

诱发江西滑坡的降水特征分析^①

单九生¹ 刘修奋² 魏丽¹ 朱星球¹

(1. 江西省环境预报中心,南昌 330046;2. 江西地质工程勘察院)

提 要

滑坡是江西最严重的地质灾害,在自然灾害中仅次于洪涝灾害和旱灾。滑坡的形成除与地质条件有关外,降雨和人类的工程活动是很重要的诱发因素。通过分析大量的滑坡资料和气象(雨量)数据,研究和探讨了滑坡的发生与降水特征之间的关系,发现滑坡的发生与近3天内的降水强度、过程降水总雨量、降水的持续时间等关系十分密切。建立了一个用日综合雨量预测滑坡发生的数学统计模型,并对江西2002年3次重大滑坡过程进行了检验,效果良好。

关键词: 地质灾害 滑坡 暴雨 日综合雨量

引 言

江西地貌以山地丘陵为主,是全国地质灾害易发、多发且危害比较严重的省份之一。据国土资源部门调查,全省地质灾害易发区面积73400km²,次易发区面积56700 km²,分别占全省国土面积的44%和34%。每年由于降水而引发的地质灾害都造成了一定的人员伤亡和财产损失,一定程度上制约着江西社会经济的发展。

滑坡流形成的因素很多^[1,2],但可归并为自然因素和人为因素两大部分。人为因素主要是山区大量的傍山切坡建房和一些不合理的工程活动对环境的破坏。自然因素包括地形地貌、地质环境和气候气象三个主要方面。降水在滑坡发育过程中表现在降低滑动面(带)的抗剪强度和增加滑体重量。以下对江西省1970~1999年内有历史记载的滑坡发生时的降水特征进行分析,总结一些规律,为今后开展地质灾害的预警业务提供一些参考。

1 滑坡的年、月、季分布

1.1 年际分布

据1970~1998年的资料统计,滑坡发生频率趋于增高(图略)。20世纪90年代发生

的滑坡占总数的87.03%,其中1998大洪涝年,因主汛期降水量大,造成了江西中北部地区出现大量的山体滑坡,该年出现的滑坡占总数的66.15%;80年代、90年代及以前发生的分别占8.57%、4.40%。其频率趋于增高原因除气候因素外,改革开放后,人类工程经济活动的加剧,特别是交通建设、切坡建房的加快也是导致滑坡频率增高的一个重要原因。

1.2 月季分布

江西滑坡多发生在雨季(图1)。5~7月占87%,6月高达70%左右,且以暴雨型滑坡为主,如1993年6月20日上午,万年县盘岭、大源、梨树坞、裴梅4个乡,6个小时之内降雨量高达217mm,山体滑坡176处;1998年6月14~22日,黎川县境内连降大雨、暴雨和特大暴雨,暴雨总量达456mm,厚村、洵口、河源三乡镇发生滑坡在3000处以上。

7~9月的台风暴雨也易诱发滑坡。台风带来的降雨强度大,日雨量多在100mm以上,有时超过300mm。1996年8月受台风影响,江西省普降暴雨,导致定南岗美山、兴国枫边、靖安九岭钨矿等地发生多处滑坡、崩塌、泥石流,致使多人死亡。

① 本文受2002年度国家科技部科研院所社会公益专项研究“暴雨型地质灾害风险预报研究”项目资助。

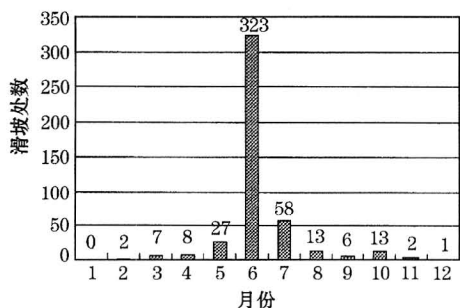


图1 江西省滑坡月季分布图

2 滑坡与降水的统计分析

强降雨(特别是暴雨)是斜坡产生滑坡的重要诱发因素,滑坡的发生数量、规模与持续过程降雨、暴雨量等的关系十分明显。降雨对滑坡形成的作用主要是通过补给地下水、土壤水,增大岩土体容重、减少滑动面摩擦力来实现的。通过对历史上有降雨资料(460个)的滑坡统计。

(1)暴雨基本可决定滑坡发生的时间。当日降雨量 $>50\text{mm}$,发生的滑坡占87%,其中日降雨量为 $100\sim 400\text{mm}$ 发生的滑坡占70%。滑坡发生时,当日平均降雨量为 109.2mm 。

(2)连续性降水和降水总量是滑坡发生的一个不可忽视的因素。4~8月是江西主要降水期,连续性降水或突发性强降水时常发生,且过程雨量往往较大。发生于4、5、6、7、8月的滑坡数分别占总数的1.74%、5.87%、70.21%、12.61%、2.83%,而相应的月均降雨量分别是224、242、275、151、133mm,各月发生滑坡的百分比与当月降雨量基本成正相关。

(3)灾害的发生多与降雨同步,少数是滞后的。与当日或前期连续降雨量同步发生的占92.7%,滞后降雨发生的占7.3%,滞后期最长8天,一般1~3天。如黎川县厚村乡焦陂村,1998年6月8~20日降雨 420.3mm ,21日降雨 291.9mm ,22日早上雨停,中午发生滑坡,滞后4小时。该滑坡长140m,宽 $20\sim 30\text{m}$,厚 $6\sim 8\text{m}$,规模达 $2.38\times 10^4\text{m}^3$ 。滑动迅速,并转泥石流,造成重大人员伤亡和财产损失。

(4)滑坡多发生在暴雨中心及邻近斜坡

地带。从年均暴雨日数分布区看(图略),年暴雨日在5~6日区域较易发生滑坡,其处数、体积占总数的47.14%、57.92%;其次是4~5日区域,处数、体积分布占总数的30.29%、21.38%。易发区主要集中在暴雨日数大于6日区域和5~6日区域。

(5)当天强降水与滑坡发生的关系也较为紧密。因气象资料的限制,这里只对90年代136个个例进行统计,发现,当天1小时最大雨量在 $10\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上,甚至 $20\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上易出现滑坡(当天出现滑坡的几率分别为57.35%、29.412%)。说明滑坡不仅与当天总雨量有关,而且与当天1小时最大雨量有一定关系。

3 降水量对灾害形成的影响

降水对崩、滑、流等灾害的诱发作用,不仅取决于当日雨量,而且与前期过程降水量有关,但前期各日雨量对该日的影响程度是不相同的。为了反映这一差异;进一步研究降水过程对致灾影响程度,我们引入“日综合雨量”这一概念。

日综合雨量是指对当日崩、滑、流形成有影响的降雨过程中的等效降雨量,其值等于当日雨量与前10日各日降雨量及其影响系数乘积之和。计算式为:

$$P_z = P_0 + \sum_{i=1}^{10} \alpha_i P_i \quad (1)$$

式(1)中, P_z 为某日综合雨量; P_0 为当日雨量; P_i 为前*i*日雨量; α_i 为前*i*日的影响系数。

由于某日的降雨量对成灾的影响随时间的延长而逐渐减弱直至消失,即是一个衰减过程,因此可引入衰减系数 λ ,并假定:

$$\alpha_i = \lambda^i \quad (2)$$

为求衰减系数 λ ,我们利用历史上115次诱发了崩、滑、流灾害的降水资料,取综合雨量均方差与综合雨量最大值的商最小作为目标函数,通过优化方法求得 $\lambda = 0.75$ 。各日的影响系数取值如表1所示。

通过日综合雨量,可以比较不同降雨过程对崩、滑、流灾害形成的作用。如连续5d降雨强度 $100\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$,与当日降雨 302mm 、前期没有降雨,或与当日降雨 200mm 、前一

日降雨 136 mm 等降雨过程对崩、滑、流灾害的影响程度是相同的。

表 1 降水影响系数取值表

前 i 日数	该日影响系数 α_i	前 i 日数	该日影响系数 α_i
1	0.750	6	0.178
2	0.562	7	0.133
3	0.422	8	0.100
4	0.316	9	0.075
5	0.237	10	0.056

根据 115 次引发灾害的降雨资料(图 2),假定取累加频率达 5%、15%、30% 时的日综合雨量,即 70 mm、120 mm、170 mm 作为进入预警、警报、临灾 3 个状态的临界雨量值。

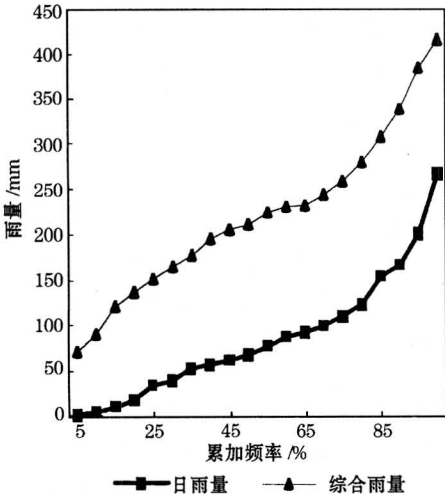


图 2 发生崩滑流的日降雨、综合雨量频率图

4 检验分析

2002 年江西共发生滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害逾万处,造成重大人员伤亡,损毁房屋几千间,直接经济损失达几亿元。其中 6 月 13~17 日、6 月 26 日~7 月 1 日的 2 次连续性暴雨,造成较大范围的地质灾害;9 月 13~14 日受“黑格比”减弱成的低气压影响,罗霄山脉的中段因强降水也诱发了大面积的泥石流和滑坡,遂川县境内尤为严重。这里以 6 月中旬的连续暴雨过程为例,计算出连续暴雨过程中最大日综合雨量(图 3)。从图 4 可以看出,吉安、抚州两市的南部和赣州市的北部最大日综合雨量超过了临灾状态临界雨量值(170mm),其中以广昌 452mm 为最

大。而此期间,临灾状态临界雨量等值线范围内(或附近)的广昌、兴国、黎川、宁都、永丰、乐安、吉安等县市相继出现了大量的崩塌、滑坡等灾害。另外 2 次地质灾害过程也有雷同的结果,像 9 月中旬遂川的地质灾害,仅 13 日 20 时~14 日 14 时,该县五斗江乡的雨量就高达 241 mm,且还有 4 个乡镇的雨量超过 180 mm。这场突如其来的暴雨,引发了严重的山洪爆发、山体滑坡等自然灾害。

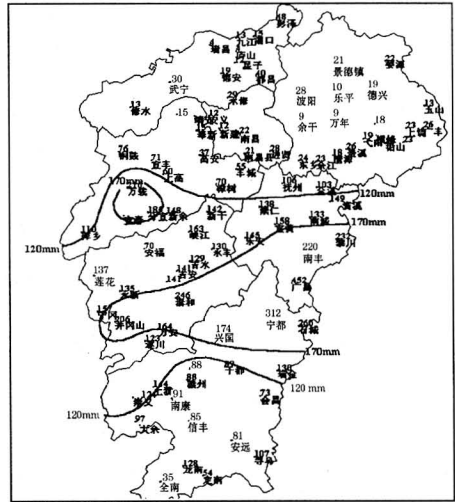


图 4 6 月 13~18 日最大日综合雨量分布图 (单位:mm)

5 结 语

(1)江西滑坡灾害主要集中在江西的雨季 4~9 月发生,主汛期 6~7 月为每年滑坡发生的高峰期,而在汛期之外很少有发生滑坡灾害的记录。

(2)强降雨的分布区域决定滑坡的群发区。强降水(特别是暴雨)是斜坡产生滑坡的重要诱发因素,强降水不仅决定滑坡发生的区域,而且可基本决定了滑坡发生的时间。

(3)降水是诱发滑坡等地质灾害的外部强迫因素。而目前对两者之间的关系研究只停留在统计分析的基础上,对其内在的作用过程还需进一步研究。

(4)滑坡的发生与过程降水总量有较好的正相关性。本文应用的日综合雨量能较好地反映出前期降水与滑坡发生之间的影响关系。

(下转第 21 页)

参考文献

- 1 谭万沛,王成华,姚令侃等.暴雨泥石流滑坡的区域预测与预报.成都:四川科学技术出版社,1994:99~183.
- 2 唐邦兴.山洪泥石流滑坡灾害及防治.北京:科学出版社,1994:238~269.
- 3 陈双溪.江西'98特大气象洪涝气象分析与研究.北京:气象出版社,2000:106~110.

Rainfall Characteristics Analyses on landslide in Jiangxi Province

Shan Jiusheng¹ Liu Xiufen² Wei Li¹ Zhu Xingqiu¹

(1. Environmental Forecast center of Jiangxi Province, Nanchang 330046;

2. Jiangxi Institute of Geological Engineering Prospecting)

Abstract

The landslide is the most serious geological disaster and the most serious natural disaster and next to the disasters of flood and drought in Jiangxi province. Rainfall and human activities are of the very important triggering factors of the landslide relating to geological condition. The data of landslide and rainfall from 1970 are analyzed and the relation between the landslide and rainfall are studied. The result shows the occurrence of landslide is closely related with rainfall in 3 days, and the total rainfall in a process and its duration. A mathematic statistical model in which daily combined rainfall is used to predict the occurrence of landslide is developed and the applicational tests indicated good effect of the application of the model to 3 serious landslide events in 2002 in Jiangxi province.

Key Words: geological disasters landslide heavy rain daily combined rainfall