

文章编号:1001-4179(2004)12-0001-02

舟曲县滑坡泥石流遥感影像判读与灾害防治

赵俊华

(长江水利委员会 长江流域水土保持监测中心站,湖北 武汉 430010)

摘要:甘肃省舟曲县水土流失严重,滑坡、泥石流密集而频发,是长江上游著名的滑坡、泥石流多发区。该县地形陡峻而破碎,新构造运动十分活跃,且软硬相间岩体广布,兼之降雨集中,以及不合理的人类经济活动,都成为导致或加剧滑坡、泥石流的诱发因素。在TM多光谱与全色融合影像的基础上,参照地形图,可以准确进行滑坡、泥石流的判读。其防治对策是广泛开展群测群防,实施科学有效的防治措施,切实加强监测预警工作,进一步加强科研和培训工作。

关键词:滑坡;泥石流;成因分析;TM融合影像;防治措施

中图分类号: P642.22 **文献标识码:** A

1 自然概况

舟曲县位于甘肃省的东南部,海拔高度为1 173~4 504 m,土地面积3 009.90 km²,人口13.55万人,是一个以农业为主的少数民族贫困县。舟曲县地处南秦岭山地,地势西北高,东南低,属温带气候区,垂直变化差异大,年平均气温为12.70℃,全年无霜期平均为223 d,年日照时数为1 842 h,年降雨量为400~800 mm。地层岩性主要为志留系石灰岩、板岩、碎屑岩、砂岩、页岩,片状节理发育,松脆易风化。水资源较充足,主要河流有白龙江、拱坝河、博峪河,均顺山势由西北流向东南,河道坡度大,相对落差高,水电总蕴藏量760 000 kW。

随着人类活动的进行,尤其是1958年白龙江林区开发利用以来,舟曲县水土流失日趋严重。该县水土流失主要类型是水力侵蚀,其中以面蚀最为普遍,它使表土剥蚀,土层厚度减少,土壤肥力降低,而沟蚀是造成水土流失较严重的侵蚀类型。重力侵蚀以滑坡为主,此外广泛分布混合侵蚀泥石流,在局部高山区有轻度冻融侵蚀。

2 滑坡泥石流与成因

2.1 滑坡与泥石流

舟曲县是长江上游著名的滑坡、泥石流多发区,据1993年调查统计,县境内有大小滑坡100余处,泥石流沟250余条,其中灾害性滑坡25余处,泥石流60余条,集中分布在白龙江、拱坝河主流及其较大支流河谷区,其中泥石流分布在大小支流口,滑坡主要分布在坪定—化马断裂带、洋布—大年断裂带、大峪坪—朱家山断裂带等断裂构造带内及其次级断层的周围。它们的频繁活动直接和间接威胁着79个村庄21 213人的生命和财产安全,成为制约该县社会经济发展的主要因素。方圆不足1 km²的舟曲县城受到锁儿头、南桥、南山、泻流坡等多个规模巨大的滑坡和寨子沟、硝水沟、三眼峪沟以及罗家峪沟等高频泥石流沟

道的直接威胁,如此密集且活动频繁的滑坡、泥石流分布在全国罕见。

为了保障城乡人民生命财产安全,减轻灾害损失,长江水利委员会水土保持局于1991年在舟曲县设立一个滑坡、泥石流预警二级站和2个滑坡监测预警点,1993年列为滑坡、泥石流群测群防试点县,认真贯彻“政府负责,站点预警,以点带面,群测群防”的工作方针,现已成功预报7处滑坡,及时发现并处理28处滑坡、泥石流险情,经济效益和社会效益显著。

2.2 成因

2.2.1 地形地貌

该县地势沿岷江山脉自西北向东南倾斜,大部分为中山、高山,山地阳坡陡峻、阴坡稍缓,山顶多呈峰状、梁背状,山大沟深,地形破碎,谷峰高差多在1 000 m以上,沟壑平均密度为2 km/km²,沟坡坡度多大于35°,极有利于降雨的迅速汇集流通,为滑坡、泥石流的发生提供了有利的地形条件。

2.2.2 地质构造

该县地质构造复杂,褶皱、断裂广泛分布,并且呈现多期活动特征,不同方向的断裂和褶皱裂隙互相交切,使岩体严重破碎,滑坡的分布与发育规模明显受构造的控制,沿断裂带成群发育,规模大,数量多,泥石流也明显较其他地区发育。如在坪定—化马断裂带上发育了锁儿头—泄流坡—中牌滑坡群和县城—两河口泥石流群。

2.2.3 地震活动

新构造运动在该县境内十分活跃,历史上多次发生7级以上地震,地震活动直接松动斜坡岩土体,破坏岩土体结构和稳定性,很多老滑坡直接由地震造成。据舟曲县水土保持局对锁儿头滑坡和泄流坡滑坡的监测资料显示,在当地发生地震的时段,滑坡滑移速度有明显加快趋势。

2.2.4 岩土体性质

该县岩土体根据工程力学性质可分为坚硬较坚硬岩体、软硬相间岩体和松散岩类岩体 3 类,其中坚硬较坚硬岩体滑坡、泥石流较少,软硬相间岩体分布面积广,所夹的千枚岩、板岩等软岩抗剪强度小,遇水易软化、泥化,成为滑动带的良好地层,而相间的灰岩、砂岩等硬岩又成为理想的滑床,绝大多数滑坡分布于软硬相间岩层区。

2.2.5 降雨

降雨是导致地质灾害频发的重要因素,多集中在夏、秋两季,多为连阴雨或暴雨。连阴雨对滑坡的稳定性影响较大,滑坡活动与降雨有明显的滞后相关性;暴雨对滑坡的影响表现在对坡体的冲刷、掏蚀滑坡前缘两翼和坡脚上,对滑坡稳定产生较大影响。

暴雨是泥石流形成的基本条件之一,也是泥石流发生的水动力来源,该县泥石流均是暴雨型。但由于泥石流沟流域面积、固体松散物质类型及地形等各不相同,诱发泥石流灾害的降雨强度也不尽相同,引发坡面型泥石流的降雨强度较低,而沟谷型泥石流形成的降雨强度则较高。

2.2.6 地表水与地下水

地下水对斜坡稳定的影响主要表现为:① 地下水位上升增加了岩体荷载,加大了坡体重力,从而增加了坡体下滑力;② 地下水浸润、潜蚀及对岩土体易溶矿物的溶解作用使斜坡力学强度降低,同时静水及动水压力的存在也造成坡体抗滑阻力降低。地下水的作用明显反映在碎块石滑坡如锁儿头滑坡、泄流坡滑坡、中牌滑坡等和土质滑坡如立节北山滑坡。

地表水的作用主要表现在对坡体的侧蚀作用,该县沟谷狭窄,滑坡体直接压迫沟道,阻碍水流,沟谷常年受地表水及降雨引发的洪流直接侧蚀、冲刷坡脚,滑坡前缘物质被不断带走,引起后部坡体失稳。此外,滑坡内部冲沟发育,地形破碎,暴雨引发的地表水不断切蚀造成沟坡两侧坡体失稳,不断向冲沟内滑移,如江顶崖滑坡受地表水影响较大。

2.2.7 人类活动

随着社会发展,人口的增长,人类不合理的经济活动,如森林的过度砍伐、坡地的开垦、开挖坡体修建公路、兴修水利和引水灌溉等,都成为加剧或导致滑坡、泥石流的诱发因素。

3 滑坡、泥石流的遥感影像判读

在长江流域水土保持监测中心站开展的嘉陵江流域水土流失动态监测项目中,舟曲县位于 TM 影像 137/037 景范围内,采用 2003 年 9 月的 TM 多光谱影像(分辨率 30 m)与全色影像(分辨率 15 m)进行融合,得到分辨率为 15 m 的融合影像,以便充分利用 TM 全色影像的高分辨率(15 m)与 TM 多光谱影像的多光谱优势。滑坡与泥石流在影像上均有明显的特征,可以参照相应 1:50 000 地形图进行判读。

3.1 滑坡遥感影像判读

以锁儿头滑坡为例,这个巨型滑坡位于舟曲县城西侧 1 km 处城关乡锁儿头村,白龙江左岸,滑坡长 4.56 km,平均宽 0.43 km,平均厚度约 45 m,体积 8 824 m³,滑体后缘海拔 2 250 m,前缘剪出口海拔 1 360 m,平均坡度 11.30°,是一个典型的断层破碎带滑坡,诱发因素有地震、降雨和动水压力。该滑坡主要为慢速滑动,每年滑移 1~2 m,由于坡体长期下滑,中部表层很瘠薄

的壤土已经侵蚀殆尽,为碎石所代替,下部滑坡滑动明显,前缘舌端临江段极不稳定,临空面高出水面 72 m,临江坡度 35°,该段白龙江水面宽仅 18~30 m,公路变形开裂,每 1~2 a 需要修复一次。该滑坡体区域内有村庄 4 处,居住 643 户 2 718 人,滑体前缘对岸是装机容量为 6 400 kW 的锁儿头电站,该滑坡一旦快速滑动,就会堵塞白龙江,预测堵江高度可达 50 m,将淹没上游 11 个村庄近 15 000 人,锁儿头电站也将毁于一旦。

根据该区域地形图可以看出,其等高线特征呈现出与周围地形不自然的剧变,整个滑坡位于一个沟槽中,后壁下部有一个大型滑坡洼地,上部地形起伏较大,现为林地、坡耕地和坡改梯,中部两侧冲沟发育,下部为坡耕地、坡改梯和村庄。滑坡体形状呈狭长的不规则形状,对照 TM 影像,目前滑坡体上长有片状林地,小块坡改梯、经济林园地,还坐落着锁儿头村庄,总体上是一个位于松散岩土体组成的斜坡上的巨大的滑坡体,呈灰白色或浅蓝绿色明亮色彩,内有斑点状影纹,人文活动迹象较多(见图 1、图 2)。

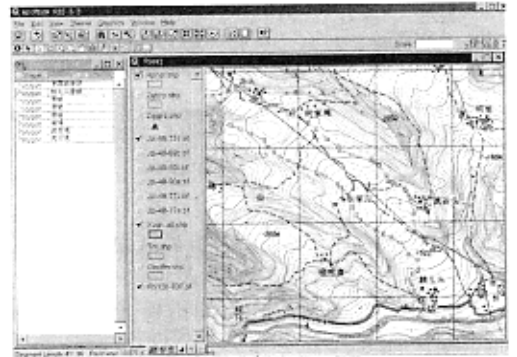


图 1 锁儿头滑坡地形图特征

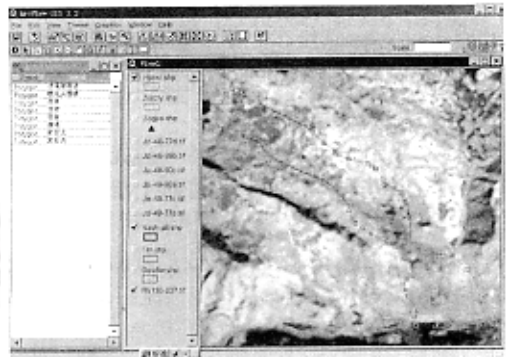


图 2 锁儿头滑坡 TM 影像特征

3.2 泥石流影像判读

以大川泥石流为例,该中型泥石流位于大川乡大川村,其体积为 13.8 万 m³,诱发因素为暴雨,为易发泥石流,威胁着 400 人和 250 万元资产的安全。在地形图和 TM 影像上,该泥石流位于沟口,呈扇形,青色明亮色彩,影纹均匀,自身无植被(见图 3、图 4)。

4 防治对策

4.1 深入开展群测群防

群测群防是充分依靠群众,最大限度避免滑坡泥石流灾害的有效措施,在全面开展滑坡泥石流动态调查的基础上,明确监

较好的地区,采用乔、灌、草复合林层,提高坡面郁闭度;在立地条件相对较差、不宜种植高大乔木的地方,采用灌木加草的复合结构。利用南方地区降雨充沛的有利条件,通过鱼鳞坑、大穴等形式进行工程整地为造林创造条件,适当加大造林密度,或采用大叶植物以加速覆盖,营造局部小气候环境,加快水气的循环过程,为植物的生长创造有利条件。

2.3 拦蓄排灌相结合,合理布置小型水利水保工程

合理排放紫色砂页岩区的地表径流是控制土体或母质碎屑下泄的有效途径,尤其在侵蚀沟道。由于南方地区降雨量大,且暴雨集中,坡面径流冲刷力强,除采用工程整地或修建拦水建筑物外,仍需考虑强降雨条件下的径流排放,如修建排水沟等。同时由于紫色砂页岩区旱季地表温度高,地表蒸发强烈,极易形成干旱,因此旱季应注重水源补充:① 修建小型蓄水工程,如蓄水池等,拦蓄雨季地表径流,或作为临时性贮水,排灌可有机结合,汛期排放,旱时用作灌溉沟渠;② 运用工程整地或工程拦蓄,增加土体厚度和土体含水量,实现水份的自身补给;③ 通过提灌等设施,引用外来水源,进行灌溉补充。

(上接第2页)

测重点,落实监测预警措施。加强领导,明确责任。在上级业务部门的指导下,由县群防领导小组统一组织实施,各乡村群防领导小组和管理站点层层签定合同,明确职责和任务,使各项工作落到实处,建立监督检查制度,上级技术服务组织和行政组织应做好汛前检查以及不定期检查,以免麻痹大意,重视宣传,增强群众避灾能力。通过积极向广大群众宣传识别和防范滑坡泥石流的基本知识,有效提高群众的预警意识和防范能力。

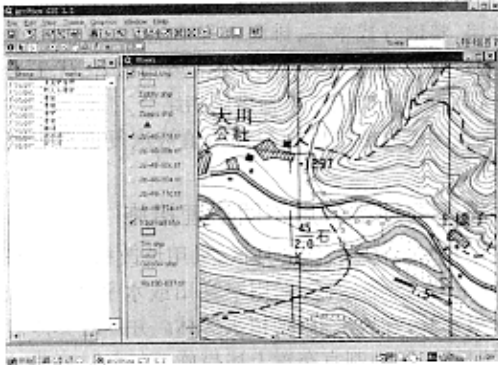


图3 大川泥石流地形图特征

4.2 防治措施

4.2.1 搬迁避让

由于大多数滑坡、泥石流威胁的往往只是一个村庄,自然生态条件较恶劣,工程治理费用十分高昂,在防治经费十分有限的条件下,将其整体搬迁,既能使居民免受滑坡泥石流灾害,又改善了生活环境和生产条件。

4.2.2 工程治理

对滑坡:① 排水。采取修筑水渠、明沟等地表排水工程。② 支挡。对坡脚过陡的不稳定边坡采取修筑护坡工程,如抗滑片石垛和抗滑挡墙。③ 减载。在滑坡体上部减重或脚部加填,使其重心得以降低,增加稳定性。

对泥石流,应以小流域为单元,采取拦挡、输排利导等工程措施与生物措施相结合的方法,进行综合治理,主要采取拦挡坝、排导沟和净槽等措施。

3 结论

庙下墟河小流域是紫色砂页岩分布的典型区域,通过根据地类的不同采用相应的治理措施、营造复合林层、拦蓄排灌相结合,合理布置小型水利水保工程等措施,经过几年治理该流域已取得一定的生态、经济和社会效益,水土流失开始得到遏制,植被覆盖率逐步提高,农业生产条件明显改善,为当地社会经济的可持续发展创建了一个良好生态环境。

至2003年底,本流域共完成水土流失治理面积18 km²,占流域总面积的55.3%,其中坡改梯12 hm²,保土耕作25 hm²,经果林69 hm²,水保林133 hm²,小型水利水保工程完成0.53万m³。村民2003年人均纯收入比上年增长了28%,农业总产值比上年增长了30%。目前流域内已种上枣树、梨树等果树,长势喜人,并套种了黄花菜等经济作物,这些果树增加了当地种植户的经济收入。更为重要的是实施水土保持措施后,该区生态环境得到逐步改善,促进了当地经济可持续发展。

(编辑:刘毅)



图4 大川泥石流 TM 影像特征

4.2.3 生物防治

做好25°以上坡耕地的退耕还林还草工作,调整农业产业结构,改变不合理的耕作方式,改顺坡沟垄种植为横坡等高沟垄种植,禁止乱砍滥伐,大面积种植经济林木,逐步提高森林覆盖率,抑制水土流失,减缓滑坡、泥石流等地质灾害。

4.3 防治灾害与经济发展相结合

如利用地形条件修建水电站,用涵洞对白龙江进行导流,防治灾害又解决电能紧缺问题,开展退耕还林还草,大面积种植经济林木,既保护生态环境,又带来很好的经济效益。

4.4 切实加强监测预警工作

不仅对滑坡、泥石流隐患点本身的变形迹象进行监测,而且将其威胁对象和可能成灾范围也纳入监测范围,对变形明显而暂时不能治理的隐患点建立监测网点,开展专业监测,对其他灾害点,建立以定期目视检查为主并结合简易裂缝位移测量的群测网点。监测工作规范化、制度化,从而进行准确预警预报。

4.5 进一步加强科研和培训工作

加强滑坡、泥石流防灾减灾的科学研究,积极探索新技术、新方法,提高预警预报准确度和防灾减灾工作水平,对有代表性的滑坡、泥石流进行综合治理试点,研究治理模式,总结经验推广。

(编辑:刘毅)

Water retaining capacity of embankment project and over – design – standard operation

ZHANG Jia – fa

(Yangtze River Scientific Research Institute , Changjiang Water Resources Commission , Wuhan 430010 , China)

Abstract : During the 1998 flood , some stretches of Yangtze dyke in Jingzhou region of Hubei province worked at their extreme flood – control capacity . This paper discusses the roles for dykes to play in a flood control engineering system , defines the concept of water retaining capacity of an embankment project , and points out that the water retaining capacity depends on the dyke 's structure and its behaviors , also on the characteristics of flood process and the efforts for fighting against floods . The design standard for dyke engineering and the significance for dykes to retain over – design – standard floods are discussed . Sufficient preparations are emphasized to be made on the basis of scientific researches to avoid risks in the over – design – standard operation of a dyke engineering . Related items to be studied are proposed .

Key words : dyke engineering ; flood ; water retaining capacity ; design standard ; over – design – standard operation

Treatment design of f_{1096} fault at TGP 's permanent shiplock and main construction technology

ZHU Hong CHEN Gong – xin NI Jin – chu

(Design Institute , Changjiang Water Resources Commission , Wuhan 430010 , China)

Abstract : The f_{1096} fault at the No.5 valve shaft of the Three Gorges project 's south – line permanent shiplocks is immediately close to the reinforced concrete lined walls of the valve shaft . Because of its large scale and poor behaviors , and according to structural and operational requirements of the valve shaft , the fault was treated by high – pressure compound grouting . In the design and construction , high – pressure rotary inject of cement grout , deep – hole packing chemical grouting , tracking strain monitoring etc . were adopted , speeding up the construction progress , satisfying the technical requirements of the deformation modulus $E \geq 8 \text{ GPa}$ (for more than 85 percent observation points) and the seepage rate $q \leq 1 \text{ Lu}$ and improving the structural stressing of the valve shaft . The treated fault has stood practical trials of the shiplock operation . Monitored data show that the south – line No.5 valve shaft has been well operating .

Key words : fault treatment ; foundation improvement ; permanent shiplock ; Three Gorges project

Remote sensing image interpretation of landslide and mud – rock flows in Zhouqu county and disaster prevention

ZHAO Jun – hua

(Yangtze River Soil Conservation Monitoring Center , Changjiang Water Resources Commission , Wuhan 430010 , China)

Abstract : Because of serious soil erosion , landslides and mud – rock flows frequently occur and highly concentrate in Zhouqu county with its terrain precipitous and broken . In this region , new tectonic movements are very active , rockmass interbedded with soft and hard strata are widely distributed , rainfalls often take place in Summer and Autumn , and unreasonable human economic activities are not well controlled . All these factors lead to or aggravate landslides and mud – rock flows . On the basis of merging TM multi – spectrum and panchromatic image , referring to the topography map , the landslides and mud – rock flows can be interpreted precisely . The countermeasures for controlling landslides and mud – rock flows are to set up monitoring and warning system , pool the wisdom and efforts of everyone to control and prevent soil erosion , and strengthen the scientific research and training to improve the forecasting accuracy .

Key words : landslides ; mud – rock flow ; contributing factor analysis ; TM merged image ; prevention measures
万方数据