

金华市金东区北部地质灾害降雨阈值分析研究

徐 凯 陈 骏

浙江省浙中地质工程勘察院有限公司 浙江金华 321000

摘 要: 自然或人为因素都将诱发地质灾害, 其中降水是诱发地质灾害的自然因素之一, 为减少金东区北部地质灾害对人民生命健康和财产安全的威胁, 本文选取曹宅镇、赤松镇、源东乡三个乡镇研究, 基于 2010 年-2021 年的 15 个水文气象观测站逐时降雨资料及对应的 22 个滑坡和崩塌地质灾害的编录信息, 运用基于前期降雨的统计学方法, 分析金东区北部三个乡镇滑坡和崩塌灾害的降雨阈值。

关键词: 地质灾害; 临界降雨量; 前期降雨量; 降雨阈值

Analysis and Study on Rainfall Threshold of Geological Hazards
in the North of Jindong District, Jinhua City
Xu kai¹ Chen jun²

1. Zhejiang Zhezhong Geological Engineering Survey Institute Co., Ltd, Jinhua 321001, China;
2. The Third Geological Group of Zhejiang Province, Jinhua 321001, China

Abstract: Both natural and human factors will induce geological disasters, of which precipitation is one of the natural factors that induce geological disasters. In order to reduce the threat of geological disasters in the north of Jindong District to people's life, health and property safety, this paper selects Caozhai Town, Chisong Town and Yuandong Township for research, based on hourly rainfall data of 15 hydrometeorological observation stations from 2010 to 2021 and the corresponding cataloguing information of 22 landslide and collapse geological disasters, The rainfall threshold of landslides and collapses in three villages and towns in the north of Jindong District is analyzed by using the statistical method based on early rainfall.

Key words: Geological hazards; Critical rainfall; Early rainfall; Rainfall threshold

地质灾害发生是一个多因素共同作用的复杂物理过程, 是内因和外因共同影响的结果。内因包括地形地貌、地质构造、地层岩性、水文地质、植被覆盖等; 外因包括自然因素和人为因素。气象条件市地质灾害突然暴发的重要自然诱因, 其中持续降雨或短时强降雨是导致潜在地质灾害发生的最关键因素。自 1980 年代末起, 随着联合国“国际减轻灾害十年 (INDR)”计划的启动, 滑坡、崩塌等地质灾害引起了国际社会的广泛重视; 在该计划的推动下, 我国开展了大规模的地质灾害整治计划, 因此, 金东区开展了“三年清零活动”、“地质灾害防治规划”、“乡镇地质灾害风险调查”等, 取得了丰硕成果。

本文研究区金华市金东区下辖的曹宅镇、赤松镇、源东乡三个乡镇, 截止 2020 年末, 共有行政村 85 个, 总人口数 90780 人, 人口密度 462 人/km²。其北部地处金衢盆地东部, 分布三个乡镇, 乡镇北部群山连绵, 峰峦起伏, 南部为平原, 由北至南, 地势逐渐降低, 在地貌上可分为侵蚀剥蚀低山、侵蚀剥蚀丘陵、低丘岗和河谷平原四类。境内地层出露以江山-绍兴断裂带为界, 北属扬子地层区江南地层分区, 晚古生代至中生代地层均有出露。主要出露前第四纪地层为: 藕塘底组 (C_{2o})、船山组 (CP_c)、平水组 (Q_{b,p})、栖霞组 (P_{2q})、劳村组 (K_{1l})、金华组 (K_{2j})。区内第四纪地层出露之江组 (Q_{p,z}) 与鄞江桥组 (Q_{hy}); 岩浆侵入活动主要形成于青白口纪和早白垩世, 岩体规模小, 呈岩枝或岩瘤产出, 岩石类型有辉长岩、石英闪长岩、花岗斑岩等。

截止至 2022 年 11 月, 曹宅镇、赤松镇、源东乡三个乡镇记录的地质灾害分别有 12、15、18 处, 灾害密度 0.23 个/km², 类型包括滑坡、崩塌和泥石流三类。其中以滑坡地质灾害为主, 共 30 处,

占地质灾害总数的 66.6%; 崩塌次之, 12 处, 占地质灾害总数的 26.7%; 泥石流 3 处, 占地质灾害总数的 6.7%。据资料统计, 其中记录有经济财产损失的有 16 处, 造成直接经济财产损失 28.5 万元, 灾情等级均为一般级^[1]。

本文拟在曹宅镇、赤松镇地质灾害现状及分布规律研究和地质灾害风险区划分析评价的基础上, 利用金东区曹宅镇、赤松镇、源东乡三个乡镇样本数据, 采用基于前期降雨的统计学方法, 对金东区北部乡镇进行降雨阈值研究^[2], 为当地政府做好地质灾害监测预警、群测群防、应急处置和综合治理提供依据。

1 降雨阈值分析方法

1.1 资料收集

收集曹宅镇、赤松镇、源东乡等有详细地质灾害发生记录以来的逐时过程降雨量资料, 地质灾害编录信息, 并相关资料信息进行整理。

1.2 数据分析

根据已收集的地质灾害编录信息和过程降雨资料, 分析提取地质灾害发生前一定时间段的前期降雨量和导致地质灾害发生的临界降雨量。拟合前期降雨量和临界降雨量, 获得阈值拟合曲线和阈值拟合方程。

1.3 阈值计算

根据阈值拟合方程, 计算不同前期降雨条件下 1h、3h、6h、12h、24h 降雨量阈值。

1.4 前期降雨量 (A) - 临界降雨量 (C) 阈值计算方法

1.4.1 分析地质灾害发生频数最大的区域所对应的前期降雨量确定为调查区前期降雨量的临界值。

1.4.2 以前期降雨临界值为起点, 分别拟合绘制地质灾害发生前 1h、3h、6h、12h、24h 降雨量下边界线。拟合方程为:

$$C=a-bA$$

式中: C 为临界降雨量 (mm); A 为前期降雨量 (mm); a 是拟合曲线在临界降雨量轴上的截距, 其物理意义是前期降雨量=0 时引发地质灾害的临界降雨量阈值; b 是笛卡尔坐标图上对临界降雨量 (C) 一前期降雨量 (A) 进行拟合得到的直线的斜率。

1.4.3 拟合方程即为地质灾害为前期降雨量 (A) 一临界降雨量 (C) 阈值曲线方程, 表示一个降雨事件在某降雨历时条件下可能引发地质灾害的平均降雨强度。将前期降雨量代入方程, 即可计算获得相应前期降雨量条件下引发地质灾害的降雨量阈值。

2 降雨阈值确定

通过对曹宅镇、赤松镇、源东乡等乡镇滑坡、崩塌地质灾害编录信息、区内雨量站分布及雨量记录数据资料的分析, 共选择 22 处灾害发生时的 15 次逐时降雨数据进行统计分析计算。统计样本数据见表 1。

2.1 临界降雨量 (C) 的确定

为更加准确的判断降雨与地质灾害的关系, 本次先做出本区已知灾害发生时间的地质灾害点做前期降雨量与发生前的 1h、3h、6h、12h、24h 降雨量散点图 (图 1~5)。从图中可以看出区内地质灾害发生频数最大的区域所对应前期降雨量在 170mm 附近, 因此本次临界降雨量值 (C) 取 170mm。

表 1 地质灾害及对应雨量数据统计样表

时间	雨量站	灾害点数	雨量 (1h)	雨量 (3h)	雨量 (6h)	雨量 (12h)	雨量 (24h)	前期累计降雨量 (mm)	降雨历时 (h)
20100306	山河溪	1	15	24.5	33	59	110	110	24
20110616	杨郑	1	23.5	33	39.5	49.5	111.5	138.5	42
20120809	黄坞口	1	13	32.5	88	121.5	164.5	166	27
20140622	大源站	1	14	53	68	72.5	125.5	201	43
20140623	小溪垅	1	10.5	36.5	65	68.5	112	174	39
20140623	山口冯	1	17.5	59	69.5	84	111	173.5	41
20140623	杨郑	1	17	45.5	70	87.5	151	229	44
20150718	毛店头	1	28	34	115	187	187	187	8
20160525	铁堰	1	25.5	51.5	82.5	88.5	146.5	146.5	24
20160629	小溪垅	1	22	53.5	78.5	101.5	117.5	117.5	24
20170612	荷塘	1	24.5	65.5	84	99	157	157	39
20190705	长山垅	2	22.5	43	64	101	124	176	31
20200408	山口冯	4	17.5	59	69.5	84	111	111	24
20200605	杨郑	2	12	19.5	36.5	46	70	110.5	32
20210816	曹宅小学	3	21.9	41.7	57.1	162.7	165.1	167.2	26

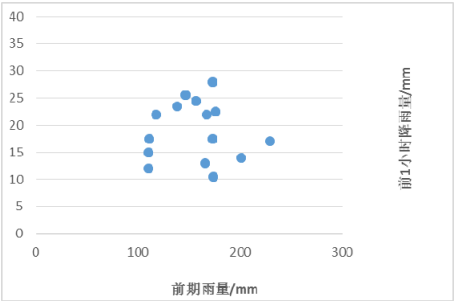


图 1 前期雨量与前 1h 雨量关系图

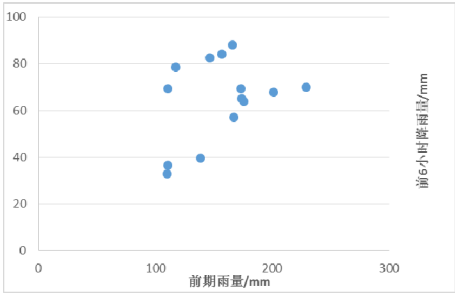


图 3 前期雨量与前 6h 雨量关系图

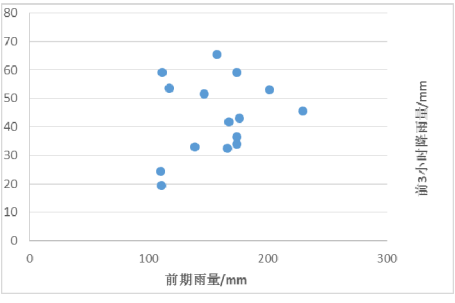


图 2 前期雨量与前 3h 雨量关系图

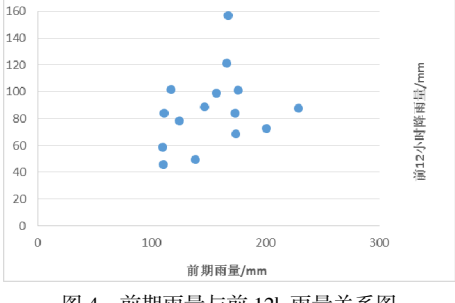


图 4 前期雨量与前 12h 雨量关系图

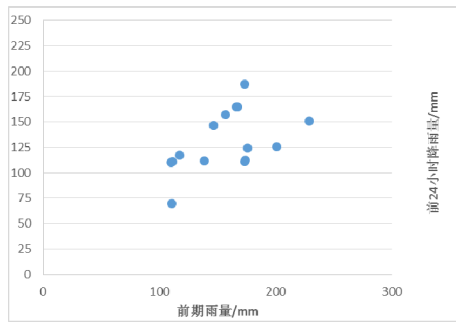


图5 前期雨量与前24h雨量关系图

2.2 前期降雨量 (A) 的确定

在散点图上以前期降雨量临界值为起点, 分别拟合绘制地质灾害发生前 1h、3h、6h、12h、24h 降雨量下边界线 (图 6), 分别求得各拟合方程如下:

$$\begin{aligned} 1h: & C=34-0.20A \\ 3h: & C=56-0.30A \\ 6h: & C=94-0.55A \\ 12h: & C=131-0.77A \\ 24h: & C=201-1.18A \end{aligned}$$

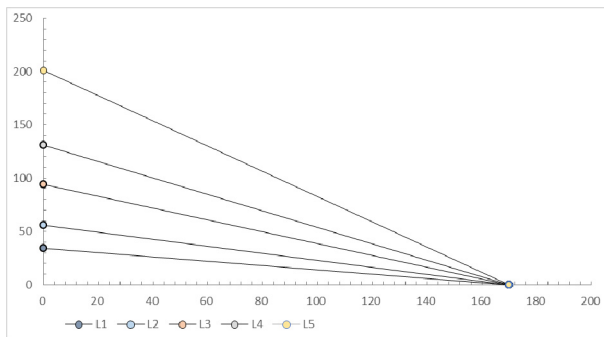


图6 前期降雨量 (A) —临界降雨量 (C) 阈值曲线

将前期降雨量值代入上述方程, 即可求得不得前期降雨量条件下引发地质灾害的降雨量阈值, 计算结果见表 2。

表2 金东区北部地质灾害预报等级与降雨阈值参考值

前期过程降雨 (mm)	降雨量阈值 (mm)				
	1h	3h	6h	12h	24h
0	34	56	94	131	201
50	24	41	67	93	142
100	14	26	39	54	83
150	4	11	11.5	16	24
170	0	0	0	0	0

参考上述对典型地质灾害和气象相关分析, 我们给出金东区北

部前期降雨量为零时地质灾害预报等级与降雨阈值 (1h, 3h, 6h, 12h, 24h) 参考值如下表 3。

表3 金东区北部地质灾害预报等级与降雨阈值参考值

历时	(1h)	(3h)	(6h)	(12h)	(24h)
	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm
黄色预警	25	45	80	110	180
橙色预警	35	55	95	130	200
红色预警	45	65	110	150	220

3 预警响应

加强地质灾害风险预报预警, 及时发布区域地质灾害风险预警, 预警信息发布后, 按照分级负责、属地管理的原则, 及时采取响应措施。当风险防范区出现黄色及以上实时预警时, 须立即采取以下相应措施:

黄色预警: 提醒风险防范区内人员关注降雨变化和实时预警信号, 开展巡查监测。

橙色预警: 提醒风险防范区群众做好撤离转移准备, 加密巡查监测, 密切关注降雨变化和致灾体变形迹象。

红色预警: 立即撤离风险防范区受威胁群众, 红色预警解除后, 经专业人员评估确认安全后才能返回。

4 结论

金华市金东区北部地质灾害降雨阈值研究采用基于前期降雨的统计学方法进行, 根据已收集的地质灾害编录信息和过程降雨资料, 分析提取地质灾害发生前一定时间段的前期降雨量和导致地质灾害发生的临界降雨量; 拟合前期降雨量和临界降雨量, 获得阈值拟合曲线和阈值拟合方程, 得到不得前期降雨量条件下引发地质灾害的降雨量阈值。评价方法合理、有效, 评价结果具有较高的预测精度, 为金华市金东区地质灾害监测预警、群测群防、应急处置和综合治理提供依据。

参考文献:

- [1]陈骏, 曹岚宇, 冯雁飞等. 浙江省金华市金东区农村山区地质灾害调查评价报告. 浙江金华: 浙江省第三地质大队 2018.9
- [2]徐凯, 冯雁飞, 曹岚宇等. 金华市金东区曹宅镇地质灾害风险调查评价报告. 浙江金华: 浙江省第三地质大队 2022.1

作者简介:

1.徐凯 (1997-), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事地质灾害防治工作;

2.陈骏 (1991-), 男, 本科, 工程师, 主要从事地质灾害防治、应急等工作。