

富水流域2020年梅雨期典型暴雨洪水分析

李子慧, 黄斌斌

湖北省黄石市水文水资源勘测局, 湖北 黄石

收稿日期: 2021年10月27日; 录用日期: 2021年12月3日; 发布日期: 2021年12月15日

摘要

本文利用数理统计方法, 分析了2020年富水流域梅雨期一次典型暴雨洪水过程的暴雨成因、暴雨洪水特征、洪水组成、还原计算、重现期、历史洪水比较等, 厘清了各干支流洪水遭遇情况, 探讨了典型暴雨洪水成因规律。根据流域水库实际调洪情况和区间洪水遭遇分析, 还原计算了富水下游阳新水文站天然洪峰流量过程, 并与实际发生的洪峰流量过程进行比较, 结果表明, 通过富水流域大中型水库的调洪作用, 极大地减轻了流域的干支流洪水遭遇给下游形成的防洪压力。提出了每年汛期要严控流域的水库湖泊蓄水, 尽可能降低下游河道水位, 从而达到降低富水流域防洪风险的建议。

关键词

富水流域, 典型暴雨洪水, 成因分析

Analysis of Typical Rainstorm and Flood during 2020 Meiyu Period in Fushui River Basin

Zihui Li, Binbin Huang

Huangshi Hydrologic and Water Resources Survey Bureau, Huangshi Hubei

Received: Oct. 27th, 2021; accepted: Dec. 3rd, 2021; published: Dec. 15th, 2021

Abstract

The rainstorm causes, rainstorm flood characteristics, flood regional composition, flow restoration calculation, return period and historical flood comparison of a typical rainstorm flood process of Fushui river basin during the 2020 Meiyu period were analyzed. According to the analysis of flood regulation of reservoirs and interval flood encounter, the natural flood peak process of Yangxin station downstream

作者简介: 李子慧, 女, 助理工程师, 主要从事水文水资源方面的研究, Email: 1650721794@qq.com

was restored and compared with the actual flood peak process. The results show that through the flood regulation of large and medium-sized reservoirs, the flood control pressure on the downstream caused by the flood encounter is greatly reduced. It is suggested that the water storage of reservoirs and lakes should be strictly controlled in the flood season, and the water level of downstream rivers should be reduced as much as possible, to reduce the flood control risk of Fushui river basin.

Keywords

Fushui River Basin, Typical Rainstorm Flood, Cause Analysis

Copyright © 2021 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. 流域概况

富水系长江中游南岸一级支流,发源于幕阜山北麓,流域面积 5259 km²,干流全长 195 km,流经湖北通山、阳新、大冶和江西武宁、瑞昌五县市,于阳新富池口注入长江。流域多年平均降雨量 1400 mm 至 1600 mm,年平均径深 1008 mm。径流年内分配极不均匀,洪水频发,洪涝灾害十分严重,比较典型年份有 1969、1998、1999、2016 年和 2020 年,富水也因水多而得名。

流域主要水利工程有富水、王英大型水库和 123 座中小型水库,控制流域面积 2883 km²(富水 2433 km²);富池口、半壁山两座外排涵闸;富池口电排站;富水河干支流堤防;网湖分蓄洪区等,还建成比较完备的水雨情监测预警预报系统,共同构成富水流域防洪体系。由富水水库大坝、富河大堤、网湖隔堤将流域分割成库区及以上、下游干流和网湖水系 3 个相对独立部分,形成上蓄、中防、下泄的态势。

富水流域共有水文站 3 处、雨量站 36 处。主要干支流控制站分别为:上游富水水库站、下游干流阳新站、富池口站,区间主要支流龙港河龙港站、三溪河三溪水文站,网湖分蓄洪区网湖站。

2. 暴雨成因[1]

2020 年梅雨期气候背景表现为两个方面,一是受弱厄尔尼诺事件、春季印度洋海温偏暖等因素的影响,6 至 7 月西太平洋副热带高压的强度持续偏强、面积持续偏大,西伸脊点持续稳定偏西,导致副高西侧向长江中下游区域持续输送暖湿气流偏强,为湖北省梅雨期强降水提供了充沛的暖湿气流;二是北方冷空气频繁南下,与副高西侧的暖湿气流相遇,冷暖气流在长江中下游持久交汇,湖北省处在水汽辐合中心,导致梅雨量异常偏多、强度异常偏强。

7 月 4~7 日 700 hPa 切变线位于湖北,呈准东西向,在 30.5°N 至 31.5°N 之间来回摆动,富水流域正好处在切变线南侧冷暖气流剧烈交汇区域,天气系统极有利于超强降雨,因而形成了梅雨期内最大的暴雨过程。

3. 暴雨洪水过程

7 月 2 日至 8 日,富水流域普降暴雨、大暴雨、特大暴雨,雨量 270.0 mm (洋港站)至 520.0 mm (黄颡口站),面平均 367.2 mm。全流域过程累计面雨量都在 200 mm 以上,其中 300 mm 以上 4205 km²,占全流域面积的 80%。在时间上,集中降雨时段为 6 日至 7 日,两天降雨占总面平均雨量 54%,8 日以后富水流域雨势逐渐减弱直至停止(图 1)。

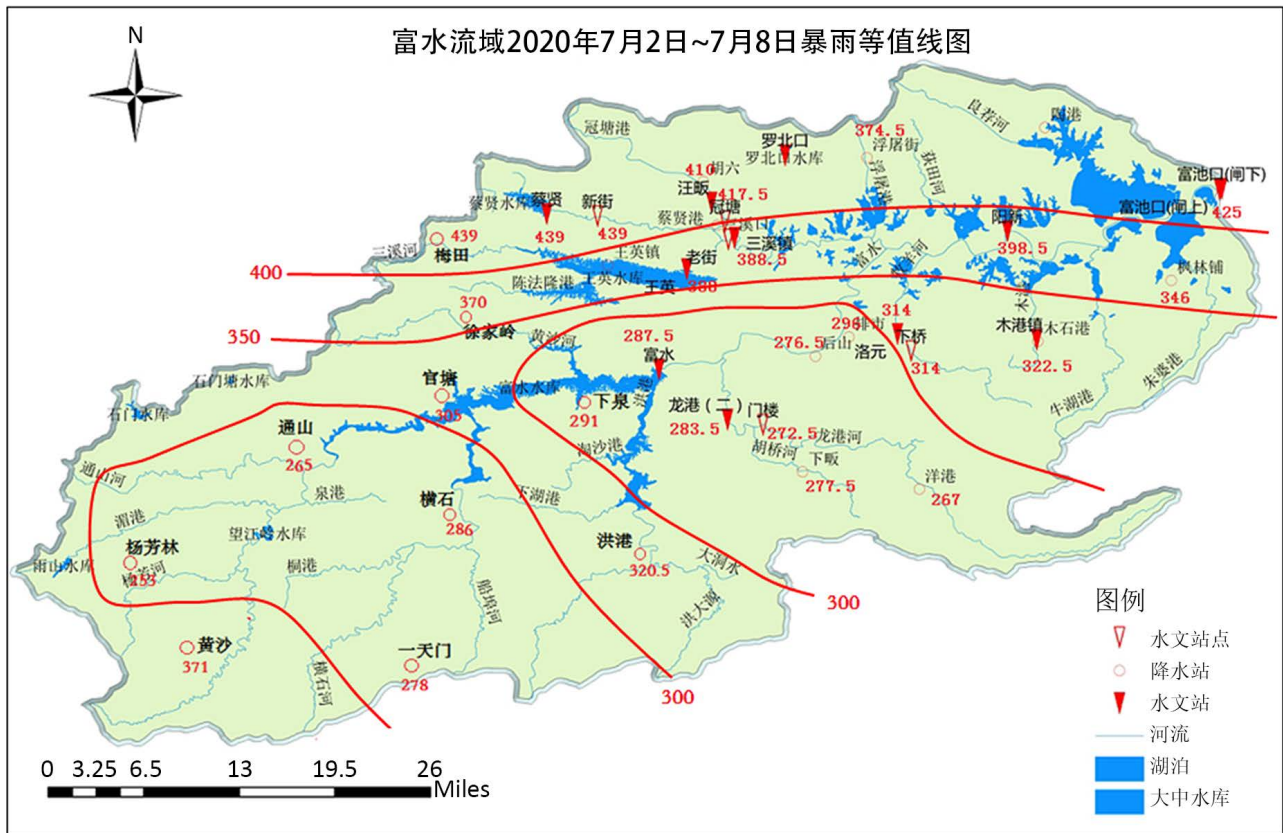


Figure 1. Contour map of heavy rain in Fushui river basin from July 2 to 8, 2020

图 1. 富水流域 2020 年 7 月 2 日~8 日暴雨等值线图

暴雨引发流域性特大洪水。由于受前期暴雨洪水和长江干流顶托影响，富水河下游阳新站于 7 月 1 日超过设防水位(20.00 m)并维持上涨。7 月 2 日流域出现新一轮强降雨持续到 7 月 8 日，阳新站水位开始快速起涨，5 日超过超警戒水位(21.50 m)，7 日 4 时超保证水位(22.50 m)。由于暴雨强度大且覆盖全流域，各支流洪水快速汇聚，同时富水、王英两座大型水库泄洪流量叠加影响，富池口受长江高水位顶托无法自排入江，仅维持较小泵站提排流量，富水中下游干流上压下顶，水位猛长，虽经水库错峰调度、网湖两次分洪，富水河中下游仍然发生了历史高洪水位洪水。洪水期间中游民垵民堤出现了多处溃口险情，7 月 11 日和 13 日网湖两次分洪水量共 0.45 亿 m^3 (两次分别为 0.36 和 0.09 亿 m^3)，由于洪水峰高量大且不能自排入江，富水河中下游长期处于高洪水位。

4. 洪水分析[2]

4.1. 特征分析

暴雨覆盖范围大，强度大，雨量大。暴雨覆盖全流域，面雨量高达 367.2 mm，最大降雨为黄颡口站 520.0 mm。其特点暴雨历时长，强度大、雨量大，其中 7 月 7 日 24 小时流域面雨量高达 100.1 mm，暴雨中心位于流域中下游。据分析流域 3 日、7 日暴雨重现期均超过了 50 年一遇。

洪峰水位高，高水位持续时间长。7 月 8 日支流龙港河龙港站洪峰水位 28.91 m，历史第二位；阳新站 7 月 11 日洪峰水位 23.74 m，超保证水位 1.24 m，历史第一位，超保证时间长达 31 天。

顶托影响大，洪水长期难以消退。由于 7 月上旬鄱阳湖流域大水，顶托长江水位快速上涨，临近富池口的长江码头镇站 7 月 8 日超过警戒水位且持续上涨，富池口大闸于 7 月 11 日被迫关闭至 8 月 2 日重启，长达 22

天仅靠不足 200 m³/s 流量的电排入江, 致使富水流域的超额洪量滞留河道、民垵、蓄区, 高洪水位长期难以消退。

4.2. 洪水地区组成

富水流域各支流总来水量 8.15 亿 m³, 其中富水水库 3.63 亿 m³, 三溪河 1.06 亿 m³, 龙港河 0.99 亿 m³, 区间 2.47 亿 m³, 洪水组成见下表 1。

Table 1. Typical flood composition of Fushui river basin in Meiyu period

表 1. 富水流域梅雨期典型洪水组成表

河流名称	控制站	来水量(亿 m ³)	所占比例(%)	备注
富水水库	富水	3.63	44.6	
三溪河	三溪	1.06	13.0	王英、蔡贤水库泄洪等
龙港河	龙港	0.99	12.1	
区间		2.47	30.3	受区间部分小型水库等水利工程拦蓄影响
富水河	阳新站	8.15	100	

4.3. 历史洪水对比

与历史典型年洪水比较, 有三个显著特点: 一是 2020 年 7 月 11 日, 富水河阳新站洪峰 23.74 m, 列历史第一位, 均高于近年来典型年 1998 年、1999 年、2016 和 2017 年洪水。二是上游富水水库 7 月 9 日洪峰 58.51 m, 列历史第七位, 但最大入库流量均大于典型年份, 出库流量与典型年相当, 水库拦蓄削峰显著。三是中下游支流洪水遭遇恶劣, 长江干流顶托影响大。2020 年龙港河等支流洪峰与水库泄洪完全遭遇, 合成洪峰流量大, 推高富水河中下游水位。长江干流码头镇同时水位 23.41 m, 均高于典型年份, 长江洪水顶托影响最大(见下表 2)。

Table 2. Comparison of flood characteristic values of main control stations of Fushui river basin in typical years

表 2. 富水流域各典型年主要控制站洪水特征值对比表

年份	1998 年	1999 年	2016 年	2017 年	2020 年
次洪时间(月/日~月/日)	6/23~8/2	6/26~7/20	6/27~7/6	6/30~7/5	7/2~7/8
暴雨历时(天)	40	20	7	6	7
面雨量(mm)	669	438	327	141.2	367.2
富水水库最高水位(m)	58.76	57.95	57.89	57.93	58.51
富水水库最大入库流量(m ³ /s)	2970	3420	3981	3650	4550
富水水库三天最大洪量(亿 m ³)	3.69	2.74	2.28	4.39	3.37
富水水库最大出库流量(m ³ /s)	1047	1120	921	1380	1046
龙港实测最高水位(m)	27.73	28.86	27.22	29.06	28.91
龙港站实测最大流量(m ³ /s)	533	797	478	844	809
阳新站实测最高水位(m)	23.69	23.36	23.01	22.66	23.74
长江码头镇同时水位(m)	22.37	23.05	22.5	21.11	23.41

5. 库湖调洪分析和洪水还原计算[3]

根据水库入库反推、区间洪水遭遇分析、分蓄洪区水力学计算及河道洪水演算,对流域内富水、王英水库入流过程和下游阳新站洪水过程进行还原计算,得到各断面天然情况下的洪峰流量过程,并与水库出库流量和阳新站实际流量过程进行比较,分析流域内水库调洪和网湖分洪对减轻下游防洪的作用。

受强降雨影响,流域内江河湖库水位快速上升,富水、王英两座大型水库按照调洪预案调洪削峰,以确保水库安全,减轻下游河道防洪压力。富水水库 7 月 6 日 10 时开启 1 孔出库流量 $550 \text{ m}^3/\text{s}$, 7 日 8 时,又增开 1 孔,最大出库流量达 $1046 \text{ m}^3/\text{s}$,至 7 月 11 日 18 时两孔全关,调洪最高水位 58.50 米,超正常高水位 1.5 米,根据入库反推计算 7 月 8 日 12 时最大入库流量为 $4550 \text{ m}^3/\text{s}$,削峰率 77%;王英水库为了减轻下游防洪压力,水位超汛限后仍要求超蓄,至 9 日 6 时库水位涨至 68.98 m 超汛限 0.98 m,溢洪道开启 1 孔,最大出库流量 $53.8 \text{ m}^3/\text{s}$,根据还原计算王英水库 7 月 8 日 10 时最大入库流量为 $544 \text{ m}^3/\text{s}$,削峰率 90%。

根据还原计算,富水河阳新站断面还原最大流量 $6447 \text{ m}^3/\text{s}$,实际最大流量 $3388 \text{ m}^3/\text{s}$,实际流量比还原值少 $3059 \text{ m}^3/\text{s}$ 。两座大型库和流域内中小型水库拦洪对下游河道综合削峰率 47.4%,根据上述分析,富水、王英两座大型水库拦洪削峰对减轻富水中下游防洪压力起到主要作用。

受水库泄洪、中下游来水及长江洪水顶托影响,富水河下游阳新站水位快速上涨,11 日 18 时出现历史最高水位 23.74 m,超保证水位 1.24 m,富水河下游水位离大堤(保护阳新县城)堤顶仅 0.5~1.0 m,且水位仍在继续上涨,为确保阳新县城防洪安全,网湖分洪区于 11 日 17 时至 12 日 16 时、13 日 13 时至 13 日 20 时两次开启,分洪总水量 4528 万 m^3 ,平均分洪流量 $419 \text{ m}^3/\text{s}$,有效降低阳新站水位 0.33 m(见图 2)。

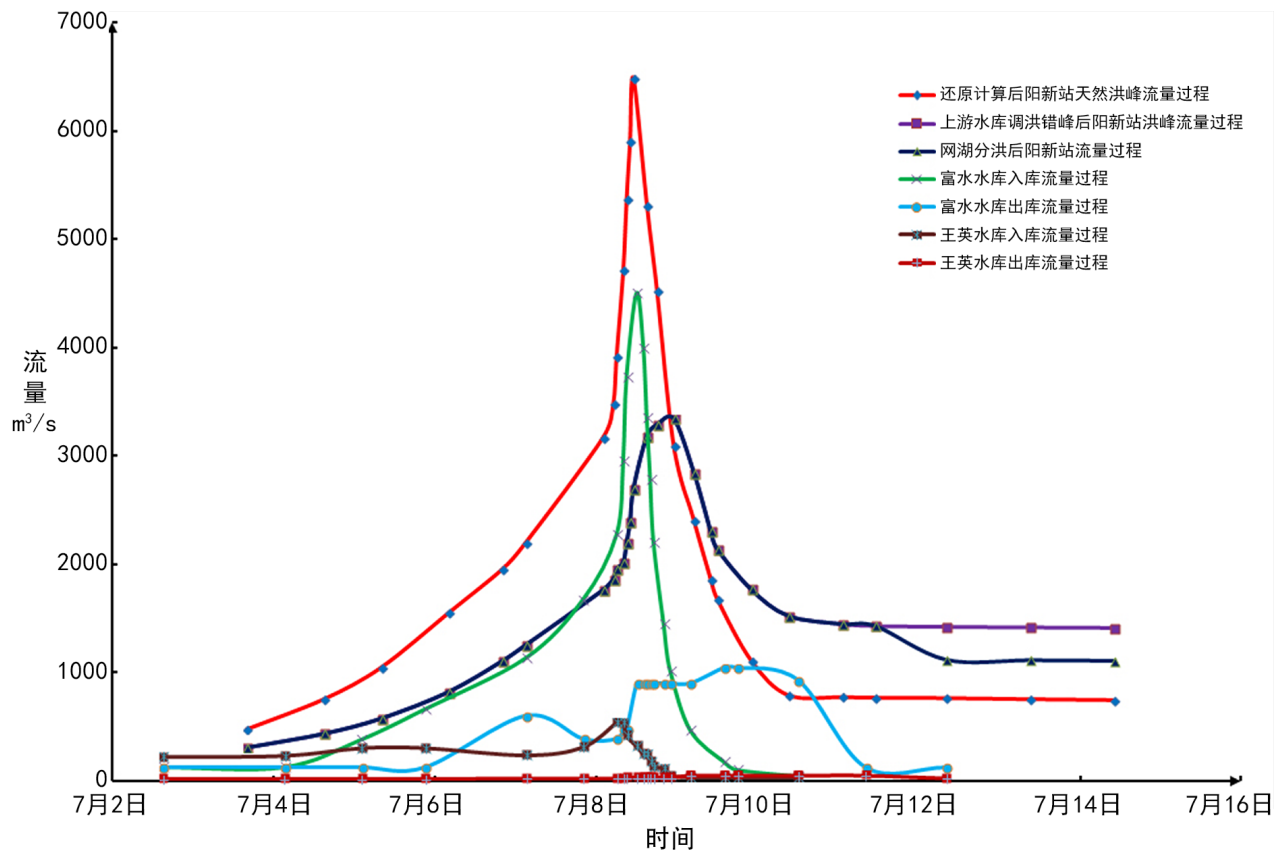


Figure 2. Reduction of calculated flow hydrograph for Fushui Reservoir, Wangying Reservoir and Yangxin station
图 2. 富水、王英水库及阳新站还原计算流量过程线

6. 结语

本场洪水过程主要有以下特点：一是降雨量大，流域场次平均雨量达到 367.2 mm，重现期超过五十年一遇；二是暴雨持续时间长且集中，两次过程共 7 天，造峰雨集中在 7 月 6 至 7 日且占 54%；三是洪水水位高，富河阳新站最高洪水水位 23.74 m，历史第一高水位，为特大洪水；四是洪水历时长。洪水期富河各个支流均受到了顶托，待排水量大，长江水位一直高于富河水位，无法通过富池口大坝自排，电排提排能力不足，退水过程缓慢，整个洪水过程超警戒水位 43 天，超保证水位 20 天，历史罕见；五是富水、王英两座大型水库拦洪削峰极大地减轻了富河中下游防洪压力；六是网湖分蓄洪区两次启用分洪，降低阳新站水位立竿见影；七是富水流域干流洪水与长江高洪水位遭遇严重，中下游洪水宣泄不畅，防洪矛盾十分突出。目前，在富水中下游防洪能力不足的情况下，建议每年汛期要严控流域库湖蓄水，尽可能降低下游河道水位，从而达到降低富水流域防洪风险的目的。

参考文献

- [1] 张洪刚, 郭海晋, 欧应钧. 长江流域洪水地区组成与遭遇规律研究[J]. 人民长江, 2013, 44(10): 62-65, 87.
ZHANG Honggang, GUO Haijin, and OU Yingjun. Research on composition and encounter laws of flood in Yangtze River basin Yangtze River, 2013, 44(10): 62-65, 87. (in Chinese)
- [2] 郑静, 周鹏飞, 许银山. 金沙江中游与长江中下游洪水遭遇规律分析[J]. 人民长江, 2015, 46(18): 43-47.
ZHENG Jing, ZHOU Pengfei, and XU Yinshan. Analysis on flood encountering law of middle Jinsha River and mid-lower Yangtze River. Yangtze River, 2015, 46(18): 43-47. (in Chinese)
- [3] 李妍清, 刘冬英, 熊莹. 2016 年长江洪水遭遇分析[J]. 水资源研究, 2017, 6(6): 568-576.
LI Yanqing, LIU Dongying, and XIONG Ying. Flood encounter analysis of Yangtze River in 2016. Journal of Water Resources Research, 2017, 6(6): 568-576. (in Chinese)