

· “长江南京以下12.5 m深水航道建设”专栏 (10) ·



长江下游南通至南京段 深水航道设计通航标准研究

徐元, 黄志扬

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 随着江苏沿江港口发展和沿江经济产业带布局的实施, 长江南京以下河段航道的能力提升和标准提高已成迫切需要。根据工程河段沿程自然条件与工程限制条件、港口与地方经济需求和船舶大型化要求, 分区段论证了适合的通航设计船型、设计通航标准和航道建设规模, 提出深水航道的尺度取值原则并给出主要区段的推荐取值。基于工程河段水文条件的时空变化特点, 给出各设计船型不同水位保证率的限制吃水, 并认为通航管理中应充分考虑大型船舶限制吃水的季节变化。

关键词: 船舶大型化; 通航设计船型; 设计通航标准; 航道尺度取值; 船舶限制吃水

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)01-0001-09

Designed navigational standards for deepwater channel in the lower stretch of the Changjiang River between Nantong and Nanjing

XU Yuan, HUANG Zhi-yang

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: As ports and harbours have been developing rapidly and riverside industrial zones booming in recent years alongside the Changjiang River in Jiangsu province, it is urgent to improve the existing navigable channels' ability to handle traffic and adopt severer standards for navigable waterways in the lower stretch of the Changjiang River downstream of Nanjing. The lower stretch of the river downstream of Nanjing could be divided into two parts at the place where Jiangyin bridge locates. This paper demonstrates appropriate design vessel-types for navigation, designed navigational standards and desired geometry and dimensions of channels along the river in connection with physical conditions and engineering restrictions, demands of ports and local economic development and the sailing requirements of larger ships. It proposes the principle on value-taking for desired geometry and dimensions of deepwater channels and further gives recommended values in the main sections. Based on the spatial and temporal changes in hydrographic conditions in the studied river stretch, the paper gives the limited drafts for design vessel-types with different allowable under-keel clearance at different water level guarantee rates, and shows that the seasonal changes in draft limitation of large-scaled vessels should be taken into account in ship operations.

Key words: enlargement of ship; design vessel type for navigation; designed navigational standards; value-taking of desired geometry and dimensions of navigable Channel; allowable under-keel clearance

随着改革开放深入发展, 长江沿岸经济社会快速发展, 特别是江苏沿江产业带逐渐形成, 地区经济呈现持续较快增长势头。长江南京以下

河段主要港口历来是长江流域重要的国际门户, 2005年10.5 m航道延伸至南京, 大大改善了长江南京以下航道的通航条件, 带动了海运量的快速增

收稿日期: 2013-06-20

作者简介: 徐元(1965—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 从事港口与航道工程设计研究。

长，加快了沿江港口的建设步伐，取得显著的社会经济效益^[1]。

为进一步适应沿江港口海港化和进江船舶大型化，充分发挥水运优势，利用沿程总体自然条件优良的优势，在10.5 m航道的基础上进一步提升长江南京以下深水航道能力早已提上议事日程。2010年3月长江口深水航道建设三期工程通过验收，2010年底12.5 m深水航道上延至太仓荡茜口，2012年8月长江南京以下12.5 m深水航道建设一期工程（太仓—南通段）开工，并计划在2015年年底完成工程^[2]。以上工程的实施为12.5 m深水航道继续向上延伸至南京奠定了基础。

拟建南京以下12.5 m深水航道二期工程下起南通天生港，上迄南京新生圩，河段全长约227 km。工程河段沿程两岸港口密集且均发展迅速、变化空间较大，作为服务于港口的公益性主航道，建设规模需根据工程建设条件，全河段统筹考虑、分河段针对处理，充分考虑沿江港口现状和规

划，远近结合，合理确定航道的通航标准。本文根据沿程港口需求分区段论证适合的航道设计通航标准，并按工程河段水文条件的时空变化特点，给出各种设计船型船舶吃水的水位保证率，可供类似内河长航道的设计和管理参考。

1 河道概况

1.1 河势及碍航特征

工程河段自下而上依次为：澄通河段的南通水道（上段）、浏海沙水道、福姜沙水道；扬中河段的江阴水道、泰兴水道、口岸直水道；镇扬河段的和畅洲水道、焦山水道、仪征水道；南京河段的龙潭水道。河道形态呈窄深节点河段和宽浅分汊河段相间，窄深段为单一河道，河槽稳定，主槽明显；宽浅段多为双分汊河道，水流条件复杂，河床冲淤多变，主要分布有民主沙、福姜沙、太平洲、和畅洲、世业洲等大型洲滩或沙体。工程河段河势见图1。

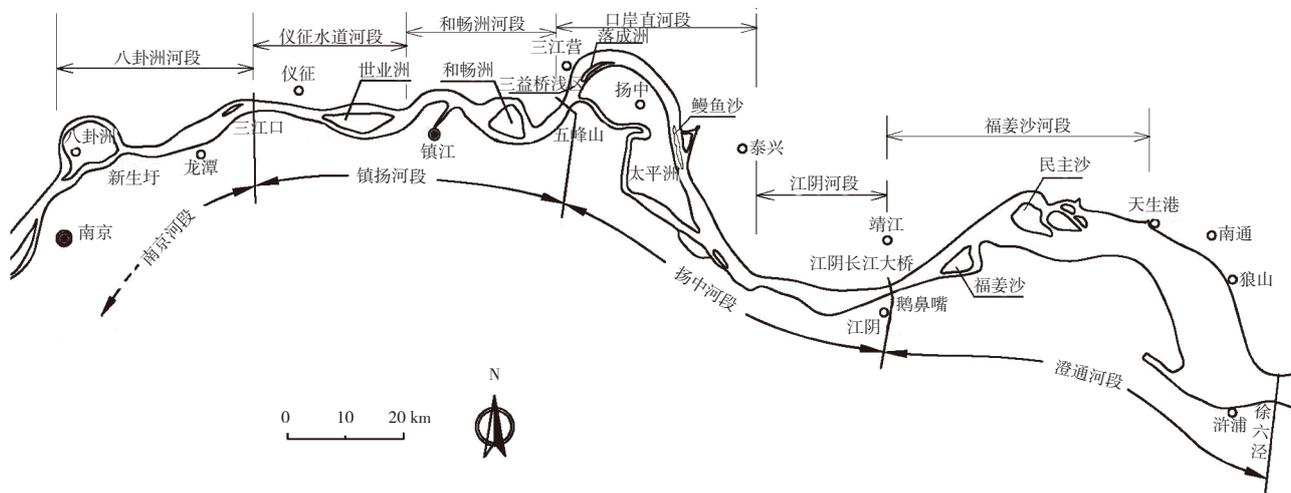


图1 工程河段河势

受分汊河段的汊道发育、滩槽冲淤变化影响，工程河段在福姜沙水道、口岸直水道和和畅洲水道出现局部碍航段，其碍航特征如下：

1) 福姜沙河段呈“两级分汊、三汊并存”格局，福南水道为现行10.5 m主航道所在汊道，为鹅头型弯道，12.5 m深槽宽度小于200 m的区段长约4.6 km；福中水道进口段12.5 m深槽中断约0.6 km，

12.5 m深槽宽度大部分在500 m以上；福北水道—如皋中汊12.5 m深槽在夏仕港附近中断约0.5 km，夏仕港—如皋港12.5 m深槽贯通、宽度约300 m，而如皋港以下（如皋中汊）12.5 m深槽宽度基本大于400 m。

2) 口岸直水道碍航区段主要为进口段三益桥浅滩和下段鳊鱼沙浅区。三益桥浅滩属典型过渡

段沙质浅滩, 现行10.5 m所在左汊的12.5 m深槽中断, 中断距离约0.5 km。鳊鱼沙浅滩属顺直宽浅分汊型沙质浅滩, 左右两深槽冲淤交替发展, 出现边滩下移或滩槽易位的不稳定现象, 目前在左槽古马干河、右槽铁匠港附近出现局部12.5 m深槽宽度小于300 m的区段, 各区段长均在0.5 km左右。

3) 和畅洲右汊为现行10.5 m主航道所在汊道, 水道弯曲而处于缓慢淤积态势^[3], 12.5 m深槽最窄130 m, 12.5 m深槽宽度小于200 m的区段长约1.8 km。该汊道内有著名的京杭大运河交汇, 小船航路通航密度大且穿越主航道。

4) 仪征水道主要碍航区段为世业洲河段。世业洲右汊为主汊, 也是现行10.5 m主航道所在汊道, 该汊道水深条件总体好, 仅进口段因冲滩淤槽而趋于宽浅, 局部航宽不足500 m。目前12.5 m深槽宽度小于500 m的区段长约3.1 km, 最窄处约345 m。

1.2 水位变化特征

长江口为中等强度潮汐河口, 河口平均潮差约2.8 m; 口外为正规半日潮, 潮波进入长江口区后, 受边界条件和上游径流影响而发生变形, 为非正规半日浅海潮波。

长江下游最后一个水文站大通站位于工程上端上游约310 km, 因其间无大的支流汇入, 大通站径流变化基本代表工程河段上游径流特征: 上游来水量主要集中在洪季(5—10月), 占年径流总量的70.7%, 其中7月最大, 占全年的15%; 枯季(11月—次年4月)径流量较小, 占全年的29.3%, 其中2月最小, 仅占全年的3%。三峡蓄水后洪季7—10月径流量占全年的比重略有减小, 而枯季1—3月径流量占全年的比重略有增加。

工程河段为感潮河段, 水位受潮汐和径流双重作用: 一方面, 水位呈潮汐周期变化, 一天内两涨两落, 且越向上游变化逐渐减弱, 下游天生港年潮差平均达1.72 m, 而上游南京仅为0.55 m, 且向上游涨潮历时变短、落潮历时变长; 另一方面, 水位还呈明显的季节变化, 且越向上游季节变化越明显, 下游天生港月平均水位年内变幅为1.05 m, 而上游南京则达3.71 m(图2)。

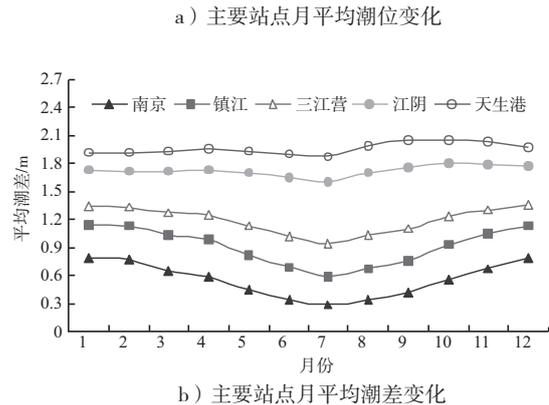
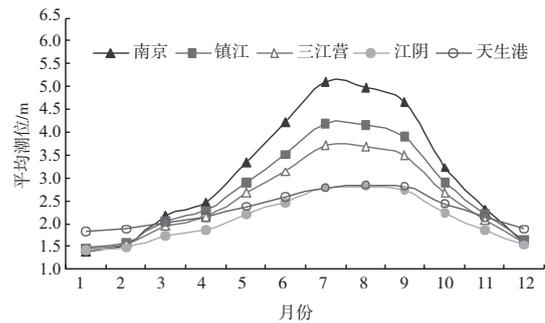


图2 工程河段主要站点逐月平均潮位及平均潮差变化

2 沿程港口需求分析

2.1 港口大型泊位现状及规划

工程河段沿岸港口众多, 分别为南京港、镇江港、江阴港、泰州港、扬州港、常州港和苏州港张家港港区、南通港如皋港区, 5万吨级及以上泊位共计116个(表1), 其中最大散货码头为张家港港区的海力6[#]泊位(10万吨级散货泊位, 核算可靠泊20万吨级散货船), 扬州港江都港区有5万吨级兼顾10万吨级散货码头; 液体化工码头(含油品码头)最大吨级8万吨级(结构兼顾), 主要位于南京港仪征港区、苏州港张家港港区; 集装箱最大吨级为5万吨级, 主要位于南京港龙潭港区、镇江港大港港区、常州港录安洲港区。

根据江苏省“十二五”期港口建设规划^[4], 二期工程范围内沿江港口将新增5万吨级及其以上码头泊位101个, 码头类型主要为散货、液体化工、集装箱和通用码头, 散货码头最大吨级为10万吨级, 其它类型的码头多以5万吨级为主(表1)。随着南京以下12.5 m深水航道的贯通, 后期5万吨级以上码头泊位将进一步增加。

表1 工程河段5万吨级及以上(含结构兼顾)码头泊位现状及“十二五”期新增情况

河段	码头类型	码头现状		"十二五"新增		主要港区
		主要码头吨级	泊位数	主要码头吨级	泊位数	
福姜沙河段	散货	5万(及兼顾7万)、7万、10万	21	4万(兼顾5万)、5万、7万	22	北岸:泰州港靖江港区(新港工业区)、南通港如皋港区 南岸:江阴港长山港区,苏州港张家港港区
	液体化工	3万(兼顾5万)、5万(及兼顾8万)	15	5万	3	
	集装箱			5万	1	
	通用	5万(及兼顾7万)	7	5万(及兼顾7万)	11	
江阴段	散货			5万、7万	3	北岸:泰州港靖江港区(八圩作业区) 南岸:江阴港石利港区、长山港区
	液体化工	5万	2			
	通用	5万	4	5万	13	
口岸直河段	散货	5万(及兼顾7万、10万)、7万	7	5万、7万	10	北岸:扬州港江都港区,泰州港泰兴港区(过船作业区) 南岸:镇江港扬中港区
	集装箱			5万	2	
	液体化工	2万(兼顾5万)	1	5万	8	
	通用	3万(兼顾5万)、5万(及兼顾10万)	11	5万	5	
和畅洲河段	散货	5万、7万	3			北岸:扬州港扬州港区,镇江港新民洲港区 南岸:镇江港谏壁港区、大港港区
	集装箱	5万	1	5万	2	
	液体化工	5万	1	5万	1	
	通用	3万(兼顾5万)、5万	6	5万	2	
仪征水道	散货	3.5万(兼顾5万)	2	3.5万兼顾5万、5万	3	北岸:扬州港仪征港区 南岸:镇江港高资港区、龙门港区
	液体化工	4万(兼顾5万)、5万	2	5万	1	
	通用	3.5万(兼顾5万)、5万	3	3万兼顾5万、5万	6	
八卦洲河段	散货	2.5万(兼顾8万)、5万(及兼顾7万)	10	5万	3	北岸:南京港西坝港区、仪征港区 南岸:南京港新生圩港区、栖霞港区、龙潭港区
	集装箱	5万	3			
	液体化工	2.4万(兼顾5万)、3.5万(兼顾8万)、5万	8	5万	5	
	通用	1.5万(兼顾8万)、2.5万(兼顾8万)	9			

注:液体化工泊位含油品泊位;通用泊位含杂货泊位,杂货船一般不大于4万吨级,下同。

2.2 主要货种及通航船型分析

据长江南京以下河段主要货类运输现状和长江三角洲地区主要港口布局规划,以及世界海运船队发展趋势,预计长江南京以下12.5 m深水航道工程实施后,长江南京以下煤炭、石油及制品、铁矿石、粮食、集装箱等主要货类运输组织及船

型将发生较大变化(表2),国内沿海和外贸直达运输3万~7万吨级船型比例进一步加大,外贸铁矿石和煤炭外海中转运输将下降、10万~20万吨级大型散货船减载后直达量将增加,内贸及中远洋集装箱直达量也将增加。

表2 主要货种及通航船型分析

主要货种	国内运输		国际运输	
	货物流向	船型预测	货物流向	船型预测
煤炭	北方沿海运往长江沿线港口	5万~7万吨级散货船	进口煤炭	10万~15万吨级散货船
石油及制品	原油	南海油田直接运抵南京港	进口原油二程运输	5万~8万吨级油船
	成品油	沿海成品油进江	外贸进口	3万~5万吨级油船
铁矿石			澳矿、南非、南美进口	10万~20万吨级散货船
			印度进口	5万~10万吨级散货船
粮食	北方沿海进江	3万~5万吨级散货船	美国、加拿大进口	5万~10万吨散货船
			东南亚等地进口	3万~5万吨级散货船
集装箱	南京、镇江等港口	1 000~4 000 TEU集装箱船		
	江阴、常州、扬州和泰州等港口	3 000~6 000 TEU集装箱船		
散杂货	国内沿海运输	0.5万~2万吨级杂货船	近远洋运输	3万~5万吨级散货船

2.3 设计代表船型的确定

工程河段已建跨江桥梁有江阴大桥、泰州大桥、润扬大桥和南京四桥, 其通航净高均为50 m, 工程下游还有通航净高均为62 m的苏通大桥、沪通铁路大桥(在建)。受桥梁通航净高限

制, 7万吨级集装箱船、15万吨级及以上散货船不能到达江阴大桥以上河段港区, 结合沿程港口5万吨级及以上码头现状和规划、主要货种及运输船型等因素, 二期工程不同河段的设计代表船型如见表3。

表3 工程河段各港区设计代表船型

河段	主要港区	船型	船舶吨级DWT/万t
福姜沙河段	北岸: 泰州港靖江港区(新港工业区作业区)、南通港如皋港区 南岸: 江阴港长山港区, 苏州港张家港港区	散货船	5, 7, 10, 15, 20
		集装箱船	7
		化学品船	5
		油船	5
		杂货船	4
江阴河段	北岸: 泰州港靖江港区(八圩作业区) 南岸: 江阴港石利港区	散货船	7
		化学品船	5
		油船	5
		杂货船	4
口岸直河段	北岸: 扬州港江都港区, 泰州港泰兴港区(过船作业区) 南岸: 镇江港扬中港区	散货船	5, 7, 10
		集装箱船	5
		化学品船	5
		油船	5
		杂货船	4
和畅洲河段	北岸: 扬州港扬州港区, 镇江港新民洲港区 南岸: 镇江港谏壁港区、大港港区	散货船	7
		集装箱船	5
		化学品船	5
		油船	5
		杂货船	4
仪征水道河段	北岸: 扬州港仪征港区 南岸: 镇江港高资港区、龙门港区	散货船	5
		化学品船	5
		杂货船	4
八卦洲河段	北岸: 南京港西坝港区、仪征港区 南岸: 南京港新生圩港区、栖霞港区、龙潭港区	散货船	5, 7, 10
		集装箱船	5
		化学品船	5, 8
		油船	5, 8
		杂货船	4

3 设计通航标准

3.1 航道通过能力要求

航道实际通过能力受航道尺度、水流条件、通航方式及航运管理水平、船舶整体操作水平等因素影响, 而航道利用率是航道服务水平的重要指标, 为保证航运安全, 在满足航道实际通过能力要求时, 航道需有一定的安全裕度, 一般当航道利用率超过60%时, 认为航道通过能力已经饱和^[5-6]。据二期工程航道设置方案和相应沿程边界条件, 工程

河段沿程理论航道通过能力^[6-7]测算值如表4。

工程河段船流密度自下而上逐渐减小。至2030年, 下段浏海沙水道海船船流密度达545艘次/d, 上游仪征水道大道河附近仅为157艘次/d, 大部分航段的航道利用率在60%以内, 而福姜沙河段、口岸直水道、和畅洲(右汊双向)航段的航道利用率将略超60%:

1) 福姜沙河段: 采取福北上行、福中下行通行方式时, 因福北水道航道弯曲、沿岸码头泊位

表4 各航段海船通过能力

河段	方 案	通过能力/(艘次·d ⁻¹)	2030年预测船流密度/(艘次·d ⁻¹)	航道利用率/%	备 注
浏海沙水道		876	545	62	双向
福姜沙河段	福北水道单向	373	240	64	福北不断航
	福中水道单向	403	240	60	福北单向+福中单向
福姜沙河段	福中水道双向	946	480	51	
江阴水道		848	388	46	双向
口岸直水道		461	287	62	双向, 泰州大桥, 扬中汽渡
和畅洲	左汊单向	196	115	59	
	右汊单向	216	115	53	运河口, 右汊单向, 可夜航
和畅洲	右汊双向	379	230	61	运河口, 右汊双向, 不夜航
世业洲右汊		580	185	32	龙门口—大道河
仪征水道(不含世业洲)		889	157	18	大道河—杨家沟

较多, 航道利用率相对较高(达63%), 航段相对饱和。若采取福中双向, 因其水道较为顺直且无干扰, 航道利用率为47%。

2) 口岸直水道: 口岸直水道航道存在急弯, 且沿岸规划码头较多, 并受泰州大桥通航管理限制、扬中汽渡横穿航道影响, 航道利用率高达66%, 可能出现局部船舶拥堵现象。

3) 和畅洲河段: 受京杭运河小船穿越主航道、右汊双向通航时不能夜航的影响, 右汊双向方案航道利用率达64%。若开通北汊, 则航道利用率将小于60%。

为保证航道全程通过能力, 在日常航运管理中加强监管上述可能出现拥堵的航段, 提高通行效率, 并避免船舶安全事故的发生。

3.2 航道建设规模

根据工程河段沿线码头现状和规划、通航船

型预测分析、桥梁通航净空尺度限制等因素, 并结合沿线港口发展要求, 且在一定程度上考虑对大型船舶的兼顾可能性, 二期工程航道建设规模确定为: 满足5万吨级集装箱船(实载吃水 ≤ 11.5 m)双向通航、5万吨级其它海轮减载乘潮双向通航, 兼顾10万吨级散货船减载通航, 其中江阴长江大桥以下兼顾10万吨级以上散货船减载通航。

3.3 航道主尺度

3.3.1 航道设计水深

考虑海轮进江的咸、淡吃水变化^[7], 并按江苏海事局规定^[8], 计算得设计代表船型的通航水深如表5。根据长江南京以下深水航道的总体建设目标^[9-10], 航道设计水深取12.5 m。

3.3.2 道有效宽度

3.3.2.1 设计代表船型航道有效宽度计算

工程河段中分汊河段的主航道既可能选取单

表5 设计代表船型通航水深

船型	船舶吨级DWT/万t	咸吃水/m	咸淡水超深/m	淡吃水/m	航行富裕水深/m	通航水深/m
集装箱船	7	12.5	0.31	12.8	1.38	14.2
	5	11.5	0.29	11.8	1.28	13.1
原油船	8	14.3	0.36	14.7	1.67	16.4
	5	12.8	0.32	13.1	1.51	14.6
化学品船	5	12.9	0.32	13.2	1.52	14.7
	20	18.5	0.46	19.0	2.00	21.0
	15	17.9	0.45	18.4	1.94	20.3
散货船	10	14.5	0.36	14.9	1.59	16.5
	7	14.2	0.36	14.6	1.56	16.2
	5	12.8	0.32	13.1	1.41	14.5
杂货船	4	12.3	0.31	12.6	1.36	14.0

注: 表中5万吨级集装箱船吃水为80%实载吃水, 7万吨级集装箱船为营运吃水, 其它船舶为满载吃水。

汉双向通航,也可能上、下行分汉单向通航,根据规范^[11]计算可知:

1) 单向航道有效宽度:当横流 ≤ 0.25 m/s时,控制船型为8万吨级油船(航宽225 m);当横流在0.25~0.50 m/s时,控制船型为20万吨级散货船和8万吨级油船(航宽249 m, 247 m)。

2) 双向航道有效宽度:横流在0~0.50 m/s时,控制船型均为20万吨级散货船(航宽390~448 mm),其次为8万吨级油船(航宽366~410 m)。

3.3.2.2 航道有效宽度取值

1) 水深优良河段。

水深优良河段的12.5 m深槽稳定、且在目前航道维护宽度(500 m)下也无需疏浚,因而为航道扩建后不降低宽度标准,航道宽度按双向通航

控制取500 m。

仪征水道的世业洲右汉进口局部12.5 m虽深槽宽度不足500 m,但水深条件总体良好,且经整治后12.5 m深槽宽度大于500 m,该河段的航道宽度参照优良河段取为500 m。

2) 水深受限河段。

单向航道需满足设计船型和兼顾船型通航要求中的大者,即以8万吨级油船控制,双向航道则满足5万吨级海轮双向通航的宽度要求,建设条件好时适当取大,而当无法满足5万吨级海轮双向通航时可根据海船船流密度的情况,适当降低通航标准。水深受限河段主要集中在福姜沙河段、口岸直河段和和畅洲河段,根据各受限河段的水流特征、船型情况,航道宽度的建议取值见表6。

表6 受限河段航道宽度建议值

河段	水道	单向航道		双向航道	
		宽度/m	控制船型	宽度/m	控制船型
福姜沙河段	福南水道	260	8万吨级油船	350	5万吨级油船
	福中水道	260		410	8万吨级油船
	福北水道	260		350	5万吨级油船
	如皋中汉	260		350	
口岸直河段	鳊鱼沙左汉	230~260	8万吨级油船	410	8万吨级油船
	鳊鱼沙右汉	230~260		410	
	落成洲左汉	230		350	
和畅洲河段	和畅洲左汉	250	8万吨级油船	350	5万吨级油船
	和畅洲右汉	220~250		300	非危险品的5万吨级与3万吨级船交会

3.4 通航方式

工程河段的海轮来自长江口外,依次通过长江口12.5 m深水航道(92.2 km)、长江口12.5 m深水航道上口至太仓航段(56 km)以及12.5 m深水航道一期工程太仓—南通段(57.2 km),进而到达工程河段。从长江口至南京,越往上游潮汐影响逐渐减小、径流作用逐渐增强。江阴以下航段受潮汐作用影响较大,水位在潮汐周期内变化明显而季节性变化略小,船舶通航主要应充分利用潮位,而江阴以上航段水位受潮汐作用影响渐小而季节性变化明显,船舶的通航应主要利用其季节性变化。

3.4.1 江阴以下航段乘潮保证率及减载限制吃水分析

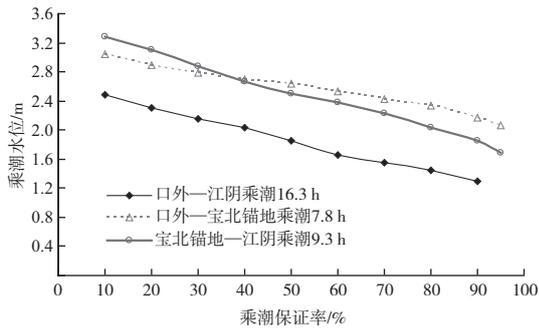
1) 乘潮水位。

海轮经长江口12.5 m深水航道至江阴下游港区

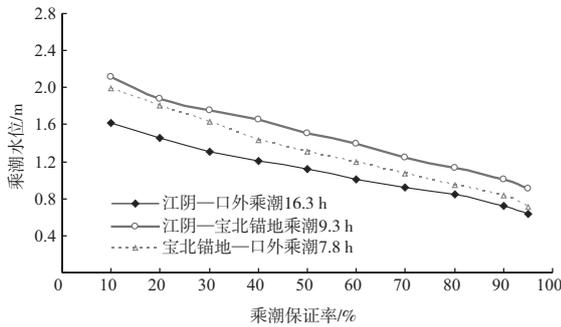
航程约257 km,航行时间约为16.3 h,大于一涨一落潮周期。为充分利用高潮位,吃水较大的船舶可在南北港分汉口上游的宝山北锚地锚泊候潮,采用二次乘潮方式通航,乘潮历时分别为7.8 h(长江口外—宝山北锚地)、9.3 h(宝山北锚地—江阴)。采用潮汐河口乘潮水位的多站联合计算法^[12]分析,二次乘潮通航方式的乘潮潮位高于一次乘潮通航方式,其中船舶上行的乘潮水位明显高于下行乘潮水位(图3)。

2) 乘潮保证率。

船舶上行一次乘潮通航时,除5万吨级集装箱船(实载吃水 ≤ 11.5 m)、4万吨级杂货船满载乘潮保证率相对较高(大于80%)外,其它设计代表船型满载保证率普遍较低;采用二次乘潮通航方式后,5万吨级海轮乘潮保证率明显增加(大



a) 船舶上行通航乘潮水位累积频率曲线



b) 船舶下行乘潮水位累积频率曲线

图3 船舶上、下行通航乘潮水位累积频率曲线

于75%)，其中5万吨级集装箱船乘潮保证率大于95%，而8万吨级油船和7万吨级及其以上散货船满载乘潮保证率均不到10%，需减载通航。

当船舶下行时，航行方向与潮波传播方向相反而不利于潮位利用，其乘潮保证率均小于上行情况，大部分设计代表船型的乘潮保证率小于30%，即下行更需减载通航。

3) 船舶减载后限制吃水。

经测算，从长江口口外航行至江阴河段，不同乘潮保证率对应的船舶限制吃水见表7。可见，在乘潮保证率90%下，一次乘潮上、下行的船舶限制吃水分别为12.2 m和11.7 m，二次乘潮上、下行的限制吃水分别为12.7 m和11.8 m。

3.4.2 江阴以上航段水位季节变化

工程河段江阴以上受径流影响为主，并且越向上游径流作用越明显，江阴站月平均水位在1.41~2.83 m，而鳊鱼沙、落成洲、和畅洲、

表7 不同乘潮保证率对应的船舶限制吃水

航行方向	通航方式	航行区间	乘潮保证率/%			
			30	50	70	90
上行	一次乘潮	口外—江阴	13.0	12.7	12.4	12.2
	二次乘潮	口外—宝北锚地	13.6	13.4	13.2	13.0
		宝北锚地—江阴	13.6	13.3	13.0	12.7
下行	一次乘潮	江阴—口外	12.2	12.0	11.9	11.7
	二次乘潮	江阴—宝北锚地	12.6	12.4	12.2	11.9
		宝北锚地—口外	12.5	12.2	12.0	11.8

世业洲这4个主要整治洲滩的月平均水位分别在1.44~3.43 m、1.45~3.71 m、1.46~3.97 m、1.46~4.35 m(图4)。航道沿程可利用的水位年内变化在1.4~3.0 m，区间内可利用水位还可增加。可见，为有效提高航道的货物通过能力，通航管理中应按水位的季节性变化和航道实际水深，适时调整大型船舶限制吃水、合理确定其减载量。

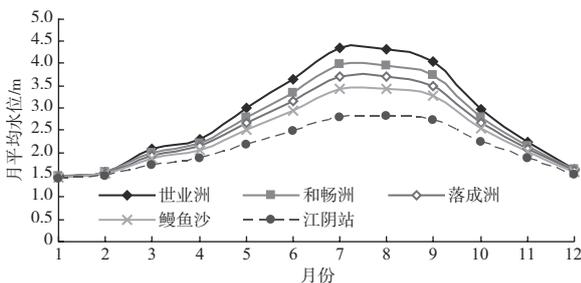


图4 江阴及主要洲滩月平均水位变化

4 结语

1) 工程河段沿岸港口众多，工程实施后长江南京以下主要货类运输组织及船型将发生较大变化，5万吨级海轮为设计船型，其它船型为兼顾船型，且不同区段兼顾船型不同。

2) 至2030年，大部分航段的航道利用率在60%以内，而福姜沙河段、口岸直水道、和畅洲(右汊双向)航段的航道利用率将略超60%，在日常航运管理中应加强监管。

3) 二期工程航道建设标准为：满足5万吨级集装箱船(实载吃水≤11.5 m)双向通航、5万吨级其它海轮减载乘潮双向通航，兼顾10万吨级散货船减载通航，其中江阴长江大桥以下兼顾10万吨级以上散货船减载通航。

4) 根据长江南京以下深水航道的总体建设目标, 航道设计水深取12.5 m。优良河段航道宽度按双向通航控制, 且不降低现有航道宽度标准, 航宽取500 m。受限河段单向航道以8万吨级油船控制; 双向航道原则上满足5万吨级海轮双向通航的宽度要求, 部分河段可根据海船船流密度情况, 适当降低通航标准。

5) 为有效提高航道的货物通过能力, 通航管理中应按水位的潮汐周期变化、季节性变化和航道实际水深, 调整大型船舶限制吃水、合理确定其减载量。其中, 江阴以下航段受潮汐作用影响较大, 水位在潮汐周期内变化明显而季节性变化略小, 船舶通航应充分利用潮位, 而江阴以上航段水位受潮汐作用影响渐小而季节性变化明显, 船舶的通航应利用其季节性变化。

致谢: 在本文撰写过程中, 得到中交上海航道设计院有限公司周海教授级高级工程师、张华教授级高级工程师、车军高级工程师、龚鸿锋工程师、杜梦助理工程师及项目组其他成员的帮助, 在此一并致谢。

参考文献:

[1] 司马华炜, 翟建峰. 长江江苏段深水航道综合经济效益

分析研究[J]. 中国港口, 2011(1): 42-43.
 [2] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司. 长江南京以下12.5 m深水航道一期工程初步设计[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2012.
 [3] 刘娟, 刘宏, 张岱峰. 长江镇扬河段近期河床演变趋势分析[J]. 长江科学院院报, 2003(3): 18-20.
 [4] 江咨询有苏省交通运输厅港口局, 江苏伟信工程有限公司. 江苏省港口“十二五”发展规划[R]. 南京: 江咨询有苏省交通运输厅港口局, 江苏伟信工程有限公司, 2010.
 [5] 赵智帮, 李鑫. 航道通过能力的计算方法[J]. 港工技术, 2011(6): 15-18.
 [6] 董宇. 航道通过能力及服务水平研究[D]. 南京: 河海大学, 2006.
 [7] 交通部第一航务工程勘察设计院. 海港工程设计手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
 [8] 中华人民共和国江苏海事局. 船舶航行安全富裕水深规定[S].
 [9] 交通运输部. 长江干线航道总体规划纲要[R]. 北京: 交通运输部, 2008.
 [10] 国家发展改革委. 长江三角洲地区区域规划[R]. 北京: 国家发展改革委, 2010.
 [11] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范[S].
 [12] 徐元, 黄志扬, 龚鸿锋. 潮汐河口长航道乘潮问题研究[J]. 水运工程, 2011(5): 1-6.

(本文编辑 郭雪珍)

征订通知

2014年《水运工程》杂志征订工作已经开始, 订阅方式请登录《水运工程》杂志社官方网站: www.sygc.com.cn, 首页下载中心下载2014年《水运工程》征订通知单, 有关要求和反馈信息一应俱全。