

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^[1,2],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,通过对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 $A_{k,s}$ ($k=0,1,2,3; s=0,1,2,3$),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,

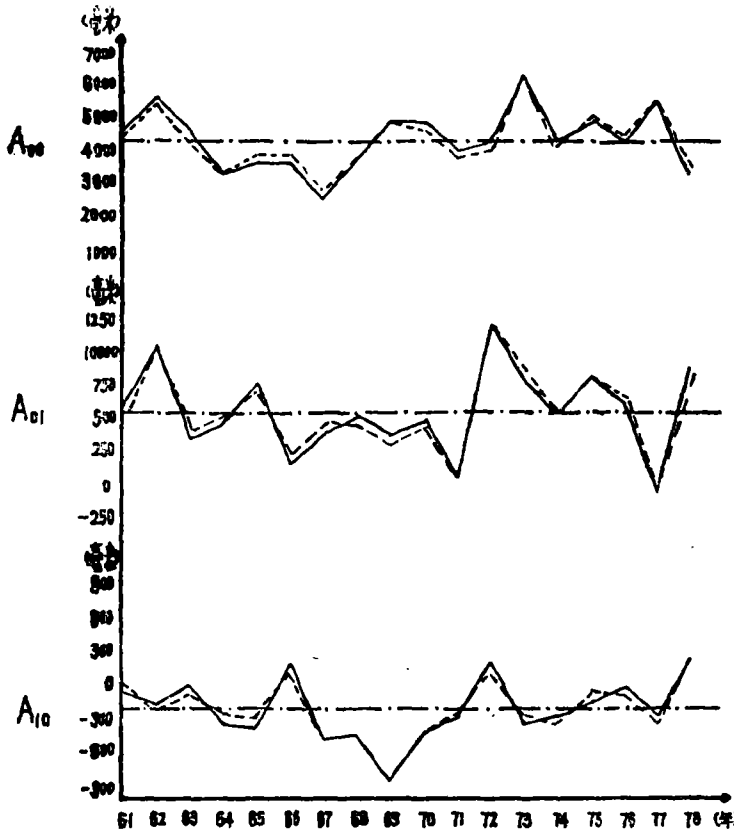


图1 A_{ki} 的历史演变曲线(实线为样本值,虚线为拟合值,点划线为样本值的平均)

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^[3,4],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。

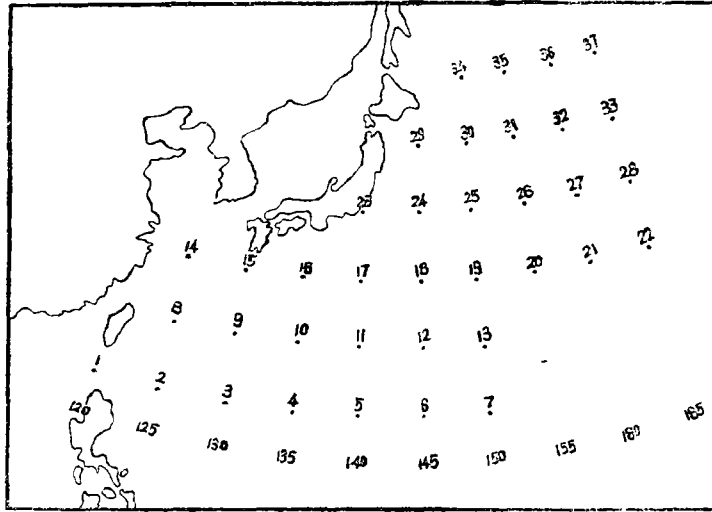


图 2 37点海温的分布和相应的序号

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

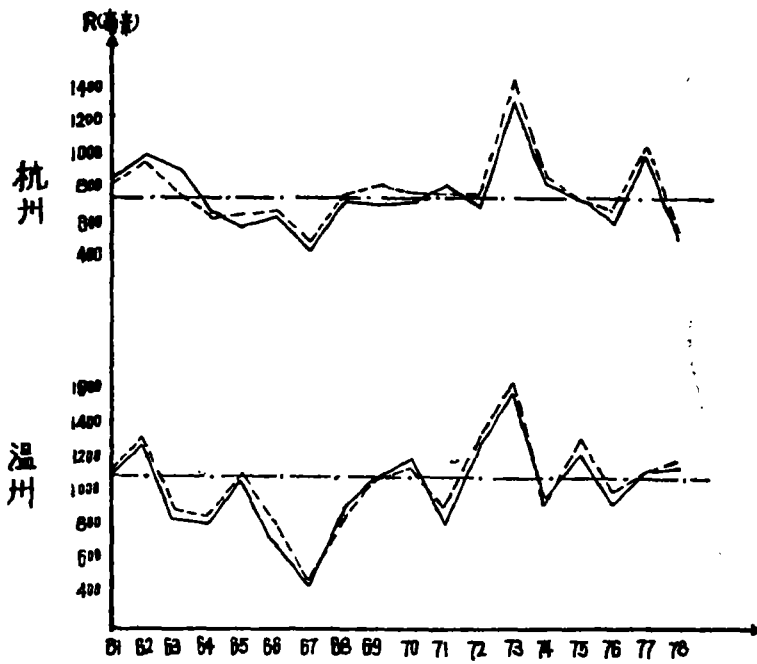


图3 杭州和温州5—9月汛期降水量的历史演变曲线(实线为实况值, 虚线为拟合值, 点划线为实况值的平均值)

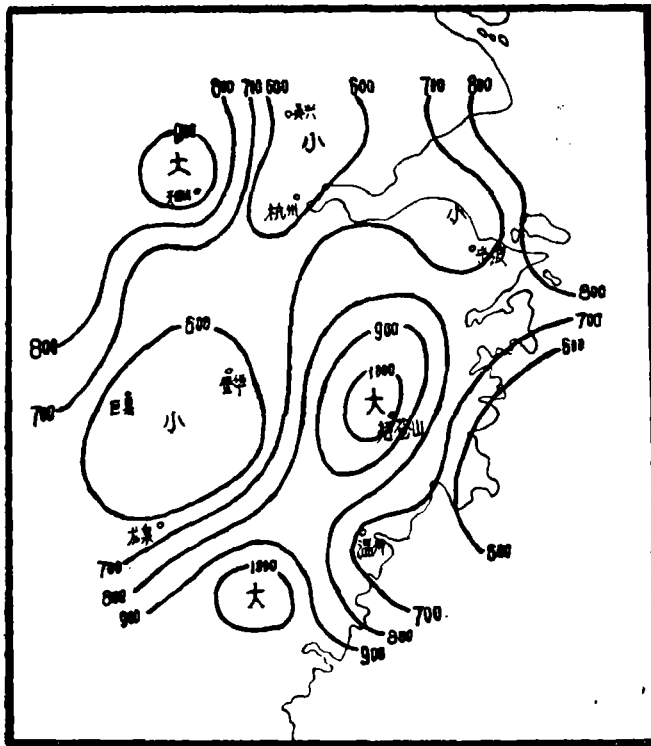


图4 1979年浙江5—9月汛期降水量分布实况图

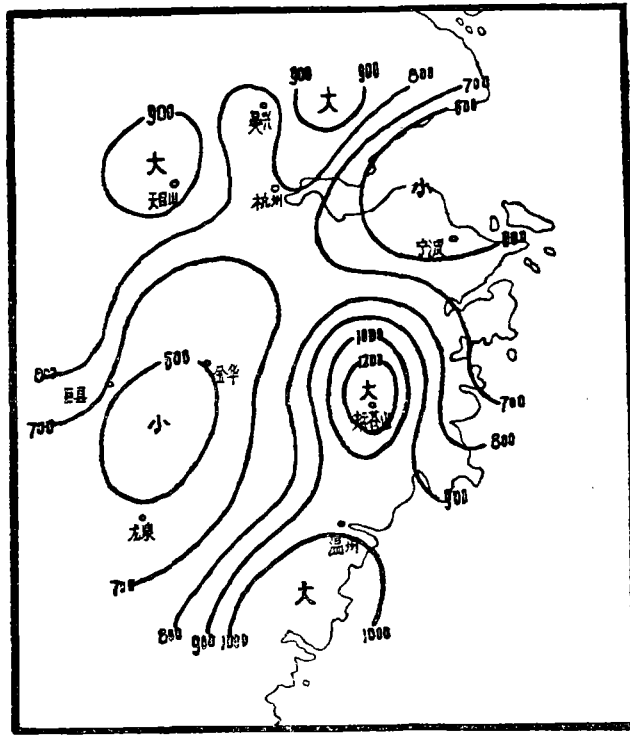


图 5 1979年浙江5—9月汛期降水量分布的预报图

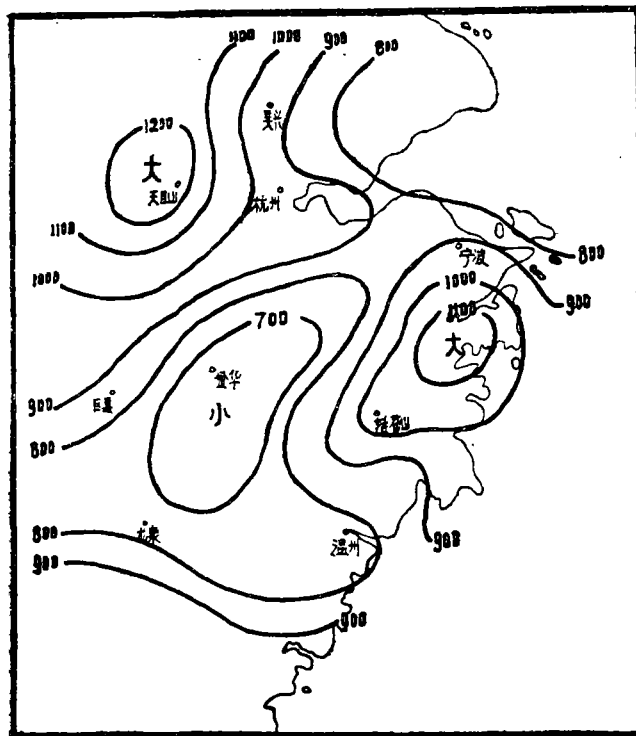


图 6 1980年浙江5—9月汛期降水量分布实况图

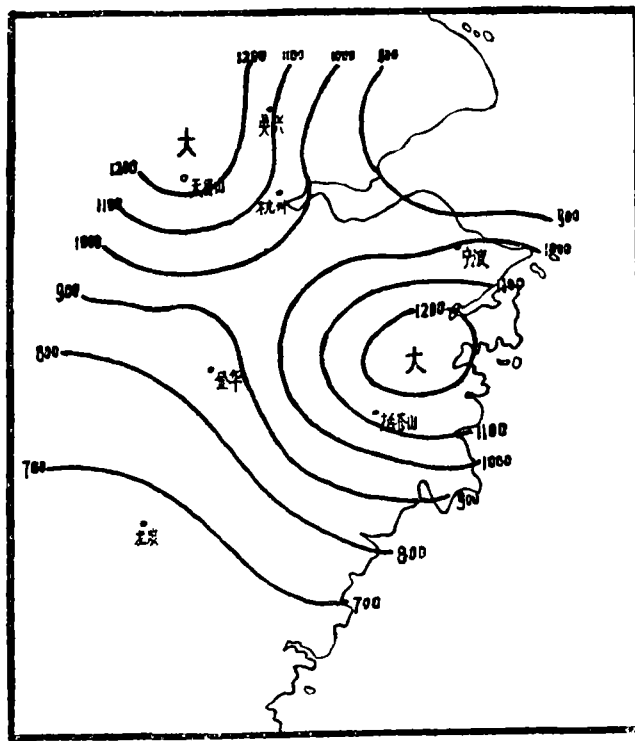


图 7 1980年浙江 5—9 月汛期降水量分布的预报图

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。