

# 张家界唐家坡滑坡形成机制及成因分析

陈永波<sup>1</sup>, 乔建平<sup>1</sup>, 王成华<sup>1</sup>, 陈秀琼<sup>2</sup>

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 西南交通大学峨眉分校土木系测量教研室, 四川 峨眉 614202)

**摘 要:**1998-7~11 由于石油调查需要, 江汉油田在湖南省张家界市永定区教子垭镇黄官塔村唐家坡组与蔡家坡组进行了地震物探, 同年 12 月唐家坡组发生坡体蠕滑拉裂, 造成 21 间房屋被毁, 幸无人员伤亡。本文从滑坡的机理对唐家坡滑坡进行了分析, 确定了该滑坡的形成机制与成因。

**关键词:**唐家坡滑坡; 形成机制; 成因分析

**中图分类号:** P642.22

**文献标识码:** A

## 1 研究区工程地质概况

### 1.1 地形地貌

该区属低山区, 主要地貌类型为单面山。区内沟谷发育, 切割较深, 相对高差达 240m。总体地势上西高东低(图 1), 中部平缓自然坡度  $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ , 唐家坡组就位于坡体的该平缓地带, 海拔标高 550 m 左右; 滑坡区东侧沟谷大容溪为澧水的一级支流, 南侧唐家沟为大容溪的一级支流, 切割较深, 谷坡坡度达  $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

### 1.2 地层岩性及地质构造

区内出露地层主要为志留系罗惹坪组, 岩性主要为黄绿色、灰绿色粉砂质页岩、薄层粉砂岩、泥岩, 其下面为泥灰岩, 属于易滑地层。区内构造简单, 为向南西倾斜的单斜构造, 地层产状较为平缓  $245^{\circ} \sim 275^{\circ} \angle 3^{\circ} \sim 11^{\circ}$ , 与地形坡向相反。受构造活动影响, 岩层较破碎。

### 1.3 气象条件

该区域属中亚热带山原型季风湿润气候。年平均气温  $16.8^{\circ}\text{C}$ 。降雨多集中在夏季, 且多以历时短强度大的暴雨形式出现, 年降雨多在 1 000 mm 以上, 最大日降雨可超过 150 mm。

## 2 唐家坡滑坡基本特征

### 2.1 滑坡总体特征

收稿日期: 2002-10-20。

基金项目: 中国科学院知识创新项目(编号 B20206021)资助。

作者简介: 陈永波(1971-), 男, 山西省运城人, 1997 年毕业于成都理工大学, 获理学硕士; 1999 年考入西南交通大学攻读岩土工程博士。主要从事滑坡勘测、工程设计以及滑坡危险度区划以及预警报系统的研究工作。

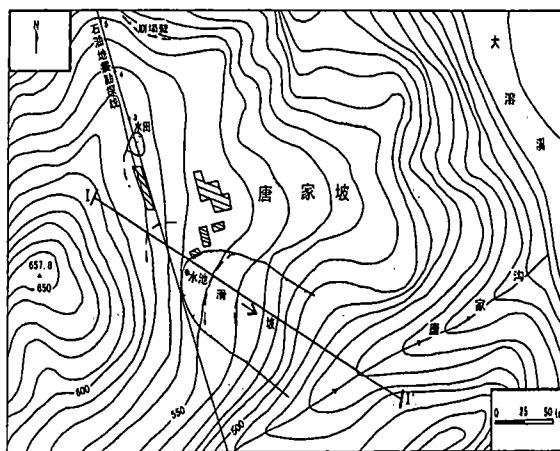


图 1 唐家坡滑坡平面图

Fig.1 Tangjiapo landslide ichnography

从总体上来看, 其具有典型的滑坡特征: 圈椅状形态, 从远处观察具有明显的滑坡后壁, 由于植被发育, 已看不到滑坡擦痕, 仅在侧面有明显的滑坡侧壁; 滑坡中部由于下滑速度的差异性, 已在滑体中部分解形成滑坡平台以及滑坡陡坎(图 2)。

### 2.2 滑坡性质及分块特征

该滑坡为一牵引式滑坡。由于河水的冲刷淘蚀坡脚, 使坡体前缘应力集中, 在重力的作用下失稳滑移, 牵动坡体后部移动。在其滑移过程中, 其内部由于牵引滑动差异而解体, 形成多个次一级滑块。在其滑移过程中, 斜坡受到其

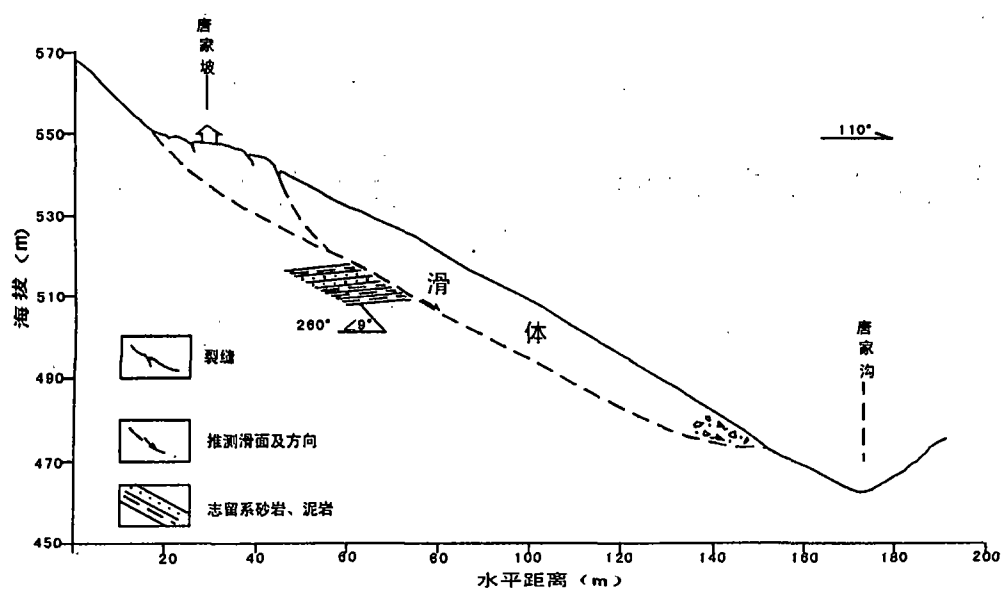


图2 唐家坡滑坡剖面图

Fig.2 Tangjiapo Landslide Section

南侧唐家沟河水冲蚀部分解体,使滑移方向发生偏转而滑向唐家沟。

### 2.3 滑坡规模

据近两年来斜坡地表变形开裂变形和房屋开裂组合特征分析,滑坡体长约150m,宽约70m,平均厚度约8m,估算体积约8.4万 $\text{m}^3$ ,其主滑方向约110°。

## 3 滑坡形成机制及成因分析<sup>[1]</sup>

### 3.1 地形条件

唐家坡组位于斜坡中部缓倾台地上,平均坡度

约12°,其前缘为一高近200m的陡倾地形,坡度40°~50°(图2)。这些为滑坡的发生提供了良好的地形条件。

### 3.2 地层岩性条件

研究区出露的地层为志留系下统褐色泥岩,页岩,泥质粉砂岩。该套地层质软、易风化,属弱岩类地层。该地层遇水软化(表1),强度显著降低。其下为泥质灰岩,这种岩体组成为滑坡的形成提供了较好的地层岩性条件;同时该区的构造作用使岩体破碎也促使了滑坡的发育。

表1 唐家坡滑坡岩土物理力学性质

Table 1 Tangjiapo landslide rock - soil mechanics character

样品编号	含水量 %	密度 $\text{g}/\text{cm}^3$	比重 $G_s$	饱和度 %	孔隙率 %	孔隙比	液限 %	塑限 %	塑性指数	抗剪强度 (直剪)		抗剪强度 (残剪)	
										内摩擦角 ( $^\circ$ )	内聚力 (kPa)	内摩擦角 ( $^\circ$ )	内聚力 (kPa)
1	18.3	2.10	2.75	92	35	0.549	37.9	19.7	18.2	13.5	54	9.3	33
2	23.9	2.03	2.75	97	40	0.678	37.9	19.7	18.2	9.7	42	5.6	15
3	20.3	2.11	2.75	98	36	0.568	39.6	20.8	18.8	15.6	47	8.7	21
4	23.6	2.05	2.75	99	40	0.658	39.6	20.8	18.8	10.3	37	6.8	10
5	18.1	2.15	2.74	98	34	0.505	33.1	18.6	14.5	25.6	45	21.4	20
6	21.7	2.08	2.74	99	38	0.603	33.1	18.6	14.5	11.3	32	5.9	12
7	18.0	2.10	2.74	91	35	0.540	32.4	18.2	14.2	21.3	41	16.9	4
8	25.5	2.02	2.74	99	41	0.702	32.4	18.2	14.2	12.5	39	9.2	6

### 3.3 降雨条件<sup>1)</sup>

丰富的年降雨以及高强度的降水,对滑坡的发生起到了不可或缺的作用:

1. 岩土の力学性质弱化,大量的地表水渗入地下,在软弱层上富集、侵蚀,使岩体工程地质强度迅速降低,直至发生滑坡;

2. 破坏了坡体的力学平衡,其提供的静水压力和动水压力以及浮托力使下滑力增大而使抗滑力降低,从而使坡体不稳定。

### 3.4 人类工程活动

主要表现在以下方面:

1. 修路、建筑等开挖坡脚,以及修建水池,引水灌田使大量的水渗入地下等,均引起了斜坡的变形破坏;

2. 石油地震物探放炮,虽然没有为滑坡的发生直接提供动力条件,但其使炮眼附近岩土结构破坏,震松,使坡体结构松散,从而为地表水的渗入创造了条件,进一步诱发滑坡。

## 4 滑坡稳定性评价

滑坡目前处于相对稳定状态,但由于坡体前部临空面较高,坡体结构松散,加上目前的人为活动,以及该区域丰富的降水等方面的条件,随着坡体变形的进一步发展,滑坡会重新复活从而对人类的生

活造成危害。

## 5 结论

综上所述,可以得到以下的结论<sup>2)</sup>:

1. 软弱的地层岩性,高达百米以上的相对高差,丰富的降雨条件,这些为滑坡发育形成了良好的条件,也决定了该片区相同条件的斜坡,具备发育成滑坡的条件,属于比较危险的区域,建议最好不要将这样的场所作为生活栖息地。

2. 唐家坡滑坡为一牵引式滑坡。随着坡体前缘河流的切割造成坡角的应力集中,以及斜坡在自重的作用下发生的蠕变积累,使斜坡在适当的条件下会发生突变而造成斜坡失稳,从而形成使滑坡体复活。

3. 从调查的结果来看,石油勘探工程中的地震物探放炮破坏了斜坡体的原有结构,使地层岩性的岩土力学性质弱化,对滑坡的发生起到了诱发的作用。

### 参考文献:

- [1] 晏同珍. 滑坡预测预报的基础及我国主要滑坡岩组的确定[J]. 地球科学. 1985, 10(1): 9~19.
- [2] 乔建平. 滑坡减灾理论与实践[M]. 北京: 科学出版社. 1997.
- [3] 黄润秋. 许强. 工程地质广义系统科学分析原理及应用[M]. 地质出版社. 1997.

## Forming Mechanism and Reason Analysis of Tangjiapo Landslide

CHEN Yong-bo<sup>1</sup>, QIAO Jian-ping, CHEN Xiu-qiong<sup>2</sup>

(1. Institute of Mountain Hazards and environment, CAS Chengdu 610041 China;

2. The civil department of Southwest Jiaotong University, Email County 614202 China)

**Abstract:** Jiangnan oil corp. brought earthquake prove into effect for oil proved at Tangjiapo, zhangjiajie city from Jul to Nov. in 1998, and it appeared distortion at Tangjiapo slope in Dec. this year, and twenty house were destroyed, no one injured. The paper analyzed forming mechanism of Tangjiapo landslide and discovered the reason of landslide.

**Key words:** Tangjiapo landslide; forming mechanism; reason analysis

1)王成华.陈永波.张小刚.唐家坡-蔡家坡滑坡鉴定报告. 科研报告.