

# 长江口深水航道边缘水域浅点 控制标准研究

周发林

(交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

**摘要:** 长江口水文泥沙条件复杂、河势多变, 深水航道回淤时空分布规律复杂, 航道边缘水域出现浅点难以避免。分析长江口10.0 m航道维护期及12.5 m航道试通航期的航道边缘水域浅点分布情况, 初步研究航道边缘水域浅点率的影响因素, 提出的长江口深水航道边缘水域浅点控制的建议标准得到采纳, 取得良好的应用效果。

**关键词:** 长江口; 航道; 浅点; 标准

中图分类号: U 611

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)08-0107-06

## On shallow spot control standard in edge area of deepwater channel in the Yangtze estuary

ZHOU Fa-lin

(Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, MOT, Shanghai 200003, China)

**Abstract:** The hydrological and sediment conditions are complex and morphology is highly varied in the Yangtze estuary. The temporal and spatial distribution of siltation is also complex in the deepwater navigation channel of the Yangtze estuary. The shallow spots can inevitably take place at the edge of the navigation channel. This paper analyzes the distribution characteristics of shallow spots at the edge of the navigation channel during the periods of 10.0 m-water-depth maintenance and 12.5 m-water-depth trial navigation, as well as the factors that influence the occurrence of shallow spots. The quality control standard of shallow spots at the edge of the deepwater navigation channel in the Yangtze estuary is proposed and adopted, which has obtained favorable application effect.

**Key words:** Yangtze estuary; channel; shallow spot; standard

长江口深水航道为无备淤深度航道, 因水文泥沙条件及地形变化复杂, 航道回淤时空变化规律难以准确把握, 在建设和维护过程中, 航道边缘水域浅点时有发生。针对长江口航道特殊的建设和维护条件, 2003年交通运输部发布实施了《长江口深水航道治理工程疏浚工程质量检验评定标准》<sup>[1]</sup> (简称“原专项标准”), 对基建期和维护期航道边缘水域浅点的质量控制制定了专门的标准。2009年, 交通运输部颁布实施JTS 257—2008《水运工程质量检验标准》<sup>[2]</sup> (简称“水运标

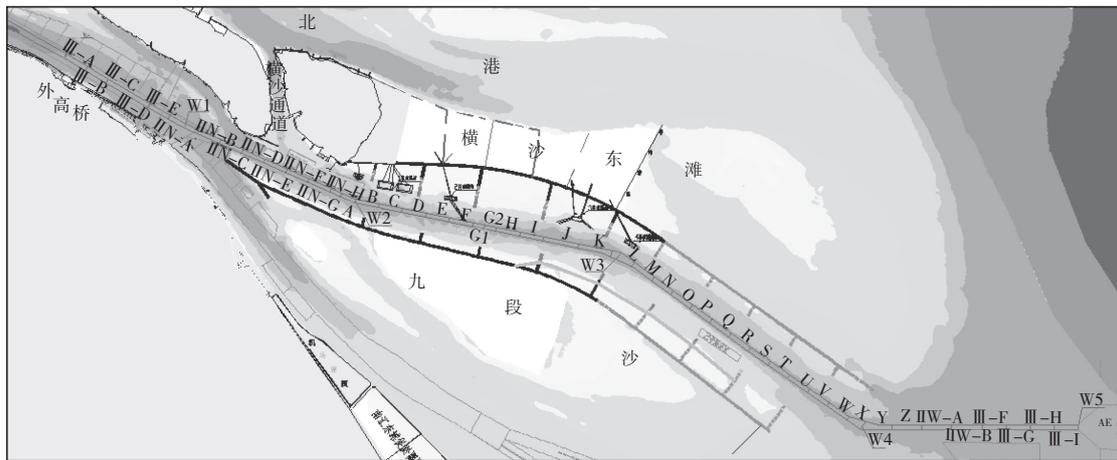
准”), 而该标准不能完全适用于本工程。

2010年3月长江口北槽12.5 m航道进入试通航期, 深水航道的维护条件发生了一定的变化。本文统计了长江口北槽10 m航道维护期及12.5 m航道试通航期的航道边缘水域浅点的分布情况及特征, 分析了航道边缘水域出现浅点的影响因素及浅点存在对大型船舶通航的影响, 提出边缘水域浅点控制检验标准的建议, 为重新修订“专项标准”提供技术依据。

长江口深水航道治理工程总平面布置见图1。

收稿日期: 2012-03-05

作者简介: 周发林(1975—), 男, 土家族, 硕士, 高级工程师, 从事航道工程建设管理。



注：英文字母为航道疏浚单元号。

图1 长江口深水航道治理工程总平面布置

### 1 深水航道边缘水域浅点分布特征分析

航道考核测图允许补挖补测，根据考核测图，长江口10 m和12.5 m航道维护的浅点率均满足质量标准要求，深水航道保持了100%的通航深度保证率。航道维护施工检测测图主要用以指导航道维护施工，不存在补挖补测，能真实反映航道浅点分布情况，故本文利用10 m航道维护期及12.5 m航道试通航期每月1次的航道检测测图进行分析。

#### 1.1 浅点数及浅点率统计

10.0 m航道维护期及12.5 m航道试通航期航道南北侧边缘水域浅点数沿程分布分别见图2和图3。

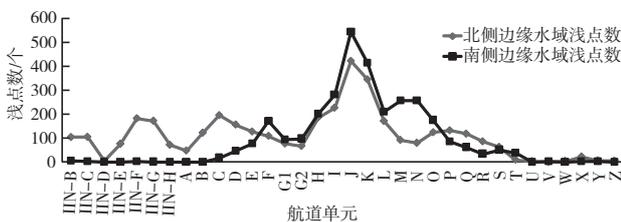


图2 10.0 m航道维护期北槽航道南北侧边缘水域浅点数沿程分布

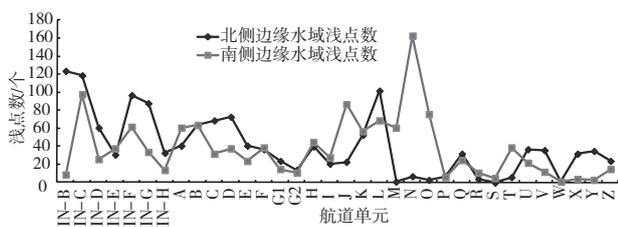


图3 12.5 m航道试通航期北槽航道南北侧边缘水域浅点数沿程分布

航道边缘水域浅点数沿程分布有如下特点：

1) 10.0 m航道边缘水域浅点数的沿程分布主要集中于中段，中段H-N单元浅点数占全槽的54%；浅点沿程分布南北侧总体差异不大，上段北侧浅点多于南侧、中段南侧浅点多于北侧。

2) 12.5 m航道维护与10 m航道维护浅点分布有一定的差异，除了北槽中段外，在进口段也出现了浅点分布的第二峰值；浅点分布航道南北侧差异与10 m航道基本相同。

3) 10.0 m航道维护期间边缘水域的总浅点率为2.89%，12.5 m航道试通航期边缘水域的总浅点率为1.9%，均达到“原专项标准”的要求，而“水运标准”未完全考虑类似情况。

#### 1.2 浅点率季节性变化

10.0 m航道维护期及12.5 m试通航期各月航道浅点率见图4。

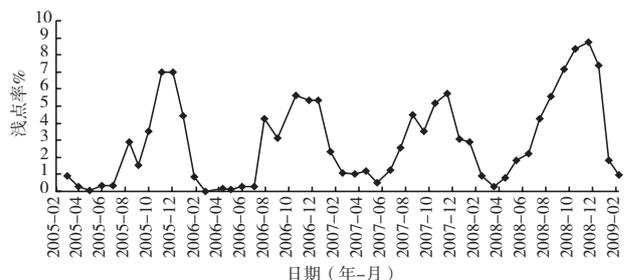


图4 10.0 m航道维护期北槽边缘水域全航道浅点率逐月分布

由图4可知：10.0 m航道维护浅点率分布存在明显的洪季高、枯季低季节性变化，每年的7—12月，

浅点率较大，可达5%~8%；而1—6月浅点率较小，最小值接近0。浅点率的季节性变化比通常意义上的长江口洪枯季（5—10月洪季、11—4月份枯季）要滞后约2个月。12.5 m航道维护也有类似的分布特点。

### 1.3 浅点数分布季节性变化

图5~7分别为10.0 m航道维护期间及12.5 m航道试通航期枯季和洪季航道测图的浅点数沿程分布。

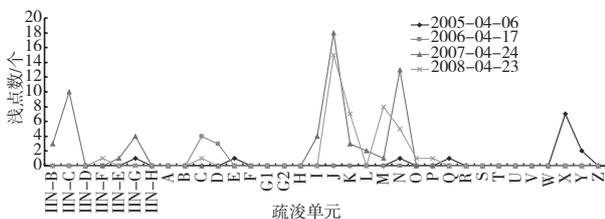


图5 10.0 m航道维护北槽枯季边缘水域浅点沿程分布

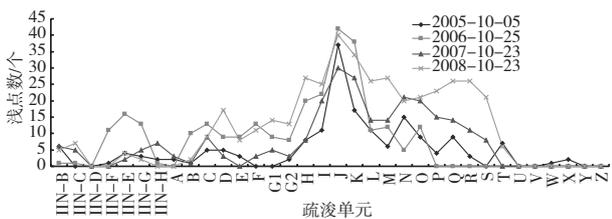


图6 10.0 m航道维护北槽洪季边缘水域浅点分布

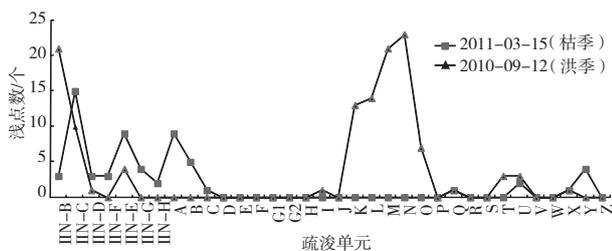


图7 12.5 m航道维护北槽边缘水域浅点分布

从图5~7可知：

1) 10.0 m航道维护期，总体上洪季的浅点数大于枯季，洪季浅点数的峰值和分布范围均大于枯季，其峰值约为枯季的2倍；

2) 10.0 m航道维护期洪枯季的浅点均主要分布于北槽中段；枯季除了中段外，在进口段也有些浅点分布；

3) 而12.5 m航道试通航期浅点分布则有所变化，洪季主要出现在北槽进口段和北槽中段，枯季则主要在北槽进口段。

## 2 深水航道边缘水域浅点分布影响因素

### 2.1 河势变化对浅点影响

1) 上游河势变化对北槽浅点的影响。

近年来，北槽上游南港河势发生了一定的不利变化（图8），有相当数量的底沙在北槽过境，造成了北槽边滩自上而下的过程性淤高，加剧部分疏浚单元的回淤，对航道边缘水域水深有一定的影响，增大了对应区段的浅点数。由于南港河势变化、底沙的侵蚀和输移过程难以准确把握，底沙输移的速度和幅度与上下游水沙边界条件的变化及北槽内流场的调整等均有关，故难以准确预测其对北槽航道回淤量及分布的影响，相应地，在疏浚力量投入和调配上难以及时根据底沙输移和回淤量的变化情况进行针对性的调整，边缘水域出现浅点是难以避免的。

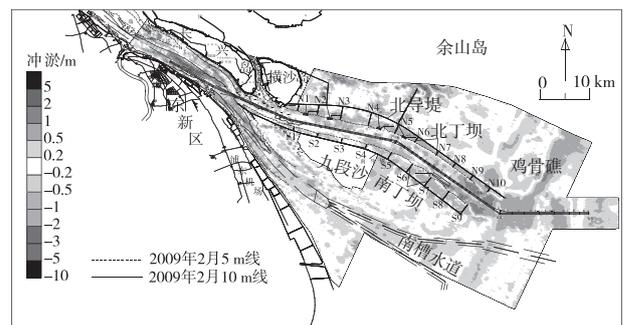


图8 北槽2005-02—2006-02冲淤变化

2) 北槽河段季节性冲淤变化对浅点的影响。

长江输水输沙存在明显的洪枯季变化。自1950年以来，长江大通水文站多年平均径流量为8 965 亿m<sup>3</sup>，每年5—10月的洪季径流量约占全年的70%，变化相对平稳；多年平均输沙量为3.90 亿 t，洪季输沙量约占全年的87%<sup>[3]</sup>，近年来输沙量呈减少趋势。受流域来水来沙条件及温度盐度等年内变化的影响，长江口各汊道滩槽地形存在明显的季节性冲淤变化。

图9显示了2006-05—2006-08洪季北槽冲淤变化。受拦门沙河段特性的影响，洪季悬沙易发生絮凝沉降，引起河床淤浅，拦门沙河段主要呈洪淤枯冲季节性变化。因各年来水来沙及工程边界条件不同，北槽各年洪枯季的冲淤部位也不尽相同，使得边缘水域水深变化难以准确把握，由

此在疏浚力量的投入和安排上难以根据实际回淤情况做及时调整，导致边缘水域浅点时有出现。由于河势变化的复杂性，边缘水域浅点的存在是不可避免的。

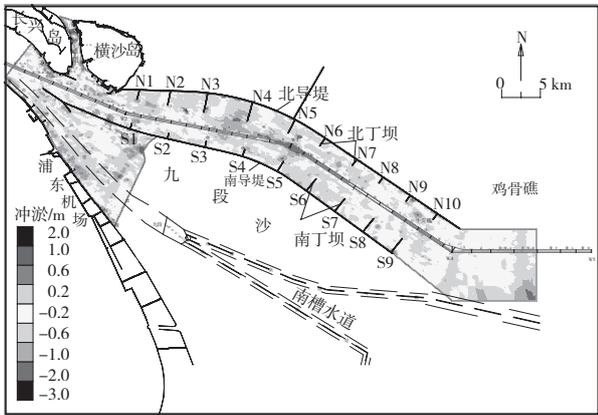


图9 2006-05—2006-08北槽冲淤变化

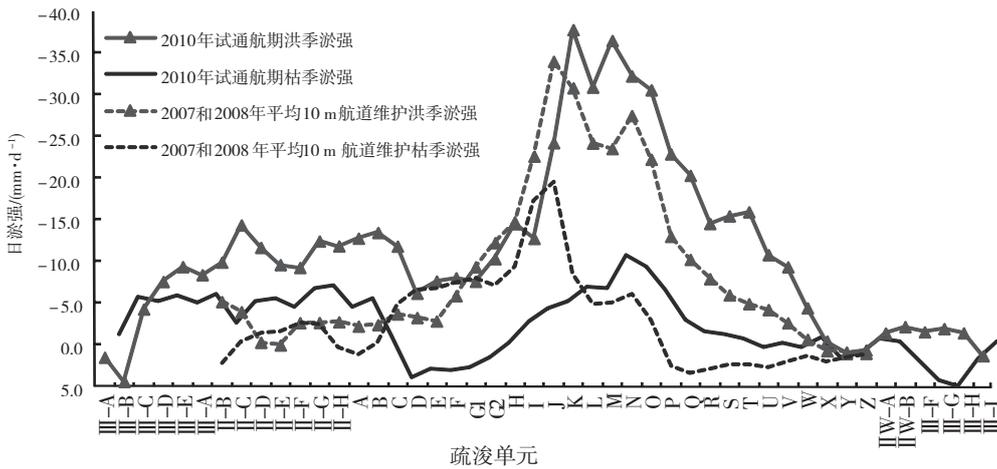


图10 10 m航道维护期与12.5 m试通航期与平均日淤强洪枯季纵向分布

进口段回淤土较粗，与上游南港及瑞丰沙冲蚀的底沙输移淤积等有关，而北槽中段受拦门沙特性影响，回淤土较细，主要以悬沙落淤为主。

图11反映了10.0 m航道维护期各测次航道测图边缘水域浅点率与对应月份全航道回淤总量的变化，航道浅点率与航道回淤量均遵循着洪季大、枯季小的季节性变化，但航道边缘水域浅点率波形分布的相位要比航道总回淤量要滞后1~2个月，12.5 m航道维护也呈类似特征。这与航道回淤量时空分布难以准确预测及疏浚力量的投入及组织安排难以与回淤量的变化完全匹配有关，通常疏浚力量的投入和安排滞后于回淤量的变化。

## 2.2 航道回淤量对浅点的影响

10 m航道维护期与12.5 m航道维护期北槽航道洪枯季回淤量沿程分布见图10。

可见，回淤量沿程分布有以下特点：

1) 10 m航道维护期年回淤量呈北槽中段“单峰”集中分布；随着三期航道减淤工程的实施，回淤总量降低、峰值减小；12.5 m航道年回淤量纵向分布呈“两高两低”的双峰状分布，北槽中段的峰值降低，在南港北槽进口的圆圆沙航道段出现次峰。

2) 10 m航道维护期及12.5 m航道试通航期回淤量洪枯季差异巨大，洪季回淤总量均占全年的80%以上；洪枯季回淤量差异较大的区段均为北槽中段。根据对回淤土颗分等的初步分析，北槽

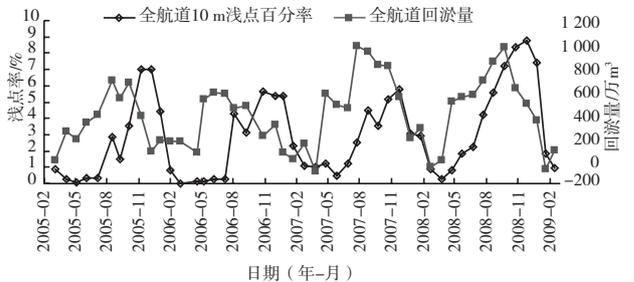


图11 2005-03—2009-02北槽边缘水域浅点率与各月航道回淤总量分布

初步分析认为，回淤量的时空分布变化是导致边缘水域出浅的主要影响因素。与浅点数时空分布特征相一致，洪季北槽中段回淤量大、浅点数相对较高；12.5 m航道试通航期，在北槽进口段

出现新的回淤峰值，该段浅点数增加。

### 2.3 航道边坡坡度对浅点的影响

航道边坡坡度的变化可能会影响航道边缘水域的浅点率，为此，取北槽中段航道K单元的北侧边坡坡度分别与K单元的浅点数做相关分析。

从图12可得，10.0 m 航道维护航道边坡坡度变化与航道边缘水域浅点率相关度较低，而且为负相关，12.5 m 航道试通航期也有相同的特征。初步认为，北槽航道边坡总体较缓（约 1:50 ~ 1:200）且变化不大，坡度的陡缓对边缘水域浅点率影响不大，可不考虑坡度变化对边缘水域浅点率的影响。

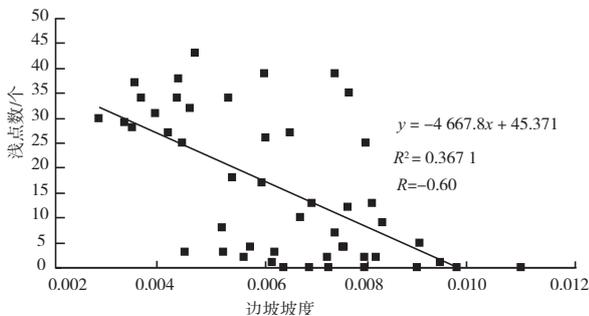


图12 10.0 m 航道维护K单元边坡坡度变化与航道浅点率相关关系

### 2.4 浅点与边缘水域平均水深的关系

1) 10.0 m 航道维护期。

图13为10 m 航道维护期K单元北侧边缘水域浅点数与北侧边缘水域平均水深的相关关系。

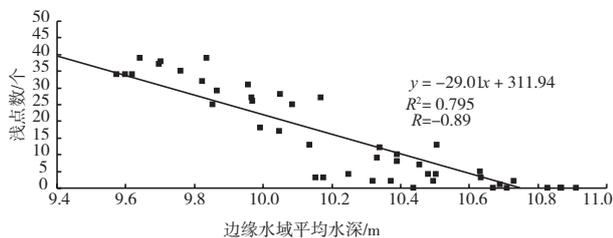


图13 2005-03—2009-02 K单元北侧边缘水域平均水深与浅点数关系

由图13可得：

①边缘水域浅点数与该区域的平均水深密切相关，相关系数可达0.9，在现有的疏浚施工技术条件下，要保证较小的浅点率必须有一定的平均超挖深度；

②从K单元看，要达到边缘水域浅点数为0，疏浚单元平均水深要达到约10.7 m，平均超挖约为 70 cm。其它疏浚单元有相似的规律。

2) 12.5 m 航道试通航期。

图14为K单元北侧边缘水域浅点数与北侧水域平均水深的关系。

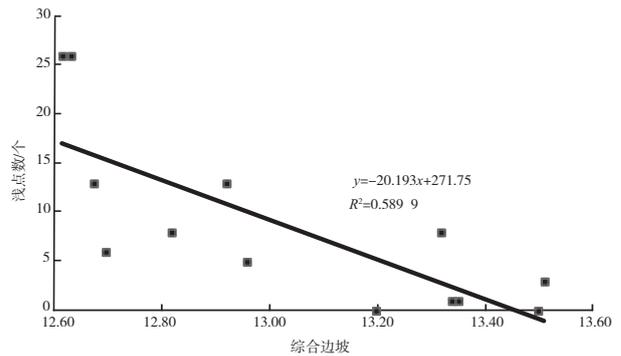


图14 2010-04—2010-08 K单元北侧边缘水域平均水深与浅点数的关系

从图14可得到与10.0 m 航道维护期相似的特征：

①边缘水域浅点率与该区域的平均水深相关系数可达0.7 ~ 0.8，要保证较小的浅点率必须有一定的平均超挖深度；

②从K单元看，要达到边缘水域浅点率为0，疏浚单元边缘水域平均水深要达到约13.5 m，平均超挖约100 cm。其它疏浚单元也有相似的规律。

从图15的2010年6月北槽各疏浚单元平均水深沿程分布图看，全槽平均水深为13.37 m，平均超挖达87 cm，相应航道浅点率较低，为0.87%；而中段K-O单元附近的超挖幅度较小，相应的浅点数较多。

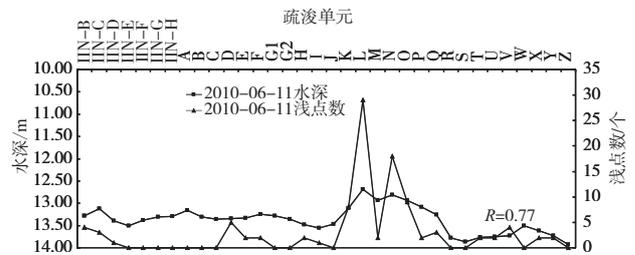


图15 2010-06北槽12.5 m 航道维护沿程平均水深和浅点数分布

从以上分析可知：航道维护水深对航道边缘水域浅点率的影响较大，若要减小浅点率，

则必须有足够的超挖深度。但航道维护水深越大,航道回淤量也越高。目前,长江口12.5 m航道年维护疏浚量达7 000多万 $m^3$ ,维护费用较高,从航道维护和利用的经济合理性考虑,也有必要减小航道维护深度,允许一定边缘水域浅点存在。

### 3 结论

1) 受上游来水来沙量、周边涉水工程建设等边界条件变化的影响,北槽河势变化复杂,航道回淤量及分布规律以目前技术水平难以准确预测,疏浚力量的组织和配备难以根据全槽航道的回淤变化及时做出针对性的调整,航道边缘水域浅点的存在是难以避免的。

2) 航道边缘水域浅点率存在洪季高、枯季低的特点,浅点的分布与航道回淤量分布特性相一致,边缘水域浅点率与航道回淤量相关性较好。

3) 长江口航道边缘水域浅点数与航道边坡大小关系不大,可不考虑航道边坡坡度对边缘水域浅点率的影响。

4) 航道边缘水域浅点率与航道边缘水域平均水深密切相关,要保证边缘水域浅点率为0,12.5 m航道维护需要60~100 cm的平均超挖深度。这需要投入更多的疏浚力量并增加维护费用,有必要考虑其经济合理性,允许航道边缘水域存在部分浅点,并通过一定的管理措施和工程手段来保证船舶的通航安全。

5) 2005年10 m航道开通以来,北槽航道边缘水域始终存在一定的浅点,但通过采取补挖补测,航道考核测图边缘水域浅点率及浅值等均满足质量检验的要求。海事部门及航道管理部门制定了管理措施科学调度船舶通航,合理安排疏浚施工力量,因而边缘水域浅点的存在并未对通航安全构成影响。经统计,2005年以来北槽内船舶搁浅事件均发生在槽外,而不是在有浅点的边缘水域。

6) 按规定,长江口深水航道船舶富余水深应当不小于船舶吃水的12%<sup>[4]</sup>,按设计船型实载吃水11.5 m吃水计算,富余水深达到1.38 m。长江口

航道底质为淤泥质,自长江口深水航道治理工程的导堤、丁坝等完工后,北槽内的风浪条件大为改善,涨落潮流流向基本与航道平行,横流及风浪都较小。总体来说,船舶的通航条件较好,可允许边缘水域有一定的浅点存在。

根据以上分析可知,“原专项标准”中基建和维护有关边缘水域浅点的检验标准是合理的。建议在新“专项标准”中,继续沿用“原专项标准”中有关边缘水域浅点的水深质量检验的条款,在“基建性疏浚工程”和“维护性疏浚工程”中均允许航道边缘水域有一定的浅点。

本研究成果已为中华人民共和国交通运输部专项标准《长江口深水航道疏浚工程质量检验标准》采纳,并已于2011年2月正式颁布实施。航道基建和维护疏浚的相应条款为“边缘水域的浅点不得在相邻断面的相同部位连续存在,浅点的浅值不得超过0.2 m,浅点数不得超过该水域总测点的2%”<sup>[5]</sup>。专项标准实施以来,长江口12.5 m深水航道保持了100%的通航深度保证率<sup>[6]</sup>,深水航道安全稳定运行。实践证明:该项研究成果是符合长江口深水航道实际的,有利于提高长江口航道维护管理水平、降低维护费用。

### 参考文献:

- [1] 交通运输部.长江口深水航道治理工程疏浚工程质量检验评定标准[S].
- [2] JTS 257—2008 水运工程质量检验标准[S].
- [3] 长江水利委员会水文局长江口水文水资源勘测局.流域来水来沙量变化对长江口水沙盐场的影响现场实测资料分析[R].上海:长江水利委员会水文局长江口水文水资源勘测局,2011.
- [4] 上海海事局.长江口北槽12.5 m深水航道试通航期通航管理办法[S].
- [5] 交通运输部.长江口深水航道疏浚工程质量检验标准[S].
- [6] 交通运输部长江口航道管理局.长江口深水航道治理三期工程竣工报告[R].上海:交通运输部长江口航道管理局,2011.

(本文编辑 郭雪珍)