

本月專題

英國碳預算

周采儀¹

摘要

為實現 2050 年減量目標，英國「氣候變遷法」規範碳預算制度，設定五年一期的碳預算減量目標，透過及早制訂碳預算，確立英國中長期減量路徑，提升減量政策透明度，並考量國際減量承諾，逐期提高碳預算減量目標；此外，透過由下而上(Bottom-up)的規劃方式，完整評估各部門中長期減量潛力，並充分考量成本有效性與相關訂定原則，制訂適當碳預算額度，俾確保中長期減量規劃之可行性。

我國甫於 2015 年 7 月立法通過「溫室氣體減量及管理法」，並效法英國碳預算制度，規範訂定階段管制目標，爰本文特就英國碳預算制度進行研析，分別於第一部分簡介碳預算背景，第二部分探討碳預算訂定方式，第三部分則介紹碳預算管考、調整機制，以作為我國階段管制目標訂定之參考。

1.財團法人台灣綜合研究院 高級助理研究員

為善盡國際責任，英國除履行京都議定書下的減量義務，承諾於 2008-2012 年排放量較 1990 年基準減少 12.5%，亦依循歐盟共同承擔減量目標，期使 2013-2020 年非交易部門(non-traded sector)¹排放量較 2005 年減少 16%，並於 2015 年更提交國家自定預期貢獻，訂定 1990-2030 年期間 40%減量目標，展現積極減量決心。

此外，英國「氣候變遷法(Climate Change Act)」明訂 2050 年較 1990 年排放量減少 80%目標，規範碳預算制度，自 2008 年起訂定五年一期的碳預算目標，並藉由逐步調高碳預算減量目標，落實長期減量目標。目前碳預算已制定五期，根據碳預算建議報告，英國在 2028-2032 年期間之年排放量應平均較 1990 年基準減少 57%。

鑑於我國甫於 2015 年 7 月通過「溫室氣體減量及管理法」，其中參酌英國碳預算制度，規範制定階段管制目標，爰本文特針對英國碳預算制度進行研析，探討碳預算制度背景、訂定方式與管考調整機制，以供我國階段管制目標訂定之參考。

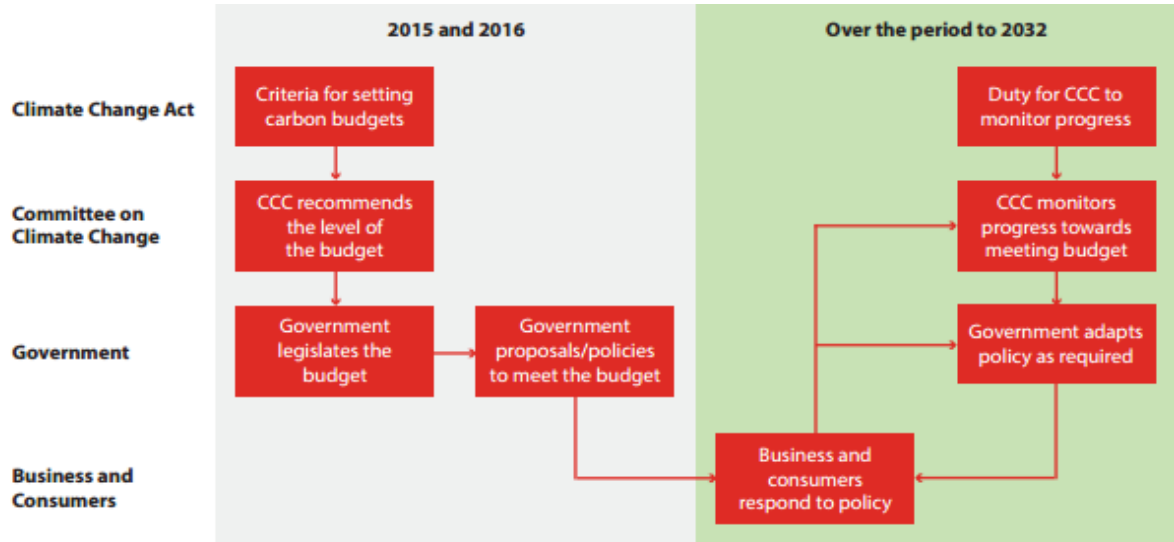
一、英國碳預算(carbon budget)背景說明

英國 2008 年通過「氣候變遷法」，並於該法明訂 2050 年溫室氣體排放較 1990 年減少至少 80%之長期減量目標，成為世界上第 1 個將減量目標入法的國家；為達成上述長期減量目標，英國提出碳預算，明訂五年一期的碳預算目標²。

¹ 非交易部門意指不涵蓋在歐盟排放交易系統(EU ETS)下的排放部門。

² 氣候變遷法第 4 條。

英國能源暨氣候變遷部(Department of energy and climate change, DECC)為碳預算主管機關，負責向國會提出碳預算額度，並在碳預算完成制定後，主掌碳預算管考、調整機制相關事宜(圖 1)。



資料來源：CCC(2015a)。

圖 1 碳預算訂定、管考、調整機制示意圖

為確保碳預算制定專業獨立性，「氣候變遷法」特設立氣候變遷委員會(Climate change committee, CCC)，該機構成員受能源暨氣候變遷部(DECC)與分權政府(Devolved administrations, DAs)指派，由具備能源、經濟或科技背景之學者或專家組成。氣候變遷委員會在整合學術單位、企業團體與公眾意見下，負責向能源暨氣候變遷部研提碳預算訂定建議³，於預算期間向國會提交年度碳預算進展報告，以監督碳預算目標執行狀況，並視需要提供碳預算目標調整建議(圖 1)。

為確保長期減量目標之達成，碳預算額度逐期呈遞減方式制定。目前碳預算的制定已進行到第五期，根據氣候變遷委員會的建議，第五期碳預算額度應訂為 1,725 MtCO₂e⁴，即 2028-2032 年期間國內年排放量平均較 1990 年基準減少 57% (圖 2)。

³ 氣候變遷法第 6、32 條。

⁴ 1,725 MtCO₂e 為不含國際航空與海運排放量的碳預算額度。

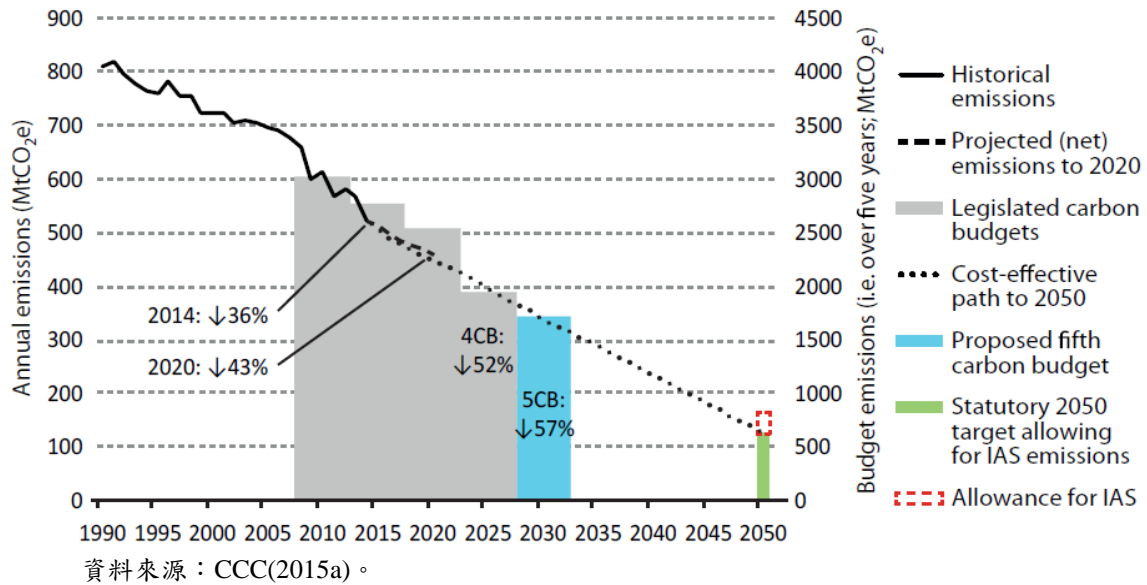


圖 2、碳預算訂定情形示意圖

二、碳預算訂定方式

碳預算訂定係由能源暨氣候變遷部參酌氣候變遷委員會與相關權力機構意見，向國會提交碳預算訂定相關法令文件，最後經國會通過後，以命令方式制定⁵。前三期碳預算業於 2009 年制定完成，第四期以後碳預算則應於施行前第 12 年 6 月 30 日前完成制定。有關碳預算訂定考量原則與設定過程分述如下：

(一) 考量原則

依據「氣候變遷法」，碳預算減量目標須與中、長期減量目標一致，意即碳預算訂定須分別符合 2030 年及 2050 年排放較 1990 年基準減少 34% 和 80% 之減量目標。另外，為解決碳預算帶來的社會及經濟衝擊等問題，以下議題也列入碳預算訂定考量原則⁶：

1. 氣候科學；
2. 歐盟和國際減量承諾；

⁵ 氣候變遷法第 8、9 條。

⁶ 氣候變遷法第 10 條。

- 3.經濟狀況：對產業競爭力(尤其是能源密集產業)之衝擊；
- 4.社會狀況：對燃料貧窮(fuel poverty)之衝擊；
- 5.財政狀況：對稅收、公共支出與政府借貸之衝擊；
- 6.能源政策：對能源供給安全與國家能源與碳密集度之衝擊；
- 7.行政地區(英格蘭、蘇格蘭、北愛爾蘭、威爾斯)之差異⁷；
- 8.氣候變遷相關科技。

(二)設定方式

碳預算設定過程中，氣候變遷委員會分別考量氣候科學與國際減量承諾之進展，確立 2050 年減量目標，接著在充分考量成本有效性與相關原則下，以由下而上(Bottom-up)的方法進行部門減量潛力分析，同時將英國排放部門分為交易(Traded sector, TS)部門與非交易部門(Non-traded sector, NTS)⁸兩類，透過加總交易部門在歐盟排放交易系統下得到的排放額度，以及非交易部門在部門減量潛力分析下的預期排放量，適當設定碳預算額度。

(三)部門減量潛力分析

基於成本有效性與相關訂定原則考量，氣候變遷委員會分別將社經參數假設與基線(baseline)情境代入模型，分析既有減量政策施行下部門排放與電力需求趨勢，並將英國排放部門分為電力、工業、建築、運輸等，採取由下而上方式，分析各部門減量潛力，最後依據分析結果，評估預算期間英國部門排放

⁷ 有關行政地區之差異，意指四大行政地區減量潛力與減量因素之不同。例：威爾斯因能源密集產業占比較其他行政地區高，因此其溫室氣體減量效果較其他行政地區差；而相較於其他行政地區，蘇格蘭的再生資源較多、低碳發電占比高為其減量的重要因素。

⁸ 交易部門為涵蓋在歐盟排放交易系統下的發電部門與工業部門下的能源密集產業，像是發電廠、煉油廠、汽電共生裝設(CHP installations)、離岸油氣(offshore oil and gas)產業等；而非交易部門則為不涵蓋在歐盟排放交易系統的部門，像是運輸、建築、農業部門等。

趨勢。以下分就社經參數假設、減量情境設定與分析結果進行說明。

1. 社經參數假設：包含總人口數、家戶數量、GDP 成長率、石油價格等參數，各期碳預算設定社經參數假設值詳參表 1。

表 1 社經參數假設摘要

假設類別		前三期預算期 (2008-12/2013-17/2018-22)	第四期預算期 (2023-27)	第五期預算期 (2028-32)
人口	總人口數 (百萬)	在 2020 年達 67 百萬。	-	在 2030 年達 71.4 百萬。
	家戶數量 (百萬)	在 2020 年達 30 百萬。	在 2030 年達 33 百萬。	-
經濟活動	GDP 年成長率 (%)	在 2020 年為 2-2.25%。	在 2020-2030 年期間為 27.8%。	在 2014-2030 年期間為 47%。
	總體附加 價值毛額 (GVA)成長 率(%)	在 2020 年達 1.5%。	-	-
燃料價格	石油	在 2020 年超過 \$70/bbl。	在 2020-2030 年期間價格成長 12.2%，於 2030 年成長至 92/bbl。	在 2014-2030 年期間成長 19%。
	天然氣	在 2020 年超過 60p/therm。	在 2020-2030 年期間成長 10.1%，於 2030 年成長至 76 p/therm。	在 2014-2030 年期間成長 32%。
	煤炭	在 2020 年為 \$47-62/tonne。	在 2020-2030 年期間價格波動幅度低，於 2030 年維持在 £51/tonne。	在 2014-2030 年期間成長 9%。

資料來源：CCC (2008a、2010b、2015a)，本研究整理。

註：氣候變遷委員會在第四、五期碳預算建議報告中，使用實質 GDP 年成長率作為經濟活動假設。

2. 減量情境設定

(1) 情境設定

依據未來新興科技與減量規劃發展造成的不確定性，氣候變遷委員會將各部門的減量潛力分為三種情境進行分析。以第五期碳預算為例，Central 情境係能源科技發展與減量措施實施順利之情境，另依據能源科技發展與減量措

施施行狀況變動，設計 Barriers 與 Max 二種減量情境。
Central、Barriers、Max 減量情境描述如下：

A. Central 情境：以達成 2050 年減量目標為目的，並在遵循碳預算訂定原則及考量成本、技術可行性下，英國能源科技發展與減量措施實施順利之減量情境。

B. Barriers 情境：較 Central 情境差，假設低碳科技應用受限制，新興科技成本比預期高，加以缺乏適當政策支持新科技裝設與示範。

C. Max 情境：較 Central 情境佳，除推行 Central 情境減量政策外，另增加其他具可行性、永續性、成本有效性的減量行動，以達成高減量目標。

(2) **減量措施：**為避免碳預算額度訂定過於嚴格或寬鬆，氣候變遷委員會係以 Central 情境作為碳預算設定參考情境⁹，以下針對參考情境部門減量措施進行說明。

A. 能源需求面考量措施：

在五期預算期間(2008-2032 年期間)，工業、運輸、建築、農業等部門主要透過提升產業能源效率、積極推動新興低碳產業、施行節能規劃、促進行為改變等作法降低能源需求，進而減少溫室氣體排放；另外，建築部門更透過提升住家隔熱效果以及推廣再生能源加熱系統等節能措施，減緩相關燃料貧窮問題(表 2)。

表 2 能源需求面考量措施

部門	考量措施
工業	1.提升能源管理、製程控制效率。 2.實施廢熱回收。 3.採用碳捕存(CCS)技術(鋼鐵、化學產業)
運輸	1.提升傳統車輛能源效率，到 2020 年車輛的單位里程碳排係數

⁹ 氣候變遷委員會在前三期、第四期碳預算建議報告中分別採用 Extended ambition、Medium abatement 情境作為碳預算設定之參考情境。

部門	考量措施
	(gCO ₂ /km) 降低至 110 gCO ₂ /km，至 2030 年降至 86 gCO ₂ /km。 2.推廣電動車產業，到 2020 年電動車的市占率提高到 16%，到 2030 年提高到 60%。 3.增加生質燃料、氫燃料電池的使用。 4.透過減少旅程距離與採用高效率運輸工具的方式，改變旅程行為。
建築	1.鼓勵使用高能效家電。 2.鼓勵住家採用實心牆，以提升建物隔熱效果。於 2020 年有 2.7 百萬戶 住家採用實心牆，到 2030 年有 3.5 百萬戶住家使用實心牆。 3.擴展再生能源加熱系統，如:熱泵、生質鍋爐(Biomass boiler)，到 2030 年有 13% 家庭與超過 50% 的企業採用低碳加熱系統。
其他部門(包含農業、LULUCF、廢棄物、含氟氣體等)	1.提升肥料使用效率，以減少甲烷排放。 2.採用甲烷捕獲技術和提升垃圾掩埋場管理效率，以降低廢棄物排放。

資料來源：CCC (2008a、2010b、2015a)，本研究整理。

B.能源供給面考量措施：

電力部門為英國最大排放部門，2014 年排放占比達 23%，且碳密集度為 450gCO₂/kWh。2010-2030 年英國電力部門採取漸進減量規劃，期使達成 2030 年電力部門的溫室氣體排放較 1990 年基準減少 2/3，碳密集度下降至 100gCO₂/kWh 以下(表 3)。

2010-2020 年受歐盟排放交易系統規範，英國電力部門將以燃氣發電取代燃煤發電，加速電力部門去碳化，並積極推動燃煤發電搭配碳捕存技術，以提供基載電力，同時藉由強化既有電力系統，滿足中、長期尖峰電力需求，以維持電力穩定供應。

2020-2030 年則採取再生能源與低碳能源發電並重的方式，逐步建立多元化能源供給結構，推動低碳能源轉型，並持續發展搭配碳捕存技術的燃氣發電，以提供中長期備用容量。

此外，面對減量措施對能源密集產業競爭力與政府財政之衝擊，英國則規劃採取金錢補償等相關配套措施。

表 3 能源供給面考量措施摘要

考量措施		重點說明
燃氣發電		以燃氣發電取代燃煤發電。
汰換老舊電廠		2020 年以後加速關閉老舊燃煤、核能、燃氣電廠。
低碳轉型	再生能源發電	1.於 2020 年發電容量達 27GW，其中有 23GW 來自風力發電，4GW 來自其他再生能源。 2.在 2020-2030 年期間大力推廣離岸風力發電與太陽能等再生能源，以達成再生能源發電容量占比達 45-61%的目標，2030 年再生能源的發電容量為 35-50GW 的目標。
	核能發電	1.於 2011 年 EDF 能源公司提出在 Hinkley point 新建核能電廠的申請，預計於 2025 年提供 16 GW 發電容量。 2.於 2020 年完成 2 座新核能電廠，發電容量達 3.2 GW。 3.2020-2030 年期間每年新建核電廠可增加的發電容量上限為 3 GW，預計於 2030 年新建核能電廠發電容量將達 10-15GW。
	碳捕捉與封存技術計畫	1.於 2020 年完成 4 項碳捕存示範計畫。 2.於 2023-2025 年期間，翻新 2 座碳捕捉封存技術示範計畫下的燃煤電廠，並在 2025 年以後新建結合碳捕存技術的燃氣電廠，增設的發電容量達 5 GW。 3.2020-2030 年期間推動碳捕存技術商業化，於 2030 年發電容量達 4-7 GW。
強化電力系統		1.加強電力儲存功能。 2.提升跨國電力系統互聯功能。
電力市場改革		透過以下配套措施，提高再生能源發電的投資動機： 1.碳價下限(Carbon price floor) 2.電力躉購費率(Feed in Tariffs, FITs) 3.價差合約(Contract for difference, CfD)

資料來源：CCC (2008a、2010b、2015a)，本研究整理。

3.分析結果

依據上述減量潛力分析結果，氣候變遷委員會估算各部門在預算期間的排放總量，作為碳預算額度訂定參考值，同時估

計交易與非交易部門排放量，分析非交易部門於預算期間排放趨勢。

以第五期碳預算為例，第五期碳預算預期排放量為參考情境(Central 情境)下 2028-2032 年期間部門排放總和，約為 1,585 MtCO_{2e} (表 4)；其中，參考情境下 2030 年部門排放總量為 314 MtCO_{2e}，而交易與非交易部門之排放量分別為 87 MtCO_{2e} 和 227 MtCO_{2e}(表 5)。

表 4 第五期預算期間部門排放分析結果(單位：MtCO_{2e})

部門	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	5 年加總
電力	40	36	31	31	30	167
工業	91	89	84	82	79	425
建築	80	82	72	75	76	385
運輸	74	71	68	65	63	340
農業、 LULUCF	39	38	44	36	36	193
廢棄物、含 氟氣體	17	16	15	14	14	75
總和	341	332	314	302	297	1,585

資料來源：CCC (2015a)，本研究整理。

表 5 2030 年部門排放分析結果(單位：MtCO_{2e})

部門	總和	交易	非交易
電力	31	31	-
工業	84	54	30
建築	72	-	71
運輸	68	-	66
農業、LULUCF	44	-	44
廢棄物、含氟氣體	15	-	15
總和	314	87	227

資料來源：CCC (2015a)，本研究整理。

如表 6 所示，英國碳預算排放呈穩定減少趨勢，2030 年部門排放總量下降至 310 MtCO_{2e}，較 1990 年基準減少 61%；此外，英國各部門在預算期間均有相當減量貢獻，電力、運輸及工業部門排放於 2020-2030 年分別約減少 72%、33%、28%。

表 6 五期預算期間部門排放分析結果(單位：MtCO_{2e})

預算期	第一期 (2008-12)	第二期 (2013-17)	第三期 (2018-22)	第四期 (2023-27)	第五期 (2028-32)
參考情境	Extended ambition			Medium abatement	Central
部門	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年
電力	-	-	109	52	31
工業	-	-	117	106	84
建築	-	-	72	62	72
運輸	-	-	101	91	68
農業	-	-	48	45	44
其他	-	-	40	35	15
總和	579	540	486	392	314
預算期間 總排放量	2,962	2,694	2,327	1,946	1,585

資料來源：CCC (2008a、2010b、2015a)，本研究整理。

註：1.根據碳預算建議報告，第 1、2 期預算期間的排放量資料以二氧化碳及非二氧化碳排放量表示。

2.根據碳預算建議報告，前四期預算期間運輸排放以陸面運輸(Surface transport)排放表示，而其他部門排放則為其他運輸與相關服務排放、LULUCF 等部門排放之總和。

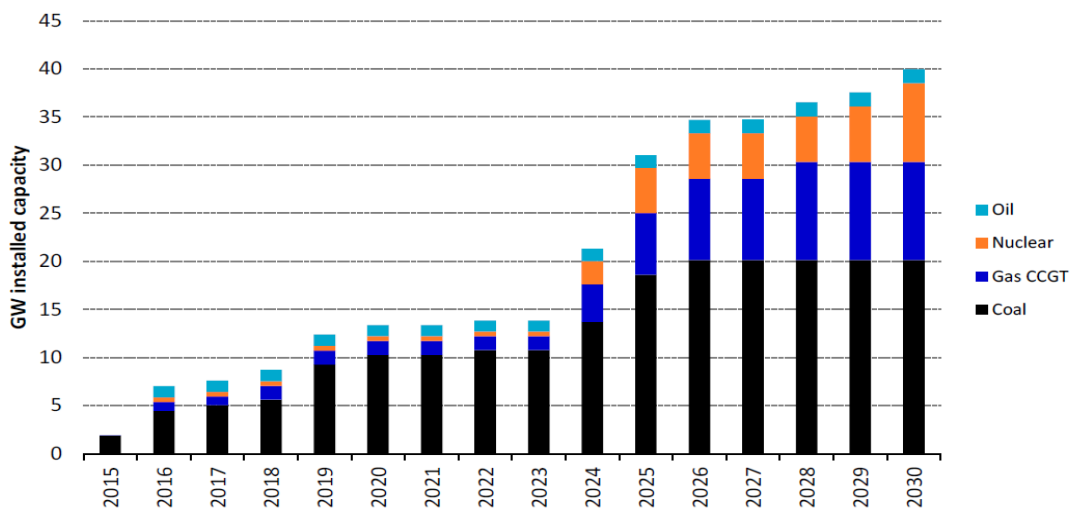
3.根據碳預算建議報告，第五期預算期間之農業部門排放包含 LULUCF 部門排放，而其他部門排放則涵蓋廢棄物與含氟氣體之排放。

英國電力部門減量貢獻最高，2020-2030 年減量超過 70%，主要係推動加速汰換老舊電廠、新建低碳電廠等措施：

(1)老舊電廠關閉速度加快，加速電力部門低碳化

2010-2020 年既有電廠除役裝置容量累計達 19GW。

為加速電力部門去碳化與提升電廠發電效率，2021 年既有燃煤發電裝置容量將減少超過 10 GW，至 2030 年則累計減少 20 GW；另外，燃氣發電裝置容量 2024 年將減少 4GW，2030 年預計達 10GW (詳如圖 3)。



資料來源：CCC (2015a)。

圖 3 2015-2030 年期間老舊電廠關閉狀況(累計關閉容量)

(2) 新建低碳電廠

雖然英國電力部門 2010 年起開始透過增加低碳發電裝置容量，並積極推動碳捕存技術計畫方式，期使 2030 年新增低碳發電裝置容量達 40-70GW；然而，英國新建核能電廠將於 2018 年開始商轉，同時碳捕存技術亦預期直到 2020 年以後才能商業化運作，爰多數新建低碳電廠於 2025 年後才有顯著減量貢獻。

4. 碳預算設定結果

氣候變遷委員會預估交易部門預期在歐盟排放交易系統排放額度，並依部門減量潛力分析結果，評估非交易部門之排放趨勢，以設定碳預算額度。舉例來說，氣候變遷委員會預估第五期預算期間交易部門在歐盟排放交易系統下的排放額度為 590 MtCO_{2e}，而非交易部門的預期排放量為 1,135 MtCO_{2e}，因此建議第五期碳預算額度定為 1,725 MtCO_{2e} (表 7)。

相較於英國國際減量承諾，碳預算減量目標較為嚴格。綜觀五期碳預算設定結果，第一、第二、第三期預算期間年排放量平均分別較 1990 年基準減少 23%、29%、35%，在英國加速

電力部門去碳化，大力推動低碳轉型，積極施行節能措施後，第四、五期碳預算減量目標明顯提高，為預算期間年排放量平均較 1990 年基準分別減少 52%、57%¹⁰ (表 7)。

表 7 碳預算訂定現況 (單位：MtCO_{2e})

預算期	第一期 (2008-12)	第二期 (2013-17)	第三期 (2018-22)	第四期 (2023-27)	第五期 (2028-32)
交易部門： 預期排放額度	1,233	1,114	1,011	690	590
非交易部門： 預期排放量	1,785	1,704	1,559	1,260	1,135
碳預算額度訂 定結果	3,018	2,782	2,544	1,950	1,725 ¹¹
較 1990 年基準 減量比例(%)	23	29	35	52	57

資料來源：CCC (2008a、2010b、2015a)，本研究整理。

三、碳預算管考、調整機制

(一)管考機制

在完成碳預算訂定後，政府須向權力機構諮詢，並儘速公布預算期間的年度排放量區間¹²，以確保預算期間減量目標的達成；此外，能源與氣候變遷部與氣候變遷委員會在碳預算施行期間須定期向國會提交碳預算相關報告書，以追蹤預算期間英國溫室氣體排放狀況。其中，根據氣候變遷法，英國藉由估計預算期間的英國淨碳會計帳(the net UK carbon account)，來衡量碳預算施行狀況，而英國淨碳會計帳的統計數據，係相關政府部會在參酌英國年度淨排放資料與排放額度的借、貸情形

¹⁰如同先前所述，氣候變遷委員會以交易部門在歐盟排放交易系統下的排放額度訂定交易部門的碳預算額度。由於交易部門在 1990-2030 年期間的預期實際排放量比英國交易部門在歐盟排放交易系統下得到的預期排放額度低，所以出現第五期碳預算下的減量目標(57%)與部門減量分析結果(61%)不一致的狀況。

¹¹1,725 MtCO_{2e} 為不含國際航空與海運排放的碳預算水準。

¹²年度排放量區間為預算期間年度英國淨碳會計帳(net UK carbon account)坐落的範圍。年度排放量區間係依據年度溫室氣體排放推估結果，以 95%信心水準下的上下限值計算而成。

後計算而成；此外，若英國於預算期間之排放量超出碳預算額度，政府須儘快向國會提出有關於未來預算期間補償超額排放量計畫之相關報告(表 8)。

表 8 碳預算管考機制摘要

執行時間	項目	重點說明
完成碳預算制定後	年度排放量區間 (Indicative annual ranges)	政府在訂定碳預算以後，須向權力機構諮詢，並儘速公布有關預算期間英國淨碳會計帳的年度排放量區間。
碳預算施行期間	年度排放報告書 (Annual statement of emissions)	政府於每年 3 月 31 日前向國會提交，內容包含年度排放統計數據與英國淨碳會計帳資料。
	進展報告書 (Progress report)	氣候變遷委員會於每年 7 月 15 日前向國會提交，內容包含碳預算減量目標達成狀況與碳預算期間英國減量行動狀況；而政府於同年 10 月 15 日前針對進展報告做出回應。
碳預算施行期結束後	碳預算終結報告 (Final statement)	政府針對每期碳預算向國會提交，內容包括碳預算施行期間國內排放狀況與英國淨碳會計帳資料。
	2050 年終結報告書 (Final statement for 2050)	政府於 2052 年 5 月 31 日前向國會提交，內容包括該年與預算期間英國溫室氣體排放量、清除量以及淨排放量之總量。如果預算期間之減量目標或 2050 年減量目標沒有達成，政府須於報告書說明原因。
	補償預算超額之計畫 與政策報告書	若預算期間之英國淨碳會計帳超過碳預算，政府須儘快向國會提出有關未來預算期間補償超額排放量之計畫與政策報告。

資料來源：2008 Climate Change Act，本研究整理。

(二)調整機制

依據「氣候變遷法」，為呼應國際溫室氣體減量趨勢，若氣候變遷相關知識、歐洲和國際的法律與政策有重大發展，亦或國家欲將其他溫室氣體以及國際航空和海運排放氣體納入碳預算，政府須先向氣候變遷委員會及相關權力機構諮詢，並在國會通過後以命令方式修正(表 9)。

表 9 碳預算調整機制摘要

項目	重點內容
2050 年減量目標之修正	若氣候變遷相關的科學知識、歐洲與國際的法律與政策有重大發展，亦或國家欲納入其他溫室氣體以及國際航空和海運排放氣體，政府須先向氣候變遷委員會與相關權力機構諮詢，並在國會通過後，以命令方式修正 2050 年減量目標。
碳預算減量比例(%)之修正	若氣候變遷相關的科學知識、歐洲與國際的法律與政策有重大發展，亦或國家欲納入其他溫室氣體以及國際航空和海運排放氣體，政府須先向氣候變遷委員會與相關權力機構諮詢，並在國會通過後，以命令方式修正碳預算減量比例。
碳預算額度(MtCO _{2e})之修正	若國家發生重大改變且足以影響原先決策基礎，政府向氣候變遷委員會與相關權力機構諮詢後，得向國會提交碳預算修正之法令文件，並在國會通過後，以命令方式修正碳預算額度。
預算期之修正	為使預算期和歐盟與國際減量協議中的減量期保持一致，政府須先向其他權力機構諮詢，並以命令方式修正預算期之長短、預算期之起始與結束日期。

資料來源：2008 Climate Change Act，本研究整理。

四、結語

綜合上述，英國以達成 2050 年減量目標為最終目的，在氣候變遷法下提出碳預算，訂定五年一期的碳預算目標，透過及早訂定碳預算減量目標，使中長期減量規劃較具彈性。

英國依序考慮全球與歐盟層面的減量承諾，確立長期減量目標，同時依循成本有效原則，在充分考量碳預算訂定原則下，設計中、長期減量路徑，並透過由下而上方式，對部門排放趨勢進行獨立且完整的模型分析，以制訂適當碳預算目標；為落實長期減量目標的達成，英國逐期採遞減方式制定碳預算總額度，同時不特別細分個別部門的碳預算，為部門別的減量規劃保留適度彈性。

在減量規劃上，英國係採取漸進方式，在 2010-2020 年透過燃氣發電取代部分燃煤發電方式，加速電力部門去碳化，同時積極推動燃煤發電搭配碳捕存技術，以穩定提供基載電源；2020-2030 年期間除以低碳能源、再生能源並重方式實現能源低碳化，並持續發展燃氣發電搭配碳捕存技術，作為中長期備載容量。有關英國電力部門在達成中長期減量目標上，兼顧能源結構多元化、能源安全與減量策略的協調方式，後續專題可再進一步探討。

另外，英國在碳預算制定過程中，針對歐盟排放交易系統與電力市場改革下，相關減量措施對能源密集產業競爭力的衝擊，考量採取適當的補償措施作為，亦應納入我國制定階段管制目標考量。

參考文獻

1. CCC. 2008a. *Building a low-carbon economy – the UK’s contribution to tackling climate change* [online]. CCC. Available from:
<http://archive.theccc.org.uk/archive/pdf/TSO-ClimateChange.pdf>
[Accessed 01 February 2016]
2. CCC. 2008b. *Chapter 3 Technical Appendix: The Committee on Climate Change reference emissions projections* [online]. CCC. Available from:
<http://archive.theccc.org.uk/archive/pdfs/DECC%20Reference%20P%20projections%20Tech%20Appendix.pdf> [Accessed 01 February 2016]
3. CCC. 2009. *Meeting Carbon Budgets – the need for a step change* [online]. CCC. Available from:
<https://www.theccc.org.uk/archive/aws2/docs/21667%20CCC%20Executive%20Summary%20AW%20v4.pdf>
4. CCC. 2010a. *Committee on Climate Change Framework Document* [online]. CCC. Available from:
<https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2013/03/CCCFrame%20work-Document.pdf> [Accessed 01 February 2016]
5. CCC. 2010b. *The Fourth Carbon Budget- Reducing emissions through the 2020s* [online]. CCC. Available from:
https://www.theccc.org.uk/archive/aws2/4th%20Budget/CCC-4th-B%20udget-Book_plain_singles.pdf [Accessed 01 February 2016]
6. CCC. 2011. *Technical annex: power sector scenarios for the 4 th carbon budget advice* [online]. CCC. Available from:
https://www.theccc.org.uk/archive/aws2/4th%20Budget/Technical%20Annex_Power.pdf [Accessed 01 February 2016]
7. CCC. 2013a. *Fourth Carbon Budget Review – part 1* [online]. CCC. Available from:
https://documents.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2013/11/1784-CCC_SI-Report_Book_single_1a.pdf [Accessed 01 February 2016]
8. CCC. 2013b. *Fourth Carbon Budget Review – part 2– the cost-effective path to the 2050 target* [online]. CCC. Available from:
<https://documents.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2013/12/1785a->

- CCC AdviceRep Singles 1.pdf [Accessed 01 February 2016]
9. CCC. 2015a. *The Fifth Carbon Budget - The next step towards a low-carbon economy* [online]. CCC. Available from:
<https://documents.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2015/11/Committee-on-Climate-Change-Fifth-Carbon-Budget-Report.pdf>
[Accessed 01 February 2016]
 10. CCC. 2015b. *CCC Corporate Plan 2015 – 2018* [online]. CCC. Available from:
<https://documents.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2015/07/CCC-Corporate-Plan-2015-FINAL1.pdf> [Accessed 01 February 2016]
 11. CCC. 2015c. *Sectoral scenarios for the Fifth Carbon Budget – Technical report* [online]. CCC. Available from:
<https://documents.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2015/11/Sectoral-scenarios-for-the-fifth-carbon-budget-Committee-on-Climate-Change.pdf> [Accessed 01 February 2016]
 12. The National Archives. 2008. *2008 Climate Change Act* [online]. The National Archives. Available from:
<http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents> [Accessed 01 February 2016]