

成果与方法

泰山风景名胜区崩塌灾害现状及防治对策

李守昌¹, 陈伟清¹, 侯明允¹, 姜素芝², 李宪波¹

(1. 山东省第五地质矿产勘查院, 山东 泰安 271000; 2. 山东省第一地质矿产勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:泰山风景名胜区崩塌灾害较多, 主要在中低山区及丘陵区的公路切坡段, 以小二型为主, 次为小一型, 已造成较大经济损失和人员伤亡。崩塌的形成取决于构造、地形条件, 受暴风雨、地震、人类活动等因素影响, 构造复合部位的陡崖更易发生崩塌。崩塌产生的内因是陡峭山体中存在结构面外倾的岩体或块石, 外因是暴雨等外力活动的诱发, 内外因在特定条件下的结合是易发区内崩塌产生的主要原因。根据崩塌隐患区的不同特征, 可分别采取锚固、注浆、平洞、生态工程、避让等措施防治。

关键词:风景区; 崩塌灾害; 形成原因; 防治对策; 山东泰山

中图分类号: P642.21; P694

文献标识码: A

泰山风景名胜区地势险峻, 岩石坚硬, 构造发育, 具备形成崩塌的地质条件, 早在 1597 年即有“泰山崩”的历史记载^[1]。自 20 世纪 80 年代以来, 区内人为工程活动强烈, 崩塌灾害有上升趋势。由于部分崩塌分布在主要旅游线路上, 直接威胁游客的人身安全, 因此, 研究区内崩塌的分布规律及防治措施, 具有重要的现实意义。

1 崩塌灾害现状

1998 年以来, 区内经常在雨季发生小规模崩塌, 其中部分崩塌造成了较大经济损失和人员伤亡。有关部门因此加强了监测、管理, 并在部分危险地段设立了警示标志, 但未对相关地质灾害进行治理。近两年, 部分隐患点有发展加重的趋势。如元君庙危石(高 70 m, 宽 26 m), 2004 年雨季下滑 0.5 m, 随时有发生崩塌的可能, 直接威胁省级重点文物—元君庙、弥勒亭。

1.1 崩塌的分布范围

主要分布在中低山区(图 1)。因其大的陡崖普遍发育, 崩积物广泛分布。历史久远的以往崩积物大多在重力和水流作用下位移至坡脚或冲沟上游,

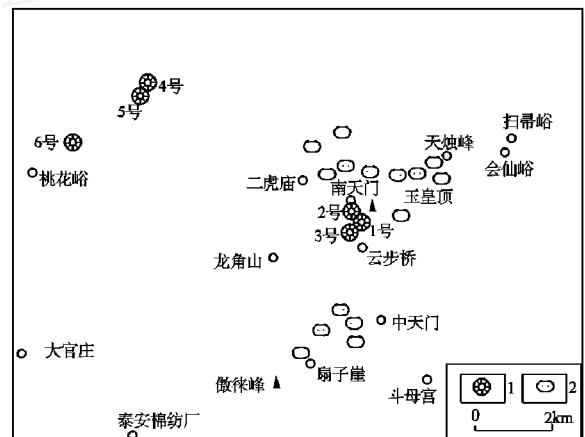


图 1 泰山崩塌灾害分布图

1 - 近期崩塌及编号; 2 - 以往崩塌

近、现代崩积物一般分布在陡崖下, 基本未移动。近期崩积物(近 5 年内)除未开发区外绝大部分都被迅速清理, 只有规模很小或离路及景点较远的崩积物尚保持原状。丘陵区一般不发育, 公路穿越的切坡段局部发育小规模崩塌。

1.2 崩塌的规模

经过长期的风化剥蚀, 泰山形成了从山前平原、

收稿日期: 2005-04-19; 修订日期: 2005-07-18; 编辑: 王先起

作者简介: 李守昌(1966-), 男, 山东章丘人, 工程师, 主要从事水工环地质工作。

山东省第五地质矿产勘查院, 泰安市泰山风景名胜区地质灾害调查与评价报告, 2002 年。

丘陵到岱顶渐次增高的梯级地形,没有特别高的陡崖,也没有很长的峭壁(连绵的峭壁往往被软弱部位的凹地、冲沟隔断),不具备形成大、中型崩塌的条件。现有资料表明,区内崩塌以小于 1万 m^3 的小二型为主,次为 $1 \sim 10 \text{万 m}^3$ 的小一型崩塌。已知的最大崩塌为 5.92万 m^3 的马蹄峪崩塌(图 2 下部),大于 10万 m^3 的大、中型崩塌未见分布。



图 2 马蹄峪崩塌(下部为崩塌物)

1.3 崩塌的危害

已往的崩塌受灾情况鲜有记载。自 1998 年以来的崩塌灾害主要表现为人员伤亡,交通堵塞和对森林植被的破坏,造成一定的经济损失(表 1)。

(1) 2000 年,升仙坊北 45m 处发生小二型崩塌,一游客被崩塌物(落石)砸死,直接经济损失 100万元 。灾情属较大级。

(2) 1998 年 8 月,南天门南侧发生小二型崩塌(落石),一游客被砸成重伤(瘫痪),直接经济损失 120万元 ,灾情属较大级。

(3) 2001 年 7 月 26 日,泰山中路对松亭北发生小二型崩塌,崩塌物 26m^3 ,登山盘路全部被堵,一紧靠路边行走的游客仍被崩塌物挤断小腿。直接经济损失 260万元 ,间接经济损失不可估量,灾情属较大级。

(4) 2001 年 7 月,核桃园林场东侧百草蓝发生小一型崩塌,崩塌物 30000m^3 ,将路面全部堵塞,大批树木被毁。经济损失 50万元 ,灾情属一般级。

(5) 2001 年 8 月,核桃园林场东 500m ,发生小二型崩塌,崩塌物 30m^3 ,造成道路阻塞。直接经济损失 1.2万元 ,灾情属一般级(小)。

(6) 2000 年 7 月,在桃花峪水库大坝北侧,发生小二型崩塌,崩塌物 3m^3 ,将公路堵塞。灾害发生后,影响交通,直接经济损失 3万元 。灾情属一般级(小)。

表 1 近期崩塌灾害统计

编号	发生时间	位置	规模	类型	受灾情况
1	2000 年	升仙坊北 45m	$< 3 \text{m}^3$	小二型	死亡 1 人
2	1998 年 8 月	南天门南 60m	$< 3 \text{m}^3$	小二型	重伤 1 人
3	2001 年 7 月	对松亭北 20m	26m^3	小二型	重伤 1 人
4	2001 年 7 月	百草蓝	30000m^3	小一型	公路阻塞
5	2000 年 8 月	核桃园林场	30m^3	小二型	公路阻塞
6	2000 年 7 月	桃花峪水库坝北	3m^3	小二型	影响交通

总的来看,区内崩塌灾害规模较小,发生频率较高,虽未造成大规模人员伤亡,但危害仍然很大。

2 崩塌灾害发生的原因

2.1 形成条件与分布规律

崩塌的形成取决于构造、地形条件及风化发育

程度,还受暴风雨、地震和人类活动的影响^[2]。

(1) 构造是第一要素,是崩塌形成的基础。区内构造主要有断层、裂隙,其走向以 NW,NE 向为主,次为 NNW,NEE 向。两组主要裂隙的走向近直交,将斜坡切割成了一组组的块体。当裂隙切割的块体结构面外倾且走向与斜坡走向平行或基本平行

时,块体重力会沿结构面形成下滑分力而导致崩塌。通常情况下,块体不崩塌,这是因为下滑分力小于结构面的阻力与块体间结合力之和。完整无裂隙及其他构造面的岩体没有下滑分力等不稳定因素,不论其坡角大小,都很难形成崩塌,即使是强烈风化,也只能形成剥落。

(2) 地形条件是形成崩塌的又一重要因素,其他条件相同的情况下,斜坡的坡角大小与崩塌的易发性正相关。坡角较小时,只有更小的结构面才能外倾,其下滑分力小,不易形成崩塌。坡角越大,可能出露的外倾结构面的倾角越大,下滑分力越大,越容易形成崩塌。一般情况下,陡崖容易发生崩塌,陡坡很少发生崩塌,缓坡不会发生崩塌。

(3) 风化对崩塌有重要促进作用。多数未风化裂隙宽度很小,块体之间结合力较强,不易形成崩塌。在风化作用下,裂隙的宽度逐渐变大,块体间的结合力变小,部分块体甚至与周围块体没有任何结合,成为“独立”石块。随着风化程度的加深,下滑阻力越来越小,易发生崩塌。

事实上,因风化引起的自然崩塌很少,多数崩塌都是在下滑力与下滑阻力均衡或相差不大时,因突发事件形成崩塌。如地震的外推力,暴雨中岩石吸水使下滑力增加及雨水润滑引起的阻力减少,都可改变斜坡的下滑力、下滑阻力,使接近或处于临界状态的斜坡发生崩塌。

区内有记载的历史上的崩塌多由地震引起^[1],暴雨引发崩塌的资料很少;近期崩塌主要发生在雨季。

从构造、地形、地貌等方面看,崩塌的分布表现出以下规律:受地貌影响。崩塌主要在中山、低山区,丘陵区的人工切坡段偶尔发生,其他部分无崩塌。与构造联系密切。构造发育段易发生崩塌,特别是构造复合部位。受地形控制。绝大多数崩塌分布在坡度大于 55° 的陡崖上,陡坡很少发生。陡崖越高,越容易发生崩塌,高度 10 m 以下的陡崖很少发生崩塌。

2.2 产生的主要原因

崩塌的形成有多方面原因,具体可归纳为内因、外因两个方面。其内因是陡峭地形中存在结构面外倾的岩体或块石,较发育的断层、裂隙;其外因是暴风雨使不稳定岩体重量增加(岩体吸水),抗滑力减小(结构面润滑、冲蚀),地震的突发外推力,人类工程对不稳定岩体的破坏等。内外因在特定条件下的结合是易发区内产生崩塌的主要原因。

3 防治对策

自然环境具有多样性、复杂性及其发展变化的规律性,人类在开发利用过程中应根据自然环境特征“因材施教”,而不应强行“征服自然”或与自然“竞争”。对泰山风景名胜,有关部门应顺应自然,合理规划,防止人为活动引发新的地质灾害。对现存的隐患点或地质灾害易发区可采取以下措施防治:

(1) 在修建新的人行道时,应选择地质灾害危险性小的山脊作路基,一则免受地质灾害侵袭,二则保护环境。

(2) 不宜再修盘山公路,如确有必要可顺山脊修建对环境影响很小的有轨电车路运载客货。

(3) 在陡崖距道路较近时,可以用铆固、注浆、等工程措施治理,辅以生态工程(植物)防护;也可以改道避让^[3]。

(4) 当路侧陡崖发育且自然文化景观众多,路线长,治理难度很大,宜综合治理。高处及无字刻处可用铆固工程配合植物防护,有字刻处宜用清洗注浆法加固。或实行改道避让的方法。

参考文献

- [1] 《地震问答》编写组. 地震问答[M]. 北京:地震出版社,1977.
- [2] 石宝玉. 山东省主要地质灾害及防治对策[J]. 山东地质,1998, 14(2):46-51.
- [3] 马宗晋. 中国重大自然灾害及减灾对策[M]. 北京:科学技术出版社,1993.

Present Condition and Origin of Collapse Hazards and Its Prevention Countermeasures in Taishan Mountain Scenery Area

LI Shou - chang¹, CHEN Wei - qing¹, HOU Ming - yun¹, JIANG Su - zhi², LI Xian - bo¹

(1. No.5 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Ta'an 271000, China; 2. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract :Collapse hazards occurred constantly in Ta'an mountain scenery area. It mainly occurred in dissected sections of roads in medium - low mountain area and hilly landform areas. It is mainly composed of small second type, and few is small first type, which have caused great loss to economy and living people. Collapse is caused by structure, terrain condition, rain gush, earthquake and human movement, etc. Cliff in compound structure part is easy to collapse. Endogenic origin which caused collapse is that rocks which structural plane slanted outside occurred in cliff mountain, while rain gush is its exogenic origin. Major origins which caused collapse hazards are combination of endogenic and exogenic origins under certain condition. According to different characteristics in different collapse hidden danger areas, prevention countermeasures, such as grappling, grouting, ecological engineer and preventions are carried out.

Key words : Scenery areas; collapse hazards; form origin; prevention countermeasures; Taishan mountain in Shandong province

(上接第 66 页)

Application of Well Thermometry Method in Geothermal Survey

YANG Bin, NIU Bao - xiang

(Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract :By using well thermometry method, temperature of constant temperature strata is determined. Regarding temperature in constant temperature strata as the threshold value, geothermal abnormal areas are determined. According to temperature choropleth by using the method of interpolation, the scope which temperature is higher than threshold value is regarded as geothermal abnormal areas.

Key words :Well thermometry; buried depth; constant temperature strata; geothermal abnormal area