



三峡水库回水变动区廖家凼码头水域条件分析

邓宇中, 张晓明, 胥润生

(重庆交通大学 西南水运工程科学研究所, 重庆 400016)

摘要: 廖家凼码头2个泊位, 位于长江三峡水库回水变动区河段, 且受码头上游附近苦竹背石梁突嘴的影响, 码头水域条件复杂。通过分析码头工程河段的河床演变、码头前水域条件及码头工程对通航条件的影响, 提出分时段限制码头泊位停靠船舶的安全措施。主要结论为: 码头工程河段河势航槽稳定; 枯水期每年11月至次年4月底, 三峡水库维持较高水位运行, 码头水域条件良好, 码头泊位最多可停靠2排船舶; 每年5—10月, 码头工程河段处于天然河道, 码头水域条件较差, 码头泊位最多可停靠1排船舶; 发生洪水时, 码头上游附近苦竹背石梁突嘴以下约100 m范围内水势流态复杂, 影响码头上游泊位船舶的停靠和出港航道安全, 因此, 汛期6—9月, 码头上游泊位禁止停靠船舶。

关键词: 三峡水库; 回水变动区; 码头工程; 河床演变; 水域条件; 安全措施

中图分类号: U 651

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)05-0072-05

Water conditions of Liaojiadang wharf in back water variation area of Three Gorges reservoir

DENG Yu-zhong, ZHANG Xiao-ming, XU Run-sheng

(Southwest Research Institute of Water Transport Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Two berths of Liaojiadang wharf locate in backwater variation zone of the Three Gorges reservoir in the Yangtze River, which are affected by the upstream stone beams in Kuzhubei, thus the water conditions are very complicated. On the basis of analysis of river bed evolution, water conditions and navigation conditions, we propose safety measures which limit ships to berth during different periods. The main research results are as follows: the channel of waterway of wharf project is stable; during the dry season, i. e., from November to the end of April of the next year, when the Three Gorges reservoir runs in high water level manner, the water conditions of the wharf keeps feasible, it can berth 2 rows of ships at most; during other months, i. e., from May to October, the water condition of the wharf runs in natural states, it can berth one row of ships at most; when floods occur, the flowing properties become deteriorated in rough 100 m range near the Kuzhubei site to affect the navigation of the Liaojiadang wharf, thus during floods months, i. e., from June to September, the ships are prohibited at the upper berth of the wharf.

Keywords: Three Gorges reservoir; backwater variation area; wharf project; riverbed evolution; water area condition; safety measure

廖家凼码头位于重庆市南岸区长江右岸, 下距宜昌航道里程646.0~646.2 km, 上距重庆嘉陵江与长江汇合口朝天门航道里程约13.7 km。码头结构形式采用实体斜坡趸船码头, 设计低水位158.3 m(吴淞高程,下同), 设计高水位190.8 m, 停靠1 000吨级油船, 2个泊位, 占用岸线200 m,

装卸柴油和润滑油、丙类油品, 年吞吐量23万t, 泊位间距满足规范^[1-2]要求, 港址选择和岸线利用符合重庆市港口总体布局规划。2007年进行廖家凼码头工程可行性研究^[3], 2013年建成下游泊位, 已投入使用, 上游泊位分期缓建。

廖家凼码头工程河段处于长江三峡水库回水

收稿日期: 2014-09-18

作者简介: 邓宇中(1957—), 男, 高级工程师, 注册土木工程师(港口航道), 注册咨询工程师, 从事港口航道工程设计、咨询工作。

变动区,具有天然河道和库区河道的双重特性,水流条件及泥沙淤积复杂。并且,廖家凶码头上游附近有苦竹背石梁突嘴伸入江边,洪水时,苦竹背下游水流紊乱,流速大,码头水域条件复杂。为确保所建廖家凶码头的安全有效运行,以及不影响主航道船舶通航,需要对廖家凶码头工程河段的河床演变、码头水域条件及码头工程对通航条件的影响进行分析,提出安全保障措施。

1 河床演变分析

1.1 河道概况

长江是我国第一大河流,是重庆市及西南地区通江达海的主要内河航运通道。三峡水库建成前的天然河道,廖家凶码头所在的重庆至巫山河段可常年通航1 000~1 500吨级船舶。长江三峡水库建成后,坝前水位按175~145~155 m方案调度运行,重庆江津红花碛至涪陵为三峡水库回水变动区航道,涪陵至三峡大坝为常年库区航道;常年库区航道条件得到显著改善,回水变动区航道得到季节性改善。按长江干线航道规划,重庆至城陵矶河段为I级航道标准,一类航道养护,一类航标配布,通航由2 000~3 000吨级驳船组成的6 000~10 000吨级船队。

廖家凶码头工程河段下起铜锣峡,上至猪脑滩,下距宜昌航道里程644~650 km,全长约6 km,码头工程河段河势见图1。工程河段河道呈“S”形弯道,大部分河岸基岩裸露,礁石和突嘴较多,在河道放宽段有边滩碛坝。上段猪脑滩至长石尾河道较顺直,枯水河宽370~500 m,左岸岩石河岸较陡,有礁石;右岸有窑沟边滩,滩尾以下江边有大石鼓等基岩裸露。工程河段中段长石尾至唐家沱河段,大部分枯水河宽400~520 m;左岸有铜田坝和望鱼碛大边滩;右岸基岩裸露,礁石和基岩突嘴较多,苦竹背石梁突嘴伸入枯水江边约70 m,顶面高程从江边158 m逐渐升高到岸边约175 m,与左岸铜田坝大边滩相对,枯水河床束窄到约320 m,苦竹背之下紧接廖家凶河湾,枯水河道宽度放宽到约450 m,河湾长约350 m。工程

河段下段唐家沱至铜锣峡峡口河段,两岸基岩裸露、多突嘴;左岸为唐家沱和老鹰溪深沱,右岸有鸡公嘴突嘴;枯水河道宽度由400 m左右逐渐缩窄到铜锣峡峡口250 m宽左右。廖家凶码头泊位处于苦竹背之下河湾中部,上距苦竹背石梁突嘴约200 m,下距杂货滩—鸡公嘴弯道600~800 m,下距铜锣峡入口约1.5 km。

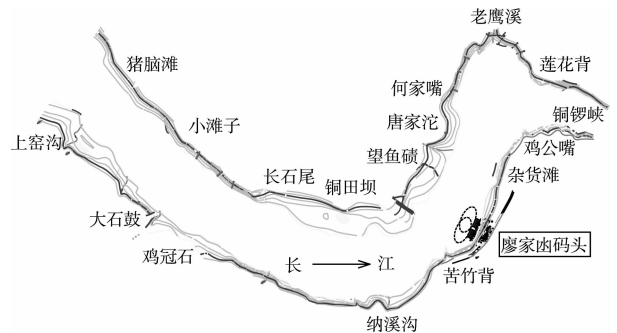


图1 廖家凶码头工程河段河势

廖家凶码头位于唐家沱河段,上距重庆寸滩水文站约6.7 km,其间无大的河流汇入。根据寸滩水文站1953—1988年资料,工程河段多年平均流量11 100 m³/s,实测最大流量85 700 m³/s,最小流量2 270 m³/s;年际水位变幅约33 m;多年平均悬移质输沙量46 200万t,含沙量1.32 kg/m³;年平均卵石推移量为27.7万t。

据寸滩水文站近年资料,悬移质输沙量为1990年前:46 100万t/a;1991—2002年:33 700万t/a。推移质输沙量为1991—2002年:25.8万t/a。

长江三峡水库泥沙主要来源于上游金沙江,近年来,由于金沙江向家坝、溪洛渡等水电枢纽工程的建设,水库拦截了部分泥沙;以及沿江流域植树造林等生态水土保持措施的逐步加强,三峡水库来沙量减少。

1.2 三峡水库调度运行方式

三峡工程水库蓄水分3个阶段:

1) 施工导流期,2003—2007年坝前水位按135~139 m方案运行,汛期坝前水位135 m,枯期坝前水位139 m。

2) 初期蓄水期,2007—2009年坝前水位按156~135~140 m方案运行。

3) 正常蓄水期,2009年10月以后,坝前水

位按 175 ~ 145 ~ 155 m 方案调度运行, 正常蓄水位 175 m, 防洪限制水位 145 m, 枯水期消落水位 155 m。实际上 2008 年和 2009 年两次进行 175 m 试验性蓄水, 坝前水位分别蓄水至 172.29 m 和 171.43 m; 2010 年 10 月 26 日, 坝前水位达到 175 m 正常蓄水位, 之后三峡水库坝前水位按 175 ~ 145 ~ 155 m 设计方案正常调度运行。

三峡水库调度运行方式。三峡水库建成后, 按照防洪、发电、航运、排沙等综合效益要求进行调度。每年 5 月末至 6 月初, 水库坝前水位降至防洪限制水位 145 m。汛期 6—9 月, 三峡水库按防洪限制水位运行, 当入库流量超过电站过流量时, 通过泄洪闸排洪; 当入库流量超过下游河道安全泄流量时, 水库蓄水拦洪, 库水位高于 145 m, 洪峰过后, 坝前水位仍降至 145 m 运行。汛末 10 月份, 水库开始蓄水, 坝前水位逐渐提高到 175 m, 其蓄水过程到 11 月份。从 11 月份至次年 4 月底, 水库维持较高水位运行, 电站按电网调峰要求运行, 当入库流量低于电站保证出力所需流量时动用调节库容, 坝前水位开始消落, 但 4 月末以前坝前水位不低于 155 m, 以尽量保证上游库区航道水深。

1.3 河床近期演变分析

河床近期演变分析, 2007 年进行可行性研究前, 码头工程河段处于天然河道。工程河段枯中水主流自猪脑滩偏左岸而下, 逐渐偏向右岸纳溪沟附近, 然后偏右岸经苦竹背、杂货滩等岩石突嘴河岸, 水流顺岸扫弯而下, 逐渐偏向左岸唐家沱和老鹰溪, 主流在此受阻形成部分旋流, 然后折射流入铜锣峡。在铜田坝和望鱼碛河湾内侧缓流区形成较大的边滩, 洪水水流漫滩趋直, 主流靠近河心。

根据 1986 年和 2004 年两次实测工程河段河床地形图, 分析了工程河段近期天然河道河床及滩槽变化。通过比较两次测图常年枯水位 160 m 附近岸线和边滩的等高线走势和平面位置的偏离程度, 结果两次测图的河岸线基本一致, 廖家凶码头对岸的铜田坝至望鱼碛边滩变化很小。通过点绘两次测图的深泓线平面图, 进行重叠分析,

深泓线平面位置几乎重合, 横向摆动幅度甚微。通过点绘两次测图的深泓线上的河底高程, 进行对比分析; 2004 年的深泓高程普遍低于 1986 年, 结合横断面变化图分析, 深槽部位略有冲刷, 但变化幅度均较小; 廖家凶码头上游约 500 m 至其下约 1 200 m 河段, 河床高程变化甚微, 工程河段深泓处于微冲状态。通过点绘两次测图相同位置的河道横断面高程图, 横断面间距 200 ~ 250 m 及河道滩槽急剧变化的断面, 进行横断面冲淤比较, 除人为因素个别断面的岸边有所变化外, 其余实测断面图形态一致, 各处高程亦无明显变化; 从大部分断面来看, 2004 年主槽较 1986 年均略有冲刷, 但冲刷幅度甚小, 河床稳定性较好。

综上所述, 工程河段为典型的山区河流, 河岸及河床多由岩石和沙卵石构成, 抗冲性能较好。汛期水位暴涨暴落, 泥沙在边滩缓流区淤积, 汛后水流归槽, 沉积的泥沙又被冲刷, 年内河床冲淤基本保持平衡, 多年来码头工程河段河势河床稳定。

1.4 河床演变趋势预测

河床演变趋势预测, 按三峡水库建成后正常蓄水调度进行分析。2010 年 10 月以后, 三峡水库坝前水位按 175 ~ 145 ~ 155 m 正常蓄水调度方案运行, 廖家凶码头所处的唐家沱河段位于三峡工程水库回水变动区, 工程河段水流条件受到水库高水位运行的影响。每年 11 月至次年 4 月, 三峡水库维持较高水位运行, 工程河段呈现水库的特征, 流速小, 水流平缓, 航道水流条件较天然条件有明显改善; 汛期 6—9 月坝前水位按防洪限制水位 145 m 方案运行, 工程河段处于天然河道状态; 汛期水位暴涨暴落, 泥沙在边滩缓流区淤积。三峡水库按 175 m 方案蓄水运行后, 由于汛末水库蓄水, 破坏了天然河道汛后冲刷走沙条件, 使汛期淤积的泥沙在汛后不能冲走, 从而使该河段发生累积性泥沙淤积。

根据西南水运工程科学研究所进行的三峡库区回水变动区重庆主城区河段泥沙模型试验研究^[4], 工程河段铜田坝—铜锣峡峡口 (航道里程 649.0 ~ 645.2 km) 河段在三峡成库 20、28、49、80 a 的

泥沙总淤积量分别为1 013.03万、1 207.21万、1 732.33万、2 109.40万 m^3 。三峡水库运行30 a后,工程河段泥沙主要淤积在左岸的铜田坝至唐家沱一带;廖家凶码头所在的河道右岸为凹岸,岸坡较陡,河床岸边主要为岩石,由于水流扫弯,泥沙淤积极少。

综上所述,三峡工程水库建成正常蓄水运行后,工程河段主要淤积区为左岸的铜田坝—唐家沱大边滩,廖家凶码头所处的右岸泥沙淤积较少,工程河段河势航槽稳定。

2 码头水域条件

2.1 码头前水域条件

廖家凶码头建成后,三峡水库已建成,坝前水位按175~145~155 m正常蓄水方案调度运行。廖家凶码头位于三峡水库回水变动区,码头前水域水流条件具有天然河道和库区河道的双重特性。枯水期,每年11月份至次年4月底,水库较高水位运行,廖家凶码头前水域具有库区河道的特性,风平浪静,水流流速很小,江面宽阔,码头水域条件良好。每年5—10月,廖家凶码头工程河段处于天然河道,码头水域条件较差;5月末至6月初,坝前水位由不低于155 m的高水降至防洪限制水位145 m;汛末10月份开始蓄水,直到11月份坝前水位逐渐提高到175 m;汛期6—9月,坝前水位按防洪限制水位145 m方案运行,洪水期水位陡涨陡落,码头上游附近苦竹背石梁突嘴被淹没后有滑梁水,在苦竹背下游约100 m水域范围内,有强烈的泡漩水,流态紊乱,码头前水域受到不同程度的影响。

2.2 码头进出港航道条件

廖家凶码头位于长江右岸,船舶从码头泊位下游进港,上游出港。码头前水域清除少量礁石后,进出港航道水深满足要求。枯水期,每年11月份至次年4月底,三峡水库较高水位运行,工程河段具有库区航道特征,码头水域条件良好,船舶进出港航道条件良好;每年5月和10月份中水期,码头进出港船舶的航道条件较好;汛期6—

9月份,码头工程河段处于天然河道,洪水时码头上游附近苦竹背下游约100 m水域范围内,水域条件差,影响码头上游泊位船舶的停靠和出港航道安全,下游泊位船舶的停靠和进出港航道基本不受影响。

2.3 安全措施

考虑船舶靠泊码头的水域条件及系缆力因素,以及不影响主航道通航,分时段限制码头趸船靠泊船舶的排数。枯水期,每年11月份至次年4月底,三峡水库较高水位运行,码头水域条件良好,码头趸船最多可靠泊2排设计船舶。每年5—10月,廖家凶码头处于天然河道,可能出现低水位或洪水,码头水域条件较差,码头趸船最多可靠泊1排设计船舶;但是洪水期间,码头上游附近苦竹背下游约100 m水域范围内,水域条件差,影响码头上游泊位船舶的停靠和出港航道;为了确保安全,汛期6—9月,上游码头泊位禁止停靠船舶。

3 码头工程对通航条件的影响

3.1 码头工程对水流和泥沙的影响

廖家凶码头为实体斜坡梯道趸船码头,岸坡梯道2条,间距98 m,宽度3 m;梯道下端高程160.7 m,上端高程194.7 m;梯道坡比约1:2.5,与自然岸坡约1:1.7~1:2.8接近。梯道采用现浇混凝土,梯道两侧及码头泊位范围内岸坡平整后,采用浆砌石护坡,挖填工程量很小,对河道水流流速几乎没有影响,不存在水流条件改变及岸坡发生水土流失引起码头港池水域及河道淤积。

码头港池设计水深3.5 m,炸礁约400 m^3 ,工程量较小,并且码头港池位于河道凹岸,属于微冲河段,不会因港池炸礁引起泥沙淤积。码头工程建设不会引起港池及该河段水流变化和泥沙淤积。

3.2 码头工程对航道的影响

1) 码头前停泊水域。

码头前停泊水域宽度应为设计船型宽度加富裕宽度或设计并靠船舶的总宽度加富裕宽度之和。该码头泊位趸船宽度11 m,长60 m,设计油船宽12.8 m,长75 m,岸边引桥长约10 m,富裕宽度

取 1.5B, 为 19.2 m; 码头趸船停靠 1 排设计油船的停泊水域宽度为 53 m, 停靠 2 排设计油船的停泊水域宽度为 65.8 m。

廖家卤码头前水域河道较开阔, 各级水位, 上行船舶位于河心偏左岸航行; 枯中水位时下行船舶航线位于河心, 洪水时下行船舶航线位于河心稍偏右岸。码头建成后, 三峡水库已按 175 ~ 145 ~ 155 m 水位正常运行。每年 11 月至次年 4 月底, 三峡水库较高水位运行, 江面宽阔, 码头水域条件良好, 码头趸船最多可靠泊 2 排设计油船, 停泊水域宽度为 65.8 m, 距船舶下行航道右边界约 80 m; 每年 5—10 月, 廖家卤码头工程处于天然河道, 可能出现低水位或洪水, 码头水域条件较差, 码头趸船最多可靠泊 1 排设计油船; 按出现设计低水位 158.3 m 时靠泊 1 排设计油船的不利情况考虑, 停泊水域宽度为 53 m, 距船舶下行航道右边界约 50 m。

廖家卤码头工程河段, 在设计低水位至设计高水位之间, 码头前停泊水域均不占主航道, 不影响主航道船舶通航。

2) 码头前回旋水域。

码头前回旋水域沿水流方向的长度取 3 倍设计船长, 为 225 m, 沿水流垂直方向宽度取 1.5 倍设计船长, 为 112.5 m。码头前船舶回旋水域宽度临时占用下行船舶的航道, 船舶进出港时避让下行船舶通行, 对主航道船舶通航基本无影响。在洪水时, 码头上游附近苦竹背石梁突嘴以下约 100 m 范围内水势流态复杂, 对码头上游泊位船舶的回旋水域有影响, 应采取安全措施。

3.3 安全措施

码头前船舶回旋水域临时占用下行船舶航道, 码头施工期及建成后应配布和调整航标, 进出港船舶需要避让主航道下行船舶; 发生洪水时, 码头上游泊位船舶的回旋水域受上游附近苦竹背石梁复杂水流条件的影响, 如同 2.3 安全措施, 汛期 6—9 月, 码头上游泊位禁止停靠船舶。

4 结语

1) 河床演变分析。廖家卤码头工程河段处于

长江三峡水库回水变动区; 河床近期演变分析, 三峡水库成库前的天然条件下, 工程河段河床冲淤变化不大, 河势河床稳定; 河床演变趋势预测, 根据有关试验研究^[4]分析, 三峡水库建成后正常蓄水运行, 工程河段朝着淤滩留槽方向发展, 主要淤积区为左岸的铜田坝—唐家沱大边滩, 廖家卤码头所处的右岸泥沙淤积较少, 河势航槽稳定; 拟选港址适合建设码头。

2) 码头水域条件及安全措施。廖家卤码头前沿水域水流条件较复杂; 枯水期, 每年 11 月份至次年 4 月底, 三峡水库较高水位运行, 江面宽阔, 水流流速很小, 码头水域条件良好, 码头趸船最多可靠泊 2 排设计船舶。每年 5—10 月, 廖家卤码头工程处于天然河道, 可能出现低水位或洪水, 码头水域条件较差, 码头趸船最多可靠泊 1 排设计船舶; 发生洪水时, 码头上游附近苦竹背下游约 100 m 水域范围内流速大, 流态紊乱, 影响码头上游泊位船舶的停靠和出港航道及其回旋水域的安全, 为确保安全, 汛期 6—9 月, 码头上游泊位禁止停靠船舶。

3) 码头工程对通航条件的影响及安全措施。廖家卤码头为实体斜坡梯道, 坡度与自然岸坡接近, 码头工程建设几乎不会引起港池及该河段水流条件变化和泥沙淤积; 工程河段河道较开阔, 码头前停泊水域不占主航道; 码头前船舶回旋水域临时占用下行船舶部分航行水域, 通过设置航标、进出港船舶主动避让过往船舶等安全措施, 可避免对船舶通航的影响。

参考文献:

- [1] JTJ 212—2006 河港工程总体设计规范[S].
- [2] JTJ 237—1999 装卸油品码头防火设计规范[S].
- [3] 重庆西南水运工程科学研究所. 廖家卤危险品码头工程可行性研究报告[R]. 重庆: 西南水运工程科学研究所, 2007.
- [4] 重庆西南水运工程科学研究所. 重庆主城区河段泥沙模型试验成果报告[R]. 重庆: 西南水运工程科学研究所, 2005.

(本文编辑 郭雪珍)