

山东省滑坡地质灾害类型及成因分析

刘洪亮¹, 张莉莉², 杨培杰¹, 彭庆吉³

(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; 3. 山东省地质科学试验研究院, 山东 济南 250013)

摘要: 滑坡地质灾害是山丘区突发性地质灾害的一种, 根据岩性组合对山东省滑坡地质灾害进行了分类, 同时分析了各种滑坡类型分布的地貌特征, 形成原因, 对今后发现和预防滑坡地质灾害具有借鉴参考意义。

关键词: 地质灾害; 滑坡; 岩性组合; 山东省

中图分类号: P642.22 **文献标识码:** B

0 引言

滑坡分类有十余种方法, 其中物质组成分类是经常使用的分类方法之一^[1]。中国铁道滑坡分类方案中将物质组成作为首要的分类依据^[2], 对指导铁路沿线滑坡的勘察和防治取得了良好的效果。

山东省于 1999 年开始开展 1:10 万山丘县(区)地质灾害调查与区划工作, 于 2008 年共完成 53 个县(区)的地质灾害调查与区划工作, 2010 年完成全省地质灾害数据库, 经统计共查出滑坡地质灾害及隐患点 241 处; 据不完全统计, 2000—2010 年, 山东省发生的滑坡地质灾害共 39 处。通过调查基本掌握了每处滑坡地质灾害及隐患点的滑体、滑床的岩石性质, 通过统计分析, 初步对山东省滑坡地质灾害进行分类^[3,4]。

1 滑坡分类

将物质组成作为分类依据, 按照滑体、滑床岩性组合的不同进行划分。根据调查, 滑坡中滑体、滑床的岩性组合多达数十种。为便于统计分析, 将岩土体进行简化分类。

首先按固结程度分为岩体和土体 2 种, 岩体按照坚硬程度分为硬岩和软岩 2 种。岩石的强风化层, 其力学性质与原岩相比彻底改变, 在滑体中归为

土体, 在滑床中归为岩体, 为了区别, 增加风化层一类, 岩土体的分类见表 1。

根据分类原则, 按滑体、滑床岩性组合的不同, 可将山东省滑坡分为土体组合、软岩(夹硬岩)组合、硬岩组合、土体-软岩组合、土体-硬岩组合、硬岩-风化层组合。而硬岩组合中, 又可分为同硬岩组合和异硬岩组合 2 种; 同硬岩组合, 滑体、滑床为同一种岩石, 滑面为节理裂隙面; 异硬岩组合, 滑体、滑床为不同岩石, 滑面为断层或异岩接触面。根据以上分类, 山东省滑坡按滑体、滑床岩性组合的不同共分为 7 类。

表 1 岩石简化分类

岩土体类型	土体	岩体		
		软岩	硬岩	风化层
代表岩土体	黄土状土 残坡积 坡洪积	页岩、砂岩 泥岩等	侵入岩 变质岩 沉积岩中的灰岩 喷出岩中的玄武岩	二长岩及二 长花岗岩强 风化层

(1) 土体组合: 滑坡发生在土体中, 土体多为坡洪积物和大站组黄土状土, 多为更新世松散堆积体。该类滑坡规模均为小型, 滑动后后缘多形成圈椅状, 滑面多呈弧形, 如图 1(a)。

(2) 软岩(夹硬岩)组合: 该类滑坡一般发生于同一岩组内, 以寒武纪长清群馒头组下页岩段最为发育, 其次长清群李官组、崮山组也较发育, 石炭-二叠纪煤系地层及石盒子组也有少量发育。该类滑坡体

* 收稿日期: 2012-03-13; 修订日期: 2012-08-26; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 刘洪亮(1973—), 男, 山东胶南人, 高级工程师, 主要从事水工环地质工作; E-mail: 568670143@qq.com。

规模大小均有,山东省大型规模以上滑坡均为该类组合,如图1(b)。

(3)同硬岩组合:该类滑坡多发生在元古宙以前的变质岩、侵入岩体中,滑体为中一强风化层,滑面为节理裂隙面,滑面坡度一般大于 30° ,如图1(c)。

(4)异硬岩组合:该类滑坡岩性组合较特殊,例子较少,1处为花岗岩-闪长岩组合,2处为花岗岩-变质岩组合,花岗岩覆盖在蓬莱群变质岩之上,沿异岩接触面滑动,如图1(d)。

(5)土体-软岩(夹硬岩)组合:滑体为第四纪松散堆积物或全-强风化层,滑床为软岩(夹硬岩)组合,规模多为小型,如图1(e)。

(6)土体-硬岩组合:滑体为第四纪残坡积物,滑床为变质岩、侵入岩等硬质岩。滑坡体规模一般较小,厚度一般小于2m,如图1(f)。

(7)硬岩-风化层组合:滑体为玄武岩及其风化堆积体,滑床为侵入岩风化层,在发生的3处滑坡中,风化层原岩为二长岩或二长花岗岩,风化产物为粘土类矿物。已发生的滑坡体多为中型,如图1(g)。

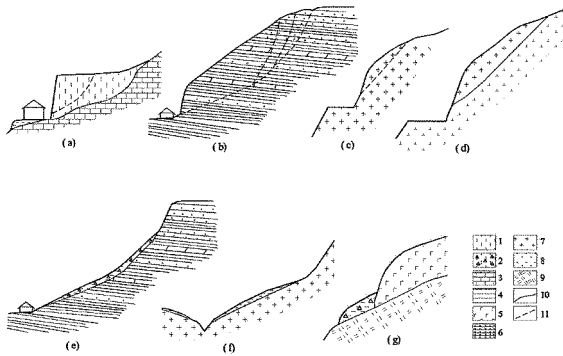


图1 各类滑坡剖面示意图

1—黄土状土;2—含砾坡积物;3—灰岩;4—页岩;5—砂岩;6—玄武岩;7—花岗岩;8—闪长岩;9—二长岩风化层;10—岩层界线;11—滑动面

2 成因分析

2.1 土体组合

更新世坡洪积物和大站组黄土状土直立性一般较好,在地貌上多表现为分布在冲沟两侧、山坡坡脚的土体陡崖^[5],崖高一般小于10m。该类型滑坡发生的引发因素在于降水和荷载增加。降水过程中土体吸水自重增加,而土体工程力学强度降低,从而发

生滑坡。该类滑坡滑动距离短,主要危害近陡崖的房屋、道路等。

2.2 软岩(夹硬岩)组合

由于砂、页岩抗风化能力弱,在漫长的地质历史中大都已经稳定,多形成山体的缓坡,重新滑动需要外力破坏坡脚,因此在地貌上表现为临近冲沟、道路、村庄的缓坡。由于新生代以来,鲁西地块主要表现为抬升作用,冲沟下切,可破坏坡脚;沿缓坡修建公路,切坡也能破坏坡脚;村庄附近,建房平整土地,对坡脚切坡,多处房屋连在一起,就可形成连续的、较长的人工切坡,也可破坏坡脚。在降水条件下,砂、页岩缓慢吸水,自重增强,下滑力增大;同时砂、页岩吸水后工程力学强度降低,加上坡脚的破坏,抗滑力降低,从而发生滑动。由于砂、页岩吸水缓慢,从而决定了下滑力缓慢增加,抗滑力缓慢下降,因此该类滑坡多表现为蠕动^[6]。该类滑坡降水稍大即发生滑动,降水停止便趋于稳定,在后缘多形成数条裂缝,易于发现,同时滑动缓慢,有时间采取避让措施,一般不会造成人员伤亡等事故。其危害对象主要是坡脚的房屋、道路、河道和滑体之上的建筑物等。

2.3 同硬岩组合

该类滑坡多发生在变质岩、侵入岩中,发生原因在于节理面的存在,加之后期风化作用,节理面的摩擦系数下降,上覆岩体在自重作用下发生滑动,多发生在夏季多雨期和初春解冻期。该类滑坡规模多为小型,滑体一般几立方米至数十立方米;济南水帘峡水库岸边滑坡,楔体和其上堆积体一起滑动,规模约 $10\,000\text{ m}^3$ 。主要影响道路交通,如发生在库区,也可影响水库安全。

2.4 异硬岩组合

该类滑坡发生的主要原因在于斜坡切割了滑面,在水的作用下,一旦摩擦力下降到一定程度,便会发生滑动。该类滑坡分布在胶东半岛,地貌属低山丘陵区,坡脚均为人工活动破坏。主要影响坡脚下的房屋和道路。

2.5 土体-软岩(夹硬岩)组合

软岩(夹硬岩)组合形成的山坡坡面较缓,因此该类滑坡分布的地貌特征为山体缓坡。滑体多为小型,滑坡体厚度一般在 $3\sim 5\text{ m}$,宽度从几米至数十米不等。该类滑坡发生一般需要长时间的降水过程,残坡积物和砂、页岩充分吸水,滑体自重增加,下

滑力增大;而砂、页岩工程力学强度降低,土、岩接触面抗滑力下降,从而发生滑动。由于残坡积物的工程力学强度较软岩差,其滑动的速度远远大于软岩(夹硬岩)组合,可造成房屋倒塌、危害人员安全。危害对象主要是坡下的房屋、道路、河道和分布在坡面之上的农田、林地等。

2.6 土体-硬岩组合

该类滑坡由于滑体厚度薄,自重小,滑动需要较大的坡度和大幅降低滑面的阻力^[7]。因此该类滑坡分布的地貌特征多为沟谷后缘、沟谷两侧、山坡坡面,坡度多大于 20° 。由于变质岩、侵入岩透水性能差,大气降水入渗后多沿土、岩接触面径流,利于降低滑面的抗滑力,因此该类滑坡较易发生。该类滑坡滑体规模小,分布区也少有村庄,直接危害一般较小;但在沟谷后缘或坡面内凹处,易于大气降水的汇集和径流,一旦在大雨或暴雨过程中发生滑坡,便可实现滑坡-泥石流转化-降水持续汇集提供水源,滑坡提供初始物源,沟谷或坡面内凹形态提供地形条件,泥石流灾害形成。2000 年泰安吕庄泥石流和 2007 年青岛崂山返岭滑坡就是典型例子,前者沟谷后缘滑坡引发泥石流灾害,造成 19 人死亡,2 人失踪;后者滑体在水流的作用下形成泥石流,冲毁坡脚简易房屋,越过马路,冲入大海,造成 1 人死亡。

2.7 硬岩-风化层组合

二长花岗岩或二长岩的风化产物为粘土类矿物,透水性弱,遇水易变软,覆盖其上的玄武岩及其风化堆积体在自重作用下便可发生滑动。地貌类型主要为沟谷的两侧山坡。该类滑坡分布区域较小,主要分布在潍坊市的安丘,临沂市的沂水等玄武岩分布区。其危害对象主要为坡下或滑体上的房屋、农田、林地等。

3 易发性分析

按 7 种岩性组合,调查 53 个县(区)241 处滑坡及隐患点,土体组合 25 处、软岩(夹硬岩)组合 65 处、同硬岩组合 22 处、异硬岩组合 3 处、土体-软岩组合 44 处、土体-硬岩组合 69 处、硬岩-风化层组合 9 处;统计近十年发生的 39 处滑坡地质灾害,则土体组合 2 处、软岩(夹硬岩)组合 6 处、同硬岩组合 1 处、土体-软岩组合 16 处、土体-硬岩组合 14 处(图 2)。由图 2 可以看出,山东省易发生的滑坡灾害类

型为土体-硬岩组合、土体-软岩(夹硬岩)组合、软岩(夹硬岩)组合,3 类滑坡占滑坡总数的 74%,占近十年发生滑坡总数的 92%。

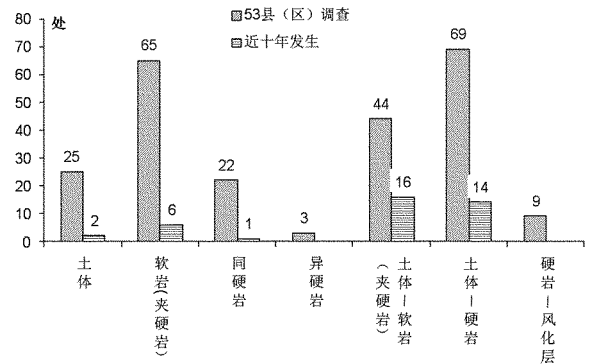


图 2 山东省滑坡分类统计图

4 结语

按滑体、滑床岩性组合的不同,山东省滑坡可分为土体组合、软岩(夹硬岩)组合、同硬岩组合、异硬岩组合、土体-软岩(夹硬岩)组合、土体-硬岩组合、硬岩-风化层组合等 7 种类型。其中,土体-硬岩组合、土体-软岩(夹硬岩)组合、软岩(夹硬岩)组合是山东省易发生的滑坡地质灾害类型。尤其是土体-硬岩组合易发生滑坡-泥石流转化,引发泥石流灾害。因此,在今后的工程选址等工作中,注意识别以上岩性组合,就可快速地发现滑坡隐患,从而采取相应的防治措施,减轻或避免滑坡灾害的发生。

参考文献:

- [1] 刘广润,晏鄂川,练操.论滑坡分类[J].工程地质学报,2002,10(4):339-342.
- [2] 铁路滑坡分类及分布规律的研究协作组.铁路滑坡分类方案[J].西南交通大学学报,1977,(1):39-43.
- [3] 段秀铭,郑庭明.山东省地质灾害分区与防治对策[J].山东国土资源,2007,23(4):1-6.
- [4] 卢良兆,许文良.岩石学[M].北京:地质出版社,2011.
- [5] 张增奇,刘明渭,宋志勇,等.山东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [6] 吴泰然,何国琦.普通地质学[M].北京:北京大学出版社,2011.
- [7] 刘传正.地质灾害勘查指南[M].北京:地质出版社,2000.

Analysis on Origin and Types of Landslides in Shandong Province

LIU Hongliang¹, ZHANG Lili², YANG Peijie¹, PENG Qingji³

(1. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Landslide is a sudden geological disaster in hilly and mountainous areas. In this paper, based on lithology combination, types of landslides in Shandong province have been classified, and geomorphological characteristics and origins of the distribution of various landslide types have been analyzed as well. It will provide some references for discovery and prevention of landslides in the future.

Key words: Geological disasters; landslide; lithology combination; Shandong province