



# 地面气象测报程序中 湿度的计算\*

边富昌

(安徽省气象局)

张金翰

(安徽省气象学校)

PC-1500计算机的地面测报程序已有部分台站编制成功并试用。在程序设计中，为保证气象记录的一致性，计算机计算和人工查算结果必须相同。经过反复探索，我们编制的地面测报程序，较好地解决了空气湿度的计算问题，得到国家气象局地而程序鉴定会的肯定。现将计算方法介绍如下：

## 1. 饱和水汽压

饱和水汽压是湿度计算的基础。新的《湿度查算表》是用 WMO 推荐的戈夫-格雷奇 (Goff-Greatch) 公式计算饱和水汽压的。我们在程序中采用该公式时，对它进行了适当变换（主要是把能先计算出的常数项集中）。

$$\text{令 } X = 273.16 / (273.15 + t)$$

附表 几种计算饱和水汽压公式的偏差比较

温度值	-80°C	-50°C	0°C	50°C	-80--+50°C
戈夫公式计算值	$1.072 \times 10^{-3}$	$6.354 \times 10^{-4}$	6.107	123.390	最大偏差值
胡珀公式偏差	$-3.2 \times 10^{-5}$	$-3.6 \times 10^{-6}$	$-8.8 \times 10^{-4}$	$-5.3 \times 10^{-3}$	$-5.7397 \times 10^{-3}$
马格拉斯公式偏差	$-1.0 \times 10^{-5}$	$-9.7 \times 10^{-6}$	$-8.5 \times 10^{-4}$	$-7.1 \times 10^{-3}$	$+47.5^{\circ}\text{C}$

注：均指在 PC-1500 机上的计算结果。

从附表中看出，胡珀公式的偏差较大，特别是在低温时，其差值相对于饱和水汽压的比值可达  $3 \times 10^{-2}$  (即 3%)，故胡珀公式在低温时远达不到“新表”的精度。

## 2. 湿球温度的订正

湿球温度订正值  $\Delta t_w$ ，是以 1000 毫巴气压值、3.5 米/秒的百叶箱通风速度为标准状态，对不同的本站气压值、百叶箱内不同的通风速度所产生的湿球示度偏差，所作的订正。

### (1) n 值订正

为了人工查算方便，“新表”中仍引入了中间变量 n 值，并给出了 n 值的计算公式和不同通风速度下的通风系数。

经试验发现，若直接将干球温度 t、湿球温度  $t_w$  及其所对应的饱和水汽压  $E_{tw}$  代入 n 值公式，计算结果有时与“新表”中所列的 n 值不符。这是因为“新表”上每一个 n 值虽适用于五个不同干球温度下的干湿球温度差，但 n 值既是干湿球温度差的函数，又受  $E_{tw}$  的制约。制表时是以中间一个干球温度值分别与不同的  $t_w$  值算出 n 值的。

为了在程序中引入 n 值公式，又要使其与查表

则纯水平液面饱和水汽压  $E_w$  的计算公式简化为：

$$Y = 5.028 * \log X - 10.79574 * X + 11.58145127 \\ + 1.50475E-4 * (1 - 10^{(8.2969 * (1 - 1/X))}) \\ + 4.2873E-4 * 10^{(4.76955 * (1 - X))}$$
$$E_w = 10^{(Y)} \quad (1)$$

纯水平冰面饱和水汽压  $E_i$  的计算为：

$$Y = -9.09685 * X - 3.56654 * \log X - 0.87682 / X \\ + 10.75981$$
$$E_i = 10^{(Y)} \quad (2)$$

经检验，把最后的计算结果 4 舍 5 入到规定位后，与“新表”中的“饱和水汽压表”逐个对照，无一差错。而用其它公式来计算时，则偏差均较大（见附表）。

所得的 n 值完全一致，我们在程序中将实际湿球温度订正到相当于每一页中间一列上的湿球温度，其表达式为：

$$t_w' = \text{INT} (2 \times t) / 2 + 0.2 - (t - t_w) \quad (3)$$

进而求此  $t_w'$  对应的饱和水汽压  $E_{tw}'$ ，再代入下式，即可求出与查表结果一致的 n 值：

$$n = A(t - t_w) / [B - \frac{E_{tw}}{(273.15 + t_w)^2} + A \cdot P] \quad (4)$$

若相对湿度小于 0.5% 时，程序中不进行  $t_w$  订正而直接代入 (4) 式，算出 n 值也与查表结果一致。

### (2) 湿球温度的订正值

用以上求出的 n 值代入“新表”提供的  $\Delta t_w$  公式，即可求出湿球温度的订正值  $\Delta t_w$ 。

对于  $\Delta t_w$  公式中的 P (本站气压)，我们也按人工查表的做法，在程序中先把 P 4 舍 5 入到十位数再代入计算。

经以上处理，计算出的  $\Delta t_w$  与“新表”表 3 和附表 2、3、4、5 中查出的  $\Delta t_w$  一一对照，无一差错。

\* 参加此项试验并给予支持的还有王庄祥、邹厥芳等同志。

### 3. 水汽压和相对湿度

水汽压( $e$ )和相对湿度( $U$ )完全依“新表”提供的公式计算。但要注意：当 $t_w \leq 0^\circ\text{C}$ 、湿球结冰时， $E_{tw}$ 用冰面的公式计算；而当 $t_w > 0^\circ\text{C}$ 、湿球结冰这种特殊情况， $E_{tw}$ 就要用液面的 Goff-Greatch 公式了。

### 4. 露点温度

“新表”注明，露点温度 $t_d$ 是由水汽压 $e$ 反查而得的。因此露点的计算又成了程序设计的一个难点。

可以把Goff-Greatch液面饱和水汽压公式简写为：

$$E_d = G(t) \quad (5)$$

用它来表述实际水汽压与露点之间的关系式就是

$$E_{td} = G(t_d) \quad (6)$$

已知 $E_{td}$ 再求 $t_d$ ，实质上就是对非线性方程的求根问题。我们没有采用牛顿迭代等求根方法，而是再次利用Goff-Greatch公式，用数值逼近法求算露点温度。具体作法是：

(1) 先用实际水汽压值代入变换后的马格拉斯公式计算出一个 $t_d$ 初始值，再将其代入 Goff-Greatch 公式求出对应的饱和水汽压值。

(2) 将 $t_d$ 初始值加上一个增量( $0.1^\circ\text{C}$ )，再代入Goff-Greatch公式求出另一个对应的饱和水汽压值。

3. 用已求出的实际水汽压与这个饱和水汽压值进行比较，取其中差值(绝对值)较小的一个饱和水汽压，所对应的 $t_d$ 即为露点温度。

变换后的马格拉斯露点公式为：

$$t_d = \frac{b \cdot \lg(E/E_0)}{a - \lg(E/E_0)} \quad (7)$$

其中 $E_0 = 6.1078$ 毫巴( $0^\circ\text{C}$ 时的饱和水汽压)， $E$ 为实际水汽压， $a = 7.69$ ， $b = 243.92$ ( $a$ 、 $b$ 是经我们优选后得到的常数值)。

公式(7)计算露点的偏差，在 $-80$ — $+50^\circ\text{C}$ 范围内，步长为 $0.1^\circ\text{C}$ 时最大偏差为 $-0.128^\circ\text{C}$ — $+0.0051^\circ\text{C}$ 。可见，用公式(7)求出的 $t_d$ 与“新表”反查而得的 $t_d$ 相比较，其误差只在 $-0.13$ — $+0.01$ 之间。

### 5. 一些特殊情况下的湿度处理

(1) 当气温低于 $-10.0^\circ\text{C}$ 或湿球缺测时，先求干球温度对应的饱和水汽压 $E_{tw}$ ，然后利用“新表”中相对湿度计算公式中 $U$ 和 $e$ 的关系，将经订正后的毛发表(或毛发湿度计)读数代入算出 $e$ 。 $t_d$ 仍用前述方法计算。

(2) 当气温低于 $-20.0^\circ\text{C}$ 时也用上述方法计算，但算出的 $e$ 必须先4舍5入到小数第二位后再舍入到小数点后第一位，这样才能与查表结果一致。

### 6. 效果检验

用含以上算法的湿度程序在两个台站试验了两

个月，空气湿度的计算结果均与查“新表”的结果一致。此外，我们还每隔 $3$ — $5^\circ\text{C}$ 取一干球温度值，而湿球从最小值算到最大值。把这种模拟试验算出的 $n$ 、 $e$ 、 $U$ 、 $t_d$ 值逐一与“新表”对照，也基本一致。

本文介绍的计算方法，能满足新《湿度查算表》的精度。

## 合理利用山区农业气候资源

我国亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用“课题协作组”，于1982—1985年在我国亚热带东部的云开大山、南岭、博平岭、罗霄山、武夷山、雪峰山、天目山、大别山、武当山、神农架等山脉或山地的不同坡向、不同海拔高度(300、500、800、1000米)布设89个山地气候站点，进行定点的常规观测和物候观测。

1985年3月28日—4月1日在广州召开了“我国亚热带丘陵山区农业气候资源及其利用”协作课题学术年会。会议收到论文和技术材料共66篇，主要涉及以下几个方面：

1. 亚热带丘陵山区农业气候资源分布特征。包括宏观热量资源与热量带的讨论，丘陵山区农业气候资源的垂直变化和立体农业的分层讨论，以及综合资源合理利用等。

2. 关于亚热带作物、经济林木的气候生态适应性的研究：如中华猕猴桃在伏牛山南坡海拔500米以下会产生灼伤，1000米以上热量不能满足，500—1000米高度是适宜发展区；又如根据鄂西山地丰富的木耳资源，进行观测研究得出，黑木耳最佳生长量与光、温、水等因子的定量关系，这对保护木耳资源和节省劳力有明显的经济效益。

3. 关于丘陵山区资料的获取、推算及订正方法。包括新的探测技术，物候调查方法及资料推算方法等。这是加强山区农业气候研究，合理开发自然资源的一个不可忽视的基础工作。

代表们认为，开展山区农业气候资源研究，既要重视它对农林牧业的生态环境所产生的经济效益，又要注意农林牧业的不同配置对气候的反馈作用，把提高社会效益与保护生态环境的良性循环结合起来。只有这样，才能为发展山区多种经营，振兴山区经济做出贡献。

(山农)

