

漳河水库临界调洪方法研究

陈崇德, 陈祖梅

42-43.46

(湖北省漳河工程管理局, 湖北荆门 448156)

TV697.11
TV697.13

摘要:依据漳河水库防洪调度中存在的主要问题,以现有泄洪设施启用操作规则和给定的洪水预报成果及下游河道防洪要求等为约束条件,提出了临界调洪方法概念,建立了常规调度与考虑下游错峰要求的临界调洪方法非线性数学模型以及解算方法,研制了计算机软件,拟定了临界调洪方法决策系统,通过实际应用,效果较好。

关键词:临界调洪;洪水调度;方案拟定;漳河水库

中图分类号:TV697.1+1

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)02-0042-02

漳河水库位于长江中游北岸一级支流沮漳河的东支,集水面积 2 212 km²,总库容 20.35 亿 m³,其中兴利库容 9.24 亿 m³,防洪库容 3.43 亿 m³.水库流域暴雨频繁,降雨量大,洪水峰高量多,陡涨陡落.水库下游有荆江大堤、焦柳铁路、荆州市等,地理位置十分重要,然而下游河道防洪标准仅 5 年一遇,多年运行资料表明,漳河水库泄洪往往与西支沮河洪峰在两河口汇合.因此,为减轻下游河道的洪水压力,当遭遇到常遇洪水时,要求漳河水库发挥拦洪调蓄作用,尽可能地错峰或补偿调节下泄,达到减轻或避免下游洪灾损失的目的.漳河水库集水面积仅占沮漳河流域集水面积的 30.3%,对于下游河道防洪安全来说,漳河水库不起单独控制的作用,因而,漳河水库洪水调度压力是相当大的。

1 临界调洪方法研究

临界调洪方法即水库允许的最晚开闸泄洪的方案,它以已定的泄洪设施逐步投入运用的操作规则、预报的本次洪水调洪最高洪水位、最早开闸时间、最大下泄流量以及下游河道防洪要求等为约束条件,确定当前入库洪水的最晚开闸时间。

1.1 泄洪设施启用规则

泄洪设施启用规则主要是指水库泄洪设施的各种组合方式及各相邻组合方式之间的操作时间差,由调度人员根据水库泄洪设施的技术要求确定。

1.2 泄洪过程分析

根据入库洪水统计特征值,可确定每场洪水量级;根据水库调度运用规程,可确定当前洪水的最高

允许调洪水位 $Z_{\max}$ 和最大下泄流量 $q_{\max}$;根据下游河道防洪要求,可确定水库泄洪最早开闸时间 t_1 ;根据 $Z_{\max}$, $q_{\max}$ 及 t_1 ,可确定图 1 中(设最大级数为第二级)两种边界调洪方案。

从图 1 可以看出:最早泄洪方案从 t_1 时刻开始泄洪,临界调洪方案从 t_2 时刻开始泄洪。

满足约束($q_{\max}$, $Z_{\max}$, t_1)的调洪方案无穷多,只要满足: $t_2 > t_1$ 。

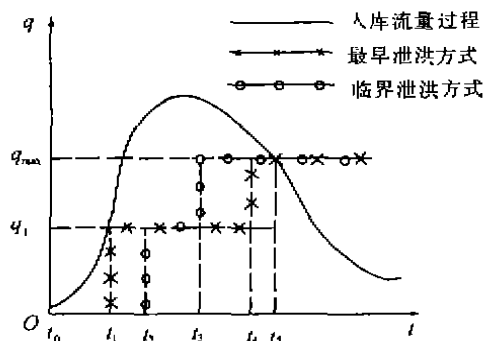


图 1 水库防洪调度示意图

1.3 临界泄洪方案数学模型

1.3.1 常规调度

当泄洪设施启用规则和上述约束条件一定时,临界泄洪方案可唯一确定,且只被一个时间特征值所描述,即最晚开闸泄洪时间.如果在制订调洪方案时,已经启用了部分泄洪设施,则临界泄洪方案描述的是最晚的增加泄洪时间。

临界泄洪方案就是求解如下非线性数学模型:

$$\Delta t^* = \max(t_2 - t_0) \quad (1)$$

$$\begin{cases} V_0 + \int_{t_0}^{t_2} (Q_t - q_t) dt \leq V_{\max} \\ q_t = q(v_t, k_t) \quad (k \in k_0) \end{cases} \quad (2)$$

$$q_t = q(v_t, k_t) \quad (k \in k_0) \quad (3)$$

式中: t_0, t_2, t_5 如图 1 所示; Δt 为开始(或增加)泄洪(t_2)距当前决策时刻(t_0)的时间; Q_t, q_t 分别为入库、泄洪流量; $V_0, V_{\max}$ 分别为决策时刻库水位 Z_0 和允许最高水位 $Z_{\max}$ 所对应的库容; k_0 为给定的当前洪水的最大泄流级数; k_t 为时刻 t 对应的泄流级数, 由 t_2 和泄洪设施启用规则确定; $q(v_t, k_t)$ 为时刻 t 库蓄水量为 V_t 时, 第 k 级泄流的泄流量。

3.2 错峰调度

漳河水库下游防汛任务繁重, 为减轻或避免洪灾损失, 水库泄洪常与沮河洪水错峰。以现有的防汛指挥体制、沮河流域水雨情、错峰期间允许泄量等, 作为制订防洪调度方案的约束条件, 错峰调度方式下的临界泄洪方案泄洪量过程为

$$q_t = \begin{cases} q(V_t, k_t) & k_t \in k_0, t \notin [t_b, t_c] \\ Q(V_t, K_{cwo}) & t \in [t_b, t_c] \end{cases} \quad (4)$$

式中: t_b, t_c 分别为错峰起迄时间; k_{cwo} 为错峰期间最大允许泄流级数。

式(1)~(5)是一种比较简单的优化模型, 本研究采用黄金分割法搜寻时间 t_2^* , 即可求出临界泄洪方案, 从式(1)可以看出, 目标函数在 t_2^* 左侧线性变化, 右侧为零, t_2^* 点为一突变点。

1.4 调度方案拟定

根据式(1)~(5)所描述的数学模型可求出临界泄洪方案, 如前所述, 这是一种极端或最不利的泄洪方案, 而介于两种边界方案之间的可行方案无穷多。由于制定调洪方案不仅要考虑技术因素, 更重要的是还要考虑社会因素, 这些因素往往难以形成某种推理固定在方案生成方法中, 因此为了制订切合当时客观

实际的调度方案, 研究设计了调度方案拟定系统。

2 计算机软件及应用

2.1 计算机软件

系统采用 DOS 环境, 应用 Borland C++ 语言编制人机交互界面软件和计算软件, 并在脱离汉字环境下, 全部以汉字显示信息。因此, 其安装方法比较简单, 不需要除 DOS 以外的支持软件。该软件具有以下特点: ①适用性强, 对水库流域降雨、下游河道错峰及水库洪水调度中可能出现的几种情况都予以考虑; ②程序操作全部采用“菜单”选择过程; ③信息输入采用常规表格格式贮存; ④信息输出采用对话框、图形、报表与信息框等形式; ⑤计算速度快, 因该程序操作比较简单, 一般调度人员通过 2~3 次实习都可以比较熟练地运用, 演示洪水过程及调洪方案。

2.2 应用实例

漳河水库利用该软件进行防洪实时调度, 方案生成步骤见图 2。典型输出成果见表 1, 其它成果既可输出, 也可存储于计算机中。

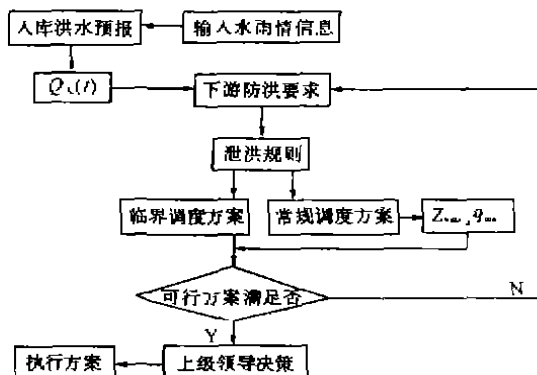


图 2 漳河水库临界调洪方法决策过程框图

从表 1 可以看出, 当本次洪水出现时, 漳河水库已超过汛限水位, 而此时下游两河口受西支洪水影响, 洪峰流量已接近下游河道的安全流量, 倘若漳河

表 1 9606 次洪水调洪成果(决策时间: 1998 年 9 月 19 日 14 时)

月	日	时	观音寺水库					鸡公尖水库			明槽流量 /(m ³ ·s ⁻¹)	总下泄流量 /(m ³ ·s ⁻¹)
			入库流量 /(m ³ ·s ⁻¹)	陈家冲 /(m ³ ·s ⁻¹)	马头营 /(m ³ ·s ⁻¹)	崔家沟 /(m ³ ·s ⁻¹)	总泄量 /(m ³ ·s ⁻¹)	库水位 /m	入库流量 /(m ³ ·s ⁻¹)	胡家坡 /(m ³ ·s ⁻¹)	库水位 /m	
9	19	14	302					122.93	163		122.85	
9	19	20	604	0	0	0	0	123.04	76	0	122.95	235
9	19	22	498	0	0	0	0	123.09	67	0	122.99	286
9	20	2	486	507	0	0	507	123.02	49	0	123.03	136
9	20	8	259	502	0	0	502	122.97	37	0	123.02	-58
9	20	14	178	497	0	0	497	122.90	25	0	122.98	-173
9	20	20	130	490	0	0	490	122.83	13	0	122.92	-228
9	21	2	100	484	0	0	484	122.75	0	0	122.84	-251
9	21	8	82	477	0	0	477	122.66	0	0	122.76	-263

注: ①漳河水库由观音寺、鸡公尖两水库组成, 中间由明渠串联相通。9 月份漳河水库汛限水位 122.60 m。②观音寺最高水位 123.09 m, 出现时间为 9 月 19 日 22 时; 鸡公尖最高水位 123.03 m, 出现时间为 9 月 20 日 2 时; 最大下泄流量 507 m³/s, 出现时间为 9 月 20 日 2 时; 泄洪总量 0.738 亿 m³。③陈家冲闸门操作过程: 9 月 19 日 22 时 0 分开 1 孔; 9 月 21 日 16 时 0 分关 1 孔; ④陈家冲、马头营、崔家沟、胡家坡为正常与非正常溢洪道。

(下转第 46 页)

袋,以防模袋沿坡面下滑.坡脚模袋要用块石保护,合理选用泵体性能.

f. 海堤合龙是施工中的重要关键,宜选择合适的时间、地段,采用妥善的办法,快速合龙.

4 工程实例^[3]

木兰溪是福建省第三大河,流经莆田市南北洋平原由三江口入海,由于千百年河床的多次改道和摆动,在全长 105 km 的木兰溪就有大、小弯道数十处,一遇暴雨和暴潮就使南北洋平原发生洪涝灾害.曾多次拟议对木兰溪进行裁弯取直根除水患,均因工程难度大,新开河段座落在深达十几米的流塑状的淤泥地基上,淤泥的土性指标太差(如 $\varphi = 0.6^\circ$, $c = 35 \sim 40 \text{ kPa}$, $W = 67\%$),因此新开河道根本无法以 1:3 ~ 1:4 自然立帮;同时从 105 km 裁弯取直到 10.5 km 后,河底坡降至少达 0.12%,据动定床模型试验成果发现,当发生 50 年一遇的洪水时,河床流速将达 3.5 ~ 4.0 m/s,因此河床及边坡的防冲刷成为一个难题.后经综合应用模袋混凝土和充泥管袋方法于木兰溪裁弯取直工程的堤防中,取得了良好的效果,其施工流程为:在河床侧帮部分采用粉喷桩工艺作支护桩和阻滑桩,其作用是减少开挖土方和保证边坡稳定,然后按设计坡度(图 2)从上至下开挖至河床标高,再在河床标高处铺一层 HSH-1 型土工布反滤层,随即在两侧侧帮处和河床处分别施工充泥管袋和具有一定强度的充泥管袋,前者能在河床上以 1:2 边坡立帮,后者可防止河底冲刷,最后按 1:4 边坡施工模袋混凝土.

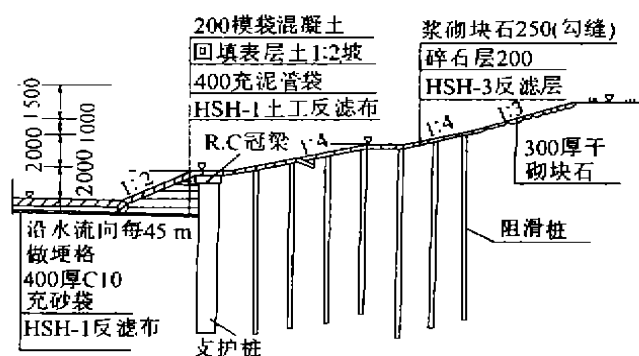


图 2 护坡断面图

5 结 语

a. 采用充泥管袋立帮作堤身,有较好的抵抗地基不均匀沉降的优点.

b. 模袋混凝土和浆砌块石相比,价格持平或略低.但从两者的技术角度分析,模袋混凝土有如下优点:①不会因嵌固不紧使块体错动而产生坡面坍塌;②模袋混凝土的整体性好;③模袋混凝土施工速度

远比浆砌块石为快,可大量节省劳动力;④模袋混凝土护坡防冲刷性能好且很少需要维修,国外资料表明它有寿命达 30 余年而不需维修的例子.

c. 护底采用了特殊配方的充泥管袋与浆砌块石护底相比有如下优点:①造价低廉(充泥管袋价格为 140 元/ m^3 ,浆砌块石为 210 元/ m^3);②整体性好;③施工速度快.

根据以上分析,不管从宏观上分析还是单从经济上分析,充泥管袋和模袋混凝土的技术方法将具有极高的经济效益,是一种值得推广的方法.

特别感谢河海大学海岸及海洋工程研究所陈德春老师给予的悉心指导和帮助.

参考文献:

- [1] SL/T225-98, 水利水电工程土工合成材料应用技术规范[S].
- [2] 康辉平等.土工织物在加固软土地基上的应用[J].水利科技,1993,55(1):42~44.
- [3] 林平.木兰溪下游河道整治研究[J].水利科技,1997,78(4):34~36.

(收稿日期:1998-11-12 编辑:张志琴)

(上接第 43 页)

水库开闸泄洪,下游防汛将比较紧张,甚至有破堤分洪的可能.经调算,最高洪水位仅达 123.09 m,低于防洪高水位,水库可考虑错峰调度.请示上级部门批准后,本次洪水与西支沮河洪峰错峰 36 h,水库发挥了拦洪削峰作用.实践证明,该方案为指导水库防洪决策提供了可靠的依据.

3 结 语

对于下游防洪安全来说,漳河水库并非起单独控制的作用,因此研究沮漳河流域实时防洪调度模型,加强漳河水库与沮河洪水补偿调度问题的探讨,进一步完善漳河水库防洪调度自动化系统,对于减少下游洪灾损失,减轻漳河水库洪水压力,做好沮漳河流域的防洪保安工作具有重要意义.

(收稿日期:1998-11-10 编辑:张志琴)

