

ENERGY SAVING

淺談節能水車

張秉宏、葉信利、葉俊億

水產試驗所海水繁育研究中心

前言

古代水車的動力是以人力踩踏取水的一種農業設施，一般多應用於農耕引水，如今雖然人力型式的水車消失了，但現今的水車以電力廣泛的應用於水產養殖產業。Rogers (1989) 指出，水車可以防止養殖池的老化衰退，其功能包括：曝氣、水流循環及交換率的增加，在水產養殖產業受到廣泛的應用。Boyd (1998) 針對曝氣機的形式與功能分成許多種類，其中臺灣設計的水車為所有曝氣機的形式中，成本最低廉及維修最為方便。有趣的是它幾十年來的型式修正的幅度不大，直到近年來，節能減碳的風潮吹進水產養殖產業，開始有綠能結合水產養殖，水車的節能減碳才逐漸形成一股趨勢。因此，養殖場水車擺放的位置、數量與水流之間的關係非常的重要。現今養殖戶不僅要生產綠色能源，養殖池的水車也開始有些改革，在動力上除了有變頻水車的加入，還有另一種半馬力水車供養殖戶選擇。養殖戶兼顧水產養殖本業，還要看緊荷包降低成本，水車已經變成是養殖成本中非常重要的一個環節。

轉，但是半馬力水車轉速較低，每分鐘約 90 轉，電流較小，相對也較為省電。雖然半馬力水車開始有人在使用，但是半馬力水車難道沒有任何的缺點嗎，答案是有的，它的轉速較慢，且不容易調高轉速，導致空氣中的氧體進入水中的效率會稍降。若應用在魚類養殖，可能會影響溶氧的效率，尤其在氣候轉變時可能要多加注意。半馬力水車轉速較慢，但是它卻有另一個優點，就是水流可以打得更遠。例如：七股有部分養殖戶將文蛤池的水車轉速調到每分鐘 60—70 轉，不僅省電且水流也可以打得比較遠。優點是：(1) 養殖池溫度分布較為平均；(2) 可以提高較大面積的水流分布；(3) 水車可將餌料生物及微藻拋得較遠。在實際上的應用，半馬力水車較適合蝦類及貝類養殖池的使用。

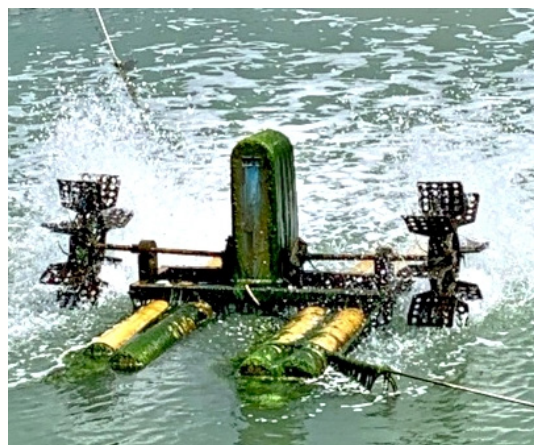


圖 1 在本中心使用的半馬力水車，其外型 and 一般養殖魚塢經常使用的 1 馬力水車沒有不同，但具有較佳的節能效果

1 馬力、半馬力及變頻水車的差異

我們針對臺灣常見的水車來做說明 (圖 1)，正常傳統 1 馬力水車的轉速為每分鐘 110

變頻水車在近期受到產、官、學界的注意，雖然初期的發展曾遇到瓶頸，這兩年經過不斷的修改與嘗試已經修正完成，它的(圖2)的優點是：(1)無齒輪箱、馬達直驅、不需保養加油；(2)無支撐三腳架及傳動軸心磨損問題；(3)水輪葉設計於機器內部，可防止外物入侵的風險。因此，新一代變頻水車是近年來水產養殖業重要的節能產品。

耗電量的探討

因此試算 1 馬力水車、半馬力水車及變頻水車的耗電量：

一、一般正常 1 馬力水車

轉速較高一些，用電 1 小時大約是 $3.5A$ (安培) $\times 220V$ (伏特) $/ 1000 = 0.77$ 度 (1 天 18.48 度)。

二、新式的半馬力水車

轉速較低一些，1 小時用電大約是 $2A \times 220V / 1000 = 0.44$ 度 (1 天 10.56 度)。試算半馬力與傳統水車的耗電量，1 天 1 台水車相差大約 8 度電，相差 21 元臺幣 (使用試算電價是臺電 2021 年 3 月 31 日，維持現行的每度 2.6253 元臺幣)。因此，1 個月以 30 天計算相差 630 元，1 年 1 台水車相差 7,560 元臺幣電費。

三、可調式變頻水車

轉速可依據氣候及養殖戶需求調整，1 小時用電大約是在 $0.5 - 5A \times (220V / 1000) = 0.11 - 1.1$ 度 (約 2.64 - 26.4 度)。可調式變頻水車則是依據需求調整轉數，電量的變化可以手動調整大小，幼苗期間把水車轉數調小來節電，當氣候不佳時可調轉數來增加溶氧。估計每月每台花費在 210 - 2,100 元臺幣，可調式變頻水車多數時間比半馬力水車還省電，主要的效果是調整轉數降低耗電量。



圖2 近年來許多養殖戶嘗試使用變頻水車，它的外型經過多次的改良，轉盤的軸往內縮且轉速可以調整，這樣處理可以降低機器故障機率 (曾威騰及盧閔霖攝影)

水車價格分析

1 馬力水車售價約 13,500 元臺幣，半馬力水車售價約 14,000 元臺幣，變頻水車則依照品牌及種類不同售價約落在 25,000 – 35,000 元臺幣之間。1 馬力水車更換為半馬力水車，僅需要更換馬達和減速機，原本支架及轉盤不需更換，所需的費用僅約 8,000 元臺幣，也就是使用 1 年就可以賺回成本了。近期宜蘭有個養殖場將 130 台 1 馬力水車全換成半馬力水車，1 年總共可以省下 $130 \text{ 台} \times 7,560 \text{ 元臺幣} = 982,800 \text{ 元臺幣}$ 。

若以正常養殖戶平均有 2 公頃土地，裝設有 12 台 1 馬力水車轉換成半馬力水車，每年粗估可省下 $12 \text{ 台} \times 7,560 \text{ 元臺幣} = 90,720 \text{ 元臺幣}$ 。雖然變頻水車初次購買價格較高，但是因為需要定期維護的花費及維修成本較少，因此養殖戶依據養殖池的進排水條件，可以把各種水車做最有效的利用，使用不同的水車來調整養殖用電，這是一種水產養殖較新的用電概念，也是水產養殖節能的風潮與趨勢。

結語

如今變頻水車已經修改調校的不易損壞，不僅堅固耐用，最重要是可以調整轉速的高低（圖 3），降低養殖池的電量費用，具有節能減碳效果，它可以適用各式養殖池及氣候的狀態，只是目前售價較高，現階段已經有許多養殖戶嘗試在使用，得到很好的效果。另外，在蝦類及貝類養殖戶若可以依據需求，將水車調整為半馬力或變頻式水車，

不僅具有高 CP 值，也能節省電費。在物價波動的年代，水產養殖成本也逐年提升，水產養殖產業不斷在找出路，不論是開源或是節流，調整水車可以提升養殖場的競爭力，節省電力的浪費，並且降低臺灣電力在夏季的負載。

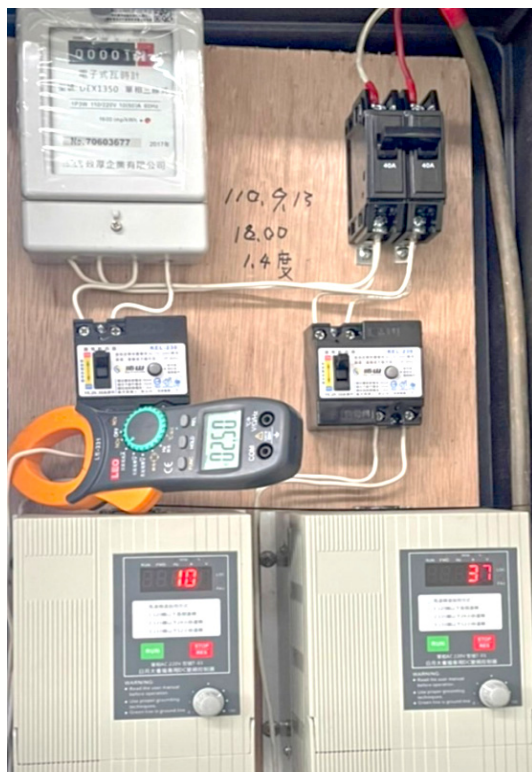


圖 3 變頻水車可以調整轉速，在低氣壓或氣候不好時可以增加溶氧，在魚蝦幼苗期可以手動調降轉速，以節約電費（湯清祥攝影）

謝詞

感謝明正電機行的蔡如振及日月大養殖設備製造有限公司的湯清祥兩位前輩的傾囊相授及不吝指正，並且提供本文許多寶貴的建議及珍貴的資訊，使得本篇文章的內容更加豐富與精采。