

農村水圳應用 水輪式微水力發電機初探

農試所農工組 曾祥恩 蘇文瑞 楊智凱

一、前言

全球對清潔能源的需求持續上升，利用農村水圳或水渠的水力資源進行發電，正受到廣泛關注。隨著技術的不斷發展，農村水圳微水力發電已成為熱門的潔淨能源選擇。與傳統大型水力發電相比，微水力發電較為彈性，能夠輕易地安裝於小型水圳，發揮其發電效益。台灣電力公司將發電裝置容量100 kW以下從小水力發電區分出來稱為「微水力」發電，在不影響圳路灌排功能及農民灌溉用水前提下，微水力發電系統發電效率相較傳統大型水力發電系統低，但具有較低設置資金門檻、所需土地面積小與工程需時短等優點，而且不大幅改變河川內自然生態環境，對於河川洄游魚類和水生生物較為友善，目前國內微水力發電系統要達到高效率運轉仍需進行相關研究的突破，方能符合經濟效益。我國目前積極推動能源轉型，擴大再生能源系統多元化發展，以提升綠

能科技發展，達成節能減碳目的，提出2025年再生能源發電量占比達到20%目標，能源局在這個部分已規劃出包含太陽能光電、風力、生質能、地熱與水力發電等系統之發展方案，其中水力發電在2025年發電目標為2,150 MW，其中小小水力發電目標為40 MW，以期發展出充足且穩定之電力供應。本研究設計的水輪式微水力發電儲能設備採用水輪式弧形葉片作為發電載體，結合永磁式發電機與儲能控制系統，可有效提高發電效率。通過機組的設計、安裝和測試，證明具有良好的發電性能，可有效支持農業用電需求，並為農業的可持續發展提供助力。

二、台灣農村水圳簡介

台灣地區平均年總降雨量為905億 m^3 ，其中農業年需水量154億 m^3 ，遠高於民生用水24億 m^3 與工業用水17億 m^3 。長久以來龐大的水圳系統支持農業水資源需求，根據農田水利署統計，其轄管水路約6萬7,000條、總長約6,700萬公尺，灌區面積達37萬公頃，密集的農田水利設施是建造微水力發電的良好場域(圖一)。微水力發電的優勢是其對環境的影

作者：曾祥恩助理研究員
連絡電話：04-23317705

響較小，不會破壞生態環境，同時也不會產生大量的廢水或者廢氣。此外，微水力發電裝置體積較小，易於安裝在農村水圳上，且維護成本也較低。微水力發電屬於分散式發電，對於能源短缺遠離電網的農村地區，可以提供電力供應穩定性和備援性，減少停電發生機會，亦可減少長距離輸電上的線路損失。本研究設計一水輪式微水力發電儲能設備於農田灌溉水圳之架設進行發電效果試驗，並探討其發電效益，以作為後續農村水圳微水力發電之發展參考。

三、水輪式微水力發電儲能設備材料與系統架構

於本所後方77號與79號水稻田旁阿罩霧水圳架設一組水輪式微水力發電儲能設備，使用60×60mm長度3m的鍍鋅方管，作為支撐水輪式微水力發電儲能設備重量的支撐結構，並能抵抗水流衝擊水輪葉片動

能，並確保水輪式微水力發電儲能設備穩定固定在水圳中(圖二)。發電設備為配合水圳不同時期水位高度並設計有手動旋轉升降機構，使發電設備可具備最



圖一、農業部農田水利署彰化管理處所轄南投縣名間鄉同源圳1k+430m處。



圖二、本所後方水稻試驗田區旁水圳設置水輪式微水力發電儲能設備。

大25 cm升降功能，水輪式微水力發電儲能設備規格如表一及相關建置成本如表二所示。水輪式微水力發電儲能設備利用灌溉水稻田水圳本身水的流速推動水輪式弧形葉片，應用其旋轉動力驅動水輪軸，再帶動齒輪機構，最後推動永磁式發電機產生交流電力，並透過充電控制器將電能充入電池將電能儲存，再供應給LED照明使用，相關設備架構如圖三及圖四。

四、討論

水輪式微水力發電儲能設備試驗結果根據，在水流流速為1.45 m/s、水面寬度110公分、水深約17±3公分、水溫攝

表一、水輪式微水力發電儲能設備規格

設備	規格
支撐結構	60×60mm長度3 m的鍍鋅方管
手動旋轉升降機構	SWL1T螺桿直徑23 mm升降機構
發電設備	8個高硬度塑膠葉面尺寸32×12 cm水輪式弧形葉片 直徑30mm長度0.6m水輪軸 齒輪比1:8齒輪機構 DC12V/300W永磁式發電機
儲能設備	DC12V/300W充電控制器 DC12V/15Ah深循環電池
負載供應設備	LED燈DC12V/10W

表二、水輪式微水力發電儲能設備價格

設備	數量(組)	單價(新台幣/元)	總價(新台幣/元)
支撐結構	1	1,100	1,100
手動旋轉升降機構	1	5,200	5,200
發電設備	1	9,220	9,220
儲能設備	1	2,750	2,750
負載供應設備	1	180	180
總成本			18,450

備註：費用不含安裝與組裝成本。

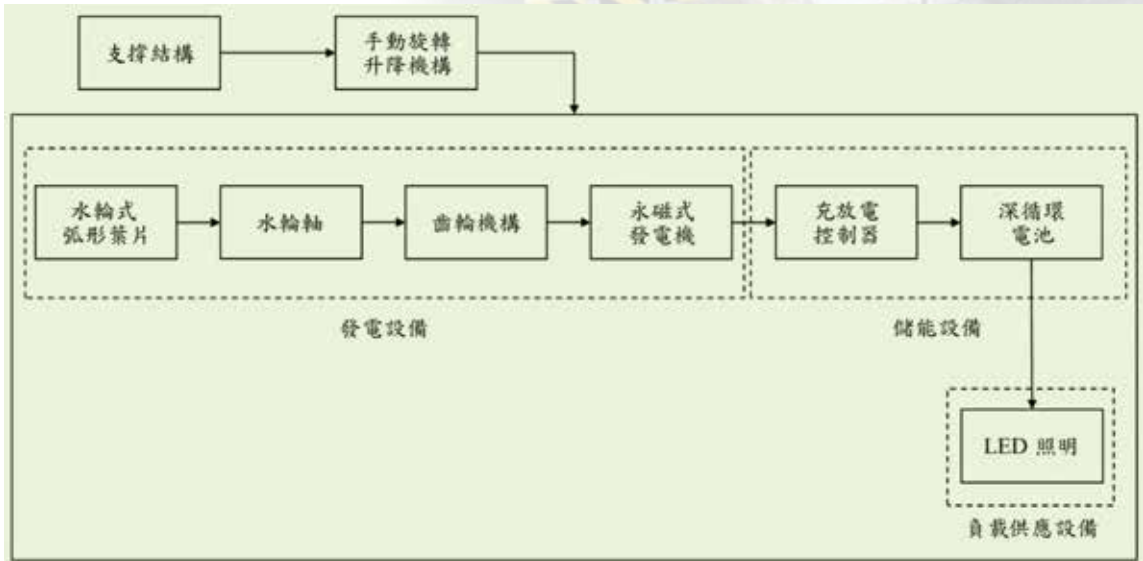
氏27±1度等條件下，水輪式弧形葉片的轉速約30-32rpm，平均發電功率約為10 W/h。

根據試驗結果，綜整如下。

1. 發電試驗：在發電試驗期間，觀察到阿罩霧水圳水位高低變化具不穩定性，主要可能因上游使用端取水較多，亦造成水位下降至水輪葉片以下而無法發電，亦有上游降雨造成水位迅速上升情形。為因應這些變化，本研究設計一可手動旋轉之升降機構，以確保水流在任何水位情況下都能夠保持對水輪式弧形葉片最佳化衝擊。此外，採用水輪式弧形葉片結合永磁式發電機，可在低轉速下高效率發電，即使水流流速僅

為1.45m/s的情況下，平均發電功率仍可達到10 W/h。

2. 供電試驗：考慮到農村及偏遠地區交通不便的因素，本研究將水輪式微水力發電儲能設備進行小型化設計以便於搬運、架設和安裝。水輪式微水力發電儲能設備具有DC12V/300W的發電能力和DC12V/15Ah的儲



圖三、水輪式微水力發電儲能設備架構。



圖四、水輪式微水力發電儲能設備架構實體。

電容量。在豐水期，發電量充足，足以支持DC12V/10W LED燈的全天照明。而在枯水期，即使發電量不足，儲能設備也能提供DC12V/10W LED燈長達18小時的照明。

五、結論

為解決台灣農村地區的電力缺乏問題，本研究以農村水圳為重點，設計了一款體積小型化、易於安裝且低成本的水輪式微水力發電儲能設備，旨在提供農村及偏遠地區所需的電力，同時也期望提高農民對微水力發電設置的興趣與意願。試驗結果顯示，本研究的水輪式微水力發電儲能設備適用於水圳水位高低變化具不穩定性的地區。即使在水流較小的情況下，也能夠低轉速實現高效率發電，在豐水期提供LED燈全日照明使用，而在枯水期則能通過儲能設備維持LED燈18小時照明，滿足夜間使用的需求。本研究的水輪式微水力發電儲能設備，其良好的應用前景為農村地區提供可靠的電力供應，同時有助於減少碳排放，為農村創造更具永續性的環境和未來。

六、參考文獻

王允成。2005。小水力發電系統動態分析。碩士論文。高雄：國立高雄應用科技大學電機工程系碩士班。

吳政憲。2015。台灣小水力發電可行性評估方法。機械技師學刊；8卷4期:P22-34。

周峇峰、陳豐文、陳獻、王禮、柯海生、簡傳彬、簡文煥、黃雲和、賴國興、張順年。2010。99年度農田灌溉水路再生能源普查及潛勢分析評估。

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

陳翰升。2022。應用地理資訊系統評估集水區內小型水力發電最佳場址。碩士論文。台北：國立台灣大學。

黃本源、陳文泓。2020。台灣小型水力發電之開發。技師期刊；88期:P17-21。

劉全榜。2016。小水力機組施工監造及檢驗試驗。出國報告資訊網。

黎潤林。2011。小水力發電之生命週期評估。碩士論文。台北：國立台北大學自然資源與環境管理研究所。

陳正隆。2013。小型水力發電機之研製。碩士論文，台南：國立成功大學工程科學系碩士班。

盧欣玫。2006。風能-小水力混合式同步發電系統動態分析。碩士論文。高雄：國立高雄應用科技大學電機工程系碩士班。