

# 第十一章 能源科技

摘自 物理系 杜昭宏

含課本重點整理，惟仍應研讀課本之詳細內容

## 章節大綱

- 緒論 - 能源發展史
- 能源的種類 - 初級能源(再生能源、非再生能源)
- - 次級能源
- 能源危機
- 能源的開發與利用
- 未來的憧憬

## 緒論

- 能量是維持宇宙運轉的原動力，更關係著地球上物種的生存，與人類文明的發展與維繫。能量的來源除了物質本身的物理能(如粒子本身運動所產生的能量)外，對人類文明來說，外部能量(如熱能、電能等)的供給與取得更是不可或缺的。

## 能源發展史

- 火力與水力的發現 – 中國古書記載的燧人氏鑽木取火使人類結束了茹毛飲血的時代。西元前二世紀希臘人也已知道如何使用銅鏡來反射太陽光以燒燬羅馬戰船。人類於農業時期也發現知道如何利用水力來幫助農耕。因此於17世紀工業革命之前，火與水的能源早已被人類發現並加以應用。

## 能源發展史

- 工業革命 – 自從瓦特於十七世紀開始後，發明蒸汽機，人類步入了工業革命時代，開啟了地下能源的使用(如煤炭或石油)，文明時代就此展開。十九世紀開始時，科學家可以於實驗室中利用物理或化學方式產生電能。接著進入二十世紀後，對能源的擷取開始多樣化，爾後為了持續性的發展，對於能源的需求便急速攀升。

## 能源的種類

### ※初級能源(Primary Energy)

- 可再生能源 (Renewable Energy)
  - 如太陽能、水力能、風力能等。
- 非再生能源 (Non-renewable Energy)
  - 如石油、煤礦、煤氣、沼氣等。

### ※次級能源(Secondary Energy)

- 利用初級能源或其它二級能源加以轉化或轉換處理後的能源。

## 初級能源

- 自地球天然形成，不需經過加工即可使用。
- 初級能源分兩種－再生能源以及非在生能源
- 再生能源－可循環回收再利用
- 非再生能源－蘊藏量相當有限

## 初級能源

台灣初級能源的使用分佈：我國能源總供給自民國78年5,288萬公秉油當量逐年成長，98年達13,806萬公秉油當量，年平均成長率為4.92%。98年能源總供給中，自產能源占0.63%，進口能源占99.37%；若按能源別區分，則煤炭占30.45%，石油占51.82%，液化天然氣占8.62%，水力發電占0.26%，風力及太陽能發電占0.14%，核能發電占8.72%。

資料來源：經濟部能源局網站

## 再生能源

- 再生能源亦稱為非耗竭能源。
- 根據聯合國環境規劃署(VNEP)的定義，再生能源為隨著大自然運轉，且理論上永不耗盡的能源。
- 代表性可再生能源的種類有 – 太陽能、風力能、水力能、海洋能、地熱能、生質能等。

## 海洋能

- 海洋占地球表面約71%的面積，是個能夠產生許多能源的寶庫。地球上的海洋因為與月球及太陽之間的引力，再加上地球本身自轉會造成全球潮汐變化，以及太陽照射的關係，因此有數種可以利用的再生能源。
- 海洋能種類：海洋熱能的轉換利用，潮汐能，波浪能，海流能。

## 海洋熱能轉變

- 海洋熱能轉變(OTEC : Ocean Thermal Energy Conservation)：系因海洋表面因太陽光之照射而造成海洋表面及下層之間存有溫差，再利用適當的媒介機制來轉換熱能，推動汽輪機再驅動發電機即可發電，此為海洋的熱能轉換，亦稱為海洋溫差發電法。

## 潮汐能

- 潮汐能(Tidal power)：顧名思義即為地球自轉以及與月球、太陽之間的引力所形成的潮汐變化而帶動的能源。
- 優點：只要潮汐的變化現象不改變就能持續的產生電力，為一種可長久使用的能源。
- 缺點：會受限於地點上的選擇以及高成本的考量。
- 第一座商業運轉的潮汐電廠是1967年建立於法國馬洛灣的朗斯河口(La Rance)。此電廠是利用河口的潮差（平均為8米），將水的位能轉換為動能，進而帶動發電機運轉產生電力。

## 波浪能

- 波浪能(Wave power)：波浪的形成是由於風和海面之間的相互影響所造成的，而波浪能即海洋表面的波浪所具有的動能與位能。波浪的能量與波浪高度的平方、週期以及迎波面的寬度成正比，
- 缺點：屬於海洋能中最不穩定的一種。
- 於1799年兩位法國人-吉拉德父子為第一發明機器用以擷取海浪能的發明者。

## 海流能

- 海流能(Marine current energy)：所謂海流就是指海洋中的水受到地球轉動與地形的影響所形成的水流，而影響海流流速的則有海風的吹襲、海水溫差、或是海中鹽度的差異等因素。海流能的能量與流速的平方及流量成正比，
- 優點：利用海流的流動推力，可使放置於海中的海流渦輪機產生動力，帶動發電設備以產生電力，能量源源不絕。

## 地熱能

- 地熱能(Geothermal energy)：地熱就是指地底下自然產生的熱源，包括蒸汽、熱水和溶解在其中的各種化學組成。由於地熱是來自地球的內部，所以熱能會經由地球內部呈輻射狀的向外傳送至地表，並隨著距離的增加而逐漸的消散。地熱的溫梯度大約是每下探一公里，溫度上升攝氏 30 度。
- 開採：地球內部所蘊含的熱能是巨大無比的，然而以目前的技術，我們尚不能任意開採，只能開發地殼淺部地溫梯度異常高的地點的地熱資源。
- 用途：地熱資源的利用包含了利用地熱蒸汽來發電或供作工業上用的熱能、利用其中的熱水做為溫泉浴或是醫療的用途、農業作物栽培，以及提取流體中的化學組成如硼、氯化物或硫黃等。

## 生質能

- 生質能(Biomass energy)：生質能就是利用有機物質經轉換所獲得的電與熱等可用的能源。
- 處理方式：堆肥、發酵、蒸餾、高溫裂解、加氫氧化、氫化、酸水解等。
- 此一能源歸屬於地球中碳循環的一部分，可以替代其他非再生能源並降低環境汙染。儘管生質能源為一較乾淨，且具有技術成熟的優點，但推廣生質能源卻也造成了環境上的重大破壞，如為了種植生質能源作物卻摧毀大量的雨林及其他重要物種，也因此造成了糧食的短缺，所以近來也有很多的專家學者呼籲暫緩對從生質作物中提煉生質能的發展。



## 生質能

- 優點：料源豐富、提供低硫燃料、降低空氣汙染、在某些條件下提供廉價能源、可減少環境公害，如垃圾等、與其他新能源相較，技術難題較少。
- 缺點：植物僅能將極少量之太陽能轉化成生物質量、單位土地面積之生質能密度偏低、易受環境限制，缺乏適合栽種的土地、土地資源有限、生物質量之水分偏多(50%-95%)、生產能量不及化石能量。

## 水力能

- 水力能(Water Energy)：水力係目前唯一已被人類大量開發利用之再生能源。其主要是利用地形之高低差造成水的位能變化，用以帶動渦輪發電機之運轉。
- 水力發電的形式依照水源性質可分為底下兩種：
  - - 常規水電廠
  - - 抽水蓄能電廠

## 水力能

- 水力發電(Hydroelectricity)本為乾淨且低污染的可再生能源，取之不盡用之不竭。但是水壩造價昂貴且地點挑選不易，建造水壩淹沒河川上游亦會造成環境衝擊，並造成河川下游肥沃沖積土的大量減少，而興建太多的水壩亦會助長地球溫室效應，原因為興建地點淹沒多數森林，未腐敗之植物會因厭氧(anaerobic)作用釋放甲烷，且會流入許多有機物助長溫室氣體的排放，衝擊生態，值得省思。這其中最著名的例子，如大陸三峽大壩的建造已在環境上造成了一些永久性的破壞。

## 風力能

- 風力能(Wind Energy)：地球上空氣密度不同造成氣壓不同而導致的氣體流動則稱之為風，如此產生的風可稱為大規模的氣體流動現象。氣體流動所產生的動能可以帶動風力發電機轉動並產生電力。
- 優點：風能範圍涵蓋廣泛並且豐富，人類早期就已開始使用風力能用以灌溉，是個非常潔淨的能量來源，適當的風力發電地點，其成本可低於傳統發電方法。
- 缺點：然而於1919年，德國物理學家阿爾伯特提出，不論風力發電機的渦輪如何設計，最多只能擷取大約風能的59%能量，目前為止設計最好的渦輪最多只能提取30%左右的風能，另外風能無法持續產生，可用的能量通常為瞬間的高風速，因此須搭配其他發電方式建造。

## 風力能

- 風力除了可用於發電外，也可作為引擎動力的來源。

## 太陽能

- 太陽能是所有生命的能量來源，也是最潔淨的能量擷取方式。
- 方式：光熱轉換方式、光電轉換方式。

## 太陽能

- 光熱轉換方式：此一方式又稱集熱式太陽能（Solar Thermal）。
- 最常見的為太陽能熱水器。
- 太陽能熱水器分幾大部分：
  1. 集熱器。
  2. 儲水桶。
  3. 管路。
  4. 控制系統。

## 太陽能

- 光電轉換方式：將太陽光輻射直接轉成電能，此為光電效應（Photoelectric effect）。
- 一般常見的光電轉換材料為半導體材料。如非晶矽、多晶矽、砷化鉀、碲化鎘、硫化鎘、三五族或二六族等類的材料。

## 太陽能

- 太陽能電池目前分四代：
- - 第一代太陽能電池主要以矽為主，可分為單晶矽、非晶矽和多晶矽三種。
- - 第二代薄膜太陽能電池亦分單晶矽、非晶矽、碲化鎘或砷化鉀等類材料製成的薄膜。
- - 第三代與前兩代最大的不同是加入有機物和生化科技，種類繁多，有光化學太陽能電池、高分子太陽能電池、奈米結晶太陽能電池等。
- - 第四代則是針對光吸收的方式製作多層薄膜結構的太陽能電池用以轉換出電能，稱之為串疊型電池。

## 太陽能

國內主要大型太陽能發電系統

裝設名稱	發電種類	發電總量	意義
高雄市運主館	矽晶太陽能電池模組	1 MW (百萬瓦)	台灣第一座大型矽晶太陽能發電系統。
北台光電遊憩城	矽晶太陽能電池模組	242.94 kW (千瓦)	座落淡水河畔，適台灣第一座結合生態，遊憩，造景的太陽能發電系統。
台南柳營科技園區	聚光型太陽能電池模組	1 MW	台灣第一座大型聚光太陽能發電系統，並首度與工業區用電結合。

## 非再生能源

- 非再生能源為一種天然資源，但是不能夠被再製造、長成或者生產。非再生能源於地球中的蘊含量原本龐大，但不代表取之不盡用之不竭，由於人類大量開採，尤其是人類工業時期的大量運用之後，非再生能源已經慢慢接近枯竭的狀態之中，以下介紹幾種人類常用的非再生能源。

## 石油

- 石油亦稱之原油(crude oil)，蘊含於地殼上層之中，是一種黏稠且深褐色的易燃液體，由不同的碳氫化合物所組成，主要成分為烷烴，並含有硫、氧、氮、磷、釩等類元素。石油主要被運用於燃料及汽油來使用，是目前大眾所使用的主要次級能源之一。原油經由煉油廠可以提煉出汽油、柴油、煤油、取暖用油及潤滑油等相關產品，經過處理後亦可製成許多塑膠用品、工具。尤其於20世紀初內燃機的產生之後，絕大部分的運輸工具都是使用石油來驅動，亦可以發電，使得石油變成更加重要的能源之一，因此石油有另一個名稱-「黑金」。

## 煤 礦

- 煤（Coal）可算是最早被用於產生熱能的非再生能源，也曾經是所有工業國家主要的能源來源。煤礦沉積於地層下方，是由植物經過高溫高壓下而轉換成的碳化化石礦物，煤的主要成分為碳、氫、氧和少量的氮、硫，煤亦根據幾種不同的方式來進行分類，有依據其碳化程度不同分類、岩石結構不同分類、蘊含的揮發性成分不同分類。

## 天 然 氣

- 天然氣（Natural Gas）本身是一種較為乾淨的物質，多含碳、氫、甲烷等成分，成分較為純淨，是一種較為優良的燃料。天然氣的形成方式是煤礦或者石油在形成的過程中會產生甲烷，存在於油田或者天然氣田，亦有少量存在於煤層，是一種氣態化石燃料。
- 用途：可用做燃氣渦輪引擎和蒸氣渦輪發電的主要燃料。於車輛上，壓縮天然氣(液化天然氣)可用做汽車燃料。

## 核能

- 核能（Nuclear Energy）是由原子核透過質能互換的結果，而取得的能量來源。此一效應符合知名物理學家-愛因斯坦所提出的質能互換方程式 $E = mc^2$ （E為能量，m為物質的質量，c為光速）。
- 核能可以透過核分裂或是融合來釋放能量。核分裂，亦稱之為核裂變，通常以較重的原子，例如鈾或鈾來進行反應，重核原子經過中子碰撞之後，會釋放出中子，並且分裂成兩個原子，被釋放的中子會去碰撞周圍的重核原子，如此一來產生了鏈式反應，也伴隨著產生相當大的熱能。

## 核能

- 核融合是由兩個較輕的原子透過結合之後，因質量虧損而產生的大量能量釋放，並產生一個較重的原子和一個較輕的中子，相較於核分裂[如圖]。核融合並不會產生放射性汙染，也不會產生爆炸危險。由於核融合是把兩個原子核融合在一起，為了克服原子核之間強大的排斥力，就必須給於極大的能量。一般此反應約需在1億度左右的環境中才能達成。有幾種可控制的核融合方式:超聲波核融合、雷射局限核融合以及磁局限核融合等。



## 次級能源

- 次級能源（Secondary Energy）：亦稱『二次能源』、『衍生能源』。利用初級能源或其它二級能源加以轉化或轉換處理後的能源，例如氫能源、電能、煤氣、沼氣、甲烷以及電磁能等數種。以下介紹數種代表性的次級能源。

## 氫能源

- 氫能源顧名思義就是藉由氫氣來產生所需的能源，由於氫的燃燒熱為約為汽油的3倍，且質輕，所以液態氫早已被用作火箭推進器的燃料。氫能源的另一優點是其燃燒反應後的產物是水，對於環境沒有污染的疑慮，所以氫能源將可能是未來潔淨能源技術裡的主角。目前已有有些概念性的產品，如加拿大Horizon Fuel Cell Technolo -gies公司於幾年前研發的氫燃料概念車。

## 電能

- 電能即為電子以各種形式做功而產生的能源，分別有直流電能、交流電能以及高頻電能，這三種電能之間可以互相轉換。
- 產生電能的方式有許多種，並且都是利用初級能源所轉換而來，如火力發電所利用的煤、使用水壩的水力發電、核能發電所利用的重元素、風力發電、太陽能發電、海洋以及潮汐所產生的電力都是電能的來源之一。電能的使用範圍相當廣泛並且是具彈性的能量形式，於照明、通信、動力、化學或廣播等有著相當多種類的應用，不勝枚舉，是一種相當實用的能源。
- 電能為人類生活上帶來相當大的便利性，並且帶動非常大的產業經濟，是人類19世紀後依賴性相當大的能源。

## 煤氣

煤氣（Coal Gas）：是一種從煤或有機物之中提煉出來的易燃性氣體，其主要成分有一氧化碳、甲烷和氫等。因此，煤氣有毒，易與空氣形成爆炸性混合物，使用時須高度注意。

## 電磁能

- 電與磁是一體兩面的。可透過電與磁的交互作用來產生力，進而對物體作功，例如磁浮列車（如圖）就是一種電磁能的應用。利用磁產生的懸浮力將車廂懸於半空中，如此一來只剩下空氣中的阻力，此種方式的列車時速可高達每小時500公里以上。

## 能源危機

- 初級能源中的非再生能源是目前人類使用量最大的項目之一。由於長期的過度開發及使用，不僅造成了能源危機，（根據統計目前初級能源的蘊藏量中，只有煤炭有較長的使用年限（約122年））。

項目（能源別）	石油	天然氣	煤炭
蘊藏量(2008 年底)	12580 億桶	185 兆立方米	8260 億公噸
預計可用年數	42 年	60 年	122 年

表：初級能源中非再生能源蘊藏量  
資料來源：經濟部能源局及BP statistical review of world energy June 2009

## 能源危機

- 長期大量使用以及開發非再生能源對地球所造成的環境衝擊相當嚴重。
- 例如由汽油燃燒不完全產生的一氧化碳、以及由使用氟氯碳化物產生的臭氧(O<sub>3</sub>)，會破壞地球上的大氣層，造成宇宙中的紫外線大量進入地球的生態環境中，不僅危害人體健康，也易造成嚴重的溫室效應(Green House Effect)，
- 由石化能源中的硫化物所產生酸性雨水也會破壞土壤，對生物及建築產生莫大的影響。
- 基於以上原因，世界各國已開始研究再生能源的開發，及節能減碳的新技術。

## 能源危機

- 次級能源的最大優點在於便利人們使用、儲存或攜帶，但是也為環境帶來很大的衝擊。
- 由於次級能源的產生與初級能源息息相關，舉凡電能、煤氣、汽油、沼氣或電磁能等，皆透過不同的初級能源所轉換而來。例如由水力、火力、風力以及核能轉換產生的電，從原油中提煉出來的石油等，因此初級能源的損耗會直接影響到次級能源的產量。除了在產生次級能源過程中的能源消耗外，在傳輸至用戶端的過程中所產生的損耗也相當的大。
- 一般來說，次級能源從產生至用戶端的過程中已消耗了約60~70%。所以尋找替代能源或者降低次級能源使用以及損耗一直是各國政府相當關心的議題。

## 能源的開發與利用

- 上述提到的再生能源有海洋能、水力能、風力能、生質能、地熱能以及太陽能等類。適度的開發再生能源是解決現階段過度依賴某些能源的最好途徑，目前太陽能發電以及風力發電是全球開發再生能源的主流。
- 截至2009年底，台灣再生能源發電裝置容量已達320.1萬瓩，約占總電力裝置容量8%，經濟部能源局預估此比例至2025年能提升為15.1%達845萬瓩。

## 能源的開發與利用

- 除了再生能源的開發外，提升能源的使用效率，及降低能原使用所造成的污染也是目前能源發展中很重要的課題。在提升能源的使用效率上，除了要減少能源在傳輸過程中的損耗外，更要提升使用端的輸出效率。
- 實際的做法上，除了有賴正確的政策及法規外，如具有綠能效果的都市規劃，也需要建立起一個高效能的傳輸電網，更便捷也更有效率的公共運輸系統，及鼓勵節能器具的研發及使用。更重要的是每個人需有節能減碳的觀念及習慣。

## 未來的憧憬

- 能源的使用幫助我們創造了璀璨的人類文明，但一個快速的文明進展從另一個角度來看卻是大量的能源消耗及環境的破壞。
- 這幾年來地球上由於異常的氣候變化所引起的天災，糧食及飲水的短缺，疾病的流行，不僅衝擊著21世紀的文明發展，也已被證實都跟能源的消耗有直接或間接的關聯。在21世紀的今天，我們都期待有乾淨且充沛的能源可使用，但目前為止，絕大部分可供大量使用的能源，包含各種石化能源及生質能源等，其最終產物還是以二氧化碳等廢氣為主。

## 未來的憧憬

- 由於科技的進步，太陽能以及風力能發電轉換效率一直不斷的提升。
- 氫能的技術亦不斷的發展至最佳狀態，另外以氫的同位素氘為反應的核融合發電也是一個相當可期待的優質能源。
- 超導線材製成的電線，以壓縮空氣或以氫氣燃燒來產生動力的引擎，或以LED作成的照明設備。

## 未來的憧憬

- 隨著地球生態環境逐漸惡化的影響，一些已開發國家對生態環境永續發展的概念已逐漸的落實在日常生活上，尤其在北歐國家，如瑞典，丹麥，荷蘭等國。以人為本，且生態和諧的環境建設已是這些國家在作城市規劃時的首要條件。隨著科技的進步，一個潔淨且可永續發展的生活環境，似乎是可預期的，但珍惜能源、愛護資源，卻是每個人為維繫一個良好的生態環境所必須要做，且身體力行的。

### 一、解釋名詞：

1. 次級能源(Secondary Energy)、二次能源或二級能源、或衍生能源
2. 海洋溫差發電法
3. 生質能(Biomass energy)或生質能源
4. 水力能(Water Energy)
5. 非再生能源

### 二、簡答題與申論題：

1. 試分別說明能源的種類有哪幾種？試分別舉例說明之。
2. 初級能源(Primary Energy)為自地球天然形成，不需經過加工即可使用。初級能源分為哪兩大類？試分別舉例說明之。
3. 試列舉至少三樣海洋能的種類。
4. 波浪的形成是由於風和海面之間的相互影響所造成的，而波浪能即海洋表面的波浪所具有的動能與位能。波浪的能量與波浪高度的平方、與週期以及迎波面的寬度成正比。
5. 海流就是指海洋中的水受到地球轉動與地形的影響所形成的水流，而影響海流流速的則有海風的吹襲、海水溫差、或是海中鹽度的差異等因素。海流能的能量與流速的平方及流量成正比。利用海流的流動推力，可使放置於海中的海流渦輪機產生動力，帶動發電設備以產生電力，能量源源不絕。

6. 試說明在推廣生質能源時，可能遭遇的困難有哪些？
7. 水力發電的形式依照水源性質可分為哪兩種？我國的明潭發電廠屬於哪一種型式的水力發電廠？
8. 太陽能是所有生命的能量來源，也是最潔淨的能量擷取方式。其主要的能量擷取方式主要包括哪兩種？
9. 水力發電為乾淨且低污染的可再生能源，取之不盡用之不竭。興建大量的水壩亦會\_\_\_\_\_ (減緩或助長) 地球溫室效應？請說明其原因為何？
10. 試說明生質能(Biomass energy)之原理與處理方式、及其優點與缺點。
11. 利用初級能源或其它二級能源加以轉化或轉換處理後的能源，包括有那幾種常見之能源？
12. 何謂能源危機？並請簡要說明長期大量使用以及開發非再生能源對地球所造成的環境衝擊及對策。
13. 試說明次級能源的產生與初級能源的關係、並請說明其優缺點，與此用此次級能源可能遭遇之問題。