

# 长江上游红灯碛滩采砂活动 对航道维护的影响及治理措施

雷淳宇, 王誉寰

(长江宜宾航道局, 四川 宜宾 644000)

**摘要:** 随着经济的发展和基础设施建设的不断推进, 在部分河道内曾进行过较大强度的挖砂采石活动。目前随着生态和环保意识的不断增强, 无序开采活动基本绝迹, 但已造成的影响短期内却不会消除。长江上游红灯碛滩挖砂采石影响凸显以后航道整治建筑物功能减弱, 航道条件恶化, 威胁通航安全。在航道维护中通过工程措施恢复原有航道整治建筑物功能, 防止河段航道出浅碍航, 取得较好的效果, 并为后续进一步航道治理奠定了基础。

**关键词:** 挖砂采石; 长江上游; 航道维护; 整治建筑物

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)02-0119-06

## Influence of sand quarrying on waterway maintenance and treatment measure in Hongdengqi beach in upper reaches of the Yangtze River

LEI Chun-yu, WANG Yu-huan

(Changjiang Yibin Waterway Bureau, Yibin 644000, China)

**Abstract:** With the development of economy and continuous advancement of infrastructure construction, there have been more intensive sand and quarrying activities in some rivers. At present, with the increasing awareness of ecology and environmental protection, disorderly mining activities have basically disappeared, but the impact will not be eliminated in short term. The impact of sand quarrying of Hongdengqi Beach in the upper reaches of the Yangtze River is reflected in weakened function of the channel regulation building and deteriorating waterway conditions, which threaten the safety of navigation. In the channel maintenance, the original function of the channel regulation building will be restored by taking engineering measures to prevent the shallow channel of the river section hinder navigation, which has achieved good results and laid a foundation for further improvement of the channel.

**Keywords:** sand quarrying; the upper Yangtze River; channel maintenance; regulation building

20 世纪以来, 随着长江上游地方经济的快速发展, 砂石需求日益旺盛, 长江河道采砂活动频繁, 部分河势发生改变, 引起局部过水断面面积增加, 水流流速降低, 泥沙淤积, 航道条件恶化<sup>[1]</sup>。学者针对采砂活动对河床演变及航道影响进行诸多研究<sup>[2-9]</sup>, 而对于挖砂采石影响的航道治理措施却鲜有提及。因此, 笔者以长江上游红灯碛滩为例, 研究挖砂采石影响下航道的维护及治

理措施, 以期后续航道进一步治理奠定基础, 并为类似滩险的整治积累经验。

红灯碛是长江上游典型的枯水浅险滩, 具有中洪水险、枯水上急下浅的特点<sup>[10]</sup>, 在 20 世纪 90 年代曾实施过整治工程。由于受到挖砂采石的影响, 原有整治建筑物的功能有所减弱, 航道条件趋于恶化。笔者基于多年测图资料, 对该河段挖砂采石后的河床演变及航道条件变化进行分析,

并提出维护措施和下一阶段的治理思路。

1 滩段概况

红灯碛滩位于长江上游航道里程 955.7 km，系中洪水险、枯水上急下浅的滩险，滩段处在急弯河段顶点下游，平面呈“S”形的弯曲河势。在上口有一长 200 m、宽 50 m 的干堆窝纵卧江中，其下又有一系列散乱卵石堆。中洪水期，主流直冲干堆窝孤石，激起大浪和泡漩，流态极为紊乱；枯水期，干堆窝与红灯碛相对峙，水流急乱，纵比降 2.6‰，最大流速 4 m/s，上、下行船舶抱碛过紧易在碛边擦浅，过松则有触干堆窝的危险。在下游有青龙碛暗潜，将河床分为两槽。左槽为枯水航道，但水深仅 1.8 m，航道尺度不够，严重碍航。

20 世纪 90 年代兰叙段二期航道建设工程中，在左岸红灯碛狗下疤抛筑上顺坝，在右岸红灯碛碛尾抛筑下顺坝，并于 2008 年在“叙泸段”一期工程中按原整治标准对损毁坝体进行修

复性建设。工程实施后滩段水流归槽，冲刷浅区，维持疏浚航槽的水深，滩段流态改善，上、下行船舶通航条件均明显改善。图 1 为长江上游红灯碛滩历史整治方案。

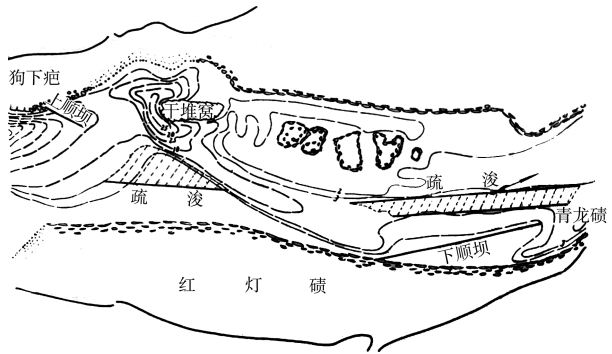


图 1 长江上游红灯碛滩兰叙段整治方案

最新的测图显示，近年受挖砂采石影响，红灯碛边滩大部分滩体被挖掉，目前仅剩滩缘部位约 70 m 宽范围，且下顺坝坝根左右侧都被冲开形成串沟过流，整治建筑物的束水攻砂功能因此减弱，坝体整体稳定性也受到威胁。图 2 为长江上游红灯碛滩近期河势。

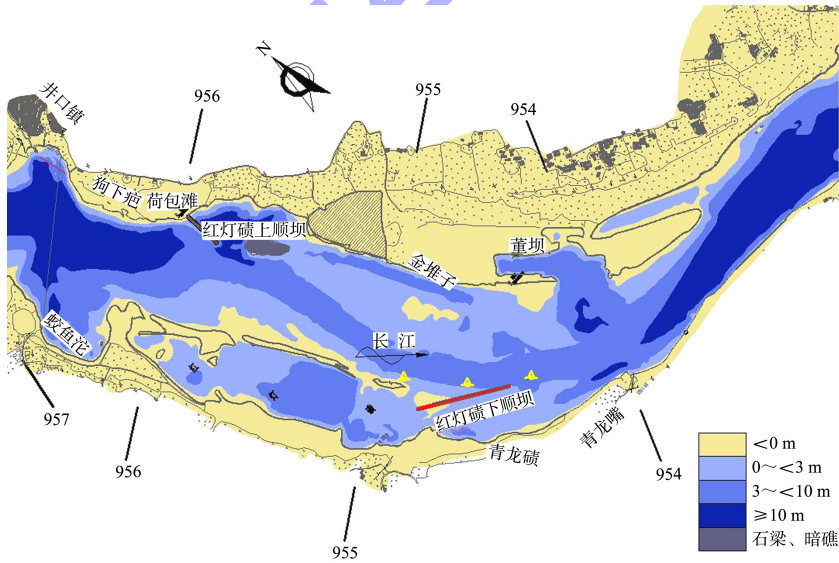


图 2 长江上游红灯碛滩河势

2 挖砂采石的影响

2.1 对河势的影响

挖砂采石后，红灯碛边滩和董坝边滩完整形态均被破坏，尤其红灯碛边滩仅剩局部滩缘，如遇不利水砂条件，极易引起滩段滩槽格局甚至河

势的改变。原本接岸的红灯碛下顺坝后方形成串沟，束水攻砂功能显著减弱。

2.2 对水流条件的影响

挖采前，红灯碛滩滩段流线顺直，水流流速大部分在 3.5~4.2 m/s，最大流速出现在红灯碛

上、下顺坝坝头附近, 约为 4.62 m/s, 河道浅区受到冲刷。挖采后, 下顺坝坝根后方形成串沟分流, 分流比约 1:9, 主航槽内流速有所降低, 最大流速仅出现在上顺坝下游附近, 对浅区冲刷作用减弱, 下顺坝坝头附近流线略有交叉, 水流条件恶化。若遇不利水文年, 红灯碛边滩仅剩的滩缘被冲毁, 滩段过水面积将进一步增大, 水流流速继续降低, 对泥沙的冲刷作用随之减弱, 滩段极易淤积碍航。

2.3 对航道条件的影响

红灯碛滩挖砂采石活动主要集中在红灯碛边滩和董坝边滩, 其中尤以红灯碛边滩为甚。

从图 3 可知, 2016 年与 2009 年枯水期相比, 受挖砂采石影响, 红灯碛边滩和董坝边滩地形变化较为剧烈: 红灯碛边滩 80% 以上滩体(以 0 m 线计)高程明显降低, 高程降低范围顺水流方向 1 700 m 左右, 垂直水流方向约 320 m, 最大降低约 12 m; 董坝边滩高程降低区域主要包括上、下游两部分, 间距约 500 m, 呈不连续分布, 高程降低区域面积约 13 万 m<sup>2</sup>, 高程降低值在 7.0 m 左右。红灯碛边滩滩体边缘部位有所淤积抬高, 淤积抬高部位最大高程增加约 3.0 m; 狗下疤滩附近岸边等靠岸部位受砂石堆场影响, 局部高程抬高超过 10.0 m。航槽内除红灯碛上顺坝坝头外侧冲淤变化较大外, 其余部位无明显的冲淤变化。2017 年和 2016 年相比, 变化主要集中在整治建筑物附近、干堆窝石梁以及红灯碛、董坝等边滩, 航槽内无明显的冲淤变化。2018 年和 2017 年测图相比, 主航槽部位变化不大, 边滩和碛坝零散分布有范围较小的淤积体, 董坝边滩碛翅部位略有淤积外延, 目前幅度较小。2019 年和 2018 年测图相比, 航槽内冲淤变化相对较小, 干堆窝—金堆子—董坝一线有淤积抬高, 局部最大高程变化接近 5.0 m, 红灯碛边滩上有冲有淤。考虑仍与滩面的自然冲淤调整有关, 但红灯碛中段两岸水下暗碛部位均有向河心淤积外延的趋势, 有效航宽束窄, 航道条件向不利方向发展。

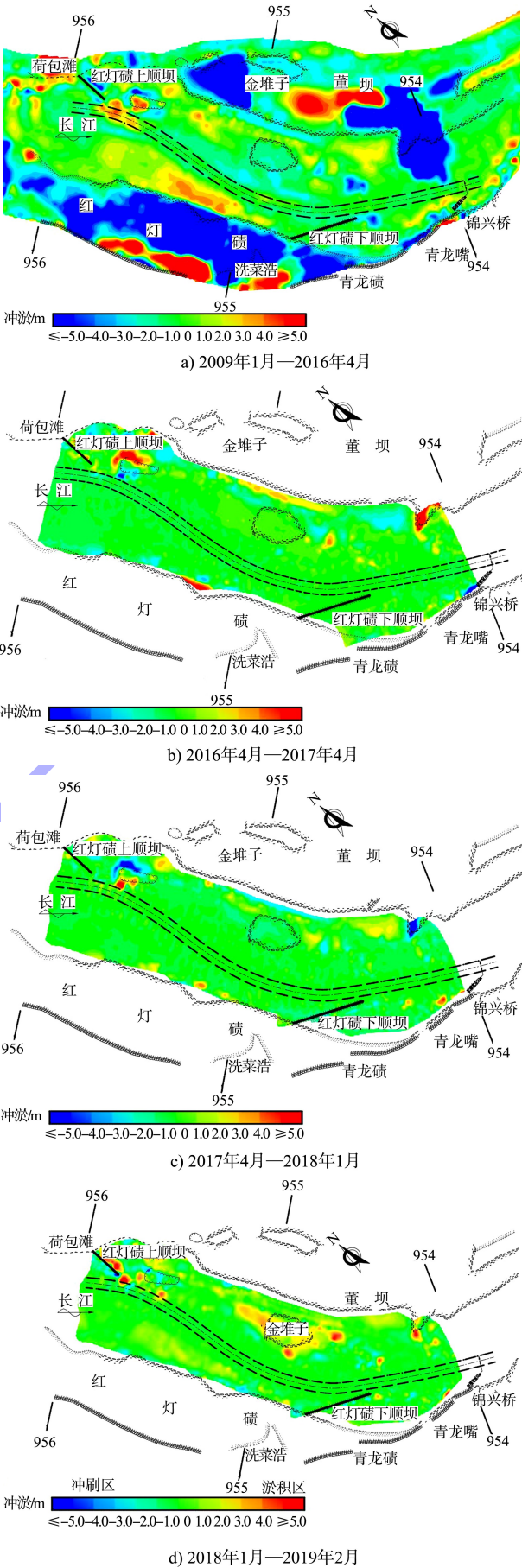


图3 红灯碛滩滩段冲淤变化



从近年红灯碛滩 3 m 等深线变化看,该滩 3 m 等深线近年均全线贯通,但由于红灯碛边滩受到挖砂采石影响,致使红灯碛下顺坝后方形成漏浩过流,主槽分流减少冲刷力度降低,两岸均有不同程度向主航槽淤长的趋势,金堆子—董坝一线碛

翅部位淤积外延, 最大幅度约 20 m, 对岸红灯礁—青龙嘴一线同样略有淤积外延, 幅度多在 10 m 以内, 滩段航道条件有向不利方向发展的趋势。

图 4 显示红灯碛滩 1993、2007 和 2016 年 3.5 m 等深线的变化过程。

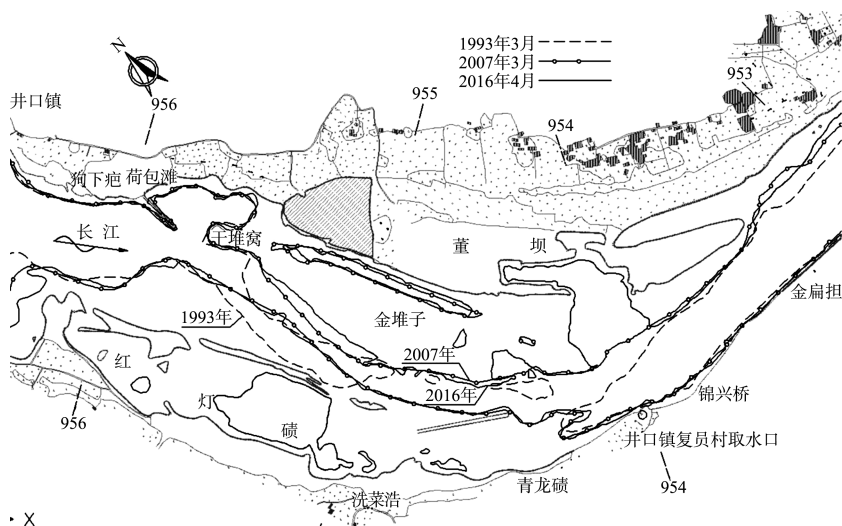


图4 红灯磧滩历年 3.5 m 线变化过程对比

20 世纪 90 年代 3.5 m 线还未贯通,在金堆子—青龙碛附近断开 640 m 长,上浅区 3.5 m 线位于主槽偏右的位置。通过兰叙段二期工程,在该滩修筑了红灯碛上、下丁坝 2 处整治建筑物,到 2007 年 3.5 m 线全线贯通,平均宽度达 50 m,航道条件显著改善。之后,由于受到挖砂采石的

影响,至2016年红灯碛边滩滩体受到破坏,下顺坝后方形成漏浩过流,整治建筑物的束水攻砂功能减弱,下顺坝附近3.5 m线宽度由120 m减小至90 m,有明显束窄趋势。

图 5 显示红灯碛滩 2017、2018 和 2019 年 3 m 等深线的变化过程。

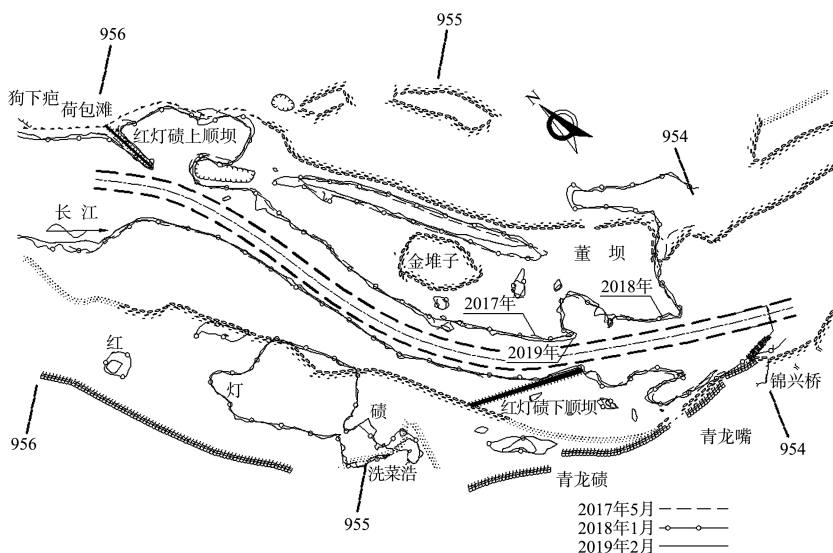


图 5 红灯碛滩历年 3 m 线变化过程

从近年红灯碛滩航道条件变化看, 该滩 3 m 等深线已全线贯通, 两岸均有不同程度向主航槽淤长的趋势, 滩段航道条件向不利方向发展。

### 3 维护措施

#### 3.1 维护思路及目的

红灯碛下顺坝建于 1997 年, 兰叙段二期工程以控导水流为整治目标, 调整金堆子右侧水流流向, 冲刷对岸碛翅浅区部位, 确保浅区通航尺度。由于挖砂采石影响, 下顺坝后方形成串沟分流, 整治建筑物束水功能减弱, 因此维护的主要目的在于恢复该坝原有设计功能和作用。

红灯碛下顺坝主要对坝根后方串沟部位进行恢复接岸, 对坝体其他区域进行修缮。维修后有利于恢复原整治建筑物的束水导流功能, 提高坝体的结构稳定性, 保证其整治功能的正常发挥, 为红灯碛河段航道的安全畅通提供有力保障。

#### 3.2 维护方案

根据近期测图及现场踏勘分析成果, 拟对红灯碛坝根损毁部位进行修复加固, 并恢复接岸, 防止串沟继续冲刷发展, 保证整治建筑物原束水冲沙功能的发挥, 维持滩段通航条件。维修方案见图 6。

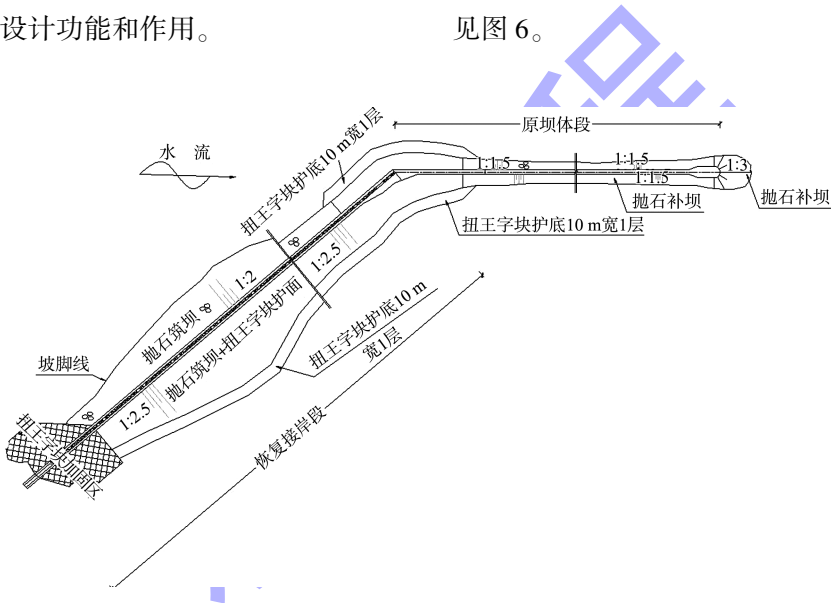


图 6 维修方案平面布置

接岸部位高程为 237.735 m, 与原坝根相接部位高程为 236.97 m, 接岸段总长 255 m, 坝体顶宽 3 m, 与顺坝相接部位 10 m 范围向背水一侧放宽至 5 m, 过渡段长度为 10 m。坝体迎水坡 1:2, 背水坡 1:2.5。坝体主体采用抛石结构, 坝顶采用 0.5 m 厚 C30 现浇混凝土压顶。对接岸坝体背水坡坡面采用 1 层扭王字块护面, 并在背水坡坡脚采用 10 m 宽 1 层扭王字块护底进行加固。与原顺坝相接部位, 迎水坡 30 m 采用 1 层扭王字块护面, 坡脚增设 10 m 宽 1 层扭王字块护底加固, 坝

体接岸处设 1 层扭王字块守护区, 其范围为坝根后方以石梁为界, 从坝根沿坝轴线方向向河心方向 40 m, 从坝轴线计算上游方向 20 m, 下游方向 20 m 组成的区域。

#### 3.3 维护效果

2020 年 1—5 月对该滩进行了维护施工, 将坝根位置恢复接岸。图 7 显示红灯碛滩 2018、2019 和 2020 年 3 m 等深线的变化过程, 其中 2020 年 12 月为维护实施后经历了一个汛期的测图。

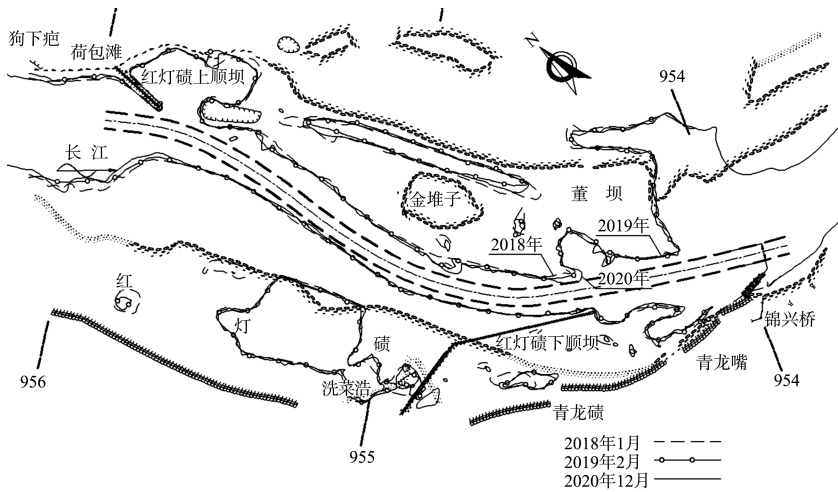


图 7 红灯碛滩近期 3 m 线变化过程

2020 年汛期长江上游遭遇了罕见大洪水，河床变化明显。汛后资料分析结果表明，红灯碛滩段整体呈淤积状态。2020 年 12 月较 2019 年之前有所淤积外延，但整个滩段 3 m 线均全线贯通，满足维护尺度要求，在本年度该河段总体淤积的态势下，整治建筑物外侧 3 m 等深线仅有少量淤积束窄，整治建筑物维护对航道条件改善的效果已经显现，后续维护中将继续加强该河段航道条件变化的观测和分析，进一步验证维护工程对红灯碛滩段的效果。

4 后续治理

4.1 治理思路

随着沿江地区经济的快速发展，对航运的需求不断加大，长江上游河段通行船舶标准化、大型化趋势明显，枯水期行船需要减载通行，船舶装载稍有不慎即容易在本滩段搁浅，安全隐患突出。红灯碛滩设计航槽内主要存在南槽上、中、下3个浅区水深或航宽不足，同时红灯碛边滩受到挖砂采石破坏，滩面凌乱，水流分散，浅区冲刷力度不足，滩槽格局的稳定性较差。因此，红灯碛滩的基本治理思路为：开挖浅区，满足航道尺度需要，对红灯碛边滩采用生态固滩与整治建筑物相结合的方式，恢复滩形，固滩稳槽。

4.2 初步治理方案

初步治理方案主要是采用生态固滩与整治建

筑物结合的方式，对挖砂采石破坏的红灯碛边滩进行修复，方案如下：1) 首先，在红灯碛边滩头部建 1 道丁顺坝，引导水流集中冲刷航槽的同时，守护住碛头关键部位；2) 其次，红灯碛边滩中段局部深坑利用疏浚土回填，恢复至原滩面高程后平铺鱼巢砖，以利于鱼类生境的构建；3) 最后，在红灯碛边滩尾部对已建红灯碛下顺坝高程加高至本次设计水位上 2.5 m，以增加提高航道尺度后对水流的约束时长。针对南槽上、中、下 3 个浅区采用疏浚措施提高航道尺度。初步治理方案见图 8。

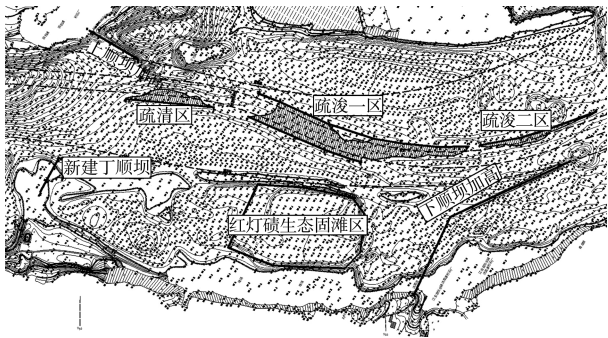


图 8 红灯碛滩后续初步治理方案布置

5 结语

1) 红灯碛滩在经过兰叙段二期整治后，滩段条件明显改善，滩段河势几年来均保持稳定。近几年，由于受到挖砂采石影响，红灯碛滩碛坝和边滩被开采得高低不平，破坏了原有卵石滩段的滩面，造成河床地貌的大幅改变，给不同水位期的维护管理带来不利影响。