

大别山区诸佛庵镇深水河山洪灾害分析^{*}

刘义国

(安徽省六安市水文水资源局, 安徽 六安 237010)

摘 要: 综合下垫面条件、气象与水文信息, 对皖西大别山区的诸佛庵镇“05.9”小流域暴雨, 进行暴雨重现期和洪水过程分析计算。结合灾害特征, 探讨其成因。在小流域风险洪水预估的基础上, 从防灾减灾的角度提出对策性建议。

关键词: 小流域; 特大暴雨; 山洪灾害; 大别山区

中图分类号: P333.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)01-0065-04

小流域特大暴雨洪水的气象、水文信息是区域水文水利计算、工程规划设计、防灾减灾等工作的重要基础资料^[1~4]。2005 年 9 月 1~4 日, 第 13 号台风引发的“05.9”暴雨洪水中, 皖西大别山区成灾的局部小流域暴雨洪水较多, 引起山洪、泥石流、山体滑坡、洪涝等多种灾害; 其中, 霍山县诸佛庵镇深水河流域是本次山洪灾害最为严重的乡镇。以其为例, 对诸佛庵镇“05.9”暴雨洪水进行分析, 并讨论其成因。

1 概述

诸佛庵镇地处皖西大别山区, 在霍山县西北部, 集山区、库区为一体, 人口 34 924 人、总面积 179.4 km²。“七山一水一分田, 一分道路和庄园”的自然地貌结构, 使得诸佛庵镇具有较富饶的林业资源, 全镇山场总面积 1.37 万 hm², 森林覆盖率达 70.5%; 其它耕地 1 104 hm² (水田 884 hm², 旱地 220 hm²)。

1.1 小流域基本特征

本次研究的小流域是深水河水系, 该水系上游有桃源河和大干涧、两支流在诸佛庵镇附近汇合。洪水调查中有三个流量断面, 分别是大干涧、桃源河、中桥断面 (图 1); 其中, 中桥断面位于镇中心通往响洪甸的公路上, 断面集水面积 84.01 km², 为总控制断面。中桥断面所在河段, 河道顺直、沙质河床、两岸块石垂直浆砌保护坡, 岸边为房屋; 洪水期间, 大桥过水, 最高水位位于桥

面上方 1.3 m。深水河小流域的有关基本特征参数如表 1。

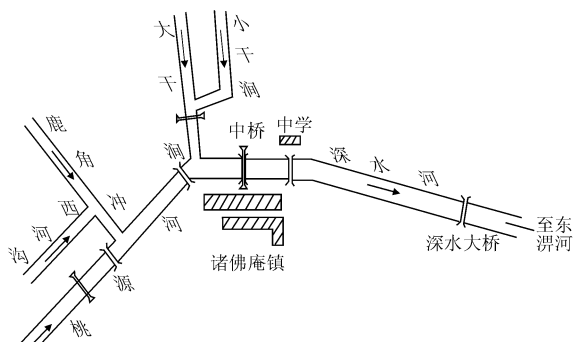


图 1 深水河系示意图
(深水大桥 9 月 2 日夜被冲断)

表 1 深水河调查小流域特征系数统计表

断面	流域长 /km	面积 /km ²	流域宽度 /km	河道长 /km	河道坡降 /‰	流域形 状系数
大干涧	7.7	27.13	3.52	10.4	46.63	0.458
桃源河	11.8	36.65	3.11	16.35	59.02	0.263
中 桥	14.8	84.01	5.68	20	52.5	0.384
深水河流域	18.35	119.04	6.49	32.25	33.02	0.354

1.2 “05.9”暴雨洪水特征

区域暴雨: 最大 24 h 降雨量 421 mm。其中, 最大 1 h 雨量占总雨量的 11.5%; 最大 3 h 雨量 91 mm, 则占总量的 20.9%。说明雨强大, 分布集中, 雨程分布比较恶劣 (图 2)。

暴雨重现期: 按最大 3 d、24 h、6 h、1 h 雨量等分析各典型站的重现期, 次降雨量 541 mm, 约

^{*} 收稿日期: 2007-07-30

作者简介: 刘义国(1966-), 男, 安徽六安人, 高级工程师, 主要从事水文水资源研究工作. E-mail: 80561yg@163.com

100 年一遇；最大 24 h 雨量 421 mm，达 200 年一遇；6 h 雨量 145.2 mm，仅次于历年最大。

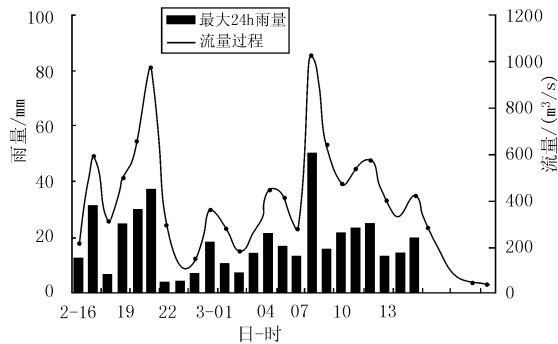


图2 诸佛庵镇深水河最大 24 h 降雨及相应洪水过程图

河道洪水分析：利用比降—面积法计算调查最大流量，用瞬时单位线法和新安江三水源流域模型法，并结合调查的河道水位变化，分析计算洪水过程(图2)。

深水河中桥断面是深水河诸佛庵镇区内的控制断面，汇集了桃源河和大干涧的洪水。经综合分析，本断面的洪峰取值范围为 1 072 ~ 1 179 m³/s，中值为 1 125 m³/s，洪峰模高达 13.4 m³/(s · km²) (表 2)。

表 2 小流域“05.9”暴雨洪水洪峰流量的计算成果表

河段	面积 /km ²	最大流量 /m ³ /s	中值 /m ³ /s	洪峰模 /m ³ /(s · km ²)
大干涧	27.13	363 ~ 402	383	14.1
桃源河	36.65	490 ~ 545	518	14.1
中 桥	84.01	1 072 ~ 1 179	1 125	13.4

2 暴雨洪水灾害

2.1 灾害损失

“05.9”暴雨洪水，诸佛庵镇镇政府所在地的受水淹达 22 h，水深达 2 m。街道变河道、倒房连片，损失十分惨重。全镇死亡 12 人，失踪 2 人，伤 160 人，有 1 674 人无家可归。

全镇共损毁大小桥梁 124 座，其中 40 m 以上大型桥梁 5 座；损毁道路 174 km，对外交通中断 60 h 多。洪灾将十几年来建成的农村水利等基础设施毁坏殆尽，还使电力、通信、供水一度全部中断。全镇受淹耕地 933 hm²，733 hm² 水稻全部绝收，农业损失失约 3 100 万元。据初步统计，全镇共造成直接经济损失约 1.9 亿元。

2.2 山洪灾害特性

“05.9”暴雨洪水形成的灾害在所研究的小流域内，主要是以山洪的形式造成的。山洪是发生在山区溪流中快速、强大的地表径流现象，是特指发生在山区流域面积较小的溪沟或周期性流水的荒溪中，为历时较短，暴涨暴落的地表径流。滑坡、泥石流等地质灾害也可以说是山洪的一种现象，或者说是与山洪共同发生。

经实地调查，并结合国土资源局的地质调查和其他相关资料分析，“05.9”山洪及泥石流灾害具有突发性、成灾性、群发性等三大特点。据统计，诸佛庵镇本次共发生山体滑坡 32 处、泥石流 6 处、崩塌 287 处，均为小型地质灾害；造成死亡 4 人、伤 1 人。成灾开始时间大约为 2 日夜 20 时左右，基本与最大 24 h 降雨时程及空间分布一致。山洪挟带大量泥石直泻而下，沿河两岸大量建筑物被毁，河堤、公路坍塌，桥梁被冲毁，成灾速度非常快，令人猝不及防。

3 山洪灾害的原因

3.1 连续的高强度降雨是直接原因

“05.9”暴雨降雨强度之大历史罕见，最大 24 h 降雨量重现期达 200 年一遇。短时间内暴雨产生的洪水过分集中，由于下泄不畅，只能四处漫溢，进而冲毁道路、农田、村庄。

根据安徽省山洪灾害防治规划典型区各历时临界雨量成果，诸佛庵镇属山洪灾害高发降雨区。从表 3 可见，诸佛庵“05.9”暴雨量与临界雨量上限的倍比均超过 1.0，其中以最大 24 h 降雨量为最大，其倍比竟高达 4.95。

表 3 诸佛庵“05.9”各历时暴雨量与临界雨量对照表

站名	雨量类型	1 h	3 h	6 h	24 h
霍山典型区	临界雨量	19.4 ~ 36.2	38.6 ~ 50.6	50.4 ~ 60.3	74.4 ~ 85.1
诸佛庵	P = 20%	43.9	74.8	98.9	136.9
诸佛庵	“05.9”雨量	50	91	147.6	421

注：山洪灾害高发降雨区为临界雨量 ≤ P = 20% 的设计雨量的区域，其中 P 为重现期(设计保证率)。

3.2 人为因素促成洪水更加肆虐泛滥

山区人口的大量增加，经济的迅速增长，各项基础建设，尤其是公路建设的快速发展，既为当地综合经济实力得到增强，同时也极大地改变了自然地理环境，为山洪灾害埋下了隐患。

(1) 河道阻塞 农民建设的过河便桥、村级公路建设修建的小桥占用河道现象严重。同时山区村镇发展迅速,大量占用河道,缩减了河道过水面积,降低了河道的防洪标准。致使河道过水不畅,使洪水无法下泄。

诸佛庵镇中桥断面河段顺直,公路桥长 66.8 m, 10 孔,有效过水面积 140.06 m²,正常过水能力只有 477 m³/s。高水时,受河水中夹带的树木、石块、泥沙的涌堵,过水能力大大削弱,洪峰流量竟达到过水能力的 2~3 倍。

(2) 水土保持 由于各种经济项目建设的同时,没能充分做好水土保持工作的落实,此次暴雨降雨时间短、强度大,短时间形成大量山洪,山洪冲刷山体,形成大量的山洪及泥石流,靠近山体的房屋、农田被山洪及泥石流冲毁。

(3) 毛竹等单一植物的种植 本地盛产毛竹,毛竹生长快、效益高,但根系浅,不能牢固的附着土壤。阔叶林的水土涵养能力虽好,但成材、成林可派上用场的少则需要 20 年,多则 50 年,经济效益远不如种植毛竹经济林。农民种植毛竹不仅清除大量的灌木,同时也砍伐了杂树等阔叶林,使得山林土壤裸露;加上山坡较陡,雨强较大时,土壤极易冲刷。

3.3 大别山区特殊的地质构造易于形成山洪灾害

六安大别山区地质构造复杂,岩石破碎风化严重,山高坡陡,沟谷发育,在降水和地表径流及人类工程经济活动作用下,常形成地质灾害,是全省地质灾害多发区之一。

4 小流域的风险洪水分析

4.1 风险降雨的假设

“05.9”台风暴雨的中心点位于附近的响洪甸水库坝址,中心最大 24 h 雨量(h_{24})为 558.9 mm,最大 1 h 雨量(h_1)为 104.5 mm,占 h_{24} 的比例达 18.7%。降雨的前 15 h 总雨量 207.8 mm,占 h_{24} 雨量的 37.2%,平均强度 13.9 mm/h,主雨峰明显偏后。因此,暴雨中心的雨型分布较深水河诸佛庵镇更为恶劣。

假设该暴雨中心恰好位于深水河诸佛庵镇;或者,诸佛庵镇流域 h_{24} 按照该暴雨中心的降雨时程分布来考虑;分析深水河诸佛庵镇中桥断面的洪水过程及最大流量。

针对两种风险降雨的假定,下面就利用瞬时单位线模型作初步分析。

4.2 分析计算方法

4.2.1 瞬时单位线的概念

瞬时单位线是指流域上均匀分布的瞬时刻(即 $\Delta t \rightarrow 0$)的单位净雨在出口断面处形成的地面径流过程线。其纵坐标常以 $u(0, t)$ 或 $u(t)$ 表示,无因次。瞬时单位线可用数学方程式表示,概括性强,便于分析。

J. E. Nash 设想流域的汇流可看做是 n 个调蓄作用相同的串联水库的调节,且假定每一个水库的蓄泄关系为线性,则可导出瞬时单位线的数学方程为

$$u(t) = \frac{1}{k\Gamma(n)} \left(\frac{1}{k} \right)^{n-1} e^{-t/k}, \quad (1)$$

式中: $u(t)$ 为 t 时刻的瞬时单位线的纵高; n 为线性水库的个数; $\Gamma(n)$ 为 n 的伽玛函数; e 为自然对数的底, $e \approx 2.718\ 28$; K 为线性水库的调节系数,具有时间单位。

显然,决定瞬时单位线的参数只有 n 、 K 两个。 n 越大,流域调节作用越强; K 值相当于每个线性水库输入与输出的时间差,即滞时。整个流域的调蓄作用所造成的流域滞时为 nK 。只要求出流域的 n 、 K 值,就可推求该流域的瞬时单位线。

4.2.2 瞬时单位线的综合

瞬时单位线的综合实质上就是参数 n 、 K 的综合。但是,在实际工作中一般并不直接对 n 、 K 进行综合,而是根据中间参数 m_1 、 m_2 等来间接综合, $m_1 = nK$, $m_2 = 1/n$ 。实践证明, n 值相对稳定,综合的方法比较简便。

根据安徽省水利设计院 1984 年研究的“安徽省山丘区产汇流分析成果”,江淮之间 $n = 3$, 参数 K 有:

$$\text{当 } \frac{F}{J^2} \leq 1 \quad K = 1.13 \left(\frac{F}{J^2} \right)^{0.24} \cdot \left(\frac{R_3}{30} \right)^A, \quad (2)$$

$$\text{当 } \frac{F}{J^2} \geq 1 \quad K = 1.13 \left(\frac{F}{J^2} \right)^{0.12} \cdot \left(\frac{R_3}{30} \right)^A, \quad (3)$$

$$A = -0.34 \cdot \left(\frac{F}{J^2} \right)^{-0.12},$$

式中: F 为流域面积(km²); J 为河道平均坡度(m/km或‰); R_3 为最大 3 h 降雨量(mm)。

4.2.3 综合瞬时单位线的汇流计算

由于瞬时单位线是由瞬时净雨产生的,而实际应用时无法提供瞬时净雨,所以用综合瞬时单位线推求设计地面洪水过程线时,需将瞬时单位线转换成时段为 Δt (与净雨时段相同),净雨深为 10 mm 的时段单位线后,再进行汇流计算。计算公式如下:

$$Q_i = \sum_{i=1}^m \frac{h_{si}}{10} \cdot q_{t-i+1}, \quad (4)$$

式中: m 为地面净雨 h_{si} 的时段数; $i = 1, 2, 3, \dots, m$; t 为单位线的时段数; q 为时段单位线数值。

4.3 风险洪水

通过上述模型对两种风险降雨进行分析(图3)。第一种情况下, 诸佛庵中桥断面的最大流量将可能达到 $2\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 以上, 是现状条件下的一倍; 即使是第二种情况, 中桥断面的最大流量也将超过 $1\,500\text{ m}^3/\text{s}$, 比现状情况多出 50%。届时, 损失都将更为惨重。

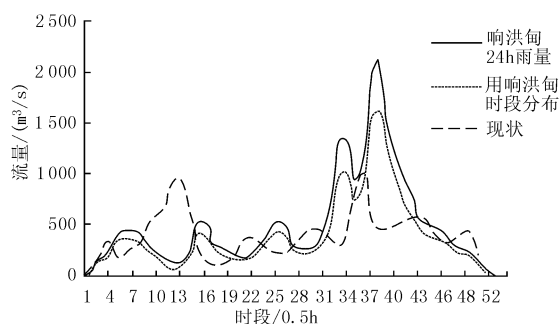


图3 深水河中桥断面风险洪水过程图

5 山洪灾害的对策思考

(1) 加强水土保持建设, 减少对于天然坡面的表面侵蚀^[5] 对于天然坡面的表面侵蚀, 主要依靠还草还林、改变坡地耕作方式等措施来控制; 来自沟床冲刷及陡坡崩塌等的侵蚀, 需要采取各种形式的工程措施加以控制。对开发建设等人类活动产生的松散堆积物, 建拦沙坝拦截起来, 或者

限制人类的某些活动等措施才能有效治理泥石流。

(2) 加强地质灾害监测网建设和群防群测^[5]

本次洪水发生的均是小型滑坡、泥石流灾害, 但造成的众多人员伤亡很大, 说明普及地质灾害防治教育的重要性、迫切性。应加强监测网建设和群防群测, 危险时及时组织灾害点群众避让, 减少人员伤亡和财产损失。

(3) 加强山区建设项目及群众切坡建房评估^[4] 加强山区群众切坡建房及建设项目, 特别是公路建设的防洪或灾害评估, 减少新的灾害隐患。确需切坡建房的, 也应采取相应的保护技术、措施, 确保边坡的稳定性; 公路建设应同时做好水土保持的规划和建设。

(4) 乡镇建设应有一定的防洪规划^[4] 乡镇建设应考虑洪水的风险, 进行防洪评价或规划, 减少对河道洪水领地的侵占, 从而有效防止山洪灾害, 使人水处于和谐共存的状态。

参考文献:

- [1] 徐永年, 曹文洪, 周新福, 等. 山洪灾害特性及其防治对策[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2004, 2(2): 115-119.
- [2] 朱岐武, 拜存有. 水文与水利水电规划[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002.
- [3] 水利部水利信息中心. 水文情报预报规范(SL250-2000)[S]. 北京: 中国水利出版社, 2000.
- [4] 谢洪, 陈杰, 马东清. 2002年6月陕西佛坪山洪灾害成因及特征[J]. 灾害学, 2002, 17(4): 42-47.
- [5] 赵洪杰, 唐德善. 流域防洪体系防洪安全评价研究[J]. 灾害学, 2006, 21(4): 31-35.

Analysis on Torrent Disaster in Shenshui River, Zhufoan Town in the Area of the Dabie Mountain

Liu Yiguo

(Hydrological and Water Resources Bureau of Liu'an, Anhui Province, Liu'an 237010, China)

Abstract: The "05.9" small watershed rainstorm occurred in Zhufoan town, in the Dabie Mountain in west of Anhui Province. Based on the ground condition, meteorological and hydrological information, the return period of the rainstorm and the corresponding flooding process are estimated, and the disaster causes of the rainstorm are explored combining with different disasters characteristics. Based on estimation on the flood risk in small watershed, some recommendations and measures for disaster prevention and reduction are proposed.

Key words: small watershed; heavy rainfall; torrent disaster; the Dabie Mountain