

南投明潭發電廠

文字 編輯部
圖片 台灣電力公司



明潭下池及尾水道。

台灣的土地面積雖然不大，但平均降雨量卻十分可觀，在世界上僅次於瑞士，以水力資源來說是相對豐富的國家。

日治時期時便充分利用這項天然資源，於1918年時開始興建「門牌潭發電所」以提供電力，但是當時資金不甚充裕，延至隔年才陸續開

工，及至1934年完工。完工時並將「門牌潭發電所」更名為「日月潭第一發電所」，其間的相關工程包括了興建水社壩、頭社壩及武界壩，興建武界壩以攔截濁水溪上游溪水，並開鑿人工引水隧道引至日月潭蓄水，發電後的尾水則被引導注入濁水溪支流水里溪。

興建工程須運送大量的材料，台灣有名的集集鐵路支線，便是為了運送發電設備及材料而建築，水社壩、頭社壩完工後的日月潭湖面面積擴大了3.18平方公里，成為7.73平方公里。二次世界大戰時日月潭第一發電所遭受飛機轟炸而損壞，發電因此停頓，光復後台灣電力公司成立，孫運璿先生奉命抵台擔任台灣電力公司的機電處長，負責修復在盟軍轟炸之下，已經千瘡百孔的台灣電力系統。孫運璿在日籍技術人員紛紛返國，手中缺人又缺料的情況下，在短短5個月內復原了台灣80%的供電系統。1948年10月，「日月潭第一發電所」更名為「大觀發電廠」。

1981年4月，明湖發電廠正式開工興建，商業運轉後交由大觀發電廠營運，稱為「大觀二廠」，原來的傳統式發電廠便稱為「大觀一廠」。

1987年台電公司鑑於日月潭天然水力資源豐沛，於是利用日月潭做為上池，在距大觀二廠下游約4公里處（即車埕附近水里溪河谷）興建另一座大壩做為下池，運用上、下池間約380公尺之落差進行抽蓄水力發電，興建完成之發電廠稱為「明潭發電廠」，並於1995年完工。

明潭發電廠管轄濁水河流域的明潭抽蓄、水里、北山、濁水等機組及鉅工分廠，目前共有11



台電人員在攔砂壩勘察。

部機組運轉發電，總裝置容量達1,666.177千瓩。其中明潭抽蓄機組完工時總裝置容量1,602千瓩，是大觀二廠的1.6倍，竣工時容量之大稱霸亞洲，且為全球第四大抽蓄發電廠，是世界上少數幾座巨型抽蓄水力發電廠之一。

日月潭提供的發電量不容小覷，在台灣光復初期便提供了台灣60%電力，目前一年的發電量高達50億度，占台灣水力發電的56%。

抽蓄水力發電為最環保的發電方式，將天然

資源加以循環再利用是它的特點，而且水庫依自然地形興建，對於生態具有保護作用，明潭抽蓄水力發電廠的進水口設於日月潭西岸，出水口設在明潭下池壩左岸，在夜間離峰時段將剩餘的電能自下池將存水抽貯於上池，至白天尖峰時段再由上池放水發電，水源並貯存於下池，如此反覆利用自然資源以達電能與位能有效轉換。

輸水路共有二條，每條包括頭水隧道、平壓塔、壓力鋼管及三條尾水隧道，發電廠的廠房設



明潭發電廠的開關場。

於下池壩左岸山腹內，所發的電經由電纜輸送至設於下池壩右岸平台的開關場，再連接345KV超高壓輸電系統，抽水時所需的電力同樣利用此輸電系統受電，目前各部機運轉均由控制大樓值班人員遙控。

抽蓄式水力發電有效地調節了尖峰及離峰時的供電量，係將離峰時段剩餘的電力轉化為尖峰時間高價值之電力，此為最佳的負載管理，也可兼顧電力品質的提升。

根據統計，深夜的用電量僅約白天的6成，所以深夜的電量常有剩餘，但白天的發電量有時仍嫌不足；抽蓄水力發電系統彷彿是一組巨大能量轉換器，可配合電力負載需求充份加以利用，不但可以降低發電成本，同時有效增加尖峰時間之供電量。

明潭發電廠是台灣最大的水力發電廠，由於有效運用日月潭水源進行抽蓄及發電，所以日月潭便成為一個有「潮汐」的內陸湖泊，更造就了「水落橋出」、「三潭印月」等特殊景觀，成為

聞名中外的著名旅遊景點。

下池水庫的水位於每日凌晨開始下降，直到當日上午尖峰用電時，日月潭上池的水才經發電運轉排放至下池水庫，下池每日的水位落差變動最大為28公尺，這樣的朝夕變化形成獨特的潮汐之美，而通往魚池舊公路有三座古老的小陸橋，在水位下降時，被淹沒於水中的小陸橋便清晰可見，於是「水落橋出」亦成為此地的特殊景觀。

至於明潭發電廠下池所形成的湖泊和日月潭、明湖共稱三潭，景色媲美杭州西湖，「三潭印月」的名稱因此不脛而走，使得假日時經常遊人如織。

明潭發電廠工程於1987年正式開工，兩年後的11月電廠成立，在1992年4月份起電廠開始並聯運轉發電，隔年12月機組便陸續商轉。商轉時電廠並未全部完工，但是充裕供應電力一向是台電的使命，所以明潭發電廠便在全力建廠與盡力供電兩項工程中努力運作；到了1995年6月，工程總算完全竣工，成為電力調度甚為倚重的水力發電廠。

興建作為「下池」的水壩呈鐮刀型，亦稱「明潭水庫」。而根據歷年水域生態調查結果發現，明潭發電廠之抽蓄運轉可增加湖水中的溶氧及透明度，並抑制了水中藻類的生長，而且水中各類微生物間的消長變化並不明顯，和一般水庫常呈優養化有極大的不同，根據中部大專院校的研究，認為台電在明潭水庫的維護上極為優秀，值得其他國家借鏡。

日月潭為明潭發電廠的「上池」，可儲存有效發電水量約15,000萬噸，明潭發電廠下池約可



明潭發電廠的過河鋼管。



鉅工分廠外觀。

儲存有效發電水量約1,200萬噸；上、下池的落差達到380公尺，所以明潭抽蓄發電廠每一噸的水，依電水比換算可以發約1度的電，可算是效率極佳的水力發電廠。

另外獲得極佳風評的是明潭發電廠運轉後，日月潭各邊坡均有良好的穩定性，歷年來即使是颱風期間亦無明顯的崩塌毀壞，顯示了台電公司在興建前的評估十分良好，且因應措施均配備齊全。

明潭發電廠本廠共有六部抽蓄機組進行運轉，裝置容量為1,602千瓩。

水里機組建於1993年，設有一部水輪發電

機，裝置容量12.8千瓩，是為川流式發電廠，水里機組最主要功用在於系統全黑時由柴油機供給水里機組輔機電源，水里機組發電後再提供6部抽蓄機組輔機電源，然後抽蓄機組再起動準備並聯。當水里機組於豪雨或颱風洪水期，因上池（日月潭）引自武界壩水量大增，所以下池水源不需抽水運轉，可直接經由水里機組發電排放；另外可以提供自來水水源，以及協助水里溪國際性泛舟活動、防汛演練，是一個多重效益的發電機組。

鉅工分廠為利用大觀一廠發電後的尾水與鈺櫃溪匯合，築堰而成調整池的蓄水發電；鉅工發



北山機組外觀。

電廠於1935年12月興工，至1937年完工，原名為「日月潭第二發電所」，民國52年時由蔣宋美齡女士取名為「鉅工發電廠」，1999年與明潭電廠合併，更名為「明潭電廠鉅工分廠」。

北山機組與濁水機組同為明潭抽蓄水力發電廠中最早興建的發電廠。北山機組原名北山坑發電廠，1919年興建，於1921年完工，為截取南港溪的水流做為發電用水，並興建堤堰，利用斷崖處50公尺落差帶動水輪機來發電。台灣光復後改稱為北山發電廠，1989年更新機組，1999年與明潭電廠合併目前為明潭電廠北山機組，係無人值班之遙控機組。在大觀一廠、鉅工電廠陸續發電

不久，因系統電力過剩，北山機組曾關閉約2年，1959年（民國48年）因為八七水災而導致北山機組的廠房受到洪水侵襲，經過2個多月的搶修才恢復所有設備。

濁水機組建於1923年，主要為提供烏山頭水庫興建用電。濁水機組原名「濁水水利發電所」，日治時期因為嘉南水利會要興建烏山頭水庫，當時由於電力不足而建立，水庫工程完工之後水利發電所仍繼續運轉，原來的舊機組於2005年12月除役，目前被雲林縣政府列為縣定古蹟，新機組則於2011年完工。

電力系統產生之電力向來無法貯藏，惟有

抽蓄水力發電方式可以貯藏電能。明潭發電廠裝設了豎軸可逆式的水輪機及發電機（抽水機及馬達），當機器正轉時便可帶動發電機發電；若要将下池的庫水抽回至上池蓄存時則改變控制使受電反轉，所以抽蓄機組能夠配合電力的負載需求使機組正轉或反轉，比起川流式發電能有效地利用天然資源。

明潭發電廠機組起動後只需5~7分鐘左右即可並聯，是一座可快速供電的電廠，由於起動快，所以明潭發電廠在連續假期以及春節時期，各機組常是並聯運轉，以備隨時因系統電力異常而做負載因應變化；就是在家休假的維修人員，都需隨時注意手機的召喚，必要時馬上進廠檢修。

其實休假時間，整體用電負載會來得輕些，

此時全電力系統各類機組除預先安排檢修外，還有近期發現異狀的機組需停檢，明潭發電廠便在這個重要時刻扮演調度的角色，即並聯中機組約半載運轉，並依系統頻率高低，即時調整負載，待機之機組如遇電力系統頻率突降（電力不足），則即時起動並聯提載，協助系統維持電力品質。

由於明潭發電廠具備調度功能，所以機組要永遠保持在最佳狀態；因此機組的維修便分為內檢與外檢兩大部分，外檢是機組外部檢查一般維護工作，內檢則要将機組內部人孔蓋完全拆開，且要把設備機組內部的水完全抽乾才能進行。

在內檢時最大的困難便是發電機動輪穴蝕的修補及封水條汰舊換新，明潭發電廠副廠長黃義士說，內檢是一種極限工作，廠內員工要趴在渦



鉅工廠房內部。



明潭發電廠的地下廠房。

殼及動輪侷限空間進行焊補，在難以迴旋的空間內不但起身困難，還要帶著焊接工具工作，經常都要趴在狹窄坑洞內連續工作數小時不能起身，工作內容更是繁瑣，穴蝕的修補先要磨平穴蝕表面，在磨平後再預熱動輪葉片表面溫度，其後的焊接速度與溫度控制更要精準拿捏，一點錯誤都犯不得，緊接著要做後熱處理的工作，所謂的後熱處理是要消除內應力，而後再進行磨修。磨修的工作要使用工作架進行修補，因此架設工作架也要在極短的時間內完成。

這項工作是在鋼管結構之狹窄空間進行，因

工作環境悶熱且係屬密閉空間，所以如何維持管坑內氣流通暢，是維修工作中的重點注意事項。

機組要能保持運轉順暢，設備巡視查對就要鉅細靡遺，當值班或巡修人員發現各類設備有異狀發生時，便應迅即做緊急應變處理，然後再聯絡維修部門檢查，較特殊的異狀則需做平行展開，也就本廠或他廠的類似設備均需列為重點查檢或巡視，以防類似事故發生。

明潭發電廠一年要大修一座機組，每次大約要100多個工作天，完工之後則要繼續為明年另一座機組大修預做準備；大修的時間固定在冬



大觀一鉅工水陸橋，是台電人員每次巡視之重點區域。

天、枯水期的時候，冬天的用電量較小，所以冬天也是最忙碌的時刻，一座機組的大修至多要動用7、80位同仁，10餘座機組大修完畢後又回到第一座機組，如此輪流以保持機組運轉順利。

維修機組難不倒電廠人員，但是巡視保護帶卻比維修機組更惱人，廖宜英經理說台電本身不具公權力，碰到濫墾的人經常讓人一個頭兩個大，巡視的人員只能規勸，在屢勸不聽下舉發是唯一的途徑，水力發電若能有乾淨的水源，相對的使發電設備不易受損，而相關單位把水源區規劃為台電的保護帶，因而必須克盡責任。

除了濫墾之外，尚需留意保護帶是否有私設

碼頭以及釣魚的情況發生。日月潭風景區中外馳名，引發出來的商機亦是無限廣大，然而為了全民電力的供給，非法行為仍是不被允許，雖然知道商業行為可以帶來民眾的福祉，但是與發電相較起來，良好的水源更勝一籌。

北山機組位於埔里國姓鄉地區，是茭白筍的產地，農民在耕作時產生的農業廢棄物經常會漂流進入機組導水路，台電人員為使漂流物不致堵塞攔污柵導致發電量驟減或雜物流入冷卻水管，而造成過濾器阻塞，甚至跳機的狀況，值班人員需在遠方隨時透過閉路電視遙控操作耙污機，清理漂流物；此遙控操作，看似簡單，其實大有學

問；操作人員需判斷進水之攔污柵底部積砂情形，而適時調整耙污機上下行程，稍不留意，嚴重時會導致傳動結構不平衡甚至將鋼索拉斷，迫使整套耙污設備停擺。

於颱風或豪大雨過後，台電其他單位人員亦如水力發電廠一樣急迫，各供電營運處會做好準備，隨時可召集維護人員在狀況發生後儘快進行搶修工作。

明潭發電廠轄區較廣，上、下池間設備繁雜且皆有其重要性，所以遇天災發生，不需主管指派，維護人員皆會自動找伴巡視轄區，因為他們深知明潭機組不能運轉，將嚴重影響電力調度，甚至發生限電危機。

談到大災害，就會聯想起九二一大地震，運轉組柯明哲經理回憶當時的情景歷歷在目，地震發生初期，柯經理（當時為股長）與賴慶良課長（當時為主辦）顧不得在三更半夜及餘震不斷的危險，只惦記著深入長達1公里內的抽蓄機組地下廠房裡有兩位值班同仁駐守著，而當時電話都不通，情況不明讓人憂心，兩人有了默契便匆匆往山下半走半跑，幸好途中搭上便車；沿途只感到持續餘震中，車子很難前行，緊接著陸續有人員加入救災行列；就在近車埕大彎處看到路坍得嚴重，大家更心急，幾經斟酌也只有試著由路旁邊坡滑下火車軌道找通路；當時還好有鐵道當行路標的，否則坍方處處，真難辨識路向，後來可說歷經萬般艱難，終於看到車埕村落，這批趕到的人員，聚在一起，在淡淡月光下，大家卻不經意地笑開了，主要是大夥兒經過一番艱辛的折騰後，那副狼狽狀可比喻為不成人形。

柯經理回憶說，眾人散去各往不同區域查勘，他則和賴課長急急進入「E橫洞」往地下廠房奔去，當時是緊張地邊喊邊叫，過一陣子後終於聽到了回音，看到忠於職守的兩人平安無事，感恩與慶幸的心情真是難以言喻，而孤獨待援的石、羅二人更是激動、幾近哽咽的和我們緊緊握手、擁抱。其實，類似遠從霧峰、埔里在地震後即刻自動設法迂迴趕往各廠區救災的感人景況還多著呢！

九二一地震後台電人員盡力搶修設備，事後統計全廠發電相關設備損失約為新台幣300萬元，所有的主要機電設備在平時盡心盡力的維修保養下完全沒有受到損壞，這樣的「成績」也是明潭發電廠最大的驕傲。

明潭發電廠102年的裝置容量1,666.177千瓩，約能提供每月720度用電戶約160萬戶家庭的電力使用，應算是厥功甚偉；而明潭發電廠協助調度功能也使得全台的電力供應更為穩定。

明潭發電廠不但妥善運用日月潭水源，也造就了一個美麗的觀光地區，人力精簡後全體員工對於如何達成順利供電更是一大挑戰，例如水土保持區多一份濫墾，發電廠就需多花一份人力來巡視保護帶，期望全民能遵守規定勿濫墾，讓青山常在，也好看發電廠員工把時間應用於發電維護工作上，則可預期明潭發電廠的機組必能運轉得更順暢，進而協助提供更優質電力。🌊