

設施花卉防倒伏升降網架系統之研製¹

田雲生、何榮祥、陳令錫、張旭志²

摘 要

本研究設計並研製一套設施花卉防倒伏升降網架系統，操控方式具半自動及全自動共四種搭配選擇，可供設施菊花、洋桔梗、康乃馨等切花生產管理應用。系統採用AC 220V/1hp電動減速馬達為動力源，以鋼索懸吊承載網架，藉由馬達正逆轉帶動鋼索之收放，達到上升或下降的目的，可簡化現行生產過程中，每一期作皆須辛苦與麻煩地進行「 Γ 」型杆、支撐網、滴灌管線之拆裝、調整、搬移等工作，每分地約節省9.8工(人日)與19.9~33.0%之生產成本。當花卉採收完成後，網架可舉升至設施頂端，讓栽培區形成淨空，方便進行殘株清理與機械整地、作畦工作；另每一畦溝上方亦可配置懸吊籃，輔助切花採收之搬運作業。

關鍵字：網架系統、防倒伏、切花、設施。

前 言

我國近年來經濟快速發展，生活水準大幅提升，國人消費型態亦隨之改變，對於各類農產品的要求，已達質量並重、甚至質重於量的結果。由於花卉類產品消費量的增加，堪稱是生活水準提高的象徵，所以花農積極生產高品質的花卉，以迎合市場潮流的變遷與需求^(5,7)。惟臺灣氣候屬於亞熱帶及熱帶地區，氣候變化大，對作物之生長發育有不利的影響，包括冬季寒流侵襲，夏季雷雨與颱風之侵害等，均是具有危險性之氣候逆境⁽²⁾。為了克服狂風、驟雨等影響，並提高品質與穩定生產，進而達到企業化經營，許多農友紛紛改採設施栽培，使得設施之應用愈趨普遍⁽⁷⁾。以菊花為例，一般大多為露天栽培，雖然生產成本較低且管理簡便，但在產品品質、病蟲害防治、產期控制及經營風險上均無法保障，故包括彰化縣永靖鄉、田尾鄉及雲林縣虎尾鎮、林內鄉等地區之農友，逐步改變舊有栽培模式而轉型為設施生產，以達到品質均一、縮短產期、增加產量、計畫生產等優勢^(5,6)。而其他花卉作物也為了降低外在天候影響等原因，使用各類設施溫網室進行栽培與管理。

設施花卉之切花生產，對於植株的直立性要求極高，所以架設防倒伏支柱是有必要的措施。農民於花苗定植前，將鐵絲網、塑膠繩或尼龍網平鋪於畦面上，並用各類材質之「 Γ 」型杆或直杆予以固定，再隨著作物長高而調整支撐網高度，儘量避免花莖彎曲或倒伏，以確保市

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0735 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、副研究員、助理研究員、前研究助理。

場要求與商品價值⁽¹⁾。其栽培管理流程相當繁複，每一期作皆包括田區整理、滴灌管線排列、支撐網鋪設、固定杆豎立，以及收穫後清園時之淨空作業等。其中除了整地、作畦工作目前已有小型曳引機、耕耘機與中耕管理機可資應用外，其餘工作項目幾乎都是靠人力為之，相當辛苦與費工，亟需藉由機械化輔助或替代，以期降低人工需求。目前國外如荷蘭某生技公司之溫室花卉生產農場，採用自動化設備與專業化生產菊花，並利用防倒伏固定網架，可隨著菊花植栽之發育，自動調整適當高度，採收後可升高至頂端，以利機械整地作業⁽⁴⁾；而韓國設施花卉生產也有類似之防倒伏裝置供應用，其操作雖簡便與省工時，但係以整棟溫室為一個單位，且支撐杆架縱橫交錯，對於工作人員進出稍有妨礙。

經查訪國內花農需求、收集相關資料與規劃評估後發現，設施切花生產流程中之滴灌管線排列、拆除與搬離，支撐網鋪設、調整高度、捲收撤離，固定杆豎立、拔除與拆離等作業項，應可以機械化取代，並達成預期的目標。遂於2007至2008年間與臺中縣烏日鄉協鑫園藝設計有限公司辦理產學合作計畫，研發完成一套「設施花卉防倒伏升降網架系統」，可供設施菊花、洋桔梗、康乃馨等切花生產管理應用，期能擴大設施切花栽培面積與提升產業競爭力。茲針對該系統組成架構、性能規格與作業效能等簡介如後，以供花農參考應用。

材料與方法

系統設計原則

- 一、針對設施內生產切花為主之花卉作物栽培管理所需，以提升作業效率和降低操作辛勞為目的。
- 二、傳統人工作業流程相當繁複，且清園時須達到栽培區淨空，故系統規劃應以簡化整體作業項目為前提。
- 三、升降網架系統設計以每一栽培畦為單位，不可妨礙操作人員於畦溝內行走與工作。
- 四、升降網架系統採機電整合應用，操控有多種選擇或搭配模式，且應具備安全機制，降低危險。
- 五、升降網架系統除供花卉防倒伏管理應用外，亦考慮兼用於其他作業需求，使其發揮最大功能。

升降網架系統組裝型式

設施花卉防倒伏升降網架系統依據設計原則，採電動馬達為動力源，安裝於設施前或後側頂端之適當位置。每一栽培畦上方設置一組長條型網架，寬度與畦面寬略同，並以鋼索懸吊承載，以及連結至電動馬達傳動軸上，藉由馬達正逆轉來達到網架上升或下降的需求。另於每一栽培畦之中間位置(畦溝上方)，各組裝一支C型鋼為懸吊軌道，供掛載搬運吊籃之用。

試驗設備與材料

- 一、供試設備：研製完成之防倒伏升降網架系統，以及花農習用之支撐鐵絲網(長50×寬1 m)、 Γ 型杆(寬1 m，高105~110 cm)等。

- 二、試驗區域：彰化縣永靖鄉張姓農友之鋁管塑膠布溫室，溫室長100 ×寬13.1 m (等分為前後二區，每區7畦)，擇取前區左側之4畦(48 × 7.5 m)為試驗區，後區左側之4畦為對照區。
- 三、供試材料：菊花(鑽石品種)。
- 四、量測器材：碼表(電子式，精度0.01 sec)、捲尺等。

測試及調查項目

- 一、防倒伏升降網架系統研製完成後，針對其作業性能、效率等加以試驗調查，包含：系統動力源規格型式、傳動減速比，網架升降操控方式、移動速率等。
- 二、設施菊花生長速率調查：配合試驗農戶種植菊花時，於組裝防倒伏升降網架之四栽培畦，每一畦概略區分為前、後2段，每段隨機擇取4列，每一列選擇4株花苗，共計128株為試驗植株。自花苗定植後約2~3週起，至採收期開始為止，每隔一週量測株高(自畦面至生長點之長度)，計算其平均值。
- 三、機械與人工作業效率比較：試驗區以升降網架系統輔助作業，而對照區則依照試驗農戶慣行之生產方式進行，記錄調查二區域之作業時間，並換算比較每分地、每期作之作業效率差異。
- 四、成本估算與理論探討：一般農機作業成本之計算主要包括折舊(D)、利息(I)之固定成本，以及修理維護(M)、油料(F)、工資(L)等變動成本，每年作業成本為前述五項成本之總和；若估算每公頃(A₁)的作業成本(Ca₁)，則計算方式如公式一所示⁽³⁾。本升降網架系統係提供給設施花卉生產管理應用，其單位面積以每分地(A₂)計算較適宜；另採用電動馬達驅動，需要耗費電力(E)成本，而傳動機組與鋼索亦需潤滑油脂，但用量少、花費低，故直接併入電力費用計算即可，所以單位面積的作業成本(Ca₂)，由電力費用(E)取代油料(F)，如公式二所示。又人工作業亦需要使用支撐鐵絲網與□型杆等物件，所以其成本估算也包括折舊、利息、修理維護及工資，只差沒有油電支出而已。

$$\text{公式一：} Ca_1 = (D + I + M + F + L) / A_1$$

$$= [P(1 - \alpha) / N + P \cdot i(1 + \alpha) / 2 + P \cdot Cr / N + f \cdot Hp \cdot H + Lc \cdot H] / A_1$$

$$\text{公式二：} Ca_2 = (D + I + M + E + L) / A_2$$

$$= [P(1 - \alpha) / N + P \cdot i(1 + \alpha) / 2 + P \cdot Cr / N + e \cdot Kw \cdot H + Lc \cdot H] / A_2$$

其中

- A₁：作業面積(ha / year)
- A₂：作業面積(10a / year)
- Ca₁：一般農機作業成本(NT\$ / ha)
- Ca₂：升降網架系統作業成本(NT\$ / 10a)
- Cr：總維修費用與購入價格比值，通常為 50%
- e：單位電力費用(NT\$ / kw · hr)
- f：單位燃油與潤滑油費用(NT\$ / hp · hr)
- H：作業時間(hr / year)
- Hp：機械之馬力數(hp)
- i：年利率，以目前農機低利貸款利率為 1.5%

Kw : 系統耗電功率(kw)

Lc : 操作工資(NT\$ / hr)，升降網架系統僅 1 名人工即可

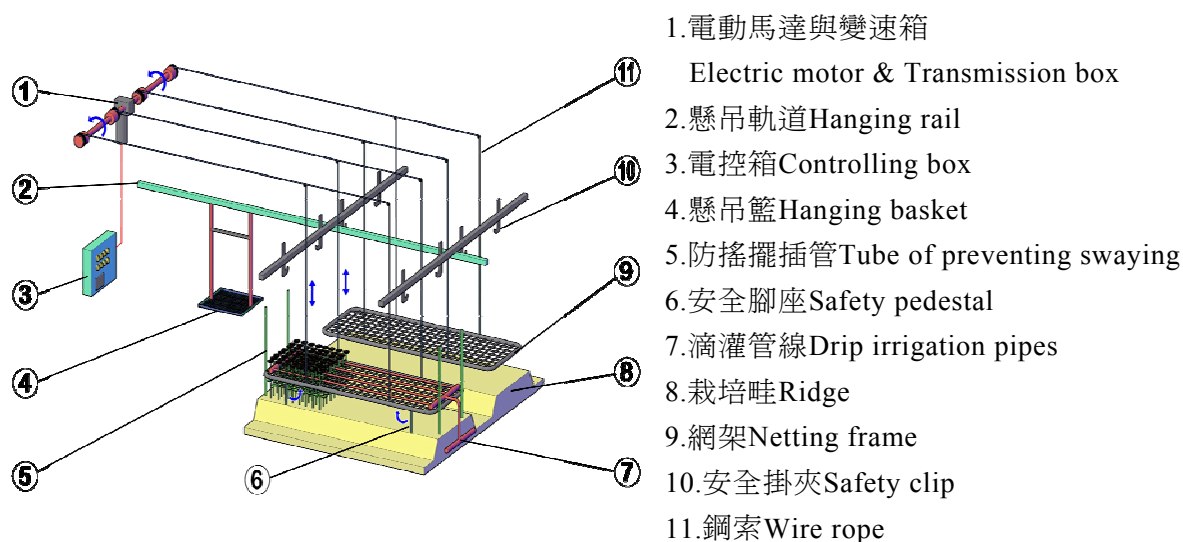
N : 使用年限(year)

P : 設備購入價格(NT\$)

α : 設備報廢時殘留價格與購入價格比值，通常為 10%

結果與討論

一、研製完成之設施花卉防倒伏升降網架系統，可適用於設施溫網室切花生產管理與採收搬運作業，其外觀型式如圖一所示，而主要組成架構包括：



圖一、設施花卉防倒伏升降網架系統示意圖。

Fig. 1. The schematic diagram of the vertical moving net frame system to prevent flower crops lodging in protected facility.

(一)動力源與傳動機構：AC220V/1hp電動馬達附減速齒輪箱(減速比1/259)為動力源，以鋼索懸吊承載網架，經設施頂端定滑輪連接至馬達傳動軸上，藉由馬達正逆轉與捲軸鋼索之收放，達到網架上升或下降的目的。經測試其上升速率約為0.83 m/min，下降速率則因重力作用而稍為提高。

(二)支撐網架：以一般習用之支撐鐵絲網加上圓管或方框而成，每一栽培畦上設置1組，若採滴灌作業，則滴灌管可直接固定於該網架上。

(三)電氣控制箱：雙層面板形式，外層係防水、防塵之用；內層則包括電源、半自動與全自動選擇之旋鈕開關，網架上升或下降、緊急停止之按鈕開關，以及燈號、電表等操作元件之配置。

(四)網架升降操控裝置：設計有四種操控方式，其中電控箱按鈕與遙控器是半自動作業，時間設定和紅外線高度偵測則為全自動操作，可供花農依需求或習慣而裝設使用。

- 1.電控箱按鈕：於電控箱面板上，打開電源開關、選擇旋鈕開關至半自動位置後，即可藉按鈕開關啟動馬達運轉，並間接帶動網架升降。
- 2.遙控器：遙控接收器裝設在電控箱內，藉由遙控發射器驅動馬達帶動網架升降，其作用原理與一般鐵捲門升降方式類同，操作距離經實測大約為30 m。
- 3.時間設定：選擇電控箱面板上旋鈕開關至全自動位置，並設定電控箱內2只定時器之馬達啟動與作動起迄時間，支撐網架即可在每天特定時間自動向上移動一小段預設的距離。通常為配合農業設施離峰用電，大多選擇在夜晚進行。
- 4.紅外線高度偵測：採用市面上常見裝設於整排窗戶邊之遮斷式保全裝置，將2組紅外線發射、接收器組裝於網架適當位置，採用交叉雙線偵測模式，當作物長高並遮斷紅外線達一段時間(或若干次數)時，網架便自動向上舉升一小段預設的距離；若紅外線未被遮斷，則無任何動作發生。此偵測啟動也可如時間設定般，只在夜間進行。

(五)安全裝置：區分為機械式與電控式二大部分，其中前者包括在每一組網架側邊(近畦溝處)安裝簡易伸縮套管式腳座、前後端設置防搖擺插管，以及網架舉升至最高點之掛夾等，皆是預防馬達運轉失靈或鋼索斷裂而發生危險，並提高操作安全性；後者則於電氣控制箱內裝設迴路保護開關、防雷擊保護器，各項控制器也有獨立欠相保護、過電流跳脫電驛，以及網架舉升至最高點即切斷電源等設計。

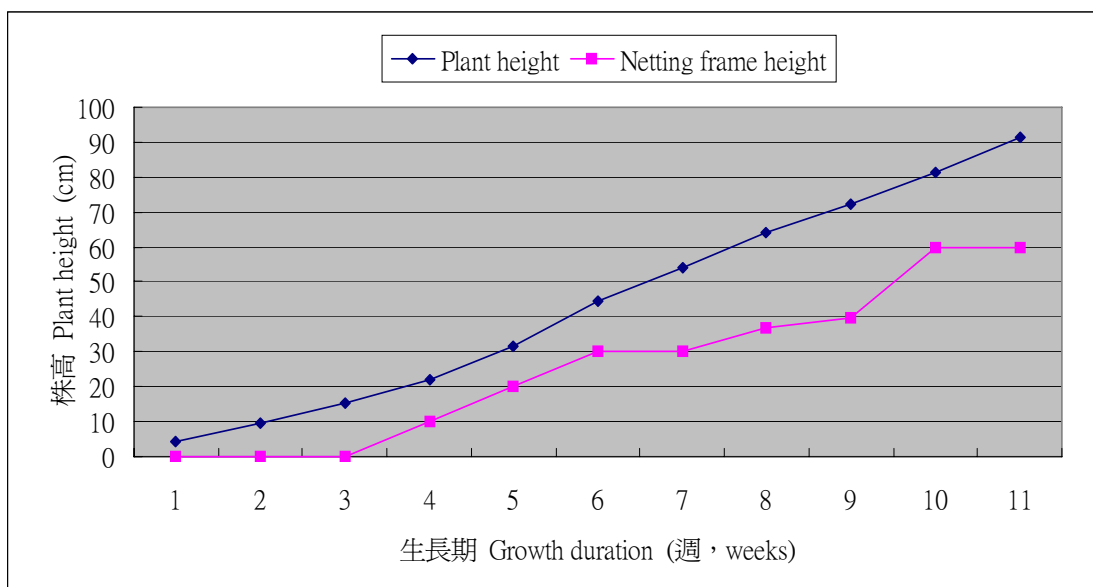
(六)畦間搬運裝置：於每一栽培畦之中間位置(畦溝上方)，安裝懸吊軌道與可拆卸式吊籃，該吊籃高度具調整功能，推、拉皆可操作，供採收作業時輔助搬運之用。惟操作時應儘量將負重平均放置於籃面，避免過度集中在單側而影響吊籃移動。

二、升降網架系統性能測試

(一)設施菊花生長速率試驗調查結果：

配合彰化縣永靖鄉張姓農戶種植鑽石品種菊花時，一併進行其生長速率之量測調查。當花苗定植後，每週量測試驗植株的平均株高，調查結果如圖二所示。

其中該菊花株高曲率變化不大，亦即其生長勢趨於一致，惟實際觀察單株花卉時，靠近畦溝通道、水分灌溉較充分者，其生長速率較快；反之則較差。網架高度係花農依據栽培經驗而調整與記錄的結果，但並非每週都需要調升。由於傳統方式係農民於菊花生長期間，因避免過度耗費工時，故僅調高支撐網架2或3次，且多集中在生長中後期，可因應開花階段，植株容易倒伏、莖部有彎曲現象等問題⁽¹⁾。而使用升降網架之後，不需要藉由人力逐次進行繁瑣的調整作業，僅需操作電控箱按鈕或遙控器即可，整個生產期實際可進行6次之多，對確保花莖直立性更有助益。若花農想要採行時間控制時，自第3週至11週止，花莖共計長高76 cm，平均每週增加9.5 cm或每日1.4 cm，可據此作為計時器設定之用。另紅外線自動偵測模式之應用，則因成本考量，花農大多認為暫不需要。



圖二、設施菊花生長速率與支撐網架舉升高度。

Fig. 2. The growth rate for protected facility of chrysanthemum and the lifting height of the net frame.

(二)機械與人工作業效率比較結果：

依據張姓農友之栽培習慣，若採滴灌作業，整個生產週期之管理流程依序是田區整理(含整地、淹水、作畦)、滴灌管線佈置(含管線排列、與主管線銜接)、支撐網鋪設、 Γ 形杆豎立、花苗定植、其他管理作業(灌溉、施肥或噴藥、巡視園區)、支撐網上移以3次計、切花採收、 Γ 形杆拆除與搬離、支撐網捲收與搬離、滴灌管線與主管線分離並撤離、殘株清理等項目。其中田區整理、花苗定植、切花採收、殘株清理無關機械與人工作業比較，且其他管理作業時間因生產者不同而有極大的差異，故不列入調查中，所以其每分地、每期作約需耗費81.0 hr。

應用本升降網架系統輔助作業時，其流程變更為田區整理(含整地、淹水、作畦)、升降網架降至畦面(滴灌管線固定於網架上)、滴灌管線與主管線銜接、花苗定植、其他管理作業(細項與前述張姓農友之栽培習慣相同)、支撐網上移(依花農個人喜好、習慣而定，次數可大於3次)、切花採收、滴灌管線與主管線分離、升降網架升至頂端、殘株清理等。若同樣不考慮田區整理等項目之作業時間，則只需花費2.4 hr，較傳統作業方式節省78.6 hr，相當於97.0%的人力需求。各工作項目作業時間如表一所示，而表中顯示「—」者，係指該程序不須進行之意。可知，應用升降網架可取代人工與節省時間之作業項目包括：(1) Γ 形杆豎立、拆除與搬運，(2)支撐網鋪設、上移、捲收與搬運，(3)滴灌管線排列與搬運等，如果每工以8 hr計，則升降網架系統每分地、每期作較傳統人工約節省9.8工(人日)。

表一、設施菊花人工與機械作業時間之比較

Table 1. The comparison of working times between labor and machinery

Items	Working time (hr)	
	Tradition Labor	Machinery
Irrigation pipes arranged	5.6	—
Nettings frame descended	—	0.1
Pipes connected	1.0	1.0
Wire netting laid	3.6	—
□-type poles erected	16.0	—
Wire nettings raised	26.4	0.2
□-type poles removed	10.0	—
Wire nettings gathered	9.0	—
Pipes separated	1.0	1.0
Irrigation pipes evacuated	8.4	—
Nettings frame lifted	—	0.1
Total	81.0	2.4

(三)機械成本估算與效益分析結果：

成本估計為一種動態過程，許多條件隨經濟因素與社會環境而改變，所以在此並非探討一成不變的作業成本，僅藉由既有公式加以分析，以作為本升降網架系統推廣應用之參考。因此，當各項參數確定後，即可代入作業成本公式二： $Ca_2 = (D + I + M + E + L) / A_2 = [P(1 - \alpha) / N + P \cdot i(1 + \alpha) / 2 + P \cdot Cr / N + e \cdot Kw \cdot H + Lc \cdot H] / A_2$ ，以計算出每分地、每期作的成本支出。

由於升降網架系統購入價格(P)以合作廠商預估將來建置的金額，因需考慮四種操控裝置選配之價格不同，其中電控箱按鈕最便宜，而紅外線高度偵測裝置較昂貴，所以區分為系統(I) 25萬元及系統(II) 30萬元二種。使用年限(N)皆以10年預估。每年作業面積(A_2)因建議每套系統建置的單位設施面積是1分地(10 a)，且每年以三期作為限，故以3分地計算。總維修費用與購入價格比值(Cr)設定為50%。電力費用包括電力與鋼索潤滑費用，前者以電表實際量得的結果乘以單位電費，單位電費因用電多寡而採差別費率，且農業用電也有部分優惠計價，而本升降系統用電經周年顯示僅約6度，即便是加裝紅外線偵測裝置，亦與電控箱按鈕式差異不大；後者主要是避免鋼索摩擦產生噪音而加以局部潤滑，因所需數量極低，甚至可忽略不計，為避免繁複，年電力費用(E)直接以每度電價5元乘以6度計算。作業時間(H)每一期作花費2.4 hr，操作人員以一般男性雇工即可，其工資(Lc)以1,000元/日計，則每小時125元。各項數值詳如表二所示，並導入作業成本計算公式中，則算出本升降網架系統每分地、每期作的作業成本(Ca_2)分別為系統(I) 12,665元與系統(II) 15,135元。

傳統人工作業使用之鐵絲網、□型杆，其購入單價分別以5,200元及120元計，且經調查每分地約需要12捲鐵絲網和240支□型杆，則共計花費91,200元。至於折舊、利率等假設

條件皆與升降網架系統相同，唯一因該二物件須經常與潮濕土壤接觸及拆裝、移動、堆疊等因素考量，所以使用年限僅以5年計。經換算結果顯示，傳統人工作業每分地平均支出18,888元，較升降網架系統(I)與系統(II)分別增加6,223元、3,753元，相當於33.0%和19.9%的生產成本，如表三所示。

表二、升降網架系統成本分析

Table 2. Unit costs analysis of the vertical moving net frame system

Items	Quantity		Remark
	System (I) ¹	System (II) ¹	
Buying cost (NT\$)	250,000	300,000	
Residue (NT\$)	25,000	30,000	10% of buying cost
Estimated life (years)	10	10	
Area per year (10a/year)	3	3	
Total working area (10a)	30	30	3×10
Depreciation (NT\$/10a)	7,500	9,000	buying cost×(1-10%)÷(3×10)
Interest (NT\$/10a)	688	825	buying cost×(1.5/100)×(1+10%)÷(2×3)
Maintenance (NT\$/10a)	4,167	5,000	buying cost×50%÷(3×10)
E&F cost (NT\$/10a)	10	10	5×6×÷3
Labor cost (NT\$/10a)	300	300	125×2.4

¹ System (I): Operating with push-button switch. System (II): Operating with infrared detectors.

表三、升降網架系統與傳統人工作業之成本效益比較

Table 3. Cost comparison of the vertical moving net frame system with tradition labor

							Unit: NT\$/10a
Items	Depreciation	Interest	Maintenance	Electricity & Fuel	Labor	Total cost	Comparison (%)
System (I) ¹	7,500	688	4,167	10	300	12,665	+ 6,223 (33.0)
System (II) ¹	9,000	825	5,000	10	300	15,135	+ 3,753 (19.9)
Tradition Labor	5,472	251	3,040	—	10,125	18,888	—

¹ System (I): Operating with push-button switch. System (II): Operating with infrared detectors.

結 論

一、完成一套電動馬達驅動、懸吊鋼索承載之設施花卉防倒伏升降網架系統，升降操控具有電控箱按鈕、遙控器(半自動)及時間設定、紅外線高度偵測(全自動)共四種搭配方式供選擇應用，可解決傳統人工作業低效率與費工時等問題，亦簡化現行栽培管理流程與減輕花農勞力負荷，極具產業上利用性與商品價值。

- 二、本升降網架系統之構造簡單、操作容易，且不會影響花農於畦溝內行走與管理、採收作業；為確保人員操作安全，設計有多項機械式與電控式安全裝置，希望將危險降至最低；另清園時可將網架舉升至設施頂端，讓栽培區形成淨空，方便後續進行殘株清理與機械整地、作畦等工作。
- 三、本升降網架系統每分地、每期作較傳統人工作業可節省19.9~33.0%之生產成本，其中本文估算購入價格係於既有設施建置時的金額，但若花農搭建設施之同時就裝設網架系統，二者便可相互分攤施工費用，自然搭建網架系統的價格可下降，而單位成本也較傳統人工作業更為便宜且划算。

建 議

- 一、本升降網架系統除兼具花莖防倒伏支撐、懸吊籃輔助搬運等用途外，花農若有需求，未來亦可利用每一畦的網架框作為軌道，進行簡易式花苗定植或定植前打洞機具之試驗研製，以期獲致更多機械化作業項目，使系統應用功能發揮至最大。
- 二、本系統設計以1 hp電動馬達供給1分地設施花卉防倒伏網架升降作業應用，依據試驗結果顯示，該馬達每期作實際運轉時間僅0.4 hr，使用頻率甚低。未來擬修改朝向動力分流的作業方式，並兼用於設施內遮陰、側窗開閉或其他環控設備之作動需求，使其應用範圍更寬廣與多元，而生產成本也可再降低。

誌 謝

本研究係與協鑫園藝設計有限公司產學合作計畫(96農科-4.2.3-中-D9及97農科-4.2.3-中-D5)之研發成果。試驗期間承蒙中興大學生物產業機電工程學系盛中德教授等指導與建議，協鑫園藝設計有限公司負責人陳萬金先生等配合系統設備之研製與改良，以及本場農機研究室全體同仁鼎力協助，方得以順利完成，謹申謝忱。

參考文獻

1. 尤崇魁 1970 菊花栽培法 p.152 台北市：園藝世界。
2. 林瑞松 花卉設施栽培與生長環境 2000 設施農業專輯 興大農業 33: 1-7。
3. 陳加忠 賴建洲 1989 雜糧收穫機械使用成本之研究 中華農業研究 38(3): 374-378。
4. 章加寶、黃勝泉 2008 荷蘭兩大生物防治公司介紹 農業知識入口網－農業主題館－農業知識拼圖－生物防治專區來源 <http://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=112147&ctNode=3606&mp=261&kpi=0>。
5. 張錦興、王仕賢、王裕權、張元聰、黃山內 2004 菊花設施栽培管理理論與應用 台南區農業改良場技術專刊 No.126。
6. 許謙信 2005 夏季設施菊花栽培技術 <http://tdares.coa.gov.tw/view.php?catid=1328>。
7. 龍國維、張金發、蔡致榮 2000 設施內施藥與灌溉自動化 農漁牧產業自動化十年成果專輯 p.24-30 國立台灣大學生物產業機電工程學系。

Development of the Vertical Moving Net Frame System to Prevent Flower Crops Lodging in Protected Facility¹

Yun-Sheng Tien, Jung-Hsiang Ho, Ling-Hsi Chen and Hsu-Chih Chang²

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a vertical moving net frame system in protected facility production management of cut chrysanthemum, Eustoma, carnation, etc. This system was powered by an AC220V/1hp electric motor, and raised or descended through the wire ropes. There were four kind of operating methods which include of two ways for each the semi-automatic and automatic control to lift the net frame. Whose could be substituted for setting up and disassembling of 冂-type poles, supporting wire nets, drip irrigation pipes in each producing processes. The testing results showed that using this system could may save 9.8 labor-day and 19.9-33.0% managing cost when compared with the labor working. After harvesting the cut flowers, the net frame would be lifted to the height. Then it was convenient for farmers to clean up the stump, prepare soil, make ridge and so on. Also, the basket above each a furrow can be supplied and hanged for auxiliary transporting.

Key words: net frame system, lodging prevention, cut-flower, protected facility.

¹ Contribution No. 0735 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Engineer, Associate Engineer, Assistant Engineer and former Assistant of Taichung DARES, COA.