

四、 水霧加濕之應用考量

4.1 水滴霧化方式：

水滴霧化的作用乃為增加水滴與空氣接觸的面積，提高小水滴與空氣的熱交換效率，以達成提高加濕效率及縮短加濕吸收距離的目的。目前產業界使用水霧加濕器的霧化方式主要有超音波二相流噴霧加濕器、超高壓水流噴霧加濕器及電子式超音波震盪加濕器等三種。

1. **超音波二相流噴霧加濕器**：需要使用壓縮空氣來輔助水的霧化，水流量較大且粒徑較小，適合大量加濕環境使用。
2. **超高壓水流噴霧加濕器**：乃將水直接加壓到 50 或 100kg/cm² 之超高壓力，經由一細孔噴出，流量也非常大，但粒徑較大，約在 25~50 微米之間，水流高速通過小噴孔，噴嘴耗損率較高。
3. **電子式超音波震盪加濕器**：利用低能量電子高頻振盪將水的內聚力打散再用風扇將水霧吹出，單位產生量較小，單位成本較高僅適合於小容量之加濕。一般使用振盪頻率約為 1.65MHz，且頻率愈高所產生的霧粒子愈細小，唯水霧量也愈少。

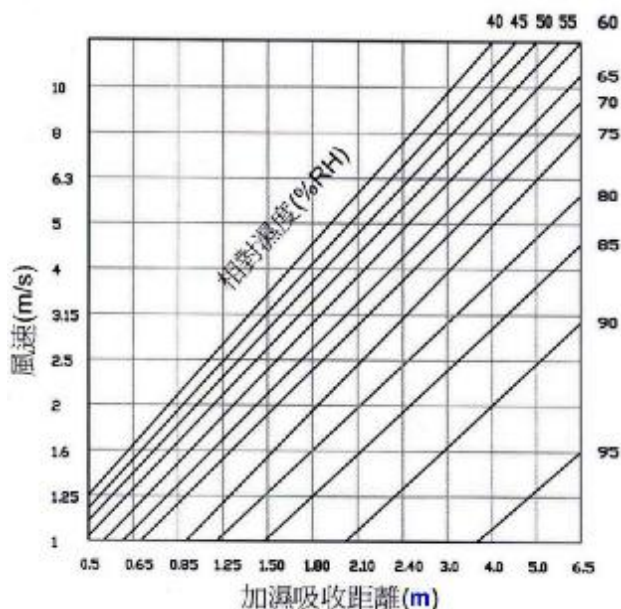
4.2 加濕能力(量)：

即指加濕器可提供的最大霧化水量，影響因子為加濕器水滴霧化之顆粒大小(水滴霧化能力)、粒徑分佈情形及單位時間水霧量。

4.3 水霧加濕吸收距離：

水霧加濕吸收距離受水滴霧化顆粒大小、分佈排列、空氣溫度、空氣流速及空氣相對濕度等因子的影響。水霧加濕距離的大小可依空氣流速及空氣加濕後的相對濕度，藉由圖 4.1 求得。

圖 4.1 水霧加濕 吸收距離圖



※ 空氣溫度條件：18~24°C



4.4 空氣預熱能力：

冬天低溫低濕環境下，外氣空調箱使用水霧加濕方式調節外氣，必需考慮熱排對空氣的預熱能力及是否有足夠的揮發吸收距離，否則難以達成加濕目的。

1. 如空氣熱焓不足，即使霧化水珠顆粒再細、吸收距離預留再長，亦無法汽化。最終將結露於空調箱及風管中。
2. 參考上圖，如吸收距離不足，多餘的水珠將被阻礙物阻擋而結露於阻礙物上面而無法汽化，造成噴水量愈多結露愈多，甚至造成整條風管滴水，而相對濕度卻無法提高之窘況。如果空調箱及風管長期處於潮濕情況下，容易孳生細菌而成爲病菌溫床，並使輸送出之空氣含有大量有害病菌，因而造成危害。

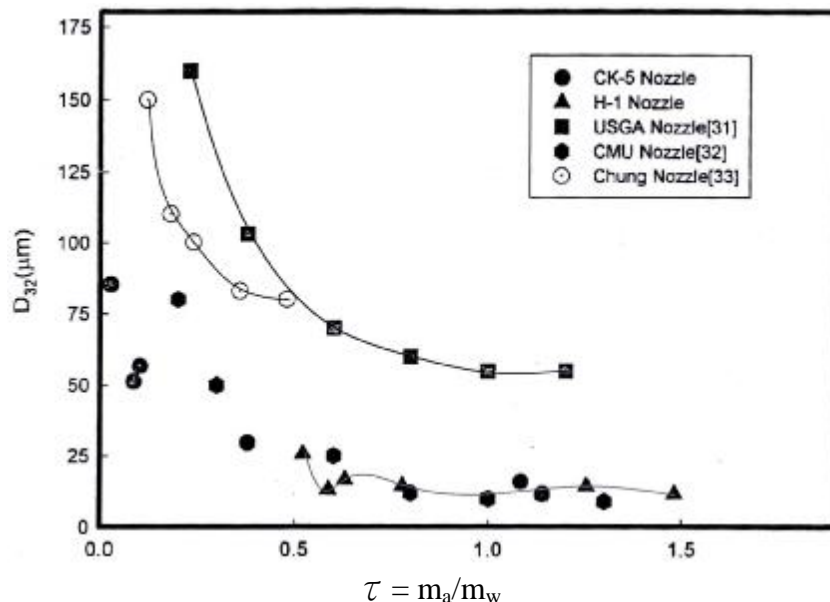
4.5 輔助霧化之壓縮空氣消耗量：

氣體輔助霧化之霧化特性均以氣、液質量比爲主要控制參數，增加霧化空氣量能降低噴霧粒子平均粒徑。平均要在氣、液質量比(τ)達到 1.0 時，才有最佳之霧化效果，如圖 4.2。但其霧化特性曲線會漸趨平緩。因爲利用壓縮空氣提供大量動能，用來克服液體本身的表面張力及內聚力並產生霧化效果，但氣流在接近聲速時會產生阻流現象(choke flow)，無法再大幅度提高流體之相對速度及動能。亦即在氣、液質量比(τ)接近 1.0 時，阻流已逐漸形成，此時 τ 再增加已無法再將粒徑減小。

爲進一步了解此類霧化器之霧化特性隨氣流質量比之變化情形，如圖 4.2 將幾種霧化器之噴霧平均粒徑 D_{32} 加以比較，圖中比較下列 5 種霧化器：

1. H-1 霧化器 (超音波二相流內混式霧化器)
2. CK-5 霧化器 (超音波二相流內混式霧化器)
3. USGA 霧化器 (A. Mansour 所研究之超聲波氣體衝擊式霧化器)
4. CMU 霧化器 (N. Chigier 之線性二維霧化器的氣衝式霧化器)
5. Chung 霧化器 (張永照之煙氣脫硫超聲波霧化器)

圖 4.2 噴霧平均粒徑 D_{32} 隨氣液質量比之關係圖



(CK-5、H-1、USGA、CMU、Chung Nozzles)

由上圖可發現，噴霧平均粒徑均有隨著氣液質量比的增加而減小的趨勢。例如 USGA 霧化器，當氣液質量比從 $m_a / m_w = 0.23$ 增加至 1.20 時，噴霧粒子平均粒徑從 $SMD = 160\mu m$ 降至 $55\mu m$ ；CMU 霧化器，則當氣液質量比從 $m_a / m_w = 0.20$ 增加至 1.30 時，噴霧粒子平均粒徑從 $SMD = 80\mu m$ 降至 $9\mu m$ ；而 Chung 霧化器，則當氣液質量比從 $m_a / m_w = 0.18$ 增加至 0.48 時，噴霧粒子平均粒徑從 $SMD = 150\mu m$ 降至 $55\mu m$ 。由以上結果顯示，欲得到良好的霧化效果，必需提供足夠的氣液質量比。

上圖中亦顯示，上述霧化器所產生之噴霧粒度特性大致上可歸納為下列兩種類型：茲定義氣液質量比 $m_a / m_w = R$ 。

1. 細微霧化之霧化器：如 H-1，CK-5，CMU 等霧化器，其噴霧粒度可達 $10\mu m$ 之範圍。其噴霧平均粒徑與氣液質量比的關係式為：

$$D_{32} = 80.6741e^{-2.0258R}$$

2. 粗粒度霧化之霧化器：如 USGA，Chung 等霧化器，其噴霧粒度則僅達 $55\mu m$ 之範圍。其噴霧平均粒徑與氣液質量比的關係式為：

$$D_{32} = 156.4551e^{-1.1645R}$$



4.6 常用粒徑定義表：

Mean Diameters and Their Applications						
a	b	a + b (order)	Symbol	Name of mean diameter	Expression	Application
1	0	1	D_{10}	Length	$\frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$	Comparisons
2	0	2	D_{20}	Surface area	$\left(\frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i} \right)^{1/2}$	Surface area controlling
3	0	3	D_{30}	Volume	$\left(\frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i} \right)^{1/3}$	Volume controlling, e.g. hydrology
2	1	3	D_{21}	Surface area-length	$\frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i d_i}$	Absorption
3	1	4	D_{31}	Volume-length	$\left(\frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i} \right)^{1/2}$	Evaporation, molecular diffusion
3	2	5	D_{32}	Sauter (SMD)	$\frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2}$	Mass transfer, reaction
4	3	7	D_{43}	De Brouckere or Herdan	$\frac{\sum n_i d_i^4}{\sum n_i d_i^3}$	Combustion equilibrium
$D_{ab} = \left(\frac{\sum n_i d_i^a}{\sum n_i d_i^b} \right)^{1/(a-b)}$ <p>where i denotes the size range considered, n_i is the number of drops in size range i, and d_i is the middle diameter of size range i.</p>						