# 電動農機發展規劃與展望

黃惟揚[1]、李汪盛[2]
[1]農業部桃園區農業改良場 副研究員
[2]農業部桃園區農業改良場 研究員兼科長

## 摘要

隨著全球對碳排放的關注和環保法規的日益嚴格，農業機械的電動化已成為不可逆轉的趨勢。電池技術、電動馬達及智能控制系統的迅速發展為電動農機的普及提供了可能性。本文結合國內外電動農機發展現狀，探討未來電動農機的發展方向及其在智能農業中的應用。本文分析了目前電動農機的技術挑戰，並提出電動農機在推進農業現代化中的發展策略。

關鍵詞：電動農機、智能農機、電池管理系統、高扭力馬達、智慧農業。

## 一、緒論

全球氣候變遷與資源短缺的壓力促使各國採取積極行動減少碳排放。農業機械作為碳排放的重要來源之一，必須向更環保的方向發展。隨著內燃機的逐步淘汰及電動技術的成熟，電動農機成為未來農機發展的核心方向。特別是隨著電池技術和電機技術的進步，電動農機具備了實際應用的可行性。本文將分析電動農機的技術背景、現狀，並對其未來發展進行展望。

## 二、電動農機技術發展現狀

電動農機的技術核心在於電池系統、電機系統及其智能控制。近年來，電池能量密度的大幅提高及成本的降低，使得農機電動化變得更加經濟可行。尤其是鋰電池的應用，如鋰鐵磷酸電池具有較好的穩定性及長壽命，被廣泛應用於多種農業機械中。

- **電池技術**：電池作為電動農機的主要能源，其技術進展對電動農機的發展至關重要。現今常用的鋰電池具備高能量密度、長壽命及充放電效率高等優點，但在農業應用中需要進一步改進其抗震性及防護功能。此外，智能電池管理系統 (Battery Management System, BMS) 能精確監測電池剩餘電量，優化充放電過程，以延長電池壽命。
- **電機技術**：電機是驅動電動農機的關鍵部件，其性能直接決定了農機的工作效率和適用性。目前國內外電動農機多採用直流無刷馬達 (BLDC)，因其高效節能、低維護成本和良好的控制性能，已廣泛應用於各類小型農業機械中。但在高扭力需求的農機具如曳引機、管理機等領域，現有的電機技術仍需進一步提升，以提供更高的功率和更好的工作效率。
- **智能控制系統**：電動農機的智能化控制系統已成為研發重點之一。物聯網 (IoT)、大數據及人工智慧 (AI) 的應用使得電動農機的自主化和精準農業成為可能。具備自動

駕駛功能的電動農機，如履帶式電動智慧跟隨農地搬運機，已經在農業生產中展現出巨大的應用潛力。

## 三、國內電動農機發展現狀

臺灣的電動農機研發進展迅速，並且涵蓋了多種類型的農業機械，針對不同作物和農業作業需求進行開發。以下是國內在電動農機領域的主要發展成果：

- **臺灣大學生物機電學工程系開發三種類型馬達**：

  臺灣大學針對電動農機開發了三種類型的馬達，這些馬達分別應用於中耕機 (圖 1)、搬運車 (圖 2) 及小型曳引機 (圖 3)。這些高效能的直流無刷馬達可以提供穩定的動力輸出，同時具備良好的扭矩控制能力，適應不同類型的農業作業。特別是在中耕機和搬運車的應用上，這些馬達提供了可靠的性能，實現了作業的電動化和智能化。



圖 1. 電動中耕機 (3.5kW，1,800rpm 48V BLDC 馬達)



圖 2. 電動搬運車 (6kW，3,600rpm 72V 氣冷直流無刷馬達)



圖 3. 電動曳引機 (12kW，2,400~6,500rpm 96V 水冷直流無刷馬達)

- **臺東區農業改良場開發的電動噴藥機**：

臺東區農業改良場研發的乘座式果園電動噴藥機 (圖 4)，使用 6kW 三相永磁同步馬達和可更換式鋰電池，達到持續作業 90 分鐘的續航能力。該機型在果園操作中大大降低了傳統柴油噴霧機帶來的噪音、振動和碳排放。



圖 4. 乘坐式果園電動噴霧機械

- **高雄區農業改良場開發的韭菜收穫機**：

高雄區農業改良場開發的韭菜電動收穫機 (圖 5)，針對韭菜的收穫需求進行了精確設計。該機具不僅提高了收穫效率，還減少了農民的體力勞動，通過電動馬達驅動，具備良好的環境適應性和效能。



圖 5. 電動韭菜採收機

- **桃園區農業改良場開發的電動移植機及採收機**：

  桃園區農業改良場在電動農機領域的研究開發了多種設備，包括電動移植機 (圖 6) 及電動葉菜收穫機 (圖 7) 等。其中，電動移植機可單人作業，每分地約種植 4 萬株穴盤苗只需 2.5 小時，左右行距 15cm，可調前後株距 12~25cm，而葉菜收穫機的應用則顯著提升了葉菜類作物的收穫效率。



圖 6. 電動式菜苗移植機



圖 7. 電動葉菜收穫機

- **國立中興大學生物產業機電學系開發電動農膜回收機**：

中興大學開發了一種專門用於農膜回收的電動機具 (圖 8)，該設備能夠將田間的廢棄塑料膜有效回收，減少環境污染並節省人力。該設備使用鋰電池驅動，操作便捷且高效，特別適合於農業規模化生產中的廢膜回收作業。




圖 8. 牽引式電動農膜回收機

- **國立中山大學機械與機電工程學系開發的香蕉採收機：**

中山大學研發了一款針對香蕉的電動採收機，這款設備通過電動升降平台和自動化控制系統實現對香蕉的高效採收。該機具不僅提升了生產效率，還減少了農民在高溫下進行手動採收的辛勞。



圖 9. 中山大學研發了一款針對香蕉的電動採收機

## 四、電動農機未來發展策略

為推動電動農機在農業領域的全面應用，需從以下幾個方面著手：

- **高扭力馬達及控制系統研發：**

電動農機需要針對不同作業需求開發高扭力、低轉速的馬達及智能控制系統，以提高馬達在高負荷作業中的適應性，特別是搬運車 (圖 10) 和中耕機 (圖 11) 等農機具馬達。

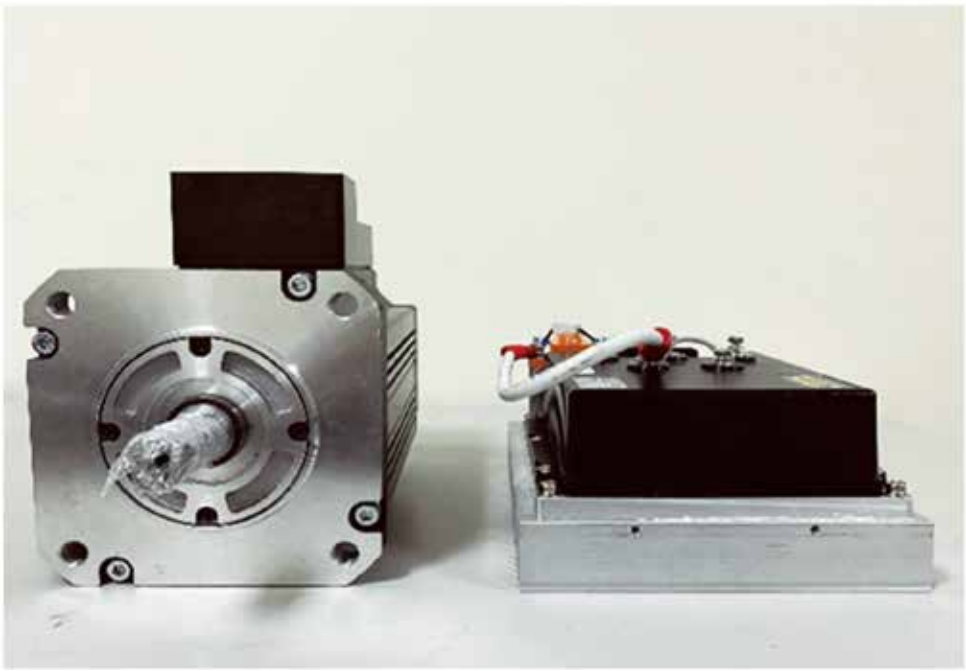


圖 10. 電動搬運車馬達 (臺大研發)



圖 11. 電動中耕機馬達 (臺大研發)

- **電池管理系統優化**：

針對農業作業的特殊需求，需開發具有智能充放電管理功能的電池系統，並結合太陽能等可再生能源進行持續供電，以提高電動農機的作業時間和可操作性。

- **智慧農機的推廣**：

  隨著農業自動化趨勢的發展，電動農機將逐漸與物聯網及人工智慧技術結合，實現更加精準的農田管理。智慧除草機、智慧搬運機等具備自動導航和障礙物避讓功能的電動農機具將成為未來農業的重要工作。

## 五、結論

電動農機的發展不僅符合全球減碳趨勢，也將成為提升農業生產效率的重要手段。未來的電動農機發展需要在電池技術、電機系統及智能控制等關鍵領域進行技術突破。隨著技術的不斷進步，電動農機將在減少碳排放、提高農業生產力方面發揮更加積極的作用。

## 參考文獻

1. 2024 電動農機研發及技術應用研討會論文集，2024 年，農業部桃園區農業改良場。
2. 李汪盛，2021 年，電動農機未來發展展望，省工農機研發及技術應用研討會。

# Development Planning and Prospects of Electric Agricultural Machinery

Weiyang Hwang and Wang-Sheng Li

Crop Environment Division, Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture.

## ABSTRACT

As global attention on carbon emissions increases and environmental regulations become stricter, the electrification of agricultural machinery has become an irreversible trend. The rapid development of battery technology, electric motors, and intelligent control systems has made the widespread adoption of electric agricultural machinery feasible. This article reviews the current development status of electric agricultural machinery both domestically and internationally, and explores the future directions for its development and applications in smart agriculture. It also analyzes the current technical challenges of electric agricultural machinery and proposes strategies for advancing agricultural modernization through its adoption.

Keywords: Electric agricultural machinery, Smart agricultural machinery, Battery management system, High-torque motor, Smart agriculture.