

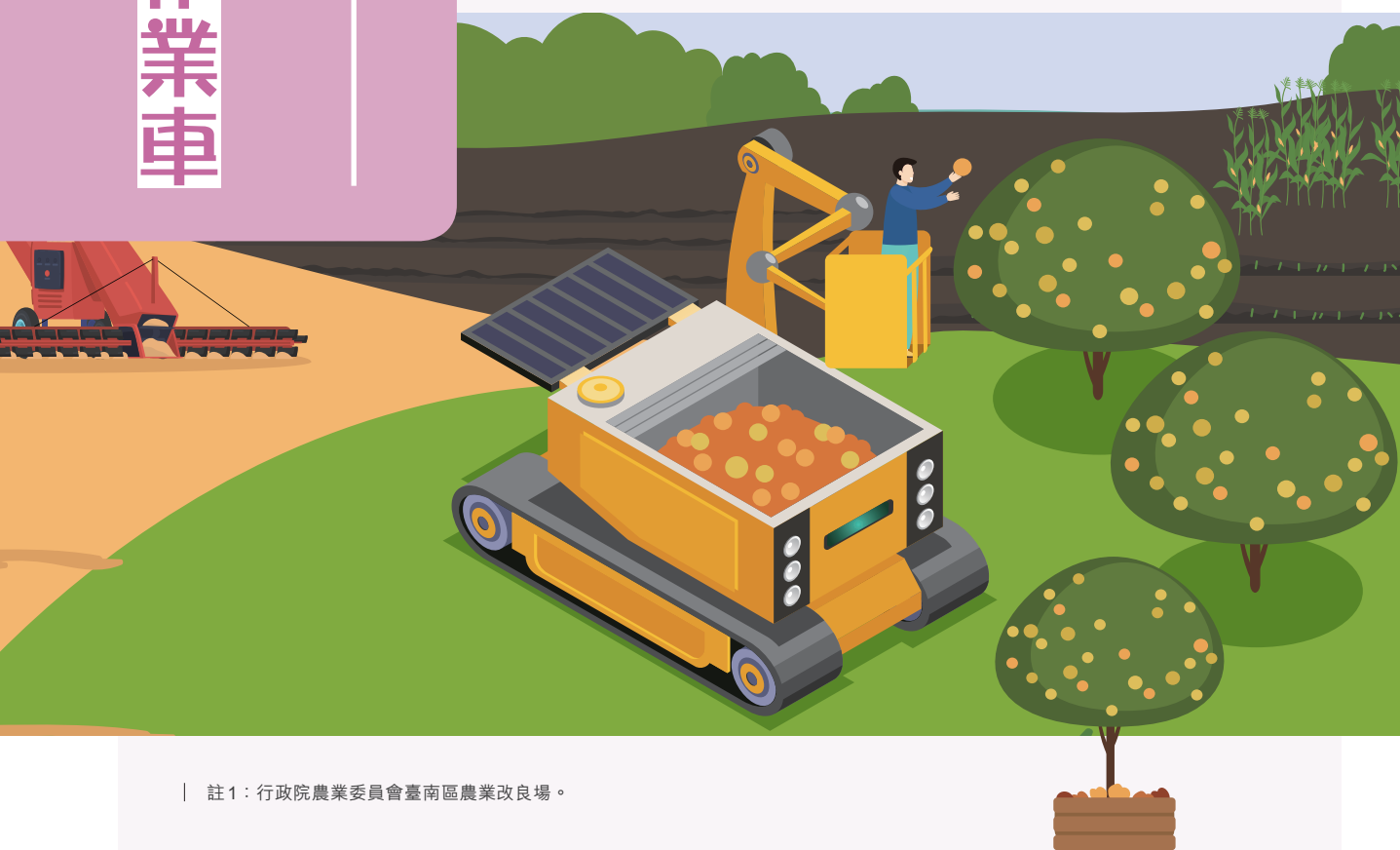
之研發 電動履帶式高空作業車

1 李健

1 張汶肇

一、前言

目前國內果樹生產管理之高空作業皆以爬樹或架梯作業方式進行，對世代傳承的果農來說，其是一種傳統技藝亦是習俗慣性。但這種要學爬樹或用梯腳在半空中走路的苦活，對有意從農的青年不會是一個享受的過程。雖說嘗試創新往往徒勞無功，但維持舊俗必定會阻礙掉進步的機會，旨在提升翻轉農業各層面效益的行政院農業委員會臺南區農業改良場（簡稱南改場）為輔導改善此傳統果園之高空作業，首先於106年由前場長王仕賢倡議進口西班牙輪式柴油引擎高空作業車進行平地果園作業的探索評估，希冀建立高空省工機具之作業模式以提高人員之安全性及達省工、提高效率及降低果實損耗等目的。基於初次引進機型之性能無法符合國內果園之田間作業需求的情況



| 註1：行政院農業委員會臺南區農業改良場。

下，南改場又於107年引進屬性不同之日本履帶式汽油引擎高空作業車進行參考。經綜合評估分析現有技術各項問題後，於108年投入產學合作計畫進行開發電動履帶式高空作業車。此電動機型成功解決國外機型之停滯待機時油臭問題，除增加能源利用效率外，並利用電動馬達驅動特性及履帶傳動大幅提升操作靈活度及克服機體晃動問題。高空作業車應用於果樹採收、修剪、疏梢及套袋等作業可較傳統攀爬或架梯作業方式提升效率50%以上，有效提高果樹高空作業時省力、省工及安全。

二、傳統高空作業車之現況與優劣剖析

由於國內完全無開發之吊桿式(Boom Lift)果園用升高機具，因此引進國外產品進行研究參考可加速創新研發初期的學習過程。南改場於106年引進之西班牙Marti Plataformas柴油輪式吊桿高空作業車(圖1)，其採用柴油引擎動力轉換成油壓馬達傳動，左右側兩

輪皆可個別獨立驅動。南改場在初次引進時即送往轄區文旦種植農友進行測試，歸納出使用上主要的缺點為：(一)輪子在陷入地面低窪或坑洞時會導致車身嚴重傾斜；(二)導引輪在移動時要先調整至移動方向；(三)定點作業停滯時引擎所排放廢氣具嚴重油臭味。

為累積更多技術經驗，南改場於107年引進之日本FUJI汽油履帶式吊桿高空作業車(圖2)，雖然其採用履帶以獲得更佳的地面行走靈活性及抗路面凹陷引起的顛簸，然而其傳動系統無法達到兩邊履帶同時反向旋轉，只能同向差速旋轉，再加上需透過手動排檔來切換旋轉方向，因此在有限迴轉空間下移動過程繁複。在不考慮輪式或履帶式行進模式差異，單純從西班牙與日本機型之動力傳動設計來看，西班牙高空作業車以油壓馬達雙邊獨立驅動設計確實是優於日本機型以引擎透過變速箱輸出扭力的傳動設計；西班牙機型採用單支操縱桿(圖1右下角)即可達到整機移動控制。



圖1. 南改場於106年引進之西班牙柴油輪式吊桿高空作業車。



圖2. 南改場於107年引進之日本汽油履帶式吊桿高空作業車。



圖3. 控制器可從作業臺分離遙控。

三、電動履帶式高空作業車之研發歷程

考慮到高空作業車使用時並非長時間持續移動，而是長時間處於定點作業狀態，這對於以持續運轉的引擎為動力源的設計來說會有能源使用率低及車體停滯時仍排放廢氣油臭的空污問題。鑑於前述國外產品分析及經驗參考，南改場於108年與郡野實業產學合作研發出電動履帶式高空作業車。此研發會以產學合作形式進行的原因為電動馬達驅動技術在農機領域尚屬於較新穎且尚未普及之技術，與專業廠商合作除能熟悉電動驅動的設計經驗及運轉特性外，未來亦可延伸擴展至其他如自走噴藥或人員跟隨搬運之電動載臺的開發。

南改場所研發電動履帶式高空作業車之首要特點為其左右兩邊履帶由兩顆獨立電動馬達驅動，可達到原地迴轉移動靈活，另外電動馬達所具有的轉速可漸進調變控制，能使底盤緩和且穩定地移動亦能降低吊桿上面作

業臺的劇烈搖晃，明顯勝過引擎或油壓馬達的傳動設計，達到停定點作業時無引擎排放廢氣油臭且具移動安穩之機型設計。另外在操作控制部分則無需切換排檔，如圖3所示其控制器可從作業臺分離遙控，使機臺在登上搬運車或跨越高危險坡地時，人員不需乘坐其上。

經電腦模擬計算及圖4之實機比對驗證，此高空作業車可在負載120公斤、舉升高度2.8公尺且傾斜角度 20° 以內保證其姿態安全，在充飽電力的情況下可連續行走4小時以上（不包含停歇時間）。高空作業車應用於果樹採收、修剪、疏梢及套袋等作業可較傳統攀爬



圖4. 負載140公斤傾斜測試。

或架梯作業方式提高效率50%以上，且隨作業高度增加，其提升之工作效率更高，利用機具輔助田間作業可減少架梯攀爬及移動的時間，並可降低採收及套袋時果實不慎掉落及按壓損耗，可增加果樹高空作業的省工、安全性(圖5)。

四、產業應用及未來升級方向

本機型已獲取中華民國新型專利M596224，委託經濟部智慧財產局所作專利技術報告顯示此利用雙邊獨立電動馬達驅動履帶之高空作業車設計具有其新穎性。本專利預計於110年以境內技轉予產學合作廠商郡野實業有限公司，目前商品化機型已在進行各細節整合確認，待確認完成後即可開始生產販售，預定售價為25萬以內。目前已有試用過雞型機的文旦及荔枝平地果園農民均表達強烈使用意願，故規劃在產品上市後配合實際場域觀摩活動應可吸引出更多的潛在用戶來進行購買。

由於商品化機型的所有設計細節皆會建立3D數位圖檔，因此電腦模擬計算出的機臺重心位置變化特性資料可整併進南改場接下來所研發的姿態儀中，此儀器為磁吸附掛式，可感測出底盤傾斜姿態及吊桿舉升角度，在得知作業臺負載重量下可即時計算出空間重心位置，並在接近危險姿態時發出警告聲響，促使操作者因應處

理。姿態儀採用一般AA電池，連續開機下可供6天之久的續航力，以上縝密設計皆是為有效避免操作失誤之危害。

五、結語

南改場從電動高空作業車研發過程中瞭解到引進新型式農業機械對國內農業生產或農業機械產業之意義。在充分瞭解現況技術條件下，整合其他領域已成熟技術可創造出具領先優勢的新產品。由此研發經驗可類推農機電動化帶來的優勢為：(一)機具作業時若停定滯留時間占比高時，電動化可較引擎持續運轉之傳統農機具有更大的能源效率；(二)電動馬達轉速可精確控制並漸進加速，使機臺行走變換方向更加緩和穩定；(三)電動馬達介面易實現遠端搖控或無人智慧化控制；(四)無引擎廢氣油臭問題，這點在設施或倉庫內封閉空間尤顯優勢。



圖5. 應用於果樹採收、修剪、疏梢、套袋等作業可較傳統攀爬或架梯作業方式提升效率50%以上。