

文章编号:1009-0258(2000)04-0039-06

*

山东省崩塌、滑坡、泥石流灾害发育现状与趋势分析

常允新,宋长斌,冯在敏,魏嘉

(山东省地质环境监测总站,山东 济南 250014)

摘要: 山东省崩塌、滑坡、泥石流灾害具区域分布相对集中,形成条件大致相近,周期性变化规律。其诱发因素主要是地震和降雨。本文采用统计法和标准点密度法对灾害的时空分布特征作了分析,并根据地质背景条件及气象周期、地震活动规律预测了灾害的多发部位和多发时段。

关键词: 崩塌;滑坡;泥石流;发育现状;趋势分析;山东省

中图分类号: X694;P642.21;P642.22;P642.23

文献标识码: A

山东省的鲁中南中低山区和鲁东低山区,因长期受强烈的差异性构造运动的影响,因而形成了山地与山间盆地相间分布的地貌格局和山高谷深、崖陡壁峭的地势组合,不同岩性组合及抗风化能力的差异,加剧了斜坡的不稳定性;山间河谷支流众多、源短流急,旱季干涸、雨季暴涨,具山洪性水文特征;泰、鲁、沂、蒙山区及崂山、昆嵛山地段为暴雨发育区和地震烈度Ⅰ—Ⅱ级区。这些因素决定了鲁中南和鲁东山区为崩塌、滑坡、泥石流(以下简称崩、滑、流)灾害的易发、多发区。近年来,这些地区崩、滑、流灾害活动有逐年加重之势,因此分析其发育现状、成灾特点、形成条件及发展趋势,对于全面认识灾情状况、制定区域减灾规划及防治对策等,具有重要意义。

1 崩、滑、流灾害的分布特征

1.1 时间分布特征

较古老的崩、滑、流遗迹,以其特殊的地貌形态、地层层序、岩性特征而易于鉴别。如济南市历城区仲宫镇黄钱峪古滑坡,表现为张夏组灰岩直接覆盖在馒头组页岩之上,产状混乱,且位置低于其正常层位标高,因抗风化能力较强,形成帽状高地。

据《山东史料》记载,1668年(康熙七年)7月15日郯城—莒县大地震时,莒县马鬃山山崩四散,五芦崮等五座山各裂一半,沭河东岸平地水涌数丈,山摇水沸;蒙阴县城东八里,山脊开,水高四尺;济南马山崩损数丈。

据调查统计,全省共发生较古老的滑坡 44 处,崩塌 77 处,泥石流 15 处。

*收稿日期:1999-05-12; 修订日期:2000-12-19; 编辑:孟舞平

作者简介:常允新(1964-),男,山东荣成人,高级工程师,主要从事环境水文地质工作。

山东省地质环境监测总站,1995,山东省地质灾害调查与评价报告。

近五十年来发生的崩、滑、流多有文字记载和目击描述,省内较典型的有滑坡4处、崩塌3处、泥石流16处。

崩、滑、流灾害多与暴雨、地震等自然灾害同时发生:1668年郯城—莒县大地震曾引发临沂、济南地区局部山体发生崩塌;1960~1963年的强暴雨引发沂源、沂南的滑坡和徂徕山的泥石流;1977年济南市历城区卧虎山水库曾因采用人工爆破方法开挖溢洪道,恰遇降雨而诱发滑坡。

另外全省尚有63处潜在崩塌、滑坡点,55处易发泥石流的沟谷。

1.2 空间分布特征

全省崩、滑、流灾害主要发生于变质岩、沉积岩分布的中、低山区,共有潜在崩塌143处,滑坡48处,泥石流86处。

为客观反映其空间分布规律,选定统一量化指标,对崩、滑、流规模进行标准化处理,以此分析其发育分布规律。

鉴于泥石流沟的汇水面积、崩塌地段长度、滑坡体体积等与灾害规模、致灾能力等成正比,确定 1km^2 汇水面积的泥石流沟谷,500m长度的崩塌陡崖和 $10 \times 10^4\text{m}^3$ 的滑坡体为一个标准点。处理结果,全省共有崩、滑、流标准点1671个,其中崩塌、滑坡标准点1259个,泥石流标准点412个。

以1:5万图幅为单元,按标准点密度(N)可将全省划分为高密度区($N \geq 15$)、较高密度区($10 \leq N < 15$)、中密度区($5 \leq N < 10$)和低密度区($0 \leq N < 5$)。由高到低的密度分区,反映了崩、滑、流由强到弱的发育特征(图1)。

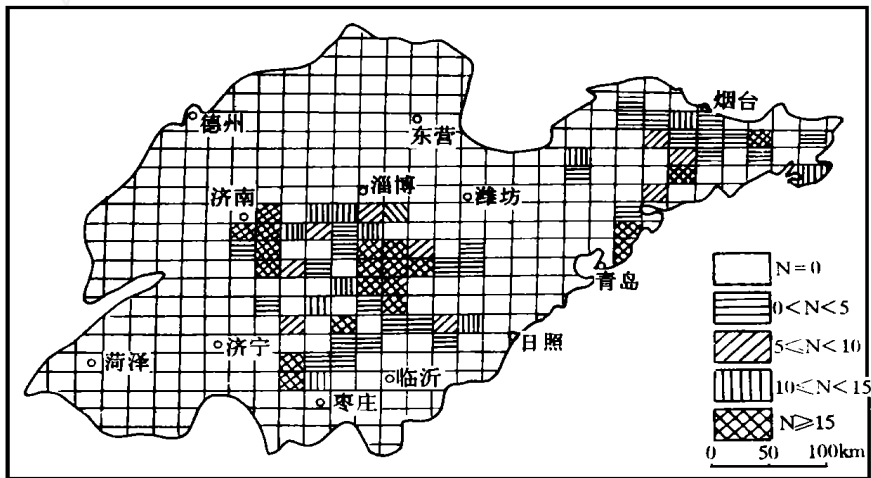


图1 山东省崩滑流标准点密度分布图

Fig.1 Standard spot denseness distribution sketch of collapse, landslide and mud-rock flow

为确定各单元内崩、滑、流三种灾害的组合类型,用类型指数进行计算分析。

$$R_i = \frac{N_{Li}}{N_{Li} + N_{di}}$$

式中: R_i —类型指数;

N_{Li} —崩塌、滑坡标准点数;

N_{di} —泥石流标准点数。

根据 R_i 确定组合类型,其结果见表 1。

表 1 崩、滑、流标准点密度及组合类型

Table 1 Standard spot denseness and composition combination of collapse, landslide and mud - rock flow

密度分区	泥石流为主型 ($0 < R_i < 0.3$)	崩、滑、流组合型 ($0.3 < R_i < 0.7$)	崩、滑为主型 ($0.7 < R_i < 1$)
高密度区($N > 15$)	泰安、南留、马站、王坟、杨谢、沙子口		兴隆、张夏、仲宫、沂源、燕崖、东里、坡里、韩旺、夏蔚、王戈庄、山亭、冯卯
较高密度区 ($10 < N < 15$)	泰安、石场、郭家店、高疃	大王庄、方城	淄川、源泉、垛庄、文祖
中密度区 ($5 < N < 10$)	蒋峪、徂徕、莒县、行村		雪野、朱崖、泗水、郭城、栖霞
低密度区 ($0 < N < 5$)	苗山、柘沟、祝沟、葛家	旧寨、荣成	博山、肥城、雹泉、东王庄、薛庄、大店、苏村、崖子、费县、关阳司、黄城、水道、赵格庄、藏格庄

由上可见,崩、滑、流主要分布于泰山、鲁山、沂山、蒙山、崂山、昆崮山等中低山区。

2 崩、滑、流的分类与特征

2.1 崩、滑、流的分类

山东省已发生的 159 处崩、滑、流灾害点,可按堆积物体积将其划分为大、中、小三类(级),各类(级)灾害点数及所占百分比见表 2。

表 2 崩、滑、流分类结果

Table 2 Classified statistic results of collapse, landslide and mud - rock flow

类型		崩塌	滑坡	泥石流	总计	
					点数	(%)
大型	体积(10^4 m^3)	> 100	> 100	> 20	17	10.7
	点数(处)	2	14	1		
中型	体积(10^4 m^3)	10 ~ 100	10 ~ 100	2 ~ 20	29	18.2
	点数(处)	7	17	5		
小型	体积(10^4 m^3)	< 10	< 10	< 2	113	71.1
	点数(处)	71	17	25		
合计		80	48	31	159	100

2.2 崩、滑、流灾害的特征

2.2.1 崩塌、滑坡成灾特点

崩塌灾害突发性强,瞬间发生,连续性差,在我省特定的地理、地质背景下,一般表现为小规模坠石,规模大者都由地震引发。

滑坡是指岩(土)体在重力作用下沿一定的软弱结构面(剪切破坏面)整体下滑的现象,其发生与否取决于滑动面的性质、位置和产状。滑坡发生过程中,滑动方向、滑移速度都在不断变化。如济南市历城区卧虎山水库的滑坡,自1978年7月至1982年9月,历时981天,滑移速度、方向发生三次明显变化,累计位移量177.49mm。

崩塌和滑坡的形成条件和成灾特点基本一致,均由斜坡失稳引起。

2.2.2 泥石流成灾特点

泥石流以其含有大量泥砂、石块等固体物质与洪水相区别,急促的水流和充分的松散固体物质是形成泥石流的必要条件。泥石流沟由汇水区、流通区、堆积区组成,突发性强、破坏力大,堆积物分选极差,前进过程中具直进性和脉动性特征。

直进性是由泥石流强大的质量惯性和相对粘稠性决定的。由于泥石流携带了大量固体物质,因此与洪水的运动方式迥异,在沟谷转弯处或遇障碍物时,受阻将固体物质堆积下来,垫高河床、截弯取直,冲出河道向下游奔泻。泥石流越粘稠,直进性越强,冲击力越大。如1966年7月3日发生在淄川峨庄乡山留庄的溃决型泥石流,直进性非常强,遇河谷拐弯时仍顺势直行,冲向河曲处位置较高的崖头,冲埋了响泉村大部。

泥石流的脉动性是其能量积蓄和释放的过程。泥石流在运行过程中,如遇沟谷狭窄或河曲受阻时,运动不畅,大量固体物质迅速堆积形成天然坝,暂停运行。当能量积蓄到一定程度则冲溃天然坝,形成龙头。

3 崩、滑、流灾害的影响因素分析

崩、滑、流灾害的发生受到特定自然地理环境、地质背景及社会环境的影响。其影响因素可按作用方式划分为不变因素(如地形、地貌、岩性、构造)、缓变因素(如河流侵蚀作用、植被条件、水文地质条件等)及频变因素(如降雨、地震及人类活动等)等三种。

不变因素和缓变因素在崩、滑、流形成过程中起到积累物质、积蓄能量、孕育灾害发生的作用;频变因素激发灾害的生成,完成由渐变到质变的转化。

各种因素对不同灾种的影响程度不同:

(1)泥石流的规模受沟谷汇水面积、地形坡降、岩性、植被等条件影响,地貌条件决定其能量大小,岩性、植被条件决定固体物质的多少。暴雨是激发泥石流的重要条件,在具有充分松散固体物质和适宜的地形条件下,只要出现暴雨,就会激发泥石流,暴雨强度越大,泥石流活动规模也越大。统计表明,诱发泥石流发生的降雨量都超过暴雨水平,且全年降水量超过1000mm。

(2)滑坡的发生取决于斜坡岩(土)体性质及组成。结构面的形成是滑坡发生的重要因素。地表水、地下水作用促其发生;雨水可引起斜坡岩(土)体的软化、泥化,也可抬高地下水位,造成孔隙压力升高,使抗滑力降低,造成斜坡失稳。此外,河流的侵蚀作用也可造成坡体临空失稳。

大型滑坡多由地震引发。从震源开始的弹性震动,在向周围介质传递过程中,具有一定的速度而产生地震力,其大小等于加速度与物质质量的乘积。震前静止的物体,产生大小相等、方向相反的惯性力,使斜坡失稳^[1]。

(3)崩塌主要发生于陡峭岩壁,裂隙发育、岩体破碎且在岩性组合上具明显上硬下软差异的陡崖,是崩塌的易发部位。

4 崩、滑、流灾害的发展趋势分析

崩、滑、流灾害活动的时间、地点、强度虽然具有很大的不确定性,但从总体看,它们还不是孤立的,仍具有群发性和地域性的特点。通过分析崩、滑、流灾害的影响因素可以看出:地震、降雨等因素决定崩、滑、流的发生时间,而地貌特征、地质背景、水文地质条件决定崩、滑、流的生成部位。因此可确定地震活跃期、活跃幕及气象周期的丰水时段,为崩、滑、流灾害的多发时段;而现代崩、滑、流活动强烈地区,亦即地貌、岩性、构造条件复杂的部位,应是未来崩、滑、流的多发地段。

4.1 崩、滑、流灾害多发部位的预测

根据崩、滑、流的发育密度,以 1:5 万图幅为单元,参考地貌、岩性、构造条件可划分出强敏感区 16 个,中敏感区 9 个。强敏感区、中敏感区分别为未来崩、滑、流的多发区或较多发区(表 3)。

表 3 崩、滑、流敏感性分区

Table 3 Sensitive divisions of collapse, landslide and mud-rock flow

崩塌、滑坡	地貌位置	地段名称	泥石流	地貌位置	地段名称
强敏感区	泰山北翼	张夏—万德	强敏感区	鲁山北翼	王坟
	泰山北翼	仲宫—西营		泰山北翼	泰安—万德
	沂、鲁山南翼	沂源—燕崖—东里		徂徕山北翼	徂徕
	沂山南翼	坡里—韩旺		蒙山西翼	杨谢
	沂山南翼	夏蔚		招虎山西翼	朱吴
	尖山子北翼、南翼	白颜—山亭		崑崙山东翼	汪疃
	崂山东翼	王戈庄—沙子口		崂山东翼	沙子口
	九顶山西翼	悦庄—蒋峪		沂山北翼	悦庄—蒋峪
中敏感区	泰山北翼	文祖—雪野	中敏感区	鲁山、沂山西翼	新泰
	九顶山西翼	王村—博山		五莲山北翼	石场
	鲁山西翼	黑旺—源泉		牙山东翼	高疃—桃村
	鲁山西翼	博山—源泉		大泽山西翼	沙河—郭家店
				槎山北翼	石岛

4.2 崩、滑、流灾害多发时段预测

崩、塌、流虽然是典型的突发性山地地质灾害,但仍具有比较明显的同期性。下面就地震活动规律和气象周期对崩、滑、流灾害的多发时段进行预测。

4.2.1 地震活动规律分析

华北地震区自 15 世纪以来,经历了两个地震活跃期,即 1484~1730 年的第三活跃期和 1815 年以后的第四活跃期。每个活跃期又有活跃幕和平静幕之分^[1]。

华北第三、四活跃期可进一步进行地震活跃幕的划分,其结果:第三活跃期历时 246 年,包括 9 个活跃幕(每个活跃幕平均持续时间为 17a)和 8 个平静幕(每个平静幕平均

持续时间为 12a)。第四活跃期至今已历时 184 年,经历了 7 个活跃幕(每个活跃幕平均持续时间为 12a)和 7 个平静幕(每个平静幕平均持续时间为 13a)。两个活跃期内相应的活跃幕在历时、频次、能量释放方面的变化形态相似,且成比例地缩小。按此估算,第 8 个活跃幕为 1989~2002 年,第 8 个平静幕为 2003~2017 年;第 9 个活跃幕在 2018~2031 年间。与第三活跃期类比,第四活跃期将还要经历两个活跃幕和一个平静幕,预计到 2031 年结束。

4.2.2 气象周期分析

(1)据有关专家分析,太阳活动有 170~180a 的行星周期,每个行星周期由一强一弱两个 80~90a 的世纪周期组成,每个世纪周期结束时有很强的 11a 周期黑子极大值。从 20 世纪 60 年代开始,太阳活动进入一个弱的世纪周期内,我国大范围干旱出现的频次将会增多,这种状况估计将会延续到 2050 年。

(2)据统计,1470 年以来全国旱涝指数每 50a 为一个交替周期,若挑选数个显著周期进行叠加,预计 2010~2030 年为一个相对湿润周期。

综上所述,强敏感区多分布于中、低山区,是未来崩、滑、流的多发区;根据地震活动规律分析,2018~2031 年为地震活动第 4 个活跃期的第 9 个活跃幕;根据气象周期分析,2010~2030 年为一相对湿润多雨时期。因此,综合考虑以上各因素预测 2010~2030 年为崩、滑、流灾害的多发、易发时期。

参考文献:

- [1] 国家科委重大自然灾害研究组. 中国重大自然灾害及减灾对策(分论)[M]. 北京:科学出版社, 1993.

Present Situation and Trend Analysis about Collapse, Landslide and Mud - rock Flow

CHANG Yun - xin, SONG Chang - bin, FENG Zai - min, WEI Jia
(Shandong Geologic - engineering Institute, Shandong, Jinan 250014, China)

Abstract: The collapse, landslide and mud - rock flow in Shandong have the following characteristics as concentrated distribution, long - time last, multi - kinds, small scale and great loss. According to factual information, their space - time distribution characteristics are analysed by statistics and standard denseness method; according to geographic and geological backgrounds, their multi - occurring places are predicated; according to meteorological period and earthquake activity rule, their multi - occurring period which is from predicated is from 2010 to 2030.

Key words: Collapse; landslide; mud - rock flow; present situation; trend analysis; Shandong province