

# 導入歐盟建築能源證書可行性分析

---

[四版]

工業技術研究院 綠能與環境研究所  
中華民國 101 年 5 月 07 日

## 執行摘要

全球在能源與人口快數增加的同時，各國包含台灣都積極推動節能減碳的政策，歐盟及英國積極推動建築節能減碳相當顯著。本報告分為四大部分進行說明：

1. 歐盟氣候變遷與能源政策分析：歐盟為因應氣候變遷與符合京都議定書要求，在 2000 年及 2005 年分別提出第一與第二個氣候變遷方案，主要目標為提高經濟增長以及創造就業機會，減少溫室氣體排放成本效益方案，幫助確定環境效益和最具成本效益的政策，以及可以讓歐盟成員國減少溫室氣體排放的措施。

2. 歐盟針對建築節能減碳的措施：歐盟 2002 年要公佈必需強制執行的 EPBD 2002/91/EC 的要求各成員國必需落實以下做法，包括：確定建築能耗計算方法、設立建築最小能耗要求、建築能耗護照制度推動、建立鍋爐以及空調系統檢查制度，以及建立專家制度。2010 年將近零耗能建築定義明確納入歐盟指令 (EPBD)，規範各成員國須於 2018 年 12 月 31 日前將所有公有建物，以及 2020 年 12 月 31 日所有新建物均達到近零耗能建物目標，為當前世界各國推動建築節能最為積極之單一區域。

3. 歐盟推動建築物能源效率認證實施現況與分析：德國在執行該項認證設有完整的制度，針對德國的建築能耗統計、建築節能法規體系、建築護照推動方式，以及執行的成功要素進行分析。並列出歐盟成員國，包含英國、丹麥、荷蘭、葡萄牙等國執行單位與執行現況分析。

4. 探討國內推動建築物能源效率認證可行性探討：分析我國建築能耗、類型、以及節能規範等，並與德國進行比較。建築能源證書制度，主要目的為揭露實際建築耗能量。單純的揭露建築耗能量並不會產生建築節能的效果，但是如果搭配實施強制性建築節能法令，且由建築市場的經濟壓力與全民監督，以歐盟的經驗而言，對建築節能應能達到良好的效果。經由歸納分析，提出當前施行建物

能源證書政策時可能面對的困難，以及建議做法包含：建築能源證書制度法源與執行、累積我國建築能耗資料庫及開發建物能效評估軟體、執行人員訓練、建立統合之建築節能財政補助政策等。

## 目錄

一、前言 .....	2
二、歐盟氣候變遷及能源政策 .....	3
(一)現況分析.....	3
1.強化排放交易體系 .....	8
2.其他產業的減量排放 .....	9
3.提高可再生能源使用率 .....	9
4.推動碳捕集和封存 .....	10
5.交通運輸排放的溫室氣體 .....	10
6.研究投入 .....	10
7.提升能源效率及能源供給充足 .....	11
8.降低空氣汙染和健康成本 .....	11
9.增加就業機會 .....	11
(二)節能減碳目標.....	12
1.京都議定書政策 .....	13
2.歐盟 2020 年低碳經濟藍圖 .....	13
三、歐盟建築節能減碳推動措施 .....	15
(一)歐盟建築節能政策-EPBD 強制規範之推動 .....	15
(二)成員國實施 EPBD 以及 EPC 的時程.....	16
四、建築能源證書(ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATES , EPC).....	20
(一)德國建築節能運作介紹.....	20
1.德國建築型態、能耗以及法規管理體系 .....	20
2.德國建築能源護照執行方式與現況 .....	26
3.執行障礙 .....	34
4.執行成效 .....	35
5.德國執行建築節能成功要素分析 .....	37
(二)英國.....	38
1.執行單位與執掌業務 .....	38
2.執行現況 .....	39
(三)丹麥.....	44
1.執行單位與執掌業務 .....	44
2.執行方式與現況 .....	44
(四)荷蘭.....	44
1.執行單位與執掌業務 .....	44
2.執行方式與現況 .....	45
(五)葡萄牙.....	46
1.執行單位與執掌業務 .....	46
2.執行方式與現況 .....	46
五、我國執行建築能源證書可行性 .....	48
(一)我國家庭建築概況.....	48
1.我國家庭戶數以及建築物型態 .....	48

2.我國家庭能源使用情況 .....	48
3.我國建築能耗規範以及節能改造補助 .....	49
(二)我國家庭建築節能與德國之比較.....	49
(三)我國推動建築能源證書建議之做法.....	50
1.公部門管理之建築物優先試行 .....	52
2.建築能源證書制度法源與執行 .....	52
3.開發建物能效評估軟體工具累積我國建築能耗資料庫 .....	53
4.執行人員訓練 .....	54
5.建立建築節能財政補助政策 .....	54
六、結論 .....	55
1.建築能源證書制度法源與執行 .....	55
2.開發建物能效評估軟體工具 .....	56
3.執行人員訓練 .....	56
4.建立統合之建築節能財政補助政策 .....	56
參考文獻 .....	57

## 一、前言

面對全球氣候變遷、人口成長及石化能源需求持續增加之趨勢，歐盟積極推動各項因應氣候變遷及能源政策，明確訂定節能減碳目標，規劃低碳經濟之長期策略藍圖。在推動建築節能減碳方面，歐盟各成員國依據前述目標及策略規劃，積極推動低耗能建築 ( Low Energy Buildings ) 及提升能源效率，歐盟目前已有部分國家定義低耗能建築。主要以新建築為主，部分涵蓋既有建築、及應用於住宅及非住宅。所定義之新建築耗能須減少 30-50 %，目前歐洲約有 20,000 棟低耗能住宅，其中 17,000 棟集中在德國及奧地利。歐盟 2002 年通過「建築能源效率指令」( Energy Performance of Buildings Directive, EPBD ), 並於 2008 年強制規定部分措施如建築物能源效率認證(Energy Performance Certificates, EPC), 要求各成員國必須一致遵守。結至目前為止，歐盟 27 個成員國中，已有 12 個國家以及英國開始執行建築物能源效率認證。每個國家皆依其特殊地理環境、氣候特色及建築風格與相關法令訂定該國之執行方式，因此此項認證做法略有差異。

在國際能源危機與永續環境之壓力下，國內政府近年大力推動綠建築政策。民國 84 年，建築技術規則中納入建築外殼節能設計法規。自民國 84 至 98 年，前後又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，驗證人員培訓機制未建立，氣候與歐洲國家差異甚大，以及對節能建築的獎懲制度付之闕如。為了改善我國在建築能源效率制度上之缺失，歐洲議會的建築能源效能指令 EPBD 的經驗乃是最值得我國借鏡的典範。

## 二、歐盟氣候變遷及能源政策

### (一)現況分析

人類活動造成溫室氣體濃度增加，進而導致全球氣候系統的改變，已是不爭的事實。有鑑於全球持續暖化所造成的影響，國際間除了以「聯合國氣候變化綱要公約」(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)下的「京都議定書」對抗氣候變遷，歐盟執委會(European Commission)亦提出各項因應措施，並呼籲各國積極採取行動，降低全球暖化的速度及遏止二氧化碳排放，以穩定大氣中溫室氣體的濃度，並將其控制在可能對人類或環境造成危險的範圍下。

歐盟委員會為因應“京都議定書要求歐盟成員國在 2004 年之前的 15 個國家，2012 年合併後的溫室氣體排放削減 8%(低於 1990 年的水準)，因此在 2000 年提出第一個氣候變遷方案(European Climate Change Programme)，以幫助確定環境效益和最具成本效益的政策，以及可以讓歐盟成員國減少溫室氣體排放的措施。其政策及措施主要包括排放交易、清潔發展機制、共同減量、能源供給、能源需求、終端使用與工業製程之能源效率、運輸部門、產業自願性減量協議、研發、及農業與森林碳稅等。

歐盟委員會於 2005 年 10 月提出第二個氣候變遷方案，檢討其至 2010 年減量目標的執行成效。主要目標為提高經濟增長和創造就業機會的減少溫室氣體排放的成本效益方案。主要方案內容如表 1 所示。

表 1 歐盟第二個氣候變遷方案概況

項目	政策與措施	內容	實施階段
----	-------	----	------

項目	政策與措施	內容	實施階段
碳排放交易	歐盟排放交易指令 (Directive 2003/87/EC)	建立歐盟排放交易制度之基本規範外，並修正 Council Directive 96/61/ EC 所建立之污染防治體系，藉以核發溫室氣體排放許可	自 2005 年 1 月 1 日開始運作
	歐盟實施溫室氣體排放交易制度(Directive 2004/101/EC)	針對 Directive 2003/87/EC 內容作若干修正	自 2005 年 11 月 13 日在成員國開始實施
	監測溫室氣體排放量機制 ( Monitoring Mechanism ) (Decision 280/2004/EC)	最早在 Council Decision 93/389/EEC，要求歐盟成員國應建立監測溫室氣體排放量與達成前開減量目標之機制，Decision 280/2004/EC 再針對其內容進行修正	自 2004 年 3 月 10 日起生效
能源供給	在內部電力市場促進可再生能源發電的指令 (Directive 2001/77/EC)	確立歐盟可再生能源的整體發展目標（2010 年達到占能源消耗總量的 12%及電力供應的 22.1%）	自 2003 年 10 月 27 日在成員國開始實施
	生質燃料使用的行動指令(Directive 2003/30/EC)	採用生質燃料（Biofuels）的目標，到 2005 年底達成 2% 佔有率（對總燃料量而言），而到 2010 年底宜達成 5.75%	自 2004 年 12 月 31 日在成員國開始實施
	氣電共生指令 (Directive 2004/8/EC)	高效率廢熱發電（cogeneration）的冷暖氣得免費獲得碳排放額度的分配	自 2006 年 2 月 21 日在成員國開始實施
	生質能行動計畫 (Biomass Action Plan)	提高生質能在電力及運輸部門使用量	--
	智能歐洲資助計畫 (('Intelligent Energy-Europe' funding programme (Decision 1230/2003/EC))	在 2003-2006 年以 250 億歐元的預算，促進智能能源的使用和更多的可再生能源	2003-2006
能源需求	建築物能源效能指令 EPBD((Directive 2002/91/EC))	衡量建築物能源性能，設定最低性能標準，且未來在銷售時須提出能源效率證書才可交易	自 2006 年 1 月 4 日在成員國開始實施



項目	政策與措施	內容	實施階段
	家用電器能源標籤 (Energy labelling of domestic household appliances)	在歐洲市場上銷售之家用電器需有分級標籤，依照其能源效率高低分別標示 A-G 等級	1996 年第一個標籤是以洗衣機為主，之後強制性推廣至其他產品
	能源使用產品生態化設計指令 EuP (Directive 2005/32/EC)	明文規定產品製造商 (manufacturers) 必須採用生命週期的思考方式，將生態化設計的要求 (requirement of Eco-Design) 融入產品設計開發之中。	自 2007 年 8 月 11 日在成員國開始實施
	建議促進終端使用效率和能源服務	於 2007 年 6 月 30 日前提成員國必須提出第一個能源效率計畫	--
	能源效率綠皮書	綠皮書為歐盟共同能源政策設立了 3 個核心目標，即確保歐盟經濟的可持續發展、能源產業的競爭力以及能源的供應安全。	2005 年
	整合污染及防制指令 (Directive 96/61/EC)	針對主要高污染的工業和農業作出控管，以防止或減少廢氣排放	2007 年
	馬達挑戰計畫(MCP：Motor Challenge Program)，	幫助企業提高馬達及驅動系統(如壓縮機、水泵系統)的效率	2003-2006
	歐洲可持續能源運動	4 年 370 萬歐元支持可持續能源的技術及政策	2005-2008
	推動認識氣候變化運動	在 2006 年提供 470 萬歐元的預算，積極在歐盟各國宣導氣候變化帶來的影響，提高一般民眾環保節能意識	2006
交通	減少新汽車的二氧化碳排放	降低新汽車二氧化碳排放量 鼓勵消費者購置低排放的新汽車	2001 年開始強制實施
	歐洲運輸政策白皮書	降低運輸二氧化碳排放量	2003-2006

項目	政策與措施	內容	實施階段
	礦物油、煤、天然氣和電力的最低稅收 (Directive 2003/96/EC )	原本只針對礦物油優惠，現在擴大至使用在汽車與取暖燃料，以鼓勵有效利用能源，且對於減少二氧化碳排放的企業給予優惠稅率	2003 年 12 月 31 日
	建議淘汰的 HFC-134a 在汽車空調系統	淘汰含氟化物之汽車空調系統，降低溫室氣體效應	--
工業/ 廢棄物管理	調節氟化物溫室氣體建議	監控不當的氟化物排放及減少氟化物氣體排放	--
	防止工業、農業溫室氣體排放(Directive 96/61/EC)	針對主要高污染的工業和農業作出控管，以防止或減少廢氣排放	2007 年
	減少甲烷排放(Landfill Directive 1999/31/EC)	要求成員國逐步降低甲烷排放量	2001 年 7 月 16 日
	廢棄物回收戰略	促進廢棄物回收再利用	2005 年 12 月推出
農業和 林業	氣候變化融入歐盟的農村發展政策	目的是加強農業和林業部門，改善農村地區的競爭地位，並幫助保護環境。是環境友好型農業和森林中的投資，以改善其生態價值超過 20 措施，包括提供聯合融資。	2000-2006
	能源作物支援計畫 (Regulation 795/2004/EC)	能源作物種植援助計畫	2003-
	減少土壤 N <sub>2</sub> O((Nitrates Directive 91/676/EEC)	防止 nitrous oxide 過度使用及透過農藥廢棄物污染水資源	始於 1993 年
研究與發展	氣候變化相關研發	2002-2006 年約 20 億歐元的投入研究氣候變化 12 億歐元投入核能研究 2007-2013 年間預計將投入 110 億歐元做相關研究	2002~
結構與凝聚基金	氣候變化融入結構與凝聚基金	結構和凝聚基金是歐盟的主要工具，支持在歐盟區域發展，以消除經濟和社會差距。2000-2006 年預算是大約 235 億歐元。許多的歐盟支持的優先領域包括：可持續的交通運輸（120 億歐元），森林和自然保護（47 億歐元），可持續	2000-2006

項目	政策與措施	內容	實施階段
		發展的城市中心（20 億歐元），在環保技術產業（12 億歐元），可再生能源（80 萬歐元），可持續發展的廢物管理（20 歐美元）。	

資料來源：工研院整理(2012/05)

2007 年 3 月，歐盟各國領袖承諾遵照國際協議，在 2020 年將排放量減至低於 1990 年水平的 30%，前提是其他已開發國家亦進行類似規模的減量排放；而經濟較為發達的開發中國家，也應盡其所能，對減量排放有所貢獻。同時，歐盟各國領袖也承諾，要讓歐洲成為能源利用效率高、碳排放量低的經濟體，各國領袖並強調，他們決心要讓歐盟取得先驅者優勢，不論其他國家採取何種行動，歐盟都會在 2020 年前將其排放量最少減少 1990 年水平的 20%。

歐盟的減量排放目標是基於以下三項能源相關目標，這三項目標也會在 2020 年前達成：

- 藉由提高能源使用效率，降低 20%的能源消耗；
- 將可再生能源市佔率從目前的 9%提高到 20%；
- 提高可再生能源市佔率的方式之一為：歐盟成員國 10%的運輸燃料的將使用永續生質燃料和其他可再生燃料。

與歐盟成員國進行廣泛的經濟分析和諮詢後，歐洲委員會在 2008 年 1 月提出一項重要的配套法案，以執行與氣候變遷和可再生能源相關的政策。經過密集協商後，歐盟各國領袖及歐洲議會在 2008 年 12 月通過 氣候及能源套案，並在 2009 年 4 月簽署生效。這項法案使歐盟現行的節能減碳政策更加完備。氣候及能源套案通過後，歐盟成為全球第一個致力朝大規模減量排放目標努力，並訂定相關措施的地區。這項法案獲得採納，不僅展現歐盟在因應氣候變遷行動上

居於領導地位，也證明大幅削減溫室氣體排放，避免氣候變遷帶來的危害，與經濟持續繁榮成長，兩者可以並行不悖。

從中短期來看，執行「氣候及能源套案」所需的投資可刺激歐洲的經濟、就業市場、產業革新；長期來看，此項法案則可為歐洲奠定永續發展和低碳經濟的基礎。此套案可幫助歐盟達到在 2020 年排放量比 1990 年減少 20% 的目標，且世界各國達成的氣候變遷協議若達到理想，此項法案還能彈性調整，將減排目標提高至 30%。如此一來，歐盟各國的政府及企業將可獲准在非歐盟國家採用排放額度較高的方案，以補償在本國所耗的排放量。相關內容如下：

### 1.強化排放交易體系

「氣候及能源套案」核心是從 2013 年起開始強化並擴大的歐盟排放交易體系（EU's emissions trading scheme, EUETS），該體系是歐盟以符合成本效益的方式減少溫室氣體排放的關鍵，改良後的交易體系大約可幫歐盟達到 2020 年減量排放整體目標的三分之二。目前，歐盟排放交易體系涵蓋的產業包括發電業、能源密集的製造業，航空業也會在 2012 年納入，從 2013 年起，這些產業的排放總額度將逐年削減，2020 年的排放額度將比 2005 年減少 21%。

預先固定中期排放額度，為歐盟的企業提供了投資誘因，這能在歐洲促進大規模的發展、減量排放科技的運用，以及低碳解決方案的產生。一旦全球達成新的減量排放協議後，歐盟會視需要來訂立更嚴格的減量排放目標。

歐盟排放交易體系涵蓋的產業也會延伸至化工、煉鋁等大型的溫室氣體排放工業，而交易體系所規範的溫室氣體除二氧化碳、氧化亞氮（ $N_2O$ ）外，未來也會納入煉鋁過程中產生的全氟化碳（PFCs）。目前，歐盟排放交易體系針對 27 個成員國個別訂定產業排放總量，但從 2013 年起，將以適用全歐盟的單一排放總量取代，交易體系涵蓋的產業將不再免費獲得排放額度，必須以競標拍賣方式購買更高的額度。2013 年起，排放總額度的 50% 將以拍賣方式出售，2027 年可

望達到全面拍賣排放額度的目標。但由於目前全球尚未達成令人滿意的減量排放協議，部分能源密集產業因其競爭力有遭受威脅之虞，因此，這些產業仍將繼續免費獲得 100% 的排放額度，但前提是必須使用最先進的減量排放技術。

由於拍賣排放額度將為各國政府帶來可觀的收入，歐盟各成員國已同意將至少一半的拍賣所得，用於對抗國內外的氣候變遷。藉由上述方式強化歐盟的排放交易體系，可使世界其他地區的總量管制及排放交易體系更願意與歐盟合作。連結各區域的排放交易體系，發展全球性的排放交易體系網絡，可強化國際碳排放市場的，使其能以最低成本達到減排目標。

## **2.其他產業的減量排放**

歐盟排放交易體系未涵蓋的產業及部門，例如運輸業（航空業除外）、營建業、農業和廢棄物處理等，其溫室氣體排放量幾乎仍佔歐盟排放總量的 60%。因此，歐盟計畫在 2020 年將這些產業和部門的排放量比 2005 年減少 10%。

歐盟將按照成員國的相對富裕程度（以每人國內生產毛額計）訂定各國 2020 年的排放標準，以確保減量排放的義務能公平分擔。最富裕的成員國丹麥、愛爾蘭、盧森堡，將以減量排放 20% 為目標，最貧窮的成員國（保加利亞）則可增量排放 20%，其他成員國則按富裕程度決定其減量或增量排放的比率。如此一來，較不富裕的成員國便可享受經濟成長的空間，但仍需將其排放量控制在標準之內，這種作法切合實際，也符合國際公平原則，也就是各國按其開發程度分擔減量排放的義務，通力合作達成對抗氣候變遷的共同目標。

## **3.提高可再生能源使用率**

為確保在 2020 年前，歐盟消耗總能源有 20% 是可再生能源的目標，各成員國已同意按其富裕程度及發展可再生能源的潛力，分擔責任。馬爾他的可再生能源市佔率目標訂為 10%，瑞典則為 49%，其他成員國目標則在兩者之間。如果達成目標，歐盟不但能減少溫室氣體排放，還能使其能源更充足。歐盟的相關立

法也規定各國運輸燃料的 10% 需使用可再生能源，並訂定永續性準則，要求成員國將生質燃料納入 10% 可再生能源的目標內。

#### **4.推動碳捕集和封存**

氣候及能源套案 也為碳捕集和封存 (CCS) 擬定了立法架構，以促進此類技術的發展和運用。碳捕集和封存指將工業製程中產生的二氧化碳加以收集，然後儲存於地底，避免進入大氣層，使暖化現象惡化。歐洲委員會希望碳捕集和封存技術能在 2020 年左右達到具商業利益的水準，目前有多達 12 項的碳捕集和封存實驗計畫，以及創新的可再生能源技術會受到資助，其資金來源為自歐盟排放交易體系拍賣 3 億噸排放量所得。

#### **5.交通運輸排放的溫室氣體**

雖然歐盟成功減少製造業、廢棄物處理、能源產業等排放的溫室氣體，但交通運輸的排放量仍不斷增加，歐盟對此提出的因應之道如下：

從 2012 年 1 月起，航空業將納入歐盟排放交易體系的管制產業，也就是說，所有往來歐盟機場的班機都必須取得排放配額，以抵銷排出的溫室氣體。至於海運業排放的溫室氣體，歐洲委員會也會思考對策，加以因應。

氣候及能源套案 加入了下列兩項法令，它們與此法案同時獲得通過：2012 年~2015 年逐步實施新車二氧化碳平均排放量降低至每公里 120 公克，也就是比目前排放量減少大約 25%；2020 年的二氧化碳平均排放量將進一步降低至每公里 95 公克。僅這一項措施減少的排放量，便超過 2020 年非排放交易體系管制產業減量目標的三分之一。

在 2020 年達到將交通運輸排放的溫室氣體減少 6% 的目標，並視情況將減量目標上修至 10%。

#### **6.研究投入**

歐盟已將 2007 年到 2013 年間的環境、能源、交通研發預算大幅增加至 84

億歐元，對促進環保科技的應用，以及提升大眾對氣候變遷及其衝擊的認識，大有助益。減少溫室氣體排放，除了有助於避免全球氣候變遷帶來嚴重的衝擊，還能夠為歐盟帶來各種好處，包括改善能源供給，減少空氣汙染，降低其相關的健康成本與控制成本，並增加就業機會。

## **7.提升能源效率及能源供給充足**

歐盟對進口能源的依賴與日俱增，於是能源供給成為歐盟愈益關切的議題。如果按正常發展，歐盟對進口能源的依賴程度，現在佔歐盟總能源消耗的 50%，到 2030 年會增至 65%。對進口天然氣的依賴程度預計從 57% 增至 84%，石油則從 82% 增至 93%。因此，若能更有效地使用能源以提升歐盟的競爭力，在經濟上貢獻就很大，更遑論其減量排放的好處。2008 年 1 月的氣候及能源套案正式上路之後，到了 2020 年，石油及天然氣的進口成本每年預計可減少 500 億歐元左右。估計值是以每桶 61 美元的油價來算，若油價攀升，成本節省得更多。

## **8.降低空氣汙染和健康成本**

降低溫室氣體排放也會減少空氣汙染，空氣汙染每年在歐洲造成 370,000 個提早死亡的病例。在 2020 年降低 10% 的二氧化碳排放量，所附帶的空氣品質改善，每年可以因此節省高達 270 億歐元的醫療費用。降低控制空氣汙染措施的需求，也會在 2020 年之後，每年額外節省 110 億歐元。

## **9.增加就業機會**

生態產業是歐洲經濟體最具發展力的一環，因應全球環保科技、產品及服務的需求增加，每年約有 5% 的成長率。這些產業在歐洲有大約 340 萬名員工，而且成長潛力不小。再生能源科技已創造 30 萬份工作機會。20% 的再生能源使用率，估計 2020 年之前可創造近 100 萬份工作機會。若歐洲引領全球，充分開發綠能產業潛能，可望開創更多的就業機會。

過去，歐盟一直將對抗氣候變遷視為施政主軸之一，所採取的各項措施以及實施的各項政策，都奠定歐盟在國際間對抗氣候變遷領導者的地位，並為其他工

業化國家樹立推動減量榜樣。由歐盟 27 國共同成立的「歐盟排放交易體系 (EUETS)」，更是國際間發展溫室氣體排放交易制度之重要指標。

## (二)節能減碳目標

歐盟認為氣候變遷為全球議題，需要全球性解決方案，納入所有主要溫室氣體排放者之行動，並需有具企圖心、全面性與立法約束性之協定以共同對抗氣候變遷。歐盟長久以來推動國際上之氣候談判，推促已開發國家承諾大幅降低溫室氣體排放，及開發中國家開始限制快速成長之溫室氣體排放，迄今已參與促成 2 個聯合國氣候條約之協議：1992 年氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 與 1997 年京都議定書 (Kyoto Protocol)。

全球對抗氣候變遷之架構為聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC)，該公約係於 1992 年巴西里約地球高峰會中達成協議，並於 1994 年 3 月 21 日生效，締約國包括歐洲共同體、歐盟成員國及世界各國等 195 個國家，締約時都認同工業化國家必須領導對抗氣候變遷。

部分 UNFCCC 締約國在 1997 年 12 月 11 日通過簽署京都議定書 (Kyoto Protocol)，該議定書於 2005 年 2 月 16 日生效，訂定 37 個工業化國家 (除美國並未批准該議定書) 及歐盟減少 6 種溫室氣體 (二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟化碳及六氟化硫) 排放之約束性承諾目標：於 2008-2012 年間將該國溫室氣體排放量降至較 1990 年水準平均再減少 5%，而先進工業化國家負擔較多之排放減量責任。在京都議定書機制下，各國主要透過國內措施達成其目標，另該議定書亦提供 3 種以市場為基礎之機制：排放交易 (亦即碳市場)、清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM)、聯合執行 (Joint Implementation, JI)，協助鼓勵綠色投資及使締約國以具成本效益之方式達成其排放減量目標。在執行上，京都議定書監視各國之實際排放量並記錄相關交易，各締約國須提交排放清單與報告。



歐盟在締約當時共有 15 個成員國，自行承諾更高之目標：在 2008 年至 2012 年間集體減少排放量至較 1990 年水準降低 8%。據最近之排放監視與估計數據顯示，歐盟 15 國已順利邁向此目標。2004 年與 2007 年加入歐盟之 12 個成員國中有 10 國有自己的京都議定書承諾，減量目標為 6% 或 8%。

## 1. 京都議定書政策

2011 年聯合國氣候變遷會議於 11 月 28 日至 12 月 9 日在南非德本( Durban ) 召開，氣候大會中與會的近 200 個國家同意延續 2012 年屆滿的京都議定書，並首次將所有溫室氣體排放大國納入同一個具約束力的削減排放協議。京都議定書延續至 2020 年大致已底定，各國設定減碳目標已成為共識，目前全球主要國家減碳目標如表 2 所示。

表2 全球主要國家減碳目標

國家	減碳目標
美國	2020 年前，以 2005 年為基準，減低 17% 二氧化碳及其他導致地球暖化之溫室氣體排放量。
歐盟	於 2020 年時，以 1990 年為基準，減低 20% 的溫室氣體排放量。
俄羅斯	2020 年前，以 1990 年為基準，減低 15%-25% 的溫室氣體排放量。
紐西蘭	2020 年前，以 1990 年為基準，減低 10%-20% 的溫室氣體排放量。
挪威	2020 年前，以 1990 年為基準，減低 30%-40% 的溫室氣體排放量。
加拿大	2020 年前，以 2005 年為基準，減低 17% 的溫室氣體排放量。
澳洲	2020 年前，以 2000 年為基準，減低 5%-25% 的溫室氣體排放量。
日本	2020 年前，以 1990 年為基準，減低 25% 的溫室氣體排放量，但國內反對聲浪大。
中國大陸	2020 年前，以 2005 年為基準，減低 40%-45% 的溫室氣體排放量。

資料來源：世界銀行；維基百科；工研院整理(2012/05)

## 2. 歐盟 2020 年低碳經濟藍圖

歐盟執委會於 2011 年 3 月通過「歐盟 2020 年低碳經濟藍圖」草案。根據草案內容，執委會規劃至 2020 年，歐盟溫室氣體排放量將較 1990 年水準減少 25%，而 2050 年時，歐盟將成功轉化為低碳經濟體。為達成此一目標，執委會預計將增加再生能源使用，使再生能源的份額佔歐盟整體能源系統的 20%，同時能源使

用效率亦需提升 20%。此份草案將與歐盟能源效率計畫書、交通政策白皮書共同提出，形成歐盟在溫室氣體減排議題上的完整計畫。

草案中，執委會明確列出其在未來數十年間，歐盟在不同階段的氣體減排目標，其分別為：2020 年（25%）、2030 年（40%）、2040 年（60%），最後至 2050 年，歐盟整體溫室氣體排放量將較 1990 年時降低 80%~95%，成為低碳經濟體。同時，草案中也針對各種減排措施進行模擬分析，以找出最具成本效益的完成途徑。

未來四十年間，執委會預計將針對再生能源、智慧電網、碳捕捉和儲存技術（carbon capture and storage, CCS）、先進工業製程及運輸系統電氣化等項目，進行持續、重大的投資。除了目前歐盟已投入約佔歐盟整體生產總值（GDP）19% 的投資外，每年將再新增投資約 2,700 億歐元，佔年度 GDP1.5%；未來十年內，更將額外投入 500 億歐元於相關研發項目。

執委會預期這些投資項目將帶來驚人效益。未來四十年，根據能源使用效率改善及再生能源推動的速度與成效，估計能為歐盟帶來 1,750 億至 3,200 億歐元的燃料成本節省。同時，將持續推動歐盟碳交易體系（EUETS），該體系有助於建立強烈且具有長期可預測性的碳市場價格，能有效促進低碳科技的發展與廣泛應用。

### 三、歐盟建築節能減碳推動措施

#### (一)歐盟建築節能政策-EPBD 強制規範之推動

由於歐盟結構特殊，各成員國經濟、地理、政治、技術等現況差異甚大，因此在歐盟體系中，各歐盟成員國無須全盤採納歐盟議會之決議，一切端視該決議之強度而有所差異，換言之，歐盟法共有兩種層級，其中一種為基礎法（又稱為創始條約），另一種為歐盟與第三國間、成員國間或成員國與第三國間之國際條約，頒布時共有五種層級：規則（Regulation）、指令（Directive）、決定（Decision）、建議（Recommendation）與意見（Opinion），而不論層級為何，在程序上係由執委會提出草案後，由歐盟議會與代表各成員國利益的部長理事會（Council of Ministers）共同決定，或是由部長理事會單方面決定，爾後由執委會整理公佈於歐盟法規網頁上。所謂指令的意義便是考量到各國之差異，因此僅公布原則事項，而將施行細節交由各成員國決定之。

歐盟對於建築節能最主要強制性的法律文件為 EPBD 2002/91/EC(Energy Performance of Buildings Directive)，2002 年公佈後，要求歐盟各個成員國必需要在 2006 年之前將此文件結合，以及融入各國國內法，制定各國建築節能相關政策。EPBD 的公佈以及強制要求，造成 2002 年之後歐盟各成員國建築節能法規的改變，以及建築節能成效的推動。EPBD 2002/91/EC 主要內容如表 3 所示。

表3 EPBD 主要內容

主要內容	說明
確定建築能耗計算方法	歐盟各成員國必需確立以及建立國家或地區的建築物能耗計算方式，需考量以下要點： <ul style="list-style-type: none"><li>●建築物外圍護結構以及室內結構的熱工性能以及氣密性。</li><li>●供暖、熱水供應、通風以及空調系統的保溫情況。</li><li>●建築採光系統。</li><li>●建築物所在位置、方向以及室外氣象條件。</li><li>●室內氣候條件，包括各種室內氣候設計參數。</li><li>●被動太陽能使用系統及遮陽措施..等</li></ul>

建築最小能耗要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>●需針對新建物以及既有建物設立最小能耗的要求。</li> <li>●建築面積大於 1000 m<sup>2</sup> 的大型既有建築改造時各國應訂定最小能耗要求。</li> </ul>
建築能耗護照制度(EPC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●要求成員國保證建築物在建設、出售以及出租的過程中都應提供 EPC，證書有效期限不應超過 10 年。</li> <li>●EPC 必需要包括相關標準推薦值以及實際值。</li> <li>●建築面積超過 1000 m<sup>2</sup>、年限在 10 年內的公共建築，各國政府應採取措施把這些建築做為建築節能的標竿，向大眾公佈這些建築的能耗數據。</li> </ul>
建立鍋爐以及空調系統檢查制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●針對不同能耗量，以及使用時間不等的鍋爐以及空調系統建立定期檢查，檢查內容包括效率、產熱量並提供改善以及更換的建議。</li> </ul>
建立專家制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>●建築物能耗、鍋爐、空調系統的檢查以及建議提供必需得要有獨立、具有能力的人員進行。</li> </ul>

資料來源：工研院整理(2012/05)

EPBD 中對於建築物能耗要求，重視的項目包括，能耗設備，如：鍋爐、以及空調必需定期檢查效率以及能耗，建築本體要求氣密性，以及外圍結構保溫性也進行特別。對歐盟各成員國產生最大影響的為建築物能源護照(EPC)制度之推動，必需建立專家制度由獨立、具有能力的人員進行檢查，以及提供必要建議。

近零耗能建築 (Nearly Zero-energy Building)，於 2010 年納入歐盟指令 (EPBD)，該指令第二條針對近零耗能建築定義為：『能源效率甚高之建築，並以一年內整體消耗之初級能源 (Primary Energy) 總量做考量，小於等於由現址 (On-site, 意指由他處生產之再生能源不列入計算, 例如生質燃料 離岸風力等) 再生能源所產生之能源。』，該指令強制規範各成員國 (Member States) 須於 2018 年 12 月 31 日前所有公有建物以及 2020 年 12 月 31 日所有新建物均達到近零耗能建物的目標，為目前世界各國推動建築節能最為積極之單一區域。

## (二)成員國實施 EPBD 以及 EPC 的時程

歐盟各個成員國對於 EPBD 實施時間，以及 EPC 執行時間整理如表 4 所示。

**表4 歐盟各國 EPBD 導入國內法以及 EPC 執行時間**

國家	EPBD 導入國內 法時間	建築護照(Energy Performance certification, EPC) 開始執行時間
奧地利	2006 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2008 年 1 月新建築。</li> <li>●2009 年 1 月包括：1.既有建築出售及租賃 2.公共建築。</li> </ul>
比利時	布魯塞爾首都地 區: 2007 年 6 月 法蘭德斯地區: 2004 年 5 月 瓦隆地區:2008 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●布魯塞爾首都地區:</li> <li>●2008 年 6 月新建築及既有建築改建。</li> <li>●2009 年公共建築及其他既有建築。</li> <li>●法蘭德斯地區:</li> <li>●2006 年 1 月新建築。</li> <li>●2008 年 3 月公共建築。</li> <li>●2008 年 11 月租賃。</li> <li>●2009 年 1 月出售。</li> <li>●瓦隆地區:</li> <li>●2010 年 1 月出售及租賃。</li> <li>●2010 年 1.既有建築 2.公共建築。</li> </ul>
保加利 亞	2004 年 2 月	●2005 年 1 月。
賽普勒 斯	2006 年	●2010 年 1 月。
捷克	2006 年 3 月	●2009 年 1 月包括：1.新建築 2.面積大於 1000 m <sup>2</sup> 既有建築改建。
丹麥	2006 年	●2005 年 12 月包括：1.建設完成 2.出售及租 賃 3.面積大於 1000 m <sup>2</sup> 4.公共建築。
愛沙尼 亞	2006 年 9 月	●2009 年 1 月包括：1.新建築 2.公共建築 3. 出售及租賃。
芬蘭	2007 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2008 年新建築。</li> <li>●2009 年 1 月出售及租賃。</li> </ul>
法國	2007 年 3 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2006 年 11 月住宅及非住宅出售。</li> <li>●2007 年 7 月租賃與新建築。</li> <li>●2008 年 1 月大於 1000 m<sup>2</sup>公共建築。</li> </ul>
德國	2007 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2002 年新建築。</li> <li>●2008 年 7 月 1965 年前建住宅。</li> <li>●2009 年 7 月 1965 年後建住宅。</li> </ul>
希臘		<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 1 月公共建築。</li> <li>●2009 年 1 月出售及租賃。</li> </ul>
匈牙利	2006 年 5 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 1 月包括：1.新建築 2.面積大於 1000 m<sup>2</sup>公共建築。</li> <li>●2012 年 1 月既有建築出售及租賃。</li> </ul>

愛爾蘭	2006 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2007 年 1 月新住宅。</li> <li>●2008 年 7 月 1.新非住宅 2.公共建築。</li> <li>●2009 年 1 月既有住宅出售及租賃。</li> </ul>
義大利	2005 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2007 年 2 月新建築。</li> <li>●2007 年 7 月既有公共建築。</li> <li>●2007 年 7 月面積大於 1000 m<sup>2</sup>新建築出售及租賃。</li> <li>●2008 年 7 月面積小於 1000 m<sup>2</sup>新建築出售及租賃。</li> <li>●2009 年 7 月所有新建築。</li> </ul>
拉脫維亞	2008 年 3 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 1 月。</li> </ul>
立陶宛		<ul style="list-style-type: none"> <li>●2007 年 1 月新建築。</li> <li>●2009 年 1 月既有建築及改建。</li> </ul>
盧森堡	2007 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 12 月既有建築出售及改建。</li> </ul>
馬爾他	2006 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 1 月住宅出售及租賃。</li> <li>●2009 年 6 月(其他建築出售及租賃。</li> </ul>
荷蘭	2006 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2008 年 1 月建築出售及租賃。</li> <li>●2009 年 1 月包括：1.公共建築 2.社會住宅。</li> </ul>
波蘭	2007 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 1 月包括：1.新建築 2.既有建築出售及租賃 3.公共建築。</li> </ul>
葡萄牙	2006 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2007 年 7 月包括：1.面積大於 1000m<sup>2</sup> 新住宅 2.非住宅建築。</li> <li>●2008 年 7 月新建築。</li> <li>●2009 年 1 月包括：1.所有新建築 2.既有建築改建 3.公共建築 4.出售及租賃。</li> </ul>
羅馬尼亞	2005 年 12 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2007 年 1 月新建築。</li> <li>●2010 年 1 月既有建築出售及租賃。</li> </ul>
斯洛伐克	2005 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2008 年 1 月包括：1.新建築 2.既有建築改建 3.公共建築 4.出售及租賃。</li> </ul>
斯洛維尼亞	2008 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2008 年 1 月包括：1.新建築 2.公共建築。</li> </ul>
西班牙	2006 年 3 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2007 年 10 月新建築。</li> <li>●2010 年既有建築。</li> </ul>
瑞典	2006 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2009 年 1 月新建築。</li> <li>●2008 年 12 月包括：1.公共建築 2.多戶住宅</li> <li>●2009 年 1 月其他建築出售及租賃。</li> </ul>

英國	英格蘭/威爾斯：2006 年 3 月 蘇格蘭：2003 年 北愛爾蘭：2006 年 8 月	●英格蘭/威爾斯：2008 年 10 月。 ●蘇格蘭：2006 年包括：1.出售及租賃 2.面積大於 1000 m <sup>2</sup> 的公共建築。
----	---	--

資料來源：RICS<sup>1</sup>(2009/12)、工研院整理(2012/05)

歐盟議會雖對已對零耗能建築進行定義，但實施日程、金融補助等細節仍需要各個成員視國情以及條件，在未來持續進行訂定。各成員國針對建物制定能源效率標準時，仍應包含下列內容：建物外殼性能 (Air Tightness)、通風性能、空調性能 (Heating and Cooling)、建物座向、地理位置、被動式太陽能系統 (Passive Solar System)、被動式建物設計 (Passive Solar Protection)、與室內溫溼度條件 (Indoor Climate)，其中非住宅用建物尚需另外考慮照明 (Built-in Lighting)、主動式太陽能系統 (Active Solar System) 或其他再生能源、汽電共生、區域冷暖調度、自然採光等。

上述各項考量內容可由各成員國自行決定，但至少每五年須由歐盟議會進行審議，以確保各項標準得以與時俱進。計算方法也交予各成員國自行發展，包括計算工具，以及所需建材、設備資料庫、與逐年逐時氣象資料等。歐盟本身也透過歐洲標準化組織 (European Standardisation Organisation) 發展部分計算與測試標準方法供各成員體參考使用。

<sup>1</sup> 英國皇家特許測量師協會，Royal Institution of Chartered Surveyors

## 四、建築能源證書(Energy Performance Certificates , EPC)

EPC 是歐盟因應能源和氣候變遷進行建築節能的重要策略。2009 年 1 月起，歐盟成員國已被要求依據 2002 年通過「建築物能源效率指令 (EPBD)」推動 EPC，要求建築物在建造、出售或出租時，必需提出能源證書，EPBD 在 EPC 計畫實施上除一些共同要求，各成員國得以依各自國情予以適當調整。各國皆依其地理環境、氣候特色及建築風格與相關法令訂定執行方式，所以做法略有差異。

### (一)德國建築節能運作介紹

德國自 1970 年代即已進行建築節能相關法令制定，以及落實建築節能之執行，法令、技術及執行方式較成熟。德國因應 EPBD 規範，推動之「建築物能源證書」，首先應用於住宅房地產買賣，建築物產權移轉過程中除產權資料文件外，尚須提供建築物能源證書，能源效能欠佳的建築物，將影響交易價格甚至不易售出。

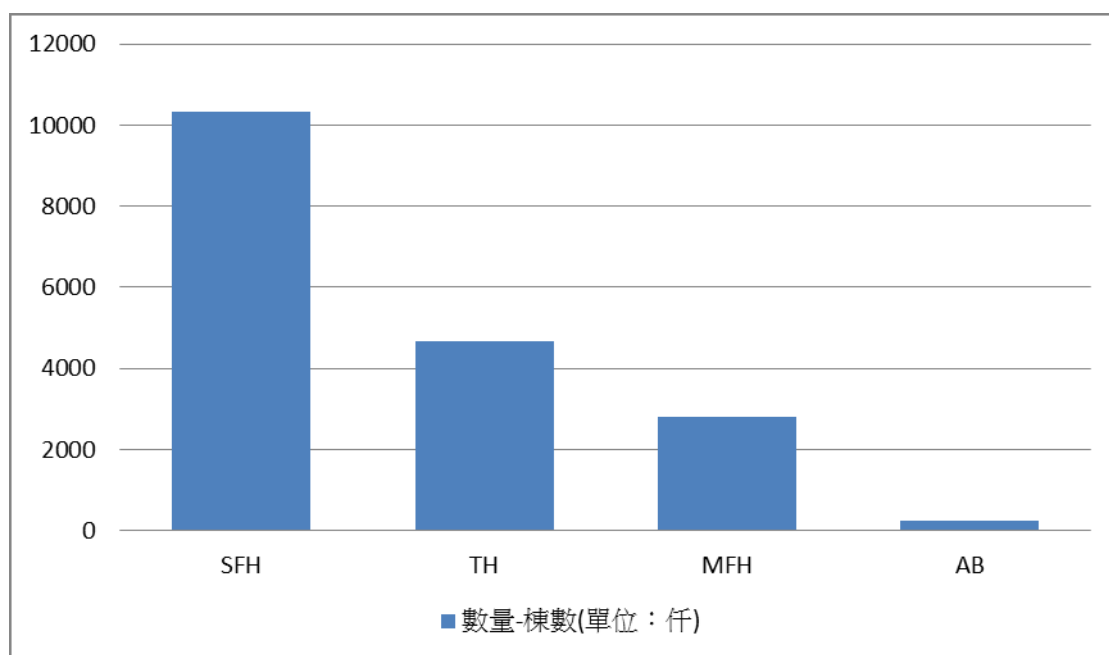
藉此，促使業主進行建築物能源效能改善投資。另依德國能源法第八條：違反能源證書制度相關法規者，應裁予 15000-50000 元之罰鍰，2006 年起所有新建築，都須領有能源證書，否則最高可罰 15000 歐元，其他既有建築在重新出租或銷售時，亦需提出「能源證書」。

#### 1.德國建築型態、能耗以及法規管理體系

##### (1)德國建築物型態以及能耗情況

德國總體家庭住宅戶數約 2,000 萬戶，住宅型態以單一家庭獨棟建築物為主，約有 1,000 萬戶，佔其一般住宅比重約六成，其次為並排住宅(類似一整排都是透天住宅)佔 26%、多家庭住宅佔 15%，至於公寓式住宅僅佔 1%。如圖 1。





註：SFH(Single Family House)、TH(Terraced House)、MFH(Multi-Family House)、AB(Apartment Block)

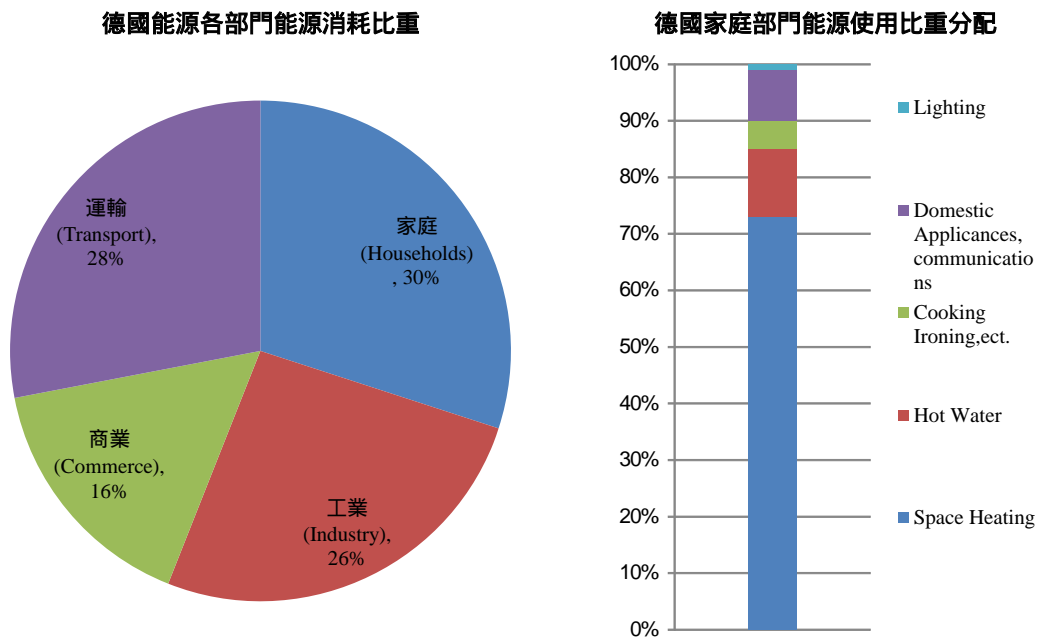
資料來源：Typology Approach for Building Stock Energy Assessment(2011/11 更新資料)

**圖1 德國家庭建築物類型分佈**

除了單一家庭比重居多外，德國私人擁有住宅比率低，住宅私有率為 43%，許多住宅所有權屬於政府控股住宅建築公司(Residential construction compay)所有、產權單一、多數居民藉由租用取得房屋解決居住問題。<sup>2</sup>

德國建築物能耗佔所有部門能耗 30%，建築物當中所佔能耗比重以暖房系統(Space Heating)為最大宗，佔建築物能耗 73%，其次為熱水(Hot Water)佔能耗 12%，顯見德國由於地處緯度高，民眾對於供暖需求極為龐大，也消耗相當多的能源。德國家庭部門能耗以及能耗應用如圖 2 所示。

<sup>2</sup> Energy Research institute of national development reform commission(2010)



資料來源：德國聯邦經濟及科技部(2011/11)

**圖2 2008 年德國家庭部門能源使用比重以及應用比重**

## (2)德國建築節能法規體系

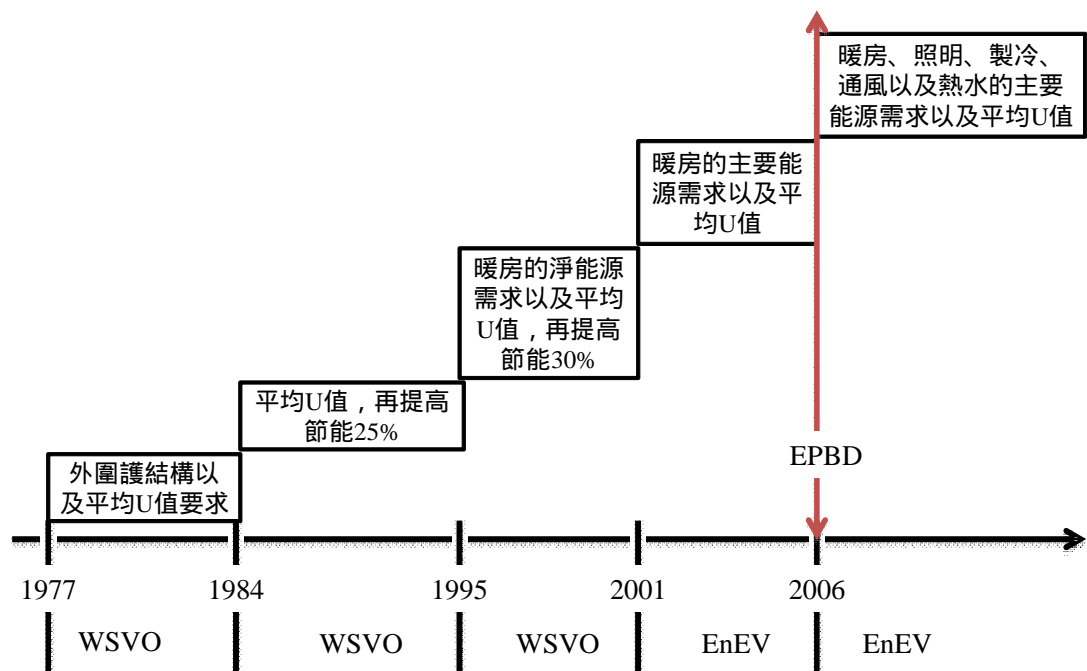
早在歐盟施行 EPBD 前，德國於 1970 年代早已為建築物節能而努力，並進行相關法令制定，德國於 1976 年制訂『節約能源法 (Energieeinsparungsgesetzes, EnEG)』，制定建築物保溫、採暖以及室內通風設備應達到之標準，其後經過多次修訂，分別有 EnEG1980、EnEG2001、EnEG2005、EnEG2009。執行面上也制定各式細項管理辦法，包括：『暖房熱成本管理辦法 (Heizkostenverordnung)』、『暖房設備管理辦法 (Heizungsanlagenverordnung)』...等。

暖房設備管理辦法(1982 年)規定建築各部位傳熱係數必須達到更嚴格的標準（如外窗的傳熱係數必須由  $3.5\text{W/m}^2\text{K}$  降低為  $3.1\text{--}3.5\text{W/m}^2\text{K}$ ），對舊有建築改造提出了節能要求，規定當舊有建築擴建或改造達到或超過原建築面積 20% 時，必須採取節能措施，但標準可比新建築低 40%。

節約能源法(2001 年)施行細則規定一次能源需求指標，其中一次能源不僅包括暖房及熱水供應設備所需能源，還包括建築物所需要能源從開採、轉換和分配

時所消耗能源，同時要求新建築和舊有建築改造時應當出具能源證書，其中包括散熱損失、供熱和熱水供應及通風設施能源消耗、各種能源載體的最終能源消耗及年主要一次能源消耗值。

建築物能源管理施行細則上，於 1977 年已開始進行，第一部建築節能法規 WSVO(Die neue Wärmeschutzverordnung)，規範以及限制建築物外圍結構、熱損失量等，歷經 1984 以及 1995 年修訂，將建築節能標準不斷提高，2002 年 WSVO 正式由 EnEV2002 所取代。德國建築節能各項法令修訂時程如圖 3 所示。



資料來源：Intelligent Energy Europe、工研院整理(2012/05)

圖3 德國建築節能法令演變

節約能源法施行細則（EnEV2002）正式實施後，應歐盟要求融合 EPBD 規範於國內法規施行。德國政府除了強制公用建築降低能源消耗之外，對房屋業主及住戶提供抵扣 20%『節能投資』稅務減免以鼓勵建築物進行節能改造。德國復興信貸銀行（Kreditanstalt für Wiederaufbau，KfW）為城市能源改造提供貸款支援，對德國東部部分經濟不發達城市，採取更加優惠措施。

配合 EPBD 要求，德國也採行『能源證書(Energieausweis)制度』，規定自 2006 年 1 月開始，所有新建建築都必須領有『能源證書』，未履行者可課以最高罰鍰達 15,000 歐元，其他建築在重新租賃或銷售時也需要提供『能源證書』，公共建築物的「能源證書」必須陳列在建築的顯著位置以供民眾辨識。

參酌各種實行後反應及未臻完備之處，德國政府於 2007 年 6 月 27 日通過了新的《節約能源法施行細則》EnEV2007，並於 2007 年 10 月 1 日開始正式實施，確立建築能源證書體系逐步開始強制執行，從 2008 年 7 月 1 日既有居住建築出租、出售必須提供專業機構出具的建築能源證書，新建建築自 2009 年 1 月 1 日起，出租出售時也必須出具該證書。規範內容考慮到不同地區，及不同氣候條件下建築特點、不同建築對室內氣候環境不同需求、經濟技術條件等，EnEV2007 新規範強調改善建築整體能源利用效率和可行性。

### **(3)德國推動建築物能源護照各單位責掌**

德國建築物主管單位為：聯邦交通 建築及都市事務部(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ；BMVBS)，負責建築物施工、法規、政策、建築節能、低能耗房屋、建築物裝修等工作。德國能源政策主管單位為：德國聯邦經濟及科技部 ( Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie ；BMW i )，負責總體能源政策之規劃，包括：電力網絡、電力供應安全、能源相關研究計劃支援、產品能源標籤，以及推動節約能源政策制定等活動。

推動建築物能源護照時，由於為跨部會之作業(跨 BMVBS 以及 BMW i)，所以落實執行時，另行設立 DENA(Germany Energy Agency)進行建築物能源護照認定、推動以及認證人員培訓，以助此制度順利推動。

DENA(Deutsche Energie-Agentur GmbH ；DENA)，由聯邦政府、KfW、安聯、德意志銀行、德國中央銀行出資所組成，負責再生能源、節能建築、節能交系統、節能用電等方面的宣傳、活動、認證、諮詢等活動。2001 年開始運作，2002

年接受聯邦政府委託，執行建築物能源護照的推動。<sup>3</sup>負責發展以及監測德國建築物能源護照，以及管理獲得能源許可的個人以及單位。DENA 為半民營單位，聯邦政府佔 50%股份，KfW 佔 26%股份、安聯佔 8%股份、德意志銀行佔 8%股份，以及德國中央合作銀行佔 8%的股份，建築節能推動為其作業項目之一。

德國管理建築的部門單位以及民間單位如表 5 所示。

**表5 德國建築管理相關單位**

名稱	負責事項	單位屬性
BMVBS	中央管理服務、新聯邦州事務、 <u>空間規劃</u> 、 <u>都市事務及住宅</u> 、 <u>建築</u> 、 <u>建築業及聯邦建築</u> 、基本政策、航空及航太、水路及航運、道路、鐵路	聯邦行政部門
BMWi	中央行政、歐洲政策、經濟政策、中小企業政策、 <u>能源政策</u> 、工業政策、對外經濟、通訊及郵政政策、科技政策	聯邦行政部門
DENA	節能用電、能源系統及服務、可再生能源、 <u>節能建築</u> 、 <u>節能交通系統</u> 、大氣保護	具聯邦色彩的私部門

資料來源：工研院整理(2012/05)

除了設定不同單位負責建築相關計劃推動外。對於建築物能源效率推動主要採行三大做法，分別為：藉由法令降低能源需求、藉由財務激勵節能，以及能源消費資訊揭露以及提供相關建議。不同做法有不同負責單位，以及進行不同的作為。

聯邦政府以及區域政府負責制定以及執行 EnEG EnEV 等相關法令，而 KfW 以及銀行體系則是提供財務補助做為激勵； DENA<sup>4</sup>以及當地機關則是負責相關訊息揭露，一些基金會如 Wuestenrot、Schader、Betelsmann 等，也大力支持科學

<sup>3</sup> 在德國落實 EPC 推動前，DENA 先行設立，進行德國推動 EPC 之研究，包括德國建築物的能耗統計等。

<sup>4</sup> DENA 德國能源機構，由聯邦政府(50%)，股東代表包括：聯邦經濟科技部(BMWi)、聯邦食品/農業以及消費者保護部(BMELV)、聯邦環境/自然保護與核反應安全部(BMU)、聯邦交通/建設以及城市發展部(BMVBS))、KfW(26%)、安聯(8%)、德意志銀行(8%)、德國中央銀行(8%)出資所組成，負責再生能源、節能建築、節能交通系統、節能用電等方面的宣傳、活動、認證、諮詢等活動

研究和節能應用。各不同負責單位以及採用的相關做法，如表 6 所示。

**表6 德國建築節能各單位責掌**

構面	作為	負責單位
由法令規範降低能源需求	Energy Conservation Act(EnEV2002) Heating Costs Act Renewable Energies Heat Act Renewable Energy Sources Act	聯邦政府 區域政府
財務激勵節能	Market incentive subsidy program(MPA) KfW energy efficient construction and refurbishment programs(能效節省以及翻新專案) KfW funding programs for municipalities to invest in sustainable infrastructure(永續基礎建設的投資專案) 再生能源 Program for energy consulting(能源諮詢) Regional and local programs for delivery(區域以及地方計劃的施行)	KfW、地區以及當地銀行
能源消耗資訊揭露以及建議	公共關係 pilot projects(試點專案) market instruments , such as energy performance certificate(相關工具) networking 網路 Know how transfer International liaison(國際聯繫)	DENA、區域以及當地機關

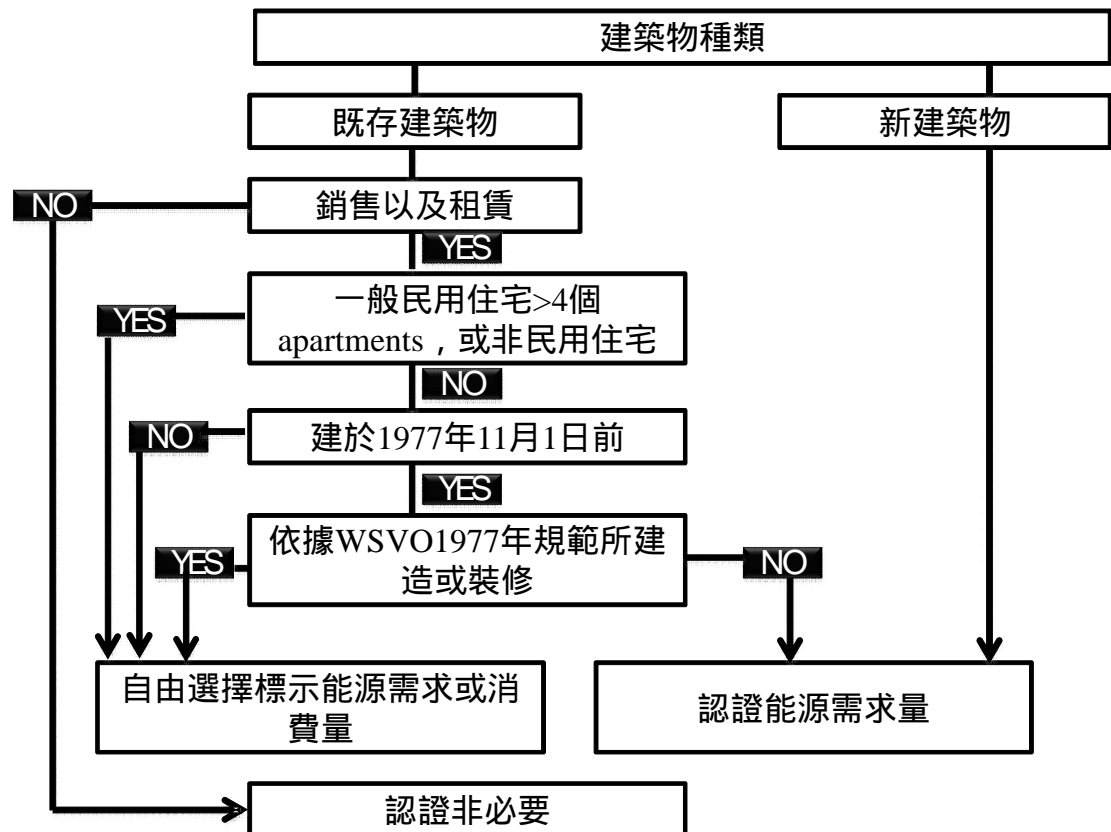
資料來源： what works collaborative(2011/09) 、工研院整理(2012/05)

## 2.德國建築能源護照執行方式與現況

### (1)EPC 執行內容及補助

EPC 執行流程如圖 4。若為新建築物必需在 EPC 上標示能源需求量。既有建物則是視其面積以及建造年度選擇標示能源需求或是消費量，若是既有建物不進行銷售或是租賃則可以選擇不進行認證。EnEV2009 施行後，又再要求建築體積超過 100 m<sup>2</sup>加建建築必須出具建築能源證書、既有建築較大規模改造必須出具建築能源證書、建築物買賣以及租賃時必須出具建築能源證書、公共建築能源

證書必須在公共部分懸掛，方便監督。證書有效期達 10 年，一旦超過年限就必須需重新辦理新證書，倘若建築物出售、出租時若未出具完整、正確及有效的建築能源證書，將被處以 15,000 歐元以下罰鍰。



資料來源：PLEA 2008-25<sup>th</sup> conference on passive and low energy architecture 資料、工研院整理(2012/05)

**圖4 德國需要 EPC 認證之建築物類型**

依據德國節約能源條例 21 條，建築能源證書之執行機制由建築、土木、營建、建築設備、物理環境及機電專業背景之專業技師所認證（各地方政府均已將相關技師名單資訊上網），依據建物單位面積能源需求，及能源消耗計算方式核算。

既有建築節能改造中，資金補助條件為滿足 DENA 規定建築節能潛力的比例，同時資金補助之多寡也與與節能量掛鉤，即改造後建築能源消耗量低則資金

補助也少，反之亦然。改造貸款範圍則有限制，具體範圍包括屋面保溫、地下室頂板保溫、外牆保溫和暖房及可再生能源利用，上述措施中單項改造也可申請貸款，而且從 2009 年 1 月開始外窗改造也將納入申請範圍。在融資方式上，依據建築物為新建物、既有建築物，依節能程度多寡享有不同程度的資金補助條件。

以一般新建建築物能耗為基準設立基線 100(一般新建建築物的耗能為 55-94kWh/每平方公尺/年，以此為基準點進行衡量)，新建建築物唯有達到此基線節能 55% 以下才可以享有補助；德國舊建築物能耗一般都在基線的 140%<sup>5</sup>，既有建築物進行節能改造，若可以達到基線 115%，則可以享有補助。補助方式享有投資金額補貼，以及貸款可享有十年內固定利率之優惠，新建建築物為 3.75%、既有建築物改造為 2.37%<sup>6</sup>，如只是單項改造則補助額為節能總投資的 5%，不超過 2500 歐元。

若為既有建築物更新選擇 Option1 在 KfW efficient building115(能耗在基線的 115%)條件下，可同時享有固定低利 2.37% 十年不變之優惠，以及 2.5% 投資金額補貼，若選擇 Option2 不進行貸款申請，則享有 7.5% 投資金額補貼，最高補貼 5625 歐元。

還款上也給予極大優惠，還款期限任何時候都可以不受約束一次性還款，此外既有建築物進行熱絕緣以及更換鍋爐等投資時，還可以有 1~3 年免還款彈性調整期，提高民眾申請意願。<sup>7</sup>

**表7 KfW 針對建設局節能改造所提供的補助以及貸款條件**

KfW efficient building	Option 1: Credit and subsidy	Option 2: No credit and only subsidy	
	Compensation credit subsidy	Investment Subsidy	Max. support per housing unit
Measures in exiting buildings			

<sup>5</sup> www.enev-normen.de

<sup>6</sup> KfW, Promoting Energy Efficiency in housing

<sup>7</sup> 既有住宅建築能源效率融資，Martin Jakob、CEPE、ETH Zurich、Switzerland



115	2.5%	7.5%	5625 歐元
100=new building	5.0%	10.00%	7500
85	7.5%	12.50%	9375
70	10.0%	15.00%	11250
55	12.5%	17.5%	13125
New buildings			
55	5.00%	-	-
40	10.00%	-	-

註：新建築物最高每戶 5 萬歐元、既有建物改造最高每戶 7.5 萬歐元，此表為 2010/11 時之條件  
資料來源：[www.enev-norman.de](http://www.enev-norman.de)(2012)

申請補助，用戶可在專案開始前直接到 KfW<sup>8</sup>申請，專案完成後再委託專家計算證明符合節能要求後由 KfW 支付。申請貸款，用戶則需向 KfW 申請後自行找商業銀行貸款，再由商業銀行與 KfW 簽合同結算，用戶與 KfW 無直接貸款關係。目前德國 90%的節能改造利用上述優惠貸款。

## (2)EPC 所呈現之內容

德國建築物節能護照所呈現內容可分為幾大部份，包括：建築物基本資訊、能源需求、能源消耗量、住宅改善建議，以及使用評估方法等，如圖 5~圖 7 所示。

<sup>8</sup> KfW 成立於 1948 年，致力於重建德國的公共投資，由聯邦政府以及地方政府共同持有股份 (80:20) 的政策性銀行，目前的主要業務為為德國中小企業提供長期投資貸款，並為德國基礎設施、環保以及住宅改造提供貸款。KfW 於國際市場上進行融資，由德國政府提供擔保，此外無需向德國政府繳交股利及以稅收。

**Energy performance certificate** for residential buildings  
In accordance with sections 16 et seq. of the German Energy Saving Ordinance (EnEV)

Valid until: 12.01.2010

**Building**

Type of building	Apartment block
Address	Any Street 1a, 12345 Anytown
Part of building	Front building
Year of construction of building	1927
Year of construction of installation engineering <sup>1)</sup>	1982
Number of flats	0
Building floor area (A <sub>0</sub> )	675 m <sup>2</sup>
Renewable energies	Non-existent
Ventilation	Window ventilation
Occasion for issuing the energy performance certificate	<input type="checkbox"/> New building <input checked="" type="checkbox"/> Retrofitting (modification/extension) <input type="checkbox"/> Other (voluntary)

**Notes on information about the energy quality of the building**

The energetic quality of buildings can be determined by calculating the energy consumption under standard conditions or by the analysis of energy consumption. The Building floor area is used as reference area in accordance with the EnEV which differs in general with the living floor area. The indicated reference values are intended to permit approximate comparisons (Explanations - see page 4).

☒ The energy performance certificate has been issued by means of calculations based on the energy demand. The results are rendered on page 2. Additional information on consumption is voluntary.

☒ The energy performance certificate has been issued by analysing the energy consumption. The results are rendered on page 3.

Data collection (energy demand/energy consumption) by: ☐ houseowner ☒ assessor

☐ Additional information about energy quality are attached to the energy performance certificate (voluntary information).

**Notes on the use of the energy performance certificate**

The energy performance certificate is issued for information only. The data in the energy performance certificate refers to the entire residential building or the part of the building mentioned above. The energy performance certificate is intended only to provide an approximate comparison of buildings.

Assessor  
Max Anyman  
Any company  
Any Street 12  
12345 Anytown

13.01.2010  
Date

Max Anyman  
Signature of the assessor

1) Multiple entries possible.

Note: This form is a combination of the German Energy Performance Certificate and the German Energy Saving Ordinance (EnEV).

建築物基本資料以及  
檢驗人員之簽名

能源需要量表示：當能源需要量少時，箭頭向左側靠近(綠色部分)，能源需要量高時，向右側靠近(紅色部分)

最終能源需求

**Energy performance certificate** for residential buildings  
In accordance with sections 16 et seq. of the German Energy Saving Ordinance (EnEV)

Calculated energy demand of the building Any Street 12 Front building

**Energy demand**

CO<sub>2</sub>-emissions<sup>2)</sup> 56 kg/(m<sup>2</sup>·a)

Final energy demand of this building 222 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Primary energy demand of this building ("total energy efficiency") 250 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Requirements in accordance with EnEV<sup>3)</sup>

Primary energy demand  
Actual value kWh/(m<sup>2</sup>·a) Required value kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Energy quality of the building envelope H<sub>T</sub>  
Actual value W/(m<sup>2</sup>·K) Required value W/(m<sup>2</sup>·K)

Summer heat protection (in new building) ☐ observed

Method used for energy demand calculations

☒ Method in accordance with DIN V 4108-6 and DIN V 4701-10

☐ Method in accordance with DIN V 18550

☐ Simplifications in line with § 9 para 2 EnEV

**Final energy demand**

Energy source	Heating	Hot water	Auxiliary equipment <sup>4)</sup>	Total in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Natural gas H	177,3	40,5	0,0	218,4
Power	0,0	0,0	3,6	3,6

**Replacement measures<sup>5)</sup>**

Requirements under § 7 No. 2 ERW<sup>6)</sup>

☐ The required values tightened by 15% are complied with.

Requirements under § 7 No. 2 in conjunction with § 8 ERW<sup>6)</sup>

The EnEV required values are tightened by %

Primary energy demand  
Tightened value required kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Transmission heat loss H<sub>T</sub>  
Tightened value required W/(m<sup>2</sup>·K)

**Reference values - final energy demand**

Passive house  
New apartment block  
New single-family house  
Well-insulated single-family house  
Average residential building  
Apartment block  
Average new house  
Single-family house not insulated

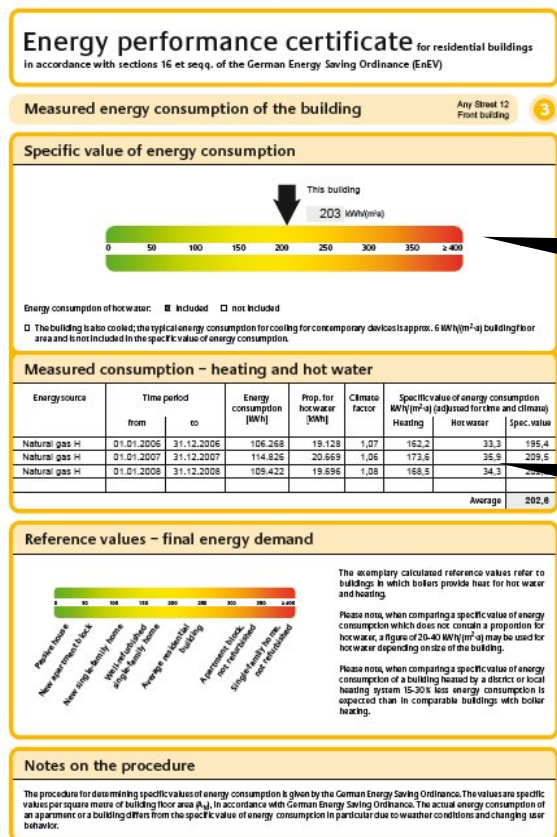
**Notes on the calculation method**

The German Energy Saving Ordinance (EnEV) allows two alternative calculation procedures for calculating the energy demand, which can lead to different results in individual cases. Due to standardised boundary conditions, the indicated values do not permit certain conclusions about the actual energy consumption. The stated demand values are specific values per square metre of building floor area (A<sub>0</sub>) in accordance

Note: This form is a combination of the German Energy Performance Certificate and the German Energy Saving Ordinance (EnEV).

資料來源：Energy Performance Certificates for Buildings , dena(2012/03) 、工研院整理(2012/05)

圖5 德國住宅用 EPC 第一頁及第二頁所提供之資訊



能源消費量

大耗能設備：熱水  
以及 heating 能源消費

資料來源：Energy Performance Certificates for Buildings , dena(2012/03) 、工研院整理(2012/05)

圖6 德國住宅用 EPC 第三頁

## Energy performance certificate

In accordance with sections 16 et seqq. of the German Energy Saving Ordinance (EnEV)

### Explanations

#### Energy demand – page 2

In this energy performance certificate, the energy demand is represented by the annual primary energy demand and the final energy demand. These details are determined by calculation. The specified values are calculated on the basis of the construction documents and/or building-related data and under assumption of standardised boundary conditions (such as standardised climate data, defined user behaviour, standardised indoor temperature and indoor heat gains, etc.). In this way the energy quality of the building can be assessed independently of user behaviour and weather conditions. Due to standardised boundary conditions, the indicated values do not permit certain conclusions about the actual energy consumption.

#### Primary energy demand – page 2

The primary energy demand represents the total energy efficiency of a building. It considers not only the final energy, but also exploration, production, distribution, transformation of each set of energy (e.g. fuel, oil, gas, electricity, renewable energy, etc.). Low values indicate a low energy demand and a high energy efficiency as well as a careful and an environmentally friendly use of energy resources. In addition, the energy demand associated with the CO<sub>2</sub> emissions of the building can be declared voluntarily.

#### Energy quality of the building envelope – page 2

The stated value is the specific transmission heat loss (formula in the EnEV:  $H_T$ ) relative to the heat-transmitting surface area. This is a measure for the average energy quality of all heat-transmitting surface areas (exterior walls, ceilings, windows, etc.) of a building. Low values indicate good structural heat insulation. In addition, the German Energy Saving Ordinance (EnEV) sets standards for the summer heat insulation (protection from overheating) of a building.

#### Final energy demand – page 2

The final energy demand calculated according to technical rules, indicates the required annual energy for heating, ventilation and hot water. It is calculated under standard climate and standard terms and is a measure of the energy efficiency of a building and its systems engineering.

The final energy demand is the energy which has to be delivered to the building at standardised conditions taking account of energy losses in order to ensure the standardised indoor temperature, hot water requirements and the necessary ventilation. Low values indicate low demand and thus high energy efficiency.

The reference values for the energy demand are exemplarily calculated and are intended as indicators for an approximate comparison of the values of this building with the reference values. The values of each of the categories are indicated with approximate ranges. In individual cases, these values may also be outside the given ranges.

#### Specific value of energy consumption – page 3

The reported specific value of energy consumption for the building is based on the billing of heating and hot water costs, if necessary and determined according to the German Heating Cost Ordinance and / or by other appropriate consumption data. The energy consumption data for the entire building is used, not the individual residences or utility units. Meteorological factors are used to convert the measured energy consumption for heating regarding to the actual local weather data to a standardised German-wide average.

For example, high consumption in a single hard winter does not lead to a poorer assessment of the building.

The specific value of energy consumption gives an indication of the energy quality of a building and its heating system. Low values indicate low consumption. Conclusions about the expected future consumption are not possible, especially the consumption data of individual units vary widely because they depend on their location in the building, the current use and the individual response.

#### Mixed-use buildings

The German Energy Saving Ordinance contains special provisions on energy performance certificates for mixed-use buildings. After that are – depending on the circumstances – either a combined energy certificate for all usage or two separate energy certificates issued for dwellings and for other uses, which is recognizable on page 1 of the certificate (if applicable "part of building").

## 第二頁以及第三頁的說明

各個部份的改善建議，如：天花板、窗戶、屋頂、熱水、heating、外牆等

## Recommendations for modernising regarding the energy performance certificate

In accordance with sections 20 et seqq. of the German Energy Saving Ordinance (EnEV)

### Building

Address/ Part of building Any Street 1a, 12345 Anytown Principal use/ building category Apartment block

### Recommendations for cost-effective modernisation

Measures for cost-effective improvement of energy efficiency ☒ are possible ☐ are not possible

No.	Parts of the building or installations	Description of the measures
1	Windows	Modernisation of single glazed windows in the ground floor, new U-Value: 1,2 W/m <sup>2</sup> K, g-Value: 0,6
2	Ceilings	Insulation of basement ceilings, 12cm, WLG 039
3	Heating / Hot water	Replacement of heating system, new wood pellet boiler, 33 kW, space required for pellet storage
4	Hot water	Solar heating for domestic water, 20m <sup>2</sup> collector surface
5	Exterior walls	Insulation of uninsulated north and east façade of the front building, 24cm, WLG 040
6	Roof	Insulation between rafters, 12cm, WLG 032 Insulation under rafters, 16cm, WLG 040
7	Ventilation system	Installation of residential ventilation system (supply and extract air) with heat recovery (80%)

☐ Further recommendations on separate sheet.

Note: Recommendations for modernising the building are for information only. They are brief references only and no substitutions for energy consultation.

### Exemplary comparison of options (voluntary information)

	Actual state	Modernisation option 1	Modernisation option 2
Modernisation acc. to number		1,2,6	1,2,3,4,5,6,7
Primary energy demand [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	250	221	30
Saving compared to actual state [%]		12	88
Final energy demand [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	222	196	85
Saving compared to actual state [%]		12	62
CO <sub>2</sub> emissions [kg/(m <sup>2</sup> ·a)]	56	50	7
Saving compared to actual state [%]		12	88

#### Assessor

Max Anyman  
Any company  
Any Street 12  
12345 Anytown

13.01.2010

Date

Max Anyman  
Signature of the assessor

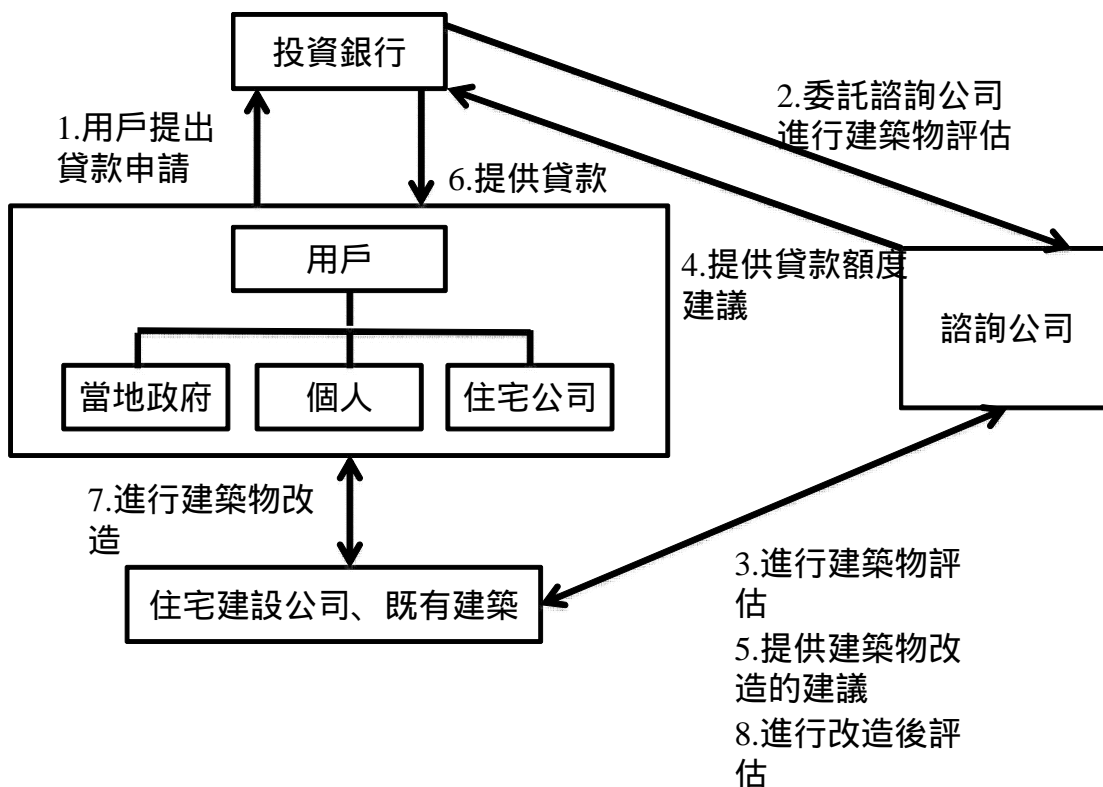
Note: This form is a translation of the German Energy Performance Certificate. Only the German version is legally valid.

資料來源：Energy Performance Certificates for Buildings，dena(2012/03)、工研院整理(2012/05)

圖7 德國住宅用 EPC 第 4 頁

### (3)EPC 申請流程

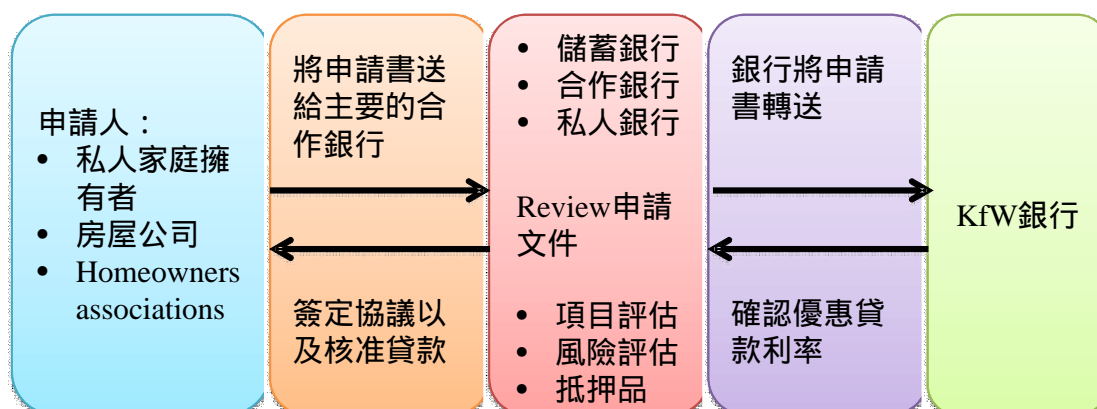
EPC 申請流程如下：建築用戶向投資銀行提出貸款申請、投資銀行委託諮詢公司進行建築物評估，由其提供投資銀行貸款額度建議、以及建設公司及建築物持有人建築物改造之建議、投資銀行提供貸款、建設公司以及建築物持有人進行建築物改造，最後再由諮詢公司進行改造後評估，如圖 8。



資料來源：Energy Research institute of national development reform commission(2010)、工研院整理 (2012/05)

圖8 德國 EPC 申請流程

由於建築物節能改造之資金必需要由投資銀行向 KfW 進行申請，所以在投資銀行收到申請書之後，必需要再將申請書轉送 KfW 由其確認利率以及補貼內容後，再由投資銀行與申請單位進行貸款核准以及發放等相關動作。



資料來源：What works collaborative(2011/09)、工研院整理 (2012/05)

圖9 KfW 補助申請流程

### 3.執行障礙

依據 Intelligent Energy 計劃的研究，德國現行執行 EPBD 所推動 EPC 所遭遇問題包括：財務融資取得不易、代理機構問題、不完全資訊提供、資訊公開情況..等，如表 8 所示。

表8 德國執行 EPC 所遭遇之障礙

可能障礙	說明
財務融資取得不易	通過取得財務融資仍然需要通過銀行體系審查，部份條件的屋主在爭取融資上並不容易(如老夫婦)。
非完全競爭 (Imperfect competition)	EPC 可以由數個不同具有競爭關係機構所提供，而 EPC 對於買方以及租屋者可以提供多少價值，難以明確定義(如何換算為金錢)，以致於市場對於 EPC 價值認知有模糊空間存在。
代理機構問題 (Principal-agent problems)	租屋者以及投資者二難(tenant-investor dilemma)局面的產生，房屋持有者即便申請 EPC，了解房屋應該如何改善可以更節能，但其不見得會投入資源進行更大節能空間的改善(房屋出租者缺乏必要性、租屋者也缺少意願)。
不完全資訊提供	EPC 難以解釋：德國能源護照採用光譜由紅到綠來表示建築物能耗情況，相較於歐盟其它各國採用分級標示方式，顯的較難以了解。 建議不足：EPC 上所提供建議有些太為一般，或是太艱深難以為住戶所了解，所提供建議不應只有專家可以解讀，



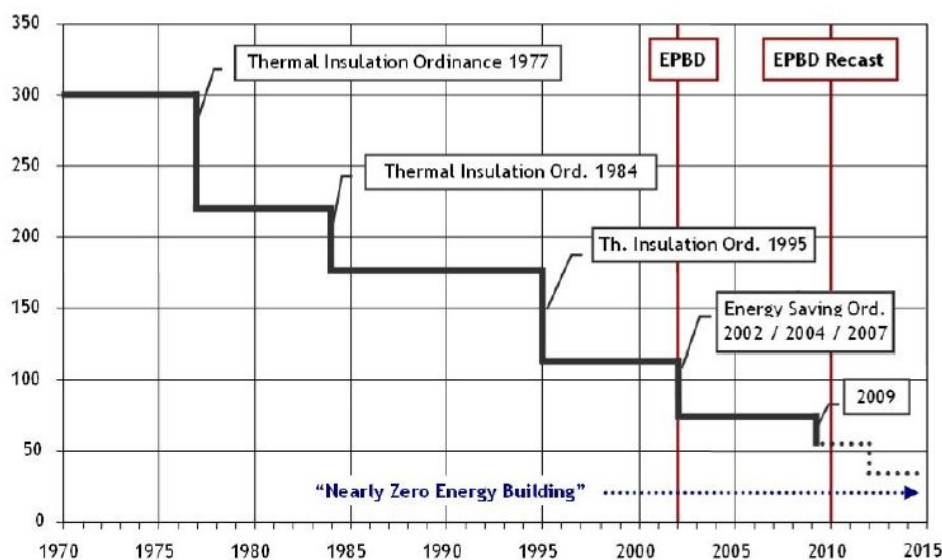
	<p>也應是一般民眾可以解讀。</p> <p>法規修定不定時：雖然德國因應歐盟 EPBD 進行建築節能相關法令修改，但是由於修改期限並無規律可循(如：每 5 年一次)，可能導致房屋所有人不知法令修改進程以及應遵循那套法令之疑慮。</p>
資訊公開情況	<p>沒有將不同建物資訊予以公開，讓各建物間難以比較(若要租屋難以藉由比較選擇合適的)，以及能效較差建築物，難以取得能效標竿建築物資料予以仿效。</p>

資料來源：european project on consumer response to energy labels in buildings、工研院整理 (2012/05)

#### 4.執行成效

##### (1)建築物節能成效

德國建築部門自 1970 年代即已開始努力設定不同法令標準，2002 年歐盟要求 EPBD 設立後，即將建築節能法令與歐盟要求相結合，自 1970 年代到 2009 年德國建築物平均能耗不斷降低，以 heating demand 為例，自 1970 年代 300kWh/m<sup>2</sup>/a，降低到 2009 年 100 kWh/m<sup>2</sup>/a 以下，未來更有機會達到 50 kWh/m<sup>2</sup>/a，與其所設立的近零耗能建築物更加接近，如圖 10 所示。



註：單位 kWh/m<sup>2</sup>/a(kWh/平方公尺/年)

資料來源：Implementation of the EPBD in Germany status in November 2010

圖10 德國暖房需求能源之變化

## (2)KfW 所投入之金額以及創造之效益

KfW 對於建築物能源效率補助始於 2001 年，初期著重於窗戶以及鍋爐系統更新，2006 年開始著重於翻新舊有住宅。2001~2006 年總共投入資源為 24billion 歐元，超過 1.2million 家庭受惠，每個家庭平均使用 2 萬歐元補助。2008-2011 年，聯邦政府在能源效率專案每年補助總額為 1.4billion 歐元。

KfW 2011 以及 2012 年所公佈資料中，對於家庭部門能效推動近年所投入金額，自 2007 年 3,336 百萬歐元到 2009 年達到 8,863 百萬歐元新高峰，至於所申請家庭數量於 2010 年達到最高峰 95.3 萬戶，所創造相關工作機會 2010 年達到達到 34.2 萬個

KfW 所核準申請的單位，2006~2011 年間，每年平均核準申請的家庭單位約為全國家戶數的 1%~4%，累計 2006~2011 年所申請核準的戶數，約佔德國總家庭戶數的 13%。2007 年由於增值稅(Value-added tax)提高(16% 19%)，提高建築材料、勞工等生產要素的價格，提高建築改造成本，影響民眾申請意願以及 KfW 核准件數。2009 年後由於 EnEV 2009 新規範(要求建築更節能 30%)、2006~2007 年歐洲經歷嚴寒，以及更越來越多人了解 DENA 所推動建築物節能的成效以及資訊，所以申請件數不斷增加。<sup>9</sup>KfW 各年度所申請核准建築物改造件數，如表 9 所示。

表9 KfW 核準建築物節能改造補助

年度	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
投入金額 -million EUR	6,998	4,782	6,343	8,863	8,746	6,510
家庭單位-仟	328	204	280	617	953	282
降低 CO <sub>2</sub> 量-kton	1,038	568	767	1,452	1,049	567

<sup>9</sup> Cutting Carbon Costs : Learning from Germany's Energy Saving Program



創造工作機會-仟	217	177	208	292	342	247
創造投資金額-million EUR	11,845	5,127	8,552	18,335	21,330	18,427

資料來源：KfW 簡報資料(2012/03)(2011/11)、工研院整理 (2012/05)

## 5.德國執行建築節能成功要素分析

德國能夠成功執行建築節能，達成良好之節能成效，可以由其建築物既有的要素條件以及執行執行面所達到之條件進行分析，如表 10 所示，說明如下：

**表10 德國建築物節能成功要素分析**

條件	構面	說明
建築物既有要素條件	建築物類型	建築物類型以獨棟住宅為主，多家庭式的集合式住宅以及公寓所佔比重最少，易於衡量建築物能耗。
	建築物所有權	建築物所有權大量集於政府控制的住宅建築公司，易於管理以及政策推動。
	建築物能耗	建築物能耗具有詳盡統計，明確得知七成以上集中於暖房系統，節能技術應用標的明顯。
執行面所達到之條件	建築能耗法規	制定完整法律規範體系，包括建築整體 U 值要求、細節的暖房設備要求等，均有所規範。
	建築節能要求	1970 年代即開始注重建築節能，以及落實建築能耗統計，於執行歐盟 EPBD 時，可以將既有建築節能的成效完整鏈結，呈現良好的節能成效。
	財政支持	聯邦政府財政支持，多樣化的資金補助支援，建築物節能成效與資金補助連結，鼓勵民眾申請，減少推動之阻力。
	人員訓練	訓練具有專業之人才支援系統，除了進行認證之外，也可以為民眾申請建築節能提供具體可行之方案，以落實建築節能之執行。

資料來源：工研院(2012/05)

### (1)建築物既有要素條件

德國的建築類型以獨棟住宅為主，多家庭式的集合式住宅以及公寓所佔比重最少，建築物能耗易於衡量，有助於政府部門了解建築能耗之分佈，以及執行建築物節能時，也較易以單一建築物為標的，有助於節能改造之推動。

德國建築物所有權大量集於政府控制的住宅建築公司，政府執行建築節能之推動，夠由政府所控制的住宅建築公司做為首波推動標的，有助於民眾藉此了解建築節能所創造之效益，政府單位也易於在短期間內達到一定規模的推行成效。

德國建築物能耗具有詳盡統計，七成以上集中於暖房系統，耗能項目明顯，執行單位易於訂定建築節能項目執行之優先次序，落實執行。

## **(2)執行面所達到之條件**

德國制定完整的建築節能法律規範體系，包括建築整體 U 值要求、細節的暖房設備要求等，均有所規範，便於建築單位進行建築節能時有明確的依循標的，減少執行的阻礙。

德國建築節能起步相當早，1970 年代即開始注重建築節能，以及落實建築能耗統計，於執行歐盟 EPBD 時，可以將既有建築節能成效以及做法予以完整鏈結，短期間內即可以呈現良好的節能成效。

德國聯邦政府財政大力支持，2001 年至今每年度均設有建築節能改造補助金，多樣化的資金補助支援方式，將建築物節能成效與資金補助連結，鼓勵民眾申請，減少建築節能推動之阻力。

訓練具有專業之人才支援系統以及累積人才庫，除了進行 EPC 認證所需之外，也可以為民眾申請建築節能提供具體可行之方案，以落實建築節能之執行。

## **(二)英國**

### **1.執行單位與執掌業務**

英國的新建築能源證書制度已經於 2006 年 4 月開始執行。由於該國係大聯合政府體系，由英格蘭、威爾斯、蘇格蘭、與北愛爾蘭組成，其能源標示體系之負責單

位亦有所不同，茲說明如表 11 所示：

**表11 英國各區域負責單位**

地區	負責單位
英格蘭、威爾斯	這兩個地區的主要負責政府單位稱為【社區與地方政府部】(Department for Communities and Local Government, CLG)，協辦單位為【環境食品農業部】(Department for the Environment, Food and Rural Affairs, Defra)，以及【能源與氣候變遷部】(Department of Energy and Climate Change)。
蘇格蘭	負責單位為【建築環境部建築物標準組】(Directorate for the Built Environment Building Standards Division)。
北愛爾蘭	負責單位為【財務人事部】(Department of Finance and Personnel, DFPNI)，協辦單位為【社會發展部】(Department for Social Development, DSDNI)。

資料來源：工研院整理(2012/05)

## 2.執行現況

英國各項執行所需計算方法 NCM (The National Calculation Methodology for EPBD) 與工具軟體均由社區與地方政府部負責開發設計，2008 年底開始便公開放在政府網站供民眾自由下載使用。軟體名稱包括：簡化建築能源消耗模型 (Simplified Building Energy Model, SBEM)、國家標準評估程序 (Standard Assessment Procedure for the Energy Rating of Dwellings, SAP2005)、環境設計程序 EDSL TAS9.0.9(Environmental Design Solution Limited thermal analysis software)、虛擬環境軟體 (Integrated Environmental Solution Limited, Virtual Environment Software 5.5, IES VE 5.5)、Methodology for Calculating Operational Rating of Buildings (MCOR)、reduced data application of SAP2005 for use in the energy assessment of existing dwellings (RdSAP2005)、Dynamic Simulation Model software packages (DSMs) 等等。

其中 SAP 2005 適用於建築面積 $< 450 \text{ m}^3$ 之住宅類建物和非住宅類建築的計算，而環境設計程序 EDSL TAS9.0.9 和虛擬環境模擬軟體 IES VE 5.5 則是適用於非住宅

類建築的能源模擬與計算。

英國在其建築法規中對於新建建築最低能耗標準做了明確規定，其最小能源消耗以目標 CO<sub>2</sub> 排放率 TER (Target Emission Rate, kg/m<sup>2</sup>year)；居住用建築則為 DER (Dwelling Emissions Rate, kg/m<sup>2</sup>year)，而非居住用則採用 BER (Building Emission Rate, kg/m<sup>2</sup>year)。在英國計算 TER 和 DER 的工具具有兩個：當建築面積小於 450 m<sup>2</sup> 時，採用國家標準評估程序 SAP2005，面積大於 450 m<sup>2</sup> 採用簡化建築能源消耗模型 SBEM。英國的建築法規 2000 中規定，計算程序由具有操作該程序資格的人員來操作，新建建築能源消耗證書包括：CO<sub>2</sub> 排放率 TER、居住建築的 DER、以及非住宅類建築的 BER，最終建築能源證書則由相關政府部門頒布。英國執行能源證書單位依區域劃分，可區分為：

#### (1) 英格蘭、威爾斯

能源性能證書旨在提供該建物整體能源效率指標 (Energy Efficiency Rating)，共分 A-G 七大等級，越靠近 A 代表效率越高，而 E 則是代表既有建物平均值，而 B 代表新建物平均值。以住宅用的 EPC 而言，尚包括住家對於環境的負荷程度 (Environmental Impact Rating)，並且以二氧化碳排放量為指標，同樣分為 A-G 七大等級，越靠近 A 代表效率越高，當指標分數越高代表對環境的負擔越小。

證書在頒布的同時政府部門也會同時提供一份改善建議報告。而屋主則須在未來該住宅進行交易時出示該證書 (免付改善建議報告)，方能進行交易。以非住用處所 (Non-domestic) 的 EPC 而言，只有該建物對於環境的負荷程度。證書在頒布的同時政府部門也會同時提供一份改善建議報告，依其回收年限，分為短 (3 年內回收)、中 (3-7 年內回收)、長期 (7 年以上回收)。

屋主則須在未來該住宅進行交易時出示該證書 (免付改善建議報告)，方能進行

交易。十年更新一次。其他重要資訊包括：日期、證書編號、查驗人員基本資料、申訴資訊等。

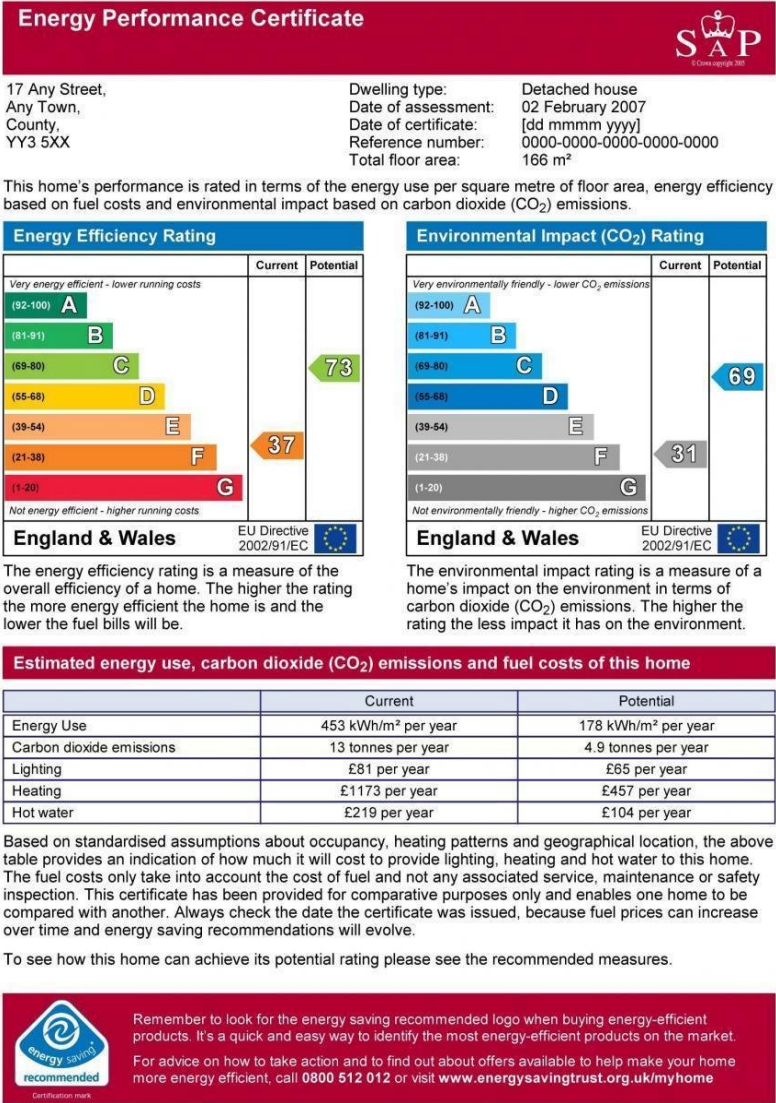


圖11 住宅用 EPC

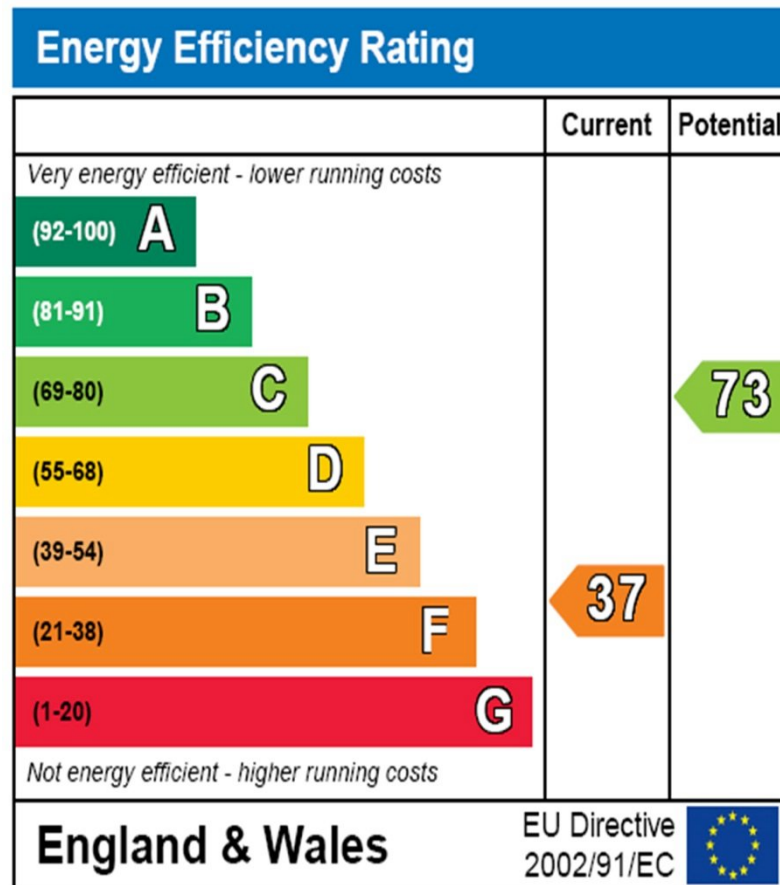


圖12 建物整體能源效率指標

能源標示證書 (Display Energy Certificate, DEC) 則是由公部門以及大型單位 (>1000 m<sup>2</sup>) 等必須提出之證書。內容為該年度實際耗能 (油、電、瓦斯)，指標則是採用所謂的實際使用分級 (Operational Rating, OR)，以 CO<sub>2</sub> 排放量來進行分級，共分為 A-G 七大等級，越靠近 A 則越佳。

其中 0-25 分為 A 級、26-50 分為 B 級，以此類推至 126-150 為 F 級、而超過 150 分為 G 級，其中 100 分代表的意義是理論上可接受的合理排放量。若過去三年有數據也會一併呈現，以利比較過去三年能源改善成效。能源標示證書必須每年更新，但是能源效率改善建議報告則是 7 年更新一次。

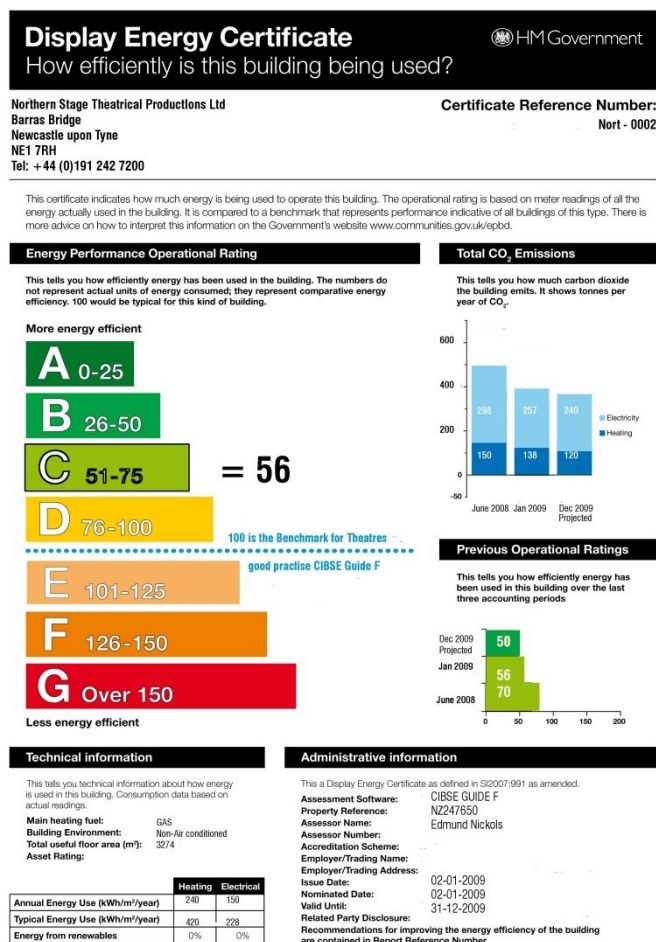


圖13 能源標示證書

## (2)蘇格蘭

蘇格蘭之 EPC 之標示內容與其節能改善報告均與英格蘭和威爾斯所採用之格式內容相同，但沒有公部門以及大型單位 (>1000 m<sup>2</sup>) 等所需提出之能源標示證書，而是繼續沿用 EPC。

## (3)北愛爾蘭

自從 2008 年 6 月 30 日起，北愛爾蘭的既有建物在交易時均須出示其 EPC，而新建物則是自 2008 年 9 月 30 日起均須取得 EPC。而自 2008 年 12 月 30 日起所有非住宅用建物在交易與租賃時均出示 EPC。其格式與內容均與英格蘭和威爾斯十分類似。

而自 2008 年 12 月起，凡建物面積 $>1000\text{ m}^2$ 之建物，則均須於大樓外張貼 DEC。

### (三)丹麥

#### 1.執行單位與執掌業務

丹麥建築法(Danish Building Regulation)於 1961 年便開始要求標示建築物能源效率。之後歷經一連串的逐步提高能源效率的要求，近來已完成建築法的修改並於 2006 年 1 月 1 日開始實施以完全符合歐盟建築物能源性能法(EPBD)的要求。丹麥企業與建設部(Danish Enterprise and Construction Authority)負責所有的建築法規；丹麥能源部(Danish Energy Authority；DEA)負責建物能源標示與認證。

#### 2.執行方式與現況

執行方式使用丹麥建築研究所(Danish Building Research Institute (SBI))所開發的評估工具”建物能源需求”(SBI Direction 213:’Energy Demands in Buildings )進行計算包括暖氣、熱水加熱、通風、冷氣及照明的總能源消耗。其能源計算方式如下：

住宅與旅館等用途建物每年不得超過  $70 + 2200/A\text{ (kWh/m}^2\text{)}$ ；辦公室與學校等建物不得超過  $95 + 2200/A\text{ (kWh/m}^2\text{)}$ 。其中，A 為總加熱面積。

新建物在取得使用許可之前，必需先通過合格的能源顧問的查核。能耗值低於上述標準之 50% 以上者，標示為 1 級低能耗建物；能耗值低於上述標準之 35% 以上者，標示為 2 級低能耗建物。上述規定亦適用於舊建物改建面積超過 25% 者。能源標示制度適用於：住宅建築、公共建築、貿易與私人服務業建築、新舊建物均納入。另外，商業生產與能源生產用途之建物、極低能耗建物屬於不必適用能源標示制度的建物。

### (四)荷蘭

#### 1.執行單位與執掌業務

荷蘭在 1995 年實施了新的建築物能源性能標準 Energy Performance Standard



( EPN ), 用來指示建築物的耗能狀況。關於歐洲法規 ( 2002/91/EG ) ENergy performance of buildings only apply to buildings 建築物的能量性能,當時僅適用於建築 with a surface area of more than 1000 square me-一個 1000 平方米以上的表面積 ters。 In the recast the Commission proposes to cut this 委員會建議削減適用的面積值 threshold, thus extending the scope of the directive , 從而過大了指令的範圍 drastically。 Where the regulation at the moment ap-在目前的法規規範的 plies to only 28% of all buildings, the new regulation 樓層到從原只有 28%的所有建築物適用 , 到新規範 will apply to all buildings.將適用於所有建築物。

The decree was published on December 5 荷蘭住房部在 2006 年 11 月依法實施建築物能源性能法令 ( Decree Energy performance of Buildings ), 一般稱為建築物能源性能“法令”。對現有建築物的能源性能證書,在荷蘭規定是為 2008 年 1 月出租或出售的所有住房是強制性的。且該能源標籤提供了一個不同的得分通過 A + + ( 非常有效 ) 到 G ( 非常低效 ) 標準。在住宅建成後,重建,出售或出租,這種節能性能的標籤會被移交轉移的。此標籤可以顯示目前的能源超過能源效率類別,並劃分出住宅性能狀態。

## 2.執行方式與現況

目前歐盟委員會責成成員國設置最低的 requirements regarding the Energy Performance of Buildings, covering energy needs for space and 關於建築物的能源性能指標,訂定佔地空間的能源需求和要求 hot water heating, cooling, ventilation and lighting. 熱水採暖,製冷,通風和照明規定。The Commission leaves the Member States the 一旦建築裝修超過 its value (actuarial value) or if the renovation affects 25% of the shell of the building.它的價值 ( 精算價值 ) 25% , 或如果裝修影響建築物外殼的 25% , 即需要能源性能證書,一旦當一個建築物被建造,出售,出租或裝修時將申請頒發證書的動作。

The certificate will display the current energy performance of the building and make recommendations on how to improve its energy performance. 該證書將顯示當前的能源 performance. 建築物的性能，並就如何提高其節能性能的作出建議。另外 1)樓層表面積超過 250 平方米的建築物;2) 經常訪問的商用建築(即商店), 上述證書必須顯示上清晰可見的公共場所位置。

## **(五)葡萄牙**

### **1.執行單位與執掌業務**

有關葡萄牙有關建築物能源效率認證，執行單位與執掌業務，分別敘述如下：

葡萄牙的主要是由經濟部、創新和發展部為主要執行單位。公共工程部和運輸負責建築法規的研議。葡萄牙能源機構(ADENE)獲委任為頒發機構建築能源認證；總局下的能源和地質局(DGEG)監督與認證和能源效率；葡萄牙環境部(APA)負責在建築物中的室內空氣品質相關的問題。

### **2.執行方式與現況**

葡萄牙政府制定了相關政策鼓勵節約型消費，對於高耗能消費將額外徵收 5% 的稅費，這些高耗能的消費者所佔比例大約為 15%；而所徵收的費用將用來獎勵節約型的消費者，半數左右的葡萄牙消費者的消費帳單數額將減少 2.5%。

為滿足歐洲 EPBD 要求的在國內立法。葡萄牙執行情況分為三個階段，時程從 2006 年到 2009 年 1 月，為允許更代理人和當局的充分執行並充分確保專業人才的數量可以提供必要的反應市場足夠評審員的培訓。EPBD 變為葡萄牙國內立法過程時間與法令頒布的過程敘述如下：

2006 年通過三個法令：

- 78/2006 號法令創建和定義系統的能量和室內空氣品質認證 (SCE)。
- 79/2006 號法令建立能源系統及暖通空調建築 (RSECE) 建築規例修訂。
- 80/2006 號法令建立建築規例修訂建築物 (RCCTE) 的熱行為的特點。

2007 年，另外頒佈立法的兩個文檔：

- 461/2007 號法令訂定的執行時間的刻度。
- 835/2007 號法令，其中定義評審員所須繳付的註冊和認證過程的費用。

2008 年 9 月通過兩項法令，分別為：

- 在稍後條例 10250 2008-定義的能量性能證書模型和能源評級。
- 在條例 11020/2009-定義計算能源評級和認證 住宅建築的簡化的方法。

**表12 葡萄牙從 2006 年至 2009 年各階段實施時程**

實施項目	實施時程
Minimum energy performance requirements came into force	
All new buildings	July 2006
Mandatory energy certification for buildings came into force	
Phase 1: New residential/non-residential (floor area >1000 m <sup>2</sup> )	July 2007
Phase 2: All new buildings (regardless of floor area)	July 2008
Phase 3: Existing buildings offered for sale or rent	January 2009
Display certificates in public buildings over 1000 m <sup>2</sup>	January 2009
Feasibility assessment of alternative energy systems	January 2007
Energy efficiency of boilers and heating systems	January 2009

資料來源：工研院整理(2012/05)

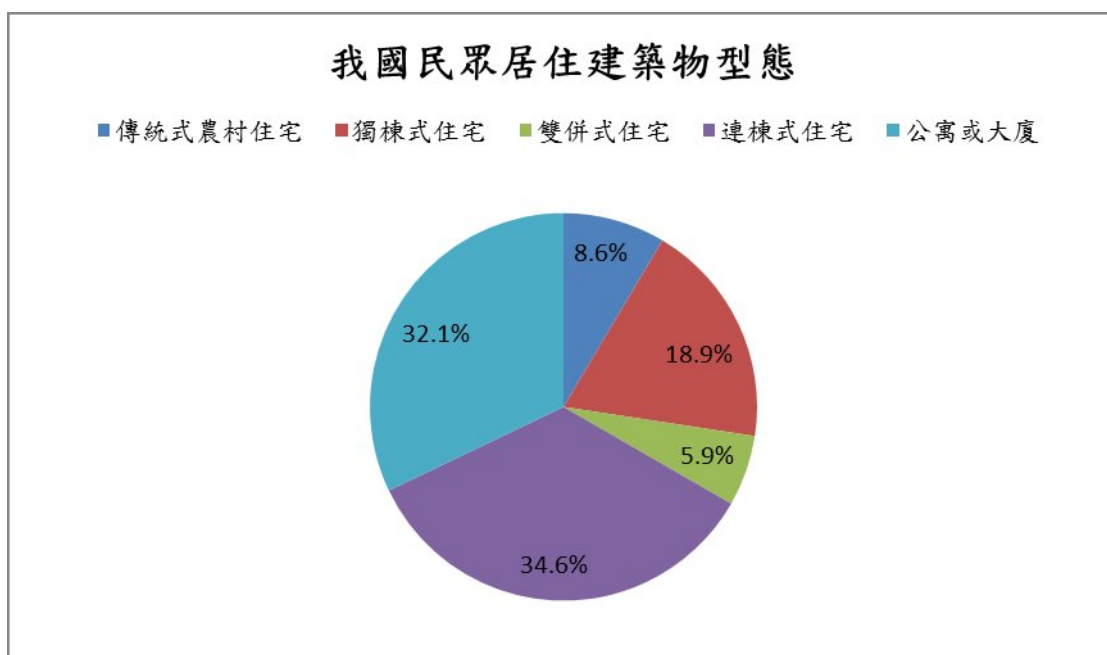
## 五、我國執行建築能源證書可行性

### (一)我國家庭建築概況

#### 1.我國家庭戶數以及建築物型態

依據主計處所公佈資料，99 年底我國全國人口總數約 2,300 萬人，家庭總戶數約為 740 萬戶，住宅自有率為 79.2%<sup>10</sup>。

依據主計處調查，營建署 2006 年所公佈我國住宅狀況調查報告中，我國民眾所居住建築物型態以連棟式住宅為主(連棟式透天)佔 34.6%、其次為公寓或大廈佔 32.1%，而雙併式住宅比重最少佔 5.9%，如圖 14 所示。



資料來源：營建署(2006)

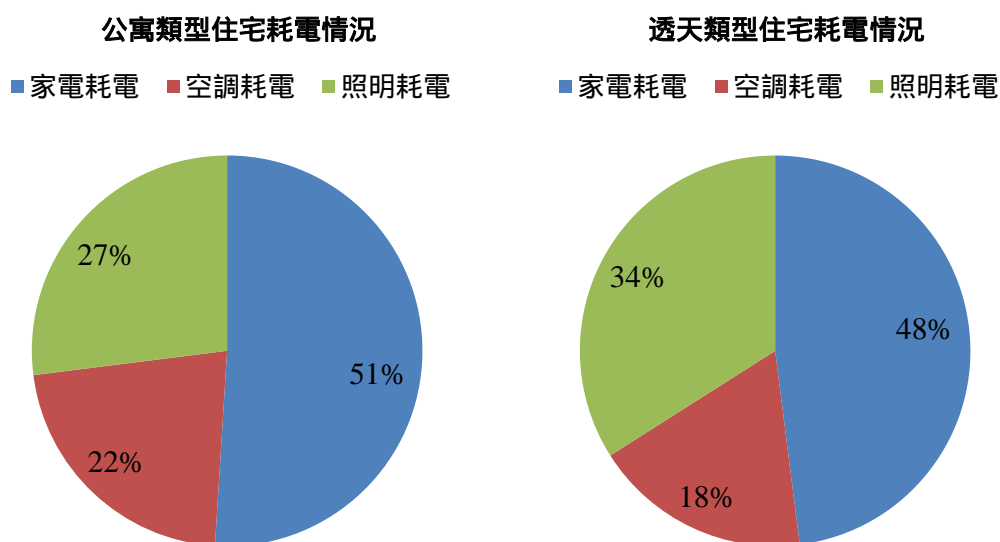
圖14 我國民眾居住建築物型態

#### 2.我國家庭能源使用情況

<sup>10</sup> 主計處資料，歷次普查結果綜合比較

我國家庭能源使用目前並未詳盡調查，但是就目前所能夠查得的次級資料可以進行觀察。在成功大學林憲德教授於 2003 年所公佈的『住宅類建築耗電監測與解析』研究報告中，針對公寓以及透天共進行 47 戶調查，可以觀察到其全年度耗電情況。

公寓類型建築物全年度耗電以家電耗電佔比最高達到 51%，其次為照明佔 27%、空調佔 22%。透天類型建築物全年度耗電以家電耗電佔比最高達到 48%，其次為照明佔 34%、空調佔 18%，如圖 15 所示。



資料來源：住宅類建築耗電測與解析，林憲德、郭柏巖(2003)

圖15 我國住宅類建築耗電情況

### 3.我國建築能耗規範以及節能改造補助

我國建築能耗規範列示於建築技術規則第四章『建築物節約能源』要求建築物的屋頂、外殼、窗面設立標準。在建築物節能改造補助部份，對於一般建築物節能改造補助<sup>11</sup>，目前較直接的為環保署所推動『打造低碳家園』政策。

#### (二)我國家庭建築節能與德國之比較

我國以及德國的建築條件有相當大的不同，包括家庭戶數、建築物主要類型、建築物耗能、建築物節能規範、建築物節能改造補助方案以及資源的多寡、對於建築物節能改造專業人員的認定均有相當大的差異，如表 13 所示。

**表13 我國建築物條件與德國之比較**

	我國	德國
家庭戶數	約 700 萬戶	約 2000 萬戶
建築物類型	連棟式住宅為主佔 34.6%，其次為公寓或大廈佔 32.1%	獨棟式住宅佔 6 成
建築物所有權	住宅自有率約為 79.2%	住宅自有率約為 43%
建築物主要能耗	家電耗能佔比最高，約為 5 成，其次為照明、空調。	暖房系統(Space Heating)為最大宗，佔建築物能耗的 73%
建築節能改造主要技術內容	設備能源效率為主，包含高效率家電、照明系統、空調系統以及監控系統等。	建築外殼保溫，複合保溫建材、氣密節能窗戶等，高效率設備及家電。
建築物能耗規範	建築技術規則的第四章『建築物節約能源』	始於 1970 年代，目前立法要求-EnEV、EnEG 等
建築物節能改造補助	營建署獎勵民間建築物綠建築改善示範工作、環保署低碳城市政策等。	由 KfW 主導提供節能改造相關的投資金額，享有低利貸款以及補助。 依建築物節能程度給予補助金額
建築節能改造專業人員認定	N.A.	需由具有專業以及獨立性的個人或機構進行

資料來源：工研院(2012/05)

### (三)我國推動建築能源證書建議之做法

建築能源證書制度是歐盟建築能效指令(EPBD)中的一環，以揭露實際建築耗能量的做法，結合了科學的建築能源查核標示系統，由建築市場的經濟壓力與全民監督來達成建築節能管制，是目前歐盟實施相當成功的建築節能政策，也是我國建築節能

<sup>11</sup> 建研所所補助的『建築節能與綠廳舍改造補助計劃』只針對中央政府機關暨所屬廳舍及國立大專院校

政策所欲效法之處。

建築能源證書制度，主要目的為揭露實際建築耗能量。單純的揭露建築耗能量並不會產生建築節能的效果，但是如果搭配實施強制性建築節能法令，且由建築市場的經濟壓力與全民監督，以歐盟的經驗而言，對建築節能應能達到良好的效果。

**表14 國內執行建築能源證書可行性概要**

構面	我國條件	德國條件	建議做法
建築物所有權	分散於個人手上達七成以上。	大量集中於政府控股的住宅建設公司。	由政府部門所管理之國宅、公有建築以及行政單位所有之建築優先試行。
建築物能耗	我國建築、建材能效資料庫與各類建物使用條件等資料庫尚未建立完整。 缺少使用建物能效評估軟體工具之經驗。	七成以上集中於暖房系統。 有建築能耗評估軟體，且新建築物設計或既有建築必須先行計算評估。	優先進行我國不同類型建築物能耗調查，建立我國建築物能耗資料庫，以做為施政之基礎。 開發合宜我國建築條件、需求的建築能耗評估軟體/工具並推動使用。
建築節能法令制定	建築能耗要求見於建築技術規則第四章。 能源管理法針對能源用戶有建立能源查核制度之規定。 國內節能建築觀念尚屬萌芽階段，民眾與相關業界仍需時間達成立法共識。	歷經多次修法，民眾與產業界漸達成共識，相關法規與配套措施完整。 節約能源法、建築節能法、執行細項管理細則..訂立周延。	修改能源管理法，訂定能源證書子法。 藉由廣宣及教育推廣建物節能觀念達成立法共識。
建築節能專業人	綠建築標章有進	已透過立法與多	結合國內 ESCO

員訓練	行專業人員訓練，但無專門針對建物能效進行相關評估人員訓練計畫。 能源局能源查核工作有能源管理人員，但訓練方向不同，主要為能源申報制度而設。	項認證人員訓練計畫，培養足夠建物能效評估與認證人力。	及建築、機電、空調等相關技師組織，培訓建物能效評估人員，開發專屬建築節能專業人員認同之制度。
建築節能補助	營建署獎勵民間建築物綠建築改善示範工作、環保署低碳城市政策等等。 節能補助散見內政部、環保署、能源局等單位。	由聯盟政府提供資金支援建築節能改造。	由各部會協商統合設立專款專用基金，提供建築節能改造之用。

資料來源：工研院(2012/05)

國內執行建築能源證書制度之方向如下：

### 1.公部門管理之建築物優先試行

我國民間的建築物自有比例高，在法令以及制度設計未周延下貿然推動，必然引發相當大的反彈力道。相形之下我國推動國民住宅已久，且相關的公共建築也具有一定之數量，可以由公部門所管理以及擁有之建築物做為優先推動之標的。

藉由公部門所擁有之建築物優先試行，除了可以累積推動經驗，減少未來推動障礙之外，也可以藉此宣傳建築節能所能夠帶來的好處，做為未來推動之準備。

### 2.建築能源證書制度法源與執行

歐盟 EPBD 為歐洲共通法令之一，歐盟各國在此法令要求下各自訂立法規來執行。在德國不只是應 EPBD 之要求，德國基本法也規定了有關能源與自然資源之保護，因此建築能源證書制度在德國幾乎是承襲憲法不得不做的法令。建築能源證書制



度在行政上，是設於德國基本法下的「德國節約能源法」中，相當於我國中央政府層級的「能源管理法」。

以現有的法規體制而言，未來我國若想推行建築能源證書制度，其法源依據最接近應為「能源管理法」第八條「能源用戶應遵循節約能源及能源使用效率之規定」、第九條「能源用戶使用能源達中央主管機關規定之數量，應建立能源查核制度」。

德國對於建築能源證書制度的執行，在「德國節約能源法」下設有「暖房設備管理辦法」、「熱成本管理辦法」、「節約能源法施行細則」等，相當於在「能源管理法」之下訂立「建築節能設計標準」與「空調節能設計標準」、「照明節能設計標準」，建築節能設計標準的內容，目前國內僅為外殼耗能標準，尚有待補充，後兩者也尚未立法完成，為我國節能政策缺少部分。由於我國執行建築、空調、照明之專業技師為建築師、空調技師、電機技師，隸屬於公共工程委員會管理，但空調照明設備機具效率（EER 與 COP）則屬能源局主管業務，節能減碳目標推動又屬於環保署。跨部會目前並無合作機制，難以統合。然而，若能消除建築能源證書制度的執行最大之障礙，尋找出統合以內政部營建署為主能源局、環保署為輔的跨部會中央主管機關，以推動未來明確建立之統一建築耗能計算、揭露、查核等施行細則，並交由地方公部門執行單位執行，必能有效推動建築節能之節能減碳目標。

### **3.開發建物能效評估軟體工具累積我國建築能耗資料庫**

歐盟各國在建物節能技術發展多年，以德國為例，已針對其建築物類型以及建築物能耗有通盤的了解，已建立新建築物能耗基準值，此外各成員國根據當地氣候條件及建材技術發展現況，建立完整建物能源效率評估工具。另外，德國能源證書推廣協會開發「德國能源證書軟體」來協助能源證書推廣。我國未來除了累積我國各式建築物的能源消耗資料庫，以做為建築節能法規制定之基礎之外，開發「建築物能效評估軟體」與「建築能效查驗標準」，提供於全國使用，對於能源證書之施行必有相當

助益。

#### **4.執行人員訓練**

歐盟各國已透過立法與多項認證人員訓練計畫，培養足夠建物能效評估與認證人力。以德國為例，德國的建築能源證書制度的執行必須有建築能源查核計算並簽證之制度。然而，國內綠建築標章有進行專業人員訓練，但以綠建築 9 大指標為主，另能源局能源查核工作有能源管理人員，但訓練方向不同，主要為能源申報制度而設，並無相關建物能效評估人員訓練計畫。未來應結合國內 ESCO 及建築、機電等相關技師組織，培訓建物能效評估人員，並經由建築師、空調技師、電機技師經「建築節能設計計算與查核標準」與「建築節能計算與查核軟體」之再教育訓練，並經考試合格後成為建築能源簽證之資格。

#### **5.建立建築節能財政補助政策**

德國能源證書制度之順利執行貴在有財政補助政策，亦即有德國國家銀行之財政獎勵政策，才能提供德國 90% 的節能改造工程之優惠貸款，尤其它以實際的建築能源效率作為貸款利率的指標，對於實質節能效率有莫大貢獻。國內目前對建築節能補助政策散見內政部、經濟部能源局、環保署等中央單位，種類多且作法不一，令人眼花撩亂，不易產生效果。國內未來若能統合各部會的獎勵辦法，成立專責機構，依據「建築節能設計計算與查核標準」或實質節能效益，作為對於建築外牆節能、空調節能設備、節能產品上的補助依據，同時在銀行予以優惠貸款的獎勵，對於能源證書制度之推行會有立竿見影的成效。

## 六、結論

藉由分析可知歐盟在建築物能源證書著實花費相當長時間研究與改進，公佈施行辦法於各成員國，目的在於因應能源安全、氣候變遷與綠色新政相關議題，歐盟明確訂定減碳目標，透過指令由各成員國配合推動，在減碳執行策略部分，積極應用再生能源，並推動包含建築節能、工業生產、運輸、家電等節能。建築部分，為推動低耗能建築及提升能源效率，並以建築物能源效率簽證方式，有效管制建築物整體耗能。推動再生能源及建築節能政策，同時帶動相關綠色產業蓬勃發展，達到降低環境衝擊及帶動綠色經濟發展策略目標。

國內面對氣候變遷與推動綠色新經濟政策之現況，可仿效歐盟做法，明確訂定節能減碳目標開發再生能源，推動低耗能建築，推動建築能源效率簽證，提升能源效率。

建築能源證書制度，主要目的為揭露實際建築耗能量。單純的揭露建築耗能量並不會產生建築節能的效果，但是如果搭配實施強制性建築節能法令，且由建築市場的經濟壓力與全民監督，以歐盟的經驗而言，對建築節能應能達到良好的效果。由於國內尚無此項機制，若欲施行建物能源證書政策時的困難與建議做法如下：

### 1. 建築能源證書制度法源與執行

以現有的法規體制而言，未來我國若規劃推行建築能源證書制度，最相關的法源依據應為「能源管理法」第八條、第九條，此外在「能源管理法」之下所訂定的「建築節能設計標準」與「空調節能設計標準」、「照明節能設計標準」。對於建築節能設計標準的內容目前國內僅為外殼耗能標準，後兩者也尚未立法完成，為我國節能政策缺少部分。由於我國執行建築、空調、照明之專業技師為建築師、空調技師、電機技師，隸屬於公共工程委員會管理，但空調照明設備機具效率（EER 與 COP）則屬能源局主管業務，節能減碳目標推動又屬於環保署。跨部會目前並無合作機制，難以統合。

建築能源證書制度的執行最大之障礙在於尋找出統合以內政部營建署為主能源局、環保署為輔的跨部會中央主管機關，以推動未來明確建立統一建築耗能計算、揭露、查核等施行細則並交由地方公部門執行單位執行。

## **2.開發建物能效評估軟體工具**

國內建築物節能技術發展剛起步，由於國內建築物使用複雜，未能對各類型建築物能耗建立通盤了解，也尚未建立新建築物能耗基準值，以及能源效率標準，我國未來除了累積各式建築物能源消耗資料庫，以做為建築節能法規制定之基礎之外，開發「建築物能效設評估軟體」與「建築能效查驗標準」，普及於全國使用，對於能源證書之推廣必有相當助益。

## **3.執行人員訓練**

國內並缺乏相關建物能效評估人員訓練計畫，以及合格專業人員。未來可結合國內 ESCO 及建築、機電等相關技師組織，培訓建物能效評估人員，並經由建築師、空調技師、電機技師經「建築節能設計計算與查核標準」與「建築節能計算與查核軟體」再教育訓練，並經考試合格後成為建築能源簽證之資格。

## **4.建立統合之建築節能財政補助政策**

國內目前對建築節能補助政策散見內政部、經濟部能源局、環保署等中央單位，種類多且作法不一，令人眼花撩亂，難以產生整體性之規劃，以及不易進行成效評估。國內未來若能統合各部會獎勵辦法，成立專責機構，依據「建築節能設計計算與查核標準」或實質節能效益，作為對於建築節能外牆、空調節能設備、照明節能設備以及節能家電等補助依據，同時在財務投資上給予以優惠貸款的獎勵，對於能源證書制度之推行會有立竿見影之成效。

藉由前述政策推動，參考歐盟經驗，不但可減少溫室氣體排放、降低環境衝擊，同時可增加就業機會，帶動綠色產業蓬勃發展的雙贏局面。

## 參考文獻

1. International Energy Agency, Energy Performance Certification of Buildings, 2010
2. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings, Recast, p.13.
3. Energy Efficiency Requirement in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings, IEA Information Paper, In Support of the G8 Plan of Action, Publisher: IEA, 2008p.38.
4. Notice of Approval of the methodology of calculation of the energy performance of buildings in England and Wales, ISBN: 9781409805137, 2008.  
(<http://www.communities.gov.uk/publications/planningandbuilding/noticeapproval?view=Standard>)