

淺談生質能

▶ 節約能源中心 蔡詩珊

近年來由於二氧化碳等會造成溫室效應的氣體排放遽增，引起全球暖化現象，使得熱污染問題廣受重視，於是如何尋求新且潔淨的生質能（biomass energy）以供未來使用，乃成為一個重要的議題。根據國際能源總署的統計，目前生質能是全球第四大能源，僅次於石油、煤及天然氣。生質能供應全球約 14% 的初級能源需求，也提供了開發中國家 35% 的能源，是目前最廣泛使用的再生能源。

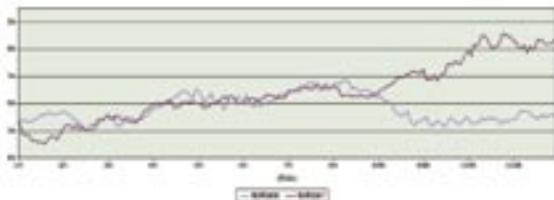
生質能就是利用生質作物經轉換所獲得的電與熱等可用的能源。生質作物則泛指由生物產生的有機物質，例如木材與林業廢棄物如木屑等；農作物與農業廢棄物如黃豆莢、玉米穗軸、稻殼、蔗渣等；畜牧業廢棄物如動物屍體；廢水處理所產生的沼氣；都市垃圾與垃圾掩埋場與下水道污泥處理廠所產生的沼氣；工業有機廢棄物如有機污泥、廢塑膠、廢紙、造紙黑液等。

生質能與風能、太陽能一樣，是一種再生能源。與其他再生能源比較，生質能的優勢包括技術較成熟、有商業化運轉能力、經濟效益較高、且因使用材料為廢棄物，故兼具廢棄物的回收處理與能源生產的雙重效益。而且，生質能可併用在傳統能源供應的架構中，例如生質柴油可與市售柴油混合使用、氣化系統可與汽電共生或複循環發電系統結合等，實務上已可直接商業化應用的再生能源。

近年來面臨高油價時代的來臨，國際原油不再是便宜的能源，每桶價格維持在 115 美元以上（見圖 1 杜拜每桶原油價格 2006-2007 年趨勢圖），並且當全球環境趨勢朝向更永續的生產方法、廢棄物減量、降低汽車污染、原始林保育、分散式發電及溫室氣體排放減量時，現代生質能在此環境及社會原動力上，扮演了一個重要角色。

在已開發國家及開發中國家均可利用生質能產生具環境友善之電能，其僅產生極微量溫室氣體甚至不排放溫室氣體。目前其環境效益及經濟分析均已相當清楚，而其社會效益部分，則尚需進一步瞭解。

使用生質能的經濟效益，與使用煤、天然氣或石油等較便宜的能源相比，並不特別明顯。在全球再生能源的推動上，例如能源作物、運輸工具用的生質燃料、小型分散式發電廠等，均尚需政府獎勵補助。而生質能計畫範圍相當廣，從簡易的露天燃燒，到具商業運轉可產生 10 萬瓩熱及電能的發電廠的有機廢棄物的生物發酵步驟均是，而藉由各



資源來源：經濟部能源局

圖 1 杜拜 2006 年及 2007 年同期價格比較趨勢圖 (美元/桶)



項技術，可將生質能轉換為有用能源。

目前已開發之生質能轉換技術包括氣化技術（gasification）、熱分解技術（pyrolysis）、木質纖維素（lignocellulose）水解技術等，利用這些改良的生質能轉換技術，可解決部分有關環境衝擊的問題。未來只要確保這些技術可行，且開發中國家可負擔得起這些技術成本，即可提供一個更健康、更舒適的生活環境。近期商業化的生質能技術發展，以朝向森林工業為重，包括生質能汽電共生、燃煤鍋爐的輔助燃料及所謂的生質能氣化燃燒循環機組（Biomass Gasification Combined Cycle units）等。將好的技術與具社會經濟的潛力，加上具輔助燃料的可能性，即可提供最低風險與最低成本的产品。所有案例均顯示，隨著計畫的執行，總投資成本持續下降。例如：投資一座利用木材直接高壓氣化燃燒循環產生2萬至3萬瓩的能源廠，5年前投資額為美金2,000元/瓩，到2030年時，可降至美金1,100元/瓩；營運費用（包括燃料費）由美金3.98分/度電降到3.12分/度電。

以往能源計畫主要基於投資的經濟報酬率，而今，許多能源公司在考量三底線（triple bottom line）原則下，開始注重社會與環境議題。生質能的環境效益，除了降低溫室氣體排放外，尚包括降低污染物的排放、善加利用有限的資源、改善生物多樣性及保護自然棲息地與地貌。此外，降低廢棄物進行掩埋處理的需求，亦為生質能的另一項效益。

投資再生能源技術可創造工作機會、改善社會福利，對整體經濟具相當效益。就社會面而言，生質能計畫提供了新的工作、技術傳遞、引進新的技術、提供新的教育與訓練機會，同時也降低了都市的聚集性。對於

亟欲保存其文化特色的原住民或土著而言，使用小型分散式的生質能發電，更具意義，其保有了獨立與自尊的感覺。

就長期來看，永續發展與氣候變遷息息相關，目前大氣中溫室氣體濃度遽增（圖2），全球平均氣溫上升（圖3），要達永續發展主要關鍵在於發展新的、小型的、分散式發電，例如發展燃料電池、微渦輪發電機及使用於生質柴油的內燃機等。雖然整合生質能發電技術與其他分散式能源，可提升發電技術，然而對環境衝擊的效益而言，假如處置不當，反而不夠明顯。例如設計不良的小型木材氣化廠，假如處理不當，會導致致癌物的產生。就整體而言，小型生質能深具

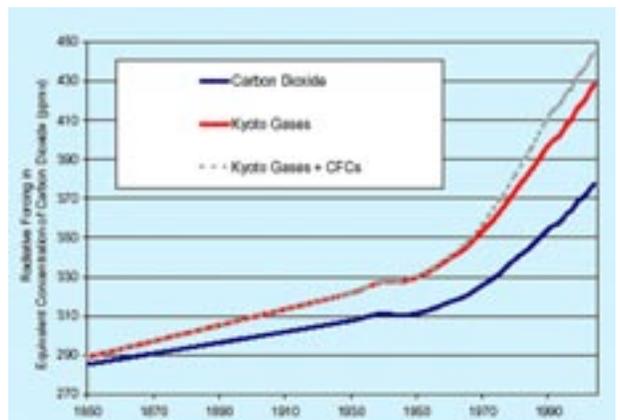


圖2 大氣中溫室氣體濃度遽增

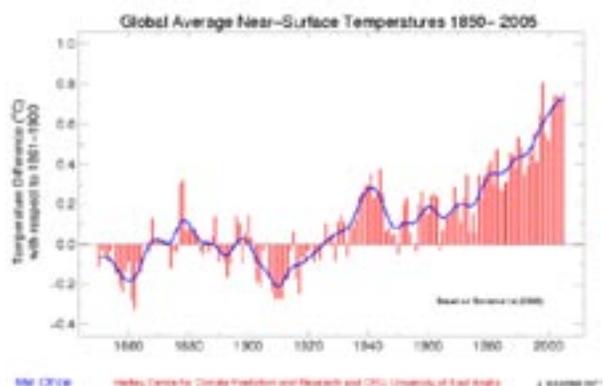


圖3 全球平均氣溫上升



成為分散式發電系統的燃料潛力，同時也可能成為綠色氫能的主要來源。

在廢棄物轉換為能源的計畫中，利用有機廢棄物做為生質能來源，則毋需再負擔這些有機廢棄物的處理處置費用，例如廢棄物掩埋場的沼氣計畫、汽電共生廠計畫等都是現有的案例。然而農場或鄉村區的動物廢棄物轉換為能源的過程，則受其處理方法與氣體產生的規模大小的影響。由現有的商轉案例發現，當產製生質能廢棄物時，其收集、運送至集中處理廠的費用非常高。

由於目前生質能商轉的風險仍然相當高，因此，不管是種植短期輪作作物以生產運輸用生質柴油、或設置小型分散式生質發電設施，均需政府的補助，以提供足夠的獎勵誘因，鼓勵投資者設置。未來一旦燃料電池技術發展純熟及商業化時，無疑的，生質能將是氫能的來源，其發展亦將無可限量。

為解決上述問題，可分為幾方面來進行。在技術研發方面，政府協助其進入環保科技園區進行研發工作，藉由政府與技術研發公司合作，採用產業升級條例模式，使此技術獲致進一步發展。在市場健全方面，發展出來的技術再採用技術移轉方式，大量化生產模具設備來建立其市場供應面。而在市場需求面，透過政府的行政管制與經濟誘因

並行，先在農業縣市推展，除推動其回收機制外，並加強回收補貼措施，妥善規劃清運系統及路線，使廢棄物產生者願意配合，如此市場供需建立，將可有效解決生質能轉換技術實際運用之困難。而此技術一旦運轉成熟，有大部分之生物性廢棄物將被回收再利用，對垃圾的減量將大有助益。

一、生質能的基本介紹

Biomass生物質量：指各種有機體的整體質量，亦即陽光經由光合作用以化學能的形式貯存於生物體中的一種能量形式，包括了木材與林業廢棄物(如木屑)、農作物與農業廢棄物(如黃豆、玉米、穀稻、蔗渣等)、畜牧業廢棄物(如動物屍體)、廢水處理廠所產生的沼氣、都市垃圾及垃圾掩埋場與下水道污泥處理廠所產生的沼氣、工業有機廢棄物(如有機污泥、廢塑橡膠、廢紙等)。

Biomass energy生質能：多元化生物所產生的有機物質，經由物理、化學、生物的科學技術，以產生熱、電、機械作功等能量為我們所使用。也就是說生物質量透過不同的轉換程序變成可供人類使用的能源，也就是所謂的生質能。我國「再生能源發展條例(草案)」，生質能定義為「國內農林植物、沼氣、一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利

表1 生質的其他定義

Australia	IEA
Biomass	國際能源總署(IEA) 再生能源之分類
Biomass is organic matter that can be used to produce electricity and supply heat and fuel. Biomass comes in different forms such as bagasse (the waste plant fibre left after the juice is removed from sugarcane); greenwaste (the tree clippings from gardens, parks or plantations); food processing waste (such as nut shells and grain husks, fruit and vegetable peel and other waste from canneries); and vegetable oils.	<ul style="list-style-type: none"> -Hydro -Geothermal -Wind -Solar Photovoltaics -Solar Thermal -Tide/Wave/Ocean -Solid Biomass -Renewable MSW -Gas from Biomass -Non-Renewable MSW & Industrial Waste -Non-Specified Combustible Renewable & wastes



用或經處理所產生之能源」。其他定義如下：

二、生質能基本原理

生質能(biomass energy 或 bio-energy)基本原理，是利用陽光與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。所以生質能基本上是生物質量轉變後能供人類能源使用的應用，無法直接利用生物質量，而生質能則是可被人類直接使用的能源之一，如同石油、煤等。故轉換技術將影響生質能可利用的多寡及效率。

三、生物質量的來源

(一) 生質作物

表2 生質作物能源種類

能源種類		生質酒精							生質柴油						
生質作物	主要組成	糖質		澱粉			纖維及其它		脂質						
	種類	甘蔗	甜菜	甘藷	稻米	甜高粱	玉米	木薯	蔗渣	乾草	木材	海藻	油菜籽	大豆	向日葵

(二) 廢棄物

林業廢棄物，如木屑。

農業廢棄物，如稻桿、蔗渣。

動物廢棄物，如動物屍體或排洩物。

固體垃圾 (Municipal Solid Waste, MSW)

工業有機廢棄物，如有機污泥、廢塑橡膠。

四、生質能優缺點

表3 生質能優缺點

優點	缺點
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。	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。

五、結論

面臨高油價時代，國際原油不再是便宜的能源，世界各國尋求替代性能源的急迫性也與日俱增。尤其對於仰賴能源進口的台灣而言，過去因應高漲的環保意識，導致台灣政府的能源政策以非核家園為主軸，故在核能發電無法提升比重的情況之下，只能依賴燃煤、燃油發電供應國內所需電力。在油價上漲帶動原物料價格飆漲的牽動之下，無論是使用燃煤或是燃油技術發電，都已經面臨極大的原料成本上漲壓力。然而從產業面來看，台灣雖然有連貫性的基礎石化產業，及高科技的精密電子產業，但是長期以來，卻鮮少有機電廠商願意投入基礎的電力設備建設，導致台灣多數的電力設備仍由國外廠商所供應，因而能源供應亦經常受限於國外環境。

雖然國內的再生能源發展較國外晚，1980年代起我國政府也投入許多經費支持研發，不過因為石油危機過後能源價格開始降低，所以當時成本高昂的再生能源，並未受到以出口經濟為主的台灣社會所青睞。台灣貿易是以製造業外銷出口為導向，壓低能源價格以降低製造業成本，向來是政府對於能源長期規劃的目標。面對近年來能源價格持續性上漲，我國如果繼續採取壓低原料成本，作為未來在國際上的競爭策略，終將成為台灣產業將來發展的不利因素，而能源及電力價格在長期的政策扭曲下，亦不利產業節能技術的提升，更無法刺激非傳統化石能源的發展。

國際上對環境議題日漸重視，因應已生效之京都議定書配合溫室氣體減量政策，台灣雖非締約國也非附件中之國家，但國內有效的控制溫室氣體排放也可以為國際環保活動貢獻一己之力。GO