

升平镇山洪灾害时空分布和致灾雨量特征

杨丽波 汤雅红 杨菊

云南省德钦县气象局，云南省迪庆藏族自治州，674500；

摘要：本文利用 2019–2023 年德钦县城区地质灾害资料、县城周边 5 个自动气象观测站雨量资料，对地质灾害特征和降雨量的对应关系进行分析。结果表明：德钦县城区地质灾害多发生在 7–8 月，其中 7 月是地质灾害发生数最多的月份；4–6 月降雨量距平以及前期 5–6 月降雨量距平都对 7–8 月地质灾害有很大影响；对 15 个地质灾害个例进行分析，得出德钦县城区日临界雨量为 25.1mm，当前期无降雨时 1h 雨量达到 10.4mm 也会引发泥石流。

关键词：德钦县城区；地质灾害；临界雨量

DOI：10.69979/3041-0673.25.01.096

德钦县地处横断山脉腹地，地形陡峭、地质构造复杂，县城位于升平镇，城区三面环山、面积狭小、地势陡峻、环境容量有限，受自然条件和人为活动的双重影响，地质灾害应较为严重，滑坡、泥石流灾害易发频发，严重威胁人民生命财产安全和制约社会经济发展。强降雨具有较强的突发性、局地性和致灾性，是诱发滑坡、泥石流灾害发生的最直接因素^[3]。针对降水与成灾之间的时间差，综合分析历史灾情时空分布特征，结合历史实测降水数据建立精细化的风险降水临界值，为地质灾害预警提供阈值参考，有利于地方政府部门根据降水量提前开展风险叫应，为相关部门科学、精准防范和提前转移赢得更多时间，进一步实现防灾减灾关口前移，降低地质灾害气象风险。

本文通过对比分析 2019–2023 年连续 5 年德钦县升平镇历史山洪地质灾害灾情与降雨实况资料，对地质灾害灾情与降雨对应进行分析，探寻致灾降雨特征，以提高对降雨引发地质灾害的分析和预警能力。

1 资料来源与方法

采用德钦县应急管理局提供的 2019–2023 年县城地质灾害灾情信息和县城周边 5 个自动气象观测站逐小时降雨量数据。通过分析地质灾害灾情，降雨强度、持续时间、当前降雨、前期降雨等因子引发地质灾害的关系，总结德钦县城区地质灾害分布特征和致灾降雨量临界值，以提高对强降雨引发的地质灾害分析和预警能力。

2 德钦县城区地质灾害与致灾降雨特征分析

德钦县地处云南省西北部“三江并流”腹地，受脆弱的地质环境条件影响，尤其是受地形条件的制约，县城升平镇地质灾害多发易发是全省 28 个地质灾害重

点防治县城之一。截止 2022 年查明城区范围内共有地质灾害隐患点 106 处，其中滑坡 94 个，崩塌 8 个，泥石流沟 4 条。危害规模大、威胁面广、破坏力强的隐患点为直溪河、水磨房河、一中河、巨水后山沟四条泥石流及梅里小学后山滑坡等。

2.1 县城区地质灾害特征

根据 2019–2023 年由德钦县应急部门提供的由降水引发的地质灾害信息，2019–2023 年间德钦县城区共发生地质灾害 15 起，造成直接经济损失达 1.198 亿元，索性无人员伤亡发生，其中泥石流 13 起（占总灾害次数的 86.67%），滑坡 2 起（占比 13.33%）。泥石流发灾地点主要为一中河（共 10 起，占比 66.66%），其次为直溪河（共 2 起，占比 13.33%）。灾害发生次数最多的是 2022 年，共发生 6 起（占比 40%），2020 年次之，共发生 5 起（占比 33.33%）。直接经济损失最高是 2019 年，达 1.15 亿元。从时间分布来看，地质灾害多发生于 7–8 月，共 12 起（占比 80%），与德钦县主汛期时间相符，而 7 月又是地质灾害的高发期（共发生 8 起，占比 53.33%），地质灾害最早发生于 4 月，最晚出现在 8 月。

2.2 地质灾害前期降水气候特征

由于德钦县城区周边 5 个自动气象观测站（日尼站、贡卡站、阿东站、飞来寺站）历史数据资料时长不足 30 年，特选择德钦国家基本气象站作为代表分析研究县城历史降雨气候特征。

根据统计，德钦国家基本气象站 2019–2023 年降水及距平情况如表 1 所示，1–8 月份降水量偏少的年份有 4 年，仅 2022 年降水偏多；4–8 月份降水维持正常年份

的有 1 年，偏少的有 3 年，仅 2022 年偏多。针对地质灾害发生频率最高的 7-8 月，前期 4-6 月降水量偏多的年份有 2020、2022 年，对应降水距平百分率分别为 17.26%、99.68%，后者降水为异常偏多；前期 5-6 月降水偏多的年份有 2020 和 2022 年，对应降水距平百分率分

别为 40.61%、66.40%，降水均明显偏多，而这两年 7-8 月降水均偏少。统计 7-8 月灾害发生次数最多的年份为 2022 年（5 起），其次为 2020 年（3 起），因此前期 4-6 月降水量以及前期 5-6 月降水量都对 7-8 月地质灾害有很大影响^[2]。

表 1 2019-2023 年 1-8 月降雨量及距平

月份	2019		2020		2021		2022		2023	
	实况数据 (mm)	距平百分比 (%)	实况数据 (mm)	距平百分比 (%)	实况数据 (mm)	距平百分比 (%)	实况数据 (mm)	距平百分比 (%)	实况数据 (mm)	距平百分比 (%)
1-8 月	432.8	-16.50	460.7	-11.11	359.2	-30.70	601.7	16.09	361.8	-30.19
4-8 月	126.1	-47.35	237.1	-1.00	70.1	-70.73	396.1	65.39	139.8	-41.63
4-6 月	98.8	-47.53	220.8	17.26	63.1	-66.49	376.0	99.68	108.6	-42.33
5-6 月	69.5	-44.67	176.6	40.61	62.0	-50.64	209.0	66.40	91.1	-27.47
7-8 月	275.0	8.35	169.2	-33.33	278.0	9.54	155.4	-38.77	206.3	-18.72

2.3 致灾降水分布特征

对比 2019-2023 年县城区地质灾害发生当日 5 个站点逐小时降水数据，发现阿东站点因离县城区较远降水数据与其他 4 个站点差异较大，因此在后续的降水数据分析中以县城区周边的德钦国家基本气象站、日尼站、贡卡站、飞来寺站 4 个站点为主。

对地质灾害个例发生当日的降雨量进行 24h、逐 12h、6h、2h 降水量进行统计，发现 24h 内降雨量超过 50mm 的只有 1 起，在 25~50mm 之间的有 2 起，在 10~25mm 之间的有 8 起，低于 10mm 的有 4 起。说明当日降雨量超过 10mm 时发生地质灾害的可能性较大。从各个时间段的降水量来看，大雨量值主要集中在 6h 内。另外有 5 起泥石流灾害在发生当日出现 1h 最大降雨量超过 10mm，且都发生在 7 月，其中 4 起泥石流灾害在发生的前 2 天里至少有一天没有降雨，并且有降雨的那日降雨量不超过 2mm。对应这 4 个雨量分别为 13.6mm、11.9mm、13.8mm、10.4mm。取最小值 10.4mm 作为引发地质灾害的 1h 降雨量临界值，即可以认为当前期连续 2 天里无降雨或日平均降雨量小于 1mm 时，1h 降雨量超过 10.4mm 时就会发生泥石流。

2.4 临界雨量

达到或超过某一量级和强度时，该流域或区域将发生山溪洪水、泥石流、滑坡等山洪灾害，把这时的降雨量或降雨强度，称为该流域或区域的临界雨量（雨强）^[1]

^[6]。段旭等通过研究滑坡泥石流与降水的关系表明滑坡泥石流发生与当天的短时强降水和前期 8~10 的累积降水量有密切关系^[6]，因此在确定临界雨量的计算时段为当日及前 10 天的雨量。参照参考文献^[12]，临界雨量计算公式如下：

$$\min(R_0) = R_{\text{当日}} + R_{\text{前1天}} + R_{\text{前2天}} + R_e$$

式中： R_0 指每个个例的临界雨量，取所有个例中临界雨量最小值作为德钦县城区临界雨量； $R_{\text{当日}}$ 指滑坡泥石流发生当天 24h 雨量，实际业务中用预报值代替； $R_{\text{前1天}}$ 和 $R_{\text{前2天}}$ 分别指滑坡泥石流发生前第 1 天和前第 2 天 24h 雨量； R_e 表示滑坡泥石流发生前第 3 天至第 10 天有效雨量，这里参考闵颖等研究前期累积雨量时段采用 10d^[7]，其经验公式为：

$$R_e = \sum_{k=2}^{10} \alpha^{k-2} R_k$$

式中： R_e 表示滑坡泥石流发生前第 k 日的雨量 $k = 3, 4, 5, \dots, 10$ ， α^{k-2} 为衰减系数，根据参考文献^[11]近似取 0.8。根据公式(1)计算获得 15 个雨量值，按大小排列，最小值是 25.1mm，即县城区临界雨量为 25.1mm。

3 结论与讨论

(1) 德钦县城区地质灾害多发生在 7-8 月，其中 7 月是地质灾害发生数最多的月份，地质灾害以泥石流为

主。

(2) 4-6 月降雨量以及前期 5-6 月降雨量都对 7-8 月地质灾害有很大影响。

当前期连续 2 天里无降雨或日平均降雨量小于 1mm 时, 1h 降雨量超过 10.4mm 时就会发生泥石流。

(4) 通过临界雨量公式计算得到德钦县城区引发地质灾害的临界雨量为 25.1mm。在前期没有降水的情况下, 日雨量达到 25.1mm 就会引发地质灾害。

(5) 由于地质灾情资料收集有限, 对更长年份长序列分析存在困难, 也未对影响较大的个例进行深入的研究分析。后续还需加强对历史地质灾害事件的普查, 进一步研究致灾降雨阈值, 更好的应用于地质灾害风险预报预警业务。临界雨量的确定还需要根据更多更精确的资料逐步订正, 后续也将持续开展订正工作。

参考文献

[1] 周秀美, 苗芸, 程林. 红河州地质灾害临界雨量及预报方法初探[J]. 云南地理环境研究, 2005, 23(5): 571-578.

[2] 陈伟, 冷谦, 钟丽华, 等. 郴州市 2016-2022 年地质灾害及致灾降雨特征分析[J]. 黑龙江环境通报, 2023, 36(7): 14-16.

[3] 解明恩, 程建刚, 范波. 云南滑坡泥石流灾害的气象成因与监测[J]. 山地学报, 2012, 24(3): 37-42.

[4] 胡娟, 闵颖, 李华宏, 等. 云南省山洪地质灾害气象预报预警方法研究[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 62-

66.

[5] 陶云, 唐川, 段旭. 云南滑坡泥石流灾害及其与降水特征的关系[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 180-186.

[6] 段旭, 陶云, 刘建宇, 等. 云南省不同地质地貌条件下滑坡泥石流与降水的关系[J]. 气象, 2007, 33(9): 33-39.

[7] 彭贵芬, 段旭, 张杰, 等. 云南滑坡泥石流灾害精细化气象预警系统[J]. 气象, 2008, 36(5): 627-630.

[8] 闵颖, 胡娟, 李超, 等. 云南省滑坡泥石流灾害预报预警模型研究[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 216-220.

[9] 石万云, 李华宏, 胡娟. 云南省滑坡泥石流灾害危险区划[J]. 灾害学, 2013, 28(2): 60-64.

[10] 唐川, 朱静. GIS 支持下的滇西北地区泥石流灾害评价[J]. 水土保持学报, 2001, 15(6): 84-87.

[11] 陈静静, 姚蓉, 文强, 等. 湖南省降雨型地质灾害致灾雨量阈值分析[J]. 灾害学, 2014, 29(2): 42-47.

[12] 王仁乔, 周月华, 王丽, 等. 大降雨型滑坡临界雨量及浅势预报模型研究[J]. 气象科技, 2005, 33(4): 311-313.

[13] 杨平, 杨再禹, 谢佳豪. 三穗县降水特征和致灾阈值特征分析[J]. Journal of Agricultural Catastrophology, 2023, 13(10): 172-174.