

# 贵州关岭“6.28”特大滑坡特征和成因

孔纪名<sup>1,3</sup>, 田述军<sup>1,2,3</sup>, 阿发友<sup>1,2,3</sup>, 崔云<sup>1,2,3</sup>, 倪振强<sup>1,2,3</sup>

(1. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100101;

3. 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)

**摘要:** 贵州关岭 2010-06-28 特大滑坡 (简称“6.28”特大滑坡) 造成 99 人死亡, 其形成受到当地气候条件、地质条件和地貌等因素影响, 发生机制和滑动具有一定的独特性。通过对滑坡的形成条件、发育特点和成因分析, 揭示了此次滑坡的形成特征。研究表明: 降雨是此次滑坡的诱发因素; 滑坡具有分块滑动的特点, 即坡积层和基岩先后发生滑坡; 滑坡堆积体具有明显的“二元结构”特征, 即滑坡堆积体前缘以及中下部为碎石土堆积, 而上部为碎块石堆积, 与一般滑坡堆积不同, 是坡积层与基岩先后发生分块滑动的典型证据。研究成果对认识和研究此类滑坡具有重要的科学意义, 也可为今后指导防灾和减灾提供参考。

**关键词:** 6.28 特大滑坡; 分块滑动; 降雨诱发; 贵州关岭

**中图分类号:** P642.22

**文献标识码:** A

2010-06 以来, 全国各地发生了多起暴雨引起的山地灾害。如: 06-02 广西容县六王镇和杨梅镇突遭大暴雨袭击, 导致多处山体滑坡; 06-09 广西靖西县由于强降雨引起两处山体滑坡; 06-14 四川省峨眉山市九沙路 7 km+200 m 处发生山体滑坡; 06-14 福建南平市县道延塔线 11 km 处突发山体滑坡; 06-15 四川省甘孜藏族自治州康定县的山体滑坡。

2010-06-28 贵州省关岭县岗乌乡 (25°59′08.2″N 105°16′56.3″E) 发生特大滑坡—碎屑流 (简称“6.28”特大滑坡), 波锁大寨 16 户、永窝组 21 户被埋, 共计 99 人死亡, 造成严重的人员伤亡和财产损失。此次滑坡最大的诱发因素是久旱之后的强降雨。06-27 和 06-28 累计降雨 310 mm, 尤其是在 06-27T21:00 至 06-28T14:00 17 h 累计雨量达 253 mm 大大超出当地的历史降雨纪录。

历史上造成巨大伤亡的滑坡—碎屑流事件很多, 如: 1965 年云南禄劝普渡河谷滑坡—碎屑流, 掩

埋 5 个村庄致死 444 人; 1989 年四川华蓥溪口镇滑坡—碎屑流, 掩埋 221 人<sup>[1]</sup>; 1991 年云南昭通头寨沟滑坡—碎屑流造成 216 人死亡<sup>[2]</sup>; 2000 年西藏易贡滑坡—碎屑流在国内外都是罕见的<sup>[3,4]</sup>; 2008 年汶川地震诱发的青川东河口滑坡—碎屑流冲抵清江河左岸, 致使 7 个村庄被埋, 约 400 人死亡<sup>[5]</sup>。目前, 对滑坡—碎屑流 (以下简称滑坡) 的研究还很有限, 是山地灾害研究的热点和难点问题之一。笔者通过对关岭的详细实地考察, 从滑坡所处地质环境、诱发因素、运动特点等方面探讨了本次滑坡的发生机理, 从滑坡堆积体的结构特征揭示滑坡发生的过程, 对提升滑坡灾害的认识水平和指导防灾减灾都有重要的意义。

## 1 滑坡形成条件

滑坡位于贵州省安顺市关岭县西北部, 区域上属亚热带湿润季风气候, 年均温 15~18℃, 无霜期

收稿日期 (Received date): 2010-07-22

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金重点项目 (50639070), 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KCCX1-YW-03)。[This research is supported by the National Science Foundation Project (50639070) and the Foundation of Knowledge Innovation Program CAS (KCCX1-YW-03).]

作者简介 (Biography): 孔纪名 (1956-) 男, 研究员, 博士生导师, 重庆人, 主要从事山地灾害发生理论、灾害区域预测与评估、岩土工程与地质灾害防治方法与技术研究。[Kong Jiming (1956-), Professor Specialized on mountain hazards theory and regional prediction and evaluation, geotechnical engineering and prevention of geological disasters.] E-mail: jiming@imde.ac.cn

长达 280~320 d 年降水量 1 200~1 300 mm 北盘江由北向南流经该区,为关岭县和晴隆县的界河。北盘江在该区域内坡降大,滩多流急,河床切割深,以峡谷为主,该区域碳酸盐岩广泛出露,喀斯特地貌极为发育,地势起伏大,属喀斯特高原峡谷地貌。

1.1 地形

滑坡所在区域最高海拔 1 630 m 最低海拔位于北盘江河谷底,海拔 590 m 切割深度>1 000 m。滑坡位于北盘江一条支沟的左岸,支沟与光照电站水库连接。滑坡周边坡面冲沟发育,地表切割和剥蚀较强烈,平均每间隔 200~300 m 平行发育一条冲沟,冲沟之间山体通常呈孤立突出。

滑坡发生前坡体孤立突出,地势总体上陡下缓,高差达 400~500 m 可分为 5 级,永窝村民组和大寨村民组所在的两级平台将滑坡发生前的地形分为三段,永窝以上部分为陡峭的斜坡,高差 240 m 平均坡度 36°;永窝至大寨地形较平缓,高差 85 m 平均坡度 13°;大寨至滑坡前缘地形高差 55 m 平均坡度 10°(图 1 和图 2)。发生滑坡的区域位于向斜的一翼,斜坡海拔 1 500 m 以上为面积较大的喀斯特峰林盆地,支沟沿滑坡左侧流动,峰林盆地和支沟将滑坡体与周围山地分割成相对孤立的单元,构成了易于滑坡发生的临空面条件;上部峰林盆地由于面积大、地势平坦、水流流速缓慢,有利于水流的下渗,

而喀斯特峰林盆地的地下管道系统极其发育,透水性 强,下渗的水流很容易沿地下管道系统进入下部非碳酸盐岩岩层,从而使下部非碳酸盐岩岩层成为地下水流的富集区。良好的临空条件、较陡的坡度以及巨大的落差为滑坡快速滑动和长距离滑动提供了势能条件。

1.2 地层岩性

滑坡位于简庄断裂南西侧,距离断裂 1.1 km,断裂整体走向北西,延伸长大约 2.5 km 区域地层整体倾向南,为单斜构造。基岩节理发育,其中 310°/70°为顺坡向节理。滑坡所在斜坡岩性主要为碎屑岩、碳酸盐岩类和第四纪残坡积物(见图 1 和图 2)。

坡体上部为三叠系下统永宁镇组(T<sub>1</sub>yn),岩性为灰岩、白云岩,由于喀斯特垂向作用强烈,所形成的坡体坡度较陡,但由于其岩石透水性 强及机械强度大,在这次滑坡中这部分坡体并未发生滑动。坡体中部为三叠系下统夜郎组(T<sub>1</sub>y),岩性为泥岩、粉砂岩,其抗风化能力弱,所形成的坡体坡度相对其上部碳酸岩盐和缓,由于其风化严重,节理裂隙发育,且与上部碳酸岩盐相比形成地下水富集区,是此次滑坡发生所在 地层。坡体下部为二叠系上统龙潭十长兴组(P<sub>2</sub>l+c),岩性为泥岩、粉砂岩及煤层,其坡度更为和缓,但表层风化严重,是此次滑坡沿途铲刮大量物质的来源和补充。坡体中下部表层为第四系

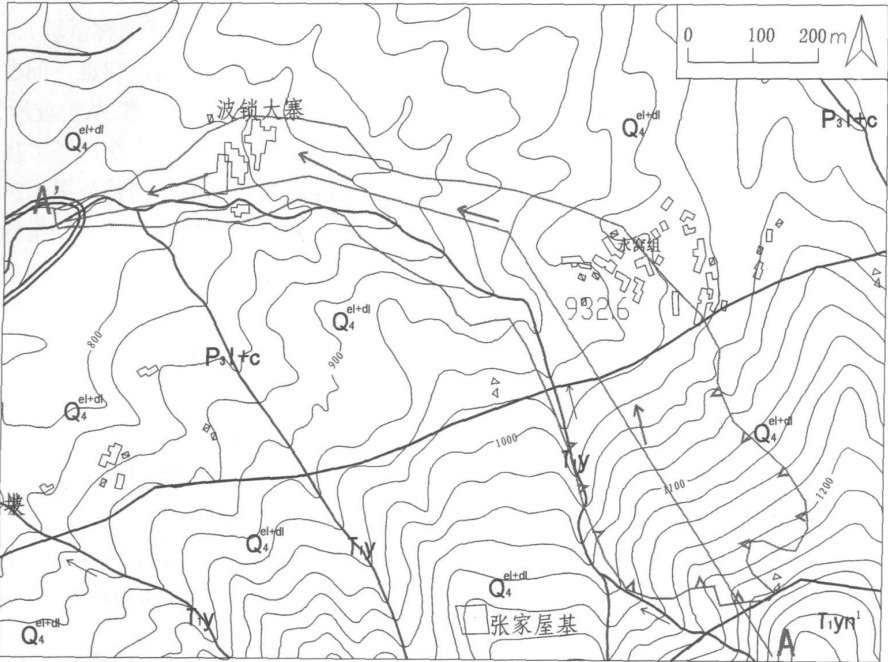


图 1 滑坡区地形地质图

Fig 1 Geological and topographical map of study area

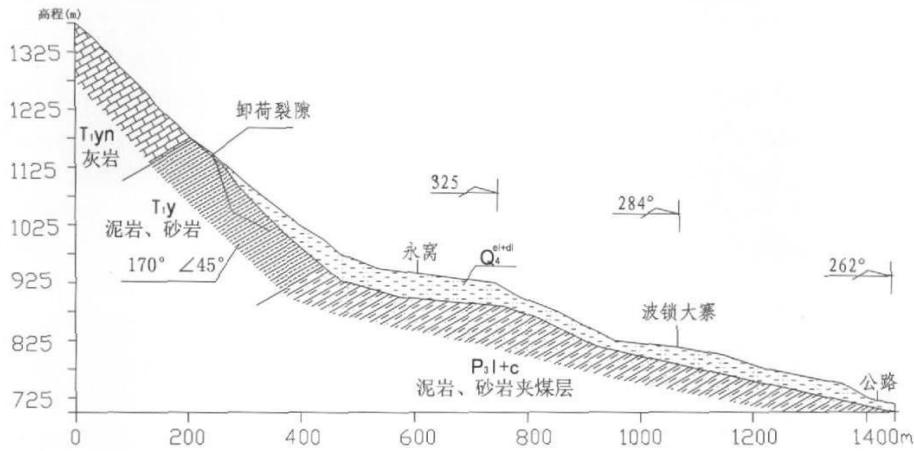


图 2 A—A' 滑坡纵向地质剖面图

Fig 2 A—A' geological profile of Guangling landslide

残坡积层 ( $Q^{4+dl}$ ) 物质组成主要为含砾粉质粘土, 主要由碎屑岩类风化剥蚀而成, 广泛覆盖于二叠系龙潭组、长兴组和三叠系夜郎组地层上部, 厚度 1~20 m 不等; 坡体岩层整体呈现“上硬下软”的特征。

### 1.3 岩体构造

滑坡发生斜坡坡向  $305^{\circ} \sim 329^{\circ}$ , 地层产状  $170^{\circ} \angle 45^{\circ}$ , 为逆向坡。滑坡区地下水类型以喀斯特水、松散孔隙水和基岩裂隙水为主, 主要受大气降雨补给。在滑坡周围未见地下泉眼出露。坡面各条冲沟地表水汇集于主沟内, 最后由支沟汇入北盘江。

斜坡上部灰岩虽然比较坚硬, 但透水性好, 下部的泥岩易形成富水带。斜坡卸荷裂隙发育, 裂隙产状  $310^{\circ} \angle 70^{\circ}$ 。据当地居民介绍, 在降雨来临前斜坡卸荷裂隙宽度达到人已经不能跨越, 这种大规模卸荷裂隙的存在, 使滑坡体与基岩分离, 为降雨的渗入提供了空间和通道, 是滑坡发生的主要控制因素之一。随着渗透作用加强, 裂隙两侧岩体风化加剧, 使滑坡体进一步与基岩分离, 这些不利的岩体结构为滑坡的发生提供了条件。

### 1.4 降雨历时和强度对滑坡发生的影响

从 2009—08—15 至 2010—05—01, 当地近 9 个月一直没有下雨。而这次降雨过程具有持续时间长、降雨强度大的特点, 降雨从 06—26 开始到 06—28 结束, 历时 3 d 27 日和 28 日 2 d 累计降雨 310 mm 超出当地的历史气象纪录。降雨以先小雨后暴雨为主, 26 日和 27 日一直下小雨, 降雨沿岩层节理和长期干旱形成的裂隙下渗, 扩展和连通了部分地下水流通通道, 为后期暴雨迅速下渗创造了条件。降雨集中在 06—27T21:00 至 06—28T14:00 17 h 累

计雨量达 253 mm 这样高强度的降雨沿碳酸盐岩迅速下渗, 大量地表水渗入地下, 地下水位猛增, 下部非碳酸盐岩含水量迅速饱和, 孔隙水压力不断增大, 进一步促进了裂隙的发育和滑动面的形成。这种久旱久雨的天气情况, 使得斜坡经历大量失水到大量渗入的过程, 斜坡岩土物理力学性质和坡体重量在此期间发生急剧变化。因此, 久旱后, 持续长时间的强降雨更容易快速渗入山体下部的泥岩和砂岩中, 是发生滑坡的诱发因素。

## 2 滑坡发育特点与过程

### 2.1 滑坡规模

滑坡体相对高度大约 240 m, 宽 250~300 m 平均厚度约 30 m 总方量约  $180 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。滑动后转化成长约 1.5 km 宽 50~250 m 的带状滑坡碎屑流, 碎屑流与沿途铲刮的表层碎石土形成长条状堆积体, 堆积体平均厚度可达 10~15 m 方量共计约  $220 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

### 2.2 滑坡变形与分块滑动

据当地居民介绍, 2009 年斜坡上部已经出现地表裂缝; 在 2010—06—26 降雨来临之前, 斜坡上部裂缝已经发展到人不能跨越; 在 06—28 中午, 永窝村村民发现村子附近地表发生明显变形, 并在随后很短的时间内发生滑坡。滑坡发生过程以分块滑动为特征, 按其滑动时间先后可分为 3 块滑体, 其分块滑动特点如下 (图 3):

滑体①滑动前其坡度相对于滑坡后部的滑体②和滑体③和缓, 坡度约  $30^{\circ}$ , 滑体为碎石土滑动, 属

坡积层滑坡,在沟道发生碎屑滑动,由于含水量高,碎石土成塑性状。滑体在永窝组发生碰撞转向后进一步解体,由于下部地形的收窄,物质和水分积聚,滑体抗滑力减弱,在滑过永窝组平台后进一步加速,其后滑体在大寨第二次碰撞转向,此次碰撞转向因大寨次一级平台地形相对平缓,滑体运动超高后物质大量堆积停滞,滑体动能进一步减小,而大寨至滑坡前缘坡度更为和缓,坡度约  $10^{\circ}$ ,滑体在运动过程中逐步堆积而最终停止滑动。滑体堆积在永窝组以下的沟道中,长约 1.5 km 宽 50~250 m。

滑体②和滑体③位于滑体①后部,岩性为泥岩,属基岩滑坡。滑体②和滑体③滑动前坡度分别为约  $40^{\circ}$  和  $50^{\circ}$ ,滑体②和滑体③主体为两条山脊,两者之间滑动前为一山谷,其延伸方向为两块滑体的局部水流汇集方向。滑体①滑动后,使其后的滑体②

和滑体③前部坡度增加,增加了临空面,同时破坏了原来的基脚,加之强降雨下渗使得滑体抗滑力减弱,坡体的平衡被打破,位于滑坡的右后部的滑体②首先滑动,滑动后解体成巨大块石、碎石,由于滑体①在永窝组平台部分堆积物的阻滞,滑体②在滑动 260 m 后停止滑动。在滑体②滑动后,滑体③前部和右部都形成较大的临空面,与滑体②滑动方式相似,滑体③山脊右侧部分受此影响沿两者之间的山谷侧向滑动,山脊左侧部分滑体残留在斜坡上,滑体③滑动后解体成巨大块石、碎石,进一步叠加在滑体②上,滑动 260 m 后停止滑动。基岩滑坡由于受到坡积层滑坡堆积物的阻碍作用,滑动距离不远,堆积物大量的覆盖在坡积层滑坡的堆积体之上,这与一般滑坡堆积不同的特征,是坡积层和基岩先后分块滑动的典型证据。

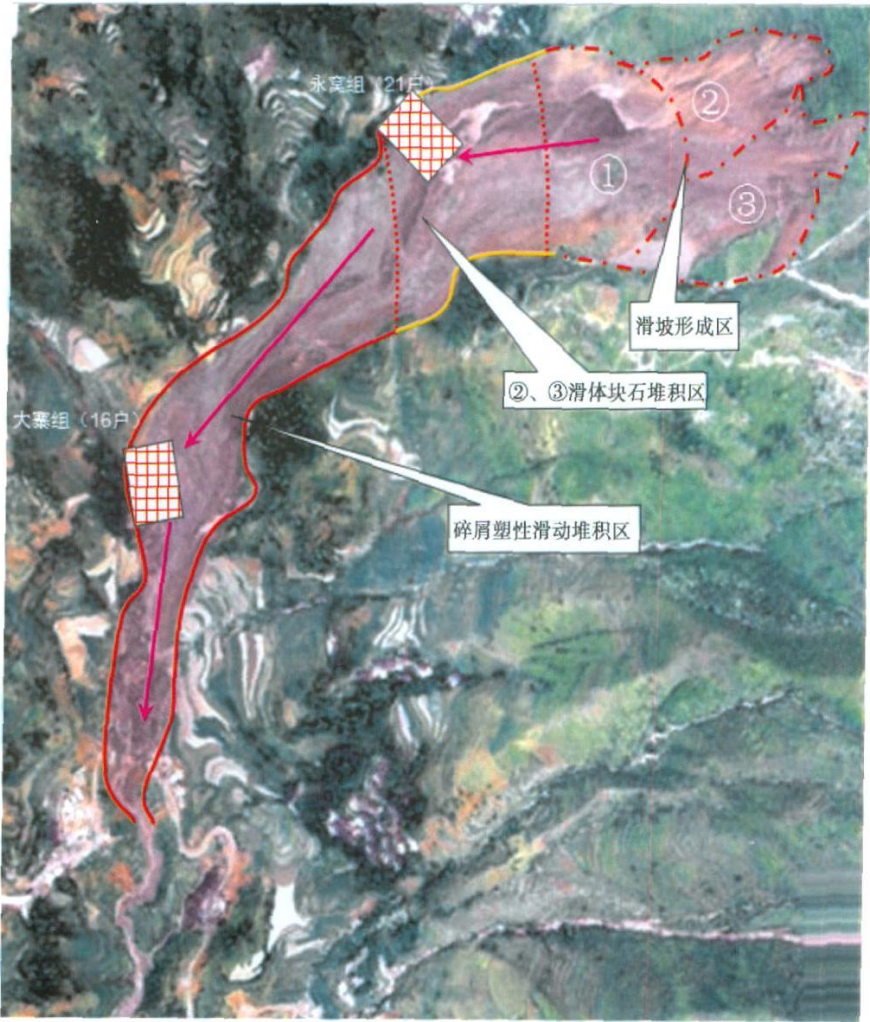


图 3 滑坡分块滑动示意图

Fig 3 Sketch map of partitioning slide in Guanling landslide

### 2.3 滑坡运动特征

滑坡具有分块滑动特征, 即坡积层和基岩先后发生滑坡。坡积层滑坡滑动后碎裂解体, 受地形变化影响, 滑坡体在滑过永窝平台后加速, 滑体运动速度较快, 以较快的速度掩埋了支沟下游的大寨组, 碎屑流滑动距离约 1.5 km。在碎屑流滑动过程中, 铲刮了大量地表坡积层。由于受到地形的限制, 滑坡碎屑流在滑动过程中发生 2 次转向: 第一次位于永窝组附近, 由  $325^{\circ}$  转向  $284^{\circ}$ , 滑坡巨大的惯性力使滑坡碎屑流主要沿支沟右岸爬升滑动, 造成永窝组严重伤亡; 第二次转向位于大寨组附近, 由  $284^{\circ}$  转向  $262^{\circ}$ , 随着滑动能量的进一步降低, 滑坡碎屑流逐渐向沟床偏斜, 沿冲沟滑动并最终停止滑动。基岩滑坡是受坡积层滑动牵引而发生的滑坡, 其运动主要是在重力作用下快速下滑, 受坡积层滑坡堆积体的阻滞, 滑体运动距离较短, 滑体在运动过程中解体不明显, 大量巨大块石、碎石覆盖于坡积层滑坡堆积体上。

### 2.4 滑坡发生过程

关岭滑坡是一起罕见的特大滑坡碎屑流灾害, 其形成过程可以划分为以下几个阶段: 滑坡孕育阶段→坡积层滑坡→基岩滑坡。

1. 滑坡孕育阶段。碳酸盐岩中的地下管道系统发育, 透水性强, 地下水在碳酸盐岩与非碳酸盐岩接触层面富集, 由于斜坡为逆向坡, 地下水沿层面向深部流动, 并沿第四系坡积层和泥岩岩层的裂隙向下渗透, 在水流的作用下, 第四系坡积物和泥岩力学强度降低, 特别是泥岩遇水软化, 抗滑力减弱, 裂隙逐步扩展和连通形成滑动面。持续的降雨, 使久旱后坡体重量和岩土物理力学性质发生急剧变化, 降水随裂隙渗入, 在软化结构面岩土强度的同时, 产生孔隙水压力。随着降雨强度的增加, 坡体变形加剧。06—28 中午当地居民在永窝村附近发现明显地表变形。

2. 坡积层滑坡。由于长时间干旱, 裂隙发育迅速, 第四系残坡积物变得更加松散。在降雨的持续作用下, 斜坡土体物理力学性质进一步降低, 第四纪坡积层和部分强风化岩层首先发生滑坡。滑坡发生后解体碎裂, 在碎屑流滑动过程中, 滑坡体铲刮了大量地表坡积层。

3. 基岩滑坡。在坡积层和强风化岩层发生滑动的同时, 在后缘坡体前部形成了较大的临空面, 加之对后缘卸荷岩体产生了较大的摩擦牵引, 以及后

缘卸荷裂隙内静水压力作用, 坡体在坡积层滑坡发生后再次发生滑坡。

关岭滑坡形成的斜坡岩性具有明显的“二元结构”, 整个滑坡前缘堆积物为碎石土, 而滑坡体上部堆积物大多为碎块石堆积的特征 (图 4 和图 5)。这种堆积的特征, 与常规情况下大颗粒或大块径运动距离最远、通常堆积于滑体前缘刚好相反, 证明了坡积层与基岩先后分块滑动, 滑坡发生过程如图 6 所示。

## 3 滑坡成因机理

贵州关岭“6.28”特大滑坡为坡积层滑坡和基岩滑坡组合而成的复合型滑坡, 由于岩性组成自上而下为灰岩—泥岩—坡积层, 坡体又为逆向坡, 在强降雨这一诱发因素影响下, 逆向坡使得地下水向深部流动, 并导致在灰岩与泥岩、泥岩与坡积层接触面形成地下水富集带。坡体结构、地貌、地层岩性、降雨等因素决定了坡积层滑坡和基岩滑坡发生机理的差异, 其成因机理如下。

### 3.1 坡积层滑坡机理

坡积层滑坡作为土质滑坡, 其滑动受到滑体重量、孔隙水压力以及岩土体内聚力和内摩擦角的影响。降雨是“6.28”特大滑坡的主要诱发因素, 其对坡积层滑坡稳定性的影响主要表现在:

1 降雨渗入斜坡土体, 降低土体物理力学强度。“6.28”特大滑坡所在斜坡的坡积层由含砾粉质粘土组成, 结构较松散, 孔隙比较大, 在久旱后, 更有利于雨水的渗入。在持续的降雨条件下, 斜坡岩土体遭受雨水的软化, 内聚力和内摩擦角减小, 滑坡抗滑能力下降。

2 降雨渗入斜坡土体, 增加斜坡重量。在久旱期间, 斜坡大量失水, 斜坡重量减小, 趋于稳定状态。在持续降雨条件下, 斜坡土体逐渐趋于饱和, 斜坡重量增加, 斜坡重量的增加对增加下滑力更加有利, 稳定性进一步降低。

3 降雨入渗土体产生孔隙水压力, 岩土间有效应力降低。贵州关岭滑坡所处基岩为泥岩和砂岩, 为相对隔水层, 坡积层与基岩的接触界面, 成为斜坡的富水带, 随着持续降雨, 地下水位急剧升高, 孔隙水压力迅速增大, 降低了坡积层与基岩接触面的抗滑力, 导致坡积层滑坡的发生。

### 3.2 基岩滑坡机理

据当地居民介绍, 关岭“6.28”特大滑坡在降雨



来临之前斜坡已经产生裂缝,因此,基岩滑坡稳定性受到滑体重量、滑面粘聚力和内摩擦角、沿滑面扬压力以及后缘裂隙静水压力的影响。坡积层滑坡发生后,基岩所在的坡体的静力平衡被打破,坡体失稳而发生滑动。基岩滑坡稳定性的变化主要表现在:

1. 坡积层滑坡的作用。坡积层滑坡后,增加了其后部基岩前端的临空面,同时破坏了坡体原来的基脚,坡体的平衡被打破,加上坡积层滑坡的摩擦牵引,导致基岩发生滑动。

2 后缘卸荷裂隙中的静水压力作用和滑面扬压力作用。后缘裂缝为降雨的灌入提供了空间和通道,而持续的强降雨为静水压力的产生提供了足够的水源。根据滑动后留下的滑坡后壁,卸荷裂隙规模较大,裂隙深度大约 80 m 是发生基岩块滑动的重要原因。关岭滑坡发生前持续 3 d 的降雨,使后缘裂隙地下水位逐渐升高,静水压力直接水平作用于卸荷岩体,随着滑坡后缘裂隙地下水位的增大,滑坡稳定性逐渐降低。同时,滑面扬压力使滑坡滑动面接触正压力降低,摩擦力也降低,滑坡抗滑能力下降。

3 降水渗入软化岩体结构面强度。滑坡所处基岩以泥岩为主,泥岩在水的作用下易软化,且具有一定的膨胀性。结构面的软化使粘聚力和内摩擦角降低,滑坡稳定性降低。

4 降水渗入岩体孔隙和裂隙,增加斜坡重量,加剧了卸荷带岩体的变形失稳。

4 结论和讨论

通过本次重大滑坡事件,可以给我们以深刻反思和教训:本次滑坡的前期变形迹象明显,早期群测群防是完全可以避免重大人员伤亡和财产损失的。

滑坡等山地灾害的预测预警技术还不成熟。因此,基于目前预警技术不甚成熟的现状,提高群众防灾



图 4 滑坡前缘碎石土夹块石堆积

Fig.4 Deposition of gravel soil and block stone in the front part of landslide



图 5 滑坡中上部碎块石堆积

Fig.5 Accumulation of block stone in the middle and upper of landslide

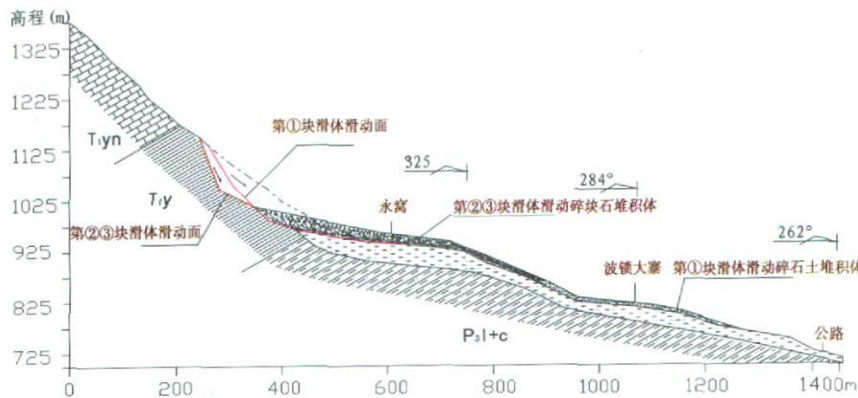


图 6 滑坡发生过程示意图

Fig.6 The glided process of Guanling landslide

意识, 做好前期的防灾科普, 群测群防是避免类似灾害事件发生的最有效方式。通过以上分析和讨论, 可以得出如下几点结论:

1. “6.28”特大滑坡具有特殊的上、下两层不同步滑动特征, 与其岩性、构造、地形地貌条件有关, 但滑坡是长期发育而成的, 前期会存在明显的变形迹象, 是可防可控的。

2. “6.28”特大滑坡具备了岩性、地形、构造等成灾的必要条件, 但“久旱强降雨”的充分条件才是最重要的激发致灾因素, 降水强度和降水量也是灾害监测预警的关键因子。

3. “6.28”特大滑坡规模巨大, 巨型滑坡的形成需要一个长期的能量蓄积过程, 本次滑坡发生后, 能量得到释放, 滑坡区域会进入一个相对稳定的时期, 短时间内不会再次发生大规模滑动。

4. “6.28”特大滑坡形成的沟道碎屑堆积物总量在  $200 \times 10^4 \text{ m}^3$  左右, 且碎石土组构松散, 在强降雨影响下, 仍可能诱发泥石流(碎屑流)灾害, 采取必要的拦挡工程措施即可稳固。

5. “6.28”特大滑坡的激发与光照水电站无直接联系, 但滑坡会对电站造成影响。滑坡剪出口位置在海拔 1 000 m 左右, 水电站库区水位海拔 740 m 滑坡剪出口高出库区水位线 260 m 但沟道距离库区较近, 如果大量松散碎屑物质进入库区会对电

站运行产生影响, 需要及时采取拦挡工程措施。

## 参考文献 (References)

- [1] Jiang Yun Yin Jinping. Rockslide-debris flow of the Xikou Huaying Sichuan [J]. *Geological Hazards and Environment Protection* 1992 3(2): 51 ~ 58 [姜云, 尹金平. 华莹山溪口滑坡—碎屑流 [J]. *地质灾害与环境保护*, 1992 3(2): 51 ~ 58]
- [2] Xing Aiguo. Study on hydrokinetics mechanism of the Touzhai large high-speed rockslide in Yunnan province of China [J]. *Journal of Rock Mechanics and Engineering* 2002 21(4): 614 [邢爱国. 云南头寨大型高速岩质滑坡流体动力学机理的研究 [J]. *岩石力学与工程学报*, 2002 21(4): 614]
- [3] Hu Mingjian Cheng Qiangong Wang Fawu. Experimental study on formation of Yigong long-distance high-speed landslide [J]. *Journal of Rock Mechanics and Engineering* 2009 28(1): 138 ~ 143 [胡明鉴, 程谦恭, 汪发武. 易贡远程高速滑坡形成原因试验探索 [J]. *岩石力学与工程学报*, 2009 28(1): 138 ~ 143]
- [4] Lü Jietang Wang Zhihua Zhou Chenghu. Discussion on the occurrence of Yigong Landslide in Tibet [J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences* 2003 28(1): 107 ~ 110 [吕杰堂, 王治华, 周成虎. 西藏易贡大滑坡成因探讨 [J]. *地球科学—中国地质大学学报*, 2003 28(1): 107 ~ 110]
- [5] Sun Ping Zhang Yongshuang Yin Yueping et al. Discussion on long run-out sliding mechanism of Donghekou Landslide debris flow [J]. *Journal of Engineering Geology* 2009 17(6): 737 ~ 736 [孙萍, 张永双, 殷跃平, 等. 东河口滑坡—碎屑流高速远程运移机制探讨 [J]. *工程地质学报*, 2009 17(6): 737 ~ 736]

# Guizhou Guanling Landslide Formation Mechanism and Its Characteristics

KONG Jiming<sup>1,3</sup>, TIAN Shujun<sup>1,2,3</sup>, A Fayou<sup>1,2,3</sup>, CUI Yun<sup>1,2,3</sup>, NI Zhenqiang<sup>1,2,3</sup>

(1 Key Laboratory of Mountain Hazards and Surface Process Chinese Academy of Sciences Chengdu 610041 China

2 Graduate University of Chinese Academy of Science Beijing 100101 China

3 Institute of Mountain Hazards and Environment Chinese Academy of Sciences Chengdu 610041 China)

**Abstract:** Landslide killed 99 persons in Guanling County, Guizhou on 28<sup>th</sup> of June 2010. It was influenced by local climatic conditions, geological conditions and topography conditions, and its formation mechanism and slippage were unique. The paper revealed the formation mechanism of this landslide through analyzing the formation conditions, developed characteristics and formation mechanism. Analysis showed that the landslide was triggered by rainfall, and the movement of landslide was partitioning that the bedrock glided after debris or debris sliding. In addition, landslide accumulation had the dual structure feature that landslide in the lower and the front part was gravel soil and block stone, while the landslide in the upper part of the accumulation was block stone. This structure was different with the accumulation of general landslide characteristics, and it was a typical evidence of twice landslides. The result was important for studying similar type of landslide and provided a reference for disaster prevention and disaster reduction in future.

**Key words:** 28<sup>th</sup> of June landslide, partitioning slide, rainfall induce, Guanling, Guizhou