

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

新型環控機之研發

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC91-2212-E-002 -077

執行期間： 91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：黃秉鈞

共同主持人：

計畫參與人員：廖永欽 郭丁嘉

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立台灣大學機械工程系

中華民國 92 年 8 月 1 日

新型環控機之研發

黃秉鈞 廖永欽 郭丁嘉
國立臺灣大學機械工程學系

國科會計劃編號：NSC91-2212-E-002-077

摘要

本研究旨在開發雙冷凝器之恆溫恆濕系統，利用風扇轉速的改變，以分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過控制系統來達到箱內恆溫恆濕的目的。本研究採用的控制系統係將原為多變量之控制系統，簡化為兩個單變量控制，而交互影響的部分，視為單變量控制系統的干擾。本研究實地開發一恆溫恆濕箱原型機，以 8051 模組製成的控制器實測結果，溫度誤差量在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度誤差量在 $\pm 0.5\%$ 以內，抗熱負載干擾在 25°C 時可達 50W，顯示所設計的恆溫恆濕箱系統性能良好。

關鍵詞：多變數控制；環控

一、前言

台灣位居亞熱帶地區，又是海島地形，氣候終年濕熱，造成許多不便，除濕機或乾燥箱的使用因此日趨普遍。傳統的除濕機大多屬冷媒壓縮機循環(Rankine 循環)，先將室內空氣流經蒸發器，利用其吸熱降溫之功能將空氣降到露點以下，以進行冷卻與除濕，然後流入冷凝器，利用冷凝器之排熱來回溫，最後再排回室內。由能量平衡，此種除濕機只能控制溼度而無法控制溫度，因壓縮機輸入之電能最終將以

熱能形態流入乾燥室內，乾燥室之溫度與熱損量 Q_L (保溫情形)有關，使室溫不易調整。

工業上使用的溫濕度控制技術並不單純，一種常見的具有再熱器之溫濕度控制系統，其流程係先將吸入之空氣經過冷卻器(冷媒蒸發器)，使空氣降溫並除濕，再經過多段式再熱器(re-heater)，使空氣的溫度回升，然後再以灑水器噴灑水汽以提高濕度並降溫至所需要的狀態。由於對空氣的加濕或是減濕會產生溫度變化，所以溫濕度控制系統基本上是屬於一種多變量控制系統(multi-variable control system)，溫度與濕度分別受到冷卻、再熱與加濕的影響，使得其控制系統設計困難。

本研究乃提出一個創新設計，將冷凝器設計成兩個，一個設置在室內，一個在室外，均採用可調速之風扇來操作，利用控制風扇轉速來達到隨意控制兩個冷凝器的排熱量，使得內冷凝器之排熱量(Q_{ci})接近於蒸發器之吸熱量(Q_e)，其流程如圖 1 所示。此一新型環控系統可以經由控制環控室之加熱或冷卻量，直接來調節溫度與濕度，不必像傳統之「降溫 \rightarrow 除濕 \rightarrow 再熱回溫 \rightarrow 加濕」之製程會浪費許多能源。

二、新型環控原理

由於內冷凝器在箱內所散的熱 Q_{ci} 會和蒸發器的吸熱量 Q_e 、箱內空氣加濕或減濕所吸收或排放的熱量 Q_d 、由箱外的熱洩入量 Q_L 及箱

多變量系統之控制器設計是一個複雜的問題，主要導因於輸入與輸出之間的交互作用(interaction)。本新型環控機之系統轉移函數是一個 2×2 之矩陣，

$$G(s) \equiv \frac{Y(s)}{U(s)} = \begin{bmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\text{上式中 } Y(s) = \begin{bmatrix} T_{room}(s) \\ H_{room}(s) \end{bmatrix}; U(s) = \begin{bmatrix} E_i(s) \\ E_o(s) \end{bmatrix}。$$

輸出與輸入之交互作用可由圖 4 看出，溫度 T_{room} 主要受內風扇電壓 E_i 之影響，但也受到外風扇電壓 E_o 的影響。濕度 H_{room} 主要受外風扇電壓 E_o 之影響，但也受到內風扇電壓 E_i 的影響，此種多變量系統之控制器設計如圖 5 所示。

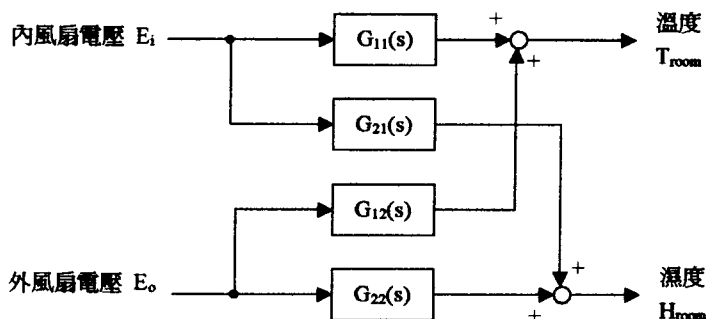


圖 4 新型環控機之動態交互作用

在化工製程上處理多變量控制系統設計的方法大致採取三種步驟[1]: (1)找尋每一受控變數(輸出)對應之主要可控變數(輸入); (2)針對每一受控制變數設計一迴授控制器，並以根軌跡分析其穩定度，同時分析交互作用之影響。如果某一交互作用轉移函數， $G_{12}(s)$ 或 $G_{21}(s)$ ，為零或趨近於零，此系統稱為「半耦合系統」(half-coupled system)，則只要各控制迴路為穩定，整個系統也必穩定；如果屬於「完全耦合系統」(fully-coupled system)，則可將其一控制迴路改為手調以確保整體系統之穩定；(3)採用耦合消除(decoupling)方法，找出一耦合消除轉

移函數，使整個控制系統變成兩個獨立的閉迴路控制。

本研究之主要目的在解決本新型環控機之溫濕度控制問題，以研發出創新型環控技術為重點，並非要探討多變量控制系統的學理，故將採用最簡單的圖 5 之控制系統結構，先進行環控機動態模型 $G(s)$ 之系統識別，然後再利用上述方法來設法將 2×2 之多變量控制系統簡化為兩個獨立單變量系統。

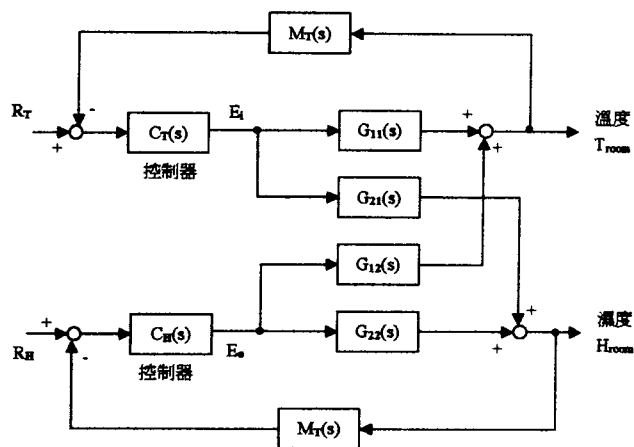


圖 5 新型環控機之控制系統

三、硬體設計與製作

溫濕箱結構設計如圖 6 所示，實體如圖 7 至圖 8 所示。

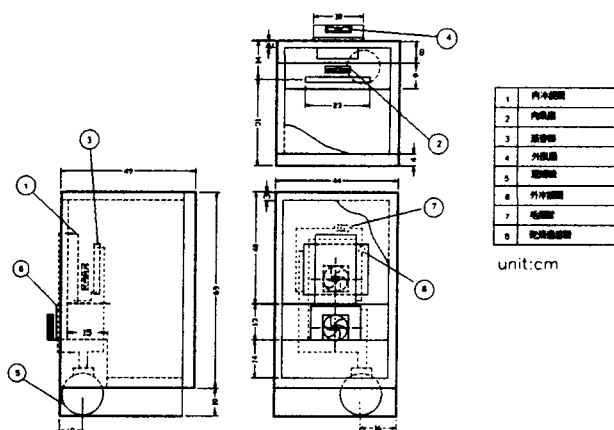


圖 6 結構設計圖

壓縮機採 TECUMSEH AZ3414Y，冷媒是 R134a，致冷量為 400W，耗電 250W。毛細管採外徑 2.4mm，長 93cm 銅管。內風扇採 SANYO 109R1212H102，119×119mm，3.84W；外風扇採 TOSHIBA D12H1205A，119×119mm，3.84W。箱殼採小型家用電冰箱外殼，外觀尺寸 69×44×49cm，箱內體積 0.08m³。

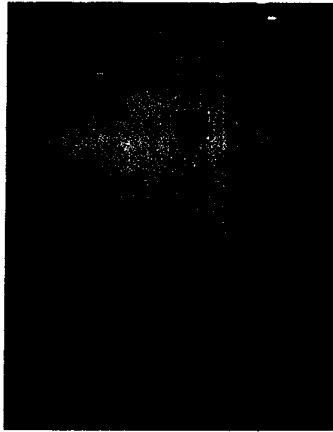


圖 7 實體外觀

四、動態系統識別

由於恆溫恆濕箱為非線性系統，必須採用線性微擾模型，輸入出關係為

$$\begin{bmatrix} \tilde{T} \\ \tilde{R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{G}_{11}(s) & \tilde{G}_{12}(s) \\ \tilde{G}_{21}(s) & \tilde{G}_{22}(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{V}_0 \\ \tilde{V}_i \end{bmatrix} \quad (7)$$

其中 \tilde{T} 為箱內微擾溫度， \tilde{R} 為箱內微擾濕度， \tilde{V}_0 為外風扇微擾電壓， \tilde{V}_i 為內風扇微擾電壓。

系統識別時需用隔離法分別將兩個輸入對系統輸出的影響分開，分別對 $\tilde{G}_{11}(s)$ 、 $\tilde{G}_{12}(s)$ 及 $\tilde{G}_{21}(s)$ 、 $\tilde{G}_{22}(s)$ 作識別[2]。

本研究利用步階響應(step-response)測試，觀察其步階響應輸出並計算出系統動態模型。

本新型溫濕系統性能會隨不同操作點變動，而且線性微擾模型也僅適用於對應的穩態操作點附近。因此本研究對不同操作點進行系統識別，以掌握各種操作狀態之動態系統行為以進行控制。

將步階響應測試數據經過濾波微分，然後再經快速傅立葉轉換(FFT)可求得系統的頻率響應圖，如圖 8 及圖 9 所示。可以發現從低頻到高频，相位的變化趨勢是從 180°趨近於 90°，所以轉移函數分母的階數應比分子的階數多一階，而在增益圖上如以轉角頻率(大約是在 10⁻⁴Hz 左右)為界，大於轉角頻率的範圍的直線近 -20dB/decade，所以使用相對一階模型來近似系統的溫度、溼度轉移函數已足夠。

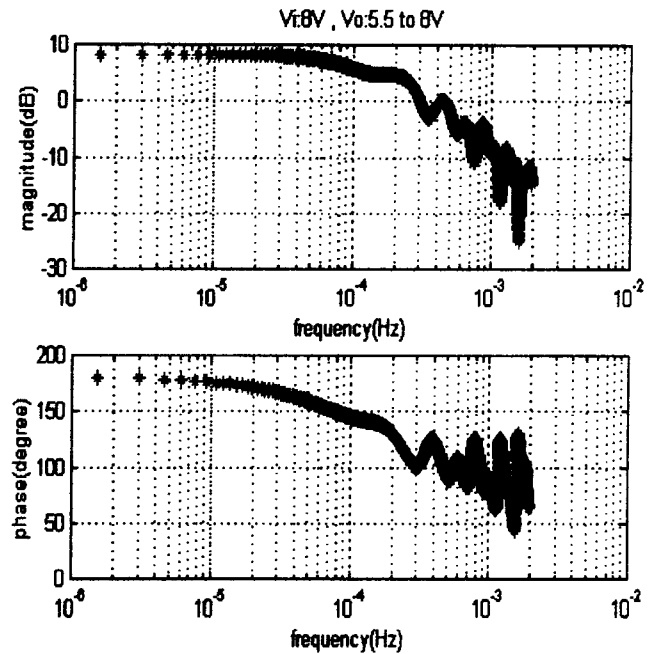


圖 8 頻率響應圖(Vi:8V,Vo:5.5 to 8V)

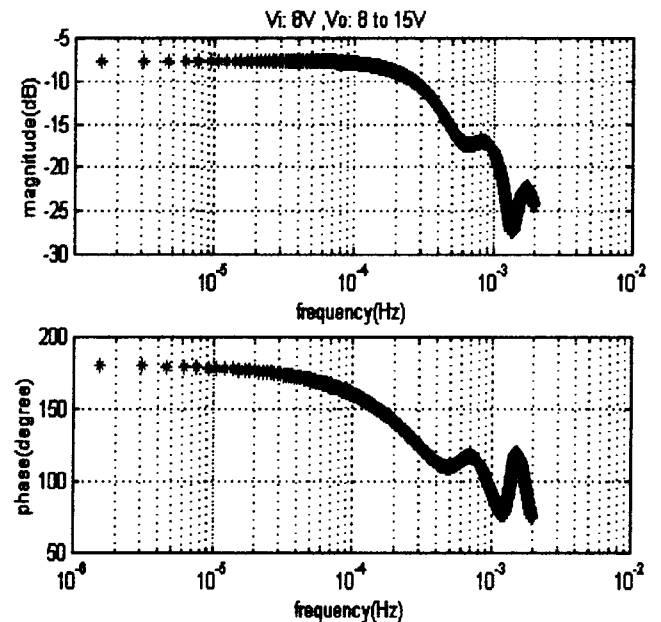


圖 9 頻率響應圖(Vi:8V,Vo:8 to 15V)

使用 Rake's 分析法[3]分別對溫溼度模型進行系統識別並取平均模型，識別結果如下：

$$\tilde{G}_{11}(s) = \frac{-0.00146}{s+0.001} \quad (8)$$

$$\tilde{G}_{12}(s) = \frac{0.000197}{s+0.0016} \quad (9)$$

$$\tilde{G}_{21}(s) = \frac{-0.01086(s-0.000333)}{(s+0.00667)(s+0.00082)} \quad (10)$$

$$\tilde{G}_{22}(s) = \frac{0.008916(s+0.00062)}{(s+0.006478)(s+0.000844)} \quad (11)$$

五、控制系統設計

由圖 10 溫度模型的頻率響應可以看出 $|\tilde{G}_{11}(s)| \gg |\tilde{G}_{12}(s)|$ ，所以 $\tilde{G}_{12}(s)$ 可以忽略[6]，而由圖 11 濕度模型的頻率響應可看出 $|\tilde{G}_{22}(s)|$ 只有在低頻處大於 $|\tilde{G}_{21}(s)|$ 而已，表示耦合關係較大，不能忽略，因此將 4 個模型代入式(7)，可得：

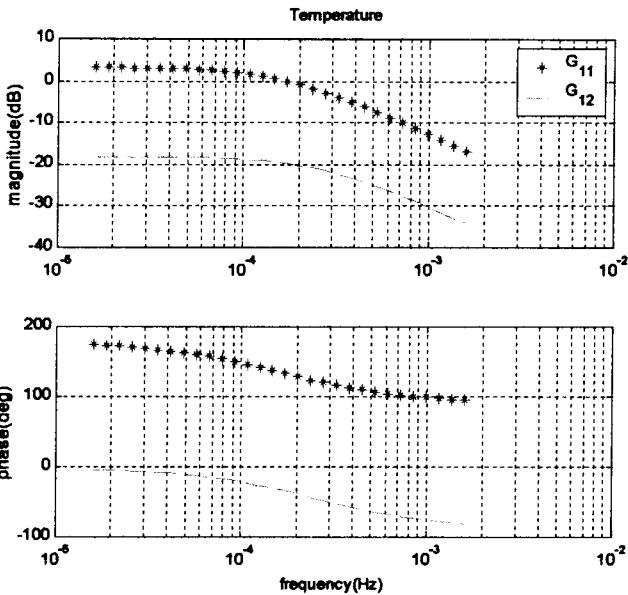


圖 10 溫度模型頻率響應

$$\begin{bmatrix} \tilde{T} \\ \tilde{R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-0.00146}{s+0.001} & \frac{0.000197}{s+0.0016} \\ \frac{-0.01086(s-0.000333)}{(s+0.00667)(s+0.00082)} & \frac{0.008916(s+0.00062)}{(s+0.006478)(s+0.000844)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{V}_0 \\ \tilde{V}_i \end{bmatrix}$$

$$\approx \begin{bmatrix} \frac{-0.00146}{s+0.001} & 0 \\ \frac{-0.01086(s-0.000333)}{(s+0.00667)(s+0.00082)} & \frac{0.008916(s+0.00062)}{(s+0.006478)(s+0.000844)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{V}_0 \\ \tilde{V}_i \end{bmatrix} \quad (12)$$

因此系統的轉移函數被簡化為三角矩陣，這代表著溫度僅受外風扇電壓的影響，而濕度受到內、外風扇電壓雙重影響，由圖 12 可清楚看出輸出入之間的相互關係如下：

$$\tilde{T} = \tilde{G}_{11}(s)\tilde{V}_0 \quad (13)$$

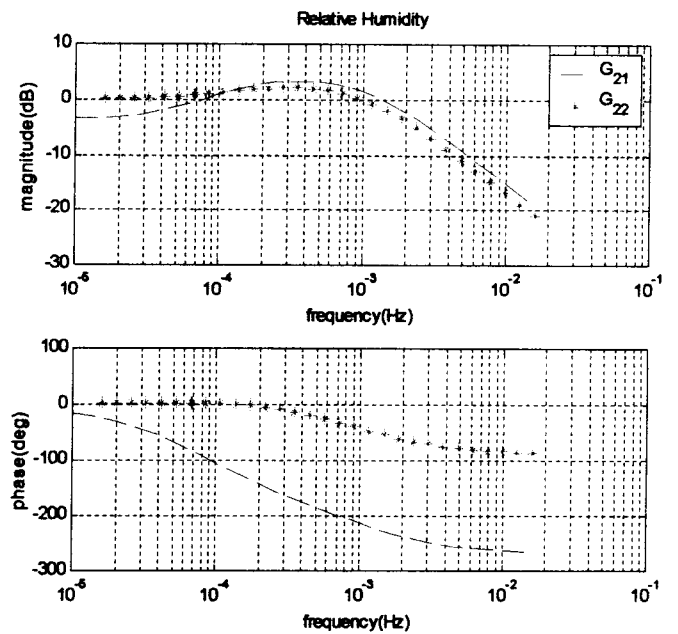


圖 11 濕度模型頻率響應

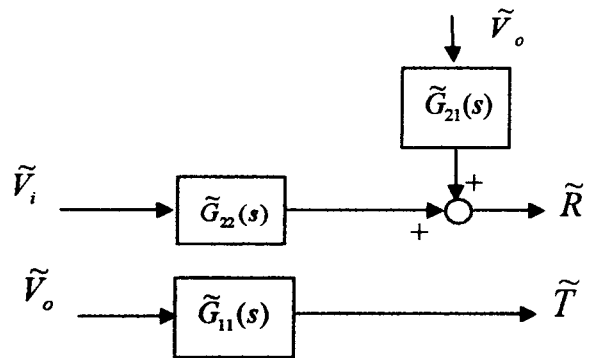


圖 12 簡化的動態系統

由式(13)及(14)，可將溫度控制視為一單變量系統，單純對 $\tilde{G}_{11}(s)$ 與 $\tilde{G}_{22}(s)$ 做個別控制器設計，如圖 13。濕度控制也可視為一單變量系統，將外風扇電壓對濕度的影響當作是由內風扇電壓控制濕度時的一個干擾。所以控制器設計由原來的多變量控制系統，化簡為兩個單變量控制，只是在濕度控制的時候，將溫控的輸入電壓 \tilde{V}_0 影響當作干擾來處理。本研究採 PI 控制。

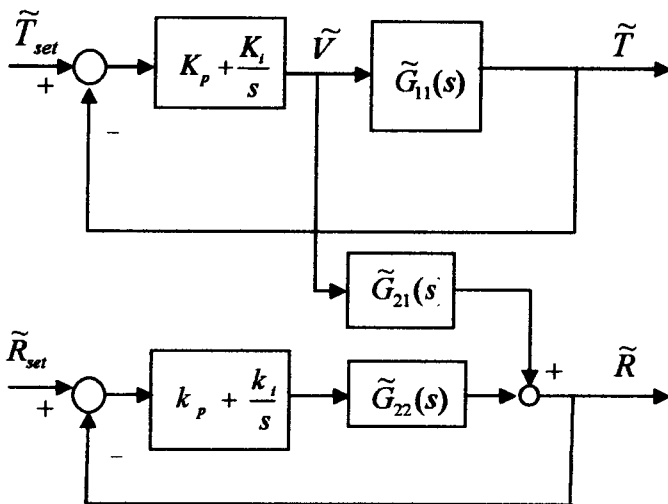


圖 13 新型溫溼度控制系統

本研究使用根軌跡分析法，來找出適當的控制器參數。首先進行溫度控制器設計，先定義溫度控制規格：

- (1) 系統單位步階響應之上升時間(rise time)在 1200 秒以內。
- (2) 受控後系統過激振盪(overshoot)在 10%以內。
- (3) 穩態誤差在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以內。

觀察根軌跡圖(圖 14)，可以發現隨參數變動的根軌跡皆是落在 s 平面的左半邊，所以閉迴路系統為穩定。滿足上述控制規格的控制器參數為 $K_p = 2.4$; $K_i = 0.0045$ 。

濕度控制器亦使用 PI 控制。用根軌跡分析法來找出適當的參數，先不考慮 \tilde{G}_{21} 的影響。定出控制系統規格如下：

- (1) 系統步階響應之上升時間在 300 秒以內。

- (2) 受控後系統過激振盪定在 5%以內。

觀察軌跡圖(圖 15)，可以發現隨參數變動的根軌跡皆是落在 s 平面的左半邊，所以閉迴路系統為穩定的，滿足上述控制規格的控制器參數為 $k_i = 0.01$ ， $k_p = 10.9$ 。

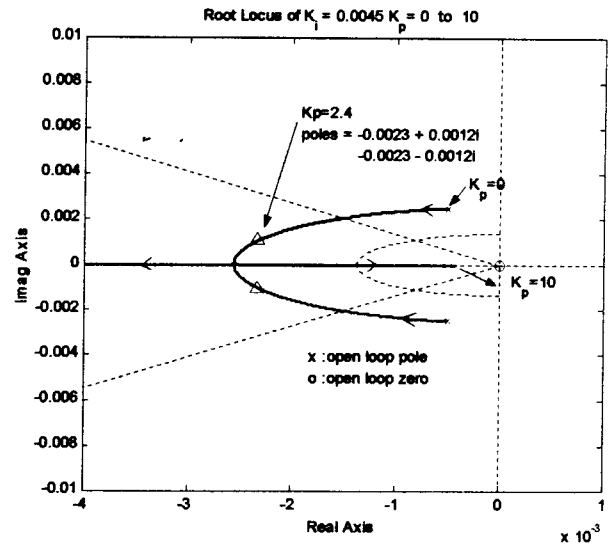


圖 14 溫度控制根軌跡

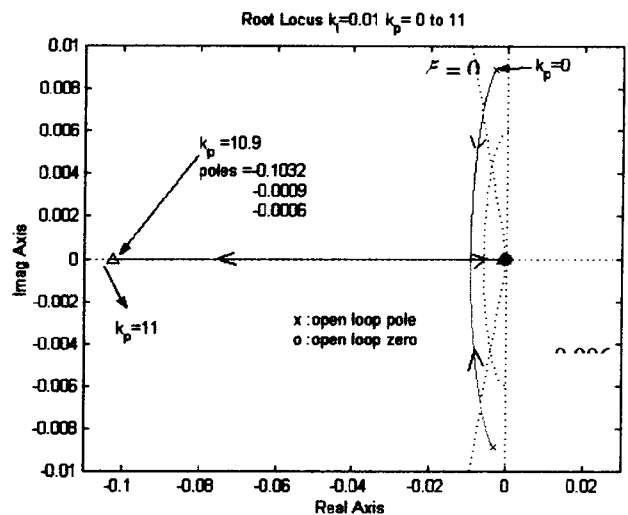


圖 15 濕度控制根軌跡

六、控制系統製作與測試

本研究使用 8051 單晶片來設計控制器(圖 16)，使用 HT-734-M-06 感測溫濕度。溫濕度控制設備如圖 17。

溫度控制測試

利用 8051 的鍵盤輸入設定溫度值，紀錄溫度變化，實驗結果如圖 18 及圖 19 所示，溫度設定反應的穩定性及準確度皆佳，誤差在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 之內。

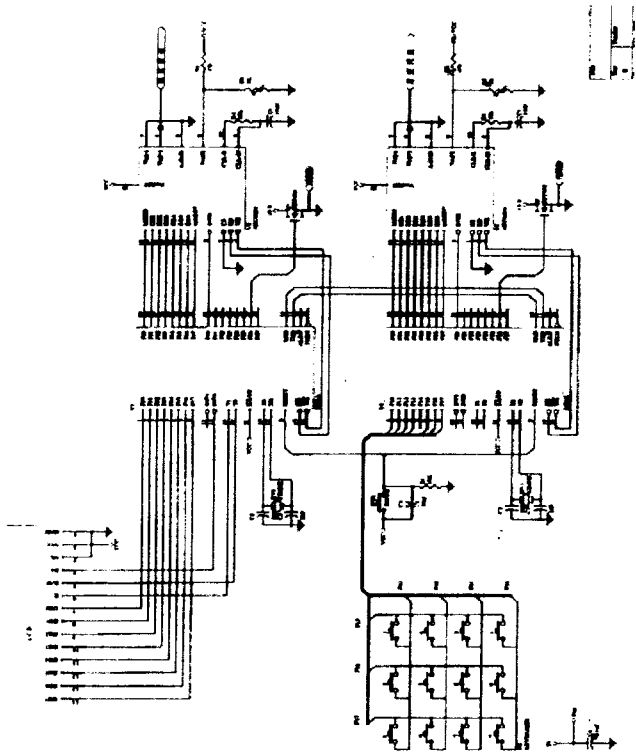


圖 16 8051 溫濕度控制電路

溫度干擾排斥控制測試:

對溫度控制而言，熱負載干擾之排斥能力也是重要性能之一，須進行測試。測試方法是當系統穩定時，以電燈泡提供內熱源，並觀察其溫度變化。實驗結果如圖 20 所示，持續提供 10W 的熱量，箱內溫度只上升 0.5°C ，且在 30 分鐘內即恢復到原設定溫度。

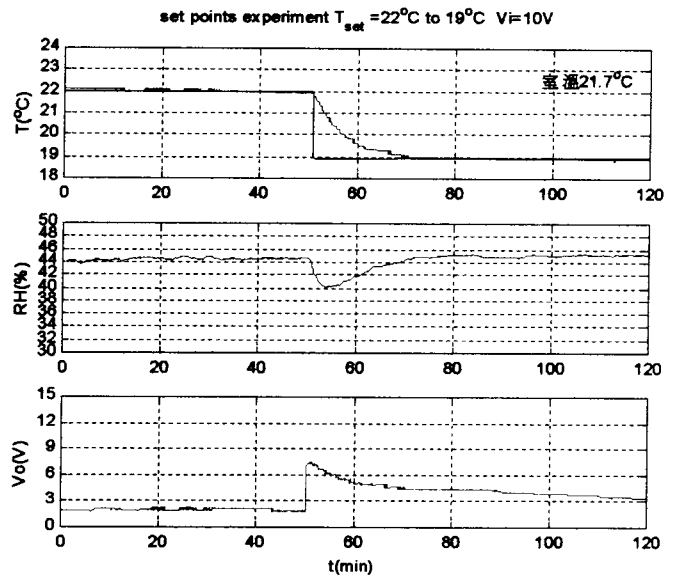


圖 18 溫度設定 19°C

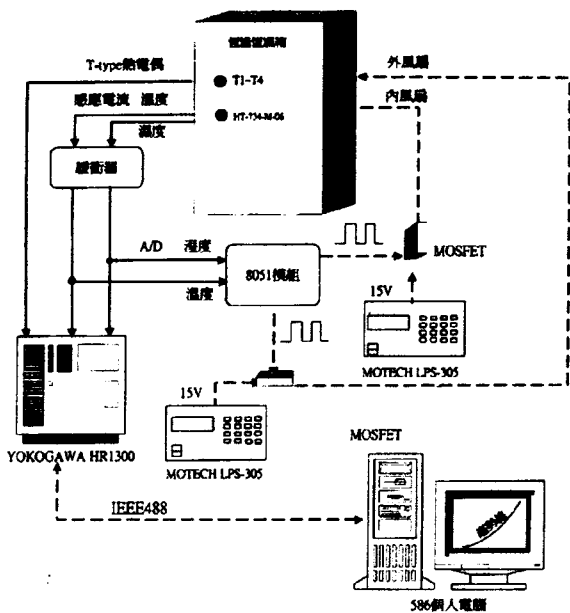


圖 17 溫濕度控制測試

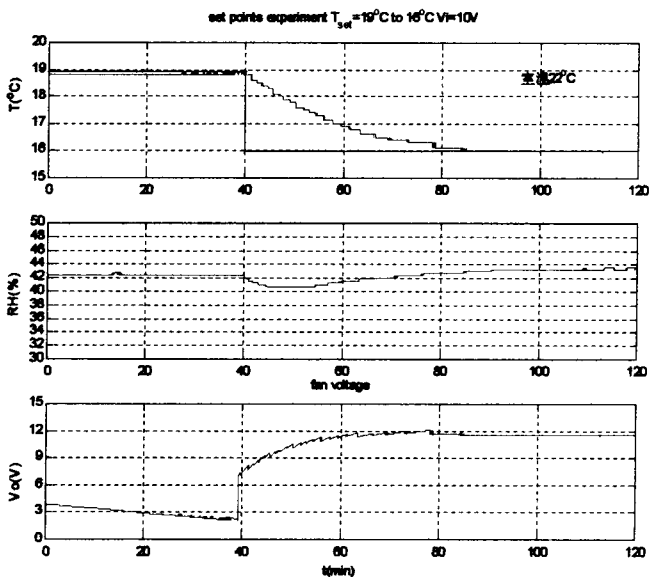


圖 19 溫度設定 16°C

溫、溼度控制測試

測試方法是利用 8051 模組中的鍵盤輸入設定的溫、溼度值，測試結果如圖 21 所示。從測試結果看來，溫度設定的效果與單純溫控時誤差皆在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 之內，唯一差別在於當溫控時，內風扇也在改變。溼度方面在設定 20°C ，40%RH 時其溼度誤差值在 $\pm 0.5\%$ 。在設定 22°C ，45%RH 時誤差接近 1%，原因為內風扇電壓已達到設定的最大值，故在此操作條件下已達系統的極限。

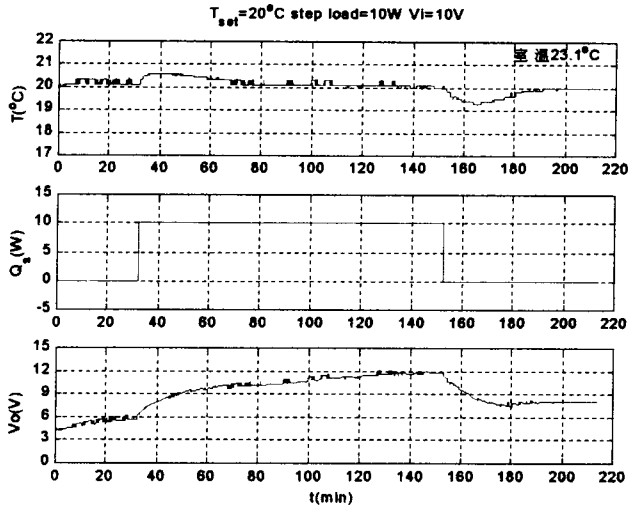


圖 20 控制器抗干擾性能測試

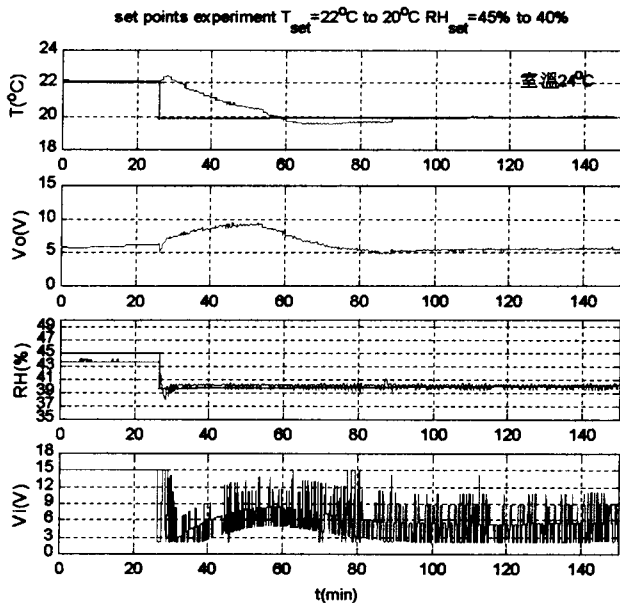
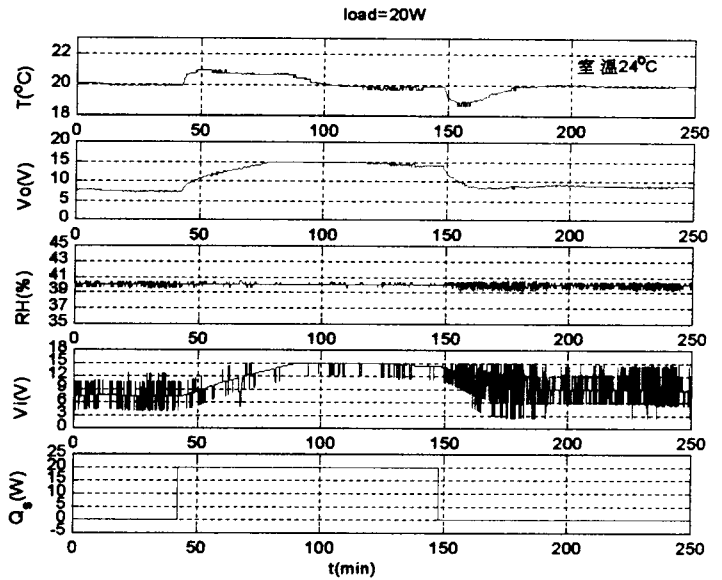


圖 21 溫度設定 20°C 、溼度設定 40%RH

溫、溼度干擾排斥控制測試

溫溼度控制器干擾排斥能力測試結果如圖

22，可看出箱內加入熱源後，溫度的反應與單純溫控時接近，唯一有差別的在於加 20W 後，外風扇電壓有半小時的時間以飽和電壓在運作，所以箱內溫度須較久的時間才能恢復到原始設定的溫度。而溼度的表現亦不差，亦保持



$\pm 0.5\%$ 內的誤差量。

圖 22 溫溼度干擾排斥控制測試

溫溼度順序控制測試

由於本實驗採 8051 微處理機，控制邏輯可以輕易修改，如採順序控制程序，設定溫溼度值為 18°C 、45%，當實驗開始時，內風扇電壓先設定為 3V，讓溫度先控制，直到溫度穩定後，才讓溼度開始控制，圖 23 結果顯示，溫溼度控制品質良好。

溫溼度可調整範圍測定

本溫溼控制系統的額定溫度設定值取為 25°C ，在此設定狀態下，測試其熱干擾排斥能力，可以測得本恆溫恆溼箱的最大操作範圍，圖 24 及圖 25 為實驗的結果。由圖 25 可看出加 60W 的熱量後，結果溫度偏差 2°C ，而圖 24 加 50W 的熱量後，溫度僅偏差 0.5°C ，故 50W/ 25°C 可視為機器的最大操作範圍。

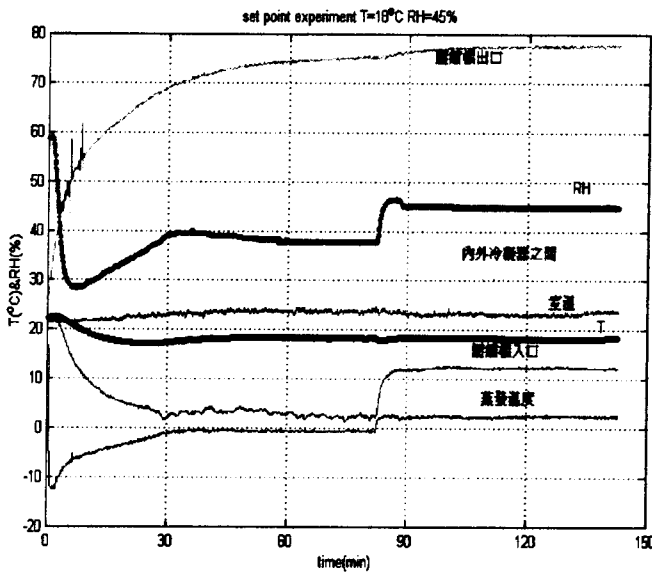


圖 23 溫濕度順序控制實驗

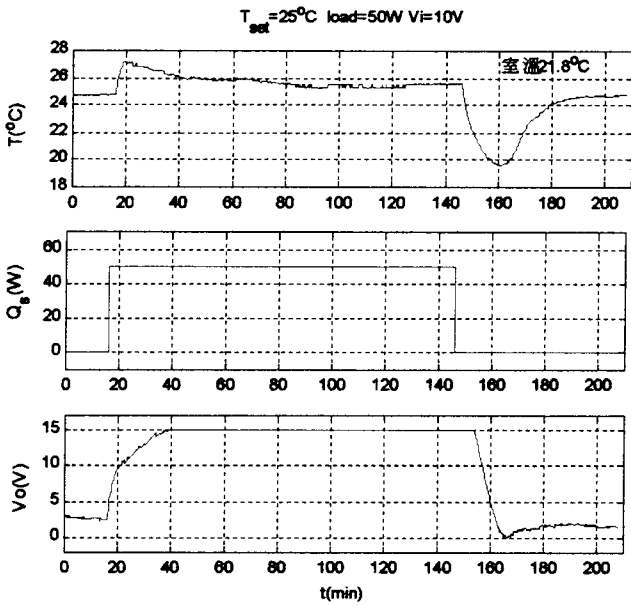


圖 24 溫度控制器 50W 熱干擾測試

未來如欲改進操作範圍，可採下列方法：

- (a) 將毛細管加長，使壓降增大，蒸發器溫度降低，溫度、相對濕度的下限就可以更低。
- (b) 改善風扇：更換風扇，加大內風扇的風量操作範圍。如果能使壓縮機入口過熱度為 10°C 以上，則相對濕度的上限就可以更高。

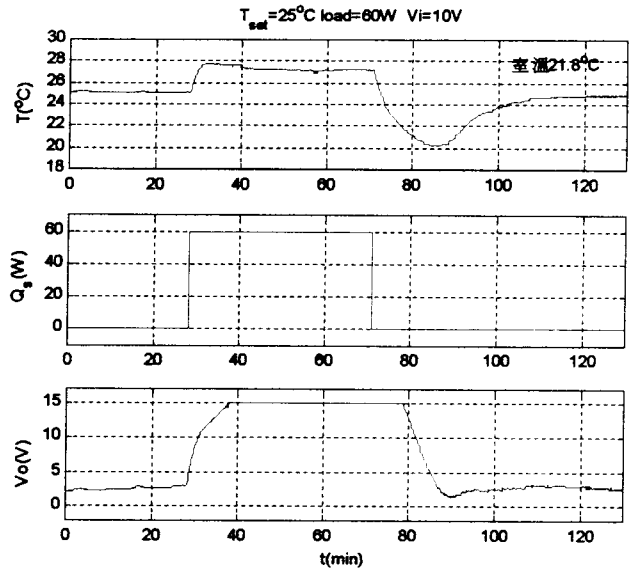


圖 25 溫度控制器 60W 熱干擾測試

- (c) 外冷凝器：因現放置的位置與箱壁距離僅 0.5 公分，經過冷凝盤管的風直接衝擊外箱壁，散熱的效果較不理想。改進方法為使用較大的尺寸，且將其置於有較大對流空間的地方，以強制對流增加冷凝器的散熱量。
- (d) 內冷凝器：可更遠離內箱壁，同理亦是增加對流空間，加速箱內空氣的混合。
- (e) 蒸發器：將蒸發器加大可以增加系統的熱干擾排斥能力，可使得機器的最大操作範圍 50W/25°C 增加。

PI 及 PDF 控制器性能比較

本研究嘗試由實驗比較 PI 及 PDF 控制器 [4]，如圖 26 及圖 27，PDF 控制器的參數與 PI 控制器參數相同，在相同的溫度設定 20°C 下，同樣外加負載 15W，可以證實在這個模型下，PDF 控制較 PI 控制沒有輸出飽和的現象，且過激振盪較小。

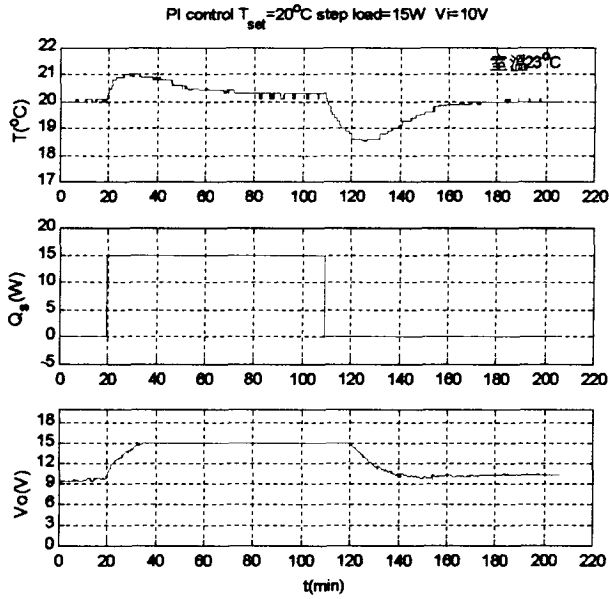


圖 26 PI 控制器熱干擾測試

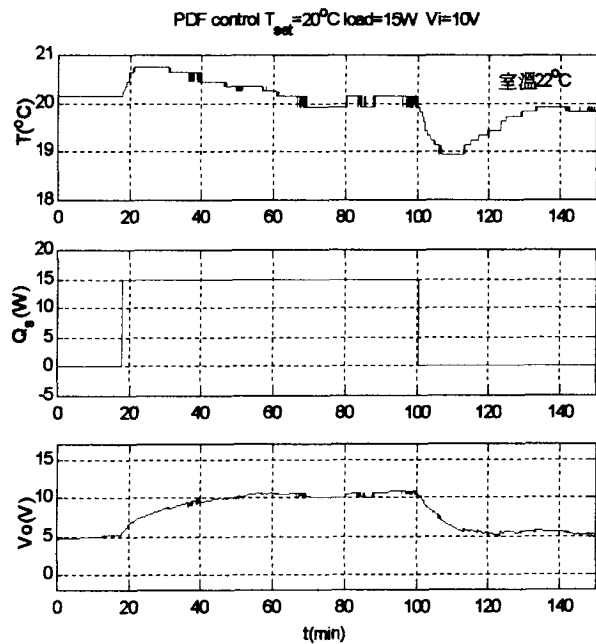


圖 27 PDF 控制器熱干擾測試

七、應用系統製作與測試

為驗證本研究所開發的新型溫濕控制技術之實用性。本計畫特製作一台霧型機(如圖 28)，裝設在一大風箱內，進行實測。圖 29 之霧型機測試結果顯示，溫度可控制在 17°C ，濕度先降至最低(55%)再回升至 62%達穩定。在內風扇固定 13V，外風扇固定 14V 下，霧型機測試結果顯示

(圖 30)，溫度可控制在 20°C ，濕度控制至 43%。



圖 28 霧型機

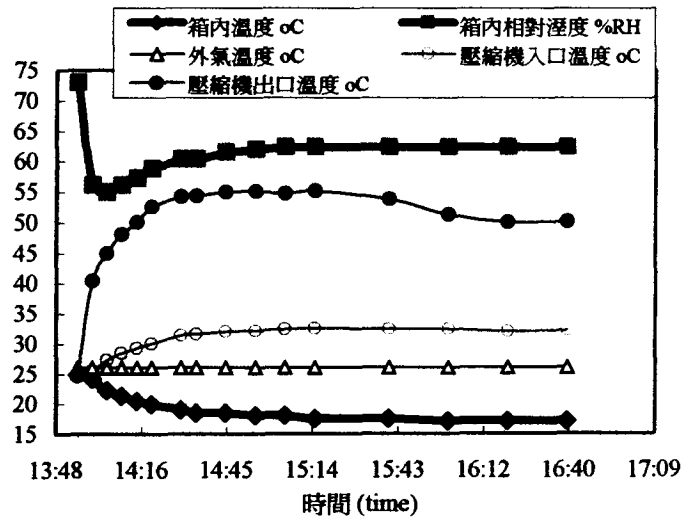


圖 29 霧型機測試結果

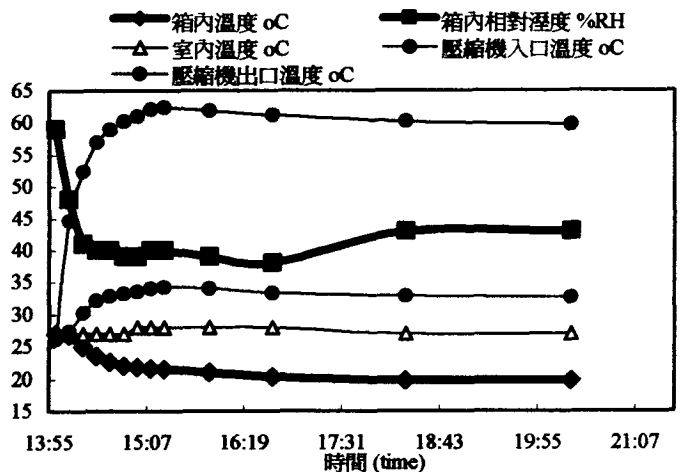


圖 30 霧型機測試結果

八、結論

本研究獲如下的結論：

1. 採雙冷凝器之冷媒壓縮循環，以分配內外排熱量，來達到恆溫恆濕控制的目的，證實可行。
2. 將兩輸入、兩輸出系統簡化為兩個單變量系統，而其中一個迴路中的耦合關係當作是閉迴路控制系統的干擾，是可行的，而且得到優良的效果。
3. 本研究開發一恆溫恆濕箱原型機，以 8051 製成的控制器實測結果，溫度誤差在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度誤差在 $\pm 0.5\%$ 以內，抗熱負載干擾在 25°C 時可達 50W，顯示所設計的恆溫濕系統性能良好。

九、參考文獻

1. Smith, Carlos A. and Corripio, Armando B.: Principles and Practice of Automatic Process Control. John Wiley & Sons, New York, 1985.
2. 黃秉鈞, System Identification(課程講義), 2002。
3. Rake, H.: Step Response and Frequency Response Methods, *Automatica*, Vol.16, pp519-526 (1980).
4. Leu M.C., and Freed D.I., "PDF Subvariable Control and Its Application to Robot Motion Control", *ASME J. Dynamic, System, Measurement, and Control*, Vol.111, pp.452-461, September 1989.

九十一年度國科會專題研究計畫報告

「新型環控機之研發」

Study of an environmental-controlled chamber

計畫編號: NSC91-2212-E-002-077

執行期限: 民國91年8月1日至92年7月31日

主持人: 黃秉鈞

研究助理: 廖永欽 郭丁嘉

執行機構單位: 國立台灣大學機械工程學系

中文摘要

本研究旨在開發雙冷凝器之恆溫恆濕系統，利用風扇轉速的改變，以分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過控制系統來達到箱內恆溫恆濕的目的。本研究採用的控制系統係將原為多變量之控制系統，簡化為兩個單變量控制，而交互影響的部分，視為單變量控制系統的干擾。本研究實地開發一恆溫恆濕箱原型機，以 8051 模組製成的控制器實測結果，溫度誤差量在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度誤差量在 $\pm 0.5\%$ 以內，抗熱負載干擾在 25°C 時可達 50W，顯示所設計的恆溫恆濕箱系統性能良好。

關鍵詞: 多變量控制; 環控

Abstract

The main purpose of the present study is to develop a constant temperature and humidity control technology using double condensers. By changing the rotation speed of the fans for the inside and outside condenser to adjust the heat rejection rate, the humidity and temperature inside the chamber can be accurately controlled. The control of the multi-variable system (chamber) is reduced to two single-variable loop control and the effect of the inter-coupling of the two loops is treated as disturbance. The present study

A prototype of constant temperature & humidity chamber using 8051 controller was built. The experimental results show that temperature can be controlled to within $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ accuracy and the relative humidity error is $\pm 0.5\% \text{RH}$. The maximum thermal load is 50W at 25°C .

Keywords: multi-variable control; environmental control system.

可供推廣之研發成果資料表

■可申請專利

■可技術移轉

日期：92年8月1日

<p>國科會補助計畫</p>	<p>計畫名稱： 新型環控機之研發 計畫主持人： 黃秉鈞 計畫編號： NSC91-2212-E-002-077 學門領域：能源</p>
<p>技術/創作名稱</p>	<p>恆溫恆濕系統</p>
<p>發明人/創作人</p>	<p>黃秉鈞</p>
<p>技術說明</p>	<p>中文： 本研究開發雙冷凝器之恆溫恆濕系統，它係利用風扇轉速的改變，以分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過回授控制系統來達到密閉空間內恆溫恆濕的目的。本研究採用的控制系統係將原為多變量之溫濕度控制系統，簡化為兩個獨立單變量控制，而交互影響的部分，視為單變量控制系統的干擾。本研究實地開發一恆溫恆濕箱原型機，以 8051 模組製成的控制器實測結果，溫度誤差量在$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$以內，相對濕度誤差量在$\pm 0.5\%$以內，抗熱負載干擾在 25°C 時可達 50W，顯示所設計的恆溫恆濕控制系統性能良好。</p> <p>英文： A constant temperature and humidity control technology using double condensers is developed. By changing the rotation speed of the fans for the inside and outside condenser to adjust the heat rejection rate, the humidity and temperature inside the chamber can be accurately controlled. The control of the multi-variable system (chamber) is reduced to two single-variable loop controls and the coupling effect of the two loops is treated as disturbance. A prototype of constant temperature and humidity chamber using 8051 microprocessor controller was built. The experimental results show that temperature can be controlled to within $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ accuracy and the relative humidity error is $\pm 0.5\% \text{RH}$. The maximum thermal load is 50W at 25°C.</p>
<p>可利用之產業 及 可開發之產品</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低成本恆溫恆濕箱 2. 工業用恆溫恆濕系統 3. 小型防潮箱
<p>技術特點</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雙冷凝器之恆溫恆濕系統設計，利用兩個風扇轉速的改變，來分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過回授控制系統來達到密閉空間內恆溫恆濕控制的目的。 2. 捨棄傳統利用再熱器與加濕器之溫濕度控制系統，流程大為簡化，性能可以提昇，成本可大為降低。 3. 透過控制系統的設計，可以精準控制溫濕度。

推廣及運用的價值

一般小型防潮箱多採用吸附式技術(矽膠)製成，只能控制濕度，溫度無法控制並且偏高，因此無法用來保存食品或藥品。本項創作可以提供一個低成本的防潮箱設計，使得性能可大幅提升，可以擴展應用，在濕熱氣候地區極有推廣潛力。在工業用恆溫恆濕系統(如無塵室)方面，本項創作也有高度應用價值。

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。

九十一年度國科會專題研究計畫報告

「新型環控機之研發」

Study of an environmental-controlled chamber

計畫編號: NSC91-2212-E-002-077

執行期限: 民國91年8月1日至92年7月31日

主持人: 黃秉鈞

研究助理: 廖永欽 郭丁嘉

執行機構單位: 國立台灣大學機械工程學系

中文摘要

本研究旨在開發雙冷凝器之恆溫恆濕系統，利用風扇轉速的改變，以分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過控制系統來達到箱內恆溫恆濕的目的。本研究採用的控制系統係將原為多變量之控制系統，簡化為兩個單變量控制，而交互影響的部分，視為單變量控制系統的干擾。本研究實地開發一恆溫恆濕箱原型機，以 8051 模組製成的控制器實測結果，溫度誤差量在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度誤差量在 $\pm 0.5\%$ 以內，抗熱負載干擾在 25°C 時可達 50W，顯示所設計的恆溫恆濕箱系統性能良好。

關鍵詞: 多變量控制; 環控

Abstract

The main purpose of the present study is to develop a constant temperature and humidity control technology using double condensers. By changing the rotation speed of the fans for the inside and outside condenser to adjust the heat rejection rate, the humidity and temperature inside the chamber can be accurately controlled. The control of the multi-variable system (chamber) is reduced to two single-variable loop control and the effect of the inter-coupling of the two loops is treated as disturbance. The present study

A prototype of constant temperature & humidity chamber using 8051 controller was built. The experimental results show that temperature can be controlled to within $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ accuracy and the relative humidity error is $\pm 0.5\% \text{RH}$. The maximum thermal load is 50W at 25°C .

Keywords: multi-variable control; environmental control system.

可供推廣之研發成果資料表

■可申請專利

■可技術移轉

日期：92年8月1日

國科會補助計畫	計畫名稱： 新型環控機之研發 計畫主持人： 黃秉鈞 計畫編號： NSC91-2212-E-002-077 學門領域：能源
技術/創作名稱	恆溫恆濕系統
發明人/創作人	黃秉鈞
技術說明	<p>中文：</p> <p>本研究開發雙冷凝器之恆溫恆濕系統，它係利用風扇轉速的改變，以分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過回授控制系統來達到密閉空間內恆溫恆濕的目的。本研究採用的控制系統係將原為多變量之溫濕度控制系統，簡化為兩個獨立單變量控制，而交互影響的部分，視為單變量控制系統的干擾。本研究實地開發一恆溫恆濕箱原型機，以 8051 模組製成的控制器實測結果，溫度誤差量在$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$以內，相對濕度誤差量在$\pm 0.5\%$以內，抗熱負載干擾在 25°C 時可達 50W，顯示所設計的恆溫恆濕控制系統性能良好。</p> <p>英文：</p> <p>A constant temperature and humidity control technology using double condensers is developed. By changing the rotation speed of the fans for the inside and outside condenser to adjust the heat rejection rate, the humidity and temperature inside the chamber can be accurately controlled. The control of the multi-variable system (chamber) is reduced to two single-variable loop controls and the coupling effect of the two loops is treated as disturbance.</p> <p>A prototype of constant temperature and humidity chamber using 8051 microprocessor controller was built. The experimental results show that temperature can be controlled to within $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ accuracy and the relative humidity error is $\pm 0.5\% \text{RH}$. The maximum thermal load is 50W at 25°C.</p>
可利用之產業及可開發之產品	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低成本恆溫恆濕箱 2. 工業用恆溫恆濕系統 3. 小型防潮箱
技術特點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雙冷凝器之恆溫恆濕系統設計，利用兩個風扇轉速的改變，來分配內外冷凝器的散熱量，並結合箱內蒸發器的除濕功能，透過回授控制系統來達到密閉空間內恆溫恆濕控制的目的。 2. 捨棄傳統利用再熱器與加濕器之溫濕度控制系統，流程大為簡化，性能可以提昇，成本可大為降低。 3. 透過控制系統的設計，可以精準控制溫濕度。

推廣及運用的價值

一般小型防潮箱多採用吸附式技術(矽膠)製成，只能控制濕度，溫度無法控制並且偏高，因此無法用來保存食品或藥品。本項創作可以提供一個低成本的防潮箱設計，使得性能可大幅提升，可以擴展應用，在濕熱氣候地區極有推廣潛力。在工業用恆溫恆濕系統(如無塵室)方面，本項創作也有高度應用價值。

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位(如技術移轉中心)。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。