

可再生^葉能源



機電工程署  EMSD

機電工程署能源效益事務處
機電工程署

香港九龍啟成街3號
電話：852 2808 3465
傳真：852 2890 6081
電郵：eepublic@emsd.gov.hk

機電工程署  EMSD

目錄

前言

1 可再生能源

- 5 什麼是可再生能源？
- 6 可再生能源的優點
可再生能源在香港的應用

2 太陽能

- 9 太陽熱能
- 13 太陽能光伏發電

3 風能

- 18 風力發電場

4 轉廢為能

- 22 堆填沼氣
熱處理能量回收
厭氧分解

5 水力能

- 26 水力發電
- 27 水輪機

6 海洋能

- 29 潮汐能
- 30 海浪能
- 31 海洋水流能
- 32 海洋熱能轉換

7 生物質能

- 34 使用生物質能

8 地熱能

- 36 地熱能的應用

參考資料

前言

“目前，全球使用的大部分能源均源於燃燒化石燃料。化石燃料需經過數百萬年才能形成，並且終有一天會被用盡。”

由於化石燃料儲存量會逐步下降、油價會不斷上升，使用化石燃料還會對環境造成負面影響，因此可再生能源將在創造更環保及可持續發展的未來方面擔當重要的角色。可再生能源來自太陽、風力、水流、海浪及地熱能等，並且取之不盡。增加使用可再生能源有助於解決氣候變化問題，同時減少依賴化石燃料，從而提升能源供應的可靠性及加強保護環境。

此教材適合教師與學生於課堂使用，其介紹了不同形式的可再生能源，各自的優缺點，以及各種可再生能源技術和項目的發展。

此教材包含新聞摘要和相關課題，例如氣候變化、轉廢為能以及香港在增加可再生能源上所面對的機遇和挑戰。

此教材透過提供豐富的資訊，旨在協助學生認識能源與生活之間相互影響的關係，並增強他們批判思考的能力，以了解及評估不同的能源課題對環境和生活所帶來的影響。最重要的是，訓練學生從不同角度來詮釋資料，從而能夠作出並表達個人的判斷。

香港是一個高度依賴能源的都市。我們希望透過本教材，能讓學生更深刻了解自然資源有多麼的重要和珍貴，並幫助他們意識到節約能源及可再生能源的好處。

可再生能源

什麼是可再生能源？

生活中所用的能源有很多種。目前，我們使用的能源主要來自燃燒化石燃料，例如煤、石油和天然氣等。化石燃料需經過數百萬年才能形成。這些燃料的儲存量是有限的，並且終有一天會用完。相反，陽光、風力、水力、地熱、海洋及生物質能等可再生能源，卻可在相關環境中再生。這些能源既可重複再生，又可持續發展。

不同種類的可再生能源



太陽能



風能



水力能



地熱能



生物質能



海洋能



可再生能源的優點

對比化石燃料，採用可再生能源可減少對環境所帶來的負面影響。一般而言，可再生能源產生的污染和溫室氣體均較少。使用可再生能源有助於減輕城市空氣污染、緩和全球暖化、令能源資源更為多元化，從而提升能源供應的可靠性、促進地方經濟發展及創造就業機會。而更為重要的是為下一代保留更多化石資源。

可再生能源在香港的應用

香港政府委託進行的一項研究顯示，太陽能和風能具有在香港廣泛應用的潛力。此外，政府亦計劃善用廢物管理設施，把廢物轉為可再生能源。根據《香港氣候行動藍圖2050》（《氣候行動藍圖》），香港政府力爭在2035年或之前把可再生能源在發電燃料組合中所佔的比例提升至7.5%至10%。預計屆時太陽能可應付香港約1%至2%的電力需求。



你知道嗎？...

鼓勵社會發展可再生能源

根據政府與兩間電力公司簽訂於2018年後生效的《管制計劃協議》（《協議》），上網電價是推廣分佈式可再生能源發展的新措施。上網電價可協助鼓勵私營界別考慮投資可再生能源，由於產生的電力可以高於一般電費水平的價格售予電力公司，因而有助收回投資在可再生能源系統和發電的成本。

為促進可再生能源在本地的應用並提升能源效益，政府於2005年就「在政府項目和裝置中採用能源效益功能及可再生能源技術」發出通告，以鼓勵公共工程項目採用節能設備及可再生能源技術。該通告已更新並納入2015年4月就「綠色政府建築物」發出的新通告內。

為應對氣候變化，新通告內有關可再生能源的目標已於2017年5月作出進一步提升。

你知道嗎？...

機電工程署已發出《可再生能源發電系統與電網接駁的技術指引》(2021年版)。發電量不超過1兆瓦的可再生能源發電系統現已可接駁至本地供電網。



採電學社： 學校及非政府福利機構太陽能支援計劃

「採電學社」是政府由2019年開始推動本地可再生能源發展的一項計劃。有關計劃免費為合資格學校和非政府福利機構安裝太陽能發電系統，從而能參加本地兩間電力公司推行的上網電價計劃。

在「採電學社」下，機電工程署(機電署)提供一站式服務和跟進整個安裝太陽能發電系統的過程(包括進行實地視察和技術評估、擬定太陽能發電系統的設計、採購設備、安裝太陽能發電系統和進行系統測試等)，以及協助合資格學校和非政府福利機構參加上網電價計劃。

截至2023年8月，有超過560宗已完成的個案，總累計發電量為約70,000,000千瓦小時，相當於約25,000個家庭的每月用電量。



2 太陽能

太陽能是太陽光釋放的能源，亦是地球上最充裕的能源。化石燃料及大部份的可再生能源均源自太陽能。數千年來，人們利用它來曬乾食物和種植。今天，人們更透過各種技術，利用太陽能為樓宇供暖、加熱水及發電。太陽能熱水和太陽能光伏技術適用於香港，而多項太陽能技術亦應用於世界各地。



石壁水塘的浮動太陽能發電系統
資料來源：水務署

如何運作？

太陽熱能

太陽加熱技術已經發展完善，並廣泛應用於全球各地。太陽熱能技術最常見的用途是加熱家居用水，其他應用還包括太陽能供暖、製冷、烹調及發電等。



太陽能熱水

太陽能熱水器利用太陽的輻射熱力為水加熱。太陽熱能收集器將太陽的紅外線輻射轉換為水中的熱能。其吸收表面由銅或鋁等良好的熱導體製成，通常呈黑色。這些模板通常安裝於樓宇頂部。

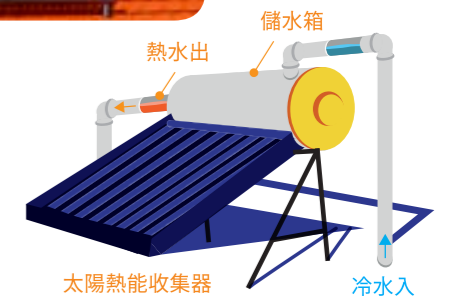
將加熱了的水儲存於隔熱水箱，以在寒冷或多風的天氣下減少因傳導或對流造成的熱流失。水箱通常設有後備電熱水器或氣體熱水爐，以應付太陽能熱水不足需求的情況。此等設計同時迎合缺乏陽光照射的時段，例如夜間、多雲的白天，以及寒冷季節等。

一般應用

太陽能熱水器可廣泛應用於對熱水有固定需要的場所，例如酒店、宿舍、住宅和醫院等；另外亦適用於體育中心及度假村，例如可通過太陽能熱水器預先加熱泳池水。此外，太陽能熱水器亦可進一步應用於附設餐廳、廁所及淋浴設施的低矮辦公大樓。

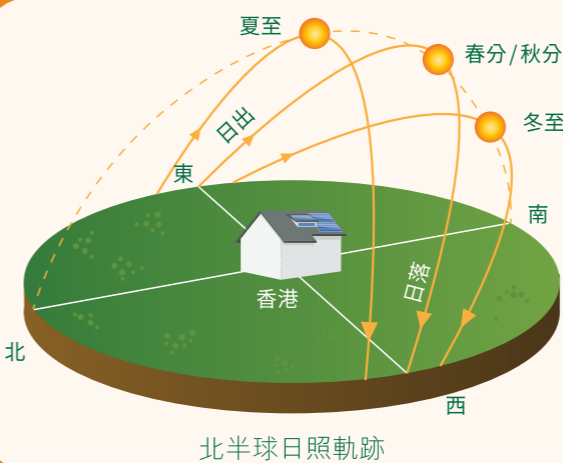


太陽能熱水系統



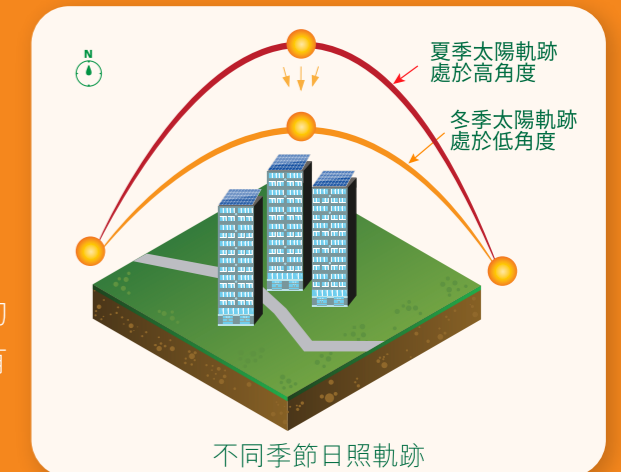
全球現況

在北半球，太陽熱能收集器會安裝於樓頂的南面，這樣可吸收更多陽光。在緯度低於40度的地方，太陽能熱水器可供應60至70%高達攝氏60度的家居熱水。



香港的現況

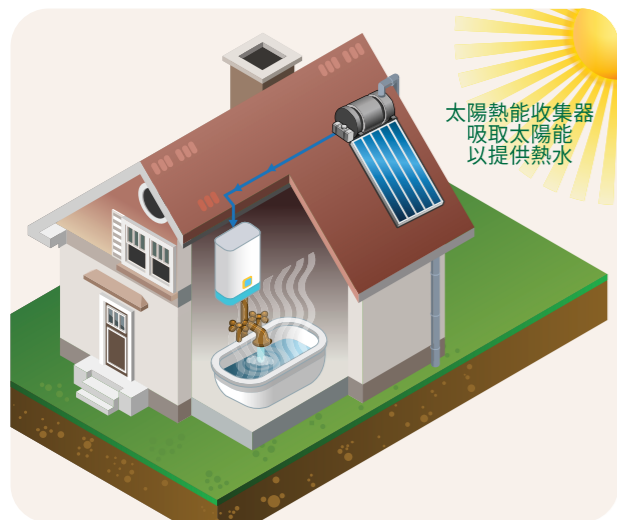
香港在利用太陽能熱水方面已有逾40年歷史。早於1980年，首套太陽能熱水設施安裝在赤柱的公共浴室。另外，不少郊區的低矮樓宇亦設有太陽能熱水設施，也有使用在泳池設施上。



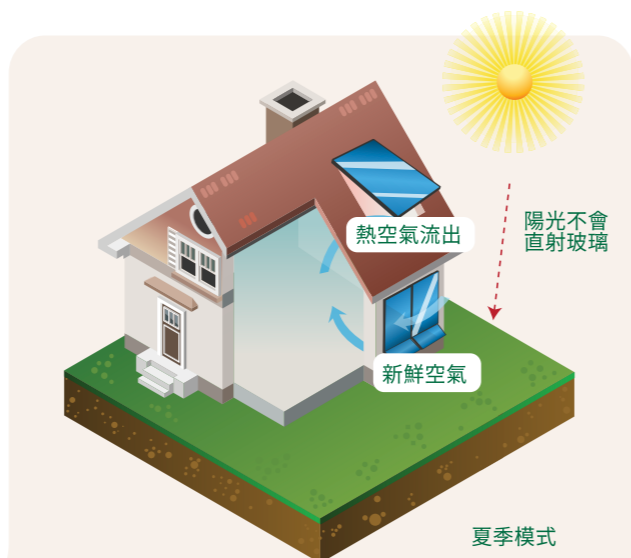
不同季節日照軌跡

太陽能供暖

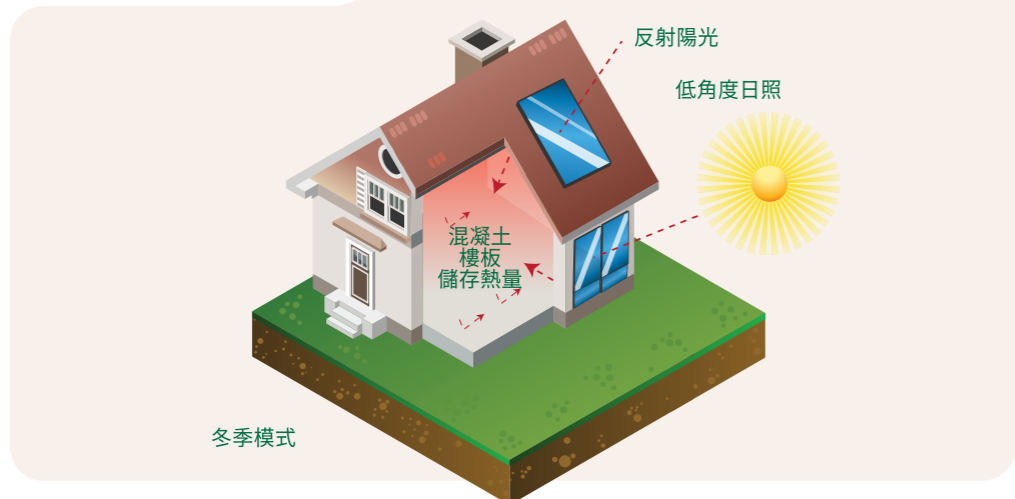
在高緯度地區，不少家庭均利用太陽能為樓宇供暖。太陽能供暖系統可分為被動型和主動型。



主動型太陽能供暖系統



夏季模式



冬季模式

被動型太陽能供暖系統

被動型

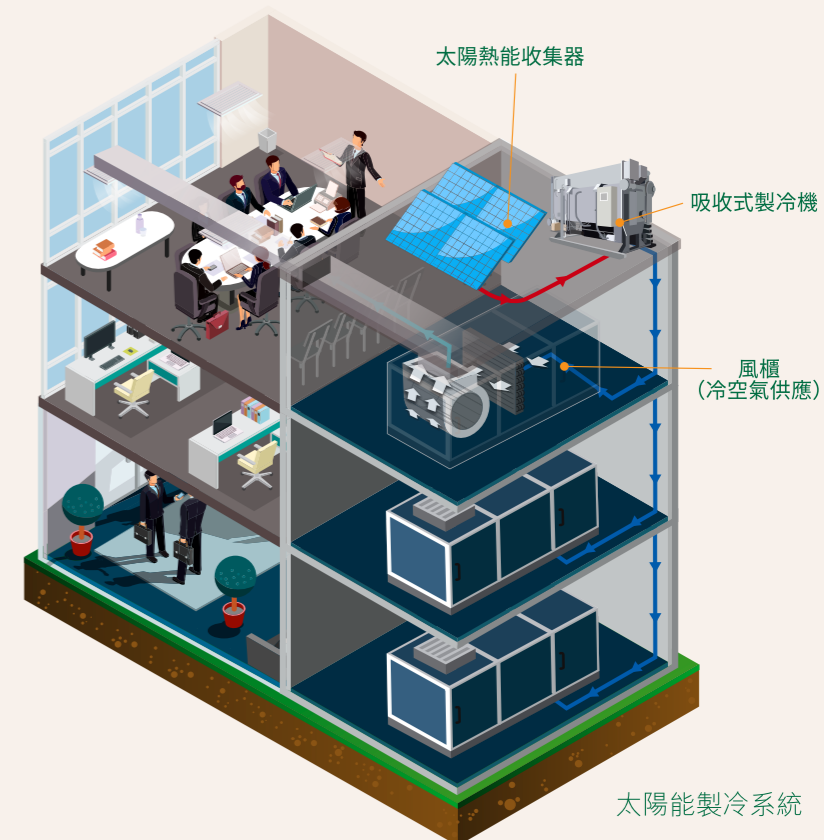
- 樓宇會直接採用陽光的熱力
- 沒有使用機械設備，以吸收太陽能進行加熱
- 樓宇牆身和地板吸收陽光熱能，並慢慢釋放熱力及減少熱力流失於環境之中

主動型

- 主動型太陽能供暖系統由太陽熱能收集器構成。這些收集器安裝於向南的樓頂，以便吸收冬日的陽光
- 熱能收集器吸收陽光並產生熱力
- 流經收集器的空氣或水流受熱變暖
- 可透過能量儲存設施儲存熱量，以在沒有陽光的時候提供穩定的熱能

太陽能製冷

從陽光中吸收的熱能除了可用於供暖，亦可用於製冷。太陽能製冷既可利用吸收式製冷機單獨使用，亦可結合太陽能熱水系統使用。吸收式製冷機利用熱力蒸發製冷劑，而來自太陽熱能收集器的熱水則用作熱源。蒸發了的製冷劑，在凝結過程便可提供製冷功能。雖然製冷劑的運作需要利用電力來維持，但其電力消耗較一般電力製冷設備為低。



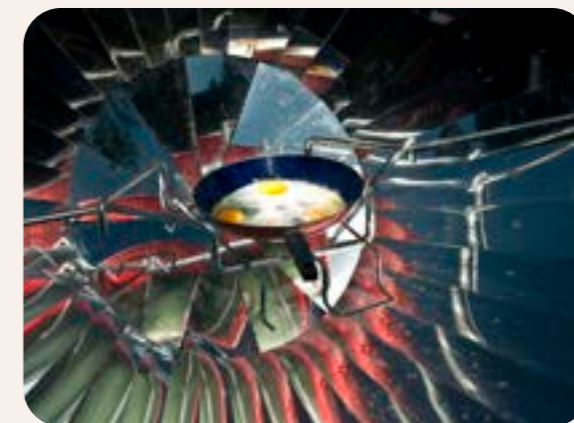
太陽能製冷系統

太陽能烹調

太陽灶利用陽光作為能源。這些設備主要由反光金屬構成，可將太陽的光線和熱力集中至一個小區域。太陽灶採用黑色鍋吸收陽光並將其轉化為熱力，並透過塑料袋或玻璃蓋防止熱力流失。此類太陽灶通常用於戶外烹調，它有助於減少燃料的消耗及避免發生火災。其應用亦減少了砍伐樹木的需要，避免森林的沙漠化。常見的太陽灶包括箱型、鑲板型及碟型。



在尼泊爾喜馬拉雅山的太陽灶



用來煎雞蛋的太陽灶

太陽熱能發電

太陽熱能發電廠除了其蒸汽由陽光熱力、而非通過燃燒化石燃料產生外，在本質上與化石燃料發電廠類似。太陽能聚熱發電技術利用反光設備收集太陽能。該技術需直接接收太陽光線，但對於香港而言，太陽光的強度偏低，因此太陽熱能發電在本地應用的可行性不大。太陽能聚熱發電系統有三種類型，分別是拋物線形槽（最常見類型）、太陽能碟及太陽能發電塔。



在塞維亞的太陽能發電塔



在西班牙安達索爾的拋物線形槽



在澳洲的太陽能碟

如何運作？

太陽能光伏發電

光伏電池板由太陽能電池構成，後者可將陽光直接轉化為電能。其能量轉化是通過硅等半導體中的光電效應實現的。當陽光投射至太陽能電池時，半導體中的電子就會被激活並四周移動，從而形成電流。



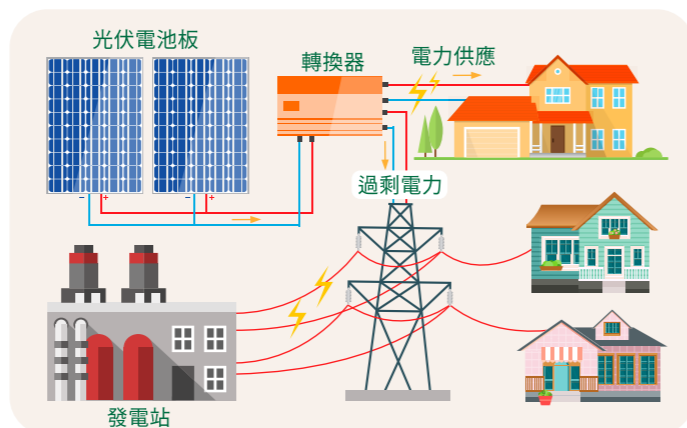
光伏電池板

光伏電池板的一般應用

光伏電池板沒有活動部件，而且持久耐用。為手錶和計算器提供電力的太陽能電池就是最簡單和常見的太陽能電池。光伏電池板可按串聯或並聯陣列形式連接在一起，提供數百瓦至數百千瓦的電力。

光伏電池板產生的電力可補充樓宇的能源需要，而未用的過剩電力則可引入城市電網。

電網泛指由發電廠經高壓輸電線及低壓配電系統，將電力送達個別用戶的供電網絡。



光伏板的應用

建築物屋頂上的太陽能光伏系統

天台式太陽能光伏板安裝在建築物屋頂上，形成分佈式發電系統，在本港獲廣泛採用。與安裝在地上的大型太陽能光伏發電站相比，在屋頂上安裝的系統容量較小，但優勢在於不需佔用額外的土地，因此是極具彈性的安裝選項。



光伏建築一體化系統

整合至樓宇的光伏電池板稱為光伏建築一體化系統。此類系統是建築結構的一部分，它不但能替代樓宇頂部、前面牆身或窗口的部分組件，更可提供電力補充樓宇的電力需要。



光伏建築一體化系統



獨立式光伏電力系統

獨立式光伏電力系統

獨立式光伏電力系統並不連接電網，因此需利用電池儲存所轉換的能量，以在缺乏陽光的時段提供電力。獨立式光伏電力系統通常應用於不便連接電網或連接成本高昂的場所，例如設於偏遠地方的電訊設備或遙測站等。另外，香港不少地方亦安裝了太陽能照明燈柱。

其他裝置



太陽能光伏板除了安裝在建築物屋頂和融入建築物料外，也可在不同地點安裝以產生電力，包括裝置在水塘，甚至鋪設在行人徑上的可踏式太陽能光伏系統。這些多元化的安裝選項提供機會把太陽能物盡其用，以及在不同地區和建築物廣泛應用可再生能源發電。

採用太陽能的優點與缺點

優點

- 免費兼取之不盡
- 零污染
- 能在偏遠地區提供能源
- 安裝快捷、簡便
- 營運成本低



安裝快捷、簡便

缺點

- 需佔用較大空間
- 建造成本高
- 依賴天氣及氣候條件
- 較不可靠
- 影響景觀



依賴天氣及氣候條件

你知道嗎？...

香港太陽輻照圖

為促使更多大廈業主安裝太陽能光伏系統，機電署於2021年推出香港太陽輻照圖（「輻照圖」）。「輻照圖」通過顯示建築物屋頂的太陽輻照量，讓用戶初步評估其建築物屋頂的太陽能潛力。用戶亦可以在「輻照圖」上選擇太陽能光伏系統的設定及其在建築物屋頂的安裝範圍，以估計相應的裝機功率、每年發電量和可賺取的上網電價收入。



用戶介面

輻照圖版面

計算結果視窗

香港輻照圖計算結果	
所選範圍面積	2,905.7 平方米
適合安裝太陽能板面積	2,847.7 平方米
平均太陽輻照量	1,355.1 千瓦時/平方米
預計發電容量	417.87 千瓦
預計每年發電量	418,025.5 千瓦時
預計每年上網電價收入	1,045,063.5 元

計算結果視窗

實際方案

香港的連接電網光伏系統是透過間接方式連接至電力系統的。光伏系統與電網之電力並行運作，以滿足實際電力所需。此類光伏電力系統毋須使用蓄電池。

近年來，政府和私人機構逐步安裝多套光伏建築一體化電力系統，以展示有關系統的優勢。

你知道嗎？...

香港最大的太陽能系統

在2016年12月，渠務署小濠灣污水處理廠太陽能發電場正式投入運作。該座發電場由超過4,200塊多晶硅太陽能光伏板組成，總裝置發電容量達110萬瓦特，每年發電量可達110萬度，是現時全港規模最大的太陽能發電場。

小濠灣污水處理廠太陽能發電場所產生的電力會通過廠房內的網絡，為廠內的隔篩設施、工場、行政大樓、紫外光消毒設施、污泥處理設施等提供電力，預計其產電量可達現時廠房每年總用電量的四分之一。



小濠灣污水處理廠太陽能發電場
資料來源：渠務署



風能



風具有動能。它是因不同空氣壓力而形成的空氣流動。只要地球上有了陽光，就能持續產生風，因此風能屬於可再生能源。

風力發電機把風的動能轉化為旋轉的動作，以推動發電機產生電力。該項技術最早出現於十九世紀末，在工業應用方面則於1980年代趨於成熟。在過去二三十年間，風力發電機的尺寸不斷增大。



風力發電

如何運作？

風力推動葉片並帶動轉軸旋轉，轉軸則驅動所連接的發電機發電。

一個地方的平均風速受天氣和當地的地形影響。風力發電機在風速達到每秒3至4米時就會轉動，但為免機身受損，發電機會在風速達每秒約25米時切出。

風力發電機越大，發電量就越大。大型風力發電機的轉速相對較低，以減低噪音及避免傷害雀鳥。

風力發電場

於同一地方以陣列形式建立多台風力發電機，一般稱為風力發電場。風力發電場建造於多風的地區，並可連接至電網，以將所產生的電力輸送至電網。



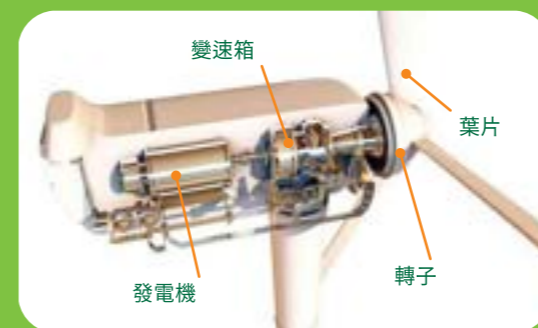
在紐西蘭的風電場

你知道嗎？...



中國是全球風能裝機容量最大的國家。到2021年底，其風電總量將超過346吉瓦。

資料來源：21世紀可再生能源政策網可再生能源2022年全球狀況報告



風力發電機內部組件

風力發電機內部組件

- 一個轉子或葉片，將風能轉換為轉軸旋轉能量
- 一個包含傳動系統的機艙，通常由變速箱和發電機組成
- 支承轉子和傳動系統的塔身，以及
- 電子設備，例如控制器、電纜、地勤支援設備及互連裝置



風車

若機械能直接用於水泵或磨石等機械，通常稱該機器為風車。



在荷蘭的風車

風力發電

若機械能被轉化為電能，則該機械被稱為風力發電機或風輪機。其所提供的電力通常用於住宅或作商業銷售。



風力發電機

採用風能的優點與缺點

優點

- 免費兼取之不盡
- 零污染
- 可為偏遠地區供電
- 可作旅遊景點



旅遊景點

缺點

- 風力無法預測，因此風能並不可靠
- 位置受限
- 風力發電機操作會造成噪音污染
- 會意外殺害雀鳥
- 在海岸地區建設風力發電場的成本高昂



建設風力發電場成本高昂

小型風力發電機

小型風力發電機通常用於偏遠地區，有時會結合光伏電池板，以在遠離電網的地方提供電力。小型風輪機的發電容量可由數百瓦至數十千瓦。小型風力發電機亦用於帆船上為電池充電。



小型風力發電機

離岸風力發電場

廿一世紀初，風力發電場開發商開始在距離海岸約數公里的海床上建造風力發電機，以利用海上較強的風力發電。



離岸風力發電場

實際方案

機電工程署設計的「風力資源地圖」展示了粗略估算的風力資源數據，市民可全面了解香港的風力資源。但在選址和設計風力發電機類型前，需實地測量和使用電腦模擬風力數據。長期預測的風力資源，可用於預測年度發電量。



機電工程署設計的「風力資源地圖」

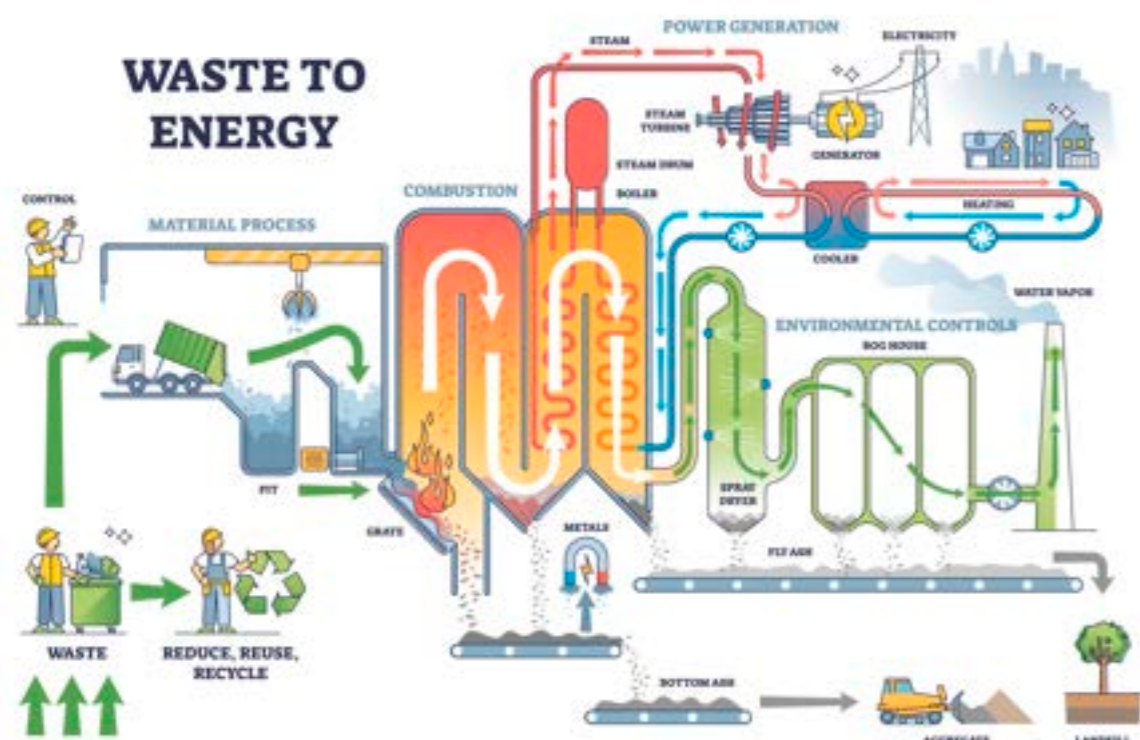


南丫島的風力發電機

香港首個商用規模的風力發電機是由香港電燈有限公司在南丫島建造，作為一個示範項目。設於風力發電機旁邊的展示中心於2006年2月落成。該中心除了提供風力發電站的資訊外，亦介紹各種主要可再生能源在香港和世界各地的應用情況。

4 轉廢為能

都市固體廢物、廚餘和污泥來自我們的日常生活。都市固體廢物混雜了很多充滿能量的物料，如紙、塑膠、園林廢物和木製品。廚餘和污泥也含有有機資源，可以使用不同技術產生電力。

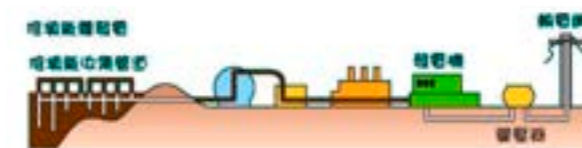


如何運作？

轉廢為能是使用各種技術把廢物中蘊藏的能量轉化為熱能或電能的處理過程。這些技術主要包括堆填沼氣、厭氧分解和熱處理能量回收。

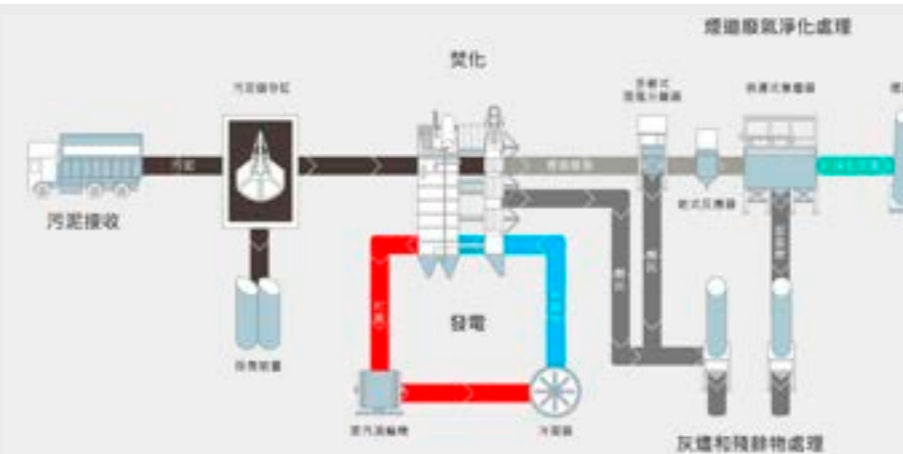
堆填沼氣的應用

堆填沼氣普遍被認為是可再生能源的一種。它可以通過不同的技術轉化為能量，包括用於發電、用作中等熱值燃料、或者是通過氣液分離程序及溶劑洗淨程序去除液態和氣態污染物後所製成的高熱值燃料。



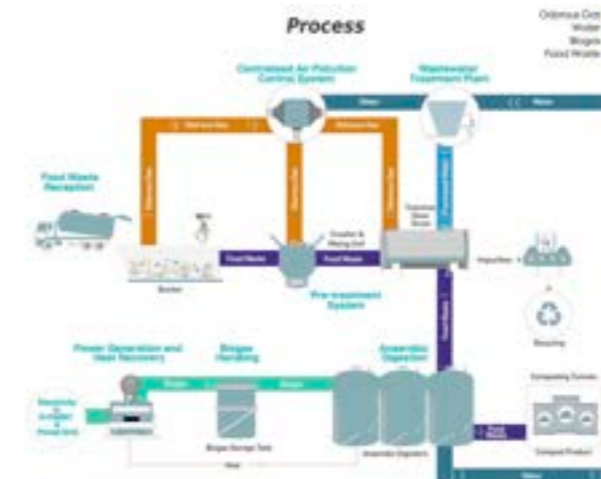
熱處理能量回收

熱處理能量回收指的是在受控加熱的情況下從有機固廢中回收所蘊藏的能量。熱處理的主要目的是減少固廢的體積，而回收的能量只是副產品。



厭氧消化

厭氧消化指的是有機物在缺氧的情況下被微生物分解為生物沼氣的過程。生物沼氣的主要成份為二氧化碳和甲烷。厭氧消化所產生的生物沼氣通常被用作發電。



熱處理能量回收的實際方案

T·PARK [源·區] 位於屯門稔灣路，是個使用先進科技處理污泥設施「轉廢為能」，以及集休閒和自然生態教育為一體的環保遊樂園。它每天能夠處理最多2,000公噸污泥。其焚化爐就像一個被大量水管包圍的鍋爐。焚化過程產生的熱能會將水煮熱，再轉化為蒸汽傳送到渦輪機產生電力。當T·PARK [源·區]的兩座渦輪機全面運作時，可以產生高達2兆瓦的剩餘電力輸出公共電網，足夠為4,000家庭供電。



轉廢為能是把廢物中蘊藏的能量轉化為熱能或電能的處理過程。都市固體廢物由家居和商業廢物組成，是已發展國家最主要的廢物來源。都市固體廢物（特別是有機部分）可以成為寶貴的能源。除了發電以外，轉廢為能亦為固體廢物處理提供了堆填以外的方法。綜合廢物管理設施可轉廢為能和有效處置未能回收的都市固體廢物。

綜合廢物管理設施第一期 (I·PARK1 [源·島]) 位於石鼓洲外海人工島，現時正在興建中，將於2025年完工並投入運作。I·PARK1 [源·島]的處理量為每日3,000公噸，採用先進的焚化技術作為核心處理技術，並且配合一座示範規模的機械分類及回收設施，從混合都市固體廢物中回收有用的資源。



I.PARK1
資料來源：香港特別行政區政府環境保護署

厭氧分解的實際方案

廚餘是香港廢物問題的主要原因之一。政府於2008年在九龍灣廢物回收中心啓用廚餘試驗處理設施，以獲得收集和處理有機廢物的經驗和資料。設施採用生物處理技術回收廚餘，把其轉化為堆肥和生物氣等有用資源。O·PARK 1位於北大嶼山小蠔灣，是香港首個有機資源回收中心，由2018年開始投入運作。位於北區沙嶺的O·PARK 2亦已於2024年投入運作。該兩項設施均採用厭氧分解技術，把廚餘轉化為生物氣（一種可再生能源）以作發電，過程中產生的殘餘物可製成堆肥或肥料，作園林綠化和農業用途。O·PARK 1每天可處理200公噸廚餘，O·PARK 2則具有更高處理量，每天可處理300公噸廚餘。該兩項設施除供應各自的電力需要外，當運作達至最高處理量時，它們每年可輸出約3,800萬度剩餘電力至電網，相當於約8,000個家庭的用電量。



O.PARK1
資料來源：香港特別行政區政府環境保護署



O.PARK2
資料來源：香港特別行政區政府環境保護署



轉廢為能的優點與缺點

優點 👍

- 減少傾倒在垃圾堆填區的廢物數量
- 充分利用廢物、廢水和廚餘中的能源
- 比傳統發電廠排放量更少

缺點 👎

- 轉廢為能設施涉及龐大的建築成本

堆填沼氣的應用實際方案

新界東北堆填區把剩餘的堆填氣體送往處理，並用作產生煤氣的替代能源。



5 水力能

全球的水循環是由太陽的能量來推動的，故水力能亦被視作可再生能源的一種。太陽熱力將海洋和江河中的水變成水蒸汽並蒸發至空中。水蒸汽遇到大氣層的冷空氣時就會凝結和形成雲層，並最終以雨水或雪的形式降下，補充海洋和江河中的水。地心吸力令水從高處向下流，形成水流，而水流的力量可以非常巨大。



你知道嗎？...

中國，巴西，加拿大，美國，俄羅斯聯邦，印度和挪威是水力發電容量和產量最高的國家，在2021年年底合共約佔全球裝機容量的64%。

資料來源：21世紀可再生能源政策網（REN21）可再生能源2022年全球狀況報告

如何運作？

水力發電站利用水流的動能發電。水流推動水輪機和發電機轉動，將動能轉化為機械能，再將機械能轉化為電能。水力發電站可按發電量分為微型、小小型、小型及大型水力發電站。



位於俄羅斯的水力發電站

你知道嗎？...

根據國際能源協會的定義，水電站的劃分如下：

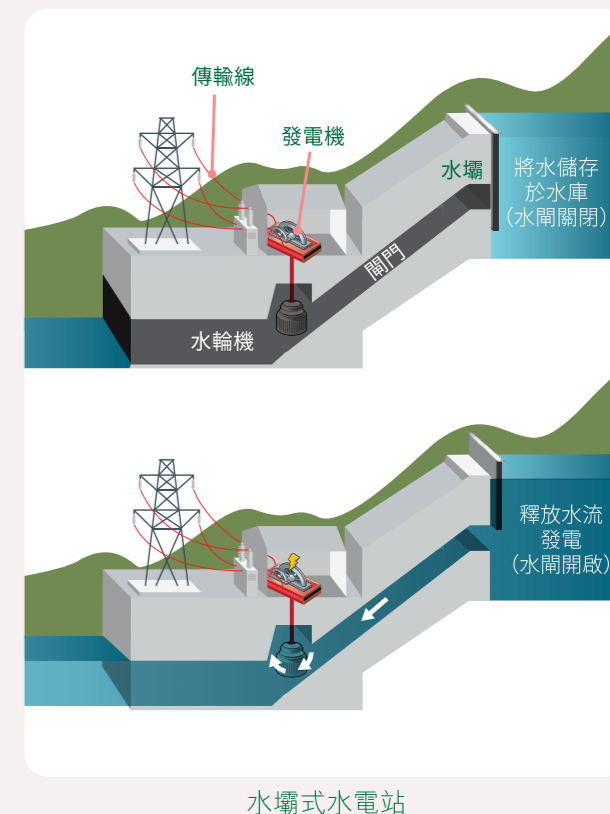
- 大型水電站：100兆瓦或以上的容量，供電予大型電網；
- 中型水電站：20兆瓦至100兆瓦，幾乎全部都是供電予電網；
- 小型水電站：1兆瓦至20兆瓦，通常供電予電網；
- 小小型水電站：100千瓦至1兆瓦，可以是獨立式或連接至小型電網或電網；
- 微型水電站：5千瓦至100千瓦，為遠離電網的偏遠地區的小型社區或鄉郊工業提供電力；以及
- 微微型水電站：幾百瓦至5千瓦（通常用於遠離電網的偏遠地區）。

水力發電

水壩式水電站

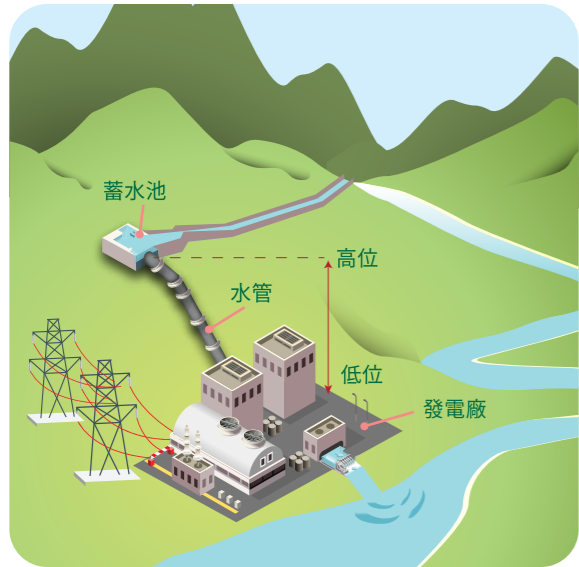
大部份水力發電站均屬於水壩式。水壩式發電站透過建造水壩，將水儲存於水庫，形成水位差。水流受地心吸力推動，流經水道（稱為壓力管道）抵達安裝於低位的水輪機，從而推動水輪機轉動。水壩通常為大型水力發電站而建，其發電量可達數十萬甚至數百萬千瓦。但亦有為小型水力發電站建造的水壩。

水壩可儲水，並在需要時釋放水流以發電。因此，相比其他可再生能源技術，此系統較有規律，更適合在耗電高峰期供電。



水壩式水電站

徑流式水電站



徑流式水電站

此類水力發電站利用河水流經時的動能發電。地心吸力將透過河堤收集的河水輸送至水管，以推動低位的水輪機轉動，然後再讓水流返回河道。徑流式水力發電站通常屬於小小型或微型水電站。但近年來，在加拿大哥倫比亞省及其他地區亦用於興建較大型發電站。

由於河流儲存水量不多，故此類發電站對環境的影響亦較水壩式的少。發電量亦會受河流的季節性流量影響。

採用水力能的優點與缺點

優點

- 提供穩定的能源
- 營運成本低
- 多用途，包括水流管理、防洪、航運等

缺點

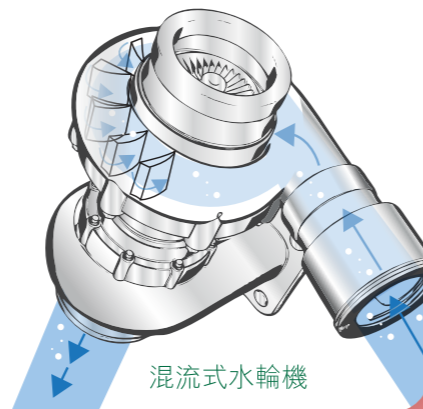
- 位置受限
- 建造成本高
- 淹沒土地、破壞村莊和歷史建築物
- 破壞河流生態

水輪機

不同的水電系統，使用不同大小及不同轉輪的水輪機。

混流式水輪機

混流式水輪機是水電站最常見的水輪機類型。水流循徑向由轉輪外側經彎曲的葉片流入中央。這類水輪機適用於水位差由2米到200米的水電站，其轉換效率可以達到90%。



混流式水輪機

超微型水輪機

超微型水輪機是功率低於到5 千瓦的水輪機。可以用來收集溪流、河流、農業灌溉渠道和瀑布的水力能。超微水輪機系統可用於水位差很小的溪流、河流、灌溉渠及瀑布。超微型水輪機是便攜的，適合於發展中國家的鄉村使用。除了發電以外，一些超微型水輪機（如水車）還可以用作機械用途，如研磨麵粉和灌溉。

實際方案

香港沒有為大型水力發電站提供足夠水流及水位差的河流。另一方面，本地一些地方或許能建造與水力相關的小型設施。



屯門濾水廠
資料來源: 水務署



沙田水力發電站
資料來源: 水務署



年份	機構	安裝地點	安裝類型	應用	電量
2013 至 2017	水務署	屯門濾水廠	水力渦輪發電機	產生的電力傳送至電力系統，以支持濾水廠的運作	500千瓦
2019	水務署	沙田濾水廠	水力渦輪發電機	產生的電力傳送至電力系統，以支持濾水廠的運作	65千瓦

6 海洋能

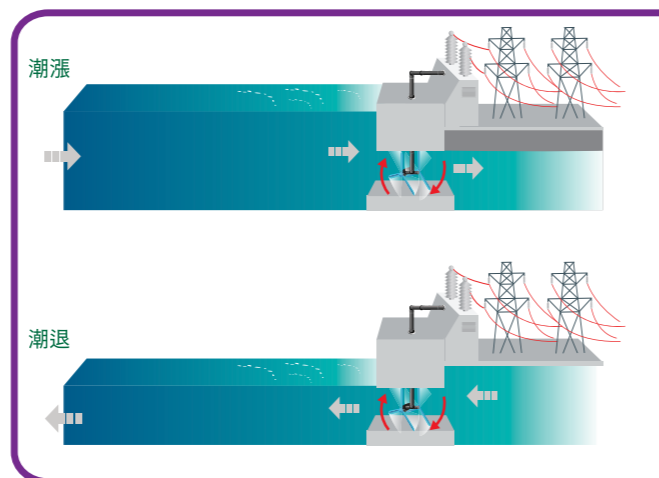
海洋能是指海洋可提供的各種形式能源，包括潮汐能、海浪能、海洋水流能及海洋熱能轉換等等。

潮汐能

月亮和太陽的萬有引力會導致海洋形成潮汐。月亮和太陽的相對位置會引至海平面定期上升和下降。潮汐的高度受海床和海岸線地形等本地因素影響。

如何運作？

建造水壩引入水流，然後釋放水流穿過水輪機便可利用潮汐能。另外亦可將水輪機放置於潮汐水流之中，這與將風輪機安裝在多風的地方如出一轍。水輪機受潮汐推動後便可驅動發電機發電。長期以來，建造潮汐發電站不但成本非常高昂，而且局限於潮汐高度和流速是否足夠。但設計水平和水輪機技術在近年取得重大進展，從而顯著提升了潮汐發電的潛力。



潮汐能發電

你知道嗎？...

亞洲第一座潮汐發電站位於浙江省東部岱山縣，2005年底安裝完成。裝機容量為40千瓦。



海浪能

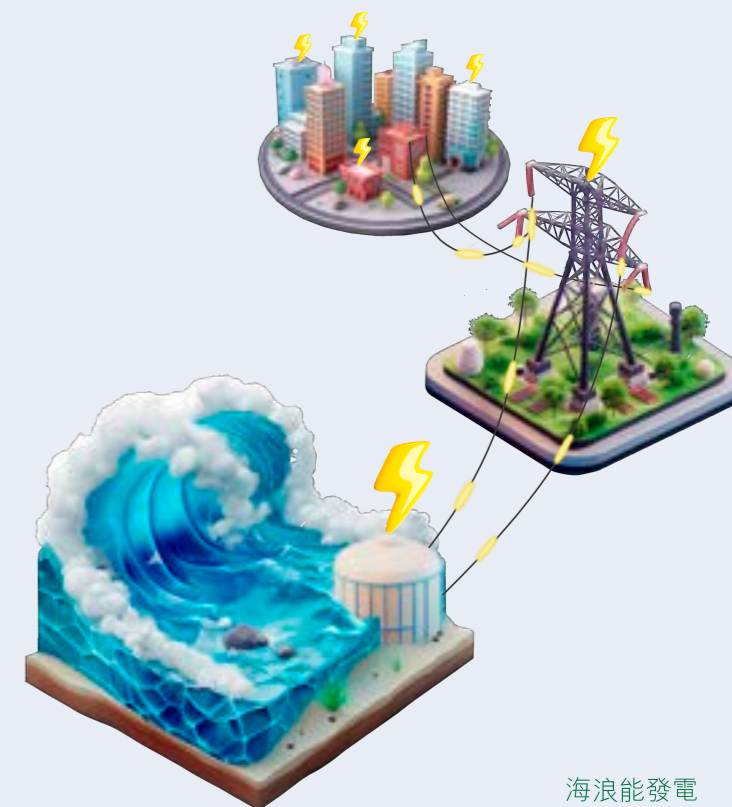
風和海面互相影響，產生海浪。海浪含有動能和勢能，動能在於海水的活動，而勢能則儲於偏離平均海平面的海水。受南半球和北半球的信風影響，海浪最集中的區域介於緯度的40至60度之間。



海浪

如何運作？

海浪能設備借助波浪的直接運動或由其引發的氣流或水流推動發電機或渦輪機，從而產生電力。



海浪能發電



你知道嗎？...

全球首個商用海浪發電場在2008年於距離葡萄牙北部海岸5公里的位置建造。該設施的總額定發電量為2.25兆瓦。

海洋水流能

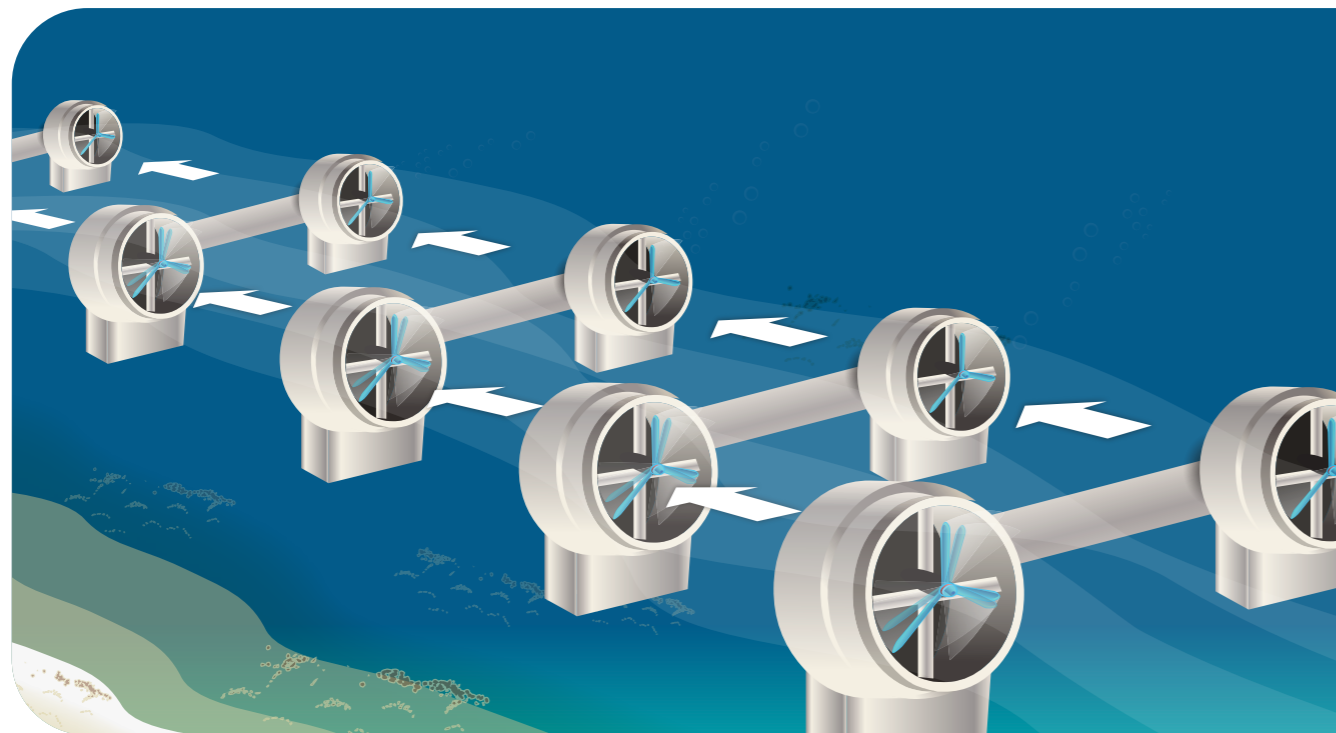
海流是因潮汐變化、海水的熱度和鹽份差異而形成的。利用旋轉的車葉和發電機組成的海底水車裝置，便可利用海流產生有用的能源。



潮汐渦輪機

如何運作？

水車的原理和普通風車一樣，都是利用移動液體的動能，並將之轉化為有用的旋轉及電能。海流的速度較風速為低，不過，由於水的密度較高，在相同的發電量下，水車的體積比風車小。



海洋水流發電

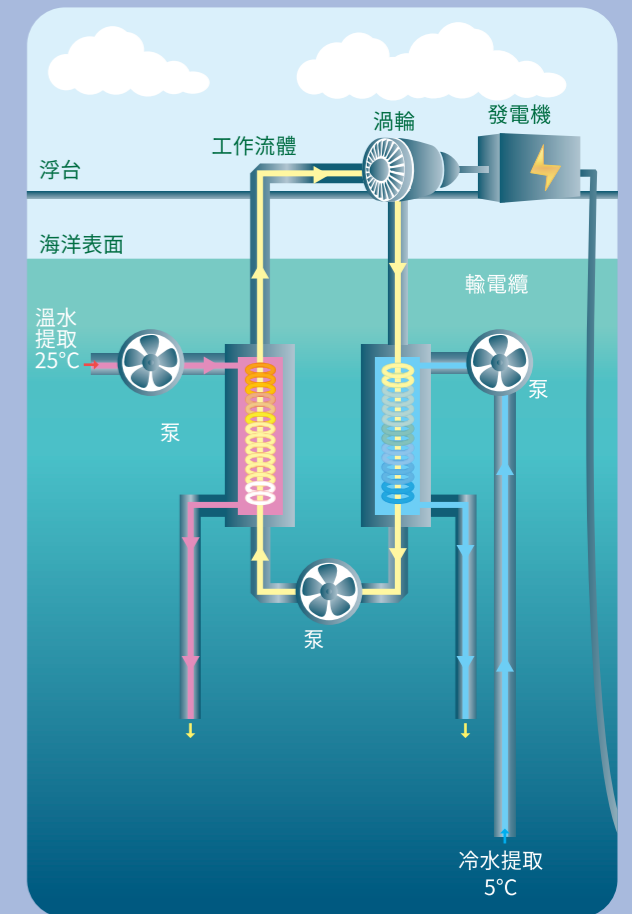
海洋熱能轉換

太陽會加熱海面的水。在熱帶地區，水面的溫度可比深海高出40度或以上。海洋熱能轉換就是利用溫熱的表面海水和約1,000 米深度的冰涼海水之間的溫差進行發電。

如何運作？

海洋熱能轉換技術可將溫熱的表面海水轉化為蒸汽，或以其加熱另一種液體（例如氨水）並令其轉化為蒸汽，從而推動渦輪機並產生電力；另一方面又將冰涼的深海海水泵至海面，以冷卻並將蒸汽轉化為液體，再重新開始這個循環。

海洋熱能轉換可建造於陸地或海中船隻或浮台上。海洋熱能轉換需至少攝氏20度溫差，才能有效運作。這令海洋熱能轉換的應用局限於海水表面足夠熱量的熱帶地區。由於循環泵水及將電力輸送至陸地均需消耗大量的能源，因此海洋熱能轉換系統的效率通常偏低。其應用亦局限於海面和海底溫差很大的區域。



海洋熱能轉換示意圖



生物質能

生物質是指可用作能源的任何有機物，包括樹木、農作物、海藻及動物糞便等。生物質取之不盡，屬於可再生能源。我們可以不斷種植樹木和農作物，而動物糞便也會源源不絕地產生。相比化石燃料，有機物的製造和供應週期明顯較短。

如何運作？



儲存於植物或動物糞便的化學能稱為生物能。所有有機物均能儲藏太陽能源。植物透過光合作用吸收陽光，並把水和二氧化碳轉化為氧氣和糖份。這些糖份是支持植物成長的碳水化合物，亦是其他動物的糧食。燃燒生物質會釋放所儲存的能量，並將其轉換成熱力、推動發電機發電。

使用生物質能

樹木燃燒產生熱力；除此之外，還可透過另外三種途徑釋放生物質能：細菌分解、發酵及轉化。

燃燒

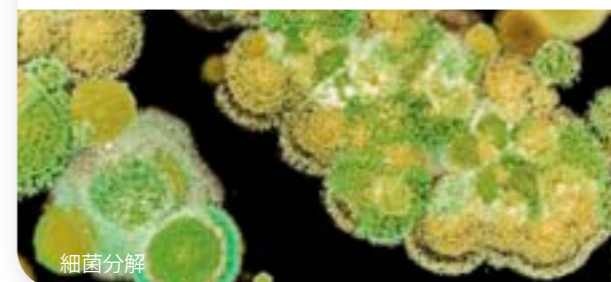
燃燒生物質會產生熱力，利用熱力製造蒸汽推動發電機便可產生電力。



燃燒

細菌分解

以枯死植物和動物屍體為食物的細菌會製造甲烷。甲烷是天然氣的主要成分，它會在有機物分解時形成。很多垃圾堆填區均會將垃圾分解所產生的沼氣回收，以供應堆填區本身使用。



細菌分解

發酵

有多種方法可利用植物（尤其是穀物）製造酒精（乙醇），最常見的方法是利用酵母將植物的澱粉發酵，從而產生乙醇。



發酵

轉化

目前，我們已可透過加熱生物質或添加化學品，將生物質轉化為氣體和液體燃料。氣體和液體燃料可透過燃燒產生熱力或電力，另外亦可用作汽車燃料。



轉化

採用生物質能的優點與缺點

優點

- 污染和碳排放較少
- 可進行生物降解、無毒
- 提供另一種廢物處理方法

缺點

- 生產生物質能的成本較化石燃料為高
- 生物質廠房需要大量空間

8 地熱能

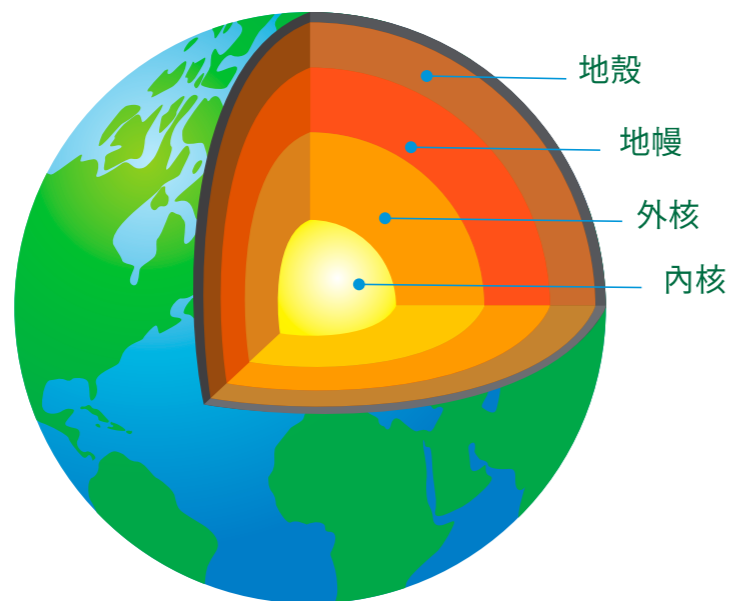
地球由外至內可分為四層：地殼、地幔、外核和內核。

地熱能是指地球發出的熱能。該能源主要源自地球形成之時，另有小部分來自放射性衰變和潮汐耗散。此外，地震、火山爆發及溫泉噴發過程中也會釋放熱能。

熱力除了會隨噴泉或溫泉從地底深處傳送至地面外，亦可隨著乾熱岩或岩漿釋放出來，沿著地殼板塊邊界的火山活動亦會釋放大量的熱力。



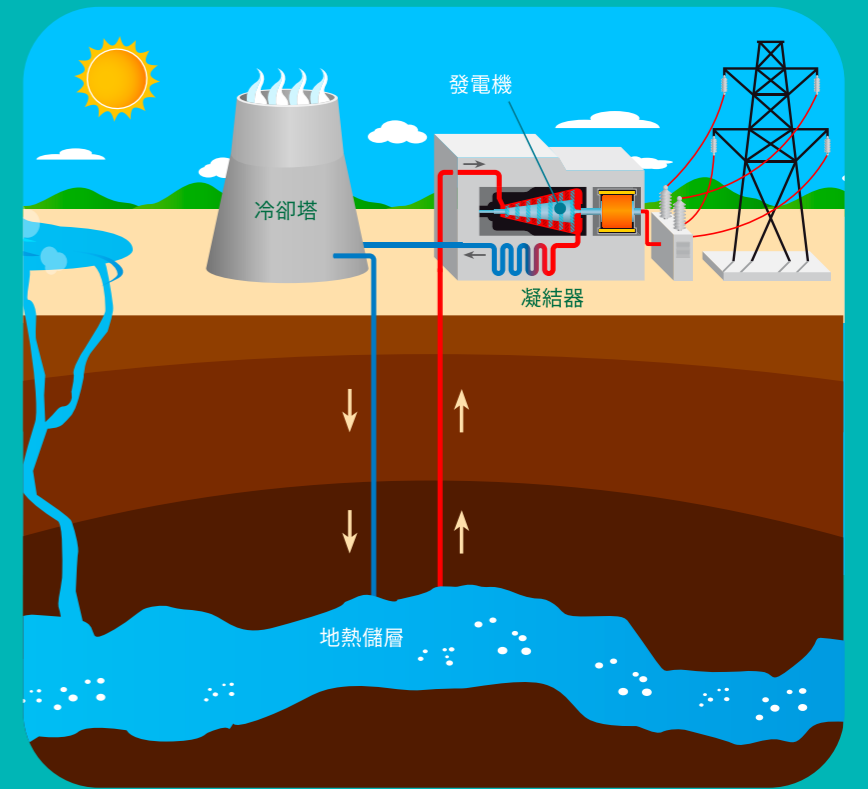
火山



地球分層

如何運作？

地熱發電廠通常建造於地熱儲層距離地面3至4公里內的地方。發電廠將地底熱水井中的超熱水（攝氏150至400度）抽至地面；超熱水轉換成蒸汽並進入渦輪引擎，從而推動發電機發電。



地熱能的應用

現已有直接使用地熱區域供暖系統的應用，這種方式可將地球表面的熱水直接輸送至樓宇。直接利用地熱進行供暖，其效率遠高於地熱發電。直接地熱供暖系統對溫度要求較低，因此應用地區較廣泛。

你知道嗎？...



雙流發電廠利用由地球核心內的活動所產生的天然來源熱蒸汽發電。所有地熱發電廠都把熱能轉化為機械能，然後通過渦輪機轉化為電能。

利用地熱能的另一種途徑是使用熱泵。熱泵可將地底（或水中）的熱力輸送至樓宇，在冬季提高室內溫度，在夏季逆轉流程進行製冷。多數家庭仍採用傳統的暖爐或空調提供暖氣或冷氣，但地熱熱泵近年已漸普及。

採用地熱能的優點與缺點

優點 👍

- 低排放
- 取之不盡
- 營運成本低
- 能源供應穩定

缺點 👎

- 可提供地熱能的地域有限
- 可引起地面沉降
- 地下水會產生氣體和金屬污染
- 興建和操作管道和線圈的成本巨大

參考資料

1. **機電工程署** (www.emsd.gov.hk)
 - 展活力新里程：機電工程署大樓誌慶
 - 香港建築物能源效益註冊計劃
 - 啟德發展區區域供冷系統
 - 淡水冷卻塔計劃
 - 自願性能源效益標籤計劃
 - 強制性能源效益標籤計劃
 - 能源最終用途數據和消耗量指標及基準工具
 - 先進節能科技
 - 新及可再生能源
2. **能源資訊園地** (www.energyland.emsd.gov.hk)
 - 能源審核與碳審計
 - 香港能源使用
3. **香港可再生能源網** (re.emsd.gov.hk)
 - 可再生能源的全球透視
 - 電網接駁
 - 風力資源圖
 - 廢物轉化能源
4. **碳中和及可持續發展** (cnsd.gov.hk)
 - 碳審計及管理實用指南
5. **環境保護署** (www.epd.gov.hk)
 - 香港清新空氣藍圖
 - 香港氣候行動藍圖2050
 - 碳審計及管理實用指南
 - 「咪嚟嘢食店」計劃
6. **香港天文台** (www.hko.gov.hk)
 - 香港氣象要素之月平均值及極端值
 - 氣候變化
7. **香港減廢網站** (www.wastereduction.gov.hk)
 - 減廢小貼士
 - 減廢計劃
 - 可回收物料與地點
8. **中華電力有限公司** (www.clp.com.hk)
 - 可再生能源服務
 - 節能建議
 - 抵銷碳足跡
9. **香港電燈有限公司** (www.hkelectric.com)
 - 南丫風采發電站