小水利、微水力發電廠巡禮

穿梭微小之隙

文／鄧宗文
圖／台電卓蘭發電廠、明潭發電廠、蘭陽發電廠、牡丹水庫管理中心、南寧工程公司、鄧宗文

❶ 鯉魚潭水庫洩洪道與放水口，未來這條強勁水柱將先引至台電景山電廠發電後再排放回景山溪。
❷ 台電景山電廠豎軸法蘭西斯水輪機，因裝置容量不大，故顯得小巧精緻。

水力發電是相當古老的電力生產方式，早在 18 世紀末期，歐洲即有水力發電的利用紀錄，臺灣在光緒 31 年 (西元 1905 年) 由日本人於新店溪上游完成龜山發電所，開啓臺灣電力史的序章。從日治初期各地小水力電廠爭相出場，中後期大型水力電廠奠基工業發展基礎，直到戰後火力發電逐步取代臺灣發電重心，時過境遷，如今臺灣大型水力發電開發已相對飽和告一段落，再生能源異軍突起的時代，風力發電、太陽光電，成為耀眼的能源新星，而利用既有灌溉圳道、水庫、自來水渠道興建小型水力發電廠的風潮，也成為全新的水力發電發展方向。

台灣電力公司自民國 104 年起依據中央政府發展再生能源極大化的政策，除了加速離岸風力發電、太陽光電、地熱能等再生能源的推動外，老資格再生能源的水力發電亦不缺席，重新檢視自身所擁有的水壩、水路等評估是否有小水力發電的效益，除了與經濟部水利署中區水資源局合作，盤點臺灣中部多座既有水庫來新設小水力發電廠，許多民營企業不落人後，也在東部地區發展社區型的小 / 微水力發電廠，在這場水力發電轉型的革命中，站足一席之地，讓我們踏出家門，一同尋訪臺灣各地隱匿在鄉野間的小 / 微水力發電廠。

台電小水力先鋒—景山水力發電廠

順時針沿著臺灣繞一圈，第一站我們來到苗栗縣三義鄉鯉魚潭水庫的景山小水力發電廠，景山電廠是台電公司開始推動小水力發電以來，百花齊發的最前鋒，利用鯉魚潭水庫大壩，所形成 81.7 公尺的有效落差及 5.5CMS 的放水量，興建一座 4,013KW 的小水力發電廠，自民國 106 年 1 月 20 日台電與中區水資源局完成簽約起，景山小水力電廠如火如荼展開工程，從鯉魚潭水庫第二原水管所預留的電廠壓力鋼管盲蓋口，將水導入電廠發電後，再排放回景山溪中，預估年發電量可達到 13.886 百萬度電，不僅減碳效益 7,235 公噸，且有效利用這段落差所形成的龐大能量。

台電在施工前，也詳加調查了鯉魚潭

水庫周邊自然生態環境，將水庫周邊最常見的綠繡眼，融入到電廠一大一小的建築中，猶如母鳥帶領小鳥般，蘊含著生生不息，與水力發電川流不息的意境，除此之外，台電也規劃電廠戶外環境完善的綠美化與宣導措施，從裡到外都是實實在在的「綠電廠」，未來卓蘭發電廠預計將景山電廠規劃成絕佳再生能源教育與生態環境推廣場域。

雙綠能示範園區—明潭微水力示範區

接下來，我們來到臺灣地理中心的南投，走訪水里鄉的明潭發電廠鉅工分廠，鉅工分廠是日本人極具野心推動日月潭水力電氣工事中的第二發電廠，直到戰後初期，仍占有臺灣電力史舉足輕重的地位，不過今天我們的主角，是架設在鉅工分廠發電尾水出口的兩部微水力示範機組，明潭電廠利用鉅工分廠強勁的尾水水流，分別在民國 108 年 10 月及 109 年 2 月，裝設兩部由電廠人員自行設計、組裝，並運轉的蹺蹺板式與固定式微水力發電機，合併出力可達到 900W，達到發電後，再發電的最佳效益，並在碩大的鉅工分廠園區，設置一系列機組運轉狀態、各型水輪機介紹等解說看板。

除此之外，電廠亦利用大灣棄渣區約 2 公頃的土地，委由再生能源處架設近 1KW 的太陽光電板，預計每小時最大發電量可達 880 度電，微水力與太陽光電的結合，打造出鉅工分廠雙綠能生態教育園區，可提供水里周邊社區民眾、遊客、機關，及學校等參訪，一舉打破電廠戒備森嚴的銅牆鐵壁，讓能源議題與民眾的距離不再遙遠。

❶ 明潭微水力示範區，分別裝有蹺蹺板式與固定式兩種水力發電機，達到發電後再發電的最佳效益。（台電明潭發電廠提供）
❷ 台電明潭發電廠鉅工分廠尾水出口。（台電明潭發電廠提供）

小工程開發大發電效益—湖山與集集南二發電廠

跨過濁水溪，踏進雲林縣斗六市臺灣最年輕的湖山水庫，壩下台電施工人員正為湖山小水力發電廠一磚一瓦的興建中，與此同時加速施工的，還有北面集集攔河堰南岸進水口的集集南岸第二小水力發電廠，這兩座電廠都是台電公司與中區水資源局共同推動全臺小水力發電計畫的成果之一，起初湖山水庫興建計畫中，是沒有建設水力發電廠的規劃，不過台電公司開始規劃全臺小水力發電時，了解到湖山水庫取水塔至下游供應給臺灣自來水公司的穩壓池之間，有 54.87 公尺的落差，且相關發電會用上的輸水管線等，均已預留興建電廠的設施，等同於再既有管路上只要增加一部 1,950KW 的水輪發電機，不需耗費鉅資與時間，即可完成一座發電廠，故決定興建湖山小水力發電廠，完成後估計每年可帶來 809 萬度的無汙染水力發電。

集集攔河堰是中部地區最重要的水利設施之一，更是全臺最大的攔河堰，可想

❶❷ 正在進行地下基礎與水輪機組件安裝的集集攔河堰南岸第二跌水工發電廠。（南寧工程公司提供）

而知，攔河堰本身所擷取的水流量有多龐大，民國 90 年集集攔河堰完工啓用後，將濁水溪溪水一分為二，分別由南北岸兩邊的取水口送往彰化與雲林使用，其中北岸取水所形成的 31 公尺落差，已在民國 96 年由民間企業投入開發名間水力發電廠，而南岸取水口所形成的多座跌水工，則長期未有相關企業投入開發水力發電，適逢台電與中區水資源局盤點中部各地既有灌溉水路的水力發電潛勢，集集南岸取水擁有高達 13 座跌水工所形成的落差，或許每一座跌水工能產生的電力不多，但將它們累積起來，就有不可小覷的發電能量，經過台電的評選，落差最大的南岸第二跌水工雀屏中選，將採用國內首次引進的燈泡式水輪發電機，預計將在民國 110 年與湖山小水力發電廠一起完成。

水力發電挺進國境之南—牡丹小水力發電廠

經過長途旅程的辛勞，西部小水力發電最終站，我們來到四季皆風光明媚的恆春半島，恆春半島的山區，有座供應大恆春地區農業、觀光、民生用水的重要水庫，牡丹水庫。牡丹水庫是民國 77 年政府因應恆春的觀光與商業都將蓬勃發展，勢必有龐大的用水需求，因此擇定於牡丹鄉里仁溪、牡丹溪所匯流的四重溪上游興建牡丹水庫，同樣的，牡丹水庫早在興建之初，就沒有水力發電的設計，僅作為純供應民生用水的水庫定位存在。

但是牡丹水庫興建小水力發電廠的構想，從水庫竣工蓄水以後就一直都有計劃萌芽，民國 92 年南區水資源局曾針對牡丹水庫進行水力發電評估，但當時小水力發電仍不是能源寵兒，評估後認為發電量遠小於石門、翡翠等大型水庫的效益，因此牡丹小水力電廠首次告吹，民國 94 年 6 月牡丹小水力再度浮出檯面，卻又因為最終評估結果不具經濟效益，第二度告吹。民國 104 年是臺灣再生能源蓬勃發展的一年，牡丹小水力電廠乘著這波潮流第三度躍出水面，這回，兩次接連無疾而終的牡丹小水力電廠終於有令人振奮的結果，南區水資源局重新對牡丹水庫發展水力發電規劃，利用水庫放流到四重溪之間的閘閥室，增建一座小水力電廠，裝置容量也調整到 490KW，經過評估牡丹小水力電廠終於獲得南區水資源局首肯而決定開發，目前牡丹小水力電廠預計將在民國 110 年 9 月竣工啓用，也將原先僅到台電高屏發電廠竹門機組 (舊稱竹子門發電廠) 的臺灣水力發電版圖，一舉延伸到國境之南的恆春半島。

牡丹小水力發電廠配置圖與施工近況，將臺灣水力發電版圖一舉延伸到國境之南的恆春半島。（牡丹水庫管理中心提供）

新武呂電力泉源—關山圳水力發電廠

跨過中央山脈，映入眼前的是好山、好水、好風景的後山臺東，臺東縣是聞名全臺的農業縣市之一，孕育屢屢得獎的池上好米，歸功於新武呂溪純淨山泉水與穿梭在田埂間的灌溉圳道。關山大圳是東臺灣規模第二大的灌溉系統，自新武呂溪初來橋北側引水，經沉沙池過濾水中砂石後，流入四通八達的圳路，滋潤每一株飽滿的水稻米粒，關山大圳沉沙池與進水口間，

有約 10 公尺的落差，再加上關山大圳本身擷取新武呂溪每秒 10 立方公尺的水量，讓此地成為極具優勢的小水力發電地點。

潛藏在東部的小水力潛勢亮點，逐被發掘出來，民營企業嗅得商機，搶先在民國 105 年 10 月 7 日取得能源局同意，並已與主管圳道的臺東農田水利會完成簽約，裝置一部 800KW 的豎軸卡布蘭水輪發電機，年發電量 480 萬度，約可供 1,200 多戶家庭，關山圳發電廠在民國 108 年底與台電系統併聯，達成商轉目標，為臺東再生小水力步出新里程碑。

臺灣首部自製小水力機組—松浦小水力發電廠

離開臺東，循著花東縱谷的稻香持續北進，行經花蓮玉里鎮 193 線道的松浦米廠旁，一間小巧不起眼的鐵皮建築依附在米廠旁，它是松浦小水力發電廠，廠內裝設的是臺灣首部自行設計打造的小水力發電機組。松浦小水力發電廠利用太平渠約

❶ 關山圳小水力發電廠。
❷ 關山圳小水力發電廠發電機。
❸ 松浦小水力電廠全臺首部自製的小水力發電機組外觀。

8 公尺的高低落差進行發電，裝置容量有 80KW，每日均發電量可達到 1,000 度，年發電量約 20 萬度。

民國 107 年民營企業向能源局申請「業界能專計畫」獲得補助，以德國研發的貫流式水輪機為雛型改良微結構更加簡化、且安裝要求更低的溝渠用小水力發電機組，並與花蓮農田水利會合作，將新開發的水力發電機安裝在玉里鎮太平渠，經過財團法人農業工程研究中心及台電公司綜合研究所的水輪機組效能驗證測試，松浦小水力電廠於民國 108 年 12 月 1 日竣工啓用，成為花蓮地區第一座民營小水力發電廠。

農村水力微電網先驅—福慧農場微水力發電系統

結束玉里松浦小水力電廠的巡禮，我們向北來到吉安鄉的福慧有機農場，是花蓮農村矽谷實驗室的環境教育重鎮，農場內吉安圳的水源—木瓜溪，與台電東部發電廠轄內機組 (龍溪、龍潤、水簾、銅門、榕樹、初英) 發電的水源相同，經過上下游機組發電與沉砂過濾後，儼然形成得天獨厚的微水力發展場域，福慧有機農場早在民國 103 年就利用這條圳道，展開微水力發電實驗，發展出簡易發電應用模式，民國 107 年更有水土保持局花蓮分局的加入，但畢竟非真正專業電力技術單位與欠缺設備、技術等，形同「萬事俱備，只欠東風」。

民國 109 年 2 月台電東部發電廠利

利用吉安圳豐沛水源的福慧有機農場微水力發電系統，為臺灣首個農村微水力電網。

用早先於民國 106 年在立霧機組成功自製微水力發電機組的經驗，主動與福慧有機農場洽詢合作，在圳路上裝設兩部合計約 200W 的自製微水力發電機，每天約可發 4.8 度電，所產生的電力導入 UPS 不斷電系統中，供應福慧農場綠能教室的電燈、電扇、以及電視使用，於 9 月 24 日舉行「東部發電廠協助地方發展微水力成果發表會」，成為全臺首例成功推廣的農村水力微電網系統。

安農溪的漂浮水車—蘭陽發電廠微水力發電機組

環島小水力巡禮終於來到最後一站—台電宜蘭蘭陽發電廠，台電蘭陽發電廠分別由天埤機組與圓山機組組成，兩座電廠均是日治時期所興建的活骨董電廠，其中天埤機組發電後的尾水，更是素有三星鄉生命之河稱號安農溪的源頭，為三星地區挹注近百年的潔淨活泉。行經安農溪自行車道，我們可以注意到左手邊天埤電廠四部發電機組尾水匯流的安農溪起點，有部外型特殊的水車橫宛如漂浮在溪流中央，這部「漂浮」水力發電機，是台電蘭陽發電廠同仁集思廣益的成果。

民國 107 年 11 月台電蘭陽發電廠開始在廠區環境計畫裝置微型水力發電機組，並委請台電電源開發處同仁測量發電環境，經過評估水力發電機預計裝置在安農溪自行車道旁，電廠同仁隨即開始規劃發電機的構型、維修平台的設計等等，再利用電廠停止發電，安農溪沒水的狀態下，迅速完成維修平台架設與發電機組裝，並且為配合上游天埤機組尾水的多寡影響安農溪的水量，水輪機利用兩具玻璃纖維材質的浮艇作為支撐，猶如水輪機漂浮在水面上轉動，經過電廠人員共同努力合作下，安農溪流速型水力發電機在民國 108 年 7 月 23 日完成啓用，成為安農溪觀光自行車道上的一大綠能新亮點。

結語

環島一圈，走遍臺灣各地，親眼見證臺灣水力發電發展史的全新篇章，利用既有引水路所興建的小型 / 微型水力發電，不只更加友善環境，相對於大型水力發電所需耗費曠日廢時的施工期程，與龐大的人物力資源，其完成難度大大降低，也是促使民營企業在這波臺灣能源變革中加入的一大主因，我們眼前所看到的景山、集集南二、湖山等小水力電廠只是水力發電新章節的第一步，台電所推動的全臺第一期小水力發電計畫，桃園石圳聯通管、臺中大甲溪馬鞍後池小水力等蓄勢待發，讓小水力發電在全臺各地百花齊放。

利用浮艇漂浮在安農溪上的台電蘭陽發電廠微水力發電機組。（台電蘭陽發電廠提供）

參考資料

- 台電卓蘭發電廠、明潭發電廠、蘭陽發電廠簡報資料。
- 「漂浮發電！蘭陽發電廠流速型水力發電機組23日揭幕」，《聯合報》，民國108年7月20日
- 「台電助攻　全台首例農村微水力示範機組花蓮設置」，《中廣新聞》民國109年9月24日
- 「臺灣首部自製水力發電機組開動 玉里太平渠打先鋒」《中國時報》民國108年12月1日
- 「水資源之綠能開發-牡丹水庫小水力發電新建工程簡介」《水利署電子報》第207期 民國105年12月30日
- 《後山活水：臺東農田水利會圳路史(上)(下)》臺東農田水利會 民國109年9月

電廠開放參觀資訊

台電明潭發電廠 鉅工分廠

聯絡電話：(049)277-6605
地　　址：南投縣水里鄉鉅工村二坪路 7 號

台電蘭陽發電廠

聯絡電話：(03) 9893-854 轉 215
地　　址：宜蘭縣三星鄉天山村電力路 25 號
開放時間：週一至週五，上午 9 時至 11 時，下午 1 時 30 分至 3 時 30 分。