

我國能源問題與因應之道

李嗣涔

近數十年來由於溫室氣體排放日趨嚴重，導致全球氣候變遷，各種生態環境上的警訊不斷出現，世界各國莫不以節能減碳為主軸來訂定國家能源發展政策。根據2008年國際能源總署（International Energy Agency, IEA）《能源技術展望》（Energy Technology Perspective 2008）推估，到2050年時，全球經濟規模將是目前的4倍，能源需求是1.7倍，CO₂排放量是2.3倍，全球氣溫將升高6°C或更高。若經濟成長與能源需求不能脫勾，全球環境將面臨重大衝擊與無法挽回的改變。IEA認為要改變目前的能源結構與排碳趨勢，需有「一般作為」和「積極作為」，一般作為就是提升能源效率，積極作為就是提供化石能源以外的新能源。IEA強調，除再生能源外，採用CCS（CO₂ Capture and Storage）並配合化石能源使用效率之提升、核能、無碳運輸技術等三項都是必要的積極作為。

基於上述趨勢，2008年底歐盟提出「三個20%」的減碳政策，即在2020年時，（1）排碳量比1990年還少20%，（2）再生能源占總能源用量20%，（3）減少化石能源用量20%；要落實這「三個20%」，2020年以前歐盟需投入一千億歐元的能源建設經費，2013年起，排碳團體每年將耗費661億美元購買污染配額。

美國總統歐巴馬上任後即提出一項將大幅轉變美國能源的計畫，同時也創造工作機會和提升能源安全。此計畫植基於其創新的強度與深度，以及美國人民與生俱來的企業家精神，其內容有六：（1）提供美國家庭面對高油價之短期紓困（2）未來十年

內，策略性投資1,500億美金以創造500萬個新工作，誘導民間力量投入建立清潔能源。（3）未來十年內，節省石油用量將超過目前自中東與委內瑞拉進口總量。（4）2015年之前，促成100萬輛美國製每加侖能跑150英哩的混合動力車上路。（5）2012年之前，達成10%美國電力來自再生來源，2025年之前增至25%。（6）施行溫室氣體之Cap-And-Trade，於2050年之前減少溫室氣體排放達80%。上述政策大致採用Lieberman-Warner法案所訂定的目標。欲達到此目標，排放一噸CO₂的代價將從2015年的50美元升至2030年的105美元。

我國能源狀況又是如何？根據2007年經濟部能源局的《能源統計手冊》可知，從1986年至2007年，我國能源消耗以每年約6%速度成長，其中煤炭占比從25%提升至32%、石油維持約51%、天然氣從2.7%提升至8.4%、核能從20.1%降至8.4%。這能源供應結構除核能與天然氣有稍顯著的變化之外，其他並沒有明顯改變。

再看節約能源方面，根據經建會統計資料分析，過去20年來，我國GDP大約以平均每年4.5%的速度成長，而人均能源消耗量則是以每年約6%的速度成長，不像美國、德國等先進國家，上述兩者的關係已明顯脫勾：GDP呈明顯成長，但人均耗能幾乎持平，這是節約能源奏效之故。所以，我國在過去20年的節能措施明顯不足。

在減少溫氣排放方面，若仍以過去20年演變來看，我國二氧化碳排放量平均每年以6.1%的增率成長，遠超過經濟合作發展組織（OECD）國家的

3%，總排放量在2007年是全球排名第二十二，人均排放量更提升至第十八位。可見減少CO₂排放量的努力非常不足。

為解決上述三大面向的能源問題，及因應全球能源結構演變趨勢與溫室氣體減量的國際走向，行政院在2008年6月提出三項能源政策，在節能、減碳、能源結構等三方面訂出具體目標：（1）減碳政策：CO₂排放量在2016-2020年間將降至2008年的水平，在2025年降至2000年的水準，在2050年則降至2000年排放量的50%。（2）能源結構政策：2025年全國低碳能源占比超過55%。（3）節能政策：2009-2016年之八年間，每年節能2%。要達到上述能源政策目標，我們認為我國需在能源結構做大幅改善，但必需政府投入積極作為才可能及時完成。

首先，核能發電方案可能是一個選項。目前我國三座核電廠總計六個機組的總裝置容量為5.144GW，2007年毛發電量為405億度電，平均容量因子約是90%，是不可或缺的基載電力。若能順利讓核四兩座機組加入運轉，並將現有六部機組均延役20年，同時在現有廠址擴增核能發電機組16GW，均是能有效減少CO₂排放，改善我國能源結構的方法。當然先決條件是，核廢料之終極處理需及時完成。

其次，因發電和工業所排放的CO₂占我國總排放量的80%以上，若能將這些CO₂有效的捕捉並封存在適當地點，對我國減少CO₂排放將有決定性的幫助。同時，將舊有的燃煤電廠逐步提升效率或以IGCC（Integrated gasification combined cycle）電廠取代，

對提升電廠效率也會有很大幫助。目前台電發電機組效率：燃煤35.4%、燃油34.3%、燃氣30.6%、複循環機組（燃氣）43.3%、氣渦輪機（燃氣）27.3%、柴油機組（燃油）38.1%、核能機組33.1%，有許多改善的空間。若能改為超臨界或超臨界機組，並從2018年起至2050年間，以汰換台電現有18GW的燃煤機組為目標，每年以0.6GW速度建造IGCC新廠，並配合開發等量之CCS場址，則CO₂排放量將大為降低。

最後，我們也發現流經我國東部海域的黑潮，其流量是亞馬遜河的百倍，密西西比河或長江的千倍以上，且貼近陸地、流速高、流量大、流向穩定、位置長年不變，是一股全球少見的優質洋流，非常適合發展洋流發電，若能適度開發，不但能提升我國能源自主程度，更能有效減少CO₂排放，同時也可能發展出我國自有的世界及海洋能源產業。當然，在全面開發之前，許多議題比如可開發的容量、對環境的影響等仍須克服，這有待政府政策確定後，以多面向的群體研究同時投入，在相關議題內容確認與疑點全面消除後，就可全面投入開發此臺灣特有的能量。

鑑於前述全球能源現況與先進國家的解決方案，再回頭看我國能源與排碳現況，要解決我國目前所面臨的能源困境勢必要採多種不同措施才可能成功。而前述之「積極作為」可能就是必要的措施，能否成功，端視政府施政決心與實際條件配合的程度，依實際需求訂出優先次序與時程而執行之。 