

既古老又現代的 「小水力發電」





序言、行政院中部聯合服務中心 / 4
經濟部水利署 / 6



認識小水力發電

- 一、何謂小水力發電 / 9
- 二、小水力發電設備組成及原理 / 11
- 三、為何需要小水力發電 / 17
- 四、小水力發電與民生用電的關係 / 19
- 五、小水力發電的優良特性 / 25
- 六、哪裡可以設置小水力發電 / 29



台灣小水力發電概況

- 一、小水力發電的發展歷程 / 33
 - (一) 1945年以前
 - (二) 1946年~2016年
 - (三) 2016年以後 (能源轉型期)
- 二、小水力發電資源及潛能 / 42
 - (一) 小水力發電自然條件
 - (二) 小水力潛能盤查
- 三、小水力發電的進程 / 44
 - (一) 願景
 - (二) 目標

- (三) 永續能源政策
- (四) 小水力發電躉購費率與再生能源憑證
- (五) 小水力發電的產業概況
- (六) 小水力發電社區化

四、小水力發電相關行政部門 / 54

- (一) 經濟部
- (二) 行政院農委會
- (三) 內政部

五、台灣小水力發電廠實例 / 60

- (一) 台電公司各電廠已開發之小水力機組數
- (二) 能源轉型前民間併網小水力發電廠
- (三) 能源轉型期間併網小水力發電廠



國外小水力發電概況

- 一、全世界小水力發電瀏覽 / 67
- 二、日本小水力發電概況 / 72
 - (一) 小水力發電的發展與能源政策
 - (二) 日本小水力發電實例
- 三、歐洲具代表性三國小水力發電概況 / 78
 - (一) 義大利
 - (二) 瑞士
 - (三) 奧地利



序言

綠能已成為全球能源轉型趨勢，其中，太陽能 and 風電是較受到矚目的型態。我在立委任內，特別提出不能忽視水力及小水力發電的運用。我的故鄉就在南投縣魚池鄉，依傍著山明水秀的日月潭。除了風光明媚，日月潭的水力發電更是早年臺灣重要的能源供應場域。

既稱為綠能，就必須更重視對環境的保護及循環利用。水力發電運用高低差等原理使用水圳中的水力發電，又可供應灌溉、回歸河川，再者，小水力發電對環境的衝擊最小、利用率高、且投入各項設施的成本低，同時兼顧綠色、再生、性價比高等優勢，是所有綠能發電中，最具有環保與循環利用的價值。像是花蓮的清水水力發電所、立霧水力發電所都是日治時代就設立的小水力發電設施，至今使用已達百年。

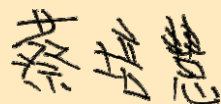
不論是日月潭、鯉魚潭水庫、集集攔河堰，都具有再開發小水力發電的潛力。讓我印象很深刻的是，后里圳可以利用約僅三坪大小的空間，就可以設置一個小水力發電設施。此外，我曾和專家學者到德國考察防洪時，同時參觀一座小水力發電廠；那座廠如同一座小木屋一樣，利用一條河水的

高低差水流就可以發電，小木屋與周遭環境融合在一起，絲毫不感到突兀。

有關民間業者反映躉購費率偏低的問題，恐影響產業界投資意願。我認為，在躉售費率上可評估調高。這一部分尚待更詳細的精算。據我所知的國際經驗，初期投入時，業者投資成本較鉅，每度電的收購費率價格會提高，隨著發電年限拉長，有些小水力發電甚至可達五十年以上，愈後面的相關成本愈低，收購價格便可隨之調降。在政策實施面來說，可做為提升投資意願的辦法之一。

臺灣具有完善的農業灌溉水利系統與多樣性的流水河川，若能充分加以運用，必能開發更多的小水力發電。日本運用橡皮壩攔水發電，又可作為調節水源的設施，也是一項可借鏡的技術和做法。總合來說，相較光電與風電，小水力發電在設備上的資源回收成本低；水循環再利用的功效高，又具有調節水源功能，是國家發展綠能不可忽視的一環。綠能發展在創能、節能、儲能以及系統整合等方面都需要國家政策及民間力量一起合作研發，方能達成能源轉型、全面再生能源的目標。我相信，透過綠能，世界將看到臺灣環保科技力的展現。因此，產業、國家、學術研究的合作落地推廣，臺灣綠能才能走向世界。

行政院中部聯合服務中心
執行長





序言

臺灣水力發電具有長久的歷史，不論二戰前日治時期的各項水力發電設施，或者戰後輕工業發展初期所建置的石門發電廠等，都對臺灣邁入現代化發展有其階段性貢獻。隨著全世界日益重視綠能的開發，水力發電再度獲得重視，尤其是對環境衝擊更小、具有高度循環利用價值與潔淨的小水力發電，已在全世界形成趨勢。臺灣自然也不例外，在未來的能源政策上，賦予小水力發電相當比重的角色。

因此，水利署除了與各中央部會及地方政府成立平台，共同推動小水力發電計畫外，同時也和台灣電力公司及民間業者透過簽訂契約的方式，在既有的水利設施上建置小水力發電設備，提升設施的多元利用價值。

雖然，小水力發電的發電量在單一規模上無法與大型水力發電相比，但其仍可與社區營造結合，並能發揮分散式發電功能，降低風險。另外，不論是過去的大型水力發電或再生能源中的太陽能光電與風力發電，其投資金額較大，且大規模開發可能對於環境造成影響，皆會影響民間企業的投資意願。然而，只要有適當的場址，加上小水力發電設備的投資金額較低，不論是民間企業、地方社團或公民團體，都可

做為發起小水力發電的主體單位，政府與民間團體可以成為良好的策略合作夥伴，共同推展與開發小水力發電事業。

本書的發行目的在於推廣小水力發電的基本概念與常識，讓更多民眾與團體瞭解小水力發電的政策目標與可應用的範圍，期盼能有更多的民間企業、地方社團以及公民團體，共同投入小水力發電產業，發揮眾志成城的力量。

經濟部水利署

署長

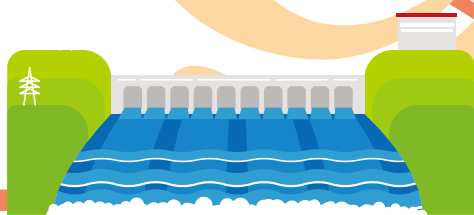
李進信



壹、認識小水力發電



一、何謂小水力發電



所謂「水力發電」就是利用水力進行發電，是以人工方法引導水流以高速度衝擊**水輪機**，帶動水輪機和發電機的旋轉，從而產生電力。何謂「**小水力發電**」呢？依據再生能源發展條例的定義，指利用圳路或既有水利設施，設置未達2萬瓩之水力發電系統。傳統電力崇尚集中式大型電廠，包括傳統的水力發電廠，例如石門水庫電廠，其裝置容量達9萬瓩；南投日月潭的明潭發電廠的裝置容量則達160.2萬瓩，則屬於抽蓄發電，均非

再生能源發展條例的定義範圍。以台灣為例，台灣地區雨量豐沛，河川及坡地陡峻，因此水力資源豐富。但由於不再興建大型水庫是全世界的趨勢，也就不再有大型水力發電廠的產生。如今政府推動再生能源政策的走向，是重視對環境友善的小而分散發電系統。

再生能源發展條例並沒有特別區分小水力發電與微水力發電，**僅統稱二萬瓩以下為小水力發電**。但一般仍會區分發電量僅100瓩以下

者為**微型水力發電**。微型水力發電因為其規模小，因此

適合裝置在較小的社區、家庭或是小型企業。

電力小常識TIPS



抽蓄發電廠又稱抽水蓄能電站，是一種特別的水力發電廠，除了像傳統水力發電廠可以利用水往低處流來發電外，還能夠在用電的離峰時段利用多餘的電力將水從下池抽往上池，待用電尖峰時段再將水往低處放流來發電，被利用作為電網的儲能。



二、小水力發電 設備組成及原理



小水力發電的主要設備大致區分為 2 種設備，一種是土木設備，包括：取水設備、清污（垃圾）設備、導水路、前池、壓力鋼管。

土木設備是由土木建設公司負責工程；一種是機械、電氣設備，包括：水輪機、發電機、控制機器、電網連結機器，如下表說明：



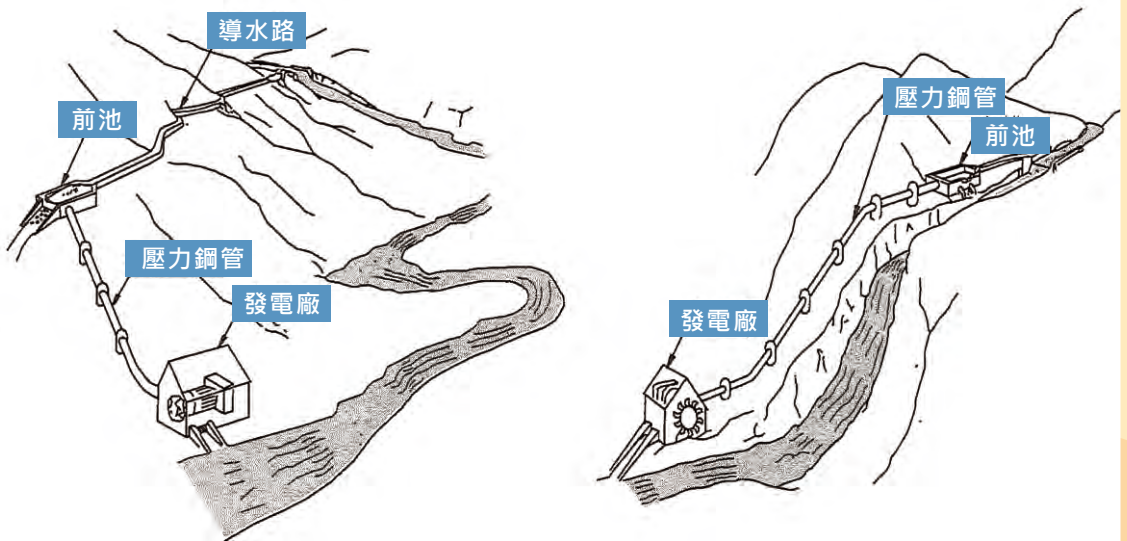
小水力發電主要設備表

類型	設備	裝置位置
土木設備	取水設備（堰堤、水庫） 清污（垃圾）設備：沈沙池、 除污機	取水口
	導水路	取水口至前池、尾水路
	前池	導水路之後
	壓力鋼管	連接前池與水輪機
機械、電氣設備	水輪機 發電機 控制機器 電網連接機器 發電站廠房	發電站廠房

其中，我們以導水路與水輪機來做詳細說明：導水路與壓力鋼管的差別在於，導水路是將所取到的水僅僅利用緩坡降來導流的水路，而壓力管路則是在空氣不進入內部的狀態下，在管路中

送水，因此，管路內部會受到非常大的水壓。壓力鋼管須從通水量與流速來選用具適當管徑與耐壓力性能的產品。下圖標示導水路與壓力管路在建設上的不同之處。

導水路與壓力鋼管的建設位置圖



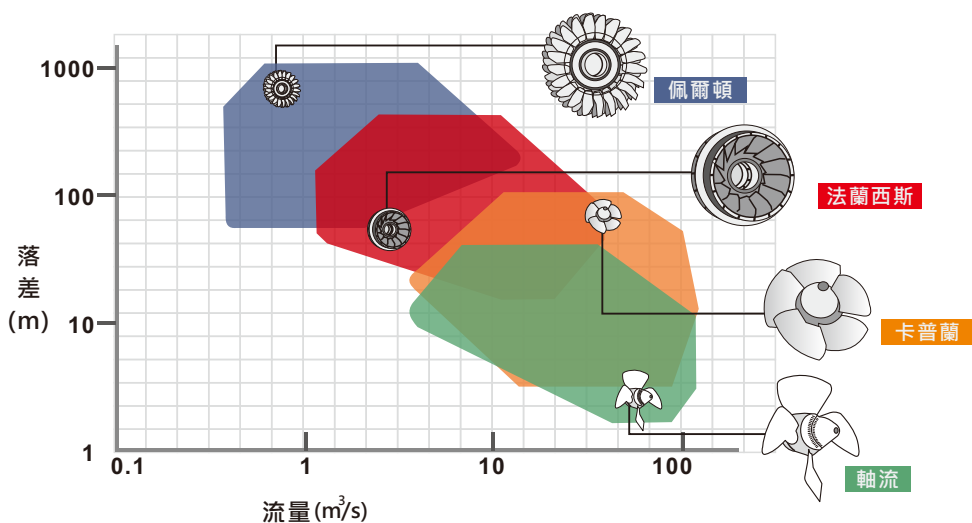
(圖片來源：日本「全國小水力利用推進協議會」提供)

水輪機是小水力發電的核心設備，藉由水流的位能及動能來讓水輪轉動及發電機來發電。簡單分類水輪機可分兩大類，就是水頭型（位能、落差為主）及流速型（動能、流量為主）水輪機。依此特性就有不同設計的水輪機，如：佩爾頓、法蘭西斯、卡普蘭水輪機...等，全部種類約數十種。

而要如何選擇適用的水輪機，可參考以下的水輪機

選定圖來參考，圖中縱坐標為落差（公尺），橫坐標為流量（每秒立方公尺）。最上方為高落差低流量適用的水輪機，反之，最下方為高流量低落差適用之水輪機。

小水力發電的主要設施與建設，含括土木、機械、電機等跨領域行業，因此小水力發電設施建造，有賴這些相關產業的投入與整合才能建造完成。



(資料來源：社團法人臺灣環境公義協會提供)

在此，讓我們再詳細說明水頭型及流速型小水力發電的原理。水頭型小水力發電是利用水利設施上、下游水位落差，形成位能，使水自高處往低處流動來發電，這個落差便稱為「水頭」。

水頭型小水力發電為得到足夠發電的水頭，主要是從自然河道、圳渠等設置堰堤及進水口取水，經由導水路將水引到前池，並需具有足以讓水可緩慢流動的坡度

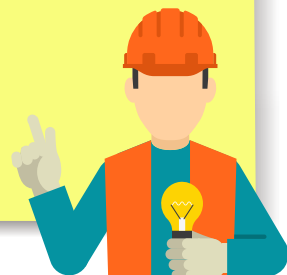
；而暫留在前池中的水，再透過壓力鋼管引流衝擊發電站內的水輪機葉片，以帶動水輪機的轉動，水輪機再帶動相連結的發電機轉動而產生電力；發電後的尾水再經由尾水路排回下游河道。

由以下的示意圖就可以看出水頭型小水力發電的建設原理，也可以看出水頭型小水力發電需要較多的土木建設。

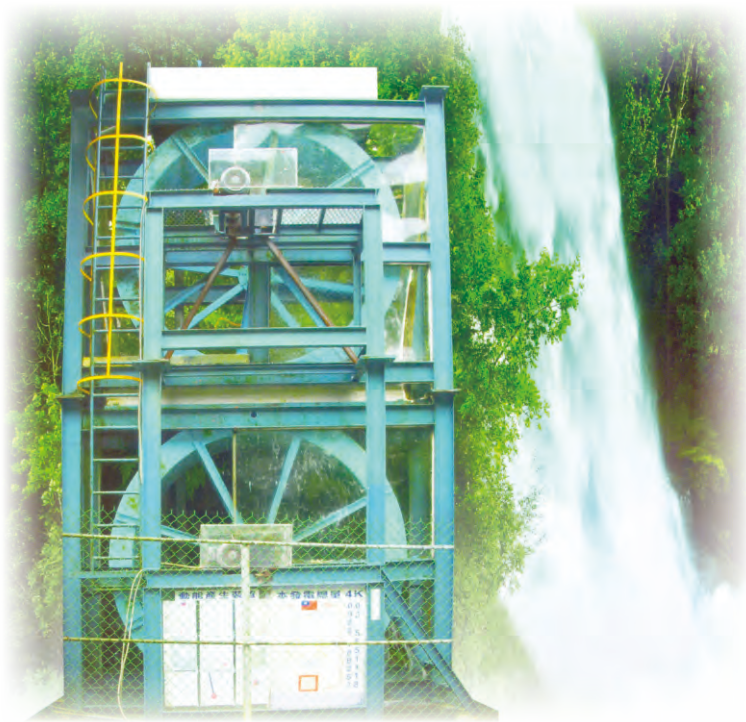
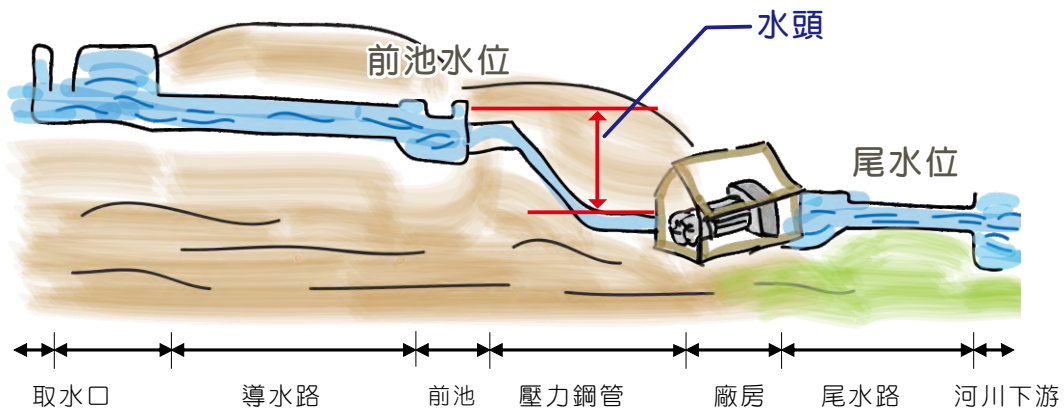
電力小常識TIPS

頭水：電廠上游未利用來發電的水。

尾水：電廠發電過後而放流出來的水



水頭型小水力發電站示意圖(剖面圖)



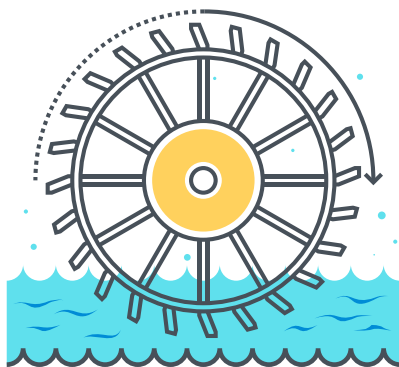
(新竹縣尖石鄉天然谷水頭型小水力發電機組 - 圖片來源：林獻銘提供)

流速型小水力發電係利用渠道或圳路下降坡度形成「流速」，以水流動力衝擊水輪機帶動發電機產生電力，圳路所開發的微型水力發電則多屬此型態。

流速型微水力發電的設施相對簡單，主要包括攔污柵、水輪機、發電機、控制機器及儲能設備（電池）等。一般而言，因為微水力發

電會將水輪機（或水車）直接設置於渠道內，整個發電系統以機械、電機等設備為主，所以土木設施相對較少。而單一組的發電機組之發電量較小，所以常以電池儲能方式來保存及運用產出之電力，機組數量多時才會考量連結電網。

流速型小水力發電 示意圖



← (水流方向)



(雲林縣林內圳微水力機組 - 圖片來源：洪正中提供)

三、為何需要 小水力發電



小水力發電廠因可以配合儲能及獨立微電網系統，所以可設置在偏遠地區，及供電系統較難到達的偏鄉地區，或因成本偏高而未連結台灣電力公司電網的地區。

此外，相對於傳統築壩、闢建水路的巨大工程及廣大的儲水淹沒區，造成環境很大的改變，小水力發電廠一般僅會有極小型的堰堤或土堤，以及簡易發電廠房等設施的土建工程，因此小水力發電被認為比其一般大型水力發電設施，對於環境影

響來得更小、更友善，大幅減少了能源生產對環境的破壞。

過去小水力發電的發展較不普遍，主要是因設置及發電成本不符經濟效益，以及供電範圍受到限制。後來因為 2011 年日本福島核電廠發生 311 核災的重創引起的廢核省思，加上分散風險的需求及燃煤火力發電廠造成碳排放嚴重空污的問題...等，使綠能受到各國政府重視，因而小水力發電也重新受到重視。

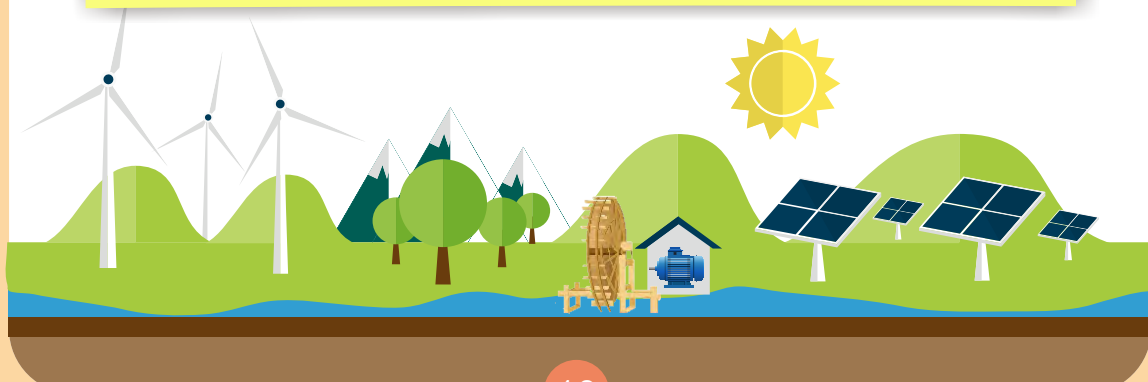
除了上述原因外，其實小水力或微水力發電系統如果建置得當，也能產生相當效益。例如，台灣電力公司曾在花蓮立霧電廠建置第一座微水力發電機組，發電裝置容量僅5瓩，只供電廠內部使用，但因利用汰換的舊馬達及原本就有的冷卻水消

能池高低落差，建置費用未超過20萬元，5年內就有可能回收，而設備卻可使用20年以上，接下來15年，每年都約有4萬元的發電價值，以此說明，不因小而不為，此外，對地方也有創能及創造經濟價值的機會。

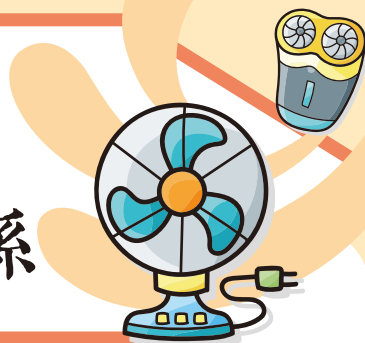
電力小常識TIPS



綠能：又稱綠色能源（Green Energy）、潔淨能源、再生能源，對環境相對友善且減低溫室氣體排放，能夠藉由大自然的循環來產生源源不絕的永續性能源，簡單來說只要是不會造成環境污染的能源就是綠能，如水力能、太陽能、風能及地熱能等。



四、小水力發電與民生用電的關係



要了解小水力發電與民生用電有什麼關聯之前，必須先從「電怎麼產生的？」、「電是怎麼運送到家中？」、「一般家庭用電情況」來開始談起，才能進階分析小水發電如何運用於民生用電上。

(一) 電怎麼產生的？

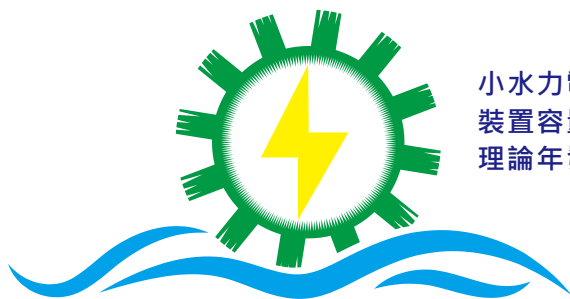
電力系統中，可分為三大系統，分別是發電系統、輸供電系統、配電系統。電的源頭來自於發電系統中的發電廠，例如：核能、水力能、火力能...等的大型發電

廠；及還有利用太陽能、風能、小水力...等的中、小型發電廠。

電廠全力發電的最大值一般稱為裝置容量，以一座裝置容量為1MW(1,000瓩)的小水力發電廠為例，理論上，一整年如果都能滿載發電，一年的總發電量應該為876萬度(=1,000瓩×365天×24小時)。而電廠的發電量會受到環境因素影響，因此，實際發電的比例稱之為容量因子，以小水力發電為例，會受到水量、水位

及停水維修...等影響，導致發電量減少。在小水力發電系統中，自來水管路等用水穩定之環境的容量因子較高。灌溉圳路次之，配合尖峰發電的調整池式小水力發電系統則更次之，容量因子常受用水目的、水量豐枯型態

及電廠裝置容量的影響而差異性大，容量因子大致分佈在80%~20%，以容量因子為50%的1MW小水力發電廠為例，一年發電量約876萬度 \times 50%=438萬度，每月平均即可發電36.5萬度。



小水力電廠
裝置容量：1MW(1,000瓩)
理論年發電量：876萬度



用水不穩定環境
容量因子50%
年發電量：
 $876\text{萬度}\times 50\%=438\text{萬度}$



用水穩定環境
容量因子80%
年發電量：
 $876\text{萬度}\times 80\%=700.8\text{萬度}$

(圖片來源：經濟部水利署提供)

電力小常識TIPS



電器在單位時間內所消耗的電量，其單位為「瓦特」(Watt)簡稱「瓦」(W)。
kW代表「千瓦」，簡寫為「瓩」；
MW代表「百萬瓦」，也就等於1,000瓩；
GW則代表10億瓦，等於100萬kW，也等於1,000MW。

電力小常識TIPS

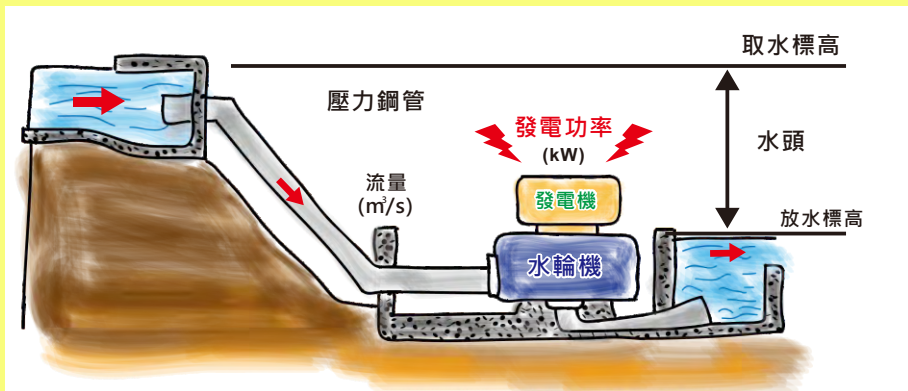


小水力發電的發電功率計算公式：

小水力發電功率主要由水頭及水量決定

發電功率(kW)=9.8(重力加速度)x流量(m³/s)x水頭(m)x綜合效率(%)

綜合效率：(水輪機效率x發電機效率)



（二）電是怎麼運送到家中？

輸供電系統就是藉由電網及變電所將電廠產生出來的電力，根據不同目標用戶的需求（例如科學區、工業區、高鐵等工業用電用戶與一般商家與住家），進行相對應的處理（變頻、變壓）後，再供應給用戶。

因為小水力發電所產生的電量較少，除了選擇「併網」的方式連接台灣電力公司的電網進行供電外，而也可以安裝變頻器來調整電壓，直接連上在地的電力線路，提供給當地的設備使用。

電網是由變電所、輸電鐵塔、輸電線、配電等串、併聯而形成，供應家庭及工業等用電需求，電廠所產出的電力是動態存在而無法保存，所以電網內耗用多少電力，電網內就必需要同時產出多少電力，也就是說耗用電力（包含電力輸送電力損失）與產出電力需要在微小誤差範圍內時時刻刻平衡。那麼電網內如何電力調度取得電力平衡呢？簡單來說，電網內的電力會比耗電力大一些，多出的電力則以抽蓄及電池等儲能方式儲存或者消耗掉，以達到電力平衡。

電力小常識TIPS



併網是電廠將生產的電連接到電網中送電給用戶。

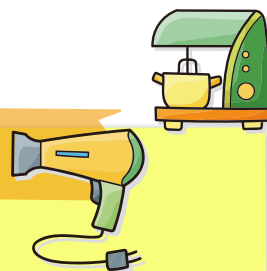
(三) 一般家庭用電情況

通常家庭電器用電量，以「度」(kWh)為計算單位，1度電代表耗電功率為1瓩的電器連續用電1小時(簡寫為1瓩·小時)。例如，一台耗電功率10瓦的小夜燈，連續用電1,000小時，代表共耗電10,000瓦·小時，也就是10瓩·小時，亦即用了10度電。另假設一台立扇標示的總額定耗電功率為66瓦，若是連續使用了24小時，所使用的電量為66瓦×24小時=1.584瓩·

小時；若持續不間斷的使用整個月，則當月這台立扇的使用度量等於1.584瓩·小時×30日=47.52度。常用小家電約略的耗電功率，電燈約60瓦、果汁機約210瓦、電風扇約66瓦、電視機約73-150瓦...等。

一戶家庭的用電量以台灣為例，統計2020年的住宅用戶每個月平均用電量為222度~405度，隨季節變化，夏季天氣熱時用電量最高，每年用電量也在增長中，

電力小常識TIPS



1度電 (kWh)

=1瓩 (1,000W) 的電器 x 連續使用1小時(h)

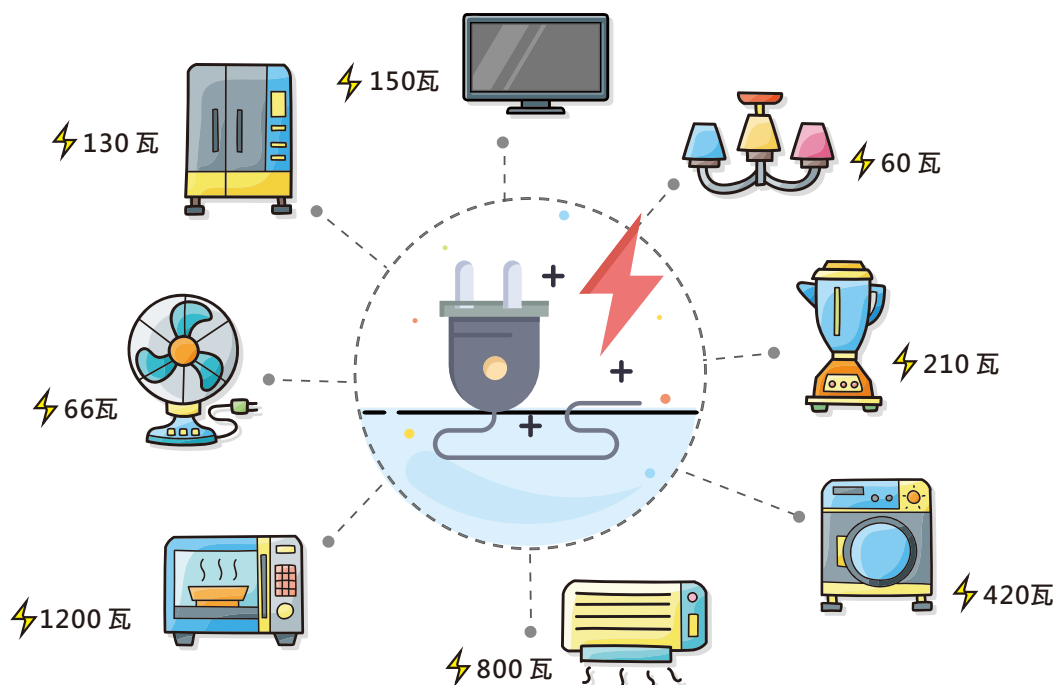
=1瓩·小時

每戶用電需以裝置容量約為0.6kW~1kW的小水力發電廠來供應電力需求。

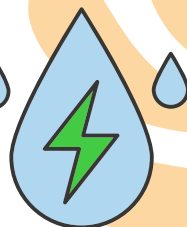
(四) 小水力發電如何運用到民生用電上

因為只要有水流就能運用來發電的特性，小水力發電可以設置的範圍很廣，從農用灌溉渠道、社區中的小

圳到大樓循環水...等，這些都是可以設置小水力發電的區域，而因為產生出來的電可以在地直接使用之特性，所以很多的民生案例中，大多是直接供應公用設施的電燈、電扇或電視...等設備的用電，對社區而言可以省下不少公設之電費。



五、小水力發電的優良特性



台灣地區自產能源貧乏，所以大量依賴國外進口能源，每年約98%的能源購自國外。而台灣得天獨厚的地理環境，山區含水量豐沛，再加上水力發電為潔淨的自產能源，配合能源多元化及節能減碳政策，除供應電力

系統的電力需求（亦稱負載）外，還可減低對進口能源依賴度，並達到抑制二氧化碳排放，迎合全世界氣候變化綱要公約之要求。水力發電計畫之減碳效益顯著，且建置電廠對地方經濟發展及增加就業均具有實質效益。

電力小常識TIPS

負載是指在電網中各種消耗電力之元件，是相對於電源的存在。

EX:

電廠(電源) <---> 家庭用電、工業用電等(負載)

電池(電源) <---> 燈泡(負載)



此外，針對小水力發電相較於其他主要再生能源，尚有其它的優良特性，敘述如下：

(一) 電廠運轉壽齡長

不管大型或小型水力發電，皆有水力發電機組壽齡長之特性，以台灣為例，水

力發電廠設置或更新超過50年仍在運轉中的電廠已有25座以上，其中大甲溪發電廠后里機組（原稱后里發電所）已運轉超過百年，國外運轉超過百年電廠更不在少數。下表所示為台灣早期所興建的小水力發電廠：

台灣早期興建的小水力發電廠

電廠	商轉年份	電廠	商轉年份	電廠	商轉年份
小粗坑*	1909	清水	1939	銅門	1955
竹門(竹仔門)*	1909	圓山	1941	霧社	1957
后里	1911	桂山(新龜山)	1941	龍澗	1959
六龜(土壠彎)*	1917	初英	1941	谷關*	1961
北山*	1921	溪口*	1941	石門	1964
社寮*	1922	萬大	1943	榕樹	1967
天埤	1922	烏來	1950	青山*	1971
濁水*	1923	東興	1950	曾文	1973
大觀一廠*(門牌潭)	1934	立霧	1951	德基	1974
鉅工(水裏坑)	1937	天輪	1952	義興	1983

(資料來源：台灣電力公司。*為更新過機組之電廠)

(二) 電廠運轉穩定且發電時間長

由於再生能源中的太陽能及風能都受天氣限制產生了發電不穩定的情況，而隨著綠能在電網中比例提高，前述的不穩定性及間歇性會對電網系統調控增加複雜性。而小水力發電廠的發電系統穩定，所以電力輸出波動小，再加上機組起動及停轉非常快速，運轉靈活，所以沒有間歇性問題。例如，因水流一天24小時不停歇，所以川流式小水力發電廠就可同樣的24小時運轉，相同裝

置容量的條件下，統計平均一天的發電量，小水力發電約為太陽能發電的3~5倍，因為這樣穩定發電的特性，小水力發電被視為電網中優良的基載電源。

(三) 電廠用地面積小

再生能源中的太陽能開發所需的用地大，形成用地取得的困擾，小水力發電廠在相同裝置容量的條件下所需的用地相對少很多，對土地資源珍貴的台灣而言，土地的利用效率相對高很多。

電力小常識TIPS

基載電源：可以24小時持續滿足最低用電量的基礎電源。

尖載電源：滿足尖峰用電量的機動性電源。



(四) 不會消耗用水及不影響水質

小水力發電為利用河川、渠道的水進行發電，從取水口開始到發電完畢後排放尾水的過程中，取得水流中的位能及動能等物理能，因此不會消耗水量；發電時因

不需添加物，亦不會影響水質。

以上就是小水力發電的幾項特色說明，還有許多衍生的追加效益，例如：施工時間短、對環境的影響較低、在地發電在地用電的方便性...等。



(經濟部能源局推廣小水力發電的電子海報 - 圖片來源：經濟部能源局提供)

六、哪裏可以設置小水力發電



小水力發電主要運用水的流動及高低落差帶動發電機而產生電力，因此，不僅是既有的河川、灌溉渠道等，只要具有相關特性之水力條件之場域，都同樣可以設置小水力發電機組，包括自來水系統、攔砂壩、排水系統及大型冷卻循環系統等，

都可以建置不同規模的小水力發電設施用以發電。

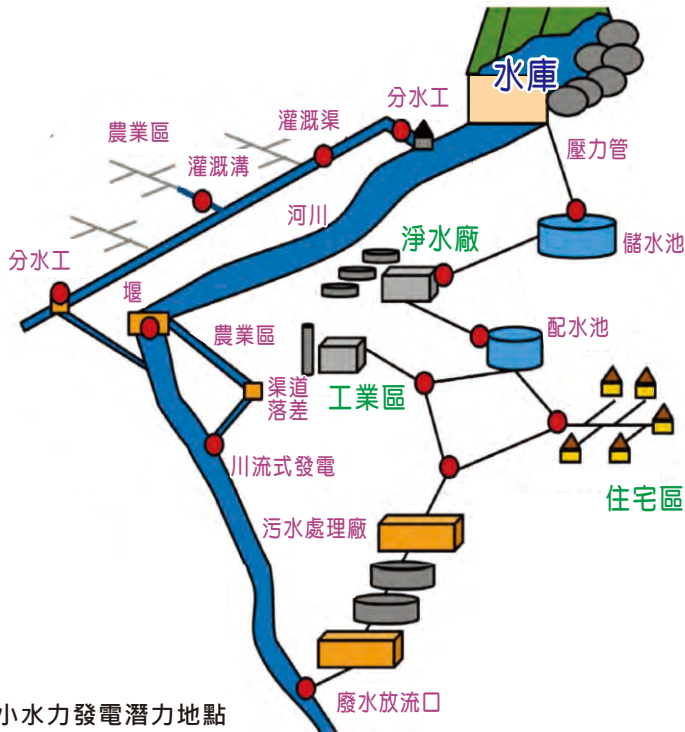
也就是說，小水力發電與中大型水力發電不同的思考概念在於，小水力發電可充分利用環境特性，在對環境影響最小的程度下建置發電系統，而不一定要依據高水頭或大流量才可以開發。



(向天圳微水力發電機組 - 圖片來源：經濟部水利署提供)



邁向全流域發電



● 可開發小水力發電潛力地點

如果我們以上圖「邁向全流域發電」的位置系統化圖示來呈現，可一目瞭然。水流是靠自然重力來流動，圖上方（高海拔）往下方（低海拔）流動。河川的左方圖示農田灌溉渠道，屬於開放型渠道（Open Channel）

；河川的右方圖示自來水系統及污水處理系統，屬於管流（Pipe Flow）。而眾多紅色的點，都是可開發小水力發電的潛力點。由此圖可讓我們認識到小水力發電真是潛力無窮。

規納「可以設置小水力發電的地點」，如下圖所示。

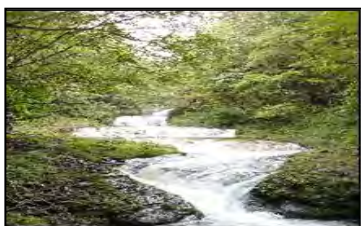


適用小水力發電的地點

農業用水



一般河川



大樓冷卻水



電廠排水



污水處理排水



防砂/治水堰堤



自來水系統



工廠排水

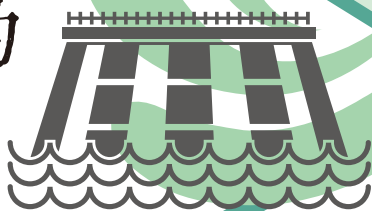




貳、台灣小水力發電概況



一、小水力發電的發展歷程



(一) 1945年以前

早在日治時期，即開始在台灣設置水力發電廠，初期電力用於照明，後期用於建設及工業，造就當時工業急速發展。依據資料顯示，自1905至1945年期間，台灣建置完成包括龜山、竹仔門、小粗坑、后里、土壠彎

、社寮、北山、天埤、濁水、三角埔、門牌潭、水裏坑、清水、圓山、溪口、初英及萬大等發電廠，這些小水力發電廠中，已有多處被列為古蹟，也有部分已另址重建或更新，列舉較為古老、具指標性及有特色的電廠如下：

台灣古老的小水力發電廠(部份)

電廠	龜山發電所	小粗坑發電所	竹仔門發電所	后里發電所
地點	台北市新店區	台北市新店區	高雄市美濃區	台中市后里區
裝置容量(瓩)	500	2,400	2,670	940
完工商轉年	1905年	1909年	1909年	1911年

1. 龜山發電所 (今稱為桂山發電廠桂山機組)



1905年於新店龜山落成的龜山發電所(原名臺北第一發電所)，裝置容量為500瓩，這是台灣第一座水力發電

廠，當時架設輸電線路送電至古亭變電所，供應台北城、大稻埕、艋舺用電，使台北成為台灣第一個有電燈的城市，1943年龜山發電所另址重建，由1941年竣工之「新龜山發電所」(今桂山發電廠桂山機組)取代。



(圖片來源：台灣電力公司提供)

2.小粗坑發電所（今稱為桂山發電廠粗坑機組）



小粗坑發電所於1909年竣工，位於龜山電廠下游之屈尺，裝置容量為2,400瓩，當年主要供應基隆、瑞芳、金瓜石、台北市等地區電力，這是台灣第二座水力發電廠。電廠具有巴洛克式建築風格，2001年獲選為「台灣十大土木史蹟」；2011年登錄為新北市歷史建築。



（圖片來源：台灣電力公司提供）

3. 竹仔門發電所 (今稱為高屏發電廠竹門機組)



(圖片來源：高雄市政府文化局提供)

竹仔門發電所於1909年竣工，位於高雄旗山美濃，裝置容量為1,960瓩，為台灣第三座水力發電廠，供應當時的打狗港（高雄港）、阿猴及台南電力，特別是支

應打狗築港工程和竹寮取水站的電力需求，可謂奠定南台灣現代化的重要基礎，與1977年與位於六龜的土壟發電廠合稱「高屏發電廠」。電廠具有巴洛克式建築風格

· 造型優美，內部發電機組更具歷史價值，1992年被列為台灣第一座「產業古蹟」。

· 2002年台灣電力公司更新機組，其裝置容量增大後為

2,670 瓩，後來電廠在2003年公告為國定古蹟，電廠以保留古蹟方式，於鄰地另建新電廠更新。



(圖片來源：高雄市政府文化局提供)

4.后里發電所 (今稱為大甲溪發電廠 后里機組)



(圖片來源：維基百科/Eric Deng提供)



(圖片來源：台灣電力公司提供)

后里發電所於1911年完工，裝置容量 940 瓩，位於大安溪左岸，在現今的后里圳示範電廠上游，供應當時的台中及彰化地區用電，奠定中台灣現代化的重要基礎。所使用的水輪發電機組營運至今已經超過100年。

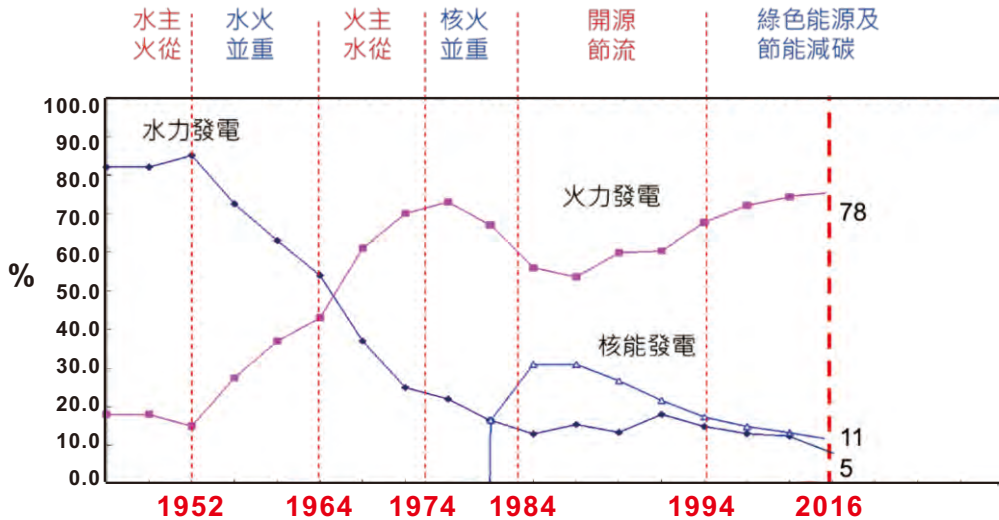
(二) 1946年~2016年

二戰結束後，台灣開始著重發展輕工業、工業，電力需求逐年成長，這時期的電力主要由台灣電力公司開發，水力發電廠（包含大、中、小型水力發電）是最大的電力來源，對當時的工業發展起了關鍵性作用，後續

的發電廠也為因應電力需求從水力發電變化到以火力發電為主；1991年代環保意識抬頭，電力開發變得較為困難，政府引進民間力量開發電力，自1946至2016年，電力發展的比重逐漸產生變化，簡單整理如下：

- 1、1946~1952年：供電以「水力發電為主，火力發電為輔」。
- 2、1953~1964年：供電以水力發電及燃煤發電為主(約各佔一半)。
- 3、1965~1974年：經濟發展迅速，水力發電開發趕不上電力需求，約77%的用電量由火力發電廠提供。
- 4、1975~1984年：精密機械產業發達，需要大量且穩定的電力，此時以核能、燃煤、燃油發電為主，水力發電及其他能源為輔。
- 5、1985~1994年：環保意識抬頭，核能、火力發電廠開發受阻，此時的水力發電開發以大型水力為主。
- 6、1994~2016年：此時電業自由化，因環境議題緣故，大型水力發電開發減緩。

2016年前主要能源(水、火、核能) 配比及消長圖



(資料來源：台灣電力公司提供)

1994年經濟部訂定「開放發電業作業要點」，允許獨立發電業以鼓勵民間參與投資公共建設。台灣電力公司配合提出「小水力電力費率」，適用範圍包括：川流式、調整池式、水庫式等小水力發電廠產出的電力，開啟了民間投入小水力發電業，期間民間依此要點共開發

了4座小水力發電廠，包括烏山頭、卑南、西口及名間等小水力發電廠。

2009年7月8日政府公告再生能源發展條例，小水力發電定義為非抽蓄式水力的川流式發電設備，指利用圳路之自然水量與落差之水力發電系統。開放具有一定落

差、具水量穩定的灌溉溝渠、水圳，由民間參與建置 2 萬瓩以下容量的小水力發電設施。

此時期小水力發電發展較慢，主要原因為以下幾點：
1. 在圳路的小水力發電規模小，開發單位成本高。
2. 多屬於低水頭型小水力發電，中、高水頭的水輪機組難以適用於小水力發電，而目前市場上的小水力發電設備類型較少也較不成熟。
3. 國內缺少小水力發電相關技術。
4. 圳路河道水流不穩定... 等其它的因素。

(三) 2016 年以後 (能源轉型期)

先前的台灣水力發電的發展主要以中、大型水力開發

為主，2016 年後開始遭遇環境的議題而推動困難，許多環保團體也對於水力開發抱持負面看法，於 2016 年我國提出能源轉型政策，推動發展低碳、潔淨之能源，在發展能源的同時要能兼顧對環境保護，其中，水力開發方面，轉為推動開發對環境友善的小水力發電。

2017 年完工的八田小水力發電廠，為台灣第一座適用符合再生能源發展條例的民間小水力發電廠。2020 年修訂再生能源發展條例，公告擴大小水力發電適用範圍，包含利用圳路或既有水利設施，設置未達 2 萬瓩之水力發電系統。

二、小水力發電 資源及潛能



(一) 小水力發電自然條件

台灣整年平均雨量約為 2,500 毫米，降雨量豐沛，但空間及時間分佈極為不均勻。山地一年平均約 3,700 毫米，平原約每年 1,800 毫米；5-10月颱風期間降雨量佔全年的78%。在地理上，北部的豐水期占65%，枯水期35%；南部為豐水期89%，枯水期11%。

在河川自然條件上，主要河川共111條。其中，中央管及跨市河川水系26條；縣(市)管河川92條。台灣地勢山高水急，容易形成發

電所需落差。另外，一般灌溉溝渠雖大多坡度較緩，但若流量大，則可開發低水頭大流量的小水力發電。台灣早年已建置了水力豐沛且規劃完善的圳路。這些優良的水力條件都是發展小水力發電的重要資源。

(二) 小水力潛能盤查

前經濟部水資源統一規劃委員會(水資會)與台灣電力公司1995年6月完成「臺灣地區水力普查總報告」，評估結果顯示，76條河川之理論水力蘊藏量達 1,173 萬瓩，相當於電力10,273億

度；而30條較重要河川之技術可行水力蘊藏量則為 504 萬瓩，相當於電力 2,015 億度。

2011年農委會委託農業工程中心辦理之「農田灌溉水路再生能源普查及潛能分析評估」，針對56條圳路作發電潛能評估，估計年發電量 1.7 億度，相當於19MW 左右。

2019年台灣電力公司對各水利單位及台灣電力公司的水利設施進行調查，大於

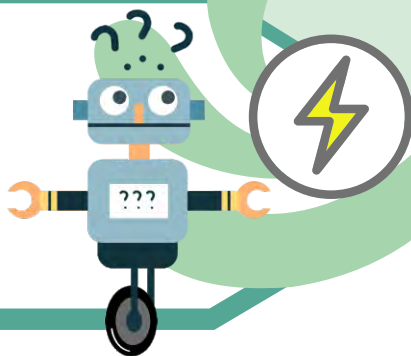
100 kW 小水力潛能場址約有26.5MW。經濟部水利署同年進行「小水力發電潛能調查及評估」，盤點國內已營運的小水力發電設施，既有河川小水力發電廠有18處，現有灌溉圳路小水力發電廠共 8 處。

尚有未列入的潛能場址，包括自來水系統、排水系統及大型冷卻循環系統等仍待進一步評估，台灣可開發的小水力資源甚為豐富。



(東部發電廠龍溪機組 - 圖片來源：台灣電力公司提供)

三、小水力發電的進程



（一）願景

為了因應全世界氣候變遷與空氣污染帶來的挑戰，2016年政府提出能源轉型政策，發展低碳、潔淨能源的轉型路徑，也將會型塑未來電力開發及使用的新面貌，為環境、經濟、產業創造嶄新的願景。

（二）目標

2025年能源轉型將以達成再生能源發電量占比20%為目標。其中小水力發電期望在2025年能達成2.15GW以上的發電裝置容量。

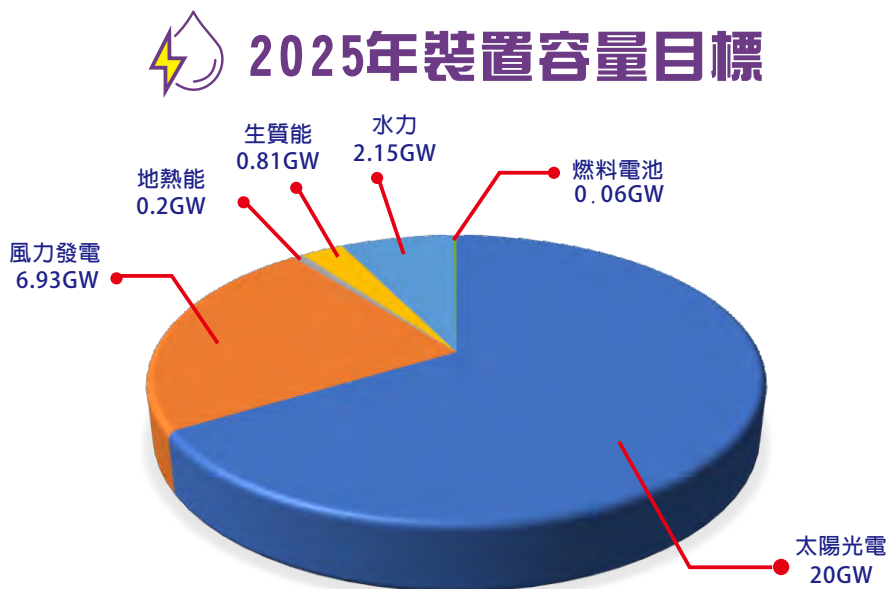
（三）永續能源政策

綜觀台灣小水力發電的發展歷程，在面對國際減碳除煤及推動再生能源等趨勢發展下，政府推動的能源轉型策略，以減煤、增氣、展綠及非核之潔淨能源發展為主要的方向，一方面要確保供應穩定，另一方面也要兼顧降低空污與減碳為目標。2008年6月5日行政院會通過「永續能源政策綱領」，宣示2025年將以達成再生能源發電量占比20%為目標；2009年時，再生能源約佔發電量3.4%，其中水力發電佔1.7%。

2009年6月12日立法院三讀通過「再生能源發展條例」，訂定再生能源發電容量獎勵總量為650萬至1千萬瓩。根據經濟部「能源轉型白皮書」規劃於2025年水力發電目標要達到2,150 MW；另外，根據經濟部能源統計月報，我國2020年度慣常水力發電累計設置量達2,093.37MW，其發電量為30.22億度，所以水力發電

尚有約57 MW的待開發目標。

雖然，相較於太陽能及風能開發，小水力發電看似比重較少，但因小水力發電之優良特性可彌補前述2種再生能源發電不穩定及開發場域少之不足，在風能、太陽能及水力能三者搭配下，再生能源將具有互補性與完備性。



(資料來源：2009年經濟部「能源轉型白皮書」)

(四) 小水力發電躉購費率 與再生能源憑證

為了達成再生能源發電量占比目標，政府提出了再生能源躉購費率及再生能源憑證 (T-REC) 兩種誘因。要知道這 2 種策略為何是誘因，必需先瞭解小水力發電廠所產出的電力要怎麼賣？首先需確認該小水力發電廠是否符合再生能源發展條例

，若符合，所產出之電力除了自用外，另可以選擇 2 種售電方式，第 1 種方式是透過併網，以躉購費率將電力賣給台灣電力公司；第 2 種是以轉供方式 (即透過電網聯結送電)，將電力及再生能源憑證一併售給有綠能需求的廠商或用電大戶。

電力小常識TIPS

不符合再生能源發展條例範圍的小水力發電廠 (如在河川上增建水堰、水壩等方式開發電廠等)，銷售電力則無法適用再生能源躉購費率，僅適用依照台灣電力公司公告之「小水力電力費率」。



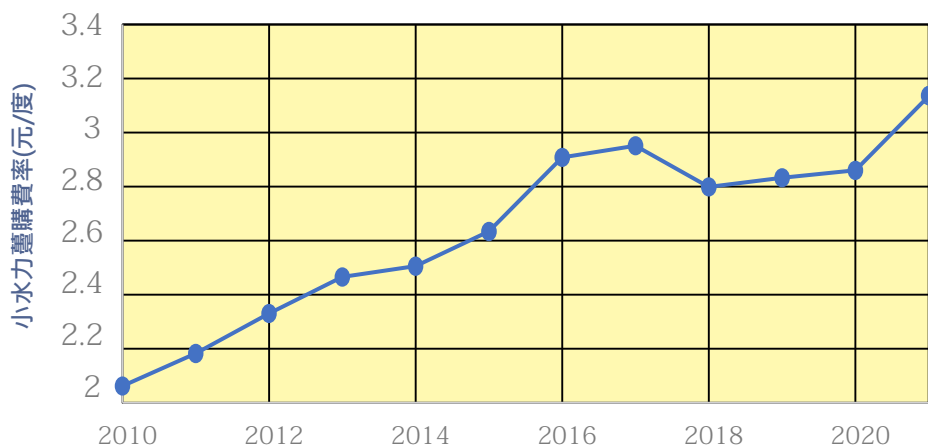
躉購 (Feed-in Tariff, FIT) 是為推廣再生能源而採用的保證收購制度，可算是發展小水力發電事業的「拉力」。躉有整批 (買賣) 的意思，躉購費率即整批一次購買之價格。與固定金額之補貼不同，再生能源的躉購價格是由政府 (經濟部) 或台灣電力公司以特定費率、在特定年限收購太陽能發電、風力發電、小水力發電

所產生的電力。

2020年經濟部公告小水力躉購費率為每度2.8599元。政府考量民間期望費率提高，配合務實檢討合理躉購費率，2021年依裝置容量訂定分級費率，1 瓩至不及 2,000 瓩者，躉購費率則為 3.1683元；2,000 瓩至 2 萬瓩者，躉購費率為2.8599元。



歷年小水力再生能源躉購費率



年度

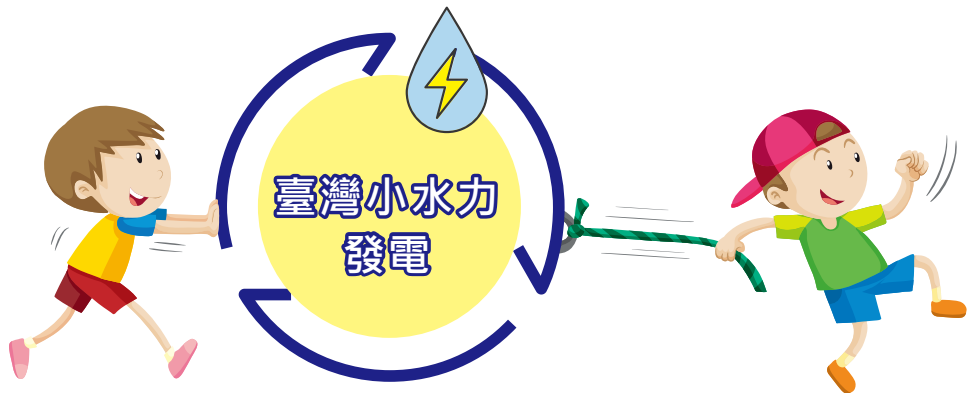
(資料來源：經濟部能源局提供)

推力

💧 再生能源憑證

拉力

💧 躉購費率



另外，再生能源憑證主要是依經濟部標準檢驗局（標準局）所制定的「再生能源憑證實施辦法」加以推動及管理，目的在促進國內綠能產業發展，以再生能源憑證買賣制度讓企業可證明所使用之電力來源為再生能源，藉此促成再生能源市場及綠色供應鏈的加速形成，因

此，再生能源憑證也可以說是推動小水力發電產業的「推力」。

再生能源憑證可說是「綠電身分證」。標準局透過再生能源發電設備查核與電量查證，每達 1,000 度綠電核發 1 張再生能源憑證，證明其生產的電力為純綠電。



(台灣再生能源憑證 - 圖片來源：國家再生能源憑證中心提供)

小水力發電業者為再生能源的賣方，產出之電力可申請再生能源憑證，證明所售電力為純綠電，將綠電與憑證轉賣給國際大廠、用電大戶等，有助於企業將產品

打入重視環保與綠色供應鏈的歐盟地區等市場。

再生能源憑證可以電證合一、或電證分離出售。也就是說，再生能源發電業者

電力小常識TIPS

再生能源憑證(RECs)常被稱為綠色標籤(Green Tags)，最早是用於再生能源配額目標的交易工具，是再生能源電力生產的證明，每張RECs通常以MWh或kWh方式計量，在憑證上會載明電力的來源類型、生產地點及生產時間。台灣的再生能源憑證由標準檢驗局所設置的國家再生能源憑證中心進行相關統籌管理考核各項再生能憑證相關推動業務。



可將綠電與憑證一起銷售給用戶；或是自發自用的發電業者的綠電自用後，也可將憑證獨立另外銷售，將能增加業者投入再生能源電力生產的誘因。

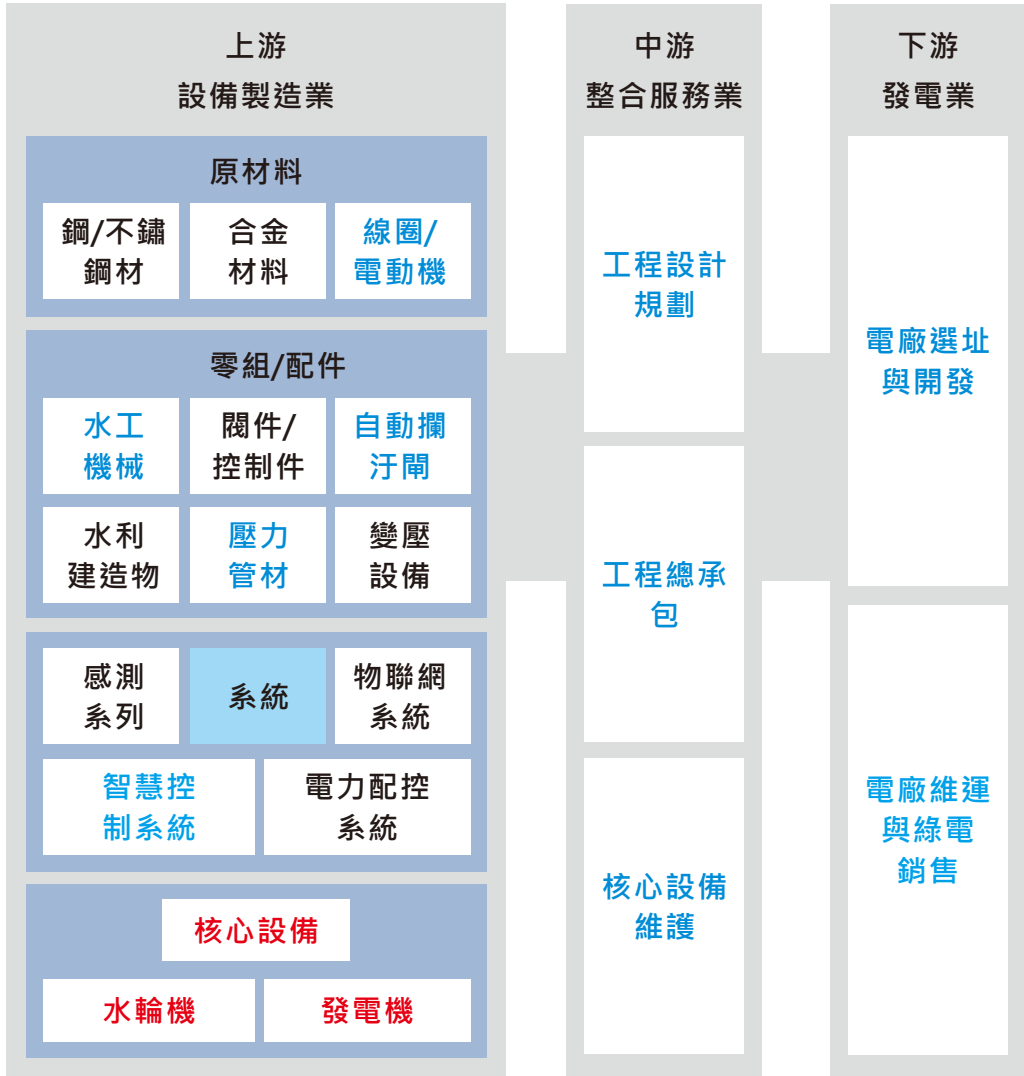
(五) 小水力發電的產業概況

小水力發電產業的形成

，主要藉由廠商投入技術、資金等，並透過政府的電力收購獎勵，以及可供小水力發電的潛能場址調查等資源，逐步帶動形成小水力發電產業，目前台灣小水力發電產業如下圖：

小水力發電產業鏈盤點 (台灣現況)

- █ 台灣不足
- █ 台灣可優化
- █ 台灣充足



(資料來源：陳谷汎提供)

（六）小水力發電社區化

社區可利用小水力發電作為當地電力來源，以降低對台灣電力公司供電的依賴，又能為社區住戶減少電費支出；也可提供在地創生經濟所需電力。社區型小水力發電可透過地方公民自發力量，找出適合發電場域，集合社區資源，共同推動小水力發電、共享電力資源。社

區小水力發電事業的經營主體，除包括民營公司以外，各地方農業產銷班、合作社、民間團體等，都可以是發展社區型小水力發電的組織，政府 2020 年底也訂定「合作社及社區公開募集設置再生能源公民電廠示範獎勵辦法」，以加速推動綠能發電社區化。



（花蓮福慧農場 微水力發電設備 - 圖片來源：台灣電力公司提供）



(花蓮福慧農場 微水力發電設備 - 圖片來源：台灣電力公司提供)

例如：2020年花蓮縣政府水保局、台灣電力公司與花蓮吉安鄉南華村農民合作，設置台灣首例農村為水利電網運用模式，運用的「川流式微水力發電設備」，最大發電量為200瓦，透過UPS不斷電系統內電瓶儲電

，可以穩定供電，這套設備每天約可發電4.8度，其產生之電力供應給農場設置、貨櫃屋改裝成的「綠能、食農教室」內電燈、電扇、電視使用，並可作為公益防災電能，成為台灣農村首例微水力電網，具有指標意義。

四、小水力發電 相關行政部門



為改善能源結構、降低溫室氣體排放並落實再生能源發電占達20%的政策目標，近年為鼓勵小水力發電，行政院各部會放寬法規，以鼓勵並促進小水力發電產業的發展。

行政院為能源政策主導機關，並督導各相關部會的落實執行。小水力發電涉及相關部會的法規與業務，分述如下：

(一) 經濟部

經濟部所轄能源局、水利署、台灣電力公司、台灣

自來水公司等，與小水力發電的發展密切相關，並落實執行能源政策，各單位業務分述如下：



經濟部能源局
Bureau of Energy,
Ministry of Economic Affairs

1. 經濟部能源局：

立法院已於2019年4月12日三讀「再生能源發展條例」部分條文修正，活化既有圳路及水利設施用於發電，將「川流式水力」修正為「小水力發電」，透過優化再生能源發展環境以及配合「綠電先行」為目標的電業



(圖片來源：林福如提供)

法，將小水力發電列進法規適用範圍，讓小型化、社區型的發電規模都有發展的法源依據；並開放業者可以在政府保證收購（躉購）制度與自由交易制度間相互轉換，讓綠電進入交易市場、強制用電大戶設置再生能源設備、儲能等修法內容，可加速民間企業加入小水力再生能源誘因。

經濟部水利署

2. 經濟部水利署

水利署掌理全國水利政策的推動，包含河川治理、

自來水事業與水資源的開發及營運，並由轄下各區河川局及水資源局管理全國許多大型的水利建設，如攔河堰、水庫或排洪隧道等，近年配合政策與各界共同合作，一同推動小水力發電的發展，也陸續合作完成多處小水力發電場址的開發及運用。



(圖片來源：龔雅娟提供)



台灣電力公司

3. 台灣電力公司

台灣最老的小水力發電廠已經超過100年，小水力發電可說是台灣再生能源的

開山祖師，自台灣電力公司接管日治時期水力發電廠，與後續開發全國水力資源，目前共有超過11座水力發電廠，總裝置容量達465萬瓩、一年貢獻發電約60億度。

在既有大水力資源多已開發後，台灣電力公司近年來也開始積極規劃投入開發裝置容量在2萬瓩以下的小型水力發電計畫，2016年首度與農田水利署合作，讓后



(圖片來源：台灣電力公司提供)

里圳小水力重新再生，隨後推動台電景山小水力計畫，並調查規劃超過10個綠能小水力潛能場址。除台灣電力公司自有大甲溪及東部等發電廠，另有水利署及地方政府所屬的堰壩；同時，台灣電力公司也努力與地方農田水利署洽談利用更多灌溉圳路開發小水力發電，積極善用寶貴水資源。

以景山小水力計畫為例，一年可發電1,400萬度，等同提供近4,000戶家庭用電。在不影響用水前提下，使用對環境友善、投資金額與維護經費少的小水力發電，已是台灣電力公司開發電力的重要模式之一。



4.自來水系統：台灣自來水公司與臺北自來水事業處

台灣自來水公司與臺北自來水事業處早年分屬台灣省與臺北市政府管轄；1998年後台灣自來水公司歸屬經濟部，臺北自來水事業處則仍屬臺北市政府轄管。

台灣自來水公司配合政府綠色能源政策，建立機制定期盤點自來水系統，多元開發並促進潔淨能源發展，



(圖片來源：台灣自來水公司提供)



以招商方式邀請優良民間廠商參與，於供水安全前提下積極推展小水力發電。台灣自來水公司已計畫利用利嘉溪至淨水場原水管段所產生之水流與水頭差，建構小水力發電設備，此計畫將作為台灣自來水公司轄區小水力再生能源開發前導，後續並將推行至各小水力發電潛能場域，以擴大整體成效。



5.經濟部標準檢驗局

訂定「再生能源憑證實施辦法」，推動我國再生能源憑證制度發展，目的在建立綠電驗證制度，推定再生

能源自由交易市場，以鼓勵民間資金投入再生能源相關產業，促進國內綠能產業發展。



(圖片來源：維基百科/Solomon203提供)



6. 國家再生能源憑證中心

國家再生能源憑證中心統籌管理考核各項再生能憑證相關推動業務，擬定國內相關憑證管理之制度、細則、驗證標準規範與追蹤與查

核等機制，建立再生能源憑證制度；再生能源之設備及電量經查驗證後，憑證可證明使用再生能源與其環境效益，並以水力發電廠作為再生能源查核示範之單位，研訂水力再生能源認證程序，並整合太陽光電、風力、水力及其他再生能源發電設備查核作業流程，建立一致性再生能源查核規範，以利後續再生能源憑證查核系統之推動。



(二) 行政院農業委員會

農委會為辦理農田水利業務，於2020年10月1日正式設立農田水利署，對小水力發電的推動也負有相當責任。農田水利署掌理的事項包括農田水利資源調查之規

劃、推動及協調以及各項有關農田水利事項等，兼負有灌溉渠道的小水力發電利用與開發之權責。

農委會為推廣小水力發電，已修訂「申請農業用地作業農業設施容許使用審查辦法」，放寬小水力發電（非抽蓄式水利設施），申請土地容許使用與農業經營結合規定。



(圖片來源：維基百科/Solomon203提供)



(三) 內政部

內政部為推廣小水力發電，已修訂有關「非都市土地使用管制規則」，對小水力發電設施加以放寬，包括農牧、林業、養殖、水利及國土保安用地等，參考原有太陽能光電及風力設備之規定，將小水力發電設施納入許可使用範圍，並限於點狀使用，其面積不得超過 660 平方公尺；且限於利用圳路或其他既有水利設施所設置，裝置容量不得超過 2 萬瓩；並不得位於特定農業區。



(圖片來源：維基百科/Chongkian提供)

五、台灣小水力發電廠實例



(一) 台灣電力公司各電廠已開發之小水力機組數

- | | |
|--------------|---------------|
| 1.大甲溪發電廠 3 部 | 5.桂山發電廠 6 部 |
| 2.明潭發電廠 3 部 | 6.高屏發電廠 3 部 |
| 3.萬大發電廠 6 部 | 7.東部發電廠 1 6 部 |
| 4.蘭陽發電廠 6 部 | |



(桂山發電廠 - 圖片來源：台灣電力公司提供)

(二) 能源轉型前民間併網小水力發電廠

電廠	名間	西口	卑南	烏山頭
地點	南投縣	台南市	台東縣	台南市
裝置容量(瓩)	16,700	11,520	1,980	8,750
完工商轉年	2007年	2007年	2004年	2002年

◎西口水力發電廠



◎烏山頭水力發電廠



(圖片來源：農田水利署嘉南管理處提供)

(三) 能源轉型期間小水力發電廠

1. 八田水力發電廠

地點：台南市官田區

計畫概述：裝置容量2,196瓩，於2017年完工運轉。



(圖片來源：農田水利署嘉南管理處提供)



(圖片來源：馬川佳 提供)

2.集集堰北岸聯絡渠道小水力發電廠（二）

地點：彰化縣二水鄉

計畫概述：裝置容量480瓩，於2020年11月完工併網。



（圖片來源：洪正中提供）

3.關山圳小水力發電廠

地點：台東縣海端鄉

計畫概述：裝置容量
1,000瓩，於2019年
11月完工運轉。

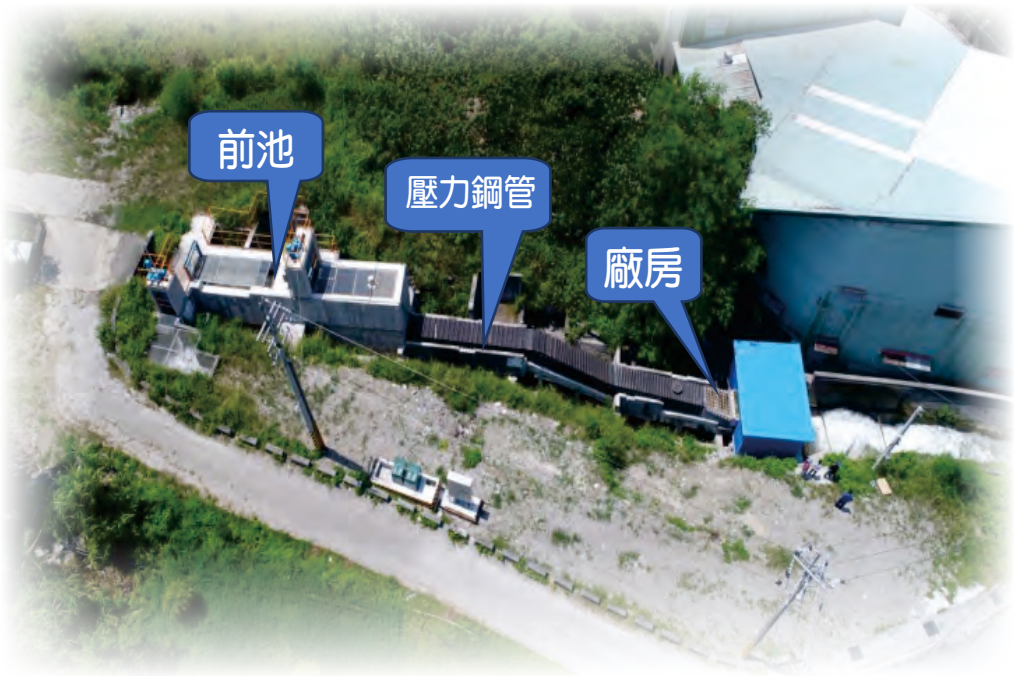


（圖片來源：農田水利署台東管理處提供）

4.玉里松浦小水力發電廠

地點：花蓮玉里太平渠

計畫概述：裝置容量80瓩，於2019年11月完工運轉。



(圖片來源：農田水利署花蓮管理處提供)

5.雲水水力發電一號機組

地點：濁水溪集集攔河堰南岸濁幹線

計畫概述：裝置容量250瓩，於2019年完工運轉。



(圖片來源：洪正中提供)



參、國外小水力發電概況



一、全世界小水力發電瀏覽



根據聯合國工業發展組織於2020年出版的「2019年全世界小型水力發電發展報告」(World Small Hydropower Development Report 2019)全世界10MW以下小水力發電之裝置容量已達78GW，相較於2013年成長了10%及2016年成長了4.7%。小水力發電佔全世界發電設備之裝置容量約為1.5%，佔全世界整體再生能源發電之裝置容量約為4.5%，10MW以下小水力發電佔整體水力發電之裝置容量約為7.5%。其中，以亞洲及歐洲地區為目前發

展速度最快的地區，亞洲地區目前擁有最高10MW以下小水力發電之裝置容量，而歐洲地區則是發展度最高，例如西歐地區已經開發約85%。除此之外，非洲地區僅有1.5%的成長率，美洲地區則有稍微下降的趨勢，小水力發展約集中在北美與南美洲地區。

世界各國小水力發電發展趨勢中，排名前六名的國家分別為中國、美國、日本、義大利、挪威及土耳其，此六國之小水力發電裝置容量占比為全世界的67%。國



2016年小水力發電裝置容量世界佔比

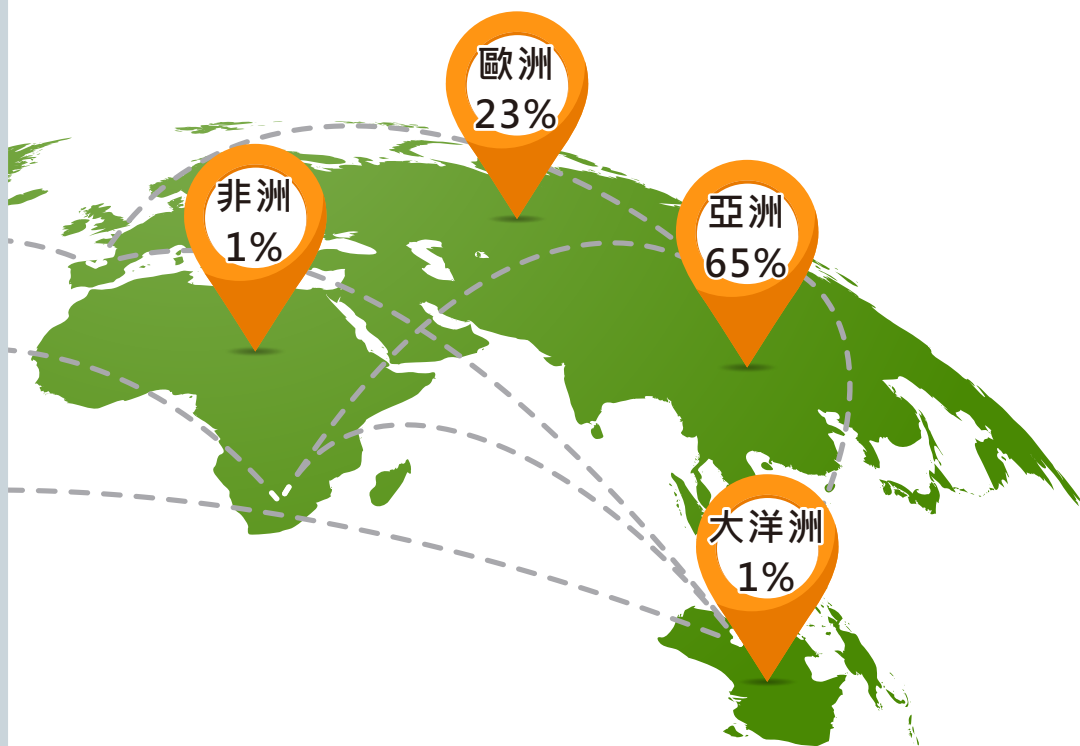
(資料來源：聯合國工業發展組織-全世界小型水力發電發展報告2016)



際間最主要推動小水力發電之策略為躉購費率制度，目前全世界共有五十個國家採用並以此制度為小水力發展之主要推動基礎。在歐洲及美洲地區，自2016年起，部分國家取消此制度而改用其他輔助方案，例如綠色憑證及電價差額補貼。但在亞

洲地區及非洲地區則有成長趨勢。

歐洲地區有較長的小水力發電發展史，整體小水力發電裝置容量達19.7 GW，可開發潛能預估37.6 GW。相較於2013年成長了10%，2019年時已經開發了約



52% 的潛能裝置容量。歐洲地區共有22個國家採用躉購費率制度來推動小水力發電。但歐洲地區也受到環境相關法規影響，且許多環保團體對於小水力發電抱持負面看法，所以也遇到了一些困境。

相較之下，在亞洲地區的小水力發電已設之裝置容量達51.1GW，目前中國為全世界小水力發電裝置容量最大的國家，推行主要的誘因為減少對化石燃料的依賴、減少能源進口及增加鄉村地區供電等。

綜觀全世界小水力發電發展進程，小水力發電已是相當成熟的通用技術，可幫各國有效提高乾淨能源的供電比例，也能推動再生能源及減少溫室氣體排放目標。

綜合全世界小水力發電發展之挑戰與困境，2019年聯合國工業發展組織「全世界小型水力發電發展報告」中提出了七項建議：

1. 進行詳細的資源盤點

各國家應對其自身的小水力發電的潛能資源展開詳細盤點及評估，以降低開發成本並鼓勵民間企業參與投資。

2. 制定適當的政策與法規

為小水力發電制定適用

的政策及獎勵措施，並為小水力發電發展設定明確目標，這些政策與措施應將與在地社區合作、水資源利用、環境及電力設施...等因素列入考量。各國政府機構也需要建立標準化的認定流程及簡化申請許可的流程。

3. 促進獲得穩定的資金來源

為幫助開發商解決前期投資額較高的困難，需要銀行提供更方便的融資方案，所以需要提高銀行機構或小額信貸機構對小水力發電的了解，藉此改善風險評估，提供更有利的貸款條件。

4. 協助小水力發電產業獲得設備與技術

設備與技術方面，可分為兩種方向來協助與推動：若國家本身具有製造及設計

技術，則應輔導相關產業導入小水力發電之專門技術；反之，在本地技術不足的國家，可以透過設立優惠關稅及減少進口稅來向國外引進設備及技術。

5.提供可靠的基礎設施

完善的電網能幫助小水力發電發展，也是吸引民間企業投資的重要關鍵因素。

6.提高本地技能及專業知識

加強本地小水力發電之

研究、建設、營運、維護...等相關技術，能幫助小水力發電產業在地化，形成自給自足之產業鏈。

7.加強國際及區域合作

要快速推廣小水力發電，最快的方式就是吸取技術成熟國家之經驗，因此國際間的相互合作就成為很重要的關鍵。技術成熟國家能夠分享的資訊包括：小水力發電新技術、融資項目、獎勵政策、氣候變遷對小水力發電之影響等相關資訊...等。



二、日本小水力發電概況



(一) 小水力發電的發展與能源政策

發展小水力發電的國家中，日本的地理條件與台灣的島國環境是最為相似，因此特別提出日本的小水力發電發展概況來做介紹。

18世紀開始，日本便學習德國、捷克、奧地利等歐洲國家開發小水力發電，直到1887年日本才建立第一座火力發電廠。只是隨著工業化進程加速，火力發電逐漸成為電力來源主流。

然而，隨著全世界興起除煤廢核的環保意識抬頭後，再生能源獲得各先進國家重視。其中，小水力發電因具有潔淨能源之優勢，且不像一般大型水力發電對環境生態造成重大影響，因此再度獲得重視。

根據日本經產省統計，日本的再生能源，從2002年通過「新能源利用特別辦法」後就開始成長；2003年導入了「可再生能源配額制」(RPS, Renewable Portfolio Standard)。2008

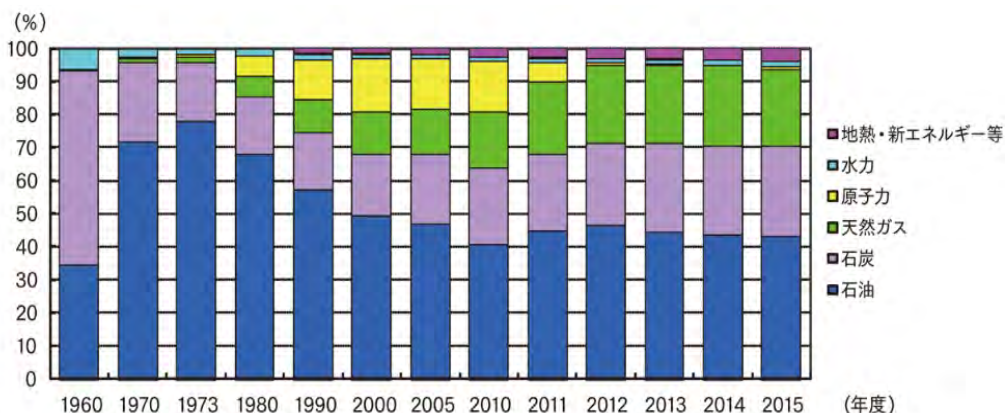
年，本法規將小於 1,000 瓩的小水力發電認定為「新能源」，並導入躉購費率制度，讓投資開發商能夠預測銷售額並能確保長期的收益，提高投資意願。日本政府環境省 2010 年左右調查了並公開了日本河川中的潛能開發位置和預測規模。

，由於小水力發電的優點，讓日本小水力發電的建構進入爆發期，並在 2012 年大幅提高躉購費率制度，來加速推展再生能源。2018 年前已完成 9.8GW 裝置容量開發，預計 2030 年將提前達到 11.7GW 國家目標，成為再生能源中最快達標的貢獻者。

2011年東日本大地震後



日本能源供給構成與自給率的演進



年度	1960	1970	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
エネルギー自給率 (%)	58.1	15.3	9.2	12.6	17.0	20.2	19.1	19.9	11.1	6.2	6.1	6.0	7.0

(資料來源：日本經濟產業省)

此外，日本政府為加速小水力發電事業發展，陸續啟動各類的配套政策：



經濟產業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

1. 經濟產業省：

分別針對不同開發營運商，提出了許多補助方案，例如：工程款、利息、評估費、設計費、研究試驗費...等。

<https://www.meti.go.jp>



環境省

Ministry of the Environment

2. 環境省：

針對民間企業提出了不同的協助方案，例如：直接投資低碳專案、低利率融資

、低碳設備租金補助...等。
<https://www.env.go.jp>

農林水產省

3. 農林水產省：

針對地方社區補助電廠設計費、偏鄉地區補助發電設備安裝費及維護費...等。

<https://www.maff.go.jp>



(二) 日本小水力發電實例



(圖片來源：經濟部水利署提供)

1. 桂川之嵐山小水力發電廠

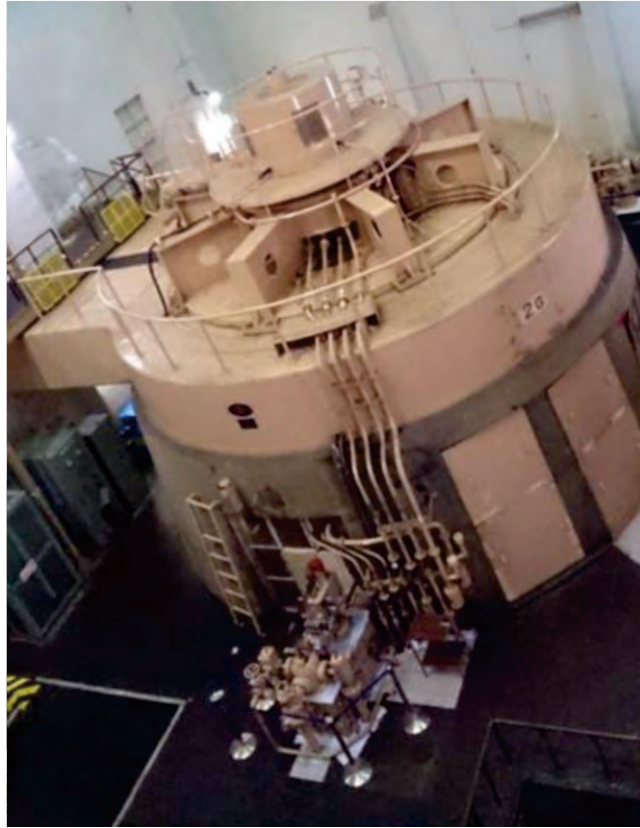
地 點：京都嵐山地區

營運單位：嵐山保勝會營

計畫概述：裝置容量 5.5 瓩，於 2019 年 11 月完工運轉。

有效水頭：1.74 公尺

設計流量：0.55 立方公尺/秒



(圖片來源：經濟部水利署提供)

2. 蹴上水力發電廠

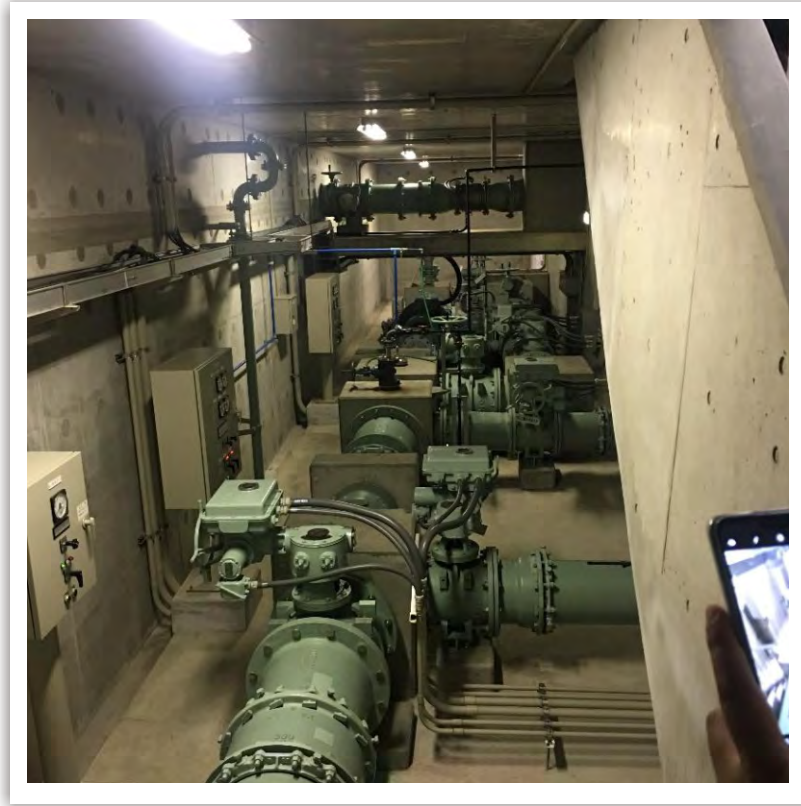
地 點：京都市左京區

營運單位：嵐山保勝會營

計畫概述：裝置容量4,500瓩，於1936年完工運轉。

有效水頭：33.74公尺

設計流量：16.7立方公尺/秒



(圖片來源：洪正中提供)

3.大宮發電廠

地 點：琦玉縣大宮區

營運單位：大宮配水場

計畫概述：裝置容量50瓩，於2011年4月完工運轉。

有效水頭：38公尺

設計流量：0.17立方公尺/秒

三、歐洲具代表性三 國小水力發電概況

歐洲許多國家十八世紀起，很早就推展小水力發電，而且，小水力發電最發達地區大多與既古老又美麗的多瑙河有關。多瑙河流經奧地利、德國、斯洛伐克、匈牙利、克羅埃西亞、塞爾維

亞、羅馬尼亞、保加利亞、摩爾多瓦、烏克蘭等十個國家，其流域更廣泛涵蓋波蘭、瑞士、捷克、義大利等。日本最早的小水力發電，即是學習奧地利、捷克等國的技術。



(一) 義大利

由於義大利70%的地形由山群組成，水力能一直以來便為一項基本且具極高價值的發電來源，但大型水力發電廠會破壞生態環境和人文景觀，近年來，義大利以推廣小型水力發電為主，包括重新整修老舊的水車和灌溉渠道，然後加上最新的發電設備，而義大利「晚郵報」報導，在阿爾卑斯山一帶共有77座小型水力發電廠加入電力合作網絡。

義大利環境保護組織所撰「市鎮再生能源報告」指出，義大利目前共有 1,021 個市鎮具有裝置容量小於 3 MW 小水力發電廠，總發電量可達 1,123 MW，滿足超過 170 萬個家庭需求的小型

水力發電廠。根據電力管理署統計，2012 年全義大利的水力發電佔再生能源發電的 45%。

(二) 瑞士

被阿爾卑斯山脈貫穿整個國土的瑞士，活用了境內充沛的高山水力資源。全國三分之二皆為高山，非常有利於水力發電發展。瑞士充分利用其水力發電客觀優勢，國內水力發電量充沛，夏季尚有餘電供應鄰國。

瑞士 2016 年的水力發電量約為 363 億度，佔該年國家總發電量的 59%，其中川流式水力發電占國家總發電量 26.9%，水庫蓄水發電量佔國家總發電量的 32.1%。

(三) 奧地利

奧國能源監管局2019年統計資料，當年奧國自產電力76%為再生能源，其中水力發電占60.2%、風力發電10.1%、生質能發電4.5%、太陽能發電1.2%。石化燃料發電占總發電量24%。在多

瑙河上，奧地利政府在其境內就設置了超過10座、裝置容量在10MW以上的「川流式」水力發電廠，加上，「水庫」水力發電廠，全國超過50座水力發電廠。



(歐洲多瑙河 圖片來源：Pexels 提供)

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

既古老又現代的小水力發電 /林元鵬總編輯

初版. -- 臺中市：經濟部水利署, 2021.06

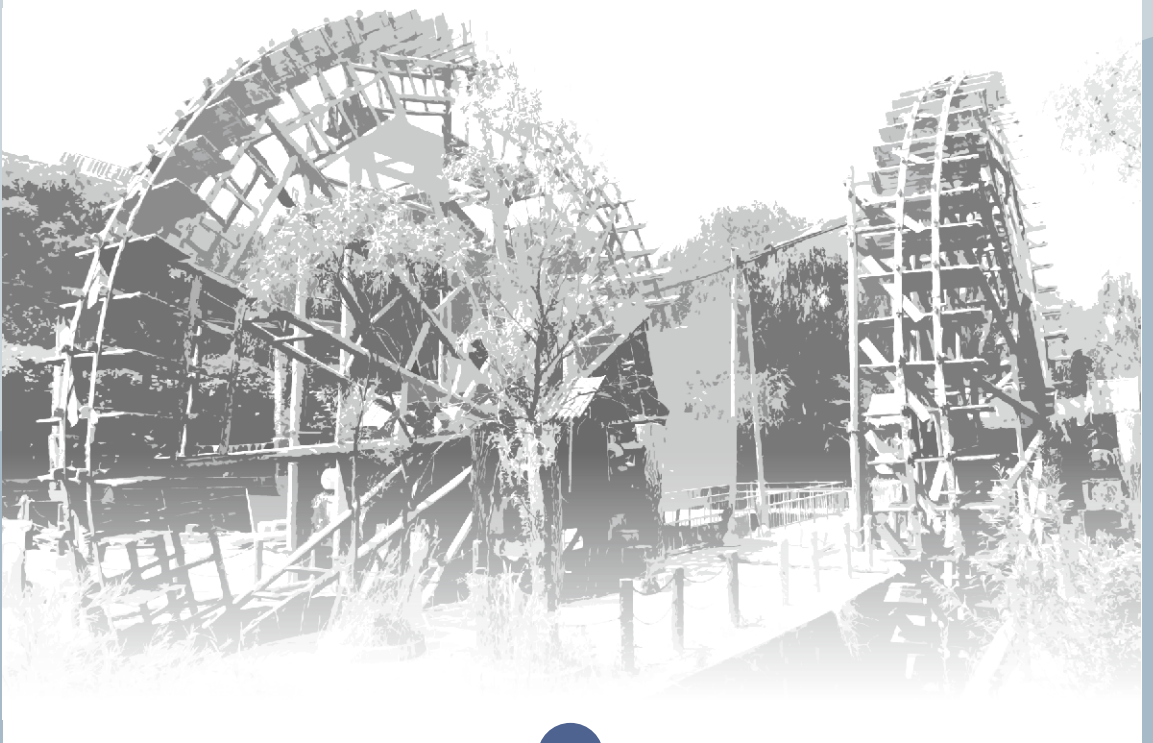
面；公分

ISBN 978-986-533-171-9(平裝)

1.水力發電

448.15

110007288



既古老又現代的小水力發電

出版機關 | 經濟部水利署

地 址 | 臺中市南屯區黎明路2段501號

電 話 | (04) 2250-1250

傳 真 | (04) 2250-1628

網 址 | <https://www.wra.gov.tw>

發 行 人 | 賴建信

副發行人 | 曹華平、王藝峰、黃宏莆

總 編 輯 | 林元鵬

執行單位 | 社團法人臺灣環境公義協會

編輯主筆 | 洪正中

編輯小組 | 劉東皋、賴融毅

出版年月 | 2021年6月

版 次 | 初版

著作權管理資訊：經濟部水利署保有所有權利，欲利用本書全部或部分內容者，需徵求經濟部水利署同字或書面授權。

聯絡資訊：經濟部水利署水源經營組

電話：(04)2250-1250

版權所有，翻印必究