

DOI: 10.20040/j.cnki.1000-7709.2023.20221982

三峡水库调度运行对白螺矶河段河道发育的影响

李思璇, 肖 华, 袁 晶, 毕宏伟

(长江水利委员会水文局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 来水来沙是塑造河床形态的动力和物质基础, 三峡水库调度运行对水沙过程的改变导致坝下游河道出现剧烈的冲淤调整。选取长江中游典型顺直分汉段——白螺矶河段, 从河道槽蓄量、滩槽冲淤、汉道分流能力变化等多角度分析三峡水库蓄水运用后河道发育特征, 结合造床流量以上中洪水持续天数变化, 定量计算三峡水库调度运行后流量过程变化对白螺矶河段河道发育的影响。结果表明, 近年来, 白螺矶河段槽蓄量增大并以枯水河槽冲刷为主, 汉道段右汉分流比占优, 且枯水分流比呈增大态势, 三峡蓄水以来的水沙条件可维持白螺矶河段主汉的发育; 与无水库调蓄下流量过程相比, 现行调度方式下造床流量以上高水持续时间相对缩短, 白螺矶河段冲刷总量偏小且右汉分流比略有降低。研究成果可为三峡水库中小洪水调度运行等提供参考。

关键词: 三峡水库; 河道发育; 白螺矶河段; 造床流量

中图分类号: TV147

文献标志码: A

文章编号: 1000-7709(2023)08-0027-04

1 引言

大型水库蓄水拦沙运用通过调节径流过程、拦截下泄泥沙从而深刻改变水沙特性, 坝下游河道再造床是河床调整与水沙条件变化相互适应的复杂响应过程。河道过流能力、滩槽格局调整、汉道冲淤交替等是河道发育的重要指标, 印度 Massanjore 水库下游河宽有所束窄且分汉指数增大^[1]; 小浪底水库运用后, 黄河下游河势调整、心滩增多, 需一定历时的大流量水沙过程以长期维持中水河槽发育^[2]; 三峡水库蓄水以来, 坝下游河道普遍出现以枯水河槽冲刷为主、中低滩冲刷变形而高滩滩缘崩退、支汉冲刷发展等演变现象^[3]。三峡水库蓄水运行对水沙过程的改变主要体现在两方面: ①通过汛期削峰调度、汛后提前蓄水及枯水期补水等调度运行方式改变天然径流过程, 造床流量是衡量来水过程的重要指标, 造床流量以上的中洪水持续时间改变对河床的塑造具有一定的影响^[4]; ②泥沙作为改变河床形态的物质基础, 下泄沙量锐减、水流含沙量沿程恢复, 引起河床地貌长历时地冲淤调整。近年来, 为减轻长江中下游的防洪压力, 三峡水库对入库洪峰进行了削峰为主的防洪调度, 坝下游河道处于平滩水

位以下的流量持续时间增长, 使高滩等河道组成单元的过流机会减小, 长期来看, 可能会对河道行洪能力产生影响。然而, 三峡水库调节年内流量过程, 特别是中小洪水调度导致洪峰削减、水流漫滩天数减少等要素对坝下游河道发育的影响缺乏关注。白螺矶河段地处江湖汇流口下游, 是长江防洪的重点控制性节点, 其河道行洪能力直接关系到中下游防洪情势。分汉河型主、支汉过流能力是反映河道发育的指标之一, 本文选取白螺矶河段为例, 从河道槽蓄量、滩槽冲淤、汉道分流能力变化等多角度系统分析三峡水库蓄水以来其河道发育特征, 定量计算三峡水库调度运行后流量过程变化对河道发育的影响, 以期为水库优化调度及河道规划治理等提供参考。

2 研究区域及方法

2.1 研究区域

白螺矶河段上迄城陵矶洞庭湖长江汇流处, 下至杨林山, 全长约 21.4 km。河段中下部左右岸分布有白螺矶一道人矶、杨林山—龙头山节点控制总体河势, 江心南阳洲将河道分为两汉, 平面形态为宽窄相间的藕节状顺直分汉河型(图 1)。

收稿日期: 2022-09-22, **修回日期:** 2022-10-24

基金项目: 国家自然科学基金长江水科学研究联合基金项目(U2240206); 中国长江三峡集团有限公司科研项目(0704198); 湖南省水利科技项目(XSKJ2019081-05)

作者简介: 李思璇(1992-), 女, 高级工程师, 研究方向为水水泥沙河道演变及数值模拟, E-mail: Lissx0705@163.com

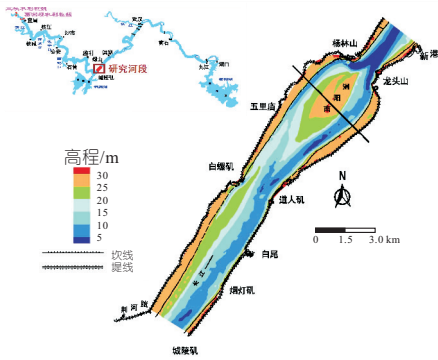


图 1 白螺矶河段河势图

Fig. 1 Sketch of Bailuojian reach

2.2 研究方法

2.2.1 河道槽蓄量

河道槽蓄量变化是反映河道发育的重要指标之一,采用断面法计算河道槽蓄量 V :

$$V = \sum_{i=1}^{N-1} \frac{1}{3} (A_i + A_{i+1} + \sqrt{A_i A_{i+1}}) \Delta x_i \quad (1)$$

式中, N 为断面个数; A_i 为第 i 个断面过水面积; Δx_i 为断面间距。

不同水位下河道槽蓄量变化可反映三峡水库蓄水后白螺矶河段主要冲淤部位,计算枯水河槽、基本河槽、平滩河槽、洪水河槽槽蓄量分别对应于宜昌站下泄流量为 5 000、10 000、30 000、50 000 m^3/s 水面线以下的河床。

2.2.2 水沙数值模拟

三峡水库调度运行对年内流量过程的改变体现在削减洪峰流量、中枯水持续时间延长,通过构建白螺矶河段平面二维水沙数学模型^[5],考虑无水库调蓄情况及现行调度方式两种工况,定量对比分析计算主支汉分流比、河床冲淤分布等,以反映三峡水库调度运行前后流量过程变化对白螺矶河段发育的影响。其中,水流计算求解依据水流连续方程、动量方程,泥沙冲淤计算采用非均匀、不饱和和全沙模型。模型进口给定逐日实测流量、含沙量过程,出口给定水位过程。采用的水沙边界条件选取了经径流过程还原后的 2017 年无水库调度水沙系列及经现行调度方式调蓄后的 2017 年实测水沙系列。值得说明的是,在无水库调蓄计算方案中,基于水量平衡及动量平衡的基本原理,通过水库调度模型^[6]还原至蓄水前宜昌站年内流量过程,并结合一维河网模型计算进口逐日流量,通过蓄水后流量—输沙量关系推求含沙量。

3 白螺矶河段河道发育特征

三峡水库对水沙条件的改变主要体现在拦蓄

泥沙、调节年内流量过程,统计螺山水文站水文、泥沙特征值以反映白螺矶河段水沙情势。总体来看,径流量年际间变化不大,年内削峰补枯、中水历时延长,特别是 2008 年 175 m 试验性蓄水以来,流量过程进一步坦化。造床流量在一定程度上可反映水沙过程对河道塑造作用的临界特性。受来水过程影响,螺山站造床流量由蓄水前的 37 000 m^3/s 减小为蓄水后的 33 000 m^3/s ^[7],水库对洪水的调蓄作用导致洪水河槽过流几率减少,统计表明,三峡水库蓄水后 2003~2021 年,造床流量以上 ($Q \geq 33\ 000 \text{ m}^3/\text{s}$) 高水持续时间占比为 13.3%,而蓄水前该流量级以上持续时间占比达 18.2%,减少 4.9%。从泥沙变化来看,三峡水库蓄水运用后,螺山站 2003~2021 年平均输沙量为 $0.84 \times 10^8 \text{ t}$,较三峡蓄水前多年均值减少 80%,其中汛期减沙量占全年的比例高达 87%。来水来沙是塑造冲积河流河床形态的主动因素,本文从槽蓄量大小、滩槽冲淤分布、汉道分流能力等方面分析白螺矶河段河道发育特征。

3.1 槽蓄量变化

三峡水库蓄水运用后,白螺矶河段总体上呈冲刷态势,2003~2021 年河段平滩河槽累计冲刷 $0.15 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。不同时段冲淤变化表明,2003 年 10 月~2008 年 10 月,白螺矶河段平滩河槽淤积泥沙 $0.26 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均淤积 $0.05 \times 10^8 \text{ m}^3$;三峡水库 175 m 试验性蓄水后,白螺矶河段平滩河槽以冲刷为主,年均冲刷泥沙 $0.03 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

从白螺矶河段槽蓄量变化来看,2003 年 10 月~2021 年 10 月不同高程水位下河槽容积均呈增大态势(图 2),其中,枯水河槽、基本河槽、平滩河槽、洪水河槽分别增大 0.27×10^8 、 0.25×10^8 、 0.15×10^8 、 $0.13 \times 10^8 \text{ m}^3$,增幅分别为 21.7%、12.4%、4.4%、1.7%,槽蓄量增大主要位于枯水河槽,河道冲刷以枯水河槽为主。分段段典型断面(图 1)河宽、水深统计值也表明,在平滩水位下,三峡水库蓄水后受河床冲刷下切影响,平均水深增大而平均河宽有所减少(图 3),在 2008 年 175 m 试验性蓄水后,水深仍呈增大态势,河宽进

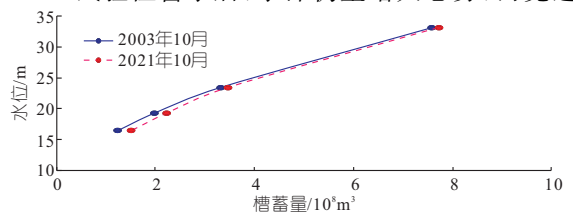


图 2 三峡水库蓄水后白螺矶河段槽蓄量变化

Fig. 2 Variation of channel storage capacity in Bailuojian reach after the Three Gorges Reservoir impoundment

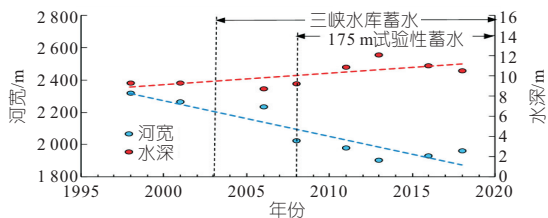


图 3 分汉段典型断面河宽、水深变化

Fig. 3 Variation of river width and depth of typical section in the branch

一步减小,表明河床冲刷下切仍在持续,而高滩由于过流几率减少,略有回淤。

3.2 滩槽冲淤变化

从滩槽冲淤部位来看,三峡水库蓄水前 1981~2001 年,白螺矶河段以淤积为主,平滩河槽年均淤积量为 $135 \times 10^4 \text{ m}^3$,其中,枯水河槽淤积占比 54.2%,泥沙主要落淤在左、右两汉及南阳洲(图 4)。三峡水库蓄水运用后,白螺矶河段平滩河槽、枯水河槽累计冲刷泥沙 0.15×10^8 、 $0.27 \times 10^8 \text{ m}^3$,整体以枯水河槽冲刷为主,枯水河槽至平滩河槽之间的中低滩淤积泥沙 $0.12 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2003~2008 年,白螺矶河段呈淤积态势,枯水河槽、平滩河槽分别淤积 883×10^4 、 $2.602 \times 10^4 \text{ m}^3$,枯水河槽泥沙淤积占平滩河槽的 34%,而三峡水库 175 m 试验性蓄水以来,白螺矶河段“滩槽皆冲”,且冲刷部位集中于枯水河槽,占平滩河槽冲刷总量的 88%。冲淤厚度分布平面图(图 4)也表明,2008~2018 年,白螺矶河段冲刷主要集中在主河槽和南阳洲右汉,最大冲刷幅度约为 8 m,江心南阳洲洲头中低滩冲退,高滩泥沙落淤,滩顶高程变化不大。近年来,枯水期南阳洲右汉分流比增大,与以右汉冲刷为主的现状较一致。

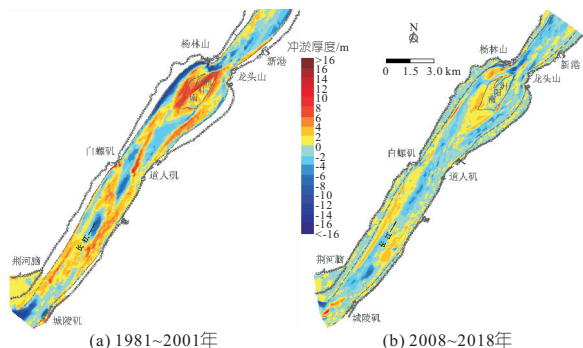


图 4 白螺矶河段冲淤平面分布

Fig. 4 Distribution of erosion and deposition in Bailuojie reach

3.3 汉道分流能力变化

白螺矶河段为典型顺直分汉河型,南阳洲右汉为主汉,分流比基本稳定在 70% 以上。近年来,低水流量下南阳洲左汉分流比明显降低,如在 2009 年 2 月,流量 $8240 \text{ m}^3/\text{s}$ 下南阳洲左汉分流

比达 30%,随着三峡水库蓄水运行时间的增长,至 2014 年 2 月,河段进口流量为 $8710 \text{ m}^3/\text{s}$ 时左汉分流比减小为 13%,而右汉分流比呈增加态势。由此可见,在中低水流量下白螺矶河段支汉分流能力减小的趋势已初步显现。

分流比的变化取决于汉道的基本水力特征,南阳洲汉道段不同流量级下断面流速分布表明,在中枯水流量($13400 \text{ m}^3/\text{s}$)下,两汉最大流速基本相当,随流量增至 $35400 \text{ m}^3/\text{s}$,两汉流速均有所增长,但右汉的流速增幅明显高于左汉且主流位于右汉(图 5)。南阳洲右汉为洪水主流倾向汉,高水持续时间越长,越有利于南阳洲右汉的发展。目前,在中低水流量条件下,白螺矶河道右汉分流比呈增大态势,三峡水库蓄水后的来流条件基本可保证白螺矶河段主汉发育。

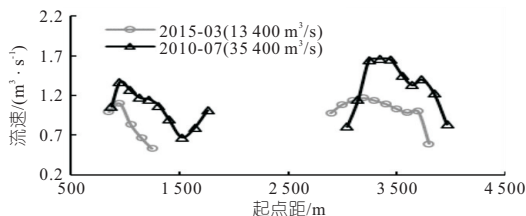


图 5 白螺矶汉道段不同流量下断面流速分布

Fig. 5 Velocity distribution of branches under different discharges in Bailuojie branch

4 三峡水库调度运行对白螺矶河段发育的影响

三峡水库蓄水后,尤其是水库进入 175 m 试验性蓄水阶段以来,对于入库超 $45000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的洪峰开展了削峰调度,坝下游高洪水出现的频次下降,高滩漫滩过流的几率也相应减少。根据近年来实测资料,2017 年 6 月下旬,长江中游出现强降雨过程,洞庭湖、鄱阳湖水系均发生超警及以上洪水,三峡水库对城陵矶地区进行补偿调度^[8],从而减轻中下游防洪压力。考虑到 2017 年三峡水库调蓄作用显著,以 2017 年为典型年,基于 2016 年 10 月地形,定量计算三峡水库调度运行后流量过程变化对白螺矶河段河道发育的影响。

从无水调蓄与现行调度方式两种工况下流量过程差异来看,无水调蓄下白螺矶河段进口洪峰流量为 $77100 \text{ m}^3/\text{s}$,与现行调度方式相比,洪峰流量偏大近 $20000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。同时,三峡水库调节年内流量过程,特征流量级的持续时间发生变化。从白螺矶河段进口各流量级持续时间来看(表 1),无水调蓄情况下, $50000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上高洪水出现天数为 14 d,频率达 3.8%,而按现行调

表 1 不同计算条件下 2017 年白螺矶河段进口各流量级持续天数

Tab.1 Duration days of each flow level under different calculation conditions of Bailuojiao reach in 2017

特征流量级 $Q/(m^3 \cdot s^{-1})$	无水库调蓄/d	现行调度/d
$Q < 8\,000$	26	0
$8\,000 \leq Q < 20\,000$	172	165
$20\,000 \leq Q < 33\,000$	120	167
$33\,000 \leq Q < 50\,000$	33	25
$Q \geq 50\,000$	14	8

注:分级流量 $8\,000\ m^3/s$ 为三峡水库 175 m 试验性蓄水后螺山站年最小流量的均值, $20\,000\ m^3/s$ 为螺山站多年平均日均流量值, $33\,000\ m^3/s$ 为三峡水库蓄水后螺山站造床流量, $50\,000\ m^3/s$ 为螺山站多年实测洪峰流量的均值。

度方式, $50\,000\ m^3/s$ 以上流量出现时间减少近 1/2。从流量过程对比来看, 与无水库调度情况相比, 现行调度方式下造床流量至洪水流量区间持续时间减少 8 d, 频率减少 24.2%。中水 $20\,000 \sim 33\,000\ m^3/s$ 持续时间显著延长。可看出, 2017 年三峡水库实际调度对白螺矶河段洪峰流量大小及造床作用持续时间均产生了一定影响。

根据两种工况下白螺矶河段水沙数值模拟计算结果, 无水库调蓄与现行调度方式中各流量级下南阳洲右汉分流比差异不大, 在无水库调蓄情况下, 中枯水流量下右汉分流比略大于现行调度方式, 绝对差值不到 0.2%。如在 $30\,000\ m^3/s$ 流量下, 无水库调蓄、现行调度方式下南阳洲右汉分流比分别为 68.39%、68.36%。相比较而言, 无水库调蓄下高洪水持续时间长, $33\,000\ m^3/s$ 以上流量出现天数为 47 d, 有利于洪水主流倾向汉即右汉的冲刷; 而在现行调度方式下, $33\,000\ m^3/s$ 以上流量出现天数为 33 d, $50\,000\ m^3/s$ 以上大洪水流量持续时间也偏短。

冲淤量统计结果表明, 在无水库调蓄下, 白螺矶河段两汉均呈冲刷态势, 且右汉冲刷量明显高于左汉, 其中, 左、右汉冲刷量分别为 64.0×10^4 、 $200.2 \times 10^4\ m^3$, 左右汉冲淤比为 1 : 3.1; 现行调度方式下, 左汉冲刷量为 $62.2 \times 10^4\ m^3$, 右汉冲刷量为 $163.7 \times 10^4\ m^3$, 左右汉冲淤比为 1 : 2.6。现行调度方式下洪峰削减, 造床流量以上高水持续时间缩短。一方面, 无水库调蓄下高洪水流量级持续时间较长, 白螺矶河段冲刷总量明显高于现行调度方式; 另一方面, 无水库调蓄下右汉进口冲刷幅度大于现行调度方式, 且左汉中下段冲刷幅度较小(图 6), 高洪水流量级持续时间较长有利于南阳洲右汉的冲刷。总体而言, 无水库调蓄下白螺矶河段右汉分流比略大于现行调度方式, 但差异有限, 三峡水库调度运行后的水沙条件可维持白螺矶河段主汉的发育。

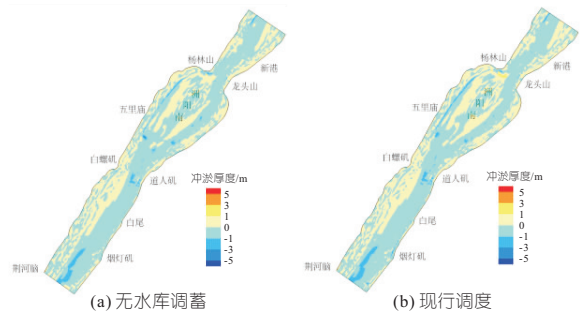


图 6 不同计算条件下白螺矶河段河床冲淤分布

Fig. 6 Riverbed erosion and deposition distribution in Bailuojiao reach under different calculation conditions

5 结论

三峡水库调度运行后, 长江中游螺山站造床流量以上 ($Q \geq 33\,000\ m^3/s$) 高洪水作用时间减少 4.9%、来沙量削减 80%, 白螺矶河段整体以冲刷为主且槽蓄量增大主要位于枯水河槽, 高滩略有回淤。右汉冲刷幅度高于左汉, 中低水流量下右汉分流能力增大趋势已初步显现, 三峡水库蓄水后的水沙条件可保证白螺矶河段主汉的发育。与无水库调蓄下流量过程相比, 现行调度方式下高水持续时间缩短, 白螺矶河段冲刷量及右汉分流比略有减小。

参考文献:

- [1] PAL S. Impact of Massanjore dam on hydro-geomorphological modification of Mayurakshi river, Eastern India[J]. Environment, development and sustainability, 2016, 18(3): 921-944.
- [2] 钱胜, 马翠丽, 崔振华. 维持黄河下游中水河槽的小浪底调控指标分析[J]. 人民黄河, 2017, 39(11): 15-18.
- [3] 朱玲玲, 葛华, 李义天, 等. 三峡水库蓄水后长江中游分汉河道演变机理及趋势[J]. 应用基础与工程科学学报, 2015, 23(2): 246-258.
- [4] 张为, 高宇, 许全喜, 等. 三峡水库运用后长江中下游造床流量变化及其影响因素[J]. 水科学进展, 2018, 29(3): 331-338.
- [5] 李义天, 赵明登, 曹志芳. 河道平面二维水沙数学模型[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- [6] 邓金运. 流域水沙输移模型及其在长江上中游的应用[D]. 武汉: 武汉大学, 2003.
- [7] 孙昭华, 周炜兴, 周坤, 等. 江湖水沙输移与长江中下游造床流量的关系[J]. 水利学报, 2021, 52(5): 521-534.
- [8] 长江水利委员会水文局. 2017 年度三峡水库进出库水沙特性、水库淤积及坝下游河道冲刷分析[R]. 武汉: 长江水利委员会水文局, 2018.

高;2060年后降水显著增加,2050年后气温显著升高。其中澜沧江、怒江、伊洛瓦底江、红河为国际河流,属于敏感区,研究结论有重要价值。下一步拟围绕提升模拟预测能力开展研究。

参考文献:

[1] 翟盘茂,周佰铨,陈阳,等. 气候变化科学方面的几个最新认知[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(6): 629-635.

[2] 匡舒雅,周泽宇,梁媚聪,等. IPCC第六次评估报告第二工作组报告解读[J]. 环境保护, 2022, 50(9): 71-75.

[3] 张建云. 气候变化对国家水安全的影响及减缓适应策略[J]. 中国水利, 2022(15): 3-5, 14.

[4] 吴鹏,谷星月,王朋岭. 中国气候变化蓝皮书(2022)发布[N]. 中国气象报, 2022-08-04(001).

[5] 郝文龙,宋弘东,朱长军,等. 变化环境下非一致性

极端水文事件的模拟及预测[J]. 水电能源科学, 2022, 40(6): 58-62.

[6] 刘锋,薛联青,魏光辉. 基于CMIP5的塔里木河流域未来降水模拟及响应分析[J]. 水电能源科学, 2022, 40(3): 5-8, 148.

[7] 谢子琪,袁飞,周梦瑶,等. 集合CMIP6多气候模式的南水北调中线工程水源区径流预估[J]. 水电能源科学, 2022, 40(7): 19-22, 9.

[8] 智协飞,彭婷,李刚,等. 多模式集成的概率天气预报和气候预测研究进展[J]. 大气科学学报, 2014, 37(2): 248-256.

[9] 张恒德,张庭玉,李涛,等. 基于BP神经网络的污染物浓度多模式集成预报[J]. 中国环境科学, 2018, 38(4): 1243-1256.

[10] 李晓蕾,王卫光,张淑林. 基于CMIP6多模式的长江流域未来降水变化趋势分析[J]. 中国农村水利水电, 2022(3): 1-7, 12.

Prediction of Climate Change Trend in Six River Basins in Yunnan Province Based on CMIP6 Models

LIU Zhi-tian, HU Xian-qun, ZHU Yan-xia, YANG Cao-jing, ZHANG Xiao-tan, ZHOU Feng, GAO Chao

(PowerChina Kunming Engineering Corporation Limited, Kunming 650051, China)

Abstract: Based on the monthly data of precipitation and average temperature from 36 reference meteorological stations in the six basins in Yunnan Province, 11 climate models published by CMIP6 were used to simulate and predict the change process of meteorological elements in six basins. Three model integration technologies were used to improve the simulation ability and evaluate the suitability of each model and integration method. The optimal method was chosen to predict the possible trend of climate change in six basins under the scenario of SSP2-4.5 in the future. The results showed that precipitation and temperature would increase gradually in the near, middle and long term in the six basins of Yunnan Province. Precipitation might increase significantly after 2060, and temperature might increase significantly after 2050.

Key words: six river basins in Yunnan Province; CMIP6 models; climate change; trend prediction

(上接第 30 页)

Impact of Three Gorges Reservoir Operation on Channel Development of Bailuoji Reach

LI Si-xuan, XIAO Hua, YUAN Jing, BI Hong-wei

(Hydrology Bureau, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China)

Abstract: Flow and sediment are the driving force and material basis for shaping the riverbed. The process of flow and sediment changed by the operation of Three Gorges Reservoir leads to severe riverbed adjustment downstream of the dam. This paper selects the straight-braided channel-Bailuoji as typical which locates in the middle reaches of the Yangtze River, and analyzes the channel development characteristics from perspectives of channel storage capacity, beach-trough scouring and silting and branch channel diversion capacity variation after the impoundment of the Three Gorges Reservoir. Combined with the change in the duration of floods above the channel forming discharge, the impact of the flow process change on the development of the Bailuoji Reach is quantitatively calculated. The results show that in recent years, the channel storage capacity of the Bailuoji reach has increased and scouring mainly locates in the low-flow channel. The right branch is the main branch and the diversion ratio has increased under the low-discharge. The flow and sediment conditions after the impoundment of the Three Gorges Reservoir can maintain the development of the main branch of the Bailuoji reach. Compared with the flow process without reservoir regulation and storage, the duration of high flow above the channel forming discharge is relatively shortened under the current dispatching mode, the total amount of erosion in the Bailuoji reach is relatively small and the diversion ratio of the right branch is slightly reduced. The research results can provide reference for middle-small flood dispatch of Three Gorges Reservoir.

Key words: Three Gorges Reservoir; river development; Bailuoji reach; channel forming discharge

(上接第 42 页)

Changes of Dynamic Permissible Pollution Bearing Capacity and Hydrological Processes Response Under Influence of Cascade Scheduling

YAN Feng-ling, FAN Hao

(Changjiang Water Resources Protection Institute, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430051, China)

Abstract: As an essential influencing factor of permissible pollution bearing capacity, hydrological condition was changed significantly due to hydropower cascade development. According to the water functional division and water quality control target in Panzhuhua reach of Jinsha River, the variation of dynamic permissible pollution bearing capacity (COD, NH₃-N) with hydropower cascade development were calculated depending on 2-D hydrodynamic and water quality models. Furthermore, response relationship between permissible pollution bearing capacity and hydrological factors was established to evaluate the effect of hydropower cascade. The results show that the dynamic permissible pollution bearing capacity of COD and NH₃-N decreased by 5.2%-27.8% and 3.8%-41.2%, respectively, and its decreased range was found to be more evident in dry season. The variation trend of permissible pollution bearing capacity and near-bank discharge was similar for different conditions. Simple coefficients between the variation of near-bank discharge and permissible pollution bearing capacity were calculated. However, a significant correlation was found with permissible pollution bearing capacity of NH₃-N only.

Key words: Jinsha River; hydropower cascade; dynamic permissible pollution bearing capacity; hydrological processes