

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0015-03

# 广西泥石流和滑坡地质灾害临界雨量界定方法

谢 敏, 陆 甲, 李艳兰, 黄 卓

(广西区气候中心, 南宁 530022)

**摘 要:**利用 2012–2016 年广西泥石流和滑坡地质灾害事件及其事件前期临近自动气象站的逐小时雨量资料,采用统计的方法,确定诱发广西泥石流和滑坡灾害的临界致灾雨量,并用 2017 年的灾害个例及其雨量加以检验和修订。结果表明:前期降雨对广西泥石流和滑坡起主导作用,当 24h 雨量 $<152\text{mm}$ 时,泥石流临界雨量为  $H_1=-0.2872H_{24}+83.55$ ;当 24h 小时雨量 $\geq 152\text{mm}$ 时,泥石流临界雨量为  $H_1=39.9\text{mm}$ 。广西滑坡的雨强和降雨历时曲线满足  $I=11.31D^{-0.7}$  关系。

**关键词:**滑坡;泥石流;临界雨量;广西;地质灾害

**中图分类号:**S421      **文献标识码:**A

## Study on rainfall thresholds for mud slides and landslides in Guangxi

Xie Min, Lu Jia, Li Yanlan, Huang Zhuo

(Guangxi Climate Centre, Nanning Guangxi 530022)

**Abstract:** Based on the geologic hazard events and its corresponding hourly precipitation data from 2012 to 2016, this paper used statistical method to analyze the rainfall threshold for mud slides and sand landslides in Guangxi and used the disaster happened in 2017 to test and revise the rainfall thresholds. The results showed that antecedent rainfall played a leading role in debris flow and landslide in Guangxi. When 24h precipitation was less than 152mm, the rainfall threshold for mud slides  $H_1=-0.2872H_{24}+83.55$ , otherwise the threshold  $H_1=39.9\text{mm}$ . For landslide, the curve of rainfall last and its density follow the formula  $I=11.31D^{-0.7}$ .

**Keywords:** landslides; mud slides; rainfall threshold; Guangxi; geologic hazard

降雨是诱发泥石流和滑坡地质灾害的主要因素,合理的界雨量是滑坡和泥石流预报预警的主要依据。关于滑坡泥石流地质灾害的临界雨量,不少国家和地区<sup>[1-9]</sup>已研究出引发滑坡泥石流的临界雨量值,为滑坡泥石流预报预警提供了主要依据。然而各地的地质结构和降雨特征不同,诱发地质灾害的临界雨量也有较大的差异,目前难以找到普遍适用的临界雨量值。广西是地质灾害多发的省区之一,做好滑坡泥石流的预报预警对最大程度减轻人民生命

和财产损失具有重要意义。关于广西地质灾害与前期雨量关系的研究,杨军<sup>[10]</sup>等人研究了广西梧州市万秀区区域降雨型滑坡危险性区划的降雨临界值,许英姿<sup>[11]</sup>等人研究了降雨对广西碎屑岩地区地质灾害的影响,李岳顺<sup>[12]</sup>采用有效雨量模型研究了广西梧州地区的滑坡地质灾害的临界雨量,黄莉<sup>[13]</sup>等做了广西地质灾害与气象因子的风险分析。但这些研究受限于气象资料的代表性和时间密度,其研究所得出的临界雨量应用于滑坡泥石流预报预警业务的

收稿日期:2017-01-10

作者简介:谢敏(1985-),女,硕士,工程师,主要从事气候与气候监测评价。

可操作性仍有限。对此,本文基于广西加密自动气象观测站的逐小时雨量和 278 个泥石流滑坡地质灾害个例资料,利用统计方法确定诱发广西泥石流滑坡地质灾害的临界雨量,并使用最新灾害资料进行相关的检验和订正,尝试为广西泥石流滑坡地质灾害的预报预警提供主要依据。

1 资料和方法

1.1 泥石流

(1) 收集泥石流个例资料和降雨资料。收集到 133 次泥石流灾害发生时间和地点,以及 2017 年汛期发生的 7 次泥石流,根据泥石流灾害发生时间和地点,选取距离最近的雨量站作为代表站,提取泥石流灾害发生前的逐时降雨资料。

(2) 针对历次泥石流灾害进行临界雨量组合确定,最终以灾害发生前期 1h 最大雨强和 24h 最大雨强做为指标。

(3)绘制临界雨量基准值确定图。分别以 1h 最大雨强(H1)为纵坐标、以 24h 雨强(H24)作为前期有效雨量为横坐标投射到坐标轴上,得到泥石流临界雨量基准值确定图。

(4)检验和修订。根据 2017 年汛期发生的 2 次泥石流灾害,对上述第(3)点广西泥石流致灾临界雨量基准线进行验证和修订。

1.2 滑坡

(1)资料收集。收集到百色市 132 个有明确时间和地点记录的降雨诱发的单体或区域性滑坡记录,以及 2017 年 6 次有明确时间和地点记录滑坡事件;取距滑坡最近的自动气象站的逐小时雨量。

(2)根据文献《诱发区域性滑坡的降雨阈值》<sup>[14]</sup>的方法确定降雨持续时间 D 和雨强 I。确定历时 D 时,需要确定起止时刻,滑坡发生的时刻为截止时刻。在只知道滑坡发生日期的条件下,近似用当日最后一次降雨结束时刻为其截止时刻。确定某一时刻 T,若 T 之前的历次降雨过程的有效降水量之和小于 T 时刻至 D 结束时刻之间的历次降雨过程有效降雨量之和的 10%,则以 T 时刻作为 D 的开始时刻。有效降雨量,有效雨量表达式为:

$$R_a=\sum_{b=1}^n R_bM^b \tag{1}$$

R<sub>a</sub> 表示有效雨量;R<sub>b</sub> 表示灾害发生当日及前期的降雨量(灾害发生当日 b=0,灾害发生前 n 天,b=n);K 为递减系数,据张书余的研究,广西的经验系数为 0.7;

n 对于不同的泥石流沟、不同的滑坡都不同,K 和 n 都需要通过统计确定。

(3) 将滑坡事件所对应的平均雨强和历时标注在 I-D 双对数坐标平面内。

(4)假定 I-D 阈值满足幂指数函数,找出雨强 I 和降雨历时 D 的关系式。

(5)以 2017 年的滑坡个例进行检验与修订。

2 结果分析

2.1 泥石流

按上述资料和方法处理后,得到激发泥石流和不激发泥石流的临界雨量基准线(图 1):

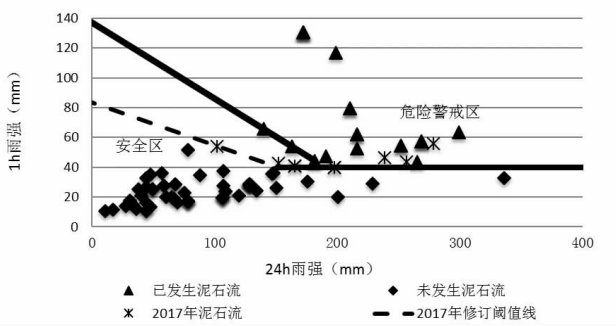


图 1 泥石流临界雨量基准值

当 H24<152mm 时,该线表达式为 H1=-0.2872H24+83.55;

当 H24≥152mm 时,该线的表达式为 H1=39.9mm。该线为泥石流发生的危险基

准线,分界线右上侧为发生泥石流的危险区域,左下侧为安全区。

2017 年汛期,广西阳朔县和灵川县出现的泥石流灾害,其发生前 24h 雨强大于 152mm,1h 雨强大于 39.9mm(表 1),达到泥石流危险警戒区,与实际情况相符,说明修订后的临界雨量基准线是合理的,基本满足广西泥石流短期预报的要求。

表 1 2017 年广西泥石流致灾临界雨量检验

日期	地点	资料	1h 雨强( mm )	24h 雨强(mm)	验证情况
20170702	桂林市阳朔金宝乡枫木寨村委利学村	自动站降雨量	43.4	256.7	相符
20170702	桂林市临川县灵田镇力水村委大汀村	自动站降雨量	46.6	238.9	相符

2.2 滑坡

利用广西百色市滑坡个例及其对应的雨量资料按上述 1.2 方法处理后, 得到诱发滑坡的 I-D 阈值曲线(图 2)。线条上侧区域为发生滑坡的危险区域, 下方区域为安全区域。假定 I-D 阈值满足幂指数函数, 根据滑坡事件的下限确定幂指数函数的 a 和 b 参数, 得到百色市降雨阈值曲线  $I=11.31D^{-0.7}$ , 适用范围为降雨历时 1~188 小时。该阈值高于 Guzzetti 等得到的全球降雨阈值  $I=2.20D^{-0.44}$ , 同时高于桂西北区域降雨阈值  $I=5.05D^{-0.57}$ , 符合区域阈值高于全球阈值的规律。

经 2017 年百色市发生的 6 次滑坡灾害对百色

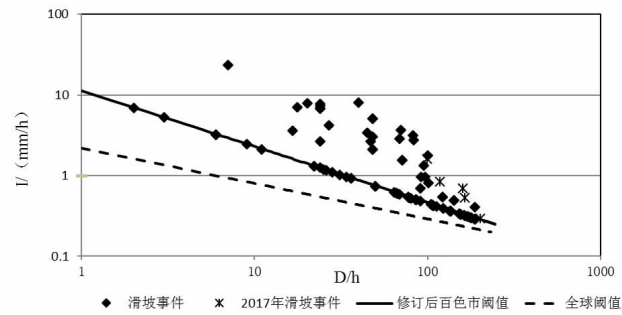


图2 百色市诱发滑坡的 I-D 阈值曲线

市降雨阈值曲线进行验证(表 2), 与实际情况相符, 因此根据滑坡灾害地点降雨历时及降雨阈值, 可以确定致灾临界雨量(强)。

表 2 百色市滑坡致灾临界雨量检验(需改为三线表)

日期	地点	致灾临界雨量 (mm)	实际平均雨量 (mm)	验证情况
20170626	百色右江区永乐镇那务村那务屯	44.9	85.7	相符
20170715	百色西林县西平乡弄工村弄工屯	51.2	110.4	相符
20170809	百色西林县古障镇泥洞村移民屯	56.3	58.3	相符
20170815	百色田阳县洞靖镇百勇村岩朝屯	52.5	86.9	相符
20170815	百色那坡县德隆乡德乐村各标屯	44.6	160.4	相符
20170816	百色那坡县百省乡那翁村百岩屯	47.2	99.1	相符

3 结论

(1)前期降雨对广西泥石流和滑坡起主导作用, 当 24h 雨量<152mm 时, 泥石流临界雨量为  $H1=0.2872H24+83.55$ ; 当 24h 小时雨量 $\geq 152$ mm 时, 泥石流临界雨量为  $H1=39.9$ mm。但由于泥石流样本较少, 仍然需要在今后的实践中对临界雨量基准线进行修订。

(2) 百色市诱发滑坡的 I-D 阈值曲线符合  $I=11.31D^{-0.7}$  的关系式, 可用于区域性滑坡的初步预警,但随着滑坡事件及相应降雨数据的增加,该曲线需要不断修订,其可靠性才能不断提高。

参考文献:

[1] 刘世业,梁仁全,李灿,等. 强降雨诱发地质灾害气象预警指标及应用研究 [J]. 气象研究与应用,2015,36(4): 28-33.

[2] 董蕙青,谭凌志,郑凤琴,等. 广西汛期地质灾害气象预报预警技术[J]. 广西气象,2004,25(4):21-24.

[3] 彭端,姜丽萍. 肇庆市降水与地质环境耦合的地质灾害预警方法[J]. 气象研究与应用,2008,29(4):30-41.

[4] 李向红,伍静,王存真,等. 桂林地质及山洪灾害气象风险预警系统研究 [J]. 气象研究与应用,2013,34(3):

33-50.

[5] 黎金水. 梧州市两次特大暴雨引发地质灾害差异原因分析[J]. 气象研究与应用,2007,28(2):54-56.

[6] 郑凤琴,高安宁,董蕙青,等.广西宾阳县“7.19”突发性地质灾害成因[J].气象研究与应用,2006,27(S1):88-89.

[7] 庄建琦,崔鹏,葛永刚,等. 降雨特征与泥石流总量的关系分析[J]. 北京林业大学学报,2009,31(4):77-83.

[8] 崔鹏,杨坤,陈杰. 前期降雨对泥石流形成的贡献——以蒋家沟泥石流形成为例 [J]. 中国水土保持科学,2003, (1):11-15.

[9] 白利平,孙佳丽,南赞. 北京地区泥石流灾害临界雨量阈值分析[J]. 地质通报,2008,(5):674-680.

[10] 杨军. 广西梧州市万秀区区域降雨型滑坡危险性区划及降雨临界值研究[D].桂林工学院,2007.

[11] 许英姿,卢玉南,范广,等. 降雨对广西碎屑岩地区地质灾害的影响研究[J]. 工程地质学报,2016,24(2):181-186.

[12] 李岳顺. 降雨对广西滑坡地质灾害的影响研究 [D].广西大学,2014.

[13] 黄莉,周云霞,黄君健,等. 广西西南部地质灾害气象因素风险评估[J].防灾科技学院学报,2008,10(4):79-82.

[14] 赵衡,宋二祥. 诱发区域性滑坡的降雨阈值[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2011,41(5):1481-1487.