

溫室環境控制設備

中興大學農機系 陳加忠

完善的環境控制系統包括調節設備與自動控制設備，
自動控制設備包括各種感測器、
控制器與使用的控制策略等，
此篇文章之目的即是討論這些控制設備的
功用與應用方法

前言

國內花卉生產中，使用設施與溫室的比例逐漸增加，此種趨勢說明了穩定生產環境的重要性。唯有以人為力量改善作物的生產環境才能不受外界天候的影響，才不致於淪為“看天吃飯”的困境。

對於設施生產，許多業者仍然存著「能省則省」的觀念，認為只要有個遮風避雨的結構就夠了，而忽略了一個遮擋風雨的設施只是一種基本需求，只能用以抵擋外在不利的強風大雨，忽略了設施環控積極的意義：善用環境調節設備，以提供作物生長的最佳空間！

假如天然的環境已適合種植作物，搭蓋設施只是多餘的浪費。因此除了研究機構基於研究的必要，水稻、甘蔗是不需要利用設施。如果設施的搭建可滿足作物需求，設施即不用再加裝環控設備，例如冬天以遮雨棚種植葉菜，應可不加任何風扇。

目前花卉產業已進入量產階段，生產者必須終年提供品質一定的花卉，而很少有個自然環境可以滿足終年生產的條件。以美洲哥倫比亞高地玫瑰

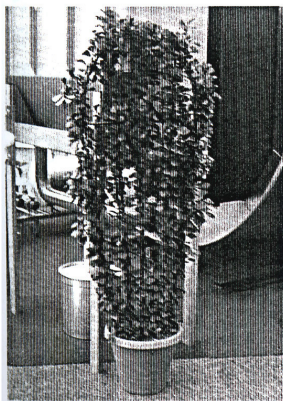
為例，原來遮雨棚的設施，已逐漸加裝加溫設備。而台灣四季多變的氣候，也唯有依靠環境調節與控制設備才能有效調節設施內部氣候。

許多業者認為只有在蝴蝶蘭等精密溫室下才有實施自動控制之必要，而如文心蘭、火鶴花等使用遮蔭網則不需要使用環控設計。實際上遮蔭網設施也可以採用環控設備，例如以內遮蔭網的開閉可控制光量，以風扇配合噴霧可以調節溫度、濕度。

完善的環境控制系統包括調節設備與自動控制設備。國內使用的調節設備如遮蔭網、風扇、水牆、加溫機、噴霧噴頭、冷凍機械等，可以針對光量、溫度、相對濕度之需求加以裝設。自動控制設備包括各種感測器、控制器與使用控制策略，此篇文章之目的即用以討論這些控制設備。

控制設備之分類

控制設備以其價格與複雜度，可區分為開閉(On/off)控制、多段控制、微處理機控制、專用型環控電腦控制及集中型電腦系統控制等。



節省應用空間是籬壁式造型盆栽的最大利益。

植物商品的設計與開發，是否能與消費者實際的生活機能結合，除了是籬壁式造型盆栽的發展空間，也是盆花業者應深思如何定位產品機能的最佳借鏡。

五、拱型

拱型的優點在源自建築藝術上功能的需求，創造出來的優美視覺機能的效果，拱型不



結合展示商品以花藝手法製作的桌上型小拱門。

只是在物理學上提供安定的結構，在視覺上也是給人安定優雅的舒適感受，穿越拱門，也像是一種美麗的經驗。

庭院設計上，拱門的應用並不陌生，如維多利亞風格的庭院中白木格、白木涼亭，加上嫁接玫瑰拱門，似乎是牢不可破的典型。另外在綠籬的修剪上，很多必需穿越的通道上，也不乏修剪成拱門的實例。然而應用在觀賞盆栽上，似乎是顯得寂寞了。

這次荷蘭會場上，見到兩款蔓性植物拱門造型，一是桌上型的設計，用在花盆的業者展示花盆的設計，一是落地式的錦葉葡萄藤，壯觀且具真實的穿越性，都很能激消費者的購買慾。



錦葉葡萄落地式的大拱門，將室外庭院設計的手法引進室內佈置。

結語

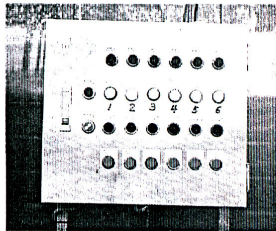
蔓性植物造型盆栽，老實說對臺灣的業者，也許也不是太新鮮或陌生的想法，甚至近年在園藝推廣展示活動及組合盆栽的示範比賽活動中，也不乏應用的實例。然而如何設計開發更多豐富有趣的造型盆栽？如何進行商品化生產出大量生產規格化的產品？值得業界一起努力嗎？

近年翻開企業管理的市場理論，常常提出全球商業貿易導向，由賣方市場轉向買方市場的改變，因此在商品開發的市場區隔上，如何創造符合個人化消費的流行及創造差異化市場發展的趨勢，正可以強力說明這些蔓性植物造型盆栽將來的潛力。

另一方面評析過去傳統的盆栽產品，與其說它是「成品」，不如說是「原料」，對園藝愛好者的價值，是蒐藏休閒的意義大於生活應用，這種缺乏完整裝飾性的盆栽，還能在將來的市場無往不利嗎？如何提昇它的附加價值？奠定觀賞盆栽的民生消費意義？蔓性植物造型盆栽的開發，切合消費者的消費目的，無疑是盆栽深入民間生活的最佳嘗試！🍀

一、開閉控制

這是工業界最基本，也是使用最廣泛的控制設備。由使用者設定一個控制參數，在量測值超過此設定值，設備就開始動作，量測值低於此設定值，設備就停止動作。以冬日加溫機為例，設定值為 15°C ，若溫室內部溫度量測值低於 15°C ，加溫機即開始動作進行加溫，反之內部溫度高於 15°C 時，加溫機即停止動作。



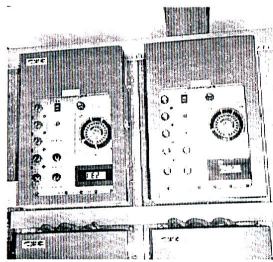
典型開閉控制用面板

國內溫室的降溫常使用此種方式，利用數個開閉控制器管理不同的設備，例如以四個控制器控制三個風扇與水牆幫浦，將四個控制器分別設定於不同溫度，超過 27°C 時，第一個風扇動作，超過 28°C ，第二個風扇作業，而超過 29°C 時，水牆幫浦開始動作供水，超過 30°C 時，第四個風扇動作。

開閉控制之結構也有簡單、複雜之分。以溫度感測与控制為例，最簡單的結構利用雙金屬片不同膨脹速率可用以打開或閉合電路進行量測，也可在控制器上以數字方式進行設定，也有直接顯示數字，使用

者可以得知目前量測溫度。

開閉控制技術最大的優點在於便宜及使用簡易。但是在應用上有許多缺點，尤其是感測準確性與控制動作頻繁性。



定時器配合開閉控制的控制器

(一)感測準確性

以溫度為例，通常雙金屬片控制器的準確性為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以上，但在利用多具控制器控制多項設備時，準確性的差異會造成相互干擾。而且隨著使用時間的增加，這些感測器的性能會逐漸老化。

(二)動作的頻繁性

以日照控制為例，在多雲的天氣由於雲朵的移動，地面日照量一直在變動，因此控制動作隨時變動，馬達與遮蔭網在幾秒內又關又開，造成機件損壞。再以降溫為例，在外界溫度低(例如 25°C)，內部溫度高(例如 27°C)時，設定溫度若為 26°C ，控制器立刻啟動風扇。風扇吸入外界冷空氣、溫室內部溫度馬上降低於 26°C ，風扇就停止，但是外面熱量迅速傳入，內溫又迅速高於 26°C ，風扇又立刻啟動，如此頻繁動

作，即會造成機械設備損壞。

目前控制技術對於這種頻繁動作已有改善方式，可用的方法包括：

1. 採用高低範圍控制(Dead band)

以風扇為例，設定為 26°C 時，動作範圍為 $+1^{\circ}\text{C}$ ，換言之，內部氣溫高於 27°C ($26^{\circ}\text{C} + 1.0^{\circ}\text{C}$)才停止。內部氣溫低於 25°C ($26^{\circ}\text{C} - 1.0^{\circ}\text{C}$)才停止。因此可減少動作。

2. 利用時間延遲(Time delay)

使動作時間延遲，例如在風扇動作一段時間後，控制器再開始進行下一次判斷，有需要才發出另一個作業訊號，因此設備的動作是階段性，不是隨時變動。外在環境(溫度、日照量、風速等因子)變動迅速時，設備不會隨時開閉。

3. 利用平均值進行判斷(Averaging)

例如每20秒鐘量測1次日照量，以5分鐘共有15次量測之平均值加以判斷，因此偶發干擾(例如一朵雲突然通過影響日照量)之影響力大為降低。

上述第2項技術需要應用電機技術。尤其第3項技術使用時控制器必需有計算能力，結構開始複雜化。

二、多段控制設備

多段控制設備是以一個控制器指揮多項設備，等於將幾個開/閉控制機構整合成一個設備，國內溫室公司所使用

的溫室降溫設備即為此種裝置。以降溫為例，已具有一個溫室內部溫度感測器，信號傳送至控制器與使用者設定溫度比較，再依序進行環控作業。以原三易公司此型設備為例，控制溫室有三組風扇與水牆，在使用時，使用者將控制器先設定控制溫度為28°C，在量測內部溫度低於28°C時，天窗關閉，若溫度如果超過設定溫度，則進入第2階段控制：打開第1組風扇。溫度如果仍然超過設定溫度，則進入第3階段控制：打開第2組風扇。內部溫度如果持續上昇，則開始進行第4段控制：啟動水牆邦浦，開始供水。溫室溫度若在此階段後又持續增加，則進入第5段控制：打開最後一組風扇。

此種多段控制過去在歐美國家十分普遍，以美國ACME公司為例，其產品即有兩型控制器，其動作流程如表1、2。

表1為基本型5段控制設備。使用者設定5個溫度(T1~T5)，設定溫度與量測溫度比較後，可以進行加溫、內循環、通風與蒸發冷卻降溫作業。環控設備有加溫機、上方通風管作業風扇、外氣通風風扇、水牆外擋風板，與水牆邦浦。

表2為多段加溫與降溫共同作業之複雜型控制設備，在設定方面，加溫設定有2段，以控制2種加溫機與導管型風扇。降溫設定有5段，用以進行內循環，機械通風與蒸發冷

表1. ACME基本型多段控制器 (* :表示動作進行)

環控設備	分段控制之溫度設定與作業功能				
	T1	T2	T3	T4	T5
	加溫	內循環通風	第一段通風	第二段通風	蒸發冷卻
風管型加熱器	*				
上方風管通風扇	*	*	*	*	
四周風管通風扇	*	*	*		
第一段抽風扇			*	*	*
第二段抽風扇				*	*
水牆窗套			*	*	*
第三段風扇					*
水牆幫浦					*

表2. ACME複雜型多段控制器 (* :動作進行)

環控設備	分段溫度設定與作業功能							
	H2	H1	設定溫度	C1	C2	C3	C4	C5
	最大	最小	內循環	最小	適度	中度	最大	蒸發
	加溫	加溫	通風	通風	通風	通風	通風	冷卻
上方加熱器	*							
周圍加熱器	*	*						
上方風管型風扇	*	*	*	*	*	*		
周圍風管型風扇	*	*	*	*				
第1具風扇				*	*	*	*	*
第2具風扇					*	*	*	*
第3具風扇						*	*	*
第4具風扇							*	*
水牆面窗套					*	*	*	*
水牆幫浦								*

卻作業，可控制之設備也相對增加。

此種多段控制裝置，其使用特點為：簡單，停電再啓用也不必重新設定，原來開/閉控制組中感測器準確度的互相干擾現象可消除。美國溫室生產者對於多段調整之溫度範圍(自最低至最高)，以基本型為例，範圍為12°C，複雜型可達20°C。

此型控制設備之缺點有兩項：

1. 控制對象單一化

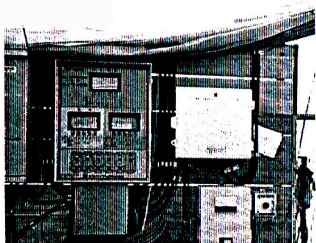
除了溫度可以多段控制，相對濕度也可多段控制。以相對濕度設定值控制噴霧噴頭的作用數目。光照量也可以進行多段控制，分局控制內外遮蔭網。但是每種設備只能控制單一對象：溫度、相對濕度與日照量。三者參數之相互影響問題無法解決，換言之，三者相互之影響無法反應於此種控制器。

2. 無法記錄氣候變化過程

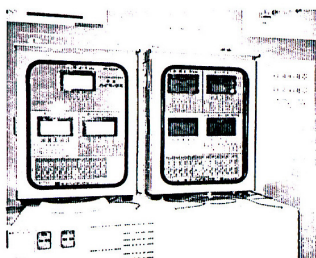
此種控制設備沒有記憶裝置，唯一補全方式是配合數據記錄器使用。

三、微處理機型控制器

此型控制器主要係以電子積體電路(IC)為主體，利用中央控制器之計算能力與記憶體貯存資料的能力進行控制作業。由於具有運算能力，對於量測數據可加以運算，例如計算平均值，比較最大、最小值，區別瞬間雜訊等，內建電子時鐘提供定時控制之功能。



微處理機型控制器於溫室裝設



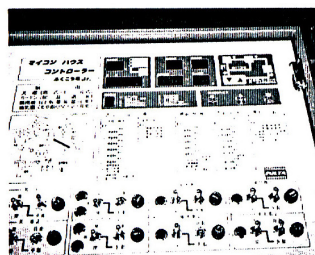
不同功能的微處理機型控制器

此種控制器可擔任上述開閉控制或多段控制之功能，但是由於使用數位開關控制，其控制的精準性更強。在控制策略方面，除了開閉式控制，可使用比例控制、積分控制或是數個控制技術的整合體。

近年來單晶片的功能不斷加強，價格愈加便宜。利用單晶片的運算與記憶功能，此種專用型具有微處理機功能之控制器日漸普及。可推廣進行各單一項目之控制作業，例如遮蔭控制、水質殺菌控制，養液酸鹼度、導電度控制等。

四、專用型環控電腦

此種控制設備具有中央運算器(CPU)，有隨機記憶體等電子元件，因此結構十分類似常見的個人電腦，但是並不等於個人電腦。以荷蘭溫室為例，此種控制設備有螢幕，有主機、有專用鍵盤，也可連結列表機，但通稱為環控電腦，而常見的個人電腦則稱為辦公室用或家用電腦。



此類複雜的控制面板逐漸被環控電腦取代

由於控制系統必須在農業環境下使用，此系統要能耐溫及濕度的變化，要承受瞬間高壓電流，因此必須有特殊功能之專用電腦。

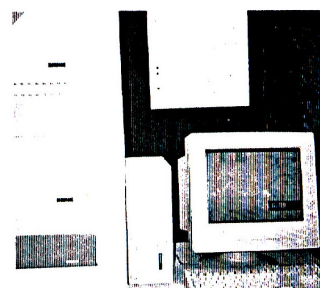
由於有電腦之功能，所以俱有強大的運算能力、邏輯判斷功能與記憶體裝置。在處理溫室微氣候時，可以將溫度、相對濕度、日照量、風速等需

求同時考慮。對於量測數據，可加以處理，例如計算平均值，找出最大、最小值，也可內藏電子時鐘自動顯示時間，做為定時控制與資料記錄，而且可連結現代的通訊設備，如電話，大哥大等進行異常警告通知功能。

在控制設定方面，通常可以對於24小時任一區段加以設定，除溫室內部微氣候控制，亦可連接灌溉控制、花期調節、遮光控制等其他控制系統。

在控制策略方面，此系統可以執行傳統的多段控制，也可依內建邏輯判斷程序加以指揮各控制設備。此系統最大特色即是依控制策略利用環控電腦以執行前授式環控，利用數學模式計算外界大氣環境變動對於內部微氣候的影響能力，事先調整環控設備，使內部微氣候更穩定。對於氣候變化激烈時，可以進行回授式控制。

此種微處理型之控制系統其控制功能因其電子零件功能而異。以美國環控公司之產品為例，有的是由一具控制系統控制一棟溫室，也有以一具系



專用型環控電腦

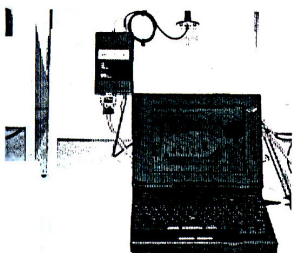
統控制4棟溫室，而控制器都已製成模組化，控制對象愈廣，價格愈高。

爲了增加資料處理功能，此型控制可以與辦公室電腦連線，利用桌上型電腦的大記憶空間，配合各種商業化統計與資料處理整體，進行溫室資料之處理與圖示功能。

由於控制策略係以軟體程式留駐於記憶體內(唯讀記憶體)，原來環控電腦廠商在發展完成新的環控策略，依此新策略撰寫完成的新版本軟體，非常容易更新於原環控電腦。

五、整合型電腦控制系統

此種大型系統係針對大規模生產的需求加以發展而成。控制設備之硬體爲專業中央控制系統，專門爲溫室環控作業完成開發，但在各溫室區仍需保留環控系統，所有的安全保護作業都已包含在此系統之內，與個人電腦的搭配方式有兩型：



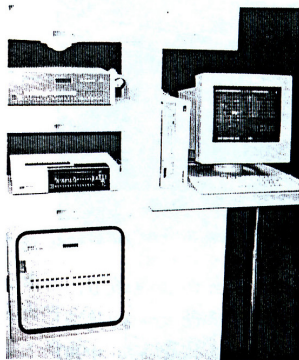
遙距傳送型之環控系統

1. 控制設備之硬體已有中央處理器與記憶裝置。辦公室用個人電腦的硬體用以擔任財務管理、文書處理等功能，

可共用螢幕與鍵盤，列表機等週邊設備。

2. 控制設備之硬體擔任保護與連結作業，環控策略係在個人電腦內執行。

由於與個人電腦搭配，通



整合型電腦控制系統

常在Dos系統下執行，近年來開始有Windows系統下之作業產品上市。

此型設備都已模組化，利用出入(I/O)介面與外界的感測器與控制設備連結，因此擴充性很強，新溫室之連接只要在面板上擴充即可，也可以逐漸附加其他控制系統例如養液酸鹼值控制，灌溉水回收與殺菌控制等。近年來，環控系統之發展朝向訊號之遠端遙距傳送，利用數據傳送機(Modem)收集各處數據，加以綜合判斷。

控制設備之選擇

設施與溫室設備種類繁多，功能，價格也不一樣，如何選

擇適用的環境設備?這問題沒有絕對的答案，只有適時適地的考量。換言之，依產業的規模與作物的需求而加以抉擇。

1. 作物需求

作物對於環境之需求決定了環控設備之精密性。例如第一種作物之要求溫度爲26~28°C，第二種作物要求溫度爲25~30°C。第一種作物之需要環控設備則更複雜，設備的動作次數更多，當然作業成本愈高。

2. 產業規模

產業規模愈擴大、管理作業更重要，在單棟溫室單一作物下，生產者每天可以加以巡視，憑經驗設定各微氣候參數。但是在多棟溫室生產時，以電腦代替人腦，可以節省勞力與心智之消耗，而且以電腦對於量測資料加以整理，對於作業過程加以記錄追蹤，對於作物的成長更能掌握。

結語

溫室環控設備隨著電子技術與個人電腦的普及也爲之日新月異的更新。未來的農業生產朝向品質、數量一定的量產技術，環控設備將是成爲有力的工具。生產者未來必須瞭解與使用此設備，希望此篇文章能夠幫助業者增加此設備之瞭解! ☺