液體除溼技術於農業溫室應用

主講人：高復國、唐棠

工業技術研究院能源與資源研究所

中華民國八十一年九月四日

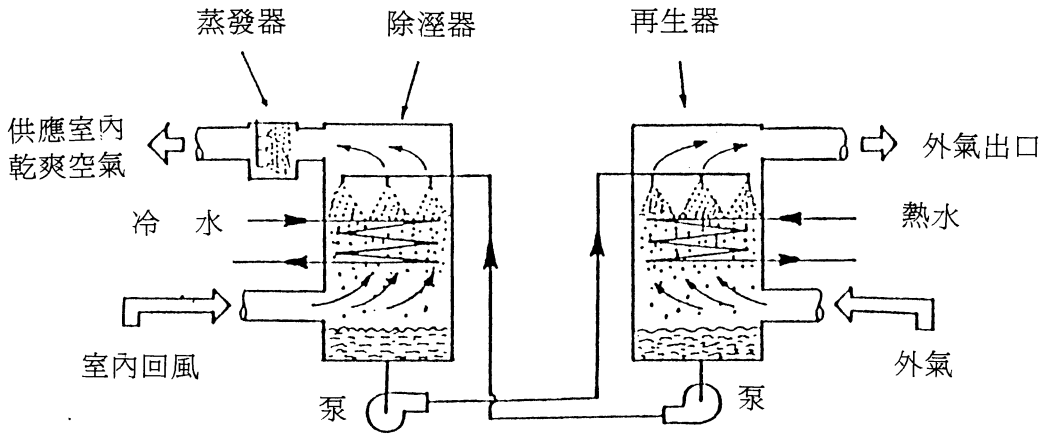
一、技術介紹

現有除溼方式探討

除溼方式	除溼設備	空氣狀態	優點	缺點
壓縮除溼	空氣壓縮機 配合冷卻盤管	-20℃露點	構造簡單造價低	除溼時風量小 運轉費用高
冷凍除溼	冰水冷卻盤管	7℃露點	構造簡單造價低	無法提供低溼空氣 、且運轉費用大
固體除溼	蜂巢轉輪式	-67℃露點	可除至極低溼度 狀態空氣	潮解問題、造價高 ，製程技術高
液體除溼	除溼／再生器	-29℃露點	除溼量大 再生溫度低、節約能源	溶液腐蝕問題，溶 液逸失

液體除溼技術

「液體除溼」是利用化學溶液(例如三乙基乙二醇)在恆定濃度下，降低溫度產生吸水效果，並利用高溫時釋放溶液中水份，再回復至原濃度的一種化學吸收除溼技術。



液體除溼技術流程圖

液體除溼特性

1)系統體積不大，適合大風量的低濕環境需求

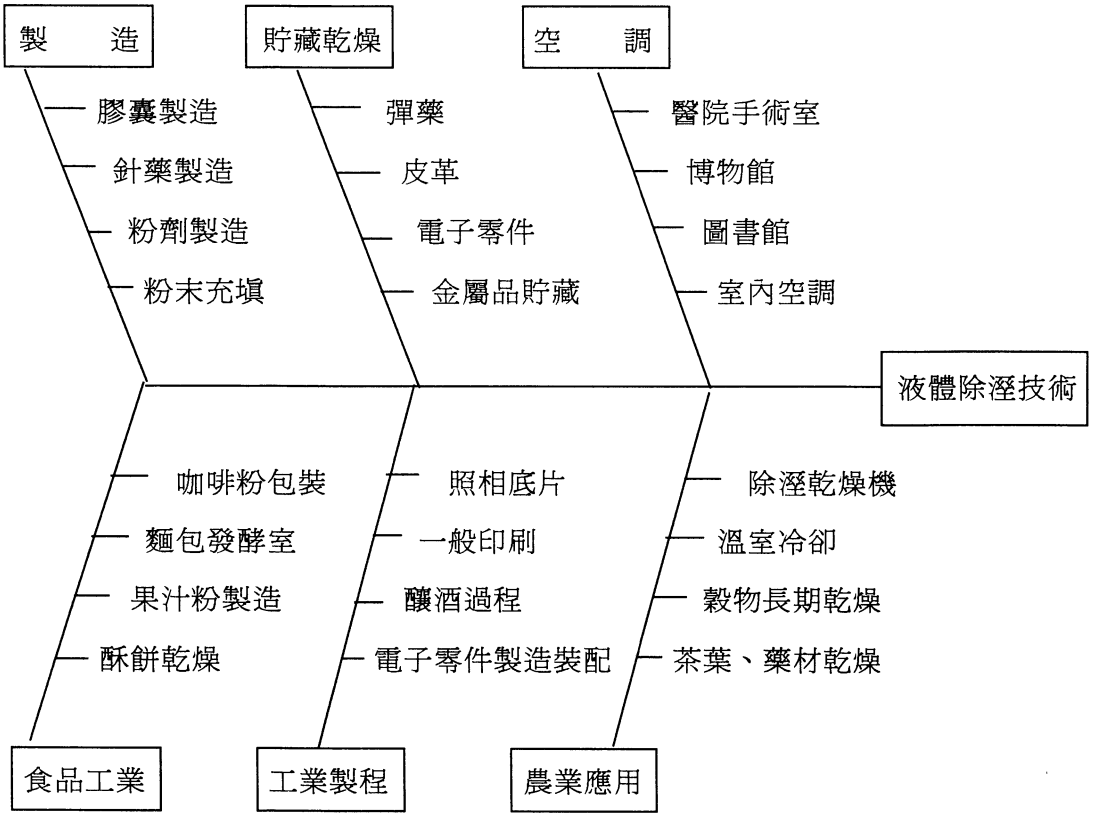
2)系統僅需低溫熱源便可提昇溶液溫度而達到濃縮要求

3)除溼溶液(三乙基乙二醇或氯化鋰)本身具有殺菌功能

4)應用於農作物乾燥，可確保品質

5)無結霜之虞

二、市場分析



液體除溼技術市場應用圖

·國內目前應用液體除溼系統的情形及投資成本

生產廠家	使用場所及用途 (套數)	成　　本
美國 Niagara公司	1.林口酒廠－釀酒環境(1) 2.嘉義酒廠－釀酒環境(1) 3.花蓮酒廠－釀酒環境(1) 4.高雄市立美術館－美術品保存(1)	投資約5000萬元
荷蘭 Kathabar公司	1.林口酒廠－釀酒環境(1) 2.屏東酒廠－釀酒環境(1) 3.華興鋼鐵－鋼鐵貯存(2) 4.華隆鋼鐵－鋼鐵貯存(2)	

技術成果效益

太陽能液體除溼空調技術在國內由工研院能資所研究開發下已逐漸地擺脫實驗階段，而本年度除了完成性能更高，操作更爲穩定的系統外，更積極地尋找本系統的技術定位及適用對象。由於國內屬高溼高溫的氣候，一般由國外直接引進的液體除溼冰水主機並非十分地適用於台灣地區尤有甚者這類國外產品運至國內裝機後，尚未正式運轉已有外殼生鏽的現象，而產品成本又十分昂貴，所以液體除溼本土化技術實有值得推廣的價值，評估本技術除了一般空調應用外，其他在相關產業方面的應用空間分述如下：

1.煙酒製造業：

一般煙草產品的製造與釀酒廠內蒸餾酒精的過程，往往需要極低的溼度保持品質的恆定。如林口酒廠、嘉義酒廠、屏東酒廠等均有引進美國Niagara公司及荷蘭Kathabar 液體除溼空調系統控制環境室的溫溼度，這兩套系統的熱源部分採用工廠廢熱或是鍋爐蒸汽供應再生溶液用，另外再配合一套電力供應的壓縮式冰水主機以達到降溫用除，不僅投資成本龐大，而且消耗能源不小。這個市場需求完全建在低溫低溼的出口空氣條件(出口空氣溫度5℃，溼度爲60％)，因此一般的傳統空調由於結露的影響，無達到這個需求，而常溫低溼式液體除溼系統除去空氣中水分後再輔以冰水主機降低顯熱，不僅無結露(霜)的問題，並可減少冷凍負荷達成節約能源的目標，減少不必要的投資浪費。

2.農業方面：

a)溫室：國內許多農業試驗所、改良場、及民間經營的一些高附加價值的花卉種植均採用恆溫恆溼的溫度提供生長環境。一般溫室由於結構特性均可採用加熱空氣進行濃縮溶液的方法以節省能源消耗，以屏東某種植蝴蝶蘭的溫室環境條件爲例：白天在25～28℃，溼度70～80％，夜晚22～25℃，溼度爲70～80％的控制環境下，可改變蝴蝶蘭在非產期間不開花的既定原則，在各國均無法提供花卉的9～11月間也能外銷至它國，增加市場競爭條件。

b)穀物，種苗乾燥：

高水份的環境將加速穀物及作物種苗的發芽、發霉，進而腐壞，如此將影響售價。一般可採用高溫的乾燥方式除去該物的含水量，但是加熱的方式將會影響日後種苗的發育，因此

種苗的儲存必須藉著由常溫乾燥的方式，低溼式液體除溼冷卻技術正可以運用於這方面的乾燥需求。

3.食品工業

食品製造與加工業(如：麵包廠產品包裝、奶油、糖果、巧克力、肉和肉類產品，脫水食品等)往往將溼氣減低到最少，以避免食品本身品質、口味及構造受到影響。且液體除溼劑本身往往有殺菌能力，可保持環境清淨的功能。

4.電子工業

電晶體的製造若處在一高溼度下會造成半導體材料的衰退；封裝的過程必須在乾燥的氮氣及氦氣的條件下完成，過於潮溼的空氣會損壞到電子零組件的生產及貯藏。

三、研發過程與成果

‧動機

目前國內對液體除溼的研發仍付之闕如，本所在四年前執行太陽熱能應用技術研究發展，初期就洞悉除溼技術的應用將在日後的市場上佔一席之位，所以便積極進行液體除溼技術的本土化開發，輔以太陽熱能爲濃縮除溼溶液的熱源，設計製造出省能源的高效能液體除溼系統。

‧能資所技術現況與發展

1)熱源使用方面

可設計採用太陽熱能、電能及瓦斯三種不同熱源加熱溶液予以濃縮的技術。

2)再生／除溼器方面

可設計採用填料或採用鰭管熱交換器的再生器與除溼器，並具備高效能的要求。

3)蝴蝶蘭溫室方面

可設計配合蝴蝶蘭溫室大小的液體除溼降溫系統，目前已與多家蘭花業界接觸以協助其降溫需求。

4)農作物低溫乾燥方面

可設計確保農作物品質的除溼乾燥系統，目前台東農改場已開始使用本系統，其他農政單位亦頗爲重視。

・與國際水準之比較

項目／單位	國外研究	本所技術
除溼器	小型實驗 效果尚可	已建立大型填料式及鰭管式兩款除溼器，除溼效果良好，掌握設計上know-how，且移轉國內業界。
再生器	小型實驗 效果不佳	已建立大型填料式及鰭管式兩款再生器，其中採用高溫溶液濃縮的效果更獲來訪國外專家讚許。
熱源使用	僅用瓦斯加熱溶液或電熱、太陽能加熱空氣	已建立太陽能、瓦斯及電熱三種加溫的設計技術，並在太陽能方面獲致高效率濃縮設計。
系統	僅Colorado State University 建立一套小型實驗系統實地運轉	1.建立世界上第一套大型太陽能液體除溼冷卻系統 2.建立第一部商業運轉之低溼式除溼乾燥機 3.建立第一套配合溫室結構之省能除溼系統

四、農業上的應用

1.溫室太陽能除溼冷卻系統

利用本所研發之液體除溼技術，配合現今玻璃溫室結構，吸收太陽熱能，發展出溫室太陽能除溼冷卻系統，應用於蘭花溫室內的降溫。預估蝴蝶蘭在非產期時市場經濟效益爲目前4～5倍，即有節省能源且改善蘭花品質增加利潤之雙重功效。

進行地點：1.屏果東港某蘭花溫室

2.台東農業改良場

2.常溫低濕式除濕乾燥機

習知穀物乾燥均使用熱風烘乾，但常造成殼物品質降低。本所研發之常溫低濕式除濕乾燥機係使用低濕度(10～30%)的常溫(28～35℃)空氣與作物接觸進行乾燥，如此可確保農作物的品質恆定。

進行地點：1.台東農改場之特用作物室

2.桃園農業改良場

・農業市場潛力分析

1.國內蘭花溫室約60公頃(181500坪)，以130坪溫室投資除溼系統約60～70萬元而言，預估未來本系統之市場產值有：83,769萬元。

2.根據資料顯示，目前熱風乾燥機每年的營業數額約爲 5億元，預估若低溼式除溼乾燥機能順利打入市場，初期應有 1億元的產值。五年後訂定的成長率爲150%，屆時在農業乾燥技術上即有兩項產品可供選擇。

五、未來研發與技術推廣

1.工業方面

1)建立混合型液體除溼空調的本土化技術，提供相關產業的應用，並提昇我國在除溼空調上的技術地位。

2)配合國內機電業，建立液體除溼的悟智(Fuzzy)系統，自動化監控系統的運轉，符合潮流所需。

2.農業方面

1)溫室自動化操控系統－日照量、溫度、濕度、換氣全控制系統建立

2)溫室降溫系統－朝成本降低、功能齊全、簡易操作的系統普及化努力

3)除濕乾燥機推廣－擴大本機組應用空間、積極地達成農業自動化、產品品質高級化的目標

未來發展方向

結合國內廠商發展系統技術以取代國外進口的昂貴系統，選擇下列場所爲未來應用的重點：

1)製藥業(榮民製藥廠……等)

2)食品加工業(味丹企業……等)

3)空調用途(無塵室及醫院……等)

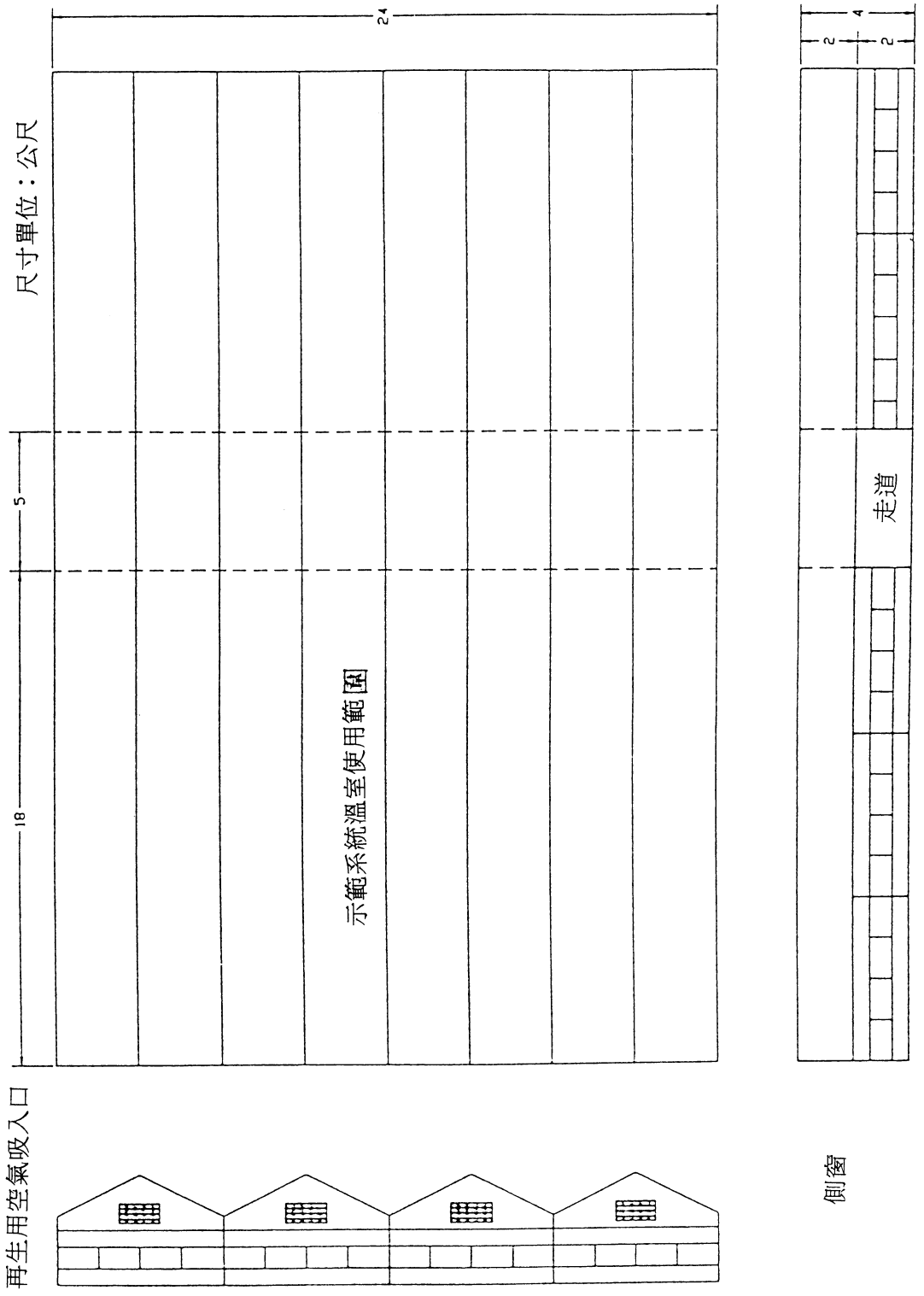
4)倉儲乾燥用途(市立美術館、各大報社……等)

5)農業用途(各農會、台糖公司及民間溫室……等)

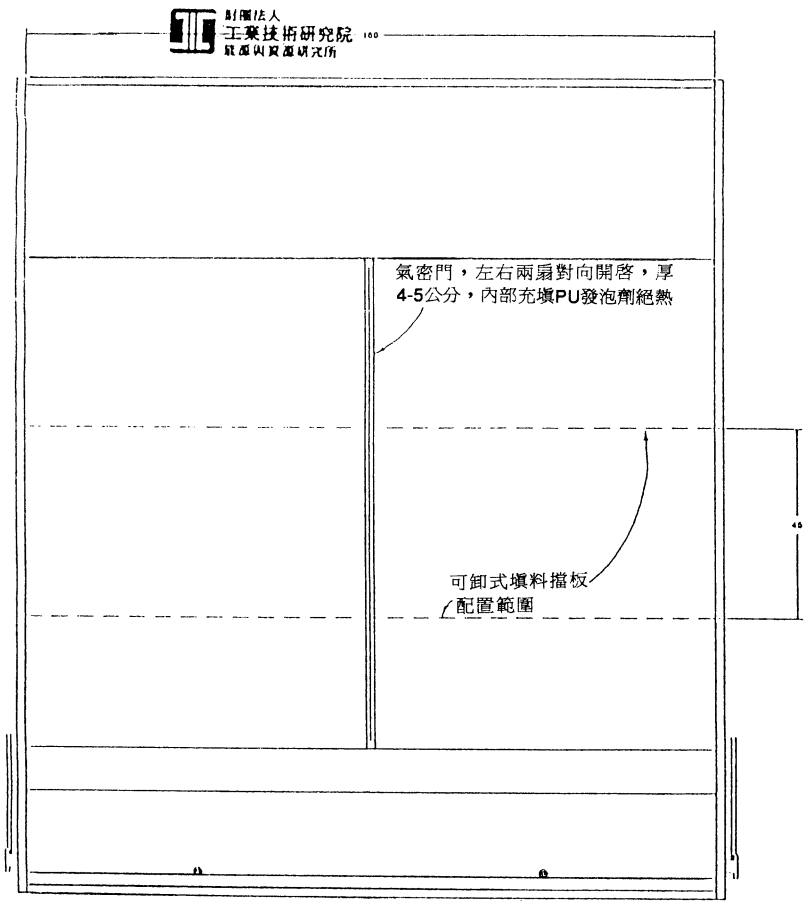
6)鋼鐵業(豐興、華興及華隆鋼鐵……等)

六、

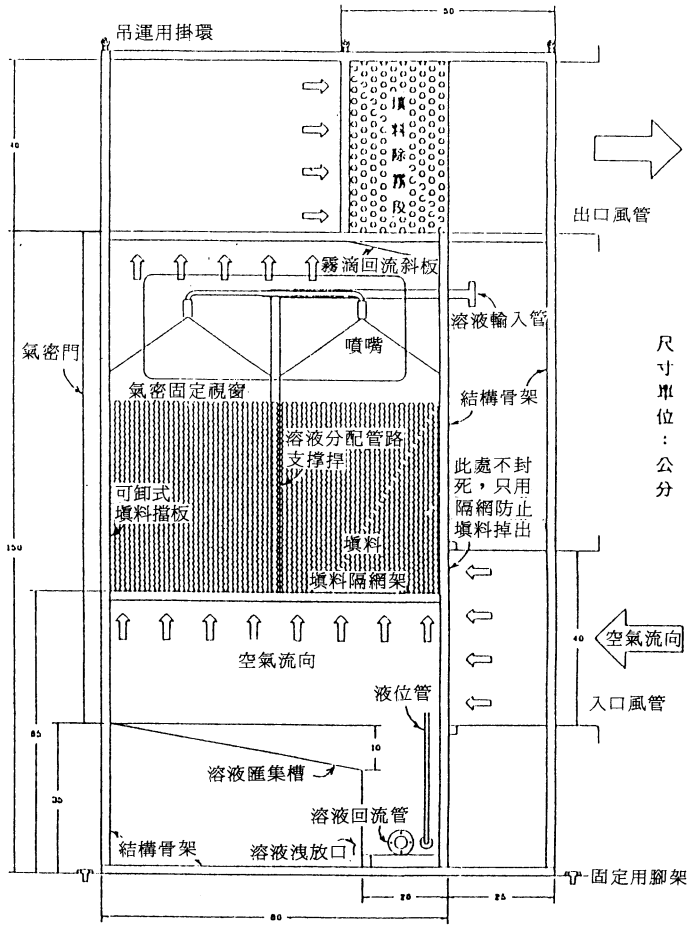
爲拓展太陽熱能及液體除溼系統於農業方面的應用，本計畫於屏東縣新園鄉建立了一座頂棚有收集太陽熱能功能的液體除溼降溫示範溫室。此溫室的頂棚由屋頂、百葉式調光系統及天花板所構成，除了可視日照强弱及蘭花生長需求，調整栽培區的照度外，並可將所截收的多餘日照能量用以加熱空氣，做爲驅動液體除溼系統再生組件所需的熱源。在日照强烈，溫室空調降溫負荷極重的夏季日間，即能以液體除溼系統承擔大部份空調負荷，從而降低原本必需全部仰賴冰水機時所耗的電能。在此種溫室中，業者可以最低廉的操作成本，創造出一個良好的蘭花栽培環境，以人爲的氣候，控制蘭化的生長及開花，達到按市場需求適時供應切花、增加收益的目的。



圖：示範溫室場地佈置及構形示意圖

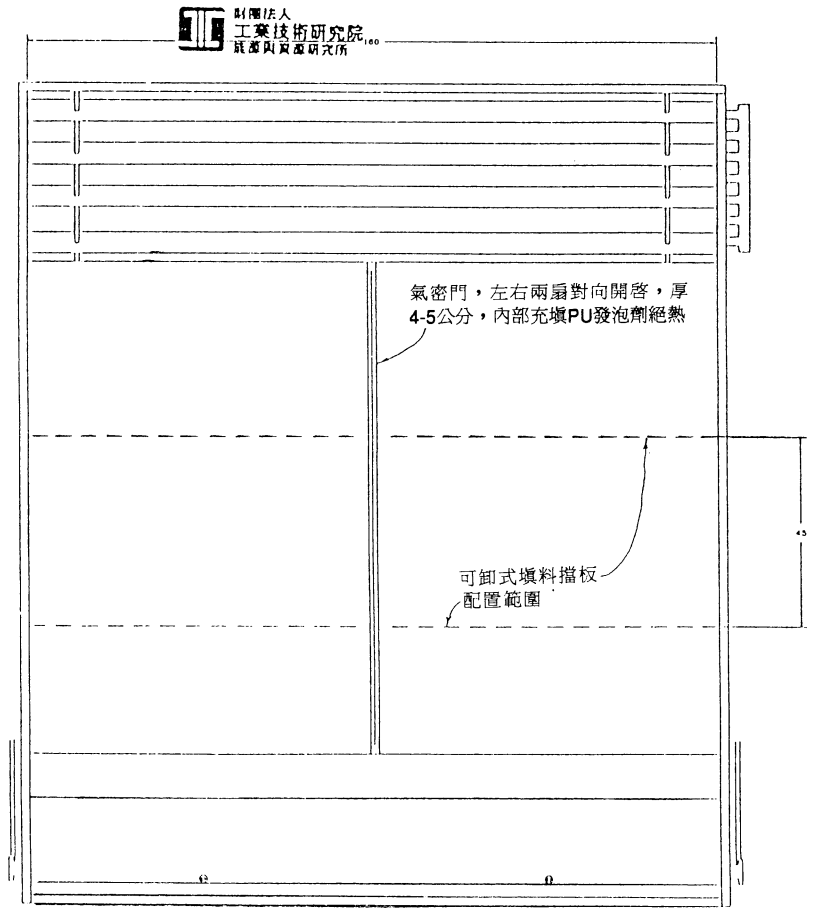


正視圖

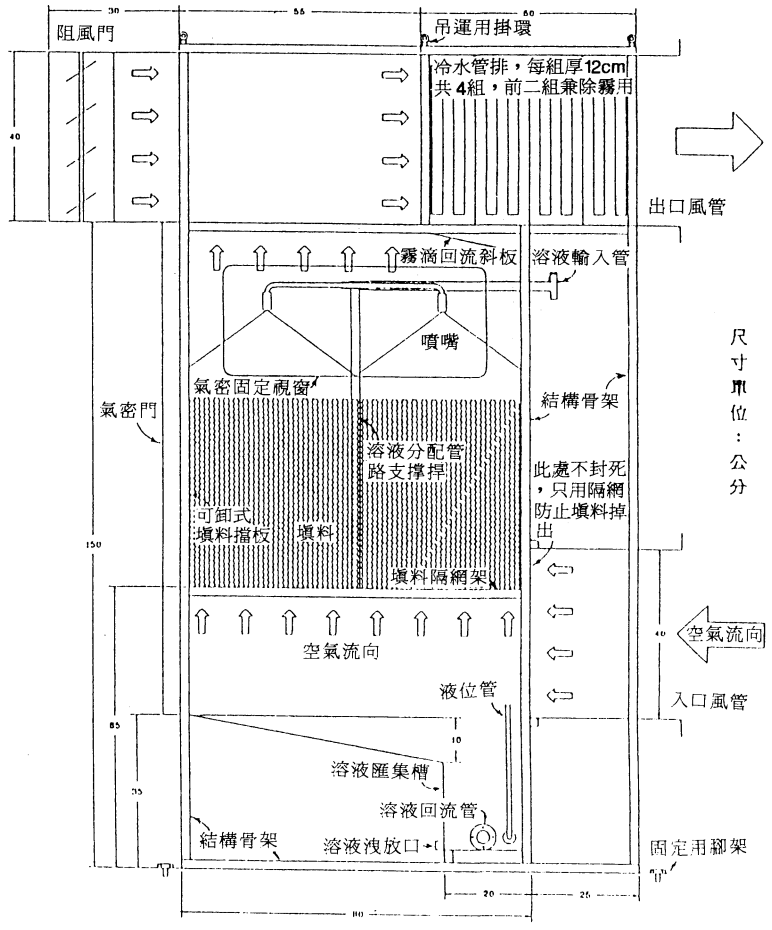


側視剖圖

圖：再生塔設計

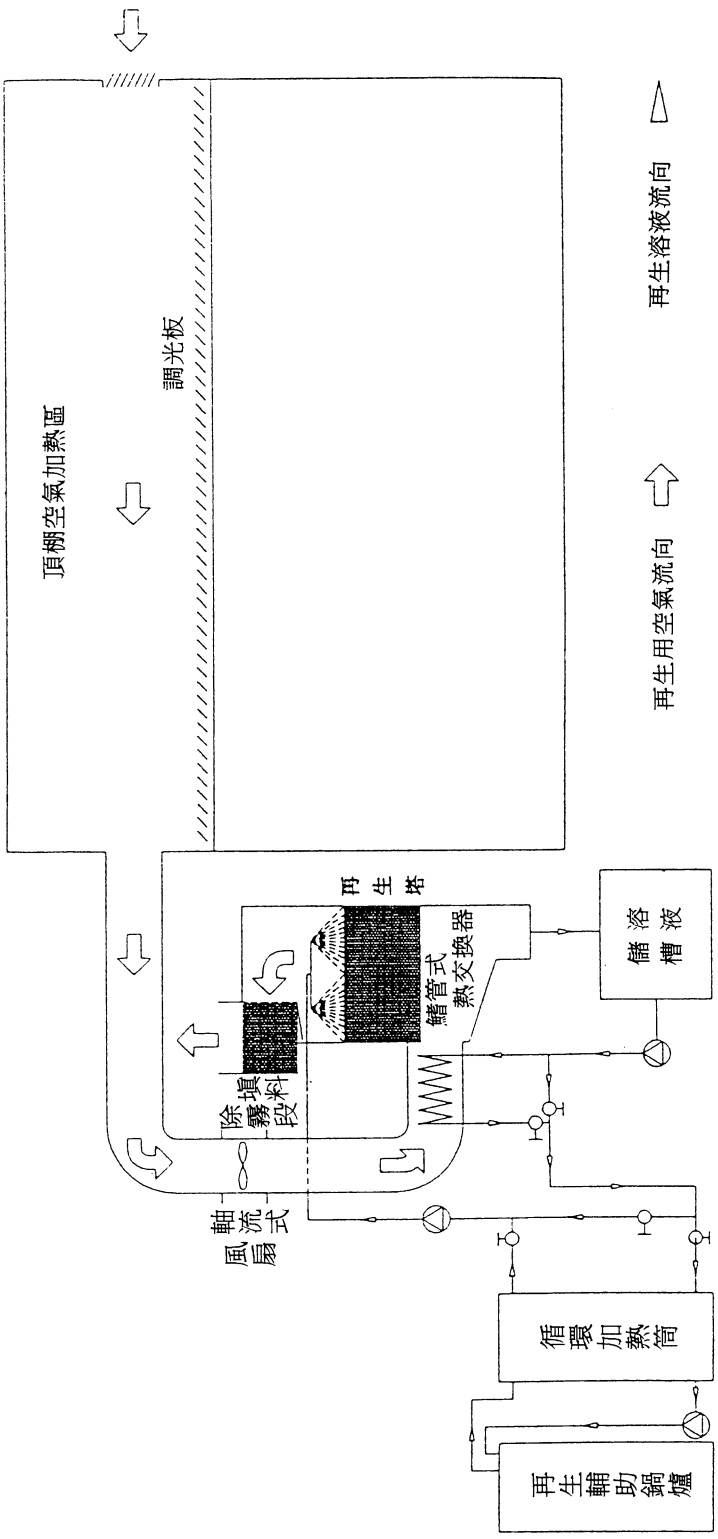


正視圖

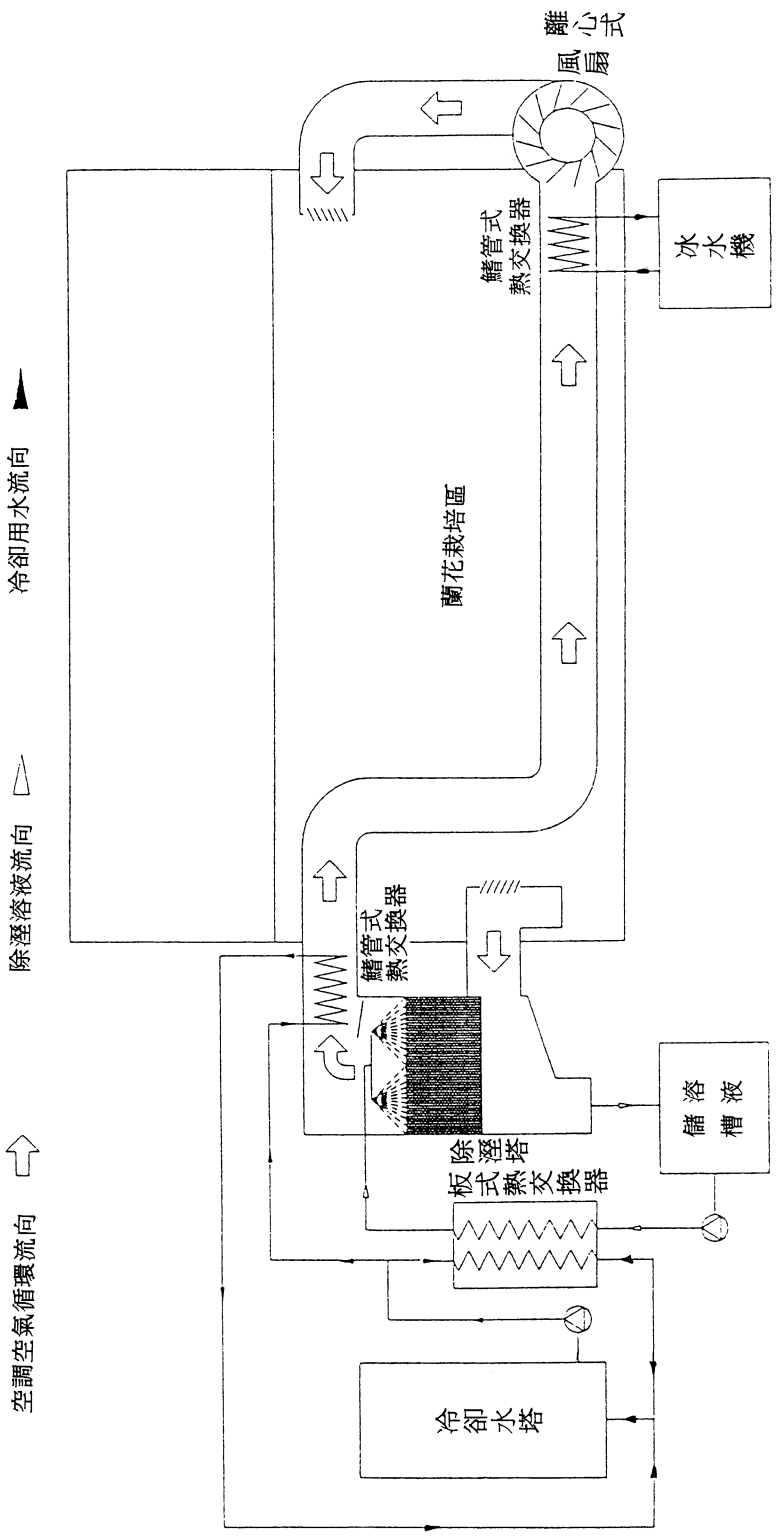


側視剖圖

圖：除溼塔設計


頂棚空氣加熱區
調光板
再生溶液流向
再生用空氣流向
再生塔
鰭管式熱交換器
除霧填料段
軸流式風扇
溶液儲槽
循環加熱筒
再生輔助鍋爐

圖：溶液再生流程



圖：溫室空調降溫處理流程

溫室環控設施(計對大面積園藝)

壹：結構體(僅對環控影響部份說明)

1.木質系

2.鋼鐵骨系　　對溫室環控影響較大

3.鋁合金系

4.其他

貳：被覆體(玻璃、聚氯乙烯、聚乙烯、壓克力、F.R.P.等)→對光環境有影響

參：光環境(因作物光合成特性之不同而異)

1.強光40Klx以上

2.中光10～40Klx

須遮光設備

3.弱光10Klx以下

遮光系統：(a)固定式→例50%～95%

(b)可變式　a.水平移動式

b.水平多葉式

c.其它

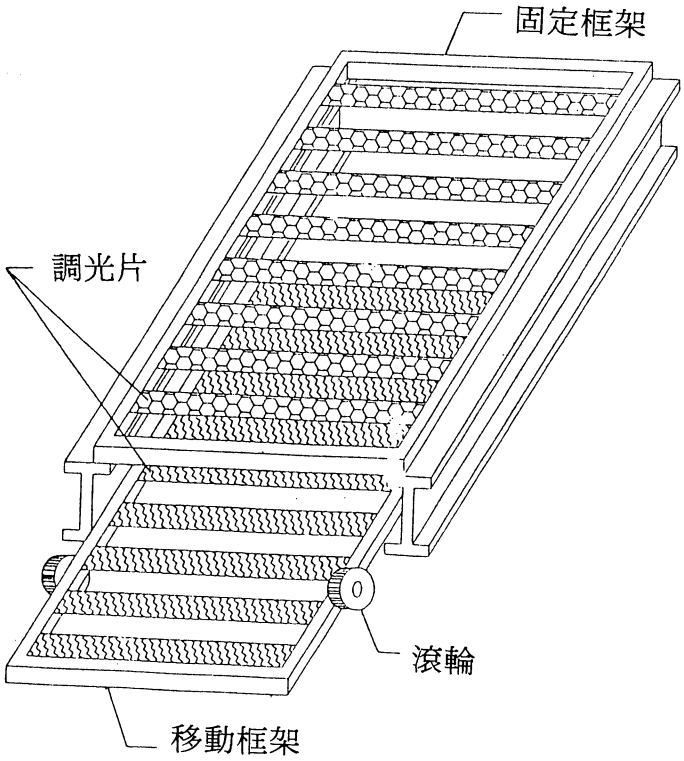
肆：溫濕度控制

1.液體除濕系統

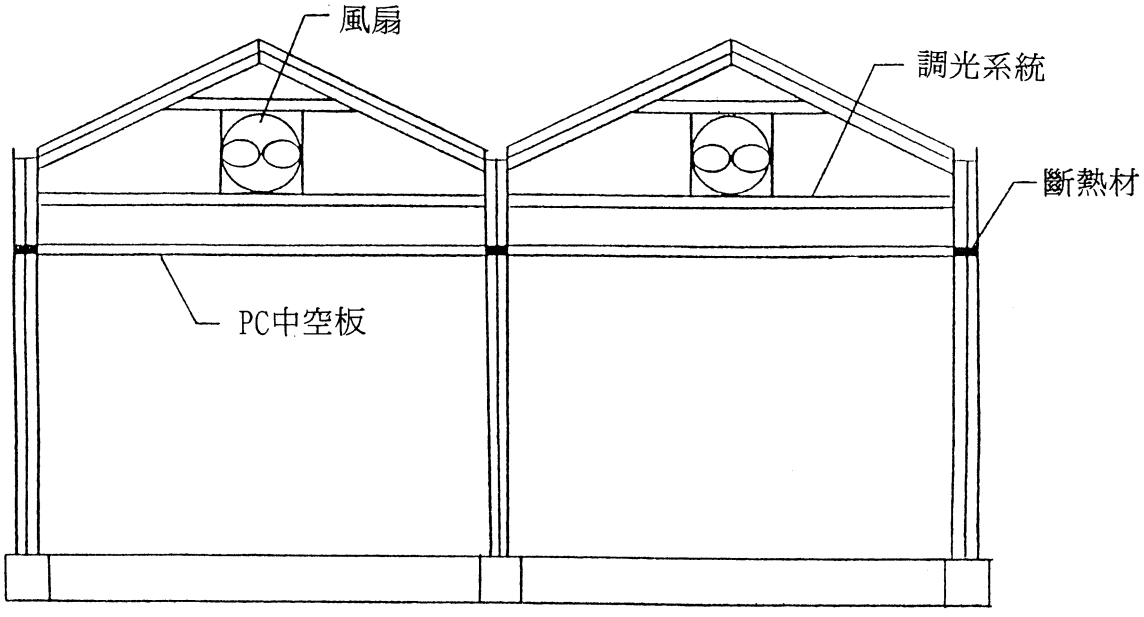
2.水簾及噴霧系統

3.壓縮機組冷卻系統

4.其它



水平移動式調光系統



改良型溫室