

浙江省梅汛期洪涝灾情分析和预测^①

张文坚 庄锡潮 王镇铭

(浙江省气象局, 杭州 310002)

王卫红

(浙江工业大学, 杭州 310014)

提 要

通过所构设的雨涝强度、雨涝影响面积等统计量来估计灾情, 有较高的正确率, 能估计出极端情况, 为灾害评估工作提供了新的思路。

关键词: 洪涝灾情评估 雨涝强度 雨涝影响面积 洪涝面积预测

引 言

短期气候预测研究如何与洪涝灾害联系, 对洪涝灾害进行评估和预测, 这是政府决策部门十分重视和关心的一项工作, 但由于洪涝灾害的复杂性^[1], 对洪涝灾情的评估和预测的研究, 至今都缺乏深入系统的探讨。洪涝的产生受暴雨量、暴雨强度、径流情况、地表储水状况和地形等诸多因子的影响, 这些虽可测, 但具有一定的随机性。本文的研究工作是在雨涝的短期气候预测的基础上, 对洪涝灾情进行预测, 因而增加了不确定因素, 放大或抵消了误差, 对于建立洪涝灾害灾前的预评估方法, 其难度是显而易见的。本文的预测模型, 考虑了雨涝期的长度、地区的差异, 设计了雨涝期长度累积系数, 减小了洪涝灾害的随机性, 形成了一个较合理和简便的预测模型。

1 资料

1.1 灾情资料

使用的资料为 1954~1997 年 4 年 4~7 月份分地区的受灾面积、成灾面积等有关资料。根据获得的资料情况, 各年份灾情的统计很不一致, 有受灾面积、成灾面积、受淹面积、严重受淹面积、洪涝面积等。经分析比较, 作如下处理: (1) 受淹面积等同于洪涝面积; (2) 严重受淹面积等同于成灾面积; (3) 受灾面积 $\approx$ (受淹面积 + 成灾面积) / 2。

1.2 雨情资料

1954~1997 年 4~7 月逐日雨量、雨日资料。

2 雨涝灾情指标

2.1 雨涝指标

按冯佩芝用旬、月降水量确定的雨涝指标作为单点涝与大涝的标准^[2], 见表 1。然后用浙江省气候应用所的区域分级方法, 按达标点的百分率 $\geq 60\%$ 、 $30\% \sim 60\%$ 和 $\leq 30\%$

表 1 雨涝指标

涝期/天	涝	大涝
10	总雨量 250~350mm	总雨量 350mm 以上
20	总雨量 350~500mm	总雨量 500mm 以上
30	降水量距平百分率 100%~200%	降水量距平百分率 200% 以上
60	降水量距平百分率 50%~100%	降水量距平百分率 100% 以上
90	降水量距平百分率 30%~50%	降水量距平百分率 50% 以上

^①“浙江省短期气候预测”课题资助。

将雨涝分成全省性、区域性和局部雨涝等3级,分级情况见表2。

表2 灾情、雨涝分级情况

年份	灾情分级	雨涝分级
1954	1	1
1955	3	3
1957	3	
1961	2	2
1969		3
1970		3
1971		3
1973	2	1
1977	3	2
1983	2	1
1984	3	3
1989	3	2
1991	3	3
1992	2	3
1993	2	2
1994	1	1
1995	1	1
1996	1	3
1997	1	2

2.2 灾情指标

一级:受灾面积 $\geq 33.3 \times 10^4 \text{hm}^2$ 或成灾面积 $\geq 20 \times 10^4 \text{hm}^2$;

二级: $26.7 \times 10^4 \text{hm}^2 \leq$ 受灾面积 $< 33.3 \times 10^4 \text{hm}^2$ 或 $13.3 \times 10^4 \text{hm}^2 \leq$ 成灾面积 $< 20 \times 10^4 \text{hm}^2$;

三级: $13.3 \times 10^4 \text{hm}^2 \leq$ 受灾面积 $< 26.7 \times 10^4 \text{hm}^2$ 或 $6.67 \times 10^4 \text{hm}^2 \leq$ 成灾面积 $< 13.3 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。

2.3 洪涝灾害分级

1954年到1997年44年中,凡雨情及灾情反映出有洪涝的年份共19年,见表2。19年出现灾情年有16年,其中一级5年、二级5年、三级6年;出现雨涝18年,其中一级5年、二级5年、三级8年。

3 洪涝灾情统计量构造

3.1 受灾率和成灾率

受灾率 $r_s = S_s/S_e$ 成灾率 $r_c = S_c/S_e$

其中 S_s 为受灾面积, S_c 为成灾面积, S_e 为耕地面积。

3.2 雨涝长度累积系数 K_n

为了使不同长度雨涝期的雨涝强度能够进行比较,特设置了雨涝长度累积系数 $K_n = nr_1/r_n$, n 为雨涝期长度的 $1/10$, r_1 为雨涝期为10天的雨涝标准值的下限值,这里 $r_1 = 250$, r_n 为雨涝期为 $10n$ 天的雨涝标准值的下限值。

K_n 使不同雨涝期的雨涝强度订正到以10天为雨涝期的雨涝强度上来。各市地的 K_n 值列表3。

表3 K_n 值

雨涝期/天	K_n	杭州	嘉兴	湖州	宁波	绍兴	金华	衢州	台州	温州	舟山	丽水
10	K_1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	K_2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
30	K_3	1.8	2.3	2.0	1.9	1.9	1.5	1.2	1.5	1.5	2.1	1.5
60	K_6	2.7	3.6	3.2	3.0	2.9	2.2	1.8	2.4	2.2	3.2	2.2
90	K_9	3.3	4.1	3.8	3.5	3.5	3.0	2.4	2.9	2.8	4.0	3.0

从表3可知不同地点的 K_n 值不同, K_n 嘉兴最大,衢州最小,同一地点 K_n 值随雨涝期长度的递增而递增。 K_n 值的地区差异是由于雨涝期的历年平均雨量的不同而引起的。可以说,衢州雨涝期的历年平均雨量最高,嘉兴最低。换言之,衢州市发生雨涝的降水量最大,而嘉兴相对出现较小的降水量就能发生雨涝。

3.3 雨涝期强度和雨涝强度

3.3.1 雨涝期强度 $E_n = K_n \times R_n/10n$,其中: K_n 为雨涝长度累积系数; R_n 为雨涝期 $10n$ 天的总雨量; n 为雨涝期长度的 $1/10$,不

难看出 $n=1$ 时, $K_n=1$, $E_n=R_1/10$, E_1 即为雨涝期10天的雨涝期强度。

3.3.2 雨涝强度 $E'_n = K_n \times R_n/T$,其中: T 为雨涝期内的雨日数。雨涝期强度代表了一段时间内降水的强度,强度越强,成灾的可能就越大;雨涝强度代表一段时间内扣除无降水日的降水强度,它能反映降水集中的程度。

3.4 雨涝影响面积

构筑雨涝影响面积旨在探索发生多强的雨涝会产生多大范围的洪涝灾害,可以设想雨涝强到一定程度,将使全部耕地受灾。但由于全部耕地受灾是一种极端状况,历史上尚

未出现过,因此可用最大受灾面积来代替。此时:

雨涝期影响受灾面积

$$S_{ns} = E_n \times \text{MAX}(S_s) / \text{MAX}(E_n)$$

雨涝期影响成灾面积

$$S_{nc} = E_n \times \text{MAX}(S_c) / \text{MAX}(E_n)$$

雨涝影响受灾面积

$$S'_{ns} = E'_n \times \text{MAX}(S_s) / \text{MAX}(E'_n)$$

雨涝影响成灾面积

$$S'_{nc} = E'_n \times \text{MAX}(S_c) / \text{MAX}(E'_n)$$

其中: $\text{MAX}(S_s)$, $\text{MAX}(S_c)$ 分别为最大受灾面积和最大成灾面积。

3.5 最小雨涝期强度和最小雨涝强度

当雨涝小到一定程度,则不会发生洪涝灾害,发生洪涝最小的雨涝期强度和雨涝强度,称作为最小雨涝期强度和最小雨涝强度。由于这里的洪涝灾害是分地区统计的,全省达到洪涝标准的年份,各地区不一定都有洪涝,参照全省洪涝标准,地区洪涝定为: $r_s > 0.1$ 或 $r_c > 0.05$ 达此标准的年份中最小的雨涝期强度,即为最小雨涝期强度;最小雨涝强度即为最小雨涝强度。

4 灾情分析

4.1 受灾情况

全省的雨情与灾情的分级情况见表2, 19年中雨情与灾情完全相同的年份有8年,相差1级的6年,相差2级的1年,4年完全不对应。如用雨情来估计灾情,假设完全不对应的年份视为不正确,则 $CIS = 15/19 = 78.9\%$,漏报1年,空报3年。可以看出用雨涝来估计洪涝灾情有较高的正确率,这给灾情评估工作提供了良好的基础。

从表4可以清楚地看出受灾率和成灾率的变化情况,90年代受灾率和成灾率明显高于50~80年代,这充分说明了90年代多洪涝灾害的事实,其中1994年达到最高值。受灾率和成灾率90年代增大的另一个原因是耕地面积逐年减少,从1954年到1997年几乎减少了1/4。

从浙江全省分市地来看受灾率最高的地区为衢州,高达0.9515,成灾率最高的地区也是衢州,为0.6740,均为1994年。统计 r_s

≥ 0.4 , $r_c \geq 0.2$ 的次数,列表5。从表5可以看出湖州受灾频数最高,衢州受灾频数次之,其后分别为杭州、金华、绍兴、嘉兴、丽水,而温州、舟山、宁波和台州是0~1次。

表4 受灾率和成灾率

年份	$r_s/\%$	$r_c/\%$
1954	15.85	6.86
1955	6.96	3.05
1957	8.12	2.33
1961	13.61	8.01
1969	1.23	0.77
1970	4.50	1.56
1971	5.65	2.83
1972	8.62	3.84
1973	9.79	6.36
1977	2.56	1.10
1982	8.22	5.68
1983	16.71	7.65
1984	16.46	11.60
1989	13.34	10.67
1991	14.29	10.00
1992	23.20	13.63
1993	31.03	14.17
1994	32.59	17.11
1995	26.80	12.38
1996	26.79	12.20
1997	23.02	13.21

表5 $r_s \geq 0.4$, $r_c \geq 0.2$ 的次数

地点	受灾率次数	成灾率次数
杭州	3	5
嘉兴	3	2
湖州	5	6
宁波	0	1
绍兴	2	3
金华	2	4
衢州	4	5
台州	0	1
温州	0	0
舟山	0	0
丽水	3	2

4.2 雨涝情况

全省各市地的雨涝强度情况列表6,其中表6的平均值为雨涝年的样本平均值。从表6可以看出雨涝期强度和雨涝强度无论是平均值和最大值均是衢州最大,杭州除雨涝期强度外,据第二位。雨涝期强度大于20的有衢州、金华、绍兴和杭州4个地区;雨涝强

度大于30的有衢州、杭州、金华、绍兴、嘉兴、丽水 and 湖州等7个市地。雨涝期强度与雨涝强度最大值出现的年份有1954年、1955年、1957年、1961年、1973年、1983年、1994年等7年,出现年份频数最高是1973年,其次为1954年。50~70年代仅出现了19次,80年代出现2次,90年代仅出现1次,这说明80年代到90年代抗灾能力是逐渐下降的。

最小雨涝期强度和最小雨涝强度列表6。从表6中可以看到最小雨涝期强度宁波、绍兴、台州和舟山超过15,小于10的有杭州、温州和丽水,嘉兴、湖州、金华和衢州居

中;最小雨涝强度超过30的有台州、舟山,小于20的有杭州、湖州、衢州、温州和丽水,20~30之间的有嘉兴、宁波、绍兴和金华。最小雨涝期强度与最小雨涝强度级别一致率达63.63%。

从最小雨涝期强度分布来看,浙东宁波、绍兴、舟山和台州地区要相对较大的雨涝期强度才能发生洪涝,因此这些地区是不易发生洪涝的地区;而另外7个地区只需相对较小的雨涝期强度就能发生洪涝。考虑到温州、丽水发生洪涝的频次较低,可以认为杭嘉湖、金衢是洪涝多发地区,这与实况相符。

表6 雨涝期强度、雨涝强度

地区	平均值		最大值				最小值(受灾成灾)			
	E_n	E'_n	E_n	出现年	E'_n	出现年	E_n	出现年	E'_n	出现年
杭州	21.9	40.6	48.0	1954	67.5	1954	8.9	1955	14.8	1955
嘉兴	19.1	35.9	36.3	1957	61.1	1973	12.9	1973	29.7	1996
湖州	18.5	31.8	34.1	1957	58.6	1983	12.0	1973	16.3	1971
宁波	16.8	24.5	36.4	1954	55.5	1973	17.0	1984	24.3	1984
绍兴	22.2	36.0	36.9	1994	57.6	1973	18.4	1992	26.2	1992
金华	24.2	38.7	38.7	1954	54.4	1954	11.8	1973	29.9	1997
衢州	26.4	43.0	50.2	1955	71.1	1955	10.0	1973	16.2	1996
台州	12.0	24.1	27.0	1961	65.3	1973	17.4	1973	33.8	1961
温州	12.9	22.7	30.0	1954	52.8	1973	5.3	1971	7.6	1971
舟山	17.3	28.7	29.8	1983	57.3	1973	15.9	1973	30.1	1961
丽水	19.8	33.6	37.2	1955	51.5	1973	1.6	1996	2.9	1996

5 1999年5~7月洪涝灾情预测检验

根据1999年5~7月降水量预测,对照雨涝指标分析,只有雨涝期为90天达雨涝标准。

预测1999年全省受灾面积为 $62.13 \times 10^4 \text{hm}^2$,成灾面积为 $35.8 \times 10^4 \text{hm}^2$,达到大涝标准,预测杭嘉湖受灾面积为 $26.93 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。

1999年实况灾情为:受灾面积 $76.90 \times 10^4 \text{hm}^2$,成灾面积 $36.4 \times 10^4 \text{hm}^2$,其中杭嘉湖受灾面积为 $34.87 \times 10^4 \text{hm}^2$,预测结果与实况基本相符。

6 小结

(1)用雨涝因子来估计洪涝面积,方法简单,实用性强,所用信息量少,能估计出超过历史记录的极端情况。

(2)雨涝期强度能代表一段时间内降水的强度,雨涝期长度不同,雨涝期强度不同;相同的雨涝期长度,地区不同,雨涝期强度也不同;雨涝期强度越强,致灾的可能性就越大。雨涝强度除具有雨涝期强度类似的特点外,由于它代表了一段时间内扣除无降水日的降水强度,还能反映降水集中的程度。

(3)最小雨涝期强度和最小雨涝强度相对较大的地区不易发生洪涝,最小雨涝期强度和最小雨涝强度相对较小的地区易发生洪涝灾害。

参考文献

- 魏一鸣.洪水灾害评估体系研究.灾害学,1997,12(3):1~5.
- 冯佩芝等.中国主要气象灾害分析.北京:气象出版社,1985.

(下转第43页)

(上接第 35 页)

The Analysis and Prediction of Flood Damage of Zhejiang Province in the Mei-yu Rainy Season

Zhang Wenjian Zhuang Xichao Wang Zhenming

(Zhejiang Meteorological Bureau, Hangzhou 310002)

Wang Weihong

(Zhejiang University of Technology)

Abstract

The flood intensity and the flood effected area, etc. were suggested to estimate the flood damage. The assessment model of flood damage of Zhejiang province in the mei-yu rainy season was established. The model can assess the extreme case and is of a good effect.

Key Words: assessment of flood damage flood intensity effect area of flood flood prediction