

Analysis of the Reason and Characteristics of the High Water Level in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River in 2016

Zhiwei Qin, Dongdong Zhang, Ying Xiong, Yanqing Li

Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan Hubei
Email: qinzw25@126.com

Received: Jun. 29th, 2017; accepted: Jul. 12th, 2017; published: Jul. 19th, 2017

Abstract

Regional flood occurred in the middle and lower reaches of Yangtze River in 2016 is the largest flood since 1999. The reasons for this flood include abundant precipitation in the first half year, flood of the tributary encountering with each other, downstream jacking, changed river-lake relation and stage-discharge relation caused by channel deposition and erosion and other human factors. Luohan, Hankou and Datong are taken as examples to analyze the change of cross section morphology and stage-discharge relation, and the results are compared with those of the flood in 1996.

Keywords

Middle and Lower Reaches of Yangtze River, Characteristics of Flood, High Water Level, Reason Analysis, 2016

2016年长江中下游干流高水位成因及特点

秦志伟, 张冬冬, 熊莹, 李妍清

长江水利委员会水文局, 湖北 武汉
Email: qinzw25@126.com

收稿日期: 2017年6月29日; 录用日期: 2017年7月12日; 发布日期: 2017年7月19日

摘要

2016年7月长江流域发生中下游型区域性洪水, 为1999年以来最大洪水。形成本次高洪水位的主要原因有流域前期来水偏丰、来水集中且干支流遭遇严重、下游顶托宣泄不畅、江湖关系改变以及河道冲淤造成的水位流量

作者简介: 秦志伟(1965-), 男, 湖北省武汉市人, 高级工程师, 研究方向: 水文学及水资源。

关系变化等因素。本文以长江干流螺山、汉口及大通站为例,对各站断面形态和水位流量关系变化进行了定量的分析,并与1996年洪水特征进行比较。

关键词

长江中下游,洪水特性,高水位,成因分析,2016年

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. 引言

2016年7月长江流域发生中下游型区域性大洪水,为1999年以来最大洪水,具有中下游干流水位高、高水持续时间长,河流湖泊超警多、范围广、时间长,支流洪水严重、多条河流超历史,内涝渍水严重、洪水影响范围广等特征。莲花塘站洪峰水位达34.29 m,接近保证水位34.40 m,螺山、汉口洪峰水位排历史最高水位第5位,湖口、大通站洪峰水位排历史最高水位第6位,九江站洪峰水位排历史最高水位第7位。鄱阳湖7月出现明显的长江洪水倒灌现象,最大倒灌流量9100 m³/s,居历年最大倒灌流量排序(由大到小)中第4位。长江中下游干流主要控制站超警时间在8~29 d之间,其中莲花塘江段、中下游码头镇以下江段水位超警时间均在20 d以上。超警范围、超警持续时间均为1999年以来首位。根据长江水利委员会水文局对本次洪水还原计算的成果,莲花塘至螺山江段洪峰水位接近1996年,汉口及其以下江段较1996年偏高0.1~0.35 m,但还原后的螺山、汉口及大通30天洪量为5年一遇,比1996年偏小10%左右,出现洪峰水位偏高洪量偏小的情况。为了探索2016年洪水位偏高的原因,从流域前期来水偏丰、来水集中且干支流遭遇严重、下游顶托宣泄不畅、江湖关系改变以及河道冲淤造成的水位流量关系变化等因素分析了2016年长江干流高水位的原因。

2. 流域前期来水偏丰,底水高

2016年3~6月,长江流域先后发生了26次较强降雨过程,除金沙江、岷沱江、洞庭湖基本正常外,流域降雨量较常年偏多10%,其中汉江、长下干偏多40%~50%,乌江偏多30%,嘉陵江、长上干偏多20%,长中干、鄱阳湖偏多10%左右。其次,3月下旬至6月上旬,长江上游梯级水库群合计消落库容226亿m³,其中三月下旬消落17.9亿m³,4月份消落74.5亿m³,5月份消落106.3亿m³,6月上旬消落27.3亿m³。受两者共同作用,长江中下游干流及“两湖”水系3~6月来水较历史同期(近30年均值)总体偏多,底水偏高。其中,宜昌、汉口、大通站来水偏多30%~40%,城陵矶、湖口站偏多40%~50%;4月份城陵矶、汉口、湖口、大通站月均水位创历史同期新高,6月份分别较历史同期偏高2 m左右。

3. 中下游干流附近来水集中,遭遇严重

6月30日~7月6日强降雨带维持在长江中下游干流附近、洞庭湖水系及鄱阳湖水系北部,暴雨区多位于中下游干流附近及两湖水系北部,雨区窄而强度大,其中,6月30日,长江上游干流东部附近的暴雨促成长江2016年第1号洪水在长江上游形成,长时间的暴雨和大暴雨促成长江2016年第2号洪水在长江中游形成。

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,导致中下游干流区间来水快速增加,干流各站水位逐步上涨并维持在较高值。各支流来水集中,多条支流超过保证和历史最高,其强度和持续时间罕见,在长江中

下游干流形成严重遭遇。两湖及鄂东北各支流的流量过程见图 1。

由图 1 可以看出,2016 年 7 月鄂东北诸支流出现大洪水过程,2016 年以来鄂东北诸支流合成流量达到 $10,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 及以上的洪水共有 3 次,分别发生于 7 月 2 日、7 月 6 日及 7 月 21 日。其中 7 月 2 日洪水对汉口水位形成顶托,加之汉口以下江段壅水影响,导致汉口站的水位壅高。洞庭湖水系资水柘溪水库 4 日出现 1962 年建库以来最大入库洪峰流量 $20,400 \text{ m}^3/\text{s}$,沅江五强溪水库发生 2 次较大涨水过程,最大入库流量分别为 $22,300 \text{ m}^3/\text{s}$ (5 日 9 时)、 $13,900 \text{ m}^3/\text{s}$ (20 日 15 时),洞庭“四水”合成流量也有 2 次较大过程,最大流量分别为 $27,000 \text{ m}^3/\text{s}$ (5 日 20 时)、 $22,800 \text{ m}^3/\text{s}$ (19 日 2 时);鄱阳湖水系修水柘林水库 7 月 4 日最大入库流量 $7000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

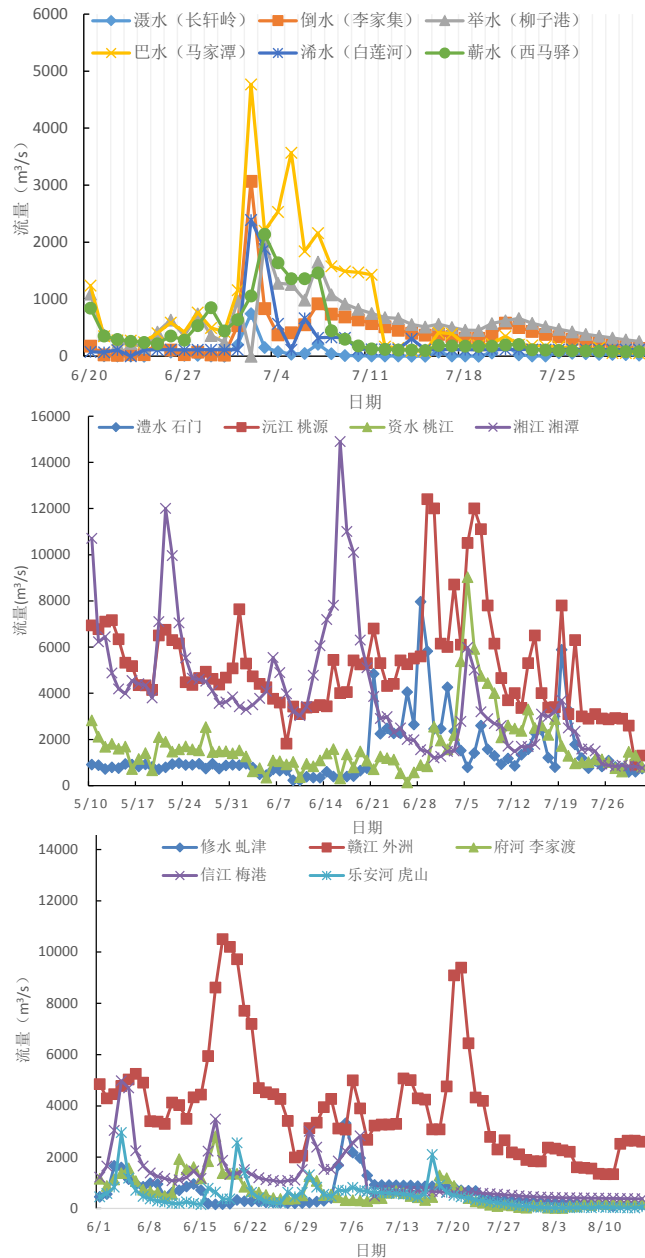


Figure 1. Discharge process of Dongting Lake, Poyang Lake and the tributary in southeast of Hubei province

图 1. 两湖及鄂东北各支流流量过程

4. 下游顶托重、洪水宣泄不畅

受连续强降雨影响,长江中游鄂东北诸河的涖水长轩岭、倒水李家集、举水柳子港站发生超历史记录洪水,7月2日8时,鄂东北诸支流合成流量 25,000 m³/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。汉口站出现洪峰水位时,螺山与汉口站水位落差 4.94 m (比降 0.0236‰),较 96 年(落差 5.51 m,比降 0.0264‰)偏小 0.57 m,水面比降明显偏小,流速趋缓、水位雍高。

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。上述支流来水量级较大、历时长、洪水发生时间集中,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。九江站出现洪峰水位时,汉口与九江站水位落差 6.47 m (比降 0.0241‰),较 96 年(落差 6.81 m,比降 0.0254‰)偏小 0.34 m;大通站出现洪峰水位时,汉口与大通站水位落差 12.58 m (比降 0.0246‰),较 96 年(落差 13.11 m,比降 0.0256‰)偏小 0.53 m,水面比降均明显偏小,河道宣泄不畅,水位被迫抬升。此外,据长江口徐六泾站实测资料分析,7 月初为涨潮期,潮流对长江下游干流水位的顶托作用增强。

5. 河道冲淤变化影响

长江中下游干流的冲淤变化影响到河道的过流能力,河道淤积对于抬高洪水位有一定的影响。选取长江干流的螺山、汉口以及大通站 1996 年和 2016 年断面资料,分析河道形态的变化。各个站点断面形态变化如图 2,由图可以看出,螺山站 2016 年断面形态较 1996 年发生了较为明显的变化,表现为左岸冲刷较为严重,而河道中间偏右岸有一定的淤积,而汉口站和大通站断面形态变化较为相似,均出现了左岸淤积,而右岸冲刷的变化趋势。为了进一步分析断面形态变化对于河道过流能力的影响,统计各个水位下的过流面积,如表 1。由表 1 可以看出,各个站点在同一水位条件下,2016 年的过流面积均比 1996 年的减少,其中螺山站在水位为 30~33 m 时,断面过流面积相应减少 3.9%~4.4%;汉口站在水位为 26~29 m 时,断面过流面积减少了 2.2%~3.5%;大通站在水位为 13~16 m 时,过流面积减少了 1.8%~2.2%。过流面积的减少一定程度上影响了洪水的下泄,使得同等流量条件下水位抬高。

Table 1. Comparison of the cross section area between 1996 and 2016 for each station

表 1. 各控制站点 1996 年与 2016 年断面过流面积对比

站点	水位(m)	过水面积(m ²)		2016 较 1996 年变化量
		1996 年	2016 年	
螺山站	30	26,970	25,798	-4.30%
	31	28,749	27,524	-4.30%
	32	30,551	29,304	-4.10%
	33	32,357	31,088	-3.90%
	26	32,378	31,661	-2.20%
汉口站	27	34,533	33,532	-2.90%
	28	36,715	35,488	-3.30%
	29	38,902	37,525	-3.50%
大通站	13	35,949	36,746	-2.20%
	14	37,844	38,621	-2.10%
	15	39,772	40,537	-1.90%
	16	41,732	42,490	-1.80%

6. 水位流量关系的变化

长江中下游各控制站水位流量关系受洪水波附加比降影响较大，同一水位涨水流量大、落水流量小，形成绳套形的水位流量关系，其中心轴线也随年内和年际间不同洪水而变化，且变幅较大。绘制了螺山、汉口和大通站 2016 年与 1954、1996、1998 年等水位流量连时序线如图 3。

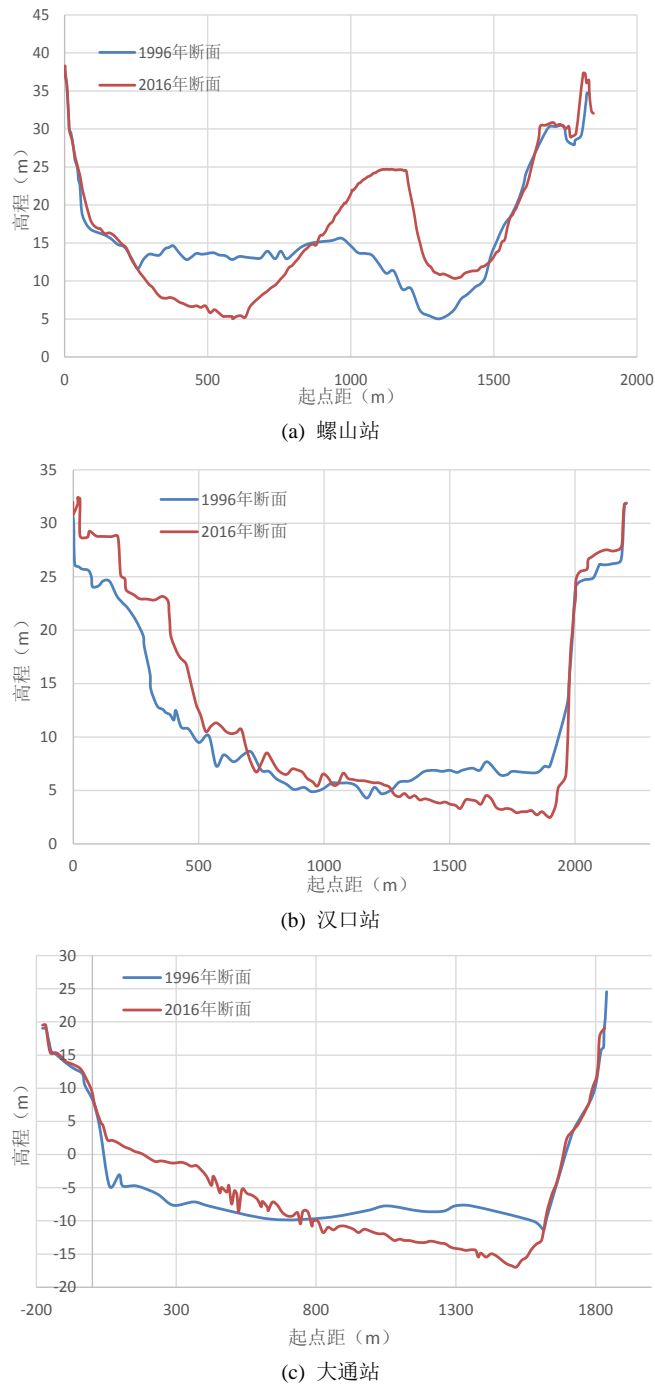
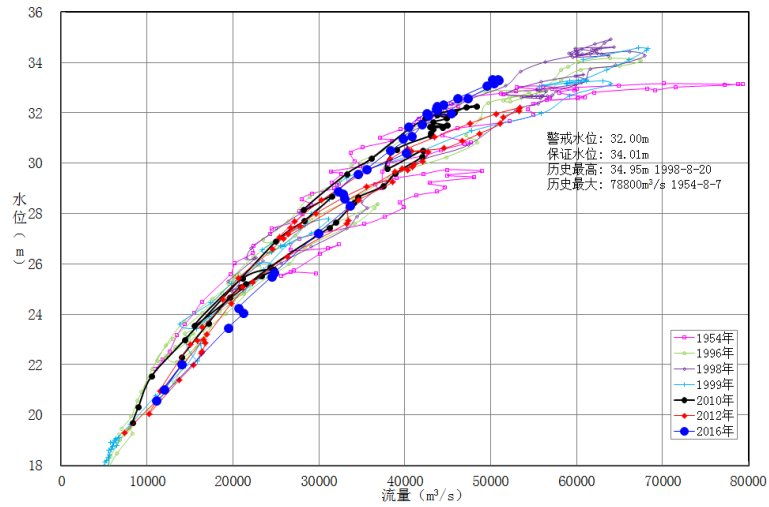
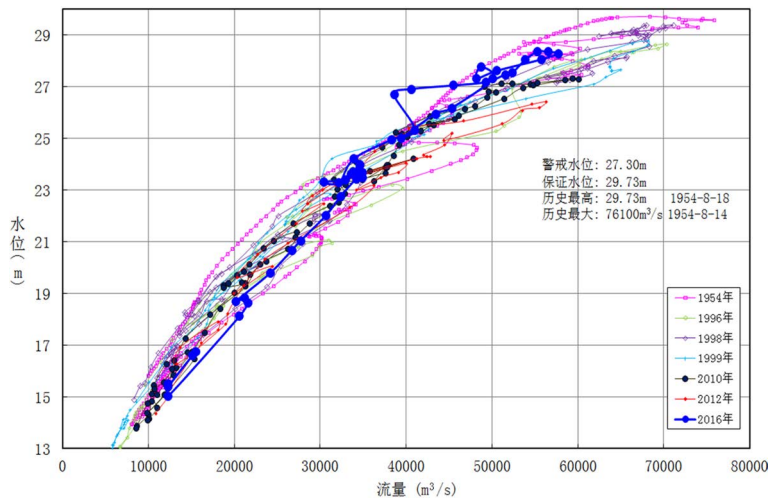


Figure 2. Comparison of section configuration between 1996 and 2016 in the hydrological stations

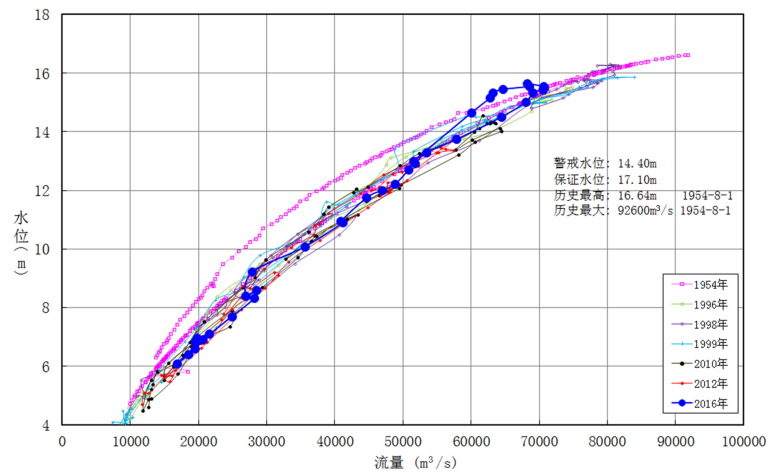
图 2. 长江干流水文站 1996 年和 2016 年断面形态变化对比图



(a) 螺山站



(b) 汉口站



(c) 大通站

Figure 3. Comparison of the stage-discharge relation curve among 2016, 1954, 1996 and 1998

图 3. 水文站 2016 年与 1954、1996、1998 年等水位流量连时序线比较图

Table 2. Change of area and volume of Dongting Lake [3] [4] [5]
表 2. 洞庭湖历年面积、容积变化表[3] [4] [5]

年份	城陵矶水位(m)	面积(km ²)	容积(亿 m ³)
1949	33.5	4350	293
1954	33.5	3915	268
1971	33.5	2820	188
1977	33.5	2740	178
1995	33.5	2623	167
2002	33.5	2625	165
2010	33.5	3968	251

由图可以看出, 螺山站 2016 年同水位的流量变幅达 5000 m³/s 左右, 同流量的水位变幅达 1 m 左右; 水位 28 m 以下水位流量关系右偏; 水位 30 m 以上水位流量关系, 2016 年、2010 年、1996 年较 1998、1999 年左偏, 以 2016 年左偏最为明显, 在流量级 40,000~50,000 m³/s 时, 螺山站水位 2016 年 7 月比 1996 年同流量级下平均水位高 1.0 m 左右。汉口站水位流量点据分布带宽较宽, 水位流量关系呈绳套关系, 同水位下流量最大变幅达 10,000 m³/s 左右, 同流量下水位最大变幅达 2.7 m 左右。汉口站水位 23 m 以下, 2016 年水位流量关系靠右侧; 水位 23m 以上水位流量关系左偏明显。同流量条件下, 2016 年水位较与 1996 年相比偏高 0.2~0.9 m。大通站各年水位流量关系点据比较集中, 绳套带宽不大, 1954 年水位流量关系基本上在最左侧。2016 年水位流量关系在水位 14 m 以下时接近各年中轴线, 14 m 以上左偏明显, 65,000 m³/s 左右流量下水位偏高约 1.0 m [1] [2]。综上, 2016 年三个典型站点在高水部分水位流量关系较常年偏左, 因此导致了在同一流量条件下水位偏高。

7. 江湖关系变化

长江中下游洪水一般是由上游来水导致, 多年平均情况下, 宜昌以上 60 d 来水占汉口来水量的 70% 以上, 1998 年达到 72.1%, 因此, 洞庭湖、鄱阳湖以及通江湖泊对于洪水的调蓄能力是影响洪水水位的重要因素。以洞庭湖为例, 本次统计了洞庭湖历年的面积、容积的变化见表 2。由表可以看出, 洞庭湖的面积和容积呈现了先减少后增加的趋势, 湖区“平垸行洪, 退田还湖工程”实施后, 湖区的面积和容积均有一定的增加, 也使得洞庭湖对于长江湖区调蓄能力增加。因此, 与 1996 年洪水相比, 由于两湖对于长江洪水的调蓄能力增加, 本次干流各站的洪峰和洪量均比 1996 年偏小。

8. 其他因素的影响

随着社会经济的发展, 沿江排涝能力(特别是城市)增强, 通过加大抽排流量, 雨洪渍水快速排入长江, 导致干流水位壅高、行洪不畅。以武汉市为例, 6 月 30 日 8 时至 7 月 7 日 8 时, 武汉市累计面雨量 537 mm, 其中 7 月 5 日 20 时至 6 日 20 时累计面雨量 191.21 mm, 导致中心城区发生较为严重的内涝, 以 6 日上午最为严重。根据《武汉市中心城区排水防涝专项规划(2012~2030)》中相关成果, 中心城区集水面积 2095 km², 规划抽排能力由 2012 年的 903 m³/s 提升至 2030 年的 2258 m³/s。依据降雨量和集水面积估算, 5 日 20 时至 6 日 20 时强降雨落在武汉市中心城区的水量约 4 亿 m³, 大部分以直排方式进入长江, 日均排水流量在 2000 m³/s 左右。此外, 部分中小河流的河道治理工程, 导致河道渠化, 削弱了洪水波在河道传播中的坦化作用, 加快了洪水传播速度, 支流洪水在短时间内集中汇入长江, 也是高水持续原因之一。

9. 结论

2016 年 7 月长江流域发生中下游型区域性大洪水, 中下游干流莲花塘站、汉口站、大通站洪峰水位分别排

历史第五位、第五位、第六位。长江中下游干流水位高、高水持续时间长的成因主要有：① 流域前期来水丰，河湖底水高；② 中游洪水与下游洪水，支流洪水与干流洪水恶劣遭遇；③ 下游顶托重、洪水宣泄不畅；④ 河道断面过流能力略微减弱，导致同一流量下水位抬高；⑤ 洪水发生期间，各站水位流量关系呈现出明显的左偏现象；⑥ 洞庭湖、鄱阳湖的调蓄能力的提高一定程度上削减了干流的洪峰和洪量；⑦ 其他影响因素，如沿江排涝能力增强、洲滩民垸分蓄滞洪量少等影响因素。

基金项目

水利部公益性行业科研专项经费项目(201501002)。

参考文献 (References)

- [1] 李辉, 李长安, 张利华, 等. 基于 MODIS 影像的鄱阳湖湖面积与水位关系研究[J]. 第四纪研究, 2008, 28(2): 332-337.
LI Hui, LI Changan, ZHANG Lihua, TIAN Liqiao. Relationship between water level and water area in Poyang lake based on modis image. Quaternary Sciences, 2008, 28(2): 332-337. (in Chinese)
- [2] 施修端, 熊立堂. 长江中游城陵矶等 4 站 1996 年与 1954 年洪水比较分析[J]. 水利水电快报, 1998, 19(23): 1-3.
SHI Xiuduan, XIONG Litang. Comparison of flood in 1996 and 1954 for the four stations including Chenglingji in the middle of Yangtze River. Express Water Resources and Hydropower Information, 1998, 19(23): 1-3. (in Chinese)
- [3] 薛光达, 陈欣. 湖南省 1998 年洪水与 1954, 1996 年洪水的对比分析[J]. 湖南水利, 1999(2): 40-42.
XU Guangda, CHEN Xin. Comparison of flood among 1998, 1996 and 1954 in Hunan province. Hydraulics of Hunan, 1999(2): 40-42. (in Chinese)
- [4] 葛守西, 王俊, 熊明. 1998 年长江中游干流高水位成因分析[J]. 人民长江, 1999, 30(2): 29-31.
GE Shouxi, WANG Jun, XIONG Ming. Analysis the reason of the high water level in the middle of Yangtze River in 1998. Yangtze River, 1999, 30(2): 29-31. (in Chinese)
- [5] 方春明, 钟正琴. 洞庭湖容积减小对洞庭湖和长江洪水位的影响[J]. 水利学报, 2001(11): 70-74.
FANG Chunming, ZHONG Zhengqing. The influence of capacity decrease on flood stages in Dongting Lake and in Yangtze River. Journal of Hydraulic Engineering, 2001(11): 70-74. (in Chinese)