

永兴县小流域山洪灾害分析评价

王 静¹, 李书敏²

¹武汉东湖学院, 湖北 武汉

²武汉荣璟工程有限公司, 湖北 武汉

Email: 342726924@qq.com

收稿日期: 2021年9月7日; 录用日期: 2021年10月19日; 发布日期: 2021年10月26日

摘 要

由于地形地貌条件复杂、气候系统不稳定, 永兴县山洪灾害频发, 人民群众生命财产安全受到了极大威胁。通过调查永兴县防治区水文气象、暴雨特性、小流域特征、历史山洪灾害、山洪沟断面基本情况及山洪灾害防治现状等基础信息, 建立了永兴县山洪灾害调查成果数据库。综合评价了永兴县防治区防汛现状, 科学具体划分了山洪灾害危险区、明确转移路线和临时避险点; 分析了降雨、洪水与成灾之间的关系, 建立了人口-水位-流量关系曲线, 科学设定各防灾对象预警指标和预警范围, 为永兴县山洪灾害分析评价和防治提供基础数据。

关键词

山洪, 断面测量, 危险区, 人口-水位-流量, 预警

Analysis and Evaluation of Flash Floods in Small Watersheds in Yongxing County

Jing Wang¹, Shumin Li²

¹Wuhan Donghu University, Wuhan Hubei

²Wuhan Huajingtian Civil Engineering Co. LTD., Wuhan Hubei

Email: 342726924@qq.com

Received: Sep. 7th, 2021; accepted: Oct. 19th, 2021; published: Oct. 26th, 2021

Abstract

Due to the complex topographic and geomorphological conditions and unstable climate system, flash floods occur frequently in Yongxing County, and the safety of people's lives and properties is greatly threatened. By investigating the basic information of hydro-meteorology, storm characteristics, sub-basin character-

作者简介: 王静(1978-), 女, 湖北恩施人, 硕士, 副教授, 主要从事教学和科研工作。

文章引用: 王静, 李书敏. 永兴县小流域山洪灾害分析评价[J]. 水资源研究, 2021, 10(5): 544-550.

DOI: 10.12677/jwrr.2021.105059

istics, historical flash flood disasters, basic situation of flash flood ditch sections and current situation of flash flood disaster prevention in the control area of Yongxing County, a database of flash flood disaster survey results is established. The current situation of flood prevention and control area of Yongxing County is evaluated comprehensively, the flash flood hazard area is divided scientifically and specifically, the transfer route and temporary shelter are also clarified. This study analyzes the relationship between rainfall, flood and disaster formation, establishes the population-water level-flow relationship curve, the warning index and warning range for each disaster prevention object are set scientifically, which provides basic data for flash flood disaster analysis, evaluation and prevention in Yongxing County.

Keywords

Falshflood, Cross-Sectional Measurement, Hazard Area, Population-Water Level-Flow, Early Warning

Copyright © 2021 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

山洪灾害是威胁人民生命财产安全的重要自然灾害类型，尤其是在我国西南部山区，在复杂的地质条件、独特的地形地貌特征、多样的气候因素、密集的人口分布及人类活动等多种因素的共同影响下，突发极端强降雨引发的山洪灾害频繁[1]。

国内外学者主要从山洪灾害特征、成因、灾害风险评估及灾害预警预报等方面来研究山洪灾害[2]。Rossa等[3]以威尼斯大都会区的山洪事件为例，从孕灾环境、致灾因子、承灾体三个方面探讨此次山洪灾害产生的原因；Narayan等[4]提出了基于复杂网络进行洪灾危险性分析的方法，对不同用地类型进行危险分级；彭对喜等[5]学者通过对山洪灾害发生区的降雨、地质地貌、测报手段、防洪标准、水患意识、人为活动和水系等方面进行分析，分析了山洪灾害的孕灾环境和诱发因素；叶丽梅[6]等基于湖北省鄂西北地区暴雨洪涝灾害案例，从系统论角度出发对暴雨洪涝灾害成灾机制、衍生灾害链进行分析，构建了断链减灾框架。

目前，国内外山洪预警预报采取的技术途径主要是通过对山洪的危险性预测判别，研究山洪灾害威胁程度，划分山洪易发区和危险等级，结合监测和预报技术，实时监视暴雨山洪情况，预测山洪发生的时间和危害程度，从而做出山洪的预警预报。我国山洪灾害研究起步较晚，尽管目前取得了许多研究成果，但结合我国山洪灾害的特点和目前的防治现状，仍存在一些不足和需要努力的方向，在山洪灾害预测预警指标和灾害危险程度评价方面仍需深入研究[7]。

本文通过收集处理以小流域为单元的水文气象、地形地貌、社会经济、历史山洪灾害、涉水工程、山洪沟等基础信息，利用 GIS、卫星遥感、现代水文模型等先进手段，结合现场调查和断面测量成果，进行小流域暴雨洪水区域调查；评价永兴县防治区自然村落和城镇的防洪现状，科学具体划定山洪灾害危险区、明确转移路线和临时避险点，准确掌握永兴县山洪灾害危险区基本特征和人员及财产分布。分析降雨、洪水与成灾之间的关系，计算临界雨量和临界水位，确定水位-流量-人口关系曲线，科学设定预警指标和预警范围，为及时准确发布预警信息、安全撤离转移人员提供基础支撑。

2. 永兴县流域概况

永兴县地处湖南省东南部、郴州市北陲，位于东经 112°43'~113°35'，北纬 25°54'~26°29'。地域狭长貌似蚕形，

东西长 90 km, 南北宽 56 km。全县土地总面积为 1979.4 km², 总人口 68 万。东部多山, 西部以丘陵为主, 中部丘岗平原间布。

永兴县位于罗霄山脉西麓, 茶水盆地的南端。县境西部是呈东西走向的阳明山脉的延伸余脉, 最高峰为鸟仔峰, 海拔 671 m, 一般山丘高程 300~500 m; 县境东部是海拔 500~1000 m 以上的万洋山脉分支, 最高峰为亭子峰, 海拔 1386 m; 县境中部是阳明山的余脉与北东向万洋山的余脉交接过渡地带, 山丘盆地相间, 最低处海拔 93 m。永兴县内露出老地层为下古生界震旦系, 缺失奥陶系和志留系, 上古生界至新生界下第三系分布较广, 尤以白垩系、下第三系地层遍及全县中部和西部, 纵贯南北。

永兴县水资源丰富, 县内有大小河流 149 条, 其中控制流域面积在 10 km² 以上的有 53 条, 年平均径流总量为 15.45 亿 km³。永兴县属中亚热带季风湿润气候, 夏季高温湿热, 暴雨集中, 易发生山洪灾害。2006 年“7·15”洪灾, 全县受灾人数达 46 万人, 其中死亡 47 人, 失踪 4 人, 受伤 239 人, 因洪灾造成直接损失达 12 亿元; 2007 年“8·20”洪灾, 全县受灾人口达 39 万人, 直接经济损失达 8 亿元; 2013 年“8·23”洪灾, 全县受灾人口达 13.48 万人, 紧急转移安置受灾群众 7652 人。

3. 山洪灾害调查

近 10 年来, 永兴县境内主要发生过 8 次大的山洪灾害, 山洪危险区防治总面积达 1313 km², 山洪灾害的损失、年均受灾面积和受灾人口不断增大。总体而言, 永兴县山洪灾害具有点多面广、防治工程措施少、防治难度大等特点。

3.1. 小流域特性

山丘区小流域因流域面积和河道的调蓄能力小、坡降较陡、洪水持续时间短、涨幅大、洪峰高、具有突发性、水量集中、破坏力大、难以防御等特点, 危害很大。山区暴雨洪水灾害已经成为当前防洪减灾工作中的突出问题。

湖南省发生的山洪灾害成灾类型, 根据成因可分为三大类: 由暴雨形成的暴雨洪水; 由冰雹融化形成的融雪洪水; 由降雨和融雪形成的雨雪混和洪水。永兴县发生的洪水绝大多数是由局地暴雨引发的暴雨型山洪灾害, 由这类洪水造成的灾害也最为严重。

永兴县山洪灾害调查的小流域是流域水系中的基本集水单元, 面积一般控制在 10~200 km², 形状狭长。依据在山丘区、有人、有山洪灾害的三项要求, 在部分村落山洪灾害防治区补充勾绘了部分面积小于 10 km² 的小流域。永兴县山洪灾害的小流域主要分布在黄泥镇、柏林镇、香梅镇等山丘区。

3.2. 调查方法

1) 内业调查

根据永兴县山洪灾害调查对象的特点、数量及分布情况划分调查区, 综合永兴县山洪灾害相关资料对调查区范围内的乡(镇)、村庄, 企事业单位、需治理山洪沟、已建山洪灾害监测预警设备、历史山洪灾害, 重要沿河村落、集镇和城镇, 涉水工程等基本信息进行统计, 为外业调查工作做好基础。

2) 外业调查

通过开展野外山洪灾害调查, 全面准确地查清印江县境内山洪灾害的区域分布, 掌握山洪灾害防治区内的人口分布、社会经济、水文气象、历史山洪灾害、涉水工程、山洪沟的基本情况以及山洪灾害防治现状等基础信息, 建立山洪灾害调查成果数据库, 为该县的山洪灾害分析评价和防治提供基础数据。

3.3. 调查内容

1) 防治区基本情况核查

调查防治区人口、居民户、住房等基本社会经济情况。核查小流域基础信息、山洪灾害防治项目建设成果等信息,现场核对修改内业整理的成果。

2) 山洪沟河道调查及断面测量

重点防治区现场详查,测量河道纵断面和横断面。河道调查和断面测量是进行沿河村落等防灾对象的水位-流量关系和水位-人口关系分析的基础,河道断面测量成果应包含至少 3 个横断面、1 个纵断面高程信息,拍摄横断面和纵断面的照片,并给出主河槽的糙率。控制断面测量成果要反映河道断面形态和特征,标注历史最高洪水位、成灾水位等。以满足小流域暴雨洪水分析计算,防洪现状评价,危险区划定和预警指标分析的要求。外业调查测量得纵断面数据 121 组,横断面数据 358 组和沟道历史洪痕数据 117 组。

3) 历史山洪灾害调查

调查历史最高洪水位或可能最高淹没水位,结合现场调查,综合分析确定评价对象的成灾水位。

4) 危险区调查

根据相关的技术要求,危险区范围为最高历史洪水位和 100 年一遇设计洪水位中的较高水位。项目组根据野外调查沿河村落房屋、房屋轮廓,结合相关的地形地貌资料,在下发的工作底图上绘制相关要素,最终确认危险区范围,并科学合理地确定转移路线和临时安置地点。

《评价技术要求》规定,应根据小于 5 年、5~20 年、20~100 年一遇的洪水位(或历史最高洪水位),确定极高危险区、高危险区、危险区三个等级[8]。

5) 涉水工程调查

对沿河村落防洪安全可能产生较大影响的塘(堰)坝、桥梁、路涵等涉水工程进行现场调查。

6) 沿河村落和城镇现场山洪灾害详查

调查沿河村落或重要集镇的人口、居民户、住房等信息,结合入村调查,对确定的沿河村落进行居民户高程测量。居民户住房位置及高程测量与河段内各组纵横断面河底高程测量同步进行,采用同一坐标系统和高程系。

4. 永兴县山洪灾害分析评价

根据永兴县小流域山洪灾害调查工作实际情况,将评价对象定为 103 个沿河村落和 14 个重要城镇防治区,评价防治区防汛现状并划分出适合各自重点防治区的小流域,在各小流域上进行设计暴雨计算。建立的水位流量关系曲线,结合水位累计人口曲线,完成各个防灾对象的防洪现状评价;综合计算各防灾对象的预警指标,并绘制危险区示意图。

4.1. 预警指标

1) 雨量预警指标

根据永兴县沿河村落的调查情况,确定山洪防灾对象的预警类别为雨量预警,预警等级分为立即转移和准备转移两个级别[9]。立即转移指标以控制断面当前的致灾水位(流量)作为临界值;准备转移指标根据设计洪水数据进行估算,考虑到洪水涨速及河谷地形等因素影响,以洪水距离河堤 20 cm 处作为准备转移指标。香梅乡东冲村广塘组预警雨量临界线图如图 1 所示。

2) 人口-水位-流量关系曲线

山洪灾害调查目的的主要是通过监测流量和水位,完成山洪灾害预警,明确什么水位开始影响人(成灾水位),什么样的洪水水位对应影响多少人,即确认水位-流量关系曲线和人口-水位高程曲线[10]。根据人口-水位-流量关系曲线,绘制出各个防灾对象的现状防洪能力图,香梅乡东冲村广塘组的防洪现状评价如图 2 所示。

水位-流量关系曲线计算是为了反映沿河村落、重要集镇和城镇等防灾对象因所在河段的河谷形态不同,洪水上涨与淹没速度会有很大差别等特性对山洪灾害预警、转移响应时间、危险区危险等级划分等的影响。

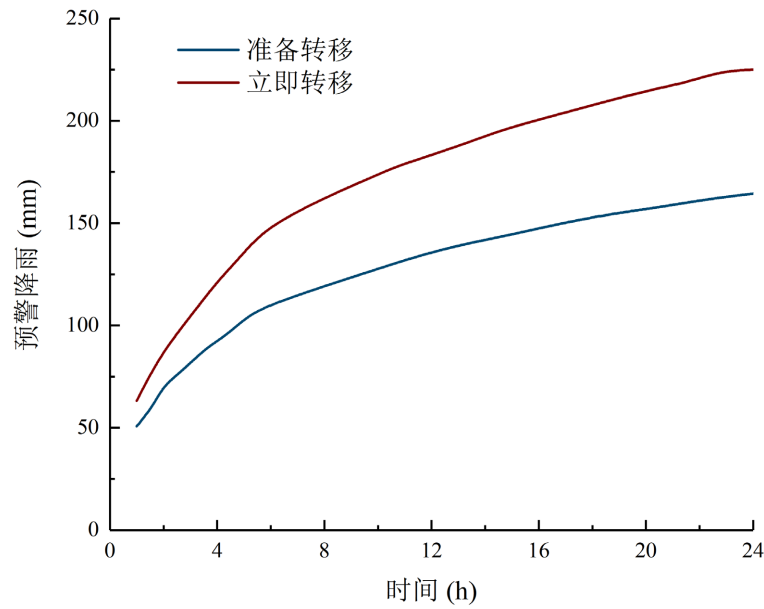


Figure 1. Warning rainfall threshold map of Guangtang group in Dongchong village
图 1. 香梅乡东冲村广塘组预警雨量临界线图

水位 - 人口高程曲线绘制的目的是统计确定洪水高程下的累积人口和房屋，参考相关技术规范和研究，永兴县山洪灾害防治对象水位 - 人口高程曲线绘制流程如下：首先，收集人口和高程数据等信息；将房屋高程数据投影到河道纵断面上；最后，结合河道纵断面实测数据和计算得到不同频率洪水对应水位值，统计确定各频率洪水淹没高程下的累积人口。

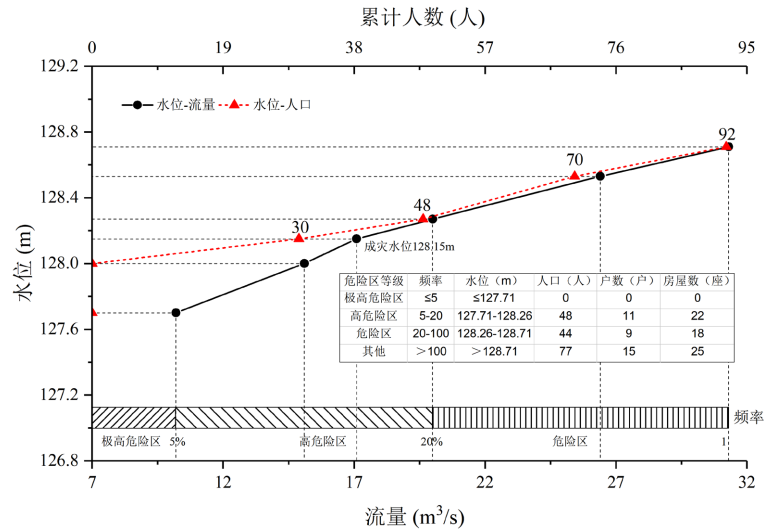


Figure 2. Evaluation of the current flood control situation at Guangtang group in Dongchong village
图 2. 香梅乡东冲村广塘组的防洪现状评价图

4.2. 危险区划分

以危险区范围确定的基本原则为基础，结合山洪灾害调查的沿河村落房屋、安置点和转移路线情况，绘制出各个防灾对象的危险区划分图，并选取永兴县香梅乡东冲村广塘组的危险区范围作为示范点，如图 3 所示。

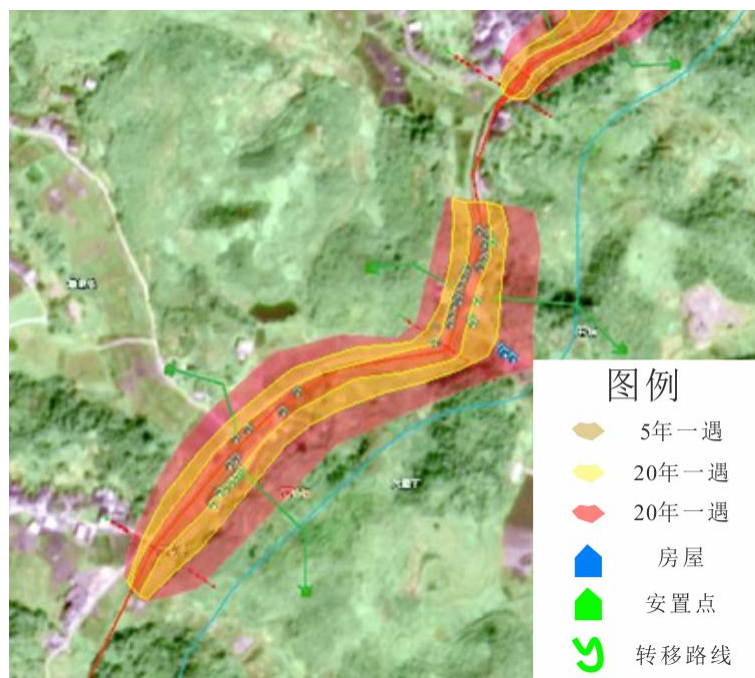


Figure 3. Dangerous zone division of Guangtang group in Dongchong village
图 3. 香梅乡东冲村广塘组的危险区划分图

5. 结论和建议

本文综合评价了永兴县防治区防汛现状，科学具体划分了山洪灾害危险区、明确转移路线和临时避险点；分析了降雨、洪水与成灾之间的关系，建立了人口 - 水位 - 流量关系曲线，科学设定了各防灾对象预警指标和预警范围，为永兴县山洪灾害分析评价和防治提供了基础数据。

同时本次对于永兴县的山洪灾害调查分析为今后的调查分析工作提供一些经验教训：

1) 小流域山洪灾害形成的影响因素众多，包括气象水文、地质地貌、人类活动等，由于资料有限，本文只对降雨做具体分析，小流域山洪灾害成因机理还须进一步深入研究。

2) 山洪灾害风险评价研究是一个多指标、多属性的综合评价问题，如何建立更加完善、客观、合理的指标体系，还有待进一步深入研究。

3) 山区小流域山洪灾害预警预报技术有待进一步深入研究，需向发布山洪预警指南、预报山洪危害范围和危害程度等多项功能方向发展，形成气象预报、地理信息系统、数字流域模型、山洪预测模型等综合系统相结合，建立实用、先进的山洪预警预报系统。

参考文献

- [1] 任洪玉, 邹翔, 张平仓. 我国山洪灾害成因分析[J]. 中国水利, 2007(14): 18-20.
REN Hongyu, ZOU Xiang and ZHANG Pingcang. An elementary study on causing-factors of Chinese mountain torrents disaster. China Water Resources, 2007(14): 18-20. (in Chinese)
- [2] 孙厚才, 沙耘, 黄志鹏. 山洪灾害研究现状综述[J]. 长江科学院院报, 2004, 21(6): 77-80.
SUN Houcai, SHAO Yun and HUANG Zhipeng. Review of present situation in studying mountain torrent disaster. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2004, 21(6): 77-80. (in Chinese)
- [3] ROSSA, A., SETTIN, T. and BORGA, M. Hydrological and hydrometeorological analysis of the September 26 2007 flash flood event in the metropolitan area of Venice. EGU General Assembly Conference Abstracts, Vienna, 2009, 8267.
- [4] NARAYAN, S., NICHOLLS, R. J., CLARKE, D., et al. The SPR systems model as a conceptual foundation for rapid inte-

- grated risk appraisals: Lessons from Europe. *Coastal Engineering*, 2014, 87: 15-31.
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.10.021>
- [5] 章德武, 谌宏伟. 山洪灾害致灾因子分析与防治措施[J]. 中国水运, 2011, 11(3): 146-147.
ZHANG Dewu, ZHAN Hongwei. Analysis and prevention measures of mountain flood disaster. *China Water Transport*, 2011, 11(3): 146-147. (in Chinese)
- [6] 叶丽梅, 周月华, 周悦, 等. 暴雨洪涝灾害链实例分析及断链减灾框架构建[J]. 灾害学, 2018, 33(1): 65-70.
YE Limei, ZHOU Yuehua, ZHOU Yue, *et al.* Instance analysis of rainstorm floods chain and chain-cutting disaster mitigation building. *Journal of Catastrophology*, 2018, 33(1): 65-70. (in Chinese)
- [7] 张志彤. 我国山洪灾害特点及其防治思路[J]. 中国水利, 2007, 584(14): 14-15.
ZHANG Zhitong. Characters of mountain flood disasters in China and prevention methods. *China Water Resources*, 2007, 584(14): 14-15. (in Chinese)
- [8] 中华人民共和国水利部. GB/T 50138-2010, 水位观测标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
Ministry of Water Resources of the PRC. GB/T 50138-2010, Water level observation standard. Beijing: China Planning Publishing House, 2010. (in Chinese)
- [9] 王礼先, 于志民. 山洪及泥石流灾害预报[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
WANG Lixian, YU Zhimin. Flash flood and debris flow disaster forecast. Beijing: China Forestry Publishing House, 2001. (in Chinese)
- [10] 叶勇, 王振宇, 范波芹. 浙江省小流域山洪灾害临界雨量确定方法分析[J]. 水文, 2008, 28(1): 56-58.
YE Yong, WANG Zhenyu and FAN Boqin. An analysis method for ascertain critical rainfall of mountain flood disaster of small watershed in Zhejiang Province. *Journal of China Hydrology*, 2008, 28(1): 56-58. (in Chinese)