

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2021.04.002

引用格式:张国华,何学文. 江西省吉安县地质灾害气象预警研究[J]. 华东地质,2021,42(4):373-382.

# 江西省吉安县地质灾害气象预警研究

张国华,何学文

(江西省地质局第二地质大队,江西 九江 332000)

**摘要:**暴雨型地质灾害具有突发性强的特点,降雨是地质灾害的触发因素,根据降雨量进行地质灾害预警预报可以较大减少地质灾害损失。文章在吉安县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发程度分区的基础上,采用显式统计模型,通过分析历史地质灾害和日降雨量资料之间的关系,研究吉安县地质灾害气象预警模型。研究表明:当日降雨量达到50 mm、70 mm、110 mm、160 mm时,不同等级崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发区进入相应地质灾害气象预警状态。吉安县地质灾害气象预警区划成果填补了吉安县县域地质灾害气象预警的空白,为地质灾害预警决策提供了量化指标。

**关键词:**暴雨型地质灾害;江西省吉安县;地质灾害气象预警

**中图分类号:**P597.3; P588.122

**文献标识码:**A

**文章编号:**2096-1871(2021)04-373-10

暴雨型地质灾害具有突发性、群发性、区域性等特点,大气降雨或与气象相关的因素成为约三分之二的突发性地质灾害的直接诱因<sup>[1]</sup>,因此,开展地质灾害气象预警工作是抓住地质灾害预警的关键。近年来,众多学者对地质灾害气象预警进行了分析研究<sup>[1-13]</sup>,预警模型由初期仅考虑临界降雨量的隐式统计模型发展到现今综合考虑临界降雨量与地质环境条件等多因素的显式统计模型<sup>[10-11,14]</sup>,提高了预警的精度。2003年以来的实践表明,地质灾害气象预警在防灾减灾中具有较为明显的成效<sup>[2-5,9-12,15-16]</sup>,地质灾害气象预警在当前经济条件下不失为一种宏观层面上简单、经济、有效的防灾手段<sup>[11]</sup>。地质灾害气象预警是以地质环境条件为基础,根据前期实际降雨量和未来1~3天预报降雨量,对降雨可能诱发的突发性地质灾害在空间、时间和危险性等级上进行预测,并通过电视、电台、互联网、电话、短信等方式向社会公众发出预警。

目前,吉安市气象局已建立了自动气象站雨量实时监测报警平台,实现了吉安市域内国家气象自动观测站、区域自动气象站和山洪自动雨量站降雨

的实时监控、资料统计查询、阈值设置和报警等功能<sup>[17]</sup>,为开展暴雨型地质灾害气象预警提供了便利条件,为提高地质灾害气象预警精度提供了保证。本文依托“1:5万吉安县地质灾害调查”项目,基于吉安县地形地貌、岩土体类型、人类工程活动等地质环境条件,以及江西省气象局提供的降雨量数据,采用信息量法进行吉安县地质灾害易发程度分区,根据降雨量与崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的相关性确定地质灾害气象预警临界值,建立吉安县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害区域气象预警模型,从而实现地质灾害气象预警。

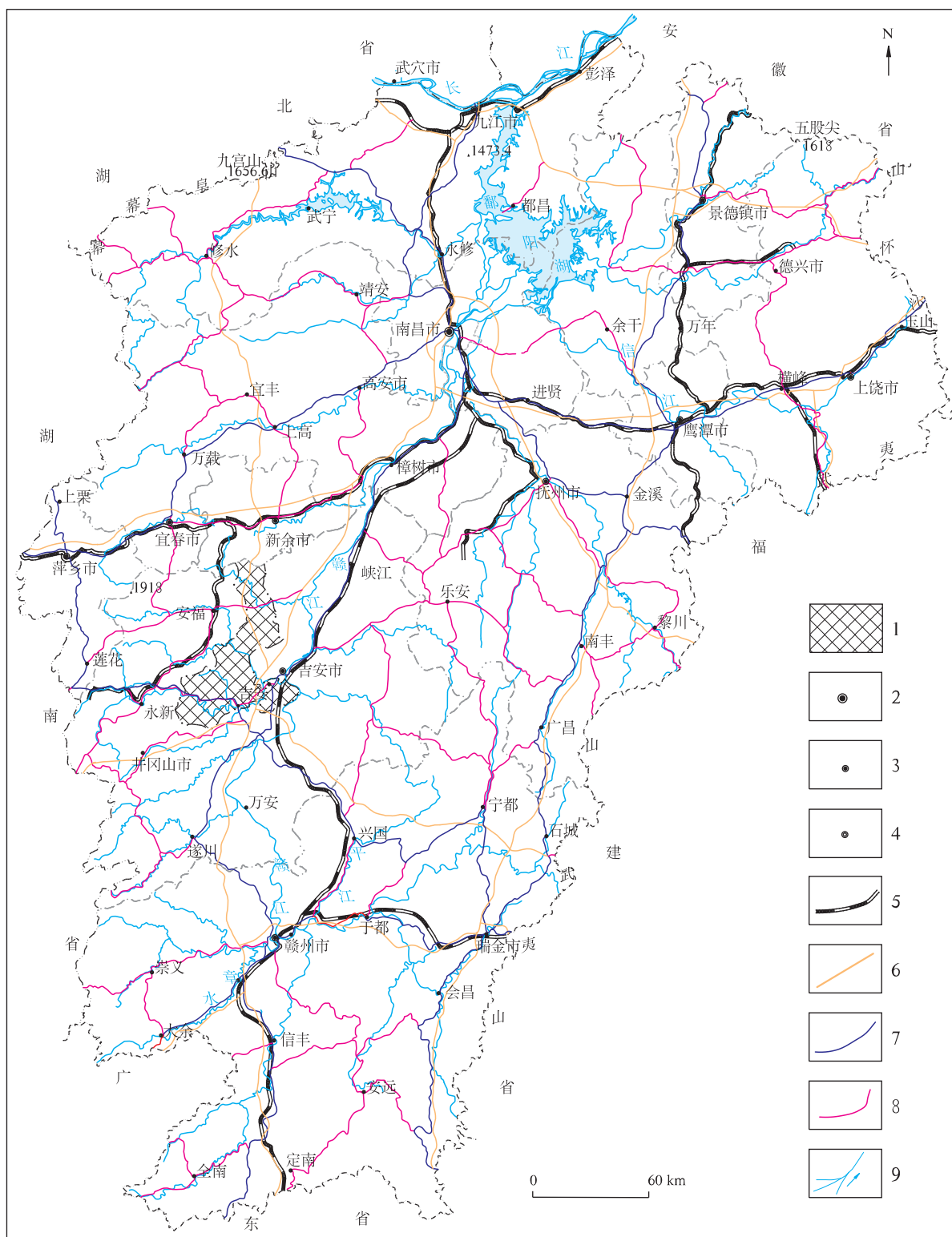
## 1 区域环境背景

吉安县位于江西省中部(图1)。地理坐标:114°24′18″~115°03′25″E, 26°49′50″~27°38′04″N。南北长89.43 km,东西宽64.03 km,总面积2 125.43 km<sup>2</sup>。铁路、高速公路、国道、省道、县道及乡村道路网状分布,连接县内各乡镇及行政村,交通便利。铁路、高速公路边坡多已采取护坡措施(昌

\* 收稿日期:2020-11-05 修订日期:2021-01-06 责任编辑:叶海敏

基金项目:江西省国土资源厅、江西省财政厅“江西省吉安县1:5万地质灾害调查(编号:赣国土资字[2015]205号)”项目资助。

第一作者简介:张国华,1967年生,男,高级工程师,大学本科,主要从事地质灾害勘查与评估工作。Email:956107337@qq.com。



1.吉安县位置;2.省会城市;3.地级市;4.县城;5.铁路;6.高速公路;7.国道;8.省级公路;9.水系

图1 吉安县交通位置图

Fig. 1 Location map of Ji'an County

吉赣高铁在吉安境内多为架桥通过),国道、省道护坡路段相对较少,县、乡道路则较少有工程护坡措施。

### 1.1 气象特征与水力水电建设

据江西省气象局提供资料,1952~2017 年吉安县多年平均降雨量为 1 524.7 mm。最大年降雨量 2 208.7 mm,最小年降雨量 897.6 mm;最大月降雨

量 574 mm(1982 年 6 月);最大日降雨量 249.3 mm(2013 年 7 月 14 日);最大小时降雨量 64.8 mm(1998 年 7 月 7 日)。降雨量年内分配不均。3~8 月为雨季,降雨量 164.0~238.5 mm;2 月、9 月为平水期,月降雨量 80.1~95.3 mm;10 月至次年 1 月为枯水季,月降雨量 49.3~70.7 mm<sup>[18]</sup>。各月平均降雨量见表 1。

表 1 吉安县多年月平均降雨量统计结果(1952—2017 年)<sup>[18]</sup>

Table 1 Statistics of average monthly rainfall in Ji'an County (1952—2017)<sup>[18]</sup>

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均降雨量/mm	64.0	95.3	164.0	211.3	238.5	238.4	121.4	123.8	80.1	67.9	70.7	49.3
百分比/%	4.2	6.2	10.8	13.9	15.6	15.6	8.0	8.1	5.3	4.5	4.6	3.2

吉安县降雨量也具有空间分布的不均匀性。表现为山区多年平均降雨量大于河谷平原,县境南东部

凤凰—横江一带年均降雨量较小,县境北部—南西部的油田、天河、敖城等地年均降雨量较大(表 2)。

表 2 吉安县各气象站年平均降雨量统计结果(2008—2017 年)<sup>[18]</sup>

Table 2 Statistics of average annual rainfall from each meteorological station in Ji'an County (2008—2017)<sup>[18]</sup>

气象站	年均降雨量/mm	气象站	年均降雨量/mm	气象站	年均降雨量/mm
油田	1 470.7	敖城	1 435.7	凤凰	1 312.2
指阳	1 414.5	安塘	1 425.6	流芳村	1 436.9
固江	1 416.6	登龙	1 414.3	观中村	1 457.9
永阳	1 323.0	澧田	1 419.6	鹤州村	1 452.4
官田	1 422.3	桐坪	1 446.5	小湖村	1 421.4
天河	1 479.2	大冲	1 403.5		

根据 2008—2017 年降雨量资料<sup>[18]</sup>统计:全县 17 个站点年均降雨日 148~179 天,天河、指阳两站点最多(179 天),凤凰站最少(148 天);年均暴雨日 2~5 日,指阳站 2 日,登龙、小湖村两站 5 日;连续暴雨最长 17~22 天,官田、流芳村、鹤州村、小湖村 17 天,永阳、桐坪 22 天;连续暴雨最长天数累计降雨量 152.1~279.4 mm,凤凰站最小,固江站最大;最大过程降雨量 218.2~376.8 mm,澧田站最小,官田站最大;最大 24 h 暴雨降雨量 81.9~238.9 mm,指阳站最小,小湖村最大。

县内水力资源丰富,水利水电设施较完善。据吉安县水利局资料,全县有中型水库 5 座,小(一)型水库 30 座,小(二)型水库 176 座,山塘 3 128 座。全县有大小引水工程共 212 处,引水工程以陂坝为主。因水利建设,产生了众多高陡人工边坡,有的位于坝肩,有的在库岸修公路切坡,一些灌溉、小水电引水渠的渗漏也可能构成滑坡诱因。

### 1.2 地理及地质特征

吉安县处于武功山南翼、罗霄山脉中段与雩山

隆褶带交接地带,县境北端、西部和西南侧为山地,由低山、丘陵地形组成,中部和东部为盆地,由低丘、岗地地形和河谷冲积平原构成。全县总体北部、西部和西南侧隆起,山岭起伏,地势高,北部属武功山南翼,主峰海拔 580.3 m,西南为罗霄山脉中段,主峰龙山海拔 728.7 m,为境内最高点;中部和东部为盆地,地势低洼,海拔一般 56~60 m,形成窄长的河谷平原。

吉安县地貌类型有侵蚀构造低山地貌、构造剥蚀高丘陵地貌、构造剥蚀低丘陵地貌、侵蚀堆积河谷平原(阶地)地貌。低山地貌占全县面积的 17.0%,高丘陵地貌占全县面积的 23.1%,低丘陵约占 42.5%,河谷平原地貌约占 17.4%。

吉安县岩土体类型有第四系松散岩类、变质岩类、红色碎屑岩类、坚硬—较坚硬一般碎屑岩类、软弱相间的一般碎屑岩类、碳酸盐岩类。境内岩浆岩不发育,仅分布 0.668 km<sup>2</sup>,且位于沟谷坡脚地带,岩浆岩类分布面积太小,几乎可以忽略。

全县已开发利用矿种数 11 种,主要有砖瓦用页

岩、砖瓦用黏土、建筑用石料、煤、铁、水泥用灰岩、高岭土等。全县现有各类矿山企业 94 个。矿山开采方式主要为露天开采,露采矿山对地质环境的破坏主要是造成地形地貌景观破坏,尤以油田镇为甚。位于天河、安塘、官田等乡镇的煤矿则采取地下开采方式。随着经济发展,城镇建设如火如荼,在城镇建设中,存在较多的依山而建的建筑,工程建设中削坡现象较为普遍,山区农村建房切坡现象较多。

## 2 地质灾害(隐患)发育特征

### 2.1 地质灾害(隐患)概况

1:5万吉安县地质灾害调查项目查明,自 20 世纪 70 年代至 2019 年 4 月底,全县共发生 295 处地质灾害,其中滑坡 124 处、崩塌 104 处、地面塌陷 65 处(含岩溶地面塌陷 53 处、采空地面塌陷 12 处)、泥石流 2 处。崩塌隐患 172 处、滑坡隐患 19 处、泥石流隐患 3 处等 403 处地质灾害隐患点。

1976—2019 年,吉安县共发生崩塌、滑坡、泥石流灾害 230 处,其中只有 213 处灾害调查到了发生年份,2008—2016 年发生了 190 处,占总数的 89.2%。

### 2.2 地质灾害发育特征

吉安县地质灾害具有如下特征:灾害类型以崩塌、滑坡、地面塌陷为主,泥石流较少;灾害规模以小型为主。崩塌、滑坡、泥石流地质灾害多出现在易于风化破碎的岩土分布区,滑坡以土质滑坡为主,崩塌以岩质崩塌为主;低山区、丘陵区崩塌、滑坡、泥石流地质灾害比较发育;1979—2019 年有发生月份记载的地质灾害中,年内发生时间主要集中在 4~6 月汛期,与降雨量有较好的一致性(图 2)。地质灾害与人类工程活动关系密切,81%的地质灾害与人类工程活动有关。

## 3 气象预警技术方法

采用显式统计模型法,该方法具体有图层叠加法和指数法(栅格法)<sup>[11]</sup>两种,本文采用图层叠加法,即以崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发性分区为基础,以降雨作为气象预警分区的主导因素,结合江西省气象局提供的多年的降雨量数据,选取有具体发生时间的地质灾害与气象数据,进行地质灾害与降雨量相关性分析,建立地质灾害时空分布与降雨过程的统计关系,形成吉安县地质灾害气象预警模型。

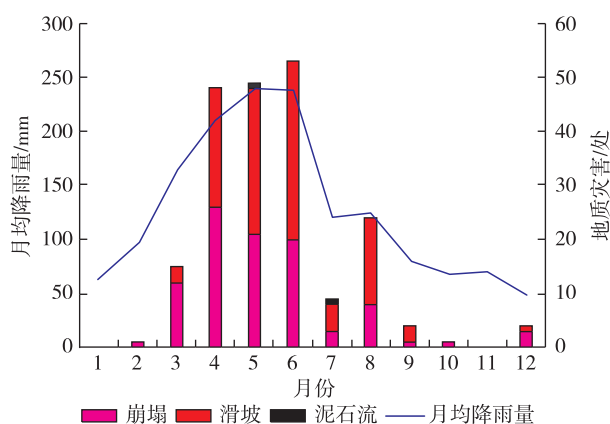


图 2 吉安县地质灾害与月均降雨量关系图(1979—2019 年)

Fig. 2 Relation between geological disasters and average monthly rainfall in Ji'an County(1979—2019)

### 3.1 地质灾害易发程度区划

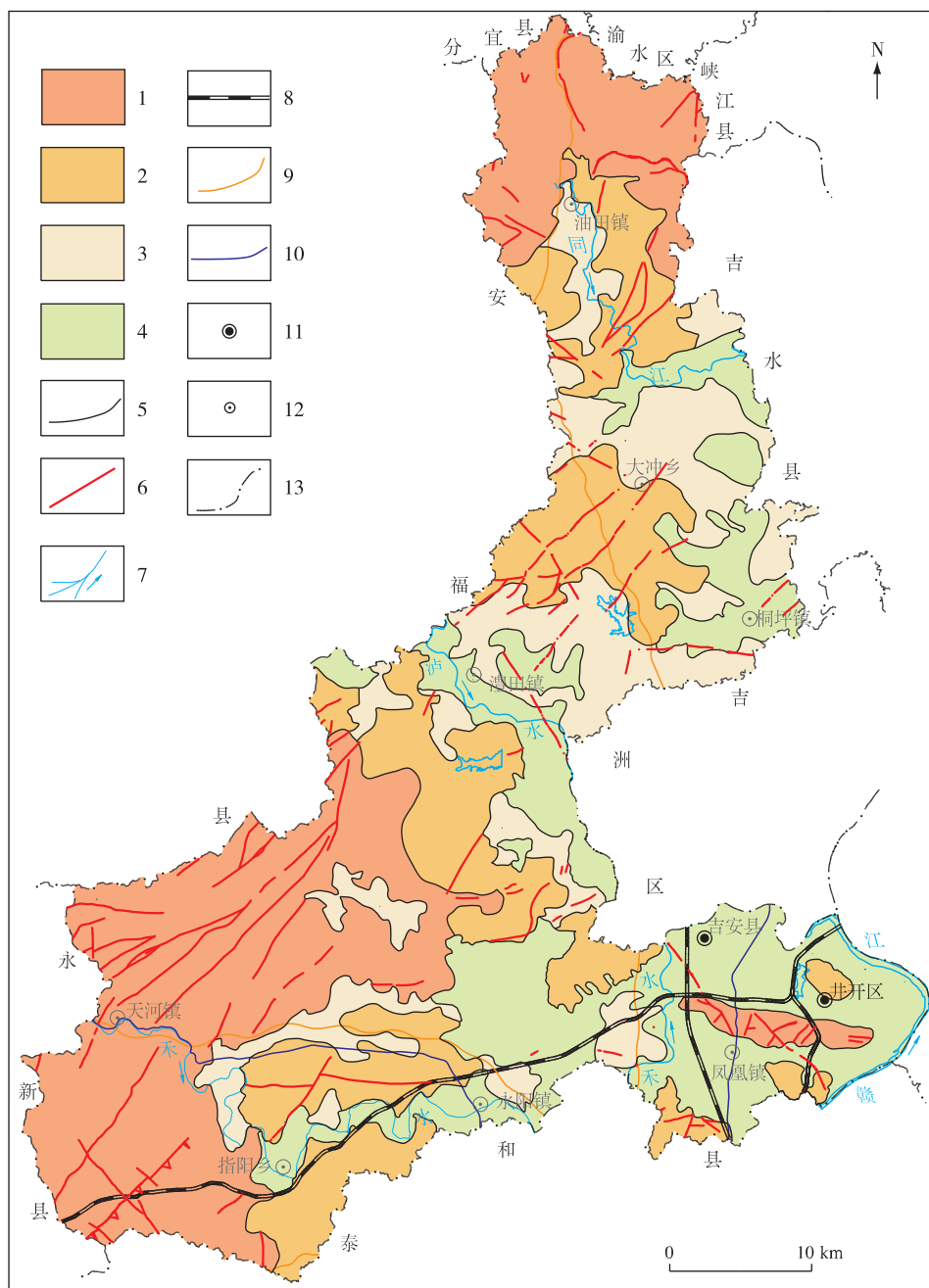
以往区划采用的是定性一半定量的袭扰系数法并结合地质分析类比法进行地质灾害易发程度分区<sup>[19]</sup>,为了提高易发程度分区的精度,本次采用基于 GIS 技术的信息量法定量评价方法进行全县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发程度分区。信息量模型是基于地质灾害发生的区域规律,采用信息熵的概念来衡量各种影响因素对预测事物不确定性减少的程度。崩塌、滑坡、泥石流灾害预测成功与否是与预测过程中所获取的信息数量和质量有关,用信息量来衡量。信息量越大,地质灾害发生的可能性越大。

首先确定控制和影响地质灾害发生的主要条件。对于地质灾害发育的影响因子选取,不同学者有不同选择<sup>[8-9,13,20-21]</sup>,但对于地层岩性、地质构造、人类工程活动、地形坡度等的选择有较好的一致性。本文通过对吉安县地质灾害及其隐患特征分析认为,地质灾害发育与地形地貌(高程、地形坡度)、地层岩性、交通建设切坡、建房切坡密切相关,地形地貌与地层岩性是地质灾害发育的基础条件,不同的地貌条件和地层岩性条件下,地质灾害的发育程度不同,人类工程活动破坏了原有地质应力平衡,加剧地质灾害发育,是影响地质灾害发育的主要因数。水系与地质构造虽与现有地质灾害发育关系密切度较小,但他们在地质灾害发育中也有不可忽视作用。因此,选取高程、地形坡度、水系、地层岩性、地质构造、交通建设、建房切坡等七大因素作为地质灾害易发程度区划中的地质灾害影响因素。然后按 25 m×25 m 方格将全县进行栅格化处理,对每个单元格内单因素信息进行量化处理,根

据信息量模型先求得各因子信息量值,再将每个单元格内7个因子的信息量叠加得到每单元格内总信息量值,再根据信息量大小,利用统计学自然断点法、易发性信息量分布曲线等方法确定易发区分界信息量值。通过对栅格单元图合并同类项,并考虑类似的地质、自然环境具有类似的地质灾害问题原

则,适当进行归并与单元边界线的修改,得到吉安县地质灾害易发程度分区结果。

利用信息量法将吉安县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发程度按高易发区、中易发区、低易发区、不易发区4个等级进行划分,划分为3个高易发区、11个中易发区、14个低易发区和8个不易发区(图3)。



1.地质灾害高易发区;2.地质灾害中易发区;3.地质灾害低易发区;4.地质灾害不易发区;5.地质灾害易发程度分区界线;  
6.断层;7.水系;8.铁路;9.高速公路;10.国道;11.县级行政单位所在地;12.乡镇所在地;13.县级境界线

图3 吉安县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发程度分区图

Fig. 3 Susceptibility zoning of collapse, landslide, debris flow in Ji'an County



以往利用袭扰系数法并结合地质分析类比法<sup>[19]</sup>将全县地质灾害划分为易发区、较易发区、少发区3个等级,属于定性的方法,与之相比,本次采用定量法将地质灾害易发区分为4个等级,结果更加细化、精度更高。该方法的地形、地质等基础资料精度有所提高,综合考虑地质灾害本身和形成地质灾害的各种因素,减小了人为对区划结果的干扰,结合此次野外调查结果,对区划结果进行适当的修正,明显提高了区划结果的准确性。

### 3.2 地质灾害气象预警临界值的确定

根据江西省气象局提供的吉安县气象数据,选取2008—2016年时间段内58处有效数据点进行统计,对地质灾害与降雨量进行相关性分析,建立地质灾害时空分布与降雨过程的统计关系,确定降雨量特征值,建立有效过程降雨量累计值模型,计算临界降雨量特征值(有效降雨量阈值),最后依据有效降雨量阈值,进行有效降雨量阈值和地质灾害背景的耦合分析,完成吉安县地质灾害气象预警区划。

与地质灾害密切相关的降雨强度特征一般有连续多天过程降雨量和日降雨量。根据吉安县2008—2016年3—8月仅有的30处地质灾害与多天过程降雨量关系数据分析(图4),地质灾害的发生数量有因过程降雨量增大而增多的现象。地质灾害的发生数量与日降雨量关系比较密切,这与吉安县地质灾害基本属于小型规模有关。有关研究表明,江西省小型地质灾害在降雨当日或前期连续

降雨的发生率92.7%<sup>[22]</sup>,这与斜坡短直有关,在极端降雨条件下时,短时间内就可使短直斜坡的岩土体饱含水,诱发地质灾害<sup>[23]</sup>。因此,本文主要选用日降雨量临界值这一参数作为地质灾害气象预警临界值,根据吉安县日降雨量资料,参考江西省地质灾害气象预警日降雨量临界阈值,确定吉安县地质灾害气象预警临界阈值。

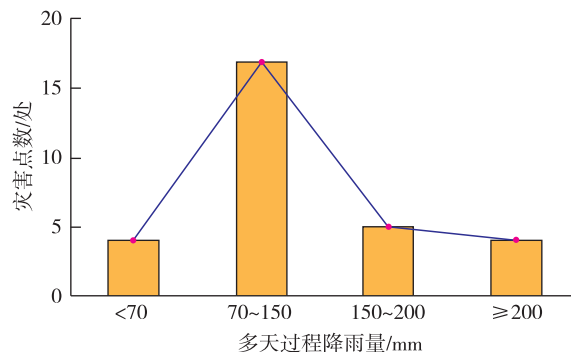


图4 吉安县多天过程降雨量与发生灾害数量关系图(2008—2016年)

Fig. 4 Relation between rainfall of multi-day and disaster number in Ji'an County (2008—2016)

2008—2016年发生的58处崩塌、滑波、泥石流灾害点发生时日降雨量均已达到50 mm以上,降雨量均达到了暴雨级别。对灾害点按不同降雨量阈值统计情况见表3,按不同区间统计结果见图5—图7。

表3 吉安县不同日降雨量临界值与发生地质灾害关系统计结果(2008—2016年)

Table 3 Statistics of relationship between critical value of daily rainfall and occurrence of geological disasters in Ji'an County (2008—2016)

日降雨量/mm	统计方式1			统计方式2			统计方式3		
	<60	60~100	≥100	<65	65~105	≥105	<70	70~110	≥110
灾害点/处	3	24	31	7	21	30	11	17	30

注:日降雨量资料来自江西省气象局<sup>[18]</sup>。

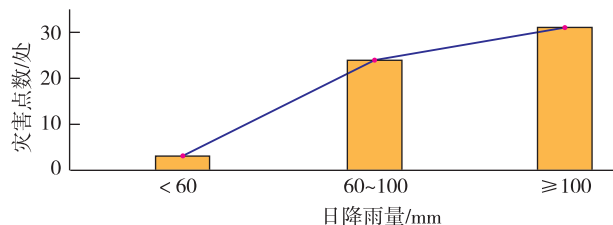


图5 吉安县地质灾害与降雨量关系统计方式1(2008—2016年)

Fig. 5 Statistical chart 1 of relationship between geological disasters and rainfall in Ji'an County (2008—2016)

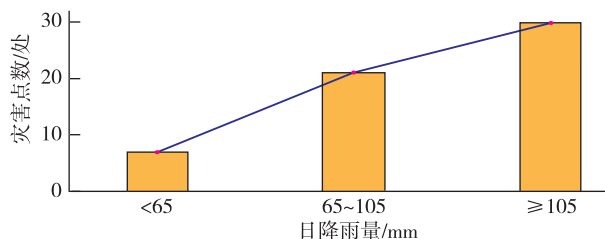


图6 吉安县地质灾害与降雨量关系统计方式2(2008—2016年)

Fig. 6 Statistical chart 2 of relationship between geological disasters and rainfall in Ji'an County (2008—2016)

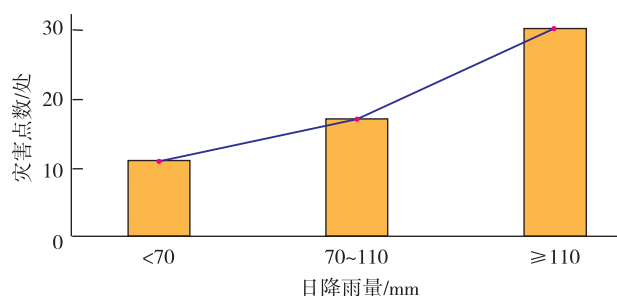


图 7 吉安县地质灾害与降雨量关系统计方式 3(2008—2016 年)

Fig. 7 Statistical chart 3 of relationship between geological disasters and rainfall in Ji'an County (2008—2016)

三种不同统计方法拐点都明显(图 5、图 6、图 7),但从发展趋势来看,方式 1(图 5)与方式 2(图 6)中后段线斜率较前段线段斜率小,反映当降雨量增大时,地质灾害发生的速率反而比前期的小。方式 3(图 7)按日降雨量<70mm、70~110 mm、≥110 mm 统计时,线段斜率随着降雨量增大而斜率增大,反映

当降雨量增大时,发生地质灾害现象明显增多,这更符合实际情况,本文采用方式 3 划分方案。

### 3.3 地质灾害气象预警等级

参考中国地质环境监测院《地质灾害气象预报预警技术要求》<sup>[24]</sup>和《江西省突发地质灾害应急预案》(2013 年)<sup>[25]</sup>,预警等级由弱到强分为 4 个等级:四级(蓝色)预警、三级(黄色)预警、二级(橙色)预警、一级(红色)预警。

## 4 研究成果与认识

### 4.1 地质灾害气象预警降雨量临界值确定

上文分析表明,当日降雨量达到 50 mm、70 mm、110 mm 时,发生地质灾害的数量有一个明显的变化,可作为一个降雨量临界值,区内>150 mm 或 160 mm 日降雨量时发生的地质灾害数量资料不多,参考江西省地质灾害气象预警降雨量临界值方案,确定吉安县地质灾害气象预警降雨量临界值方案(表 4)。

表 4 江西省与吉安县地质灾害气象预警降雨量临界值对比

Table 4 Critical values of precipitation for meteorological warning of geological disasters in Jiangxi Province and Ji'an County

降雨强度等级	4 级	3 级	2 级	1 级
江西省降雨量临界值 <sup>[25]</sup> /mm	30~60	60~100	100~150	≥150
吉安县降雨量临界值/mm	50~70	70~110	110~160	≥160

注:降雨强度等级依日预报降雨量取最大值。

### 4.2 降雨量临界值合理性分析

对比分析吉安县地质灾害气象预警降雨量临界值与江西省地质灾害气象预警降雨量临界值,每个降雨强度等级条件下,吉安县降雨量临界值均比江西省的高 10 mm。与全省比,吉安县境内基本缺失岩浆岩。资料表明,江西省境内岩浆岩类分布面积广<sup>[7]</sup>,岩浆岩强风化,产物呈砂土状,结构松散,其凝聚力小,遇雨极易失稳,岩浆岩地质灾害发育强度大于其他岩性<sup>[23,26]</sup>。吉安县缺失岩浆岩,其降雨量临界值比江西省的气象预警降雨临界值高,符合实际情况。另外,从表 3 及吉安县地质灾害与降雨量关系图看,日降雨量 50 mm、70 mm、110 mm 临界阈值明显。因此,吉安县地质灾害气象预警降雨量临界值是可信的。

### 4.3 地质灾害气象预警区划方案与预警响应

综合吉安县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发

程度分区和降雨量临界阈值,将吉安县地质灾害气象预警划分四级(表 5):一级预警(红色)、二级预警(橙色)、三级预警(黄色)、四级预警(蓝色)。

(1)崩塌、滑坡、泥石流地质灾害高易发区内,当气象预报日降雨量达到 4 级降雨强度阈值(50 mm)时,进入地质灾害气象四级(蓝色)预警,当日降雨量达到 3 级降雨强度阈值(70 mm)时,进入地质灾害气象三级(黄色)预警,当日降雨量达到 2 级降雨强度阈值(110 mm)时,进入地质灾害气象二级(橙色)预警,当日降雨量达到 1 级降雨强度阈值(160 mm)时,进入地质灾害气象一级(红色)预警。

(2)崩塌、滑坡、泥石流地质灾害中易发区内,当气象预报日降雨量达到 3 级降雨强度阈值(70 mm)时,进入地质灾害气象四级(蓝色)预警,当日降雨量达到 2 级降雨强度阈值(110 mm)时,进

入地质灾害气象三级(黄色)预警,当日降雨量达到 1 级降雨强度阈值(160 mm)时,进入地质灾害气象二级(橙色)预警。

(3)崩塌、滑坡、泥石流地质灾害低易发区内,当气象预报日降雨量达到 2 级降雨强度阈值

(110 mm)时,进入地质灾害气象四级(蓝色)预警,当日降雨量达到 1 级降雨强度阈值(160 mm)时,进入地质灾害气象三级(黄色)预警。

(4)崩塌、滑坡、泥石流地质灾害不易发区内不需进行地质灾害预警。

表 5 吉安县地质灾害气象风险预警等级划分标准

Table 5 Classification standards of meteorological risk early warning of geological disasters in Ji'an County

降雨强度	4 级	3 级	2 级	1 级
当日降雨量/mm	50~70	70~110	110~160	≥160
崩滑流高易发区	四级(蓝色)	三级(黄色)	二级(橙色)	一级(红色)
崩滑流中易发区	不发布	四级(蓝色)	三级(黄色)	二级(橙色)
崩滑流低易发区	不发布	不发布	四级(蓝色)	三级(黄色)
崩滑流不易发区	不发布	不发布	不发布	不发布

不同崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发区,根据本区未来 24 h 降雨量预报值按表 5 进入相应地质灾害气象预警状态。当发布地质灾害气象风险预警时,红色、橙色、黄色、蓝色不同预警级别区按照《江西省突发地质灾害应急预案》(2020 年)<sup>[27]</sup>规定分级启动相应的应急响应行动。在预警区内要加强对地质灾害隐患的监测、排查、宣传等工作,及时采取避让等措施,划定危险区,设立警示标志,组织受威胁群众疏散,保护人民生命财产安全,最大限度减少地质灾害造成的损失。

## 5 意义

吉安县低山、丘陵区占全县总面积的 82.6%,崩塌、滑坡、泥石流地质灾害占全县地质灾害的 77.3%,是地质灾害防治的主要对象。随着社会经济的发展,人类工程活动如建房切坡、交通切坡等现象增加,地质灾害隐患数量呈上升态势。

目前,吉安县还没有针对本县自己的一套地质灾害气象预警方案,仅是按照江西省自然资源厅与江西省气象台联合发布的地质灾害气象预警进行地质灾害预报。本文地质灾害气象预警方案的提出,填补了吉安县县域地质灾害气象预警的空白,同时为吉安县地质灾害防治提供了具有针对性和可操作性的方案。

## 6 问题与建议

1:5 万地质灾害调查表明,多数地质灾害发生

时间难以查明,灾害发生时间大多数仅凭群众回忆,准确性低,有确切发生时间的地质灾害数量太少。崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的发生除受日降雨量直接影响以外,也与多天过程降雨量密切相关,本文由于灾害与多天过程降雨量的精确时空资料不足,难以分析其相关性,没有研究地质灾害多天过程降雨量临界值。上述情况影响了地质灾害气象预警的精度和准确度。

今后应及时开展地质灾害应急调查,系统收集灾害发生时间、发生前多天过程降雨量和当日 24 h 降雨量等数据信息;另一方面,收集地质灾害气象预警发布后地质灾害与降雨量资料,做好预警校验,加强地质灾害与降雨强度的关联性分析。为以后地质灾害气象预警降雨量临界值修正积累准确资料,进一步提高地质灾害气象预警准确率。

在进行地质灾害气象预警时应同时注意前期降雨量资料的分析,前期降雨量对地质灾害的发生是有较大影响的,相同的预报降雨量,有没有前期降雨,发生地质灾害的几率是不同的。对于前期降雨量的有效性,单九生等<sup>[22]</sup>提出了日综合雨量概念,前期每天降雨量删减系数为 0.75,前 2 天是前 1 天的 0.75,前 3 天是前 2 天的 0.75,时间越长,删减系数越大,在前 10 天时,删减系数为 0.056。将前期降雨量乘以删减系数之和求得前期有效降雨量。

## 7 结论

(1)通过研究分析,当气象预报日降雨量达到



50 mm、70 mm、110 mm、160 mm 时,吉安县崩塌、滑坡、泥石流地质灾害高易发区、中易发区、低易发区要进入相应的地质灾害预警状态,同时启动相应预警响应。崩塌、滑坡、泥石流地质灾害不易发区不需进入地质灾害预警。

(2)吉安县地质灾害气象预警模型的研究,填补了吉安县县域地质灾害气象预警空白,为吉安县地质灾害防治提供了新的方法与手段,方案具有针对性、可操作性。不同崩塌、滑坡、泥石流地质灾害易发区根据本区气象预报确定本区地质灾害预警级别。

(3)由于以往大多数地质灾害时空信息不全,地质灾害发生与日降雨量关系精度受到影响,特别是地质灾害发生与多天过程降雨量关系数据少,影响了地质灾害气象预警精度。今后需加强收集、积累地质灾害发生时间及其当日以及之前多天过程降雨量数据,以便将来提高地质灾害气象预警准确率。

## 参考文献

- [1] 刘传正,温铭生,唐灿.中国地质灾害气象预警初步研究[J].地质通报,2004,23(4):303-309.
- [2] 宋光齐,李云贵,钟沛林.地质灾害气象预报预警方法探讨——以四川省地质灾害气象预报预警为例[J].水文地质工程地质,2004(2):33-36.
- [3] 陈百炼,杨胜元,杨森林,等.基于 GIS 的地质灾害气象预警方法初探[J].中国地质灾害与防治学报,2015,16(12):93-96.
- [4] 郭富赞,宋晓玲,谢煜,等.甘肃地质灾害气象预警技术方法探讨[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):127-133.
- [5] 魏平新,李秀娟.广东省突发性地质灾害气象预警实践[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):138-144.
- [6] 宁奎斌,李永红,何倩,等.2000~2016 年陕西省地质灾害时空分布规律及变化趋势[J].中国地质灾害与防治学报,2018,29(1):93-101.
- [7] 周玉才,雷万荣,于广文,等.江西省地质灾害-气象预警预报系统研究[J].中国地质灾害与防治学报,2008,19(2):67-75.
- [8] 杨智琴.山西省地质灾害气象预警模型探讨[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):117-121.
- [9] 单玉香,鄂建,黄建军,等.江苏省突发地质灾害气象风险预警模型优化与应用[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):122-126.
- [10] 刘传正,刘艳辉,温铭生,等.中国地质灾害气象预警实践:2003—2012[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):1-8.
- [11] 刘云,康卉君.2002—2019 年江西省省级地质灾害气象预警分析[J].华东地质,2020,41(4):416-424.
- [12] 王玉琴,杨迎冬,周翠琼,等.基于 GIS 空间分析技术的云南省地质灾害气象风险预警系统[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):134-137.
- [13] 雷万荣.江西省九岭区(铜鼓—宜丰)地质灾害预警模型研究[D].上海:同济大学,2006:1-50.
- [14] 陈悦丽,赵琳娜,王英,等.降雨型地质灾害预报方法研究进展[J].应用气象学报,2019,30(2):142-153.
- [15] 唐春燕,朱星球.江西省地质灾害气象监测预警服务效益评估[J].江西科学,2015,33(5):666-670.
- [16] 刘艳辉,温铭生,苏永超,等.台风暴雨型地质灾害时空特征及预警效果分析[J].水文地质工程地质,2016,2016(5):119-126.
- [17] 刘瑛,王忠祥.吉安市山洪地质灾害气象风险预警业务应用研究[J].农业灾害研究,2018,8(5):53-54.
- [18] 张国华,何学文,齐良,等.江西省吉安县地质灾害调查报告(1:50 000)[R].九江:九江地质工程勘察院,2021.
- [19] 邹文贤,杨连伟,徐恩凯.江西省吉安县地质灾害调查与区划成果报告[R].南昌:江西省地质环境监测总站,2009:100-112.
- [20] 杨德宏,范文.基于 ArcGIS 的地质灾害易发性分区评价——以旬阳县为例[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(4):82-86.
- [21] 王赫生,伍剑波,张泰丽,等.基于 SHALSTAB 模型的地质灾害易发性动态评价[J].华东地质,2020,41(1):88-95.
- [22] 单九生,刘修奋,魏丽,等.诱发江西滑坡的降水特征分析[J].气象,2004,30(1):13-15.
- [23] 刘云,康卉君.江西崩塌滑坡泥石流灾害空间时间分布特征分析[J].中国地质灾害与防治学报,2020,31(4):107-112.
- [24] 唐灿,李铁峰,温铭生,等.地质灾害气象预报预警技术要求[R].北京:地质灾害预警预报中心,2005:1-5.
- [25] 江西省国土资源厅.江西省突发地质灾害应急预案(2013 年)[S].南昌:江西省国土资源厅,2013:15-16.
- [26] 张国华.赣西北山区地质灾害及其防治[J].资源调查与环境,2004,25(增刊):145-149.
- [27] 江西省人民政府.江西省突发地质灾害应急预案(2020 年)[S].南昌:江西省人民政府办公厅,2020.

## Study on meteorological early warning of geological disasters in Ji'an County, Jiangxi Province

ZHANG Guohua, HE Xuewen

(The Second Geological Brigade of Jiangxi Geological Bureau, Jiujiang 332000, Jiangxi, China)

**Abstract:** Geological disasters caused by rainstorm are characterized with suddenly happening. Rainfall is the triggering factor of geological disasters, therefore, disaster warning and prediction according to rainfall can greatly reduce the loss of geological disasters. Based on the geological disaster susceptibility zoning of collapse, landslide and debris flow in Ji'an County, this paper researched meteorological early warning model of Ji'an County geological disaster by using the explicit statistical model and analyzing the relation between historical geological disasters and daily rainfall. When the daily rainfall reaches 50 mm, 70 mm, 110 mm, 160 mm, respectively, different levels of collapse, landslide and debris flow prone areas would come into corresponding geological disaster warning state. The research on Ji'an meteorological early warning zoning filled the blank of meteorological early warning of geological disaster in the county, and provided quantitative indicators for geological disaster warning decision-making.

**Key words:** rainstorm-type geological disaster; Ji'an County of Jiangxi Province; geological disaster meteorological warning

• 成果快讯 •

## 《华东地质》被美国《EBSCO 学术数据库》收录

近日,收到美国 EBSCO 学术数据库通知,《华东地质》正式被美国《EBSCO 学术数据库》收录,其发表的学术论文将通过《EBSCO 学术数据库》在世界范围内传播和推广。

美国《EBSCO 学术数据库》是世界著名检索系统之一,涉及自然科学、社会科学、人文艺术等多个学科领域,是世界上最大的多学科学术期刊数据库和综合性商业资源全文数据库,已被全球各知名学府和研究机构所采用。《华东地质》被《EBSCO 学术数据库》收录,将进一步促进本刊发表的论文在国际上的传播速度和广度,提高国内作者及机构在国际上的学术地位与知名度,而且还能吸引更多的国际作者和读者,推动国际学术交流,促进科学研究发展。

《华东地质》的高质量发展离不开广大专家、作者及读者的关注与支持。本刊将继续充分发挥学术交流平台作用,坚持“一流”办刊定位、“五问”论文标准,为推动地球科学系统发展、引领地质科技创新、传播地质调查成果作出贡献。

(中国地质调查局南京地质调查中心 叶海敏,谭桂丽 供稿)