

# 利用不规则格点上的车贝雪夫多项式展开 预报浙江省 5—9 月的汛期降水\*

金 一 鸣

陈碧莲\*\*

(浙江省气象科学研究所)

(浙江省气象台)

车贝雪夫多项式是气象上常用的正交函数之一。应用车贝雪夫多项式推广到不规则格点的方法<sup>[1,2]</sup>,我们将浙江省不规则测站上 5—9 月的汛期降水量进行了车贝雪夫多项式展开,然后通过车贝雪夫系数的预报,对浙江省 5—9 月汛期降水量的水平分布,进行了预报试验。

## 1. 降水量场的车贝雪夫多项式展开

根据历年浙江省 5—9 月汛期平均降水量的分布图(图略),注意到降水分布的特点,为了提高收敛速度,提高展开式系数的代表性,我们取 X 方向与等平均雨量线大致平行,考虑到测站的代表性和空间分布的特点,取 X 方向的格点数  $I_0=4$ ,取 Y 方向的格点数  $J_0=6$ 。在这基础上,我们对 1961—1978 年(因 1961 年以前的资料缺测)共 18 年每年 5—9 月浙江 24 个不规则测站的降水量进行车贝雪夫多项式展开,展开公式为:

$$R_{i,j} = \sum_{k=0}^{k_0} \sum_{s=0}^{s_0} A_{ks}(RR) \varphi_k(i) \varphi_s(j) \quad (1)$$

$$(i=1,2,\dots,I_0; j=1,2,\dots,J_0)$$

其中

$$A_{ks}(RR) = \sum_{i=1}^{I_0} \sum_{j=1}^{J_0} R_{i,j} \varphi_k(i) \varphi_s(j) \quad (2)$$

$$(k=0,1,2,\dots,k_0; s=0,1,2,\dots,s_0)$$

上式展开的均方根误差为:

$$\sigma_{k_0,s_0} = \sqrt{\frac{1}{I_0 J_0 - 1} \left\{ \sum_{i=1}^{I_0} \sum_{j=1}^{J_0} R_{i,j}^2 - \sum_{k=0}^{k_0} \sum_{s=0}^{s_0} A_{ks}^2(RR) \right\}}$$

当取多项式最高阶数  $k_0=s_0=3$  时,根据(1)、(2)式每年可得到一组展开式系数  $A_{ks}$  ( $k=0,1,2,3; s=0,1,2,3$ ),通过对展开式分量的合成,可以求得每年 24 个不规则测站 5—9 月降水量的展开结果。合成后在 18 年 24 个测站上的雨量误差小于 100 毫米的占总数的 80%,虽然展开的误差还不小,但每年合成场的分布特征与实测场在定性上是接近的。

\* 本文于 1982 年 3 月 20 日收到,1984 年 1 月 13 日收到修改稿。

\*\* 参加本文工作的还有杭州大学地理系 81 届学生杨桂英同学。

图 1 给出了降水量场展开式系数的历史演变曲线, 如  $A_{00}$  代表降水平均值的权重,  $A_{01}$ ,  $A_{10}$  分别代表降水有南多北少及东多西少的权重, 分析这些系数的变化, 可以知道降水量的变动情况。由图 1 可知, 1962, 1973, 1977 年  $A_{00}$  是高峰值, 即为涝年, 1967,

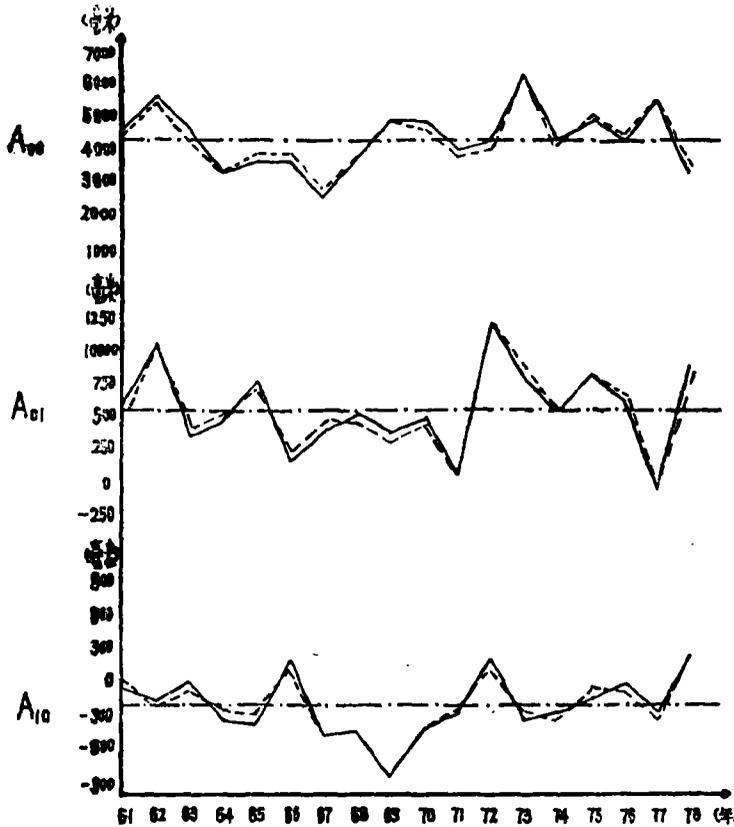


图 1  $A_{ki}$  的历史演变曲线(实线为样本值, 虚线为拟合值, 点划线为样本值的平均)

1978 年为低谷值, 即为旱年。  $A_{01}$  在 1962, 1972 年正距平最大, 1977 年负距平最小, 这表示 1962, 1972 年降水北少南多的特征明显, 1977 年该趋势不明显甚至反向。因此, 虽然 1962, 1977 年都为涝年, 但 1962 年南部比北部涝得严重, 而 1977 年反之。又  $A_{10}$  在 1972 年有很大的正距平, 这说明 1972 年东南部降水特多。以上分析结果分别与 24 个测站的降水历史演变曲线(图略)以及各年降水量分布的实况图(图略)一一对照, 表明分析是可信的。

## 2. $A_{ks}$ 预报方程的建立

影响汛期降水的因素, 除了 500 毫巴环流因子和副高因子外, 冬季太平洋海温与我国的旱涝也有着密切的关系<sup>[3,4]</sup>, 因此, 我们初选了反映西风带、副热带变化, 包括 500 毫巴月平均高度场、西风指数、副高脊线位置、副高面积指数和极涡位置等 41 个环流因子和上年 11 月、12 月、当年 1 月、2 月西北太平洋 37 点(37 点在预报时能及时得到)的海温因子(图 2)作为预报因子, 并分别与  $A_{ks}$  ( $k=0, 1, 2, 3; s=0, 1, 2, 3$ ) 进行相

关场分析, 最后确定了51个预报因子作为精选的对象。

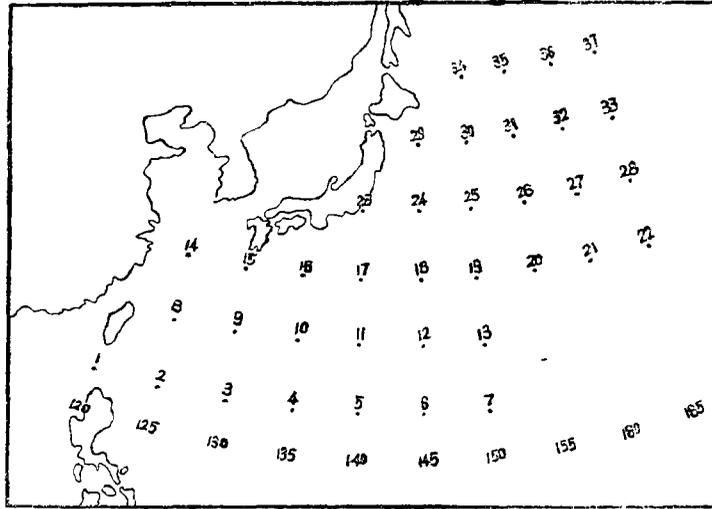


图 2 37点海温的分布和相应的序号

我们以  $A_{1s}$  为预报量, 采用逐步回归分析方法, 对 1961—1978 年的 51 个因子进行筛选, 在给定的  $F$  检验标准下, 注意到方差减小的百分比, 最后得到了预报  $A_{1s}$  的 16 个回归方程, 这 16 个回归方程的复相关系数  $R$  均在 0.90 以上,  $F$  水平均在 5.0 以上。

分析结果表明, 在  $A_{00}$  预报方程中, 降水量平均值与 5 个因子有关, 即上年 11 月第 35 点上海温越低, 上年 7 月北太平洋中部的西风强度越弱, 当年 2 月北美槽强度以及白令海阿留申群岛的阿留申低压越弱, 大西洋加勒比海附近的北美高压越强, 则 5—9 月汛期降水量越多, 反之亦然。从  $A_{01}$ ,  $A_{10}$  方程中还可以看到, 冬季黑潮区海温越高, 上年 7 月北太平洋中部的西风强度越强, 上年 12 月副高面积指数越小, 则浙江 5—9 月汛期降水南多北少的趋势明显; 上年 11 月乌拉尔以东的西风强度越强, 则该年浙江汛期降水量东多西少的特征显著。

### 3. 降水量场的拟合及预报

上述求  $A_{1s}$  的 16 个回归方程, 能够将各年不同环流因子和海温因子对降水的影响反映出来。利用 16 个方程的拟合值, 将其合成后, 就可以求得每年 24 个测站 5—9 月降水量的拟合结果。图 3 给出了以杭州、温州为例的历史雨量演变曲线的拟合和实况的比较。

根据上述预报步骤, 我们对 1979 年和 1980 年 5—9 月的汛期降水量作了试报。首先分别将 1979 年和 1980 年的预报因子代入求  $A_{1s}$  的 16 个回归方程, 分别求得 1979 年和 1980 年的预报系数  $\hat{A}_{1s}$ , 然后再求出 1979 年和 1980 年的预报降水量场。

以 1979 年和 1980 年为例, 图 4 和图 5 以及图 6 和图 7 分别给出了 1979 年的实况场和预报场以及 1980 年实况场和预报场的对比图。从图 4 和图 5 中可以看到, 1979 年的预报与实况比较符合, 浙东南和浙西北山区 5—9 月的汛期降水量偏多, 而浙东北和浙西南山区降水量偏少, 预报场的分布特征与实况场基本上是一致的。从图 6 和图 7 可

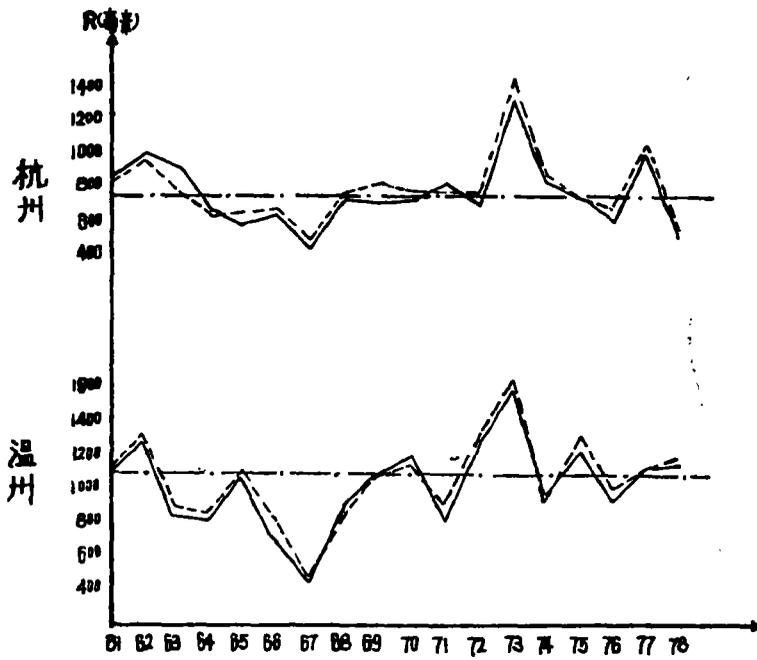


图3 杭州和温州5—9月汛期降水量的历史演变曲线(实线为实况值, 虚线为拟合值, 点划线为实况值的平均值)

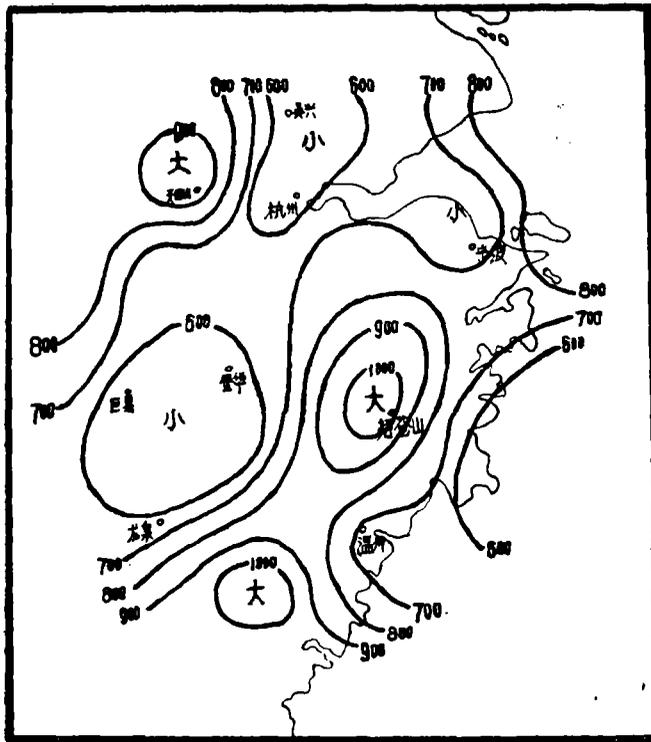


图4 1979年浙江5—9月汛期降水量分布实况图

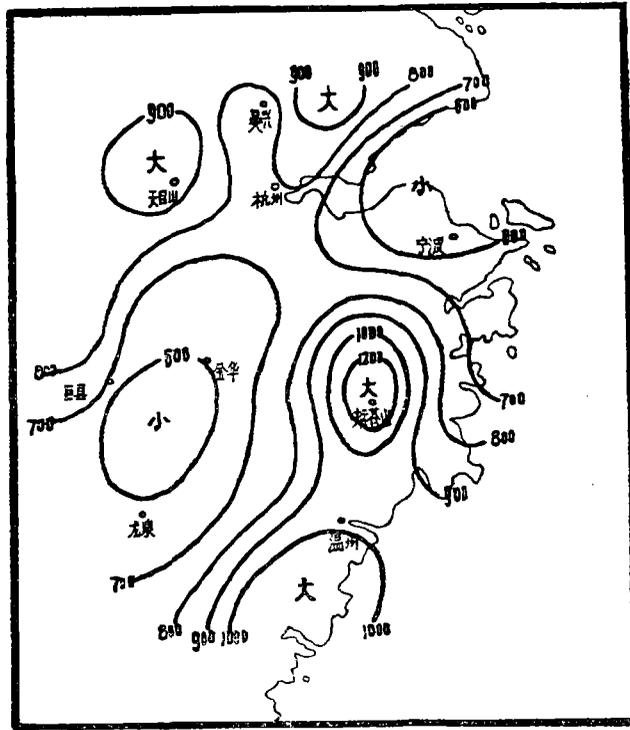


图 5 1979年浙江5—9月汛期降水量分布的预报图

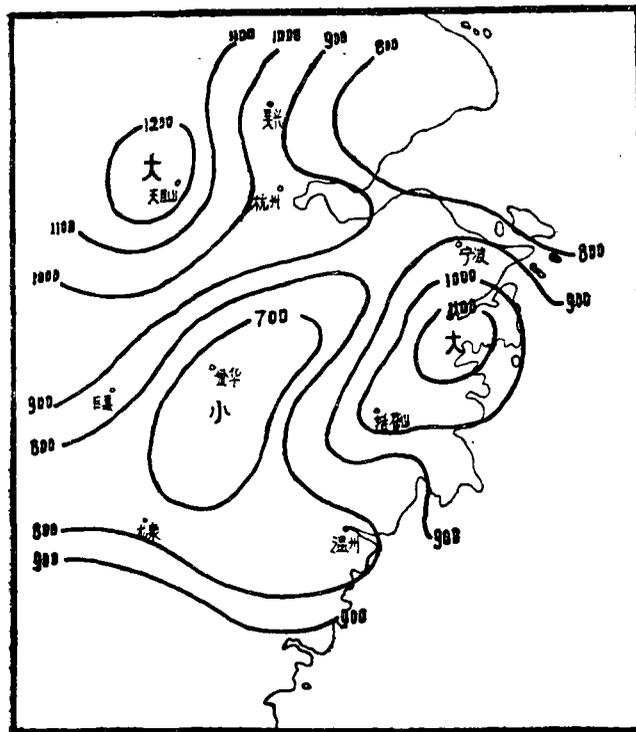


图 6 1980年浙江5—9月汛期降水量分布实况图

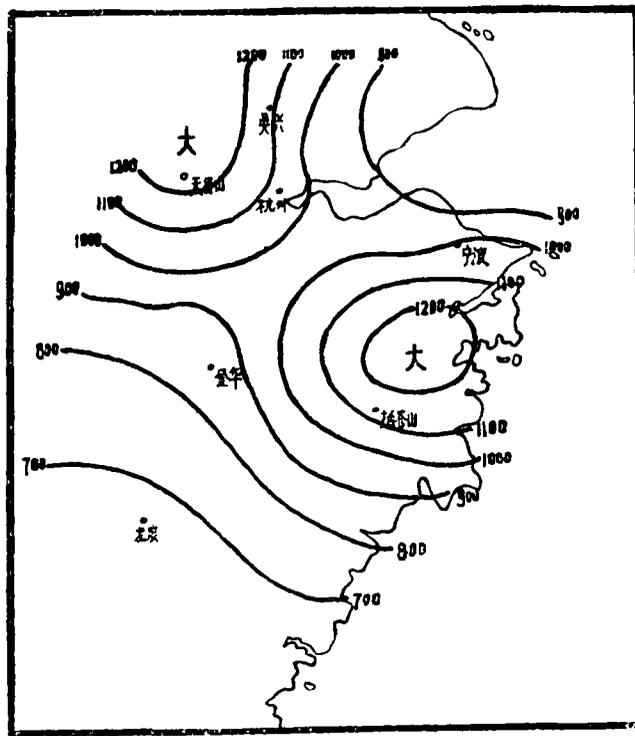


图 7 1980年浙江 5—9 月汛期降水量分布的预报图

以看到，1980年的预报相对要差一些，虽然东南沿海和西北山区的降水偏多也预报出来，但浙江中南部和西南山区偏少的特征却预报得不够好。因为 1980 年全国南涝北旱的特征非常明显，所以对于南涝地区中出现的局部旱的地区就难以报出来。

致谢：本文承中国科学院大气物理研究所周家斌同志的热情指导，并提供计算程序，特表谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 周家斌，不规则格点上的车贝雪夫多项式展开问题，科学通报，9，548—550，1981。
- [2] 张家诚、周家斌、黄文杰、马维华，用车贝雪夫多项式研究月平均 500 毫巴等压面位势场的初步结果，气象学报，33，231—244，1963。
- [3] 陈玉琼、王才芳，车贝雪夫系数与我国温度降水关系的初步探讨，气象学报，38，227—232，1980。
- [4] 长期天气预报组，冬季太平洋海水温度异常对我国汛期降水的影响，中国科学院大气物理研究所集刊，第 6 号，1—12页，科学出版社，1978。