

國內外低碳建築推動措施評析

余騰耀

財團法人台灣綠色生產力基金會執行長

林文祥

財團法人台灣綠色生產力基金會協理

陳益祥

財團法人台灣綠色生產力基金會工程師

一、前 言

減緩地球暖化之溫室效應，促進人類與萬物共生之永續發展是世界各國主要政策目標，如何有效利用能源與減少二氧化碳排放成為現今世界各國最關注課題之一。建築物是最大的能源消耗者，其消耗的能源和釋放的溫室氣體占全世界能源總消耗量的四分之一至三分之一，故各國政府紛紛將建築節能列入節能減碳之重點工作，期藉由建築物節能減碳規範制度的推行，達到減少二氧化碳排放及降低能源消耗之目的。

在國際能源危機與永續環境之壓力下，我國政府亦大力推動「綠建築政策」，從「建築外殼節能設計法規」在 1995 年第一次被納入「建築技術規則」，至 2009 年，前後經過六次強化節能規範的基準與適用範圍，使我國的建築節能法令在建築外殼設計上已經到達尚稱完備的階段。然而，我國在建築空調與照明的節能法規尚未強制化，在建築市場上的建築能源標示制度尚未上路，甚至對節能建築的獎懲制度也還付之闕如。以下針對國外低碳建築之推動措施進行介紹，並分析國內低碳建築與設備節能之推動現況。

二、國外低碳建築之推動措施

目前歐盟、美國與日本都將建築業列入低碳經濟，視為促進節能和克服金融危機的重點實施項目。如歐盟推動「建築能源效率證書」制度，要求建築物在建造、出售或出租時，皆要提出能效證書，以提升建築物能源效率；德國的建築研



究所把建築熱工學、建築聲學與室內設計結合起來，並於 2002 年實施「能源證書」制度；美國除制定強制性的建築物能源效率標準，也提倡自願性的能源之星標章計畫，並輔以經濟補貼及稅收減免等措施。以下說明主要國家之推動作法：

(一) 歐盟

歐盟於 2002 年通過《建築能源效率指令》(Energy Performance of Buildings Directive, EPBD)，在 2003 年正式成為歐盟強制性法律文件，並要求各會員國必須遵守，但可依各自的國情予以適當的調整。EPBD 針對建築能耗計算方法、建築最小能耗要求、建築能源效率證書制度(Energy Performance Certificate, EPC)、鍋爐與空調系統檢查制度及建立專家制度等項目進行要求。建築物能耗要求重點包括：鍋爐與空調設備必需定期檢查效率與能耗、建築本體要求氣密性、外圍結構要求保溫效果等。其中，對歐盟成員國產生最大影響的為建築物能源效率證書制度之推動，要求建築物在建造、出售或出租時，必需提出「建築物能源效率證書」，以市場機制淘汰能源效率不佳之建築。目前歐盟會員國 27 國中已有 12 國開始執行 EPC，並依各國地理環境、氣候特色、建築風格訂定相關法令與執行方式，藉由市場價格促使業主對自有建築進行能源效能改善投資。

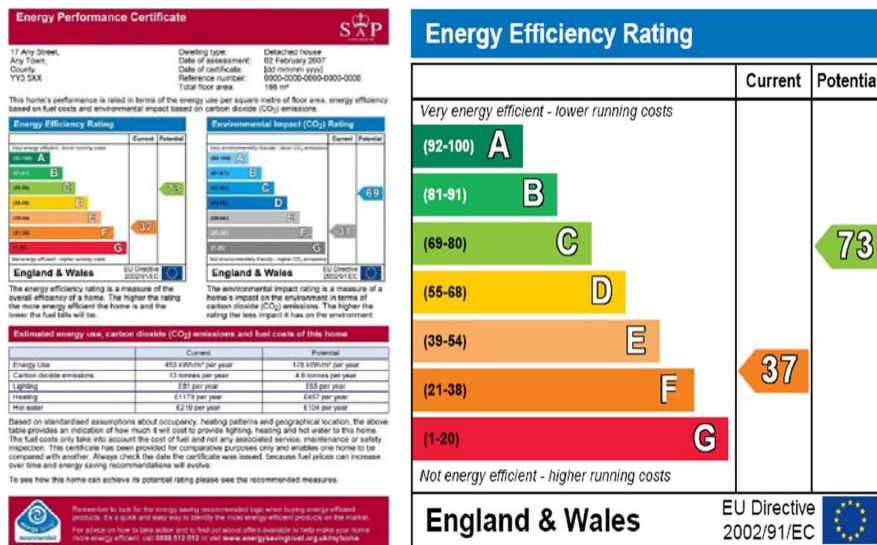


圖 1 英國住宅用 EPC

(二) 德國

德國於 1977 年頒布了第一部建築節能法規《建築保暖管理辦法》(Wärmeschutzverordnung, WSV0)，規範新建建築的保溫性能，經歷 1984 年與

1995 年修訂，建築節能標準不斷提高。2002 年 WSV0 由《節約能源法施行細則》(Energieeinsparverordnung, EnEV2002)所取代，除了強制公有建築降低能源消耗之外，對房屋業主及住戶提供抵扣 20%的「節能投資」的稅賦減免，並要求新建築應出具「能源證書」。證書中須詳載散熱損失、供熱、熱水及通風設備能源消耗、各種能源年消耗值，歐盟 EPC 制度亦是效法能源證書制度。最新版的 EnEV2009 則要求建築體積超過 100m³的增建建築、既有建築大規模改造、建築物買賣及租賃皆須出具能源證書，公共建築亦須在公共部分懸掛，以方便監督。

針對既有建築節能改造，德國提供優惠貸款與金額補助。優惠貸款條件需滿足德國能源署規定的改善節能率，利率與節能量掛勾，即改造後的建築能源消耗越低則利率越低。可申請之改善項目包括外牆保溫、暖房、可再生能源利用及外窗改造。住戶節能改造也可以選擇金額補助，與節能量亦是相連的，當節能量超過新建標準 30%時，補助額為節能總投資的 17.5%，每戶最多補助 8,750 歐元；達到新建標準時，補助額為節能總投資的 10%，每戶最多 5,000 歐元；如只是單項改造則補助額為節能總投資的 5%，且不超過 2,500 歐元。目前德國 90%的節能改善是利用上述優惠貸款與補助。

(三)英國

英國於 2007 年推出《永續住宅規範》(The Code for Sustainable Homes)，2008 年開始在住宅市場上強制實施。規範採用循序漸進的方法，2010 年所有新建住宅必須達到永續住宅規範中的第三級；至 2013 年必須滿足規範中第四級的要求；至 2016 年必須運用可再生能源的基礎上，滿足規範中第六級(最高等級)的要求，實現零碳排放。針對公共建築，英國政府於 2008 年將公共建築的節能情況劃分等級並頒發證書，鼓勵公共服務機構採取更多節能措施提升建築能源效率，包含博物館、展覽館和政府辦公大樓等建築的能耗情形都將公佈。在推行建築節能標準的同時，英國政府亦採取多項補助措施，自 2001 年起，英國政府每年提撥 5,000 萬英鎊的「能源效率基金」，鼓勵企業和家庭購買節能設備；對採用環保技術建造或裝修房屋的居民，給予減免印花稅的優惠；新建房屋或原有房屋通過改造後，採用太陽能、風能等再生能源發電者，亦可享受補助。2006 年 3 月，為鼓勵住宅節能，規定凡通過英國天然氣公司安裝保暖牆的家庭，可申請 100 英鎊退稅。

因應歐盟 EPBD 要求，英國在《建築法規 2000》中亦對新建住宅最小能源消耗做了明確規定，利用建築能耗計算工具計算出住宅建築最小能源消耗



目標 CO₂ 排放率 TER (Target CO₂ Emission Rate)與實際使用情況之 CO₂ 排放率 DER (Dwelling CO₂ Emissions Rate)，並要求實際住宅的 DER 不能大於目標排放率 TER；對於新建非住宅類建築，最小能源消耗要求與住宅建築相似。

(四)美國

在 2010 年的總能源消耗中，美國建築物消耗的能源大約占了 40%，花費在建築物能源消費的支出達 4,000 億美元，面對能源需求有增無減的狀態，美國亦採取相對的因應措施：

1. 能源政策法案：2005 年美國頒布《能源政策法案》(Energy Policy Act of 2005, EPAAct05)，要求所有政府建築自 2006 年到 2015 年間，單位面積的建築能耗應在 2003 年基礎上每年降低 2%；到 2015 年達到相對 2003 年節能 20% 的目標。除此之外，新法案對家用電器訂定新的最低能源效率標準，若製冷設備相對於 2001 年標準節能，可獲得稅收減免。
2. 更佳建築倡議計畫：2011 年美國積極地推動《更佳建築節能計畫》(Better Buildings Initiative)，由政府提供建築節能之技術援助、創新行動和實際解決方案，金融機構提供融資貸款，協助企業進行建築物的節能改善。該計畫要求企業執行長、大學校長、州和地方政府首長承諾帶頭進行建築節能，並提供解決方案讓其他企業學習仿效；聯邦政府則帶頭進行建築節能改善，並盡可能採用節能績效保證合約，透過長期節省下來的能源支出分期償付改善費用；美國聯邦政府針對建築節能改善提供更優惠的稅額抵減辦法。

除上述美國近年所實行的節能政策，美國早在 1992 年就已推行「能源之星」、1993 年推動「零碳住宅」、2005 年推動「家庭能源效率改善租稅抵減」，截至 2012 年仍對美國建築節能有相當的成效。

(五)日本

日本依據《節能法》(Energy Conservation Law)除針對新建築物要求使用節能設備之外，亦不斷提升舊建築物的能源效率，且提供各種金融獎勵誘因機制。例如「建築物環境效率評估制度」，提供建築物設計與結構等節能相關資訊，並提供購買與租賃節能建築物的補助。此外，日本政府亦藉助「能源服務公司」(Energy Service Company, ESCO)，促進節能設備與設施的引進。2008 年日本政府修訂《節能法》，規定樓地板面積在 2,000m² 以上的大型建築物(含住宅)，如進行(1)新建築與改建、(2)外牆大規模修繕、(3)增設空調設備，

要提出節能措施，若是節能改善執行不佳時，將以公告、命令等方式要求建築物主進行改善，並追加罰則條款；若是建築物維護不力，政府將對建築物主進行勸告。樓地板面積在 300m^2 以上、 $2,000\text{m}^2$ 以下的建築物，規定建築物所有者有義務提出報告與定期維護，若是節能效果不佳時，採取勸告的方式規勸屋主。修正後的節能法，明定依照節能判斷標準，經認定需要提升節能性能達到相當程度時，由相關機關採行建議、公告等行政手段來處理，同時推動住宅(以及建築物)的節能標示措施。

三、我國低碳建築推動現況

我國政府近年也大力推動建築節能政策，1995 年「建築外殼節能設計法」第一次被納入「建築技術規則」，經過多次修訂，2009 年起所有新建辦公大樓、百貨、旅館、醫院、住宅、學校、大空間類建築等不分規模全面納入節能管制範圍，受到節能管制影響的新建建築已達 90%。目前的建築節能法規對所有新建建築物規定三項最基本的水準，包含屋頂隔熱水準 U_{ar} 在 $1.0\text{ W/m}^2\cdot\text{k}$ 以下；透光天窗的日射透過率在 0.35~0.15 以下；外牆、窗戶與屋頂玻璃對可見光之反射率不得大於 0.25。在此基本要求之下，建築節能法規再依辦公類、百貨商場類、旅館類、醫院類、住宿類、學校及大型空間類、其他類等七種規範，分別訂立不同指標與基準。配合法規的發布，同時頒布七本「建築節能設計技術規範」，以利建築管理行政及實務應用上的計算依據，並歸納為「空調型建築」、「住宿類建築」、「學校」及「大型空間類建築」等四類型。

「住宿類建築」，是指如住宅、集合住宅、宿舍、養老院等供長期或短期住宿的建築物，以代表遮陽性能的「等價開窗率 Req 」，及代表保溫性能的「外牆熱傳透率 U_{aw} 」來規範其耗能情形。「空調型建築」是指如辦公廳、旅館、百貨公司、醫院等規模較大且常使用中央空調之建築物，採用建築外殼耗能量 ENVLOAD (Envelope Load) 指標作為外殼節能設計的依據。

此外，針對建築物內部設備能源效率提升之推動策略，國內推動作法大致可分為供應端管理、使用端管理及能源管理制度等三部分，說明如下：

- (一) 供應端管理：可分為「最低能源效率標準」與「高效率產品標示」兩部分。「最低能源效率標準」是依能源管理法第 14 條做管制，規定廠商製造或是進口指定之能源設備或是器具，必須符合中央主管機關規定之能效標準，藉此淘汰效率較差的設備或是器具。包含電冰箱、螢光燈管、無風管冷氣



機及除濕機等皆有相關效率標準。在「高效率產品標示」制度，對於效率較好的產品給予認證標章，目前台灣有節能標章制度、Energy Star 及強制性能源效率分級標識制度。

- (二) 使用端管理：包含「需求端管制使用」、「補貼」及「節能設備優惠貸款」等。設備「需求端的管理」，目前是利用能源管理法第 8 條之授權，管理能源用戶之能源使用效率，淘汰低效率之設備，但目前尚未大規模的明確規範設備運轉效率與使用年限，尚故還無法有效落實管理。「短期補貼」部分，我國在 2008 年及 2012 有補助購買節能標章、能源效率分級標示 1 級或 2 級的冷氣機、電冰箱及洗衣機，透過兩階段的補助措施，皆提高民眾購買高效率節能設備之意願。另外有提供購置節能設備低利貸款、信用保證手續費從低計收，並對中小企業提供貸款利息補貼 1% 等激勵措施。
- (三) 能源管理制度：國內作法包含「能源查核輔導」、「設置能源管理人員」、「公平正確的量測驗證機制」及「ISO 50001」。我國目前有實施「能源查核」及「設置能源管理人員」制度，除了確實掌握用戶的能源使用情形之外，於查核的過程中，也對用戶提供節能改善建議。此外，為了 ESCO 產業發展及節能績效保證專案之推行，國內也導入國際節能績效驗證架構，建構節能診斷、技術評估績效驗證等技術，並制訂本土化量測驗證的標準程序與文件。近期國內亦積極推動企業導入 ISO 50001 能源管理系統，協助企業建立一套標準化的能源管理流程，再藉由持續改善方式降低能源耗用量。

四、結 語

歐盟在落實節能減碳的行動中，政策方針從最上位 EPBD 到市場機制的控管有系統的制定規範，以德國經驗而言，最上位的法源有「節約能源法」來影響各部會各聯邦主管機關的節能規範與補助機制，然後再透過「建築能源證書」的強制規定令能源節約的生活態度根深蒂固，逐年更嚴格研修配套的法、令、規範、操作手冊等規章，因此在推行節能減碳與獎補助措施都能有極佳的效率與效益。目前我國並無直接規範建築節能的法規提出，僅在技術規則的綠建築專章提出外殼的節能規定，相形之下影響的程度差異不小。國內目前在建築節能的認證上，僅有綠建築證書的日常節能指標有所規範，建築能源效率證書制度在國外十分盛行，以歐陸來說，歐盟最高指令“EPBD”規定境內的不動產在買賣、租售等交易必須檢附能源效率證書、分級標示作為交易雙方與主管機關審核的必備文件，此

部分值得台灣學習仿效。

參考文獻

1. McKinsey, Pathways to a Low-Carbon Economy-Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve, 2009.
2. Asia Pacific Energy Research Centre (2011), “Compendium of Energy Efficiency Policies of APEC Economies 2010,” <http://www.ieej.or.jp/aperc/CEEP2010.html>.
3. 日本省能中心, 「日本省能政策概要」, 2010。
4. 能源局, 「2010 能源產業技術白皮書」, 2010。
6. 黃志弘, 低碳台灣「建築能源證書」評估系統及關鍵技術之研究成果報告, 2011。
7. 黃志弘, 歐盟建築能源效能與台灣建築節能法令體系之比較研析計畫期末報告, 2009。
8. 內政部建築研究所, 綠建築解說與評估手冊(2009 年版), 2009。
9. 楊冠雄, 低碳建築及設備節能推動規畫專案工作計畫期末報告, 2012。