

替代燃料與 再生能源

目前地球上的化石燃料存量，石油可再用40年，
天然氣60年，而煤炭可用兩百年，
這些從幾億年前埋藏在地底下的
動、植物所形成的化石燃料，
終有用罄的一天，屆時我們將用什麼來作為能源？

■ 蔡信行

替代燃料及再生能源

所謂替代燃料，指的是可替代傳統化石燃料的燃料，一般指壓縮天然氣、液化天然氣、液化石油氣、甲醇、乙醇、生質柴油、氫氣及P-系列燃料。而所謂再生能源，是指可再生或新生的能源，如水力、風力、太陽光能及熱能、潮汐、生質能（垃圾、能源作物、森林等）。

何謂 P-系列燃料？美國能源部在能源政策法案中，在一九九八年七月又新增了三種替代燃料。這三種燃料都是乙醇、甲基四氫化呋喃（MTHF）和戊烷的摻配物，如果在極冷地區要使引擎有冷啟動性能時，就要添加丁烷。這些燃料被它們的開發者，純能源公司稱之為 P-系列燃料。使用這一類燃料可享受到能源政策法案規定的使用替代燃料的優惠。

純能源公司所提出的P-系列燃料的規範可以因市場的特別需要而變動，被美國能源部批准的品牌有三種，即純普通級、純高級、和純寒帶氣候級等。它們的容量組成爲戊烷 10~50%、甲基四氫化呋喃 15~55%、乙醇 25~55%、正丁烷 0~15%。其中乙醇和甲基四氫化呋喃可自再生資源中製造，如含纖維素的生質體（廢紙、農業廢棄物、都市及工業木材廢棄物）加入濃酸進行水解。

目前甲基四氫化呋喃是由糠醛來少量製造，以供特殊化學品或製程工業用。甲基四氫化呋喃與酒精一樣，可擴大自玉米等農產品或廢棄物中製造出來。

本文將帶領你認識這些污染較少的再生能源。

能源利用現況

萬物欣欣向榮，機器轉動不停，它們都需要一種東

西來維持，這種東西就是能量。地球上大部分的能量均源自於太陽，經轉變後有的是存量有限，有些則可再生、循環使用。

早期生物活動的能量來源靠的是食物，透過食物的攝取把它轉化成能量。隨著文明的進展，人類爲改善生活而發明機械來替代人力，最早使用的動力能源是天然能源，如木材、煤炭、天然氣及石油等。自十九世紀的工業革命及二十世紀福特發明汽車之後，天然能源如煤炭、石油、天然氣、和鈾礦更被大量開採、運用。

然而自然資源有限，如果不能生生不息，終有耗盡的一天。依現今的估計，在各項初級能源中，石油可用40年，一般天然氣可用60年，煤炭可用兩百年，原子能的鈾可用七十多年。未雨綢繆，尋求資源的源源供給，並減少對環境的衝擊，尋找替代燃料及再生能源乃成爲目前的當務之急。

我國於民國八十八年規劃的短、中、長程再生能源，包括了太陽熱能及光電能、小水力、風力能、地熱能、生物能（酒精汽油、生質柴油、能源作物、森林及生質氫能）及海洋溫差，另有廢棄物能源利用，包括農業廢棄物、工業廢棄物及都市廢棄物。希望到二〇二〇年，這些再生能源可達我國能源總供應量的3%（日本到二〇一〇年將達3.1%；英國目前僅爲0.25%，他們首相聲稱二〇一〇年將達10%；丹麥到二〇一〇年爲17~19%，二〇三〇年爲35%）。雖然只是百分之三的比例，但要達成這個目標，仍需要各界努力配合才可以做到。

地球的永續發展

一九七二年六月聯合國在瑞典斯德哥爾摩舉行第一次「人類環境會議」，發表「人類環境宣言」，明示保護

及改善環境是人類的責任，也是各國政府的義務，更應該共同採取行動。於此揭開了國際環保的序幕。

一九八五年的維也納公約和一九八七年的「蒙特婁議定書」，是管制破壞臭氧層物質的國際性協定，這兩項協定已於一九九六年底，由161個締約國批准施行。

一九九二年六月在巴西里約熱內盧舉行聯合國地球高峰會議，會中各國同意簽署減緩溫室效應的「氣候變化綱要公約」、保護地球物種的「生物多樣化公約」、保護地球森林的「森林原則」，提出「二十一世紀行動綱要」，並發表「里約宣言」。

氣候變化綱要公約主要在管制導致溫室效應的氣體，如二氧化碳、甲烷、一氧化碳、五氟化硫、全氟碳化物、氟氯碳化物等的排放。氣候變化綱要公約締約國，於一九九七年十二月在日本京都舉行第三屆會議，乃有管制溫室氣體排放量的「京都議定書」的研訂。

這些國際性的活動，其目的就在防止地球的溫暖化，減少全球二氧化碳的排放量。所以節省能源的使用，開發低污染性的能源，尋找替代燃料與再生能源，就成為各國政府施政的重要目標。

世界能源供應的展望

我們所倚賴的傳統燃料——石油，地球上目前的蘊藏量約2.2兆桶，具開採經濟價值約1兆桶。畢竟這些資源是有限的，終有耗盡的時候，預估再過40年將無石油可用，或許比我們想像的速度還快，可能10年後，它的供給就不那麼容易了。

所以從現在開始，我們必須積極尋找傳統燃料的替代品，絕對不能等到最後一滴石油用罄時，才採取行動。

可以取而代之的，有石油以外的碳氫化合物，如由天然氣、煤炭、或油砂轉製的液體油料，或者替代燃料如天然氣、再生能源、各種來源的氫氣等。每一種替代品都有它們特殊的產製流程、環保考量和經濟效益。隨著製程和技術的日新月異，再配合採用這類能源車輛的開發，這種更替的趨勢最慢在二〇四〇年

前，最快可能在二〇一〇年前就會出現。此外，更替的速度，必須在傳統燃料還剩50%以前，就展現其可取代性。

除石油外，地球上的能源尚有非傳統的液體油料，一種由天然氣製造的液體燃料，可能達17.2兆桶油當量，煤炭資源約46兆桶油當量，而新近在極圈與海床下發現的甲烷水合物，其蘊藏量約有137兆桶油當量。如果可經濟地將前述幾種非傳統的化石能源開採出來，我們或可暫緩面臨能源枯竭的窘境。然而能源的開採對環境造成的影響，例如從油砂與油頁岩抽取原油需要開採大片礦區而破壞自然環境，處理這種原油並提升它的品質會產生固體及液體的殘渣、有害的重金屬、氣體排放物等，以及能源的使用所產生的溫室效應與空氣污染，都迫使我們必須積極地尋找更為環保的新能源。

未來的新能源

未來車用能源發展的重點之一，是燃料與電力混合



以燃料電池為動力的燃料電池車。



以電力為動力的電動車。



攝於台東南部太陽能中心/通達技術學院
台大黃秉鈞教授提供

家用太陽能熱水器。



台大黃秉鈞教授提供

太陽熱能工業應用系統。

能源。混合燃料車輛使用小巧且高效率的內燃機，並在加速時利用電池提供額外的動力。第一代的混合燃料電動車輛已經上市，美國及日本的汽車製造廠正在生產下一代的混合燃料概念車，預計在未來10年內將會有重大的進展。

過去十年來，燃料電池在技術方面已有很大的進步，今後交通、移動式或固定式的發電設備上，燃料電池的運用將會愈來愈普遍，這些系統在價格上具有相當大的競爭力，同時可減少發電對環境帶來的衝擊。不過在被大眾接受以前，燃料電池還須做得更小、更便宜。

未來的攜帶式電池將以鋰聚合體技術為基礎，其能源容量將可達目前市售電池的三倍。這項發展對於混合燃料電動車輛的開發極為重要，在手提電腦及手機上，消費者也會見到更好的電池。

利用生物來提煉燃料，將會隨著基因工程的研究而有革命性的發展，譬如可以種植快速生長的作物來製造酒精。種植此類作物猶如在種植汽油，一方面可以減少石油的進口，另一方面它不會增加大氣中二氧化碳的排



工研院能質所翁榮義先生提供

現代式百萬瓦級風力發電機。

放量。隨著DNA工程的進步，今後能源的生產將會像種植農作物一樣可行。

生質柴油是由植物油（如黃豆油與油菜子油）和醇類（最常見的為甲醇）反應而成的酯類，它常常被摻在柴油中供做重型車燃料之用，最常用的配方為20%生質柴油與80%的一般柴油。雖然生質柴油的性質與一般柴油的性質相仿，但燃燒產生的碳氫化合物、一氧化碳和懸浮微粒較少，同時可直接使用在一般的柴油引擎上。



麥寮風力發電示範系統實景。

生質柴油的缺點則是排放的氮氧化物較多，價格也較貴。根據美國能源部的估計，生質柴油的生產成本約為一般柴油的三倍，所以技術還有待進一步的開發。

人類早就懂得利用太陽能，它是一種最理想的永續能源（只要太陽還在），但目前尚難有競爭性，主要是因為它很難經濟地大量獲取和儲存。然而專家們認為在未來10年內，太陽能的運用會有很大的進展，最近太陽電池效率（包括太陽光電池）的提高，使得廣泛使用這種資源不再是夢想，譬如將太陽能用在建築物的暖氣和冷氣系統上。

目前地質學家已發現極圈海洋底下有豐富天然氣晶體的蘊藏，如果可以開採這些蘊藏物，對於未來能源的供應將是一大助益。目前只有少數幾個國家的政府在做試探性的研究，倘未有商業上的開採，不過這種能源未來的潛力無窮。

風力很顯然是一種再生能源，被喻為乾淨的能源，不過也受到部分環保人士的反對。因為風力渦輪機在感覺上是工業產品，會破壞環境景觀而威脅到環境，也會減低土地的利用價值，而且渦輪機的轉動也會帶來噪音。

風力發電雖較環保，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，於二〇〇〇年十二月二十七日啓用，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）。發電量雖不多，但運轉的數據和過程，可做為我國能源開發的重要參考。



使用乙醇為燃料的汽車。

駕馭海洋的動力一直是歐洲人的憧憬，直到一九九九年，這種願景才真正商業化。在蘇格蘭印福尼斯的應用研究及技術公司在愛爾蘭建造了一座二百萬瓦（2-Mw）的海浪渦輪機，另外附設了一座一百五十萬瓦（1.5Mw）的風力渦輪機，以提供商業運轉。



工研院能資所退休研究員鄭文哲先生提供

大屯地熱區庚子坪地熱徵兆。



工研院能資所退休研究員鄭文哲先生提供

龜山島的地熱徵兆。

海浪發電的利益還在邊際之間，其發電技術較特別，適合於偏遠的海上油氣平台電力供給之用。為了進行這項計畫，在倫敦的英國婆羅乃石油財團購買了該國一家電廠19.73%的股份，以期利用海浪發電，在偏遠海上油田設立發電量達數百萬瓦（Mw）的電廠。

以上，是一些主要的再生能源，但是每一種能源都各有優劣，尚待能源工業界加以一一克服，以期達到更好的經濟效益。

能源與環保

在各種燃料中，其分子的氫／碳比例愈小者，燃燒後所排放之二氧化碳的量就愈多，亦即燃燒較重的油料及煤炭，就會排放較多的二氧化碳。舉例而言，天然氣中的甲烷，氫／碳比為4，液化石油氣的丙烷，氫／碳比為2.67，六碳的汽油為2.33，十六碳的柴油為2.125，二十碳的燃料油為2.10。由此可見，在化石燃料中，愈輕者燃燒愈乾淨。而替代能源當中，包含了天然氣、液化石油氣、甲醇、乙醇、核能、燃料電池、氫氣等，其排放的二氧化碳都比燒汽油來得少。

基本上大部分的能源都是利用太陽的光合作用經由動、植物轉化而來的，有的需要很長的時間才能形成，例如煤、石油及天然氣，是古代儲存下來的化石燃料；有的形成時間較短，如木材的長成，需要數年至數十年的時間。使用化石燃料或農林漁牧產品後會產生各種廢棄物，包括工業廢棄物及都市廢棄物，造成環境問題。如何將上述的廢棄物加以應用創造新的能源，實在是我

們需要努力的方向之一。

我國的能源研究

近年來，我國致力研究的新能源，包括太陽熱能（如太陽能熱水器、烘乾機）、太陽光能、地熱能、風能、海洋能、燃料電池及生質能（如工業廢棄物及都市廢棄物），有些產品已走入我們生活中，有些則尚待加強其實用性，希望短時間內運用新能源的產品能大量應市。

依據工研院能源及資源研究所的研究，至二〇二〇年，在廢棄物能源發電方面，包括沼氣發電、沼氣燃燒、焚化發電、氣化發電及熱能利用，如我們全力以赴，將可獲得每年二百六十萬公秉油當量的能源，而太陽熱水器及太陽光電池也可帶給我們每年八十萬公秉油當量的能源，對新能源的挹注有很大的貢獻。

依據我國能源管理法及台灣地區能源政策，為加強能源研究發展工作，特別設置「能源研究發展基金」，並在能源管理法中規定基金用途，包括能源開發、節約能源的技術研究及人才培訓等。基金會設立的主要任務是，希望到民國一〇九年時累積節約能源達28%，以及再生能源利用占總能源供應3%的目標，適時提供各項技術支援。 □

蔡信行

中國石油公司民營化執行小組
台灣科技大學化工系