

文章编号:1673-8411 (2015) 02-0096-05

基于 GIS 的广西溪河洪水型山洪沟空间分布特征

莫建飞^{1, 2, 3}, 钟仕全^{1, 2, 3}, 罗永明^{1, 2}, 黄永璘^{1, 2}, 陈燕丽^{1, 2, 3}, 孙明^{1, 2}

(1.广西气象减灾研究所, 南宁 530022; 2.国家卫星气象中心遥感应用试验基地, 南宁 530022;

3.广西高校西江流域生态环境与一体化发展协同创新中心, 南宁 530022)

摘要:在 GIS 技术支持下,以 DEM、水系、山洪灾害隐患点等地理信息为基础数据,依据流域划分原理与方法,提取广西溪河洪水山洪沟边界,根据山洪沟流域面积、主沟长度、河床比降等流域属性特征,划分溪河洪水山洪沟类型,基于行政区域、地形地貌类型、已发生灾害次数,分析广西溪河洪水型山洪沟空间分布特征,结果表明,按地域,广西溪河洪水型山洪沟主要分布在桂西北的百色市、桂北的河池市、桂东北的桂林市;按地形,广西溪河洪水型山洪沟主要分布在低山、丘陵、平原地区,中山、喀斯特石山分布较少。

关键词:溪河洪水;山洪沟;地理信息系统;广西

中图分类号:P954

文献标识码:A

The Spatial Distribution Characteristics of River-Flood Type of Mountain Torrents Ditches in Guangxi Based on GIS

Mo Jian-fei^{1,2,3}, ZHONG Shi-quan^{1,2,3}, LUO Yong-ming^{1,2}, HUANG Yong-lin^{1,2},CHEN Yan-li^{1,2,3}, SUN Ming^{1,2}

(1.Guangxi Meteorological Disaster Reduction Institute, Nanning 530022, China; 2. Remote Sensing Application and Validation Base of National Satellite Meteorological Center, Nanning 530022, China; 3. The Collaborative Innovation Center of the Ecological Environment & Integration Development in the Xijiang River Basin, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on the geographic information data, like: DEM, drainage, mountain torrent disaster risk points and the GIS, the border of river-flood type of mountain torrents ditches were extracted by watershed division principle and method. According to the basin attribute characteristics, such as: mountain torrent valley area, main gully length and bed gradient, such as division of the type of river-flood mountain torrents ditches. The spatial distribution features were analyzed on the basis of administrative areas, landform type, and number of disaster. The results show that, according to the region, the river-flood type of mountain torrents ditches of Guangxi are mainly distributed in Baise, Hechi and Guilin. But, based on the terrain, the mountain torrents ditches are mainly distributed in low mountains, hills, plains and Middle Mountain, and less in the Stone Mountain karsts.

Key words: river flood; mountain torrents ditch; GIS; Guangxi

广西地处亚热带季风区,境内江河纵横,水系发达,河流总长 3.4 万 km,水域面积约 4700km²,约占总面积的 2%。江河分属四大流域、五大水系。以西江水系的红水河、柳江、黔江、郁江、浔江、桂江、贺江为主,西江水系集水面积达 20.2 万 km²,其流域面积约占广西总面积的 86%。全区集水面积在 50km² 以

上的河流有 937 条,1000km² 以上的河流有 79 条。河流大部分属山溪性河流,每年汛期受强降雨影响,洪水暴涨暴落、洪灾频繁、危害重、影响大。广西已成为全国 7 个山洪灾害多发区之一^[1]。为了提高广西溪河洪水监测预警、防灾减灾能力,本文以 DEM 数据,水文数据、山洪灾害信息数据为基础数据,在

收稿日期:2015-0-15

基金项目:广西科学研究与技术开发计划项目资助(桂科攻 1355010-9、桂科攻 14124004-4-9)

作者简介:莫建飞(1978-),男,广西象州人,工程师,硕士。研究方向:3S 集成与气象应用。

GIS 技术支持下,提取广西溪河洪水型山洪沟边界,基于行政区域、地形地貌类型、溪河已发生灾害次数,分析广西溪河洪水型山洪沟空间分布规律,掌握广西溪河流域面积、主沟长度、河床比降等属性特征,为开展广西中小河流洪涝灾害监测预警以及灾损评估、精细化暴雨洪涝灾害风险普查提供基础数据,对提高全区中小流域科技防洪减灾能力、降低人民生命财产安全损失、保障全区人民生命财产安全、提升全区经济发展水平将会产生较大的现实意义。

1 数据与处理

地理信息资料采用国家基础地理信息中心提供的 1:25 万广西基础地理背景数据,数据格式为 ARC/INFO 的 E00 格式。采用 GIS 技术,对 E00 资料进行格式转换、拼接、重采样、分层、裁剪、空间分析等一系列处理,获得了广西省、地市级行政边界矢量数据,水系矢量数据。广西溪河洪水灾害资料从广西水利信息网获取。

在 1:5 万的 DEM 数据基础上,首先根据广西地形地貌特点,参考黄杏元等^[2-3]的地形分类标准,按照自动提取地形类型信息过程,获得广西的中山、低山、丘陵、平原等 4 类地形类型,然后基于 TM 遥感数据,采用增强比值植被指数法建立石漠化指数模型,提取石漠化信息,获得了广西喀斯特地貌类型^[4],最后采用 GIS 空间叠置分析,获得了广西中山、低山、丘陵、喀斯特石山、平原等 5 类地形类型。

2 溪河流域山洪沟及类型划分

依据水总是沿斜坡最陡方向流动的原理,参考前人研究成果^[5-8],采用 D8 算法,利用 GIS 水文分析模型,首先填平 DEM 数据,然后计算 DEM 中每一个高程数据点水流方向,根据高程数据点的水流方向数据计算每一个高程数据点的上游积累量,再根据上游积累量的高程数据,用阈值法确定属于水系的高程数据点,最后,根据水流方向数据,从水系源头开始将整个水系追索出来,得到比较小区域的集水区。借助 1:25 万水系数据、山洪灾害隐患点数据,通过人工经验判断对较小的集水区按水系级别进行合并处理,划分中小流域、山洪沟等流域边界,其中,山洪沟为 6 级及 6 级以下水系的集水区,其流域面积小于等于 200km²,且经常发生山洪灾害的小流域(图 1)。最终,将广西划分出 275 个中小流域,2033 个山洪沟(图 2,见彩图)。

在前人研究基础上^[9],根据山洪沟流域面积、主

沟长度、沟床比降等流域属性特征,将广西溪河洪水型山洪沟划分为大型()、中小型()、无明显沟道型()3 种山洪沟类型,其中,大型山洪沟的流域面积>100km²,主沟长度>20km,平均河床比降为 15/1000,中小型山洪沟的流域面积<100km²,主沟长度<20km,平均河床比降为 35/1000,其余为无明显沟道型山洪沟,平均河床比降为 10/1000。

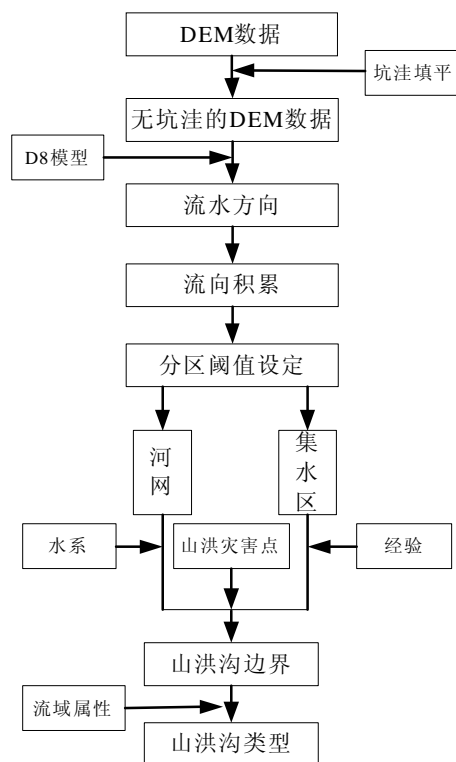


图 1 技术路线

3 山洪沟空间分布特征分析

在 GIS 技术支持下,利用多边形叠置分析功能,将山洪沟边界与行政区域边界、地形地貌类型边界、流域特征属性进行空间叠加,分析广西溪河洪水型山洪沟空间分布特征。

3.1 基于行政区域的山洪沟空间分布

按地级市行政区域划分,广西溪河洪水型山洪沟面积,占山洪沟总面积的 10% 以上的主要集中百色市、河池市、桂林市等 3 个市,分别为 19.5%、12.5%、10.0%,其中,百色市以大型山洪沟为主,占市山洪沟总面积的 41.6%,河池市、桂林市以中小型山洪沟为主,分别占市山洪沟总面积的 49.0%、39.2%;占山洪沟总面积的 5%~10% 的主要分布在南宁市、崇左市、柳州市、梧州市、贺州市、玉林市等 6 个市,分别为 9.6%、8.4%、7.5%、6.2%、6.1%、5.4%,其中,南宁市、崇左市、柳州市、玉林市以大型山洪沟

为主,分别占市山洪沟总面积的37.3%、46.7%、43.7%、42.2%,梧州市、贺州市以中小型山洪沟为主,分别占市山洪沟总面积的55.4%、67.0%;占市山洪沟总面积的5%以下的主要分布在来宾市、钦州市、防城港市、贵港市、北海市等5个市,分别只占4.7%、4.0%、3.3%、2.4%、0.3%,其中,防城港市以大型山洪沟为主,占市山洪沟总面积的38.1%,来宾市、钦州市、贵港市以中小型山洪沟为主,分别占市山洪沟总面积的48.3%、56.5%、56.6%,北海市则以无明显沟道山洪沟为主,占市山洪沟总面积的60.9%(图2、表1)。

表1 广西各地级市山洪沟面积及所占比例

市名称	山洪沟类型	地级市山洪沟			
		各类型面积(km ²)	各类型比例(%)	总面积(km ²)	总比例(%)
百色市	I型	10576.4	41.6	25415.2	19.5
	II型	8119.7	31.9		
	III型	6719.1	26.5		
河池市	I型	3689.1	22.6	16308.1	12.5
	II型	7984.0	49.0		
	III型	4635.0	28.4		
桂林市	I型	4636.3	35.6	13032.5	10.0
	II型	5105.5	39.2		
	III型	3290.6	25.2		
南宁市	I型	4686.8	37.3	12560.3	9.6
	II型	4084.6	32.5		
	III型	3788.9	30.2		
崇左市	I型	5136.4	46.7	11003.6	8.4
	II型	3233.8	29.4		
	III型	2633.3	23.9		
柳州市	I型	4260.3	43.7	9751.3	7.5
	II型	2883.9	29.6		
	III型	2607.1	26.7		
梧州市	I型	2516.8	31.1	8104.4	6.2
	II型	4489.1	55.4		
	III型	1098.5	13.6		
贺州市	I型	1228.8	15.5	7923.4	6.1
	II型	5307.0	67.0		
	III型	1387.6	17.5		
玉林市	I型	2941.5	42.2	7053.1	5.4
	II型	2709.7	38.9		
	III型	1322.0	19.0		
来宾市	I型	2279.9	37.4	6092.6	4.7
	II型	2942.2	48.3		
	III型	870.5	14.3		
钦州市	I型	828.8	15.7	5272.3	4.0
	II型	2976.9	56.5		
	III型	1466.6	27.8		
防城港市	I型	1649.8	38.1	4325.7	3.3
	II型	1243.7	28.8		
	III型	1432.2	33.1		
贵港市	I型	877.9	28.0	3125.9	2.4
	II型	1767.6	56.6		
	III型	480.4	15.4		
北海市	I型	0.0	0.0	440.5	0.3
	II型	172.4	39.1		
	III型	268.1	60.9		

3.2 基于地形地貌类型的山洪沟空间分布

按广西地形地貌类型划分,广西溪河洪水型山洪沟空间分布主要集中在低山、丘陵、平原地区,分别占山洪沟总面积的33.1%、24.5%、20.0%,其中,低山、丘陵主要以大型山洪沟和中小型山洪沟为主,分别占其地貌类型面积的76.4%、78.5%,平原主要以中小型山洪沟为主,占其地貌类型面积的46.2%;中山、喀斯特石山分布较少,分别占山洪沟总面积的15.9%、8.5%,其中,中山主要以大型山洪沟为主,占其地貌类型面积的37.5%,石山主要以中小型山洪沟为主,占其地貌类型面积的36.3%(图3,见彩图;表2)。

表2 广西各地形类型山洪沟面积及所占比例

地形类型	山洪沟类型	山洪沟			
		各类型面积(km ²)	各类型比例(%)	总面积(km ²)	总比例(%)
中山	I型	7755.0	37.5	20659.6	15.9
	II型	7507.3	36.3		
	III型	5397.3	26.2		
低山	I型	15052.0	37.1	40530.8	31.1
	II型	15922.5	39.3		
	III型	9556.4	23.6		
丘陵	I型	11895.5	37.3	31921.8	24.5
	II型	13166.3	41.2		
	III型	6860.0	21.5		
石山	I型	3751.2	33.9	11050.1	8.5
	II型	4006.1	36.3		
	III型	3292.8	29.8		
平原	I型	7358.7	28.1	26156.2	20.0
	II型	12082.7	46.2		
	III型	6714.8	25.7		

3.3 基于已发山洪灾害次数的山洪沟空间分布

根据已发生山洪灾害次数统计,广西溪河洪水型山洪沟灾害主要发生在中小型山洪沟,占70.3%。已发生灾害在5次以下有1869条,其中,大型山洪沟有241条,中小型山洪沟有1354条,无明显道沟有274条;已发灾害5~10次的山洪沟有112条,其中,大型山洪沟有29条、中小型山洪沟有53条、无明显道沟30条,主要分布在桂北河池市刁江流域、小环江流域;已发灾害10次以上的山洪沟有52条,其中,大型山洪沟有16条、中小型山洪沟有23条、无明显道沟13条,主要分布在桂东南玉林市杨梅河流域中浊水河、黎村河、灵山河等,泗罗河流域中的松山河、务底河、榕木河等,桂中来宾市罗秀河流域中的大樟河,黔江流域中的东乡河、马来河等,桂东北柳州市融江流域中的黄金河、雅瑶河、泗顶河等,桂西南防城港市北仑河流域中的那作河、黄关河

等, 桂西北百色市南盘江流域中的者浪河、长发河、扁牙河等(图 4, 见彩图; 表 3)。

表 3 广西山洪沟灾害统计

山洪沟 类型	灾害分级 (次数)	山洪沟	
		各级数量 (条)	各类型数量 (条)
I 型	<5	241	286
	5-10	29	
	>10	16	
II 型	<5	1354	1430
	5-10	53	
	>10	23	
III 型	<5	274	317
	5-10	30	
	>10	13	

4 结论

(1) 广西溪河洪水型山洪沟空间分布特征, 按地域, 主要分布在桂西北的百色市、桂北的河池市、桂东北的桂林市, 大型的溪河洪水型山洪沟主要分布在百色市、南宁市、崇左市、柳州市、玉林市、防城港市等 6 市, 中小型的溪河洪水型山洪沟主要分布在河池市、桂林市、梧州市、贺州市、来宾市、钦州市、贵港市等 7 市, 无明显沟道的山洪沟主要分布在北海市; 按地形地貌, 广西溪河洪水型山洪沟主要分布在低山、丘陵、平原地区, 中山、喀斯特石山分布较少, 大型的溪河洪水型山洪沟主要分布在中山地区, 中小型的溪河洪水型山洪沟主要分布在低山、石山、丘陵、平原地区; 根据已发生山洪灾害次数统计, 广西溪河洪水型山洪沟已发生灾害大部分在 5 次以下, 已发生灾害次数较多的主要分布在桂北河池市刁江流域、小环江流域, 桂东南玉林市杨梅河流域、桂中来宾市罗秀河流域、黔江流域、桂东北柳州市融江流域、桂西南防城港市北仑河流域、桂西北百色市南盘江流域等中小型山洪沟。

(2) 海拔相对低、坡度大的地方越容易孕育山洪灾害。广西中小型溪河洪水山洪沟海拔在 200~800m 之间, 平均河床比降为 35/1000, 由于地形陡峭, 易于快速汇集径流而形成山洪, 并引发山体滑坡、泥石流等次生灾害, 尤其在低山、丘陵的四周以及与平原相邻的地区, 如有开阔的谷地、盆地, 也容易造成山洪灾害。

(3) 基于 DEM 数据、水文数据、山洪灾害信息数据, 获得了广西溪河洪水型山洪沟空间分布, 借助 GIS 空间分析技术, 获得了广西大型、中小型、无明显沟道型的溪河洪水型山洪空间分布规律、灾害分

布特点, 可为有关部门对广西山洪灾害的监测预警、抗洪救灾提供基础数据, 为山洪灾害防治措施提供科学依据。

参考文献:

- [1] 米德才, 徐国琼, 秦礼文. 广西山洪灾害现状与成因分析 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16 (3): 165-167.
- [2] 黄杏元, 马劲松, 汤勤. 地理信息系统概论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [3] 韦金丽, 王国波, 凌子燕. 基于高分辨率的地形特征提取与分析 [J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 35 (1): 33-36.
- [4] 钟仕全, 莫建飞, 莫伟华, 等. 广西遥感本底信息提取方法技术与成果应用 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (3): 45-49.
- [5] 徐新良, 庄大方, 贾绍凤, 等. GIS 环境下基于 DEM 的中国流域自动提取方法 [J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13 (4): 343-348.
- [6] 叶爱中, 夏军, 王纲胜, 等. 基于数字高程模型的河网提取及子流域生成 [J]. 水利学报, 2006, 36 (5): 531-537.
- [7] 聂振钢. 基于 DEM 的流域和水系提取系统研究 [M]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [8] 程峥, 李永胜, 高微微. 基于 ArcGIS 的 DEM 流域划分 [J]. 地下水, 2011, 33 (6): 131-133.
- [9] 刘佳, 江明. 黑龙江省溪河洪水类型山洪沟的分布特点及防治措施 [J]. 黑龙江水利科技, 2012, 3 (40): 238-239.
- [10] 黄永璘, 王志怡, 农民强. GIS 在广西山洪灾害预警中的应用 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (3): 30-32.
- [11] 胡泽滨. 凤山县地质灾害统计分析及其预报方法 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (2): 60-61, 65.
- [12] 蒋丽娟. 广西春夏季旱涝的等级划分及时空分布特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (3): 14-17.
- [13] 史彩霞, 刘世学, 余纬东, 等. 地理信息系统及其在广西气象业务服务中的应用 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (1): 41-43.
- [14] 赵洁妮, 黄建萍, 白先达. 广西地质灾害分析及防御研究 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (S1): 232-233.
- [15] 梁维亮, 黄明策, 屈梅芳. 基于 GIS 的广西中小河流山洪气象风险监测预警系统 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 43-46, 85.
- [16] 李向红, 伍静, 王存真, 等. 桂林地质及山洪灾害气象风险预警系统研究 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (3): 33-38, 50.
- [17] 黄永璘, 农民强, 孙涵. 基于 FY-3A/MERSI 的洪涝灾害遥感监测初探 [J]. 气象研究与应用, 2013, 30 (2): 59-61.