



长江中游蕲春水道航道整治工程方案

李 冬¹, 王晓燕²

(1. 长江航道勘察设计院(武汉)有限公司, 湖北 武汉 430040;
2. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430040)

摘要:通过对长江中游蕲春水道河床演变及碍航特性的分析,利用河工模型试验对6.0 m水深航道整治工程方案的整治效果进行研究,确定了蕲春水道整治工程方案,由李家洲边滩1道潜坝、3道护滩带、高滩守护和左岸护岸加固工程组成。研究结果表明,本工程的影响只局限于工程区域及附近,对总体河势、防洪、堤防等外部环境影响较小,左岸护岸加固工程进一步增强了左岸岸线的稳定。研究为复杂外部环境下航道整治工程方案设计积累了一定经验。

关键词: 蕲春水道; 河床演变; 工程方案; 河工模型试验

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)04-0155-06

Channel regulation project scheme of Qichun waterway in middle reaches of the Yangtze River

LI Dong¹, WANG Xiaoyan²

(1. Changjiang Waterway Survey and Design Institute (Wuhan) Co., Ltd., Wuhan 430040, China;
2. Changjiang Waterway Institute of Planning and Design, Wuhan 430040, China)

Abstract: Based on the analysis of riverbed evolution and navigation-obstructing characteristics of Qichun waterway in the middle reaches of the Yangtze River, this paper studies the effect of the project scheme for regulating the waterway with a depth of 6.0 m by river model test and determines the regulation project scheme of Qichun waterway. The project scheme consists of a submerged dam project on the Lijiazhou beach, a project of three shoal protection belts, a high shoal protection project, and a revetment reinforcement project on the left bank. The research results show that this project scheme only affects the project area and its vicinity and has a slight impact on the overall river regime, flood control, embankments, and other external environments. The revetment reinforcement project on the left bank further enhances the stability of the shoreline on the left bank. The research provides some experience in designing channel regulation project schemes under complex external environments.

Keywords: Qichun waterway; riverbed evolution; project scheme; river model test

1 水道概况

2016年3月,交通运输部印发了《水运“十三五”发展规划》,提出继续加快推进长江干线航道系统治理,全面缓解通航瓶颈,进一步提升宜昌—武汉段、武汉—安庆段航道尺度和技术标准^[1]。蕲春水道是长江中游重点水道之一,是长江干线武汉—安庆段航道中承上启下的关键节点^[2],上距武汉市约170 km,下距九江市约103 km,水道上

起下棋盘洲,下迄下黄颡口,全长约16 km。该河段平面形态微弯,自上而下逐渐展宽,上口江面宽约1 km,最宽处蕲州镇江面宽约2.5 km。

2 水道演变特征

20世纪90年代以前,上段右岸李家洲处无明显边滩,而蕲州镇一带放宽段心滩发育,将河槽分为左右两槽;90年代初,李家洲边滩发育,并

收稿日期: 2022-07-14

作者简介: 李冬(1981—),男,硕士,高级工程师,从事内河航道科研与设计工作。

与心滩相连，右岸深槽逐渐淤塞，左岸深槽成为稳定的主航槽。三峡工程蓄水以来，上游流域研究河段的来沙量显著减少，在整体冲刷的同时其整体的河势格局仍基本稳定，同时洲滩面积萎缩及不均衡冲刷使得航道条件不稳定，水深甚至不

满足规划航道尺度。

近期李家洲边滩冲刷，头部串沟冲深发展。随着李家洲边滩滩头冲刷以及串沟的发展，左侧深槽进口段河道展宽，水流动力减弱，航道条件有向不利方向发展的趋势(图1)。

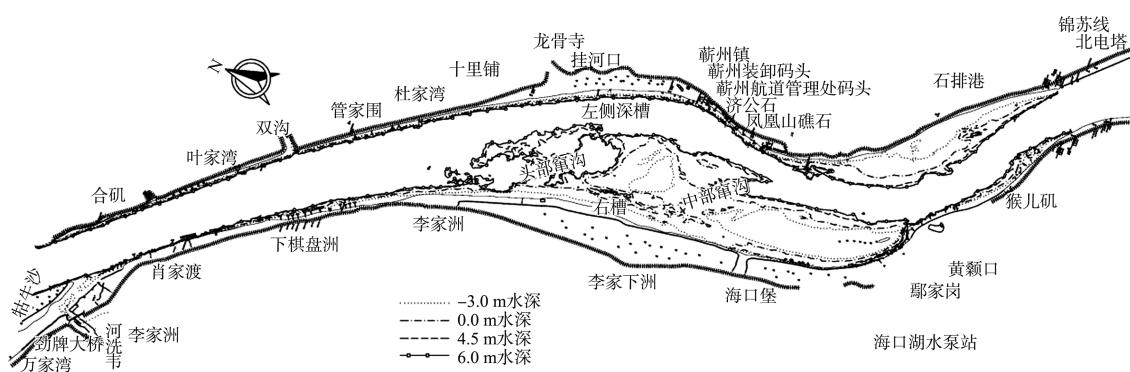


图 1 2016 年 2 月河势

3 碍航特性分析

3.1 航道维护情况

蕲春水道的两岸分布有多处山矶，受矶头挑流影响，河道内局部流态较为复杂，河道内采砂区及锚地遍布，部分船舶占用主航道，使得水道通航环境复杂，航标碰撞事故频发。加上河道两岸港口、码头众多，可利用的航宽较为有限。蕲春水道航道维护目前主要以调标及恢复失常航标为主。近年来，蕲春水道右岸侧的李家洲边滩不稳定且呈冲刷之势，左侧深槽进口段展宽淤积。

3.2 航道存在问题

蕲春水道浅区位于左侧深槽进口段,该处浅区的形成主要与“涨淤落冲”的变化规律有关。洪水时水流容易取直,冲刷李家洲边滩头部,并使泥沙落淤在左侧深槽入口。近年来,李家洲边滩头部冲刷后退,进口段河道展宽,左侧深槽水流动力减弱,易出现浅包,若遇不利水文年,汛期淤积的泥沙冲刷不及时,浅区的碍航情况会进一步加剧。且三峡蓄水后沙量减少,中水时间延长,边滩冲刷后不易恢复,左侧深槽水流归槽能力差,浅区航道条件将向不利方向发展,如图2所示。

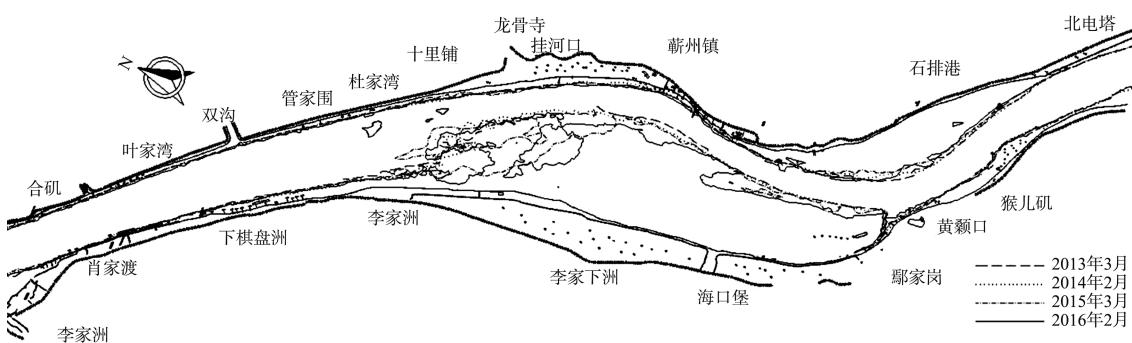


图 2 莺春水道 6 m 等深线变化

3.3 河演分析

1) 近年来,李家洲边滩头部冲刷后退。李家洲边滩头部出现2个深坑并相互连接形成一条串沟,滩头被切割分散,滩头形态趋于散乱。冲起的泥沙淤积

在李家洲边滩左缘，使边滩左缘逐渐向左岸发展。右槽发展迅速，至 2016 年 2 月，0 m 等深线仅剩 700 m 未能贯通，右槽下段斜向切割李家洲边滩中部，部分水流由滩面过渡到左侧深槽，如图 3 所示。

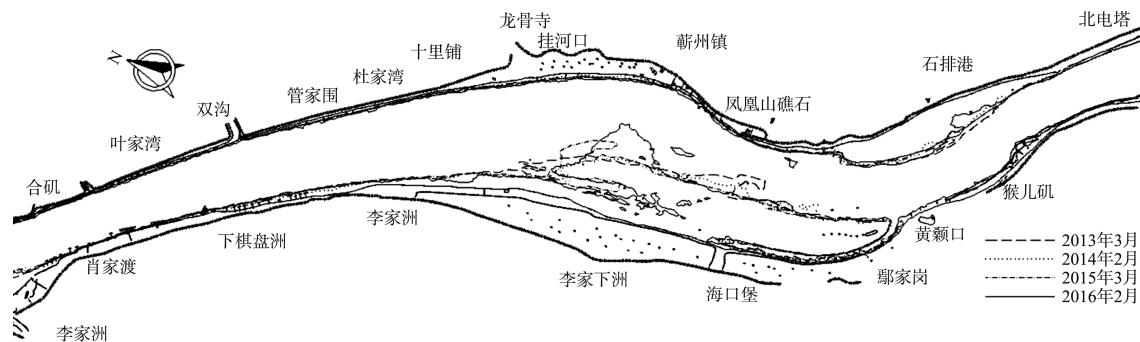


图3 蕲春水道0 m等深线变化

2) 浅区内遵循“涨淤落冲”的变化规律。

浅区位于左侧深槽入口挂河口附近,该处属于河道放宽段,右侧李家洲边滩头部冲刷后退,边滩头部低矮,滩槽不明显,归槽能力较弱。河段整体呈两头窄中间宽的形态,出口处黄颡口河宽仅有1.5 km,河道在此束窄,其汛期壅水有利于泥沙在其上游宽阔段落淤。

3) 目前李家洲边滩头部较为散乱,头部串沟发展迅速,流态复杂,放宽段河道展宽,左侧深槽水流归槽减弱,浅区容易出现浅包,再加上自三峡工程蓄水运用以来,汛后退水期明显缩短,浅区容易出现冲刷不及时的情况。在不利水文年条件下,浅区内出现浅包等碍航情况的趋势会进一步加剧,致使航道条件向不利方向发展。

4) 蕲春水道历史上曾出现两槽争流局面,左槽航道条件较差。目前李家洲边滩头部冲刷后退,头部串沟和右槽发展迅速,冲刷切割李家洲边滩头部,有离岸形成心滩的趋势,届时,蕲春水道的滩槽格局将发生重大变化,航道条件也将随之发生不利变化。

5) 李家洲边滩下段高滩不断淤积长高,增加了左侧深槽中下段的水流归槽能力。近年来,左侧深槽中下段持续冲刷,向窄深方向发展。凤凰山礁石—黄颡口段两岸都属于比较稳定的天然矶头,因此该段主流较为稳定。

4 整治方案研究

4.1 整治思路

根据蕲春水道航道存在的主要问题,结合发展趋势,考虑整治思路为:采取工程措施守护李家洲边滩中上段,防止边滩刷低后退,封堵边滩头部串沟,抑制航道出现的不利变化趋势,维持目前相对较好的航道条件,实现6.0 m规划水深。

4.2 整治方案

4.2.1 方案概述

根据治理思路,对蕲春水道航道整治工程提出了两类整治方案:1)第Ⅰ类方案。目前李家洲边滩虽有一定的冲刷,但仍能达到整治目标,第Ⅰ类为稳定当前滩槽格局、防止边滩继续冲刷的护滩带方案(方案1-1、1-2、1-3),主要包括3个工程区,分别为李家洲边滩头部护滩带工程、高滩守护工程及左岸护岸加固工程。2)第Ⅱ类方案。通过工程适当恢复滩头冲刷部分,以达到维持边滩完整、稳定滩槽格局的目的,即在李家洲边滩实施护滩带工程的基础上,增加潜坝工程,对边滩头部串沟进行封堵,主要包括3个工程区,分别为李家洲边滩头部的潜坝与护滩带工程、高滩守护工程及左岸护岸加固工程(方案2-1、2-2、2-3)。

4.2.2 定床模型试验

定床模型共进行3组6个整治方案试验^[3],各方案整治工程布置见图4,试验工程效果见表1。

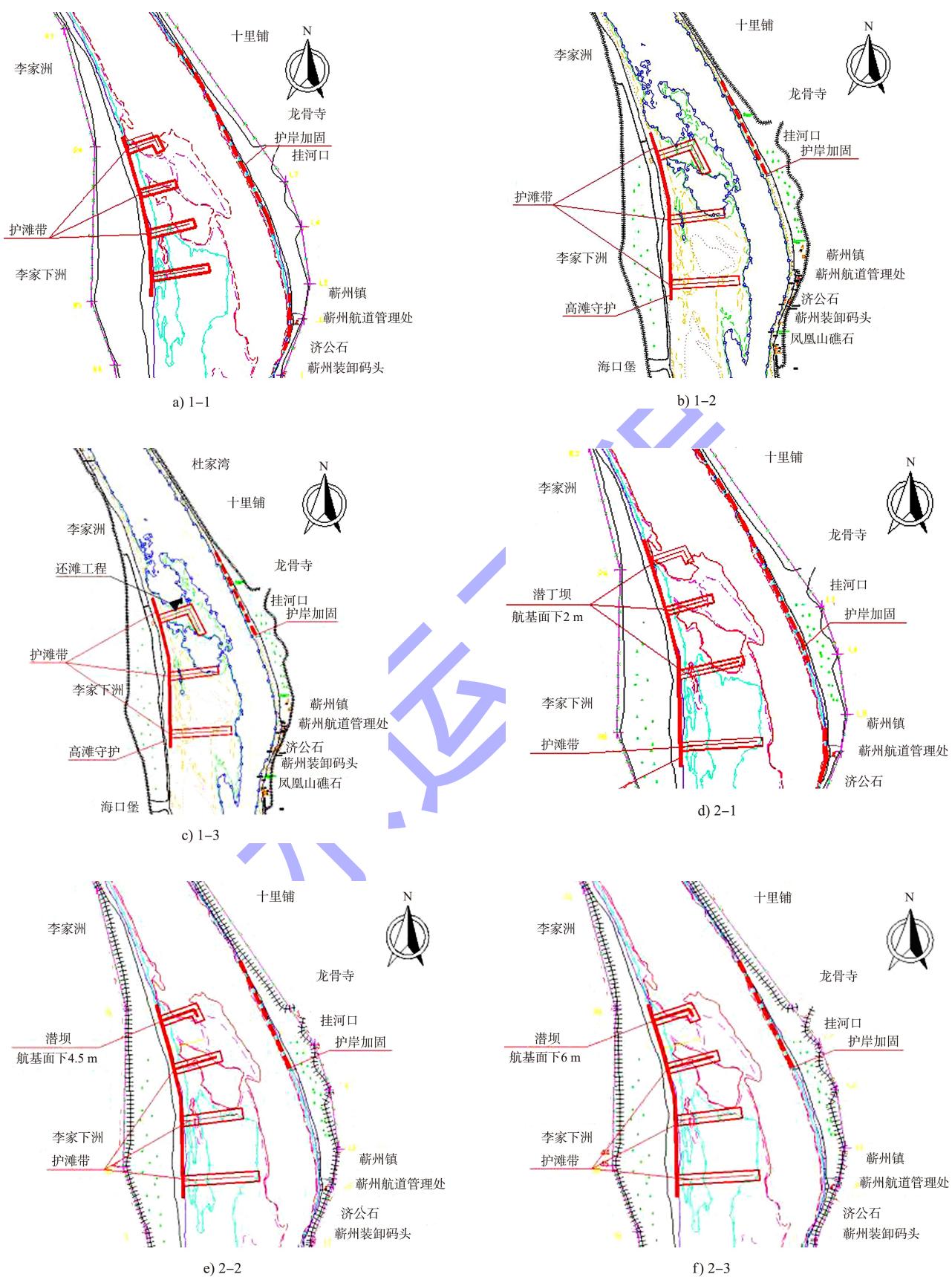


图 4 各方案整治工程布置

表1 各方案工程效果综合比较

方案类别	方案编号	浅区航槽流速增幅/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	主流左摆位移/m	水位最大壅高/m	对岸近岸流速增幅/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$
I	1-1	0.02~0.08	18	0.03	0.02~0.04
	1-2	0.02~0.17	34	0.05	0.02~0.08
	1-3	0.02~0.18	40	0.05	0.02~0.09
II	2-1	0.03~0.25	45	0.05	0.02~0.09
	2-2	0.02~0.19	37	0.04	0.02~0.09
	2-3	0.02~0.18	35	0.04	0.02~0.08

由图4和表1可知,第I类方案中各方案的特点为:1)方案1-1布置4条护滩带,工程实施后能在一定程度上守护李家洲边滩头部区域,有利于防止滩面串沟和右槽的进一步冲刷发展,基本可以起到维持左槽航道条件的作用。但由于护滩带工程位于头部冲刷的深坑中,守护强度及范围较弱。2)方案1-2在方案1-1的基础上,对滩面相对较高部分进行守护,同时加大守护范围,工程实施后左槽进口段主流左摆,有利于增大左侧航槽进流和水流动力条件,其整治效果略优于方案1-1。3)方案1-3在方案1-2的基础上,考虑护滩带前沿的深坑,为保证第1道护滩带的稳定性,对其前沿根基实施还滩工程,并针对还滩高程分别为航基面下6.00、4.50、3.72、2.72、1.72 m等5种工况进行了研究。结果表明,方案实施后,主流左移,航槽流速以增加为主,有利于航槽内冲刷、维护李家洲边滩的完整性,可减小在特殊水沙年份航槽内浅包生成的可能性,有利于改善航道条件;还滩高程的变化对方案的效果影响不大。相对而言,高程越高,效果越好,但相应的工程量也越大。

第II类方案中各方案的特点为:1)方案2-1布置在上游侧,由于工程位置均为深水区,布置3道潜丁坝和1道护滩带,潜坝顶高程为航行基面下2.00 m。工程的实施能起到防止滩头继续冲刷后退、封堵滩面串沟的作用,有利于恢复边滩的完整,保证左侧航槽的稳定。但潜坝位于李家洲边滩头部深坑或串沟中,潜坝最大高度约15 m,当汛期流量为4.25万 m^3/s 时,坝头最大流速可达

2.2 m/s。显然,该方案不仅工程量大,如何保证建筑物的稳定也是一大问题。2)方案2-2在方案2-1的基础上,适当下移守护工程位置,布置1道潜丁坝和3道护滩带,潜坝顶高程为航行基面下4.50 m,同样可达到守护边滩、稳定滩槽格局的效果。3)方案2-3在方案2-2的基础上,进一步降低潜坝高程至航行基面下6.00 m。同时针对不同坝体高度即坝顶高程分别为航基面下3.72、2.72、1.72 m等3种工况进行了研究。结果表明,方案均能达到维护李家洲边滩完整性的目的,航槽流速增大有利于航槽内冲刷,在特殊水沙年份,减小了航槽内浅包生成的可能性,有利于改善航道条件。但是坝体越高,近岸流速增加越大。

4.3 动床模型试验

4.3.1 方案确定

根据定床模型试验结果,并考虑工程对周边环境的影响,将方案1-2、2-3作为进一步动床模型试验研究的基础方案。在动床模型方案试验阶段^[4]将定床方案2-3称为方案1,将定床方案1-3称为方案2。

4.3.2 动床航道整治方案典型年试验

模型采用2016年2月为起始地形,2012年为试验典型年试验水沙条件,模型成果所引用水深均为设计水位以下水深。

从方案1典型年试验成果来看,方案1实施后对试验河段沿程水位和断面流速分布及流态的影响较小,能够有效抑制李家洲边滩串沟冲刷发展、边滩冲刷后退和河心心滩的淤积下延,有利于维持蕲春水道当前较好的滩槽格局和航道条件,不会对防洪和堤防安全产生不利影响(图5)。



图5 方案1典型年末工程区地形

从方案 2 典型年试验结果来看, 能达到稳定当前滩槽格局、防止边滩继续冲刷的整治目的。但对于保持边滩头部的完整性、增强汛后水流及早归槽冲刷航道的能力, 方案 1 的整治工程更为有效。

4.3.3 动床航道整治方案系列年试验

为了进一步检验方案 1、2 的整治效果, 在动床模型上对其进行 10 a 长系列年试验。采用 2016 年 2 月为起始地形, 试验系列水文年组合为 2010—2014 年和 2010—2014 年水沙资料。

综合来看，两种方案的整治思路、治理目标及原则均相同，主要区别是上段蕲春水道李家洲边滩窜沟守护工程不同，方案1采取在窜沟上段布置1道潜坝，方案2则在窜沟中部地势相对较高位置布置1道护滩带。

从系列年试验结果来看,两种方案实施后均能达到稳定蕲春水道现有滩槽格局、抑制李家洲

边滩头部冲刷后退和窜沟发展的目的，总体效果基本相当。方案实施后，河道内 6 m 水深航槽能够贯通，均能实现本次航道治理目标。工程对试验河段水位、流速分布、左右槽分流比和河床演变的影响相差不大。但对于保持边滩头部的完整性、增强汛后水流及早归槽冲刷航道的能力来说，方案 1 的整治工程更为有效。

5 整治方案确定

蕲春水道整治方案的确定既要考虑整治效果，又要考虑对防洪和周边环境的影响。经过定床、动床模型试验研究，最终确定的整治方案为^[5]：方案1，由李家洲边滩一道潜坝、三道护滩带、高滩守护和左岸护岸加固工程组成(图6)；方案2，由李家洲边滩三道护滩带、还滩工程、高滩守护和左岸护岸加固工程组成。

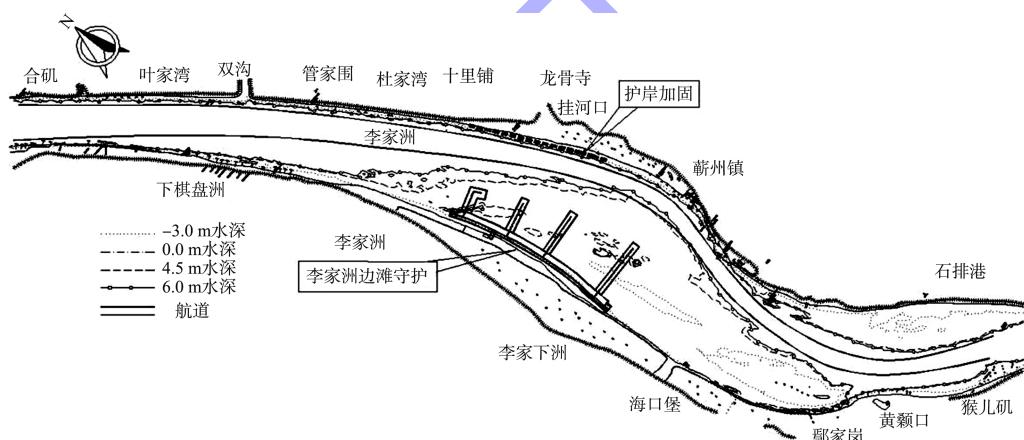


图 6 莱春水道航道整治工程平面布置

两种方案工程位置大致相同，其中左岸护岸加固工程和右岸高滩守护工程平面布置及结构形式一致，不同之处在于李家洲边滩的守护。比较而言，方案1采用潜坝和护滩带的守护方式，不但可以守护边滩、防止边滩冲刷，而且通过潜坝封堵串沟，可以适当恢复冲刷的滩头，进一步归顺水流和守护边滩；方案2采用护滩带工程防止边滩进一步冲刷。工程平面布置方案1优于方案2。

模型试验结果表明：两种方案均能达到守护边滩、束窄枯水期河槽，归顺水流，防止航道向不利方向发展的目的。工程实施后，在遭遇不利水沙年时，航道均能满足 $6.0\text{ m} \times 200\text{ m} \times 1050\text{ m}$

的尺度要求。相比而言，方案 1 直接在边滩头部冲刷的串沟中布置潜坝工程，更有利于恢复李家洲边滩的完整性，并且从浅区冲刷等方面来看，方案 1 在边滩的头部布置了潜坝，束水效果优于方案 2。因此，方案 1 工程效果较优。

6 结语

- 1) 采用物理模型试验对航道整治工程方案进行确定和优化, 研究效果较好。
 - 2) 模型试验成果表明, 本工程影响只局限于工程区域及附近, 左岸护岸加固工程进一步增强了左岸岸线的稳定。 (下转第 173 页)

(下转第 173 页)