

國際重點組織能源政策發展主軸觀測

綜觀目前國際能源政策與技術發展趨勢，主要由相關的國際能源組織所引領，藉由專業的跨領域研究團隊針對總體能源產業進行分析，提出具前瞻性的研究報告及技術分析，並結合各國力量推動相關的產業技術合作與發展。故本文將由幾個能源相關重要組織於國際間或區域間的發展切入，掌握其技術發展與重要政策課題，包含：維持全球能源秩序之代表性組織——國際能源總署（International Energy Agency, IEA）、致力於提倡再生能源運用之代表性組織——國際再生能源總署（International Renewable Energy Agency, IRENA）、利用碳捕捉與封存技術以有效達到溫室氣體排放減少之代表性組織——碳封存領袖論壇（Carbon sequestration leadership forum, CSLF），以及主導亞太地區合作之組織——亞太經濟合作（Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC），透過檢視此些組織之能源政策與計畫，探討目前的國際能源發展趨勢。

檢視各個國際能源組織的重要政策措施，主要透過提出永續能源政策、發展節約能源和新及再生能源來達成其發展目標，基於此，以下將探討重點國際組織於此三大能源政策方向下之相關措施與方案，並藉由分析各國際組織的研究計畫與內容，歸納目前國際間主要的能源產業技術發展趨勢。

一、永續能源政策

永續能源政策之推動是為兼顧環境保護與經濟發展，並滿足未來對於能源的需求，因此，政策方針涵括減少碳排放量以降低環境污染、促進能源市場的自由貿易、能源多樣化、提升能源供應穩定性及安全性等。永續能源政策屬於較上位的能源政策，廣義來說，其涵蓋所有能源相關議題，也可視為綜合性國際能源組織之根本目

標。本文歸納包括 IEA 和 APEC 等兩個綜合性組織之永續能源政策措施，以此觀察國際間重點政策課題的發展。永續能源政策課題及國際能源組織措施列舉如表 1 所示：

表 1 永續能源政策課題及國際能源組織措施

永續能源政策課題	國際能源組織政策措施列舉
1.減少碳排放	IEA ● 發展化石燃料零排放技術策略 ● 建立國際低碳能源技術平台 ● 提出永續環境政策 APEC ● 增加天然氣的產品和貿易 ● 發展頁岩氣和其他特殊天然氣來源 ● 提出低碳模範城鎮計畫（Low Carbon Model Town, LCMT） ● 碳捕捉及封存的技術發展和部署 ● 加速發展頁岩氣和其他特殊的天然氣來源
2.提升能源多樣化	APEC ● 提升區域能源組合的多樣性
3.穩定能源供應安全	IEA ● 因應石油供應危機 ● 每兩年召開一次緊急回應演練（ERE） ● 提出能源安全政策 ● 發展電力安全行動方案 APEC ● 提倡自由開放的能源交易市場以及透明的投資制度 ● 確保核能的安全使用

資料來源：IEA、APEC，本文自行整理。

綜觀國際能源組織的永續能源政策措施，歸結其主要由三方面著手，包含減少碳排放、能源多樣化以及穩定能源供應安全。

由於目前化石能源在國際能源市場上扮演重要的角色，但傳統化石能源在使用上會排放許多二氧化碳，造成全球氣溫上升影響環境，故減少碳排放以減緩溫室效應，是達到能源永續利用的一大重

點。其中發展潔淨/低碳能源、推動綠色產業發展、碳捕捉封存及淨煤技術的發展都是減少碳排放的有效措施。

化石能源終有使用枯竭的一天，故發展替代能源、增加能源組合的多樣性，並降低對化石能源的依存度，將可提升能源安全及穩定性，達到能源永續發展的目標。

穩定能源供應安全是要確保能源供應的穩定性，使其不因氣候或國際局勢動盪而造成能源供應中斷，另外透過提升能源在開發、運送、儲存及使用上的安全，也能達到提升能源安全、能源永續發展的目標。

二、節約能源政策

提升能源效率是一個管理和限制能源消耗成長的方式，其分為兩大項目：相同的能源輸入，但能提供較多的服務；反之，使用較少的能源，但能維持相同的服務水準。故能源效率可視為節約能源的一種體現。除了提升能源效率之外，訂定節約能源發展目標、促進節能技術發展、建立能源標準認證制度等，都能夠推動節約能源政策的發展。節約能源政策課題及國際能源組織措施列舉如表 2 所示：

表 2 節約能源政策課題及國際能源組織措施

節約能源政策課題	國際能源組織政策措施列舉
1.訂定節約能源發展目標	APEC 在 2035 年前減少能源密集度達 45%（以 2005 年為基準）
2.提升能源使用效率	IEA - 建立工業能源管理項目的政策途徑 - 提出 25 項能源效率建議 - 建立能源效率政策與措施資料庫 - 建立永續建築中心 - 發布效率世界情景（efficient world scenario） APEC

節約能源政策課題	國際能源組織政策措施列舉
	● 加強永續運輸系統的發展，包含鐵路運輸、電動車和更多具有燃料效率的運載工具 ● 發展能源智慧社區倡議 ● 發展 APEC 能源效率同儕檢視（PREE） ● 發展 APEC 永續性能源效率設計合作（CEEDS） ● 提出 APEC 地區工業部門能源效率與再生能源技術之最佳作業
3.促進節能技術發展	IEA ● 提出電動車倡議 ● 建立智慧電網路線圖 APEC ● 協助發展 APEC 區域內的國家照明設計中心 ● 實施節能窗戶熱能表現模擬訓練 ● 提出智慧電網倡議 ● 探討先進讀表（AMI）發展之挑戰 ● 發展城市智慧電網地圖：基督城復興計畫 ● 發展 APEC 區域偏遠地區智慧電網/微電網領航計畫 ● CCUS 技術發展與部署
4.發展能源標章	APEC ● 發展熱泵熱水器/電動機修復測試標準及標章 ● 發展國際智慧家電標準（空調與其他家電） ● 評估 MEPS（最低能源效率標準）增加下的節約能源潛力

資料來源：IEA、APEC，本文自行整理。

綜觀國際能源組織的節約能源政策措施，歸結其主要由四個方面著手，包含訂定節約能源發展目標、提升能源使用效率、促進節能技術發展以及使用節能標章。

提升能源效率的部分，可透過針對工業部門、運輸部門、照明部門以及建築部門的節約能源措施，以及國際間的資料分享及合作開發，達到節約能源的目標；另外，持續發展節能技術也是一大重點，目前的節能產業包括電動車、智慧電網、先進照明等，以節電產品及智慧型電力規劃，有效降低能源的消耗；透過發展節能標

章，除了能統一產品標準外，也能提高節能產品的使用意願，有效促進節能產業的發展。

三、新及再生能源政策

新及再生能源具有降低碳排放量、增加能源多樣性等特性，故一直為國際能源發展重點項目之一。目前各國際能源組織透過發布技術路線圖以及國際相關合作計畫，促進再生能源技術交流與發展，以期達成再生能源發展的目標。再生能源政策課題及國際能源組織措施列舉如下表 3：

表 3 新及再生能源政策課題及國際能源組織措施

再生能源政策課題	國際能源組織政策措施列舉
1. 訂定再生能源發展目標	IEA - 估計再生能源年平均成長率 2.4% IRENA 2030 年再生能源所占比例達 2 倍 CSLF 2020 年前展示綜合的商業規模 CCS 計畫，並準備進行商業化運作
2. 促進再生能源技術發展	IEA - 建立各項再生能源技術路線圖 - 發展多元再生能源電網整合計畫（GIVAR project） APEC - 探討 APEC 區域海洋能發電前景 - 低碳城鎮中之城市污泥發電研究 - 發展低碳能源同儕檢視（PRLCE） - 再生能源計畫發展與部署 IRENA - 建立全球再生能源政策及措施資料庫 - 發展全球太陽能與風能圖集 - 發展再生準備評估（PRAs） - 發佈再生能源藍圖（REMAP 2030） - 發佈 IRENA 技術藍圖 CSLF - 發展 39 項 CCS 技術發展計畫

資料來源：IEA、APEC、IRENA、CSLF，本文自行整理。

綜觀國際能源組織的新及再生能源政策措施，歸結其主要由兩方面著手，包含訂定再生能源發展目標，以及促進再生能源技術發展。

透過訂定再生能源的發展目標，能使所有參與國家合作發展相關的推動計畫與措施以期達成目標，另外，透過建立各項再生能源技術路線圖及發展再生能源資料庫等，也能夠持續推動再生能源技術成長，並促進再生能源領域的發展。

四、國際主要能源技術發展領域

各國為呼應國際永續發展、節約能源、新及再生能源等政策趨勢，積極促進相關技術之發展。目前國際主要能源技術領域及其發展現況說明如下：

（一）節約能源技術

在節約能源技術部分，包含建築節能、工業節能、運輸節能、智慧電網、氫及燃料電池、LED照明、冷凍空調等，以下將簡述目前國際上節約能源技術的發展概況，以及國際能源組織的活動計畫，主要著重在智慧電網、氫能及燃料電池、LED照明以及運輸節能等領域。

1. 智慧電網

根據美國智慧能源中心（Center for Smart Energy, CSE）推測，全球電網基礎建設市場每年約以 5% 的速度成長。其中歐洲和北美等先進國家占全球整體電網基礎設施市場 45%，現有電力網發展多年，其電網設施發展已臻成熟，未來 15 年需對六成電網進行更新，據估算，將來 25 年內歐盟可能投資高達 5,000 億歐元（約新台幣 225,000 億元）用於升級或更新輸配電基礎建設。亞洲與大洋洲占全

球整體電網基礎設施市場 30%，為市場成長最快的區域。

在智慧電網技術部分，IEA 發布了智慧電網技術路線圖，APEC 也推動了包含智慧電網倡議、探討先進讀表（AMI）發展之挑戰、發展城市智慧電網地圖、基督城復甦計畫、APEC 區域偏遠地區智慧電網/微電網領航計畫等相關推廣活動。

2. 氫能及燃料電池

2011 年全球氫能與燃料電池市場規模超過 10 億美元，較 2010 年成長了約 50%，2012 年的市場規模預估也將持續成長。市場成長的最大動力，來自於日本家用燃料電池系統的大幅成長，其次為南韓政府推動大型定置型燃料電池發電廠示範計畫。

在產氫技術方面，美國和日本主要是以天然氣重組產氫技術為主，歐洲各國除了以天然氣重組產氫，也有以太陽能發電透過電解槽電解水產氫，另外，以煤或生質物或柴油氣化、可再生液體燃料重組、高溫分解水、光生物或光化學分解水產氫技術，都在持續開發中。儲氫材料則包含活性碳、金屬有機骨架材料、奈米碳管、碳/石墨奈米纖維及石墨烯等。燃料電池技術發展，不論是日本的家用燃料電池系統或是各大汽車廠開發的燃料電池汽車，主流都是使用質子交換膜燃料電池。

3. LED 照明

發展 LED 照明為國際節能趨勢之一，目前國際上已有很多國家積極推動整體技術與產業發展之相關政策及補貼措施，並紛紛設立 LED 照明發展目標，以加速推動 LED 照明產業。目前亞洲、歐洲及北美為 LED 照明前三大應用市場。APEC 目前正推動發展 APEC 區域內的國家照明設計中心，以帶動會員國之 LED 照明技術成長。

4. 運輸節能

IEA 在其發佈之 25 項能源效率建議中，提及有關運輸部門提升

能源效率的方法，包含訂定車輛燃油效率標準、提升車輛燃油效率之措施、提升非引擎零件（例：空調、輪胎等）的燃油效率、透過環保駕駛（Eco-driving）及其他措施改善運轉效率以及優化整體運輸系統效率。IEA 也於 2010 的潔淨部長會議上發表了電動車倡議，目前共有 15 個國家參與。此外，APEC 也提出應加強永續運輸系統的發展，包含鐵路運輸、電動車等。

（二）新及再生能源技術

國際上新及再生能源技術主要發展領域包括風力發電、水力發電、生質能、地熱發電、海洋能、太陽能以及碳捕捉及封存技術等。IEA 在其 Blue Scenario 中提到風力發電、太陽能以及生質能在再生能源中的重要性，以及碳捕捉及封存技術未來的發展，故可看出新及再生能源的發展重點為風力發電、太陽能、生質能以及 CCSU，此四項能源技術的國際發展概況及相關國際組織計畫說明如下：

1. 風力發電

國際主要發展風力發電國家，在未來的推動規劃中，皆鼓勵朝向離岸風力發電的示範與建置為主，對於家用的中小型風機各國亦皆有設備或 FIT 補貼的相關政策。在風力發電技術方面，重要趨勢包括風力機往大型化發展，與離岸風力使得海事工程日漸變得日漸重要。

針對風力發電產業技術發展，IEA 曾發佈風力發電技術路線圖，IRENA 也已發展全球太陽能與風能圖集，在再生能源藍圖、技術藍圖中均提到風力發電為未來主要再生能源發展重點之一。

2. 太陽能

太陽光電產業範疇包含矽晶太陽電池、矽薄膜太陽電池、CIGS 太陽電池、染料敏化太陽電池及太陽光電模組、太陽光電系統等，目前發展最成熟者為矽晶電池。而目前太陽光電應用市場領域主要

為屋頂併網應用、地面電廠併網應用、獨立機件離網應用、建築整合型以及消費性產品。

IEA 以最大的轉換效率、能源投資回報時間和操作壽命來建立各項太陽能電池技術之發展藍圖，而 IRENA 也已發展全球太陽能與風能圖集，期促進太陽能發電之產業技術發展。

3.碳捕捉與封存 CCS

根據 CSLF 發表的 2011 技術地圖，CCS (Carbon Capture and Storage) 主要包含三項程序：碳捕捉 (capture)、碳運輸 (transportation) 以及碳封存 (sequestration/storage)。碳捕捉的方式分為燃燒前 (Pre-combustion capture)、燃燒後 (Post-combustion capture) 及富氧燃燒 (Oxyfuel Combustion)；碳運輸則分為管線運輸 (Pipelines) 及油輪運輸 (Ship Tankers)；碳封存方式主要有地質封存 (Geologic Storage)、礦化封存 (Mineralization) 及深海封存 (Deep Ocean Storage) 這三類。CCSU (Carbon Capture, Storage and Utilization) 則加入了碳的再利用概念。

CCS 在處理全球氣候變化方面扮演了非常重要的角色，根據 CSLF 擬定的目標，CCS 商業化的目標期限為 2020 年，在此之前必須盡快建立碳捕捉、運輸和安全有效的長期地質封存的技術基礎。

4.生質能

生質能源發展優勢在於生質燃料具有「碳中和」的效果，故也為目前國際能源發展的重點產業之一。生質能源技術至今已經發展了超過一個世紀，隨著技術演進已經衍生出共四代的生質能源，包括第一代糧食作物生質燃料、第二代有機廢棄纖維生質燃料、第三代綠藻生質燃料、第四代基因重組細菌生質燃料轉換，其中第三、四代技術尚未成熟。目前的生質燃料市場主要以能夠做為交通運輸燃料之液態生質燃料為主要產品，其中包含生質柴油與生質酒精，IEA

曾於 2011 年出版交通用之生物燃料技術發展藍圖。