

气象因素对滑坡形成的影响分析

莫运松¹,董雪梅²,文日海¹

(1. 广西桂林水文工程地质勘察院,广西 桂林 541002; 2. 广西地质灾害防治工程勘查设计院,广西 桂林 541002)

摘 要:滑坡形成与水的关系十分密切,气象因素对滑坡形成影响是显著的,特别是强度大、时间长的降雨,往往造成公路滑坡的发生。通过研究广西东巴凤二级公路滑坡的形成与降雨量、降雨方式以及降雨与滑坡产生的时间之间的关系,分析气象因素对滑坡影响的条件及最利于滑坡变形破坏的降雨方式。

关键词:滑坡;降雨量;降雨方式

中图分类号: TU457 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004—5716(2010)06—0051—03

滑坡形成与水的关系十分密切,几乎所有滑坡形成的过程都离不开水的作用,气象因素对滑坡形成影响是显著的,特别是强度大、时间长的降雨,往往造成滑坡的发生。降雨在滑坡形成中的作用表现在三个主要方面^[1],一是对软弱结构面的侵蚀软化作用,降低结构面的抗剪强度,加快滑动面的形成;二是增加边坡岩土体的重量,使得下滑力急剧增加,破坏边坡岩土体的力学平衡,起诱发破坏作用;三是滑动面孔隙水压力增加,对滑坡变形破坏起控制作用,在孔隙水压力持续作用阶段即滑坡形成的初始阶段(蠕滑阶段),坡体后缘和前缘的水平位移均有明显的加速过程,而垂直位移表现出后缘下坐、前缘上抬。降雨只有转化成边坡地下水才能对滑坡产生作用,那么要使降雨转化成地下水边坡岩土体必须具备可渗透性,只有可渗透性良好的岩土层,降雨才能转化成地下水。降雨对滑坡形成的影响程度直接受控于边坡地下水水位,水位越高,影响程度越大,地下水水位在短时间内大幅度上升是大多数滑坡形成的直接诱因。

1 区域地质环境^[2]及滑坡概况

河池市的东兰、巴马、凤山三县地处广西丘陵与云贵高原过渡带上,属小高原气候,多年平均年降雨量 1586.3mm,年降雨量分配很不均匀,雨季一般在 5~8 月,约占全年降雨量的 70%。地形上呈现为多级抬升,切割严重,表现为山高沟深。地质条件复杂,地层岩性类型多,岩石强度差异大,主要分布地层有:二迭系茅口阶(P_{1m})厚层块状灰岩,底部为白云岩;二迭系上统(P₂)厚层灰岩夹页岩及硅质岩,局部夹二层透镜体煤层;三迭系下统罗楼组(T_{1l})泥岩、页岩、粉砂岩;三迭系中统百蓬组(T_{2b})泥岩、细砂岩、粉砂岩、页岩;第四系地层主要以坡残积碎石粘土为主,结构松散。地质构造以断

层和褶皱为主,岩体节理隙发育,岩石受结构面切割较破碎。降雨量大且集中,地形切割强烈,山高坡陡,岩石强度差异大,有利于滑坡和崩塌的产生。

表 1 东兰至巴马、凤山至巴马二级公路滑坡分区、分级表

| 分级 | 东兰—巴马 | | 凤山—巴马 | |
|---------------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| | 滑坡个数 | 百分数(%) | 滑坡个数 | 百分数(%) |
| 小型滑坡 (5000m ³) | 17 | 56.7 | 21 | 40.4 |
| 中型滑坡 (5000~50000m ³) | 12 | 40.0 | 26 | 50.0 |
| 大型滑坡 (50000~100000m ³) | 1 | 3.3 | 5 | 9.6 |
| 合计 | 30 | 100 | 52 | 100 |

注:滑坡分级按《工程地质手册》(第三版)。

东巴凤二级公路自 2004 年初开工建设至 2005 年 7 月的一年半内,公路边坡出现的 82 处滑坡等地质灾害^[3],其中有 72 处发生在气候炎热、降雨量极大的 5~8 月间,占 87.9%。而研究区内降雨多集中在 5~8 月(见图 1~5)。充沛、集中的降雨对东巴凤二级公路(高)边坡进行强烈的冲刷、侵蚀、软化和增重作用,使边坡灾害在雨季开始后 1~2 个月内集中出现。从图 1 和图 2 可看出,各月降雨量呈单峰型,峰值在 6~7 月份,月降雨量在 350mm 以上,其亦是降雨量增幅最大的月份,与 5 月份相比,增值达 100mm 以上,这也是造成该月滑坡等边坡地质灾害大量发生的原因。8 月份以后,降雨量迅速减少,边坡地质灾害也逐渐减少。可见,降雨量季节性大幅度的增减变化,是边坡滑坡地质灾害在雨季大量发生和旱季数量减少的外部气候控制条件。

气候的周期性变化导致降雨量和降雨强度的周期变化,使滑坡的发生亦呈周期性特点。

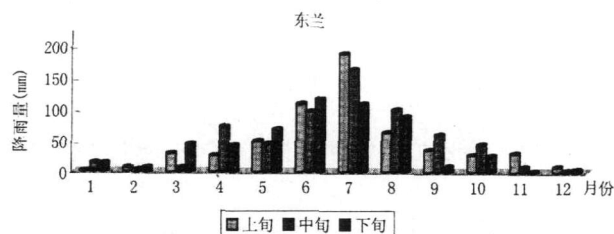


图1 东兰县多年平均旬降雨量圆柱图

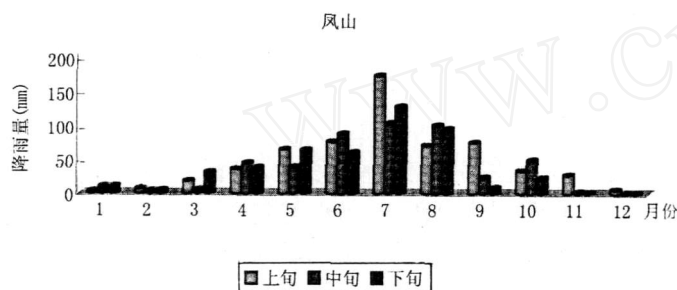


图2 凤山县多年平均旬降雨量圆柱图

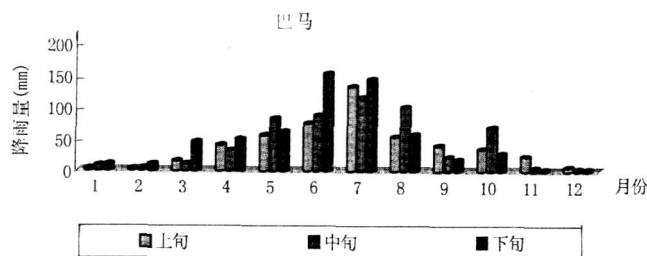


图3 巴马县多年平均旬降雨量圆柱图

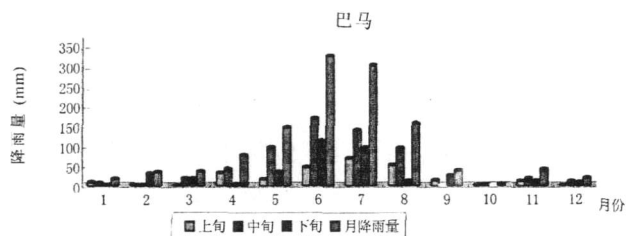


图4 巴马2004年旬降雨量及月降雨量圆柱图

2 滑坡形成与降雨量的关系^[1]

研究区内常见大雨、暴雨、大暴雨,多集中于每年的夏季的5~8月间,形成相对集中型暴雨,而小雨、绵绵细雨多发生于每年的春、冬两季,降雨量较小,降雨量的不同对滑坡的形成存在较大不同。根据巴马县2005年

5、6月份降雨量与滑坡形成关系(见图6、7)分析得出,旬降雨量在100mm以上时,研究区路段内就有滑坡产生,在82处滑坡中,有72处发生在雨季,占87.9%。

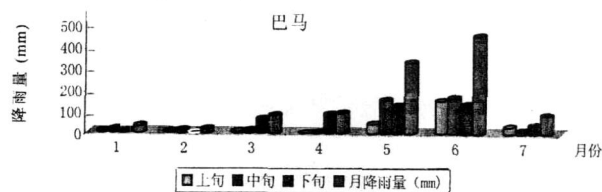


图5 巴马2005年上半年旬降雨量及月降雨量圆柱图

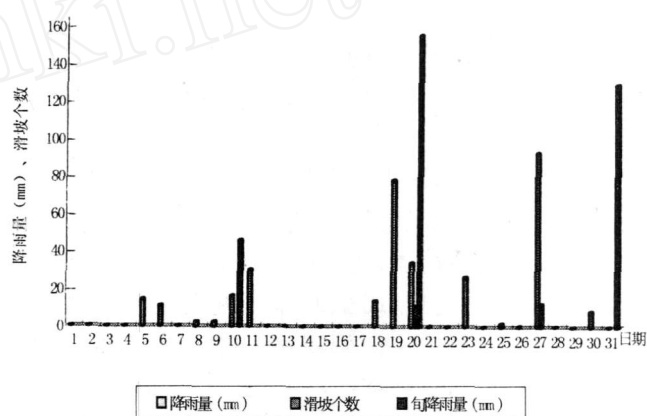


图6 2005年5月份降雨量与滑坡关系图

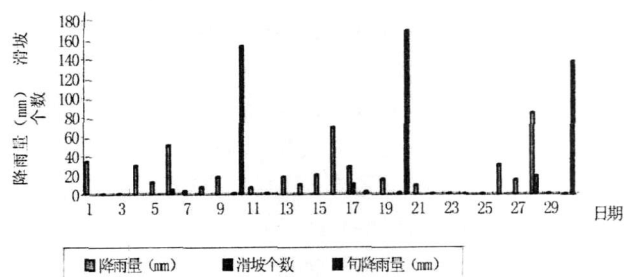


图7 2005年6月份降雨量与滑坡关系图

3 滑坡形成与降雨方式的关系

降雨方式的不同,对滑坡形成及其规模也不同,根据研究区内气候特征,可分为集中型大雨、暴雨和分散型小雨、绵绵细雨两种方式。

集中型大雨、暴雨系指降雨时间短、强度大,旬降雨量达130mm以上的降雨。在炎热的夏天,强度大、时间短的集中型大雨或暴雨,因降雨时间短,在土体中孔隙和干裂缝闭合前已经转化成地下水,又因降雨量大,补给地下水数量巨大,而短时间蒸发量有限,使得地下水急激增多,孔隙水压力和坡体重度增大,同时地下水

(下转第55页)

参考文献:

- [1] A. Timms, Amerada Hess, Muir. Downhole deployment valve - case histories[R]. SPE93784.
- [2] Brian Grayson. DDV usage reduces time to round - trip drill string, cuts costs[J]. World oil. 2004, 225(5).
- [3] Travis W. Cavender, Henry L. Restarick. Well completion techniques and methodologies for maintaining underbalanced conditions throughout initial and subsequences inter-

ventions[R]. SPE90386.

- [4] Quick - Trip Valve Product Description Halliburton 部分材料 H02856 08/01.

收稿日期:2009-11-13

第一作者简介:白晓捷(1982-),男(汉族),黑龙江富锦县人,助理工程师,从事欠平衡钻井技术工作。

(上接第52页)

对软弱结构面进行侵蚀软化,使其抗剪强度大幅度降低,在以上多种因素共同作用下,破坏边坡极限平衡条件,最终导致滑坡产生。据巴马县2004~2005年7月的降雨量与滑坡资料分析得出,当旬降雨量达130mm以上,就开始诱发滑坡形成。如2005年5~7月,旬最大降雨量达168.0mm,有41滑坡产生。如2005年6月上旬降雨量达152.2mm,6月16日降雨量达68.4mm,于第二天(即6月17日)在建的东兰至巴马二级公路里程号为K3+350左侧公路的崩塌,诱发滑坡产生,造成公路附近的一家砖厂淹没,2人死亡,造成了重大经济损失和不良社会影响。

分散型小雨、绵绵细雨是指降雨时间长、强度小,旬降雨量小于100mm。长时间低强度降雨,一般对滑坡产生影响不显著,其主要原因为:一是降雨强度小,降雨量较小,补给地下水数量有限,边坡地下水变化不大;二是降雨量绝大部分或全部都被边坡表层土体吸收,在较长一段时间内,因表层土体吸收水份后,土体软化,塑性增大,土体中孔隙和干裂缝将在此过程中逐渐闭合,渗透性明显降低,使得后期降雨很难渗入边坡岩土体中,多转变为地表径流,边坡地下水变化仍不大;三是随着天气转晴,蒸发量逐渐增加,边坡岩土体中水份逐渐减少,边坡岩土体的物理力学强度逐渐恢复。故分散型小雨、绵绵细雨对滑坡形成影响不大,也是这类型降雨很少见到滑坡发生的原因。

4 降雨与滑坡产生的时间关系

降雨开始后,充足的水份通过宽大的“通道”快速补给地下水,由于结构性空隙和干裂缝从遇水收缩到完全闭合需要一个时间过程,在它们完全闭合以前,已有大量的降水通过上覆岩土层补给下伏含水层,引起边坡体内地下水位上升,使边坡失稳。根据统计研究区内82起滑坡发生时间与降雨关系表明,强降雨与滑坡关系密切,滑坡多发生于强降雨后的36h内。如在2005年6月16日东巴凤普降暴雨,在暴雨的当天晚上至6月18

日凌晨,研究区内东巴、凤巴两条二级公路共发生滑坡12起。

5 结束语

降雨对边坡山区公路破坏主要取决于边坡岩土体公路的力学强度特征,还与岩土体的可渗透性、降雨量及降雨方式密切相关,只有以上3个充要条件在时间和空间上组合在一起时,才促使滑坡发生,降雨对滑坡变形破坏最显著,这就是滑坡多发生于雨季,特别是暴雨之后的主要原因之一。最利于滑坡变形破坏的降雨方式依次是^[1]:大(暴)雨或者长时间的中到暴雨 中(大)雨 小(中)雨 毛毛细雨。能够对边坡稳定性产生明显影响的降雨过程一般应满足以下三个条件:雨前经历较长时间的炎热天气,岩土层蒸发强烈,初始渗透性良好;降雨时间长,降水量大;降雨过程以中到大雨开始,且持续时间长。强降雨与滑坡、崩塌关系密切,受降雨入渗影响,滑坡、崩塌常发生在强降雨后的36h内。因此在滑坡防护中应做好坡体地表水的拦截和地下水的疏排。

参考文献:

- [1] 俞敏,胡杰刚,等.桂柳高速公路K420~K450路段地质灾害勘查与预应力锚固体系试验研究[R].广西壮族自治区桂林水文工程地质勘察院,2001.
- [2] 项开文,吴清奕,等.1/20万东兰幅区域水文地质普查报告[R].广西地质局.
- [3] 文日海,等.基于地形因素与滑动带综合内摩擦角呈线性回归分析[J].西部探矿工程,2008,20(2):120-123.

收稿日期:2009-04-30

基金项目:该项目为广西壮族自治区交通厅科技研究项目(交综合函[2004]885号)。

第一作者简介:莫运松(1969-),男(汉族),广西蒙山人,高级工程师,副总工程师,主要从事地质灾害防治工程勘查、设计、施工,公路工程边坡滑坡治理设计及研究工作。