

文章编号:1672-3031(2011)04-0257-05

## 鄱阳湖水利枢纽运行调度方式及其对水资源与防洪的影响

张双虎, 蒋云钟, 刘晓志, 王浩

(中国水利水电科学研究院 水资源研究所, 北京 100038)

**摘要:** 结合鄱阳湖水利枢纽运行调度方式比选, 从水资源开发利用和防洪角度, 分析了不同运行调度方式对鄱阳湖区和长江中下游的作用与影响, 并提出了初步的鄱阳湖水利枢纽运行调度方式, 该成果可为枢纽工程的规划设计提供技术支撑。

**关键词:** 鄱阳湖; 水利枢纽; 调度方式; 水资源; 防洪

**中图分类号:** TV697

**文献标识码:** A

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊, 是长江水系及其生态系统的重要组成部分, 也是长江洪水重要的调蓄场所, 在长江流域治理、开发和保护中占有十分重要的地位。鄱阳湖区“高水湖相, 低水河相”的特征制约了湖区水资源有效利用, 为此, 有关方面提出了建设鄱阳湖水利枢纽工程的设想。枢纽工程建成后, 每年将有约一半时间江湖阻隔, 改变了江湖自然连通之态势, 引起江湖水情新的变化, 对长江中下游地区水资源利用和防洪安全等可能产生一定的影响, 也将对鄱阳湖的环境、生态和社会等产生影响。本文从水资源开发利用和防洪角度, 分析不同运行调度方式及枢纽工程对鄱阳湖区和长江中下游的影响。

### 1 鄱阳湖水利枢纽运行调度方式设置

**1.1 鄱阳湖水利枢纽运行调度主要控制因素** 决定鄱阳湖水利枢纽运行调度方式的主要因素包括下闸蓄水时间和下闸后湖区控制水位的高低。由于鄱阳湖枢纽工程运行调度对湖区及长江中下游的作用和影响与三峡工程运行调度方式密切相关, 为避免加重因三峡及以上水库运行调度对长江中下游水资源利用和防洪造成的影响, 枢纽工程必须与三峡水库运行方式相协调, 实行错时蓄水和腾空。

本文将每个调度年分为鄱阳湖蓄水期(具体蓄水时间随三峡水库蓄水方式的不同而变化)、三峡水库蓄水期、鄱阳湖枯水期(11月1日—次年3月31日)和江湖连通期(4月1日—8月下旬蓄水开始日期)等4个调度期。鄱阳湖蓄水期湖区最高控制水位简称湖区最高蓄水位、三峡水库蓄水期末(10月31日)鄱阳湖控制水位称湖区调控高水位, 鄱阳湖枯水期末(3月31日)湖区控制水位称湖区调控低水位。

**1.2 枢纽工程运行调度方式设置** 2009年, 三峡水库开始175m试验性正常蓄水, 国务院批复的三峡水库运行调度方案为: 三峡水库汛后9月15日开始蓄水, 9月底蓄水不超过156m, 10月末蓄至正常蓄水位。2010年, 三峡水库汛后蓄水方案调整为: 9月1—10日, 三峡水库实行汛限水位动态控制, 最高水位不超过150m, 9月10日后开始蓄水, 9月底蓄水位控制在162~163m, 10月末蓄至正常蓄水位。为适应三峡水库的不同调度方式, 本文拟定两种运行方式: 方式I: 三峡水库按2009年调度方式运行, 鄱阳湖水利枢纽蓄水期设为9月1—15日; 方式II: 三峡水库按2010年调度方式运行, 鄱阳湖水利枢纽蓄水期设为8月25日—9月10日。

收稿日期: 2011-08-03

基金项目: 中国水利水电科学研究院科研专项(资集1046); “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAB29B08)

作者简介: 张双虎(1976-), 男, 山西阳城人, 博士, 高级工程师, 主要从事水资源调度技术研究。E-mail: sxszlsh@163.com

结合长江水利委员会勘测规划设计研究院和江西省水利规划设计研究院2009年1月编制的《鄱阳湖水利枢纽项目建议书》(以下简称《项目建议书》)<sup>[5]</sup>、水利部长江水利委员会2010年6月编制的《鄱阳湖区综合规划报告(送审稿)》<sup>[3]</sup>等报告提出的特征水位方案,本文按湖区最高蓄水位17.5m、湖区调控高水位16.0、15.0和14.0m、相应湖区调控低水位14.0、13.0和12.0m等分别拟定调度方式。具体调度方案见表1。

表1 鄱阳湖水利枢纽运行调度方案 (单位: m)

运行方式	方案序号	鄱阳湖蓄水期	湖区最高蓄水位	湖区调控高水位	湖区调控低水位
方式 I	I-1	9月1—15日	17.5	16	14
	I-2			15	13
	I-3			14	12
方式 II	II-1	8月25日—9月10日	17.5	16	14
	II-2			15	13
	II-3			14	12

## 2 对水资源开发利用的影响与作用分析

**2.1 对鄱阳湖湖区水资源安全保障的作用** 根据最新调查成果,当湖区星子站水位高于14m时,滨湖区生产生活取水不受水位的影响;若水位低于14m,滨湖区农业取水受到一定影响,若水位低于13m时,工业和生活取水会受到一定的影响。兴建鄱阳湖枢纽工程后,鄱阳湖枯水期湖区星子水位基本维持在14m以上,配合其它提引等供水设施的新(改)建,可基本解决湖区水资源供需矛盾。

**2.2 对长江中下游水资源开发利用的影响与作用** 鄱阳湖水利枢纽对长江中下游水资源开发利用的影响与作用主要表现在下闸蓄水后,减少或增加湖口出湖流量,进而影响湖口以下长江干流流量。不同运行调度方式,鄱阳湖水利枢纽对长江中下游水资源开发利用的影响与作用见表2。

表2 鄱阳湖水利枢纽对长江中下游水资源开发利用影响与作用 (单位: m<sup>3</sup>/s)

方案	鄱阳湖蓄水期			三峡水库蓄水期			鄱阳湖枯水期		
	计算出湖	实测出湖	出湖差	计算出湖	实测出湖	出湖差	计算出湖	实测出湖	出湖差
I-1				2 848	3 444	-596	2 460	2 339	121
I-2	1 464	3 529	-2 065	3 381	3 444	-63	2 420	2 339	81
I-3				3 873	3 444	429	2 329	2 339	-10
II-1				2 876	3 547	-671	2 463	2 339	124
II-2	1 294	3 462	-2 168	3 438	3 547	-109	2 432	2 339	93
II-3				3 953	3 547	406	2 351	2 339	12

(1)鄱阳湖蓄水期,水利枢纽对长江中下游水资源开发利用的影响。兴建水利枢纽后,鄱阳湖蓄水期不同运行方式日减少湖口出流在0~8 200m<sup>3</sup>/s之间,多年平均减少约2 000m<sup>3</sup>/s,占同期湖口实测出流的60%左右。尽管蓄水期鄱阳湖水利枢纽对湖口出流量影响较大,但此时长江流域仍处于汛期,来水较丰,天然情况下鄱阳湖蓄水期大通站流量约为19 000~70 697m<sup>3</sup>/s,兴建枢纽后,鄱阳湖蓄水期大通站流量约为18 000~70 000m<sup>3</sup>/s,鄱阳湖蓄水期减少湖口出流仅占同期大通流量的4%左右。由此可见,鄱阳湖蓄水期对湖口出流量减少较多,但对长江中下游水资源利用影响很小(当大通站流量大于15 000m<sup>3</sup>/s时,长江河口受咸潮入侵影响很小,且长江下游用水基本可以得到满足)。

(2)三峡水库蓄水期,水利枢纽对长江中下游水资源的影响与作用。三峡水库蓄水期,鄱阳湖不同调控高水位,水利枢纽对长江下游水资源利用影响与作用不尽相同。若鄱阳湖调控高水位在15m以上,大多数年份湖口平均出流小于天然平均出流,此时受三峡水库汛后集中蓄水的影响,大通站流量与天然情况相比已有大幅减少,湖口站流量减少将进一步加剧对长江下游水资源开发利用的影

响。若调控高水位控制在14m,方式I和方式II可分别增加湖口出流18.9和16.1亿 $m^3$ ,约合流量429和406 $m^3/s$ 。三峡水库蓄水期,鄱阳湖增泄水量,在一定程度上可减轻由于三峡及以上水库汛后蓄水对长江下游造成的影响,尤其是提高枯水季节大通站流量达到12000 $m^3/s$ 的保证率。

(3)鄱阳湖枯水期,水利枢纽对长江中下游水资源的影响与作用。鄱阳湖枯水期,不同运行调度方案,水利枢纽对长江中下游水资源开发的影响与作用相对较小。

无论采取上述何种运行方式,鄱阳湖水利枢纽工程兴建后,9月份至翌年3月,湖区水位比天然状况有不同程度的抬高,湖区蓄水水量增加较多。若遇同期长江干流来水偏枯或发生紧急水质事件时,对鄱阳湖水利枢纽采取应急调度方式,可起到一定的补偿调节作用,提高长江流域调度灵活性。

### 3 水利枢纽对湖区及长江干流防洪影响分析

根据国务院批复的《长江流域防洪规划(2008)》<sup>[2]</sup>,长江中下游总体防洪标准为防御新中国成立以来发生的最大洪水,即1954年洪水。遇1954年型洪水,在理想运用情况下,湖口附近需分洪50亿 $m^3$ ,鄱阳湖湖区和华阳河各25亿 $m^3$ 。湖区重点圩区和分蓄洪区,由湖堤保护的,以相应湖口水位22.50m时的洪水位防御标准;1~5万亩的圩区,以相应湖口水位21.68m时的洪水位为防御标准;万亩以下的圩区,以相应湖口水位20.91m时的洪水位为防御标准。

**3.1 对长江防洪的影响** 根据长江流域防洪工程体系能力节点图来看,遇1954年型洪水,鄱阳湖蓄滞洪区所承担的25亿 $m^3$ 分洪量,不是来自长江干流,而是来自湖侧五河来水。鄱阳湖水利枢纽工程修建后,由于受闸墩等水工建筑物的影响,在相同来水条件下,湖口站出流量不会大于天然出流量,因此,枢纽工程对长江干流防洪的影响主要表现在对长江倒灌水量的影响。根据长江干流发生倒灌入湖与湖口水位关系来看,长江倒灌入湖一般发生在7—9月,且湖口站水位一般不超过警戒水位19.5m,如1954年、1998年长江流域大洪水,湖口全年都没有发生倒灌。

为了定量评估水利枢纽对长江倒灌入湖水量的影响,采用二维定床水流数学模型进行分析计算。汛期闸门全部打开敞泄,枢纽工程对倒灌的影响主要是由过水断面减小引起,计算时采用阻水比来体现。按照《项目建议书》推荐工程布置方案,相应阻水比为0.4。在计算枢纽工程对湖口水位雍高时,假设湖内星子水位和最大倒灌流量不变;在计算枢纽工程对最大倒灌流量影响时,假设湖内星子水位和湖口水位不变。计算结果表明:当湖口发生最大倒灌流量时,枢纽工程对湖口水位雍高为14cm;若保持湖口水位、星子水位为发生最大倒灌流量对应水位时,湖口倒灌流量减少240 $m^3/s$ ,减少幅度1.76%。由此可见,汛期闸门全部打开敞泄,枢纽工程对长江防洪影响较小。

**3.2 对湖区防洪的影响** 结合湖侧五河来水特性和枢纽工程运行调度方式,枢纽工程对湖区防洪的影响主要表现在汛前3月份、闸门打开敞泄阶段以及鄱阳湖蓄水期对湖区水位的雍高。

(1)汛前3月份水利枢纽对湖区防洪的影响。鄱阳湖水利枢纽修建后,若控制湖区3月初水位在16.0m,3月末水位在13.0m,枢纽工程将会造成3月份湖区水位较天然状况有不同程度的雍高,星子站水位最多可抬高8.38m,平均抬高3.61m。从不同年份计算结果来看,枢纽工程修建后对天然情况下3月份湖区水位较低的年份抬高较多,对3月份湖区水位较高的年份抬高较少。尽管3月份湖区水位较天然情况有较大抬高,但湖内水位仍远远低于湖内警戒水位(19.5m)和湖区圩堤堤顶水位,对湖区防洪影响较小,但可能会在一定程度上增加对湖区圩堤内的排涝压力。

枢纽工程修建后,由于汛前3月31日湖区星子站水位基本维持在13.0m,相比天然情况平均抬高了1.15m。进入汛期后,闸门全部打开,实现江湖连通,在长江九江站来水不变的情况下,此时由于湖区水位较天然情况有所抬高,湖口出流大于天然出流,经过一段时间调整,湖内水位可很快接近无枢纽工程情景下的天然水位。汛前湖区水位的抬高,对汛期湖区防洪影响较小。

(2)汛期闸门全部打开敞泄阶段对湖区防洪的影响。鄱阳湖水利枢纽兴建后,汛期闸门全部打开江湖连通,由于受闸墩等水工建筑的影响,会对湖区水位产生一定的雍高。本文采用二维水力学模型Mike21模拟典型洪水枢纽工程对湖区水位的雍高。其中闸墩在Mike21模型中被定义为由点线组成

的断面,水流受闸墩影响是通过闸墩所在单元增加拖曳力求出。以1998年实测五河七口入湖流量、湖区陆面径流、湖区水面产流和湖口实测水位等为边界条件,以湖区站点水位为主要特征值,对模型进行率定,采用率定好的模型计算1954年汛期枢纽工程对湖区水位抬高。计算结果表明,兴建鄱阳湖水利枢纽,闸门全部打开敞泄,若发生1954年5月1日—8月31日来水,枢纽工程对湖区星子、都昌、棠荫站水位最大雍高分别为13、10和7cm,越靠近尾间,水位雍高越小,修建枢纽后湖区星子、都昌站最高水位分别为21.96和21.97m。江湖连通阶段,枢纽工程对湖区防洪影响很小。

(3)鄱阳湖蓄水阶段对湖区防洪的影响。鄱阳湖蓄水期,从1950—2007年的48年长系列水位来看,蓄水阶段有10年不需要下闸(天然水位高于17.5m),需要下闸蓄水的年份主要集中在9月份长江来水为平水或枯水年份。对于蓄水阶段不需要下闸蓄水的年份,枢纽工程对湖区水位的影响主要是受闸墩等水工建筑物对湖区水位的雍高,根据闸门敞开江湖连通阶段计算结果可知,枢纽工程对湖区水位最大雍高不超过13cm。长系列9月1—15日实测星子站最高水位为21.56m,从安全角度考虑,假设最大雍高值出现在湖区水位最高(即最不利)时,则湖区水位达21.69m,仍低于湖区重点防护对象的防洪控制水位22.5m。鄱阳湖蓄水期,对于不需要下闸蓄水的年份,由于闸墩等水工建筑物对湖区水位的雍高影响,对湖区重点防护对象的防洪不会带来太大影响,但水位雍高会对万亩以下圩区的防洪和排涝产生不利影响,增加了万亩以下圩区被淹的机率。对于蓄水期需要下闸蓄水的年份,下闸蓄水,当发生实测蓄水阶段最大来水过程时,湖区水位较天然无工程情景下有所抬高,不同典型年水位分别平均抬高了0.30~2.12m,但从各典型年湖区水位过程来看,下闸蓄水后,蓄水期湖区水位仍远远低于湖区的警戒水位,不会对湖区防洪产生不利影响。

#### 4 鄱阳湖水利枢纽运行调度方式推荐

综合考虑水资源利用和防洪等因素,推荐鄱阳湖水利枢纽工程宜采用17.5—14.5—13.0m运行调度方案,即闸控阶段最高蓄水位不超过17.5m,10月31日末湖区水位控制在14.5m左右,汛前3月31日湖区水位不超过13.0m。具体调度方式如下。

(1)主汛期:4月1日—8月下旬,闸门全部敞开,江湖连通。

(2)鄱阳湖蓄水期:具体下闸蓄水时间要根据三峡水库汛后开始蓄水时间而定,一般要比三峡水库开始蓄水时间提前15d左右为宜。蓄水期内当湖内星子站水位高于17.5m时,闸门全部打开敞泄;当星子站水位在17.5m附近时,下闸蓄水并控制闸门开度使湖内水位维持在17.5m,当星子站水位低于17.5m时,在满足航运、水生态与水环境用水需求前提下,控制闸门开度,尽快充蓄,并控制湖区水位不超过17.5m。

(3)三峡水库蓄水期,加大枢纽工程泄量,将湖水位逐渐降至调控高水位14.5m,以补偿长江下游因三峡及以上水库蓄水造成的长江干流流量减少。

(4)鄱阳湖枯水期:11月—次年2月通过闸门控制使出湖流量等于入湖流量,湖内星子站水位维持在11月1日水位左右。次年3月闸门实行动态控制,通常情况下,通过闸门控制出湖流量稍大于湖侧五河入湖流量,并使3月末湖内水位消落至13.0m;遇到下述两种情况,提前打开全部闸门实现江湖连通,一是当湖侧五河入湖控制站合成流量大于 $10\ 000\text{m}^3/\text{s}$ 时;二是当湖口站水位与湖区内水位相差不大时,全部打开闸门,提前实现江湖连通。

兴建鄱阳湖水利枢纽,采取推荐的运行调度方案,配合其它水利设施的新(改)建,既能解决湖区水资源供需矛盾,又不会对长江中下游水资源开发利用产生不利影响,还在一定程度上增强了长江中下游水资源应急调度的灵活性;另外,采取上述运行调度方式也不会对湖区和长江干流防洪造成大的不利影响。

应该指出的是本文仅从水资源开发利用和防洪的角度,研究了鄱阳湖水利枢纽的调度运行方式,最终的调度方式还应考虑对洄游性鱼类、鸟类以及水质等方面的影响才能确定。

## 5 结语

通过以上研究,取得如下初步认识:(1)鄱阳湖水利枢纽建设可基本解决湖区枯水期缺水问题。采用合理的运行调度方式,对长江下游水资源利用没有明显影响,并在一定程度上可补偿三峡及以上水库蓄水期对长江下游的影响。(2)基于“调枯不调洪”运行方式,鄱阳湖水利枢纽对长江下游及湖区防洪影响较小。(3)综合考虑水资源开发利用和防洪两方面因素,鄱阳湖水利枢纽工程宜采用17.5-14.5-13.0m运行调度方式。

考虑到鄱阳湖区的重要生态地位,综合湖区水资源利用和水生态环境保护的要求,根据对枢纽的作用和影响分析,鄱阳湖水利枢纽应坚持“以保护鄱阳湖水域和湿地为重点,使越冬候鸟不减少、湖区水质不下降、血吸虫病不扩散和湿地功能不衰退”的原则,近期枯期调节水位不宜过高,待枢纽运行一段时间,对湖区湿地、鱼类的影响规律进行深入研究后,可适当对枢纽的调节水位进行调整。

## 参 考 文 献:

- [ 1 ] 中国水利水电科学研究院.鄱阳湖水利枢纽关键技术研究[R].2010.
- [ 2 ] 水利部长江水利委员会.长江流域防洪规划[R].2008.
- [ 3 ] 水利部长江水利委员会.鄱阳湖区综合规划报告(送审稿)[R].2010.
- [ 4 ] 江西省水利厅.江西省水资源及开发利用调查评价报告[R].2008.
- [ 5 ] 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院,江西省水利规划设计院.鄱阳湖水利枢纽项目建议书[R].2009.
- [ 6 ] 江西省水利科学研究院.三峡工程运用后对鄱阳湖及江西“五河”的影响研究[R].2009.
- [ 7 ] 江西省水文局.鄱阳湖生态水利枢纽工程对湖区防洪、泥沙、水质、枯水期水量补充的影响及对策研究[R].2008.
- [ 8 ] 徐德龙,熊明.鄱阳湖水文特性分析[J].人民长江,2001,32(2):21-22.

### Study on dispatching scheme of Water Control Project in Poyang Lake and its influence on water resources and flood control

ZHANG Shuang-hu, JIANG Yun-zhong, LIU Xiao-zhi, WANG Hao

(Department Water Resources, IWHR, Beijing 100038, China)

**Abstract:** With comparison and selection of dispatching scheme for Water Control Project in Poyang Lake, the influences of different schemes on water resources utilization and flood control for Poyang Lake and mid-lower Yangtze river are analyzed, a primary election scheme is recommended. The conclusion may provide technical supports for planning and designing of Water Control Project.

**Key words:** Poyang Lake; Water Control Project; dispatching scheme; water resources; flood control

(责任编辑:王成丽)