

# 十二



## BEST A/V Final-Fog® Systems

### 比例式超音波二相流噴霧加濕系統

### Proportional Control Ultra-Sonic Final-Fog® Humidifier



多歧閥組



控制箱

### 12.1 BEST A/V 的 Proportional Control Ultra-Sonic Final-Fog® Humidifier 比例式超音波二相流噴霧加濕系統(冷加濕)的特色：

1. 超微米噴霧效果： $D_{32}$  噴霧液滴蒸發之平均粒徑  $8.4\mu\text{m}$ 。
2. 適合用於須要維持特定濕度控制的地方，如無塵室、半導體廠、紡織廠、印刷廠、電腦室、食物發酵及冷藏、歷史文物保藏...等等。另外，還有一些特殊場合需求，如人造雪、景觀造景、空調降溫...等等，均可加以利用。
3. Best A/V Proportional Control Ultra-Sonic Final-Fog® Humidifier 乃應用 DDC 直讀式數位 LCD 顯示控制器

(Direct Digital Controller)或 3"三色 LCD 觸控屏螢幕加 PLC 可程式邏輯控制器再配合氣動線性比例式水流控制閥、氣動 On-Off 控制閥、流通型二相流霧化差壓閥及超音波二相流霧化噴嘴。經完整嚴密的分段時序自動控制，完美的將液態水直接變成超微米的水霧。更重要的是不僅可比例加濕還比其他品牌節省 50%以上耗費壓縮空氣量。霧化流程為應用壓縮空氣及去離子純水

(DI)或逆滲透純水(RO)經自動比例式流通型二相流霧化專用差壓閥後，再一起匯入不銹鋼噴嘴內，使補給水與壓縮空氣能在任何條件下均被自然控制，以提供最佳的霧化效果，並在結構設計精良的噴嘴腔內作二次的霧化動作來產生超微細而極少粗顆粒之水霧以增加數以百倍，千倍之熱交換面積，提高熱傳效率。噴出之水霧經由送風設備推往空調箱內或開放空間並直接與空氣結合(被吸收)，藉此來提高空氣中的濕度以達到加濕效果及降低溫度。





4. 十應用不銹鋼材質和純水，再配合純淨的壓縮空氣，使用此產品幾近無維修之需要，僅在經過長期停止運轉後，於再啓用時略作清潔及檢查即可，俾使加濕分佈效果達到最佳之品質。
5. 經濟效益極爲良好，可節約相當多的設備購置、安裝、運轉、和維修相關成本。例如：
  - l **設備購置成本**：結構較簡單，在大流量需求下，相對成本較低。
  - l **安裝簡易**：快速接頭式之連接方式、安裝、維護都相當簡單。
  - l **降低冷盤負載(節約能源)**：高溫低濕環境因直接噴霧至空氣中作水霧加濕，有降低空氣溫度之冷卻效果，所以在高溫低濕時使用，可以減少冷卻水使用量，並延長冷盤設備使用壽命，進而節省許多相關費用如冰水費、電費、及延長汰舊換新時間。
  - l **低耗電量**：相較於電熱或電極式蒸汽加濕，噴霧冷加濕使用的電量少了很多。不論加濕量多寡，僅需 0.030kw(30w)以下。是故每個月可省下可觀的電費支出。而且，使用較低之電壓及負載，再配合空氣壓力爲動力之控制元件，相對安全性較高。
  - l **運轉成本**：需要大量中壓的壓縮空氣，以進行霧化工作，此爲主要之能源消耗。
  - l **節省耗氣量**：比例式加分段控制水量既節省耗氣量。比其他品牌節省 50% 以上且越大系統節省越多。
  - l **結構差異**：相較於電熱或電極式蒸汽加濕器，其組成元件較簡單，分別爲：
    - 2 控制單元：低電壓、低功率之運轉系統。
    - 2 噴嘴多歧閥組：完全氣動控制及自動氣/液等差壓力控制，安全性佳，工作效率亦高。可多組並聯設計，提 140
    - 2 供大量加濕之需求及彈性。
    - 2 超音波二相流霧化噴頭：實際執行霧化的工作單元。
6. 比例式控制才能節約壓縮空氣能源。
  - 2 **比例式控制輸出**：主要能實際控制，在水流量需求少時，空氣流量也相對減少；水流量需求增加時，空氣流量增加。因此，可以減少一半以上之空氣消耗量，即節省能源。如以 4 段比例式控制方式來說明：一般加濕均在 25% 少量加濕狀態則只需用 25% 以下之耗氣量；若爲 25 ~ 50% 需求則須 25% ON-OFF 耗氣量加 25% 以下之比例耗氣量。若爲 50 ~ 75% 需求則須 50% ON-OFF 耗氣量加 25% 以下之比例耗氣量。若爲 75 ~ 100% 需求則須 75% ON-OFF 耗氣量加 25% 以下之比例耗氣量。因此可比其他品牌節省 50% 以上耗氣量。
  - l **On-Off 式控制輸出**：是不論水量需求大小，均使用全量的壓縮空氣，不但霧化效果不佳，也浪費很多的壓縮空氣，而且溫度/濕度均不易穩定控制。因爲大部份「時空環境」實際需要的加濕量非常小於設計需求量。而霧化最佳的條件需要二者保持 1.0~1.5 kg/cm<sup>2</sup> 之壓差。當離開此一操作點，結果不是霧化效果不佳，就是浪費空氣能源，效率不高。
  - l **壓縮空氣壓力與水壓**：
    - 2 壓縮空氣壓力大於水壓 1.0~1.5 kg/cm<sup>2</sup> 時，霧化效率及效果非常好。而爲能輕易控制此「要點」的元件，即是靠有專利的自動比例式流通型二相流霧化專用差壓閥來完成。

- 2 壓縮空氣壓力大於水壓  $2.0 \text{ kg/cm}^2$  以上時，水量愈來愈少，甚至沒水流噴出，所以效率不高，且浪費寶貴壓縮空氣能源及增加成本。
  - 2 操作水壓應高於  $3 \text{ kg/cm}^2$ ，且愈高愈好；其與壓縮空氣之使用效率成正比。因為，水壓愈高水量愈大；但空氣流量並未等比增加。經加以計算，反而單位空氣消耗量還降低，因而效率更高。
7. 加濕量大小皆宜，舉凡大型工業中央空調或大空間直接加濕均可適用。可從  $10 \text{ kg/hr}$  到無限大，因為噴頭及多歧閥均為並聯控制，可作無限制的增加。
  8. **固定空氣壓力與水壓比**：在實驗室及實際操作上，超音波二相流噴嘴要有好的霧化效率，必須控制空氣壓力與水壓力在差壓約  $1.0\sim 1.5 \text{ kg/cm}^2$  時，效率最佳。此時水量較大，而且有較好的霧化品質。為使達到最簡便及可靠之控制方式，特別設計加裝一個有專利的水流道與空氣隔離之比例式流通型二相流霧化專用差壓閥。如圖 12.1 所示，水流(A)經閥體內控制膜片的上方，再施以一固定彈簧力量(B)，兩者相加即為壓縮空氣之出口壓力(C)。可變的水壓，隨時隨地的與空氣壓力成固定之壓力差，並可藉由壓差調整鈕輕易的調整壓差設定，另可經由兩只裝置在閥上的壓力錶，同時可看到空氣壓力與水压力的變化簡單明瞭。

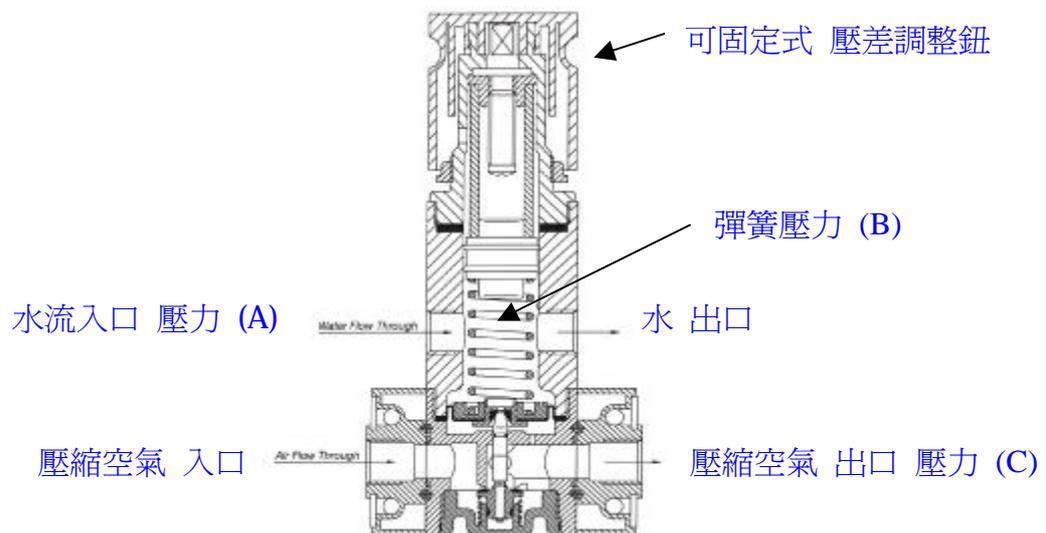


圖 12.1 自動比例式流通型二相流霧化專用 差壓閥

9. **低空氣量需求**：當水壓  $5 \text{ kg/cm}^2$ ，空氣壓力  $6 \text{ kg/cm}^2$  時，每加濕  $1.0 \text{ kg/hr}$  的水約需要  $0.625 \text{ Nm}^3/\text{hr}$  的空氣。由於本設計多安裝一只水與空氣自動比例式流通型二相流霧化專用差壓閥能自動控制水與壓縮空氣之壓力差讓空氣壓力與水壓成平穩差壓比，所以沒有特別繁雜的控制系統。它的原理及結構非常簡單也很容易理解，沒有特別安裝技術要求，施工快速。而且相當容易操作與控制。相關之技術人員、安裝及操作成本，相較其他水霧冷加濕方式著實少了很多，因而更具親和力。
10. **水流量負載變化比(Turndown Ratio / Rangeability)：50 : 1。** 小流量對等百分比(EQ%)閥門CV值有0.29、0.47、0.74、1.2等多種選擇；亦可選擇使用線性(Linear)閥門，CV值有0.1、0.2、0.5、1.0、1.25...等等。分別應用於不同流量需求。

11. 使用標準化快速接頭接續，安裝拆卸簡單快速，不需使用特殊工具即可完成。可節省相當多之安裝、檢查、維修及更新費用。
  12. 可外加風速安全保護開關：如果風量不夠會導致水霧無法與空氣充分結合而結露，影響加濕品質。所以當此設備感應到風速低於設定下限時，會自動關閉加濕動作，以防止空調箱或風管因過度加濕(潮濕)所可能引起的禍害，譬如：大量結露使風管滴水，孳生病菌危害員工，機器設備使用壽命減短.....等等。
  13. 直讀式及可程式之數位控制器(Direct Digital Controller)：
    - ┆ 配備可修改程式之微處理機：可依不同條件之環境需要作更動。
    - ┆ 大型中文 LCD 顯示螢幕：簡單、清楚、易操作、親和性高。
    - ┆ 與大樓之中控室系統相容：沒有匹配問題，方便集中控管。
  14. 輸入訊號：2.0~10V 或 4.0~20mA。
  15. 低耗電量：220V AC/50W。
  16. 開機或關機自動清洗功能：在開機及停止訊號時，均會自動將管線內殘餘之水份加以排除及清潔噴嘴，使水垢不易在管線內堆積或孳生細菌，同時提高噴嘴之使用效率及壽命。
  17. 子彈型前置超音波共振調整器：請參考下列圖示
    - ┆ 特殊設計的前置式可調子彈型超音波共振器，能有效增加噴霧品質，使水霧顆粒更小、更易與空氣結合。更提供容許可在較大範圍之氣/液壓力差比下，均可得到良好的霧化效果。
    - ┆ 前置式可調子彈型超音波共振器，可輕易調整噴嘴出口與共振器間之距離，因能夠輕易調整噴霧擴散範圍(弧度)與霧化品質，進而使需求的加濕距離遠較其他非可調式更短許多。
- 如圖 12.2 所示：當將共振調整器調太靠近噴嘴時，其霧化之水霧向後噴出，水霧並會撞擊到噴頭本體造成結露狀態效果不佳。

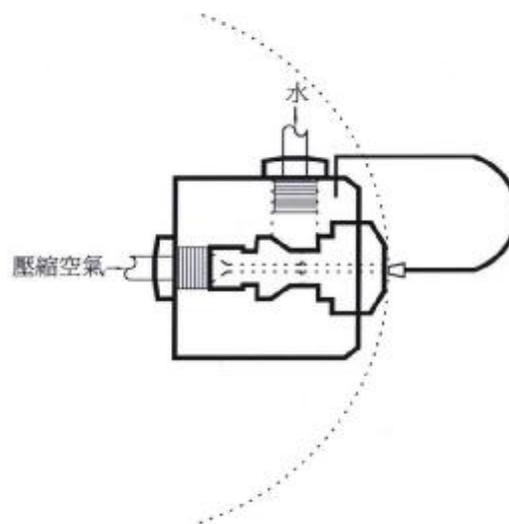


圖 12.2

如圖 12.3 所示：將共振調整器調在適當位置，水霧成面狀擴散噴出，此時霧化效果最佳與空氣接觸面積較大，且無滴水情況發生。

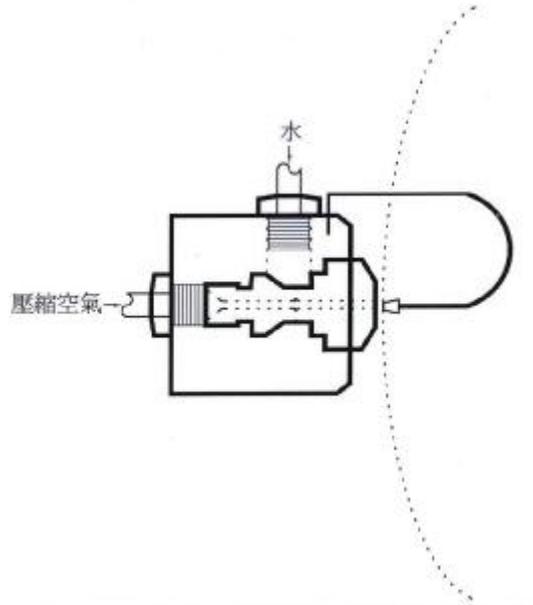


圖 12.3

如圖 12.4 所示：共振調整器與噴嘴出口距離較大，其水霧向前方噴出，其霧化之粒子也較大。

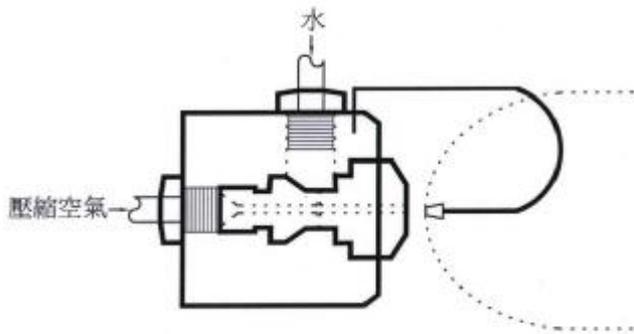


圖 12.4

## 12.2 超音波二相流霧化噴嘴：

6. **結構：**超音波二相流霧化噴嘴本體材質全部為不銹鋼 300 系列，結構簡單、附屬零件少、使用壽命長、不需維修為其特點。因其全為不銹鋼金屬的高密度結構，耐高壓及耐腐蝕。
7. **工作原理：**超音波二相流霧化噴嘴形成薄膜之機械分為流體衝擊式薄膜及流體渦漩式薄膜，兩種運動方式。氣體之超音波震動來源由所設計之共振腔自然放大生產，其振動頻率在超聲波範圍，以達到高度微霧化之目的。



#### 8. 研究結果顯示：

- a. 噴嘴在  $P_w=3\text{kg}/\text{cm}^2$  ,  $P_a=3\text{kg}/\text{cm}^2$  時，噴霧為擴散型噴嘴，錐角約為  $150^\circ$ ，但在氣體壓力提高至  $P_a=4\text{kg}/\text{cm}^2$  後，噴霧錐角則進一步增大，約為  $175^\circ$ ，而且當氣體壓力超過  $P_a=4\text{kg}/\text{cm}^2$  後，噴霧錐角變成  $180^\circ$ ，顯示在氣體壓力太大時會形成往回噴之噴霧流場。但是否產生噴霧回流不是由氣體壓力所單獨決定，若增加液體壓力則會延緩噴霧回流之產生。這是由於噴霧流場是一種兩相流，其中液體之慣性量相當大，會主導流場之型態。若噴嘴之共振器改為子彈型共振腔後，在甚大的操作範圍間均可得到擴散型之噴霧分佈，而且其噴霧粒徑亦相當小，很適合工業用加濕器之應用。
- b. 噴嘴在液體壓力與氣體壓力相等時具有最大之液體流量率。物理現象亦以此點為臨界點，在此臨界點之右方，當氣體高於液體壓力時，液體流量馬上受到壓抑而呈現下降之情形；在此臨界點之左方，當液體高於氣體壓力時，液體流量並不會大於此最大流量值。這是由於此型噴嘴中有特殊之控制機構，會在液體壓力大於氣體壓力時，產生抑制液體流量之作用，故在氣體壓力太低時液體流量隨液體壓力之增加而減少，這對於噴霧之霧化品質有一定程度之助益。因為在此種噴嘴中，液體之霧化主要決定於氣液質量比，在氣體供應壓力降低時，氣體質量亦同時降低，若液體流量過大，氣液質量比會降低，很容易造成霧化品質之不良。至於此種雙流體噴嘴之操作條件，液氣兩相之壓力大小應如何安排，必須由氣液質量比數據及所需要之霧化程度來決定，根據此實驗之結果，在氣體壓力比液體壓力大約高一氣壓即可產生良好之霧化結果。

### 12.3 什麼是超音波二相流噴霧器？

超音波二相流噴霧加濕器是利用『哈特曼共振腔原理』，將氣助式噴嘴已霧化之水霧再一次霧化，取得更微細之水霧，並利用工程方法充分與空氣混合，以縮短水霧之吸收距離。在空調加濕應用上，須加以比例控制以符合工業界實際需求。在愈來愈大型化之精密工業潔淨室，對空氣相對濕度精確度需求下。如何利用低耗能，低成本，高精確度，大流量的水霧加濕器便愈形重要。

### 12.4 實證之加濕數據

1. 經實驗證實之噴霧效果數據。
2. 超音波霧化噴霧量測方法：噴霧粒徑度量測設備以 Malvern 雷射繞射粒徑分析儀為主；而以測試機台所提供的可調整設定之穩定氣源、水源及霧氣排出設備為輔。雷射繞射粒徑分析儀，係利用氦氖雷射所產生的紅色雷射光源，藉由濾光玻璃及固定孔產生直徑 9.0 mm 之直線光直接穿過欲量測的噴霧流場，並由接收端之傅立葉透鏡收集，經光檢測器感應分析繞射光源的強度，並放大訊號傳遞至個人電腦，再由電腦軟體作分析處理並進行收集、計算、統計等等步驟來取得所需要的粒子分佈圖及粒徑分佈圖等等有效資料。

### 12.5 零件配備及功能

1. 噴頭：供壓縮空氣與水進入噴嘴內共振腔裏作第一次霧化混合再經由前端的噴嘴以接近聲速之超高速噴出，亦為共振器之支撐底座。



2. 共振腔：供壓縮空氣與水作第一次超音波共振混合霧化及提供混合後之水霧以超音波加速度噴出。
3. 超音波共振器：提供由噴嘴出來之超高速水柱之撞擊點，及產生超音波之能量，再作第二次超高音波共振霧化及調整噴霧擴散範圍(弧度)以達到最佳微霧化效果。
4. 前置式子彈型超音波共振調整器：提供可調整最適合之噴霧弧度與霧化品質，非常容易操作。並提供可在比較大範圍之氣/液壓力差比下均可得到最佳之霧化效果。控制之精確度即由此單元之硬體結構配合程序控制軟體來達成。

## 12.6 運作原理

1. DDC 控制單元接受中央控制之比例式控制訊號 4.0~20mA 或 2.0~10VDC 訊號，並作出相對應之控制輸出給控制箱內之電氣轉換器、控制閥等，以完成一連串之時序控制，輸出相對應之加濕需求水量及空氣量。
2. 噴嘴多岐閥：包含自動比例式二相流霧化專用差壓調節閥、控制閥、逆止閥、壓力錶等主要元件。
3. 比例式流通型二相流霧化專用差壓調節閥之功能為：自動調節空氣壓力與水壓力之固定壓力差，使水的霧化能夠在非常準確及自然的壓力差情況下進行，並得到最佳霧化效果，同時節省在低水量時之空氣消耗量。有節約能源之附加功效。
4. 比例式流通型二相流霧化專用差壓調節閥之設計著眼於：容易及精確的控制水壓與空氣壓力之固定壓力差。為達成此先決條件便是水流必須完全直接流過壓力差感測點，以便精確的隨時感測水流之壓力變化。此亦是本公司所發展出之精確及容易控制之精髓所在。此閥分成水室及空氣室，由一膜片所隔開。水室內含了一只精密不銹鋼彈簧，上有一可調整螺桿及活塞，水流直接流過水室，水量的任何變化均可即時反應，靈敏度非常高。當調整螺桿向下時使彈簧受力，此時空氣室之出口壓力即為彈簧張力與水流壓力之加總。如此便可輕鬆容易的準確控制水流壓力與空氣壓力之最佳壓力差，並得到最佳之霧化效果。
5. 控制閥分為水控制閥及空氣控制閥，分述如下：
  - 1 水控制閥：為比例式之控制閥，接受 3~15 psi 之比例訊號；為控制精確加濕量之主動元件，使水能夠 0~100% 比例式之輸出。
  - 1 空氣控制閥：有兩個，均為 on-off 控制閥。一個控制主要霧化空氣之流量；一個為停機或開機時，完全排除管內殘餘水為主要考量，並附可清潔噴頭之附加功能，防止管線及噴嘴之水道因積水產生水垢，堵塞細小的噴嘴水道。
6. 壓縮空氣經由空氣管線傳送進入噴嘴內的共振腔，藉由超高速氣流及狹小的出口來形成超音波速度再噴出。
7. 水經由補給水管線傳輸送入噴嘴內特殊設計的導流管道裏，藉由共振腔上 2 個均勻對稱的細小洞口噴入共振腔內，由於水的出口少又小，使進入共振腔內的水極為微量及均勻，且使水壓增高很多，有助於進入共振腔內。並與超高速流動的空氣作衝撞霧化(第一次超音共振混合)。帶水的空氣由噴嘴口以超高速噴出後形成水霧，直接撞擊在子彈型超音波共振器上再彈回，此時水霧在噴嘴口與共振器之間來回振盪作第二次超音波共振分離霧化後成直角或拋物線往外噴出，另可調整噴嘴出口與共振器阻擋片之距離，調整最適噴出氣流之仰角度與擴散面，噴出之水霧再與空調箱內的空氣作充分



的混合及被吸收。第二次超高音波共振霧化瞬間即產生大量之微小水霧，水霧顆粒直徑小於 10 微米(microns)左右，如下圖表 12.5 為實際量測粒徑粒子量測數據表。再由圖表 12.5 之數據再製作圖表 12.6 及 12.7。圖表 12.6 為噴霧粒徑粒子數(量)百分比分佈圖，簡稱粒子數分佈圖。圖表 12.7 為液滴蒸發之粒徑，簡稱容積粒徑粒子數分佈圖。

Average Particle Size Distribution			2001/6/21 13:46:05.4720 - 13:46:05.4980					
Valid Data Record								
Material : water			Lot : 1					
Size (um)	% <	% In	Size (um)	% <	% In	Size (um)	% <	% In
0.287	0.01	0.01	4.56	7.92	1.96	72.33	100.00	0.00
0.330	0.02	0.01	5.23	10.72	2.80	83.06	100.00	0.00
0.378	0.05	0.03	6.01	14.45	3.73	95.37	100.00	0.00
0.435	0.11	0.05	6.90	19.38	4.93	109.51	100.00	0.00
0.499	0.20	0.09	7.92	25.66	6.28	125.74	100.00	0.00
0.573	0.32	0.13	9.10	32.80	7.15	144.38	100.00	0.00
0.658	0.43	0.10	10.44	41.00	8.19	165.79	100.00	0.00
0.755	0.47	0.05	11.99	50.46	9.46	190.37	100.00	0.00
0.867	0.53	0.05	13.77	58.94	8.48	218.59	100.00	0.00
0.996	0.67	0.14	15.81	67.47	8.53	250.99	100.00	0.00
1.14	0.78	0.11	18.16	75.06	7.59	288.20	100.00	0.00
1.31	0.93	0.14	20.85	81.64	6.59	330.92	100.00	0.00
1.51	1.11	0.18	23.94	87.07	5.42	379.98	100.00	0.00
1.73	1.35	0.25	27.49	91.24	4.17	436.31	100.00	0.00
1.99	1.68	0.33	31.56	94.41	3.17	500.99	100.00	0.00
2.28	2.05	0.36	36.24	96.68	2.28	575.26	100.00	0.00
2.62	2.55	0.50	41.61	98.38	1.69	660.54	100.00	0.00
3.01	3.36	0.81	47.78	99.53	1.15	758.46	100.00	0.00
3.46	4.46	1.11	54.86	99.93	0.41	870.89	100.00	0.00
3.97	5.96	1.50	63.00	100.00	0.07	1000.00	100.00	0.00

圖 12.5 量測粒徑粒子分佈量測數據表  
 $P_w=4\text{kg/cm}^2$  ,  $P_{\text{air}}=5\text{kg/cm}^2$

圖 12.5 量測粒子分佈數據表，為量測所得之最初數據統計，以數字表示其大小及統計百分比。

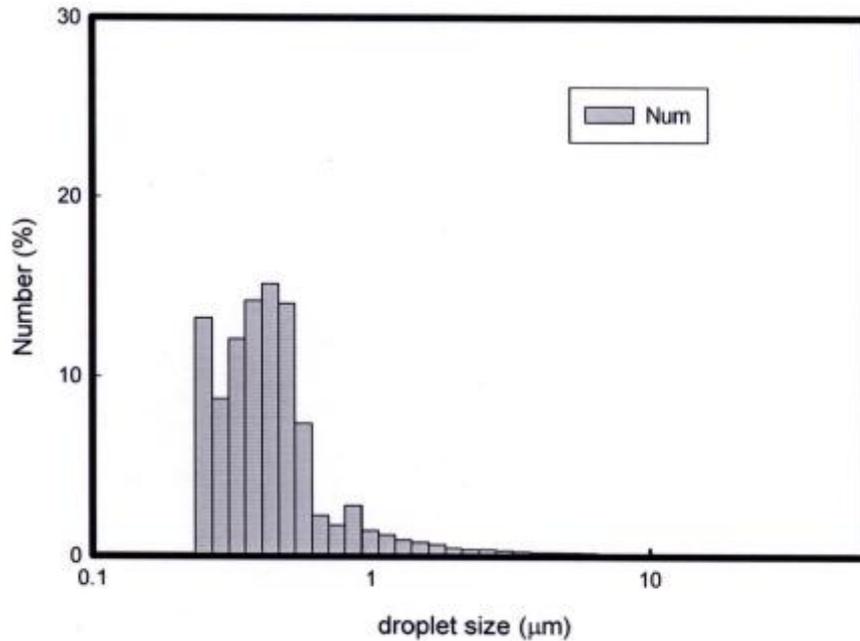


圖 12.6 噴嘴之噴霧粒徑粒子數量分佈柱狀圖  
 $P_w=4\text{kg/cm}^2$  ,  $P_{\text{air}}=5\text{kg/cm}^2$

圖 12.6 噴霧粒徑粒子數分佈圖，可簡單的看到粒子數之百分比分佈柱狀圖在 0.1-1.0 微米之微小水珠佔有絕對的數量，即表示噴出之水霧相當的微小化。

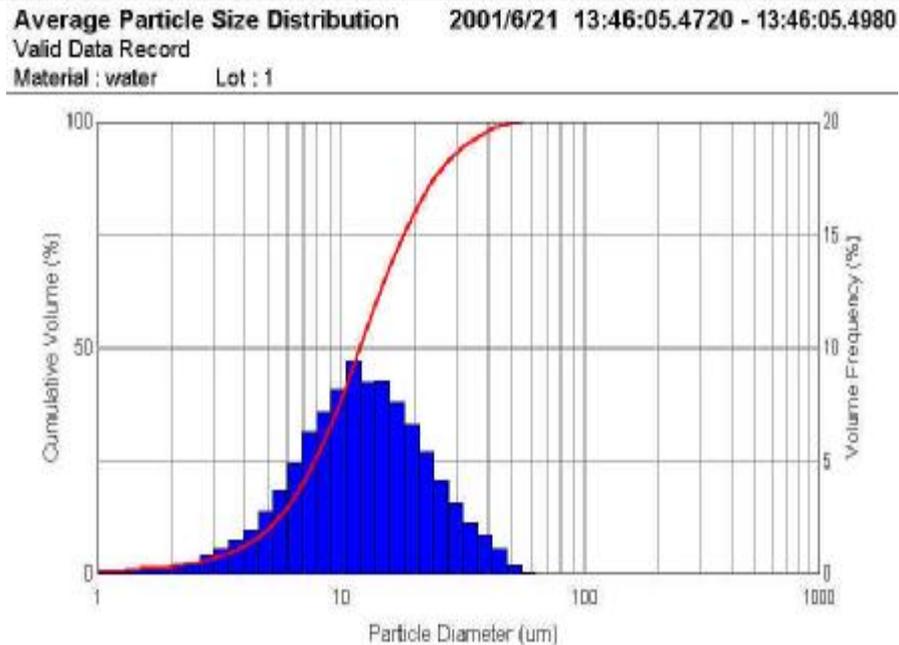


圖 12.7 噴嘴之噴霧容積粒徑分佈柱狀圖(D<sub>32</sub>)  
 $P_w=4\text{kg/cm}^2$  ,  $P_{\text{air}}=5\text{kg/cm}^2$

圖 12.7 為 D<sub>32</sub> 噴霧容積粒徑分佈圖，所顯示的意義為粒子經立方後，再除以平方所代表之體積分佈百分比；此圖亦可透視影響吸收距離長短的主要捷徑。

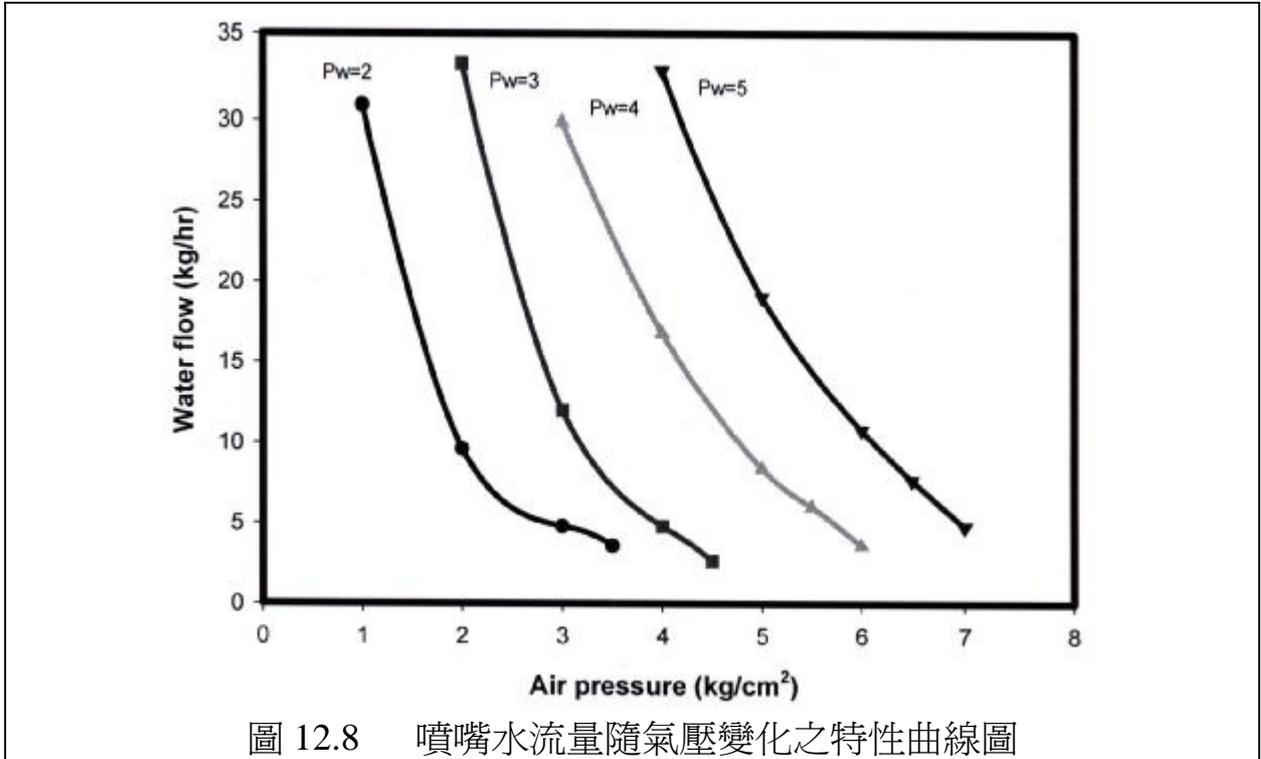


圖 12.8 噴嘴水流量隨氣壓變化之特性曲線圖

圖 12.8 為單位噴嘴水流量在不同水壓與壓縮空氣壓力之變化情形，分析如下

1. 水壓與空氣壓力相當時，水量最大，但霧化效果不佳。
2. 水壓與空氣壓力相差  $1 \text{ kg/cm}^2$  時，霧化品質非常好，但水量已不多。
3. 水壓與空氣壓力相差  $1.5 \text{ kg/cm}^2$  以上，霧化效果好，但水量非常小，霧化效率差。

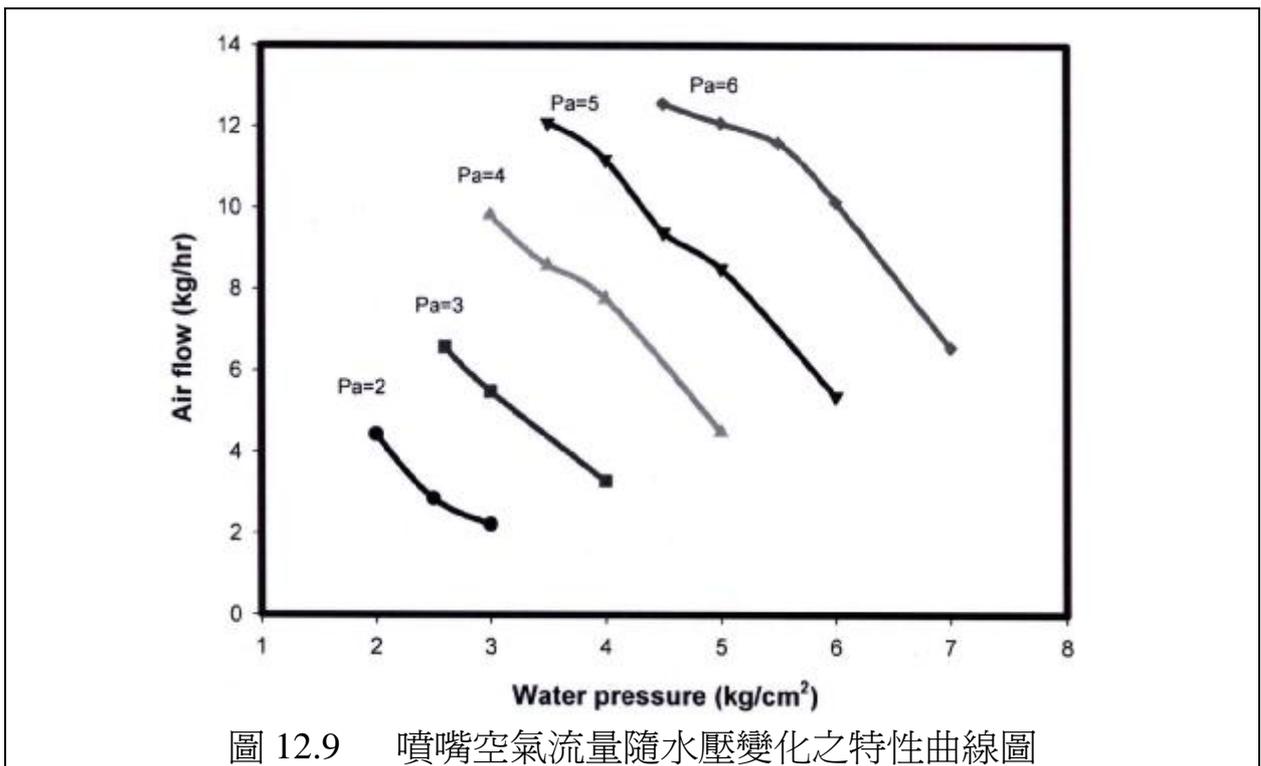


圖 12.9 噴嘴空氣流量隨水壓變化之特性曲線圖

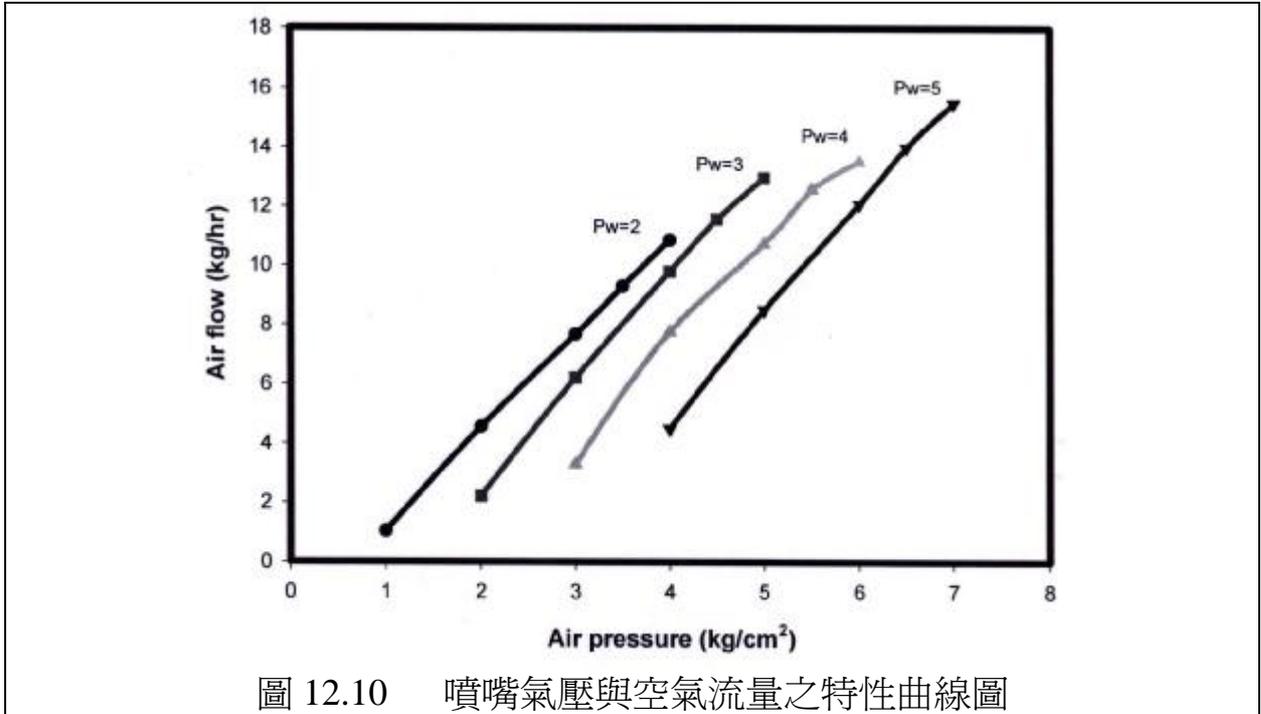


圖 12.10 噴嘴氣壓與空氣流量之特性曲線圖

圖 12.9 和圖 12.10 為空氣消耗量與水流量之變化曲線圖。

由圖 12.8, 12.9, 及 12.10 結果得：

1. 水壓愈高，霧化水量愈多。
2. 空氣壓力須大於水壓 1 kg/cm<sup>2</sup> 時，霧化品質好。
3. 水壓愈高，其相對單位水量所需霧化單位空氣消耗量較小。

### 12.7 每公斤水量需消耗之空氣量：

Unit: Liter/Hr

空氣壓力 (kg/cm <sup>2</sup> ) \ 水壓 (kg/cm <sup>2</sup> )	2	3	4	5	6	6.5
2	118	1285				
3		152	769			
4			145	578		
5				152	376	
6					193	210



## 12.8 每只噴嘴空氣消耗量：

Unit: Liter/Min.

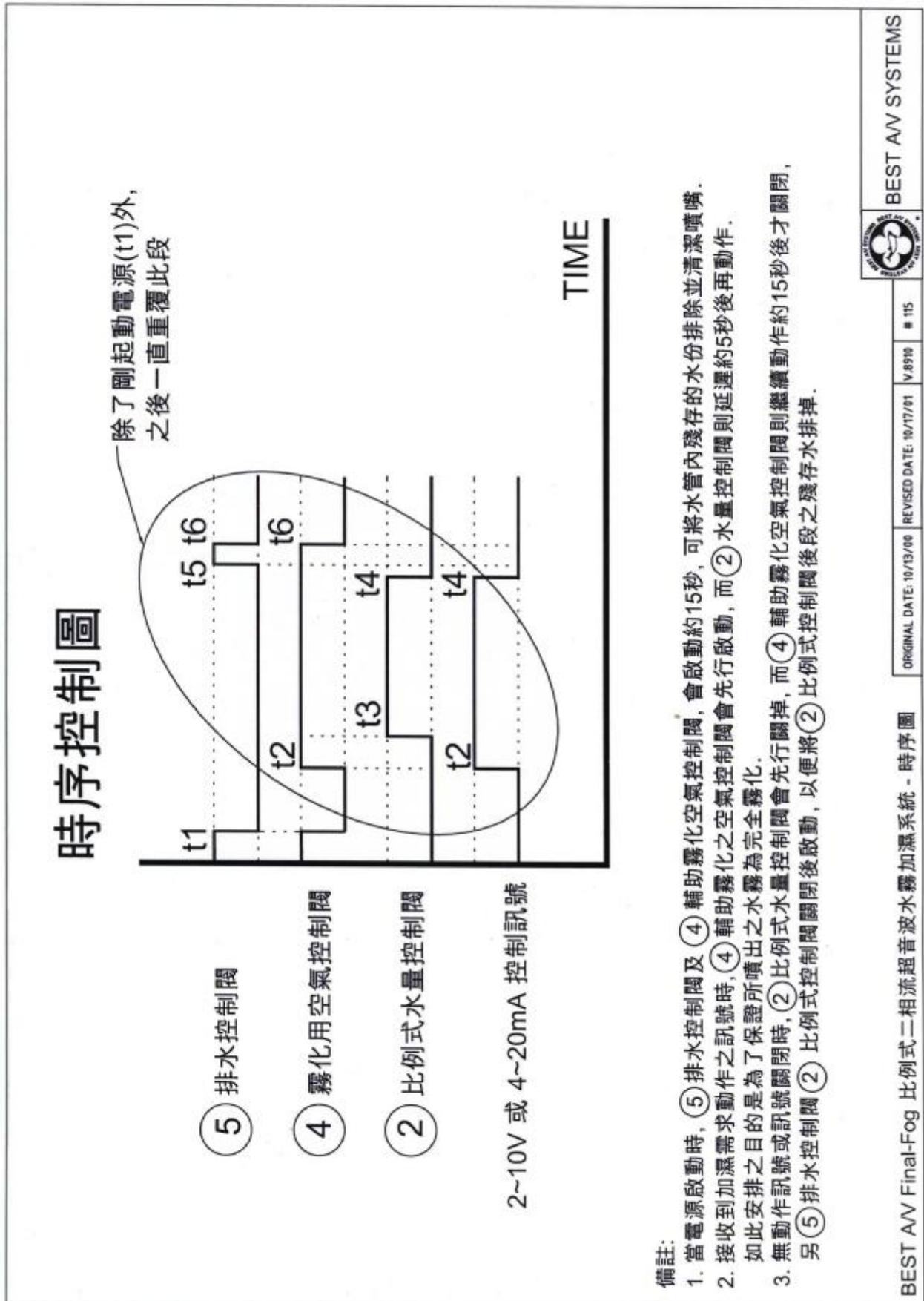
水壓 (kg/cm <sup>2</sup> ) \ 空氣壓力 (kg/cm <sup>2</sup> )	3	4	5	6
2	80			
3		95		
4			107	
5				121

1. **水質要求：**依需求加濕環境等級而定，但最少需使用 5 $\mu$  之過濾水或去離子水。唯建議使用去離子水較佳。
2. **空氣品質要求：**依需求加濕環境等級而定，但最低等級需使用 10 $\mu$  之空氣過濾器過濾即可。

## 12.9 操作程序：

1. 開機將控制箱內之主電源開關打開，並將箱外面板之帶燈開關順時鐘旋轉，將電源打開。此時控制單元將自動操作，並將霧化空氣閥及排水閥一起打開數秒，以便將管內殘存之水份移除及轉換成待機中。
2. 當室內濕度或偵測濕度不足時，由中央控制中心提供 4.0~20mA 或 2.0~10V 之比例訊號。啓動加濕時，On-Off 霧化空氣閥先行打開數秒後，比例式水閥依需要開度打開。水流經流通型霧化差壓閥，使霧化空氣壓力為水壓之等差壓增加。水流與霧化空氣一同匯流於噴嘴，直接霧化噴出再撞擊出口之超音波共振產生器，將水霧形成弧型擴散面。此時，水霧顆粒更小，熱傳接觸面積更大，很快的就被空氣完全吸收，空氣的濕度也就提高了。
3. 當到達需求設定濕度時，比例式水閥會先關閉；同時排水閥門打開與霧化空氣共同工作，將管內剩餘的水完全排除。經數秒後再同時關閉排水閥門及霧化空氣閥門。如此循環動作，完成最佳之濕度控制需求。

## 12.10 時序控制示意圖：





## **12.11 控制箱的配備及功能**

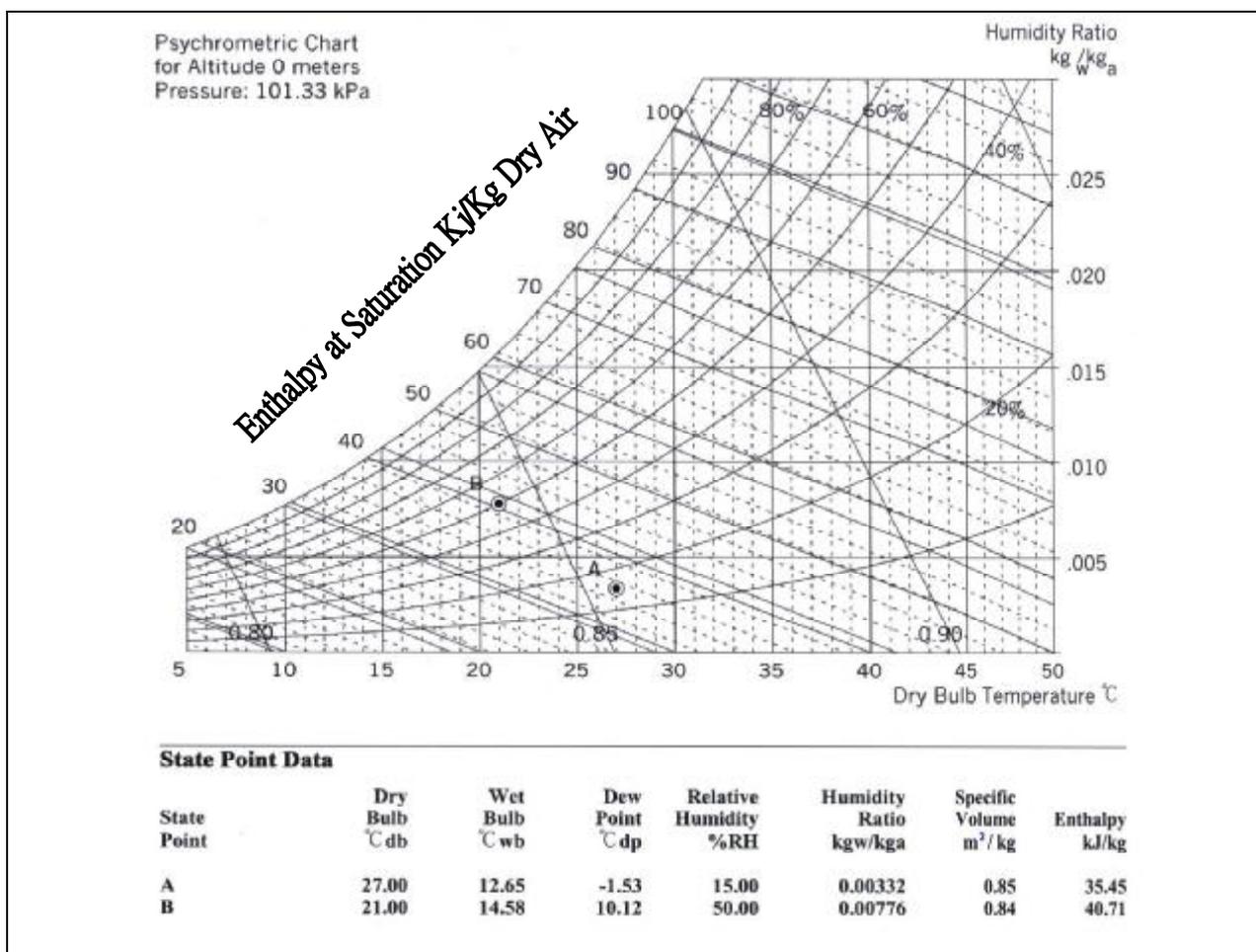
1. 由高品質零組件所組成，含可編輯式微處理器及鍵盤，可依實際操作條件加以修改以更符合人性管理需求。
2. 中文化 LCD 數位顯示器：簡單、易懂、易學、更親近。
3. 可顯示加濕操作情況，清楚明白的表示。
4. 可接受的訊號來源有：4.0~20mA，2.0~10VDC。亦與大樓的中控室相容。
5. 可編輯式微處理器收到加濕需求指令，再傳送給空氣閥及水閥使其依需求程序動作。
6. 比例式輸出加濕功能：由一精密比例式電氣轉換器的控制，接受 2~10V 之訊號轉換成輸出 3~15psi 壓力以控制一個比例式之氣動閥，並使達成比例式加濕功能。
7. 開關式的壓縮空氣控制：能配合實際需求，提供準確的霧化能源。
8. 省力快速接頭的配合，使安裝或拆換工作變得簡單容易。
9. 選配：顯示螢幕之字型，可選配中文繁體、簡體及英文字型。

## **12.12 規格**

1. 需求資料：
  - a. 空調箱或風管尺寸
  - b. 風量
  - c. 加濕前相對濕度與溫度(或露點溫度)
  - d. 設計出風之相對濕度與溫度
2. 噴頭多歧閥需求量：為取得較佳之霧化效果，一只多歧閥最多可配合 25 個噴頭。
3. 噴頭需求量：依空氣壓力與水壓取得噴出之水量來當作「除數」，再將計算之需求量除以「除數」，即得噴頭所需數量。
4. 加濕吸收距離：即噴嘴到第一個阻礙物之直線距離。水經噴嘴噴出霧化後，須經過一段時間方能吸收空氣中之顯熱焓，變成水蒸汽而擴散於空氣中。而此時間乘以風速即可得到需求之吸收距離。此距離與出風濕度有很大關聯，即相對濕度愈高愈需要長距離。若距離不足，則水霧會大量結露，濕度無法提高，不得不注意。
5. 噴頭安裝空間需求：
  - a. 噴頭與噴頭之間距：最少 300 mm 平行間距
  - b. 噴頭與地面(空調箱底部)距離：600 mm
  - c. 噴頭與空調箱頂端距離：400 mm
    - ◆ 請遵照以上間距要求，以確保加濕品質及防止內壁上結露潮濕。
    - ◆ 噴頭數量與需求加濕量成正比，而一般設計之風速有所依據，將噴頭平均佈滿於空調箱內，一般均可得到滿意之加濕量。
6. 補給水需求量：由噴頭總量及其加濕量計算出。
7. 補給空氣需求量：由噴頭總量及其單位需求風量計算出。
8. 加濕需求量計算：

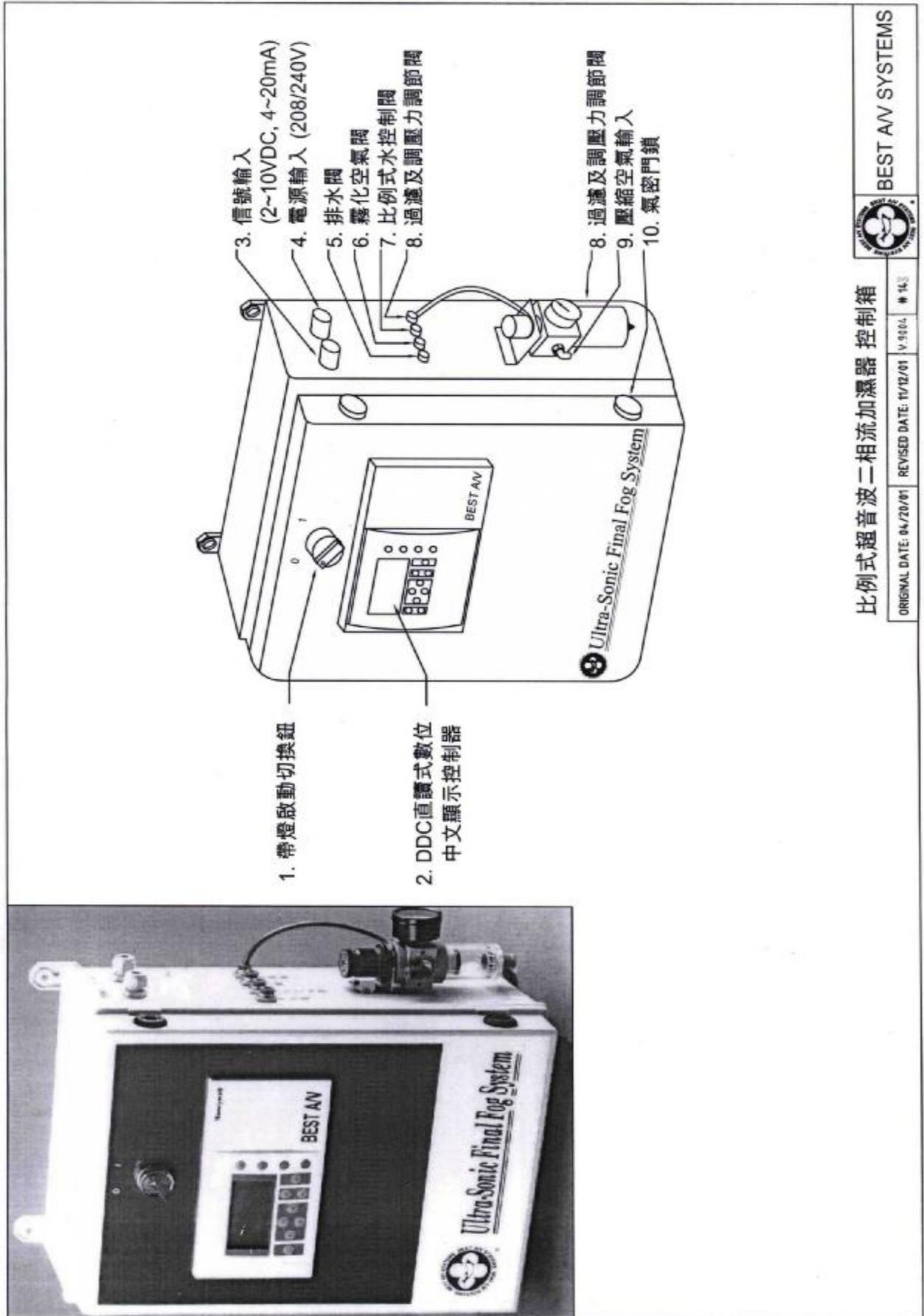


- a. 假設：風量為 100,000 CMH (風車安裝在加濕器前面)，100%空氣補給(入口溫濕度)在 27°C 及 15%RH，需要溫濕度(出口溫濕度)為 21°C 及 50%RH，水壓 5 kg/cm<sup>2</sup>，壓縮空氣 6 kg/cm<sup>2</sup>。
- b. 對照下面所附圖表，找出(入口溫濕度) 27°C 及 15%RH 的交會點 A，再延伸找出含水率 0.00332 kg<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub> 及比容積 0.85 m<sup>3</sup>/kg<sub>a</sub>。
- c. 對照下面所附圖表，找出(出口溫濕度)21°C 及 50%RH 的交會點 B，再延伸找出含水率 0.00776 kg<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub> 及比容積 0.84 m<sup>3</sup>/kg<sub>a</sub>。
- d. 0.00776 kg<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub> - 0.00332 kg<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub> = 0.00444 kg<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub> (含水率差)。
- e. 加濕需求量 = 100,000 m<sup>3</sup>/hr ÷ 0.85 m<sup>3</sup>/kg × 0.00444 kg<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub>  
= 522.4 kg/hr
- f. 超音波二相流噴嘴需求量 = 加濕需求量 ÷ 單位噴嘴水量  
= 522.4 kg/hr ÷ 10 kg/nozzle = 53 個 噴嘴
- g. 壓縮空氣需求量 = 噴嘴量 × 單位空氣需求量  
= 53 × 6.25 m<sup>3</sup>/hr = 331.25 Nm<sup>3</sup>/hr





12.13 比例式超音波二相流加濕器 控制箱：



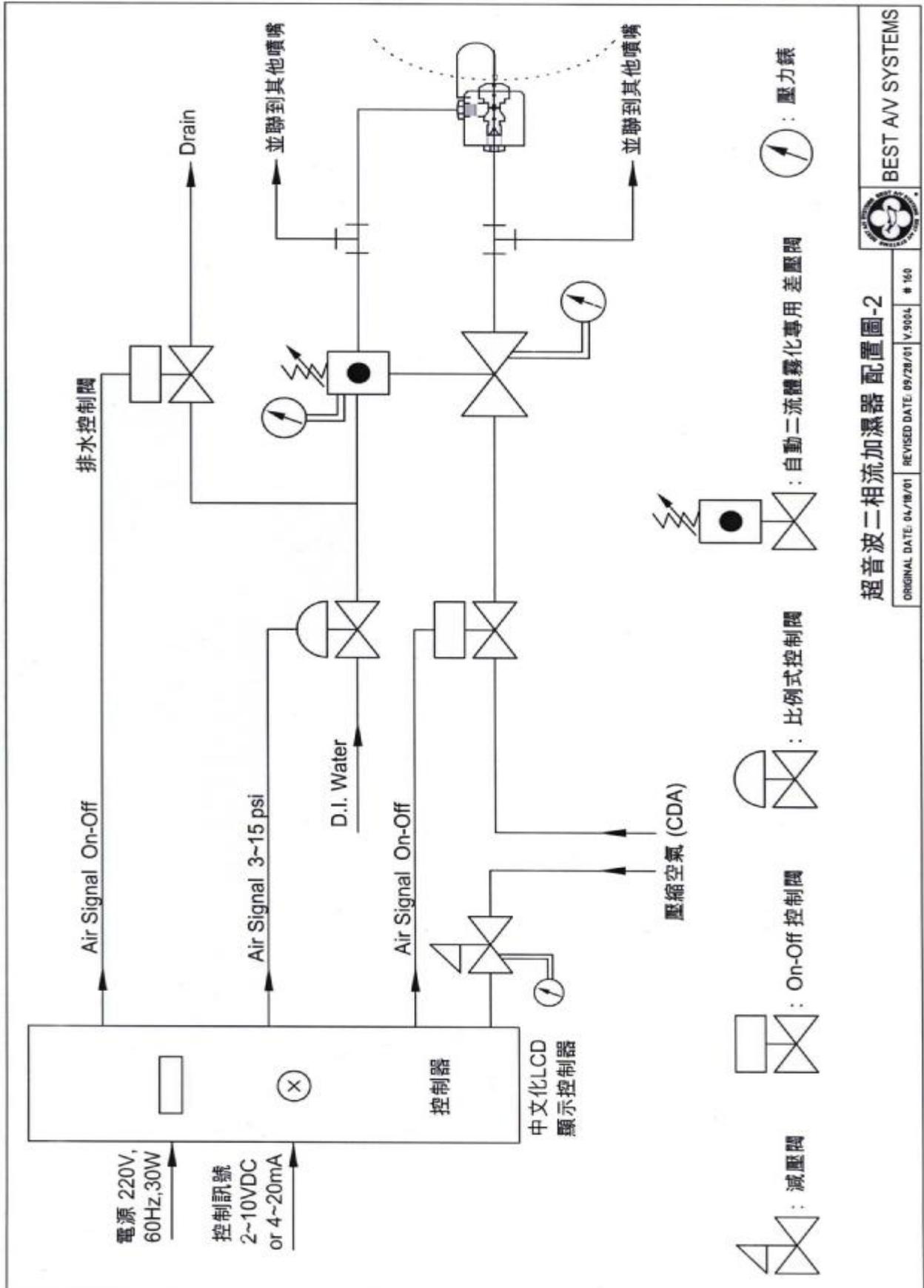
比例式超音波二相流加濕器 控制箱

BEST AV SYSTEMS

ORIGINAL DATE: 04/20/01 REVISED DATE: 11/12/01 V. 91014 # 14



### 12.15 超音波二相流加濕器 配置圖：





## 十二、 超音波噴霧系統規範書

1. 配備應包含：
  - ◆ 面板式可編輯微處理器，中文化 LCD 數位顯示控制螢幕。可手動或自動比例式輸出。
  - ◆ 超音波二相流噴嘴附前置式可調子彈型超音波共振器。
  - ◆ 噴嘴多歧閥（含水流流通型自動比例式二相流霧化專用差壓閥、控制閥、逆止閥、壓力錶..等等）。
  - ◆ 不銹鋼(304S.S.)固定架。
2. 可接受 4.0~20mA 或 2.0~10V 之比例控制訊號更可比例控制輸出水量(加濕量)
3. 噴出之水霧顆粒的液滴蒸發平均粒徑(SMD)應等於或小於 10 microns ( $\mu\text{m}$ )。
4. 所有與水接觸之零件材料需為塑膠或耐蝕材料以防止生銹。
5. 噴頭須配備有前置式可調共振器用來輕易設定噴霧範圍大小，使霧化顆粒更小、弧度愈大與空氣接觸面積更大、加濕效果達到最好。
6. 共振腔與噴頭可分開拆解以利清潔。
7. 可編輯式微處理器應有下列功能：
  - ◆ 可依加濕需求來比例調整加濕噴水量。
  - ◆ 可時序操控壓縮空氣和水。
  - ◆ 第一次開機或停止加濕時，將管內剩餘水份排除，並且清潔噴嘴。
  - ◆ 加濕需求時，霧化空氣閥先行打開延長數秒後，比例式控制水閥才開啓，以確保所有的水均能夠得到完全霧化。相同的，在停機時也須先關閉水閥，延後數秒鐘後才將壓縮空氣關閉以確保水霧之品質。
8. 噴嘴與噴嘴及多歧閥組件之連接，應採用省力快接式壓力接頭，方便施工與維護。
9. 此超音波加濕系統應採用 3~5 kg/cm<sup>2</sup> 壓力以上的 5 $\mu$  過濾水或無離子純水作為補給水。
10. 選用完整組合式粉烤防水防塵控制箱 NEMA 4 或 NEMA 12 或使用簡易控制單元與多歧閥組分離式之塑膠控制箱 NEMA4