

以太陽能為例 淺談分散式發電與儲能系統於 電動農機具之應用

農試所農工組 曾祥恩 蘇文瑞 楊智凱

一、前言

近年來，隨著農業現代化進程的加快，電動農機逐漸成為農民們重要的工具，而太陽能是一種綠色、清潔、可再生的能源，在國內得到了廣泛應用，隨著環保意識的提高，開始尋求可持續性太陽能發展方式，其中之一就是採用太陽能技術為建築物提供電力(圖一)。太陽能安裝於建築物屋頂的好處，首先建築物屋頂是很好的光照場所，因為接收到的陽光是最直接最充足並可避免太陽能板被週圍高建築物遮蔽，亦可利用原有建築物閒置空間，減少土地的占用並節省建設成本和降低環境影響；同時太陽能板阻絕太陽光直射屋頂，降低室內溫度以及延緩屋頂防水層老化速度。其次，屋頂安裝太陽能系統可以實現設施電力自給自足，將太陽能為電力，透過提供建築物屋頂的電力供應並與其它節能技術結合應用，例如照明系統、飲水機系統與空調系統等，進一步提高綠能利用效率，減少對燃煤和天然氣等石化能源的依賴，有助於保護環境和應對氣候變化，實現可持續發展的目標。

二、分散式發電簡介

目前，我國使用市電均以台灣電力公司集中式發電為主，無論是核能、燃煤火力、天然氣與大型水力發電，由遠離人口稠密都會區大型發電機組所發出具低電壓與大電流之電力，因遠離人口稠密都會區負載端，長距離輸送電力會產生輸電損失，一般指由輸電線路上產生電阻損失、電感損失與電容損失等，根據台灣電力公司提供資料顯示110年整體電力系統線路損失率為3.53%，為大幅降低線路損失，解決電力從發電廠到用戶端(負載端)傳輸的過程 中所損失的電量，必須將電流 I 降低。因此，台灣電力公司將發電機輸出電壓經過升壓變壓器提高至電壓345KV，再由架空輸電電塔輸送到人口密集都會區附近一、二次降壓變電所，再次降低電壓及提升電流後成為適合於家庭用戶、工廠之用電設備之電力。

作者：曾祥恩助理研究員
連絡電話：04-23317705

分散式發電是一種新興的能源系統，常見於再生能源，例如：太陽能、風力能、地熱能及水力能等(圖二及圖三)，指在各個地方設置小型發電系統，透過多個分散的發電站點來提供電力可以實現能源的自給自足。以下是分散式發電的幾個特點：

- (一)減少能源損失：傳統的集中式發電系統需要長距離傳輸電力，因此會產生較高的能源損失。而分散式發電系統將發電和用電的地方更加接近，能夠有效降低能源損失，提高發電效率。
- (二)提高能源安全性：分散式發電系統具有去中心化的特點，因此一旦某個發電站點發生故障，整個系統不會癱瘓，只會影響當地的用電。相比之下，集中式發電系統的故障可能會導致整個大區域的停電。
- (三)降低維護成本：由於分散式發電系統設置在各個地方，可降低對傳輸線路和設備的需求，進而減少維護成本。
- (四)促進可再生能源的發展：分散式發電系統能夠更好地支持可再生能源的開發和利用。例如，太陽能發電系統可以安裝在建築物的屋頂上，利用太陽能或微水力發



圖一、太陽能發電模組(農工大樓屋頂平台處)。



圖二、阿基米德式微水力發電(台中市新社區白冷圳)。



圖三、風力發電(農業試驗所試驗田區)。

表一、太陽能分散式發電與儲能系統相關設備

設備(Equipment)	規格(Specification)
太陽能模組	1. Max. solar Voc DC 40.26V 2. Max. solar power 330W 3. Max. power current 10.04A 4. Max. short current 10.57A 5. Max. system voltage 1,000V
MPPT控制器 (Maximum Power Point Tracking)	1. Battery voltage DC 24V 2. Max. solar power 1,800W 3. Solar Vmp DC 12~96V 4. Max. solar Voc DC 230V 5. Max. charging current 30A 6. Max. load power 1800W 7. Load current 25A
電瓶	1. Battery capacity 100Ah 2. Battery voltage DC 12V
逆變器	1. Rated power 2,500W 2. Input voltage DC 24V 3. Output voltage AC 110V 4. Output current 21A
充電器(專用)	1. Input voltage AC 110V~220V 2. Output voltage DC 48V 3. Output current 8A
LED	1. Rated power 50W 2. Input voltage AC 110~220V
飲水機	1. Rated power consumption 1,100W 2. Total rated power consumption 2,345W
電動農地搬運車	1. Battery capacity 30Ah 2. Battery voltage 48V 3. Rated power of the electric motor 5,066W/3,300rpm 4. Load capacity 210kg

表二、太陽能分散式發電與儲能系統發電設備價格

設備	數量	單價(元)	總價(元)
太陽能模組	5	3,800	19,000
MPPT控制器	1	1,980	1,980
電瓶	8	5,100	40,800
逆變器	1	3,360	3,360
總成本			65,140

備註：費用不含固定支架與線材成本。

電，這樣不僅可以減少能源消耗，還能夠減少對環境的影響。

三、太陽能分散式發電儲能系統之初步應用研究

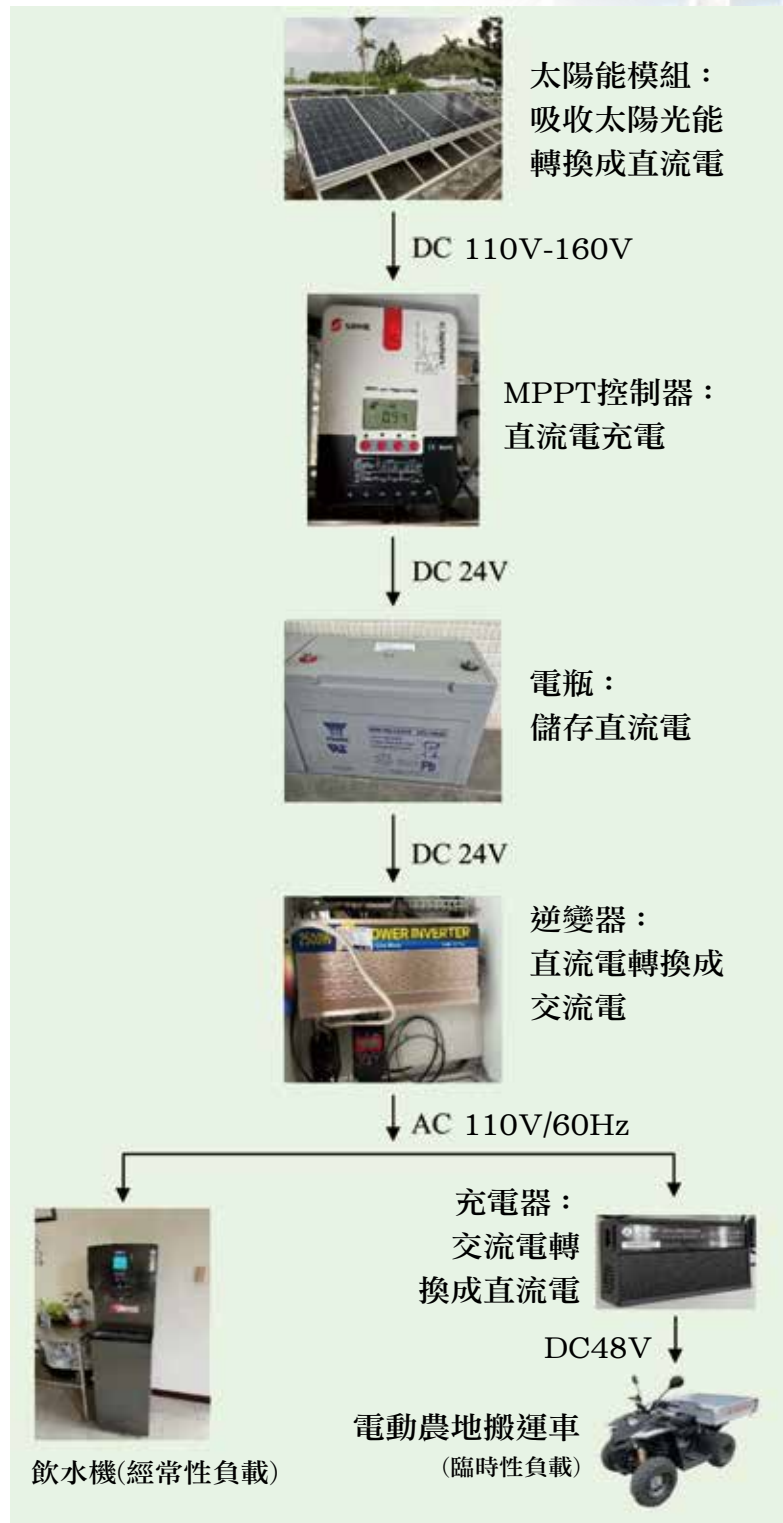
為探討太陽能分散式發電與儲能系統在實務上應用，於本所農工大樓屋頂平台建置發電設備，包含太陽能模組、MPPT控制器、電瓶及逆變器，負載供應設備包含LED、飲水機及電動農地搬運車(含充電器)，相關設備如表一，系統實體架構如圖四。太陽能模組吸收陽光轉換成直流電，透過MPPT控制器將電能充入電瓶中，利用電瓶將電能儲存，再藉由逆變器從直流電(DC 24V)轉換成交流電(AC 110V/60Hz)後，供應給LED照明、辦公室飲水機及電動農地搬運車充電使用，目前已有初步結果，功能符合預期，相關建置發電設備成本如表二所示。

在實際應用上，太陽能板發電量受日照時數與強度影響很大，根據曾(2019)的研究顯示，台灣地區至接近夏季太陽直射北半球月份(強度較大)，當月累積發電量會呈逐漸上升趨勢；但若當月份日照時數較少(陰雨天較多)，使得該月份發電量反而呈現下降趨勢。本所建置太陽能分散式發電與儲能系統試驗結果顯示，每日平均發電量為4.6度電，可提供飲水機連續使用4.18小時或載重210公斤電動農地搬運車連續使用

3.23小時(距離72.27公里)如表三所示。

四、結論

近年來，由於全球氣候變遷與環境議題越來越受到關注，推動永續農業已成為全球性的趨勢。在農業生產中，傳統農機所使用的燃油不僅造成環境汙染，也無法在現代農業溫室使用。因此，發展綠色、低碳、節能的電動農機已成為農業生產的重要方向。如今國內外已不斷有新的電動農機產品問世，例如電動曳引機、電動中耕機、電動無人噴藥機等，太陽能等分散式發電技術具有區域性發電特性，可以獨立在不同的地方進行發電，提供充電電源並降低了電力供應的單一性，研究結果顯示，使用綠能的電動農地搬運車與傳統燃油相較下，每年可減少農民的燃料費用49,304元支出與減少CO₂排放量3,599公斤，大幅降低CO₂對環境的影響。



圖四、太陽能分散式發電與儲能供電系統架構。

以太陽能為例淺談分散式發電與儲能系統於電動農機具之應用

表三、飲水機、市售電動與燃油農地搬運車能量消耗比較表

項目	飲水機	電動農地搬運車	燃油農地搬運車
每日太陽能發電量	可使用4.18小時	可使用3.23小時 (行駛72.27公里)	-
負載消耗能量	1.345(度/小時)	15.71(公里/度)	5.03(公里/公升)
CO ₂ 年排放量(公斤)	1634.9(市電)/0(綠電)	259.2(市電)/0(綠電)	3599.2
所需能源費用(元)	7,645(市電)/0(綠電)	1,212(市電)/0(綠電)	49,304

備註：

- 1. 經濟部能源局110年度電力排碳係數CO₂排放量0.509公斤/度
- 2. 行政院環境保護署事業溫室氣體排放量資訊管理平台：車用汽油CO₂排放係數2.263公斤/公升
- 3. CO₂年排放量以年行駛8,000公里計算
- 4. 市電參考價格為2.38元/度；無鉛汽油參考售價31元/公升
- 5. 1度電=1,000瓦·小時

電動農機是未來農業現代化的必然趨勢，它具有節能、環保、高效等優點，以太陽能等分散式發電作為電動農機的動力源，更是一種綠色能源，對於農業的永續發展具有積極的促進作用，雖然電動農機和分散式發電技術在目前還存在著許多的問題和挑戰，但是隨著技術的不斷進步和政策的支持，相信未來在農業領域中將會有更廣泛的應用和發展。

五、參考文獻

李承宇、黃文琦，儲能系統在再生能源發電中之應用現況與趨勢，太陽能學報，2019年第40卷第2期，頁83-98。

林佩如，儲能系統技術發展及應用趨勢，科學發展，2018年第5期，頁52-57。

施啟祥 (2020)。微水力發電結合LED照明應用。碩士論文。南投：國立暨南國際大學。

曾祥恩 (2019)。太陽能乘坐式播種機之

研製。台東區農業改良場107年友善環境與創新農業加值暨年度試驗研究成果研討會專刊。P.59~67。

曾祥恩 (2019)。全台首創，太陽能乘坐式雜糧播種機省工又環保。農委會農政與農情No.323，P.116~122。

劉志成、賴國華、陳耀東 (2015)。應用於電動農用機械之儲能系統技術。農業機械學刊，24(1)，49-62。

劉昌慶 (2006)。太陽能電池之仰角控制研究。碩士論文。彰化：大葉大學。

賴世傑、陳志偉、陳輝煌 (2013)。台灣太陽能發電發展現況及展望。綠能與環保，12(1)，30-34。

賴冠維、邱炯憲、黃誌強、黃冠綸、楊靖宇、邱正松、莊瑞雄、陳瑞昌、劉建瑋、李錦雄 (2019)。電動農機在農業永續發展之應用。農業工程學報，65(4)，107-118。

魏祥輝 (2006)。太陽能輔助電動車效益研究。碩士論文。新竹：中華技術學院。