

# 湖北省千将坪大型滑坡特征及成因分析

## Landslide Feature and the Genesis of Qianjiangping in Hubei Province

陈永波, 王成华, 樊晓一

(中国科学院- 水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

2003- 07- 13 凌晨湖北省秭归县沙镇溪镇千将坪村发生大型滑坡, 目前共造成 14 人死亡, 10 人失踪, 共倒塌房屋 346 间, 毁坏农田 71 hm<sup>2</sup>, 金属硅厂、页岩砖厂等 4 家企业全部毁灭。滑坡还毁坏省道 3 km, 20.5 km 输电线路被毁坏, 有 22 艘船舶翻沉, 5 艘船舶断缆走锚, 广播、电力、国防光缆等基础设施都受到严重破坏。直接经济损失为 5 375 万元以上。

### 一 滑坡特征

#### 1 环境特征

滑坡区位于湖北省秭归县沙镇溪镇千将坪村(图 1), 长江支流青干河左岸。本区大地构造处于扬子准地台八面山台褶带秭归凹陷西部, 构造线东西展布, 断层及褶皱发育。

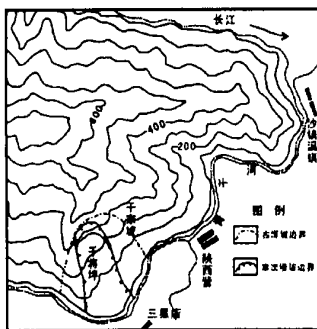


图 1 滑坡位置示意图

地层主要由三叠系中统巴东组(T<sub>2b</sub>)黄绿色泥岩、紫红色粘土质粉砂岩组成, 由于受构造活动影响, 岩体破碎, 节理裂隙发育。斜坡体大部分为古滑坡堆积体, 主要为坡积层、强风化层, 物质为泥质块石土、泥质碎石土, 破碎松散结构。

滑坡区前缘清干河属于长江一级支流, 距长江入口约 3 km。自三峡工程一期 135 m 蓄水, 河床水

位从 90 m 抬升到 135 m, 使坡体前缘长时间受河水浸泡, 从而影响了斜坡的稳定性。

#### 2 滑坡体特征

根据野外调查以及有关资料, 滑坡体长 1 200 m, 宽 1 000 m, 平均厚约 20~ 25 m, 体积约 2 400~ 3 000 万 m<sup>3</sup>, 主滑方向 155°, 属顺层强风化、残坡积层堆积体滑坡。从地形和地貌形态分析, 本区域属于一古滑坡, 本次滑坡属于古滑坡中右侧块体复活滑动(图 2), 形成典型的圈椅状形态: 后缘滑坡壁高约 10 m, 海拔 430 m。在滑动过程中, 滑坡体解体, 形成滑坡平台(海拔 380 m 左右), 平台长约 20 m。根据调查, 滑坡滑动面剪出口位于河床边海拔 110 m 左右, 滑坡在滑动过程中快速冲入河道, 伸入老河床中, 并形成堵河大坝。

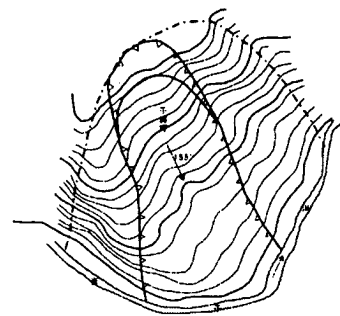


图 2 滑坡平面示意图

滑坡发生后, 在滑坡北侧近 200 m 范围内, 从后壁一直到前缘, 形成一系列羽状裂隙, 越临近滑坡侧界, 拉张程度越加剧。其走向为 110°~ 140°, 大致与主滑方向成 30°的夹角, 这与坡体应力场的方向一致。在其运动过程中, 由于运动速度的差异, 使滑坡体分解破裂, 形成斜坡后部的滑坡平台(海拔 380 m)以及次一级的滑坡陡坎。受临空面条件的限制, 滑坡在启动后滑坡舌冲入河床并受到河对岸的阻挡

而形成堵河大坝,使滑坡暂时趋于稳定。

## 二 滑坡成因分析

形成该滑坡的因素主要有以下几个方面:①地层岩性:斜坡物质为泥质块石土、泥质碎石土,破碎松散结构,为古滑坡堆积体。滑床以下基岩为三叠系中统巴东组( $T_{2b}$ )黄绿色泥岩、紫红色粘土质粉砂岩,为典型的易滑岩层,其产状 $155^{\circ}\angle 32^{\circ}$ ,与坡向一致。受构造影响,岩体结构强烈破碎,使本滑坡的形成具备了最基本的物质条件;②地形地貌:滑坡区域斜坡坡度 $16^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ,坡向 $150^{\circ}$ ,与基岩倾向一致。从地貌形态分析,该斜坡为古滑坡典型的圈椅地貌,复活块体位于古滑坡中右部;③降水与斜坡后缘坡体渗水:6月21日至7月11日滑坡区域持续降雨,总量达到162.7 mm,雨水沿地表裂缝大量渗入,使斜坡物质力学强度降低,坡体下滑力、动水压力及静水压力增大,破坏了坡体的平衡,是形成滑坡的最主要因素之一;根据调查,斜坡后缘有水渠经过,并有水涵蓄水来灌溉稻田,从而为水体渗入坡体,创造了条件;④河流流水的浸泡和对坡脚的冲刷:干将坪斜坡位于清干河凸岸,受河水冲刷淘蚀坡脚强烈,库区蓄水到135 m后,使滑坡剪出口附近的坡体处于浸泡软化中,使斜坡抗剪能力急剧降低,从而诱发滑坡的形成。

综上所述,该滑坡的形成和发生是一个多因素综合作用的结果。松散的坡体物质和破碎结构,有利的地形地貌条件,构成了滑坡形成的本因;而降水、灌溉水以及河流的冲刷淘蚀浸泡作用,为滑坡的发生提供了诱发条件。

## 三 滑坡形成过程及稳定性分析

本滑坡分为两级滑动,第一级为推动式滑动,由干将坪海拔380 m平台起推动下部土体快速滑动,其上部第二级(海拔380 m以上)斜坡因失去支撑而牵引下滑,形成滑坡平台(海拔380 m左右),其前缘盖在第一级后部上。滑动过程可分为四个阶段:①斜坡蠕变变形阶段:本阶段从斜坡上部350 m~400 m种水稻开始,雨水及灌溉水下渗,使斜坡开始发生蠕变,应力向坡体下部传递集中。同时青干河的冲刷坡脚也是发生蠕变的一个原因;②斜坡加

速变形阶段:6~7月持续的降雨,以及青干河水位上升至135m,使地表水不断渗入地下,坡脚在30多米水深的浸泡下,使斜坡变形加剧,应力加快向坡脚集中;③快速滑动阶段:坡脚岩土在河水长期浸泡下,抗剪强度迅速降低,当承受不了斜坡推力时,便突然剪断并快速滑动;④滑坡范围扩大阶段:干将坪滑坡发生后,其牵引右侧块体形成拉张裂隙,滑动后的空间提供了临空面,在雨水及重力作用下,使滑坡范围扩大,尤其当堵河土石坝溃决时,滑坡前部失去支撑的情况下,可能引起古滑坡的全面复活。

由于此滑坡在快速滑动过程中,受河对岸的阻挡而停止运动,使滑体的应力远未释放完,且滑体的重心还较高,因此滑坡整体目前仍处于不稳定状态。当遇暴雨或大雨,大量雨水渗入地下或堵河土石坝溃坝的情况下,会引起坡体失稳,使干将坪滑坡再次滑动。

滑坡在滑动过程中,周边形成的拉张裂缝,在重力及水的作用下,以滑坡滑动后的空间为临空面,形成快速次级滑坡,使破坏坡体向两侧扩展,从而使滑坡面积扩大。据7月16日最新的监测资料(救灾指挥中心),斜坡变形向右不断扩展干将坪滑坡右侧即老滑坡右侧变形加剧,形成了新的滑坡灾情。

因此目前该斜坡稳定性较差,表现在:①滑坡在淘蚀坡脚和水的作用下,会再次复活,而且堵河大坝在两侧水位高差作用下,不及时处理,会形成溃坝,引起滑坡再次活动,影响长江航道;②滑坡的左侧斜坡即古滑坡左侧块体在复活滑坡牵引作用下,变形会进一步加剧,使滑坡规模增大,有可能造成整个古滑坡的复活。

## 四 应急防灾措施及建议

鉴于斜坡目前处于不稳定阶段,建议:①紧急撤离古滑坡区内的所有人员及财产;②设计合理的疏通河道方案,尽快疏通,排除上游洪水,避免溃坝并尽可能减少河水对斜坡坡脚的冲刷和浸泡;③加强变形区内标志性建筑物的变形监测,为预测该滑坡的活动、发展趋势以及库区类似的斜坡变形提供基础资料;④禁止清干河通航;⑤禁止人员进入危险区。