

环山河小水库群调洪演算技术路线

费宗如, 奚肖亚, 丁鑫洪

(南京市水利规划设计院, 江苏南京 210016)

摘要:针对环山河小水库群不同于一般小水库的特殊情况,通过试算、分析,提出了适合该小水库群的调洪演算方法。

关键词:小水库群;调洪演算;技术路线

中图分类号:TV621 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0040-02

1 概况

环山河小水库群位于溧水县西北部石湫镇境内,由12座小水库联合组成,其中小(1)型水库1座(焦赞石水库),小(2)型水库10座(东水关、西水关、泥塘、藕塘、锦华、蚂蟥塘、后母塘、王母塘、忠家塘、安公塘水库),塘坝1座(马塘),相互之间由长12km的环山河实现连通(见图1)。环山河小水库群流域面积5.48 km²(12座水库合计值,下同),汛限水位25.5m(12座水库相同),相应库容241×104 m³。大坝设计标准:顶高程27.5m,顶宽6.0m。小水库群规划设溢洪道3座,已建2座,分别为位于西部的安公塘水库和中部的焦赞石水库;未建成的1座设在东部西水关水库(或东水关水库)的溢洪道。已建2座溢洪道均为开敞式,堰顶高程25.5m,堰宽分别为6.4m(焦赞石水库)和4m(安公塘水库)。环山河开挖标准为:河底高程21.5m,河底宽4m,边坡1:2。

环山河小水库群建成后已运行30多年,河道断面有一些淤积,总体上看变化不大;但有一处长约420m的河段(位于藕塘水库与锦华水库之间的分水岭)至今尚未完全开通,形成狭口段,使东部的4座水库(东水关、西水关、泥塘、藕塘水库,以下简称“上级4库”)与其他水库的连通受到影响。该河段现状为:底高程23.0m,河底宽5~18m。因东部4库现无溢洪道,在出现大暴雨时,4库洪水通过该狭口段溢出,流入东部的另4座水库(锦华、蚂蟥塘、焦赞石、马塘水库,以下简称“下级4库”)。



图1 环山河小水库群流域范围图

2 调洪演算

小水库群调洪演算的一般方法有:(1)按上下库串联方式计算;(2)按单个水库计算。

由于溧水县环山河小水库群的特殊情况,以上两种计算方法都有局限性,与实际状况有较大的出入:

(1)按上下库串联方式:要求上、下水库水位有一定的落差,使上库出流基本上为自由出流。

(2)按单个水库计算:要求各水库有独立的出流设施(溢洪道),相互之间基本无水量进出。

环山河小水库群不具备以上(1)(2)条件,因此本次小水库群调洪演算拟采用的方法为:先定性,后定量。

2.1 定性分析

(1)根据环山河小水库群的位置不同,以位于中间的小型水库焦赞石为界,其西部有5座小水库(马塘、后母塘、王母塘、忠家塘、安公塘水库),其东部有6座小水库(东水关、西水关、泥塘、藕塘、锦华、蚂蟥塘水库),先比较各水库的汇流面积与调洪库容(高程25.5m~26.5m之间)的关系,见表1。表1中系数K的大小(相对值)能初步反应该库(或几个库)的调洪能力。在不考虑溢洪道出流时, $K > \text{平均值}$ ($K_{\text{平均}} = 36.49$)时可以近似认为有其它水库的洪水汇入, $K < \text{平均值}$ 时可以近似认为本水库的洪水有出流至相邻水库。

表1 环山河小水库群调洪库容、汇流面积关系表

序号	水库名称	汇流面积 (km ²)	调洪库容 (10 ⁴ m ³)	K= 库容/ 汇流面积	备 注
1	东水关	0.302	16.28	53.91	K > 均值
2	上级 西水关	0.461	19.72	42.78	K > 均值
3	4 库 泥 塘	0.289	10.02	34.67	K < 均值
4	藕 塘	0.440	16.12	36.64	K ≈ 均值
5	锦 华	0.981	27.31	27.83	K < 均值
6	下级 蚂蟥塘	0.184	10.63	57.77	K > 均值
7	4 库 焦赞石	0.472	33.94	71.91	K > 均值
8	马 塘	0.176	4.06	23.07	K < 均值
9	后母塘	0.294	14.70	50.00	K > 均值
10	王母塘	0.739	10.75	14.55	K < 均值
11	忠家塘	0.380	7.97	20.97	K < 均值
12	安公塘	0.761	26.42	34.72	K < 均值
东部上级 4 库(1~4)		1.492	62.14	41.65	无溢洪道
东部 7 库(1~7) 加焦赞石		3.129	134.02	42.83	溢洪道在焦赞石水库
西部 5 库(8~12)		2.350	65.90	28.04	溢洪道在安公塘水库
合 计(1~12)		5.48	199.92	36.49	

(2)由步骤(1)可得:

a.东部上级4库(编号1~4)无溢洪道,其洪水出路只有经未完全开通的狭口段流至相邻的锦华水库。

b.东部7库(编号1~7), $K=42.83 > \text{均值} 36.49$,利用焦

收稿日期:2006-0307

作者简介:费宗如(1967-),女,江苏南京人,工程师,从事水利工程设计工作。

赞石水库的溢洪道泄洪,且防洪库容稍有富余,可接受西部 5 库(编号 8~12)的部分洪水。

c.西部 5 库(编号 8~12) $K=28.04<$ 均值,主要利用安公塘水库的溢洪道泄洪,但也有部分洪水由焦赞石水库的溢洪道泄洪。

d.对步骤(2)略做调整,将编号 8 马塘水库并入东部,调整后为东部 8 库、西部 4 库,使两部分的 K 值趋于接近,分别进行调洪演算。

2.2 定量计算方法拟定

(1)东部 8 库

按上级 4 库(东水关、西水关、泥塘、藕塘水库)和下级 4 库(锦 华、蚂蟥塘、焦赞石、马塘水库)两级分别计算,上下级水库之间的沟通按狭口段的过流能力考虑。

其中狭口段的过流能力与两级水库间的水位差 ΔH 有关,处理的方法为:第一步先假设 ΔH ,分别计算上级 4 库和下级 4 库的洪水过程,其中上级 4 库的出流作为下级 4 库附加入流考虑;第二步比较上级 4 库和下级 4 库的洪水水位过程线,取其水位差值的平均数为 ΔH_1 ;第三步比较 ΔH_1 与假设值 ΔH 的误差,当误差较大时,以 ΔH_1 代替 ΔH 重新计算。通过 2~3 次试算即可满足要求。

(2)西部 4 库

按一级水库计算。

(3)比较东部 8 库与西部 4 库的洪水过程,校核其结合部(马塘与后母塘水库)的水位是否基本持平。如误差较大,应予以调整。

2.3 定量计算

(1)水库出流

a.东部上级 4 库和下级 4 库之间的狭口段长 420m,两级库之间的水位差 ΔH 按 0.10、0.05、0.02m 三种工况,河道糙率取 $n=0.03$ 计算,河道断面按底高程 230m、底宽 5.0 m、边坡 1:1 计,按明渠恒定流的公式:

$$Q=\frac{1}{n}WR^{2/3}i^{1/2}$$

水库的水位-下泄流量关系见表 2。

b.东部下级 4 库的泄洪设施为焦赞石水库的开敞式溢洪道,总净宽 64m,堰顶高程 25.50m;水位-下泄流量关系见表 3。

c.西部 4 库的泄洪设施为安公塘水库的开敞式溢洪道,总净宽 4m,堰顶高程 25.50m。西部 4 库水位-下泄流量关系见表 4。

焦赞石、安公塘的溢洪道下泄流量按堰流计算,下泄流量计算公式如下:

$$q=\sigma mB\sqrt{2g}H^{3/2}$$

参数取值:淹没系数 $\sigma=1.0$,综合流量系数 $m=0.35$ 。

表 2 东部上级 4 库水位-库容/下泄流量关系表

水位(m)	库容(10^4m^3)	下泄流量(m^3/s)		
		$\Delta H=0.10(\text{m})$	$\Delta H=0.05(\text{m})$	$\Delta H=0.02(\text{m})$
25.5	72.50	13.33	9.42	5.96
26.0	104.46	18.81	13.30	8.41
26.5	134.64	25.27	17.87	11.30
27.0	168.47	32.77	23.16	14.65

表 3 东部下级 4 库水位-库容/下泄流量关系表

水位(m)	库容(10^4m^3)	下泄流量(m^3/s)
25.5	115.00	0.00
26.0	151.59	3.51
26.5	190.94	9.92
27.0	232.98	18.22
27.5	277.72	28.05

表 4 西部 4 库水位-库容/下泄流量关系表

水位(m)	库容(10^4m^3)	下泄流量(m^3/s)
25.5	241.00	0.00
26.0	337.94	5.70
26.5	440.92	16.11
27.0	552.77	29.61
27.5	667.88	45.58

(2)调洪演算

按以上参数,在设计洪水(30a 一遇)工况下,东部 8 库两级水库之间的水位差 ΔH 按假定的 3 种不同数值,调洪演算结果均为上级水库的水位低于下级水库。以最小的 $\Delta H=0.02\text{m}$ 为例,成果见表 5。水库水位随时间变化的过程线见图 2。

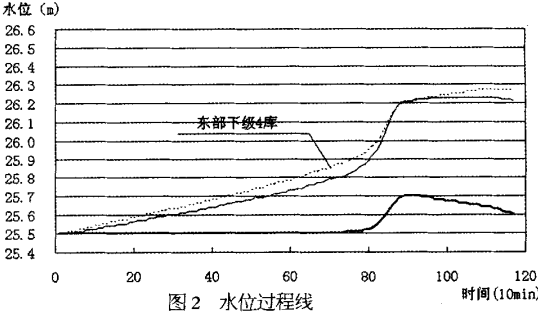


表 5 调洪演算成果表 (起调水位 25.5m)

洪水标准	东部上级 4 库	东部下级 4 库	西部 4 库
设计洪水水位(m)	25.70	26.27	26.23

2.4 结果分析

由图 2 的洪水水位过程线可得以下初步结论:

(1)东部上级 4 库水位过程线始终低于下级 4 库水位过程线,这说明假设在洪水过程中,东部上级 4 库比下级 4 库高的假定数据按最小值 $\Delta H=0.02\text{m}$ 计仍偏大。分析其主要原因:

a. 东部上级水库的出流条件按环山河的河道断面计算,东部下级水库的出流条件为焦赞石水库溢洪道。虽然溢洪道为自由出流,但因其过流断面远小于环山河的河道断面,最终的过流能力在设计洪水水位(按 $H_{\text{设计}}=26.25\text{m}$ 计)工况时约为 $Q_1=6.72\text{m}^3/\text{s}$,小于环山河相应工况时的河道过流能力 $Q_2=9.86\text{m}^3/\text{s}$ (按 $\Delta H=0.02\text{m}$ 计)。

b. 基于东部上级 4 库和下级 4 库的水位差值很小 ($\Delta H<0.02\text{m}$),可以将东部 8 库不分上、下级库,按一个水库进行调洪演算。

(2)西部 4 库与东部下级 4 库之间的水位基本上持平,说明西部 4 库与东部下级 4 库之间在该工况下水量交换不多。

3 结论和建议

总结以上的分析和计算过程,形成以下主要结论和建议:

(1)当小水库群之间的沟通条件较好时,即环山河河道断面远大于水库溢洪道时,可以将并联的小水库群作为 1 个水库进行调洪演算。

(2)仅从小水库群之间的沟通要求考虑,溧水县环山河小水库群的河道断面完全满足功能需求。即现存的 420m 长狭口段开通时断面标准可以适当缩小。