

甘肃省舟曲县南峪滑坡分析

王景荣 祁 龙 蔡祥兴

(中国科学院兰州冰川冻土研究所·兰州市·73000)

提 要

该文论述了甘肃省舟曲县南峪滑坡的过程和灾情,并从内因与外因两个方面对滑坡的成因进行了分析。指出:舟曲南峪滑坡是一个发育在断裂构造破碎带上的老滑坡,这次滑坡的范围仍在老滑坡体的边界内,滑前滑坡区一带共有四次大、暴雨,这对滑坡大规模下滑起了重要的诱发作用,其滑动的土石方总量约 875 万 m^3 ,堵断白龙江达 8h,横贯滑坡前缘的 S 313 线有 2km 路基被毁,中断交通达 40 天,造成的危害十分严重。

关键词: 滑坡 断裂构造破碎带 诱发作用

Analysis on Landslide of Nanyu in Zhouqu County of Gansu Province

Wang Jingrong Qi Long Cai Xiangxing

(Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Academia Sincia, Lanzhou, Gansu, 730000)

Abstract

The situation and process of landslide of Nanyu have been described. Based on the internal and the external causes of the landslide, its causes of formation have been analysed. It is indicated that the landslide in Nanyu, Zhouqu county, depends on an ancient landslide that was formed in broken zone in faulting structure. New landslide formed within ancient one. Before it slid, there were four times of heavy and storm rainfalls, which is an important action of formation of inducing landslide. The volume of the landslide reached 8.7 million m^3 . The landslide blocked up the Beilongjiang river for 8 hours. The S 313 highway in front of the landslide was destroyed in the range of 2 km. The traffic transport was stopped up to 40 days. Harmfulness caused is quite serious.

Key words landslide broken zone of faulting structure inducing action

南峪滑坡位于甘肃省甘南藏族自治州舟曲县境内,在距舟曲县城东侧 9km 白龙江左岸的炭窑山下,滑坡与南峪乡隔江而望。滑坡范围界于 $N33^{\circ}43'20''\sim 36^{\circ}$ 、 $E104^{\circ}25'4''\sim 40^{\circ}$ 之间,滑体长 700m,平均宽度 250m,厚度约 50m,面积为 0.175 km^2 。

一、滑坡过程与灾情

南峪滑坡活动的征兆自 1985 年开始,并于 1986 年、1988 年和 1990 年三次下滑,规模一次比一次大,后两次还发生短时间堵江,造成一定损失。当时,有关部门就预测该滑坡将有大规模下滑的可能性,并建议南峪乡搬迁。

本次滑坡发生在 1991 年 6 月 13 日 17h40min,滑坡体下半部分首先剪切破坏,缓慢下滑并瞬

时堵江,19h40min 滑坡后半部分失稳被牵引快速下滑,巨大的推冲力加之对岸陡壁的顶托作用,迫使滑体舌端土体沿陡壁向上爬行,推高达 20m 左右,终因失稳而翻落下来,筑成高 20m、宽 50m 的土石坝,坝长与滑坡连为一体。汹涌的江水利时间断流,历时 8h。直到次日凌晨 4h 左右,江水才由

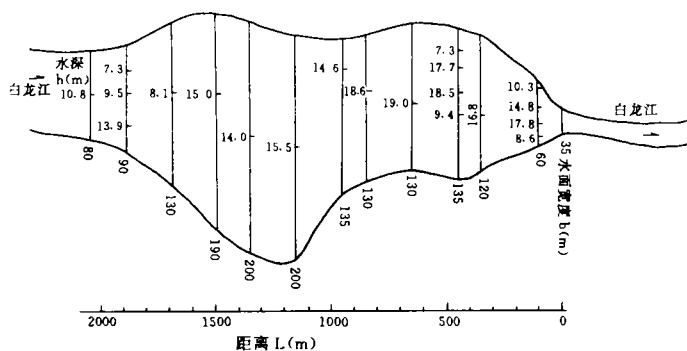


图1 水库平面图

缝隙间冲挤出来。据当地水文站实测,白龙江当时的上游来水量为 $144\text{m}^3/\text{s}$,坝后的排水量为 $119\text{m}^3/\text{s}$,泻流量相当入水量的 $3/4$ 。平均 $35\text{m}^3/\text{s}$ 的水蓄积在坝内。6月14日 11h 至 15日 9h,历时 22h,坝前水位上涨 1.91m,水深 16m,积水量由 473.46 万 m^3 增加到 754.92 万 m^3 ,上游回水长达 3km。兰州水文总站实测了滑坡堵江后的水库平面图,见图

1。

本次滑坡的重灾区是南峪乡,主要因堵江回水淹没农田 150 亩,吊桥一座,共倒塌房屋 1 403 间,造成 193 户、869 人痛失家园。S 313 线的 2km 路基被毁,交通中断 40 天。累计经济损失接近 100 万元。

二、滑坡成因分析

南峪滑坡的发生和发展主要受内因和外因两方面因素的影响。构造活动、岩石性质以及地形等因素构成滑坡产生的内部条件。南峪滑坡就座落在我国著名的纬向构造体系影响较大的武都小“山”字型构造体系前弧的西翼^[1]。尤其是贯穿舟曲县北部的黑峪——舟曲——化马的一组区域性走向挤压断裂带,不仅严格控制着白龙江的走向,由于伴随着许多 EW 向、NNE 向和 NE 向三组断裂,形成宽约 4km 的断层破碎带,故在黑峪至化马东西长 40km 范围内,发育有:黑峪、武滩山、换坪、靖边、咀疙瘩、锁儿头、河南村北、大歇台、泄流坡、南峪、真节、石家山、中牌、刘家湾、化马等 15 处大型滑坡(见图 2)。它们呈“一”字型、半弧状东西展布^[2]。由此不难看出大断裂走向、构造破碎带走向与滑坡的分布如此一致和相互依存性。

南峪滑坡被三条大断层切割,一条是上古生界石炭系下统与泥盆系中统西汉水群古道岭组地层间的 NWW 向大断层;另一条为上述后者与下古生界志留系中上统白龙江群地层间的一条 NWW 向大断层;以及切断上述两条断层的另一条 NE 向断层(见图 2)。该滑坡即处在上述三条断层间的沉降地块中,稳定性极差。

滑坡的基底岩层主要由泥盆系中统的炭质板岩、千枚岩、砂岩夹灰岩构成^[3],这种软硬相间的古老地层在长期风化作用下,已变质为粉质粘土,遇水则膨胀变形或塑化,导致上伏岩体失稳。滑坡上部出露有灰白色的酸性凝灰岩属晚第三系地层,固结度差而质软,含水量可达 15%~20%,风化强烈,常常形成粘土化的膨润土,遇水膨胀,抗剪力极差。滑坡中下部多由黄土、千枚岩、砂岩风化再搬运的片状、砂粒物质,崩落的灰岩块石,直径 30~100cm,构成残坡积物。因而,滑坡的稳定性很差。

许多事实证明,滑坡的重新活动往往出现在曾经发生过崩塌或古滑坡地形之处,一般若没有特殊的外动力作用,而在不具备滑坡地形的地方很少产生新的滑动。南峪滑坡亦不例外处在古滑坡上,古滑坡边界较新滑坡大,长约 1 000m,平均宽约 800m,可分出三个小滑坡,此次滑坡居中(见图

2)。老滑坡地形很典型,既有明显的倒贝壳滑坡外型,又有环状裂隙,3m 高的破裂壁,反坡洼地及泉水出露,滑体前缘为 65m 高的临空陡坡,坡度在 50°以上。以上三方面因素为滑坡的重新活动提供了十分有利的基础条件。

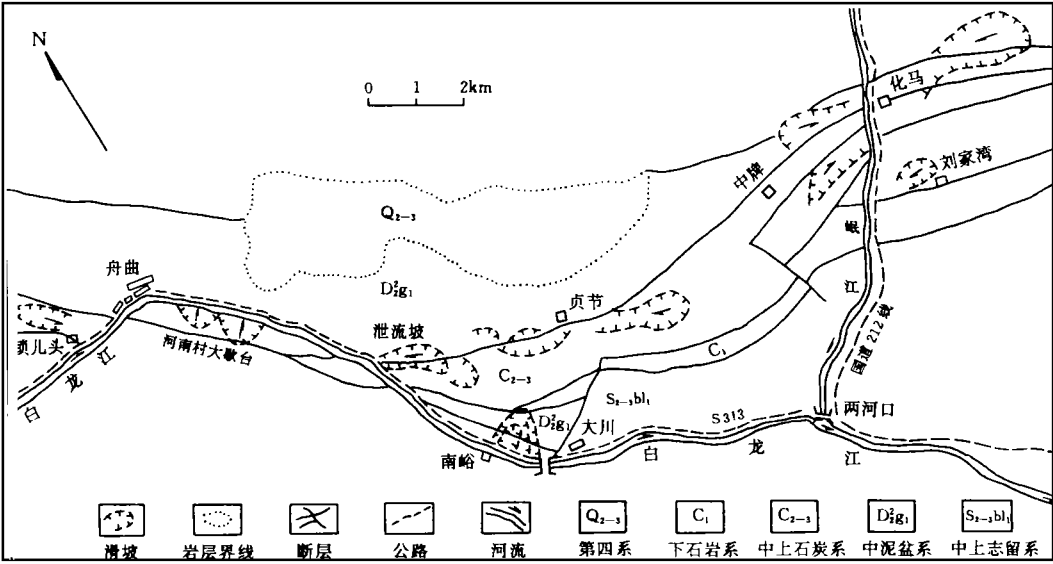


图 2 南峪及相邻滑坡分布图

如果说上述三个方面为滑坡活动创造了内在条件,那么,一定方式和一定强度的构造应力则是滑坡产生的外动力因素。人们知道,地震是地壳构造变动的表现形式之一,而构造运动尤其是新构造运动强烈活动的地区往往是强震区。南峪滑坡所处的白龙江上游,Ⅰ、Ⅲ级阶地分别高出现代河床 50m、200m,山地强烈抬升,河谷深切,说明新构造运动十分活跃。据中国西北陕甘宁青地震区划^[4]属宁夏——龙门山地震亚区,天水地震带,为 7 度以上强震区。地震是诱发滑坡、崩塌产生的重要因素。1961 年 9 月下旬舟曲地震导致泄流坡滑坡复活,历史上,地震引起山崩、滑坡现象在这里屡见不鲜。

大气降水、冰雪消融水、灌溉用水、裂隙泉水的下渗,大部分聚积在老滑床一带,即残坡积层与下伏基岩面的接触带,构成滞水带或软弱层,而堆积在上部的土体,自身固结强度就很低,其吸水性和透水性的特点更加降低了抗滑力。处在这样一种不稳定状态的老滑体,如果前缘为滑坡鼓丘地形,将对老滑体起支撑作用,但是,前缘筑路开挖、江水冲蚀已构成 65m 高、50°以上的陡坡临空面。因而,滑坡的产生很容易。1991 年 6 月 13 日之前的一个月时间,滑坡区一带共有四次大、暴雨,尤其是 6 月 8 日 19h 左右的一场历时 40min 的大暴雨,对 13 日滑坡大规模下滑起直接触发作用。滑前的近一年时间内,滑坡各局部的蠕动、变形,山坡滚石不断,公路位移现象,后缘裂隙增宽等,都是滑坡的孕育过程。6 月 13 日的滑坡快速下滑即是其孕育过程的结束。

三、滑坡活动的预测

每次滑坡发生后都有一个相对稳定的时期,这个间歇期有长、有短,一般几年或几十年。由前述已知,南峪滑坡此次下滑只是居中的一个,东西两侧的二个老滑体均受到牵连,东侧老滑体已出现 20cm 宽的纵向大裂缝,并有错位现象,估算有上百万 m³ 的土体待滑。西侧山坡临空条件优越,并向老滑坡中部错落,裂隙纵横,上部土体摇摇欲坠,随时有崩塌发生,土方量不大。本次滑体前缘和

