



长江上游天然河段养护疏浚施工方式分析

马李伟, 贺 勇, 陈 咏

(长江重庆航道工程局, 重庆 400011)

摘要: 长江重庆江津至宜宾河段以滩多、流急、流态紊乱著称, 三峡工程蓄水运行以来该段不受回水影响呈现山区天然河流特征, 因浅滩众多, 每年均需要进行养护疏浚才能保障航道畅通。对于兼具“弯、窄、险、急”特征的滩险, 在枯水期进行疏浚时, 施工难度较大, 过往船舶航行困难, 施工船舶自身安全隐患大, 施工与通航矛盾突出, 因此在实施养护工作中采用提前疏浚、着重缓解施工与通航矛盾等手段进行施工。对近年航道养护实施情况进行总结, 为今后长江上游航道养护疏浚工作提供参考。

关键词: 长江上游; 提前疏浚; 施工与通航的矛盾

中图分类号: U 617

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)10-0204-05

Maintenance and dredging methods of natural rivers in upper Yangtze River

MA Li-wei, HE Yong, CHEN Yong

(Changjiang Chongqing Waterway Engineering Bureau, Chongqing 400011, China)

Abstract: In upper Yangtze River between Chongqing and Yibin, there are many reaches of shoal & rapids and flow disorder, which is not affected by the back water and has the mountain natural river characteristics since the regulation of Three Gorges Reservoir. There are many shoals, and it needs maintenance and dredging every year to keep the channel safe and unblocked. It is difficult to dredge and sail in the dry season, and it is dangerous for the construction ship, so there is an obvious contradiction between dredging and navigation. Therefore the means of dredging in advance and easing the contradiction between construction and navigation is taken during the maintenance. This paper concludes the experience about maintenance dredging for many years to serve as reference for the future.

Keywords: upper Yangtze River; dredging in advance; contradiction between dredging and navigation

近年, 随着长江航道维护等级的提高, 长江上游航道养护疏浚呈现“点多、线长”(即需要疏浚的滩险多、养护疏浚的里程长)的发展趋势, 施工期集中在枯水期, 航道窄, 施工与通航矛盾突出, 需要禁航施工, 施工效率低, 施工工期紧张。电子航道运行后, 要求随淤随清, 及时对淤积滩险进行疏浚, 在有限的船舶设备和人员情况下, 进一步加大了养护疏浚的工作量和难度。本文对长江上游近几年的航道养护工作进行总结分析, 根据滩险淤积特点, 提出如何选择合理的养

护疏浚方式, 提高施工效率, 缓解施工与通航的矛盾, 保障航道安全畅通, 确保疏浚过程中船舶安全通行和安全施工。

1 滩险冲淤特点

江津以上不受三峡工程蓄水影响, 仍保持天然河段的特点, 河段内淤积滩险主要体现为洪淤枯冲^[1], 每年 7—9 月随着来水来沙增加, 主要滩险开始淤积, 10 月后, 随着来水减少, 水位开始消落, 洪水期淤积的泥沙逐渐被冲刷带走。表 1

收稿日期: 2015-01-27

作者简介: 马李伟 (1983—) 男, 硕士, 一级建造师, 从事航道养护管理工作。

列举了近年来养护的几个重点滩险淤积情况, 以红灯碛为例, 对比 2014 年 10 月和 4 月测图。该滩险洪水期在上口干对窝对面出现了明显的淤积, 最小航宽在枯水期达不到航道尺度要求, 随着水位下降, 航道变得弯曲狭窄、流速快, 船舶上行困难, 下行操作不易 (图 1)。另外, 近年来, 受上游向家坝、溪洛渡水利枢纽蓄水影响, 下泄流

量减少, 冲刷力度不够, 同时, 近年上游采砂^[2]现象严重, 对河势影响较大, 造成河段过流宽度增大、过水面积增加, 进一步减少了冲刷的力度, 淤积泥沙在枯水期难以被冲刷带走, 航道水深不够, 必须通过养护疏浚才能保障安全畅通。同样, 香炉滩受采砂影响, 下口较采砂前河道变宽、水流变缓, 泥沙淤积严重 (图 2)。

表 1 长江上游重点滩险淤积情况

水道	最窄 3 m 等深线宽度/m		淤积情况
	4 月	10 月	
井口水道红灯碛	90	58	S 型河段的上下连接位置 3 m 线均向航槽内出现了淤积, 使得航道变得进一步弯曲
井口水道风簸碛	68	50	该滩险水道上口和下口均出现不同程度淤积, 尤其是下口, 3 m 等深线向航槽内淤积近 30 m
小米滩水道小米滩	>100	>100	该滩是过渡段浅滩, 汛后, 上段浅滩向下淤积发展约 50 m, 下段浅滩由南向北发展 34 m
香炉滩水道余家湾	上口 96 下口 32	上口 58 下口 19	该水道上下口均出现较大的淤积, 上口 3 m 等深线两侧分别向航槽淤积近 20 m; 下口北侧 3 m 等深线向航槽淤积 13 m
叉鱼碛水道叉鱼碛	120	80	两侧 3 m 等深线向航槽内淤积了近 20 m

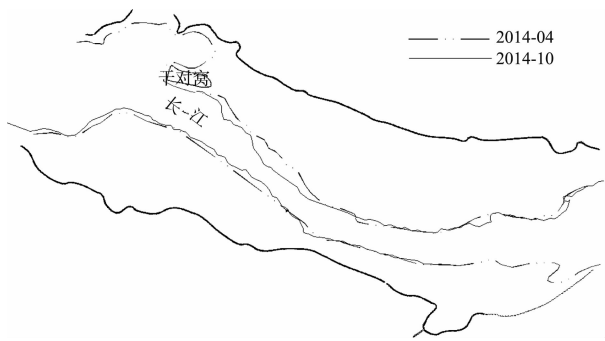


图 1 红灯碛冲淤变化

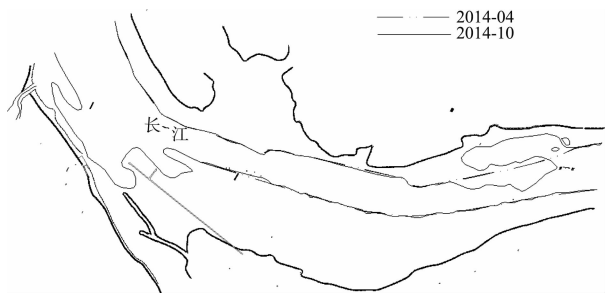


图 2 香炉滩采砂后淤积情况

2 养护过程

以 2013—2014 届枯水期航道养护疏浚井口水道红灯碛为例, 具体养护过程如下:

1) 航道养护管理单位 (长江宜宾航道局) 根

据 2013 年 11 月测图, 发现红灯碛淤积严重, 预计到枯水期将会出现碍航, 向航道养护施工单位 (长江重庆航道工程局) 提出需要进行航道养护疏浚的函, 并提供了养护疏浚方案。

2) 施工单位根据施工方案, 经过分析研究后决定采用禁航施工方式, 并立即组织编写施工组织设计, 组织船舶调遣等事宜。

3) 施工单位根据编写好的施工组织设计和施工方案, 到当地海事、航道部门办理施工通告、航行通电等相关施工手续。

4) 施工单位根据海事施工通告规定施工时间, 于 2014 年 1 月在井口水道定位并开始施工, 至 3 月份, 除下段受当地水位、流速、流态等影响施工难以进行外, 其余部分完成施工, 通过自检, 航道尺度基本满足要求, 与当地航道部门协调沟通后, 组织通过了验收, 施工船舶撤场。

3 存在的问题

表 2 和表 3 分别列举了近年几个重点养护浅滩水道碍航影响情况和养护工作情况。在施工过程中主要存在以下问题:

1) 施工期水位较低、有效航宽小、施工与通航矛盾突出。

近年航道养护疏浚开展时间集中在每年的 11 月底至次年 2 月, 水位低, 一般在航行基面 0.5 m 以下, 可供船舶航行的航道宽度小, 加之施工区域又位于主航槽内, 施工船舶要占用一部分主航道, 过往船舶通航安全得不到保证。

2) 上游航道条件复杂, 水位下降后, 过往船舶航行困难, 施工船舶自身施工安全隐患大。

长江上游以滩多、礁险、流急、水乱著称^[3], 航道条件极其复杂。在弯曲河段或分汊河段的急流滩中, 往往剪刀水或跌水下游紧跟着扫弯水, 产生强烈单向环流沿着凹岸滚动, 流态紊乱。上行船舶易被扫弯水带向岸边触礁或翻船, 上水船沿凸岸下游缓流而行时, 亦可能被泡漩推入扫弯水区而发生海损^[4-5]。如宜长江宜宾航道局辖区的红灯碛, 每年枯水季节, 当水位下降到航行基面

附近时, 流速大, 航道缩窄, 且进一步弯曲, 在 2014 年 1 月底进行养护疏浚时, 整个航道呈 S 型, 有效宽度不足 60 m, 弯曲半径不足 600 m, 流速达到 4 m/s 以上, 过往船舶航行十分困难, 施工过程中船舶安全隐患大。

3) 滩多线长, 养护工作量大; 施工时间集中, 工作强度大。

近年来, 需要养护疏浚的滩险均在 5 个以上, 且呈增长的趋势, 分布于整个长江上游干线上, 养护疏浚里程长。养护疏浚工作量从 2010 年的 13 万 m³ 逐步增加至 2014 年的 94 万 m³, 疏浚工作量大。疏浚时间集中在每年 10 月至次年 4 月, 时间集中, 而能够投入疏浚的挖泥船舶又有限, 每届枯水期一条挖泥船舶往往需要负责两个以上滩点的疏浚工作, 为完成施工任务, 保障航道畅通, 往往需要昼夜不停的施工 (除禁航时间外), 工作强度大, 人员疲惫, 给施工带来一定安全隐患。

表 2 长江上游典型滩险碍航影响

水道滩险	碍航情况	对过往船舶的影响	对施工的影响
井口水道 红灯碛	枯水期航道弯、浅、窄、流速大、流态乱	枯水期, 下行船舶需连续转弯, 受水流和航宽影响不易操作, 上行船舶受流速影响上行困难	枯水期施工受航宽影响, 要占用主航道, 需禁航施工; 流速大, 船舶自身安全有隐患; 受水深影响, 只能在靠航槽一侧挂靠泥驳, 施工效率低
井口水道 风簸碛	处在一急弯河段的弯曲顶点, 枯水期, 进口弯曲, 上下口航宽不足, 易出浅	枯水期, 航宽不足, 船舶易出浅	航宽不足, 施工期占用主航道, 需禁航施工, 施工效率低
小米滩水道 小米滩	枯水期, 上段向下淤积, 使得航道变得弯曲、狭窄, 且流速大	枯水期, 航道宽度不足, 且弯曲, 船舶航行困难	航道宽度不足, 施工期占用主航道, 需禁航施工, 施工效率低; 流速大, 施工船舶自身有一定安全隐患
香炉滩水道 余家湾	上口洪水期淤积的泥沙冲刷不够, 使得航道宽度不足, 且流速大; 下口受采砂等影响, 河道变宽, 泥沙易淤积, 航道宽度不足	上口在枯水期航道宽度不足, 且流速大, 上行船舶上行困难; 下口泥沙淤积, 枯水期航道宽度不足, 船舶易出浅	宽度不足, 施工期占用主航道, 需禁航施工, 施工效率低; 上口流速大, 施工船舶自身安全隐患大
叉鱼碛水道 叉鱼碛	上段叉鱼碛碛翅伸出河心较开, 枯水期缩窄航道, 流速较大; 下段左岸雷渡碛伸出江中较开, 与右岸白龙滩石梁相对, 束窄航槽	航道宽度不足, 且流速大, 下行船舶不易操作, 上行船舶行驶困难	宽度不足, 施工期占用主航道, 需禁航施工, 施工效率低; 流速大, 施工船舶自身安全隐患大

表 3 近年航道养护工作情况

年份	滩险数量/个	疏浚月份	工作量/万 m ³	投入挖泥船舶
2010	7	1—4、12	13. 162 8	长鹰 1、抓扬 13、抓扬 10、钢耙 301
2011	6	1—4、11、12	20. 232 4	长鹰 1、抓扬 13、抓扬 10、钢耙 301
2012	5	1—4、11、12	31. 750 0	长鹰 1、抓扬 13、抓扬 10
2013	10	1—6、10—12	70. 700 2	长鹰 1、长鹰 2、抓扬 10、抓扬 11、长狮 9、抓扬 13、钢耙 301
2014	12	1—4、10—12	94. 370 0	长鹰 1、长鹰 2、长鹰 5、长鹰 6、抓扬 10、抓扬 13、钢耙 301

4 采取的措施

为确保枯水期航道安全畅通、保障疏浚工作的顺利开展,在保障施工船舶自身安全的前提下,从缓解施工与通航的矛盾、提高施工效率的角度,主要采取以下措施。

4.1 禁航施工

长江上游重点滩险水道枯水期航道窄而弯曲、流速快,施工船舶需要占用主航槽。为保障通行船舶和施工船舶的安全、缓解施工与通航的矛盾,近年来上游的施工均采用禁航的方式,在每天船舶通行密集的时间通航,其余时间禁航施工。该施工方法是目前上游航道养护疏浚的主要方式。

其优点是缓解施工与通航的矛盾,船舶通行时施工船舶移到航槽以外,过往船舶行驶安全得到保障,施工时,无船舶通行,施工船舶自身安全不受过往船舶的影响。其缺点是:1)禁航与不禁航的频繁交替,施工船舶施工前后需要时间重新移船,加上通航本身占据的时间,一天有效施工时间短,施工效率受到影响;2)过往船舶通行只能集中在通航时间段,影响了过往船舶的正常通行;3)施工时间集中在枯水期内,受水深、流态等影响,施工船舶靠航道外一侧往往不能挂靠泥驳,只能采取单驳进行抛泥,施工效率受到限制;4)当水位已经下降到航行基面附近位置时,航道变得比较弯曲、狭窄,施工过程中已呈现一定的碍航。

4.2 间隙施工

考虑到上游船舶通行的时间比较集中,其余时间船舶较少,因此充分利用无船舶航行的时间,在保障安全的前提下,将施工船舶移至疏浚位置进行施工。其优点是施工不需要禁航,对过往船舶通行无影响。其缺点是:1)施工过程中需要频繁的移船让行,施工效率低,疏浚能力低;2)施工船舶应为自航船舶,保障能够及时避让过往的通行船舶。

该方法 2 个缺点决定了这种施工方式只能用于自航挖泥船舶对小范围淤积的应急疏浚,如近年来采用钢耙 301 对猪儿碛水道等进行的应急性疏耙。而大范围长时间的养护疏浚不宜采取这种方式。

4.3 中洪水期提前施工

长江上游一些兼具“弯、浅、险”特点的滩险,枯水期,流速大、航宽小、曲率半径小,滩险本身已呈现一定的碍航特性,过往船舶航行十分困难,采取临时性应急疏浚不能改变航道航行条件。以往采用禁航进行施工,在施工过程中,随着水位下降,流态更加紊乱,尤其是横流的影响,施工船舶方向不易控制,安全隐患十分突出。例如在 2013—2014 届上游枯水期航道养护疏浚对井口水道红灯碛进行疏浚的过程中,当施工进行到 2014 年 2—3 月时,水位已接近航行基面,挖泥船舶对下段航槽边缘进行疏浚时,受横流影响,船舶无法顺着主流方向摆放顺直、自身安全难以保障,施工根本无法开展,后来与航道管理部门沟通,立即停止了施工,靠调整航标艰难度过了该届枯水期。

针对这种滩险,提出利用中洪水期水位较高时提前疏浚,以保障航道安全畅通。2014 年 9 月,在水位较高时即开始对该滩未疏浚的部分进行了施工。在施工过程中,由于水位较高、可通航宽度大,仅通过调标就可将施工区域调整到航槽以外,施工过程中不需要禁航,很好地解决了施工与通航的矛盾,在枯水期来临前就顺利完成了施工,保障了枯水期航道的安全畅通。在白沙水道水师碛养护疏浚过程中,也采用了此方法,在中洪水期水位较高时,船舶走北槽,提前对南槽进行疏浚,水位下降后北槽不能通航时,船舶走南槽,再对北槽进行疏浚,整个过程不需要禁航,很好地解决了施工与通航的矛盾。

5 结论

1) 对一般的滩险在枯水期主要采用禁航的施工方式。但该方法施工期主要集中在水位较枯的时段,施工时航道已经存在一定的碍航情况,同时,由于施工过程中需要禁航,给过往船舶正常通行带来一定的影响。另外,施工过程中水位较低,且流速大、流态乱,施工难度大,施工存在安全隐患。因此,该方法对于一些兼具“弯、浅、险”特点的滩险不适宜。

2) 对于一些淤积范围较小或者人为因素引起突发性淤积(如采砂)、但碍航形势较为紧急的滩

险水道,可采用自航式疏耙船,采用不禁航的方式,利用过往船舶不通行的间隙进行应急性疏浚。

3) 对上游航道兼具“弯、浅、险、窄”的重点滩险,利用中洪水期水位较高的时间提前疏浚。该方法不但能够在枯水期来临前提前完成对碍航滩险的疏浚、提前解决碍航隐患、保障航道安全畅通,而且施工期水位较高,仅通过调标等方式就能将航槽调整到施工船舶以外,可采用非禁航施工方式,解决了施工与通航的矛盾。同时,由于提前施工,一定程度上缓解了枯水施工工期和船机设备的压力。

参考文献:

- [1] 吴丽华. 航道整治[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [2] 蔡其华. 长江河道采砂的管理与形势和对策[J]. 人民长江, 2006(10): 1-3.
- [3] 曾涛, 张文江, 张晓琴. 长江上游急流滩整治思路分析[J]. 水运工程, 2014(1): 128-133.
- [4] 傅华, 黄超. 川江青岩子滩航道整治方案及效果分析[J]. 水运工程, 2004(9): 35-37.
- [5] 蔡国正, 唐存本, 陈凡. 分汊型急流滩水力特性试验研究[J]. 水利水运科学研究, 1997(2): 95-103.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 195 页)

3 结语

所谓的经济流速,就是工程施工中工程成本(包括排泥设备磨损费用、安装修理费用、船机设备停滞费用等成本之总和)最低、工程项目利润最大的流速。

分析本工程现场记录发现,当流速为 6.0 ~ 6.5 m/s 时,施工船舶产量达到一个很高的值,但此时流速对排泥设备磨损极为严重,需更换一批水上、水下管线。管线成本、安装费用、安装过程中施工船舶停滞费用等,对工程经济效益的负面影响并不是高流速下额外增加的部分产量所能弥补的。当流速为 5.0 ~ 5.5 m/s 时,施工船舶产

量能达到一个较高的值,而此时对排泥设备磨损的也在一个合理的范围。因此,在亚黏土、中粗砂施工工况下,根据产量与排泥设备磨损之间的经济关系,确定本工程输送土方量的经济流速为 5.0 ~ 5.5 m/s。

参考文献:

- [1] JTS 181-5—2012 疏浚与吹填工程设计规范[S].
- [2] JTS 207—2012 疏浚与吹填工程施工规范[S].
- [3] 潘庆桑. 三峡工程泥沙问题研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.

(本文编辑 武亚庆)

(上接第 203 页)

4 结论

1) 进行了风化花岗岩力学指标标准贯入击数和施工参数相关性分析,建立了疏浚区域力学指标标准贯入击数和疏浚工艺参数经验性公式。

2) I、II 和 III 区标准贯入击数和疏浚生产率、绞刀消耗功率的经验公式回归系数均在 0.7 以上,表明绞吸挖泥船在疏浚挖掘过程中效率的高低受岩石力学性质的影响很大。疏浚施工中遇到类似的土质,可以利用经验公式来计算不同强度强风化花岗岩的施工参数,为疏浚施工投标决策、施工过程的管理控制提供技术支持。

3) 依据日照港区的疏浚生产率数据、疏浚区域风化花岗岩的分布和风化花岗岩的力学指标的相互关系,将疏浚区域花岗岩疏浚难易程度划分为 3 个等级,通过等值线图可以清晰地分辨疏浚区域风化花岗岩的可挖性质。

参考文献:

- [1] JTS 181-5—2012 疏浚与吹填工程设计规范[S].
- [2] 刘辉. 地基土标准贯入锤击数与物理力学参数关系探讨[J]. 路基工程, 2011(5): 62-65.

(本文编辑 郭雪珍)