

我國能源政策與產業發展

梁啟源 董事長
陳文婷 輔佐研究員
塗千慧 輔佐研究員
中華經濟研究院

為因應全球氣候變遷，聯合國氣候變遷會議 (COP 21) 已於今年 11 月 30 日在法國巴黎揭開序幕，巴黎氣候會議目的在達成新的全球氣候變遷協定，各國將提出降低溫室氣體排放的承諾，以期減緩氣候變遷的影響。本文旨在探討 2008 年後我國因應氣候變遷及福島核災之後的能源政策轉變，並指出其對我國產業發展的影響。

一、我國能源政策

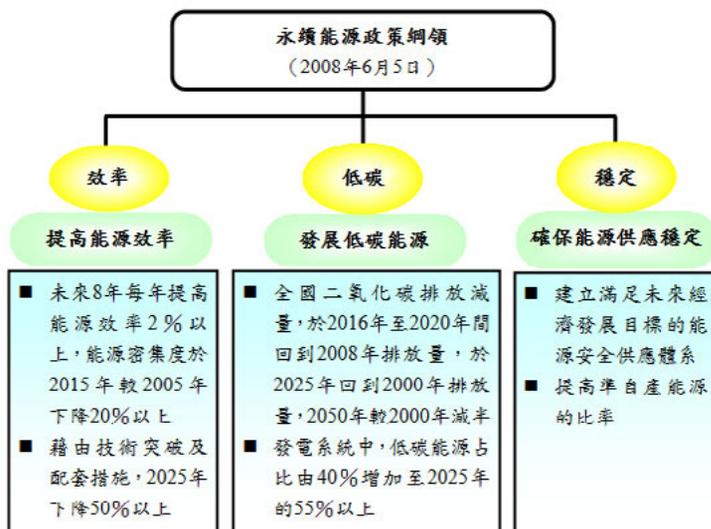
為減緩地球暖化，追求永續發展，並因應 2004 年京都議定書生效之後，國際的節能減碳趨勢，政府於 2008 年 6 月 5 日宣布《永續能源

政策綱領》，主要在達到提高能源效率、發展潔淨能源及確保能源安全三目標（參考圖一）。

其中「國家節能減碳總計畫」所規劃的節能目標及減碳目標分別為：

1. 全國二氧化碳排放量於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量（現改為 2020 年回 2005 年排放水準）；2025 年排放量回到 2000 年；2050 年排放量比 2000 年減半。
2. 未來 8 年每年能源效率要提高 2% 以上，並於 2015 年要較 2005 年能源密集度下降 20%。

而我們又該如何達到以上的目標呢？其一，我們的發電需多採用低碳的能源，換言之，在我們的發電的系統裡，低碳能源（包括



資料來源：本研究整理。

圖一、永續能源政策綱領



再生能源、天然氣及核能)要從目前的 40% 提高到 55%；其二，必須提升能源效率，由過去每年提高 1% 的實績，提升兩倍至 2%。能源效率的指標為能源密集度，亦即生產每單位 GDP 所需投入的能源數量。能源密集度愈低能源效率愈高。在確保能源安全方面，能源來源應多元化，安全存量應確保，並提高準自產能源（包括核能等）的比率。

二、新能源政策

因應福島核災，政府在 2011 年 11 月 3 日宣佈新能源政策，以「穩健減核」方法走向「非核家園」的目標。主要在汲取日本及德國經驗避免採取「立即廢核」或「快速減核」所造成的電價上漲、缺電以及溫室氣體減量目標落空的衝擊。

馬英九總統於 2011 年 11 月 3 日宣布的「新」能源政策，包括下列三主軸：

1. 「穩健減核」

- (1)既有核電廠不延役。
- (2)核四廠確保安全無虞才運轉。
- (3)2016年以前核四若穩定商轉，核一廠將提前除役。
- (4)採穩健減核應在下列三項前提下進行：電價合理化、不缺電、達成減碳承諾。

2. 打造綠能低碳環境

開源方面包括：

- (1)推動「千架海陸風力機」計畫及「陽光屋頂百萬座」計畫；各類再生能源於2030年裝置容量達12,500百萬瓩，發電量約356億度，相當於890萬家戶年用電量。
- (2)促進天然氣使用最大化。
- (3)研發新能源科技。
- (4)開放新一波的燃氣民營電廠 (IPP)。

節能方面包括：

- (1)建構有利節能減碳的市場機能及法則。
- (2)例如：落實能源價格合理化、推動能源稅及溫室氣體減量法。

3. 確保核能安全

- (1)政府將邀請國內外專家、世界核能發電協會 (WANO)及公正的國際原子能管制機構，參與原子能委員會對核四廠核安測試的評估視察。
- (2)所有核電廠將建立斷然處置的標準作業程序，一旦不幸發生爐心融解時，斷然放棄核電廠以控制核災損失。
- (3)行政院亦將成立核能安全督導機制。

惟行政院已於 103 年 4 月 28 日宣布核四安全測試通過後將暫時封存，以後再交由全民公投決定去留。若既有三座核電廠照既定時程於 2018 ~ 2025 年如期除役，而核四公投後無法啟用，則 2025 年我國即將步入零核。

三、國家自定預期貢獻 (INDC)

2015 年 9 月 17 日行政院會已通過將提送國際的國家自定預期貢獻 (INDC) 計劃目標。我國 INDC 減量目標為 2030 年溫室氣體排放量為 BAU 減量 50%¹：

- 低於2000年排放量²。
- 相當於2005年排放量³再減20%，作為達成「溫室氣體減量及管理法」2050年降至2005年排放量50%以下的階段性目標。

以上BAU（依現況發展趨勢推估）社經條件如下：

1. 經濟成長率⁴：2016~2030年GDP平均成長率假設為3.13%。

年份	2016 ~ 2020 年	2021 ~ 2025 年	2026 ~ 2030 年
GDP 平均年成長率	3.7%	3.0%	2.7%

資料來源：環球透視機構 (Global Insight, GI)。

1 推估 2030 年 BAU 溫室氣體排放量約為 428 百萬公噸，減量 50% 約回到 214 百萬公噸。

2 我國 2000 年溫室氣體排放量為 227 百萬公噸。

3 我國 2005 年溫室氣體排放量為 269 百萬公噸。

4 GDP 成長預測：國家發展委員會提供之環球透視機構 (Global Insight, GI) 未來經濟成長預測。

2. 人口推計⁵：2016~2030年之平均年成長率為-0.04%；推估我國2030年人口數為23,328千人。
3. 能源消費⁶：2016~2030年平均年成長率預估1.8%。
4. 電力消費：2016~2030年平均年成長率預估2.4%。

故模擬推估可得2030年BAU溫室氣體排放量約為428百萬公噸。衡酌社經條件、部門減量潛力、碳匯貢獻⁷等考量因素，並厲行嚴格減碳節能政策、產業結構調整及低碳能源供給組合後：

- 能源消費：2016~2030年平均年成長率預估由1.8%抑低至0.3%。
- 電力消費：2016~2030年平均年成長率預估由2.4%抑低至1.1%。

以各種減碳路徑試算模擬推估可得，2030年我國溫室氣體排放量約可降至240±20百萬公噸。

考量能資源（熱汽電）整合、地熱發電、碳捕存等綠能低碳前瞻技術應用，並參與國際市場機制之境外減量，可擴大我國減量幅度與潛力；再抑低2030年我國溫室氣體排放量，比推估下限220百萬公噸，再減6百萬公噸。

四、2025零核對經濟影響

不同於政府穩健減核的政策，反核團體主張2025年達到零核目標，茲分析其對經濟之影響如下：

1. 對總體經濟影響

台灣目前有三座核電廠共六個機組，總裝置容量為5,144百萬瓦（MW），年發電量41,639百萬度（GWh），分別占台電總裝置容量及總發電量的12%及18.8%。若核四完工運轉可再增加9%

的發電量，約占總發電量27.8%，和福島核災之前（2010年）日本核能占發電量的比率28.6%相近。惟行政院已於2014年4月28日宣布核四安全測試通過後將暫時封存，以後再交由全民公投決定去留。若既有三座核電廠照既定時程於2018~2025年如期除役，且核四公投也沒通過，2025年我國即將步入零核，本文將指出廢核對台灣的影響以供全民參考。

首先，台電根據政府決策已投資核四廠的2,838億元，若政府不予挹注，台電就得破產，全國供電穩定將受挑戰。由政府增資，台灣每一家庭平均要負擔近5萬元。

依靠其他能源，成本更高。以燃燒天然氣取代核四將可以發電200億度，發電成本將增540億元，電價將漲10%，根據台灣動態一般均衡模型加以推估，經濟成長率將因而下降0.13%，消費者物價將漲0.34%，就業人口將減少2萬5千人。若加計燃氣取代核一、二、三廠，電價將漲4成以上。

以再生能源替代核四，因成本高，電價漲幅更大，以太陽光電為例，若替代核四，單計發電成本的增加，將使電價漲18%以上。

廢核同時會發生嚴重缺電問題。假設2013~2026年平均經濟成長3.32%，電力需求年成長為1.89%（低於過去10年的2.9%），2018年備用容量率將由今年預計的15%降至6.6%，這將發生1990年代備用容量率僅4.2~7.4%的停限電夢魘，在1990~1996年間停限電43次，1994年就停限電16次。反核人士認為2000年政府做核四再評估時，台電就說沒核四會缺電，但事實上並沒發生。主要原因是1990~2000台灣電力成長平均達7.95%，由於電廠興建由規劃到完工需時近10年，2000年之後興建的電廠是根據7.95%年均成長率所規劃的。但2000~2012年平均電力成長率僅為2.9%，主要是2000年之後科技泡沫、金融大海嘯及歐債風暴，年平均經濟

5 人口成長預測：國家發展委員會103年8月發布「中華民國人口推計（103至150年）」報告之中推計。

6 能源及電力消費成長統計及預測：經濟部能源局。

7 碳匯係指將二氧化碳或其他溫室氣體自排放單元或大氣中持續分離後，吸收或儲存之樹木、森林、土壤、海洋、地層、設施或場所（「溫室氣體減量及管理法」第三條第一項第七款用詞定義）。



成長率由先前的 6.2% 大幅下跌為 3.8%，加上同期間電力效率提升（年增 0.9%）。因此核四未及時商轉仍沒缺電。

至於未來電力能否維持零成長，同時可避免缺電？由世界各國的經驗來看，長期而言絕不容易。因為經濟要成長，一定要用電，尤其人民生活水準越高，電器用品越多，用電就越多。以「經濟合作發展組織 (OECD)」國家為例，1990～2010 年間，用電年平均長率為 1.8%。日本過去 20 年被稱為「失落的 20 年」，節能減碳也很成功，但用電仍然以每年 1.3% 的幅度成長。開發中國家則因經濟成長率較高，要電力零成長，又要避免缺電更難，以台灣及南韓為例，1990～2010 年電力年均成長率分別達 5.4% 及 8.11%。

尤有甚者，為反映燃料成本下跌，2015 年 4 月 1 日電價將調低 7.4%。根據中經院的試估，電價調低 7.4%，會使我國短期電力需求增加 1.5% 至 2.2%，二氧化碳的排放也將同比例增加。能源局資料也顯示 2007～2014 年我國電力效率年增 1.60% 遠優於 1999～2007 年的 0.34%，除政府對節能減碳政策的重視外，主要是 2008 年、2012 年及 2013 年電價往上調整的影響，現在電價不漲反跌，電力效率將出現反轉。台灣在面臨核四停工封存加上核一、二、三不延役政策下，未來缺電的壓力將因電價下跌而更形嚴峻。

其次，大台北地區面臨的缺電問題，將特別嚴重。協和電廠 2017 年 11 月將除役，若核四不運轉，2021 年淡水河以東的大台北地區將無電廠。其供電缺口，將超過中北輸電幹線之可靠送電能力。若有一個超高壓鐵塔倒塌，大台北地區將會大規模停電。

目前我國二氧化碳排放量約 2.57 億公噸，4 座核電廠可減 4,700 萬公噸二氧化碳（占 18%）；其中，核四可減 1,654 萬公噸（占 6.4%）。若無核能，我國 2020 年回到 2005 年碳排放水準的國際減碳承諾必然跳票。我國對國際減碳承諾

若跳票，將面臨國際貿易制裁。

2. 對產業影響

電價上漲

電價上漲後製造業部門及能源密集產業之利潤率變動分析發現（如表一所示），電價上漲幅度愈高，製造業部門之獲利影響度愈低、利潤率減損率愈高，以電價漲幅 10% 至 40% 且未考慮節能效果時對製造業整體的影響為例，獲利影響度由 4.00% 下降至 3.39%，利潤率減損率則由 4.86% 上升至 19.43%；另由獲利影響度與利潤變動率亦可發現，利潤率愈低以及能源成本支出較高的產業，所受到能源價格上升的影響程度普遍愈大，以紡織成衣及服飾業為例，當電價上漲 40% 以及未考慮節能效果時，獲利影響度僅 1.52%，為細業別中最低的業別，但該業別之利潤率減損率（44.36%）為細業別中受影響程度最高的產業，然而若考慮節能效果，紡織成衣及服飾業的獲利影響度為 1.93%，且利潤率減損率降低為 29.39%，顯示利用節能措施將可使得該產業承受或吸收能源成本變動的能力提高，故能源價格上漲時若廠商能透過調整生產方式、能源結構及其他能源節約行為，將可有效減緩能源成本增加的衝擊。

停、限電

停限電對產業的衝擊尤大於電價上漲。非預期的停電對需一貫作業的產業衝擊尤大，如石化、半導體等。以半導體而言，停電一小時復工時間可能長達兩天，損失無以計算，廠商需有備用電源，甚至自備發電廠。

五、各國因應日本福島事件後之核能發展政策

其他國家又如何面對核能發電？日本福島核災後，在已擁有核電及計畫興建首座核電廠的國家中，政策轉向，放棄核電的國家之中有德國、瑞士及比利時三國，核電政策方向不明或保留彈性則為台灣，但仍有高達 27 國政策不變，詳見表二。

日本在 311 後全面停核，但因替代燃料成本

表一、2012年電價上漲對製造業及能源密集產業所造成的影響（單位：%）

業別	電價上漲 10%				電價上漲 40%			
	獲利影響度		利潤率變動率		獲利影響度		利潤率變動率	
	未考慮能源節約	考慮能源節約	未考慮能源節約	考慮能源節約	未考慮能源節約	考慮能源節約	未考慮能源節約	考慮能源節約
製造業	4.00	4.04	-4.86	-3.96	3.39	3.57	-19.43	-14.90
紡織成衣及服飾業	2.43	2.51	-11.09	-8.15	1.52	1.93	-44.36	-29.39
造紙紙製品及印刷出版業	4.80	4.88	-6.24	-4.75	3.84	4.23	-24.98	-17.39
化學及塑膠業	6.84	6.89	-4.42	-3.72	5.89	6.14	-17.67	-14.11
非金屬礦物製品製造業	5.24	5.55	-9.51	-4.15	3.59	5.17	-38.02	-10.77
基本金屬製造業	3.69	3.76	-6.44	-4.33	2.93	3.25	-25.76	-15.01
電子及電子機械器材業	5.10	5.10	-3.50	-3.41	4.54	4.57	-14.01	-13.54

資料來源：梁啟源（2014）。

表二、各國因應日本福島事件後之核能發展政策

核能發展政策	國家	
擁有核能電廠國家之核能發展政策	政策不變，持續發展核能	阿根廷、保加利亞、巴西、中國大陸、芬蘭、法國、美國、英國、印度、伊朗、韓國、巴基斯坦、斯洛伐克、俄羅斯、烏克蘭、亞美尼亞、加拿大、捷克、匈牙利、墨西哥、荷蘭、羅馬尼亞、瑞典、西班牙、斯洛維尼亞、南非、日本（共 27 國）
	保留彈性或核電政策方向不明	台灣
	政策轉向，明訂廢核時程	德國、瑞士、比利時（同意延役）
計畫興建首座核能電廠國家之核能政策	政策不變，依計畫興建首座核能電廠	孟加拉、白俄羅斯、智利、埃及、以色列、約旦、哈薩克斯坦、北韓、立陶宛、馬來西亞、波蘭、沙烏地阿拉伯、越南、阿拉伯聯合大公國、土耳其（共 15 國）
	政策不變，但興建首座核能電廠計畫延後	印尼、泰國
	政策轉向，放棄興建首座核能電廠計畫	義大利

資料來源：本研究整理。

激增（2013年為3.6兆日圓），住宅及產業電價分別上漲3及4成（其中零核影響約占一半），貿易由2010年順差6.6兆日圓，轉為2013年的逆差11.5兆日圓（零核的影響約占3成），對國際的減碳承諾落空，以至於自民黨政府由廢核改為支持繼續發展。九州川內核電廠於今（2015）年7月為1號機裝填核燃料重新啟動，8月時正

式商轉。另根據日本能源經濟研究所(IEEJ)2015年8月公布的規劃報告，並已經日本政府採用，2030年核能佔電力合理配比为20~22%。

值得注意的是，曾經發生核災的美國（三哩島）及俄國（車諾比）也持續發展核能，最接近日本且為我國主要貿易競爭對手國的韓國，在福島核災後仍持續發展核能的政策不變。



目前韓國核能佔發電比重約 36%，大於台灣的 18%。2027 韓國核電比重將達 27.4%，屆時，台灣核電比重將為 7.6%，若核四不運轉則為 0%。

六、新能源政策對綠能產業發展的影響

1. 我國再生能源發展目標

2025 與 2030 年再生能源累積裝置容量分別為 12,513MW 與 17,250MW，分占電力系統 11.1% 與 14.5%（參考表三）。惟民間版本 2025 年目標規劃之再生能源於電力系統占比為 20%，此目標達成可能性低：

(1) 台灣水力資源有限，且再生能源的裝置最需要空間，臺灣地狹人稠（640人/平方公里），為世界第二（美國為34.2人/平方公里、日本為337人/

平方公里），三分之二的土地是山地，其中有一半是一千多公尺的高山。以風電而言，有風場較佳的200公里的西海岸線已裝設314座風機，但僅佔總裝置容量1%，總發電量0.6%。在夏天用電高峰時，因風小無法供電。若以太陽光電來替代核四，則需1.5萬公頃的土地及屋頂，約佔台北市面積的60%。

- (2) 距離2025年僅十年時間，時間太短。
- (3) 輸配電系統與智慧電網設施無法有效及時配合，易有停電或限電危機。
- (4) 離岸風機有颱風、海床淤泥、環保、航權、海權問題待解。
- (5) 地面型太陽光電為其重點設施，然而若使用農地建置太陽光電設施，會有「與農搶地」問題；

表三、我國再生能源發展目標

年度		累積裝置容量 (MW)						發電量 (億度)					
		2013	2014	2015	2020	2025	2030	2013	2014	2015	2020	2025	2030
風力	陸域	614	637	737	1,200	1,200	1,200	16	15	18	29	29	29
	離岸	0	0	15 (15)	520 (320)	2,000 (1,520)	4,000 (3,000)	0	0	0 (0)	18 (11)	68 (50)	136 (99)
水力		2,081	2,081	2,089	2,100	2,150	2,200	54	43	46	47	48	49
太陽光電		392	615	1,115 (902)	3,615 (2,120)	6,200 (4,100)	8,700 (6,200)	3	6	14 (12)	45 (27)	78 (51)	109 (78)
地熱能		0	0	0	100 (66)	150	200	0	0	0	6 (4)	10	13
生質能		741	741	741	768	813	950	34	34	54	56	59	69
再生能源總量		3,828	4,074	4,697 (4,484)	8,303 (6,574)	12,513 (9,933)	17,250 (13,750)	108	99	132 (127)	201 (170)	292 (244)	405 (334)
再生能源於電力系統占比		9.3%	10.1%	11.6% (11.0%)	18.5% (14.7%)	23.5% (18.7%)	30.7% (24.4%)	5.1%	4.5%	5.9% (5.7%)	8.1% (6.9%)	11.1% (9.0%)	14.5% (12.0%)
再生能源於全國系統占比		7.8%	8.4%	9.6% (9.2%)	15.3% (12.1%)	19.8% (15.7%)	26.0% (20.7%)	4.3%	3.8%	5.0% (4.9%)	7.5% (6.3%)	9.9% (8.3%)	13.3% (11.0%)

註：1. () 括弧數字為 2014 年行政院核定目標值。

2. 電力系統係不包含汽電共生之電力裝置容量；另 2014 年再生能源發電量較 2013 年降低，係因風況較差及水量不足，以致風力發電與水力發電量減少。

資料來源：經濟部能源局。

但若使用污染及地層下陷用地，將形成暴利，並有道德風險 (Moral Hazard) 問題。

2. 再生能源發展與目標規劃

台灣與美、日不含水力發電之再生能源占比未來目標 (12%) 接近 (參考表四)。

3. 增加風機及太陽光電投資金額

2030 年太陽光電總裝置容量達 8,700MW，不含土地成本，設置成本以每千瓦 6.64 萬元

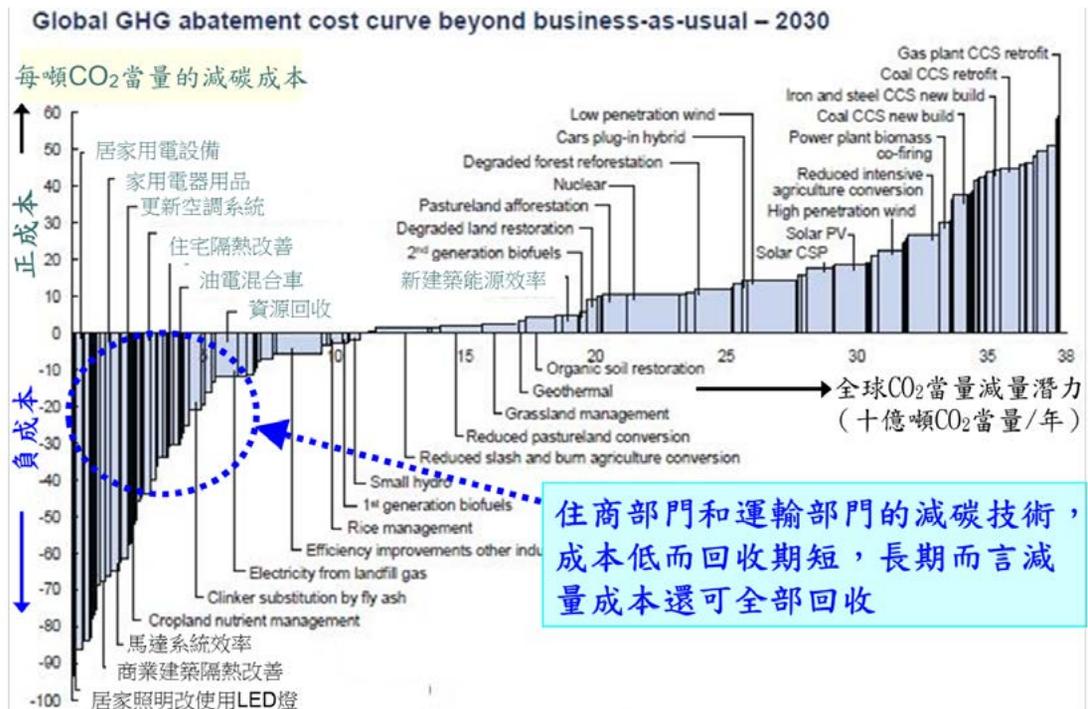
計算，共需約新台幣 5,777 億元的投資，且每年約可提供太陽電池內需市場約 500 MW，占整體太陽光電電池產量 (8,700MW⁸)6%。就風機而言，離岸風場以一座設置成本每千瓦 16.9 萬元計算，800 座風機設置成本共約新台幣 1,352 億元。但離岸風機國內產業鏈不足，大部分需仰賴進口，國內能創造多少附加價值仍待觀察。

表四、美、日、臺再生能源發展與目標規劃

單位：%

國家	現況 (2014)		未來目標 (2030)	
	再生能源占比	不含水力發電之再生能源占比	再生能源占比	不含水力發電之再生能源占比
美國	13.2	7.1	21	12.7
日本	15.3	7.3	22 ~ 24	13.4 ~ 15.4
臺灣	3.8	1.9	14.5	11.7

資料來源：IEA, Energy Balance、經濟部能源局。



資料來源：McKinsey & Company, Inc., 2009

圖二、麥肯錫二氧化碳減量技術成本與潛力評估



4. 輸變電及智慧電網

不含額外的輸變電投資，政府推動智慧型電表基礎建設 (AMI)，預計十年內達到 600 萬戶，總經費高達 1,000 億元。

5. 節能產業

根據麥肯錫研究報告指出，全球至 2030 年為止，二氧化碳減量技術以住商部門成本最低（參考圖二）。而麥肯錫評估之二氧化碳減量技術包括居家照明改善、馬達系統效率改善、資源回收改善、油電混合車改善、住宅隔熱改善、空調系統改善、居家用電設備改善。且節能產品的二氧化碳減量成本尚優於再生能源，因此在國際上履行節能減碳的大趨勢下，也能提供巨大國內、外市場。

七、結論與建議

2008 年之後政府能源政策以節能減碳為主軸，設定短、中、長期減碳目標，後續因應福島

核災的新能源政策，國家自訂預期貢獻 (INDC) 仍不偏離 2008 年 6 月宣布的永續能源政策綱領。在執行績效上七年來每年能源效率提高幅度超過 2% 達 2.6%，並提早一年在 2014 年達到比 2005 年提高 20% 的目標。低碳能源的建置方面則因福島核災之後整個被打亂，民間主張 2025 年全面廢核並以再生能源替代，雖提供國內發展再生能源投資機會，唯電價提高、缺電及減碳目標無法達成，對台灣整體經濟及產業影響鉅大，宜謹慎為之。建議在維持合理電價、不缺電、達成減碳承諾三前提下，推動「穩定減核」應是一個更可行的國家能源政策。

