

小水力發電介紹

莊閔傑

天容寶節能科技股份有限公司技術部經理

我國政府自2016年開始大力推行能源轉型政策，制定了以太陽能與風力發電為主，2025年發電量佔比達20%的再生能源發電目標，根據《再生能源發展條例》定義，再生能源包含了：「太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力、國內一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源，或其他經中央主管機關認定可永續利用之能源」。其中，「小水力發電」屬於非抽蓄式水力的一種：「指利用圳路或既有水利設施，設置未達二萬瓩之水力發電系統」。

水力發電的技術發展超過150年，是零廢棄物、零排碳的發電方式，過去台灣水力發電廠的開發方式，常於山坡地大面積開挖建設，並興建攔水壩(堰)，對環境有不良影響，因此為人所垢病。此外，優良壩址日益減少、環保團體抗爭等因素，讓能新增的慣常水力電廠與開發規模也逐漸減少，因此小型或微型水力發電也成為近20年國際技術發展趨勢。

利用「圳路或既有水利設施」的小水力發電是對既有水源的再利用，適合小水力發電安裝的地點包含了上水(自來水系統)、下水(汙水廠系統)、農水(農業灌渠圳路系統)、河水(第一與第二級河川)、尾水(調整池、放流池、尾水路等)、伏流水(攔沙壩、伏流水源處)等，是目前已知最具備清潔能源條件、對環境與生態影響最小的發電方式，是真正的綠色能源，具有永續與循環再生的效益。

其中，由[農田水利署](#)所轄的農田灌溉圳路遍佈於約38萬公頃土地上，幹線長度3666公里、支線長度4866公里[1]，農田灌溉用水是農業生產的重要基礎，除了提供傳統農業生產用途，水田湛水更具有涵養地下水源、調蓄暴雨洪水、保育生物多樣性及調節微氣候等生態機能，對水資源涵養及生態永續扮演重要角色，而灌溉用水所建構的農田與農村景觀也提供了休閒旅遊與文化教育的生活功能，甚至在枯旱時期扮演支援民生與公共用水的重要角色。

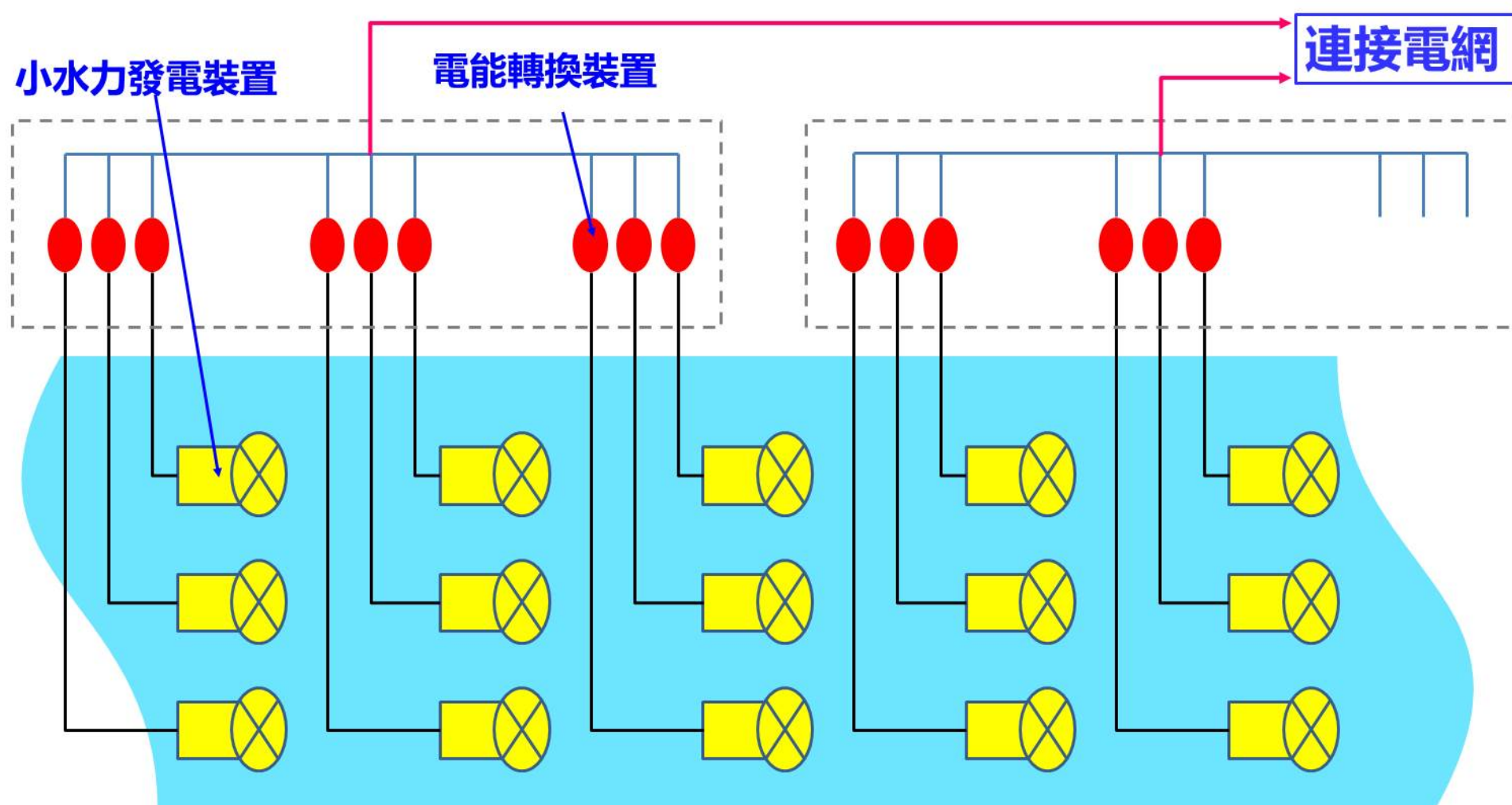


圖1 多台流速型小水力發電機組陣列整合發電。

小水力發電的優點如下：

- (1)小水力發電容量因數高(通常>40%)，每年平均運轉發電的時數長
- 在水源充足情況下，小水力發電裝置可以24小時發電，正好與太陽光電及離岸風電形成互補及互助的功能，彌補光電及風電等間歇性能源在時間及地理上的缺憾，是能源的最佳解決方案之一。
- (2)小水力發電方式具分散式能源特性
- 常見的小水力發電機組是利用水頭落差所產生的位能發電，然而具備大落差的圳路渠道地點不多且多已開發，相較於水頭落差發電方式，可以在現有農田灌溉圳路渠道上直接設置流速型小水力發電機組，將多台流速型小水力發電機組陣列整合供應，積少成多，可以充分運用農田灌溉圳路渠道所蘊藏的充沛水力能量，更具備區域分散式能源特性，得以避免大型發電機機組故障時所產生的電力危機。
- (3)促進農地、農業用水與其他資源合理與循環利用
- 將小水力發電裝置結合農業動力用電，搭配農村建設需要，可以提升農田水利設施的附加價值，促進農地、農業用水與其他資源合理與循環利用，例如，農田灌排調配水在生物多樣性生態系統中扮演著重要角色，經常形成農業水域生態系，為人工濕地之一，結合農業水域生態系設置教學場所或景觀遊憩空間，在附近的圳路上設置小水力發電裝置，由小水力發電裝置對這些教學場所進行供電，並可供給附近農業設施(如溫室花卉等)、社區公共設施(如道路路燈照明等)使用。此外，還可以在路旁設置充電站，供給農村交通電動車或觀光遊憩電動車用電所需，如此，可以形成兼具高用水效率、市場投資效益的新農田水利系統。

小水力發電依照水流能量的形式，分為：

- (1)流速型：
- 流速型小水力發電裝置無須水頭落差或極低落差，直接利用江河、小溪、灌溉溝渠等水流流經水輪機，利用水流的流速產生動能，轉動水輪機，帶動發電機運轉，將動能(機械能)轉成電能進行發電，設置地點無需攔河築壩，設置方便、工程費用低、安裝期短，更可將多台流速型小水力發電機組陣列整合產生較多之電力。

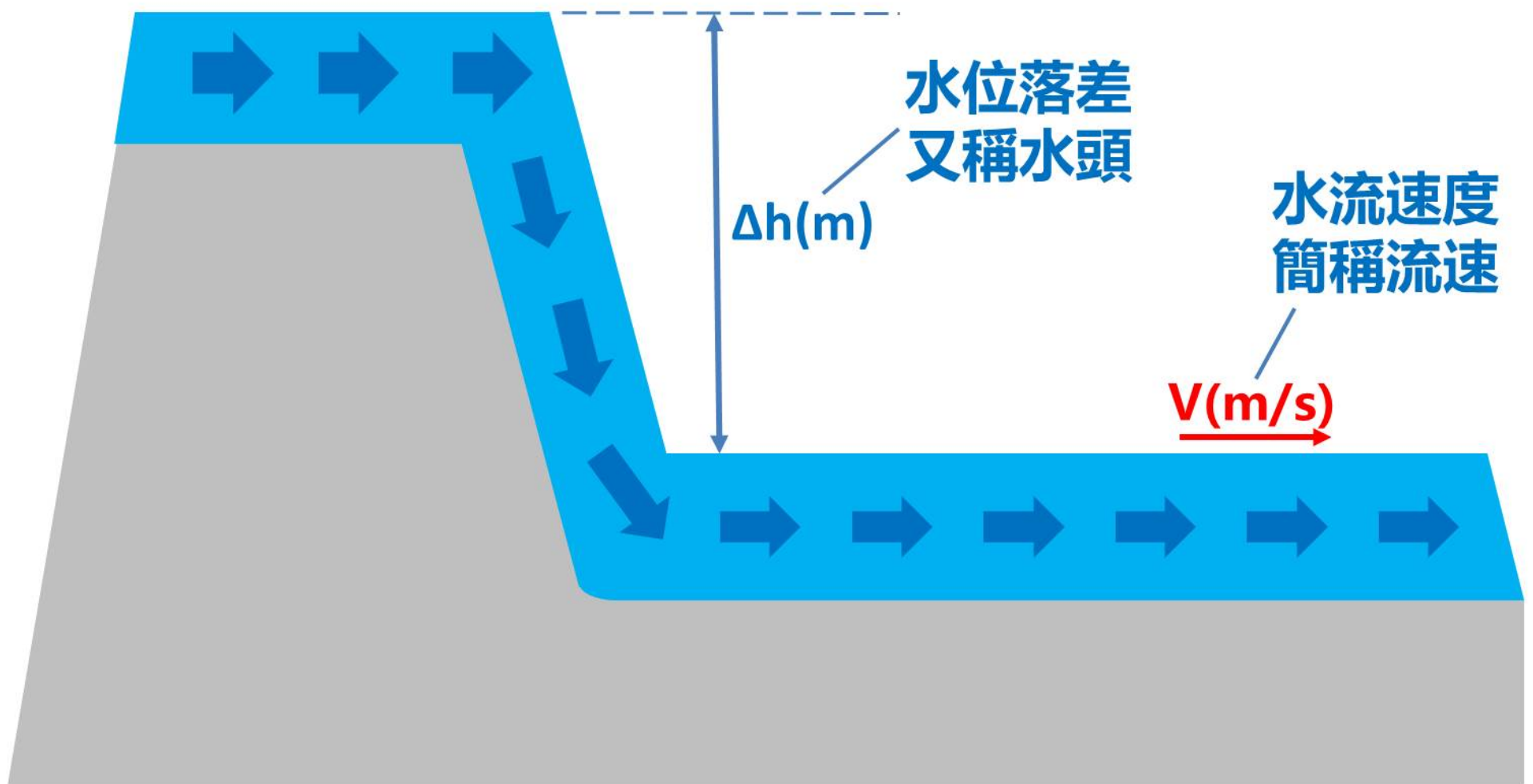


圖2 水流能量計算。

- (2)落差型：
- 落差型小水力發電原理最主要是利用地勢高低或具落差管路，高處的水往下衝，使水的位能轉成動能(機械能)，經由水輪機帶動發電機運轉，將動能轉成電能進行發電，此種方式一般工程建設費用較高，回收期長，因此發電量必須達到一定程度方具經濟效益。

小水力發電量的預估，可以按照水流能量公式計算，按照水流形式又分為：

- (1) 流速型：理論水流速度發電量 $P=1/2 \times \eta \times \rho \times A \times V^3$
- P：功率(KW)
- A：水輪機截面積(m^2)
- V：水流速(m/s)
- η ：水輪機+發電機轉換效率
- ρ ：流體密度(Kg/m^3)
- (2)落差型：理論水位落差發電量 $P = \eta \times \rho \times g \times Q \times \Delta h$
- P：功率(KW)
- η ：水輪機+發電機轉換效率

ρ ：流體密度(Kg/m³)
 g ：重力加速度(m/s²)
 Q ：流量(cms)
 Δh ：水頭垂直落差(m)

小水力發電裝置組成

小水力發電最核心的關鍵技術包含了發電機與水輪機。

1. 發電機

常用的小水力發電機包含勵磁發電機與永磁發電機，永磁發電機是最新一代的發電機技術，由於可以在極大的轉速範圍內進行發電，已漸漸取代勵磁發電機。

2. 水輪機

(1) 流速型：依據水輪機型態不同，分為螺槳式水輪發電機組、渦旋式水輪發電機組、立軸式水輪發電機組、水車型發電機組等。

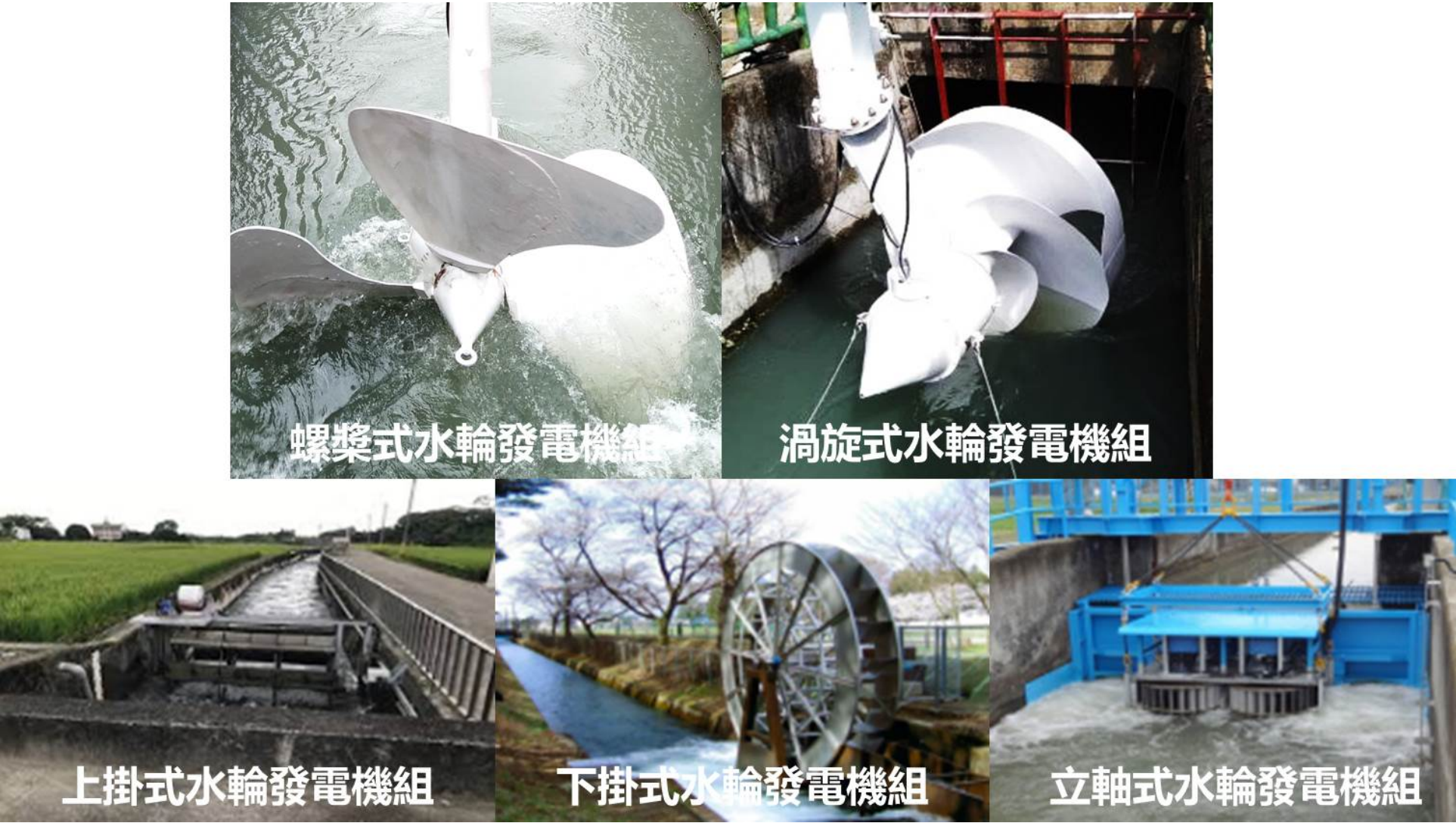


圖3 各種不同型式的流速型小水力發電裝置。

(2) 落差型：依據水輪機型態不同，分為佩爾頓水輪發電機組、豎軸卡布蘭水輪發電機組、法蘭西斯水輪發電機組、貫流式水輪發電機組、阿基米德螺旋水輪發電機組。

佩爾頓水輪發電機組



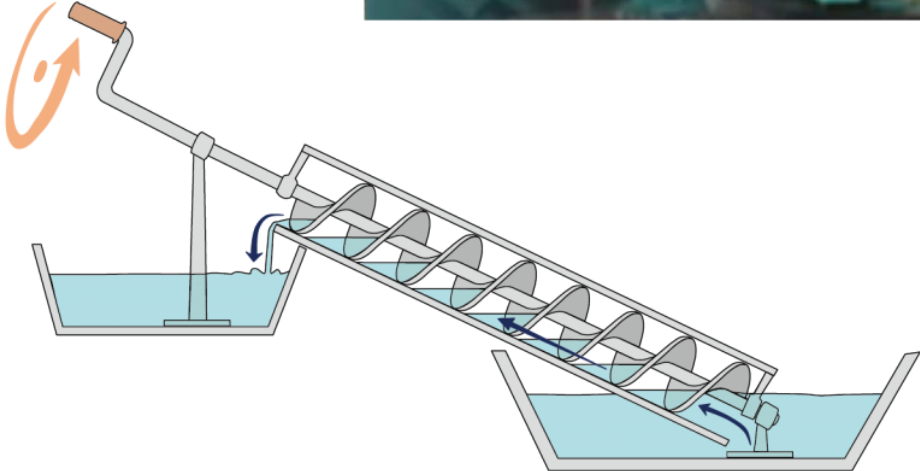
豎軸卡布蘭水輪發電機組



貫流式水輪發電機組



法蘭西斯水輪發電機組



阿基米德螺旋水輪發電機組

圖4 各種不同型式的落差型小水力發電裝置。

參考資料

- 1.此數參酌農田水利會聯合會企劃組長吳孟洋「川流式水力發電」簡報。https://www.moeaboe.gov.tw › wHandMenuFile。

讚 33 分享

回到頂

延伸閱讀

獲獎實作分享

智能陽光高腳平台

能源小常識

【3分鐘學能源】CO₂ & H₂O對地球有什麼影響

潔能講堂

[【潔能講堂】PBL工作坊 & 能源科技/政策概述](#)

獲獎實作分享

[多功能流體化床生質燃燒結合發電烹煮系統](#)

獲獎實作分享

[我家是綠能實驗屋](#)

能源小常識

[1度電的妙用](#)

潔能講堂

[【潔能講堂】電動車輛充電法規與相關標準概述](#)