



教育部潔能系統整合與應用人才培育計畫

## 水力發電——水力發電廠



2018. 1. 24

指導單位：教育部潔能系統整合與應用人才培育計畫

——中小學能源教育資源小組辦公室

主辦單位：南大附小彩虹斑馬水環境守護志工隊

指導老師：張景傑、陳怡均

手冊主人：

\_\_\_\_\_

# 水力發電——水力發電廠

---

|                 |    |
|-----------------|----|
| 壹、教學內容·····     | 2  |
| 貳、認識水力發電·····   | 3  |
| 參、曾文發電廠·····    | 5  |
| 肆、西口水力發電廠·····  | 6  |
| 伍、烏山頭水力發電廠····· | 7  |
| 陸、八田水力發電廠·····  | 8  |
| 柒、抽水蓄能電站·····   | 9  |
| 捌、明潭發電廠·····    | 10 |
| 玖、臺灣發電量結構·····  | 11 |
| 拾、問與答·····      | 12 |
| 拾壹、學習單·····     | 13 |
| 拾貳、資料來源·····    | 14 |
| 心得筆記·····       | 15 |

# 壹、教學內容

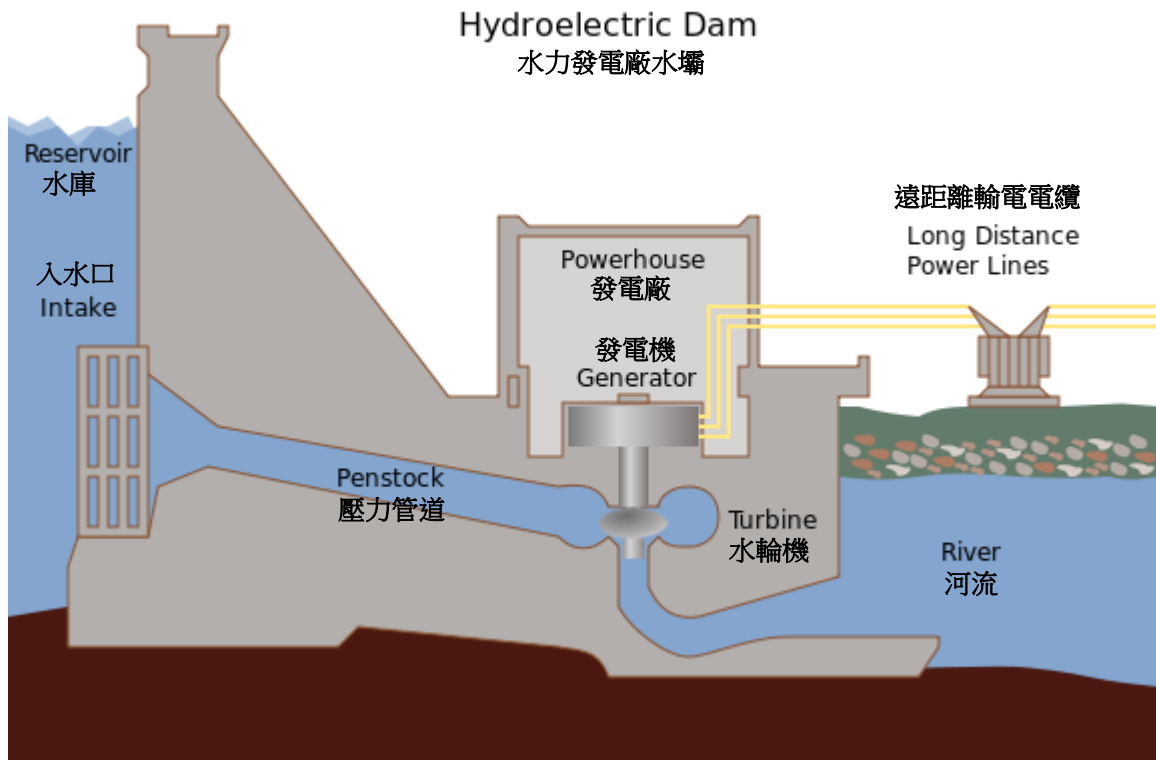
---

- ◇ 活動日期：2018 年 1 月 24 日（週三）
- ◇ 主辦單位：南大附小彩虹斑馬水環境守護志工隊
- ◇ 指導老師：張景傑老師、陳怡均老師
- ◇ 參加對象：參與水力發電實驗課程模組之學生及其家長
- ◇ 攜帶物品：健保卡、本活動手冊、書寫板、鉛筆盒、遮陽帽、水壺及飲水（2 公升以上）。
- ◇ 午餐：自備輕食
- ◇ 集合及解散時間  
集合：07：30 學校前庭（07：40 準時開車，逾時不候）  
解散：16：10 學校前庭
- ◇ 教學內容
  - ◎ 認識水力發電
  - ◎ 參觀西口水力發電廠、烏山頭水力發電廠、八田水力發電廠
  - ◎ 探討臺灣發電量結構
- ◇ 注意事項
  - ◎ 配合教育部戶外教育實施計畫之成果呈現，參加活動之學生者須認真撰寫學習單。
  - ◎ 請穿著班服；本次全程為團體行動，請勿擅自脫隊。
  - ◎ 水庫區水深危險，請勿奔跑，並務必聽從老師及解說員指示再行動。
  - ◎ 水力發電廠須依解說員引導之動線參觀，不得擅自離隊。
  - ◎ 乘坐遊覽車請繫上安全帶，車上不可吃口香糖和科學麵；遊覽車行進中，禁止站立或離開座位。
  - ◎ 各式垃圾請自行帶下車丟棄，不要放置在遊覽車座位前的網袋中，以免增加司機清潔時的負擔，更不可隨地丟棄垃圾。

## 貳、認識水力發電

### 一、水力發電

水力發電是一種利用水的位能轉換成電能的發電方式，利用水位的落差，在重力作用下流動(動能)，例如：從河流或水庫等高位水源引水流至較低位處，流的水流推動輪機使之旋轉，進而帶動發電機發電。



由 Tennessee Valley Authority; SVG version by Tomia - 此檔案起源於以下檔案或由以下檔案加以編輯而成：  
Hydroelectric dam.png, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3302749>

### 二、水力發電的種類

#### (一) 慣常式水力發電

1. 水庫式水力發電：以堤壩儲水形成水庫，水庫容積及出水位置與水面的高度差距決定其最大輸出功率。
2. 川流式水力發電：此水力發電站堤壩較小，有的甚至無堤壩，流經的水若不發電就立刻流走，無法儲存。
3. 調整池式水力發電：界於水庫式與川流式水力發電之間的發電方式，興建攔水壩形成調整池，池水約只容納一天的水量。

#### (二) 潮汐發電

因潮汐導致的大海的水位升降而發電的方式，有的會建水庫發電，亦有直接利用潮汐產生的水流發電。

### （三）抽水蓄能式水力發電

此為一種儲能方式，將多餘的電力繼續發電，推動電泵將水泵至高位儲存，日後再將高位的水作為發電之用。

## 三、水力發電的優點

### （一）無污染物排放

水力發電在運作時機乎全沒有污染物排放，但水輪機及發電機仍有碳排放量。

### （二）營運成本低

水力發電無需燃料，發電成本不會受燃料價格影響，且運作時所需人力較少，因此營運成本較低。

### （三）可快速調節供電量

水力發電啟動時間僅為數分鐘，可按用電量需要而快速調整發電量，可作為調節供電量之緩衝。

### （四）其他用途

水庫有儲水功能，具調節河流水量功能，可減低洪水氾濫情形及儲備灌溉用水。有時水庫亦能降低河水流速，而改善航運。

## 四、水力發電的缺點

### （一）使用年限有限

由於水庫淤泥堆積，致使水力發電廠壽命有限，約 50~200 年不等。

### （二）高額投資

大壩的品質攸關人民性命及財產安危，壩底需承受巨大水壓，因此建造成本相當高。

### （三）破壞生態環境

水庫會使上游土地被水淹沒，導致棲息地零碎化，破壞生物多樣性。因大壩的攔截效應，使下游的沉積物會大幅減少，肥沃的沖積土將會減少。大壩也會阻礙水中生物遷徙，阻礙繁殖。

### （四）受旱災影響

若發生旱災致使水流減小時，就會發生供電不足的情況。

### （五）人口遷移

興建水庫後居住在上游被淹沒的土地上的居民需被遷移。

### （六）戰爭威脅

大壩容易成為戰爭時的攻擊目標，造成大量人民死傷。

## 參、曾文發電廠

曾文水庫位於嘉義縣與臺南市交界的柳藤潭峽谷，集水區在嘉義縣大埔鄉境內曾文溪上游大埔溪上，水庫管理局則在臺南市楠西區。為臺灣最大的水庫與湖泊，滿水位面積 17.14 平方公里，同時也是臺灣面積最大的水庫，其興建之目的主要為提供嘉南地區灌溉用水，另具發電、防洪和觀光的功能，是個多目標利用的水庫。

### 一、曾文水庫

早期設計嘉南大圳之日本技師八田與一，利用曾文溪支流官田溪上游興建烏山頭水庫，並於大埔溪設置水壩，透過隧道取水至烏山頭水庫供應嘉南地區農田灌溉之用，但是其取水率僅為全部流量的百分之二十五，因此如直接在曾文溪主流大埔溪築壩，並與烏山頭水庫串聯運轉，便可以增加灌溉量，於 1939 年八田與一便曾建議在現今大壩壩址建築水壩，但因戰事作罷。第二次世界大戰後，有鑑於灌溉水量逐漸不足，於 1959 年由臺灣省水利局著手進行規劃，1973 年正式完工。

### 二、曾文發電廠

曾文發電廠隸屬於臺灣電力公司，為一座水力發電廠，由經濟部水利署南區水資源局所有，委託臺電營運，位於嘉義縣大埔鄉與臺南市楠西區交界的曾文溪上游，利用曾文水庫的蓄水發電之水庫式發電廠。是目前臺灣南部唯一的大型水力發電廠與地下水力發電廠。

| 曾文發電廠               |                   |
|---------------------|-------------------|
| 始建日期：1967 年         | 取水來源： <u>曾文溪</u>  |
| 啟用日期：1973 年         | 水頭高度：有效落差 97.6 公尺 |
| 建造費用：8.3 億元         | 用水量：單部 56CMS      |
| 持有單位： <u>經濟部水利署</u> | 裝置容量：50MW         |
| 發電形式：水庫式水力發電        | 總發電量：每年約 2.24 億度  |
| 廠房類型：地下式            |                   |

\* cms (cube meter per second)：每秒多少立方公尺

\* MW (Mega Watt)：百萬瓦

## 肆、西口水力發電廠

日治時期，八田與一在興建烏山頭水庫、嘉南大圳等水利設施時，為預防烏山頭水庫缺水，在烏山嶺開鑿了一條長約 4 公里的引水道，自曾文溪引水進入烏山頭水庫上游的柚子坑溪河道。

### 一、西口豎坑（小瑞士）

西口小瑞士位於該臺南市東山區南勢里羗仔寮的一個河谷地。該河道起自曾文溪水導入烏山頭水庫的人工引水道出水口，水流豐沛，兩旁木麻黃成林，其景緻之優美有如瑞士，故稱之為小瑞士。

河道終端築有一土壩圍成小潭，因地勢落差，建有一地下涵洞將河水引導至土壩下方的柚子坑溪河道，並在涵洞進水口處形成一個「天井漩渦」的特殊景觀。土壩至下方柚子坑溪河道間為一斜坡，中間有一通氣孔。因落差甚大，水柱自孔中噴出常高達數丈。由西口越過烏山嶺可抵曾文水庫附近的東口，為著名的東西口健行。

### 二、西口水力發電廠

西口水力發電廠最早為利用曾文水庫旗下曾文發電廠的發電尾水在東口導入烏山嶺隧道後，於西口進入烏山頭水庫，而由於在溪水由西口導入烏山頭水庫之間，其水位高於水庫最高水位約 20 公尺，此落差由豎井溢流道消能後進入水庫。有鑑於該落差可為充份有效運用，故嘉南農田水利會在烏山頭水力發電廠完工啟用後，繼續開發西口水力發電廠，是臺灣第二座民營水力發電廠。

曾文水庫的水在流入烏山嶺隧道前先經過曾文發電廠，接著流進烏山頭水庫前經過西口水力發電廠發電，發電尾水再通過烏山頭水力發電廠進入烏山頭水庫供嘉南平原農業灌溉之用，同樣的水就可以發電三次，有效利用水力資源。

#### 西口水力發電廠

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 始建日期：2004 年           | 取水來源： <u>曾文溪</u>  |
| 啟用日期：2007 年           | 水頭高度：有效落差 24.5 公尺 |
| 建造費用：5.5 億元           | 用水量：單部 52CMS      |
| 持有單位： <u>嘉南實業有限公司</u> | 裝置容量：11.52MW      |
| 發電形式：川流式水力發電          | 總發電量：每年約 4,200 萬度 |
| 廠房類型：半地下式             |                   |



## 伍、烏山頭水力發電廠

烏山頭水庫位於臺南市官田區，具有水力發電功能，與烏山頭水力發電廠和烏山頭風景區相連，建於海拔 468 公尺的烏山嶺。由空中俯看外型如珊瑚，有珊瑚潭的美稱。

### 一、烏山頭水庫

烏山頭水庫建於 1920～1930 年，為嘉南大圳主要的水利工程，由日本水利工程師八田與一為灌溉嘉南平原的農作物而規劃興建。水庫位於曾文溪支流官田溪上游，利用臺南市官田區、六甲區、大內區、東山區間的低窪谷地為集水區，水源取自曾文溪上游大埔溪，為離槽水庫，進水隧道穿越烏山嶺至官田溪上游，長 3,000 多公尺。烏山頭水庫主壩採半水力淤填式構築，造成顆粒均布良好的不透水心壁，不用人力、機械來砌築，是臺灣唯一採取此工法的水庫。在曾文水庫完成後，提供烏山頭水力發電廠水源，兩者相輔相成。

在當時整個水庫工程最艱難處為堤防岸壁送水口，及埋通烏山嶺之地下引水隧道。國民政府遷臺之後，興築曾文水庫，並築有隧道式下水道，將曾文溪的水流引入烏山頭水庫。烏山頭水庫的出水口稱為西口，曾文水庫之進水口稱為東口。

在水庫中有一小島名為辯天島，面積約 20 公頃。1969 年烏山頭水庫開放觀光，由嘉南農田水利會管理。

### 二、烏山頭水力發電廠

烏山頭水力發電廠是小型水力發電廠，位於臺南市官田區的烏山頭水庫風景區內，毗鄰烏山頭水庫新送水口，於 2002 年完工啟用，是臺灣首座民營水力發電廠。

| 烏山頭水力發電廠      |                   |
|---------------|-------------------|
| 始建日期：2000 年   | 取水來源：官田溪（曾文溪支流）   |
| 啟用日期：2002 年   | 水頭高度：有效落差 24.1 公尺 |
| 建造費用：3.6 億元   | 用水量：單部 41CMS      |
| 持有單位：嘉南實業有限公司 | 裝置容量：8.75MW       |
| 發電形式：水庫式水力發電  | 總發電量：每年約 4,217 萬度 |
| 廠房類型：半地下式     |                   |



## 陸、八田水力發電廠

八田水力發電廠位於臺南市官田區的小型水力發電廠。因烏山頭水庫在非農田灌溉期時，舊送水口每天仍須放水供應工業及民生用水，但舊送水口僅將水流直接放出，位供發電使用。因此嘉南農田水利會利用此水力能量於舊放水口鋼管出口處落差 24 公尺設計水力發電廠。該水力發電廠在舊送水口放流量較小時，也可以發電，彌補烏山頭水力發電廠在水庫 10 月因放水量不穩定，發電機組時開時停，以及非灌溉期的 11、12、1 月水庫僅供應民生用水和工業用水，放水量低於每秒 8 立方公尺，烏山頭水力發電廠無法發電，發電機組只好停機進行歲修的狀況。

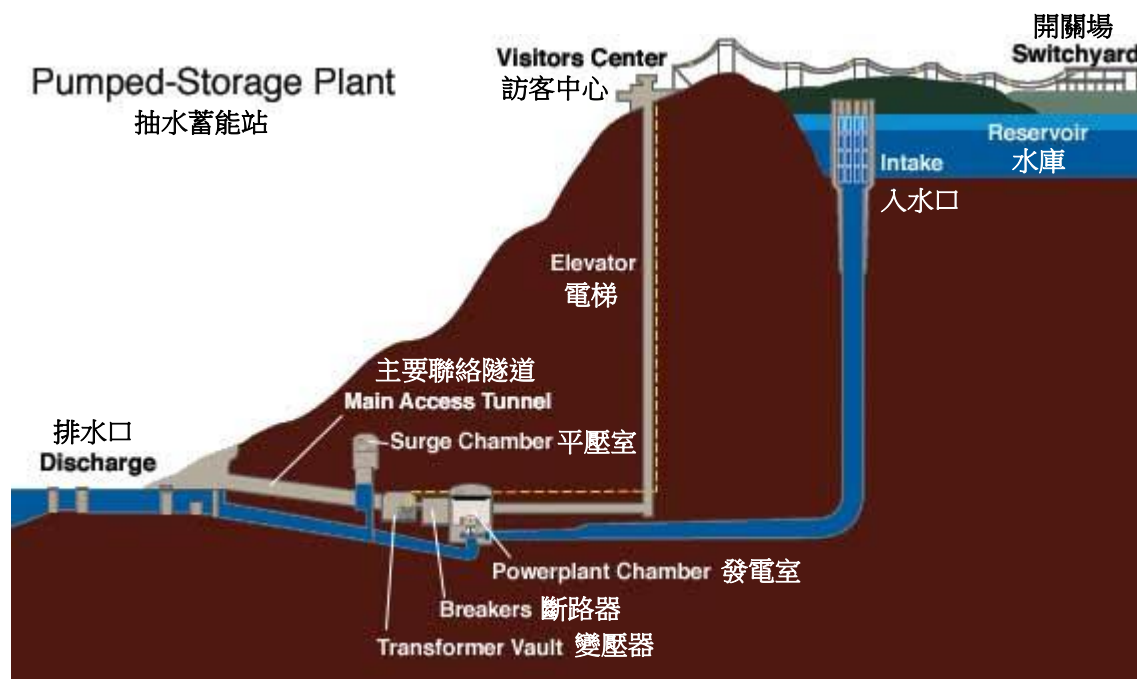
八田水力發電廠完工後，嘉南農田水利會將發電廠與周圍的烏山頭水庫風景區結合發展為觀光發電廠，將兼具的教育性質，供學生與一般民眾入廠參訪以進一步了解水力發電的過程。

### 八田水力發電廠

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 始建日期：2012 年           | 取水來源： <u>官田溪</u> （ <u>曾文溪</u> 支流） |
| 啟用日期：2017 年           | 水頭高度：有效落差 24 公尺                   |
| 建造費用：1.7 億元           | 用水量：單部 9.2CMS                     |
| 持有單位： <u>嘉南實業有限公司</u> | 裝置容量：2.2MW                        |
| 發電形式：水庫式水力發電          | 總發電量：每年約 720 萬度                   |
| 廠房類型：半地下式             |                                   |

## 柒、抽水蓄能電站

抽蓄發電又稱抽水蓄能電站，是一種特殊的水力發電廠。使用離峰電力將水抽至高處，轉化為水的位能儲存起來，在用電尖峰時，再放水來發電。這類發電廠本身沒有發電的能力，為在離峰用電時，先從其他發電廠輸入電力，然後在尖峰時間輸出電力，用以輔助火力和核能發電廠在尖峰時的負荷。



圖片來源：Tennessee Valley Authority <http://www.tva.gov>

### 一、抽水蓄能原理

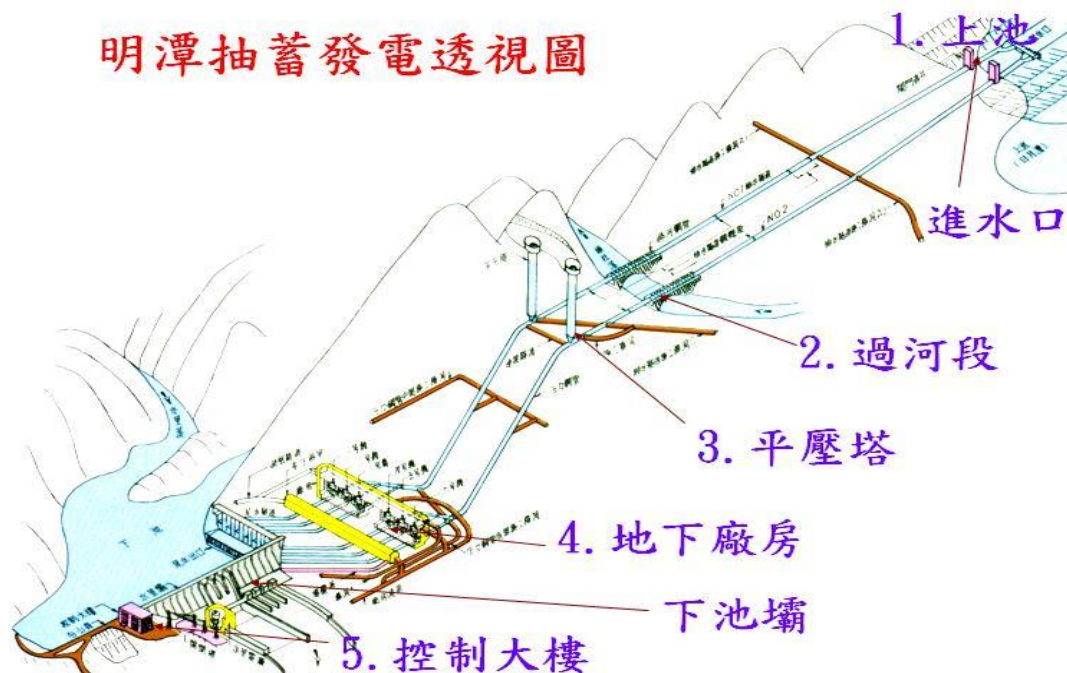
當離峰用電時，電力生產過剩時，剩電便會從其他發電廠傳至抽水蓄能電站，供給電動抽水機將地勢較低的蓄水池之水（下池）輸送至地勢較高的蓄水池（上池），待尖峰用電電力需求增加時，把水閘放開，水便從高處的蓄水池（上池）依地勢流往原來電抽水機的位置（下池），借水位能推動水道間的渦輪機重新發電。

### 二、抽水蓄能運用於風力發電

風力發電機在運轉的同時，可以用空氣壓縮機壓縮空氣等儲能技術，將風力儲存起來，在風大時利用唧筒抽水，將水存在高處並將空氣壓縮，當無風時將空氣壓縮機產生的壓力擊向儲水槽，讓水壓帶動發電機，形成風壓，讓風力發電機的葉片經常性轉動。

## 捌、明潭發電廠

臺灣電力公司管轄的明潭發電廠是一座水力發電廠，位於南投縣水里鄉車埕，日月潭西側水里溪溪谷，是我國最大的水力發電廠。抽蓄機組於1993年完成，為當時全球最大的抽蓄水力電廠。抽蓄機組引水於水里壩，利用水里溪河谷興建，總容量1,200萬立方公尺之混凝土重力壩，該壩所蓄成之鐮刀型人工湖泊又稱為明潭水庫。明潭抽蓄機組以日月潭為上池，明潭水庫為下池，攔截日月潭沖下的湖水。明潭抽蓄水力發電廠進水口位於明湖抽蓄水力發電廠進水口南方，有2條引水隧道。明潭電廠與日月潭水庫之間高低位能差達380公尺，共裝置6部「豎軸法蘭西斯可逆式」水輪機及發電機，利用上、下池間的位能差帶動發電機，當正轉時，可帶動發電機發電；反轉時，則可將下池的水抽回至上池蓄存，故可將水力能源配合火力及核能基載發電運作，有效增加尖峰時間之供電量。每日明潭水庫之水位變動約28公尺，水位變化量大，形成獨特的「人工潮汐」。明潭發電廠的裝置容量達1,600MW，超過核一廠，每年發電量約24億度。



### 明潭發電廠

始建日期：1987年

啟用日期：1995年

建造費用：508億元

持有單位：臺灣電力公司

發電形式：抽蓄式發電

取水來源：水里溪

水頭高度：有效落差380公尺

用水量：單部82CMS

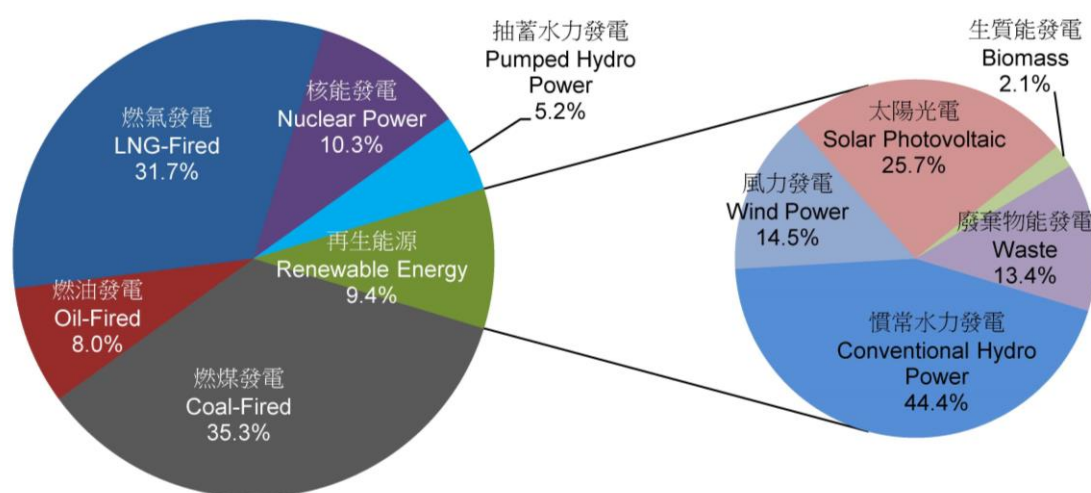
裝置容量：1,620MW

總發電量：每年約24億度

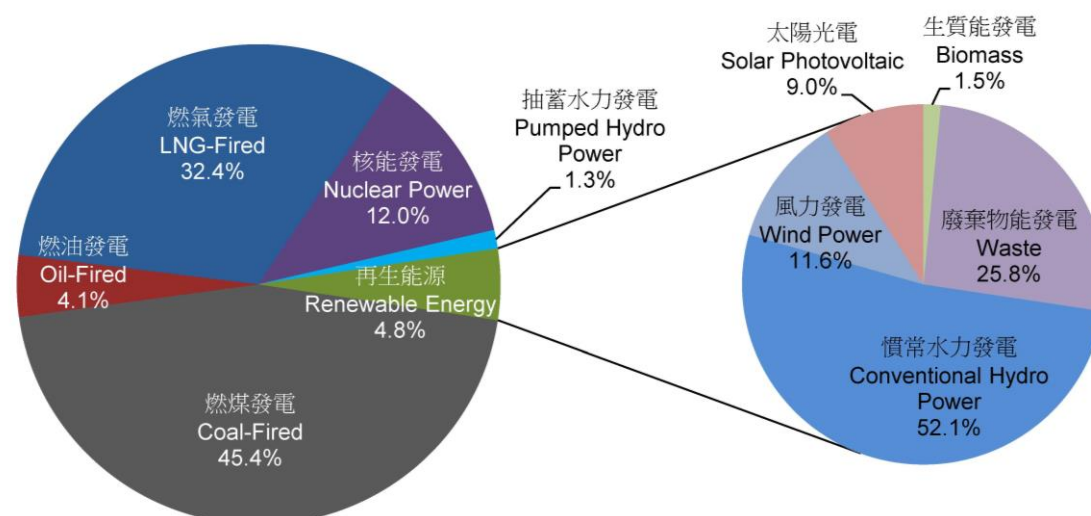
## 玖、臺灣發電量結構

1950 年代臺灣的電力供應是「水主火從」，水力發電多於火力發電，水力與火力占比約為 80% 比 20%。之後人口逐年增加，經濟成長迅速，用電需求增加，水力發電無法滿足用電需求，開始擴大火力電廠的開發，並形成以火力為主局面；1978 年核能機組加入發電行列後，發電結構趨多元化；1990 年大林五號機及氣渦輪機改燃氣後，燃氣發電容量逐年增加。截至 2016 年底，臺電系統總裝置容量約為 4,213 萬瓩，其中火力發電容量占比達 71.4%，再生能源占比也逐漸提高至 10.3%。

### 一、臺灣發電裝置容量結構（2016 年）



### 二、臺灣發電量結構（2016 年）



圖片來源：經濟部能源局

## 拾、問與答

---

小朋友在閱讀水力發電相關資料之後，你對水力發電有什麼疑問嗎？  
你可以在專題講演或參觀發電廠時向專家詢問，並記得寫下答案。





## 拾壹、學習單

---

1. 今日參觀三座水力發電廠，請寫出並畫出印像最深刻的一座水力發電廠？這座發電廠為什麼讓你印象深刻？
2. 簡述水力發電廠的優點和缺點？
3. 根據 2016 年臺灣發電裝置容量結構得知：抽蓄水利發電占 5.2%，但為何實際發電量只占 1.3%？你認為原因是什麼？
4. 曾文溪的溪水能夠發電三次，試著畫出曾文溪、三座水力發電廠、東口及西口的示意圖。



## 拾貳、資料來源

---

- ◇ 水力發電 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%B4%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB>
- ◇ 曾文水庫 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9B%BE%E6%96%87%E6%B0%B4%E5%BA%AB>
- ◇ 曾文發電廠 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9B%BE%E6%96%87%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>
- ◇ 西口小瑞士 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A5%BF%E5%8F%A3%E5%B0%8F%E7%91%9E%E5%A3%AB>
- ◇ 西口水力發電廠 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A5%BF%E5%8F%A3%E6%B0%B4%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>
- ◇ 烏山頭水庫 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%83%8F%E5%B1%B1%E9%A0%AD%E6%B0%B4%E5%BA%AB>
- ◇ 烏山頭水力發電廠 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%83%8F%E5%B1%B1%E9%A0%AD%E6%B0%B4%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>
- ◇ 八田水力發電廠 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%AB%E7%94%B0%E6%B0%B4%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>
- ◇ 經濟部能源局 能源統計年報  
[https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentLink.aspx?menu\\_id=378](https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentLink.aspx?menu_id=378)
- ◇ 臺灣電力股份有限公司-資訊揭露  
[http://www.taipower.com.tw/content/new\\_info/new\\_info-c36.aspx](http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-c36.aspx)
- ◇ 抽水蓄能電站 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E6%8A%BD%E6%B0%B4%E8%93%84%E8%83%BD%E7%94%B5%E7%AB%99>
- ◇ 明潭發電廠 – 維基百科，自由的百科全書  
<https://zh.m.wikipedia.org/wiki/%E6%98%8E%E6%BD%AD%E7%99%BC%E9%9B%BB%E5%BB%A0>

# 心得筆記

---

# 心得筆記

---

