

水力發電

水力發電

篇名

水力發電

作者

陳逸恩。國立中興高中。一年九班

黃韋杰。國立中興高中。一年九班

賴建維。國立中興高中。一年九班

壹●前言

現今全球，全世界即將進入資源浩劫的困境。電，是人們日常生活中的必需品。在現在的科技上，有許多的方法可以製造電能，例如：核能發電、火力發電、風力發電等等．．．而最環保且效率較好的則是一水力發電。水也在我們日常生活中佔有非常重要的地位，它隨處可得，數量也非常多。天然的水流所蘊藏的位能或動能統稱為水能或稱水力資源。水力是一種寶貴的自然資源，是取之不盡用之不竭的可再生能源，而且是清淨的能源。利用水能的最普遍的形式是建設水電站，利用水流的流量和落差發電，或稱為水力發電。世界各國都競相優先開發水力發電，作為電力工業的重要組成部分。就讓我們幫大家介紹，水力發電的優、缺點，以及他對我們生活上的一些影響吧！

貳●正文

當位於高處的水（具有位能）往低處流動時位能轉換為動能，此時裝設在水道低處的水輪機，因水流的動能推動葉片而轉動（機械能），如果將水輪機連接發電機，就能帶動發電機的轉動將機械能轉換為電能，這就是水力發電的原理。水力發電一般可分為川流式、水壩（庫）式及抽蓄式發電。抽蓄式發電是在白天用電尖峰時水庫放水發電，夜間時則利用過剩的電力，把水抽上水庫（電能轉換為位能），以供白天用電尖峰時發電。（ex:明潭抽蓄水力發電廠）（圖一）

一、水力發電由來

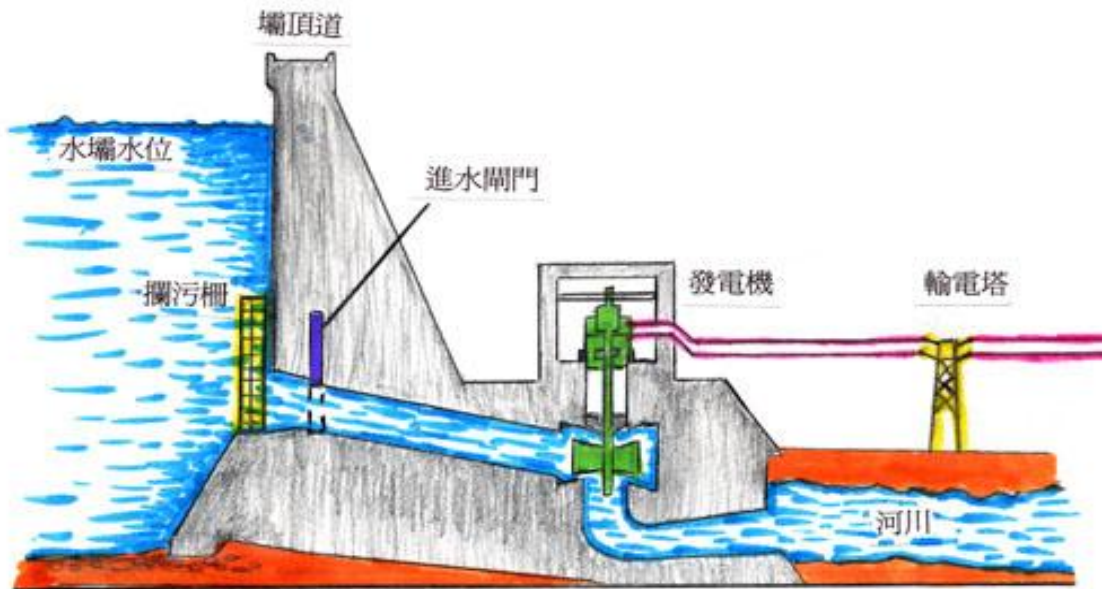
力發電利用的水能主要是蘊藏于水體中的勢能。為實現將水能轉換成電能，需要興建不同類型的水電站。水電站是由一系列建築物和設備組成的，建築物主要用來集中天然水能的落差，形成水頭，並用水庫匯集，調節天然水流的流量，水電站的基本設備是水輪發電機組，水流通過引水建築物進入水輪機，推動水輪機轉動將水能變成機械能，再帶動發電機轉動，將機械能轉換成電能。水能為自然界的再生性能源，隨著水的迴圈週而復始，重復再生。它與礦物燃料等同屬一次能源，轉換成電能後為二次能源。水電站就是將一次能源轉換成二次能源的建築與設備，同時它還兼有航運，灌溉、養殖等效益。水電站的運行管理費用和發電成本遠比燃煤電站為低，而且水能在轉換成電能時不發生化學變化，不會對環境造成污染。因此水力發電獲得的是一種清潔的能源。

世界上第一座水電站于 1878 年建成于法國。美國第一座水電站建於美國威斯康辛州阿普爾頓的福克斯河上，由一台水車帶動兩台直流發電機組成，裝機容量 25kW，于 1882 年 9 月 30 日發電。歐洲第一座商業性水電站是義大利的特沃意水電站，于 1885 年建成。裝機容量 65KW。19 世紀 90 年代起，水力發電在北美、

歐洲等許多國家受到重視，利用山區湍急河流、跌水、瀑布等優良地形位置修建了一批數十至數千瓦的水電站。1895 年在美國與加拿大邊境的尼亞加拉瀑布處建造了一座大型水輪機驅動的 3750kW 水電站。進入 20 世紀以後，由於長距離輸電技術的發展，使邊遠地區的水利資源逐步得到分發利用，並向城市及用電中心供電。30 年代起水電建設的速度有了更快和更大的發展，由於築壩、機械、電氣等科學技術的進步，已能在各種複雜的自然條件下修建不同類型的水力發電工程。（註一）

二、水力的開發與運用

水庫的開發如果只是爲了某一特定的目標，例如發電或灌溉，稱爲「單元開發」；如果同時能解決多項問題，例如防洪灌溉發電等，稱爲「多元開發」，以經濟部水利署所屬的石門水庫來說，就是多元開發。在這裡我們只著重於發電方面的開發，所以只就「水力發電」的部分闡述。水力開拓的必要條件是「落差」與「流量」。而落差和流量的取用方法是在河流上游適當的地方建築一座水壩，攔阻河水，抬高水位或使水流順著輸水管路送到下游的水力發電廠取得落差，以推動廠內的水輪發電機，使天然的水力轉變成電力。另外，水的能量包括動能與位能，水力機械中的水輪機可以把這兩種能量轉變爲機械能，同時加以有效利用。（註二）



(圖一)

三、水力原理及流程

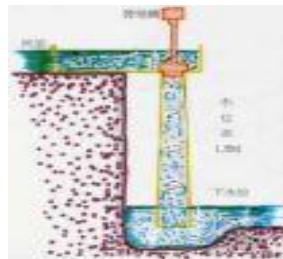
原理：以具有位能（圖二）或動能的水沖水輪機（圖三），水輪機即開始轉動，若我們將發電機連接到水輪機，則發電機（圖四）即可開始發電。如果我們將水位提高來沖水輪機，可發現水輪機轉速增加。因此可知水位差愈大則水輪機所得動能愈大，可轉換之電能愈高。這就是水力發電的基本原理。於 1882 年，首先記載應用水力發電的地方是 美國威斯康辛州。到如今，水力發電的規模從第三世界鄉間所用幾十瓦的微小型，到大城市供電用幾百萬瓦的都有。

水輸出的功率：

若總落差的高度為 H 公尺，流量為每秒 Q 立方公尺的水，功率如用瓩 (kW) 為單位表示時，水輸出的功率就是 $P = 9.8 \eta QH$ (kW)，式中的 η 為整體效率。以實例說明：有一發電廠總落差為 100 公尺，其流量為每秒 10 立方公尺，則其理論上所能產生之輸出功率即為： $P = 9.8 \times 0.9 \times 10 \times 100 = 8,820$ (kW)

（一）位能發電機

當位於高處的水（具有位能）往低處流動時位能轉換為動能，此時裝設在水道低處的水輪機。（註三）



(圖二:位能發電)

（二）水輪機

水輪機是將水之位能，轉變為機械的裝置，其動作原理可分為：法蘭西水輪機，螺旋槳水輪機，及衝擊式水輪機等三種。

衝擊式水輪機的原理：是將水流的壓力水流，轉換為速度水流，以推動水輪。也就是將水流經由噴嘴噴射在水輪周邊的輪葉，以推動水輪機發電，一般用在高水頭,小流量的地方。

法蘭西水輪機及螺旋槳水輪機都是將有壓力的水流在封閉而飽和的渦輪室中作用在整個水輪上，法蘭西水輪機用在中水頭，大流量的地方。而螺旋槳水輪機用在低水頭，並且可以依水流量的大小，來設計螺旋槳的角度。（註四）

各式的水輪機：

1. 佩爾吞水輪機(Pelton's turbine)

衝擊型水輪機

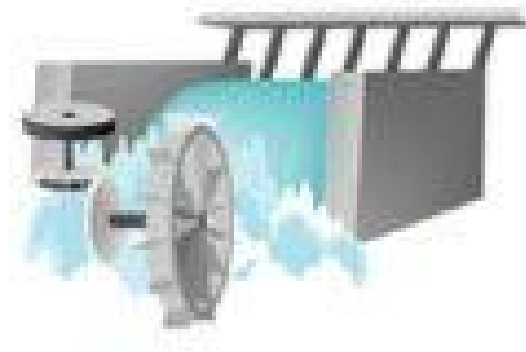
2. 佛蘭西氏水輪機 (Francis turbine)

反擊型水輪機佛蘭西氏水輪機可分成橫軸式與豎軸式兩大類，豎軸式輸出功率較大。這種水輪機的轉動，不單只依靠水流本身的

動能，並且需要運用水流的壓能。所以轉動部份和固定部份之間間隙，就必須愈小愈好。因此，佛氏水輪機的構造必須要比佩爾吞水輪機的構造精密及複雜。

3. 螺旋槳水輪機 (Propeller-type runner)

螺旋槳水輪機可以在低落差下獲得較大容量及轉速，因為其動輪形狀酷似船用的螺旋槳而得名。構造除動輪外，其他各主要部份均與佛氏水輪機的構造大同小異。螺旋槳水輪機運用的落差自 2 公尺至 30 公尺左右。（註五）



(圖三:水輪機)

(三) 發電機

法拉第定律說：

磁通量變化愈快（磁鐵進出快是方法之一）則產生的感應電動勢（電壓）愈大而電流則由電壓與電阻共同決定變壓器是靠交流變化的電流讓磁通量產生變化。（註六）



(圖四:發電機)

水力發電技術發展已逾百年，技術與經驗已相當成熟，過去水力發電結合防洪、灌溉及用水等功能之多目標開發，促成了許多城市的繁榮與經濟的發展。然而大型水庫對環境、社會及人文造成一定程度的衝擊，因此歐美等已開發國家已朝向對環境較為友善之非水庫式中小型發電發展；並不斷地改善技術，以減低對環境生態的影響。但開發中國家，如中國大陸及巴西等，為追求電力充足與經濟成長，仍不斷地開發大型水庫，如三峽大壩工程。

四、水力發電的主要設備--- 引水設備與制水設備

(一) 引水設備

引水設備包括水壩、取水口、沉砂池，輸水管路、隧道、渡槽、前池、壓力鋼管、後池及尾水路等。

1. 水壩

水壩是水力發電設備最主要的部份，建築在江河適當的位置上，壩身與河流流向垂直。它能攔阻河水，使壩後形成一個大湖。水壩的形式很多，大略可以分成重力壩(土石壩屬重力壩之一種)、拱型壩及臨時壩三大類。

2. 取水口

取水口設在河岸、湖岸、水庫或堤岸等不直接受到上游主流直接衝襲的地方。在地形上，取水口和水壩是設在所有水力發電設備最高的地方。有些取水口的建築深入湖底，外型像高塔的稱為取水塔。

3. 沉砂池

沉砂池的目的在使水流中的泥砂沉澱下來，不再跟隨水流流動，讓進入水輪機的水能清澈，以減少水輪機的磨損。沉砂池的面積必須很大，足以讓進入池中的水流流速減慢，水中的泥砂才有機會漸漸沉到池底。

4. 攔污柵

沉砂池只能將水中泥砂沉澱到池底，減少泥砂進入取水口或水輪機的機會，卻無法清除懸游在水中和飄浮於水面的小草、樹葉、流木及其他的雜物。這些懸浮物必須用攔污柵加以攔阻。

5. 水路設施

水流進入水壩附近的取水口後，必須經過一段路程才能進入水輪機。因地理環境的不同，這一段路程有許多形式，如明渠、暗渠、隧道、渡槽、輸水管路等等，總稱為水路。

6. 前池與平壓塔

依地形或事實的需要，有時會在明渠或普通隧道的終點與水壓鋼管之間，建築一座前池。同時有沉砂或調整池的作用。可以除去由明渠或隧道中流來的泥沙及飄浮物。水輪機負載有瞬時變動時，前池作水量的調整，因此在壓力隧道面與水壓鋼管之間，如果沒有適當的地形可以建築前池時，就必須要建築平壓塔來作水量

的調整，以免水錘作用傷及其他設備。

7. 水壓鋼管

在前池或平壓塔與水輪機渦殼入口之間的水路，因為由上游到下游漸受壓力，通稱壓力水管，屬於輸水管路的一部份。在壓力水管的入口處，大都裝設制水閥，制水閥如果裝設在前池，大多用平板滑動閘門；如果裝設在平壓塔，則大部分用蝶型閥。

8. 尾水路與後池

水流經水輪機排出後自吸出管流入尾水路，如果廠房是建築在河邊或湖邊，水流自吸出管流出後，可以直接排入河中，就不必特別建築尾水路。尾水路排水的方式有數種。為檢查水輪機或渦殼時工作的方便和安全起見，尾水路常設置尾水閘門或擋水閘板，使尾水路或河中水流與水輪機隔絕，抽去吸出管中的餘水，就可進入水輪機中檢視。如果尾水路的出口是蓄水池，要將尾水蓄積，作灌溉用水之調節後池，或做為擋水發電的水源，此蓄水池稱為後池。石門發電廠的後池，就是作為灌溉水量調整用的後池；而馬鞍後池則是作為發電用水與下游用水量差異調節的後池。在多級水力開發計劃下，上一級水力發電廠的後池，則同時是下一級水力發電廠的前池。（註七）

五、台灣水力發電的現況

台灣地區雨量充沛，河川坡地陡峻，水力資源豐富，水力發電曾為台灣光復初期發電系統之主力。運轉型態可區分為慣常式及抽蓄式，慣常式又包括川流式、調整池式及水庫式。95 年統計資料，台灣地區水力發電廠裝置容量為 4,511,650 仟瓦，佔全發電系統裝置容量之 12%。但受限於天然河川流量之限制，發電量僅佔全系統之 6.8%。

台灣發電結構為

火力發電約 80%(含民間氣電力)

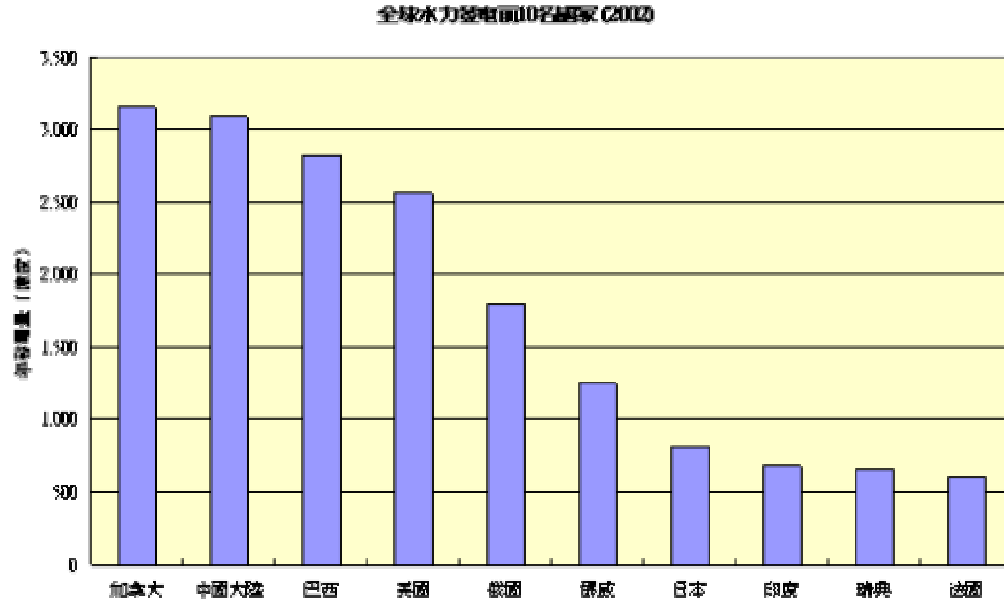
水力發電 6.8%

核能發電約 13%

替代能源發電不到 1%

六、2002 年全球水力發電前 10 名(再生能源網)

依據美國 Department of Energy (DOE)所屬之 Energy Information Administration (EIA)所發佈之 Annual Energy Review 2003 中資料顯示，至 2002 年底全球水力發電裝置容量達 72,470 萬瓩，總發電量達 26,276 億度，前三名國家分別為加拿大、中國大陸及巴西。)



(圖五)

中國是世界上水力資源最豐富的國家，可開發量約 3.78 億 kW。建國前，全國建成或部分建成水電站共 42 座，裝機容量 360MW。建國以後，水電建設有了較快的發展，建設了一大批骨幹水電站，其中最大的為長江上的葛洲壩水利樞紐，裝機容量 2715MW，建設了一大批中型水電站，其中一些串聯為梯級，如遼寧渾江上的三個梯級共 455.5MW，雲南以禮河四個梯級共 321.5MW，福建古田溪四個梯級共 259MW，東北第二松花江上三個梯級共 2650MW 等。截止 1996 年底，全國（不含台灣省）水電統調裝機容量達 34840MW，約佔統調總裝機容量的 14.8%，佔水電可開發容量的 9%，1996 年水電總發電量為 1850 億度，約佔全年總發電量的 17.2%。（註八）

七、最佳這場地點

由於水是從高處往低處流，坡度越陡，產生的衝力就越大，被推動的發電機也就能產生更多的電；所以最理想的辦法是把渦輪架在大瀑布的下方。可是天然的大瀑布並不容易找，而河裡的水也會有減少或乾枯的時候，這樣就會影響到發電機的工作；因此大多數的發電廠都是在河谷地區建造水壩，把水攔住以解決這個問題。這些水力發電廠的發電機房是設在水壩內的底部，或比水壩底還低的地方。攔在水壩後面的水，是通過一個設在壩底或地下的導水管，直接衝向渦輪。因為被攔在水壩後面的水很多，水面很高，所以有很大的衝力。水壩能儲蓄足量的水，能解決水少不夠使發電機工作的困難。台灣地區總計有大小河川 129 條，而在為了追求工業發展電力的需求勢必更加高升，所以再生資源的發電，將有利於整個電力需求，而由於台灣地處菲律賓海板塊跟歐亞板塊交界處，所以創造了高聳的地勢，而正因如此，所以我們認為水力發電是目前台灣最具價值的天然發電方

式，然而今天優良的水力發電地點，都已經建築了大型水庫，但是建築大型水庫，卻又因為台灣地形之故，而容易淤積泥沙，剩餘的地點，不是因為環境保護，就是因為地勢崎嶇而無法建築水庫，但是有一些地勢較低緩的地區，雖然沒有像大型水庫有那麼好的環境，但在電力缺乏，卻不希望環境污染的今天，也值得我們積極的去開發。

八、額定電壓

一般電站水力發電機的電壓,小型者通常為**3,300** 伏特,中型者通常為**6,600**伏特大型者有**11,000** 至 **22,000** 伏特等.

1·大中小型水電站的劃分 :按大陸所定標準，裝機容量小於 **25000kw** 的為小型；裝機容量 **25000~25000KW** 的為中型；裝機容量大於 **250000w** 為大型。

2·水力發電的基本原理：水力發電就是利用水力（具有水頭）推動水力機械（水輪機）轉動，將水能轉變為機械能，如果在水輪機上接上另一種機械（發電機）隨著水輪機轉動便可發出電來，這時機械能又轉變為電能。水力發電在某種意義上講是水的勢能變成機械能，又變成電能的轉換過程。

3·水力資源的開發方式和水電站的基本類型：水力資源的開發方式是按照集中落差而選定，大致有三種基本方式：即堤壩式、引水式和混合式等。但這三種開發方式還要各適用一定 的河段自然條件。按不同的開發方式修建起來的水電站，其樞紐佈置、建築物組成等也截然不同，故水電站也隨之而分為堤壩式、引水 式和混合式三種基本類型。

4·水利水電樞紐工程及相應農工建築物等級劃分應按照工程規模（水庫總容積、電站裝機容量）大小來劃分等級。

5、流量、徑流總量、多年平均流量

流量是指單位時間內水流通過河流（或水工建築物）過水斷面的體積，以立方米/秒表示；徑流總量是指在一個水文年內通過河流該 斷面水流總量之和，以 **104m3** 或 **108m3** 表示；多年平均流量是指河流斷面按已有水文系列計算的多年流量平均值。

6·小型水電站樞紐工程主要組成部分主要由擋水建築物（壩）、洩洪建築物（溢洪道或閘）、引水建築物（引水渠或隧道，包括調壓井）及電站廠房（包括尾水渠、升壓站）四大部分組成。

7. 戶用型微小水力發電：此外，非電站式的戶用微小型水力發電從 **200** 瓦到 **1000** 瓦,一般用於偏遠山區或鄉村別墅

參●結論

當今台灣發電有火力、核能、水力、風力、太陽能等，而其中水力發電為最具環保。而水力發電是台灣主要發電方式之一，其中以大甲溪的發電廠為最大宗，如：德基、青山、谷關、天輪四座水力發電廠。水力發電運用了許多原理，從高處有位能的水流經由位能發電機將位能轉換為動能再經由水輪機的運轉將動能轉換

為電能。水占地球上 70%，所以，水可以說是取之不盡用之不竭，數量最多。且水力發電最接近目前世界上所倡導的環境保護計畫。現在世界提倡節能減碳，為了讓地球不再的繼續加速暖化下去，不再製造更多的碳，水利發電，也是一種選擇，京都議定書中的二氧化碳標準，也讓各個國家出現「碳交易」的情況，所以，在全球暖化之下，減碳也是富國的好方法。

肆●引註資料

(註一)、水力發電(檢索日期 2008/10/19)

http://www.taipower.com.tw/left_bar/power_life/tw_power_develop/Thermoelectricity_generation.htm

(註二)、水力發電(檢索日期 2008/10/6)

<http://ck.hkcampus.net/~ck-90is/hydroelect.1/waterelec.htm>

(註三)、水力發電(檢索日期 2008/10/6)

<http://stu.spps.tp.edu.tw/~petter/08web/water.htm>

(註四)、中華太陽能聯誼會(檢索日期 2008/10/21)

<http://www.solar-i.com/hyd.htm>

(註五)、物理雙月刊 (檢索日期 2008/10/21)頁 691、692

(註六)、國立台灣師範大學物理系 物理教學示範實驗教室網站(檢索日期 2008/10/21)

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=17127&forum=1>

(註七)、物理雙月刊 (檢索日期 2008/10/21)頁 693

(註八)、再生能源網專業人士版。(檢索日期 2008/10/6)

<http://re.org.tw/Pro/f1/f1h1.htm>

伍●文獻探討

水利能技術

<http://re.org.tw/Pro/f1/f1h1.htm>

水利能

水力發電

http://www.energyland.emsd.gov.hk/chi/energy/renew_hydro.htm

環保再生能源－水利能

<http://www.nsc.gov.tw/scircus/ct.asp?xItem=10144&ctNode=1976>

臺灣水力發電廠

http://www.taipower.com.tw/left_bar/power_life/tw_power_develop/Thermoelectricity_generation.htm

自由時報－川流式水力發電(2008/9/20)

新台灣新聞週刊－十大土木古蹟巡禮 日月潭水力發電工程