

# 我国江淮流域近40年异常初终霜冻的分析\*

陈乾金 夏洪星 张永山

(国家气象中心,北京 100081)

## 提 要

该文用地面最低温度资料,以 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 作为霜冻指标,定量地确定出现异常霜冻的判别标准,研究了近40年初终霜冻异常的气候特征.结果表明:初终霜冻的异常明显存在地区差异.其变化周期以2~3年和准12年最普遍.其偏离均值大致有两种波型:反向变化和同向变化.前者在淮河流域较突出,后者在长江流域较普遍.当其出现反向变化趋势,且二者偏离均值达最大时,该时期为初霜冻异常偏早(偏晚),终霜冻异常偏晚(偏早)的活跃期.同样,当初、终霜冻出现同向变化时,初、终霜冻异常活跃期亦呈现同向变化.

**关键词:**初终霜冻日异常;地面最低温度;气候特征.

## 1 引 言

霜冻是我国分布很广的气象灾害之一.每年入秋第一次出现的霜冻,谓之“初霜冻”.每年入春最后一次发生的霜冻,谓之“终霜冻”.有关二者的一般气候概况及其由它们决定并广泛用来表征农业气候资源的重要指标——无霜期,以往曾有过一些分析<sup>[1~4]</sup>,但对于它们的异常特征及其变化规律的研究则尚不多见.观测分析表明,每年初、终霜冻正常与否,对农业生产都有很大的影响.据有关资料统计<sup>[3]</sup>,初霜冻异常提早,或终霜冻显著推迟,对我国主要粮食作物区和某些经济作物区造成的危害最为严重.

我国江淮流域是粮、棉的主要产区.因此,对初、终霜冻异常特征,尤其对特早、偏早初霜冻或特晚、偏晚终霜冻活动规律进行分析和研究,无疑有助于提高该地区对异常霜冻灾害的预测能力,为有效防御提供科学依据.

## 2 资料和方法

(1) 定量指标的确定 世界气象组织(WMO)对气候异常事件提出两个判别标准,其

1993-08-16收到,1993-11-15收到修改稿.

\* 本文系中科院“85”重大应用项目《灾害性气候的预测及其对农业年景和水资源调配的影响》资助.

一是与多年平均值的差异约为标准差的两倍以上;其二是出现的概率为 25 年以上一遇。由于霜冻是因大气温度降低而引起农作物受冻的一种灾害,因此,它同大气温度一样具有正态分布特征<sup>[2,3]</sup>。所以,挑选特早初霜冻和特晚终霜冻的概率值都以 0.05 较为合适,因为它反映了霜冻气候的异常小概率事件的特征。根据正态分布原理,其关系表达式为:

$$p(-1.65\sigma < x - \mu < 1.65\sigma) = 0.90 \quad (1)$$

$$\frac{1 - p(-1.65\sigma < x - \mu < 1.65\sigma)}{2} = 0.05 \quad (2)$$

同理,挑选偏早和偏晚霜冻的概率值为 0.11,其关系表达式为:

$$\frac{p(1.65\sigma > x - \mu > \sigma) + p(-1.65\sigma < x - \mu < -\sigma)}{2} = 0.11 \quad (3)$$

由上面公式可知,“异常”初、终霜冻日已作了定义标准,即  $< -1.65\sigma$  和在  $-1.65\sigma \sim -\sigma$  之间者分别称为特早初霜冻和偏早初霜冻,  $> 1.65\sigma$  和在  $1.65\sigma \sim \sigma$  之间者分别称为特晚终霜冻和偏晚终霜冻。显然,对于每一个站而言,只要求出  $\sigma$  及  $\mu$ ,按  $p_i$  代入可得  $x_i$ ,那么一个确定的  $p$  只有一个确定的  $x$ (日期),进而可以求得特早(晚)初(终)霜冻日期的总次数和偏早(晚)初(终)霜冻总次数。

(2) 资料及站点选取 以地面最低温度  $\leq 0^\circ\text{C}$  作为霜冻资料研究指标。资料年代为 1953~1990 年共 38 年。选取江淮地区 40 个站点(见图 1、2 中小圈点所示)作为统计分析基础,着重分析了淮河流域的清江、固始、蚌埠、新浦、徐州、合肥、信阳等;长江流域的南京、常州、安庆、芜湖、九江、南昌、景德镇、沙市、武汉、孝感、钟祥、常德、宜昌、南岳、长沙、衢州、英山、杭州等。

### 3 结果和分析

#### 3.1 特早(晚)初(终)霜冻的分布特征

图 1a 为概率  $\leq 5\%$  的不同地区出现特早初霜冻的统计频数分布。由图可见,近 40 年江淮流域特早初霜冻频数一般在 1~4 次之间,但不同地区又有差别,大体说来可分为两

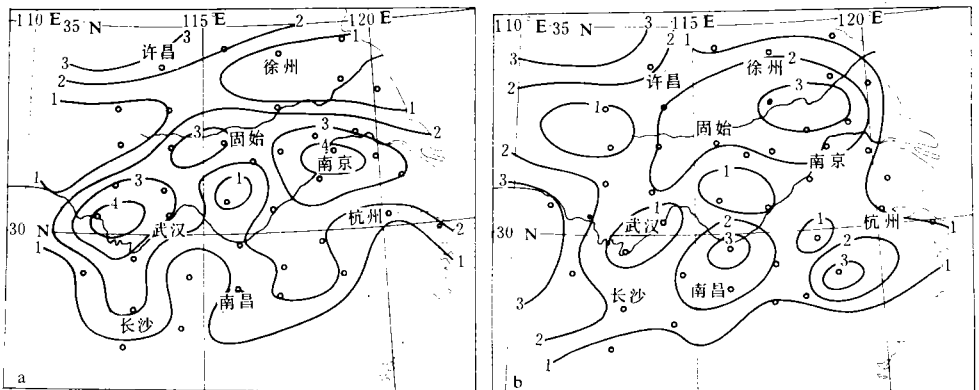


图 1 特早初霜冻(a)和特晚终霜冻(b)频数分布(1953~1990年)

多一少之地带。一是长江中游平原较多,如沙市、孝感、钟祥等地一般在3~4次左右;二是在长江下游平原一带亦较多,一般可达2~4次,其中南京最多,为4次;较少的地区主要出现在淮河流域及其以北,例如,清江、蚌埠、徐州、新浦、许昌、驻马店一带只有1~2次。

图1b为概率 $\leq 5\%$ 的终霜冻发生频数分布。对比图1a和图1b可以发现,特晚终霜冻比原为特早初霜冻发生较多的地区减少,长江中下游除九江(3次)外,一般只有1~2次;但淮河流域略有增多,一般可达2~3次。其它地方变化不大。

### 3.2 偏早初霜冻和偏晚终霜冻分布特征

图2给出偏早初霜冻和偏晚终霜冻频数分布。由图2a可见,江淮流域偏早初霜冻发生频数大体有两多两少的分布特征。一多出现于淮河主干流域及其上游南阳至枣阳一带。

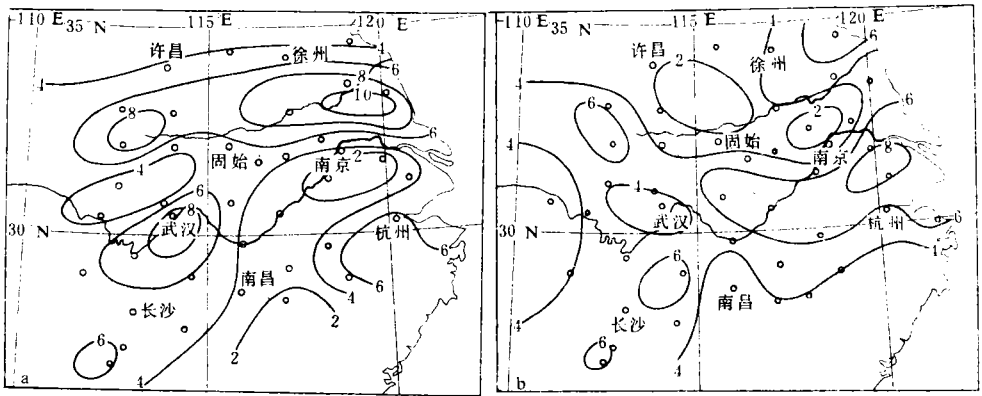


图2 偏早初霜冻(a)和偏晚终霜冻(b)频数分布(1953~1990年)

频数为6~10次,其中东台和枣阳最多,分别为10次,9次。以此为轴线向南北两侧逐渐减少,频数约为3~4次;二多为长江中游平原的武汉、岳阳等地,一般可达6~9次,以其为中心向四周减少,一般为4~6次。两少主要出现在长江下游和长江中游北部钟祥至孝感一带,前者一般为2~6次,后者一般为3~4次。

偏晚终霜冻与偏早初霜冻相比,其分布形势颇具不同(见图2b)。原为偏早初霜冻出现较多的地区,偏晚终霜冻发生明显减少;原为偏早初霜冻发生较少区,偏晚终霜冻则出现偏多。其分布形势大体亦可分为两少两多之地带。其一少地带为河南的许昌、驻马店至安徽滁县的淮河流域,发生频数一般为2~3次;其二少地带是长江中游的武汉、孝感、钟祥、宜昌、桑植一带,发生频数约为2~4次;其一多为长江下游偏南部地区,其中较多的是常州、苏州、安庆、英山一带,发生频数一般可达6~8次;其二多是在苏北新浦地区,出现频数7次。其它地方一般为4~5次。之所以出现上述这种分布差异,主要与冷空气活动强度、路径、地理环境及前期地温条件有关。

### 3.3 异常霜冻年际变化特征

初、终霜冻日的年际变化具有周期性波动的特点,即波动一般在达到“峰”、“谷”状态时,常常明显地表现为异常霜冻出现频繁的时期。就江淮地区而言,其波型大体可分为两种类型:以南京至六安一线为界,以北多属反向变化(下称淮河流域型),以南多呈同向变

化(下称长江流域型).

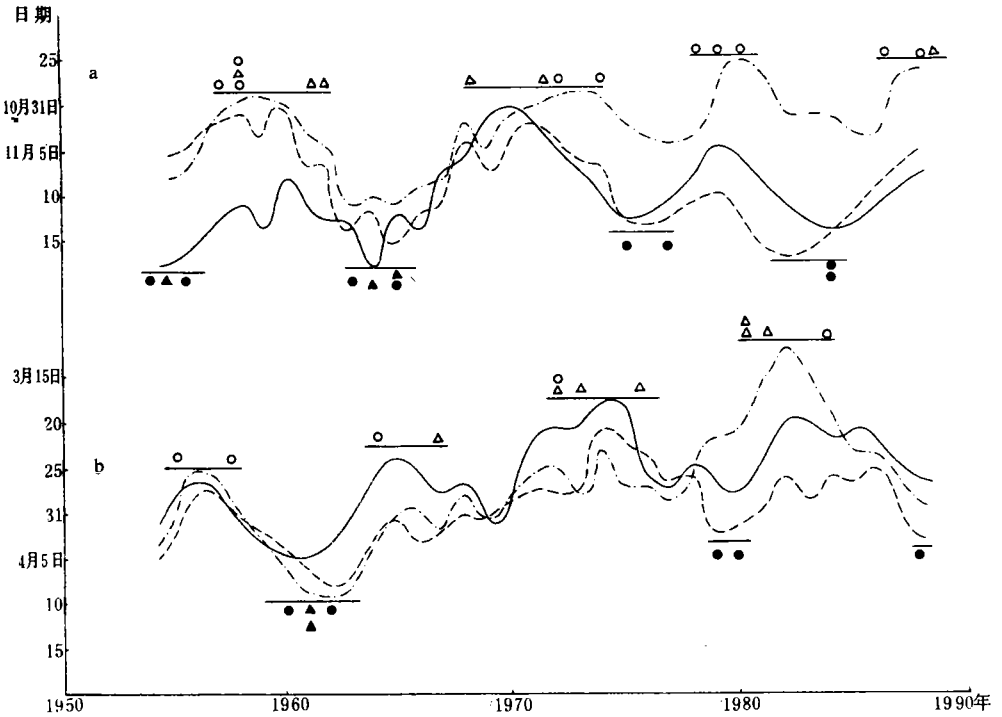


图 3 淮河流域初霜冻(a)、终霜冻(b)5年滑动平均曲线

(虚点线为徐州,虚线为信阳,实线为固始)

( $\Delta$ 、 $\triangle$ 、 $\circ$ 、 $\bullet$  分别表示特早、特晚、偏早、偏晚霜冻出现年份)

图 3 是淮河流域代表性站点(徐州、信阳、固始)初、终霜冻 5 年滑动平均曲线. 由图可见,初、终霜冻具有明显的周期变化,同时二者有着明显的反向变化特征. 即当初霜冻出现逐年偏早(表现为群体波动曲线上升),相应终霜冻则出现逐年推迟(表现为群体波动曲线下降). 当二者相应出现峰值和谷值时,则是这些年份发生初霜冻异常早和终霜冻出现异常晚的频繁活动期. 当然,其间变化趋势在某一时段亦有趋于同向变化的特征.

图 4 是长江流域代表性站点(武汉、长沙、南昌、衢州)初、终霜冻 5 年滑动平均曲线. 由图 4 可见,长江流域终霜冻的波动振幅明显大于初霜冻. 其波动周期大体说来经历了两个早终霜冻期和两个晚终霜冻期. 早终霜冻期一个出现在 50 年代末至 60 年代初,一个出现在 70 年代中期至 80 年代初期;晚终霜冻期一个出现在 60 年代中期至 60 年代末,一个发生在 80 年代中期(见图 4b). 与上述形成明显对比,初霜冻波动振幅小,但二者之变化从大趋势来看,仍存在同向波动的特征. 当然二者在某一时段亦有反向变化的特点.

### 3.4 功率谱特征

对不同地区初、终霜冻进行功率谱分析,就能进一步揭示出初、终霜冻出现的周期特征. 取最大落后时间长度  $m$  为 12,若初、终霜冻周期功率超过白噪音谱值(置信度为 95%),则认为存在这种周期. 我们分别计算了江淮流域主要代表性站点的初、终霜冻的主

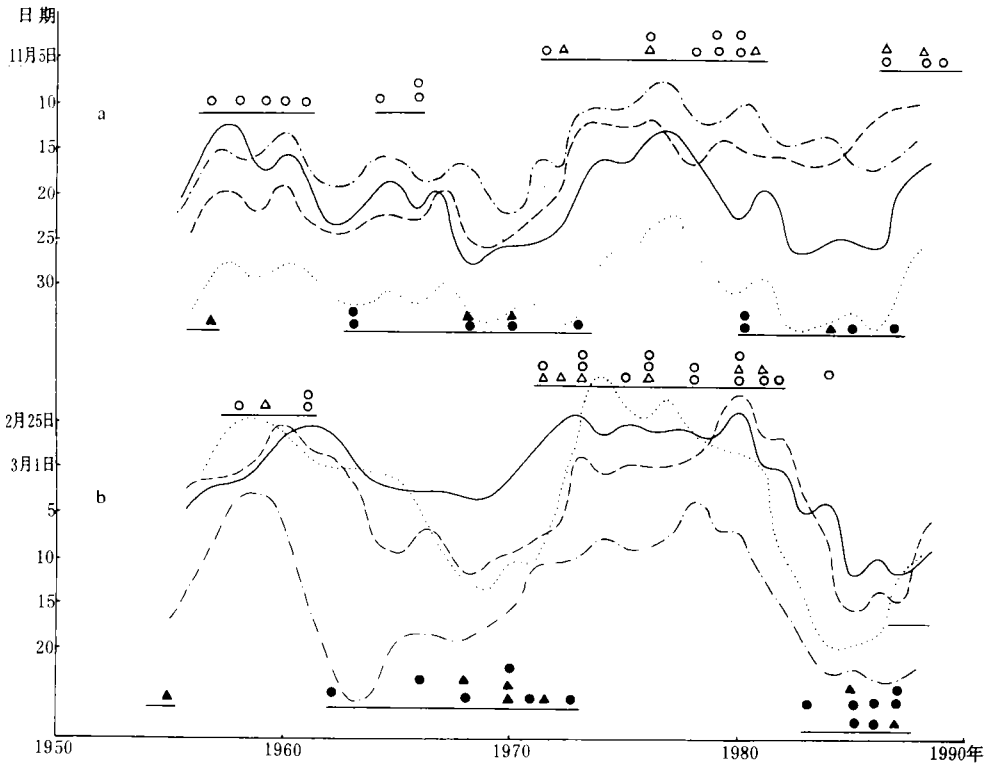


图4 长江流域初(a)、终霜冻(b)5年滑动平均曲线

(虚点线为武汉、虚线为长沙、实线为南昌、点线为衢州、其它说明同图3)

要周期及其功率谱(图、表略)。结果表明,初、终霜冻普遍存在2~3年周期,二者分别约占88%和64%。但能明显超过白噪音谱值的却不多,约占初、终霜冻的18%,且多数存在于初霜冻周期中。其次,初、终霜冻还有24年和12年左右的周期特征,约占整个初、终霜冻的48%,且大部分出现在终霜冻周期中。这与上述提到的终霜冻比初霜冻长周期显著的特点是一致的。此外,初、终霜冻还有一些如4年、6年和8年左右的周期。

#### 4 小结和讨论

(1) 近40年江淮流域出现异常初、终霜冻存在明显地区差异。这种差异可能与冷空气强度、路径、地理纬度及环境条件(包括前期地温条件)有关。

(2) 近40年中江淮地区初、终霜冻都呈波动式地变化,其波动在偏离均值最大时,为异常霜冻出现的活动期。这种变化一般以2~3年波动周期最普遍,准12年周期亦很突出。初、终霜冻这种主要周期变化规律为各地异常霜冻出现时间提供了一种预测可能。根据江淮地区存在的初、终霜冻同向变化和反向变化分析表明,80年代后期变化是前期的继续,淮河流域出现初霜冻逐渐由偏晚向偏早变化,90年代前后可能达到峰值,以后变化趋势便可能进入偏晚的时期。与此相反,终霜冻则可能进入偏早的时期。长江流域初、终霜冻基本呈同向变化,80年代中后期初、终霜冻基本从异常偏晚向偏早过渡,80年代后期至90年代初为异常早的年份。依据这种变化趋势,90年代中后期初、终霜冻可能趋于偏晚的

时期. 这为农业防霜冻、适时调整某些作物栽种品种提供了预测可能. 但这仅是从霜冻自身变化周期得出的, 还有待于从其它方面进行综合分析和验证.

**致谢:** 本工作得到孙安健先生的指导和帮助, 特此致谢.

### 参 考 文 献

- 1 冯佩芝、李翠金、李小泉等. 中国主要气象灾害分析(1951~1980年). 北京: 气象出版社, 1985.
- 2 何维勋、冯玉香、曹永华等. 北京近 50 年初、终霜冻日的变化. 中国农业气象, 1992, 13(4): 33~36.
- 3 张永山. 华北、江淮初、终霜冻气候特征及其对冬小麦的影响. 国家气象中心技术报告, 第 9201 号, 1992.
- 4 中央气象局农业气象研究室、中国农业科学院农业气象研究室. 华北地区冬小麦霜冻指标的初步探讨及其气候分析. 气象学报, 1960, 31(1): 10~34

## ANALYSES OF UNUSUAL FIRST AND LAST FROST DURING THE LAST 40 YEARS IN THE CHANGJIANG AND HUAIHE RIVER VALLEY

Chen Qianjin Xia Hongxing Zhang Yongshan  
(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

### Abstract

According to the frost index defined by the soil surface minimum temperature  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , the criterion for the unusual frost was quantitatively given and the climatic features of the unusual first and last frost during the last 40 years were studied. The results show that there are distinct geographical differences in the unusual first and last frost days, and 2~3 year and quasi-12 year cycles are universal. Roughly, two fluctuation patterns are discovered. One is the opposite tendency between the first and last frost days and the other is the same fluctuation tendency between them. The former is obvious in the Huaihe River Valley and the latter is generally in the Changjiang River Valley. When the departures of the first or last frost come into being the opposite tendency or the same one and their departures to the average reach the largest, the frost periods are defined as unusual active one.

**Key words:** Unusual first and last frost days; Soil surface minimum temperature; The climate features.