

2 枢纽河段水文、泥沙特性

据贵港水文站资料,多年平均径流量为 487.5 亿 m^3 ,年平均流量为 $1\,509\text{ m}^3/\text{s}$,一般年份 6~9 月为汛期,多年实测最大洪峰流量为 $12\,800\text{ m}^3/\text{s}$.

郁江为少沙河流,多年平均悬移质输沙量为 808 万 t ,多年平均含沙量为 $0.164\text{ kg}/\text{m}^3$,实测断面最大含沙量为 $1.57\text{ kg}/\text{m}^3$ (1968 年 6 月 29 日).悬移质泥沙量年际变化较大,最大(1968 年)为 1 990 万 t ,最小(1983 年)为 275 万 t ,最大与最小之比值为 7.24.悬移质输沙量年内分配极不均匀,来沙主要集中在汛期,5~10 月来沙量占全年来沙量的 97.4% 以上.

悬移质沙颗粒较细,根据 1990 年汛期沙样分析,中值粒径 $d_{50}=0.017\text{ mm}$,平均粒径为 $0.023\,4\text{ mm}$.各组泥沙重量的百分比为 $d>0.05\text{ mm}$ 的细沙占 8.3%, $d<0.025\text{ mm}$ 的占 65.0%, $d<0.005\text{ mm}$ 的粘粒占 21.8%,级配曲线如图 2 所示.

贵港枢纽上游 104.3 km 处已建有西津枢纽,推移质泥沙已受到西津水库拦截的影响,西津以下区间面积小,入库推移质数量较少.此外,贵港枢纽船闸上游引航道位于河道的两个弯道之间过渡段下缘,推移质输沙在引航道口门外河道主槽,引航道底部比河道主槽底部高出 13~18 m,也较凸岸边滩顶部高出 8~9 m,推移质泥沙进入引航道的可能性极小.因此,本研究不考虑推移质泥沙运动及其对冲淤的影响.建库前悬移质泥沙中大部分为冲泻质,建库后由于水流及边界条件发生变化,悬移质泥沙将成为主要的淤积成分.

为了给泥沙淤积分析提供特征年来沙情况,笔者对 1967~1988 年的贵港水文站泥沙资料进行了分析,得出了典型年水文、泥沙的特征值,如表 1 所示.

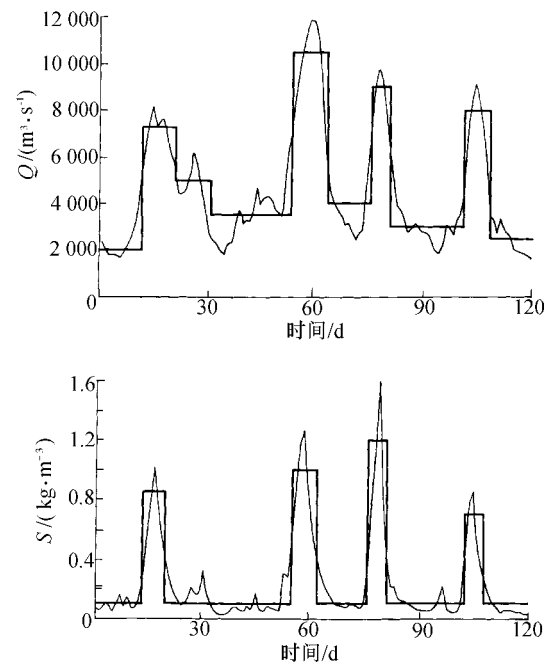


图3 流量(Q)含沙量(S)过程及放水梯级图(1986年)
Fig. 3 Diagram of discharge content (Q), sediment content (S) and hydrograph and simplified discharge hydrograph (1986)

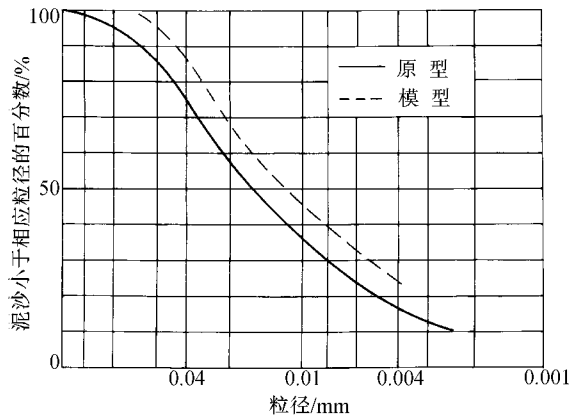


图2 悬移质泥沙级配曲线
Fig. 2 Gradation curve of suspended sediment

表1 特征年水文、泥沙统计

Table 1 Statistics of characteristic hydrology year and sediment			
特征年份	年径流量 /亿 m^3	年平均流量 / $(\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1})$	平均含沙量 / $(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$
丰水丰沙年(1986 年)	687.0	2180	0.30
中水丰沙年(1969 年)	434.5	1380	0.19
中水中沙年(1981 年)	497.0	1580	0.10

由于郁江含沙量小,特别是每年中枯水季节,含沙量接近于零,因此物模试验中仅对每个特征年放施 6~9 月汛期
的水沙,足以反映其淤积情况,丰水丰沙年份的水沙过程及其模型放水加沙操作梯级图,见图 3.

3 模型比尺

物模为变态模型,水平比尺为 1:200,垂直比尺为 1:100.模型沙采用中值粒径 $d_{50}=0.013\text{ mm}$ 的电木粉,模型沙级配按原型沙取值,其颗分成果见图 2.

4 试验方案及引航道口门水流条件

本工程上游引航道分水堤水平投影总长度为 319.11 m,其中口门段 B_1B_2 长 35.1 m,在 B_1B_2 段布置有孔口;下游引航道分水堤长 240 m.上下引航道口门中心线与主流交叉角小于 15° .根据上游分水堤内部段(B_2B_3)布置及下

游分水堤头型式,组合成 3 种方案.各方案上游分水堤口门段 B_1B_2 及下游分水堤位置相同.方案Ⅰ,上游分水堤布置见图 4,下游分水堤为实体结构.方案Ⅱ,上游分水堤内部段呈折线形,下游分水堤头开孔.方案Ⅲ,将方案Ⅱ上游分水堤内部折线交点 B_4 位置向引航道内适当移动,下游分水堤头孔顶高程降至 37.0 m.方案Ⅱ,Ⅲ上游分水堤布置见图 5,下游分水堤头开孔情况见图 6,上下游分水堤顶高程均高于洪水位.

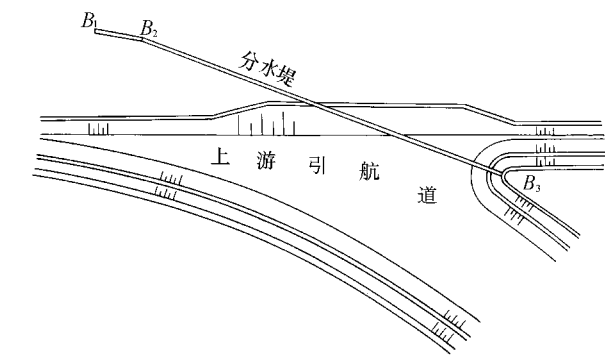


图 4 方案Ⅰ上游分水堤布置

Figure 4 Plan I, layout of the upstream diversion dike

上述 3 种方案,在下泄流量高达 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,上游引航道口门的纵向流速一般小于 $1.8\sim 2.0\text{ m/s}$,横向流速一般小于 0.25 m/s ,口门区回流长度约 250 m;下游引航道口门的纵向流速一般小于 $2.0\sim 2.2\text{ m/s}$,横向流速一般小于 0.27 m/s .当下游分水堤为实体时,下游引航道口门区回流长度约 300 m,沿左岸的回流反向流动,一直延至分水堤内约 140 m 处,且在回流与主流之间存在着一连串较强的旋涡.下游分水堤开孔,虽口门横向流速有所减小,回流范围也有所压缩,但水流从分水堤孔口流入引航道内,在引航道内产生横流,试验表明,当下泄流量大于 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,方案Ⅱ,Ⅲ下游引航道内的横向流速均已大于 0.3 m/s .

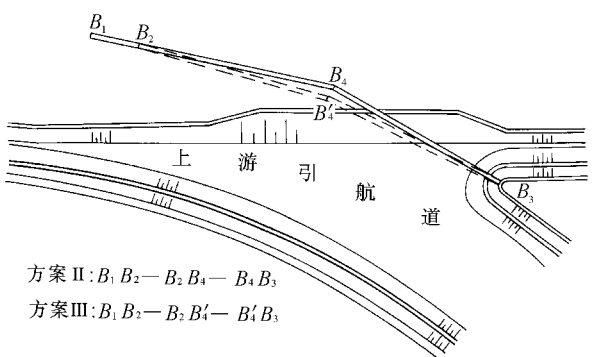


图 5 方案Ⅱ,Ⅲ上游分水堤布置

Fig. 5 Plan II and III, layout of the upstream diversion dike

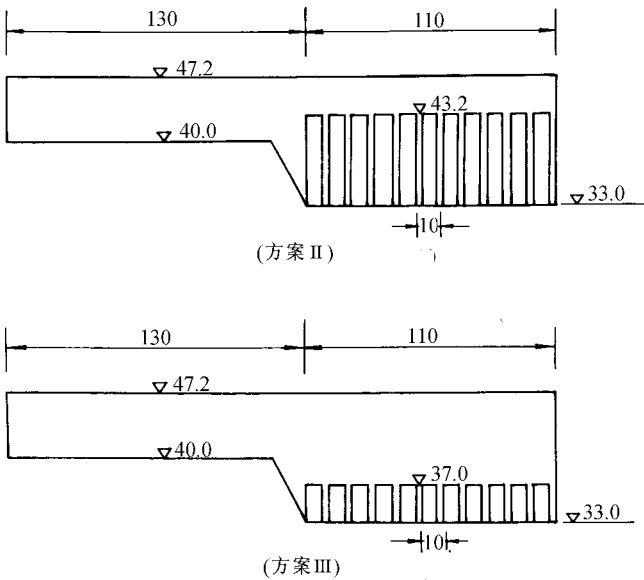


图 6 下游分水堤孔口布置

Figure 6 Layout of the orifice of the downstream diversion dike

河流渠化后,改变了河流天然情况下的相对平衡状态,而船闸必须有满足船舶航行要求的引航道和分流条件,须在靠河侧建分水堤,将河道的动水隔开,形成不同于主流河道水流条件的相对静水渠道,(引航道).引航道口门处是动水与静水的交界处,在分水堤外是具有一定流速的水流,分水堤内则是静水,后者受到前者的拖曳作用,产生就地旋转的竖转环流——回流^[1].由于回流区浑水与引航道内清水之间存在着压力差,所以会产生异重流.试验结果表明,引航道口门附近淤积强度(单位河长淤积量)较大,愈向内淤则愈小.这说明,回流淤积仅限于口门区,异重流的淤积量一般较小.其结果在引航道口门内外较短距离内形成拦门坎式的集中淤积,而拦门坎内侧较长距离内则为厚度较小的片状淤积.不同特征年份引航道淤积情况见表 2、表 3,观测断面见图 7.

表2 贵港船闸上游引航道不同特征年分水墙方案淤积量
Table 2 Silting volume in the upstream waterway of Guigang lock

特征年	分水墙方案	断面平均淤积厚度/cm												全段淤积总量 /万 m ³
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
丰水丰沙 (1986)	方案Ⅰ	150	150	150	120	80	70	68	65	30	10	5	5	4.52
	方案Ⅱ	150	150	145	120	80	70	65	65	30	10	5	5	4.48
	方案Ⅲ	150	145	145	115	80	70	65	63	30	10	5	5	4.43
中水丰沙 (1969)	方案Ⅰ	120	120	118	110	70	60	50	30	20	5	2	1	3.26
	方案Ⅱ	120	120	118	110	70	60	50	30	20	5	2	1	3.26
	方案Ⅲ	115	115	115	110	70	60	40	20	15	5	2	1	3.24
中水中沙 (1981)	方案Ⅰ	95	95	90	80	60	30	20	15	10	3	1	0	2.13
	方案Ⅱ	95	95	90	75	60	30	20	15	10	3	1	0	2.18
	方案Ⅲ	95	90	85	75	55	30	20	15	10	3	1	0	2.11

注：上游引航道断面1~12 总长1440 m.

如前所述,引航道口门的淤积主要为回流淤积.回流淤积是相当复杂的一个问题,不同的来水来沙条件和口门的边界条件对回流区的水流运动特性、不同粒径泥沙的运动及落淤过程,都会有较大的影响,因而不同年份的淤积量有明显差别^[2].本工程虽位于少沙河流,但汛期来沙量较大.在丰水丰沙年份,汛期水流含沙量最大可达1.57 kg/m³,且上下游水深大,口门处会出现较严重的淤积.在该年份的来水来沙条件下,经过5~10月的运行,引航道进出口处最大淤高近1.5 m,当上下游水位降至设计最低通航水位时,航行水深将严重不足.

表3 贵港船闸下游引航道不同特征年分水墙方案Ⅰ淤积量

Table 3 Plan I, Silting volume in the downstream waterway of Guigang lock

特征年	断面平均淤积厚度/cm							全段淤积总量 /万 m ³
	1	2	3	4	5	6	7	
丰水丰沙年(1986)	50	50	60	150	155	120	70	4.35
中水丰沙年(1969)	30	30	40	110	120	100	55	3.32
中水中沙年(1981)	10	10	20	75	90	75	50	2.36

注：下游引航道断面1~7 总长720 m.

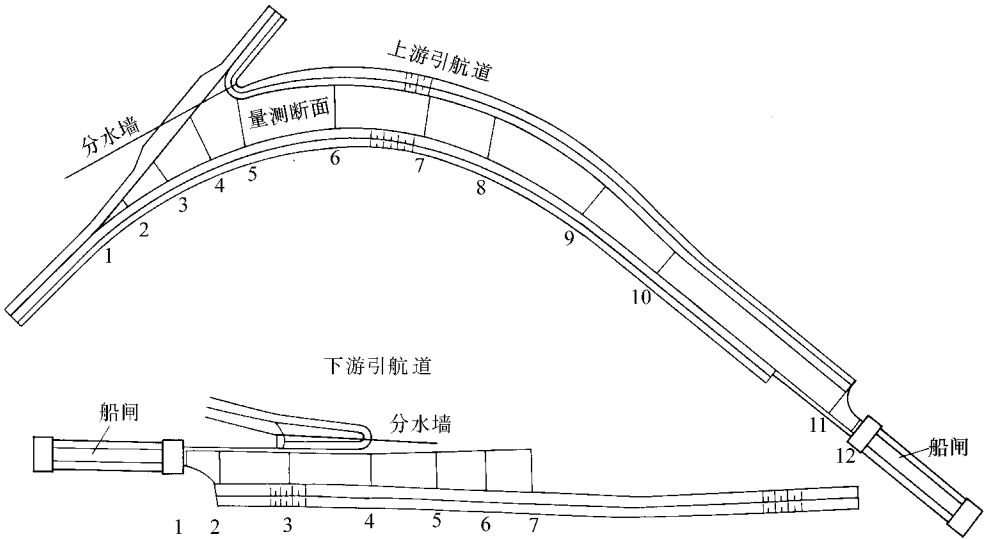


图7 引航道回淤量观测断面

Fig. 7 observation cross-section of silting in the entrance waterway

本船闸引航道口门中心线与河道主流的分岔角小于15°,引航道口门与天然航道平顺连接,因而引航道口门区的流态能够满足船舶航行的要求,且回流范围相对较小.试验表明,在引航道口门边界条件不变的情况下,局部调整引航道内部边界条件,对改善水流条件、减少泥沙淤积的作用甚小.

分水堤头开孔,对压缩回流、减少口门淤积,具有一定作用,据笔者试验结果,减少淤积量约为总淤积量的 5%。但由于下游分水堤头开孔,流入引航道内的水流产生的横向流速较大,所以这种开孔型式不宜采用。

6 结 束 语

少沙河流渠化后,船闸引航道的淤积仍然是一个不可忽视的问题,特别是丰水丰沙年份,引航道口门淤积较为严重,建设中必须考虑相应的减淤和清除措施。

从水流条件、淤积量及工程量等方面综合分析,本船闸引航道分水堤布置及型式宜采用 I 方案。

参 考 文 献

1 王作高. 船闸设计. 北京 水利电力出版社,1992.67 ~ 68
2 谢鉴衡,丁君松,王运辉. 河床演变及整治. 北京 水利电力出版社,1987.224 ~ 226

Study on Sediment Accumulation
in Lock Approach of Guigang Project

Zhan Shifu Ding Jian Zhou Jingyan

(College of Harbor, Waterway and Coastal Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098)

Abstract Guigang harbor is built on a river carrying a small amount of sediment. By means of physical model tests,the sediment transport law for the lock approach of Guigang harbor,the mechanism and properties of sediment accumulation are analysed,and the amount and the largest thickness of sediment accumulation in the area of the approach gateway in three kinds of typical years are obtained. It is indicated that in canalization of a river which even carries a small quantity of sediment,sediment accumulation in the lock approach should not be overlooked ;and to eliminateit relevant measures must be taken.

Key words loek approach ;eddyding water ;density current ;sediment accumulation ;suspended load



《河海大学学报(社会科学版)》公开出版发行

经国家新闻出版署批准,《河海大学学报(社会科学版)》于 1999 年起公开出版发行。

《河海大学学报(社会科学版)》为社科类学术期刊,主要刊登哲学、政治学、文学、史学、语言学、法学、社会学、心理学、经济学、管理学、高等教育学等社会科学方面的研究成果、学术论文、综述等学术性文章。

《河海大学学报(社会科学版)》国内统一刊号为 CN32 - 1521/C,国际标准刊号为 1008 - 3316.

16 开本,季末出版,每期 80 页. 自办发行,每期定价 3.00 元,全年 16 元(含邮寄费)。

欢迎投稿,欢迎订阅。

本刊地址 南京市西康路 1 号《河海大学学报(社会科学版)》编辑部

邮编 210098

电话 :(025)3713777 - 50376

电子信箱 jkbb@hhu.edu.cn

征订处 本刊编辑部

《河海大学学报(社会科学版)》编辑部