

梅岭地质灾害类型与形成机制

李子康¹, 邹 历² (1. 东华理工大学地球科学学院, 江西南昌 330013; 2. 江西省南昌市城市规划设计研究总院, 江西南昌 330038)

摘要 梅岭是国家级风景名胜区, 滑坡、崩塌等地质灾害频发, 严重威胁着景区的生态环境和生命财产安全。通过对梅岭地质灾害类型、分布与形成机制的实地调查与分析, 结果表明: 该区域的地质灾害类型以滑坡、崩塌、危(滚)石和山洪为主, 主要分布于人工活动较强的低山丘陵区沿沟谷分布的居民点附近和修建的道路两侧; 发育机制与地质地貌有较大关系, 更主要是受强降水和人类活动的影响。
关键词 梅岭; 地质灾害类型; 发育机制
中图分类号 S181 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)08-028-04

Types and Forming Mechanism of Geohazards in Meiling
LI Zi-kang¹, ZOU Li² (1. College of Earth Sciences, East China University of Technology, Nanchang, Jiangxi 330013; 2. Nanchang Urban Planning and Design Research Institute, Nanchang, Jiangxi 330038)
Abstract Meiling is a national tourist attraction. In recent years, landslide, collapse and other geological disasters occur frequently which seriously threat the ecological environment, life and property safety in the scenic spot. In this research, we analyzed the geological disaster type of Meiling, carried out field survey on the distribution and formation mechanism and concluded that geological disaster types mainly contain landslide, collapse, dangerous rock or rockfall and mountain torrents. They were mainly distributed nearby residential areas along the valleys of low hilly land and both sides of building roads where human activities were strong. Geohazards forming mechanism had close relationship with geologic physiognomy. Furthermore, it was mainly affected by the strong rainfall and human activities.
Key words Meiling; Geohazards types; Forming mechanism

南方丘陵地带因地质条件复杂、降水丰富和人类活动较强, 导致地质灾害频发, 严重影响了生态环境和生命财产安全。近年来, 随着旅游业的迅速发展, 许多山地被开发为旅游景区, 日益增强的人类活动进一步增加了地质灾害的潜在危险性。目前, 学者对山区地质灾害的类型、形成机制及其危害与防治进行了大量研究。陈晓清等^[1]对峨眉山 5·2 崩塌事件的研究认为, 地层接触带和山高坡陡的地质地貌条件是有利因素, 而暴雨、采石挖空山体的不合理经济活动是激发因素; 高春海^[2]分析了北山古寺景区滑坡特征, 认为滑坡是由构造条件、地貌条件、地层岩性、水文地质条件等内在原因和暴雨与旅游开发诱发因素共同作用所致; 张英平等^[3]研究表明: 野三坡百里峡景区的崩塌落石灾害是由构造控制的破碎岩体抗拉强度减弱, 岩块存在着结构面外倾等内力因子和暴雨等外力因子共同作用导致, 应根据隐患区不同特征分别采取防治对策; 胡善凤等^[4]、郭福生等^[5]、张林生^[6]分别对黄山风景区崩塌灾害危险性、龙虎山景区危岩景观、丹霞山世界地质公园地质灾害进行了分析评估, 划分出不同等级的危险区域, 并提出了相应的防治对策; 刘艳辉等^[7]研究认为, 强降雨或局地暴雨能同步诱发地质灾害, 而降雨强度不大但连续降雨过程诱发的地质灾害有滞后效应; 周创兵等^[8]综述了暴雨诱发滑坡的致灾机理、风险评估与减灾方法, 提出了暴雨诱发滑坡的重点研究方向。梅岭作为国家级风景名胜区, 森林覆盖率达 67%^[9]。近些年的开发建设与人类活动持续增强, 一定程度地破坏了该区的生态环境, 导致滑坡、崩塌等地质灾害频发。随着旅游业的迅速发展和景区开发建设

的加快, 地质灾害对游客和景区建设的威胁越来越大, 因此, 加大对山地景区地质灾害的调查研究迫在眉睫。笔者于 2014 年 7、9、10 月对梅岭狮子峰、紫阳宫、紫清山、竹海明珠等景区, 县道 X004、X014、X052 及其他公路干道和公路沿线的居民点及牛岭村滑坡重点灾害隐患点进行了考察, 探讨了梅岭地质灾害的类型、分布与形成机制, 以期为该风景名胜区减灾政策的科学制订提供决策参考。

1 灾害的类型及其分布特征

受地质地貌、地层岩性、降雨及人类工程活动的影响, 梅岭地质灾害及其隐患点主要分布在低山丘陵区沿沟谷分布的居民点附近和正在修建的公路两侧。地质灾害主要分为滑坡、崩塌、球状风化的危(滚)石、山洪等多种类型。该区共有滑坡 94 处, 崩塌 42 处^[10], 笔者调查发现有新的滑坡 10 处, 崩塌 5 处, 山洪 3 处(图 1), 危(滚)石分布广泛。

1.1 滑坡 滑坡是指斜坡上的岩土体, 受河流、地下水、地震及人类活动等因素的影响, 在重力作用下失稳, 整体或分散地向下滑动^[11]。滑坡的发生并非单因素影响, 而是多种因素共同作用下的综合效应。斜坡土体性质、结构和外形是决定滑坡发育及其类型的内部条件, 而水的作用、地震和人为因素的影响则是诱导或加速滑坡的外部条件, 内部条件是形成灾害的基础, 外部条件加速灾害的发展过程^[12]。暴雨和人类工程活动已成为诱发滑坡灾害的主要因素^[13-14]。

滑坡是梅岭主要地质灾害类型, 数量较多但规模较小, 仅有招贤镇牛岭村义富坪魏家滑坡为中型滑坡(潜在体积约为 $62.5 \times 10^4 \text{ m}^3$), 牛岭村半岭湛家滑坡为小型滑坡(体积约为 $3.0 \times 10^4 \text{ m}^3$), 其余均为微型滑坡^[15](体积 $< 1.0 \times 10^4 \text{ m}^3$), 滑坡主要以浅层土质(主要为全风化花岗岩)滑坡为主, 少部分滑坡带有碎石块, 岩质滑坡较少。牛岭村义富坪魏家和半岭湛家滑坡规模较大, 斜坡下部均为花岗岩闪长岩, 风化强烈, 产物多为高岭土和石英砂, 降水易入渗而使土体

基金项目 江西省数字国土重点实验室开放基金项目(DLLJ201511); 东华理工大学梅岭地质灾害实习基地。
作者简介 李子康(1990-), 男, 河北邯郸人, 硕士研究生, 研究方向: 自然地理学。
收稿日期 2016-02-10

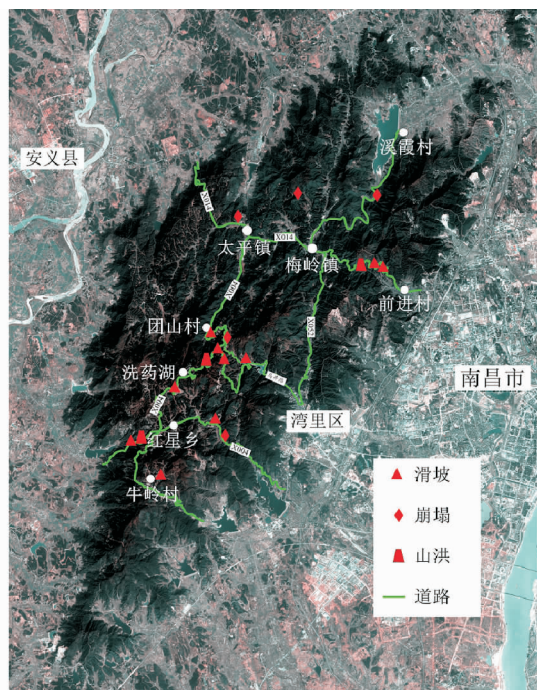


图1 梅岭风景名胜区居民点附近的灾害分布

Fig.1 The disaster points mainly located near settlements found by investigation

饱水软化,高岭土易受雨水冲刷流走,风化层结构松散,黏聚力降低。义富坪魏家因建房形成的切坡高5~8 m,坡度大于60°,坡脚临空,降低斜坡的土体支撑力;半岭湛家滑坡隐患体上水方稻田积水,长期渗入加速土体饱水软化,降低了土体的黏着力,下滑力增大,因而在汛期和持续降雨期间易导致滑坡发生^[10]。微型滑坡主要分布在人类活动较强的区域,如山区公路两侧与切坡建房的地段。切坡、修路和开挖山体等工程活动改变了原始的坡面结构,破坏了山坡的稳定性,使公路上侧山体的坡脚失去支撑,应力集中于斜坡前缘,遇到强降水时,雨水下渗,坡体重量增加,岩土体的抗剪力降低,使前缘段先发生滑坡,牵引后缘坡体整体下滑。如樱花谷滑坡(图2)。通过修建挡土墙并预留排水孔对该滑坡体进行防治。然而,由于坡面未恢复植被,排水孔经过长期冲刷导致排泄不通,2015年在原有滑坡体再次发生滑坡。在公路下侧坡体,过往车辆的加载使公路下方坡体的承载重量增加,坡体上方的公路地形平坦,降雨时能汇集公路上侧山坡和侧方高地坡面的雨水,使雨水下渗、冲刷作用增强,导致坡体的含水量迅速增加、重力增大、可塑性增强,中上部滑体挤压推动前缘段滑体发生滑动,形成滑坡。如团山村公路下侧的滑坡体(图3)。

1.2 崩塌 崩塌是指陡峻斜坡上的岩土体在重力作用下脱离母体的崩落现象,一般发生在高陡边坡。河流切割或人工开挖的高陡边坡在卸荷作用的影响下,应力重新分布,在边坡卸荷区内形成拉张裂缝,并与其他裂隙和结构面组合,逐步贯通形成危岩体,在地面震动、降水等外力作用的诱发下,危岩体突然脱离母体,翻滚、坠落并堆积于坡脚^[16]。

据考察,梅岭主要为花岗岩分布区,受地壳运动的影响,

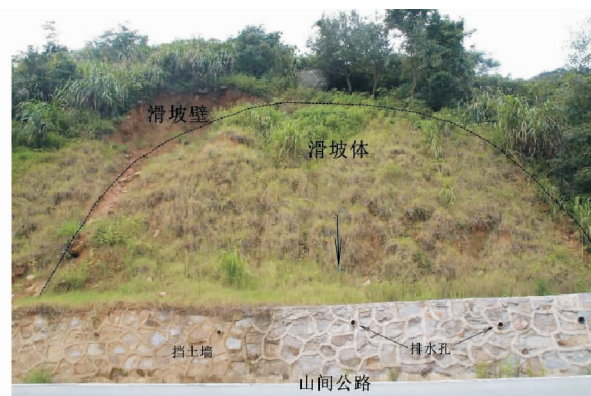


图2 樱花谷公路上侧的滑坡

Fig.2 Landslide above the road on cherry blossom valley



图3 团山村公路下侧的滑坡

Fig.3 Landslides under the road in Tuanshan Village

构造破碎,裂隙和节理发育。经过长期的风化作用,基本处于全风化-半风化状态,在表面形成岩性为砂土或砂土夹碎石块的残坡积层及全风化层,颗粒松散,孔隙度大。由于修路和建房等开挖自然坡脚形成高陡的切坡高达8~12 m,坡度达60°~80°。大多数切坡直接裸露于地表,既无植被覆盖,又缺乏工程保护,稳定性较差或极不稳定(图4)。在持续性降水或暴雨的作用下,雨水大量下渗,增加了坡体的含水量,使坡体质量增加,导致重力增大,土体之间抗剪力下降,可塑性增强,最终在重力和流水的作用下,岩土体崩塌并堆积于坡脚。崩塌体的碎石含量不等,石块大小也不尽相同,粒径小的多为5~10 cm,粒径大的可达50~100 cm。

1.3 危(滚)石 岩体因受自然或人工活动的扰动,处于不平衡状态,给安全生产带来威胁,且有滑移趋势的块体称为危石^[17]。滚石是指块石因某种原因从地质体表面失稳后经过下落、回弹、跳跃、滚动或滑动等运动方式沿着坡面向下快速运动,最后在较平缓的地带或障碍物附近静止下来的一个



图4 团山村人工切坡崩塌后的边坡

Fig.4 Slope after artificial cutting slope collapse in Tuanshan Village

动力演化过程^[18]。

危(滚)石在梅岭分布较广。梅岭花岗岩山体内有多条平推断层,岩体内的节理广泛发育,在不同方向上相互交错,相互切割,将巨大的岩体分成许多菱形块体,加之梅岭降水丰富,经过流水、风化等物理、化学作用的侵蚀,形成花岗岩风化球。这些花岗岩风化球大小迥异、形态复杂,直径大多为0.3~5.0 m。部分因山体坡度较陡,层理较差,结构松散、杂乱、多空隙,表面植被覆盖较差并顺着山麓滚动和堆积,很多仍处于不稳定状态,形成危石。

很多危石地带因其独特的地貌形态而具有较高的观赏价值,如狮子峰、紫阳宫、紫清山、竹海明珠等地已被开发为景区。景区的游步道、餐饮、商店等接待设施的开发建设活动以及大量游客的观光游览对危石干扰强烈且密集,使得危石更加不稳定,在强降雨等极端条件下可能发生滚动,由危石转变为滚石,进而对游客和景区基础设施造成严重威胁,加剧了危石的潜在危害性,如位于游步道上的危石(图5)。景区外人工活动较强的区域,尤其是修公路、建造房屋等地段,容易形成裸露的切坡。雨水冲刷带走了花岗岩周围的细颗粒,使风化球体逐步暴露于坡面,形成花岗岩风化球与风化强烈的残积土或全风化花岗岩混杂的坡体结构(图6)。在持续强降雨冲刷和在重力的作用下,花岗岩风化球会发生移动、翻滚形成滚石,由势能转化为动能,雨季更容易对道路通行和人员安全构成威胁。公路也是山区频繁的汇水区域,常在雨季汇聚大量水流,滚石滚落到公路内侧(图7),覆盖或镶嵌于排水沟上的岩石可能阻塞沟渠,引发较严重的坡面侵蚀甚至诱发山洪等灾害。

1.4 山洪 山洪是指山区溪沟中发生的暴涨洪水。山洪具有突发性,流速大、冲刷破坏力强,水流中挟带泥沙甚至石块等,常造成局部性洪灾^[19]。

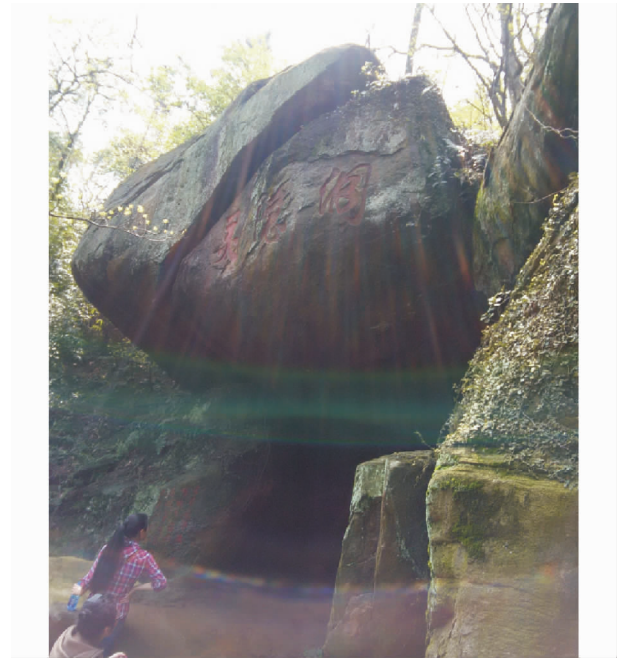


图5 紫清山游步道上侧的危石

Fig.5 Dangerous rock above the trail in Ziqing Mountain



图6 花岗岩球状风化边坡

Fig.6 Slope of granite spherical weathering



图7 公路内侧的滚石

Fig.7 Rockfall inside the road

梅岭降水丰富,集中分布在4~6月。近年来,修路、建房等人工活动使大量植被被破坏,造成坡面土层裸露,降低了植被对雨水的截留作用,增强了坡面冲刷能力。由于梅岭土层以花岗岩风化壳为主,下伏基岩为块状构造的花岗岩,

其岩性坚硬致密,孔隙度仅约 1%,不透水,不利于水的下渗,易在花岗岩表面形成散流和暴流^[20]。尤其是公路等基础设施的修建,使平坦的路面形成新汇水区域,不仅汇集了路面上部的众多水源,硬化的路面亦减少了流水的下渗量,使流量短时间内骤增,形成山洪。山洪容易在公路的拐弯处或坡度增大的地段倾泻而下,冲垮路基,破坏植被(图 8),形成沟谷(图 9),甚至有可能形成泥石流,对基础设施和行人的安全造成威胁。



图 8 山洪冲垮路基

Fig. 8 The subgrade washed away by flash flood



图 9 山洪冲刷形成的沟谷

Fig. 9 The valley formed by flash flood

2 致灾因素分析

通过对梅岭地质灾害类型与分布特征的分析可知,地质灾害主要受地质地貌的控制,丰富的降雨和不合理的人类活动等成为重要的诱发因素。

2.1 地质地貌条件 梅岭位于西山脉中段,九岭复背斜的南翼,与萍东坳陷接壤,是九岭南缘大型推覆构造的组成部分之一,主要由花岗岩组成,风化严重。由于石英和长石的膨胀系数相差近 1 倍,在热胀冷缩过程中,花岗岩表面的矿物之间容易产生裂隙,进而有利于水的渗入和后期化学风化作用进行^[21]。由于石英的抗风化能力较强,花岗岩经过长期的风化作用形成的风化壳中以石英颗粒为主,结构疏松、渗水性强、抗剪力差的松散风化壳为灾害的发生提供了地质条件。

梅岭海拔 50 ~ 841 m,属低山丘陵地貌,自然坡度多为 25° ~ 35°,属于滑坡形成的最佳坡度^[15]。在长期的侵蚀和冲刷作用下,形成沟谷纵横、地势落差较大的地貌区,有利于灾害的形成。此外,坡向对孕育地质灾害有较大影响。阳坡与阴坡相比,光照充足,是夏季风的迎风坡,降水充沛,导致风化程度更高;在阳坡建房种地,影响坡面的原始结构和地表植被,更有利于滑坡和崩塌等地质灾害发生。

2.2 降水 降雨是诱发地质灾害的重要因素之一^[22]。梅岭属中亚热带季风气候,年均降雨量约 1 596 mm,主要集中在 4 ~ 6 月,占全年降水的 51.3%,降雨量约为 798 mm^[23]。持续的降水或暴雨使雨水沿着斜坡的裂隙和孔隙大量下渗,增加坡体的重量和塑性,下渗到地层接触面时,形成滑动面,使岩土之间的抗剪能力下降,诱发地质灾害。地质灾害的高峰期与月均降雨量的高峰期基本一致,发生时间大致与强降雨发生相对应或滞后 1 ~ 2 d^[7-8,24-25]。

2.3 人工活动 人类工程活动是诱发地质灾害的重要因素^[26]。梅岭作为第 5 批国家级风景名胜区、国家级森林公园,旅游人数大幅度增加(2010 年已达 120 万人),开发力度的不断加大,不仅修建了许多交通干道和游步道(公路里程近 190 km,景区的主干道逾 80 km),还兴建了餐饮、商店、旅馆等旅游接待设施。工程活动改变了斜坡的自然状态,产生了新的人工切坡和汇水处,破坏了斜坡的原始平衡,使斜坡应力集中于前缘,导致坡体失衡而产生变动,为滑坡、崩塌等地质灾害的发生提供了条件。

3 结论

通过对梅岭地质灾害类型、分布与形成机制的调查与分析,得出如下结论:①梅岭地质灾害以滑坡、崩塌为主,危(滚)石分布普遍,山洪较少,主要分布于人工活动较强的低山丘陵区沿沟谷分布的居民点附近和修建的道路两侧;②地质灾害的发育机制与地质地貌有较大关系,但更主要是受强降水和人类活动的影响。

参考文献

- [1] 陈晓清,崔鹏,唐邦兴,等. 峨眉山 5·2 崩塌灾害及防治措施[J]. 灾害学,2006,21(3):42-46.
- [2] 高春海. 广东阳山北山古寺山体滑坡特征及其形成机制[J]. 中国煤炭地质,2007,19(2):47-50.
- [3] 张英平,王琦,苟自强,等. 野三坡崩塌落石分布、控制因素及防治对策:以百里峡景区为例[J]. 资源与产业,2007,9(6):82-87.
- [4] 胡善凤,王金莲,周晨峰,等. 黄山风景区崩塌灾害危险性评估及防治对策[J]. 地理研究,2013,32(10):1814-1823.

(下转第 41 页)

成和膨大。

4.5.4 补施“裂缝肥”。甘薯畦发生裂缝时,正是地上部停止生长,转入地下部块根膨大增重时期,此时补施 1 次液体肥料或者用 0.3% 磷酸二氢钾(2% ~ 5% 过磷酸钙液或 10% 硫酸钾液等)进行根外追肥,主要起防旱、防早衰作用,从而取得明显的增产效果。

4.6 防治病虫害 注意中后期斜纹夜蛾等食叶害虫为害。

4.7 适时收获 全生育期掌握在 130 d 左右为宜。

5 应用价值

5.1 作鲜薯食用 龙紫 4 号薯形(纺缍形)美观,薯块大小均匀,商品薯率高,薯皮紫红色,薯肉紫色,食味清甜。

5.2 作加工用 龙紫 4 号花青素含量 19.99 mg/100 gFW,达到了食用紫薯的标准,符合紫薯系列地瓜干产品加工标准,加工成的产品色泽鲜亮。

5.3 作叶菜用 长蔓茎尖采摘后可促进藤蔓侧芽分枝,有

利于提高薯块产量,同时鲜嫩的茎尖可作为一种蔬菜供人食用。

5.4 作观赏用 龙紫 4 号茎细、易攀爬,搭架后能迅速覆盖整个架子,可将其应用于园林绿化中,作为观赏用。

参考文献

- [1] 马代夫,李洪民,李秀英,等.甘薯育种与甘薯产业发展[C]//全国甘薯育种与产业化学术研讨会.成都:中国作物学会,2005:3-10.
- [2] 马剑凤,程金花,汪洁,等.国内外甘薯产业发展概况[J].江苏农业科学,2012(12):1-5.
- [3] 渠琛玲,玉崧成,付雷(2010)甘薯的营养保健及其加工现状[J].农产品加工·学刊,2010(10):74-76,79.
- [4] 曾令江,傅玉凡,杨春贤,等.优质食用型甘薯新品种“渝薯 99”的选育及其应用分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2014(8):43-47.
- [5] 王淑芳,何中秋,陈申巧.甘薯优良杂交亲本和组合筛选[J].河北农业科技,1990(9):9.
- [6] 西北农学院.作物育种学[M].北京:农业出版社,1981:277-285.
- [7] 王铁华,任枢庭,张耀斌,等.甘薯“计划集团杂交”育种法研究初报[J].农业科技通讯,1987(7):10-11.
- [8] 郭福生,姜伏伟,胡中华,等.丹霞地貌危岩景观分类及可持续发展对策:以龙虎山景区为例[J].山地学报,2012,30(1):99-106.
- [9] 张林生.丹霞山世界地质公园地质灾害评价[J].四川地质学报,2013,33(3):313-317.
- [10] 刘艳辉,唐灿,李铁锋,等.地质灾害与降雨雨型的关系研究[J].工程地质学报,2009,17(5):656-661.
- [11] 周创兵,李典庆.暴雨诱发滑坡致灾机理与减灾方法研究进展[J].地球科学进展,2009,24(5):477-487.
- [12] 袁敏.梅岭森林公园开发现状分析及对策研究[J].南昌教育学院学报,2007,22(3):60-65.
- [13] 江西省地质调查研究院.江西省南昌市湾里区及安义县地质灾害调查与区划报告[R].2007.
- [14] 齐识,张雅莉,张鹏,等.白龙江流域滑坡危险性评价指标体系的构建[J].长江科学院院报,2014,31(1):23-28.
- [15] 祝辉,唐红梅,李明,等.重庆—贵州高速公路向家坡滑坡稳定性分析及防治对策研究[J].岩石力学与工程学报,2006,25(S1):2687-2693.
- [16] 李媛,孟辉,董颖,等.中国地质灾害类型及其特征:基于全国县市地质灾害调查成果分析[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(2):29-34.
- [17] 徐黎明,王清,陈剑平,等.二密滑坡形成机制[J].吉林大学学报(地球科学版),2012,42(4):1104-1111.
- [18] 尤联元,杨景春.中国地貌[M].北京:科学出版社,2013:429-433.
- [19] 骆银辉,胡斌,朱荣华,等.崩塌的形成机理与防治方法[J].西部探矿工程,2008(12):1-3.
- [20] 王渭明,仇圣华,秦文露,等.裂隙岩体巷道中的“危石”预测模型[J].岩石力学与工程学报,2000,19(2):215-218.
- [21] 张路青,杨志法,许兵.滚石与滚石灾害[J].工程地质学报,2004,12(3):225-231.
- [22] 徐在庸.山洪及其防治[M].北京:水利电力出版社,1981.
- [23] 曾昭旋.岩石地形学[M].北京:地质出版社,1960.
- [24] 李凯.风化花岗岩边坡综合防护研究[D].重庆:重庆交通大学,2010.
- [25] 唐春梅,雷万荣.江西省突发性地质灾害发育基本特征及成因分析[J].地质灾害与环境保护,2005,16(3):235-238.
- [26] 南昌市地方志编纂委员会编.南昌市志[M].北京:方志出版社,1997:211-216.
- [27] 杨永革.江西省湾里区及安义县地质灾害及防治对策[J].地质灾害与环境保护,2011,22(1):22-26.
- [28] 林孝松,郭跃.滑坡与降雨的耦合关系研究[J].灾害学,2001,16(2):87-92.
- [29] 唐增才,袁强.浙江地质灾害发育类型和分布特征[J].灾害学,2007,22(1):94-97.

(上接第 31 页)