

小型植物栽培環境控制箱的建構與分析

Construction and Analysis of a Small-scale Environmental Controlling System for Plant Cultivation

駱文傑¹、徐志璋²
Win-Jet Luo¹, Chin-Chang Hsu²

¹ 國立勤益科技大學冷凍空調與能源系
¹Department of Refrigeration, Air-Conditioning and Energy Engineering,
National Chin-Yi University of Technology
E-mail: wjluo@ncut.edu.tw

² 國立勤益科技大學冷凍空調與能源系
²Department of Refrigeration, Air-Conditioning and Energy Engineering,
National Chin-Yi University of Technology
E-mail: toro780608@yahoo.com.tw

摘要

台灣蘭花產業在技術面仍有許多值得改善的問題。在經濟面，正是面對生產過剩與全球蕭條的雙重夾殺。對於精緻農業而言，更無法直接採用蘭花產業之技術，必須開發更高層次的技術。而精緻農業不但還有技術問題，也有環保節能問題，更還有經濟面的考量，此研究由傳統壓縮機改變成電熱晶片，以達到輕量化的目的，並且讓植物箱內的溫度達到蘭花的生長溫度 22°C~26°C 與箱內的濕度 70%~75%，並用恆溫恆濕箱當作室外溫度與實際箱內溫度做比較，建立客觀數據以作範例，以達到客製化、普及化，以植物生長箱取代高人力成本，便可模擬出實際蘭花生長的最佳環境之趨勢。

關鍵字詞：環保節能，電熱晶片，植物生長箱，恆溫恆濕箱

Abstract

In this study, a thermal electric cooling module was applied to substitute the traditional vapor compressed cooling module in order to light the weight of the plant cultivating system of an orchid. In the cultivating system, the environmental temperature can be maintained in the range of 22°C to 26°C, and the relative humidity can also be controlled to be in the range of 70% to 75%. The environmental conditions were suitable to the growth of the orchid. Through the plant cultivating system, suitable environmental conditions can be generated automatically for the cultivated plants even without artificial charge for a long period.

1. 前言

蝴蝶蘭是臺灣的一項高經濟價值作物，我們希望能以附加栽培箱的方式出售，讓購買者能完整地觀賞蘭花的開花過程，並延長蘭花花期，達到單位產品、精緻化、提高商品價值。

根據統計，台灣蝴蝶蘭外銷在 2008 出口總

值突破 5200 萬美元，以盆花形式銷售者佔整體的七成，其中有 77% 銷往日本和美國，占出口總值的 46.9%，因此，蝴蝶蘭在 2008 年成為第三大外銷農產品，所以如果有某種裝置能使其開花期延長，並且也能使蝴蝶蘭穩定生長，四季皆可開花，這樣必定可以使蝴蝶蘭的價值提升，使外

匯提升，提高台灣經濟和形象。

雖然市面上已有這一類的裝置產品，但是其製冷方式皆為使用壓縮機和冷媒，既不環保也很耗電，而且體積龐大且不便移動搬運，所以，此次專題要將製冷方法改為使用電熱晶片，比使用冷媒的壓縮機環保和節能，且較為輕巧、節省空間，可達到隨處能觀賞植物的樂趣。

且目前全球節能與環保意識抬頭，減少地球資源的消耗，自然環境的保護，為達此目標，必須做到改善能源使用效率及減少二氧化碳排放量，其中減少熱負荷，降低空洞負荷進而減少電力的消耗，將是最快速可有效達成的方法之一。

其中對於必須性的空調系統耗電，將可以在減少建築熱負荷來達到減少能源消耗，並提高室內之熱舒適度，且在許多研究中，顯示出建築物中所使用之隔熱建材將大大影響建築物之熱負荷，節能建材的應用及環保節能的設計將有助於提高建築物之能源用效能。

2. 文獻回顧

市面上的植物箱絕大多數採壓縮機進行製冷，而本次計畫中將使用「電熱晶片」做為控制溫度的主要元件，如此一來，可以降低系統中壓縮機、管路的重量，並可以縮減栽培箱的體積。植物栽培箱的技術已發展地相當成熟，但多以生物科技、農業栽培中較常使用，是屬於特定使用者的產品。

比佐蒙山多發明[14]指出「熱電能量轉換結構」，利用熱電晶片的機能來發電的一種結構。

王輔仁等人發明[15]以「可攜式醫療生化檢體恆溫袋」，其主要係於袋體嵌設有一熱電晶片，並可連設太陽能板或抽換式電源供應系統作為系統電源，以達到可靠度、穩定度高之主動式冷卻、加熱效果，而熱電運作無噪音，並僅須改變電流方向即可將冷卻過程快速換至加熱過程，且無須耗時放置於冷凍庫作熱交換。

陳俊元等人發明[16]「以脈波寬度調變達成熱電晶片致冷改良設計」，以通過電路控制脈波寬度調變(PWM)，做為實際啟控工作週期調整，

使其在相同的通電輸入功率下，調整通電工作週期時間比例愈大，達到最佳的致冷效率輸出，進而達到實際用電功率的節省目的。

張良鈺等人發明[17]「熱電轉換冷凍裝置」，將冷凍系統中所排出之廢熱轉換成為電能加以利用，有效達到能源再利用之節能目的。

王欽戊等人發明[18]「熱電能源產生器及其快速儲能系統」，以熱電晶片冷熱兩端具有較大溫差而可以提高熱電轉換效率。利用前述的熱電能源產生器連接一具有超電容架構之快速儲能介面，則該快速儲能介面可以快速地充電且放電給另一儲能裝置，藉此形成一快速儲能系統且達到將微小電力迅速儲存之功效。

徐源泰等人發明[19]「移動式植物工廠」，將植物工廠安置於可以移動的運輸工具上，而可以被載運移動，故可以與植物生長時間重疊，節省時間成本。

3. 實驗流程

本實驗針對一植物栽培環境控制箱分析其生長環境效益，首先將其電熱晶片與溫度控制器性質分析，求出其熱電晶片冷卻系統中需將輸入功率(Input power, P)，以便使用恆溫恆濕箱建立數據，建立箱體內部相關控制器，且在實驗結果加以分析。(如圖 1)

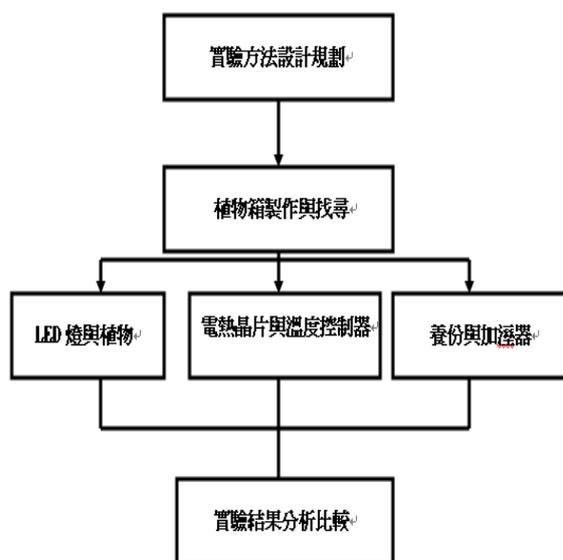


圖1. 實驗流程圖

4. 複合式植物生長箱結構及熱力性質分析

4.1 複合式植物生長箱結構

植物生長箱取自植物工廠的概念，是現代農業中相當重要的技術，以隔絕內外環境，形成獨立之空間，提供作為植物生長的場所，以人為設備控制溫度，相對濕度與二氧化碳濃度，並以遮蔭網與人工光源局部調節光量，因此作物的生長環境得以人為控制，不再受到自然氣候環境控制。如下圖2、3。

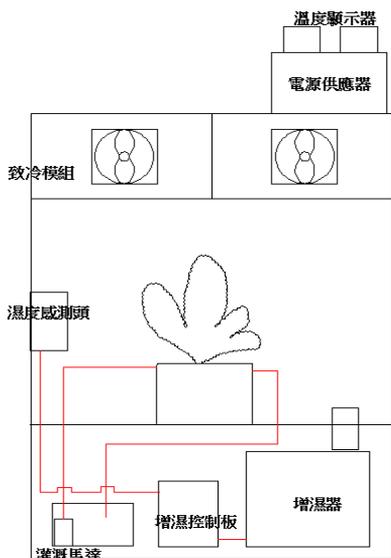


圖2. 箱內結構示意圖

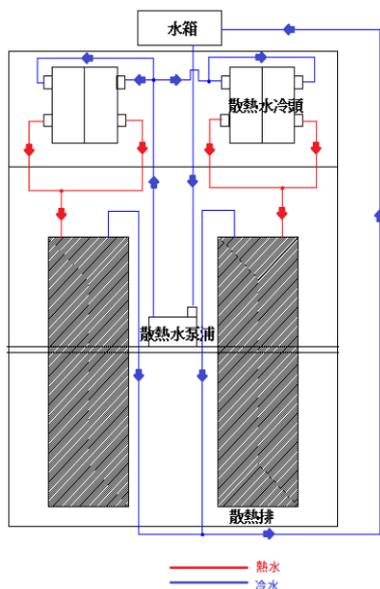


圖3. 箱後結構示意圖

5. 可程式恆溫恆濕機

5.1 TMJ-9712 可程式恆溫恆濕機簡介

可測試高溫、低溫、冷熱循環及恆溫恆濕、快速溫變、高低溫交變不同條件的功能。升溫、降溫、加濕、除濕可完全獨立、可提高效率省電20%以上、減低故障率、增長壽命、降低測試成本。觸摸設定方式，由微電腦鎖定，使溫濕度控制更為精確，具12組P. I. D.自動演算功能。溫濕度基準點偏差，可由程式中修正，感溫棒故障時，可主動檢查出來，自動循環用水或RO水補給。

且可程式恆溫恆濕機測試方式上除了有數字輸入外，並可以利用SD卡儲存溫濕度數值並用Excel直接讀取數值，以降低室內外溫度比較時誤差，設定參數方面可接受多種溫濕度參數，以符合台灣氣候，其中模擬結果可精確記錄每分鐘之室內外溫度模擬曲線。

可程式恆溫恆濕機主要設定分類：

- ◇ 溫度濕度的數值及時間參數
- ◇ 溫度濕度值的曲線表示及儲存
- ◇ 透過SD卡記憶每筆資料

5.2 模擬壓克力基本資料

本實驗模擬對象為壓克力，總長45cm、寬45cm、高80。後上方放電熱晶片模組塊高10cm、寬40cm，在30cm間放置隔板可放植物盆栽。如下圖4。

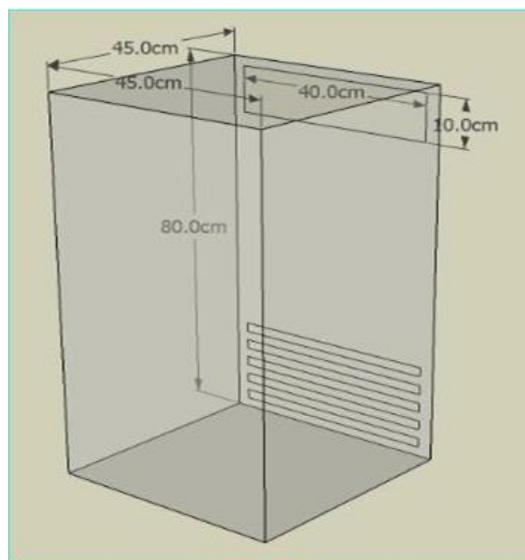


圖4. 植物箱示意圖

5.3 可程式恆溫恆濕機模擬室外溫濕度

將室內溫溼度條件一設定輸入TMJ-9712 模擬軟體中，模擬計算得12小時數據，下午九時至上午九時為箱內模擬的日照時間，故從曲線可發現箱內變化不大，表示箱內溫度濕度是平均沒有太大變化，箱內測試位置表，如下表1。

箱內左上後方	AI1
箱內右上後方	AI2
箱內左上前方	AI3
箱內又上前方	AI4
箱內中上後方	AI5
箱內中上前方	AI6
箱內底層	AI7

表1. 測試位置

從圖5 所示，採用恆溫恆濕機測試植物箱，並在室內放入感測器在7個不同位置，將溫度設定25°C、濕度設定80%，比較溫度的變化大小，此實驗能達到蘭花最佳生長溫度。

(一)

設定溫度	設定濕度
25	80

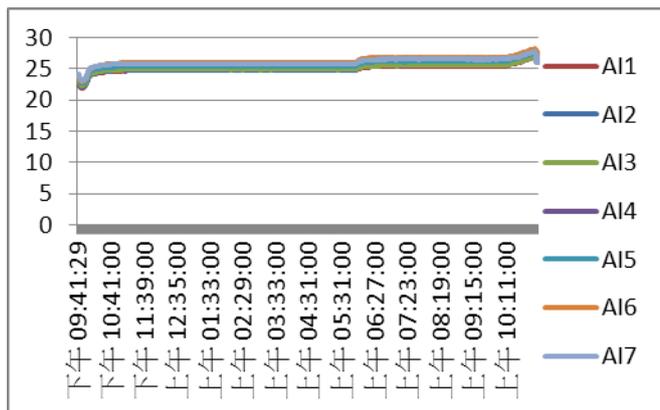


圖5. 室內溫度數據

另外圖6、7分別將溫度設定為20°C、30°C，濕度設定為80%，由圖表所示從AI1~AI7變化不大，達到箱內溫度分布均勻。

(二)

設定溫度	設定濕度
20	80

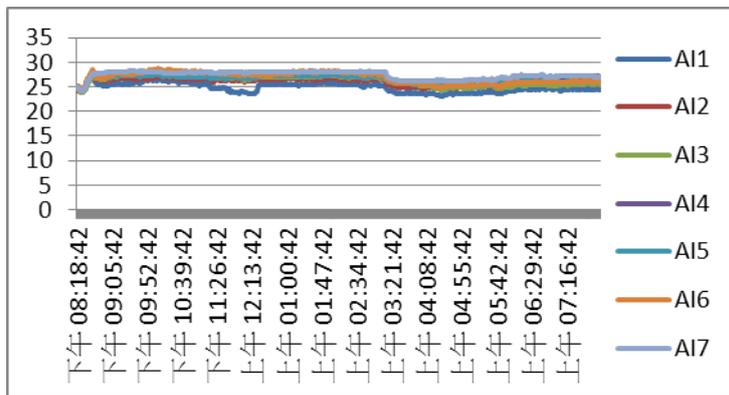


圖6. 室內溫度數據

(三)

設定溫度	設定濕度
30	80

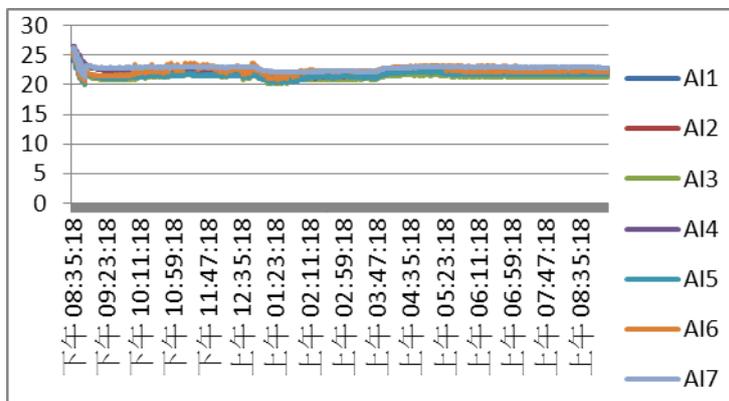


圖7. 室內溫度數據

5.4 環境控制箱濕度記錄圖

蘭花最佳生長環境之相對濕度為60%~80%，故將箱內相對濕度設定在此範圍內；表一為一小時內的濕度變化記錄，高低偏差在10%左右，約5分鐘進行一次加濕循環。如下圖8。

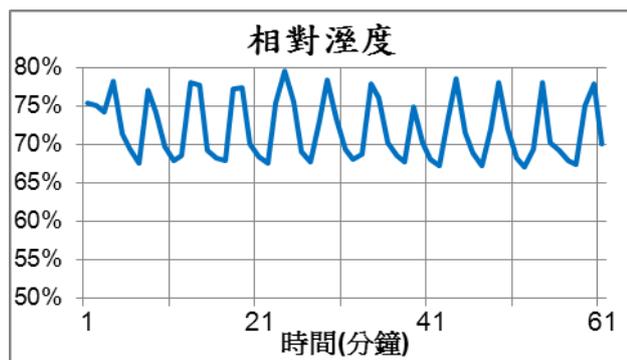


圖 8. 濕度數據

5.5 光照度計量

箱內上方佈有促進植物生長的紅藍混色 LED 燈組，由定時器開關控制，以因應不同花期所需的不同的光照需求。在模擬日間生長時維持照度在 500lux，使植物吸收環境二氧化碳進行光合作用，穩定生長。如下圖 9、10。



圖 9. LED 植物生長燈組拍攝圖



圖 10. 照度計量測結果：510 Lux

6. 結論

由實驗可知此將一般商品化植物箱將其製冷方式由傳統壓縮機改變成電熱晶片，以達到輕量化的目的，並且讓植物箱內的溫度達到蘭花的生長溫度 22°C~26°C，而此輕量化可以讓一般家

庭也能使用這個植物箱，享受到種花與賞花的樂趣，溼度控制我們採用一般的機械控制，溼度不足時可以感濕裝置可以使加濕器噴出霧氣，達到加濕的效果，並使箱內溼度達蘭花的生長溼度控制在 60%~80%；灌溉系統是採定時灌溉，並確保蘭花的根部有足夠的營養液，而箱內照度則採用 LED 燈來達到蘭花生長照度 500lux，並以計時器讓箱內的 LED 燈仿造外面環境的日昇與日落，控制以上箱內條件，使箱內條件達到和戶外環境條件一樣，甚至是改善戶外環境條件。

目前以上控制都還是維持在機械控制，還並沒有達到電子數位控制，未來希望可以把以上所有控制全部組合在一起使其模組化，達到只要一個面板就能控制所有的功能，也可以連接到網路，即使人不在植物箱旁邊也能觀賞到植物箱內的蘭花達到賞花的樂趣。

7. 參考文獻

1. 楊玉婷 (2010)。全球蘭花發展現況與未來展望 (電子期刊)。台灣經濟研究月刊，33，36-41。
2. 陳加忠。國際蘭花產業的報導。國立中興大學生物系統工程研究室網站。
3. 陳加忠。環控技術與完全密閉型植物工廠。國立中興大學生物系統工程研究室網站。
4. 陳加忠。相對濕度與蘭花生長。國立中興大學生物系統工程研究室網站。
5. 鄭志玄 (2010)。自動化 LED 工廠。國立成功大學工程科學系，台南市。
6. 王輔仁、許守平、林國堅、吳志雄、陳志明 (2004)。熱電式冷卻系統之性能改善及應用研究。載於勤益科技大學冷凍空調系主編，2004 第二屆冷凍空調暨能源相關學術及工程應用論文發表會論文集 (頁 203-214)。台中：國立勤益科技大學。
7. 徐源泰、張承晉、李登華、趙定宇 (2006)。移動式植物工廠 (專利)。
8. 周立強、邱奕志、陳世銘。2002。嫁接苗癒

- 合養生室之環控系統演譯及試驗研究。農業機械學刊。11(4): 85-104.
9. 陳世銘、謝廣文、黃裕益、楊宜璋、陳加增、呂宏志、張晉倫、林慧美、陳毓良、陳俊吉。2007。溫室遠端監控及精準栽培自動化之研究。出自"2007 農468業資訊科技應用研討會"，64-75。台北：台灣農業資訊科技發展協會。
 10. 陸龍虎、蔡致榮、向為民、徐武煥、莊耿彰。2008。火鶴花自動肥灌與遠端即時監控系統之研究。臺灣農業研究 57(1):15-32
 11. 林雅慧、吳美玉。2011。適用於植物工廠之無線感測監控管理平台研究與實作。
 12. 陳欣榆、方煒。2011。熱泵應用於植物工廠養液降溫與室內空調。
 13. 簡君良,張明毅,方煒2009立體化植物栽培環控室之建立
 14. 2002 比佐蒙山多發明「熱電能量轉換結構」,利用熱電晶片的功能來發電的一種結構。
 15. 2009 年,陳俊元等人發明「以脈波寬度調變達成熱電晶片致冷改良設計」,以通過電路控制脈波寬度調變(PWM),做為實際啟控工作週期調整,使其在相同的通電輸入功率下,調整通電工作週期時間比例愈大,達到最佳的致冷效率輸出,進而達到實際用電功率的節省目的。
 16. 2009 年,陳俊元等人發明「以脈波寬度調變達成熱電晶片致冷改良設計」,以通過電路控制脈波寬度調變(PWM),做為實際啟控工作週期調整,使其在相同的通電輸入功率下,調整通電工作週期時間比例愈大,達到最佳的致冷效率輸出,進而達到實際用電功率的節省目的。
 17. 2010 年,張良鈺等人發明「熱電轉換冷凍裝置」,將冷凍系統中所排出之廢熱轉換成為電能加以利用,有效達到能源再利用之節能目的。
 18. 2012 年,王欽戊等人發明「熱電能源產生器及其快速儲能系統」,以熱電晶片冷熱兩端具有較大溫差而可以提高熱電轉換效率。利用前述的熱電能源產生器連接一具有超電容架構之快速儲能介面,則該快速儲能介面可以快速地充電且放電給另一儲能裝置,藉此形成一快速儲能系統且達到將微小電力迅速儲存之功效。
 19. 2006 年,徐源泰等人發明「移動式植物工廠」,將植物工廠安置於可以移動的運輸工具上,而可以被載運移動,故可以與植物生長時間重疊,節省時間成本。
 20. 2009 年,星野忠義等人發明「植物栽培用 LED 光源結構」,由殼座體所設控制器控制光源組之紅色光源體、藍色光源體及綠色光源體持續照射,使栽植物之生長速度提升,以達迅速健全培育之功效。
 21. O. V. Avercheva, Yu. A. Berkovich, A. N. Erokhin, T. V. Zhigalova, S. I. Pogosyan, S. O. Smolyanina, Growth and photosynthesis of Chinese cabbage plants grown under light-emitting diode-based light source," Russian Journal of Plant Physiology, Vol. 56. pp. 14-21 2009
 22. C. Michael. Bourget. An Introduction to Light-emitting diodes HortScience .vol 43.99. 43 .pp. 1944-1946. 2008.