



# 重庆港兰家沱水道航道维护疏浚对策

包明金<sup>1</sup>, 樊书刚<sup>1</sup>, 李倩<sup>2</sup>, 郭琦<sup>1</sup>, 李俊青<sup>1</sup>

(1. 长江重庆航运工程勘察设计院, 重庆 401147; 2. 中冶建工集团有限公司, 重庆 400080)

**摘要:** 兰家沱水道浅礁子浅滩受周边复杂的通航环境制约, 开展维护疏浚较为困难。在分析研究河段维护实施的难点后, 提出合理的疏浚方案, 并根据黄泥湾水尺水位近年来的变化过程, 提出将疏浚施工时间由枯水期提前至中水期, 同时对施工期航道布置、抛泥位置及施工顺序进行优化, 实现非禁航施工。根据方案的实施效果, 施工质量满足设计要求, 工期由预期的 30 d 缩短为 23 d, 在保障正常的航道经济效益的同时, 降低施工成本。

**关键词:** 维护疏浚; 通航环境; 疏浚方案; 内河航运

中图分类号: U617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)12-0132-05

## Channel maintenance and dredging measures for Lanjiatuo Waterway in Chongqing Port

BAO Mingjin<sup>1</sup>, FAN Shugang<sup>1</sup>, LI Qian<sup>2</sup>, GUO Qi<sup>1</sup>, LI Junqing<sup>1</sup>

(1. Changjiang Chongqing Harbor and Waterway Engineering Investigation and Design Institute, Chongqing 401147, China;  
2. China Metallurgical Construction Engineering Group Co., Ltd., Chongqing 400080, China)

**Abstract:** Maintaining and dredging the shallow reefs and shoals in the Lanjiatuo Waterway are difficult due to the complex navigation environment. This paper proposes a reasonable dredging scheme after analyzing the difficulties in implementing maintenance in the research section. According to the process of changes in water levels in the Huangniwan gauge in recent years, this paper advocates advancing the dredging construction time from the dry season to the middle water period. The paper also optimizes the layout of the channel during the construction period, the mud throwing position, and the construction sequence, so as to achieve non-prohibited navigation during construction. Based on the implementation effect of the scheme, the construction quality meets the design requirements, and the construction period is shortened from the expected 30 days to 23 days. While ensuring the normal economic benefits of the waterway, the dredging scheme also reduces the construction costs.

**Keywords:** maintenance and dredging; navigation environment; dredging scheme; inland navigation

长江上游宜宾—宜昌河段是典型的山区河流, 近年来随着长江经济带战略的实施和内河航运的不断发展, 船舶流量迅速增加, 船舶大型化趋势明显, 通航环境日益复杂, 对内河通航的要求不断提高<sup>[1]</sup>。但由于受到河道内泥沙自然冲淤演变的影响, 局部滩段淤积出浅, 造成通航水深不足, 及时开展维护疏浚是确保航道安全畅通的必要手段。

从河床地质看, 长江上游浅滩河段主要为砂卵石推移质, 目前常用的航道维护疏浚船型为抓

斗式挖泥船<sup>[2-3]</sup>施工效率低下。加之需要开展维护疏浚的区域均位于主通航槽内或航槽边缘, 因此常采用禁航施工的作业方式, 然而长时段禁航施工会造成大量船舶临时停靠和排队, 大幅降低航运效率<sup>[4-5]</sup>。因此本文以长江上游典型通航大流量河段兰家沱水道浅礁子浅滩为例, 分析该滩维护疏浚难点, 并提出科学有效的优化措施, 在解决自身航道畅通问题的同时, 也可为其他类似浅滩维护疏浚提供参考。

收稿日期: 2023-03-01

作者简介: 包明金 (1989—), 男, 工程师, 从事航道整治工程设计及研究。

## 1 浅滩概况

浅碛子浅滩位于长江上游兰家沱水道之内(长江上游航道里程 741.0~742.0 km), 属于长江重庆航道局辖区内。右岸干坝子碛翅与江心左侧浅碛子相对, 航道弯、窄、浅, 是川江上著名的枯水期浅滩<sup>[6]</sup>, 其河势见图 1。该滩左岸有兰家沱码头, 为重庆港江津港区兰家沱作业区, 通航环境复杂, 江心左侧有浅碛子卵石碛, 顶部平均高程约为设计水位下 1.5 m, 右岸有干坝子卵石碛, 其顶部高程在设计水位上 1~5 m。两碛坝相对, 造成航路弯曲、狭窄。从平面上看, 浅碛子滩所在河段呈两头窄、中间宽的形态。在枯水期, 滩险上段的河宽约 450 m、中段河宽约 750 m、下段河宽约 270 m; 在中水期, 滩上段河宽近 600 m、中段河宽约 780 m、下段河宽约 480 m; 在洪水期, 全滩段河宽均达 800 m 以上, 两岸地势较陡。近年来, 浅碛子暗碛局部淤积抬高, 2021 年 3—4 月枯水期受长江上游来水量减小影响, 航道维护非常困难, 2021 年 6 月维护单位提出了对滩段开展维护疏浚的需求。

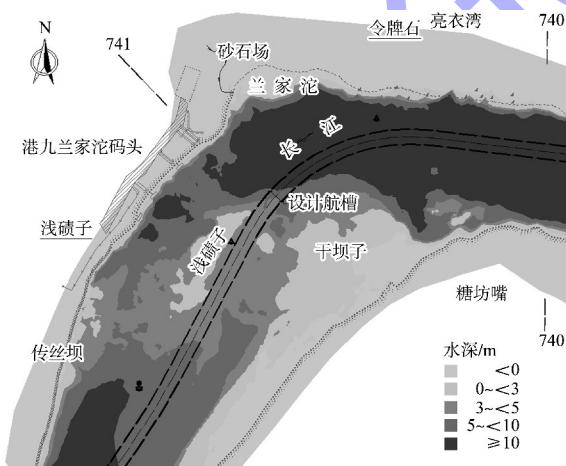


图 1 浅碛子滩段河势

## 2 维护疏浚的必要性

浅碛子滩段近年受挖沙影响, 洲、滩缘后退明显, 水流归槽能力减弱, 上下深槽之间形成过渡段浅区, 航槽内一直存在江心浅点(航基面以下 2.4 m)。通过维护性疏浚清除该浅点后, 可增加航行水域、保障船舶的通航安全, 同时减少维护

频率和难度。

从浅区的分布来看, 浅碛子浅区正好位于航槽右侧边缘, 该浅区的存在严重影响了航标设置和束窄航道宽度, 目前该浅区附近可航行水域宽度约 80 m。同时该浅区处于弯道进口段, 浅点的存在迫使航道向左侧移动, 加之航道弯曲, 航路基本没有可调整的余地, 增加了过往船舶的航行难度。因此, 浅碛子浅滩一旦出浅则面临断航, 通航影响较大, 故对该滩采取维护疏浚非常必要。

## 3 维护疏浚实施难点分析

1) 通航密度大, 浅区位于主航槽, 施工与通航矛盾突出。依据长江海事局公布的断面流量数据对重庆河段船舶流量进行分析, 2017—2021 年经过长江朝天门断面的船舶(队)流量见表 1。可以看出, 在新冠疫情发生前(2017—2019 年)工程河段日平均船舶流量为 254 艘次, 新冠疫情爆发后日平均船舶流量有所降低, 为 114 艘次。通过统计日均船舶分时流量过程可知, 每日 6—18 时船舶流量占全天船舶流量的 71.7%, 其中高峰期为 10—16 时, 每个时段通过的船舶流量占全天的 7.08%~11.50%, 合计达到 59.3%, 见图 2。该滩通航密度大, 航运需求旺盛, 疏浚施工期安全隐患突出, 禁航又会大幅降低当地的航运效率, 施工与通航的矛盾突出。

表 1 2017—2021 年朝天门断面日交通流量 艘次

月份	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
1	266	259	254	234	116
2	258	247	251	40	97
3	244	238	239	47	124
4	241	256	258	58	103
5	241	247	244	123	140
6	248	269	255	120	116
7	300	241	266	120	93
8	258	238	244	17	62
9	249	256	255	121	155
10	300	256	252	138	159
11	300	245	271	141	154
12	236	231	236	106	147
平均值	262	249	252	105	122

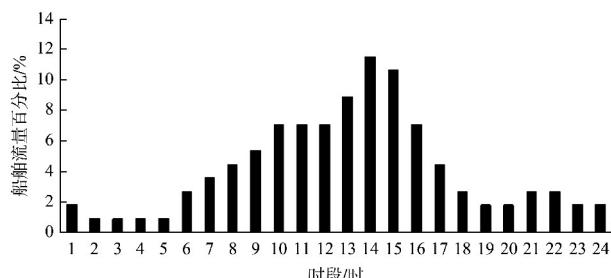


图 2 日平均船舶流量各时段分布

2) 枯水期可通航水域宽度狭窄, 施工与通航矛盾突出。2021 年浅碛子滩枯水期水深分布见图 1。可以看出, 滩段河心有暗碛发育, 右岸有干坝子边滩挤压航槽, 致使中间航道弯曲狭窄。江心干坝子碛脑有一个稳定的浅包, 严重影响了该滩枯水期航道的布置。通过分析宜宾合江门和泸州二郎滩近 5 年的水位过程可知, 每年的枯水期主要集中在 12 月一次年 4 月, 平均水位低于 2 m, 河面最小宽度仅 270 m, 实际可通航水域宽度勉强维持在 50 m。根据收集到的浅碛子滩段的历史航道维护测图分析, 浅碛子滩段航槽淤积, 3.0 m 等深线伸入航槽, 在航槽内形成浅区。加之航道右侧存在江心浅区(原干坝子边滩), 2021 年 5 月该浅区的面积为 625 m<sup>2</sup>, 至 9 月该浅区的面积为 3 063 m<sup>2</sup>, 最小水深仅 2.4 m, 距离航槽右边线仅 10 m。而浅碛子滩段左岸有兰家沱码头, 来往船舶密集, 通航环境复杂, 若将疏浚施工安排在枯水期, 施工船舶及其缆绳将占据大部分航槽, 只能采取禁航施工, 施工工期约 50 d, 施工期间过往船舶不能正常通行, 与该滩段旺盛的航运需求相矛盾。

3) 汛期流速大, 施工船机设备难以匹配, 且自身安全难以保障。长江上游河段为典型的山区河流, 素以滩多、礁险、流急、水乱著称。河道狭窄弯曲, 两岸山势较平缓, 多为低山丘陵, 无高山峡谷, 多呈单面山, 河床组成主要为砂卵石, 间或有部分基岩, 河岸稳定, 江心洲、边滩发育, 平面上主要以宽谷河段为主, 间或有少量窄深河段。该河段洪枯水期河面变化较大, 枯水期河面

狭窄, 洪水期水面大幅放宽。据统计, 枯水期河面宽度大都在 200~400 m, 洪水期河面宽度大都在 500~1 000 m, 个别河面最宽可达 2 000 m。枯水期的水面流速一般为 2.0~3.0 m/s, 汛期的最大流速可达 4 m/s, 平均纵比降 0.27%。在滩险河段斜流、滑梁水、泡漩水等不良流态较为普遍。汛期施工虽然能保证足够的通航宽度, 但也给施工船舶的动力和航行稳定性带来更高的挑战。目前长江上游主要采用 4 m<sup>3</sup> 抓斗挖泥船进行疏浚施工, 现有机械设备难以对抗汛期的强水流, 不仅会造成工期延长, 船舶自身安全也难以保障。

4) 居民区分布等限制了夜间作业。重庆河段船舶流量主要集中在白天, 这给枯水期采取夜间禁航施工的作业方式提供了空间。然而通过现场踏勘发现, 浅碛子滩段靠近居民区, 夜间作业需要考虑到噪声及光污染等问题, 从而减少夜间作业的时间和频次, 降低疏浚施工效率, 造成工程不能按期完工。因此, 工程河段也不具备夜间施工的条件。

综上分析, 兰家沱水道航道维护疏浚的实施基本不具备夜间、汛期和禁航施工的作业条件, 采用传统的航道维护策略难以高效解决出浅碍航的问题。

## 4 疏浚对策

### 4.1 疏浚方案

#### 4.1.1 疏浚平面布置及疏浚底高程

根据目前兰家沱河段最小维护尺度要求, 从航标安全距离、船舶安全航行、航道维护、减小回淤和维护频次等方面考虑: 疏浚基线顺应设计航槽布置, 考虑到实际地形情况, 为消除安全隐患, 将江心孤立浅点区域全部清除至设计底高程, 疏浚区最大底宽约 120 m, 按照 2021 年 9 月地形测图和疏浚设计技术参数确定的疏浚基线长约 410 m, 疏浚区平面布置见图 3。

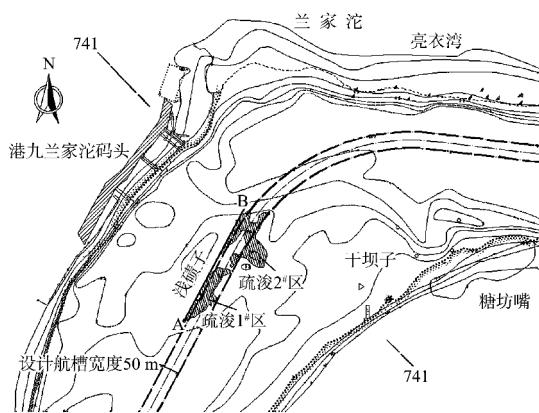


图 3 浅碛子疏浚区平面布置

目前浅碛子河段年内实行分月维护水深, 枯水期最小航道维护水深为 2.9 m, 由于浅碛子左岸为兰家沱码头, 航道通航环境复杂, 并考虑疏浚后本届枯水期的航道维护尺度, 从减小维护频率和难度出发, 疏浚底高程考虑 0.5 m 备淤深度, 疏浚区域

疏浚底高程取设计最低通航水位下 3.4 m, 即 176.57 m。疏浚边坡为 1:3, 最大疏浚厚度约 1.0 m, 优先选用 4 m<sup>3</sup> 抓斗挖泥船配合自航泥驳进行疏浚施工。施工超宽取 4.0 m, 施工超深取 0.5 m。

#### 4.1.2 选择近距离抛泥区

浅碛子上下游航段码头、趸船较多, 抛泥区选择存在一定困难。初步拟定在疏浚区下游 0.5 和 2.5 km 的河道右岸选定抛泥区(图 4), 容量均满足抛泥需求, 但 1# 抛泥区进口略狭窄, 施工船舶操控难度大于 2# 抛泥区。考虑到本工程对施工工效的要求, 最终选择距离疏浚区较近的 1# 抛泥区, 在大幅缩短抛泥运距的同时也可利用疏浚土回填, 适当恢复该区域受人为活动影响而被破坏的边滩, 保持相对稳定的河道地形, 恢复干坝子边滩滩形, 同时优化施工组织设计, 减小工作船对航运的影响。

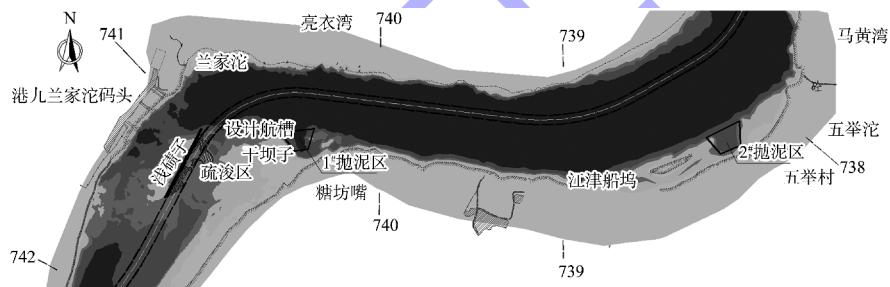


图 4 浅碛子浅区抛泥区位置

## 4.2 施工组织

### 4.2.1 施工时机选择

浅碛子水域枯水、洪水期均不具备施工条件, 需要进一步确定适合的施工时机。黄泥湾水尺(上游里程 737 km)位于兰家沱浅区下游 3 km, 该水尺 2019—2021 年度的水位变化过程见图 5。可以看出, 汛后 9—10 月, 黄泥湾水位从 10 m 逐渐退落至 4~6 m, 其中 10 月水位基本维持在 5 m 左右。根据调查, 4 m<sup>3</sup> 抓斗挖泥船硬臂挖深约 12 m, 本次疏浚水深约 3.5 m, 结合现场水位, 实际挖深约 8.5 m, 可满足抓斗挖泥船施工要求。因此可将疏浚施工提前至 10 月中水期进行, 结合通航和维护

尺度要求, 通过航标设置和航路调整, 可以实现非禁航施工, 满足在该水位期疏浚施工与正常通航的需要, 大幅提高了单日可施工时间。

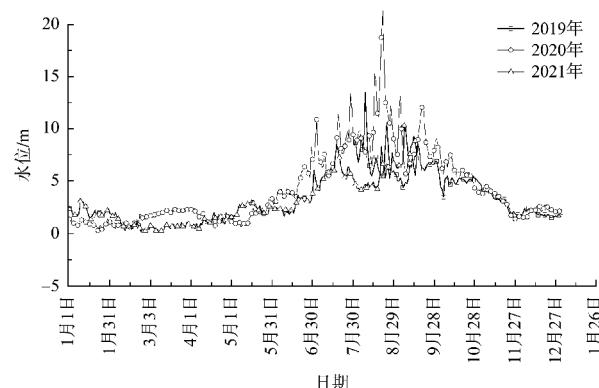


图 5 黄泥湾水尺水位过程线

#### 4.2.2 施工与通航安全保障措施

通过水位分析,浅碛子维护疏浚施工期可通过调整航槽采用非禁航施工,增加施工时间,以期尽快完成施工作业。通过对白杨滩 2#红浮、白杨滩 1#过河标、干坝子红浮、上码头过河红浮、浅碛子白浮等标志的调整,将航道临时向南岸调整(图 6),避开疏浚施工区,并保障最小正常通航宽度 112 m,可满足疏浚施工和正常通航的需求。同时在上下游设置临时招呼站,加强瞭望,保障船舶通航安全。

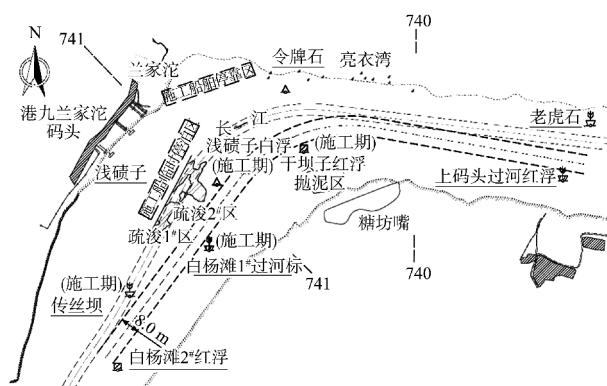


图 6 浅碛子浅区调整后的疏浚现场航道布置

为了进一步提高施工效率,施工期非作业时间施工船舶选择移至疏浚区北侧浅碛子水域临时靠泊;而在开工前或守槽期间为满足施工人员生活和安全生产等需要,施工船舶安排在北侧兰家沱港区水域停靠,以降低施工船舶通勤时间。在施工顺序方面,结合水位退落过程和通航需要,建议优先对右侧浅包实施疏浚,其次对出口尾部浅区实施疏浚,最后调整施工船舶至头部,对浅碛子碛翅进行疏浚。

#### 5 效果评价

从疏浚实施情况上看,浅碛子疏浚区基线长 410 m,设计疏浚底高 176.57 m(1985 国家高程基准,设计水位下 3.4 m),累计完成工程量 2.08 万 m<sup>3</sup>。

从施工质量上看,根据 2021-11-03 的疏浚区完工水深测图(图 7),浅区经过疏浚后水深均达到了设计要求的 3.4 m。开工前后的冲淤变化见图 8。可以看出,疏浚区平面范围符合设计要求,

最大疏浚厚度超过 1 m。经过维护性疏浚,浅碛子滩段航道条件得到改善,消除了该河段的通航安全隐患,保障枯水期航道畅通和船舶通航安全。

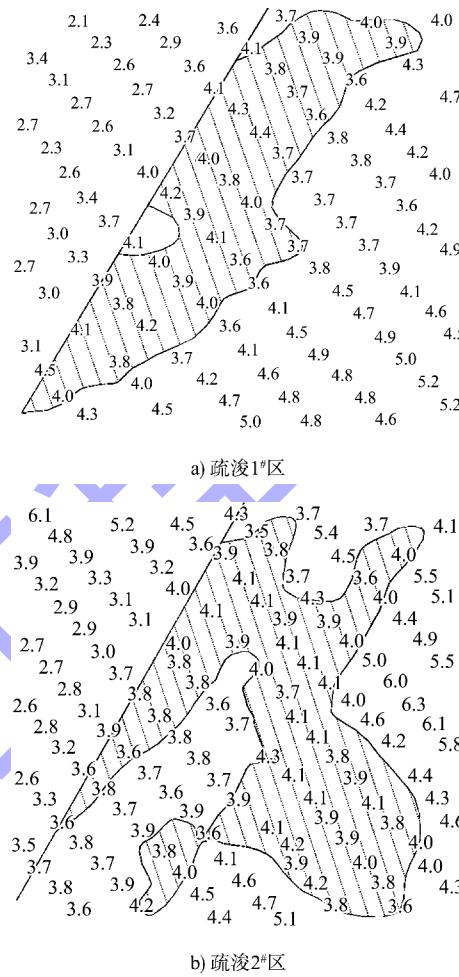
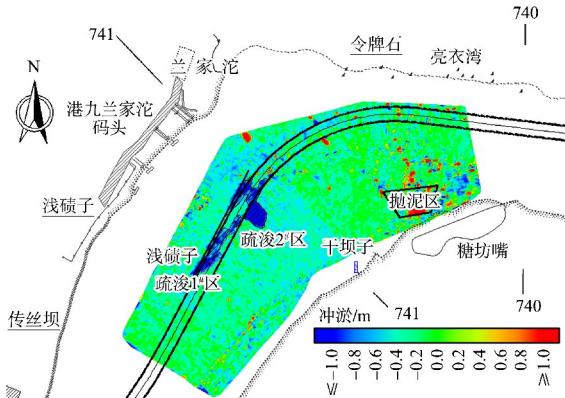


图 7 浅碛子疏浚区完工水深测图 (单位: m)



注:冲刷为负,淤积为正。

图 8 浅碛子疏浚区完工时与开工时相比的冲淤变化

从施工工期上看,本工程于 2021-10-09 开工,2021-10-31 完工,施工历时 23 d,较枯水期实施节约工期约 27 d。

(下转第 203 页)