

试谈天气预报因子的物理意义

叶 榕 生

有许多天气预报因子，由于现阶段水平和条件限制，还很难说清楚它的物理意义，尤其是长期预报中的因子，更为困难。所以，只能以多年应用效果良好，作为衡量的标准。但是，我们也还要努力探讨它的物理意义，这对于提高预报水平是极有好处的。下面我们通过对“ $e-T$ ”进行物理分析，来说明探讨预报因子物理意义的重要性。

要应用“ $e-T$ ”这个物理量，必须作以下几个方面的分析工作：

1. 了解 $e-T > 0$ 的物理成因：

$e-T > 0$ 是降水前或降水继续的前兆， $e-T$ 越大，可靠性越大，这是一般性的经验。但也有许多情况不符合这个规律，要认识这个问题，必须再对造成 $e-T > 0$ 的物理成因进行分析。

(1) 出现雾现象。在雾天条件下，空气中相对湿度常保持在 100% 附近， $r = 100\%$ 与 $e-T$ 物理量之间的关系，可从 T 、 e 坐标图上看出，在 $r = 100\%$

的所有点， $e-T$ 都大于零，这是因为对过冷却水面最大水汽张力，遵守以下对数方程：

$$\lg E = 5.3208 - (A - bx + mx^2 - nx^3 + sx^4) \frac{Q - T}{T}$$

$$\text{式中: } x = \frac{T - 453}{10}$$

$$Q = 643^\circ$$

$$T = 273^\circ + t$$

$$A = 3.1473172$$

$$b = 2.95944 \times 10^{-3}$$

$$m = 4.191398 \times 10^{-4}$$

$$n = 1.829924 \times 10^{-7}$$

$$s = 8.243516 \times 10^{-8}$$

说明雾是形成 $e-T > 0$ 的原因之一。尤溪站根据冬季“十雾九晴”，统计了 12 月份雾后晴天的概率为 $261/271 = 96\%$ ，在辐射雾条件下，出现 $e-T > 0$ 往往

往往是晴天的前兆，这与不考虑雾条件的结论相反。由此引出，应用 $e - T$ 找指标时，必须注意雾的出现，雾又常出现在早晨，因此，应用 14 时 $e - T$ 要比应用 8 时 $e - T$ 为佳。这一事实告诉我们只有了解 $e - T > 0$ 的物理成因，才有可能选择比较科学的时间起始场。

(2) 大气属性所决定。当 $T < 0$ 条件下，必然出现 $e - T > 0$ ，这是因为大气中不可能出现 $e < 0$ 的现象，这是大气本身属性所决定的。福建北部冬季有可能出现这个现象。它告诉我们只有了解这一属性之后，才有可能正确区分 $T < 0$ 与 $T > 0$ 条件下出现不同性质的 $e - T > 0$ 。否则，就会造成假因子失去指标的真实性，导致预报效果不佳。

(3) 降水现象。从晴天转为雨天，往往出现降温升湿，形成 $e - T > 0$ ，这是很自然的现象。在雨季中，这种情况占多数。从统计福州台 1951—1977 年 6 月份资料来看， $e - T > 0$ 共有 420 次，雨天出现 $e - T > 0$ 的概率为 $375/420 = 89\%$ ；雨后出现 $e - T > 0$ 的概率为 $28/420 = 7\%$ ；无雨天出现 $e - T > 0$ 的概率为 $17/420 = 4\%$ （17 次中 $e - T > 0$ 小值占多数）。它告诉我们在雨天条件下形成 $e - T > 0$ 是个大概率事件。在雨季 6 月份中用 $e - T$ 做降水或强降水预报的因子，其指标多数是出现在雨天条件下，即起始日为雨天。另外，福州台 1951—1977 年 6 月份共 577 个雨日，雨天气候概率为 $577/810 = 71\%$ ，雨日形成 $e - T > 0$ 的概率为 $375/577 = 65\%$ ，这证明降水是形成 $e - T > 0$ 的重要原因之一。

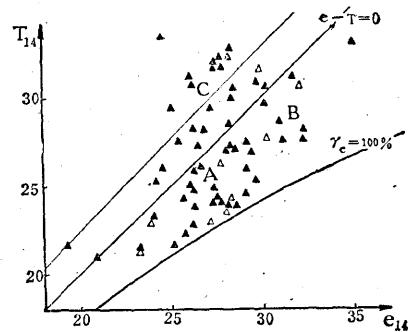
统计福州台 1951—1977 年 6 月份资料，共出现 27 次暴雨日（日雨量大于 50mm），暴雨日前一天（预报起始日）出现降水的机率为 $25/27$ ；暴雨日前一天 $e - T \geq 0$ 的机率是 $21/27$ ；暴雨日前一天 $e - T > -2.5$ 的机率是 $27/27$ ， $e - T < -2.5$ 不出现暴雨。说明 $e - T$ 这个要素有一定的实用价值，从统计角度分析，起报日 $e - T > -2.5$ 可作为暴雨出现的必要条件，但不是充分条件，因为当 $e - T > -2.5$ 时，还会出现不少非暴雨现象。因此，它也只是暴雨前的一个征兆，单靠这一个因子不能解决暴雨预报的问题。所以，要深入了解一个要素的物理意义，还必须从热力学和动力学条件（结合天气系统）进行分析。

2. 结合热力学条件分析：

(1) 单站地面 T 、 e 图分析

$e - T$ 要素与 T 、 e 或 r （相对湿度）结合起来分析，比单要素指标意义清楚。我们对将乐站 1962—1977 年 5—6 月份日降水量大于 40mm 的样本在 T_{14} 、 e_{14} 图上进行点聚，从图中可以看出 40mm 以上降水相对集中在 A 区，概率率为 $32/65 = 49\%$ ，100mm 以上降水多数也集中在 A 区、B 区，暴雨出现在 A 区占优势，其中重要原因与 r_{14} 有关， $e_{14} - T_{14} > 0$ 越大，

r_{14} 越大，越有利于次日产生暴雨。说明 $e_{14} - T_{14}$ 结合 r_{14} 分析的必要性，从意义上说也比较清楚，说明暴雨的形成与水汽饱和程度有关。



附图

r_e 为饱和曲线 ▲ 为次日降水 $> 40\text{mm}$

△ 为次日降水 $> 100\text{mm}$

(2) $e_{14} - T_{14}$ 与 SI (沙氏指数) 结合分析：

$e_{14} - T_{14}$ 表示地面潜热能与显热能之差；SI 表示热力稳定度指数， $e_{14} - T_{14}$ 与 SI 结合分析就比较全面地反映单点中低层热力稳定度状况。

我们统计分析了福州台 1961—1977 年 6 月份资料，发现有以下规律：

- (a) 当 $e - T \geq 3.0$, $SI \geq 0.6^\circ\text{C}$, 次日无暴雨, 机率 $12/12$; 次日 $R < 20\text{mm}$, 机率 $10/12$,
- (b) 当 $e - T \geq 3.0$, $SI < -2.0^\circ\text{C}$, $110 - 120^\circ\text{E}$ 地面锋位置在 32°N 以北, 次日无中等 (10mm) 以上降水, 机率 $4/4$; 地面锋位置在 31°N 以南, 次日 $R > 20\text{mm}$, 机率 $6/6$, 次日 $R > 30\text{mm}$, 机率 $5/6$ 。
- (c) $SI < -4.0^\circ\text{C}$, $e - T < 0$, 小雨—无雨的机率 $5/5$; $SI < -4.0^\circ\text{C}$, $e - T > 3.0$, 有暴雨的机率 $2/2$ 。

注： $e - T > 3.0$ 统计方法，以 $e - T < 3.0$ 转为 $e - T > 3.0$ 作一次统计，连续稳定不作统计。

从以上几条规律性指标，得出几点初步结论：

(a) $e - T$ 正值越大，SI 负值越大，热力条件越不稳定，越有利于形成强降水；

(b) 热力不稳定条件满足之后，还要考虑天气系统靠近福建（起始日）这一条件，它是触发不稳定能量释放，形成强降水的重要条件。

(c) 有关书籍提到 $SI < -3.0^\circ\text{C}$ 可能出现大雷阵雨。单独考虑这一指数是不全面的，它还必须考虑浅层热力特性，这一点可以从 $SI < -4.0^\circ\text{C}$, $e - T < -1.0$ 次日无降水现象得到证实。

总之，县站应用要素建立指标时，有条件的，尽可能从多方面考察要素的物理意义，这对于提高要素的预报效能是极为有益的。