

Analysis on Characteristics of Rainstorm and Flood in Junshan Lake Basin

Zhengwei Zhang¹, Shuqing Zhou¹, Jiawei Fu^{2*}, Longhui Zhu³

¹Yichun Hydrological Bureau, Yichun Jiangxi

²Jiangxi Provincial Institute of Water Science, Nanchang Jiangxi

³Nanchang University, Nanchang Jiangxi

Email: 150692153@qq.com, *403749574@qq.com

Received: Sep. 3rd, 2020; accepted: Oct. 15th, 2020; published: Oct. 22nd, 2020

Abstract

Affected by the human activities, Junshan Lake has evolved from Poyang lake branch into a semi-independent inner lake, and its rainstorm and flood characteristics have changed greatly. In this study, the temporal distribution, seasonal and interannual variations of rainstorms and floods in the Junshan lake basins are analyzed using the measured rainfall and water level data. The results show that rainstorm and flood have different seasonal characteristics: the most frequent month of rainfall, such as 3 hours and 24 hours, occurred in June, while the annual maximum flood water level occurred in July. Based on the analysis of the relationship between the highest water level in Junshan lake, and the 1d maximum rainfall in the basin and the highest water level in the outer lake, the formation of the inner lake flood is mainly affected by the outer lake water level jacking, and it is less affected by other factors such as the medium and small river floods and its own lake basin rainfall.

Keywords

Junshan Lake Basin, Rainstorm Characteristics, Flood Characteristics, Flood Seasonality, Flood Encounter

军山湖流域暴雨洪水特性分析

张郑维¹, 周抒情¹, 付佳伟^{2*}, 朱龙辉³

¹宜春水文局, 江西 宜春

²江西省水利科学研究院, 江西 南昌

³南昌大学, 江西 南昌

Email: 150692153@qq.com, *403749574@qq.com

收稿日期: 2020年9月3日; 录用日期: 2020年10月15日; 发布日期: 2020年10月22日

作者简介: 张郑维(1982-), 男, 本科, 研究方向为水文。

*通讯作者。

文章引用: 张郑维, 周抒情, 付佳伟, 朱龙辉. 军山湖流域暴雨洪水特性分析[J]. 水资源研究, 2020, 9(5): 540-546.

DOI: 10.12677/jwrr.2020.95058

摘要

由于受人类活动影响,军山湖从鄱阳湖湖汊演变成一个半独立的内湖湖泊,其暴雨洪水特性发生了较大变化。本文利用雨量、水位等多年实测水文资料,分析了军山湖流域暴雨洪水时程分布、季节变化、年际变化。结果表明:军山湖流域暴雨与洪水发生呈现不同的季节性特征,年最大3 h、24 h降雨量发生时间出现次数最多的是6月份,而年最高洪水水位则是7月份。通过分析军山湖年最高水位与流域1 d最大降雨、外湖最高水位的遭遇情况,得出内湖洪水形成首先受外湖水位顶托影响,流域内中小河流洪水及自身湖面降雨等因素影响较小。

关键词

军山湖流域,暴雨特性,洪水特性,洪水季节性,洪水遭遇

Copyright © 2020 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊,位于江西省北部,是长江中下游地区极为重要的洪水调蓄区。新中国成立以来,为了满足日益增长的人口对粮食的需求,鄱阳湖区修建或加固了大量的圩堤,一些鄱阳湖湖汊被切断了与外湖的自然汇合,演变成一个相对独立的内湖湖泊。随着内湖地区大面积围垦,人类生存空间不断地拓展,不仅破坏了湖区的生态环境,也改变了流域暴雨洪水特性,加剧了洪涝灾害发生风险。目前,对天然流域暴雨洪水特性研究较多[1] [2] [3] [4] [5],本文选取军山湖流域,利用雨量、水位等水文资料,结合历史洪涝灾害,分析了军山湖等内湖地区洪水成因、暴雨洪水特性,为进贤县洪涝灾害防御及防洪决策提供参考。

2. 研究区概况

进贤县地处江西省中部偏北,全县三面环水,东靠信江,西临抚河,北濒鄱阳湖,南部为丘陵山区。境内湖泊众多,水域辽阔,水面面积 607 km²,约占全县总面积的 30%,较大的湖泊有军山湖、青岚湖、陈家湖、金溪湖等。军山湖是鄱阳湖最大的湖汊,也是目前我国最大的县域淡水湖,南北长 22 km,东西宽一般 5 km,最宽处达 13 km,集雨面积 1015.6 km²。进贤县军山湖等流域水系如图 1 所示。

历史上军山湖等湖泊与鄱阳湖(金溪湖)自然相通,由于受鄱阳湖暴涨倒灌影响,沿湖村庄、耕地等常常被淹,给人民群众生产生活带来严重的影响。1958年,当地组织修建军山湖堤、英山堤等沿鄱阳湖圩堤,切断了军山湖、青岚湖等湖泊与鄱阳湖的自然汇合,设置了闸门进行调节控制。目前,受当地人类生产生活影响,内湖控制水位低于外湖警戒水位 3.60 m,汛期,当内湖水位高于外湖时,军山湖流域洪水可以外泄至鄱阳湖;当低于外湖时,闸门关闭以免外湖倒灌抬高内湖水位,受外湖高水位长时间顶托影响,内湖流域洪水不能及时外泄,水位逐渐抬高,导致内湖地区洪涝灾害发生。根据 2019 年进贤县洪涝灾害调查评价成果,全县受军山湖等内湖洪水影响的地区涉及 170 个自然村、近 7 万余人;全县现有自动监测站点分布情况见图 2 所示。

3. 暴雨洪水成因分析

军山湖流域地区处于东亚季风区,属于亚热带温暖湿润气候,多年平均降雨量 1712 mm,降水量年际变化较大,季节性明显,4~6 月主汛期的降水量占全年的 49.3%。冷暖气团的进退对该地区的天气变化和气候形成均

有重大影响，春夏两季受季风影响，暖湿空气从海洋大量输入多常与北方冷空气在本地区上空交融，形成梅雨季节，暴雨频繁，全年降水量主要集中在此期间。该地区暴雨主要有锋面雨、气旋雨和台风雨，7~9月则多出现台风雨。自建国以来，境内最大1h降雨达到106mm(泉岭站，2018年)、最大6h降雨214mm(进贤站，2010年)、最大24h降雨310.5mm(进贤站，2010年)。

军山湖等内湖洪水来源为流域内三叉港、池溪港等中小河流来水以及自身湖面降雨，并受外湖金溪湖水位影响，金溪湖与鄱阳湖自然相通，金溪湖水位则主要受鄱阳湖、抚河来水影响。因此，影响军山湖内湖洪水主要因素包括鄱阳湖洪水、抚河洪水及流域内中小河流洪水。

鄱阳湖洪水受五河(赣江、抚河、信江、饶河、修河)及长江洪水双重影响，五河洪水一般发生在4至6月，长江洪水多发生在7~9月，由此使得鄱阳湖一年中有半年可能维持中高水位，受其影响，军山湖堤等圩堤亦可能长达半年之久抵御着鄱阳湖洪水[6]。由于受五河、长江洪水的双重影响，鄱阳湖洪水以单峰或双峰的形式出现。当五河洪水推迟，长江洪水提前，两者遭遇，或两者虽不遭遇，但五河洪水很大，长江洪水较小，湖区洪水过程将以单峰型的形式出现[7]；五河洪水较早，长江洪水较迟，两者虽互有影响，但不遭遇，湖区洪水过程将以双峰型的形式出现。双峰型洪水位一般不及单峰型洪水位高，但退水比单峰型慢，对军山湖等沿湖圩堤安全同样不利。

抚河为雨洪式河流，洪水出现的季节特性与暴雨出现的季节特性相同，洪水多出现在3至9月间，5月至7月是主要季节，特别是6月份，暴雨强度大，下游洪水往往表现为峰高量大。抚河下游一次性大洪水往往是一次或多次暴雨形成，洪水过程既有单峰，也有复峰。据李家渡水文站实测资料统计，单峰、复峰型洪水各占一半左右，一次洪水过程一般为6~9d。

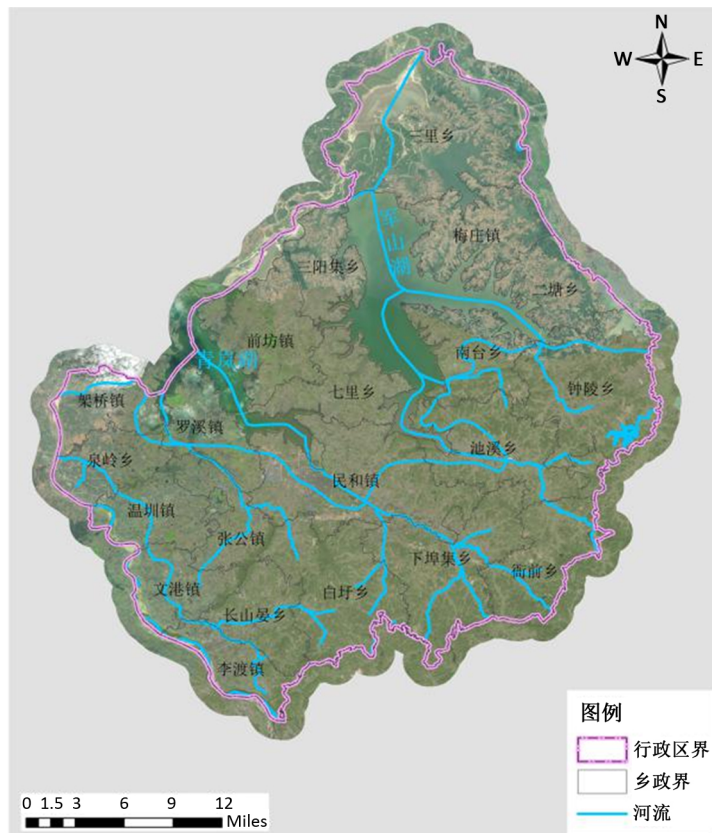


Figure 1. Sketch map of basin river system in the Jinxian county
图 1. 进贤县流域水系图



Figure 2. Distribution map of automatic monitoring stations in the Jinxian county
图 2. 进贤县自动监测站点分布图

流域内三汉港、高桥河、白圩港、池溪港等中小河流洪水主要由暴雨形成，洪水出现的季节特性与暴雨出现的季节特性一致，由于中小河流流域面积都在 300 km^2 以下，汇流时间一般不超过 24 h，下游入湖地区有时受内湖高水位顶托影响，出现排洪不畅现象，洪水不能及时下泄，易导致洪水淹没范围扩大。

4. 暴雨特性

收集流域内 28 个雨量站点降雨资料，选取进贤站、三阳站、梅庄站等具有长序列资料的 3 个站点为代表站，分析该地区暴雨特性。

4.1. 暴雨时程分布特征

1) 3 个代表站历年最大 1 d 降水量各月出现的次数。统计 3 个站点 1965~2019 年间最大 1 d 降水量年内各月出现的次数和累计情况，见表 1 所示。出现月份中各站点以 6 月份居多，累计次数占总年份的 43%；其次是 7 月份，累计占 18%。主汛期 4~6 月出现次数为 82 次，约占 68%，次汛期 7~9 月累计 31 次，约占 26%。

2) 24 h 暴雨时程分配。军山湖流域暴雨历时短，一般为单日非连续性暴雨。在历年 24 h 降雨中，单站典型暴雨场次最大 1 h 雨量占 24 h 雨量的 15%~63%，3 h 占 38%~85%，6 h 占 46%~99%；2012 年以后随着流域内布设的雨量站大量增加，多站平均最大 1 h 雨量占 24 h 雨量的 33%~43%，3 h 占 50%~76%，6 h 占 64%~83%。2010 年 6 月 19 日，进贤县平均降雨量达 256 mm，其中进贤站 24 h 降雨量为 310.5 mm，达到了有记录以来的历史极值，本场降雨主要集中在 6 h，为 214 mm，占 24 h 降雨量的 69%。

Table 1. Monthly frequency and summation of maximum 1-day precipitation of representative stations

表 1. 代表站最大 1 d 降水量历年出现月份次数及累计情况

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合计
梅庄站				3	4	15	7	2	2	1		34
进贤站	1	2		8	7	23	11	2	1	2	1	55
三阳站		3	0	3	5	14	4	2	0	1	1	32
汇总		3	0	14	16	52	22	6	3	4	2	121

4.2. 暴雨年际特征

根据 3 个长系列站点资料分析, 多年最大 1 h、6 h 和 24 h 暴雨均值和离势系数 C_V 值均比较接近, 其中 1h 暴雨均值在 44~45.5 mm (三阳站 44 mm, 梅庄 44.5 mm, 进贤站 45.5 mm), 暴雨的离势系数 $C_{V1} = 0.40\sim 0.45$ (三阳站 0.45, 进贤站 0.40); 6 h 暴雨均值在 74~82 mm (三阳站 74 mm, 梅庄站 75 mm, 进贤站 82 mm), $C_{V6} = 0.50\sim 0.51$ (三阳站和梅庄站 0.50, 进贤站 0.51); 24 h 暴雨均值为 118~136 mm (三阳站 118 mm, 梅庄站 122 mm, 进贤站 136 mm), $C_{V24} = 0.46\sim 0.48$ (三阳站 0.46, 梅庄站 0.48)。总体上, 从北到南降雨均值呈增加趋势, 但变化幅度小, 主要原因是滨湖地区地势平坦, 地形地貌等因素对降雨影响的作用较小。

5. 洪水特性

由于军山湖等内湖地区无实测径流资料, 本文收集周边湖口水位站、三阳水位站、军山湖人工观测站等 3 个站点历史水位资料, 分析该地区洪水特征, 其中湖口水位站主要代表鄱阳湖水位, 三阳水位站代表金溪湖水位, 军山湖人工观测站代表军山湖内湖水位。

5.1. 洪水季节性

根据湖口站、三阳站和军山湖站 1954~2019 年间各站最高水位出现情况, 见表 2 所示, 鄱阳湖、金溪湖和军山湖最高水位出现月份次数最多的都是 7 月, 其中以湖口站最为明显, 7 月出现次数占总数的 62.50%。金溪湖最高水位主要集中在 6、7 月份, 各占 31.75%和 42.86%; 军山湖与金溪湖相似, 6、7 月份出现次数各占总数的 33.93%和 39.29%。相比于该地区最大 1 d 降雨出现最多的 6 月, 金溪湖、军山湖等最高水位出现时间都以 7 月最多。

Table 2. Statistics of occurrence time of the highest water level in Hukou and other stations over the years

表 2. 湖口等站历年最高水位出现时间统计表

月份	湖口站		三阳站		军山湖人工站	
	出现次数	占总数比例(%)	出现次数	占总数比例(%)	出现次数	占总数比例(%)
4			2	3.17	2	3.57
5	2	3.13	4	6.35	5	8.93
6	8	12.50	20	31.75	19	33.93
7	40	62.50	27	42.86	22	39.29
8	7	10.94	6	9.52	3	5.36
9	7	10.94	4	6.35	5	8.93
合计	64	100	63	100	56	100

5.2. 洪水遭遇分析

分析进贤雨量站最大 1 d 降雨量与军山湖人工站最高水位的遭遇情况。由于三叉港等流域无实测径流资料,

用进贤雨量站年最大 1 d 降水代表年最大来水过程,比较进贤站年最大 1 d 降水量出现时间与军山湖站年最高水位出现时间,以两者出现时间相差在 7 d 内为遭遇,在 1962 年~2019 年间 54 年资料系列中,仅有 7 年遭遇,遭遇机率不到 13%,说明军山湖最高水位与当地降雨最大来水或中小河流洪水相遭遇的机会较小。

分析军山湖水位与金溪湖水位历年最高相遇情况。以军山湖内湖最高水位出现时外湖水位高于内湖且处于当年最高洪水场次涨落过程为遭遇,根据三阳站与军山湖站 1962~2019 年间有记录的 52 年资料,相遭遇的年份为 31 年,占 59.62%;不遭遇的有 21 年,占 40.38%。说明军山湖等内湖水位受外湖水位影响较大,外湖多年平均最高水位比内湖高 1.1 m 以上,如 1996 年 7 月 24 日军山湖内外湖当年最高水位同时出现,外湖水位高于内湖达 3.14 m;1998 年 7 月 30 日,外湖水位达当年最高水位 22.46 m (吴淞高程,下同),超警戒水位 2.46 m,军山湖等沿湖圩堤自当年 6 月 26 日起受高水位顶托影响至 10 月 6 日,历时 103 天,内湖降雨来水不能外排,最高水位出现在 9 月 14 日,为 20.61 m,此次洪水持续时间长,长期高水位运行导致沿湖圩堤共出现较大险情 430 余处,全县 19.11 万人受灾,农作物受灾面积 31.6 万亩,倒塌房屋 228 间。

2020 年 7 月以来,受持续强降雨和上游来水叠加影响,江西境内河流水位暴涨,河水汇聚导致鄱阳湖水位迅速上涨;同时,长江干流也对鄱阳湖形成顶托倒灌,导致水位持续抬升。7 月 12 日零时,鄱阳湖星子站水位超过 1998 年历史最高洪水水位 22.52 m,达到 22.63 m,突破有水文纪录以来的历史极值;湖口水位站达到 22.49 m,接近于 1998 年历史极值的 22.59 m。截至 7 月 11 日,暴雨、洪水、内涝等灾害已导致鄱阳湖流域 521 万余人受灾,43 万余人被紧急转移安置,455 千公顷农作物受灾。军山湖外湖水位受鄱阳湖洪水影响,从 7 月 1 日开始快速上涨至 7 月 12 日达到最高,之后水位逐渐下降,至 7 月 28 日仍维持超警戒高水位;内湖水位受外湖顶托影响,7 月份以来持续上涨,7 月 8 日突破内湖警戒水位,目前外湖水位仍高于内湖,内湖水位处于缓慢上涨趋势。图 3 绘出 2020 年 6 月底以来军山湖内外湖水位变化趋势图。

因此,军山湖等内湖水位是外湖水位、内湖来水以及内湖调节等综合作用的结果,洪水形成较为复杂,受外湖影响较大;虽然洪水上涨速度较慢,但是由于其持续时间长,造成的灾害往往影响面广、经济损失大。

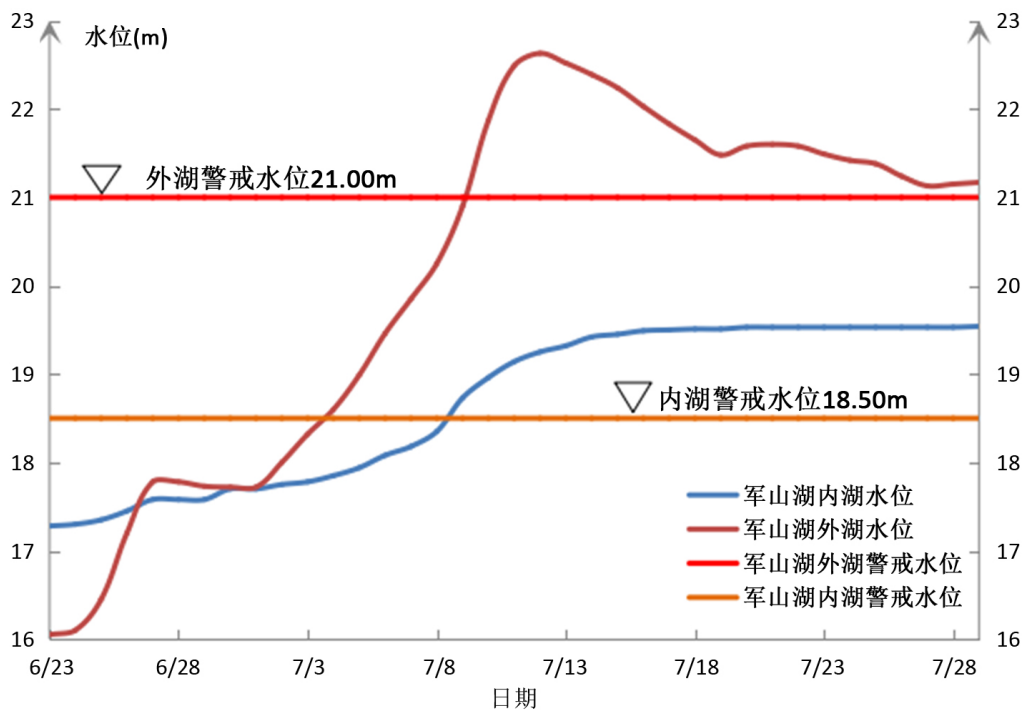


Figure 3. The variation of water levels at inner and outer of Junshan Lake during June-July, 2020

图 3. 2020 年 6 月底以来军山湖内外湖水位变化趋势图

6. 结语

- 1) 进贤县军山湖等流域地区暴雨强度大, 发生季节性较为明显, 每年最大 1 d 降雨主要发生在 4~9 月份, 其中 6 月份出现次数最多, 占总年份比例约为 43%;
- 2) 军山湖等内湖洪水发生季节性较为明显, 历年最高洪水位主要出现在 4~9 月; 受外湖洪水影响, 与暴雨时程分布特征不同, 洪水出现以 7 月份居多, 6 月份其次;
- 3) 军山湖等内湖水位是外湖水位、内湖来水以及内湖调节等综合作用的结果, 其主要影响因素为外湖洪水, 直接受流域内池溪港、三叉港等中小河流洪水影响较小;
- 4) 军山湖流域地区历史洪涝灾害主要原因受外湖高水位顶托影响, 流域自身来水不能外排, 导致水位逐渐上涨。虽然洪水形成速度慢, 但是由于其持续时间长, 长时间高水位运行容易导致沿湖圩堤出险, 造成的灾害往往涉及面广、影响人口多、经济损失大。

参考文献

- [1] 李成林, 廖卫红, 张莘莘, 薛志春, 黄晓敏. 第二松花江流域暴雨洪水演变规律分析[J]. 中国农村水利水电, 2017(12): 75-80.
LI Chenglin, LIAO Weihong, ZHANG Pingping, XUE Zhichun and HUANG Xiaomin. Analysis on the evolution law of rainstorm and flood in the second Songhua river basin. China Rural Water Conservancy and Hydropower, 2017(12): 75-80. (in Chinese)
- [2] 邹嘉福, 刘正伟. 昆明城市暴雨洪水特性分析[J]. 水电能源科学, 2013, 31(1): 42-45+187.
ZOU Jiafu, LIU Zhengwei. Analysis of urban storm flood characteristics in Kunming. Hydropower and Energy Science, 2013, 31(1): 42-45+187. (in Chinese)
- [3] 舒远华. 云南昭通市暴雨洪水特性分析[J]. 人民长江, 2012, 43(S2): 51-52+83.
SHU Yuanhua. Analysis of storm flood characteristics in Zhaotong City, Yunnan Province. Renmin Changjiang River, 2012, 43(S2): 51-52+83. (in Chinese)
- [4] 任继周. 昭通市中小流域洪水规律研究[J]. 人民珠江, 2017, 38(6): 20-23.
REN Jizhou. Study on flood law of small and medium sized basins in Zhaotong City. People's Pearl River, 2017, 38(6): 20-23. (in Chinese)
- [5] 张锦堂, 李京兵, 方泓, 顾李华, 史俊, 朱琼, 吴峥. 2016 年安徽省长江流域暴雨洪水特性分析[J]. 人民长江, 2017, 48(4): 66-69+77.
ZHANG Jintang, LI Jingbing, FANG Hong, GU Lihua, SHI Jun, ZHU Qiong and WU Zheng. Characteristics of rainstorm and flood in the Yangtze river basin of Anhui Province in 2016. Renmin Changjiang River, 2017, 48(4): 66-69+77. (in Chinese)
- [6] 万争鸣, 贺志斌. 成朱联圩防汛之浅见[J]. 江西水利科技, 2003(4): 241-243.
WAN Zhengming, He Zhibin. Opinions on flood control of Chengzhu Lianwei. Jiangxi Water Conservancy Science and Technology, 2003(4): 241-243. (in Chinese)
- [7] 《鄱阳湖研究》编委会. 鄱阳湖研究[M]. 上海: 科学出版社, 1988.
Editorial Board of Research on Poyang Lake. Research on Poyang Lake. Shanghai: Science Press, 1988. (in Chinese)