



暴雨预报因子的分析及应用

章正英

(河北保定地区气象台)

为了提高县站暴雨预报水平，我们对暴雨的预报因子进行了统计分析，采用了高空与地面、指标站与本站要素相结合，天气形势背景与本地特征变化相结合的办法。

预报实践表明，我区暴雨大多产生在高空槽前，河套有降温，地面为东高西低形势，本站湿度大的条件下。本文用1958—1977年7—8月的资料，对上述四个方面的预报因子和次日暴雨的关系逐个进行了统计分析。

一、五台山的风与暴雨

统计资料表明：五台山吹偏南风表示我区处于高空槽前，是降水前的预兆；偏北风则表示处于高空脊前，是晴天或雨后转晴的指标。从表1可见，在本地45次暴雨中，有40次五台山吹偏南风。而五台山吹西北风时，本地出现大一暴雨的仅占10%。

表1 五台山14时风与24小时降水的关系

五台山风 雨量级	E-SE	S-SW	W	NW-NE	合计(次)
无雨(微量)	200	267	55	342	864
小一中雨	55	97	21	79	252
大雨	26	20	4	9	59
暴雨	25	15	1	4	45
合计	306	399	81	434	1,220
有雨机率%	35	33	32	21	29
暴雨概率率%	56	33	2	9	100

1. 五台山偏南风与晴雨的关系

五台山吹偏南风，次日本站出现大一暴雨的具体指标是：700毫巴银川 $\Delta T_{24} \leq -1^{\circ}\text{C}$ ，锦州—太原 $P_{24} \geq 2$ 毫巴，本站 $e_{14} \geq 25$ 毫巴。偏南风中还有西南风与东南风之别：吹东南风时雨大、次数少；吹西南风时雨小、次数多。

从统计中可以看到，五台山吹东南风时，大一暴雨的次数占大一暴雨总数的50%。从天气系统上看，五台山吹东南风，我区一般是处于西南涡东北移动，横切变北上，台风倒槽北伸，副高北上后部影响以及河套小高压东移入海等几种天气系统影响下。另外，低空东南风，能从太平洋上带来大量的水汽。而且东南风与东北—西南走向的太行山相垂直，有利于爬坡、辐合抬升作用加剧，对形成大一暴雨是一个极有利的条件。据统计，在五台山东南风由小增大，或达到8米/秒以上时，出现暴雨的机会最多。

五台山吹西南风虽然暴雨少些，但只要一天内均

吹西南风，而且湿度大($e_{14} \geq 28$ 毫巴)，气温高($T_G 31-35^{\circ}\text{C}$)，气压中常(P_{14} 在1000—1005毫巴之间)，同样有大一暴雨(20/22)。如果东南风转西南风，或西北风转西南风，则产生暴雨的机率是很小的。

五台山吹偏南风，以后也有很多是不下雨的。这方面有三种情况：一是河套无明显冷空气侵入，二是地面为西高东低的气压形势，三是本站湿度小。有时连吹几天偏南风而无雨，主要是河套西部为暖性低压控制，范围较大，在新疆又无明显的冷空气侵入。有时副高西伸至河套稳定少动。

2. 五台山吹西北风与晴雨的关系

西北风下大一暴雨仅占10%，其原因是：7月上旬，东蒙冷涡较活跃，经常在涡后有小股冷空气南下，地面配合冷锋过境，或副冷锋南压，产生雷阵雨天气。有时处于低涡的南部，小波动频繁东传，小槽过境，也易生雨，但雨量不大。据统计，南转北风基本无雨，西北风增大而且 $\Delta T_{G24} \leq -3^{\circ}\text{C}$ 下小一中雨。西北风减小，温湿度无明显下降，则易生雨。在一般情况下，五台山吹西北风，本站要素表现为升压、降温，湿度减小。如出现反常，则易产生大一暴雨。因此西北风下雨的条件是：本区处于东蒙低涡的南部，东高西低的地势形势，本站要素为降压升湿。

3. 五台山的西风在降水预报中的作用

西风是700毫巴纬向环流明显、气流平直的反映，也是南北气流交替转换中的一种过渡风向。它出现的时间短，次数少，而次日降水以小一中雨为主。夏季在西南潮湿气流盛行的时候，西风不是产生较大降水的指标，但也不能作为雨后转晴的依据。据统计，在前一天已有雨的情况下，如五台山吹西风，次日下小雨的机率为70%左右。可见西风在暴雨预报中不是一个有利因素。因此，在作预报时，要注意五台山的风与天气形势和其他因子的配合，才能提高其使用效果。

二、地面东高西低气压形势与暴雨

农谚说“东北风，雨祖宗”。统计表明，凡是出现由于地面东高西低气压形势造成的东北风，本地的降水可能性为59%。根据县站的现有条件和需要，采用锦州减太原气压差来表示东高西低的气压形势。现统计如表2。由表2可见：

1. 当锦—太 $P_{14} \geq 0$ 时，降水机率为42%，其中暴雨和大一暴雨的概率分别为89%与88%。尤其是当锦—太 P_{14} 在2—5毫巴之间时，不管是暴雨还是一般降水，出现的可能性都是最大的。这种情况常常是河套倒槽(有时内有锢囚锋)或气旋东北移的征兆。

2. 暴雨的多少、降水机率的大小与锦州和太原间

表 2 锦 - 太 P_{14} 与 24 小时降水的关系

雨量级 \ 锦 - 太 P_{14}	< -5 毫巴	-2—-5 毫巴	0—-2 毫巴	0—2 毫巴	2—5 毫巴	>5 毫巴	合计
无雨(微量)	59	164	254	217	140	30	864
小一中雨	7	25	27	96	86	11	252
大雨	0	2	6	19	23	9	59
暴雨	0	1	4	9	24	7	45
合计	66	192	291	341	273	57	1,220
有雨机率%	10	15	13	36	49	47	29
暴雨概率率%	0	2	9	20	53	16	100

气压差值的大小有关。但在锦 - 太 $P_{14} > 5$ 毫巴时，下大一暴雨的机率反而比锦 - 太 $P_{14} < -5$ 毫巴时要小得多。只有当 08 时 700 毫巴北京的高度在 310—313 位势什米之间，本站 14 时 $\Delta e_{24} \geq 1$ 毫巴的情况下才能下大一暴雨 (14/16)。反之，北京高度 ≤ 308 , $\Delta e_{24} < -2$ 毫巴时就无降水 (29/31)。东高西低的气压形势下不下雨，一般出现在无高空槽过境，河套升温，地面湿度小，气温特高等情况下，预报时应予以注意。

3. 当锦 - 太 P_{14} 出现负值时，降水机率仅 13%，暴雨有 5 次，占 11%。尤其是当锦 - 太 $P_{14} < -5$ 毫巴时，基本无雨。这是因为河套出现高压，不利于降水的缘故。这种形势在春季经常出现。在夏季即使出现降水，因为它是受东北低压内南伸的冷锋过境影响，所以也是以阵性降水为主。较大的降水是与高空横槽南压、冷涡影响相联系的。如 8 月份当锦 - 太 $P_{14} < -2$ 毫巴的情况下需高空温差加大，地面增温，二连 700 毫巴降温 ($\Delta T_{24} \leq 0^{\circ}\text{C}$)，五台山增温 ($\Delta T_{24} \geq 2^{\circ}\text{C}$)，本站 $T_G \geq 32^{\circ}\text{C}$ 时才有中一大雨。

三、河套降温与暴雨

限于资料和时间，只用银川 700 毫巴 08 时的 T 、 ΔT_{24} 作为降温的标志，并统计了这两个因子与 24 小时降水的关系。

1. 银川 $T \geq 7^{\circ}\text{C}$ 、 $\Delta T_{24} \leq 0^{\circ}\text{C}$ 时，最有利于暴雨的产生，概括了全部暴雨的 80%。随着气温的升高，出现暴雨的可能性就逐渐减少。当银川 $\Delta T_{24} \geq 3^{\circ}\text{C}$ 时，基本上无大一暴雨。有时降温不下雨，主要是由于降温范围小，无后续冷空气侵入，很快变性回暖，或东部副高增强阻塞，促使冷空气无法东移等。从统计中发现：当银川 $\Delta T_{24} \leq -5^{\circ}\text{C}$ 时，降温很强，但要下大一暴雨，必须具备以下两个条件：一是河套东部增温 (五台山 $T_{14} + \Delta T_{24} \geq 13^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{24} \geq 0^{\circ}\text{C}$)，二是本站湿度大 ($e_{14} \geq 24$ 毫巴)。相反，如河套东部降温，即使银川降温很多，也不易生雨。

2. 当银川 $T \leq 6^{\circ}\text{C}$ 时，基本上无大一暴雨。可见在出现较大降水之前，河套的高空气温有一个明显的回暖过程，而后降温。银川气温高低，要结合季节分别考虑。据统计，银川 $T \leq 6^{\circ}\text{C}$ 在 7 月共 17 次，占 20%，大多有小雨；而 8 月则占 80% (尤其是下旬为多)，却大部无雨。这是季节性的降温，不能把它当作降水的指标。

四、本站绝对湿度与暴雨

我们统计了 e_{14} 、 Δe_{24} 与 24 小时降水的关系，分析归纳了以下几点：

1. 本站 e_{14} 在 25—35 毫巴是产生暴雨的集中范围，占 87%； $e_{14} \geq 35$ 毫巴时降水机率最高，达 97%，但暴雨次数反而明显减少。如 $e_{14} \geq 35$ 毫巴时，人们感到很闷热的情况，共出现 33 次，次日大部为小一中雨，只有当高空出现东高西低的高度场 (700 毫巴 08 时沈阳 - 银川 $H \geq 1$ 位势什米)，而且有银川降温和相配合，才有大一暴雨 (9/9)。另外也有不少湿度较大而无降水的情况。通过普查，大致有以下三种原因：①副高控制华北不东撤；②河套暖低压前部控制，而西部无冷空气侵入；③是因为降雨而产生的高湿。因此，必须作具体分析。

2. $e_{14} \leq 20$ 毫巴时，无暴雨，降水仅占 13%，而且都集中在 $e_{14} 16—20$ 毫巴之间；如 $e_{14} \leq 16$ 毫巴，则无雨。在湿度小的情况下有雨，也是各月情况不同的。如 7 月具有热生雨的特点，即当 $e_{14} 16—20$ 毫巴，且 $T_G \geq 35^{\circ}\text{C}$ ，锦 - 太 $P_{14} \geq 0$ 时，有中一大雨 (10/10)。在 8 月则有冷生雨的特点，而且大部是雨后继续有雨。具体指标是当 e_{14} 在 16—20 毫巴时，要 $T_G \leq 28^{\circ}\text{C}$ ，锦 - 太 $P_{14} \geq 0$ ，则有小一中雨 (9/9)，否则无雨。

3. $\Delta e_{24} \geq 0$ 时暴雨占 75%，而暴雨出现最大的可能性在 $\Delta e_{24} 0—5$ 毫巴之间。如湿度增加得太多时，暴雨出现的次数反而减少。

通过以上对有利于产生暴雨的四个因子，逐个进行统计分析和研究，了解了对某个因子的两极变化与降水的关系，即在极易下雨的要素范围内找出没有降水的因素和指标。在极不利于降水的情况下，找出可能下雨的因素和指标。

通过单因子的分析，看到因子之间的关系是很密切的。一场降水的产生，是多个因子共同作用的结果。把这些有利因素进行组合，将会提高暴雨预报的效果。

我们首先运用简单编码组合，找出定性、定量指标。然后用五台山的风和 700 毫巴指标站的高度等因子区分降水强度。编码组合概括了全部降水，可以逐日使用，对预报一般降水还是可取的。但是组合中没有突出体现对暴雨反映最灵敏的因子的作用。因而影响了暴雨的预报效果。

为了突出解决大一暴雨的预报，克服编码组合中的缺陷，我们把对暴雨关系最好的五台山的风作为主要依据，把东高西低形势 (锦 - 太 $P_{14} \geq 0$) 作为辅助条件。归纳成五台山东南风、西南风、西北风、西风等四大类。然后根据各类风向的演变特征再下设几个副型，这样把暴雨突出出来，而且特征明显，易于综合。

利用特征组合的形式，明显地提高了暴雨预报的效果。据 1978—1979 年验证预报大一暴雨 10 次，平均得分 78 分，没有漏报。

如果把特征组合与编码组合两种方法结合使用，将进一步提高暴雨预报和一般降水预报的效果。