

## 巧用 excel 获取 蒸发器热湿交换的 析湿系数!

前面我们教大家如何用 excel 生成焓湿图了，相信不少小伙伴都自己去尝试了一下，一些懒惰的小伙伴们通过分享我们的公众号，也已经获取了这份资料。

今天我们就说一说这个焓湿图的妙用—求取析湿系数；

很多小伙伴在做蒸发器的设计时候，都逃脱不了一个关乎蒸发器设计准确性的参数—析湿系数；析湿系数不准确，计算出来的空气侧的换热系数就不准确；那么

接下来你设计的蒸发器就有很大的不确定因素在里面。

所以，析湿系数在制冷技术里面算一个比较重要的参数；

那么如何来计算这个参数呢？

首先我们看一看《换热器原理与设计》的公式：

$$\xi = 1 + 2.46 \frac{d_m - d_s}{t_m - t_s} ;$$

这里他们采用了一个 2.46 的系数，其实也不算很准确；

我们来看看原始公式：

$$dQ_s = a(t - t_s) dA \quad W$$

$$dQ_L = \sigma(d - d_s) r \times 10^{-3} dA$$

$$\xi = \frac{dQ}{dQ_s} \quad \text{或} \quad dQ = \xi dQ_s = \xi a(t - t_s) dA$$

什么意思？

总的来说：析湿系数=显热/全热；

直接给出推导之后的公式吧：

$$\xi = 1 + \frac{dQ_L}{dQ_s} = 1 + \frac{r(d-d_s) \times 10^{-3}}{C_p(t-t_s)}$$

$$C_p = 1.005 + 1.85d \times 10^{-3},$$

Kj/Kg $\cdot$  K —— 湿空气比热。

r —— 水在  $t_s$  时的比潜热, Kj/Kg.

d: 进出口平均含湿量；

t: 进出口平均干球温度；

ds: 100%相对湿度对应的含湿量；

ts: 100%相对湿度对应的含湿量；

“制冷百家” 微信公众号，物性查询、论文下载、技术交流；制冷人、暖通人最好的微信公众号。

t, d 很好求出来，参照平均比焓的公式计算出来，如下：

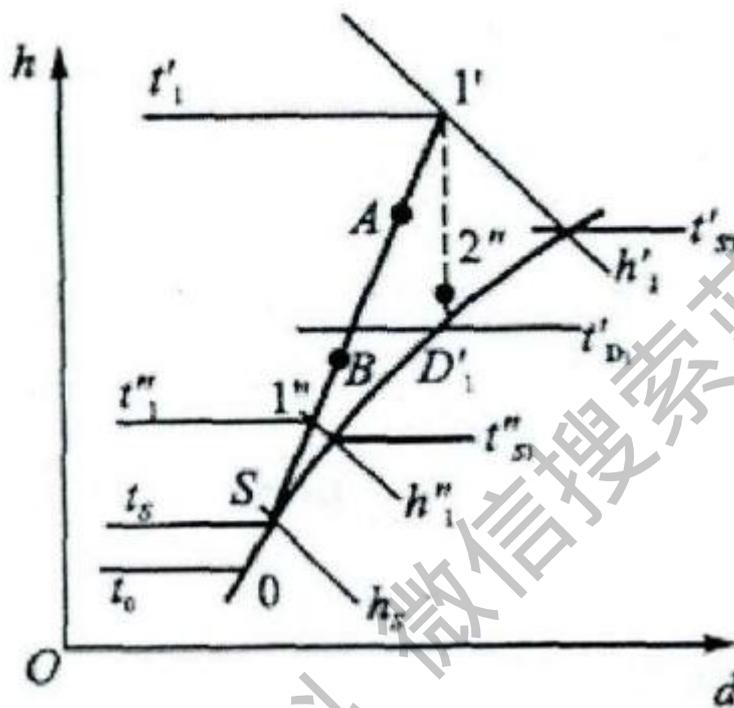
$$h_m = h_s + \frac{h_1' - h_1''}{\ln \frac{h_1' - h_s}{h_1'' - h_s}}$$

这里又牵涉到  $h_s$  的求法；

ts、ds、 $h_s$  到底是什么东西呢？

我直接截图看看教科书上的内容介绍：

根据给定的进出口温度得到  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $d_1$ 、 $d_2$ ；和在图中连接空气的进出口状态点，并延长与饱和空气线  $\phi=100$ ，相交于点  $S$ ，得到该点的参数；如下图：



简而言之，就是连接进出口的状态点，然后延长，与饱和空气线的交点，就是状态点  $S$  了；

很多小伙伴就卡在这里了，怎么去求这个交点呢？一般的焓湿图没有求交点的功能；只能打印焓湿图，然后放大，然后用板尺，画线，最后用你们的瞄准大法，估出所有的数值；

好了，接下来重头戏来了；

怎么用 excel 求取这个交点呢？

请看如下：

这个是焓湿图的左手边的数据情况：

移动参考线	
大气压力	B= 1013hPa
饱和相对湿度	$\phi = 100\%$
自由移动相对湿度线	$\phi_m = 39.80\%$
自由移动等温线	$t_m = 29.00^\circ\text{C}$
自由移动等湿线	$d_m = 25.00\text{g/kg}$
自由移动等焓线	$i_m = 19.7\text{kJ/kg}$
热湿比	$\epsilon = 4100$

应用：求进出口空气状态点，已知条件如下：

●进风干球温度 $t_1 = 23.00^\circ\text{C}$
进风相对湿度 $\phi_1 = 60.0\%$
▲出风干球温度 $t_2 = 12.00^\circ\text{C}$
出风相对湿度 $\phi_2 = 88.0\%$

输入我们的已知条件：

进风：23℃干球；60%相对湿度；

出风：12℃干球；88%相对湿度；

再看如下：

应用：求进出口空气状态点，已知条件如下：	
●进风干球温度 $t_1 = 23.00^\circ\text{C}$	
进风相对湿度 $\phi_1 = 60.0\%$	
▲出风干球温度 $t_2 = 12.00^\circ\text{C}$	
出风相对湿度 $\phi_2 = 88.0\%$	
状态点1比例= -37%	

小伙伴们看到最后一行，“状态点1比例”了吧？

再看如下：

应用：求进出口空气状态点，已知条件如下：

● 进风干球温度  $t_1 = 23.00^\circ\text{C}$

进风相对湿度  $\varphi_1 = 60.0\%$

▲ 出风干球温度  $t_2 = 12.00^\circ\text{C}$

出风相对湿度  $\varphi_2 = 88.0\%$

状态点1比例 = -37%

解：

参量	室外状态点参数	室内状态点参数
饱和蒸汽分压力	$P_{s1} = 28.02\text{hPa}$	$P_{s2} = 13.99\text{hPa}$
状态点蒸汽分压力	$P_{s1} = 16.81\text{hPa}$	$P_{s2} = 12.31\text{hPa}$
含湿量	$d_1 = 10.50\text{g/kg}$	$d_2 = 7.65\text{g/kg}$
焓值	$i_1 = 49.9\text{kJ/kg}$	$i_2 = 31.4\text{kJ/kg}$
<b>混合点参数</b>		
◆ 混合点温度	$t_3 = 7.93^\circ\text{C}$	
混合点相对湿度	$\varphi_3 = 99.9\%$	
混合点含湿量	$d_3 = 6.60\text{g/kg}$	
混合点焓值	$i_3 = 24.6\text{kJ/kg}$	
混合点饱和蒸汽压力	$P_{s3} = 10.65\text{hPa}$	
混合点水蒸汽分压力	$P_{s3} = 10.64\text{hPa}$	
■ 混合点露点温度	$t_d = 7.91^\circ\text{C}$	
◆ 混合点湿球温度	$t_w = 7.92^\circ\text{C}$	
混合点湿球温度含湿量	$d_w = 6.60\text{g/kg}$	

滑动“状态点比例”的按钮，观察数据的变化；

当“混合点相对湿度”=100%的时候，小伙伴们，恭喜你，你找到延长线与饱和空气的交点了；

为什么？什么原理？小伙伴自己想一想就明白啊~~

怎么样，有了这个，以后设计蒸发器是不是如虎添翼啦？

当然，很多公司都有自己的设计软件，根本不需要动手计算这些；但是作为制冷人，小伙伴们一定要对自己严格要求，没准哪一天，有人问你，析湿系数是怎么算出来的？可不要丢制冷人的脸哦

这里再透露一点经验给小伙伴们，其实算析湿系数还有更简单的方法！一般工程中利用以下的经验公式来计算：

$$\xi = \frac{h_1 - h_2}{C_p(t_1 - t_2)}$$

式中：  $t_1, t_2$  —— 冷却器进、出口湿空气的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$C_p = 1.005$   $\text{Kj/Kg}_\text{干} \cdot \text{K}$  —— 干空气比热；

$h_1, h_2$  —— 冷却器进、出口湿空气比焓， $\text{Kj/Kg}_\text{干}$ 。

当然这个计算出来的会有一个误差，需要乘以一个系数；小伙伴们想知道这个系数是多少吗？

“制冷百家”微信公众号，物性查询、论文下载、技术交流；制冷人、暖通人最好的微信公众号。

我们通过几百组数据的拟合，得到一个拟合值，最终的结果只有 2% 左右的偏差，小伙伴想知道吗？

赶快关注我们的公众号吧；