

# Flood Encounter Analysis of Yangtze River in 2016

Yanqing Li, Dongying Liu, Ying Xiong

Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan Hubei  
Email: liyq@cjh.com.cn

Received: Oct. 21<sup>st</sup>, 2017; accepted: Nov. 2<sup>nd</sup>, 2017; published: Nov. 9<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The encounter of floods in the main stream and tributaries of Yangtze River is studied by the statistic method, from the aspects of encounter time of the peak discharge and flood volume, and magnitude of the floods. Considering the operation effect the cascade reservoirs, the natural flow and water level of the key stations in the main stream and tributaries of Yangtze River are derived, to do the natural flood encounter analysis and comparison. The results show that the flood encounter mainly happened in the middle and lower reaches of the Yangtze this year, and the joint operation of the cascade reservoirs played a positive role in relieving the flood encounter in Yangtze River.

## Keywords

2016, Yangtze River, Flood Encounter, Natural Flood

---

# 2016年长江洪水遭遇分析

李妍清, 刘冬英, 熊莹

长江水利委员会水文局, 湖北 武汉  
Email: liyq@cjh.com.cn

收稿日期: 2017年10月21日; 录用日期: 2017年11月2日; 发布日期: 2017年11月9日

---

## 摘要

本文利用数理统计方法, 根据洪峰、洪量遭遇的时间、量级统计特征, 分析2016年长江干支流洪水实况的遭遇情况。同时考虑梯级水库群调节作用, 还原了长江流域干支流控制站的水位、流量过程, 分析比较还原后的天然长江洪水遭遇情况。结果表明2016年长江流域主要为中下游洪水遭遇, 长江流域梯级水库群的联合调洪对于

作者简介: 李妍清, 女, 工程师, 主要从事水文及水资源方面的研究。

减轻长江流域洪水遭遇起到了积极作用。

## 关键词

2016年, 长江, 洪水遭遇, 洪水还原

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 前言

### 1.1. 2016 年长江暴雨洪水特征

2016 年汛期, 长江流域梅雨期长、梅雨量大, 降雨集中、雨带稳定, 暴雨强度大、暴雨极值多。3~6 月, 流域降雨量较常年偏多 1 成, 其中汉江、长下干偏多 4~5 成, 乌江偏多 3 成, 嘉陵江、长上干偏多 2 成, 长中干、鄱阳湖偏多 1 成左右, 金沙江、岷沱江、洞庭湖基本正常。

长江中下游地区发生区域型大洪水, 部分支流发生特大洪水。6 月下旬, 长江下游水阳江、西河等支流率先出现超警洪水, 洪水迅速汇入长江, 并与涨潮期潮流遭遇。6 月 30 日~7 月 6 日为入汛以来最强一次暴雨过程, 强降雨自长江上游开始, 在长江中下游长时间维持, 导致长江中下游水位持续上涨。干流城陵矶以下江段和洞庭湖、鄱阳湖湖区主要站水位列有水文记录以来的第 5、6 位; 清江、资水、鄂东北诸支流、巢湖水系和梁子湖等发生特大洪水, 修水、饶河、水阳江等发生大洪水。本次洪水呈现出中下游干流水位高、高水持续时间长, 河湖超警站点多、超警时间长, 多条支流发生特大洪水, 城市内涝渍水严重等主要特征。

2016 年汛期最强的一次降雨过程与 1996 年 7 月降雨较为相似, 但分析 2016 年长江中下游干流主要站螺山、汉口、大通不同时段(7 d, 15 d, 30 d)洪量地区组成, 与 1996 年洪水相比明显不同。同 1996 年洪水相比, 2016 年螺山站和汉口站各时段洪量略偏小, 大通站最大 7 d、最大 15 d 洪量略偏大, 最大 30 d 洪量略偏小。以螺山站最大 7 d 洪量为例, 2016 年的长江上游、清江、湖区来水占比分别为 59%、2.6%和 4.5%, 明显大于 1996 年, 而洞庭湖“四水”占比为 34.1%, 小于 1996 年。以汉口站最大 7 d 洪量为例, 2016 年螺山来水占比为 90.7%, 清江来水占比大于 1996 年, 而洞庭湖水系来水占比显著小于 1996 年。以大通站最大 7 d 洪量为例, 2016 年的鄱阳湖水系来水、汉口 - 大通区间来水占比分别为 12.4%和 20.8%, 而汉口来水占比为 66.7%。鄱阳湖水系来水汉口 - 湖口区间、湖口 - 大通区间明显大于 1996 年, 汉口来水占比显著小于 1996 年。

### 1.2. 遭遇分析方法及洪水传播时间

洪水遭遇可以分为洪峰遭遇和过程遭遇两种情况。洪峰遭遇一般是指若干洪源控制站的洪峰在同日出现; 过程遭遇指洪水过程重叠时间在一半以上[1]。在分析过程中, 若两个河段的洪水传播至同一控制断面的洪峰( $Q_m$ , 用最大日平均流量代替)同日出现, 即为洪峰遭遇; 若最大 7 d 过程( $W_{7d}$ )或最大 15 d 过程( $W_{15d}$ )超过 1/2 时间重叠, 即为洪水过程遭遇[2] [3] [4] [5] [6]。

根据长江干支流控制站的地理位置, 本文采用《长江流域洪水预报方案汇编》中控制站点间的洪水传播时间成果见表 1。

本文利用数理统计方法, 根据洪峰、洪量遭遇的时间统计特征, 分析 2016 年长江干支流洪水的遭遇情况。同时考虑梯级水库群调节作用, 分析比较还原前、后的洪水遭遇情况。

**Table 1.** The flood propagation time among stations**表 1.** 各站点间洪水传播时间

站点	汇合站点	洪水传播时间(h)	洪水传播时间(d)
屏山		73	3.0
高场		70	2.9
北碚	宜昌	42	1.8
武隆		48	2.0
寸滩		36	1.5
宜昌	城陵矶	54	2.3
螺山	汉口	24	1.0
宜昌	汉口	81	3.4
汉口	湖口	34	1.4

## 2. 2016 年洪水实况遭遇分析

### 2.1. 长江上游干支流洪水遭遇

已有研究成果表明,金沙江与岷江、长江干流与嘉陵江,以及长江干流与乌江洪水遭遇的年份绝大多数不同,长江上游干支流洪水同时发生遭遇的概率很小。3 种两江洪水遭遇均表现为,随着洪量时段的增长、洪水发生遭遇概率也增大。从洪水遭遇的频率分析(以 7 d 洪量为代表),长江与嘉陵江遭遇概率为 21.8%,岷江与金沙江的遭遇概率为 16.1%,长江与嘉陵江、岷江遭遇概率较高;长江与乌江洪水遭遇概率为 5.2%,遭遇概率较低[4]。

2016 年金沙江向家坝站洪峰流量出现在 6 月 30 日,最大 7 d 洪水过程发生在 7 月 26 日~8 月 1 日;岷江高场站洪峰流量出现在 7 月 6 日,最大 7 d 洪水过程发生在 7 月 6 日~7 月 12 日;嘉陵江北碚站洪峰流量出现在 7 月 1 日,最大 7 d 洪水过程发生在 7 月 25 日~7 月 31 日;乌江武隆站洪峰流量出现在 6 月 29 日,最大 7 d 洪水过程发生在 6 月 26 日~7 月 2 日。宜昌最大洪峰流量出现在 7 月 2 日,入汛以来最强降雨过程期间,该场洪水过程为 6 月 24~7 月 9 日。宜昌最大 7 d 洪水过程发生在 6 月 28 日~7 月 4 日,15 d 洪水过程出现在第二大场次洪水期间,为 7 月 25 日~8 月 8 日。

考虑洪水传播时间,可以看出金沙江向家坝站与岷江高场站洪水未发生遭遇,金沙江向家坝站与嘉陵江北碚站最大洪峰、3 d、7 d 洪量均发生遭遇,金沙江向家坝站与乌江武隆站洪水未遭遇。整体而言,6~7 月份长江上游干支流洪水均为中小流量级,虽有遭遇,峰量有所叠加,但仍为中小量级的洪水。

### 2.2. 长江中游干支流洪水遭遇

以宜昌站资料代表长江来水,传播到汉口站约 81 h,折合约 3 d。由于统计日时段的洪水遭遇情况,对于洪水峰值遭遇,先不演算,如采用数理统计方法计算的峰现时间,宜昌(清江高坝洲站)比汉口(汉江皇庄站)滞后 3 d 则近似认为是遭遇的。

清江最大 3 d 洪量发生时间为 7 月 21 日~23 日,汉江为 7 月 20 日~22 日,宜昌站为 6 月 30 日~7 月 2 日,可以看出清江、汉江洪水均未与长江干流洪水遭遇,但清江与汉江最大 3d 洪水过程发生遭遇,因此清江与汉江洪水一定程度遭遇。

鄂东北诸支流包括府澧河、淝水、倒水、举水、巴河,位于湖北省东北部、长江中游北岸。2016 年梅雨期

内,鄂东北连遭强暴雨袭击,鄂东北诸支流发生大洪水。府澧河控制水文站卧龙潭站 2016 年的洪峰流量为 9300  $\text{m}^3/\text{s}$ ,重现期为 140 年。巴河控制水文站马家潭站 2016 年的洪峰流量为 7460  $\text{m}^3/\text{s}$ ,是 1896 年以来的次大值,重现期从 1896 年考证,确定为 60 年。淝水控制水文站长轩岭站 2016 年的洪峰流量为 3310  $\text{m}^3/\text{s}$ ,重现期约为 30 年一遇。倒水河控制水文站李家集站洪峰流量为 3070  $\text{m}^3/\text{s}$ 。举水控制水文站柳子港站洪峰流量为 2010  $\text{m}^3/\text{s}$ 。7 月 2 日 8 时,鄂东北诸支流合成流量 26,400  $\text{m}^3/\text{s}$ ,超历史记录,主要受其顶托影响,汉口站日涨幅 1.31 m,创历史记录。

考虑到汛期水流动速快,且实测站点距离水流汇合处相对较近,对汉口与鄂东北诸支流的洪水遭遇没有考虑洪水传播时间。如表 2 和图 1 所示,府澧河卧龙潭站、淝水河长轩岭站、倒水河李家集、巴河马家潭、举水柳子港、浠水白莲河、蕲水西河驿站洪峰流量均出现在 7 月 2 日。2016 年 7 月上旬,鄂东北诸支流府澧河、倒水河、举水、浠水、富水均与长江干流汉口最大 15d 洪水过程发生遭遇。

### 2.3. 长江下游干支流洪水遭遇

长江下游主要支流(青弋江、水阳江、滁河、巢湖水系等)来水自 6 月底起逐步上涨,各支流主要控制站水位相继超警,并在 7 月上旬出现洪峰,其中部分站点发生超保或超历史洪水。受其顶托及干流来水双重影响,长江下游干流南京、大通站分别于 7 月 2 日 6 时、3 日 3 时超警,在长江中下游干流(南京以上江段)及两湖出口控制站超警起始时间中分别列第 1 位和第 2 位。

考虑到汛期水流动速快,且实测站点距离水流汇合处相对较近,对大通与长江下游主要支流巢湖和水阳江的洪水遭遇没有考虑洪水传播时间。巢湖闸下站最大洪峰流量出现在 7 月 2 日,最大 7 d 洪水过程发生在 7 月 2 日~8 日;水阳江新河庄站和青弋江西河镇站洪峰流量分别出现在 7 月 4 日和 7 月 3 日,最大 7 d 洪水过程均发生在 7 月 3 日~9 日;干流大通站最大 7 d 洪水过程发生在 7 月 8 日~14 日。可以看出长江下游支流巢湖闸下裕溪河和水阳江、青弋江最大场次 3 d、7 d、15 d 洪量全面遭遇,仅峰现时间有前后两天差别,而长江下游干流与支流洪水未发生遭遇。

## 2.4. 两湖水系

### 2.4.1. 洞庭湖水系洪水遭遇

考虑到汛期水流动速快,且实测站点距离水流汇合处相对较近,对洞庭湖流域内的洪水遭遇没有考虑洪水传播时间,均指实测资料最大值(或过程)的同日出现,并非是水流确切的现实汇合。

如图 2 所示,2016 年汛期洞庭湖水系湘江最早出现最大洪水过程,洪峰出现在 6 月 16 日。澧水石门站和沅江桃源站最大洪峰分别出现在 6 月 28 日和 29 日,而资水峰现时间较晚,资水桃江站最大洪峰出现在 7 月 4 日,洪峰水位 43.29 m (相应流量 9250  $\text{m}^3/\text{s}$ ),超过警戒水位 4.09 m。同期沅江、湘江均发生第二大场次洪水过程,洞庭“四水”7 月 5 日 20 时出现最大合成流量 27,000  $\text{m}^3/\text{s}$ ,沅江桃源站和湘江湘潭站第二大洪峰流量分别

**Table 2.** The occurrence time of maximum flood peak and flood volume in the tributaries in the northeast of Hubei Province  
**表 2.** 鄂东北诸支流控制站年最大洪峰、洪量发生时间

项目	河流站点	府澧河	淝水	倒水河	举水	巴河	浠水	蕲水	富水	干流
		卧龙潭	长轩岭	李家集	柳子港	马家潭	白莲河	西河驿	富水	汉口
	洪峰	7-2	7-2	7-2	7-2	7-2	7-2	7-2	6-29	7-9
开始时间(月-日)	最大 3 d	7-20	7-1	7-1	7-2	7-2	7-2	7-3	6-29	7-8
	最大 7 d	7-2	7-1	7-2	7-2	7-2	7-2	7-1	6-29	7-6
	最大 15 d	<b>7-2</b>	6-25	<b>7-1</b>	<b>7-1</b>	6-27	<b>7-1</b>	6-25	<b>6-29</b>	7-5

出现在 7 月 5 日和 6 日。沅江五强溪水库 7 月 5 日 9 时出现最大入库流量 22,300 m<sup>3</sup>/s, 经水库调蓄后, 最大出库流量为 10,700 m<sup>3</sup>/s (7 月 5 日 8 时), 削峰 11,600 m<sup>3</sup>/s, 削峰率约 52%。

2016 年资水桃江站和沅江桃源站最大 7 d 洪水过程均发生在 7 月 3 日~9 日, 资水与沅江最大 3 d 和 7 d 洪量遭遇, 同时与湘江第二大场次洪水遭遇。由此可见资水、沅江、湘江发生一定程度的洪水遭遇。

### 2.4.2. 鄱阳湖水系洪水遭遇

根据鄱阳湖五河 6 个控制站点的洪水过程统计(如图 3 所示), 可以看出赣江、府河、信江最大洪峰出现时间较早, 分别在 5 月中下旬, 赣江最大 15d 洪量出现在 4 月中下旬。饶江安乐河和昌江最大洪峰分别出现在 6 月 4 日和 6 月 20 日, 饶河昌江渡峰坑水文站 6 月 20 日 5 时 48 分出现洪峰水位 33.89 m, 超警戒 5.39 m, 涨幅 9.35 m, 排历史第二位, 仅次于 1998 年 6 月 26 日的 34.27 m; 洪峰流量 7400 m<sup>3</sup>/s, 排历史第四位(次于 1998 年 8600 m<sup>3</sup>/s、1955 年 7920 m<sup>3</sup>/s、1999 年 7600 m<sup>3</sup>/s), 其重现期约为 15 年一遇。受 7 月份降雨影响, 修水虬津站最大洪峰发生在 7 月 5 日。柘林水库 2016 年 7 月 4 日 3 时出现最大入库流量 7000 m<sup>3</sup>/s, 其重现期约 25 年。由此分析得到, 2016 年汛期修水与饶河分别于 7 月和 6 月发生较大洪水, 但鄱阳湖五河未发生明显遭遇。

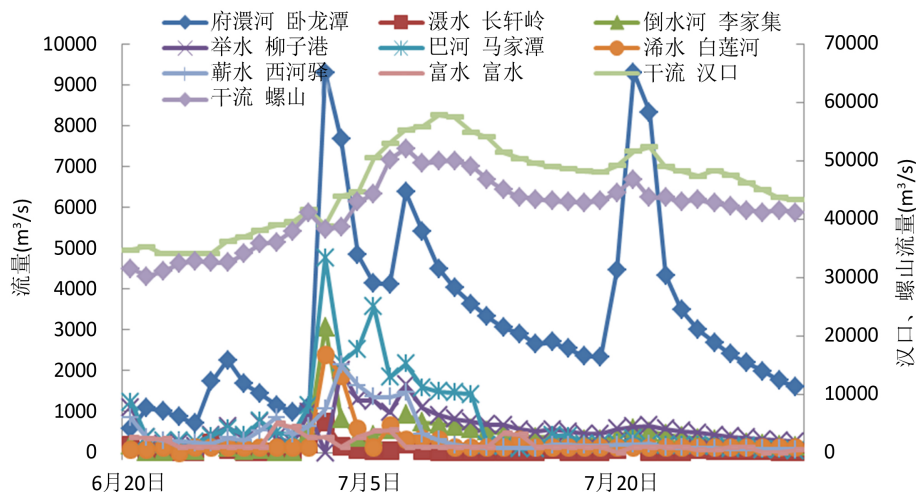


Figure 1. The flood hydrograph of Hankou station and the tributaries in the northeast of Hubei Province  
图 1. 汉口与鄂东北支流洪水过程

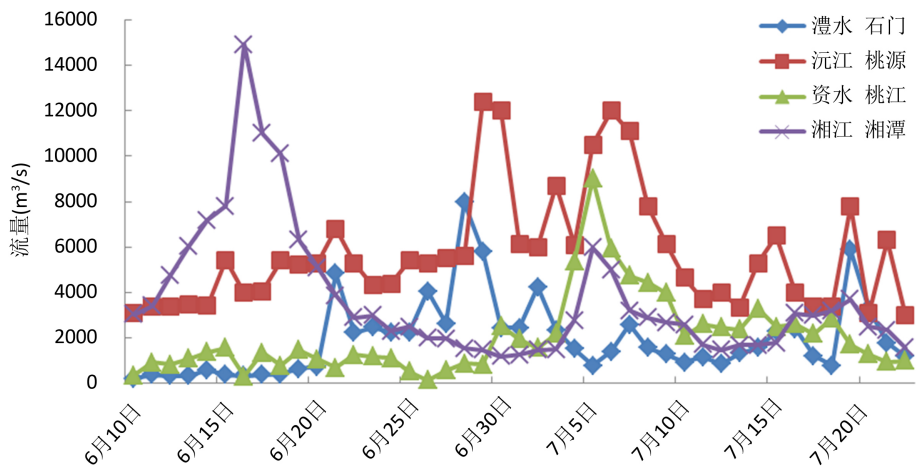


Figure 2. The flood hydrograph of four rivers in Dongting Region  
图 2. 洞庭四水洪水过程

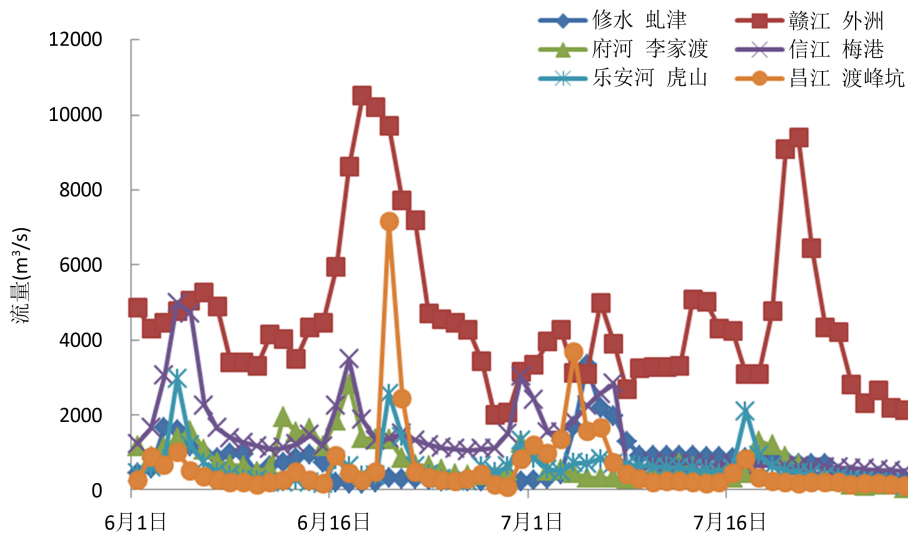


Figure 3. The flood hydrograph of five rivers in Poyang Region  
图 3. 鄱阳湖五河控制站洪水过程

### 2.4.3. 洞庭湖、鄱阳湖与干流遭遇

采用洞庭湖四水合成流量资料代表洞庭湖洪水，以宜昌站资料代表长江来水，宜昌站传播到城陵矶站约 81 h，折合约 3 d。如采用数理统计方法计算的峰现时间，宜昌比四口水系合成的洪水过程滞后 2~3 d 则近似认为是遭遇的。根据洪水过程统计结果分析，洞庭湖与长江干流不存在洪水遭遇。

采用湖口站资料代表鄱阳湖洪水，汉口站资料代表长江来水。汉口站洪水传播到鄱阳湖出口处约 34 h，折合 1.5 d。如汉口比湖口滞后 1 d 或者 2 d 均认为是遭遇。分析汉口与湖口站洪水过程，可以看出鄱阳湖在主汛期出现明显的长江洪水倒灌现象，最大倒灌流量 9100 m<sup>3</sup>/s，居历年最大倒灌流量排序(由大到小)中第四位。根据洪水过程统计结果分析，鄱阳湖与长江干流也不存在洪水遭遇。

## 3. 2016 年天然洪水遭遇分析

### 3.1. 洪水还原方法

2016 年 7 月洪水期间，以三峡为核心的梯级水库群发挥了巨大的防洪作用。本次以水量平衡为理论基础，根据水库的坝上水位、出库流量和水位库容曲线开展洪水还原计算，还原计算的时段视各处的洪水过程特性和基础资料条件，选择 3 h、6 h 或 1 d。还原时间自梯级水库群开始消落起，为 2016 年 4 月 1 日~7 月 31 日。依据我局建立的长江中下游一维水流数学模型，还原中下游干流控制站的水位、流量过程。洪水演算的方法主要采用在水情预报和水文分析计算中广泛应用的长办汇流曲线、马斯京根法。

综合考虑长江流域的水库类型、坝址控制面积、调节库容大小等因素及 2016 年实际调度情况，本次还原时考虑的水库共 36 座，其中长江上游 21 座、清江 3 座、洞庭湖水系 4 座、鄱阳湖水系 3 座、汉江 5 座。本次还原对象为长江干流上的宜昌、沙市、莲花塘、螺山、汉口、九江、大通等站及支流上金沙江的向家坝、岷江的高场、嘉陵江的北碚、乌江的武隆、清江的高坝洲、汉江的皇庄、洞庭水系资水桃江、沅江桃源、澧水石门、鄱阳湖水系赣江外洲、抚河李家渡、修水虬津站等主要水文站。

### 3.2. 长江中下游还原洪水遭遇分析

根据还原后的长江干支流洪水过程，推求长江干流螺山、汉口、大通站三个沿程控制站的 2016 年总入流洪水过程，统计三站的不同时段洪量特征值，还原计算后得到的螺山、汉口、大通三大站不同洪量重现期在 5~10

年之间。由于长江上游干支流洪水未发生遭遇，本次仅重点分析还原后天然情况下，实测洪水发生遭遇的长江中游干支流洪水和洞庭湖及鄱阳湖水系的洪水遭遇情况。

### 3.2.1. 长江中游干支流洪水分析

根据汉口站还原结果，2016 年 7 月最大洪峰发生在 2016 年 7 月 8 日，汉口站实测洪峰  $61,300 \text{ m}^3/\text{s}$ ，考虑长江上游梯级水库群还原后的螺山最大洪峰流量为  $56,900 \text{ m}^3/\text{s}$ ，相差  $4400 \text{ m}^3/\text{s}$ 。实测洪水较还原洪水的最大 3 d 洪量减少 11.5 亿  $\text{m}^3$ ，最大 7 d 洪量减少 25.2 亿  $\text{m}^3$ ，最大 15 d、30 d 洪量分别减少 57.1 亿  $\text{m}^3$  和 137.0 亿  $\text{m}^3$ 。

如图 4 所示，从还原后的汉口站洪水过程和鄂东北支流控制站洪水过程可以分析得到，若无汉口以上梯级水库蓄水调控，除 15 d 洪量遭遇外，府澧河、澧水、倒水河、举水、巴河、浠水最大 7 d 洪水过程均将与长江干流汉口发生遭遇，长江中游鄂东北地区洪水遭遇情况将更为恶劣。经过洪水还原计算后，莲花塘至大通河段水位超警戒时间为 26~28 天，莲花塘和螺山站分别出现 9 天和 3 天超保证水位情况。还原后莲花塘、九江站超警戒水位时间最长，为 28 天，莲花塘站超警戒水位最高达 2.54 m。

### 3.2.2. 洞庭湖水系还原洪水分析

桃江站洪水还原主要考虑上游柘溪水库调节的影响，还原前后桃江站最大洪峰变化较大，还原后最大洪峰流量为  $17,300 \text{ m}^3/\text{s}$ ，实测洪峰比还原洪峰小  $8280 \text{ m}^3/\text{s}$ ，占还原洪峰的近一半，还原前后最大 3 d 洪量相差 13.5 亿  $\text{m}^3$ 。柘溪水库对 2016 年 7 月洪水的拦蓄作用明显。

沅江流域已建大型水利工程较多，其中五强溪水电站库容较大，调节能力强，对桃源站洪水过程影响较大，还原前后桃源站最大洪峰变化较大，还原后最大洪峰流量为  $17,700 \text{ m}^3/\text{s}$ ，实测洪峰比还原洪峰小  $5300 \text{ m}^3/\text{s}$ ，占还原洪峰的近 30%，还原前后最大 3 d 洪量相差 9.0 亿  $\text{m}^3$ 。

澧水干流石门站的流量还原考虑江垭和皂市两座水库，还原前后石门最大洪峰变化较小，还原后最大洪峰流量为  $8190 \text{ m}^3/\text{s}$ ，实测洪峰比还原洪峰小  $230 \text{ m}^3/\text{s}$ ，实测洪水与还原洪水的最大 7 d 洪量相当；而由于皂市水库的拦蓄，还原后第二大洪峰流量为  $7750 \text{ m}^3/\text{s}$ ，相应的实测值比还原前小  $2910 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

澧水、沅江、资水控制站实测洪水还原后天然洪水过程如图 5 所示，得到的沅江和资水洪峰、3 d、7 d、15 d 洪水过程全面遭遇。

### 3.2.3. 鄱阳湖水系还原洪水分析

赣江外洲水文站上游建成运行的万安水库具有较大的调蓄能力，根据还原结果可以看出，万安水库调节作用较明显，还原前后流量最大变化值为  $1990 \text{ m}^3/\text{s}$ 。比较还原前、后的外洲站流量过程，最大日平均流量减小值

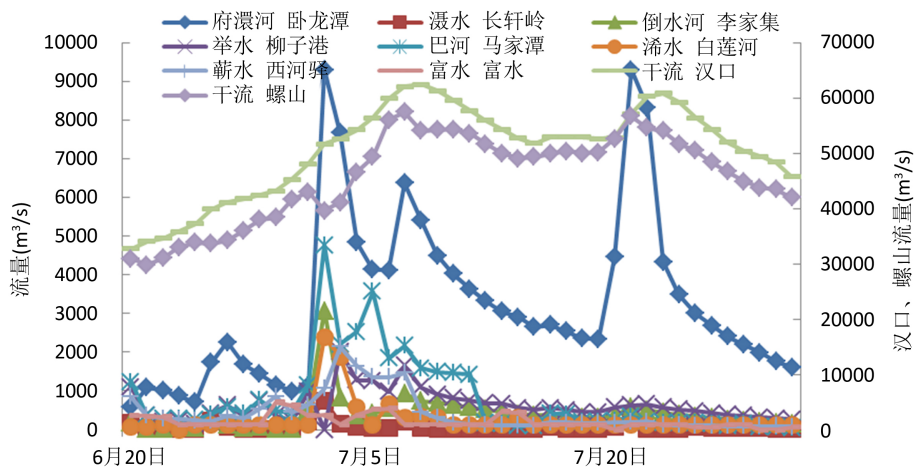


Figure 4. The natural flood hydrograph of the tributaries in the northeast of Hubei Province  
图 4. 还原后的鄂东北支流控制站洪水过程

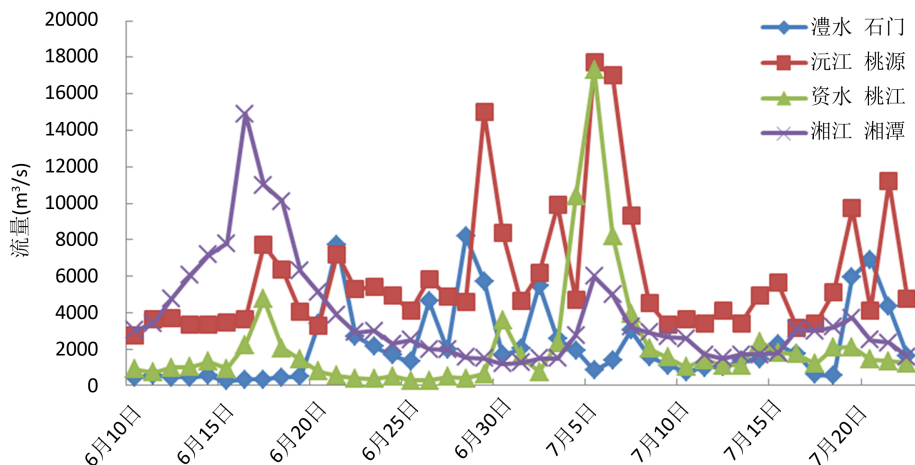


Figure 5. The flood hydrograph of four rivers in Dongting Region  
图 5. 洞庭四水洪水过程

为  $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ ，占比为 8.9%，实测洪水较还原洪水的最大 7d 洪量减小  $6.0 \text{ 亿 m}^3$ ，占比为 10.4%，由此可见赣江梯级水库对拦蓄洪量发挥了积极作用。

抚河李家渡水文站还原主要考虑廖坊水库，还原前后流量最大变化值为  $594 \text{ m}^3/\text{s}$ 。比较还原前、后的李家渡站流量过程，最大日平均流量减小值为  $520 \text{ m}^3/\text{s}$ ，占比为 7.7%，实测洪水较还原洪水的最大 7d 洪量减小  $0.2 \text{ 亿 m}^3$ ，占比为 0.9%，由此可见抚河梯级水库对拦蓄洪量发挥了积极作用。

修水虬津水文站还原主要考虑柘林水库，还原前后流量最大变化值为  $3990 \text{ m}^3/\text{s}$ ，最大日平均流量减小值为  $2360 \text{ m}^3/\text{s}$ ，占比为 47.9%，实测洪水较还原洪水的最大 7d 洪量减小  $4.4 \text{ 亿 m}^3$ ，占比为 30.9%，由此可见柘林水库对拦蓄洪量发挥了显著的积极作用。

将鄱阳湖水系主要控制站洪水过程还原后，2016 年汛期鄱阳湖五河未发生明显遭遇，仅修水洪水量级有明显变化。

#### 4. 结论

本文利用水文数理统计方法，根据洪峰、洪量遭遇的时间统计特征，分析了 2016 年长江干支流洪水的遭遇情况。同时考虑梯级水库群调节作用，分析比较了还原前、后的洪水遭遇情况。

根据 2016 年实况洪水遭遇分析，2016 年汛期 5~6 月份长江上游干支流洪水为中小量级，未发生明显洪水遭遇。受强降雨影响，洞庭湖水系资水、沅江、澧水，长江中游干流附近地区、清江、鄂东北诸支流，鄱阳湖水系修水及长江下游水阳江、滁河等支流均发生较大洪水，导致长江中游、下游干流区间来水快速增加，中游洪水与下游洪水严重遭遇，具体为清江与汉江、洞庭湖沅江和资水、长江干流与鄂东北支流、长江下游主要支流(青弋江、水阳江、巢湖水系等)发生遭遇。

还原后的天然洪水遭遇分析结果表明，若无梯级水库蓄水调控，长江中游鄂东北地区洪水遭遇情况将更为恶劣，沅江和资水洪水过程将全面遭遇。对比分析结果反映了长江流域梯级水库群的联合调洪对于减轻长江流域洪水遭遇的积极作用。

建议在已经实施的长江上游 21 座水库群联合调度基础上，纳入其他防洪库容较大的水库，逐步实现全流域大型水库的统一调度，进一步降低长江流域防洪风险。

#### 基金项目

国家重点研发计划资助项目(2016YFC0402202)；水利部公益性行业科研专项经费项目(201501002)。



## 参考文献 (References)

- [1] 谭国良, 郭生练, 王俊, 吕孙云. 鄱阳湖生态经济区水文水资源演变规律研究[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2013.  
TAN Guoliang, GUO Shenglian, WANG Jun and LV Sunyun. Research on the evolution of hydrology and water resources in Poyang lake ecological economic zone. Beijing: China Water Resources & Hydropower Press, 2013. (in Chinese)
- [2] 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)
- [3] 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)
- [4] 熊莹. 长江上游干支流洪水组成与遭遇研究[J]. 人民长江, 2012, 43(10): 42-45.  
XIONG Ying. Research on flood composition and encounter of main streams and tributaries in upper Yangtze River. Yangtze River, 2012, 43(10): 42-45. (in Chinese)
- [5] 戴明龙, 叶莉莉, 刘圆圆. 长江上游洪水与汉江洪水遭遇规律研究[J]. 人民长江, 2012, 43(10): 48-51.  
DAI Minglong, YE Lili and LIU Yuanyuan. Study on encounter rules of floods from Hanjiang River and upper Yangtze River. Yangtze River, 2012, 43(10): 48-51. (in Chinese)
- [6] 戴明龙, 沈燕舟. 长江上游与洞庭湖洪水遭遇规律研究[J]. 水资源与水工程学报, 2010, 21(6): 117-120.  
DAI Minglong, SHEN Yanzhou. Encountered regulation research on upstream flood of Yangtze River with Dongting Lake flood. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2010, 21(6): 117-120. (in Chinese)