

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2017.04.008

鄂西远安县地质灾害发育特征与形成条件分析

闫举生, 谭建民, 连志鹏, 章 昱

YAN Ju-Sheng, TAN Jian-Min, LIAN Zhi-Peng, ZHANG Yu

(中国地质调查局武汉地质调查中心, 武汉 430205)

(Wuhan Center of China Geological Survey, Wuhan 430205, China)

摘要:在对远安县地质灾害进行详细调查的基础上,通过成果资料数据统计,梳理出研究区地质灾害数量、类型、规模等发育特征,同时对其时空分布特征和形成条件进行系统分析。研究表明,该县地质灾害具有爆发频率高、突发性强、危害大、隐蔽性强的特点。地质灾害分布发育与地貌有密切的关系,滑坡灾害主要分布于县域东部的低山丘陵区,崩塌灾害主要分布于县域西部的中低山区,县域中部的冲积平原区地质灾害不发育;时间上,地质灾害多集中发生雨季。区内地质灾害形成的内在因素为地形地貌、地层岩性和地质构造,外在因素为降雨和人类工程活动。

关键词:远安县;地质灾害;发育特征;形成条件

中图分类号:P642.22

文献标识码:A

文章编号:1007-3701(2017)04-394-07

YAN J S, TAN J M, LIAN Z P, ZHANG Y. Analysis on the development characteristics and formation conditions of geological hazards in Yuan'an county, Western Hubei. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2017, 32(4):394–400.

Abstract: Based on the detailed investigation and results of data statistics of geological hazards in Yuan'an County, we sort out the development characteristics of the quantity, type and scale of geohazards in the study area. At the same time, the spatial and temporal distribution characteristics and formation conditions were systematically analyzed. Through investigation, it is evident that geological hazards in this county break out frequently, occur suddenly, and have serious harm and strong concealment. The distribution of the disaster is closely related to the landform. The landslide disaster is mainly distributed in the hilly area of the eastern part of the county. The collapse disaster is mainly distributed in the middle and low mountain areas in the western part of the county. The geological disasters in the central area are not well developed. Most of the geological disasters occur during the rainy season. The internal factors affecting the formation of the geological disasters include topography, lithology and geological structure while external factors include rainfall and human activity in this region.

Keywords: Yuanan county; geological hazards; development characteristic; formation condition

远安县地处鄂西山区,山高坡陡,县内滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害频繁发生,广泛发育,给人民群众生命财产安全及厂矿企业生产造成巨大的威胁和经济损失。如1980年6月3日发生

的盐池河崩塌^[1-2];标高830 m的鹰嘴崖部分山体从700 m标高处俯冲到500 m标高的谷地,堆积在谷底宽缓河谷地带和崖下斜坡上,乱石块将其下磷矿区五层大楼掀倒、掩埋,造成284人死亡,毁坏了该

收稿日期:2017-04-14;修回日期:2017-10-30

基金项目:中国地质调查局“湖北省远安县地质灾害详细调查(编号:1212011014020)”项目资助。

第一作者:闫举生(1980—),男,工程师,主要从事地质灾害调查与研究工作, Y_jusheng@163.com。

矿的设备和财产,财产损失高达 2500 万元,是区内造成危害最大的地质灾害。

近年来随着区内人工活动的增强,特别是矿产资源的开发和城乡基本建设,诱发或加剧了地质灾害的发生,人民的生命财产安全受到威胁,该县地质灾害防治形势日趋严峻。因此,查明本区地质灾害类型、分布特征及影响因素,总结发育规律,对当地政府管理部门防灾减灾意义重大。

1 区域地质环境背景条件

远安县处于鄂西山地向江汉平原过渡的低山丘陵地带,属荆山山脉向南东的延伸部分,山势、水系的发育明显受地质构造制约,而呈近南北向展布,总体地形西北高,东南低,沮河自中部穿境而过。受地质构造剥蚀和河流(沮河)侵蚀,县区地貌可分为构造剥蚀中低山区、构造剥蚀低山丘陵区 and 沮河冲积平原区等三大地貌单元(图 1)。



图1 远安县地貌分区略图
Fig.1 Yuan'an County geomorphology zoning map

本区属亚热带湿润季风气候,气候温和、雨量充沛、四季分明、光照充足、雨量充沛。区内多年平均降雨量(1957 ~ 2000 年)为 1080.2 mm,最大 24 小时降雨量 418 mm (1990 年 8 月 14 日晚至 15 日),最大年降雨量为 1586 mm(1964 年),一年中降雨量多集中在 4~9 月,其中 7 月降雨量最大,1 月、

12 月最少。

远安县地处扬子准地台一级构造单元区。位于黄陵隆起区的东侧和江汉盆地的西部,为隆起区与盆地区的过渡构造带,最典型的构造特征是区域单斜构造,即由西向东地层由老到新顺序排列。区内大的地质构造自西向东分别为黄陵背斜、石桥坪向斜、远安地堑和当阳向斜。地层除新近系外,自前南华系至新生界第四系均有出露。岩性以灰岩、白云岩等碳酸盐岩和砂岩、泥岩等碎屑岩为主,西南部分布有少量前南华系片麻岩、片岩。

2 地质灾害种类及发育特征

2.1 地质灾害种类

远安县复杂的地质背景环境条件,在降雨和人类工程活动的影响下,地质灾害十分发育,类型多样,主要灾种有滑坡、崩塌、不稳定斜坡、地面塌陷、泥石流等类型,以滑坡为主,崩塌、不稳定斜坡次之,具有点多面广、分布不均、相对集中、突发性强、危害大的特点(图 2)。根据远安县地质灾害详细调查资料,全县共发育地质灾害 285 处,其中滑坡 177 处,崩塌(含危岩体)70 处,不稳定斜坡 25 处,泥石流 3 处,塌陷 10 处,规模以中、小型为主^[9](表 1)。

表 1 远安县地质灾害类型、规模统计表
Table 1 Type and scale of geological hazards in Yuan'an County

地灾类型	数量	不同规模灾害发生频次			
		特大型	大型	中型	小型
滑坡	177	1	11	33	132
崩塌	70	—	24	28	18
不稳定斜坡	25	—	3	7	15
泥石流	3	—	—	—	3
地面塌陷	10	—	—	—	10

2.2 地质灾害发育特征

2.2.1 滑坡

滑坡是区内最主要的地质灾害,共发育滑坡 177 处,占灾害点总数的 62.11%。全县滑坡总方量 7291.73 万 m³。按规模等级可分为特大型、大型、中

型、小型 4 种,其中特大型 1 处,大型 11 处,中型 33 处,小型 132 处,分别占滑坡总数的 0.56%、6.21%、18.65%、74.58%。

按物质组成结构可分为土质滑坡和岩质滑坡,其中土质 114 处,岩质 63 处,分别占滑坡总数的 77%、23%,前者多发育在第四系残坡积及崩塌堆积松散堆积物中,滑移结构面较为单一,多为松散盖层与下伏基岩接触面,或松散层内错动面,后者多发育于侏罗系下统香溪群(J₁xn)、三叠系中统巴东组(T₂b)、志留系下统的龙马溪组(S₁l)和罗惹坪组(S₁lr)、奥陶系上统临湘组(O₃l)和五峰组(O₃w)地层中,这些地层为工作区内易滑地层,岩性多为砂岩夹炭质、泥质页岩、泥岩和砂质页岩互层,多具软弱夹层。

按滑坡厚度可划分浅层、中层、深层滑坡三类,其中浅层 158 处,中层 16 处,深层 3 处,分别占灾害点总数的 89.3%、9%、1.7%。

按滑坡现今稳定状态可分为稳定、较稳定和 unstable 3 种,其中稳定 8 处,较稳定 85 处,不稳定 84 处,所占比例分别为 4.5%、48%和 47.5%。

按滑坡运动形式划分为牵引式和推移式,数量分别为 134 处和 43 处,所占比例分别为 75.7%和 24.3%。

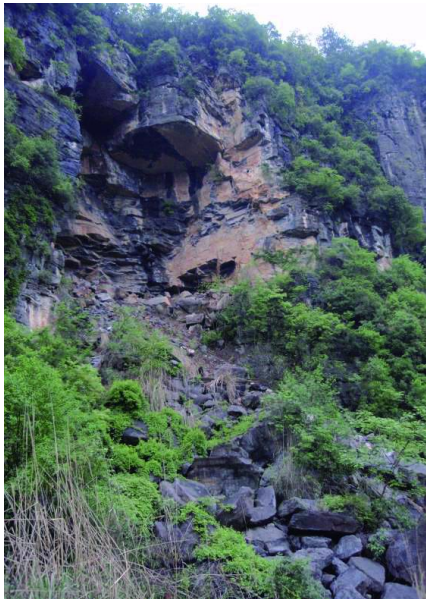


图2 黄岩屋崩塌特征(镜向北)
Fig. 2 Huangyanwu Collapse characteristics

2.2.2 崩塌

崩塌是区内危害最大的灾害类型之一,且均为岩质崩塌,共发育崩塌(含危岩体)70 处,主要分布于荷花镇西部神龙河—沙泥坡及洋坪—旧县—花林寺石桥坪向斜一带中低山区。

按规模分为大型、中型、小型 3 种,其中大型 24 处、中型 28 处、小型 18 处,分别占崩塌点总数的 34.3%、40%、25.7%。按破坏模式可分为倾倒式、滑移式、拉裂式、错断式 4 种类型,其中倾倒式 37 处,滑移式 3 处,拉裂式 28 处,错断式 2 处。工作区以倾倒式和拉裂式为主,占总数的 92.8%。

区内崩塌主要发育在具上硬下软岩性组合特征的坡体中,主要发育地层为 Z₁d、Z₂dn、Є₁t、P₁q,岩性主要为燧石结核灰岩、白云质灰岩、白云岩、石英岩、石英砂岩等。据调查统计,二叠系、震旦系共发育崩塌(危岩)22 处,占崩塌灾害总数的 31%。Z₁d、Z₂dn、Є₁t、P₁q 地层中的燧石结核灰岩、白云质灰岩等厚层状岩体崩塌一般规模较大,崩塌堆积物块体也较大。典型的如旧县镇的黄岩屋崩塌,崩塌堆积物粒径多在数十厘米,最大可达数米(图 2、图 3)。

2.2.3 泥石流发育特征

区内植被覆盖率较高,泥石流灾害不甚发育,据调查全境目前发育泥石流 3 处,规模小型为主,2

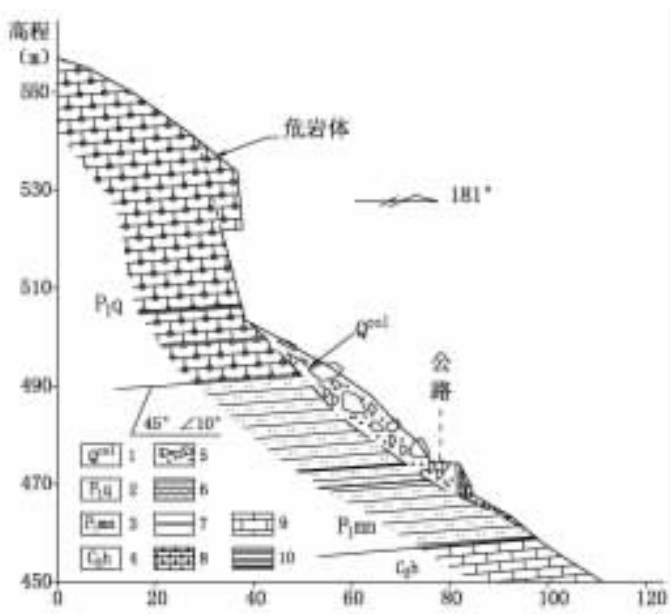


图3 黄岩屋崩塌剖面示意图
Fig. 3 Profile of Huangyanwu collapse
1. 崩塌堆积物;2. 二叠系栖霞组;3. 二叠系马鞍山组;4. 石炭系黄龙组;5. 碎块石;
6. 石英砂岩;7. 煤层;8. 硅质团块灰岩;9. 结晶灰岩;10. 页岩.

处同采矿弃渣有关。

2.2.4 不稳定斜坡发育特征

区内发育不稳定斜坡 25 处, 占全县灾害点总数的 8.77%, 面密度 1.427 处 /km²。其中岩质斜坡 17 处, 土质斜坡 8 处。从发展趋势来看, 区内不稳定斜坡将来发展为滑坡的 15 处, 发展为崩塌的 10 处。产生不稳定斜坡的原因多与坡脚开挖、矿山开采等不合理的工程活动有关。

2.2.5 地面塌陷发育特征

区内发育地面塌陷 10 处, 其中岩溶塌陷 8 处、采空塌陷 2 处, 占地质灾害总数的 3.51%, 规模均为小型, 主要分布在矿区及碳酸盐岩分布区。岩溶塌陷均为土洞型陷坑, 平面形态为圆形、椭圆形, 剖面形态多呈漏斗状、竖井状, 深 1 ~ 30 m。溶洞上覆土体被水带走产生的潜蚀作用, 或地下岩溶水急剧下降产生真空吸蚀而诱发。采空区塌陷发育在震旦系与三叠系地层中, 由于不规范开采矿体而引起地面塌陷, 陷坑形状各异, 主要为圆形及不规则形。陷坑陷落的深度各处不一, 剖面形态各异, 有圆柱形、长条形、锅底形, 陷坑四周一般参差不齐, 局部沿裂隙拉张陷落, 坑壁较平直。如三宝山铜矿采空塌陷(图 4)。



图4 三宝山铜矿采空区塌陷(镜向W)

Fig.4 Characteristics of gob collapse in Sanbaooshan copper mine

3 地质灾害分布规律

3.1 各乡镇发育分布情况

从全县行政辖区分布看, 远安县地质灾害分布遍及全县 7 个乡镇, 灾害点数量最多的是茅坪场镇, 达 80 处, 以下依次是荷花镇和河口乡, 上述 3

个乡镇地质灾害点占总数的 67%。全县地质灾害点分布密度 16 处 /100 km², 密度较大的乡(镇)依次为鸣凤镇、荷花镇、茅坪场镇, 分别为 32 处 /100 km²、19 处 /100 km²、18 处 /100 km², 密度较小的乡(镇)有旧县镇、花林寺镇和洋坪镇(表 2)。

3.2 空间分布规律

区内地质灾害分布受南北向构造控制, 以远安地堑为界, 西侧为磷矿开采区崩塌带, 位于黄陵背斜东翼震旦系地层带内; 中部为煤矿开采区崩塌滑坡带, 位于石桥坪向斜两翼二叠系 - 三叠系地层带内; 东部为煤矿采区滑坡带, 位于红层侏罗系地层带内。远安县地质灾害重点分布区可大致分为五个片区(图 5): 即西边①神龙—盐池崩塌区, ②花林寺镇西北部横岩坪—宝华一带崩塌区, ③旧县镇西南部中南一台子一带崩塌高易发区, ④洋坪镇百井—水磨冲—余家畈一带滑坡崩塌高易发区, ⑤赵家河—两河一带滑坡高易发区。

3.3 时间分布规律

地质灾害的发育与降雨关系密切, 尤其是强降雨。远安县降雨具有年际变化大、4-8 月份集中的特点, 地质灾害发生时间也具备此特点。区内 4-8 月份这一时段的地质灾害较发育, 全县在此时间段发生地质灾害点 164 处, 占有时间记录总数的 91.1%。年际分布不均, 个别年份突发, 如 2010 年 7 月 15 日 2 小时降雨量为 180 mm, 暴雨发生后在荷花镇谭坪、青峰两村产生一定规模、并造成经济损失的滑坡、泥石流点就有 12 处。

4 地质灾害形成条件

地质灾害是内、外地质营力及人为活动综合作用的结果, 因而控制地质灾害发育的因素, 不仅是地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件等, 还与气象水文、人类工程活动密切相关。

4.1 地形地貌对地质灾害的控制

地貌单元和斜坡坡度控制着崩塌、滑坡的发育。县域西部荷花镇盐池河—九女及洋坪—旧县—花林寺石桥坪向斜一带中低山区, 地形陡峻, 沟谷切割强烈, 悬崖峭壁林立, 在山顶部陡崖段(坡度 65 ~ 90°)易产生崩塌灾害, 而山麓处堆积的残坡积松散土体易产生滑坡灾害。县区中、东部鸣凤、茅坪场、河口等地为低山丘陵区, 山势低、坡度较缓, 地

表2 远安县各乡镇地质灾害统计表

Tabel 2 Geologic hazard statistics in Yuan'an County

乡镇	面积 /km ²	滑坡 / 处	崩塌 / 处	泥石流 / 处	不稳定斜坡 / 处	塌陷 / 处	合计 / 处	密度 /(处 /100km ²)
鸣凤镇	74	17	1	—	4	2	24	32
荷花镇	396	31	30	3	7	3	74	19
茅坪镇	444	71	3	—	6	—	80	18
河口乡	207	27	—	—	4	1	32	15
洋坪镇	241	9	13	—	1	1	24	10
旧县镇	171	12	9	—	1	1	23	13
花林寺镇	219	10	14	—	2	2	28	13

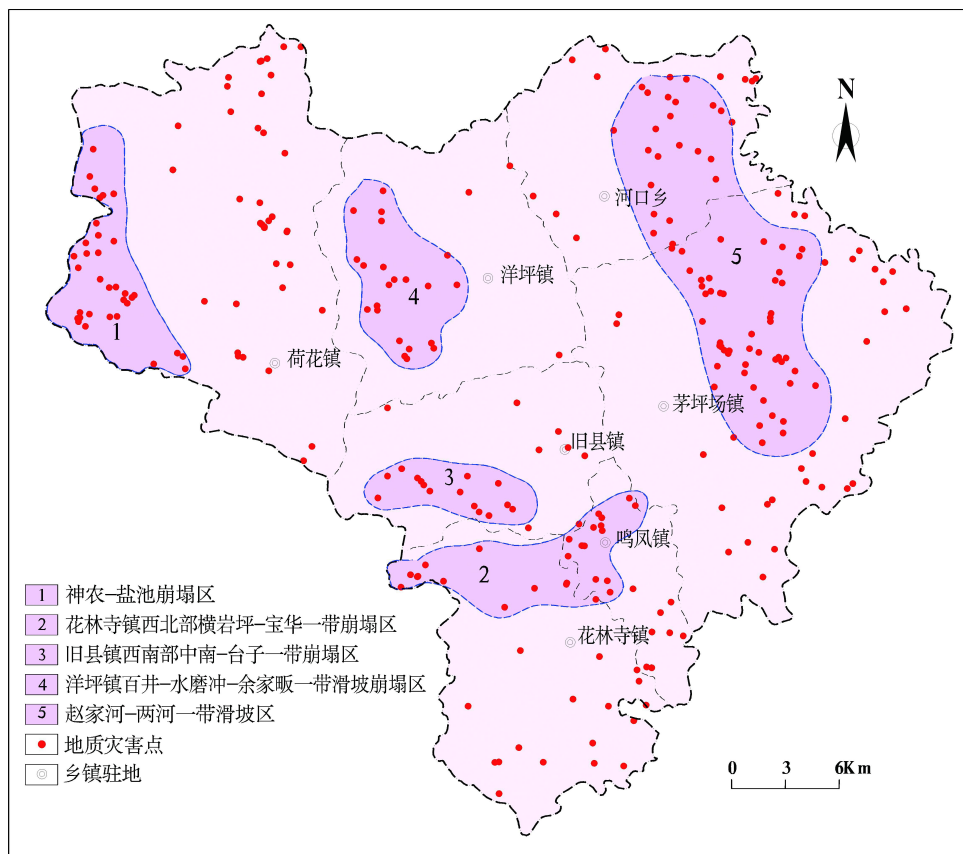


图5 远安县地质灾害多发区分布图

Fig.5 Distribution diagram of geohazards in Yuan'an County

质灾害主要以滑坡为主,多发生于沟谷两岸山坡的中、下段斜坡坡度转折(上缓下陡)的部位,主要原因是前缘谷坡存在高陡临空面,利于岩土体的重力位移而产生滑坡。

4.2 地层岩性对地质灾害的影响

地层岩性是影响斜坡变形的主要因素,岩性不同,其地质灾害的发育程度及类型也不同。统计表明,区内灾害主要发育在松散土体中,共发育 122

处,占灾害总数的 44.3%,碳酸盐岩类次之,发育灾害 86 处,占 30.5%,碎屑岩类中发育 74 处,占灾害总数的 26.2%。(表 3)

滑坡、崩塌与岩性关系密切,滑坡主要发育在松散岩类与碎屑岩类岩组中,共发育 168 处;松散土体多分布在 15~35°斜坡上,易受降雨影响诱发滑坡,而碎屑岩类易风化剥蚀,加上软岩分布较广,易形成潜在滑面,为滑坡提供了物质基础和边界条

表3 不同工程地质岩类地质灾害发育程度统计表

Table3 Statics of geological disasters with different engineering type rocks

灾害类型	碳酸盐岩类	碎屑岩类	松散土体类	合计 / 处
滑坡 / 处	9	54	114	177
崩塌 / 处	61	9	—	70
地面塌陷 / 处	10	—	—	10
不稳定斜坡 / 处	6	11	8	25
合计 / 处	86	74	122	282
占总数百分比 / %	30.5	26.2	43.3	100

件。崩塌主要发育在碳酸盐岩中,共发育 61 处,软硬相间的岩层中最为发育(如二叠系中),岩性以灰岩、白云岩、白云质灰岩为主,岩体质地坚硬,以刚性变形为主,抗风化能力较强,力学强度较高,易形成陡崖、陡坡地貌,为崩塌提供了运移空间,加上局部含软弱夹层,为卸荷倾倒变形提供了边界条件。不稳定斜坡在三类岩体中均有分布,影响不明显。

4.3 地质构造与地质灾害

地质构造对斜坡的变形影响明显,地质构造发育强烈地区地质灾害相对发育。受这些构造影响,在构造影响带内地质灾害发育^[4-6]。通过统计分析,区内主要构造带附近发育崩塌、滑坡、泥石流等灾害点 149 处,占地质灾害总数的 52%(表 4)。

远安县内大的地质构造由西向东分别是黄陵背斜、石桥坪向斜、通城河断裂、远安断裂、当阳向斜。岩层中的节理裂隙、断层构造对岩质斜坡变形有很大影响。首先是产生崩塌、滑坡的危险边界条件,崩塌的卸荷裂缝、岩滑的后缘壁大多是沿断层带或一组、二组节理追踪而形成,且控制着崩、滑体的边界。如盐池河山崩后缘壁为由 NE 及 NNW 两

组节理面组合而成,猫耳朵危岩体顶部裂缝为沿岩层中产状为 170°∠80°的一组节理撕裂形成。其次,断层相交或构造复合部位地质灾害较集中发育。

4.4 暴雨与地质灾害

暴雨是区内滑坡、崩塌地质灾害的主要诱发因素之一^[7]。区内有 76.6% 的地质灾害发生在雨量大、强度高的 6—8 月。大气降水入渗,使岩土体含水量增加,增大岩土体自重的同时,软化各类结构面,降低软弱带岩土抗剪强度,产生动水压力,加速了岩质边坡的风化,调整了坡体应力状态,从而导致滑坡、崩塌的发生或复活。177 处滑坡有时间记载的共计 139 处,其中 98 处发生在 7、8 月,比例为 70.5%。1990 年 8 月 14 日 21 时至次日,区内遭受罕见的特大暴雨袭击,24 小时雨量达 418 mm,1 小时最大降雨量达 123 mm,在茅坪场镇就发生了 8 处滑坡灾害。2010 年 7 月 15 日 2 小时降雨量为 180 mm,暴雨发生后在荷花镇谭坪、青峰两村产生一定规模、并造成经济损失的滑坡、泥石流点达 12 处。

4.5 人类工程活动

人类工程活动是诱发地质灾害的主要因素之一^[8-10]。远安县人类工程活动对地质环境的影响主

表4 主要构造附近灾害点统计表

Table4 Statics of geological disaters near the main structures

灾害类型	主要构造					
	当阳向斜	远安断裂	远安向斜	通城河断裂	石桥坪向斜	黄陵背斜
滑坡 / 处	28	8	8	16	2	2
崩塌 / 处			3	16	17	23
泥石流 / 处					1	1
不稳定斜坡 / 处	3	3	3	3	3	3
地面塌陷 / 处		2			3	1
总计 / 处	31	13	14	35	26	30

要表现为矿产资源开发、修建公路切坡、居民切坡建房、垦荒种地等。大量人类工程活动破坏了斜坡原始平衡状态,诱发了地质灾害的产生。据本次调查资料统计,全县受各类工程活动诱发的地质灾害点 126 处,占地质灾害点总数的 44.2%(表 5)。其中以矿山开采引发的地质环境问题尤为突出,如在旧县镇、洋坪镇、茅坪场镇、荷花镇因开采煤、磷等矿产形成地质灾害 54 处。

表5 地质灾害主要诱发因素统计表
Table5 Statistics of the main incentives factors of geological disasters

灾害类型	自然因素		人为因素	
	数量 / 处	百分比 /%	数量 / 处	百分比 /%
滑坡 / 处	109	61.58	68	38.42
崩塌 / 处	32	45.71	38	54.29
泥石流 / 处	1	33.33	2	66.67
不稳定斜坡 / 处	9	36	16	64
地面塌陷 / 处	8	80	2	20
合计 / 处	159	100.00	126	100.00

5 结论

(1)远安县地质灾害类型以滑坡、崩塌灾害为主,具有点多面广、分布不均、相对集中、突发性明显、危害大、隐蔽性强的特点。

(2)地灾灾害分布发育与地貌有密切的关系,滑坡灾害主要分布于县域东部的低山丘陵区,崩塌灾害主要分布于县域西部的中低山区,县域中部的冲积平原区地质灾害不发育;时间上,地质灾害多集中发生雨季。

(3)区内地质灾害形成和发展同时受控于地形地貌、地层岩性、地质构造、人类工程经济活动、降雨等因素,所有这些因素是共同作用,相互影响。

参考文献:

[1] 孙玉科,姚宝魁.盐池河磷矿山体崩坍破坏机制的研究[J].水文地质工程地质,1983,1:1-7.

[2] 张玉琪.论盐池河磷矿山崩的采矿技术因素及教训[J].化工矿山技术,1981,05:1-7.

[3] 谭建民,闫举生,等.远安县地质灾害详细调查报告[R].中国地质调查局武汉地质调查中心,2011.

[4] 欧阳海金,廖绍平,吴珍云,董少春,尹宏伟.龙南县地质灾害发育特征及形成机制分析[J].资源环境与工程,2014,28(1):46-48.

[5] 伏永朋,郭真民,韩会卿,袁红军.谷城县地质灾害发育规律研究[J].华南地质与矿产,2006,22(2):60-64.

[6] 李 晓,李守定,陈 剑,廖秋林.地质灾害形成的内外动力耦合作用机制 [J]. 岩石力学与工程学报,2008,27(9):1792-1806.

[7] 刘广宁,齐 信.西陵峡水田坝区域地质灾害发育特征及成因机制[J].水土保持通报,2017,37(1):319-324.

[8] 赵信文,彭 轲,金维群,黎清华,黎义勇.鄂西长阳地质灾害发育特征及影响因素分析[J].华南地质与矿产,2009,25(3):77-82.

[9] 于远忠,宋建波,马清文.鄂西山区与山体稳定有关的环境工程地质问题(之二) [J].西南科技大学学报,2002,17(3):47-51.

[10] 于远忠,宋建波,马清文,田文高. 鄂西山区与山体稳定有关的环境工程地质问题(之三) [J].西南科技大学学报,2002,17(4):51-58.