德國再生能源目標與發展策略簡介

郭春河

核能研究所能源經濟及策略研究中心

2016/10

德國是發展再生能源的典範。根據electrek(2016)的報導，在2016年5月8日星期日當天，由於陽光普照且風力強勁，使得全國太陽能發電系統裝置容量的使用量達到26.11GW，風力則是 20.83GW，再加上生質能的5.14GW與水力發電的2.75GW，再生能源發電量總共54.83GW，佔當時德國的電力需求量57.8GW的94.8%，這使得德國在40年內將其電業由依賴核能和火力發電全面轉向再生能源的計畫有實現的可能。本文介紹德國發展再生能源的現況與相關政策，供讀者參考。

壹、德國再生能源政策目標

德國政府於2010年發布Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply，作為德國於2050年前能源政策的長期規劃。在此報告中，具體宣示溫室氣體減排及再生能源占最終能源消費比例等目標，對於供熱、運輸及建築最終能源消費等均有規範。在溫室氣體減排方面，2050年減量80-95%(以1990年為基準)。在再生能源占最終能源消費比例上，2050年目標為60%。再生能

源發電占比方面，2050年目標為80%，如表一。

表一 德國能源政策目標（含2014實際值）

Target	2014	2020	2030	2040	2050
Greenhouse gas emissions					
Greenhouse gas emissions (base year 1990)	-27.0%	-40%	-55%	-70%	-80 to -95%
Renewable energy					
Share of gross final energy consumption	13.5%	18%	30%	45%	60%
Share of gross electricity consumption	27.4%	35%	50%	65%	80%
Share of heat consumption	12.0%	14%			
Share in transport sector	5.6%				
Efficiency and consumption					
Primary energy consumption (base year 2008)	-8.7%	-20%			-50%
Final energy productivity (2008–2050)	1.6%/year (2008–2014)	2.1%/year (2008–2050)			
Gross electricity consumption (base year 2008)	-4.6%	-10%			-25%
Primary energy consumption in buildings (base year 2008)	-14.8%				-80%
Heat consumption in buildings (base year 2008)	-12.4%	-20%			
Final energy consumption in transport (base year 2005)	1.7%	-10%			-40%

資料來源：Energiewende in Germany,

https://en.wikipedia.org/wiki/Energiewende_in_Germany

依據歐盟指令 2009/28/EC 附件 I 的要求，德國政府於 2010 年 8 月通過可再生能源行動計畫(The Nation Renewable Energy Action Plan)，列出現在及未來再生能源的政策及措施，德國在 2020 年時再生能源占最終能源消費至少須達 18%，依比例計算(參見表二)，再生能源供應量為 35,492 ktoe。

表二 德國再生能源占最終能源消費目標

A) Share of energy from renewable sources in gross final consumption of energy in 2005 (S2005) (%)	5.8 %
B) Target for the share of energy from renewable sources in gross final consumption of energy in 2005 (S2020) (%)	18.0 %
C) Expected total energy consumption in 2020 after adjustment (from Table 1, last line) (ktoe)	197 178
D) Expected amount of energy from renewable sources in accordance with the target 2020 (calculated as B x C) (ktoe) ¹⁰	35 492

資料來源：National action plan for the promotion of renewable energies 2009-2020.

貳、再生能源發展法令與政策

德國政府透過法令與政策鼓勵再生能源發展。在 2000 年 4 月開始實施的再生能源法(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)是發展再生能源的重要基礎。再生能源法明訂輸配電業者對於最近距離的再生能源發電設備有併網的義務，並建立各類「再生能源饋網電價」(Feed-in Tariff, FIT)制度。由於 FIT 明訂供配電公司需在 20 年內無數量上限的保證價格收購，再生能源發電業者在投資之初即可試算投資報酬率，增加業者投資意願。由於設備成本快速降低，為了避免業者盲目投資，EEG 在 2004 年、2008 年及 2012 年修法，調整各項再生能源 FIT 價格，原則上太陽能 FIT 持續下降，生質能、地熱及海上風電則提高 FIT 價格。

在電力部門方面，再生能源法案(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)

是發展再生能源的重要基礎，汽電共生法案 (Kraft-Wärme-Kopplung-Gesetz, KWKG)及排放交易(Emissions Trade)則為EEG的補充，EEG也規範了有關太陽光電的補償及獎勵、電網的建構及發展與儲能技術等。在供熱與製冷方面則有市場促進方案 (Marktanreizprogramm, MAP)及再生能源供熱法案等相關法令。此外，對於增加再生能源在建築物上的使用以及出租建物節能裝潢等也有行政指令規範。在運輸部門方面，特別對於生質燃料的應用有生質燃料永續性條例(Biofuels Sustainability Ordinance)，在發電方面，則有生質能永續性條例(Biomass Power Sustainability Ordinance)加以規範。

參、德國發展再生能源的現況

由前述可知德國政府在再生能源政策及法令上的支持與促進，包含對於提高再生能源於建築方面應用的能效及投資的獎勵等，使得德國再生能源獲得很大的成功，除了在能源供應上占有很大的比例外，在能源相關產業上，如儲能、智能電網、新技術等的發展，也提供良好的基礎。目前德國在再生能源的發展上，主要為重點在離岸及陸域風能的開發、生物能的永續使用、在供熱及制冷上更廣泛的應用、增進再生能源與現有能源供應的整合、電網數量及品質的提升、儲能技術的發展與推廣等。

德國預計在2030年前投入750億歐元以使離岸風力達到25 GW，

由於離岸風力是一種新的技術，投資風險很難估計，相對而言，陸域風力在短中期應該是比較經濟的投資。此外，將投入200億歐元，用以新建2,800公里高壓電網及更新2,900公里舊電網，預計至2016年，電網擴增完成進度將達40%。

德國政府也預期生質能(Biogas與Biomass)未來能在供熱、發電及燃料方面扮演重要的角色，以補足風能及太陽能發電波動時的缺口，由於德國國內的生質能的產能有限，因此藉由租稅減免鼓勵進口。由表三可知，在主要國家中，德國的再生能源的發電配比已達24.27%，遠高於台灣的2.21%。

表三 各國發電配比

	煤炭	石油	天然氣	核能	水力 ^[1]	其他 再生能源 ^[2]	總計 (GWh)
美國	39.47%	0.92%	26.76%	19.14%	6.49%	7.22%	4,339,258
歐盟	26.37%	1.80%	14.34%	27.46%	12.74%	17.29%	3,190,681
德國	45.38%	0.90%	9.92%	15.47%	4.05%	24.27%	627,795
丹麥	34.38%	0.98%	6.51%	0.00%	0.05%	58.08%	32,183
英國	30.10%	0.49%	29.70%	18.81%	2.59%	18.31%	338,925
中國	72.46%	0.17%	2.02%	2.33%	18.74%	4.28%	5,678,945
日本	33.52%	11.19%	40.44%	0.00%	8.35%	6.50%	1,040,676
韓國	42.02%	3.16%	23.68%	28.39%	1.42%	1.33%	550,933
台灣	48.23%	3.29%	27.11%	16.30%	2.86%	2.21%	260,025

資料來源：IEA 資料庫，<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/>，核研所製表

肆、德國發展再生能源發展政策的修正

德國再生能源成長快速主要原因都來自於政府政策的鼓勵及財務的

補助，其中以FIT扮演最重要的角色。FIT固定年限及高於市價無上限收購量，業者可以很容易計算投資利得，在保證收益的情況下，造成再生能源裝機量大量增加，除了增加政府財政負擔外，也增加了電網的負擔。在經過多次討論後，德國政府正式通過再生能源法案的修正案，自2017年起將不再有FIT補貼，而是採取競標的方式透過市場機制決定價格，以減緩再生能源裝機量不正常的增加，並減少政府的財政負擔。依據EEG修正案，未來陸域風力發電新增將限制在2.8GW以下，之後開放每年2.9GW的競標量，太陽能發電方面，則只有750kW以下的小型屋頂系統能獲得FIT補貼，每年規劃開放600MW的競標量。EEG修訂案也明確訂定德國在2025年再生能源占總發電量將達40-45%，2035年再生能源占總發電量將達50-60%，並在2022年全面廢核。

伍、結論

德國再生能源高速發展的代價是政府龐大的財務負擔及民眾負擔高昂的電價，FIT一再修改也影響業者投資的決策。德國北部環境較南部有利再生能源發展，但南部的用電需求較大，北電南送所需的高壓電纜傳輸系統尚在進行中，太陽能與風能間歇性發電的特性，除了仍然需要以火力發電為基載電源外，也需要積極發展儲能系統以調配間歇性的再生能源電力。從德國的發展經驗來看，台灣在發

展再生能源上，除了政策的健全及財務的補貼之外，也需要做好輸配電及儲能的規劃，以利再生能源的發展。

參考文獻

1. National action plan for the promotion of renewable energies 2009-2020
2. BMWi (2011), “The Federal Government’s energy concept of 2010 and the transformation of the energy system of 2011”
3. BMWi (2010), “Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply”
4. Agora Energiewende (2015), “Report on Germany Power System”
5. Energy Trend, “德國通過再生能源法案修正，FIT 補貼將走入歷史”，<http://technews.tw/author/energytrend/>
6. 闕棟鴻(2015)，「德國能源轉型的現況與展望 —發布至 2016 年能源規劃藍圖，持續進行再生能源等各領域之改革」
http://km.twenergy.org.tw/DocumentFree/reference_more?id=119
7. Finadvice (2014). Development and Integration of Renewable Energy: Lessons Learned From Germany
8. 秦安易、曾盟峯(2015)，德國積極發展再生能源之經驗與觀察，
<http://eip.iner.gov.tw/>
9. Electrek (2016), <https://electrek.co/2016/05/09/new-milestone-95-of-german-electricity-provided-by-renewables-on-sunday-at-11-am>

/

10. Energiewende in Germany, https://en.wikipedia.org/wiki/Energiewende_in_Germany