

基于GIS的北流市地质灾害气象预警研究

李荣华*, 江思义, 李春玲, 李海良, 吴秋菊

(广西壮族自治区地质环境监测站, 广西南宁 530029)

摘要:对北流市地质灾害气象预警进行了分区研究,选择日降水强度70mm和140mm可作为北流市临界降雨量。将北流市划分出高危险性降水地质灾害气象预警区划图,结合北流市地质灾害隐患点具体情况,对北流市地质灾害进行地质灾害气象预警预报,对地质灾害防治具有实际意义。

关键词:ArcGIS; 地质灾害; 气象预警; 北流市

中图分类号:P642.25 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)07-0013-04

地质灾害气象预报预警是以地质环境条件为基础,根据前期实际降雨量和未来24h的预报降雨量,对降雨可能诱发的地质灾害发生的时间和空间范围及其危险程度进行预测,并通过媒体向社会公众预先发出报告和警告^[1]。

相关研究不胜枚举。江思义等^[2]利用GIS技术对贺州市平桂区的地质灾害气象预警进行了研究;杨智琴^[3]以山西省为例,对地质灾害气象预警模型的选择进行了探讨;郭富赟等^[4]对甘肃省的地质灾害气象预警方法进行了对比研究;魏平新^[5]以广东省为例,对地质灾害气象预警实践进行了研究;周扬^[6]建立了略阳县地质灾害气象耦合预警预报模型;丁伟翠等^[7]基于地质环境条件,利用GIS平台对陇东黄土区地质灾害气象预警进行了研究;周玉才等^[8]以江西省为例,对该地区地质灾害气象预警系统进行了研究;鲜鹏辉^[9]运用数学统计模型和渗流分析模型对临潼区地质灾害气象预警进行了研究;徐玉琳等^[10]以江苏省为例,对其突发地质灾害气象预警进行了研究。不同地区不同地质环境条件,相关的研究仍在不断涌现。

1 研究区概况

广西北流市地处桂东南,区域面积2457km²。经广西北流市1:5万地质灾害详细调查,共发现广西北流市境内地质灾害点423处,其中崩塌295处,滑坡81处,不稳定斜坡34处,岩溶地面塌陷11处,泥石流2处,是广西地质灾害多发县(区)之一^[10-11]。

北流市地处北回归线以南,属亚热带季风气候

区,气候温和,雨量充沛,根据收集到的1963~2012年50年的降雨资料,该地多年平均降雨量1689.8mm,多年平均蒸发量1594.58mm,多年平均相对湿度78%,多年平均气温21.7℃,最高温度38.3℃,最低温度-0.4℃,多年平均霜期1.2d/a。

北流市境内降雨量分布不均匀,最多年降雨量3250.4mm,最少年降雨量956.3mm。时间上,5~8月为丰水期,约占年降雨量的60.9%,4月和9月为平水期,约占年降雨量的18.6%,10~12月及次年1~3月为枯水期,降雨量仅占全年的20.5%。其中,降雨最多的月份为5月和6月,月平均降雨量分别为253.1mm和253.6mm。北流市历史最大月降雨量南部875.3mm,北部788.1mm,中部628.1mm;历史最大日降雨量南部257.9mm,北部463.3mm,中部238.9mm;1h最大降雨量99.4mm;10min最大降雨量36.4mm。空间上,北流市南部和北部降雨量较多,中部降雨量较少。

2 临界降水指标的确定

本次研究以当日降水强度指标进行预报。在地质灾害发生的降雨强度参数中,存在着一个临界值,当降雨强度达到或超过此临界值时,地质灾害具有群发性。

不同岩性其临界降雨量会有所差异,研究区以花岗岩、混合岩和碎屑岩类为主,故根据研究区实际,临界降雨量按下面进行分别分析。

(1) 花岗岩和混合岩。花岗岩和混合岩分布区当日降水强度与滑坡、崩塌关系统计见表1和图1,随着降水强度的增加,崩滑流发生的数量呈“台阶式”增多,

* 收稿日期:2023-02-27 修回日期:2023-03-07

基金项目:广西壮族自治区自然资源厅地质调查项目(桂自然资办[2022]218号)和(桂国土资办[2012]110号)。

第一作者简介:李荣华(1972-),男(汉族),广西陆川人,高级工程师,现从事水文地质、工程地质环境地质方面以及岩土工程勘查与设计工作。

表1 花岗岩、混合岩区滑坡、崩塌数量与日降雨量之间关系统计表

当日降水强度(mm)	滑坡数量(处)	崩塌数量(处)	滑坡、崩塌合计(处)
<10	1	9	10
<20	1	13	14
<30	3	28	31
<40	6	40	46
<50	11	49	60
<60	17	66	83
<70	30	99	129
<80	30	99	129
<90	30	100	130
<100	30	101	131
<110	30	101	131
<120	30	101	131
<130	30	101	131
<140	30	102	132
<150	30	102	132
<160	30	102	132
<170	30	102	132
<180	30	102	132
<190	30	102	132
<200	34	108	142
<210	34	108	142
<220	34	108	142

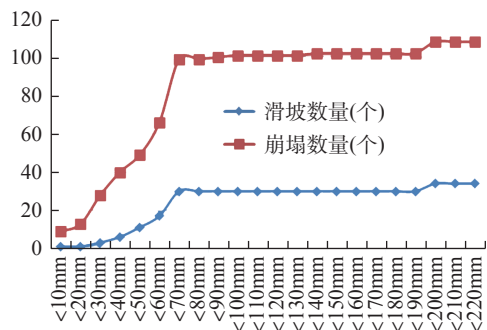


图1 花岗岩、混合岩区滑坡、崩塌数量与日降雨量之间关系曲线图

其中日降水强度从60mm增至70mm,崩滑流数量从83处增至129处;日降水强度达140mm时,崩滑流数量达132处,达次大值,日降雨量达200mm时,崩滑流发生的数量达142处,达最大值,并有跃增现象,但通过碎屑岩类分布区的统计结果做比较并考虑到雨量监测点在市区中部碎屑岩分布区,距离花岗岩区较远,其相关性可能受到一定的影响。故选择日降水强度70mm和

140mm作为临界降雨量。

(2) 碎屑岩类。碎屑岩类分布区当日降水强度与滑坡、崩塌关系统计见表2和图2,临界降雨量依然在70mm和140mm处。日降量从60mm增至70mm,崩滑流发生的数量从26处剧增至36处;日降水强度达140mm时,崩滑流发生的数量达39个,达最大值。故日降水强度70mm和140mm可作为临界降雨量。

表2 碎屑岩类分布区滑坡、崩塌数量与日降雨量之间关系统计表

当日降水强度(mm)	滑坡数量(处)	崩塌数量(处)	滑坡、崩塌合计(处)
<10	0	2	2
<20	3	3	6
<30	5	5	10
<40	6	7	13
<50	11	12	23
<60	12	14	26
<70	16	20	36
<80	16	20	36
<90	16	20	36
<100	16	20	36
<110	16	20	36
<120	16	20	36
<130	16	20	36
<140	16	23	39
<150	16	23	39
<160	16	23	39
<170	16	23	39
<180	16	23	39
<190	16	23	39
<200	16	23	39
<210	16	23	39
<220	16	23	39

3 地质灾害气象预报预警

3.1 预报预警等级的划分

根据研究区实际情况^[10],以当日降水量2个阈值(70mm和140mm)可把降水危险性划分为低、中、高3个危险性等级。并按下式计算各地质灾害易发程度分区的致灾信息量值,结果如表3所示。

$$I_i = \log_2 \frac{N_i/S_i}{N_0/S_0}$$

式中: I_i ——不同等级降雨条件下各分区提供的致灾信息量值。

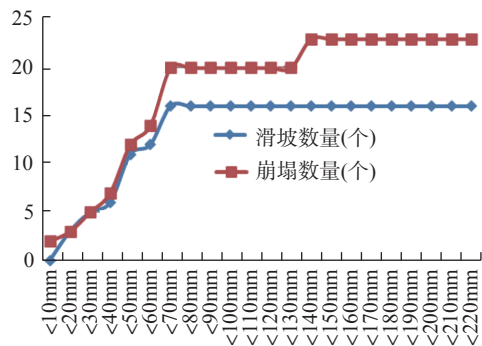


图2 碎屑岩类分布区滑坡、崩塌数量与日降雨量之间关系曲线图

N_i ——不同等级降雨条件下各易发分区发生地质灾害的数量；
 S_i ——各分区面积；

N_0 ——全区发生地质灾害总数量；
 S_0 ——全区总面积。

将北流市地质灾害气象预报预警等级划分原则下：预报等级一级，表示地质灾害发生可能性很小，其信息量分区取值为(-6.5,-4.5]；预报等级二级，表示地质灾害发生可能性较小，其信息量分区取值为(-4.5,-2.4]；预报等级三级，表示地质灾害发生可能性较大，其信息量分区取值为(-2.4,-1.5]；预报等级四级，表示地质灾害发生可能性大，其信息量分区取值为(-1.5,0]；预报等级五级，表示地质灾害发生可能性很大，其信息量分区取值大于零；北流市地质灾害气象预报预警等级划分结果见表4。

根据计算结果，将北流市划分出高危险性降水地质灾害气象预警区划图。

表3 不同等级降雨条件下各易发区提供的信息量

分区号	代号	面积(km ²)	面积占比(%)	量值 I_i		
				(0,70)	[70,140)	[140,+∞)
A ₁₋₁	大里—山围地质灾害高易发区 A ₁₋₁	262.46	11	-0.015	1.089	1.595
A ₁₋₂	大坡外—沙垌地质灾害高易发区 A ₁₋₂	190.41	8	-0.313	0.102	1.023
A ₁₋₃	六麻—石窝—大伦地质灾害高易发区 A ₁₋₃	759.89	31	0.052	1.103	1.537
B ₁₋₁	大里—新圩地质灾害中易发区 B ₁₋₁	48.83	2	-1.157	0.227	0.375
B ₁₋₂	山围—沙垌地质灾害中易发区 B ₁₋₂	811.64	33	-1.573	-0.900	-0.345
B ₁₋₃	平政—六靖地质灾害中易发区 B ₁₋₃	140.31	6	-2.533	-1.796	-0.233
C ₁₋₁	民乐镇—塘岸地质灾害低易发区 C ₁₋₁	171.49	7	-5.475	-4.478	-2.166
C ₁₋₂	民安—新荣地质灾害低易发区 C ₁₋₂	72.01	3	-4.865	-3.866	-1.550
合计		2457	100			

表4 各分区预报预警等级划分易发分区

编号	低危险性降水	中危险性降水	高危险性降水
A ₁₋₁	4	5	5
A ₁₋₂	4	4	5
A ₁₋₃	4	5	5
B ₁₋₁	3	4	5
B ₁₋₂	3	4	4
B ₁₋₃	2	3	4
C ₁₋₁	1	2	3
C ₁₋₂	1	2	3

3.2 信息发布

根据以上研究结果，再结合北流市地质灾害隐患点具体情况，对北流市地质灾害进行地质灾害气象预警预报。若今后有新的地质灾害，可根据其规模大小和重要性安排到定点预报行列中。

4 结论

(1) 降水量增大，北流市崩滑流地质灾害发生的数量呈指数增多，花岗岩和混合岩分布区日降水强度从60mm增至70mm，崩滑流发生的数量从83处剧增至129处；日降水强度达140mm时，崩滑流发生的数量达132处，达次大值，日降水强度达200mm时，崩滑流发生的数量达142处，达最大值，并有跃增现象。碎屑岩类分布区降雨量阈值也出现在70mm和140mm处。日降水量从60mm增至70mm，崩滑流发生的数量从26处剧增至36处；日降水强度达140mm时，崩滑流发生的数量达39个，达最大值。故选择日降水强度70mm和140mm可作为北流市临界降雨量。

(2) 将北流市划分出高危险性降水地质灾害气象预警区划图，对北流市地质灾害进行地质灾害气象预

(下转第19页)