

编号: 0195

科学技术成果报告

苏州地区县气象站预报方法的研究

科学技术文献出版社

科学技术成果报告

苏州地区县气象站预报方法的研究

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：3.75 字数：96千字

1982年3月北京第一版第一次印刷

印数：1—1,768册

科技新书目：19—35

统一书号：13176·132 **定价：**0.58元

目 录

前言	(1)
一、利用预报信息, 开拓县站预报思路	(1)
(一)运用群众经验, 分析气象要素, 建立预报工具	(1)
(二)以天气形势为背景, 以单站资料为依据, 建立分类预报工具	(4)
(三)利用要素序列, 分析影响系统, 建立时空联系	(9)
(四)分析气候背景, 确定天气阶段, 建立预报程序	(12)
二、加强业务基本建设, 充实县站预报方法	(16)
(一)关于建立县站预报基本方法(工具)的一些探索	(16)
(二)发挥优势, 扬长避短, 建立预报方法	(20)
(三)实行多种预报方法综合运用	(25)
三、发挥单站气象资料优势, 应用数理统计预报方法	(30)
(一)应用平稳时间序列	(30)
(二)自然正交分解作中期预报	(34)
(三)二级判别和多级判别的应用	(36)
(四)逐步判别的应用	(42)
(五)K—均值法分类	(47)
(六)用模糊数学对三麦产量的分类	(49)
(七)用逐步回归作 5 月平均气温预报	(53)

苏州地区县气象站预报方法的研究

无锡县气象站 朱洪绩 昆山县气象站 胡辛陵
常熟县气象站 朱正心

前 言

县气象站开展预报工作已有二十多年的历史，它在为国民经济建设服务，尤其在为农业服务中，发挥了一定的作用。随着工农业生产的发展，对预报工作的要求也越来越高。我们在现有条件下，努力提高预报水平，从而改善了服务效果。我们的做法是：充分利用预报信息，开拓县站预报思路；加强业务基本建设，充实县站预报方法；发挥单站气象资料的优势，广泛应用数理统计预报方法。

一、利用预报信息，开拓县站预报思路

县站的预报依据，主要来自群众的看天经验、单站气象资料和简易天气图所揭示的形势背景。充分利用所能取得的预报信息，发挥单站气象资料的优势，开拓县站的预报思路，是做好县站预报工作的重要环节，下面就这方面的问题，谈谈我们的几点做法。

（一）运用群众经验，分析气象要素，建立预报工具

天气谚语是群众预报经验的总结，具有强烈的地域性和季节性。正确理解天气谚语的含意，了解它的适用范围，对于增加预报信息是十分重要的。例如“发尽桃花水，必是旱黄梅；梅里不落蒔里落；蒔里发水，小暑透水。”说明了前期降水与后期降水具有反相关的定性关系。“冷在三九，热在三伏。”说明了前期低温与后期高温的定性关系。“天气闷热，必有猛雨。”说明了前期的要素组合（高温、高湿、低压）与后期降水强弱的定性关系。这些天气谚语从不同的气候时段，反映不同的时间间隔，用不同的预报因子，提供了后期不同天气的相关性。

根据谚语提供的线索，直接用单站气象资料来验证，这是谚语用于预报的一个方面。而从天气学的观点来理解谚语的“含意”，却可以引伸出更多的预报因子来，这是县站预报十分需要的。譬如“一年四季东风晴，就怕东风起响声”，这条谚语表明了前期风向和风速的组合，对后期天气转折的定性关系。经过单站资料的验证，这条谚语在春季的可信度是很高的，当E—SE—S风增大（起响声），1—2天后风力明显减小时，将有一次连阴雨天气过程。这个统计结果的天气学意义是：当春季的变性高压东移入海，西南地区有低槽东伸，我地处

在这两个气压系统的综合作用下，气压梯度加大，偏东南风力增强，此时，变性高压向我地输送冷湿空气，西南低槽向我地输送暖湿空气，具有冷暖不同性质的湿空气在我地交锋，有利于本站降水天气的产生。但降水过程持续时间的长短，又与气压系统的稳定程度、大气的温湿特性、水汽条件、冷空气的强度有关。据此，可用二十四小时变压表示气压系统的稳定程度，用平均气温和平均绝湿表示大气的温湿特性，用平均气温的变化和平均绝湿的变化表示水汽条件，用前期的气压峰值表示冷空气的强度，将这些由谚语的含意而引伸出的单站要素作为预报因子，以后期有无连阴雨、是长连阴雨还是短连阴雨为预报对象，以“东风起响声”为起报条件，建立预报方程。这样，就增加了预报因子的天气学解释，并可使预报因子和预报对象的相关程度由定性向定量发展，扩大了天气谚语的预报信息量。

以群众经验为线索，以单站资料为依据，建立前期预报因子和后期预报对象之间的遙相关联系，这是制作长期天气预报常采用的思路。在此基础上，我们取要素曲线特征为预报因子，将曲线特征转换成概率特征，使时间序列预报变成概率预报，从而达到使预报更为精细的目的。

例如“冷在三九，热在三伏”，“三九应三伏，三九管三伏”等天气谚语，都表示了“九”和“伏”的对应关系。我们以三九和三伏的关系为线索，普查单站的气象资料，找出了前期冷空气活动和后期降水有201天左右的韵律关系。用日最低气温 T_m 和日平均气压 $\bar{P}$ 表示有无冷空气活动的特征，把逐日的 T_m 和 $\bar{P}$ 点成曲线，当有冷空气活动时，一般表现为 T_m 谷和 $\bar{P}$ 峰。显然， T_m 谷和 $\bar{P}$ 峰不可能连续出现，所以利用它只能预报出后期降水过程的大致开始日期，而降水过程的长度是无法预报的。从某种意义上来说，曲线的连续变化表征了天气系统的连续演变，它可以对后期降水过程有更好的指示性。因此，我们从考察要素曲线的连续变化特征出发，应用数理统计方法，建立曲线特征与后期降水的定性关系，用权重处理提高降水概率的可信度，对多种曲线反映，用回归集成统一预报意见，从而在逐日晴雨预报的基础上，确定降水过程的长度。现以春播期（四月）的长期逐日晴雨预报为例，说明如下：

对任意一个要素曲线，其连续变化计有九种特征（谷、峰、连升、升后平、平后升、连降、降后平、平后降、连平），为统计方便，将九种特性归并为四类：第一类是谷，用 x_1 表示，第二类是峰，用 x_2 表示，第三类为升类，用 x_3 表示，第四类为降类，用 x_4 表示。分别对 T_m 和 $\bar{P}$ 逐日特征与后期对应降水情况进行统计，从而得到逐日每一曲线特征下的降水概率：

$$r_i = \frac{n'_i}{n_i} x_i \quad i=1,2,3,4 \quad (1-1)$$

其中 r_i 为 i 特征下的降水概率， x_i 表示曲线特征， n_i 为 x_i 出现的总次数， n'_i 为有雨次数。

故每一日的降水概率可表示为

$$R_j = \left(\sum_{i=1}^4 r_i \right)_j = \left(\frac{n'_1}{n_1} x_1 + \frac{n'_2}{n_2} x_2 + \frac{n'_3}{n_3} x_3 + \frac{n'_4}{n_4} x_4 \right)_j \quad (1-2)$$

其中 j 表示日期，对四月份而言， $j=1, 2, \dots, 30$ 。

每一特征下降水概率的大小，反映了该特征对降水贡献的大小。为了消除样本数量的多寡对降水概率可信程度的影响，对它进行权重处理，取权重

$$P_i = \frac{n'_i}{N} \quad (1-3)$$

其中 N 为某日的总降水次数。则(1—2)式经权重处理后变为

$$R_j = \left(\frac{n'_1 n'_1}{N n_1} x_1 + \frac{n'_2 n'_2}{N n_2} x_2 + \frac{n'_3 n'_3}{N n_3} x_3 + \frac{n'_4 n'_4}{N n_4} x_4 \right)_j \quad (1-4)$$

经变换, 用 R_j^* 代替 NR_j , 则有

$$R_j^* = \left(\frac{(n'_1)^2}{n_1} x_1 + \frac{(n'_2)^2}{n_2} x_2 + \frac{(n'_3)^2}{n_3} x_3 + \frac{(n'_4)^2}{n_4} x_4 \right)_j \quad (1-5)$$

(1—5)式就是经过权重处理后的降水概率计算式。

将历年四月逐日前期曲线特征代入(1—5)式, (出现为1, 不出现为0)可得历年四月逐日降水概率, 按照能取得最高历史概括率为原则, 确定晴雨预报临界值 R_c^* , 对某日 j , 当 $R_j^* \geq R_c^*$, 则预报该日有雨, 若 $R_j^* < R_c^*$, 则预报该日无雨。

由于应用 T_m 和 $\bar{P}$ 两组曲线特征分别做预报, 因而就会发生预报意见一致和预报意见不一致的情况, 在预报意见不一致时, 采用回归集成方法予以解决。

设 q_{11} 是 T_m 曲线工具报有雨的概率, q_{12} 是 T_m 曲线工具报无雨的概率, q_{21} 是 $\bar{P}$ 曲线工具报有雨的概率, q_{22} 是 $\bar{P}$ 曲线工具报无雨的概率。显然有

$$q_{11} + q_{12} = 1; \quad q_{21} + q_{22} = 1$$

取集成预报方程为

$$q_{1k} = a_0 + a_1 q_{11k} + a_2 q_{21k} \quad (1-6)$$

其中 q_1 是集成后报有雨的概率。 a_0 、 a_1 、 a_2 是待定常数, 可由最小二乘法求得。其正规方程组为

$$\begin{cases} na_0 + \sum_k q_{11k} a_1 + \sum_k q_{21k} a_2 = \sum_k q_{1k} \\ \sum_k q_{11k} a_0 + \sum_k q_{11k}^2 a_1 + \sum_k q_{11k} q_{21k} a_2 = \sum_k q_{1k} q_{11k} \\ \sum_k q_{21k} a_0 + \sum_k q_{11k} q_{21k} a_1 + \sum_k q_{21k}^2 a_2 = \sum_k q_{1k} q_{21k} \end{cases} \quad (1-7)$$

其中 n 为样本数。在方程中, 要求得 a_0 、 a_1 、 a_2 , 必须知道 q_{11} 、 q_{21} 和 q_1 的分布, 为此, 对其取值作如下处理: 将历年四月逐日 T_m 和 $\bar{P}$ 曲线特征进行回代, 逐个所得的正确率就是它们的分布。

经上述处理后, 可得集成预报方程。如四月二十三日的集成预报方程为

$$(q_1)_{23} = -0.1566 + 0.5764 q_{11} + 1.0172 q_{21}$$

当给定另一组 q_{11} 和 q_{21} 时, 则能计算出 $(q_1)_{23}$ 的值。若 T_m 曲线工具预报无雨, 则 $q_{12} =$

$$\frac{12}{16} = 0.75, \text{ 故 } q_{11} = 1 - q_{12} = 0.25; \bar{P} \text{ 曲线工具预报有雨, 则 } q_{21} = \frac{10}{12} = 0.83. \text{ 所以,}$$

$$(q_1)_{23} = 0.8318.$$

取23日有雨的气候概率0.5833为临界值, 显见, 应预报该年4月23日有雨。

经多年实际使用, 长期逐日晴雨预报准确率为74.7%, 过程预报准确率为84.8%。

(二) 以天气形势为背景, 以单站资料为依据, 建立分类预报工具

单站气象要素的变化特征, 能在一定程度上反映影响系统的变化, 但影响系统受环流形势所制约, 因此, 充分利用所能取得的天气图资料是十分必要的。

县站所能取得的天气图资料一般有两种: 简易形势图和简易实况图。简易形势图提供了高空形势特征和地面形势特征。高空形势特征有西风带特征线, 副热带高压廓线和脊线, 槽脊位置, 高低压中心的位置和强度。地面形势特征有主要气压系统特征线, 高低压中心的位置和强度, 锋系, 天气区等。它简要地描述了形势场的静态特征, 能帮助较快地掌握较大范围的天气形势, 从而加深对大台预报思路的理解, 再结合当地的资料反应, 就能作出补充预报。简易实况图则提供了若干固定站点的高空要素实况和地面要素实况, 通过对实况图的分析, 可以得到比较清晰的三度空间的形势场特征。形势场特征给我们提供了具有天气学意义的指标站实况, 因此, 可以用指标站的要素变化表示形势场的动态特征, 建立以高空资料为依据的时空剖面图和要素曲线演变图。

另外, 还可以用指标站资料进行形势场的分类。下面举一个以“500mb指标站高度差”为分类依据的例子。我们知道, 在纬向环流下, 影响我地的系统从偏西方向东移, 这时, 可选与测站纬度相近的拉萨、成都、汉口、上海为指标站, 用相邻两站的高度差来判断系统的性质, 当有低值系统在该区活动时, 则高度差为负值。在具有一定经向环流的形势下, 影响我地的系统常来自西北方, 这时, 可选用格尔木、兰州、郑州为指标站, 若有低值系统活动, 则高度差为负。当具有明显的经向环流时, 系统较稳定, 则可用不同纬度若干对指标站的高度差的累积量来表示系统的稳定程度, 如取酒泉与北京、格尔木与郑州、拉萨与上海这三对高度差之和, 记为 H_s , 若 $H_s > 0$, 则为西高东低形势, 不利于本站降水。若 $H_s < 0$, 则为东高西低形势, 有利于本站降水。显然, 累积量就是一种分类的统计量, 分类临界值可由统计结果而定。例如在春季, $H_s > 14$ (位势十米) 时, 次日本站无雨的机率为81.8%, 当 $H_s \leq 14$ 时, 次日有雨的机率为80.0%。则春季的分类临界值可取为14。在此统计规律的基础上, 再建立分类工具, 以提高预报的精度。

天气形势的分类, 还可采用客观分类方法。我们采用的客观分类方法是聚类分析。聚类分析是一种相似分析, 它根据样本的多个变量, 用统计方法对样本进行数字分类, 定量地确定样本间的相似程度, 根据相似的差异性把样本归入不同的类别。形势分类的意义在于: 在稳定的相似的天气形势下, 相应的地面气象要素也具有相似的特点, 因此, 其间的关系往往用线性模型就能描述, 而当天气形势由一种类型向另一种类型过渡时, 就有很强的斜压性表现出来, 非线性作用也特别显著, 如果按不同的形势类别建立线性统计模型, 就能部分地考虑大气的非线性作用。

用于客观分类的统计量是很多的, 我们这里采用的是适于手算的“绝对值距离”, 并以初夏阶段为时间背景, 以500mb + 3个站点的高度场作为分类的依据, 用聚合法一次计算形成分类系统, 要求分类结果能反映初夏阶段的主要形势特征, 各类形势特征又要有明显差异。在形势分类的前提下, 根据天气的相对集中性, 建立分类预报工具。现将操作步序简述于下:

1. 计算历年初夏阶段各样本的绝对值距离

按下列公式计算

$$L_{ij} = \sum_{k=1}^n |H_{ki} - H_{kj}|$$

其中 H_{ki} 为第 i 日 k 站08时500mb高度, H_{kj} 为第 j 日 k 站08时500mb高度。显见, $|H_{ki} - H_{kj}|$ 表示 k 站 i 日和 j 日高度的差异, $\sum_{k=1}^n |H_{ki} - H_{kj}|$ 表示几个站点所组成的“面”的差异, 所以绝对值距离 L_{ij} 的大小能衡量样本 i 和样本 j 的相似程度。这里, 我们取 $n=13$ 。

绝对值距离具有对称性, 且由于天气形势演变的连续性, 一般而言, 日期间隔近的相似程度高, 日期间隔远的相似程度差, 在实际分类时, 只要计算相邻三天的距离就可以了。这样就可以得到斜三行的上三角阵。

例如1967年的初夏阶段, 从6月24日到7月11日, 计18个样本。计算相邻三天的绝对值距离, 得斜三行的上三角阵:

0	15	31	28																
	0	22	26	25															
		0	18	23	12														
			0	19	22	15													
				0	23	22	25												
					0	21	30	36											
						0	25	29	32										
							0	34	33	34									
								0	29	34	48								
									0	37	63	53							
										0	34	32	28						
											0	28	30	37					
												0	22	31	42				
													0	19	36	50			
														0	19	35	19		
															0	32	28		
																0	22		
																	0		

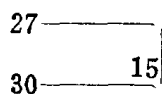
2. 建立套框图实现历年样本的数字分类

绝对值距离越小, 相似程度越高。从斜三行值中可以看出, 最小距离为12, 即6月26日和6月29日最相似, 首先把它们连为一组:

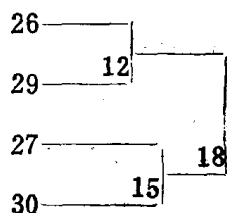
26 ——— 12 ——— 29

比12大的距离数是15, 即6月24日和25日以及27日和30日, 分别把它们连为一组:

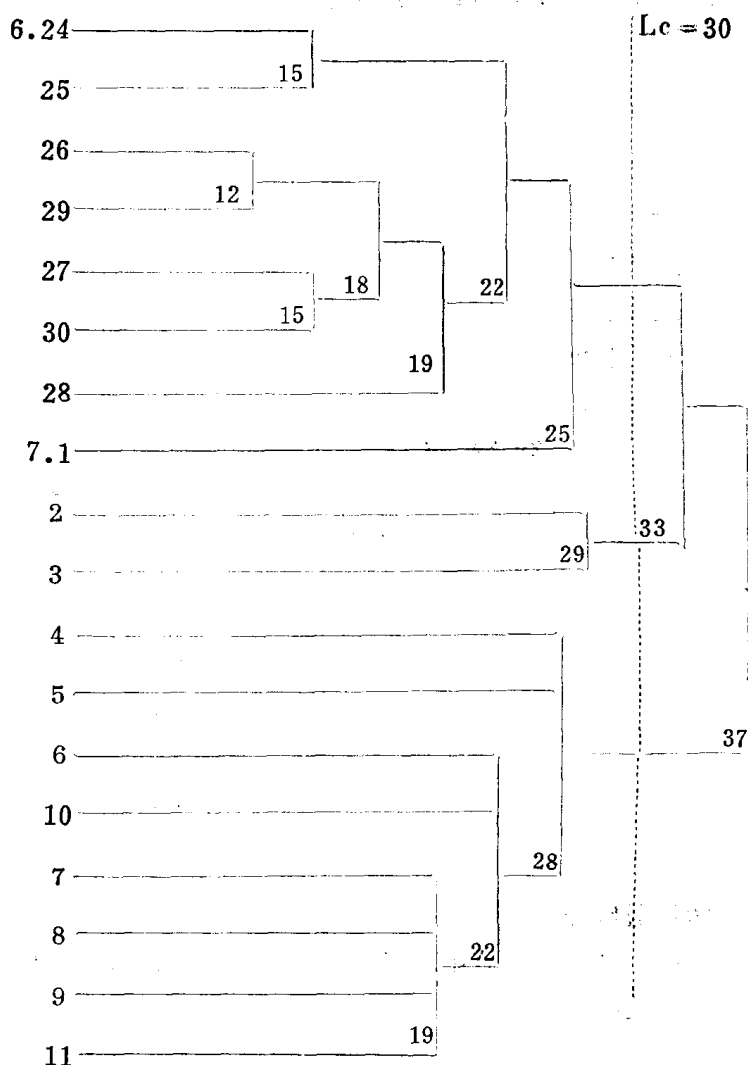
24 ——— 15 ——— 25



比15大的距离数是18,即把26日和27日连为一组,但26日和29日已连为一组,27日和30日又是一组,故将这两组并为一组:



这样从小到大逐个挑选,最后得套框图:



若取分类临界值为30,则可将1967年初夏阶段的08时500mb形势场分为三类: 6月24日到7月1日, 7月2日到3日, 4日到11日。

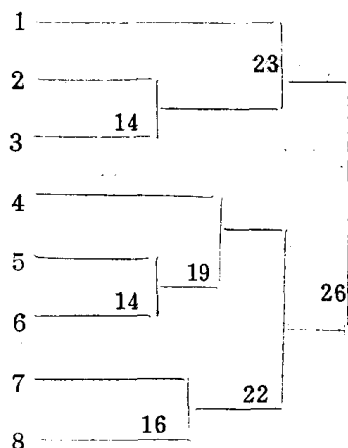
3. 选取典型样本代替平均样本

对于历年初夏阶段,均可按上述步骤把历年分成若干小类,1960年至1974年的初夏,共

分成65小类。为了将65小类归并为几大类，必须计算各小类的平均样本，从而组成65个新样本，再用绝对值距离分类。但是，平均样本会使主要形势特征平滑化，为此，我们选用典型样本代替平均样本，典型样本的选取依据下述原则：

(1) 在某一小类中选取距离最小的样本对为典型样本，用典型样本的平均值代替平均样本。如1967年第一小类用26日和29日的平均值为平均样本，第三小类用7、8、9、11日四天的平均值为平均样本，第二小类用2日和3日的平均值为平均样本。

(2) 在某一小类中，如果距离最小的样本不止一对，则选取聚类得多的那个样本对为典型样本，例：



样本1—8是已分好的一小类，样本对2和3，5和6的距离都是14，但前者只聚类了样本1，而后者却聚类了样本4、7、8，所以就选用样本对5和6为这一小类的典型样本。

4. 初夏阶段500mb形势场的最终分类

计算65个新样本之间的绝对值距离，可得到 $\frac{65 \times (65 - 1)}{2} = 2080$ 个距离值，排成上三角阵，并建立套框图，可将65个新样本分成五类。五类形势场十三个站点的平均高度（单位为位势十米）见表1—1：

表1—1

站 名		乌鲁木齐	酒泉	北京	格尔木	兰州	郑州	拉萨	成都	汉口	上海	贵阳	赣州	福州
代 号		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
各类平均高度	I	575	80	81	83	82	84	86	83	87	86	88	91	90
	II	77	79	74	81	80	79	83	81	82	83	83	86	87
	III	74	76	78	80	79	81	83	82	84	84	85	88	88
	IV	75	75	77	79	78	79	82	80	82	82	82	84	84
	V	74	79	75	82	78	75	82	81	79	78	83	84	84

按各类的平均样本，填绘简易图（图略），可以看出，它们虽然都属于梅雨期的形势

場，但各类形势特征还是有显著差异的：

(1)第一类是副高势力较强的强副高类，赣州和福州的高度 ≥ 590 位势十米， $100-105^{\circ}\text{E}$ 为低槽区。

(2)第二类和第三类均属弱副高类，赣州和福州的高度 ≤ 588 位势十米，而第二类和第三类的形势差异在于：第二类的西风槽在北京、郑州、成都一线，呈切变形式，而第三类的低槽区在 $100-105^{\circ}\text{E}$ 。

(3)第四类和第五类副高位置更偏南(赣州和福州的高度只有584位势十米)，西风带起主导作用。这两类的差别在于：第四类 $100-105^{\circ}\text{E}$ 为低槽区，而第五类则是明显的西高东低型。

5. 新样本的归类

当获得新样本后，要判断该样本属于何类，则需计算该样本与五类平均样本的绝对值距离，把该样本归入与之距离最小的那一类。

例如给出1979年6月25日十三个站点的高度，计算与五类平均样本各对应站点的高度差的绝对值及绝对值距离L(见表1—2)：

表1—2

站 点 代 号		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	
1979.6.25实况		79	79	63	85	80	77	85	84	82	84	87	89	91	L
与 五 类 平 均 样 本 距 离	I	4	1	18	2	2	7	1	1	5	2	1	2	1	47
	II	2	0	11	4	0	2	2	3	0	1	4	3	4	36
	III	5	3	15	5	1	4	2	2	2	0	2	1	3	45
	IV	4	4	14	6	2	2	3	4	0	2	5	5	7	58
	V	5	0	12	3	2	2	3	3	3	6	4	5	7	55

显见，1979年6月25日与第二类的距离最小，则该日的形势场属第二类。

6. 建立分类预报工具

在形势分类的背景条件下，可以进一步根据预报对象的不同，以本站气象要素资料和指标站资料为依据，分别建立分类预报工具，以解决实际预报问题。

譬如，我们用训练迭代法、计量法、逐步回归、逐步判别等方法，以各类别后期的降水量级或气温为预报对象，制作短期预报工具。由于在时空尺度上考虑气候背景(天气阶段)和空间背景(形势分类)，在因子选取上考虑了形势因子、单站因子和物理因子，且采用了两段筛选因子(初选和精选)的方法，因而取得了较好的预报效果。

实践证明，利用简易实况图做形势场的客观分类，既能发挥天气图在县站预报中的作用，又为单站资料提供了具有天气学意义的背景条件，增加了单站资料的生命力，使图、资在深度和广度上得到进一步的结合。由于县站受计算条件的限制，只能用简易实况图做分类工作，而且计算量较大，因此，也可以直接应用大台形势分类的结果，一方面可以减少县站的工作量，另一方面也促进了台站之间的结合。

近年来，县站逐渐配备了传真机，我们可以获得实况图、预报图、物理量场图、云分析图等范围更大、时效更长、内容十分丰富的天气图资料，这对扩大视野、增加信息、开拓思路是十分有效的，通过实践，不断总结，必将对县站预报发挥更大的作用。

(三) 利用要素序列, 分析影响系统, 建立时空联系

单站观测得的要素值是瞬时的, 某一要素的若干等时距的瞬时值, 可以组成某要素的时间序列, 该要素的时间序列体现了影响系统在空间的分布, 因此, 可以用单站要素随时间的变化来判断影响系统的水平结构, 使静态资料具有动态特征。对于大型天气过程而言, 其间的对应关系应该是确定性的。利用要素随时间的演变规律, 反推影响系统的空间分布, 这对于充分挖掘单站气象资料的潜力是一种行之有效的办法, 现以台风为例说明。

台风是一个大型天气过程, 正面袭击我地的台风有四条主要路径。若台风中心从测站东部北上, 则本站风向为有规律的北风逆转 ($NE \rightarrow N \rightarrow NW$); 若从测站西部北上, 则风向为有规律的南风顺转 ($SE \rightarrow S \rightarrow SW$); 若台风中心从测站北部西行, 则风向为有规律的西风逆转 ($NW \rightarrow W \rightarrow SW$); 若台风中心从测站南部西行, 则风向为有规律的东风顺转 ($NE \rightarrow E \rightarrow SE$)。不论在那一种路径下, 本站气压的变化总是随着台风中心向测站逼近而迅速下降, 又随着台风中心远离测站而迅速回升。当台风中心与测站距离最近时, 则出现气压的极低值。因此, 可以根据本站的风向变化和气压的变化来判断测站与影响系统的相对位置, 根据影响系统的移动方向和移动速度来预测未来的影响趋势。

另外, 从台风的一般结构可知, 台风眼的外围是台风的强风雨区, 再外围则是台风的外围风雨区。台风的这种模式在单站要素上也应该有相似的反映。

我们取1000mb作为台风的边缘特征值, 则本站气压稳定在1000mb以下的时间间隔就是台风水平范围的时间长度。与之相对应, 取台风过程降水起止时间的间隔为台风降水区的时间长度, 取大风起止时间的间隔为台风大风区的时间长度。若取台风中心前部气压剧降的起始时刻作为台风强涡旋区的前部边缘, 取台风中心后部气压剧升的结束时刻作为台风强涡旋区的后部边缘, 二者的时间间隔则为台风强涡旋区的时间长度。与之相对应, 取降水量猛增的开始时间与结束时间的间隔作为强降水区的时间长度, 取风速猛增的开始时间与结束时间的间隔作为强风区的时间长度。根据台风中心的移动速度, 可以计算出与上述各时间长度相应的水平范围。为了了解台风在移动方向两侧水平分布的不均匀性, 取西进台风南、北两侧的若干站点, 取北上台风东、西两侧的若干站点, 做单站要素的对比分析, 则可得出在一定范围内台风的水平结构。这对于了解台风的偏心特征、风雨分布的不对称性, 以及利用上游站的实况做跟踪预报, 都是有意义的。下面以7708号台风的分析为例。

1. 本站要素变化

7708号台风9月10日开始影响本站。10日13时降水开始, 11日17时降水结束, 历时29小时, 台风过程总降水量104.7毫米。11日10—15时, 降水强度最大, 5小时降水77.2毫米, 占过程总量的73.7%, 其中1小时最大降水量31.6毫米。

10分钟平均风速稳定大于8米/秒从10日12时开始, 持续到11日21时, 共计34个时次。11日11—16时风速猛增, 6个时次内风速都在14.5米/秒以上, 其中10分钟平均最大风速20.5米/秒, 最大阵风为27米/秒。从10日12时至11日13时, 风向维持NNW达26个时次, 从11日14时到大风结束的21时, 风向沿 $N \rightarrow NE \rightarrow E \rightarrow ESE \rightarrow SE$ 方位迅速顺转。

本站气压从10日15时开始降到1000毫巴以下, 11日21时回升到1000毫巴以上, 低于1000毫巴的时间长度为30小时, 11日16时本站气压达最低值, 从1000毫巴降至最低值历时25小时, 从最低值回升到1000毫巴历时5小时, 从11日10时至16时气压猛降, 6小时下降11.2毫

巴，下降速率为1.9毫巴/小时，16时至20时气压猛升，4小时上升17.2毫巴，上升速率为4.3毫巴/小时。

若把本站出现最低气压的时间视为台风中心经过本站所在经度的时间（因为台风是西行的），气压剧变时段表示台风中心附近的气压场分布；气压低于1000毫巴的持续时间视为台风的范围；强风和强降水的影响时段作为台风强风雨区的范围；大风和降水的起止时段作为台风外围风雨区的范围；用上游测站出现最低气压与本站出现最低气压的时间间隔来推算台风的移动速度，则可得到7708号台风地面要素随时间的分布。

常熟站在无锡站以东，两站纬度相近，同处于台风中心的北侧，两站出现最低气压的时间间隔为3小时，两地相距40公里，在这个范围内，台风中心的平均移动为13.3公里/小时。

台风地面要素分布特征见表1—3

表1—3

台风地面要素分布特征	台 风 前 部		台 风 后 部	
	时 间 长 度 (小时)	相当空间范围 (公里)	时 间 长 度 (小时)	相当空间范围 (公里)
气压剧变区（台风主体）	6	79.8	4	53.2
台风范围	19	252.7	1	13.3
强风区（台风大风区）	6	79.8	—	—
外围大风区	23	305.2	5	66.5
强降水区（台风大雨区）	5	66.5	—	—
外围降水区	22	292.6	1	13.3

可以看出，7708号台风是后偏心的，台风中心的前半径与后半半径之比为5:1(25:5)，强风区和强降水区都集中在台风中心的前部。

这里我们使用的单站资料是以1小时为时间步长，这在实际工作中还是方便的。为了使台风中心移动速度的推算更精确些，可以从常熟站和无锡站的气压自记纸上选取最低气压值，经时差订正后，确定其间的时间间隔。这个台风的中心没有通过测站，没有看到台风眼的特征，但在出现最低气压的前后，气温自记曲线有短时间的反常变化。

2. 对比分析

7708号台风的后偏心特征，在台风移动过程中有没有发生变化？它南北两侧的天气有没有差异？为了弄清上述问题，我们选取最接近台风中心两侧四个站点（南侧的太仓、苏州，北侧的常熟，无锡）进行对比分析。

仍用气压剧变、强风和强降水三个要素表示台风主体的特征，各站的起止时间、持续长度、强度大小等项目列于表1—4。

可以看出：

（1）气压剧变、强风、强降水三个要素的持续时间，四个站几乎是相同的；这表明，在这段时间内，台风的主体结构是比较稳定的。在台风后部，北侧无强风区，南侧仍有小范围的强风区，这表明在强风区的分布上，南北两侧是有差异的。

（2）处于台风南北两侧的气压剧变是有差异的。用气压变率差（台风后部的平均变压力量减台风前部的平均变压力量）表示，北侧为6.2，南侧为4.4—4.8，北侧比南侧变化更激烈。这表明北侧的气压梯度大，不稳定程度比南侧更严重，因而北侧的大风强度和降水强度都比

表1—4

相 对 台 风 位 置			南 侧		北 侧	
站	名		太 仓	苏 州	常 熟	无 锡
气 压 剧 变	出现时间 (时)		7—18	10—20	9—19	10—20
	持续长度 (小时)		11	10	10	10
	变化强度 (毫巴/小时)	台风前部 台风后部	-1.6 +2.8	-1.2 +3.6	-2.7 +3.5	-1.9 +4.3
强 风	出现时间 (时)	台风前部 台风后部	5—10 14	8—13 17—18	8—12 —	11—16 —
	持续时次 (小时)	台风前部 台风后部	6 1	6 2	5 —	6 —
	十分钟平均 风速 (米/秒)	平均 最大	>12.0 19.4	>13.0 15.0	>15.5 18.6	≥14.5 15.6
强 降 水	出现时间 (时)		4—9	8—13	7—12	10—15
	持续长度 (小时)		5	5	5	5
	降水强度	毫米/小时 总量 (毫米)	≥6.5 45.7	>4.0 31.2	≥9.5 74.8	>8.5 77.2

南侧为大。

(3) 台风前部的气压下降率小, 后部的气压上升率大。在台风的南北两侧, 随着台风的西进, 台风前部的气压下降率均小于台风后部的气压上升率。这可能与台风的迅速填塞有关。

(4) 在台风南北两侧, 上游站与下游站出现强风和强降水的时间间隔又几乎是相等的, 因此, 利用上游站的实况, 根据台风的移向和移速, 来外推下游站的强风和强降水的起止时间是可能的。这虽然只能赢得几个小时的预报时效, 但对重大灾害性天气而言, 这种短时效的信息, 对做好服务是有实际价值的。

对于台风的外围特征, 仍用单站气压小于1000毫巴的持续时间, 降水起止的时间间隔, 风速稳定大于8米/秒的持续时间来表示 (见表1—5)。

表1—5

站 名	气压<1000毫巴		降 水			风速>8米/秒	
	起止时间 (日·时)	长 度 (小时)	起止时间 (日·时)	长 度 (小时)	过程总量 (毫米)	起止时间 (日·时)	时 次 (小时)
太仓	10.12—11.18	30	10.9—11.21	36	108.5	10.9—11.19	35
苏州	10.14—11.20	30	10.11—11.21	34	80.9	10.9—11.21	37
常熟	10.14—11.20	30	10.11—11.12	25	134.9	10.8—11.21	38
无锡	10.15—11.21	30	10.12—11.17	29	104.7	10.12—11.21	34

可以看出,各地气压小于1000毫巴的持续时间都是30小时,这表示台风在移动过程中,南北两侧的水平范围没有什么变化。降水的开始时间都在台风外围之前两小时,南侧的降水持续时间要比北侧长,台风中心西进后,北侧降水很快停止,而南侧还持续了6—10小时,但南侧的过程总量比北侧要小,而且随着台风的西移,总量是减少的。大风开始时间都在降水开始之前,各地持续时间差别不大。

通过以上分析,可选择无锡和苏州分别代表台风北侧和南侧的情况,根据单站要素实况,以气压剧变、强风、强降水表示台风主体,以气压小于1000毫巴、大风、降水表示台风外围,则可得到台风地面时间分布示意图(图略)。

3. 一点看法

1977年第8号台风是一次路径异常的强台风,对我地造成的影响是严重的。台风影响程度的预报,通常是建立在台风路径预报的基础上,而异常路径的预报则是很困难的。作为县站,可以充分应用单站气象要素随时间的演变,来判定影响系统的水平结构,从而找出上下游测站要素演变和影响情况的规律,利用上游测站的实况,通过协作联防,不断地监视、跟踪,逐时地加以订正。对于测站较密、地形差异不显著的有限地区,要素的演变具有相对的稳定性,因而跟踪预报也具有一定的可靠性。

7708号台风地面要素随时间分布的分析表明:在一定的空间尺度内,大型天气过程本身的气压场分布是稳定少变的,它所产生的天气则随着系统的移动而渐变。与气压场相应的天气分布是有规律的,但它的分布又往往是不均匀的。利用小尺度的时间步长来刻画较大尺度的天气系统,能够比较真实地描述天气系统渐变的动态特征。

(四) 分析气候背景, 确定天气阶段, 建立预报程序

大气环流演变的若干事实,说明了大气环流的准稳定性和大气环流的季节性转换,从大气质点的连续性和三度空间的一致性出发,可以认为,单站压、温、湿诸要素是大气状况的综合表征,而单站多年逐日压、温、湿平均值的变化特点,可以看作是当地及气候类型相同的区域中大气环流平均演变情况的反映。因此,利用单站气象资料可以划分出若干气候背景时段,各气候背景时段中压、温、湿的配置特征,则是某特定的环流特征在气象要素上的具体体现。所以,利用单站多要素分析气候背景,比仅用某一要素场(如常用的温度场)较能全面地反映大气演变的内在规律。

1. 三要素曲线演变的一般性状

取时间为横座标(以1天为时距),要素值为纵座标(等单位递增。气温和绝对湿度取等值座标,气压取与之等距离的座标),制作多年日平均压($\bar{P}$)、温($\bar{T}$)、湿($\bar{e}$)曲线图。其一般性状是: $\bar{P}$ 、 $\bar{T}$ 、 $\bar{e}$ 三曲线的年变程,均呈似正弦曲线形态, $\bar{T}$ 、 $\bar{e}$ 曲线同位相变化, $\bar{P}$ 曲线与之相反。在曲线总体的升降趋势中,有相对的稳定变化时段和猛升、猛降的突变时段。

表(1—6)列出了 $\bar{P}$ 、 $\bar{T}$ 、 $\bar{e}$ 的极值、出现时间、变化幅度、时间间隔等特征量。

可以看出:

(1) $\bar{P}$ 、 $\bar{T}$ 曲线变化的半波长约半年,说明 $\bar{P}$ 、 $\bar{T}$ 的平均变化率是稳定的。而 $\bar{e}_m$ 到 $\bar{e}_M$

表1-6

要素	$\bar{P}$ (mb)		$\bar{T}$ (°C)		$\bar{e}$ (mb)	
	极大值 $\bar{P}_m$	极小值 $\bar{P}_m$	极小值 $\bar{T}_m$	极大值 $\bar{T}_m$	极小值 $\bar{e}_m$	极大值 $\bar{e}_m$
数值	1028.7	1001.8	1.5	29.5	4.9	33.3
出现日期 (月·日)	1.5	7.7	1.16	7.19	1.5	7.23
变化幅度	26.9		28.0		28.4	
时间间隔 (天)	184		185		200	

的平均变化率比 $\bar{e}_m$ 到 $\bar{e}_m$ 要小。计算可得： $\bar{P}$ 的下降率为0.146mb/天，上升率为0.148mb/天； $\bar{T}$ 的上升率为0.151°C/天，下降率为0.155°C/天； $\bar{e}$ 的上升率为0.142mb/天，下降率为0.171mb/天。

(2) 三要素两极值之差为26.9—28.4单位，变化幅度是很相近的。因此，计算某时段内三要素的总体变化量，就可以比较出各要素在该时段内的稳定程度。

2. 几个特殊性状的分析

(1) 稳定值分析。

在 $\bar{P}$ 、 $\bar{T}$ 、 $\bar{e}$ 曲线的演变过程中，三要素各有两段相对稳定区：稳定高值区和稳定低值区。稳定高（低）值区，其间每天的要素值都在某数值之上（下），它们的数值要求、出现时间、持续长度列于表1—7：

表1-7

要素配置	高压 低温 低湿			低压 高温 高湿		
要素特征	$\bar{P}$ 高值	$\bar{T}$ 低值	$\bar{e}$ 低值	$\bar{P}$ 低值	$\bar{T}$ 高值	$\bar{e}$ 高值
数值要求	≥ 1024.7	≤ 4.1	≤ 6.5	≤ 1006.5	≥ 27.8	≥ 31.3
起止时间	12.24	12.24	12.25	6.7	7.12	7.10
(月·日)	2.12	2.13	2.12	8.23	8.18	8.18
持续天数	51	52	50	78	38	40
一致时段 (月·日)	12.25—2.12			7.12—8.18		

单站要素值的稳定性，反映了稳定的环流形势背景。在冬季，稳定的高压、低温、低湿表示单一冷气团控制，是严冬的标志；在夏季，稳定的低压、高温、高湿表示单一暖气团控制，是盛夏的标志。因此，上述三要素稳定值的一致时段，就是特定的气候背景时段。从表中还可看出，高压、低温、低湿的起止时间和持续长度都十分相近，而低压和高温、高湿的持续长度差异较大。也就是说，严冬季节的单站三要素特征基本上是同时效的，而盛夏季节，高温特征更具代表性。

(2) 突变过程分析。

在 $\bar{P}$ 、 $\bar{T}$ 、 $\bar{e}$ 的稳定高、低值之后，其曲线变化表现为下降趋势和上升趋势。虽然曲线是多年的平均变化情况，但在升降趋势中却存在着明显的突变现象，这是要素由量变到质变的一种表现形式。为了表示这种过渡，在上升趋势中，要求曲线连升，且要素值有明显的上升量。同样，在下降趋势中，要求曲线连降，且要素值有明显的下降量。这种升降量用累计变化量表示。 $\bar{P}$ 的累计变化量的临界值取3.0mb， $\bar{T}$ 取2.5℃， $\bar{e}$ 取2.5mb。若三要素同时发生突变现象的时段称为突变时段，取相连的突变时段为一次突变过程，则三要素各有十一次突变现象，四次突变时段，两次突变过程。两次突变过程的时间是3月25日—4月14日和11月8日—11月22日。

(3) $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 曲线相对位置的变化。

由于 $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 取等值坐标，所以 $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 相对位置的变化就表示了 $\bar{e}$ 减 $\bar{T}$ 的符号变化。 $\bar{e}$ 减 $\bar{T}$ 是单站常用的复合因子，它表示了气团的温湿特性。 $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 曲线相对位置可分为三种情况： $\bar{e} - \bar{T} > 0$ ； $\bar{e} - \bar{T} < 0$ ； $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 交叉。它们变化的情况见表1—8：

表1—8

$\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 相对位置	$\bar{e} - \bar{T} > 0$	$\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 交叉	$\bar{e} - \bar{T} < 0$
出现时间	11.30—3.16	3.17—3.30	3.31—6.11
(月·日)	6.12—9.14	9.15—10.1	10.2—11.20
		11.21—11.29	

可以看出， $\bar{e}$ 减 $\bar{T}$ 的符号，在不同时段内，其基本特性是不相同的。在全年的变化过程中，有两段时间 $\bar{e}$ 值稳定大于 $\bar{T}$ 值，有两段时间 $\bar{e}$ 值稳定小于 $\bar{T}$ 值，有三段时间 $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 交叉。这种 $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 交叉的情况，从另一个角度上反映了气候背景的转变特征。

3. 气候背景时段的划分。

通过要素稳定值，突变过程， $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 相对位置变化等三个特殊性状的分析，把表示背景转换的突变过程和 $\bar{e}$ 、 $\bar{T}$ 交叉加以组合，就可把我站全年分为11个气候背景时段。各气候背景时段的起止时间、长度和压、温、湿的平均值、湿温差值、背景名称等均列于表(1—9)。若考虑气候背景时段的温湿特征，则可将11个气候背景时段归纳为冬、春、夏、秋四季，相应地可有四季的平均起止日期和长度。(列于表1—9的最后两行)

4. 历年气候背景时段的确定

在气候分析中，逐年气候背景时段的确定是很重要的。为此，我们以气候背景分析的结果为依据，首先确定冬季和夏季的起止日期，从而就可以确定春季和秋季；再根据严冬和盛夏的特殊性状，确定严冬和盛夏的起止日期，从而就可以确定前冬、后冬和初夏、后夏；在春季时段内，确定了春的开始日期，就可以确定冬春过渡；在秋季时段内，确定了秋的起止日期，就可以确定夏秋过渡和秋冬过渡。

前面已经提到，考虑四季的温湿特性， $\bar{e} - \bar{T} > 0$ 是冬季和夏季的特征，而 $\bar{e} - \bar{T} < 0$ 则是春季和秋季的特征。逐年资料的分析表明，这个特征也同样是显著的。因此，先分析历年逐日 $\bar{e}$ 减 $\bar{T}$ 的符号，将连续7天以上的同号作为一次同号过程。在冬季，以 $\bar{e} - \bar{T} > 0$ 的第一个同号过程的开始日期作为冬季的始日，以最后一个同号过程的结束日期作为冬季的终日。