

德國能源轉型政策與執行監督機制

摘要

能源轉型概念係訴求經濟成長與繁榮可透過再生能源、能源效率與永續發展等手段達成，不需依賴石油與核能。德國政府於 2010 年提出之「能源概念」政策即依循能源轉型概念進行規劃。本專題將介紹德國能源轉型政策：能源概念之規劃背景、政策重點與執行監督機制，俾供我國政策規劃參考。

德國科學家 Florentin Krause (1982) 首先提出能源轉型(德：Energiewende，英：Energy transition)概念，訴求經濟成長與繁榮可透過再生能源、能源效率與永續發展等手段達成，不需依賴石油與核能。能源轉型概念提出後，在德國蔚為風潮，不僅受到環保人士支持，亦受到許多保守的基督教民主黨人士支持，並對德國能源政策產生重大影響。德國政府於 2010 年提出之能源政策規畫：能源概念(德：Energiekonzept，英：Energy concept)，即依循能源轉型概念進行規劃。本專題將介紹德國能源轉型政策：能源概念之規劃背景、政策重點與執行監督機制。

一、規劃背景

(一)評估規劃：為建立潔淨、穩定及可負擔的能源供給系統，德國基民黨及自民黨政府委託研究機構（Prognos AG、科隆大學能源經濟研究所、產業結構研究協會）就基準情境及 4 個目標情境（詳參表 1），進行能源供需規劃，並擇選目標情境 2 規劃結果為「能源概念」主要依據。

表 1、德國能源政策行動綱領規劃評估情境

	目標情境 1	目標情境 2	目標情境 3	目標情境 4	基準情境
溫室氣體減量					
2020 年	-40%	-40%	-40%	-40%	專家建議
2050 年	-85%	-85%	-85%	-85%	專家建議
核能延役期限	4 年	12 年	20 年	28 年	正常除役
能源效率提升	內生決定	每年 2.3%-2.5%	每年 2.3%-2.5%	內生決定	依歷史趨勢約 每年 1.7%-1.9%
再生能源占比					
2020 年占最終能源消費比例	≥18%	≥18%	≥18%	≥18%	≥16%
2050 年占初級能源供給比例	≥50%	≥50%	≥50%	≥50%	專家建議

資料來源：Prognos, EWI, GWS (2010), “Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung.”

(二)2010 年「能源概念」規畫：基於前述情境規劃，德國聯邦政府續於 2010 年 9 月 28 日訂定德國能源政策行動綱領—「能源概念」(Energiekonzept)，設定溫室氣體減量、再生能源發展、能源效率提升及住宅與運輸部門節能目標，並就能源供給及需求管理相關措施進行規劃，其中透過既有核能電廠延役作為能源系統朝向再生能源轉型過渡能源之規畫，為「能源概念」重點之一。各項發展目標彙整如下：

- 1.溫室氣體減量目標：2020 年較 1990 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 年則達 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：2020 年較 2008 年減少 20%，至 2050 年則減少 50%。
 - (2)住宅部門：住宅更新率每年由 1% 提升至 2%。
 - (3)運輸部門：運輸部門能源消費 2020 年較 2008 年減少 10%，至 2050 年則減少 40%。2030 年電動車達 600 萬輛。

(三)日本福島核災的影響：2011 年 3 月 11 日福島核災後，德國總理梅克爾於 5 月 30 日宣布 7 座(Biblis A, Biblis B, Neckarwestheim I, Brunsbüttel, Isar I, Unterweser, Philippsburg I)1980 年以前商轉之核能機組永久性停運，其餘的 10 座核電站，原則上都將於 2021 年前關閉，但其中最新建成的 3 座核電站可能將持續使用到 2022 年，「能源概念」既有核能電廠延役規劃因而中止，惟其他政策規畫仍維持不變。

二、政策重點

德國「能源暨氣候政策要點」規劃措施共分 9 大策略面向，各面向策略措施之重點摘要詳如下表。

表 2、德國「能源概念」能源政策行動綱領規劃措施

策略面向	策略措施	措施重點摘要
一、以再生能源為未來能源供應之基石	(一) 發展具成本效益之再生能源	1.修正「再生能源法」(EEG)，2012 年太陽光電最低收購價格遞減率由 9%提高至 12%。 2.增設再生能源發電自用比例規範。 3.加強再生能源市場與電網整合。
	(二) 擴大離岸風力發電	1.計畫融資：自 2011 年起，透過離岸風力發電融資計畫，提供 50 億歐元資金，以市場利率融資 10 件離岸風力發電開發計畫。 2.修正「再生能源法」(EEG)，提供較高之收購費率。 3.修改離岸風力發電設置許可規範，防堵業者搶占離岸風場，卻未開發行為。 4.更新德國經濟特區區域計畫。
	(三) 擴大陸地風力發電	1.協調各邦政府與地方政府協助陸上風場用地取得。 2.檢討建築與都市計畫法規。 3.提高民眾對陸上風場接受度。 4.改善軍用雷達系統，調整風力發電機組設計，以提高兩者相容度，避免干擾。 5.改善風力發電機組設置許可執照取得程序。

策略面向	策略措施	措施重點摘要
	(四) 永續與有效率的生質能源利用	1.透過生質廢棄物、農產聯產品與生命週期較短之木柴之利用，窮盡自產生質能源開發潛能，同時避免與糧爭地。 2.發展生質能源汽電共生與發電。 3.修改再生能源熱利用法，擴大生質沼氣利用，引導匯入天然氣網。 4.進口生質能源必須符合永續性規範。
二、以能源效率為核心策略	(一) 住宅及政府部門	1.政府採購能源效率規範立法。 2.推廣能源服務產業。 3.推動能源效率倡議，提供能源效率改善諮詢服務。 4.推動透明的能源效率標示制度與住宅能源效率認證制度。 5.推動高能源效率產品之「白色認證」(White Certificate)標章。
	(二) 工業部門	1.推廣能源管理系統(ISO-16001、ISO-50001) 2.依據廠商節約能源表現，提供生態稅減免。 3.提供中小企業能源效率改善諮詢服務與低利融資。
	(三) 能源效率基金	設置能源效率基金，用以協助消費者、中小企業與地方政府改善能源效率。
	(四) 國家氣候保護倡議	利用能源與氣候基金財源，加強推動既有國家氣候保護倡議相關節能減碳措施。
三、核能及火力發電	(一) 以核能為過渡能源(本計畫業於福島核災後中止)	1.既有核能機組延役:既有 17 座核能電廠平均延長 12 年。 2.提高核能發電安全規範。 3.課徵核燃料稅，供作再生能源發展與能源效率改善財源。 4.核廢料最終處理場址擇選。
	(二) 具彈性的電源配置	為確保合理備用容量與平衡調度需求，透過能源與氣候基金，獎助於 2013-2016 年設置之高效率與可使用 CCS 技術之化石能源火力電廠，惟獎助金額不得超過該基金支出之 5%。
	(三) 碳捕捉封存技術	1.建立碳捕捉封存示範應用計畫：2 項示範計畫規劃於 2020 年前完成。 2.完善碳捕捉封存相關規範。 3.CO ₂ 回收再利用。 4.加強公眾溝通宣導。
	(四) 取消煤炭補貼	依據歐盟規範，取消煤炭補貼。

策略面向	策略措施	措施重點摘要
四、有效率的電網基礎建設	(一) 電網基礎設施升級	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加速電網擴建：依據「電力網絡擴建法」，建立聯邦電網十年計畫，持續開發既有電網，進行整體電網規劃，與北海離岸電力連結，整合德國電網與歐洲電網系統。 2. 智慧電網：逐步推廣智慧電表佈建，透過修改電表設置規範，制訂智慧電表標準，檢討智慧電表裝設費率。 3. 離岸風力聯網。 4. 加強公眾宣導。
	(二) 再生能源區域電網整合	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修改再生能源法，提供「市場貼水」機制，允許廠商自由選擇固定授電費率，或僅領取「市場貼水」直接售電給用戶。 2. 修改電網規範，給予再生能源優先輸送權。 3. 提高需求端參與負載管理能力。 4. 建構再生能源需量發電能力。
	(三) 擴大電力儲存容量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 抽蓄水力發電：中期提高抽蓄水力發電機組容量，長期利用境外抽蓄水力發電機組容量。 2. 利用生質能發電解決風力及太陽能發電不穩定問題。 3. 加強電力儲存技術研發。 4. 修改能源法，免除抽蓄水力發電電網使用費。 5. 修改再生能源法，加強生質沼氣發電誘因。
五、既有住宅更新整建與新建住宅能源效率提高	(一) 提高既有住宅更新率(由1%提升至2%)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依據能源效率規範，設定既有建築能源效率標準。 2. 修改能源效率規範，2020年起逐步推動既有建築更新改建，俾使2050年住宅部門初級能源需求下降80%。 3. 提供財務獎助或租稅優惠予提前達到建築能源效率要求之既有建築更新改建計畫。 4. 透過重建信貸機構(Kreditanstalt für Wiederaufbau)提供資金予都會建築能源效率改善計畫。 5. 修改租賃法，調整能源契約結構，針對達到能效標準之出租建築給予生態稅減免，俾提高投資改善出租建築能源效率誘因。 6. 由德國政府部門帶頭示範，改善既有政府建築能效。
	(二) 提高新建住宅能源效率	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修改能源效率規範，2020年引進「氣候中立建築標準」(Climate-neutral Building)。 2. 依據能源效率規範，設定新建建築能源效率標準。

策略面向	策略措施	措施重點摘要
	(三) 引導建築使用再生能源	1.依據再生能源熱利用法，規範新建築引進再生能源熱利用。 2.修改再生能源熱利用法，擴大再生能源熱利用之涵蓋能源種類。
六、交通運輸	(一) 電動車發展策略(2020年達100萬輛;2030年達600萬輛)	1.擴大電動車利用，加速市場普及率。 2.規範電動車標示制度，俾便於後續電動汽車優惠措施(如：免費停車)之推動。
	(二) 發展第二代生質燃料	1.提高汽柴油添加生質燃料比例(7-10%)。 2.提供生質燃料租稅減免。 3.煉製過程添加之植物油得計入B3比例。 4.擴大生質燃料利用於鐵路運輸及內陸船運。
	(三) 規劃以排放量為課稅基準之汽車稅制	導入以排放量為課稅基準之汽車稅。
七、能源科技研究	(一) 能源研究計畫(2011-2020)	建立跨部會能源科技政策整合平台，透過能源與氣候金融融資下列領域之能源研究： 1.再生能源 2.能源效率 3.能源儲存與電網技術 4.再生能源系統整合技術 5.能源技術整合
八、能源供給國際合作	(一) 國際氣候保護與競爭	透過國際溫室氣體協商平台，推動碳交易市場建立，以及各國最適減緩行動。
	(二) 歐盟能源政策整合	1.發展歐洲電網系統 2.歐洲能源市場自由化 3.歐盟排放交易平台 4.歐洲能源效率規範 5.綠色電力市場與標示 6.歐洲及地中海區再生能源電力進口 7.發展雙邊與區域能源夥伴關係
九、資訊公開與公眾參與	(一) 資訊公開	透過網路「永續能源供給」論壇，提供下列資訊： 1.能源發展現況 2.能源發展展望與分析
	(二) 公眾參與	透過網路「永續能源供給」論壇，廣納公眾就下列議題之意見： 1.新技術之機會與風險 2.朝向環境友善能源供給系統轉型之路徑 3.電力與天然氣管線擴建程序 4.再生能源發展策略 5.電廠新設需求 6.能源供給結構

資料來源：Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010),
 “Energiekonzept - für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.”

三、執行監督與檢討

為確保前述政策能切實執行，德國聯邦政府 2011 年 10 月 19 日決議建立德國能源轉型政策之未來能源監督機制(Energie der Zukunft, Energy of the Future)，並要求聯邦政府必須就各項措施之施行績效訂定具科學基礎之衡量指標，每三年定期檢討「能源概念」之執行成效並向國會報告，首次檢討會議訂於 2013 年。

未來能源監督機制之運作係由聯邦經濟部與環境部依據能源事業法第 63 條與再生能源法第 65a 條授權，共同完成年度監督報告(始自 2012 年 12 月)，並於每 3 年(第 1 次為 2014 年)完成進度評估報告(Fortschrittsbericht, progress report)，報告內涵包含推動目標、措施、績效指標等。

表 3、德國能源政策目標與推動現況

項目	2011	2012	2020	2050		
				2030	2040	2050
溫室氣體排放						
溫室氣體 (1990 年為基 期)	-25.6%	-24.7%	至少 -40%	至少 -55%	至少 -70%	至少 -80~95 %
再生能源						
占毛消費電量	20.4%	23.6%	至少 35%	至少 50% (2025 ： 40-45%)	至少 65% (2035 ： 55~60 %)	至少 80%
占最終能源消費	11.5%	12.4%	18%	30%	45%	60%
電力						
初級能源消費 (2008 年為基 期)	-5.4%	-4.3%	-20%	-50%		

項目	2011	2012	2020	2050		
				2030	2040	2050
毛消費電量	-1.8%	-1.9%	-10%	-25%		
汽電共生發電占比	17.0%	17.3%	25%			
能源生產力	每年 1.7% (2008-2011)	每年 1.1% (2008-2012)	每年 2.1% (2008-2050)			
建築						
初級能源需求	-	-	-	約-80%		
熱需求	-	-	-20%	-		
現代化比率	約 1%	約 1%	倍增至每年 2%			
交通						
最終能源消費 (2005 年為 基期)	-0.7%	-0.6%	-10%	-40%		
電動車數量	6,547	10,078	100 萬	600 萬	-	

資料來源：Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014), “Zweiter Monitoring-Bericht Energie der Zukunft.”

內閣同時決議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 Staiß 教授與 Hans-Joachim Ziesing 教授等。

未來能源監督機制已完成 2 次年度監督報告，並經專家委員會檢視，提出改進意見，茲摘述專家針對第 2 次年度監督報告之檢討建議重點如下：

(一)設定目標優先順序：德國聯邦政府依據「能源概念」政策設定多項政策目標，惟目標間並未區分其階層關係與優先順序，將使目標缺乏彈性，經專家檢視認為德國能源轉型政策之上位目標應為溫室氣體減量與非核家園目標，其餘項目應可在達成上位目標前提下彈性調整。

(二)績效指標系統納入非量化指標項目：目前德國追蹤「能源概念」政策落實情形之績效指標僅納入量化指標項目，相對忽略了較

難量化的能源供應安全、經濟可行性、社會接受度等層面，鑑此，專家建議可考慮納入如電網穩定度指標、社會影響指標(高成本/低所得)等項目。

(三)細部統計資料建立與完善資料蒐集法源：部門能源效率改善情形追蹤，須有完善能源統計資訊作為評估基礎，鑑此專家建議應推動能源統計法(Energiestatistikgesetz, Energy Statistics Act)全面修法，俾賦予住宅與服務業部門細部資料蒐集充足法源依據。

(四)核能延役政策廢中止與 2020 年減量目標達成挑戰：鑑於福島核災之後核能延役政策中止，2020 年較 1990 年溫室氣體排放減少 40%之目標，依線型規劃勢必無法達成。鑑此，專家建議務實面對此情勢，思考調整目標或加強節約能源與再生能源推動措施強對。

(五)能源效率目標落實：依據專家檢視結果，多項能源效率指標改善結果皆未達原規劃強度，因此專家建議應加強能源效率政策措施之落實。專家認為能源效率改善之首要標的為住宅部門，為達成 2050 年住宅部門氣候中立(climate neutral)目標，專家建議應針對既有建築更新之財務機制進行規劃，以鼓勵既有建築及早更新提高能源效率，並應針對新建建築之能源效率採行更嚴格之標準。

(六)住宅部門再生能源應用：90%住宅部門更新之取暖設備仍多使用化石燃料，將導致提高住宅部門再生能源利用之目標難以達成，鑑此，專家建議應透過財務或租稅誘因機制，鼓勵民眾換購再生能源設備，俾利提高住宅部門再生能源利用。

四、對我國啟示

參考德國能源轉型政策規劃思維、政策內涵、執行監督機制與專家委員會建議，提出對我國的啟示如下：

- (一)以長遠眼光進行政策規劃：德國「能源概念」政策係以 2050 為期規劃期間，進行較長期政策規劃雖會受到許多不確定性因素干擾，以致規劃結果可能產生偏誤，然而，設定長期發展願景，以長期眼光進行政策規劃，可避免規劃時間過短，可能過度著重解決短期問題，以致於採行長期可能產生更大負面影響之政策措施。
- (二)落實執行監督，避免政策流於規劃：德國聯邦政府決議建立未來能源監督機制，追蹤能源轉型政策落實進度，並透過每 3 年進度評估檢討，重新評估需要加強推動之作為，相關監督報告皆受到國會監督，雖易受到國會壓力，但亦有助政策落實與促進立法部門瞭解政策推動點，俾及時透過適當手段解決。
- (三)資訊充分揭露，聆聽專業意見，促進公眾互信：透過未來能源監督程序，德國聯邦政府充分揭露各項政策數據，並聆聽客觀專家對於政策推動之專業評論，相關資訊的揭露與客觀第三方的參與，有助於建立民眾對政府資料之信心，可為雙方理性客觀之政策辯論提供互信基礎，有助於凝聚朝野之政策共識。

參考文獻

1. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010), “Energiekonzept - für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.”
2. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014), “Zweiter Monitoring-Bericht Energie der Zukunft,”
http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/MonitoringEnergiederZukunft/zweiterbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

3. Bundesnetzagentur (2014), Monitoring "Energie der Zukunft",
http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1432/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/MonitoringEnergiederZukunft/monitoringenergiederzukunft-node.html.
4. Craig Morris, Martin Pehnt (2014), Energy Transition: The German Energiewende, Berlin: Heinrich Böll Stiftung.
5. Prognos, EWI, GWS (2010), "Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung."