

文章编号 1001-8166(2004)04-0500-06

长江中游武汉—九江河段河道卡口 及其阻洪可能效应探讨^{*}

施雅风¹, 张强¹, 姜彤¹, 王俊²

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008;

2. 水利部长江水利委员会水文局, 湖北 武汉 430000)

摘要 探讨了长江中游武汉九江河段河道卡口的地质地貌方面特征, 并通过对历史水文数据的分析研究了中游河道卡口对洪水的阻碍作用。并以田家镇卡口为典型案例, 利用研究河段的水文资料, 分析了中游河道卡口对洪水排泄的阻碍作用, 如若实施田家镇扩卡, 将对中游的防洪是有利的, 而且会大大减轻中游特别是武汉的防洪压力, 但有可能对下游河势的稳定、河床演变等造成影响, 并可能造成其它环境影响, 尚需进一步研究。当前全球变暖、水循环加剧、长江中游降水增多, 长江中下游将面临更大防洪压力, 通过长江中下游扩卡增泄, 以适应当前全球变暖的影响。

关键词 长江中游, 河道束窄段, 阻洪效应, 田家镇卡口, 防洪措施

中图分类号 P33 文献标识码 A

长江流域洪涝灾害对其流域社会经济的可持续发展造成了极大的危害, 被称为中国的心腹之患。但在整个长江流域中, 长江中下游是重灾区。《中国大洪水》^[1]记载了1840—1992年共153年全国各大河流洪水情况, 长江流域有59年发生洪水灾害, 其中长江中下游地区43年发生洪灾, 即长江洪水73%的年份殃及中下游。1954年全流域特大洪水, 长江干堤和汉江下游堤防溃口5处, 扒口13处。1998年长江发生全流域大洪水, 多数河段水位高出历史最高水位, 干堤较大险情近1700处, 其中淹没耕地23.3万hm², 受灾人口200余万人, 灾害仍然主要在中下游。

当前全球变化及其引起的诸多环境问题已引起人们的广泛关注。全球变暖导致水循环加快, 降水与蒸发增加。政府间气候变化专门委员会(IPCC 2001)第三次报告(TAR)^[2]指出: 全球变暖导致降水变化中若干区域总降水量增加, 而大降水或极端

降水事件的增加更为显著。Arnell^[3]对世界各大河流径流变化均进行过计算, 在各种模式计算的情景下, 长江流域降水增加10%~25%, 潜在蒸发增加8%~15%, 径流量增加1%~37%。而直接应用Hadcm3模式, 计算出径流增加最大值为37%。高学杰等^[4]区域气候模拟结果表明, 在CO₂倍增时(2050年左右)长江流域降水量可能增加10%~20%。因而未来长江中游将面临更为严峻的防洪形势。本文探讨长江中游河道束窄段的地质地貌特征, 并以黄石—武穴河段的田家镇卡口为典型案例, 探讨和分析了河道卡口对上游来水的阻洪效应, 以及卡口对中游泄洪的影响。

1 河道扩卡问题的提出

在未来全球持续变暖的情景下, 长江中下游地区降水将增加。大降水或极端降水事件的增加将使长江中游洪水发生机率大大增加。长江洪水有峰

* 收稿日期: 2004-01-29; 修回日期: 2004-03-25.

* 基金项目: 中国科学院南京地理与湖泊研究所知识创新工程所专项基金项目“2050年前长江灾害性洪水趋势与致灾环境演化预测研究”(编号: SS220007), 中国科学院知识创新工程重要方向项目“长江中下游洪水孕灾环境变化、致灾机理与减灾对策”(编号: KZCX3-SW-331)资助.

作者简介: 施雅风(1919-)男, 江苏海门县人, 研究员, 中国科学院院士, 主要从事地理学、冰川学研究.

高、量大、历时长的特点,而洪量大,河湖蓄、泄洪能力不足是造成长江中下游洪灾的主要原因^[5]。但是,长江中下游各河段的河道安全泄洪量远远不能承泄长江上游干流和中下游支流的洪水来量,洪水威胁十分严重。据历史记载,自1153年以来,宜昌流量有8次超过 $80\,000\text{ m}^3/\text{s}$,有5次超过 $90\,000\text{ m}^3/\text{s}$,其中最大的一次为1870年洪水,其流量达到了 $105\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。而目前长江中游洪灾的安全泄洪量在城陵矶—汉口段为 $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$;汉口—湖口 $70\,000\text{ m}^3/\text{s}$;湖口以下约 $80\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ^[14]。巨大的洪水来量与河道安全泄洪能力不足的矛盾异常突出。

不合理的人类活动造成“人水争地”的局面更加剧了洪灾的严重程度。有研究表明^[6],自南宋始,大批北方移民南移,开发长江流域。至明清时代,人口大增,人们迫于生计,遂进行围湖造田、筑堤围垦,与水争地。由于堤垸太多,严重影响江湖蓄泄关系,湘鄂两省水灾不断,而且当时人们已经认识到“人与水争地为利,水必与人争地为殃”、“少一阻水之区,即多一容水之地”的道理。围湖造田以及湖泊自然的淤积、变浅,加上湖泊洲滩的不断开发利用,湖泊自然水面缩小。同时,长江中下游平原区除了洞庭湖和鄱阳湖外,较大湖泊大都建闸控制,从而改变了江湖关系,湖沼调蓄洪水的功能降低,导致中下游行洪、泄蓄洪仅靠防洪大堤所围固的狭小空间来实现,致使相同流量下,洪水水位不断抬高,造成加高加修堤防与抬高洪水位的恶性循环。同时,随着经济的发展与人口的增加,分蓄洪区单位面积的资产载荷量剧增,如洪水淹没将遭受更大的经济损失,因而在利用分蓄洪区方面也遇到极大的阻力,致使洪水蓄泄空间越来越少。

目前长江防洪仍以“蓄泄兼筹,以泄为主”的方针措施,即以堤防为主,利用防洪大堤将大部分洪水直送大海,超过堤防宣泄能力的洪水,则利用分蓄洪区分滞调蓄;三峡工程建成后,主要利用其防洪库容削峰拦洪,遇到特大洪水再动用分蓄洪区,同时利用上游大批支流水库拦蓄洪水。随着三峡工程的蓄水,关于长江洪水防御的蓄、分和泄的关系发生了根本性变化,长江洪水蓄水和分洪工程措施已经进行了相应的规划和建设,但洪水下泄问题,除了加高和加固堤坊外,始终没有相应的对策。

2002年下半年,我们对长江中下游地区防洪形势做了翔实的科学考察,并沿长江中游走访了长江水利委员会等部门,听取了他们的意见,并查阅了大量长江河道治理的相关文献,引入了国际上流域管

理新概念——还河流以空间(give room to the river)适时地提出了田家镇扩卡这一防洪策略。在此学术思想的指导下,于2003年8月份对黄石—九江河段进行了流速、流量、河道断面等水文参数的实地水文测量,结合历史河道观测和水文资料,探讨长江中游河道束窄段,特别是田家镇卡口对中游的阻洪效应,分析卡口对中游洪水下泄的影响,并提出下一步研究的方向。

2 长江中游武汉—九江河段河道束窄段地质地貌特征

武汉—九江河段从地质构造上来讲,主要受北西南东走向的襄樊—广济断裂带的影响^[7],长江自武汉始,流向由北东折向东南,由图1可以看出,在田家镇卡口附近有多处北西—东南走向的构造断裂,以及背向斜,又有第四纪断陷盆地的存在,这一构造断裂对该区水系、湖泊有着明显的影响或者控制作用。这个断裂带的存在加上狭口造成的水流加速,以及弯道形成的重向涡流(丁坝效应^[8]),导致田家镇这一河床深槽形成。同时,从研究河段地貌特征来看(图2),由于受北侧淮阳地盾强烈构造隆起的影响,河流从总体趋势上向南演化,在地貌上主要表现为北岸多为河漫滩与冲积平原,而南侧多为低山与丘陵区。由于山地较多,裸露的基岩对河床的演变起到了限制作用,从而形成了多处河道狭口段。

长江中游武汉—九江河段较典型的河道卡口有

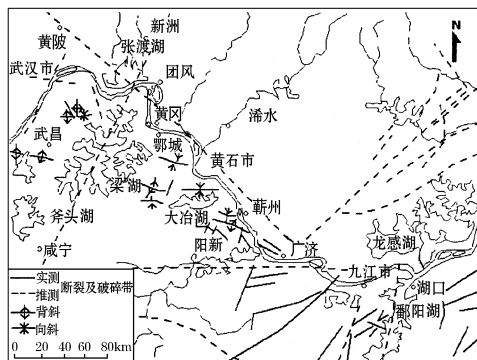


图1 武汉—九江河段构造地质状况图^[11]

Fig.1 Geological characteristics of the part of the Yangtze river between Wuhan and Jiujiang

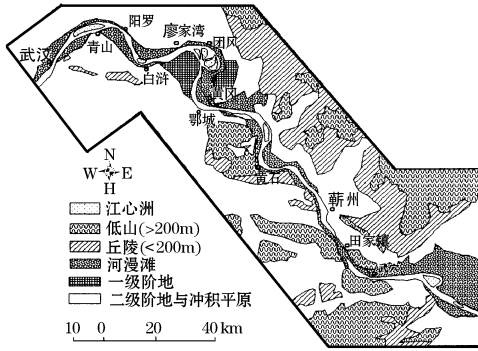


图 2 武汉—九江河段地貌形态图^[11]

Fig. 2 Geomorphologic characteristics of the part of the Yangtze river between Wuhan and Jiujiang

5 个(图 3)其主要特征(河道宽度、河床高程以及地形地貌特征)如表 1 所示。从表 1 可知,研究河段河道卡口最窄处为田家镇附近的卡口,仅为 650 m。卡口南侧多为山矶,起到挑流作用,矶头向河中心伸出,产生丁坝效应,上游来水遇到山矶后,折向河底,对河底进行冲刷,因而在卡口附近靠近下游的区域,往往产生河底深槽(表 1)。河道卡口北侧多为冲积河岸、河漫滩以及一级阶地与二级阶地以及冲积平原(图 2)。由于河道卡口过水断面狭小,阻碍了洪水向下游排泄。

3 河道卡口阻洪效应分析

由于田家镇卡河道宽度最小,因而本文主要以田家镇卡口为典型案例来研究河道卡口的阻洪效应。根据 1998 年洪水水位过程线(图 4)、1954 年、1956 年以及 1957 年水位过程线与日水位资料分析

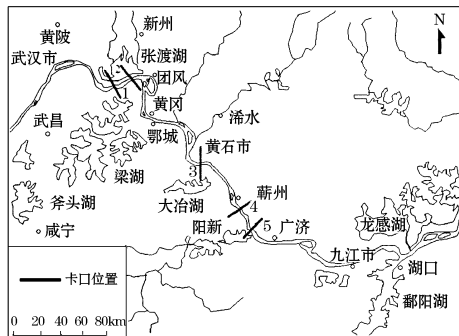


图 3 武汉—九江段河道狭口段分布示意图

Fig. 3 Sketch map showing the distribution of the river block between Wuhan and Jiujiang

表 1 武汉至九江河段部分河道束窄段特征表

Table 1 Characteristics of the river blocks between Wuhan and Jiujiang

序号	地理位置	河道宽度 (m)	河床高程 (m)	卡口特征
1	武汉市鄂城县白济镇	980	40.3	卡口南有山体为矶(单矶)
2	董家大湾	1330	10.9	卡口南有泥矶为矶头(单矶)
3	黄石附近的道士伏	690	57.8	南有鸡头山为矶头(单矶)
4	马口附近	810	90.4	西有仙嘴嘴,东有撮箕山(双矶)
5	田家镇附近	650	57.1	南有半壁山,北有冯家山(双矶)

资料来源:长江流域规划办公室水文局。1987 年河道地形图,地面高程为黄海高程系(黄海高程与吴淞高程相差 1.717 m)

了田家镇卡口的阻洪效应。在 1998 年,汉口流量为 $72\ 300\ \text{m}^3/\text{s}$,洪水从汉口输送至武穴需 48 小时,在 1954 年汉口最大流量 $76\ 100\ \text{m}^3/\text{s}$,洪水由武汉传送到武穴所用的时间为 72 小时,而流量小于 $60\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 情况下仅用 24 小时。对图 4 中 3 条水位过程线的分析可以看出,汉口与黄石站的水位过程线形状类似,而武穴站水位过程线与上述 2 条曲线相比差别较大,主要表现为武穴站的洪峰水位线相对于汉口

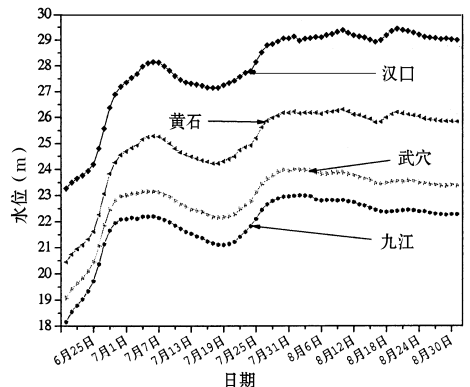


图 4 1998 年汉口、黄石、武穴与九江四站水位过程线(7 月 1 日至 8 月 31 日)对比图(吴淞口高程)

Fig. 4 Water level of Hankou, Huangshi and Wuxue in 1998 (1st July to 31st August)

与黄石的洪峰水面线而言要平缓的多,表明洪峰在武穴通过的时间相对黄石与汉口来讲要延长,而 3 条水位过程线低水位时的线型又相似,表现出田家镇卡口对洪峰的阻碍作用。

值得庆幸的是我们在 1958 年的《长江流域水文资料》中查找到了田家镇的日水位数据。根据这些数据我们绘出汉口、黄石、田家镇与武穴站 1956 年的水位过程线(图 5)。图 5 则非常直观地表现出田家镇卡口对洪水的阻碍作用。

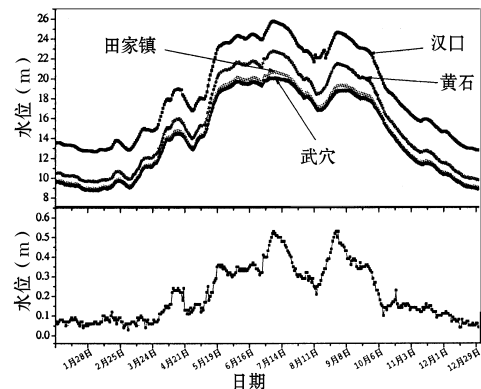


图 5 1956 年汉口、黄石、田家镇、武穴站水位过程线(上图)以及田家镇与武穴水位差值(下图)对比图(吴淞口高程)

Fig.5 Water level of Hankou, Huangshi, Tianjiazhen and Wuxue in 1956

通过 1956 年日水位资料分析以及对图 5 的 4 条水位过程线,可以看出,低水位时,洪水波从汉口传到武穴大约用 24 小时,而在最高水位时(对应于汉口站 $50\ 700\ \text{m}^3/\text{s}$, $53\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$, 两者均小于 $60\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$) 汉口站出现最高水位是在 7 月 7 日,而在武穴最高水位出现在 7 月 8 日,即洪峰从汉口传到武穴用了 24 小时,与前面根据日水位资料得出的流量小于 $60\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 情况下洪水由武汉传送到武穴所用的时间为 24 小时的结论相一致。这一点也可从图 5 看出,武穴站洪峰发生时间与汉口站洪峰发生时间相比,略滞后,而汉口站洪峰发生的时间与黄石以及田家镇相比相差不大。另外从图 5 还可以看出,在低水位时,田家镇处的水位与武穴站的水位相差不大,而且两者呈平行发展,而当水位达到一定高度时,大致大于 18 m (吴淞口高程)时,田家镇与武穴两处水位的这种平行关系发生显著变化,田家镇处水位要高于武穴站的水位,水位越高,这种差别就越大(图 5)。也就是说当武穴站水位高于 18 m (吴淞口高程)时,田家镇卡口就表现出较为明显的壅水作用。导致田家镇与武穴站在低水位时的水位关系在高水位时发生了显著变化(图 5)。

根据历史水文观测,我们计算了 1998 年与

1954 年武穴与田家镇间的洪水水面线(图 7),为比较根据 1954 年、1956 年、1957 年以及 1998 年实测水文数据资料,综合洪水水面线计算结果,我们绘出了武穴—汉口河段水位线(图 6),图 6 同样表现出田家镇卡口对中游洪水的阻碍作用,使田家镇与汉口间水位线呈隆起状。为更细致看到田家镇卡口的壅水作用,我们给出根据 2003 年 8 月份实测水文资料绘制的洪水水面线计算结果(图 7)。图 7 则更直观地显示出田家镇卡口的壅水效应,使水面线呈较明显的隆起。

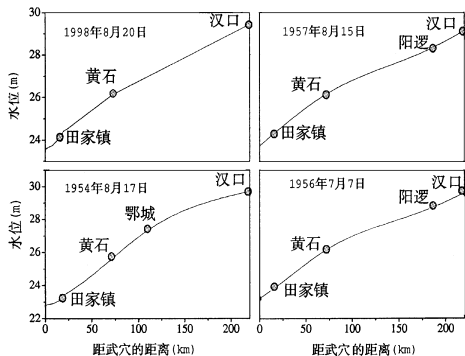


图 6 汉口站与武穴站间 1998、1954 年(丰水年)与 1957、1956 年(平水年)水面线图(吴淞口高程,汉口距离武穴 220 km)

Fig.6 Water level lines between Hankou and Wuxue in 1998, 1957, 1956, 1954

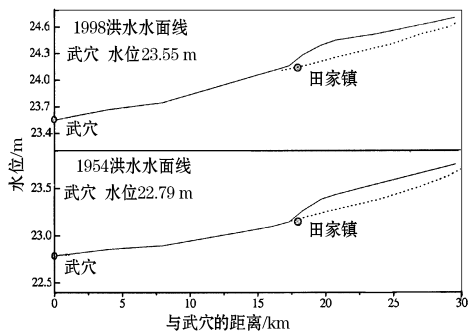


图 7 1954 与 1998 年洪水水面线计算结果(吴淞口高程)

Fig.7 Water surface profile of 1954 and 1998

通过上述分析,我们可以看出,田家镇卡口阻碍了洪水向下游输运,延长了洪峰向下游传送的时间,加剧了中游洪灾程度,加重了中游防洪压力。

4 结论

对长江武汉—九江河段河道束窄段的特征以及

主要卡口的分布做了初步的分析,并以中游重要的河道卡口——田家镇卡口为典型案例分析了卡口对中游洪水的阻碍作用,得出以下几点认识:

(1) 长江中游地区河道受构造作用的控制,淮阳地盾的掀斜运动使河床整体向南发育,导致河岸南侧主要为山体,以中山和丘陵居多,从统计的卡口特征来看,5 个卡口中 3 个卡口为单矶卡口,而且矶体是在河岸南侧,有 2 个卡口(马口附近的卡口与田家镇卡口)为双矶卡口,矶体形成的河道节点控制了河势,约束了河道横向往演变,形成河道束窄段,使过水断面狭小,阻碍了洪水向下游宣泄。

(2) 通过对 1998 年、1954 年、1956 年以及 1957 年后水位过程线以及日水位资料分析结果表明,在 1998 年,汉口流量为 $72\ 300\ \text{m}^3/\text{s}$,洪水从汉口输送到武穴需要 48 个小时,在 1954 年汉口最大流量 $76\ 100\ \text{m}^3/\text{s}$,洪水由武汉传送到武穴所用的时间为 72 小时,而流量小于 $60\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 情况下仅用 24 小时(1956 年汉口最高流量为 $50\ 700\ \text{m}^3/\text{s}$)。通过 1956 年汉口、黄石、田家镇、武穴 4 处 4 条水位过程线的分析表明,当水位大于 18 m 时,田家镇卡口就形成显著的壅水效应,武穴洪峰时水位过程线与田家镇、黄石、汉口洪峰时水位过程线相比较,其线型较宽平,表明河道卡口对洪水的阻碍作用,导致洪水向下游传播的时间延长。

(3) 本文以及前人的研究结果均表明,田家镇卡口的扩卡对中游的防洪是有利的,将大大减轻中游的防洪压力。但是,由于河道扩卡是一个基础性与应用性均较强的问题,涉及到社会、经济等各个方面,因而,本文研究只是一个探索性的初步结果,还需要做大量、深入的研究工作,下一步将对下述几个问题做进一步的分析研究:

田家镇扩卡后对卡口上游以及下游河势的影响。

田家镇扩卡对江西、安徽两省防洪抗灾的影响。

田家镇扩卡工程量(投入)与扩卡后对中游的防

洪效益(产出)的关系以及扩卡后的环境效应等。

致谢:华东师范大学地理系博士生李茂田、硕士生韦桃源,华东师范大学河口海岸研究所工程师顾靖华,中国科学院南京地理与湖泊研究所的博士生苏布达、硕士生秦年秀,安徽省水利科学研究院总工程师虞邦义等参加了长江研究河段的测流工作,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献(References):

- [1] Luo Chenzheng(骆承政), Le Jiaxiang(乐嘉祥). Floods in China[M]. Beijing: Chinese Bookstore, 1996 (in Chinese).
- [2] IPCC. Climate Change: The Scientific Basis[M]. Houghton JT, et al, eds. UK: Cambridge University Press, 2001.
- [3] Arnell N W. Climate change and global water resources[J]. Global Environmental Change, 1999, 9: 531-549.
- [4] Gao X J, Zhao Z C, Ding Y H, et al. Climate change due to green house effects in China as simulated by a regional climate model[J]. Advances in Atmospheric Science, 2001, 18(6): 224-230.
- [5] Shen Tai(沈泰), Yin Ruilan(殷瑞兰). Floods in the middle Yangtze river and its countermeasures[J]. Chinese Hydrology(中国水利), 2003, 2: 35-38 (in Chinese).
- [6] Liu Peilin(刘沛林). Human activities and its impacts on Yangtze flood hazards during historical periods[J]. Journal of Beijing University(北京大学学报·哲学社会科学版), 1998, 35(6): 144-151 (in Chinese).
- [7] Institute of Geography, CAS(中国科学院地理研究所), et al. Characteristics and Evolution of the River Channels in the Middle and Lower Yangtze River[M]. Beijing: Science Press, 1985 (in Chinese).
- [8] Fluvial Laboratory of the Institute of Hydrologic Resources and Hydro-Power of the Yangtze River(长江水利水电科学研究院河流研究室). Review for the foreign research of spur[J]. The Yangtze River(人民长江), 1979, 3(81): 51-61 (in Chinese).
- [9] Hong Qingyu(洪庆余). Flood Controlling of the Rivers in China for the Changjiang River[M]. Beijing: Hydraulic Power Press, 1998. 186-188 (in Chinese).

RIVER BLOCKS AND THEIR IM PACTS ON FLOOD DISCHARGE IN THE M IDDL E YANGTZE RIVER BETW EEN W UHAN AND JIUJIANG

SHI Ya-feng¹, ZHANG Qiang¹, JIANG Tong¹, W ANG Jun²

(1 Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China;

2. Changjiang Water Resources Commission, Ministry of Water Resources, Wuhan 430000, China)

Abstract: Geomorphologic and geological characteristics of the river throats in the middle Yangtze River between Wuhan and Jiujiang and blocking effects of the river throats are studied. In this paper, the Tianjiazhen river throat serves as the case in the research on the blocking effects of river throat to the flood runoff. Hydrological data obtained from the field investigation in 2003, together with the historical hydrological data are applied in the discharge effects of the river blocks. Research results indicate that, under the influence of the conformation activities of the Huaiyang shield, the river channel in the middle Yangtze River moved southward. The south bank of the study river channel is characterized by mountain and north bank is characterized by alluvium plain. Most river blocks are composed of the single projecting rock, which make the river channel static and the river section narrow, acting as the obstacle preventing the discharge of the flood from the middle Yangtze River. Water-time materials indicate that the time for transformation from Hankou to Wuxue is about 24 hours if the runoff is below $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$, the time will be 72 hours if the runoff reaches $76\,100\text{ m}^3/\text{s}$ in Hankou and 48 hours for the runoff of $72\,300\text{ m}^3/\text{s}$ in Hankou. Water level shape for the peak flood flow is flat and wide and relatively pointed and narrow when the water level is low, indicating that the peak flow will spend more time than the lower water level ($<18\text{ m}$ in Wuxue, Huanghai altitude level), demonstrating the blocking function of the river throats in the middle Yangtze River. Research results demonstrate the advantage of widening of the river channel in discharge of the flood from the middle Yangtze River, putting forward the flood mitigation measurements. The further research will be: the influence of the widening of the river blocks on the river channel; influences of the widening of the river throat on flood controlling activities of Jiangxi and Anhui Province; economic comparison between the flood controlling effects of the widening and the engineering expenditure.

Key words: The middle Yangtze River; River blocks; Flood prevention effects; Tianjiazhen river block; Flood mitigation measurements.