

履帶式設施電動葉菜移植機開發

作物環境科 助理研究員 曾鉅翔 分機 346
研究員兼作物環境科 科長 李汪盛 分機 300

前言

國內設施葉菜類作物主要為小白菜、青梗白菜、油菜、小松菜、萵苣、波菜及茼蒿等小型葉菜，其栽培方式是先將種子於穴盤內培育成一定大小的種苗後，再移植至田間，以加速作物成長，縮短田間生產時間。近期國人重視食安問題，溫網室小葉菜類需求量日增，消費者對於葉菜類品質也有較高要求，國內葉菜栽培逐漸採用移植苗取代直接播種，以縮短蔬菜生長期及降低病蟲危害。移植栽培時，每分地苗量約需30,000至50,000株苗，菜苗移植需要大量人力進行作業。

目前溫網室菜苗移植作業多數仍以人工方式進行，除需大量人力外，於夏季

高溫季節進行移植作業，人員體力消耗極大；且人工移植採蹲式作業，極不符合人體工學，移植人員膝蓋與腰部極容易受傷，導致雇工不易，也影響小葉菜的供應。因此，開發出菜苗移植設備以減輕移植作業人員辛勞，同時紓緩移植人力需求，將可提升葉菜移植效率。

本場邱與黃(2021)曾開發附掛式小葉菜可變行株距移植機，該機係以曳引機作為行走動力，由於移植機附掛於曳引機後方，使得整台機身過長，造成設施內迴轉不易之窘境，以及長時間在溫室內作業有引擎噪音及排放廢氣等問題。有鑑於此，本場於2022年進行輪式電動葉菜移植機開發，惟電動葉菜移植機直進性控制不易，



▲圖 1. 本場李汪盛科長向農業部陳前部長吉仲解說電動葉菜移植機功能。

以及轉彎半徑過大等缺點必需解決，以利後續推廣農民於設施內使用。因此，於2023年再次進行改良優化以提升性能，並參考前人邱與黃(2020)電動葉菜散裝收穫機開發之經驗，將輪式行走機構改為履帶式行走機構，以有效解決移植機直進性控制不易及轉彎半徑過大問題，完成履帶式電動葉菜移植機開發；此兩款電動菜苗移植機均能長時間於溫室作業，可解決產生噪音及排放廢氣問題，友善操作人員與環境。

設施電動葉菜移植機技術簡介

本場開發之兩款設施電動葉菜移植機均屬於半自動移植機，兩款機器均搭載高效率無刷伺服直流馬達作為動力及搭配三組輔助供苗轉盤，每組轉盤設有一旋轉軌道，軌道上方裝設6組盛苗杯，搭配變頻器進行轉盤馬達轉速控制；再藉由馬達帶動移植鏟機構進行移植，經由移植鏟機構調整可以改變移植方式為平行種植(一次種植6行)或三角種植(一次種植3行或2行)，改變變頻器頻率可以調整移植株距範圍12-25公分，行距無法調整，固定值為15公分。



▲圖 2. 農業部輔導司及外籍青年來賓蒞臨本場育成基地觀摩移植機實際操作情形。

進行移植時，必須由2人乘坐於機械後端將菜苗投入盛苗杯內即可完成移植工作，機械操作簡單，適合設施小葉菜如小白菜、青梗白菜、油菜、小松菜，以及蕹菜、莧菜、萴苣等移植。

(一) 輪式電動葉菜移植機特點

1. 輪式行走機構，前面兩輪直徑35公分，後面兩輪直徑75公分，迴轉半徑3公尺。
2. 搭載高效率2 kW無刷伺服直流馬達作為動力，主要機構包括移植鏟裝置、輔助供苗系統機構、機架及輪式底盤行走機構等組成，長度410公分、寬度140公分、高度160公分，重量500公斤。
3. 種植深度控制馬達採用1 kW無刷伺服馬達，深度調整範圍0-15公分。
4. 採用4顆12V、50Ah鉛酸電池，充飽電力後作業時間可達3.5小時以上。
5. 具備1次移植6行、3行或2行之移植操作模式。操作時由後面2人負責種植作業，其中1人兼駕駛控制前進方向，惟投苗兼駕駛容易分神進而影響移植成功率及機體直進性能。

(二) 履帶式電動葉菜移植機特點



▲圖 3. 本場育成基地內履帶式電動葉菜移植機測試情形。

1. 履帶式行走機構，履帶寬度13公分、長度90公分，車體重心低，迴轉半徑僅為1.8公尺，適合狹小溫室內作業。
2. 移植機搭載功率3 kW直流刷馬達作為動力，主要機構包括移植鏟裝置、輔助供苗系統機構、機架及履帶底盤行走機構等組成，長度260公分、寬度150公分、高度190公分，重量700公斤。
3. 種植深度控制馬達採用1 kW無刷伺服馬達，深度調整範圍0-15公分。
4. 採用4顆12V、50Ah鉛酸電池，充飽電力後作業時間可達2.5小時以上。
5. 具備1次移植6行、3行或2行之移植操作模式。操作時由前方1人負責駕駛控制前進方向，後面2人負責種植作業，履帶行走機構機體直進性能優，駕駛可以協助穴盤苗盤置放及取苗作業以加速移植作業進行。
6. 可經由變頻器控制直流馬達轉速，搭配減速機控制移植鏟移植速度，達到移植株距12-25公分範圍內可以任意調整，更符合設施栽培農民密植需求，移植成功率達95%，為人工移植效率的3.8倍，移植作業每公頃約需24小時，且電動移植機能保持長時間連續不斷作業，可避免人工長時間移植作業產生疲勞感造成移植速度下降問題。

辦理電動葉菜移植機示範觀摩會情形

本移植機曾於112年8月中旬，在桃園市八德區「桃城蒔菜農業生產合作社-蔬菜產銷班第6班」舉辦「設施葉菜智慧、省工及節水栽培技術整合與應用觀摩會」，農業部陳前部長吉仲蒞臨指導(圖1)，在會場中除了進行電動葉菜移植機示範外，更透

過實際展演，讓與會民眾瞭解電動化農機省工、省力、高效率的好處。

另外，於9月份中旬，農業部農民輔導司與外籍青年亦到本場育成基地現場觀摩電動葉菜移植機示範小松菜苗機械移植作業(圖2)，對於電動移植機移植成功率及移植狀態均表示讚許。

結語

由於葉菜苗移植缺工問題嚴重，農友殷切盼望能有省工及省力的葉菜移植機，以紓緩蔬菜產業勞力短缺的現況，並減輕傳統人工蹲姿移植方式的勞力負荷。本場所開發出履帶式電動葉菜移植機，除有效克服人工短缺問題外，亦可大量快速地進行移植作業，有效提升及穩定市場小葉菜類的供應量。

目前所開發出新一代履帶式電動葉菜移植機(圖3)，已能應用於設施內葉菜生產使用，能使設施葉菜生產機械化並提高生產工作效率，除配合淨零減碳外，更能有效解決蔬菜移植作業所面臨的問題。未來將進一步串接栽培管理措施，將研究成果系統化落地運用，協助緩解缺工及因應氣候變遷，並協助產業升級，增加農民收益，同時也可提高年輕人投入農耕的意願。

參考文獻

1. 邱銀珍、黃柏昇。2020。電動葉菜散裝收穫機之開發。桃園區農業改良場研究彙報87：55-66。
2. 邱銀珍、黃柏昇。2021。小葉菜可變行株距移植機。桃園區農業改良場農技報導84：1-4。