

古洪水行洪断面面积的估算*

谢悦波

张素亭

(河海大学水文水资源及环境学院 南京 210098)

(水利部海河水利委员会水情处 天津 300170)

毕东生

(山东黄河河务局水情处 济南 250013)

摘 要 根据中国四大江河(长江、黄河、海河、淮河)古洪水研究的成果,提出了在冲淤变化型河床上进行古洪水行洪断面面积估算的方法,即将估算的断面面积分为三个部分:现代均衡断面面积、古洪水均衡断面面积和次洪水冲刷断面面积.应用结果表明,次洪水冲刷断面面积往往占总过水断面面积的比重较大,不可忽略.

关键词 古洪水;行洪断面;新构造运动;冲淤变化

中图分类号 TV122.2

运用古洪水平流沉积物野外及室内分析特征的指标体系^[1]确定古洪水平流沉积,并由其尖灭点高程求得该沉积物相应的古洪水水位之后推求流量^[2],必须解决古洪水当时的行洪断面问题.国外这方面的研究仅局限于如我国长江三峡这样的基岩峡谷型的河段.本文根据中国四大江河(长江、黄河、海河、淮河)古洪水研究的成果,提出了冲淤变化型河床上古洪水断面面积估算的方法.

1 基岩峡谷型河床

基岩峡谷型河段是古洪水研究最为理想的河段,其断面面积变化量很小,在古洪水流量误差计算中所占比重很小.如长江三峡河段.笔者根据古洪水研究的结果,除确定了 1870 年洪水为 2500 年以来最大的一场洪水之外,还找到了另外四场介于原来历史调查洪水成果中首两项(1870 年和 1954 年)洪水量级之间的古洪水^{**}.它们的古洪水行洪断面未作任何修正,依据如下:

a. 根据《三峡工程坝区工程地质与岩石力学研究文集》及《长江三峡水利枢纽可行性研究专题报告》(第 3 分册)工程地质研究成果,黄陵地块外围的几条主要断裂,从对其规模、地质特征、新构造标志、变形速率、年代研究成果、历史及现今地震活动水平等综合分析来看,均属弱活动或基本不活动断裂,不具备强震条件,所以三峡工程坝区整体上是稳定的.

b. 三斗坪坝区断裂至中更新世以后,即无明显活动.实测资料分析说明,坝区断裂无活动年代为 26 万年.因此,可以认为:三斗坪附近的河槽特征在古洪水研究的数千年间也是稳定的.

c. 河槽断面的变化,由于以花岗岩为基底,故主要表现为覆于基底的砂卵石和粉细砂层的冲淤变化.现以三斗坪水尺下游断面(图 1)为例说明之.

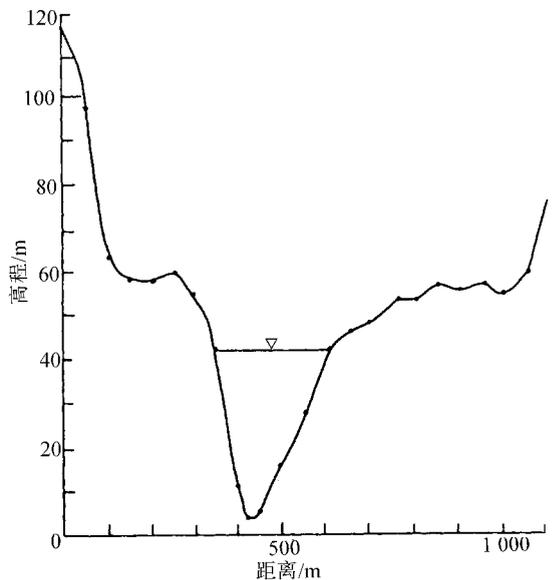


图 1 1979 年三斗坪河道断面示意图(高程: 吴淞基面)

Fig. 1 Sandouping cross section at Three Gorge on Yangze River in 1979

收稿日期: 1998-12-15

第一作者简介: 谢悦波,男,博士,水文学及水资源专业,从事水信息采集与处理研究工作.

* 国家自然科学基金项目(59179377),国土资源部地质开放研究实验室资助项目(K98003)的部分研究成果.

** 河海大学水资源水文系,长江水利委员会水文局,长江三峡工程古洪水研究报告,1993

葛洲坝建库前(1979年)断面最低点为吴淞基面 3.5 m,1870 年洪水水位为 83.32 m,相应过水面积为 37 500 m².若断面淤高 10 m,其淤积面积为 538 m²,只占 1870 年洪水相应过水面积的 1.4%(1870 年洪水为 2 500 年来最大一场洪水).即使淤至 23.3 m(这在古洪水满槽时几乎不可能发生),也只占 4.4%.由此可知,当历史洪水或古洪水河槽满蓄时,无论其过水断面比现在断面冲深还是淤浅 10 余 m,过水面积相差很小,冲淤变化对过水断面影响不大.

2 冲淤变化型河床

关于冲淤变化型河床的古洪水研究,虽国外研究者还未涉足于此^[2,3],但笔者通过对中国四大江河的古洪水研究,已有了一定的进展.笔者认为,古洪水当时行洪断面面积与现在实际断面面积之间的差值由两部分组成:一是年际断面冲淤变化量;二是一次洪水过程中的断面冲淤变化量.前者是根据研究河段的区域地质、河床演变、河流阶地、滩地等结构及¹⁴C测年资料,确定古代某一时期(具体说某场古洪水发生时期)河床相对稳定或正常的均衡断面后而得出的;后者是根据实测资料确定的.

2.1 古洪水均衡断面的确定

2.1.1 现代均衡断面的确定

根据所研究区域各主要断面近三四十年实测期以及近一二百年调查期内同步时间(如都是汛前)的分析结果,确定实测期内各年间相对稳定正常的断面,以此作为恢复古代河床断面和修正行洪断面的基础.

如位于大别山山地与皖西丘陵的过渡地带的西淠河响洪甸河段,断裂构造发育,岩性均一,周围基岩由古老的变质岩系所构成,主要为前寒武纪的石英岩及母片岩;河谷发育受到断裂构造的控制,特别是在两条断裂的交汇处,常常出现大的急弯河段,河谷两边出现不对称现象,一侧平缓,一侧是悬崖陡壁,断层岩和断层三角面发育,河床逐渐靠向陡壁一侧(这一现象在黄壁庄水库上游一支流冶河中亦出现过)*.

该区的新构造运动以缓慢的上升运动为主,具有明显的继承性和新生性,但运动的速度和幅度都较小.现代水系的发育与分布反映了新构造运动的格局,并没有脱离老的地质构造的控制.从部分残留阶地的分布与高程以及沿河两岸保留下来的基岩洞穴来看,它们和低一级地貌单元的高差不是太大,大多在 10 m 以内.河谷地貌的发育为上叠型.三组断面的钻孔资料表明,阶地和漫滩在河流下切过程中均未被切穿到基底.这说明响洪甸河段的新构造运动上升的幅度较小,河流下切微弱.此外,该河段两岸受山体的约束,河床横向摆动不大.因此,从响洪甸河段河谷地貌的发育、形态和结构来看,新构造运动的缓慢抬升主要发生在更新世晚期,进入全新世以后,本区新构造运动变化微弱.

另外,由于响洪甸河段位于大别山山地和山前丘陵岗地的边界,在大地构造单元中正好处于华北新生代沉降带和大别—淮阳山地上升带之间.由区域地质资料可知,自新生代开始,研究河段南面的山地相对上升,北面的丘陵岗地和淮河谷地相对沉降.研究河段恰好处于这种一侧上升、一侧下降的过渡地带,见图 2.因此,从宏观上看,响洪甸的河床是相对稳定的.

由 1950 年设站以来的汛前断面资料的分析可知,断面一直是稳定的.因此,现今河道断面即可作为现代均衡断面.

2.1.2 古洪水行洪时的均衡断面

依据现代均衡断面和河段地质钻孔所取样品的¹⁴C测年数据,即可在平缓变化的新构造运动地区按线性内插的方法估算出古洪水当时的均衡断面.

响洪甸河段布设了 3 组钻孔剖面.其中取样点 5 附近的断面 III 上人工勘探孔内取样进行的¹⁴C年代测定结果是,孔深 4.45 m 处的沉积物¹⁴C年代为 3 807 ± 109 aBP,孔深 2.85 m 处的沉积物¹⁴C年代为 1 997 ± 97 aBP.此孔直接按实测数据计算,孔深 2.85 ~ 4.45 m 之间的堆积速率是 0.88 m/m/a.由此推得所求的响—03—1 古

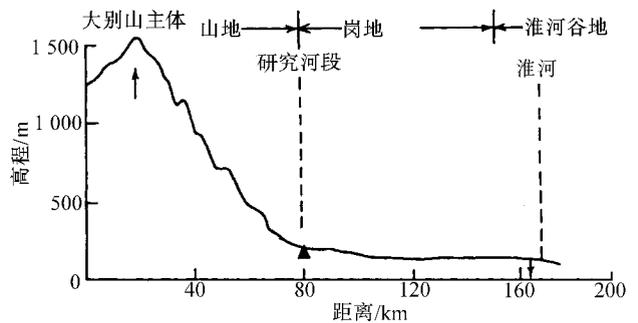


图 2 西淠河响洪甸河段位置图

Fig. 2 Position of Xianghongdian reach on Xipi River

* 河海大学水资源水文系,水利电力部治淮委员会规划设计院.西淠河响洪甸古洪水及频率分析研究报告,1987

洪水(^{14}C 年代为 2700 ± 143 aBP)的均衡断面位于孔深 3.47 m 处;另一场古洪水(^{14}C 年代为 1736 ± 73 aBP)用此法粗略估算,其变化面积为 160m^2 ,而该处现代大断面面积为 7640m^2 ,变化量约占 2.09%.

2.2 次洪水行洪时增加的冲刷面积确定

因为古洪水研究的是洪峰流量 Q_m ,而洪峰时期洪水挟沙能力较强,自然对河床有冲刷作用(长江三峡三斗坪花岗岩河床除外),因此在相对稳定的古洪水均衡断面的基础上必须考虑次洪水冲刷所增加的面积.

黄壁庄水文站测验河段地处河道出山口束窄地段,两岸为红土卵石,不易冲蚀,俗称“铜帮铁底滹沱河”.但就在这“铁底”的主槽河床上平均覆盖着约 5 m 左右的砂层,加之滹沱河含沙量较大,所以洪水时中、低水位以下断面冲淤变化仍较大.从实测资料看,历年洪水均有明显的绳套变化规律,涨水时开始冲刷,至洪峰顶稍停滞,落水初期出现最大冲刷断面,此后又逐渐回淤,至汛后又基本恢复到汛前断面,即形成一种不受洪水影响的、年际变化不大的现代均衡断面.这种断面汛前、汛后基本是相同的(前述的响洪甸河段即是如此).本河段 1957 年汛前经历了 1924 年洪水、1939 年洪水和 1956 年 8 月洪水,但将 1957 年汛前断面与 1921 年顺直水利委员会所测地形图量算的断面相比,“56·8”大洪水最高水位时两者断面积相差仅 80m^2 ,并且由于河岸两边不易冲蚀,故这种变化仅是河床底部受次洪水冲淤所造成的,见图 3*.

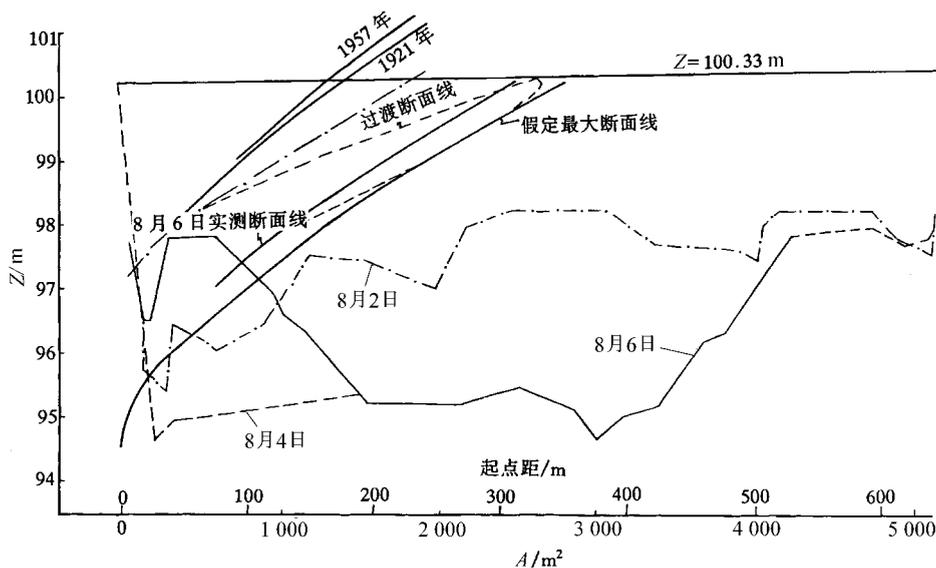


图 3 滹沱河黄壁庄水文站 1956 年 8 月洪水断面变化及 Z ~ A 曲线 (水位:大沽基面)

Fig.3 The rating curve of Huangbizhuang Gauge and the cross section change in Aug. 1956

2.2.1 次洪水冲刷数据

a. “56·8”大水,最高水位(大沽基面)已达 100.33 m,流量 $13100\text{m}^3/\text{s}$,河宽 650 m,平均水深已近 4.0 m,属满槽大洪水.

b. 大水时深水河槽向中部摆动,冲刷较剧,左岸也有冲刷,但右岸淤积,虽总趋势冲刷,但仍有此冲彼淤现象.

c. 最大冲刷深度 3.6 m,平均刷深 1.0 m,其中起点距为 150 ~ 450 m 的主槽部位一般刷深达 2.0 m.

d. 将 8 月 6 日与 8 月 1 日两次实测断面进行比较,冲刷面积为 680m^2 .整编时按这两次断面最深点连线,且根据断面形状将左右岸适当加深,从而提出了“56·8”假定最大断面线”,这样又增加了冲刷面积 300m^2 ,所以洪水冲刷总面积 980m^2 .

e. 因 8 月 1 日 18 时所测断面已受“56·8”大水前 4 次中、小洪水冲刷的影响,比 1921 年所测地形图断面面积加大了 380m^2 ,因此“56·8”大洪水冲刷面积是在上述 380m^2 基础上又增加 980m^2 ,即该段较年际正常面积共增大 1360m^2 .

* 河海大学水资源水文系,河北省水利水电勘测设计院. 岗南、黄壁庄水库古洪水研究报告. 1992

f. 从本断面的钻孔资料分析可知,断面深槽宽度仅 350 m; 56·8"大洪水冲刷基本上在这 350 m 宽度内发生. 该宽度内最大埋深约 7 m, 平均埋深为 5 m, 其下便是基岩. 即使大洪水将基岩以上砂层全部冲刷掉(由于断面上冲淤同时存在, 实际上要全部冲光不太可能), 其最大冲刷面积也只有 1 750 m². 如以此面积作为次洪水冲刷控制面积, 自然无偏小之虞.

2.2.2 次洪水冲刷面积的误差估算

滹沱河黄壁庄古洪水流量计算中, 过水断面面积为 5 300 m², 上述次洪水冲刷面积即达 1 360 m², 占总过水断面面积的 25.7%. 由此可见, 在进行冲淤河床古洪水行洪断面面积的计算时, 次洪水冲刷面积的计算应给予足够的重视.

3 结 语

a. 在正确估算出古洪水水位之后, 必须正确估算出古洪水当时的行洪断面面积, 这才有可能得到具有一定精度的流量.

b. 由于古洪水研究的是稀遇洪水满槽时的流量, 因而基岩峡谷型河道是古洪水研究的理想河段.

c. 对于冲淤变化型河床, 则须按如下步骤估算面积 (a) 依据所研究区域各主要断面的实测资料, 确定实测时期内各年间相对稳定正常的断面, 即现代均衡断面 (b) 依据现代均衡断面和河段地质钻孔所取样品的 ¹⁴C 测年数据, 在平缓变化的新构造运动地区按线性内插的方法估算出古洪水当时的均衡断面 (c) 依据实测古洪水资料, 确定次洪水冲刷面积, 并叠加到古洪水当时的均衡断面上, 据此求得古洪水行洪断面面积.

本文得到了詹道江教授的指导, 特此致谢.

参 考 文 献

- 1 谢悦波, 杨达源. 古洪水平流沉积基本特征. 河海大学学报, 1998, 26(6): 6~11
- 2 杨达源, 谢悦波. 黄河小浪底段古洪水沉积与古洪水水位的初步研究. 河海大学学报, 1997, 25(3): 86~89
- 3 Baker V R, Kochel R C. Flood sedimentation in bedrock bluvial system. In: Baker V R, Kochel R C, eds. Flood Geomorphology. New York: A Willey-Interscience Publication, 1988. 123~137
- 4 Williams G P. Palaeofluvial estimates from dimensions of former channels and meanders. In: Baker V R, Kochel R C, eds. Flood Geomorphology. New York: A Willey-Interscience Publication, 1988. 321~334

Palaeoflood Channel Cross Section Area Estimates

Xie Yuebo

(College of Water Resources and Environment, Hohai Univ., Nanjing 210098)

Zhang Suting

(Haihe River Committee of Water Resources, Tianjin 300170)

Bi Dongsheng

(Yellow River Shandong Bureau, YRCC, Jinan 250013)

Abstract To obtain a palaeoflood discharge based on the pinch-outs of its slackwater deposits, the palaeoflood channel cross-section area is required. Overseas palaeoflood research is limited in valley-type rivers. After the research work on the four largest rivers (Yangtze River, Yellow River, Haihe River, Huai River) in China, a method is present for the estimation of the cross-sectional area of the alluvial stream. The area is divided into three parts: the present mean cross-sectional area, the difference between the present cross-sectional area and the sectional area for the year of occurrence of the palaeoflood, and the difference between the present mean cross sectional area and the maximum area of the erosion section. The conclusion is drawn that the third part is larger than the second part.

Key words palaeoflood, palaeochannel, alluvial stream, tectonic movement