

水库泄洪方式对白洋淀入淀洪水及防洪的影响分析

毛慧慧，张建中

(水利部海河水利委员会，天津 300170)

摘 要:以海河流域大清河南支为研究对象,基于 2016 年设计洪水修订成果,计算了 100 年一遇标准洪水,白洋淀上游 5 座大型水库在分级控泄调度、峰后敞泄调度、联合调度 3 种调度方式下,入白洋淀的洪水过程线,以此为基础,计算了各种水库调度方式对白洋淀蓄滞洪区防洪的影响。  
关键词:设计洪水;洪水过程线;调度方式;白洋淀  
中图分类号:TV 文献标识码:A 文章编号:1000-0852(2018)04-0083-04

设计洪水是确定水利工程建设规模及制定运行管理策略的重要依据<sup>[1]</sup>。根据《水利水电工程设计洪水计算规范(SL44-2006)》<sup>[2]</sup>,当设计断面上游有调蓄作用较大的水库或设计水库对下游有防洪任务时,应对大洪水的地区组成进行分析,并拟定设计断面以上或防洪控制断面以上设计洪水的地区组成,根据拟定的各分区不同洪水地区组成的设计洪水过程线,经上游水库调洪后与区间洪水叠加,得到设计断面不同组合的设计洪水过程线。大清河南支白洋淀上游有 5 座大型水库,水库调洪库容相当于白洋淀蓄滞洪区有效滞洪容积的 81%,水库泄洪运用方式的变化对白洋淀防洪影响较为突出。本文以海河流域大清河南支为研究对象,按水库分级控泄调度、敞泄调度和库淀联合调度 3 种水库泄洪调度方式,分析了水库不同泄洪方式对于下游白洋淀蓄滞洪区入淀洪水过程及其防洪影响。

1 区域概况

大清河流域位于海河流域中部,中上游分为南、北两支。北支为白沟河水系,分白沟河和南拒马河两大支流;南支为赵王河水系,包括萍河、瀑河、漕河、府河、唐河、孝义河、潞龙河(支流有磁河、沙河)等 7 条河流,自北向南呈扇形汇入白洋淀,后接赵王新河入东淀。南、北支在东淀汇合后,分别经海河干流和独流减河入海。

大清河南支(白洋淀以上)流域面积 21 054km<sup>2</sup>,其中山区面积 11 550km<sup>2</sup>。南支山区建有西大洋、王快、横山岭、口头、龙门等 5 座大型水库,控制了山区面积的约 80%。西大洋、王快、龙门 3 座水库可以根据下游防洪目标不同实现多级控泄,横山岭和口头两水库防洪库容较小,均为溢洪道泄流,基本不具备控泄运用条件。白洋淀是大清河系中游平原缓洪、滞沥的大型洼淀,承纳潞龙河、唐河、府河、漕河、瀑河、萍河、孝义河来水,经调节后由枣林庄枢纽控制下泄,50 年一遇规划滞洪水位 9.85m(国家 85 高程系统,下同)时,滞洪面积 1 137km<sup>2</sup>,蓄水容积 33.46×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>。大清河南支水系概化图见图 1。

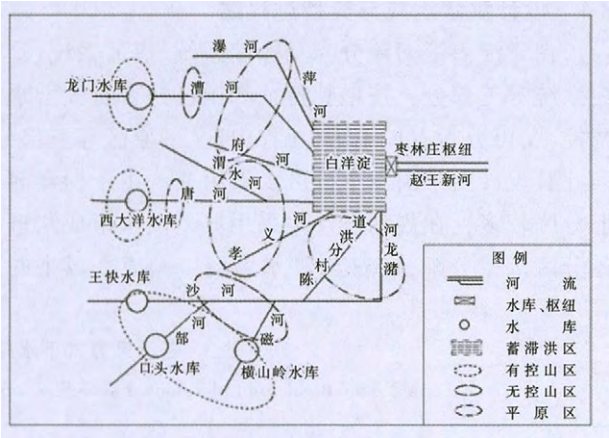


图 1 大清河南支水系概化图  
Fig.1 The south river system of the Daqinghe River basin

收稿日期:2017-12-21  
基金项目:水利部公益性行业科研专项(200901029)  
作者简介:毛慧慧(1981-),女,山西垣曲人,博士,主要从事水文学与水资源问题研究及规划咨询工作。E-mail:crystal\_mhh@163.com

2 白洋淀设计洪量成果

白洋淀为大型蓄滞洪区,6d、30d 设计洪量是设计洪水成果的控制要素。《海河流域防洪规划》(2006 年)采用的是 1990 年分析成果(洪水系列至 1987 年),2016 年海河水利委员会按照水利部统一部署,对海河流域内主要控制站设计洪水成果进行了复核修订(系列延长至 2012 年),为了大清河流域主要控制站设计洪水成果的及时使用,成果审查后,以“海委关于印发大清河流域设计洪水复核报告审查意见的通知”(海规计函〔2017〕17 号)印发给相关省市水利部门供规划设计和防洪调度使用。白洋淀(十方院站)设计洪量成果见表 1。

表1 白洋淀(十方院站)设计洪量成果  
Table1 The designed flood at the Shifangyuan station  
in the Baiyangdian lake

项目		不同频率设计值 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>			
		0.5%	1%	2%	5%
6d 洪量	1990 年成果	60.1	48.4	37.3	23.5
	2016 年成果	53.7	43.0	32.7	20.2
	变化幅度/%	-11	-11	-12	-14
30d 洪量	1990 年成果	100.1	83.1	66.8	46.0
	2016 年成果	88.6	73.3	58.5	39.9
	变化幅度/%	-11	-12	-12	-13

3 水库泄洪方式对白洋淀入淀洪水影响

3.1 设计洪水组成与典型过程线

白洋淀入淀河流分为马棚淀系统、唐河系统、藻杂淀系统等三部分,按地貌特征和山区是否有大型水库调控,又可分为有控山区、无控山区、平原区等三部分,因此其设计洪量由 9 个分区洪量组成。由于白洋淀以上分区较多,在规划设计中采用典型洪水组成法进行各分区洪量分配,1963 年洪水为新中国成立以来最

大洪水,本次采用 1963 年实际洪水分析确定其设计洪水组成,并依据 1963 年典型洪水过程线,按 6d 设计洪量和 30d 设计洪量同频率放大得到各个分区的天然洪水过程线。在此基础上,对有控山区进行水库调洪计算,求得各标准洪水下的出库过程,考虑洪水传播时间后,叠加无控山区、平原区洪水过程线作为南支入白洋淀的洪水过程线。

3.2 水库泄洪运用方式及对入淀洪水过程影响

水库泄洪调度运用方式与其下游防洪目标防洪要求和泄洪设施泄洪能力有关。依据其防洪任务和是否存在联合调度防洪调蓄工程,防洪水库大致可分为 3 种调度方式:一是水库下游没有防洪任务,当水库达到一定的水位时,水库泄流在不大于入库洪峰流量的条件下开启所有泄洪设施敞泄调度;二是水库下游存在一个或多个防洪目标,遇设计标准及其以下洪水,水库泄洪按防洪目标要求进行控泄调度;三是水库下游存在大型蓄滞洪工程,在保证水库工程安全的前提下,与下游洼淀联合调度运用,减轻下游防洪压力。

为了分析白洋淀上游大型水库不同泄洪运用方式对入淀洪水过程及白洋淀防洪影响,对西大洋、王快、龙门等 5 座水库按前述 3 种调度运用方式进行调洪演算,得到了 3 种调度运用方式的入淀洪水过程(见表 2)。100 年一遇标准王快、西大洋两座大(一)型水库的泄洪过程见图 2,白洋淀入淀洪水过程见图 3。

4 水库泄洪方式对白洋淀防洪水位影响

按照《大清河洪水调度方案》(国家防总国汛〔2008〕11 号)中的确定的白洋淀蓄滞洪区调度与分区滞洪运用方式,分别采用前述 3 种入淀洪水过程及原设计泄流能力(水位 9.0m 时,下泄 2 700m<sup>3</sup>/s),进行白洋淀蓄滞洪区的调洪计算,各调度方式下调洪成果见表 3,淀区水位过程线见图 4。

经过调洪计算,敞泄调度方式下,白洋淀最高水

表2 各调度方式下水库调洪效果及入淀洪水特征对比表  
Table2 The flood control effect and inflow characteristics of the different reservoir dispatching modes

调度方式	入淀过程				5 座水库调洪效果	
	洪峰 / m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>	6d 洪量 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	30d 洪量 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	消减洪峰 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	相应 6d 洪量时段调蓄洪量 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	相应 30d 洪量时段调蓄洪量 / 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
敞泄调度	15770	41.6	72.1	5980	0.3	0
分级控泄调度	14840	37.4	72.1	5980	4.2	0
联合调度	13930	34.2	72.1	12390	7.7	0

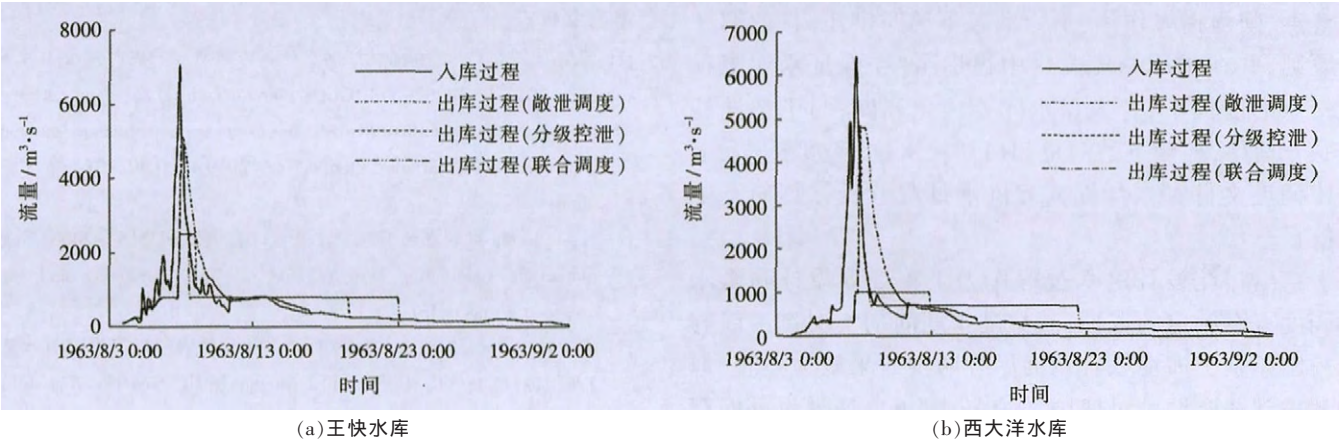


图2 水库入库、出库过程线

Fig.2 The inflow and outflow process of the reservoir

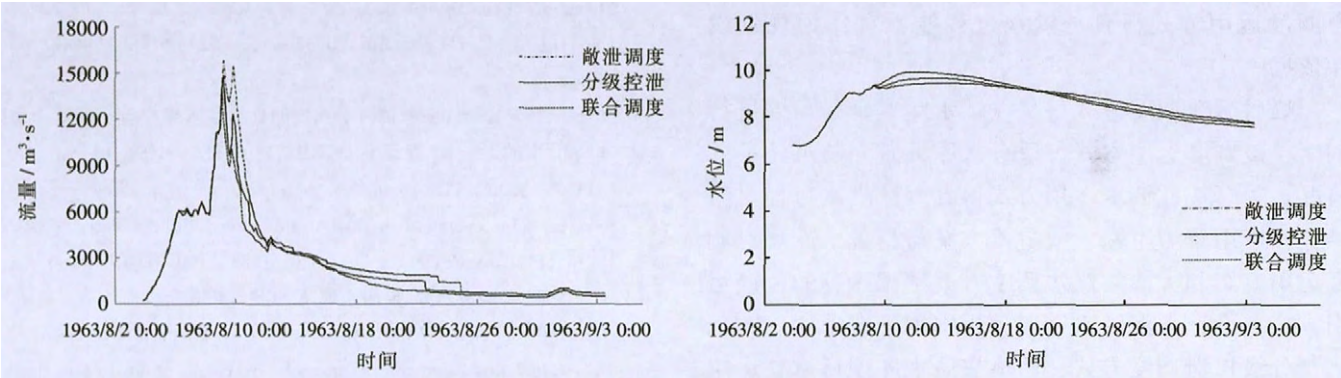


Fig.3 The inflow process of the Baiyangdian lake

Fig.4 The water level process of the Baiyangdian lake

表3 100年一遇洪水白洋淀蓄滞洪区调洪成果表

Table3 The flood control result of the Baiyangdian lake flood with 100 year return period

水库调度模式	最高水位 / m	最大蓄量 / 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	枣林庄枢纽最大泄量 / m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup>
敞泄调度	9.93	34.42	4260
分级控泄调度	9.66	31.33	3760
联合调度	9.45	29.02	3390

位为 9.93m, 枣林庄枢纽最大泄量 4 260m<sup>3</sup>/s; 分级控泄调度方式下, 白洋淀最高水位 9.66m, 枣林庄枢纽最大泄量为 3 760m<sup>3</sup>/s; 联合调度方式下, 白洋淀最高水位 9.45m, 枣林庄枢纽最大泄量 3 390m<sup>3</sup>/s。可以看出, 敞泄调度由于在入库洪峰过后没有考虑水库对下游防洪目标的防洪作用, 入库洪水大部分集中在白洋淀涨水期下泄, 在 3 种泄洪方式中白洋淀滞洪水位最高, 100 年一遇洪水分别比分级控泄调度和联合调度方式高 0.27m 和 0.48m; 分级控泄调度条件下白洋淀滞洪水位居中, 比联合调度方式高 0.21m; 联合调度方式, 在白洋淀高水位期上游水库充分地发挥了消峰拦洪作用, 有效的

缓解了白洋淀蓄滞洪区的滞洪压力, 该调度方式下白洋淀滞洪水位最低。

5 白洋淀入淀洪水过程的选用

河北省大型水库汛期调度运用计划(冀汛办〔2017〕41 号)和有关水库设计文件中均规定了白洋淀上游大型水库泄洪运用方式, 如王快水库按三级控泄运用, 水位 193.0~199.29m 限泄 800m<sup>3</sup>/s; 水位 199.29~201.13m 限泄 2 500m<sup>3</sup>/s; 水位 201.13~204.56m 限泄 7 000m<sup>3</sup>/s; 水位超过 204.56m, 保大坝安全不限泄。同时, 《大清河洪水调度方案》明确了上游水库要“充分发挥拦洪



蓄洪、削峰错峰作用,努力减轻下游防洪压力”的调度原则,并在水库调度安排中提出了“在保证水库工程安全的前提下,各大型水库要优化调度,与下游洼淀联合运用,控制下游河道和白洋淀水位”调度要求。上述调度文件是白洋淀入淀洪水过程分析计算的基本依据。

白洋淀设计洪水过程作为工程规划和洪水调度方案制定的依据,其与洪水期间的实时调度尚有一定差别,库淀联合调度尽管防洪效果较为显著,但考虑到联合调度可变因素较多,对于单场洪水可能存在多个调度方案,具有一定可变性。入淀洪水过程作为设计洪水主要要素,应按照对工程防洪运用较不利的原则进行分析,因此从工程安全角度考虑,库淀联合调度运用方式得到的洪水过程线不宜作为规划设计依据。

峰后敞泄调度方式仅从保证水库安全是角度进行调度,该调度运用方式仅适合水库下游无防洪任务的情况,尽管按此调度运用方式得到入淀洪水过程对防洪工程运用较为不利,但是该方案与相关水库现行调度运用方案和大清河洪水调度方案是相违背的,该运用方式在设计入淀洪水过程分析中也不宜采用。

分级控泄调度方式,严格按照水库现行调度运用方案进行调度,调度方式规范,依据充分,与联合调度方式比又给防洪工程留有一定的安全裕量。综合以上分析结果,本文推荐以水库分级控泄调度方式分析计算的入淀洪水过程作白洋淀蓄滞洪区洪水防御和规划治理的洪水依据。

#### 参考文献:

- [1] 郭生练,刘章君,熊立华.设计洪水计算方法研究进展与评价[J].水利学报,2016,47(3):302-314.(GUO Shenglian, LIU Zhangjun, XIONG Lihua.Advances and assessment on design flood estimation methods [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2016,47(3):302-314.(in Chinese))
- [2] SL44-2006, 水利水电工程设计洪水计算规范[S].(SL44-2006, Regulation for Calculating Design Flood of Water Resources and Hydropower Projects [S]. (in Chinese))
- [3] 宋德敦,雷时忠,胡四一.梯级水库下游洪水情势的概率描述[J].水文,1987,(1):1-8.(SONG Dedun, LEI Shizhong, HU Siyi.The probability of downstream of the cascade reservoirs flood situation description [J]. Hydrology, 1987,(1):1-8. (in Chinese))
- [4] 李天元,郭生练,刘章君,等.梯级水库下游设计洪水计算方法研究[J].水利学报,2014,45(6):641-648.(LI Tianyuan, GUO Shenglian, LIU Zhangjun, et al. Design flood estimation methods for cascade reservoirs[J].Journal of Hydraulic Engineering, 2014,45(6):641-648. (in Chinese))
- [5] 黎云云,畅建霞,涂欢,等.黄河干流控制性梯级水库联合运行对下游水文情势的影响[J].资源科学,2014,36(6):1183-1190.(LI Yunyun, CHANG Jianxia, TU Huan, et al.Impact of controlling cascade reservoir joint operation on hydrologic regimes in the lower Yellow River[J].Resources Science, 2014,36(6):1183-1190. (in Chinese))
- [6] 王锐琛,陈源泽,孙汉贤.梯级水库下游洪水概率分布的计算方法[J].水文,1990,9(1):1-8.(WANG Ruichen, CHEN Yuanze, SUN Hanxian. The calculation method of cascade reservoir downstream flood probability distribution[J]. Hydrology,1990,9(1):1-8. (in Chinese))
- [7] 朱成涛.基于防洪库容总量控制的雅砻江下游梯级水库蓄水策略研究[J].水文,2017,37(3):48-52. (ZHU Chengtao.Water storage strategy for Yalong River downstream cascade reservoirs based on total quantity control of flood control capacity [J]. Journal of China Hydrology, 2017,37(3):48-52. (in Chinese))

## Influence of Reservoir Discharge Modes on Inflow Process and Flood Control in Baiyangdian Lake

MAO Huihui, ZHANG Jianzhong

(Haihe Water Conservancy Commission, MWR, Tianjin 300170, China)

**Abstract:** Based on the revised results of the design flood in 2016, the south tributary of the Daqinghe River in the Haihe River basin was taken as the research object to calculate standard flood with 100 year return period.Considering three kinds of dispatching modes for the five large reservoirs in the Baiyangdian Upstream including hierarchical controlling and dispatching, open drain scheduling after flood peak, and combined dispatching, the flood process into the Baiyangdian Lake was determined. Then, the impact of the different dispatching modes on flood control for the Baiyangdian Lake was analyzed.

**Key words:** designed flood; flood process; dispatching modes; Baiyangdian Lake