

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2010.03.015

长江八卦洲汊道水沙特性与治理

燕 京,徐锡荣,缙文娟

(河海大学水利水电学院,江苏 南京 210098)

摘要:结合汊道水沙特性,在对长江八卦洲汊道现有整治工程分析的基础上,采用数学模型进行汊道整治工程数值模拟,并对不同整治方案及整治效果进行了研究.结果表明,八卦洲汊道采用洲头鱼嘴向上游延伸整治工程,是有效实现汊道分流稳定的整治措施.

关键词:汊道;河道整治;数值模拟;八卦洲;长江

中图分类号:TV85 文献标志码:A 文章编号:1000-1980(2010)03-0313-04

八卦洲汊道位于长江南京段,南京不仅是江苏省政治、经济和文化中心,也是华东地区最重要的交通枢纽之一.南京八卦洲汊道(图1)两岸企业密布,在汊道两岸中,右汊有新生圩港区和南京经济开发区,左汊有南京钢铁集团、华能南京电厂、扬子石化等国家特大型企业,南京长江二桥横跨八卦洲左右两汊^[1].随着社会经济的快速发展,南京河段岸滩开发利用与整治速度与日俱增,但一直以来八卦洲汊道左汊淤积及洲头崩退给汊道治理带来极大困难,而右汊分流的增加导致两岸岸坡的崩塌给防洪堤防工程造成了极大的安全隐患.为解决八卦洲汊道的治理前人进行了大量工作,对八卦洲汊道的水文、泥沙及河道演变等做了很多研究^[2-5].由于长江防洪安全的重要性,加之汊道水动力条件的复杂性,目前洪水、崩岸及河岸冲刷等仍对八卦洲汊道沿岸安全构成威胁.因此,利用现代科技手段进行八卦洲汊道演变特性及整治方案研究具有重要意义.本文结合汊道水沙条件,采用数学模型对八卦洲汊道可能整治方案进行了数值模拟,研究成果可为河道汊道的治理提供参考.

1 汊道特性与经济发展矛盾分析

1.1 水沙特性

天然分汊河道,当水流进入汊道分流区后,由于断面扩大,水流分散,加上洲头水下部分上延,因此,在汊道进口区域水流阻力增加.八卦洲汊道为典型的双分汊河道,由于受洲头进口弯道水流的环流作用,在汊道进口区域,上层含沙量较小的水流主要流向右汊,下层含沙量较大的水流主要流向左汊,从而使左汊阻力加大,进入的流量相对减小.另外,由于洲头崩退,左汊进口条件恶化,使局部阻力进一步加大,加速了左汊衰退.根据实测资料统计(图2),八卦洲左汊分流比,汛期(水位高于4 m)多年平均值为20.7%,枯季(水位低于4 m)为16.6%左右,无论是汛期还是枯季左汊分流比均呈现逐渐减小趋势.

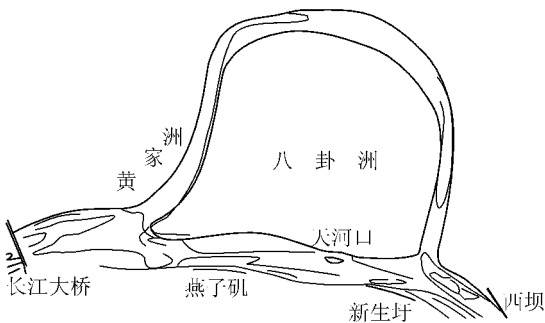


图1 八卦洲汊道河势

Fig. 1 River regime of Baguazhou branch

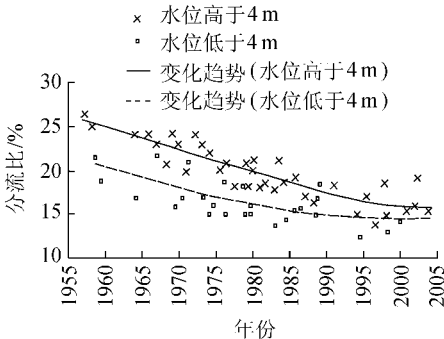


图2 八卦洲左汊分流比变化过程

Fig. 2 Variation of diversion ratio of Baguazhou left branch

1.2 汉道演变

八卦洲汉道的历史演变主要表现为支汉的易位. 20 世纪 40 年代以前, 八卦洲左汉为主汉, 江面宽阔, 河型是一个平顺的大弯道; 八卦洲右汉江面狭小, 水深较浅, 河型弯曲. 受上游河势变化和主流变迁影响, 八卦洲左汉逐渐淤积, 河道向弯曲方向发展, 而右汉河槽扩大, 河宽增加, 分流比不断增加. 至 20 世纪 50 年代, 左右汉完成了主支汉的转换, 左汉分流比减小至 25% 左右^[6-8]. 目前的八卦洲汉道河势总的演变特征表现为: 八卦洲头崩退, 左汉河型趋弯、淤积, 左右汉阻力比加大, 导致左汉分流比减小. 资料^[9]表明, 从 1952—1984 年, 八卦洲洲头累积崩退 1 450 m, 平均每年崩退 45.3 m(表 1). 1984 年后, 由于汉道进行整治, 特别是 1985 年实施的洲头水下平台及洲头两缘的抛石裹头工程, 较有效地遏制了洲头的快速崩退^[9-10].

1.3 汉道演变存在的问题

经过近几十年的防洪工程和河道整治工程的建设, 长江南京河段沿岸防洪标准有了较大提高, 以往剧烈变化的河势得到了初步控制, 但按照南京市今后经济发展的总目标和总趋势, 市域经济的发展与长江的依存关系将越来越紧密, 而八卦洲汉道的演变与南京城市经济建设和社会发展仍存在许多矛盾^[11], 主要表现: (a) 两岸岸线不稳定, 特别是右汉燕子矶、天河口地段岸线崩退严重, 如继续发展下去, 有可能导致右汉分流比进一步增加, 从而可能增加下游西坝一带的防洪压力; (b) 右汉逐渐发展, 河身趋直, 主流摆动, 滩槽下移甚至易位, 严重影响各工矿企业对岸线的利用, 威胁港区正常生产; (c) 左汉日趋衰退, 河宽束窄, 水深减小, 河道弯曲, 严重影响左岸大厂区重要工业基地的生产发展; (d) 汉道分流段和汇流段主流不稳定, 导致河岸崩塌和边滩淤长, 对城市防洪和沿岸的码头和取水口造成危害; (e) 近期八卦洲洲头水下出现横向切割槽, 威胁到分水鱼嘴的稳定. 分水鱼嘴及洲头的稳定是八卦洲左汉分流比稳定的基础, 分水鱼嘴如坍塌或八卦洲头被横向水流切割, 将导致洲头向下游崩退, 左汉进口流路更加弯曲, 可能导致左汉衰亡.

2 整治方案探讨

2.1 整治现状及研究概述

八卦洲汉道的治理始于 20 世纪 50—70 年代, 先后在左汉大厂镇和右汉燕子矶、天河口及新生圩进行了一些局部抛石护岸. 1984 年实施了以稳定洲头为主的系统整治, 主要包括洲头分水鱼嘴工程和左右缘护岸工程等. 另外, 为配合新生圩港区建设, 在右汉做了固岸保滩工程. 八卦洲洲头系统整治工程的实施, 初步稳定了汉道河势, 左汉衰退、右汉发展的趋势得到一定的抑制, 两汉分流比变化趋势趋缓. 同时, 为使八卦洲汉道河势的变化与城市经济发展相适应, 提高八卦洲左汉分流比, 近几十年来有关单位对八卦洲汉道段的治理也做了大量研究工作, 并提出过许多方案设想, 主要的有 (a) 洲头设置分水鱼嘴, 将洲头部分水流导入左汉; (b) 左汉进出口门建坝设闸, 使左汉河段形成港区, 保证左汉企业发展的用水量; (c) 右汉设置丁坝(或潜坝)束流工程, 减少右汉分流等. 对于上述设想, 左汉建坝设闸方案因工程规模庞大, 且存在上下游口门淤积等问题较难实行; 右汉设置丁坝工程也可能改变右汉现有河势, 故也不宜实施. 因此, 对洲头前缘延长分水鱼嘴方案的研究显得更为重要. 由于洲头水流条件的复杂性, 使人们对分水鱼嘴整治方案的认识及效果也存在分歧^[12]. 本文采用数学模型方法, 对八卦洲汉道进行数值模拟, 并对洲头前缘延长分水鱼嘴方案的效果进行研究.

2.2 鱼嘴整治方案研究及效果

2.2.1 分水鱼嘴方案概况

按照长江中下游分汉河段的稳定分汉河势、适度减少支汉、合理利用洲滩的整治原则^[5-6], 结合八卦洲汉道水沙及演变特性, 其整治一方面须稳定现有河势, 改变左汉萎缩态势; 另一方面为保障左汉两岸企业的发展, 须适度增加左汉分流. 研究表明, 八卦洲左汉分流比减少的原因主要是上游分流区主泓的变迁和左、右汉阻力比的变化. 目前八卦洲左汉长度约为右汉的 2 倍, 且左汉多河弯, 汉内水流沿程阻力高于右汉, 造成进口

表 1 八卦洲洲头崩退统计资料

Table 1 Statistical data of bar head collapse of Baguazhou

时 间	洲头 崩退/m	累积 崩退/m	崩率/ (m·a ⁻¹)
1952—1955 年	200	200	66.7
1955—1959 年	130	330	32.5
1959—1965 年	400	730	66.7
1965—1970 年	120	850	24.0
1970—1974 年	40	890	10.0
1974—1975 年	140	1 030	140.0
1975—1979 年	20	1 050	5.0
1979—1980 年	20	1 070	20.0
1980—1982 年	170	1 240	85.0
1982—1984 年	210	1 450	105.0
1984—1992 年	0	1 450	0

断面左汉水位高于右汉而产生横比降.虽然汉道上游分流段主流指向左汉,但大量水流绕过洲头自左汉流向右汉.八卦洲上游分流区主泓总的变化趋势是左摆、下移,这一变化趋势是维持左汉能保持一定分流的重要因素.因此,若在洲头设置分水鱼嘴工程,可对进入左、右汉的水流进行导流控制,引导部分水流进入左汉,增加左汉分流比.同时分水鱼嘴上延长度、上延角度不同,分流作用不同.洲头地形资料分析表明,分水鱼嘴上延长度过长或者上延部分偏离原水下平台,由于平台右侧为陡坡及深槽,则上延工程量都将大大增加.为此,结合八卦洲目前地形,进行洲头鱼嘴延伸工程研究.鱼嘴结构高程头部取+2.5 m,根部与原洲头地形衔接,鱼嘴延伸长度分别采用150 m、250 m 和 350 m 3 种方案.为使鱼嘴方案经济可行,布置洲头分水鱼嘴向上延伸的方向是沿洲头脊线方向,如图 3 所示.

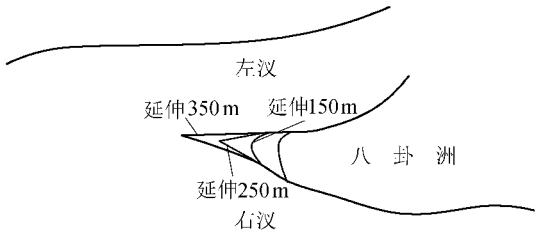


图 3 整治方案布置

Fig. 3 Arrangement of regulation plan

2.2.2 分水鱼嘴方案效果及分析

采用数学模型进行八卦洲汉道数值模拟(图 4),结果显示,八卦洲鱼嘴延伸后,对上游水流条件影响不大.汉道进口区的水流流速稍有变化,一般流速变化在 0.03 ~ 0.05 m/s 范围内.进口水流仍然能够较平顺地进入汉道,主流指向左汉.由于受鱼嘴工程影响,洲头分流区有部分水流绕过洲头前缘横向自左汉流向右汉,而且随鱼嘴延伸长度越长,横向流作用越加明显,表明鱼嘴工程对洲头流场有明显的影响.

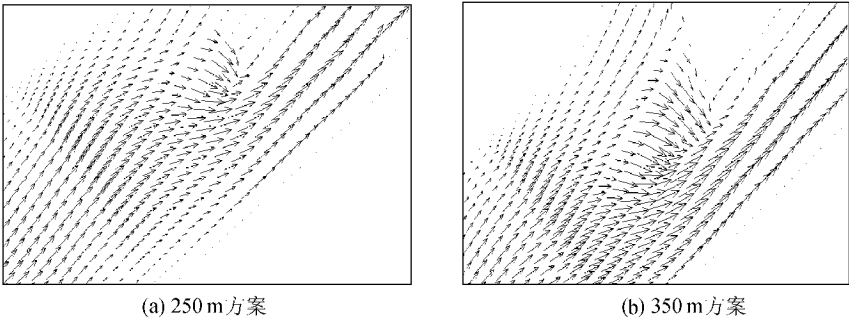


图 4 洲头鱼嘴不同延伸长度流场

Fig. 4 Flow fields of bar head with different extension lengths

分析表明,八卦洲不同鱼嘴延伸工程实施后,上游及汉道进口局部水位稍有壅高,左汉分流比有明显增加.表 2 为在河段多年平均洪水流量(59 500 m³/s)下,鱼嘴延伸工程实施前后左汉分流比变化情况.由表 2 可知,当洲头鱼嘴延伸 150 ~ 350 m 后,左汉分流比可达 18.8% ~ 20.6%,比工程实施前增加 0.38% ~ 1.02%.资料^[10]显示,20 世纪 50 年代,八卦洲汉道左汉汛期平均分流比 25% 左右;20 世纪 80 年代,在一系列整治工程特别是八卦洲洲头鱼嘴工程实施后,左汉仍然缓慢萎缩,左汉分流比汛期在 19% 左右,近些年,左汉分流比又有下降趋势.但总体看,保持左汉 20% 的分流比基本能维持现有两岸企业发展需要.因此,对于八卦洲汉道的治理,从稳定八卦洲汉道现有河势、保障两岸经济发展出发,应适度增加左汉分流比.所以,八卦洲洲头鱼嘴延伸方案考虑延伸 250 ~ 350 m 方案,基本可满足左汉汛期平均分流比 20% 的要求.

表 2 不同洲头鱼嘴延伸方案效果

Table 2 Results of bar head with different extension lengths

延伸长度/m	延伸前左汉分流比/%	延伸后左汉分流比/%	左汉分流比增加/%
350	19.58	20.6	1.02
250	19.23	20.0	0.77
150	18.42	18.8	0.38

3 结 语

随着南京城市的发展,八卦洲汉道的演变与城市经济建设的矛盾越来越突出,进行八卦洲汉道的治理迫在眉睫.治理八卦洲汉道应从稳定现有河势、适度增加左汉分流、综合考虑防洪、航运及水资源利用等方面的需要.研究结果表明,洲头鱼嘴向上游延伸越长,增加左汉分流效果愈明显.选择合理的洲头鱼嘴向上游延伸方案,基本可达到八卦洲汉道的治理目标.因此,八卦洲汉道整治采用将洲头鱼嘴向上游延伸,是较经济可行的方案.

参考文献:

- [1] 余文畴, 卢金友. 长江中下游河道整治和护岸工程实践与展望[J]. 人民长江, 2002, 33(8): 15-17. (YU Wen-chou, LU Jin-you. Practice in river regulation and bank revetment works of middle and lower stream of the Yangtze River and prospect[J]. Yangtze River, 2002, 33(8): 15-17. (in Chinese))
- [2] 卢金友, 岳红艳. 长江武汉河段河道整治方案浅析[J]. 泥沙研究, 2008(3): 33-37. (LU Jin-you, YUE Hong-yan. Preliminary study on river regulation schemes of Wuhan reach[J]. Journal of Sediment Research, 2008(3): 33-37. (in Chinese))
- [3] 陈宝冲. 长江南京河段河床的演变与整治[J]. 地理学与国土研究, 1998, 4(3): 31-36. (CHEN Bao-chong. The river evolution and realignment of Nanjing reach in the Yangtze River[J]. Geography and Territorial Research, 1998, 4(3): 31-36. (in Chinese))
- [4] 王昌杰. 河流动力学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001: 100-101.
- [5] 罗海超. 镇扬南京八卦洲河段的治理问题[J]. 江苏水利科技, 1982(1): 18-22. (LUO Hai-chao. Problems of regulation of Zhengjiang, Yangzhou and Nanjing Baguazhou reach[J]. Jiangsu Water Science and Technology, 1982(1): 18-22. (in Chinese))
- [6] SEIM H E, BIANCONI J O, GROSS T. Direct stress measurements in a shallow sinuous estuary[J]. Continental Shelf Research, 2002, 22(11/12/13): 1565-1578.
- [7] 潘庆兑. 长江中下游河道近50年变迁研究[J]. 长江科学院院报, 2001, 18(5): 20-21. (PAN Qing-shen. Study on evolution of middle and lower reaches of Yangtze River in recent fifty years[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2001, 18(5): 20-21. (in Chinese))
- [8] 张子龙, 臧英平. 南京八卦洲汉道河道整治工程措施分析[J]. 人民长江, 2003, 34(7): 30-32. (ZHANG Zi-long, ZANG Ying-ping. Analysis and study on regulation measures of Baguazhou bifurcated river channel[J]. Yangtze River, 2003, 34(7): 30-32. (in Chinese))
- [9] 徐锡荣. 长江南京河段河道整治护岸结构型式总结研究[R]. 南京: 河海大学, 2002.
- [10] 燕京. 长江南京河段八卦洲汉道特性及整治技术研究[D]. 南京: 河海大学, 2008.
- [11] 陈国祥, 刘开平. 长江南京八卦洲汉道的演变与整治[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 1999, 27(3): 63-66. (CHEN Guo-xiang, LIU Kai-ping. Fluvial process and training of Nanjing Baguazhou reach of the Yangtze River[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 1999, 27(3): 63-66. (in Chinese))
- [12] 潘庆兑, 胡向阳. 长江中下游分汊河段的整治[J]. 长江科学院院报, 2005(3): 13-16. (PAN Qing-shen, HU Xiang-yang. Bifurcated channel stretches regulation in middle and lower Yangtze River[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2005(3): 13-16. (in Chinese))

Water and sand characteristics and regulation of Baguazhou branch of Yangtze River

YAN Jing, XU Xi-rong, GOU Wen-juan

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on analysis of the existing regulation of the Baguazhou branch of the Yangtze River and its water and sand characteristics, mathematical models were employed to numerically simulate the regulation projects. Various regulation plans and their effectiveness were studied. The results show that the regulation of the Baguazhou branch and extension of the bar head upstream can effectively stabilize the discharge.

Key words: branch; river regulation; numerical simulation; Baguazhou; Yangtze River