

本月專題

德國能源轉型監督機制探討

黃紹甄¹

摘要

歐洲一向是全球倡導節能減碳的先驅，因此，相較其他國家，歐盟對於發展再生能源採取較主動積極的策略。其中，德國自 2000 年簽屬廢核協議後，極力藉由再生能源取代傳統化石能源，並於 2010 年 9 月訂定德國能源政策行動綱領—「能源概念」(Energy Concept)，設定其溫室氣體減量目標、再生能源發展目標、能源效率提升及住宅與運輸部門節能目標。為確保目標的達成，德國聯邦政府於 2011 年建立德國能源轉型(Energy Transition)政策之未來能源(The Energy of the Future)監督機制，設立獨立專家委員會針對執行成效提出後續改善建言及運用透明公開的方式充分與民眾進行溝通。而我國依據溫室氣體減量及管理法第十條規定，亦需定期檢視行動方案並編寫執行排放管制成果報告及改善計畫。冀藉由研析德國監督機制的運作及成效評估方式，俾利我國借鏡參酌。

一、德國能源政策背景

(一)能源政策轉型之緣由

在 1982 年由德國科學家 Florentin Krause 首先提出了能源轉型(Energy Transition) 的概念，建議由傳統的煤礦和核電能

¹財團法人台灣綜合研究院 專案副研究員

源轉型到再生能源。從 1970 到 1990 年間，德國新建電廠主要是煤電、核電和天然氣電。但在 1985 年車諾比核電廠事故之後，德國即停止核電廠的擴張，隨後開始積極發展再生能源，而燃煤電廠在 2000 年之後也幾乎完全停止擴張了。

在 2000 年 6 月 14 日德國聯邦政府與 E.ON、RWE、Vattenfall 與 EnBW 等 4 家主要電力公司代表政府和企業於柏林總理府簽署了有關德國廢除核能的協議「Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000」。德國因此成為世界上第一個政府同企業達成協議廢除核能的國家。根據協議，德國境內全部 19 座核電廠瞬時總發電量不得超過 2,620 萬度 (2.62 GWh)。每座核電站平均運行時間為 32 年，到 2021 年基本關閉所有的核電站。協議同時還對如何處理核電站產生的放射性核廢料作出了詳細規定。

德國為了推動廢核與能源轉型政策，2000 年通過再生能源法 (Erneuerbare-Energien-Gesetz /Renewable Energy Act) 該法第一條規定，德國要在 2010 年時，再生能源電力佔總電力消費比率達到 12.5%；也規定再生能源法每四年要重新檢討一次。在 2008 年，再生能源法第二次修正，提出政府努力的目標，要在 2020 年之前將再生能源的發電量提高到所有電力供應的最少 30%。並正式提出了德國能源政策的“3E”目標：「供應安全」(energy security)、「經濟效率」(economic efficiency) 和「環境可持續性」(environmental sustainability)。

在 2010 年 9 月，德國「聯邦經濟能源部 (BMWi)」和「聯邦環境-自然保護-建築與核能安全部 (BMUB)」共同完成的「2050 能源概念計畫」，係以在 2020 年前將溫室氣體排放率較 1990 年減少 40% 為目標，同時決定將再生能源所佔的電力

供應比率提高至 35%。並於 2050 年再生能源占比達到總電力消費 80% 以上，該計畫包含允許境內核反應爐平均服役 32 年並退役的規定，平均再延長 12 年，以使再生能源發展速度達到原設定目標。然而 2011 年 311 日本福島核災後，受到全民反核情緒高漲的影響，德國政府於 2011 年 8 月立法頒布將於 2022 年加速廢核的能源轉型計畫。

(二) 能源政策目標

德國聯邦政府於 2010 年 9 月訂定德國能源政策行動綱領—「能源概念」(Energy Concept)，設定溫室氣體減量目標、再生能源發展目標、能源效率提升及住宅與運輸部門節能目標。

1. 溫室氣體減量目標：以 1990 年為基準，至 2020 年減少 40%，2030 年減少 55%，2040 年減少 70%，至 2050 年則減少 80% 至 95%。
2. 再生能源發展目標：再生能源占最終能源消費比例 2020 年達 18%；2030 年達 30%；2050 年達 60%。再生能源發電占比 2050 年則達 80%。
3. 能源效率提升目標：
 - (1) 初級能源消費(相較 2008 年)：2020 年減少 20%，2050 年減少 50%。
 - (2) 電力消費(相較 2008 年)：2020 年減少 10%，2050 年減少 25%。
 - (3) 能源生產力：2008 年至 2050 年每年上升 2.1%。
 - (4) 運輸部門能源消費(相較於 2008 年)：2020 年減少 10%，於 2050 年減少 40% 且 2030 年電動車達 600 萬輛為目標。

(5)住宅部門能源消費：建築部門能源效率每年提升 1~2%，相較於 2008 年，建築部門供熱需求於 2020 年減少 20%。

二、監督機制運作方式

(一)執行監督機制

1.依據

德國聯邦政府 2011 年 10 月 19 日決議，建立德國能源轉型(Energy Transition)政策之未來能源(The Energy of the Future)監督機制，其運作係依據「能源事業法」第 63 條與「再生能源法」第 65a 條之授權，要求聯邦政府必須就各項措施施行成效訂定具科學基礎之衡量指標，定期審查「能源概念」目標及措施之進展與實際情況，並每年編制年度監督報告(The Monitoring Report)概述執行措施的事實與情況。年度監督報告須於每年 12 月 15 日前由聯邦內閣(Federal Cabinet)核定，並提交給聯邦議院(Bundestag)和聯邦參議院(Bundesrat)。且自 2014 年起每三年完成進度評估報告(Progress Report)，並向國會報告。

2.獨立組織

另成立獨立專家委員會，由 4 位知名能源專家組成，協助由科學角度，針對政府監督報告提供建言，委員會專家成員包括：Andreas Löschel 教授、Georg Erdmann 教授、Frithjof Staib 教授與 Hans-Joachim Ziesing 教授等。政府則依據專家建言，修改監督報告內容，並發布於官網。

3.公民參與

(1)動機

根據 2012 年德國聯邦政府資料顯示，德國聯邦經濟和科技部部長 Philipp Rösler 及聯邦環境、自然保護和核能安全部部長 Peter Altmaier 於 2012 年 7 月邀請公眾就「未來能源」監測過程提出建議和想法。

聯邦政府使用監測程序來監測能源蓋年的實際進展情況，包括其中所載明的目標，以期實現安全、經濟和環境兼顧的能源供應的政策目標。公眾的意見可以在需要時快速微調過程。此過程得到獨立監測專家委員會的支持。

(2) 目的

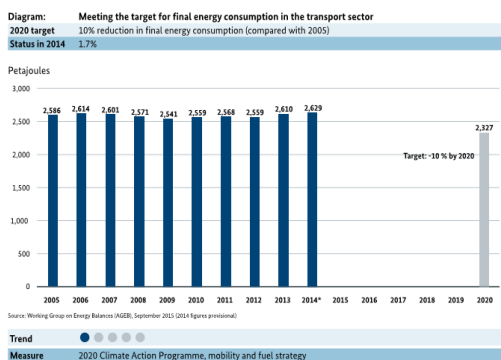
聯邦政府表示監督過程用於告訴大眾能源供應重組的進展，並提供加入監督過程的可能性，這能確實增加對能源改革評估的貢獻，並確保其過程的透明度，以增加大眾對能源政策的接受程度。同時藉由監測過程能在必要時調整能源供應結構的機會，以使得能源改革得到廣泛的支持及共識。

(3) 過程

聯邦網路局(Federal Network Agency)²會將「未來能源」的監測過程的背景資料公布於官網上，公民、公司、協會和所有利益攸關方可在 2012 年 7 月 15 日前向聯邦網路局提出關於監測的意見和建議。聯邦政府在 2012 年底前提交第一份監測報告時將參考這些意見。2012 年 7 月 15 日之後收到的題材將會用於明年度監測報告中參考。

²德國聯邦網路局為德國《能源經濟法》第 54 條第 1 項所指的管制機關 (Regulierungsbehörde)，是隸屬於聯邦經濟及科技部 (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) 的一個獨立機關，負責電信、郵政、電力、天然氣及鐵道等設施之管制任務。該局所管制產業別的共通性，都是必須倚賴管線、網路系統等必要基礎設施 (Essential Facilities) 的傳輸或運送，才能提供商品或服務給消費者，為了特別監督這類產業在管線或網路上開放競爭，在組織上全部歸由該局統一事權，進行專業管制。在能源市場領域，凡是有關能源管線系統管制的三大範疇：管線系統聯通 (Netzzugang)、管線使用費 (Entgeltregulierung) 及事業拆解 (或「事業分割」) (Entflechtung) 之管制，原則上都由該局負責辦理。

指標	現狀	因應措施
<p>2.再生能源占總電力消費之比例 (趨勢指標：5分)</p> <p>Diagram: Meeting the target for renewable energy in gross energy consumption 2020 target: Renewable energy to provide at least 35% of gross electricity consumption Status in 2014: 27.4%</p> <p>Share of gross electricity consumption</p> <p>Trend: ●●●●●</p> <p>Measure: Renewable Energy Sources Act</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2014年再生能源成為能源供應主要來源，占最終能源消費13.5%。電力來源約有27.4%來自再生能源，總計161TWh，其中陸域及離岸風力發電占9.7%，生質能占8.3%，太陽光電占6%。 ➢ 整體而言，德國正積極達成再生能源電力消費之目標，且將持續進行。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2016年6月德國政府正式通過再生能源法的修正案，2025年再生能源發電量需佔總用電量40~45%；2035目標進一步提高到55~60%。 ➢ 2015年修正市場獎勵計畫 ➢ 運輸部門使用生質燃料達10%目標，但仍應注意氣候變遷議題 ➢ 2020年氣候變遷行動計畫：加強鐵路部門減量措施，並應持續支持使用電動汽車，進而減少溫室氣體排放量。
<p>3.能源效率提升目標 3-1..整體面(趨勢指標：3分)</p> <p>Diagram: Meeting the reduction target for primary energy consumption 2020 target: 20% reduction in primary energy consumption (compared with 2008) Status in 2014: -8.7%</p> <p>Petajoules</p> <p>Trend: ●●●●○</p> <p>Measure: National Action Plan on Energy Efficiency</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 以2008年為基準，德國2014年初級能源消費量減少8.7%，略少於所設定目標一半，約為13,132PJ。 ➢ 初級能源消費顯著下降，若不考慮天氣因素，降幅約5%；若考慮天氣因素，降幅約為1.6%。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 未來則將透過「國家能源效率行動計畫」(National Action Plan on Energy Efficiency, NAPE)作為節約能源之動力，以2008年為基準，設定2020年初級能源消費應減少20%。
<p>3-2.建築部門能源消費下降比例 (趨勢指標：3分)</p> <p>Diagram: Meeting the target for heating energy demand 2020 target: 20% reduction in heating energy demand (compared with 2008) Status in 2014: -12.4%</p> <p>Petajoules</p> <p>Trend: ●●●●○</p> <p>Measure: National Action Plan on Energy Efficiency, Buildings Strategy, Climate Action Plan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 建築部門最終能源消費與前一年度相比降少12.4%，主要係因氣溫溫和，以及能源效率提升之緣故。2008年以來，取暖需求共減少約12.3%。 ➢ 若以2008年至2014年趨勢作線性推估，至2020年減少20%能源消費目標可能無法達成。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 依據2020年氣候變遷行動計畫(2020 Climate Action Programme)訂定「建築及住宅友善氣候變遷策略」，成為至2050年建築部門達成氣候變遷目標之方法。 ➢ 修正「節約能源條例」(Energy Saving Ordinance, EnEV)：自2016年起，新型建築能源效率需求平均提高25%。

指標	現狀	因應措施
		➢ 修正市場激勵計畫 (Market Incentive Programme, MAP)：加速裝設更多再生能源熱能設施並提高獎勵，將計畫延伸至商業部門
3-3.運輸部門最終能源消費下降比例 (趨勢指標：1分) 	➢ 若將全部運輸工具計算在內，運輸部門最終能源消費量於 2014 年相較於 2005 年略高 1.7% 左右。 ➢ 德國欲朝向 2005 年為基準減少 10% 目標前進，仍有很大進步空間。	➢ 透過「國家能源效率行動計畫」及「2020 年氣候變遷行動計畫」中與運輸部門相關之措施，以有效於 2020 年達成相關目標，內容包括以對氣候變遷友善的方式進行貨物運輸或乘客運輸等。
4. 電廠及供應安全	➢ 目前化石燃料占德國電力結構的 74%，2014 年再生能源裝置容量增加比 2013 年同期增加 8%，而傳統化石燃料電廠維持不變的狀況，將影響德國電力供應結構。	➢ 依據聯邦政府發布「電力市場法」(Electricity Market Act)將電力市場將發展成「電力市場 2.0」(electricity market 2.0)，透過市場機制加強及整合再生能源之便利性。並從需求端管理、提升能源效率以及與鄰近國家之電力交易以確保供應安全。 ➢ 2016 年 1 月 1 日已正式施行汽電共生法則，藉由獎勵補助及採用低碳發電設備以達成 2020 年汽電共生占發電量 25% 之目標。
5. 可負擔的能源價格及確保競爭力	➢ 家庭用電價格持續下降中。但商業及工業用電仍維持歐盟平均之上。	➢ 德國持續改革的過程中，可負擔的能源成本和價格為首要要件。附加費制度、節約能源和雙邊能

指標	現狀	因應措施
		源合作夥伴的良好關係都能穩定價格漸少波動。
6.電網基礎建設	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 地下電纜建設執行至今約 1 年，僅完成原定計畫的一半，使得能源基礎設施不平衡。德國自規劃能源轉型後，國內對再生能源需求每年增長約 3%，政府修訂方案後則比預期減慢至 1%。但德國政府仍有信心至 2030 年能實現再生能源占電力消費總量 50% 的目標。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 修正獎勵規則以創造必須投資配電網之良好環境，同時提供獎勵給較具效率的電網營運者。 ➢ 透過智慧電表系統及現代化電表提升再生能源進入電網系統並節約電力，經濟及能源部在 2015 年 2 月發布了一連串有關智慧電表之相關措施。
7.能源研究與創新	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2014 年企業於能源創新技術投資了 1.6 億歐元。私部門的投資數額更多，研究與開發成為企業組織之責任。 ➢ 2014 年聯邦政府依據第六期能源研究計畫(6th Energy Research Programme)提供了約 8.19 億歐元：超過 73% 係用在能源效率及再生能源。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 持續進行聯邦政府能源研究計畫，2016 年展開哥白尼計畫 (Copernicus projects)，採用優秀的技術和具經濟競爭力之永續能源系統。 ➢ 增加與歐盟及國際接軌研究項目。
8.投資、成長與就業	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2014 年在能源供應體系改造工程總投資仍維持 10 億歐元以上，主要涉及建築節能改造、發展再生能源及電網擴建投資等，能源轉型因此推動了整體經濟投資增長。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 德國重新調整能源供應結構，持續開放國外能源產品及能源技術之進口，大量仰賴進口化石能源，增加再生能源將可取代對化石燃料之需求。同時透過提升能源效率減少能源需求。 ➢ 能源供應來源及運輸路徑多元化仍為聯邦政府首要目標。

資料來源：Fourth “Energy Transition” Progress Report – Summary, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, November 2015，本研究整理。

三、能源轉型之成效

德國聯邦政府經濟及能源部 2015 年 11 月發布的第四次監督報告 (The Energy of the Future--Fourth “Energy Transition” Monitoring Report) 中顯示：

- 再生能源發展：再生能源中太陽能、風能和生質能為最重要的電力來源，2014 年再生能源在電力消費中占 27%，而在 2015 年 6 月前已經超過 30%，德國再生能源在電力領域的發展正一步步向目標邁進。
- 能效提升方面：2008-2014 年間能效提升平均提升 1.6% 低於聯邦政府預計的 2.1%，為了提升能效，聯邦政府在 2014 年 12 月在「國家能源效率行動計畫」中整合一系列的具體措施，並逐步實施中。
- 二氧化碳排放：2014 年二氧化碳排放量較 2013 年下降 4.3%；與 1990 年相比，溫室氣體排放量已經下降約 27%。然而聯邦政府的目標是到 2020 年溫室氣體排放至少需減少 40%。為達到此目標，聯邦政府於 2014 年 12 月發布「2020 氣候變遷行動計畫」中新增了一些措施並已開始實施。

四、對我國的啟示

(一) 設立獨立專家委員會

我國在成效評估機制上係由中央目的事業主管機關定期檢討修正行動方案並編寫執行之成果報告，未能達成目標者，應提出改善計畫，但若由各部門自行檢視並編製檢討報告空有跨部門資料無法整合及統籌規劃的擔憂，因此建議應由中央主管機關邀集能源部門相關單位及包含能源、電力排放係數、節能潛力評估與再生能源設置法規制度等領域專家共同

檢視及審查措施達成之成效，並以客觀角度提出政策目標及行動方案未來發展之建議。

(二)廣泛的公民參與

德國能源轉型政策非常重視公民或利益關係者的參與，建議我國在能源資訊和政策資訊的以公開透明化方式擴散，使民眾了解政府政策推展現況，有助於與民眾間的溝通，而使得能源決策體系更為扁平化。在政策或是法規訂定前亦能藉由定期召開公廳會或是公民參與交流平台會議與民眾多次的進行政策檢討之對話，以充分了解市場實際狀況，增進政府施政效能，進而提高民眾對政府施政的信心。

(三)清楚易懂的報告呈現方式

建議我國可以參酌德國第四次年度監督報告中首次運用的計分系統(Points System)來評估能源轉型目標的進展程度。此計分系統的優點是能夠藉由簡易的計分的方式清楚表達歷年數值、現況與目標值的落差；不需透過複雜的模型圖或是專業技術的用語即能清楚了解指標達成的現況。再運用文字的說明輔助表達政策措施的現況及未來發展的趨勢，並提供專家具體的改善建議以確保減量規劃目標的達成。

參考資料

1. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, December 2012, “First Monitoring Report” Energy of the Future” – Summary”
2. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, November 2015, “Fourth “Energy Transition” Progress Report – Summary”
3. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, December 2016, “Fifth “Energy Transition” Monitoring Report – Summary”
4. 溫佩玲(2015)，德國能源轉型的啟示：IRENA 觀點
5. 黃暄雯(2016)，德國能源轉型第四次監測報告對我國的啟示。
6. 德國能源轉型時事簡報，2016 年第 9 期
7. 風險社會與政策研究中心，德國梅克爾政府(2005-2013)的能源轉型經濟，網址：
<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/green-economy/194-germany-merkel-government>
8. 環境資訊中心，德國綠能革命，一場豪賭？，2016 年 3 月 11 日