

文章编号: 1006-4354 (2008) 02-0020-03

# 陕西省汛期降水气候异常成因分析及预测

肖科丽<sup>1</sup>, 赵国令<sup>2</sup>, 方建刚<sup>1</sup>, 孙 娟<sup>1</sup>, 王 越<sup>1</sup>

(1. 陕西省气候中心, 西安 710014; 2. 陕西省气象局, 西安 710014)

**摘 要:** 采用 1959—2002 年陕西省 36 个代表站汛期 (6—9 月) 降水资料, 制作汛期降水空间分布场及变差系数分布场, 明确了陕西汛期降水的基本气候特征。通过分析影响陕西汛期典型早、涝年的主要成因, 建立汛期降水预测物理概念模型, 为汛期降水旱涝异常预测提供气候背景。用逐步回归统计预测方法, 经过物理因子普查, 找出与汛期降水相关性好的强信号, 建立了 10 地 (市) 汛期降水预测模型。

**关键词:** 汛期降水; 物理概念模型; 统计预测模型

**中图分类号:** P457

**文献标识码:** A

陕西省受季风气候影响, 汛期 (6—9 月) 降水占全年的 50%~70%, 气象灾害也主要发生在这一时段。研究汛期降水趋势及气候变化规律对

经济建设和社会发展具有重要的现实意义。在全球气候变暖的背景下, 极端气候灾害频繁发生, 陕西汛期的洪涝和干旱异常气候事件不断出现, 以

**收稿日期:** 2007-09-16

**作者简介:** 肖科丽 (1964-), 女, 陕西岐山人, 高工, 主要从事气候预测、评价及科研工作。

上高度有  $\geq 50$  dBz 强回波区, 且对应有 VIL 大值区, 则可识别为雹暴; 若在跟踪监测中, 任一仰角的反射率因子图上出现三体散射, 则该风暴为雹暴, “雹钉” 长度愈长, 降大冰雹概率愈大。

第 3 步 作适当的垂直剖面。反射率因子垂直剖面用来判断风暴的垂直结构, 依据  $-20^{\circ}\text{C}$  层高度以上是否有  $> 50$  dBz 强回波区, 判断大冰雹的可能性。若垂直剖面显示在  $-20^{\circ}\text{C}$  层高度以上有  $\geq 60$  dBz 的强回波区, 且有有界弱回波区或弱回波区出现, 则该雹暴降大冰雹的可能性极大。

如果前两个步骤能确定对流风暴为雹暴, 第三步可以省去。如上述三步还不能确定对流风暴的特征和可能产生的天气, 则利用上述方法继续监测。

## 4 结论

4.1 强度图上, 强回波核心  $\geq 60$  dBz, 强反射率因子区 (回波强度  $\geq 50$  dBz) 高度在  $-20^{\circ}\text{C}$  层高度附近及以上, 且强回波强度越强, 高度越高, 愈有利于大冰雹的产生。

4.2 反射率因子垂直剖面显示  $-20^{\circ}\text{C}$  层高度以

上有  $\geq 60$  dBz 强回波区, 且有有界弱回波区或弱回波区出现, 则该雹暴降大冰雹的可能性极大。

4.3 距雷达  $40\sim 130$  km, VIL 值  $\geq 40$   $\text{kg}/\text{m}^2$  就可能出现降雹。VIL 大值区代表降冰雹的潜势, VIL 值越大, 降大冰雹的潜势就越大。VIL 的大值区因其有局限性不能单独作为识别雹暴的指标。在距雷达  $50$  km 以内、 $130\sim 200$  km 的 VIL 值是过低估计的, 当 VIL 值达到  $20$   $\text{kg}/\text{m}^2$  就可能发生冰雹。

4.4 三体散射现象在预报业务中可作为冰雹预报的一个指标。

## 参考文献:

- [1] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 149-130.
- [2] 房春琴, 孙田文, 肖湘卉. 陕西冰雹实例垂直累积液态含水量指标分析 [J]. 陕西气象, 2006, (5): 28-31.

1995年、1997年的特大干旱, 2003年、2005年的严重洪涝, 给工农业生产、人民生命财产造成不可估量的损失; 仅1997年干旱造成直接经济损失58亿元<sup>[1]</sup>, 2003年渭河流域的洪涝及陕南秦巴山区的泥石流灾害, 造成直接经济损失87.58亿元<sup>[2]</sup>。加强对汛期降水气候异常的成因分析、预测研究极为必要与迫切。

## 1 陕西汛期降水的气候变化特征

在陕西省范围内选择36个代表站, 对1959—2002年汛期降水资料分析。汛期平均降水量, 陕北大部300~350 mm, 关中大部300~450 mm, 陕南大部500~700 mm。陕西省地形复杂, 纬度跨度大, 汛期降水时空分布不均, 南北差异显著。为进一步说明陕西汛期降水的变化情况, 计算变差系数( $C_v = \text{均方差}/\text{平均值}$ )。全省 $C_v$ 值0.24~0.37。分布说明: 陕南东部虽然降水量大, 但是降水年变率小; 陕北平均降水量虽少, 但降水量年变率大, 旱涝分布不均。

## 2 影响汛期降水气候异常的主要成因

将全省36个代表站按所处的地理位置, 划分为陕北、关中及陕南3个区, 选取3个区正距平百分率之和最大的前5 a: 1964、1975、1981、1984、1992年, 定义为全省性多雨年份。选取3个区负距平百分率绝对值之和最大的前5 a: 1972、1991、1993、1997、1999年, 定义为全省性少雨年份。将这10 a称为典型涝年和典型旱年。

为明确影响陕西汛期降水旱涝气候异常的主要成因, 普查汛期降水与西太平洋副热带高压(简称副高)、环流特征量及太平洋海表温度场等的相关关系。12个环流特征量反映非常显著, 典型旱年与典型涝年的主要环流特征量之间存在明显差异(表1), 差异说明这些物理因子是影响陕西汛期降水旱、涝气候异常的强信号。

### 2.1 太阳黑子

太阳黑子数常年平均为78.5; 涝年为59.6, 负距平-18.8; 旱年87.2, 正距平8.8。说明太阳黑子数高值年易旱, 太阳黑子数低值年易涝。

### 2.2 ENSO事件

全省5个典型旱年中有4 a, 1972、1991、1993、1997年为EL-Nino年, Nino3区<sup>[3]</sup>海温距

表1 陕西省典型旱涝年环流特征量的差异

环流特征量	涝年	旱年
太阳黑子/个	59.6	87.2
Nino3区海温距平/°C	-0.5	0.8
南方涛动指数	0.6	-1.2
西太平洋副热带高压脊线位置	24.8°N	23.6°N
西太平洋副热带高压北界位置	29.4°N	28.3°N
西太平洋副热带高压西伸脊点	113°E	122°E
西太平洋副热带高压强度/dagpm	31.5	39.8
北半球极涡面积指数距平	8.3	-0.5
亚洲区极涡面积指数距平	6.4	1.6
北半球极涡强度指数距平	4.7	-3.6
欧亚地区西风环流指数	0.03	-0.18
印缅槽指数	19.8	24.9

平为0.8°C, 太平洋中、东部海温偏高, 说明EL-Nino年易旱。5个典型涝年中有4 a, 1964、1975、1981、1984年是La Nina年, Nino3区海温距平为-0.5°C, 太平洋中、东部海温偏低, 说明La Nina年易涝。EL-Nino、La Nina事件对陕西汛期降水影响非常显著。与海温异常相对应的大气耦合也出现异常反映, 南方涛动指数, 旱年为-1.2, 涝年为0.6。

### 2.3 欧亚地区西风环流指数

涝年为0.03, 西风环流指数偏强, 表明涝年以纬向环流为主; 旱年为-0.18, 西风环流指数偏弱, 表明旱年以经向环流为主。

### 2.4 西太平洋副热带高压

涝年的副高强度偏弱, 但脊线位置偏北、西伸脊点偏西; 旱年的副高强度偏强, 脊线位置偏南、西伸脊点偏东<sup>[4]</sup>。

### 2.5 印缅槽指数

印缅槽指数反映印缅槽前的南亚季风强弱, 即孟加拉湾的水汽输送情况。5 a典型涝年为19.8, 5 a典型旱年为24.9, 常年平均值为23.1, 说明涝年印缅槽偏强, 旱年印缅槽偏弱。

## 3 建立汛期降水预测物理概念模型

典型旱涝年环流特征量分析, 为汛期降水旱涝异常预测提供了气候背景, 据此建立了汛期降水趋势预测概念模型(图1)。

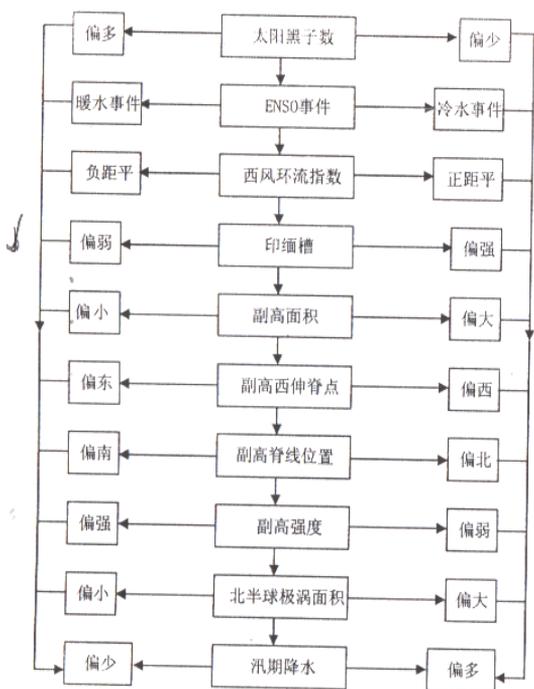


图1 陕西汛期降水预测概念模型

汛期降水物理概念模型,为预测汛期降水趋势提供定性预测依据,气候背景清晰明了。目前,国家气候中心发布的气候模式预测产品,有对副高、ENSO事件等因子的预测,利用这些同期因子,结合上述的预测概念模型,可对当年的汛期降水做出定性的趋势预测。

#### 4 汛期降水旱涝气候预测模型

应用逐步回归预测方法,普查陕西10个地(市)汛期降水与500 hPa、100 hPa月平均高度场,极涡、阻塞高压、副高、环流特征量及太平洋海表温度场等物理因子的相关性,选取相关系数较大的强信号作为因子库,建立10个地(市)汛期降水预测模型,对汛期降水定量预测。

仅给出安康市汛期降水预测模型,引入10个因子,复相关系数达0.96(其余地(市)预测模型略)。

$$Y = 22\ 624.02 + 334.21X_1 - 47.68X_2 - 137.06X_3 - 169.36X_4 + 40.29X_5 - 215.9X_6 + 30.37X_7 - 32.31X_8 - 37.07X_9 + 20.39X_{10}$$

式中,  $X_1$ — $X_6$  分别为: 500 hPa 前一年 2 月 ( $15^\circ\text{N}$ ,  $120^\circ\text{E}$ )、3 月 ( $60^\circ\text{N}$ ,  $10^\circ\text{W}$ )、7 月 ( $55^\circ\text{N}$ ,  $100^\circ\text{W}$ )、8 月 ( $35^\circ\text{N}$ ,  $170^\circ\text{W}$ )、10 月 ( $75^\circ\text{N}$ ,  $170^\circ\text{W}$ )、10 月 ( $25^\circ\text{N}$ ,  $90^\circ\text{E}$ ) 格点高度;

$X_7$  和  $X_8$  分别为: 前一年太平洋海表 3 月 ( $15^\circ\text{N}$ ,  $120^\circ\text{W}$ ) 和 5 月 ( $30^\circ\text{N}$ ,  $180^\circ\text{E}$ ) 格点温度;

$X_9$  为前一年 4 月环流特征量, 东亚槽强度;

$X_{10}$  为前一年 6 月环流特征量, 亚洲纬向环流指数。

利用陕西 10 地(市)汛期降水预测模型, 对 2003、2004 年汛期降水预测试验, 按短期气候预测评分办法, 准确率达到 80%, 试验表明, 预测模型稳定可靠。2005—2007 年投入短期气候预测业务应用以来, 汛期降水预测准确率为 78%, 为汛期降水气候预测提供较好的预测依据。但汛期降水偏多(偏少)趋势预测较为准确, 具体量化的预测值仍存在一定误差。

#### 5 结论

5.1 陕西汛期降水, 太阳黑子数高值年易旱, 太阳黑子数低值年易涝; EL-Nino、La Nina 事件对陕西汛期降水影响非常显著, EL-Nino 年易旱, La Nina 年易涝。

5.2 欧亚地区西风环流指数, 涝年以纬向环流为主, 旱年以经向环流为主。西太平洋副热带高压, 涝年副高强度偏弱, 但脊线位置偏北、西伸脊点偏西; 旱年副高强度偏强, 脊线位置偏南、西伸脊点偏东。印缅槽指数, 涝年偏强, 旱年偏弱。

5.3 建立的汛期降水 10 地市预测模型, 对降水趋势预测准确率较高, 预测模型稳定可靠。

#### 参考文献:

- [1] 刘孝文. 陕西救灾年鉴(1997—1999) [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 4—5.
- [2] 刘孝文. 陕西救灾年鉴(2003) [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 4—5.
- [3] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场 [M]. 北京: 气象出版社, 1999: 100—101.
- [4] 李栋梁, 李德祥. 甘肃气候 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 30—32.