

# 1 引言

某时段内降水的趋势及过程是中期预报所关心的主要内容。降水过程次数和量级大小与降水趋势变化有紧密的联系,较强量级的降水必然使得与历史同期相比的降水趋势偏多。大降水过程及中期降水趋势的准确预报对防灾减灾的重大意义是无庸置疑的。据统计:辽宁省每年因水灾造成的损失占全部自然灾害损失的40%,这种灾害主要集中在夏季。

本文以夏季为主,首先对辽宁省夏季降水进行客观分片,然后采用业务上常用的降水趋势划分标准,以候为单位对30年历史资料做了趋势划分,分析了各趋势样本分布及各趋势间的转移概率;采用以片平均降水量为主、片内24小时出现暴雨或大暴雨站数为辅的区域性暴雨、大暴雨划分标准,分析了暴雨、大暴雨样本的时空分布;分析了降水趋势与区域性暴雨、大暴雨的关系等。本工作为中期降水业务预报提供了气候背景。

## 2 历史资料及降水分片

取1961~1990年全省52个站20~20时降水量为原始资料,站点分布见图1。

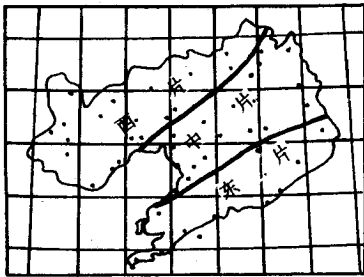


图1 站点分布及区域划分

辽宁省属于温带季风气候,降水量的季节变化很大。据统计:各地年降水量的65%和暴

# 辽宁中期降水的气候分析

曲晓波 张廷治 (沈阳中心气象台 110015)

雨及以上过程次数的85%集中在6月1日至9月10日。因此,我们取该时段内各站降水量,采用5天滑动求和技术,即每年6月1~5日,6月2~6日,……9月5~9日,9月6~10日共98个样本,使5天降水量和的样本数在30年内达到2940个,用K-均值法进行完全客观分片。

东片:桓仁、岫岩、宽甸、凤城、丹东、瓦房店、皮口、长海、东岗、大连、草河口、庄河、旅顺等13个站。

中片:昌图、铁岭、西丰、开原、清原、辽中、盘锦、鞍山、沈阳、本溪、辽阳、本溪县、抚顺、新金、大洼、海城、营口、熊岳、大石桥、盖州等20个站。

西片:彰武、阜新、康平、建平、北票、朝阳、叶百寿、法库、凌源、喀左、凌海、北镇、义县、锦州、建昌、锦西、绥中、兴城、黑山等19个站。

将分片结果与辽宁省河流域分布结合起来看,东片覆盖辽东半岛流域;中片覆盖辽河、浑河、太子河流域;西片覆盖大小凌河及辽西沿海流域,采用此划分方法,对于防汛指挥有着参考意义。

## 3 降水趋势划分标准及样本分布

### 3.1 划分标准

采用业务上常用的降水距平百分率划分法,将降水趋势划分为5级,标准见表1。

### 3.2 各趋势的样本分布及样本间转移概率

表1 降水趋势划分标准

降水趋势	偏少	稍少	正常	稍多	偏多
距平百分率	$\Delta R \leq -60\%$	$-60\% < \Delta R \leq -20\%$	$-20\% < \Delta R < 20\%$	$20\% \leq \Delta R < 60\%$	$60\% \leq \Delta R$

我们对分析时段的历史资料,按上述划分标准的划分结果(表2)表明:各片降水趋势偏少样本频率最高,在30%左右;稍少和偏多样

本频率次之,在20%左右;稍多样本频率最低,仅为10%左右,它反映了我省降水趋势分布的特点。

表 2 1961~1990 年夏季候降水趋势分布

区 域	偏 少		稍 少		正 常		稍 多		偏 多	
	样本数	频率	样本数	频率	样本数	频率	样本数	频率	样本数	频率
东 片	209	0.35	113	0.19	87	0.15	66	0.11	125	0.21
中 片	182	0.30	131	0.22	97	0.16	66	0.11	124	0.21
西 片	190	0.32	134	0.22	96	0.16	62	0.10	118	0.20
全 省	171	0.29	138	0.23	97	0.16	73	0.12	121	0.20

另外,我们将候间的降水趋势转换看做互不相干的马尔柯夫过程即马尔柯夫链,该系统中存在 5 种状态,即 1 为偏少,2 为稍少,3 为正常,4 为稍多,5 为偏多。东片的一阶、二阶转移概率矩阵为:

$$P_{\text{东}}^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.409 & 0.146 & 0.131 & 0.101 & 0.212 \\ 0.355 & 0.159 & 0.150 & 0.140 & 0.196 \\ 0.345 & 0.202 & 0.155 & 0.083 & 0.214 \\ 0.302 & 0.190 & 0.222 & 0.079 & 0.206 \\ 0.280 & 0.254 & 0.119 & 0.136 & 0.212 \end{pmatrix}$$

$$P_{\text{东}}^{(2)} = \begin{pmatrix} 0.354 & 0.183 & 0.144 & 0.110 & 0.209 \\ 0.350 & 0.184 & 0.148 & 0.108 & 0.209 \\ 0.352 & 0.184 & 0.143 & 0.112 & 0.209 \\ 0.349 & 0.184 & 0.143 & 0.110 & 0.209 \\ 0.346 & 0.185 & 0.148 & 0.113 & 0.208 \end{pmatrix}$$

其他地区的转移概率矩阵略。

矩阵内  $P_{ij}^{(k)}$  表示第  $i$  状态转为第  $j$  状态的  $K$  阶转移概率,从  $P_{\text{东}}^{(1)}$  中可以看出,在当前候为状态 2 即稍少时,未来第 1 候出现各状态的概率分别为 0.355, 0.159, 0.150, 0.140, 0.196。从  $P_{\text{东}}^{(2)}$  中可以看出,未来第 2 候出现各状态的概率分别为 0.350, 0.184, 0.148, 0.108, 0.209。在所有状态转移概率中,由某状态转为偏少状态的概率最大,转为偏多状态的概率次之,转为稍多状态的概率最小,体现了某种状态出现的天气气候特点。其他各片情况基本一致。

通过上述一阶、二阶转移概率矩阵,可以从前候了解未来 1~2 候出现某种天气趋势的概率。

## 4 区域性暴雨及大暴雨划分标准和样本分布

### 4.1 划分标准

局地性暴雨及以上降水的预报,对于中期预报时效来说是有相当难度的。为准确把握较

大范围、较大强度降水过程,体现中期特点,我们以片平均降水量为主,同时考虑 24 小时(20~20 时)降水强度的站数,符合下述标准之一,确定为一次区域性暴雨或大暴雨。

#### 4.1.1 区域性暴雨标准

4.1.1.1 片平均或全省平均降水量在 25~49mm,同时,单站 24 小时降水量大于等于 50mm 站数大于等于 5 个。

4.1.1.2 片平均或全省平均降水量连续 2 天之和在 50~99mm,同时,单站 24 小时降水量大于等于 50mm 站数大于等于 5 个。

4.1.1.3 东片平均降水量在 50~79mm,中片、西片平均降水量在 40~69mm。

#### 4.1.2 区域性大暴雨标准

4.1.2.1 片平均或全省平均降水量在 50mm 以上,同时,单站 24 小时降水量大于等于 100mm 站数大于等于 5 个。

4.1.2.2 片平均或全省平均降水量连续 2 天之和在 100mm 以上,同时,单站 24 小时降水量大于等于 100mm 站数大于等于 5 个。

4.1.2.3 东片平均降水量大于等于 80mm,中片、西片平均降水量大于等于 70mm。

按此标准划分辽宁省历史天气过程,其结果包含全部经典意义的暴雨、大暴雨及重大灾害性影响过程,研究此过程,具有实际预报意义。

### 4.2 暴雨频数的空间分布

按上述标准 30 年内辽宁省共发生区域性暴雨 122 次、大暴雨 21 次,平均每年 4.1 次暴雨、0.7 次大暴雨。其中,东片发生暴雨 69 次、大暴雨 10 次,平均每年 2.3 次暴雨、0.3 次大暴雨,分别占 57% 和 48%。中片发生暴雨 54 次、大暴雨 6 次,平均每年 1.8 次暴雨、0.2 次大暴雨,分别占 44% 和 29%。西片发生暴雨 32

次、大暴雨 7 次, 平均每年 1.1 次暴雨、0.2 次大暴雨, 分别占 26% 和 33% (表 3)。

表 3 各片暴雨频数分布

月份	区域性暴雨			区域性大暴雨		
	东片	中片	西片	东片	中片	西片
4			1		1	
5				2	1	1
6	1			5	2	3
7	3	1	5	31	17	12
8	6	5	1	27	24	11
9				4	6	3
10					3	2
总和	10	6	7	69	54	32
%	0.48	0.29	0.33	0.57	0.44	0.26

从表 3 中看到, 东片地区两类暴雨所占总数的比例最大, 从过程次数地域分布而言, 从东向西有显著的差别, 明显呈东多西少趋势, 东片

地区约 2 年发生 5 次, 中片地区约 2 年发生 4 次, 西片地区约 1 年发生 1 次。

#### 4.3 暴雨频数的时间分布

各片出现暴雨或大暴雨次数均有明显的季节变化, 85%~100% 的大暴雨、71%~84% 的暴雨集中在 7~8 月份, 以 7 月 6 候至 8 月 3 候期间最多 (图略), 暴雨及以上过程最早发生在 4 月 6 候 (1983 年 4 月 26 日, 西片大暴雨, 东片暴雨), 最晚发生在 10 月 6 候 (1977 年 10 月 29 日, 西片暴雨)。

另外, 从 30 年资料分析来看, 暴雨及以上过程次数的年际变化也很大, 平均每年 4.8 次, 最多年 11 次 (1964、1985 年), 最少年 1 次 (1968、1976、1980、1989 年), 其分布曲线见图 2。

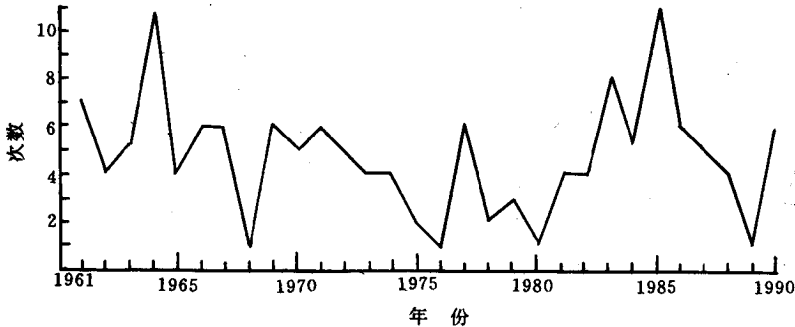


图 2 暴雨次数年际分布曲线

我们对暴雨次数年际分布用最大熵谱的 Burg 的算法<sup>(3)(4)</sup>进行了谱分析, 其最大熵谱分布见图 3。

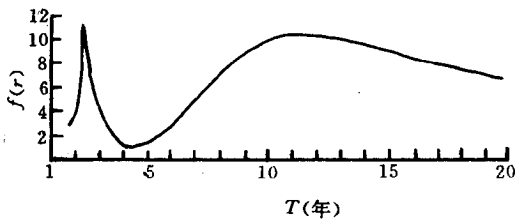


图 3 辽宁省暴雨次数熵谱曲线

从图 3 可以看出, 辽宁省区域性暴雨以上降水过程次数的年际变化, 存在着 2.5 年及 10~11 年的周期, 与文献<sup>(1)</sup>的分析结果是基本一致的。

#### 5 降水趋势与暴雨过程的关系

降水趋势与暴雨过程是两个完全不同的概念, 两者的衡量标准截然不同: 前者是相对量, 与季节有关; 后者是绝对量, 其标准是全年一致的。两者的联系在于, 当候内出现暴雨或大暴雨天气过程时, 该候的降水趋势必然偏多 (或稍多), 其相关概率平均达 0.96。当出现大暴雨时, 候降水距平百分率大于 160% (7 月 5 候至 8 月 2 候大于 120%), 而当候降水趋势偏多或稍多时, 该候内不一定出现大暴雨或暴雨天气过程, 其相关概率仅为 0.33, 这时该候内一般为阴雨天气, 雨量分散。

另外, 按照辽宁省降水的气候演变特点, 将 6 月 1 日至 9 月 10 日划分为两个时段: 6 月 1 日至 30 日, 9 月 1 日至 10 日称为夏初、夏末时段, 记为时段 I; 7 月 1 日至 8 月 30 日称为盛夏时

段,记为时段Ⅰ。由此,我们计算了各时段内、滑动5天降水各种趋势下各片平均降水量分布概率。以东片为例:在时段Ⅰ,当取片平均降水量分别为0~5mm、5~13mm、13~20mm、20~30mm、大于等于30mm时,其分别对应为偏少、稍少、正常、稍多、偏多趋势。相应的准确率分别为0.944、0.789、0.685、0.653、0.880,平均

为0.79。类似的划分,在时段Ⅱ为0.75,其划分结果是可信的。同样方法,中片、西片平均准确率在时段Ⅰ为0.76和0.77。在时段Ⅱ为0.74和0.76,当然,其等级标准是各不相同的。

表4给出了在降水稍多和偏多时各片24小时出现暴雨以上降水站数概率。

在表4中,以东片为例,Ⅰ时段降水偏多

表4 暴雨以上站数分布概率

趋势	时段	东片(13个站)			中片(20个站)			西片(19个站)		
		50~99	100~199	≥200	50~99	100~199	≥200	50~99	100~199	≥200
稍多	Ⅰ	6.91	0.26	0.00	5.31	0.76	0.00	4.13	0.23	0.00
	Ⅱ	33.51	8.45	0.11	23.24	3.16	0.00	18.16	2.13	0.03
偏多	Ⅰ	27.45	8.88	0.24	22.87	2.25	0.13	16.91	3.29	0.29
	Ⅱ	37.13	31.82	5.00	41.32	17.45	1.36	34.12	13.59	1.46

时,出现暴雨的站数为37.13%,大暴雨的站数为31.82%,特大暴雨的站数为5.00%。

## 6 结语

6.1 本文依据30年资料,客观地划分了直接与辽宁省的河流水系相结合的辽宁省降水区域,对于中期预报产品直接为防灾减灾服务,为领导决策服务,有着直接、有效的意义。

6.2 本文所采用的区域性暴雨、大暴雨划分标准,为中期时效的大降水预报过程提供了科学准确定量的概念,其以片平均降水量为主、片内24小时出现暴雨或大暴雨站数为辅的区域性暴雨、大暴雨划分标准思想,比较符合业务实践,与短期大降水预报着眼点有显著不同。通过对历史上大降水的气候分析,给出了大降水的

时间分布规律,为大降水预报过程做了准备。

6.3 通过对候降水趋势的分析,发现30年来,辽宁省夏季降水趋势偏少样本占比例最大,偏少和稍少样本之和占总样本的50%以上,而偏多和稍多样本之和占总样本的30%左右,因此,对于辽宁省来说,抗旱工作也是十分重要、不能忽视的。

## 7 参考文献

- 1 郑秀雅等. 东北暴雨. 北京:气象出版社,1992
- 2 华北暴雨编写组. 华北暴雨. 北京:气象出版社,1992
- 3 曹鸿兴等. 气象历史序列的最大熵谱分析. 科学通报,1979;8
- 4 罗乔林. 介绍最大熵谱估计,数学的实践与认识,1980;1