



三峡常年库区万州关刀碛河段河床演变

张艾文, 张沁, 曹婷

(重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074)

摘要: 万州关刀碛河段宽窄相间, 为三峡常年库区典型代表河段。依据大量实测资料, 分析三峡水库蓄水后该河段河床演变情况。研究发现: 三峡常年库区河段并不是全河段淤积, 呈现“点”或“段”分散淤积分布特征; 泥沙淤积分布和淤积强度与河道形态存在着密切的关系, 淤积平面分布主要在宽阔河段、弯道凸岸下首、深槽等部位; 河道宽谷段淤积强度相对较大, 窄深段淤积强度较小, 甚至存在冲刷。

关键词: 常年库区; 泥沙淤积; 河道形态

中图分类号: TV 143; U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2017)01-0098-05

Riverbed evolution of the Wanzhou Guandaoqi reach in the area of the Three Gorges regular reservoir

ZHANG Ai-wen, ZHANG Qing, CAO Ting

(School of River & Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: The reach of Wanzhou Guandaoqi is wide alternating with narrow, which is the typical representative reach of the Three Gorges regular reservoir area. Based on the bulk of measurements, this paper analyzes the evolution of river bed since the impoundment of the Three Gorges reservoir. The result shows that the Three Gorges regular reservoir area is not the whole river siltation, but presents “point” or “segment” decentralized distribution of siltation. Channel geometry shares a close relationship with sedimentation accumulation distribution and siltation intensity, and siltation plane is mainly distributed in wide reaches, bend convex bank below, deep trough and other parts. Siltation intensity in river gully section is relatively large, but it is smaller and even scoured in small narrow section.

Keywords: regular reservoir area; sedimentation accumulation; channel geometry

三峡成库后, 库区河段泥沙淤积问题备受社会各界关注。三峡建库前, 许多科研单位和高校采用物模、数模等方法对三峡成库后库区河段泥沙变化进行了推演预测^[1-3], 包括淤积量、淤积部位、淤积形态、淤积速度等。目前, 三峡成库已十来年, 长江航道规划设计研究院、长江重庆航运工程勘察设计院、长江水利委员会水文局等单位利用历年库区原型观测数据, 对库区河段航道

泥沙进行了年度分析总结^[4]。

陈贤祎^[5]通过实测资料结合数值模拟定量预测三峡淤积过程、数量和规律。胡鹏等^[6]在分析三峡水库蓄水运行后库区观测资料的基础上, 采用数学模型对三峡水库成库初期库区的泥沙淤积的形态、条件及运动规律进行分析研究。代文良等^[7]根据 2007 年及多年所监测的来水来沙资料及河道观测资料, 对重庆主城区河段的泥沙冲淤变

收稿日期: 2016-04-22

作者简介: 张艾文 (1973—), 男, 讲师, 从事河流泥沙及环境工程方面的研究。

化规律进行初步分析。陈尚坡等^[8]深入分析了陆溪口河段的上下游河势关系以及影响因子之间的耦合作用, 认为可以将河道平面内的主流带位置作为影响河床演变的综合动力因子, 并利用特征流量的概念对主流带位置进行定量描述。

本文借助历年原始观测数据对万州关刀碛三峡典型常年库区河段进行河床演变分析, 以点带面, 分析常年库区河段泥沙冲淤情况。在探讨河段上下游水道演变关系的基础上, 寻找该河段的演变特性, 以期为该河段航道等级的提升提供支持。

1 河段概况

研究河段上起黄岭咀, 下至媳妇面, 全长约 11 km, 该河段属山区性河流, 河槽单一, 水域

较阔, 整个河段平面形态成连续微弯形状。研究河段中部的谭绍溪位于弯道凹岸一侧, 其对岸为关刀碛大碛坝, 坝面高程基本在 116 m 左右。三峡工程蓄水后, 水深大幅度增加, 原有的大部分石梁、石盘被淹没, 该段及上游河宽一般在 1 000 m 及以上, 关刀碛-谭绍溪断面最宽可达 1 500 m。研究河段下游, 受两岸岩石制约, 河宽相对较少, 一般在 750 m 左右, 最窄处万州长江大桥断面宽约 500 m, 其下游约 330 m 处河床地形高程最低, 约 16.5 m。天然情况下, 研究河段最低通航水位约 100.3 m, 蓄水后最低通航水位约为 145.30 m。研究河段既有放宽段, 又有窄深段, 可作为常年库区典型代表河段。研究河段河势见图 1。

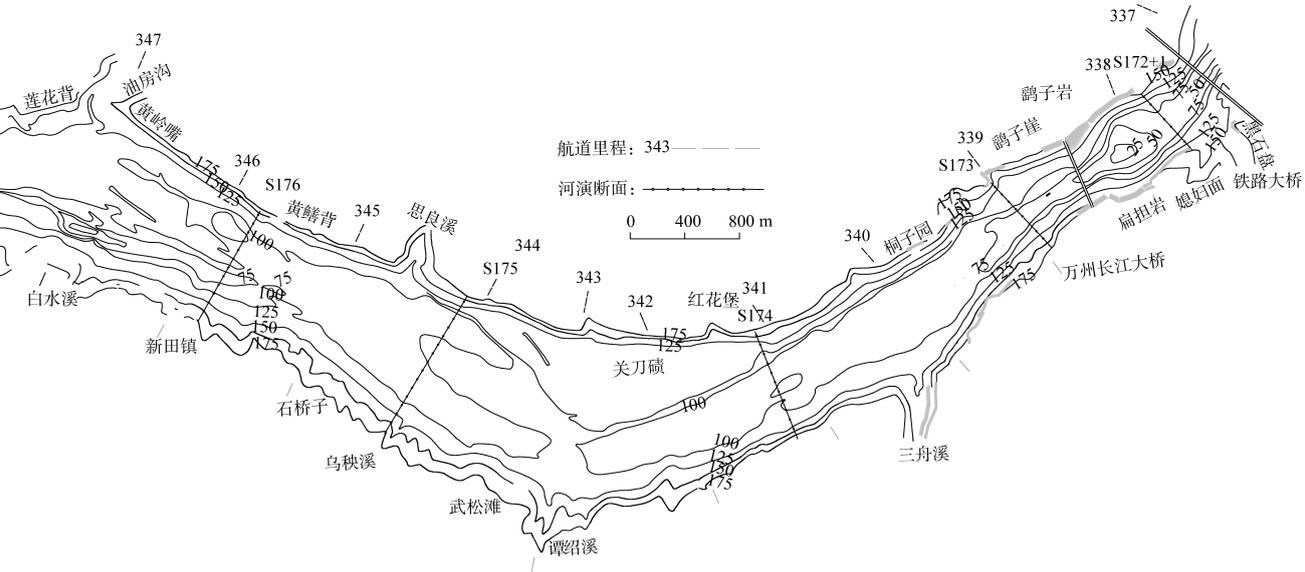


图 1 研究河段河势及河演断面布置 (水深: m; 里程: km)

2 成库后水位变化

2003 年 6 月以来, 三峡水库经历了不同的蓄水运用阶段。其中 2003 年 6 月—2006 年 9 月, 水库按 135~139 m 调度方式运行; 2006 年 9 月—2008 年 5 月, 三峡水库按 144~156 m 方案蓄水运用。2008 年 9 月 28 日开始进行试验性蓄水, 至 11 月 4 日蓄水结束时坝前水位达到 172.29 m; 2010 年 9 月 15 日凌晨三峡大坝启动 175 m 试验性蓄水。

据三峡水库回水计算成果分析, 三峡工程初期 135 m 蓄水回水至涪陵, 145 m 蓄水回水至长寿, 156 m 蓄水回水至铜锣峡; 三峡工程 175 m 正常蓄水回水至江津的红花碛。水库运行初期, 涪陵及以下港口处于常年回水区; 水库正常运行期, 长寿及以下港口处于常年回水区。三峡蓄水后, 研究河段均处于常年库区河段。

长委万州水文站位于航道里程约 334 km 处, 基本能代表研究河段水位变化情况。135 m 蓄水

后,万州站水位开始受到影响,水位变化基本与坝前水位相同,较天然情况有较大幅度抬高;175 m试验性蓄水后,万州站水位进一步抬高。枯水期,万州站水位最大抬高约 75 m。汛期,当来流为 10 000 m³/s 时,万州站水位抬高 40.9 m;当来流为 20 000 m³/s 时,水位抬高 34.0 m;当来流为 40 000 m³/s 时,水位抬高 25 m。由此可见,三峡水库蓄水运行后,改变了万州河段天然河道的水文特性。

3 河演分析

为分析三峡成库后河段河床演变,收集了三峡成库前后历年(2003年1月—2012年10月)共16次原观大断面地形及2003年、2006年和2012年3次全河段实测地形资料。16次大断面地形观测时间分别为2003年1月和9月、2004年1月和4月、2005年4月和10月、2006年10月、2007年11月、2008年11月、2009年5月和11月、2010年5月和11月、2011年11月、2012年4月和10月、2013年10月和2014年10月,其中包括年内和年际间的大断面地形,能比较全面地反映研究河段的河床演变,共布置了4个典型河演断面,断面位置见图1。

3.1 典型断面地形变化

图2为三峡成库前后历年地形变化,从图2可以看出,河段泥沙淤积分布和淤积强度与河道形态存在着密切的关系,河道宽谷段淤积强度相对较大,窄深段淤积强度较小,甚至存在冲刷^[4]。173[#]、174[#]断面适中,冲淤变化比较小(173[#]断面地形变化小),S172+1断面位置较窄,相对成库初期前即2003年1月,右槽稍有冲刷,以后冲淤变化较小,但从2006年5月及2012年12月全河段实测地形资料所读断面来看,受上游扁担岩遮掩及水动力轴线的改变,媳妇面侧缓流区滩面有所淤积,坡度变陡;处于上游宽阔河段的S175、S176断面深槽发生累积性淤积,特别是S175断

面,该断面较为开阔,淤积较为严重,深槽基本淤平,深泓线逐渐向北岸发展。

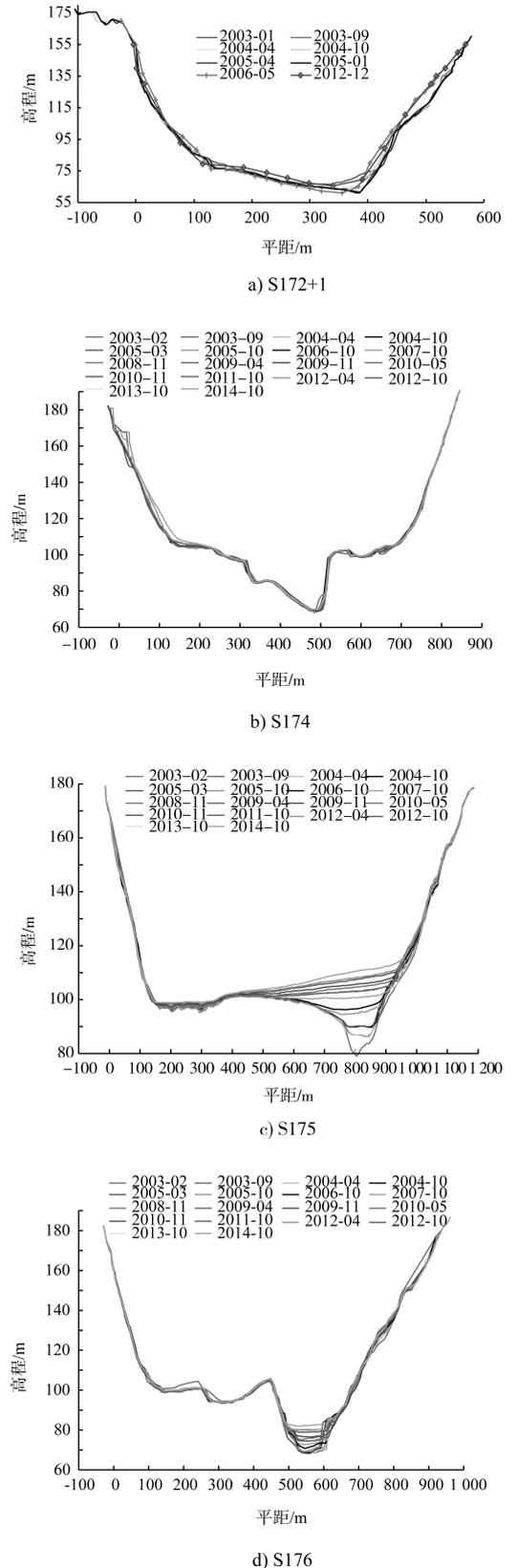


图2 典型河演断面地形变化

3.2 深泓线纵横变化

为分析研究河段深泓线平面及纵向变化, 收集了 2003 年 7 月、2006 年 5 月及 2012 年 12 月 3 年全河段测图。从图 3 深泓平面变化来看, 由于研究河段石桥子—红花碛之间位于凸岸下首及蓄水后水动力轴线左移、洪水走直, 右侧深槽累计淤积较大, 深泓线平面也随之左移, 2006 年相对 2003 年最大左移约 110 m, 到 2012 年该段深泓线平面整个移至左岸侧; 从图 4 研究河段深泓线纵向变化看, 由于研究河段上游白水溪至石桥子之间处于凸岸下首, 同时左岸有一高程约为 155 m 的羊奶

岩石梁挤压, 深泓线位置偏右岸, 成库初至 2006 年深泓线纵向变化不大, 最大约 2 m, 随着三峡大坝坝前水位上升及蓄水年限的增加, 走沙作用减弱, 到 2012 年航道里程 347 km 断面附近的深槽最大淤积约 25 m; 在石桥子—谭绍溪之间, 基本为凹岸, 深泓线纵向变化较大, 最大淤高约 23 m, 但由于深泓线平面位置左移, 该段 2003 年深泓线位置最大淤积超过 30 m。另外, 万州长江大桥下游, 由于该处较狭窄, 成库后不但未淤, 反而有所冲刷, 深泓线最大冲刷了 12 m。

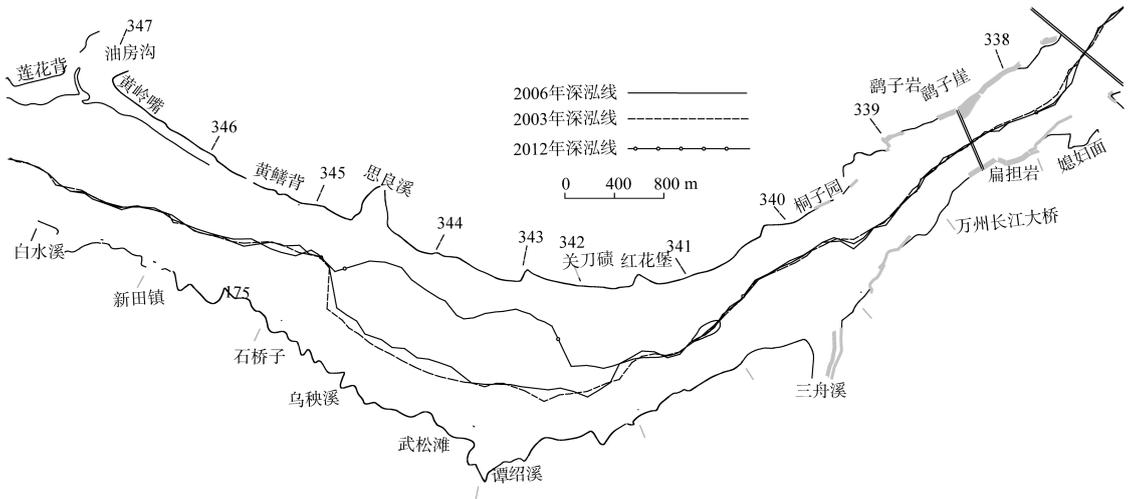


图 3 研究河段深泓线平面变化

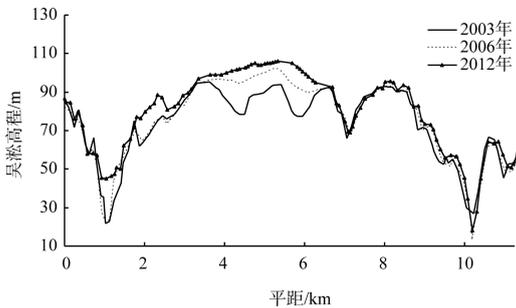


图 4 深泓线纵向变化

3.3 冲淤分析

三峡工程修建后, 库区水位分阶段持续抬升, 原本狭窄流急的川江航道变为水深流缓的库区河段。由于库区河段水位抬高, 水面坡降变缓, 流速降低, 改变了天然情况下水流动力轴线及冲淤平衡条件, 使已处于冲淤平衡的河道重新寻找新的平衡点^[9]。具体表现为: 建库初期, 枯水期水

位升高, 汛期淤积的泥沙汛后失去走沙条件, 泥沙将大量落淤, 库区河床将逐年抬高; 同时, 河道过水断面的逐年减小又将使水流流速不断增加、泥沙淤积速度得以变缓^[10]。

图 5 为三峡蓄水后研究河段 2012 年相对于 2003 年地形局部淤积分布, 由于累积性淤积, 2012 年相对 2003 年淤积比较严重, 从新田镇弯道下首至 S174 断面之间河道右岸侧, 呈现大范围淤积, 特别在乌秧溪—武松滩段右槽, 最大淤高达 30 m; 另外在万州长江大桥稍下游的深槽处, 由于该位置上游河道较狭窄, 成库后 2012 年相对 2003 年仍有冲刷, 最大冲刷了约 10 m, 但冲刷区域较小; 总的来说, 研究河段仍以淤积为主, 从其平面淤积部位来看, 基本淤积在凹岸深沱或凸岸下首。

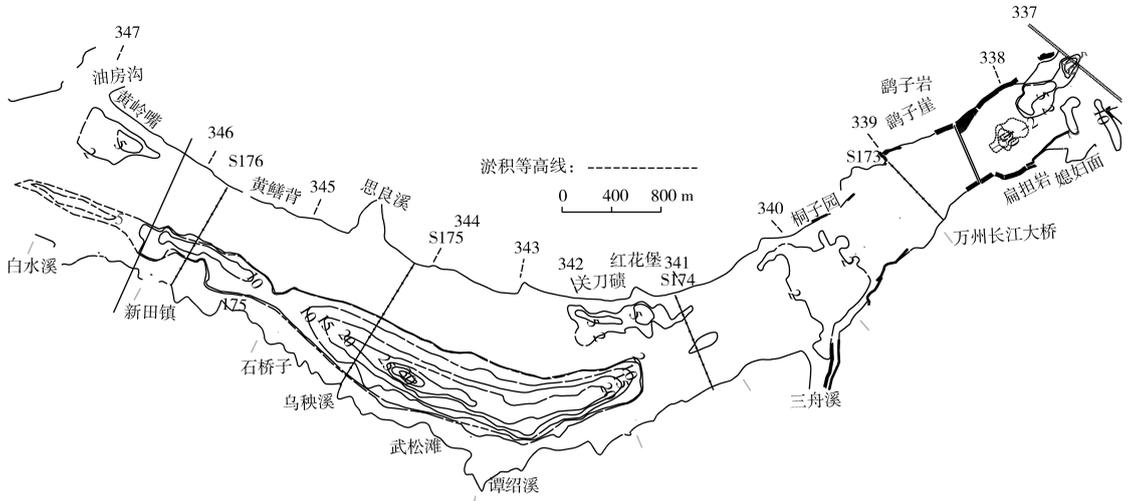


图5 研究河段河床冲淤变化 (单位: m)

4 结论

水库运行方式也是常年库区演变的主要影响因素之一,三峡工程修建后,库区水位分阶段持续抬升,原本狭窄流急的川江航道变为水深流缓的库区河段。由于库区河段水位抬高,水面坡降变缓,流速降低,改变了天然情况下水流动力轴线及冲淤平衡条件,使已处于冲淤平衡的河道重新寻找新的平衡点。具体表现为:建库初期,枯水期水位升高,汛期淤积的泥沙汛后失去走沙条件,泥沙将大量落淤,库区河床将逐年抬高;同时,河道过水断面的逐年减小又将使水流流速不断增加、泥沙淤积速度得以变缓。

从研究河段河床演变规律上看,研究河段的河床呈逐年抬高之势,随着水库运行年限的增加,其上升速度将逐年减缓,直至达到新的冲淤平衡。

三峡常年库区河段并不是全河段淤积,呈现“点”或“段”分散淤积分布特征。泥沙淤积分布和淤积强度与河道形态存在着密切的关系,淤积平面分布主要在宽阔河段、弯道凸岸下首、深槽等部位;河道宽谷段淤积强度相对较大,窄深段淤积强度较小,甚至存在冲刷。该河段属于微弯河段,水流动力轴线受河段水流条件和河床边界条件的共同作用,该河段水动力轴线一般紧靠凹岸,由于弯后凸岸在洪水期形成大面积的掩护区,造成泥沙大量淤积,而三峡蓄水后,水位抬高、主流带趋直、流速和比降减缓、汛后泥沙冲刷力度减弱,都使得泥沙淤积更为严重,淤积主

要发生在弯道背后,并且弯曲半径越小,淤积强度越大,弯道越宽阔淤积越强。

参考文献:

- [1] 水利水电部科学技术司.三峡工程泥沙问题研究成果汇编[G].北京:水利水电部科学技术司,1988.
- [2] 国务院三峡工程建设委员会办公室泥沙研究组,中国长江三峡工程开发总公司三峡工程泥沙专家组.长江三峡工程上游来沙与水库泥沙问题,长江三峡工程泥沙问题研究(1991—2000)第四卷[M].北京:知识出版社,2002.
- [3] 三峡水库泥沙研究,国务院三峡工程建设委员会办公室泥沙研究组,中国长江三峡工程开发总公司三峡工程泥沙专家组.长江三峡工程泥沙问题研究(2001—2005)第二卷[M].北京:知识出版社,2008.
- [4] 长江重庆航运工程勘察设计院,重庆交通大学.三峡库区航道泥沙原型观测(2008—2013年度)总结分析[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2013.
- [5] 陈贤祎.新水沙条件下三峡水库重庆河段泥沙淤积与航道整治研究[D].重庆:重庆交通大学,2009.
- [6] 胡鹏,杨胜发.三峡水库成库初期库区泥沙淤积研究[R].重庆:重庆交通大学,2011.
- [7] 代文良,张娜.三峡库区重庆主城区河段河床演变分析[J].人民长江,2009,40(3):108-110.
- [8] 陈尚坡,李义天,朱玲玲,等.长江中游陆溪口水道河床演变机理研究[J].泥沙研究,2013(4):74-76.
- [9] 王业祥,李义天,徐静.长江中游水流动力轴线摆动规律初步研究[J].泥沙研究,2013(5):59-63.
- [10] 刘怀湘,陆永军,左利钦.三峡变动回水区重点河段演变分析[J].水利水运工程学报,2011(4):32-38.