

再生能源是否需要大量補貼

2018.05

核能研究所 洪瑋嶸

所有能源都受到補貼

台灣各種能源使用皆接受補貼，根據 Coady 等(2015)、IEA (2010, 2015)及 UNEP (2008) 研究指出依據補貼的方式，補貼可分為實際上有獲得金援的內部性補貼，及使用能源所引起隱性的外部性成本，這些不良的外部性成本因不易計算，而常不被納入能源生產的成本，也可視為對這些能源生產者的補貼。而根據我國國情，台灣能源的補貼範疇包括(1)電價及燃料價格補貼，(2)再生能源補貼，(3)能源技術研發與發展，(4)碳排放成本，(5)綜合外部成本，其中(1)-(3)屬內部性補貼，(4)-(5)屬外部性補貼。因為2008年面臨石油枯竭危機，全球能源價格飆漲，再生能源也趁勢竄起，各種形式的能源補貼大幅興起，故本文根據政府、台電及中油的公開統計資訊，計算2008年至2017年間，台灣各能源發電所接受到的直接及間接補貼金額，其中間接補貼主要是因應發電所需燃料價格上漲，政府為抑低發電成本，而對燃料進行補貼之行為，此間接補貼含括在(1)內。此五項補貼範疇詳細內容說明如後。

1. 電價及燃料價格補貼

政府為了穩定物價、照顧民生需求及產業發展，過去常要求中油及台電緩漲或凍漲油價及電價，這種政策性負擔的補貼往往占我國補貼的大宗。過去的研究也指出我國電價偏低，來自不能充分反映其生產成本及外部成本，是一種補貼後的價格(梁啟源，2017)，而我國發電結構以化石燃料為主，所以偏低的電價主要反映在大量補貼化石燃料。

2. 再生能源補貼

再生能源補貼專指收購再生能源電力，補貼之設算方式是根據再生能源躉購制度與平均電價之差額補貼，簡單來說，就是指再生能源發電成本與其他各類化石能源平均成本之差額，換句話說，就算不用再生能源發電，仍需依靠其他較便宜的化石燃料發電(迴避成本)，而這兩者發電成本的差距，即為對再生能源的補貼。

3. 能源技術研發

能源技術研發與發展包括石油基金以及再生能源發展基金，這是政府向能源業者收取一定比率金額當作基金，若有相關探勘或能源發展及研究行為時將可獲得補助，包含獎勵石油、天然氣之探勘開發、技術研究發展以及再生能源示範補助、推廣利用及研發投資。其中再生能源的研發投資補貼，參照能源國家型科技計畫(第一期與第二期)之相關研發投入細項，以對各能源技術的研發金額可更為準確計算。

4. 碳排放成本

各種發電設施的碳排放計算方法，常採用「生命周期評估法」。計算時考慮各種能源材料從原物料開採、提煉、處理、運輸，到使用運轉、維修及除役過程中消耗或產生能量時，所排放的溫室氣體。我國這方面的研究如呂錫民 (2011) 的研究指出燃煤發電、燃油發電、燃氣發電、核能發電、太陽能發電及風力發電的碳排放成本分別為 0.744、0.604、0.372、0.005、0.054、0.005 元/度。但本文為反映台灣目前發電技術效率，所以依據張耀仁等 (2017) 的研究指出，燃煤發電、燃油發電、燃氣發電、核能發電、太陽能發電及其他再生能源發電(以水力發電為代表)之碳排係數分別為 0.82、0.84、0.49、0.005、0.048 及 0.024 公斤 CO₂e/度，再配合 World Bank group (2017) 的研究指出國際上約 3/4 碳交易量的排放價格均在 10 美元/噸 CO₂e 以下，故本文每噸碳排放成本以 300 新台幣/噸 CO₂e 來計算，可計算各發電技術的碳排放外部成本，燃煤發電為 0.246 元/度；燃油發電為 0.252 元/度；燃氣發電為 0.147 元/度；核能發電為 0.002 元/度；風力發電為 0.003 元/度；太陽能發電為 0.014 元/度；其他再生能源發電為 0.007 元/度。

5. 各種發電之其他綜合外部成本

此項是爭議最大，也最難預估的成本，過去針對台灣也有很多不同的研究，依不同涵蓋的範圍及研究方式，而得到差距頗大的不同研究結果。依 European Commission (2003) 的大型跨國計畫-ExternE 指出歐洲各國的發電外部成本(含溫室效應、民眾健康、職業健康、物質損壞)為燃煤 0.8-6 元/度、燃油 1.2-4.4 元/度、燃氣 0.4-1.6 元/度、核能 0.08-0.28 元/度、生質能 0-2 元/度、水力 0-0.4 元/度、太陽光電 0.24 元/度、風力發電 0-0.1 元/度；依林文印等 (2008) 的研究指出，台灣各種能源發電的外部成本分別為核能 0.28 元/度、燃煤 2.6 元/度、燃油 3.82 元/度、燃氣 0.97 元/度、水力 0.08 元/度；而台灣電力公司 (2011) 也曾研析核能發電可能產生之外部成本，其估算涵蓋正常運轉發電、核燃料國內運輸過程、運轉發電意外事故、運輸交通意外事故等輻射對人體健康成本以及經濟損失，則核能發電之外部成本約為 0.00145 元/度；依廖孟儀等 (2016) 之估計燃煤發電對健康影響成本約為 0.062 元/度、燃油發電對健康影響成本約為 0.352 元/度、燃氣發電對健康影響成本約為 0.036 元/度；此外 Yi-Hsuan Shih 等 (2016) 也估計各類發電技術的總外部成本(含健康成本及生命週期的排碳成本)，其中燃煤發電的總外部成本約為 1.81 元/度、燃氣發電的總外部成本約為 0.81 元/度、核能發電的總外部成本約為 0.58 元/度、太陽能發電的總外部成本約為 0.84 元/度、風力發電的總外部成本約為 0.2 元/度；而本文採用張耀仁等 (2017) 的研究(如表 1)，因其整理歐盟在 2008 年跨國計畫下的結果(不含碳排放成本)，包括的能源技術項目及外部成本的可能影響層面都較為完整，其研究成果指出各種發電成本的外部成本(含污染物對人體健康及農作物影響、生物多樣性損失、全球變遷損失)為燃煤 1.907 元/度、燃油 1.678 元/度、燃氣 0.873 元/度、其他再生能源(主要為水力) 0.051 元/度、核能發電 0.053 元/度、太

陽光電 0.427 元/度、風力發電 0.034 元/度。而各項能源從 2008-2017 的補助總成本如表 2。

表 1 本研究各項能源發電補貼之單位成本 (2008-2017)

	單位:元/度	燃煤發電	燃油發電	燃氣發電	核能發電	風力發電	太陽能發電	其他再生能源
內部補貼	電價及燃料價格補貼	0.230 ¹	0.351 ²	0.298	0.230	0.230	0.230	0.230
	再生能源補貼	-	-	-	-	0.400	4.200	-
	能源技術研發	0.008	0.003	0.01	0.008	0.242	0.244	0.004
外部補貼	碳排放成本	0.246	0.252	0.147	0.002	0.003	0.014	0.007
	綜合外部成本	1.907	1.678	0.873	³ 0.053-0.58	0.034	0.427	0.051
總補貼		2.391	2.284	1.328	0.293-0.82	0.909	5.115	0.292

資料來源:張耀仁等 (2017), 我國非核與再生能源政策對環境及經濟之影響初探; European Commission (2008), Cost Assessment for Sustainable Energy System; Yi-Hsuan Shih et al. (2016), Socioeconomic costs of replacing nuclear power with fossil and renewable energy in Taiwan; 國營事業 (中油及台電) 政策性負擔明細 (2008-2017); 能源局 (2008-2017), 石油基金報告書、再生能源發展基金報告書; 行政院國家科學委員會 (2013), 能源國家型科技計畫 (第一期及第二期); 能源局 (2017), 台電統計年報及能源平衡表。

¹ 因電價凍漲或緩漲, 造成台電虧損, 其中虧損的錢視為補貼, 本文照總發電度數, 平均分配到各種發電技術, 故所有的發電技術的補貼程度都一樣是 0.23 元/度。

² 因為燃油及天然氣另有遇到油氣價凍漲或緩漲的情況, 造成中油虧損, 因此可視為對燃料進行補貼, 所以要額外計算, 造成政策性負擔補貼的金額比 0.23 元/度來得高。

³ 因核能綜合外部成本, 不同文獻的差異很大, 故本文採取一個可能的成本範圍來呈現。

表 2 本研究各項能源發電補貼之總成本 (2008-2017)

	單位:億	燃煤發電	燃油發電	燃氣發電	核能發電	風力發電	太陽能發電	其他再生能源
內部補貼	電價及燃料價格補貼	1856.4	264.5	1820.0	752.0	30.0	7.0	188.0
	再生能源補貼	-	-	-	-	52.2	127.8	-
	能源技術研發	66.2	2.3	61.1	26.2	31.6	7.4	3.0
外部補貼	碳排放成本	1985.5	189.9	897.8	4.9	0.4	0.4	5.9
	綜合外部成本	15392.0	1264.5	5331.7	173.3-1896	4.4	13.0	41.7
總補貼		19300.1	1721.1	8110.6	956.4-2679.4	118.6	155.7	239.6

資料來源:張耀仁等 (2017), 我國非核與再生能源政策對環境及經濟之影響初探; European Commission (2008), Cost Assessment for Sustainable Energy System; 國營事業 (中油及台電) 政策性負擔明細 (2008-2017); 能源局 (2008-2017), 石油基金報告書、再生能源發展基金報告書; 行政院國家科學委員會 (2013), 能源國家型科技計畫 (第一期及第二期); 能源局 (2017), 台電統計年報及能源平衡表。

依表 2 所示, 2008-2017 年間, 內部補貼最高的項目是電價及燃料價格補貼, 其中又以補貼燃煤發電 1,856 億元及燃氣發電 1,820 億元最高, 而外部補貼主要是以綜合外部成本為大宗, 尤其以燃煤發電 1 兆 5,392 億元補貼及燃氣發電 5,332 億元最高, 整體補貼還是以綜合外部成本的補貼占所有項目內最大宗, 以總金額來看, 以補貼燃煤發電 1 兆 9,300 億元及燃氣發電 8,110 億元, 遙遙領先其他發電技術, 即使不考慮不易精確估算的外部成本, 僅僅考慮過去已明確被補貼的資料來看, 本文發現因為能源價格凍漲或緩漲, 所形成的電價及燃料價格補貼, 造成中油或台電沒有足夠的利潤甚至虧損, 此補貼金額之高, 遠遠超越其他研究補貼、示範計畫補貼或是再生能源躉購費率的補貼, 其中因為台灣主要的電力來源皆透過石化燃料的使用, 所以電價及燃料價格補貼, 等同於大量補貼於化石燃料, 其補貼總額高於所有再生能源補貼總額的十倍以上, 而低廉的能源價格, 也使得再生能源更加沒有競爭力, 發展緩慢。這種能源價格補貼會影響國營油、電公司合理經營, 造成政府隱藏赤字, 不利節能減碳及社會公平正義等弊端, 故從國家永續發展及人民長期福祉的觀點, 電價補貼的現象宜予削減。因此, 未來進口燃料價格上漲時, 政府應堅守電價調整機制, 來反映成本變動, 而不宜採「凍漲」及「緩漲」作法。

公平性

不過另一方面，因為再生能源發電在台灣的占比太低，只有 5% 左右，所以若只看總補貼金額，有可能低估政府對再生能源的補助力道，在各項能源補貼的公平性方面，亦應同時關注單位發電度數所補貼的金額(如表 1)，才較為合理，以此觀點來看，太陽能是被補貼最多的能源，每度電高達 5 元以上，但若將外部成本也考慮進去，燃煤、燃油每度電也在 2 元以上，燃氣也在每度電 1 元以上，皆高於風力發電，若考慮再生能源技術進步快速，成本快速下滑，未來躉購費率也將逐年下降，而太陽能被補貼的主要項目為再生能源補貼，也就是來自於躉購費率，故太陽能未來每單位發電度數被補貼的價格也會逐漸下降，而化石燃料的外部成本都是以污染為主，並無法隨時間逐步下降，此外，過去再生能源發電量少，所以被補貼的總量相對來說，也並不高，而且所有技術初期發展所需的補貼單價都會比較高，以促進技術的快速進步，所以也無法說再生能源是被大量不公平的補貼。不過若依劉致峻 (2010) 的研究指出，就算未來躉購費率會逐年下降，但為了達成政府據 99 年 8 月所提出的再生能源推廣目標建議(也就是推動我國於 2030 年達成 10,858 MW 之再生能源發電總裝置容量)，每年再生能源發電量會逐步上升，所以再生能源每年補貼的總金額在 2010 年到 2030 年間，也會逐步上升，從 2010 年至 2030 年，政府需為了達成政策目標，在躉購電價上，最高單年度需付 232 億元來躉購再生能源，而平均每年也需付出 132 億元的高額負擔，但此項負擔並非是差額補貼，還須扣除改用化石燃料的平均成本才能算是再生能源的補貼；而依林晉勛及馮君強 (2017) 的研究指出為達政府於 2016 提出的再生能源推廣目標建議 (亦即 2025 年我國再生能源發電總裝置容量要達到 27.42 GW，以太陽光電 (目標 20 GW) 與離岸風力 (目標 3 GW) 為主要發展項目目標)，在 2017-2025 年這段期間，共需花費 2 兆新台幣在躉購再生能源的政策上，平均每年需付高達 2,222 億元的躉購支出；此外再觀察表 2，可發現燃煤發電平均每年的總補貼金額為 1,930 億元；燃油發電平均每年的總補貼金額為 172 億元；燃氣發電平均每年的總補貼金額為 811 億元；綜合以上所述，雖然過去再生能源的補貼總額低於化石燃料發電，並非大量補貼，但未來這些化石燃料發電的補貼總額將介於再生能源的補貼範圍之間，此外再考量再生能源的單位發電度數的高額補貼，可見政府目前及未來確實比較偏好再生能源，給予較好的優惠，不過再生能源仍在發展初期，繼續投資再生能源也會帶動大幅度的產業成長、就業跟稅收增加與提升國家的能源安全，這些也要同時納入考量，才有辦法去衡量公平性問題。

參考文獻

1. 台灣台電及中油公司，政策性負擔明細，決算書（2008-2017），
<https://www.taipower.com.tw/tc/download.aspx?mid=109&cid=94&cchk=6ee66b91-77d6-4df4-933e-8a1c876cce28>。
https://new.cpc.com.tw/about/governance_financialReport.aspx
2. 台灣電力公司（2011），台電核能與火力發電廠外部成本與效益之研究報告。
3. 台灣電力公司，統計年報，
<https://www.taipower.com.tw/upload/43/2017110314203094420.pdf>
4. 行政院國家科學委員會（2013），能源國家型科技計畫第一期總成果手冊（2009-2013）
5. 行政院國家科學委員會（2013），能源國家型科技計畫第二期（2014-2018），預期執行內容與經費配置規劃專案報告，
<http://npl.ly.gov.tw/do/www/FileViewer?id=6135>。
6. 呂錫民（2011），我國未來的能源結構，科學發展，464期，P60 – 65
7. 林文印、張益誠、余泰毅、蔡俊鴻、郭乃文（2008），林口火力電廠減碳計畫初步可行性評估初探，中技社97年度春季環境與能源研討會
8. 林晉勗、馮君強（2017），低碳發電技術對我國新及再生能源發展之策略評估，能源轉型策略發展學術研討會
9. 梁啟源（2017），偏低電價不利國家永續發展，中華經濟研究院
10. 張耀仁、陳中舜、馮君強、張嘉諳（2017），我國非核與再生能源政策對環境及經濟之影響初探，經濟前瞻，172期，P111 – 116
11. 經濟部能源局，石油基金（2008-2018），
https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentLink2.aspx?menu_id=319&sub_menu_id=327。
12. 經濟部能源局，再生能源發展基金（2010-2018），
https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentLink2.aspx?menu_id=319&sub_menu_id=343。
13. 經濟部能源局，能源平衡表，
http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/web_book/WebReports.aspx?book=B_CH&menu_id=145。
14. 廖孟儀、馬鴻文、李孟穎、洪明龍、李沛濠（2016），臺灣火力發電健康衝擊外部成本分析，台灣能源期刊，第三卷，第三期，P277 – 292
15. 劉致峻（2010），我國再生能源躉購之社會成本效益評估，中華民國能源經濟學會
16. Coady, D. P., Parry, I., Sears, L., and Shang, B. (2015), “IMF Working Paper: How large are global energy subsidies?” International Monetary Fund.

17. European Commission (2003), External Cost: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport
18. IEA (2015), World Energy Outlook 2015.
19. IEA, OPEC, World Bank (2010), “The scope of fossil fuel subsidies in 2009 and a roadmap for phasing out fossil fuel subsidies,” Report presented for the G-20 Summit, Seoul, Republic of Korea, 11-12.
20. UNEP (2008), “Reforming Energy Subsidies: Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda,” United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics.
21. World Bank group (2017), State and Trends of Carbon Pricing, World Bank, Ecofys and Vivid Economics.
22. Yi-Hsuan Shih, Nian-Xun Shi, Chao-Heng Tseng, Shu-Yuan Pan, Pen-Chi Chiang (2016), Socioeconomic costs of replacing nuclear power with fossil and renewable energy in Taiwan, Energy; 114, P369- P381.