

支流水库防洪功能定位及防洪库容设置探讨

郑雄伟,马海波,张真奇

(浙江省水利水电勘测设计院,浙江 杭州 310002)

摘要 根据永宁水库在流域防洪体系的定位分析,对永宁水库拟定了 3 种不同的防洪调度方案,结合技术经济指标和防洪作用比较,确定水库的防洪库容。在满足支流防洪需求的前提下,充分发挥永宁水库在浦阳江防洪体系中的作用,为流域支流水库防洪库容的设置提供了一种研究思路。

关键词 浦阳江 支流水库 防洪库容 永宁水库

中图分类号 TV697.1⁺.3 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2010)04-0051-04

Flood control function and capacity of tributary reservoirs//ZHENG Xiong-wei, MA Hai-bo, ZHANG Zhen-qi (Zhejiang Design Institute of Water Conservancy and Hydro-Electric Power, Hangzhou 310002, China)

Abstract : Based on the function of Yongning Reservoir in the flood control system of Puyang River basin, three different flood dispatching schemes were designed. Combined with the evaluation of the technical economic index and flood control function, the reasonable flood control capacity of the Yongning Reservoir was determined. Under the prerequisite of satisfying the flood control needs of tributaries, Yongning Reservoir should give its full play in the flood control system of Puyang River. It would provide a new way for the design of flood control capacity of tributary reservoirs in river basins.

Key words : Puyang River ; tributary reservoir ; flood control capacity ; Yongning Reservoir

1 浦阳江流域防洪形势

浦阳江属亚热带季风气候区,是钱塘江水系的一条重要支流,河流全长 149.7 km,流域面积 3 451.5 km²,其中湄池以上流域面积 2 713 km²。由于其特殊的地理位置和河道形势,历来洪涝灾害频繁,素有浙江“小黄河”之称。

1949 年以来,按照“上蓄、中分、下疏”的原则,在浦阳江上游先后建成了 9 座库容超过 1 000 万 m³ 的水库,在中游诸暨市江东建成高湖滞洪水库,沿江两岸加固堤防、大力整治河道。但由于其特殊的地形特性,每年防洪形势仍然严峻。

a. 流域形状在湄池以上颇似扇形,各支流除凰桐江、永兴河外,多在诸暨市城关附近汇合,地势上,各支流源于山区丘陵地带,坡陡流急,洪水暴涨暴落,而至诸暨市城关附近则地势平坦低洼,水流变缓,且河道狭窄曲折。因此,造成上游来水骤急,中下游宣泄缓慢不畅。

b. 下游易受潮汐、洪水顶托影响。浦阳江发生洪水时,若遇下游钱塘江大潮或富春江洪水顶托,则洪水宣泄不畅,极易在诸暨市城关~湄池一带造成

洪水停滞,酿成重灾。

目前,浦阳江中游以上成库条件好的防洪控制性水库基本已建成。位于支流枫桥江上游的永宁水库成库条件好,是枫桥江流域防洪的骨干控制性工程,也是浦阳江防洪体系的重要组成部分。永宁水库工程任务以防洪为主,结合供水,兼顾灌溉等综合利用。

2 永宁水库防洪功能定位

支流水库一般控制流域面积比例较小,防洪库容不大。永宁水库应对枫桥江流域防洪起到控制性作用,在此基础上,充分挖掘对浦阳江流域的防洪能力,并考虑与其他水利工程的联合运用,充分发挥其在浦阳江流域防洪中的作用。

2.1 支流枫桥江防洪

枫桥江流域面积 426.1 km²,永宁水库坝址控制面积 73.5 km²,占枫桥江流域面积的 17%,根据水库控制面积比例,确定永宁水库的防洪功能首先要满足枫桥江支流的需要。

2.2 干流浦阳江防洪

诸暨市城关~湄池一带为洪涝灾害重灾区,浦

阳江发生洪水时,若遇下游钱塘江大潮或富春江洪水顶托,则洪水宣泄不畅。永宁水库所在的枫桥江与浦阳江干流汇合口恰好位于湄池上游附近,永宁水库通过洪水调度,一方面可降低湄池附近的洪水位,减少下游湖畈分洪及沿江堤防溃堤的风险;另一方面对于诸暨市城关~湄池一带的洪水畅泄提供有利条件。

从水库控制面积比例看,安华、陈蔡、石壁3座大中型水库控制流域面积分别为640 km²,187 km²,109 km²,扣除上述3座水库控制面积,永宁水库占安华水库~湄池区间流域面积的4%,虽然所占比例不大,不能起到明显的防洪作用,但永宁水库上游山区是浦阳江流域的暴雨中心之一,在缺少控制性水库工程的浦阳江流域,应尽可能发挥其对浦阳江干流的防洪能力,降低浦阳江干流洪水位,减少下游湖畈分洪及沿江堤防溃堤的风险。浦阳江流域水系如图1所示。

3 防洪标准和调度方式

3.1 防洪标准

永宁水库坝址下游的枫桥江两岸农业产值高,乡镇企业发展较快,枫桥镇等是诸暨市的重要中心镇,经济发达。防洪间接保护区的浦阳江干流,两岸多为相对独立的湖畈,耕地连片,保护范围内包括诸暨市区和一批经济发达的乡镇。综合考虑永宁水库下游河道堤防建设标准以及保护区内乡镇社会经济发展情况,确定永宁水库下游保护区防洪标准为20年一遇。

3.2 防洪调度方式

水库通常有以下几种防洪调度方式^[1-3]:①控泄调度。水库离下游防护区距离较近,基本无区间流量,按下下游防洪保护区控制断面的过流能力,水库按固定流量泄洪。②防洪补偿调度。对于防护区离水库较远、区间流量多变的情况,一般采用这种调度方式。水库防洪补偿调度需要控制水库的泄量,使下游防护区控制断面的流量不超过安全泄量,或水位不超过保证水位。制定防洪补偿调度方式时,根据区间洪水的变化特点,考虑洪水传播时间或考虑区间洪水预报,以及综合考虑防护区水位、流量、涨落率等因素。③错峰调度。通过水库调节水体的措施,将2个以上不同水源地洪峰相遇的时间错开。目前,浦阳江干、支流上修建了多座水库,在洪水期间如上游洪水与下游洪水相遇,对下游将造成威胁时,可利用水库调节洪水,将洪峰错开,减轻下游负担。④水库群的防洪联合调度。指同一河流上下游的各水库或位于干、支流各水库为满足其下游防洪要求进行的调度。对同一河流的上下游水库,当发生洪水时,一般上游水库先蓄后放,下游水库先放后蓄,尽量有效地控制区间洪水;对位于不同河流(如干、支流)的水库,由于影响因素很多,应遵循水库群整体防洪效益最大的原则确定调度方式。

3.3 永宁水库防洪调度方式选择

a. 栢桥江。栢桥江为永宁水库所在的河流,影响栢桥江流域防洪的主要是自身洪水,主要防洪保护对象是人口密集的村庄。坝址下游的石碓村,河道断面安全流量为150 m³/s。桥亭村位于大坝下游7.5 km

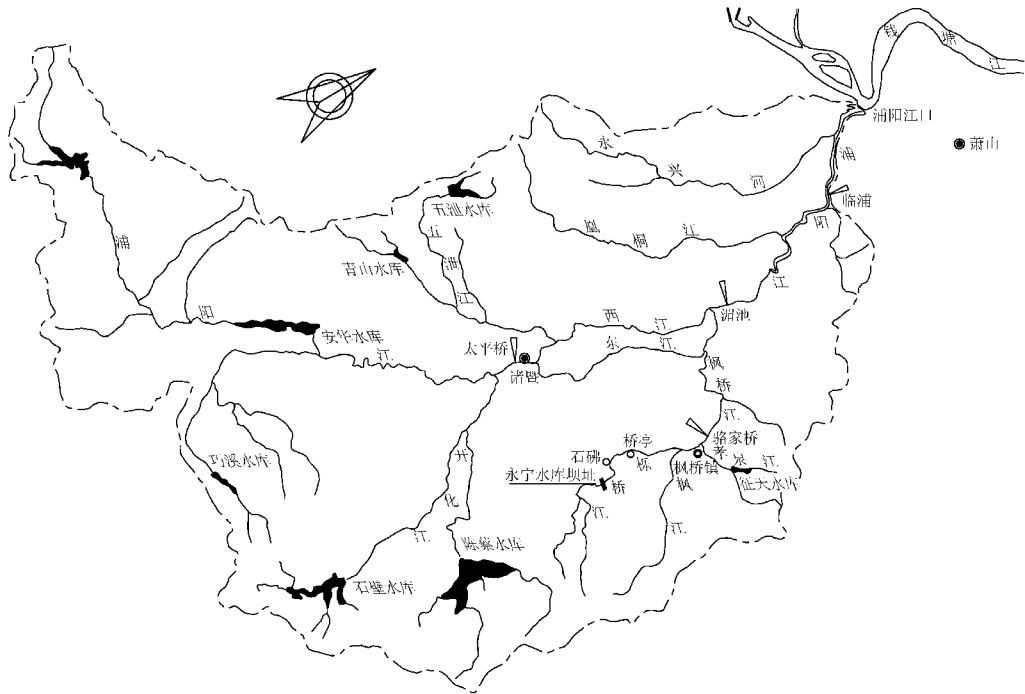


图1 浦阳江流域水系

处的栢桥江下游,该段河道的安全流量为 $400\text{ m}^3/\text{s}$ 。永宁坝址~桥亭区间面积为 27 km^2 ,20年一遇洪峰流量 $238\text{ m}^3/\text{s}$,由于桥亭距离大坝近,宜采用固定流量泄洪的控泄调度方式,在遭遇20年一遇洪水时,要求永宁水库控制下泄流量不超过 $150\text{ m}^3/\text{s}$ 。

b. 枫桥江。枫桥江干流已经过河道整治和标准堤防建设,防洪保护对象为枫桥镇和沿岸村庄。影响枫桥江流域防洪的除了永宁水库所在的栢桥江洪水外,还有枫江和孝泉江2条支流的区间洪水。目前,孝泉江建有征天水库,是一座以灌溉和供水为主的小型水库,水库无防洪库容,不能进行防洪联合调度,宜选择永宁水库防洪补偿调度方式。骆家桥位于枫桥江3条支流汇合口下游 1.2 km 处,控制枫桥江流域73%的集水面积,选择骆家桥作为枫桥江防洪控制断面,按照其安全泄流量 $1200\text{ m}^3/\text{s}$ 进行补偿调节。

c. 浦阳江干流。永宁水库对浦阳江干流的间接保护范围为诸暨~湄池段沿岸城镇和两岸地势低洼、易受水灾地区。诸暨城关的太平桥水位是浦阳江流域防洪调度的重要控制点,浦阳江重要防洪水库都位于太平桥以上。太平桥洪水至湄池的传播时间与永宁水库坝址洪水至湄池的传播时间基本相等,永宁水库对浦阳江流域防洪调度响应的灵活性和可靠性分析,以太平桥水位作为控制,在上游水库群的防洪联合调度后,洪峰经过太平桥时,永宁水库关闸拦洪与浦阳江干流洪峰进行错峰调度。

4 防洪库容的设置

防洪库容的设置主要有3个影响因素:①上游淹没以及库容增加工程投资的增加,经济上是否合理;②下游防洪保护要求是否满足,结合河道整治等工程能否达到防洪标准;③水库的兴利任务是否满足。

永宁水库库尾2条支流分别涉及卓溪、下姚2个较大的村庄,位于南支流畔的下姚村地面高程为 $50\sim 51\text{ m}$,位于北支流畔的卓溪村地面高程为 $50\sim 58\text{ m}$ 。当水库淹没超过 50 m 时,迁移人口将会大量增加,政策处理难度大,村庄的发展将受到较大影响。因此,防洪高水位以不超过 50 m 为宜。

永宁水库防洪库容的设置需在满足供水、灌溉等兴利任务的基础上进行,根据水库兴利调节计算,永宁水库满足兴利要求的正常蓄水位不低于 44 m ,台汛期限限制水位不低于 42 m 。

5 防洪调度方案

水库的防洪调度方案影响水库防洪库容的大小,选取台汛期限限制水位 42 m 为起调水位,防洪库

容递增,直至防洪作用充分发挥。做以下3个防洪调度方案进行分析。

方案1 只考虑水库对枫桥江流域的防洪作用,设置的防洪库容主要是为了提高枫桥江流域防洪标准,间接对浦阳江干流防洪区产生作用。

调度方式 在保护栢桥江沿岸的同时,与枫桥的洪水补偿调度,在控制永宁水库20年一遇洪水下泄 $150\text{ m}^3/\text{s}$ 的基础上进行补偿调节,控制骆家桥断面20年一遇洪水为 $1200\text{ m}^3/\text{s}$ 。通过控制骆家桥的流量达到降低枫桥江干流洪水位的目的。

方案2 为了降低浦阳江干流的防洪压力,在方案1的基础上,永宁水库关闸拦蓄洪水,关闸蓄洪时间直接决定了永宁水库对浦阳江干流的防洪作用,关闸蓄洪增加的防洪库容主要为浦阳江干流防洪设置。

调度方式:在控制水库20年一遇洪水下泄 $150\text{ m}^3/\text{s}$ 、骆家桥断面20年一遇洪水为 $1200\text{ m}^3/\text{s}$ 的基础上,当浦阳江干流发生20年一遇洪水时,与浦阳江干流进行错峰调节,在浦阳江太平桥高水位时,水库关闸拦蓄洪水,达到降低浦阳江干流洪水位的目的。

方案3 20年一遇洪水全部拦蓄在库内,对枫桥江和浦阳江干流的防洪贡献最大,相应的建设成本也最高。各方案的防洪效果对比见表1。

表1 不同防洪调度方案对应的水库特性^[4]

方案	校核洪水位/m	设计洪水位/m	防洪、移民设计洪水标准洪水位/m	征地设计洪水标准洪水位/m	防洪库容/ 万 m^3	总库容/ 万 m^3
	($P=0.2\%$)	($P=2\%$)	($P=5\%$)	($P=20\%$)		
1	47.90	46.82	46.53	44.00	686	1992
2	49.66	48.53	48.36	44.80	1028	2354
3	50.81	50.78	50.59	47.84	1491	2593

6 方案分析比选

水库防洪效益和经济指标比较是确定水库防洪工程规模的重要依据。对3个方案的规模、成本、效益进行综合比较,成果见表2。

对上述3个防洪库容方案进行分析比较:

a. 方案1 设置 686 万 m^3 防洪库容,通过拦洪错峰,可满足支流枫桥江防洪要求,并最多可降低浦阳江最高洪水位 $0.08\sim 0.24\text{ m}$ 。

b. 方案2 设置 1028 万 m^3 防洪库容,在满足支流枫桥江防洪要求的同时考虑与浦阳江进行错峰调度,比方案1最多可降低浦阳江最高洪水位 $0.04\sim 0.06\text{ m}$,多降低枫桥江最高洪水位 0.08 m 。而方案2比方案1征地设计洪水标准洪水位抬高 0.80 m ,

表 2 不同防洪库容方案综合比较^[4]

方案	规模		成本				防洪效益					
	防洪库容/ 万 m ³	总库容/ 万 m ³	淹没土地/ hm ²	淹没耕地/ hm ²	迁移人口/ 人	政策处理 总投资/ 亿元	建筑工程 投资/ 亿元	可比性 投资/ 亿元	降低 骆家桥 最高洪 水位/m	降低浦阳江 与枫桥江 汇合口 最高洪水 位/m	降低漏池 最高洪水 位/m	干流水位 降低 0.05 m 以上的 堤防长度/ km
1	686	1992	147.67	96.13	960	2.93	0.81	3.74	0.57	0.24	0.08	32
2	1 028	2 354	152.93	98.93	960	2.96	0.89	3.86	0.65	0.30	0.12	50
3	1 491	2 593	169.40	115.40	1 671	3.72	1.15	4.87	0.67	0.31	0.12	51

多增淹没土地约 5.26 hm²,移民设计洪水标准洪水位抬高 1.83 m,由于此高程范围没有居民点,迁移人口不增加,政策处理和工程部分投资增加较少,共增加投资 0.12 亿元。目前,诸暨市城关~漏池一带湖畈众多,部分重要湖畈达到 20 年一遇标准,其余为 10~20 年一遇标准,整段防洪能力为 10~20 年一遇标准。降低浦阳江干流洪水位可减少浦阳江流域分蓄洪区分洪次数或推迟分洪时间,减轻沿岸堤防防洪压力长度约 50 km,增强了永宁水库对浦阳江流域的防洪调控能力。

c. 方案 3 继续增大防洪库容,按 20 年一遇洪水全拦设置防洪库容,在浦阳江发生全流域洪水时,浦阳江最高洪水位比方案 2 没有明显降低,方案 3 比方案 2 征地设计洪水标准洪水位抬高 3.04 m,移民设计洪水标准洪水位抬高 2.23 m,迁移人口涉及下姚村和卓溪村 711 人,政策处理费用增加较多,总投资需增加 1.02 亿元。

经以上分析,永宁水库设置 1 028 万 m³ 防洪库容,通过拦洪削峰,已满足枫桥江流域防洪要求,同时对浦阳江干流的防洪能力达到最佳,若再增加防洪库容,防洪效益基本不变,且涉及库区上游村庄搬迁,政策处理难度增加。综合干支流防洪效益及上游淹没损失分析,认为方案 2 防洪库容较合理。

7 推荐方案防洪作用分析

浦阳江流域的重要防洪水库安华、陈蔡、石壁等水库都位于太平桥以上,浦阳江全流域 20 年一遇洪水时,根据暴雨洪水资料分析,太平桥峰现时间比枫桥江流域在永宁水库坝址峰现时间迟 5~7 h;太平桥洪水至漏池的传播时间与永宁水库坝址洪水至漏池的传播时间基本相等;永宁水库 20 年一遇设计洪水可关闸蓄洪时间约 11 h,则永宁水库可为浦阳江干流漏池处洪水削峰 4~6 h。

支流水库是通过控制支流洪水与干流洪水错峰达到对干流的防洪作用。当浦阳江流域为设计洪水、枫桥江流域为相应洪水时,永宁水库对浦阳江干流防洪区的防洪作用较小;当浦阳江流域为设计洪水、枫桥江流域也为设计洪水时,永宁水库需要设置的库容最大,同时对浦阳江干流的防洪作用比较显

著。上述防洪库容设置和比较方案中,按照浦阳江全流域 20 年一遇洪水,永宁水库按 20 年一遇设计洪水标准计算。

按照永宁水库防洪效果,可将防洪流域范围分成 3 个层次:①枫桥江流域。永宁水库可以提高枫桥江流域防洪标准至 20 年,防洪效果最为明显。②诸暨以下东、西两江沿岸地区,以及漏池以下沿江两岸。由于该段堤防超高不足,遭遇 20 年一遇洪水时,洪水位最高距离堤顶只有 0.2 m 左右,永宁水库的建成可大幅度降低洪水位,减轻该段堤防的防洪压力,防洪效果较为明显。③浦阳江诸暨及诸暨以上地区主要受上游洪水影响,永宁水库对其洪水位降低作用不明显,但可减少高水位持续时间,为防汛抢险创造条件。

8 结 语

a. 在流域防洪体系的建设中,支流水库防洪库容虽然有限,但对全流域的防洪作用不可忽略,尤其是像浦阳江这种洪涝灾害常发地,支流水库虽然只降低干流少量洪水位,但对减少防洪区分蓄洪区分洪次数或推迟分洪时间、降低沿岸堤防防洪压力都具有十分重要的意义。

b. 以诸暨市永宁水库为例,从防洪补偿调度原则如何确定出发,通过优化比选,在提高支流枫桥江沿江防洪标准的基础上,对浦阳江干流防洪作用进行挖潜,确定合理的防洪库容,充分发挥永宁水库防洪效益,且经济指标较优。通过本次实例的分析,为其他流域支流水库建设前期防洪库容的设置提供一种研究思路。

参考文献:

[1] 叶秉如.水利计算及水资源规划[M].北京:水利电力出版社,1999.
[2] 李钰心.水资源系统运行调度[M].北京:中国水利水电出版社,1995.
[3] 冯尚友.水资源系统工程[M].武汉:湖北科学技术出版社,1991.
[4] 浙江省水利水电勘测设计院.浙江省诸暨市永宁水库工程项目建议书[R].杭州:浙江省水利水电勘测设计院,2009.

(收稿日期 2009-11-25 编辑 方宇彤)