

· 长江南京以下12.5 m深水航道建设(3) ·



# 长江南京以下12.5 m深水航道一期工程 乘潮水位利用分析

余俊华<sup>1,2</sup>

(1. 长江南京以下深水航道建设工程指挥部, 江苏南京 210017; 2. 四川大学, 四川成都 610065)

**摘要:** 长江南京以下12.5 m深水航道一期工程所在河段为潮汐河段, 5万吨级以上船舶需乘潮进出。根据工程河段的潮汐特性, 分析南通天生港至长江口采用一乘进出港和二乘进出港的乘潮历时、不同保证率条件下的乘潮水位, 进而分析航行于长江口深水航道的不同吨级的集装箱船、原油船、散货船的乘潮保证率, 据此论证一期工程确定的通航标准的合理性。

**关键词:** 深水航道; 一期工程; 乘潮水位

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)02-0001-04

## Utilization of tide-bound water level of 12.5 m deepwater channel phase I project of the Yangtze River downstream Nanjing

SHE Jun-hua<sup>1,2</sup>

(1. Construction Headquarters of Deepwater Channel of the Yangtze River Downstream Nanjing, Nanjing 210017, China;

2. Sichuan University, Chengdu 610065, China)

**Abstract:** The section of Yangtze River downstream Nanjing, where the 12.5 m deepwater channel phase I project is located, is a tidal reach, and ships with a tonnage over 50 000 need to pass in and out by tide. Based on the tidal characteristics of the engineering river reach, the duration by tidal current and the tide-bound water levels are analyzed under conditions of different guarantee rates of first and second tide saving time, from Tiansheng Harbor of Nantong to the Yangtze estuary. Furthermore, the guarantee rate for navigation of container ship, crude oil ship, bulk carriers of different tonnage, and the rationality of the navigation standard of phase I project are demonstrated.

**Key words:** deepwater channel; phase I project; tide-bound water level

长江南京以下12.5 m深水航道一期工程建设范围是太仓荡茜闸至南通天生港, 全长56 km。设计航道尺度为: 航宽500 m, 水深12.5 m(理论最低潮面以下); 通航标准为: 满足5万吨级集装箱船(实载吃水11.5 m)全潮、5万吨级散货船和油船乘潮双向通航, 兼顾10万吨级散货船及以上海轮减载乘潮通航的要求<sup>[1]</sup>。可见, 除5万吨级集装箱船可全潮通航外, 其余5万吨级及以上船型均需乘潮通过该段航道, 对于不同的船型, 乘潮水位不同, 乘潮历时也不同。为了充分发挥长江深

水航道的航运效益, 本文对一期工程河段的乘潮水位进行分析。

### 1 河段潮汐特性

一期工程河段主要受长江口潮汐影响, 长江口为中等强度潮汐河口, 属于非正规半日潮, 一涨一落平均历时12 h 25 min, 一个太阴日24 h 50 min有两涨两落, 且日潮不等, 图1为南通天生港的潮位曲线比较。

每年春分至秋分为夜大潮, 秋分至次年春分

收稿日期: 2012-10-24

作者简介: 余俊华(1970—), 男, 教授级高工, 从事航道工程设计和管理工作。

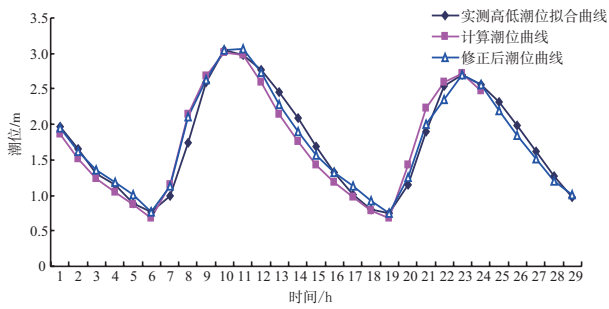


图1 南通天生港潮位曲线比较

为日大潮。最高高潮位出现在8—9月，一般为台风、大潮和大洪水遭遇形成，最低低潮位出现在4月。最大潮差4 m以上，最小潮差0.02 m。在径流与河床边界条件阻滞下，潮波变形明显，涨落潮历时不对称，涨潮历时短，落潮历时长，潮差自下而上沿程递减，落潮历时沿程递增，涨潮历时沿程递减。

长江口潮流界随径流强弱和潮差大小等因素的变化而变动，枯季潮流界可上溯到镇江附近，洪季潮流界可下移至西界港附近。据实测资料统计分析：当大通径流在10 000 m<sup>3</sup>/s左右时，潮流界在江阴以上；当大通径流在40 000 m<sup>3</sup>/s左右时，潮流界在如皋沙群一带；大通径流在60 000 m<sup>3</sup>/s左右时，潮流界将下移到芦泾港—西界港一线附近。

### 2 乘潮历时分析

乘潮进河口到达天生港区的船舶，需要从长江口外依次通过长江口航道、吴淞口航道、宝山航道、白茆沙航道、徐六泾航道、通州沙航道到达天生港区，全长206 km，之间有一大型船舶锚地——宝山北锚地，宝山北锚地距长江口110 km，距南通天生港96 km。图2为长江口外至南通天生港航段。

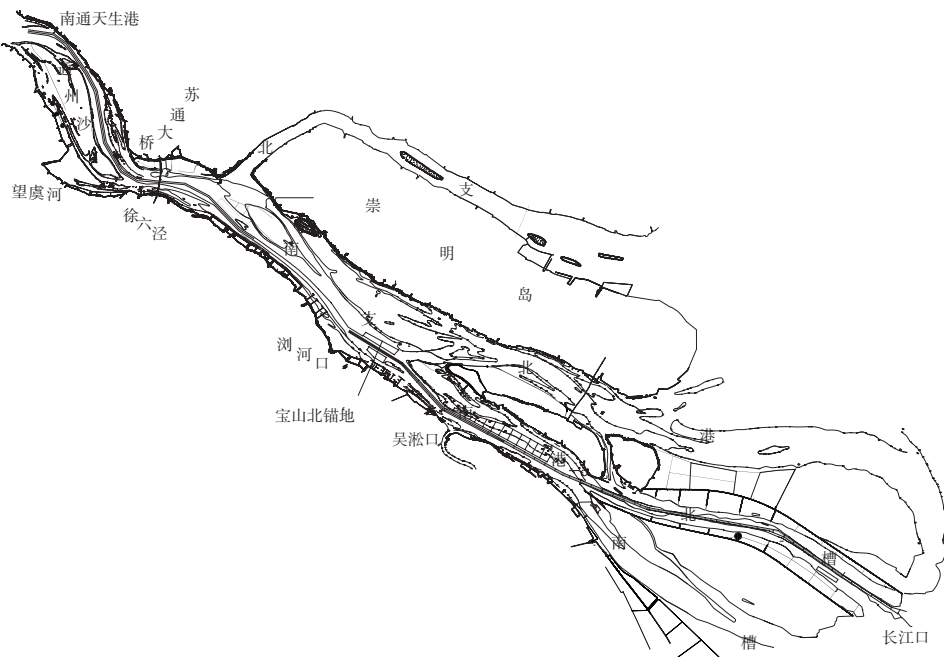


图2 长江口外至南通天生港航段

长江口航道航路复杂，并且沿岸分布众多码头，船舶进出航道较为频繁，进出航道的船舶由于制动或提速使得航道内船舶航速存在差异。因此在乘潮历时分析计算时，有必要对复杂的航行过程进行适当概化。假设船舶进出长江口满足以下2个条件：

- 1) 船舶进出河口航速（对地）为12 kn；
- 2) 船队进出河口时，船舶间的安全距离为

1.0 n mile。

按JTJ 211—1999《海港总平面设计规范》规定<sup>[2]</sup>，乘潮时间可采用下式确定：

$$t_s = K_i(t_1 + t_2 + t_3) \tag{1}$$

式中： $t_s$ 为乘潮时间(h)； $K_i$ 为时间富裕系数，取1.1~1.3； $t_1$ 为每潮次船舶通过航道的持续时间(h)，其中包括船舶间追踪航行的间隔时间； $t_2$ 为1艘船舶在港内转头的时(h)； $t_3$ 为1艘船舶靠离码

头的时间(h)。

由于在长江口至南通天生港之间有宝山北锚地,因此该河段航行船舶可考虑一乘进出河口和二乘进出河口2种方式,在暂不考虑船舶在港内

转头和靠离码头的时间的情况下,根据船舶航行持续时间,并考虑1.2的时间富裕系数,计算得到单船或船队进出河口的乘潮历时,计算结果见表1<sup>[3-4]</sup>。

表1 单船或船队进出河口的乘潮历时

乘潮方式	乘潮区间	h			
		单船	船队(5艘)	船队(10艘)	船队(15艘)
一乘进出河口	长江口—天生港	11.3	12.2	13.3	14.4
	长江口外—宝山北锚地	6.0	6.5	7.0	7.6
二乘进出河口	宝山北锚地—天生港	5.3	5.7	6.3	6.8

### 3 乘潮水位计算

#### 3.1 一乘进出港

长江口外—天生港进港指船舶从长江口口外依次通过长江口深水航道、吴淞口航道、宝山航道、白茆沙航道、徐六泾航道、通州沙航道下段到达南通天生港区。天生港—长江口外出港则反之,指船舶从南通天生港区出发,沿通州沙航道、徐六泾航道等直至长江口外。若船舶航速按12 kn考虑,则航行持续时间约9 h时,考虑2 h的富裕时间后取全程乘潮历时11 h。从工程河段的潮波特性可以看出,如采取一乘进出港方式,基本无潮可乘。

#### 3.2 二乘进出港

##### 3.2.1 口外—宝北超大型锚地进出港

口外—宝北超大型锚地进、出港乘潮是指航行船舶利用现有的宝北超大型锚地锚泊候潮,分段乘潮通过航道。进港时从口外乘潮沿北槽深水航道、吴淞口航道和宝山航道,进入宝北超大型锚地锚泊候潮,待下一个涨潮过程再继续上行到天生港。出港则反之,即从天生港驶出的船舶先乘潮到宝北超大型锚地锚泊候潮,利用下一个涨潮过程再继续驶向口外。

从长江口外至宝北锚地,沿程主要分布有牛皮礁、北槽中、横沙、长兴、外高桥、吴淞、石洞口等潮位站。由于航道里程较长,且潮波传播和船舶航行是个连续的过程,单站分区段进程乘潮水位控制不能反映潮波沿程变形等特征。利用沿程各站2003—2005年的潮位资料,按乘潮历时6 h进行计算,航行船舶洪季、枯季和全年通航的乘潮水位,见表2。

表2 口外—宝山超大型锚地航行船舶进出港乘潮水位 m

保证率/%	洪季		枯季		全年	
	进港	出港	进港	出港	进港	出港
5	3.75	2.53	3.38	2.30	3.65	2.45
10	3.62	2.42	3.28	2.14	3.55	2.32
20	3.52	2.26	3.20	1.94	3.35	2.15
30	3.38	2.13	3.13	1.83	3.24	2.02
40	3.28	2.05	3.02	1.72	3.16	1.90
50	3.18	1.97	2.90	1.59	3.06	1.80
60	3.08	1.86	2.82	1.50	2.93	1.68
70	2.96	1.73	2.73	1.38	2.82	1.55
80	2.82	1.62	2.63	1.28	2.72	1.42
90	2.70	1.47	2.46	1.12	2.56	1.25
95	2.58	1.38	2.35	1.02	2.45	1.10

注:表中水位采用理论最低潮面以上数值。

从表2可以看出:随着上游径流的不同,在同一保证率条件下,口外至宝北锚地进出港所对应的潮位值有所不同,洪季、枯季相差值一般在0.3 m左右,同一乘潮潮位条件下洪季的保证率较枯季大。

##### 3.2.2 宝北超大型锚地—天生港区进出港

宝北超大型锚地—天生港区进、出港乘潮是指考虑利用航道中部已有的宝北超大型锚地锚泊候潮,分段乘潮通过航道。从宝北锚地至南通天生港有杨林、徐六泾和天生港等潮位站。利用沿程各站2003—2005年的潮位资料,按乘潮历时5.3 h计算,宝北超大型锚地—天生港区段的航行船舶进出港的洪季、枯季和全年通航的乘潮水位见表3。

从表3可以看出:随着上游径流的不同,同一保证率条件下,宝北锚地至天生港进出港所对应的潮位值有所不同,洪季、枯季相差值一般在0.5~0.7 m,同一乘潮潮位条件下洪季的保证率较枯季大。

表3 宝山超大型锚地一天生港航行船舶进出港乘潮水位 m

保证率/%	洪季		枯季		全年	
	进港	出港	进港	出港	进港	出港
5	4.40	2.58	3.65	2.02	4.30	2.45
10	4.30	2.46	3.47	1.91	4.07	2.32
20	4.06	2.30	3.28	1.78	3.78	2.15
30	3.90	2.20	3.13	1.68	3.55	2.00
40	3.73	2.12	3.00	1.58	3.37	1.90
50	3.58	2.03	2.85	1.50	3.22	1.80
60	3.42	1.96	2.72	1.44	3.05	1.70
70	3.30	1.89	2.60	1.37	2.86	1.56
80	3.13	1.13	2.46	1.28	2.66	1.43
90	2.90	1.70	2.22	1.16	2.40	1.28
95	2.65	1.57	2.06	1.08	2.22	1.15

注：表中水位采用理论最低潮面以上数值。

### 4 乘潮水位利用

长江南京以下12.5 m深水航道一期工程的设计水深为理论最低潮面下12.5 m，按照表2和表3的计算结果，以航行于长江口深水航道的主要船型：集装箱船、原油船、散货船等代表船型为例，对二乘进出港的全年乘潮水位利用情况进行分析。一期工程通州沙河段上下游乘潮历时及乘潮水位见图3。

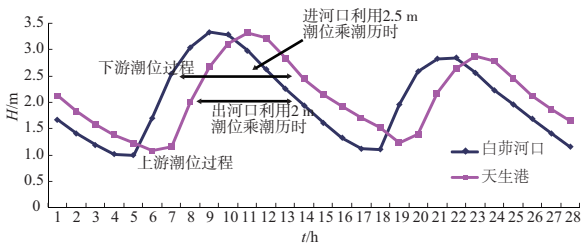


图3 通州沙河段上下游乘潮历时及乘潮水位示意

根据图3所示的乘潮历时和乘潮水位，结合不同的代表船型通航水深情况进行计算分析，可得到全年各类船型进出港的乘潮保证率，见表4和表5<sup>[5]</sup>。

对表4和表5的数据进行分析可知：5万吨级集装箱船（实载11.5 m）的乘潮保证率大于99.5%，需乘潮水位为0.72 m（理论最低潮面以上）。按照现行的国家标准GB 50139—2004《内河通航标准》<sup>[6]</sup>，本河段的设计最低通航水位采用低潮累积频率为90%的潮位，经计算，本河段各潮位站设计最低通航水位的最小值为0.74（理论最低潮面以上），大于需乘潮的水位，因此认为该类船型能全潮通航；7万吨级集装箱船进港乘潮保证率大于98%，出港乘潮保证率约为40%；5万吨级原油船和散货船的进港乘潮保证率约为95%，出港乘

潮保证率约为16%；7万吨级的散货船和8万吨级的原油船进港乘保证率约为28%和19%，出港乘潮保证率小于2%；10万吨的散货船进港乘潮保证率和出港乘潮保证率分别小于10%和2%。

表4 二乘进港不同代表船型的乘潮保证率

船型	船舶吨级/万t	淡水中通航水深/m	需乘潮水位/m	乘潮保证率/%
集装箱船	7	14.4	1.9	>98
	5	13.22	0.72	>99.5
原油船	8	16.3	3.8	19
	5	14.7	2.2	95
散货船	10	16.6	4.1	<10
	7	16.1	3.6	28
	5	14.7	2.2	95

表5 二乘出港不同代表船型的乘潮保证率

船型	船舶吨级/万t	淡水中通航水深/m	需乘潮水位/m	乘潮保证率/%
集装箱船	7	14.4	1.9	40
	5	13.22	0.72	>99.5
原油船	8	16.3	3.8	<2
	5	14.7	2.2	16
散货船	10	16.6	4.1	<2
	7	16.1	3.6	<2
	5	14.7	2.2	16

综上所述，一期工程确定的“5万吨级集装箱船全潮（实载吃水11.5 m）、5万吨级散货船和油船乘潮双向通航，兼顾10万吨级散货船及以上海轮的通航减载乘潮通航”的通航标准较好地考虑了乘潮水位的利用，可以较大限度地发挥整治效益，是较为合理的。

### 参考文献：

- [1] 刘怀汉, 付中敏. 江南京以下12.5 m深水航道一期工程可行性研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院等, 2012.
- [2] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范[S].
- [3] 周海, 徐元. 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, 2012.
- [4] 夏云峰, 闻云呈. 长江下游通州沙、白茆沙水道通航标准研究[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2011.
- [5] 夏云峰, 刘怀汉. 长江下游南浏段设计最低通航水位及深水航道水位利用研究[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2011.
- [6] GB 50139—2004 内河通航标准[S].

( 本文编辑 郭雪珍 )