

固城湖封闭运行后本地降雨的 防洪影响分析

姚亚芹¹, 孔雅云¹, 袁 媛¹, 戴 雷²

(1. 江苏省南京市高淳区水务局, 江苏 南京 211300; 2. 江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏 南京 210008)

摘要:水阳江干流下游实施牛耳港封堵、水碧桥建闸后,固城湖实现了完全控制运用,通过水利工程有效调度,固城湖防洪可不受客水影响,本地降雨成为固城湖防洪关注的一个重点。结合2016年和2020年2个典型大水年,通过降雨特点分析、洪水过程分析、水量还原分析,研究了本地降雨对于固城湖防汛影响,对固城湖防汛工作具有一定的指导意义。

关键词:固城湖; 封闭运行; 特大降雨; 工程调度; 防洪影响

中图分类号:TV125 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)05-0048-04

Flood control effect analysis of local rainfall after closed operation of Gucheng Lake

YAO Yaqin¹, KONG Yayun¹, YUAN Yuan¹, DAI Lei²

(1. Gaochun District Resources Water Bureau, Nanjing City, Nanjing 211300, China;

2. Nanjing Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008, China)

Abstract: After the implementation of the closure of Niuer Port and the construction of Shuibei Bridge sluice in the lower reaches of Shuiyang River, Gucheng Lake has been fully controlled. Through the effective operation of water conservancy projects, the flood control of Gucheng Lake was not affected by passenger water, and local rainfall had become a key concern of flood control of Gucheng Lake. Combined with the two typical flood years in 2016 and 2020, through the analysis of rainfall characteristics, flood process and water reduction analysis, the influence of local rainfall on Gucheng Lake flood control was studied, which had certain guiding significance for flood control work of Gucheng Lake.

Key words: Gucheng Lake; closed operation; heavy rainfall; engineering scheduling; flood control effect

固城湖又名小南湖,位于高淳区南部,为浅水型湖泊。承接胥河等支流来水(茅东闸控制),通过水碧桥河与干流相通(水碧桥闸控制),通过官溪河与干流、石臼湖相通(杨湾闸控制)。湖面呈三角形,北宽南窄。1949年前固城湖面积78 km²,南北长10.4 km,东西宽相间8.2 km。湖底高程:大湖区5.60~5.80 m,局部6.00 m,最低5.40 m;小湖区5.90~6.20 m。经过20世纪70年代的围湖造田、

灭螺围垦,固城湖蓄洪面积减少了60%^[1-2],目前水位12.5 m时,相应湖泊面积31 km²,蓄水容积1.99亿m³。

固城湖周边共有3个水利工程用于控制固城湖水位,分别是胥河上的茅东闸、官溪河上杨湾闸和水碧桥河上的水碧桥闸。茅东闸始建于1958年,1960年8月31竣工运行。2008年汛后,在老闸的上游90 m处,重建新茅东闸于2009年12月工程完

收稿日期:2021-02-05

作者简介:姚亚芹(1982—),女,本科,主要从事防汛、水利工程运行管理工作。E-mail:155356273@qq.com

工。杨家湾闸始建于1972年,闸门高8.5 m,用于汛后控制固城湖水位,解决固城湖周边地区和高淳城区的生产生活用水,2010年8月上迁3300 m移址花奔钱家渡重建,2011年6月建成运行。水碧桥闸始建于2014年,2016年建成运行,主要功能以水资源利用和生态环境保护为主。

根据《长江防总关于印发水阳江洪水调度方案的通知》(长防总[2018]37号),当水阳江流域遭遇超标准洪水时新河庄水位达到13.5 m,水阳水位超过12.8 m、且固城湖水位低于12.0 m时,水碧桥闸开启进洪,杨湾闸控制开启,向外排水;当固城湖水位达到12.0 m时,水碧桥闸关闭,杨湾闸控制开启,向外排水。总体而言,近年实施牛耳港封堵、水碧桥闸建设后,可封闭运行,确保汛期固城湖沿线防汛安全,保证高淳人民生活安全。

固城湖是水阳江流域主要调蓄湖泊之一,在没有实现水利工程控制前,固城湖发生洪水主要受到水阳江来水或长江倒灌影响^[3]。如1995年、1996年和1999年均是受到水阳江上游山洪影响^[4],1954年和1998年受到长江倒灌影响。

2016年水碧桥建闸后,通过科学合理调度能够阻止客水对固城湖的影响,减小固城湖的防洪压力。但实际上,流域发生超标准洪水时,由于本地洪水的影响,固城湖仍然面临较为严峻的防洪形势。

本文在考虑固城湖在水利工程有效控制以及不受客水影响情况下,重点研究本地降水对固城湖防汛的影响。

1 降水分析

1.1 降水原因

2016年、2020年主汛期,都是由于副高压偏弱,降水锋面长期在长江中下游沿线南北摆动,长江中下游以南地区出现了持续强降水。

1.2 降水分析

1.2.1 2016年6月18日至7月20日降水分析

全区共有3次强降水过程,面平均降水量为788.1 mm,降水量分布不均,南多北少,最大站与最小站相差276.5 mm,单站最大日降水量发生在水碧桥站,6月20日为203.0 mm。固城湖相关各站累计降水量见表1。

以高淳站为代表站分析,2016年高淳站的同期累计降水量777.5 mm,超多年平均值260.1 mm,增幅达199%。以高淳站同期降水量进行频率计算,

结果接近100年一遇。

1.2.2 2020年6月10日至7月31日降水分析

2020年6月10日至7月31日,高淳区共出现7轮降水过程,全区累计面降水量853.4 mm,全区降水分布呈北少南多,最大站与最小站相差284.5 mm,单站最大日降水量发生在漕塘站7月15日为115.5 mm。固城湖周边各站累计降水量见表2。

以高淳站为代表站分析,2020年高淳站的同期累计降水量869.0 mm,超多年平均337.0 mm达158%。以高淳站同期降水量进行频率计算,结果接近100年一遇。

1.2.3 2016年与2020年降水特点

2016年固城湖汇流区主汛期降水特点是降水时间集中,降水强度大,降水量多。2020年固城湖汇流区主汛期降水特点是降水时间长,降水量多,降水强度小。共同特性是降水量多,不同点是2020年的雨强明显弱于2016年,2016年和2020年各站降水强度见表3。

2 洪水过程

2.1 2016年固城湖洪水过程

2016年固城湖洪水主要受本地强降水影响,入汛前全区出现1次强降水过程,使土壤达到饱和。

6月20日8时开始入梅以来第一轮强降水,日面降水量93.9 mm,固城湖高淳站6月20日12:00开始缓慢上涨,6月20日12:00水位8.50 m(吴淞基面,本文中水位均采用吴淞基面),降水期间各圩区向固城湖湖区排涝,固城湖高淳站水位上涨加快,茅东闸6月21日9:00开始开闸排水,出闸流量53.0 m³/s,固城湖高淳站水位上涨减缓,最高涨至9.25 m。

6月24日至6月28日第二轮强降水开始,累计面降水183.1 mm。6月24日至6月26日累计面降水56.0 mm,固城湖高淳站水位上涨缓慢,6月27日至6月28日累计面降水127.1 mm(27日80.7 mm,28日46.4 mm),周边圩区向固城湖湖区排涝水量增加,固城湖高淳站水位上涨加快,6月28日15:25超过10.00 m警戒水位,6月30日15:00涨至10.69 m。

6月30日第三轮强降水开始,7月1—2日累计面降水量277.6 mm,6月27日至7月3日面累计面降水量462.0 mm。受本轮强降水及7月2日茅东闸关闸影响,固城湖高淳站水位上涨迅速,最大日

表 1 2016 年 6 月 18 日至 7 月 20 日固城湖相关站累计降水量

站名	水碧桥	漕塘	高淳	杨家湾闸	龙墩河水库	蛇山	茅东闸
累计降水量/mm	937.5	827.0	777.5	787.0	657.5	791.5	743.0

表 2 2020 年 6 月 10 日至 7 月 31 日固城湖相关站累计降水量

站名	水碧桥	漕塘	高淳	杨家湾闸	龙墩河水库	蛇山	茅东闸
累计降水量/mm	1001.5	893.5	869.0	911.0	717.0	741.5	840.0

表 3 2016 年和 2020 年各站降水强度 单位:mm

年份	站名	最大 1 d	最大 3 d	最大 7 d
2016	水碧桥	203.0	365.0	511.0
	漕塘	137.0	297.0	438.0
	高淳	155.5	321.0	463.0
	杨家湾闸	175.0	346.5	484.0
	龙墩河水库	124.5	280.5	405.0
	蛇山	179.0	342.0	481.0
2020	水碧桥	92.0	183.0	295.0
	漕塘	115.5	185.5	274.0
	高淳	80.0	140.5	248.0
	杨家湾闸	83.0	126.0	254.5
	龙墩河水库	66.5	109.5	190.0
	蛇山	67.5	110.5	203.5

表 4 2016 年固城湖高淳站洪水期主要特征统计

序号	类别	时间
1	超警戒水位	6 月 29 日
2	超 10.00 m	6 月 29 日至 7 月 29 日
3	超 12.50 m	7 月 3—13 日
4	超 13.00 m	7 月 4—8 日
5	最高水位 13.21 m	7 月 6 日

853.4 mm,以高淳站为代表站,6 月 20 至 7 月 31 日共有 37 d 降水日数,7 月 9—20 日出现连续 12 d 降水日。

6 月 10 日前受降水偏少,蒸发、生产生活用水等影响,固城湖水位持续下降,在没有工程影响的情况下,固城湖水位持续回落,6 月 10 日固城湖高淳站水位 7.23 m。

6 月 10 日至 7 月 31 日固城湖汇流区共出现 5 轮强降水过程。6 月 10—16 日为第一轮强降水过程,累计面降水量 94.3 mm,受本轮降水以及杨家湾闸和水碧桥闸开闸引水影响(杨家湾闸 6 月 10 日开启,水碧桥闸 6 月 12 日启),固城湖水位缓慢上涨,6 月 17 日固城湖高淳站 8:00 水位 8.16 m,6 月 10—17 日杨家湾闸和水碧桥闸共向固城湖引水 2 888 万 m³,茅东闸排水 501.4 万 m³。

6 月 18—24 日为第二轮强降水过程,累计面降水量 128.9 mm,受本轮降水、杨家湾闸和水碧桥闸引水影响(杨家湾闸 6 月 19 日关闸,水碧桥闸 6 月 20 日关闸),固城湖水位缓慢上涨,6 月 24 日固城湖高淳站 8:00 水位 9.03 m,6 月 18—24 日杨家湾闸和水碧桥闸共向固城湖引水 1 161 万 m³,茅东闸排水 1 765 万 m³。6 月 26—29 日累计面降水量 94.2 mm,本轮强降水没有造成固城湖水位快速上涨,主要是茅东闸加大了排水,6 月 25—29 日茅东

涨幅达 1.02 m(7 月 2 日),仅次于 1999 年 1.12 m,7 月 2 日 3:00 固城湖高淳站水位超过 11.00 m,7 月 3 日 1:00 固城湖高淳站水位超过 12.00 m,7 月 3 日 8:35 杨家湾闸开闸泄洪,略减缓固城湖高淳站水位上涨速度,7 月 5 日 0:00 固城湖高淳站水位超过 13.00 m,7 月 5 日 4:00 固城湖高淳站水位超过历史最高水位 13.07 m,水位仍缓慢上涨。7 月 5 日强降水结束,同时区防指下达命令,禁止所有排涝站向固城湖湖区排涝,固城湖高淳站水位上涨逐渐趋平,7 月 6 日 9:00 涨至 13.21 m,为最高水位,超过历史最高水位 0.14 m。具体水位特征见表 4。

2.2 2020 年固城湖洪水过程

2020 年固城湖洪水主要受本地强降水影响,6 月 10 日至 7 月 31 日固城湖汇流区面降水量

闸共排水 1 855 万 m³, 6 月 29 日固城湖高淳站 8:00 水位 9.27 m。

7 月 4—6 日为第三轮强降水过程, 累计面降水量 118.6 mm, 茅东闸继续加大排水, 固城湖水位缓慢回落, 6 月 30 至 7 月 6 日茅东闸共排水 3 416 万 m³, 7 月 6 日固城湖高淳站 8:00 水位 8.97 m。

7 月 10—20 日出现最大一轮强降水过程, 累计面降水量 315.9 mm, 茅东闸排水继续加大, 但本轮降水较大, 固城湖水位上涨迅速, 7 月 16 日 7:05 固城湖高淳站水位超警戒水位 10.40 m (2020 年固城湖警戒水位由原 10.00 m 调至 10.40 m), 水位继续上涨, 7 月 20 日固城湖高淳站 8:00 水位 12.07 m, 7 月 22 日出现 2020 年固城湖高淳站最高水位 12.31 m, 其间 7 月 7—20 日茅东闸共排水 4 577 万 m³。

7 月 23—28 日为第五轮强降水过程, 累计面降水量 91.1 mm, 茅东闸继续加大排水, 固城湖水位缓慢回落, 7 月 21—28 日茅东闸共排水 3 862 万 m³, 7 月 28 日固城湖高淳站 8:00 水位 11.84 m。6 月 10 日至 7 月 31 日, 杨家湾闸和水碧桥闸共向固城湖引水 5 678 万 m³, 茅东闸共排水 17 740 万 m³。

2020 年固城湖高淳站洪水期主要特征统计见表 5。

表 5 2020 年固城湖高淳站洪水期主要特征统计

序号	类别	时间
1	超警戒水位	7 月 16 日
2	超 10.40 m	7 月 16 日至 8 月 8 日
3	最高水位 12.31 m	7 月 22 日

3 水量还原

3.1 2016 年固城湖高淳站水量还原

2016 年 7 月 6 日最高水位出现前, 6 月 18 日至 7 月 6 日共排水 5 740 万 m³, 折合水深 1.44 m。

3.2 2020 年固城湖高淳站水量还原

2020 年 7 月 22 日最高水位出现前, 6 月 10 日至 7 月 22 日共排水 7 064 万 m³, 折合水深 1.77 m。

通过 2016 年和 2020 年水量还原计算可知, 如果没有工程措施, 固城湖水位仍可能持续上涨。

4 结 论

本研究结合 2016 年和 2020 年 2 个典型大水年, 分析了降雨特点和洪水过程, 并进行水量还原分析, 研究了本地降雨对固城湖防汛影响。

(1) 固城湖调蓄能力有限, 2016 年和 2020 年本地出现强降水后, 水位上涨迅速。固城湖实施控制运用后, 本地降雨是固城湖需要重点考虑的防洪不利因素。

(2) 牛耳港封堵和水碧桥建闸后能够有效控制水阳江干流洪水进入, 控制工程的应用在本地出现强降雨的情况下, 能够有效减轻固城湖防汛压力。

(3) 虽然固城湖实现了控制运用, 但当水阳江干流出现大洪水并遭遇本地强降雨时, 依然面临较大的防洪风险。因此, 有必要研究本地强降雨对固城湖防洪的影响, 并在此基础上, 提出更加全面的防洪保障措施。

参考文献:

[1] 虞邦义, 曹秀清, 沈瑞. 水阳江、青弋江、漳河流域洪涝灾害分析及防御对策[J]. 中国防汛抗旱, 2021, 31(1):23-25.

[2] 虞邦义, 曹秀清, 沈瑞. 三江流域洪涝灾害分析及防御对策[J/OL]. 中国防汛抗旱: 1-3 [2021-02-04]. <https://doi.org/10.16867/j.issn.1673-9264.2020.389>.

[3] 徐驰, 董庆华, 张宏雅, 等. 南京市高淳区城市水网防洪及雨洪资源利用模拟研究[J]. 中国农村水利水电, 2020(5):53-57, 62.

[4] 冯庆华. 水阳江、青弋江、漳河流域洪灾成因及防洪对策[J]. 人民长江, 2000(7):18-20, 48.