

# 水城县地质灾害时空分布规律及影响因素分析

尹先娥<sup>1</sup>,常智胜<sup>2</sup>

(1. 贵州省地质环境监测院六盘水分院,贵州 六盘水 553001;  
2. 贵州省地质矿产勘查开发局——三地质大队,贵州 六盘水 553001)

**[摘要]**水城县位于贵州省西部乌蒙山区,区内山高坡陡谷深,自然地理及地质条件恶劣,地质灾害频发、易发。本文以水城县重点地区重大地质灾害隐患详细调查成果为依据,从自然因素和人类工程活动两大方面对地质灾害孕育背景及引发因素进行研究,通过对近年新增地质灾害隐患的统计分析,归纳总结出地质灾害隐患在时空上的分布规律及其主要影响因素,指出了水城县地质环境条件复杂是客观存在的,地灾防治工作的重点应放在降低外在因素对灾害的影响上。

**[关键词]**孕灾环境;时空分布规律;地质灾害;贵州

**[中图分类号]**P694 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2016)02-0113-04

## 1 前言

水城县位于贵州省西部,地处珠江流域和长江流域的分水岭地带。区内山高坡陡谷深,碳酸盐岩广布,岩溶发育强烈,地质环境条件差,而且还是省内煤炭重点开采区。脆弱的生态地质环境以及强烈的人为工程活动,使得区内成为地质灾害的高发区和重灾区,具有“灾种全、灾害重、隐患多、发生频繁”的特点。截至2015年5月,六盘水市查明地质灾害隐患点1121处,受威胁农户50530户,197945人,其中水城县地质灾害隐患点283处。众多的地质灾害隐患严重制约了水城县的经济发展,也给国家和人民的财产、民众生命安全带来了极大的威胁。因此,开展区内地质灾害研究,对防灾减灾具有重大意义。本文以近年水城县地质灾害调查成果为依据,通过对地质灾害隐患的统计分析,归纳总结出地质灾害隐患在时空上的分布规律及其主要影响因素,力图与研究区地质灾害的防治和管理、城镇及重大工程规划布局提供技术支撑,并为同类型地质环境区的地质灾害防治工作提供借鉴。

## 2 研究区概况

水城县地处云贵高原乌蒙山区,东邻纳雍县和六枝特区,西连云南省及威宁县,北靠赫章县,南接普安县和盘县。全县面积3589.1 km<sup>2</sup>,地理座标:东经104°34′~105°16′,北纬26°02′~26°56′,陆路交通较为便利。

### 2.1 地形地貌

由于地处乌蒙山脉东北段之东南,地形起伏较大,以强切割中山及高山为主。境内地势总体北西高、南东低,最高海拔高程为2857 m,最低海拔高程为635 m,最大高差为2172 m。研究区内山高坡陡谷深,岩溶发育,为地质灾害的发育提供了基础条件。

### 2.2 地层岩性及构造

区域构造上,水城县处于扬子准地台黔北台隆六盘水断陷威宁北西向构造变形区中部,普安旋扭构造变形区北部及黔北台隆遵义断拱毕节北东向构造变形区西南(面积较小),褶皱、断裂组合纵横交错,地质构造十分复杂。威宁北西向构造变形区、普安旋扭构造变形区、遵义断拱北北东

向构造变形区三个构造变形区相互影响,使褶皱断裂纵横交错,各地层受构造破坏强烈,岩体十分破碎,为地质灾害发生创造了有利的地质环境条件。

### 3 地质灾害的时空分布特征

2009—2015年水城县新增的地质灾害点共112处,其中滑坡76处,占67.8%;崩塌23处,占20.5%;地裂缝10处,占8.9%;地面塌陷2处,占1.78%;泥石流1处,占0.89%。

#### 3.1 地质灾害发生的时间规律

无论是从多年统计的长周期看,还是从年内的月统计短周期看,水城县地质灾害的发生明显地受降雨作用的控制,其形成与降雨强度、降雨历时和过程降雨量等密切相关<sup>[1],[2]</sup>。据2009—2015年,总共7年的月平均降雨资料显示,水城县降雨量主要集中在5月至9月,占全年降雨量的50%以上(图1)。

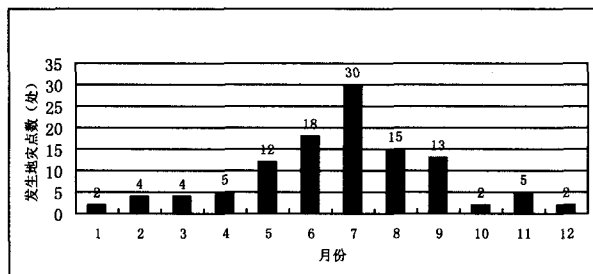


图1 2009—2015年新增地质灾害点逐月统计表

Fig.1 Monthly statistic of new geologic disaster from 2009 to 2015

统计分析表明:地质灾害的时间分布与同年内的月降雨量分布具有很好的相关性。2009—2015年水城县在5—9月期间新增的地质灾害点有88处,占总数的78.5%。因此,集中降雨是本区滑坡、崩塌、不稳定斜坡等地质灾害主要引发因素。

#### 3.2 地质灾害的空间分布特征

近7年来水城县地质灾害的发生区域及次数统计图(见图2)反映出,地质灾害的发生具有很强的区域性,其中花嘎乡、龙场乡分别新增8处地质灾害,占比7%,位居第一;米箩乡、金盆乡分别新增7处地质灾害,占比6%,位居第二;红岩乡、阿戛乡、营盘乡分别新增6处地质灾害,占比5%,位居第三。研究表明,这些地质灾害频发的区域

一般都具有以下特点:地形切割大、坡度陡峻、地层岩性上软下硬、断裂发育、矿产资源集中分布,人类工程活动强烈。

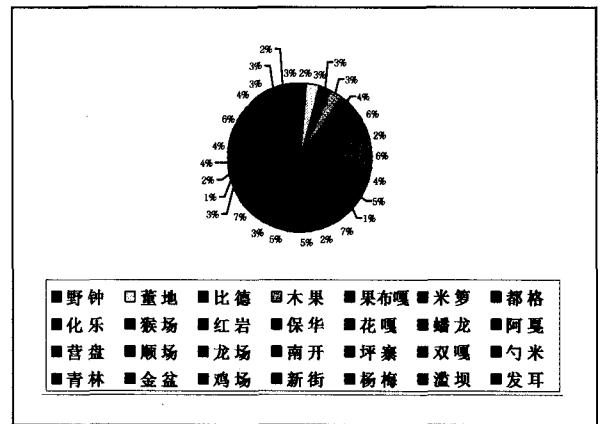


图2 各乡镇新增地质灾害点数百分图

Fig.2 Percentage of added geologic disasters of each town

由此可知,水城县地质灾害的空间分布特征受地形地貌、地层岩性、地质构造、和人类工程活动等因素的影响。人类工程活动及地质环境条件和地质灾害紧密相连。

水城县地质灾害隐患点分布图(见图3)反映出,区内重大地质灾害点在平面上呈现明显的分区性:县境内西部和中部,隐患点多、集中呈带状分布;南西部地质灾害隐患点较少并呈离散状分布;北部地质灾害隐患点多沿易发地层分布。其中滑坡多发育在泥岩、砂岩、玄武岩等抗风化能力弱的软质岩层、褶皱紧密、断裂发育,且人为工程活动强烈的地区;地裂缝主要分布在煤矿开采区;崩塌主要分布在地形陡峻的陡坡或陡崖地段,所处部位常为断裂及节理发育,褶皱紧密地段;泥石流主要分布在地形切割强烈,坡度较大,植被较差,雨量相对集中的中低山区以及一些大中型矿山的固体废弃物堆积场及其下游地区;岩溶塌陷主要分布在水城盆地等碳酸盐岩出露、岩溶发育、地下水活动强烈的低洼地区<sup>[3,4,5]</sup>。

### 4 地质灾害的影响因子分析

地质灾害是在不良地质环境条件下,受自然或不合理的人为活动引发的,因此,地质环境是形成地质灾害隐患的基础<sup>[6]</sup>。水城县地质灾害的影响因素分为内因和外因两类,内因为地形地貌、地层岩性、地质构造三个因素,其中地形地貌起主要作用;外因主要为大气降水和人类工程活动两方面。

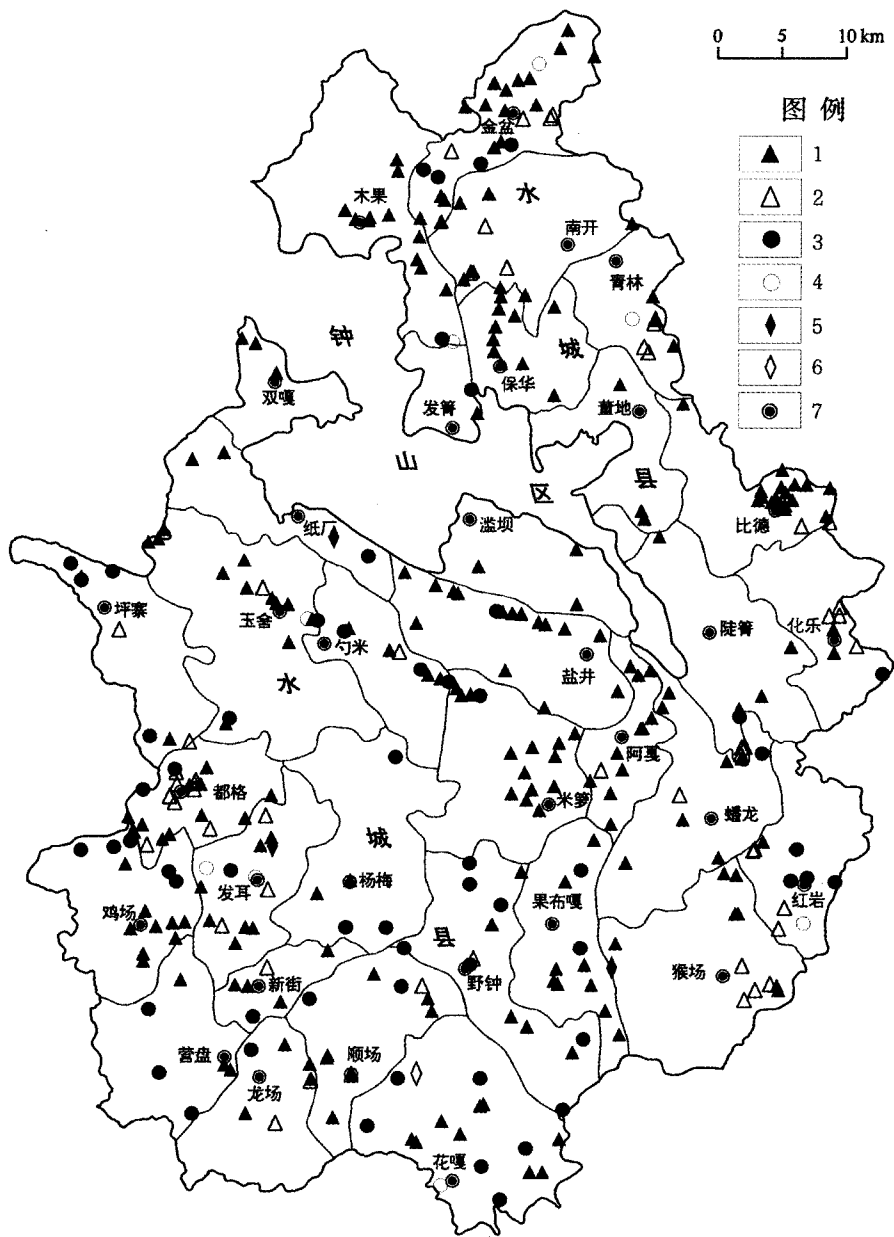


图3 水城县地质灾害隐患点分布图

Fig. 3 Distribution of geologic disaster risk of Shuicheng county

1—滑坡;2—不稳定斜坡;3—崩塌;4—地面塌陷;5—地裂缝;6—泥石流;7—乡镇

### 4.1 地形地貌对地质灾害的控制

除地裂缝外,其余地质灾害隐患在地形坡度上的分布都具有一定规律性。

滑坡集中分布在坡度角 15°~50°斜坡地带,其中 15°~30°占 70%。区内主要为松散堆积层滑坡,上述坡度的斜坡是主要的耕作区,松散层厚度较大,人类活动强烈,加上坡度较陡,不利于斜坡稳定,在其它外界因素影响下,极易失稳形成滑坡。坡度角 15°以下缓坡地形坡度过于平缓,斜

坡不易失稳;坡度角 50°以上斜坡和陡崖地带松散土层薄,亦很少有滑坡分布。

崩塌绝大部分分布在 50°以上陡坡或陡崖地带,高陡临空条件有利于崩塌形成。

岩溶地面塌陷则分布于溶蚀谷地、洼地等地形平坦地带,该类地带有利于地下水汇流集中,地下水活动强烈,岩溶发育程度高。

### 4.2 地层岩性对地质灾害的控制

不同的地层岩性分布区,地质灾害发育的类

型及数量明显不同。滑坡主要发生在碎屑岩和玄武岩中；崩塌主要发育在碳酸盐岩地层中；不稳定斜坡主要发育于碎屑岩及玄武岩中(见图4)。

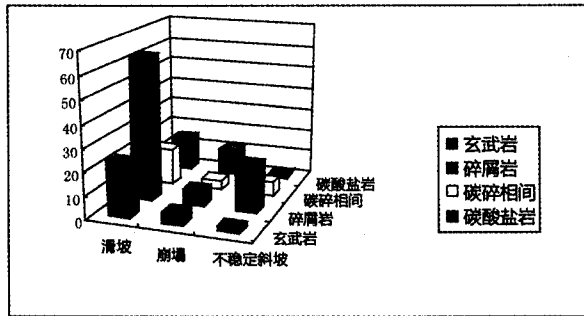


图4 不同地层岩性分布区滑坡、崩塌、不稳定斜坡发育程度柱状图

Fig. 4 Histogram of landslide, slide and unstable slope development degree of different lithology distribution areas

### 4.3 地质构造对地质灾害的控制

区内地质构造背景复杂,岩石经过了多次构造运动的破坏,断裂及岩体中的节理、裂隙较为发育,破坏了岩体的完整性,并成为滑坡、崩塌的结构面,加之后期遭受强烈风化和剥蚀,水城县地质灾害隐患点较大部分均发育于褶皱密集和断裂交汇等构造复活部位,具有沿构造线方向呈带状密集展布的特点。

### 4.4 降雨对地质灾害的影响

水城县属山地地貌,山高坡陡,地形切割较大,不利的地形如遇降雨,大量的雨水入渗、浸润、软化岩土体,降低了斜坡的稳定性。2009—2015年水城县地质灾害的数量及降雨诱发的地灾点数量统计(见图5)看出,区内几乎所有的地质灾害发生均与暴雨或长时间降雨有密切的关系,有些滑坡的发生和降雨在时间和空间上具有很好的一致性<sup>[4]</sup>。

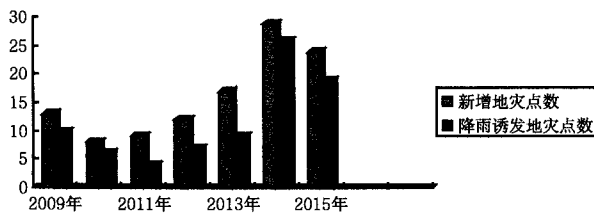


图5 2009—2015年水城县降雨诱发的地灾点数量统计

Fig. 5 Statistics of geo-disaster point induced by rain of

Shuicheng from 2009 to 2015

## 4.5 人类工程活动对地质灾害的影响

人类工程活动不仅指工程建设(城镇、工厂、公路、水电、水利等),还包括旅游、采矿、民房、砍伐等生产、生活活动。区内人类工程活动主要表现为采煤活动、工程建设切坡活动等,区内地质灾害隐患点的形成大部分与人类工程活动有着直接的关系。统计表明,区内由人类工程活动引发的地质灾害点31处,占灾害点总数的27.6%;由自然因素引发的地质灾害点81处,占灾害点总数的72.4%。

## 5 结论及建议

水城县境内地质、地形条件很复杂,生态环境脆弱,是地质灾害的高发地区。统计分析结果表明,县境内地质灾害隐患点主要具有以下分布特征:

(1)从外因上,在人类工程活动强烈的区域相对集中,多数发生在雨季(5—9月)。其中降雨是诱发地质灾害的主要外在因素。

(2)在地形地貌上,70%的滑坡全部分布在15°~50°斜坡地带,尤以15°~30°居多;96%的崩塌绝大部分分布在50°以上陡坡或陡崖地带;76%的不稳定斜坡主要发育于坡度大于20°的斜坡地带;地面塌陷则分布于地下水浅埋的岩溶谷地中。

(3)在地层岩性上, $T_1f$ 、 $P_2x-wj$ 、 $\beta p$ 是滑坡的易发地层; $T_1f$ 、 $P_2x-wj$ 、 $\beta p$ 、 $P_1q-m$ 为崩塌的易发地层;不稳定斜坡主要为残坡积层蠕滑引起。

(4)在地质构造上,褶皱密集和断裂交汇等构造复活部位是区内滑坡和崩塌地质灾害隐患集中发育的部位,具有沿构造线方向呈带状密集展布的特点。

建议:

(1)水城县地质环境条件复杂是客观存在的,地灾防治工作的重点应放在降低外在因素对灾害的影响上。

(2)六盘水市气象局气象观测站提供的数据显示,近三十年内整体气候变化趋势明显呈现为气温升高、降雨减少,年降雨日数减少,年暴雨日数增加<sup>[5]</sup>。应建立完善可靠的预测、预报、监测系统,做好气象地质灾害预警预报工作。

(下转第131页)

## Study of Three-Dimensional Spatial Shapes and Determination of Intermediate-acid Intrusive Rock in Middle and East Guizhou

QU Nian-nian<sup>1,2</sup>, YAO Lian<sup>2</sup>, ZHU Da-you<sup>2</sup>, LI Jia-bin<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China; 2. Guizhou Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China)

**[Abstract]** With the higher exploration level of resources and the decreasing of surface mine, it is of great significance to find and delicate concealed and semi-concealed intermediate-acid intrusive bodies in the mineral exploration. Based on the regional gravity data, combining with magnetic data, geochemical data and previous geological research, we indentified concealed and semi-concealed intermediate-acid intrusive bodies, and obtained their three-dimensional spatial shapes by three dimensional inversion, quantitative analyzed their three-dimensional spatial shapes and the relationship with mineral, finally provides important information for deep prospecting.

**[Key words]** Intermediate-acid rock; Gravity and magnetic characteristics; Three dimensional; Deep prospecting.

### (上接第 116 页)

(3) 人类进行资源开发和各类经济工程活动之前, 必须进行可行性调查研究, 不但要考虑自身需要和眼前的经济效益, 同时还要从可持续发展的高度, 研究开发资源和工程建筑后的环境效果和致灾因素, 确保不破坏人类生存环境<sup>[6]</sup>。

### [参考文献]

- [1] 邓雄业, 易顺民. 广东省崩塌地质灾害的时空分布特征 [J]. 工程地球物理学报. 2008, 5(3): 356-363.
- [2] 游桂芝, 潘庆英. 六盘水市地质灾害现状调查及防治建议 [J]. 贵州大学学报(自然科学版). 2011, 28(4): 126-129.
- [3] 马文瀚. 湖南省地质灾害孕灾机理及综合防治研究 [D]. 湖南: 中南大学, 2012.
- [4] 刘德兵, 等. 达州市地质灾害的时空分布特征及成因分析 [J]. 四川地质学报. 2014, 34: 31-35.
- [5] 敖向红. 气候变化对喀斯特地区农业的影响及适应策略——以贵州西部六盘水市为例 [J]. 贵阳学院学报. 2016, 11(1): 58-62.
- [6] 张春山, 张业成, 等. 中国地质灾害时空分布特征与形成条件 [J]. 第四纪研究. 2000, 20(6): 559-566.

## Temporal-spatial Distribution and Influence Factor Analyses of Geologic Disaster in Shuicheng County

YIN Xian-e<sup>1</sup>, CHANG Zhi-sheng<sup>2</sup>

(1. Liupanshui Branch, Guizhou Institute of Geo-environment Monitoring, Liupanshui 553001, Guizhou, China; 2. 113 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Liupanshui 553001, Guizhou, China)

**[Abstract]** Shuicheng county situated in Wumeng mountain area of west Guizhou with high mountains, steep slopes and deep valley, the geographic and geologic conditions are bad, the geologic disaster happened usually. In this paper, according to the important geologic disaster detailed survey of important areas of Shuicheng, the background and leading factors of geologic disaster are studied in natural factors and human activity, by statistic analyses of geologic disaster risk in recent years, the temporal-spatial distribution rules and influence factors are summarized, it indicated the complex geo-environmental condition of Shuicheng is objective, the key point of geologic disaster prevention is reduce the influences of external factors.

**[Key words]** Disaster environment; Temporal-spatial distribution rule; Geologic disaster; Guizhou