



# 台灣農業機械

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL MACHINERY

李登輝



## 財團法人農業機械化研究發展中心

《第 28 卷第 5 期》

Volume 28 Number 5

中華民國 102 年 10 月 1 日出版  
October 1, 2013

ISSN 1018-1660

中華郵政台北雜字第 1429 號  
執照登記為雜誌交寄

台北市信義路 4 段 391 號 9 樓之 6



國內  
郵資已付

台北郵局許可證  
北台字第 4918 號

### 短期葉菜類自動化生產系統 之開發

· 臺南區農業改良場 楊清富助理研究員、鄭榮瑞副場長

#### 前 言

傳統露天栽培葉菜常因天候不良、病蟲害造成損害影響收成，導致市場供需失調影響民生消費。隨著栽培技術的精進及對葉菜品質提升的需求，葉菜生產已逐漸朝設施栽培之方向發展。藉由設施可使葉菜栽培不受天候影響並

隔絕病蟲害，因此能穩定產量並大幅提升葉菜品質。然而當前葉菜生產模式依舊維持在人力密集型態，大量的人力需求仍未獲得解決。因此若未能有效解決人力及生產品質的問題，則提升葉菜產業之競爭力將淪為空談。在改善人力需求、提高葉菜品質的思維下，臺南區農業改良場研究開發短期葉菜類生產自動化作業系統。並經不斷的改善測試，而完成一套能將葉菜從播種、育苗、移植、自動化管理、採收等作業完全自動化的生產系統。不但提高作業效率、大幅減少人力需求，更將短期葉菜導入

(文轉第四頁)

### 目 錄 CONTENTS

頁次 Page

1. 短期葉菜類自動化生產系統之開發.....	楊清富、鄭榮瑞	1
Automatic Production System of Leafy Vegetables	C. F. Yang & J. J. Cheng	
2. 熱泵於冷凝乾燥系統及農業之應用.....	黃禮棟	9
The Application of Heat Pump in Condensing Drying System and Agriculture	L. D. Huang	
3. 簡 訊 .....	本中心	13
News	TAMRDC	

SUNCUE® 三久

## SB-130粗糠爐乾燥機

全世界獨創全自動恆溫乾燥  
全國唯一通過空污標準檢測



2012德國紐倫堡  
國際發明展金牌獎



2013日本東京  
世界創新天才發明展  
金牌獎及特別天才獎



台灣精品

## SPC-50職業用粗選機

穀物先粗選，乾燥速度快又均勻



### 環保

▪ SB130每台每年可減少約64萬公升柴油，約可節省1,760萬元燃油費用

### 節能

▪ 三久粗糠爐乾燥成本，約只有燃油型的四分之一  
▪ 以柴油27.5元/公升，粗糠2元/公斤計算

### 減碳

▪ 粗糠是生質能源，CO<sub>2</sub>的淨排放量為0  
▪ SB130每台每年減少約1,726噸CO<sub>2</sub>排放

### 愛地球

▪ SB130每台每年減少的CO<sub>2</sub>排放，約等於86公頃森林面積

### 省錢

▪ 不必乾燥雜物，可節省油、電

### 省時

▪ 可均勻乾燥，防止夾雜物架橋  
▪ 提高減乾速度，縮短乾燥時間

### 省力

▪ 特殊刮板裝置，枝梗、雜物不易阻塞網孔

### 效率高

▪ 採小網孔篩選及大風量風選

▪ 以上數據依每套SB系列粗糠爐最大發熱量換算，約當燃燒柴油熱量，每天使用24小時，一年使用180天，每公升柴油的CO<sub>2</sub>排放量為2.7公斤計算，每公頃森林面積約吸收20噸CO<sub>2</sub>/年。

## 三久公司的榮耀與肯定



2012德國紐倫堡  
國際發明展金牌獎



2013日本東京  
世界創新天才發明展  
金牌獎及特別天才獎



國家發明  
創作貢獻獎



國家發明獎  
法人組銀牌獎



台灣精品



中小企業創新研究獎



本府企業有限公司  
(原三久鄭) 0919-381739  
台中市大里區東明路291巷21號

營業項目 ■ 穀物乾燥機及週邊設備 ■ 污染防治設備 ■ 麩殼碾米設備  
■ 粗糠熱風爐乾燥設備 ■ 整廠工程規劃·設計·施工·服務  
TEL:04-2482-1161 FAX:04-2487-0071 E-mail:bf3235@yahoo.com.tw

# 3M 室內空氣品質測定儀

3M 的 EVM 系列可同時監測空氣品質與氣體微粒，對於使用者來說除了操作簡單、耐用外，也具有額外的風速監測器。

監測項目：

- ※ 溫度
- ※ 相對濕度
- ※ 微粒質量濃度(0.1-10um)PM2.5、PM4、PM10、TSP
- ※ 揮發性有機化合物
- ※ 二氧化碳
- ※ 毒性氣體(可選 CO、Cl<sub>2</sub>、EtO、HCN、H<sub>2</sub>S、NO、NO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub> 一種)
- ※ 可記錄，資料使用 USB 傳送下載

適用環境：綠建材氣體揮發、醫療保健、工作場址、軍事用地、倉儲管理、建築用地、學校、實驗室、百貨賣場、無塵處所。



**Lsi-Lastem** 氣象儀器除了具有世界最新 RS-485 輸出外還能群組成

Modbus 輸出，另外還有環境舒適度評估儀及噪音測定儀。



## DMA980、DMA975 溫溼度計

輸出：RS-485  
通訊模式：Modbus、TTY-ASCII  
可輸出值：MAX、MIN、AVG、(可選 1~3600 秒)  
溫度範圍：-30~70、-50~50、-50~100 度可選，精準度：0.2 度  
濕度範圍：0~100%RH、±1.5%RH



## DNA921 風速風向計

輸出：RS-485  
通訊模式：Modbus、TTY-ASCII  
可輸出值：MAX、MIN、AVG、(可選 1~3600 秒)  
風向範圍：0~360，精準度：1%度  
風速範圍：0~60 m/s、1.5%



## DPA970、DPA973 各式日照計，雨量計

輸出：RS-485  
通訊模式：Modbus、TTY-ASCII  
可輸出值：MAX、MIN、AVG、(可選 1~3600 秒)  
ISO9060 等級：First Class、DPA973 為 Second Class  
監測範圍：0~2000W/m<sup>2</sup>，精準度：5%

**典瑞企業有限公司** 新北市永和區水源街 2 巷 8 弄 1 號 TEL：(02)2927-0808 FAX：(02)2926-4178  
網址：www.carrierc.com.tw E-mail：sales@carrierc.com.tw 聯絡人：邱俊賢 手機：0935-202-094

氣象監測/水文測量/太陽&風力發電/環境採樣/建築物舒適度評估/農機自動監測器

(文接第一頁)

自動化生產的型態，為當前葉菜生產模式提供了另一項新的選擇。由於全面採用自動化技術，機械化取代人工之程度達95%以上。並透過將育苗及生長栽培分成兩階段同時進行，能縮短葉菜栽培時間，而以2~4週之週期穩定生產優質葉菜。

### 作業系統介紹

為推動農業生產自動化，臺南區農業改良場經多年的努力而開發短期葉菜自動化生產系統。希望藉由導入自動化技術大幅減少人力需求，並透過自動化的生產管理提高葉菜生產的質與量，進而使短期葉菜之生產變成工廠化的連續生產型態。建置完成之短期葉菜自動化生產系統如圖1，整體系統包括穴盤苗自動移植系統、自動化植床系統、自動化噴灌系統及自動採收系統。依序將各個系統串聯起來即形成一套完整之短期葉菜自動化生產系統。整個短期葉菜生產過程完全以自動化取代人工進行作業，每批葉菜之栽培時間為2~4週(因菜種而異)即可採收。採收後的植床可立即進行下一批生產，植床的利用率可達到最高，能大幅提升單位面積之產量。且採用更換式介質系統，故無連作障礙的問題。而葉菜在具有環控能力的設施中並透過標準化的栽培管理，可以充分掌握葉菜生長的進程，而能規劃進行計劃性生產。以下針對各個系統的作業型態及特性進行說明。



圖1 短期葉菜自動化生產系統配置圖

### 穴盤苗自動移植系統

為便於育苗管理及考慮機械作業特性，

本系統採用子母式育苗穴盤。母穴盤為一般習用之128穴格苗盤，子穴格為PLA材質底部鏤空之四孔小穴格。育苗前將子穴格套入128穴格之苗盤，並配合自動播種機進行播種，如圖2。每一四孔小穴格可依葉菜生長型態播種1~4株，育苗採集中管理以利育成健康種苗，如圖3。待苗高至4~7公分即可透過自動移植系統進行移植，將菜苗從育苗穴盤移至生長空間較大的栽培箱(50cmx30cmx10cm)如圖4，以利後續生長成優質葉菜。

移植作業包含分箱、介質填充、介質定量、鑽挖穴孔、栽培箱定位、苗盤供應、夾苗、定植及栽培箱導出等一系列繁複的程序。透過PLC(可程式控制器)的控制，能大幅提升作業的效率。穴盤苗自動移植系統如圖5、6。

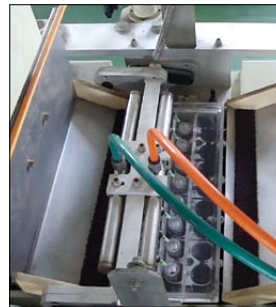


圖2 自動播種



圖3 育苗



圖4 栽培箱

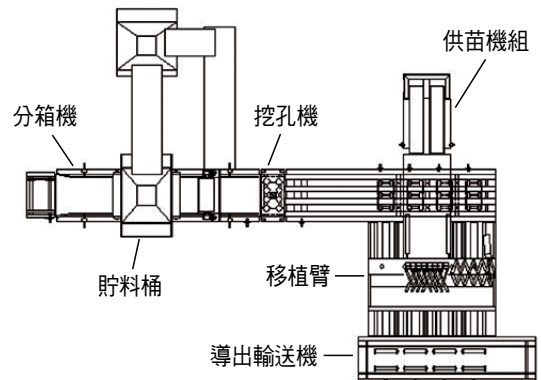


圖5 穴盤苗移植系統配置圖



圖6 穴盤苗移植機組

分箱作業由分箱機自動將堆疊的空栽培箱逐一釋出，機組如圖7所示。主要機構係由兩段式氣壓缸進行栽培箱頂升及下放，並利用治具氣壓缸側向夾持栽培箱，將最下方的栽培箱釋放。釋出之栽培箱由輸送帶承載移動，並由貯料桶下方通過，透過光電開關感應啟動裝填機組進行介質(泥炭土)裝填。定量裝置為一旋轉的毛刷，能將介質整平並將過剩的介質予於刷落，如圖8。掉落之介質由介質回收機組回收並導回貯料桶。

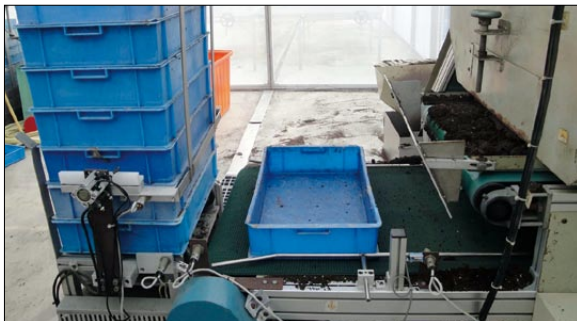


圖7 分箱機



圖8  
定量刷平

介質裝填完成之栽培箱繼以挖孔機組於頂面挖掘穴孔。挖孔座以氣壓缸控制升降，其上配置以鍊條帶動之8只鑽頭。挖孔座下壓時轉動鑽頭以在栽培箱之介質上同時鑽挖8個穴孔，作業情形如圖9所示。



圖9 鑽挖穴孔

挖妥穴孔之栽培箱由輸送機輸運至移植平台下方。透過由PLC控制作動的擋銷進行寸動位移，以配合移植臂作業並將移植株距擴大。栽培箱及由供苗機組供送之苗盤定位後，自動啟動移植作業。移植臂上配置8支夾爪，每次夾取8個小穴格，並利用牽桿機構進行橫向等距離擴距，將移植株距擴大並定植至四個栽培箱內。以四個循環動作同步完成四個栽培箱之移植。空穴盤由排出機構將之自移植平台排出。移植完成之栽培箱由栽培箱導出輸送機組輸運導出，移向自動化植床系統。

供苗機組為便於機械化操作及搬運作業，穴盤苗以一個7層匣架承裝，苗盤由匣架升降機及分盤輸送機配合進行分盤供苗作業。匣架升降機以兩組導螺桿驅動平行交叉牽桿機構使其升降，並由光遮斷開關配合遮板進行行程控制。分盤時匣架升降機下降使下方苗盤與苗盤輸送機接觸，由苗盤輸送皮帶將苗盤帶出。匣架升降機機組如圖10所示。



圖10 供苗機組



圖11 移植臂



圖12 移植夾爪



圖13 夾苗及定植

移植臂為一T形鋁製結構，跨於兩平行導桿上，藉由兩支長程氣壓缸推拉移動。其上配置移植夾爪並由兩支串接之氣壓缸進行兩段式升降行程控制，結構如圖11所示。移植夾爪共8組為兩指式之夾爪。夾苗時夾爪與子穴格呈45度角以指尖夾持子穴格中央部位，每次同時夾取8個子穴格，經擴距後分別植入四個栽培箱先前所鑽挖的穴孔內。作業情形如圖12、13所示。穴盤苗自動移植系統經實際測試，移植作業能力每小時可移植288箱，移植良率95%以上。

### 自動化植床系統

自動化植床系統之主要功能是将栽培箱自動定置於指定之植床上，以及將植床上的栽培箱依序逐一導出進行採收。其組成包括四列自動植床機組如圖14，及於植床機組的前、後兩端分別設置一組移運方向與植床垂直之橫移機組。其中植床機組為一抬床式搬運機構，利用氣壓缸以頂升、推移、下放之步進方式搬運置於植床機組上的栽培箱前進位移。橫移機組除利用輸送皮帶運送栽培箱，對應於每一自動植床均分別設置一組同步升降台，如圖15。升降台上升時用以頂升或承接由植床機組所移出之栽培箱，下降時能將栽培箱置放到輸送帶上。橫移機組利用光電開關及可控制升降之擋銷機構定位栽培箱之位置，使栽培箱能準確對準植床機組。自動植床以PLC配合人機介面控制栽培箱移入、移出之動線，如圖16。

移入作業如圖17，同步升降台利用氣壓缸及交叉連桿使台座同時頂升四個栽培箱。移動床架由平推氣壓缸推至栽培箱下方，頂升氣壓缸將移動床架頂升並將栽培箱頂離同步升降台。平推氣壓缸回縮一個氣壓缸行程，將栽培箱移至植床前端，頂升氣壓缸下降使栽培箱置於定置床架上，重複上述動作即可將栽培箱整齊排放於植床上，如圖18所示。

移出作業如圖19，平推氣壓缸先推動移動床架一個氣壓缸行程。再以頂升氣壓缸將移動床架頂升，使置於定置床架上之栽培箱全數頂離定置床架，接著平推氣壓缸縮回，使栽培箱向出口端移動一個行程。再控制頂升氣壓缸下降使栽培箱置於導出端之同步升降台上。待移動床架歸位後，同步升降台下降將栽培箱置放於導出輸送機上並進行導出。

關於栽培箱之移動動線經測試後以單床直進直出的方式較佳。而Z字型的動線，除了搬運速率較低外，大量的搬運動作增加機械摩擦及增加耗能，故不建議採用。本系統栽培箱之移運動線係由植床之一端移入，採收時由另一端移出。利用自動化植床系統可將栽培箱移至指定植床放置或由植床移出，使費力的搬運工作由機器執行。由於完全自動化故能提高作業效率，甚至可進行即出即進的連續式生產型態。而能將葉菜栽培的期作數提升，使單位面積的產量得以提高。自動化植床系統經運轉測試，其作業能力每小時可達480箱。



圖14 自動化植床系統



圖15 同步升降台



圖16 自動植床監控人機介面



圖17 栽培箱移入作業



圖18 栽培箱定置



圖19 栽培箱移出作業

## 自動化噴灌系統

設施栽培之灌溉作業為頻繁、需嚴密控制且不能中斷的作業。尤其對設施中離土栽培的作物而言，水份管理更為重要。因為栽培介質中的水分完全需由給水量及給水期距進行調控，水份過多或不足對於葉菜的生長及品質影響甚鉅。在本系統中每批介質使用前均先加入適量肥料並攪拌均勻，使後續之生長管理無需再進行施肥。因此噴灌系統雖同時擁有水份及養液之管路及噴頭，但大都僅進行水份的噴灌作業，而養液僅在初期少量供給。

為使自動化生產系統能生產品質均一的葉菜。除了需在適當時間供水外，噴灌系統噴佈的均勻性十分重要，須讓每株植株都能獲得相同的水量，才能有相同的生長勢。為此，我們建置了一套自動噴灌裝置，如圖20。系統包括加壓機(圖21)及移動式的噴架，並利用電腦進行噴灌作業的設定及控制，使短期葉菜的栽培管理導向自動化的模式。噴架之主要機構是在溫室橫樑下，架設兩條平行的齒條。驅動主機橫跨在齒條上，用以帶動噴架以定速在植床上方移動。其中驅動主機的及噴頭電磁閥透過人機介面進行控制，如圖22。能分區對下方的葉菜進行噴灌，如圖23。噴灌量是以調整噴架移動的速度進行控制，噴架移動速度越慢噴灌的水量越多。考量葉菜不同生長階段對水分的需求量有所不同，經試驗後設定三種噴架移動速度，分別為高速(1.94 m/min)、中速(1.66 m/min)及低速(1.36 m/min)三種，以配合葉菜早期、中期及後期生長所需。至於噴灌時間以設定時間及次數進行控制。未來如再導入介質水

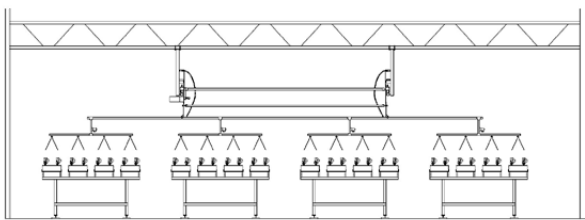


圖20 自動化噴灌系統



圖21 噴灌加壓系統



圖22 噴灌人機介面

份監測系統，將更能配合葉菜實際需求，適時適量的供給水分，進而達到完全栽培管理自動化之目標。本系統配置於本場短期葉菜生產自動化作業系統中，負責執行水分及養液噴灌作業，在此噴灌管理下每批葉菜均有一致性的生長，如圖24。對於提升葉菜品質及降低栽培管理所需的人力具有實質的效益。



圖23 噴灌作業



圖24 生長齊一的葉菜

## 自動採收系統

葉菜類的採收一向都需仰賴人工為之，因為看似單純的採收作業，其實包含了許多複雜的機制。然而在自動化生產系統裡，自動移植系統以固定行株距將菜苗移植至栽培箱。葉菜在相同的空間、管理條件下能長成大小一致的植株，因此形成有利於一次採收的條件。自動採收系統的主要組成包括滾筒輸送機、剪切機組及栽培箱定向機構，如圖25。採收系統接續於自動植床之導出端，藉由滾筒輸送機將栽培箱導入剪切機組中。以定向機構將栽培箱傾斜定位成與剪切機組相同角度，如圖26。剪切機組藉由齒條牽引，沿著栽培箱頂部上移，同時將葉菜與根部切離，如圖27。切離之葉菜由承盤承接，待剪切機組降至底端時，承盤翻轉180度將葉菜卸放在處理平台上，如圖28所示。由於每株葉菜之頭尾方向相同，方便後續

包裝處理。本系統測試結果，連續採收速率為每小時240箱。測試後亦發現，本採收系統無法適用於所有種類的葉菜，對於植株基部較貼近地面的葉菜如茼蒿、菠菜等，採收後植株完整性較差。

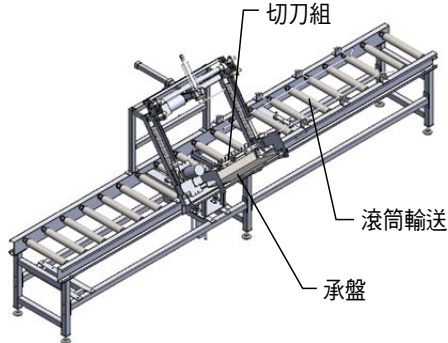


圖25 自動採收系統



圖26 栽培箱定向

圖27 剪切作業



圖28 葉菜翻轉卸放

### 介質回收利用及處理

無土栽培中介質成本通常是最主要的考量，降低介質成本的方法不外乎是降低介質用量、回收利用及改以更便宜的介質替代。經實際測試，將栽培箱之介質層厚度改為5cm，雖然不影響葉菜生長，但水份管理必須更嚴密，否則容易發生缺水現象。而薄介質層提供根系的支持性較差，葉菜容易發生倒伏的現象。至於替代介質必需找到合適的資材及配方才能利用。因此將介質回收再利用是目前最可行的方法，同時也能解決廢棄物處理問題。本試驗將

介質回收利用的處理方式為，利用粉碎機將介質充分粉碎，如圖29。再添加一定比例的稻殼進行調質。使用前再予以蒸氣消毒，如圖30。經此方式處理過的介質，對於十字花科的短期葉菜能重複使用不會影響其生長。



圖29 介質粉碎



圖30 介質蒸氣消毒

### 結 論

1. 利用設施生產穴盤蔬菜因易於栽培管理，故具品質齊一及產量穩定之特性。
2. 短期葉菜類生產周轉率較快，配合自動化技術可實現葉菜栽培生產自動化的目標。同時具有產能最大化及人工最小化的特性。
3. 本系統藉由完全機械化取代人工，因此無可避免設備成本偏高的問題，但具有之潛在效益包括生產不受天候影響、無連作障礙、產量穩定、品質均一、適合進行計劃性生產、降低人工需求。
4. 農業生產囿於天候環境，經常出現產量大幅波動的情形。不但生產業者要疲於應付產銷問題，民生消費的爭議亦難以消彌。因此從一個穩態量產、降低生產成本的觀點去建立農業生產系統是當前重要的課題。
5. 在全球人口數不斷的竄升，可耕地有限及氣候變遷極端氣候肆虐的威脅下，農業生產模式必須改變，農業生產效率必須提高才能保障糧食安全平衡供需。利用自動化技術配合農業生產，提高單位面積之產量，為提升生產效率最直接的方式之一。
6. 本研究開發之短期葉菜生產模式雖然仍有許多待改進之處，但希望能藉此產生拋磚引玉的效果，激發出更多的科技思維，讓更多業者投入開發適合本土的自動化生產系統，使我們的農業科技更上一層樓。

(本文為「精密設施工程與植物工場實用技術研討會專輯」中之「短期葉菜類植物工場之開發」文章修訂而成)

(作者楊清富之連絡電話：06-5912901#350)





# 省熱泵於冷凝乾燥系統及農業之應用

· 農業試驗所農工組研究員 黃禮棟

## 一、前言

台灣99%能源仰賴進口，在今日石化能源日益枯竭而能源需求日益提升之情形下，石油價格也越來越高，原先使用燃料油、柴油等做為冬季蝴蝶蘭加溫及乾燥能源的成本也不斷攀升，在必須有效的運用能源的情形下，各種節能技術一一被探討運用，以降低生產成本並達成減量排放二氧化碳之目的。俱高效節能功效之熱泵應用遂成為再生能源中重要的研究項目之一。熱泵經由壓縮機熱力循環的過程，吸取空氣中或水體中的熱能來運用，效率高又節能，因此使用熱泵取代柴油或瓦斯以節省能源支出已漸漸為業界所採用。

熱泵之熱力學作用原理為朗肯循環(Rankine Cycle)，主機由壓縮機、冷凝器、膨脹閥與蒸發器等四個主要元件以管路連接組成，以冷媒為傳導介質，以產生移動熱能的作用，將熱能由較低處移往較高處。熱泵藉由輸入電能驅動壓縮機，經環路中冷媒之吸熱、放熱作用，熱能由蒸發器吸收，而後由冷凝器排出，形成移動熱能的效果，達成製冷、製熱之雙重目的。經熱交換後之冷、熱氣經風管輸送，可應用於溫室、住家等的加溫或降溫，具有節能、無汙染且運轉費用低之特點。熱泵應用在同時需要冷氣(冷水)與暖氣(熱水)的地方，其節能效應更可觀，像是旅館、飯店、養殖業、農業、食品加工業等，當同時使用冷氣與暖氣時，能源效率(COP)值可高達9~11(方焯教授，2010)。

農產品乾燥後可延長保存期限並紓解盛產期滯銷與價格暴跌問題，故長期以來業者及農政單位持續研究改良乾燥方法，以期除了乾燥的基本功能外，並能保存農產品的風味、外觀色澤良好而又節省能源。冷凝乾燥系統利用到加熱及冷凝兩個子系統，乾燥之農產品除了呈現優良色澤外也因乾燥筒十分封閉，香氣保存十分良好，為目前最佳的乾燥方法之一。依Colak與Hepbasli兩位學者(2009)的研究報導指出，熱泵乾燥系統已經使用多年，也發展出許多不同的種類，可以配合各種不同的乾燥產品特性，尤其是熱敏感度高的產品，應選擇適合的熱泵乾燥系統進行乾燥，最常應用在乾燥蔬菜、水果以及生物材料上。農試所研究將熱泵產生之熱氣及冷氣經熱交換器後應用於冷凝乾燥機上並進行乾燥農產品之效果試驗，且利

用HIOKI-3197型電力品質分析儀及電子式溫度計等量測數據以計算其效率，經試驗分析結果其能源效率(COP)值達到3.6以上。

## 二、材料與方法

本系統使用之熱泵冷凝乾燥機(圖1)係由一部5噸之熱泵主機、一個500公升之熱水儲水桶、300公升之冷水儲水桶，一台裝置冷水/冷氣交換器及熱水/熱氣交換器之冷凝乾燥箱體、水閥門、控制電路以及冷、熱水管路與馬達等組成。熱泵主機使用220V三相交流電為動力源，起動後，將熱水桶之水漸漸加熱至預定溫度，一般乾燥使用時，只需待水溫加熱至高於熱風溫度5°C即可經熱交換產生需要之熱風，即70°C熱水經熱交換可產生65°C之熱風供乾燥用，而熱泵加熱之同時，冷水桶之水溫也隨之降低，可低至12°C以下。



圖1 熱泵乾燥機主機(左)、熱水槽(中後)、冰水槽(中前)及冷凝乾燥箱(右)

為探討空箱狀態下乾燥箱內溫、溼度的變化及各點溫度之差異，試驗前先在乾燥箱內擺放9個MicroLogPRO-EC750溫、溼度感測器(如圖2，其在-30°C~90°C範圍內間之解析度優於0.3°C，精確度在1°C以內)，於調整時間及數據歸零後啟動置入乾燥箱體上層之四個角落，中層之中央位置及下層之四個角落(如圖3所示)，並在控制器上設定其冷、熱風之循環方式為加溫達45°C後，電子控制閥自動切換為冷風循環降溫至40°C後，再變為熱風循環模式加溫至45°C，本次試驗進行之冷、熱風循環一次約需20分鐘，共進行三次約70分鐘。



圖2 MicroLogPRO-EC750溫度計及探針

### 三、結 果

在大氣溫度 $21^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ 之條件下，以HIOKI-3197型電力品質分析儀量測並記錄用電情形，並換算為COP值，結果顯示：在熱水出水溫度由 $30^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之範圍時，COP值為4.2； $40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 之範圍，COP值為4.0； $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之範圍，COP值為3.6（如表一）。由於能源價格居高不下，為節省能源費用，利用熱泵製熱同時製冷具有利因，熱泵之節能效益（設 $\text{COP}=3.6$ ）與其他熱源之比較經計算後列於表二。

圖7為熱風、冷風循環三次試驗之乾燥箱內中間層中點溫、濕度變化圖，左邊Y軸代表溫度（◆， $^{\circ}\text{C}$ ）；右邊Y軸代表濕度（×，%）；X軸代表時間（min）；而綠色及紅色兩條直線代表本次實驗所設定的溫度範圍（ $40^{\circ}\text{C}$ 與 $45^{\circ}\text{C}$ ）。由表三所顯示之資料可知，在同一時間第一個熱風、冷風循環在九個測點（其中測點8之溫度數據顯示差異頗大，可能是溫度探針損壞或轉換電路故障導致，不予列入）之最高溫、最低溫差異均不大。檢視其他記錄之數據也顯示在任意時間點乾燥箱內各部位溫、濕度的差異也有限，故可視乾燥箱內為一均溫、均濕的環境。當熱泵乾燥系統升溫時乾燥箱內濕度會下降；反之，當熱泵乾燥系統以冷風降溫時乾燥箱內濕度會上升。

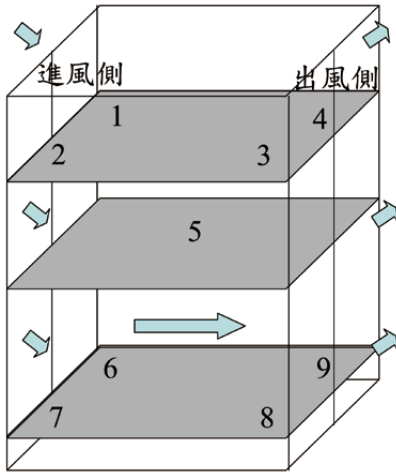


圖3 溫溼度感測器位置示意圖(箭頭表示風向)

另一次試驗除了量測熱水溫度、冷水溫度、用電度數(以圖4之HIOKI-3197電力品質分析儀進行量測)等各項參數隨時間之變化以換算為總能源效率(COP)之外，也利用鮮香菇及約3mm厚之生山藥切片兩種材料試驗乾燥效果。鮮香菇含水率約為 $85\sim 90\%$ 之間，傳統的熱風乾燥機乾燥香菇是以 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ 為開始乾燥之溫度，並以每小時升溫不超過 $5^{\circ}\text{C}$ 漸次加溫至 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，最後再以約 $90^{\circ}\text{C}$ 熱風烘1小時，以提升香菇濃郁之香氣。本次試驗之鮮香菇重20公斤，將之均勻分佈於層架式乾燥盤上。乾燥之冷、熱氣循環交換模式設定為先送熱風至乾燥箱，使箱內空氣達到預定溫度後轉為送冷風使乾燥箱降溫至設定溫度，同時將乾燥產生之水蒸氣凝結成水滴，之後再通熱風乾燥，如此循環至香菇水份達到目標含水率為止。圖5為乾燥後之香菇，含水率約為 $11\sim 14\%$ ，如圖中顯示以此乾燥機乾燥之乾菇無烤焦、過度皺縮等外觀現象發生；圖6所示為乾燥山藥切片之情形。另乾燥產生之水蒸氣經冷風凝結為水滴後由排水槽收集，可直接排放或以容器收集。



圖5 乾燥後香菇



圖4 HIOKI-3197型電力品質分析儀



圖6 薄山藥切片乾燥情形

表一 熱泵效率測試資料

第一階段 COP=4.2		
時間	熱水溫度 $^{\circ}\text{C}$	電功率(kw)
0分	34.3	4.12
15分	38.0	4.38
25分	42.3	4.51
第二階段 COP=4.0		
時間	熱水溫度 $^{\circ}\text{C}$	電功率(kw)
0分	42.3	4.51
15分	48.3	5.22
25分	51.4	5.51
第三階段 COP=3.6		
時間	熱水溫度 $^{\circ}\text{C}$	電功率(kw)
0分	51.4	5.51
15分	56.9	6.31
25分	60.8	6.50

Ps. 環境溫度：21~22 $^{\circ}\text{C}$

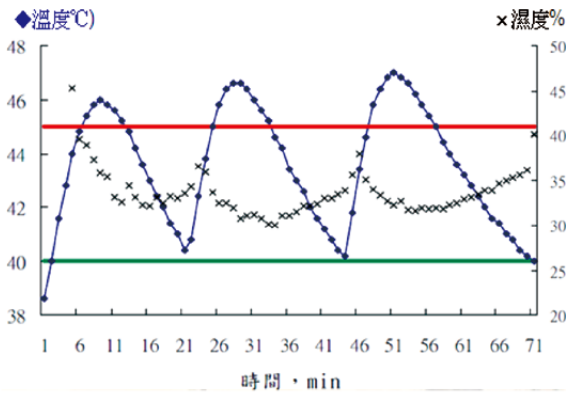


圖7 乾燥箱中間層中點之三次循環溫、濕度變化

#### 四、討 論

本所設置完成之熱泵系統冷凝乾燥機，經熱交換器交換後之乾燥熱風溫度可達65 $^{\circ}\text{C}$ ，冷水溫度亦達到12 $^{\circ}\text{C}$ 以下，能源效率(COP)值達到3.6以上，可應用於乾燥蔬菜、水果以及生物材料上。以一般熱風乾燥機乾燥香菇，除乾燥時間不經濟外，香氣也容易散失，若改用本系統則可以有效改善香味散失之缺點，但尚需提升熱風溫度，目前已有應用二氧化碳(R744)為冷媒之新型熱泵，最高出水溫度可達90 $^{\circ}\text{C}$ ，經過熱交換產生之熱風約可達到85 $^{\circ}\text{C}$ ，可用於香菇之乾燥，且二氧化碳冷媒由空氣中抽取，不影響地球環境。本乾燥機因為組成零組件較多及需要空間配管等，設置時佔用相當面積與空間。因熱泵冷凝乾燥機具有良好能源利用效果與乾燥產品品質，若能以較大容量之熱泵應用於個別控制之並聯乾燥機箱上並依不同乾燥農產品加以個別控制溫度，除提升產品品質外也可發揮較佳節能效益。

#### 五、熱泵在蘭園之應用

熱泵除應用於冷凝乾燥以提升乾燥產品品質外，在中南部地區之較大規模蝴蝶蘭栽培業者則應用大型熱泵於冬季溫室加溫抑梗及夏季溫室降溫及催花以降低能源成本，且利用較便宜的離峰電力，於電價較低時段起動熱泵製熱製冷，再以大型保溫儲水桶將熱水、冷水分儲存備用。圖8~圖14分別為農試所花卉中心之40噸熱泵和安裝細線熱交換器之溫室，美濃世芥蘭業及里港科隆國際生物公司使用熱泵系統於冷房及加溫之圖片供參考。

(作者之連絡電話：04-23317704)



圖8 農試所花卉中心40噸熱泵主機



圖9 農試所花卉中心細線熱交換器



圖10 世芥蘭業之熱泵主機



圖11 世芥蘭業之冷房溫室

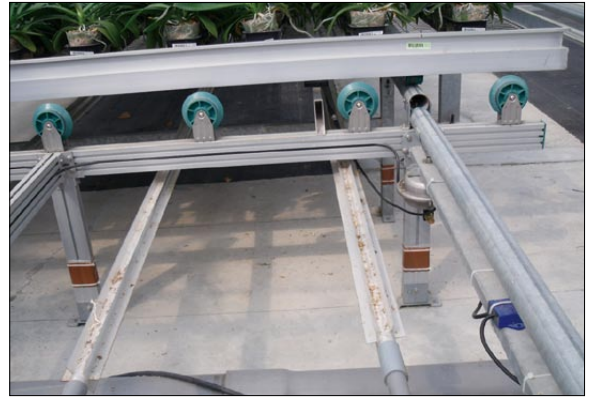


圖12 世芥蘭業熱泵加溫抑梗用鰭片式熱水管路



圖13 科隆國際公司熱泵主機



圖14 科隆國際公司溫室之冰水冷氣交換器

表二 節能效益

熱能來源	能源別	能源單價	熱 值	能源效率	熱能/NT\$	熱能成本比
電 熱	電力	3.62元/度	860 kcal/度	95%	226 kcal	3.78
瓦 斯	天然瓦斯	20.2元/公斤	9,000 kcal/m <sup>3</sup>	90%	476 kcal	2.17
柴油鍋爐	柴 油	33.5元/公斤	8,800 kcal / L	85%	223 kcal	3.84
燃油鍋爐	燃料油	21.2元/公升	9,200 kcal / L	85%	368 kcal	2.33
熱 泵 COP=3.6	電力	3.62元/度	3,098 kcal/度	100%	856 kcal	1.00
	二段式 離峰電力	1.80元/度	3,098 kcal/度	100%	1,721 kcal	0.497

資料來源：台灣中油/台灣電力公司 全球資訊網 2013/09/10

表三 各測點第一個循環之最高溫度值及最低溫值

測 點	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第一循環最高溫℃	45.6	45.8	45.8	45.2	46.0	45.0	45.2	--	44.6
第一循環最低溫℃	40.4	40.2	40.2	40.4	40.4	40.8	40.4	--	41.0

## 簡訊

### 農機工業同業公會理事長交接

農機工業同業公會於102年7月27日下午3:00在台北市北投區水美溫泉會館舉行第十二屆第二次理監事聯席會議，並於同日下午5:00舉行第十二屆正副理事長暨全體理、監事就職交接典禮。會中由鄭兆熙榮譽理事長頒發林永富新任理事長當選證書，全體理監事贈送吳軍港卸任理事長及林永富新任理事長匾額以誌感謝與祝賀。會後全體聚餐，享受溫泉，第二日並進行北投溫泉文化之旅。



理事長交接（左起：吳軍港、鄭兆熙、林永富）



交接會場盛況



贈送匾額給吳軍港卸任理事長



贈送匾額給林永富新任理事長



理監事合影



北投溫泉文化之旅

發行人：田林妹  
顧問：彭添松、馮丁樹、盧福明  
發行所：財團法人農業機械化研究發展中心  
台北市信義路4段391號9樓之6  
電話：(02)27583902、27293903 傳真：(02)27232296  
郵政劃撥儲金帳號：1025096-8  
戶名：財團法人農業機械化研究發展中心  
統一編號：81636729  
印刷：群富印刷有限公司

總編輯：陳世銘 編輯：呂鎧煒  
行政院新聞局登記證局版臺誌字第4918號  
中華郵政北台字第1429號執照登記為雜誌交寄  
Published by  
Taiwan Agricultural Mechanization Research & Development Center  
F1.9-6, No.391, Sec. 4, Hsin-Yi Road, Taipei, Taiwan 110  
Phone : 886-2-27583902, Fax : 886-2-27232296  
E-mail : tamrdc@ms6.hinet.net  
http://www.tamrdc.org.tw  
各期雜誌可在本中心網站查詢

# 太陽牌 乾燥機

銷售實績遍佈世界

銷售全世界已達數百套

130噸粗糠爐乾燥機



100噸粗糠爐乾燥機



一對四30噸粗糠爐乾燥機

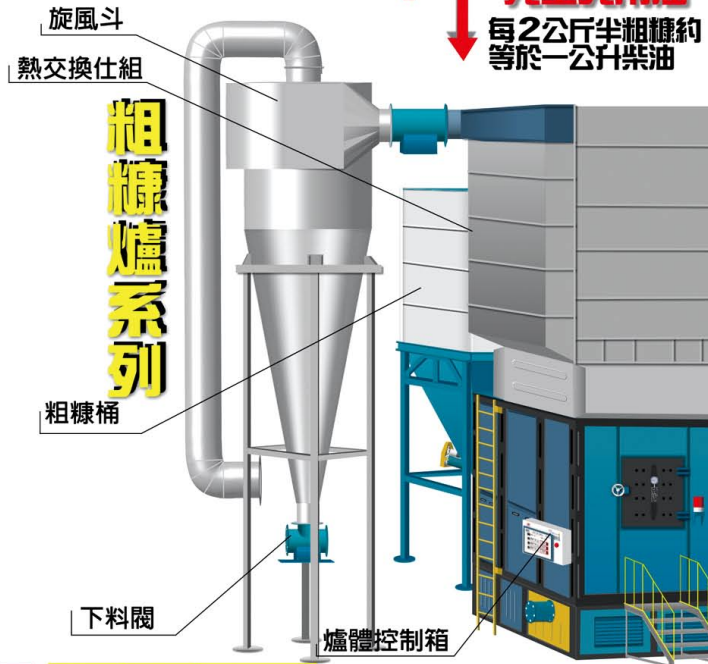


100噸粗糠爐乾燥機



國內：三好米/紀氏源豐/金農米/和順米廠130至100噸三十多套

**降** 低您的乾燥成本  
完全免用油  
每2公斤半粗糠約  
等於一公升柴油



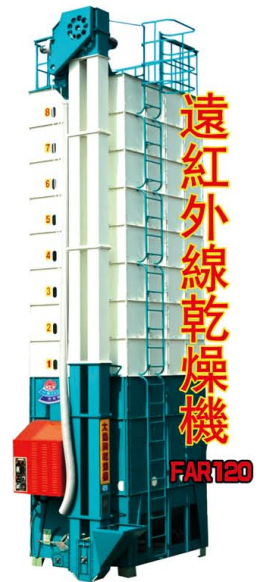
品質值得信賴



通過ISO9001國際品質認證  
榮獲1995年國家發明獎  
榮獲台灣精品獎  
擁有多國多項專利



V model: 6~12tons  
CL 423V120型  
容量CAPACITY: 12噸  
高度HEIGHT: 8165mm



FAR model: 6~12tons  
CL 423FAR120型  
容量CAPACITY: 12噸  
高度HEIGHT: 8995mm



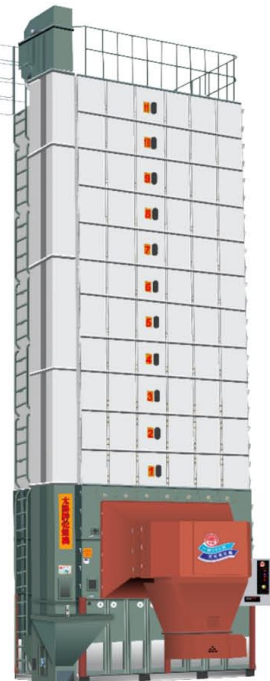
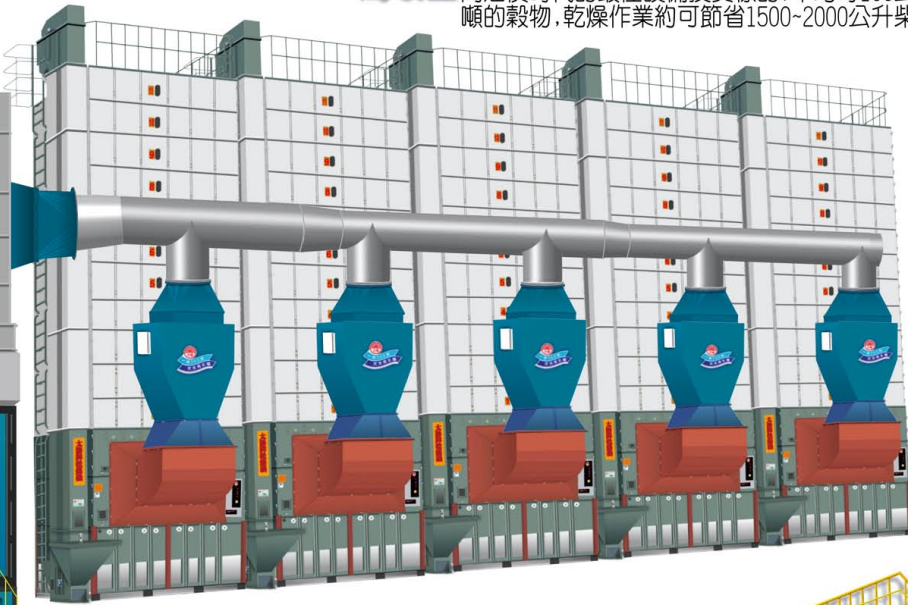
三升農機科技股份有限公司

SAN-SHEN Agricultural Machinery Science And Technology

粗糠爐特性

**節漏** 每二公斤半的粗糠約相當於 1 公升的柴油熱質，以燃燒粗糠作為乾燥熱源可降低穀物乾燥作業最大的成本支出

**高收益** 高油價時代的最佳設備投資標的，平均每100公噸的穀物，乾燥作業約可節省1500~2000公升柴油



H model: 20~32tons  
 CL 423H300型  
 容量CAPACITY: 30噸  
 高度HEIGHT: 11100mm



G model: 20~32tons  
 CL 423G300型  
 容量CAPACITY: 30噸  
 高度HEIGHT: 12701mm



金雞母  
 F500~1000型  
 容量CAPACITY: 50~100噸  
 高度HEIGHT: 18520mm  
 免用油粗糠爐100噸乾燥機

工業級穀物管理系統  
台灣第一品牌



圓形與方形鋼板倉  
大容量穀物輸送設備  
穀物低溫儲存系統

# 亞樂米鋼板倉



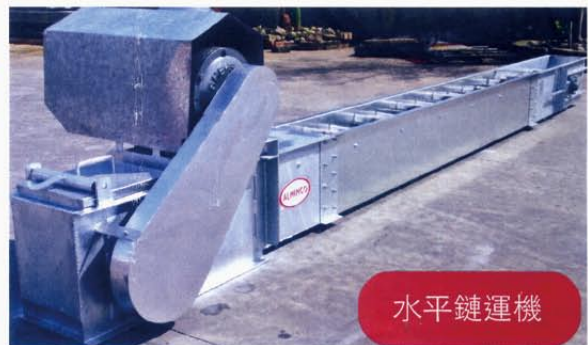
桶頂荷重最高可達  
25,000lbs.  
(11,340kg.)

專業 設計 規劃

製造 施工 服務



斗昇機



水平鏈運機

聯絡方式：  
亞樂米企業有限公司  
台灣新竹縣新豐鄉後湖村 21 號  
電話：03-5680587~9  
傳真：03-5689818  
E-mail: info@alminco.com  
網址 <http://www.alminco.com>

ALMIN ENTERPRISE CO., LTD  
No.21, Ho-Hou Village, Hsin-Fong  
Hsiang, Hsin-Chu Hsien, Taiwan  
TEL:886-3-5680587~9  
FAX:886-3-5689818