

# 南城县桐埠河流域山洪危险区洪水重现期研究

杨鹏,王敬斌,邓坤,梁秀

(江西省水利科学研究院,江西 南昌 330029)

**摘要:**洪水调查是山洪灾害防治的基础,为山洪灾害系统防治工程建设提供重要的数据支撑。基于南城县桐埠河流域山洪危险区的实地调查,以流域内龙湖区连塘村作为研究对象,通过实测河道断面资料,推求水位流量关系,确定洪痕位置对应的洪峰流量;由瞬时单位线法推求的不同频率下的洪峰流量得出研究对象的洪水重现期,以掌握该防治区发生的历史洪水量级及洪灾发生危险,为划分山洪灾害预警指标和风险评估提供基础数据,对类似山洪危险区域洪水重现期的分析确定具有参考意义。

**关键词:**山洪灾害;洪峰流量;瞬时单位线法;洪水重现期

**中图分类号:**TV 877 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-4701(2017)06-0443-04

## 0 引言

南城县山丘区汛期受暴雨影响经常形成山洪灾害,造成人员伤亡和财产损失。因局部强降雨引发的山洪灾害每年在不同范围、不同程度均有发生,对南城县经济社会发展和社会安全稳定构成巨大威胁。历史洪水调查是山洪灾害调查工作的重要组成部分,全面掌握防治区发生的历史洪水概况、洪水量级及洪灾发生危险,为划分山洪灾害预警指标和风险评估提供基础数据,对全面提高山洪灾害防御能力和洪水管理能力,保障人民群众生命财产安全具有重要意义<sup>[1]</sup>。根据《山洪灾害调查技术要求》规定,其中的历史洪水调查工作主要针对1949年以来发生的历史山洪灾害,对具有区域代表性的典型场次洪水,按照历史洪水调查相关要求进行现场调查,考证洪水痕迹,对洪痕所在河道断面进行测量,并收集相应的降雨资料,进行设计洪水计算,估算洪峰流量和洪水重现期<sup>[2]</sup>。

## 1 实地调查洪水的洪峰流量计算

### 1.1 基本资料

江西省抚州市南城县龙湖区境内地势北高南低,多为山地丘陵地带,地势复杂,北有甌盖峰(最高峰)紫云岩、金鸡峰,南有席家岬、葫芦岬等高山。龙湖区属亚热带季风性湿润气候,春夏秋冬四季分明,雨量充沛,日照

充足,无霜期较长,年平均气温17.8℃。龙湖区连塘村位于桐埠河流域,本次历史洪水调查实测控制断面以上流域面积为63.20 km<sup>2</sup>,流域内无控制性水利工程。该河段河床主要由淤泥、砂砾及少量卵石组成,河道宽浅,较顺直,断面多呈不规则梯形及三角形。

### 1.2 洪峰流量计算

根据实地测量成灾对象控制断面数据成果、实测河道比降资料,并合理选取不同水位级糙率值,采用水力学方法应用曼宁公式确定防灾对象控制断面的水位-流量关系曲线。

洪峰流量的计算采用以下公式:

$$Q = A \cdot v = A \cdot \frac{i}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中, $Q$ 为流量,m<sup>3</sup>/s; $A$ 为过流断面面积,m<sup>2</sup>; $v$ 为流速,m/s; $n$ 为糙率; $R$ 为水力半径,m; $J$ 为水面比降。

在南城县山洪调查当中,每个调查河段调查了2~3个洪痕,用于推求洪痕水面线,但由于洪痕测量误差、调查河段长度不足、涉水工程(桥梁、堰坝)等影响,造成洪痕水面线代替实际洪水水面线有较大误差,且各次洪水水面比降不同,在实际工作中难以调查到不同场次的洪水水面,另外南城县也无小流域实测洪水水面线资料,故采用河道纵坡降代替水面比降。经计算,本场洪水连塘村河段洪痕比降为4.19‰,河底坡降为4.36‰,测时水面比降为3.96‰,由此可见,河道纵坡降代替水面比降结果较可靠,见图1。

实测中断面的洪峰水位为105.73 m,相应水位下

的过流断面面积  $A$  和水力半径  $R$  可由实测横断面求得。经计算,中断面主槽部分过流断面面积为  $312.50 \text{ m}^2$ ,水力半径为  $1.92 \text{ m}$ (中断面见图 2)。

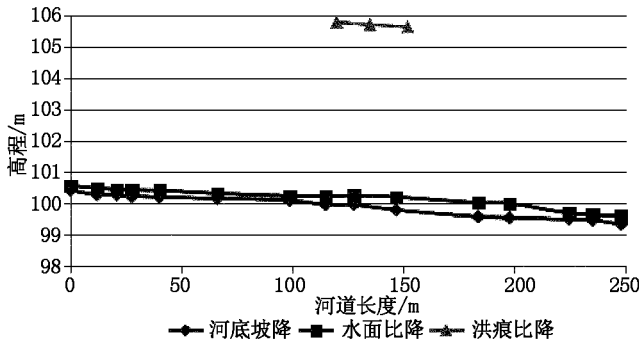


图1 桐埠河连塘村三种比降对照图

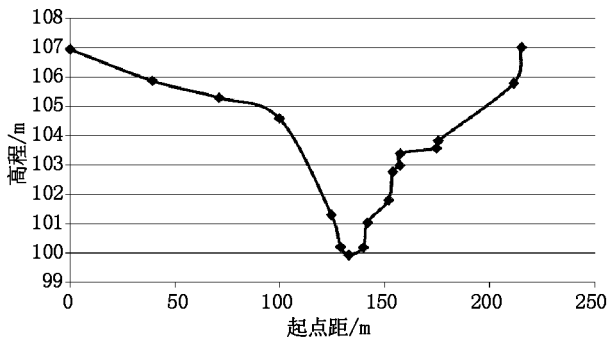


图2 桐埠河连塘村河段实测中断面图

考虑到河道主槽与漫滩部分的糙率相差较大,洪峰流量的计算分主槽与漫滩两部分进行,糙率根据小流域河床特性及下垫面条件实地确定,连塘村河段主槽部分的糙率采用  $0.038$ ,漫滩部分的糙率采用  $0.075$ 。

水面比降、过流断面面积、水力半径及糙率确定后,便可计算出本场洪水中断面处洪峰流量为  $632.70 \text{ m}^3/\text{s}$ 。由于中断面的断面形状较上断面规则,本场洪水洪峰流量计算以中断面为控制断面,则本场洪水控制断面处的洪峰流量为  $632.70 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

## 2 瞬时单位线法推求设计洪水

由《江西省暴雨洪水查算手册》(以下称《手册》)(2010年版)单位线分区图可知,本项目在第 V 区,用《手册》中第 V 区经验公式计算汇流参数<sup>[3]</sup>:

$$m_1 = n \cdot k = 2.324 (F/J)^{0.303} \cdot (I/10)^{0.0810 \lg(F/J) - 0.374}$$

式中: $m_1$ 为汇流参数; $n, k$ 为纳稀瞬时单位线参数; $J$ 为主河道平均坡降,‰; $F$ 为流域面积,  $\text{km}^2$ 。

以流域特征值  $(F/J)$  和各时段净雨强度  $(I_i)$  代入公式计算  $(m_1)_i = (n \cdot k)_i$ ,其中当  $I_i < 5 \text{ mm/h}$  或  $I_i > 50 \text{ mm/h}$  时,分别以  $5 \text{ mm/h}$  及  $50 \text{ mm/h}$  对应的单位线代替。

按  $K_i = (m_1)_i/n$  计算各时段  $K_i$ ,式中  $n$  的取值查《手册》得,流域集水面积  $F < 10 \text{ km}^2$  时取  $n = 1.5$ ,  $10 \text{ km}^2 \leq F \leq 200 \text{ km}^2$  时取  $n = 2.0$ 。

按  $K_i$  值、 $\Delta t = 1 \text{ h}$ 、 $n$  值查《时段单位线用表》,得各时段无因次的单位线  $u(t, \Delta t)$ ,分别乘以流量换算系数  $C = F/(3.6 \Delta t)$ ,得各时段为  $1 \text{ h}$  的单位流量  $q(t, \Delta t)$ 。

由时段净雨量  $h$ ,分别乘以各时段单位流量  $q(t, \Delta t)$ ,得各时段净雨产生的时段流量过程,错开一个时段,叠加得地面流量过程。

地下径流峰值按  $Q_{m\text{地下}} = R_{\text{下}} \cdot F/3.6T$  计算,自  $Q_{m\text{地下}}$  开始向前后每减少或增加一个时段 ( $\Delta t = 1 \text{ h}$ ),其流量随之减少一个  $\Delta Q_{\text{地下}} = (\Delta t/T) \cdot Q_{m\text{地下}}$ ,最后得地下径流过程。地面流量过程和地下径流过程相加得设计洪水过程,并得设计洪峰流量  $Q_m$ 。

采用瞬时单位线法计算南城县桐埠河流域连塘村河段不同频率设计洪峰流量成果见表 1。

表1 南城县桐埠河流域连塘村河段不同频率设计洪峰流量成果表

流域名称	洪水频率/%	洪峰流量 $Q/(\text{m}^3/\text{s})$	计算方法
桐埠河	1	839.00	瞬时单位线法
	2	745.00	
	5	614.00	
	10	504.00	
	20	381.00	

连塘村河段控制流域面积为  $63.20 \text{ km}^2$ ,瞬时单位线法计算得到各频率设计洪峰流量成果,50年、20年一遇洪峰流量分别为  $745.00 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $614.00 \text{ m}^3/\text{s}$ ,本次洪水调查流量为  $632.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ,介于两者之间,则本次洪水约 24 年一遇。

## 3 洪水重现期复核

根据《山洪灾害分析评价技术要求》的规定,设计洪水分析中假定暴雨与洪水同频率,基于设计暴雨成果,以沿河村落附近的河道断面为控制断面,进行不同频率设计洪水的计算和分析,得到洪峰流量,再根据控制断面的水位流量关系,将洪峰流量转化为水位<sup>[4]</sup>。

### 3.1 降雨资料

流域内有石璜水文站,调查场次洪水对应降雨过程如图 3 所示。

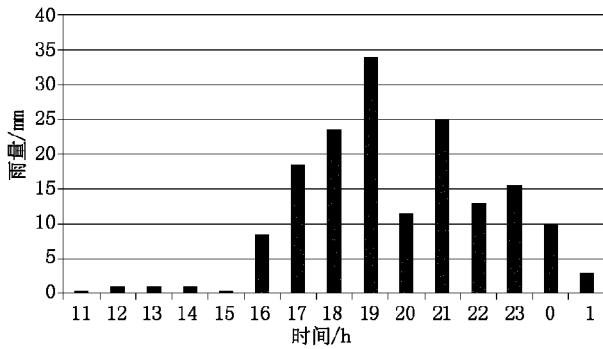


图 3 石璜站降雨过程分布

### 3.2 推求设计点暴雨量

#### 3.2.1 《手册》法计算点暴雨

根据调查村落控制断面以上流域中心位置,查《手册》得到流域中心点处暴雨均值  $\bar{p}$ 、变差系数  $C_v, C_s/C_v$  根据《手册》要求统一取 3.5。根据不同历时参数,计算出不同历时、不同频率的设计点雨量值。其计算公式为:

$$P_{tp} = \bar{p} \cdot K_{p,t} \quad (3)$$

式中,  $P_{tp}$  为  $t$  时段设计频率  $P$  时的设计暴雨量, mm;  $\bar{p}$  为  $t$  时段的设计暴雨均值, mm;  $K_{p,t}$  为相应频率下的暴雨设计系数。

利用暴雨参数等值线图推求 3 小时或任意时段 ( $t$ ) 设计暴雨时,可分别采用下列暴雨公式计算:

$$\begin{aligned} 10 \text{ min} \leq t \leq 60 \text{ min} & \quad P_{tp} = P_{10 \text{ min}} (t/10)^{1-n_1} \\ 60 \text{ min} \leq t \leq 6 \text{ h} & \quad P_{tp} = P_{60 \text{ min}} t^{1-n_2} \\ 6 \text{ h} \leq t \leq 24 \text{ h} & \quad P_{tp} = P_{6 \text{ h}} (t/6)^{1-n_3} \\ 24 \text{ h} \leq t \leq 3 \text{ d} & \quad P_{tp} = P_{24 \text{ h}} (t/24)^{1-n_4} \end{aligned} \quad (4)$$

式中:  $n_1$ : 10 ~ 60 min 暴雨递减指数  $n_1 = 1 + 1.285 \lg(P_{10 \text{ min}}/P_{60 \text{ min}})$ ;  $n_2$ : 60 min ~ 6 h 暴雨递减指数  $n_2 = 1 + 1.285 \lg(P_{60 \text{ min}}/P_{6 \text{ h}})$ ;  $n_3$ : 6 ~ 24 h 暴雨递减指数  $n_3 = 1 + 1.661 \lg(P_{6 \text{ h}}/P_{24 \text{ h}})$ ;  $n_4$ : 24 h ~ 3 d 暴雨递减指数  $n_4 = 1 + 2.096 \lg(P_{24 \text{ h}}/P_{3 \text{ d}})$ 。

#### 3.2.2 由实测资料推求点暴雨

南城县境内石璜水文站实测降水资料对流域有较高的代表性,资料系列超过 30 年,符合频率分析计算要求,故设计暴雨采用其作为参证站,通过 P—III 曲线计算方法得出 1%、2%、5%、10% 和 20% 的最大 1 h、3 h、6 h、24 h 降水量,设计暴雨成果见表 2。

表 2 南城县石璜站暴雨设计值统计表

站名	历时	均值	$C_v$	$C_s/C_v$	设计频率值/mm				
					1%	2%	5%	10%	20%
石璜	1 小时	45.9	0.30	3.5	87.98	81.22	71.88	64.38	56.26
	3 小时	64.0	0.25	3.5	111.11	103.84	93.70	85.45	76.38
	6 小时	80.9	0.29	3.5	158.36	141.25	129.63	116.81	101.21
	24 小时	125.0	0.28	3.5	230.28	213.62	190.52	171.86	151.56

根据石璜站 1985 ~ 2014 年的实测 6 h 最大降雨资料进行频率计算,本场洪水对应最大 6 h 降雨频率为 5.5%,对应的洪水重现期为 18 年一遇,与本次洪水频率基本一致,所以经复核后确定洪水重现期为 20 年一遇,这与实地调查历史洪水情况基本相符。

## 4 结 论

通过南城县桐埠河流域山洪灾害的调查,对典型场次洪水洪痕、河道断面、小流域暴雨洪水过程进行测量和分析计算,并依据小流域暴雨、洪水的计算理论和成果验证推算出洪水重现期,为山洪灾害分析评价工作提供基础资料。利用场次洪水调查资料,可进一步研究该

区域山洪灾害预警指标,为划分山洪灾害危险范围及等级奠定基础。对类似山洪危险区域的洪水重现期的分析确定具有参考意义。

#### 参考文献:

[1] 李世勤,邱敬勇,王述强. 江西山洪灾害防治实践及思考[J]. 中国水利,2012(3):51~54.  
 [2] 全国山洪灾害防治项目组. 山洪灾害调查技术要求[R]. 2014 年 8 月.  
 [3] 谭国良,李国文,万晓明,等. 江西省暴雨洪水查算手册[M]. 江西省水文局,2010.  
 [4] 李洪任,孔琼菊,卢江海,等. 江西省铅山县桐木关流域山洪灾害危险等级划分[J]. 江西水利科技,2015,(04):239-242.

编辑:张绍付  
(下转第 453 页)