

金风村滑坡成灾特征与减灾分析

陈永波 王成华

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 1997-07-17 13:40,四川省兴文县的金风村因暴雨引发的小型山体滑坡,瞬间吞噬一小商店及两间村舍,造成 53 人死亡和 40 人受伤的严重灾害. 据此探讨了此次灾害的成灾特征、减灾防灾对策和需要深思的其他问题.

关键词 滑坡 成灾特征 防灾减灾

1 金风村滑坡发生的自然环境特征

1.1 自然地理概况

金风村滑坡位于四川省宜宾市兴文县古宋镇西 8km 处,久庆镇、两龙乡和晏阳镇交界部位的大坳上,属久庆镇管辖的金风村内.

因该区偏僻,交通不便,应村民要求,工商行政管理部门同意在此坳口平台上建立集贸市场. 滑坡区为缓坡耕地,前缘有小商店一个,民舍二间,左侧有粮食转运站库房二间,对面有商业营业大棚数间. 赶集日有数百人到此进行物资交流,平日在大坳上居住的居民很少. 如此环境特征,滑坡灾害的危险时刻应是赶集日或人口临时聚集的时间.

1.2 地貌地质特征

1. 地形 金风村滑坡发生在久庆沟源头沟掌地形,源头山顶海拔高近 850m,沟谷切割深度 280m,地形坡度 18° . 滑坡发生前的前缘坡度 20° 左右,后部近坡顶为 17° ,如此地形一般不会发生大规模滑坡.

2. 地层岩性 滑坡区出露地层为志留系下统石牛栏组(S_{1s})黄绿色页岩、砂质泥岩,层面上有灰白色粘土矿物富集,产状 $25^\circ \angle 20^\circ$. 据查层面冲水以后抗剪指标: C 值为 $0 \sim 10 \text{ kPa}$, ϕ 值 $5^\circ \sim 10^\circ$,远小于层面倾角.

3. 地质构造 滑坡区无断层作用,但存在三组陡倾节理裂隙影响着滑坡周界,即 $331^\circ \angle 82^\circ$; $279^\circ \angle 62^\circ$; $32^\circ \sim 45^\circ \angle 65^\circ \sim 80^\circ$. 这三组节理正好与滑坡的两侧壁和后壁的产状一致(图 1).

1.3 气象特征

本区受东南太平洋湿润季风的影响,降雨量尤其丰富. 据叙永幅 1:20 万区调报告,该区多年平均降雨量 1174.3mm,多年 7 月份平均降雨量为 168.7mm. 显然,滑坡灾害多发季节在夏季、汛期.

* 中国科学院泥石流、滑坡专项基金资助项目.

收稿日期:1997-10-15.

2 金风村滑坡特征

2.1 滑坡形态与规模

金风村滑坡为一小型顺层滑坡,滑体呈三角形,两侧壁呈阶梯状,与三组节理产状一致(图 2)。右侧壁利用 $279^{\circ}/\angle 62^{\circ}$, $32^{\circ}/\angle 84^{\circ}$ 构成的 X 型节理,左侧壁利用 $331^{\circ}/\angle 82^{\circ}$, $45^{\circ}/\angle 61^{\circ}$ 构成的 X 型节理,滑坡后壁利用 $45^{\circ}/\angle 61^{\circ}$ 这组节理。左侧壁高 1.75m,右侧壁 1.85m,滑坡后壁 1.8m。

该滑体主滑方向长 50m,前缘宽 50m,后缘宽 10m,平均宽 30m;滑体后缘厚 1.8m,前部厚 2.9m,平均厚 2.35m,估算体积约 $3\ 525\text{m}^3$ 。

2.2 滑体结构与滑面特征

1. 滑体结构 滑坡发生前,滑体表面为厚 0.50m 左右的砂、页岩风化而成的耕作土,其下为较完整的页岩、砂质泥岩地层。滑坡发生以后堆积体前部因受挤压而破碎,但仍能看出岩层产状 $205^{\circ}/\angle 5^{\circ}$ 发生反倾。滑体中后部岩层完整,保留了原始岩层的产状 $24^{\circ}/\angle 20^{\circ}$ (图 2)。

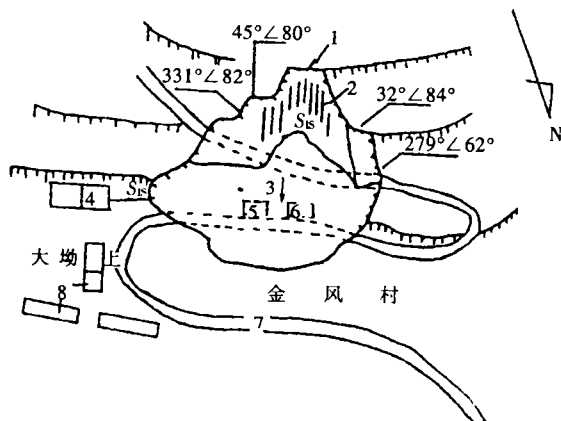


图 1 金风村滑坡平面示意图
Fig. 1 The plane sketch of Jinfeng village landslide

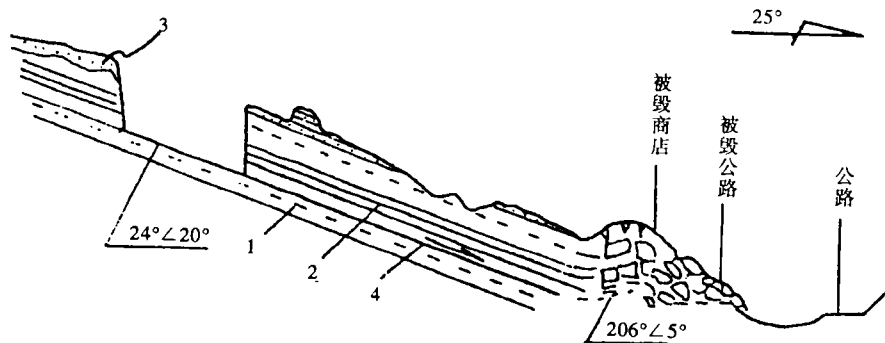


图 2 金风村滑坡纵剖面示意图

Fig. 2 Jinfeng village landslide longitudinal sectional sketch map

2. 滑动面特征 此滑坡的滑动面为页岩层的层面,非常平整、光滑。从滑动面后部暴露出来的部分看出,滑面上有非常清晰、相互平行的若干擦痕,擦痕指向 25° ,与岩层倾向一致,由此确定此滑坡的主滑方向为 25° 。滑动面后部为 1~20mm 厚的灰白色有滑腻感的物质组成,推测为粘土矿物富集的泥模。如此特征反馈说明滑动面上的摩擦系数很

小. 滑动面呈直线型, 仅在前缘剪出口受阻, 呈现近水平剪出.

2.3 滑坡过程分析

2.3.1 发展阶段分析

金风村滑坡为推动式滑坡, 其发展变形过程可分为以下三个阶段^[1,2](图 3):

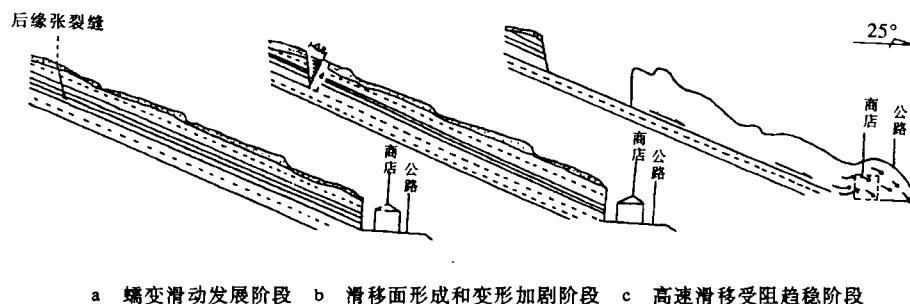


图 3 金风村滑坡形成过程图

Fig. 3 The sketch map of the forming process of Jinfeng village landslide

1. 蠕变滑动发展阶段(图 3a) 由于修建房屋和公路而开挖坡脚, 破坏了斜坡原有的平衡, 在坡体重力作用下, 使斜坡后缘产生蠕变滑动, 后缘出现拉张裂隙.

2. 滑移面形成和变形加剧阶段(图 3b) 在坡体蠕变滑动作用下, 坡体内沿页、泥岩层面发展形成了剪切面, 该面以上实际为一自地表向下递减的剪切蠕变带. 当后缘拉张裂隙达到剪切面时, 斜坡变形就进一步加剧. 因滑坡体后缘高 1.8m, 所以在滑坡发生之前, 后缘坡面拉张裂隙的张开量——坡面位移量(Δz)不会太大, 经计算分析为 4.5cm^[3].

3. 高速滑移受阻趋稳阶段(图 3c) 当后缘拉张裂隙达到剪切面时, 造成剪切面上剪应力集中. 由于地表水渗入坡体至滑移面上, 削弱了剪切面的抗剪强度, 当剪切面上的抗剪强度降低到一定程度时, 滑坡开始滑动. 滑坡启动后, 在动荷载的作用下, 滑移面上的抗剪强度继续降低至残余强度, 因而滑坡的运动速度迅速增至最大. 本滑坡获得瞬时最大速度的位置在公路、房屋内侧坡脚. 尔后受房屋、公路阻滑, 滑动速度迅速降低至零, 其运动轨迹如图 3c 箭头所示.

2.3.1 滑速滑程分析^[4,5]

1. 滑速分析 在滑坡高速滑移前, 由于后缘的蠕动变形使滑坡已具有一定的初速度 V_0 .

$$V_0 = \sqrt{(2/M)U} \quad (1)$$

式(1)中 M 为滑体质量(kg); U 为滑动岩、土剧滑前的助滑变形能, 可由下式计算

$$U = \frac{1}{2} E(h/l)b^2 \quad (2)$$

式(2)中 E 为滑动岩体的弹模; h 为滑体平均厚(m); l 为滑体长(m); b 为滑坡后缘相对前缘剧滑前的最大变形(m).

按功能原理可推导出滑坡启动滑移速度的计算公式为

$$V = \sqrt{(2/M)U + 2g(H - fL)} \quad (3)$$

式(3)中 g 为重力加速度; H 为滑体重心落差(m); l 为滑体滑移面水平长(m); f 为滑动面上动摩擦系数。

由式(1)、(2)可计算出金凤村滑坡启动时的初速 V_0 为 0.19m/s; 据式(2)、(3)可计算出金凤村滑坡重心滑至公路房屋内侧坡脚的最大滑速为 10.55m/s。

滑体滑出剪出口后, 由于受到房屋和公路的阻挡, 迫使滑垫面(公路)以上的滑体反翘破裂, 消耗巨大的动能而使滑坡停止运动, 达到一种新的平衡, 至此完成了本次滑坡过程。

2. 滑程分析 当滑坡的运动速度逐渐减小至 0 时, 即得到滑体的最大滑距

$$L_{\max} = U / fgM + H / f \quad (4)$$

用此式来验算金凤村滑坡的最大滑距为 31.71m, 但实际为: 滑坡后缘滑离后壁 10~12m, 而滑坡堆积体前缘离剪出口仅 5~7m, 这说明金凤村滑坡滑出剪出口后就碰上巨大的阻滑物(房屋、公路), 而未达到最大的滑程。

3 成灾特征与防灾减灾建议

3.1 成灾特征与问题思考

据调查, 金凤村滑坡的成灾具有以下几方面特征^[1]:

1. 非常规性 正常情况下, 如此低矮的缓坡, 即使发生滑坡, 其规模也是很小的, 不会造成巨大的灾害, 但事实并非如此。金凤村滑坡体积仅 3525m³, 却造成了 53 人死亡, 伤 40 余人, 毁房三间的巨大损失, 不得不引人深思。

2. 巧合性 1) 当日正值本地集贸市场开张之日, 正是人员聚集的高峰期; 2) 正好天降暴雨, 对滑坡的发生起到了一触即发的作用, 如果这两条错开, 决不会造成如此大的灾害。

3. 人们的思想麻痹性 滑坡的发生是斜坡变形破坏的必然结果。只要有滑坡形成、发生的基础知识, 有一点滑坡灾害的警觉性, 就可避免巨大的滑坡灾害。至少能将滑坡的损失降到最低点。金凤村滑坡发生前, 在场的群众、县乡干部无一人对滑坡的发生有所意识, 在暴雨中无一人到商店、住房后山去查看, 正是这种滑坡知识缺乏和麻痹思想, 才造成了这次巨大的滑坡灾害。

从西南山区乃至全国范围山区来看, 这种类型的滑坡分布范围和发生几率都是比较高的, 累积起来造成的灾害并不亚于大型滑坡对山区人们生命财产所造成的危害。因此不能忽视中、小型滑坡的危害。

3.2 减灾、防灾对策与建议^[1]

由于山区这类滑坡分布的范围非常广泛, 且几率也很高, 因此不可能采取对城镇、工矿、铁路、公路等国家重点保护对象的滑坡防治办法, 而应采取一套适宜广大农村防治滑坡的系统工程——群测群防工程。

1. 加强滑坡基础知识的宣传、普及教育 1) 举办县、乡分管干部滑坡基础知识及减灾、防灾管理培训班, 使广大的县、乡分管干部懂得滑坡的形成、发生和成灾的基础知识, 学会组织广大山区农民群众参加群测群防的具体办法; 2) 举办村级干部、初中以上文化程度的中、青年农民滑坡基础知识培训班, 使广大的干部和农民懂得滑坡的形成和发生的基

基础知识,什么样的斜坡是稳定的,什么样的斜坡是不稳定的,什么样的斜坡开挖后需要作护坡抗滑工程,什么样的斜坡不需要。能判别本村农民住房前后发生滑坡的地面变形前兆;懂得简易观测和报警的方法。

2. 加强群测群防的组织机构建设 1)以县主管部门为主,建立县“山地灾害测报和减灾、防灾中心”。负责全县山地灾害的调查、监测、预警报和减灾、防灾的指挥工作;2)每个乡(镇)建立“山地灾害测、报站”,负责本乡、村主要危险区的汛前调查、安全判别、汛期险情信息收集,并及时向县中心报告;组织紧急避灾、抢险工作;3)每个村建立“山地灾害测、报组(点)”,负责全村农民住房前后的危险坡体变形和其他异常现象监测,并随时向乡站和县中心报告。每年汛前、汛后各监测一次,大雨、暴雨时派专人全天候巡视;4)发动、组织农民对自家房前屋后进行长期、经常性的巡视、观测。当发现地面变形和其他有关异常现象,应立即报告村测报组。若出现滑坡等灾害险情,应在向上级主管部门报告的同时,组织险区内人员物资立即撤出。

按以上办法,落实到实处,广大农村以中小型滑坡为主的山地灾害就可得到根本控制,其损失可减少到最低程度。

参 考 文 献

- [1] 唐帮兴,李宪文,王成华等. 山洪、泥石流、滑坡灾害及防治. 北京:科学出版社. 1994. 238~403.
- [2] 胡广韬,杨文远. 工程地质学. 北京:地质出版社. 1990. 158~162.
- [3] 张倬元,王兰生. 工程地质分析原理. 北京:地质出版社. 1990. 243~245.
- [4] 王成华,黄大廷,刘新民等. 层状半成岩库岸远行期变形破坏过程及中长期稳定性预测. 见:滑坡研究与防治(1)成都:四川科学技术出版社. 1996. 1~28.
- [5] 谭万沛,王成华,晋玉田等. 泥石流滑坡分类及其特征. 暴雨泥石流滑坡的区域预测与预报. 成都:四川科学技术出版社. 1994. 130~141.

THE FORMING FEATURE AND MITIGATING DISASTER SUGGESTION OF JINFENG VILLAGE LANDSLIDE

Chen Yougbo Wang Chenghua

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Science
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

Abstract

Twenty to fourteen on July 17, 1997, rock landslide occurred in torrential rain in Jinfeng village, Xingwei country, Sichuan province, one small shop and two cottages were swallowed in a wink, it led to 53 person dead and 40 person injured.

Based on the analysis of the features of the geology and landforms, meteorology and landslide, the paper divided the process of landslide into three developi stages; the stage of wriggling,

the stage of forming landslide plane and deforming intensely, the stage of slipping high speed to stop for obstruction. Using the law of conservation of energy, we estimated the speed and the slipping distance of landslide, at last we made conclusion of the forming disaster feature. According to the landslide feature, authors performed some advice, and hoped to made achievement in mitigating disaster and preventing this kind landslide in future.

Key words Landslide, forming feature of disaster, controlling and mitigating disaster

本刊评选优秀论文启事

本刊从 1998 年起,设立优秀论文奖,每年评选一次。兹将有关事宜通知如下:

1. **奖项类型、名称** 分为“青年优秀论文”奖和“优秀论文”奖。前者专为 35 岁以下作者所设,后者为所有作者设立。

2. **申报条件** 凡为规定期限在本刊发表的文章均具备申报条件。

3. **申报方式** 作者个人申报和专家推荐相结合。

4. **申报程序** 申报者或推荐者将参评优秀论文的文章题目、发表卷、期和起止页码,连同申报理由一并交编辑部即可,申报理由包括:

1) 国内外引用情况(须注明引文所在刊名、卷、期、页,并附上引文复印件);

2) 其他形式的社会反响,如获奖、报刊宣传、转载,邀请参加学术会议,邀请合作开展研究,邀请访问讲学等(均须有实质性证明材料);

3) 推广应用情况(指技术、方法类文章),须有权威机构的实质性证明材料;

4) 其他可作评奖依据的实质性、权威性专家评价意见或证明材料。

5. **参评论文的发表时限** 以评奖上一年为基年后退 5 年期内。第一次(1998 年)参评的文章的发表期限为 1992~1996 年,第二次(1999 年)参评文章发表期限为 1993~1997 年,依次类推。

6. **申报截止日期** 每年 8 月 31 日,过期者下年度有效。

7. **评选程序** 专家初评—编委会复评—主编终评。

8. **奖励形式** 本刊评定的优秀论文,将由编委会发给“(青年)优秀论文”获奖证书,同时在卷末期封底刊登获奖论文作者姓名、文章题名和工作单位并在适当时机由本刊简介获奖作者的其他成就,以扩大影响,增进学术交流。

欢迎广大作者踊跃投寄高质量论文,积极参与优秀论文评选活动。

未详事宜,函电垂询(电话:028—5223826,通讯地址见《征稿简则》)。