

台灣能源政策之建言

— 從能源安全角度談起

廖惠珠／淡江大學經濟系教授

全球都關心能源安全

國際上定義能源安全有二，一個是能源開發與使用所衍生之工安與環境安全（energy safety），另一則是能源穩定供應之能源安全（energy security），本文內容採用後者之定義，探究能源穩定供應安全議題。雖然美國頁岩革命帶來全球化石能源（石油、煤炭與天然氣）價格的下跌，但多數權威性機構仍多認為此波能源價格下跌屬短期性，化石能源仍將日趨枯竭。由於目前全球化石能源仍高居全球能源總供應量近 8 成，因此未來其他能源若未及時補足，全球能源的供應仍將有短缺之虞。就算短期內，化石能源暫無匱乏之慮，但化石能源所帶來的空氣污染已日益嚴重，最近大家很關心的 PM2.5 問題最主要就是來自於煤炭的燃燒。另外，化石能源的使用也產生了大量的 CO₂。IPCC 的報告指出能源相關活動所產生之 CO₂ 占全球 CO₂ 總排

放量的 84%。換算下來，約占全球溫室氣體的 65%。由於溫室氣體乃全球氣候變遷的主因。隨著全球氣候變遷日益明顯，如何降低化石能源的使用，而改用其他低碳能源，實乃世界各國的當務之急。就算是原油生產與出口大國的挪威也大力推動節能減碳的電動車（如圖 1）。

台灣能源安全令人憂心

相較於全球化石能源倚賴所衍生的能源安全問題，台灣的能源安全議題更是嚴峻許多。以下逐一論述說明。

近 98% 倚賴進口不利能源的穩定供應

由圖 2 右圖 2013 年的數據可觀得，煤及煤產品、原油及石油產品、天然氣，以及核能乃台灣能源供應的最主要來源。這四者除了極少部分的天然氣由國內



圖 1 挪威奧斯陸街上的電動車（筆者拍攝於 2014 年 7 月）

生產外，其餘的能源幾乎 100% 仰賴進口。2013 年台灣的進口能源依存度高達 97.58%。偏偏原油與天然氣的進口又多集中於全球火藥庫之中東地區（2013 年資料顯示約 50% 的天然氣，以及超過 80% 的原油來自中東國家）。這些現象，不利能源之穩定供應。過去以來，中東戰爭，澳洲水災與中國大陸的雪災都曾帶來境內能源供應的緊張。

90% 化石能源占比衝擊環境

再就整個能源供給結構來看，圖 2 右圖 2013 年的數據顯示，90% 的能源供應來自於化石能源，其中，煤及煤產品占 30.15%，原油及石油產品占 47.60%，而天然氣則占 11.97%。如此高的化石能源占比，不僅帶來大量的空氣污染，也產生了相當多量的溫室氣體。空氣污染與溫室氣體所引發之氣候變遷皆大大的衝擊我們的居住環境。

98% 倚賴進口深化國際高能源價格風險

過度倚賴進口能源，也讓台灣經濟幾乎完全曝露於國際高能源價格的風險。以表 1 第四列最右邊一欄，2013 年能源進口值占總進口值比率而言，24.11% 代表台灣總進口值中就有將近 1/4 用來支付能源進口費用。此一巨額的支出大幅增加國人的生產成本與生活支

出。台灣的能源進口主要來自於兩大國營事業：台灣中油公司（以下簡稱中油）與台灣電力公司（以下簡稱台電）。早年中油與台電財力雄厚尚可吸收高漲之國際能源價格，扮演緩漲調節角色。不過，持續緩漲，使得兩家公司財務狀況日益惡化，截至 2012 年底，中油的負債比高達 71.9%，其累積負債為 6,149 億；而台電公司的負債比 82.6%，其累積負債 1 兆 3,416 億。此惡劣狀況，讓兩家公司喪失緩衝國際價格衝擊的能力。因此，近年油電價格已陸續依浮動方式來反映國際價格的行情變化。未來，國際能源價格若再大漲，國人就需直接面對能源成本上升之壓力。

表 1 台灣能源安全相關指標

	1998	2005	2008	2013
能源進口依存度	97.69	97.79	97.50	97.58
石油進口值與 GDP 比值	1.63*	6.08	11.68	9.90
能源進口值占總進口值比率	6.24	15.96	25.55	24.11
能源進口值與 GDP 比值	2.38	7.91	15.40	13.25

資料來源：數據綜整自能源統計手冊，經濟部能源局 103 年，p18/p19。
註*：此數據計算方式為（2013 年石油進口值）/（2013 年的 GDP）。

能源政策建議一 善用每一種能源

上面的論述指出了，台灣目前正面對著嚴峻的能源安全問題，偏偏國人對核能又不放心，許多人士不僅要廢除核四，更不願意接受核一、核二與核三廠的延役。果若核能完全廢除，那麼圖二另一個占比較高的核能（8.42%）又將消失。再就台灣的最終能源消費而言，將近 50% 的消費由電力供應。2013 年，燃煤發電占比為 48.06%，燃油、燃氣與核電各占 2.35%、27.55% 與 16.5%，而包括水力發電在內的再生能源發電僅占 4.28%。最近中南部多個縣市，擬祭出不准燒生煤的措施。由於台電的燃煤大廠近 8 成分布於中南部且民營燃煤電廠多分布於中南部，若此 8 成的燃煤電力消失，再加上 16.5% 的核電也消失，整個台灣的電力供應將進入一個高度缺電的狀態。考諸國際能源供應議題，先進諸國深知每一種能源都會以不同的型式破壞環境，想要利用能源所帶來的便利性，就必須忍受能源帶給環境的破壞。只是盡量善用技術，將各種環境破壞控制在民眾可以接受的範圍，並合理補償民眾所遭受之損失。絕大多數國家的能源政策都主

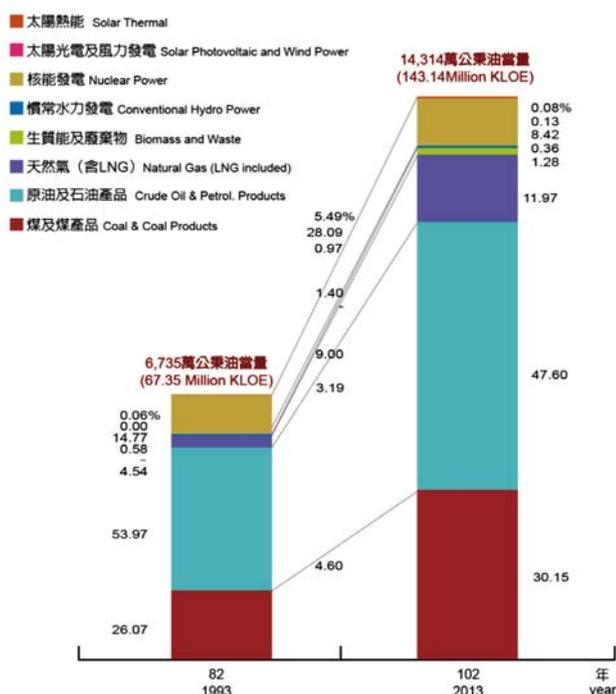


圖 2 台灣能源供應約 90% 來自化石能源

資料來源：圖形取自能源統計手冊，經濟部能源局 103 年，p27。

張善用每一種能源，少數如德國廢核或瑞典脫油政策（2030年起不再使用任何油品），也都有長期的規劃與漸進的因應政策。建議政府不應輕易廢核，就算想要跟隨德國的廢核政策，也應該有類似德國政府長期的因應方案，在維持能源穩定供應的前提下，逐步緩慢的讓核電退場。

能源政策建議二 節能減碳是商機

面對化石能源日益耗竭，且污染排放與溫室氣體過多之問題，國際能源總署擬出多個能源解決方案。其中提升能源效率以降低碳排放量乃是一大重要政策。簡言之，就是要好好節能減碳。由於節能減碳耗資不斐，企業界排斥聲音多，近年又逢國際經濟景氣欠佳，不少企業更是延宕更新省能或低碳之設備。其實，只有符合國際社經環境發展趨勢的企業方得永續經營。企業若只追求短期的低成本，一旦下一波國際化石能源價格再高漲，或先進諸國全面要求減碳而反映溫室氣體的排放成本時，未落實節能減碳的企業將難以生存。反之，及早因應問題，大幅降低化石能源使用量的業者，則可順利渡過難關。由於，節能減

碳已是國際發展主流，國人應亟思落實節能減碳的方案。若及早熟悉節能減碳的相關技術與產業活動，往往可創造不少商機。建議政府仍應努力推動節能減碳政策。例如仿效加州的脫鉤政策（decoupling plus）利用誘因制度多多推動各式各樣節能減碳方案。

能源政策建議三 再生能源極大化

再生能源的發展也是解決國際能源安全議題的重要方案。不過，再生能源的發展仍受限於一些技術發展困境，目前先進諸國再生能源占各自國家的供電比例仍多偏低。以目前最具成本競爭力之風力發電而言，因其『有風才有電』的發電特色，造成電力調度問題。台灣因風力與太陽光電（有太陽光才有電）這些靠天吃飯的不可調度電力占比仍低，目前對電力的穩定供應仍無問題，但風力發電占比已逾 20% 的德國則深受其害，近年經常停電或斷電，電力供應可靠度大降。先進諸國克服再生能源高占比，所衍生之供電不穩定問題的主要方案有三：智慧電網的架設、大型儲能系統的建立，以及需求面管理方案。建議我國政府，除延續目前再生能源極大化之政策外，更需落實

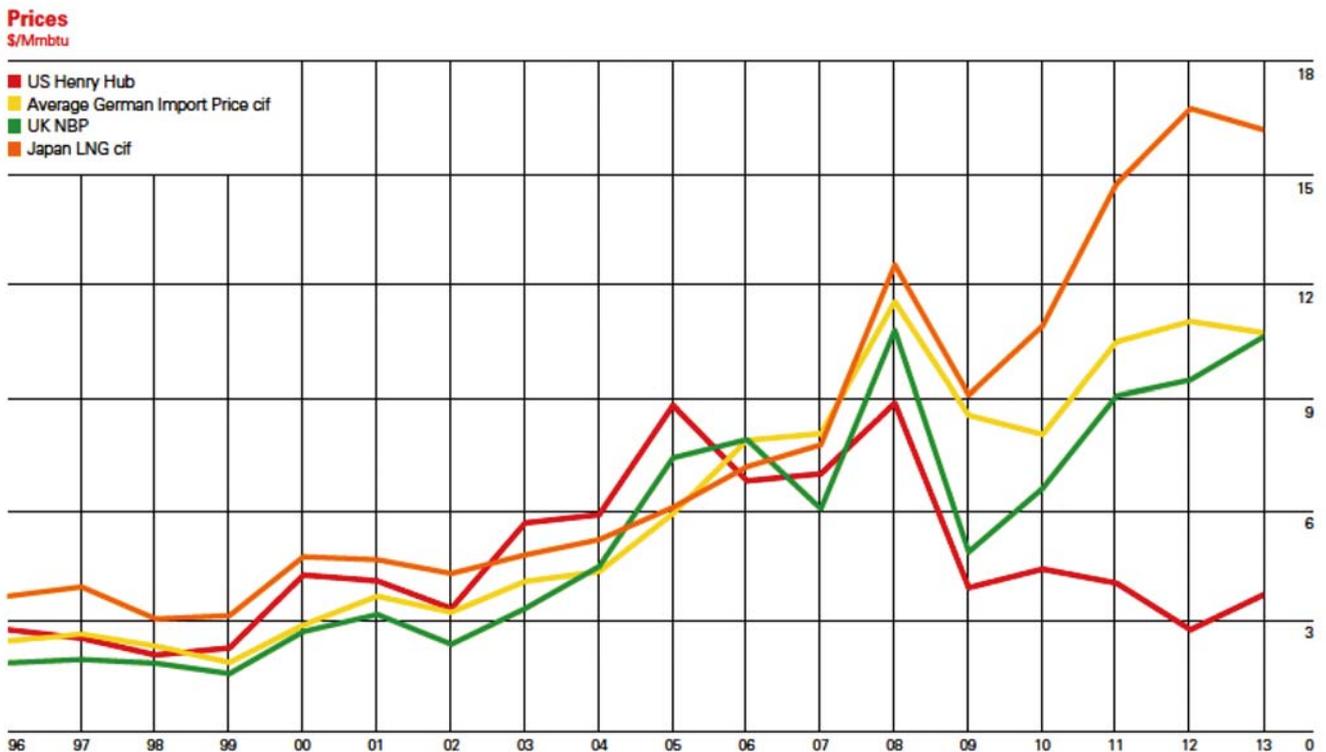


圖 3 台灣液化天然氣進口成本特高
資料來源：BP Statistical Review of World Energy, 2014, p29。

上述三個先進國家的因應方案，除了持續推動智慧電網外，也可考量翡翠水庫大型儲能系統的建設，並好好推動需求面管理方案。

能源政策建議四 兩岸氣管與電纜的興建

雖然天然氣也是化石能源的一種，但相對於石油與煤炭則乾淨許多，因此先進諸國在再生能源尚無法大量取代化石能源之際，仍選擇多多使用天然氣。台灣自產天然氣的比例僅約 2%，98% 的天然氣來自於進口的液化天然氣。台灣地區所購置液化天然氣的價格多依日本 JCC (Japan Customs-cleared Crude) 訂價，由圖 3 最上面的線條可觀得台灣所支付之天然氣的價格特高 (2013 年間約 15.5 美元/百萬 btu)，遠高於國際多數國家。目前台電為了降低空氣污染與溫室氣體的排放，而大量增加燃氣機組及其發電量。此一減碳的措施也大大拉高其發電的總燃料成本。相較於日韓與台灣之高天然氣價格，中國大陸則因拉自俄羅斯與中亞之天然氣管線，而得以享受較便宜的天然氣價格。中技社出版於 2014 年 3 月，由中華經濟研究院梁啟源董事長之團隊進行相關之研究，估計出來兩岸若興建天然氣管線，則進口之天然氣價格隨進口地區之差異

可縮小至 6.45 ~ 14.75 美元/百萬 btu 之間。設若未來中國大陸可順利開發出便宜的頁岩氣，則兩岸氣管將有大利多，值得台灣政府多多考量。當然，想降低台灣發電之天然氣成本，也可直接由福建拉一條電纜過來。有了兩岸電纜也可緩和再生能源供電不穩定的議題，利用兩岸電力的互通有無，當台灣再生能源電力過多時可售給對岸，當電力不足時再由對岸輸入，如此仿效德國與鄰近國家充分買賣電力之方式，方可降低再生能源占比過高所經常出現的停斷電現象。

結語

檢視台灣能源供應安全問題，可發現台灣未來所面對之能源安全議題令人十分憂慮，其中尤以電力的穩定供應議題更令人憂心忡忡。近年來隨著台電多個老舊電廠的除役，以及核能發電的爭議，缺電的風險日益提高。建議政府的能源政策不宜隨民情輿論而隨意更迭，而應有清楚明確的政策方向來確保能源的穩定供應。另外，考諸未來全球能源的發展趨勢，政府除應說服民眾善用所有的能源外，仍應勵行節能減碳政策，並促成再生能源配套之智慧電網、大型儲能系統與需求面管理政策，最後也可考量兩岸天然氣管線與電纜的興建。 



土木水利 雙月刊

向您約稿

本刊出版有關土木水利工程之報導及論文，以知識性、報導性、及聯誼性為主要取向，為一綜合性刊物，內容分工程論著、技術報導、工程講座、特介、工程新知報導及其他各類報導性文章及專欄，歡迎賜稿，來稿請 email: service@ciche.org.tw 或寄 10055 台北市中正區仁愛路二段 1 號 4 樓，中國土木工程學會編輯出版委員會刊編輯小組收，刊登後將贈送每位作者一本雜誌，不再另致稿酬；歡迎以英文撰寫之國內外工程報導之文章，相關注意事項如後：

- 工程新知及技術報導，行文宜簡潔。
- 技術研究為工程實務之研究心得，工程講座為對某一問題廣泛而深入之論述與探討。工程報導為新知介紹及國內外工程之報導。
- 本刊並歡迎對已刊登文章之討論及來函。
- 工程論著及技術研究類文章，由本刊委請專家 1 ~ 2 人審查，來文請寄電子檔案，照片解析度需 300dpi 以上。
- 文章應力求精簡，並附圖表照片，所有圖表及照片務求清晰，且應附簡短說明，並均請註明製圖者及攝影者，請勿任意由網站下載圖片，以釐清版權問題。