



北江干流近十年河道演变及原因分析

秦蓓蕾¹, 田甜², 程香菊², 刘莉², 章宇达²

(1. 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司, 广东 广州 510635;

2. 华南理工大学 土木与交通学院, 广东 广州 510641)

摘要: 根据北江干流 2011 年和 2020 年实测河道地形资料, 从河床平均高程、深泓高程、水面宽度、河相系数和河床容积变化等方面着手, 定量分析北江干流近十年河道演变规律。结果表明: 1) 韶关—濠里枢纽河段淤积, 濠里枢纽—思贤滘河段冲刷。2) 韶关—濠里枢纽两条河段的平均河相系数均在增加, 濠里枢纽—思贤滘 4 条河段的平均河相系数均在减小。3) 影响北江干流河道演变的因素主要包括采砂、建库、水土流失、航道整治工程以及国家和地方政策, 其中河道采砂是重要因素。

关键词: 北江干流; 河道演变; 采砂; 航道整治

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)01-0131-05

River evolution and reason analysis of the Beijiang River main stream in recent ten years

QIN Bei-lei¹, TIAN Tian², CHENG Xiang-ju², LIU Li², ZHANG Yu-da²

(1. Guangdong Hydropower Planning & Design Institute, Guangzhou 510635, China;

2. School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: Based on the measured river topographic data of the mainstream of the Beijiang River in 2011 and 2020, the evolution law of the Beijiang River main stream in recent ten years is quantitatively analyzed from the aspects of riverbed elevation, thalweg elevation, water surface width, river facies coefficients and changes in riverbed volume. The results show that: 1) The reach from Shaoguan to Mengli water conservancy project is silted, and the reach from Mengli water conservancy project to Sixianjiao is scoured. 2) The average fluvial facies coefficients of the two reaches from Shaoguan to Mengli water conservancy project are increasing, while the average fluvial facies coefficients of the four reaches from Mengli water conservancy project to Sixianjiao are decreasing. 3) The main factors affecting the evolution of the Beijiang River main stream include sand mining, reservoir construction, soil erosion, waterway improvement projects and national and local policies, among which sand mining is an important factor.

Keywords: the Beijiang River; river evolution; sand mining; waterway regulation

北江兴衰, 关乎粤北兴衰。作为珠江的第二大支流, 北江是清远、韶关等粤北地区经济发展的水上动脉, 更是两市与珠江三角洲地区乃至港澳地区连接的唯一航道, 被誉为粤北地区的黄金水道^[1]。随着近十年广东省双转移战略的实施, 发达地区产业加速向粤东西北梯度转移, 人们在北江各河段的资源开发活动日益增多, 各河段的

来水来沙条件发生了重大变化, 河道也经历着剧烈调整。同时, 河道的演变又影响着北江流域居民的生产和生活。但已有的北江干流河道演变分析几乎停留在十年前, 王伟等^[2]对北江干流水道老鸦洲—新沙洲河段 1999—2007 年实测资料进行了河床演变分析; 谭超等^[3]对北江下游石角河段 2004—2007 年实测地形资料分析了河床演变

特征；代春辉等^[4]对北江下游清远—三水河口2004年实测地形分析了推移质输沙空间分布。因此，非常有必要开展北江干流近十年的河道演变分析。本文根据北江干流2011年和2020年实测河道地形资料，从河床高程、深泓高程、河相系数以及河床容积变化等方面着手，定量分析了北江干流近十年河道演变规律，并分析了河道演变的主要驱动因子，为航道整治、采砂、土地利用等规划提供技术支撑，为国家和广东省相关部门决策提供科学依据。

1 河道分段及应用测图概况

结合水利枢纽工程的建设情况、规划河段边界特征等因素，将北江干流划分为6个分段，2011年和2020年测图采取统一的河段桩号，以韶关(浈江、武江汇合口)为起点、思贤滘为终点。各河段应用到的测图概况和6个分段的桩号范围见表1，北江干流分段见图1。

表1 河演分析测图应用概况

河段名称	桩号	2011、2020年测量断面数量/个
①韶关—孟洲坝枢纽河段	0—12+174	14
②孟洲坝枢纽—濠里枢纽河段	12+336—37+000	26
③濠里枢纽—白石窑枢纽河段	38+000—76+000	54
④白石窑枢纽—飞来峡枢纽河段	77+000—150+000	80
⑤飞来峡枢纽—清远水利枢纽河段	150+735—196+000	47
⑥清远水利枢纽—思贤滘河段	198+000—250+000	49

注：6条河段的桩号数字表示距韶关(浈江、武江汇合口)的距离(m)。测量时间为2011年8月—2012年2月、2020年8月—2021年2月，测图比例尺均为1:5 000，采用2000国家大地坐标系。



图1 北江干流分段示意

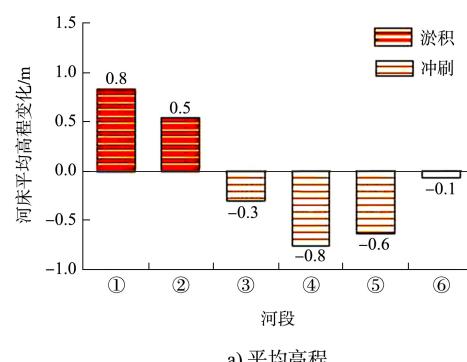
2 近十年河道演变分析

根据2011年和2020年北江干流河道地形资料以及平滩水位(按照2011年地形和50%频率洪水条件计算的水位作为平滩水位)，计算出各桩号对应的河床平均高程(85高程基准)、深泓高程、

河相系数以及相邻两断面间的河床容积。

2.1 河床平均高程和深泓高程变化

北江干流6条河段的河床平均高程和深泓高程变化见图2。2011—2020年，韶关—孟洲坝枢纽河段和孟洲坝枢纽—濠里枢纽河段普遍淤积；濠里枢纽—白石窑枢纽河段冲淤交替，总体表现为轻微冲刷；白石窑枢纽—飞来峡枢纽河段和飞来峡枢纽—清远枢纽河段的河床高程和深泓高程普遍下切；清远枢纽—思贤滘河段冲淤交替，总体表现为轻微冲刷。



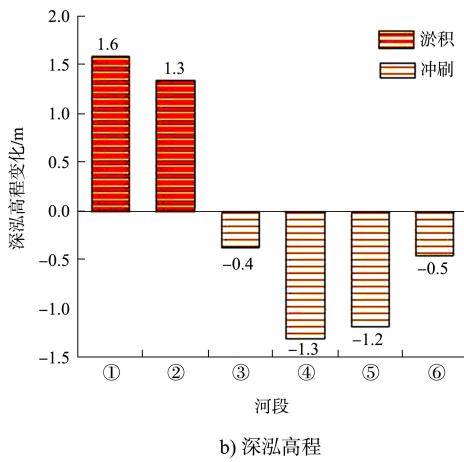


图 2 各河段河床平均高程和深泓高程情况

2.2 河相系数变化

北江干流 6 条河段平均河相系数变化见图 3, 河相系数采用 \sqrt{B}/H 计算, B 和 H 为平滩水位时河道断面的水面宽度和平均水深。2011—2020 年, 韶关—蒙里枢纽 2 条河段(图 3 中①、②)的平均河相系数均在增加, 增加幅度依次为 6.1% 和 3.5%; 蒙里枢纽—思贤滘 4 条河段(图 3 中③~⑥)的平均河相系数均在减小, 减小幅度依次为 5.9%、10.4%、7.9% 和 1.9%。

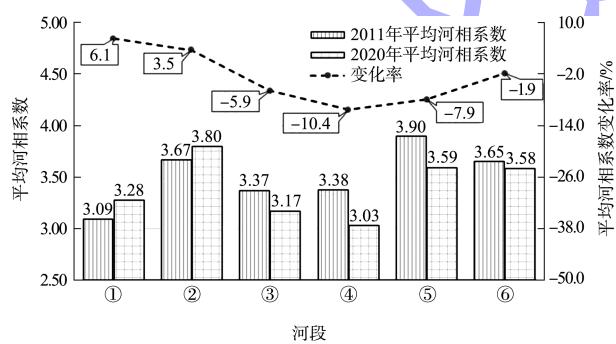


图 3 各河段平均河相系数变化

2.3 河床容积变化

北江干流 6 条河段河床容积变化见图 4。2011—2020 年, 韶关—蒙里枢纽 2 条河段(图 4 中①、②)的河床容积均减小, 减小幅度依次为 23.1%、17.2%, 表明这 2 条河段处于淤积状态; 蒙里枢纽至思贤滘 4 条河段(图 4 中③~⑥)的河床容积均增加, 增加幅度依次为 0.9%、13.5%、9.0% 和 0.9%, 表明这 4 条河段均处于冲刷状

态, 其中蒙里枢纽—白石窑枢纽、清远枢纽—思贤滘河段的冲刷幅度较小, 白石窑枢纽—飞来峡枢纽河段冲刷幅度最大, 这与 2011 年以来可采砂河段均位于蒙里枢纽—清远水利枢纽河段基本匹配。

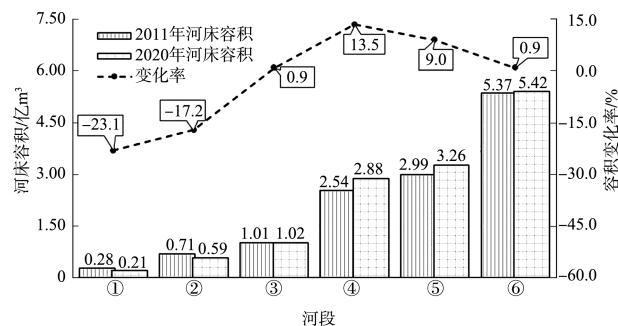


图 4 各河段河床容积变化

2.4 河道冲淤分布

根据北江干流 2011 和 2020 年测量断面数据(250 km 河道共 270 个断面)绘制出两个年份的河道地形, 再利用 ArcGIS 获得河道地形高程差(2020 年减 2011 年), 即 2011—2020 年北江干流冲淤分布, 见图 5。由图 5 可知, 韶关—蒙里枢纽河段普遍淤积, 蒙里枢纽—白石窑枢纽河段冲淤交替, 白石窑枢纽—飞来峡枢纽河段和飞来峡枢纽—清远枢纽河段普遍冲刷, 清远枢纽—思贤滘河段上半段普遍冲刷, 下半段冲淤交替。以上结果与利用河床平均高程、深泓高程、河床容积变化分析得到的各河段冲淤情况相同。

为了解北江干流河床形态变化规律, 选取代表淤积和冲刷两种变化的典型横断面 1 和 2(图 6)。典型横断面 1 位于韶关—孟洲坝枢纽河段桩号 9+000 处, 2011—2020 年, 断面主槽位置无变化, 河床整体上抬, 淤积幅度在 3~5 m; 典型横断面 2 位于飞来峡枢纽—清远枢纽河段桩号 157+000 处, 2011—2020 年, 左岸有冲有淤, 距左岸 350 m 范围内河道冲淤变化不明显, 距右岸 550 m 范围内冲刷明显, 冲刷幅度大多在 4~7 m。

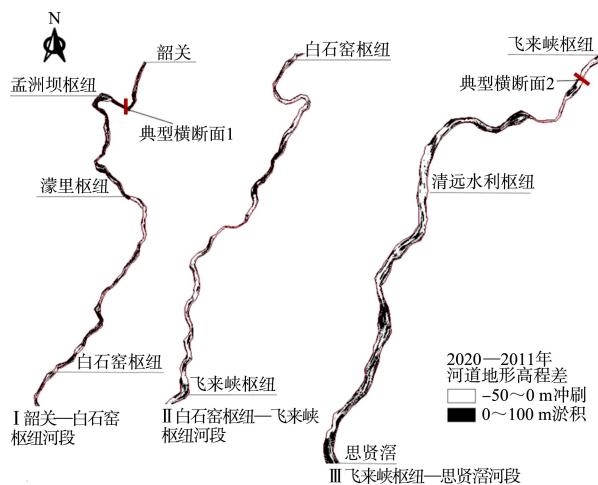


图 5 北江干流冲淤分布

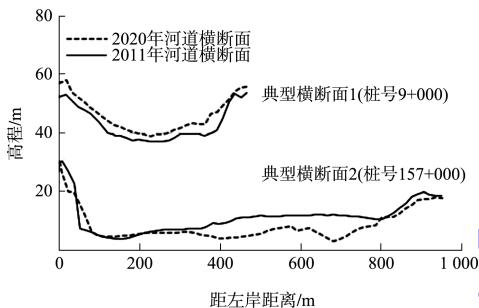


图 6 典型横断面

3 河道演变原因分析

3.1 采砂影响

随着政府对采砂业的监管力度不断加强,广东省水利厅出台的采砂控制规划以及河砂开采计划等资料显示:2011—2020年,北江采砂主要集中在清远市,韶关市历年采砂较少,肇庆、佛山、广州境内均禁采;韶关市境内北江干流自2011年以来已实施的采区仅有1个,即乌石采区,采砂量40万 m^3 ;清远市境内北江干流自2011年以来已实施的采区共16个,合计采砂量共843.4万 m^3 ^[5]。

近十年的河床演变分析中,采砂较少的韶关—蒙里枢纽2条河段(韶关市境内)均处于淤积状态;采砂较多的蒙里枢纽—清远水利枢纽3条河段(清远市境内)均处于冲刷状态,其中采区数量最多的白石窑枢纽—飞来峡枢纽河段河床变化最大,河

床容积增加了13.5%;禁采的清远水利枢纽—思贤滘河段(佛山市境内)的河床变化很小,河床容积仅增加了0.9%。以上分析表明河道采砂是影响河床变化的重要因素。

3.2 建库和水土流失影响

水库的建立会破坏天然河流的水沙条件及河床形态的相对平衡状态,库区流速降低导致上游河流带入水库的泥沙逐渐淤积,同时出库水流带有未充分消耗的余能,使得坝下游河道发生冲刷现象^[6]。

自20世纪90年代,北江干流先后建设了孟洲坝、白石窑、飞来峡、蒙里和清远水利枢纽。北江干流梯级枢纽运行初期(2000—2005年),根据干流主要控制水文站实测资料估算,北江梯级枢纽综合年均拦沙率约为14.37%^[7]。考虑清远水利枢纽建成后梯级水库库容变化以及径流量变化情况,运用北江干流梯级水库综合拦沙率修正式计算,2012—2016年北江干流梯级枢纽综合拦沙率约为12.8%,与实测值较为吻合。在库区采砂区及开采量受到限制的条件下,库区泥沙淤积量与采砂量基本平衡,北江干流梯级枢纽水库拦沙率将在较长时间内维持现状水平。

北江干流水沙主要来自横石以上的武江、浈江,自20世纪80年代起,随着各种水土保持措施的实施,北江流域大范围水土流失的情况明显减少,对北江含沙量影响变小。

3.3 航道整治影响

自20世纪80年代,北江下游进行了一系列航道整治工程,一般采用支汊控流,通过整治丁坝的修建,重新调整河道泥沙冲淤的部位,使中枯水位流量集中在整治的航槽内,这势必造成坝田淤积、主航槽冲刷。

作为珠江的第二大支流,北江是粤北地区与珠江三角洲地区乃至港澳地区连接的唯一航道。为促进区域协调发展,完善粤北地区综合交通运

输体系, 进一步发挥水路运输经济优势, 广东省设立北江航道扩能升级工程, 整治航道 252 km、全线 5 处枢纽新建 7 座 1 000 吨级船闸、新建 7 座桥梁、加固 14 座桥梁通航孔防撞以及配套的机电工程等, 目前工程大部分已完成。北江航道扩能升级工程是人类对自然河道进行干预的活动, 对河道演变有着一定的影响。谭超等^[8]针对清远水利枢纽新建二线船闸对北江下游河势稳定的影响进行了试验研究, 结果表明: 工程建设对该河段总体河势稳定的影响不显著, 但坝下左侧长丁坝完全拆除对枢纽与烂柴洲之间河段的河势稳定将造成一定影响。

3.4 国家及地方政策影响

近几十年来, 北江河道在大规模人类活动影响下, 水沙特性、泥沙输运及河床演变发生变化, 对堤坝防护、泄洪安全、水生态安全等产生重要影响。为进一步加强河道管理, 维护河势稳定, 国家及地方都给予了高度的重视。

在国家及广东省相关政策指导下, 科学合理规划采砂方案、水土保持方案及航道整治方案等, 顺应河床演变趋势, 将整治河道与采砂疏浚河道有机地结合起来, 可除害兴利, 在一定时期内和一定程度上改善航道条件, 既有利于促进社会经济的发展, 又有利于河道整治工作。

4 结语

1) 分析 2011 年和 2020 年北江干流河床平均高程、深泓高程、河床容积以及河道冲淤分布, 得出结论: 近十年来, 北江干流韶关—蒙里枢纽河段普遍淤积; 蒙里枢纽—白石窑枢纽河段冲淤交替, 总体表现为轻微冲刷; 白石窑枢纽—清远水利枢纽河段普遍冲刷, 其中白石窑枢纽—飞来峡枢纽河段冲刷幅度较大; 清远水利枢纽—思贤滘河段冲淤交替, 总体表现为轻微冲刷。

2) 2011—2020 年, 韶关—蒙里枢纽 2 条河段的平均河相系数均在增加, 增加幅度依次为 6.1% 和 3.5%; 蒙里枢纽—思贤滘 4 条河段的平均河相系数均在减小, 减小幅度依次为 5.9%、10.4%、7.9% 和 1.9%。

3) 近年来, 影响北江干流河道演变的因素主要包括采砂、水利枢纽建设、航道整治工程以及国家和地方政策。2010—2020 年, 按广东省采砂规划, 采砂较少的韶关—蒙里枢纽河段处于淤积状态; 采砂较多的蒙里枢纽—清远水利枢纽河段处于冲刷状态; 禁采的清远水利枢纽—思贤滘河段的河床变化甚微, 表明河道采砂是影响河床变化的重要因素。

参考文献:

- [1] 鲍光翔. 北江航道扩能升级建设黄金水道[J]. 珠江水运, 2014(20): 14-16.
- [2] 王伟, 李虎成, 史红雨, 等. 北江干流水道老鸦洲至新沙洲河段河床演变分析[J]. 中国水运(下半月), 2014, 14(1): 171-172.
- [3] 谭超, 黄本胜, 邱静. 北江下游石角河段近期河床演变特征及原因分析[J]. 广东水利水电, 2013(9): 13-17.
- [4] 代春辉, 贾良文, 韦献革, 等. 北江下游推移质输沙研究[J]. 泥沙研究, 2017, 42(3): 59-66.
- [5] 秦蓓蕾. 北江干流及其三角洲主要河道采砂规划报告(2021—2025 年)[R]. 广州: 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司, 2020.
- [6] 袁晶, 许全喜. 金沙江流域水库拦沙效应[J]. 水科学进展, 2018, 29(4): 482-491.
- [7] 黄东, 李海彬, 练伟航, 等. 北江干流中下游水沙特性变化及建库影响[J]. 水力发电学报, 2019, 38(1): 86-96.
- [8] 谭超, 黄本胜, 刘达, 等. 清远水利枢纽新建二线船闸对北江下游河势稳定影响试验研究[J]. 广东水利水电, 2019(8): 32-36.