

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

闕棟鴻

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

為強化能源安全、減緩溫室氣體排放、逐步邁向非核家園，德國早從 1980 年，即著手規劃能源轉型，希望藉由再生能源發展，減少對石油、天然氣、煤炭及核電的依賴。為宣示積極發展能源轉型之決心，德國政府更於 2010 年提出能源概念，對外說明其短、中、長期能源政策的發展目標。在政府、企業及民間的大力推動下，德國近年再生能源已快速成長，整體能源中再生能源的使用占比已明顯提高，促使國家整體碳排放減少，並帶動綠能產業就業；然而，在能源轉型成本完全轉嫁到消費者的政策下，卻也引發包含電價飆漲、產業外移等問題，未來更將面臨包含電網擴建、能源效率提升等挑戰，為此，德國政府已於 2014 年 8 月對外發布至 2016 年能源規劃的藍圖，期望透過政府的具體說明，使民眾充分瞭解未來能源政策之發展願景。

一、德國能源轉型之目的

在全球，只有極少數的國家可以像德國一樣，在全球能源政策上扮演關鍵的角色。在歐洲，德國擁有廣大的面積與重要的地理位置，使其在經濟上對於整個歐洲乃至全球皆有舉足輕重的影響。德國能源政策係以 3E 為最高指導原則，所謂的 3E 政策，即包含了能源安全 (Energy Security)、經濟效率 (Economic Efficiency) 及環境永續 (Environmental Sustainability)。在能源安全的部份，德國長久以來一直維持其超過 90 天之石油儲存量，以應付任何石油短缺的緊急狀況。為了增加其經濟效率，德國政府則著手協助改善其天然氣與電力市場之競爭力，同時計劃在 2018 年前逐步汰除對硬煤 (hard coal) 之補助。

在環境保護上，很少國家可以做到像德國一樣，願意將環境相關的各種爭議與前瞻論點，及時付諸於政府實際的政策與行動。德國目前正逐步完成其在京都協議上所訂定之承諾，近年其再生能源始終保持著快速且穩定的成長，並透過生質燃料使用，使其在運輸上逐步降低對石油的依賴。

(一)能源轉型之緣由

能源安全等同於國家安全，在歷經 1973-74 年石油危機後，如何確保國家能源安全已成為德國重要的課題；德國境內天然氣超過 8 成仰賴國外進口，石油進口依存度更是高達 9 成 5 以上，受到地理環境限制，不論是石油或是天然氣，俄羅斯都是德國最大的進口國，然而俄羅斯與歐美各國針對區域性議題(如烏克蘭)長期存在著各種衝突，也促使德國極欲降低自身對俄羅斯的能源依賴。除此之外，在電力供應上，德國與鄰近的法國，長期以來對於核電使用，有完全不同的看法；早從 1979 年美國三哩島與 1986 年前蘇聯車諾比核災後，德國有許多民眾就開始反對核電的使用，因此德國早從 2002 年即修訂原子能法，明確限制德國未來不得新建核能機組，同時規範現有核電廠運轉年限不得超過 32 年；儘管德國總理梅克爾在 2010 年曾試圖推動既有核電廠的延役，然而在 2011 年日本 311 福島核災後，受到全民反核情緒高漲的影響，德國政府最終仍決議將在 2022 年前，廢除境內所有核電廠。

為確保能源安全，並達成環境永續以因應氣候變遷，德國早從 1980 年，即著手規劃能源轉型(Energiewende)，希望藉由再生能源的發展，減少對石油、天然氣、煤炭及核電的依賴。德國政府於 2011 年 6 月 6 日的內閣會議中，重新檢視國家的整體能源政策，會後決議德國將採取積極全面廢核的態度，朝向一個以再生能源為主的能源世代。德國政府同時規劃其未來在經濟與社會發展的具體目標。其重點內容包含了：

1. 在 2022 年後，核能的使用將全面停止；
2. 積極發展再生能源在各部門的使用；
3. 快速擴展並建立現代化的電網；
4. 改善能源效率，特別針對節能建築翻新，並使用現代化技術減少電力消耗。

(二)能源政策目標

德國政府於 2010 年發佈能源概念(Energy Concept)，具體宣示其能源政策發展目標，分述如下[1]：

1. 溫室氣體減量目標：相較於 1990 年，德國溫室氣體排放於 2020 年、2030 年、2040 年及 2050 年，分別減量 40%、55%、70% 及 80~95%。
2. 再生能源發展目標：
 - (1) 再生能源發電占比，於 2020 年、2030 年、2040 年及 2050 年，分別達到 35%、50%、65% 及 80%。
 - (2) 再生能源於初級能源供應之占比，於 2020 年、2030 年、2040 年及 2050 年，分別達到 18%、30%、45% 及 60%。
3. 能源效率發展目標：
 - (1) 減少初級能源消費：相較於 2008 年，初級能源消費於 2020 年減少 20%，並於 2050 年減少 50%。
 - (2) 減少電力消費：相較於 2008 年，電力消費於 2020 年減少 10%，並於 2050 年減少 25%。
 - (3) 增加能源生產力：每年能源生產力(每單位能源可產生的 GDP)上升 2.1%。
 - (4) 減少運輸部門能源消費：相較於 2005 年，運輸部門能源消費於 2020 年減少 10%，並於 2050 年減少 40%。
 - (5) 提升建築部門能源效率：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%，初級能源消費於 2050 年減少 80%。

4. 運輸部門目標：促進電動車使用量，於 2020 年達到 1 百萬輛，並於 2030 年達到 6 百萬輛。

(三)德國新能源政策

為達成能源轉型目標，德國聯邦政府經濟與科技部(Federal Ministry of Economics and Technology)於 2012 年 5 月發布新能源政策 [2]，說明德國邁向新能源世代的各種政策與措施，除發展再生能源外，仍需搭配各種策略規劃，包括新電網建設、智慧負載管理、高效率化石燃料電廠、前瞻能源科技、高效率建築與產品、以及德國與歐盟其他國家更強力連結與互助等。為確保經濟發展並維持市場競爭力，德國聯邦政府須創造一個安全且可負擔的能源系統，在 2011 年夏季，德國制定了一個完整的能源相關法規體系(Energy Package)，在數個月內通過 6 條法律及 1 項條例。其內容包含擴建電網、發展再生能源，以及邁向新能源世代所需的基金等。本次發布的新能源政策，主要內容如下：

1. 德國能源系統重建資金，需額外投入 5,500 億歐元：根據推估，2011 年德國能源消費支出高達 1,240 億歐元，已高於 2008 年所創下的高峰值，更是 2000 年能源消費支出 590 億歐元的兩倍以上。德國能源價格快速上漲，一方面反映出國際間各種能源，包括原油、石油產品、煤炭及天然氣等天然資源的價格飆漲；另一方面亦呈現能源轉型所要付出的代價。為轉換為另一種新能源系統，德國聯邦政府推估，截至 2050 年約需額外投入 5,500 億歐元，平均每年約需新增投入 150 億歐元，相當於德國 0.5% 的 GDP。
2. 迫切需要擴建電網：為確保再生能源發電可有效使用，電網的擴建是必要的。許多風場及太陽光電安裝須與電網進行連結，以確保其電力可以傳送至消費端。依據德國能源局

(German Energy Agency ; dena)推估，德國在 2020 年前將需 4,500 公里的高壓電網。該研究亦認為，在電網擴建後風力將可持續增長，預計 2020 年風力的裝置容量將從原先的 27GW 成長為 51GW。德國立法機關已通過能源線路擴增法 (Energy Line Expansion Act)以促進電網擴建。該行動提出了合計 1,900 公里的電網擴增計畫。惟因冗長的計畫審查機制，截至 2012 年底只有 200 公里電網已著手興建。為能加速興建電網，德國聯邦經濟與科技部成立 Future-oriented grids 委員會，其成員包含能源產業代表、環保組織、能源局代表、聯邦網絡局，以及聯邦環境、自然保育及核能安全部之代表，共同處理電網擴建的相關問題。

3. 為確保供電穩定，傳統電廠仍將持續興建：多數再生能源易受氣候影響，導致供電不穩定，為確保電力穩定供應，短期內傳統電廠的存在仍是必要的。以 2011 年為例，德國境內電廠裝置容量總計 160GW 中僅有 93GW 被視為可信賴的裝置容量(reliably available capacity)，再生能源只有 12GW。另根據德國政府的統計，2010 年以核能發電的全載發電小時數 (Full load hours)最高，達 7,300 小時，其次為褐煤發電，約 6,600 小時，再生能源因受到外在環境影響屬間歇性發電，全載發電小時數較低，其中風力發電約為 1,380 小時，而太陽光電則為 900 小時。為提高供電穩定性，德國未來仍需依靠傳統電廠。為因應核電廠除役，德國已著手興建新的傳統電廠以彌補發電缺口；2011 年 10 月德國興建中之新電廠計 25 座，裝置容量合計 12GW。在這些興建的電廠中，超過九成是以傳統化石能源發電，其中，有 67%是以無煙煤(hard coal)為原料，17%以褐煤(brown coal)為原料，9%為小型天然氣發電廠。
4. 促進再生能源的使用：由於再生能源法(Renewable Energy

Sources Act)的支持，德國再生能源已快速發展，從 2001 年占總發電比率 6.7% 成長至 2011 年之 20%，預計在 2020 年與 2050 年將分別增至 35% 與 80%。德國於電費中收取 EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz, 再生能源附加費)，主要是用來提供再生能源發電補貼與支持各種能源技術發展。2012 年收取約 140 億歐元，超過一半是用來補貼發電占比僅有 3% 的太陽光電系統。由於德國再生能源發電擁有被收購的權力，因此，即使其已有充足電力供應，再生能源發電仍可獲得 feed-in-tariff (FIT, 相當於我國收購再生能源發電的躉購費率)。隨著再生能源發電占比逐步提高，並考量未來再生能源發電量可能超過用電需求，德國已修正再生能源法，鼓勵再生能源投入電力市場交易，而業者除可獲得 FIT 與市場平均月交易金額之差價外，仍可再獲得額外的管理補貼。

5. 提高能源研究發展資金：德國在 2011 年 8 月提出能源研發計畫，預計在 2011 年至 2014 年間投入 35 億歐元推動能源科技的研究與發展。此一研發經費較 2006 年至 2009 年間增加將近 75%。德國新能源研發計畫主要目的在於解決 21 世紀德國推動能源政策所面臨的各種挑戰，並加速重建德國能源系統。該計畫致力於推動再生能源、能源效率、儲能技術、電網技術等前瞻能源科技的研發，同時亦進行核能安全等研究，以維持現有核電廠的穩定發展。

二、德國能源轉型之成效

(一) 整體能源供需成效

在 1990 年，德國初級能源消費為 14,905PJ，其中以能源部門自用(含線損)占比為最高，達整體能源消費 30%，其次依序為工業部門、住宅部門、運輸部門、服務業部門及非能源使用，占比分別為 20%、16%、16%、11.6% 及 6.4%。於 1990-2013 年間，德國受到全球經濟

發展與氣候變遷影響，每年能源消費或有消長之情形，如 2009 年與 2011 年，分別受到金融危機與暖冬的影響，導致能源消費大幅下降，而在 2012 年與 2013 年，則受到冬季酷寒，供熱需求大增的影響下，導致能源消費再次增長；儘管如此，就長期而言，德國初級能源消費仍呈現下降趨勢。

2013 年德國初級能源消費為 13,828PJ，相較於 1990 年，下降約 7.2%。從能源消費結構來看，其中以能源部門自用的下降幅度最大，減少能源消費約 19.2%，其次分別為服務業部門、工業部門及非能源使用，下降幅度分別為 18.5%、11.3% 及 1.5%；而運輸部門與住宅部門則受到大眾運輸電氣化與人口成長影響，導致能源需求仍呈現上漲趨勢，2013 年相較於 1990 年分別成長了 9.8% 與 9.2%。

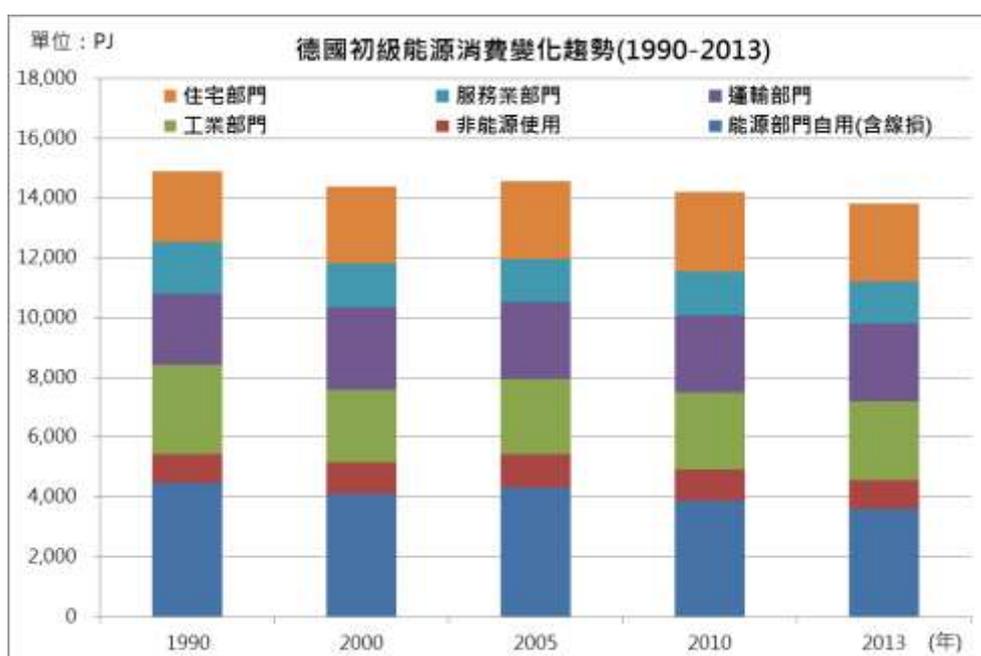


圖 1、德國初級能源消費變化趨勢(1990-2013)[3]

在能源供給結構上，1990 年德國以煤炭(褐煤+硬煤)為主要初級能源供給，供應量為 5,507PJ(占比為 37%)，其次依序為石油、天然氣、核能及再生能源，供應量分別為 5,228PJ、2,304PJ、1,668PJ 及 196PJ(占比分別依序為 35%、15%、11% 及 1.3%)。在進口能源依存度上，煤炭僅約 5% 依賴進口，而石油、天然氣及核能則高度仰賴進口，進口能源依存度分別為 97%、75% 及 100%，國家整體的進口能源依

存度為 58%。

為因應氣候變遷，減緩溫室氣體排放並邁向非核家園，相較於 1990 年，德國 2013 年能源結構已有明顯變化，初級能源中燃煤的使用已大幅減少，供應量為 3,414PJ，相較於 1990 年減少了 38%，除此之外，石油與核能的使用亦有相當程度的降低，供應量分別為 4,640PJ 與 1,061PJ，相較於 1990 年分別減少了 11% 與 36%；另一方面，德國天然氣與再生能源則有明顯成長，供應量分別為 3,179PJ 與 1,436PJ，相較於 1990 年分別增加了 38% 與 633%。

在能源安全方面，儘管德國近年自產的再生能源已快速成長，然而，受到煤炭、石油及天然氣等傳統化石能源自產能力降低的影響，德國整體自產能源生產量已逐年減少，2013 年國家整體進口能源依存度已上升為 66%。

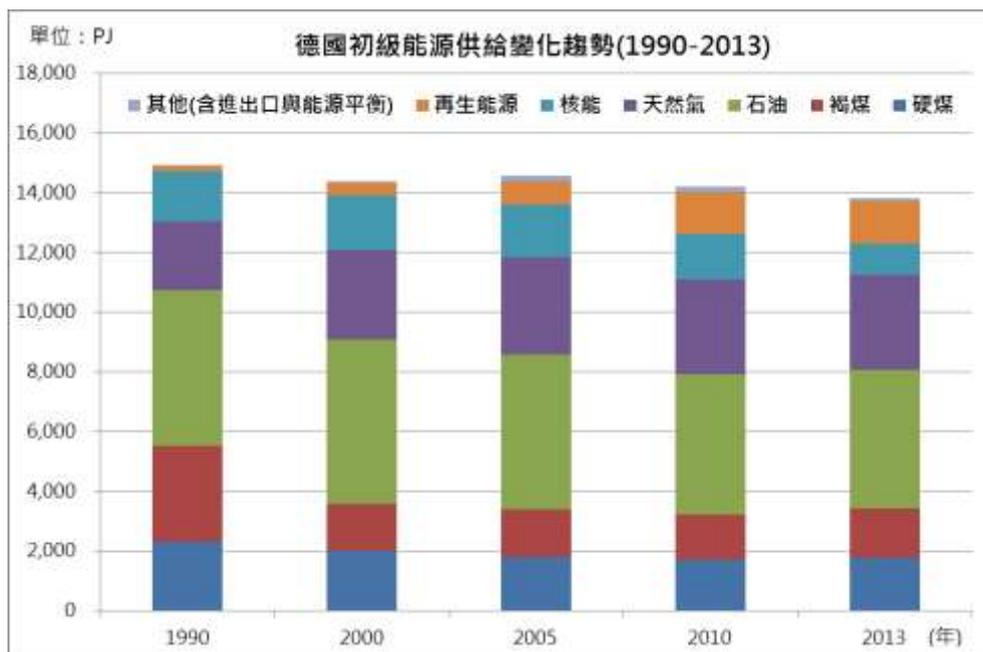


圖 2、德國初級能源供給變化趨勢(1990-2013)[4]

(二) 再生能源發展成效

1990 年德國再生能源產生 196PJ 的能源，僅占初級能源消費 1.3%，為轉換能源結構邁向一個以再生能源為主的能源系統，德國透過包含再生能源法(Renewable Energy Sources Act)、再生能源暖氣法

(Renewable Energies Heat Act)等法案的推動，近年再生能源已快速成長；2013年再生能源合計產生 1,436PJ 的能源，於初級能源消費中占比已上升至 10.4%；2013年德國再生能源供應結構中，以生質能為最大宗，產生能源達 876PJ(占比為 61%)，其餘包含風力發電、再生能源廢棄物、太陽光電、水力及其他再生能源等，產生能源分別為 186PJ、120PJ、112PJ、75PJ 及 67PJ(占比分別依序為 13%、8.4%、7.8%、5.2%及 4.7%)，近年德國再生能源的變化趨勢如圖 3 所示。

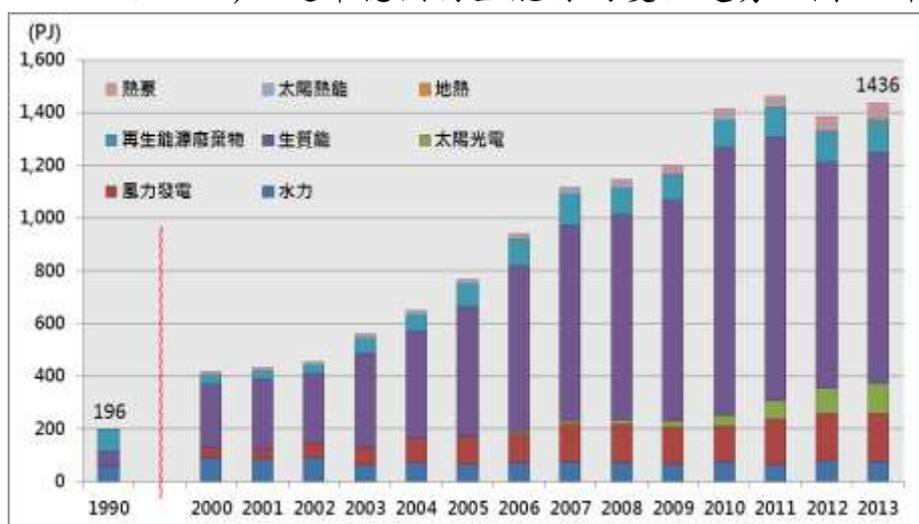


圖 3、1990-2013 年德國再生能源於初級能源消費變化趨勢[3]

在電力系統方面，德國 2014 年發電裝置容量合計為 186,787MW，其中再生能源裝置占比即高達 47%，合計發電裝置容量為 87,831MW；再生能源發電結構中，以太陽光電、風力發電、生質能及水力發電為主要設施，裝置容量分別為 38GW、36GW、6.6GW 及 5.4GW。

在發電量結構方面，德國 2014 年發電量合計為 6,103 億度，其中 25.8%是來自於再生能源，再生能源發電量合計為 1,573 億度，其中以風力發電 524 億度占比最高(33.3%)；其次依序為生質能 428 億度(27.2%)、太陽光電 352 億度(22.4%)、水力發電 208 億度(13.2%)及家庭廢棄物 61 億度(3.9%)。德國 2014 年發電裝置容量與發電量結構如圖 4 所示。

2014年發電裝置容量合計186,787MW

2014年發電量合計6,103億度

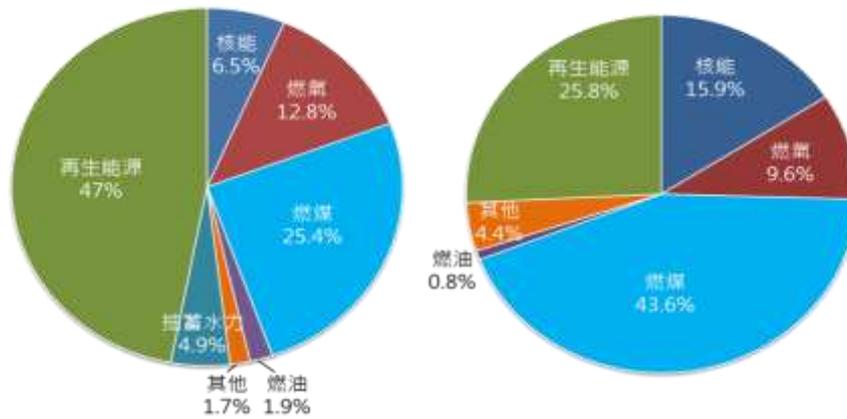


圖 4、2014 年德國發電裝置容量與發電量結構[4]

透過再生能源的大力推動，除了提供更多的潔淨能源與自主能源，也為德國創造更多綠能產業就業機會，2004 年德國再生能源就業人口為 160,500 人，至 2013 年再生能源就業人口已成長為 371,400 人，其中以風力發電的就業人數為最大宗，就業人口達 137,800 人，其次為生質能，就業人口為 126,400 人，而太陽光電則是受到德國補貼減少以及中國大陸的低價競爭的影響，近兩年就業人口明顯減少，相較於 2012 年的就業人口 113,900 人，2013 年就業人口已下降為 68,500 人，詳如圖 5 所示。



圖 5、德國 2004~2013 年再生能源就業人口[5]

(三)國家減碳成效

透過圖 6 可以清楚地顯示，德國在溫室氣體減量上，已具有相當明顯的成效。自 1990 年起，德國溫室氣體排放即逐年遞減，在 1990 年代，由於東德經濟的崩解，導致德國能源需求明顯降低，也帶動了二氣化碳排放的減少；同時近 10 年來，德國大力的擴展再生能源，也促使國家整體碳排放的降低，主要重點如下：

1. 全球經濟金融危機的影響：2009 年溫室氣體排放大幅下降，主要是受到全球經濟金融危機，導致德國經濟下跌的影響，在 2010 年，由於德國景氣的復甦，則帶動碳排放的增加。
2. 德國已朝其既定的國家溫室氣體減量目標：儘管德國 2009-2010 年間經濟波動較大，但德國仍努力維持其既定減量目標之路徑，相較於 1990 年，德國 2008-2012 年間平均溫室氣體排放下降 21%。依據德國聯邦環境署 (Federal Environment Agency) 的推估，受到德國近年暖冬以及政府與民間的努力推動下，德國 2014 年排放已下降為 912 百萬噸，相較 1990 年，減少溫室氣體排放約 27%。
3. 德國 2014 年在天然氣與硬煤(hard coal)的使用上具有明顯的下降，天然氣造成的溫室氣體排放相較於前一年減少了 12.9%，而硬煤的溫室氣體排放亦減少了 8.2%。然而，發電最大的溫室氣體排放源-褐煤發電，在減排的表現上卻差強人意，相較於前一年溫室氣體排放僅減少了 2.2%。
4. 國家整體 GDP 與溫室氣體排放已逐漸脫勾：儘管德國自 1990 年後，溫室氣體排放即明顯下降，但同期德國經濟仍然維持穩定成長，此意謂著德國的經濟發展與其溫室氣體排放已逐漸脫勾，也證明了即使國家經濟維持成長，其溫室氣體排放仍是可以持續減少的。

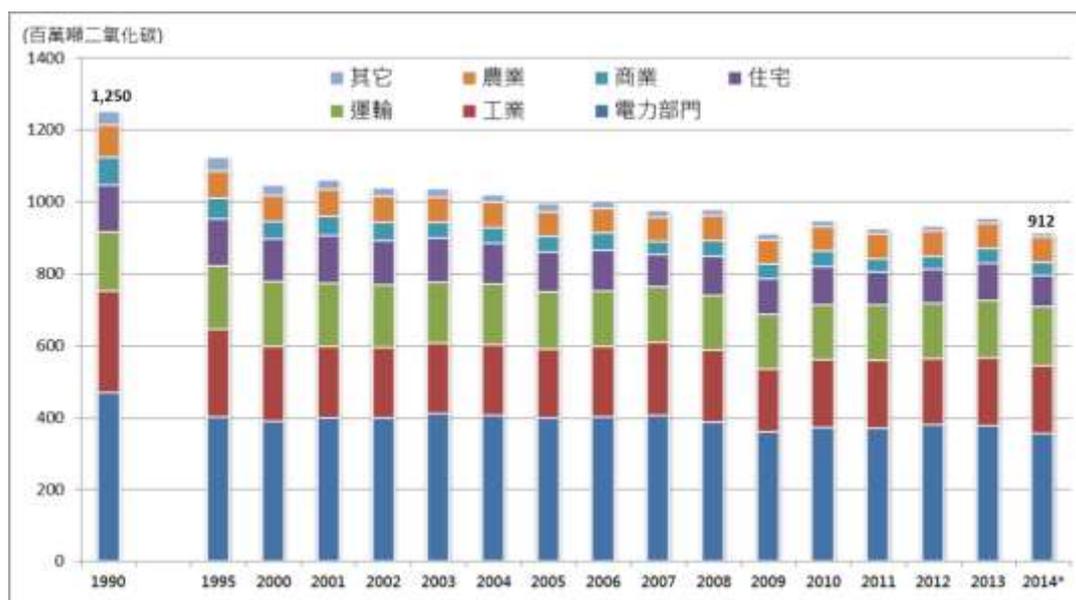


圖 6、德國 1990~2014 年溫室氣體排放量[6]

德國 2013 年因使用再生能源，溫室氣體減量約 146 百萬噸，其中電力系統、供熱系統及運輸系統減量分別達 105.4 百萬噸、35.6 百萬噸及 4.8 百萬噸。如依能源別進行區分，德國再生能源溫室氣體減量，則以生質能(64.1 百萬噸)、風力發電(40 百萬噸)、太陽光電(21.9 百萬噸)及水力發電(17 百萬噸)為主。詳如圖 7 所示。

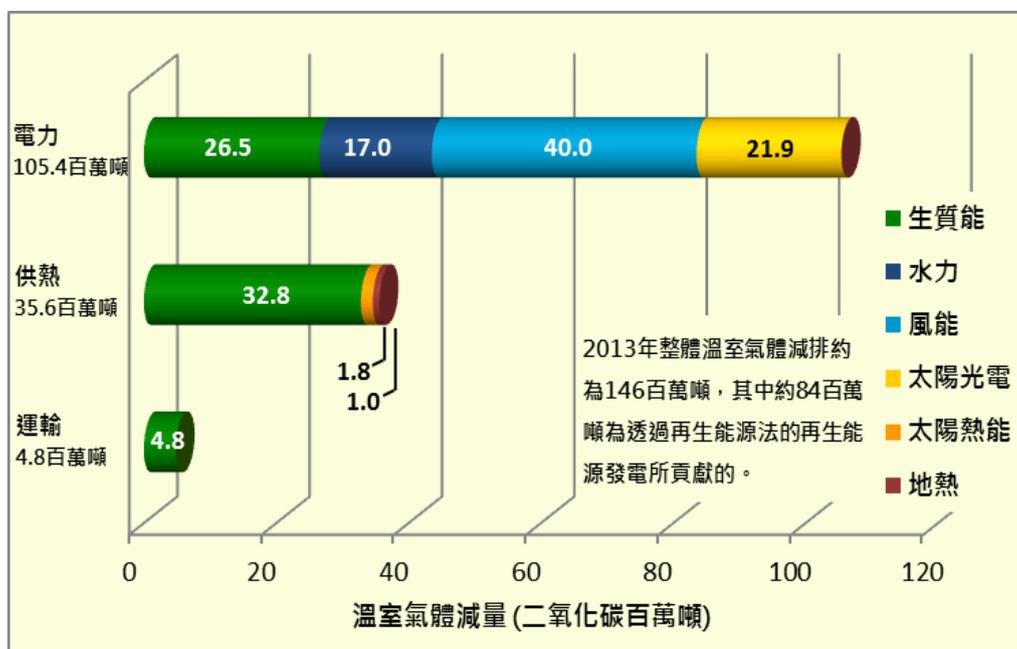


圖 7、2013 年再生能源溫室氣體減量貢獻[7]

三、德國能源轉型之影響

(一)電價

德國政府實施能源轉型，大力推動再生能源，然而其發展再生能源的費用並非由政府直接支出，而是透過電價轉嫁給一般民眾與企業；因此，德國近年來電價已大幅上漲。德國電價依據其使用單位的不同，區分為「住宅用電」與「工業用電」，依據德國聯邦能源與水利協會 2014 年的報告，德國 2014 年住宅電價為 29.13 歐分/度(新臺幣 11.07 元/度)，相較於 2000 年的 13.94 歐分/度(新臺幣 5.3 元/度)，成長已超過 1 倍。其住宅電價的歷史變化趨勢如圖 8 所示。



圖 8、2000~2014 年德國住宅電價結構與變化[8]

相較於住宅電價，德國工業電價具有稅金減免的優勢，且其發電/輸配電成本較為便宜，因此德國工業電價較為低廉，2014 年工業電價為 15.37 歐分/度(新臺幣 5.84 元/度)，約為其住宅電價的一半，儘管如此，相較於 2000 年的 6.05 歐分/度(新臺幣 2.3 元/度)，德國工業電價成長已高達 1.5 倍。其歷年工業電價的變化趨勢如圖 9 所示。



圖 9、2000~2014 年德國工業電價結構與變化[8]

綜觀德國住宅電價的歷史變化趨勢，其成長的主要原因如下：

1. 化石燃料成本上升：在 2000~2009 年，由於國際化石燃料成本的上升，使德國電廠的發電/輸配電成本大幅增加，從 2000 年的 8.62 歐分/度(新臺幣 3.28 元/度)，至 2009 年成長為 14.12 歐分/度(新臺幣 5.37 元/度)，約成長 64%。
2. 再生能源附加費的快速成長：在 2000~2014 年，德國「再生能源附加費」(Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG)的逐年提高，從 2000 年的 0.2 歐分/度，至 2014 年成長為 6.24 歐分/度，成長約 31 倍。
3. 增值稅的提高：於 2000 年至 2006 年間，德國住宅電價之增值稅率為 16%，然而，自 2007 年 1 月起，德國調漲住宅電價之增值稅率為 19%。

(二)能源貧窮與產業轉移

德國能源轉型引發的能源價格上漲，已逐漸引起德國民眾的反感，尤其是對於弱勢族群的影響。德國家戶中，如果能源支出超過家戶所得的 10%，則被視為能源貧窮。依據德國明鏡報導，由於能源轉

型引發的電價調漲，德國能源貧窮戶數已由 2008 年的 550 萬戶(占全國戶數的 13.8%)，增加至 2011 年的 690 萬戶(占全國戶數的 17%)。此外，受到能源價格上漲的影響，德國在 2011 年約有 33,000 戶的天然氣被迫切斷，至 2012 年已上升至 40,000 戶。從 2002 年至 2013 年，德國民眾薪水平均上漲 17%，然而花費在暖氣與熱水供應的支出卻上升了 43%[9]。

德國廢核的能源轉型，造成電力成本增加，影響產業競爭力。依據德國投資銀行 KfW 的估計，為了實行德國的能源轉型，預估在 2020 年前需要額外投資約 2,500 億歐元[10]。此外，德國 ThyssenKrupp 鋼鐵廠工會理事指出，德國現行能源政策可能導致該公司約 5,000 名員工失業。設在漢堡的歐洲第一大製銅業者 Aurubis，已宣布轉赴海外投資相關計畫。

四、德國能源轉型的挑戰與未來藍圖

(一)電價穩定

為因應氣候變遷，減緩溫室氣體排放，同時強化自身能源安全，降低對國外的能源需求，並朝向非核家園，德國政府致力於推動能源轉型，希望未來再生能源可以成為德國最主要的能源供應。然而，大力發展再生能源，卻也造成國內電價的快速上漲。2014 年德國再生能源發電占比已達 25.8%，其主因在於再生能源法(Renewable Energy Act；EEG)的推動，提供保證收購 20 年的制度(feed-in tariffs)，以及再生能源發電優先進入電網的權力。然而，再生能源發電仍屬昂貴，儘管德國政府已於 2014 年 8 月通過再生能源法案改革(EEG 2.0)，但預估未來電價仍可能持續上漲。在 2015 年，德國附加於電費中的再生能源稅(EEG-Umlage)將高達 6.17 歐分/度，預計投入再生能源發展的資金仍高達 218 億歐元，依據德國輸電系統營運商的估計，2015 年德國直接用來支持再生能源發展的附加費金額為 6 歐分/度；其中 2.7 歐分/度用來補助太陽光電、1.6 歐分/度支持生質能的發展、1.2

歐分/度為陸域風力、0.5 歐分/度作為離岸風力的發展。隨著核能逐步除役、再生能源的擴大使用，以及相關配套建設，未來如何穩定國內的電價，仍為德國政府所要面臨的重大挑戰。

(二)電網擴建

德國電網的擴建是必要的。預計共需投入 200 億歐元的資金來建構 2,800 公里新的高壓電網，並更新既有 2,900 公里的電網。德國電網擴增計畫雖然有能源線路擴增法(Energy Line Extension Act)的支持，然而目前電網興建仍因受到當地居民的反對而導致進度嚴重落後，截至 2014 年第三季僅有 23%的工程進度完成(全長 1,887 公里，僅完成 438 公里)。根據德國輸電系統營運商(Transmission system operators; TSO)的推估，德國至 2016 年，電網擴增完成進度將達 40%。另外，要達成 2050 年再生能源占總電力系統 80%的政策目標，儲能與智慧電網的佈建將更為關鍵。

(三)能源效率提升

隨著能源轉型政策(Energiewende)的推動，德國在能源供應與消費上，均面臨了廣泛且深遠的轉變，過去政策的主軸專注在核電廠的如期除役、持續發展再生能源、強化搭配的基礎建設(電力網路、儲能設備)及傳統電力生產等。德國政府認為成功的能源轉型政策仍須仰賴所謂的「第二支柱」才得以實現：「提升能源效率並降低能源消費」，以達成氣候政策目標並提升能源安全。因此，德國聯邦政府在其第 18 屆的任期中，提出了闡述能源政策的「國家能源效率行動計畫」(National Energy Plan on Energy Efficiency, NAPE)。德國「國家能源效率行動計畫」主要涵蓋四個領域，包含了(1)建築能源效率；(2)透過財政與收益帶動的節約能源；(3)透過教育與諮詢使消費者提高能源效率；(4)運輸部門能源效率。德國政府預估，透過「國家能源效率行動計畫」中立即措施的推動，至 2020 年將可帶動 700 億~800

億歐元投資，省下 900 億~1000 億歐元的能源支出，降低初級能源消費 390~460PJ，並減少 2,500 萬~3,000 萬公噸的二氧化碳排放量。

(四)德國能源轉型之規劃與藍圖

為了使民眾瞭解能源未來的能源政策規劃，德國政府亦於 2014 年 8 月對外發布德國政府至 2016 年能源規劃的藍圖，其範圍除了涵蓋廣為討論的再生能源外，仍包含了電力市場、節能策略、建築節能及電網建置等各種領域。其重點內容包含了：

1. 德國已於 2014 年提出再生能源法的法案修正(RES Act 2.0)，德國政府認為在 2016 年底，再生能源將成為最重要的電力供應來源，因此需要有一個機制讓電力的供應可以更加符合需求，預期在 2016 年將再次進行再生能源法的修正(RES Act 3.0)，同時在 2014 年底至 2015 年將針對再生能源法持續進行經驗蒐集，以作為未來法案修正的參考資訊。
2. 德國政府認為，隨著再生能源占比不斷提高，未來電力市場必須能夠具備效率性的調度能力。針對此項議題，德國政府於 2014 年 11 月發布「電力市場綠皮書」，充分徵詢各種選擇機制的正反雙方意見後，已於 2015 年 5 月發布「德國電力市場白皮書」，預計在 2016 年完成修法後，即將進行電力市場改革行動與改革推動。
3. 在節約能源與能效提升方面，德國已於 2014 年 12 月提出了「國家能源效率行動計畫」，該計畫主要涵蓋四個領域，包含(1)建築能源效率；(2)透過財政與收益帶動節約能源；(3)透過教育與諮詢使消費者提高能源效率；(4)運輸部門能源效率。德國政府預估，透過計畫立即措施的推動，至 2020 年將可帶動 700 億~800 億歐元投資，省下 900 億~1000 億歐元的能源支出，降低初級能源消費 390~460 千兆焦耳(Petajoule, PJ)，並減少 2,500 萬~3,000 萬公噸的二氧化碳排

放量。

4. 隨著再生能源的發展，電網的擴建也是相當重要的。德國政府目前已提出「電網發展計畫」(Electricity Network Development Plan)，提出至 2025 年德國電網可能發展的路徑情境與興建計畫，未來德國政府將進行各種路徑的環境影響評估，並透過公開討論的方式，尋求對環境與民眾影響最小的電網興建路徑。

五、結論與建議

德國在車諾比核災事故後，民眾開始產生了廢核的想法，並透過政黨的力量，於 2001 年立法明確表達廢核之理念，並積極發展再生能源等替代能源，即便如此，德國仍預計將花費超過二十年的時間來進行替代能源與基礎能源設施的建置，由於能源系統的轉換為一個需要冗長時間與龐大經費的工程，因此事先必須經過充分的討論與溝通，才能避免國家經濟、產業與民生之衝擊。

從德國的能源政策中可以發現該國能源政策的制定多是透過專家討論、公民諮議參與以及政黨協商後進行完整的分析，而最後仍是由執政黨進行最終決策並具體宣示未來發展之目標。在需求面，德國目標相較於 2008 年，初級能源於 2020 年與 2050 年將分別減少 20% 與 50% 的消費，而電力則於 2020 年與 2050 年將分別減少 10% 與 25% 的消費；在供應面，目標為再生能源在初級能源的占比將在 2020 年與 2050 年達到 18% 與 60%，在電力供應的占比上則在 2020 年與 2050 年分別達到 35% 與 80%。透過目標的宣示，政府各部門與執行機構，將逐年擬定各項策略並制定相關法規，致力於目標的達成。我國目前在能源密集度下降與國際減碳承諾上亦做了具體的宣示，同時亦進行了能源發展綱領與能源開發政策需求面評估等工作，然而受限於未來經濟發展的不確定，因此對於未來的能源供需結構，目前尚未凝聚共識，訂定出國家具體且明確的目標。

德國不論是在再生能源的發展、電網的建置、能源效率提升的補貼，皆透過電價中各種稅費的課徵，取得了明確且龐大的財源，同時透過電價的結構透明化，使民眾瞭解自身所付出電費的各項用途；而我國目前一般民眾所收取的電費中，仍無法取得相關資訊，所以在電價調整時，常常無法獲得民眾認同；也造成我國無論在能源效率提升或是再生能源發展上，無法從現有售電電價中獲得穩定的資金，加上目前政府財政仍面臨諸多困境，自然造成我國可投入在再生能源或能源效率提升上的資源不足。

能源攸關國家未來整體經濟發展與民眾生活品質，能源政策的制定對於產業發展、民生消費皆有極大的影響力，雖然目前我國不同的群族對於能源政策存在相當大的歧見，但若將相關政策透過公民諮議、專家諮詢、政黨協商等方式進行充分溝通，並透過定期的檢視與討論，應能共同為國家長遠的能源發展目標，規劃出最適切的藍圖。

參考文獻

- [1] BMUB (2011), “The Federal Government’s energy concept of 2010 and the transformation of the energy system of 2011”, http://www.germany.info/contentblob/3043402/Daten/3903429/BMU_BMWi_Energy_Concept_DD.pdf
- [2] BMWi (2012), “Germany’s new energy policy”, <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/germanys-new-energy-policy>
- [3] AGEb (2013), “Evaluation tables of the energy balance in Germany from 1990 to 2013”, <http://www.ag-energiebilanzen.de/>
- [4] AGEb (2014), “Gross electricity generation in Germany by energy sources”, <http://www.bundesnetzagentur.de/>
- [5] BMWi (2014), “Employment from renewable energy in Germany: expansion and operation – now and in the future, third report on

gross employment”

<http://www.bmwi.de/EN/Service/publications,did=657342.html>

- [6] UBA (2015), “UBA’s 2014 emissions data indicates trend reversal in climate protection”,

http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/381/dokumente/pi_2015_31_03_uba-emissionsdaten_2014_zeigen_trendwende_beim_klimaschutz.pdf

- [7] UBA (2014), “Emissions from renewable energy sources”,

http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_29_2014_schrempf_komplett_10.11.2014_0.pdf

- [8] BDEW (2014), “Electricity price analysis”, <http://www.bdew.de>.

- [9] Spiegel Online (2014), “Cost explosion in electricity, oil ,gas: energy poverty in Germany increases dramatically”,

<http://www.spiegel.de/wirtschaft/service/gruenen-anfrage-energiearmut-in-deutschland-nimmt-drastisch-zu-a-954688.html>

- [10]KfW (2011), “Annual Report 2011”, p34,

https://www.kfw.de/KfW-Group/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen/Pressemitteilungen-Details_10235.html