

骆马湖汛期分阶段限制水位分析研究

朱建英¹, 马余良², 尚化庄³, 盛建华³, 罗俐雅⁴

(1.江苏省防汛防旱指挥部办公室,江苏 南京 210029; 2.江苏省骆运水利工程管理处,江苏 宿迁 223800;
3.江苏省水文水资源勘测局徐州分局,江苏 徐州 221006; 4.江苏省水文水资源勘测局,江苏 南京 210029)

摘要:针对江苏省淮北地区水资源严重不足的状况,研究了淮北地区重要灌溉水源之一骆马湖所在区域的历年汛期降雨以及上游来水的规律,将骆马湖汛期划分为5个阶段,除了洪水高发期的7月11日~8月15日外,对其他四个阶段推求了频率为10%、5%、2%的入湖设计洪水,并以不同起调水位进行骆马湖调洪演算,提出了在保证洪水安全的前提下各阶段汛限水位方案,可作为汛期骆马湖水控制调度的参考,以进一步提高洪水资源利用率。

关键词:骆马湖;洪水资源;汛期;限制水位

中图分类号:P333

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2014)03-0048-05

江苏省淮北地区处于我国南北气候过渡带,属暖温带半湿润季风气候区,降雨的时空分布不均造成本地及过境水资源量的年际、年内的不均匀性,旱灾出现几率明显高于省内其它地区,水资源不足问题非常突出。1949年以来,在国家的支持下,江苏省兴建了标准较高的防洪除涝工程体系,在此基础上,形成了湖库蓄水、自流引水、翻水站提水、抽取地下水、利用回归水等供水工程体系,实现了多级提引江淮水北送到淮北地区的跨流域调水功能,大大缓解了淮北地区水源供需矛盾,为我省国民经济发展和社会稳定起到了保障作用。随着经济社会的发展及国家粮食安全战略的实施,淮北地区水源问题依然存在,遇到干旱年份水源供需矛盾仍然尖锐。

骆马湖作为淮北地区主要灌溉水源之一,其水源主要依靠拦蓄洪水,其次利用江水北调工程多梯级抽引江淮水源补给骆马湖。本文以确保洪水安全为前提,研究并提出骆马湖汛期分阶段限制水位的方案,从而为进一步提高洪水资源利用率,增加淮北地区可供水提供量提供技术支撑。

1 骆马湖概况

骆马湖为江苏省第四大淡水湖,地处淮河流域沂沭泗运水系(图1),是沂沭泗洪水的重要调蓄水库,也

是江苏省淮北地区的灌溉水源地之一、苏北水上湿地保护区,又是南水北调东线工程的重要中转站,具有防洪、灌溉、航运、发电、水产养殖等功能。骆马湖承接沂河、南四湖、邳苍地区来水,入湖主要河道有沂河、中运河及房亭河;出湖主要河道有新沂河、中运河、徐洪河。入湖、出湖水量年内分配不均,汛期入湖、出湖水量较大,非汛期上游来水量较少。遭遇干旱年份,往往当地长期不雨与上游河道没有来水同步发生。

骆马湖洋河滩闸以上集水面积51178km²(包含南四湖地区),蓄水面积375km²(对应水位23.0m,废黄河口基面,下同),汛限水位22.5m,警戒水位23.5m,设计洪水位25.0m,校核洪水位26.0m,历史最高水位25.47m(1974年8月)。随着沂沭泗洪水东调南下续建工程的完成,骨干河道中下游防洪工程体系包括骆马湖基本达到50年一遇防洪标准。

骆马湖行政隶属江苏省宿迁市、徐州市,直接供水灌溉面积300多万亩。骆马湖蓄水不足时,利用江水北调工程抽引江水补给骆马湖;当南四湖水源紧缺时,采取刘山、解台等站多级抽引骆马湖水供给江苏省南四湖地区用水,甚至向下级湖补水。2002年12月~2003年1月还实施南四湖应急生态补水。在6月份用水高峰时期,通常需要调度骆马湖水向宿迁市中运河沿线供水。

收稿日期:2013-05-27

作者简介:朱建英(1964-),女,江苏张家港人,硕士,高级工程师,主要从事水文预报、防汛防旱调度工作。E-mail: zhujyng@sina.com



图 1 骆马湖防洪工程位置图

Fig.1 The location of the flood control Project in the Luomahu Lake area

表 1 骆马湖区域年、各阶段面平均降水量统计

单位:mm

时段	全年	5月1日~6月10日	6月11日~7月10日	7月11日~8月15日	8月16日~9月10日	9月11日~30日	10月1日~次年4月30日
平均	879.2	94.7	160.6	259.7	119.2	42.9	200.8
最大值	1363.5	284.3	381.3	703.3	264.5	161.4	351.8
(年份)	(1963)	(1963)	(1972)	(1974)	(2010)	(1969)	(1972)
最小值	523.3	11.4	9.1	44.1	33.3	0.0	61.6
(年份)	(1988)	(1975)	(1988)	(1999)	(1989)	(1998)	(2010)

2 汛期分阶段限制水位研究

2.1 汛期阶段划分

结合当地降雨、沂沭泗流域来水规律、徐州、宿迁两市农业用水情况以及沂沭泗河洪水调度方案，对骆马湖区域汛期进行阶段划分，将汛期(5~9月)分成5个阶段：

第一阶段为5月1日~6月10日，此阶段为水稻育秧期和水稻栽插开始期；

第二阶段为6月11日~7月10日，此阶段主要为水稻栽插大用水期；

第三阶段为7月11日~8月15日，此阶段为本流域的洪水频发高发期，来水丰沛，防汛为重点。根据已

有的洪水设计成果，该阶段汛限水位应维持原定的22.5m为宜，本文对此阶段汛限水位不再作详细研究。

第四、五阶段为8月16日~9月10日、9月11日~30日，均为本流域的后汛期，上游发生大洪水的几率相对减少，对骆马湖地区防洪压力也有所减轻，可以考虑逐步抬高骆马湖限制水位。

2.2 汛期各阶段雨量统计

利用骆马湖区域内均匀分布、具有代表性的港上、华沂、贾汪和滩上集等16处降水站点的1956~2011年降水量资料，统计分析得到区域年、各阶段的多年平均、最大、最小面平均降水量，见表1。

从表1可以看出，(1)7月11日~8月15日为骆马湖区域降雨量最集中的阶段，多年平均雨量占全年

表 2 骆马湖各阶段来水量统计

单位: 10^8m^3

Table 2 The statistics of the flow in the Luomahu Lake (10^8m^3)

时段	5月1日~6月10日	6月11日~7月10日	7月11日~8月15日	8月16日~9月10日	9月11日~30日	10月1日~次年4月30日
平均	1.52	3.89	15.2	11.24	5.41	10.06
最大值	8.10	27.53	44.96	41.76	35.42	55.9
(年份)	(1963)	(1971)	(1974)	(1963)	(1964)	(2005)
最小值	0	0	0.72	0	0	0
(年份)	(1967)	(1983)	(1999)	(2002)	(2002)	(1989)

的 29.5%;(2)各阶段降雨最少、气象干旱最为严重的年份,夏栽期(6月11日~7月10日)发生在1988年,伏夏期(7月11日~8月15日)发生在1999年,晚夏初秋期(8月16日~9月10日)发生在1989年,非汛期(10月1日~次年4月30日)发生在2010年10月~2011年4月。

2.3 汛期各阶段及非汛期来水量统计

骆马湖来水主要是沂河、运河和房亭河来水,沂河来水选取港上(华沂)站流量资料,运河来水选取运河站流量资料,房亭河来水选取刘集(土山)站流量资料。资料系列除10月1日~次年4月30日为29年(1983~2011年)外,其它时段均为61年(1951~2011年)。分阶段入湖水量统计见表2。

从统计分析成果可以看出:

(1)同阶段不同年份的骆马湖来水量相差很大,年际变化大。如非汛期(10月1日~次年4月30日)最小来水量为0,最大达 $55.9\times10^8\text{m}^3$ 。

(2)几乎每个阶段都有来水量为0的年份,即使洪水高发期的7月11日~8月15日,在1999年该阶段来水量也只有 $0.72\times10^8\text{m}^3$,与表1骆马湖区域降雨量最少相对应。

(3)水稻育秧及水稻栽插大用水期(5月1日~6月10日41天、6月11日~7月10日30天)的多年平均来水量均明显小于汛期其他阶段,分别为 $1.52\times10^8\text{m}^3$ 、 $3.89\times10^8\text{m}^3$ 。

分析骆马湖区域降水量及上游来水情况,有些年份汛期各阶段、非汛期骆马湖区域出现长期降雨偏少以致发生干旱,往往同期入湖水量也比较少,对骆马湖区域的水资源利用极为不利。如1999年7月11日~8月15日,骆马湖区域降雨量与上游来水量均为有资料以来同期最小值。又如2010年10月~2011年6月,骆马湖区域累计面雨量为197.3mm,是有资料以来同期最小值;三条入湖河流的同期累计来水量仅

$1.39\times10^8\text{m}^3$,比常年同期偏少90%,而骆马湖区域同期耗用水量仍达 $11.6\times10^8\text{m}^3$ 左右,主要依靠江淮水北调入湖水量 $7.2\times10^8\text{m}^3$,还动用了骆马湖部分死库容 $0.2\times10^8\text{m}^3$,骆马湖2011年6~7月低于死水位达10d。

2.4 汛期分阶段设计洪水计算

针对骆马湖区域易发生干旱、水源短缺的状况,除了实施江水北调跨流域调水外,通过汛期限制水位抬高或汛限水位动态控制以增加骆马湖可供水量成为当然的选择。为此,需要分析各阶段不同频率设计洪水情况下不同汛限水位对骆马湖防洪带来的影响。

根据沂沭泗流域洪水暴涨暴落,即汇流时间短、入湖洪量大的特点,采用同频率放大法计算设计洪水。选取沂河港上、中运河运河、房亭河土山等3个水文站1972~2011年共40年的资料系列,经实测资料分析,骆马湖最大3d水量的洪水过程能基本反映场次入湖洪水特点,各计算阶段的主要洪水过程一般3~7d大部分水量入湖。按5月1日~6月10日、6月11日~7月10日、8月16日~9月10日、9月11日~9月30日4个阶段,计算各阶段的频率为10%、5%、2%的最大1d、最大3d、最大7d入湖水量,以最大3d入湖水量(表3)选取典型年入湖洪水过程,用同频率放大法,按最大1d、最大7d同频率水量缩放,分别求出不同阶段频率为10%、5%、2%的设计入湖洪水过程。

频率10%、5%、2%的设计入湖洪水洪峰流量,5月1日~6月10日在 $1\,000\text{m}^3/\text{s}$ 以下,6月11日~7月10

表 3 骆马湖最大 3d 入湖水量成果表

单位: 10^8m^3

Table 3 Maximum 3d inflow of Luomahu Lake (10^8m^3)

频率 P	5月1日~ 6月10日	6月11日~ 7月10日	8月16日~ 9月10日	9月11日~ 30日
10%	0.84	2.90	6.73	3.69
5%	1.25	4.06	8.76	5.45
2%	1.84	5.65	11.44	7.92

日在 $1\,700\sim3\,000\text{m}^3/\text{s}$ 之间,8月16日~9月10日在 $3\,400\sim6\,600\text{m}^3/\text{s}$ 之间,9月11日~30日在 $1\,800\sim3\,900\text{m}^3/\text{s}$ 之间。

2.5 不同起调水位对防洪影响分析

利用推求得到的汛期各阶段 10%、5%、2%等不同频率的设计洪水过程,设定不同的起调水位(汛限水位),根据水量平衡方程,进行骆马湖调洪演算。

骆马湖三个泄洪通道泄洪能力情况:按照沂沭泗水系 50 年一遇防洪要求,新沂河嶗山闸泄洪流量为 $7\,500\text{m}^3/\text{s}$,但在麦作期(5月1日~6月10日)泄洪流量一般不超过 $500\text{m}^3/\text{s}$,通过新沂河南偏泓、淮沭河东岸柴米河、北六塘河分泄,以兼顾河道滩地麦子;考虑中运河、徐洪河航运要求,皂河闸泄洪一般控制在 $250\sim400\text{m}^3/\text{s}$,刘集地涵一般不超过 $150\text{m}^3/\text{s}$ 。因此,一般情况下,骆马湖三个口门总泄洪能力为:麦作期 $900\sim1\,050\text{m}^3/\text{s}$;汛期其他阶段泄洪流量在 $8\,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上,如遭遇下游区间来水,则泄洪能力相应减少。

计算时,采用控制下泄流量、推求最高水位及控制最高水位、推求下泄最大流量两种方法,按起调水位 22.5m、22.7m、22.8m、23.0m(其中 9月11~30日增加起调水位 23.2m、23.3m、23.5m)进行调洪演算,进而综合分析不同汛限水位对骆马湖防洪影响后,提出比较合理的汛限水位。

2.5.1 控制下泄流量,推求最高水位

根据骆马湖不同时期的泄洪能力作为控制,推算入湖洪水可能出现的最高湖水位,了解汛限水位抬高可能对骆马湖防洪带来的风险。

计算结果表明,(1)在麦作期的 5月1日~6月10日,骆马湖水位即使按 23.0m 起调,遭遇本阶段频率 2%即 50 年一遇的设计洪水,最大下泄流量为 $500\text{m}^3/\text{s}$,其最高水位 23.24m,泄洪流量低于骆马湖在麦作期的泄洪能力 $900\sim1\,050\text{m}^3/\text{s}$ 。(2)在汛期其他阶段(7月11日~8月15日不参与分析),对各阶段 10%、5%、2%设计洪水,同样按 23.0m 水位起调,骆马湖最高水位可控制在 23.5m 以内,骆马湖最大下泄流量为 $5\,000\text{m}^3/\text{s}$,明显小于汛期骆马湖最大泄洪能力,其中 9月11日~30日,即使按 23.5m 水位起调,最大流量按 $3\,500\text{m}^3/\text{s}$ 考虑,骆马湖最高水位也只有 23.69m。

2.5.2 控制最高水位,推求下泄最大流量

以骆马湖警戒水位 23.50m 作为最高水位控制,推算入湖洪水可能发生的最大下泄流量,来分析相应的骆马湖防洪风险。

计算结果表明,汛期各阶段骆马湖遭遇本阶段频率 10%、5%、2%的设计洪水,骆马湖的泄洪流量均小于该阶段泄洪能力。特别是 5月1日~6月10日阶段,遭遇本阶段频率 10%即 10 年一遇的设计洪水,骆马湖泄洪流量为 $0\text{m}^3/\text{s}$;8月16日~9月10日阶段,遭遇本阶段频率 2%即 50 年一遇的洪水,当起调水位为 23.0m 时,骆马湖最大下泄流量 $5\,230\text{m}^3/\text{s}$,明显小于骆马湖汛期最大泄洪能力。

2.6 汛期分阶段限制水位方案

综合上述计算结果,按起调水位 23.0m 进行骆马湖调洪演算,5月1日~6月10日骆马湖的泄洪能力能够应对本阶段 10 年一遇、20 年一遇、50 年一遇的设计洪水,且最高水位不超过警戒水位;6月11日~7月10日、8月16日~9月10日、9月11日~9月30日三个阶段应对本阶段 10 年一遇、20 年一遇、50 年一遇的设计洪水的最大泄洪流量都小于 $6\,000\text{m}^3/\text{s}$,均在骆马湖泄洪能力以内,可以满足骆马湖防洪安全要求。

因此,骆马湖汛期限制水位可以采取分阶段控制运用的方案,并结合 7 月份进入主汛期,8月中旬至 9 月份为后汛期的因素,提出方案如下:5月1日~6月10日、6月11日~6月30日的汛限水位都取 23.0m;7月1日~7月10日的汛限水位为 23.0~22.5m;7月11日~8月15日,仍按《沂沭泗河洪水调度方案》汛限水位 22.50m 控制;8月16日~9月10日,汛限水位取 23.00m;9月11日~9月30日,汛限水位取 23.50m。

2.7 分阶段汛限水位抬高效益简析

汛期不同阶段骆马湖汛限水位抬高 0.5~1.0m,静态计算增加的供水量为 $1.5\sim3.0\times10^8\text{m}^3$ 。由于 6 月份为农业大用水时期,7~8 月份也是水稻生长期用水量较大时期,因此,汛限水位的抬高,可以更好地保障骆马湖区域水源供给,减少翻水费用,防御可能出现的干旱;8月中旬起抬高汛限水位,有利于进一步拦蓄洪水尾水,减少弃水,防止出现“有水不能蓄、要蓄无水蓄”的被动局面。实际运用汛期分阶段限制水位方案时,以方案提出的限制水位为控制水位上限,以原来的限制水位为控制水位下限,通过动态控制,增加的可供水量将明显超过静态计算值。

3 分阶段限制水位运用洪水风险防范措施

汛限水位抬高,可能增加骆马湖区域的防洪压力,需要通过加强洪水预测预报,全面预测分析骆马湖以上、沭河、新沂河区间的来水量及洪水过程,加强流域

防洪工程体系联合调度来化解。

(1) 预降骆马湖水位。经分析,沂河临沂洪峰流量($2\,000\text{m}^3/\text{s}$ 左右)到骆马湖的时间大约24h;洪峰流量 $5\,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上,到骆马湖的时间大约15~20h左右,因此,即使沂沭泗地区发生突发性强降雨,根据沂河临沂站洪水预报,可以提前采取预降骆马湖水位措施。对还处于麦作期的汛期第一阶段(5月1日~6月10日),通过预泄,可以在24h内将骆马湖水位从23.0m降到22.8m,防洪工程能够应对比该阶段50年一遇设计洪水更大些的来水。对其他阶段,由于骆马湖泄洪能力显著增加,预降水位速度更快,如8月16日~9月10日,按新沂河泄洪 $5\,000\text{m}^3/\text{s}$,骆马湖水位从23.0m降到22.5m仅需8.3h。通过骆马湖提前预泄,可将湖水位提前降到调度方案规定的汛限水位或更低,腾出库容,接纳并调蓄洪水。

(2) 错峰调度洪水。鉴于骆马湖主要泄洪通道新沂河还承受沭河、区间来水,其中沭河塔山闸以下为现状设计行洪流量为 $3\,000\text{m}^3/\text{s}$ 。应对8月16日~9月10日阶段50年一遇设计洪水,嶂山闸泄洪 $50\,000\text{m}^3/\text{s}$ 左右,有可能发生与沭河来水、新沂河区间来水遭遇的情况,出现新沂河沭阳站洪峰流量超过 $7\,800\text{m}^3/\text{s}$ 的不利局面,因此,在调度时,应关注气象预报,全面做好骆马湖以上及新沂河等河道的水情监视、洪水预报,上下游兼顾,加强与流域机构协调,尽量使沂河、沭河洪水东调,并及时调整嶂山闸泄洪流量,与沭河来水形成错

峰,减轻新沂河防洪压力。通过精细化调度,能够控制新沂河沭阳站洪峰流量不超过设计流量 $7\,800\text{m}^3/\text{s}$ 。

4 结语

通过对汛期不同阶段骆马湖不同频率入湖洪水的调洪演算,提出了汛期分阶段限制水位方案,同时保证一般情况下限制水位调整所带来的洪水风险在可控范围内;增加的骆马湖可供水量,对应对淮地区极易发生的秋冬旱情及春夏旱情,降低江西北调运行费用,具有显著的经济效益及社会效益;也为开展骆马湖精细化洪水调度、提高洪水资源利用率提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 中水淮河规划设计研究有限公司. 淮河流域防洪规划报告[R]. 2008. (Huaihe River Engineering Planning and Research Co., Ltd. Flood control planning report of Huaihe River basin [R]. 2008. (in Chinese))
- [2] 江苏省水利厅. 江苏省水资源综合规划报告 [R]. 2007:43-45. (Department of Water Resources of Jiangsu Province. Integrated water resources planning of Jiangsu Province [R]. 2007:43-45. (in Chinese))
- [3] 叶秉如. 水利计算与水资源规划[R]. 南京: 2008. (YE Bingru. Water resources calculation and planning [R]. Nanjing: 2008. (in Chinese))
- [4] 宋玉,朱建英. 江苏省洪水资源化的探索和实践[J]. 中国防汛抗旱, 2010,(1):28-31. (SONG Yu, ZHU Jianying. Exploration and practice of flood resources utilization in Jiangsu Province [J]. Flood Control and Drought Relief of China, 2010,(1):28-31. (in Chinese))

Study on Limit Water Level in Various Stages of Flood Season in Luomahu Lake

ZHU Jianying¹, MA Yuliang², SHANG Huazhuang³, SHENG Jianhua³, LUO Liya⁴

(1. Office of Flood Control and Drought Relief Head quarters of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China; 2. Luoyun Water Conservancy Project Management Office, Suqian 223800, China; 3. Xuzhou Hydrology and Water Resources Bureau of Jiangsu Province, Xuzhou 221006, China; 4. Hydrology and Water Resources Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China)

Abstract: Because of serious shortage of water resources in Huaihei region of Jiangsu Province, this paper studied regular pattern of the flood season rainfall and upstream inflow of the Luomahu Lake. The lake is one of the important water source for irrigation in the region. The flood season is divided into 5 stages. Besides July 11th to August 15th that is the major flood period, the designed flood frequency 10%, 5%, 2% entering the lake in other stages were analyzed and the different limit water levels were calculated. The limit water level scheme of 4 stages was suggested under ensuring safety for flood control, as reference of the lake water level control to raise the availability of floodwater resources.

Key words: Luomahu Lake; floodwater resources; flood season; limit water level