



考慮溫室效應下國內能源政策新思維

陳依兌^{*a}、陳中獎^b

^a國立臺北護理健康大學健康事業管理系 助理教授

^b南華大學旅遊管理系暨休閒環境管理研究所 教授

摘要

考慮能源持續短缺，溫室效應問題所產生的副作用持續升高之下，如何提出適當能源政策，在維持持續的經濟發展時，能改善溫室氣體排放，改善環境品質，仍然是未來各國追求的目標。本文整理最近五年的能源政策變化，及臺灣過去各種能源發展情形，分析能源結構以及再生能源的消長，探討臺灣能源政策所面臨的挑戰與機會，作為政府參考。本文認為發展再生能源，對臺灣來講，是有必要的，但從先進國家發展再生能源的途徑來分析，發現發展再生能源的策略必須結合產業發展、科技研發等政策，才能成功。

關鍵字：溫室效應、FIT 政策、再生能源、上網電價、電力結構

* 通訊作者：陳依兌

E-mail: yitui@ntunhs.edu.tw





壹、緒論

過去快速的工業發展，不僅消耗過多的天然資源，也產生極大的負面環境衝擊，因而引起一般大眾的注意與關切(Comoner, 1976; Meadows, Meadows, Randers & Behrens, 1972; Schumacher, 1973)。1992 年在巴西舉辦里約地球高峰會(the Rio Earth Summit)，針對溫室效應問題，提出氣候變化綱要公約(Framework Convention on Climate Change)，共有 154 國簽訂。1997 年 12 月在日本京華召開第三次會員國大會(the Conference of the Parties, COP-3)，簽訂京都議定書(Kyoto Protocol)，要求已開發國家(類別一國家, Annex I)的溫室氣體排放量自 1990 年起至 2012 年要減少 5.2%。2005 年二月，京都議定書正式生效，雖然京都議定書在美國刻意干擾，不同意簽約之下，至今為止，也證明京都議定書的目標，已完全落空。但鑒於溫室效應問題一直得不到解決，其副作用有越來越嚴重的趨勢，因此，在後京都議定書時代，在溫室效應的壓力下，全球二氧化碳的減量是必然的趨勢，各國仍然必須提出方案，以便有效抑制二氧化碳的排放量。

近年來歐洲也有許多國家開始嘗試實行課徵碳稅的政策，但由於歐洲各國產業結構不同，因此課徵碳稅的效果成效不一。目前有芬蘭、瑞典、挪威、丹麥及荷蘭等北歐國家率先實施。國外有不少模擬 OECD 國家課徵碳稅的研究結果顯示，長期而言，穩定 CO₂ 排放的率稅將相當高(高達 100 美元/噸碳)，能源稅是以能源及其產品為課稅的稅基，是依其熱值含量來課稅。其目的在於藉由課稅的手段，對不同能源課徵不同的稅率，透過價格機能來改變能源使用結構，亦可間接產生 CO₂ 減量的效果。舉例言之，Annegrete and Bodil(2004)針對挪威實行碳稅後，探討對於挪威二氧化碳減量的政策是否有效，雖然二氧化碳的減量在挪威並沒有一個很明顯的績效，但是二氧化碳在每單位 GDP 的比例有明顯的減少，政策期間降低的幅度為 12%，雖然碳稅僅影響了其中 2%，但是此相對小的效果相對於大量稅金的免除，因此，該文建議各國應實施碳稅制度，以減少 CO₂ 排放。Mahlia(2003)以馬來西亞為例，在 2000 年時，電力生產總量中，天然氣佔了 70%、煤炭 15%、水力發電 10%與煉油 5%，透過對發電廠課徵碳稅，希望在 2020 年將發電中石化燃料的比例能夠下降，並預期降至天然氣 40%、水力發電 30%、煤炭 29%與煉油 1%，同時，其政策亦將所獲得的稅金轉為移植樹木保育上，期望樹林成長數目大幅增加，而馬來西亞的二氧化碳的排放量也能大幅減少。

溫室氣體中以二氧化碳的影響最為龐大，比例高達 95%，二氧化碳的排放量則主要與石化燃料(包含煤炭、石油、(含液化)天然氣等)的使用有關，因此，如何減少能源使用，或降低石化能源的比率以改善能源結構，可能是主要的問題(Chen, 2011)。

能源局 100 年年報(能源局, 2012)所制訂的能源政策中，所提出的具體目標值包含如下：





- (1) 自2008年起未來8年每年提高能源效率2%以上，使能源密集度於2015年較2005年下降20%以上；並藉由技術突破及配套措施，2025年下降50%以上。
- (2) 全國CO₂排放減量，於2020年回到2005年排放量，於2025年回到2000年排放量。
- (3) 發電系統中低碳能源比率由40%增加到2025年的55%以上。

許多論文針對能源政策的有效性提出分析，例如 Yang (2006) 以印度為例，探討能源政策的有效性與在工業生產上為促進能源效率改善的資本投資所產生的影響，並比較印度與中國的能源效率，發現尚留有很大的政策改善空間。Streimikiene and Šivickas (2008) 提出指標架構，比較主要歐盟國家的政策目標與指令，並探討對永續能源發展的影響。本文將檢視國內相關資料及文獻，針對台灣溫室效應的問題，探討政府的能源政策對能源結構與 CO₂ 排放的影響。同時，分析未來臺灣能源政策所面臨的挑戰，並提出策略，作為政策設計者的參考。本文的章節安排如下：第二章節回顧臺灣的能源政策，第三章節探討臺灣的溫室氣體排放，第四章節探討臺灣的能源使用，並與其他國家比較，第五章節比較臺灣與再生能源發展先進國家的再生能源收購政策(FIT policy)並分析臺灣再生能源所面臨的挑戰與機會，第六章節結論。

貳、臺灣的能源政策回顧

依照經濟部能源局 100 年年報的宣示，我國能源政策係以『追求永續發展為目標，兼顧「能源安全」、「環境保護」及「經濟成長」，以創造能源、環境與經濟三贏的核心理念』（能源局，2012，P. 9）。民國八十七年五月召開的「全國能源會議」，主要在檢討我國能源政策與產業政策，並制訂減量目標，以及達成目標的可能策略，以降低京都議定的實施對我國產業及環境問題的衝擊。

台灣是能源極度缺乏的國家，大部分能源仰賴國外進口，以 2011 年為例，臺灣自產能源合計佔能源供給的 2.07%（經濟部能源局，2012），對於能源的穩定供應，理應特別留意，並制訂適當管理機制，加強能源效率的提升，減少能源使用所產生的負面影響。我國能源的供應大都能集中在中東地區或印尼，距離台灣遙遠，中東又多戰火，因此，長途運輸及交易成本相當可觀。且能源供應廠商大都由少數國際財團把持，因此，使得能源供給市場極易形成獨占或寡占，因而影響能源供給及價格穩定。國內自產能源主要是慣常水力發電，天然氣產量，風力發電、太陽光電及太陽熱能等，其餘的諸如化石能源、核能、等皆仰賴國外供給。增加自產能源有助於能源穩定供應，且由於大部分自產能源都屬於再生能源，因此，增加自產能源對於 CO₂ 的減量、環境保護的幫助，會有正面效果。

從最近五年內所發生的有關能源政策事件，列於表 1。其中，最具有後續影





響的政策事件當屬 98 年 7 月 8 日公布實行的「再生能源發展條例」，此條例提出一些獎勵措施，誘引廠商投資再生能源的生產，政府保證以一定價格、一定時間之期，將廠商所生產的再生電力，加以收購。另外，由表 1 中，也可以看出政府的能源政策目標如同能源局 100 年年報的宣示的涵蓋：提高能源效率、發展潔淨能源、確保能源供應穩定等三方面。為了提高提高能源效率，政府針對部分消耗能源產品，例如燈泡、電視機、冰箱、冷氣機等制訂能源效率基準，並對節能產品提出獎勵措施。了發展潔淨能源，政府在「再生能源發展條例」公布之後，馬上於 2011 年透過台電，公布再生能源電能躉購費率。對於太陽能發電系統、風力發電系統等再生能源設備，也提出獎勵措施。至於確保能源供應穩定，由於 2011 年 3 月東日本大地震，造成福島核子事故，不僅引起全球對於核能安全之高度關注，國內反核人士或部分政黨也利用此一事件，大作文章，反對核四續建。考慮這些狀況，政府乃宣示『在確保不限電、維持合理電價、達成國際減碳承諾等三項原則，透過積極實踐節能減碳與穩定電力供應配套措施，創造有利非核條件，以達成「環境基本法」之非核家園願景』（能源局，2012，P. 9）。因此，短期內，國內自產能源的增加，只能依賴再生能源系統的興建。

表 1 最近五年能源政策大事記

96.01.	經濟部能源局公告訂定「緊密型螢光燈管能源效率基準」及「安定器內藏式螢光燈泡能源效率基準」，並自中華民國 99 年 1 月 1 日生效（經授能字第）。
96.03.	經濟部能源局公告綜合電業收購合格汽電共生系統餘電之購電費率，並自 96 年 4 月 1 日起實施（能電字第 09600049440 號）
96.08.	經濟部能源局訂定「第一階段設置離岸式風力發電廠方案」，並自 96 年 9 月 1 日生效。（經能字第 09604604140 號）
96.12.	經濟部能源局訂定「節能標章規費收費標準」，並自 97 年 1 月 1 日起實施。
97.03.	經濟部能源局修正「節能績效保證專案示範推廣補助要點」，並自即日生效。（能技字第 09704008830 號）
97.03.	經濟部能源局訂定「除濕機能源效率基準」，並自中華民國 100 年 3 月 1 日生效。（經授能字第 09720081000 號）。
97.10.	經濟部能源局訂定「購置節能標章產品補助作業要點」，自 97 年 10 月 1 日起生效。（能技字第 09704020980 號）
98.02.	經濟部能源局修正「節能績效保證專案示範推廣補助申請作業須知」，並自 2 月 13 日起生效。（能技字第 09804002550 號）
98.03.	經濟部能源局修正「白熾燈泡耗用能源效率標準」。
98.07.	「再生能源發展條例」於 98 年 7 月 8 日由總統公布實行。
98.08.	經濟部能源局修正公告綜合電業收購合格汽電共生系統餘電購電費率表 1、表 2 有關備註夏月計算起訖期間。（能電字第 09803003010 號）





表 1 最近五年能源政策大事記 (續)

99.01.25	經濟部能源局訂定訂定「中華民國九十九年度再生能源電能躉購費率及其計算公式」，並自即日生效。(經能字第 09904600390 號)
99.04.	經濟部能源局公告綜合電業收購合格汽電共生系統餘電購電費率。
100.07.	經濟部訂定「經濟部一百年第二期太陽光電發電設備競標作業要點」，並自即日生效。(經能字第 10004604240 號)
100.08.	經濟部 100 年第 2 期第 3 階段太陽光電發電設備競標作業，於 8 月 31 日進行開標，其中屋頂型 87 件得標，累計得標容量為 7235.874 瓩；地面型因未符合開標資格，總計共 87 件得標，總得標容量為 7235.874 瓩。
100.09.	經濟部訂定「經濟部一百年第三期太陽光電發電設備競標作業要點」，並自即日生效。(經授能字第 10020093800 號)
100.10.	經濟部 100 年第 3 期第 1 階段太陽光電發電設備競標作業，於 10 月 13 日進行開標，屋頂型 37 件得標，累計得標容量為 2,974.753 瓩；地面型 1 件得標，得標容量為 95.744 瓩。總計共 38 件得標，總得標容量為 3,070.497 瓩。
100.10.	經濟部 100 年第 3 期第 2 階段太陽光電發電設備競標作業，於 10 月 26 日進行開標，屋頂型 13 件得標，累計得標容量為 2,490.872 瓩。
100.11.	經濟部 100 年第 3 期第 3 階段太陽光電發電設備競標作業，於 11 月 3 日進行開標，屋頂型 8 件得標，累計得標容量為 925.75 瓩。
101.02.	經濟部訂定「中華民國 101 度再生能源電能躉購費率及其計算公式」，並自 101 年 1 月 1 日起生效。(再生能源發展條例第九條第一項)。
101.02.	經濟部訂定「經濟部 101 年太陽光電發電設備競標作業要點」，並自即日生效。
101.06.	能源局指出，電價改採三階段緩和漸進方式調整後，對每月用電 330 度以下住宅(約 756 萬戶，佔 67%)及小商家(30 萬戶，佔 33%)，電費維持原價不調整。本次電價合理化，自 101 年 6 月 10 日起，電價先依原公告方案調幅的 40% 進行調整；12 月 10 日再按原公告方案調幅的 40% 調整；最後將評估台電公司提出的改革方案具體成效後，再決定是否調整其餘之 20%。
101.07.	經濟部訂定「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」。

參、臺灣的溫室氣體排放

表 2 乃美國 EIA (Energy Information Administration) 的統計資料，顯示台灣的 CO₂ 排放量在 1990 年為 118 百萬公噸，到 2000 年增為 256.13 百萬公噸，成倍數成長；到了 2010 年，CO₂ 的排放量則達到 305.37 百萬公噸，與京都議定書所制訂的基準年 1990 年相比，則幾乎是 3 倍。表 2 顯示：在 2006 年以前，美國的





CO₂ 排放總量是世界第一，達到 5,914.5 百萬公噸，到 2007 年，就被中國大陸超越。在 2010 年，中國大陸的 CO₂ 排放總量為 8,320.96 百萬公噸，遠高於美國的 5,610.1 百萬公噸，高出 48%。

表 2 部分國家的歷年 CO₂ 排放量（單位：百萬公噸）

	United States	China	Hong Kong	Japan	Korea, South	Singapore	Taiwan
1990	5040.591	2269.709	40.05502	1046.983	242.1318	57.73271	118.3109
1991	4997.432	2369.252	42.5538	1066.422	269.6744	61.17741	124.3427
1992	5093.611	2449.162	45.13192	1073.473	293.4606	68.11151	131.6594
1993	5188.451	2626.645	48.21915	1064.343	330.641	75.84987	150.5808
1994	5261.189	2831.547	45.23002	1118.436	351.4244	81.88517	162.1068
1995	5319.785	2861.685	47.37965	1116.245	381.4337	82.96833	182.4286
1996	5505.92	2893.377	48.41484	1134.957	396.9028	98.49233	197.2133
1997	5578.546	3081.745	45.92274	1157.753	426.26	100.2525	209.2204
1998	5616.57	2967.256	51.65576	1113.111	380.7515	104.5415	223.6101
1999	5676.699	2885.722	61.71965	1156.376	423.5814	104.8915	225.1852
2000	5861.324	2849.75	55.71562	1201.429	438.8265	107.6443	256.1269
2001	5753.709	2969.576	60.25155	1193.689	449.9883	111.96	247.8394
2002	5799.041	3464.843	66.01416	1199.945	466.9014	110.2588	273.0205
2003	5850.983	4069.239	70.00348	1249.72	476.6271	112.6612	289.0135
2004	5969.028	5089.78	78.06931	1256.261	485.91	126.3977	285.2082
2005	5991.763	5512.703	80.62217	1241.262	493.8007	133.8518	288.8183
2006	5914.502	5817.144	80.24953	1239.889	484.21	140.1025	297.0776
2007	6015.753	6184.096	84.26029	1254.438	503.0997	146.9415	293.6621
2008	5835.378	6721.434	79.05293	1215.484	521.7701	156.4282	290.4037
2009	5427.065	7204.885	87.04009	1104.603	531.0719	153.2132	278.9574
2010	5610.108	8320.963	83.77519	1164.466	578.9733	172.1883	305.3792

資料來源：EIA, Energy Information Administration (2013).

<http://www.eia.gov/countries/>

能源局 100 年年報（能源局，2012）所制訂的的具體目標中，要求全國 CO₂ 排放減量，於 2020 年回到 2005 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。我國 2005 年的 CO₂ 排放量為 288.82 百萬公噸，2010 年則是 305.38 百萬公噸，足足成長 5.9%，以目前已知的能源消耗量推論，2012 年的 CO₂ 排放量肯定比 2010 年還高，要在 8 年後的 2020 年回到 2005 年排放量，除非大幅增加再生能源的比率，否則，以此趨勢看，此一能源局所制訂的目標，肯定跳票。





如果考慮每人平均 CO₂ 排放量的話，美國仍然是世界第一，遙遙領先各國。表 3 為我國和其他國家的二氧化碳人均排放量，以 2009 年為例，美國每人平均 CO₂ 排放量是 17.28 公噸，遠遠高於臺灣的 12.09 公噸，南韓的 10.36 公噸。相對的，中國大陸與香港的每人平均 CO₂ 排放量遠低於世界水平，分別只有 5.77 和 5.28 公噸。以歷史軌跡來看，臺灣、中國大陸和南韓成長幅度較大，顯示這三個國家的經濟產業結構改變不大，仍然依賴高耗能產業。美國、日本與香港的每人平均 CO₂ 排放量幾乎沒有成長，但是也沒有多大進步，顯示先進國家的科技進步著重在效率的改進，或成本的降低。相對的，對於環境或綠色科技的表現，減少污染或是降低能源需求的生產技術，似乎並不顯著。表 2 所列舉的國家之中，新加坡的表現，令人擊節稱賞，其每人平均 CO₂ 排放量從 1990 年的 15.41 公噸下降到 2009 年的 6.39 公噸，為原來排放量的 41.46%。在同期間臺灣的每人平均 CO₂ 排放量由 1990 年的 5.88 公噸，到了 2000 年增為 11.58 公噸，幾乎是倍數成長。到了 2006 年，達到歷史高峰，每人平均 CO₂ 排放量為 13.02 公噸，然後，居高不下，2009 年仍然排放 12.09 公噸。假如以日本作為先進國家的代表，臺灣在 1997 年以前每人平均 CO₂ 排放量都低於日本，但在 1997 年，臺灣的每人平均 CO₂ 排放量就增加到 9.75 公噸，超越日本的 9.36 公噸，此後，臺灣的每人平均 CO₂ 排放量就一直高出日本。顯示台灣在過去幾年的經濟表現，似乎依賴太多的耗能產業，產業結構的改善並不令人滿意。考量 CO₂ 排放減量除了改善能源結構之外，另外產業結構的改善，綠色科技的進步，亦是補可獲缺的角色，因此，政府政策必須整合，換句話說，能源政策必須與產業政策、科技政策、與其他的經濟政策合併考慮，CO₂ 減量目標才易達成。

表 3 部分國家的歷年個人 CO₂ 排放量（單位：公噸／人年）

	China	Hong Kong	Japan	Korea, South	Singapore	United States	Taiwan
1990	2.17	4.85	8.86	5.76	15.41	19.55	5.88
1991	2.25	5.02	8.88	6.04	15.13	19.25	6.12
1992	2.31	5.76	9.04	6.51	15.56	19.01	6.41
1993	2.44	5.95	8.90	7.31	16.49	19.88	7.26
1994	2.57	5.21	9.40	7.74	19.12	19.87	7.75
1995	2.76	5.14	9.44	8.31	13.37	19.67	8.64
1996	2.84	4.56	9.59	8.87	15.07	19.84	9.26
1997	2.82	4.75	9.53	9.36	18.24	20.18	9.75
1998	2.68	6.00	9.17	7.88	14.59	19.75	10.32
1999	2.65	6.47	9.46	8.58	12.70	19.81	10.30
2000	2.70	6.07	9.61	9.52	11.82	20.25	11.58
2001	2.74	5.66	9.46	9.51	10.33	19.66	11.09



表 3 部分國家的歷年個人 CO₂ 排放量 (單位：公噸/人年) (續)

	China	Hong Kong	Japan	Korea, South	Singapore	United States	Taiwan
2002	2.89	5.48	9.55	9.78	10.07	19.65	12.15
2003	3.51	5.95	9.69	9.74	8.42	19.58	12.81
2004	4.08	5.66	9.86	10.05	9.78	19.78	12.59
2005	4.44	5.95	9.69	9.62	11.59	19.72	12.71
2006	4.89	5.62	9.64	9.73	10.66	19.23	13.02
2007	5.15	5.77	9.79	10.20	7.69	19.35	12.81
2008	5.31	5.53	9.46	10.38	6.48	18.60	12.63
2009	5.77	5.28	8.63	10.36	6.39	17.28	12.09

資料來源：The World Bank (2013), Databank.

<http://www.worldbank.org/>

肆、臺灣的能源使用情形

至今為止，能源仍然是促進經濟、社會發展的主要因素，而能源供應主要依賴石化燃料的使用。表 4 指出：以 2011 年為例，國內能源消費總量為 111,918 10³ KLOE，其中，煤及煤產品消費 9,372.7 10³ KLOE，佔總消費量的 8.37%，石油產品消費 42,775.6 10³ KLOE，佔總消費量的 38.22%，天然氣消費 2,330.3 10³ KLOE，佔總消費量的 3.06%，生質能及廢棄物消費 157.8 10³ KLOE，佔總消費量的 0.17%，電力消費 53,343.8 10³ KLOE，佔總消費量的 49.79%，太陽熱能及熱能共消費 268 10³ KLOE，佔總消費量的 0.39%。而電力生產中使用化石能源發電的比率佔 79.73%，因此，化石能源的消費量佔總能源消費量的 89.65%。顯示臺灣仍然極度仰賴化石能源作為經濟發展的來源，在此情況下，CO₂ 的排放可能仍然居高不下。

以能源消費的發展趨勢看，臺灣的能源結構似乎沒有改善跡象，與以往一樣，仍然依賴化石能的供應。煤及煤產品消費從 1991 年的 4,692.5 10³ KLOE，上升到 2011 年的 9,372.7 10³ KLOE，石油產品消費從 1991 年的 23,179 10³ KLOE，上升到 2011 年的 42,775.6 10³ KLOE，天然氣消費從 1991 年的 1,919.9 10³ KLOE，上升到 2011 年的 2,330.3 10³ KLOE，生質能及廢棄物消費從 1997 年的 103.5 10³ KLOE，上升到 2011 年的 157.8 10³ KLOE，電力消費從 1991 年的 23,431.5 10³ KLOE，上升到 2011 年的 53,343.8 10³ KLOE，太陽熱能及熱能共消費從 2000 年的 80 10³ KLOE，上升到 2011 年的 268 10³ KLOE。雖然太陽熱能及熱能的消



費成長遠高於化石能源，但是其比率仍然過低，對於 CO₂ 排放減量的貢獻仍然有限。

表4 歷年國內能源消費表 Unit : 10³ KLOE

年別	合計	煤及煤產品	石油產品	天然氣	生質能及廢棄物	電力	太陽熱能	熱能
1991	53,247.7	4,692.5	23,179.0	1,919.9	-	23,431.5	24.9	-
1992	55,847.7	4,824.3	24,752.9	2,036.7	-	24,201.8	32.0	-
1993	59,029.1	4,875.9	25,927.8	2,075.7	-	26,111.0	38.7	-
1994	62,737.3	4,953.6	27,654.9	2,256.6	-	27,825.7	46.5	-
1995	66,036.6	4,811.4	29,110.6	2,429.4	-	29,630.5	54.6	-
1996	69,081.2	4,950.0	30,230.7	2,501.2	-	31,338.9	60.4	-
1997	72,199.9	5,504.9	30,456.2	2,464.8	103.5	33,604.5	66.0	-
1998	76,323.4	5,781.6	31,524.5	2,506.1	111.6	36,329.5	70.1	-
1999	79,981.9	5,522.5	33,340.2	2,349.7	109.6	38,586.7	73.2	-
2000	86,204.5	6,287.3	34,815.9	2,379.5	111.1	42,530.8	77.3	2.7
2001	90,906.1	6,559.1	38,942.7	2,275.5	107.2	42,915.8	81.1	24.7
2002	94,992.3	7,222.1	39,905.9	2,348.3	164.4	45,239.1	84.3	28.2
2003	98,704.1	7,363.3	41,707.2	2,190.0	180.1	47,141.8	87.9	33.8
2004	102,792.4	7,362.2	43,588.4	2,323.8	165.4	49,225.8	92.7	34.1
2005	104,858.3	7,191.4	43,597.5	2,319.1	164.9	51,370.6	97.5	117.3
2006	107,050.4	7,690.3	43,259.9	2,330.3	157.8	53,343.8	102.4	165.9
2007	112,262.4	8,493.5	46,279.9	2,433.4	197.1	54,546.3	105.5	206.8
2008	109,064.8	8,096.0	43,985.5	2,505.2	210.8	53,994.8	109.5	162.9
2009	106,768.0	7,476.8	44,874.8	2,508.0	172.8	51,326.6	113.2	295.8
2010	113,385.8	8,777.8	46,253.3	2,976.3	203.1	54,714.3	114.3	346.8
2011	111,918.4	9,372.7	42,775.6	3,421.6	187.8	55,725.4	113.2	322.0

資料來源：能源局(2012)

另外，能源局所制訂的能源目標值中，希望能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上；並藉由技術突破及配套措施，2025 年下降 50% 以上。從表 5 可以看出，日本最佳，2011 年每單位美金只耗用 4,553.9 BTU 的能源，中國大陸最高，耗用 26,130.82 BTU 的能源，約為日本的 5.7 倍，顯示中國大陸的能源使用效率遠低於先進社會。臺灣在 2010 年的能源密集度為 10,798.85 BTU/US\$，同期日本只有 4,751.8 BTU/US\$，約為日本的 2.27 倍，顯示臺灣在能源效率上的提升，還有許多改善空間。臺灣的能源密集度從 1990 年的 12,119.31 BTU/US\$ 持





續震盪，到 2003 年增加到最高峰，達到 12,963.11 BTU/US\$，然後緩緩下降。從 2003 年到 2010 年平均每年下降比率為 2.09%。臺灣在 2005 年的能源密集度為 12,137.78 BTU/US\$，政府希望能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上，亦即 2015 年的能源密集度必須低於 9,710.22 BTU/US\$，假如已過去每年下降比率 2.09% 為基準，則在 2015 年臺灣的能源密集度會降到 9,452 BTU/US\$，非常接近目標值。

表 5 部分國家歷年能源密集度（單位：BTU/US\$）

	United States	China	Hong Kong	Japan	Korea, South	Singapore	Taiwan
1990	10,524.99	49,462.27	5,123.49	4,948.06	10,219.03	16,196.63	12,119.31
1991	10,543.81	47,662.24	4,736.66	4,929.58	10,562.31	16,254.88	11,533.86
1992	10,360.26	43,426.25	5,017.36	4,893.54	11,095.01	17,217.68	11,300.24
1993	10,265.56	38,330.17	4,817.05	4,934.30	11,668.81	15,320.84	10,233.23
1994	10,051.94	38,433.45	4,759.58	5,090.82	11,636.95	16,806.47	11,569.87
1995	10,018.61	35,471.85	4,931.02	5,147.87	11,619.70	15,901.65	11,952.27
1996	9,974.99	33,934.18	5,119.41	5,099.79	11,514.94	16,823.77	12,119.37
1997	9,608.29	33,959.65	4,947.07	5,148.18	11,952.10	16,629.31	12,030.13
1998	9,247.76	32,546.92	5,565.63	5,170.21	12,087.73	17,555.62	12,323.48
1999	8,973.60	29,848.22	6,428.28	5,286.46	11,967.93	16,372.51	12,253.08
2000	8,809.82	28,888.44	5,549.13	5,251.20	11,551.14	15,376.86	12,437.22
2001	8,482.30	27,746.14	5,877.35	5,193.29	11,487.21	16,526.96	12,806.41
2002	8,459.18	28,247.07	6,228.92	5,160.14	11,265.18	15,672.02	12,902.60
2003	8,277.65	28,756.41	6,260.69	5,197.49	11,279.29	15,825.38	12,963.11
2004	8,178.54	29,330.35	6,425.04	5,202.43	11,084.63	16,291.54	12,607.59
2005	7,944.35	30,092.38	6,255.81	5,080.42	11,045.63	16,238.38	12,137.78
2006	7,688.35	29,205.16	5,779.64	4,922.11	10,634.42	15,279.83	11,854.36
2007	7,670.22	27,326.20	5,602.86	4,849.19	10,531.19	15,240.83	11,295.02
2008	7,542.57	26,684.54	5,257.36	4,660.36	10,348.04	16,812.93	11,089.04
2009	7,411.81	27,144.29	6,026.35	4,702.31	10,403.13	19,374.82	11,147.13
2010	7,505.25	26,273.92	5,856.90	4,751.80	10,596.51	19,722.53	10,798.85
2011	7,313.46	26,130.82	NA	4,553.90	10,584.68	NA	NA





伍、臺灣的電力發展

從表 6 可以看出，臺灣發電裝置容量中，以 2011 年為例，再生能源共安裝了 3,372.9 MW，只佔總發電裝置容量 48,750.4 的 6.92%，而化石能源發電的裝置容量卻佔了 82.53%。在此也凸顯政府在改善能源結構中所面臨的困境：一是反核大旗高張，雖然核能發電可以減少 CO₂ 的排放，但由於後續風險太高，導致擁核-反核的爭論，另一則是再生能源的生產成本仍然高於化石能源（請參閱表 9），導致再生能源發電比率，仍然偏低。化石能源發電中，燃煤發電與燃氣發電所佔的比率較高，在 2011 年，兩者的安裝容量分別佔了 36.95% 與 32.54%。燃煤發電的安裝容量從 1991 年的 5,767.0 MW，上升到 2011 年的 18,014.7 MW，在 20 年間，成長 3 倍左右，燃氣發電的安裝容量從 1991 年的 767.1 MW，上升到 2011 年的 15,861.3 MW，則成長了將近 20 倍。燃油發電的安裝容量從 1991 年的 5,379.5 MW，降低到 2011 年的 3,755.5 MW，萎縮幅度達到原來的 69.9%。雖然燃氣發電的安裝容量有減少，但燃煤發電與燃氣發電的高度成長，使得臺灣的發電結構仍然依賴化石能源。相反的，再生能源則從 1991 年的 1,812 MW，上升到 2011 年的 3,372.9 MW，只成長 86%，遠低於化石能源安裝容量的成長率。由於石化燃料是 CO₂ 產生的主要來源，因此，可以預期台灣的 CO₂ 排放改善，在可預見的未來，仍然不樂觀。

表 6 臺灣發電裝置容量表 (unit: MW)

年別	總計	抽蓄水力發電	燃煤發電	燃油發電	燃氣發電	核能發電	再生能源
1991	19,769.6	900.0	5,767.0	5,379.5	767.1	5,144.0	1,812.0
1992	20,803.5	900.0	7,006.7	5,222.9	691.1	5,144.0	1,838.8
1993	21,158.0	1,267.0	7,224.2	5,379.1	691.1	5,144.0	1,452.6
1994	22,833.1	2,068.0	7,308.8	5,323.5	1,241.1	5,144.0	1,747.7
1995	24,066.2	2,602.0	7,564.3	5,719.5	1,241.6	5,144.0	1,794.7
1996	26,247.1	2,602.0	9,448.5	5,914.2	1,241.6	5,144.0	1,896.7
1997	28,489.5	2,602.0	10,140.5	5,275.4	3,497.6	5,144.0	1,829.9
1998	29,647.5	2,602.0	10,160.9	5,646.5	4,079.6	5,144.0	2,014.4
1999	32,646.9	2,602.0	11,715.7	5,969.7	5,040.2	5,144.0	2,175.2
2000	34,772.3	2,602.0	13,492.4	6,266.1	5,005.2	5,144.0	2,262.5
2001	35,531.6	2,602.0	13,659.5	4,553.6	7,129.1	5,144.0	2,443.4
2002	38,095.6	2,602.0	15,448.8	4,650.5	7,729.6	5,144.0	2,520.6
2003	40,105.9	2,602.0	16,141.0	4,565.6	9,120.0	5,144.0	2,533.3
2004	41,957.6	2,602.0	16,436.1	4,578.0	10,633.8	5,144.0	2,563.7
2005	43,162.5	2,602.0	16,906.6	4,740.4	11,162.0	5,144.0	2,607.5
2006	45,049.7	2,602.0	18,235.3	4,548.3	11,780.8	5,144.0	2,739.3



表 6 臺灣發電裝置容量表 (unit: MW) (續)

年別	總計	抽蓄水力發電	燃煤發電	燃油發電	燃氣發電	核能發電	再生能源
2007	45,879.1	2,602.0	17,906.8	4,581.9	12,795.6	5,144.0	2,848.8
2008	46,371.0	2,602.0	17,865.2	4,553.9	13,272.8	5,144.0	2,933.1
2009	47,974.3	2,602.0	17,924.2	4,481.4	14,762.8	5,144.0	3,059.9
2010	48,883.6	2,602.0	18,014.7	4,185.1	15,724.0	5,144.0	3,213.8
2011	48,750.4	2,602.0	18,014.7	3,755.5	15,861.3	5,144.0	3,372.9

資料來源：能源局(2012)

表 7 說明臺灣各種再生能源安裝容量歷年的變動情形，至今為止，慣常水力發電仍然是主要再生能源電力來源，其安裝容量在 2011 年為 2,040.7 MW，佔了總再生能源安裝容量 3,372.9 MW 的 60.5%，其次則是廢棄物能發電與風力發電，分別安裝了 624.4 MW 與 522.7MW，佔總再生能源安裝容量的 18.5% 與 15.5%。雖然慣常水力發電安裝容量較高，但是，與 1991 年的 1,662 MW 相比，其成長率仍然有限。相反的，廢棄物能發電則從 1991 年的 27.4 MW，上升到 2011 年的 624.4 MW，成長 21 倍，但是，廢棄物能發電的安裝容量到了 2007 年的 622.5 MW 之後，就停滯不前，顯示廢棄物能發電的遠景並不看好。風力發電則從 1991 年的 3.3 MW，上升到 2011 年的 522.7 MW，成長 157 倍，太陽光電則從 2000 年的 0.1 MW，上升到 2011 年的 73.7 MW。如果以近五年安裝容量的成長率來看，則太陽光電與風力發電似乎更具前瞻性，可能是臺灣發電市場中的明日之星。

表 7 再生能源安裝容量 (unit: MW)

年別	合計	慣常水力發電	風力發電	太陽光電	生質能發電	廢棄物能發電
1991	1,812.0	1,662.0	3.3	-	119.3	27.4
1992	1,838.8	1,677.0	3.3	-	131.2	27.4
1993	1,452.6	1,309.0	3.3	-	107.1	33.2
1994	1,747.7	1,580.0	0.3	-	120.7	46.7
1995	1,794.7	1,581.0	0.3	-	111.1	102.3
1996	1,896.7	1,686.0	-	-	108.4	102.3
1997	1,829.9	1,686.0	-	-	68.8	75.1
1998	2,014.4	1,820.0	-	-	68.8	125.6
1999	2,175.2	1,820.0	-	-	74.2	281.0
2000	2,262.5	1,820.0	2.6	0.1	85.1	354.7
2001	2,443.4	1,820.0	5.0	0.2	90.6	527.6
2002	2,520.6	1,908.8	8.5	0.3	90.6	512.4



表 7 再生能源安裝容量 (unit: MW) (續)

年別	合計	慣常水力發電	風力發電	太陽光電	生質能發電	廢棄物能發電
2003	2,533.3	1,908.8	8.5	0.5	103.1	512.4
2004	2,563.7	1,909.7	8.5	0.6	103.1	541.8
2005	2,607.5	1,909.7	23.9	1.0	99.1	573.8
2006	2,739.3	1,909.7	102.0	1.4	116.8	609.5
2007	2,848.8	1,921.2	186.0	2.4	116.8	622.5
2008	2,933.1	1,937.9	250.4	5.6	116.8	622.5
2009	3,059.9	1,936.9	374.3	9.5	116.8	622.5
2010	3,213.8	1,977.4	475.9	21.3	116.8	622.5
2011	3,372.9	2,040.7	522.7	73.7	111.3	624.4

資料來源：能源局(2012)

國民生活水準及經濟活動常反映於電力需求指標上，供電不足可以說是國家落後之表徵。鑑於部分西方各國的電業允許民間經營，且開放民間興建發電廠，不僅有助於紓解電力供應吃緊的窘境，且可透過競爭，降低系統發電成本，提高發電效率。因此，1992年電業法通過¹，允許民間經營電廠，顯示臺灣的電力生產業也逐步解除管制，自由化及民營化成為未來電業經營的潮流，但至今為止，僅止於電力生產部分開放，電力輸送與銷售仍然由台電經營。發電業開放政策以來，第一家正式商轉的是台塑的麥寮廠，於1999年6月，正式發電，其後，許多民間業者跟進，但大都是火力發電。由表八可以看出，台電仍然是主要的電力供應者，其安裝容量佔總安裝容量的79%左右。對於配電部分，則仍然由台電統籌經營。火力發電仍然是台電公司發電之主力，表八顯示：台電共有火力發電廠共27所，所採用之燃料包含煤碳、重油及天然氣，其中以燃煤的汽力發電機組為主，以燃天然氣的複循環機組為輔，另有96座燃輕柴油之發電機組，安裝容量為294.65 MW，為因應尖峰負載的供電需求之用。目前核能發電廠共3所，全部由台電擁有。

如表8所示，至2011年年底為止，共有34座火力發電機由民間業者所投資興建，民營火力發電安裝容量達到6,707.1 MW，佔火力發電總安裝量30,424.7MW的22.04%。至於民營再生能源發電安裝容量，至2011年年底為止，

¹現行「電業法」計10章95條，主要重點為(1)全面開放綜合電業、發電業、輸電業及配電業之設立。(2)綜合電業、輸電業及配電業為公用事業，其電價及各種收費率予以管制，以維護民眾權益。發電業歸屬為非公用事業，其電價不予管制。(3)成立「電力調度中心」，負責安全、公平、經濟調度電力，並於經濟部成立「電力調度監督委員會」，負責監督電力調度作業。





已安裝 563.43 MW。佔再生能源發電總安裝量 2,607.9 MW 的 21.6%。

表 8 公民營電廠裝置容量

	台電		民營	
	裝置容量(KW)	座數	裝置容量(KW)	座數
火力發電	23,142,950	234	6,707,100	34
汽力廠	13,600,000	31	2,097,100	5
複循環	9,542,950	103	4,610,000	29
氣渦輪	280,000	4		
柴油發電	294,654	96		
核能發電	5,144,000	6	0	0
抽蓄發電	2,602,000	10	0	0
再生發電	2,044,485	231	563,434	118
慣常水力	1,751,607	70	39,064	7
慣常水力（委託民營）			250,000	5
風力	286,760	161	236,100	106
太陽能	6,118		38,270	

由於自然界中風能、太陽光取之不竭，用之不盡，而且，發電過程不會產生 CO₂，因此，許多學者鼓勵再生能源的開發，世界各國政府也一直提出各種能源政策鼓勵民間企業設置再生能源發電廠，但是，再生能源發電比率仍然不高，遠低於傳統發電，主要的癥結，仍然受制於再生能源發電成本較高之故。表 9 比較各種發電的設備安裝成本與發電成本，太陽光發電不管是在設備成本或是電力生產成本都偏高，平均每安裝一 kwp (kilowatt peak)，要 US\$ 6-10,000，遠高於其他能源。其發電成本為 20-40 美分，大概是其他發電成本的 2-4 倍。因此，如果沒有政策上補貼，在短期內，要代替傳統能源，恐怕不樂觀。風力發電則尚有可為之處，但是，風力發電在運轉過程中，會產生低頻噪音，以及景觀問題，仍會引起居民抗議。所幸，目前科技發展，已經可以將風力發電機裝置在海面上，降低其副作用，此種離岸風力發電雖然技術上可行，但是，發電成本仍然過高，且技術掌握在先進國家，短期內，期望離岸風力發電來代替傳統發電，似乎也有困難。





表 9 各種能源發電成本

能源來源	典型規模	安裝成本： US\$/kwp	電力生產成本： US cents/kwh
太陽光	1-100 kw	6-10,000	20-40
微型透平機 (micro turbines)	30-300 kw	n.a.	n.a.
燃料電池 (fuel cells)	1-200 kw	3-4,000	10-15
風力透平機 (wind turbines)	10 kw-2 mw	1,500-3,000	5-10
生質能	- 10 mw	1,500-1,800	5-10
潮汐發電	1-500kw	n.a.	n.a.
大型發電	500-3000 mw	400-900	n.a.

資料來源：EIA (2013)

陸、臺灣能源政策的挑戰與機會

為了增進再生能源的普及率，且加強能源安全，許多國家諸如德國、日本、西班牙早在1990年代，就開始使用保證電價收購制度(Feed-in Tariff, FIT)，其後，許多國家諸如韓國、泰國等開發中國家也跟進。臺灣經過多年爭議與波折，也開始接受保證電價收購制度，『再生能源發展條例』總算經立院通過，並於2009年7月公布實施，其主要目的在『推廣再生能源利用，增進能源多元化，改善環境品質，帶動相關產業及增進國家永續發展。』。將再生能源定義為太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力、一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源。依照第九條規定：『中央主管機關應邀集相關各部會、學者專家、團體組成委員會，審定再生能源發電設備生產電能之躉購費率及其計算公式，必要時得依行政程序法舉辦聽證會後公告之，每年並應視各類別再生能源發電技術進步、成本變動、目標達成及相關因素，檢討或修正之』。

理論上，電力成本補助的主要目的是要加速其容量安裝容量，產生規模經濟效果，在一定的時間內（通常為20年），政府保證以一定的價格將民間所生產的再生電力收購，併聯到輸配電系統。保證的價格則是經過計算後，使得廠商在此一期間內，可以合理且有效，在售出電力所得之後，足以回收再生能源設置模組成本，運成本，資本成本等。因此，補助費率必須考慮各種發電的發電技術，產方式、發電容量（以kW計算）以及時間地點不同，導致發電成本上的差異。

考慮各種現實因素，政府乃在2011年3月公布再生電力收購價格，如表十所示。其中，太陽能發電收購價格最高，每度電的價格高達NT\$ 7.97到10.32，小型風力發電次之，收購價格為NT\$ 7.36。依照規定，此合約有效期長達二十年，亦即台電必須依簽約價，向再生能源電力生產廠商或個人之簽約戶收購二十年。而





簽約戶必須將所生產的電力上網，透過台電輸配電系統，供應台電用戶。

表10 臺灣再生電力躉購費率（單位：NT\$/KWH）

Solar PV	Range of categorized capacity			
	1-10 KW	10-100 KW	100-500 KW	> 500 KW
	10.3185	9.1799	8.8241	7.9701
Wind (onshore)	1-10 KW		> 10 KW	
	7.3562		2.6138	
Wind (offshore)	5.5626			
Biomass	2.1821			
Geothermal	4.8039			
Hydropower	2.1821			
Waste energy	2.6875			

柒、結論

由於能源（諸如煤炭、石油、天然氣等化石燃料）使用過程往往會產生對環境的負面影響，例如排放黑煙，硫氧化物、氮氧化物等溫室氣體，造成環境品質的惡化。核能發電則會產生核廢料及輻射污染之廢棄物，在處理上產生極大困擾。而再生能源發電的成本，以目前科技水準及經濟環境狀態下，仍然高於傳統電力。Munasinghe(1993)依照各國過去的經濟發展經驗與教訓，建立一套永續發展的架構，此架構中包含經濟、社會及環境等三個面向。因此，國內能源政策除了考慮理想的潔淨能源之外，尚須考慮經濟成本面，如何兼顧經濟(Economy)、能源(Energy)與環境(Environment)以達成永續發展(Sustainable Development)就成為我們所關切的課題。因此，經由以上分析，本文認為國內能源政策仍然必須面臨以下各種挑戰：

(1) 臺灣火力裝置容量比率過高

電力是工業之母，也是為提高現代化生活之重要因素，電力之建設必須領先各項產業。電力之需求乃隨著工業之進步、經濟之發展，以及人民生活水準之提高而急遽增加。由於國內社會經濟情勢變遷、科技進步及人民生活水準提升，加上環境問題已經成為國際上重要的議題，後京都議定書時代的來臨，更凸顯環境問題全球化的趨勢，對於我國電力產業造成極大挑戰。

臺灣的電力生產仍然高度依賴化石能源發電，到了 2011 年年底止，火力發電裝置容量佔總電力安裝容量的 82.53%，其中，燃煤發電裝置容量比率高達 36.95%，等於火力發電裝置容量的 44.78%。李靜秋(2008)針對「非核家園」能源





政策的實施，認為政府雖然強調推動節約能源與開發再生能源，雖然核能發電比率逐年下滑，但是，燃煤發電比重卻逐年增加。顯示「非核家園」能源政策的失敗。從李靜秋(2008)論文發表到今天，又經過五年，顯示國內的能源結構仍然著重在火力發電，並沒有任何改善。由於燃煤發電所產生的 CO₂ 最為驚人，平均每度發電量，依煤炭品質，會產生 900-1000 公克二氧化碳，大約是天然瓦斯的 2-3 倍。如此偏高火力發電比例，所產生的 CO₂ 排放，在全球溫室氣體減量的共識下，可能不利於臺灣的形象，也可能招致國際制裁。

(2) 能源價格與經濟發展

雖然各國強調發展再生能源對減少 CO₂ 排放的幫助，也採取許多可行的措施，鼓勵各國再生能源發展，其中，再生能源電力上網保證收購政策(FIT)，更是被認為最有效果的政策之一(Lipp, 2007; Butler & Neuhoff, 2008; Fouquet & Johansson, 2008)。但是，表 9 所列的各種發電成本顯示，再生能源在目前油價之下的發電成本仍然高於一般火力發電。另外，和田木哲哉(2009)的分析，也發現再生電力成本大約是一般電力的 2-7 倍，依照和田木哲哉的估計，每度電的發電成本，液態天然氣只有 7 日圓，核能為 6 日圓，煤碳 7 日圓，石油 12 日圓，水力 14 日圓，風力 14 日圓，太陽能則高達 40-50 日圓。

梁啟源(2009)，以 1990~2006 年臺灣能源的統計資料，分析國內能源發展概況，發現國內有 CO₂ 排放量持續成長、能源生產力偏低等問題，因而提出建言，建議實施能源稅和碳稅以減少 CO₂ 的排放以及強化能源使用效率。然而，能源的使用，並沒有外部效果存在，課徵能源稅，不僅無法創造「雙重紅利」效果，對於節約能源或 CO₂ 排放的減量，或改善環境品質，效果有限。由於能源需求彈性不高，因此，課徵能源稅，就如同能源價格上漲，只是讓能源消費量稍為減少。國內對於能源稅稅制的探討尚屬起步，要課徵能源稅，不如課徵碳稅。由於各種能源或油品的碳含量高低不同，課徵碳稅，對於 CO₂ 排放的減量，當有實質的效果。郭迺鋒、楊浩彥和溫麗琪(1999)透過模型分析，發現若每公噸碳課徵 250 元的碳稅，實質 GDP 會降低 0.037%。

表 11 比較國內與部分國家的天然氣在家庭用與工業用的價格，在工業用的價格，臺灣就顯得比較高，甚至比工業國家還高。如果課徵能源稅，或是其他有關能源之稅捐，可能會增加臺灣所製造之產品成本，失去國際競爭力。考慮國內能源產業已部分自由化，至今為止，電力生產雖然已經開放民間業者經營，但是，輸配電或電力買賣，仍然只准台電經辦。如果能局部開放民間經營電力販售，考慮在自由競爭市場可以提高生產效率，如此，透過油品及電力市場與產業結構的大幅改變，應可以降低電力生產成本，提供優質電力，增強產業競爭力。



表 11 部分國家的天然氣家庭用與工業用價格
(單位：U.S. Dollars per 10⁷ Kilocalories)

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
臺灣	家庭用	372.5	253.2	278.6	310.3	360.1	385.7	435.7	538.5	NA	NA
	工業用	288.5	271.6	302.1	336.9	387.4	413.8	475.6	648.5	525.6	600.9
日本	家庭用	1,168	1,086	1,194	1,270	1,245	1,238	1,236	NA	NA	NA
	工業用	406.5	357.2	384.8	392.3	401.5	435.5	454	NA	NA	NA
南韓	家庭用	NA	NA	NA	454.3	527.8	641.5	712.6	634	NA	NA
	工業用	NA	NA	NA	341.8	392.3	495.3	550.8	499.5	479.5	610.3
法國	家庭用	402.7	425.6	521.6	544.3	590.5	706.9	785.7	920.4	NA	NA
	工業用	197.1	182.5	241.8	262.2	330.2	412.2	414.1	607.3	438.9	484.4
英國	家庭用	286.5	317.2	351.6	423.3	481.8	643.3	753.7	825.8	NA	NA
	工業用	140.3	146.5	164.6	202.7	298.8	383.5	333	446	323.7	303.3
美國	家庭用	369.1	303.8	365.5	412.8	492.1	528.2	500.7	525.1	NA	NA
	工業用	198.6	154.4	223.8	252	325.2	302	293.8	371.3	202.8	207.4

資料來源：EIA(2013)

(3) 能源使用效率的提升

能源效率改善不僅對電廠的成本減少有直接助益，同時，對環境的衝擊也可以有效的減緩，尤其是火力發電的能源效率改善，對於溫室效應的威脅可以大幅降低，對居民健康的改善，也是重要貢獻。政府為改善國內使用能源之設備及器具之能源效率，乃依「能源管理法」規定訂定國家能源效率標準，以便逐年汰換老舊設備器具外，並防止低效率產品輸入我國。此外，環保局也配合能源標章²的制訂，鼓勵民眾採用高效率省能源產品，例如節能冰箱或電視，給與補貼。目前，國內能源標章產品，已有 39 種產品，共計 378 家品牌、6529 件得到認證 節能標章（全球資訊網，2013）。

政府雖然一再鼓勵節約用電，但是，與其他國家相較，『在節能獎勵與宣導部分，於高效率產品補貼與使用能源器具節能標章仍有努力之空間』（節能標章全球資訊網，2013）。其中的一個可能原因是國內電價與鄰近國家比較，相對的偏低，表 12 顯示，住家用電費率，臺灣大約是日本的 37% 而已，比大陸深圳還便宜 13%，工業用電除了韓國稍微低於臺灣之外，其他國家皆高於臺灣。以現實面來看，國內長期能源價格與鄰近地區或國家比較，仍然偏低。如表 11 所示，

²能源標章認證制度主要在協助並引導消費者優先選用高效率產品藉以，鼓勵廠商研發生產高能源效率產品。



臺灣在家庭用的天然氣價格不僅比先進國家低且與鄰近國家比較，還是低很多。例如與南韓比較，2008 年臺灣的價格是 US\$ 538.5/10⁷ 千卡，南韓則是 US\$ 634/10⁷ 千卡，只有美國的價格與臺灣差不多。由於家庭用的能源主要是天然氣與電力，所享用的價格偏低的結果，使得一般家庭在節約能源或用電的慾望不高，連帶影響廠商改善家用設備的能源效率，使得整體的用電或能源效率不高。

表 12 臺灣的電價與鄰近國家、地區的比較（單位：NT\$/度）

	臺灣	南韓	日本	大陸深圳	香港
住家用電	2.7879	2.8998	7.3409	3.1781	4.1421
工業用電	2.5193	2.3079	4.8729	3.7763	3.2023

資料來源：台電(2013)

(4) 再生能源的發展

依照『再生能源發展條例』第六條規定：『本條例施行之日起二十年內，每二年訂定再生能源推廣目標及各類別所佔比率。』，同時，規定『再生能源發電設備獎勵總量為總裝置容量六百五十萬瓩至一千萬瓩』。從表7可以看出，在2011年再生能源安裝容量總量為3,372.0 MW，如果要達到目標值六百五十萬瓩(=6,500 MW)至一千萬瓩(10,000 MW)，必須再增加裝置容量3,128 MW 到6,628 MW。從表7各種再生能源的發展趨勢，可以看出：慣常水力發電受制於國內水資源逐漸匱乏，增加安裝容量的機會，微乎其微。廢棄物能發電也由於國內垃圾分類相當具有成就，使得垃圾成長受到抑制，許多焚化爐以面臨無垃圾可燒的窘境 (Chen, 2010)，因此，期望增蓋焚化爐或增加廢棄物能發電安裝容量的可能性也淡滅。生質能發電的裝置容量從1990年的119.3 MW 震盪走低到2011年的111.3 MW，主要由於國內作為生質能發電的原料為農產品，成本太高，因此，一直無法成長。展望未來，生質能發電裝置容量似乎也無法大量增加。因此，只剩下風力發電與太陽光電，從最近五年的成長趨勢看，風力發電與太陽光電每年成長約36.2% 和240%，雖然兩者都是位於生命週期的幼稚期或成長期，不考慮未來市場成熟導致的成長率下降，既使以風力發電每年36.2%成長率 和與太陽光電的240%成長率，到了2030年，兩者的裝置容量也只有1,346 MW 和1,152 MW 而已，合起來共2,398 MW，仍然低於裝置容量增加量的目標(3,128 MW 到6,628 MW)。此項計算說明臺灣的再生能源發電設備獎勵總裝置容量到了2030年，仍然無法達成目標。

由於再生能源與能源效率改變對能源安全與暖化效應改善有正面影響，歐盟對再生能源的開發與能源效率的改善，不遺遺力。基本上，國外所使用的策略，大都著重在財務面的支援，透過各種優惠，給予適當的補助。以德國為例，其再生能源的比率在 2011 年，就以達到 20%以上，此外，透過財務的補貼，使得其再生能源產業在國際市場，執牛耳的地位。目前，德國在風力發電技術與設備，





仍然是世界第一。考慮臺灣產業的特性，政府在制訂補貼制度時，必須考慮如何推動臺灣的綠色科技的進步，例如台灣太陽光電產業已有完備的產業鍊，從上游矽晶原料到下游光電系統，都有廠商投入生產。在太陽電池、整套太陽發電系統，臺灣都已有良好的成就，我們可以預言，臺灣的綠色能源科技產業，在世界市場上，將會有一席之地，其發展前途無可限量。臺灣相對於先進社會，我們的獎勵制度大約落後十年以上，因此，如何避免先進國家在政策制訂與實施時的失敗經驗，並參考他人成功案例，臺灣應該再生能源政策應該可以走得更穩更遠。





參考文獻

1. 台電(2012)，我國與鄰近國家電價比較表。取自
http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW_WEBPAGE/TopicSite/Policy_price_electronic/Default.htm.
2. 李靜秋(2008)。對能源政策的建議。《產業雜誌》，民國 97 年 7 月。取自
<http://www.cnfi.org.tw/kmportal/front/bin/ptdetail.phtml?Part=magazine9707-460-3#top>
3. 和田木哲哉(2009)。爆発する太陽電池産業：25 兆円市場の現状と未来。東京：東洋経済新報社。
4. 能源局(2012)。100 年年報，臺北市：經濟部能源局。取自
http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentLink.aspx?menu_id=137
5. 節能標章全球資訊網(2013)。取自 <http://www.energylabel.org.tw/purchasing/product/list.asp> 梁啓源(2009)。因應地球暖化之臺灣能源政策規劃建議。台北：財團法人國家政策研究基金會。
6. 郭迺鋒、楊浩彥、溫麗琪 (1999)。碳稅收入循環利用之雙重紅利效果：台灣多部門 CGE 實證模型。《東吳經濟學術研討會論文集》。
7. Annegrete, B & Bodil, M, L. (2004). Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work? *Energy Policy*, 32, 492-505.
8. Butler, L., Neuhoff, K. (2008). Comparison of feed-in tariff, quota and auction mechanisms to support wind power development. *Renewable Energy*, 33, 1854-1867.
9. Chen, C.-C. (2010). A performance evaluation of MSW management practice in Taiwan. *Resources, Conservation & Recycling*, 54, 1353-1361.
10. Chen, C.-C. (2011). An analytical framework for energy policy evaluation. *Renewable Energy*, 36, 2694-2702.
11. Commoner, B. (1976). *The poverty of power: energy and the economic crisis*. New York: Knopf.
12. EIA (2013). 取自
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/assumption/pdf/renewable.pdf>
13. Fouquet, D. & Johansson, T.B. (2008). European renewable energy policy at crossroads: focus on electricity support mechanisms. *Energy Policy*, 36(11), 4079-4092.
14. Lipp, J. (2007). Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. *Energy Policy*, 35(11), 5481-5495.
15. Mahlia., T.M.I. (2003). CO₂ taxation on electricity generation for tree replanting in Malaysia. *Energy Conversion and Management*, 44, 723-730.





16. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., & Behrens, W.R., III (1972). *The limits to growth*. New York: Universe.
17. Munasinghe, M. (1993). *Environmental Economics and sustainable development*. Washington, D.C.: World Bank.
18. Schumacher, E.F. (1973). *Small is beautiful*. New York: Colophon Books.
19. Streimikiene, D. & Šivickas, G. (2008). The EU sustainable energy policy indicators framework. *Environment International*, 34, 1227–1240.
20. Yang, M. (2006). Energy efficiency policy impact in India: case study of investment in industrial energy efficiency. *Energy Policy*, 34, 3104–3114.





An innovative strategy for Taiwan's energy policy in the challenge of warming effect

Yi-Tui Chen^{*a}, Chung-Chiang Chen^b

^aAssistant Professor, Department of Health Care Management, National Taipei
University of Nursing and Health Sciences

^b Professor, Graduate Institute of Leisure Environment Management, Nanhua
University

ABSTRACT

Considering the continual shortage supply of energy and the aggressively serious problem of warming effect, many countries attempts to set up their energy policies aiming at the integration of economics development and the improvement in warming gas emissions. The purpose of this paper is to examine the challenge and opportunities for Taiwan's energy policy by reviewing the major events in association with Taiwan's energy policy in the past few years, investigating the historical trend of energy consumption and analyzing the energy structure as well as the growth of renewable energy. This article suggests that Taiwan requires developing and deploying the installation of renewable energy production systems. However, the development strategy should be integrated with industrial development policies and innovation policies.

Keywords: warming effect, FIT policy, renewable energy, FIT tariff, power structure

*E-mail: yitui@ntunhs.edu.tw

