

公務出國或赴大陸地區報告（出國類別：考察）

# 臺中市政府考察英國倫敦市政環保事務 及低碳綠能建構業務出國報告

服務機關：臺中市政府

姓名職稱：蔡副市長炳坤等 25 人

派赴國家：英國

出國期間：103 年 4 月 11 至 103 年 4 月 19 日

報告日期：103 年 7 月 16 日

## 摘要

為汲取英國政府推動低碳方針及實施經驗，臺中市政府蔡副市長炳坤於 103 年 4 月 11 日率領環保局黃崇典局長及空氣污染防制基金暨技術諮詢小組委員等一行赴英國倫敦考察環保及低碳城市推動之經驗與成果，以作為本市環保政策推動及建構低碳城市之參考。

此次考察行程參訪了解聞名國際的希斯洛機場零排放無污染個人捷運系統建構、倫敦南郊貝丁頓「零耗能社區」、倫敦奧運主場館、泰特藝術館及以拜會英國社區和地方政府部門（Department for Communities and Local Government），針對環保、文化及低碳城市發展規劃政策相關議題進行意見交流。

由於能源危機和地球暖化，減碳已經是全球各國共同的目標，英國向來被視為是發展低碳專業領域的先驅，從英國政府都市發展規劃研擬與低碳政策的推動可以瞭解，將低碳或零碳建築技術推廣應用於建築物或社區開發案，達到減少能源消耗及碳排放量的目的。

藉由此次拜會從中學習了寶貴的經驗，希冀未來能將英國成功的經驗引進到臺中市大宅門特區，臺中市是環保署遴選出來的低碳示範城市，追求能源使用效率最佳化是市民共同的目標。

# 目 錄

壹、 考察目的.....	1
貳、 考察人員.....	1
參、 考察行程.....	2
肆、 考察內容.....	4
一、 參訪希斯洛機場 個人捷運系統(Personal Rapid Transit , PRT).....	4
二、 牛津大學(University of Oxford) .....	5
三、 莎士比亞妻子故居安妮之家(Ann Hathaway's Cottage) .....	6
四、 劍橋大學(University of Cambridge) .....	6
五、 杜莎夫人蠟像館(Madame Tussauds).....	7
六、 奧運主場館(Olympic Stadium).....	7
七、 社區及地方政府部(Department for Communities and Local Government ).....	8
八、 莎士比亞劇院(Shakespeare's The Globe Theatre) .....	9
九、 泰特現代藝術館(Tate Modern) .....	9
十、 大英博物館(British Museum).....	9
十一、 貝丁頓零能源發展社區(Bed ZED).....	10
十二、 科芬園(Covent Garden) .....	14
伍、 心得與建議.....	15
陸、 參訪照片.....	19

## 壹、考察目的

英國為世界第一個將溫室氣體減量目標制定於國家減碳施政法律，本市獲選為中部低碳示範城市後，本市府團隊在低碳政策推動及規劃上不遺餘力，積極打造大宅門特區為本市低碳示範亮點區域，期許未來完工後的大宅門特區不僅是本市的低碳示範區域，更是全臺灣的低碳亮點。因此本次前往英國進行低碳、環保政策考察。

## 貳、考察人員

為取經英國低碳經驗，本次考察由本府副市長蔡炳坤率領市府代表及空氣污染防制基金暨技術諮詢小組委員至英國倫敦考察，本次考察團員名冊如下：

表 1、考察團員名冊

	單位	職稱	姓名
1	臺中市政府	副市長	蔡炳坤
2	臺中市政府	參議	方炳坤
3	臺中市政府人事處	處長	林煜焙
4	臺中市政府教育局	局長	吳榕峯
5	臺中市政府新聞局	局長	石靜文
6	臺中市政府環保局	局長	黃崇典
7	臺中市政府衛生局	局長	黃美娜
8	臺中市政府主計處	處長	蔣建中
9	臺中市政府法制局	局長	林月棗
10	臺中市政府文化局	局長	葉樹姍
11	東海大學	委員	李澤民

	單位	職稱	姓名
12	逢甲大學	委員	吳志超
13	成功大學	委員	林素貞
14	弘光科技大學	委員	吳玉琛
15	南開科技大學	委員	黃靖雄
16	臺中市新環境促進協會	委員	陳鴻烈
17	中興大學	委員	鄭曼婷
18	聯合大學	委員	鄭文伯
19	逢甲大學	委員	黃東池
20	中國醫藥大學	委員	郭錦堂
21	中山醫藥大學	委員	郭崇義
22	弘光科技大學	委員	陳秀玲
23	臺中市政府環保局	科長	商文麟
24	臺中市政府環保局	主任	蔡淑瓊
25	臺中市政府環保局	技正	陳忠義
26	臺中市政府環保局	約僱人員	黃世俊

### 參、考察行程

本次出國考察期間為 103 年 4 月 11 日至 103 年 4 月 19 日，共計 9 天，考察行程包含拜會希斯洛(Heathrow)機場 PRT(Personal Rapid Transit)系統負責營運的 Ultra Global 公司、奧運主場館(Olympic Stadium)及英國當地的社區及地方政府部(Department for Communities and Local Government)等，相關參訪行程如表 2。

表 2、考察行程表

日期	行程	參訪主題
第一天 4/11(五)	啟程 ➤臺中市政府-桃園國際機場→倫敦	
第二天 4/12(六)	➤希斯洛機場 PRT (Personal Rapid Transit) 系統	低碳交通議題-拜訪希斯洛機場考察個人捷運系統
	➤牛津大學-環境變化中心(Oxford University Centre for The Environment)	氣候變遷議題-拜訪牛津大學環境變化中心
第三天 4/13(日)	➤莎士比亞妻子故居安妮之家 (Ann Hathaway's Cottage)	低碳生活實踐-古蹟再生再利用議題
	➤劍橋大學-能源中心	能源中心-永續能源、再生能源議題
第四天 4/14(一)	➤杜莎夫人蠟像館 (Madame Tussauds)	拜會杜莎夫人蠟像館館方，協談於臺中市設館之可行性
	➤奧運主場館(Olympic Stadium)	拜訪奧運主場館規劃公司 AECOM 公司 低碳工程、低碳建築的實踐
第五天 4/15(二)	➤社區及地方政府部(Department for Communities and Local Government )	拜會英國社區及地方政府部門(DCLG) 低碳綠建築、建築規劃、都市更新，與永續住宅準則、建築能源效率

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶聖保羅大教堂、莎士比亞劇院</li> </ul>	市政參觀行程
第六天 4/16(三)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶泰特現代藝術館-Tate Modern</li> </ul>	古蹟活化與結合永續環保、低碳建築與藝術概念結合
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶大英博物館</li> </ul>	市政參觀行程
第七天 4/17(四)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶貝丁頓零能源發展社區 (Bed ZED)</li> </ul>	永續環境設計理念 低碳生活實踐
第八天 4/18(五)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶西敏寺、國會大廈、白金漢宮</li> <li>▶科芬園(Covent Garden)</li> <li>▶機場-桃園國際機場</li> </ul>	市政參觀行程
第九天 4/19(六)	返程 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶桃園-臺中市政府</li> </ul>	

## 肆、考察內容

### 一、參訪希斯洛機場 個人捷運系統(Personal Rapid Transit, PRT)

2011 年英國希斯洛機場(Heathrow)首度啟用 Ultra Grobal 公司製造之一套由電腦控制的無人駕駛運輸載具-個人捷運系統(Personal Rapid Transit,PRT)，連接希斯洛機場第 5 航廈至停車場，屬於一種輕運量軌道運輸系統，客人可利用它行駛於單軌環狀軌道，往返航廈及停車場之間，全長共計 3.8 公里，這套個人捷運系統的特色在於以電池驅動與系統供電，車體以電腦控制並定點停靠，當車輛停靠月臺時即利用地面導電設備充電，且全程無污染零排放，與一般巴士相較可減少 50% 的能源使用。PRT 將是一種未來都市運輸主流，然而評估要推展到成為都市運輸，因此，PRT 已於國外逐漸發展，提供乘客舒適空間與免等待隨到隨乘特性，相當具環保且有效率的輸送旅客。

PRT 系統與傳統載具相較，具有下列幾項特性：

- 1.電力系統之碳排放量低於燃料方式。
- 2.提供民眾免等待、舒適、安全且迅速運輸方式。
- 3.採用電力系統運作模式，較一般傳統燃料方式更為節能。
- 4.系統所產生噪音較一般傳統載具低。
- 5.質量輕，對於整體架構而言，能以較輕、體積較小之材料興建，而達節能目的。就施工而言，材質輕且小者，施工方便且整體價格便宜。
- 6.就區域而言，如印度西北部阿姆利則，選定適當地點後，即形成便捷的交通網，除民眾方便接駁外，更大大紓解交通量。以臺中西屯區為例，選定如逢甲、大宅門特定區、臺中國際機場、百貨公司等人潮聚集處，交通路線評估後，則可能為可行性方案。
- 7.整體而言較傳統美觀，具有科技時尚感，對環境衝擊小，易成城市特色。

## 二、牛津大學(University of Oxford)

牛津大學位於英國牛津市的公立研究型書院聯邦制大學，是英語世界中最古老的大學，也是世界上現存的第二古老高等教育機構。不過實際的創立日期並無法追溯得知，但參考相關文獻資料顯示，有記錄牛津大學可追溯到十二世紀末，迄今超過 900 年。

瀟灑濃濃學術氣息的牛津大學，孕育孕育出無數的哲學家、詩人和科學家，現在的牛津雖不及當日風華，但更顯歲月歷練和沈靜之美。但牛津每個學院都有不同的建築特色，到此可以好好觀察一番，漫步在牛津街道上，想像愛麗絲遊玩於草地的情景，更可為大家耳熟能詳的童話故事再添許多想像空間。

牛津由一個中央學校（包括校和系圖書館，以及科學實驗室），38 所成員書院、4 所學術學院及 7 個永久私人公寓組成，38 個學院是自治和財務上獨立的機構。各個成員書院為獨立的行政機構並隸屬於大學，有自己的管理架構、收生方式以及學生活動的安排；而學術學院

則是負責安排教職員講課及指導研究等項目，亦負責編制課程及給予學術指引。

這些學院並不只是宿舍，而是實質上負責本科生和研究生的教學。有些學院只接受研究生，這些通常都是近一個世紀建立的新學院。與大多數其他大學組織結構相似，牛津大學又根據專業分為不同的系，系通常在研究生教學中扮演主要角色，提供講座、課程以及組織考試也通常是被外部機構包括大型研究委員會資助的研究中心。

### 三、莎士比亞妻子故居安妮之家(Ann Hathaway's Cottage)

英國亞芳河畔的史特拉福小鎮是英國傑出的詩人及劇作家莎士比亞的出生地，並在此度過童年的莎士比亞故居，小鎮內有許多傳統的半木造的建築物，充滿鄉村風情，處處充滿莎士比亞文學的氣息。

安妮之家這棟建築物是以木條、磚塊和石頭搭建而成，並覆以 20 噸重茅草屋頂的豪華農莊，看似簡單的木造茅屋建築，其實都有將近 500 年的歷史，而幽靜的史特拉福小鎮因出了一位傑出作家莎士比亞而聞名，每年吸引無數的遊客慕名而來。

### 四、劍橋大學(University of Cambridge)

劍橋大學，位於倫敦北面五十哩以外，是一所位於英國英格蘭劍橋市的研究型書院聯邦制大學，其始創於 1209 年，是英語世界中歷史第二悠久的大學，亦為全球第三古老持續辦學的高等教育機構。這所舉世界聞名的大學沒有圍牆，也沒有校牌，整個校園鬱鬱蔥蔥、氣韻自華。

劍橋大學擁有 31 所學院及 6 所學術學院，在眾多系中尤為著名的是物理系。學院由多個成員機構組成，並培養了眾多著名人士，幾乎所有著名的古老學院都座落在劍河旁邊，所屬的各類機構及學院分散在城中各處，在大片的公園和草坪中點綴著古色古香的教堂和學校建築。其中氣勢最宏偉壯觀的建築，是國王學院 (King's College) 教堂。

建築物的尖塔是成為大學和小城的地標，國王學院的禮拜堂是劍橋的榮耀，也是全世界公認的歐洲最出色的哥特式建築物。

## 五、杜莎夫人蠟像館(Madame Tussauds)

杜莎夫人蠟像館位於英國英格蘭倫敦市區，由臘製雕塑家杜莎夫人所建立，全世界目前分別在荷蘭阿姆斯特丹、美國紐約和拉斯維加斯、中國香港和上海設有分館，杜莎夫人蠟像館不僅至英國倫敦著名的旅遊景點，更是全球性的旅遊勝地，館內所收藏的蠟像十分豐富，不僅有歷史名人、皇室成員、體育選手和影視明星，還有著名的殺人狂，讓民眾來到杜莎夫人蠟像館就可看到世界各地的名人。自從建館以來，受歡迎的程度歷久不衰，適時的順迎局勢推出新的蠟像作品，讓蠟像館本身保持新鮮感，維持參觀者對博物館的持久熱度，民眾也就因為好奇心而自然地造訪。

杜莎夫人蠟像館開館 200 多年來也曾有其低潮，1925 年的一場無名大火，燒毀了許多經典蠟像人，不過所幸蠟像人製作時的模具多半都是防火材質，且被妥善保存，才能讓現在的參觀者看到過去各式的蠟像人。

杜莎夫人蠟像館館內依照各不同的類型，建立了完整的參觀系統，進入杜莎夫人蠟像館大廳展列各國領袖和皇室成員的蠟像，展覽區則是佇立著許多運動選手和影視明星蠟像，在蠟像製作工作室區，民眾可看道製作蠟像過程錄影片段和其他相關模型模具，而杜莎夫人蠟像館最著名的展覽區域是恐怖鬼屋(The Chamber of Horrors)，在陰森灰暗的地牢中展示各種犯罪行為、法國大革命受害者以及各種殺手形象，最後一個景點則以樂園電動車介紹倫敦數百年來的歷史發展，讓民眾來到杜莎夫人蠟像館不僅可看到栩栩如生的蠟像也可以更近一步了解倫敦的歷史。

## 六、奧運主場館(Olympic Stadium)

2012 年 7 月 27 日第 30 屆奧林匹克運動會於英國倫敦舉辦，在此次盛會倫敦下了不少功夫，其中的比賽場地，「倫敦碗」更是首創拆卸

式的建築，拆卸前可容納 8 萬人，拆卸後又可以成為 2 萬 5000 人的運動場。

倫敦奧運是在永續低碳的架構下進行規劃，為降低污染量，貫徹永續發展的觀念，倫敦政府在奧運場地的選址上，選擇在荒廢的工業園區，其 98%的建材是在工業園區中回收再利用的，土壤也是進行去污整治後重新再利用。

比賽地點除了以腳踏車作為主要的交通工具外，大多數的運動員也安排住進鄰近的選手村，參觀的民眾一律也只能搭乘大眾運輸工具，以減少交通污染。英國政府更通過特別預算，擴大投入環保公車基金（Green Bus Fund）的規模，公車營運廠商可投入更多低碳技術的研發，也可降低英國交通運輸的碳總排放量。英國政府成功運用「減少、重複利用、回收」的永續觀點打造倫敦奧運主場館，不但成為知名景點，更成為國際上低碳取經對象之一。

## 七、社區及地方政府部(Department for Communities and Local Government)

英國社區和地方政府部（Department for Communities and Local Government, DCLG）是英國在英格蘭成立負責社區和地方政府的政府部門，最早成立於 2001 年，當時其部門首長就是英國副首相。2002 年 5 月從裁撤的交通及地方政府和地區部接收了地方政府和地區的業務後，成為一個獨立的部門。2006 年 5 月布萊爾政府上臺後，重新改組了社區及地方政府部。

社區及地方政府部(DCLG)最主要是將決策權從中央下放到地方議會，他們認為這將有助於社區負責規劃，增強課責意識。DCLG 涉及的層面相當廣泛，包含住宅(Housing)、經濟成長(Economic Growth)、地方政府（Local Government）、規劃和建設（Planning and Building）、公共安全和緊急事件（Public Safety and Emergencies），社區和社會（Community and Society）等方面。

DCLG 所負責的工作層面非常龐大，但雖如此，部門的員工在 2009 年至 2010 年才約略 2,900 人，包含了其他區域政府辦公室人員，英國

政府在財務困難情況下，將進行組織精簡趨勢，預計 2014 至 2015 年 DCLG 預算刪減幅度將高達 33%，此部門將面臨大幅瘦身的情況。

## 八、莎士比亞劇院(Shakespeare's The Globe Theatre)

莎士比亞劇院建於 1576 年，是英國第一個為了戲劇表演所興建的劇院，於 1599 年正式啟用，1613 年 6 月 29 日因一場無名大火燒毀了劇院建築物，當時劇場所演出的戲碼恰巧是亨利八世。1614 年環球劇場重建，第二代劇院又從新開幕。

1642 年劇院因當時執政者下令關閉全國所有劇院，因此莎士比亞劇院也正式關閉，於 1644 年被迫拆除。1997 年一座現代仿造的環球劇場落成，命名為「莎士比亞環球劇場」或「新環球劇場」。

## 九、泰特現代藝術館(Tate Modern)

泰特現代藝術館是英國國家國際現代藝術博物館，並設有泰特不列顛、泰特利物浦、泰特聖艾伍茲及泰特在線，合稱「泰特」。泰特現代藝術館是倫敦最受訪客喜愛的名勝之一。

泰特現代藝術館的建築物前身是座落於泰晤士河的河畔發電站。當初由建築師史考特 (Giles Gilbert Scott) 設計。1981 年發電站停止運作，後來由瑞士建築師雅克赫爾佐格(Jacques Herzog)和皮埃爾德梅隆(Pierre de Meuron)改變了它的用途。此美術館展覽由 1900 年至今的現代藝術作品，現在館藏作品包括二十世紀具領導地位及有名的藝術家像亨利•馬蒂斯、畢加索及 Rothko 等大師的作品。

## 十、大英博物館(British Museum)

位於倫敦市中心的羅素廣場 (Russell Square) 旁的大英博物館，正門是高大的柱廊和裝飾著浮雕的山牆屋頂，典型的希臘古典建築式樣。館內的主要藏品是古代和中世紀文物，尤以古代埃及和古代希臘的藏品聞名。大英博物館又稱不列顛博物館，是世界上規模最大、最

著名的博物館之一，與美國的大都會博物館、法國的盧浮宮並稱世界三大定級博物館。

大英博物館的歷史可追溯到 1753 年，以四合院為設計概念，仿效古希臘建築建造，隨著藏品數量的不斷增長，博物館的規模日益擴大，目前擁有藏品超過 1300 多萬件，來自世界各地，包括版畫、素描、徽章、錢幣、手稿、浮雕、書籍、青銅器等門類，涉及範圍極為廣泛。博物館設立了古代埃及部、古代西亞部、東方部、古代希臘羅馬部、版畫素描部、人種志部、貨幣與紀念章部等十個部門

1980 年代世界許多著名老博物館紛紛進行改建，但大英博物館卻等到 1994 年公開向世界 100 多位建築師徵求方案，最後由英國著名的倫敦建築師諾曼福斯特重新設計的大庭院。2000 年底重新開幕，有如珍珠般明亮的大廳，讓老建築物有了嶄新的生命。

## 十一、貝丁頓零能源發展社區(Bed ZED)

貝丁頓零能源發展社區(Bed ZED)位於倫敦南郊的蘇騰行政區內 (London Borough of Sutton)，佔地約 1.7 公頃，由英國零能耗工廠創辦者、世界著名低碳建築設計師比爾·鄧斯特一手設計，2002 年 9 月完工並吸引了約百戶居民入住，為英國目前最大的低碳永續發展社區之，如今已成為世界低碳建築領域的標桿式先驅。

當初的設計理念是建造一個僅使用可再生能源即可滿足居民生活所需的社區，貫徹永續建築理念，其目的主要是展示一種在城市環境中實現可持續發展的解決方案以及降低對化石能源依賴的良策。

貝丁頓零能源發展社區以污水處理廠做為規劃基地，選擇舊廠區進行土地再利用來創造住宅與綠地，完全不動用珍貴的綠帶與農業用地。污水廠改頭換面變成了英國最大永續社區，讓貝丁頓零能源發展社區獲得 2003 年英國皇家建築師協會 (RIBA) 永續建築設計大獎。

社區中約 2/3 的住宅空間提供給中低收入戶使用，為自治區政府所有，僅供租用，其它 1/3 則開放市場自由買賣。規劃時除了使用機能混和，讓住宅空間、工作室與屋頂花園相互交錯，亦計畫性的將各種社

會階層適度混和，讓社區呈現不同於以往的多元性，為高密度住商混和式社區。

2000 年建造開始，貝丁頓零能源發展社區的造價成本比一般英國房子高出 25%，但以現今角度來看，這些綠建築的造價成本已可與市價相當。近年來因為老年化現象、個人主義盛行、獨居人口增加、離婚率大增，使得新住宅需求率大增，但是毫無限制的開發會增加不必要的生態足跡（Ecological Footprint），對於已飽和的環境更是負面影響。

總體來說，建築師在規劃之初就已設定了幾大設計策略：包括減少熱能散失、增加太陽能的獲取、取消中央暖氣系統、熱水集中供給、電力自給自足提高能源使用效率、讓社區變成再生能源製造者、綠色運輸計畫、食物自給自足、使用當地環保建材與勞力、高品質的健康生活等中心概念。貝丁頓零能源發展社區特色如下：

房子是「被動屋」設計，全都座北朝南，屋頂傾斜部份鋪太陽能板以吸收最多的太陽光，屋頂上色彩繽紛的「風帽」是以風力提供其電力，並且也是熱回收系統，以保持室內溫度冬暖夏涼。屋子裡沒有冷、暖氣裝置，也不靠電力與風扇帶動空調。屋子之所以冬暖夏涼，全靠採用高質量的絕緣材料與這些可愛的風帽。

貝丁頓零能源發展社區為 100% 可再生能源供電社區，屋頂裝設有 777 平方公尺的太陽能光電板，可供給整體用電量約 20%，尖峰用電時，則必須從其他地方補足電力，例如蒐集園藝或樹枝修剪的有機木屑做為燃料，以生產熱能來供給電力與熱水。

社區除太陽能外的電力與熱水皆來自一具 130kW 的整合式熱電機組（CHP：Combined Heat and Power Unit），其發電量足以供給整個社區，機組發電所產生的熱也用以加熱整個社區的熱水需求，利用地底保溫管線輸送至各戶的儲熱槽，此舉不僅創造最高的暖氣和電力供應，每年更可省下 388 噸的二氧化碳，而多餘的電力尚可轉賣給國家電力網絡，以籌措社區發展基金。

建築材料優先選擇來自當地回收的營建廢棄物，首創「廢棄建材再利用」之循環鍊，「貝丁頓」社區總計使用建材高達 2,200 噸，其中 52%的建材來自於回收建料，不僅省錢也降低對環境的衝擊影響。

貝丁頓社區率先創造了「廢棄建材再利用」循環鍊，搜集各處廢棄舊建材，將符合規格之廢棄建材，透過篩選，直接運送至工地中。建築團隊使用了 980 噸的回收水泥，其回收水泥來自路面下地基，經由撞擊成碎石再使用，根據研究，這樣的水泥成份，足以取代全新的水泥材質，且較便宜，並且為了減少運輸所帶來的負面環境效益，社區建材絕大部份來自方圓三十五公里內的地方，並且各種營建產品和材料都是確定經過認證，符合健康、環境永續和公平貿易的建材材料。貝丁頓零能源發展社區的設計可使用 100 年，相當於一般典型的英國房屋的兩倍。

社區建造時，為減少通勤的耗費與污染，鼓勵社區居民在地工作，為了要讓更多的人可以達成在家工作的目標，社區規劃各種辦公空間和住宅高科技網路設施。社區中亦有完整的生活機能，民眾只需徒步或者騎單車便能到達；為了鼓勵單車的騎乘，自行車社區配合零碳社區，給予當地居民許多優惠，並擁有完整的自行車寄存、修膳措施，使民眾皆能在徒步以及單車騎乘的範圍內，買到新鮮的食材、民生必需品，以及健康醫療設施；且每戶設計擁有三輛自行車的停放空間。在合理步行範圍內有兩條公車路線與一條火車路線可連接鄰近城鎮，減少對於汽車的依賴，也減少了污染對於健康的影響與道路意外。

貝丁頓零碳社區，剛好蓋在兩條大眾運輸延線上，為了提供更好的公車、輕軌轉運服務，社區內也建立了即時服務，提供民眾在家查詢班次，不必浪費等候時間的服務。

和鄰近的社區比較，貝丁頓零碳社區減少近 1/3 的道路面積，並且成立了一個名為” ZedCars”的俱樂部，也就是社區中雖然有便捷的自行車道、大眾運輸系統，但到達某些地方，甚至載重物時，仍得倚靠自家車的便利性；因此他們社區和 RioRegional 以及 SartMoves 合作，招收居民為會員，以租車、計時和計里程數為計價標準，出租給貝丁頓零碳社區的居民，使用還得先預約；因為需要事先租用的限制，讓很

多不必要的交通被避免掉；而電動車的電力則來自每戶住宅屋頂的太陽能光電板 (Photovoltaics)，這些由英國政府與歐盟基金所資助的 PVs 板，每年可產生 97,000 kWh 的再生能源，足以提供社區 40 部電動車一整年的需求量 (83,229 kWh/year)。

比較其他社區，貝丁頓社區每人平均使用自用車的英哩數為 70 英哩/一個月，而他社區為 500 英哩/一個月，足足少了 430 英哩。社區並規定汽車僅能短暫於家門口停留，也有嚴格的社區速限，停車場空間皆設於基地周邊，以降低空氣污染與道路危險性。BedZED 的綠色交通計畫，已成功的減少約 50% 的石化能源使用，也因為步行與腳踏車的鼓勵，達到了健康生活觀的目的。

因為 BedZED 在屋頂種植大量植被與大量的透水鋪面，讓雨水得以均勻、緩慢的滲透至每戶的地下水槽。每次降雨結束，雨水經過自動淨化過濾器的過濾，注入生態村的大儲水池，居民就可以用這種簡單過濾的雨水，直接清洗衛浴、灌溉樹木以及公園水景，也使因大量雨水沖入下水道系統所造成的水患不再發生，讓每戶每年省下約 55,000 公升的珍貴飲用水。而社區的廢水亦經過社區的生態濕地和溫室等的淨化作用，才排入鄰近的河川之中。

每年所要節省的 33% 用水量目標，就由雨水回收系統 (18%) 與浴廁省水設施 (15%) 來達成；例如採用節能標準達歐盟 AA 等級的洗衣機，3L+5L 省水馬桶，鼓勵淋浴等。家庭污水亦採生化處理方式直接在社區內淨化，在達到浴廁沖洗及園藝灌溉的淨化水質標準後，導入每戶的地下水槽與雨水一起儲存。

Thames Water 和 Peabody 歷經 3 年研究推出了英國第一個脫離生物反應器，或叫 MBR，用於貝丁頓生態村的廢污水處理，讓淨化過的水源可再供作沖廁及灌溉作用。薄膜生物反應器(membrane bioreactor, MBR)為一種將薄膜使用廢水處理方式與傳統生物處理方式結合而成具前瞻性的處理技術，可提高過濾及分離的效率，與傳統活性污泥程序相比，MBR 技術的處理水質較佳、佔地小、污泥量少，又具備消毒及除臭能力等優勢，同時也能承受高污染物負荷與尖峰負荷的變動。

在貝丁頓零能源發展社區裡，有高達 86%的居民食用有機食品，還能在自家的屋頂花園中種菜；社區也設計了方便居民購買附近地區有機農的有機產品的軟硬體設施，因為環保健康材與木地板的使用，減少英國傳統住宅地毯的塵蟎滋生與有毒揮發性氣體，除了方便清理，也減少過敏與氣喘的可能性。社區大力推行的綠盒子計畫（Green Box Scheme），讓居民得以透過網路與社區合作的超市及農家聯繫，採網路訂購、集體配送的方式，讓大家得以用合理的價格享受到當地所生產的有機食材，並減少因為開車購物所造成的浪費與污染。另一方面，城市農園與屋頂花園的鼓勵耕作，讓部分食物得以自給自足，減少食物開銷，農園空間與屋頂花園亦同時提供了民眾一個愉悅的交誼空間。

除了之前所提及的大面積屋頂植被（Sedum Roof）外，住宅皆擁有前院空間，工作室單元亦堅持設置屋頂花園，也是 Bed ZED 的特色之一，除了讓屋頂設計有保溫、隔熱與雨水回收的功能外，也兼具了社交、休閒與食物生產的用途。社區亦設有專人與生態手冊，指導種植當地原生植物的相關知識，還提供免費的種子以鼓勵耕作。

因為當地住戶的積極配合，讓貝丁頓零能源發展社區的能源使用效率超過了原本的設定標準：以英鎊來計算，每戶每年可節省約 240 鎊（約 NT 13,000）的能源花費。若以整體碳平衡來計算，一年的碳排放量趨近於零或等於零；因為生活中製造的二氧化碳，已藉由其它方式如太陽能板、CHP 機組、生活模式及完善的交通策略回饋平衡，依據歷年的平均統計，在維持一樣的生活品質之下，Bed ZED 的二氧化碳排放量僅為一般社區的 4%，也就是整整少了 96%，對於環境有相當的貢獻。

## 十二、科芬園(Covent Garden)

特拉法加廣場東北是一片迷宮般的窄巷，此即著名的科芬園，早在羅馬統治大不列顛時代，柯芬園就已經以殖民地交易站的形式存在，曾為威斯敏斯本篤會女修道院花園，為西敏寺所持有的土地，後在 16 世紀因宗教改革而被沒收，這裡曾經是聲名狼籍的紅燈區和犯罪淵藪，

如今已成為倫敦的娛樂中心，科芬園中央有一個圓石廣場和一個壯觀的玻璃鋼骨的市場天棚，建於 1830 年，用來容納花卉和蔬果攤販。

科芬園是倫敦第一個露天廣場，許多風味餐廳、個性商店、街頭藝人和露天咖啡座都讓科芬園充滿活力與魅力，不論露天市集或是街頭小店，英國品牌或國際服飾，在科芬園漫步於周圍維多利亞式建築間，文藝情懷油然而生。

現為倫敦音樂戲劇表演的核心地區，柯芬園結合創意產業的市集與即興的表演藝術，及多樣性的產品，吸引大量的觀光人潮。

## 伍、心得與建議

現代的市政、空污或永續都是市政永續發展中重要的一環，需要自然與人文科學的平衡發展。這一次參訪主要以藝術、文化、教育、歷史、社會，配合了能源發展、捷運系統、民間參與政府的合作，讓大家更瞭解先進國家如何綜合性、系統性的運用科技整合。

人民與 NGO 如何參與政府的永續發展計畫，這一次參訪見證了英國如何由人民自主性、民主化的由下而上配合政府長期、長程且有見地、有願景的規劃，建立英國先進而成功的永續發展歷史與過程。例如：奧運場館的再生建立、永續使用，並將低污染的交通納入社區發展。

希斯洛機場中的個人捷運系統是英國最知名的特色，屬於輕運量軌道運輸系統，適用於特定小區域，近年來此系統技術發展已成熟，建設及營運成本皆低於輕軌系統，此系統大多數技術臺灣目前可加以本土化，造價及營運成本相較大眾捷運系統(MRT)等低廉且施工期亦短，如能將此系統成功經驗複製到本市大宅門特區，將更能落實低碳發展「B2MW」(第一個 B 腳踏車，第二個 B 巴士，M 為大眾運輸系統，W 為走路)四大方向，臺中正積極推動大眾運輸系統，如何在建構便捷交通網與零污染排放之間達成平衡，是臺中極需思考的議題，目前臺中市目前應有其條件可實施此系統，惟營運初期之收入平衡及與其他場地設施與交通運具間配套，應有良好的規劃。

PRT 在希斯洛機場運輸機能強大頗受歡迎，但能否移植運用於臺中市仍需審慎評估：

- (1)確認計畫目的-在希斯洛機場，PRT 系統任務單一，舊式快捷運送旅客(含行李)往返機場與停車場之間，費用由停車費涵蓋。因此客人可將 PRT 當成出國赴機場交通之一部分，很容易接受，加上 PRT 輕巧靈活，便捷又靈活，使用人數穩定可靠，容易成功。若要引進臺中首先要考慮計畫目的為何?是運輸或是觀光?單純較易成功。
- (2)妥為效益評估-若要引進，就此計畫目的其優缺點如何?有無替代方案，有無其他系統造成競逐影響或干擾?真正運量為何?
- (3)慎選完整配套-是否依據計畫目的而估計其載運量與需求量，確定其相關站點布置，時數限制，使用充電電池或抽換電池甚或以電纜取代電池，車輛備用數，操控中心，人力配置等均須事先完整配套，包括停車轉運規劃、收費系統等。
- (4)環境影響-轉運系統、車行路線、電池充電或替換系統引進人潮之食住行與景觀影響等。
- (5)移植精髓(在地化)-要考慮國人生活思考方式，國外系統須配合調整。

臺中市是低碳示範城市，自縣市合併以來積極推動各項低碳發展，至今成效顯著。臺中已有快捷巴士（BRT）系統，未來捷運（MRT）更即將完工，PRT 可綜合串聯達一平衡。

參訪英國著名蠟像館，從單純靜態的蠟像製作、展示，進一步結合迪士尼樂園式的的英國精神計程車之旅、鬼屋及先進的 4D 影片展示，成功吸引世界各地觀光客，若引進臺中結合臺中地方特色及本地文化，精髓才有價值。

倫敦奧運稟持「減少、重複利用、回收」永續的觀點，利用東倫敦垃圾場和廢棄工地，採用再生材質打造出倫敦奧運主場館，努力展現「綠色奧運」的概念；整座奧運公園內有多座主要場館，建築物之

間環繞著河道與綠地，並種植了多達 4,000 株土生土長於英國的樹木，以及 30 萬棵濕地植物具體營造低碳的自然環境。

奧運主場館使用的鋼量是史上最少的，它還使用工業廢棄物做成的低碳混凝土等環保材質，同時讓整個東倫敦進行都市更新，將 200 噸的土壤淨化與整治。此外，倫敦奧運成功整合了文化、媒體、觀光及體育，並運用交通串連整體，因此在奧運結束後，仍舊吸引大量觀光客蜂擁而至。

參觀奧運場館也很敬佩英國政府的永續之概念與實際之行動，完全符合 Reuse、Recycle、Regeneration 之實行，甚至他們在定下目標(30 年、40 年...)後，不斷再修正現有之情況，比較北京及倫敦兩次奧運場地及設施投入及後續營運，可明顯看出“建設文化”之不同!臺灣已漸次步向已開發國家，應有建設文化及永續經營之共生的市政理念!如何在建設規劃同時開啟另一個新世代生活及文化，是除財政規劃外另一更重要議題，如何讓教育、文化、傳播業機制植入規劃及營運應是加以重視及實踐。這真的值得我們學習，臺灣有太多蚊子館，太缺乏後續之文化傳承。

臺中市已規劃多處生態園區或生態廊道，可仿效倫敦奧運建立都市生態基盤相關標準，例如現有大宅門特區計畫已納入的 BAF 生物棲地指數，結合都市設計審議、土地使用分區管制規則、容積提高、稅務減免之強制性或獎勵性政策手段，逐步增加臺中市城市生態基盤面積，並開始著手公有土地污染場址的整治，避免選擇具有優良生態環境的土地作為大型公共開發案之場址。

在綠建築方面，臺中市除採用現行之臺灣綠建築標章外，可參考倫敦奧運場館之節能設計，以簡化建照流程、補貼設計酬金等鼓勵性誘因推動建築能源之性能式設計，以科學方法評估及計算建築耗能狀況，做為營建部門減碳的量測工具，並藉由納入建管程序建立資料庫，可做為將來臺中市推動建築能源護照的數據基礎。

在營建工程管理方面，臺中市政府可由公共工程開始參考倫敦奧運作法，在訂定嚴謹的性能規範下，選用一定比例的回收或可再利用的建材，並於工程規範納入建材運輸相關的減碳措施，例如減少運輸

哩程數、使用當地的材料、營建廢棄物減量等，落實營建活動的減碳目標。

在社會參與方面，臺中市在未來邁向國際城市的過程中可預期將持續舉辦國際性活動，可參酌倫敦奧運發展出之各項永續機制，整合志工及專業人士，在活動流程中納入低碳生活措施，如低碳產品的認證並優先採購機制、低碳生活方式的宣導、無障礙空間的盤點、綠色交通運輸的推廣、低碳相關公開資訊的網站建置等，藉由一次次的活動讓市民接觸及接納低碳的生活方式，達到溫室氣體減量效益。

莎翁劇場提供之英國文學與藝術因與歷史結合，對人性鋪陳引人共鳴，臺中市若要興建劇場，亦應建立在提升生命價值之普世需求上，進行本土化與完整配套之努力。

將廢棄的場址或有污染的地區改建成文化、藝術或低碳排放社區，利用永續經營的角度，維持長期的經營模式。倫敦大都會人口約有七百多萬人，都會區內火力發電廠的遷移後再次改建，以最少成本、精心改建為現代化的泰特美術館，河岸邊碼頭倉庫改建為現代化旅館，其改建過程值得學習，不但歷史、文化完整保存，配合新的發展而改變如何使市區內的重度污染源移至對環境衝擊較小的地區，且還留下污染場所再整治改建繼續使用，行政管理策略皆值得學習參考。

英國不管政府單位或民間顧問公司，針對節能減碳方向皆能共同攜手努力，值得加以學習。此次聽取幾場的簡報，英國想在 2050 年的溫室氣體排放量要以 1990 年的 80%，環境污染的醒絕，顯得是另一好的轉機。

英國首座的永續社區—Bed ZED 社區非常推崇，並不是它房價之高漲於隔鄰之社區，而是它在環保前衛思想，但更簡樸生活，臺灣的建築離這個理念漸行漸遠，綠建築豪宅用更高之成本來做所謂的節能減碳，是否有時過度浪費地球資源呢？這個零耗能社區真的讓人更省思，追求永續生活的真諦。

貝丁頓社區參訪，雖只 72 戶，但概念要達零碳排象徵意義較大，一方面稱使用再生建材，一方面建造成本又偏高，實際進入室內其通

風與舒適度並不如預期，事實上只是一個低碳樣本概念屋，觀念先進但距目標仍有大段距離，相信臺中市甚至臺灣以後可作得更好

臺中的陽光充足，公務部門雖已導入太陽能發電，但“民間電廠”的概念可在臺中許多的社區形成，且市府團隊介入教育民眾甚至補助社區達成碳中和。

綠建築不只是口號，甚至也不是得到綠建築即是低碳，如何在鼓勵建商申請綠建築且不將成本轉嫁於消費者身上，可利用和建築中心的合作下建立臺中市的示範區，更進一步提升市民的意識。

環保意識覺醒，環境教育為非常重要的一環，要善用臺灣的環教場所，有時帶下一代去看看污染的天空和污染的煙囪也是另類的環境教育。本次考察在計畫規劃時即已作前瞻性的永續規劃，此精隨與遠見值得採用，英國不愧為先進大國，能徹底將英美世界的科技落實，而臺中市將如何落實「永續、節能減碳」將是一大挑戰。

## 陸、參訪照片



拜會 PRT 系統製造公司 Ultra Grobal 人員



拜會 PRT 系統製造公司 Ultra Grobal 人員



Ultra Grobal 人員介紹 PRT 系統



車體內螢幕介紹 PRT 系統



希斯洛機場 PRT 車站



PRT 系統實際執行運轉情形



車站站內介紹 PRT 系統螢幕



PRT 車體內實況



PRT 系統維修廠



UG 公司介紹 PRT 系統車輛內部裝置



PRT 系統監控中心



PRT 系統使用之電池



試乘希斯洛機場 PRT 系統



試乘希斯洛機場 PRT 系統



參訪希斯洛機場 PRT 系統合照



參訪希斯洛機場 PRT 系統合照



倫敦奧運主場館地標



倫敦奧運主場館



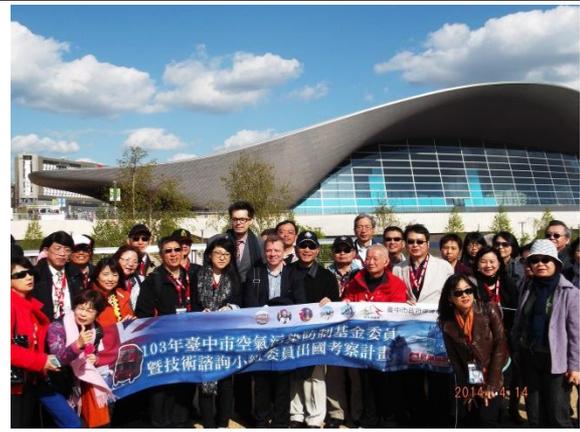
參訪倫敦奧運主場館



參訪倫敦奧運主場館



參訪倫敦奧運主場館與拜會單位合照



參訪倫敦奧運主場館與拜會單位合照



聆聽泰特藝術館簡報



國內及國際夥伴處簡報介紹泰特藝術館



蔡副市長贈送紀念品予拜會單位



參訪泰特藝術館



拜會英國社區及地方政府部



拜會英國社區及地方政府部



與英國社區及地方政府部交流



與英國社區及地方政府部交流



貝丁頓能源社區屋頂



貝丁頓能源社區現況



參訪貝丁頓能源社區



參訪貝丁頓能源社區



參訪貝丁頓能源社區



參訪貝丁頓能源社區



參觀牛津大學



參觀牛津大學



臺灣留學生介紹牛津大學歷史背景



參觀牛津大學環境資源中心



參觀莎士比亞妻子故居安妮之家



參觀莎士比亞妻子故居安妮之家



參觀大英博物館



參觀大英博物館



參觀杜莎夫人蠟像館



參觀杜莎夫人蠟像館



英國自行車租賃系統



英國民眾實地使用自行車現況



英國自行車租賃系統



市政參觀



參觀莎士比亞劇場



參觀莎士比亞劇場



參觀劍橋大學



參觀劍橋大學



市政參觀



市政參觀



市政參觀



市政參觀