

# 前期要素变化和环流特征与盛夏降水的关系

辽宁义县气象站

盛夏（7—8月）是我县的雨季，其平均雨量约300毫米，占年平均雨量55%左右。但各年盛夏雨量相差悬殊，最多年份可达520毫米，最少年份仅140毫米，因此做好盛夏降水的长期预报具有重要的意义。

预报因子的选取是制作长期预报的关键。过去在选取长期预报因子方面，往往带有很大盲目性，尽管有时历史拟合率较高，但预报效果却不够稳定，而且难以进一步总结提高。通过近几年的实践，我们逐渐认识到，选取预报因子应该以天气学理论作指导，深入分析单站要素演变，使之与环流特征紧密结合，从中找出有规律性的、具有物理意义的预报因子。这是提高单站长期预报水平的重要途径。基于这种认识，我们着重在预报因子的分析和选取上做工作，在此基础上，建立盛夏降水预报经验方程。

## 一、思路

一个地区的天气变化，虽是多种因素综合作用造成，但环流形势的本质差异，则起着主导和制约的作用。不同尺度的大气扰动，影响不同时段的天气过程。对于季节长度的长期天气过程来说，主要与时-空尺度很大的超长波（驻波）的活动有着密切关系。因为它对中高纬度大气能量和物理量的输送起着主要作用。由于大气环流具有季节转换的特点，因此长期预报的因子应寻找与后期天气有明显联系的前期环流特征。不同的环流特征，尤其是环流形势的异常表现，对所控制地区的单站要素变化在相应时间内必然产生显著影响。同时，超长波具有比较稳定且持续时间较长的特点，相应在单站要素变化中也在相当长的时段内具有较为稳定而区别于其他时段的特点。因此，深入

分析与超长波时间长度大致对应的且反映环流形势较好的单站要素（如气压、气温）演变，就可能揭示其间的内在联系，并对未来天气变化提供有意义的预报信息，这就是我们在分析和选取预报因子工作中的着眼点。

## 二、盛夏多雨年和少雨年前期单站要素演变特征

在1956—1976年21年资料中，典型的盛夏多雨年（7、8月降水均偏多）有1959、1964、1969年3年，其平均雨量为490毫米；典型的盛夏少雨年（7、8月降水均偏少）有1958、1960、1968、1972年4年，其平均雨量为150毫米。两者雨量相差悬殊，可以设想在前期单站要素演变特征上应表现出明显的差异。我们分别统计了多雨年和少雨年各旬气压和气温的三旬滑动平均值。打破月的界限，采取滑动平均的做法，主要是为了突出大型天气过程在单站要素上的反映。图1是本站11月上旬至4月下旬逐旬的气压和气温三旬滑动平均值的连续演变。

由图1可见，多雨年的前期，气压曲线入冬后一

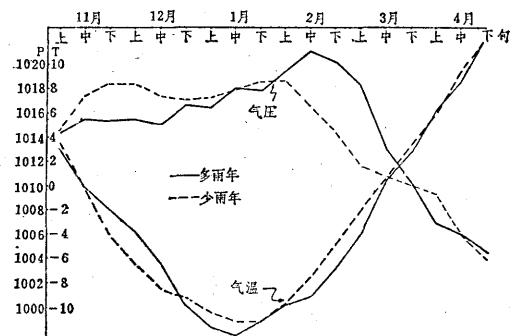


图 1

直较低，12月下旬开始上升，2月中旬达到高峰。高峰出现晚，且峰值较高，是多雨年前期气压曲线的主要特征。少雨年的前期，气压曲线入冬后就显著上升，11月下旬即出现高峰，然后下降，1月中旬有所回升，2月上旬出现次峰。高峰出现早，呈双峰，且峰值较低，是少雨年前期气压曲线的主要特征。对比多雨年和少雨年前期两条气压曲线发现，11月中旬—12月中旬（初冬）和2月中旬—3月中旬（晚冬）这两个时段有明显差异，且时段长度均为4个旬。初冬多雨年气压低于少雨年，晚冬多雨年的气压高于少雨年，两者位相相反。与此相对应，初冬多雨年气温高于少雨年，晚冬多雨年气温低于少雨年，位相也相反。

另外，从消除了季节变化后的气压三旬滑动平均距平图（图2）上可见，多雨年冬季气压峰出现在2月下旬，少雨年出现在11月下旬，两者相距3个月。从曲线连续演变来看，多雨年在初冬为负距平，晚冬为正距平；少雨年在初冬为正距平，晚冬为负距平。

上面仅用典型多雨年与少雨年前期的压、温曲线进行比较，它们对历年盛夏降水的相关性怎样呢？我们取这两段中两者气压差异最大的3月上旬和前一年12月上旬的气压值与盛夏降水量求相关，其相关系数分别为0.43和0.42，通过或接近5%的信度检验。为综合这两段气压连续演变的信息，我们用3月上旬与前一年12月上旬的气压相减，将其差值与盛夏降

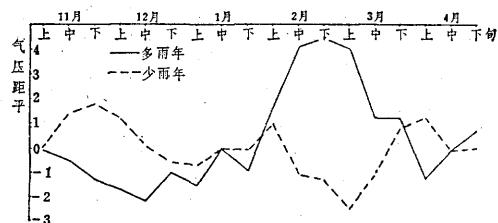


图 2

水量求相关，其相关系数达0.55，通过1%的信度检验，证明其相关是显著的。我们还用2月中旬—3月中旬与前一年11月中旬—12月中旬两个时段的旬气压累计值相减，将其差值与盛夏降水量求相关，其相关系数为0.53。这说明前者相关系数达0.55不是偶然的孤立的现象，它能反映这一时段的预报信息。另外统计前一年12月上旬气温与盛夏降水量的相关也是显著的，其相关系数达0.55。而3月上旬气温与盛夏降水的相关则不显著。

### 三、以单站要素变化特征为线索，选取环流因子

既然单站要素在初冬和晚冬时段的变化对盛夏降水量有显著相关，那么，在相应时段内的环流特征又怎样呢？在500毫巴月平均图上，由于尺度较小的波已被滤掉，图上显示出来的主要为波数3的超长波系统。从乌拉尔山到西太平洋这一天气区域内，在初

（晚）冬超长波系统的平均脊位置一般在乌拉尔山附近，日本附近则是平均槽的位置。由于平均槽脊的位置和强度不同，亚洲中部经向度大小各年也不同，对后期天气变化的影响也不同。因此在选取环流因子时，主要应考虑能反映超长波系统特征的差异。我们在500毫巴月平均图上选取亚洲中部、乌拉尔山东侧和日本附近3个关键区（图3），用关键区上两点的高度差来表征该地区的环流特征和平流输送情况。同时通过这3个关键区把这一天气区域内西风带环流的基本状态也反映出来了。

#### 1. 亚洲中部的关键区（1区）

以 $45^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E}$  (a) 与 $60^{\circ}\text{N}, 90^{\circ}\text{E}$  (b) 两点的高度差 $(a-b)$ 表示。

在3月500毫巴平均图上，多雨年高度差小，平均15位势什米；少雨年高度差大，平均21位势什米。在前一年12月500毫巴平均图上则相反，多雨年高度差大，平均22位势什米；少雨年高度差小，平均8位势什米。高度差的大小，表征1区经向度的大小：当环流较平直，1区高度差就大；当经向环流明显，1区处于脊前控制时，高度差就小；当1区出现阻塞形势时，高度差甚至出现负值。

把这种环流特征与单站要素变化特征联系起来，就可以看出，多雨年3月1区高度差小，表明经向度大，在脊前偏北气流控制下，地面蒙古冷高压势力增强，造成本站气压偏高、气温偏低，是个冷晚冬；少雨年3月1区高度差大，表明环流较平直，地面冷高压势力较弱，造成本站气压偏低、气温偏高，是个暖晚冬。而前一年12月的情况正好相反，多雨年1区高度差大，以纬向环流为主，是个暖初冬；少雨年1区高度差小，以经向环流为主，是个冷初冬。概括来说，整个冬季的变化，多雨年由暖初冬（纬向）向冷晚冬（经向）转化；少雨年由冷初冬（经向）向暖晚冬（纬向）转化。由此可以得出结论，图1和图2所反映出来的单站要素演变特征绝不是孤立的、偶然的，而是与高空环流形势紧密相连的。

用1区3月的高度差减去前一年12月的高度差，将其差值与盛夏降水量求相关，其相关系数为-0.57，表明相关是极显著的。

#### 2. 乌拉尔山东侧的关键区（2区）

以 $60^{\circ}\text{N}, 70^{\circ}\text{E}$  (c) 与 $70^{\circ}\text{N}, 80^{\circ}\text{E}$  (d) 的高度差 $(c-d)$ 表示。

在3月500毫巴平均图上，多雨年高度差大，平均21位势什米；少雨年高度差小，平均11位势什米。

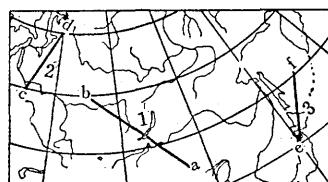


图 3

2区高度差的大小反映平均脊位置和强度的变化。2区还是西北路径冷空气东南下的通道，高度差的大小在某种程度上可以反映该地区总的冷空气活动状况。用2区的高度差计算与盛夏降水的相关系数为0.58，相关是显著的。

### 3. 日本附近的关键区（3区）

以 $40^{\circ}\text{N}, 140^{\circ}\text{E}$  (e) 与 $50^{\circ}\text{N}, 150^{\circ}\text{E}$  (f) 的高度差 (e-f) 表示。

在3月500毫巴平均图上，以高度差的大小来反映东亚大槽及其南侧西风带锋区的状态。当东亚槽较深，锋区位置偏南，高度差一般较小，反之则大。计算它与盛夏降水的相关系数为-0.17，按显著性检验相关是不显著的。那么东亚大槽的状态差异对盛夏降水有无作用呢？下面将会谈到这个问题。

### 四、进行回归综合

用上述做法选取的单站要素因子和环流因子，在回归综合时，还必须满足其统计要求，即一个好的预报因子不仅与预报量的相关性要好，而且预报因子间还要保持相对的独立性。也就是说，一个“最优”的回归方程应包含所有对预报量有显著方差贡献的因子，而不包含对预报量方差贡献不显著的因子。

在进行回归综合时，除上述5个因子外，还选了亚洲环流指数和本站冬季极端最高气压出现的日期等5个因子。总共10个因子中，到底选取哪些因子进入方程呢？我们先采用近似逐次回归来筛选因子，为

简化计算，在筛选过程中均用序列差计算相关系数，以此来衡量各轮因子的优劣。最后筛选出4个预报因子，再用多元回归进行精算，建立盛夏降水预报方程。

$$\hat{y} = 42.4 + 0.70X_1 - 0.63X_2 + 0.71X_3 - 1.05X_4$$

式中 $\hat{y}$ 为本站盛夏（7—8月）降水量，以10毫米为单位； $X_1$ 为本站3月上旬减前一年12月上旬的气压差； $X_2$ 为500毫巴平均图上1区3月的高度差减前一年12月的高度差 $(a-b)_{3月} - (a-b)_{12月}$ ； $X_3$ 为500毫巴平均图上2区3月的高度差 $(c-d)$ ； $X_4$ 为500毫巴平均图上3区3月的高度差 $(e-f)$ 。

因子筛选结果表明， $X_4$ 尽管单因子相关系数小，但在预报方程中其他3个因子需要得到它的配合，才能进一步提高方程的精度，故被选入。相反其他因子如12月上旬平均气温，与预报量的单相关系数虽高（0.55），但由于其独立性差，方差贡献小，故反而落选。由此也可以看出，大气环流是一个有机整体，上下游系统之间的相互制约和相互影响，共同对某个地区的天气变化产生重大影响。

计算该方程的预报精度，复相关系数 $R = 0.854$ ，对其进行显著性检验，得 $F = 10.8 > F_{0.01} = 4.77$ 。表明相关是极显著的。

用历史资料代入上述方程，虽然取得较好的历史拟合率，但尚需在实践中进一步检验，才能证明我们的上述初步认识是否基本符合长期天气变化的客观规律。