



# 生态护坡在蕲春特殊地质条件下的应用

刘瑞勇<sup>1</sup>, 王晓燕<sup>2</sup>, 李冬<sup>3</sup>

(1. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430063;  
2. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430040;  
3. 长江航道勘察设计院(武汉)有限公司, 湖北 武汉 430040)

**摘要:** 针对李家洲边滩地形地貌及地质条件, 根据滩面地势平坦、流速缓慢, 表层为软塑、局部流塑状淤泥质粉质黏土, 具有高含水率、高孔隙比、低渗透性、较高灵敏度、低强度、高压缩性、流变性等工程性质, 陆上滩面防护选择透水性好、能促进泥沙落淤、有利于植被生长、改善滩面生态环境、环保性较好的三维加筋网垫。大大减少了滩面的土方开挖, 有利于水土保持, 对自然生态、水流环境影响小, 具有生态修复功能, 整体生态效果良好。稳定了当前滩槽格局, 防止航道条件向不利方向发展。

**关键词:** 蕲春; 地质条件; 护滩结构形式; 三维加筋网垫

中图分类号: U617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)08-0144-05

## Application of ecological slope protection under special geological conditions in Qichun

LIU Ruiyong<sup>1</sup>, WANG Xiaoyan<sup>2</sup>, LI Dong<sup>3</sup>

(1. China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, China;  
2. Changjiang Waterway Institute of Planning and Design, Wuhan 430040, China;  
3. Changjiang Waterway Survey Design and Research Institute (Wuhan) Co., Ltd., Wuhan 430040, China)

**Abstract:** In view of the landform and geological conditions of Lijiazhou beach, according to the flat terrain and slow flow velocity of the beach surface, the surface layer is soft plastic, local flow plastic muddy silty clay, which has high water content, high void ratio, low permeability, high sensitivity, low strength, high compressibility, rheology and other engineering properties. For onshore beach surface protection, 3D stiffened mesh cushion with good permeability, which can promote sediment deposition, facilitate vegetation growth, improve the ecological environment of beach surface, and have good environmental protection, shall be selected. It greatly reduces the earthwork excavation on the beach surface, which is conducive to water and soil conservation, has little impact on the natural ecology and water flow environment, has the ecological restoration function, and the overall ecological effect is good. The current pattern of shoal and channel has been stabilized to prevent the channel conditions from developing in an unfavorable direction.

**Keywords:** Qichun; geological condition; shoal protection structure type; 3D stiffened mesh cushion

## 1 规划及思路

### 1.1 航道概况

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<sup>[1]</sup>。蕲春水道是长江中游重点水道之一, 也是长江干线武汉—安庆段航道中承上启下的关键节点<sup>[2]</sup>。蕲春水道为微弯形河道, 全长约 16 km, 上起下棋盘洲, 下迄黄颡口, 自上而下逐渐展

收稿日期: 2022-11-15

作者简介: 刘瑞勇 (1970—), 男, 高级工程师, 从事地质路基科研与设计工作。

宽。右岸分布李家洲边滩, 边滩下端延伸至黄颡口, 左岸分布挂河口边滩和石排港边滩。进口处主流贴右岸肖家渡, 逐渐过渡到左岸管家

围附近, 之后主流贴左岸深槽而下, 在凤凰山礁石后, 主流又从左岸逐渐过渡到右岸黄颡口(图1)。

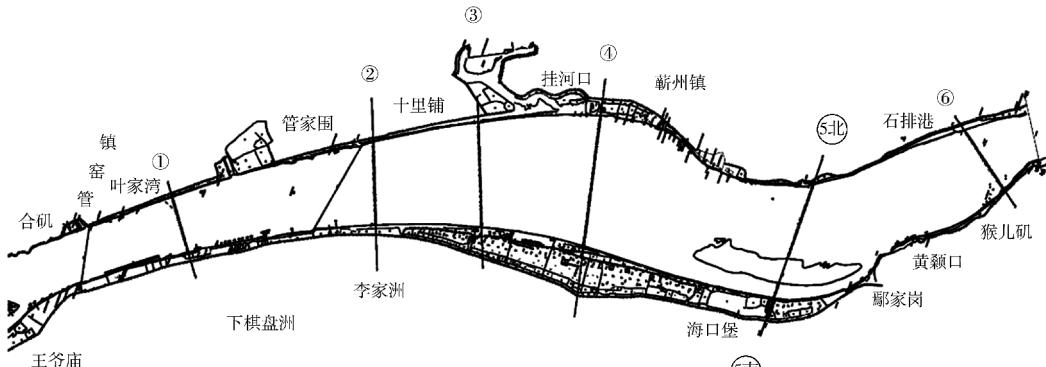


图1 水文断面平面布置

## 1.2 河道治理规划

根据《长江流域综合规划(2011—2030年)》《长江中下游干流河道治理规划》(2012年修订), 本河段河道治理规划方案为: 对现有护岸工程进行加固和延护, 稳定现有河势和主流走向<sup>[3]</sup>。

## 1.3 治理重点和思路

蕲春水道的航道条件与李家洲边滩的稳定密切相关, 李家洲边滩作为航道的右边界, 若持续冲刷后退, 则对左侧航道的控制作用减弱, 使得主航槽水流动力条件减弱, 输沙能力降低, 产生浅区, 而且随着三峡水库的运行, 上游来沙量逐渐减少, 若边滩冲刷消失, 再恢复的难度将加大<sup>[4]</sup>。因此守护李家洲边滩, 稳定当前滩槽格局, 防止航道条件向不利方向发展是重中之重。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。牢固树立环保理念, 充分考虑生态环境现

状, 优化工程布局、规模; 选取传统的天然材料和高降解、低污染的人工材料, 广泛采取满足生态修复功能的生态护岸等多种生态工程结构, 采用符合生态环保要求的成熟施工技术和工艺, 避免、补偿、缓解以及最大限度地降低工程对环境的影响。

## 2 蕲春水道岸坡地质条件

### 2.1 岸坡地形地貌

李家洲边滩呈狭长形, 长约4.3 km、宽约2.1 km。边滩主体淹没于水下, 近岸侧部分滩体露出水面。近岸滩体为宽缓漫滩, 地势起伏不大, 地面高程为11.4~16.8 m, 从堤脚向长江方向地势逐渐降低, 坡度约4°属自然岸坡。

李家洲边滩主体没于水下, 受水流冲砂及人为采砂活动影响, 水下地形起伏很大, 勘察期间水下地面高程一般为-0.5~11.4 m, 最深处达到-11.4 m。水下滩体形态见图2。

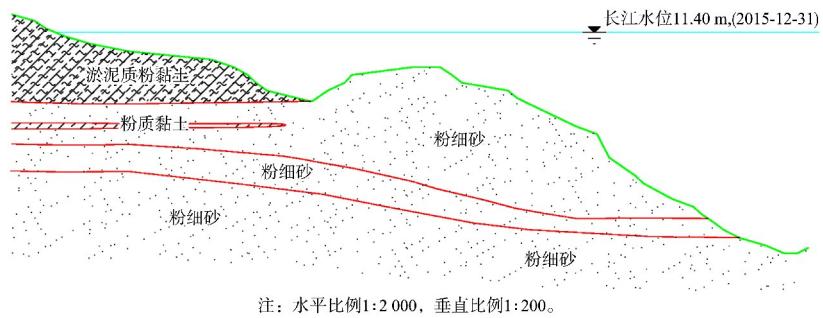


图2 李家洲边滩水下滩体横向形态

## 2.2 工程地质

岸坡地质结构为二元结构,即表层为淤泥质粉质黏土,下部为砂土。滩体物质组成以粉细砂为主,表层呈松散状,向下逐渐加密。近岸侧表层为淤泥质粉质黏土( $Q_4^{al}$ ),灰褐色,以软塑状为主,局部流塑状,层理较发育,夹极薄层状粉细砂,主要分布于李家洲边滩近岸侧表层,层顶高程9.1~10.6 m,厚3.5~9.4 m。

工程区揭露的地层主要为第四系全新统冲积层( $Q_4^{al}$ )和三叠系中统( $T_2$ )基岩。由黏性土、砂土、卵石层及泥岩、砂岩和砂砾岩组成,按沉积韵律将所揭露地层划分为7个工程地质单元层:①淤泥质粉质黏土、②粉质黏土、③粉细砂、④中砂、⑤卵石、⑥砂岩、⑦砂砾岩、⑧灰岩。

## 2.3 水的腐蚀性评价

根据场地工程地质条件及工程区附近无影响长江水的污染源,结合相关规范及工程经验,确定场区为Ⅱ类环境湿润区,长江水及地下水一般对混凝土结构具有微腐蚀性,在长期浸水及干湿交替的条件下,对混凝土结构中的钢筋也具有微腐蚀性。

## 2.4 软土工程性质

软土是指天然孔隙比大于或等于1.0且天然

含水率大于液限,具有高压缩性、低强度、高灵敏度、低透水性和高流变性,且在较大地震作用下可能出现震陷的细粒土。包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等<sup>[5]</sup>。根据JTS 133—2013《水运工程岩土勘察规范》<sup>[6]</sup>第4.2.4条,在静水或缓慢的流水环境中沉积、天然含水率大于或等于36%且大于液限,天然孔隙比大于或等于1.0的黏性土应定义为淤泥性土,进一步划分为淤泥质土、淤泥和流泥。淤泥质土根据塑性指数再划分为淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土。

李家洲边滩近岸侧表层为淤泥质粉质黏土( $Q_4^{al}$ ),属于软土范畴,工程性质为触变性、流变性、高压缩性、低强度、低透水性、不均匀性。土体结构若遭破坏,强度大幅度降低,边坡的稳定性差。

## 3 生态护坡形式与结构

### 3.1 护坡(滩)结构形式

为防止李家洲边滩高滩继续冲刷后退,采用斜坡式的结构形式,护岸结构由滩面防护、平台和水下护底组成。国内对于护滩(底)主要采用以下几种结构,各种护滩(底)结构的特点见表1。

表1 各种护滩(底)结构的特点比较

护滩(底)类别	性能	施工难易	造价
系混凝土块软体排	整体性好、适应河床变形能力强,保沙性好;边缘变形过大时,易破坏,抗老化能力稍弱	一般	较低
钢丝网石兜	整体性较好、不易沉陷坍塌,保沙性较差	较方便	最高
抛沙枕抛碎石枕	整体性较好、不易沉陷坍塌,易刺破失稳、不耐阳光	较方便	较低
铰链排	整体性较好、适应河床变形能力一般,保沙性较差	较难	较高
混凝土联锁软体排	整体性强、适应河床变形能力一般,保沙性好	对预制要求较高	较高
单元排	整体性强、适应河床变形能力一般,保沙性好	方便	较高
三维加筋网垫	整体性强、适应河床变形能力一般,保沙性一般	方便	较低
D型联锁软体排	整体性好、适应河床变形能力强,保沙性好;边缘变形过大时,易破坏	对预制要求较高	一般

三维加筋网垫的特点为:质地疏松、柔韧、网垫具有合适的高度和空间;消能作用明显、固土性能优良、促进泥沙落淤,环保性较好,有利于植被生长改善滩面生态环境;适应小规模变形、

抗拉强度高、整体性好;造价相对较低。结构轻型化的特点主要适用于缓流区。

工程区域河床地质主要为粉细砂,易冲刷且影响结构的稳定及安全,因此护底保沙、防冲尤

其重要, 同时砂质河床易冲刷变形, 所选结构应适应河床变形, 另外经济性也较为重要。

综合考虑, 施工水位以上缓流且地形平坦区域采用三维加筋网垫进行护滩; 施工水位以下部分采用D型联锁软体排和混凝土联锁软体排进行护滩(底), 排上抛石厚0.8 m, 边缘抛石厚1.0 m。见图3、4。



图3 三维加筋网垫



图4 边滩护岸结构

### 3.2 三维加筋网垫的适应性及生态效果

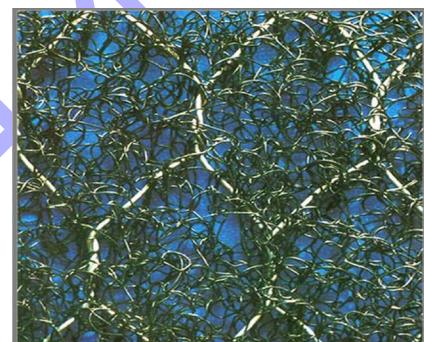
李家洲边滩的滩面地势平坦、流速缓。表层为较厚的淤泥质粉质黏土, 以软塑状为主, 部分流塑状, 具有高含水率、高孔隙比、低渗透性、较高灵敏度、低强度、高压缩性和流变性等工程性质。

陆上护坡结构应尽量避免对已稳定滩面开挖破坏, 引起的土质蠕变和流变等不利影响。尽量减少护面荷载和不均匀沉降。

党的十八大以来, 生态文明思想已成为全社会共识, 设计中将工程的功能性、生态性、景观性融为一体, 在保障护岸安全稳定的基础上, 满足水土交融、植物生长的要求。尽量维

持河岸线的天然状态, 宜缓则缓, 选择有利于生态环境塑造的结构及材料, 结合工程布置的空间形态和界面, 形成富于变化的滨岸带, 营造优美环境。

三维加筋网垫是一种具有较好分离、排水、过滤以及加固功能的新型土工材料, 由经特殊挤压成M形的纵向全断面排水通道的三维聚丙烯网垫, 与经热处理的两层针刺无纺土工布通过热黏合形成。具有较高抗压屈服强度和较大通水量、良好的抗侵蚀性和防冲刷性能, 更好地保证了易受冲刷破坏表层土壤的稳定性, 及时为植被的根系提供永久加筋作用, 加速植被的生长和根系发育。与传统反滤层相比具有运输方便、施工便捷、施工质量易控制等特点, 见图5。



a) 结构



b) 效果

图5 三维加筋网垫

三维加筋网垫可减少滩面开挖破坏后引起的土质蠕变和流变, 且减少土方开挖量、护面结构荷载和不均匀沉降, 有利于水土保持, 减少弃土占地。

#### 4 生态护坡效果及优化

三维加筋网垫对自然生态、水流环境影响小,透水性好,可促进泥沙落淤,有利于植被生长改善滩面生态环境,具有生态修复功能;大大减少了滩面的土方开挖,有利于水土保持。护岸三维网垫外的高滩滩面以上播撒狗牙根草籽绿化,使护坡部分与周边的环境尽快融为一体,恢复并提高植被的生态效应和绿化效果<sup>[7]</sup>。见图 6。



a) 整治前



b) 整治后

图 6 边滩整治前后效果

李家洲边滩头部的稳定性是工程效果能否发挥的关键。2018—2020 年两届枯水期滩面出露后,三维加筋网垫护面区域微淤,地形整体稳定,三维加筋网垫起到了良好的守护作用。由于三维加筋网垫属于轻型结构,易受到船舶等人类活动的破坏。因此,在三维加筋网垫的基础上须与其他措施相结合增强其守护作用。如在三维加筋网垫区域设透水框架带增强防护,利用三维加筋网垫的透孔性适当种植芦苇等水生植物,可降低三维加筋网垫被破坏的风险,增强其守护作用,兼具生态环保功能。

#### 5 结语

1) 李家洲边滩滩面地势平坦、滩面流速缓、出露时间短,表层为 3~9 m 厚的淤泥质粉质黏土,以软塑状为主,部分流塑状,具有高含水率、高孔隙比、低渗透性、较高灵敏度、低强度、高压缩性、流变性等工程性质。陆上滩面防护选择三维加筋网垫,其透水性好、可促进泥沙落淤,有利于植被生长,改善滩面生态环境。三维加筋网垫外的高滩滩面以上进行撒草籽绿化,恢复并提高植被的生态效应和绿化效果。

2) 在李家洲边滩护岸工程陆上护坡滩面结构设计中,充分考虑水位和不良地质的影响,选择合适的结构形式,减少水位对施工作业天数的影响。大大减少了滩面的土方开挖,有利于水土保持,对自然生态、水流环境影响较小,具有生态修复功能,整体生态效果良好。稳定了当前滩槽格局,防止航道条件向不利方向发展。

#### 参考文献:

- [1] 交通运输部. 长江干线航道总体规划纲要[R]. 北京: 交通运输部, 2009.
- [2] 国家发展和改革委员会综合运输研究所. 长江宜昌至安庆段航道整治模型试验研究成果总报告[R]. 北京: 国家发展和改革委员会综合运输研究所, 2015.
- [3] 长江航道规划设计研究院. 长江中游蕲春水道航道整治工程工程可行性研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2016.
- [4] 长江航道规划设计研究院. 长江中游蕲春水道航道整治工程工程初步设计报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2017.
- [5] 《工程地质手册》编委会. 工程地质手册[M]. 5 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [6] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司. 水运工程岩土勘察规范: JTS 133—2013 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [7] 长江航道规划设计研究院. 长江中游蕲春水道航道整治工程效果分析报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2021.

(本文编辑 赵娟)