

# 能源效率的願景與實踐途徑

楊日昌

工業技術研究院資深顧問，行政院政務顧問

中華民國 100 年 5 月 5 日

福島核災事件使得世界各國都再度審視它們的國家的核能安全與相關的政策。我國亦不例外。核能固然重要，但是它終究只是整體能源供應的一部分，因此我們對核能的探討必須以國家整體能源政策為著眼，不只從供應面來看我們將來的能源都從哪裡來，更要從需求面來看我們將如何把使用能源的效率提到最高，把需要耗用的能源降到最低。因為我們每減一度電的用量，需要發的電就可以減一度，當減低的量達到一個電廠的發電量的時候，就是一部發電廠不需要建置了。這對未來核能與整體能源政策的策畫都有高度的重要性。

尤其值得我們注意的是，根據過去世界各國推動能源效率的實績，用效率去達成節約一個電廠要比興建一個實體的電廠，不論是核能、燃煤、燃氣或是新興的再生能源都要便宜的多。這個事實也使得能源效率成為眾所公認的成本最低，潛力最大的第一優先節能減碳選項。在國際能源總署（International Energy Agency, IEA）為世界策劃的未來節能減碳方案裡，能源效率對總減碳量的預期貢獻就高達百分之 59.3（2020 年）和 51.6（2030 年），超過其他所有選項的總和<sup>1</sup>。當我們國家探討「後福島」的未來歲月裡國家能源應當往何處去的時候，能源效率也毫無疑問的應該是優先選項裡的優先選項。

國家能源效率政策的重點應該不是在於我們的「目標」有多遠大，而是在於我們要怎麼「做」才能把這目標「做出來」。從這角度來看，能源價格是一個要優先考慮的議題。我們國家的能源價格一向偏低，是提升能源效率的一大障礙，因此透過能源稅或費達成能源價格的合理化是達成能源效率提升的必要作為。這類價格政策不但會有以價制量的效果，它的真正潛力會來自於如何把抽來的稅或費用在真正具有「策略性」的節能減碳措施上。根據世界知名的研究單位和智庫如 Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) 和 American Council on an Energy Efficient Economy (ACEEE) 的研究，這些策略性措施的成本效益可以比純粹以價制量的效果高七到八倍<sup>2,3</sup>。也就是說達到同樣能源效率的提升所需要提高的能源價格或抽的能源稅可以減小七到八倍。這種結合價格政策和策略性節能減碳措施的做法可以使我們在有限的價格提升幅度（如百分之 10）之內達成可觀的能源效率提升。

這類高成本效益措施裡的一個鮮明的例子是美國各州推行已有三十幾年之久的 Utility Efficiency Programs（前亦稱 Demand Side Management Programs，DSM）。這些措施直接提供誘因促使電氣設備的購買者優先購買省電設備，不但今年購買來的設備以後每年都會自動的、免費的繼續省電，明年的誘因又給了另外一批購買者，又造成另外一批省電設備的購買，從而產生逐年幾何級數的累積<sup>3</sup>。這些措施多年累積的經驗顯示用這種方法節約一度電的成本要比用發電廠去發一度電便宜二到三倍<sup>4</sup>。這種做法尤其有威力的效果是透過需求的抑低，許多原來需要建的電廠現在都可以不建了。根據 ACEEE 的報告，這類措施使美國加州可以把未來需要增建的電廠減了一半，西北部的華盛頓和俄勒岡州以及東北部的佛蒙特州則減得更多<sup>4</sup>。除了這些 Utility Efficiency Program 之外，許多人認為是最先進的排放交易制度 -- 東北北美洲的 Regional Greenhouse Gas Initiative（RGGI）把他們可支配收入的百分之 80 用在補助百姓建築節能和裝置太陽能上，這種做法也使他們每一塊錢的投資可以達成三到四塊錢之高的節能減碳效益<sup>5</sup>。除了美國之外，德國也每年提供 10 億歐元補助他們的百姓從事潛力大、成本效益高的建築物節能投資<sup>6</sup>。以上提到的這些措施和它們經營的量化數據請參考輔助資料。

這些實例都在在的顯示能源效率不只是一個國家追求未來能源政策最優化（不只是因應福島核災對核能的衝擊）的最優先願景，而且這願景是可以透過價格政策（籌措財源）和高成本效益能源效率措施（投資）的策略性結合來有效落實的。這種策略性結合的重要性對我們國家這種極度缺乏自產能源，又是孤立型海能源系統的國家來說，其關鍵性就更是不可言喻了。

## 輔助資料

(1) Kushler et al<sup>7</sup> 的資料中顯示美國各推行 Utility Efficiency Program 比較積極而且成功的州大約每年花總電費收入的百分之 1.5 到 3.5 (也就是用漲價百分之 1.5 到 3.5 來籌措這筆經營的經費)，達成每年百分之 0.7 到 1.8 的節電效果。如果換算到我國的情況，台電一年的售電營收大約是三千多億，再加上 IPP 總共大約是五千億上下，五千億的百分之 1.5 到 3.5 是 75 到 165 億。

在成果方面，由於每年達成的節電率是會以幾何級數累積的，所以百分之 0.7 到 1.8 一年的平均節電率做 10 年到那一年的總節電量 (compared to 不做 Utility Efficiency Programs) 就是 0.993 和 0.982 的十次方，也就是說十年後 (2021 年) 總節電量是百分之 6.8 (每年 0.7 %) 跟百分之 16.6 (每年 1.8 %)。

另外在 York and Kushler<sup>8</sup> 的報告裡有一個 table (table 2) 有 show 這些 Utility Efficiency Programs 的 per capita spending。大約是從每人美金 10 元到 22 元。換算到我國的話大約是台幣 70 億到 150 億。跟上一段的 estimate 差不多。

以上是「太平盛世」的 utility Efficiency Program 的經營狀況與成果，假如我們要很 aggressive 的去大力推可以做到哪裡。根據 Kushler<sup>4</sup> 的資料美國加州在 2000/2001 年因為電力不足發生停電狀況，州政府緊急的把 Utility Efficiency Program 的經費調高了三倍到每年 9 億美元。這做法在當年那一年就減了百分之 10 的尖峰需求和百分之 6.7 的電力耗用，從此就再沒有停電了。

(2) 針對福島因應這個議題，其實是「削減尖峰」比節電更重要，因為尖峰是設計總裝置容量的依據，尖峰低需要的裝置容量和電廠數就可以減下來。以上加州的 case 是一個 example，根據我十幾年以前在能源所時看過的資料，如果 (參考上節資料) 花總電費的百分之 3.5 可以節電百分之 1.8，那麼可以削減尖峰的量應該可以到百分之 2.2 到 2.5 (每年)。這些作為真正的威力是來自它們的幾何級數累積，每年百分之 2 看起來沒什麼，十年下來就是百分之 18 點幾。不但如此，每年花總電費的百分之 3，節約了百分之 2 的用電量，看起來沒什麼。但是十年後經幾何級數的累積，當年節電量會達到 business-as-usual 的百分之 18 點幾的時候，花的錢還是百分之 3，成果就很明顯的很大了。

(3) 當然我們可以推動的節電措施絕不只 Utility Efficiency Program 一個。在 Kushler<sup>4</sup> 的報告裡的 page 12 和 13 有顯示整體能源效率 programs 使得加州在 1976 到 2000 這 25 年裡，雖然經濟大幅成長，但是能源消耗幾乎是持平的。在分析這整體能源效率政策，除了 Utility Efficiency Program (佔達成成果的大約一

半) 之外, 還有建築能源標準 (大約百分之 20) 和設備能耗標準 (大約百分之 30) 也扮演了重要的角色。因此我國將來要推的能源效率政策除了向 Utility Efficiency Program 這類的誘因措施之外, 還有很多法規和措施值得用創意去設計。

(5) 從以上的資料看來, 不要說能源價格調高百分之 20 了, 就是提高百分之 10 用來做能源效率的提升都應該已經是綽綽有餘了。如果真的這樣做的話, 我們國家的 NAMAs 減量目標是可以達到的。

## 資料來源

1. International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2009, Part B*, page 211  
<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/weo2009.pdf>

2. Krause, F. and Eto, J., *Least Cost Utility Planning Handbook for Public Utility Commissioners, Volume 2, the Demand Side: Conceptual and Methodological Issues*, National Association of Regulatory Utility Commissioners, December 1988

3. Cowart, R. “Carbon Caps and Efficiency Resources: How Climate Legislation Can Mobilize Efficiency and Lower the Cost of GHG Reduction”, Testimony given by American Council on an Energy Efficient Economy (ACEEE) at the Select Committee on Energy Independence and Global Warming. U. S. House of Representatives Hearing on Efficiency and Climate Policy, May 8, 2008, pp. 7 – 10  
<http://globalwarming.house.gov/tools/2q08materials/files/0024.pdf>

4. Kushler, M. *Energy Efficiency as a Utility System Resource*, June 6, 2006  
[http://www.dleg.state.mi.us/mpsc/electric/capacity/energyplan/energyeff/kushlerjun6\\_2006.pdf](http://www.dleg.state.mi.us/mpsc/electric/capacity/energyplan/energyeff/kushlerjun6_2006.pdf)

5. Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI), *Investment of Proceeds from RGGI CO<sub>2</sub> Allowances: Benefits of RGGI-funded Programs*,  
[http://www.rggi.org/docs/Investment\\_of\\_RGGI\\_Allowance\\_Proceeds.pdf](http://www.rggi.org/docs/Investment_of_RGGI_Allowance_Proceeds.pdf)

6. 時紅秀, 歐盟的節能減排戰略, *節能與環保月刊* (中華人民共和國刊物), 2009 年 06 期

7. Kushler, M. et al, *Meeting Aggressive New State Goals for Utility Sector Energy Efficiency: Examining Key Factors Associated with High Savings*, March 2009

(<http://www.ctsavesenergy.org/files/ACEEE%20Report%20On%20Agressive%20State%20Programs.pdf>)

8. York, D. and Kushler, M. *A Nationwide Assessment of Utility Sector Energy Efficiency Spending, Savings and Integration with Utility System Resource Acquisition*, 2006

<http://www.aceee.org/proceedings-paper/ss06/panel08/paper29>