



設施葉菜類

自動化生產之發展

文/圖 ■ 楊清富 鄭榮瑞 鍾瑞永 林子傑

前言

傳統田間葉菜栽培常因不良天候、病蟲害造成重大損害影響收成，災情嚴重時導致市場供需失調影響民生消費。利用設施栽培可降低風險、提高品質及穩定產量，故設施栽培生產葉菜已成為新的趨勢。儘管栽培做法已有所改善，但大量之人力需求依然箝制著生產成本致使業者難以提昇利潤。拜科技進步之賜許多自動化技術無論在價位或應用上已不再那麼遙不可及，因此自動化技術導入農業生產可望能為農業注入一股新活力。葉菜類生產周轉率較快，利用溫室設施配合自動化技術可形成自動化生產系統。農業自動化生產具有提高產能、提昇品質、節省人力等優點。本場近幾年進行開發葉菜類自動化生產系統，在做法上主要係利用溫室屏蔽不良天候，自動化技術進行精確之栽培管理提升產量與品質，機械化操作降低人工成本，將葉菜生產過程自播種、育苗、移植、栽培管理、採收等作業予以自動化，進而精確控制產期與產能，並以連續、快速、穩定之排程生產優質葉菜。

自動化生產系統

為推動農業生產自動化，本場已開發設施葉菜類自動化生產系統，使設施栽培葉菜之生產自播種、栽培管理至採收達到

機械化與自動化，以減少勞力需求及進行更精準之栽培管理，期能連續穩定生產優質葉菜，進而降低葉菜之生產成本。規畫建置之葉菜自動化生產系統（圖1），整體系統包括穴盤苗自動移植系統、栽培箱自動移運系統、栽培管理自動化系統。穴盤苗自動移植系統用以將育好之穴盤苗自動移植至栽培箱；栽培箱自動移運系統用以將栽培箱依據葉菜生育期逐步移向採收端；栽培管理自動化系統則依據葉菜之生育調控水份、養液之供應。

一、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材質四孔小穴格。育苗前將子穴格套入128穴格苗盤並可配合自動播種機進行播種。每一四孔小穴格可依作物生長特性播入1~4株，待苗高至4~7公分即可進行機械移植。

自動移植作業由PLC(可程式控制器)控制，作業方式具多工型態，數個機組能夠同時進行作業。分箱作業由分箱機自動逐一釋出空栽培箱，再由介質裝填機組進行介質定量裝填。過剩掉落之介質由介質回收機組回收並導回貯料桶。介質裝填完

成之栽培箱以挖孔機組於頂面挖掘穴孔，挖妥穴孔之栽培箱由輸送皮帶輸運至移植平台下方。由供苗機組供送之苗盤定位後自動啟動移植作業，移植夾爪每次夾取8個小穴格，擴距分散移植至四個栽培箱。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，系統配置詳如圖2。系統主要機組如圖3~圖12。

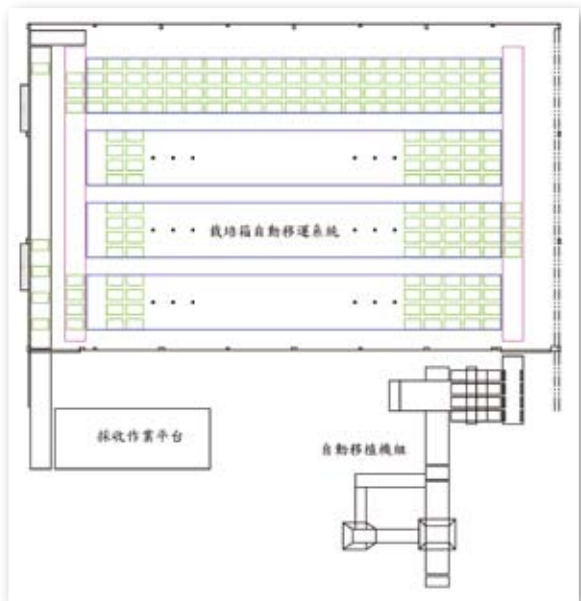
二、栽培箱自動移運系

本系統之主要組成包括數列自動植床機組，及於植床機組的前、後兩端分別設置一組移運方向與植床機組垂直之橫移機組（圖1）。其中，植床機組利用抬床式搬運機構，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；橫移機組利用輸送皮帶輸送栽培箱位移。橫移機組對應每一植床機組位置處分別設置一同步升降台，上升時用以頂升或承接由植床機組所移出之栽培箱，下降時能將栽培箱下放到輸送帶上。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。栽培箱之移運動線現規劃兩種模式，一為Z字形模式（圖13），另一為I字形模式（圖14）。在Z字形模式，栽培箱利用橫移機組將栽培箱換列到次一列植床，利用換列並控制相臨兩植床反向移動之方式，使栽培箱在植床間繞行。配合生產計畫及葉菜生育使整體植床系統形成一連續式的生產線，頭端為幼苗進料端，末端為採收之出料端。在I字形模式，栽培僅由植床之一端移入而由另一端移出。配合生產計畫及葉菜生育調整栽培箱之移動步數亦可達到連續式的生產動線。栽培箱

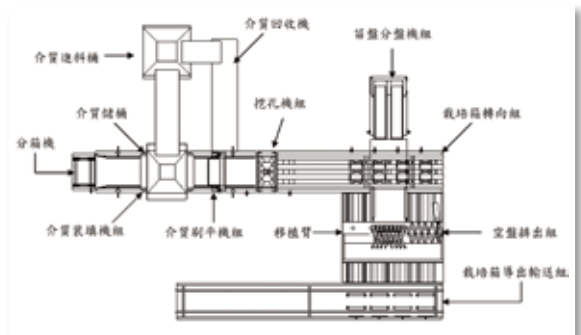
自動移運系統搭配生產計畫及葉菜生長控制，可形成連續式的生產型態，整體系統因完全自動化故能提高生產效率及節省人力。

自動植床機組

植床機組（圖15）包括定置床架及移動床架。定置床架主要用以承托栽培箱，移動床架配合氣壓缸構成抬床式搬運機構。移運栽培箱時以頂升氣壓缸將移動床架頂升，並將置於定置床架上之栽培箱全數頂離定置床架，再以平推氣壓缸推動移動床架一個氣壓缸行程，之後控制頂升氣



▲ 圖1. 葉菜自動化生產系統



▲ 圖2. 移植系統配置圖



壓缸下降使栽培箱再回置於定置床架上。移運過程中植床機組以頂升、推移、下放之程序逐步移運位在植床機組上的栽培箱前進位移，並形成先進先出之動態序列。藉由自動植床機組之自動移運作業，使栽



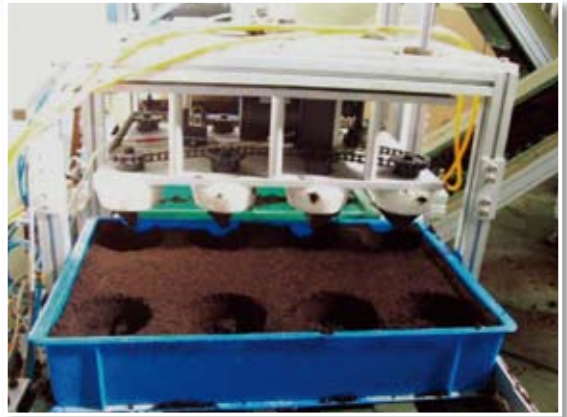
▲ 圖3. 分箱機及介質裝填機組



▲ 圖4. 介質定量刷平機組



▲ 圖5. 介質進料、回收機組



▲ 圖6. 挖孔機組



▲ 圖7. 苗盤分盤機組



▲ 圖8. 移植機組

培箱之移運完全自動化，而能省卻大量人力。栽培箱隨葉菜之生育逐步移向採收端，則自動植床之入料端可同時補入新移植之栽培箱，形成連續式的生產線因而提高產能。



▲ 圖9. 移植臂



▲ 圖10. 移植夾爪



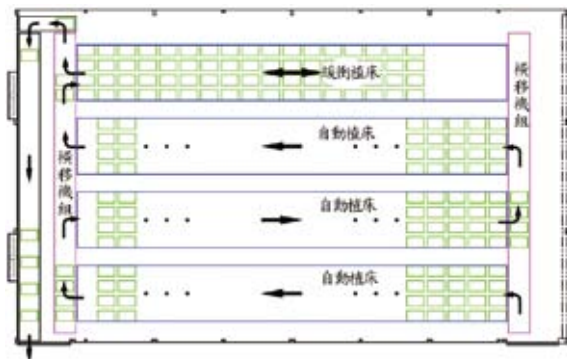
▲ 圖11. 小穴格夾取

橫向移運機組

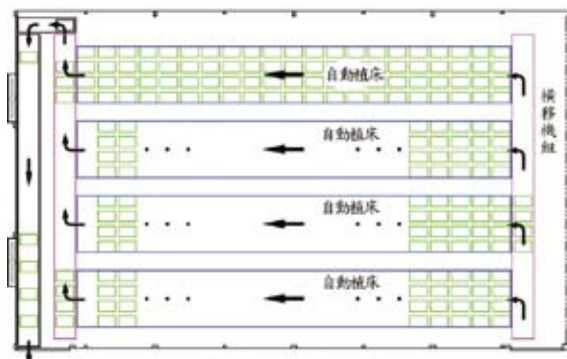
橫移機組（圖16）包括皮帶輸送機、光電開關、定位擋銷及同步升降台。橫移機組除能橫向移運栽培箱外亦具備指定植床功能。利用光電開關及定位擋銷可將栽培箱準確定位到指定之植床。同步升降台



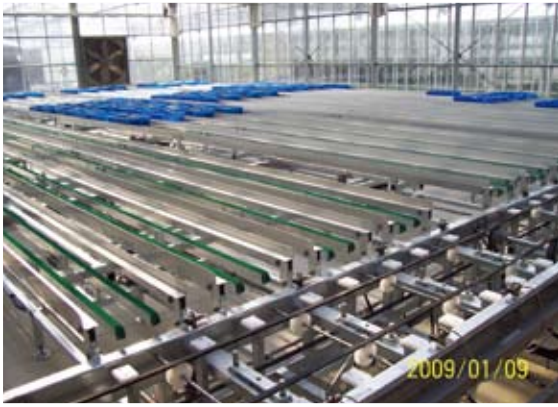
▲ 圖12. 移植作業



▲ 圖13. 移運 Z 模式



▲ 圖14. 移運 I 模式



▲ 圖15. 移動式植床機組



▲ 圖16. 橫向移運機組



▲ 圖17. 同步升降台

利用氣壓缸及交叉連桿使台座維持水平，能同時頂升或承接下放四個栽培箱，升降時控制氣壓缸軸桿之伸縮迫使交叉連桿改變角度進而改變升降台之高程（圖17）。

三、栽培管理自動化系統

栽培箱藉由自動植床機組移運定置，整列植床將依序分佈排列不同生育期之葉菜。生育期不同的葉菜對於水份、養份之需求量亦不盡相同。為解決此問題本研究將建置噴灑量變率控制之噴灌系統，藉由紀錄、檢視栽培箱之培育時間及位置，將之轉換成對應之噴灑控制參數。設定好每一區塊的噴灑控制參數，利用自走式懸吊桿式噴灌裝置，控制噴桿移動及驅動直

動式電磁閥噴頭，以精確控制噴灑量，使噴灑系統依作物實際需求，適時適量的供給水分、養份，達到栽培管理自動化之目標。

結語

本場現階段已完成穴盤苗自動移植系統之開發，移植作業能力每小時可移植288箱，移植良率95%以上。栽培箱自動移運系統經初步運轉測試，移運作業能力每小時約可達480箱。由於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之目標。利用自動化生產系統可提高作業速率、產能及降低人力需求，進而提昇產業競爭力。