

特大规模滑坡遥感调查

——巧家县城滑坡

王 治 华

(地质矿产部地质遥感中心 北京 100083)

摘 要 目视解译 1:6.7 万彩红外航空象片发现巧家县城斜坡显示为典型的滑坡地形。经实地验证及结合地质资料、航空象片、卫星象片综合解译分析认为:根据斜坡形态、金沙江异常弯道、斜坡上松散物质分布及所处地质环境与降雨条件确定巧家斜坡为一巨型古滑坡,估算体积约 $120 \times 10^8 \text{m}^3$ 。就我们所查阅到的国内外报道中为一最大规模古滑坡,年龄约 10 万年。目前,滑坡整体已经稳定,但后壁、侧壁及滑体上发育的大量次生崩塌、滑坡、泥石流还将长期活动。

关键词 滑坡地形,古滑坡,地质环境,滑坡整体,次生崩塌,滑坡,泥石流

引 言

国内外曾有过许多现代滑坡活动的报道,其中规模最大的是 1974 年在秘鲁安第斯山曼特罗(Mantaro)河谷发生的滑坡。该滑坡体积达 $16 \times 10^8 \text{m}^3$,滑坡堵塞了曼特罗河,形成了深 170m,长达 31km 的湖泊,滑坡造成巨大灾害,450 人死亡^[1]。

对于史前发生的特大规模古滑坡,既不可能有文字记载,常规地面调查工作又难以识别。采用目视解译彩红外航空象片与实地验证相结合的方法,根据古滑坡活动遗留的滑坡地形及地质环境分析可以判别该类滑坡的存在。巧家县城古滑坡是在进行金沙江下游滑坡、泥石流遥感调查时发现的,迄今就我们查阅到的国内外报道中最大古滑坡。

1 巧家斜坡是古滑坡的依据

巧家县城斜坡位于金沙江下游中段右岸,属云南省昭通地区巧家县,其中心位置为: $N26^\circ 57'$, $E102^\circ 57'$, 如图 1 所示。由以下 5 个因素确定巧家斜坡为一巨型古滑坡。

典型的滑坡地形 滑坡所在的巧家县城后山斜坡即巧家斜坡,呈现典型的滑坡地形——圈椅形,由陡峭的后壁、侧壁及其下的缓坡组成。弧形后壁高程海拔 2600—3271m,后壁平均高 300m,坡度 30° — 60° ;侧壁海拔高程 1500—2600m,高 150—300m,坡度 25° — 30° 。陡壁之下,自海拔 630—2600m 的金沙江边为平均坡度约 11.5° 的缓坡,缓坡上又可分为多级陡缓相间的台阶,海拔 2100—2300m,1600—1800m,

1100—1300m, 900—1000m, 坡度为25—30°的陡坡; 在海拔2300—2600m, 1800—2100m, 1300—1600m, 1000—1100m, 900—江边, 坡度为5—15°的缓坡; 800m高程以下为I—V级河流阶地。

斜坡表面除东西向(顺坡向)的台阶状变化显示典型滑坡运动外, 其南陡北缓, 显示斜坡两侧的不均匀运动。其它运动如构造、侵蚀、堆积等难以形成这样的斜坡形态。

金沙江异常弯道 巧家斜坡沿江约15km河段为一向对岸凸出的弧形弯道, 该弯道与滑坡前缘弧形相似。对岸(左岸)由寒武系、志留系、二迭系、奥陶系组成的顺层坡, 如果没有右岸的大规模滑坡活动, 难以形成这样的弯道。

巧家斜坡表面未见基岩分布 航片解译及地表调查均未见该斜坡的滑体范围有基岩分布。斜坡表面均为松散堆积, 以往地质图所标示的基岩范围经调查是经过滑坡扰动的巨大块石。

处于易形成滑坡的地质环境

(1) 巧家斜坡处于背斜西翼并由易滑地层组成。

巧家斜坡位于近南北向的水坪子背斜西翼, 轴部地层为泥盆系中统幺棚子组(D_{2y}), 由中层块状泥砂质白云岩、灰岩夹粉砂岩、页岩组成, 底部为黄绿色泥质石英砂岩、灰质页岩、紫红色页岩互层。

翼部为二迭系下统茅口组、栖霞组、梁山组(P_1)和中统峨眉山玄武岩($P_2\beta$)组成, 基本顺层。二迭系下统的上部为含燧石灰岩, 底部为砂岩、页岩夹煤层及粘土岩组成, D_{2y} 和 P_1 下部的页岩、煤层、粘土岩层面易形成滑动面。

(2) 巧家斜坡被深大活动断裂带围限、切割。

如图2、图3所示, 巧家斜坡及附近分布5条大规模活动断裂带。它们是西南部的则木河断裂带和小江断裂带, 中部的布拖—巧家断裂带, 东北面的巧家—莲峰断裂带和东面的巧家—大关断裂带。

小江断裂带是一条延伸530km以上的地壳断裂带, 在巧家斜坡呈北西延伸, 沿断裂带有数公里宽的挤压破碎带, 形成过程中曾经历过张、压、扭等不同力学性质转化, 喜马拉雅运动时它表现为张裂和左行走滑性质, 目前有强烈活动;

则木河大断裂, 自西昌沿则木河至宁南, 巧家交于小江断裂带, 倾向北东、倾角70—80°。为强活动断裂带; 布拖—巧家断裂带, 南北向延伸, 在巧家与小江断裂带相交, 为张性断裂, 西倾70—80°, 中强活动断裂; 巧家—莲峰断裂, 走向北东, 长约150km, 倾向北西, 倾角60—80°, 破碎带宽30—40m, 基底断裂, 西北盘向东南盘逆冲, 中强活动断裂; 巧家—大关断裂, 走向北东, 延伸约130km, 倾向东, 倾角50°,

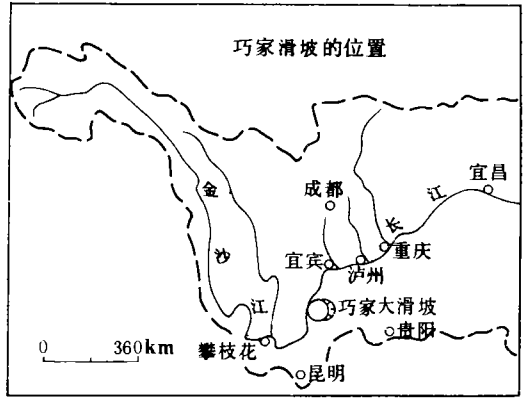


图1 巧家滑坡地理位置图

Fig. 1 The location of Qiaojia landslide

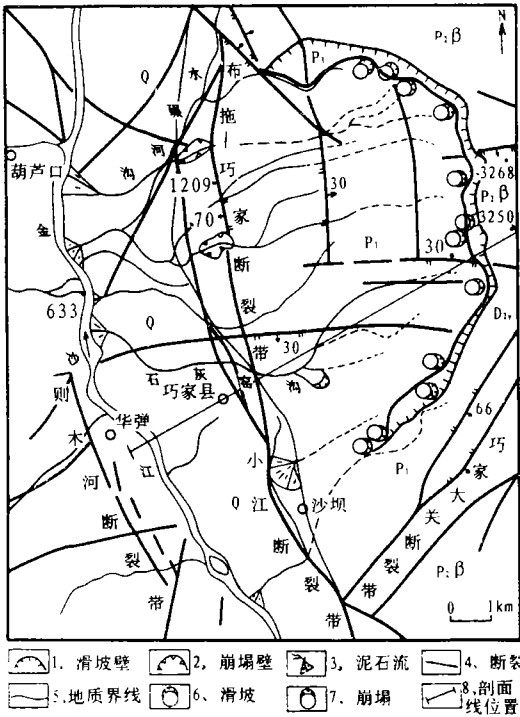


图2 巧家滑坡平面图

Fig.2 The map of Qiaojia landslide

注: 1. 滑坡壁; 2. 崩塌壁; 3. 泥石流; 4. 断裂; 5. 地质界线; 6. 滑坡; 7. 崩塌; 8. 剖面线位置

为中强活动断裂。

巧家斜坡的东、南、西部被这些深大断裂和它们的派生断层所围限。斜坡北部、中部和西部均被东西向、南北向断层切割。这些断层在巧家斜坡形成了大量软弱结构面, 使被切割的部分斜坡易于与山体脱离。

(3) 巧家斜坡具有充分的临空面。

原始巧家斜坡为一基本顺层的单斜坡(由于密集分布的断层活动, 地层产状多变), 由于第三纪以来的喜马拉雅运动, 地面大幅度上升。据国家地震局资料, 此处上新世以来上升了约3000—3500m, 金沙江强烈下切, 形成了该河段高陡边坡。巧家斜坡后缘海拔高程3168—3293.9m, 前缘江面约630m, 在不到10km的平面距离内切割深度达2600m以上。如此高陡边坡为巧家县城滑坡发育提供了充分的原始地形斜坡和临空面条件。

高陡边坡、易滑地层顺层坡和活动断裂的切割, 巧家原始斜坡充分具备滑坡发育的基本地质环境条件。

具有滑坡发生的触发条件

(1) 强烈而频繁的地震活动。巧家斜坡位于9度地震烈度区。小江断裂带及则木河断裂带都是我国著名的强震带, 历史上有多次 $M > 5.7$ 的强震记录。

(2) 降雨丰沛、集中。巧家县城多年平均降雨量为821mm, 降雨量随海拔高度上升而增加, 到海拔1600m高程降雨量可达1000mm, 海拔3000m处的降雨量可达1600mm,

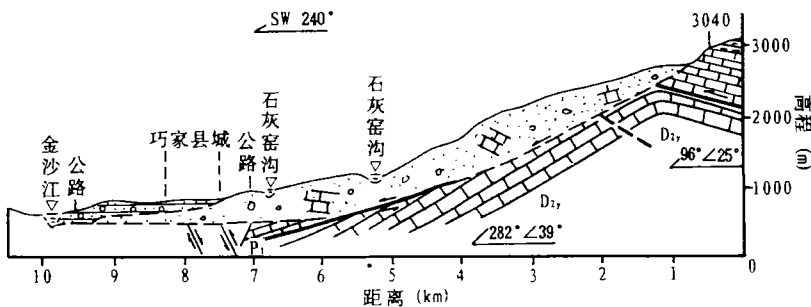


图3 巧家滑坡剖面图

Fig.3 The profile of Qiaojia landslide

90%的降雨集中在雨季,多暴雨。

在具备以上滑坡地质环境条件的基础上,地震活动和降雨有利于触成滑动面发育及触发滑坡活动。综上所述,巧家斜坡为一特大规模的古滑坡。

2 滑坡机理、活动方式及规模

滑坡形成机理 巧家滑坡形成机理是深大断裂带的分布及活动使巧家斜坡岩层破碎并与原始斜坡的联系减弱或分离,当金沙江切割至二迭系下统的底层页岩及粘土岩层面后,在地表、地下水的作用下及上覆厚层灰岩、白云岩荷载的作用下,沿着水坪子背斜轴部泥盆系幺棚子组(D_2)的白云岩深大裂隙、 D_2 与 P_1 的层面以及下伏页岩、粘土岩层面逐渐形成一个主要的及若干次级的滑移控制面。在地震活动或降雨的触发下,发生大规模滑动。

滑坡活动方式及规模 由上述滑坡地表形态推测,初期曾有过大规模整体推移式基岩顺层滑动(才能形成如图2、图3所示的圈椅形后壁、侧壁与其下的缓坡及弧形河道),后来又发生过多的大规模滑动及局部活动。如此规模的整体顺层滑动说明该滑坡有相当大的厚度。经遥感解译,转绘至1:5万地形图,定位,定边界后估算巧家滑坡覆盖面积约 60km^2 。巧家滑坡体上有多条大规模次生泥石流沟,它们的切割深度大都超过200m,在沟底均未见基岩分布。水文部队曾在滑体前缘打过钻,钻深300m仍未见基岩,由上述推测该滑体的平均厚度为200m估算体积约为 $120 \times 10^8\text{m}^3$ 。

3 滑坡时代及目前稳定性

滑坡时代 根据滑体前缘堆积的保存完好的4级阶地迭于滑坡堆积之上推测,该滑坡发生在晚更新世前,中更新世晚期,距今约10万年前。

古滑坡的稳定性 经航片解译及实地考察结果分析认为巧家古滑坡目前整体是稳定的,局部如滑坡后壁、侧壁及滑坡体上的次生崩塌、滑坡及泥石流将不断形成与活动,但总体是稳定的。因为:

(1)滑体的完整性已被破坏,基本解体。巧家滑坡堆积体上不同高程,特别是沟谷沿岸可见大量裂缝。滑体表面被至少10条顺坡向冲沟切割,这些冲沟贯通滑坡体东西,深可达200m,大多已发育成泥石流沟,沟坡沿岸发育大量滑坡及崩塌,它们的体积多为 $n \times 10^4 - n \times 10^6\text{m}^3$,这些崩塌、滑坡、泥石流活动使巧家滑体支离破碎,逐渐分解,并将大量松散固体物质带入金沙江。

(2)滑体前缘被加压围限。该滑体前缘至金沙江边约3km宽条带被阶地物质及泥石流堆积覆盖,厚度大于数十米,如此重载之下,古滑坡整体活动的可能性较小。

(3)滑坡后壁和前缘未见大规模裂缝。后壁及侧壁上未见大规模裂缝。灰岩陡壁风化强烈,其下有成片倒石堆及小滑坡沿着后、侧壁分布。后壁特征显示无整体复活现象。

4 结 语

巧家县城后山斜坡为一巨型古滑坡, 该滑坡发生在约 10 万年前。目前, 滑坡整体是稳定的, 滑坡后壁、侧壁及滑体上的次生崩塌、滑坡将不断发生, 并主要由泥石流形式将巨厚滑坡堆积物质带入金沙江。

参 考 文 献

- [1] R. L. 舒斯特, R. J. 克利泽克. 滑坡的分析与防治. 中国铁道出版社, 1987.

作 者 简 介

王治华, 女, 1942 年 3 月生, 教授级高级工程师, 1965 年毕业于原北京地质学院地球物理勘探系, 现在地质矿产部地质遥感中心工作, 主要从事环境遥感研究, 已发表文章 30 篇, 专著 1 本。

Remote Sensing Investigation for a Huge Landslide — Qiaojia County Landslide

Wang Zhihua

(Center for Remote Sensing in Geology, Beijing 100083)

Abstract Based on the interpretation of the colour infrared aerophoto (1 : 67 000) and site verification, the Qiaojia slope is considered as a huge ancient landslide which shows typical landslide features, pushing the Jin Sha River and formed an abnormal curve channel, and is covered with loose soil and debris. Qiaojia slope, surrounded with large scale active faults is located in the west wing of an anticline and consists of layers prone to slide. The earthquakes there have been intense and frequent. Heavy rainfall always concentrate in rain season.

The landslide occurred about 100,000 years ago. Now, the whole landslide is already stable, but secondary collapses, landslides, and debrisflows have been developed near the scarp and on the slide body.

Key words Landslide features, Ancient landslide, Geological environment, Whole landslide, Secondary collapses, Landslides, Debrisflows