

文章编号: 1006-4362(2023)02-0035-05

四川省合江县近5年典型地质灾害发育特征及形成规律

王银

(四川省煤田地质局一三五队, 泸州 646099)

摘要: 四川省泸州市合江县为地质灾害易发县,为总结合江县新发生典型地质灾害的发育特征及其相应的产生规律,文章以近5 a合江县各年的巡、排查及实地地质调查资料为依据,汇总了合江县近5 a新发生的各类型地质灾害,通过对合江县近5 a新发生典型地质灾害与降雨的关系、灾害发生的破坏模式、灾害前缘坡度分布特征、灾害体物质组成特征、灾害发生的时间分布特征和地域分布特征等方面分别进行了统计分析,得出合江县地质灾害的发生与这些因素息息相关,这为合江县采取相应的合理的地质灾害防治措施提供了重要的参考。

关键词: 合江县;典型地质灾害;发育特征;防治措施建议

中图分类号: P694;P56;X4 **文献标识码:** A

DEVELOPMENT CHARACTERISTICS AND FORMATION LAW OF TYPICAL GEOLOGICAL DISASTERS IN HEJIANG COUNTY, SICHUAN PROVINCE IN THE PAST FIVE YEARS

WANG Yin

(Team 135 of Sichuan Coalfield Geology Bureau, Luzhou 646099, China)

Abstract: Hejiang County, Luzhou City, Sichuan Province is a geological disaster-prone county. In order to combine the development characteristics of new typical geological disasters and their corresponding generation rules in Hejiang County, the article is founded on the annual inspections, investigations and field geological disasters of Hejiang County in the past five years. Based on the survey data, various typical geological disasters newly occurred in Hejiang County in the past five years were summarized. Through the analysis of the relationship between the new typical geological disasters and rainfall in Hejiang County in the past five years, the damage mode of disaster occurrence, the slope distribution characteristics of the disaster front, the material composition characteristics of the disaster body, the time distribution characteristics of the disaster occurrence and the geographical distribution characteristics, etc. Statistical analysis is carried out, and it is concluded that the occurrence of geological disasters in Hejiang County is closely related to these factors, which provides an important reference for Hejiang County to take corresponding and reasonable geological disaster prevention measures.

Key words: Hejiang county; typical geological disasters; developmental features; recommendations for preventive measures

地质灾害在合江县较为常见,地质灾害点多、面广,分布零散,规模大小不等,多以小型为主,危险性轻重不一,特别是在汛期易造成严重的生命财产损失,为对新发地质灾害提供合理的防治措施建议,以减少新发地质灾害对人民群众造成危害,对合江县近5 a新发典型地质灾害的发育特征,及其相应的产生规律进行综合分析是十分必要的。

1 合江县近5 a新发典型地质灾害的基本情况

合江县自2017年~2021年系统新增地质灾害隐患点300多处,特别是2017年全县地质灾害隐患点应急大排查^[1]和2020年全县强降雨期间增加的隐患点占了大多数,同时该300多处隐患点中大部分为暂未发生明显变形破坏但出现临灾迹象的潜在隐患点或规模较小的隐患点。本次根据灾害点的危害性、造成的地质灾害(灾)险情程度和紧迫性等,在合江县近5 a新增的各类地质灾害隐患点,综合分析后,选取了其中在近5 a新发生的出现了明显变形特征的规模相对较大的68处典型地质灾害进行统计分析。

该68处新发地质灾害隐患点中,2017年有9处、2018年有11处、2019年有11处、2020年有30处、2021年有7处。该68处隐患点均为滑坡和崩塌两种灾害类型,无泥石流等其他灾害类型,其中滑坡53处,崩塌16处;根据灾害体规模,包括3处中型滑坡,其余均为小型,统计表详见表1。

表1 合江县近5 a新发典型地质灾害汇总表

类型	规模	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
滑坡	小型	7	6	5	24	7
	中型	/	/	1	2	/
崩塌	小型	2	5	5	4	/
	中型	/	/	/	/	/

2 近5 a新发典型地质灾害与降雨(时间)关系

根据相关资料,降雨为诱发地质灾害发生的最主要因素^[2],文章统计了68处新发典型地质灾害隐患点在灾害发生前3 d有无降雨情况,根据统计,全县仅1处崩塌在发生前3 d无明显降雨记录,其余67处灾害在发生前3 d均有明显降雨,其中大部分在灾害发生的前1 d出现过明显降雨。同时,降雨量与新发典型地质灾害的发生数基本呈正比关系,

近5 a来合江县全年降雨量最低的年份为2021年(856.2 mm),该年全年新发典型地质灾害7处;全年降雨量最高的年份为2020年(1 401.3 mm),该年全年新发典型地质灾害30处,合江县近5 a各年降雨总量与典型灾害发生数关系图见下图1。

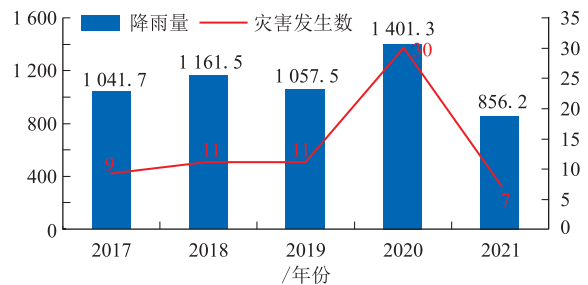


图1 合江县近5 a各年降雨总量与典型灾害发生数关系图

另外,合江县降雨的规律又与时间息息相关,汛期多雨水,所以汛期为地质灾害的易发期。经统计合江县68处典型地质灾害中,发生在1月、2月、4月和12月的均仅只有1处,3月没有,5月有3处,6月有8处,7月有34处,8月有8处,9月有3处,10月有6处,11月有2处。从以上统计可得,合江县近5 a新发典型地质灾害绝大部分均集中在汛期(5~10月),达62处,占典型灾害总数的91.18%,而在6~8月的主汛期更是地质灾害的集中爆发期,该期间发生典型地质灾害50处,占典型灾害总数的73.53%。当然地质灾害发生时间本质上是由降雨量决定,如近5 a合江县降雨量最高的月份为2020年7月(378.7 mm,其中2020年7月16日晚至7月17日九支镇最大降雨量达244.9 mm,为近5 a最大值),这也导致了合江县2020年新发典型地质灾害大部分集中在该月,达24处,为近5 a新发典型地质灾害数最多的月份,占据了总数的35.29%,这也是近5 a7月新发典型地质灾害多达34处的主要原因,其占典型灾害总数的一半;另外非汛期典型地质灾害有6处,仅占8.82%(图2)。

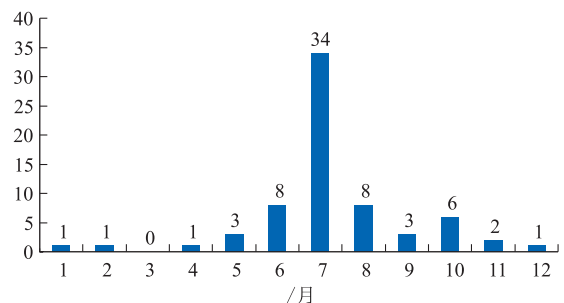


图2 合江县新发典型地质灾害时间分布特征

以上数据说明新发典型地质灾害与降雨息息相

关,几乎所有新发典型地质灾害发生之前均有明显的降雨过程;同时降雨量的大小直接决定了地质灾害发生的多少,年降雨量或月降雨量越大,当年或当月新发地质灾害的数量便越多,特别是短时强降雨越大,更可能大规模地引发典型地质灾害,而降雨的发生又存在明显的时间规律,汛期多雨水,非汛期雨水较少,这也是地质灾害多发生在汛期的主要原因。2020年7月16日晚至7月17日,由于大暴雨(244.9 mm),九支镇日新发典型地质灾害达9处,与合江县2017年新发典型地质灾害数相同。这也表明合江县降雨特征在一定程度上决定了崩塌和滑坡等灾害发生的时间和数量等。

3 近5 a 新发典型地质灾害破坏模式特征

合江县68处新发典型地质灾害隐患点中含滑坡52处,崩塌16处。对滑坡类灾害按力学条件划分,其破坏模式主要为牵引式和推移式^[3],牵引式滑坡是指下部先滑动使上部失去支撑而变形滑动,推移式滑坡是指上部先滑动挤压下部产生变形。合江县52处典型滑坡地质灾害中牵引式滑坡42处,占滑坡总数的80.77%,推移式滑坡10处,占滑坡总数的19.23%。崩塌按破坏模式分类,主要分为推移式、倾倒式和坠落式^[4],合江县16处典型崩塌地质灾害中,推移式有3处,占崩塌总数的18.75%;倾倒式有9处,占崩塌总数的56.25%;坠落式有4处,占崩塌总数的25.0%(图3)。

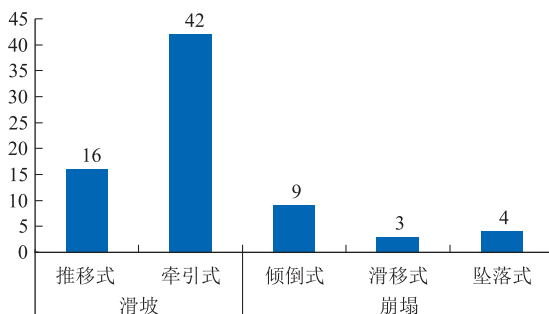


图3 合江县近5 a 新发典型地质灾害破坏模式分布

从以上可知合江县绝大部分新发典型滑坡地质灾害为牵引式,牵引式滑坡一般发生在断裂带、堆积层、风化带及岩土体的软弱夹层所组成的斜坡地带,自下而上发展,规模不断扩大,影响牵引式滑坡的主要因素有人为开挖坡脚、气象与水文条件、地层岩性等,开挖坡脚是牵引式滑坡的主要诱发因素,这些因素也与合江县的实际情况基本相符。倾倒式崩塌多

在河流沟谷区或冲沟地段等陡坡上,岩体以垂直节理或裂隙与稳定的母岩分开,以坡脚的某一点为支点发生转动性倾倒,通常坡脚遭受掏蚀,在重力作用下或有较大水平力作用时,岩体因重心外移倾倒产生突然崩塌,合江县新发典型崩塌地质灾害中倾倒式占据多数也与合江县的现状地形地貌特点基本相符。

4 近5 a 新发典型地质灾害前缘坡度分布特征

斜坡的坡度是影响坡体稳定性的重要因素,特别是前缘的坡度,坡度直接决定斜坡的应力分布,以往的统计分析多是从灾害体特别是滑坡体的平均坡度进行统计分析^[5],但本次主要从灾害体前缘坡度的角度进行分析统计。本次主要将合江县灾害体前缘坡度范围划分为4个等级,即 $<30^\circ$ 、 $30^\circ\sim 45^\circ$ 、 $45^\circ\sim 60^\circ$ 、 $>60^\circ$ 四个区间,并对这4个区间内发育的新发典型地质灾害进行了统计。52处典型滑坡灾害中,滑坡前缘(剪出位置)坡度 $<30^\circ$ 的有4处,占滑坡总数的7.69%, $30^\circ\sim 45^\circ$ 的有12处,占滑坡总数的23.08%, $45^\circ\sim 60^\circ$ 的有16处,占滑坡总数的30.77%, $>60^\circ$ 的有20处,占滑坡总数的38.46%。从以上统计可得近5 a 新发典型滑坡地质灾害前缘坡度 $>60^\circ$ 的占据了多数,且 $>45^\circ$ 的近七成。这多是由于,这些典型滑坡灾害前缘多数存在不同程度的切坡,即农户屋后建房时的切坡和道路内侧修路时的切坡,前缘切坡后多形成高陡斜坡,导致前缘临空条件好,易诱发滑坡地质灾害。16处典型崩塌灾害中,崩塌前缘 $<30^\circ$ 和 $30^\circ\sim 45^\circ$ 均没有, $45^\circ\sim 60^\circ$ 的有3处,占崩塌总数的18.75%, $>60^\circ$ 的有13处,占崩塌总数的81.25%,可见崩塌发育坡度多大于 45° ,尤其是前缘坡度 $>60^\circ$ 的侵蚀构造陡崖地貌上,特别是低中山区坡体高陡、沟谷切割强烈的地方易导致高位崩塌的发生(图4,图5)。

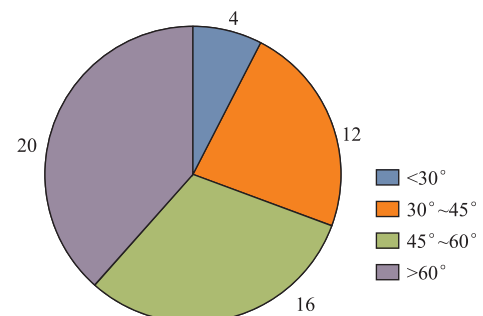


图4 合江县新发典型滑坡地质灾害前缘坡度分布

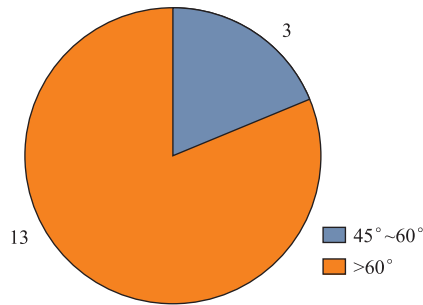


图5 合江县新发典型崩塌地质灾害前缘坡度分布

5 近5 a 新发典型地质灾害的物质组成特征

斜坡可分为土质斜坡和岩质斜坡。合江县52处典型滑坡灾害中,土质滑坡有26处,占滑坡总数的50.0%;岩土混合滑坡(主要指基岩浅部较破碎的强风化层同时参与的滑动)有19处,占滑坡总数

的36.54%;岩质滑坡7处,占滑坡总数的13.46%,其中岩层倾向与坡向夹角小于30°的顺向岩质滑坡6处,还有1处为夹角在30°~45°之间的近顺向岩质滑坡。在土质滑坡中滑体主要为残坡积层,有17处,另外有9处为崩坡积层堆积体的土质滑坡;岩土混合滑坡中,滑动的强风化层14处为J_{3p}的砂质泥岩,4处为J_{2s}的砂质泥岩,1处为K_{2j}的砂岩;岩质滑坡中有6处为J_{3p}的砂泥岩,1处为J_{2sn}的砂泥岩(滑面均为砂泥岩间的软弱夹层)。合江县16处典型崩塌灾害均为岩质崩塌,发育于侏罗系(J)地层中的有11处,发育在白垩系(K)地层内有5处。其中发育在J_{2s}的有2处,占崩塌总数的12.5%;发育在J_{2sn}的有2处,占崩塌总数的12.5%;发育在J_{3p}的有7处,占崩塌总数的43.75%;发育在K_{1w}的有1处,占崩塌总数的6.25%;发育在K_{2j}的有4处,占崩塌总数的25.0%。崩塌体物质组成均为砂岩或泥质砂岩,详见表2。

表2 近5 a 新发典型地质灾害的物质组成分布情况表

类型	灾体物质类别	灾体发育时代							备注
		Q ₄ ^{el+dl}	Q ₄ ^{col+dl}	K _{1w}	K _{2j}	J _{2s}	J _{2sn}	J _{3p}	
滑坡	土质	17	9	/	/	/	/	/	滑体成分
	岩土混合	/	/	/	1	4	/	14	岩质部分为强风化层
	岩质	/	/	/	/	/	1	6	多为顺向
崩塌	岩质	/	/	1	4	2	2	7	以砂岩或泥质砂岩为主

从以上统计可得合江县近5 a 新发典型地质灾害均发生在侏罗系(J)和白垩系(K)两个时代的地层。典型滑坡地质灾害主要发生在侏罗系地层,白垩系地层仅有1处,典型滑坡中土质滑坡占多数,岩土混合滑坡次之,岩质滑坡相对较少,而土质滑坡又以残坡积层土质占多数,其余为堆积体滑坡;岩土混合滑坡又以J_{3p}的强风化层发生滑动的最多,J_{2s}的强风化层次之,K_{2j}的仅有1处,侏罗系强风化滑动地层岩性均为砂质泥岩,白垩系强风化滑动地层岩性为砂岩;岩质滑坡均为顺向或近顺向,绝大多数发生在J_{3p}地层,仅1处发生在J_{2sn}地层。典型崩塌地质灾害也主要发生在侏罗系地层,其余均发生在白垩系地层,其中多数发生在J_{3p}地层,K_{2j}地层次之,其余为J_{2s}、J_{2sn}和K_{1w}地层。

6 近5 a 新发典型地质灾害的地域分布特征

合江县新发68处典型地质灾害点按行政区划统计,白鹿镇有1处,车辋镇有4处,大桥镇有1处,法王寺镇有3处,凤鸣镇有6处,符阳街道有2处,

福宝镇有10处,甘雨镇有7处,荔江镇(原实录镇与虎头镇)有3处,九支镇(含原五通镇)有13处,临港街道有1处,榕山镇有1处,石龙镇有5处,先滩镇(含原自怀镇)有10处,尧坝镇有1处。从以上统计可得,近5 a 新发典型地质灾害主要集中在九支镇、福宝镇、先滩镇和甘雨镇,这与目前系统中总隐患点的分布及合江县实际的地形地貌基本相符。总的来说之前福宝镇不管是在册隐患点还是新增隐患点一直是合江县最多的,但由于九支镇在2020年7月16日晚出现了244.9 mm的大暴雨,该降雨值为近5 a 的最大值,导致新发多起典型地质灾害,这也是本次统计九支镇新发典型地质灾害最多的主要原因(图6)。

合江县各行政区域新发典型地质灾害数的不同主要是由地形地貌决定的。合江县地貌类型多样,主要有沿河平坝地貌、缓丘地貌、浅丘地貌、中丘地貌、深丘中谷地貌、低山地貌、中山地貌等,特别是低、中山区,由于坡度陡峻,沟谷切割强烈,第四系堆积物较厚且结构松散,为地质灾害提供了有利条件。合江县现有的3处高风险区均发育在低中山区^[6-7],

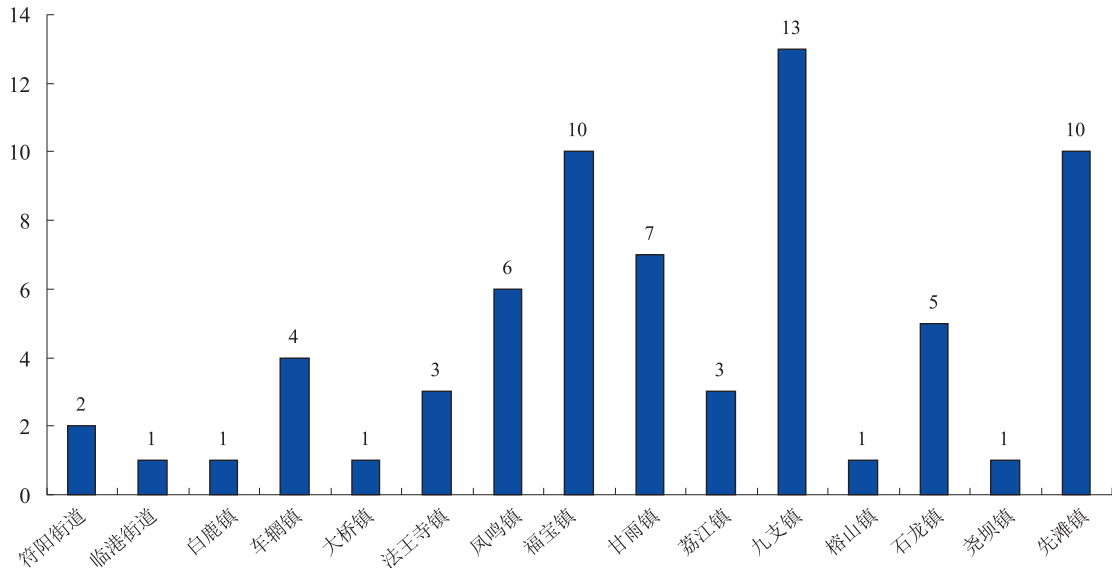


图 6 合江县新发典型地质灾害地域分布特征

而平坝、缓丘和浅丘区域由于地势较平缓,地质灾害相对不易出现。合江县近 5 a 新发 68 处典型地质灾害点主要分布于西南部低山区(九支镇范围)和东部低、中山区(先滩镇和福宝镇),其主要沿侵蚀剥蚀构造山地、河谷及支沟谷地谷侧斜坡分布。经统计分析,中山区新发典型地质灾害点为 14 处;低山区新发典型地质灾害点为 36 处;丘陵区地质灾害点为 18 处,详见表 3。

表 3 近 5 a 新发典型地质灾害与地形地貌关系统计表

地貌类型	丘陵区	低山区	中山区
灾害发生数	18	36	14

7 结论

通过对近 5 a 合江县新发典型地质灾害的类型、规模、与降雨的关系、破坏模式特征、前缘坡度分布特征、物质组成特征、时间分布特征和地域分布特征等方面进行综合分析可得,降雨是合江县地质灾害发育的主要控制因素,其对地质灾害的发生频率起着决定作用。所以从时间维度上看,合江县新发典型地质灾害多发生降雨量较大的汛期,特别是 6~9 月的主汛期或突发强降雨的月份;其次前缘坡度较大,特别是前缘因切坡造成的高陡临空,易导致地质灾害的发生,合江县大部分典型地质灾害发生在前缘坡度 $>45^\circ$ 的斜坡;另外合江县地质灾害均发生在侏罗系(J)和白垩系(K)两个时代的地层, J_3p 地层更是占据了绝大多数, K_2j 地层也是合江县崩塌灾害的多发地层,其中滑坡多发生在松散的土体和软弱或破碎的强风化岩体中,这是滑坡发育的物

质基础,而岩质滑坡发生概率较小,但其破坏性强,基本都发生在顺向坡中;而崩塌则均发生在前缘坡度大($>45^\circ$,岩腔发育,下部悬空)的砂岩或泥质砂岩当中。从结合地形地貌的地域分布看,合江县近 5 a 新发典型地质灾害主要集中在九支镇、福宝镇和先滩镇等区域,这些区域多为低中山区,区内坡度陡峻,沟谷切割强烈,第四系堆积物较厚且结构松散,为地质灾害提供了有利条件,而在地势较缓的长江以北区域(白沙镇、望龙镇和白米镇)暂未出现典型地质灾害。综上所述,合江县近 5 a 新发典型地质灾害与降雨、地形地貌条件(前缘坡度)、岩土体类型及坡体地质结构等息息相关,人类工程活动和降水作用是地质灾害的促发因素,其中各因素对地质灾害形成的影响强度不同。

8 合江县地质灾害防治工作建议

根据合江县近 5 a 典型地质灾害发育特征及形成规律和特点,降雨是合江县典型地质灾害发生的决定因素,其具备一定的时间性与地域性规律,同时斜坡体前缘坡度、岩土类型和坡体结构的不同其发生灾害的概率也不一样,基于以上特提出以下防治措施建议:

(1) 合江县各镇街应加强汛期地质灾害防治工作,建立“群测群防”防灾的网络体系。同时应与气象部门保持信息互通,在强降雨预警时应充分做好相应预案,地灾点应做好“三避让”工作,位于陡崖下或冲沟、沟口处的潜在受威胁农户应做好转移工作。

(2) 规范人类工程活动,避免人为诱发地质灾害的产生。对开发建设的重要工程(下转第 55 页)

下水系统复杂,发育暗河、断头河、干沟。

(2) 水库所属的米粮川河岩溶水系统东部与黑龙洞岩溶水系统相邻,水库正常蓄水位高于排泄基准面高程。从水动力条件上看水库存在向邻谷渗漏的水动力条件,从库区到黑龙洞,是否存在深部顺层发育的岩溶系统是需要进一步深入研究的问题。

(3) 水库建坝后,坝体上下游之间无隔水层(或相对隔水层),因此渗漏是绝对的,不渗漏则是相对的。水库坝址、坝基渗漏方式属于裂隙型渗漏。

(4) 水库坝址右坝肩岩体单薄,构造裂隙和溶蚀裂隙发育,地下水水力坡度小,右坝肩存在比较严重的绕坝渗漏问题。坝基位置无相对隔水岩层,存在坝基渗漏问题。需要设置灌浆帷幕减少坝肩和坝基渗漏。

参考文献

- [1] 王太银,陆广良,冯福,等.冯家桥水库岩溶渗漏分析及防渗方案研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(6):81-83.
- [2] 胡云军,马敏艳.德厚水库岩溶发育特征研究[J].云南水力发电,2017,33(5):62-65.
- [3] 余加松,孙明彪,王太银.贵州省三宝水库岩溶发育特征与规律

研究[J].地下水,2017,39(4):45-48.

- [4] 屈志勇,李松磊,潘兴军,等.大兴水库岩溶发育与水文地质问题研究[J].水利水电工程设计,2015,34(2):44-47.
- [5] 成体海.安谷水电站右岸单薄分水岭渗漏问题研究[J].四川水利,2013,(6):41-44.
- [6] 李亚津,巫锡勇,蒲大攀,等.西南山区岩溶水文地质结构类型及地下水动力特征分析[J].路基工程,2020,(6):13-18.
- [7] 钱海涛,王思敬,严福章,等.黔中水利枢纽一期工程区岩溶发育模式及水库防渗研究[J].水文地质工程地质,2008,35(4):51-57.
- [8] 刘浩,田茂中.贵州冗赖水库岩溶成库条件分析[J].中国岩溶,2019,38(4):513-523.
- [9] 薛伟,袁宗峰,周密.西南地区某岩溶水库渗漏分析[J].中国岩溶,2019,38(4):508-514.
- [10] 冯志刚,韦国建,张汉猛,等.西南某水电站断裂构造和层间溶蚀带组合岩溶渗漏研究[J].中国岩溶,2022,41(5):728-735.
- [11] 王汝华.阿岗水库库区岩溶渗漏研究[J].人民长江,2005,(9):6-7.
- [12] 胡大儒,郑克勋,赵代尧,等.复杂岩溶水系统势汇区建坝成库可行性研究——以北盘江流域普岔河水库为例[J].中国岩溶,2022,41(5):736-745.
- [13] 邹成杰.深岩溶发育的基本规律与水库岩溶渗漏的研究[A].第四届全国工程地质大会[C].1992.

作者简介:冯磊(1980—),男,高级工程师,专业:工程地质,研究方向:主要从事水利水电项目工程地质与水文地质研究及应用工作。
E-mail:175530900@qq.com.

(上接第39页)

项目和工程经济活动,必须开展地质环境评价和建设用地地质灾害危险性评估,严禁不合理地对坡体开挖或是开挖后不采取相应防护措施的行为,同时严禁农户对顺向坡脚进行开挖。

(3) 先滩镇、福宝镇、甘雨镇、石龙镇、车辋镇和九支镇等低中山区山地、河谷区域的地质灾害防控应充分结合和依靠合江县地质灾害风险区管控方案^[7],特别是相应区域的中高风险区管控方案。

参考文献

- [1] 朱承斌,王昌强,车怀庆,等.泸州市合江县2017年地质灾害排

查总结报告[R].泸州市:四川省一三五岩土工程有限公司,2018.

- [2] 鄢毅,岳昌桐.四川省地质灾害特征及防治对策探讨[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(Z1):123-127.
- [3] 杨光华,钟志辉,张玉成,等.滑坡灾害的机制与力学特性分析[J].岩石力学与工程学报,2016,35(S2):4009-4017.
- [4] 中国地质灾害防治工程行业协会.崩塌防治工程勘查规范(试行)(TCAGHP 011-2018)[S].2018.
- [5] 刘果,张友谊,张珊珊,等.九寨沟地震前后次生地质灾害分布特征分析[J].地质灾害与环境,2018,29(3):1-4.
- [6] 王向,覃虎,党超,等.合江县2020年地质灾害风险调查评价采购项目风险调查评价(1:50 000)成果报告[R].成都市:四川省鑫冶岩土工程有限公司,2021.
- [7] 谢光辉.四川省泸州市合江县地质灾害风险管控试点实施方案[R].泸州市:四川一三五岩土工程有限公司,2021.

作者简介:王银(1989—),男,四川自贡人,大学本科,高级工程师,主要从事岩土工程勘察、地质灾害勘查设计、地质灾害巡、排查方面的工作。E-mail:787845214@qq.com