

DOI: 10. 16031/j. cnki. issn. 1003-8035. 2020. 04. 14

# 江西崩塌滑坡泥石流灾害空间时间分布特征分析

刘 云<sup>1</sup> 康卉君<sup>2</sup>

1. 江西省地质灾害应急中心 江西 南昌 330025;
2. 江西省核工业地质局二六八大队 江西 上饶 334700

**摘要:** 通过对历年以来江西省有具体记录的崩塌、滑坡、泥石流地质灾害事件进行梳理,共整理出地质灾害事件 25 587 起。江西省地质灾害类型以滑坡为主,崩塌次之,泥石流较少;规模和灾情等级以小型占绝对优势,中型很少,大型以上极少。地质灾害的发育与区域地形地貌、岩土体类型、年降雨量及人类工程活动等密切相关;依托于极端天气,江西省地质灾害大体以 4~5 年为周期呈现一个高峰年;地质灾害在汛期高发,其中 5 月份和 6 月份为高峰月;地质灾害多在降雨过程中突发,少有延滞性;强降雨和人工切坡是地质灾害的主要诱因。与西部省份的地质灾害相比,江西省地质灾害有其显著的发育特征:一是规模和灾情等级绝大多数为小型,二是汛期集中发生,且具有突发、多发和群发性,三是与人工切坡等人类工程活动密切相关。

**关键词:** 江西省; 地质灾害; 空间时间; 发育特征

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2020)04-0107-06

## Spatial-temporal distribution of landslide, rockfall and debris flow hazards in Jiangxi Province

LIU Yun<sup>1</sup>, KANG Huijun<sup>2</sup>

1. Geo-Hazard Emergency Center of Jiangxi Province Nanchang, Jiangxi 330025, China;
2. Jiangxi Provincial Bureau of Nuclear Industry Geology 268th Brigade, Shangrao, Jiangxi 334700, China)

**Abstract:** Through sorting out the geo-hazard events of collapse, landslide and debris flow recorded in Jiangxi Province over the years, 25 587 geo-hazard events have been sorted out. In Jiangxi Province, the main type of geo-hazards are landslides, followed by collapses and debris flow. The scale and hazards level are mostly small-scale, few medium scale and very few large-scale. The development of geo-hazards is closely related to regional topography, types of rock and soil mass, annual rainfall and human engineering activities. Relying on extreme weather, peak year of geo-hazards in Jiangxi Province approximately occur every 4 to 5 years. Geo-hazards occurred highly in flood season, May and June are peak months, geo-hazards are mostly occurred suddenly during rainfall and is rarely delayed; heavy rainfall and artificial slope cutting are the main causes of geo-hazards. Compared with the geo-hazards in the western provinces, the geo-hazards in Jiangxi Province have obvious development characteristics, first, the scale and hazard level are mostly small; second, they occur intensively in flood season, and have the characteristics of sudden, multiple and group; third, it is closely related to human engineering activities such as artificial slope cutting.

**Keywords:** Jiangxi Province; geo-hazard; space and time; distribution feature

收稿日期: 2019-10-30; 修订日期: 2019-11-19

基金项目: 江西省地质环境图系编制项目(赣国土资字[2013]169号)

第一作者: 刘 云(1981-),男,湖南安化人,水工环高级工程师,研究方向为地质灾害气象风险预警及矿山地质环境调查等。E-mail: 69580747@qq.com

### 0 引言

江西是我国地质灾害高发、频发的主要省区之一,崩塌、滑坡、泥石流则是其地质灾害最主要的表现类型。江西省地质灾害的发生数量,由于数据来源、统计方法的不同,数据差异颇大,有记录为24 374起的(截至2015年底)<sup>[1]</sup>,也有表述为16.37万起的(截至2017年底)<sup>[2]</sup>。本文在江西省1:10万和1:5万地质灾害调查数据的基础上,结合历年的地质环境管理工作总结(1998—2009年)、江西省1998年地质灾害专项调查报告、地质灾害月报速报(2011—2016年6月)、应急调查报告(1998—2015年)、避让搬迁工程(2012年)、巡查排查工作(截至2014年底)、治理工程(截至2015年底)等资料,对江西省地质灾害数据进行了一次系统的校勘和梳理,去除了大量信息不详细或重复录入的数据。

关于江西省地质灾害的空间和时间发育特征,前人也做过不少研究工作<sup>[3-6]</sup>,但基于数据来源有限,大多笼统而概括。如普遍认为的区域地形高差越大或降雨量越大,地质灾害会越发育,实则是并不完全一致;地质灾害在汛期高发,是无疑义的,但地质灾害在汛期内的分布却不均衡。本文基于系统的数据整理工作,旨在从宏观上对江西省崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的空间、时间发育特征作出进一步的阐述。

### 1 江西省地质灾害概述

截至2016年6月底,江西省共发生有具体记录(指地理位置、坐标、规模、灾损情况等)可查的崩塌、滑坡、泥石流地质灾害事件共25 587起,发生时间最

久远的可追溯到十九世纪初期,时间最近的则为2016年6月。灾害类型以滑坡为主(19 376起),崩塌次之(5 790起),泥石流较少(421起);规模和灾情等级以小型占绝对优势,数量25 502起、约占总数的99.67%,中型罕有发生,数量74起、约占总数的0.29%,大型以上则极少发生,数量仅11起(表1)。

其中,215起地质灾害致人死亡,死亡人数累计595人。1998年6月发生的抚州市黎川县厚村乡大源村焦陂组周建良房后滑坡,造成46人死亡,为江西省有记录的造成人员死亡最多的地质灾害事件(表2)。

表1 江西省地质灾害灾情统计表(截至2016年6月底)

Table 1 Statistical table of geo-hazard situation in Jiangxi Province

灾情等级	特大型	大型	中型	小型	合计
数量/起	4	4	49	19 319	19 376
死亡人数/人	118	40	102	143	403
经济损失/万元	14 810	702	4 250	19 930	39 692
数量/起	0	2	13	5 775	5 790
死亡人数/人	0	38	47	46	131
经济损失/万元	0	150	858	5 040	6 048
数量/起	0	1	12	408	421
死亡人数/人	0	29	21	11	61
经济损失/万元	0	20	1 653	2 720	4 393

备注:经济损失采用原始报送数据,未经年代价值换算,下同。

### 2 地质灾害的空间分布特征

#### 2.1 地形地貌

地形地貌是孕育地质灾害的重要因素之一,是形成地质灾害的基础能量(势能)来源。江西省地质灾害主要分布在地面高程100~500m的地区<sup>[3]</sup>,发育密度由大到小依次为:高丘、低山、中山、低丘、平原、岗地,与地形地貌的势能趋势呈现不完全的统一性(表3)。

表2 死亡10人及以上重大地质灾害事件

Table 2 Catastrophic geo-hazard events with more than 10 deaths

序号	灾害名称	地理位置	类型	发生时间	规模/m <sup>3</sup>	死亡人数	经济损失/万元
1	周建良房后滑坡	抚州市黎川县厚村乡大源村焦陂组	滑坡	1998-06-22	27 000	46	19.2
2	下源村滑坡	上饶市上饶县朝阳乡下源村	滑坡	1989-06-21	76 500	31	120
3	大水源沟泥石流	抚州市南城建昌镇麻姑山村大水源	泥石流	1967-06-20	18 000	29	20
4	山下崩塌	景德镇市乐平市塔前镇山下村山下社	崩塌	2001-07-30	3 000	28	50
5	马湖长江大堤	九江市彭泽县龙城镇马湖村	滑坡	1996-01-01	2 880 000	24	4 671
6	陈冒储房后滑坡	赣州市赣县茅店镇大龙下村狐狸坑组	滑坡	1975-06-06	2 000	22	3
7	大吉山钨矿区滑坡	赣州市全南县大吉山镇大吉山钨矿	滑坡	1989-05-09	4 500	18	200
8	沪昆铁路K699段滑坡	抚州市东乡县孝岗镇何坊村沪昆铁路K699段	滑坡	2010-05-25	特大型	17	10 000
9	雷枫滑坡	赣州市宁都县青塘镇西迳村雷枫组王兴福房后	滑坡	1990-05-01	485	12	0.8
10	徐沅滑坡	抚州市南城县洪门镇大源村徐沅组	滑坡	1967-05-13	440	10	1.6
11	落地岩石灰石矿崩塌	赣州市于都县桥头乡朱屋村围门口组	崩塌	1998-07-02	24 750	10	100

究其原因有三,一是江西省地质灾害规模绝大部分为小型,低丘地貌已能提供足够的能量来源,所以低丘以上地貌地质灾害的发育水平差异不大;二是人类工程活动在低山、丘陵区较中山区频繁,引发地质灾害的概率增大;三是低山、丘陵区风化层较中山区厚,容易为滑坡和泥石流提供物质来源。

表 3 地貌类型与地质灾害发育

Table 3 Relationship between geo-hazard development and geomorphic type

地貌类型	区段面积/ km <sup>2</sup>	地质灾害数量/起				灾害占比	发育密度/ (起·km <sup>-2</sup> )
		崩塌	滑坡	泥石流	总数		
中山	23 963	1 217	3 359	137	4 713	0.185	0.196 7
低山	37 302	1 701	6 013	129	7 843	0.307	0.210 3
高丘	27 822	1 420	5 059	92	6 571	0.257	0.236 2
低丘	42 010	1 083	4 190	53	5 326	0.209	0.126 8
岗地	14 493	111	386	8	505	0.020	0.034 8
平原	16 843	231	333	2	566	0.022	0.033 6
合计	16 2433	5 763	19 340	421	25 524*	1.000	0.157 1

\* 备注:有 63 个地质灾害点因地图精度或坐标误差等原因投入水体区域。

## 2.2 岩土体类型

岩土体类型是地质灾害发生的内在因素。发育密度由大到小依次为:岩浆岩、变质岩、碳酸盐岩、碎屑岩、红层碎屑岩、松散土类(表 4)。

岩浆岩、变质岩地质灾害较为发育,缘于其与丘陵、山区分布具有较高的一致性,且易风化,风化层较厚;碳酸盐岩、碎屑岩、红层碎屑岩,则多分布在中低山区的山前丘陵区,具有一定的下滑(崩、流)能量,但风化层相对较薄;松散土类则主要分布在环鄱阳湖平原及各大河沟谷平原,地形地貌以平原、岗地为主(分布密度亦与平原、岗地非常接近),缺乏形成地质灾害的能量来源。

表 4 岩土类型与地质灾害发育

Table 4 Relationship between soil and rock type and geo-hazard development

岩土类型	区段面积/ km <sup>2</sup>	灾害点数量/个				灾害点密度/个·km <sup>-2</sup>	
		崩塌	滑坡	泥石流	总数	占比	(起·km <sup>-2</sup> )
岩浆岩	37 182	1 925	6 271	160	8 356	0.328	0.224 7
变质岩	55 577	2 528	8 121	158	10 807	0.424	0.194 5
碳酸盐岩	8 110	220	1 172	30	1 422	0.056	0.175 3
碎屑岩(其它)	24 856	477	2 172	58	2 707	0.106	0.108 9
红层碎屑岩	22 225	437	1301	5	1 743	0.068	0.078 4
松散土类	16 028	162	288	9	459	0.018	0.028 6
合计	163 978	5 749	19 325	420	25 494*	1.000	0.155 5

\* 备注:有 93 个地质灾害点因地图精度或坐标误差等原因投入水体区域。

## 2.3 区域年降雨量

地质灾害的发生与降雨量密切相关,江西省的地质灾害多由降雨诱发。以 50 mm 为区段,通过叠加江西省年均降雨量数据(根据 1971~2006 年月均降水数据整理)<sup>[4]</sup>,可知地质灾害在降雨量 1 400~1 450 mm 区间发育最弱,1 950~2 000 mm 区间发育最强,其中 1 600~1 650 mm 区间出现局部发育峰值。地质灾害发育程度整体随年均降雨量增加呈增强趋势(表 5)。

表 5 区域年降雨量与地质灾害发育

Table 5 Regional annual rainfall and geo-hazard development

降雨区段/ mm	区段面积/ km <sup>2</sup>	灾害数量/起				灾害点占比	发育密度/ (起·km <sup>-2</sup> )
		崩塌	滑坡	泥石流	总数		
1 400~1 450	3 609	95	203	3	301	0.012	0.083 4
1 450~1 500	11 537	400	1 111	19	1 530	0.060	0.132 6
1 500~1 550	17 083	538	1 274	45	1 857	0.073	0.108 7
1 550~1 600	21 930	550	2 813	61	3 424	0.134	0.156 1
1 600~1 650	26 244	1207	4 146	83	5 436	0.212	0.207 1
1 650~1 700	22 907	1001	2 190	41	3 232	0.126	0.141 1
1 700~1 750	18 576	745	2 163	35	2 943	0.115	0.158 4
1 750~1 800	18 098	703	2 118	40	2 861	0.112	0.158 1
1 800~1 850	9 918	254	946	16	1 216	0.048	0.122 6
1 850~1 900	6 383	127	718	25	870	0.034	0.136 3
1 900~1 950	9 623	145	1 379	48	1572	0.061	0.163 4
1 950~2 000	1 025	25	315	5	345	0.013	0.336 6
合计	166 933	5 790	19 376	421	25 587	1.000	0.153 3

## 2.4 人类工程活动

人类工程活动是诱发地质灾害的主要外力因素。主要为工程切坡,表现形式有切坡建房、公路切坡、农田水利切坡等。切坡改变岩土体的内力平衡,使岩土体失稳。根据调查,江西省约九成地质灾害与切坡有关,其中切坡建房又是重中之重。

江西省是长江中下游重要的农耕区之一,开垦历史悠久,人口密度大。当环鄱阳湖平原和赣、抚、修、饶、信五大河沟谷平原、岗地和盆地被侵占和高度开发时,人口逐步向次(高)一级的丘陵、低山地貌区迁移,致使产生大量的切坡建房、修路等工程活动,这也与丘陵、低山区地质灾害的高发育特征相印证。

丘陵和低山区大部分居民住宅有不同程度的切坡建房现象。居民点散落分布,多数户或数十户聚居一处,呈一字形排列,房后多有切坡。切坡高度随开挖能力的加强而增加,切坡高度一般多在 6 m 左右,房屋后墙距切坡脚一般 1 m 左右,鲜有工程护坡。房后切坡诱发的崩塌、滑坡体积规模小,突发性强,开裂变形时间短,崩塌、滑坡前异常现象难于发现,易致灾。由于房近坡脚,小方量崩塌、滑坡可造成房毁人亡,造成人

员死亡的最小崩塌仅有 0.3 m<sup>3</sup>,最小滑坡 5 m<sup>3</sup>。强降雨期,房后排水沟多被淤塞或发生小崩滑,有的急于清理或处理不当,也往往造成人员伤亡。中山区居民点稀少,居民住宅区多分布于坡腰台地<sup>[4]</sup>。

### 2.5 行政区划分布

江西省共有 11 个设区市。从行政区划分布数量上看,赣州市发生地质灾害的数量最多,约占全省的 40.3%,其次为吉安市(11.7%)、抚州市(10.0%)、宜春市(8.8%)、上饶市(8.5%)、九江市(7.7%),再次为萍乡市(5.2%)、景德镇市(3.5%)、鹰潭市

(3.0%),新余市(0.7%)和南昌市(0.6%)分布较少。整体发育密度以萍乡市为最高,赣州市次之,新余市和南昌市最低。其中,崩塌地质灾害以赣州市为最高,宜春市次之,南昌市最低;滑坡以萍乡市为最高,赣州市次之,南昌市最低;泥石流以萍乡市为最高,鹰潭市次之,南昌市最低(表 6)。

因灾死亡人数以赣州市为最多(199 人),南昌市最少(1 人)。其中,抚州市因突发多起大型地质灾害事件,死亡人数位列第二(173 人)。

表 6 地质灾害的地域分布统计

Table 6 Geographical distribution statistic of geo-hazards

设区市	面积/ km <sup>2</sup>	崩塌			滑坡			泥石流			死亡 人数 合计	分布密度 合计/ (起·km <sup>-2</sup> )
		数量/ 起	分布密度/ (起·km <sup>-2</sup> )	死亡 人数	数量/ 起	分布密度/ (起·km <sup>-2</sup> )	死亡 人数	数量/ 起	分布密度/ (起·km <sup>-2</sup> )	死亡 人数		
南昌市	7 194	31	0.004 3	1	113	0.015 7	0	0	0.000 0	0	1	0.020 0
九江市	19 078	615	0.032 2	10	1 320	0.069 2	42	44	0.002 3	1	53	0.103 7
赣州市	39 363	2 567	0.065 2	51	7 617	0.193 5	146	120	0.003 0	2	199	0.261 7
吉安市	25 283	726	0.028 7	4	222 5	0.088 0	25	47	0.001 9	3	32	0.118 6
宜春市	18 668	849	0.045 5	14	1 356	0.072 6	15	45	0.002 4	2	31	0.120 5
新余市	3 161	47	0.014 9	1	133	0.042 1	0	10	0.003 2	0	1	0.060 2
萍乡市	3 830	119	0.031 1	11	117 1	0.305 7	4	34	0.008 9	3	18	0.345 7
抚州市	18 799	313	0.016 6	5	2 220	0.118 1	121	38	0.002 0	47	173	0.136 7
上饶市	22 736	196	0.008 6	6	1 944	0.085 5	36	37	0.001 6	3	45	0.095 7
景德镇市	5 261	228	0.043 3	28	630	0.119 7	9	26	0.004 9	0	37	0.1679
鹰潭市	3 560	99	0.027 8	0	647	0.181 7	5	20	0.005 6	0	5	0.2151
合计	166 933	5 790	0.034 7	131	19 376	0.116 1	403	421	0.002 5	61	595	0.153 3

## 3 地质灾害时间分布规律

### 3.1 年度规律

为有效分析地质灾害发生的时间分布规律,从所有地质灾害中(25 587 起)提取出有确切发生时间的地质灾害 16 908 起,其中滑坡 12 807 起、崩塌 3 824 起、泥石流 277 起。

由于时间跨度大,地质灾害记录的缺失或不详,年度地质灾害数量的分布极不均衡。至最近二十年,各年度记录的地质灾害数量一般在 1 000 起以内,个别年份较高,如 1998 年(3 757 起)、2002 年(2 272 起)、2006 年(4 389 起)、2010 年(8 998 起)、2015 年(2 446 起)。依托于极端降雨天气,江西省地质灾害大体以 4~5 年为周期呈现一个高峰年(表 7)。

近年来,得益于地质灾害防治工作的重视,搬迁避让、工程治理、气象风险预警、群测群防等工作的开展实施,江西省地质灾害的数量、伤亡人数和经济损失呈逐年下降趋势。

表 7 地质灾害致灾年度统计表

Table 7 Annual statistic of geo-hazards

年度	发生数量/起	死亡人数/人	受伤人数/人	经济损失/万元
1998	3 757	176	326	135 375.67
2002	2 272	84	539	约 83 300.00
2006	4 389	14	13	6 876.00
2007	1 314	18	6	1 396.95
2008	826	11	5	1 620.28
2009	197	8	2	1 860.90
2010	8 998	39	81	53 966.32
2011	660	3	2	4 077.44
2012	636	3	2	3 034.52
2013	281	3	3	1 395.11
2014	348	15	2	1 376.92
2015	2 470	12	6	8 598.28
2016	386	10	3	2 583.25

备注:上述数据含地面塌陷,但地面塌陷灾害数据占比较小<sup>[6]</sup>,不影响整体数据趋势。

### 3.2 季节规律

地质灾害发生的季节性则与汛期呈显著相关。为有效分析地质灾害发生的季节分布规律,从所有地质

灾害中(25 587起)提取出有确切发生月份的地质灾害16 908起,其中滑坡12 807起、崩塌3 824起、泥石流277起。根据地质灾害发生月份的数据统计,地质灾害在4月至7月为高发期,约占全年的90.7%。其

中5月和6月分别约占全年的31.5%和41.5%,为地质灾害发生的高峰月。降雨是地质灾害的重要触发因素,地质灾害的发生与降雨的时间分布存在高度一致性(表8)。

表8 地质灾害发生时间(月)分布统计表(单位:起)  
Table 8 Occurrence time distribution statistic of geo-hazards

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
崩塌	17	48	147	364	1 292	1 294	414	115	57	30	26	20	3 824
滑坡	21	70	278	914	3 986	5 598	1 244	306	154	124	68	44	12 807
泥石流	0	0	5	15	46	129	43	18	10	0	10	1	277
合计	38	118	430	1 293	5 324	7 021	1 701	439	221	154	104	65	16 908

### 3.3 降雨过程与地质灾害

地质灾害在降雨过程的分布差异分为雨中和雨后两个时段。根据2012年以来部分记录了地质灾害发生具体时间(精确到小时)的数据,结合区域降雨时间,推断多数地质灾害在雨中发生。根据有关研究,江西省滑坡与降雨同步发生的占92.7%,雨后滞后发生的占7.3%<sup>[7]</sup>。江西省地质灾害规模绝大部分为小型,坡体短直,岩土体渗透饱和时间短,降雨过程中发生的概率较大。

尤其是极端天气情况下,短时强降雨导致的突发、多发和群发性地质灾害鲜有延滞(雨后发生)。如1998年春夏,江西省出现大范围持续强降雨,6月12日至25日,上清降雨1 115 mm,弋阳降雨1 002 mm<sup>[5]</sup>,全省各地共上报地质灾害110 015起(大部分无具体记录),死亡176人,受伤326人,经济损失135 375.67万元;2002年6月至8月,共发生4次强降雨过程,据各市县上报材料统计,全省共发生大小崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害19 872起(大部分无具体记录),造成了84人死亡、539人受伤,损毁房屋5万余间,直接经济损失约8.33亿元;2015年5月18日~22日,赣州市石城县、兴国县、于都县、瑞金市等地在一次强降雨过程中共发生地质灾害2 100余起,死亡4人,经济损失7 115.88万元。

## 4 地质灾害的演化和诱因

地质灾害的形成和发展,主要受岩土性质和结构、地质构造、地形地貌、植被覆盖率、地下水的动力条件、大气降雨及人类工程活动等<sup>[7]</sup>诸多因素相互作用,成因复杂。根据江西省崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的演化发展,总结出四个主要控制要素:

一是物质来源,岩土风化为崩塌、滑坡、泥石流提供了初始的物质来源,风化层越厚(或风化节理越强烈)地质灾害体规模可能越大。二是具备下滑(崩塌、流)的能量,地质灾害体通过地势高差,获取下滑(崩塌、流)的能量,高差越大,能量越大,破坏性也越大。三是能量的释放,借助外力打破平衡,释放能量,如人工切坡形成临空面,为地质灾害体能量的释放提供了空间,降雨使岩土体饱和,重量增加,摩擦减小,加速了地质灾害体能量的释放。四是受害体,地质灾害体损害了人类的生命或财产。只有四者兼具,才能演化为地质灾害事件。

地质灾害诱因指受外力干扰,诱发地质灾害。参照调查规范<sup>[8]</sup>,对江西省25 587起地质灾害事件诱发因素进行分类和统计,可知降雨成为诱发地质灾害的主要因素,其次为切坡,再次为风化,其余则较少(表9)。这可能与上报灾情单位,过分强调地质灾害的自然诱因(降雨)、忽视人为诱因(主要为切坡)有关。

表9 地质灾害诱发因素统计表  
Table 9 Statistic of geo-hazard triggering factors

诱发因素	降雨	切坡	风化	地震	坡脚浸润	卸荷、加载	动水压力	爆破振动
滑坡	15 472	5 248	1 567	379	314	177	51	44
崩塌	4 767	2 203	1 153	197	273	99	9	13
泥石流	358	10	4	2	16	8	0	0
合计	20 597	7 461	2 724	578	603	284	60	57

备注:部分诱发因素多选,地质灾害总数25 587起。

## 5 结论

(1)地形地貌的高差为地质灾害提供了基础能量来源,但地质灾害的发育与地形地貌的势能趋势呈现不完全的统一;受风化和地貌影响,地质灾害在岩浆

岩、变质岩中较为发育;地质灾害的发育随年均降雨量的增加,整体呈增强趋势;地质灾害的发育与人类工程活动密切相关;萍乡市、赣州市地质灾害较为发育,新余市和南昌市则发育程度较差。

(2) 依托于极端天气,江西省地质灾害大体以4~5年为周期呈现一个高峰年;地质灾害在汛期高发,其中5月份和6月份为高峰月;地质灾害多在降雨过程中突发,少有延滞性。强降雨和人工切坡是地质灾害的主要诱因。地质灾害的演化形成,具备物质来源、下滑(崩、流)的能量、能量的释放和受害体四个控制要素。

(3) 削高填低是自然界外力运动的趋势,在此过程中产生的突发性和破坏性运动则形成地质灾害。江西省雨量充沛,山区、丘陵广布,但同时也植被茂密、风化层较薄、总体山体高差不大,与西部省份<sup>[19-10]</sup>的地质灾害相比,江西省崩塌、滑坡、泥石流地质灾害有其显著的自身特点:一是规模和灾情等级绝大多数为小型,二是汛期集中发生,且具有突发、多发和群发性,三是与人工切坡等人类工程活动密切相关。

#### 参考文献:

- [1] 房浩,李媛,杨旭东,等. 2010—2015年全国地质灾害发育分布特征分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2018, 29(5): 1-6. [FANG H, LI Y, YANG X D, et al. Distribution characters of geo-hazards in China during the period of 2010—2015 [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2018, 29(5): 1-6. (in Chinese) ]
- [2] 黄永泉,等. 江西省地质灾害防治“十三五”规划[R]. 江西省地质环境监测总站, 2017. [HUANG Y Q, et al. The 13th five year plan for prevention and control of geo-hazards in Jiangxi Province [R]. Jiangxi Geological Environment Monitoring Station, 2017. (in Chinese) ]
- [3] 彭金星,彭泽洲,姚春林. 江西省地质灾害的形成条件与发育特征[J]. 南昌大学学报, 2000, 24(增刊): 32-33. [PENG J X, PENG Z Z, YAO C L. Formation conditions and development characteristics of geo-hazards in Jiangxi Province. [J]. Journal of Nanchang University, 2000, 24(Sup): 32-33. (in Chinese) ]
- [4] 甘增亮,刘修奋,纪仁刚,等. 江西省县(市)地质灾害调查与区划综合研究报告[R]. 江西省地质环境监测总站, 2010. [GAN Z L, LIU X F, JI R G, et al. A comprehensive report on the investigation and regionalization of geo-hazards in counties (cities) of Jiangxi Province [R]. Jiangxi Geological Environment Monitoring Station, 2010. (in Chinese) ]
- [5] 唐春梅,雷万荣. 江西省突发性地质灾害发育基本特征及成因分析[J]. 地质灾害与环境保护, 2005, 16(3): 235-238. [TANG C M, LEI W R. Analysis on basic characteristics and causes of paroxysmal geologic hazards development in Jiangxi Province [J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2005, 16(3): 235-238. (in Chinese) ]
- [6] 金卫根,金云根,陈国华. 江西省地质灾害特征、成因及生态防治对策研究[J]. 东华理工学院学报, 2007, 30(3): 266-271. [JIN W G, JIN Y G, CHEN G H. Geologic hazard characteristic, origin and ecology preventing and controlling countermeasure research in Jiangxi Province [J]. Journal of East China Institute of Technology, 2007, 30(3): 266-271. (in Chinese) ]
- [7] 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. [SHAN J S, LIU X F, WEI L, et al. Rainfall characteristics analyses on landslide in Jiangxi Province [J]. Meteorological Monthly, 2004, 30(1): 13-15. (in Chinese) ]
- [8] 国土资源部. 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范: DZ/T 0261—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014. [Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. Specification of comprehensive survey for landslide, collapse and debris flow: DZ/T 0261—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014. (in Chinese) ]
- [9] 曾昭华. 江西省地质灾害的形成及防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2000, 11(2): 18-23. [ZENG Z H. The formation of geological hazards and control countermeasure in Jiangxi Province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2000, 11(2): 18-23. (in Chinese) ]
- [10] 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. [NING K B, LI Y H, HE Q, et al. The spatial and temporal distribution and trend of geological disaster in Shaanxi Province from 2000 to 2016 [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2018, 29(1): 93-101. (in Chinese) ]