

英國溫室氣體減量績效評估之探討

摘要

英國提出碳預算(Carbon Budgets)制度，自 2008 年起訂定五年一期之溫室氣體排放總量目標。為落實碳預算目標之達成，英國於「氣候變遷法」規範溫室氣體減量績效(以下簡稱減量績效)評估機制，明訂能源暨氣候變遷部與氣候變遷委員會定期評估碳預算目標達成情形之義務。

能源暨氣候變遷部統籌辦理溫室氣體排放分析作業，採每年一次方式，進行排放量統計，並重新辦理排放趨勢推估作業，以適時掌握碳預算目標執行現況與未來達成情形；氣候變遷委員會建立部門減量績效評估架構，並基於代表性原則，針對各部門減量目標與重點措施於各發展階段之預期績效、執行時程等規劃，訂定相關評估指標。

鑑於我國規劃於第一期階段管制目標完成制定後，編寫執行排放管制成果報告，評估部門排放管制目標執行狀況與達成情形，爰本文就英國減量績效評估進行研析，分別於第一部分概述英國減量績效評估背景，第二部分探討英國減量績效評估方式，第三部分則介紹英國電力部門減量績效評估指標，以供我國執行排放管制成果報告編製之參考。

一、背景說明

英國於 2008 年通過「氣候變遷法」，明訂 2050 年較 1990 年排放量減少至少 80%之長期減量目標，並提出碳預算制度，自 2008 年起訂定五年一期之溫室氣體排放總量目標。目前碳預算已制定五期，第五期碳預算為 2028-2032 年間之年排放量平均較 1990 年基準減少 57%。

能源暨氣候變遷部(Department of Energy and Climate Change, DECC)¹為碳預算制度之主管機關，負責制定碳預算與檢討目標達成情形等事宜；為適切研訂碳預算目標，「氣候變遷法」設立氣候變遷委員會(Climate Change Committee, CCC)，規定其成員由具備能源、經濟或科技背景之學者與專家組成，負責提供主管機關碳預算訂定建議，並檢視各部門減量規劃與執行進度，協助監督碳預算目標達成狀況。

為確保碳預算目標之達成，「氣候變遷法」規定主管機關於各期碳預算目標完成制定後，儘速研擬部門減量規劃，提出具體因應措施，並揭露各項措施預期減量成效資訊，作為部門減量績效之評估基礎；另外，建立透明化減量績效評估機制，要求主管機關與權責機關針對碳預算目標達成情形，於預算期間定期編製評估報告，提交國會並對外公布。其中，能源暨氣候變遷部定期公布年度排放報告(Annual statement of emissions)，透過進行溫室氣體排放量統計，並與既定碳預算目標區間(Indicative annual ranges)進行比較，審視當期碳預算目標達成情形。

氣候變遷委員會則定期編寫進展報告(Progress report)，協助政府檢視碳預算目標達成情形。其中，針對部門減量措施執行情形，建立評估架構，除了以溫室氣體排放量為主要評估指標，亦將部門減量規劃納入考量，依據各項計畫之發展階段，針對作業執行進度與規劃時程等，合適選定配套評估指標。

二、英國減量績效評估方式

為有效進行碳預算目標管理，能源暨氣候變遷部依據「氣候變遷法」規範，提出部門減量規劃，並檢視各項措施減量成效，作為各期碳預算目標達成情形之評估依據。另外，「氣候變遷法」規範能源暨

¹ 2016年7月能源暨氣候變遷部(DECC)與商業、創新與技能部(BIS)合併為商業、能源及產業策略部(Department for Business, Energy & Industrial Strategy, BEIS)。

氣候變遷部與氣候變遷委員會執行減量績效評估之義務，要求上述單位依據碳預算目標執行時程，分別針對碳預算目標達成情形與部門減量措施執行狀況，於預算期間定期編製評估報告，向國會提交並對外公布。以下針對英國減量績效評估機制，以及能源暨氣候變遷部與氣候變遷委員會之減量績效評估方式進行說明。

(一)英國減量績效評估機制

如先前所述，「氣候變遷法」建立透明化報告機制，明定能源暨氣候變遷部與氣候變遷委員會定期提交之評估報告，以及報告內容與向國會提交之期程，以利進行減量績效評估作業(表 1)。

表 1、英國減量績效評估機制規範

條次	報告項目	報告內容	編製單位	公布時間	最新報告提交情形
16	年度排放報告 (Annual statement of emissions)	1. 前年溫室氣體排放量。 2. 前年英國淨碳會計帳。	能源暨氣候變遷部	每年 3 月 31 日前	於 2017 年 3 月完成 2015 年排放報告。
18	期末報告 (Final statement)	1. 預算期間溫室氣體排放狀況。 2. 預算期間英國淨碳會計帳。	能源暨氣候變遷部	預算期結束後第 2 年 5 月 31 日以前	於 2014 年 5 月完成第一預算期之期末報告。
20	2050 年期末報告 (Final statement for 2050)	1. 溫室氣體排放量、移除量與淨排放量之總量。	能源暨氣候變遷部	2052 年 5 月 31 日前	-
36	進展報告 (Progress report)	1. 碳預算目標達成情形 2. 部門減量措施執行狀況。	氣候變遷委員會	每年 7 月 15 日前	於 2016 年 6 月完成 2016 年進展報告。

資料來源：HM Government (2008)，本文整理。

依據「氣候變遷法」第 16、18 條，能源暨氣候變遷部應於預算期間每年 3 月完成年度排放報告，進行溫室氣體排放統計，以評估各年碳預算目標執行情形；並於預算期結束後，完成期末報

告(Final statement)，其中彙整年度排放報告資料，說明當期碳預算目標達成情形。

依據「氣候變遷法」第 36 條，氣候變遷委員會應於每年 7 月完成進展報告，其中檢視部門減量措施執行狀況，並提供相關改善建議；而能源暨氣候變遷部針對上述報告，得向相關權責機構諮詢，並向國會提交回應報告。

(二)能源暨氣候變遷部

能源暨氣候變遷部透過溫室氣體排放現況分析與未來趨勢推估，追蹤碳預算目標達成情形。該部門依循「氣候變遷法」規範，於預算期間定期公布年度排放報告，彙整並計算各部門溫室氣體排放量，掌握英國溫室氣體排放情形；另定期編製能源與溫室氣體排放推估報告，其中依據部門減量規劃，將各項措施之預期減量成效納入考量，以評估碳預算目標能否逐期達成。

1.年度排放報告

在年度排放報告編製方面，能源暨氣候變遷部以英國溫室氣體排放清冊資料為基礎，進行溫室氣體排放量統計，包括前年溫室氣體排放量與移除量，以檢視英國溫室氣體排放現況，並依據「氣候變遷法」第 27 條，考量國外排放額度取得情形，計算英國淨碳會計帳，作為評估碳預算目標達成情形之基礎單位。為追蹤年度碳預算目標達成情形，另依據「氣候變遷法」第 12 條，設定年度碳預算目標值區間，透過檢視各年英國淨碳會計帳是否坐落於碳預算目標值區間，衡量預算期間各年溫室氣體排放量與碳預算目標值之差異。

2.能源與溫室氣體排放推估報告(Updated energy and emissions projections)

為評估各期碳預算目標達成情形，能源暨氣候變遷部每年編製能源與溫室氣體排放推估報告，其中依據 2011 年公布碳計

畫(Carbon Plan)²，將各部門措施之預期減量成效納入考量，據以推估英國與各部門溫室氣體排放趨勢，透過將各預算期之排放推估結果與碳預算目標值相比較，分析碳預算目標能否逐期達成。

上述評估由內部模型團隊統籌規劃，相關單位³則配合提供評估資料。該團隊蒐整各單位提供之基礎資料(如：化石燃料價格、社經展望、人口等)，以國家溫室氣體排放清冊與國家能源統計數據為依據，進行基線排放推估；並依據各項政策衝擊影響評估報告，將預期減量資訊代入模型，分析減量措施推動對英國溫室氣體排放趨勢之影響。為兼顧評估品質與一致性，各項減量政策之衝擊影響係依據中央政府操作指南進行評估，預期減量資料皆以標準格式提交，並由模型團隊進行檢視，以避免重複計算問題。

(三)氣候變遷委員會

為審視碳預算目標執行進展，氣候變遷委員會自 2009 年起每年 7 月完成進展報告，報告內容包含碳預算目標達成情形、部門減量措施執行狀況與政策改善建議。相較於能源暨氣候變遷部僅以溫室氣體排放分析作為碳預算目標達成情形之評估方式，該委員會建立部門減量績效評估架構，除了將溫室氣體減量目標納入指標項目，亦針對部門減量規劃之執行進展，訂定相關評估指標。

有關報告架構與內容規劃，該委員會於第一本(2009 年)進展報告說明排放趨勢推估方式，並建構部門減量績效評估架構，針對部門減量措施之預期執行績效，選定合適指標項目，作為其後報告編撰之基礎；自 2010 年起則採用上述指標架構，摘要

² 能源暨氣候變遷部於 2011 年公布碳計畫(Carbon Plan)報告，針對前四期碳預算目標之達成，提出部門減量規劃，並評估各部門政策措施之預期減量成效。

³ 相關單位包括能源、食品暨鄉村事務部(Department for environment, food and rural affairs, Defra)、運輸部 (Department for transport, DfT) 與財政部(HM Treasury, HMT)等。

說明碳預算目標達成情形，並分章說明各部門溫室氣體排放趨勢與措施執行狀況，最後依據指標評估結果，提出相關政策改善建議。

在評估指標項目訂定方面，該委員會採用其碳預算建議報告之部門減量情境設定，分別依據情境中各部門減量目標與影響其減量績效之措施規劃，選取具代表性之指標項目。為確保減量績效評估方式一致性，各部門減量績效評估指標皆由主要指標(Headline indicator)與配套指標組成(Supporting indicator)，主要指標係用以分析相關溫室氣體減量目標達成情形；配套指標則用以評估重點措施推動成效，以及相關作業執行狀況。

依據 2009 年進展報告，主要指標包括溫室氣體排放與其驅動因素(如：電力需求、排放密集度、發電量等)，指標內容以量化數據呈現。配套指標係用以監測部門減量措施執行進展，分為施行指標 (Implementation indicator)、進度指標 (Forward indicator)與政策查核項目 (Policy milestones)指標，考量部分減量措施尚處於推動初期，相關資料尚未建立完全，指標內容以量化或質化描述方式呈現。其中，該委員會分別依據各項措施發展階段，將各項措施之預期推動成效與相關前置作業執行進度，納入施行指標與進度指標項目；相關計畫執行查核點(如：基礎建設、制度建立等)則列入政策查核項目指標。

鑑於英國電力部門減量貢獻最大，以下特針對英國電力部門減量績效評估指標訂定進行說明。

三、英國電力部門減量績效評估指標

英國基於經濟考量與技術可行性，規劃透過增加風力發電，並搭配其他低碳能源組合(如：核能、碳捕存技術)之方式，期使達成 2030 年電力部門去碳化目標。為評估電力部門減量績效，氣候變遷委員會依據上述政策規劃，於其碳預算建議報告設定電力部門減量情境，並以該情境設定為基礎，於進展報告將溫室氣體排放減量相關目標納入考量，訂定主要指標；另針對低碳能源措施執行目標，考量重點措施於各發展階段之執行績效，以及相關計畫查核點時程規劃，適當訂定配套指標。以下針對電力部門減量績效評估之主要與配套指標進行說明。

(一)主要指標

依據 2009 年進展報告之電力部門減量情境設定，電力部門以風力、核能、碳捕存技術為重點能源發展項目，進行風力發電投資計畫、核電廠新建計畫與碳捕存技術示範計畫，期使達成 2020 年排放量較 2008 年水準減少約 50%，以及 2020 年碳排放密集度較 2008 年水準降低 46% 目標(表 2)。

為有效評估電力部門相關減量目標達成情形，該委員會參考電力部門減量情境內容，分就電力部門減量目標、碳排放密集度目標與低碳能源發電目標，訂定主要指標，包括：

- 1.溫室氣體排放量；
- 2.碳排放密集度；
- 3.低碳能源(風力、核能、碳捕存技術)發電量。

表 2、電力部門減量情境設定

項目	內容
溫室氣體排放	2020 年排放量較 2008 年水準減少約 50%。
碳排放密集度	2020 年碳排放密集度較 2008 年水準降低 46%。
低 碳	風力 2020 年完成新增 23GW 風力發電裝置量(12GW 來自陸域風力發電，11GW 來自離岸風力發電)。

	項目	內容
能源 規 劃	再生能源 (非風力)	2022 年完成新增 4 GW 再生能源(非風力)裝置量。
	核能	2022 年完成新建 3 座核電廠。
	碳捕存技術	2020 年完成興建 4 座碳捕存示範廠。

資料來源：Meeting carbon budgets - the need for a step change: progress report to Parliament (2009)，本文整理。

(二) 配套指標

在配套指標訂定方面，氣候變遷委員會針對風力發電投資計畫、核電廠興新建計畫與碳捕存技術示範計畫，考量其技術發展現況、計畫生命週期與相關計畫查核點及制度運作情形，以預期績效與執行進度時程，訂定評估指標項目，作為與實際執行進展比較之基準。英國低碳能源計畫執行績效之配套指標訂定說明如下：

1. 風力發電投資計畫

英國風力發電技術發展已趨成熟，為唯一進入裝設階段之低碳發電技術。氣候變遷委員會依據風力發電計畫生命週期(規劃、建造與商轉階段)，以裝置容量目標與平均規劃時間，訂定施行指標與進度指標，作為績效評估之依據。其中，施行指標係用以評估商轉中之風力發電計畫執行情形，進度指標則用以描述規劃與興建中之風電場相關預期績效目標與作業執行進度(表 3)。

另外，考量風力發電裝置容量將大幅成長，電力系統傳輸容量不足將限制風力發電發展，亦針對電力傳輸設施投資規劃，依據相關作業執行進度時程，分別設定施行指標、進度指標與政策查核項目指標。施行指標用以描述陸域與離岸電力傳輸設施啟用時程，進度指標則用以描述陸域與離岸電力傳輸設施相關作業辦理時程，而政策查核項目指標用以評估電力傳輸設施強化相關制度建立情形。

表 3、風力發電投資計畫相關執行績效配套指標

指標類別	計畫生命週期	投資項目	指標項目
施行指標	運轉階段	風力發電機組	1.總裝置容量目標。 2.新增裝置容量目標。
		電力傳輸設施	1.陸域風力發電電網強化設施營運時程(地區別)。 2.離岸風力發電電網強化設施營運時程(地區別)。
進度指標	規劃階段	風力發電機組	1.裝置容量目標。 2.平均規劃時間。
	興建階段		1.裝置容量目標。
政策查核項目指標	-	電力傳輸設施	1.離岸輸電設備所有人制度(Offshore Transmission Owner, OFTO)建立時程。 2.電力傳輸設施相關投資協議簽訂時程。

資料來源：Meeting carbon budgets - the need for a step change: progress report to Parliament (2009)，本文整理。

2.核電廠新建計畫

基於成本有效性原則，核能新建計畫亦為達成英國電力部門去碳化之重要措施。氣候變遷委員會依據核電廠新建計畫生命週期，以相關作業之時程規劃，訂定施行指標與進度指標，作為績效評估之依據。其中，施行指標用以追蹤核電廠運轉時程規劃，進度指標用以評估核電廠相關申請規劃、規劃批准與建造作業執行進度(表 4)。

另外，針對政府因應核電廠規劃前置期長，明定相關前置作業查核點，依據各項作業時程規劃，訂定政策查核項目指標。

表 4、核電廠新建計畫相關執行績效配套指標

指標類別	計畫生命週期	指標項目
施行指標	運轉階段	1.第一座核電廠運轉時程。 2.其他新建核電廠運轉時程間隔。
進度指標	規劃階段	1.核電廠規劃申請作業辦理時程。 2.核電廠規劃批准與預備作業辦理時程。
	建造階段	1.核電廠建造時程
政策查核項目指標	-	1.管制理由說明(Regulatory justification process)完成時程。 2.通用設計評估(Generic design assessment)完成時程。 3.核能國家政策聲明(National Policy Statement)公布時程。

指標類別	計畫生命週期	指標項目
		4.除役計畫管制實施時程。

資料來源：Meeting carbon budgets - the need for a step change: progress report to Parliament (2009)，本文整理。

3.碳捕存技術(CCS)示範計畫

氣候變遷委員會考量燃煤發電結合碳捕存技術為達成英國電力部門去碳化之關鍵措施，依據碳捕存技術示範計畫生命週期，以相關作業之時程規劃，訂定施行指標與進度指標，作為績效評估之依據。其中，施行指標項目包括碳捕存技術示範計畫正式商轉時程，進度指標則用以描述相關工程規劃時程。

另外，針對碳捕存技術示範計畫商轉前相關前置作業，包括先期研究與基礎建設等時程規劃等，設定政策查核項目指標（表 5）。

表 5、碳捕存技術示範計畫相關執行績效配套指標

指標類別	計畫生命週期	指標項目
施行指標	運轉階段	1.碳捕存技術示範計畫正式商轉時程。
進度指標	規劃階段	1.規劃與授權批准作業完成時程。 2.土地取得作業完成時程。 3.儲存場址檢測完成時程。
政策查核項目指標	-	1.前期工程與設計研究執行時程。 2.碳捕存技術示範計畫競標作業。 3.運送、儲存等基礎建設之建造與檢測時程。

資料來源：Meeting carbon budgets - the need for a step change: progress report to Parliament (2009)，本文整理。

四、結論與建議

(一)中央主管機關宜依據部門溫室氣體減量推動情形，統籌進行國家排放現況檢討，並推估未來排放趨勢，以確認國家發展符合減碳路徑規劃

英國能源暨氣候變遷部為減量績效評估之主管機關，統籌規劃國家與部門排放分析作業，負責彙整各單位提供資料，並確認資料正確性，以確保評估一致性。為適時掌握碳預算目標

達成情形，該部門每年重新檢視英國排放現況與趨勢，其中進行排放量統計，設定年度碳預算目標值區間，衡量各年實際排放量與碳預算目標值之差異；並將部門減量規劃納入考量，進行排放趨勢推估，透過將各預算期之推估結果與碳預算目標值相比較，預估各期碳預算目標達成情形。

考量部門排放現況分析與未來趨勢推估為我國排放管制成果評估之重要基礎，相關評估作業建議由中央主管機關主導，包括進行跨部會協商、彙整並確認基礎資料、進行國家減量績效評估等，以確保評估方式一致性；並採每年一次方式，進行排放量統計，並依據最新情勢變更，重新辦理排放趨勢推估作業，以掌握溫室氣體減量執行進度與未來排放趨勢，確認部門發展符合國家減碳路徑規劃。

(二)部門減量目標執行情形評估指標應具代表性，並可反映重要減量措施推動進度

英國氣候變遷委員會為「氣候變遷法」特設立之諮詢機構，協助評估碳預算目標達成情形。有別於能源暨氣候變遷部僅以排放分析進行部門減量績效評估，該委員會建立部門減量績效評估架構，其中基於代表性原則，依據部門相關溫室氣體減量目標，選定主要評估指標，另針對各部門重要減量措施執行目標，考量措施各發展階段之執行績效與相關計畫查核點時程規劃，合適訂定配套評估指標，以切實掌握各部門減量措施執行進展。

為有效檢視我國各部門階段管制目標執行情形，建議亦考量評估指標代表性，以各部門相關減量目標為主要評估指標，並檢視各部門重要減量措施推動情形，依據各項措施之發展階段，針對各階段重要工作之預期績效、執行時程與查核點規劃，務實訂定配套評估指標。

參考文獻

1. CCC. 2009. *Meeting Carbon Budgets – the need for a step change: progress report to Parliament* [online]. CCC. Available from: <https://www.theccc.org.uk/archive/aws2/docs/21667%20CCC%20Executive%20Summary%20AW%20v4.pdf> [Accessed 15 April 2017]
2. DECC. 2011. *The Carbon Plan: Delivering our Low Carbon Future* [online]. DECC. Available from: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/47613/3702-the-carbon-plan-delivering-our-low-carbon-future.pdf [Accessed 05 May 2017]
3. DECC. *Annual Statement of Emissions* [online]. DECC. Available from: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/604377/Annual_Statement_of_Emissions_for_2015.pdf [Accessed 05 May 2017]
4. DECC. *Updated Energy and Emissions Projections 2011* [online]. DECC. Available from: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130106105028/http://decc.gov.uk/assets/decc/11/about-us/economics-social-research/3134-updated-energy-and-emissions-projections-october.pdf> [Accessed 05 May 2017]
5. DECC. *UK Low Carbon Transition Plan Emissions Projections* [online]. DECC. Available from: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130106105028/http://decc.gov.uk/assets/decc/statistics/projections/1_20090812111709_e_@@_lctprojections.pdf [Accessed 17 May 2017]
6. HM Government. 2008. *2008 Climate Change Act* [online]. HM Government. Available from: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents> [Accessed 05 May 2017]
7. HM Government. 2015. *UK's Second Biennial Report* [online]. HM Government. Available from: http://unfccc.int/files/national_reports/biennial_reports_and_iar/submitted_biennial_reports/application/pdf/20151218_uk_biennial_report

[_2_web_accessible.pdf](#) [Accessed 05 May 2017]