

電剪式紙穴盤切割模組之初步設計

吳有恒

行政院農業委員會桃園區農業改良場

摘 要

本設計應用於 128 格紙穴盤之電剪式切割模組，用以將育苗栽培後之紙穴盤剪切成單粒穴格，以供後續移植作業使用。電剪式切割模組包含以電動缸控制之穴盤輸送台、縱向電剪裝置、舉升機構、橫向電剪裝置及平移機構等，系統透過可程式控制器執行紙穴盤移動、復位、縱向剪切及橫向剪切等作業程序。切割模組可應用於蔬菜移植機之前端處理作業，切割後之穴格苗可供移植機取苗機構夾持移植，進行菜苗自動化移植作業。

關鍵詞：移植機、紙穴盤、切割模組、電剪。

緒 論

穴盤育苗是臺灣大宗蔬菜生產的主要育苗方式，其做法是將種子播入塑膠穴盤內，待成長至一定狀態後，再以人力或移植機將穴盤內種苗移植到田間。估算 2018 年臺灣塑膠穴盤的使用量約 900 萬片^[1]，大量的廢棄塑膠穴盤難以處理，對農業環境影響極大。面對廢棄塑膠穴盤，業者除積極尋求回收管道外，產業端亦應思考摒棄塑膠穴盤的使用，代之以具環保的育苗穴盤，同步加速育苗產業的升級。

桃園區農業改良場於 2016 年開發 128 格紙穴盤製造技術^[2]，利用紙箱裁切後的邊料製作紙穴盤，目前亦透過栽培試驗，開發不同菜苗的紙穴盤育苗技術。由於紙穴盤的尺寸規格均與塑膠穴盤相同，塑膠穴盤育苗所需使用的設備^[3]，包括介質充填、自動播種、灑水覆土及自動排箱積箱系統等均可直接導入使用，無需修改變更，有利於後續的推廣應用。蔬菜育苗完成後的紙穴盤經單粒化切割後，即可供直接種植、營養膜技術(NFT; Nutrient Film Technique)系統及半自動化移植機作業使用。

相較於塑膠穴盤，紙穴盤單粒化苗株有以下優點，包含(1)可配合夾持或取苗機構，進行移植作業；(2)移植時苗株無需從穴格中取出，含穴格一起移植，減少根系受損，利於移植後作物的生長；(3)含穴格一起移植，移植時不會受限於介質的鬆散性，移植穩定性較高；(4)紙穴格直接埋入土壤，沒有廢棄物，減少環境的污染。

紙穴盤單粒化切割作業是在育苗完成後，因此，育苗栽培過程中的各項管理作業會影響紙穴盤的切割特性，特別是紙穴盤的吸水性極佳，吸水後穴盤會變軟，因此切割前必須停止灌溉一段時間，以利紙穴盤的切割作業。再者，穴格長寬各僅 36 mm，切割時需避開苗株，

可利用空間極少，因此切割模式需針對紙穴盤規格、材質、含水率等特性進行設計。本研究在開發紙穴盤切割模組，以將紙穴盤栽培之穴盤苗，進行穴格單粒化作業，未來可利用半自動化移植機械將單粒化穴格苗移植於本田。

材料與方法

紙穴盤(圖 1)，長 600 mm、寬 300 mm、高 30 mm，材質為紙箱裁切後之邊料，經溶漿、調質、吸附、脫模、烘乾及整形製作而成。每一穴盤具有 128 個圓形穴格，依長 16 孔寬 8 孔排列，與傳統塑膠育苗盤相同。

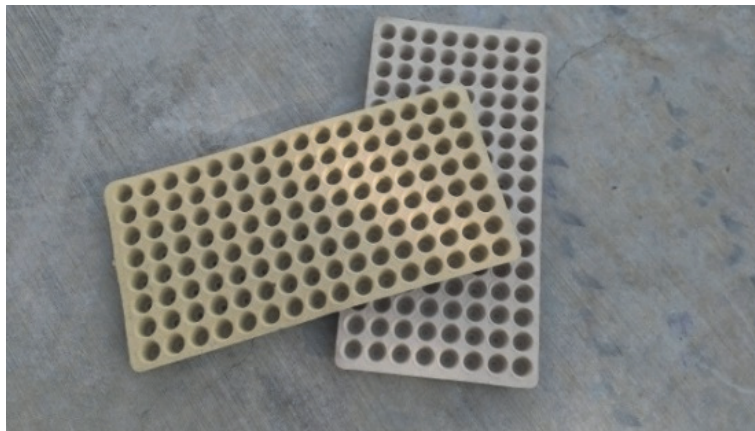


圖 1、紙穴盤

本研究設計利用電剪方式進行紙穴盤切割作業，並透過自動控制執行切割流程。電剪式紙穴盤切割模組(圖 2)主要構件包含穴盤輸送台、縱向電剪、舉升機構、橫向電剪及平移機構等。電剪樣式如圖 3，為剛質材料，可剪硬質物件，如薄銅片等，其刃口處設計有一凹口，剪斷後靠凹口處材料會順著凹口向後且略為向上移動，使剪斷後材料可上下錯位，利於剪切作業的順暢性。為使紙穴盤能穩定被送入電剪模組切割，設計一具有 128 孔之不鏽鋼支撐盤(圖 4)，紙穴盤的穴格可置入其內，並使紙穴盤面與不鏽鋼盤面間有 10 mm 的間隔，以供電剪刀頭伸入進行剪切作業。

電剪式紙穴盤切割模作業流程如圖 5，由程序 A 依序執行至程序 H，再回到程序 D，並循環於程序 H-D-H 間作業，直到一個紙穴盤被完整切割完畢後，再以人工重新置入新的紙穴盤，進行新一輪的剪切作業。系統設計採用可程式控制器，透過感測器接點進行回授控制，完整執行剪切程序。

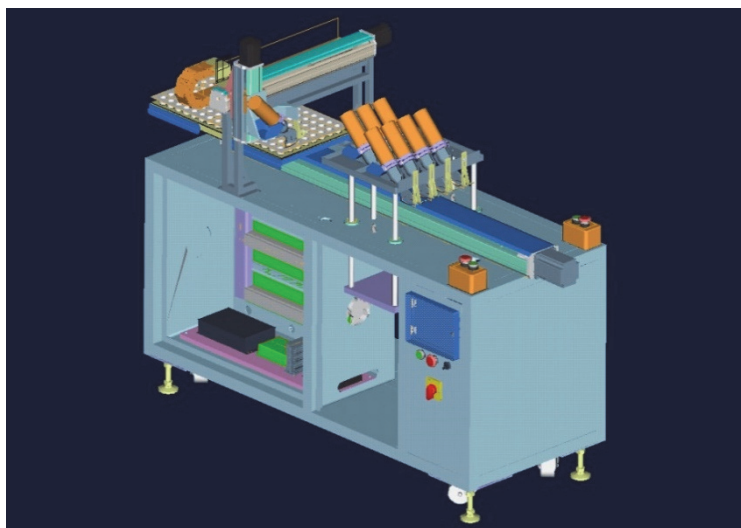


圖 2、電剪式紙穴盤切割模組設計圖



圖 3、電剪樣式

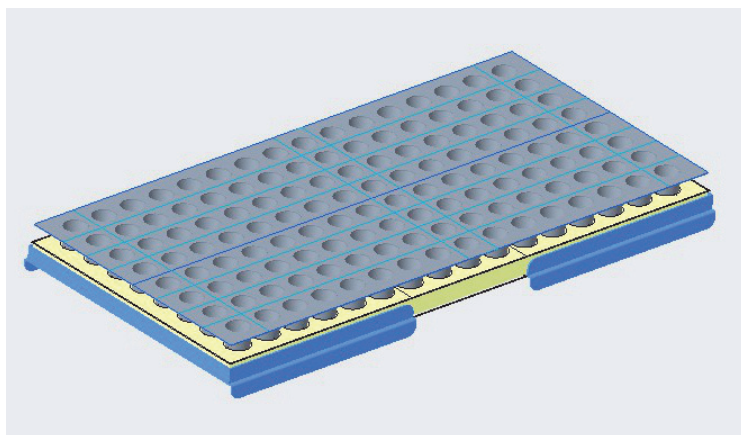


圖 4、紙穴盤(上方藍色)及不鏽鋼支撐盤(下方黃色)設計圖

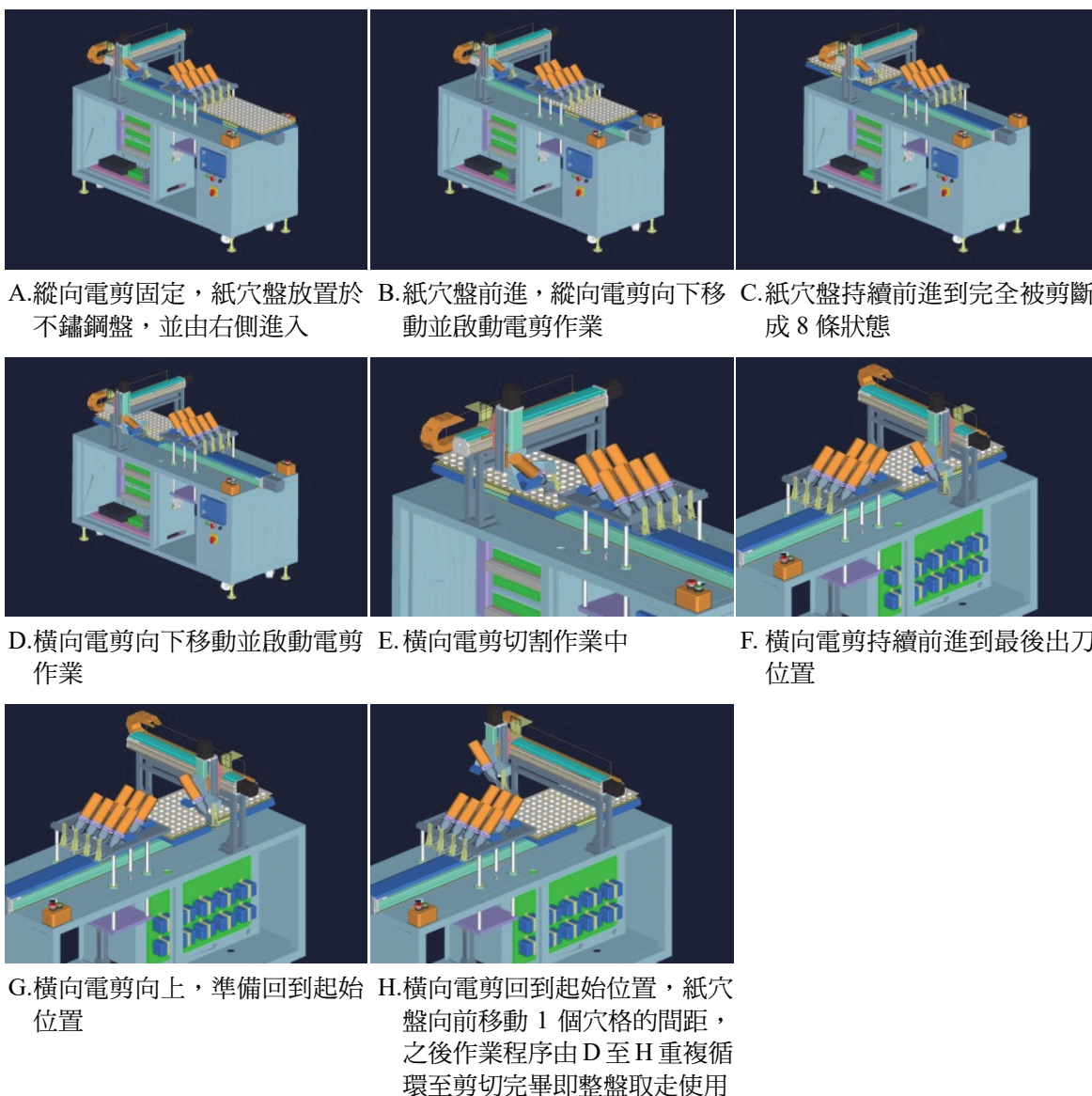


圖 5、電剪式紙穴盤切割模組作業流程

結果與討論

一、切割模式考量

本研究設計之切割模組採用電剪模式，利用電剪本身的剪力切割紙穴盤，並透過自動控制執行穴盤移動、橫向切割及縱向切割等程序，以達紙穴盤切割目的。其設計關鍵點在切割刀具的選擇及如何固定紙穴盤。以手持電剪切割未育苗的紙穴盤顯示可完整切割，即使將盤面噴溼後再乾燥，亦可穩定以 3 cm/s 的切割速度作業；但由於穴格上方平面長寬僅 36 mm ×

36 mm，穴格圓周相切處厚度較厚且空間約僅有 3 mm，因此需考慮電剪刀頭的尺寸、電剪刀頭的定位、電剪的剪切力、紙穴盤的固定方式及紙穴盤的變形量等參數。

前期試驗曾以圓切刀(圖 6)及砂輪切片(圖 7)進行紙穴盤切割試驗，其紙穴盤移動由平行鏈條串接之橫向連接桿驅動，前端設置同軸切割圓刀，並以 7 刀同步切割方式進行，切割結果顯示刀片側向阻力極大，紙穴盤切割面會因為此阻力及切割刀迴轉的力量被拉扯，主因是每一切割圓刀片均有一定厚度，入刀切割時，刀片會被穴格擠壓，導致摩擦阻力大增，阻擋切割作業進行。在電剪式切割模組設計中，採用先剪 4 刀再剪 3 刀方式進行縱向切割，其目的除了要分散側向阻力外，也由於單一穴格僅 36 mm，此間隔可能難以安裝電剪驅動機構。

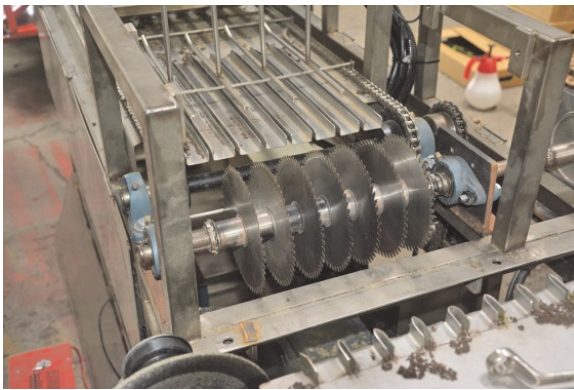


圖 6、圓切刀切割模組



圖 7、砂輪片式切割模組

二、紙穴盤作業模式考量

為使紙穴盤具有良好的平整性，其在製作時已進行熱壓整平程序，但育苗後盤面的平整性會變差(圖 7)，可能是因為育苗過程需澆水，同時水分由紙穴盤表面不斷地蒸發，穴盤在不同濕度間的交互變化，導致紙穴盤產生應力變形。為使紙穴盤能被穩定的支撐以利於切割作業的進行，切割模組設計有可支撐 128 孔穴格之不鏽鋼盤，以減少紙穴盤變形對切割作業的影響。此支撐方式可完全承載紙穴盤而不偏移，相較於圓切刀切割試驗(圖 6)以橫桿直接帶動穴盤移動方式，應會有較穩定的表現。

紙穴盤的育苗栽培模式與塑膠穴盤不同^[4]，以紙穴盤育苗，水分除透過作物蒸散及介質蒸發外，由於紙穴盤為紙纖維材質，穴格四周亦會散失水分，因此栽培管理需有高於塑膠穴盤育苗的灌溉水量，才能滿足紙穴盤育苗蒸散與蒸發的需求。再者，以紙穴盤栽培之穴盤苗，苗株根系在發育數天後即可能穿出穴格外，根系穿出穴格將導致養分吸收減緩，影響苗株生長。因此以紙穴盤育苗，移植的時間點相當重要，需在根系將穿出穴格前即進行移植，待穴格移植田間後，根系穿出穴格，即可直接吸取養分。相較於塑膠穴盤，紙穴盤不必從穴格取出苗株，其根系不致受傷，應可減少恢復期，縮短作物栽培時間。

本研究設計的電剪式切割模組，適合於切割穴盤面較乾燥的紙穴盤；但澆水後的紙穴盤會變軟，需等待一段時間使穴盤面上方較乾燥後才能進行切割作業，此時間的長短與紙穴盤材質、作物種類、灌溉模式及栽培環境有關，需完整配合才能在不影響作物育苗的狀態下，進行紙穴盤的切割及後續的種植作業。

結 論

在永續農業的經營與發展中，減塑是一項重要的作為，以紙穴盤取代塑膠穴盤進行作物育苗極符合農業減塑政策及未來農業發展。在紙穴盤的技術應用規劃中，已開發紙穴盤製造技術，所製作的紙穴盤可直接應用現有塑膠穴盤育苗的自動化播種設備，以減少紙穴盤應用的困難性；然而現階段仍缺乏可用於移植紙穴盤苗的各項設備及技術，包含紙穴盤育苗栽培管理技術、紙穴盤苗移植最佳時間點、半自動或全自動移植設備等。因此，有必要開發紙穴盤產業應用鏈結的技術及設備，以加速產業應用。

誌 謝

本研究承蒙農委會計畫(109 農科-11.3.1-桃-Y1)經費支持，謹致謝忱。

參考文獻

1. 安志豪、劉明宗、張勝智、張倚瓏、陳思吟、陳尚謙、劉卓翰、曾馨儀。2020。108 年臺灣地區蔬菜育苗產業現況調查與分析。種苗科技專訊 110: 9-13。
2. 吳有恒。2017。植物纖維穴盤製造技術。桃園區農業專訊 101: 10-12。
3. 陳世銘、張金發、馮丁樹、游俊明、呂昆忠、王大立、田秉才、張文宏。1993。蔬菜育苗作業自動化－穴盤育苗真空播種系統。農業機械學刊 2(3): 56-64。
4. 吳有恒、邱銀珍。2019。應用於紙穴盤栽培之切割機構設計考量。2019 生機與農機學術研討會。台中市。p.123-125。