

# 三峡库区上洛碛河段消落期维护疏浚方案

苏丽, 王涛, 刘陈, 解中柱  
(长江重庆航运工程勘察设计院, 重庆 401147)

**摘要:** 受三峡水库 175 m 试验性蓄水影响, 三峡库区上洛碛河段发生泥沙累积性淤积, 泥沙主要落淤在河段深槽及边滩, 淤积量不大, 但上洛碛河段在消落期航道尺度富余不大, 边滩少量泥沙淤积也能恶化该处航道条件。利用实测地形资料, 对 2011—2012 年度上洛碛河段航道条件变化进行分析, 并提出消落期相应的航道维护方案。

**关键词:** 三峡库区; 泥沙淤积; 航道条件; 消落期; 维护方案

中图分类号: U 611

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)07-0158-07

## Maintenance dredging scheme of Shangluoqi reach in falling stage of Three Gorges Reservoir

SU Li, WANG Tao, LIU Chen, XIE Zhong-zhu

(Changjiang Chongqing Harbor and Waterway Engineering Investigation and Design Institute, Chongqing 401147, China)

**Abstract:** After the 175 m trial impoundment of the Three Gorges Reservoir, cumulative siltation occurred in Shangluoqi reach in Three Gorges Reservoir area, with a small amount and mainly in the deep channel and beach. Since channel scale margin of Shangluoqi reach in the fluctuating period is not large, a little amount of sediment deposition can worsen the channel conditions. This paper analyzes channel condition changes of Shangluoqi reach during 2011—2012 using measured terrain data, and puts forward the maintenance dredging scheme of Shangluoqi reach in the falling stage of the Three Gorges Reservoir.

**Keywords:** Three Gorges Reservoir; sediment deposition; channel condition; falling stage; maintenance scheme

2010年10月, 三峡水库首次蓄水至 175 m (吴淞高程), 回水末端到达江津红花碛。三峡水库蓄水大大改善了库区航运环境, 促进长江航道船舶大型化、标准化、系列化, 提高了长江水路运输效率, 带动沿江经济带的发展。在三峡工程发挥巨大效益的同时, 在特定时段、局部区段出现泥沙淤积造成碍航, 其中变动回水区中下段(李渡—重庆段), 处于汛期受坝前水位和上游来水交替影响的区段, 主要淤积物为颗粒较大的卵砾石, 淤积速度相对较缓, 但因淤积物颗粒较大, 且汛后三峡蓄水提前, 冲刷力度减弱, 而消落期亦不能完全冲刷淤积的泥沙, 造成淤积不断发展, 消落期出现碍航<sup>[1-7]</sup>。因此有必要对消落期出浅碍航

的滩段进行维护方案研究, 保障消落期库区航道畅通。

### 1 河段概况

上洛碛位于三峡水库变动回水区长寿至铜锣峡河段, 长江上游航道里程 604.5~606.5 km, 紧邻洛碛镇。上洛碛上游是南坪坝, 长约 3 km, 宽 0.8 km, 坝顶高程 180 m, 位于江中偏右岸, 它将河道分为左右两槽, 右槽较顺直, 河底高程较高, 在流量达 15 000 m<sup>3</sup>/s 时, 才有少量分流; 左槽受南坪坝和下游上洛碛的夹逼作用, 平面形态较为弯曲。河段中部上洛碛附近, 河道微弯, 碛翅突出江心, 伸向右岸, 与右岸褙褙石、野鸭梁等礁

石形成浅窄弯槽, 为枯水期著名的弯浅险槽。河段下游打柳沱至洛碛镇段, 河道窄深, 为深槽急流河段, 其右岸河道边滩较窄, 主要为基岩组成, 时有大石盘突出, 河道靠右岸一侧江心分布有上下迎春石等石梁或者石盘。这些石梁、石盘的存在不但使得水流紊乱, 同时也造成船舶出浅。

为解决三峡工程施工期 156 m 蓄水期碍航问题, 同时兼顾改善 135 m 蓄水期和天然状态下的

航行条件, 2001 年 11 月—2002 年 5 月疏浚左岸的上洛碛碛翅, 在右岸布置整治建筑物 4 座, 整治水位约为 156 m 蓄水期设计最低通航水位上 2 m。整治后, 原航槽浅区水深增至 3 m 以上, 航宽达 80 m, 弯曲半径达 900 m, 流态得到较大改善, 消除了原天然情况下航道弯、窄、浅的碍航问题, 达到了预期的整治效果。上洛碛河段河势及典型断面布置见图 1。

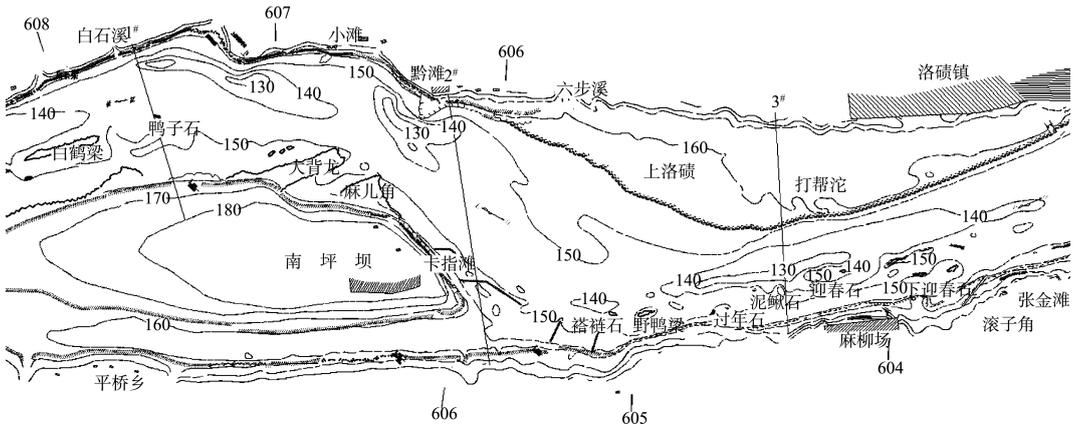


图 1 上洛碛河段河势及典型断面布置

## 2 175 m 试验性蓄水以来河床演变

### 2.1 水道总体淤积情况

#### 2.1.1 受三峡蓄水影响以来冲淤变化

洛碛水道在 2006 年 9 月三峡 156 m 蓄水后, 开始受坝前水位影响。对比 2012 年 11 月与 2007 年 12 月测图(图 2、表 1), 泥沙主要落淤在十指滩、上洛碛边滩和右侧深槽、下洛碛边滩, 其中十指滩泥沙淤积厚度 3 m, 上洛碛边滩淤积厚度 1 m,

在洛碛镇附近淤积厚度 8.6 m, 下洛碛边滩淤积厚度 2 m, 中挡坝碛脑淤积厚度 3 m, 过年石礁石群深槽处泥沙淤积厚度达到 4.6 m, 打柳沱出现深度 7 m 的冲刷(实地调研为采砂所致)。整体来看, 上洛碛边滩和右侧深槽的泥沙淤积位于主航道内, 可能会影响船舶航行, 其余部位泥沙淤积目前暂不影响通航。

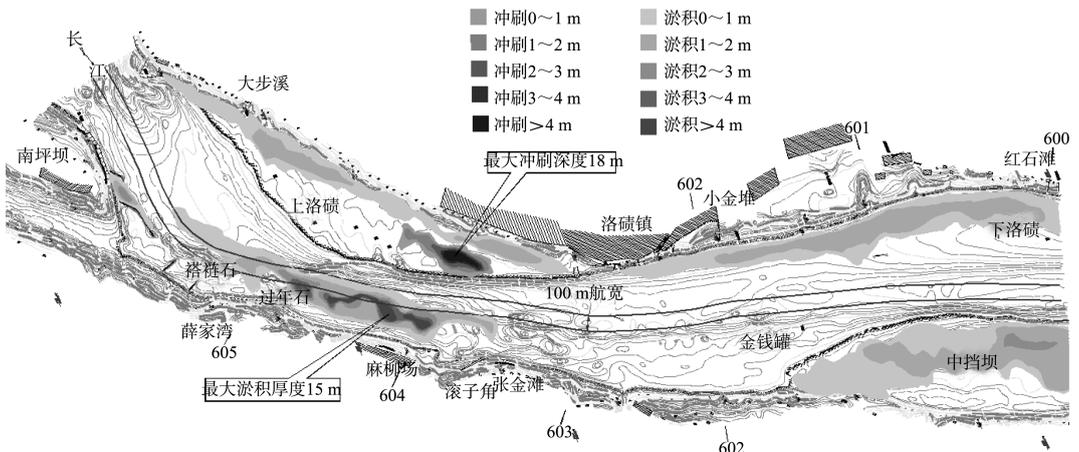


图 2 2007-12—2012-11 洛碛河段冲淤变化

表1 2007-12—2012-11 洛碛河段淤积参数

时间	位置	长度/m	宽度/m	最大淤积厚度/m	面积/万 m <sup>2</sup>	淤积量/万 m <sup>3</sup>	总淤积量/万 m <sup>3</sup>
2007-12—2012-11	上洛碛	2 803	161	8.6	25.2	72.2	156.69
	下洛碛	2 696	199	2.0	35.3	23.5	
	中挡坝碛脑	819	380	3.0	20.2	21.5	
	上洛碛右侧深槽	1 326	200	4.6	24.4	37.4	
	十指滩	201	96	3.3	1.9	2.1	
2011-11—2012-11	上洛碛	2 924	640	1.0	128.0	25.6	148.20
	上洛碛右侧深槽	2 700	380	8.0	126.7	81.5	
	下洛碛	2 544	467	1.0	123.3	41.1	

### 2.1.2 年内冲淤变化

对比2011年11月与2012年11月地形看出(图3、表1), 经历2012年大洪水之后, 洛碛河段地形发生了较为明显的变化, 整个上下洛碛均出现淤积,

其中淤积比较明显的区域主要集中在裕綫石、野鸭梁、过年石、泥鳅石、迎春石深槽、泥怨溪等部位。其中迎春石深槽区最大淤积厚度达到了8 m, 上洛碛边滩淤积厚度1 m, 下洛碛边滩淤积厚度1 m。

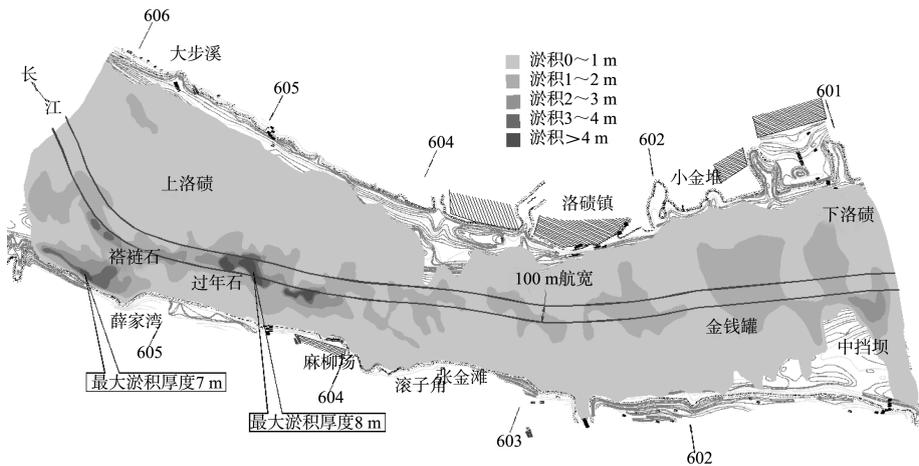


图3 2011-11—2012-11 洛碛河段冲淤变化

从上述分析看出, 洛碛河段在三峡水库试验性蓄水以来出现累积性淤积, 淤积主要发生在边滩近岸一侧及深槽, 航道中关键部位年际间地形变化相对较小, 但年内冲淤变化受当年水沙变化影响比较明显, 如: 2011年系小水少沙年, 洛碛河段整体淤积量不大, 仅在局部区域出现淤积; 2012年是丰水丰沙年, 洛碛河段整体出现淤积, 淤积几乎覆盖整个河段, 河段普遍出现0.5 m以上的淤积。总体来看, 上洛碛和下洛碛边滩累积性淤积相对常年回水区发展慢, 碛翅边滩的淤积基本在1~2 m, 但对低水位期航道富余水深不大的上洛碛河段而言, 易对船舶航行产生明显影响。

### 2.2 滩槽变化

边滩的变化主要集中在上洛碛碛翅。从4 m等深线变化来看(图4), 洛碛水道4 m等深线变化最大的区域出现在上洛碛边滩、迎春石礁石区深槽及下洛碛碛脑处。2007—2011年, 上洛碛碛翅表现为冲刷, 主航道拓宽, 2011年11月—2012年11月主要表现为淤积, 碛翅向主航道方向最大推进约129 m, 对航道条件造成影响; 迎春石礁石群造成水流流态紊乱, 该处表现为冲淤交替; 下洛碛4 m等深线变化最大的区域位于碛脑, 总体表现为淤积, 2007—2012年边滩向河心方向推进约70 m, 压缩主航道。

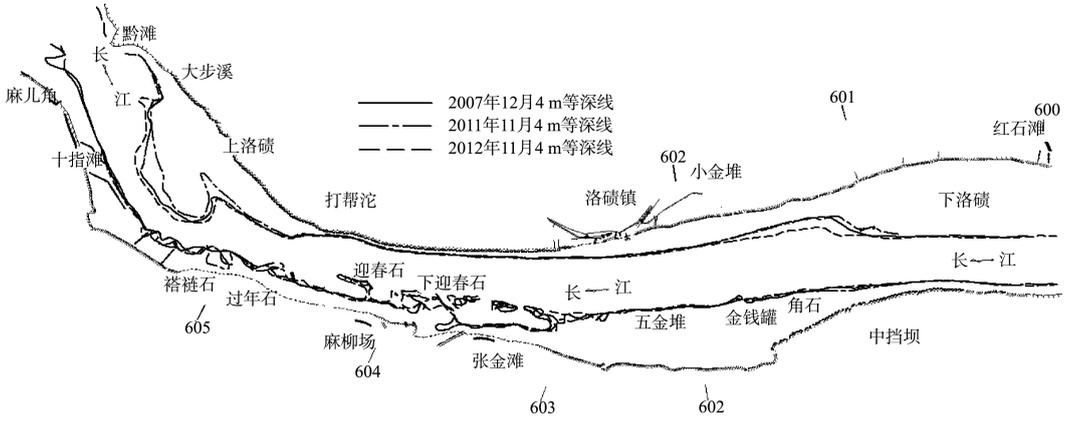


图4 洛碛水道4m等深线变化

### 2.3 横断面变化

为分析三峡蓄水后洛碛河段的冲淤变化,在上洛碛河段布置了3个典型断面进行分析(图1、5),总体来讲三峡蓄水以来上洛碛河段各典型横断面冲淤变化不大。1#断面布置在南屏坝左侧,三峡蓄水以来该断面冲淤变化不大,仅在南坪坝碛翅有少许淤积,2012年11月较2007年12月淤积约1.2m。2#断面布置在上洛碛与南坪坝的过渡段,位于南屏坝坝尾外,从断面变化看,冲淤集中在十指滩整治建筑物左右两侧,淤积厚度约2.8m,河床高程从149m淤积至152m。3#断面布置在上洛碛碛翅及过年石礁石区,该断面整体冲淤变化不大,但在上洛碛碛坝左岸一侧出现泥沙淤积,淤积厚度1m,河床高程从160.5m淤积至161.5m。

### 3 碍航特性

洛碛河段在三峡水库试验性蓄水以来,存在一定累积性淤积<sup>[8-10]</sup>,但淤积部位和淤积量均不大,年内冲淤变化主要受当年水沙特征影响,主要表现为丰水丰沙淤积明显,枯水少沙淤积减缓甚至出现冲刷。虽然河段累积性淤积量不大,但上洛碛在消落期航道尺度富余不大,少量淤积也能恶化该处航道条件。

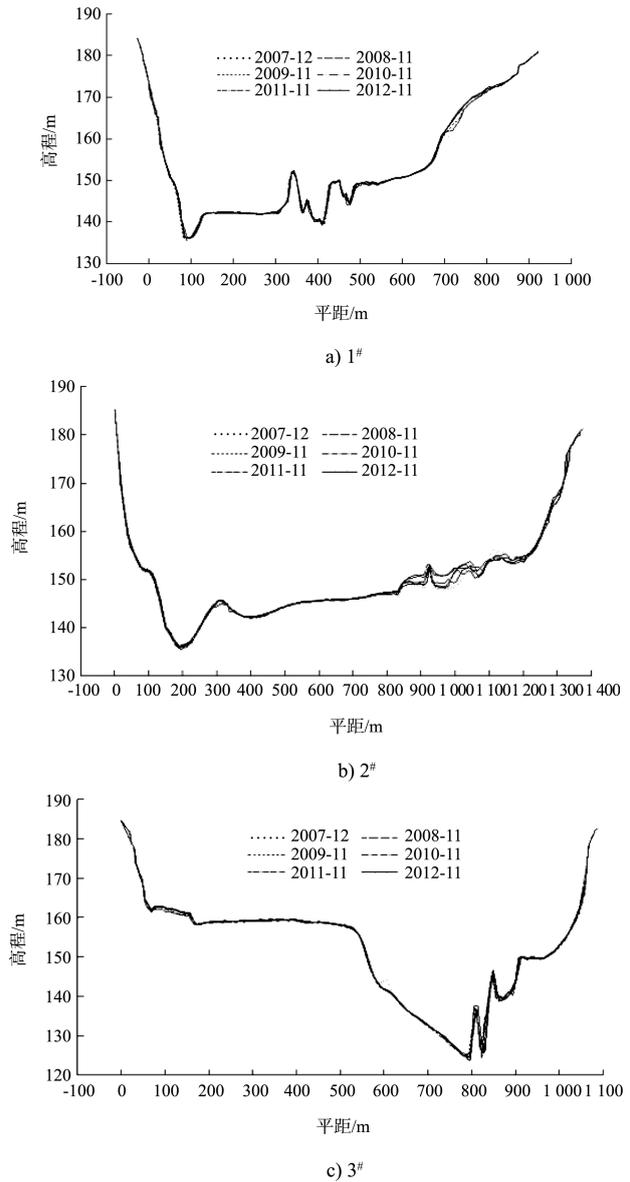


图5 洛碛河段典型横断面变化

上洛碛与上游南坪坝相连，之间属于过渡段浅区。从年内变化看，上洛碛伸入主航道过渡段浅区有所淤积，关键部位如上洛碛与礁石区出现累积性淤积。根据最新测图可知(图6)，目前上洛碛边滩逐渐淤积，向主航道推进，导致航槽内水深减小；边滩推进使得航道更加弯曲，上洛碛在低水位期航道弯曲半径仅为800 m左右；航道边界右侧有褙鞋石、野鸭梁等礁石，低水位期流态坏，船舶不宜靠近，使得目前主航道有效航宽已经不足100 m，已不满足现行最小航道维护尺度(3.5 m×100 m×800 m)。

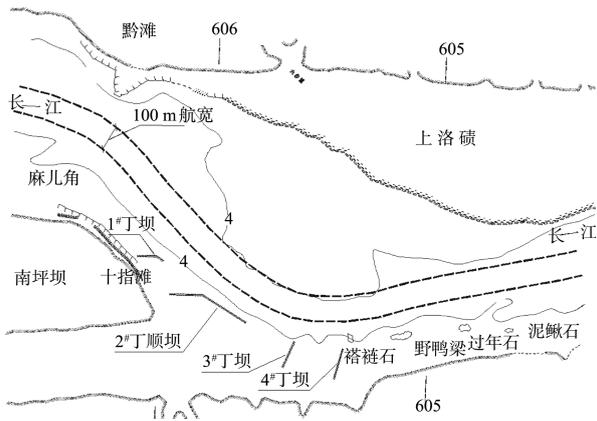


图6 上洛碛河段航道条件

#### 4 上洛碛河段消落期维护方案

鉴于泥沙淤积导致上洛碛河段航道尺度不满足最小维护尺度，为了缓解消落期碍航情况，避免由于航道水浅、弯曲，以及航道右侧边界靠近礁石影响船舶安全航行，建议对上洛碛碛翅实施维护性疏浚措施<sup>[11-13]</sup>。

##### 4.1 维护疏浚方案设计

根据上洛碛主航道特征进行挖槽平面布置，由于受南坪坝及上洛碛边滩的夹逼作用，航道弯曲、航宽不足，为改善现行航道弯曲及航宽不足的局面，切除上洛碛深入主航道的碛翅部分，增加有效航宽和水深。为减小疏浚工程量，航槽尽量向右侧布置，但右侧有褙鞋石、野鸭梁等礁石影响，流态坏，船舶不宜靠近，航槽稍向左侧偏移，切除上洛碛深入主航道的碛翅部分，增大南坪坝与上洛碛之间的弯曲半径，增大上洛碛河段水深，改善该段航道条件。选择抛卸区的原则是：避免航道回淤，尽可能减少对环境及生态的影响，投资省。根据洛碛河段的具体情况将抛泥区选在下游中档坝碛脑，中档坝碛脑位于上洛碛下游约4 km处，不会造成疏浚区的回淤；由于抛泥区没有位于主航道及主流方向，对船舶航行不会产生影响。挖槽平面布置见图7。

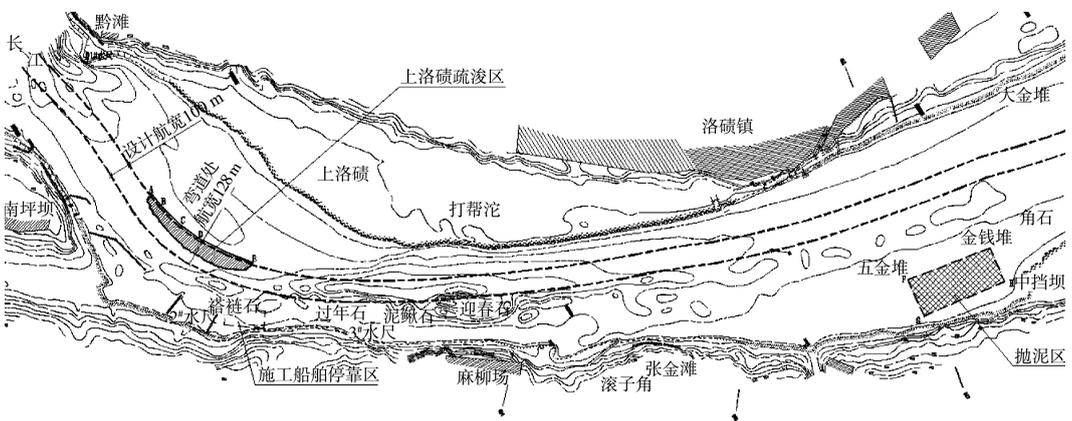


图7 挖槽平面布置

##### 4.2 施工工期安排

为缓解低水位期疏浚施工引起的通航矛盾，建议在高水位期提前施工，航道宽阔，航道布置有调整的空间。上洛碛施工水位应在设计最低通航水位10 m(163.1 m)以上，上洛碛附近有麻柳

嘴水位站，分析其水位变化分析，洛碛河段水位在11月至次年3月下旬均能保持在此水位以上，考虑到施工效率和施工机械挖深，上洛碛施工宜安排在2月上旬至3月下旬(图8)。

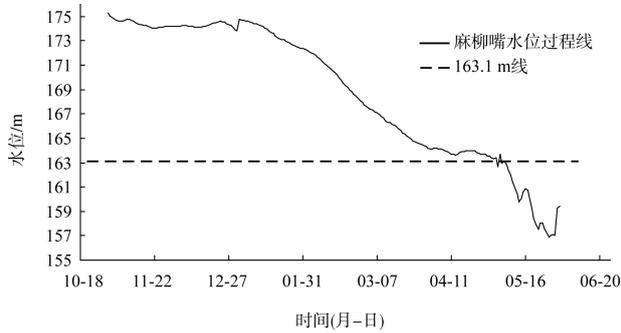


图8 麻柳嘴水位过程线

### 4.3 施工期航道布置

根据实测地形资料,上洛碛疏浚区左侧在高位期水深和航宽满足通航需求,因此施工期航道布置在疏浚区左侧上洛碛坝靠岸一侧,上下行船舶沿上洛碛航行,航道布置见图9。

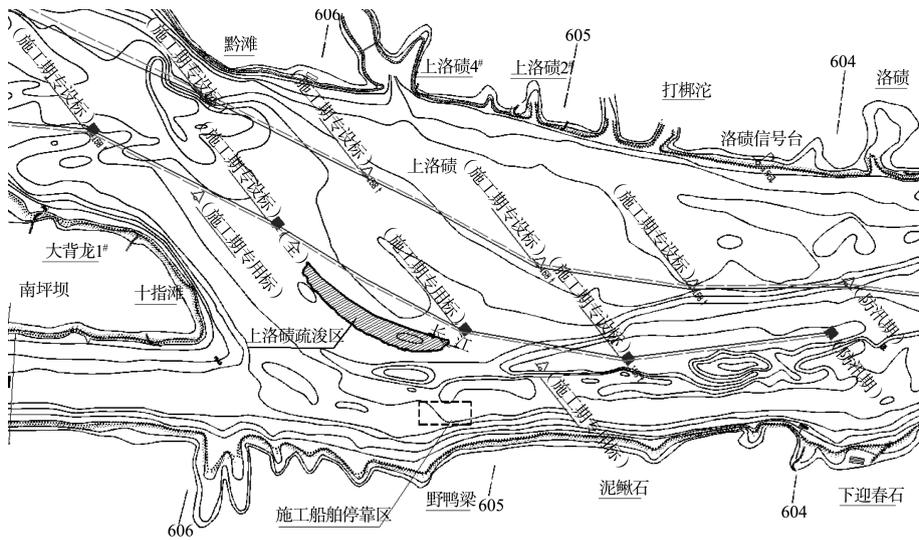


图9 上洛碛疏浚施工期航道布置

根据核查结果,对碍航严重、航道条件差的滩险优先组织实施,将有限资金和设备应用在航道最困难的滩段,保障当年消落期航道畅通。

3) 适当增大挖槽区水深,利于卵石输移,达到事半功倍的效果。维护疏浚设计水深按照最低维护尺度,但在实际施工过程中,应当维护单位要求,一般挖深大于设计水深,根据实施后泥沙回淤情况看,卵石能够有效输移,遗留在主航道的泥沙相对较少,挖槽效果持续时间相对延长。

## 5 结语

1) 航道内泥沙经过水流作用,从上游逐渐输移至下游,虽然近年上游来沙逐渐减小,但仍有泥沙进入库区河段,造成库区河段河床发生变化,对航道条件造成影响,因此每年均需要对泥沙淤积对通航造成影响的河段实施维护性疏浚。

2) 三峡水库变动回水区存在众多浅滩河段,消落期航道航宽窄、水深浅,船舶航行十分困难,航道维护难度大,限于目前年度航道原型观测仪对重点滩险进行监测分析,并不能完全覆盖库区所有淤积区和碍航浅区,因此开展航道维护性疏浚工作前,通过对航道维护单位和航运企业进行调研,了解库区航道重点碍航滩险演变情况,通过前期原型观测的手段,对航道条件进行核查,

## 参考文献:

- [1] 钱宁,张仁,周志德.河床演变学[M].北京:科学出版社,1987.
- [2] 水利电力部科学技术司.三峡工程泥沙问题研究成果汇编(160-180米蓄水位方案)[R].北京:水利电力部科学技术司,1988.
- [3] 武汉大学,长江航道规划设计研究院.长江三峡工程航道泥沙原型观测2003—2008年度总结报告[R].武汉:武汉大学,长江航道规划设计研究院,2009.
- [4] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测2008—2009年

度分析报告[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2009.

[5] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2009—2010 年度分析报告[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2010.

[6] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2010—2011 年度分析报告[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2011.

[7] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2011—2012 年度分析报告[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2012.

[8] 长江水利委员会水文局.2007 年度三峡工程库区涪陵河段河床演变分析[R].武汉:长江水利委员会水文局,2008.

[9] 长江水利委员会水文局.2012 年汛前三峡水库库尾减淤调度试验观测简报[R].武汉:长江水利委员会水文局,2012.

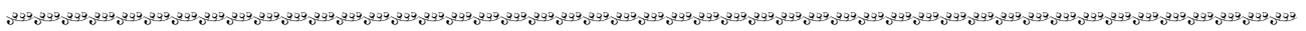
[10] 长江水利委员会水文局.三峡水库蓄水运用以来水库淤积及坝下游河床冲刷观测成果简要介绍[R].武汉:长江水利委员会水文局,2012.

[11] 长江航道局.川江航道整治[M].北京:人民交通出版社,1997.

[12] 长江重庆航运工程勘察设计院.三峡水库变动回水区航道维护性疏浚技术方案[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2012.

[13] 中华人民共和国交通部.航道整治工程技术规范[M].北京:人民交通出版社,2004.

(本文编辑 郭雪珍)



(上接第 136 页)

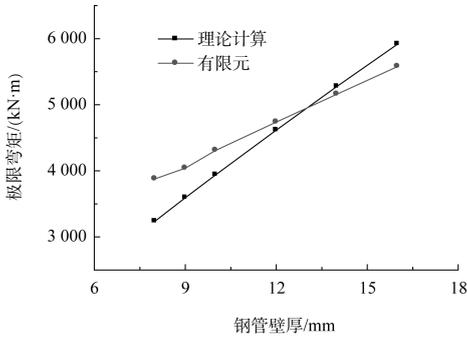


图 5 不同钢管壁厚下 TSC 管桩极限弯矩

从图中可以看出, TSC 管桩总壁厚不变, 改变钢管厚度, TSC 管桩的极限弯矩发生变化。有限元模拟结果与规范<sup>[7]</sup>给出的极限弯矩变化趋势也相同, 即随着钢管厚度的增大, 极限弯矩基本呈线性增长。通过结果对比验证了本文建立的有限元模型的适用性。

### 3 结论

1) 模型考虑了材料非线性, 钢管采用理想弹性本构模型, 混凝土采用规范推荐的应力应变曲线, 较好地反映了 TSC 管桩受弯破坏的过程, 是 TSC 管桩性能研究的有力工具。

2) 改变钢管壁厚的计算结果显示, 极限弯矩随着钢管厚度的增大基本呈线性增长。

### 参考文献:

[1] 卢浪.TSC 桩在宝钢 1 880 mm 热轧带钢工程中的应用[J].上海建设科技, 2006(1): 42-43.

[2] 杨俊伟.TSC 桩在天钢连铸主厂房工程中的应用[J].建筑, 2010(1): 51-52.

[3] 李国强.薄壁钢管离心混凝土管桩研发成功[N].建筑时报, 2007-6-28(007).

[4] 袁伟斌, 金伟良.离心钢管混凝土弯扭构件试验研究与理论分析[J].浙江大学学报: 自然科学版, 2008, 42(1): 116-121.

[5] 于清, 陶忠, 陈志波, 等.钢管约束混凝土纯弯构件抗弯力学性能研究[J].工程力学, 2008, 25(3): 187-193.

[6] 张洁, 王其标, 叶喆宏, 等.组合式预应力 TSC 桩的抗弯性能研究[J].水运工程, 2015(10): 168-172.

[7] JG/T 272—2010 预制高强混凝土薄壁钢管桩[S].

[8] GB 13476—2009 先张法预应力混凝土管桩[S].

[9] GB 50010—2010 混凝土结构设计规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)