

第五章 蒸汽加濕系統簡介

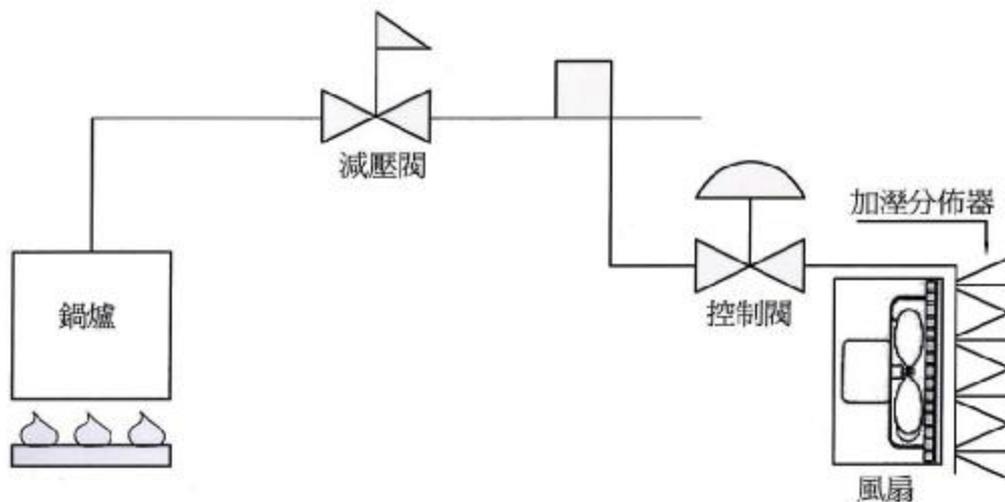
蒸汽加濕器主要由蒸汽產生器及蒸汽分佈器兩部份所組成，分別概述如下：

一. 蒸汽產生器：

1. 蒸汽鍋爐加濕系統 (Steam Boiler)：

使用電熱、燃油或瓦斯為加熱熱源。將液態水加熱至 1-10 kg/cm²G 壓力之飽和水蒸汽後，再經減壓站將蒸汽減壓至 7-25PSI，再由分佈器將蒸汽均勻散佈於空調箱或風管中進行空氣加濕。

由於此本系統一般使用碳鋼製之鍋爐內筒體及配合軟水給水。但為了防止內筒體及管線腐蝕，均會加入少量之化學脫氧劑、清罐劑等等，使爐水保持鹼性(PH值約 9~11)。爐水不斷蒸發產生蒸汽，而將不純物遺留下來；爐水中之不純物，如油脂、溶解鹽及化學藥品殘留物等，不斷愈積愈多及沉澱濃縮後，會結成水垢或產生泡沫等現象。若控制不良，還會形成”汽水共騰”現象(Carry Over)，讓爐水、甚至雜質等一起進入蒸汽管路，造成整個蒸汽系統的污染。因此在較高等級之空調加濕系統，就不可以使用軟水作為補給水，而須使用純水，爐體及蒸汽配管亦須改為不銹鋼，以減少不純物之產生。而此系統用以調節蒸汽流量之控制閥，其接續口尺寸及其內喉部 CV 值的篩選便非常重要。CV 值過大，會使閥門處於非常低之開度或動作頻繁而無法控制；CV 值過小，則無法達到較大之需求，使濕度偏低。

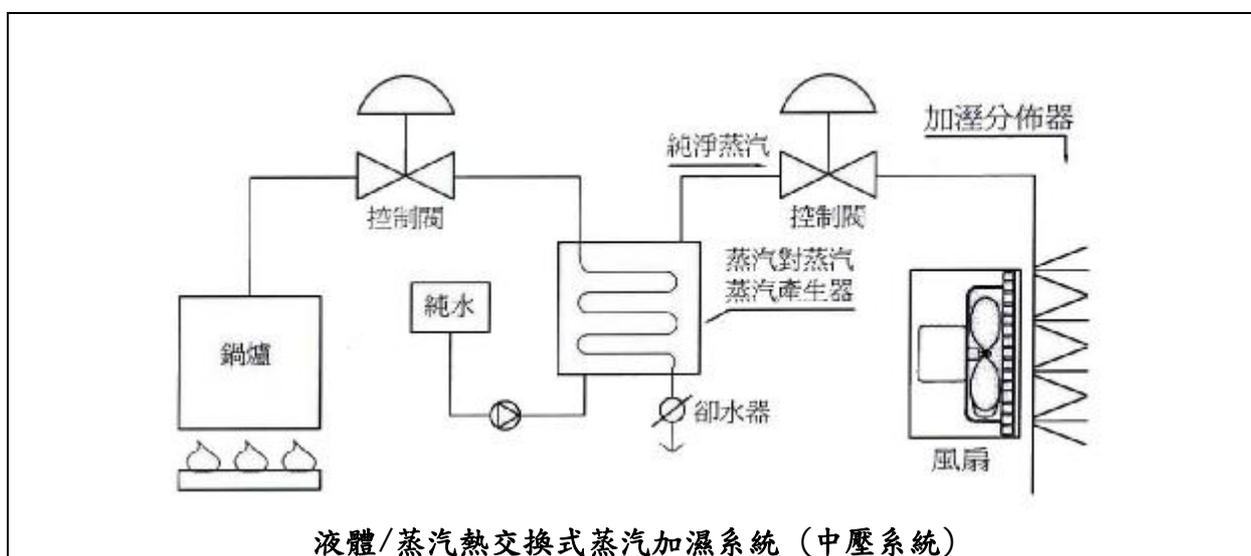
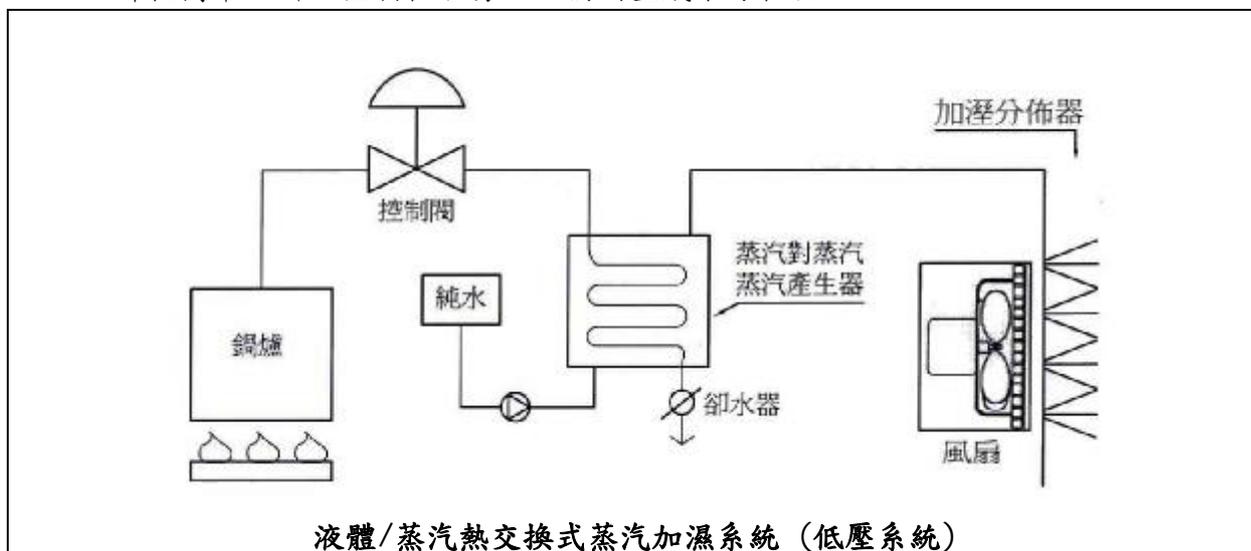


蒸汽鍋爐加濕系統

2. 液體/蒸汽熱交換式蒸汽加濕系統 (Liquid/Steam to Steam Humidification System) :

使用高溫液體(熱水)或工業級蒸汽，藉熱交換方式將純水(R0/DI)加熱蒸發為乾淨蒸汽後，再由分佈器將蒸汽均勻散佈於空調箱或風管中進行空氣加濕。為了防止蒸汽鍋爐產生不純物而汙染蒸汽品質及影響空調潔淨等級，可利用原有之高溫蒸汽或熱水經過管殼式或板式之熱交換器，來產生低壓之二次純淨蒸汽作為空調加濕。此種系統應用於原既設有或須應用高壓蒸汽鍋爐、高溫之熱水鍋爐或有高溫之回收廢熱之場合較適宜，否則即形成雙重投資。

此系統分中壓及低壓二種。中壓系統產生之二次純淨蒸汽，經分配槽供給數個空調箱使用，途經流量控制閥等，再到加濕分佈器；由於蒸汽壓力較高，相關配備較多所以設備購置成本也高很多。低壓系統產生之二次純淨蒸汽，直接配送到空調加濕分佈器上使用，而純淨蒸汽流量控制在於供給熱源之控制上；由於純淨蒸汽壓力較低，管路設計較簡單，所以控制較容易，設備購置成本亦較低。





3. 電熱式蒸汽加濕系統 (Electric Steam Humidification) :

使用電阻通電產生之熱能將純水加熱產生水蒸汽後，再由分佈器將蒸汽散佈於空調箱或風管中進行空氣加濕。

特點：

- Ⅰ 金屬製蓄水槽：不銹鋼 316 以上材質製作，耐超純水腐蝕、可清洗、使用壽命長。
- Ⅰ 電熱棒：INCOLOY 英高鎳合金製電熱棒，耐超純水腐蝕、耐高溫、熱傳導性良好、可清洗、使用壽命長。

電熱式加濕器為使用高電壓、高電流之電器設備，電器安全不可掉以輕心。因此短路、過電流、漏電開關一定要裝置，且為必要配置，但大多數製造商為求降低成本，而無此項標準裝置。為什麼一定要裝置漏電開關？電熱棒損壞的原因有二，斷路和短路。分析如下：

- Ⅰ 斷路：斷路時，完全不通電也不漏電，所以不會造成危害。
- Ⅰ 短路或漏電(絕緣電阻偏低)：發生之原因，可區分為下列幾種：
 - 2 因電熱絲熔斷造成漏電或短路，會浪費電能及熔毀電熱外殼，甚至型成機械過熱。
 - 2 因水氣進入絕緣耐熱之氧化鎂粉內使其受潮，絕緣阻抗慢慢降低。輕者，形成電能浪費；重者，造成人員感電或整組機台損毀。

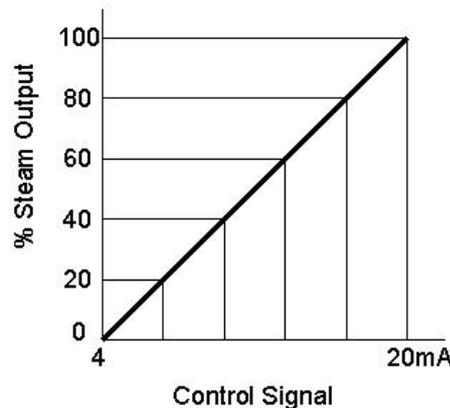
電阻式加熱棒在業界應用非常廣泛，材料的選擇須合乎使用場所標準，品質才有保障，使用壽命也才會長。下圖為僅裝置保險絲之電熱管的損壞情況，看了令人觸目驚心。除了電熱管損壞以外，也會影響電源之供應品質造成巨大損失，也可能影響人員安全。基於安全考量為預防危害之發生，最好之解決辦法即是安裝漏電、過載、短路開關，防範於未然。



控制部份，因科技的日新月異，已由過去的 on-off control，steps control，time - proportion control (時間比例式)，再演進為 linear proportional control (線性比例式控制)可作準確度達 $\pm 1\%RH$ 以內之控制要求，符合現階段時代的使用者對濕度作精確控制的高標準要求。



- I On-Off Control：類似電源開關的一種最簡易控制方式，接受訊號即開(關)，無訊號即關(開)，無法作精確控制，訊號變化快速則電磁接觸器壽命不長。
- I Steps Control：將 On-Off Control 加以改良成二段式，三段式，四段式...等等。將全關到全開的動作分成數個等分，以提供控制精確度及提高接觸器的使用壽命。
- I Time - Proportion Control：輸入控制訊號經可程式控制器運算，將電磁接觸器動作時間累積延長，並將第一段電磁接觸器設定成比例式控制。但二，三，四段為 On-Off 控制，即輸出 0~25%功率時可為比例式輸出，但 25%以上即為 On-Off 控制。第一段電磁接觸器動作頻頻，雖經時間延遲作動但相對壽命短很多。
- I Linear Proportional Control：利用相位式 SCR 切割相角輸出 0~100%線性比例功率特性。第一組電熱由 SCR 控制但其他各組仍由電磁接觸器作 On-Off 控制，再經 PLC 可程式控制器內的精確計算分割使輸出功率達成為 0~100%線性的功率輸出。



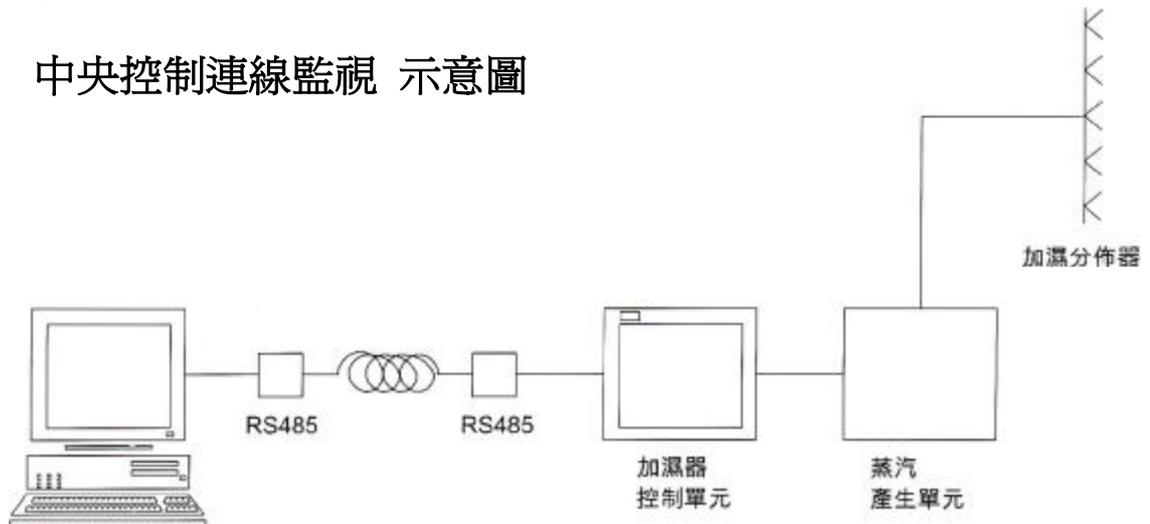
0~100%線性比例功率輸出

早期所用的 7 段線 LED 顯示螢幕，僅能以數字表示。後來進步到二排數字 LCD 顯示，但其任何錯誤或操作訊息均以數字表示，所以不易瞭解。現今有大尺寸 LCD 觸控顯示螢幕，採人性化設計、親和性佳、直讀式、免翻譯、任何訊息不遺漏，讓工程師們輕易上手，減少學習時間及維修成本。

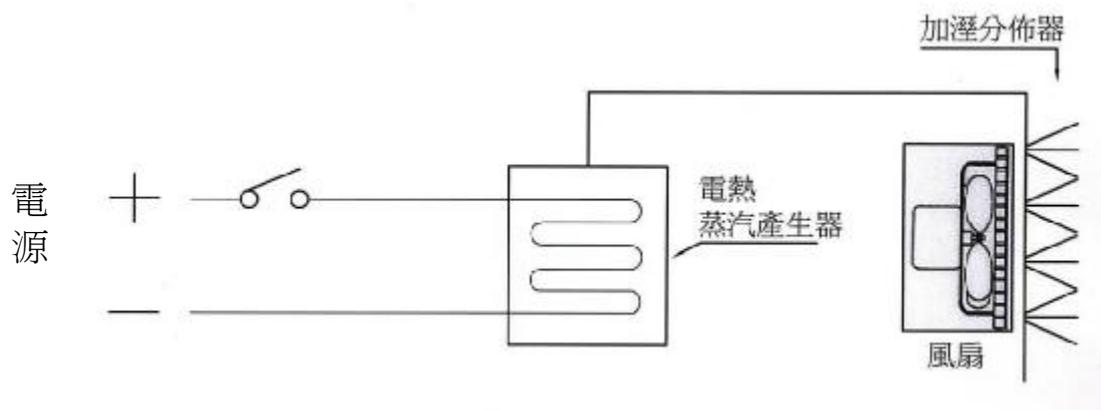


大型中央空調都有獨立之中央監控室，而所有機台運轉訊息的接收及控制均於控制室內執行完成。因此優良的加濕器必須能提供中控室相對需要的資訊，若僅只接收中控室指令作全部運轉而無法回饋現況訊息是不夠的；就像畜牧業一樣，須時常到現場觀看實際情況並加以照料，才有好的回收；所以加濕器與中控室之間若有雙向交流管道就非常符合現階段科技廠之需求，可利用 RS232 或 RS485 序列埠當其溝通管線，使中控室的操作人員能對實際現場情況瞭然於胸，譬如：所下達之控制指令是否已完全執行完成、各個機台作業現況...等等。

中央控制連線監視 示意圖



不同時代有不同的需求，科技的進步及競爭合作，如何將設備功能運用到盡善進美、符合人性需求，將是製造廠與使用單位最大的挑戰。

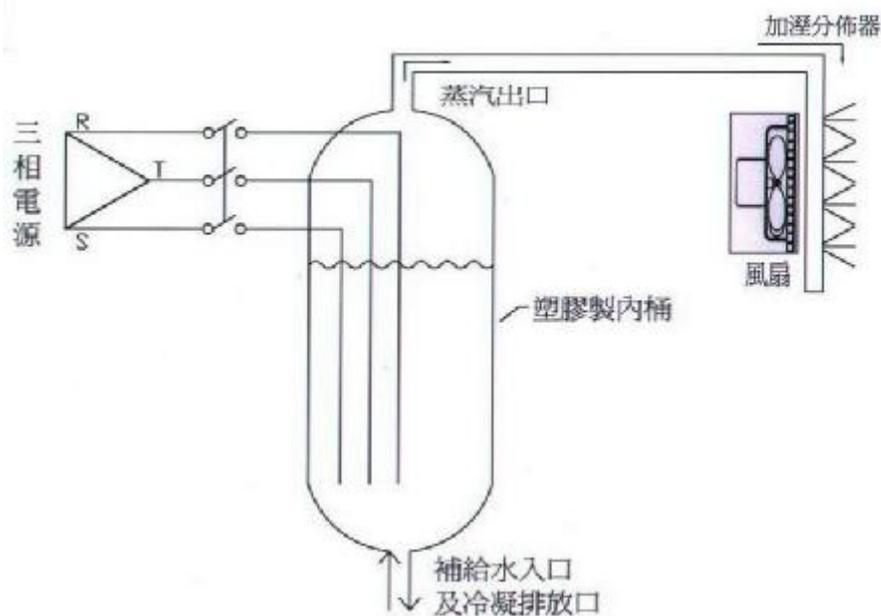


電熱式加濕系統

4. 電極式加濕系統 (Electrode Steam Humidification System) :

使用電極棒插入水中，藉通電後水中離子移動所產生之熱能將水加熱蒸發為水蒸汽後，再由分佈器將蒸汽散佈於空調箱或風管中進行空氣加濕。僅可使用於一般水，不可用於純水，亦不建議用於陰陽離子交換的軟水。

電極式加濕器為一般工業等級加濕器，一種最簡單的結構設計。由三片不銹鋼板或網當電極，一個銅棒當高液位指示，射出成型的耐熱塑膠筒，功能清楚的電磁接觸器及簡單的控制線路組合而成。



電極式加濕系統

特點：

- 1 非金屬之儲水筒：電極板沉浸在水中，通電後，電流會經由水而導電至桶身。若使用金屬製筒身，會有漏電危險，所以塑膠筒體只要有破裂就不能再使用。塑膠筒體在受熱後會慢慢裂化，所以筒體為消耗品，需在運轉一段時間後更換，在台灣地區最長約 2-3 年須更換。

電極式加濕器之工作液位如圖示約 3~7 公分。



電極式加濕器之操作液位

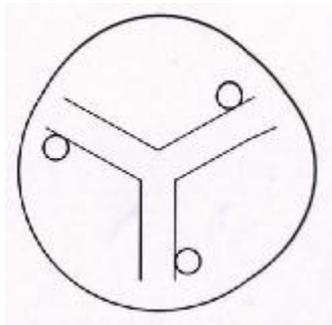
I **電極板**：只要是導電材質即可，可為不銹鋼、銅、碳鋼...等等均可。但一般以不銹鋼為標準。

n 自來水的電導度約為 100-300 $\mu\Omega$ (微西門)。

n 如要增加蒸汽產生量，只要增加金屬板與液體之接觸面積即可。

n 輸出功率(kw)與電流(I)成正比；輸出功率(kw)與電阻(R)成反比。

n 電極在通電後，電在水中快速移動產生熱能，相對的極板會慢慢解離，形成氧化鐵，水中之雜質及不純物快速增加，水的顏色也由無色變成棕紅色。最後由於雜質濃度升高及離子太多，使極板間產生低電阻、形成閃光，此時蒸汽產生量會減少很多，雖然提供相同之功率但達不到實際產生量，這個時候就必須要整組更換新品或拆下維修。所以，電極式均有設置排放閥以降低水中雜質(TDS)含量以延長壽命。而排放量為產氣量的 $1/10 \sim 1$ 倍左右，會損失部份熱能，因為排放的水均為高溫熱水。雖然如此，往往實務上在運轉約 7-30 天即須作更換或清洗維修，因此在實際使用電能效率上低於電熱式加濕器。



電極板



電極板 - 結垢圖

I **控制部份**：電極式蒸汽加濕器為求降低售價，所以控制也較簡單。一般均以電磁接觸器以 on-off 方式控制電力輸出，因此無法做線性比例式輸出。且無總電源開關及保險絲，而直接將電源強加在電磁接觸器之一次側，二次側則直接接在電極板上。所以，當盛水桶漏水時必會引起漏電之危害，使用上不可不慎。

電極式蒸汽加濕器一般利用水位來控制輸出量，以一比流器來決定水位及輸出百分比，但受限於正常操作水位與高液位相差約 7 公分水位高度，水位差過小的情況來作比例式控制輸出是非常困難。唯一可達成比例式輸出的方法是將電磁接觸器更換為 SSR 固態邏輯電驛或 SCR 電力調整器。

電極式加濕器對環境的危害

I 電極板為金屬板製成為求導電效率、提高使用壽命及易於清潔保養，會使用不銹鋼 Stainless Steel 為板材。不銹鋼的主要成份為：碳 C, 矽 Si, 錳 Mn, 磷 P, 硫 S, 鉻 Cr, 鉬 Mo, 鎳 Ni, 銅 Cu, 其中之金屬成份經導電解離後沉積桶底，經過運轉定時排水及清潔而排放到兩水管路就會造成環境重金屬污染，對環境危害極大，不可不慎選及注意後續處理。