

解析英國 2020 年能源白皮書《推動零碳未來》

—盤整 2050 年長期能源與氣候政策，建構更好未來

邱虹儒、王穎達

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

英國政府於 2020 年 12 月發布英國能源白皮書，彙總各部會能源相關政策內容，揭示英國下個階段能源政策發展方向。此本能源白皮書，也是英國首次將能源相關的政策從各部門的發展和使用觀點集結成冊，包含能源、建築、運輸和工業部門。更進一步，白皮書所依循的框架是如何使能源系統和市場可以成為英國達成 2050 年淨零排放目標的助力。

白皮書作為英國能源部門達到 2050 淨零排放目標的集大成之作，其中內容與英國官方過去一年陸續發布的宣示相同，但卻缺乏許多政策領域應有的細節，而承諾將於 2021 年春天再個別陸續發布。英國將於 2021 年 11 月舉辦聯合國氣候變遷綱要公約第 26 屆締約國大會，是以相關政策細節和決議可期待會逐一落實，白皮書之後，隨之將發布的包括氫能策略、能源市場介入措施、智慧系統計畫、運輸去碳計畫、供暖和建築策略、北海轉型協議，以及工業去碳策略。

本文將簡要說明英國 2020 年的重要能源政策發展，銜接至 2020 年 12 月發布的能源白皮書六大章節內容。2020-2021 年間，是英國形塑未來 2050 年長期能源與氣候政策的重要時期，白皮書盤整眾多部門措施及政策目標，使英國準備好成為 2050 淨零排放的領先國家，也在 2019 年的新冠肺炎衝擊後「建構比以前更好之未來」(Build Back Better)。

關鍵字：英國能源白皮書、2050 淨零排放、COP26

一、英國能源政策概況

2020 年英國能源政策的幾個重要規劃與議題，本文主要討論的能源白皮書以外，包括氣候公民大會、舉辦聯合國氣候變遷綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)第 26 屆締約國大會(Conference of the Parties, COP26)、英國天然氣暨電力市場管制局(Office of Gas and Electricity Markets, Ofgem)成立第二期電力平衡系統使用費(Balance Services Use of System Charges, BSUoS)專案工作小組、電動車輛智慧充電公眾意見徵詢、智慧充電短期及長期規劃、「默認價格上限」(Default Tariff Price Cap)機制檢討、氣候變遷委員會發布第六期碳預算建議書、英國首相宣布「綠色產業革命」十大計畫等。

本文第二章將詳細介紹能源白皮書內容，以下簡略說明上述各重要規劃與議題。

(一) 氣候公民大會

英國議會於 2020 年 9 月 10 日發布英國第一本由氣候公民大會(Climate Assembly UK)完成的「淨零排放路徑報告」(The Path to Net Zero)，有超過 50 項具體建議英國如何達成立法通過的 2050 年前達到淨零排放，分類在不同領域議題內，包括交通、飲食與土地利用、購物、住宅內供暖及能源使用、發電方式、移除溫室氣體等。

108 名參與者須全程參與從 1 月 24 日開始到 5 月 17 結束共 6 場的會議，前三場為實體分桌會議，後三場受到疫情影響改為線上會議，每場會議為期二至三天。第一場主要邀請各領域相關專家來分享什麼是氣候變遷。第二場了解我們使用的能源從哪邊來後，分為三組深入了解溫室氣體排放的來源，包括交通、住宅、購物、土地使用、糧食及農耕。第三場針對可以有哪些政策工具來達成淨零排放社會進行討論及提出建議。第四場聆聽演講及討論了解電力從哪邊來的。第五場聽取演講，有關從大氣中去除溫室氣體的不同方法，並就英國為實現 2050 年淨零排放目標而應在多大程度上依賴或不依賴這些技術的爭論。最後第六場，大會成員檢視所有成員在整個大會中做出的決定，以確保文件準確地捕捉成員的觀點，同時

也討論冠狀病毒以及氣候變遷的可能影響和考慮因素。

(二) 舉辦聯合國氣候變遷綱要公約第 26 屆締約國大會

英國原定於 2020 年 11 月舉辦主持第 26 屆 UNFCCC COP26 會議，受到疫情影響，延至 2021 年 11 月舉辦，並將由前任能源和潔淨成長大臣 Claire Perry 擔任主席，預期本次會議重點將在 2050 年長期淨零排放策略與目標，英國於 2019 年 6 月 27 日，成為全球第一個設定 2050 年溫室氣體減量回至 1990 年水準（減量 100%）的國家，落實在完成 2008 年氣候變遷法的修法。

根據國際能源總署(International Energy Agency, IEA) World Energy Outlook 2020 整理各國宣示目標(詳圖 1)，截至 2020 年 10 月，已有 29 個國家有中長期淨零排放目標。

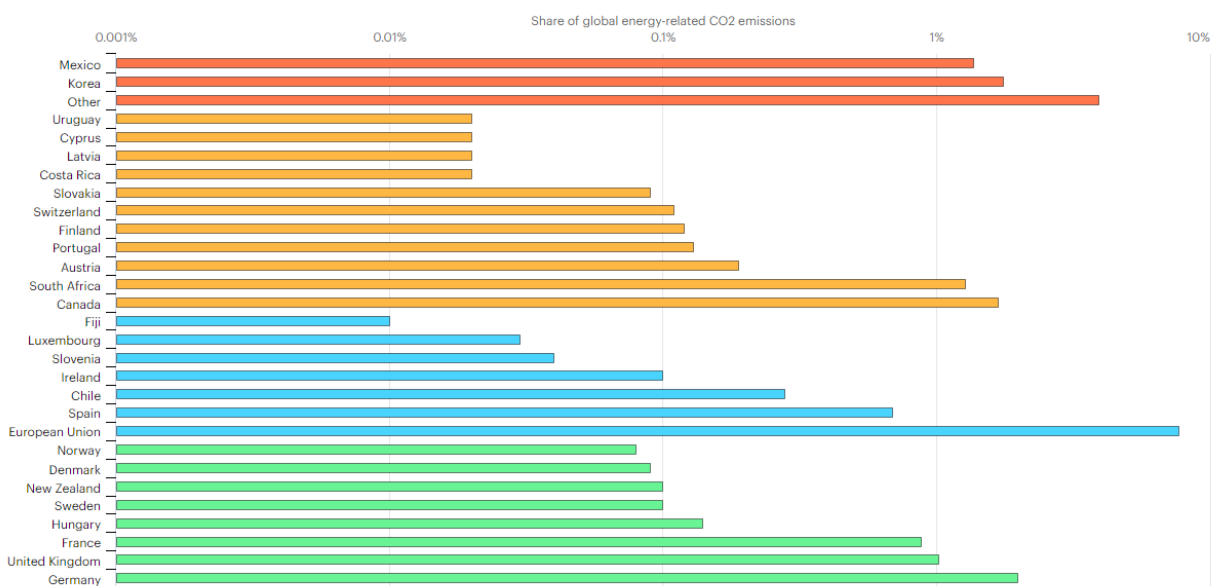


圖 1、宣布 2050 年前達到淨零排放國家 [8]

資料來源：IEA, 2020

(三) 英國 Ofgem 成立 BSUoS 專案工作小組

英國在 2019 年成立第一期電力平衡系統使用費(BSUoS)專案工作小組，目的在於調查未來 BSUoS 的費用，BSUoS 係指在電力自由化市場中，平衡電力、輔助服務電力、系統運轉成本及誘因費用等之總和。第一期工作小組的結論是要能在有成本效率和展望未來消費者改變行為的情境

下，收取 BSUoS 各費用是不可行的，建議 BSUoS 費率的設定要利基於可以吸收成本。第二期的工作小組重點在討論誰應該付出 BSUoS 的費用、這些費用如何被回饋等。

(四) 電動車輛智慧充電公眾意見徵詢

2019 年 7 月政府對公眾展開電動車輛智慧充電的意見徵詢，主要針對目前電動車的充電系統設計。政府發起此次徵詢，是為了能夠刺激消費者轉為使用電動車輛，增加市場技術創新，整體徵詢結論是希望若政府不介入，市場是極難可以發揮最大充電系統效果，可能會同時存在多種規格和設備設計，而對消費者來說並一定是最佳的。

(五) 智慧充電短期及長期規劃

2020 年政府發布短期及長期智慧充電規劃，第一階段是非公設充電站必須要符合英國國家標準，第二階段政府規畫於 2022 年確定長期方案並落實。

(六) 「默認價格上限」(Default Tariff Price Cap)機制檢討

英國 2019 年 1 月啟動「默認價格上限」，主要是電力自由化後，占比非常高的民眾並沒有變更費率以更符合其電力使用習慣，造成民眾繳交的電力費用高於實際狀況，因此導入的默認價格上限，是一個短期的政策，原定 2020 年底結束，但可視況延長到 2023 年。由 Ofgem 計算出上限金額，並由電力業者主動調整用戶的方案，使消費者支出的費用下降且更合乎使用習慣。

(七) 氣候變遷委員會發布第六期碳預算建議書

英國氣候變遷委員會(Committee on Climate Change, CCC)於 2020 年 9 月發布第六期碳預算建議書，重點為 2033-2037 年間減碳量相較 1900 年少 78%(詳圖 2)，並且與前五期不同，將國際航空及船舶、碳捕捉與封存納入碳預算的計算中(詳圖 3)，呼籲英國政府在 2021 年要提出「淨零排放策略」以達到目標。

在第六期碳預算建議書中，計算投資力道及瑩用成本降低的狀況，並預測各部門淨零成本的高峰年，在主要碳排部門中，較快達成的是建築部門 2028 年、電力部門在 2034 年、工業部門則在 2036 年，而最為困難的

則是運輸部門要到 2040 年才有可能達成投資高峰，詳圖 4。

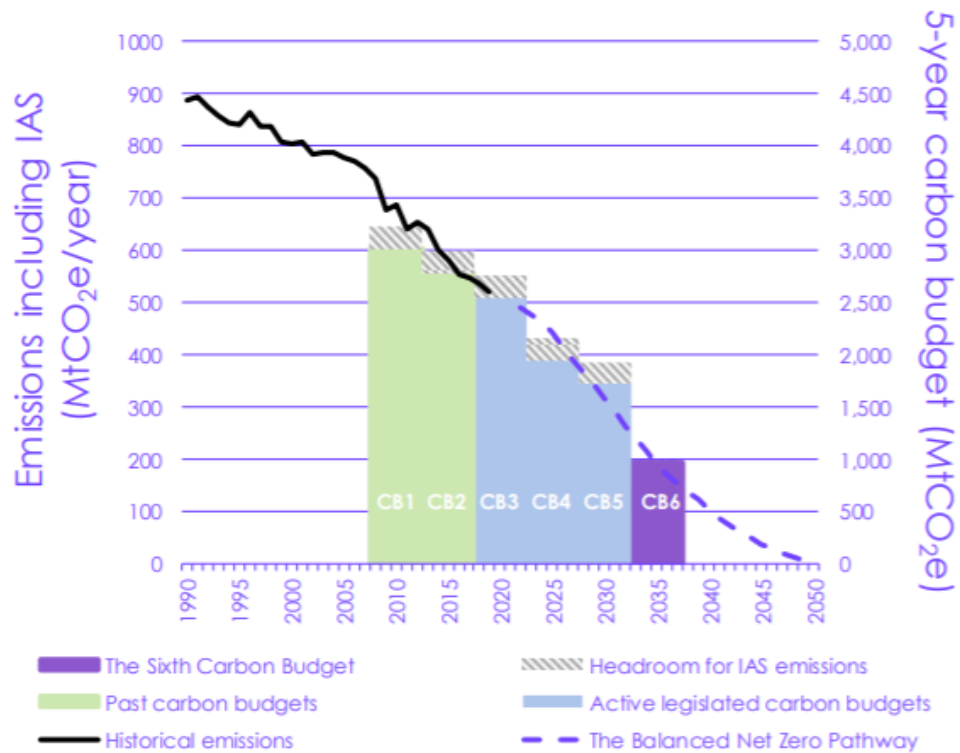


圖 2、第六期碳預算目標 [5]

資料來源：CCC, 2020

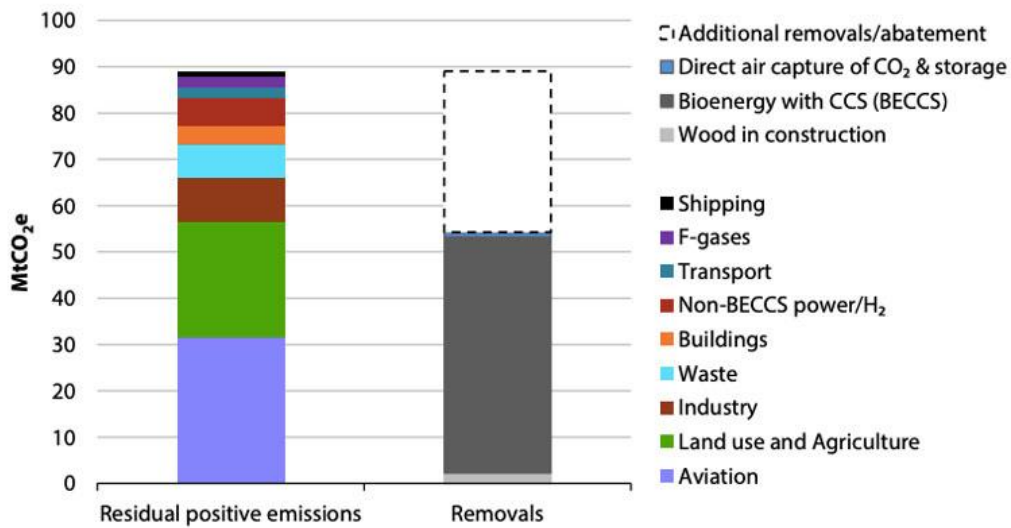


圖 3、第六期碳預算組成預測趨勢[5]

資料來源：CCC, 2020

Table 3.B: CCC estimates of UK emissions and costs of decarbonisation by sector

Sector	2050 residual emissions as a share of 2018 UK emissions (%)	Average annualised net cost (£bn) ^a	Average in-year operating cost (£bn)	Average in-year investment cost (£bn)	Peak in-year investment cost (£bn)	Peak year
Buildings	0.2	7.3	-2.7	11.7	19.0	2028
Industry	0.5	2.2	0.5	1.8	4.1	2036
Electricity production ^b	0.2	1.6	-4.8	15.5	22.6	2034
Fuel supply	0.1	1.0	-0.3	2.5	4.6	2048
Agriculture, land use and land use-change	3.0	0.3	0.0	1.3	1.9	2042
Waste & F-gases	1.9	0.6	0.0	0.3	1.2	2023
Transport ^c	4.7	-1.7	-21.8	11.4	14.1	2040
Negative emission technologies	-10.6	2.3	0.0	0.2	0.4	2040

Source: 'The Sixth Carbon Budget – The UK's path to Net Zero', CCC, 2020.

圖 4、第六期碳預算組成預測趨勢[5]

資料來源：CCC, 2020

(八) 綠色產業革命 10 大計畫

英國首相於 2020 年 11 月 19 日 10 大計畫，預計投入 120 億英鎊(約新台幣 4,557 億元)政府投資、吸引 360 億英鎊(約新台幣 13,672 元)民間投資，創造和支持 25 萬個綠色就業機會。10 大計畫如下：

(1)加速離岸風電：2030 年離岸風電達到 40GW、創新浮動式離岸風電 1GW。

(2)推進低碳製氫成長：2030 年低碳氫能達到 5GW。

(3)開發新及先進核能技術：進一步投資小型核反應爐、先進核反應爐的研發。

(4)加速交通載具轉向零排放：2030 年起禁售汽油車和柴油車、2035 年起禁售油電混合車。

(5)綠色公共運輸、單車和步行：擴大投資零排放公車使用量，設計單車和人行空間。

(6)航空零排放及綠色船舶：加速投資，目標 2030 年起第一架零排放航空飛行器上路，增加投資開發綠色航運技術，如氫能發動船舶。

(7)強化綠色建築：縮短「未來家園標準」(Future Home Standard)推動時程以加快進度，並擴及非住宅建築。2028 年前每年目標裝設 60 萬個熱泵。

(8)投資碳捕集、封存及再利用：2020 年中前完成兩個 CCUS 產業聚落，2030 年前完成 4 個 CCUS 廠，預計每年可捕捉 10Mt 二氧化碳。

(9)保護自然環境：成立新的國家公園及法定特殊自然美景區。

(10)綠色金融及創新：承諾 2027 年提高綠色研發投資到 GDP 的 2.4%。並已於 2020 年 7 月發布「英國研發路徑」，目標降低淨零排放轉型的成本、刺激新市場模式和產品、影響消費者行為。

英國 2020 年在能源發展上也有進展，包括自 2019 年第三季起，再生能源發電量首次且持續至今超過化石燃料發電量，詳圖 5。

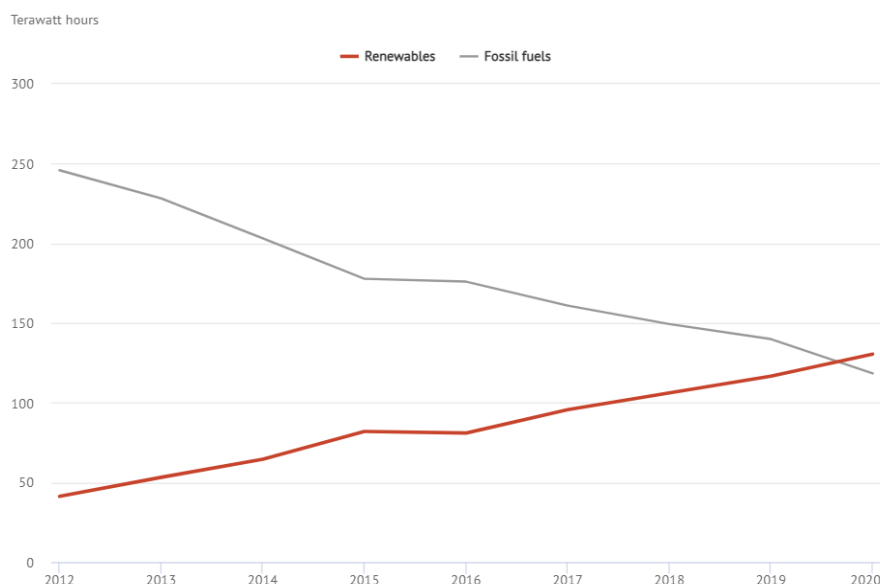


圖 5、英國再生能源及化石燃料發電歷年統計[4]

資料來源：Carbon Brief, 2021

英國 2020 年受疫情衝擊，當年度碳排放量陡降 11%，相較 1990 年水

準減少 51%，距離 2050 年淨零排放目標不到一半，主因私有車用油量銳減，詳圖 6。

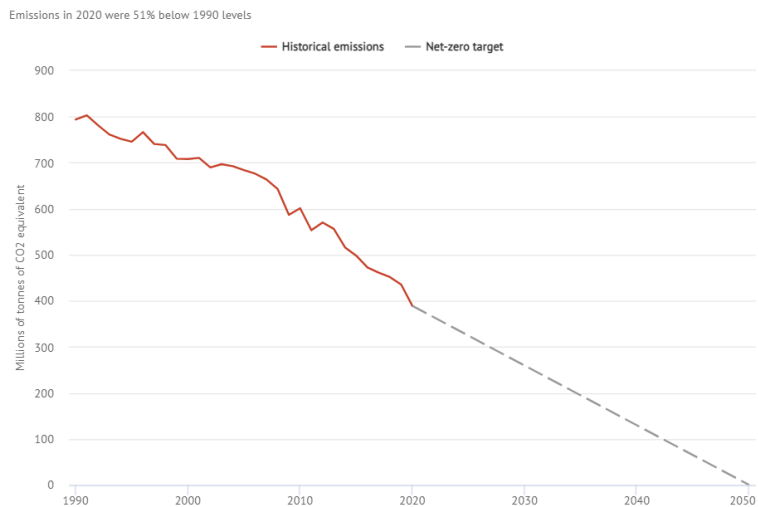


圖 6、英國碳排放量歷年統計[4]

資料來源：Carbon Brief, 2021

英國官方預估 GDP 成長 2021 年回升 4%、2022 年回升 7%的情況下，預期碳排密度成效將抑制碳排的反升，疫情後的碳排放量雖也會回升，但不會太嚴重，詳圖 7。

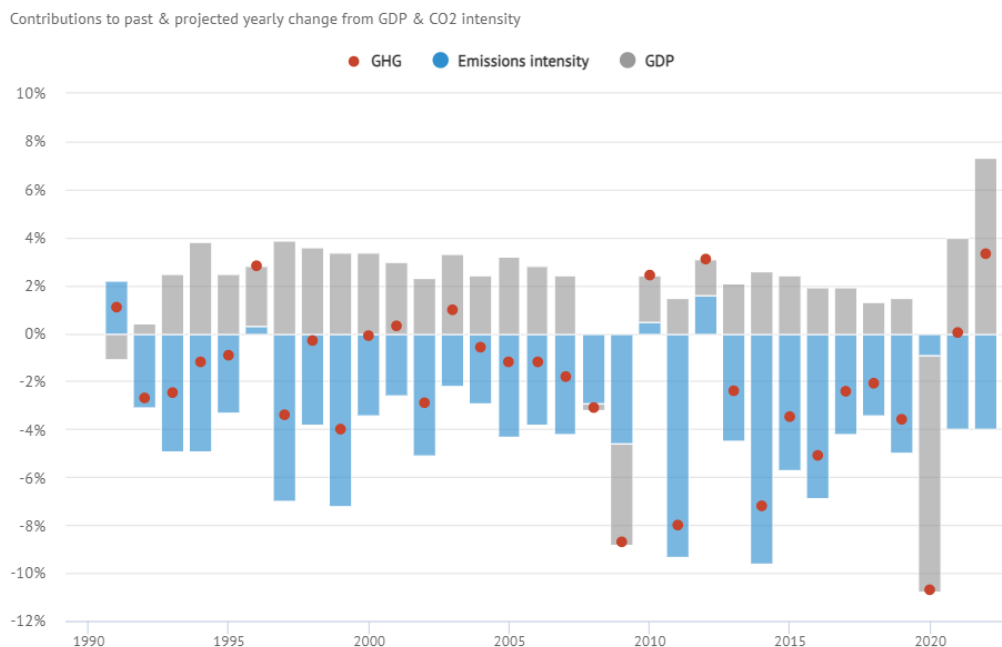


圖 7、英國碳排放量、GDP、排放密集度歷年及未來預測[4]

資料來源：Carbon Brief, 2021

二、英國 2020 年能源白皮書

本文分別整理並摘錄英國 2020 年能源白皮書六個章節的重點內容。

(一)消費者

為因應生活中越來越多新科技在家庭的應用，未來家庭生活的能源需求也將持續增加，未來 30 年電力將取代傳統能源來提供運輸、供暖等能源需求，英國政府未來將以「為消費者創造公平交易」、「保護燃油貧乏的人」和「提供節省電費的機會」等三原則與天然氣和電力市場辦公室(Ofgem)合作。白皮書指出，政府和 Ofgem 應進行監管改革，公平性和可負擔性將式核心，目的是保護英國消費者利益並創造省錢機會。

白皮書指出英國將在邁向淨零的過程中，為消費者創造公平的交易，確保市場是足夠競爭的，藉此來分配邁向淨零時的好處，保護消費者的權益。並在接下來的六年，透過 Energy Company Obligation (ECO)、Warm Home Discount (WHD)、Green Homes Grant 等機制，提供約 67 億英鎊的相關補助。

為達成上述目的，英國接下來將著手推動「智慧電表(Smart meters)」、「智慧費率(Smart tariffs)」等模式。¹ 未來在英國能源系統內發揮更大作用的消費者將獲得獎勵，如安裝節能設備和裝設太陽光電與儲能系統的消費者，可利用多元的方式獲得好處。

除此之外，白皮書中亦指出，英國現在有許多社區，正在嘗試用自己的方式來建立和管理社區能源供需系統，這些做法不僅讓在地社區碳排放下降更有效率，也促進了許多在地就業和經濟發展。此外，英國地方政府也陸續通過將能源納入其在住房，交通，廢物和規劃方面的法定工作，英國未來將為地方政府提供資金，以實現區域型、社區型的脫碳計劃，以期能透過因地制宜的方案來促進社區達成碳中和。

圖 8 統計過去英國家庭的平均雙燃料年支出的狀態，白皮書指出，英國政府未來將積極提供低收入與弱勢家庭補助，讓這些家庭可以花更少的費用在更溫暖、舒適的房間生活，透過節能設備的汰換和改造房屋等措

¹ 智慧費率：因使用時間而異的電價收費機制，如為低碳技術的消費者（例如電動汽車）設計的費率，以確保他們可以在最便宜的時間充電。

施，將平均可為家庭省下 400 英鎊的費用。此外，按照目前的估算，即便邁向淨零排放會增加能源系統的成本，但在節電措施等推動下，英國政府預期至 2030 年，英國家戶的平均雙燃料年支出應該不會成長超過 2%。

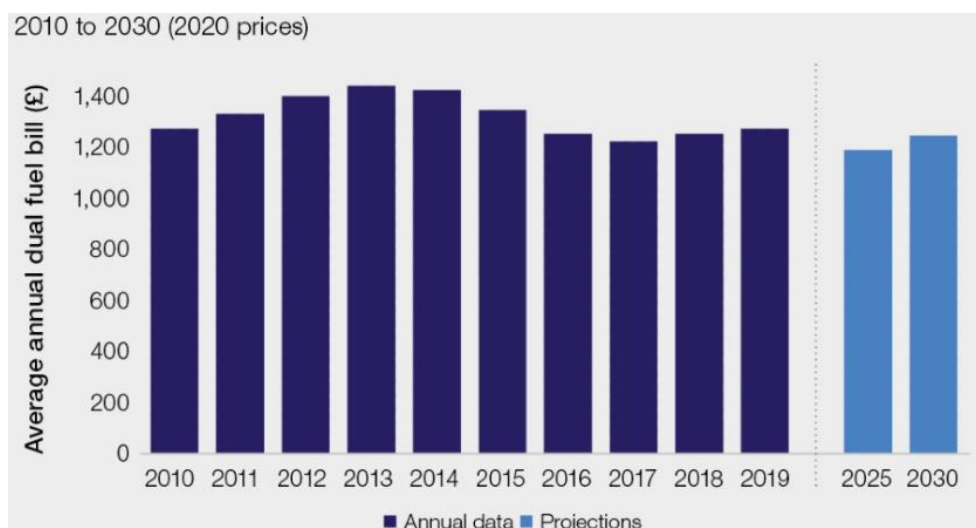


圖 8、英國家庭平均雙燃料年支出 [1]

事實上，為了保護消費者的權益，英國政府現階段就已和 Ofgem 合作推動價格上限機制，確保市場不會過度懲罰那些不經常四處尋找更好交易的消費者。

英國政府未來將跨部門工作，深入了解目前英國能源系統中的各項成本。這將使得英國政府和 Ofgem 能夠決定如何以公平的方式分配能源成本，並促進具有成本效益的脫碳。

白皮書中亦指出，因為英國現在有越來越多的風能和太陽能連接到電力系統。英國能源系統所支付的是風力電場或太陽能發電場的建設和運營成本，而不是燃料成本。這種趨勢從根本上改變了必須支付的系統成本，而消費者的電力支出將需要反映這一點。

確保在所有消費者之間公平分配成本將是英國政府面臨的主要挑戰。因為這需要在不同家庭之間、國內消費者與企業之間、各種產業需求之間等不同面向，尋求適當的平衡。此外，也要思考將產生能源的成本轉嫁到賬單上的方式，是否可以激勵或抑制某些類型的消費者行為？如此一來，可以進一步思考如何在燃氣和電費賬單之間分配脫碳能源的成本。

為了使更多家庭對其所獲得的能源服務做出明智的選擇，英國政府將與能源產業合作消除市場扭曲，未來將確保消費者在選擇能源服務和產品時，能源供應商將向消費者提供更透明、準確的資訊，如選擇的能源方案中的碳排放量等。

綜上所述，英國政府在白皮書的承諾如下：(1) 將在 2021 年 4 月之前開始政府、消費者和產業之間針對可負擔性和公平性的對話；(2) 將考慮如何改革當前的自動續約或延期的模式，以促進更大的競爭，並透過對外諮詢專家的方式尋找合適的模式；(3) 確保消費者在選擇能源服務和產品時向他們提供更透明，更準確的碳排放等資訊；(4) 評估可能需要進行哪些市場框架變更，以促進開發和採用對消費者有用並有助於實現淨零關稅的創新性費率和產品；(5) 根據數據隱私和網絡安全等原則，在議會時間允許的情況下進行立法，從而監管家庭智慧設備。

(二)電力

根據白皮書的未來電力需求推估，2050 年，超過一半的電力需求來自潔淨能源相當於 2019 年(占 17%)的 4 倍裝置容量需求，這也是英國 2020 年白皮書最受公眾注意的重要關鍵，詳圖 9。

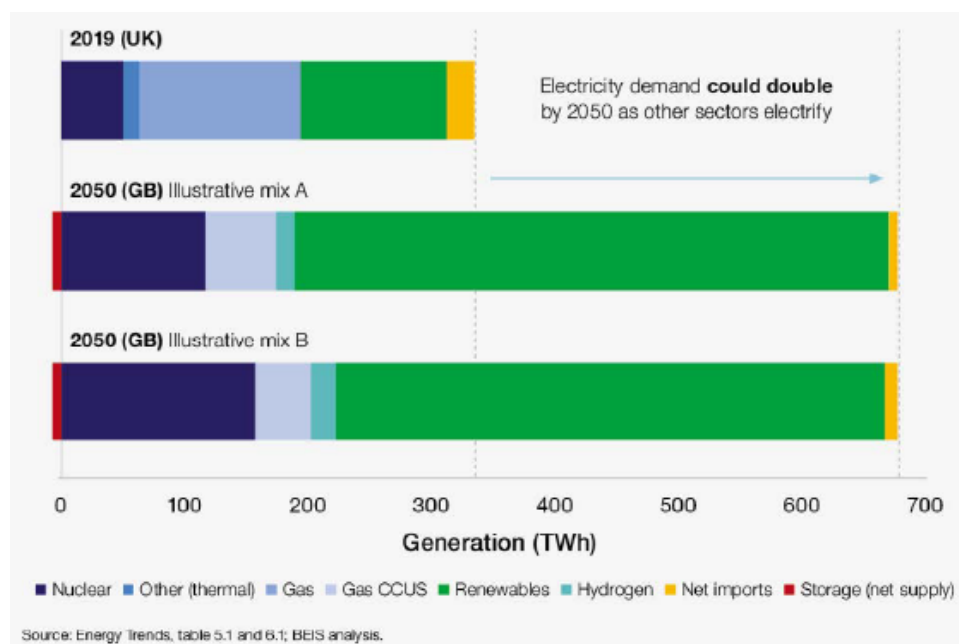


圖 9、2050 年電力需求推估 [1]

白皮書電力章節，最重要的承諾就是在 2050 年前達到淨零排放的情

境過程中，能夠供應可負擔的潔淨電力，相關目標包括：

1. 2030 年前，離岸風力達到 40GW，包括 1GW 的浮動式離岸風力。
2. 新建燃煤電廠必須裝設 CCUS，既有 300MW 的燃氣電廠也將諮詢裝設 CCUS 可能性。
3. 目標今年取得 Hinkley Point C 核電廠申請許可，且 2030 年前降低核電廠 30% 成本。
4. 提供 3.85 億英鎊投資於小型核反應爐(SMR)設計及先進核反應爐(AMR)的示範建置。
5. 2040 年前，完成建設一座可商轉的核融合電廠。
6. 2022 年前，確定生質能與碳捕集和封存(BECCS)技術，在生質能策略的定位。

白皮書的能源模型採用 Mackay 碳計算器，包含長期推估(詳圖 10)以及民眾版的情境模擬器(詳圖 11)，未來將公開開放源，供社會檢視。

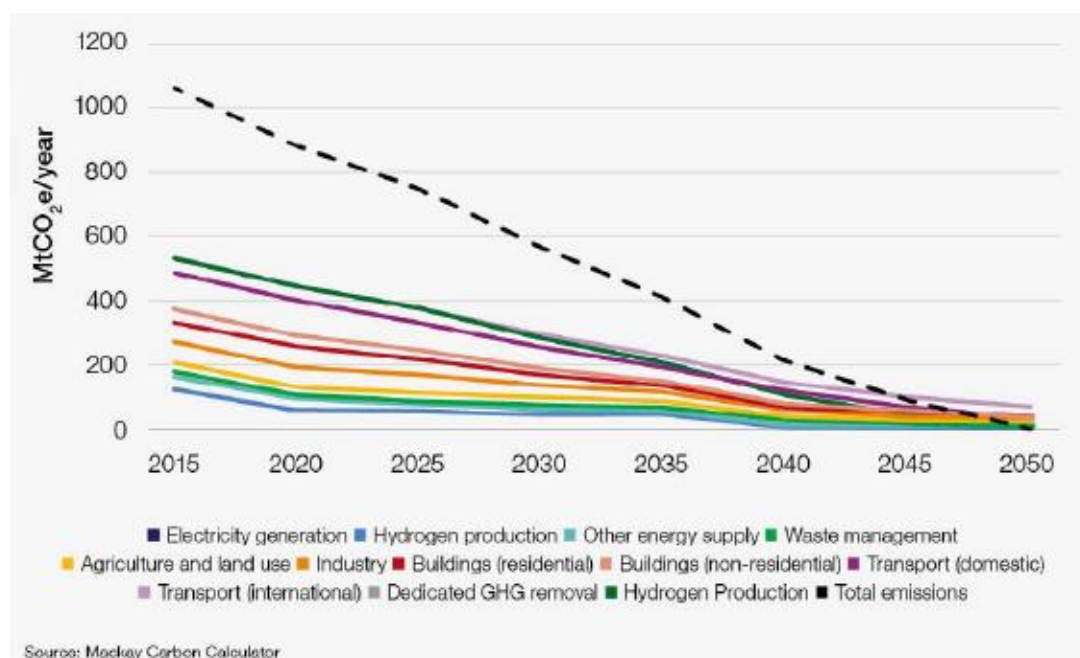


圖 10、Mackay 碳計算器 2050 年碳排放量推估 [1]



圖 11、Mackay 碳計算器民眾版介面 [1]

(三)能源系統

根據白皮書的相關統計指出，英國 2019 年的能源系統中，有 79% 的能源供應來自化石燃料，已有 17% 的消費者最終能源是使用電力，因此預估 2050 年前，由於低碳轉型，最終能源需求將有超過 50% 轉為電力。因此在能源系統的中長期策略，著重在天然氣及電力的基礎建設與配套法規，因應未來能源供應結構，可容納氫能及 CCUS 的需求。

在能源效率市場面上，2021 年春天將發布新的「智慧系統規劃」，將儲能入法，並送國會審議；辦理針對「長效(Long-duration)儲能技術」的開發試驗補助競賽，包括鋰離子電池、抽蓄水力儲能等技術。

在網絡基礎建設上，提議修法讓陸域風力電網的建造、持有、維運商也可以導入競價投標機制。擴建車用充電站，配合 2030 年禁售石油/柴油車、2035 年禁售油電混合車的需求。檢討調整離岸風力輸配線規劃，為達 2030 年 40GW 目標，離岸風機將離海岸線更遠，電纜耗損及輸送減損問題將影響成本，目前採一對一方式將討論調整為併網等。

在數位基礎建設上，2021 年春天發布「能源資訊數據策略」，強化智

慧電力數據的加值應用。

最後是重申定義天然氣在低碳轉型過程的重要性，確保天然氣在低碳轉型過程中，可持續獲得投資，以支援氫能、CCUS 等技術發展。

(四)建築

建築部門是英國第二大排放部門(詳圖 12)，僅次於運輸部門、與工業部門並列，根據白皮書引述官方統計數字，90%的英國家戶使用化石燃料在供暖、烹飪以及燒水，且高達 66%的家戶能源效率認證在較差的 D 級(含)以下，經統計調查，能源效率認證等級越高，平均換算每年能源帳單費用越低(詳圖 13)，因此如何使英國更多家庭住宅可以改善能源效率成為建築部門的重點推動方向。

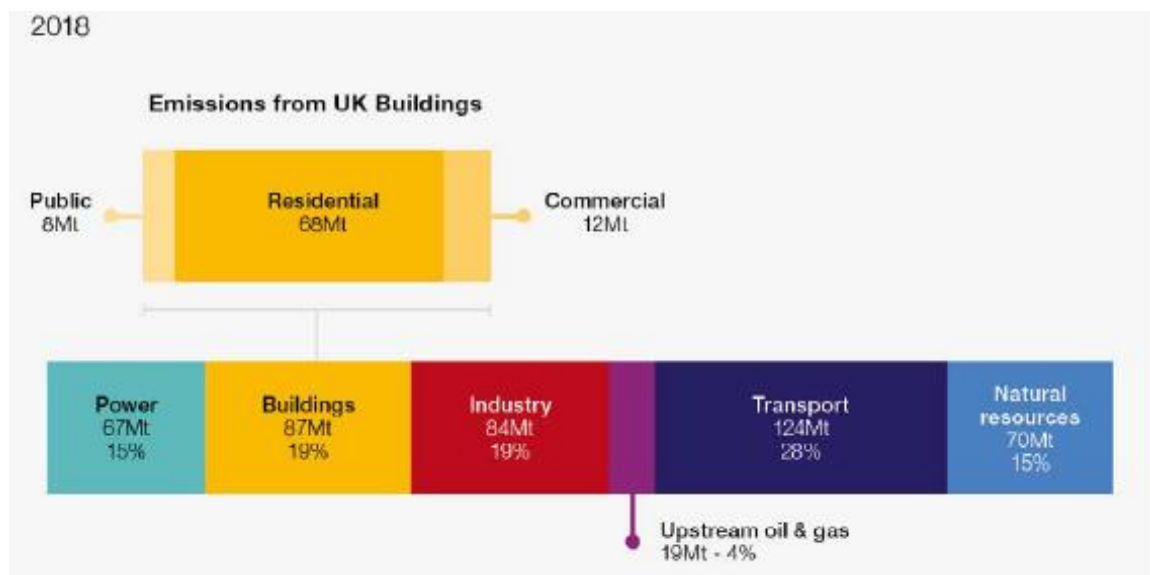


圖 12、2018 年英國 6 大部門排放量占比 [1]

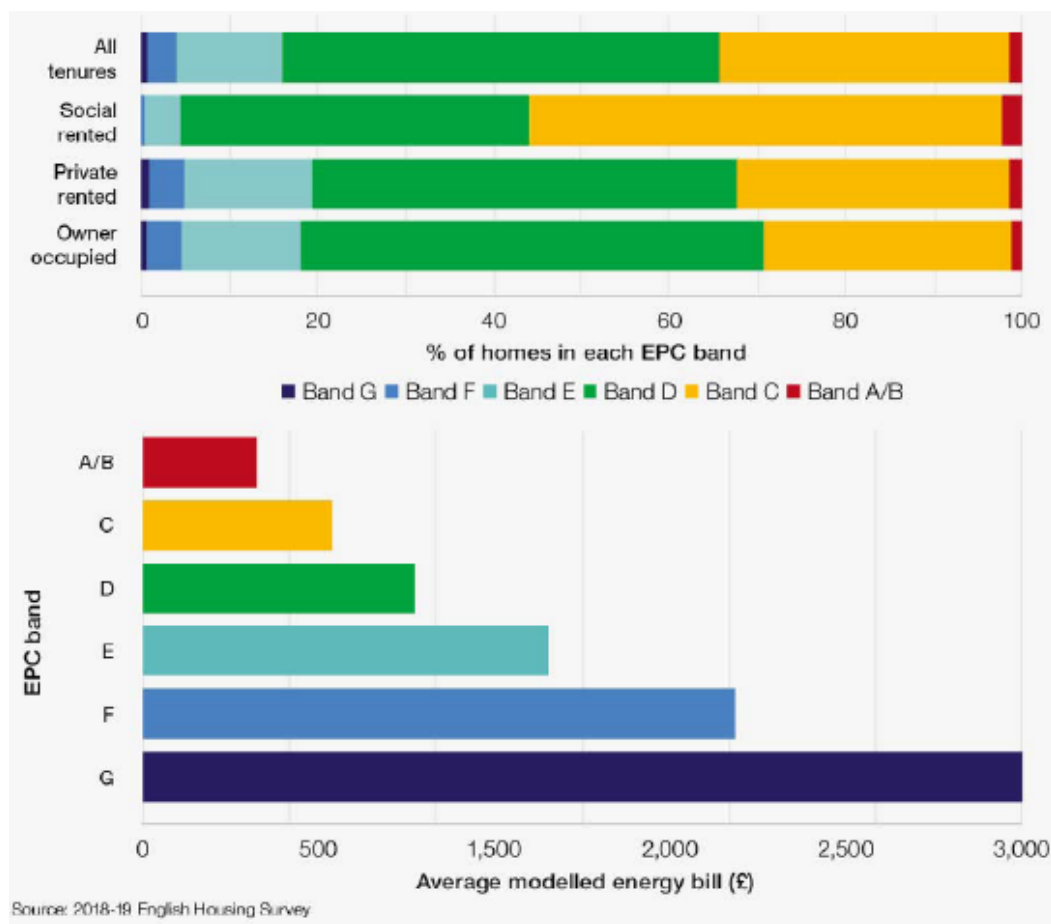


圖 13、2018-2019 年英國住宅能源效率認證情形 [1]

目前英國已經有的相關改善家戶住宅能源效率補助政策以外，英國政府也將推出新的補助政策，希望透過更廣泛的宣導，可以衝高能源效率住宅的總量，相關補助政策包括：

能源公司義務(Energy Company Obligation)提供節能設備給能源貧窮的家戶；冬季暖家折扣(Warm House Discount)提供社會弱勢費用補貼，以上兩個既有方案，白皮書承諾將從 2022 年延長到 2026 年。另外以新增兩種方案，包括未來家庭方案(Future Homes Standard)強制新建物的建造已經可以降低 70-80%的碳排放量；綠色房屋補助金(Green Homes Grant)補助低收入戶進行房屋改造。

此外在策略面上，規劃提出供暖和建築策略(Heat and Buildings Strategy)、更新英格蘭的能源貧窮策略、提出能源商品政策，並成立綠色就業工作小組，協助高碳排工業就業轉型。在能源效率面上，將展開「大

型商業和工業建築能源效率分級機制」、「小型商業能源效率措施裝設機制」、「強化既有英國環保署能源節約計畫」等諮詢，並於脫歐後重新制定 2012 年通過的「能源效率建築法規」；在氫能和綠氫的支援上，包括 2021 年盤點氫能適用設備，2023 年前完成家戶供暖及其他設備輸送氫能示範小區，以及確保瓦斯管線可混合至少 20% 的氫能，2025 年前完成「氫能村落」。此外也包含支持創新節能技術、強化供暖網絡等。

(五)工業能源

製造業長期以來是英國推動經濟的核心之一，根據白皮書，2018 年製造業占英國整體出口的 42%，聘用了全國 260 萬人，創造約 1,700 億英鎊的毛附加價值(Gross Value Added, GVA)，英國製造業幾乎所有產業都位於倫敦和東南部以外，並為這四個地區提供高價值的工作(圖 14)。



圖 14、英國主要工業群與 2018 年碳排放分布[1]

根據白皮書，英國製造業跟精煉廠占工業部門大部分的碳排（約 16%），未來這些產業皆將要面對碳中和的議題，要加速提高能源效率和脫碳化。建築物本身能源使用和工業製造過程的能源效率的提高，將為工業能源的轉化奠定基礎。但是，不能僅依靠能源效率來減少排放，以實現英國 2050 年的目標。製造業將需要利用 CCUS 等技術來處理碳排放，並從

使用化石燃料轉向低碳替代品。

然而，要讓工業成功脫碳，意味著未來產業須克服在競爭激烈的國際市場上生存的問題，因減少碳排放和採用潔淨能源技術需要資本投資，將可能影響營運成本。就目前而言，英國不能僅依靠市場力量讓廠商自己進行脫碳化，英國的工業部門需要政府的持續支持，特別是在脫碳初期，即風險和成本最高的階段。白皮書指出，英國政府將針對提高能源效率和減少碳排放的成本的部分來支持產業。確保英國的工業在全球市場上競爭和取勝的能力，並最終使他們能夠利用全球零淨經濟帶來的新商業機會。

為了達成上述目標，英國政府將在 2021 年春季發布《工業去碳戰略》，詳細說明政府將如何支持製造業脫碳，並確定英國在向潔淨能源過渡中，如何支持英國的工業競爭力和具有彈性的綠色能源，並開拓國內外新市場的機會，以達成疫情和脫歐後的經濟復甦。

白皮書進一步指出，如果全球工業要到 2050 年減少約 70%（相對於 2012 年的水平）的碳排，到 2050 年英國清潔能源技術的出口將達約 14 億英鎊的年毛附加價值，並提供約 18,000 個工作機會。

為了達成上述目標，英國未來將先針對英國的工業群（即相關產業聚集的中心），並設計機制，讓工業群可利用共享的潔淨能源基礎設施，例如 CCUS 以及低碳氫的生產和分配等。工業群中的脫碳將實現規模經濟，即降低每減少一噸碳的單位成本。此外，這些工業群將提供高品質的工作，這些工作的薪資將高於英國的平均工資。

到 2025 年，英國政府將投資 10 億英鎊，以促進 CCUS 能在 2 個工業群完成部署，並在 2030 年之前再進一步部署另外 2 個工業群，以支持英國到本世紀末每年捕捉 10 百萬噸 CO₂ 的雄心。英國政府認為英國有能力成為 CCUS 的全球技術領導者，有機會利用現有的石油和天然氣產業的專業知識來發展英國的國內供應鏈，到 2030 年 CCUS 的出口產值估計可達 36 億英鎊。白皮書指出，英國擁有儲存超過 780 億噸二氧化碳的潛力。到 2030 年，這個新的 CCS 產業可能在英國支持多達 50,000 個工作。

為達成上述目標，英國已設立碳捕集與封存基礎設施基金，以承諾實現這一機會所需的投資。此外，英國財政部在 2020 年 3 月的預算中亦承

諾投入至少 8 億英鎊進入該基金，以支持英國 CCUS 的部署。但事實上，對於大多數產業而言，CCUS 尚不是可行的投資選項，因市場目前沒有提供足夠強健的價格信號來使工業 CCS 可行。有鑑於此，英國政府目前正在設計和實施一種新商業模式，來支持並提高企業對 CCS 解決方案的投資信心，目標是到 2022 年敲定一個新的商業框架。

除了 CCS 之外，氫的戰略亦是英國戰略中的重要一環。白皮書中羅列幾項英國氫能未來發展目標，第一，至 2024/2025 年企業可透過淨零氫基金獲得 2.4 億英鎊的補助；第二，2030 年達成 5GW 規模的低碳氫裝置容量；第三，到 2030 年每年低碳氫產量達 42TWh。並在在 2021 年初發布英國氫戰略，使英國成為低碳氫生產和使用的全球領導者。

英國低碳氫的生產至 2050 年很可能包括(1)甲烷裂解搭配 CCUS；(2)生物質氣化搭配 CCUS 和(3)使用再生能源或核能發電電解氫。最終的組合將取決於多種因素，包括成本、可用性和技術應用範疇等。為了達成長期目標，目前規畫至 2020 年代中期之前實現規模生產，以確保安全性、成本和減碳潛力，期望能在 2025 年實現 1GW 的氫生產能力。並到 2030 年在英國的工業群及其他地區創造約 8,000 個工作崗位。

除了 CCS 和低碳氫之外，建立一個新的英國碳市場將是英國以成本有效的方式實現淨零排放的基礎。根據白皮書，英國政府近期內將規劃和實施英國排放交易計劃，建立世界上第一個零碳排放上限和交易市場。英國將建立英國排放權交易計劃(UK Emissions Trading Scheme, UKETS)，以取代英國對歐盟 ETS 的參與。英國的 ETS 將是一種基於市場的措施，將對企業可以排放的溫室氣體（通過流通配額的總數）設置上限，該限額將隨著時間的流逝而減少。企業亦可透過政府拍賣或二級市場買賣排放配額。目前英國的 ETS 最初將適用於能源密集型行業，如發電和航空產業。英國碳交易體系還將使英國能夠在整個經濟體中擴大碳定價的範疇，並鼓勵創新脫碳技術的產生。

白皮書中英國政府的主要承諾如下：(1) 英國將在 2021 年春季發布《工業脫碳戰略》，詳細說明政府將如何支持製造業脫碳；(2) 將增加工業群的使命，以支持到 2030 年達成 4 個低碳工業群和到 2040 年至少實現一

個完全淨零工業群；(3) 到 2025 年，英國政府將投資 10 億英鎊，以促進 CCUS 能在 2 個工業群完成部署，並在 2030 年之前再進一步部署另外 2 個工業群，以支持英國到本世紀末每年捕捉 10 百萬噸 CO₂ 的雄心；(4) 在 2021 年春季發布專門的氫戰略，使英國成為低碳氫生產和使用的全球領導者；(5) 與工業界合作，目標是到 2030 年英國發展 5GW 的低碳氫氣生產能力；(6) 建立淨零氫基金以支持低碳氫的生產，在 2024/25 年之前提供 2.4 億英鎊的資本共同投資；(7) 實施世界上第一個淨零碳排放上限和交易市場，即英國排放交易計劃；(8) 規劃於 2021 年提出一種新機制來支持新商業模式將私營部門投資帶入工業 CCS 與製氫。

(六)石油與天然氣

英國石油及天然氣部門在北海的油氣探採轉型與除役，是能源轉型的關鍵之一，石油與天然氣被評估在未來，相對於離岸風電、碳捕捉、封存與利用(CCUS)、低碳氫能，將不具有能源競爭力，北海由石油與天然氣局(Oil and Gas Authority, OGA)主管，並宣示將在 2050 年使北海淨零排放，包含探採作業、上下游產業。

2020 年 5 月，OGA 曾諮詢如何將油氣產業降低碳排放量、減少生產石油時例行性燃燒天然氣(flaring)。此外丹麥於 2020 年 12 月也宣布未來將不再核發上游產業的許可，以逐步到 2050 年前中止丹麥在北海的相關油氣生產作業，英國白皮書內則仍希望確保特別是天然氣產業在能源轉型的過程中，其重要性可以被保留，包含就業機會及國內天然氣供應，僅承諾將檢視未來上游產業許可核發的政策適宜性，並宣布將中止來自海外化石燃料能源公司的新投資或廣宣贊助。

英國並將加入世界銀行 2030 年「生產石油時不再例行性燃燒天然氣」的倡議，並完成北海轉型協議(the North Sea Transition Deal)的簽署，該協議包含北海遊憩產業轉型為生產潔淨能源(如離岸風力)、導入 CCUS、油氣共應鏈調整納入供給新能源，發展製氫能，以及擴大能源技術能力，促進油氣就業轉型。

三、結語

(一)英國 2021 年能源整體政策規劃

2020/21 年間，是英國形塑未來 2050 年長期能源與氣候政策的紮馬步時期，眾多部門同步啟動，並捲動各智庫研究單位、導入公民參與的公民大會等往未來鋪路。特別是規畫在 2021 年聯合國氣候變遷綱要公約第 26 屆締約國大會(COP26)於英國蘇格蘭格拉斯哥(Glasgow)時，宣布眾多規劃成果，使英國準備好成為 2050 淨零排放的領先國家，也在 2019 年的新冠肺炎衝擊中「建構比以前更好之未來」(Build Back Better)。

國際智庫 Policy Exchange，整理一份英國能源及環境政策追蹤時間大表如圖 15 所示，僅供本文分析參照，若讀者轉錄使用，請取得 Policy Exchange 之授權。

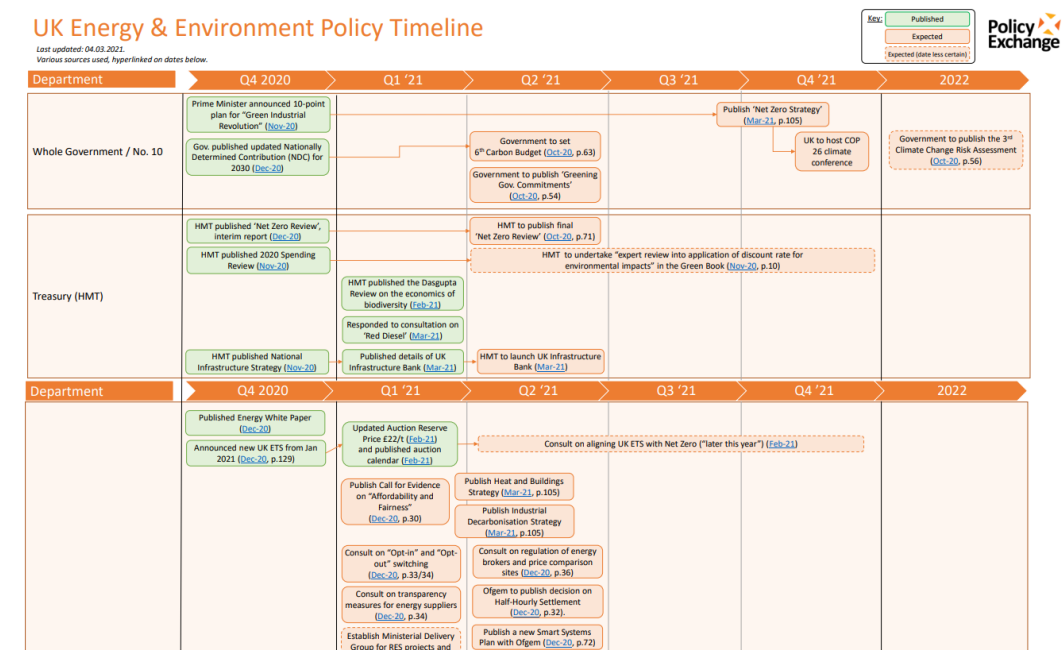


圖 15、英國能源及環境政策追蹤時間大表 [11]

(二)對台灣能源政策發展的啟示

2017 至 2021 年間，是英國規劃下一個國家能源階段的重要時期，儘管相關訊息的發布可能顯得較零散，但也顯示英國從各部門去集結資源提出方案的國家狀態。英國此階段的目標設定，相較於政策宣言，更重視現狀分析與未來發展路徑的可行性。

英國於 2017 年 10 月 12 日發布「潔淨成長策略-邁向低碳的未來」，

此乃依據氣候變遷法所要求，作為達到第四、第五期碳預算的路徑藍圖。策略中著重節能與再生能源的創新技術、經濟發展成果，50 項重點政策亦包括近期英國政府的重要綠能宣示，如 2040 年前停止銷售傳統汽柴油車輛、2025 年前逐步禁止使用煤碳發電、進一步推廣離岸風電等。而後同一年發布「產業發展策略」，延續「潔淨成長策略」，定位能源系統要能因應潔淨能源的發展，支援產業經濟。

2020 年底發布的英國能源白皮書原定 2017 年發布，延遲 3 年正式公布，然而多數內容已經在報告發表前公告，因此本文判斷報告本身更是政策的彙編，而非用於政策規畫藍圖的宣示。

後續值得關注目前較少有討論的議題：

1. 2017 年英國國務大臣核定了由經濟學家 Dieter Helm 完成的「能源成本獨立調查報告」，檢討英國能源政策政府過度指定發展特定能源，造成政府財政支出過高成本，相關躉購等政策配套，也使得英國電力自由化市場價格高，英國政府對能源政策的規劃是否過度目的導向？需更注意成本概念。
2. 2021 氣候變遷委員會對第六期碳預算的建議是否能達成？納入航空及船舶，但白皮書對於航空及船舶的討論細節較少。
3. 2014 年英國曾削減 CCUS 預算，如今 CCUS 已占報告重要地位，後續 CCUS 是否會快速成長，值得關切。

最後，英國對未來長期淨零排放規劃，展現規劃中各議題範疇分析質量與達成目標的可行路徑，儘管有部分議題(如下一代核電技術、建築部門節能方案等)無具體階段成果、亦無變更目標，但政府對待 2050 淨零碳排的態度，包含研究、政策資源配置與公民參與，均有在過去政策操作的經驗上去擴大與展開，值得我國在中長期能源發展策略或淨零排放目標的討論上參考。

參考資料

- [1] BEIS, 2020/12. Energy White Paper-Powering our Net Zero Future.
- [2] BEIS Policy paper, 2020/11/18. The ten point plan for a green industrial revolution.
<https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>
- [3] Brown & Osborne, 2021. UK Energy White Paper announces very busy 2021.
<https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=6e94b57b-4b0a-4af1-8f4f-2ffb266ccf50>
- [4] Carbon Brief, 2021. Analysis: UK is now halfway to meeting its ‘net-zero emissions’ target.
<https://www.carbonbrief.org/analysis-uk-is-now-halfway-to-meeting-its-net-zero-emissions-target>
- [5] Committee on Climate Change, 2020. The Sixth Carbon Budget The UK’s path to Net Zero.
<https://www.theccc.org.uk/publication/sixth-carbon-budget/>
- [6] EIC, 2019/12/19. ENERGY POLICY IN 2020.
<https://www.eic.co.uk/energy-policy-in-2020/>
- [7] HM Treasury, 2020. Net Zero Review: Interim report.
<https://www.gov.uk/government/news/net-zero-review-publishes-initial-analysis-of-green-transition>
- [8] IEA, Announced net-zero CO₂ or GHG emissions by 2050 reduction targets, IEA, Paris.
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/announced-net-zero-co2-or-ghg-emissions-by-2050-reduction-targets>
- [9] Mah & Hills, 2014. Participatory governance for energy policy-making: A case study of the UK nuclear consultation in 2007. Energy Policy 74, p. 340-351.

- [10]Norton Rose Fulbright, 2020/12. The Energy White Paper: the next chapter in UK energy policy.
<https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/266617b6/the-energy-white-paper-the-next-chapter-in-uk-energy-policy>
- [11]Policy Exchange, 2021/3/4. UK Energy and Environment Policy Timeline.
<https://policyexchange.org.uk/uk-energy-and-environment-policy-timeline/>
- [12]The ICE. North Sea Oil: A Resurgent Benchmark Basin.
<https://www.theice.com/article/north-sea-oil-resurgent-benchmark-basin>
- [13]財經每日頭條，電力市場化改革中的保底供電政策建議及其價格形成機制，2019/8/10。
<https://kknews.cc/finance/k4xayqv.html>
- [14]謝雯凱，英國潔淨成長策略，能源知識庫，2017 年 10 月 12 日。
https://km.twenergy.org.tw/DocumentFree/reference_more?id=181