

二、常用湿度单位的换算

前面叙述了以混合比为基础的各种湿度表示方法，有关单位和混合比之间的换算这里就不再重复了。由于各种湿度表示方法之间具有内在的联系，因此其单位大多数可直接通过公式来换算。在实际工作中，为方便起见，对于一些常用单位还专门编制出相应的换算图表，直接提供具体的数值而无需逐一进行计算。本节主要从常用的几种湿度测量仪器获得的量值出发，介绍一些常用单位的换算方法。这些单位包括相对湿度，干球和湿球温度，露点温

度, 体积 ppm 等。

(1) 已知相对湿度求水汽分压和露点温度, 根据相对湿度的表示式

$$U = \left(\frac{e}{e_w} \right)_{PT} \times 100\%$$

利用饱和水汽压表查出干球温度 T 下的饱和水汽压 e_w , 可计算出水汽分压 e 。对于同一体系, 按照露点的定义, e 即为露点温度下的饱和水汽压力, 即 $e = e(T_d)$ 。那么, 利用饱和水汽压表便可以查出与 e 相对应的温度, 即露点温度 T_d 。

(2) 在低湿测量中经常会遇到这两个量的换算问题。如前所述, ppm_v 的表示式为

$$\text{ppm}_v = \frac{e}{P - e} \times 10^6$$

当 $e \ll P$ 时该式简化为

$$\text{ppm}_v = \frac{e}{P} \times 10^6$$

按照露点的定义有 $e = e(T_d)$, $e(T_d)$ 可由饱和水汽压表查得。 P 为气体的总压力或大气压。 那么知道 ppm_v 和 e 中任何一个即可求出另一个。

附录十三为露点和 ppm_v 的换算表。 该表是按 P 为标准大气压编制的^[5]。 若压力偏离较大, 在使用该表时应当进行压力修正。 编制该表时使用的是 Wexler 水汽压值, 由于该表(见附录五-2) 有空白, 相应空白部分的换算使用了内插值。

(3) 以干物为基础的 ppm_w 与 ppm_v 的换算
由 Amagat 分体积定律得

$$\text{ppm}_v = r \frac{M_a}{M_v} \times 10^6 \quad (1.3.44)$$

或

$$\text{ppm}_w = \text{ppm}_v \frac{M_v}{M_a} \quad (1.3.44a)$$

式中 M_a 为空气的平均分子量或其它被测气体的分子量, r 为被测气体的混合比。

(4) 绝对湿度 ρ_v 与 ppm_v 的换算关系

假设湿气服从理想气体定律, 那么 1 mol 任意温度($t^\circ\text{C}$)水汽的体积, 在压力恒定的情况下可按下式换算为 0°C 时的体积:

$$V_v = 22.4 + \frac{273 + t}{273} \quad (1.3.45)$$

因每 m^3 湿气中水汽的摩尔数为 $\rho_{v1}/18.02$ 所以水汽含量较低且 $e \ll P$ 时

$$\frac{V_v}{V} = \frac{\rho_{v1}/18.02 \times 22.4 \times 10^3 \times (273 + t)/273}{10^6} \quad (1.3.46)$$

由此得到湿气在 0°C 下体积 ppm_v 数与 $t^\circ\text{C}$ 时绝对湿度的换算关系:

$$\text{ppm}_v = \frac{\rho_{v1}}{18.02} \times \frac{273 + t}{273} \times 22.4 \times 10^3 \quad (1.3.47)$$

式中绝对湿度 ρ_{v1} 是指 $t^\circ\text{C}$ 时每 m^3 湿气体中水汽的克数。绝对湿度与 ppm_v 的换算表附录十四。

在工程计算中经常使用的含湿量(g 水汽 $\cdot \text{kg}$ 干空气 $^{-1}$)除可按其表示式(1.3.9)计算以外, 还可以利用附录十六中空气的 $i-d$ 图来查算。

关于如何从干湿球湿度计的干球温度 T_d 、湿球温度 T_w 和大气压 P 确定相对湿度、水汽分压、露点温度, 在干湿球湿度计一节中予以介绍。或通过中央气象局编制的《湿度查算表》直接查算。