

雅安市汉源县永定桥水库飞水沟滑坡成因机制分析

唐然^{1,2)}, 邓韧¹⁾, 董建辉¹⁾, 赵永旭¹⁾

1) 四川省地质工程勘察院, 成都, 610072;

2) 成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 成都, 610059

2013 年 7 月 14 日凌晨 3 时左右, 雅安市汉源县永定桥施工区宜(东镇)一(三)交(乡)公路飞水沟段 K2+100~K2+800 段发生山体滑坡, 滑坡体进入山体下部流沙河形成堰塞湖, 堰塞湖水位上涨 40 米左右, 堰塞体方量约 60 万立方米, 堰塞湖水量约 200 万立方米。该堰塞湖威胁下游 3 公里处永定桥水利工程大坝施工区及下游 7 个乡镇、三千余户、一万多群众生产生活的生命财产安全。滑坡造成公路中断, 三交乡当地群众 5130 人出行受阻。

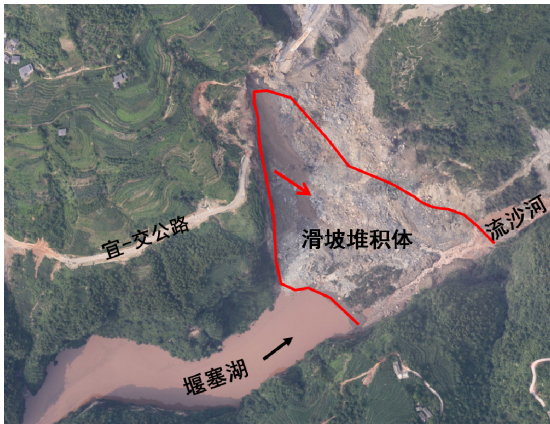


图 1 飞水沟滑坡遥感影像图

1 滑坡形成地质环境条件

1.1 地形地貌

滑坡区地形地貌属侵蚀构造中山区, 沟岸两侧斜坡陡立, 河谷深切。滑坡区内海拔高程约 1500m~1800m, 高差可达 300m。公路内外侧为陡坡区, 基岩段为近于直立, 谷深坡陡。滑坡位于流沙河左岸, 下游约 2km 处的永定桥水库, 坝址控制上游集水面积 140.5km², 河长 15.2km, 河道比降 53.6%。

1.2 地层岩性

滑坡发育部位主要出露志留系中统罗惹坪组

(S₂l) 灰白色中厚层状灰岩夹黄灰色薄层状钙质泥岩, 岩层产状 170°∠8°~15°。第四系堆积物主要由崩坡积物组成分布于流沙河左岸沟谷河道内, 以及公路内侧的土质斜坡区由含碎石粉质粘土组成, 厚度 5~10m。

1.3 地质构造

近滑坡区构造行迹主要有金坪断裂、二郎山断裂、保新厂—凰仪断裂和汉源—昭觉断裂及其所切割的宜东向斜。滑坡区位于宜东向斜北东翼近核部。

2 滑坡基本特征

飞水沟滑坡主滑体主要为位于飞水沟沟谷右侧斜坡的巨型岩体, 主滑体平面上呈长条形, 沿沟谷走向分布, 长约 360m, 厚 35~80m, 高 40~110m, 推测体积约 160 万 m³。滑坡主滑方向约 126°, 基本与飞水沟走向垂直。主滑体边界主要受到 2 组构造裂隙控制, ①115°∠85°, 该组裂隙控制主滑体后缘边界, ②58°∠70°, 该组裂隙控制主滑体的东北侧边界。主滑体滑面推测主要沿薄层状钙质泥岩层分布。

飞水沟滑坡主滑体已完全下滑, 后缘形成近直立的基岩陡壁, 切断宜—交公路, 基岩陡壁沿 200°左右方向延伸, 长约 365m, 如图 2 所示。滑坡堆积体从后缘陡壁向东南方向展布, 分布范围南北长约 500m, 东西宽 200~250m。由于主滑体正对飞水沟沟谷下滑, 将整个飞水沟沟谷填埋, 并对沟谷左侧斜坡产生撞击, 现场可见覆盖层受刮铲作用的痕迹, 临河段滑体直接进入流沙河中形成堰塞体。

滑坡周边岩体及覆盖层受主滑体下滑影响形成了 3 个小型土质滑坡及 2 个危岩体。其分布如图 2 及图 3 所示。

收稿日期: 2015-02-05; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 费红彩。

作者简介: 唐然, 男, 1983 年生, 博士研究生, 工程师, 主要从事地质灾害勘查、设计及岩土工程监测等工作。E-mail: 546488149@qq.com。



图 2 飞水沟滑坡全貌

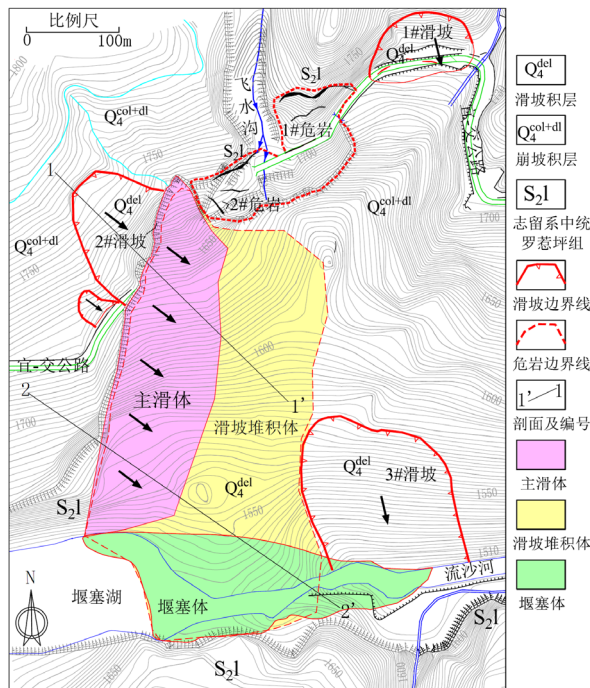


图 3 飞水沟滑坡工程地质平面图

3 滑坡形成机制分析

3.1 形成条件分析

(1) 特定的地形地貌。飞水沟滑坡部位滑前地形为坡度大于 70° 的基岩裸露斜坡，走向 220° 左右，相对高差约 $100\sim 150\text{m}$ ，为典型的深切河谷地貌。主滑体在滑动方向上剪出口全部临空，滑坡下滑具有较好的临空条件。

参 考 文 献 / References

范宣梅, 许强, 张俦元, 等. 2008. 平推式滑坡成因机制研究. 岩石力学与工程学报, 27(增 2): 3753~3759.
唐然, 魏良帅, 钱江澎, 等. 2012. 三峡库区张桓侯庙东侧滑坡动态监

(2) 特定的斜坡结构。飞水沟滑坡部位斜坡为中厚层灰岩夹薄层状钙质泥岩，岩层产状 $170^\circ\angle 12^\circ$ ，为典型的缓倾顺向坡。其中又夹钙质泥岩软弱夹层，雨水易泥化和软化，易构成潜在滑面。

(3) 地质构造条件是飞水沟滑坡形成的主要条件。飞水沟滑坡靠近宜东向斜北东翼核部。构造裂隙发育，具有 2 组共轭构造裂隙，产状分别为 $115^\circ\angle 85^\circ$ 、 $58^\circ\angle 70^\circ$ ，在河谷下切的过程中坡体卸荷，导致平行于沟谷走向的构造裂隙大量张开。据调查，永定桥水利工程建设勘察期间的勘察平洞曾在滑坡区周边岩体中发现宽约 1m 左右宽大、深切张性裂缝。这些深切裂缝的存在，有利于滑坡区周边地表水下渗和运移。

上述条件是滑坡产生的内在条件。

(4) 强降雨诱发。2013 年 7 月 11 日到 13 日晚的持续强降雨是滑坡产生的出发因素和必要条件。

3.2 变形机理

飞水沟滑坡的变形机理与红层地区近水平岩层平推式滑坡的变形机理非常类似。主滑体是被后缘宽大裂隙类的高静水压力水平推出。从现场地形地貌来看，滑坡后部并不具备较好的汇水条件，经过现场调查发现，静水压力主要来源是飞水沟内暴雨作用下产生的沟谷洪水。暴雨条件下，飞水沟内产生堵塞，水位大量升高，沟谷洪水从 2#危岩后部构造裂隙大量进入，并运移到主滑体后部构造裂隙内。现场可发现飞水沟在 2#危岩后部断流并大量灌入裂隙内，从 2#危岩与主滑体北侧交接部位大量渗出。经过分析估算主滑体后部裂隙内可形成静水压力水头高度接近 100m ，加之连续几日降雨对钙质泥岩夹层产生的软化左右，使主滑体在高水头产生的水平推力作用下产生快速滑动，南段滑体直接进入流沙河中堰塞堵江。

测成果分析与应用. 水文地质工程地质, 39(4): 102~109.

张俦元, 王士天, 王兰生. 1994. 工程地质分析原理. 地质出版社.