

太湖流域洪水调度方案的制定与实践^{*}

吴浩云

(水利部太湖流域管理局, 上海 200434)

提 要 根据太湖流域洪水运动特点和流域防汛工作任务, 通过对近几年太湖流域洪水调度方案的制定和洪水调度实践, 表明洪水调度方案应紧密结合流域下垫面条件的改变而逐步完善, 科学调度洪水效益明显。回顾太湖洪水调度方案的制定与实践, 有助于其它湖泊洪水的管理, 通过进一步修订洪水调度方案, 可使太湖的防洪除涝效益更大。

关键词 太湖 洪水调度

分类号 P343.3

在太湖流域防洪除涝治理中, 太湖洪水的调度已逐渐成为一项必须妥善处理的重要防洪事务。在环湖大堤未建成以前, 太湖洪水的调度主要是一些沿湖口门闸门着眼于地区防洪除涝的运行。但当1991年太湖流域发生严重的洪涝灾害, 国家防总第一次成功地对太湖洪水进行调度后, 经国家防总批准的太湖流域洪水调度方案已是流域内各级水利行政部门洪水调度的指南。

太湖洪水的调度不同与一般水库洪水的调度, 而又具有水库调度的基本模式^[1]。研究太湖洪水调度, 必须研究太湖洪水的形成特点和运动规律, 并对其防洪任务和流域水事活动等深刻的了解^[2]。

太湖流域河网密布, 具有通江达海, 内低外高之地势^[3]。九十年代以来, 多次出现了洪涝灾害。1991年、1993年、1995年、1996年和1999年太湖水位均在4.30m以上, 社会经济遭受一定损失。鉴于太湖流域的自然特点和经济发展规律, 流域防洪标准偏低。经过近几年治太工程的建设 and 防洪调度实践, 需要修订和补充洪水调度方案, 并增做少量工程, 优化工程结构, 以充分发挥流域骨干工程的综合效益。

1 流域洪水调度的特点及任务

1.1 太湖流域洪水调度的特点

(1) 太湖流域面积36565km², 地跨江苏、浙江、上海两省一市, 地势平坦, 河网密布, 气候湿润, 雨量充沛, 圩区众多, 位于流域中央的太湖洪水易聚难散, 水位易涨难落, 且太湖外泄洪水又受潮汐影响明显; 30天左右的持续强降雨是形成太湖流域洪涝灾害的主要原因, 如1991年、1999年和1983年。

(2) 太湖流域经过十多年的改革开放, 城市现代化、乡村城市化、城乡一体化进程加快, 已步入持续、快速、健康发展的轨道。1997年, 太湖流域国内生产总值达7436亿元, 占全国的10%, 其周边分布着上海、苏州、无锡、常州、嘉兴、湖州等大中城市, 乡镇企业和开发区星罗棋

* 收稿日期: 1999-11-18. 吴浩云, 男, 1963年生, 高级工程师。

布,太湖高水位及其外泄的洪水都易给地区产生较大的影响,是一块“淹不得、淹不起”的地区。1991年和1999年洪涝灾害损失分别达113亿元和131亿元^[4]。

(3)太湖是流域内最大的平原湖泊,上游来水迅速,下游排水主要靠望虞河和太浦河工程。太湖容积占全部流域湖泊容积的77%,对流域蓄洪和水量调节起主要作用,对地区主要节点的水位起控制作用,因此环湖大堤的防洪是太湖流域防洪的重点。

(4)太湖流域洪水外排长江、杭州湾对排泄太湖洪水极为有利。因此,太浦闸、望亭水利枢纽(原立交工程)和常熟枢纽等骨干工程的调度应与各地的防洪工程联合运行。为此,洪水调度时,应密切监视各地的汛情发展^[5]。

1.2 太湖洪水调度的任务

太湖洪水调度应实现水利工程统一调度,分级实施的原则。洪水调度方案的制定,以流域骨干工程和其它水利工程体系为基础,以流域综合治理总体规划方案为依据,以太湖下游地区上海、苏州、无锡、嘉兴、湖州和沪宁、沪杭公路和铁路等大中型城市和重要设施为重点防洪保护对象,兼顾太湖上、中游地区和区域防洪的利益,并统筹兼顾流域供水、航运及改善水环境。环湖大堤对保障流域防洪安全具有极其重要的作用,因此,在设计标准之内,必须保证环湖大堤的安全。

太湖洪水的调度广义上涉及上游水库和东导流诸闸及湖西沿长江诸闸的运行,下游涉及太浦闸、望亭水利枢纽等环太湖诸闸,以及沿长江和沿杭州湾诸闸运行。从狭义上讲则主要是太浦河、望虞河、胥山口枢纽、胥口等环太湖枢纽工程的调度运行,重点是太浦闸、望亭枢纽和常熟枢纽的控制运用。

2 太湖流域洪水调度的历史进程

2.1 1991年之前的洪水调度

1987年之前,太湖流域没有统一的洪水调度方案。针对太湖流域治理和洪水调度的薄弱环节,1987年5月4日中央防汛总指挥部办公室首次要求太湖流域管理局(后简称太湖局)及江苏、浙江和上海两省一市就太湖流域防洪工程建设和洪水调度问题进行研究。太湖局于1987年5月20日立足于苏州和无锡市的城市防洪安全,充分利用环湖大堤的调蓄功能,提出当太湖水位达到4.65m时,才拟开启太浦闸;当太湖水位达5.30m时,为保护太浦闸本身的安全,拟扒口分洪,方案中还提出东太湖诸口门以及大运河苏州平望段东岸各口门不得人为设障。直到1991年发生大洪水,太浦闸建成以来,才首次投入运行。

2.2 1991年的洪水调度

太湖流域1991年气候异常,雨季来得早,降雨强度大,范围广,流域平均最大30天降雨量达502mm,超过了1954年的353mm。太湖水位迅速上升。7月15日,水位达到4.79m,比历史上有记录的最高水位(1954年)高0.14m,持续超过1954年最高水位的时间长达12d。

1991年大水发生后,国家防总成功地进行了太湖流域的洪水调度。除利用上游山丘区大中型水库拦蓄部分洪水;利用长江沿岸口门涵闸以及浙江长山河工程,增加向长江和杭州湾的泄水外,还采取了多项紧急洪水调度措施:一是在东太湖沿岸增开出水口门,清除太浦河北岸向北泄水的阻水障碍;二是开启太浦闸,打开红旗塘横隔堤,打通红旗塘至黄浦江的泄洪通道,并破除太浦河下游河道内钱盛荡三道民圩堵堤,开通太浦河至黄浦江的行水通道;三是破除望

虞河入口沙墩港横隔堤,增加太湖向长江的泄水量;四是打开淀浦河西闸和蕴藻浜西闸,增加太湖下游淀泖地区的外排水量;五是开启东苕溪东泄的四个水闸,向杭嘉湖地区泄水,减少入太湖的水量.这些措施对降低太湖最高水位达 20cm,缩短了太湖水位 4.20cm 以上的天数达 22d,从而保住了环湖大堤、沪宁铁路干线、重要城市圈堤和万亩以上圩堤的安全,把灾害减少到最低限度.

2.3 1991 年之后的洪水调度

1991 年汛后,国务院作出了《关于进一步治理淮河太湖的决定》,要求太浦河、望虞河 1992 年汛期将分别达到 $300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 和 $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 的泄洪能力.在国家防总的指导下,太湖局在进行流域雨情、水情分析工作的基础上,分别与三省市座谈,召开了三省市防汛协商会,确定了 1992 年太湖流域洪水调度方案的基本指导思想、编制原则和太浦河调度、望虞河调度、其它工程调度、非常措施和调度权限意见.因同年太湖水位较低,两河未投入运行.

1993 年在调度方案中,提出工程运行分阶段调度方案,既是考虑对工程施工建设形象进度的具体要求,更是着重于在建工程的安全渡汛问题和流域防汛的总体要求.当年太湖水位高达 4.51m,太湖局首次直接负责两河的运行,治太工程发挥了较好的防洪除涝效益.

1994 年太湖流域洪水调度方案的主要修订有增加太湖汛初水位控制,将太湖起调水位由 3.50m 降为 3.30m;将望亭枢纽相应的太湖水位分级,“两河”泄量由 $350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 增加到 $550 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$;增加沿长江和杭州湾的有关水利工程运行应服从全流域的洪水调度;明确调度水位均以 08:00 水位为准,并允许“两河”下游控制水位变幅 0.03m;对调度指标水位站高程采用改正后的高程;洪水调度方案的修订有所完善,但因当年太湖水位低,洪水调度方案并未投入运用.

1995 年洪水调度方案,着重作了两点补充.一是增加汛后期太湖水位抬高至 3.50m;二是降低苏州市的设防控制水位,即将苏州设防水位由 4.20m 降低到 4.10m,同时增加望亭枢纽的泄量.这种修改,既体现了太湖洪水调度已由单一的洪水调度目标,转到防洪和供水等的多目标调度,也体现了洪水调度方案制定必须结合地区社会经济的发展而逐步完善.

1996 年洪水调度方案主要作了以下几点修改.一是控制太湖汛前水位,在汛前(4 月 15 日)太浦闸和望虞闸就视流域汛情(当太湖水位超过 3.10m)投入运行,腾空库容,增加调蓄能力,并首次对太湖洪水提出分期调度的概念,将汛后期的时间由原来的 9 月 30 日左右,提前到 7 月 21 日;二是将望虞河调度指标站由望亭枢纽闸下移到下游琳桥站,提高下游水位的代表性,避免开闸泄洪的直接影响.三是考虑常熟枢纽尚未完工,两岸防洪除涝工程尚未按规划进行,望虞河地区行洪和排涝矛盾较为突出,提出望虞河东岸要有条件控制的调度意见.

结合治太工程建设,特别是环湖大堤和“两河”建设进展,1997 年对原太湖流域洪水调度方案又作了进一步完善.主要有:一是将太湖汛前水位由 3.10m 下调到 3.00m,而将汛后期(7 月 21 日)的水位由 3.45m 提高到 3.50m;二是考虑上海黄浦江上游的防洪压力,将米市渡控制水位由 3.80m,降低到 3.75m;三是针对望虞河工程调度,适当增加望亭枢纽行水的机会,并提出常熟枢纽节制闸和泵站的运行原则,明确其控制水位为望虞河上的甘露站;四是考虑两河下游水位受潮水位影响明显,将平望和琳桥控制水位允许变幅由 0.03m 增大到 0.05m,避免太浦闸和望亭枢纽时开时关的不规范操作.

1998 年为更好地发挥已建工程的效益,根据全流域河道、湖泊、防洪工程现状和《太湖流域综合治理总体规划方案》,对原洪水调度方案作了较大修改.一是突出主汛期太湖水位分级

控制,并将太浦闸下游平望站和望亭枢纽下游琳桥站的水位直线递增控制改为分段控制,进一步增加两河泄水的机会;二是为发挥阳澄地区湖泊调蓄和沿江诸河的排洪作用,将望虞河东岸控制水位站由常熟站改为湘城站。

1999年太湖流域洪水调度制定侧重在超标准洪水调度方案,明确提出当太湖水位超过4.65m时,平望和琳桥水位不受3.90m和4.30m的限制,并充分利用临湖蓄滞洪区。这些工作为防御1999年超标准洪水作了前期技术准备。

3 典型年洪水调度实践和太浦河、望虞河泄水效益分析

按照国家防总批准的洪水调度方案,太湖流域的洪水调度按现行防洪工程分级管理体制,实现统一调度,分级负责。太湖局负责太浦闸、望亭枢纽、常熟枢纽的运用调度,当太湖水位超过4.65m或特殊汛情时,太湖局提出应急调度意见,通报苏浙沪,报国家防总批准后执行。

3.1 太湖洪水调度实践

1991年后,太湖流域多次出现洪水或异常汛情(表1),流域防汛任务十分繁重。太湖局在国家防总的授权下,对枢纽工程进行了科学的运用。

(1) 1993年:太湖局首次负责流域洪水的调度。根据国家防总批准的1993年太湖流域洪水调度方案,太浦闸泄洪要同时考虑太湖和平望水位组合。从8月2日至10月16日,太浦闸开闸46天,总泄水 $4.27 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均泄流量 $107 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$,相当于使太湖水位下降0.18m,缩短了太湖高水位的持续时间。

望虞河望亭水利枢纽于1992年冬季开工建设,按照施工计划,主汛期完成水下土方。8月10日开坝放水,25日枢纽上游沙墩坝围堰挖至3.70m。8月30日通过望虞河和枢纽泄流量达到最大,分别为 $139 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 和 $81.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 。当9月28日太湖水位回落到3.88m,因施工需要,枢纽下游围堰开始封堵。期间,枢纽总泄水 $1.23 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。此外,汛期望虞河一直通过月城河敞泄。汛期望虞河总泄水 $5.24 \times 10^8 \text{ m}^3$,相当于降低太湖水位0.22m。

(2) 1998年:1997年冬和1998年春,太湖流域降雨均超同期记录,出现了冬汛和春汛,太湖和地区水位多次超警戒水位。1月17日太湖水位达3.82m,给地区防汛带来压力,给冬春水毁工程建设造成困难。经商苏浙沪,并经国家防总同意,太湖局利用流域水情遥测系统,及时开启太浦闸和望亭枢纽、常熟枢纽工程。自1998年2月13日开闸至6月22日,开闸129d,太浦闸共泄水 $6.95 \times 10^8 \text{ m}^3$,望亭枢纽泄水 $14.95 \times 10^8 \text{ m}^3$,常熟枢纽排水 $13.01 \times 10^8 \text{ m}^3$,有效地降低太湖水位0.94m,使主汛期太湖最高水位只有3.59m,为1998年太湖安全度汛创造了有利条件。也是“两河”建成以来前期洪水调度效益最为明显的一年。

(3) 1999年:1999年太湖流域发生特大洪水,第一次实施超标准洪水调度。在4月12日,太浦闸和望亭水利枢纽就开闸预泄太湖洪水。6月7日入梅前,太浦闸和望亭枢纽分别运行44d和38d,合计泄水 $4.10 \times 10^8 \text{ m}^3$,使太湖起涨水位降低0.18m。太湖水位6月30日15:00平太湖环湖大堤设计水位和1954年最高水位4.65m,太浦闸和望亭枢纽相继关闭,开始进入超标准洪水调度,采取严防死守环湖大堤,发挥太湖超蓄、适时运用太浦闸和望亭枢纽的调度原则。7月1日08:00平历史最高水位4.79m,7月4日10:00达到5.00m,7月8日10:00达到新的最高水位5.08m。望亭枢纽和太浦闸分别于7月4日和7月8日投入超标准洪水调度运行,控制下游琳桥和平望水位不超过4.45m和4.30m。至7月7日,太浦闸和望亭枢纽分别

泄洪 $3.59 \times 10^8 \text{m}^3$ 和 $7.13 \times 10^8 \text{m}^3$, 有效降低太湖水位分别达 0.15m 和 0.30m, 合计达 0.45m, 否则 7 月 8 日太湖水位不是 5.08m, 而是超过 5.50m. 7 月 23 日 15 时太湖水位降到 4.65m 以下, 太湖洪水调度恢复到正常洪水调度. 至 9 月 24 日, 两河停止泄洪, 太浦闸共运行 137d, 实际泄水量 $28.73 \times 10^8 \text{m}^3$, 望亭枢纽共运行 148d, 实际泄量达 $27.95 \times 10^8 \text{m}^3$. 两河泄洪不仅降低了太湖最高水位, 还大大缩短了太湖高水位的时间, 对环湖大堤的防汛极为有利. 1999 年太湖洪水调度得到了国家防总的认可, 也得到了苏浙沪的赞同.

3.2 太浦河和望虞河泄水效益分析

1991 年大水后, 太浦河首次投入运行, 治太工程建设进入新的时期. 1993 年 12 月望亭水利枢纽基本建成. 太浦河和望虞河一边建设, 一边发挥效益. 九十年代, 太浦闸和望虞河望亭水利枢纽泄水量汇总见表 1. 经统计, 太浦闸投入运行 504d, 总泄水量达 $62.89 \times 10^8 \text{m}^3$, 望亭枢纽自 1993 年建成后, 投入运行 386d, 其泄水量达 $54.52 \times 10^8 \text{m}^3$.

表 1 太浦闸和望虞河望亭枢纽泄水量汇总

Tab. 1 General flood volume at Taipu Gate and Wangting Water Siphon in 1990s

年 份	太湖最高水位/m	太 浦 闸			望亭水利枢纽		
		开闸时间 /d	总泄量 / 10^8m^3	最大泄量 / $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	开闸时间 /d	总泄量 / 10^8m^3	最大泄量 / $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
1991	4.79	68	11.92	415	-	-	-
1992	3.43	-	-	-	-	-	-
1993	4.51	46	4.27	200	50	5.24	81.5
1994	3.22	-	-	-	-	-	-
1995	4.32	45	5.05	250	10	0.88	150
1996	4.39	56	4.17	230	30	3.16	204
1997	3.58	7	0.27	55.1	4	0.35	100
1998	3.82	145	8.48	270	144	16.54	259
1999	5.08	137	28.73	799	148	27.95	536
合计	-	504	62.89	-	386	54.52	-

4 流域洪水调度着重要解决的几个问题

(1) 太湖流域洪水调度方案几经修改, 仍需完善. 大水发生后, 通过实施国家防总批准的洪水调度方案, 水利工程发挥了积极的防洪除涝减灾作用. 但由于骨干工程尚未完全建成, 洪水调度决策尚未形成体系. 为此, 要结合工程进展和流域下垫面条件的变化, 特别是“两河”开通后, 潮水上溯对闸门运行的影响, 继续补充完善现有洪水调度方案, 研究流域洪水预报调度、潮汐河流闸门实时调度和骨干工程的联合优化调度, 结合 1999 年两河实际运作, 修订超标准洪水调度预案.

(2) 目前的太湖治理规划是以 1954 年实际洪水作为设计标准的, 但防洪工作应当在一定的防洪标准下, 立足于遭遇可能的洪水来考虑. 因此, 应在已有的研究成果基础上, 研究暴雨组合设计, 核查流域可能承受的洪涝标准, 特别是两河下游的安全水位和安全泄量的核定. 要进一步确定流域洪水调度规程, 分析涨水期和退水期的闸门运行方式.

(3) 治太工程建设因资金缺口大, 项目进展有前有后, 各地水利建设任务不尽相同, 其上下游, 左右岸之间在防洪除涝方面会出现新的情况和矛盾, 需要协调. 如在今后防洪调度中必

须考虑望虞河东、西岸两侧洪涝关系;太浦河排涝和泄洪的关系.根据新的研究成果对防洪调度方案作出补充修改.

(4) 反映流域防洪除涝与蓄水兴利这对矛盾的太湖水位是根据经验确定的,带有一定的风险.事实上,由于太湖流域致灾因素较多,雨洪灾特性动态变化,系统边界条件复杂多变,梅雨结束后,太湖高水位的可能性较大,如1993年8月26日太湖水位高达4.51m,1996年7月20日太湖水位达4.39m等,均出现在7月15日之后,此间如出现台风,将造成太湖防汛高度紧张.特别是1999年7月1日流域强降雨就基本停止,如其后遇台风,降大雨,则太湖水位不止5.08m,这种不利的太湖水位和降雨天气形势,对流域防汛是有威胁的.因此,太湖的超蓄和洪水排泄的关系要作为重要的调度原则予以分析研究.

(5) 近几年,太湖泄洪中最突出的是东太湖泄洪能力明显下降,水环境急剧恶化,并已危及太浦河的正常行洪和供水.今年太湖水位高达5.08m,太湖洪水主要通过太浦河和望虞河排泄,据实测资料分析,期间通过东太湖排泄的太湖洪水 $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 左右,东太湖变成了“东太河”,原总体规划方案中安排的东太湖超标准行洪通道的过水流量不足总出湖流量的1/10.此外,在太湖水位4.00m左右时,太浦闸全开,其泄量不足 $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$,其泄流控制断面已移至上游出湖淤积严重的喇叭口处.由此可见,太湖在遭遇超标准洪水情况下洪水出路不足,规划中建闸的东太湖88m口门及其启用条件需要重新研究,特别要研究安排太湖超标准洪水出路.

参 考 文 献

- 1 叶秉如.水利计算.北京:水利电力出版社,1985
- 2 吴浩云.近40年来太湖汛情的变化与防洪对策.湖泊科学,1998,10(1):37-41
- 3 孙顺才等.太湖.北京:科学出版社,1993
- 4 吴春来.太湖流域1999年特大洪水和防洪规划的思考.湖泊科学,2000,11(1):6-11
- 5 吴浩云.太湖流域洪涝灾害与减灾对策.中国减灾,1999,9(1):15-18

Formulation and Application of Flood Regulation Scheme in the Taihu Basin

WU Haoyun

(Taihu Basin Authority, Ministry of Water Resources, Shanghai 200434, P. R. China)

Abstract

Based on the characteristics of flood evolution, water regime in the Taihu Basin and the task of flood control, the flood regulation scheme of the Taihu Basin has been formulated and carried out in recent years. The flood regulation scheme should be perfected with changing landscape situations in the Basin. The benefits of flood control and waterlogging protect of harnessing projects in the Taihu Basin are distinct. A further emendment of the flood regulation scheme is required by the flood control practice.

Key Words Taihu Basin, flood regulation scheme