲尾—新桃花港、申港—丁家圩, 这两段区域都有大片边滩依附, 边滩高程在 0 m 左右, 因江滩开发利用, 0 m 岸线变化较大, 1966—1993 年逐渐有所淤积而左移, 上边滩老桃花港处累计最大淤积外移 600~700 m, 下边滩新沟河口处累计最大淤积外移 800 m, 1999 年后该两段右岸 0 m 岸线已基本稳定, 除这两段外, 其余段 0 m 岸线年际间的左右变化幅度一般小于 30 m。

2.2 深泓线变化

太平洲左右汊水流汇合后深泓线贴炮子洲、录安洲左缘, 界河口—天生港段受节点和边界控制的影响, 深泓线基本居于河道中部, 天生港以后江阴水道深泓线逐渐向南岸靠近, 利港以下深泓线紧贴右岸下行直至鹅鼻嘴。根据近几十年来深泓线变化, 界河口—利港段 1966—1999 年深泓线略有摆动, 摆动幅度约 300 m, 1999—2012 年深泓线摆动幅度较小, 一般不足 100 m; 利港以下段 1966—2019 年深泓线平面位置及高程年际间变化都较小, 河势较为稳定。

江阴水道自 1966 年以来除局部段有所淤积外

2.3 10 m 深槽变化

整个江阴水道 10 m 槽贯通，贴右岸而下，10 m 深槽平面形态靠右岸一侧多年来较稳定，除局部有所变化外，年际间的变化很小。左岸一侧联兴港—美人港段受北岸边滩冲淤演变影响，10 m 等深

线变化频繁。受江中心滩冲淤、移动影响，河段中间有的年份会出现 10 m 以内的浅滩，浅滩面积及位置变化较频繁。近年来，由于长江上游来沙量减小，江中 10 m 心滩逐渐冲刷萎缩消失。2010—2019 年江阴水道上段 10 m 等深线变化见图 2。

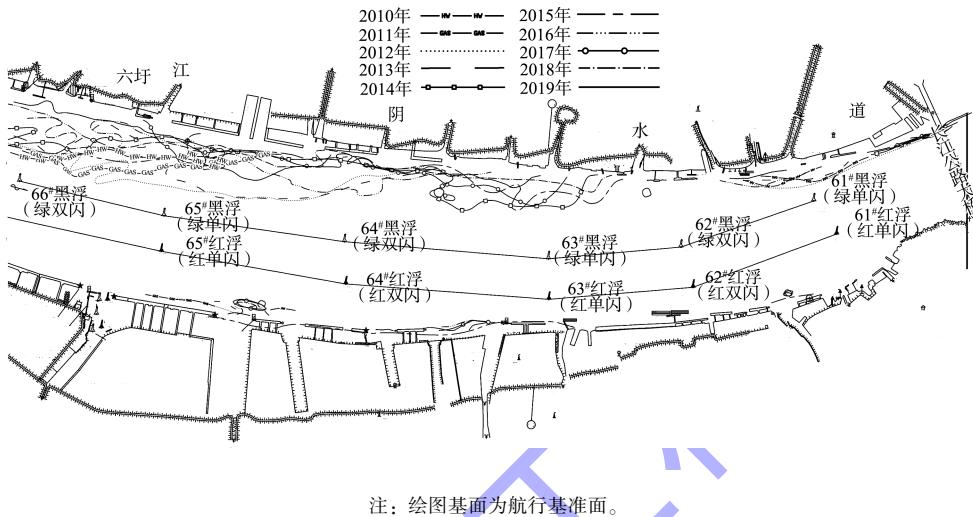


图 2 江阴水道上段 10 m 等深线变化

2.4 5 m 深槽变化

江阴水道 5 m 等深线常年贯通，历年 5 m 深槽变化主要分布在左右两岸贴岸侧，多年来深槽的位置和大小基本稳定。1992—2007 年变化不大，贴左右两岸近岸侧冲淤交替变化，摆动幅度不超

过 200 m，等深线宽度 2 km 以上；2010—2012 年在左侧川心港—上六圩之间呈微冲微淤，宽度 500 m，2013 年心滩消失；2013—2019 年趋于稳定，变化较小。2010—2019 年江阴水道上段 5 m 等深线变化见图 3。

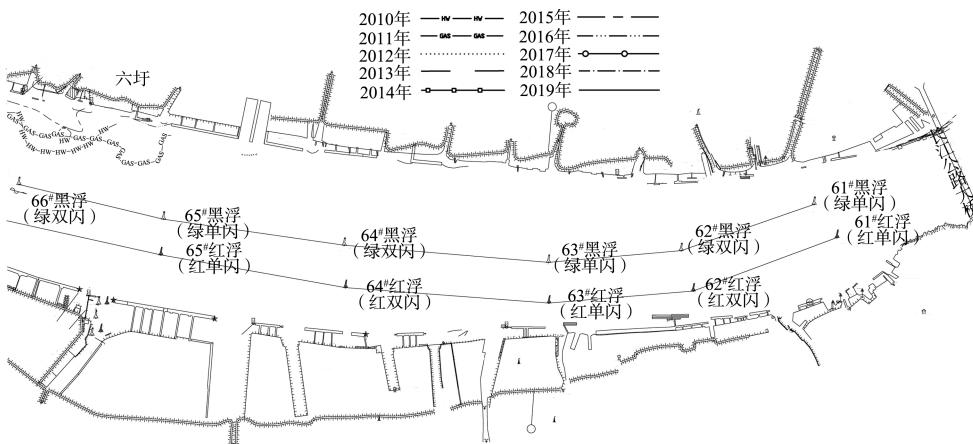
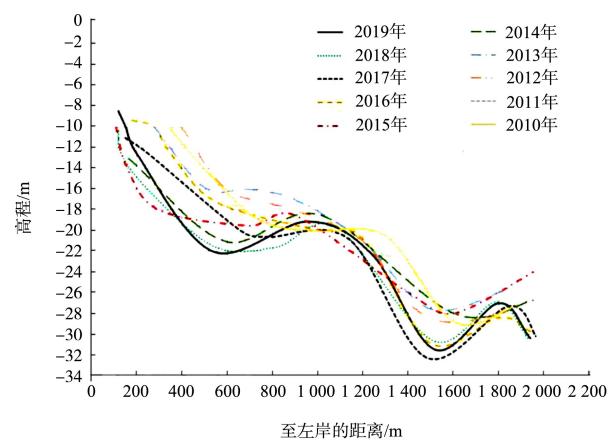


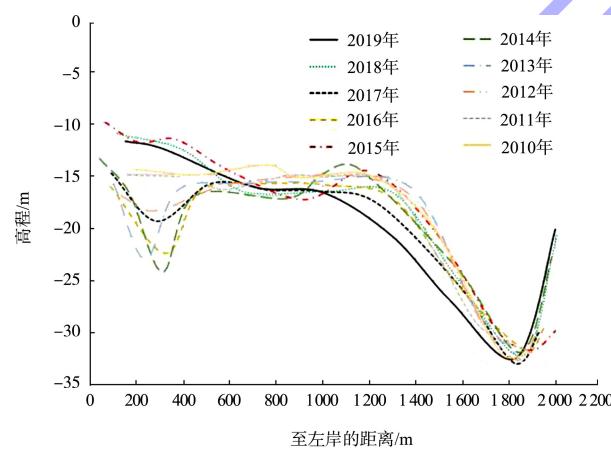
图 3 江阴水道上段 5 m 等深线变化

2.5 横断面变化

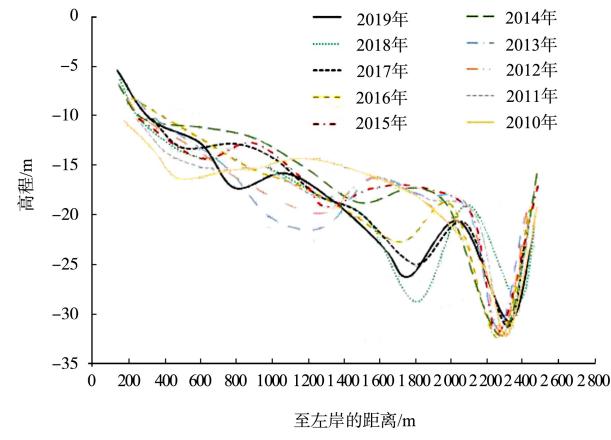
在江阴水道下段布设4个横断面(图1), 断面编号从下游至上游分别为断面D1、D2、D3、D4, 断面垂直于航道, 其中断面D1位于九圩闸下游约260 m处, 断面D2位于七圩闸上游约250 m处, 断面D3位于长强钢铁码头上游约100 m处, 断面D4位于上六圩闸口。近10年来断面变化见图4。



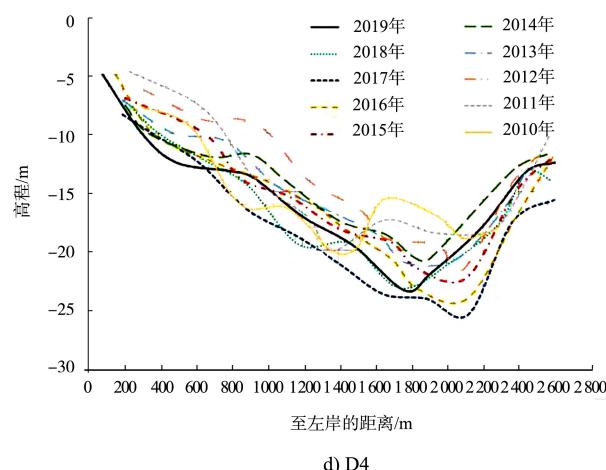
a) D1



b) D2



c) D3



d) D4

图4 各断面变化

由4个断面变化情况可以看出, 深槽居右侧且比较稳定, 最大水深在32 m左右。5及10 m深槽宽度达到了2 km以上, 深槽南北两侧河床均处于冲淤交替状态, 河床总体形状变化不大, 20 m以下深水区河床变化较小, 表现为略有淤积; 在10 m线以上浅水区河床断面冲淤变幅稍大, 江阴水道北岸侧, 由于受后方边滩的影响, 近北岸侧冲淤交替变化较大; 断面D3显示, 江阴水道右侧出现近25 m左右深槽, 2015年以来呈冲刷状态, 幅度10 m左右; 断面D2左岸侧500 m宽度内近10年来冲淤交替幅度11 m, 最浅水深均在10 m以上。断面结果总体表明江阴水道河势基本稳定。

3 开通副航道的可行性分析

3.1 航道条件分析

3.1.1 与航道有关设施

1)桥梁、汽渡等过河建筑物。位于长江61#黑浮下游2 km处为已建的江阴长江公路大桥; 位于江阴水道65#~66#浮标之间有暨阳—骥江汽渡(原上五圩), 该汽渡于2018年正式投入使用。

2)码头等临河建筑物。长江江阴水道左岸侧为泰州港靖江港区八圩作业区, 主要码头有八圩港务码头、中燃(靖江)码头、新生港务码头、博联港口码头、长强钢铁码头、恒德港务码头、新扬子造船舾装码头等, 码头距离航道左侧边界最小距离均在850 m以上。

3)锚地、临时过驳区。目前江阴水道设置有

江阴 14#海轮锚地及江阴临时过驳区，与左岸最小距离均在 353 m 以上。

3.1.2 航道核查情况

本文研究的上行副航道位于江阴水道主航道左侧水域，为充分了解江阴水道航道条件及其变

化规律，选取江阴水道航道历年测图，对其 5、6 及 8 m 等深线可利用的最小宽度情况进行核查，如果等深线贯通，则统计贯通的最小宽度；如果等深线不贯通，则统计等深线断开距离。核查结果见表 1。

表 1 江阴水道主航道左侧航道核查情况

测量日期	水位/m	江阴水道左侧可用水域情况		
		5 m 等深线可利用最小宽度/m	6 m 等深线可利用最小宽度/m	8 m 等深线可利用最小宽度/m
2010 年 10 月	1.49~3.44	353	320	300
2011 年 9 月	1.06~3.46	0(约 600 m 不通)	0(约 800 m 不通)	0(约 1 km 不通)
2012 年 10 月	1.80~2.56	200	0(约 600 m 不通)	0(约 2 km 不通)
2013 年 1 月	1.80~2.59	353	220	0(约 2 km 不通)
2014 年 10 月	1.60~3.57	353	350	265
2015 年 10 月	1.61~3.75	353	301	260
2017 年 10 月	1.47~3.79	353	353	180
2018 年 8 月	1.14~1.97	353	310	265
2019 年 9 月	1.54~2.27	340	270	160

通过核查可知，江阴水道主航道左侧水域近年来航道条件较好且较为稳定，5 m 等深线可利用宽度 7 年来保持在 350 m 以上，6 m 等深线可利用宽度 6 年来保持在 220 m 以上，8 m 等深线可利用宽度基本在 160 m 以上。若现有航道条件能保持稳定，具备开通一定等级副航道的自然条件。

3.1.3 水位利用分析

选取江阴水道附近可用的靖江水位站近 20 多年的日最低水位统计资料数据进行水位分析，将水位划为枯水期（12 月—次年 3 月）、中水期（4、5、10、11 月）、洪水期（6—9 月）3 个阶段，统计 95% 和 98% 保证率情况下的水位可利用情况。

结果表明，江阴水道枯水期可利用的最低水位 0.3 m，中水期可利用的最低水位 0.8 m，洪水期可利用的最低水位 1.3 m。

3.2 经济效益分析

长江 61#~66# 浮标航段主航道外侧的小型船舶上行推荐航路若开通为副航道，将会产生良好的经济效益：

1) 通过能力提升。开通副航道后，该水域航道等级、维护水深、维护宽度等方面均明确规定，船舶航行较以前更加规范，航道通航能力将显著提高。

2) 港口效益增加。开通副航道后，航道通航能力的提升会带来沿江港口船舶吞吐量的增加，船舶靠离泊效率进一步提升，能够提升港口经济效益。

3.3 综合分析

从以上分析可知，江阴水道按照现有的航道自然条件并考虑利用一定的水位，具备开通一定等级航道的上行副航道条件。

4 开通副航道方案

4.1 开通起讫点

江阴水道 61#~66# 浮标航段上行副航道开通起点为 61# 黑浮，终点 66# 黑浮，长约 11.5 km。

4.2 航道维护尺度

4.2.1 航道标准尺度计算

1) 设计代表船型。据江阴水道目前通航现状和航道自然条件综合比较选取代表船型为：3 000 吨级海船（散货船）及 7 000 吨级内河散货船，设计船型尺度见表 2。

表 2 设计船型尺度

设计船型	总长/m	型宽/m	型深/m	满载吃水/m
3 000 吨级海船(散货船)	96.0	16.6	7.8	5.8
7 000 吨级内河船(散货船)	118.0	20.2	-	4.5

2) 航道水深。根据《内河通航标准》^[5]及《长江干线通航标准》^[6]规定, 航道水深可按下式计算:

$$H = T + \Delta H \quad (1)$$

式中: H 为航道水深(m); T 为船舶吃水(m), 根据航道条件和运输要求可取船舶、船队设计吃水; ΔH 为富余水深(m), 根据船舶航行安全富余水深管理规定, 富余水深取 0.5 m。

设计船型满载航行时所需的航道水深见表 3。

表 3 设计代表船型所需航道水深

设计船型	吃水/m	富余水深/m	所需航道水深/m
3 000 吨级海船(散货船)	5.8	0.5	6.3
7 000 吨级内河(散货船)	4.5	0.5	5.0

表 4 航道宽度计算结果

设计船型	L/m	B/m	n	c/m	$\gamma/(^\circ)$	A/m	单线航道宽度 W/m
3 000 吨级海船(散货船)	96	16.6	1.69	12.5	7	47.8	72.7
7 000 吨级内河船(散货船)	118	20.2	1.69	15.2	7	58.4	88.7

设计代表船型单向通航宽度最大为 88.7 m, 在考虑到江阴水道上行小型船舶航行习惯及其与码头、锚地及过驳区最小安全距离的要求, 同时考虑与主航道的安全距离, 航道宽度取 200 m, 此时航行安全及富余宽度足够。

4.2.2 航道维护尺度确定

1) 制定原则^[8]: 充分利用现有自然条件, 结合沿江经济、港口发展、船型现状及航道发展规划, 以积极稳妥、安全可靠、与长江下游现有副航道维护尺度协调一致的原则。

2) 航道维护水深。结合江阴航道条件及自然水深, 维护水深取 6.0 m(航行基准面下)。

3) 航道维护宽度。通过航道宽度的计算及分析, 维护宽度取 200 m。

4) 航道弯曲半径。根据长江下游对航道弯曲半径的要求, 取 1 050 m。

5) 航道维护类别按一类航道进行维护。

6) 当遇到特殊水文年或出现河道变化剧烈, 难以保证航道尺度时, 可根据实际情况降低航道维护尺度或按实际水深进行维护。

4.3 航标配布设计

航标配布类别为一类配布, 设标间距

按照设计代表船型计算, 航道水深取 6.0 m(航行基准面下)。

3) 航道宽度。根据《海港总体设计规范》^[7] 单向航道通航宽度按下列公式计算:

$$W = A + 2c \quad (2)$$

$$A = n(L \sin \gamma + B) \quad (3)$$

式中: W 为航道有效宽度(m); A 为航迹带宽度(m); c 为船舶与航道底边间的富余宽度(m), 取 $0.75B$, 油船或其他危险品船取 B ; n 为船舶漂移倍数取 1.69; γ 为风、流压偏角($^\circ$), 取 7° ; L 为设计船长(m); B 为设计船宽(m)。

航道宽度计算结果见表 4。

2. 0~2.5 km, 以不影响在建码头和规划码头船舶停靠泊为原则, 在长江 61#~66#浮航段上行主航道外侧 200 m 宽度水域设置副航道航标: 将 61#黑浮标改设为 61#左右通航浮标, 在副航道左侧边界自下而上单侧设置 6 座 AIS(船舶自动识别系统)虚拟航标。

5 结论

1) 根据河床演变分析, 江阴水道多年来基本保持稳定, 南北岸近岸水深变化不大, 码头基本贴岸而建, 前沿水域开阔, 主槽水深条件优越, 为开通上行副航道提供了良好的河势条件。

2) 根据航道条件分析, 江阴水道 61#~66#浮标航段上行航路航道可利用宽度良好, 具备开通上行副航道的航道条件。

3) 根据经济效益分析, 副航道开通可提高通过能力、增加港口效益。

4) 考虑到江阴水道航道关系情况复杂, 建议开通上行副航道等级为 I-4, 按照通航 3 000 吨级海船及 7 000 吨级内河船要求确定航道尺度, 维护水深 6.0 m, 航道宽度取 200 m, 航标配布采用虚拟航标。

(下转第 161 页)