

地质遗迹旅游开发中各类潜在地质灾害的成因机制及其防治对策^{*}

韦跃龙^{1,2}, 陈伟海¹, 覃建雄¹, 吴汝兰³

(1. 成都理工大学 地球科学学院, 成都 610059; 2. 中国地质科学院 岩溶地质研究所, 桂林 514004; 3. 广西地质工程勘察院, 南宁 530003)

摘要:总结了地质遗迹旅游开发中各种潜在地质灾害的类型(主要有 6 类 22 种)和发育规律,认为地层岩性、地质构造、区域稳定性、岩土体组合特征、河流水文特征、地形地貌、气象、土壤植被等地质环境因素是发生这些潜在地质灾害的制约因素,而人们在地质遗迹旅游开发活动过程中的一些不合理行为,则是发生这些潜在地质灾害的主要影响因素和诱发因素;在此基础上分析了各类潜在地质灾害的成因机制,并针对它们的防治现状提出了切合实际的防治对策。

关键词:地质灾害;成因机制;旅游开发;防治对策;地质遗迹

中图分类号:P694

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)03-0246-05

The Formation Mechanism and Countermeasures of Various Potential Geologic Disasters in the Tourism Development of Geologic Remains

WEI Yue-long^{1,2}, CHEN Wei-hai¹, QIN Jian-xiong¹, WU Ru-lan³

(1. Geoscience Institute of Chengdu University Technology, Chengdu 610059, China; 2. Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin 541004, China; 3. The Academy of Geological Engineering Reconnaissance of Guangxi, Nanning 530003, China)

Abstract: This paper summarizes the types (mainly including 6 kinds and 22 species) and the development rules of potential geological disasters in the tourism development of Geological remains. It considers the restrict factors which lead these potential geological disasters taking place are geological and environmental factors which mainly including stratum and lithology, geological structure, regional stability, assemblage characteristics of rock and soil substances, the river and hydrological geologic characteristics, topography and physiognomy, meteorology, soil and vegetation; and the influencing factors and evocator of these potential geological disasters are some inconsequential actions which occur in the tourism development of Geological remains. Based on these factors, this paper analyzes the formation mechanism of various potential geological disasters, and puts forward some practical and integrated countermeasures on the ground of the status in quo of their prevention and cure.

Key words: geological disaster; formation mechanism; tourism development; countermeasures; geological remains

《地质遗迹保护管理规定》中将地质遗迹定义为:在地球演化的漫长地质历史时期,由于各种内外动力地质作用,形成、发展并遗留下来的珍贵的、不可再生的地质自然遗产^[1-2]。地质灾害主要是指地质环境或地质体由于自然地质作用或人为地质作用,引发的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等,并造成人类生命财产损失或人类赖以生存的资源、环境等受破坏的灾害事件^[3-5]。

各类地质遗迹,以各自独具特色的景观特征,成为各类风景名胜或公园构景的物质基础(如漓江、黄山、石林、黄龙、九寨沟、海螺沟、剑门关等),在 119 个国家级风景名胜区内,许多是以名山、名湖、河流、峡谷、岩溶、洞穴、瀑布泉水、海滨海岛、地层、象形石等地质遗迹为主体命名;至今中国已建立 138 处国家地质公园;现在,旅游开发是地质遗迹主要

的开发和保护模式,取得了一定的经济、社会和环境效益,促进了地质遗迹的开发和保护^[6]。

但各地质遗迹开发区多处于地质构造复杂,地貌形态多样的地区,且在开发过程中,由于对潜在地质灾害的认识不足,近年来在各种自然因素和旅游开发活动的影响下,地质灾害频繁发生,灾害损失也日趋严重,在一定程度上制约了地质遗迹的旅游开发和保护,也制约了所在地的经济建设和社会发展。因此,地质遗迹旅游开发中地质灾害的研究应越来越引起各级领导和专家学者的重视。

1 潜在地质灾害的类型及发育规律

1.1 地质遗迹旅游开发中潜在地质灾害的类型

不同的地质遗迹旅游开发区(即各级地质公园,或以地

^{*} 收稿日期:2007-06-02

基金项目:四川省科技厅项目“九黄环线旅游可持续发展研究”(04ZR025);旅游资源可持续利用与特色旅游科技产品开发(桂科技:0719005-1)

作者简介:韦跃龙(1973-),男(壮族),广西武宣人,博士,主要从事地质遗迹资源开发研究。E-mail: wylw2@126.com

质遗迹为主的各级风景区),有着不同的地质环境条件和人类工程活动(主要是旅游开发)情况,存在着不同类型的潜在地质灾害隐患,但综合起来,主要有 6 类 22 种,如滑坡、崩塌、泥石流、危岩、河流侵蚀塌岸、不稳定斜坡、人工边坡失稳、地面塌陷、地面沉降、水土流失、地下水质污染、地裂缝、土壤盐渍化、地方病等(表 1)。

表 1 地质遗迹旅游开发中潜在地质灾害的类型及发育规律

类 型		主要影响因素	可能发生此类灾害的地质遗迹	可能发生的区域(举例)
斜坡岩土体运动灾害 滑坡 崩塌 泥石流 危岩 河流侵蚀塌岸 原有滑坡、崩塌和泥石流的复活 不稳定斜坡 人工边坡失稳	滑坡	地质构造、地形地貌、地层岩性、岩土体组合特征、河流水文、气象、植被破坏、人类工程活动	地质地貌类和地质灾害类遗迹	各类山岳景区,如云南石林、四川九寨沟、黄龙、海螺沟、剑门关、四姑娘山、龙门山、青城山、都江堰、叠溪、安徽黄山、九华山等
	崩塌			
	泥石流		河流地貌	如长江三峡、漓江、都江堰、叠溪等各类风景河流段
	危岩			
	河流侵蚀塌岸		地质灾害类遗迹	有滑坡、崩塌和泥石流等遗迹的开发区,如四川剑门关、叠溪、龙门山、青城山、都江堰、西藏易贡
	原有滑坡、崩塌和泥石流的复活			
	不稳定斜坡		地质地貌类和地质灾害类遗迹	地形陡峻或有边坡开挖的开发区,如四川九寨沟、黄龙一线、剑门关、叠溪、龙门山、青城山、都江堰
地面变形灾害	地面塌陷	地质构造、地形地貌、地层岩性、岩土体组合特征、河流水文、气象、植被破坏、人类工程活动	地质地貌类和地质灾害类遗迹	如广西、贵州、云南等的岩溶开发区的岩溶塌陷,如桂林、黄果树;又或过度抽取地下水的开发区,又或处于区域构造活动带的开发区,如长白山五大莲池、西藏易贡、四川叠溪、九寨沟、黄龙、海螺沟、剑门关、四姑娘山、龙门山、青城山、都江堰
	地面沉降			过度抽取地下水的开发区
	地裂缝			
土地退化灾害	土壤盐渍化	旅游开发活动:如过度使用、排污、抽取地下水、人口密度过大、植被破坏等,或突发性地壳运动	海岸地貌	如北海、大连等海滨浴场
	石漠化		岩溶地貌	如广西、贵州、云南等的岩溶开发区
	水土流失		排污设施不完善的各地质遗迹开发区	多数开发区不同程度的存在
地球化学异常灾害	地下水质污染	旅游开发活动:如过度使用、排污、抽取地下水、人口密度过大、植被破坏等	排污设施不完善的各地质遗迹开发区	多数开发区不同程度的存在
	地方病			如砷、硒含量较多的开发区
水源枯竭灾害	泉水干涸	旅游开发活动:如过度使用、排污、抽取地下水、人口密度过大、植被破坏等	泉水、湿地、地热、温泉、瀑布、洞穴	以水体类景观为主的开发区,如黄果树瀑布、象州温泉、九寨沟、黄龙
	地下水位超常下降			
地壳活动灾害	地震	地质构造、区域稳定性	地震遗迹	处于区域构造活动带的开发区,如长白山五大莲池、西藏易贡、四川叠溪、九寨沟、黄龙、海螺沟、剑门关、四姑娘山、龙门山、青城山、都江堰
	火山喷发		火山遗迹	
	断层错动		构造地质遗迹	

注:“开发区”指以地质遗迹为主的旅游开发区。

1.2 地质遗迹旅游开发中潜在地质灾害的发育规律

地质遗迹旅游开发中潜在地质灾害的发育受所在区域的地质构造、地层岩性、地貌特征、岩土组合、水文气象条件、区域稳定性等地质环境条件的制约和人类工程活动(主要是旅游开发活动)的影响,具有以下的发育规律^[7-12]。

1.2.1 地域性规律

不同的地质环境条件,存在着不同类型的潜在地质灾害隐患(表 1)。如以岩溶地貌为主要景观的广西、云南和贵州等地的地质遗迹开发区都存在着不同程度的石漠化、岩溶塌陷、滑坡等地质灾害隐患^[7-9]。

1.2.2 相关性规律

主要指不同类型的潜在地质灾害及其发育程度、规模等都与不同的地质环境条件密切相关(表 1),如崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷和水土流失都和人文气象条件及地貌特征、

岩土组合等密切相关;而地震、火山喷发、断层错动等与所在区域的地壳活动密切相关。

1.2.3 诱发性规律

人类对地质遗迹不规范的旅游开发活动,如排污设施不完善、游人密度过于集中、各类旅游基础设施和服务设施的不规范建设、过度抽取地下水、不合理的游线设计等,将是引发或加重一些潜在地质灾害的直接因素,如土地退化灾害、地球化学异常灾害、水源枯竭灾害等(表 1)。

1.2.4 渐进性和突发性规律

潜在地质灾害的存在是地质环境发生量变或质变的外在表现,一些不稳定因素的积累一般是长期、缓慢的量变过程,爆发却可能是缓慢性,也可能是瞬间突发性,前者如旅游排污对地下水质的污染,后者如各构造活动带(如龙门山构造带)各构造应力的长期积累和瞬间爆发,但等人们发觉时

已晚矣,而这类潜在地质灾害又往往不能引起人们的重视;而某些诱发因素则具突变性,如集中的强降水^[10]或构造运动(如地震、断层错动)等常造成突发性灾害,如崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等。

1.2.5 伴生性规律

诱发潜在地质灾害的制约和影响因素之间有共生、伴生、因果、诱发的关系,有可能导致各种地质灾害成群出现,连续发生,使灾情扩大^[7-12],如地震往往伴生有崩塌、滑坡、泥石流、堰塞湖、危岩和地面变形等,又如地下水位变化,往往会引起水土流失、地下水水质污染、泉水干涸、地方病、地裂缝等灾害。

1.2.6 空间确定性和时间不可预测性规律

诱发潜在地质灾害的地质环境条件和旅游开发活动,多数人们是可以认识到的,如地质构造、岩土组合、地貌特征等,因此绝大多数潜在地质灾害的空间是可大体确定的;而诱发潜在地质灾害的各种制约和影响因素,又是复杂多变、相互叠加和交织的,因此要准确预测某一潜在地质灾害的发生时间是不太可行的,但可对其进行某一时段的预测。

2 各类潜在地质灾害的成因机制分析

各构造活动带构造应力的长期积聚和瞬间爆发是诱发和引发 6 类 22 种(表 1)主要地质灾害的最根本原因,它们的分布和活动呈区域性和周期性,但同时也是人类目前,甚至以后很长时期内还无法预知和控制的,尚需要几代人不断的探索;下面主要探讨除它之外的各种自然和人为因素对各类潜在地质灾害成因的控制和影响。

2.1 各类潜在地质灾害的制约和影响因素

2.1.1 制约因素

地质环境条件是地质遗迹旅游开发中发生各类潜在地质灾害的制约因素,主要包括 8 种地质环境因素(图 1):地层岩性是各类潜在地质灾害发生的物质基础;地质构造和区域稳定性是控制各类潜在地质灾害发育趋势和程度的宏观因素和动力;岩土体组合特征是控制各类潜在地质灾害发育趋势和程度的最直接的微观因素,也是各类潜在地质灾害发生的最直接的物质基础,尤对斜坡岩土体运动灾害而言;河流水文特征是各类潜在地质灾害发生的直接诱发因素和动力之一;不同的气候条件往往对应不同类型的潜在地质灾害;潜在地质灾害发生率的高峰期与降雨量高峰期往往一致,降雨尤其是连续集中降雨,也是各类潜在地质灾害发生的直接诱发因素和动力之一;地形地貌和土壤植被即是各类潜在地质灾害发生的直接诱发因素,也是防止它们发生的最有效的保护因素;地形地貌的陡峻度、坡向、坡度、坡高等是斜坡岩土体运动灾害形成的重要条件之一,自然坡度在 25°~45°的斜坡容易发生滑坡, > 50°时,易形成崩塌,且滑坡和崩塌等斜坡岩土体运动灾害多发生于坡高 15~150 m 的地区,而针对陡峻度、坡向、坡度、坡高等与发生各类潜在地质灾害的关系,人类可采取一定的措施来加以预防;保护土壤植被多数情况下是防止各类潜在地质灾害发生的有效措施,但一些情况下,也是诱发斜坡岩土体运动灾害的直接因素之一^[7-12]。

相对而言,地层岩性、地质构造、区域稳定性、岩土体组

合特征和地形地貌等,是静态制约因素,在一定的范围内,人们对它们的认识水平正在不断提高,这为各类潜在地质灾害的空间确定和防治提供了充分的证据;河流水文特征、气象和土壤植被等即是静态制约因素,也是动态制约因素,一方面随人们对它们认识水平的不断提高,增强了人们对各类潜在地质灾害空间确定和时间预测的准确性及防治措施的及时性,另一方面,它们的不确定性,也增加了人们对各类潜在地质灾害时间预测和防治的难度;而地壳运动,是各类潜在地质灾害最终的制约因素和动力,就目前而言,人们对其认识还有待提高,增加了人们对各类潜在地质灾害的空间确定、时间预测和防治的不确定性。

2.1.2 地质遗迹旅游开发中各类潜在地质灾害的影响因素

就地质遗迹旅游开发而言,人们在旅游开发活动过程中的一些不合理行为,日益成为各类潜在地质灾害发生的最主要诱发因素之一(图 1)。如旅游开发中各类基础设施和服务设施的建设,如公路、水电设施、宾馆、索道和旅游路线等,经常需要切坡削坡,人为改变了斜坡的外形和应力分布状态,破坏斜坡的平衡,易诱发滑坡、崩塌等地质灾害(图 2);旅游排污设施不完善,生活污水和固体垃圾乱排乱放,污水随雨水渗入岩土体,可能导致地下水水质污染、水土流失、地方病等灾害,甚至使岩土体逐渐软化,诱发崩塌、滑坡、泥石流等灾害;过度抽取地下水、游人密度过大或过于集中、植被破坏等旅游活动行为,可能导致地下水位超常下降、地下水水质污染、泉水干涸等灾害。

而这些不合理的开发行为,是人们可控制的因素,因此也是人们防治各类潜在地质灾害发生的主要整治对象。

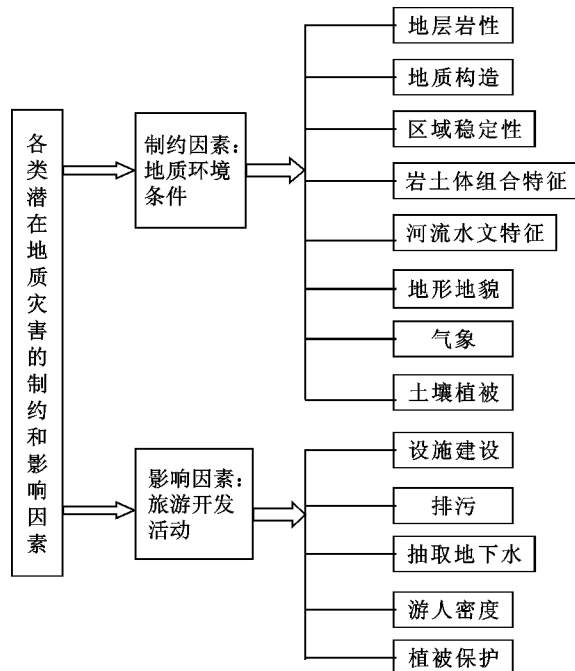


图 1 各类潜在地质灾害的制约和影响因素

2.2 成因机制分析

2.2.1 斜坡岩土体运动灾害成因机制分析

(1) 连续集中降雨使斜坡岩土体盖层及风化破碎岩土体处于饱和状态,从而降低了斜坡岩土体的有效应力,更重要

的影响还在于岩土体长期受地下水浸泡使松散岩土体自重应力加大,而松散岩土体与滑动面之间的摩阻力大大降低,使下滑力大于抗滑力^[11-12],这是此类灾害发生的根本原因。

(2) 旅游开发活动(如设施建设、过度排污、抽取地下水、植被破坏等)加剧地表水沿节理、裂隙面的下渗,是此类灾害发生的直接诱因之一。

(3) 斜坡坡脚遭水流侧向侵蚀、冲刷(特别是汛期),或人工开挖活动(公路、宾馆、索道和旅游路线)形成底部临空面,导致斜坡整体不稳定,这是此类灾害发生的前提条件之一(图 2)。

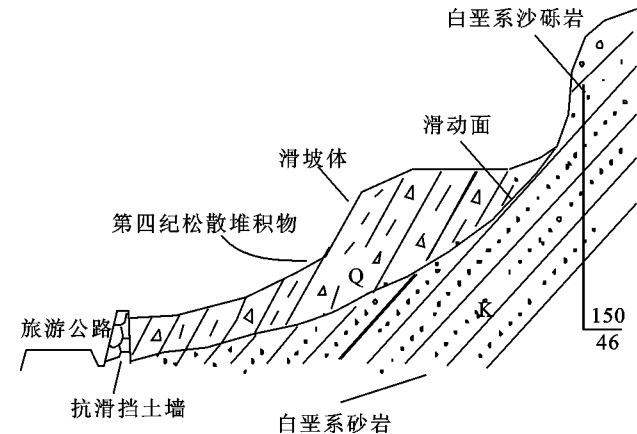


图 2 修建旅游公路导致滑坡、崩塌示意图

2.2.2 地面变形灾害成因机制分析

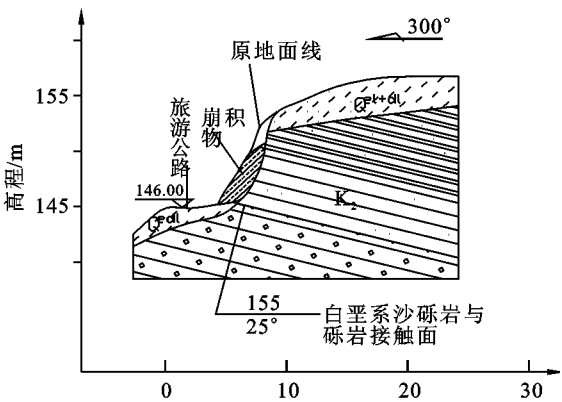
(1) 地面塌陷。有自然诱因和人工诱因 2 种。前者多发育于热带或亚热带的岩溶地区,如云南、广西、贵州、四川等省区,这些地区常发育中厚层,且岩溶发育程度较强的碳酸盐岩,其上覆岩层多是结构松散的第四纪堆积物,气候炎热多雨,水动力条件较强,溶洞周围的砂土会随水的渗流进一步掏空,造成溶洞顶板破坏,使地面塌陷^[7];后者,主要受旅游开发活动的影响,如不合理的开采地下水或岩溶水源,溶洞周围的砂土会随地下水的过度开采而被潜流带走或排出,使地面塌陷。(2) 地面沉降。主要分布于地表以下一定深度,多是由于过量抽取地下水而引起。(3) 地裂缝。是现代地表破坏的一种形式,绝大多数发生在第四系沉积层中,受区域地壳构造控制,与岩性的体胀缩性密切相关,旅游开发活动(如抽取地下水、设施建设)起着附加作用。

2.2.3 土地退化灾害成因机制分析

(1) 土壤盐渍化。多发生于气候炎热,地势较低的海岸地区。在旅游开发中,过度抽取地下水,海水入侵,由于地势低洼排水不畅,且气候炎热,蒸发量大于补充量,地下水矿化度高,盐分聚集于耕作层面或土壤表层而形成。(2) 石漠化。是岩溶地区荒漠化的特殊形式,主要由于旅游开发中碳酸盐岩山地自然植被遭到破坏,造成土壤严重流失,基岩裸露或砂砾堆积,从而使土地生产能力下降或者丧失^[9]。(3) 水土流失。多发育于花岗岩和碳酸岩地区,受区域性厚层风化壳、上覆松散堆积物及大气降水侵蚀等地质环境因素制约,受一些不合理旅游开发活动的直接影响,如破坏植被、人工开挖对地表覆盖物的破坏、设施建设过程中忽视对废弃岩土

(4) 斜坡岩土体的双层结构,即下部多为渗透性较差基岩,上部多为第四纪松散堆积物,垂直节理与顺坡向缓倾角节理较为发育,有利于大气降水入渗;入渗的地表水(雨水)在岩、土界面之上滞流,具有渗透性差异的土层内部界面和岩土界面是倾斜的,与山坡坡向基本一致,倾角与斜坡坡度相近,这种结构面的不利组合特征,极易发生崩塌、滑坡、泥石流等灾害(图 2)^[7-12]。

(5) 地下水水位下降,斜坡岩土体中的动水压力发生变化,水分向外排泄,并带动部分土颗粒排出,增大斜坡岩土体下滑的势能,加速崩塌、滑坡、泥石流等灾害的发生^[11]。



的处理等,致使土壤裸露,地表径流加速,冲刷增大,水土流失加剧^[7]。

2.2.4 地球化学异常灾害成因机制分析

(1) 地下水水质污染。旅游排污设施不完善,生活污水和固体垃圾乱排乱放,污水随地表水或雨水渗入岩土体,可能导致地下水水质污染。(2) 地方病。由于地质历史发展的成因或旅游开发因素(如不合理的排水或排污方式、设施建设行为),使地壳表面某些特定元素集中分布或流失于局部地区,而呈异常现象。如某些元素(碘、砷、硒、氟等)的过多或过少,使当地居民摄入的元素超出或低于人体所适应的范围,形成地方病,如碘缺乏病、克山病等。

2.2.5 水源枯竭灾害成因机制分析

主要由于旅游开发中过量抽取地下水、矿泉水或温泉而引起,如广西象州温泉。

2.2.6 地壳活动灾害成因机制分析

受区域地壳结构和活动断裂构造控制,分布和活动呈区域性和周期性特点,是人力无法控制的。

3 各类潜在地质灾害的防治对策

3.1 地质遗迹旅游开发中对各类地质灾害的防治现状

自 1999 年 3 月 2 日,国土资源部令第 4 号,即《地质灾害防治管理办法》发布施行以来,一些处于地质灾害频发地区的风景区或地质公园也对辖区内潜在地质灾害进行了专业调查,并编制相应防治规划,如四川九寨沟、黄龙、海螺沟、广西漓江、安徽黄山、湖南张家界、云南石林等;但就全国而言,目前对辖区内潜在地质灾害进行专业调查,并编制相应防治规划的地质遗迹旅游开发区,还是占少数(据不完全统计

计,不到 30%)。

国家对各级地质遗迹旅游开发区是否编制或如何编制和实施地质灾害防治规划没有统一的管理和监督机构,也没有制定强制性的统一法规,虽国土资源部或各省区市的一些职能部门也制定了一些相关管理条例,但各地地质遗迹旅游开发区往往处于多头管理之下(如建设部、国土资源部、林业部门、旅游局、宗教事务局等),以至于少数地质遗迹旅游开发区往往发生地质灾害之后才编制和实施相应的防治规划,而一些编制有防治规划的地质遗迹旅游开发区,由于缺乏权威的管理和监督机构,往往将防治规划束之高搁。

3.2 防治各类潜在地质灾害的指导思想

(1)制定相应的法律法规。从法律上确保各级地质遗迹旅游开发区防治地质灾害规划的强制性、权威性和统一性。
(2)以突发性地质灾害的防治为重点,群测群防为主要手段。
(3)防治与旅游发展相结合,促进地质遗迹经济、社会和环境效益的协调、统一。

3.3 各类潜在地质灾害的防治原则

(1)坚持以人为本的原则。(2)坚持“以防为主,防治结合”的原则。(3)坚持统筹规划、突出重点、分阶段实施的原则。

3.4 各类潜在地质灾害的防治对策

3.4.1 做好防治规划编制工作和危险性评估

各级地质遗迹旅游开发区,应聘请具有相应资格和资质证书的专业机构来编制防治潜在地质灾害的规划,并将其作为该开发区旅游开发规划一个不可缺少的重要组成部分;同时将存在潜在地质灾害隐患的区域和其它区域进行分区,并据其危险性大小的评估,分为危险性大、危险性中等、危险性小 3 个级别,在危险区边界上设立明显标志;潜在地质灾害危险区内,应禁止从事容易诱发地质灾害发生的各种旅游开发活动,如开挖、设施建设或破坏原生土壤植被等;而针对各地质遗迹旅游开发区不同类型的潜在地质灾害,可采取相应的防治措施。

3.4.2 加强旅游开发活动与地质环境相互作用的研究

加强地质遗迹旅游开发活动与地质环境相互作用的研究,掌握旅游开发活动与各类潜在地质灾害间的相互规律,分析各类潜在地质灾害的成因机制,做到对症下药,既提高旅游开发的经济效益,也提高地质灾害防治的工程效益。

3.4.3 严格规范旅游开发活动

地质遗迹旅游开发活动是加剧各类潜在地质灾害的重要影响因素和直接诱发因素之一,必须严格规范各项旅游开发活动,将其对潜在地质灾害的影响减少到最小,如严格控制污水乱排乱放、加强对天然土壤植被的保护、合理抽取地下水、控制游人密度、采用绿色施工法等措施。

3.4.4 建设地质灾害监测预警系统

建设地质遗迹旅游开发区潜在地质灾害监测预警系统,做好各类潜在地质灾害预测预报工作,建立健全的群测群防监测网络^[11]。加大地质灾害防治的宣传力度,通过多种形式让旅游开发商、当地居民、游人等了解保护环境、防治地质灾害的重要性,提高他们保护环境、减灾防灾的意识,化被动治灾、救灾为主动防灾,提高抗灾能力,减少地质灾害造成的损失^[35]。

3.4.5 采用先进的地质灾害综合治理措施

据各类潜在地质灾害的具体情况,合理采用先进的地质灾害综合治理措施,以期取得满意的综合治理效果,如减小斜坡角度,清除驱动滑坡部位的物体(如适当削坡减小下滑力),增加物体保持斜坡体稳定(如平衡护道或充填增加抗滑力);疏排地表水,垂直和水平疏排地下水(设滤层、钻孔、辐射孔等以改善斜坡体的排水系统;岩石或土锚杆、锚固、灌浆、电渗加固、化学加固、砂石、水泥、石灰加固、植被(生物技术斜坡稳固法)等^[12]。而进行地质灾害防治工程施工时,采取与地质生态恢复相结合的综合治理措施,重塑地质遗迹旅游开发区和谐优美的人地生存环境。

4 结 语

地质遗迹旅游开发中潜在地质灾害的发生,虽受控于特定的地质环境条件,但很大程度上与人类不合理的旅游开发活动密切相关,应进一步加强旅游开发活动与地质环境相互作用的研究,分析各类潜在地质灾害的形成机理,在编制旅游开发规划的同时编制地质灾害的防治规划,针对不同成因类型、不同规模、不同危险级别的潜在地质灾害采取有的放矢的综合防治措施,使灾害损失减少到最小程度,促进地质遗迹经济、社会和环境效益的协调、统一。

参考文献:

- [1] 国土资源部地质环境司. 走进国家地质公园[M]. 北京:地质出版社,2002:1-3.
- [2] 国土资源部. 国家地质公园总体规划工作指南(试行)[Z]. 北京:2000:3-5.
- [3] 国土资源部.《中国地质灾害与防治》[M]. 北京:地质出版社,2003:2-3.
- [4] 国务院令 394 号《地质灾害防治条例》[Z]. 2003-11-24.
- [5] 《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》及附件《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》[Z](国土资发[2004]69 号).
- [6] 覃建雄,李晓琴. 地质公园与可持续发展[M]. 成都:四川科学技术出版社,2006:13-21.
- [7] 陈宏华,方崇,张信贵,等. 广西环境地质灾害现状与防治措施[J]. 科学技术与工程,2006,6(6):791-795.
- [8] 张红兵. 云南省地质灾害预报预警模型方法[J]. 中国地质灾害与防治学报,2006,17(1):40-42.
- [9] 黄钮铃,惠二青,李靖. 中国西南喀斯特地区石漠化成因及防治初探[J]. 地质灾害与环境保护,2006,17(1):1-4.
- [10] 徐志文. 四川省地质环境状况及地质灾害发育特征研究[J]. 地质与勘探,2006,42(4):97-102.
- [11] 刘健,李晓昭,李后尧. 镇江市主要地质灾害的成因机制与防治对策[J]. 地质灾害与环境保护,2006,17(1):13-16.
- [12] 郑建中,邹正明. 皖南山区环境地质特征与滑坡地质灾害防治[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版,2006,29(1):102-105.