

## 山东省山丘区地质灾害特征

高峰<sup>1</sup>,林存菊<sup>2</sup>,于德杰<sup>1</sup>

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

**摘要:**山东省地形地貌条件复杂,崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害时有发生,对人民生命财产安全造成了极大威胁。为进一步研究地质灾害发生规律,为地质灾害防治提供技术支撑,根据山东省开展完成的1:5万地质灾害调查工作成果,分析总结了全省山丘区地质灾害发育类型、分布规律以及发展趋势。

**关键词:**地质灾害;灾情;险情;山丘区;山东省

**中图分类号:**X141      **文献标识码:**B

山东省地貌条件较复杂,西部、北部、西南部低洼平坦,中部山地突起,东部缓丘起伏,构成了以低山丘陵为骨架,平原盆地台地环列交错的地势。平均海拔高度较低,除少量山地超过1 000 m以外,大部分山地丘陵500 m左右,地势起伏较小,山间盆地和河谷平原面积较大。泰山雄踞中部,主峰海拔1 532.73 m,为全省最高点,黄河三角洲海拔2~10 m,为全省陆地最低处。地貌类型分为:中山、低山、丘陵、山间平原、山前倾斜平原、微倾斜平原、三角洲平原。山东区域地质构造较复杂,区域内断裂发育,著名的沂沭断裂带从中部穿过。整体由华北板块和苏鲁造山带两个I级构造单元构成,又根据构造运动差异性和形态特征划分为4个II级构造单元、9个III级构造单元和若干个V级构造单元<sup>[1]</sup>。复杂的地貌条件和断裂构造为地质灾害发育提供了自然条件,发达的经济基础以及人类工程活动给地质灾害提供了人为影响因素。

## 1 地质灾害分布及特征

### 1.1 地质灾害分布

该文所说的山丘区,是指山地丘陵区发育的12个设区市、共计60个县(市、区),具体范围见表1。以上县(市、区)在2011—2012年期间做过1:5万比

例尺地质灾害调查<sup>①</sup>。

**表1 山东省山丘区各设区市地质灾害隐患点类型及规模**

市	调查面积 km <sup>2</sup>	隐患点类型及数量 (处)						隐患点 总数
		崩塌	滑坡	泥石流	不稳定 斜坡	地裂缝	地面 塌陷	
济南市	5054	83	32	10	21	1	10	157
青岛市	8704	169	20	6	2	—	9	206
淄博市	3948	87	15	1	13	—	31	147
枣庄市	3524	50	12	3	—	—	79	144
烟台市	13262	21	3	67	251	2	106	450
潍坊市	5113	43	25	11	—	—	12	91
济宁市	2735	80	2	—	6	—	12	100
泰安市	6471	73	29	65	5	1	105	278
威海市	5570	12	2	7	28	1	18	68
日照市	5184	67	11	8	—	19	4	109
莱芜市	2251	34	9	12	—	—	16	71
临沂市	15666	308	51	41	17	1	85	503
总计	78285.58	1027	211	231	343	25	487	2324

山东省山丘区已发生的地质灾害类型主要有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷(岩溶塌陷、采空塌陷)、地裂缝(该文所说的地裂缝为构造地裂缝)、不稳定斜坡。其中,崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝、不稳定斜坡既有自然因素形成,又有人为活动诱发;采空塌陷全部由人为活动诱发。

根据调查,地质灾害分布于调查区全境,其隐患点数量、种类分布与地区面积、地貌单元等因素密切相关,各设区市各类地质灾害隐患点数量见表1。

图1是各设区市各类地质灾害隐患点与调查区面积关系图。从图中可以看出,各市隐患点总数量

收稿日期:2014-03-24;修订日期:2014-06-11;编辑:曹丽丽

地勘项目:山东省国土资源厅,鲁勘字[2011]64号,山东省山丘区1:5万县(市、区)地质灾害调查与综合研究报告。

作者简介:高峰(1982—),男,山东临沂人,工程师,主要从事地质灾害治理及水文地质调查工作;E-mail:gaofeng2258@163.com。

①山东省地质环境监测总站,姚春梅、刘善军、高峰等,山东省山丘区60个县(市、区)1:5万地质灾害调查报告,2011年12月—2012年10月。

与调查面积基本呈正比关系。调查区 12 个地级市中,临沂市占调查面积的 19.81%,隐患点最多占 21.6%,两者均居首位。其次为烟台市,面积占 17.07%,隐患点占 19.36%。莱芜市面积最少,仅占 2.83%,隐患点数量倒数第二位,仅 3.06%。但如果从不同种类来看,隐患点个数与面积关联性减弱,与调查区所处地貌单元以及人类工程活动强度关系加强。图 2 是各县(市、区)的调查区面积和隐患点总数量关系图,可以看出随着调查区面积的缩小,隐患点总数量和调查面积的正比关系不再明显<sup>①</sup>。以崂山区、泰山区为例,两者面积仅占总调查面积的 0.5%,0.4%,但隐患点数量占总数的 3.7%,2.8%,隐患点多的原因一部分是由于中山丘

陵地貌,地质灾害形成条件发育,另一方面是景区开发、经济发达,人类与地质环境之间的相互作用较大造成<sup>[2]</sup>。

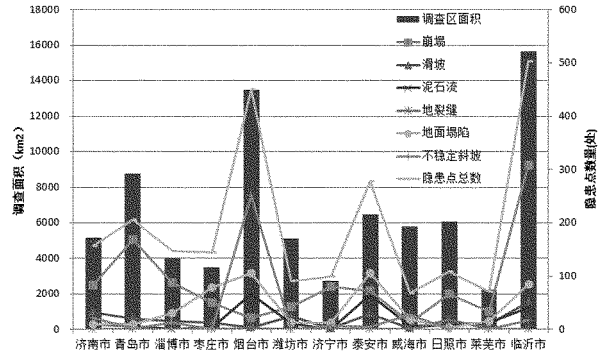


图 1 山丘区各设区市地质灾害隐患点数量统计

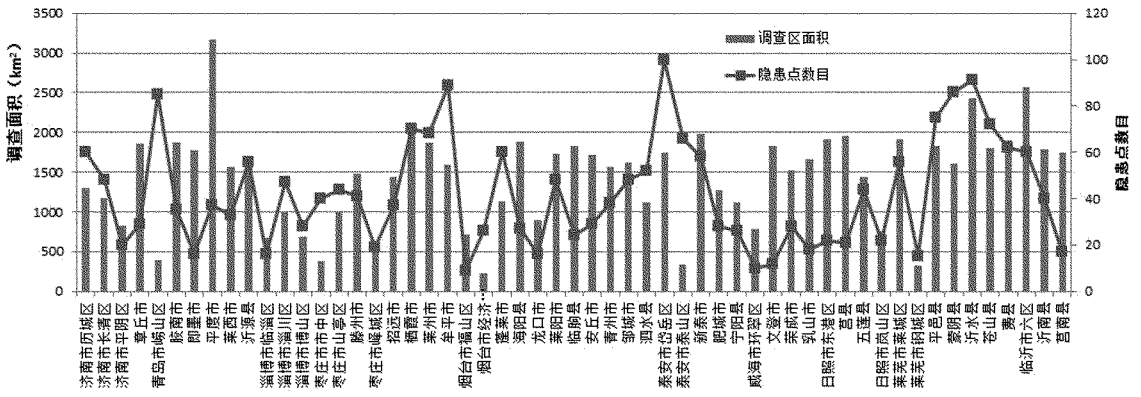


图 2 山丘区各县(市、区)地质灾害隐患点数量

## 1.2 地质灾害特征

### 1.2.1 崩塌

崩塌(含不稳定斜坡隐患点,因二者发生机理基本相同,并作一类描述)是数量最多的隐患点,占到灾害总数量的 59%,同时也是分布最广的灾种,调查的 60 个县(市、区)中都存在此类隐患点。崩塌分布于人类工程活动强度有较大关系,工程活动造成隐患点的案例主要为修建公路、消坡建房、景区开发等。以济南市历城区为例,当地有 33 处崩塌(含不稳定斜坡)隐患点是由于修建公路引起的,如金钢纂村北公路边崩塌,西岭角、东岭角、汪家场崩塌,花坦峪历泰公路边崩塌以及徐家场崩塌等,这些隐患点主要分布在 327 省道、港西路、港九路、历泰路以及彩西公路沿线。还有一些分布在村线公路沿线,如里卧龙池、外卧龙池公路边崩塌、林枝村公路边崩塌和不稳定斜坡等。威胁到过往车辆及行人安全。泰

安市泰山区 30 处崩塌隐患点中,27 处位于泰山风景区,基本都是危岩体威胁游客生命安全的情况。

### 1.2.2 滑坡

滑坡隐患点共计 211 处,其中以临沂市 51 处最多,其次为济南市 32 处,威海市、济宁市最少,只有 2 处。滑坡在济南南部山区至南岱崮的中山丘陵地区、青岛市崂山区丘陵地区以及平度市大泽山区较为集中分布,其他地区分布较少。相对比崩塌,滑坡的人为作用明显降低,人为因素诱发的 68 起,综合因素诱发的 35 起,其余为自然因素诱发。

### 1.2.3 泥石流

泥石流隐患点共计 231 处,分布比较集中,烟台市 67 处、泰安市 65 处,临沂市 41 处。这 3 个市占

① 山东省地质环境监测总站,姚春梅、刘善军等,山东省山丘区 1:5 万县(市、区)地质灾害调查与综合研究报告,2012 年 10 月。

所有泥石流总量的75%。泥石流集中发育的区域为泰安下港镇周边、临沂蒙山龟蒙顶周边、烟台栖霞市区域以及莱州大泽山区域。

#### 1.2.4 地裂缝

构造地裂缝主要发生于五莲、莒县境内,沿沂沭断裂呈线状展布。1988—1989年为高发期,1991年以后持续活动,发生频率相对较低,但危害性大。

地裂缝的形成原因有多种。由于沂沭断裂基底断裂的长期蠕动,使断裂两侧形成膨胀土,并显露于地表,区域气候的干、湿变化,尤其是区域性浅层地下水水位变动时,使胀缩土或淤泥质软土产生胀缩,从而形成胀缩裂缝(图3)<sup>①</sup>。裂缝在地表不易观察,但可从该区域房屋开裂、变形情况反映。

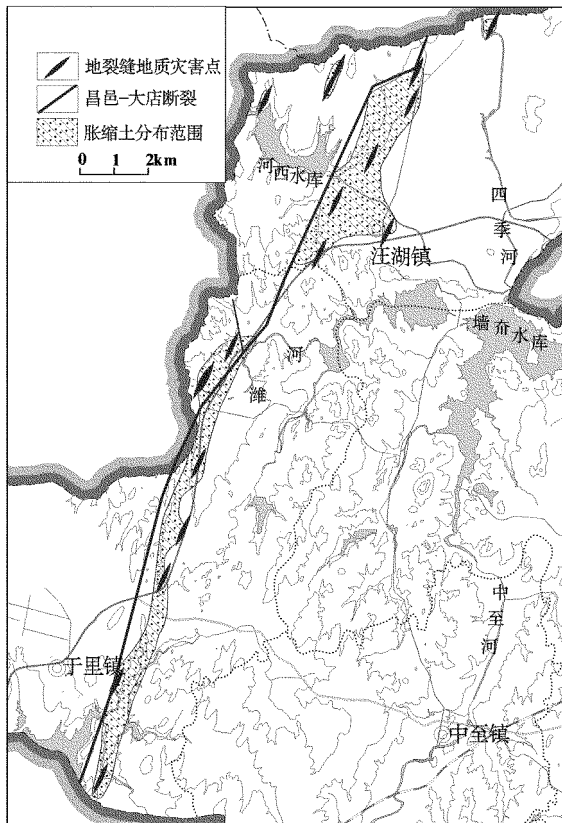


图3 五莲县地裂缝与胀缩土分布图

#### 1.2.5 地面塌陷

地面塌陷可分为岩溶塌陷和采空塌陷。岩溶塌陷受形成条件限制,岩溶塌陷区集中分布于泰安市泰山区、枣庄市中区、莱芜市、临沂市兰山区等地区,其他地区零星分布。塌陷高发区第四系厚度10~30 m,多二元相结构,上部多为粉质粘土、砂质粘

土,其下为中粗砂层。隐伏地层岩性为奥陶纪碳酸盐岩,裂隙岩溶发育,含水层富水性强,是省内城市和工业重要的供水水源地或周边有矿区大量抽取地下水<sup>[3]</sup>。山东省采空塌陷隐患区主要为地下开采的煤矿、金矿、铁矿、石膏等矿区。受矿产资源分布限制,采空塌陷区比较集中分布。煤矿采空塌陷区主要为新泰、滕州、济宁、肥城、济南等煤矿开采区;铁矿采空塌陷区主要分布于淄博、莱芜、济南、泰安等地区;金矿采空塌陷区主要分布于牟平、乳山、龙口等鲁东地区;石膏矿采空塌陷区主要分布于峄城区、苍山县等地区<sup>[4]</sup>。地面塌陷灾害形成及危害基本完全受人类工程活动影响,矿产资源开采强度高、范围大的地区塌陷剧烈,开采强度低、范围小的地区塌陷轻微。

## 2 地质灾害规模

山丘区地质灾害类型以及规模情况见表2。根据调查,不稳定斜坡、崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷(采空塌陷、岩溶塌陷)、地裂缝等6种类型地质灾害,在山东省中低山丘陵区均有分布,共计2324处。数量以崩塌居多,共1027处,占全省地质灾害总数的44.19%。地面塌陷、不稳定斜坡、泥石流、滑坡次之,分布数量分别为487,343,231,211处,地裂缝25处,仅占全省地质灾害总数的1.08%。

表2 地质灾害隐患点总体特征数据

灾害类型	灾害规模				合计	灾害类型 比例/%
	巨型/特大型	大型	中型	小型		
崩塌	1	6	102	918	1027	44.19
滑坡	—	5	33	173	211	9.08
泥石流	—	6	40	185	231	9.94
不稳定斜坡	—	—	9	334	343	14.76
地裂缝	—	—	—	25	25	1.08
地面塌陷	3	42	52	390	487	20.96
合计(处)	4	59	236	2025	2324	100.00
灾害规模比例/%	0.17	2.54	10.15	87.13	100.00	

按各类地质灾害体规模划分,以小型居多,分布数量2025处,占全省地质灾害总数的87.13%,符合山东省地质环境条件特点;其次为中型(236处)和大型(59处),分别占10.15%和2.54%;巨型/特大型地质灾害仅4处(1处崩塌、3处地面塌陷,分别

① 青岛地质工程勘察院,张春志、索立涛、孙延宗等,山东省五莲县1:5万地质灾害调查报告,2012年2月。

位于临朐县和新泰市)。

### 3 地质灾害灾情

该次调查发现,山丘区已发地质灾害点总数为1383处,按照新灾情分级标准,各灾种数量以及灾情分级见表3,灾情损失见表4。

表3 山东省地质灾害灾情分级统计

灾害类型	灾情分级				合计
	特大型	大型	中型	小型	
崩塌	—	—	2	657	659
滑坡	1	—	1	101	103
泥石流	—	6	32	116	154
不稳定斜坡	—	—	—	25	25
地裂缝	—	—	—	25	25
地面塌陷	46	21	53	351	471
合计	47	27	88	1275	1437
灾害规模比例/%	3.27	1.88	6.12	88.73	100.00

表4 山东省地质灾害灾情损失统计

灾害类型	死亡人数		直接损失	
	人	比例%	万元	比例%
崩塌	9	6.16	1173.23	0.21
滑坡	5	3.42	1825.4	0.33
泥石流	105	71.92	6125.41	1.11
不稳定斜坡	—	0.00	642.1	0.12
地裂缝	—	0.00	433.3	0.08
地面塌陷	27	18.49	539995.96	98.15
合计	146	100.00	550195.40	100.00

根据灾情分级表中数据可以看出,山东省山丘区地质灾害存在以下特点:①已发地质灾害类型多样,但数量差别大。已发地质灾害中崩塌、滑坡、泥石流等6种类型全部具备,但是其数量差异极大,发生次数最多的为崩塌,占总数的45.86%。相比而言地裂缝和不稳定斜坡发生次数最少,仅占1.74%。②地质灾害规模以小型为主。已发地质灾害规模呈明显的极端不均匀趋势,灾情以小型为主,总体上处于较低水平。其中小型1275处,占地质灾害点总数的88.73%;中型88处,占6.12%;大型27处,占1.88%;特大型47处,占3.27%。③特大型灾害中绝大多数都是地面塌陷。主要原因是矿山开采造成的地面持续塌陷,对地面房屋等建筑物造成伤害逐年扩大,损失逐年累积造成。

根据灾情损失统计表中数据可以看出,山东省山丘区地质灾害存在以下特点:①山东省山丘区地质灾害发生规模普遍较小,死亡人数较少,历年来可

统计死亡人数仅146人。②泥石流造成直接经济损失较小,但却是死亡人数最多的灾种,占总死亡人数的71.92%。这与泥石流具有突然性以及流速快,流量大,物质容量大和破坏力强等特点相关。③地面塌陷是全省最严重的地质灾害,其直接损失中地面塌陷(尤其是采空塌陷)最高,占到了98.15%。

### 4 地质灾害险情

#### 4.1 险情等级

据统计,山东省地质灾害隐患点险情以小型为主,共2025处,占87.13%;其次为中型236处,占10.15%;大型59处,占2.54%;特大型4处,占0.17%,具体险情情况见表5。

表5 山东省地质灾害险情分级统计

灾害类型	险情分级				合计
	特大型	大型	中型	小型	
崩塌	—	1	32	992	1025*
滑坡	—	—	14	195	209*
泥石流	1	1	7	219	228*
不稳定斜坡	1	—	2	331	334*
地裂缝	—	—	—	25	25
地面塌陷	9	6	87	370	472*
合计	11	8	142	2132	2293*
灾害规模比例(%)	0.48	0.35	6.19	92.98	100.00

\*为受统计数据影响,部分灾害点未进行险情分级。

#### 4.2 威胁人口及财产

据不完全统计,全省各类地质灾害隐患点威胁人口70122人,威胁财产21.1亿元。其中,重要隐患点共计136处,威胁人口15515人,威胁财产3.44亿元。各灾种险情威胁人口和财产情况见表6。

表6 山东省地质灾害险情统计

灾害类型	威胁人数		威胁财产	
	数量(人)	比例(%)	数量(万元)	比例(%)
崩塌	16956	24.18	38430.21	18.23
滑坡	5229	7.46	11686.92	5.54
泥石流	9279	13.23	24065.65	11.42
不稳定斜坡	3989	5.69	12203.85	5.79
地裂缝	182	0.26	966	0.46
地面塌陷	34487	49.18	123430.52	58.56
合计	70122	100.00	210783.15	100.00

### 5 地质灾害发展趋势

随着经济社会的快速发展,对资源的需求迅速增加,重大工程建设项目急剧增多。地表以上,人类

切坡修路、切坡建房、城市建设等工程活动造成的不稳定斜坡、崩塌、滑坡等灾害点将持续增加;地表以下,随着矿山采掘工程向纵深发展和深层地下水资源的持续开采,地下采空区将越来越多,采空塌陷、地面沉降、伴生地裂缝等危害亦将越来越大。根据目前情况推测,山东省山丘区地质灾害有以下趋势。

### 5.1 崩塌滑坡泥石流

随着各类工程建设的逐年增加,鲁中、鲁东中低山丘陵地区,尤以城区周边、新增交通干线两侧、旅游风景区为主<sup>[5]</sup>,崩塌、滑坡、泥石流灾害点将持续增多,规模多以小型为主。

### 5.2 地裂缝

构造地裂缝产生和发展受膨胀土和地下水位变动影响,且根据调查,当地居民采用断层泥烧制陶瓷,在村附近形成串珠状的采坑,雨季积水,加剧地裂缝变化。预计今后一段时间之内,地裂缝仍将存在并持续变化。

### 5.3 地面塌陷

#### 5.3.1 采空塌陷

随着鲁西南煤炭生产和出口基地的建成,山东省矿产资源开发将进一步加强,预计采空塌陷将进一步加剧。按现有矿山塌陷速率估算,近期内全省每年因采煤增加的塌陷面积将维持在24 km<sup>2</sup>左右<sup>[6]</sup>。滕州、新泰、肥城等矿区塌陷深度和面积将随之加大,而重点开发的滕州等矿区将成为新的塌陷重灾区。章丘、薛城、峄城等地区因资源开采量小,塌陷情况增加缓慢。

铁矿、金矿开采区,充填法采矿技术已在各矿山得到全面推广应用,塌陷趋势将有所减弱,但招远金矿等大量隐伏的老采空区仍需要严加防范。其他矿山如石膏、滑石矿,开采规模小,近期内塌陷仍将保持在较低水平。

#### 5.3.2 岩溶塌陷

临沂、泰安、枣庄等地区岩溶塌陷区域为省内重要水源地分布区,近期和将来一定时期内地下水持续开采,预计岩溶塌陷将持续发生,发生规模和强度受降雨量及开采强度影响。莱芜岩溶塌陷受矿山排

水及城镇集中供水影响,随着谷家台矿、叶庄矿等矿山持续开采,岩溶塌陷可能进一步加剧<sup>[7]</sup>。

## 6 结语

根据地质灾害发育情况以及灾情、险情等情况,可以发现山东省山丘区地质灾害存在“规模小、危害大”的典型特点。由纯自然因素形成的地质灾害数量和规模并不是很严重,但因山东省既是一个经济大省,又是一个资源大省,经济社会、人类工程特别是矿业活动强烈。由人为活动诱发的地质灾害频繁,加之城镇化水平较高、人口密度大,一旦发生地质灾害,造成的损失不容忽视。而且,近年来由地质灾害引发的纠纷时有发生,所造成的生态环境破坏很难恢复,严重恶化了人们的生存环境。地质灾害已经成为影响山东省经济社会可持续发展和社会安定的重要因素之一。根据山东省地质灾害特点,下一步地质灾害防治工作重点将是针对地质灾害集中地区进行调查评价工作;重点整治部分危害大的隐患点,短时间无法整治的设置监测预警装置;对人为原因诱发的地质灾害进行严格排查,实施谁引发,谁治理的措施。

## 参考文献:

- [1] 山东省国土资源厅资源储量处,山东省国土资源资料档案馆. 山东省矿产资源储量报告编制指南[M]. 济南:山东省地图出版社,2010.
- [2] 尹明泉,王治良,王建收. 青岛市崂山风景区崩塌地质灾害治理方法探讨[J]. 山东国土资源,2010,26(10):35-40.
- [3] 成世才,郭加朋,马海会,等. 泰安市岩溶塌陷动力诱导因素分析[J]. 山东国土资源,2009,25(12):42-45.
- [4] 王学聚. 山东省地面塌陷地质灾害的综合研究[J]. 华北地震科学,1997,(4):26-29.
- [5] 周艳芝,张云吉. 山东半岛北部主要地质灾害形成机理与防治对策[J]. 海洋湖沼通报,2007,(S1):60-68.
- [6] 山东省国土资源厅. 山东省矿山环境保护与治理规划(2006—2015年)[Z]. 2007.
- [7] 彭凯,赵有美,李岚. 鲁中南岩溶发育的控制因素[J]. 山东国土资源,2009,25(10):26-31.

(下转第50页)