

花卉軟盆自動上盆機之研製

張金發、林達德¹⁾

摘 要

本研究目的在研製花卉軟盆自動上盆機，以解決花農勞力不足及工資昂貴之問題。本機經多次改良測試後，結果顯示自動化裝填介質上盆作業非常通暢。上盆作業之完整裝填率達 98 %，工作效率每小時可上盆 2,700 盆，約為人工作業之 3 倍。就機械使用成本分析得知，每萬盆上盆作業成本費用包括折舊費 256 元，維護費 28 元，利息 67 元，電費 29 元及工資 855 元，合計為 1,235 元，與人工作業每萬盆工資需 1,800 元比較，可節省 565 元。目前使用本機之年產量為 430 萬盆，經換算全年可節省 242,950 元。故自動上盆機之研發應用，可顯著節省工時及降低成本。

關鍵詞：花卉、上盆、自動化。

前 言

近年來，由於社會繁榮，國民生活品質提升，相對的，對滿足精神調劑的花卉需求，也隨之增加。栽培面積由 1971 年的二百多公頃，擴增到現在的六千多公頃⁽³⁾，增加快速。在產業結構上，漸由外銷導向為主的型態，轉而為供應內銷為主，使得國內的花卉產業，呈現一片蓬勃朝氣，勢必擴大栽培範圍且形成專業區。傳統的栽培方式幾乎全仰賴人工，為了未雨綢繆，降低生產成本，以機械替代人工，提高草花生產的技術層次，及栽培者之需求與市場競爭力，機械化作業將為必然的趨勢^(1,2,5)。穴盤育苗已進入機械化，無論在時間、空間及勞力工作上均較優於傳統育苗，育出的種苗健壯，品質優良一致，縮短作物生長時間。

草花生產作業，目前除育苗播種作業以機械取代人工外，尚有許多作業仍停頓於人工階段，例如相當耗費人力的軟盆上盆填充介質、種苗假植與管理作業中的搬運系統⁽⁴⁾。有鑑於此，於 1997 年起針對軟盆上盆作業，研發花卉軟盆自動上盆機，解決軟盆人工上盆作業之困難與耗費人力之瓶頸，進而做為整個草花生產體系一貫化與自動化之基礎^(6,7,8)。

1)國立台灣大學農業機械工程學系教授

材料與方法

一、試驗材料

本機試造使用鐵材、五金零件、電子材料、光電偵測器、油壓機件與量測用之卷尺、碼錶、卡尺、轉速計、真空吸力錶及試用之托盤、軟盆、栽培介質等等。草花生產栽培使用托盤裝入軟盆，便於栽培管理、輸送搬運及生長管理。托盤外徑規格為 L 58.5 × W 41.5 × H 5.8 cm，內有 12 格或 15 格，供裝入軟盆，每格 L 12.2 × W 12.2 cm 之筋骨固定圓形軟盆拖架，內徑上 9 × 下 7.8 cm × H 5.5 cm，軟盆為 PE 真空成型射出之產品，直徑 3½"，上圓 10 × 下圓 7.5 × H 10 cm。

二、機械設計與研製

本機之設計與研製包含托盤供應、軟盆吸附供應、軟盆裝入托盤、軟盆切板定位、軟盆裝填介質與剩餘介質回收、壓實打孔、輸送機與電控系統等八機構組合而成。

托盤自動分離供應機構包括：托盤儲存架，儲存架內壁可與托盤外圍相靠貼，垂直堆疊托盤，分成上端的儲存層及下端的分離層；阻檔器，分別裝設於儲存層底四週壁，其阻檔部可伸入儲存架內壁，對應位置之托盤的邊線底，止檔儲存層中的托盤繼續下墜；拆夾器，由一組等對夾狀態的三角形撬棒，連接此對夾機構所組成，這些三角形撬棒水平放置於分離層四週壁，棒尖分別對準儲存層內，最下只托盤軟盆架的數個盆皿孔，棒之末端向下連接該對夾機構，使棒尖產生伸入軟盆皿孔的對夾動作，將堆疊之托盤又撐出最下只的托盤；輸送帶機構，組件水平裝設於拆夾組件下端之儲存架內空間，長度方向伸出架外，承載經叉撐開墜下之單只托盤，輸送出儲存架外；動力控制器，輸入動力及控制各機構的動力順序，達到大量軟盆裝入時，快速地將堆疊的托盤分開為個體。本機可同時適用 12 格與 15 格之托盤，一次可堆疊 60 個托盤，其主要功能為將堆疊的托盤，一個一個自動排出供應前端承接軟盆。本機構排放作業流程如圖 1。



圖 1. 花卉軟盆自動上盆機作業流程

Fig 1. The operation flow chart of automation potting machine for flower.

自動軟盆上架機構：由輸送帶、軟盆供應平台、吸附軟盆機構(有 5 組真空吸附器，每組二

個吸盤)、L型橫移氣缸、垂直上下氣缸(附設真空吸附盤)、吹氣機構及電控部組合而成。設置於上盆機之側面,由L型橫移氣缸橫移,真空吸附盤伸入軟盆供應平台堆疊的軟盆內,吸附軟盆後,垂直上下氣缸上昇,同時撓性吹氣管吹氣分離軟盆(原則上一次各吸附15個軟盆);L型橫移氣缸再橫移至輸送帶上托盤的上方,垂直上下氣缸下移至托盤的軟盆托架皿內,除壓放下軟盆,達成作業(圖2、3)。

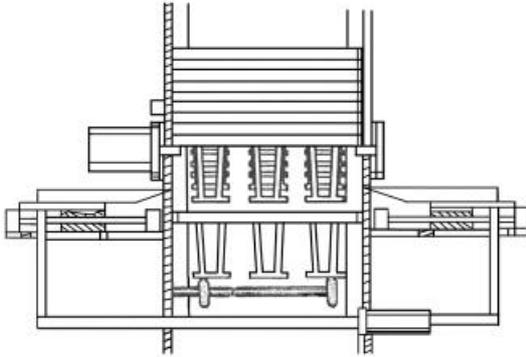


圖 2. 托盤自動排放作業

Fig. 2. The tray positioning and conveying operation.

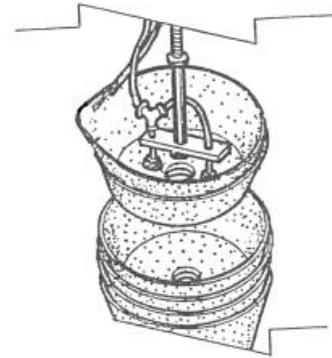


圖 3. 單個軟盆吸附作業示意圖

Fig. 3. Schematic operation to pick up single pot from stack using vacuum manipulator.

自動軟盆介質裝填機構：由軟盆定位切板、切板迴轉傳動鏈條(與輸送帶同步運轉)、介質裝填機構、介質回收機構、迴轉刷及機架等組合而成。軟盆自動上拖架後,由輸送帶送入本區,經切板定位,裝填機裝填介質,多餘介質由回收機構回收,再由迴轉刷刷平,完成介質自動上盆作業(圖4、5、6、7)。

電控系統：採用 PLC 控制各單元機構,並整合機體全自動完成軟盆上盆作業。

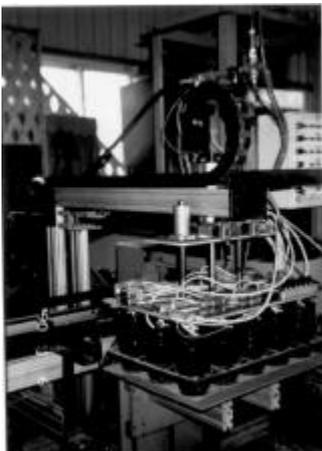


圖 4. 自動軟盆上架機作業

Fig. 4. The automatic pot-laying operation.

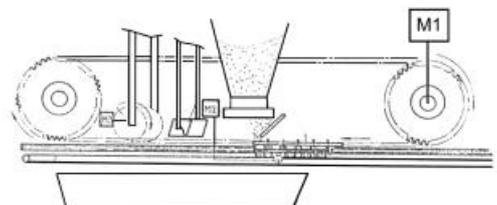


圖. 5 自動軟盆介質裝填機

Fig. 5. The feeded machine feed media into soft pots.



圖 6. 壓實打孔作業情形

Fig. 6. The pressing and drilling operation.



圖 7. 完成軟盆自動上盆情形

Fig. 7. The final output of filled pots and trays.

三、試驗方法

本機於實驗室進行模擬操作試驗，並在桃園市花之鄉花卉農場進行實地作業。本機啟動後，托盤一個一個自動排出供應自動軟盆上架機構吸附軟盆置入托盤內，由於軟盆係軟質，依據光電偵測器定位切板，供裝填介質測定裝填之容量及刷平情形，調整介質供應口，定量供料，並回收剩餘介質，上盆後，經壓實打孔機構作引孔作業以便進行假植工作。試驗進行中調查作業速率、托盤自動供應精度、吸附軟盆之精度，其標準為每格托盤架吸附一個軟盆裝入，缺盆或重覆為不良、軟盆裝填精度、切板光電偵測器定位準確度、介質裝填是否適量與刷平效果、剩餘介質回收精度、測試打孔深度及壓實效果等，同時觀察各個定位點之狀況，以評估自動控制系統之正確性及穩定性，比較自動上盆機與人工作業之經濟效益與成本分析。

結果與討論

草花生產上盆作業機械化，目前研製開發完成之軟盆自動上盆機為國內外首創，在歐美等國均使用硬盆作業，軟盆上盆作業國外之上盆機則無法應用。本機係將軟盆自動裝入托盤架內自動裝填介質與回收剩餘介質，再壓實打孔，完成自動化上盆作業。花卉軟盆自動上盆機作業流程如下：

本機研製完成後進行田間試驗，逐步改良，機械性能穩定後，於桃園市「花之鄉」花卉農場實地操作應用。使用 15 格托盤，連續上盆 300 個托盤之作業性能如表 1 所示，托盤內缺軟盆 1 個者佔 1.5%，缺二個以上者佔 0%，重覆二個者佔 0.5%，正常者佔 98%。工作效率如表 2 所示，每小時可上盆 180 個 15 格之托盤，即 2,700 個軟盆，比人工上盆每小時 60 個 15 格之托盤，即 900 個軟盆，快 3 倍。人工上盆作業需彎腰操作，較為辛苦，自動化作業，較為舒適，相對的工作效率提高。

就機械使用成本分析由表 3 得知，每萬盆生產費用包括折舊費 256 元，維護費 28 元，利息 67 元，電費 29 元及工資 855 元，合計為 1,235 元，與表 4 人工上盆作業每萬盆工資需 1,800 元比較，可節省 565 元。目前使用本機之年產量為 430 萬盆，換算整年度可節省 242,950 元。

全自動化後，不僅縮短上盆時間與節省人力，同時可連線灑水作業及假植作業，更可節省輸送

搬運的勞力與時間，整個提昇草花生產效率，降低生產成本，嘉惠消費者。

表 1. 花卉軟盆自動上盆機裝填軟盆作業性能調查

Table 1. Testing results from automation potting operation.

項目 Items		缺一個 Missing one pot	缺二個 Missing two pots %	重覆 Double pots	正常 Normal
機械自動裝填軟盆 Automatic potting operation	改良前	9.7	0.0	6.0	84.3
	改良後	1.5	0.0	0.5	98.0

表 2. 自動上盆機與人工上盆作業效能比較表

Table 2. Comparison of operation capacity between automatic and manual potting.

項目 Items	工作效率 Operation capacity		指數 Index (%)
	托盤 tray/hr	軟盆 pot/hr	
自動上盆 Automatic potting	180	2,700	300
人工上盆 Manual potting	60	900	100

表 3. 花卉軟盆自動上盆機之使用成本

Table 3. Cost analysis of using the automatic potting machine.

項目 Items	單位 Unit	數量 Amount	說明 Description
購入金額 Purchasing Cost	元	980,000	花卉軟盆自動上盆機之購買價格。
殘值 Residual value	元	98,000	以購入金額之 10% 計算。
年使用量 Annual potting amount	萬盆	430	21,500 盆/天 × 20 天 × 10 月/年。
使用年限 Estimated life time	年	8	本機在作業室應用，結構耐用。
使用成本 Cost	元/萬盆	1,235	
折舊費 Depreciation	元/萬盆	256	$(980,000 \text{ 元} - 98,000 \text{ 元}) \div 8 \text{ 年} \div 430 \text{ 萬盆/年}$ 。
利息 Interest	元/萬盆	67	$0.065 [(980,000 \text{ 元} - 98,000 \text{ 元})/2] / 430 \text{ 萬盆}$ 。
維護費 Maintenance cost	元/萬盆	28	$980,000 \text{ 元} \times 10\% \div 8 \text{ 年} \div 430 \text{ 萬盆/年}$ 。
電費 electricity cost	元/萬盆	29	$2.8 \text{ 元/度} \times (0.746 \text{ KW/時} \times 8 \text{ HP}) \times 1.73$ 。
操作工資 Wages	元/萬盆	855	$(1,800 \text{ 元/天} \div 8 \text{ 時/天}) \times 3.8 \text{ 時/萬盆}$ 。

表 4. 花卉軟盆上盆機與人工作業之效益比較

Table 4. Comparison of profits between automatic and manual potting

項目 Items	工資 Wages	折舊費 Depreciation	維護費 Maintenance	利息 Interest	電費 Electricity cost	合計 Total	效益比較 Comparison of profits
NT\$/萬盆 (NT\$/Ten thousand pots)							
機械作業 Mechanical Operation	855	256	28	67	29	1,235	+ 565
人工作業	1,800					1,800	

誌 謝

本計畫承行政院農委會經費補助，合作廠商錦宏機械公司及試驗農戶黃金萬班長之協助，使研製改良工作能順利進行，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 范云翔、楊子万、Adekola, K. A.、孫廷琮。1996。溫室全自動移栽機的研究發展。農業工程學報（大陸）12(2): 111-115。
2. 黃世欣、林達德。1996。種苗移植作業夾持具之設計與性能分析。農業機械學刊 5(3): 51-65。
3. 陳加忠。1997。花卉設施栽培技術之現況與發展。花卉設施栽培觀摩研討會。p.1-10。
4. 張金發、林達德。1998。花卉軟盆自動上盆機之研製改良。八十七年農業機械論文發表會論文集。p.13-15。
5. 錢中方、林達德。1996。穴盤種苗移植手端之路徑規劃與分析。農業工程學報 42(3): 69-81。
6. Brewer, H. L. 1994. Conceptual modeling automated seedling transfer from growing trays to shipping modules. Trans. of the ASAE 37 (4): 1043-1051.
7. Lin, T. T. T. M. Lai, S. Chen, and D. S. Fon. 1994. Gray-scale and color machine vision systems for seedling detection. In "Computers in Agriculture" Proceedings of the 5th International Conference. ASAE Publication 3: 94.
8. Ting, K. C., Giacomelli, G. A., Shen, S. J. 1990. Robot workcell for transplanting of seedlings, part I -Layout and material flow. Trans. of the ASAE 33(3): 1005-1010.

Development of An Automatic Potting Machine for Ornamental Flowers

Chin-Fa Chang and Ta-Te Lin

Summary

The objective of this project was to develop a automatic potting machine for ornamental flowers in order to replace the current manual operation with improve efficiency. Preliminary results showed that our automatic potting machine was efficient and was applicable to plastic soft pots of 3½' diameter. The successful rate for potting was 98% and the working capacity of this machine was 2,700 pots per hour which was 3 times over that of manual operation. Moreover, the use of the potting machine substantially improved working conditions in the field and avoided laborious manual planting operation. The cost analysis of the machinery usage revealed that the total cost was NT\$ 1,235 per ten thousand pots which included NT\$ 256 of depreciation, NT\$ 27 of maintenance, NT\$ 68 of interest, NT\$ 29 of electricity cost and NT\$ 855 of wages, the application of the automatic potting machine saves NT\$ 565 per ten thousand pots, that is equivalent to a saving of NT\$ 242,950 per year The effect of reducing labor time and operation cost by using the developed automatic potting machine is significant.

Key words: Flower, Potting, Automation.