

四川江油枫顺乡大院子 I 号滑坡形成条件和影响因素分析

星玉才^{1,2}

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第一地质矿产调查院, 河南 洛阳 471023;
2. 河南省金银多金属成矿系列与深部预测重点实验室, 河南 洛阳 471023)

摘要:江油市是受“5·12”地震破坏较为严重的地区之一, 枫顺乡大院子 I 号滑坡形成于地震期间, 滑坡的形成是多种因素共同作用下而导致, 有内因也有外因, 通过研究分析岩土 C 、 Φ 值敏感性对滑坡稳定性影响, 从而更好地正确认识滑坡形成机制, 为滑坡的防治提供参考依据。

关键词:滑坡; 影响; C 、 Φ 值; 分析

文章编号:1003-8035(2014)02-0032-05

中图分类号:P642.22

文献标识码:A

0 前言

汶川“5·12”特大地震, 强度大, 波及范围广, 是我国建国以来最严重的地震灾害; 地震不仅造成大量人员伤亡, 也造成了大量的房屋倒塌、基础设施损毁等, 给灾区人民生命财产造成重大损失。同时, 地震诱发了大量滑坡、崩塌、泥石流, 严重影响了地震灾区抗震工作和灾后恢复重建工作。江油枫顺乡大院子滑坡是众多灾害中的一个, 其危险性 & 影响较大, 一旦下滑将堵塞清江河形成堰塞湖, 威胁下游乡镇及村庄的生命财产安全。

1 概述

1.1 地理位置

江油市枫顺乡大院子 I 号滑坡地处四川江油与青川交界, 位于枫顺乡最北端五棵树梁上, 距江油城区 125km 路程, 距枫顺乡约 8km, 有 6km 简易公路, 2km 斜坡地形不通车, 交通极为不便。该滑坡体前缘在“5·12”地震中已下滑, 在清江河中形成了一个长约 90m、宽约 50m、高约 20m 的堰塞湖坝, 抗震救灾时清理花费数百万元。

1.2 地质背景

滑坡所在地为构造侵蚀性中山区, 山峰一般均在海拔 1000 ~ 2000m, 山势陡峻, 沟谷纵横, 谷狭沟深, 多呈“V”字型, 地形坡度一般 30°以上。I 号滑坡沟底清江河高程 970m, 后缘程 1313m, 最大高差达 343m。

滑坡区地层较为单一, 出露主要为寒武系灰、浅

灰色变质细-中粒砂岩夹少量灰色粉砂质板岩及第四系残坡积层。

枫顺乡地质构造主要属于龙门山新华夏系纵列构造。龙门山褶皱带与川西、川北褶皱带的分界线大致沿江油——灌县大断裂一线。龙门山构造带是早古生代沉降的中心, 印支运动使地层发生变质和塑性变形, 受强烈挤压, 形成北东向褶皱带。前龙门山褶皱带是晚古生代(包括三迭纪)沉降中心, 尤其在泥盆纪至石炭纪下陷最强烈, 印支运动和燕山运动使地层发生全形褶皱和剧烈的断裂, 形成众多的迭瓦式断裂(图1)。

2 滑坡体特征

I 号滑坡位于枫顺乡最北端的五棵树梁上, 清江河窄狭子东 150m。滑坡体边界整体呈圈椅状, 坡体纵向倾斜长约 310m, 横宽约 200m, 从 1 线剖面看滑坡中部高两侧低, 坡度 24°, 主滑方向 195°。顺滑动方向整体呈上陡、中缓、下陡的形态, 滑坡周界明显, 前缘为地震中崩滑的临空面, 高程为 1180m, 后缘位于五棵树梁上, 高程 1290 ~ 1310m, 相对高差约 110 ~ 130m。滑坡后缘滑壁明显, 下错 0.5 ~ 1.8m, 拉张裂缝最宽达 1.5m, 侧缘地裂缝呈羽列, 见图 2、图 3。

收稿日期:2013-05-16; **修订日期:**2013-06-18

作者简介:星玉才(1967—), 男, 汉族, 本科, 高级工程师, 地质专业, 主要从事矿产地质、工程及环境地质工作。

E-mail: xingyucaidd@126.com

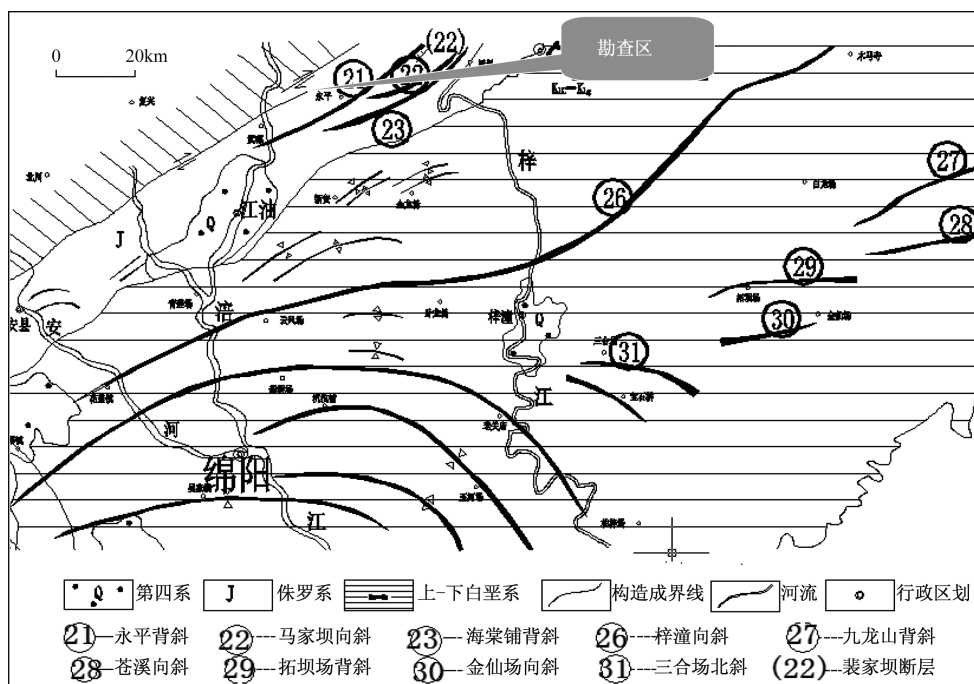


图 1 区域地质构造图

Fig. 1 Regional geological map

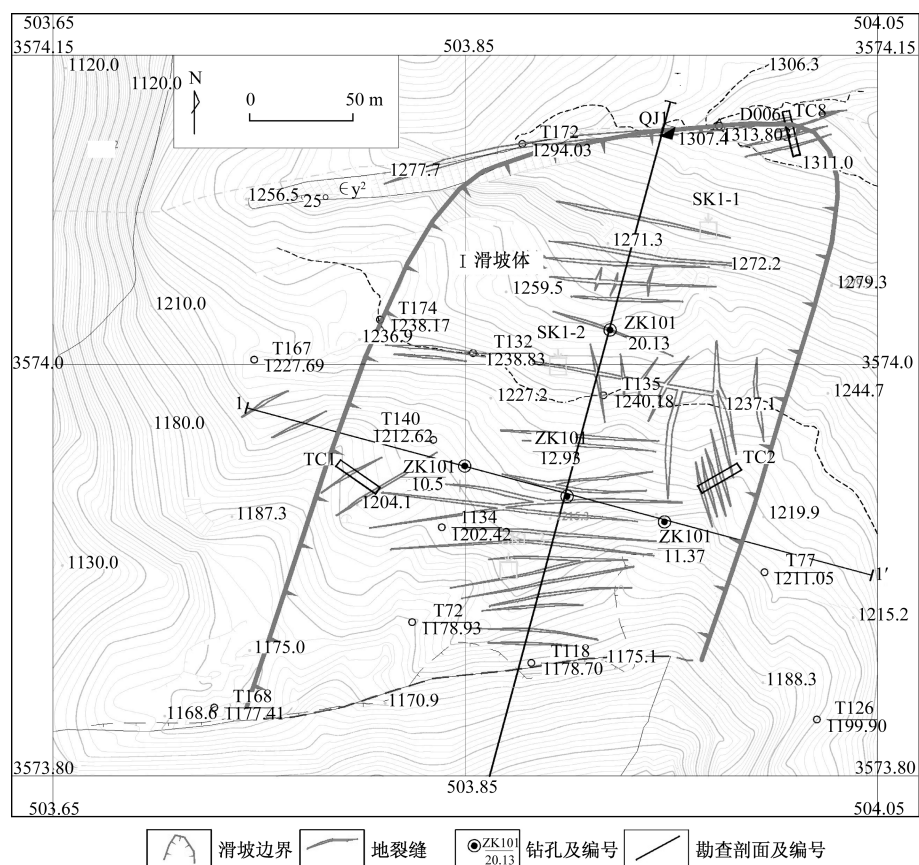


图 2 I 号滑坡平面示意图

Fig. 2 I landslide sketch

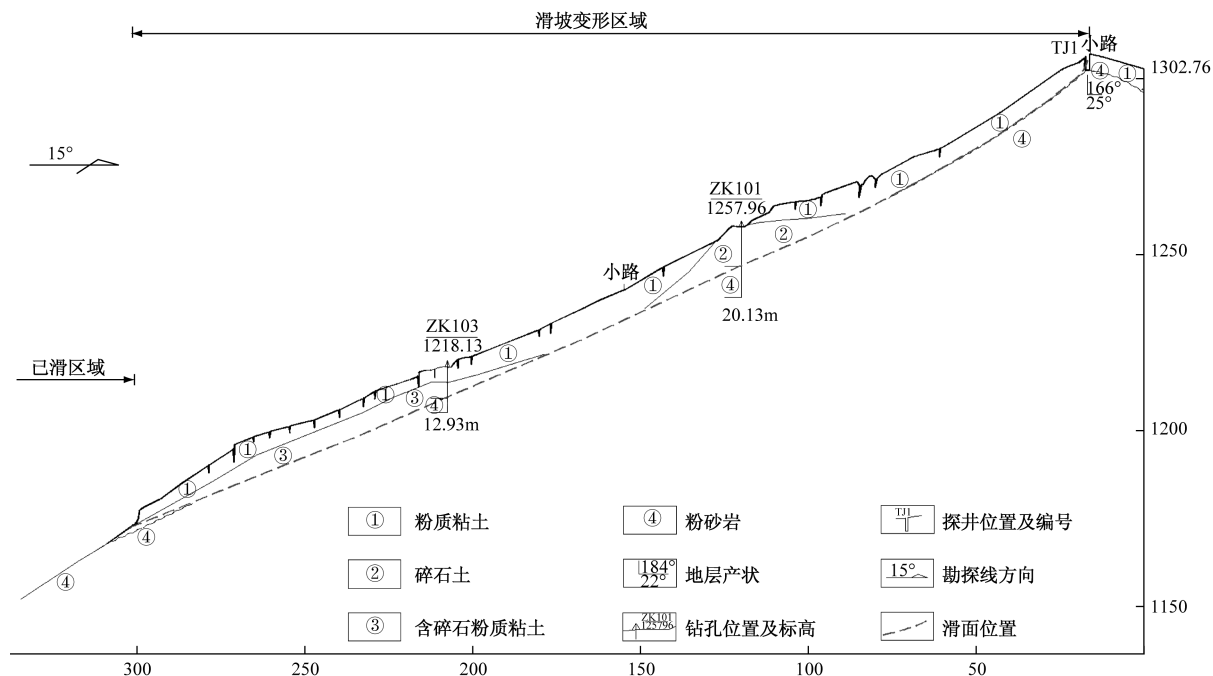


图3 滑坡地质剖面图

Fig. 3 Landslide geology section

该滑坡滑体主要由第四系粉质粘土和碎石土构成,厚度约 5 ~ 10m,平均 8.8m;滑床为寒武系油房组砂岩,产状 $162^{\circ} \sim 185^{\circ} \angle 18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 。滑坡体面积 $6.2 \times 10^4 \text{ m}^2$,体积约 $55 \times 10^4 \text{ m}^3$,属中型浅层土质滑坡,按运动形式属于牵引式滑坡^[1]。

3 滑坡形成条件和影响因素及参数敏感性分析

滑坡是多种不利因素共同作用下而形成,内因是其本身的地形地质特征,外因是其形成的诱发因素^[2~3]。

3.1 滑坡形成条件

(1) 地质结构

该滑体的物质组成为第四系夹少量碎石的粉质粘土和碎石土,滑床为砂岩,产状为 $162^{\circ} \sim 185^{\circ} \angle 18^{\circ} \sim 22^{\circ}$,滑面与地层倾向河坡向相同。滑体主要为碎块石土,碎石含量较高,可达 40% ~ 50%,碎石径一般在 0.5 ~ 20cm,滑体透水性较好,降雨在重力作用下入渗至滑坡体内,增加坡体自重,软化土体,影响坡体稳定性。

(2) 地形地貌条件

较陡的地形和前缘临空是形成滑坡的重要因素之一,大院子 I 号滑坡前缘距清江河相对高差约 200m,下部(已滑后)地形坡度约 50° ,上部变形区坡

度约 25° ,这也就是被下部牵引而未完全滑落的原因之一。

3.2 滑坡影响因素

(1) 地震

“5·12”地震前, I 号滑坡处于基本稳定状态。在地震波强烈影响下,改变岩土体原有应力状态,在滑动方向的地震力加大了下滑力,使原坡体前缘崩滑临空,失去原有阻力作用,破坏坡体整体平衡。

(2) 强降雨

在地震及其后的一段时间,发生连续降雨,雨水直接沿裂缝进入滑体,增加滑体自重,降低滑带土抗剪强度,加速滑坡变形破坏,因此降雨是滑坡发生的主要诱因之一。

3.3 滑带土抗剪强度参数敏感性分析

滑坡主要受地形地貌、地层因素、地震和强降雨和区内地质构造的影响^[4]。地层上部是第四系松散坡积物,下伏为基岩层,由于受区内地层岩性和地质构造的影响,滑坡区基岩有一定程度风化,呈碎裂结构。

滑坡稳定性的因素是综合的,对滑坡稳定性敏感因素进行分析,从而更好地正确认识滑坡形成机制。

根据试验参数^[5],取滑带土 $C = 9.8 \text{ kPa}$ 、 $\Phi = 21.9^{\circ}$,选择主剖面计算滑坡体在天然状态下,其稳定系数为 $F_{so} = 1.022$ 。滑带土 C 、 Φ 值敏感区间值选取

为: C 值在 6.8 ~ 12.8kPa, Φ 值在 18.9° ~ 24.9°,在敏感性分析计算结果见表 1、图 4 和图 5。

表 1 主剖面 C 、 ϕ 值敏感性分析一览表
Table 1 Principal section C and Φ value sensitivity analysis data sheet

K	ϕ	18.9	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9
c								
6.8	0.846	0.888	0.931	0.974	1.018	1.063	1.108	
7.8	0.862	0.904	0.947	0.990	1.034	1.079	1.124	
8.8	0.878	0.920	0.963	1.006	1.050	1.095	1.140	
9.8	0.894	0.936	0.979	1.022	1.066	1.111	1.156	
10.8	0.910	0.952	0.995	1.038	1.082	1.127	1.172	
11.8	0.926	0.968	1.011	1.054	1.098	1.143	1.188	
12.8	0.942	0.984	1.027	1.070	1.114	1.159	1.204	

注:表中单位 C 值 kPa, ϕ 值为°。

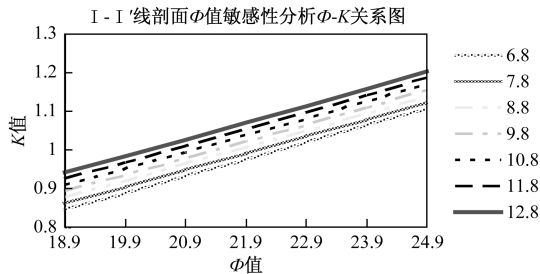


图 4 ϕ 值敏感性分析图
Fig. 4 ϕ value sensitivity analysis chart

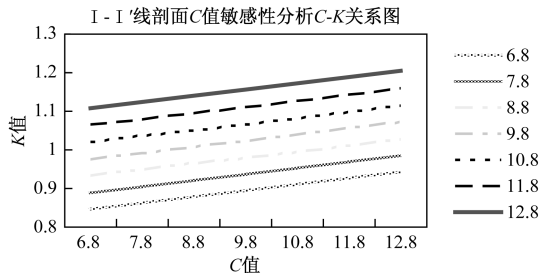


图 5 C 值敏感性分析图
Fig. 5 C value sensitivity analysis chart

根据上述分析关系图得出下述结论:①滑带土层 C 、 Φ 值均与稳定系数 K 呈正相关;② C 值每增加或降低 1kPa, K 值增加或降低 0.016;③ Φ 值每增加或降低 1°, K 值增加或降低 0.042 ~ 0.045。

4 结语

该滑坡体裂缝发育,具有滑坡体的典型特征,实验选取 C 、 Φ 计算与实际情况基本相符,在天然工况下整体处于基本稳定状态,但地震或暴雨工况下处于欠稳定状态。一旦整体滑塌将堵塞清江河河道,危险性重大,因此应加强对该滑坡的监测和防治。

滑坡的形成主要受内因(地质结构、地形地貌等)和外因(地震、降雨)的综合影响,而滑带岩土是受影响极为敏感的部位。通过研究分析,滑坡体滑带土 C 、 Φ 值与滑坡稳定性正相关,稳定系数 K 随 C 、 Φ 值的变化而变化,其幅度与滑带土的性质、含水量及滑面坡度等关系密切,亦较为敏感。鉴于 C 、 Φ 值在计算滑坡稳定性及防治工程设计中的意义重大,建议在滑坡勘查中取样、实验工作阶段应该高度重视,以减少不必要的误差,确保勘查成果的准确可靠。

参考文献:

[1] 郭翔, 基莹. 陕西旬阳党家坝滑坡特征及防治设计 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2013, 24(1): 25 - 32.
GUO Xiang, QI Ying. Evaluation and treatment of Dangjiaba landslide in Xunyang'shaanxi province [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2013, 24(1): 25 - 32.

[2] 尹洪峰, 刘彦书. 老房子滑坡稳定影响因素敏感性分析 [J]. 长春工业学院学报, 2005, 6(1): 1 - 4.
YIN Hongfeng, LIU Yanshu. Sensitivity analysis of factors influencing Laofangzi landslide stability [J]. Changchun Inst Tech. (Nat. Sci. Edi.), 2005, 6(1): 1 - 4.

[3] 姚爱军, 易武, 王尚庆. 杨家岭 1# 滑坡稳定性影响因素及敏感性分析 [J]. 工程地质学报, 2004, 12(4): 390 - 395.
YAO Aijun, YI Wu, WANG Shangqing. Factors for instability of theland slide no. 1 in Yangjialing and their sens itivity analysis [J]. Journal of Engineering Geology, 2004, 12(4): 390 - 395.

[4] 刘长春, 殷坤龙, 李远耀. 巴东县文家滑坡稳定性计算及其敏感性分析 [J]. 水文地质工程地质, 2010, 37(1): 113 - 117.
LIU Changchun, YIN Kunlong, LI Yuanyao. Stability calculation and sensitivity analysis of Wenjia landslide, Badong country [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2010, 37(1): 113 - 117.

[5] 河南省地质矿产勘查开发局第一地质调查队. 四川省江油市枫顺乡大院子滑坡应急勘查报告 [R]. 2010.
First Geological Survey Team, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development. The emergency survey report of dayuanzi landslide Jiangyou city Sichuan province [R]. 2010.

Analysis of the Da yuan zi village No I. landslide impact factors Jiangyou city Feng Shun township

XING Yu-cai^{1,2}

(1. No. 1 Institute of Geological and Mineral Resources Survey of Henan, Luoyang Henan 471023, China

2. Key Laboratory of Au-Ag-Polymetallic Deposit Series and Deep-seated
Metallogenic Prognosis of Henan Province, Luoyang 471023, China)

Abstract: Jiangyou City is subject to the “5.12” earthquake damage are more serious one, the Feng Shun Township yard I No. landslide formed during the earthquake, landslide formation and lead to many factors, internal and external factors, by research and analysis geotechnical C 、 Φ value sensitivity effect on landslide stability in order to better correct understanding of landslide formation mechanism, to provide a reference for the prevention and treatment of landslides.

Key words: landslides; C 、 Φ value; analysis

封面照片说明

辽宁抚顺西露天矿南帮地表裂缝

辽宁省抚顺市西露天矿历经百余年开采,形成东西长 6.6km、南北宽 2.2km、面积约 11km² 的矿坑。2009 年,在矿坑南帮的上部开采境界线外围,发现地表裂缝;2013 年 3 月份以来,南帮边坡出现了整体变形;2013 年 8 月份以来,速率持续加大,滑坡险情加剧。封面照片为该滑坡后缘的地表破裂带(拍摄于 2014 年 1 月 16 日,镜向 260°)。据调查,滑坡纵长约 1.5km、后缘横宽约 3km,厚度不均,估测体积超过 10⁸m³,主要玄武岩体组成,夹多组破碎带及煤线,构成顺向层状结构。现场清楚可见受断层和坑体结构控制的滑坡周界,后缘为两条近平行的地表破裂带,前缘在坑底,东边界为 F5 断层,西边界位于南帮向西帮转折部,前缘未发现明显的临空剪出口。受坑体构造与坡体结构的控制,滑体呈上宽下窄的梯形平面分布。在纵向上,滑体具有三段式地质-力学特征,上段沉陷-拉裂、中段滑移-溃曲,下段鼓胀-压裂;在横向上,受 F5 断裂系控制,自东向西变形整体性减弱、表层变形增大。反演分析表明,由于坑体剥离削弱底拱支撑能力,导致坡体稳定性,优势结构重调整,进而演化为南帮坡体变形。以重力作用为主导,坡体变形速率受地下水排泄、坡表降水入渗及坑底回填压脚影响。2013 年“8.16”强降雨过程及既有变形对疏干隧洞功能的影响,显著加剧了滑坡演化过程。

中国地质环境监测院(国土资源部地质灾害应急技术指导中心)陈红旗 供稿