

汉江上游白河县河段现代洪痕调查与实测洪水校核

赵英杰, 查小春, 黄春长, 庞奖励

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要:通过对汉江上游的实地考察,分别在陕西省白河县上下游河段的夹河镇和羊尾镇房屋墙壁上发现了 1983 年以来的 4 次现代洪水痕迹的标记。结合实地走访和查阅相关资料,准确确定了这 4 次洪痕的对应年代,并利用比降法重建了洪峰流量。将所重建的洪峰流量与白水水文站实测洪峰流量进行对比发现,二者基本接近,在夹河镇和羊尾镇计算误差分别在 0.5%~5.3%和-0.2%~5.1%。结果表明,在当前全球气候变化的影响下,对于突发性特大洪水灾害,可以借助河流两岸遗留的洪水痕迹来恢复洪峰流量,以提高水文测量精确度。进而为防洪减灾或水资源开发等工作提供有效的数据支持,同时还可以为水文数据不足河段的洪峰流量推算工作提供科学依据。

关键词:汉江上游;现代洪痕;实测洪水;校核

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)05-0041-04

中图分类号: P512.31

Flood Discharges Reconstructed by Modern Flood Level Marks in Baihe County in the Upper Reaches of Hanjiang River

ZHAO Ying-jie, ZHA Xiao-chun, HUANG Chun-chang, PANG Jiang-li

(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: Through the field investigation in the upper reaches of Hanjiang River, 4 modern flood level marks after 1983 were found on housing walls in Jiahe and Yangwei Towns of Baihe County. The ages of the 4 flood level marks were determined accurately through local interview and consulting data. Then their peak discharges were quantitatively figured out by the hydrology principle of slope-area method. Compared with the data observed from Baihe hydrological gauge station, the errors were found to be 0.5%~5.3% for Jiahe Town and -0.2%~5.1% for Yangwei Town. The result showed that flood level mark in river channel can be used to check peak discharge for an abrupt flood disaster under the influence of global climate change. It can not only improve the accuracy of flood discharge estimation in the river section short of hydrological data, but also provide the scientific data for water resources development and flood hazards mitigation.

Keywords: upper reaches of the Hanjiang River; modern flood level mark; observed flood data; check

洪水的发生严重威胁着人类的生命财产安全和国家的经济建设,给人们的生产、生活乃至生命安全带来了巨大的损失^[1]。如今,随着全球气温不断上升,全球性气候变化的不稳定性更加明显,特大洪水发生的频率也随之不断地增加。例如,1983年7月底,汉江上游安康地区出现了400 a不遇的大洪水,此次洪水导致安康城墙溃决,老城区被淹,受灾人口达数万之多,损失惨重。1998年又出现有“三江”流域的特大洪水,使得全国共有29个省(区、市)遭受了

不同程度的洪涝灾害,据各省不完全统计,受灾面积 $3.34 \times 10^8 \text{ hm}^2$,成灾面积 $2.07 \times 10^8 \text{ hm}^2$,受灾人口 2.23×10^8 人,死亡4150人,倒塌房屋 6.85×10^6 间,直接经济损失达 2.55×10^{11} 元^[2]。由此可见,大洪水的发生,尤其是突发性特大洪水的发生,不仅对社会经济造成了严重的损失^[3-5],也为水文站的测量工作带来了严峻的考验,如水文测站的浮标、流速仪等洪水测验工具可能会被突发性特大洪水冲走等,从而影响到水文观测资料的准确性。由于洪水过后往

收稿日期:2011-09-25

修回日期:2011-11-23

资助项目:国家自然科学基金重点项目“汉江上游(南水北调水源区)万年尺度古洪水水文学研究”(41030637);中央高校基本科研业务费专项基金项目“渭河下游全新世洪水与风沙活动对季风气候变化响应研究”(GK200901007);国家社科基金项目“历史时期汉江上游极端性气候水文事件及其社会影响研究”(11AZS009)

作者简介:赵英杰(1987—),女(汉族),河北省衡水市人,硕士研究生,主要从事土地资源开发与环境演变方面的研究。E-mail:hanbo1996@126.com。

通信作者:查小春(1972—),男(汉族),陕西省汉中市人,博士,副教授,主要从事资源开发与环境演变的研究。E-mail:zhaxch@snnu.edu.cn。

往会在河岸的两侧遗留下泥沙、水印等痕迹,以及其他的一些人为的指水碑或者水位标尺等,借助这些洪痕信息可以了解洪水的水文学特征。本文通过实地考察,在汉江上游白河水文站上、下游河段的夹河镇和羊尾镇分别发现有现代洪水痕迹,并据此对该段流域内的实测洪水进行计算,其结果可对现代实测洪峰流量进行校正。

1 研究区域概况

汉江是长江最大的支流,发源于陕西省汉中市宁强县北部的潘家山,干流流经陕西、湖北两省,于武汉汇入长江,全长 1 577 km,流域面积 $1.59 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。流域属亚热带季风区,气候温和湿润,年平均温度 $12 \sim 16 \text{ }^\circ\text{C}$,年降水量 873 mm,多年平均径流量 $5.17 \times 10^9 \text{ m}^3$,水量较丰沛;但年内分配不均,5—10 月径流量约占全年 75%,年际变化较大,是长江各大支流中变化最大的河流。该流域森林率高达 62%,年平均含沙量 2.5 kg/m^3 ,年平均输沙总量 $1.3 \times 10^8 \text{ t}$ 。干流丹江口以上上游,长约 925 km,流域面积 $9.52 \times 10^4 \text{ km}^2$,年平均温度 $14 \sim 16 \text{ }^\circ\text{C}$,年降水量 903.9 mm,年平均径流总量 $2.92 \times 10^{10} \text{ m}^3$,两岸高山耸立,峡谷多,水流急,水量大,水能资源丰富^[6-7]。

白河水文站位于陕西省白河县城关镇境内,东经 $110^\circ 07'$,北纬 $32^\circ 49'$,建于 1934 年。水文站以上汉江干流河长 735 km,控制流域面积 $59 115 \text{ km}^2$,占全流域面积的 37.2%;年降水量达 1 800 mm,多年平均径流量为 $2.66 \times 10^{10} \text{ m}^3$,占汉江流域的 45%;年平均含沙量为 1.92 kg/m^3 ,年平均输沙量为 $5.12 \times 10^7 \text{ t}$ ^[8]。

2 研究材料

自 1983 年以来,汉江上游发生了 4 次较大的洪水,分别是 1983 年洪水,2003 年洪水,2005 年洪水和 2010 年洪水。1983 年 7 月 31 日汉江上游发生的 20 世纪最大的洪水,白河水文站实测洪峰流量为 $31 000 \text{ m}^3/\text{s}$,这也是自 1583 年以后汉江流域发生的最大洪水,使汉江上游的安康市遭受到了“灭城之灾”。2003 年 9 月 7 日洪水,白河水文站实测洪峰流量为 $20 800 \text{ m}^3/\text{s}$,其下游丹江口水库(湖北丹江口)在 9 月 8 日 1 时出现了 $28 500 \text{ m}^3/\text{s}$ 的最大入库流量,使湖北十堰段水位猛涨,达 20 a 来最高,沿江部分乡镇被淹。2005 年 9 月 30 日至 10 月 3 日,汉江上游地区因受稳定降雨的影响,其干支流均发生了较大洪水,白河水文站于 10 月 3 日 9 时测得洪峰流量为 $27 000 \text{ m}^3/\text{s}$,仅次于 1983 年洪水,居历史记录第 2 位。2010 年 7 月 13—19 日,由于高强度,大范围持

续性暴雨,汉江干流及多条支流出现超警戒、超保证流量洪水过程,其中,汉江白河水文站于 19 日 8 时出现接近保证流量($22 500 \text{ m}^3/\text{s}$)的洪峰流量 $21 400 \text{ m}^3/\text{s}$ 。洪水过程中,安康至白河段洪水长时间持续在警戒流量以上,暴雨、山洪诱发了严重的次生灾害(泥石流、山体滑坡),给当地人民群众带来了严重的生命财产损失^[9]。

本文在对汉江上游白河县河段河流左岸的实地考察中,分别在距白河水文站上游约 10 km 的湖北省郧西县夹河镇夹河宾馆房屋墙壁上和下游约 8 km 的羊尾镇居民房屋墙壁上发现有水位标记的 4 次现代洪水痕迹。依据水位标记,这 4 次现代洪水由高到低依次为 1983 年洪水,2005 年洪水,2010 年洪水和 2003 年洪水。其中,在夹河镇详细的记录了后面 3 次洪水的发生时间,而在羊尾镇清晰地记录了这 4 次洪水的发生年代及洪水位,这为恢复现代洪峰流量和校核实测洪水提供了有力的证据。

3 洪痕流量的计算

3.1 洪水位的确定

由于洪水位的高低直接影响着洪水过水断面的面积,进而影响到洪峰流量的大小,所以,河流洪水位的调查、考证以及确定,在整个洪水调查与洪峰流量恢复工作中具有独特和重要的地位。洪痕是河流某次最大洪水过后遗留下的最高洪水位的痕迹,是推求洪水位的重要依据。因此,对洪痕的调查所获得的相应洪水的洪水位,不仅为历史洪水的调查考证提供了重要依据和解决方法,而且也现代洪水的校核提供了重要的证据。

通过野外实地考察发现,在夹河镇夹河宾馆东侧墙壁上,用水泥所作的水位标尺上清楚地标记了 2003 年,2005 年和 2010 年的汉江洪水位,并明确记录了 2003 年的最高洪水位为 195.2 m。以此为依据,结合野外精确测量,依次推算得出 2010 年和 2005 年汉江洪水位分别是 196.7 m 和 197.7 m。同时,通过详细调查和当地居民现场指认,确定出 1983 年汉江洪水的洪水位为 200.5 m。而在羊尾镇居民房屋东侧墙壁的水尺上清楚地标记了 2003 年,2010 年,2005 年和 1983 年的洪水水位,分别是 188,190,191.6 和 195 m。

3.2 行洪断面的选取

为了保证洪水洪峰流量计算的精确性,恰当地选择洪水的行洪断面是十分重要的^[10]。一般情况下,基岩峡谷河段是最为理想的河段。因为河槽比较规整,抗蚀能力强,断面的变化小,水流状态稳定,误差小,有利于洪峰流量的恢复^[11]。其次,调查洪水的河

段一般应选在较为顺直的河段,这样可以减少水流因受弯道影响而造成的两岸的水位偏差。最后,根据计算原则,必须选取垂直于河流流向的断面,并且尽量选取面积最小的、能够反映河流宽窄情况和河底比降的断面作为计算断面。

通过野外实地考察发现,夹河镇和羊尾镇现代洪水痕迹所在地均为基岩峡谷地段,断面形态变化小,因此,结合 1:1 万地形图,分别在夹河镇下游约 500 m,羊尾镇上游约 800 m 处顺直的河段选取河流断面(图 1—2),并计算出洪水行洪时洪峰的过流断面面积。

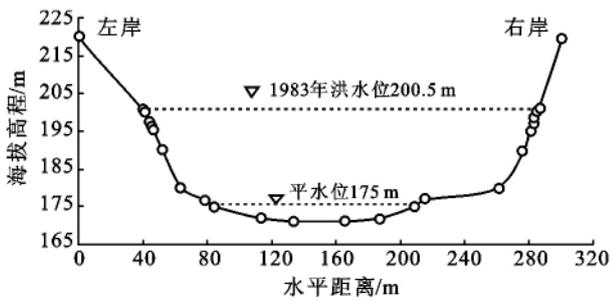


图 1 汉江上游郧西县夹河镇河槽断面形态

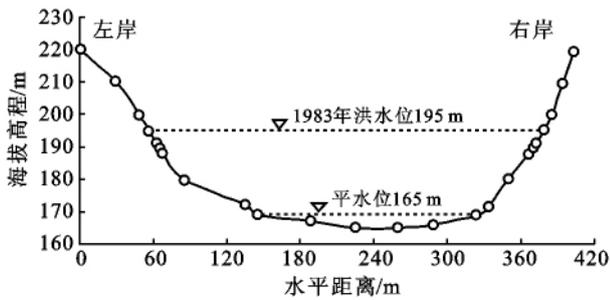


图 2 汉江上游郧西县羊尾镇河槽断面形态

3.3 洪峰流量计算

根据水文学、水力学中推求洪峰流量的研究成果以及各种计算模型在古水文学中的应用效果,目前国内外多采用控制断面法、水面曲线法、水位—流量关系法以及比降法等对洪水洪峰流量进行计算^[12-16]。其中最常用的是水位—流量关系法和比降法。水位—流量关系法首先要求和调查河段处或附近要有水文站,且具有大水年水位—流量关系资料^[17],而比降法是利用洪水断面面积与水面比降之间的关系对

洪峰流量进行推算的,其优点在于简单、灵活,适用性强,凡是能用水面曲线法或水位—流量关系法进行计算的,也可以用比降法进行计算^[18]。因此,本文采用比降法对洪峰流量进行恢复,其计算公式为:

$$Q = (AR^{2/3}S^{1/2})/n$$

式中: A ——过流断面面积(m^2); Q ——洪峰流量(m^3/s); n ——河道糙率系数; R ——水力半径(m); S ——水面比降; L ——湿周(m)。

水面比降 S 是指河道的水面两点间落差与其长度的比值^[19],在研究过程中采用了以河床比降来代替水面比降。根据野外考察并结合 1:1 万地形图进行校正,分别确定出较为符合实际情况的水面比降(表 1—2)。

河道糙率系数 n 的大小在很大程度上决定了洪峰流量恢复所得计算结果的可靠性,糙率系数上下浮动 0.005,就可能造成推算的流量值相差 25%,可见在选择糙率系数时必须谨慎^[20]。夹河镇断面所在河段两岸为悬崖且有灌丛,河槽形态为楔形;羊尾镇断面所在河段为基岩峡谷,河槽底部有卵石,两岸有树木、灌丛,断面为梯形,水流流速快。根据《水力学》中河道糙率表所描述的河道的特征和标准,分别对夹河镇断面和羊尾镇断面的糙率系数 n 做出了较为符合实际的取值。最后根据比降法的公式,即可计算出相应洪痕的洪峰流量。

根据白水水文站的记录和相关资料记载,1983, 2005, 2010, 2003 年的实测洪峰流量依次是 31 000, 27 000, 21 400 和 20 800 m^3/s 。将推算得出的 4 次洪峰流量与实测流量进行对比,得出夹河镇断面和羊尾镇断面的误差分别在 0.5%~5.3% 和 -0.2%~5.1%,其结果与实测流量基本接近。这说明在对洪水进行研究的的过程中,可以通过在野外考察发现的洪水遗留痕迹,采用一定的水文计算方法,对相应的洪峰流量进行恢复计算。这也表明在全球气候变化下,为了提高水文测量的精度,对于突发性特大洪水的实测洪峰流量可以利用洪痕进行校正,也可以利用洪痕推算一些缺乏历史洪水调查和水文观测数据的流域的水文资料,揭示河流洪水事件的发生规律,为水资源开发或防洪减灾提供较为准确的水文数据和科学依据。

表 1 汉江上游夹河镇断面现代洪痕水文计算结果

年份	洪峰水位/m	水深/m	水面比降	糙率系数	过水断面面积/ m^2	湿周/m	水力半径/m	洪峰流量/ $(m^3 \cdot s^{-1})$	流速/ $(m \cdot s^{-1})$	实测流量/ $(m^3 \cdot s^{-1})$	误差/%
1983	200.5	30.5	0.000 7	0.037 5	5 687.35	262.97	21.63	31 150	5.48	31 000	0.5
2005	197.7	27.7	0.000 7	0.035 0	5 009.40	253.91	19.73	27 650	5.52	27 000	2.4
2010	196.7	26.7	0.000 7	0.040 0	4 771.90	250.26	19.07	22 530	4.72	21 400	5.3
2003	195.2	25.2	0.000 7	0.037 5	4 419.40	246.65	17.92	21 350	4.83	20 800	2.6

表 2 汉江上游羊尾镇断面现代洪痕水文计算结果

年份	洪峰水位/m	水深/m	水面比降	糙率系数	过水断面面积/m ²	湿周/m	水力半径/m	洪峰流量/(m ³ ·s ⁻¹)	流速/(m·s ⁻¹)	实测流量/(m ³ ·s ⁻¹)	误差/%
1983	195.0	30.0	0.000 5	0.040 0	7 327.65	327.26	22.39	32 540	4.44	31 000	5.0
2005	191.6	26.6	0.000 5	0.037 5	6 249.85	321.21	19.46	26 960	4.31	27 000	-0.2
2010	190.1	25.1	0.000 5	0.040 0	5 785.60	315.36	18.35	22 500	3.89	21 400	5.1
2003	188.0	23.0	0.000 5	0.035 0	5 151.00	306.14	16.83	21 610	4.20	20 800	3.9

4 结论

汉江是长江最大的支流,流经亚热带季风区,降水丰沛,但季节分配不均,极易形成历时短、强度大的暴雨甚至特大暴雨,给汉江两岸人民带来了巨大的损失,因此,提高汉江流域防洪减灾能力尤为重要。在全球气候变化的背景下,降水在全球范围内的变率不断增加,引发的洪水灾害也随之频繁出现,给一些河流的水文观测工作带来了严峻的考验。然而洪水过后往往会在两岸或居民房屋上遗留下痕迹,借助洪水痕迹所记录的水文信息可以推算洪峰流量或对洪峰流量进行校正,为防洪减灾或水资源开发提供准确的水文数据支持和科学依据。本文采用比降法,对汉江上游白河段夹河镇和羊尾镇 1983、2005、2010 和 2003 年 4 次现代洪水痕迹进行了洪峰流量恢复计算,并与实测洪水记录进行了对比,流量基本接近,误差分别在 0.5%~5.3%和-0.2%~5.1%。这表明了洪痕很好地记录了洪水的水文学特征,即利用洪水痕迹推算或校核洪峰流量的方法是切实可行的,不仅为提高水文数据的精确度,而且也为防洪减灾、水资源开发等工作提供有效的科学依据,同时还可以为水文数据不足河段的洪峰流量推算工作提供科学依据。

[参 考 文 献]

- [1] 彭广,刘立威,刘敏,等. 洪涝[M]. 北京:气象出版社,2003:1-12.
- [2] 国务院新闻办公室. 1998 中国大洪水[M]. 北京:五洲传播出版社,1998:5-54.
- [3] 张玉环,李周. 大江大河水灾防治对策的研究[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004:36-37.
- [4] 向华龙,沈珠江. 渭河下游渭南入黄段的防汛抗洪:兼论应废弃黄河三门峡水利枢纽工程[J]. 科技导报,2004(2):3-5.
- [5] 张育生. 渭河流域洪水分析[J]. 甘肃水利水电技术,2005,41(4):345-346.
- [6] 李文浩. 汉江上游流域水文特性分析[J]. 水资源与水工程学报,2004,15(2):54-58.
- [7] 殷淑燕,王海燕,王德丽,等. 陕南汉江上游历史洪水灾害与气候变化[J]. 干旱区研究,2010(4):522-528.
- [8] 杨永德,邹宁,郭希望,等. 汉江上游水文特性的初步分析[J]. 水文,1997,(2):54-56.
- [9] 沈桂环,李军社. 汉江上游“2010·7”特大暴雨洪水分析[J]. 资源环境,2011,40(3):66-70.
- [10] 谢悦波,张素亭. 古洪水行洪断面面积的估算[J]. 河海大学学报,1999,27(5):8-11.
- [11] 史辅成,易元俊,慕平. 黄河历史洪水调查、考证和研究[M]. 郑州:黄河水利出版社,2002:42-123.
- [12] 万红莲. 渭河流域宝鸡段全新世特大洪水及气候背景研究[D]. 西安:陕西师范大学,2010:78-139.
- [13] 李瑜琴,黄春长,查小春,等. 泾河中游龙山文化晚期特大洪水水文学研究[J]. 地理学报,2009,64(5):541-552.
- [14] 朱向峰,黄春长,庞奖励,等. 渭河水天峡谷特大洪水水文学研究[J]. 地理科学进展,2010,29(7):840-846.
- [15] 李小刚,黄春长,庞奖励,等. 黄河壶口段全新世古洪水事件及其水文学研究[J]. 地理学报,2010,65(11):1371-1380.
- [16] 查小春,黄春长,庞奖励,等. 泾河中游现代洪水痕迹调查对实测洪水的校核[J]. 水土保持通报,2009,29(3):149-153.
- [17] 詹道江,谢悦波. 古洪水研究[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001:59-71.
- [18] 詹道江,叶守泽. 工程水文学[M]. 北京:中国水利水电出版社,2000:272-290.
- [19] 水运技术词典编辑委员会. 水运技术词典(试用本):港口与航道工程分册[M]. 北京:人民交通出版社,1987:288-290.
- [20] McManus J. Grain size determination and interpretation[M]//Tucker M(ed.). Techniques in sedimentology. Oxford: Blackwell, 1988: 63-85.