

宜丰县强降水“三个叫应”机制阈值优化研究

洪丽霞

宜丰县气象局, 中国·江西 宜丰 336300

摘要: 为有效落实宜丰县强降水 1 小时风险叫应机制, 提升气象服务水平, 降低强降水次生灾害影响, 为宜丰科学防灾减灾提供支撑。运用统计和地理位置分析方法, 对宜丰 17 个乡镇场近 20 年暴雨过程进行判断与剖析。结果表明: 5% 经验频率下各站点叫应阈值适用于宜丰 1 小时和 6 小时叫应, 10% 适用于 5 小时叫应; 综合灾情和下垫面信息, 调整不同区域不同时长叫应标准。

关键词: 宜丰; 1 小时风险叫应; 防灾减灾

Research on the Optimization of Thresholds for the “Three Responses” Mechanism of Heavy Precipitation in Yifeng County

Lixia Hong

Yifeng County Meteorological Bureau, Yifeng, Jiangxi, 336300, China

Abstract: In order to effectively implement the 1-hour risk call-up mechanism for heavy precipitation in Yifeng County, improve the level of meteorological services, reduce the impact of secondary disasters caused by heavy precipitation, and provide support for scientific disaster prevention and mitigation in Yifeng. Statistical and geographical location analysis methods were used to judge and analyze the rainstorm processes in 17 townships and farms in Yifeng in the past 20 years. The results show that the call-up thresholds of each station under the 5% empirical frequency are suitable for 1-hour and 6-hour call-ups, and 10% is suitable for 5-hour call-ups; comprehensive disaster conditions and underlying surface information are used to adjust the call-up standards for different regions and different durations.

Keywords: Yifeng; 1-hour risk call-up; disaster prevention and mitigation

0 前言

宜丰县位于赣西北九岭山脉南麓, 东邻高安, 南靠上高, 西接万载, 西北毗连铜鼓、修水、奉新, 辖区有 18 个观测站。短时强降水危害大, 易形成极端降水, 引发城市内涝和交通瘫痪, 且在“1 小时风险叫应”研究中出现频率高于其他灾害性天气, 因此开展其“1h 风险叫应阈值”研究很有必要。为做好强降水气象服务, 防范次生灾害, 宜丰县防汛抗旱指挥部结合工作实践和省局文件, 对照市防指细则, 组织成员单位制定了《宜丰县强降水风险预警应对实施细则(试行)》, 并通知相关单位实施。灾害分区参考了宜丰县气象局意见, 气象局对各乡镇洪涝灾害进行了分区。诸多气象专家对强降水小时叫应阈值进行了研究, 如黄雄^[1-6]等强调精准预警响应, 完善“叫应”机制; 帅龙^[7-8]等研究七星关区暴雨特征和阈值。但针对宜丰特定区域“三个叫应”阈值研究仍空白。因九岭山脉特殊地形, 宜丰降水特征及乡镇响应存在区域差异, 建立符合当地实际的精细化叫应标准体系意义重大, 本研究将探索建立预警阈值, 为防灾减灾决策提供支撑。

1 资料和方法

1.1 资料

降水资料来自宜丰国家站、区域站及省气象要素检索

平台。全文采用北京时间。灾情统计数据来自宜丰 17 个区域站近 20 年洪涝灾情, 资料源于应急管理局和民政局, 不完全数据通过与乡镇领导及灾情收集负责人电话沟通获取。

1.2 方法

1.2.1 强降水重定义

依据江西长期预报经验及 2023 年省气象局规定, 将强降水重定义为 $\geq 30\text{mm/h}$ 。

1.2.2 频率和重现期计算

①样本降序排列, 按公式 $p=m/(n+1)$ 计算经验频率 (p 为经验频率, m 为排序数, n 为样本容量)。

②按公式 $P=1/p$ 换算重现期与经验频率 (P 为重现期, p 为经验频率 (%))。

③年最大值法计算降雨重现期宜按 2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、30 年、50 年、100 年这 8 个重现期计算, 精度检验重点在 2~20 年重现期区间。

百分位法是描述数据分布的统计方法, 排序后根据百分位位置计算相应数值, 百分位位置表示数据中小于或等于该数值的比例。其能描述数据分布, 有助于了解集中趋势与离散程度, 可比较不同组数据差异、发现异常值, 科学实用、应用广泛, 但样本量小或分布不均时可能不准确, 使用需结合其他方法综合分析。

2 宜丰县下垫面特征分析

影响地区降水的主要因素有气象、地形、植被及森林状况。宜丰气象要素一致，分析各乡镇强降水指标需考虑地形和森林覆盖率。宜丰地处西北九岭山脉与东南平原交界，南面是锦河流域，短时强降水引发的大暴雨会影响锦河水位。森林覆盖率影响降水，覆盖率高降水量大，这与植物蒸腾增加大气水汽含量有关。地形促进降水并影响分布，山脉走向会阻挡或引导海洋水汽。宜丰位于九岭山脉南麓，海洋水汽遇山脉阻挡沿迎风坡上升形成地形雨，因此西北部易降水，与《宜丰县强降水风险预警应对实施细则（试行）》中脆弱区划分对应。而且，据林业局资料，宜丰森林覆盖集中在西北部，受其影响，降水主要区域也集中在西北部。

3 宜丰近 20 年灾情信息统计

论文统计了宜丰县 17 个乡镇 2002—2022 年近 20 年洪涝灾情数据，包括人员伤亡、转移安置人口、房屋倒塌、农作物受灾等情况。资料来自宜丰县应急管理局和民政局，对于不完全的灾情数据，通过电话与 17 个乡镇领导及灾情收集负责同志（因人员更替负责同志不止一人）沟通。此外，论文负责人实地沟通获取未记录在册的灾情资料，还与乡镇易发生灾情的河流区域交流。

2002—2022 年宜丰县乡镇灾情统计显示，全县 20 年平均受灾 12.6 次，8 个站超平均值（最多 16 次），10 个站低于平均值（最少 10 次）。天宝乡、潭山镇、黄岗镇受灾最多，达 16 次；花桥乡 15 次；光华水库、板坑水库、焦溪村、柴源村受灾最少。地理分布上，20 年受灾最多在西北部九岭山脉处，最少在宜丰城区附近，后续将重点研究原因。调查

分析，宜丰县水灾最少不在城区而在城区边上，一方面城区边地势低、平坦，洪水易入侵，如 2022/6/3 端午水使桥西乡老城区受灾严重、损失大；另一方面城区边有山脉，降水时有固水能力。此外，还列出 18 个站点 2002—2022 年灾情发生强降水对应的 1 小时、3 小时、6 小时（简称三区）强降水数据统计结果，表 1 中雨量值为近 20 年对应雨量值的平均值。

据表 1，2002—2022 年近 20 年，宜丰县强降水阈值较低区域在九岭山脉附近的双峰林场、芳溪镇、同安乡等地，该山脉位于宜丰西北，因此灾情和低阈值区域在宜丰西北部。西北部乡镇阈值约为 1 小时降水 50 毫米，大部分超过此值会引发不同程度灾情。宜丰县 3 小时、6 小时雨量阈值分别约 90 毫米、120 毫米。此表对宜丰强降水预报有重要参考价值，但区域站雨量站点数据可能因雨量筒堵塞、受人为干扰及与国家大监站有距离而存在雨量偏差，后续将订正灾情影响下降雨量响应阈值。

4 宜丰近 20 年暴雨过程分析

宜丰县有 18 个气象观测站（1 个国家大监站、17 个区域站）。2002—2022 年，18 站共出现短时强降水 273 站次。其中，宜丰城区新昌镇板坑水库出现次数最多，达 19 次；双峰林场最少，仅 8 次。此外，同期黄岗潮溪村、潭山龙岗村、天宝乡、车上林场的短时强降水出现次数并列第二，均为 18 次，见表 2。

18 站短时强降水最大值统计（见表 3）显示，2015/7/22/16 时，新庄镇出现短时强降水最大值 86.6mm/h；2016/7/9/15 时，同安乡出现最小值 44.5mm/h，此值是同安乡短时强降水最大值，却是表 3 中的最小值。

表 1 2002—2022 年历年灾情对应的强降水数据统计表

站点	澄塘	石市	同安	花桥	棠浦	双峰	潮溪	龙岗	石桥	板坑	光华	焦溪	芳溪	柴源	新庄	天宝	车上	国家站
1h 雨量值	51.1	65.3	52.5	65.8	67.0	50.2	48.7	57.2	57.8	58.8	56.8	57.5	55.7	68.5	67.1	57.9	59.5	66.1
3h 雨量值	97.5	112.1	78.6	85.4	92.4	100.4	112.5	98.5	74.2	85.2	128.3	105.5	92.4	97.2	105.8	104.2	85.7	117.9
6h 雨量值	135.7	188.8	92.5	116.4	130.1	115.4	137.0	127.4	97.7	117.5	159.2	189.2	141.2	138.7	134.0	134.4	125.3	165.2

表 2 2002—2022 年短时强降水出现站数统计表

站点	国家大站	澄塘	石市	同安	花桥	棠浦	双峰	潮溪	龙岗	石桥	板坑	光华	焦溪	芳溪	柴源	新庄	天宝	车上
次数	10	14	13	17	16	10	8	18	18	12	19	9	13	13	14	17	18	18

注：①宜丰国家站年代 2012—2022 年；②区域站年代起始不统一，截至 2022 年。

表 3 2002—2022 年宜丰（18 站）短时强降水最大值统计表

站点	国家站	澄塘	石市	同安	花桥	棠浦	双峰	潮溪	龙岗
日期	2022/6/3	2016/7/11	2022/6/3	2021/6/25	2021/8/21	2020/5/6	2016/7/3	2015/8/19	2017/8/17
时间	09	23	08	22	14	16	09	23	19
雨量（mm）	69.9	49.9	75.3	44.5	69.2	53.4	49.4	62.3	77.2
站点	石桥	板坑	光华	焦溪	芳溪	柴源	新庄	天宝	车上
日期	2016/7/17	2019/7/3	2022/6/3	2016/7/9	2017/9/11	2021/8/16	2015/7/22	2016/7/3	2017/8/3
时间	20	18	08	15	04	15	16	09	17
雨量（mm）	63.1	68.1	55.1	50.2	56.1	61.8	86.6	62.2	63.5

注：最大 86.6mm/h，最小 44.5mm/h，均值 62.1mm/h。

5 百分位法分析降水阈值

5.1 前期准备工作

江西省气象局赣气规发〔2022〕5 号文明确, 强降水“631”风险预警服务包括省级 6 小时风险预警、设区市级 3 小时风险通报、县级 1 小时风险叫应。气象部门监测到或预计致灾强降水时, 省、市、县气象部门分别向对应防办及防指有关成员单位提供服务。由于宜丰县属洪涝灾害脆弱区, 结合服务启动标准制定全县乡镇强降水风险叫应标准, 可按县实况面雨量、县实况+预报面雨量、雨量站点雨量三种方式启动。本论文着重修订雨量站点雨量值, 省局文件规定宜丰三区三小时风险叫应雨量值(见表 4)。宜丰县防汛抗旱指挥部依据该规范制定《宜丰县强降水风险预警应对实施细则(试

行)》, 明确各乡镇洪涝灾害分区, 不同分区不同时长雨量启动标准不同, 本论文将根据分区修订。为做好强降水防范应对, 宜丰县防汛抗旱指挥部结合工作实践, 对照市防指细则组织成员单位制定该细则并通知相关单位实施, 细则中灾害分区确认参考了宜丰县气象局意见, 该局根据宜丰县强降水易发生区域及九岭山脉影响对各乡镇洪涝灾害进行了分区。

5.2 频率和重现期计算

论文收集宜丰县国家大监站等 18 个站近 20 年三区强降水数据并整理归纳, 运用水文频率分布曲线适线软件(Curve Fitting), 计算不同经验频率下上述时长的阈值, 见表 5。

表 4 各乡镇场洪涝灾害分区

区域类型	乡镇(场)数	乡镇场	1h 叫应标准	3h 叫应标准	6h 叫应标准
脆弱区	7	潭山镇、石花尖垦殖场、黄岗镇、车上林场、双峰林场、花桥乡、同安乡	50	80	120
一般脆弱区	6	天宝乡、黄垦镇、澄塘镇、棠浦镇、新昌镇、桥西乡	60	100	150
一般区	3	石市镇、新庄镇、芳溪镇	60	100	150

表 5 宜丰县 18 个站点三区叫应阈值表(单位: mm)

站点	1% 经验频率			5% 经验频率			10% 经验频率		
	1h	3h	6h	1h	3h	6h	1h	3h	6h
澄塘镇	58.21	130.18	149.87	52.1	109.41	116.87	49.06	99.49	102.4
石市镇	101.26	217.38	276.03	69.21	141.53	181.63	56.79	111.69	143.42
同安乡	54.81	90.07	91.9	47.9	80.76	84.42	44.68	76.17	80.47
花桥乡	75.69	109.94	115.44	60.62	89.74	96.0	53.99	80.9	87.05
棠浦镇	64.0	132.14	138.56	54.92	108.89	107.87	50.66	97.98	94.52
双峰林场	57.86	174.5	210.85	51.2	123.84	146.01	48.02	102.9	119.54
潮溪村	78.36	170.1	281.71	60.6	130.66	183.0	53.13	112.69	143.0
龙岗村	87.74	122.34	150.99	64.71	105.21	123.94	55.24	97.15	111.25
石桥村	75.22	80.76	118.6	62.55	75.11	96.74	56.64	72.23	87.04
板坑水库	84.39	109.43	139.71	62.8	92.83	110.94	53.84	85.2	98.26
光华水库	72.61	171.11	220.49	54.56	125.3	156.02	47.23	105.84	129.14
焦溪村	59.5	125.23	187.24	50.91	105.95	141.88	47.02	96.7	121.81
芳溪镇	66.76	132.91	209.72	54.03	104.9	147.53	48.54	92.82	121.66
柴源村	67.31	143.15	214.74	54.3	112.26	149.37	48.71	98.48	122.47
新庄镇	118.5	122.78	131.07	80.35	102.78	104.4	65.15	93.55	92.85
天宝乡	75.16	152.36	176.68	62.55	116.76	130.36	56.69	101.39	110.69
车上林场	69.72	112.11	169.49	53.58	93.58	137.33	49.96	85.36	122.36
国家大监站	103.5	209.37	236.71	75.84	138.01	162.06	64.13	110.13	131.37

5.3 百分位法检验

对比灾情统计与百分位算法下的阈值统计, 两者阈值差别不大, 初步表明百分位法适合宜丰本地小时叫应阈值确定。统计显示, 1981—2022 年宜丰每年大暴雨出现频次为

0~2 次。为使论文中百分位法符合研究实际, 将选取 3 个强降水过程进行百分位检验, 且集中选取最近两年天气实况分析。由于地理位置等客观因素随时间变化, 选取近期强降水数据能更准确制定小时叫应, 检验情况见表 6。

表 6 百分位法检验情况

站点	澄塘	石市	同安	花桥	棠浦	双峰	潮溪	龙岗	石桥
百分位阈值（1h 叫应标准）	52.1	69.21	47.9	60.62	64.0	51.2	53.13	55.24	56.64
百分位阈值（3h 叫应标准）	99.49	111.69	76.17	80.9	97.98	102.9	112.69	97.15	72.23
百分位阈值（6h 叫应标准）	149.87	181.63	91.9	115.44	138.56	119.54	143.0	123.94	96.74
灾情阈值（1h 雨量）	51.1	65.3	52.5	65.8	67.0	50.2	48.7	57.2	57.8
灾情阈值（3h 雨量）	97.5	112.1	78.6	85.4	92.4	100.4	112.5	98.5	74.2
灾情阈值（6h 雨量）	135.7	188.8	92.5	116.4	130.1	115.4	137.0	127.4	97.7
站点	板坑	光华	焦溪	芳溪	柴源	新庄	天宝	车上	国家站
百分位阈值（1h 叫应标准）	53.84	54.56	59.5	54.03	67.31	65.15	56.69	53.58	64.13
百分位阈值（3h 叫应标准）	85.2	125.3	105.95	92.82	98.48	102.78	101.39	85.36	110.13
百分位阈值（6h 叫应标准）	110.94	156.02	187.24	147.53	149.37	131.07	130.36	122.36	162.06
灾情阈值（1h 雨量）	58.8	56.8	57.5	55.7	68.5	67.1	57.9	59.5	66.1
灾情阈值（3h 雨量）	85.2	128.3	105.5	92.4	97.2	105.8	104.2	85.7	117.9
灾情阈值（6h 雨量）	117.5	159.2	189.2	141.2	138.7	134.0	134.4	125.3	165.2

对比宜丰县 18 个站点百分位法阈值表和灾情阈值表，发现二者阈值接近，证实百分位法适用于宜丰县小时叫应阈值。2022/6/3 宜丰县出现大暴雨，多站点有短时强降水，国家大监站 08 时最大小时雨强 75.3mm/h，气象部门 5 小时启动 1 小时叫应机制。据应急和民政部门数据，此次灾情波及大部分乡镇，为历史性暴雨过程，老城区桥西乡受灾严重。降水集中在 3~10 时、7~9 时，对比灾情发生时间，百分位检验得出的阈值符合此次强降水过程，雨量小的点无灾情且未达阈值标准。另外，选取 2020/8/10 强降水过程，降水集中在凌晨 1~8 点，焦溪村最大小时雨强 48.9mm/h。当日回波自西向东影响北部大部分乡镇，灾情也主要发生在这些乡镇。启动小时级响应机制时，需综合评估三区三个时间尺度

的响应标准，任一满足条件应立即启动响应程序。

6 结论

文中利用宜丰县 17 个乡镇 2002—2022 年降水及洪涝灾情数据，对 17 个乡镇场近 20 年暴雨过程判断剖析，得到结论：

- ①本研究聚焦宜丰境内 18 个气象站（含宜丰国家站）短时强降水，其引发的大暴雨影响锦河流域水位。
- ② 2002—2022 年，18 个气象站监测到 273 站次短时强降水，板坑水库最多 19 次，双峰林场最少 8 次。对比发现，宜丰 18 个站点 1 小时、6 小时叫应阈值在 5% 经验频率下，3 小时叫应阈值在 10% 经验频率下符合省局标准和灾害实际，对三区叫应标准调整见表 7。

表 7 三区叫应标准调整

站点叫应标准	澄塘	石市	同安	花桥	棠浦	双峰	潮溪	龙岗	石桥
1h	52.1	69.21	47.9	60.62	64.0	51.2	53.13	55.24	56.64
3h	99.49	111.69	76.17	80.9	97.98	102.9	112.69	97.15	72.23
6h	149.87	181.63	91.9	115.44	138.56	119.54	143.0	123.94	96.74
站点叫应标准	板坑	光华	潮溪	芳溪	柴源	新庄	天宝乡	车上	国家站
1h	53.84	54.56	59.5	54.03	67.31	65.15	56.69	53.58	64.13
3h	85.2	125.3	105.95	92.82	98.48	102.78	101.39	85.36	110.13
6h	110.94	156.02	187.24	147.53	149.37	131.07	130.36	122.36	162.06

参考文献：

[1] 黄雄.落细“6h预报3h预警1h叫应”机制[J].中国应急管理报, 2023-07-13.

[2] 黄雄,张移珍.2023.落细“6h预报3h预警1h叫应”机制[J].中国应急管理报.

[3] 姜玉函.湖北让气象预报预警“跑”在暴雨前,预警“叫应”机制守护群众安全[J].民生周刊,2024(24).

[4] 刘毅湖南创新开展“631”递进式气象预警“叫应”筑牢防线[J].民生周刊,2024(24)

[5] 张晓鸣.“两叫应一反馈一清单”扣紧责任链[J].中国应急管理报, 2024-08-20.

[6] 封迪.落实直达基层防汛责任人“叫应”机制[J].中国应急管理报, 2023-08-23.

[7] 封迪.预警“叫应”形成闭环掌握主动权[J].中国应急管理报, 2023-09-27.

[8] 帅龙.七星关区暴雨特征和“三个叫应”阈值研究[J].山地气象学报,2024,48(3):69-73.

作者简介: 洪丽霞(1991-),女,中国江西上饶人,本科,工程师,从事气象预报研究。