

履帶式電動移植機之開發

曾鉅翔、李汪盛

農業部桃園區農業改良場

摘 要

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、菠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。而近期國人重視食安問題，導致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，透過本計畫研製履帶式電動移植機，以機械化替代人力提高移植效率，降低人工作業成本。

關鍵詞：蔬菜移植、溫室作業機具、可變株距移植。

緒 論

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。

桃園場邱與黃(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，將輪式行走機構改為履帶式行走機構成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，改善作業環境。

材料與方法

履帶電動移植機一台，主要為移植插爪一組(圖 1)，搭配輔助供苗盤、鍊條傳動機構

(圖 2)，經控制鍊條傳動速度，達到移植可變株距功能。

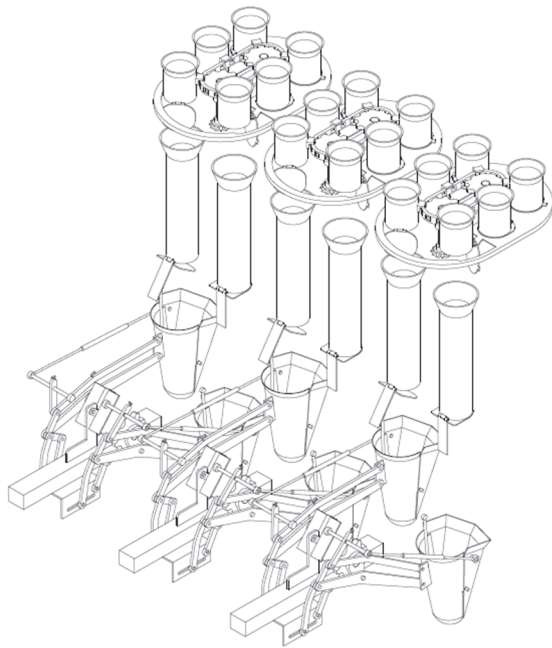


圖 1、移植插爪

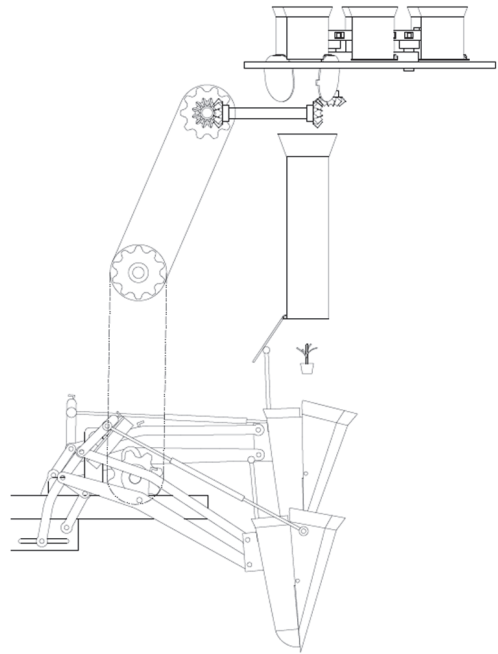


圖 2、移植插爪與鍊條傳動情形

試驗方法

一、小松葉菜移植

利用桃改場育成基地溫網室設施進行小松葉菜移植(圖 3)，以每盤穴苗 128 株苗盤為主進行實際種植，由前方 1 人駕駛，後方 2 人投苗，一次可進行 6 行株苗移植(圖 4)。



圖 3、小松葉菜種植情形



圖 4、移植株苗整齊排列

二、葉菜移植測試

插植移植機構可調整透過馬達調整，可改變行進速度及移植速度及轉盤速度、調整種植深度(輪胎接觸地平面算起，離地高度 35 公分範圍內)，種植時株距可調整範圍 8-30 公分(圖 5)，種植採用三角交錯種植(圖 6)。



圖 5、調整株距 15 公分後種植情形



圖 6、行距三角錯開情形

三、移植機馬達性能測試

伺服馬達有具備定轉矩的特性，其在低轉及高轉速某區域間，能維持一定的扭矩輸出，因此對於採用伺服馬達扭力上輸出較有優勢，其他對應不同轉速所呈現輸出轉矩(扭力)範圍：在充滿電池的時，最大負載下移植機作業時間約為 2.5~3 小時(移植機重量 750 kg 計算)。然而實際作業測試時，馬達輸出經過減速機減速比後，行走速率控制在 0.3~0.6 km/h 時，馬達轉數在 800~1000 rpm(圖 7 A 區)。而在行走速率在 0.8~1.3 km/h 時，此時馬達轉數在 1500~2000 rpm(圖 7 B 區)，均在廠商所提供無刷馬達轉矩特性曲線轉數內操作，可保持定轉矩(扭力)輸出。

另外，雖利用變速箱減速後，可達到不同的減速比，但過大的減速比造成過大的應力應變，容易使得變速箱內輪齒材質及減速機結構毀損，因此設計時也要考慮各個型號伺服馬達皆有最大容許轉矩的限制，可參考下列轉矩(扭力)特性曲線(圖 8)。

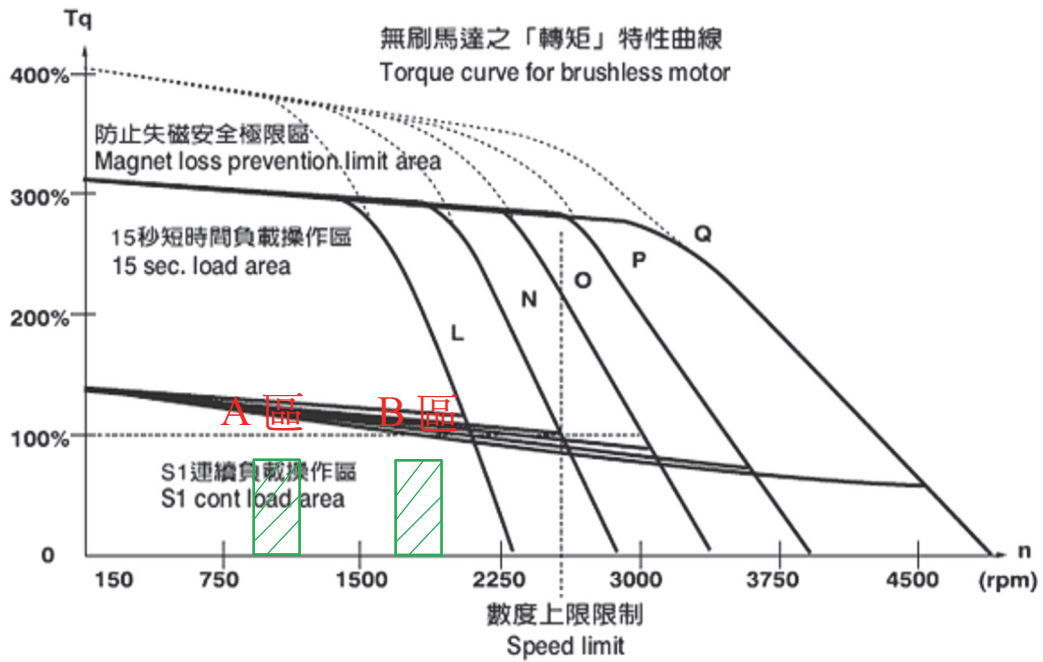


圖 7、行走於不同速度之轉矩(扭力)特性曲線

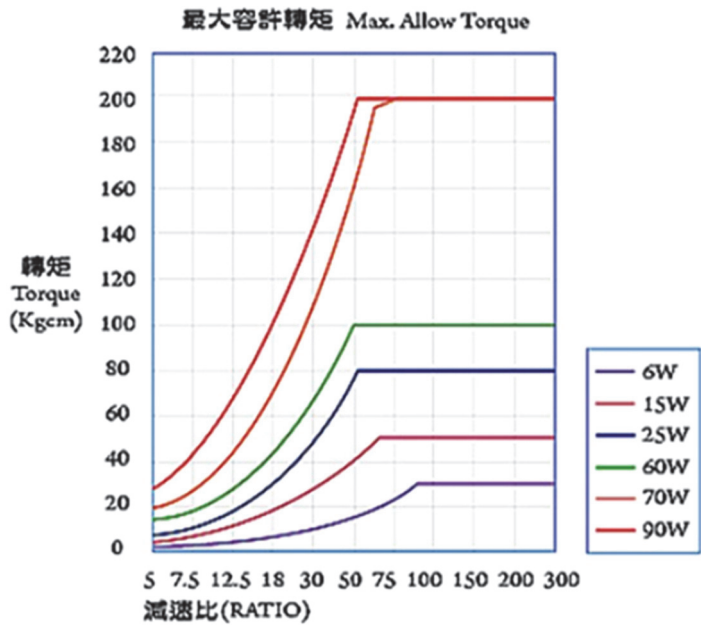


圖 8、不同減速比與最大容許轉矩的曲線關係

討論與結果

本機經多次實驗證實可完全電動化，充電 1 次可移植作業 3 小時以上，移植速率為每 3 秒可達 6 株以上，移植良率達 95%，比人工移植效率高 2~3 成。適合小白菜、青梗白菜、油菜、小松菜，以及蘿菜、莧菜、萵苣等移植(圖 9)。



圖 9、溫室設施內進行一次 6 行萵苣移植情形

結 論

由於近期國人重視食安問題，導致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，而近年來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 株苗至 50,000 株苗，菜苗移植需要大量人力進行作業。由於葉菜苗移植缺工問題嚴重，農友殷切盼望能有省力葉菜移植機，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蔬菜移植機，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，有效提升及穩定小葉菜類市場的供應量。

誌 謝

承蒙行政院農業部 112 年產學合作計畫(112 農科-1.6.1-桃-Y3)支應研究經費，以及本場農機研究同仁協助試驗及整理數據資料，特此誌謝。

參考文獻

1. 邱銀珍、黃柏昇。2020。電動葉菜散裝收穫機之開發。
2. 田雲生、龍國維。1998。半自動雙行蔬菜移植機之研製與介紹。臺中區農業專訊 22: 3-8。

