

丹麥因應氣候變遷之行動與對我國啟示

摘 要

丹麥為歐盟會員國，配合歐盟京都議定書減量承諾，原訂 2020 年相較 1990 年排放水準減少 21% (39.85 百萬公噸)減量目標，2013 年復配合歐盟規劃，提高減量目標至 40% (30.26 百萬公噸)，以邁向低碳社會。為達成前述目標，丹麥 2013 年研訂「氣候政策計畫」，並於 2014 年提出「氣候變遷法」草案，提出部門因應氣候變遷之行動，透過提高能源使用效率與建築節能，降低能源需求，以落實節能減碳。本文旨在介紹前述「氣候政策計畫」與「氣候變遷法」草案，以供我國節能減碳政策研定參考。

一、社經背景與能源情勢

(一)地理位置、人口與氣候

「丹麥」(Darmark)屬歐洲國家之一，南方為德國，北方為挪威與瑞典。依據美國中情局(Central Intelligence Agency)「The World Factbook」統計資料，丹麥國土面積 43,094 平方公里，總人口數為 5.57 百萬人，人口密度為每平方公里 129.2 人口使用土地面積；三面環海，西北臨北海，東臨波羅的海，擁有 7,314 公里的海岸線；氣候屬溫帶氣候，2 月至 7 月平均溫度介於-1°C 至 17°C 之間，冬季溫和，夏季涼爽。(見表 1)

表 1 丹麥與我國的社會經濟指標

社會經濟指標		丹麥	台灣
國土面積 (平方公里)		43,094 (134)	35,980 (139)
人口數 (百萬)		5.57 (115)	23.36 (52)
人口密集度 (人/平方公里)		129.2	649.3
國民經濟 (PPP)	GDP (10 億美元)	211.3 (55)	926.4 (21)
	人均 GDP (美元)	37,800 (32)	39,600 (28)

資料來源：Central Intelligence Agency-The World Factbook，2014 年 6 月 10 日查詢統計資料，網址：

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/da.html>

註：1.括弧內為世界排名。

2.人口數為 2014 年估計值。

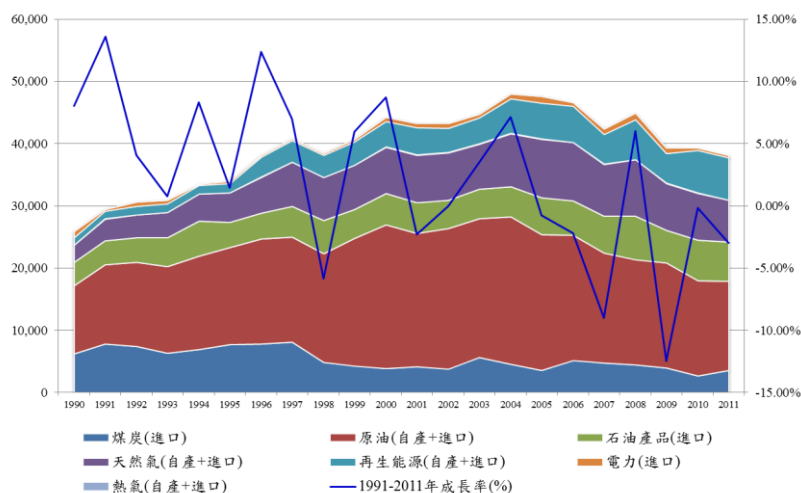
3.GDP 與人均 GDP 為 2013 年估計值。

4.人口密集度=人口數/國土面積，直接以統計資料計算，無世界排名。

(二)能源供給

依據國際能源署(International Energy Agency, IEA) 2013 年統計，丹麥能源供給結構以化石能源為主，2011 年化石能源(煤炭、石油及天然氣)占丹麥能源總供給的 81.05%。

為了邁向低碳社會，丹麥大力調整能源供給結構，大幅降低對煤炭的依賴，煤炭供給占比由 1990 年 24.1%降至 2011 年之 9.4%，同期再生能源供給占比則由 4.6%提高至 18.1%，天然氣占比亦由 10.7%提高至 17.4%，使得丹麥整體能源供給結構顯著朝低碳化轉型。(見圖 1)。



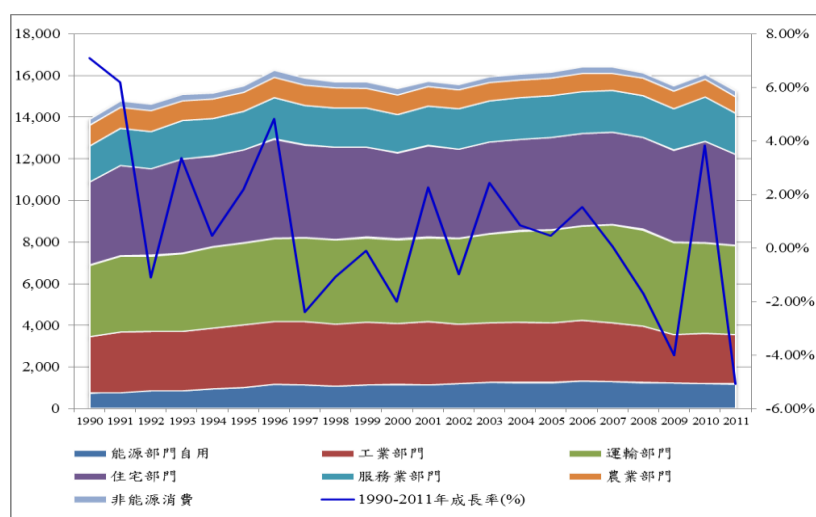
單位：公秉油當量

資料來源：IEA (2013), Energy Balance of OECD Countries.

圖 1 丹麥 1990 年至 2011 年能源供給

(三) 能源消費

依據 IEA (2013) 統計，1990 年至 2011 年丹麥能源消費年均成長率僅 0.4%，能源消費自 1996 年達到高點後，已逐漸平穩。依部門別分析，丹麥 2011 年能源消費以住宅及運輸部門為主，分占 28.6% 與 27.9%，因此建築節能為丹麥政策重點方向。(見圖 2)



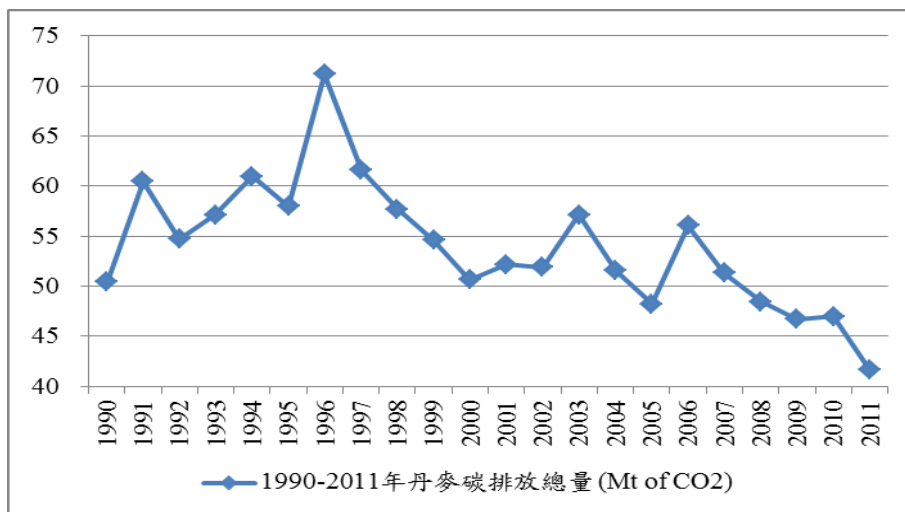
單位：公秉油當量

資料來源：IEA (2013), Energy Balance of OECD Countries.

圖 2 丹麥 1990 年至 2011 年能源需求

(四) CO₂ 排放概況

依據 IEA (2013) 統計，透過能源結構調整與部門節約能源，丹麥 1990 年至 2011 年碳排放量年平均下降 0.90%，惟 2011 年碳排放量 41.68 百萬公噸，距 2020 年較 1990 年減量 40% 目標(30.26 百萬公噸)，仍有 11.42 百萬公噸缺口，仍須再行加強，此為丹麥 2013 年研訂「氣候政策計畫」，並於 2014 年提出「氣候變遷法」草案之背景。(見圖 3)



資料來源：IEA (2013), Key World Energy Statistics.

圖 3 丹麥 1990 年至 2011 年 CO₂ 排放量

二、丹麥因應氣候變遷之行動

丹麥原訂減量目標為 2020 年較 1990 年排放水準減少 21% (39.85 百萬公噸)，惟為達成歐盟減量承諾與國家減量承諾，於 2013 年提高 2020 年減量目標至 40% (30.26 百萬公噸)。

為達前述目標，丹麥於 2013 年公布「氣候政策計畫」(Climate Policy Plan)，研提部門減量政策、行動與做法。同時，丹麥為加強部門行動策略之落實，丹麥亦參考英國氣候變遷法架構與內容，制定丹麥氣候變遷法草案(Climate Change Bill)，將 2020 年較 1990 年減少

40%減量目標，納入法案規範，並規劃每 5 年檢討一次。丹麥「氣候政策計畫」與「氣候變遷法」草案內容整理如下：

(一)丹麥氣候政策計畫(Climate Policy Plan)

丹麥「氣候變遷計畫」(Climate Policy Plan)訂定兩個目標，一為達到國家減量目標，係指 2020 年較 1990 年排放水準減少 40%，二為有助於歐盟國際減量目標承諾之達成，係指 2050 年相較 1990 年排放水準減少 80%-90%。其部門減量政策分為能源、運輸、農業與環境 4 個部門，規劃各部門因應氣候變遷推動策略與行動方案，以達到上述減量目標。

1.部門因應氣候變遷減量策略

丹麥部門因應氣候變遷的減量政策，以 2012 年「能源協議」(Energy agreement)規劃之政策建言(political commitment)為主，焦點著重社會節能與企業推動再生能源，規劃部門減量策略，以實現 2050 年所有能源供應皆來自再生能源。茲將丹麥能源部門因應氣候變遷之減量策略，整理見表 2。

表 2 丹麥能源部門因應氣候變遷減量策略

編號	項目	內容
1-1	能源使用效率改善	1.企業節能義務 2.建築物裝修計畫(renovation projects) 3.透過建築物能源使用效率改善，降低能源系統轉型使用再生能源的成本
1-2	二氧化碳減量	1.2030 年全面停用燃煤發電 2.2035 年剩餘電力與供熱系統轉換，產生的二氧化碳排放量，小於丹麥總排放量 10% 3.徵收能源稅
1-3	再生能源發展	1.2020 年風力發電將占丹麥電力消費 50% 2.2020 年總風力裝置容量 1,000MW(陸域與離岸各 500MW)
1-4	經費支援	1.2012 年至 2016 年間投入 1 億丹麥克朗(1,330 萬歐元)，支援新再生能源(如太陽能等)發電技術開發，其中，投入 2,500 萬丹麥克朗(3.3 百萬歐元)，用於波浪能示範設備，投入 3,500 萬丹麥克朗(4.7 百萬歐元)，用於熱供應新技術

編號	項目	內容
		<p>的提升</p> <p>2.2012 年至 2015 年間投入 4,200 萬丹麥克朗(5.6 百萬歐元)，用於既有建築物之燃油鍋爐與天然氣鍋爐的效能改善</p> <p>3.2013 年投入 2.5 億丹麥克朗(33.3 百萬歐元)，補貼鼓勵企業節能與再生能源使用，2014 年，預計投入 5 億丹麥克朗(66.7 百萬歐元)</p> <p>4.2015 年至 2020 年間整體能源政策，預計每年投入 4.5 億丹麥克朗(60 百萬歐元)</p>

資料來源：The Danish Government (2013). The Danish Climate Policy Plan-Towards low carbon society.；丹麥可再生能源發展項目，2014 年 6 月 30 日查詢，連結網址：
http://www.cnred.org.cn/jsp/download.jsp?fileName=%E4%B8%B9%E9%BA%A6%E6%96%B0%E6%94%BF%E5%BA%9C%E7%9A%84%E8%83%BD%E6%BA%90%E5%85%AC%E7%BA%A6_20120329092427.docx

丹麥 2009 年公布「綠色運輸政策」(A Green Transport Policy)，規劃環保駕駛、車輛節能標籤、企業綠色運輸、綠色採購環保車、綠色稅制等方向，另投入資金於綠色運輸發展，例如鐵路系統、公車系統與自行車使用率等，以達到綠色轉型(green transition)。茲將丹麥運輸部門因應氣候變遷之減量策略，整理見表 3。

表 3 丹麥運輸部門因應氣候變遷減量策略

編號	項目	內容
2-1	購買電動車與油電車免稅	電動車與油電車免稅期延長至 2015 年
2-2	提升綠色運輸系統	<p>1.2013 年開始，降低每年搭乘公共運輸工具票價，鼓勵民眾搭乘公共運輸工具</p> <p>2.車輛使用低碳燃料，降低車輛化石燃料使用</p> <p>3.2020 年生質燃料占運輸燃料消費 10%</p>
2-3	訂定車輛碳排放標準	<p>1.配合歐盟 2009 年制定車輛碳排放標準，自 2015 年新車平均不可超過每公里 130 克 CO₂ 排放，2020 年則不可超過 95g CO₂/km。丹麥於 2011 年新車已符合 2015 年的標準</p> <p>2.丹麥 2011 年規定貨車(vans)自 2017 年起，則不可超過 175g CO₂/km，2020 年不可超過 147g CO₂/km</p>
2-4	經費支援	<p>1.投入 6,900 萬丹麥克朗(930 萬歐元)，推動重型運輸工具使用電力、油電與天然氣等驅動設備</p> <p>2.2009 年至 2014 年間政府投入 10 億丹麥克朗(1.33 億歐元)，推動具吸引力、安全與普及性的綠色運輸系</p>

編號	項目	內容
		統 3.2013 年至 2015 年投入 1,500 萬丹麥克朗(200 萬歐元)，推動電動車示範計畫(Electric car pilot scheme) 4.2013 年至 2015 年投入 9,000 萬丹麥克朗(125 萬歐元)，進行車輛使用替代燃料分析 5. 2013 年投入 6.5 億丹麥克朗(8,670 萬歐元)，購置 15 台新的電力火車，推動鐵路電氣化 6. 石油基金中保留 280 億丹麥克朗(37 億歐元)，持續改善丹麥鐵路系統

資料來源：The Danish Government (2013). The Danish Climate Policy Plan-Towards low carbon society.

丹麥農業部門因應氣候變遷之衝擊，依賴歐盟指令規範與歐洲農業鄉村發展基金補貼，以實施減量策略。然依據丹麥 2013 年「氣候政策計畫」(The Danish Climate Policy)指出，丹麥農業部門排放之甲烷與二氧化氮，透過國內相關制度規範，如農業部門二氧化氮標準，係以不會受到歐盟制度與稅制的影響。茲將丹麥農業部門因應氣候變遷之減量策略，整理見表 4。

表 4 丹麥農業部門因應氣候變遷減量策略

編號	項目	內容
3-1	維護水生環境	透過造林與維護地下水質，減少溫室氣體排放
3-2	設立沼氣工廠	設立牲畜糞便集中沼氣工廠，除了沼氣過程當中增加沼氣產率，提供發電之用，同時改善肥料品質，降低病原體間接對人體造成的危害
3-3	碳匯吸附碳量	透過土壤碳匯功能，吸收二氧化碳排放量
3-4	其他減量政策	丹麥「自然與農業委員會」(Nature Agriculture Commission)對於農業部門因應氣候變遷衝擊提出建議： 1.農地休耕 2.採用環境標準 3.補助設立生物沼氣電廠(biogas plant) 4.補助農業氣候計畫

資料來源：The Danish Government (2013). The Danish Climate Policy Plan-Towards low carbon society.

丹麥環境部門因應氣候變遷之減量政策，係以垃圾分類、沼氣處理與減少廢棄物量為主，廢棄物處理後之應用，為丹麥未來規劃氣候變遷政策研定之方向。

2.部門因應氣候變遷行動方案

「丹麥能源署」(Danish Energy Agency)因應氣候變遷的減量策略項下，研定部門行動方案，整理見表 5。

表 5 丹麥因應氣候變遷之部門行動方案

部門	行動方案	主要方法	行動方案對應減量策略編號
能源	1.建築物訂定更嚴格的節能標準	修訂建築法規	1-1
	2.提高國家建築物能耗標準	降低建物能耗 5%	1-1
	3.廢止貿易服務業電力稅之免稅	調整經濟措施	1-4
	4.要求規模大的企業符合能源效率指令，以達成 2020 年歐盟節能 20% 的目標	(1)建置數據庫/知識中心，提供配額管理與自願協議服務 (2)政府提供業者節能行動相關補助	1-1 1-4
	5.持續增設離岸風場	擴充現有公共事業義務基金(PSO)，持續辦理離岸風場招標作業	1-3 1-4
	6.持續增設陸域風場	擴充現有公共事業義務基金(PSO)，陸上風場設置評估與建立示範場域	1-3 1-4
	7.持續增設大型太陽能發電廠	擴充現有公共事業義務基金(PSO)，持續辦理太陽能發電廠招標作業	1-4
	8.推廣汽電共生使用再生能源	政府提供業者投資金額 50% 的補助金	1-2
	9.推廣再生能源新技術(如：生質能)	政府提供業者投資金額 50% 的補助金	1-4
	10.二氧化碳來源不限定，將其注入枯竭油田，以取出更多石油	強化採油法(EOR)	1-4

部門	行動方案	主要方法	行動方案對應減量策略編號
	11.採集空氣中二氧化碳，注入枯竭油田，降低石油生產過程的碳排放量	碳捕捉與封存(CCS)	1-4
運輸	1.車輛高速公路行駛最大速度規定	法定車輛限速	2-3
	2.降低車輛化石燃料的使用	(1)綠色稅收 (2)增加燃油稅	2-2 2-4
	3.使用生質燃料	(1)規定 2020 年生物燃料佔運輸燃料消耗 10% (2)補助生質燃料比例達 20%車輛	2-2 2-4
	4.使用第二代生質酒精汽油	法定 2020 年汽油當中含 1% 第二代生質酒精汽油	2-4
	5.鼓勵購買電動車	2016 年至 2018 年出售的電動車實行免稅	2-1
	6.鼓勵購買油電混合車	2013 年至 2015 年出售的油電混合車實行免稅	2-1
	7.重型運輸工具使用天然氣驅動設備	(1)實行免稅 (2)補貼政策	2-4
農業	1.降低農業機具碳排放	增加燃油稅	3-4
	2.降低農業部門溫室氣體碳排放	(1)規劃減量措施 (2)規劃減量措施成本效益分析	3-1 3-2 3-3 3-4
環境	減少廢棄物	(1)嚴格規定垃圾分類 (2)補助設置有機廢棄物掩埋場	V

資料來源：Danish Energy Agency, 2014 年 6 月 13 日整理資料，連結網址：

<http://www.ens.dk/klima-co2/regeringens-klimaplan/baggrundsnotater-virkemiddelkataloget>

(二)丹麥氣候變遷法草案(Climate Change Bill)

丹麥預計於今年完成研提「氣候變遷法」草案(Climate Change Bill)，目前尚未有正式草案文件供外界參考。然依據丹麥氣候、能源與建築部(The Danish Minister of Climate, Energy and Building)2014 年 2 月 7 日發布「丹麥氣候變遷法案，氣候理事會與氣候目標倡議」(Agreement on Denmark's climate change bill, Climate Council and national climate goals)

，提到丹麥「氣候變遷法」草案(Climate Change Bill)規範項目與內容，見表 6。

表 6 丹麥氣候變遷法草案之規範項目與內容

規範項目	內容
(一)建立獨立氣候理事會 (Climate Council)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 預計於 2015 年 1 月建立，設置 1 位理事會主席與 5 名理事會員，聘任專業學術人士擔任理事，任期為 4 年。 2. 主要工作任務有 4 項： <ol style="list-style-type: none"> (1) 評估丹麥是否遵守國家氣候目標與國際氣候承諾。 (2) 分析前瞻性減量策略，與邁向 2050 年低碳社會可能的路徑。 (3) 研擬氣候政策發展建議。 (4) 公開評論，以提升氣候政策功能透明度。 3. 對特殊的氣候議題，提出氣候政策建議。
(二)年度氣候政策報告 (Annual Climate Policy Report)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 丹麥氣候、能源與建築部要求制定年度氣候政策報告。 2. 報告涵蓋氣候政策與氣候行動的回顧，以作為丹麥理事會研提氣候政策建言。 3. 年度氣候政策報告將送至丹麥國會討論。
(三)建立國家氣候目標過程 (Process for establishing national climate goals)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 丹麥氣候、能源與建築部要求將國家氣候目標納入氣候變遷法。 2. 每 5 年檢視國家減量目標(national targets to decrease greenhouse gas emissions every five years)，與未來 10 年丹麥國家氣候目標策略。 3. 丹麥國會有義務依上述氣候目標過程建置框架，逐步達到國家減量目標。
(四)氣候理事會經費運用 (Financing of climate law and climate council)	<p>每年編列 1,200 萬丹麥克朗(160 萬歐元)，其中提撥 300 萬丹麥克朗(40 萬歐元)給丹麥能源局，其餘用在國家氣候行動。</p>

資料來源：The Danish Minister of Climate, Energy and Building (2014). "Agreement on Denmark's climate change bill, Climate Council and national climate goals".

四、對我國的啟示

丹麥能源結構與我國相似，皆以化石能源為主，推動減碳不易，因此丹麥如何「開源」與「節流」並重，推動能源結構轉型與降低部

門消費，以達成低碳社會目標之做法，頗值得我國借鏡。總結丹麥近期政策發展，對我國的啟示如下：

(一)目標導向的減碳策略思維

丹麥 2013 年提高 2020 年相較 1990 年排放水準之減量目標，並將上述目標納入氣候變遷法草案規範，以確立長期低碳願景。為推動長期低碳願景的落實，丹麥亦設定每 5 年的減碳目標，以務實規劃減碳行動。此外，針對政府推動的減碳行動，丹麥亦規範須每年提報年度氣候政策報告於國會討論，可強化減碳措施執行監督，確保減碳措施之落實。

(二)節能與減碳並重，且以「節能」為優先

丹麥將提高能源效率與發展再生能源作為節能減碳之手段。觀察丹麥 1990 年至 2011 年之能源供需與 CO₂ 排放之概況，丹麥以降低煤炭使用與發展再生能源，使得 CO₂ 排放量下降，另再透過提高能源使用效率與建築節能，降低能源需求，由此可見丹麥節能與減碳並重之實施成效。此外，丹麥透過立法之建立，嚴格規定節能標準，例如提高建築物節能標準並納入建築法規，使丹麥節能成效更為顯著。

(三)著重資源分配與合作溝通

丹麥將透過詳細經費支援的投入與資源分配，推動部門節能減碳。尤其以能源部門氣候政策較其他部門清晰，且隱含合作與溝通之行為，國家提供經費補貼企業開發節能與再生能源技術，另亦補貼家庭建築物裝修之效能改善，透過國家、企業與家庭三方之合作與溝通，提升丹麥提高能源效率與發展再生能源作為，促進丹麥整體能源系統的轉型。

參考文獻

1. Central Intelligence Agency, The World Factbook, 2014 年 6 月 10 日查詢統計資料，連結網址：
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/da.html>。
2. Danish Energy Agency (2012). “Denmark Energy Policy”. 2014 年 6 月 6 日查詢資料，連結網址：
http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/publikationer/downloads/energy_policy_in_denmark_-_web.pdf。
3. Danish Energy Agency, 2014 年 6 月 11 日查詢資料，連結網址：
<http://www.ens.dk/klima-co2/co2-kvoter>。
4. Danish Energy Agency, 2014 年 6 月 13 日查詢資料，連結網址：
<http://www.ens.dk/klima-co2/regeringens-klimaplan/baggrundsnotater-virkemiddelkataloget>。
5. Denmark’s Sixth National Communication on Climate Change (2014). 2014 年 6 月 6 日查詢資料，連結網址：
[https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc6andbr1-dnk-2jan2013\[1\].pdf](https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc6andbr1-dnk-2jan2013[1].pdf)。
6. IEA (2013), CO₂ emissions from fuel combustion.
7. IEA (2013), Key World Energy Statistics.
8. IEA (2013). Energy Balance of Non-OECD Countries.
9. IEA (2013). Energy Balance of OECD Countries;
10. The Danish Minister of Climate, Energy and Building (2014). “Agreement on Denmark's climate change bill, Climate Council and national climate goals”. 2014 年 6 月 6 日查詢資料，連結網址：
http://www.kebmin.dk/files/billeder/indhold/aftale_klimalov_eng.pdf
11. 經濟部節能減碳推動辦公室 (2014)，「能源政策及國家節能減碳總計畫」簡報資料。
12. 丹麥可再生能源發展項目，2014 年 6 月 30 日查詢，連結網址：
http://www.cnred.org.cn/jsp/download.jsp?fileName=%E4%B8%B9%E9%BA%A6%E6%96%B0%E6%94%BF%E5%BA%9C%E7%9A%84%E8%83%BD%E6%BA%90%E5%85%AC%E7%BA%A6_20120329092427.docx