

重庆市万州区荆竹屋基滑坡特征及成因分析

李迎春, 吴 疆

(重庆市万州区地质环境监测站, 重庆 404000)

摘要: 论文通过对重庆市万州区孙家镇荆竹屋基滑坡的野外调查、应急抢险工作, 对滑坡发生前后变形特点、滑坡形成机制以及突发性地质灾害应急处理方法等进行了总结和分析。荆竹屋基滑坡属大型基岩顺层、先牵引后推移混合型滑坡, 滑坡具有变形快、裂缝、声响、掉块局部垮塌等前兆现象特征明显的特点。调查和分析发现, 滑坡前缘不合理采石活动是荆竹屋基滑坡形成的主要因素。作者认为增强全社地质灾害防灾意识、科学判断快速反应、应急预案中的实用性与操作性和岩质顺向坡的危害性等是未来万州区地质灾害防治工作的重点。

关键词: 荆竹屋基滑坡; 基本特征; 成因分析; 地质灾害防治

文章编号: 1003-8035(2014) 03-0032-06

中图分类号: P642. 22

文献标识码: A

0 引言

重庆市万州区是我国三峡库区地质灾害较为严重的地区之一, 其灾害的发生成因和风险管理方法具有一定的代表性^[1-2]。荆竹屋基滑坡是重庆市万州区近期新发生的一处突发性地质灾害, 作者通过对滑坡的野外调查、应急抢险工作, 对滑坡形成机制和突发性地质灾害应急处置方法进行了分析和总结。地质灾害应急处置是地质灾害应急响应的中心环节, 是针对地质灾害险情或灾情采取的紧急减灾行动^[3]。滑坡应急抢险过程中, 作者发现应急预案在此次成功处置并避免人员伤亡发挥了重要作用。预案的质量是应急管理水平的集中体现, 对预案编制的管理显得尤为关键^[4]。

荆竹屋基滑坡位于重庆市万州区孙家镇天宝村5组(图1)。2013年4月3日下午18时左右, 接孙家镇政府报告天宝村5组(小地名: 荆竹屋基)出现疑似滑坡启滑迹象, 万州区地质环境监测站专业技术人员立即赶赴现场会同镇政府相关人员连夜开展调查。

通过现场调查发现该滑坡变形迹象明显, 滑坡前缘有掉块现象, 地面房屋出现大量裂缝, 且有加剧趋势, 其中部分房屋开裂严重并伴有响声, 经初步分析判断, 滑坡滑动的可能性极大, 存在严重地安全隐患, 因此, 调查组决定要求镇政府迅速将滑坡内及可能影响的50户99人撤离。

4月4日下午1时15分左右, 滑坡开始大面积启动, 约百余万方的滑体向前滑移近30m, 前缘岩土体垮塌堆积于孙家至梁平县级公路内侧采石场采空区内。此次滑坡共造成8栋9户61间房屋倒塌, 约400m村级公路损毁, 由于预报及时, 应急处置措施得当, 未造成人员伤亡。



图1 荆竹屋基滑坡位置示意图

Fig. 1 Location of Jing Zhuwuji landslide

1 滑坡区工程地质条件

1.1 气象水文

万州属亚热带暖湿气候区, 气候温和, 雨量充沛, 雨热同步, 多年平均气温 18.1℃, 最低气温 -3.7℃, 最高气温 42.1℃, 具四季分明、垂直分带显著的特征。区内常年雨日 140 天左右, 年均降雨量 1191.3mm, 雨量主要集中在 5~9 月份, 并以暴雨居多, 日雨量可达 100mm 以上, 据 37 年的降雨资料, 城区最大降雨日为 1982 年 7 月 16 日, 达 243.3mm。

滑坡区东西两侧有季节性冲沟经过, 顺坡向展布, 冲沟流向 356°~0°, 调查期间东侧冲沟无地表水, 西侧冲沟有少量地表水, 在斜坡下部形成地表径流, 一般旱季流量减小, 雨季流量增大。

收稿日期: 2013-06-21; 修订日期: 2013-08-05

作者简介: 李迎春(1965—), 女, 高级工程师, 主要从事地质灾害防治及监测预警工作。

E-mail: 381337248@qq.com

1.2 土壤及植被发育

区内土层为第四系崩坡积和残坡积粉质粘土夹块、碎石,厚度0~1.2m,斜坡前、后部土层薄,可见基岩出露,中部土层相对厚。

滑坡区后部植被茂盛,主要为乔木、灌木以及草本,中、前部主要为耕地,前缘因采矿活动为裸露区。

1.3 地形地貌

滑坡区属低山斜坡地貌,总体上地形呈南高北低趋势,滑坡位于斜坡中部,地面高程798~960m,相对高差162m,由上至下呈缓坡-陡坡-平台-陡坡(坎)状,地形平均坡度约20°。

1.4 地层岩性

根据调查区内表层由第四系残坡积层(Q_4^{dl+el})、崩坡积层(Q_4^{col+dl})组成,下伏基岩为侏罗系新田沟组(J_{2x})和自流井组(J_{1-2z})。

残坡积层(Q_4^{dl+el}):主要分布于滑坡东侧中部,土黄色、灰黄色粉质粘土夹碎块石,植物根系发育,结构松散。崩坡积层(Q_4^{col+dl}):主要分布于滑坡中后部,呈褐黄色,主要由粉质粘土夹砂泥岩块碎石组成。侏罗系中统新田沟组(J_{2x}):滑坡西侧中前部及两侧冲沟可见页岩出露。上部由黄色页岩夹薄层砂岩组成,下部由巨厚层浅黄色砂岩夹少量深灰色页岩组成。侏罗系中-下统自流井组(J_{1-2z}):在滑坡东侧冲沟及开采临空面可见。灰色砂岩、灰-深灰色页岩。

1.5 地质构造

荆竹屋基滑坡位于铁峰山背斜西侧末端北西翼(图2),该背斜呈NEE展布,岩层产状 $345^\circ \sim 350^\circ \angle 20^\circ$ 。发育三组裂隙,L1:产状 $266^\circ \angle 83^\circ$,裂面平直,L2:产状 $6^\circ \angle 83^\circ$,裂面平直,L3:产状 $119^\circ \angle 80^\circ$,裂面平直。

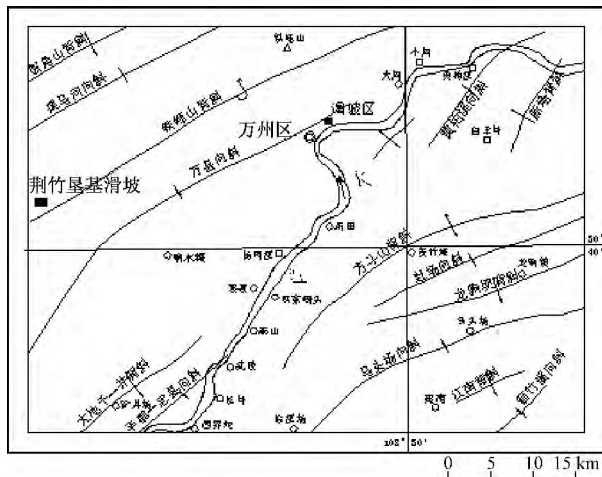


图2 构造纲要图

Fig.2 Structural outline map

2 荆竹屋基滑坡概况及其滑动变形特征

2.1 滑坡概况

荆竹屋基滑坡平面形态为长舌形,呈南北向展布,滑坡左、右两侧以自然冲沟为界,后缘以变形区裂缝为界,前缘以公路内侧采石场临空面为界(图3、图4)。

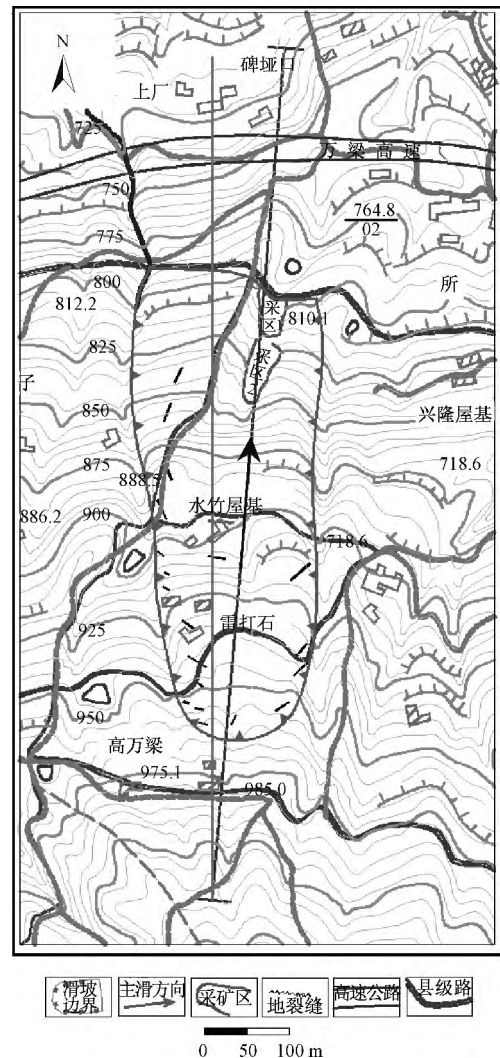


图3 万州区荆竹屋基滑坡平面图

Fig.3 Plan of Jingzhuwuji landslide

滑坡前缘剪出口高程798m,后缘高程约960m,前后高差165m。滑体由表层耕作土、侏罗系砂、页岩组成。滑坡长约540m,平均宽约200m,面积约 $10.80 \times 10^4 \text{ m}^2$,滑体平均厚度12m左右,体积约 $130 \times 10^4 \text{ m}^3$,滑坡前缘滑动方向约 5° ,后部约 345° ,



图4 滑动后滑体

Fig. 4 Landslide after moving

为大型岩质顺向滑坡。

2.2 滑动变形特征

2.2.1 滑坡启滑迹象

根据现场调查及访问,该滑坡变形时伴有如下现象:①裂缝形成快,数量多,发展迅速。4月1日,当地老百姓发现房屋及滑体内地面开始出现细小裂缝;4月3日,滑坡内裂缝迅速增多,后缘及两侧羽状裂缝扩展明显,后缘裂缝宽约10~30mm,左侧裂缝宽约20~90mm,右侧裂缝宽约40~100mm;4月4日12点前,滑坡变形进一步加剧,后缘裂缝宽约20~35mm,左侧裂缝宽约10~170mm,右侧裂缝宽约100~230mm;②房屋开裂变形,并伴有声响。依据4月3日晚及4月4日调查所知,滑体内多数房屋出现不同程度开裂,部分墙体裂缝达100mm,并不时发出“咔、咔”响声。③前缘出现掉块及局部小规模垮塌

现象。4月3日晚至4月4日滑坡滑动前,前缘临空处时有掉块及小型垮塌现象出现。

2.2.2 滑坡滑动后变形特征

(1) 滑体变形特征

滑体滑距约30m,后部滑体向下滑至中部平台受阻后,转向西侧形成高约5m的隆起,前部滑体向下滑移堆积至前缘两个采区采空凹槽中。滑移结束后,滑体前部厚度较大,约15~24m,中后部较薄5~8m,滑体总体呈东侧厚度大,西侧下部局部未发生滑动,面积约 $1 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。滑移后滑体局部变形情况(图4)。

(2) 滑带(面)特征

荆竹屋基滑坡滑动前,从采区临空面可观察到两层软弱层,一层为砂岩顶部土黄色页岩层,一层位于巨厚层砂岩底部深灰色页岩层。调查人员通过认真仔细分析滑坡地形特征、变形迹象以及变形范围后,认为滑坡沿砂岩与页岩接触面(图5)滑动的可能性最大。滑坡滑动后由于滑体厚度大、滑距短(约30m),滑体解体严重,直观难以观察到滑带。仅根据滑坡滑动前现场调查、滑动后的滑距以及前缘堆积体量判断,滑坡中前部是沿砂岩与深灰色炭质页岩接触面滑动,滑坡后部穿过页岩层沿砂岩强风化-中风化层滑动,滑面前陡后缓(图6)。

(3) 滑坡运动轨迹特征

如前所述,4月3日晚现场调查时发现前缘临空处就时有掉块现象,4月4日上午10点多,滑坡前缘出现局部垮塌,1点15分左右,滑坡全面启动。滑坡首先从前缘采石场临空处开始下滑并带动后方滑体

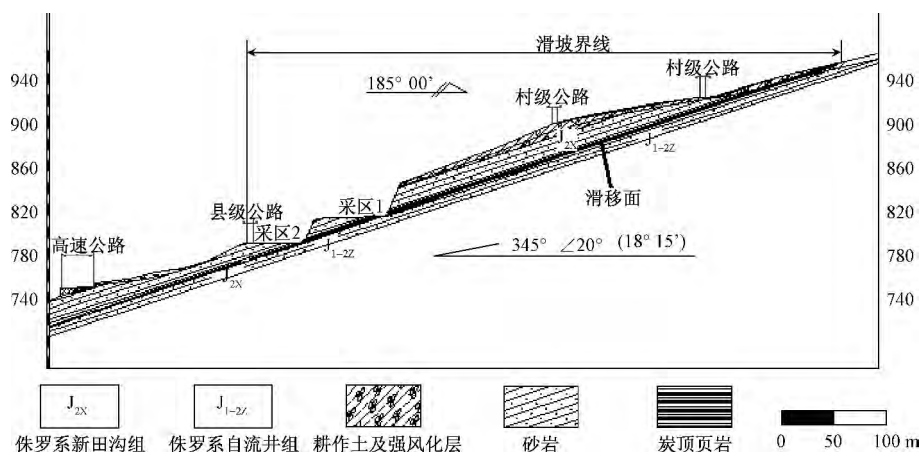


图5 滑坡滑动前主剖面图

Fig. 5 Main profile of landslide before moving

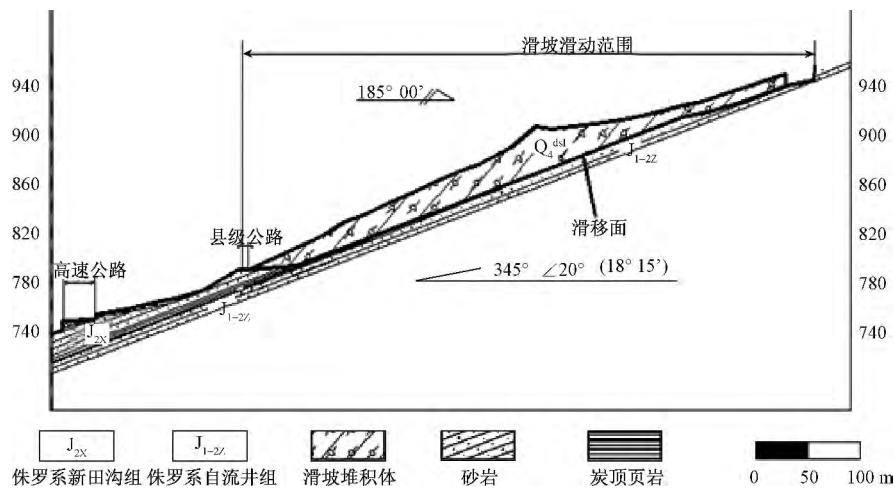


图6 滑坡滑动后主剖面图

Fig. 6 Main profile of landslide before moving

滑动,滑坡中前部滑体向前滑至公路内侧两个采空区内,后部滑体下滑至中部水竹屋基平台后受阻后转向西推动平台上滑体形成隆起。因此,荆竹屋基滑坡滑动方式先牵引后推移混合型。

3 滑坡的成因机制分析

滑坡的形成与其内在因素和外在因素密切相关,内在因素包括:地层岩性、地质结构、地下水及地形地貌等;外在因素包括:人类工程活动、地震、降雨等。以上诸因素中,地层岩性、地质结构和地形地貌是斜坡稳定性的物质基础,在短适时间内不会改变滑坡整体稳定的状况^[5]。

荆竹屋基滑坡处于铁峰山背斜北西翼,岩层倾向与斜坡坡面倾向小角度相交,岩层倾角 20° 左右,属易滑倾角范围^[6]。组成斜坡的地层属软硬相间易滑地层。早期构造运动的影响产生大量节理和裂隙,尤其张节理发育,由于坡体中应力分布不均匀、不连续,从而在其开挖后的应力调整过程中,容易超过软弱层的强度首先在某处形成局部破坏,进而发展以致相互贯通形成滑面。然而就是这易滑地层易滑倾角的斜坡,自形成以来历经千百万年风雨未发生失稳,却在既无地震也无暴雨侵袭的情况下滑动,探究其原因只能是:爆破采石开挖改变了原有坡体的平衡状态并形成临空面,使坡体失去了支撑,同时也暴露了滑动面,软弱夹层在上覆岩体的重力作用下而失稳,从而引起滑坡从前到后全面滑动的。原因分析如下:

首先,从滑坡的地层岩性分析滑坡可能沿两个层面滑动,一是上部泥岩。该层泥岩层理发育,风化程

度高,网状裂隙发育,遇水易软化变形,具膨胀性,透水性差,地表水、地下水下渗易于强风化和中风化的界面形成径流,软化物质形成软弱面。二是下部炭质泥岩。该层泥岩层理同样发育,但岩层深埋较深,风化程度低,相对于上层泥岩,地表、地下水入渗对此层泥岩的软化程度较小。如果仅从内在因素分析,上层泥岩形成滑带的可能性更大,但事实并非如此,滑坡实际是沿下层炭质泥岩滑动。

其次,滑坡平面上长宽比为3:1,滑动范围主要是以两个采区为主中心向后扩展的距离远,左右扩展的小,特别是滑坡前部滑动范围就是采区的范围。

第三,从图3、5可以看出,滑坡前缘孙家一梁平公路内侧顺坡分布有两处采石形成的采空区,切坡高均在23m左右,边坡坡角 70° 以上,采区一、二采空面积分别是 1800m^2 和 1400m^2 ,估算体积 $4 \times 10^4\text{m}^3$ 。从开采的层位来看,两个采区均将砂岩下部深灰色页岩夹层挖出临空。斜坡坡脚采石开挖卸荷不仅改变了地形地貌形成了高临空面,而且促使坡体应力重新调整集中在页岩中形成滑动面。

地质构造运动形成山川河谷地貌历经了千百万年,在自然状态下,多数处于稳定状态,只有当外力作用破坏了斜坡内部的平衡,才易使得斜坡失去稳定。如本文所述荆竹屋基滑坡,坡脚开挖,影响了斜坡的稳定性,同时,开挖时没有将采区底标高控制在炭质页岩上,使得下部页岩软弱层挖出,形成临空面,为滑坡的形成创造了条件。如果能够控制采区底标高,即便形成滑坡,也是浅表层滑坡,其滑动范围和破坏程度要小得多。

第四,据气象资料可知,该区3月中旬至4月4日前最大日降雨量仅为20mm(3月25日)。滑坡从4月1日开始出现变形迹象,到4月4日中午滑坡全面启动前该区既无地震也没有大暴雨出现,因此可排除地震和降雨诱发滑坡。

4 结论与启示

4.1 主要结论

(1) 荆竹屋基滑坡属大型基岩顺层滑坡,滑面为砂页岩分界面,滑动方向约 4° ,滑动方式为先牵引后推移混合型。

(2) 滑坡变形快、特征明显,裂缝、声响、掉块局部垮塌等滑动前兆现象均出现。

(3) 前缘不合理采石活动是荆竹屋基滑坡形成的主要因素。

4.2 启示

荆竹屋基滑坡是新出现的突发性地质灾害点,也是笔者自2002年从事地质灾害防治工作以来第一次亲身经历滑坡从变形到滑动破坏的全过程。该滑坡由于发现及时、应急处置措施有力,未造成人员伤亡。滑坡的成功避险为今后地质灾害防治工作带来了新启示:

(1) 增强全社会地质灾害防灾意识,提高防范能力,是防灾的最有效手段。

荆竹屋基滑坡得以成功避险,首先取决于老百姓及时发现上报。地质灾害是内外多种因素共同作用的结果,因此它的形成和发生是动态变化的,难免有日常排查不到的隐患点,特别是那些隐蔽性强突发性的地质灾害点。但是地质灾害发生前都有一定征兆,开展宣传普及地质灾害知识,增强全民防灾意识,提高防范能力,做到地质灾害及时发现、主动预报,是防灾最有效手段。

(2) 科学判断快速反应,是避免伤亡的关键。

4月3日晚万州区地质环境监测站专业技术人员接到滑坡变形信息后,通过询问现场人员滑坡变形情况,结合滑坡所处地质环境位置,迅速判断该处可能是基岩顺层滑坡,想到该类滑坡具有速度快、危险性大的特点,因此立即通知当地政府连夜疏散滑坡区群众,并迅速赶赴现场,确定滑坡范围,为群众撤离赢得了时间,避免了伤亡,减少了财产损失。

(3) 地质灾害应急预案重在实用性和操作性。

应急预案是针对可能的重大事故(件)或灾害,为保证迅速、有序、有效地开展应急与救援行动、降低

事故损失而预先制定的有关计划或方案。不同类别不同级别的应急预案各有侧重点,但基层应急预案最重要的是实用、简明扼要,不作表面文章,且每年应根据实际情况进行修编,做到人员、物资、交通、通讯等早有部署,这样才能有序开展应急抢险工作。

(4) 岩质顺向坡的危害性具有滞后性和隐蔽性,应高度重视。

不完全统计,2008年1月至2013年5月,仅万州区就发生岩质顺向滑坡13起,由于预报及时,虽未造成死亡,但损毁大量房屋并阻断交通,给当地人民群众带来了巨大的经济损失。分析这些滑坡的发生,几乎无一例外都与切坡工程活动有关,有些甚至是几十年前切坡的后遗症,其危害性到近期才显现出来,具有极强的隐蔽性,应高度重视。

万州区城区附近人口集中交通密集的熊家镇、天城镇、高粱镇、李河镇以及铁峰乡分别处于铁峰山背斜两翼顺向坡地带,岩层倾角 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$,地层为侏罗系沙溪庙组(J_2s)和自流井组($J_1 - 2z$)软硬相间的砂泥(页)岩夹心层,在条件适合时极易发生顺向滑坡。长江沿岸长坪、新乡、燕山、溪口、新田镇位于方斗山背斜北西翼,岸坡结构为顺向坡,岩层的倾角为 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$,地层为侏罗系沙溪庙组(J_2s)和新田沟组(J_2x),内夹多层软弱夹层,这种类型的坡体结构易沿软弱夹层发生滑动。今后地方政府在上述区域进行工程活动应充分考虑地质安全问题,否则将后患无穷。

参考文献:

- [1] 殷跃平,等.长江三峡库区移民迁建新址重大地质灾害及防治研究[M].地质出版社,37.
YIN Yueping, et al. The research of major geological disasters and prevention at relocation new address of three gorges reservoir area [M]. Geological Publishing House, 37.
- [2] 陈喜昌.长江三峡工程库岸类型与稳定性[M].成都:四川科学技术出版社,1993:24-37.
CHEN Xichang. Three gorges project reservoir bank type and stability [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1993:24-37.
- [3] 成永刚.万(州)一梁(平)高速公路K34-K59段滑坡成因分析[J].中国地质灾害防治学报,2004,15(3):13.
CHENG Yonggang. Cause analysis of landslide at wan (zhou)-liang (ping) highway K34-K59 section [J]. Chinese Journal of Geological Hazard Prevention, 2004, 15(3): 13.

- [4] 简文星, 殷坤龙, 等. 重庆万州民国场滑坡基本特征及形成机制[J]. 中国地质灾害防治学报, 2005, 16(4): 23.
JIAN Wenxing, YIN Kunlong, et al. The basic characteristics and formation mechanism of Minguochang Landslide in Wanzhou, Chongqing[J]. Chinese Journal of Geological Hazard Prevention, 2005, 16(4): 23.
- [5] 殷坤龙, 简文星, 余宏明, 等. 三峡库区重庆市万州区库岸地质灾害规划阶段调(勘)查报告[R]. 2003: 437.
YIN Kunlong, JIAN Wenxing, YU Hongming, et al. Reservoir bank geological disaster planning phase modulation (survey) survey report of Wanzhou district of Chongqing three gorges[R]. 2003: 437.

Characteristics and mechanism analysis for Jingzuwuji landslide in Wanzhou, Chongqing

LI Ying-cun, WU Jiang

(Wanzhou Geological Environment Station, Wanzhou, 40400, China)

Abstract: By the field investigation and emergency rescue work for Jingzuwuji landslide at Sunjia town in the Wanzhou District of Chongqing city, this paper summarized and analyzed deformation characteristics before and after the landslide happened, landslide formation mechanisms and emergency treatment methods for sudden geological disaster. Jingzuwuji landslide is a large bedding rock landslide and the type of sliding is hybrid of first traction and then passage. It experienced significant deformation which last about 18 hours. After the investigation and analysis, it can be found that the main factor of Jingzuwuji landslide formation is unreasonable quarrying activities on the front of landslide. At last, the author discussed the prevention works for the future geological disasters in Wanzhou district on the aspects of enhance the prevention awareness of whole society for geological disaster, scientific judgment, rapid response, practicality and maneuverability of emergency plans and the danger of bedding rock slope.

Key words: Jingzuwuji landslide; basic characteristics; mechanism analysis; geological hazard control

(上接第31页)

- [9] 刘建兵. 江西漂塘钨业有限公司漂塘矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案[R]. 南昌: 江西省地质环境监测总站, 2012.
LIU Jianbing. Jiangxi Tungsten CO., LTD Piao Tang mine geological environmental protection restoring and harnessing program [R]. Nanchang: Geo-environmental Monitoring station of Jiangxi, 2012.

The study and application of new type jettied crib dam

LIU Jian-bing¹, HOU Li-feng²

(1. Geo-environmental Monitoring station of Jiangxi, Nanchang Jiangxi 330095, China; 915 Hydrogeology Engineering Geological Team of Sichuan and Mineral Resources Bureau, Meishan Sichuan 620010, China;
2. 915 Hydrogeology Engineering Geological Team of Sichuan Geology and Mineral Resources Bureau 620010, China)

Abstract: Jettied crib dam is a new type of dam which designed based on traditional crib dam. It's not only has the advantages of traditional crib dam, but also make the river corridor more smoothly. It's better than traditional dam, applies to both rigid and flexible grid material by special design. At present, there is no research results of this new kind of jettied crib dam. This article described advantage of debris flow training works while Jettied crib dam against different type debris flow (diluent, high sediment), combining from actual projects as design practices to extension in debris flow training works. Advantages and disadvantages research progress in this kind of dam is reviewed. It has widespread application and extended value.

Key words: new type crib dam; jettied; debris flow prevention; application; projects; PiaoTang tungsten mine