



德國因應俄烏局勢之能源政策調整分析

計畫名稱：111 年度「國家總體能源政策發展規劃及決策
支援能量建構」(2/2)

計畫主持人：洪明龍

計畫研究人員／作者：闕棟鴻

產出日期：中華民國 111 年 9 月 26 日



目 錄

中文摘要.....	2
Abstract.....	3
一、背景.....	4
二、因應俄烏局勢之能源政策調整內容	4
(一) 天然氣.....	5
(二) 煤炭.....	7
(三) 石油.....	8
(四) 核能.....	9
(五) 再生能源	10
參考資料.....	12



中文摘要

俄烏戰爭迫使德國必須快速調整各項能源政策目標，俄羅斯石油占德國進口量已經從俄烏戰爭前的 35% 降至 25%，天然氣進口量亦從 55% 減至 40%，硬煤進口量則從 50% 降至 25%。本篇報告說明德國受到俄烏戰爭的影響，在天然氣、煤炭、石油、核能及再生能源的政策與目標調整。



Abstract

Germany was forced to quickly adjust its energy policy goals with the impact of Russian-Ukrainian war. In the mid-2022 the share of oil import from Russian has dropped from 35% to 25%. Moreover, the share of natural gas and hard coal from Russian has dropped from 55% to 40% and 50% to 25%, respectively. In this report, we explain the Germany's energy policy including natural gas, coal, oil, nuclear energy and renewable energy affected by the Russian-Ukrainian war.



一、背景

德國於 2021 年 9 月 26 日進行國會大選，總理候選人舒爾茨(Scholz)領導的社會民主黨(SPD)最終獲得了 25.7% 的票數，取得國會最多的席次，並與綠黨、自由民主黨共同組成聯合政府，終結了前總理基民黨梅克爾長達 16 年的執政，並訂出 2030 年前廢除燃煤電廠、再生能源發電占比達 80%、2045 年前停止使用天然氣並達成國家淨零排放等目標。

德國過去數十年長期依賴俄羅斯化石燃料的進口，為兼顧供電穩定與淨零排放目標，德國政府計畫在向氣候中和經濟轉型的過程中，大量依賴進口的天然氣做為過渡時期的能源供應。在能源轉型期間，德國仍然嚴重依賴化石燃料的進口。2021 年，約 35% 的原油、55% 的天然氣及將近一半的硬煤進口來自於俄羅斯。

受到俄羅斯入侵烏克蘭，導致戰爭爆發的影響，迫使德國必須快速調整各項能源政策目標，並修正整體能源的供應戰略。德國聯邦經濟及氣候保護部(BMWK)的羅伯特哈貝克(Dr. Robert Habeck)部長表示，俄羅斯對烏克蘭的戰爭將加速德國推動能源轉型的進程，讓德國不但可以因應氣候變遷，同時減少對俄羅斯能源的依賴。

二、因應俄烏局勢之能源政策調整內容

德國過去數十年大力推動能源轉型，致力發展再生能源，然而在能源轉型的過渡期中，仍必需使用超過半數的化石能源，德國過去長期依賴俄羅斯的化石燃料，受到俄烏戰爭的影響，德國重新思考其整體能源政策，在戰爭初期德國即停止了具有爭議的北溪 2 號天然氣管線，2022 年 9 月，俄羅斯進一步停止透過北溪 1 號天然氣管線供氣給德國。

為此德國已宣布使用液化天然氣運輸實現化石燃料進口的多樣性，並延長煤電廠的運轉時程，同時將原規劃於 2022 年底除役的兩座核電機組，於 2023 年 4 月中旬前轉型儲備電源，另以國家安全為由，迅速且堅定地擴大再生能源。以下將就其各類能源規劃分項進行說明。



(一)天然氣

1. 原訂規劃：

- (1) 德國 2021 年天然氣消費量為 1000 億立方公尺，最大消費為工業 (37%)，其次為家庭(31%)與商業(13%)，發電僅占 12%。
- (2) 德國天然氣大多仰賴進口，現在氣田已接近枯竭，2021 年天然氣 95%依賴進口，在進口的天然氣中，約 55%是來自於俄羅斯，另外挪威與荷蘭亦分別占了 30%與 13%。
- (3) 德國 2021 年燃氣發電量為 890 億度，約占總發電量的 15.3%，經濟暨氣候保護部的羅伯特哈貝克部長希望在 2030 年後，逐步使用氫氣取代天然氣，並於 2045 年汰除境內所有燃氣發電。
- (4) 德國將天然氣視為國家推動淨零排放重要的過渡能源，德國政府亦表示，在德國退出核能與煤炭的過渡階段，將需要幾座新的現代燃氣發電廠來確保電力供應安全，德國經濟研究所(EWI)則估計，德國要實現 2030 年廢除燃煤電廠的目標，仍須 23GW 燃氣發電廠。
- (5) 德國在 2017 年為全球透過管線最大的天然氣進口國，而天然氣占德國能源需求約 1/4，也是德國家庭最重要的供暖燃料。
- (6) 為了配合國家能源轉型並獲取充足的天然氣，德國過去與俄羅斯合作，共同興建一條由俄羅斯可透過海底管線直接供氣給德國的「北溪 2 號(Nord Stream 2)」天然氣管線，惟受到俄烏戰爭的影響，德國已於 2022 年 2 月暫停使用北溪 2 號天然氣管線，俄羅斯亦於 2022 年 9 月起，宣布無限期關閉北溪 1 號天然氣管線，以表達對歐盟與德國政府的不滿。

2. 調整措施：

- (1) 俄烏戰事催化德國重新檢討能源政策。德國除已中止素有爭議的「北溪 2 號」天然氣管線審核流程，並於 2020 年 4 月 6 日提出「復活節套案」改革電力部門法案，相較原規劃提早 10 年廢除燃氣發電。



- (2) 於 2022 年上半年，天然氣占德國總體能源消費約 27%，主要用於供暖與工業用途，用於電力生產僅占約 15%，受到俄烏戰爭影響，德國已大幅縮減自俄羅斯進口天然氣之數量，俄羅斯進口占比已從 2022 年 2 月的 55%，於 2022 年 5 月降為 35%，並擴大自荷蘭、比利時及挪威等國之天然氣進口量。
- (3) 為減少天然氣用於電力生產，德國也透過擴大使用再生能源與燃煤發電，大幅減少燃氣發電，2022 年 1~6 月燃氣發電相較去年同期已減少發電量 14%。而目前仍在運行的燃氣廠主要是為了區域供熱，而非電力。
- (4) 德國現階段規劃，至 2030 年每年將使用 300 萬噸綠色氫，至 2050 年約可達 1,100 萬噸，惟其中大部分仍需仰賴多元化之進口供應。（綠色氫約占 2021 年初級能源供應 9%）
- (5) 經濟及氣候保護部羅伯特哈貝克部長於 3 月底表示，德國預計至 2024 年年中才能停止從俄羅斯進口天然氣，目前也正拜訪卡塔爾和挪威等天然氣生產大國，盼能提高對德國的供氣。
- (6) 德國計畫於 2022/2023 年冬季在德國港口安裝多個浮動液化天然氣接收站(FSRU)，計畫包含租賃四個浮動液化天然氣接收站，將液化天然氣直接進口到德國，預計 2022/2023 冬季可提供約 75 億立方公尺的天然氣（約占 2021 年使用量之 7.5%），並於 2024 年夏季提供 330 億立方公尺的天然氣，長期則規劃在 2026 年前，於北部布倫斯比特爾港興建容量 80 億立方公尺的液化天然氣接收站。
- (7) 為協助歐盟擺脫對俄羅斯天然氣的依賴，歐盟委員會主席與美國總統拜登亦於 3 月底宣布一項協議，美國將於 2022 年額外提供歐盟 150 億立方公尺（約占 2021 年使用量之 15%）的液化天然氣。
- (8) 為因應 2022~2023 年冬季可能面臨的天然氣供應危機，在德國政府的推動下，歐盟已同意推動「天然氣需求減少計畫」，確立在 2022

年 8 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日期間，與過去五年的平均消費量相比，天然氣需求減少 15% 之目標。如果出現嚴重的天然氣短缺與異常飆升的天然氣需求，或是有五個以上的成員國提出警報要求，則歐盟理事會將會依據執委會的提議，決定是否啟動"聯盟警報"，將原先各國自願性減少天然氣消費之政策轉為強制性。

(二) 煤炭

1. 原訂規劃：

- (1) 德國 2021 年燃煤發電量為 1,626 億度，約占總發電量的 27.9%，其原訂目標為 2038 年汰除境內所有燃煤發電，並於 2020 年 7 月 3 日通過煤礦區結構改變法(Act on Structural Change in Coal Mining Areas)，並分三階段進行燃煤電廠除役：
 - i. 第一階段(2019~2022)：2022 年前關閉境內 1/3，合計共 12.5GW 裝置容量的燃煤電廠。褐煤電廠與硬煤電廠裝置容量皆將降至 15GW。
 - ii. 第二階段(2023~2030)：使燃煤電廠的裝置容量降至 17GW(褐煤為 9GW、硬煤為 8GW)。分別在 2023 年、2026 年及 2029 年檢視國家的廢煤路徑(coal exit roadmap)是否在既定的路線上。
 - iii. 第三階段(2031~2038)：2038 年廢除境內所有燃煤電廠，並於 2026 年、2029 年、2032 年進行三次審查，確認廢煤的時程是否可提早於 2035 年達成。
- (2) 在 2021 年 9 月國會大選後，新聯合政府於 2021 年 11 月發布的「聯盟協議」則提出，「理想狀態」下在 2030 年前淘汰所有的燃煤發電。
- (3) 為減少溫室氣體排放並兼顧能源供應安全，德國早從 2018 年 12 月即停止國內硬煤的開採，並透過自產的褐煤與進口的硬煤做為燃煤電廠的燃料。2020 年德國進口了 3,180 萬噸的硬煤，主要來源為俄羅斯(45.4%)，其次為美國(18.3%)與澳洲(12.3%)。



2. 調整策略：

- (1) 根據德國政府的「能源安全進展報告」，到 2022 年中，硬煤進口占比將從 50%降至 25%，並於 2022 年底，完全排除從俄羅斯進口硬煤。
- (2) 歐盟於 2022 年 4 月則提出了禁運俄羅斯煤炭的制裁措施，預計德國將透過擴大使用褐煤，做為燃煤發電的原料。德國過去一直是全球最大的褐煤生產國，2021 年褐煤約占德國初級能源供應的 9%，並大多用於發電或區域供暖。
- (3) 受到國家廢煤政策的影響，過去政府已提出褐煤礦場的停產時間，惟受到俄烏戰爭的影響，為確保國家能源供應的穩定，預期未來褐煤將再次被擴大使用。
- (4) 將在規定範圍內使用燃煤發電以減少燃氣發電：將在 2024 年 3 月之前的過渡期內，使用更多燃煤發電。
- (5) 德國政府於 2022 年 7 月 13 日通過《臨時擴大電網儲備電廠供電條例》，允許目前做為儲備電力，約 4.3GW 的燃煤於 2022 年 7 月 14 日起重新進入德國電力市場進行供電，另原規劃將於 2022/2023 年轉為備用的 2.6GW 燃煤電廠亦可進入德國的電力市場，並維持至 2022/2023 冬季結束前。

(三)石油

1. 原訂規劃：

- (1) 德國 2021 年石油占初級能源供應的 31.8%，石油在德國主要是做為運輸燃料，另一部份則用於私人石油加熱系統，只有一小部份是用於發電(2021 年發電占比僅為 0.8%)。
- (2) 2021 年德國共計進口了 8,100 萬噸原油，其中俄羅斯是最主要的供應國，進口占比約為 34.1%，其餘包含美國(12.5%)、哈薩克(9.8%)、挪威(9.6%)...等共計 30 個國家向德國供應原油。
- (3) 依據德國氣候行動法的目標，2030 年運輸部門的溫室氣體排放量相

較於 1990 年必須減少將近 50%，然而 2019 年運輸部門溫室氣體排放仍與 1990 年相當。

2. 調整策略：

- (1) 經濟和氣候部長羅伯特哈貝克在柏林表示，德國在擺脫從俄羅斯進口化石燃料方面取得了相當大的進展，預估 2022 年年底，即可完全擺脫對俄羅斯石油進口的依賴。
- (2) 全球目前擁有充足的石油庫存，且石油進口不受管道網絡的限制，因此德國可在短時間內從其他國家獲得石油，且德國目前已擁有 90 天的石油儲備，具有充足油料。
- (3) 為確保電力供應的安全與穩定，德國政府於 2022 年 7 月通過《臨時擴大電網儲備電廠供電條例》，允許目前做為儲備電力 1.6GW 的燃油電廠重新進入德國的電力市場交易。
- (4) 德國聯邦環境署(UBA)則表示，如將高速公路的最高限速降低至 100 公里/小時，並將其他道路的最高限制降至 80 公里/小時，預估可節省運輸部門燃料的 3.8%
- (5) 長遠來看，如轉為使用電動汽車與運輸的氫能，將可使德國擺脫對進口石油的需求。德國新聯盟政府希望 2030 年電動車的數量可以達到 1,500 萬輛以上。

(四)核能

1. 原訂規劃：

- (1) 德國 2002 年修訂原子能法，明訂德國不得興建新核電廠，既有核電廠運轉年限(排除大修期間)不得超過 32 年。
- (2) 2010 年 10 月曾經修訂原子能法，使 1980 年前商轉之 7 座核能電廠可延役 8 年、其餘 10 座核能電廠可延役 14 年。
- (3) 日本福島核災後，德國政府宣布 8 座在 1980 年以前商轉之核能機組永久性關閉，並於 2011 年 8 月再次修訂原子能法，明訂剩餘 9



座核電機組關閉時程為 2015 年停 1 座，2017 年停 1 座，2019 年停 1 座，2021 年停 3 座，2022 年底關閉最後 3 座。

- (4) 2021 年德國社會民主黨、綠黨、自由民主黨共同組成聯合政府，重申 2022 年非核家園之目標不變。

2. 調整策略：

- (1) 俄烏戰爭後，德國自俄羅斯進口之天然氣大幅縮減，為避免供氣不足影響電力系統，德國於 2022 年 3 月間進行第一次壓力測試，其測試結果顯示，德國電力即使面臨天然氣短缺、天然氣價格飆漲、核電如期除役等狀態下，也能保障電力供應安全，因此並不建議繼續使用核電。
- (2) 2022 年 7 月德國聯邦政府要求輸電系統運營商針對電力系統進行壓力測試，評估天然氣短缺且核電除役下，對冬季電力供應之衝擊與影響，2022 年 9 月 5 日，德國經濟暨氣候保護部宣布第二次電網壓力測試的結果，其結果顯示 2022-23 冬季的電力系統每小時出現危機的可能性很小，但仍不能完全排除，因此建議採取一些額外措施，避免出現電網壓力導致短期負載不足或電力故障之情況。
- (3) 德國規劃既有的三座核電廠於 2022 年底全面退出電網，不會裝載新的燃料棒；但其中兩座位於南部的核電廠將於 2023 年 4 月中旬前轉為儲備電力，以備德國南部冬季不時之需。

(五)再生能源

1. 原訂規劃：

- (1) 為大力推廣再生能源，德國早從 2000 年 4 月即制定「再生能源法」(EEG 2000)，使再生能源生產者可獲得固定報酬(FIT)20 年，並優先併網。
- (2) 德國在 2010 年 9 月發布「能源概念」，擬定再生能源發展目標，期 2020 年、2030 年、2040 年及 2050 年再生能源發電占比可以分別達

到 35%、50%、65%及 80%。

- (3) 2020 年 9 月德國修訂「再生能源法」(EEG 2021)，明訂 2030 年再生能源發電占比達 65%，並於 2050 年實現碳中和發電。
- (4) 德國 2021 年再生能源發電量合計為 2,380 億度電，發電占比為 40.9%。

2. 調整策略：

- (1) 德國歷經 2021 年 9 月國會大選，並受到俄烏戰爭影響，社會民主黨(SPD)、綠黨及自由民主黨(FDP)共同組成的聯合政府在新修訂的再生能源法(EEG 2023)，則提出更具挑戰性的目標，期達成新聯合政府 2030 年再生能源發電占比達 80%，並於 2035 年達成再生能源發電占比 100%。
- (2) 訂定 2030 年太陽光電裝置容量達到 215GW 的目標，同時訂定了太陽光電每年新增裝置容量的量化目標，希望德國太陽光電 2022 年新增 7GW、2023 年新增 9GW、2024 年新增 13GW、2025 年新增 18GW，並於 2026 年~2035 年，每年皆新增 22GW 之目標。
- (3) 針對陸域風電亦訂定每年新增裝置容量的目標，目標陸域風電 2022 年新增 3GW、2023 年新增 5GW、2024 年新增 8GW，並於 2025 年~2035 年每年新增 10GW 之目標。
- (4) 訂定 2030 年離岸風電裝置容量達到 30GW 的目標，並期望在 2035 年與 2045 年離岸風電裝置容量分別達到 40GW 與 70GW。同時透過海上風能法(WindSeeG)的平行修正案，增加離岸風機的招標量與擴張路徑。
- (5) 德國議會於 2022 年 7 月 7 日以 379 票同意、281 票反對，通過了再生能源擴張的法案，惟為爭取議會支持，聯邦政府事前已放棄原訂 2035 年再生能源發電 100%之目標入法。

參考資料

1. Draft of a second law amending the offshore wind energy law and other regulations, Federal government bill
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/04_novelle_wind_SeeG_kabinettfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=8
2. Law to amend the energy industry law in connection with the immediate climate protection program and to adapt the law on end customer deliveries, Federal government bill
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/04_Entwurf_Energie-Gesetz-Novelle_Kabinett.pdf?__blob=publicationFile&v=8
3. Statistisches Bundesamt, 2022.
<https://www.destatis.de/EN/Homepage.html>
4. Clean Energy Wire, 2022.
<https://www.cleanenergywire.org/>
5. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., 2015.
Energy Market Germany 2021
[https://www.ebeth.gr/userdata/modules/Pages/3/7/37960/BDEW%20Energy%20Market%20Germany%202021%20english%20\(1\).pdf](https://www.ebeth.gr/userdata/modules/Pages/3/7/37960/BDEW%20Energy%20Market%20Germany%202021%20english%20(1).pdf)