

當代能源概述

講者：臺東大學科學教育中心主任 林自奮博士

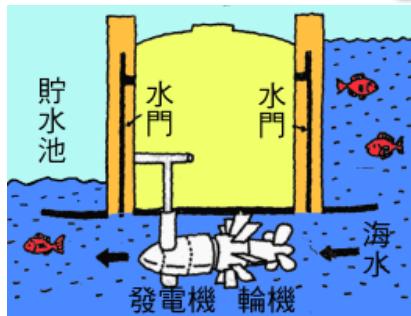
能源種類及分類

- 化石燃料 (Fossil Fuels)
- 太陽能 (Solar Energy)
- 風能 (Wind Energy)
- 核能 (Nuclear Power)
- 水能 (Hydro Energy)
- 地熱能 (Geothermal Energy)
- 海洋能 (Marine Energy)
- 生物質能 (Biomass Energy)
- 廢物轉化能源 (Energy from Waste)

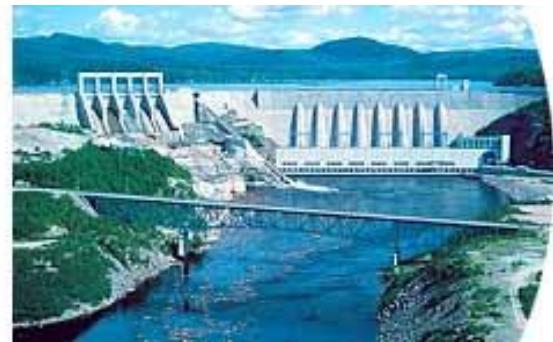
環境污染→溫室效應→全球暖化



核能發電
核反應 & 核輻射



潮汐&波浪發電

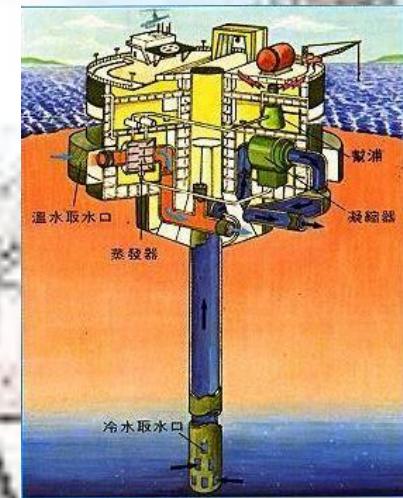


水力發電

太陽熱能發電
太陽光能發電

風力發電

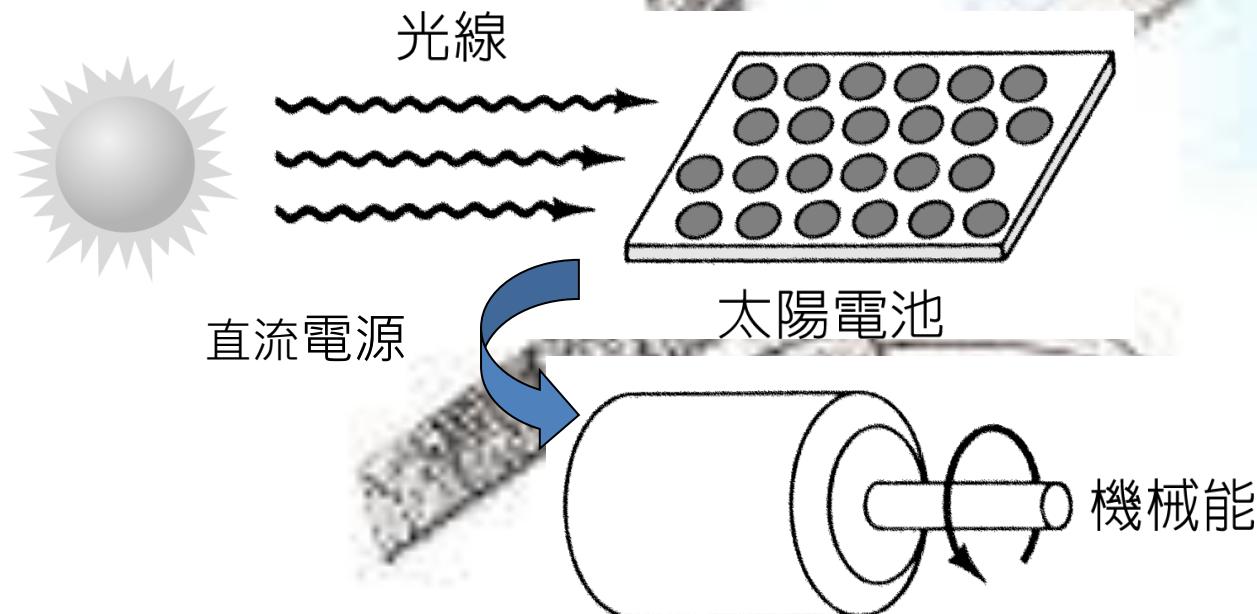
溫差發電



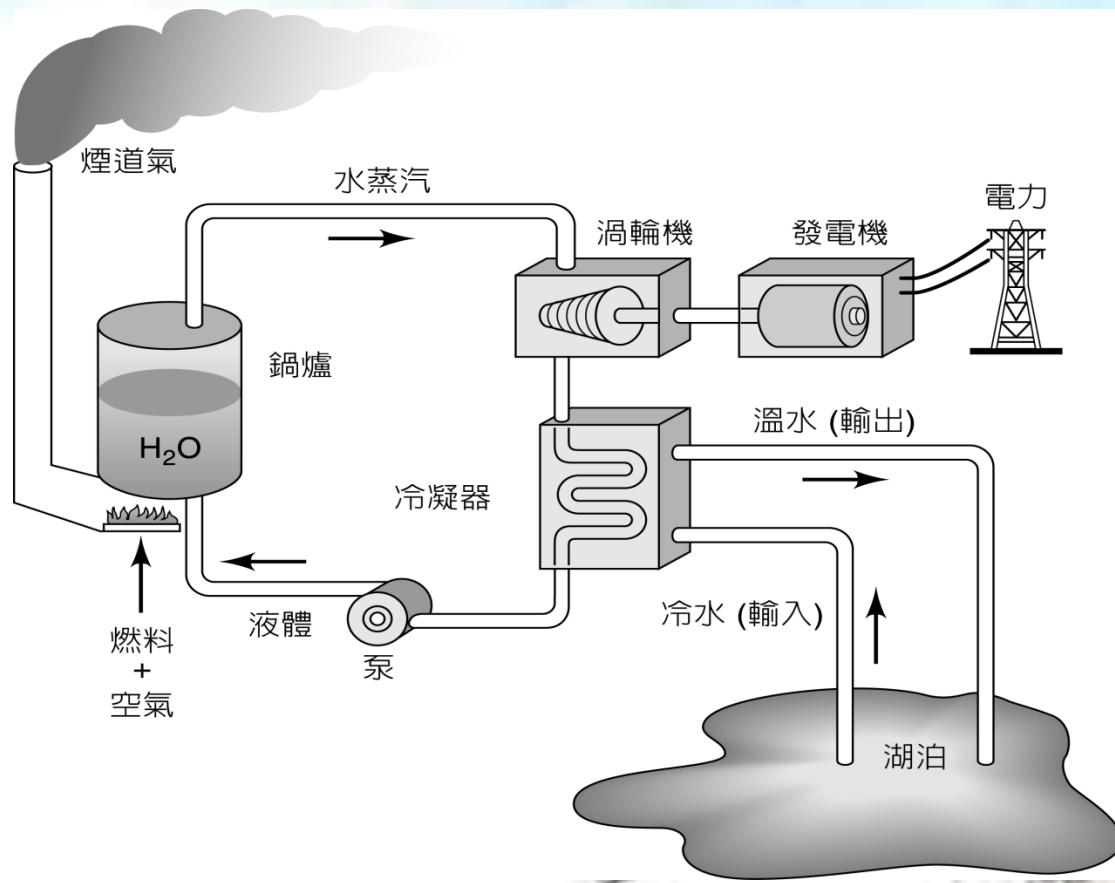
不同能源形式間的轉換

太陽能

- 太陽能經由太陽電池轉換成電能，可用以驅動馬達或各種電器用品。



火力發電的基本原理和流程



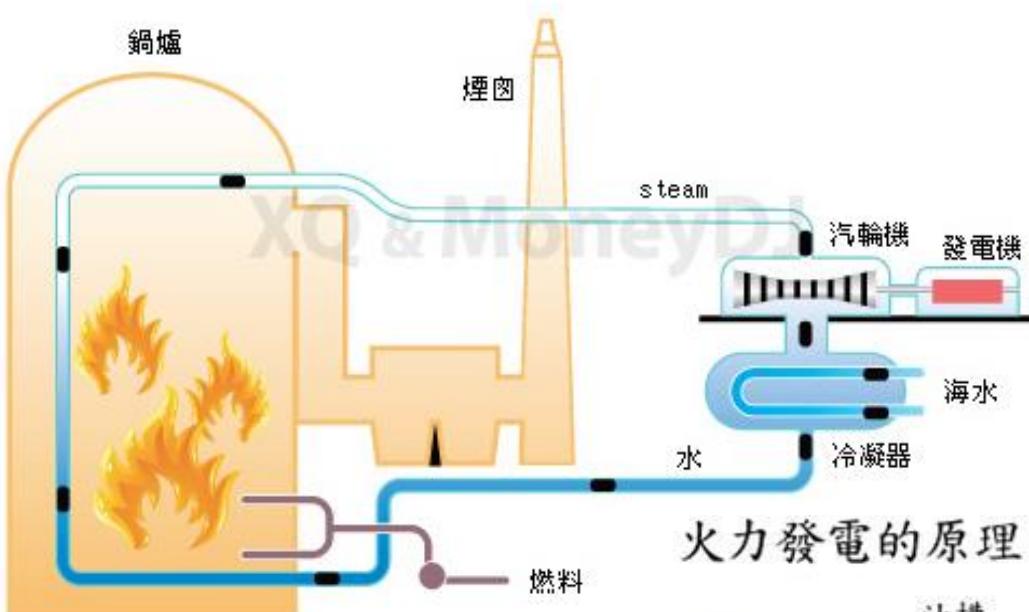
能量連鎖轉換：

化石燃料的化學能 → 热能 → 機械能旋轉動能 → 電能

Energy chain & transformation

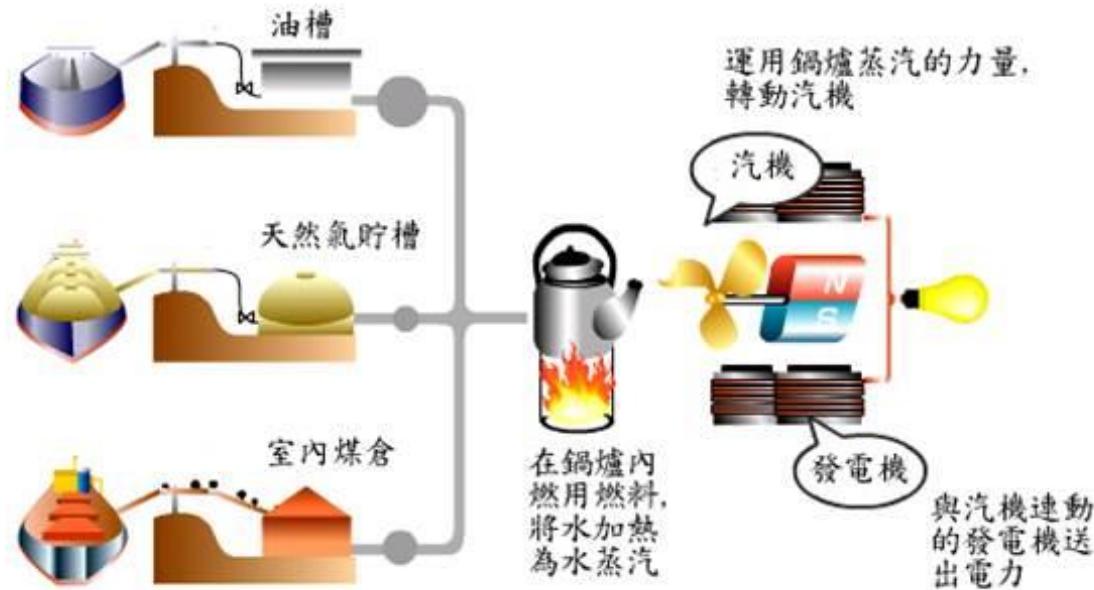
Chemical → Heat → Mechanical energy → Electrical powers

火力發電系統



傳統火力發電機組
流程示意圖

傳統火力發電機組
能量轉換示意圖



汽渦輪引擎



化石燃料能量轉換 (Energy Conversion)

Typical Heat Values of Various Fuels

燃料種類 (Types of Fuel)	轉換率 (Conversion rate)
木材 (Firewood)	16 MJ/kg
褐煤 (Brown coal)	9 MJ/kg
黑煤 (Black coal, low quality)	13-20 MJ/kg
黑煤 (Black coal)	24-30 MJ/kg
天然氣 (Natural Gas)	39 MJ/m ³
原油(Crude Oil)	45-46 MJ/kg
輕水反應爐中的鈾	500,000 MJ/kg

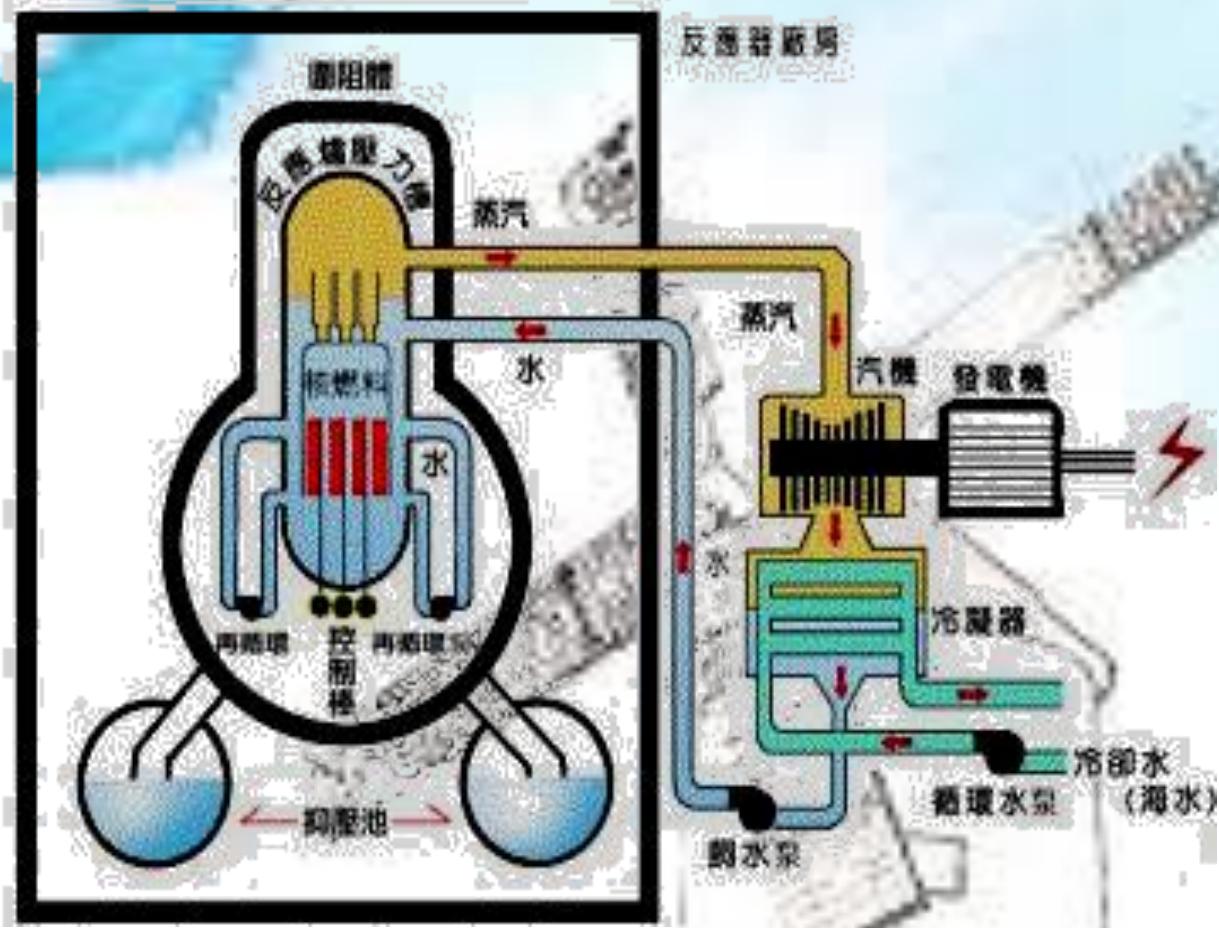
MJ = Mega Joules = 10^6 J

*天然鈾(natural U)

核能電廠-核分裂之連鎖反應

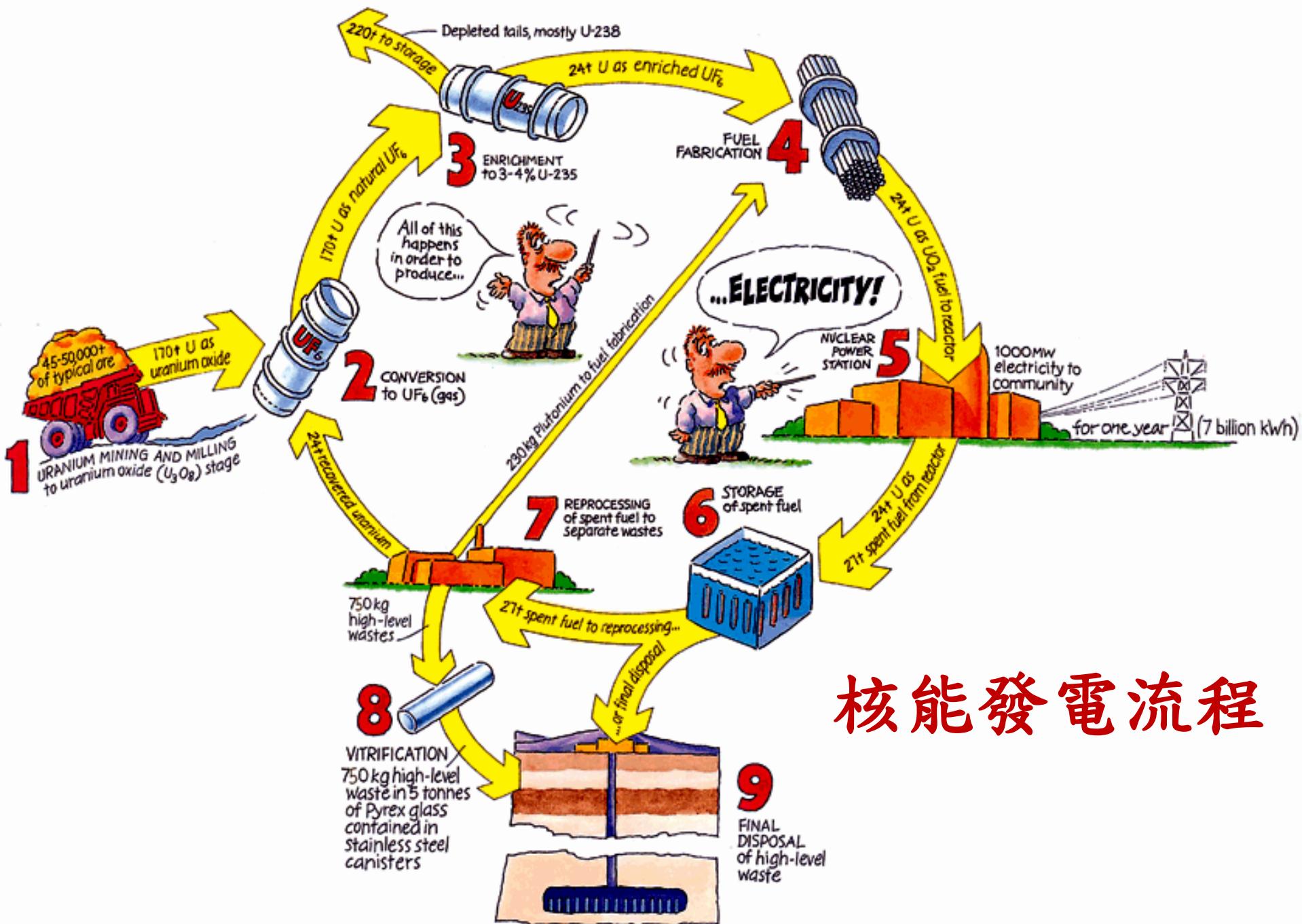
鈾礦

開採與提煉



核分裂連鎖反應示意影片

<https://www.youtube.com/watch?v=v7YQT6BCuAE>



核能發電流程

UO₂ 燃料丸

■ 燃料丸：

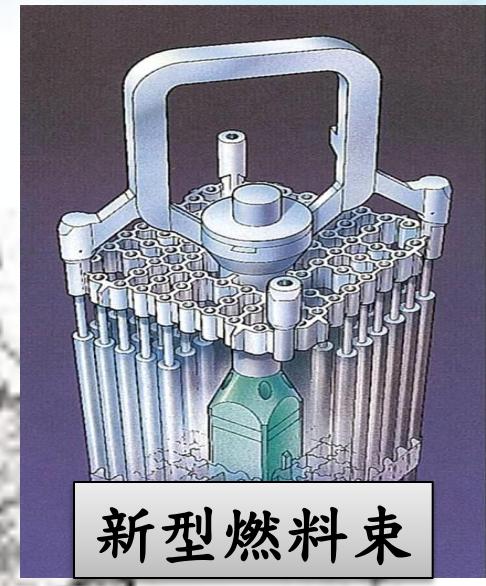
呈圓柱體，長度(高度)約1公分，直徑約0.9公分。
一顆燃料丸產生的能量約等於 10^6 倍重量煤所產生的能量。



UO₂ 燃料丸

■ 燃料棒：

燃料丸裝填入金屬鎔(Zr)製成的護套就成燃料棒。
燃料棒長度約415公分(約163吋)，一根燃料棒約裝填 380 顆燃料丸。



新型燃料束

■ 燃料束：

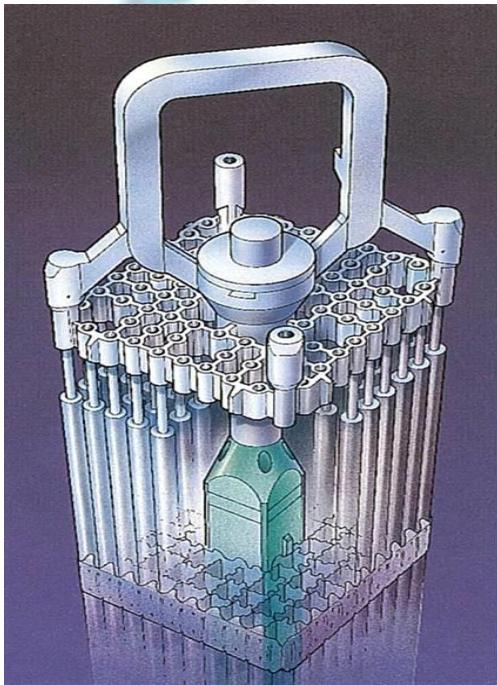
燃料棒組成燃料束，以台灣使用的核燃料為例，
一支燃料束有91根燃料棒，另有9根燃料棒位置被水棒取代，成10×10矩陣排列。



燃料棒

■ 燃料束置入反應爐心產生核子反應放出能量。

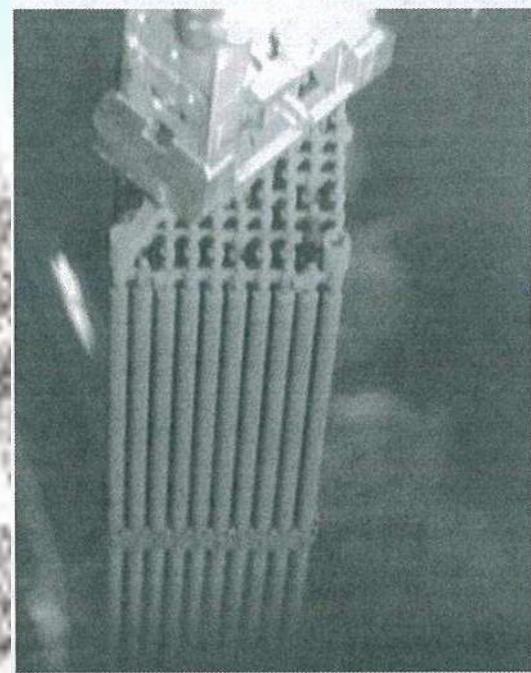
燃料束



燃料束的
結構示意圖



新型燃料束

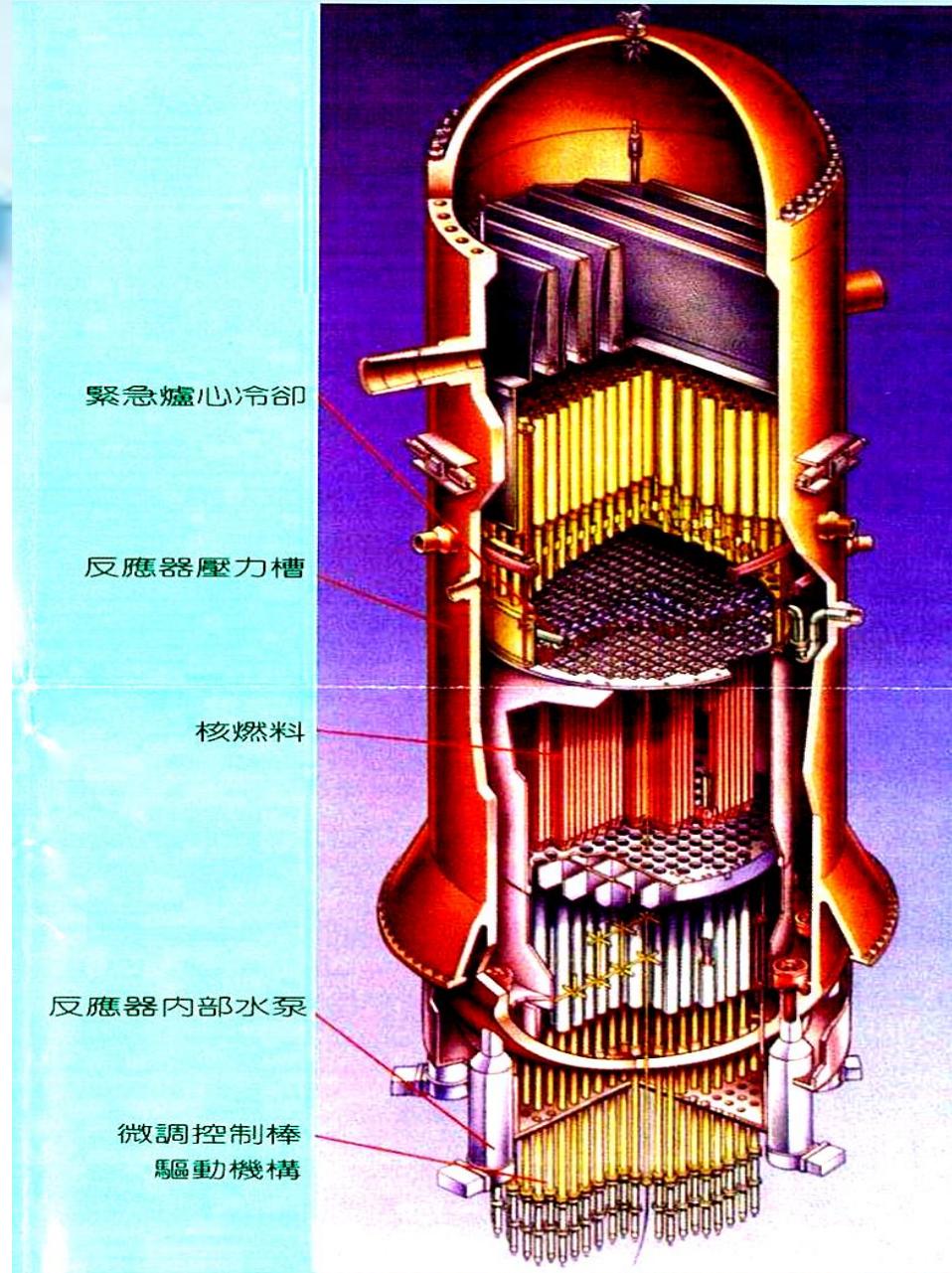


- 新燃料表面光亮
- 用過燃料的顏色變
灰暗，表面粗糙

- 目前台灣核一廠反應爐有408支燃料束；核二廠反應爐則有624支燃料束。
- 一束新燃料放入反應爐心可使用約4.5~6年，待它的能量大部份已被用完，才從反應爐心退出，就是所謂的「用過燃料」，也就是大家所稱的「高放射性廢料」。
- 一般燃料，例如火力電廠的石化燃料，經燃燒後就會化成灰燼。而發電用的核燃料經過核分裂反應，整支核燃料束的基本配件沒有短少。只是「用過燃料」的顏色變灰暗，表面粗糙；新燃料表面光亮，但基本構造沒有不同。

反應器壓力槽 (Reactor Pressure Vessel)

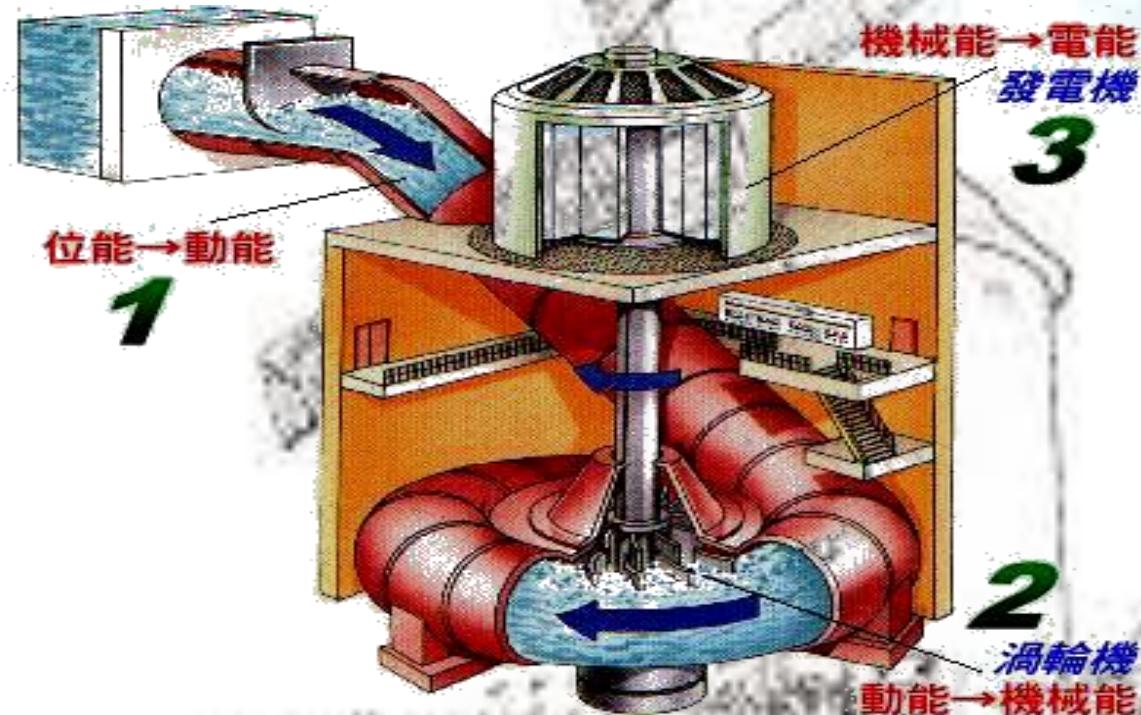
- 進步型沸水式反應器，置放核燃料的空間，稱為**反應器爐心**(Reaction Core)。



水力發電

■ 水力發電原理

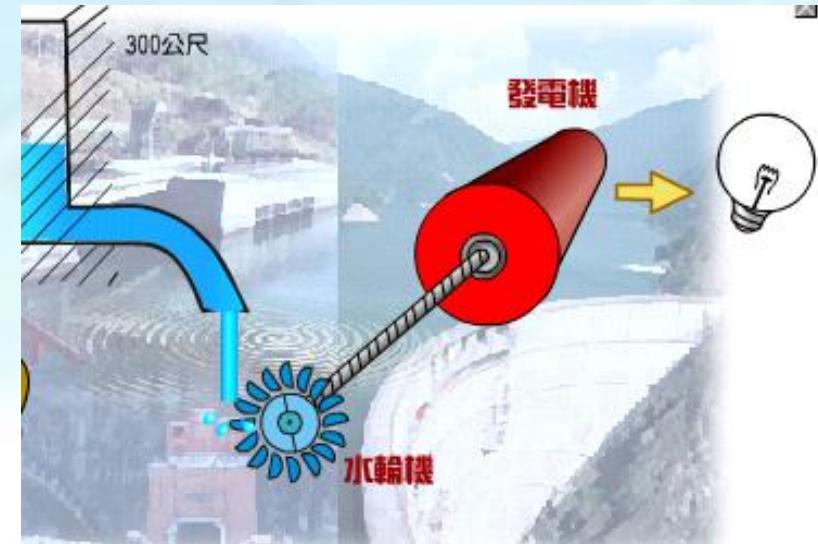
水力發電係利用河川、湖泊等位於高處具有位能的水流至低處將其中所含之位能轉換成水輪機之動能，再藉水輪機為原動機，推動發電機產生電能。



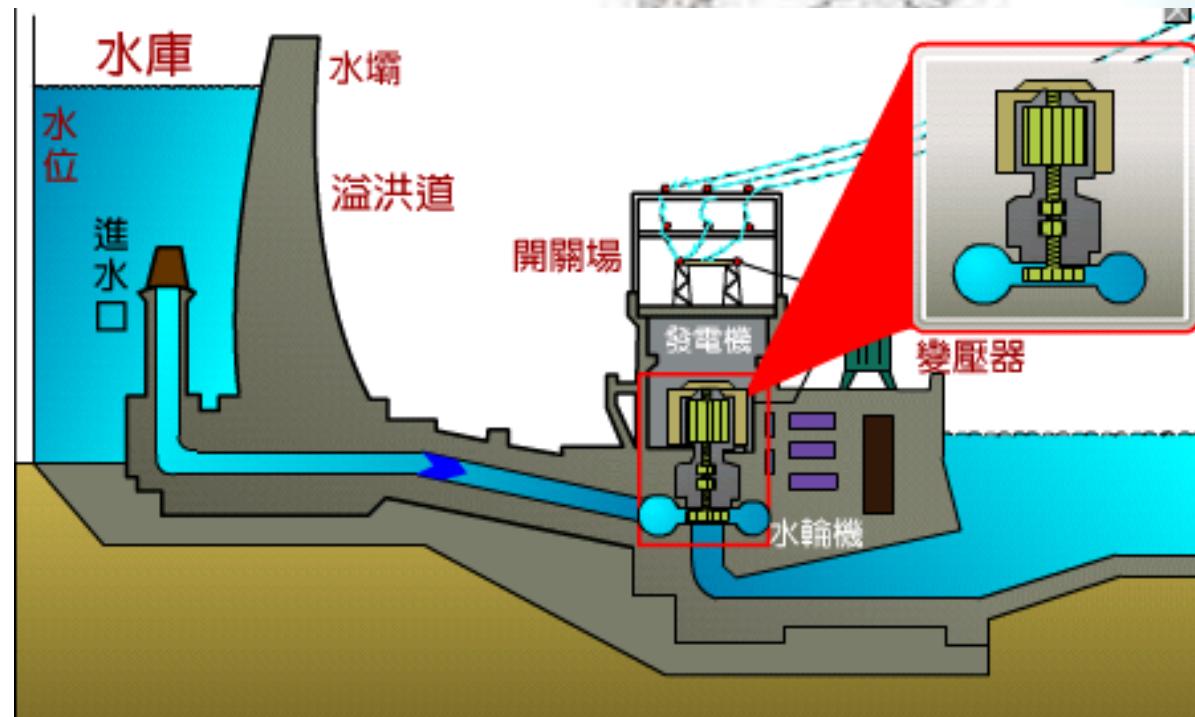
■ 水力發電原理：以水位的落差，配合水輪發電機產生電力。

■ 能量轉換：

水的位能→水輪的機械能→機械能推動發電機→可獲得廉價、無污染的電力

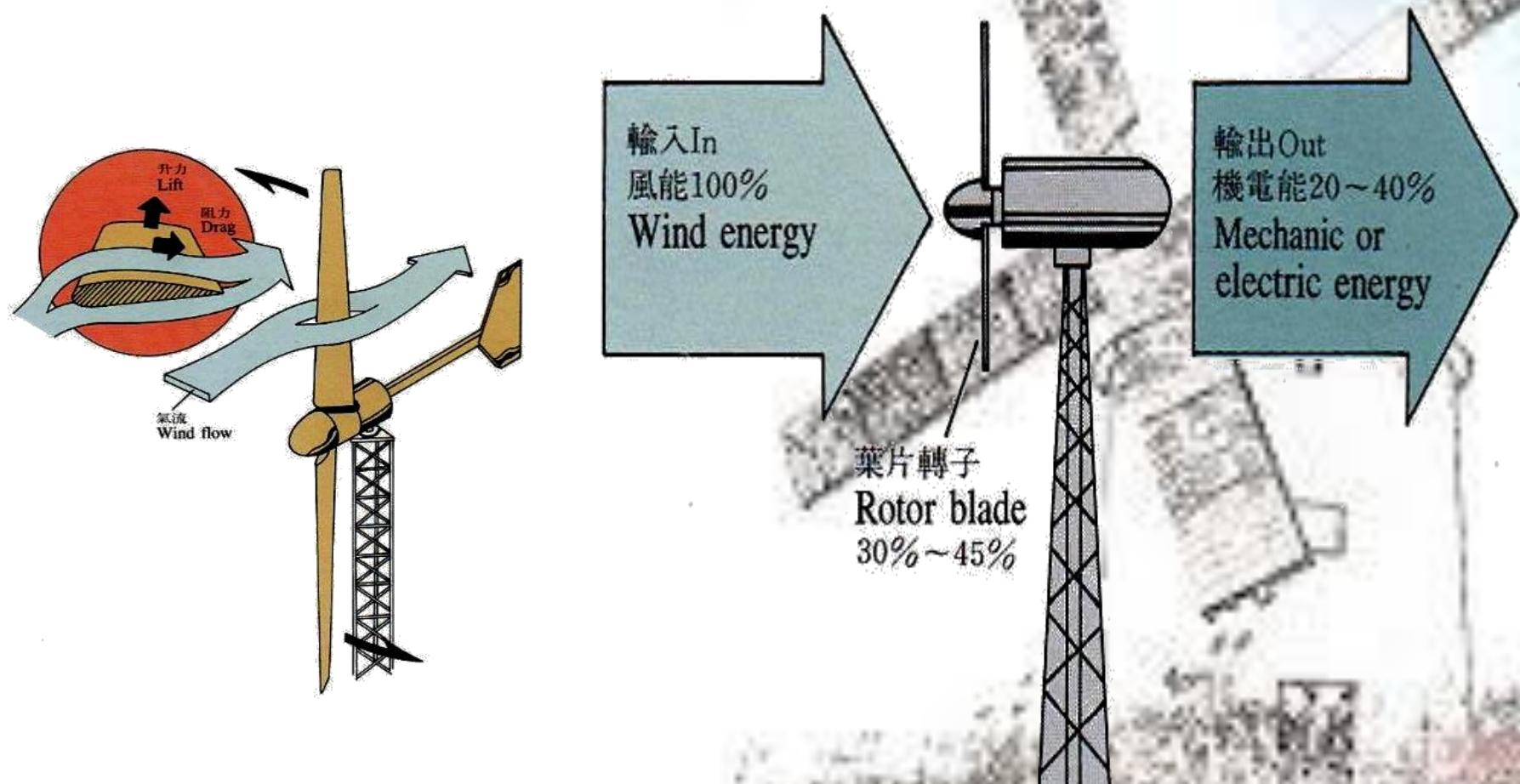


■ 以水位落差的天然條件，有效地利用流力工程及機械物理等，精密搭配以達到最高的發電量。



風力發電

- 發電原理：藉由空氣的氣動力作用（包括升力及阻力），轉動葉片以擷取風的動能，進而轉換成電能。





風能的優缺點



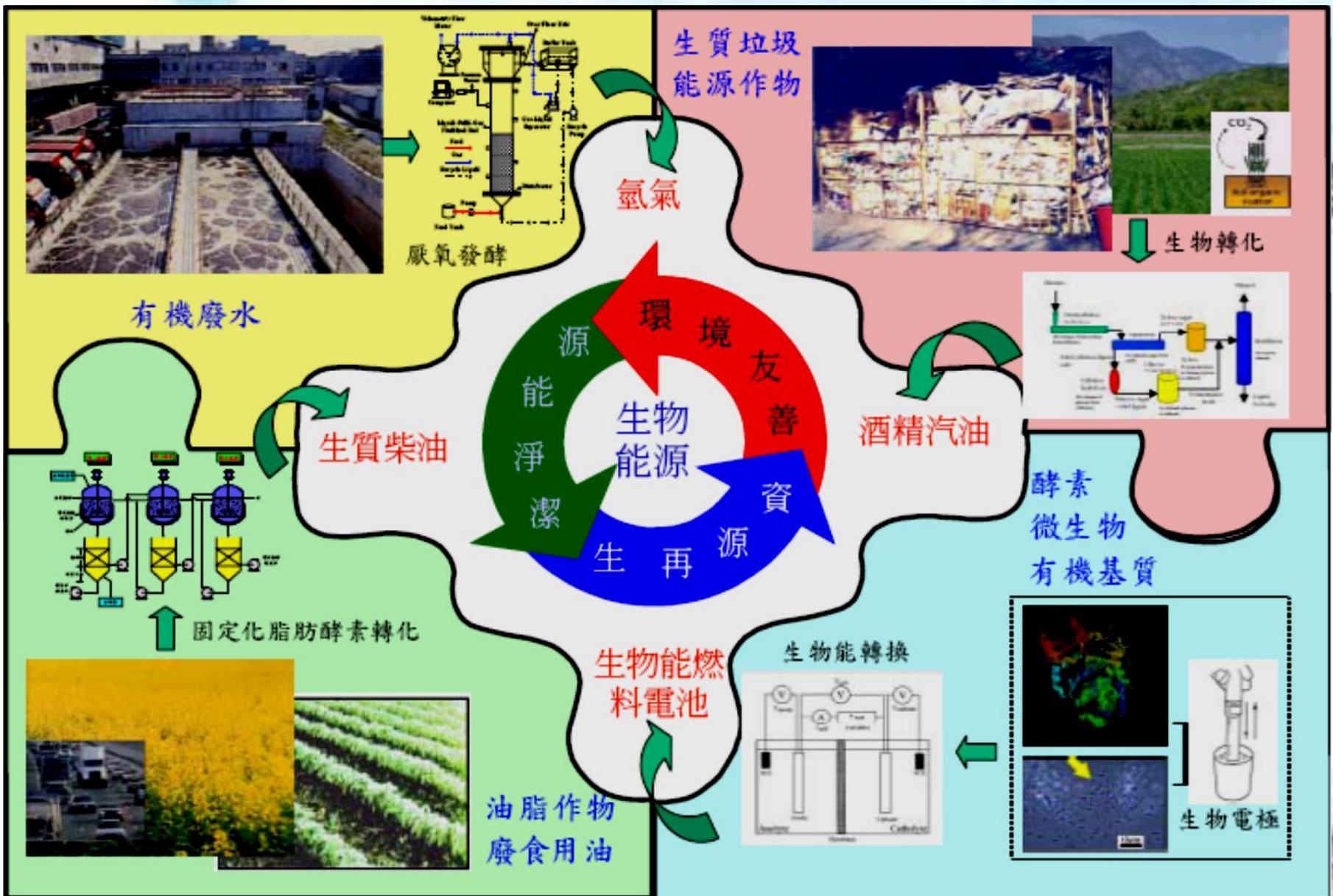
(1) 優點

- 能量巨大，取之不盡用之不竭
- 週而復始，可以再生
- 分佈廣泛，利用方便
- 不污染環境、不破壞生態
- 就地可取、無須長途運輸

(2) 缺點

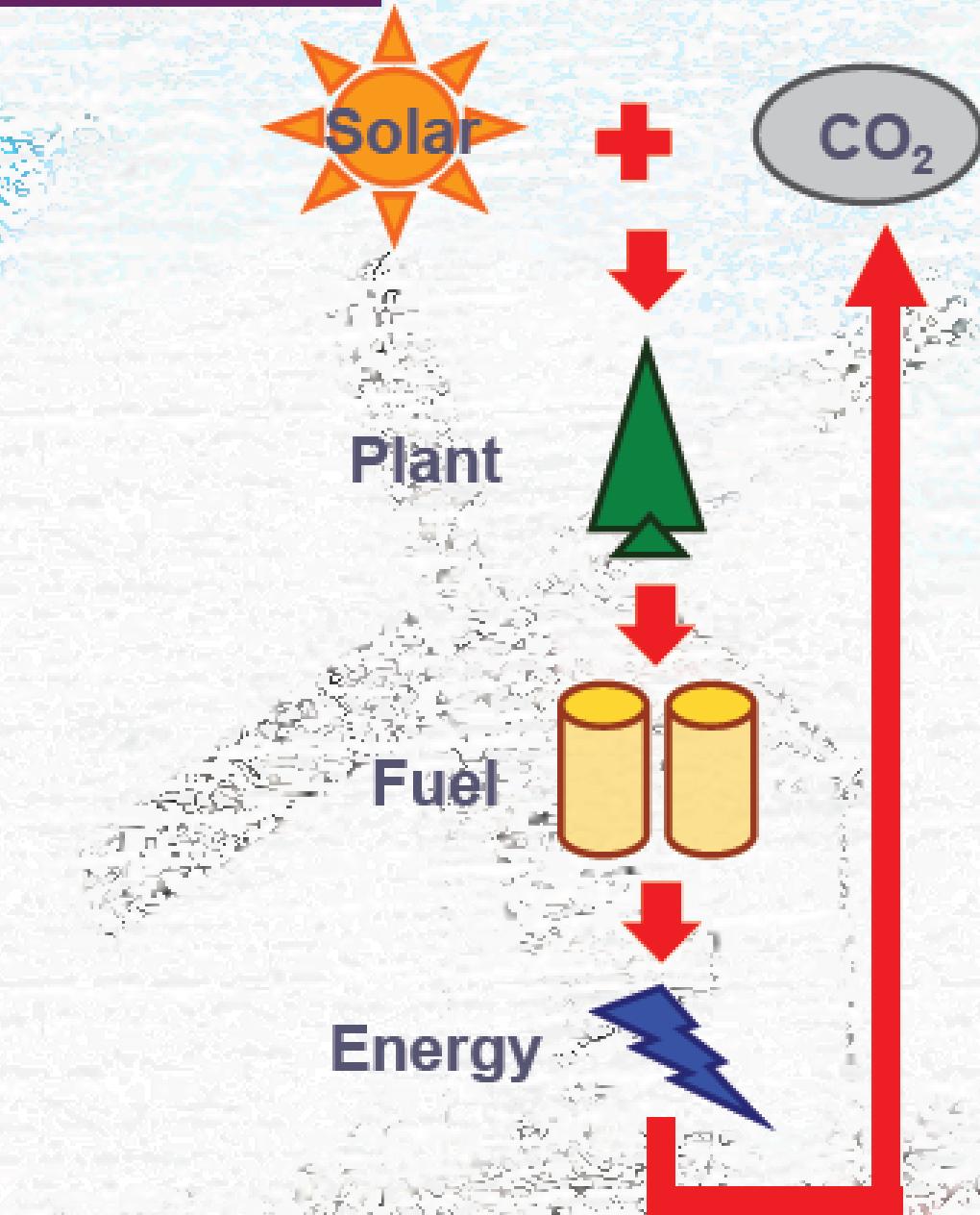
- 風的不穩定度高，發電品質較不穩定
- 受地形影響大，地區差異顯著
- 降低土地利用價值
- 風能產生電力有限

生物能源開發利用



生質能基本原理

利用太陽能與CO₂，進行光合作用促進植物生長，再作為燃料，因此歸類為再生能源，沒有增加CO₂淨排放



我們所面對的能源問題

(一) 未來50年人類須面對的十大挑戰

(Humanity's Top Ten Problems for Next 50 Years)

(1) 能源 (Energy)	(6) 恐怖主義與戰爭 (Terrorism & War)
(2) 水 (Water)	(7) 疾病 (Disease)
(3) 食物 (Food)	(8) 教育 (Education)
(4) 環境 (Environment)	(9) 民主 (Democracy)
(5) 貧困 (Poverty)	(10) 人口 (Population)

(資料來源：物理雙月刊)

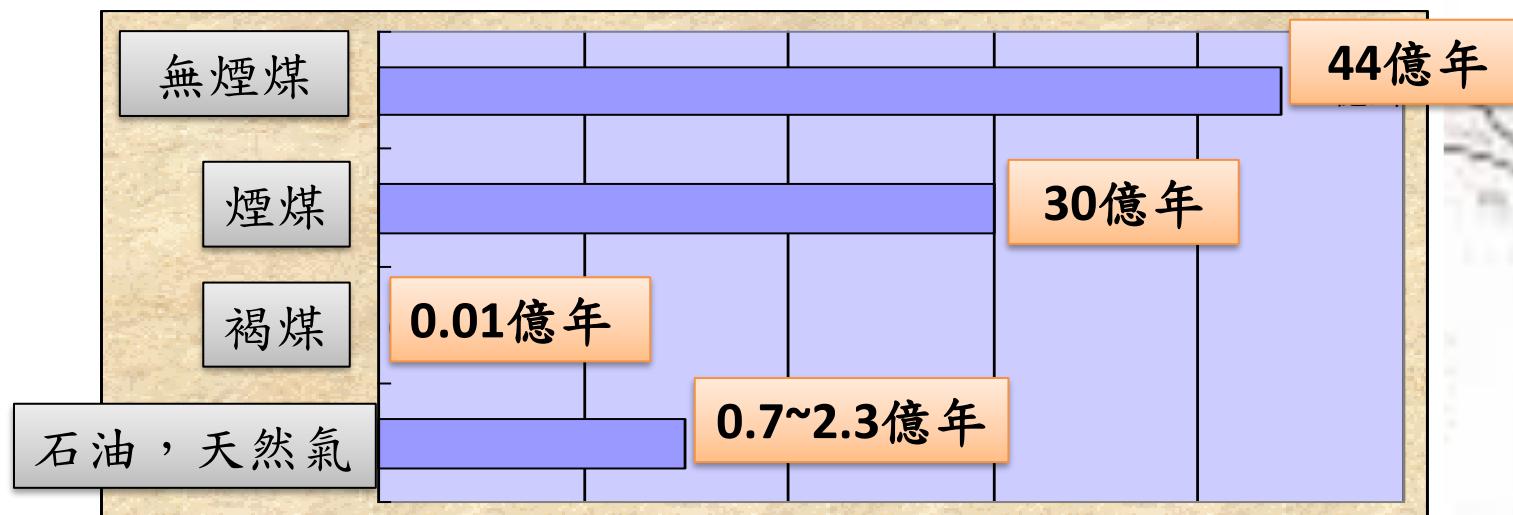
實際面對的問題



- 目前使用主要能源蘊藏量愈來愈少
- 未來需求預測仍呈成長趨勢
- 價格愈來愈高
- 衍生溫室效應問題愈來愈嚴重
- 再生能源短時間無法取代傳統能源
- 核能發展仍然阻力重重

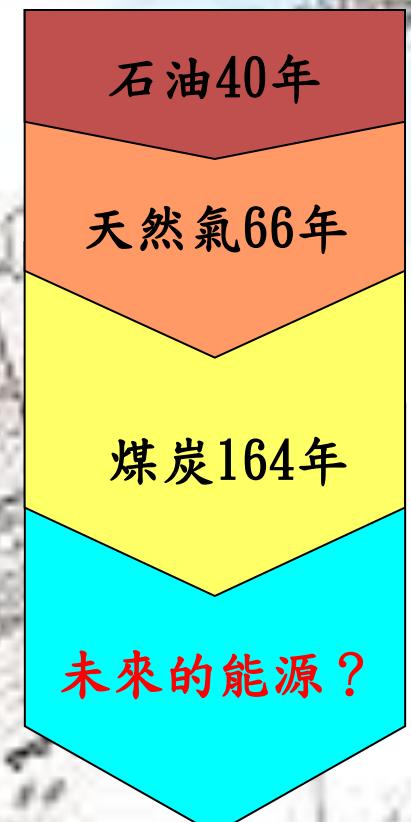
- 16世紀起開始大量使用煤炭；18世紀起開始大量使用石油與天然氣。
- 20世紀就發生能源危機，在短短的四百年間，人類幾乎已把過去數億年才能形成的石化燃料使用殆盡。

各種煤、石油、天然氣形成所需時間



能源蘊藏量消耗量可使用年限表

能源別 項目	石油 (億桶)	天然氣 (兆立方米)	煤炭 (億噸)	鈾 (萬公噸)
蘊藏量	11886	17953	9091	353.7
消耗量 (年)	295.6	269	55	6.8
可使用年限 (年)	約40	約66	約164	依技術 可提高年 限



未來需求預測仍呈成長趨勢

全球能源需求預測一覽表



年別 能源	2005	2010	2015	2020	2025	年平均 (2001～ 2025)
石油	4,138	4,672	5,141	5,640	6,181	1.9%
	37.9%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	
天然氣	2,596	2,734	3,074	3,498	3,944	2.2%
	23.8%	23.1%	23.6%	24.4%	25.1%	
煤	2,538	2,722	2,938	3,195	3,533	1.6%
	23.2%	22.9%	22.5%	22.3%	22.5%	
核能	701	751	791	801	766	0.6%
	6.4%	6.3%	6.1%	5.6%	4.9%	
水力及再 生能源	948	983	1,089	1,174	1,270	1.9%
	8.7%	8.3%	8.4%	8.2%	8.1%	
合計	10,921	11,862	13,033	14,308	15,694	1.8%

資料來源：EIA “International Energy Outlook 2004”

未來需求預測仍呈成長趨勢

全球能源需求預測一覽表



年別 能源	2005	2010	2015	2020	2025	年平均 (2001～ 2025)
石油	4,138	4,672	5,141	5,640	6,181	1.9%
	37.9%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	
天然氣	2,596	2,734	3,074	3,498	3,944	2.2%
	23.8%	23.1%	23.6%	24.4%	25.1%	
煤	2,538	2,722	2,938	3,195	3,533	1.6%
	23.2%	22.9%	22.5%	22.3%	22.5%	
核能	701	751	791	801	766	0.6%
	6.4%	6.3%	6.1%	5.6%	4.9%	
水力及再 生能源	948	983	1,089	1,174	1,270	1.9%
	8.7%	8.3%	8.4%	8.2%	8.1%	
合計	10,921	11,862	13,033	14,308	15,694	1.8%

資料來源：EIA “International Energy Outlook 2004”

113年台電公司發電成本一覽表

項目	113 年 11月底止 單價 (元/度)	112 年 審定決算 單價 (元/度)
自發電力	2.75	3.30
火力發電	2.86	3.52
燃油	7.18	7.50
燃煤	2.49	3.43
燃氣	2.94	3.44
核能發電	1.31	1.38
抽蓄發電	4.47	5.35
再生能源	2.25	2.53
慣常水力	1.60	1.83
風力發電	4.25	4.48
太陽光電	3.85	4.13
地熱	7.29	4.94
購入電力	3.90	4.29
汽電共生	2.98	3.07
民營電廠	3.42	4.17
燃煤	3.22	4.13
燃氣	3.54	4.19
再生能源	5.36	5.20
慣常水力	2.09	1.83
風力發電	6.59	6.70
太陽光電	4.87	4.88
地熱	6.62	6.32
其他再生能源	4.20	4.21
平均發購電成本	3.09	3.59

114年台電公司各機組發電量

各機組發電量

台電系統各機組發電量 (單位 MW)
更新時間 - 2025-01-03 11:00

各能源別即時發電量小計(每10分鐘更新)：

總計：29222 MW

