

气候资料超短序列订正方法讨论(上)

屠其璞 翁笃鸣 武全 姜余庆 潘里娜

为了使短期气候考察得到的观测资料与基本气象台站资料有较好的比较性, 需要把短期资料订正、延长到与基本台站相同的基本时期。有关超短序列订正、延长问题的讨论的文献并不多。

在过去一些野外考察工作的基础上, 我们利用江苏、浙江部分平原、丘陵、沿海地区的台站资料, 进行了气温和风的短期资料订正、延长方法的试验。订正的基本依据, 从物理概念上是局地小气候差异的相对稳定性, 从而导致数学处理上可应用条件概率, 条件平均值的稳定性进行计算, 并初步取得了一些有益的结果。

一、气温短期考察资料的订正、延长

(一) 考察时期气温资料的订正

假定有两个测点, 它们各自的月平均气温可分别由下列数学期望的式子表示:

$$T_0 = \int_{-\infty}^{\infty} \theta_0 f(\theta_0) d\theta_0 \quad (1)$$

$$T_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \theta_1 f(\theta_1) d\theta_1 \quad (2)$$

式中 T_0 为考察站平均气温; T_1 为基本站平均气温; $\theta_0, \theta_1, f(\theta_0), f(\theta_1)$ 分别为考察站和基本站的气温、气温分布密度。我们知道, 任一地点的气温状况与辐射条件、环流条件有很大关系, 如以 B_i 表示这些条件的话, 那么由全概率公式就有

$$f(\theta_0) = \sum_{i=1}^n f(\theta_0/B_i) P(B_i) \quad (3)$$

$$f(\theta_1) = \sum_{i=1}^n f(\theta_1/B_i) P(B_i) \quad (4)$$

并以此代回(1), (2)式, 可有

$$T_0 = \sum_{i=1}^n P(B_i) \int_{-\infty}^{\infty} \theta_0 f(\theta_0/B_i) d\theta_0 \quad (5)$$

$$T_1 = \sum_{i=1}^n P(B_i) \int_{-\infty}^{\infty} \theta_1 f(\theta_1/B_i) d\theta_1 \quad (6)$$

于是考察站与基本站的平均气温差值为

$$\Delta T = T_0 - T_1 = \sum_{i=1}^n P(B_i) \left[\int_{-\infty}^{\infty} \theta_0 f(\theta_0/B_i) d\theta_0 - \int_{-\infty}^{\infty} \theta_1 f(\theta_1/B_i) d\theta_1 \right] \quad (7)$$

其中
$$\left[\int_{-\infty}^{\infty} \theta_0 f(\theta_0/B_i) d\theta_0 - \int_{-\infty}^{\infty} \theta_1 f(\theta_1/B_i) d\theta_1 \right] = \Delta T_i$$

即为基本站某一辐射、环流条件 B_i 下考察站与基本站的平均温度差。所以(7)式还可写成

$$\Delta T = T_0 - T_1 = \sum_{i=1}^n P(B_i) \Delta T_i \quad (8)$$

该式表明，考察站与基本站之间平均气温之差就等于各辐射环流条件下温差的加权平均。

表征辐射、环流条件的 B_i 用什么气象指标量来表示呢？从实用观点看，地面气象资料中只有总云量资料可在某种程度上直接地或间接地表示这些条件，而且使用起来也比较方便。这样， B_i 就有从总云量 0 至 10 共有 11 个等级。我们曾统计了东阳一嵛县 1 月逐日温差与平均总云量的关系(图 1)。该图大致上能反映出温差与总云量之间的某种关系。

它表明，从平均来说，两站间的温差随总云量的减小而递增，这是符合小气候差异的规律性的。它们之间的这种联系使应用总云量来计算温差的条件成为可能。但是，此种联系只能建立在大量资料的平均基础上，如果资料太少，由于云状以及各种随机因素的影响，往往不能得到此种规律性的结果。所以，把总云量分成 11 级在实践上仍有困难，剩下唯一可行的办法是按晴、曇、阴划分云量等级，这样， B_i 就只有 3 个等级了。(8)式也可相应地改成

$$\Delta T = T_0 - T_1 = \sum_{i=1}^3 P(B_i) \Delta T_i = \Delta T_1 P(B_1) + \Delta T_2 P(B_2) + \Delta T_3 P(B_3) \quad (9)$$

这里 ΔT_1 ， ΔT_2 ， ΔT_3 分别代表晴、曇、阴条件下的两站温差； $P(B_1)$ ， $P(B_2)$ ， $P(B_3)$ 则为基本站晴、曇、阴天频率。该式明确地表明，两站某时期平均气温之差等于该期内晴、曇、阴条件下各种温差的加权平均。

以上所涉及的都是指长时期的平均结果，无论从理论或实践上都是正确的，但是，用于短期考察资料的订正时，由于无法获得长时期的条件温差资料，只得用考察期间的有限资料代替(用带撇的符号表示)，即

$$\Delta T = \Delta T' = \Delta T'_1 P(B_1) + \Delta T'_2 P(B_2) + \Delta T'_3 P(B_3) \quad (10)$$

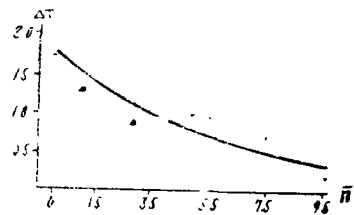


图1、东阳一嵛县日平均温差与嵛县平均总云量的关系 1971、73年7月

订正后的考察站温度为

$$T_0 = T_1 + \Delta T' \quad (11)$$

比较(9)、(10)两式, 差别就在于我们假定有下式存在:

$$\left. \begin{aligned} \Delta T_1 &= \Delta T' \\ \Delta T_2 &= \Delta T'_2 \\ \Delta T_3 &= \Delta T'_3 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

这种关系在小气候理论上是可以说得通的。对于两个邻近的测点来说, 它们的气温差异主要由局地小气候条件差异所造成, 而在大体相同的太阳辐射条件下, (12)式的关系能基本成立。于是(10)式就成了进行短时期气温资料订正的基本公式。这个公式也可用来订正气象哨组的短期观测资料以及气象台站缺测时期的插补工作。

(二) 利用短期考察资料推估全年各月平均气温

由于条件的限制, 野外考察往往是短期的, 考察时期(月份)的资料可按前面方法订正延长, 可是其余月份怎么办呢? 这就需要拟定利用考察月资料推估全年各月平均气温的方法。

我们设想了一种谐波内插法, 它的基本思路是建立在利用气温年变曲线特点的基础上。假定晴天时考察站和基本站的年温波方程分别为

$$T_0 = T_0 + \sum_i A_{0i} \sin(\omega_i t + \varphi_i) \quad (13)$$

$$T_1 = T_1 + \sum_i A_{1i} \sin(\omega_i t + \varphi_i) \quad (14)$$

式中 \bar{T}_0, \bar{T}_1 分别为考察站和基本站的平均气温; A_{0i}, A_{1i} , 分别代表它们的各阶振幅; φ_i 为初位相; ω_i 则为各谐波的角速度。后两者对于相邻两站是相同的。为了方便, 我们只取一阶谐波, 于是任一年晴天条件下两站温差的年变程可表示为

$$\begin{aligned} \Delta T' &= T_0 - T_1 = (\bar{T}_0 - \bar{T}_1) + (A_0 - A_1) \sin(\omega t + \varphi) \\ &= \Delta T' + \Delta A' \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned} \quad (15)$$

如果能知道 $\Delta T', \Delta A', \varphi$ 就可算出任一月晴天时的两站温差了。但是问题是如何确定它们, 我们根据气温年变程接近一阶正弦波的特点, 利用1, 7两月考察资料(本法要求有两个月的资料)进行近似估计, 即

$$\bar{T}'_0 = \frac{T'_{01} + T'_{07}}{2}; \quad \bar{T}'_1 = \frac{T'_{11} + T'_{17}}{2}$$

$$A'_0 = \frac{T'_{07} - T'_{01}}{2}; \quad A'_1 = \frac{T'_{17} - T'_{11}}{2}$$

$$\Delta T' = \frac{1}{2} (\Delta T'_7 + \Delta T'_1); \quad \Delta A' = \frac{1}{2} (\Delta T'_7 - \Delta T'_1)$$

这里 $T'_{01}, T'_{11}, T'_{07}, T'_{17}$ 分别为考察站和本站1, 7月晴天时平均气温。至于 $\sin(\omega t + \varphi)$ 项, 可这样规定: 7月气温最高, 应当有 $\sin(\omega t + \varphi) = 1, \omega t + \varphi = 90^\circ$; 1月气温最低, $\sin(\omega t + \varphi) = -1, \omega t + \varphi = 270^\circ$, 全年其余各月可依次内插出来(见下表):

表1 规定各月 $\sin(\omega t + \varphi)$ 值大小 (适用于各站)

| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| $\omega t + \varphi$ | 270° | 300° | 330° | 0° | 30° | 60° | 90° | 120° | 150° | 180° | 210° | 240° |
| $\sin(\omega t + \varphi)$ | -1.00 | -0.87 | -0.50 | 0.00 | 0.50 | 0.87 | 1.00 | 0.87 | 0.50 | 0.00 | -0.50 | -0.87 |

在此基础上再按(15)式就可计算出晴天时考察站与基本站全年各月的条件温差。同样,对于晴天和阴天的全年各月条件温差也可按上述方法依次算出。最后仍按(10)式算出各月平均温差。进行全年各月计算时,(10)式中的 $P(B_1)$ 、 $P(B_2)$ 、 $P(B_3)$ 显然是基本站各月的晴、曇、阴频率, ΔT_1 、 ΔT_2 、 ΔT_3 则为各月晴、曇、阴条件温差。

到此,订正工作还不能算全部完成,因为我们对无资料月份的温差进行订正、推估时,曾作了一系列的假定、简化,造成一些误差。所以按(10)式计算的订正值,显然不能代表真正的订正值,真正的订正值 D 应当包括两部分,即

$$D = d_1 + d_2 \quad (16)$$

这里 d_1 为按(10)式计算的订正值; d_2 为按(10)式订正时所产生的误差,可称之为残余误差。从计算结果来看, d_2 与 d_1 具有相同的量级,不能忽略。分析产生残余误差 d_2 的原因,大致有如下几方面:

1. 假设两相邻测站条件温差的相对稳定性可能受到破坏;
2. 晴、曇、阴条件温差的抽样误差 (即(12)式的误差);
3. 年温方程的近似处理所造成的误差;
4. 其他因素造成的误差。

这些误差我们无法知道,只能采用间接方法加以估计。可以选择一个与考察站条件比较相似,且具有与基本站同样长年代资料的测站当作第二基本站。利用1、7两月资料将此第二基本站对基本站按上述方法进行全年各月订正,此时真正的订正值应有

$$D' = d_1' + d_2' \quad (17)$$

式中符号意义与(16)式完全一样,只加撇以示区别。由于两站具有同样长年代资料(譬如都有1961—1970年10年资料),所以 D' 可以算出

$$D' = T_2 - T_1 \quad (18)$$

式中 T_2 、 T_1 分别为第二基本站和基本站的多年平均气温,而 d_1' 是可以按前面(15)、(10)等式算出的,于是 d_2' 可作为余项得到。可以理解,这个 d_2' 也是由于订正造成的误差,而所选第二基本站的地形条件与考察站有某些近似,且都使用同一年代资料订正、延长,因此它与考察站对基本站订正的残余误差 d_2 应当基本相同,即 $d_2 = d_2'$; 于是可将(17)式关系代入(16)式得到考察站对基本站的真正订正值 D 的表达式

$$D = d_1 + D' - d_1' \quad (19)$$

算出 D 之后,考察站各月平均气温的订正结果参照(11)式应有

$$T_0 = T_1 + D \quad (20)$$

这就是订正、推估的最终结果。

(三) 平均气温订正、推估的计算程序

前面是有关订正方法的讨论。为了更清楚的说明问题，可举实例说明计算步骤。我们选取浙江中部丘陵地区的三个站：嵊县（基本站）东阳（考察站），仙居（第二基本站），并任意选择1973年1、7两月作为考察时期，要对1961—1970年10年平均值加以订正。

订正可按下列程序进行：

1. 根据三站 1973 年气表 1 资料，依次算出 东阳—嵊县、仙居—嵊县 1、7 月晴、县、阴条件下的平均气温的差值，并在此基础上算出条件温差的年平均值及振幅值

$$\Delta T'_{\text{年}} = \frac{\Delta T'_7 + \Delta T'_1}{2};$$

$$\Delta A' = \frac{\Delta T'_7 - \Delta T'_1}{2}$$

表 2 即为东阳—嵊县的计算结果、仙居—嵊县的结果与此相似，这里省去。

表 2 嵊县各级云量条件下，东阳—嵊县温差计算值（1973年）

| 项 目 | ΔT_7 | ΔT_1 | $\Delta T'_{\text{年}}$ | ΔA |
|-----|--------------|--------------|------------------------|------------|
| 晴 天 | 1.30 | 0.20 | 0.75 | 0.55 |
| 县 天 | 0.43 | 0.60 | 0.53 | -0.07 |
| 阴 天 | 0.14 | 0.42 | 0.28 | -0.14 |

2. 抄录基本站（嵊县）各月晴、县、阴频率（十年气候总结规定项目只有频数，频率需自行计算）。

3. 根据（15）式和表1进行谐波内插，算出各月条件温差，计算过程可列表进行。对于晴天，取 $\Delta T'_7=1.30$ ； $\Delta T'_1=0.20$ ； $\Delta T'_{\text{年}}=0.75$ ， $\Delta A'=0.55$ ，表格计算程序可按 $\sin(\omega t + \varphi)$ ， $\Delta A \sin(\omega t + \varphi)$ ， $\Delta T'_1 = \Delta T'_{\text{年}} + \Delta A' \sin(\omega t + \varphi)$ ， $P(B_1) \cdot \Delta T'_1$ 进行。对于县天、阴天可列相应表格进行。

4. 按（10）式算出晴、县、阴条件温差的加权平均值，即

$$d_1 = \Delta T' = \Delta T'_1 P(B_1) + \Delta T'_2 P(B_2) + \Delta T'_3 P(B_3).$$

5. 重复上述各步骤，算出第二基本站仙居与基本站嵊县的 d'_1 。

6. 按 $D' = T_2 - T_1$ 算出仙居（ T_2 ）—嵊县（ T_1 ）各月10年平均气温的差值，并按 $d_2 = d'_2 = D' - d'_1$ 算出各月残余误差，最后按 $D = d_1 + D' - d'_1$ 算出真正订正值 D 。计算可列表进行，程序是抄录 T_2 、 T_1 ，计算 D' 、 d'_1 、 d'_2 、 D 、 $D + T_1$ 等值。

(四) 订正效果的初步分析

根据所述方法，我们利用江苏、浙江部分台站资料进行了试验订正。由于所选站点都有1961—1970年资料，所以能够算出订正误差，用来评定方法本身的优缺点。总共选择了代表各种地形条件的四组台站，它们是：

| | | | |
|--------|-----|-----|-------|
| 地形特点 | 考察站 | 基本站 | 第二基本站 |
| 平原 | 武进 | 深阳 | 溧水 |
| 平原(河谷) | 富阳 | 绍兴 | 桐庐 |
| 丘陵 | 东阳 | 嵊县 | 仙居 |
| 高山、丘陵 | 临海 | 括苍山 | 仙居 |

订正的结果是比较有说服力的。图2即为各站订正计算值与实测值的比较，图上各点相当精确地散布在坐标对角线上，只有少数略偏大些。我们还具体地统计各级误差的频数，频率分布(表3)。表3资料说明，大部分计算误差都在 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 以下，4组站48个月平均订正误差只有 0.25°C ，从实际服务需要来说， $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的误差一般就能满足要求，以此标准衡量，订正无疑是有效的。

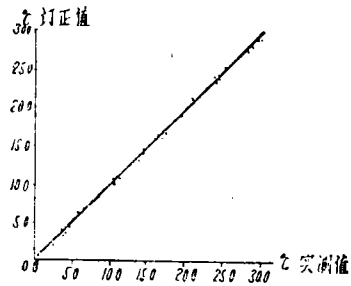


图2、实测值与订正值的比较

表3、订正误差频数、频率统计

| 误差 | 0.0 | ± 0.1 | ± 0.2 | ± 0.3 | ± 0.4 | ± 0.5 | ± 0.6 | 合计 |
|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| 频数 | 5 | 11 | 11 | 11 | 5 | 4 | 1 | 48 |
| 频率(%) | 10.4 | 22.9 | 22.9 | 22.9 | 10.4 | 8.3 | 2.2 | 100% |

以上只是一般的评定，但对于不同地形条件，订正效果还是有区别的。这里涉及订正的适当性标准问题，我们认为提出一些简单的，易于理解的标准是必要的。

可以建议如下两个标准：

1. 订正误差要小于考察站与周围台站的平均气温的差值，即

$$|d| \leq |T_0 - T_1| \quad (21)$$

这里 d 为订正误差，取绝对值， $T_0 - T_1$ 为考察站与周围测站的平均气温差值。它表示，对于缺乏资料的测点来说，如不采用邻近站资料，就无法服务，而借用邻站资料所造成的误差就是 $|T_0 - T_1|$ ，若订正误差 $|d|$ 小于 $|T_0 - T_1|$ ，那么订正总是要比借用好些。

2. 平均订正误差 $|d|$ 要小于考察站平均气温的绝对变率(平均差) $|v_a|$ ，即

$$|d| \leq |v_a| \quad (22)$$

它表示进行短期(一个月)考察的考察站(气象哨点)，如不进行订正，只得应用短时期资料作常年值，这样就犯了以个别年资料代替常年的错误，其误差平均地说就是 $|v_a|$ ，如果订正误差 $|d|$ 小于 $|v_a|$ ，订正当然是可取的。

对照上述两个标准来判断一下订正的适当性。由于时间仓促，我们只任意选择73年1、7月进行订正，未能以逐年订正的方法，求出各组站逐年订正的平均误差。但是每组都有12个月的订正误差，其平均值大体上可当作平均误差看待。表4列出 $|T_0 - T_1|$ 和 $|d|$ 数值以资比较。由表可见，除地形条件比较一致的平原地区外， $|d|$ 都明显地比 $|T_0 - T_1|$ 小，而且地形差异越大，订正效果越好。这是很容易理解的，对于平原地区相邻两站间的平均温差一般不大，订正的随机误差就有可能超过它，使得订正失去意义。而在地形比较复杂的山区，测点之间的温差要比订正的随机误差大，因此订正不仅适当

而且必需进行。这是针对第一条标准讨论的。

表4. 各对测站的平均温差和平均订正误差(°C)

| 测 点 | 武进—溧阳 | 富阳—绍兴 | 东阳—嵊县 | 临海—括苍山 |
|---------------|-------|-------|-------|--------|
| $ T_0 - T_1 $ | 0.23 | 0.39 | 0.77 | 6.95 |
| $ d $ | 0.26 | 0.28 | 0.24 | 0.15 |

至于第二条标准, 只需计算其中任一考察站(如东阳)全年各月气温的平均绝对变率(平均差)就可以比较了(其他站的平均绝对变率应与此接近)。从表5上可看出, 东阳各月气温的平均变率就是在最小的夏季也可达到0.70以上, 冬, 春季基本上都超过1度, 而订正误差都在0.6度以下, 因此, 订正更是适宜了。

表5. 东阳各月气温的平均绝对变率(平均差)

| 月 份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平均绝对变率 | 1.07 | 1.86 | 1.26 | 1.14 | 0.96 | 0.74 | 0.69 | 0.81 | 1.23 | 0.70 | 1.00 | 1.46 |

顺便讨论一下关于气温序列的插补问题。有的台站由于某些客观原因(如站址搬迁、战争, 严重自然灾害等)未能进行连续观测, 造成了资料序列中断, 使得资料序列的完整性受到影响, 迫切需要弥补。应当说, 本法用于插补也是可以的, 我们曾对东阳, 富阳两站进行插补试验, 利用1973年1、7月资料, 插补1969年(任选)全年各月平均气温, 插补误差可见下表:

表6. 插补1969年各月气温的误差

| 月 份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 平均 |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------------|
| 东阳 | 0.1 | -0.2 | -0.2 | -0.4 | -0.3 | -0.6 | -0.8 | 0.1 | 0.6 | 0.2 | -0.2 | 0.1 | ± 0.30 |
| 富阳 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 0.7 | ± 0.38 |

从表6来看, 插补误差要比订正略大些, 两个站24个月中约有30%的误差超过0.5以上, 全年平均分别为0.30和0.38。如按第二标准还是适当的。至于第一标准, 对插补要作一些修改, 应当采用 $|d| \leq |v|$, 此 $|v|$ 即相邻两站逐年温差的平均值。因为插补序列中某一年的资料, 一般总是使用邻站同年资料代替, 所以代替的平均误差就是 $|v|$ 。我们计算东阳—嵊县逐年1、4、7、10各月温差, 平均之后得到 $|v|$ 值, 相应为0.52、0.89、0.70、0.57。把它们与插补误差加以比较, 看来大致还是适当的。

(五) 由平均气温推算各项温度指标

只讨论平均气温订正问题, 显然远不能满足客观的需要。为此, 我们应用一般气候统计原理, 提出一些由平均气温推算各项指标温度的方法。

所使用的方法是相关法。我们知道, 平均气温差不多与所有温度指标都有较好的相

关联系。这是一种在相同的因素—太阳辐射（主要）作用下，各种现象之间的联系。知道了这种关系，只需订正出月平均气温也就可以方便地找到各项温度指标了。

仍以东阳为例，我们利用嵯县（假定东阳是无资料测点）月平均气温与月平均最高最低气温的相关图（图3），由东阳逐月气温（已作订正）按此相关图依次读出各月的平均最高和最低气温。表7即为推算结果及其误差。就本例而说，推算效果是相当理想的。

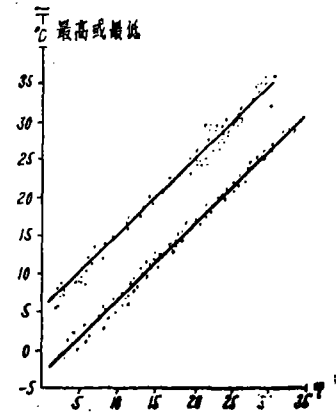


图3、嵯县月平均气温与月平均最高、最低气温的关系

表7 月平均最高、最低气温的推算值与实测值的比较（东阳）

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平均最高气温 | | | | | | | | | | | | |
| 推算值 | 9.2 | 10.5 | 15.2 | 21.4 | 26.4 | 28.8 | 34.5 | 34.7 | 30.4 | 23.8 | 18.2 | 12.1 |
| 实测 | 9.6 | 10.4 | 15.4 | 21.7 | 26.5 | 28.9 | 34.8 | 35.0 | 29.9 | 23.7 | 18.5 | 11.8 |
| 误差 | -0.4 | 0.1 | -0.2 | -0.3 | -0.1 | -0.1 | -0.3 | -0.3 | 0.5 | 0.1 | -0.3 | 0.3 |
| 平均最低气温 | | | | | | | | | | | | |
| 推算值 | 0.8 | 2.2 | 6.2 | 12.4 | 17.7 | 20.8 | 25.0 | 25.1 | 21.2 | 15.1 | 9.3 | 3.7 |
| 实测 | 0.8 | 2.0 | 6.2 | 12.4 | 17.8 | 21.0 | 25.2 | 24.8 | 21.0 | 14.6 | 9.5 | 3.5 |
| 误差 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | -0.2 | 0.2 |

推算日平均气温稳定通过各级界限温度的日期以及诸如此类的指标也可按此方法进行。我们使用浙江全省资料，根据稳定通过界限温度日期大致所在的月份，分别制作相关图，如3月平均气温与稳定通过5℃、10℃日期的相关；4月平均气温与稳定通过15℃；5月平均气温与稳定通过20℃日期等等，图4可作为此类相关图的例子。应用同样的方法确定初、终霜日期。表8即按此类相关图查算出来的日平均气温稳定通过各级界限温度日期，全年 $\geq 5^\circ\text{C}$ 、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 、 $\geq 15^\circ\text{C}$ 、 $\geq 20^\circ\text{C}$ 日数， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温以及初、终霜日期，无霜期日数等项数据，并列出现测结果加以比较。很显然这些结果是相当好的，基本上能满足生产的需要。当然，类似的推算工作还可以继续做下去。

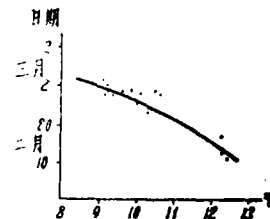


图4、3月平均气温与日平均气温稳定通过5℃日期的关系

表 8 各项初终日、持续日数的推算值、实测值比较

| 项 目 | $\geq 5^{\circ}\text{C}$ | | | $\geq 10^{\circ}\text{C}$ | | | $\geq 10^{\circ}$ 积温 | | |
|-----|---------------------------|-------|-----|---------------------------|-------|-----|---------------------------|------|-----|
| | 初日、终日、日数 | | | 初日、终日、日数 | | | | | |
| 推算值 | 28/2 | 17/12 | 294 | 26/3 | 22/11 | 242 | 5441.8 $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 实测值 | 28/2 | 16/12 | 293 | 25/3 | 23/11 | 244 | 5477.1 $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 误差 | 0 | 1 | 1 | 1 | -1 | -2 | -35.3 $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 项 目 | $\geq 15^{\circ}\text{C}$ | | | $\geq 20^{\circ}\text{C}$ | | | 霜 期 | | |
| | 初日、终日、日数 | | | 初日、终日、日数 | | | 初日、终日、无霜期 | | |
| 推算值 | 21/4 | 2/11 | 196 | 17/5 | 5/10 | 142 | 23/11 | 16/3 | 251 |
| 实测值 | 19/4 | 31/10 | 196 | 16/5 | 2/10 | 140 | 23/11 | 8/3 | 259 |
| 误差 | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 8 | -8 |

(六) 小 结

1. 就平均气温资料来说, 对有资料月份, 根据相邻两站小气候差异的相对稳定性, 利用全概率公式进行订正; 对于无资料月份可利用谐波内插方法进行。订正需有 1、7 两月的考察资料, 还需要有两个基本站以便最大限度地避免随机因素的影响。从初步验算结果看, 有 95% 的误差在 0.5°C 以下, 基本上能满足生产服务的需要。

2. 订正效果对于不同地形的测站是有区别的, 平原地区订正效果不明显, 一般可直接用邻站资料代替。此外, 订正都是有效的, 而且地形越复杂, 订正效果越显著。

3. 此法还可用于资料序列的插补工作。

4. 搞好平均气温的订正很重要, 可由此通过一系列的相关图分析、推算出其余各种温度指标。作为例子, 文中推算了平均最高、平均最低; 日平均气温稳定通过各级界限温度 (5°C 、 10°C 、 15°C 、 20°C) 的日期, 持续日数; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温以及初终霜日期和无霜期等, 效果均较满意。