



长洲枢纽下游河床下切水位下降原因分析*

欧 诚¹, 度菽葭^{2,3}, 舒 丹^{2,3}, 吴林键^{2,3}

(1. 广西壮族自治区港航管理局, 广西南宁 530408; 2. 重庆交通大学 国家内河航道整治工程技术研究中心, 水利水运工程教育部重点实验室, 重庆 400074; 3. 重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074)

摘要: 近年来, 长洲枢纽下游航道水位实测值呈现下降趋势, 与原航道水位设计值不符。通过收集该河道的水文资料对河床演变原因进行分析。结果表明: 上游来水来沙对枢纽下游河床的影响、下游河道过度采砂、河流梯级开发及水利枢纽建设以及航道整治建筑物的修建等是导致长洲枢纽下游河床下切水位下降的原因。结合该处具体情况, 提出控制枢纽下游河道过度采砂、采用限制性整治措施以及加强河道断面检测的改善措施, 为确保长洲枢纽下游航道的正常通航提供技术支撑。

关键词: 长洲枢纽下游; 河床下切; 水位下降; 原因; 改善措施

中图分类号: U 657.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-4972(2014)04-0138-05

Causes analysis of undercutting water declining of Changzhou hub downstream riverbed

OU Cheng¹, TUO You-jia^{2,3}, SHU Dan^{2,3}, WU Lin-jian^{2,3}

(1. Port and Waterway Administration in Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530408, China;
2. National Inland Waterway Regulation Engineering Research Center, Key Laboratory of Hydraulic & Waterway Engineering of the Ministry of Education, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;
3. School of River & Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: In recent years, the measured value of channel water level in Changzhou hub downstream has shown a trend of declining, which was inconsistent with the design value of the original channel water level. An analysis for the reason of bed evolution is carried out based on the hydrological data of the channel, and the result shows that the reasons for the declining of the channel water level of Changzhou hub's downstream lies in the influence of riverbed hubs' downstream from upstream inflow and sediment, excessive sand mining in downstream river channel, river cascade development and construction of water conservancy, as well as the construction of waterway regulation buildings, etc. Combining with the practical situation of the site, we put forward the improvement measures including controlling the excessive sand mining in the hub's downstream river channel, taking restrictive regulation measures and strengthening detection of the river section, which provides a support for the normal navigation of Changzhou hub downstream channel.

Key words: downstream of Changzhou hub; riverbed's undercutting; lowering of water level; cause; improvement measure

河床下切是航道水位下降的重要原因。水利或航电枢纽建成运行以后, 其下游河床出现下切, 导致下游水位下降。针对枢纽下游河床下切的现象, 国内学者进行了多方面的研究。刘淮湘等^[1]

在长期观察及已有经典理论的基础上, 根据在中国山区典型下切性河流的考察结果, 探讨了河床结构在下切性河流地貌演变过程中所起到的作用和影响机制; 张柏英等^[2]从不同河床质组成出发,

收稿日期: 2013-08-12

*基金项目: 国家科技支撑计划(2011BAB09B00); 重庆市重大科技攻关项目(CSTC, 2009AA6029); 重庆市交委科技项目(2011-15)

作者简介: 欧诚(1980—), 男, 高级工程师, 主要从事港口、航道、航标工程的施工、设计、建设、行业管理工作。

分别列出几种枢纽下游河床极限冲刷深度以及水位下降的计算公式。

长洲水利枢纽建成后, 由于部分泥沙淤积在库区, 枢纽下泄水流的含沙量减小, 致使河床发生自上而下的普遍冲刷, 导致下游河床下切; 另外, 河道大量大规模的采砂, 致使河道冲淤严重失衡, 河道水位下降, 河床出现了持续下切态势, 河道原有的动态平衡遭到破坏。由于河床下切, 该枢纽下游航道水位下降幅度很大, 严重影响了当地水运的发展。

通过收集长江枢纽下游河道的水文资料对河床演变原因进行分析, 探讨长洲枢纽下游河床下切水位下降的原因, 结合该处实际情况, 提出一系列改善措施, 为确保长洲枢纽下游航道的正常通航提供技术支撑。

1 长洲枢纽下游航道水位概况

长洲水利枢纽位于珠江流域西江干流浔江下游河段、梧州市上游约 12 km 处, 紧临苍梧县城龙圩镇, 大坝跨长洲和泗化洲两岛并跨内、中、外三江, 坐落在花岗岩带上, 两岸开阔平缓。

为全面掌握长洲水利枢纽下游航道水文条件的变化情况, 收集了近期坝下梧州水文站的水文资料, 并对原设计最小通航流量 $1\ 140\ \text{m}^3/\text{s}$ 条件下水位降落值进行分析。根据水文站提供的近 30 a 水位-流量资料得知: 在设计最小通航流量相同的前提下, 对应的水位呈明显的下降趋势(图 1)^[4]。水位下降除了对航道的通航条件有一定的影响外, 还会对船闸的门槛水深构成直接威胁。



图 1 梧州水文站设计流量 $1\ 140\ \text{m}^3/\text{s}$ 对应水位趋势线

2 河床下切水位下降原因分析

一般而言, 河道水文条件的变化主要是受人类活动和自然因素的影响。90 年代中期以前, 在天然

河流的情况下, 该河段每年随着洪枯水位变化, 泥沙运动及冲淤变化可使河床基本上趋于稳定。近十几年来, 由于加大开发利用河道资源力度, 直接导致河道水文情势发生变化。就目前来看, 一方面, 长洲水利枢纽的建设改变了原有的水文条件, 增大了枯、中水期坝下游水动力, 对坝下天然径流的泥沙运动规律造成一定影响; 另一方面, 下游河段航道整治与大量开采河砂, 破坏了原河床地貌, 增大过水断面面积, 最终引起河床下切。

2.1 上游来水来沙对下游河床的影响

来水量、来沙量是决定河床形态最重要的 2 个因素, 是导致河床下切的关键。西江上游已建成的水利水电工程主要有南盘江天生桥一级、二级、平班水电站, 红水河龙滩、岩滩、大化、百龙滩、恶滩、桥巩水电站, 支流有百色、西津、贵港、桂平、左江枢纽, 浔江下游的长洲水利枢纽。这些电站投入运行改变了长洲水利枢纽坝址径流丰、枯特征, 增加了枯水期流量, 削减了洪峰流量, 并拦截了部分上游来沙。

根据长洲枢纽下游梧州水文站所实测得到的 1980—2009 年间水文泥沙特征数据^[4], 分别绘制得到该处的年平均流量(图 2)、年输沙量(图 3)及平均输沙量(图 4)的历时曲线, 通过现象相关分析可以看出: 梧州水文站处的平均流量随各年的变化较为平稳, 趋势略有所增加; 但该处的年输沙量和平均输沙量指标随时间的增加而呈显著下降趋势, 由于长洲水利枢纽建成运行后, 受到电站洪水期调峰、枯水期蓄水及珠江调水压咸补淡的影响, 虽然来水流量总体变化保持平衡, 但枯季潮流动力增强, 输沙量及含沙量减小, 间接加剧了河道的冲刷, 从而导致河床下切水位下降。

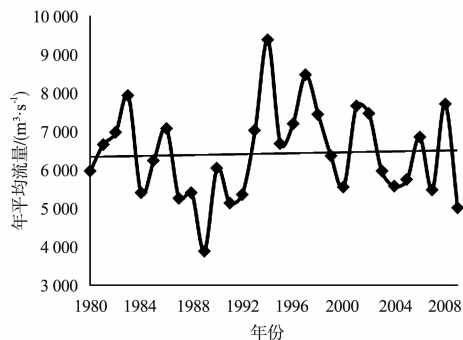


图 2 梧州水文站年平均流量

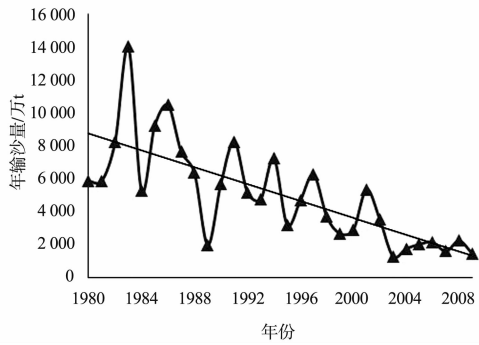


图3 梧州水文站年输沙量

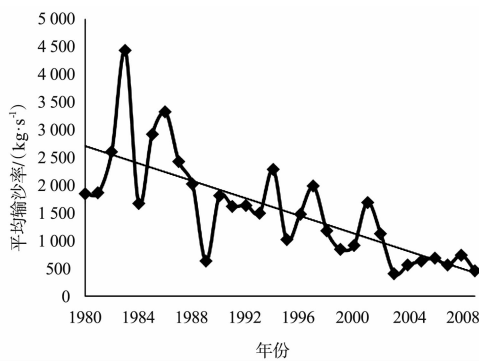


图4 梧州水文站年平均输沙率

2.2 河道过度采砂

近10年来,随着建筑业的蓬勃发展,社会对河砂的需求量与日俱增。由于人们在下游河段大量开采河砂,导致河床容积大幅增加,过水断面增大,造成河床下切,也必然造成河段水位下跌。据分析,在1990年之前,长洲枢纽河道的水面线、水位流量关系、断面面积变化是有规律可循的,可以说是基本上定型的。但自1990年以来,由于在河道中过度采砂,该河道水面线变化已愈来愈严重,实质上已造成了河床下切,且今后的变化趋势难以预料。

为了分析开采河砂对航道条件的影响,分别绘制了龙圩航道站、西江大桥下游、李家庄、鸡笼洲4处位置在2002, 2008, 2010年的河床断面情况,如图5~9所示(图5为各断面在地图上的位置)。从图中可以看出,河床断面地表高程随着时间的增加而逐年降低,这充分说明了由于下游河道过度采砂是导致该河段河床下切水位下降的一大原因。

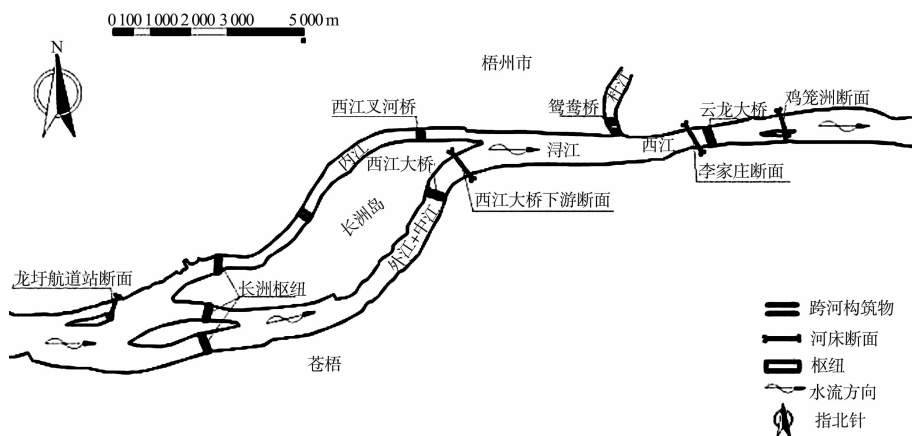


图5 河床测试断面

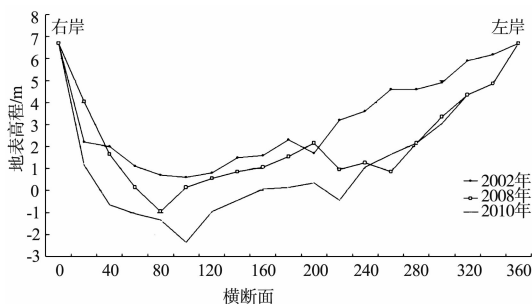


图6 龙圩航道站河床断面

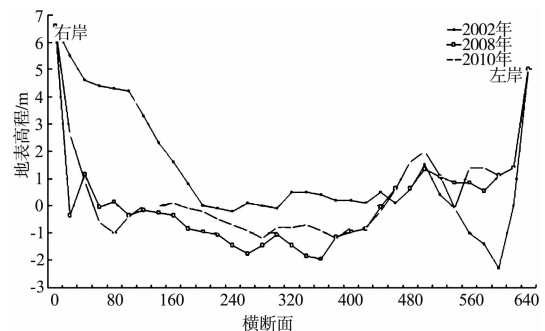


图7 西江大桥下游河床断面

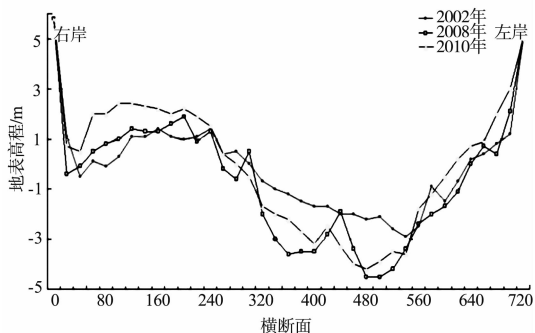


图 8 李家庄河床断面

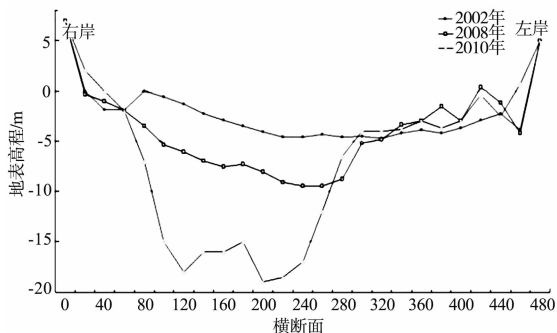


图 9 鸡笼洲河床断面

2.3 河流梯级开发及水利枢纽建设

90 年代各梯级枢纽建成以后, 坝下水位变化情况符合以下的规律: 水位下降幅度随流量的不断增大而增大, 而在下切幅度相同的各梯级枢纽中, 水位下降幅度呈不断减小的趋势, 且在河床下切大约 6 m 后, 水位基本趋于稳定。

长洲水利枢纽横跨长洲、泗化洲两岛和外江、中江、内江三江, 自 2005 年起, 工程建设实施每年截一条江, 即 2005 年截外江, 2006 年截内江, 2007 年截中江。2007 年 2 月坝上初期开始蓄水水位基本保持在 12 m 以上, 10 月后蓄至 18.6 m。因此枢纽的建设改变了天然径流、泥沙运动规律。其对河流的影响主要有以下几个方面:

1) 改变了长洲枢纽库区天然水流状况, 河流流速减小, 水流挟沙能力减弱, 导致坝上航道河床泥沙冲刷量的减少。

2) 上游下来的大部分推移质和部分悬移质拦截在库区内, 从而破坏了枢纽上下游河道泥沙冲淤平衡, 下游河道来沙量大幅度减少, 相对增加

了坝下水流的冲刷能力, 坝下河道冲刷加剧, 引发河床演变。

3) 长洲水利枢纽截流后, 由于工程建设的需要对坝上水位进行控制, 以及珠江流域水量统一调度, 从而过多人为因素干预了下泄流量, 水位陡涨陡落剧烈, 造成坝下河床冲淤过程改变。

4) 工程建设过程中, 经历内、中、外江泄流不同状态组合, 构成多种不同分流比, 改变了原天然径流的水文条件和河床边界条件, 引起坝下局部河床严重冲刷和淤积, 从而造成局部河床下切。

2.4 河道整治建筑物的修建

整治措施的实施, 特别是长洲水利枢纽、下游桥梁等跨拦河建筑物以及整治建筑物丁坝等的修建, 在该河段内的一定条件下起到缩小河宽、增加主槽流速、刷深河床的使用。但是对整个河段的河床下坝影响不是很大, 而对局部河段来说有一定的影响^[3]。

3 改善措施探讨

3.1 控制枢纽下游河道过度采砂

近几年, 梧州市政府及相关部门十分重视河道采砂问题, 陆续制定了相关的政策, 对长洲水利枢纽坝下河段实施禁采河砂措施, 加强现场执法管理, 做到令行禁止。同时, 加强两广协调, 促使下游广东段河道采砂规范化、制度化, 确保航道疏浚开挖后的稳定性, 严格控制航槽开挖造成上游过大降水。

3.2 限制性整治措施

长洲枢纽至界首滩尾 I 级航道工程疏浚后, 为了不引起较大的水位下跌, 回填在设计水位下水深超过 6 m 以上的深坑, 控制施工开挖深度, 对容易冲刷且较严重的地方进行护底, 防止由于冲刷量过大而导致河床下切。

3.3 加强河道断面监测

建立健全河道监置布局, 尽快开展河道实时

断面的监测,及时摸清河道断面变化状况,为加强河道管理提供保障。

4 河床演变趋势

长洲水利枢纽下游至郁南河段河道较为开阔,地势平缓,河岸由砂岩、石灰岩、花岗岩组成,河岸抗冲能力强,河道横向变形小。由于该河段海洋动力较弱,河流动力作用主要是塑造河床动力,加之西江水量充沛、造床动力较强、含沙量较少但输沙总量较大,而且河床底质大多为可参与造床的沙质,故整治河段河床是随水文的随机性变化而出现相应的调整变化。对历年情况进行比较得知:边滩和江心洲位置基本不变,河势稳定。河床演变趋势为滩槽总体稳定,主流方向无大的改变。

根据西江历史发育状况,并结合人类活动(主要是上游各级水利枢纽、本河段防洪堤及大规模取沙)等影响因素得知,长洲水利枢纽至郁南河段河床总体上将延续基本稳定的趋势,局部河床将调整以适应内外部条件的变化,主要有如下特征:

1) 河段造床主动力条件是上游水沙情况,特大洪水造床作用尤为显著,洪季随水流下泄的大量泥沙中悬移质有小部分参与边滩区造床,但从河床质对比可知,主河槽内冲淤主要由推移质泥沙运动引起,因此中枯水期推移质对航道的影响不可忽视。

2) 本河段造床动力强,除部分礁石区外,大部分河床可塑性大,浅滩可通过整治工程加以治理。西江历次航道整治工程均明显改善了浅滩的航道条件。

3) 随着近年来上游来沙量的减少,枯水流量略有增加,河床正处于动态适应性调整过程中,本河段近年演变表现出冲滩淤槽和总体微冲态势,对航道不利,须采取适当工程措施才能改善航道条件。

5 结论

因过度采砂,长洲枢纽下游河床下切,导致水位不断下降;同时,上游输砂量逐年减少,打破了上下游河道原有的冲淤平衡关系,也是河床下切的主要因素之一;而河道整治建筑物对整个河段影响较小。随着西江经济带的大力发展,人们对西江黄金水道航道将有更高的要求。为防止水位下降引起通航水深不足,并结合实际情况,提出了控制枢纽下游河道过度采砂、限制性整治措施、以及加强河道断面监测等改善措施,为确保长洲枢纽下游航道的正常通航提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 刘怀湘,王兆印,陆永军,等.山区下切河流地貌演变机理及其与河床结构的关系[J].水科学进展,2011(3):367-372.
- [2] 张柏英,李一兵.枢纽下游河床极限冲刷及水位降落研究进展[J].水道港口,2009(2):101-107.
- [3] 扈晓雯.福建闽江水口枢纽坝下水位治理工程方案研究[J].水运工程,2009(11):128-133.
- [4] 广西壮族自治区港航管理局.西江航运干线贵港至肇庆Ⅰ级航道技术可行性研究报告[R].广西:广西壮族自治区港航管理局,2012.
- [5] 周作茂.长沙综合枢纽下游远期设计通航低水位论证分析[J].水利水运工程学报,2012(4):87-91.
- [6] 邓年生,王炳奇.河床下切型航道整治对策[J].水运工程,2005(6):107-109.
- [7] 程锡章,程昌华,赵世强.草街航电枢纽下游河床冲淤变形分析[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2011(3):452-480.
- [8] 程绍平,邓起东,李传友,等.流水下切的动力学机制、物理侵蚀过程和影响因素:评价和展望[J].第四纪研究,2004(4):421-429.
- [9] 彭钜新.北江下游枯水河床下切与水位下降分析[J].水运工程,2004(7):56-58.

(本文编辑 郭雪珍)