

# 促進臺灣永續發展之能源政策

● 許志義 美國夏威夷大學資源經濟學博士  
本院能源與環境研究中心研究員兼主任

## COPIII之影響

1997年十二月間日本京都舉行第三屆「全球氣候變化綱要公約」締約國會議（簡稱COPIII），通過溫室氣體減量約制的「京都議定書」，影響至為深廣。台灣是一個以貿易出口為導向的開放經濟體系，更有必要正視此一溫室效應問題。因為目前此議定書雖然僅針對已開發國家，惟國際間一般預期將在公元2002年時討論新興國家的相對義務。同時在國際經貿壓力下，台灣將無法置身度外。因此，政府有關當局已未雨綢繆，積極研擬對策，並將於近期內召開「全國能源會議」，針對能源利用所引發的溫室效應問題，謀求解決之道。

## 能源科技與溫室效應

過去數百年來，伽利略、牛頓、瓦特的力學與機械論為現代人帶來空前的科技進步與物質文明，其中「圓輪」乃是最關鍵性的能量轉換工具，也是化石能源得以被大量應用的根本原因。換言之，當前圓輪科技最主要的動力係源自於化石能源。而依循熱力學第二定律，這種利用化石能源的科技通常會產生各種污染物，同時也需要定期檢修各種能源機械（如發電機），所以亦可稱之為「灰色科技」與「

灰色能源」。

由於能源的種類很多，其中有些會對生態環境造成負面影響，有些則不會。前者如各種化石能源，後者如再生能源。以目前半導體、電子及通訊產業所應用的各種固態科技而言，其所消耗的能量相對低微，甚至可藉太陽光電池直接利用日光作為固態科技的驅動力。此顯示科技進展下，能源使用的數量可大幅降低，甚至直接利用太陽能、風能、地熱、生質能等。此種「綠色能源」或「綠色科技」通常不會產生或者僅生成微量污染，是未來促成永續發展的根本動力來源。惟綠色能源相對於化石能源而言，其能量密度顯著偏低，目前的灰色科技水準尚無法充分使其達成經濟可行性。換言之，若要徹底解決能源所引起的溫室效應問題，科技上的突破是必要的。

## 臺灣能源政策應有之取向

追根究底，能源污染問題之所以存在，主要是由於人類的經濟活動需要使用能源所致。而目前所使用的能源中，又以含碳量甚高的化石能源占最大的比例。因此，若要有效紓緩溫室效應，有賴兩個途徑：一為人類經濟活動少用或不用能源；一是採用低碳或無碳能源來取代高碳能



源。就前者而言，節約能源或提高能源使用效率是主要的方法。例如上述「固態科技」、「綠色科技」的突破與應用，可以大量提昇能源的生產力。就後者而言，其關鍵則在於是否能夠有效發展出使用無碳或低碳能源的科技，來取代耗用化石能源（燃料）的傳統科技。在此基本前提下，臺灣因應溫室效應的能源政策，宜由供給及需求兩方面來加以配合。

首先，從各種能源的類別觀之，石油由於其蘊藏量的有限性及耗竭性，短期內應儘量提升其使用效率，避免不當的浪費；中長期而言，應儘量將之用作石化原料，至於交通運輸或鍋爐用油應儘量發展其他的替代能源科技，例如：以捷運系統、鐵路電氣化、電動車或瓦斯車取代傳統車輛，以電力能源取代燃油動力系統等。

其次，就煤炭的利用而言，無論就燃燒效率、環境保護以及使用便捷的觀點來考慮，皆以發電為最佳方式，工業製程的利用次之。由電力能源日趨重要且石油終將先行耗竭的事實觀之，煤炭的利用可預見的將益獲重視。目前先進國家所發展的淨煤技術值得予以重視，並在時機成熟時加以引進，包括脫硫、除灰、輸送、液化煤漿、液化煤及氣化煤等技術。由於液化煤可取代石油，氣化煤則可做為整合式複循環機組之清潔燃料，未來如其成本能夠有效降低，將不失為一有效的能源利用途

徑。惟此種技術的突破，也須同時克服二氧化碳減量問題。

再者，就天然氣而言，目前宜列為臺灣之策略性能源，因為其環保優勢相對較容易為一般民眾所接受。惟值得注意的，臺灣絕大部份消費者仍在使用相對不安全且危險的桶裝瓦斯，而且目前均是由勞力密集的桶裝瓦斯貨車，甚至用摩托車在大街小巷運送，險象環生，此與我國人民每人每年所得 14,000 美元非常不相稱。同時，亦是造成我國在 IMD 基礎能源設施指標排名甚為落後的主因之一。事實上，先進國家之天然氣業者，大多竭盡所能運用各種多樣化之價格與數量策略，普及管線鋪設，努力盡其公用事業對整體社會應有「不得拒絕用戶要求供氣」之義務，似值得我國有關單位注意。目前臺灣天然氣管線之鋪設普及率甚低，實應加速推廣，並落實代輸制度。同時，宜仿照煤炭取消 5% 的進口關稅，甚至貨物稅。另外，瓦斯車（包括天然氣及液化石油氣）的發展亦需配合必要措施，廣設加氣站。再者，採用吸收式冷凍機設備者（其冷媒為溴化鋁，不破壞臭氧層），應予以價格優惠獎勵。

在電力供給方面，目前應有的策略除宜使既有的電力科技更臻效率外，更重要的是引進高效率的新技術，此可分別探討如下：

和世界其他各國一樣，台灣使用的各種能源中，以含碳量高的石化能源占最大比例，這乃是造成「溫室效應」破壞生活環境的重要因素之一。圖為遠東邊排氣，製造空氣污染的台北街頭汽車潮。（陳世澤攝）

## 一、火力發電

就化石燃料（火力）發電而言，應優先考慮採用汽電共生的發電方式。此種發電方式熱效率可達 85 % 以上，遠高於傳統火力發電系統的 35 %，故宜列為策略性發電的重點項目。問題是：目前儘管國內推廣汽電共生已有相當成效，約佔臺灣 10 % 的發電數量，惟政府核定的「汽電共生推廣辦法」乃屬行政命令，若干條文與「電業法」似有抵觸。因此未來政府修正「電業法」時，應規範一般電業以合理的價格（通常稱「迴避成本」avoided cost）優先收購汽電共生之餘電，同時允許汽電共生在同一棟大樓或同一個工業區內售電。具體言之，內政部主管建築法規之機關可考慮規範某一用電數量及用熱數量之大型建物應設置汽電共生系統，建築設施應預留輸氣管線，並符合安全、環保規定，此可藉該等汽電共生系統佔地坪數不計入容積率的方式增加市場誘因，來鼓勵民眾裝置汽電共生系統。

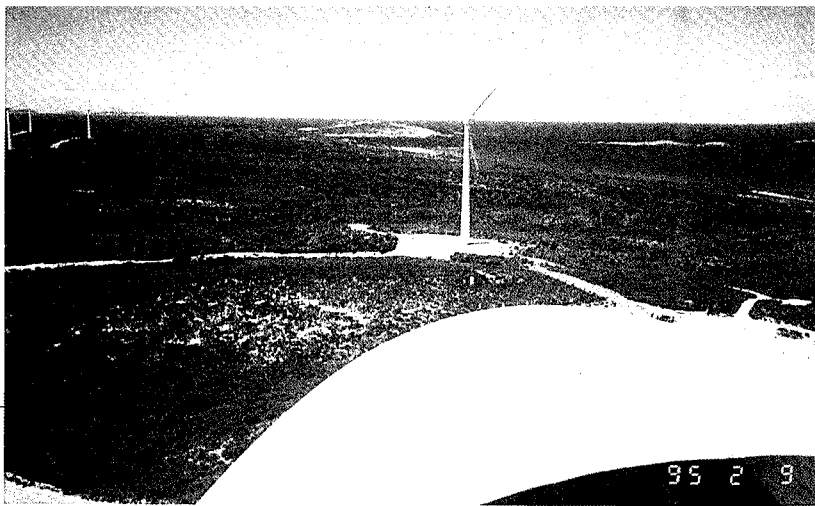
再者，先進國家對於廢棄物發電多積極鼓勵。蓋處理廢棄物原即要花費可觀之處理費用，若能予以有效利用，此乃「化腐朽為神奇」之兼顧環保與能源有效利用之措施。因此政府對於台灣未來廢棄物汽電共生之利用，應訂定更為優惠於一般合格系統之條款，予以獎勵。

除汽電共生外，應優先考慮天然氣發電。因為天然氣含碳量及凝態污染物均低於煤炭與石油。尤其是整合性複循環發電機組，其熱效率高，故在等同產出（發電量）之水平下，可減少化石燃料的使用總量，進而減少二氧化碳的排放數量，此為目前國際上積極研發，甚受重視的發電科技之一。

## 二、核能發電

核能發電被稱為所謂的「準自產」（quasi-indigenous）能源，且二氧化碳排放的問題較少。惟目前臺灣尚未建立本土化的核能工業，且由於地狹人稠、核廢料最終貯存缺乏適當場址，處處引起居民反對。若以核能發電作為溫室效應的因應對策，則不免發生將溫室效應的國際性問題，轉為核能發電的臺灣區域性問題。故核能發電是否具有相對的發展優勢，尚需視未來臺灣內部是否能夠有效解決上述核電問題之情況而定。

基本上，任何一種發電方式都有其相對的優點與缺點，而各國電力政策的制定與執行都必須考慮這些特點，就核能發電而言，其優點是：1. 核能燃料的成本較低，約佔其總發電成本的 20% 至 25%。2. 核能燃料體積小，可藉由空運輸送，且其來源頗為穩定。3. 核能可稱為乾淨能源，較無 CO<sub>2</sub> 排放的問題，未來若世界各國普



· 利用再生能源發電是避免破壞環境又能提昇經濟效益，最具「永續發展」理念的能源利用途徑。圖為澳洲海邊的風力發電設置。（王京明提供）

遍課徵碳稅，造成化石燃料成本上升，將會提高核能發電相對的成本優勢。至於其缺點則為：1. 核能發電的安全性仍富爭議。2. 核廢料處理問題仍未獲得完善的解決，其後端處置成本越來越高。3. 一般民眾對核能發電仍存有若干疑慮，未能獲得社會普遍的支持。

### 三、再生能源發電

近年來，再生能源之所以能夠日獲重視，主要原因是受到能源科技持續進步及經濟發展造成環境衝擊的影響。然而，就現有市場而言，目前傳統能源仍占有相對的優勢，其主因在於過去吾人投資於傳統能源的沉沒成本（sunk cost）甚高。因此，除非利用再生能源的每單位（發電）總成本小於利用傳統能源的每單位（發電）變動成本，再生能源仍無法有效取代傳統能源之既有市場，此為目前再生能源發展受到限制的主因。

就能源政策而言，發展再生能源的策略不外以下數種：（1）租稅減免：透過租稅制度上的獎勵，給予再生能源投資者經濟誘因，抵減其租稅；另一方面，亦可考慮透過碳稅的課徵，反映化石燃料的環境成本，以促使再生能源與化石燃料兩者相對間，得以獲取公平對等的價格競爭基礎。（2）低利貸款：對再生能源的投資給予優惠貸款融資條件。（3）加速折舊

：對於再生能源的設備投資，縮短其折舊攤提年限。此外，亦可在電力相關法規中約束電業向再生能源發電收購餘電時，其收購電價應較一般汽電共生更加優惠某一合理之比例，其理由為：儘管汽電共生之熱效率高於傳統發電方式，所以電業應優先以優惠價格向汽電共生業者收購餘電，惟汽電共生相較於再生能源仍有相對的污染性，畢竟前者所使用的燃料仍為化石能源，故有二氧化碳排放之問題，同時汽電共生所使用之燃料仍多半依賴進口，不是自產能源，故再生能源有相對之環保優勢與自產特性，值得給予更優先使用之考量。

### 四、能源需求管理政策

至於推行能源需求面管理（Demand-Side Management）乃是透過人為的努力，改變能源用戶使用能源方式與數量的一種策略。就紓緩溫室效應而言，以下兩方面宜予加強：（一）節約能源。節約能源措施應致力於以較少的能源投入，達成同樣的經濟產出數量，此有賴科技水準的提升與能源使用效率的管理，主要包括變頻變速馬達、流體化床燃料技術、微波及高週波加熱技術、自動控制科技之開發及燃料電池（fuel cell）的應用。另一方面，為了達成節約能源的效果，宜將外部成本充分反映於價格上，以符合使用者付費的原則。（二）調整產業結構。能源需求多為引申

性需求，故產業用能的結構中，如果耗能產業的比重能夠適度調低，將可抑低能源需求的數量，達成節約能源的效果。因此，如何策略性地擴充低能源密集度的產業比例，抑制耗能產業的成長，即成爲促進臺灣經濟永續發展的另一因應策略。不過，此一策略並非能源政策所能掌握，而必須由其他的產業政策來達成。

值得注意的，過去政府爲因應 1970 年代兩次石油危機，曾採行能源低價政策，並透過「獎勵投資條例」，藉加速折舊、租稅減免、及低利貸款等措施，協助能源密集度高的產業更新其陳舊設備，這些獎勵措施雖在短期內可達成立竿見影之功效，其用意是透過機器的更新或技術的提昇，使得廠商得以較少的能源投入量來維持同一產出水準。但在此種獎勵措施下，耗能產業的廠商往往因此種獎勵與改善而得以繼續生存，甚至持續擴充，致其產值占總國內生產毛額的比例在兩次石油危機期間反而擴大，影響產業結構的調整與升級，不利於臺灣整體能源密集度的降低及環境污染的有效紓解。所以，政府在採行短期節約能源政策時，亦必須考量產業政策的長期效果，俾在兩難之間尋求一個平衡點。

### 結語

本文旨在探討臺灣永續發展的能源

政策取向。基本上，永續發展必須兼顧經濟成長與環境保護；永續發展對不同開發階段的國家應有不同的涵義。就臺灣而言，如果我們一味追求環境保護而忽視經濟成長，甚至東施效顰，尙未達到先進國家的已開發水準即走在世界前端，採用最嚴格的環保標準及先進科技，其結果必將造成我國出口產品生產成本上升，在國際市場競爭激烈的情況下，勢將難與貿易對手國做價格上的競爭，致造成市場佔有率下降以及減少外匯收入，進而影響經濟成長。而缺乏經濟成長的國家，是不可能具有足夠的資金與實力，有效顧及環境保護的。

反之，如果我們只一味追求經濟成長而忽視環境保護，在臺灣土地、水文及自然生態資源相對有限的前提下，將使民眾的生活品質更加速惡化。以目前臺灣地區面臨的山坡地濫墾、垃圾污染、空氣品質惡化等問題的嚴重性來看，過去臺灣經濟發展政策顯然未兼顧環境保育之需要。因此，未來追求永續發展必需尋求環保與經濟之間的平衡點。

就目前國際矚目的溫室效應而言，短期應促使既有的能源供需系統更有效率；就中長期而言，應引進更有效率之新的能源供需系統。其中，供給面的對策包括：

- (1)短期宜採用低碳或無碳能源，減少能源

轉換及傳輸過程中的耗損，儘量使用清潔能源，以電力或天然氣取代石油及煤炭（如推廣電動車、LPG 及 CNC 車輛）。其中電力部分因具有多投入單一產出之特性，故為抒解 CO<sub>2</sub> 排放的關鍵部門。因此，溫室效應不但不會減少電力消費佔總能源消費的比例；相反的，其比例反而會因此而增加。在發電方面，當前應鼓勵汽電共生發電，並將液化天然氣發電列為策略性發展重點。(2)就中長期而言，應積極發展再生能源。此外，若核電科技能獲得進一步突破，有效解決核廢料之處置問題，且能為社會大眾普遍接受時，亦可增加核能發電機組。再者，亦可透過國際合作，參與溫室氣體共同減量計畫（Joint Implementation），以減輕台灣應承擔的溫室氣體排放配額。

至於需求面的對策包括：(1)短期首重節約能源，除了透過一般社會教育，提醒民眾節約能源之外，宜針對耗能產業之節能技術加強示範及商業化推廣工作。由於最終能源消費（包括照明在內）之節能空間通常甚大，在台灣尤然，故宜仿效美國採「綠色照明」、「能源之星」（Energy Star

）節能推廣志願方案，藉由能源標誌，鼓勵消費者採用高效率之能源設備，並促使廠商製造符合能源之星的標準產品。至於交通部門，則應加強大眾捷運系統、道路規畫及號誌系統自動化之設計與應用。此外，加強植樹育林，擴增二氧化碳涵容量，亦是重要工作。(2)中長期而言，宜調整產業結構及人民生活型態，並透過金融獎勵制度（如低利融資、策略性貸款）與租稅獎勵制度（如稅賦抵減、節能投資獎勵），增加低耗能及高附加價值產業的比重。至於碳稅之課征，因其具懲罰性質，恐引起業者之排拒，除非其他主要國家均予課徵，否則，現階段似不宜遽爾為之。此外，碳素回收再處理技術（如各種二氧化碳分離、吸附及固定技術），亦須視先進國家發展進程，適時引進。

整體而言，因應全球溫室效應的對策宜採取所謂的「無悔」（no regret）策略，保持「時間彈性」（when flexibility）及「空間彈性」（where flexibility）。先從最具節約空間的最終能源消費著手，其次才是生產用的能源需求。短期內，似不宜貿然以能源生產力（GDP/油當量）作為產業投資審查之依據（先進國家迄無採此方案者），而宜考慮採志願方案或具市場誘因之軟性路線（soft path）方為上策。