

一个制作长期天气预报的前后相关图解方法*

黄土松、湯明敏、党人庆等**
(南京大学气象系)

提 要

本文提出一个利用相关散布图制作长期天气预报的方法,試驗結果指出准确率甚高。

天气过程与天气现象是处在不断的变化之中的,但是未来的一段时间的天气必然与过去的天气存在一定的内在的实质上的联系,因为未来的总是从过去的发展而来,而且,事实是,这个月份的天气不但和上个月天气有关,并且也和过去许多月份的天气有关。这就是我們预报方法的根据。然而,这种联系不是一种简单的联系,而是非常错综复杂的,可以是显性的、也可以是比較隱性的,问题是利用怎样的工具方法来表示出这种联系。这里我們应用的主要工具为相关散布图。利用这种工具,輔以简单統計,我們可以预报出一个月的各种天气要素,例如月降水量、雨天日数、阴天日数、晴天日数、平均温度、平均最高和最低温度,绝对最高和最低温度、降水强度、大风日数、日照情况等等。而且,这种月份天气要素的预报不一定在前一个邻月做出,可以在许多月之前就做出。因此,应用这个方法不但可以做出一个月的预报,并且可以做出一季(三个月)或半年(六个月)甚或更长时间的预报。同时,应用这个方法也可以推广制作旬的预报。现将此预报方法的工具、步骤、試驗結果及注意之点依次討論于下。

一、工 具

我們所用的相关散布图是根据 Brier 所提出的方法原理制成的^[1]。各种各样的相关散布图应用于短期天气预报已甚为普遍^[2-5],我們应用于长期天气预报的做法如下。

制作散布图:首先考虑所要预报的天气要素,这是任意的,可以按需要决定。我們試作南京地区 1959 年一至四月的预报时,报了月降水量、雨天日数、阴天日数、晴天日数、平均温度、绝对最高和绝对最低温度七項。其次,考虑用以预报的气象参数(即散布图的坐标参数)。对南京說,試驗結果,取平均气压与阴天日数(\bar{p}, O)、月降水量与平均温度(P, \bar{T})、晴天日数与雨天日数(C, R)、平均最高温度与平均最低温度(\bar{T}_M, \bar{T}_m)、绝对最高与绝对最低温度(T_{Ma}, T_{ma})这样配合的五組气象参数較为适用。最后,考虑利用过去那些月份的气象参数来预报未来月份的天气要素。我們在 1958 年十二月底作 1959 年一月二月的预报时,用了七月、十一月及十二月的資料;在二月中旬作三月四月的预报时,用了九、十、十一、十二及一月的資料。而在五月底作檢驗时,对于二月预报,我們增加了一月份資

* 1959 年 9 月 27 日收到。

** 在試作预报时,伍荣生、林元弼、卢文芳同志曾参加分析散布图或分析資料,王岳芳、庞淑芳同志及气象系一、二、四年级部分同学(1958—1959 年度)曾参加填点散布图,朱培如、馬宜珍同志亦曾参加填点。本文插图由张雪林同志繪画。

料,对于三月预报,增加了二月份资料;对于四月预报,增加了三月份资料。试验结果表明,利用的月份越多越好,但相邻月份的资料并不显出非常特殊的优越性。换言之,相邻月的天气固然有较好的联系,但并不见得怎样特别单纯特别密切。关于这一些问题以后还要讨论。

制作预报之前,首先作好工具图,就是把所用各月份的气象参数对某一预报月的天气要素作相关散布图。倘利用过去一个月的上述五组参数预报未来某个月一种天气要素,则须作五张相关散布图。倘利用过去六个月的资料,每月均用五组气象参数,当预报未来一个月一种天气要素时,须作三十张散布图;预报二种天气要素时,则须作六十张散布图,余类推。现举例假设利用十一月份的五组气象参数预报次年三月份的降水量,这就须各以十一月份的 (\bar{p}, O) 、 (P, \bar{T}) 、 (C, R) 、 (\bar{T}_M, \bar{T}_m) 、 (T_{Ma}, T_{ma}) 为坐标作五张散布图。例如以 (T_{Ma}, T_{ma}) 为坐标的散布图,则取 X 轴为 T_{Ma} 、 Y 轴为 T_{ma} 。之后,根据每年十一月的 T_{Ma} 与 T_{ma} 数值在 XY 平面上得出一坐标点子,在该点上注写次年三月的降水量即可。例如,根据南京 1925 年十一月份的 $T_{Ma} = 27.4^\circ\text{C}$, $T_{ma} = 0.0^\circ\text{C}$, 在坐标平面上得 A 点,于是把 1926 年三月份的降水量 56.3(以毫米为单位)注写在 A 点旁边(见图 1)。其它各年十一月

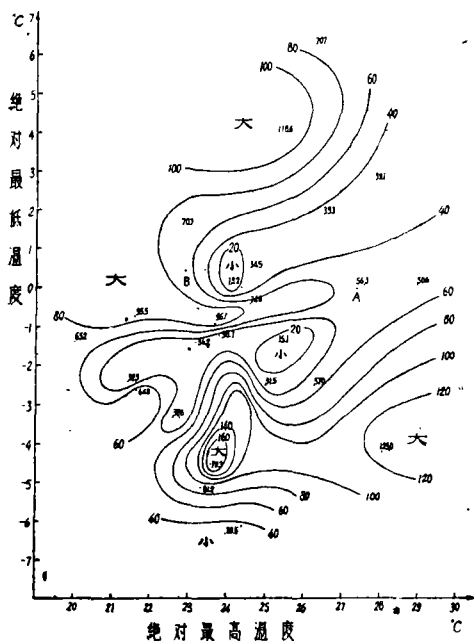


图 1 南京十一月绝对最高温度与绝对最低温度对次年三月降水量相关散布图。

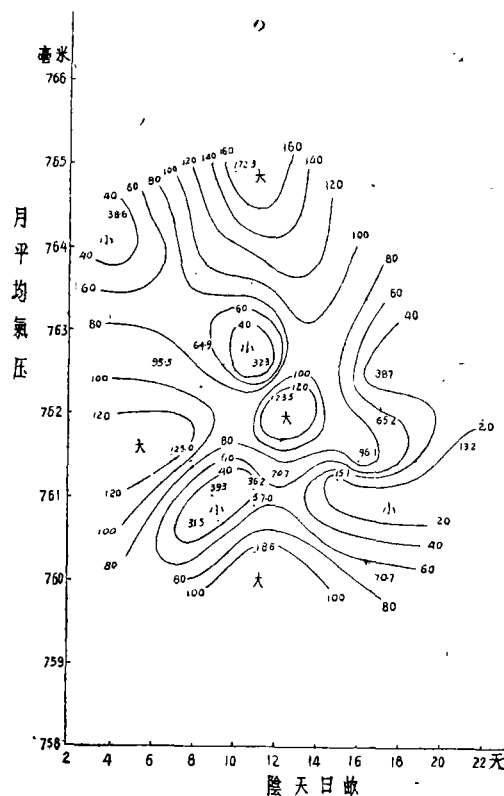


图 2 南京十一月阴天日数与月平均气压对次年三月降水量散布图。

份 T_{Ma} 与 T_{ma} 对次年三月份降水量关系则依次求出点子注上数值。最后,根据各点的数值大小分布绘制等值线,如此则得一张“十一月绝对最高温度与绝对最低温度对次年三月降水量相关散布图”,如图 1 所示。同理,可绘制十一月份其它四组气象参数对次年三月

降水量的相关散布图,例如以平均气压与阴天日数为坐标参数的散布图如图2所示。同理,我们可以各绘制九月份、十月份与十二月份的五组参数对次年三月份降水量,以及一月份与二月份的五组参数对同年三月份降水量的相关散布图。

每种散布图中的点子上倘不注写降水量而改为其它预报要素的数值,则得对其它预报要素的散布图,用以预报其它天气要素。例如十一月份以 T_{Ma} 与 T_{ma} 为坐标的图上各年点子标以次年三月份的晴天日数,并绘制晴天日数分布的等值线,则得十一月 T_{Ma} 与 T_{ma} 对次年三月晴天日数的相关散布图,如图3所示。其它例如对三月份绝对最高温度的散布图如图4所示。按同样方法,其他各月的五组参数均可对预报月的各种天气要素作出相关散布图。

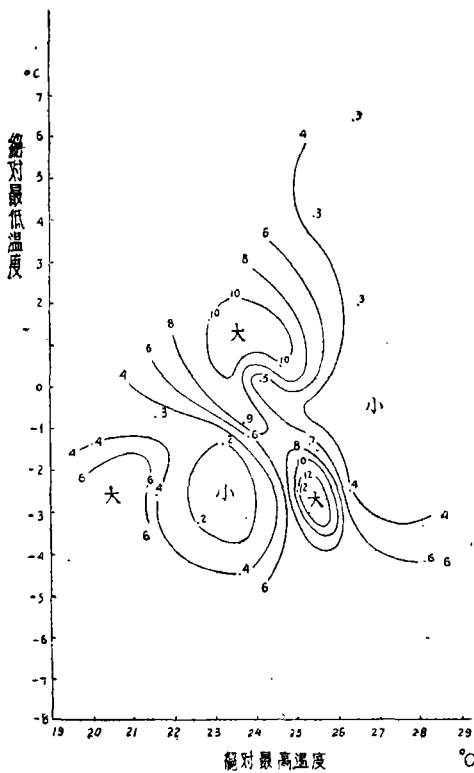


图3 南京十一月绝对最高温度与绝对最低温度对次年三月晴天日数相关散布图。

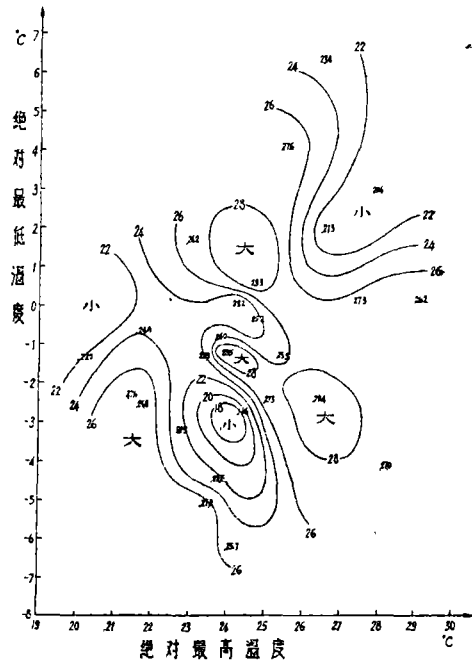


图4 南京十一月 T_{Ma} 与 T_{ma} 对次年三月 T_{Ma} 相关散布图。

散布图的制作是很简单的,不过,倘预报要素项目很多,而所考虑用以预报的过去月份数亦多,则散布图的数量是相当多的。但是,一劳永逸,一次制成,以后年年可用,只是当新点子加入后有时可能需要将等值线稍予局部修改而已。

二、预报步骤

前面已经指出过,前后时间天气演变的联系是错综复杂的,散布图上所示出的前后天气要素的相关也并不简单,因此,不能单凭过去某一个月或某几张散布图就作出预报,我们必须考虑过去较多月份的气象参数,按其导出的一些可能出现的结果,进行综合统计来

确定最后预报值。制作预报的具体步骤为:

(1) 讀预报值: 根据过去月份气象参数的实际数据, 在某一月份各气象参数組对某一预报要素的各散布图上定出坐标点, 由散布图等值綫內插讀出該点上预报要素的数值或数值間隔, 然后将此数值填在预报表上以备統計之用。

表 1 1959 年三月份降水量预报表

参数組	过去月份						
	9	10	11	12	1	2	
降水量预报(毫米)							
(\bar{p}, O)	100—120	80—100	60—80	80—100	40—60	80—100	
(P, \bar{T})	60—80	—	120—140	40—60	20—40	60—80	
(C, R)	80—100	20—40	60—80	—	40—60	60—80	
(\bar{T}_M, \bar{T}_m)	40—60	—	80—100	—	20—40	20—40	
(T_{Ma}, T_{ma})	60—80	60—80	60—80	60—80	60—80	—	

例子見表 1。此表所示为根据 1958 年九、十、十一、十二月及 1959 年一、二月的各組气象参数, 预报 1959 年三月份降水量的数值, 这些数值就是根据九、十、十一、十二月对次年三月份降水量的散布图, 以及一、二月对同年三月份降水量的散布图讀得的。例如 1958 年十一月 $T_{Ma} = 22.9^\circ\text{C}$, $T_{ma} = 0.4^\circ\text{C}$, 則根据图 1 得 B 点, 該点降水量为 60—80, 将此值填在表 1 中十一月与 (T_{Ma}, T_{ma}) 的位置, 余类推, 結果得表 1。表中橫綫表示散布图上讀数不可靠或讀不出而略去不計的情况, 这以后还要提到。

关于天数与温度項的预报表, 見表 2、3, 該表为根据 1958 年九月至十二月及 1959 年一月至三月的各气象参数組预报 1959 年四月份的晴天日数及绝对最高温度的例子。

表 2 1959 年四月晴天日数预报表

参数組	过去月份							
	9	10	11	12	1	2	3	
晴天日数预报(天)								
(\bar{p}, O)	3	5	2	—	5	2	7	
(P, \bar{T})	2	—	2	—	4	2	2	
(C, R)	2	1	2	1	5	—	2	
(\bar{T}_M, \bar{T}_m)	1	—	6	—	2	7	2	
(T_{Ma}, T_{ma})	5	3	3	4	2	—	6	

表 3 1959 年四月份绝对最高温度预报表

参数組	过去月份							
	9	10	11	12	1	2	3	
T_{Ma} 预报 $^\circ\text{C}$								
(\bar{p}, O)	28—30	30—32	28—30	28—30	28—30	28—30	30—32	
(P, \bar{T})	—	—	30—32	—	28—30	26—28	28—30	
(C, R)	28—30	28—30	28—30	—	28—30	—	28—30	
(\bar{T}_M, \bar{T}_m)	—	—	28—30	28—30	30—32	32—34	28—30	
(T_{Ma}, T_{ma})	28—30	30—32	30—32	28—30	30—32	—	28—30	

(2) 統計: 预报表作好, 第二步就是統計各种预报值的組数及其出現的百分率, 并作出統計表, 例如表 4, 5, 6 所示者, 該等三表各与表 1, 2, 3 相应。統計表中第一行为預

表 4 1959 年三月份降水量预报统计表

降水量(毫米)预报值组	出现个数	出现百分率	历年出现平均百分率	百分率差
20—40	4	16.0%	25.0%	-9.0
40—60	4	16.0	15.9	+0.1
60—80	10	40.0	13.6	+26.4
80—100	5	20.0	11.3	+8.7
100—120	1	4.0	11.3	-7.3
120—140	1	4.0		

表 5 1959 年四月份晴天日数预报统计表

晴天日数(天)预报值组	出现个数	出现百分率	历年出现平均百分率	百分率差
1—2	15	53.6	38.1	+15.5
3—4	5	17.9	19.0	-1.1
5—6	6	21.5	14.3	+7.2
7—8	2	7.2	23.8	-16.6

表 6 1959 年四月份绝对最高温度预报统计表

绝对最高温度(°C)预报值组	出现个数	出现百分率	历年出现平均百分率	百分率差
26—28	1	3.7	10.7	-7.0
28—30	18	66.6	25.0	+41.6
30—32	7	25.9	25.0	+0.9
32—34	1	3.7	22.2	-17.5

报要素所出现的预报值组别。预报值的分组可以这样取分：对于温度取间隔为二度，例如 0—2.0°C, 2.1—4.0°C, ……等等；日数取二天为一组，例如 1—2, 3—4, ……等等；降水量取 20 毫米为间隔，例如 0—20.0, 20.1—40.0, ……等等。表中第二行为各组预报值出现的个数或次数，第三行为各组出现的百分率，第四行为历年各组数值出现的平均百分率，第五行为二种百分率之差。由这种统计表确定最后预报值。

(3) 确定预报值：根据统计结果来确定预报值并不象钱纪良、高汉民同志^[4]所讨论的那样简易。我们检验的结果是：凡预报值出现个数非常集中的一组，其百分率在 60% 以上，不问其百分率差最大与否，即可肯定为最后预报值；或其出现百分率虽在 60% 以下，但仍大于 40% 左右，且其百分率差超过 +15% 者，亦即可肯定取为未来出现的数值。例如表 4 中的 60—80 毫米，表 5 中的 1—2 天，表 6 中的 28—30°C，即各取为三月份降水量、四月份晴天日数与绝对最高温度的预报值。倘表中第二行中各类出现的个数集中在某二或三组，而该二、三组个数只相差一个，则可肯定取其中百分率差最大一个且超过 +12% 者为最后预报值。倘各类出现个数甚为均匀，并无较为集中者，则可肯定取其中百分率差大于 +15% 的一个为最后预报值。在其它情况下，最后预报值的确定较难肯定，这以后还要讨论到。

三、预报方法检验

我们根据五组气象参数的相关散布图，利用去年七、十一、十二月份资料报了今年一

月、七、十一、十二月及今年一月份資料报了今年二月、九、十、十一、十二、一、二月份資料报了三月、九、十、十一、十二、一、二、三月份資料报了四月的平均温度、絕對最高温度、絕對最低温度、降水量、雨天日数、阴天日数及晴天日数，其結果与实况比較列于表 7。表中 \bar{T} 、 T_{Ma} 与 T_{ma} 实况項的括弧内数字为南京小教場观测站实际观测记录，无括弧的数字

表 7 1959 年一月至四月七項天气要素預报結果檢驗表

月份	預报項目	$\bar{T}^{\circ}\text{C}$	$T_{Ma}^{\circ}\text{C}$	$T_{ma}^{\circ}\text{C}$	降水量mm	雨天日数	阴天日数	晴天日数
一 月	預报值	0—2	14—16	-8—-10	40—60	7—8	11—12	7—8
	实况	1.1 (0.9)	14.0 (14.5)	-9.6 (-9.6)	33.0	7	12	7
二 月	預报值	4—6	20—22	-6—-8	80—100	11—12	15—16	1—2
	实况	4.8 (4.4)	13.4 (13.0)	-1.6 (-2.4)	90.4	12	18	0
三 月	預报值	8—10	24—26	0—-2	60—80	9—10	13—14	3—4
	实况	10.5 (10.3)	26.2 (25.5)	1.4 (0.0)	61.3	9	9	5
四 月	預报值	14—16	28—30	4—6	100—120	11—12	17—18	1—2
	实况	14.9 (14.5)	28.7 (28.1)	6.5 (5.3)	100.1	10	12	2

为將小教場记录訂正到北极閣之后的数值。因 1957 年以前南京气象資料为北极閣观测记录，1958 年开始全部为小教場站观测记录，1956 与 1957 年二年两地同时有观测记录，比較二地同时間的记录可將小教場记录訂正为北极閣的数值。我們所作的散布图全部以北极閣数据为准，凡应用到的 1958 年后记录可以訂正的均需訂正为北极閣数值。因此，由散布图求得的預报值，也就为北极閣数值。檢驗时用以比較の实况， \bar{T} 、 T_{Ma} 与 T_{ma} 三項即为小教場记录的訂正值；而降水量及雨天、阴天、晴天日数均未予訂正，因在冬半年相差甚小，但在夏半年中二者差异就可能要大，尤其是降水量。

根据表 7 所示，預报結果是相当好的，我們可以初步估計其准确率如下：假若規定温度实况距預报值間隔的上下限不超过 0.5 度者为准确，則表 7 示出平均温度預报全对，准确率为 100%；絕對最高温度預报三次对，一次錯，准确率为 75%；絕對最低温度預报二次对，二次錯，准确率 50%（注意：三月份小教場实测 T_{ma} 为 0.0°C，而訂正后为 1.4°C，訂正可能过大，故实际准确率可能較高）。倘規定降水量实况数值距預报值間隔上下限不超过 5 毫米者为准确，則降水量預报的准确率为 75%。对于雨天、阴天、晴天日数預报倘規定实况日数与預报日数差异不超过一天者为准确，則准确率各为 100%、25% 及 100%。根据七項要素的預报准确率求平均，乃得平均准确率为 74.3%，倘規定放宽一些，准确率当可更高。

就各項預报看来，以阴天日数預报結果較差。这也是可以理解的，因为阴天日数的变化甚大，总云量少一点就成为曇天，多一点就为阴天；而且，每次观测，云量到底是大于八还是小于八，也不免决定于观测同志的主观判断，因此，阴天日数记录本身也不是沒有誤差的。就月份說，以二月份預报較差。这是因为 1959 年二月份南京出現的絕對最高温度

极低(北极閣数值为 13.4°C),而绝对最低温度极高(北极閣数值为 -1.6°C),均为 1922 年以来历史记录中从未出现过的,预报乃失败。同样,三月份绝对最低温度甚高,北极閣数值为 1.4°C ,1922 年以来亦仅出现过一次(1928 年 4 月 10 日),预报结果乃亦欠佳。由此可知,凡过去未曾出现过或极少出现过的反常情况,此预报方法是受一定限制的,预报不易准确。

此外,我们在二月中旬也曾附带对上海试作三月四月的预报。因为当时时间紧迫,我们仅仅绘制了七月份与一月份的散布图(坐标参数仍为五组),且仅仅预报了六项天气要素(绝对最高温度未报)。预报后我们亦未曾检查,现就当时的预报数值与实况比较如下:

表 8 上海 1959 年三月、四月份预报结果检验表

项目		\bar{T}	T_{ma}	降水量	雨天日数	阴天日数	晴天日数
三月	预报值	8—10	0—2	60—80	11—12	15—16	5—6
	实况	10.1	0.6	59.9	11	15	4
四月	预报值	12—14	2—4	80—100	11—12	14—15	1—2
	实况	13.8	6.0	195.4	9	13	2

预报结果较南京的差一些,原因是当时我们仅仅利用了七月份与一月份两个月对预报要素的相关散布图预报的,用以统计的预报数据太少了,结果乃差。同时,上海 1959 年三月、四月份有些气象要素也是相当反常的,例如三、四月份的 T_{ma} 都呈反常的高,四月份雨量特多。根据上海 1873—1953 年间 81 年的历史记录,三月 $T_{ma} \geq +0.5^{\circ}\text{C}$ 者仅出现过三次(1919, 1930, 1953 年),四月份 $T_{ma} \geq +6.0^{\circ}\text{C}$ 者亦仅出现过三次(1886, 1919, 1937 年),四月份雨量等于或大于 180 毫米者亦仅有三次(1878, 1904, 1951 年)。因此,对于反常情形,预报准确率不容易高。对上海的预报结果也指出,要预报得准确,所用的过去月份数必须要多。

四、經驗討論

为了更好地使用这个方法以提高预报准确率,并更好地满足实际需要,我们小结一下下列一些经验与看法是有益处的:

(1) 我们试验所预报的七项天气要素是甚为重要的,由这七项预报值,不但可以知道这七种天气情况,而且可从降水量与雨日的多少推知该月份的降水强度;可以从晴日与阴日的多少决定该月中曇天的大致日数,并且从而根据日照、阴、晴、曇、雨五项月平均情况与该月预报值比较,结果可估计出该月的日照大致情况。在冬季,从 \bar{T} 与 T_{ma} 可以估计出该月份有无强大寒潮出现,由 T_{Ma} 可推知回暖的程度。在夏季可由 T_{Ma} 得知炎热的情况。但是,要更全面更彻底地了解预报月的天气情况,仅仅这七项预报要素还是不够的,我们可以考虑增加平均最高温度、平均最低温度、大风日数、绝对最大风速等项。增加了 \bar{T}_M 与 \bar{T}_m 两项,则可毫无疑问地全面了解整个月份内的冷热程度。增加了大风日数与风速等项,在冬季可协助推测寒潮的次數、强度及持久情况;在夏季可推知台风或热雷雨的影响等等。当然,各季中到底应预报那些要素,各台站当视需要与当地历史资料如何而决定。

(2) 氣象參數的選擇與配合,對預報準確率有一定的影響。關於氣象參數的取用,只需選擇一些與預報要素關係最顯著最密切的就夠了,不必要把所有氣象要素都取為坐標參數作散布圖。就我們對南京所預報的一些天氣要素說,在作一月與二月預報時,我們曾取 (\bar{p}, \bar{T}) , (\bar{T}_M, \bar{T}_m) , (T_{Ma}, T_{ma}) , (O, C) , (P, R) , 及(最多風向 D 、平均風速 \bar{V})、(平均相對濕度 R. H., 最大絕對濕度 A.H.) 七組,試驗結果指出,後二組的散布圖效用甚差,可以不用;而且對前五組參數的配合,因未考慮到各項氣象要素資料歷史年限長短不同,有許多記錄都未能用上。在試作三月四月預報時乃改取了 (\bar{p}, O) , (C, R) , (P, \bar{T}) , (\bar{T}_M, \bar{T}_m) , (T_{Ma}, T_{ma}) , $(\bar{V}, A.H.)$ 六組,試驗結果,發現最後一組散布圖仍無甚效用,而前五組氣象參數的配合效用甚好。因此,對南京說,就預報平均溫度、絕對最高、絕對最低溫度、降水量、雨天日數、阴天日數、晴天日數七項要素而論,取所述五項坐標參數就已足夠,並且也以所述的配合為較合適。當然,參數的取舍與配合,各台站是可以不同的;但是,無論怎樣,首先應考慮氣象要素的性質及其間聯繫程度,同時要考慮各項氣象要素歷史記錄年限的長短,應盡量把資料年限長短相同的氣象要素配合成一組坐標參數,這樣不致於把寶貴的歷史資料白白廢棄了。假使所預報的天氣要素增加 \bar{T}_M 與 \bar{T}_m 兩項,所用的參數組可不必增加或改變。倘預報項目增加了,例如大風日數、絕對最大風速或大風連續二天的次數等項,則除了制作前述五組參數對此項要素的散布圖外,可考慮增加(大風日數, 平均風速)一組坐標參數,專對大風日數或風速作相關散布圖。

為了一般氣象台站都可簡易地使用這個方法,上述的坐標參數只限於討論單站地面氣象要素。假使某台站具有六年左右以上的高空歷史資料,那麼坐標參數中可以考慮增改單站高空資料,例如可取 500 毫巴或 700 毫巴面的 (\bar{T}, \bar{T}_d) , (\bar{V}, \bar{D}) 二組或其它等等。倘若所在台站具有歷史天氣圖或其他台站的歷史資料,則可選取四周鄰近台站的氣象資料作為參數來預報所在地區的天氣,甚至且可利用國外的氣象資料來預報,例如預報夏季各月南京上海等地的降水量,可以考慮取用 $(\bar{p}_{中遠島}, \bar{p}_{加爾各答})$, (\bar{p}, \bar{T}) 伊爾庫次克, (\bar{p}, \bar{T}) 塞里亞斯斯克等為參數組。不過,這些參數組的效果如何,我們未曾試驗過。當僅僅利用單站記錄作預報有困難時,例如資料不夠或準確率不高等情況,建議不妨試試這些參數組;倘利用單站資料就已達到很高準確率,當然就無需再試了。

(3) 前面已經指出,利用過去月份氣象參數預報某一月的天氣,可選取任何的過去月份;較鄰近的月份可能較好,但并不一定有特殊的優越性。而且,取用的過去月份越多越好,這樣,如附表 4—6 所示,出現的預報值就能非常集中於某一組類,使該組示出極大的出現百分率,預報就很容易。因此,為長遠計,對於任何一個月的預報,我們可以制作過去十二個月份對該月的預報散布圖,例如對一月份的預報,我們可以制作前一年一月至十二月各月份對一月的相关散布圖;對二月份的預報,可制作前一年二月至十二月以及同一年一月各月份對二月的相關散布圖,余類推。因為作預報時,不需把所有月份的散布圖都用上,這樣一來,這個方法並不限於制作一個月的預報了,我們可以毫無困難地做出未來一季(三個月),或者未來半年(六個月),甚或更多未來月份的預報。例如在十二月底或前幾個月內,就可以準確地做出次年一月二月三月的預報,可以相當準確地做出四、五、六月的預報,甚或七、八、九月份的預報。當然,準確率越往後越差,因為越往後則可以應用的過去月份數越少了,散布圖少了,預報值數據也少了,除非增加另一些氣象參數組作散布圖

以求弥补。因此,为了及时改进预报准确率,应该在以后适当时间增加了可用月份数后做一次补充预报。例如到了三月底可再做一次四、五、六月预报;到了五月底,再做一次六、七、八月的预报等等。这样,预报准确率可以得到完全保证。

(4) 为了在进行具体工作时减少疑难并提高预报准确率起见,下列五点具体经验有必要再归纳叙述一下:(a)一地的观测地点有改变时(例如南京观测地点过去在北极阁,现在在小教场),某些要素值必须订正到同一地点的数值。(b)制作散布图时,图上所有历史点子上的数值必须保留着,不可在绘好等值线后就去掉,这样,在读预报值时可参考比较以决定出一个最合理的数值。(c)凡预报点子(即根据坐标参数的数值在散布图上得出的位置点子)出现在散布图边缘或历史点子稀疏而使等值线绘制不可靠的地方,由内插读出的数值没有代表性,此预报值应略去不用,不然,会增加预报的不准确性。(d)凡散布图上出现一些特殊历史点子。例如在一群数值比较均匀的点子中突然出现一个数值特别大或特别小的点子,绘制等值线时可不予考虑,但必须用红圈鲜明地标出这一特殊点子。读预报值时,倘发现在许多张散布图中的预报点都落在这特殊点上或附近,则统计作预报时应很好重视这特殊数值。(e)由预报统计表(见表4,5,6)决定最后预报值是根据预报值出现个数的多少或百分率的大小而进行。前面已讲过,一般是取百分率最大的一组为最后预报值,凡某预报值出现个数非常集中,当其百分率在60%以上或者百分率在40—60%之间而百分率差超过+15%者即可肯定取为最后预报值。倘预报值集中于若干组,各组的出现个数仅相差一或二个,则取其中百分率差最大且超过+12%的一组为最后预报值。当各组预报值的出现个数近于相同时,则取百分率差大于+15%的一组为最后预报值。当某一组的百分率在45%以上,但百分率差小于+15%,而另有一组或若干组其百分率差大于+15%但百分率却小于30%,此时根据经验还是取前一组为合适。倘预报值集中于相邻二组,且其出现百分率相等,且其百分率差亦相等或相近,则可取二组的中间数值为预报值。当百分率与百分率差均相等的二组并非相邻者,则预报困难。或当各组中百分率没有特别大,而百分率差又没有超过12%者,预报值的决定亦有困难。此时需增加作为预报的过去月份数,或考虑增加气象参数,以便增多散布图,随而是预报值读数,这样使某一预报值组的出现个数出现了集中现象,最后预报值遂容易决定。假使不增加散布图的话,可以参考连续相似预报法^[7]所得的相似月份结果来决定。

(5) 本预报方法对月天气要素预报的试验结果已如上述,我们认为这个方法同样也可以应用于旬预报的制作。只要将时间单位由月改为旬,预报的天气要素与坐标参数可以不变。根据过去年份历史资料求出以前各旬参数对未来一旬的天气要素作出相关散布图,则旬的预报是容易制作的。因为旬预报可在季、月预报做好之后再做出,所以不须要在很早之前就进行,例如可在每旬之末预报下旬天气,最多在每月月底发布下月三旬预报,这样,所需要的散布图并不太多。根据月预报的经验,要比较容易地并且准确地作出月预报,至少需有三、四个月的相关散布图;则作旬预报时可考虑作过去9—12个旬对未来旬的相关散布图。例如在四月底作五月份上、中、下三旬天气预报,可以取用二月三个旬、三月三个旬、四月三个旬各对五月三个旬的散布图来预报;而在五月上旬末再作一次对中旬的补充预报,在中旬末作一次对下旬的补充预报,或其他类似的办法。总之,把这个方法应用于旬预报的制作,我们虽然未曾试验,但认为可以进行试作,效果可能很好。

五、結 語

天气演变前后相关是一个合乎发展规律的科学事实，上述的预报方法我們即可以簡称为“前后相关预报法”。这个方法，预报項目多而具体，预报時間早而长，预报准确率高，但工具与技术甚为簡單，試和現行其它预报方法比較实具有极大的优越性。倘国内主要台站都应用此法制作预报时，則可准确地预报出全国范围内各季各月各旬的天气。缺点是不能准确地预报出极端的反常情况，然而，这也是目前任何方法所未能克服的困难。

参 考 文 献

- [1] Brier, G. W., A study of quantitative precipitation forecasting in the TWA Basin, *U.S. weather Bureau Res. Paper*, No. 26 (1946).
- [2] Thompson, J. C., A numerical method forecasting rainfall in the Los Angeles Area. *Monthly Weather Review*. 78 (1950), No. 7.
- [3] Jorgensen, D. L., Estimating precipitation at Sanfrancisco From concurrent meteorolggical variables, *Monthly Weather Review*. 81 (1953), No. 4.
- [4] 陈其恭等：预报局地降水的經驗推导法及其在我国初步試驗的結果。气象学报，29 (1958)，143—161。
- [5] 章 淹、戴武傑：北京地区夏季降水的客观預告試驗，天气月刊，1958年，4月号。
- [6] 錢紀良、高汉民：1958，降水客观长期预报方法，天气月刊，1958年，11月号。
- [7] 黃士松、湯明敏等：月天气过程序列連續相似二年的現象及其应用于长期天气预报的方法(即将发表)。

A GRAPHICAL MONTH TO MONTH CORRELATION METHOD OF LONG-RANGE WEATHER FORECASTING

S. S. HWANG, M. M. TANG AND J. C. DANG

(Department of Meteorology, Nanking University)

ABSTRACT

A method of Long-range weather forecasting based on month to month correlation of weather elements is proposed. By this method, we can forecast a large number of monthly weather elements such as mean temperature, mean maximum temperature, mean minimum temperature, absolute maximum temperature, absolute minimum temperature, total amount of precipitation, number of rainy days, clear days, days of over-cast, amount of insolation and etc., As this kind of forecast can be worked out many months before, so not only one month, but also seasonal or even half-year long-range weather forecasting can be made. Besides, this method can be applied also to make ten-day forecasting.