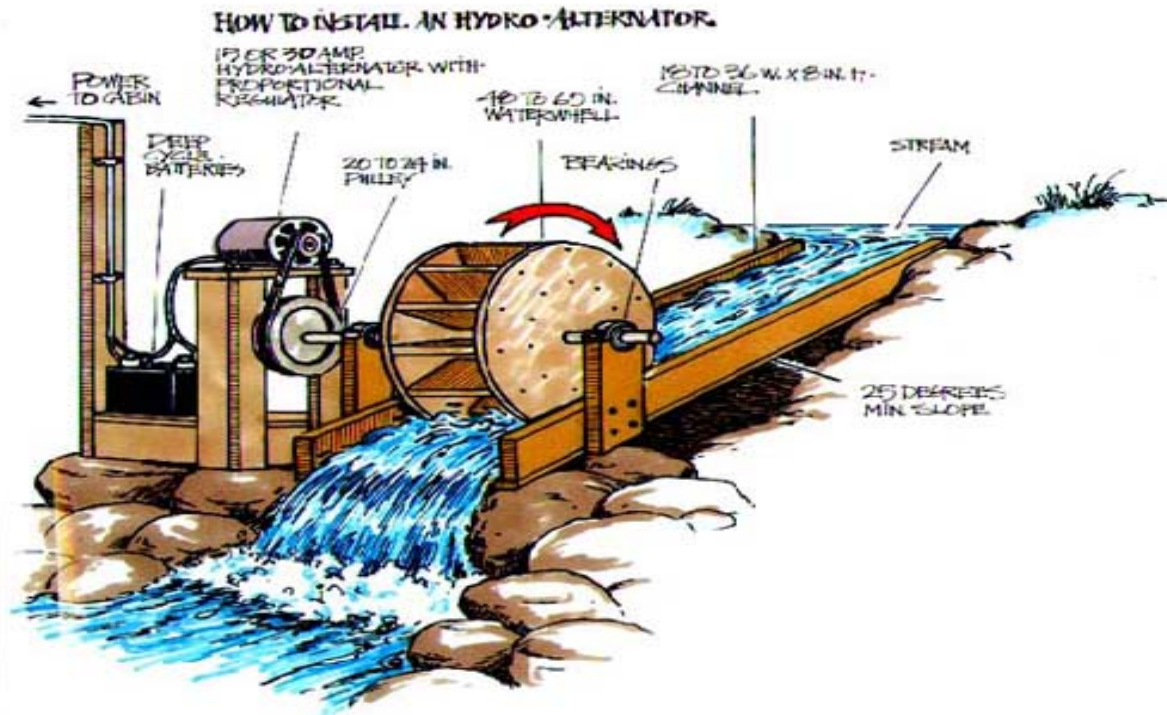


宜蘭縣礁溪國中研習課程—創意科學DIY

動手做水力發電機模型★

DIY Model Hydroelectric Power Plant

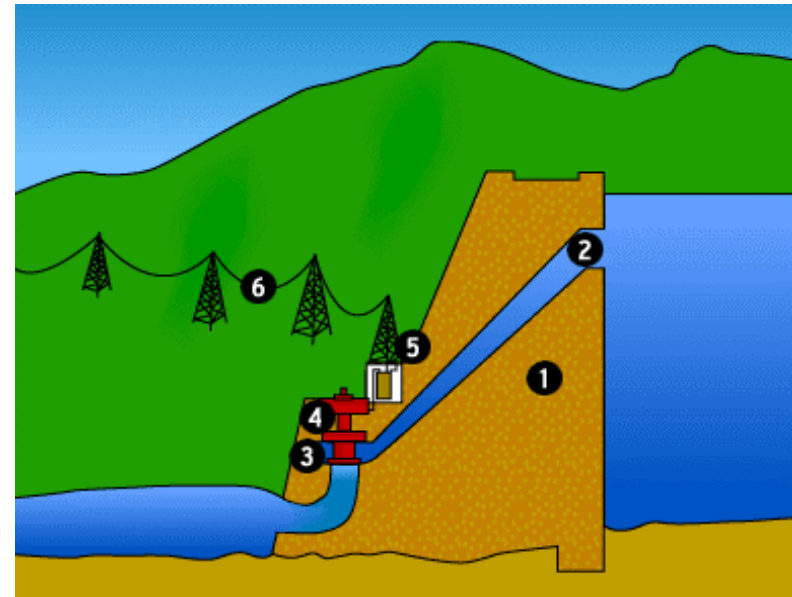
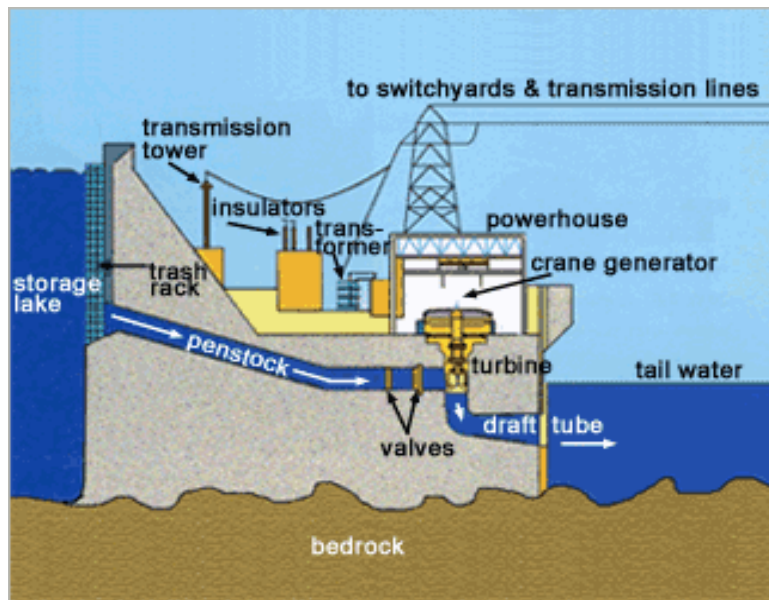


主講人：國立成功大學航空太空研究所碩士
陳俊中 (Adion Chen)

看圖說故事系列課程---

動手做水力發電廠模型

DIY Model Hydroelectric Power Plant

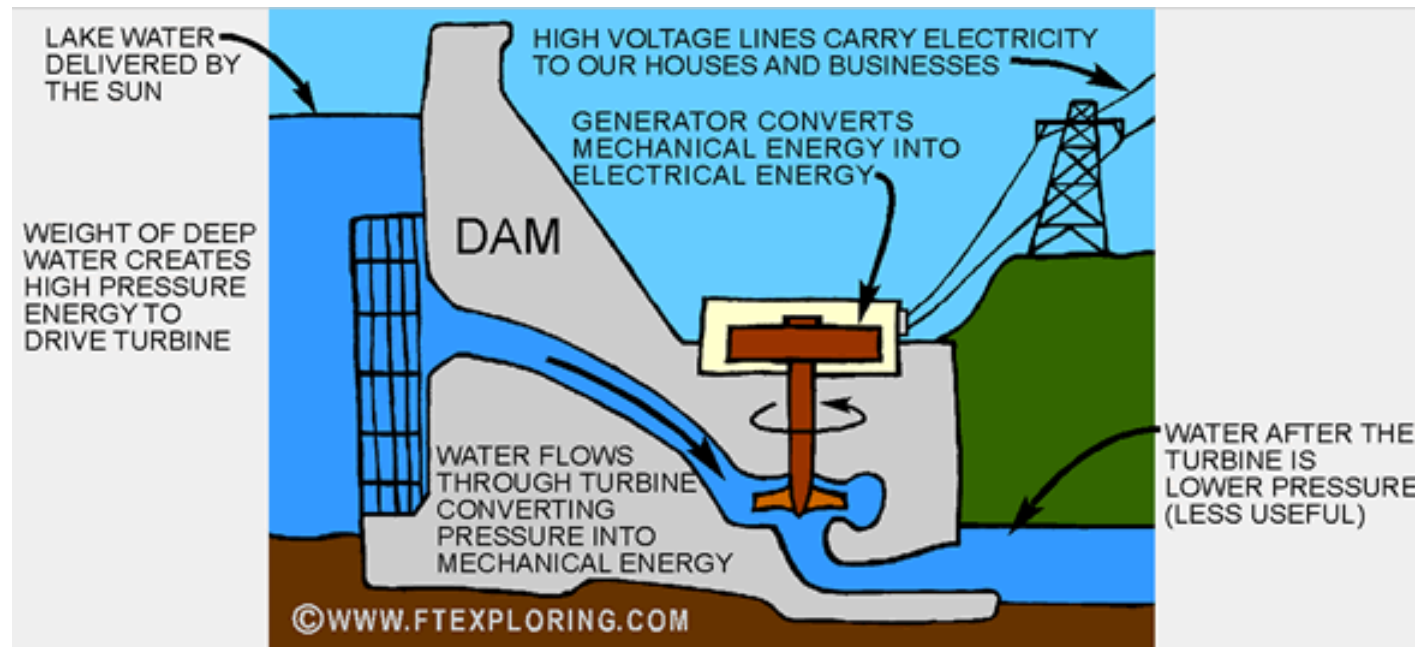


宜蘭縣礁溪國中

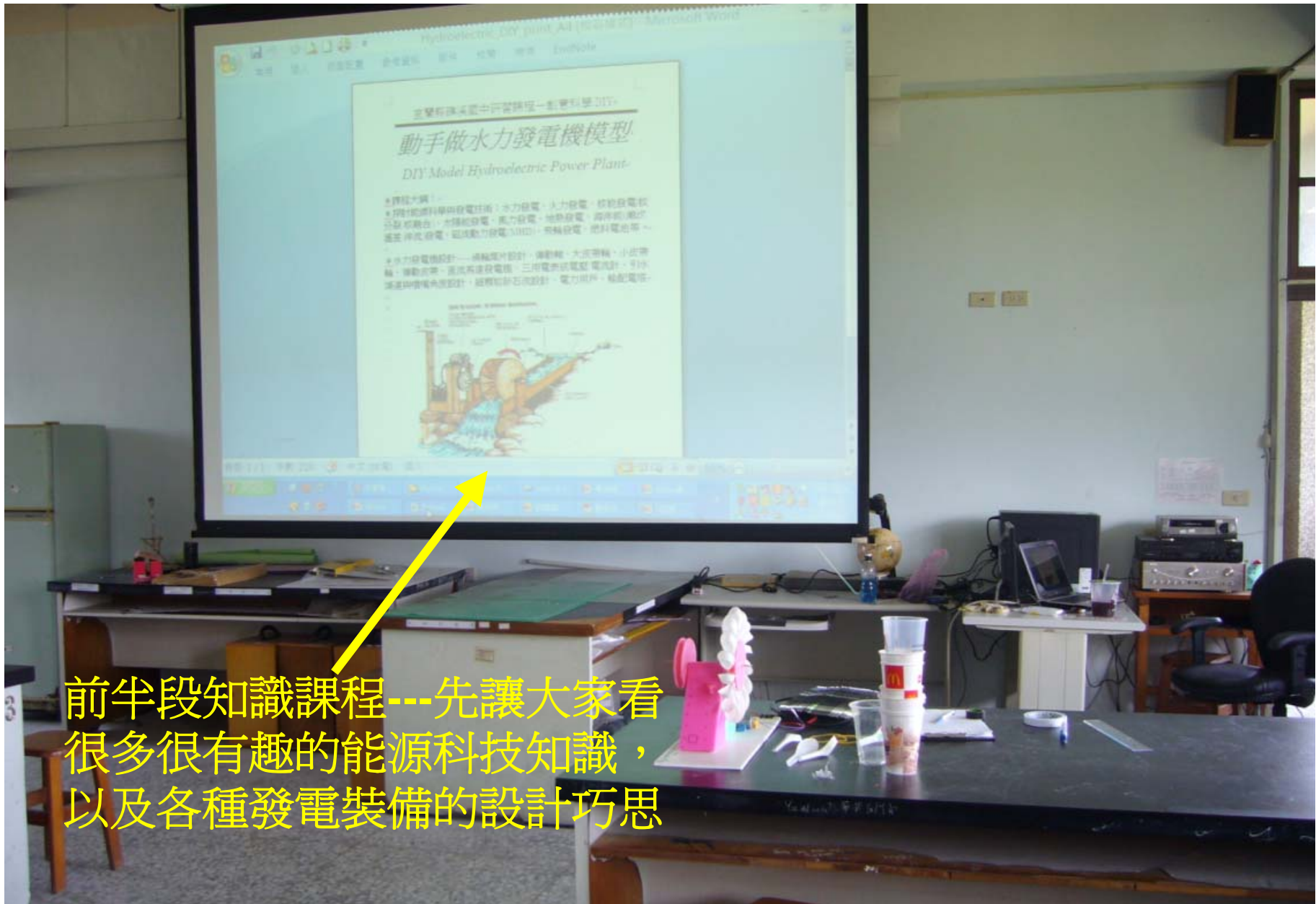


一張精彩的示意圖或照片 勝過千言萬語的文字描述

這就是看圖說故事系列課程的基本精神



動手做課程----礁溪國中的老師們在研習課程
活動中都做出了自己的創意水力發電機模型



前半段知識課程---先讓大家看很多很有趣的能源科技知識，以及各種發電裝備的設計巧思



上完知識課程以後，此時大家就開始動起來，進入下一階段的實作課程。

大家開始動手製作科學模型



大家開始動手製作科學模型



工作人員辛苦地準備了很充足的材料給大家用



將葉輪及結構體黏合





將整個葉輪及輪軸穿入軸承之中



葉片都黏好之後用手轉動整個葉輪，以檢查動平衡是否良好

忙著製作模型時，老師們的表情都很認真



這是一個“系統級”總體最佳化設計的課題





從遠方望去，是不是真的很像
水力發電機的葉輪呢？ 呵呵

創意動手做---大家體驗了豐富愉快的一個早上

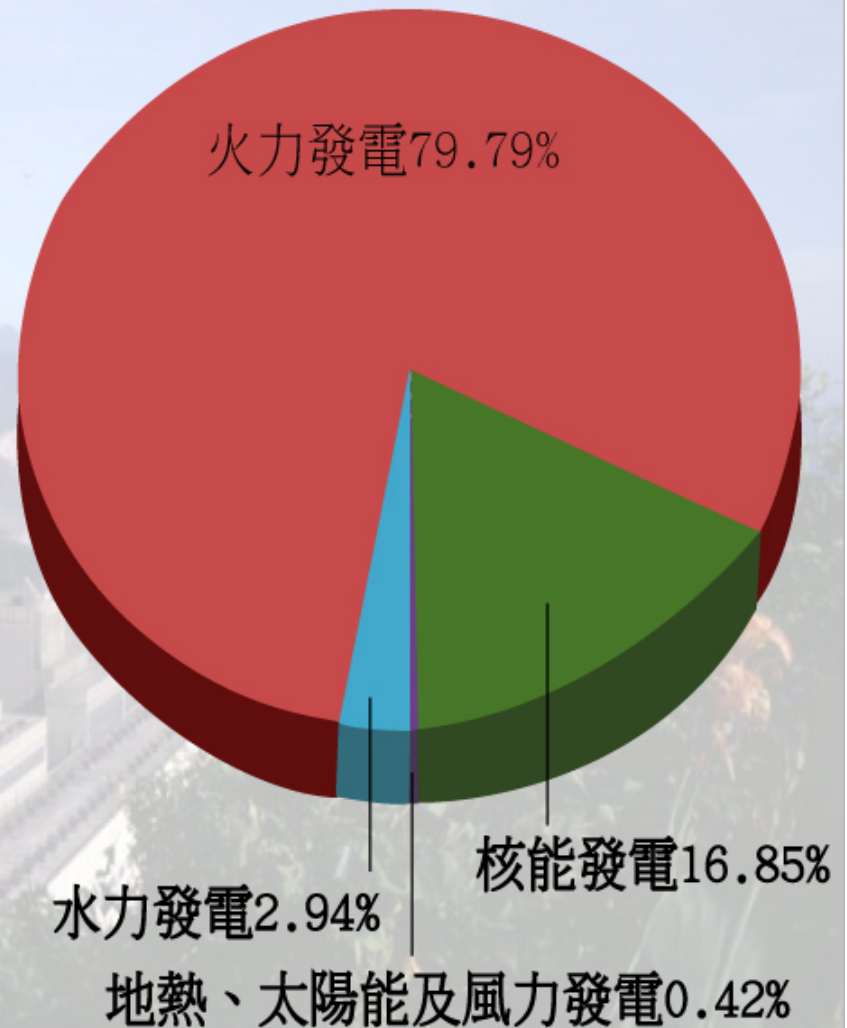
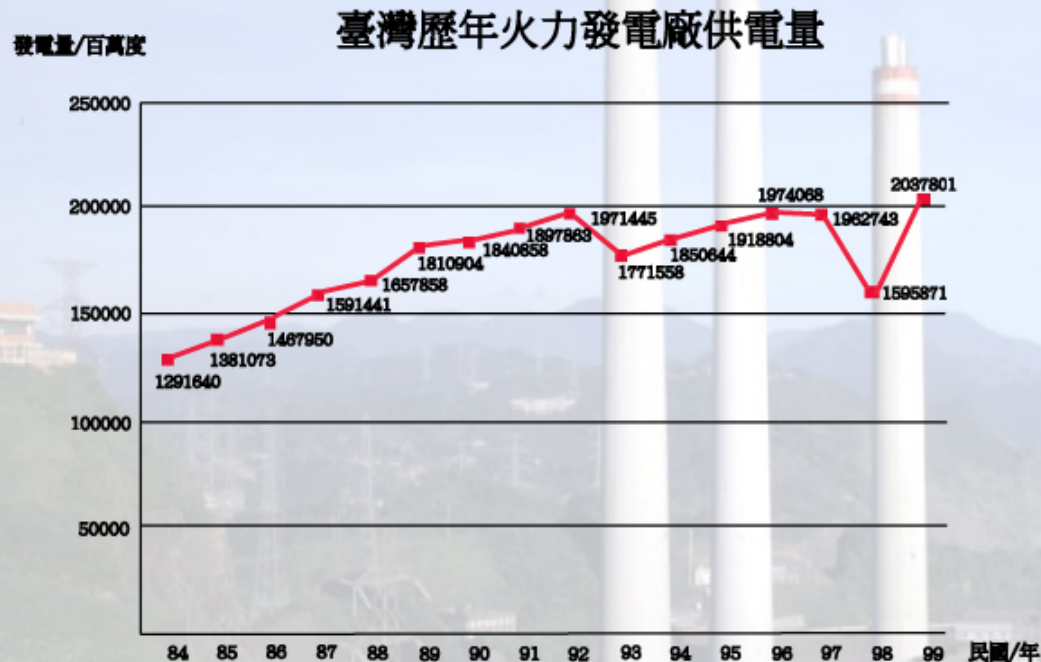


各種能源科技與發電技術

發電的方式很多，如：水力、火力、核能、太陽能、風力、地熱、海洋能等，另外有些新的發電方式，能夠減少能量轉換時能源的消耗，如：磁流動力發電(MHD)、飛輪發電、燃料電池發電等。

臺灣發⚡情況

臺灣主要發電形式



火力發電需要大量的燃料及冷卻水，故廠址多以瀕臨海濱或港灣內，靠近大量儲油庫或生產煤、天然氣的地區，水源充沛的地方為主

臺灣主要火力發電廠：協和發電廠、林口發電廠、通霄發電廠、台中發電廠、興達發電廠、大林發電廠、南部發電廠、尖山發電廠、大潭發電廠、塔山發電廠

Taiwan

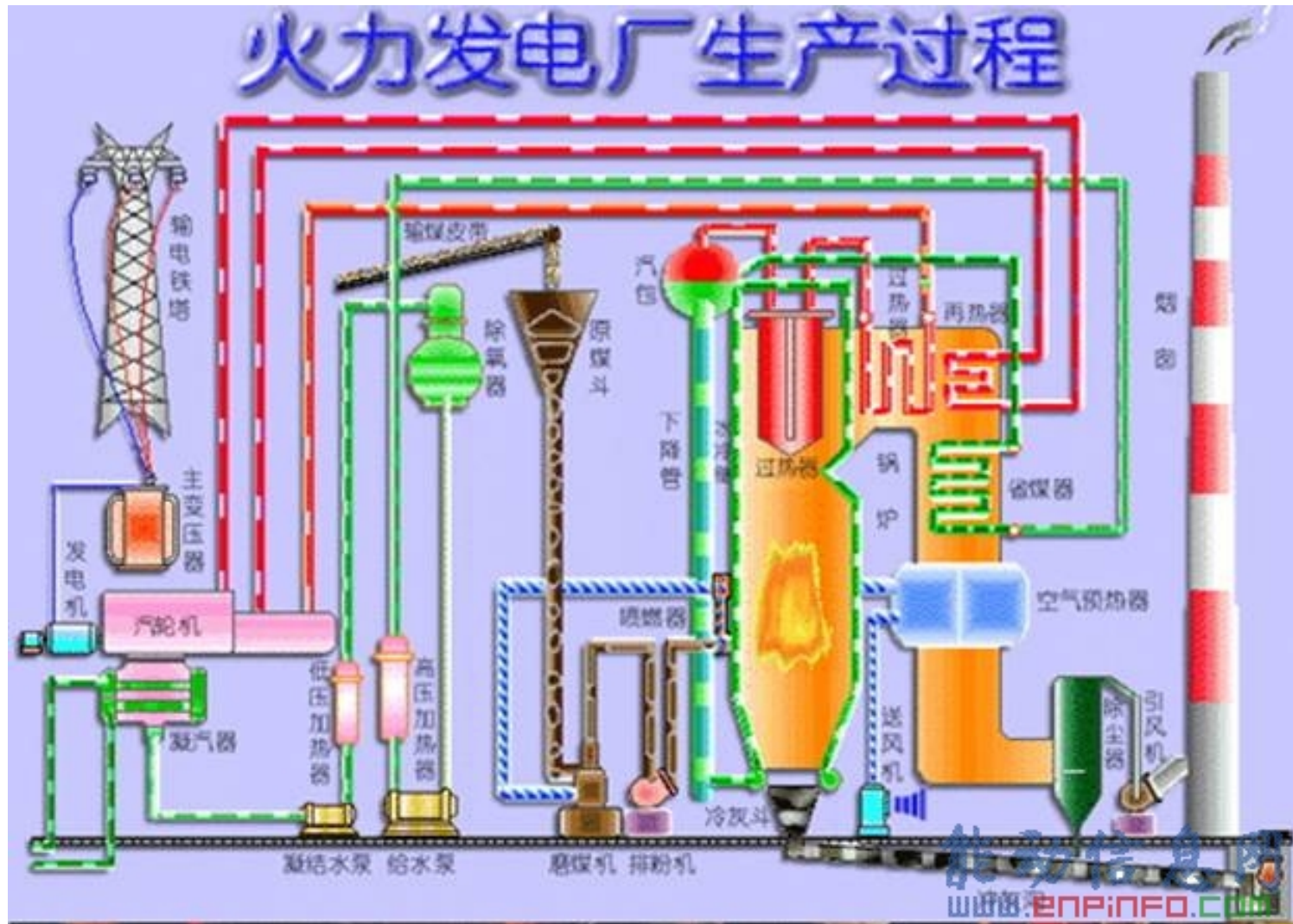
各發電廠裝置容量資料

火力發電		水力發電		核能發電		風力及太陽光電發電	
廠別	裝置容量	廠別	裝置容量	廠別	裝置容量	廠別	裝置容量
協和	2,000	東部	183	一廠	1,272	中屯風力	4.8
林口	600	蘭陽	26	二廠	1,970	石門風力	4.0
深澳	0	桂山	111	三廠	1,902	恆春風力	4.5
大潭	4,384.2	石門	130			大潭風力	15.1
台中	5,780	大甲溪	1,142			觀園風力	30
通霄	1,815	明潭	1,666.1			彰工風力	62
南部	1,117.8	大觀	1,110			台中風力	8
興達	4326	萬大	36			台中港風力	36

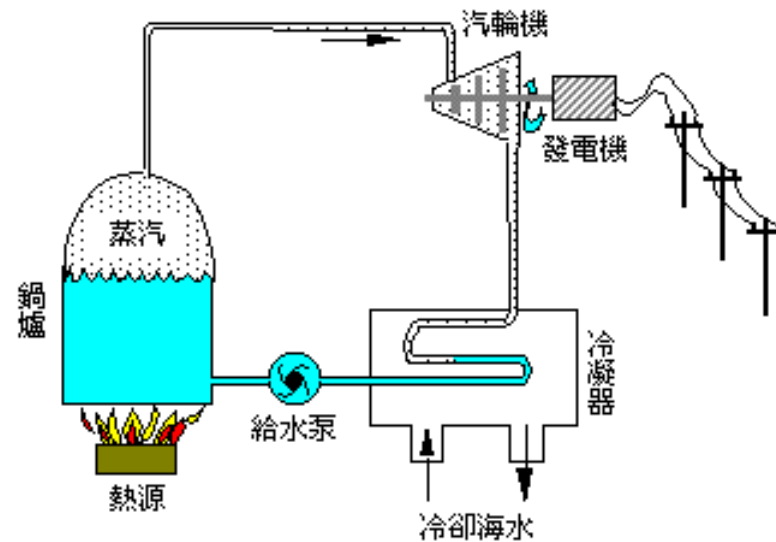
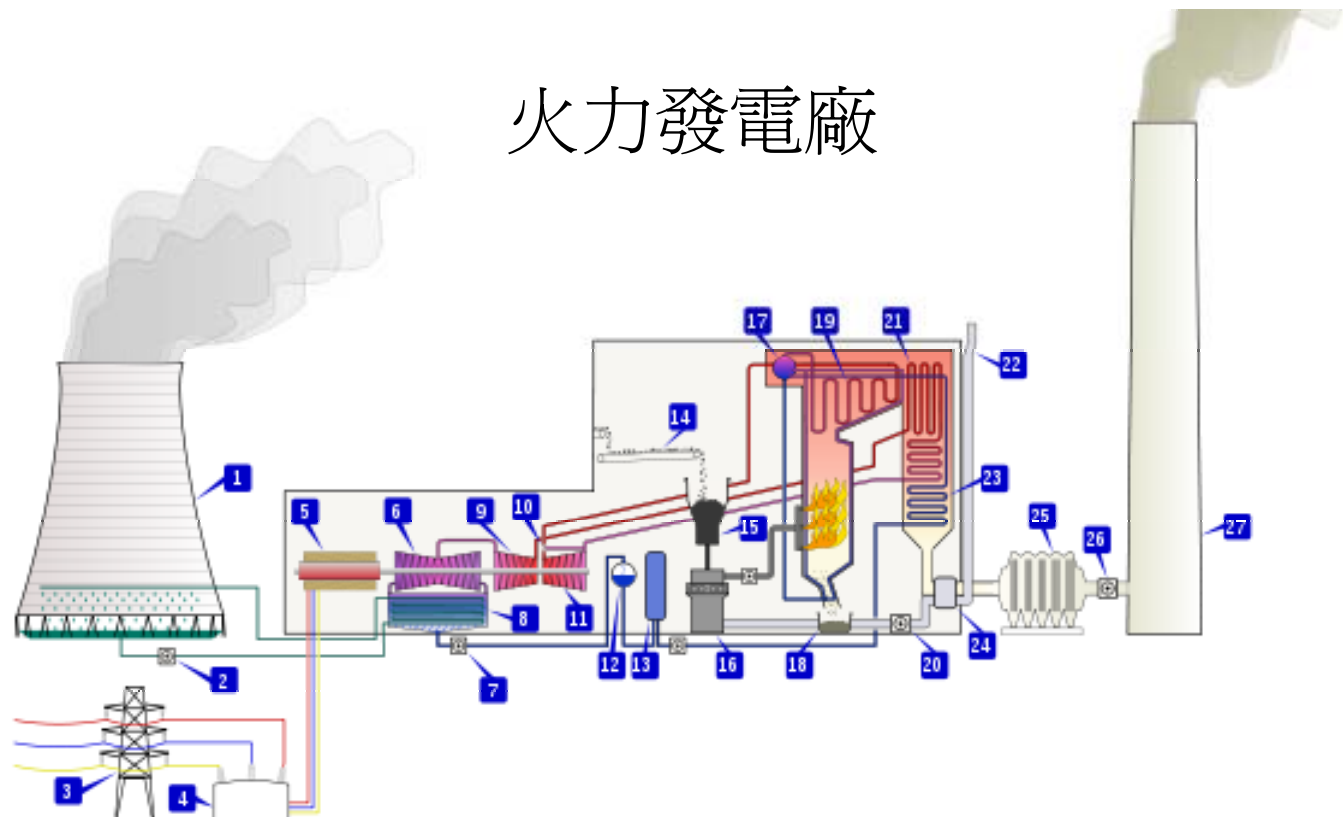
各發電廠裝置容量資料

火力發電		水力發電		核能發電		風力及太陽光電發電	
廠別	裝置容量	廠別	裝置容量	廠別	裝置容量	廠別	裝置容量
南部	1,117.8	大觀	1,110			台中風力	8
興達	4326	萬大	36			台中港風力	36
大林	2400	曾文	50			香山風力	12
尖山	129.8	高屏	7.5			麥寮風力	46
塔山	64.6	卓蘭	80			四湖風力	28
珠山	15.4					湖西風力	5.4
其他	83.5					王功風力	23
						林口風力	6
						金沙風力	4
						金沙光電	0.5
						興達生水池光電	1.0
						永安鹽灘地光電	4.6
小計	22,716.3		4,541.6		5,144		294.9
總計							32,696.8

火力發電廠



火力發電廠

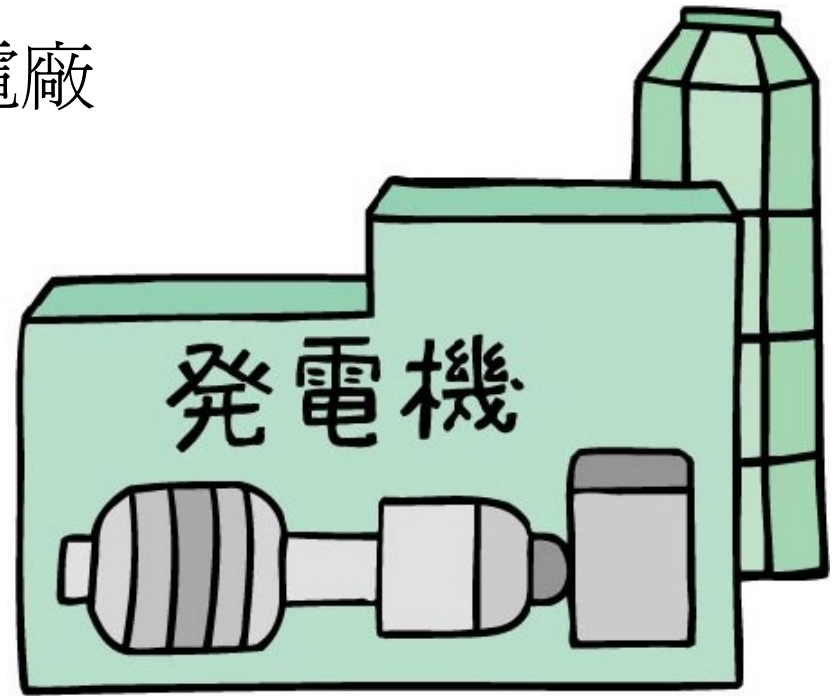
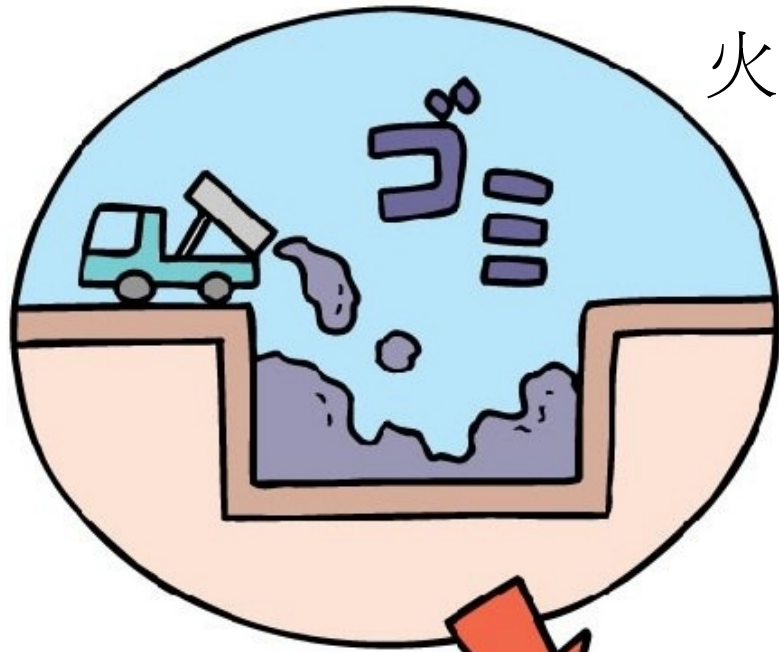


火力發電廠運作原理

火力發電廠



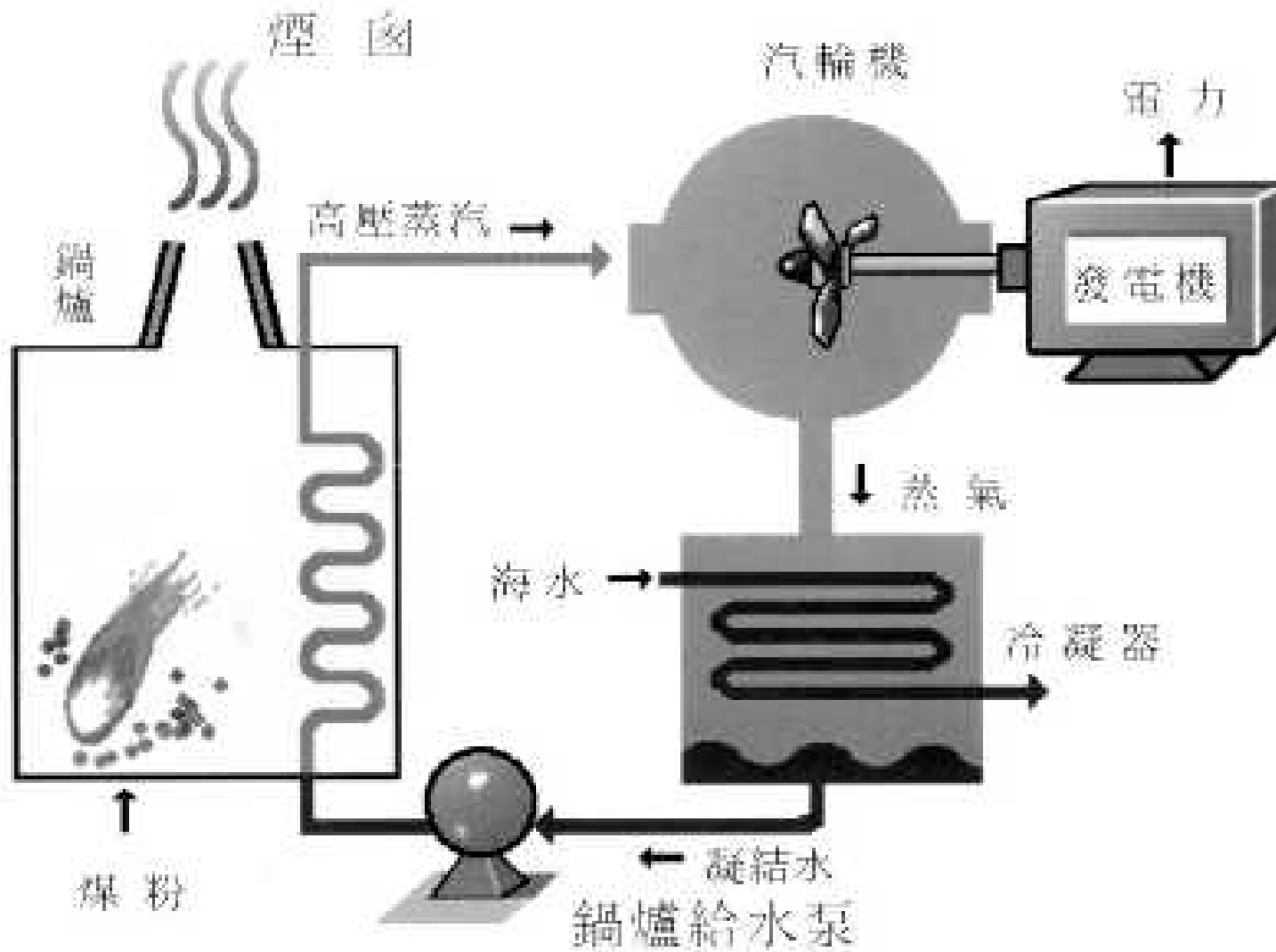
火力發電廠



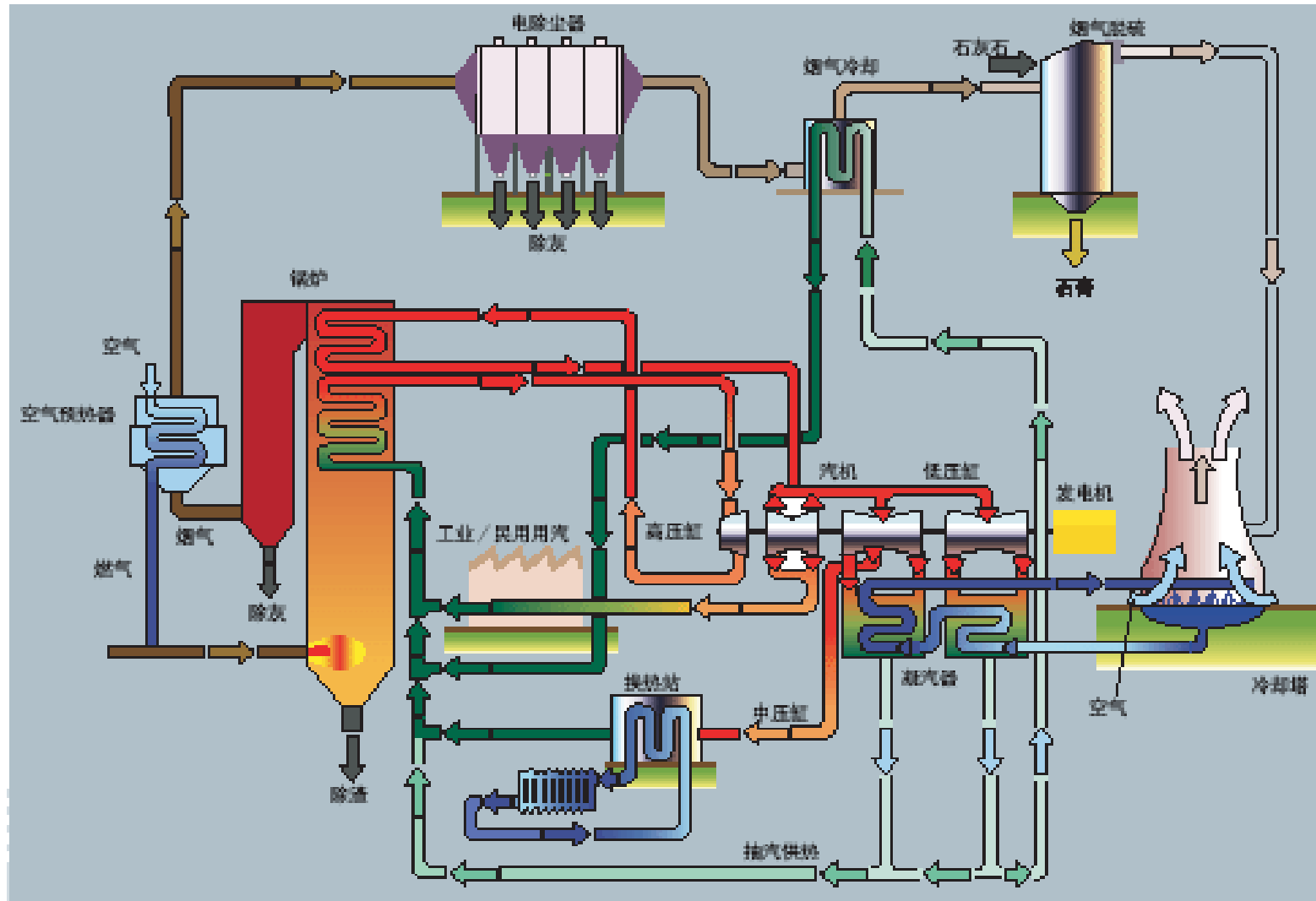
火力發電廠



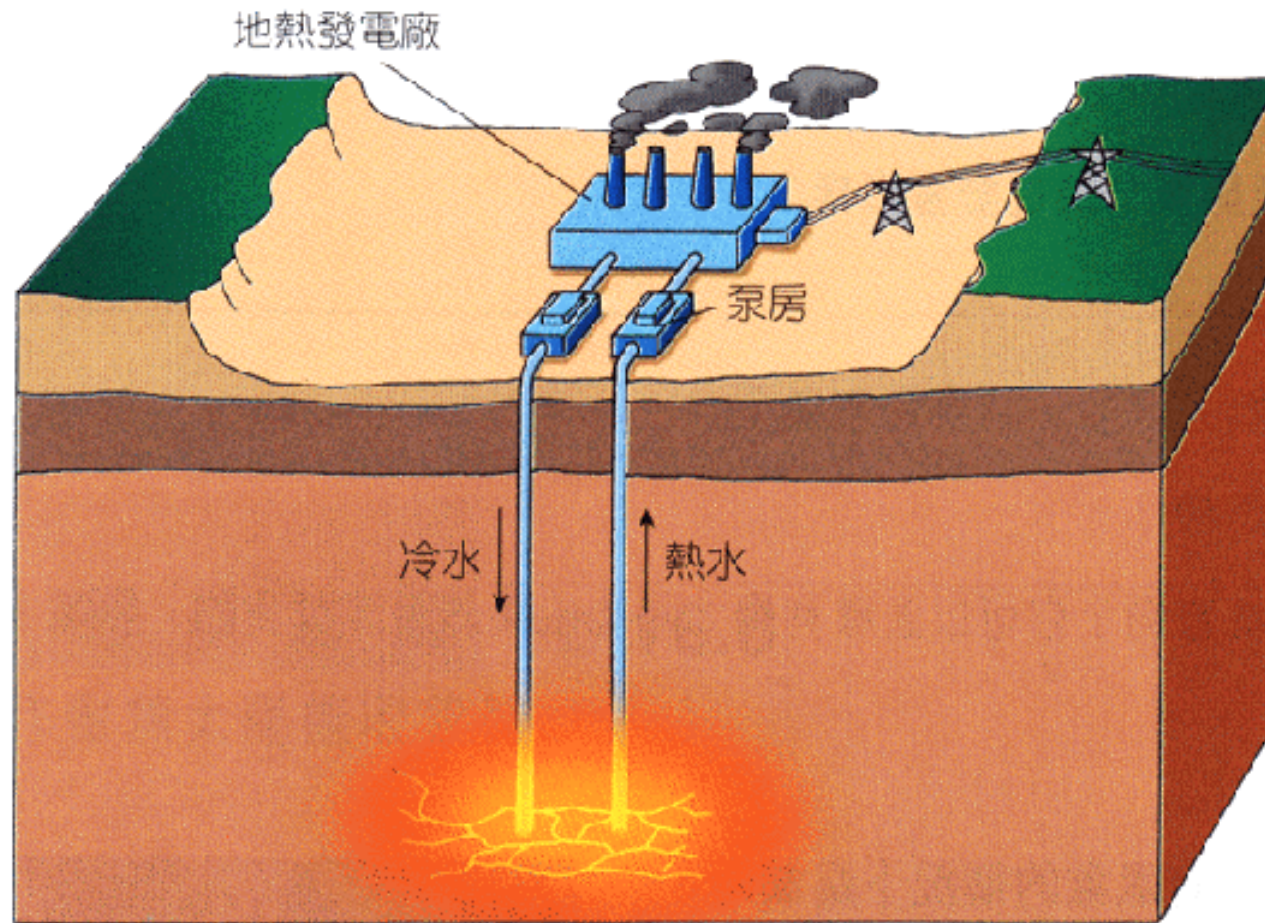
火力發電廠



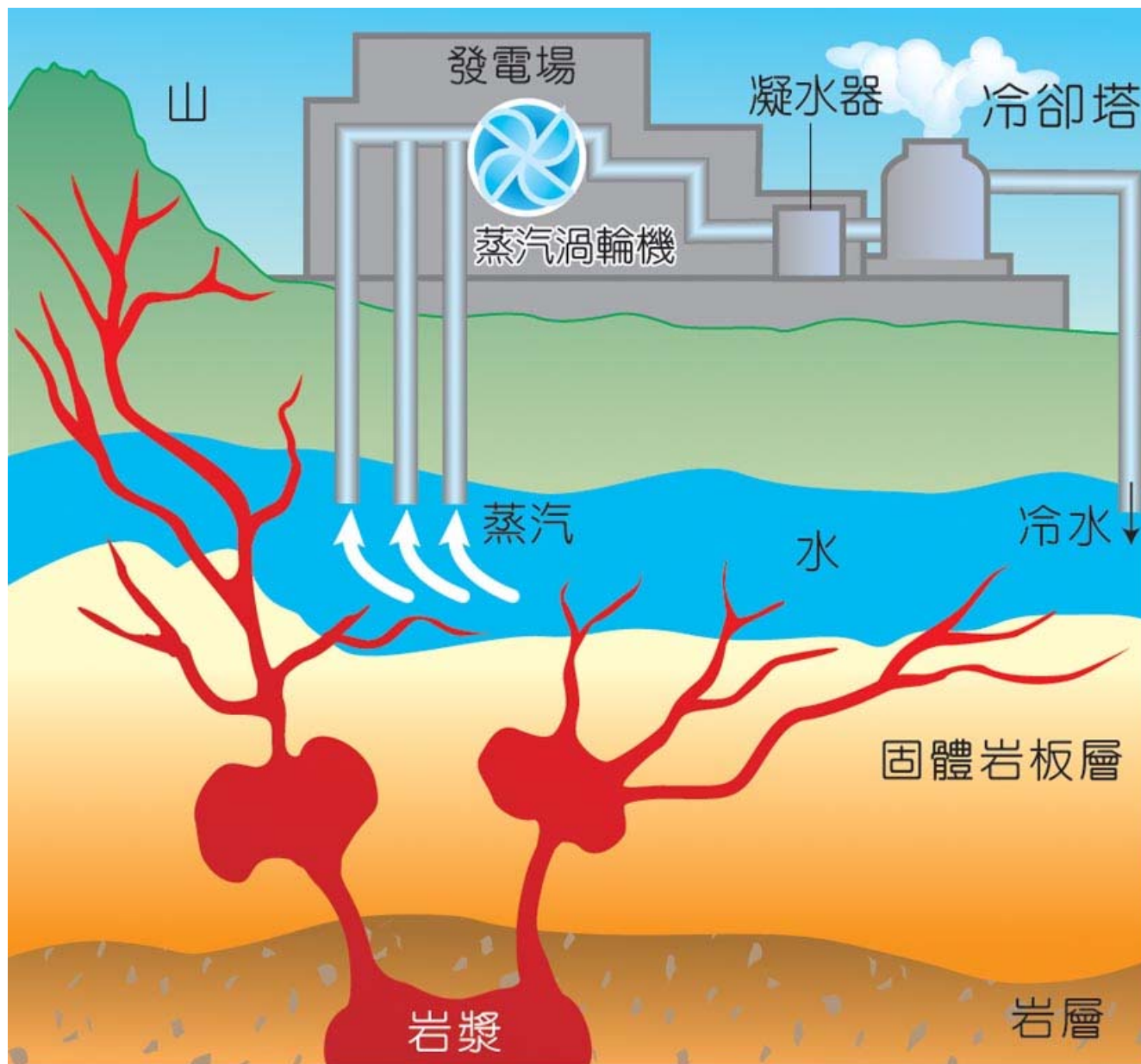
火力發電廠



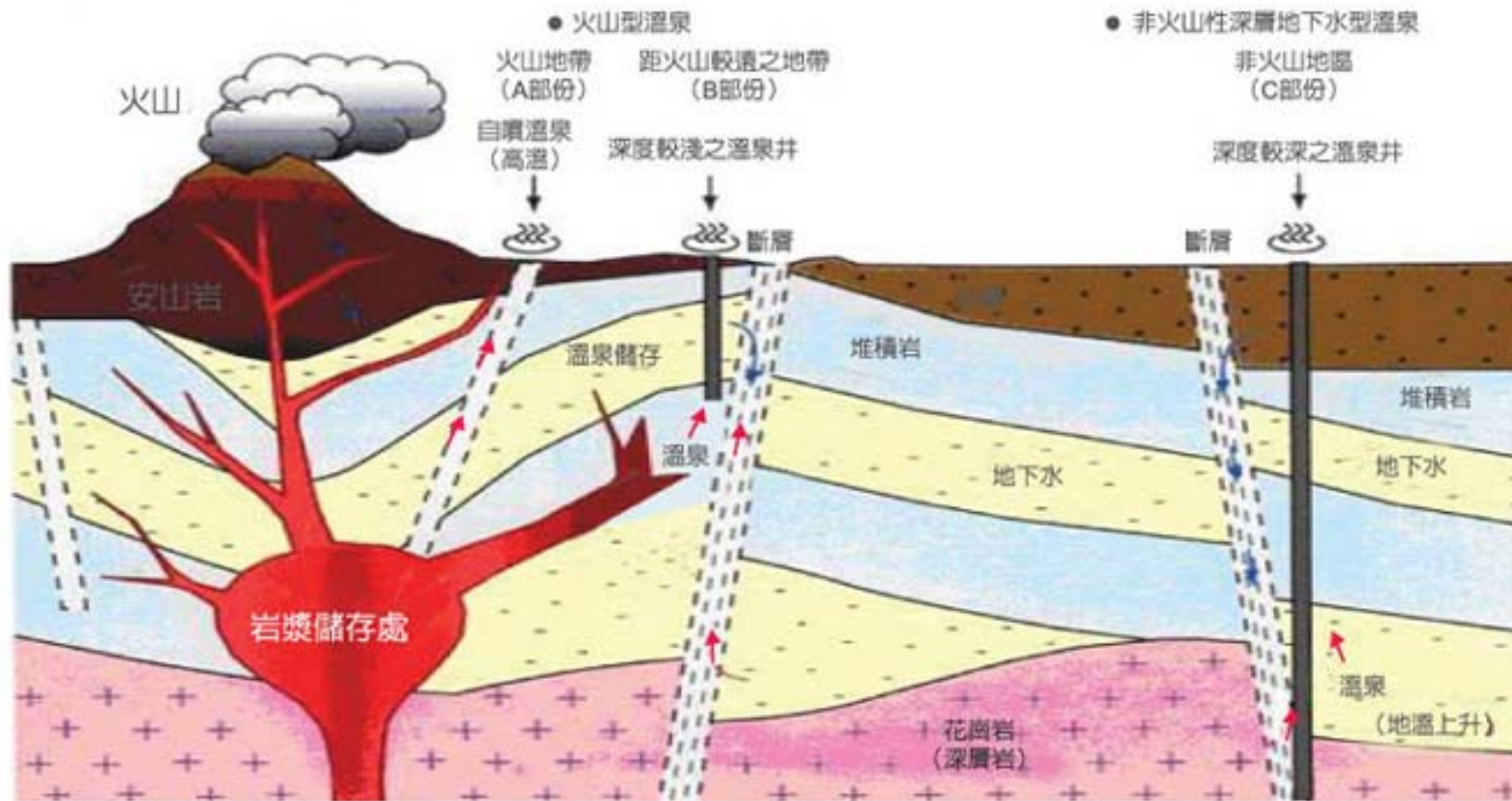
地熱發電



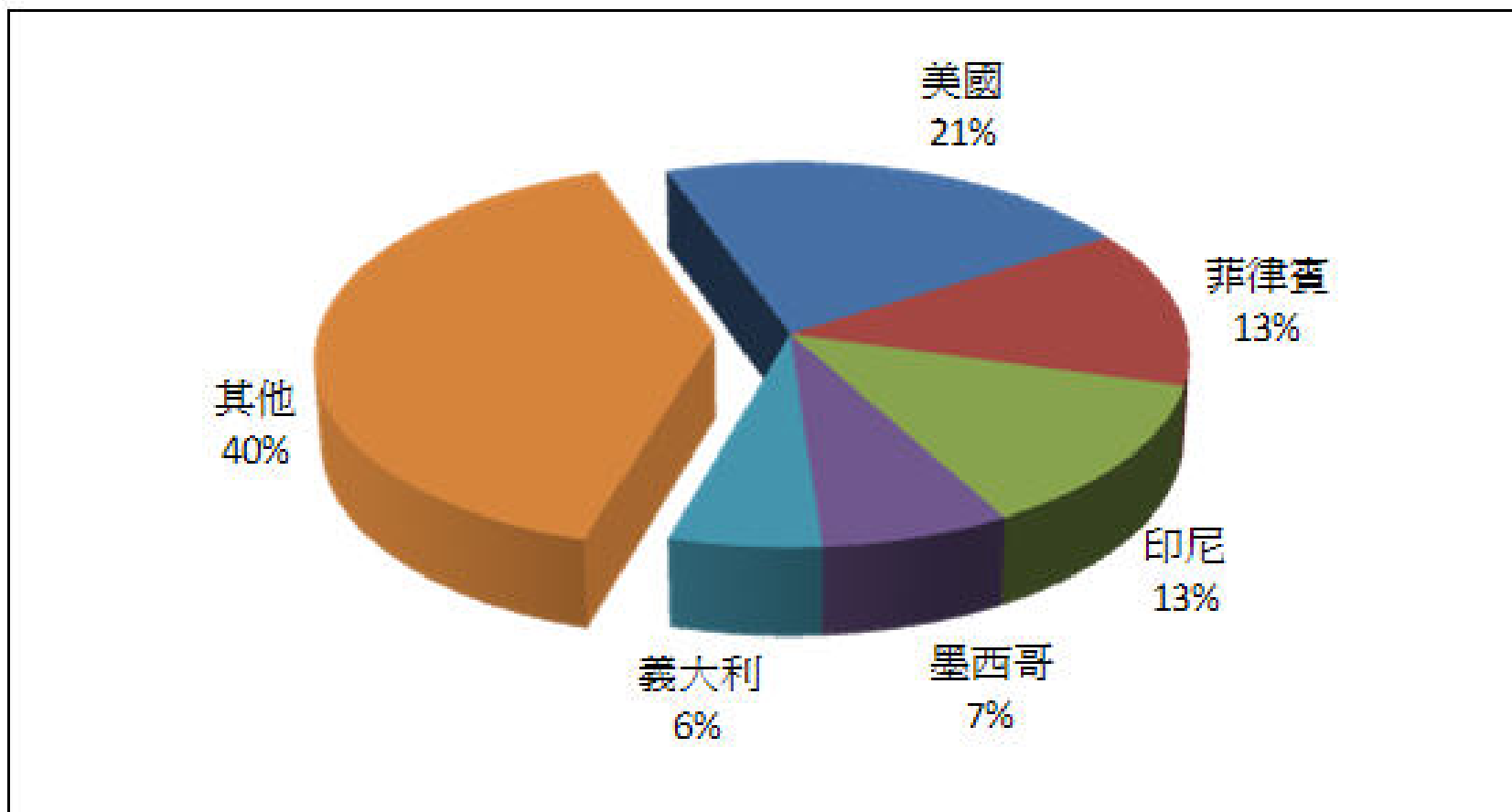
地熱發電



地熱發電



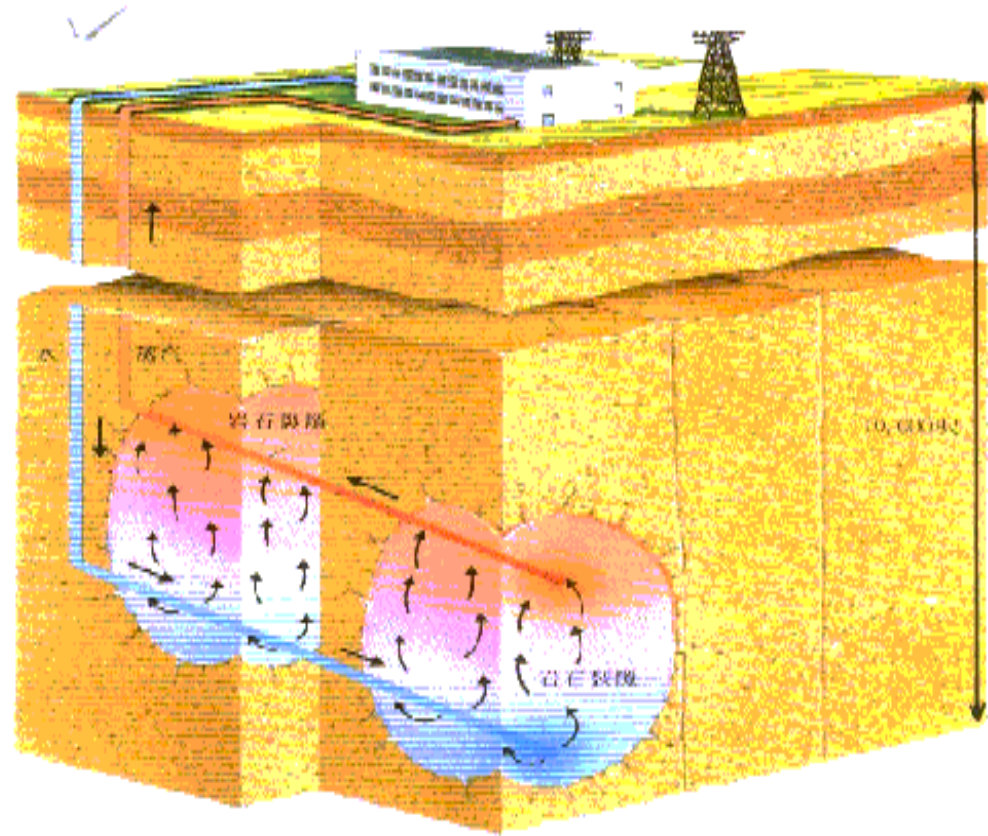
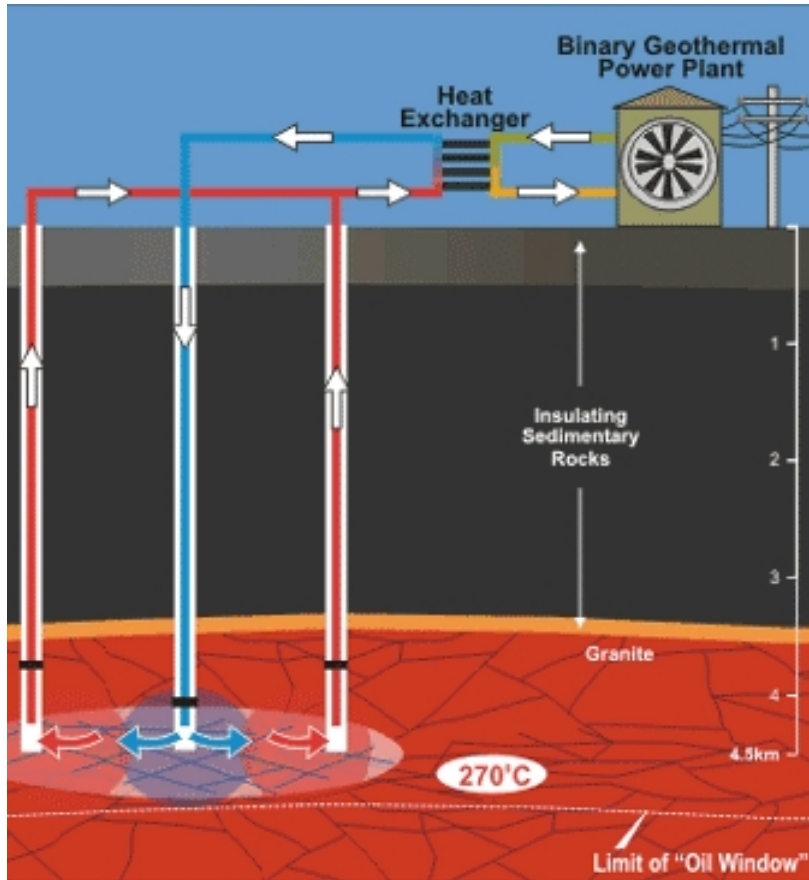
地熱發電



資料來源：BCC Research(2010/09)；工研院 IEK(2011/04)

圖二 2010 年各國地熱發電累計裝置分布

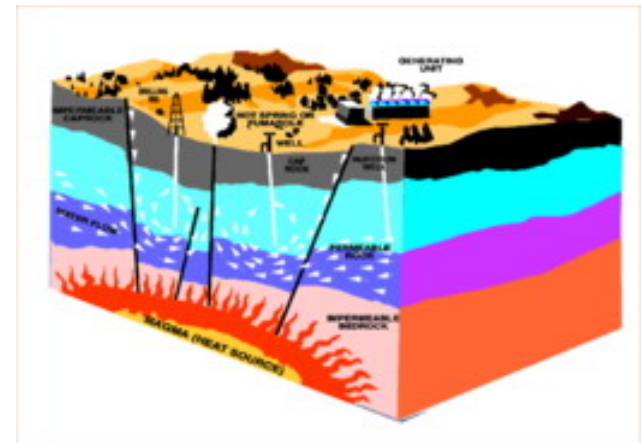
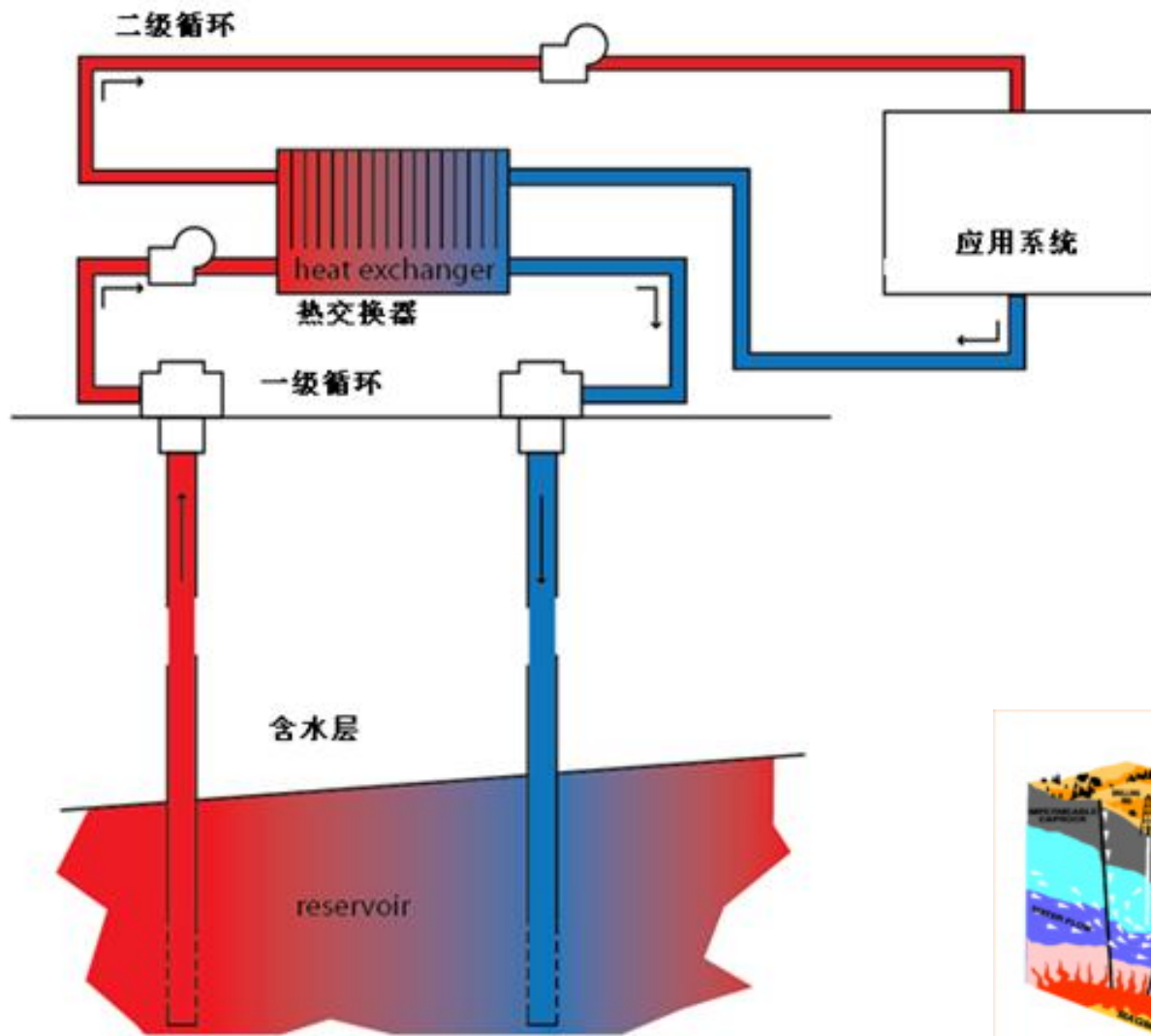
地熱發電



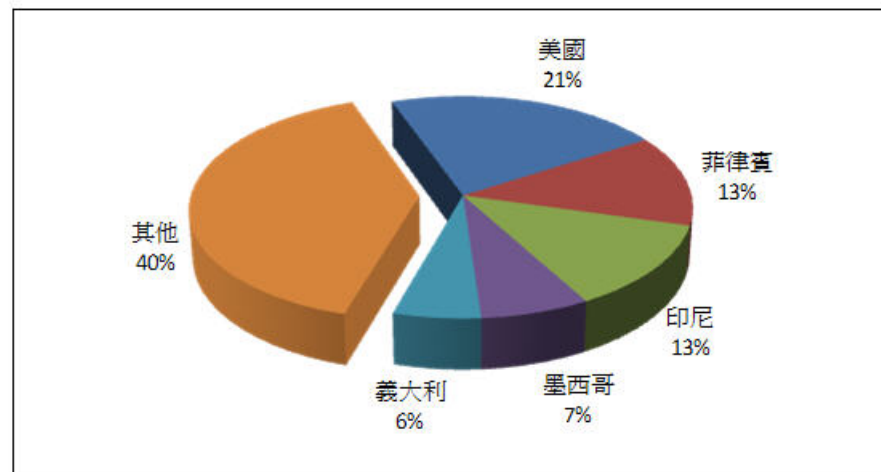
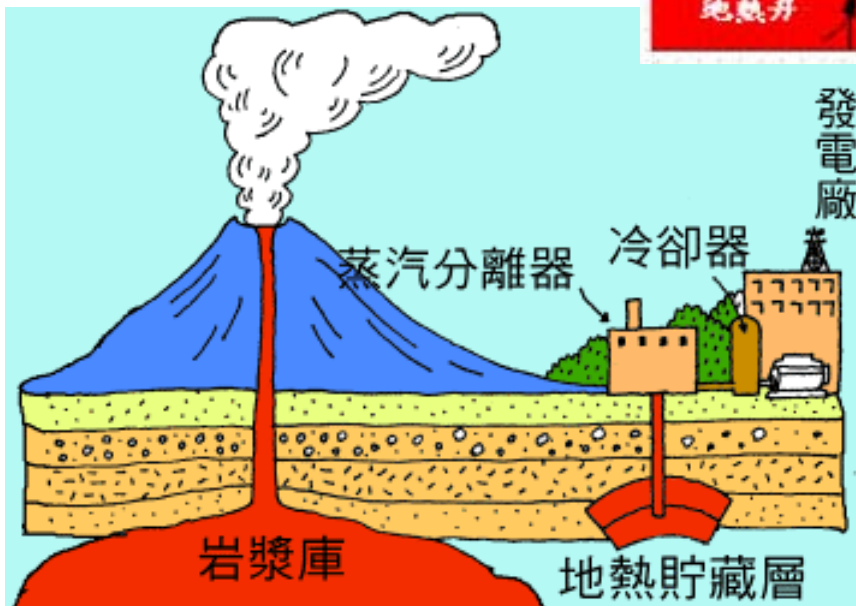
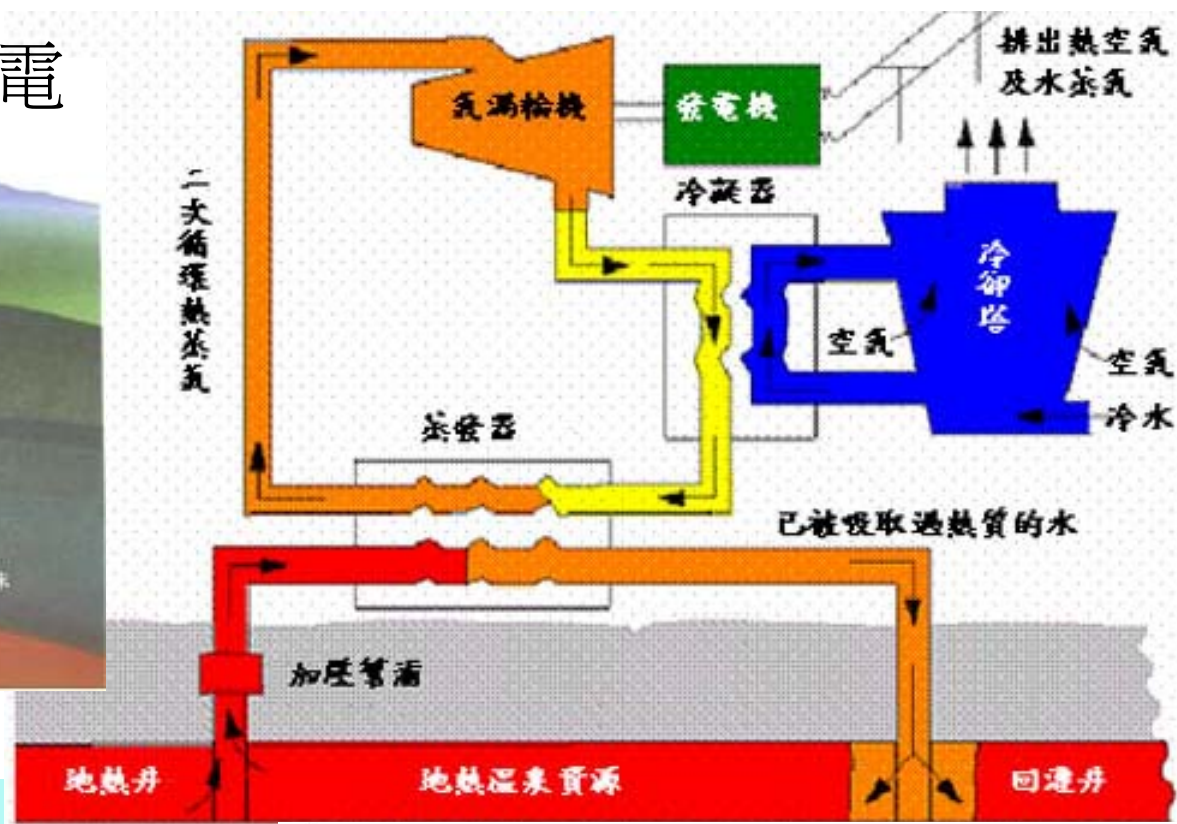
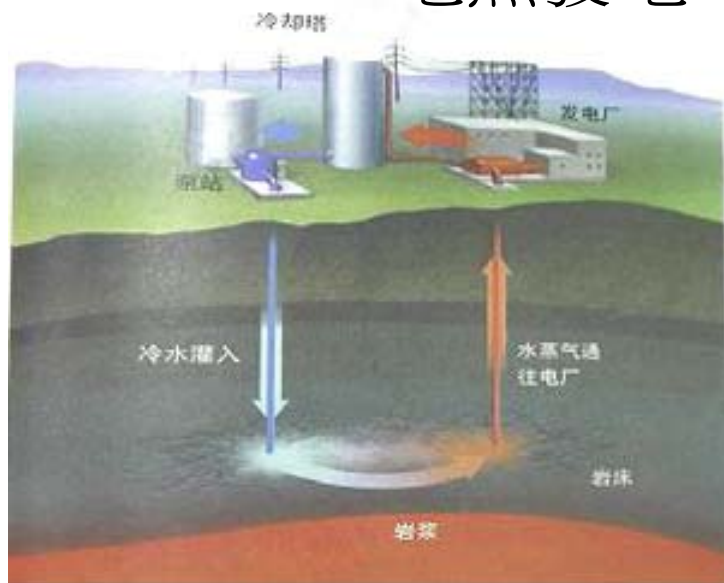
地熱發電



地熱發電



地熱發電



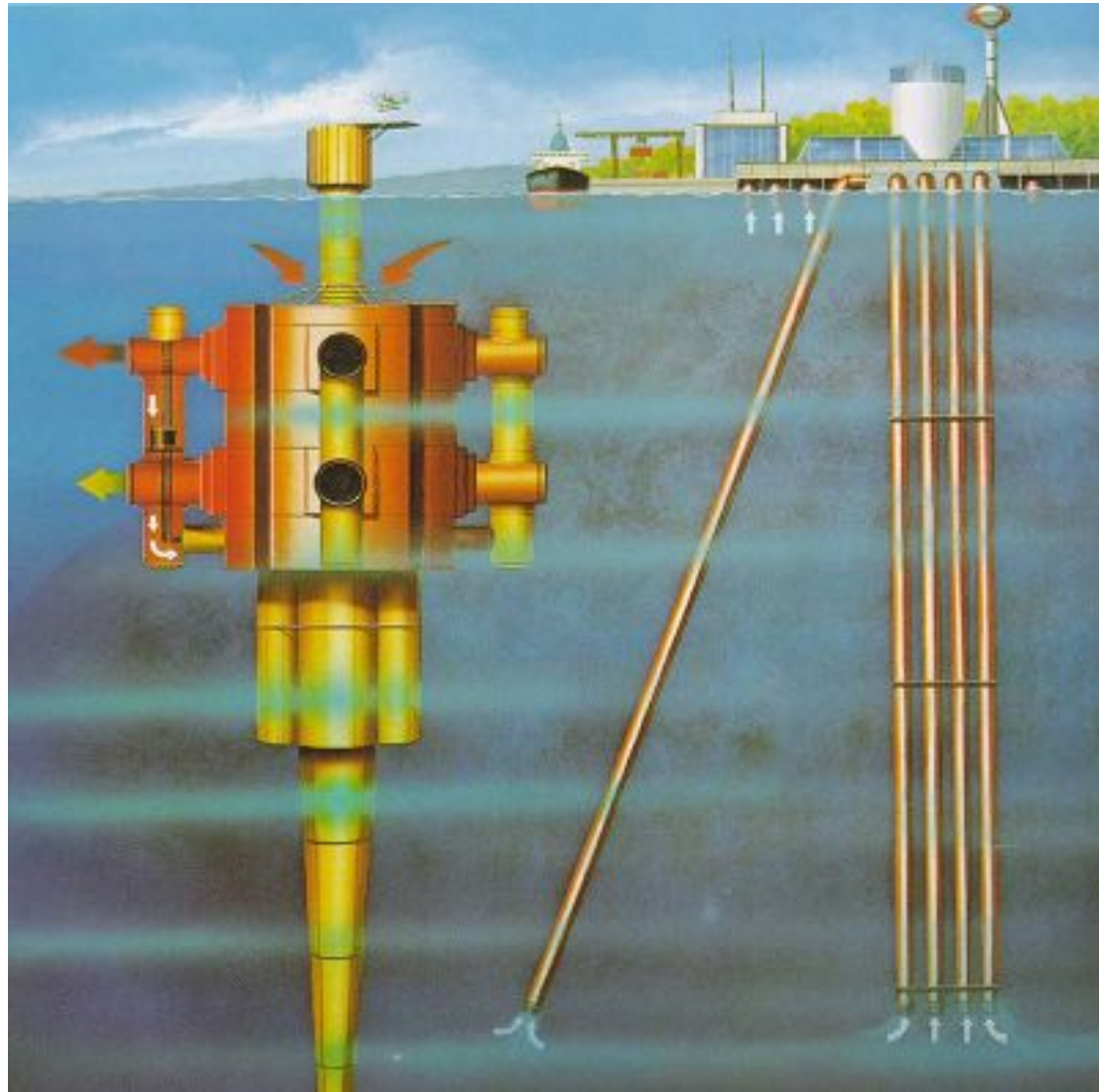
資料來源：BCC Research(2010/09)；工研院 IEK(2011/04)

圖二 2010 年各國地熱發電累計裝置分布

地熱發電

地球為半徑六千公里的球體，其表面岩石層的地殼約三十公里，而因地球中心溫度高達攝氏六千度左右，故一般地區每深入地層一百公尺，溫度上升約 30°C 。在火山溫泉地區，其溫度上升則可達 100°C ，此為岩漿從地殼裂縫慢慢湧出的結果，而地下水流經這些地區後會變成高溫高壓的蒸汽，如以適當的工程方法引出這些蒸汽，即可送入汽輪機作功而發電。台灣地處環太平洋火山帶，具有很多地熱區，但卻因酸性太高或蒸汽含量太少，大都無法用來發電。1980年國科會曾於宜蘭清水地區興建一座地熱示範電廠，但後因地熱產量衰減，已於1993年底停止運轉。

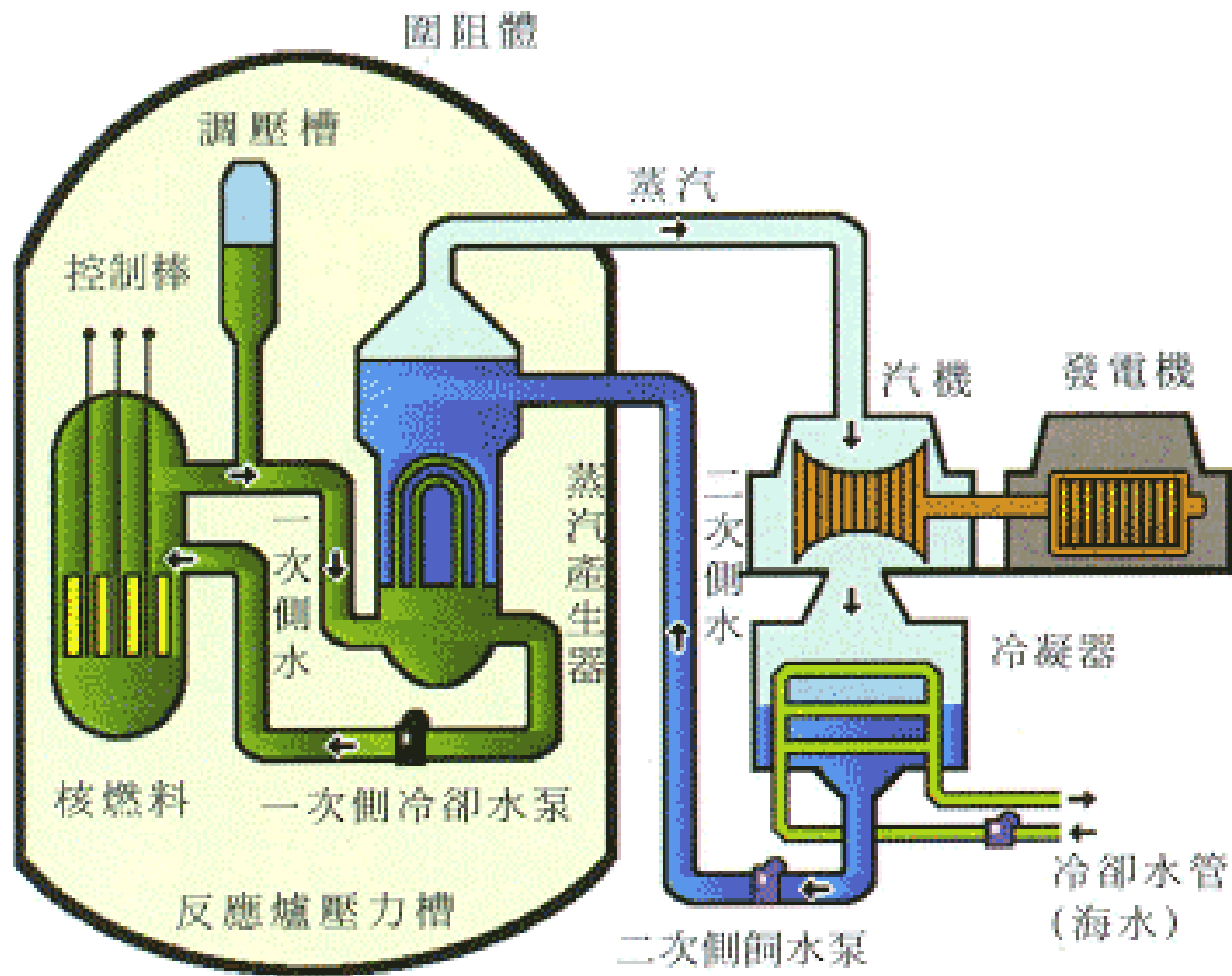
海水溫差發電



海水溫差發電

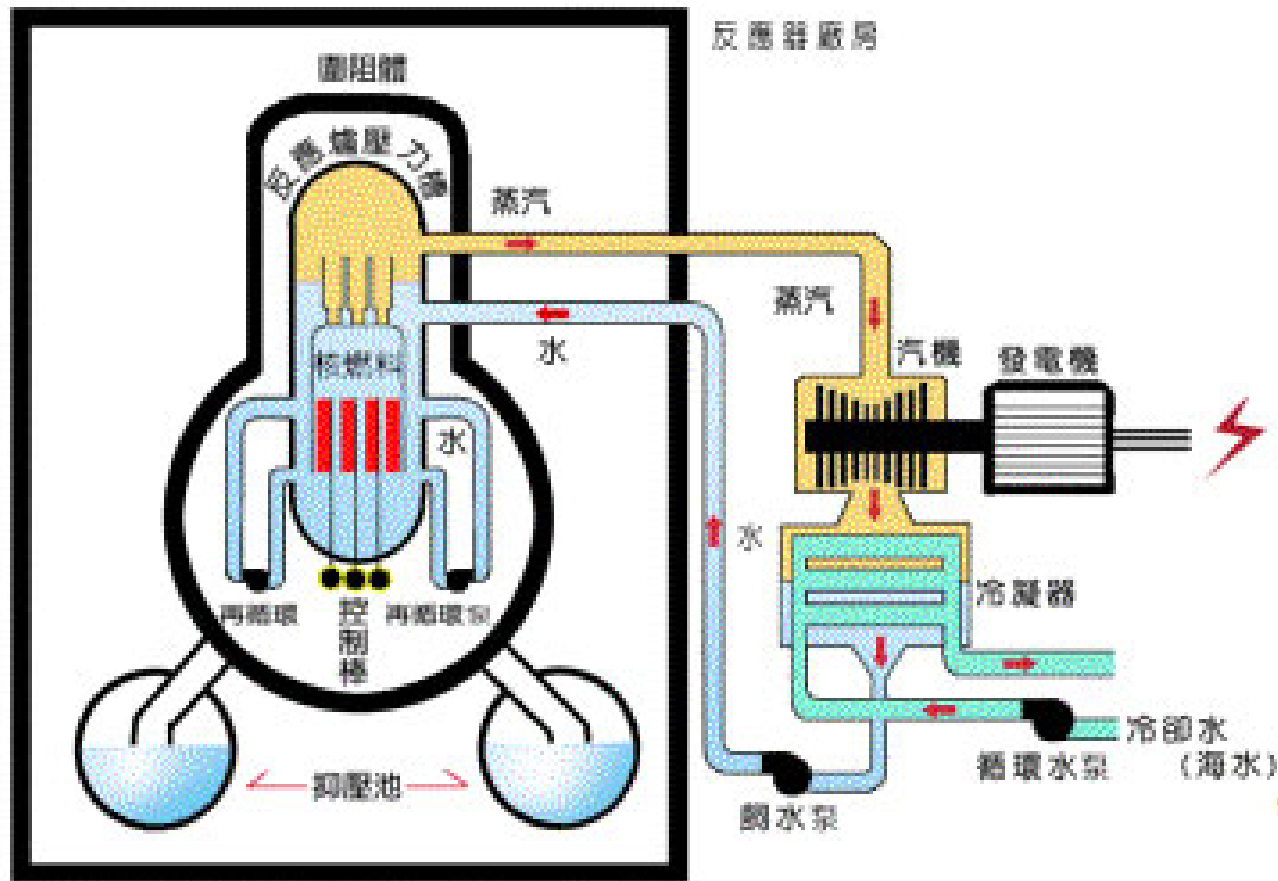
在海上陽光只照到海的表層而照不到深處，因此有些海面與深海的溫差可達 200°C ，目前研究顯示可利用某些特殊氣體（如氨氣），在流經海面時吸熱成爲氣態推動氣輪機發電，用過的氣體再送入深海冷卻成液體而繼續下一次循環。就技術而言，其最大的挑戰是深海管路的鋪設，也正因此一挑戰尚無法有效克服，故迄今世界上還沒有一個商業性海水溫差電廠。

核能發電系統

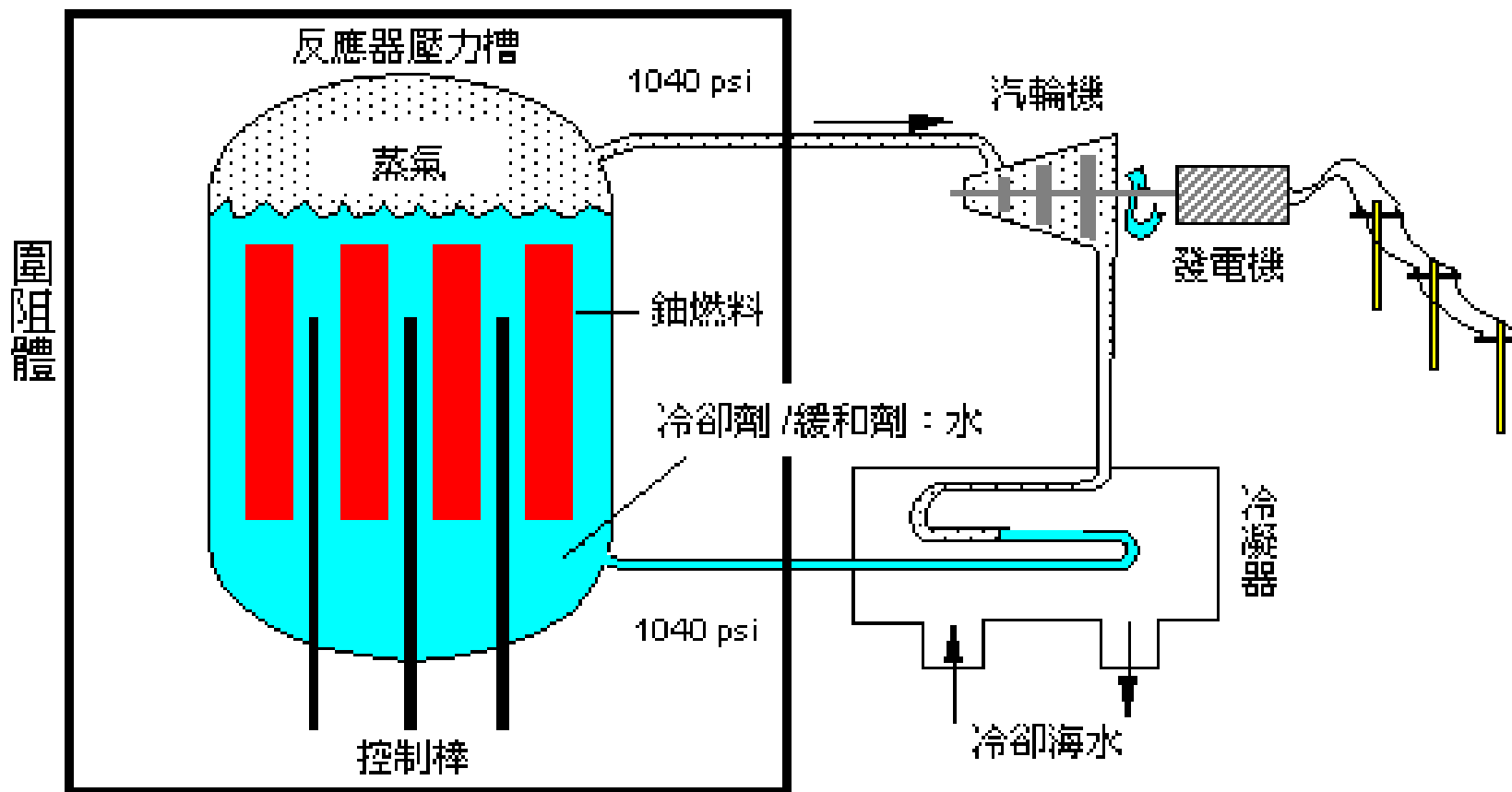


核能發電系統

沸水式電廠流程



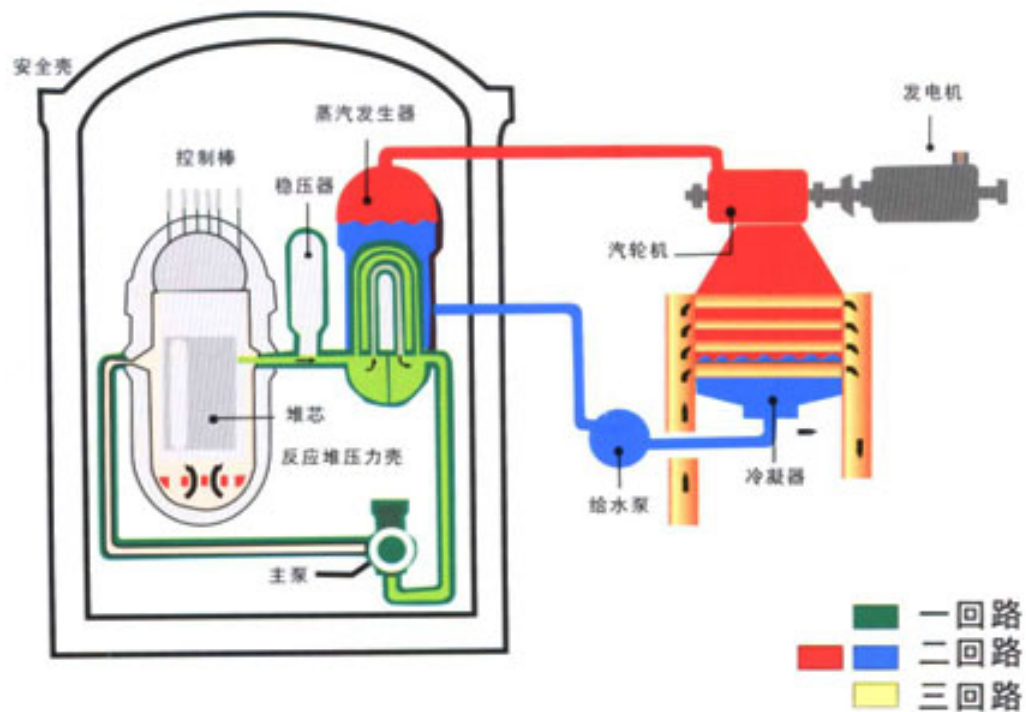
核能發電系統



沸水式反應器示意圖

核能發電系統

压水堆核电站发电原理



核能發電

核能發電的優點為何？缺點為何？

優點

- 核能發電不像化石燃料發電那樣排放巨量的污染物質到大氣中，因此核能發電不會造成空氣污染。
- 核能發電不會產生加重地球溫室效應的二氧化碳。
- 核能發電所使用的鈾燃料，除了發電外，沒有其他的用途。
- 核燃料能量密度比起化石燃料高上幾百萬倍，故核能電廠所使用的燃料體積小，運輸與儲存都很方便，一座1000百萬瓦的核能電廠一年只需30公噸的鈾燃料，一航次的飛機就可以完成運送。
- 核能發電的成本中，燃料費用所佔的比例較低，核能發電的成本較不易受到國際經濟情勢影響，故發電成本較其他發電方法為穩定。

缺點

- 核能電廠會產生高低階放射性廢料，或者是使用過之核燃料，雖然所佔體積不大，但因具有放射線，故必須慎重處理，且需面對相當大的政治困擾。
- 核能發電廠熱效率較低，因而比一般化石燃料電廠排放更多廢熱到環境裏，故核能電廠的熱污染較嚴重。
- 核能電廠投資成本太大，電力公司的財務風險較高。
- 核能電廠較不適宜做尖峰、離峰之隨載運轉。
- 興建核電廠較易引發政治歧見紛爭。
- 核電廠的反應器內有大量的放射性物質，如果在事故中釋放到外界環境，會對生態及民眾造成傷害。

核能發電系統原理1/2

所有物質都是由原子所組成，而原子又是由中子、質子和電子所組成，若是以宇宙來比喻的話，原子就像一個太陽系，由中子和質子所組成的原子核就像太陽，至於圍繞在原子核周圍的電子，就像地球或其他行星一樣，永遠圍繞著太陽旋轉，當原子核與其他中子碰撞時，極容易分裂為兩個較小的原子核，這就是核分裂，核能電廠就是利用核分裂的能量來發電。

核分裂能夠釋出多少能量，可以套入愛因斯坦所提出的理論公式 $E=mc^2$ 來計算， E 代表能量， m 代表質量， c 則是代表光速，核分裂所產生的能量是非常龐大的。

台灣電力公司核能發電用的核子反應爐，是屬於輕水式的反應爐，世界各國所使用的核子反應爐其實有許多種，而輕水式反應爐則是比較廣泛被使用的，台灣電力公司的輕水式反應爐有沸水式和壓水式兩種，沸水式是直接反應爐產生蒸氣，然後推動汽輪機帶動發電機，而壓水式則是採取兩段式，先在反應爐產生核分裂，然後再將能量引導至蒸汽爐產生蒸氣。

核能發電系統原理2/2

核能發電其實和火力發電的原理有點相似，核能發電主要使用的燃料是鈾，利用鈾進行核分裂連鎖反應所產生的熱能，將水加熱變成高溫高壓的蒸汽，然後推動汽輪機帶動發電機來發電，這樣的原理其實和水力發電也有點相似，因為它們最終目的都是要推動汽輪機，只是水力發電用的是大自然的力量，而火力發電是燃燒煤，核能發電則是利用鈾進行核分裂。

目前台灣電力公司的核能發電廠有核一廠、核二廠、核三廠、龍門廠和核四廠，這些核能發電廠分佈在台灣北部和南部，大部份都蓋在人煙稀少的地方，而核能發電用的核子反應爐，是採用美商奇異公司所生產的沸水式反應爐或壓水式反應爐，汽輪發電機則採用美商西屋公司和日本三菱重工所生產的發電機，反應爐內的低濃縮鈾錠，約十八個月停爐更換燃料。

核能發電和原子彈都是以鈾來產生能量，原子彈所使用的原料，鈾(235)濃度高達90%以上，只有高濃度的鈾(235)，才能瞬間密集連鎖反應產生巨大的能量，而台灣電力公司核能發電所使用的燃料，鈾(235)濃度不到5%，其他都是無法核分裂的鈾(238)。

台灣的風力發電廠

台灣風力發電能量密度含量全球排名第2(第一是荷蘭)，彰化雲林沿海一帶則為台灣風力發電發展之最佳地點。目前有經營風電的公司除國營的台灣電力公司外，民營亦有德商英華威等公司。

風力很顯然是一種再生能源，但發電基礎要件是，長年需達每秒5公尺以上的風速，但當風速超過每秒15公尺以上時，為保護風力機齒輪箱，也會暫停發電，所以風力過與不及都不適宜。

全世界風力發電首屈一指的丹麥，目前有五千六百多座風車，供應丹麥11%的電力；根據丹麥政府的說法，到二〇三〇年全國風力發電可提供該國一半電力。風力發電電價每瓩為四美分，與其他能源比較極具競爭力。

我國首座風力發電機組由台塑公司與經濟部能源委員會共同設立在麥寮工業區，有四座巨型風力發電機組，每座可發電660瓩，合計2,640瓩（大的火力發電廠發電量都在百萬瓩左右）⁴⁸

生質能發電

這是利用垃圾或動物排泄物所生成的沼氣來發電，主要是以內燃機的方式帶動發電機。台灣亦有養豬場將豬糞所產生的沼氣回收，除烹煮豬食外，利用瓦斯引擎進行發電。另外，也有人曾考慮於地廣人稀的地方，大量種植生長快速的樹木，燃燒木材來發電，砍伐後立即重新植樹，如此周而復始。而二氧化碳排放後，即可由樹木吸收，對溫室效應無任何負面的影響。

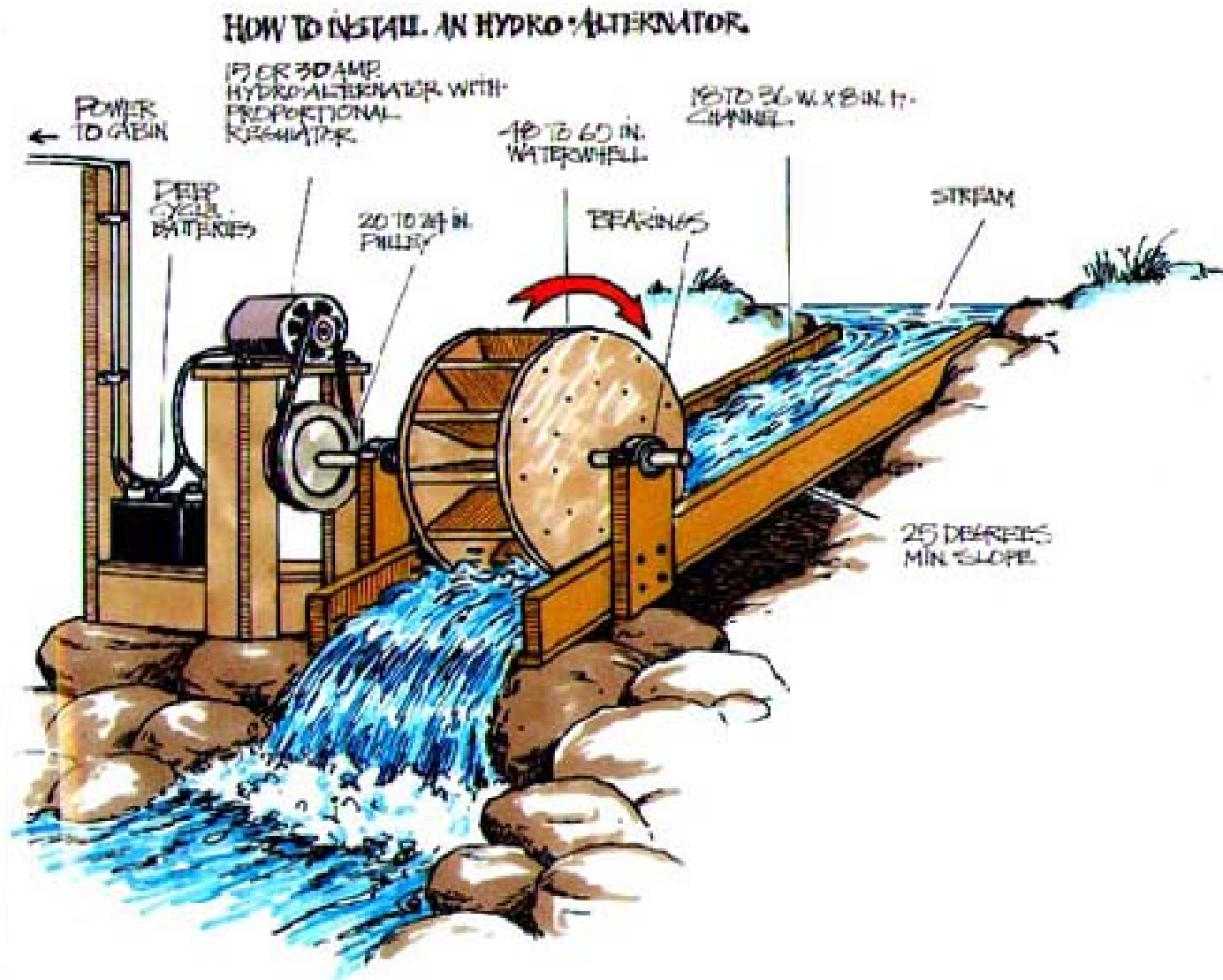
生質能：是指利用生質物，經過轉換所獲得的可用能源。而生質物就是生物產生的有機物質。一般我們把生質能分為八類：（1）牲畜糞便（2）農作物殘渣（3）薪柴（4）製糖作物（5）城市垃圾（6）城市污水（7）水生植物（8）能源作物

沼氣產生過程：

- 1.好氣發酵：掩埋初期，好氣菌藉垃圾表層氧氣，分解垃圾，使其成為穩定的細胞質、二氧化碳、水及能量。
- 2.厭氣發酵：約在15至200天內，厭氣菌主導反應進行，主要氣體產物以二氧化碳。
- 3.沼氣生成：約在200至500天內，沼氣生成菌將有機酸分解為甲烷、二氧化碳及少量硫化氫。
- 4.穩定生成：約掩埋後500天以後日，甲烷、二氧化碳生成率相當。

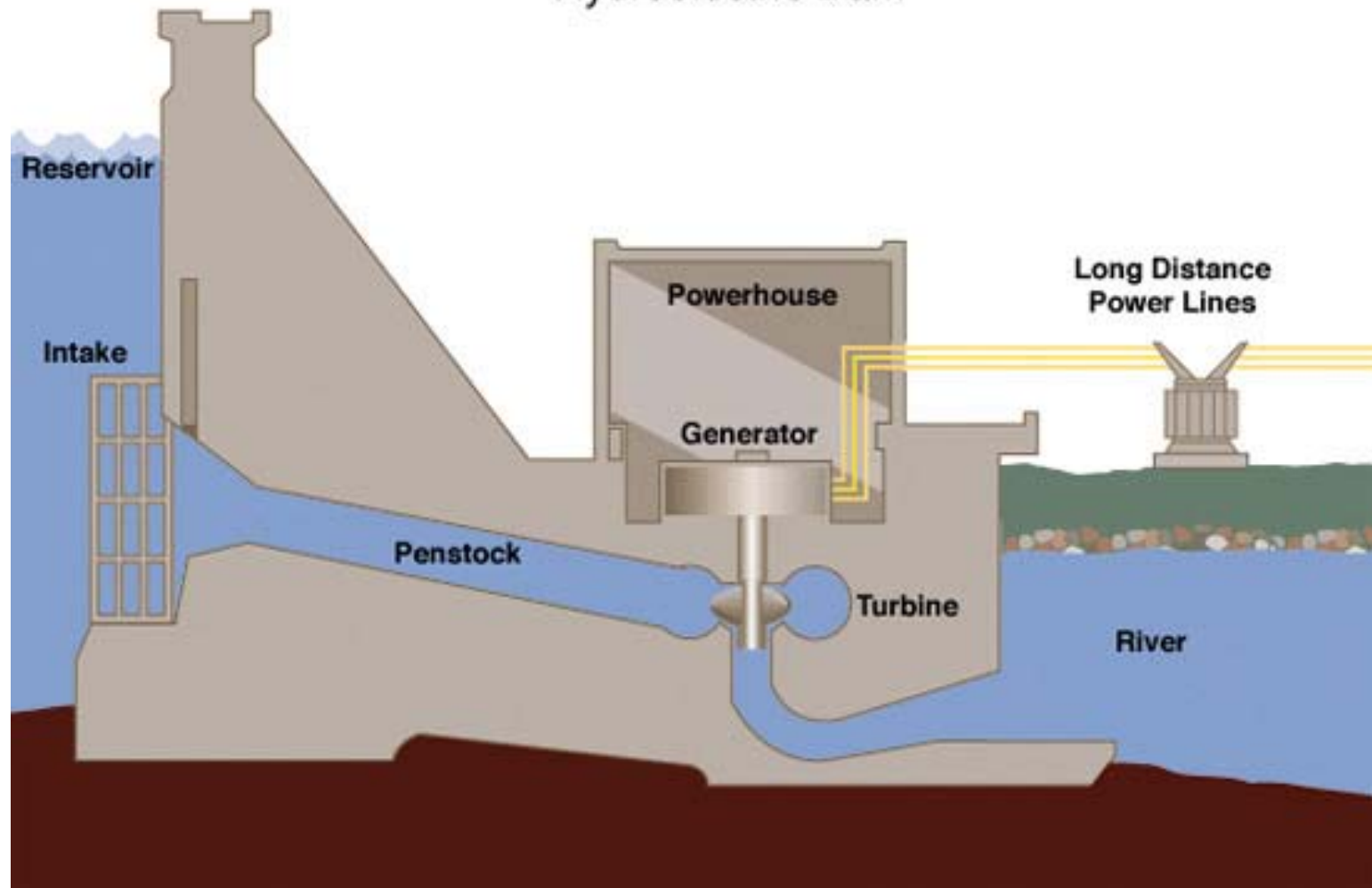
國內最大的沼氣發電廠：高雄西青埔垃圾場，點火每小時發電量五百萬瓦，為國內最大的沼氣發電廠。該垃圾場產生的沼氣氣量，可供廿年的發電使用。

水力發電---無污染的綠色能源

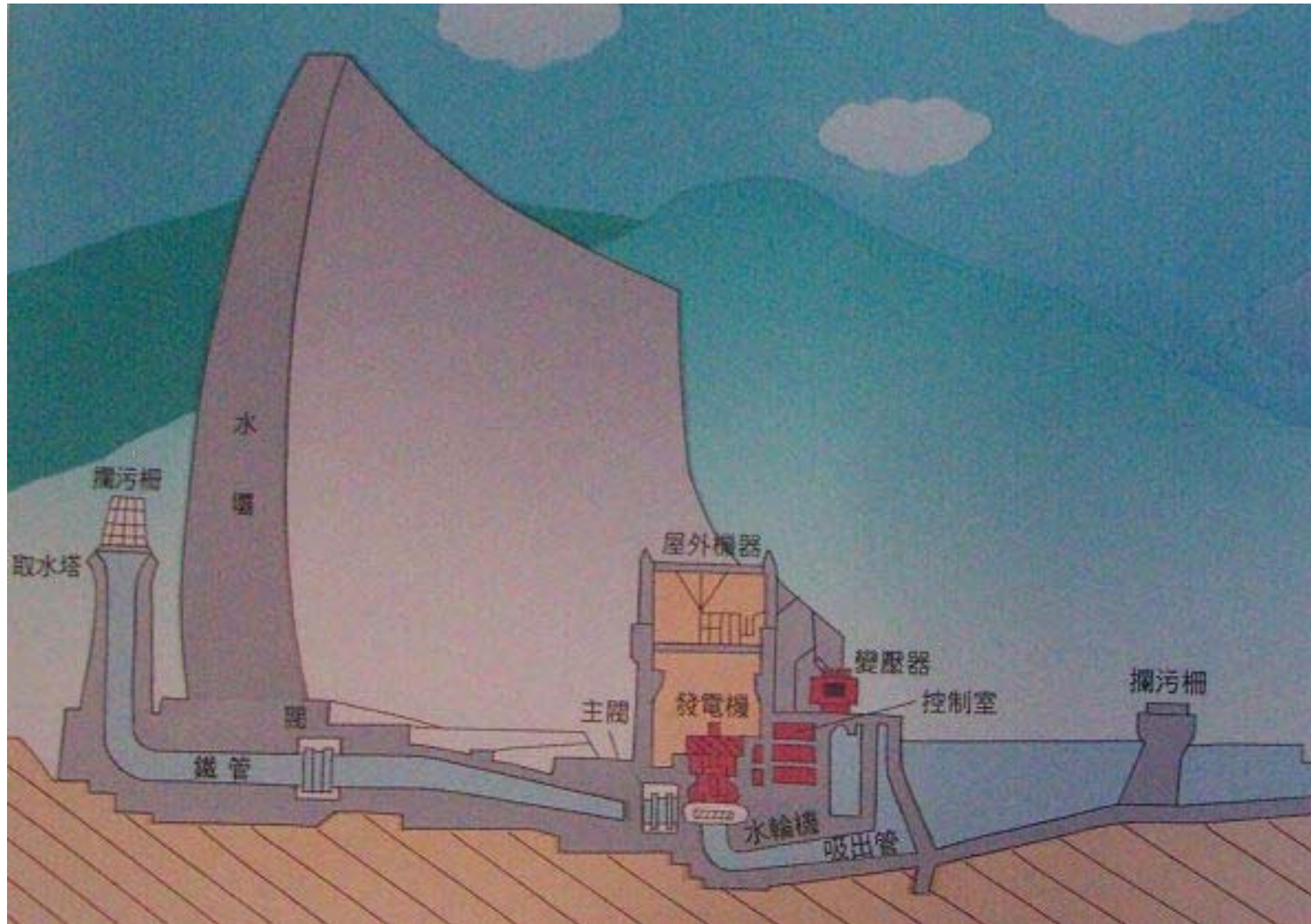


水力發電廠相關圖片

Hydroelectric Dam



水力發電

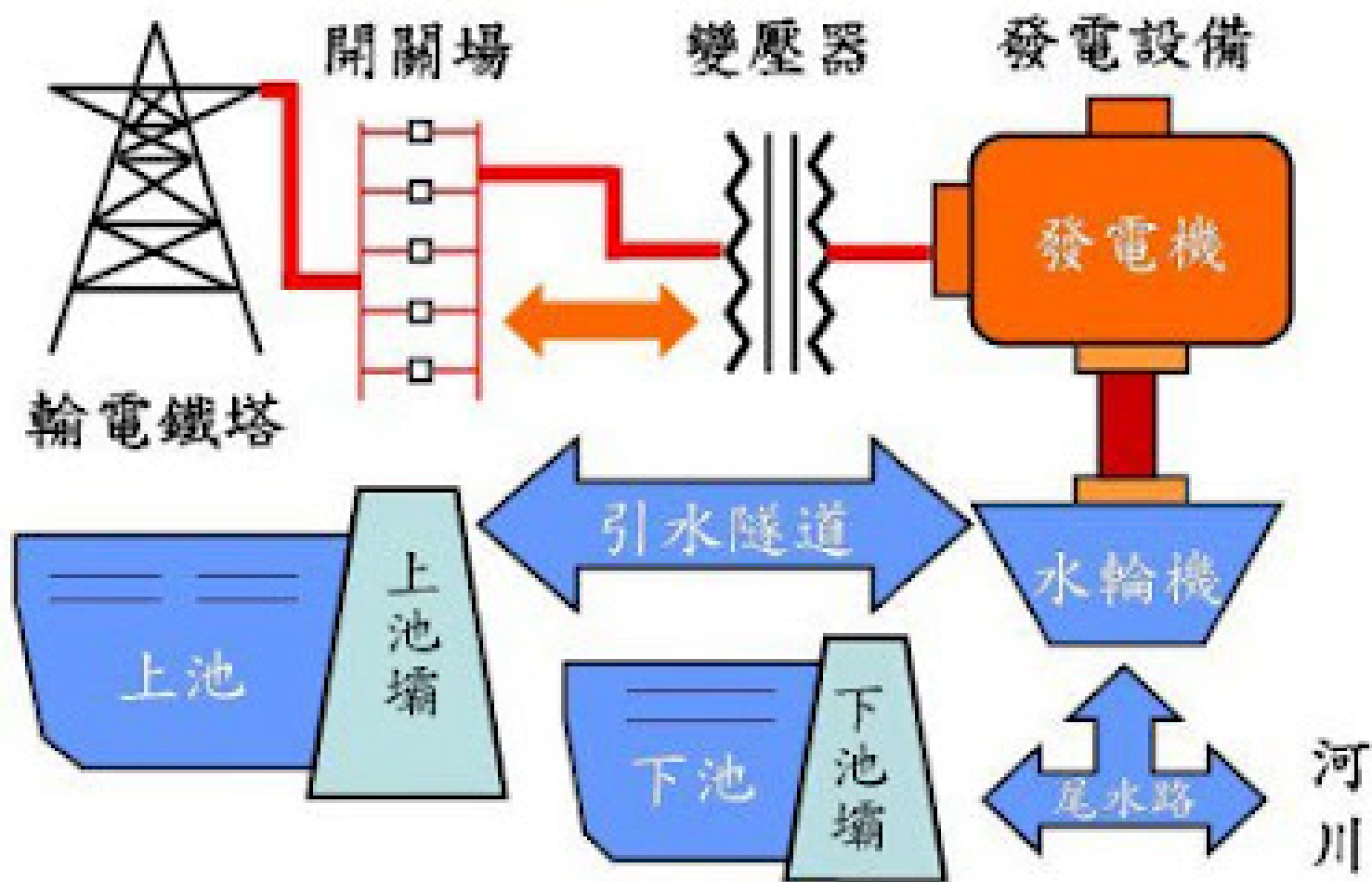


水力發電

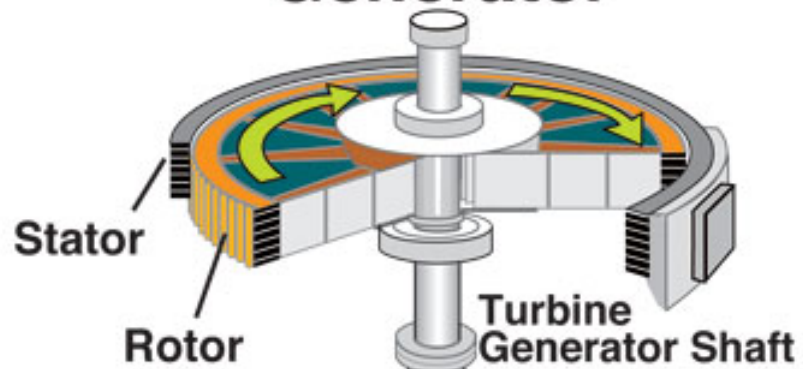
當位於高處的水（具有位能）往低處流動時位能轉換成動能，此時裝設在水道低處的水輪機，因水流的動能推動葉片而轉動（機械能），如果將水輪機連接發電機，就能帶動發電機的轉動將機械能轉換成電能，這就是水力發電的原理。水力發電一般可分為川流式、水壩（庫）式及抽蓄式發電。抽蓄式發電是在白天用電尖峰時水庫放水發電，夜間時則利用過剩的電力，把水抽上水庫（電能轉換為位能），供白天用電尖峰時發電。

水力發電

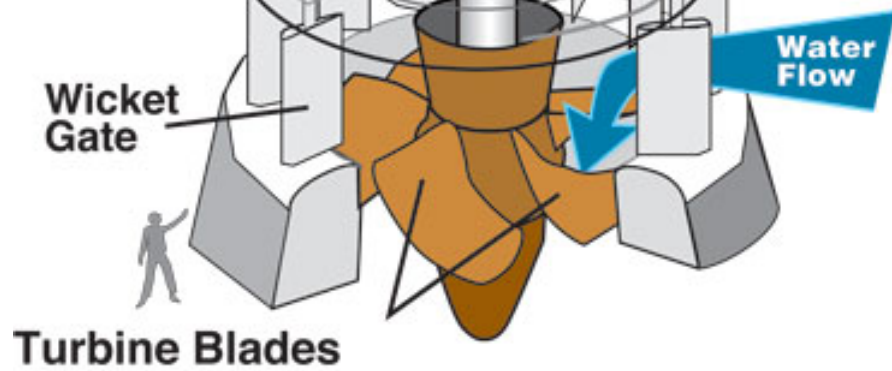
抽蓄水力發電流程圖

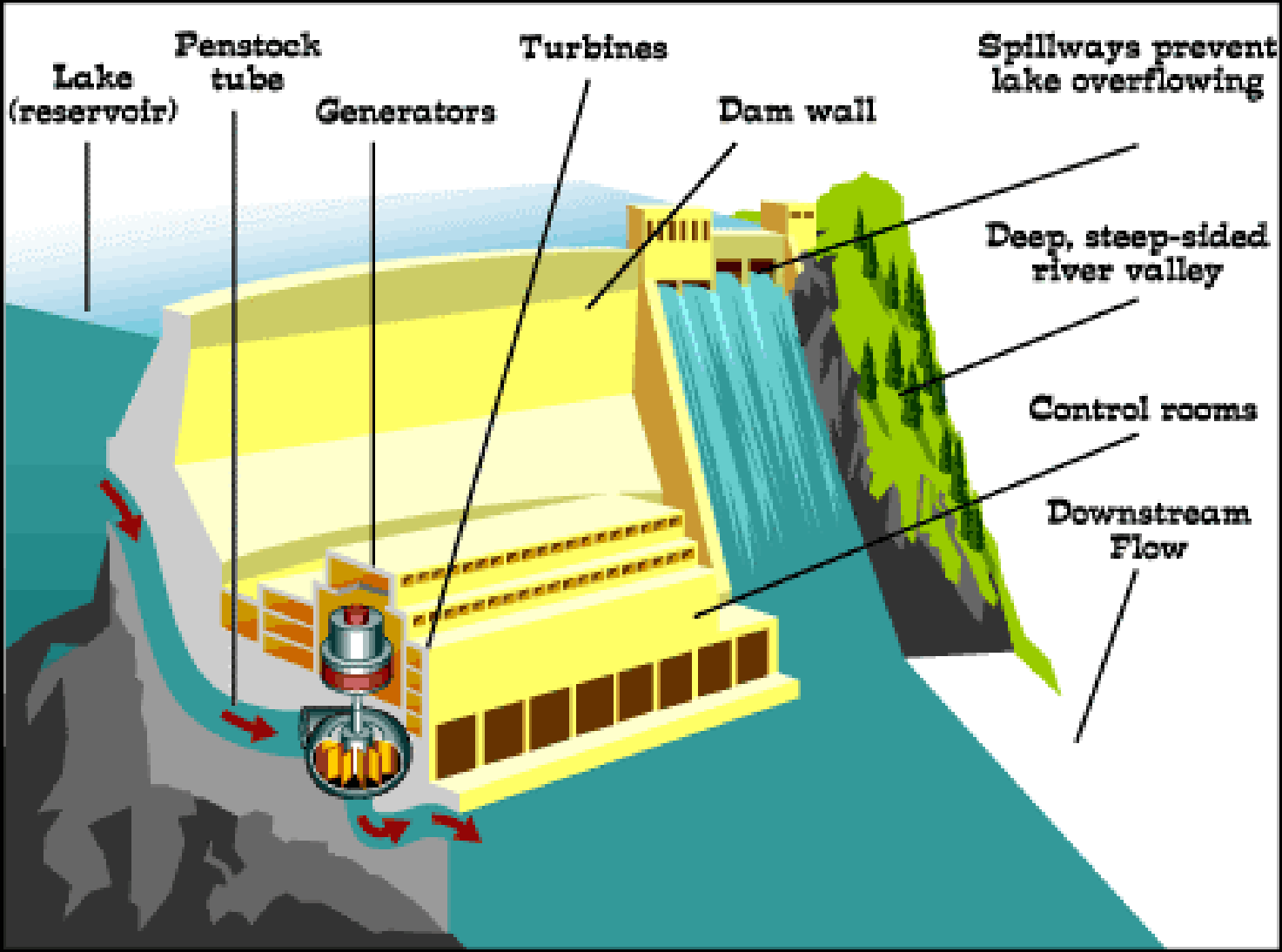


Generator

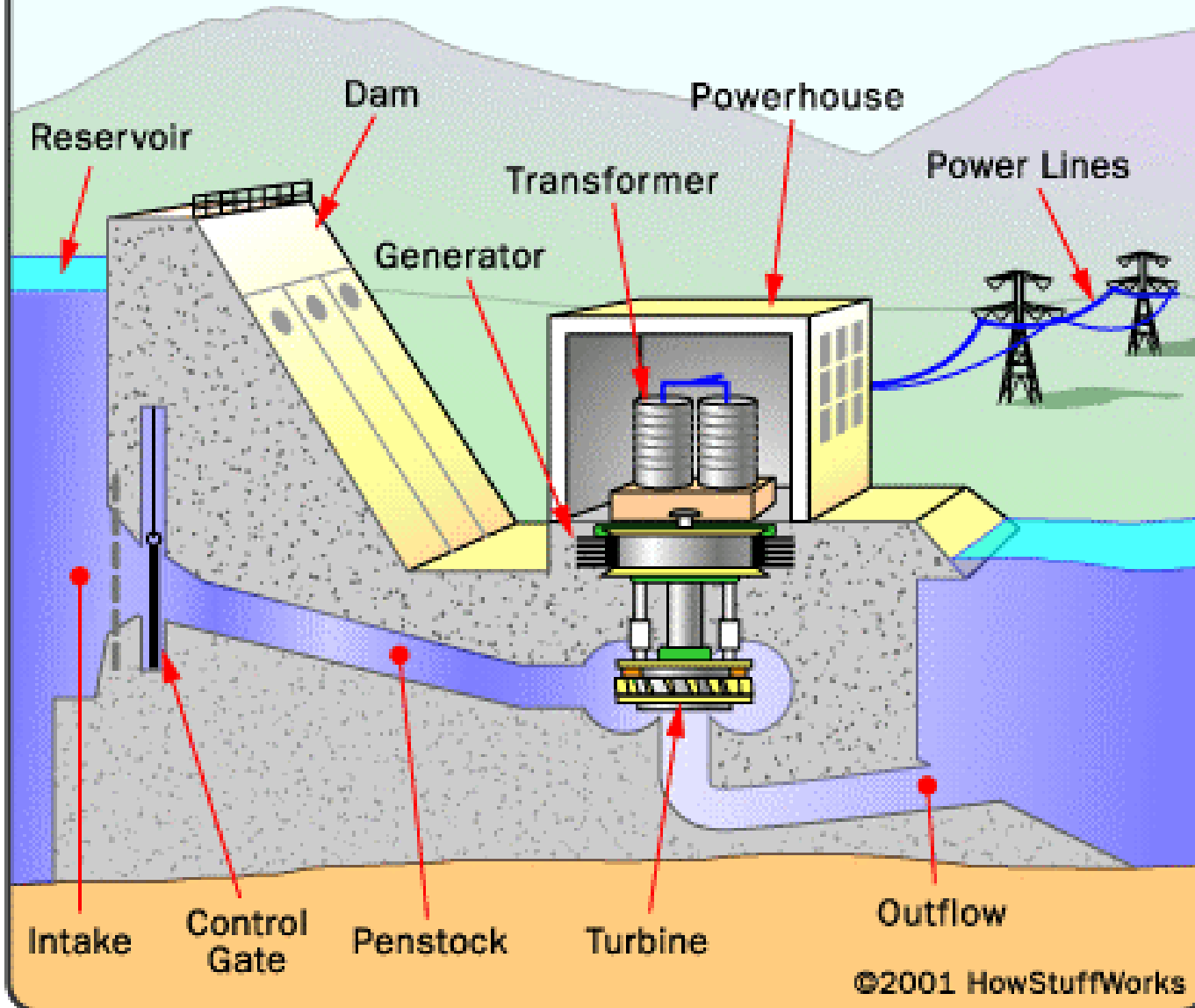


Turbine

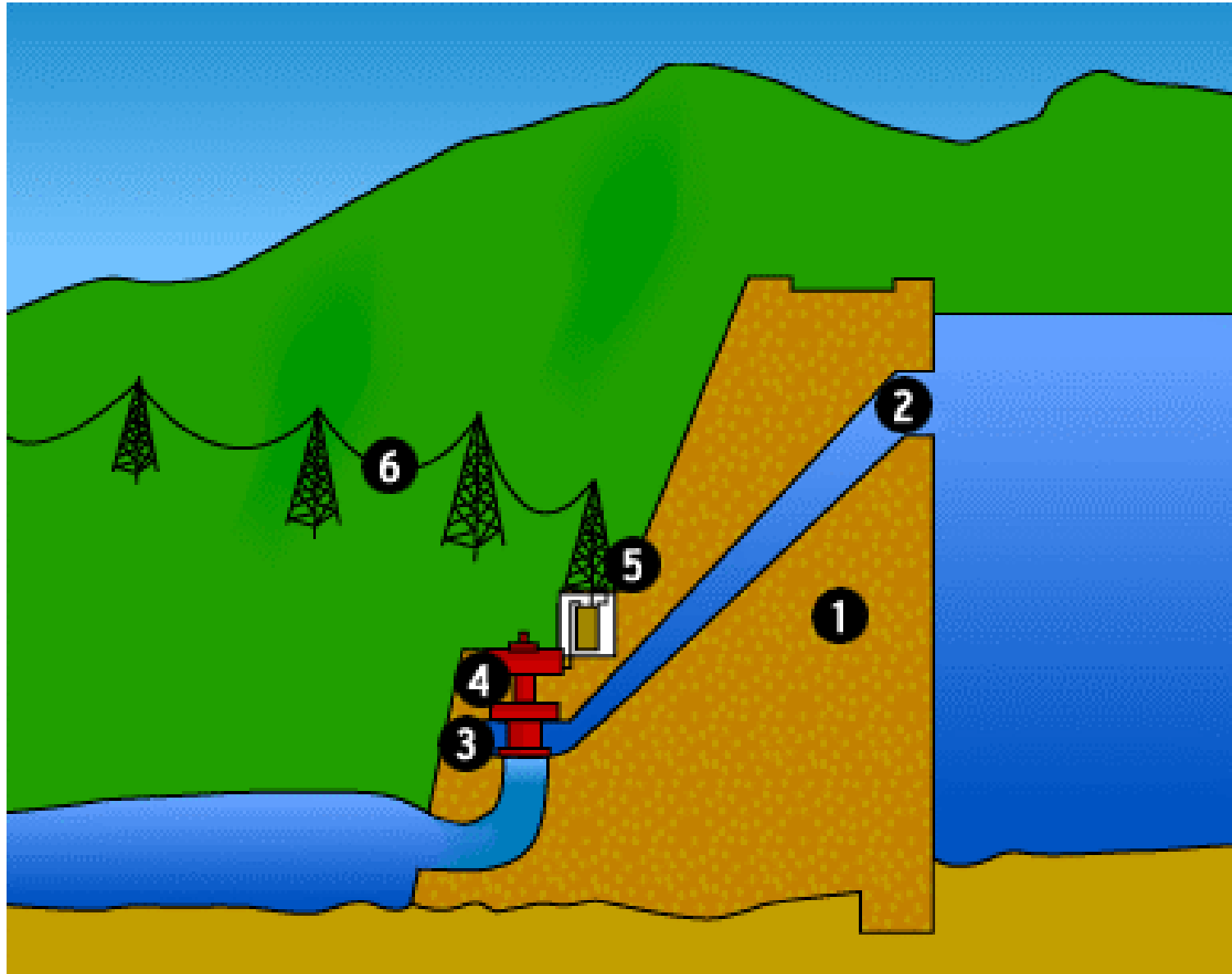




Inside a Hydropower Plant

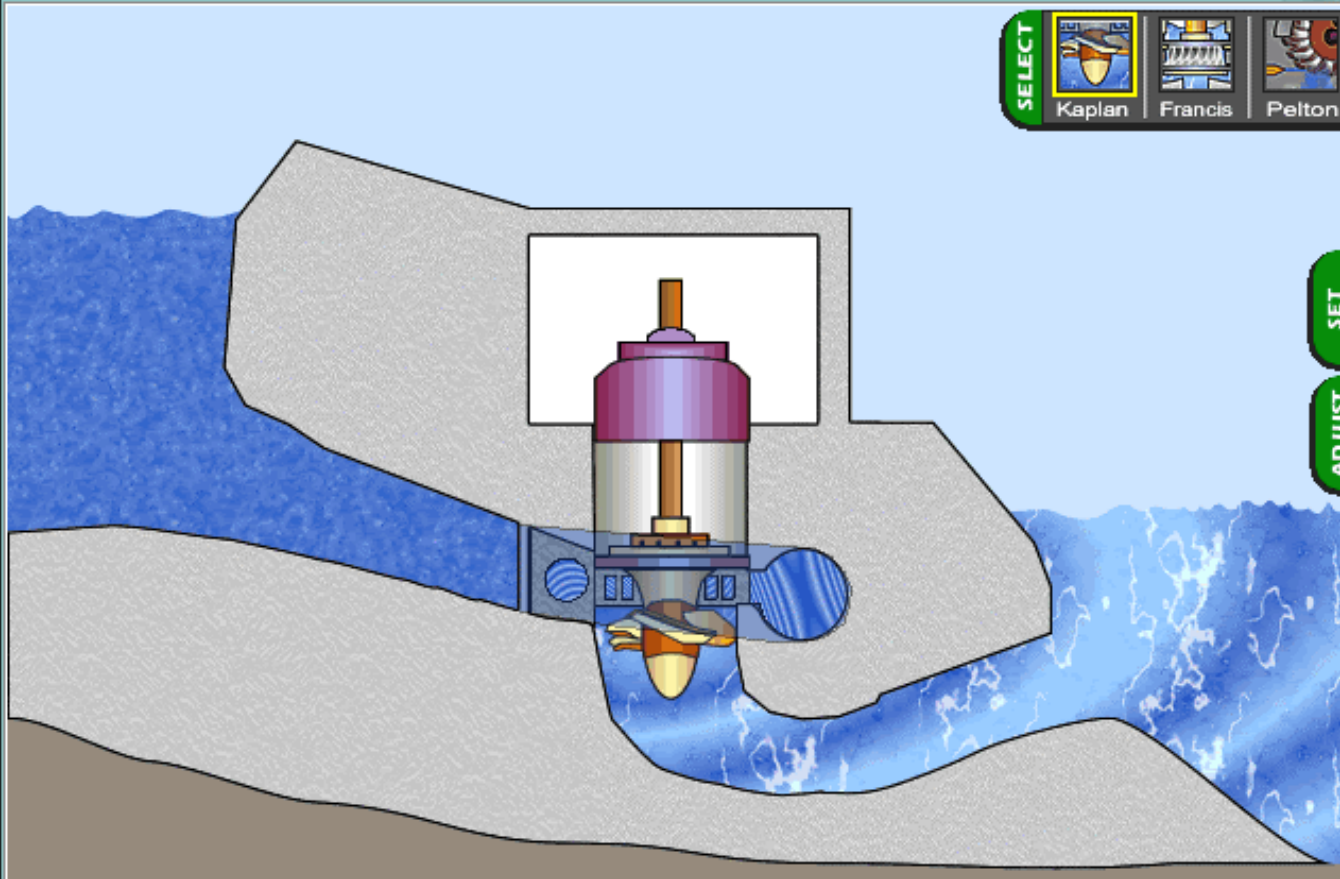








Take Readings



SELECT

Kaplan Francis Pelton

Hydropower Turbines

1. SELECT TURBINE

Turbine: **kaplan**

Head (m): **4**

2. SET OPENING

Guide vane opening (mm): **20**

3. ADJUST LOAD

Load (kNm): **1.067**

Flow (l/s): **300**

Shaft speed (rpm): **160**

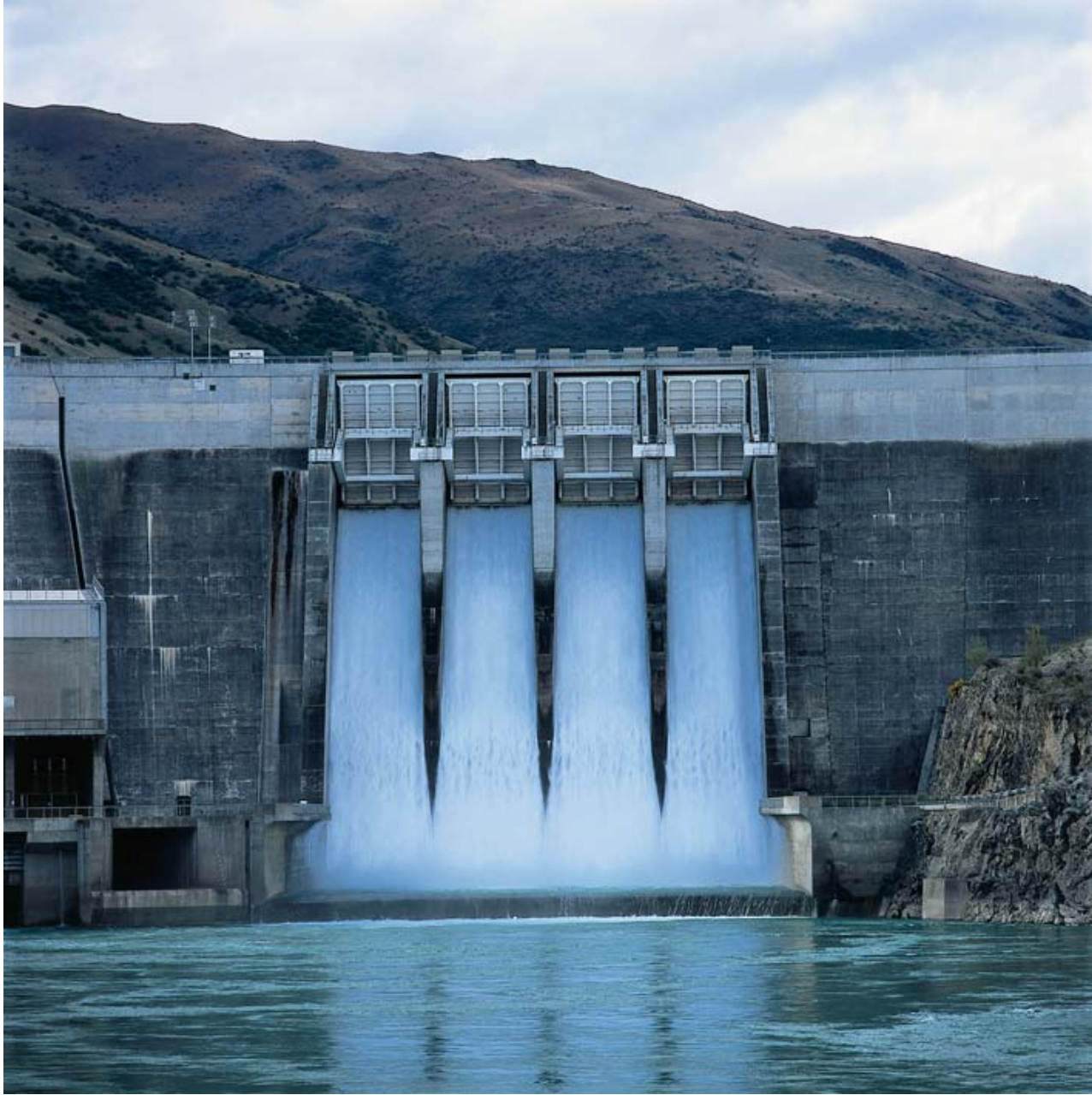
26.49 Input Power

17.88 Output Power

67.5 Efficiency (%)

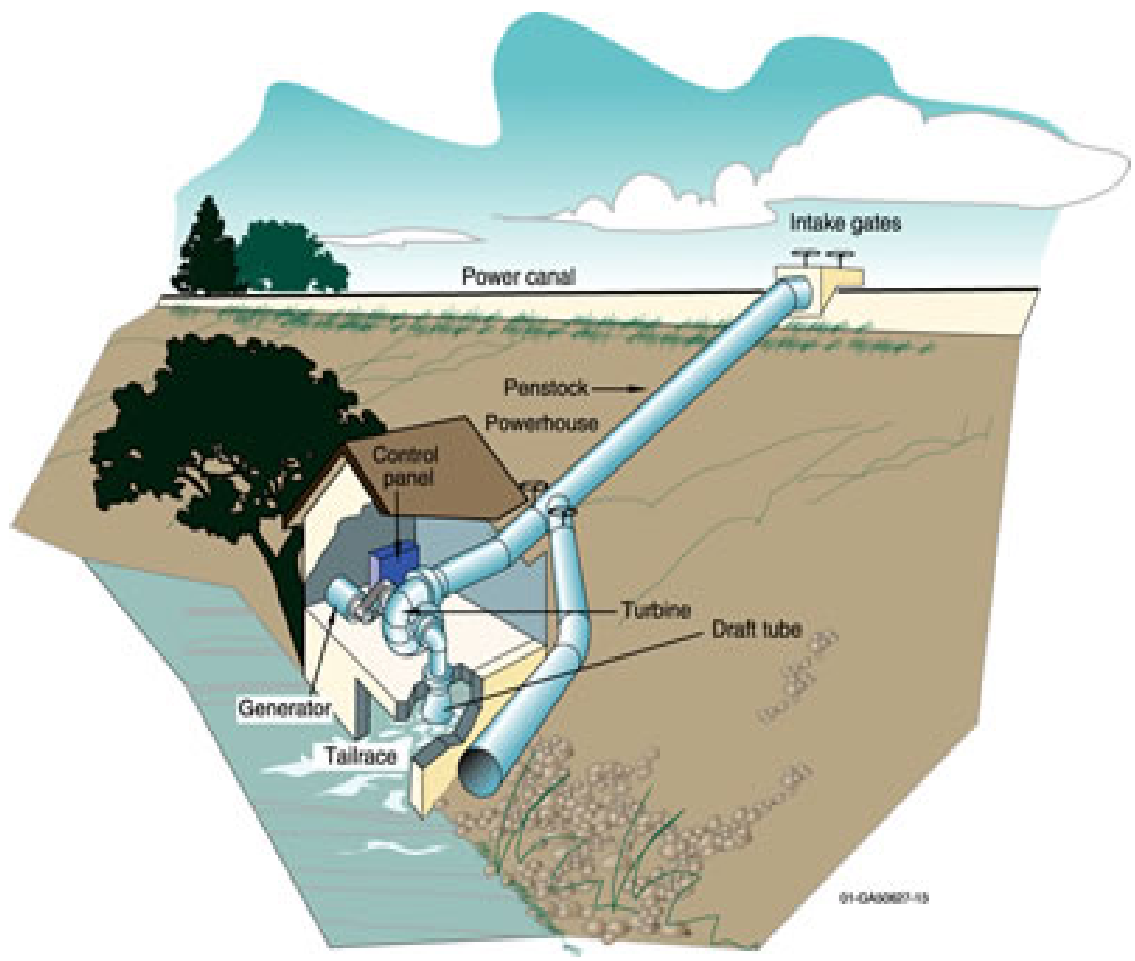
4. RECORD Record

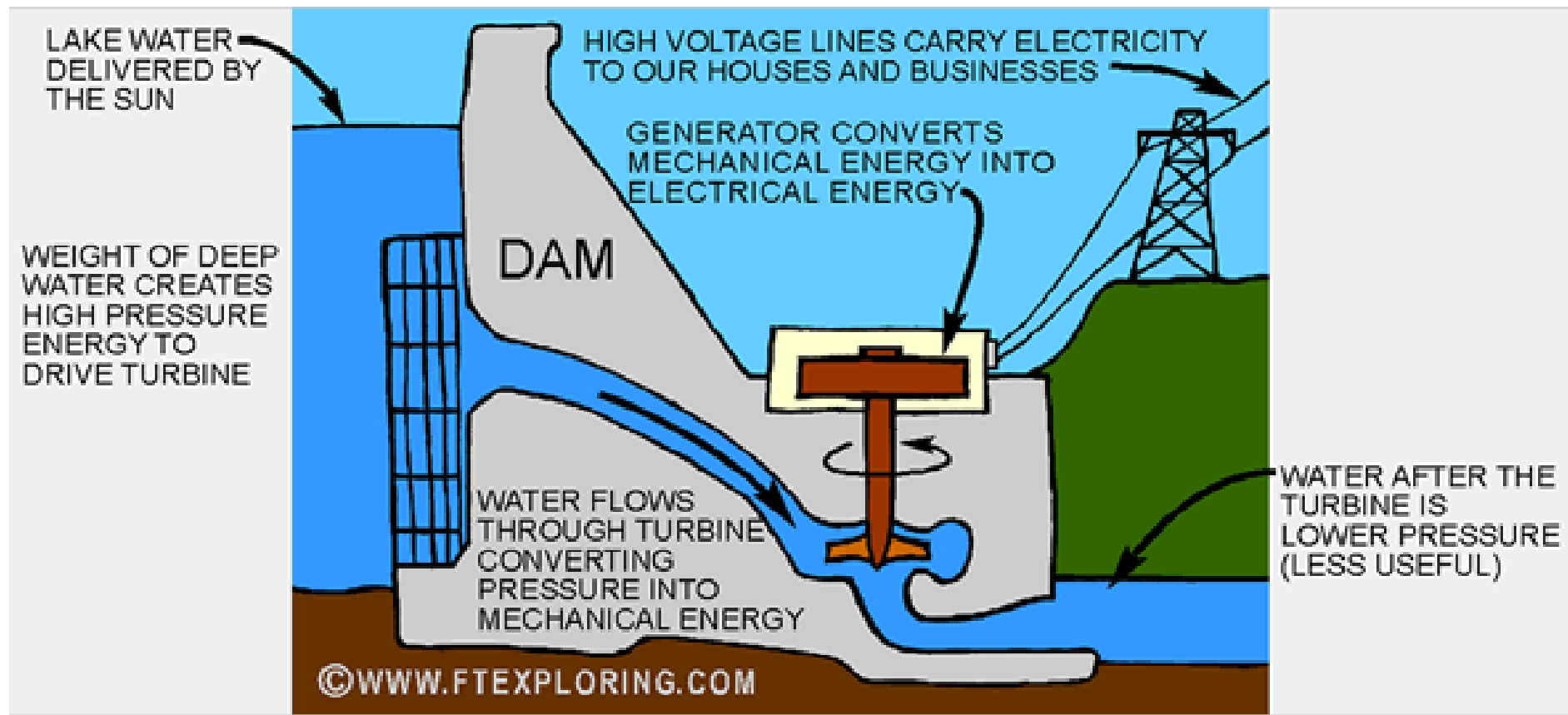
You need to collect data on three different water turbines. Select your turbine using the 'Select' tab on the 'INFO PANEL'. You need to collect sets of data for each guide vane angle setting by adjusting the load on the turbine for different guide vane angles.









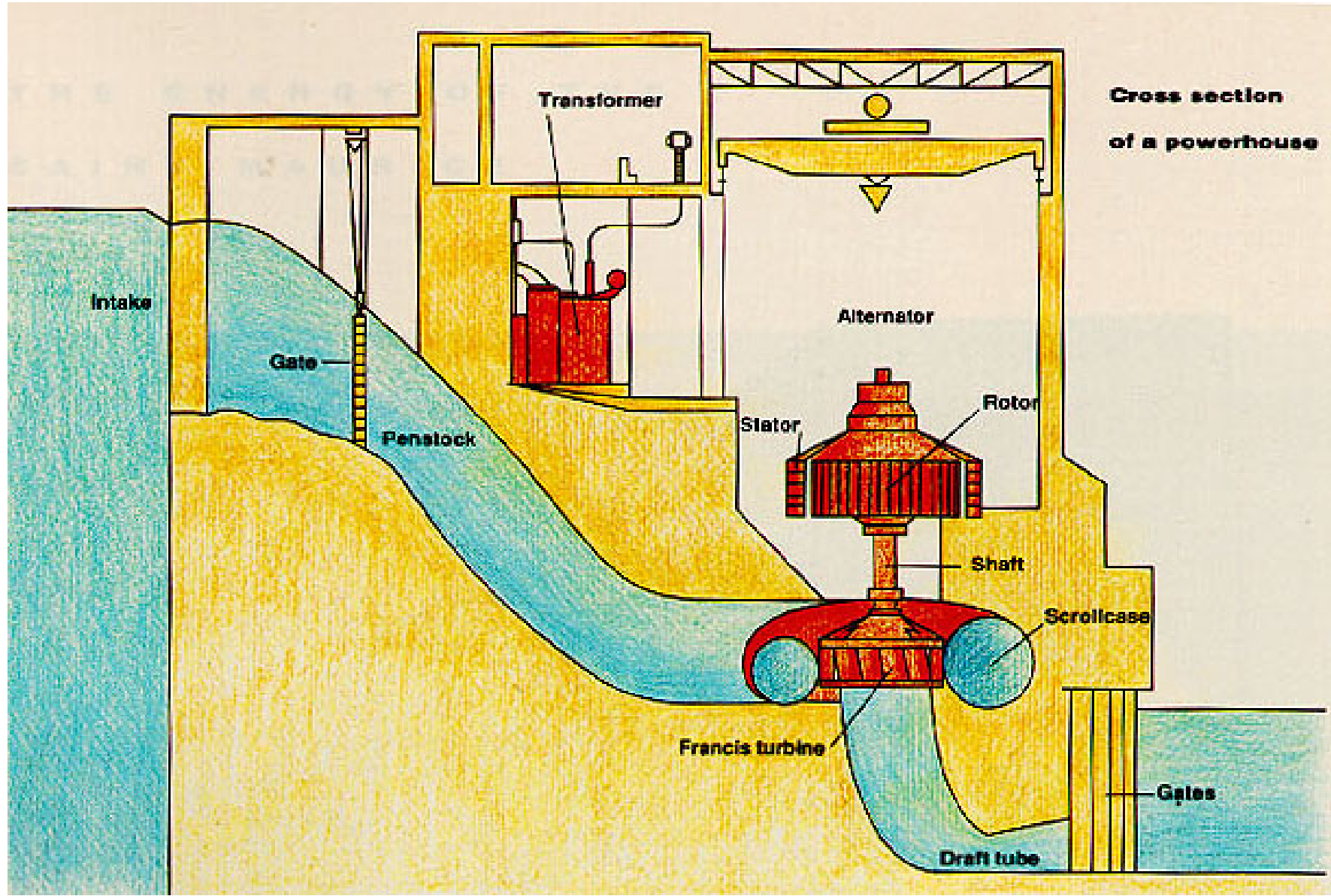






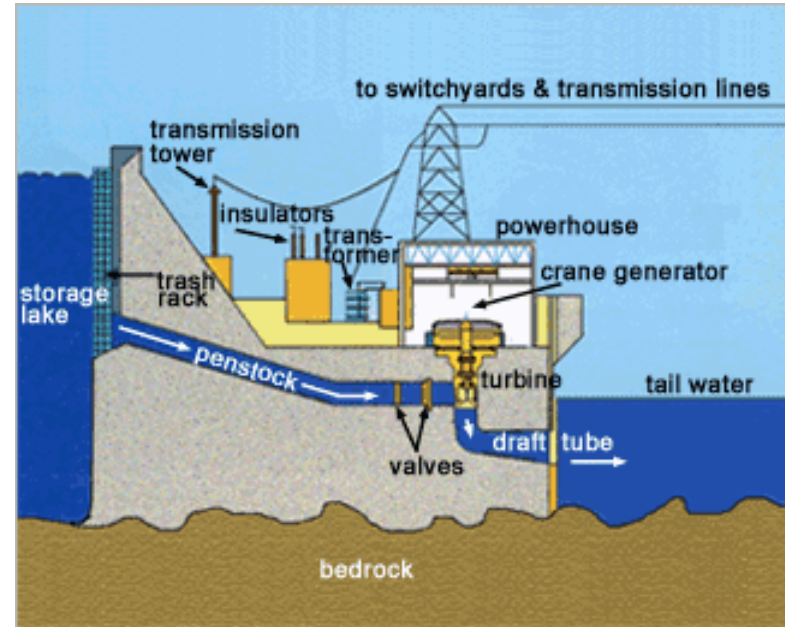




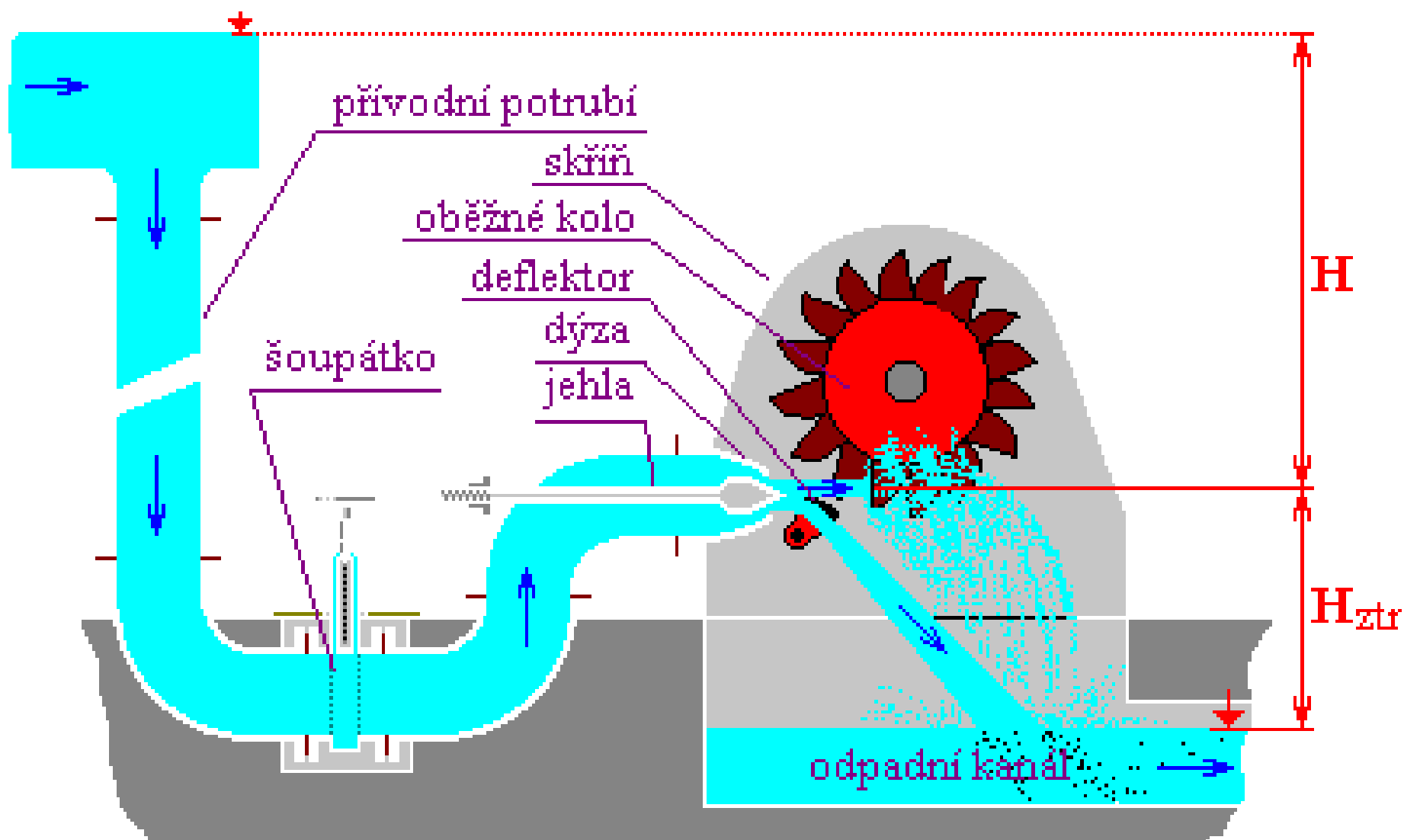


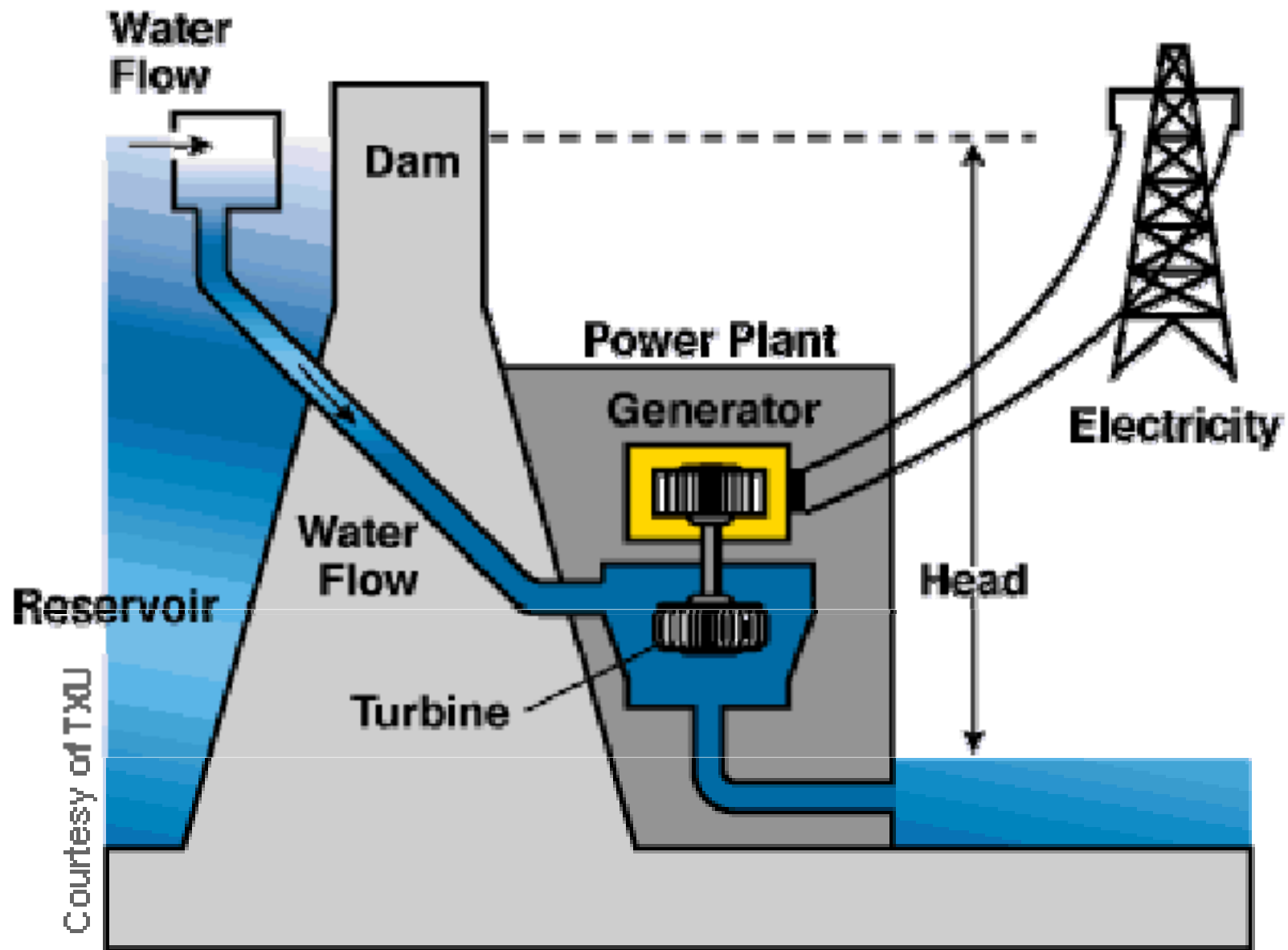




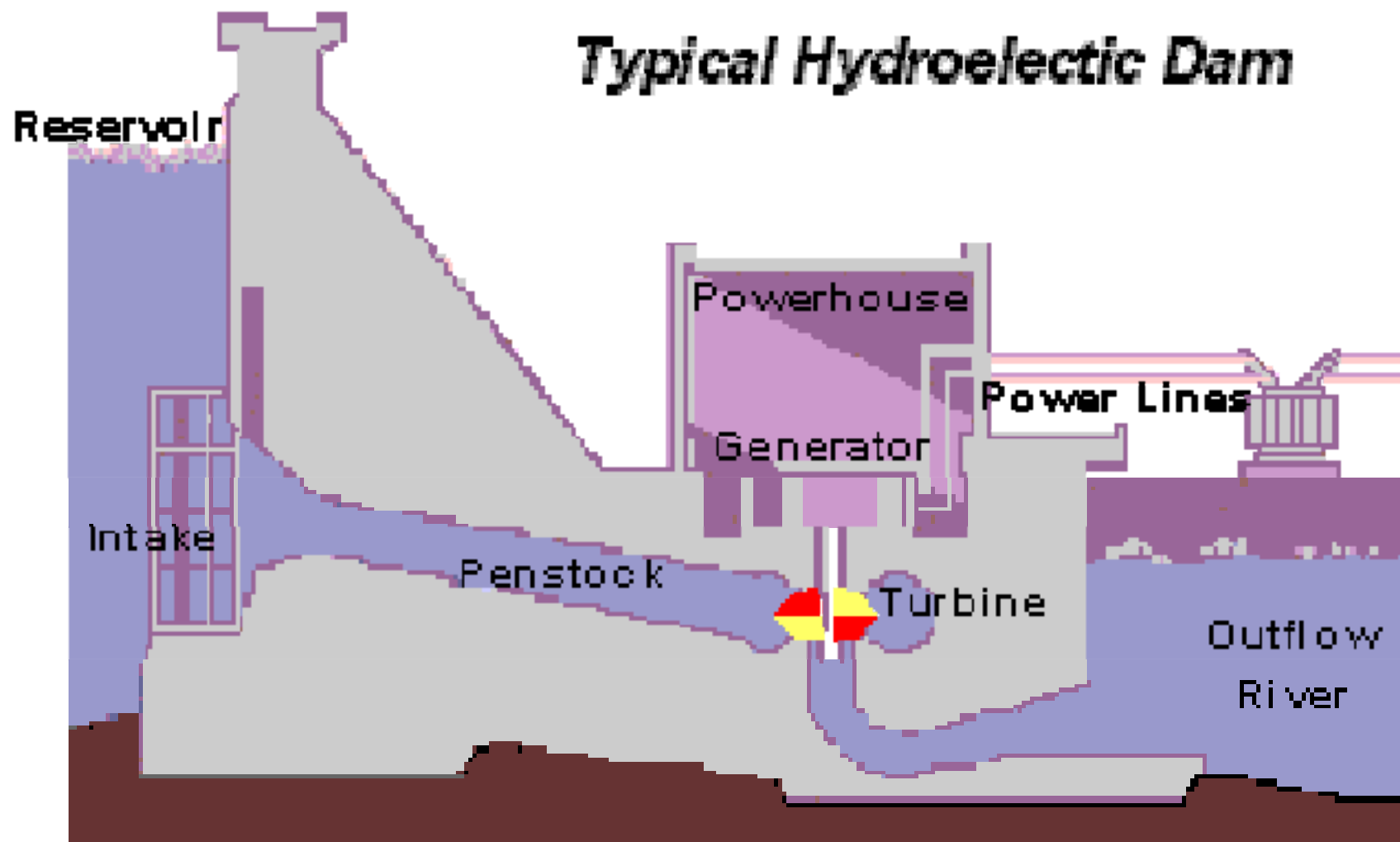








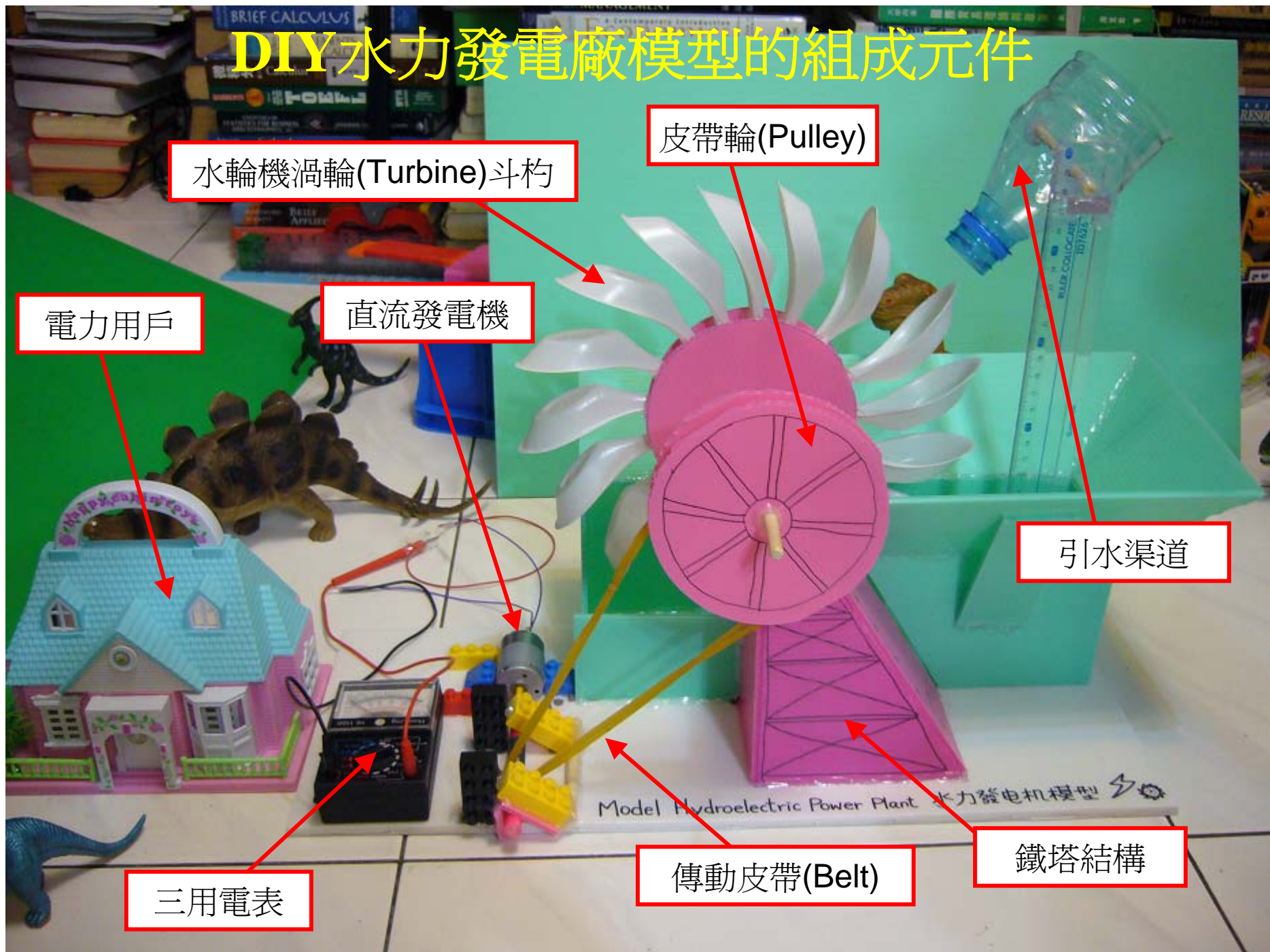
Typical Hydroelectric Dam



DIY水力發電廠模型的整體架構



DIY水力發電廠模型的組成元件

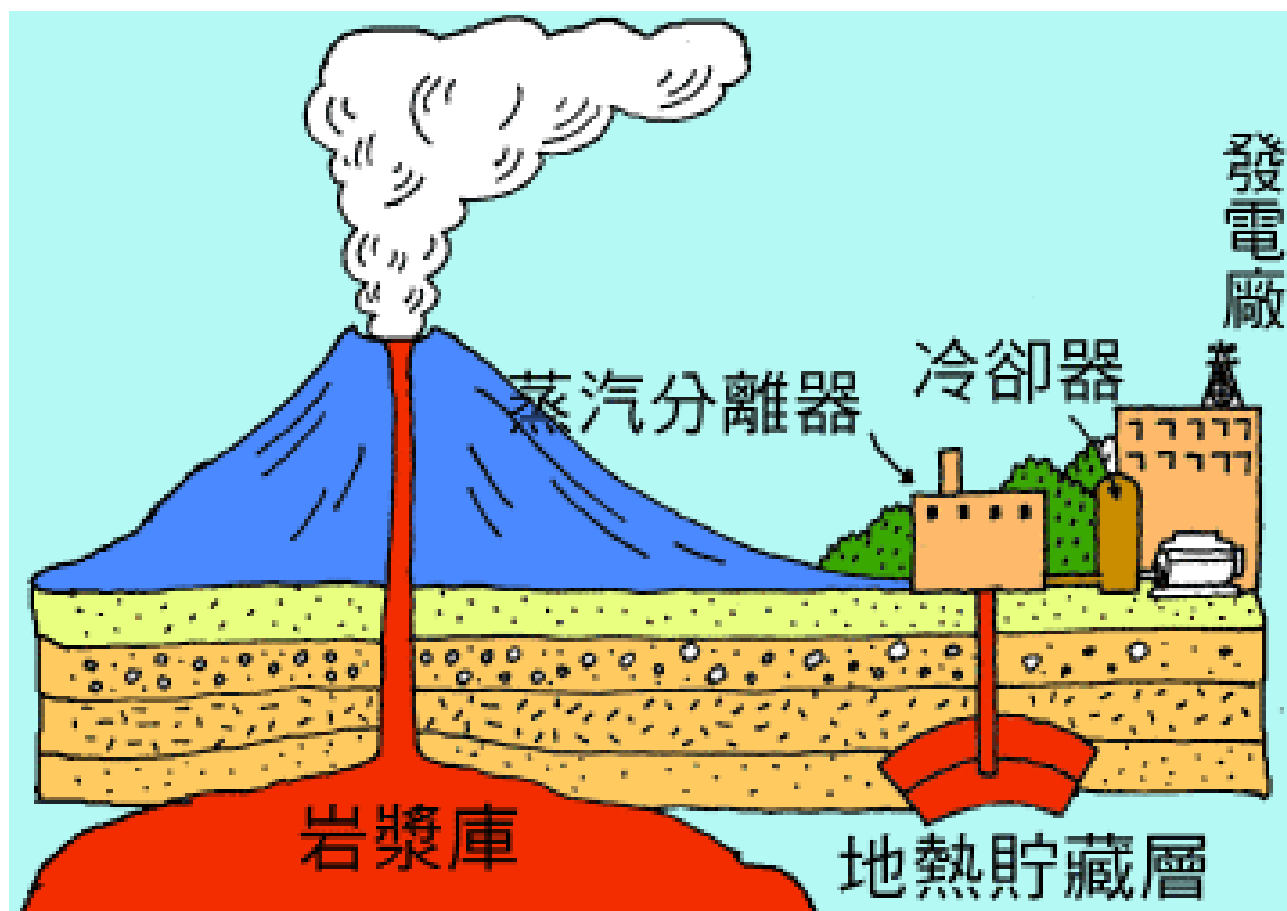


用小石子來代替水流來推動水力發電機的
渦輪斗杓---以避免操作時室內地板濕答答



自己動手做一組來玩玩看吧！





有任何相關科學問題或想法歡迎聯繫討論！
成功大學航太所碩士 陳俊中 (Adion Chen)
信箱：adion3@gmail.com 手機：0970-925-870
網頁網址：http://sites.google.com/site/adion3/
或上網搜尋：科學小教室





★Adion・蝦蝦行動科學小教室★全台灣走透透
 將創意動手做與研發設計科學帶給各地的孩子!