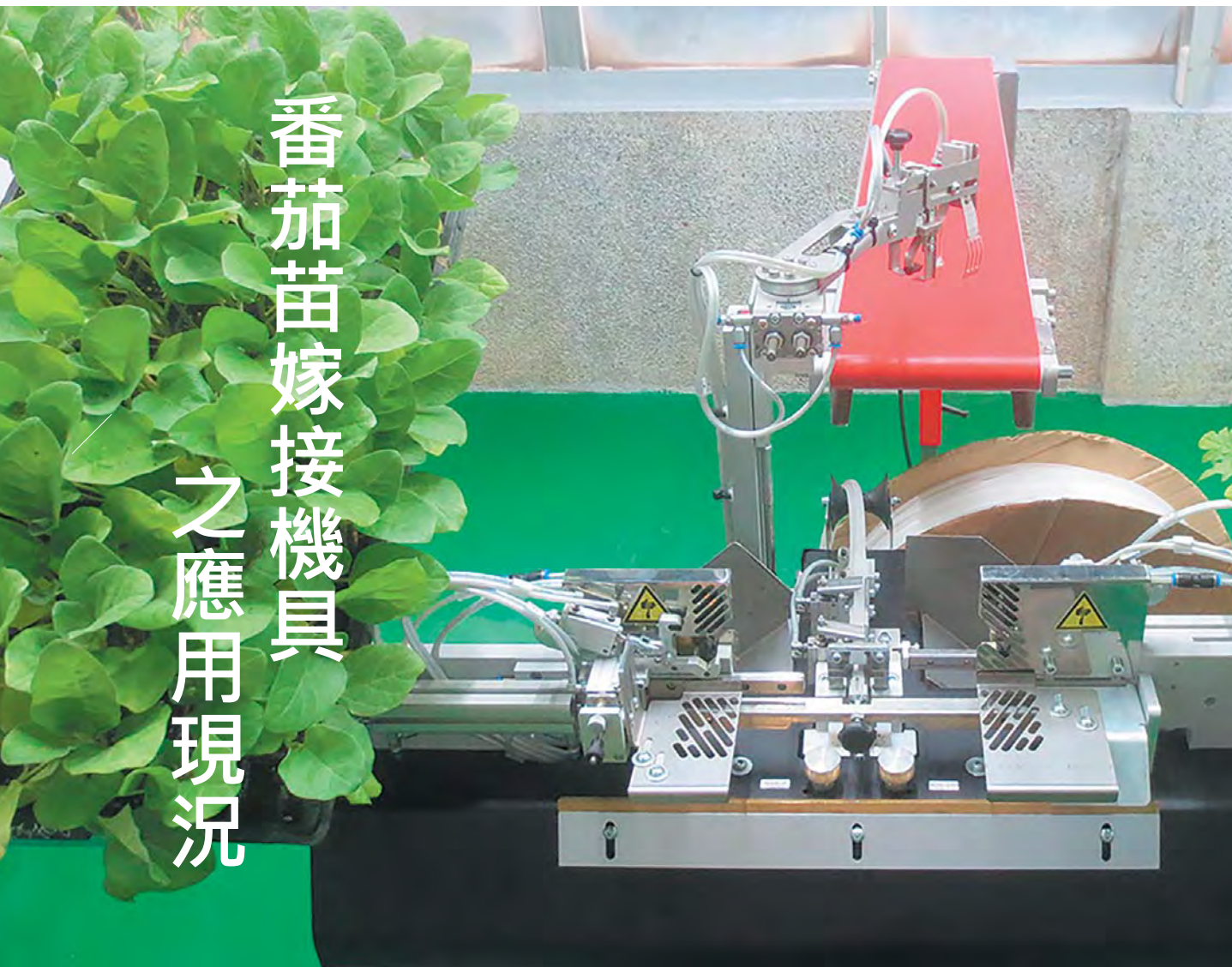


番茄苗嫁接機具 之應用現況





番茄苗嫁接機具之應用現況

/ 張金元、田雲生

嫁接屬高技術、高精細的工作項目，作業人員需經過訓練後方能上手，而目前國內產業在嫁接工作上，尚未完全導入機械化作業。近年來，農業技術人員短缺，農業缺工問題已至緊迫狀態，因此在嫁接作業上，推動機械化成為主要的解決方案，世界各國亦研發相關嫁接機械，以因應農業缺乏技術工作人員之產業困境。

蔬菜苗嫁接作業在機械化的研發方向以其自動化的程度可概分為全自動化、半自動化、輔助機具等 3 大研發主軸；在供苗上可分為單人、雙人或機械自動化等方式；穗砧苗株剪切可分為斜向及水平切割 2 種形式；嫁接用資材則有橡膠套管、具開口式之套管夾 2 種，因此嫁接機械化研發呈現相當多的樣態。

在番茄苗嫁接機應用方面，目前自動化程度最高的為荷蘭 ISO-Group 公司所製造的 ISO Graft 1200 型番茄苗嫁接機，機械嫁接流程係先將經過剪切除葉的砧木苗盤送入機器中，由機器自動單株取苗，同時另一側由人工手動供應接穗，機械透過砧木自動取苗機構的協助，可提高機械嫁接速度；另為了確保穗砧苗切割的位置和角度，機器會將砧木和接穗相依貼合後，同時進行水平切割的動作後，才進行傷口面靠接接合，並使用具有開口之嫁接夾進行夾持作業，完成嫁接工作。



圖 1. 荷蘭 ISO-Group, ISO Graft 1200 型



圖 2. 荷蘭 ISO-Group, ISO Graft 1100 型

該公司研發的 Graft 1100 機型，機器操作則需由兩名人員分別供應穗砧苗，透過降低自動化程度，以減低設備投資成本。兩型機器的嫁接效率均可達每小時 1,000 株，而其中的關鍵技術，即是在育苗過程中，透過苗株篩選作業，提供整齊、規格一致的穗砧苗進行機械嫁接，進而提高嫁接成功率、存活率。

表 1. 全自動化番茄苗嫁接機

國別		荷蘭	
機型	ISO Graft 1100	ISO Graft 1200	
適用作物	番茄苗		
自動化程度	全自動化		
嫁接方式	可調整苗株切割角度，水平 / 斜向		
嫁接資材	開口式套管夾		
嫁接速率 (株 / 小時)	1,000	1,050	
操作人員數	2 人	1 人	
供苗方式	穗砧苗均由人工供苗	砧木由機械自動取苗	

目前全球具有商品化之半自動番茄苗嫁接機械，分別有臺灣、西班牙、義大利等國。其中臺灣早在 2004 年時，由臺灣大學、宜蘭大學及臺南區農業改良場共同研發有套管式番茄苗嫁接機，技術領先全球。臺灣因嫁接苗場應用橡膠套管作為嫁接資材，機械研發係參考現行手工嫁接模式，研發出的套管式番茄苗嫁接機，其嫁接速率可達到每小時 300 株以上，且在機械結構上獨樹一幟，有別於其他國家在嫁接資材上使用開口式的嫁接夾。



圖 3. 臺灣研發之套管式嫁接機



圖 4. 西班牙番茄苗嫁接機 EMP-300

為使產業有多樣化的嫁接機械可供選用，本場特別於 2016 年初時，由西班牙引進番茄苗嫁接機，此機型操作人數為 1 名，由人工供應穗砧苗，啟動踏板後，即自動完成苗株斜切、靠接接合、輸送集中等多項動作；其中，嫁接資材使用開口式嫁接夾，作業效率最快可達每小時 500 株，人員最舒適的操作速度則為每小時 300~360 株，其嫁接速度的快慢，與穗砧苗的規格、整齊度有關，尺寸越整齊劃一的苗株，作業人員可減少供苗判讀的時間，嫁接速度則越快。

表 2. 半自動化番茄苗嫁接機

國別	臺灣	西班牙
機型名稱	套管式番茄苗嫁接機	番茄苗嫁接機 EMP-300
自動化程度	半自動化	
嫁接方式	斜切接	
嫁接資材	橡膠套管	開口式嫁接夾
嫁接速率 (株 / 小時)	300~330	300~500
操作人數	1 人	1 人
供苗方式	穗砧苗均由人工供苗	

在簡易式的嫁接機械部分，意大利製番茄嫁接機由 Atlantic Man. s.r.l. 公司生產之 GR 300/3 型號，因機械構造簡單，為輔助機具作業模式，因此可適用於茄科和葫蘆科作物。操作方式為人員手工供應穗砧苗，啟動後由機器協助苗株切割作業，再由機械協助運送進行傷口面靠接接合；惟穗砧苗傷口切接面，需由人員手指扶持支撐，並確認切接面是否靠齊，再取開口式嫁接夾予以接合，完成嫁接的工作。

臺灣嫁接苗場手工作業模式中，耗費勞力、心力的作業項目為苗株斜切及嫁接接合 2 項重要關鍵動作，為研發符合嫁接苗場應

用及更簡單化的機械，本場於 2017 年研發番茄苗嫁接輔助機具，型號 TCGR-300T，作業方式需由人員手工供苗及傷口面靠接，其餘苗株斜切、嫁接夾開閉接合的工作項目，則由機械輔助完成。因機具構造簡單，操作容易，以及在作業異常時，可藉由人工重新操作方式予以排除，因此嫁接成功率均達 96% 以上，以及苗株癒合後之存活率亦有 92% 以上。本項研發成果於 2017 年獲得我國新型專利，並完成非專屬授權技術移轉，目前已有綠誼股份有限公司取得技轉授權，進而推廣給設施蔬菜育苗業者應用。

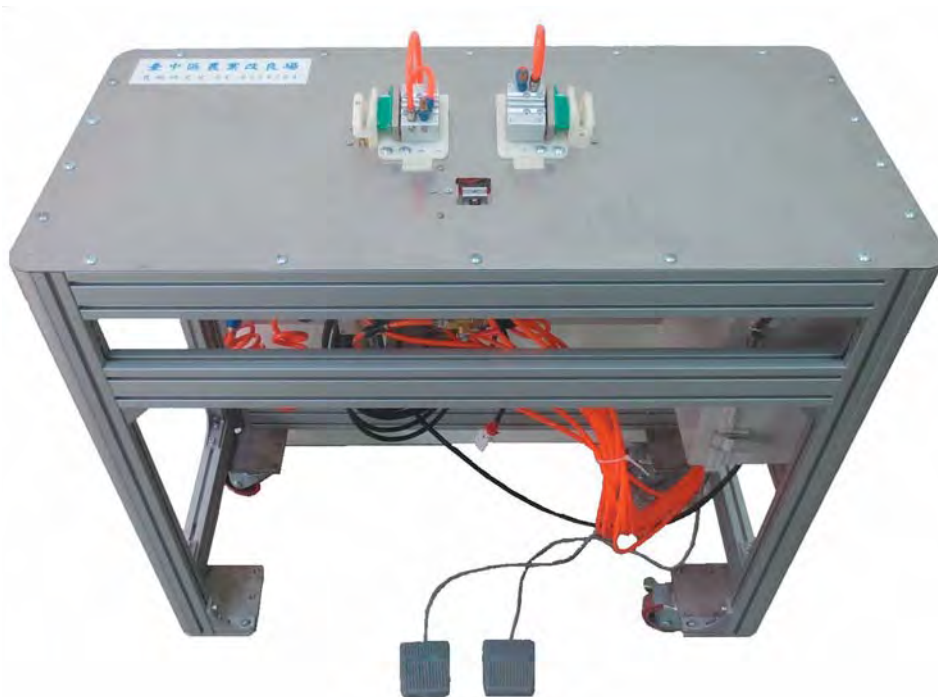


圖 5. 臺中區農業改良場研發之番茄苗嫁接輔助機具 TCGR-300T



圖 6. 義大利番茄嫁接機 Atlantic Man. GR 300/3

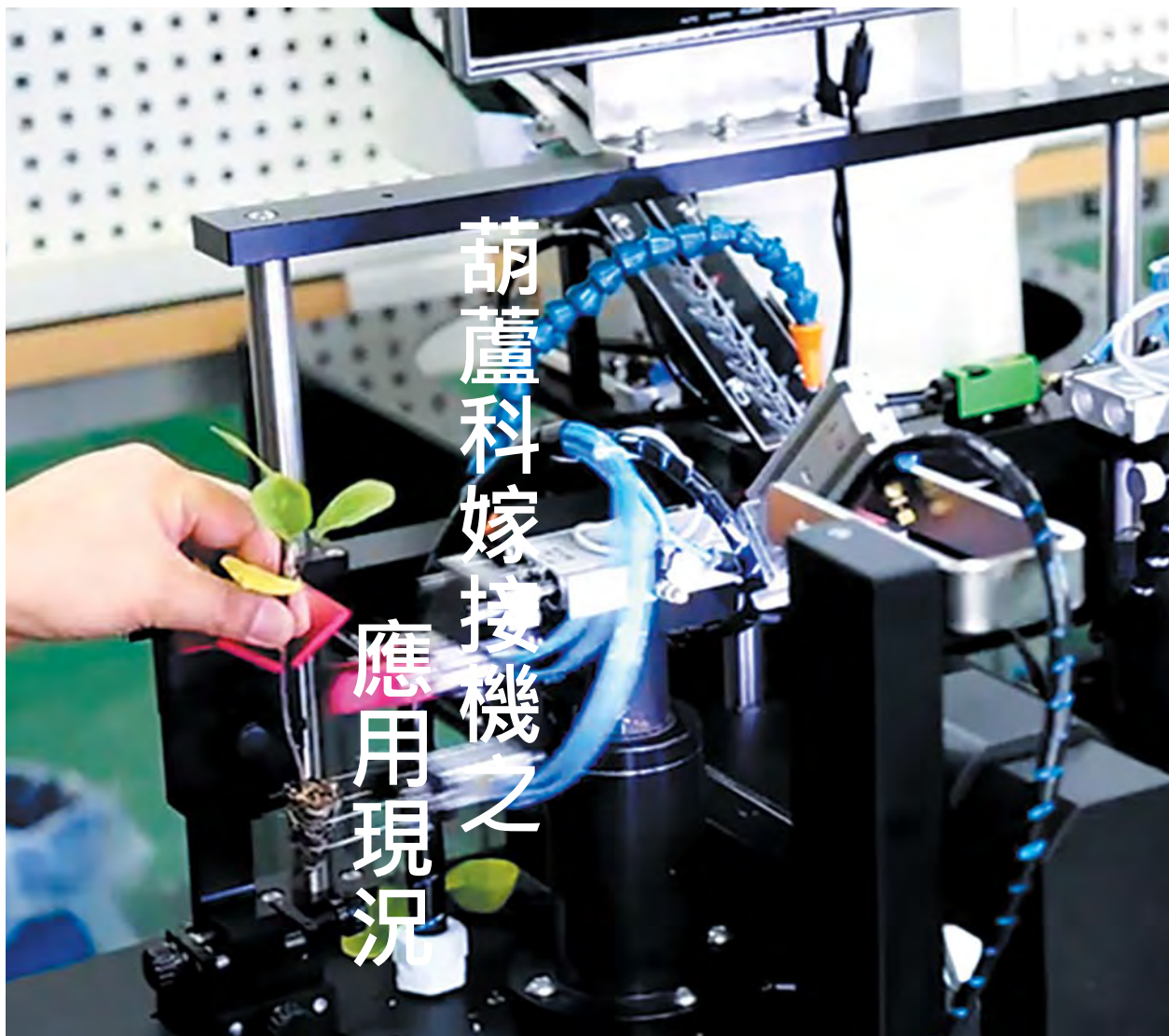
表 3. 輔助機具類之番茄苗嫁接機械

國別	臺灣	義大利
機型名稱	番茄苗嫁接輔助機具 TCGR-300T	番茄苗嫁接機 Atlantic Man. GR 300/3
自動化程度	輔助機具	
嫁接方式	斜切接	
嫁接資材	開口式嫁接夾	
嫁接速率 (株 / 小時)	200~300	300~600
操作人數	1 人	
供苗方式	穗砧苗均由人工供苗	

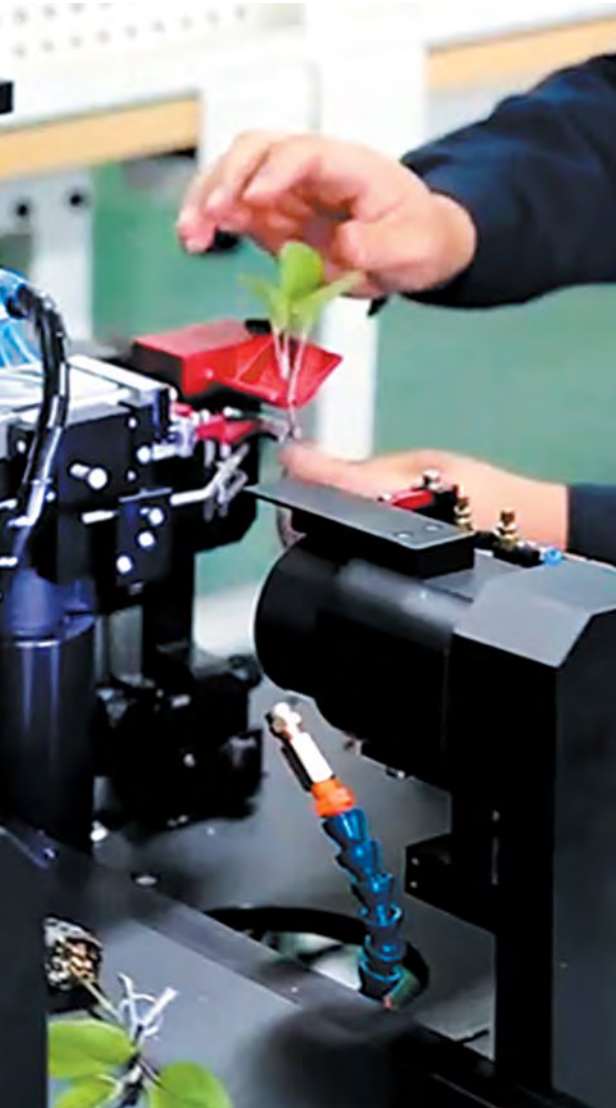
為解決農業缺乏專業技術工的問題，除了培訓人員外，藉由機械化的研發及應用推廣，改變以往既有的農業生產模式，應用創新的管理模式，將農業各項工作導入機械化已是未來趨勢，藉由機器協助人力作業，達到省工的效益，將是農業經營成功的關鍵。

Reference

Italy Atlantic Man. <http://tech.atlanticgroup.it/prodotti/grafting-robot-universale-gr-3003-patented>
 Netherlands ISO GROUP. <http://www.isogroepmachinebouw.nl/nl/producten.html>
 Spain Conic-system. <http://www.conic-system.com/wp/gallery/51-2?lang=en>



葫蘆科嫁接機之 應用現況



葫蘆科嫁接機之應用現況

/ 張金元、陳葦玲、錢昌聖

葫蘆科蔬菜嫁接常見有西瓜嫁接扁蒲、苦瓜嫁接絲瓜等作物，嫁接方法有靠接（砧木切除一片子葉，獨留單片子葉，將切削後的接穗靠接接合）及插接（砧木頂劈切開或頂部插孔，以接穗插接）兩種主要的作業模式。其嫁接機械研發方向，多是參考現行 2 種嫁接方式的操作模式，並評估需自動化、機械化的作業項目進行研發設計。



圖 1. 日本 GRF800-U 型嫁接機



圖 2. 種苗改良繁殖場引進測試之 GR800-B 瓜類嫁接機

靠接法

嫁接機採用靠接法設計開發的國家有日本 ISEKI 公司 GRF800-U 及 GRF803-U、義大利 Atlantic Man 公司 GR 300/3、韓國 HELPER ROBOTECH 公司 AFGR-800CS 等機型，依自動化程度區分，日本的機型最高、韓國次之、義大利則最低。

日本在民國 80 年代即開發完成葫蘆科嫁接機，係最早發展瓜科嫁接機的國家，其機械自動化程度高且純熟，可自動取苗是其最大的特色，並且穗砧苗均採斷根處理，苗莖留長度約 10 公分，機械嫁接效率可達每小時 800 株。其中 GRF800-U 型及 GRF803-U 型差異在於自動取苗的功能：GRF-800 系列嫁接機採用苗株切接的方式嫁接，在砧木幼苗期，將頂芽及單一子葉切除，僅留一片子葉，並將接穗斜向切斷下胚軸後，使用塑膠夾將兩者傷口處靠接嫁接，作業人員放入穗砧苗盤後，機器可自動取苗完成嫁接；GRF803-U 型嫁接機則需由 3 名人員操作，2 名人員分別於機台左右側供應根砧及接穗苗，嫁接完成後再由 1 名人員定植於穴盤，機械嫁接效率同樣可達每小時 800 苗。種苗改良繁殖場曾引進 GR800-B 型嫁接機試用，其中機械嫁接用穗砧苗規格需符合子葉完全展開，莖徑適中不可過於細小，若莖部有中空現象產生時，嫁接存活率會下降。



圖 3. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機應用影像辨識系統量測穗砧苗切口面尺寸



圖 4. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機人工供應穗砧苗情形



圖 5. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機

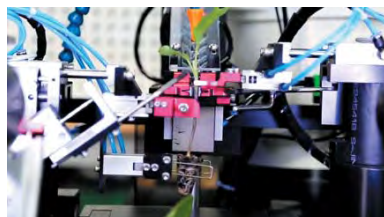


圖 6. 韓國 AFGR-800CS 嫁接機穗砧苗嫁接接合情形

韓國 Helper Robotech 公司研發之 AFGR-800CS 嫁接機，嫁接效率可達 800 株，單機操作需由 3 名人力分別完成接穗、砧木供應機械及取苗置盤工作。該機具有影像辨識系統量測穗砧苗斜切面之長短軸尺寸，及兼用於茄科作物嫁接 2 項特色。在機械計算人力應用方面，係以 1 人供應砧木、1 人供應接穗，其他輔助人員以 0.25 人計算，為最低機械需求人數；具經濟性生產規模設置方式，則以 4 台嫁接機組成 1 條生產線，共 8 人操作機械，1 人從旁協助各項嫁接輔助事務，為 9 人 1 組之嫁接團隊，為最佳之生產操作模式。在自動取苗部分，韓國嫁接機亦已著手研發砧木自動取苗的功能，逐步邁向全自動化嫁接生產的階段。

義大利 GR 300/3 嫁接機屬於輔助機具型式，自動化程度最低，因設備投入成本低，機械構造簡單，可自行設計開發，相當適合國內育苗業者參考選用。其中供苗、苗株傷口對齊、取夾靠接接合均由 1 名人力完成，自動化程度僅有苗株斜切及輸送集中功能。因判讀苗株放置位置、手扶持穗砧苗、取夾接合等作業項目均需人工操作完成，此種作業模式可有較高的嫁接存活率，主要係因在嫁接過程中，可時刻檢視穗砧苗嫁接是否異常，適時作調整修正，避免嫁接失誤的情形發生。



圖 7. 義大利 GR 300/3 嫁接機砧木切除子葉情形



圖 8. 義大利 GR 300/3 嫁接機穗砧靠接情形



圖 9. 義大利 GR 300/3 嫁接機



圖 10. 義大利 GR300/3 嫁接機整體操作情形

表 1. 採用靠接法設計的葫蘆科嫁接機

國別	日本	日本	韓國	義大利
機型	ISEKI 公司 GRF800-U	ISEKI 公司 GRF803-U	HELPER ROBOTECH 公司 AFGR-800CS	義大利 Atlantic Man 公司 GR 300/3
自動化程度	全自動化	半自動化	半自動化	輔助機具
嫁接資材	塑膠夾	塑膠夾	塑膠夾	塑膠夾或 開口式嫁接夾
嫁接速率 (株 / 小時)	800	800	800	300
操作人員數	1 人	3 人	3 人	1 人
供苗方式	機械自動 取穗砧苗	穗砧苗均由 人工供苗	穗砧苗均由 人工供苗	穗砧苗均由 人工供苗
嫁接方式	機械自動 供夾嫁接	機械自動 供夾嫁接	機械自動 供夾嫁接	人工持夾嫁接



圖 11. 臺灣西瓜苗嫁接機

插接法

採用插接法研發嫁接機械的國家有臺灣的西瓜苗嫁接機及中國 2JC-600B 機型。臺灣西瓜苗嫁接機作業方式為頂插接法，由宜蘭大學及臺灣大學研究團隊於民國 90 年代初研發而成，藉由穗砧本身夾持接合，無須使用嫁接夾，由一人操作，嫁接成功率達 95% 以上，作業效率 480 株 / 時。西瓜苗嫁接機分別由砧木和接穗兩組旋轉盤機構所組成，砧木旋轉盤低於接穗旋轉盤，兩圓盤採用日內瓦輪間歇運動，將砧木夾除葉芽並鑽孔，以及切削接穗苗成銳角，並插入砧木以完成嫁接作業。



圖 12. 中國 2JC-600B 嫁接機

中國 2JC-600B 機型作業方式係由 2 名人員坐於機器兩側，1 名人力整理砧木的兩片葉，將需插孔的砧木子葉，放置於刀口上，另 1 名人力則供應接穗進行切削，由機器自動完成砧木插孔及接穗插接，適用於西瓜、黃瓜、甜瓜等作物。該型嫁接機主要特色為採用斜插孔法、穗砧苗均採斷根模式、嫁接靠穗砧本身插接固定，不使用夾持零件固定，嫁接效率每小時 600 株，嫁接成功率達 90% 以上。

表 2. 採用插接法設計的葫蘆科嫁接機

國別	臺灣	中國
機型	瓜類嫁接機	2JC-600B
自動化程度	半自動化	半自動化
嫁接資材	無	無
嫁接速率 (株 / 小時)	480	600
操作人員數	1 人	2 人
供苗方式	穗砧苗均由 人工供苗	穗砧苗均由 人工供苗
嫁接方式	機械自動 插接嫁接	機械自動 插接嫁接

嫁接機械的發展與產業現況有關，產業及產量需具有一定規模以上，以及具有嫁接技術工高齡化、高勞力及短缺的問題，進而衍生嫁接機械化的需求。國內因葫蘆科較茄科嫁接苗需求量大，且近年來農產業從業人員高齡化及技術工短缺，因此嫁接機械的需求程度逐年提高。國外雖然有自動化程度高的嫁接機，

惟實務上應用，需要品質一致的穗砧苗，雖然可透過導入苗株選別系統，以及採用高度智慧化判讀能力的嫁接機改善，但將使機械設備投入成本提高，因此導入機械化應用仍需進行產業營運效益評估。現階段國內產業所需要的嫁接機械，係以半自動化或輔助操作類型的嫁接機具為主，以期降低設備投資成本，並紓解嫁接技術工短缺的問題。目前國內育苗產業仍尚未導入機械化生產嫁接苗，因此研發國內產業適用的嫁接機械，係尚未開發的新興市場，值得持續投入研究發展。

Reference

- Chiu, Y. C., S. Chen, and Y. C. Chang. 2010. Development of a circular grafting robotic system for watermelon seedlings. *Applied Engineering in Agriculture* 26 (6) :1077-1084.
- China Guangzhou sky. www.cgz-sky.com/index.php/
- Italy Atlantic Man. <http://tech.atlanticgroup.it/prodotti/grafting-robot-universale-gr-3003-patented>
- Japan ISEK . <http://www.iseki.co.jp/products/nougyou/tugiki/>
- Korea Helper Robotech . http://helpersys.en.ec21.com/Grafting_Robot--2012260_2012262.html