

臺中市政府及所屬各機關出國報告書  
(出國類別：考察)

臺中市空氣污染防治基金委員會九十九年度赴  
歐洲考察空氣污染防治及二氧化碳減量業務  
考察報告

服務機關：臺中市環境保護局

出國人員：參議 林輝堂等十一人

出國地區：英國

出國期間：九十九年七月六日至七月十四日

報告日期：九十七年九月十四日

## 目 次

壹、觀摩考察緣起 .....	p3
貳、觀摩考察目的 .....	p4
參、觀摩考察過程 .....	p5
肆、觀摩考察心得 .....	p6
伍、觀摩考察結論及建議 .....	p33

### 附錄、考察單位相關資料

(一) 歐洲氣候交易中心簡報

(二) TESCO 零碳量販店簡報

(三) 沃京小鎮簡報

99 年度「赴歐洲考察空氣污染防治及二氧化碳減量業務」

因公出國名冊

序號	姓名	機關	備註
1	林輝堂	臺中市政府參議	
2	王進崇	臺中市環保局副局長	
3	陳如昌	臺中市政府經濟發展處副處長	
4	黃敏惠	臺中市政府財政處專員	
5	李碧雲	臺中市政府主計處科長	
6	鄧宗禹	東海大學副教授	
7	盧昭暉	國立中興大學教授	
8	吳志超	逢甲大學教授	
9	鄭文伯	國立聯合大學教授	
10	白珏瑛	臺中市環境保護局 空氣及噪音管制科科長	
11	劉心縵	臺中市環境保護局 空氣及噪音管制科稽查員	

## 壹、觀摩考察緣起

在愈來愈多的科學研究證據的支持，人為排放二氧化碳（CO<sup>2</sup>）直接或間接造成的溫室效應現象，乃至今日全球關注的氣候變遷（尤其是極端氣候之頻繁率遽增）現象，溫室氣體排放量的共識與因應策略，聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）在1997年12月於日本京都舉行聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會時，通過京都議定書（Kyoto Protocol）。該會議擬定之目標是在2012年時，針對六種對地球溫暖化影響最深刻的氣體排放量，減量達到1990年時排放量的95%。

因應全球氣候變遷溫室氣體減量，我國業已訂定二氧化碳排放減量目標，近程目標為2016年至2020年間回到2008年排放量；中程目標為2025年回至2000年排放量，為達減量目標，中央政府藉由建構法制基礎，並整合跨部會力量，推動社會及能源、產業、運輸、住商等多方面相之具體行動，並透過縣市政府配合執行，以達我國邁向低碳社會之目標。而本次英國倫敦參訪之行主要了解政府及民間分別為打造低碳方針及具體作法，其展現具體績效已經獲得許多國家的認同，本次考察活動能夠吸汲這些管制策略的優點，獲益良多，希冀做為本市未來執行節能減碳的學習目標，使得空氣污染管制業務更為精進完善。

## 貳、觀摩考察目的

透過空污基金委員赴英國實地考察其空氣污染防治工作及因應全球暖化溫室氣體減量議題推行現況，汲取先進國家執行經驗，提供未來推動業務參考借鏡，學習歐洲各國有關空氣污染源管制、溫室氣體減量策略，以有效推動本市空氣品質管制及因應全球暖化議題，減少污染物及溫室氣體排放，提升空氣品質。

## 參、觀摩考察過程

九十九年七月六日至七月十四日。

日期	地點	內容
七月六日	台北→倫敦	搭機前往英國倫敦
七月七日	倫敦	1. 考察歐洲氣候交易中心參訪 碳權交易之執行 2. 倫敦市政及環保設施見學
七月八日	劍橋	1. 考察TESCO推動貨物碳足跡標 章之執行 2. 劍橋郡市政及環保設施見學
七月九日	倫敦	1. 考察沃京小鎮之低碳設施 2. 倫敦市政及環保設施見學
七月十日	倫敦	倫敦市政及環保設施見學
七月十一日	倫敦	倫敦市政及環保設施見學
七月十二日	史特拉福	史特拉福市政及環保設施見學
七月十三日	牛津→台北	牛津市政及環保設施見學 搭機返國
七月十四日	台北	抵達臺北（回程）

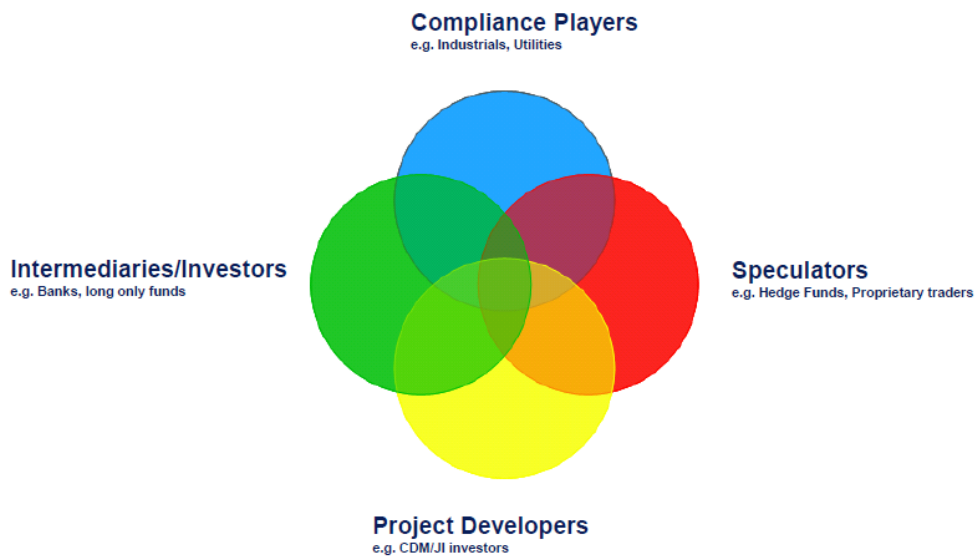
## 肆、觀摩考察心得

本市空氣污染防治基金委員會空污委員及空污防制業務執行小組人員共計十一人，為提昇環保國際觀的全球化視野，特前往英國考察其環保市政建設及空氣污染管制設施績效，本次考察地點主要為英國倫敦，其次為劍橋、史特拉福、牛津等城市。倫敦是一個非常多元化的大都市，其居民來自世界各地，具有多元的種族、宗教和文化；城市中使用的語言超過 300 種。同時，倫敦還是擁有數量眾多的古蹟與博物館等。這個富有藝術氛圍的城市，在環保及節能減碳的工作上有極具特色與成就，茲將本次觀摩考察空氣品質管理策略心得詳述如下：

### 一、碳交易的推手-倫敦歐洲氣候交易中心(European Climate Exchange, ECX)：

全球每年二氧化碳排放總量約 300 億噸，而歐盟國家估計其二氧化碳排放量為 50 億噸，因此歐盟早在京都議定書正式生效之前，就已經有了歐盟排放交易方案 (European Union Emissions Trading Scheme; EU-ETS) 的架構，ETS 的目標是在 2020 年時達到 1990 年排放量的 80%，意味碳排放容許值將逐年減少。這個方案目前已規定了歐盟境內 12,000 工廠及 5,000 家企業的二氧化碳排放量。透過排放量限制，二氧化碳減量的環保議題於是結合上了市場機制，產生了供給和需求，於是價格和隨之而來的利潤也就出現，排放量少或是排放減量成功的企業可以在市場上賣掉其排放量以獲取利潤，而排放量多出其限額的機構，就得付費在市場上買。緣此，碳市場的重要性將逐漸與能源市場或黃金市場等有價資源商品趨近，碳交易量隨制度的成熟，預估也會快速成長，市場參與者包括受管制者 (如發電廠)、仲介者 (如銀行)、計畫開發者 (如 CDM/JI 認證及技術開發投資

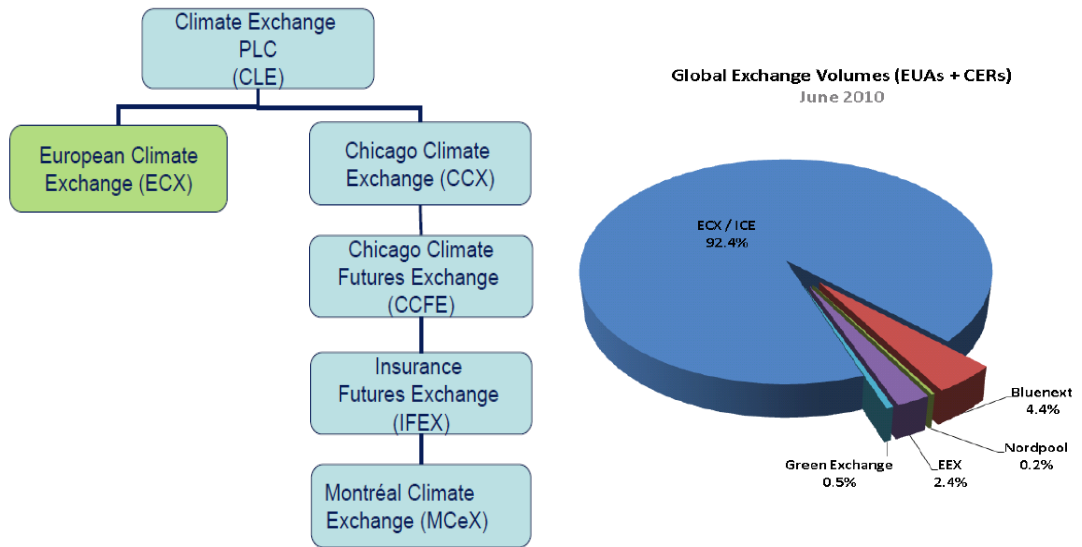
者)、觀望者(避險基金及交易中心)等各方面的投資者(如圖一所示)。



圖一、氣候交易市場可能參與者

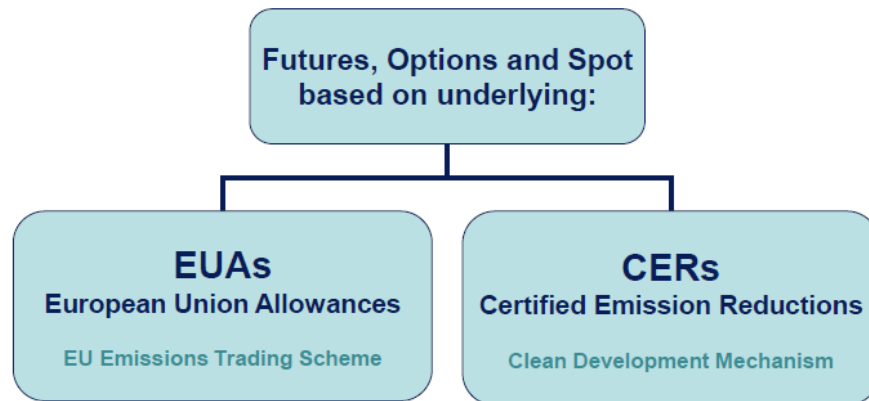
位於倫敦市金融中心的歐盟氣候變遷交易所 (EU Climate Exchange, ECX) 即是提供歐盟碳交易的最主要平台。ECX 是氣候交易集團 (Climate Exchange Plc) 隸屬會員，其他知名會員包括芝加哥氣候交易所 (Chicago Climate Exchange, CCX)、蒙特婁氣候交易所 (Montreal Climate Exchange, MCeX) 等碳交易公司 (如圖二)。今年則再合資成立天津氣候交易所 (Tianjin Climate Exchange)。但是，由於美國非京都議定書成員國，亞洲地區因碳排放機制尚未成熟，所以只有歐盟排放權交易制及英國排放權交易制是國際性的交易所，其他交易所的規模及功能尚未成熟。該集團在 2010 年 4 月已被洲際交易 (Intercontinental Exchange, ICE) 集團收購，因此 ECX 交易項目集中於碳交易及交易產品與市場開發，ICE/ECX 在歐盟交易的市場佔有率超過 92%，是標竿型的交易公司。





圖二、CLE 及其所屬氣候交易公司架構圖及市場佔有率

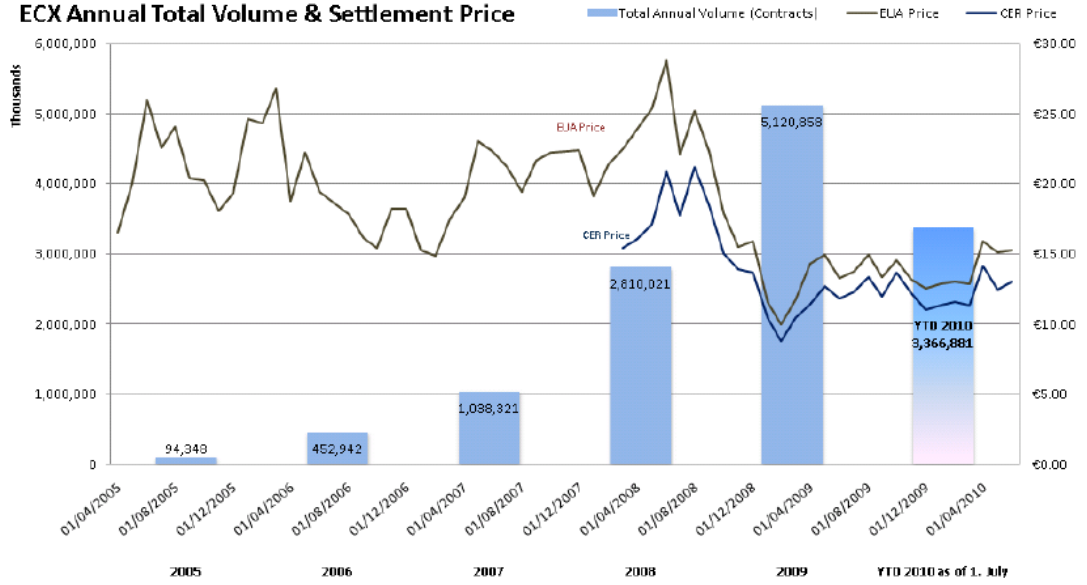
ICE/ECX 提供之交易型態分為兩大類 (圖三): 第一類為「歐盟排放配額」(European Union Allowances, EUAs), 屬京都議定書擬制的配額型交易 (Allowance-based transactions), 係指總量管制下所產生的排減單位的交易, 主要是被京都議定書排減的國家之間超額排減量的交易。EUA 目前在大量的「碳交易貨幣」(carbon currency), 一個單位的 EUA 等同 1 噸 CO<sub>2</sub> 排放量, 也是可交易的最小單位。在 ETS 架構下, 每年由歐盟執行委員會 (European Commission) 計算等同歐盟總減碳目標量的 EUA 並發行之, 再由會員國分配至企業或其他受管制的排放者。第二類則為國際間通用的「排放減量權證」(Certified Emission Reduction, CERs), 專用於清潔發展機制衍生之交易, 以期貨方式預先買賣。京都議定書第十二條規範的「清潔發展機制」針對附件一國家 (開發中國家) 與非附件一國家之間在清潔發展機制登記處 (CDM Registry) 的減排單位轉讓, 使非附件一國家在可持續發展的前提下進行減排, 並從中獲益, 以降低履行聯合國氣候變化框架公約承諾的成本。



圖三、ICE/ECX 提供之交易產品類型

圖四為 ECX 年交易量及碳價的歷史趨勢曲線，圖五則為 ICE 建立的全電子化交易平台。該平台除了顯示 EUA 及 CER 的交易量及碳價外，也因碳市場與能源價格息息相關，因此也與國際能源交易市場相關產品之交易現況連結。由圖四顯示，EUA+CERs 的交易量由 2005 年的 94,000 筆交易契約增加到 2009 年的 5,120,000 筆（2010 至今約為 3,366,000 筆），碳價目前則為 EUA 的 15 歐元及 CERs 的 13 歐元，自 2009 年起相對穩定。由此顯示碳交易市場是快速成長的市場，即便經歷 2008 年的金融海嘯，2009 年的交易量仍比 2008 年成長約 8%，2010 的交易量預估也將比 2009 年成長逾 20%。隨著受管制企業及產業的範圍擴張，以及排放減量年度目標逐年增加，碳交易市場的高度成長仍然是在預期當中。

ECX Annual Total Volume & Settlement Price



圖四、ECX 年交易量及碳價的歷史趨勢曲線

ICE																			
View Admin Help Logout																			
YPI All Activities All Live Only Hold Bids Hold All Hold Offers Excel																			
Orders Deals ECK Carbon Brent WTI Brand WTI Gasoil Heating Oil UK Nat Gas Coal UK Power COX Sugar Coffee Cocoa Cotton																			
Hold All On HR/LR Hold Bids On HR Hold Offers On LR Re-Link Agents History Formulas																			
Product	Strip	+	-	Option	Stk	Sell	Qty	Bid	Offer	Qty	Buy	High	Low	Last	Volume	EFF Vol	Opt Block	Settlement	Change
ECX EJA Daily Futures	ECX Futures Today	+					5	14.57	14.63	30		14.75	14.44	14.60	1379	1025		14.42	0.18
ECX CER Daily Futures	ECX Futures Today	+					2	13.15	13.33	10		13.36	13.36	13.36	10	0		13.02	0.34
ECX EJA Futures	Jun10																500	14.47	
ECX EJA Futures	Dec10	+					3	14.72	14.75	35		14.88	14.58	14.74	16151	4006	2925	14.56	0.18
ECX EJA Futures	Dec11	+					2	15.14	15.20	38		15.32	15.04	15.10	1234	463		15.11	0.08
ECX EJA Futures	Dec12	+					2	15.88	16.02	16		16.03	15.78	15.86	2331	1176		15.75	0.11
ECX EJA Futures	Dec13	+					10	17.00	17.08	15		16.98	16.84	17.00	48	300		16.83	0.05
ECX CERIE JA Spr	Dec10	+					25	-1.68	-1.66	5		-1.67	-1.70	-1.67	57	0		-1.70	0.03
ECX CERIE JA Spr	Dec11	+					10	-2.38	-2.36	25		-2.35	-2.40	-2.35	18	0		-2.41	0.06
ECX CERIE JA Spr	Dec12	+					25	-3.28	-3.26	25		-3.15	-3.27	-3.27	42	0		-3.34	0.07
ECX EJA Star	Dec10Dec13						10	-2.97	-2.92	10								-2.97	
ECX EJA Star	Dec10Dec11	+					23	-0.45	-0.42	125		-0.41	-0.45	-0.45	841	0		-0.45	0.00
ECX EJA Star	Dec10Dec12	+					100	-1.18	-1.16	48		-1.15	-1.19	-1.18	1828	0		-1.19	0.01
ECX EJA Star	Dec10Dec13	+					2	-0.74	-0.72	25		-0.72	-0.75	-0.73	301	0		-0.74	0.01
ECX EJA Star	Dec11Dec13	+					10	-1.94	-1.88	10		-1.91	-1.91	-1.91	3	0		-1.92	0.01
ECX EJA Star	Dec12Dec13	+					22	-1.19	-1.16	24		-1.17	-1.18	-1.18	23	0		-1.18	0.00
ECX CER Futures	Dec10	+					17	13.01	13.07	5		13.18	12.86	13.03	532	377	50	12.86	0.17
ECX CER Futures	Dec11	+					30	12.74	12.83	5		12.90	12.80	12.79	178	83		12.80	0.19
ECX CER Futures	Dec12	+					35	12.56	12.65	1		12.71	12.41	12.57	584	560		12.41	0.18
ECX CER Futures Spr	Dec10Dec11	+					32	0.24	0.27	36		0.24	0.23	0.24	13	0		0.26	-0.02
ECX CER Futures Spr	Dec10Dec12	+					1	0.42	0.45	55		0.46	0.42	0.42	40	0		0.45	-0.03
ECX CER Futures Spr	Dec11Dec12	+					1	0.18	0.19	8		0.19	0.18	0.18	34	0		0.19	-0.01

圖五、ICE 建立的全電子化交易平台畫面

雖然歐盟努力推動碳交易市場，並宣稱該機制能帶來大量商機及實質減碳的動機，但是仍不無疑慮，甚至可說是重

重困難待解決。這些氣候變遷交易所雖為民間公司運作，但是遊戲規範卻完全取決於政府間的互動。因此，面臨的困難主要還是國際間微妙多變的競合關係及不信任感，舉凡如下：

- (一) 哥本哈根會議不但未能達成國際共識的長期減碳目標，也未能達成具實質意義的國際協定或公約，甚至由各國提出之減碳量來看，其總和減碳量未能達到將大氣中總和 GHG 的濃度維持在 450 ppm 以下（一般科學界咸認為能將地球升溫維持在 2°C 以內的濃度）。因此，聯合國雖仍能主導氣候變遷在科學上的觀察發現及制定碳市場的規範，但是它在限制各國碳排放量或減碳目標的能力已被受質疑。未來的國際會議也似乎將依循哥本哈根的形式 -- 即聯合國已失去規則制定者或協調者的角色，而各國將視自己的最大利益，自行提出減碳目標，而這些減碳目標的法源性也無法承諾。如此一來，聯合國能預期掌握的減碳量的可能性幾乎為零。
- (二) 目前全球的兩大排放者（美國與中國）間的關係，由哥本哈根會議前數個月時的相互善意地呼應立法訂定減碳目標，乃至會議中兩國互相指責而導致關係降至冰點的情況看來，碳市場的成敗將取決於這兩國間的競合關係，因此自然充滿不可預期的變數。
- (三) 其中美國國內景氣欠佳，歐巴馬總統甫上任時欲推動的減碳政策，因經濟刺激方案及健保制度改革方案等國內更重視的議題而退居幕後。國會議員去年提出的多項制定 Cap-and-Trade 的法案也告無疾而終。即便是美國國內幾項推動區域性的 Cap and Trade 的行動也搖搖欲墜，尤其以加州去年底(2009/11)推出從 2012 開始執行的方案（於 2020 年達成回到較 2009 年減少 15%）也受到政治因素而充滿變數。甚至憲法（淨空法）授予美國環保署管制企業排放量的權力也受到國會翻案的壓力。因此，以美國目前的情況，要推動

Cap-and-Trade 法案困難重重，更缺乏制定碳價的機制。

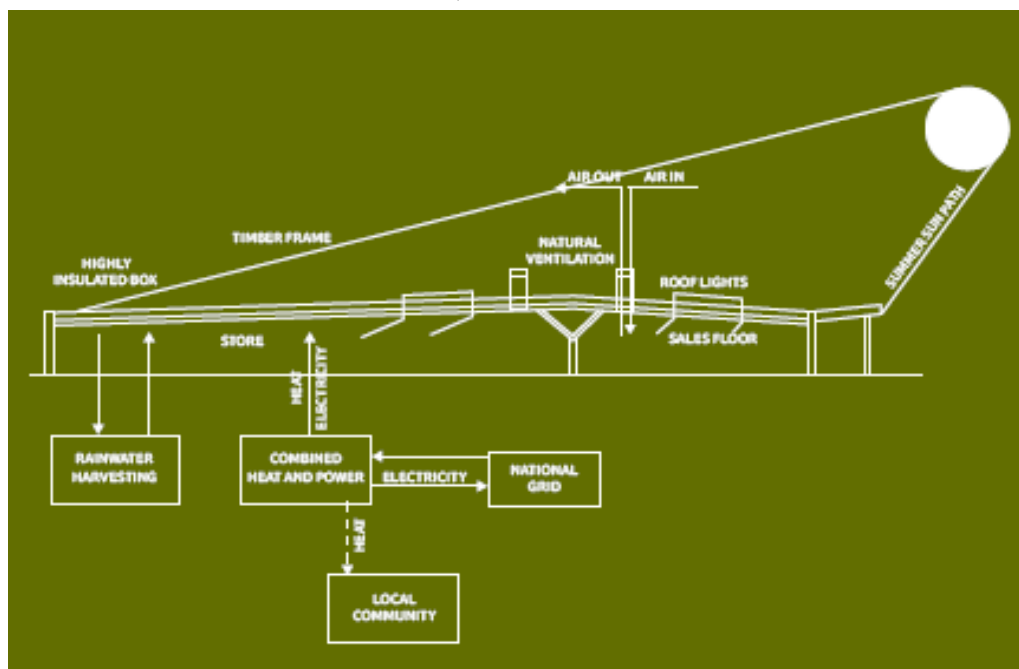
- (四) 較之於美國，中國的經濟發展當然令人刮目相看，中國政府的新五年計畫也將朝低碳經濟為方針。中國政府承諾 40~45% 的耗碳強度 (carbon intensity) 的減少，並增加近 80% 的植樹面積。但是外界普遍質疑碳強度的減少，在大陸經濟高速發展的情況下無法反應碳排放量減少的結果，亦無法得知何時會達到排放高峰期。
- (五) 長遠看來，若中國、美國、甚至印度、巴西等大碳排放國家遲遲無法立法訂定 Cap and Trade 規範並透過市場機制決定碳價，歐盟透過 ETS 自行制定嚴苛的減碳目標可能會演變成處於經濟發展劣勢的結果，久而久之則會逐漸停下腳步觀望競爭者 (或經貿伙伴) 的減碳作為，也減緩了以碳交易方法達成整體但排放量降低的原意。

## 二、零碳排超市-特易購 (TESCO) Ramsey 店

2007 年時，TESCO 的企業長期目標已開始朝「零碳超市」(Zero carbon stores) 前進，並提出在 2020 年能達成所屬全部超市的平均二氧化碳排放量低於 2006 年時的 50% 以上。兩年前(2008)時，旗下的 Cheetham Hill 分店已達到 70% 的減碳效能，今年初新開的 Ramsey 分店更達成首家「零碳」的大型超市。所謂「零碳」，在此定義為「碳足跡」(Carbon footprint，指產品製造、包裝、運送過程中或企業營運排放 CO<sub>2</sub> 當量的計量方式) 為零，其並不代表完全不耗能，而係指自生能源多於或等於消耗能源。另外，「碳中和」(Carbon neutral) 則是指當下的生產或企業活動產生之 CO<sub>2</sub> 排放，透過某種經認可的補償方式 (如植樹) 將其抵銷。一般而言，「零碳」的減碳意義及實質功能遠較「碳中和」為佳。

此次參訪 Ramsey 分店的零碳措施包括分店主要能源由一座汽電共生 (Combined Heat and Power, CHP) 系統提供、屋頂

特殊排熱設計、使用再生木材為主建材、多利用自然光、省能溫空系統、LED 室外照明、使用替代冷媒等方面。整體節能應用規劃如圖一所示，茲歸納說明如下：



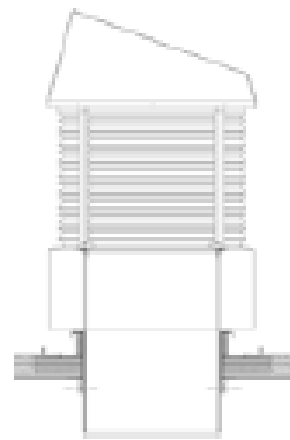
圖一、Ramsey 超市的節能規劃整體示意圖

- (一) 汽電共生系統：汽電共生系統是一項在地發電的技術，並於燃燒燃料時，以產生的熱能將水加熱為水蒸氣，再藉由蒸汽推動渦輪機發電的系統，可善用熱能、節省燃料。Ramsey 的 CHP 系統更是以廢食用油、廢魚油做為燃料來驅動系統，充分達成廢物利用、提升能源效率的目標。



圖二、汽電共生系統

(二) 省能空調排氣：如圖三、圖四所示，提升空調效率並減少空調耗能，Ramsey 超市在屋頂設置自動排氣系統。在夏天時，熱空氣會因空氣密度較低而自然排出，同時吸入冷空氣進入室內，因而減少室內空調系統的換氣量及溫度差，達成節能的效果。此外，該店在超市入口處將大廳部分向外延伸數米，使顧客進出開啟自動門時較不易讓室內空調逸散出去，也增加了室內空調效率。



圖三、Ramsey 超市屋頂設置之自動排風系統



圖四：屋頂自然通風系統

(三) 再生木材的碳足跡遠低於鋼鐵建材，每立方公尺的差異可達約 1 噸的二氧化碳排放量，除減碳外，木材的景觀、隔熱

效果均優於鋼鐵，亦能增加節能的效果，因此 Ramsay 分店於設計規劃時即不採用水泥磚、瓦等建材，除必要之建物支撐採用鋼骨外，大量使用木材為建料；另為降低陽光照射戶外鋼骨建材的熱傳導，降低建物溫度，所以鋼柱均外覆木料，有效解決熱輻射傳導的問題。



圖五、多用再生木材取代鋼鐵建材

(四) 省能照明：Ramsay 超市照明系統極具巧思，整體建築多處採用特殊透光屋罩（圖六左），陽光可穿透進入室內，但是長波部分經材質阻隔，因此達到隔熱的效果（即減少空調）。同時，在賣場區的燈光強度均受感光控制，陽光較強處的輔助燈光較微弱，反之陽光不足處的燈光自然較強。

此外，在採光較差的貨儲區及員工休息區，除輔助燈光外，也嘗試以光折射的方式引入室內。如圖六（右）所示，此「陽光引道」(Sunpipe) 的作法是以圓柱管內設置一系列的鏡面，擺設角度則依陽光射入的角度調整，連串折射後及形成高照明度的自然燈具，也減少人工燈具的必要性。





圖六、(左) 賣場屋頂的透光隔熱罩；(右) 貨儲區的「陽光引道」

(五) 雨水收集系統 (圖七左)：超市建築的屋頂設計考慮到收集雨水的管道，雨水經屋簷管道引入儲流槽，經過濾處理後即能用在沖廁、澆灌、及停車場營業的洗車服務。



圖七 (左)、雨水收集處理系統；(右)：洗車機之水源為收集雨水用於洗車

(六) 冷凍設備：由於 TESCO 估計超市約 1/5 的二氧化碳當量排放來自於冷凍設備使用的多氟化碳冷媒氣體 (其溫室潛能遠高於二氧化碳)，因此在 Ramsey 即以 CO<sub>2</sub> 取代傳統冷媒。其他措施也包括空調用的冷卻機同樣取代傳統冷媒、所有賣場

中冷凍食品區的冷凍櫃均加門蓋、貨儲區冷凍櫃則均加雙層門蓋。

(七) 碳足跡標章：TESCO Ramsey 分店強調其食品盡可能採用當地農作物生產，員工則絕大部分為當地居民。該分店已開始執行產品標示「碳足跡」的制度，目前上架的本地食品（如乳製品）均已標示碳足跡（如圖八），並以低價促銷方式推動這些具碳足跡標示的當地產品。分店經理更表示，TESCO 企業體認到大型超市在當地居民的功能極為重要，因此積極參與各級學校的展示、說明、參觀等教育活動，也為有如此才能將企業的減碳努力及理念逐漸推行至社區居民。



圖八：TESCO 內之食品皆標識碳足跡，以提醒民眾節能減碳

(八) 電動車專屬停車充電站：為鼓勵民眾使用電動車，TESCO 於停車廠設有專屬的電動車停車位，設有立牌標識，停車格亦繪有圖形，專屬停車位設有充電站，提供電動車主免費充電的服務（如圖九）。



圖九：電動車專屬停車位及充電器



圖十（左）：資源回收筒分類收集；

（右）：設置衣物及鞋子回收筒



圖十一：加油站自動感應電燈，會隨著光照度自動調節

在 TESCO Ramsey 的參訪過程，參訪人員亦針對許多問題進行意見交換，重點如下：

1. 在企業的減碳推動上，英國政府僅提供租稅的長期減免優惠，企業與減碳經費的投入及規劃、實施均為主動性的推展，國內在低碳、零碳商店（超市）的推動上，可以考量先與企業洽談，提供國外示範案例供參，雖無法立即做到低碳或零碳的目標，但是可以選擇易執行或較少經費的項目逐步落實減碳，讓企業的減碳作為能與民眾生活相結合，有助於提昇整體減碳共識與效益。
2. 零碳商店或超市的推動，於店面設立之初即應納入規劃，包括建築、電源提供、耗電設計、燈光配置、熱排放、雨水回收等等，國內的許多連鎖商店，有許多為跨國企業或外商設立，可鼓勵將其於國外實施的減碳策略、作為引進國內。

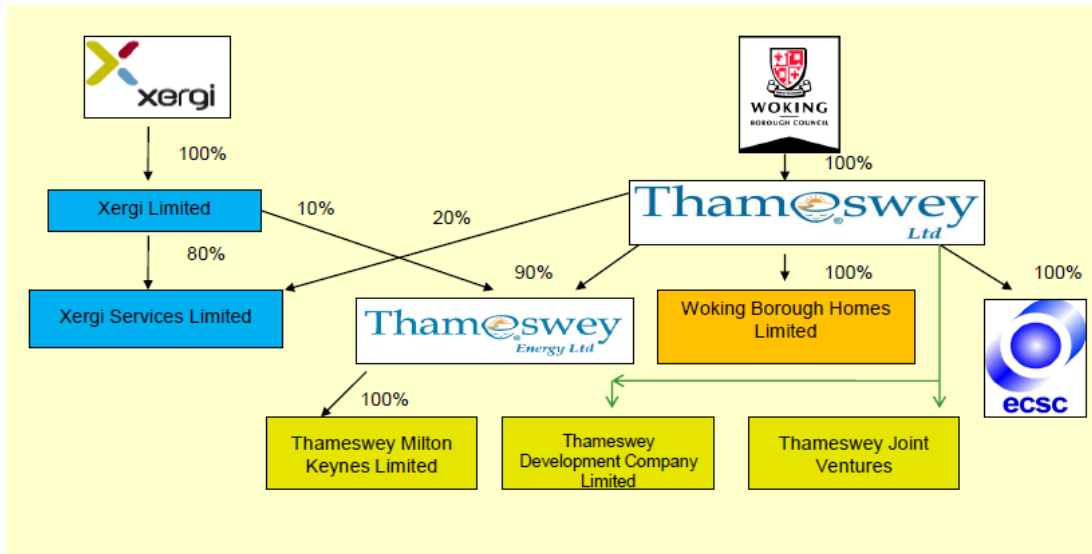
### 三、減碳高手、低碳社區-沃京小鎮(Woking Borough)

位於倫敦市中心西南方約 25 英里處，人口約九萬人，土地面積約 63 平方公里。

在 2007 年時英國成為世界首位制定「氣候變遷法」的國家，

並承諾於 2020 年時達成較 1990 碳排放量更低 26~32%，2050 年則達到更低 60%的目標。沃京鎮市議會更於 2002 年時訂定自己的氣候變遷策略白皮書，該策略白皮書共提出 10 項因應策略，包含減碳行動 (Mitigation) 及適應策略 (Adaptation)。所謂減碳行動是指減少排放溫室氣體的措施；適應策略則是指將氣候變遷帶來人類生活的影響程度降至最低。這十項議題中含低碳城市長期規劃、改變能源結構、減少垃圾及垃圾處理方式、空間重劃減少車用量、夥伴思考、推廣與教育、增加綠地、水資源管理、官方企業化等方面。沃京小鎮曾估計在 2005 年時因商業部門、居住部門及旅遊部門共計排放 604,000 噸的二氧化碳當量。這些二氧化碳主要是經由垃圾掩埋、汽車排放以及人員使用而產生。

英國市政府的角色有別於我國行政系統，其管理功能並不顯著，首長也多由各工會間推派，因此其角色在公共服務上遠大於管理者。而市議會則決定該市政的發展與管理。沃京小鎮之低碳城市概念即是由市議會決定之，並由議會投資成立公司執行各項低碳建設。其組織關係如下：市議會 100% 擁有 Woking Borough Homes Limited 及 ECSC，前者主要承接官方規畫與建案、後者則負責規劃與管理能源及各項低碳設施。同時也 90% 擁有 Thamesway Energy Ltd，其主要負責能源設施工程及運轉；另 10% 所有權則歸 Xergy Limited (由丹麥母公司擁有) 負責汽電共生系統技術提供。



圖一、沃京市議會與企業共同規劃及經營之組織關係圖

沃京小鎮目前的低碳設施包括：

(一) Brockhill 老人養護院：

該養護院設置太陽光伏板(Solar photovoltaic cell)與小型汽電共生系統(Combined heat and power system, CHP)，其中太陽光伏板提供再生能源，設置在屋頂的太陽能板本身一年即可省下 25 噸的二氧化碳排放量。而 CHP 系統則提供永續能源(即是使用已存在的能源型式而不造成環境負擔)，該系統總共可減少 4,734 噸的二氧化碳排放量。汽電共生系統是於燃燒燃料時，以產生的熱能將水加熱為水蒸氣，再藉由蒸汽推動渦輪機發電的系統，是一項可善用熱能、節省燃料的技術。這兩項供電系統總共可發電 111.5 kW (太陽能板提供 81.5 kW，CHP 系統提供 30 kW)。其發電量不但足以提供養護院的耗電量，剩餘的發電則能併入電網系統。



圖二、Brockhill 養護院外觀及屋裝設 PV 板近照

(二) 沃京公園燃料電池及天然氣驅動的 CHP 系統(1,200 kW)：

在沃京公園內放置一套美國贈送的氫燃料電池系統(200 kW)，該系統發電效率較之燃煤發電高出 50%，也因此可減少二氧化碳的排放。CHP 發電站則提供該鎮活動中心之耗電及冷熱水，其餘發電量仍可併入電網系統。



圖三、Woking Park 氫燃料電池及 CHP 發電站外觀

(三) Albion 廣場扇葉形屋頂：

在 2004 年時沃京小鎮市議會通過連結該市火車站與周邊商場的巨型開放型屋頂(34 公尺長，22.5 公尺寬)。此扇

葉形屋頂係由 3 支 25 米高的圓形鋼柱及 11 支 6 米高的副支柱所建構，並由 272 片嵌入型太陽能玻璃片，其最大發電量約為 55,000 kWh/年，預估每年可節省 41 噸的二氧化碳排放量。發電除提供車站用電外，也提供附近商家使用，且為增加其價格競爭力，Thameswey 目前以低於市電價 5% 的價格提供住宅用電、及同市電價提供商業用電。除此之外，此建築已成為該市鎮最顯著的地標。

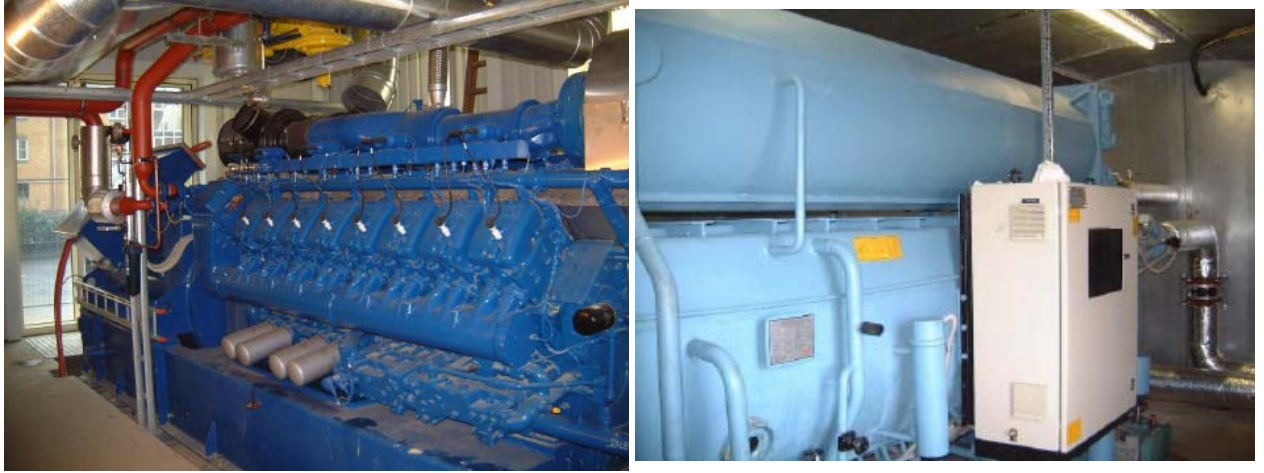


圖四、(左上) Albion 廣場扇葉形屋頂俯視照；(右上) 嵌入式 PV 玻璃板；(下) Albion 廣場扇葉形屋頂結構設計圖

#### (四) 維多利亞發電站：

位於市議會旁邊的汽電共生系統是英國第一座提供公共發電的汽電共生廠。該系統包括天然氣驅動 CHP (1,300 kW 發電、1,600 kW 加熱、1,200 kW 吸附式冷卻器)，提供市議會、停車塔、周邊商業 (劇院及旅館) 使用。





圖五、(左) 天然氣驅動之 CHP 系統；(右) 吸收型冷卻器

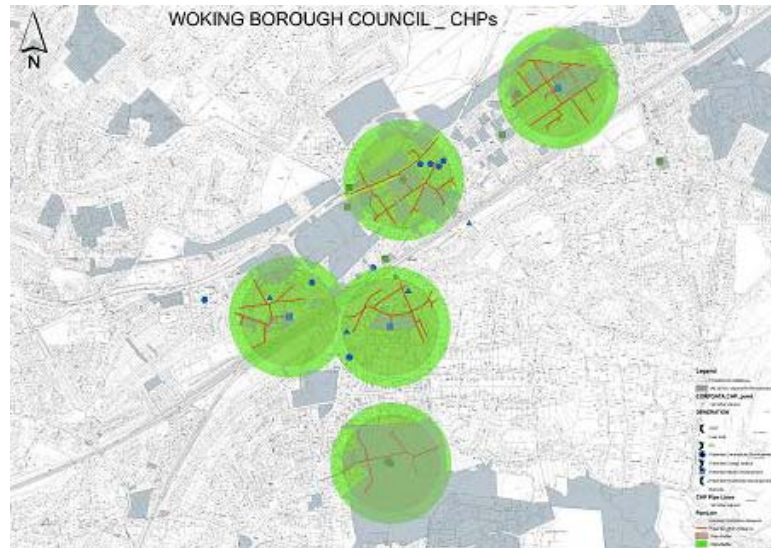
(五) Milton Keynes 汽電共生 (CHP) 發電廠：

為英國首座大型多功能 CHP 系統，提供住宅、商業、工業用電的示範計畫。該 CHP 系統是目前沃京鎮及 Thamesway 最重要的計畫，且已陸續規劃在鎮內主要用電區域設置共五座 CHP 發電廠。沃京小鎮市議會希望透過這些再生或永續能源發電系統的長期運作，督促英國政府能將建築法規中的建築物能源使用效率提升，從這些系統中，估計在 2008 年時企業部門所能節省之能源較設置前減少了 31%、二氧化碳排放量則減少 29%、永續能源發電量增加 41%、再生能源發電量增加 2%。

(六) 除上述之措施外，沃京小鎮未來朝低碳社區的作法包括：風力發電可行性評估、建造 1000 棟「零碳」住宅、增強社區加入與共識，未來將持續整合再生及可持續能源以持續增加其能源比例，其終極目標是能達成減排二氧化碳 >80% 的目標。



圖六、Milton Keynes



圖七、Woking Borough 用電熱區及規劃 CHP 發電廠位置



圖八：沃京小鎮內立體停車場專屬電動車停車位及充電站，進場車輛之停車費隨車輛之污染排放量多寡訂定收費標準



圖九：沃京小鎮造價 2 千餘萬台幣之車站太陽能板



圖十：屋頂太陽能板除自給外剩餘之 35%再賣出

#### 四、低碳排區-降低交通壅塞及廢氣排放

眾所皆知全世界第一個開徵汽機車進城費的城市是英國倫敦，倫敦市為解決交通壅塞問題，早在二〇〇三年二月開始收取交通壅塞費，並設立低碳排區，全部車輛於每週一至週五清晨七時至傍晚六時交通尖鋒時段，每部車進入此區就必須繳交八英鎊之費用，如果當天 12 點前未繳交，隔天罰金增為 10 英鎊，如仍逾期不繳，則罰款 120 英鎊，自徵收以來，倫敦市區

內交通流量平均減少 10%到 20% 。

另外鼓勵民眾使用電動車，以電力取代汽油，並廣設免費充電服務站，方便民眾充電，電動車輛進入倫敦可免除繳交交通壅塞費，主要目的為降低燃油車之車流量，以提高大眾交通工具及低碳交通工具之使用率，以降低空氣污染，提昇空氣品質。

為了減少車輛怠速產生的廢氣排放，英國希斯洛機場也進行停車熄火的管制。



圖一（左）：早上 7 點至下午 6 點開車進倫敦市中心需付 8 英鎊，沒繳交入城費則罰 120 英鎊以降低車流量

（右）：進入倫敦市區隨處可見 C 字標示區，提醒要繳交入城費



圖二：希斯洛機場大門口明顯提醒車輛停車熄火的標誌

## 五、綠子彈-環保綠市政廳

樓高 10 層的倫敦新市政廳是一座球型建築，其位於倫敦塔的對面(London Tower)、泰晤士河南岸，表面由透明玻璃構成，由於是倫敦的市政大樓，故設計展現親民設施，附近的綠地空間、一樓大廳及頂樓的「倫敦客廳」，皆開放給一般民眾活動。一樓大廳不定期舉辦展覽活動，其開放的空間與室外的景觀廣場連成一氣。頂樓的倫敦客廳可以眺望倫敦塔及倫敦塔橋，除了不定期的展覽，也是倫敦市長「與民有約」的場所。在市議會開議期間，倫敦市民也可以搭乘緩慢移動的電扶梯，參觀市議會的開會過程。

在建築設計上，倫敦新市政廳是一棟「環保綠市政廳」，由佛斯特與帕特嫩公司(Foster and Partners)設計的，主要利用各種資源的回收，例如用來調節大樓溫度的水，會進入廁所成為沖馬桶用的水流，而特殊的造型是根據大樓的座向來設計的，縮進去的那面朝著向陽的東南方，因此往內縮可以大幅減少太陽直射的面積，室內溫度降低就可減少冷氣的使用；另一面則朝東北，向外突出就可以增加採光，減少電燈的使用，附近綠地設置多面鏡子用以反射光源，充分節省能源，故能源消耗為同樣規模的建築物 1/4，此建築物堪稱英國高科技建築結合透明民主程序的創意綠建築代表。



圖：倫敦市政廳為綠建築

## 六、馬莎百貨綠計畫-碳消費折價卷

英國的超市相當重視企業社會責任，馬莎百貨公司是一家綜合性賣場，其結合了生鮮超市、服飾、日常用品、居家家具等，低碳為企業經營的方針之一，故在 2007 年 1 月開始實行 A 計畫，並承諾在 5 年內（2012 年）達到 100 項節能減碳作為，以達到碳中和之目標。目前更將 100 項擴大為 180 項之減碳作為，並預定於 2015 年達成，A 計畫將監督公司與顧客及供應商之間的合作，幫助消費者減少能源的使用，例如與衣物回收站合作，只要是在瑪莎百貨買的衣服，不要穿了，可攜至舊衣回收站，就可獲得 5 英鎊之消費折價卷、而回收的舊衣，可捐送至貧窮的地區、另由於食物外包裝有 90% 是可回收的，故與回收商合作將瑪莎百貨的回收資源再利用，重新製作出新的外包裝，如此重複利用，也因此可降低每年送至公眾垃圾掩埋場處理之費用，實在一舉數得。藉此以減緩氣候變遷、減少垃圾量、保障自然資源，更有交易倫理，建立一個更健康的國家。



圖：瑪莎百貨實行 A 計畫，並承諾在 2012 年達到碳中和之目標

## 七、工地污染源頭管理-良好的污染防制措施

參訪過程中，見到倫敦市區幾處營建工程的施工情形，不論在市區或小鎮，營建工地周圍整潔乾淨，並設有緊密的圍幕、密閉式物料輸送管道及防塵幕，以防止施工時粒狀空氣污染物逸散；更值得讚許的是在擁擠的倫敦市區，如在道路旁的施工作業，施工區域狹窄，其雖使用簡易圍籬，惟圍籬內部仍以透明布包圍、在巷弄內的工地，仍設置完整之圍籬及防溢座，以隔離施工作業區域並保持道路整潔，至於拒馬、圍籬、施工機具、施工建材等都能整齊放置並以警示牌告知，除有效防制因施工造成所產生之污染，更增加施工安全，降低工安意外，可見英國對民眾的重視，有目共睹。



圖一：在狹窄的巷弄，工地仍設置完整之圍籬及防溢座，並保持道路整潔



圖二：道路周邊工程之簡易圍籬其裸空部份以防塵布（網）阻隔，以避免污染逸散

## 八、特色各具的街道傢俱-垃圾筒、回收筒及菸蒂收集箱

在廢棄物的處理上，英國的環保意識高，倫敦市、史特拉福市及牛津市在垃圾分類上規劃得相當完善，路邊均可看到顏色鮮明的資源回收筒，將垃圾分為一般垃圾、可回收之紙類、廚餘、玻璃類以及塑膠金屬等，更貼心的設計菸蒂收集區，由於規劃完善，讓走在街頭的人們，可將垃圾或回收之瓶罐妥善收集，也因此，民眾已將環保視為生活的一部分，故在本次參訪公共區域的道路、企業所屬之區域，皆乾淨無比，完全看不到垃圾隨處丟棄的情形，讓環保行動生活化，垃圾減量，降低人類對地球造成之污染。



圖：隨處可見貼心的設置垃圾桶、回收筒及菸蒂收集箱



## 九、貼心小告示、減碳好幫手-環保旅館

在英國倫敦市、史特拉福市的旅館中，沐浴乳、洗髮精及乳液使用紙類包裝，減少了塑膠用品的使用，在連續住宿的房間內也吊掛小掛牌，提醒房客浴巾可重複使用，每五條浴巾重複使用的減碳量相當於種一顆樹的減碳效果，在英國住宿期間，如果細心觀察，可以發現減碳的小動作，讓人了解，其實減碳就在日常生活中。



圖一：紙類包裝之清潔用品，減少塑膠類的使用



圖二、每五條浴巾重複使用的減碳量相當於種一顆樹的減碳效果

## 伍、觀摩考察結論及建議

結論：

一、在政府政策面上，有鑑於歐洲氣候交易中心針對國際上大量碳交易之需求，而使碳交易量逐年成長，而台灣並不是京都議定書的附件一國家，因此受到的減碳壓力也較低，但是也無法直接參加京都議定書的交易機制。即便如此，馬總統已宣示要在 2016 年至 2020 年間回到 2008 年的排放量，且於 2025 年時達到回 2000 年的排放量目標，以及早因應台灣可能面臨的危機，包括：

- (一) 在國際的壓力下，尤其可能面對歐盟為保護其努力執行減碳而造成的經濟競爭力降低，進而提昇對進口市場施壓，要求再生能源或減碳標準。
- (二) 當中國大陸開始對減碳目標實施嚴格政策時，台灣也將會被要求同目標減碳，因此此危機是可預期的。

台灣雖在 Cap and Trade 的交易機制下處於被動角色，但是在 CDM 下仍有充裕的空間，透過境外設置交易公司進行碳權買賣。尤其在綠能方面，我國已是全球第四的太陽能電池與面板生產國。政府透過各種優惠與補助，大力扶持太陽能產業後，該產業已站穩腳步，接下來則應思考如何打開內需綠能市場，以利我國在輸出符合 CDM 的技術與產品的同時，能實質增加綠能使用比例而減緩碳排放量。

二、針對降低交通工具產生之污染，目前國內政府已執行相關措施，如鼓勵搭乘公共交通工具、共乘制度、以獎勵或其他誘因加速民眾改用雙燃料車等，而歐洲國家如英國、義大利等開徵交通壅塞費及進城費，而瑞典首都斯德哥爾摩亦師法倫敦，試辦收取交通壅塞費措施，除計程車、外籍汽車和環保車輛等少數例外，全部車輛於每週工作日清晨至傍晚的交通尖峰時段，進出市中心就必須付費。近日台北市為了環保問題亦將開徵進城壅塞費納入討論，試行地點以台北市的信義計畫區、東區、台北車站、內湖科

技園區等區域為優先考量，每次費用約在 20~50 元左右，然而試辦之先，地方須先配合法令之修正、加強民眾對於徵收壅塞費之觀念，並健全大眾交通工具之便利性，制定好相關之配套措施及設施，才能實施，本市因大眾運輸及捷運系統之建構尚未完全，不宜貿然實施進城費用之交通管理方案，以提高輿論之支持度。

三、節能減碳工作是政府目前全力推動的重要政策之一。行政院研考會於本年 8 月 4 日發布「民眾對節能減碳新措施及能源政策的看法」民意調查結果，民眾支持政府落實節能減碳政策支持度最高者為加強推動造林（占 92%）。本次考察之倫敦市，為全球屬一屬二之都市，其在狹小的空間下，亦隨處可見大片綠地、公園供民眾休閒並妥善的利用，而臺中市平均每人可享用的公園、綠地面積為全國第一，然而台中市對於公園綠地的開發仍持續的努力規劃地面、立面及屋頂陽台之綠化工作，以打造屬於臺中市民之花園城市。

四、在低碳社區發展上，英國的企業扮演極其重要的角色，由於沃京鎮政府及議會具有高度的自主性，議會給予企業部分設施興建及政策支援，企業也投入經費興建鎮上垃圾發電設施、氫燃料供電設施及太陽能發電設施等等，企業也可將多餘電力販售給需要的對象，成為政府、議會及企業的收益之一、沃京小鎮規劃短、中、長期減碳目標、政府給予法令的支持，讓政府、議會、企業及鎮民共同為發展低碳社區而努力。國內低碳社區及低碳城市的發展，行政院環保署已規劃並著手推動，推展的方式即引入民間企業，協助社區進行各項節能減碳評估及提供貸款的資助。

五、此次參訪之沃京小鎮、TESCO、瑪莎百貨及倫敦市政廳，除感受到英國政府對節能減碳的重視外，另企業對於減碳之堅持亦是重

要因素，如何達到低碳城市之美名，主要係針對城市長期規劃、改變能源結構空間重劃減少車用量、將可利用資源有效回收，並回饋於該系統，以有效降低能源之使用、推廣與教育、增加綠地、水資源管理、官方企業化等方面實施。未來我們應考量效法此次參訪經驗，建構低碳示範社區，不僅是減碳換算、節電減碳撇步等節能減碳習慣之建立，更重視資源重複利用、使用再生能源、刺激綠能產業發展，結合民間的力量，相信在整體推動綠能城市的基礎下,開創出示範性的低碳社區指日可待。

## 建議：

- 一、國內在低碳、零碳商店（超市）的推動上，可以考量先與企業洽談，提供國外示範案例供參，雖無法立即做到低碳或零碳的目標，但是可以選擇易執行或較少經費的項目逐步落實減碳，讓企業的減碳作為能與民眾生活相結合，有助於提昇整體減碳共識與效益。零碳商店或超市的推動，於店面設立之初即應納入規劃，包括建築、電源提供、耗電設計、燈光配置、熱排放、雨水回收等等，國內的許多連鎖商店，有許多為跨國企業或外商設立，可鼓勵將其於國外實施的減碳策略、作為引進國內。
- 二、鼓勵商店、超市百貨或產品製造業等企業參與碳標籤及碳消費券的推廣，並適時推出促銷、低價或特惠等方案，獎勵民眾支持減碳消費，並採購低碳產品及落實資源回收，且能提昇企業的環保形象。
- 三、低碳社區的推動上，國內與國外因法令及民情不同，推動初期應先由凝聚社區共識及建立低碳生活方式開始，由使用節能、省水、省電產品逐步朝向低碳交通工具、碳足跡標章等節能減碳的日常生活邁進，再進一步引進民間節能公司及銀行資金資助公司共同協助社區執行整體減碳。
- 四、在推動綠能車輛方面，地方政府或民間企業可提供不同的鼓勵措施，包括：
  - （一）提供不同節能程度車輛不同的停車費率或停車優惠。
  - （二）綠能車輛專屬停車位。
  - （三）提供免費充電服務。