

# 國內外綠建築推廣策略比較研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



106301070000G0060  
PG10604-0027

# 國內外綠建築推廣策略比較研究

計畫主持人：呂文弘

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 106 年 12 月



MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

**A Comparative Study on the Promotion Strategies of Green Buildings in Taiwan  
and other Countries**

BY

**Wen-Hung Lu**

**Dec. 2017**



## 目次

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 表目錄.....                | III |
| 圖目錄.....                | IV  |
| 摘要.....                 | IV  |
| 第一章 緒論.....             | 1   |
| 第一節 研究緣起與背景.....        | 1   |
| 第二節 研究目的與範圍.....        | 3   |
| 第三節 研究方法.....           | 3   |
| 第二章 綠建築發展與推廣措施現況.....   | 5   |
| 第一節 全球氣候變遷與我國調適政策.....  | 5   |
| 第二節 臺灣綠建築科技研發.....      | 8   |
| 第三節 臺灣綠建築標章制度.....      | 10  |
| 第四節 臺灣綠建築案例.....        | 16  |
| 第五節 小結.....             | 23  |
| 第三章 國際綠建築發展與推廣現況.....   | 25  |
| 第一節 歐美及大陸地區綠建築發展現況..... | 25  |
| 第二節 歐美與大陸低碳綠社區發展現況..... | 29  |
| 第三節 國際近零能源建築發展.....     | 31  |
| 第四節 綠建築相關國際研討交流活動.....  | 37  |
| 第五節 小結.....             | 47  |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第四章 國內外綠建築推廣策略 .....    | 49  |
| 第一節 歐美綠建築宣導推廣案例 .....   | 49  |
| 第二節 大陸地區綠建築宣導推廣案例 ..... | 68  |
| 第三節 臺灣綠建築宣導推廣措施 .....   | 87  |
| 第四節 臺灣綠建築宣導推廣問卷調查 ..... | 111 |
| 第五節 小結 .....            | 117 |
| 第五章 結論與建議 .....         | 121 |
| 第一節 結論 .....            | 121 |
| 第二節 建議 .....            | 123 |
| 附錄一 審查會議紀錄與回應 .....     | 125 |
| 附錄二 問卷調查重點項目 .....      | 127 |
| 參考書目 .....              | 131 |

## 表目錄

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 表 2-1 EEWB 家族的內容差異 .....             | 13  |
| 表 3-1 大陸綠色建築評價標準與技術細則一覽表 .....       | 26  |
| 表 3-2 兩岸綠色建築評價標準對比分析說明一覽表 .....      | 27  |
| 表 3-3 零耗能建築的各種用語與定義 .....            | 33  |
| 表 3-4 國際零能建築的技術與趨勢介紹 .....           | 36  |
| 表 3-5 WSBE 17 會議主題一覽表 .....          | 42  |
| 表 3-6 CLIMA 2013 研討會主要議題.....        | 44  |
| 表 4-1 綠建築數位教材課程大綱與內容概要一覽表 .....      | 96  |
| 表 4-2 綠建築擴大宣導推廣建議策略措施問卷調查結果一覽表 ..... | 117 |
| 表 4-3 國際綠建築系統與推廣策略一覽表 .....          | 119 |
| 表 4-4 未來綠建築宣導推廣策略規劃評估建議項目 .....      | 119 |

## 圖目錄

|  |    |
|--|----|
| 圖 1-1 國際綠建築標章發展現況 .....                          | 2  |
| 圖 1-2 我國氣候變遷的週期變化-水資源 .....                      | 3  |
| 圖 2-1 臺灣綠建築科技研發沿革 .....                          | 9  |
| 圖 2-2 臺灣綠建築科技研發歷程與主軸方向 .....                     | 9  |
| 圖 2-3 創新低碳綠建築環境科技計畫發展主軸 .....                    | 10 |
| 圖 2-4 EEWB 家族評估體系適用範圍 .....                      | 11 |
| 圖 2-5 臺灣綠建築標章評估系統發展沿革 .....                      | 12 |
| 圖 2-6 綠建築標章核發數與民間綠建築數量統計圖 .....                  | 16 |
| 圖 2-7 綠建築標章案與全國建築總樓地板面積占比分析 .....                | 16 |
| 圖 2-8 臺北市立圖書館北投分館 .....                          | 17 |
| 圖 2-9 臺北市立圖書館北投分館東南向立面 .....                     | 17 |
| 圖 2-10 台達電子工業股份有限公司南科廠 .....                     | 18 |
| 圖 2-11 台達電子工業股份有限公司桃園研發中心 .....                  | 19 |
| 圖 2-12 成功大學孫運璿綠建築科技大樓 .....                      | 21 |
| 圖 2-13 交通部公路總局辦公大樓 .....                         | 22 |
| 圖 2-14 光世代建設-「光點」集合住宅 .....                      | 23 |
| 圖 2-15 智慧建築與綠建築之相關指標內容圖 .....                    | 24 |
| 圖 2-16 綠建築政策措施推動歷程 .....                         | 24 |
| 圖 3-1 零耗能建築概念 .....                              | 33 |
| 圖 3-2 歐盟近零耗能建築的推動期程 .....                        | 35 |
| 圖 3-3 World Building Congress 2016 議題構成關係圖 ..... | 40 |
| 圖 3-4 智慧城市架構圖 .....                              | 39 |
| 圖 3-5 2017 年永續智慧城市與綠建築發展相關國際會議分布圖 .....          | 46 |
| 圖 3-6 聯合國永續發展項目 .....                            | 47 |
| 圖 4-1 芝加哥綠色科技中心 LEED 白金級認證 .....                 | 49 |
| 圖 4-2 芝加哥綠色科技中心入口 .....                          | 50 |
| 圖 4-3 芝加哥綠色科技中心正面外觀 .....                        | 50 |

|  |    |
|--|----|
| 圖 4-4 芝加哥綠色科技中心敷地透水鋪面與綠化設計 .....                   | 51 |
| 圖 4-5 芝加哥綠色科技中心雨水收集貯留槽 .....                       | 51 |
| 圖 4-6 綠色科技中心志工展示透水建材模型 .....                       | 52 |
| 圖 4-7 綠色科技中心志工介紹省水器具 .....                         | 52 |
| 圖 4-8 與伊利諾大學共同建立的太陽光電發電與木構造實驗屋 .....               | 53 |
| 圖 4-9 千禧公園 Cloud Gate 與高層建築 .....                  | 54 |
| 圖 4-10 千禧公園 Cloud Gate 與與互動民眾 .....                | 54 |
| 圖 4-11 千禧公園 Cloud Gate .....                       | 54 |
| 圖 4-12 千禧公園 Jay Pritzker Pavilion 音樂廣場 .....       | 54 |
| 圖 4-13 Diamond Valley Lake Visitor Center 入口 ..... | 55 |
| 圖 4-14 Diamond Valley Lake 湖區設施展示看板 .....          | 55 |
| 圖 4-15 Westerncenter museum 建築外觀 .....             | 56 |
| 圖 4-16 節約水資源宣導展示台 .....                            | 56 |
| 圖 4-17 太陽光電與自然能源展示模型 .....                         | 57 |
| 圖 4-18 Diamond Valley Lake 水力發電設施解說海報 .....        | 57 |
| 圖 4-19 水力發電設施機組運轉模型 .....                          | 57 |
| 圖 4-20 芬蘭坦佩雷 Härmälänranta 永續住宅開發區原址工廠設施 .....     | 58 |
| 圖 4-21 芬蘭坦佩雷 Härmälänranta 永續住宅先期開發區完成現況 .....     | 58 |
| 圖 4-22 SKANSKA 公司 Härmälänranta 永續住宅個案工程告示 .....   | 59 |
| 圖 4-23 Härmälänranta 永續住宅個案高反射外牆及導入南向日照 .....      | 60 |
| 圖 4-24 Härmälänranta 住宅雨水排水管及玄關過篩導水格柵 .....        | 61 |
| 圖 4-25 坦佩雷市區至 Härmälänranta 住宅開發區智慧公車系統 .....      | 62 |
| 圖 4-26 Härmälänranta 住宅社區、新建區與區域供暖設施 .....         | 62 |
| 圖 4-27 Härmälänranta 永續住宅開發區雨水排水、滲透及貯留設施 .....     | 63 |
| 圖 4-28 Härmälänranta 永續住宅採預鑄式開放建築工法施作 .....        | 63 |
| 圖 4-29 Härmälänranta 永續住宅施工完成現況 .....              | 63 |
| 圖 4-30 City Green Court 地面層平面圖 .....               | 65 |
| 圖 4-31 City Green Court 標準層平面圖 .....               | 65 |
| 圖 4-32 City Green Court 南向與東向立面 .....              | 66 |

|   |    |
|---|----|
| 圖 4-33 City Green Court 外觀各向立面.....               | 66 |
| 圖 4-34 中庭採光與綠化.....                               | 66 |
| 圖 4-35 地板出風式空調送風設計 .....                          | 66 |
| 圖 4-36 西向立面遮陽板與敷地透水設計及雨水截水溝 .....                 | 67 |
| 圖 4-37 City Green Court 通過美國 LEED 認證項目之簡介說明 ..... | 67 |
| 圖 4-38 清華大學建築學院節能研究中心位置圖 .....                    | 69 |
| 圖 4-39 節能研究中心剖面圖.....                             | 69 |
| 圖 4-40 清華大學節能研究中心 .....                           | 70 |
| 圖 4-41 地下室晝光導光光束照明裝置 .....                        | 70 |
| 圖 4-42 節能研究中心垂直壁面輻射空調 .....                       | 70 |
| 圖 4-43 節能研究中心天花板面輻射空調 .....                       | 70 |
| 圖 4-44 節能研究中心天花板面輻射空調控制器 .....                    | 70 |
| 圖 4-45 節能研究中心單元空調出風口概念設計 .....                    | 70 |
| 圖 4-46 節能研究中心浮力通風換氣井上部 .....                      | 71 |
| 圖 4-47 節能研究中心浮力通風換氣井進氣口 .....                     | 71 |
| 圖 4-48 節能研究中心浮力通風換氣井頂部 .....                      | 71 |
| 圖 4-49 節能研究中心屋頂綠化實驗區 .....                        | 71 |
| 圖 4-50 栗德祥教授導覽節能設計相關研究成果 .....                    | 71 |
| 圖 4-51 節能研究中心能源管理監控螢幕 .....                       | 71 |
| 圖 4-52 節能研究中心展示區.....                             | 72 |
| 圖 4-53 節能研究中心天窗遮蔽研究區 .....                        | 72 |
| 圖 4-54 節能研究中心外觀.....                              | 72 |
| 圖 4-55 節能研究中心東側實驗立面 .....                         | 72 |
| 圖 4-56 節能研究中心屋頂綠化實驗區植栽種類與構造設計 .....               | 73 |
| 圖 4-57 清華大學節能研究中心研發課題架構簡介看板 .....                 | 74 |
| 圖 4-58 清華大學節能研究中心綠建築設計簡介看板 .....                  | 75 |
| 圖 4-59 清華大學節能研究中心能源與管理系統簡介看板 .....                | 76 |
| 圖 4-60 清華大學節能研究中心奧運場館節能設計評估成果看板 .....             | 77 |
| 圖 4-61 中德生態園智慧城市體系發展架構與智慧城市工程架構 .....             | 80 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 圖 4-62 中德生態園規劃理念.....                | 80  |
| 圖 4-63 中德生態園導入資通訊技術營運管理說明 .....      | 80  |
| 圖 4-64 中德生態園體驗運營中心規劃發展歷程展示說明 .....   | 80  |
| 圖 4-65 中德生態園體驗運營中心總體規劃模型展示現況 .....   | 80  |
| 圖 4-66 中德生態園綠化工區質量標準化展示牌 .....       | 81  |
| 圖 4-67 山東魯信長春花園智慧社區全區鳥瞰與配置圖 .....    | 82  |
| 圖 4-68 北側高層住宅棟區.....                 | 82  |
| 圖 4-69 中區低層住宅棟區.....                 | 82  |
| 圖 4-70 中央綠地與生態水池.....                | 83  |
| 圖 4-71 魯信長春花園智慧社區防災避難動線圖 .....       | 83  |
| 圖 4-72 第 7 屆優良綠建築評選現勘 .....          | 87  |
| 圖 4-73 綠建築示範基地-成功大學孫運璿綠建築科技大樓 .....  | 89  |
| 圖 4-74 台達電子內湖企業總部綠建築示範基地現場導覽情形 ..... | 89  |
| 圖 4-75 台積電十二廠四期綠建築示範基地現場導覽情形 .....   | 90  |
| 圖 4-76 高雄國家體育場綠建築示範基地現場導覽情形 .....    | 90  |
| 圖 4-77 綠建築示範基地解說折頁（高雄國家體育場） .....    | 91  |
| 圖 4-78 智慧綠建築資訊網首頁頁面 .....            | 92  |
| 圖 4-79 綠建築扎根教育計畫流程 .....             | 93  |
| 圖 4-80 教材 1：地球的危機-綠建築發展與回顧.....      | 94  |
| 圖 4-81 教材 2：兼具生態與廢棄物考量之綠建築 .....     | 95  |
| 圖 4-82 教材 3：兼具節能與健康考量之綠建築 .....      | 95  |
| 圖 4-83 綠建築數位教學資源網連結 .....            | 97  |
| 圖 4-84 綠建築數位教學資源網畫面 .....            | 97  |
| 圖 4-85 低碳觀光綠建築旅遊行程 .....             | 98  |
| 圖 4-86 低碳生態旅遊網站配合露出低碳觀光綠建築旅遊行程資訊 ... | 99  |
| 圖 4-87 低碳觀光綠建築知性之旅手冊內頁設計(1).....     | 100 |
| 圖 4-88 低碳觀光綠建築知性之旅手冊內頁設計(2).....     | 100 |
| 圖 4-89 2017 低碳觀光綠建築知性之旅手冊封面 .....    | 101 |
| 圖 4-90 2017 低碳觀光綠建築知性之旅手冊內頁設計 .....  | 101 |

|         |                                     |     |
|---------|-------------------------------------|-----|
| 圖 4-91  | 北市中正國中桃園樂活休閒一日遊參訪郭元益綠標生活館 ...       | 102 |
| 圖 4-92  | 一般民眾個別報名之蘭陽傳統工藝一日遊 .....            | 102 |
| 圖 4-93  | 基隆市建築師公會團體參與之桃園樂活休閒一日遊 .....        | 103 |
| 圖 4-94  | 一般民眾個別報名之北投文化探索一日遊 .....            | 103 |
| 圖 4-95  | 綠建築扎根教育 - 數位教學資源網 .....             | 104 |
| 圖 4-96  | 綠建築數位教學資源網 - 教學資源專區 .....           | 105 |
| 圖 4-97  | 低碳觀光綠建築知性之旅活動訊息與報名網站 .....          | 105 |
| 圖 4-98  | 優良綠建築典範案例座標位置圖 (連結 GOOGLE MAP) .... | 106 |
| 圖 4-99  | YouTube 影音平台宣導綠建築示範基地宣導短片 .....     | 106 |
| 圖 4-100 | 綠建築互動影音專區 .....                     | 106 |
| 圖 4-101 | 綠建築示範基地解說折頁 (標註 QR Code) .....      | 107 |
| 圖 4-102 | 綠建築數位教材與教學資源網解說培訓課程講義 .....         | 108 |
| 圖 4-103 | 對我國綠建築標章名稱瞭解的問卷調查結果 .....           | 113 |
| 圖 4-104 | 對我國綠建築標章指標項目的問卷調查結果 .....           | 113 |
| 圖 4-105 | 對我國綠建築標章必要指標項目的問卷調查結果 (1) .....     | 113 |
| 圖 4-106 | 對我國綠建築標章必要指標項目的問卷調查結果 (2) .....     | 114 |
| 圖 4-107 | 對我國綠建築案例的問卷調查結果 .....               | 114 |
| 圖 4-108 | 對我國推動綠建築的中央部會問卷調查結果 .....           | 114 |
| 圖 4-109 | 對我國推動綠建築宣導推廣措施的問卷調查結果 .....         | 115 |
| 圖 4-110 | 綠建築宣導培訓課程建議推廣對象問卷調查結果 .....         | 115 |
| 圖 4-111 | 綠建築典範案例參訪與導覽建議採行方式問卷調查結果 ....       | 115 |
| 圖 4-112 | 結合觀光行程的綠建築深度旅遊建議採行方式問卷調查結果          | 116 |
| 圖 4-113 | 綠建築教育宣導結合課程項目問卷調查結果 .....           | 116 |
| 圖 4-114 | 綠建築網路導覽的課程資訊重點.....                 | 116 |
| 圖 4-115 | 綠建築宣導推廣的策略架構.....                   | 118 |
| 圖 4-116 | 香港零碳天地-綠建築宣導推廣展示案例 .....            | 119 |
| 圖 4-117 | 內政部建築研究所易構屋.....                    | 120 |
| 圖 5-1   | 未來綠建築推廣宣導策略方針 .....                 | 124 |

## 摘要

關鍵詞：綠建築、推廣策略、政策行銷

### 一、研究緣起

我國綠建築政策之發展，自 88 年起迄今已歷經 18 個年頭，循序從基礎技術研究擴展至建立綠建築與綠建材標章制度，同時積極應用推廣；另於 97 年及 99 年分別報奉行政院核定「生態城市綠建築推動方案」及「智慧綠建築推動方案」，開創國際間以政府政策導向全面推動綠建築的先例。綠建築政策實施以來，已累積公有新建建築物實施綠建築設計豐富的示範經驗，進而引導民間綠建築觀摩跟進，可見綠建築在台灣發展蓬勃可期。

綠建築教育宣導全面普及作業執行的目的，在於建立全民對綠建築、節能減碳以及環境永續的完整正確認知，除針對不同階層與專業背景的對象規劃適才適所的參與作法，使得社會各界深入瞭解並實踐綠建築低碳生活外，亦可將教育宣導執行主體由主辦機關擴及到其他綠建築管理機關、公私機構與企業、觀光旅遊產業、各級學校與教育機構等，開創綠色企業善盡社會責任的機會，創造低碳觀光旅遊相關產業發展，並能使綠建築教育向下扎根茁壯。本研究係針對國內外綠建築政策發展與宣導推廣作為進行資料蒐集與比較分析，進而探討未來可再轉型精進的推動策略。

### 二、研究方法及過程

本研究彙整國內外永續綠建築發展的現況與推廣策略，蒐集相關

宣導案例，並比較國際近零耗能或淨零能源建築等科技研發與執行措施，依據本研究比對相關文獻及調查顯示，國際間除持續關注與探討相關研究課題外，並針對關係全球化與區域整的環境永續發展課題，透過國際合作及研討交流的機會，進行宣導推廣與經驗分享；我國則從綠建築基礎技術研究擴展至建立綠建築標章與認證政策制度，另為使綠建築理念與政策措施擴大推廣，推動之重要措施包括「典範案例網絡的建立」、「扎根教育資源的建構與分享」及「結合生活的觀光整合宣導服務」，同時藉由低碳觀光綠建築旅遊服務計畫之推動，提升綠建築教育宣導的動能，一方面可提供終身學習的實體場域與資源，突破全民探索體驗與實踐永續生活的瓶頸；另一方面，亦透過國民教育使綠建築理念從小扎根，進而影響生活與環境；此外，透過跨域整合與異業結盟之合作夥伴關係，導入使用者付費機制，創造低碳綠建築觀光旅遊產業之契機。

本研究另並透過相關研討會或培訓課程進行國內外綠建築推廣策略比較研究問卷調查（超過 500 名參與講習者中，累計回收 178 份問卷，有效問卷計 161 份）以瞭解參訓學員對於綠建築觀念、內涵及目前技術發展與政策措施的瞭解現況，廣續將蒐集比較國外綠建築、永續建築與社區或城市等之發展現況與推動策略，歸納彙整國內因應科技發展與政策宣導的綠建築推廣策略規劃方向，研議未來綠建築宣導推廣的可行策略。

### 三、研究發現

（一）國際間除持續關注與探討相關永續綠建築研究課題外，並針對關

係全球化與區域整的環境永續發展課題，透過國際合作及研討交流的機會，以主題演講、區域性會議、單一國家主題或青年研究競賽等議程，營造出全球熱絡的建築環境永續發展交流氛圍，強化宣導推廣與經驗分享效果。

- (二) 我國綠建築宣導包括「綠建築政策方案與推動措施」、「綠建築講習培訓」、「典範案例網絡的建立」、「扎根教育資源的建構與分享」及「結合生活的觀光整合宣導服務」等，藉由低碳觀光綠建築旅遊服務計畫之推動，提升綠建築教育宣導的動能，一方面可提供終身學習的實體場域與資源，以突破全民探索體驗與實踐永續生活的瓶頸；另一方面，亦透過國民教育使綠建築理念從小扎根，進而影響生活與環境；此外，透過跨域整合與異業結盟之合作夥伴關係，導入使用者付費機制，創造低碳綠建築觀光旅遊產業之契機。
- (三) 因應綠建築政策普及擴散之宣導需要及對應問卷調查結果，未來應可積極結合地方政府及私部門宣導推廣綠建築，強化及擴大建築典範案例之範疇與擴散效應，並廣推低碳觀光綠建築旅遊客製化行程，及針對一般社會大眾規劃講習培訓之終身學習課程，運用網路平台突破時空限制進行典範案例線上導覽，深入淺出引導建立綠建築永續環境理念。
- (四) 未來可結合教育體系透過競賽機制，發展綠建築個別指標教案，；另可成立宣導推廣中心整合綠建築案例，搭配舉辦國際會議與產業商展，開拓國際宣導推廣的商機，創造臺灣綠建築品牌價值與亮點。

## 四、建議事項

### 建議一

規劃短中長期產官學研交流與國際合作研發平台，定期舉辦國際技術研討會，每年規劃辦理論壇，結合營建產業專業展覽與低碳觀光綠建築旅遊資源，全面向推動綠建築會展商機：立即可行建議。

主辦機關：內政部建築研究所

### 建議二

規劃舉辦節能減碳綠建築生活設計與科展教案提案競賽，擴大參與範疇：長期性建議。

主辦機關：內政部建築研究所

### 建議三

建立綠建築典範案例線上導覽平台，配合線上數位教材與教學資源網，強化綠建築節能減碳生活科技應用與環境責任的養成：長期性建議。

主辦機關：內政部建築研究所

### 建議四

成立智慧綠建築科技教育訓練中心，轉型智慧化居住空間展示中心及易構屋為智慧綠建築展示宣導教育基地，常態規劃辦理專業及科普講習主題研習活動：長期性建議。

主辦機關：內政部建築研究所

## ABSTRACT

Keywords: green building, promotion strategy, policy marketing

In the face of global climate change, the demand for sustainable environmental protection and energy growing, coupled with the aging of the social-economic risks of the arrival of less child, how to breakthrough in green technology and innovation of ICT technology has become the policy issues and priorities of world's countries and regions to cope with the impact of natural and social environment challenges in recent years. In addition to green building design technic, promotion, education and commercial development will be applied to the field of energy and resource conservation around the world. Lots of countries also do great potential for green smart building development. According to the promotion of the smart green building program " Green Building and Community-Promotion Program ", approved by the Executive Yuan, the Ministry of the Interior actively carry out promotion work within the application of green building technology services research and education.

This research focuses on the perspective of green building development, promotion and cases in Taiwan and around the world. According to the experience of the international smart green building development and educational cases, promotion center from EU, USA, Hong Kong, Mainland China, etc., the active green building promotion activities, including the building labelling, education, competition, conference, and exhibition, have been combined with the global sustainable issue and industry development. In Taiwan, there also developed many kinds of green building promotional program, such as Green Building Labelling, Digital Lecture, On-Line Educational Resource Website, Propaganda Video, Green Building Tour and Competition.

In addition, we also questionnaire on the realization of Taiwan green building policy and promotion program. By the result of this questionnaire, we studied about some promotion directions for the coming future. Finally, this research proposed that innovative low-carbon green buildings and near-zero energy- consumption buildings are the mainstays of the international R&D of sustainable buildings and environmental technologies. Beside the R&D programs of green building, we should actively plan and coordinate the promotion plan to each society group. Furthermore, international and cross-strait of green building science and technology research and development cooperation and exchange activities should be planned strongly, and participating in international conference actively for publish and share the research and development achievements, for transnational cooperation and industrial output opportunities.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究背景與動機

在全球氣候變遷下，對於生態環保與能源永續的需求日益殷切，加上高齡化與少子化的社會經濟風險到來，如何結合並運用智慧及綠色科技的突破與創新，以及網路、雲端技術與物聯網等的應用普及，來對應自然與社會環境的衝擊挑戰，近年已成為全球各國家與地區所面臨的永續發展之政策課題與重點。

全球暖化與氣候變遷的議題持續受到全球關注，從 2011 年 12 月在南非德班（Durban）召開的聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）第 17 次締約國會議（COP 17）、2012 年 12 月在卡達杜哈開的 COP 18 會議、2013 年 11 月波蘭華沙召開的 COP 19 會議及 2015 年 12 月法國巴黎召開的 COP 20 會議及其後所達成的氣候協定，均確認了全球必須努力把溫度上升控制在 1.5~2°C 的範圍以內，各國因應減碳承諾與減碳路線必須仰賴挹注更大量資金發展綠能產業與減碳措施。國際間許多國家政府不得不開始思考如何在產業發展和促進環境永續之間找到一個平衡點，並且尋找新的科技與生活型態來支撐相關永續政策的推動，以建築部門而言，ICT 綠色產業概念，已被視為兼顧帶動產業發展及確保環境永續的發展策略，在此背景下，全球主要國家對於「綠建築」與「智慧建築」所能發揮的減碳效益與產業推升效益，均予高度重視，並催化了「智慧綠建築」的快速發展。<sup>[1]</sup>

面對氣候變遷的嚴肅課題，上世紀末全球發展出新的「永續發展」思維，已成為人類最重要的課題，國際上不論地區國家，都必須加強對當地的環境努力及強化國際間相互的合作，以謀求人類最大的福祉。世界各國（包括美國、歐盟、日本等國際組織及國家）皆積極倡導環境保護，發展節能減碳的綠建築，期降低對環境的衝擊。目前全球各國已經有 26 個國家建立綠建築標章制度，「綠建築」在歐洲稱為「永續建築」、日本稱為「環境共生建築」，美加與臺灣都稱為「綠建築」，基本理念大致相同；臺灣從



指出應藉由環境教育活動擴大推展綠建築理念至社會各階層，故規劃推動綠建築低碳觀光整合宣導服務，突破全民探索體驗與實踐永續生活瓶頸。

綠建築教育宣導全面普及作業執行的目的，在於建立全民對綠建築、節能減碳以及環境永續的完整正確認知，除針對不同階層與專業背景的對象規劃適才適所的參與作法，使得社會各界深入瞭解並實踐綠建築低碳生活外，亦可將教育宣導執行主體由主辦機關擴及到其他綠建築管理機關、公私機構與企業、觀光旅遊產業、各級學校與教育機構等，創造低碳觀光旅遊相關產業發展，並能使綠建築教育向下扎根茁壯。

除此，建立綠建築教育宣導人才庫，包括教育學者、綠建築個案技術管理者、種子師資、導覽解說志工及生態低碳觀光專業解說員等，以綠建築個案為載體，創造學習觀摩的合作夥伴關係，並以示範教材、學習課程與深度旅遊活動為橋樑，交流傳遞樂活新環境理念的體驗。

## 台灣的氣候環境變遷 (2003 VS.2015)

- 台灣地區過去十年的氣溫，是百年來最高的十年。
- 近百年來台灣年平均溫度上升1至1.39度，溫度上升高於全球一倍多，溫暖化嚴重。
- 間隔年度的乾旱，季節性降雨分佈極度不均，旱象不斷。



圖 1-2 我國氣候變遷的週期變化-水資源

資料來源：本研究拍攝

## 二、研究目的與範圍

依據創新低碳綠建築環境科技計畫研究主軸，除推動相關技術、工法研發與法制規範研究外，對於低碳綠建築教育法制與應用推廣亦為重點之一。內政部建築研究所歷年雖已推動綠建築參訪、旅遊、講習說明、培訓及扎根教育等系列宣導推廣工作，但社會大眾及國民教育體系對於綠建築基本理念的傳達與認知仍顯不足，尚待加強，本研究蒐集國內外綠建築推廣策略，同時將檢視分析歷年綠建築教育宣導推廣措施及成效，進一步探討研提下階段綠建築結合環境教育的推廣策略。

內政部延續綠建築講習說明活動的執行模式，分年分期推動綠建築示範基地導覽、優良綠建築評選、綠建築扎根教育課程推廣以及低碳觀光綠建築旅遊等具體宣導推廣作為，逐步突破執行機關與綠建築管有單位、學校教育機構、觀光主管機關及旅行業界的隔閡，尋求跨域整合異業結盟的多贏策略，以有限經費誘發最大的宣導推廣、產業發展與經濟效益；同時，逐步建立典範宣導案例與專業人才庫，創造綠建築環境教育與低碳觀光的新興產業基礎，行政機關則可持續開發拓展更前瞻更創新的低碳綠建築深耕機制。為提高綠建築能見度與民眾對綠建築之正確認知，自 101 年起延續綠建築宣導觸角，配合優良綠建築之評選，擴大遴選具備生態、節能、減廢、健康環境教育功能的綠建築示範基地，辦理生態環保之旅—優良綠建築案例現場導覽活動，期使一般民眾親身體驗親近綠建築，認識綠建築，以普及綠建築節能減碳的環保理念。

## 三、研究方法

本研究透過問卷調查各界對於綠建築觀念、內涵及目前技術發展與政策措施的瞭解現況，賡續將蒐集比較國外綠建築、永續建築、社區或城市等之發展現況與推動策略，歸納彙整國內因應科技發展與政策宣導的綠建築推廣策略規劃方向。

## 第二章 我國綠建築發展與政策措施

### 第一節 全球氣候變遷與我國調適政策

依據政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）發表的氣候變遷第五次評估報告（IPCC AR5）指出，氣候系統觀測的變化顯示暖化是明確的，大氣和海洋變暖，冰雪的數量減少，海平面上升，溫室氣體的濃度也增加；最近的3個10年比1850年以來每個10年都溫暖，在北半球，1983-2012年可能是近1400年來最暖的30年。海洋部分，1971年至2010年間地球氣候系統能量的增加主要反應於海洋暖化，因為超過90%的能量累積於海洋中，而上層海水(0-700m)溫度的暖化，幾乎確定在1971年-2010年期間發生，但也可能發生於1870年代到1971年間。冰雪圈部分，過去20年格陵蘭與南極的冰層持續損失質量，冰川退縮也繼續在世界各地發生，北極與北半球春雪覆蓋面積則持續減少。海平面部分，從19世紀中期至今的全球平均海平面上升速率已經超過在過去的兩千年的平均上升速率，1901年至2010年間，全球平均海平面上升了0.19公尺(0.17-0.21)。另大氣中的二氧化碳、甲烷及一氧化二氮濃度已經上升到過去至少80萬年來前所未有的程度。大氣中二氧化碳的濃度跟工業時代以前相比增加約40%，主要來自化石燃料排放，次為土地利用改變造成的排放；海洋吸收了約30%的人為產生的二氧化碳排放，造成海洋的酸化，自1750年以來，大氣二氧化碳濃度上升，對氣候變遷的總輻射作用力增加的影響最大。因此，人類對氣候系統確實有明顯的影響，包括：大氣與海洋的暖化、全球水循環變遷、冰雪減少、全球平均海水位上升、某些極端氣候的變遷。建築、商業、運輸或農業所排放的人為溫室氣體則已被公認是造成目前全球氣候暖化的主要原因。

因應未來全球與區域的氣候變遷，國際間在大氣溫度預測與溫室氣

體排放、能源耗用的相關性，正積極推動相關研究。在所有 RCP 情境下，除了 RCP2.6 情境（RCP2.6 的情境是指每平方公尺的輻射強迫力在 2100 年增加了 2.6 瓦）之外，相對於從 1850 至 1900 年間，21 世紀末的全球地表溫度的改變可能超過攝氏 1.5 度；在 RCP6.0 與 RCP8.5 情境下，可能超過攝氏 2 度，在 RCP4.5 情境下，超過攝氏 2 度也比較可能發生；而在所有 RCP 情境下，除了 RCP2.6 之外，2100 年以後暖化持續。在 21 世紀的暖化情況下，全球水循環變遷將不會一致；在所有的 RCP 情境下，由於海洋持續暖化以及冰河與冰層質量縮減，全球平均海平面上升速率很可能會超過 1971-2010 年間觀測到的速率。除了部分區域會有例外，乾溼區與乾濕季的降雨對比會增加。（資料來源：<http://tccip.ncdr.nat.gov.tw/AR5/>）<sup>[2]</sup>

依據台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫(TCCIP)分析結果<sup>[3]</sup>發現：1911 至 2009 年期間，台灣地區近地表的年平均溫度上升了 1.4°C，增溫速率相當於每 10 年上升 0.14°C，較全球平均值高(每 10 年上升 0.074°C)；在未來，以科學家認為未來世界最可能的發展情境(A1B)為例，推估 21 世紀末台灣地區的溫度上升幅度介於 2.0-3.0°C，略小於全球平均值的上升幅度。為因應氣候變化正在發生的強烈證據，IPCC 主席帕卓里博士在 2008 年時公開呼籲：「假如在 2012 年前沒任何行動的話，就太晚了。接下來的兩、三年是決定我們未來的關鍵時刻」，因此包括台灣在內的各國政府已經體認氣候變化是當今最大、長期的挑戰，所以莫不積極地尋求以及採取適當的調適作為。

因應全球氣候變遷與溫室效應的影響日益明顯，除了減少溫室氣體排放的行動外，必須有更積極的調適作為，行政院於 101 年 6 月 25 日院臺環字第 1010036440 號函核定「國家氣候變遷調適政策綱領」，透過政策引導社會與經濟發展模式的改變，在極端氣候與暖化效應下持續謀求生存、生活與發展，與減緩同等重要的調適策略。而臺灣因地理與地質因素，地震及颱風發生頻繁，災害（土石流及洪泛）潛勢地區遍及全

國，極端氣溫與降雨將加劇災害發生之頻率及規模；該項綱領先以分析臺灣氣候變遷情況及未來推估，並據以訂定政策願景、原則與政策目標，同時考量臺灣環境的特殊性與歷史經驗、國際調適經驗，分別就災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性與健康等 8 個調適領域受氣候變遷的衝擊與挑戰，提出因應調適策略、推動機制與配合措施。

(<http://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=5E865E40CA33E974&upn=5A6FC15150F6BF01>) [4]

台灣約有 70% 的人口居住於都市。隨著城市規模的擴大，都市熱島效應(urban heat island effect)的情形日益顯著。一項調查<sup>[3]</sup>指出台灣前三大城市(依序是台北、台中和高雄)的熱島強度(urban heat island intensity)達 4.5°C、3.2°C、2.7°C。日趨嚴重的熱島效應加上全球暖化趨勢使得都市微氣候(urban micro-climate)愈來愈惡化，這也讓建築師設計建築時面臨更加嚴峻的挑戰。

建築物本身做為分隔戶外氣候和室內環境的界面(interface)，所以建築的能耗量，特別是空調系統能耗，與室外氣象參數息息相關。戶外氣象參數在全球氣候暖化的大背景下，正發生變化：未來發生高溫的日數將增加，低溫度的日數則會減少。毫無疑問的，這將對建築物的能源使用，特別是空調能耗，帶來某種程度的衝擊。另一方面，受惠於建築技術的進步，當今建築物的生命週期短則三、五十年，長則甚至接近一百年，意謂往後建築物的拆除重建將會是相當緩慢的。況且，全球建築物能耗貢獻了 40% 碳排放量，在台灣建築能耗約占全國總能耗的 30%。因此，若想要在未來的氣候下，在建築中實現能源的合理使用，不論是從節能設計的角度，還是運轉管理的角度，如果不弄清楚氣候對建築動態的影響，可能會帶來不必要的能源浪費。

## 第二節 臺灣綠建築科技研發

綠建築科技計畫是以符合「人本健康、地球永續」精神，積極發展符合臺灣亞熱帶及熱帶氣候條件與生態環境之綠建築，並強化綠建築產業技術發展，開創臺灣低碳節能的營建科技新契機，以達成「循環多樣的自然生態」、「節能再生的低碳家園」、「潔淨健康的生活環境」與「國土建設永續發展」為主要政策目標。創新低碳綠建築環境科技計畫是延續前期「永續綠建築與節能減碳科技中程綱要計畫（100-103年）」，配合行政院核定實施之「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案」擴大推動智慧綠建築之政策方針與方向、「溫室氣體減量及管理法」、104年「巴黎氣候協議」、國家性能實驗中心設施營運與本土綠建築及綠建材檢測技術開發、104年度全國能源會議相關共識意見、以及國內外最新研究動態等議題詳予規劃，並以綠建築生態、節能、減廢、健康四大主軸及綠建築評估家族系統為基礎，賡續加強相關節能減碳技術研發與應用，以及擴大綠建築與永續環境推動政策施行之有效策略。<sup>[3]</sup>

現階段計畫為創新低碳綠建築環境設計技術與科技研發之主軸計畫，分就「低碳綠建築與節能減碳科技」、「生態環境與低碳城市評估機制」、「創新低碳建築材料工法技術與開發應用」、「綠建築法制教育與應用推廣」四大領域，積極辦理基礎研究、調查研究、設計技術與材料研發、生命週期成本分析、產業推廣策略、國際接軌交流等。執行時著重上中下游各計畫之整合，研究成果可提供其他計畫應用；下游計畫則為政策面公共建設計畫之執行與應用，如永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案等，將綠建築科技研究成果，落實於法規、基準、規範、國家標準等，俾利全面推動並達成國土永續建設之整體政策目標。<sup>[2]</sup>



圖 2-1 臺灣綠建築科技研發沿革<sup>[5]</sup>

資料來源：內政部建築研究所金檔獎參獎海報



圖 2-2 臺灣綠建築科技研發歷程與主軸方向<sup>[3]</sup>

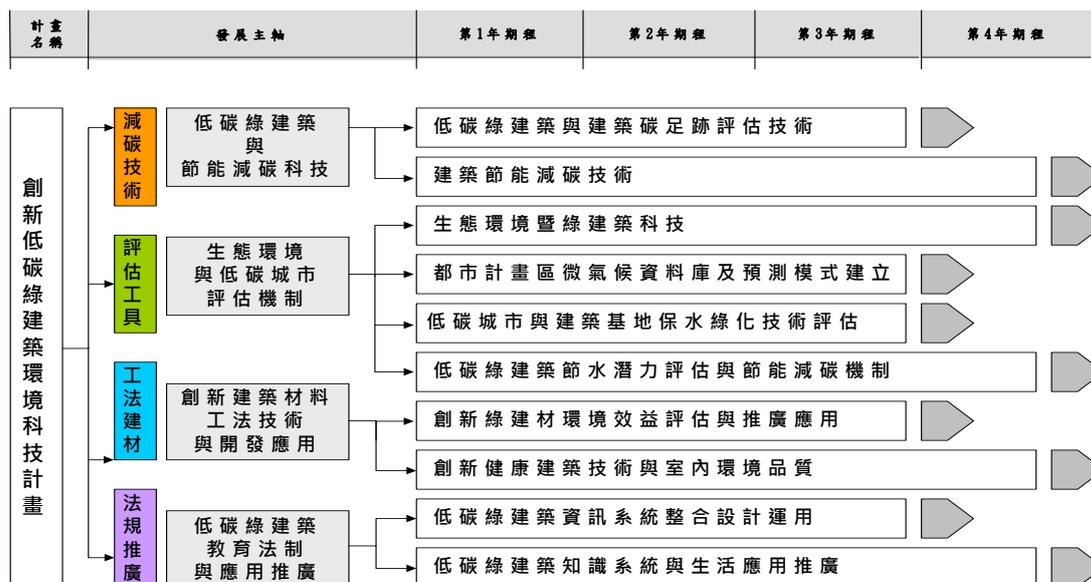


圖 2-3 創新低碳綠建築環境科技計畫發展主軸<sup>[6]</sup>

### 第三節 臺灣綠建築標章制度

依據臺灣「綠建築評估系統」對綠建築的定義為：在建築生命週期中，消耗較少資源，使用較少能源、產生較少廢棄物，及兼顧健康舒適之建築物。

2011 年臺灣綠建築評估系統 EEWB 以「綠建築評估手冊-基本型」(EEWB-BC)為基準，發展出包含「住宿類」(EEWB-RS)、「廠房類」(EEWB-GF)、「舊建築改善類」(EEWB-RN)和「社區類」(EEWB-EC)等五種評估系統；基本型適用於除住宿類、廠房類、舊建築和社區以外的新建或既有建築物；住宿類則適用長或短期有住宿功能之新建或既有建築物；廠房類則以一般室內作業為主的新建建築或既有工廠建築為對象；舊建築改善類是針對使用執照為三年以上，且建築更新樓板面積不超過 40% 以上之既有建築物；社區類的適用對象則包含面積 1 公頃以上之鄰里單元社區、新開發或既成住宅社區、農村或原住民聚落、住商混合區等類型住宅社區，或科學園區、工業區、大學城、商業區、工商綜合區與物流專用區等非住宅社區。2017 年新增綠建築評估手冊-境外版，符合東南亞熱濕氣候的特徵，形塑完整的 EEWB 六大家族評估體系。



圖 2-4 EEW 家族評估體系適用範圍<sup>[7]</sup>

資料來源：內政部建築研究所簡報，2017

綠建築在建築類之評估內容係以基本型為基礎，其他廠房類及住宿類則依據其建築使用特色，酌予調整其評估內容，如廠房強調性能驗證、住宿類則加強其自然通風等。至於基本型之評估內容，主要考慮臺灣亞熱帶氣候特性及掌握本土建築特色，依生態（Ecology）、節能（Energy Saving）、減廢（Waste Reduction）及健康（Health）四大指標群，再細分為 9 項指標，包括生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、CO<sub>2</sub> 減量、廢棄物減量、室內環境、水資源、污水垃圾等，以量化之標準作為評估依據，構成完整的「綠建築評估系統」基礎。至於舊建築改善，則是考慮臺灣目前舊建築比例約佔 97%，且多數舊建築於設計時並未將綠建築納入規劃，這些建築多存在極大改善潛力，為鼓勵這些建築物進行改善，特別以其改善前後之性能比較作為評估依據，依據 2015 版手冊規定，合格級門檻介於 3.25 % 至 13%，鑽石級則介於 12.5 % 至 50% 之間，但針對大規模建築物及耗電強度強的建築物均有優惠，故各等級標章評定須視個案狀況而定。而社區類則是將原先建築物擴大，期望由點到面，形成更完整的區域，評估內容包括社區生態、機能、治安等以符合社區使用機能為主要項目。



圖 2-5 臺灣綠建築標章評估系統發展沿革<sup>[5]</sup>

EEWH 的整體架構是依生態、節能、減廢、健康四大範疇和生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、CO<sub>2</sub> 減量、廢棄物減量、室內環境、水資源和污水垃圾改善等九大指標所建立。而各 EEWH 評估系統之差異如表 2-5 所示。分別說明如下：1.EEWH-BC、EEWH-RS 和 EEWH-RN 以四大範疇和九大指標為架構，其中，EEWH-RS 在日常節能指標中多一項「固定耗能設備」，而 EEWH-RN 則多一個減碳指標；2.EEWH-BC 和 EEWH-RS 的門檻指標皆為節能和 water 資源指標，此為必要檢討項目，而 EEWH-RN 則無門檻指標；3.EEWH-GF 仍以四大範疇為主，但指標項增加高階主管承諾、空調系統測試調整平衡 TAB、綠色交通、再生能源、員工休閒健康管理指標、創新指標和環境彌補措施；在生態範疇內取消「生物多樣性指標」，在日常節能指標中多一項「能

源成本評估」；室內環境指標中增加「空氣品質」之項目；門檻指標則有高階主管承諾、空調系統測試調整平衡 TAB 和日常節能指標。

表 2-1 EEWB 家族的內容差異

| 手冊類別    | 大範疇         | 指標數 | 門檻指標            | TAB制度 |
|---------|-------------|-----|-----------------|-------|
| EEWH-BC | EEWH        | 9   | 節能、水資源          | 無     |
| EEWH-RS | EEWH        | 9   | 節能、水資源          | 無     |
| EEWH-GF | EEWH        | 19  | 高階主管承諾，設備TAB，節能 | 有     |
| EEWH-RN | EEWH 或 減碳指標 |     | 無               | 有     |
| EEWH-EC | 五範疇         | 22  | 無               | 無     |

資料來源：綠建築評估手冊 2015 年版<sup>[7]</sup>

臺灣於 1999 年完成「綠建築評估系統」，並自同年 9 月開始推動實施，制度推動初期，因屬自願性質，成效有限，為擴大綠建築政策，行政院於 2001 年核定實施「綠建築推動方案」，規定公有建築物總工程造價在 5,000 萬以上者，需強制申請綠建築認證，由政府帶頭推動綠建築，自然形成綠建築產業之市場機制及環境。綠建築評估制度訂定之初並未分級，惟為鼓勵設計者追求較佳之綠建築設計，2007 年訂定分級制度，綠建築評估依其得分高低，分為合格、銅、銀、黃金及鑽石五個等級，如此可有效區分判別綠建築的高下優劣，以利提升更優良的綠建築技術工法研發，自 2007 年實施以來，許多申請案例為達到較佳的分級等第，爭相辦理綠建築設計改善，以提升企業的形象與榮耀，充分達到「政府」、「民間」及「環境永續」三贏之局面。另為鼓勵其他亦能符合綠建築精神之建築技術與創意，臺灣現行之綠建築評估系統，對於與綠建築生態、節能、減廢、健康四大範疇有密切關係而不能量化、不能計算的巧思，或一些合乎環境美學、健康舒適、環境調和、自然生態的建築設計，已訂有加分升級的相關規定，藉以廣納並表彰其特殊的綠建築設計創意。此外，為進一步提升臺灣綠建築技術，參酌美、日、英等國家之綠建築評估制度，將原有一體適用的綠建築評估通用版本，於 2012 年完成綠

建築評估手冊－基本型 (EEWH-BC)、住宿類 (EEWH-RS) 及廠房類 (EEWH-GF) 等 3 類不同建築類型分類之專用綠建築評估手冊修訂，同時針對臺灣目前比例佔比較多之既有建築及社區，分別訂有綠建築評估手冊－社區類 (EEWH-EC) 及舊建築改善類 (EEWH-RN) (如圖 4) 之專用綠建築評估手冊，其中舊建築改善及社區類於 2012 年 7 月 1 日開始實施，其他 3 類則於 2013 年 1 月 1 日開始實施，使臺灣正式邁入綠建築分類評估時代。

臺灣「綠建築評估系統」是針對熱帶及亞熱帶氣候條件所建立之「綠建築九大評估指標系統 (EEWH)」進行評估，評估重點為建築設計規劃上強調簡潔的造型，避免濫用建材資源、過量設計，鼓勵藉由適當建築座向、開窗面積、基地綠化及基地保水等設計手法，以達到建築物節能減廢與健康舒適要求，同時具有調節氣候、增加大地涵養水能力、增進土壤生態等緩和都市熱島效應及減少都市洪水發生率等功能，進而提供一個健康舒適並兼顧永續發展的居住環境。由於綠建築強調減量設計，一般而言，相較於一般建築，興建綠建築費用並不會提高，但是在部分建蔽率較高之建築物，由於在綠化量、基地保水等項目不易得分，所以可能採用設置太陽能電板或使用 Low-E 玻璃等作法，則可能會造成費用提高。至於實施綠建築後，相較於一般建築物可達到之效益主要有以下幾項：

- (1) 降低建築開發對環境之衝擊，善盡世界公民責任，並達到降低都市熱島效應等。
- (2) 節約資源，平均節約用電量 20%，用水量 30%。
- (3) 創造健康室內環境，增進居住環境品質。
- (4) 促進建材及節能技術研發，推動綠色產業發展，促使傳統產業轉型，提升產業競爭力。

綠建築標章評估制度包括針對完工建築物頒發之「綠建築標章」，以及針對完成規劃設計依據書圖評定通過的「候選綠建築證書」兩項，

主要是希望藉由候選證書的評定，提供事先評估並調整不適當設計的機會，減少建築物完成後無法修改或必須耗費更大成本改正的狀況。截至2017年11月底止，已有6,789件公私有建築物取得標章或候選證書之評定，獲得綠建築標章認證的建築物，無論是在節電、節水或降低CO<sub>2</sub>排放等方面，均較一般建築物有更好的成效。整體而言，總計這些綠建築完工啟用後，在未來長達40年的生命週期中，估算每年約可省電16.51億度，省水7,797萬噸。若按每度（噸）水需耗1度電計算（含都市供水、揚水及淨水處理），則兩者合計減少之CO<sub>2</sub>排放量約為93.06萬噸，其減碳效益相當於6.24萬公頃人造林所吸收的CO<sub>2</sub>量，合計每年約可節省水電費約新台幣65.6億元。

我國綠建築政策之發展，自88年起迄今已歷經18個年頭，循序從基礎技術研究擴展至建立綠建築與綠建材標章制度，同時積極應用推廣；另於97年及99年分別報奉行政院核定「生態城市綠建築推動方案」及「智慧綠建築推動方案」，開創國際間以政府政策導向全面推動綠建築的先例。建築技術規則於2004年3月10日增訂第十七章綠建築專章，開啟了綠建築法制化的新頁，並自2005年1月1日實施「綠建築設計技術規範」，2009年7月1日則將前述建築技術規則十七章章名修正為「綠建築基準」；該張部分條文及設計技術規範並於2012年5月至6月廢續修正施行。

綠建築政策實施以來，已累積公有新建建築物實施綠建築設計豐富的示範經驗，進而引導民間綠建築觀摩跟進，依照內政部相關單位統計顯示，102年綠建築標章新建建築案總樓地板面積占年度使用執照總樓地板面積已達11.91%，可見綠建築在臺灣發展蓬勃可期。

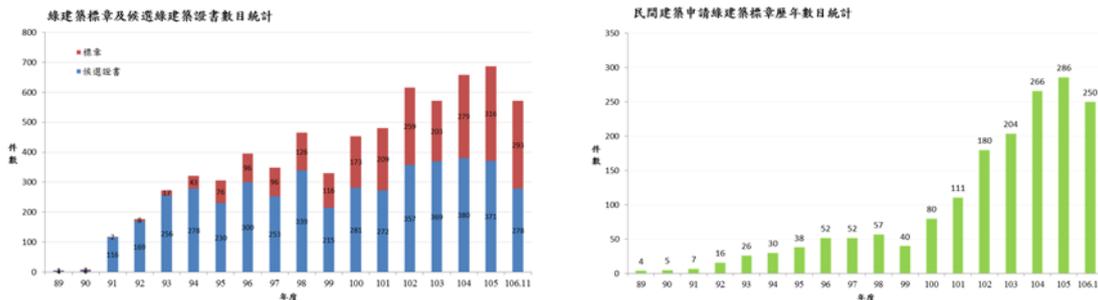


圖 2-6 綠建築標章核發數與民間綠建築數量統計圖

資料來源：內政部建築研究所，2017.11



圖 2-7 綠建築標章案與全國建築總樓地板面積占比分析

(資料來源：本研究整理，營建統計年報 (2013)、綠建築標章統計 (2014))

#### 第四節 臺灣綠建築案例<sup>[8] [9]</sup>

##### 一、臺北市立圖書館北投分館

臺北市立圖書館北投分館為地上 2 層、地下 1 層的木構造與鋼構造複合構造設計，基地位處於北投公園範圍內，建築本體向西面傾斜與原有地貌整合，可有效減少西向日曬得熱，屋頂採用覆土植栽綠化，並於南向屋頂面裝設太陽能光電發電設施；建築內部採光充分，自然通風性能良好，同時圖書館的閱讀空間亦延伸至戶外廊道的休憩空間，對於環境永續規劃與綠建築指標機能均充分考量，為我國第 1 座取得鑽石級綠建築標章的綠建築。



圖 2-8 臺北市立圖書館北投分館（本研究拍攝）

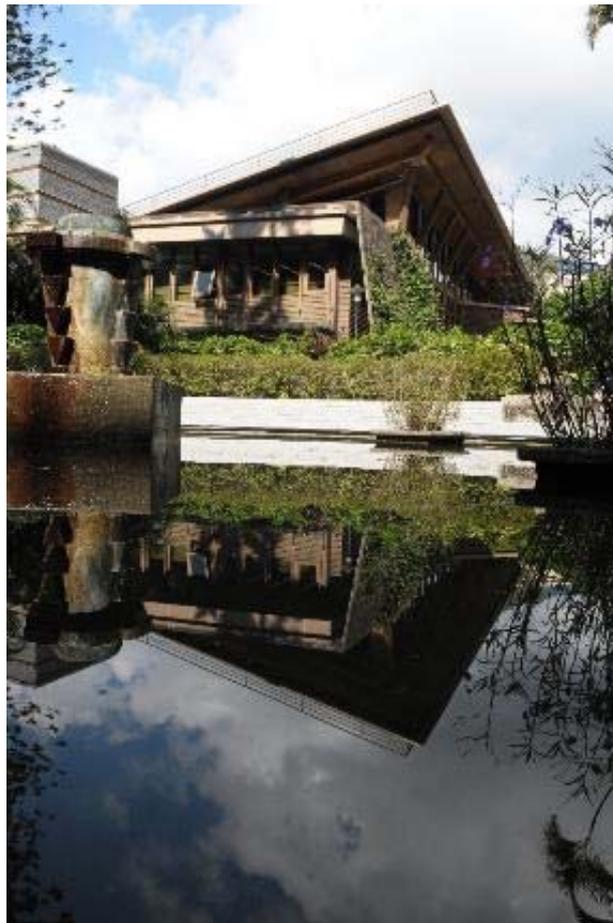


圖 2-9 臺北市立圖書館北投分館東南向立面（本研究拍攝）

## 二、台達電子工業股份有限公司南科廠

台達電子南科廠座落於台南科學園區內，為地上 4 層、地下 1 層鋼筋混凝土構造之健康環保綠色廠房，以「生態」、「節能」、「減廢」、「健康」為主要設計構想，為台灣首座通過黃金級綠建築九項指標的電子廠房，並包含多項綠建築創新科技設計手法，同時採取照明能源效率提升與綠化改善技術，為「黃金級」升級為「鑽石級」的綠建築廠房先例。

二期工程則以『會呼吸的建築』為理念，透過浮力通風及空調預冷系統的建築手法達到空調節能；研發實驗廠房則順應自然方位，引進適度的自然光線，並選用適度的遮陽板設計；為減少不必要的能源浪費，室內所有燈源皆採用台達自行生產的 LED 燈源，並於公共空間設置晝光自動點滅感應裝置；空調主機採離峰儲冰空調系統、冰水泵、水泵及散熱風扇則採用台達生產的變頻器；屋頂平台將雨水導入筏基雨水回收池，並提供澆灌系統及部分衛生器具使用。



**圖 2-10 台達電子工業股份有限公司南科廠**（本研究拍攝）

## 三、台達電子工業股份有限公司桃園研發中心

台達電地桃園研發中心位於桃園龜山工業區，初期導入臺灣 EEWB 及美國 LEED 執行策略，落實節能減碳、永續環境與綠能投資成本回收的三贏成果，為下 1 層、地上 10 層鋼筋混凝土構造大型空間類建築，通過綠化量、日常節能、二氧化碳減量、室內環境、水資源及污水垃圾改善等 6 項評估指標項目之黃金級綠建築評定。延續該公司新建廠房必須是綠建築的政策，同時也充分應用自有發展的各種工業自動化技術和節能監控系統，全面導入台達節能與工業自動化

產品和控制系統，設置太陽能板、LED 照明、水資源處理系統以及再生能源供電等節能裝置，台達可透過桃三研發中心的運作，獲得建築物自動化控制以及節能系統相關的實際數據以及使用經驗，隨時進行系統調整和功能驗證，預估未來一年可省下電費超過 5 百萬台幣、減少約 1 千公噸二氧化碳排放量；而採用節水器具以及雨水回收系統，每年預估節水可達到 75%(約 3 千公噸)。

本案並整合台達工業自動化與集團裡各項綠能產品與解決方案，包括變頻器、主動式電力回生單元、可程式控制器、人機介面、溫控器、雲端技術、室內外照明設備、太陽能面板、太陽能逆變器與充電樁，並可應用在例如燈光控制、HVAC 空調、電梯、水資源處理系統、再生能源供電等裝置。此外，整棟大樓的用電量將會傳送至 SCADA，然後將資料視覺化並展現在 DLP 背投式電視主控牆上，能夠即時掌握節能動態並實施能源管理，可稱得上是一棟有高度智慧力的綠建築。



**圖 2-11 台達電子工業股份有限公司桃園研發中心**（本研究拍攝）

#### 四、成功大學孫運璿綠建築科技大樓

本案設計屋頂綠化採用了11種耐旱-耐高溫-耐瘠-多年生-低維護-色彩豐富的植物，植栽土壤為利用水庫淤泥再製得到的多孔隙陶粒，除吸收大量水分減少水資源浪費，並具有良好的隔熱效果，另使用儲水型植栽槽及滴灌方式自動給水，減少浪費；開窗設計採用水平遮陽百葉及垂直混凝土遮陽板形式，減少直接日射。另在一樓博物館、二樓國際會議廳設計三個大煙囪引導自然通風，創造上升氣流引導四周辦公室之自然通風。屋頂空調設備以懸空結構支撐，與屋頂防水層分離設計，所有空調管路、給排水衛生管路皆採用明管設計，設備更新時不會傷及所有裝潢及結構軀體。基地的周圍地表設置大量的綠地與生態水池，具有良好的基地保水或透水能力，而硬鋪面則是使用舊輪胎回收再製的透水磚與可耐重壓的 JW 工法透水鋪面。本案以土方挖填平衡為原則，減少廢土量，將開挖後之廢棄土方運置於成功大學安南校區，供園內其他基地填土使用。室內裝修使用環保生態紡織品，例如國際會議廳的地毯是以回收尼龍製造，會議室的窗簾則是以回收寶特瓶所製造。

本案天花板材、室內牆面環保漆、環保地毯、環保木作漆、環保電纜線等皆使用環保建材。屋頂設置通風器將廁所臭氣排出室外，辦公室設置百葉通風門，所有窗框皆有設換氣柵門；外牆保溫材為完全天然的岩棉，可隔熱保溫並維持室內的溫度穩定；另採用 UB-FINE 免手觸節水系統，達到免電源及省水的效果，同時規劃雨水儲集資源再利用之彌補措施，經由地面與屋頂收集雨水後，收集至筏基，作為景觀澆灌用水。屋頂則設置一處容量為 17.6 kW 的太陽能光電板，全年發電量為 22,484 kWh，約占本建築物總用電量的 14.3%（一般大樓為 1~5%），加上可隨季節變換調整角度的葉片造型光電板與瓢蟲雕塑都是在建築中增加一點趣味性。再來是以航空渦輪葉片設計技術設計風力渦輪葉片，起動風速低且可隨著風向的不同擺動到最佳方位，增加發電效率。



**圖 2-12 成功大學孫運璿綠建築科技大樓**（本研究拍攝）

#### 五、交通部公路總局辦公大樓

本案屋頂及各樓層露台設計階梯式空中花園，降低室內熱負荷，並整合垂直綠化技術，創造人性化的綠色辦公空間；門廳挑空區域則以浮力通風原理強化自然對流，南北向開窗並設遮陽板，室內並導入高效率空調與智慧燈控系統，同時以二氧化碳濃度偵測系統控制新鮮外氣引入量，以確保健康空氣品質並提高能源使用效率；建築結構及隔間採輕量化設計，並將舊圍牆石材再利用作修補面及花台建材，減少二氧化碳排放及營建廢棄物。



圖 2-13 交通部公路總局辦公大樓<sup>[9]</sup>

#### 六、光世代建設-「光點」集合住宅案

本案在節能設計部分，主要以增加開窗與通風面積、採高效風扇促進自然對流、減少東西向開窗、利用錯層陽台增加外牆遮陽等技術手法為主，並導入自然採光與照明防眩設計，採用高效率照明燈具，另將能源使用管理納入中央監控系統即時監控，提升整體能源使用效率；室內則採用隔音良好的牆體、樓板及窗戶，同時減量裝修並廣泛採用綠建材，為住宅綠建築良好示範案例。



圖 2-14 光世代建設-「光點」集合住宅 (本研究拍攝)

### 第五節 小結

綠建築政策歷經綠建築推動方案、生態城市綠建築推動方案、智慧綠建築推動方案及永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案的推動後，已建立紮實的基礎，並將從建築點擴大到社區線、城市面，近期並積極推動智慧社區實證計畫，將能透過實際案例落實應用智慧綠建築技術的經驗，帶動臺灣全面拓展永續智慧城市理念。

面對自產能源不足且環境意識抬頭的現況，我國在國家節能減碳政策及「溫室氣體減量管理法」完成立法引導下，國家整體及部門別的減量目標與預期貢獻，已經成為政府與全民努力的課題，未來建築部門溫室氣體排放總量與節能減碳目標，將是政策規劃與宣導的重點。

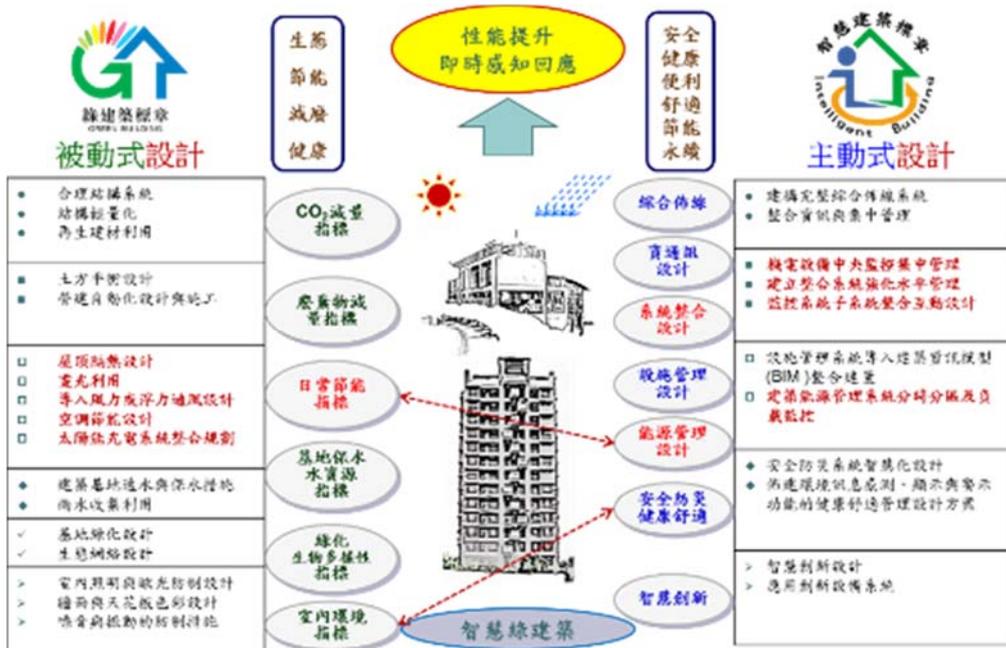


圖 2-15 智慧建築與綠建築之相關指標內容圖

資料來源：呂文弘繪製，林宏霖更新。



圖 2-16 綠建築政策措施推動歷程

資料來源：內政部建築研究所，2016。

### 第三章 國際綠建築發展與推廣現況

人類因長期無限制的使用環境資源，造成全球暖化速度加劇，近年來氣候異常變遷，在各地出現異常的豪雨或乾旱，使各地區的單位降雨強度遽增，豪大雨災害頻傳，以及許多地區異常且長時間的乾旱現象，全球暖冬現象尤其顯著，亦為半世紀以來的新高。對生命財產造成嚴重的影響。根據 2007 年氣候變遷綜合報告 (IPCC, 2007) 全球產業調查—建與生活息息相關的築業是二氧化碳排放量最高的產業之一，如何從興建、營運、到維護與拆除之全生命週期中，提高效能減低排放，進而成為各國關注的議題。國際間都積極透過智慧綠建築與社區相關技術發展，進行建築物生命週期碳排放減量控制，希望能達到降低產業環境衝擊的目的。

#### 第一節 歐美及大陸地區綠建築發展現況

##### 一、日本綠建築

依據國家發展委員會委託研究指出，日本綠建築標章分為「住宅省能等級標章」以及「建築環境總合性能評價」(CASBEE) 等 2 類，「住宅省能等級標章」主要是用來評判住宅的遮熱性能與建築設備的效率指標，僅限於獨棟建築使用，指標根據評價者分為藍色與綠色，藍色由建商自行評價，綠色則由建築調查機關評價，另外搭配合格的遮熱性基準也為另一個等級。此等級標章自 2009 年開始推動，並沒有強制性，但針對消費者購買標章建築，可申請 20 年低利率房貸之優惠。建築環境總和性能評價 (CASBEE) 為同時考量室內外舒適度與景觀環境品質以及建物對外環境負荷的一種綜合性評價制度，不只針對既有建物與新建物，對於不同功能或範圍之建築，如學校、街道、都市皆可使用，從 S 最高級起，依序為 A、B+、B-、C 等 5 個等級。此標章自 2011 年開始推動，部分地區政府有強制性。<sup>[10]</sup>

## 二、大陸綠色建築評價體系

大陸國家標準《綠色工業建築評價標準》GB/T 50878-2013 於 2013 年 8 月 8 日發佈，自 2014 年 3 月 1 日起實施。《綠色工業建築評價標準》是大陸工業領域第一本綜合性綠色建築評價標準，具有指導絕大多數行業工業建築評價的複雜性。為了更好地實行《綠色工業建築評價標準》，引導綠色工業建築健康發展，住房城鄉建設部組織中國建築科學研究院、機械工業第六設計研究院有限公司、中國城市科學研究會綠色建築研究中心等單位共同編寫了《綠色工業建築評價技術細則》，作為大陸綠色工業建築的規劃、設計、建設和管理提供更加規範的具體指導，為綠色工業建築標識的評價提供更加明確的技術原則和評判依據，推進綠色工業建築和相關評審工作發展。大陸綠色建築評價標準與技術細則如表 3-1 所列。<sup>[11]</sup>

表 3-1 大陸綠色建築評價標準與技術細則一覽表<sup>[12]</sup>

| 標準與技術細則檔案名稱   | 編號             | 發佈日期             | 實施日期            |
|---------------|----------------|------------------|-----------------|
| 綠色建築評價標準      | GB/T50378-2014 | 2014 年 4 月 15 日  | 2015 年 1 月 1 日  |
| 綠色工業建築評價標準    | GB/T50878-2013 | 2013 年 8 月 8 日   | 2014 年 3 月 1 日  |
| 綠色辦公建築評價標準    | GB/T50908-2013 | 2013 年 9 月 6 日   | 2014 年 5 月 1 日  |
| 綠色商店建築評價標準    | GB/T51100-2015 | 2015 年 4 月 8 日   | 2015 年 12 月 1 日 |
| 既有建築綠色改造評價標準  | GB/T51141-2015 | 2015 年 12 月 3 日  | 2016 年 8 月 1 日  |
| 綠色醫院建築評價標準    | GB/T51153-2015 | 2015 年 12 月 3 日  | 2016 年 8 月 1 日  |
| 綠色建築評價技術細則    |                | 2015 年 7 月 27 日  |                 |
| 綠色超高層建築評價技術細則 |                | 2012 年 5 月 14 日  |                 |
| 綠色工業建築評價技術細則  |                | 2015 年 2 月 12 日  |                 |
| 綠色資料中心評價技術細則  |                | 2015 年 12 月 21 日 |                 |

大陸綠色建築評價標準對於節地的設置，涉及到容積率、綠地率、公共服務設施等前期規劃上的內容，與大陸自 1998 年開始推動的住房市場化改革及目前所處的住宅建設發展階段有關，因應大陸開發項目範圍廣的特點，該項綠色建築評價標準不僅對單體建築進行規定，同時也

將前期規劃上所涉及的土地使用相關規定納入；臺灣綠建築標章除涵蓋生態、節能、減廢與健康等領域9大指標外，也建立綠建築家族評估體系，推動範疇包括基本型、住宿類、廠房類建築物、舊建築改善類及社區類等綠建築標章類型，將綠建築理念擴展至建築、社區、城市尺度，社區類綠建築標章並已將都市熱島等納入評估項目；至於土地使用方面，則依循都市計畫與都市設計管制規則、非都市土地使用管制規則等規範實施管理。<sup>[11]</sup>

表 3-2 兩岸綠色建築評價標準對比分析說明一覽表<sup>[13]</sup>

| 項次 | 論壇報告分組   | 比較分析說明   |
|----|----------|--|
| 1  | 節地與室外環境組 | 大陸之節地與室外環境指標約占全部體系權重的19%；臺灣生態指標群三項指標分別為生物多樣性、綠化量及基地保水指標共27%。<br>由於中國大陸綠色建築評價與臺灣EEWH指標系統的計分方式差異，在評估得分換算方面仍須回歸設計圖面，就各指標項目逐一進行評價。   |
| 2  | 節水與水資源利用 | 大陸之節水及水資源利用約占全部體系權重的20%、臺灣則約為8%，但臺灣水資源指標為門檻指標。<br>中國與臺灣的綠建築水資源設計概念均建立在“節水”的原則下，但中國較多規定項目是依循建築整體規劃的觀念，而臺灣則是較為注重建築本體與基地節水的設備設施應用。  |
| 3  | 室內環境質量組  | 大陸室內環境質量約占全部體系權重的18%、台灣則約為12%。基本上大陸與臺灣於室內環境所要求的取向大致符合。<br>臺灣EEWH室內環境指標為自願性評估項目，涵蓋室內環境控制與綠建材使用項目，並與強制性法規併行；大陸綠色建築評價標準則為一綜合性的法規規定，目前正推動地方強制性規定，未來對標分數計算時，仍須以整體面向關注的權重進行重新彙整。   |
| 4  | 節能與能源利用組 | 大陸節能與能源利用約占全部體系權重的28%、臺灣則約為32%，臺灣高於大陸且為門檻指標。<br>大陸的綠建築節能與能源利用設計概念，主要以符合其國家標準，並須檢視竣工圖說、運行紀錄與現勘；該項目以系統採用與運行節能成效為重點，視其節能效率提供審查委員較多權限酌予給分，並重視智能化控制之紀錄資料佐證，提供量化評價基礎。<br>臺灣綠建築節能與能源利用設計概念，主要落實在設計階段對於完整建築耗能與節能的定量計算評估，分別提供外殼耗能評估計算書、空調節能評估計算書、照明EL計算報告與圖說為佐證，檢視其竣工圖說與現勘；重視逐空間逐設備細項 |

|   |               |   |
|---|---------------|---|
|   |               | 內容之技術計算，審查委員之權限為檢視計算報告書、判斷佐證資料、確認現場施作是否落實，建築能源智慧化控制則為另項智慧建築標章之認證項目。   |
| 5 | 施工管理組         | 大陸綠色建築評價標準體系7個指標中施工管理部分只在運行評價中評分，所占權重為10%。<br>經比較臺灣EEWH、大陸綠色建築評價標準ASGB及美國LEED在本項指標的內涵，大致上符合，小組建議該項目獲得EEWH及LEED評定之得分，應可等同取得ASGB之得分建議。  |
| 6 | 運營管理組         | 大陸ASGB運營管理指標主要依靠物業管理，通過規範物業的管理能力，將節水、節能、節材、綠化四大指標方面從規劃設計建造階段延續到運營時期的監控與優化；臺灣EEWH並無將運營管理獨立成評價指標，運營管理階段系統的監控、物業的管理範圍以及操作規程也未提及。建議未來可將臺灣「智慧建築標章」相關規範納入對比範疇，以使兩岸綠建築對比研究更加完備。  |
| 7 | 節材與材料資源利用組    | 大陸節材與材料資源利用約占全部體系權重的17%、臺灣CO <sub>2</sub> 減量及廢棄物減量指標則各約為8%，整體占比相當。<br>大陸綠色建築條款在節材項中較為著重建築本身的安全及耐用性要素，其中納入部分國標標準，只要建築設計完全符合國標的要求，也會自動取得一部分的綠建築條款得分，在綠建築規範的推廣上較具有鼓勵作用。<br>臺灣綠建築評估指標中與節材相關指標，則以建築結構設計合理性與構造選擇，及建築施工階段廢棄物減量為重點，兩岸標準有許多相似之處，因此未來可考量相互轉換評估的可能性。 |
| 8 | 申報審核管理及使用後評價組 | 臺灣綠建築申報審核管理及使用後評價制度歷經16年之執行與調整修正，已漸入穩定階段；然而大陸綠色建築申報審核管理及使用後評價制度部分，尚未能取得相關資料，有待進一步了解與比較。   |

大陸綠色建築評價標準希望藉由發展建築產業化，推動綠色施工取代傳統施工方式，以對應建築產業質量需求大與施工時程緊迫但缺工的現況；另因要求使用高強度鋼材，已促成產能結構轉變，但卻也影響營建產業的就業市場。臺灣則分別透過自願性的綠建築評估指標與強制性的建築技術規則綠建築基準規定，在既有成熟發展的營建技術支持下，規範並引導綠建築與綠建材相關業發展，同時對應面臨飽和的新建建築市場，逐步轉向都市更新及既有建築能源效率提升等領域，全面建構節能減碳智慧臺灣的永續生活環境。

臺灣除了發展推動綠建築標章評估指標外，並廣續推動綠建築推動方案、生態城市綠建築推動方案、智慧綠建築推動方案，目前另積極規劃永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案，逐步將建築研究發展成果透過政策措施具體落實應用，引導營建產業轉型與技術發展，未來的永續智慧城市發展方向，則可將大陸陸續推動國家級新區或經濟區規劃的執行經驗納入參考。

## 第二節 歐美與大陸低碳綠社區發展現況

### 一、日本綠建築 CASBEE 都市發展評估系統與智慧建築發展<sup>[8]</sup>

有別於 CASBEE 系統大多以單一建築物為評估主體，CASBEE 都市發展 (CASBEE-UD, Urban Development) 則是以建築群為對象。承襲 CASBEE 一貫的理念，CASBEE 都市發展在評估項目上主要參考 CASBEE-新建築之 Q-3 (建地內室外環境) 以及 LR-3 (建地外環境) 而開發，是 CASBEE 多樣化發展的工具之一。

CASBEE 評估系統向來對於建築物之環境品質、機能 (Q) 以「提升建築物使用者舒適生活之品質與機能」為評估標準，但 CASBEE—都市發展的評估對象卻不以「建築物」為中心，而著眼於「建築群所影響的外部空間」，評估原則為「提升評估區域使用者 (居住者、就業者、來訪者) 舒適生活之品質與機能」。

### 二、美國綠建築 LEED-ND 評估系統<sup>[10]</sup>

LEED 綠建築評估系統有五個主要項目：基地位址選擇、節約水資源、能源效率、材料與資源利用、室內環境品質等方面，而 LEED-ND 評估系統除延續這些項目外，並在不同的評估項目下納入必要條件與得分項目，強調基地位址之永續性，包括既有都市地區之活化再利用、節約用地、降低對汽車之依賴、促進行人活動、改善空氣品質、減低地表逕流之污染、以建造對各所得階層的居民依個更具可居性、更永續的社區。

LEED-ND 評估系統則延續 LEED-NC 之評分方式，包含必要指標與選項指標等兩類，評估項目共包括良好的位置與連結性、社區型態與設計、綠色營建技術、以及創新設計等四類，前三項為主要評估項目，第四項創新設計為選項指標優惠給分項目，並採用分級評估法進行等級評定。

### 三、大陸綠色低碳住區技術評估系統<sup>[12]</sup>

大陸的智慧社區評價指標體系智慧社區建設指南係由中國大陸之「住房和城鄉建設部」發布實施，指南區分為 10 個章節，包括「總則」、「評價指標體系」、「總體架構與支撐平台」、「基礎設施與建築環境」、「社區治理與公共服務」、「小區管理服務」、「便民服務」、「主題社區」、「建設運營模式」、「保障體系建設」等，其中長期目標包括構建健康可持續的智慧社區建設環境，由此可見社區的永續發展亦是中國大陸推動本項工作的重要目標。

前揭評估系統分別就「綠色生態住區評估體系」及「綠色低碳住區減碳評價」兩部分進行評估；「綠色生態住區評估體系」並以規劃設計階段及驗收階段 2 階段辦理評估；另「綠色低碳住區減碳評價」之評價，以住區每年每平方公尺的綜合減碳量為評估指標，通過分為三個等級，綜合減碳量達  $12\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$  為 A 級、綜合減碳量達  $16\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$  為 2A 級、綜合減碳量達  $20\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$  為 3A 級。

### 四、臺灣綠建築社區類 EEWH-EC 評估系統<sup>[10]</sup>

內政部建築研究所於 101 年「生態社區解說與評估手冊」（2012 年版）並開始實施，並於 2015 年進行修訂。生態社區評估手冊建立之評估系統包括生態、節能減廢、健康舒適、社區機能及治安維護等五大範疇，住宅型生態社區應評估五大範疇，非住宅型生態社區僅需評估三大範疇。生態社區評估系統五大範疇共有生物多樣性等 22 大指標及 69 項評估分項指標，每一分項指標均有計算公式可供計算評估。

EEWH-EC 生態社區評估系統與智慧綠社區空間規劃較相關者為

「生態」、「節能減廢」、「健康舒適」、「社區機能」及「治安維護」等軸向；而生態軸向，其指標較相關者為「生物多樣性」、「綠化量」、「水循環」等大指標，其分項指標項目包括「生態綠網」、「小生物棲地」、「照明光害」、「二氧化碳固定量」、「基地保水」、「社區雨水中水系統」等；另「節能減廢」軸向，其指標較相關者為綠色交通之「自行車道」、「自行車停車場」及「電動車補充電站」，社區照明節能、再生能源、碳中和彌補措施等均較相關。至於健康舒適軸向，其指標較相關者，如都市熱島之戶外通風、友善行人步行空間之路橋、地下道、戶外休息座椅區及人行步道等；社區機能軸向之文化教育設施、運動休閒設施、生活便利設施、社區福祉等；治安維護軸向之空間特徵、防範設備與守望相助等均較智慧綠社區空間規劃相關。

### 第三節 國際近零能源建築發展

建築節能是全世界落實節能減碳的重要著力點，而零耗能建築更是最高標準的節能建築。零耗能建築主要是聚焦於能源使用的議題，希望往能夠在維持活動環境的舒適性下，透過建築節能設計技術和高效能設備的整合有效應用，再加上合理的再生能源使用，搭配能源資訊智慧化管理，達到建築物零耗能的目標。

根據國際能源總署（IEA）統計，預估至 2030 年，建築部門耗能約占全球溫室氣體排放總量的 30%。因此，降低建築產業耗能已是全球節能減碳趨勢下，各國積極發展技術的方向。近年來，歐盟及美國等先進國家也紛紛針對零耗能建築（零排放建築）提出看法及規劃設計或實際案例，並且放入政策目標及法令規範，顯示零耗能建築是未來設計主流，例如：歐盟於 2010 年發出建築能源效率指令，訂定於 2018 年前所有公共建築物及 2020 年所有新建建築物，皆需達到接近零耗能目標；而美國柏克萊國家實驗室則提出於 2020 年達到淨零耗能屋的規劃，以節能 70% 耗能、產生再生能源 30% 之零耗能目標。

行政院亦於 2010 年 12 月 16 日核定「智慧綠建築推動方案」，希冀在既有綠建築基礎上，導入資通訊應用科技，發展「智慧綠建築」產業，成為領先國際的典範，落實台灣建立低碳島之政策目標。我國也成立「零耗能建築技術聯盟（ZEBTA）」，推動方向包括綠色建材、智慧綠建築及節能標章等，再以單元建築擴大推動至低碳社區，甚至是綠色城市及低碳島的建置，期許未來低碳島將有高達 55% 以上使用再生能源，亦或搭配各種節能技術，降低對外界能源需求，達到建築能源自給自足情形。

因應全球氣候變遷及能源日漸匱乏的趨勢，降低 CO<sub>2</sub> 排放為全球共同責任與義務，各國皆將達成國際減碳承諾列為未來重點能源政策，例如歐盟提出「2030 氣候與能源政策綱要」、美國歐巴馬政府於 2013 年 6 月提出氣候變遷行動計畫、臺灣、新加坡與韓國分別訂定 2020 年排放總量將較基準（BAU）情境減少 30% 以上、16% 及 30% 的目標。故近年來世界各國積極發展零碳及低碳建築，推動節能減碳及綠色環保技術，將建築零耗能納入國家減碳目標期程，以減緩建築耗能對環境氣候的影響，近零能源建築（nearly zero energy building, nZEB）將是未來建築發展的主流。<sup>[14]</sup>

目前國際間對於零能源建築的說法與定義大致可分為兩種，「淨零能源建築（Net Zero Energy Building, NZEB）」與「近零能源建築（Nearly Zero Energy Building, nZEB）」，「淨（net）」與「近（nearly）」的差別在於平衡狀態定義上些微的不同，尤其是「近（nearly）」到底要多「近（nearly）」，也未有明確的定義。但兩者其實都是指建築能源的平衡狀態，希望建築物每年產生的能源（如再生能源）相等於自身所消耗的能源。尤其零耗能建築需要仰賴再生能源來抵銷自身耗能，故進一步分類還又能再區分為「現場零耗能建築（Site ZEB）」與「場外零耗能建築（Off-Site ZEB）」。

零能源/近零能源建築（ZEB）意義為一棟低耗能的綠建築，其概念為日常耗能可以利用建築物設置的再生能源系統達到自給自足，兩者消

抵銷後，耗能為零，CO<sub>2</sub> 排放量為零。然而就達成建築零耗能的方法而言，有其重要的先後順序。澳洲政府推動零碳建築減碳方案首要目標就是「建築節能」，亦即零耗能建築本身必須先透過各種節能設計手法降低自身的耗能需求，其次才是考量如何在基地內生產再生能源，或自產能源不足時尋求外部再生能源（綠電）支援，才有機會透過自產能源抵銷耗能而成為零耗能建築。

表 3-3 零耗能建築的各種用語與定義<sup>[14]</sup>

| 用語  | 定義                                     |
|---|--|
| 零耗能建築 (ZEB)<br>淨零耗能建築 (NZEB)<br>近零耗能建築 (nZEB) | 建築物每年產生的能源 (如再生能源) 相等於自身所消耗的能源         |
| 現場零耗能建築<br>(Site ZEB)                         | 建築物每年於建築物現場 (On Site) 產生的能源相等於自身所消耗的能源 |
| 場外零耗能建築<br>(Off-Site ZEB)                     | 建築物每年於建築物現場產生及場外購得的再生能源相等於自身所消耗的能源。    |

歐盟預定在 2020 年規範所有新建建築物都要是近零耗能建築，相關先期研究與技術、政策發展方向，可供下階段智慧綠建築科技發展策略規劃研議參考。

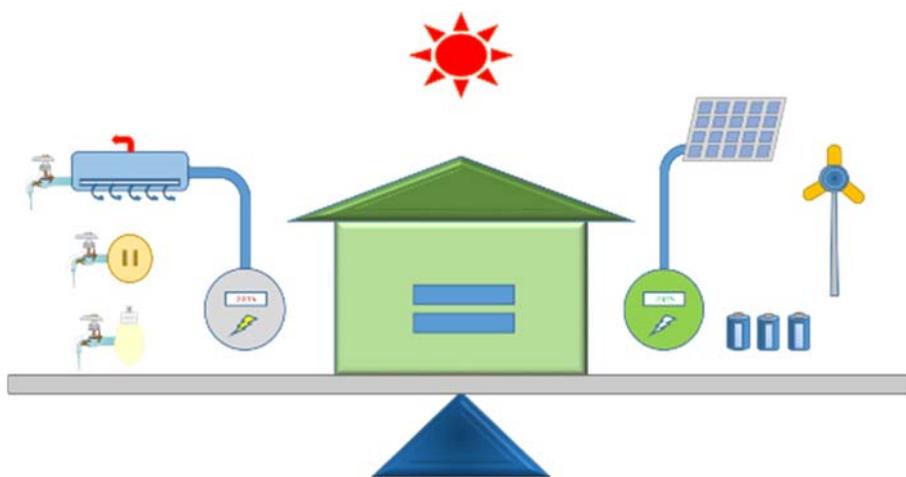


圖 3-1 零耗能建築概念 (本研究參考<sup>[14]</sup>繪製)

#### 一、歐盟

歐盟 2003 年推出「建築物能源效益指令 (Energy Performance of

Buildings Directive, EPBD)」，最新規範目標為在 2018 年所有公共建物、2020 年所有新建物，皆需達到近（Nearly）零能源的目標，同時啟動了零碳/零能源技術的科技研發計畫，並且配合了許多新節能制度與法令規範的修訂，使 nZEB 成為具體明確的努力目標。目前歐盟約 35% 的建築物都已超過 50 年，透過提高建築物的能源效率，可以減少 5~6% 的能源消耗及約 5% 的碳排。

## 二、英國

英國 2006 年 9 月提出「永續住宅規範」(Code for Sustainable Home, CSH)，作為英國新建住宅達成零碳住宅的方法，同年並修訂建築物規範 (The Building Regulations)，英國於 2016 年前所有新建物必須達到國家節能標準，並擬定稅制配套優惠；2007 年起則推動家庭能源分級效率與標章制度 (Energy Performance Certificates, EPCs)，標示能源效率與溫室氣體對環境之影響值，透過 BREEAM 綠建築認證制度落實推動。2015 年 3 月再推出 Home Quality Mark 的制度，利用 5 顆星的分級，讓消費者能更清楚瞭解新住宅的性能。

## 三、德國

德國 2001 年 5 月制定「節能法」，要求建築物節能 30%，2002 年於節約能源條例 EnEV (Energieeinsparverordnung) 明定建築能源護照政策，凡是建築交易或擴建必須出示其能源護照，標示其耗能與排碳值。2014 年 5 月新 EnEV 2014 中則以更嚴格的建築耗能標準，宣示在 2050 年所有的建築物必須都是零碳或「近氣候中和建築」(nearly climate-neutral)。

## 四、美國

美國 2007 年於能源獨立及安全法案 (EISA 2007) 要求 2030 年前之商業新建築需達到淨零能源 (Net Zero Energy)、2040 年前 50% 商業建築需達到淨零能源、並於 2050 年前全部商業建築需達到淨零能源。美國針對淨零能源建築之推動，在 13514 行政命令中明定具體目標和時

間表為 2020 年，以實現 2030 年零淨能源的目標。

美國柏克萊國家實驗室 (LBNL) 則提出在 2020 年達到淨零耗能屋的規劃，以節省 70% 耗能、自產 30% 再生能源的策略來達到實質零耗能，希望能在 2050 年前全面達到淨零耗能的目標；而因應世界潮流，美國建築師協會 (AIA) 也採納由 Architecture 2030 組織所提出的 The 2030 Challenge Targets 減碳目標，期能透過建築設計降低建築能源的使用，減緩建築物全生命週期對於氣候的衝擊。

### 五、日本

日本提出 2020 年所有新建的公有建築須為近零能源建築，在 2030 年新建建築須為近零能源建築的政策目標，因此在 2012 年 7 月決定 2020 年以前針對所有新建住宅、建築物設立「次世代節能基準」，要求所有樓地板面積達 300 m<sup>2</sup> 以上住宅建築均需符合，未達 300 m<sup>2</sup> 建築物則在 2020 年後逐步納入管理。除此，日本也推動 Top runner 與 Eco-Point 制度，從高效能家電設備切入節能建築，帶動整體產業發展。



圖 3-2 歐盟近零耗能建築的推動期程<sup>[14][15]</sup>

(資料來源：

<http://solarthermalworld.org/content/austria-european-buildings-directive-demands-better-interaction-building-technologies>)

### 六、「走向零能源太陽能建築」計畫

2008 年至 2013 年間，來自美國、英國、澳大利亞等數十國的研究人員，在國際能源署 (International Energy Agency, IEA)、太陽能保溫和冷卻計畫 (Solar Heating and Cooling Program, SHC)、建築與社區能源

(Energy in Buildings and Communities,EBC，原 ECBCS) 等機構的支持下，共同進行一個聯合研究計畫“走向零能源太陽能建築 (Towards Net Zero Energy Solar Buildings)” (IEA,2014)，目的是要將淨零能源建築推向市場並具備市場生存能力。

表 3-4 國際零能建築的技術與趨勢介紹

| 地區 / 國家 | 發展趨勢及規範  |
|---------|--|
| 歐盟      | 〈2020 氣候能源框架〉為歐盟會員國制定了三個項目的目標：與 1990 年的水平相比，分別是減少百分之二十的溫室氣體排放量、提高百分之二十的再生能源使用以及提升 20% 的能源效率 (European Commission,2010)。                                      |
| 美國      | 美國能源部在 2007 年發表了「2030 挑戰」，要求全球建築和建築社區採取以下目標：<br>所有新建築物和重大裝修的化石燃料減量標準應增加到：<br>1. 2020 年降低 80%。<br>2. 2025 年降低 90%。<br>3. 2030 年達成碳中和（不使用化石燃料 GHG 發射能量來操作）。    |
| 韓國      | 韓國政府規劃，2012~2015，所有新建築的能源效率必須再提升，自 2025 年起，住宅建築必須為 nZEB，非住宅類建築則必須有節能 60% 的效率。而日本自 2002 年起，規範 2000 m <sup>2</sup> 以上建物必須符合 PAL 及 CEC 等性能規範，並符合建築環境效率 BEE 的標準。 |
| 日本      | 日本政府推動 Top runner 與 Eco-Point 制度，從高效能家電設備切入節能建築，帶動整體產業發展。主要綠建築認證制度為 CASBEE。在近零能源建築的目標上，日本政府提出在 2020 年所有新建的公有建築須為近零能源建築，在 2030 年新建建築須為近零能源建築。                 |

(資料來源：鄭政利，永續智慧城市與綠建築發展策略規劃，臺灣建築學會，內政部建築研究所委託研究計畫期末簡報，106.10)

#### 第四節 綠建築相關國際研討交流活動

##### 一、第 20 屆世界建築研討會年會 (WBC 2016) [16]

世界建築研討會年會 (World Building Congress, 簡稱 WBC) 是國際建築研究聯盟 (International Council for Building, 簡稱 CIB) 每 3 年舉辦 1 次有關建築環境與營造產業相關的重要國際研究交流活動, 為國際建築研究跨領域的研討交流平台, 專業領域跨及智慧綠建築、永續、智慧及安全之環境, 智慧生活建成環境、智慧城市之設計、規劃、建造、全人關懷與無障礙設計、ICT 技術與 BIM 電腦輔助設計施工與營運管理等建築技術範疇; 第 20 屆年會 (WBC 2016) 於 2016 年 5 月 30 日至 6 月 3 日在芬蘭坦佩雷 (Tampere, Finland) 舉行, 邀集全球建築研究與技術相關領域專家學者、政府機構與產業代表計來自 48 國、600 人參與研討; 本次年會主題為「順應生活的智慧建築環境 (Intelligent Built Environment for Life)」, 提出應用建築環境與營造產業提升民眾生活品質, 並健全社會、區域與國家永續, 進而討論智慧化 (建築、社區及城市) 科技與應用對於建築環境以及社會發展的影響與策略。

本項研討會以「順應生活的智慧建築環境」主題, 再分為 7 項技術領域廣泛的建築與城市科技研究發展子議題 (如圖), 重點摘述如下:

##### (一) 創造人居環境的新契機 (Creating built environments of new opportunities)

包含「建築環境發展之政策與計畫 (Policies and programs for the development of built environment)」、「從區域挑戰獲得學習契機 (Lessons learned from regional challenges)」、「如何成功的吸引投資者興趣 (Meeting successfully different stakeholders and their interests)」、「永續與韌性之進階解決方案 (Towards advanced solutions for sustainability and resilience)」、「營造經營之重塑過程 (Reshaping processes for construction operations)」、「成功導入 BIM

技術以實現潛在利益 ( Successful implementation of BIM technologies for the realization of potential benefits )」、「創新建築與性能 ( Innovative buildings and their performance )」、「面對氣候變遷的建築法令與管理機制 ( Building regulations and control in the face of climate change )」及「濕度與防霉議題 ( Moisture and mould issues )」等層面。

(二) 創造自然與戶外條件 ( Establishing nature and outdoor conditions ) 以及營造支持與認同人類經驗 ( Constructing commitment and acknowledging human experiences )

包含「永續評估 ( Sustainability assessment )」、「自然與戶外條件 ( Nature and outdoor conditions )」、「健康與安全 ( Health and safety )」、「組織、知識與交流 ( Organizations, knowledge and communication )」、「方案、採購與性能 ( Projects, procurement and performance )」及「使用者、客戶與投資者約定 ( Users, clients and stakeholder engagement )」等層面。

(三) 建構商業選項及其邏輯 ( Building up business operations and their logic ) 以及塑造材料與技術 ( Shaping materials and technologies )

包含「建構公司、商業與知識 ( Building up firms, business and knowledge )」、「建構生命循環與永續 ( Building up life-cycles and sustainability )」、「塑造建築資訊模型 ( shaping building information modeling )」及「塑造營建方案管理 ( shaping construction project management )」等層面。

(四) 進化產品與服務 ( Advancing products and services )

包含「採購、財務與衝突 ( Procurement, finance and conflicts )」、「投資者參與及滿意度 ( Stakeholder involvement and satisfaction )」、「創新設計與營建 ( Innovative design and construction )」、「降低風險、提高韌性、健康與安全 ( Risk mitigation, resilience and health and

safety)」、「永續營造 (Sustainable construction)」、「建築資訊模型 (Building information modeling)」及「設施管理 (Facilities management)」等層面。

(五) 不同解決方案下之衝擊與功能解析 (Understanding impacts and functioning of different solutions)

包含由「永續發展 (Sustainability)」、「建築資訊模型 (Building information modeling)」、「作業環境 (Work environments)」、「經濟與營造 (Economics and construction)」及「營建方案 (Construction projects)」及「解決方案 (Solutions)」等層面。

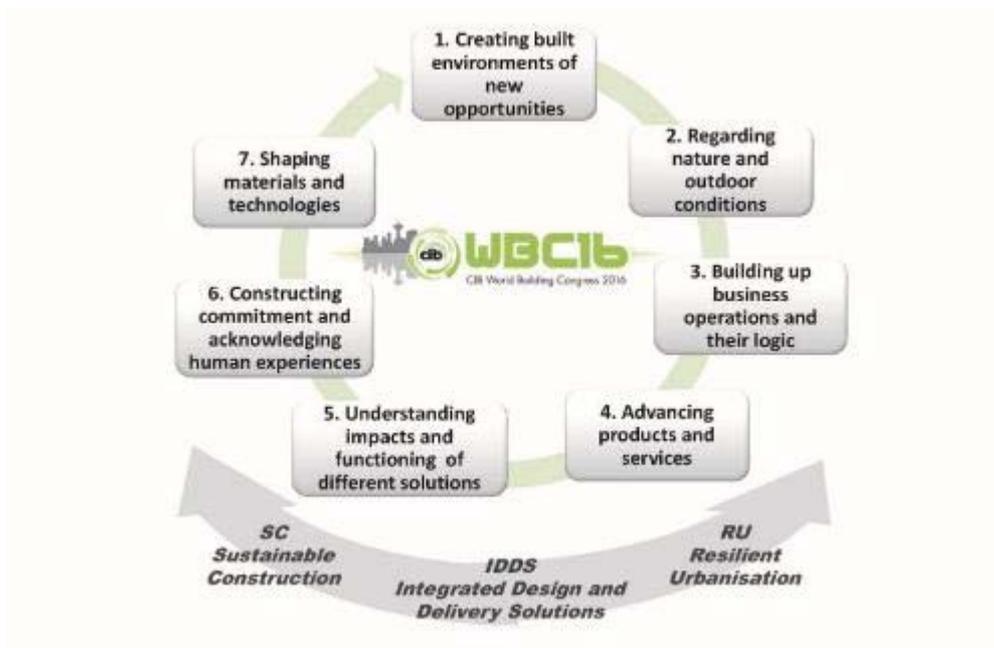
(六) 建構承諾與融入人類經驗 (Constructing commitment and acknowledging human experiences)

包含「營建作業的領導方式 (Leadership in construction operations)」、「瞭解最終使用者的人居環境 (Understanding end users of built environment)」、「決策 (Decision making)」、「人力資源管理 (Human resources management)」等層面。

(七) 型塑材料與技術 (Shaping materials and technologies)

包含「材料技術解決方案 (Material technology solutions)」、「房地產和建築業的電子商務 (e-business in real estate and construction sector)」、「建築物和基礎設施生命週期的數位化營建操作與支持 (Digitalized construction operations and support for the life-cycle of buildings and infrastructure)」等層面。

本次研討會共舉辦特別論壇、專題演講、工作會議、研討會、專業論文發表及圓桌會議等約 120 場次，經審查通過發表的建築科學技術研究論文，達 400 篇。特別論壇與特別論壇特邀專題演講，包括：



**圖 3-3 World Building Congress 2016 議題構成關係圖**<sup>[16]</sup>

資料來源：芬蘭坦佩雷科技大學（TUT）Kalle Kähkönen 教授之研討會概況簡報。



(Rogers, 2016)

**圖 3-4 智慧城市架構圖**<sup>[16]</sup>

資料來源：George Ofori, "Construction in Developing Countries: current imperatives and potential", WBC 2016 Keynote speech, 2016.05.

- (1) 永續建築—好生活與較佳商業模式的解決方案（芬蘭環境與農業部 Kimmo Tiilikainen 部長）
- (2) Skanska 公司為例：建設一個更美好的社會—全球建築公司扮演的角色（Skanska 公司芬蘭首席執行官 Tuomas Särkilahti 先生）。
- (3) 發展中國家的營建：需求與潛力（新加坡大學 George Ofori 教授）。
- (4) 邁向韌性都市跨學科和跨路線的措施（北京清華大學方東平教授）。
- (5) 邁向適居環境生活的第一步（英國索爾福德大學 Peter Barrett 教授）。
- (6) 資訊科技可改變建築與營建部門發展（芬蘭科技研究中心 VTT 之 Matti Kokkala 教授）。
- (7) 不斷變化世界中的建設（CIB 秘書長 Wim Bakens 博士）。

## 二、WSBE2017 World Sustainable Built Environment Conference

World Sustainable Built Environment Conference (WSBE)為全球最重要的綠建築會議之一，屬於 Sustainable Built Environment (SBE) 系列會議之一，106年6月5日至7日在香港舉行，WSBE 17 主題是

「Transforming Our Built Environment Through Innovation and Integration: Putting Ideas into Action」，強調透過創新與整合概念至行動轉換居住環境的迫切性。研討會共有 1,800 人參與、涵蓋 57 個國家、100 多場平行會議、展覽、晚宴以及生態之旅。

多位學界專家與政府代表在主會議及平行會議中針對不同主題發表演說與討論，除業界領袖外，WSBE 17 特別設立「International Youth Competition」，鼓勵青年投入永續建築環境的研究領域，以嶄新且開創性的角度提出研究與設計，大會共收到 25 國約 100 多件競圖作品，最後選出 8 件優勝者。另於平行會議四個主題：Mainland China sessions,

Regional sessions, Paper sessions–Conference track, Special sessions，共有 300 多篇來自 50 個國家的論文以不同形式發表，透過演說闡述研究成果或政策發展等。<sup>[17]</sup>

WSBE 17 會議主題分七大主軸，概要摘述如下表：

表 3-5 WSBE 17 會議主題一覽表<sup>[18]</sup>

| WSBE 17 會議主題                       |  |
|------------------------------------|--|
| 1.1 中國大陸會議-中國現有建築綠化改造綜合實施方案        | 2.1 中國大陸會議-中國生態摩天大樓的綠建築設計與技術挑戰         |
| 1.2 區域會議-捷克、義、瑞典和瑞士                | 2.2 區域會議 - 土、希、埃及馬耳他                   |
| 1.3 高級建築元素                         | 2.3 先進的建築系統                            |
| 1.4 高性能綠色建築實踐回顧                    | 2.4 高性能綠建築政策 (1)                       |
| 1.5 SBE 評估 -綠色社區 (1)               | 2.5 SBE 評估 - 綠色社區 (2)                  |
| 1.6 創新促進更環保政策和標準-微氣候               | 2.6 促進更環保政策和標準的創新-碳評估                  |
| 1.7 視覺導向的永續社區                      | 2.7 香港、大陸及海外商業建築深度節能和其他創新綠色措施          |
| 1.8 乘員幸福創新 (1)                     | 2.8 居民幸福創新 (2)                         |
| 1.9 綠色建築管理實踐與方法 (1)                | 2.9 綠建築管理實踐與方法 (2)                     |
| 1.10 SBE 中的綠色基礎設施-香港案例             | 2.10 轉變 SBE 實踐 - 能源管理 (1)              |
| 1.11 SBE 中的過程，設計，工具和方法(1)          | 2.11 SBE 中的過程，設計，工具和方法(2)              |
| 1.12 重建鄰里的城市空間                     | 2.12 城市再生進程                            |
| 1.13 健康和永續發展的建築                    | 2.13 啟動智慧城市                            |
|                                    | 2.14 基於德國 BNB 系統的建築物可持續發展評估作為綠色公共採購一部分 |
| 3.1 中國大陸會議-推動中國永續低碳城市發展綠色黃金、綠色金融狀況 | 4.1 中國大陸會議-中國健康建築發展框架和專業最佳實踐           |
| 3.2 國際青年比賽 (1)                     | 4.2 國際青年比賽 (2)                         |
| 3.3 高級建築系統 - 能源發電 (1)              | 4.3 先進的建築系統 - 能源發電 (2)                 |
| 3.4 高效綠建築政策 (2)                    | 4.4 高性能綠建築的過程                          |
| 3.5 綠建築業績評估 (1)                    | 4.5 綠建築業績回顧 (2)                        |
| 3.6 創新促進更環保的政策和標準 - 實踐回顧           | 4.6 綠建築技術 (1)                          |
| 3.7 高性能交通樞紐:其關鍵作用和要求?              | 4.7 永續房地產開發的秘訣                         |
| 3.8 居民幸福創新實踐-生物氣候設計                | 4.8 創新的生物友善設計                          |
| 3.9 綠建築管理實踐與方法 (3)                 | 4.9 提供低碳生活的協作方法                        |
| 3.10 轉變 SBE 實踐-能源管理 (2)            | 4.10 轉變 SBE 實踐-能源管理 (3)                |
| 3.11 永續發展 BIM (1)                  | 4.11 永續發展 BIM (2)                      |
| 3.12 永續建築環境中的新興實踐                  | 4.12 健康建設，人的舒適與幸福                      |
| 3.13 社區賦權 (1)                      | 4.13 社區賦權 (2)                          |
| 3.14 環境響應建築和人類互動                   | 4.14 理大綠色甲板：綠色和充滿活力的社區的催化劑             |

|   |   |
|---|---|
| 5.1 區域會議-加、巴西、葡、荷、德、塔<br>林及赫爾辛基<br>5.2 瑞典高性能建築和永續居住區<br>5.3 SBE 智慧措施 (1)<br>5.4 深度翻新-政策與標準<br>5.5 SBE 評估-綠色建築政策<br>5.6 綠建築技術 (2)<br>5.7 促進更環保政策和標準的創新 - 評<br>估, 分析與建模 (1)<br>5.8 永續社區-案例研究回顧 (1)<br>5.9 綠色經濟轉型綠色經濟 (1)<br>5.10 零能源<br>5.11 SBE 中的流程, 設計, 工具和方法(3)<br>5.12 居民對綠建築的評價<br>5.13 利益相關合作<br>5.14 永續生活的智慧和數字轉型 | 6.1 區域會議-澳洲、大陸、新、菲及南韓<br>6.2 SBE 城市挑戰: 評估方案和案例研究<br>6.3 SBE 智慧措施 (2)<br>6.4 深度翻新-實踐與績效評估<br>6.5 SBE 評估-設計過程<br>6.6 綠色建築材料 (1)<br>6.7 促進更環保政策和標準的創新 - 評<br>估, 分析和建模 (2)<br>6.8 永續社區-案例研究回顧 (2)<br>6.9 綠色經濟 (2)<br>6.10 改革 SBE 的創新實踐 (1)<br>6.11 SBE 中的過程, 設計, 工具和方法(4)<br>6.12 綠色建築-佔有者的觀點<br>6.13 定位 - 綜合設計過程<br>6.14 BEAM Plus 鄰里: 從理論到 Praxis |
| 7.1 改革 SBE 的教育和培訓<br>7.2 SBE 建築挑戰: 評估方案和案例研究<br>7.3 SBE 智能舉措 (3)<br>7.4 深度翻新-流程與方法<br>7.5 SBE 評估-實踐評估<br>7.6 綠建築材料 (2)<br>7.7 創新促進更環保的政策和標準 - 智慧<br>舉措<br>7.8 永續的社區-過程和應用<br>7.9 轉變綠色市場-供應鏈   |   |

(資料來源: 鄭政利, 永續智慧城市與綠建築發展策略規劃, 臺灣建築學會, 內政部建築研究所委託研究計畫期中報告, P.135 表 3-19, 106.07)

### 三、歐洲冷凍空調聯盟大會暨第 8 屆國際研討會 (CLIMA 2013)

歐洲冷凍空調聯盟大會為歐盟地區冷凍空調專業技術與學術團體年度盛事, 2013 年適逢該聯盟組織 50 週年的重要慶祝活動, 同時也結合舉辦第 8 屆建築室內空氣品質、通風換氣與節約能源國際研討會, 是歐洲冷凍空調聯盟及國際間在建築能源效率與智慧健康建築等相關議題發展的重要平台, 會中發表建築空調能源效率、高效率再生能源、先進空調系統、高效率住宅熱水系統、住宅給排水衛生系統、建築音

響先進技術、光環境課題、智慧建築技術、室內空氣品質、建築認證方案及高效率建築案例等相關領域研發成果，計有來自全球 60 餘國的參與，超過 717 篇通過審查的論文發表。<sup>[19]</sup>

表 3-6 CLIMA 2013 研討會主要議題<sup>[19]</sup>

| 序號 | 議題                    |
|----|-----------------------|
| 1  | 建築冷暖房通風換氣能源效率         |
| 2  | 高效率與再生能源              |
| 3  | 先進建築冷暖房空調系統           |
| 4  | 高效率住宅熱水系統             |
| 5  | 建築給排水衛生系統             |
| 6  | 先進建築聲學技術              |
| 7  | 人工照明與自然晝光             |
| 8  | 智慧建築技術                |
| 9  | 室內環境品質                |
| 10 | 建築認證方案（電腦模擬）          |
| 11 | 建築整合設計（電腦模擬、整合冷凍空調系統） |
| 12 | 性能驗證與設施管理             |
| 13 | 建築物實施能源效率指引           |
| 14 | 優良冷凍空調設計案例            |
| 15 | 零碳建築（整合冷凍空調、空調、住宅）    |
| 16 | 歷史建築之冷凍空調系統（暖房、空調）    |
| 17 | 建築防火安全（防火）            |

大會並規劃 25 場次專題研討會（REHVA Workshop），於不同議題論文發表期間舉行。專題研討主題包括：

- （WS-1）有效率的空氣清靜能否降低換氣率
- （WS-2）產品驗證價值-首選最佳案例（冰水機與 VRF 系統）
- （WS-3）冷凍空調效益轉換為房地產價值

- (WS-4) 近零能源建築之跨學科教育 (Cross-Disciplinary)
- (WS-5) 冷凍空調系統能源效率實測基準 (practical benchmarking)
- (WS-6) 歷史建築更新 修繕的特殊冷凍空調系統解決方案
- (WS-7) 使用於建築舒適與能源效率之遮陽解決方案
- (WS-8) 個人冷凍空調系統
- (WS-9) 直接取代 EPBD 之新能源性能標準- 邁向一般化歐洲的方法
- (WS-10) 有效率的空氣清靜能否降低換氣率
- (WS-11) 通風換氣需求控制
- (WS-12) 綠色租賃-啟動綠色科技與能源效率
- (WS-13) 最新泵浦科技之特別能源性能
- (WS-14) REHVA-ASHRAE 冷氣候區之冷凍空調系統設計指針
- (WS-15) 使用者行為相關之能源使用結果與未來研究課題
- (WS-16) 近零能源建築系統之邊界條件與執行之國際規範
- (WS-17) 日本冷凍空調技術新銳-願景與 SHASE 獎建築案例
- (WS-18) BELIMO (閥門致動器) 能源效率經驗
- (WS-19) 因應零碳建築與近零能源建築之深度能源修繕
- (WS-20) 建築等級之熱電共聯 (CHP) 能源效率
- (WS-21) 能源與成本最佳分析之參考建築案例
- (WS-22) 冷凍空調系統系統適用之環境友善冷媒
- (WS-23) 果殼 (Nutshell) 混合通風換氣-新 REHVA 設計指針
- (WS-24) 中國論壇-中國之高效率通風換氣解決方案
- (WS-25) 能源效率認證產品。

#### 四、2017 年永續智慧城市與綠建築發展相關國際會議

2017 年永續智慧城市與綠建築發展議題(永續、智慧、城市、綠建築、低碳)等舉辦之國際性研討會議，主要分布於北美洲、亞洲以及歐

洲，透過學術與政策性研究的成果交流，達到全球永續綠建築科技研發的知識共享。



**圖 3-5 2017 年永續智慧城市與綠建築發展相關國際會議分布圖<sup>[18]</sup>**

(資料來源：鄭政利，永續智慧城市與綠建築發展策略規劃，臺灣建築學會，內政部建築研究所委託研究計畫期中報告，P.127 圖 3-3，106.07)

## 五、聯合國永續發展目標

聯合國於 2012 年在巴西里約召開的地球高峰會(Rio+20)中，一致決議全球將以 SDGs 作為未來十五年（2016~2030 年）的發展議題主軸，於 2015 年 9 月正式採納「永續發展目標（SDGs）」決議。永續發展目標包含 17 項目標（Goals）及 169 項細項目標（Targets）。涵蓋永續發展的三大面向「經濟」、「社會」、「環境」，以多元角度概括勾勒全球整體發展各領域的層面及交織收斂的可能性。



圖 3-6 聯合國永續發展項目

（資料來源：鄭政利，永續智慧城市與綠建築發展策略規劃，臺灣建築學會，內政部建築研究所委託研究計畫期末簡報，106.10）

## 第五節 小結

因應氣候變遷及全球暖化議題，國際間綠建築、永續社區與城市以及近零耗能或淨零能源建築等科技研究蓬勃發展，同時也逐步採用具體的政策措施，並訂定短中長程推動目標。除相關研究課題持續受到關注與探討外，亦有許多重要且關係全球化與區域整的環境永續發展課題，透過國際合作及研討交流的機會，進行宣導推廣與經驗分享。如聯合國永續發展目標、國際零能源建築發展等。2017 年起內政部建築研究所亦已規劃「環亞熱帶創新低碳綠建築國際研討會」(ILCGBS 2018)，積極邀請國際綠建築先進技術發展與政策規劃專家進行專題演講分享，邀集

國際學者專家與學生發表技術論文，除促成廣泛的國際技術交流外，並提供我國綠建築政策措施宣導推廣的絕佳平台。

## 第四章 國內外綠建築推廣策略

### 第一節 歐美綠建築宣導推廣案例

#### 一、美國芝加哥綠色科技中心<sup>[20]</sup>

芝加哥綠色科技中心隸屬於芝加哥市政府環保局，以永續環保的理念推動綠建築科技宣導與教育訓練工作，展示著芝加哥市政府推動永續城市的決心；該中心入口門廳展示台展現中心從陽光、水、風雲、大地這些大地資源著手，關心環境發展與資源利用的願景，以肩負著技術傳承、宣導展示與教育訓練的重責大任。

也因為中心所在地原為非法廢棄物堆置場污染地(Brown Field)，芝加哥市環保局與原企業所有人進行訴訟交涉，移除廢棄物，採用 36% 的回收或可再生材料興建完成創新的綠色科技展示館，並包括節能空調、照明、雨水利用系統，於 2002 年春天竣工啟用，取得 LEED 白金級認證。



**圖 4-1 芝加哥綠色科技中心 LEED 白金級認證**（本研究拍攝）



圖 4-2 芝加哥綠色科技中心入口（本研究拍攝）



圖 4-3 芝加哥綠色科技中心正面外觀（本研究拍攝）



**圖 4-4 芝加哥綠色科技中心敷地透水鋪面與綠化設計**（本研究拍攝）



**圖 4-5 芝加哥綠色科技中心雨水收集貯留槽**

（圖 4-1 至 5 本研究拍攝）

該中心一般展示內容包括綠屋頂、建築回收材料、太陽光電、立體綠化與生態多樣性的景觀設計等，另闢有訓練講習教室與綠建材專用展示室，係以再生、省能與健康建材、設備產品規劃建置完成，並由志工擔任管理大任，同時該中心提出 Greencorps Chicago Program，為失業人士或更生人，訓練綠化景觀的工作能力，這些學員結業後可以到社區或協助地方園丁進行綠化工作，或是進入景觀園藝公司就職。



**圖 4-6 綠色科技中心志工展示透**      **圖 4-7 綠色科技中心志工介紹省**  
**水建材模型**（本研究拍攝）                      **水器具**（本研究拍攝）

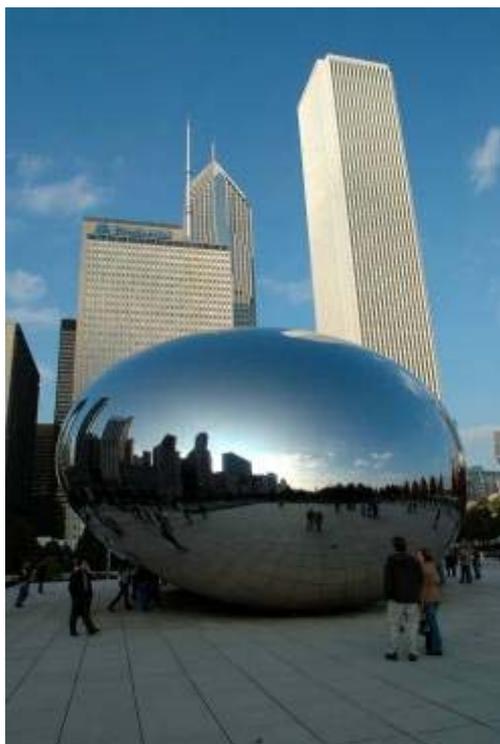
綠建築科技中心並與伊利諾大學合作辦理環境與太陽光電十項全能競賽，同時共同設置太陽光電與木構造實驗屋，進行建築再生能源利用研究，同時作為展示宣導與教育訓練的場所。美國相關教育訓練展示中心或遊客服務中心，廣泛活用志工制度，搭配適當的教育訓練，提供服務的整體過程中充分展露其熱忱與專業，可作為智慧綠建築科技發展成果應用推廣策略規劃參考。



**圖 4-8 與伊利諾大學共同建立的太陽光電發電與木構造實驗屋**

(本研究拍攝)

此外，芝加哥前市長德雷 (Daley) 上任後陸續推動植樹計畫、綠屋頂計畫以及綠建築計畫等，增加都市景觀美化，減緩城市熱島效應，為都市降溫，2000 年並在芝加哥市政廳開始推展綠屋頂計畫，而千禧公園所在位置，自芝加哥早期都市規劃即納為湖岸區都市開放空間，是繼 1893 年芝加哥舉辦萬國博覽會以來，最大的建築計畫，也成為芝加哥最大的綠屋頂。千禧公園自 1997 年 10 月開始規劃、1998 年 10 月動工，2004 年 7 月 16 日完工，面積廣達 24.5 英畝，種植超過 900 棵的樹木、矮灌木等各式植被，吸收與淨化雨水，淨化空氣，降低熱島效應；同時在公共藝術的規劃上，融合了建築、雕塑、空間與音樂休閒的設計，包括建築大師 Frank Gehry 設計的 Jay Pritzker Pavilion 音樂廣場，Jaume Plensa 設計的互動式公共藝術 Crown Fountain，以及 AT&T 廣場上由英國藝術家 Anish Kapoor 在美國創作的第一件戶外雕塑公共藝術品 Cloud Gate，此外並包括戲劇院、藝廊展示廳等，提供社會、文化、經濟等多元的用途。



**圖 4-9 千禧公園 Cloud Gate 與高層建築** (本研究拍攝)



**圖 4-10 千禧公園 Cloud Gate 與互動民眾** (本研究拍攝)



**圖 4-11 千禧公園 Cloud Gate**(本研究拍攝)



**圖 4-12 千禧公園 Jay Pritzker Pavilion 音樂廣場**

芝加哥市政府為鼓勵綠建築之興建，特別推出「Green Permit Program」，綠建築從送件審查到取得發照許可，依其規模大小，審查日數從 15 個工作天到 30 個工作天不等，提高建設業界進行綠建築設計與申請的意願；另也參照在地氣候條件將 LEED 轉換提出適合芝加哥的綠建築評估系統，考慮當地多雨的水處理策略，因此，本次年會會場

McCormick Place 即建立一座處理暴風雨的下水道，可以在短時間內導引 5,500 萬加侖的雨水進入密西根湖。(參考汪文豪，「芝加哥超人氣市長幫城市降溫」，天下雜誌，第 386 期 P.140-P.144)

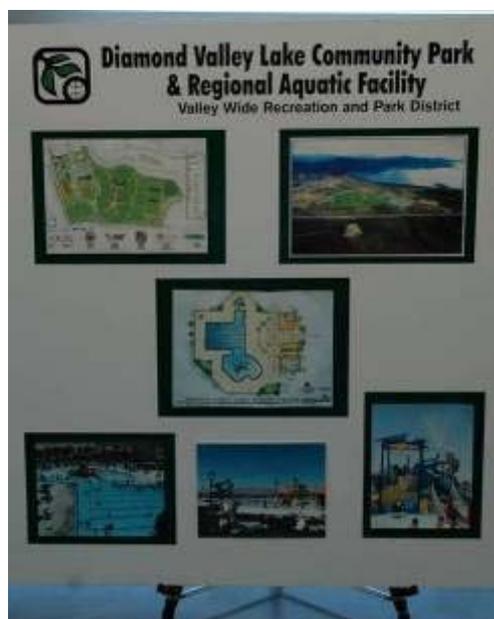
## 二、美國加州鑽石谷湖區遊客中心 (Diamond Valley Lake Visitor Center) [46]

Diamond Valley Lake Visitor Center 位於加州屬於礫漠地質區的重要水源地，主要任務是水資源利用與水力發電的教育與展示功能。遊客中心屋頂及廊道頂部設置有太陽能光電發電系統，兼具遮陽隔熱設施的功能，同時建築本體採用高反射外牆材質施作，建築物在再生能源與建築隔熱的設計效能優異。

展示部分包括湖區水力發電的發展沿革與設施概要，水力發電設施構造展示模型，水資源利用的宣導看板與多媒體影片，以及再生能源系統實作與其即時監測資料顯示屏幕等，另設置互動式發電器具供參觀者操作，提高教育學習的趣味性，另於中心西側並設立有科學博物館，提供地球上不同世代演化相關科學考古的展覽。



**圖 4-13 Diamond Valley Lake Visitor Center 入口** (本研究拍攝)



**圖 4-14 Diamond Valley Lake 湖區設施展示看板** (本研究拍攝)



**圖 4-15 Westerncenter museum 建築外觀** (本研究拍攝)



**圖 4-16 節約水資源宣導展示台** (本研究拍攝)



圖 4-17 太陽光電與自然能源展示模型 (本研究拍攝)

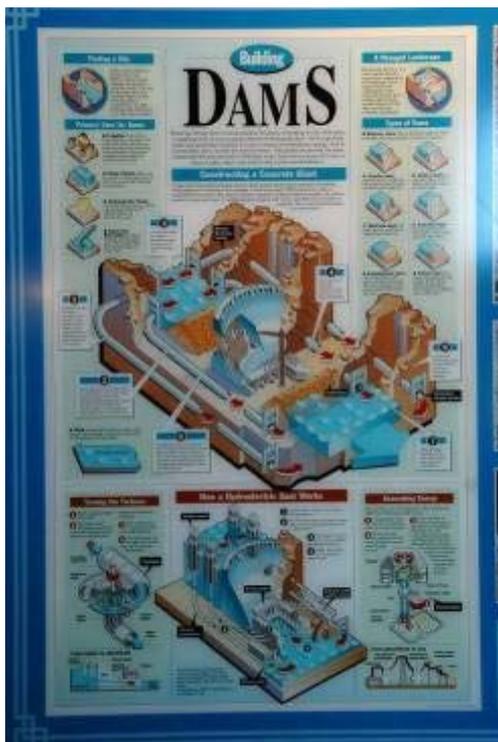


圖 4-18 Diamond Valley Lake 水  
力發電設施解說海報



圖 4-19 水力發電設施機組運轉  
模型 (本研究拍攝)

(圖 4-1 至 16 本研究拍攝)

### 三、芬蘭坦佩雷Härmälänranta永續住宅開發區<sup>[16]</sup>

芬蘭坦佩雷 Härmälänranta 座落位置鄰近 Pyhäjärvi 湖，距離坦佩雷市中心南方約 5 公里，曾經是該城市重要的工業區，自 2012 年起由 Skanska 公司導入 Härmälänranta 2012-2020 計畫，預定在 2020 年將該地區建設成為省能、省水、省資源與環境融合的健康永續社區，並於設計施工過程導入綠色 BIM 技術，預估可節約能源 25%、節水 17%。



**圖 4-20 芬蘭坦佩雷 Härmälänranta 永續住宅開發區原址工廠設施**



**圖 4-21 芬蘭坦佩雷 Härmälänranta 永續住宅先期開發區完成現況**

(本研究拍攝)

Härmälänranta 地區的再發展規劃是由坦佩雷、皮爾卡拉(Pirkkala)市政府和 Skanska 公司的共同推動。第一階段自 2007 年開始執行，第二階段則自 2014 開始，預定於 2026 年間完成。第一階段包含 18 個住宅案(共 450 公寓住宅單元)，第二階段則擴大至 15 個街廓範圍，將創造達 16 萬平方公尺的混合使用空間以及 1,800 個住宅開發案，部分既有

工業建築則將被更新再利用為商業與服務建築使用。



圖 4-22 SKANSKA 公司 Härmälänranta 永續住宅個案工程告示

(本研究拍攝)

Härmälänranta 地區再開發設計是以區域整體可持續發展為首要目標，著重能源，材料和用水效率，並朝減少地區的碳排放量努力，除了既有建築再利用的措施外，並納入綠色永續交通模式，並將雨水全面納入蒐集管理，創造符合城市可持續發展的多元場域。

Härmälänranta 區建築規劃積極促進室內空氣、濕度、噪音和採光達最高品質的健康生活環境，建築室內裝修納入低 VOC 逸散材料，每間公寓都有自己的通風控制系統，建築設計全面導入南向日照，但讓使用者可以根據自己的喜好調節通風及遮陽，以減少夏季過多的太陽能輻射熱；外牆則採高反射表面材料，如玻璃和金屬，減少外牆夏季蓄熱。



**圖 4-23 Härmälänranta 永續住宅個案高反射外牆及導入南向日照**

(本研究拍攝)

Härmälänranta 區規劃為高密度混合使用的建築型態，在各種住宿、商業、休閒及服務功能建築空間完成時，即可減少因工作、生活及休閒的移動交通，但本區也另規劃良好的人行道、自行車道及公共交通系統等促進可持續發展的交通模式，以連接 5 公里外的坦佩雷市中心，併同提供所需的公共服務。

第二階段 Skanska 公司採用 BIM 能源建模技術進行 Härmälänranta 開發項目生命週期成本 (LCC) 分析，依據當地能源公司 BIM 數據和成本數據評估在不同能源情況 40 年期間生命週期成本，包括太陽能熱能、電能補充及地源熱泵等，其中地源熱泵供熱生命週期總成本最低，年總淨現成本比集中供熱低 25% 左右，故地源熱泵供熱被認為是 Härmälänranta 第二階段發展的重點，此外，生命週期成本的分析也將生命週期碳排放量納入能源方案分析，作為能源選項決策評估參考。

Härmälänranta 開發項目中目前已完成的 Humu 與 Pyry 公寓住宅單元，Skanska 公司在設計施工階段即將其用電密度設定為相較於芬蘭的建築法規能源類 A 能源消耗比約低 25% 的 95 kWh.yr/m<sup>2</sup>；這樣的目標透過來自該市高效節能的區域供熱系統來達成，同時如能全面納入能源

等級 A+ 的家電設備，將能達到更優異的能源效率表現。另依 Härmälänranta 第二階段提升區域能源效率的規劃需要，該公司建立了能源分析模型，提供開發設計人員進行各種節能措施模擬分析，同時檢視節能措施對於建築或區域層級能源消費模式的影響。建築碳足跡評估也被納入這 2 個住宅單元項目實證，Skanska 公司運用綠色 BIM 技術計算出其碳足跡為  $255 \text{ kg/m}^2$ ，其中混凝土建材碳足跡約佔其 2/3；這 2 個碳足跡實證項目，將作為該公司建立未來芬蘭住宅建築碳排放量基線與瞭解減碳作為的重要基礎。



**圖 4-24 Härmälänranta 住宅雨水排水管及玄關過篩導水格柵**

(本研究拍攝)



**圖 4-25 坦佩雷市區至 Härmälänranta 住宅開發區智慧公車系統**

(本研究拍攝)

雨水管理部分，Härmälänranta 主要計畫納入一個複合雨水系統，將來自屋頂和硬鋪面的雨水導入具備油水分離器的水渠道，引流至雨水花園、生態淨化池及蓄水池，作為流入都市雨水排水系統前的過濾及貯留設施，根據規劃，過量的雨水將被導流至相鄰區域較大的雨水花園，提高雨水貯留的效率。



**圖 4-26 Härmälänranta 住宅社區、新建區與區域供暖設施** (本研究拍攝)



**圖 4-27 Härmälänranta 永續住宅開發區雨水排水、滲透及貯留設施**



**圖 4-28 Härmälänranta 永續住宅採預鑄式開放建築工法施作**



**圖 4-29 Härmälänranta 永續住宅施工完成現況**

(圖 4-20 至 29 本研究拍攝)

Skanska 公司藉由 Härmälänranta 再發展開發項目，展現主導芬蘭住宅綠色永續與智慧能源管理的企圖，同時透過實證與相關試驗，積極推展能源分析模型的應用範疇，值得全面推動節電減碳的科研與政策規劃參考。

#### 四、布拉格智慧綠建築案例<sup>[19]</sup>

捷克（布拉格）第 1 棟獲得美國 LEED 白金級認證的辦公建築大樓 City Green Court，為地面以上 8 層，地下 2 層之商辦用途建築物，總樓地板面積約 1 萬 6,300 m<sup>2</sup>；建築物座落於布拉格市第 4 區 Pankrác 商業區，目前由捷克 Skanska 公司營運管理。該案為當地既有污染地再利用的開發案，緊鄰縱貫布拉格市南北向地鐵（Line C）通過之購物中心與地標商辦高樓。本案長寬接近正方形的平面配置，中央區設計為全挑空之採光天井中庭，使得辦公空間大部分接能獲得二面充足的自然採光，同時採落地窗設計使辦公區全室晝光導入成果良好；另於西向立面並採用對應日射方位角之垂直遮陽設計，在獲得充分自然晝光外，亦能減少西曬日照熱負荷，減緩空調能源負載。敷地環境多採透水鋪面設計，同時以喬木及綠鋪面進行綠化，提高建築與環境的友善關係；外牆以白色高反射率的建材設計，開口部亦採高能源效率玻璃建材，以減緩建築外殼熱負荷。

依據該案簡介資料顯示，通過美國 LEED 認證的項目包括：永續敷地環境、水資源有效利用、能源效率與臭氧層大氣環境保護、建材循環利用、室內環境品質及創新與設計等項。



圖 4-30 City Green Court 地面層平面圖<sup>[19]</sup>

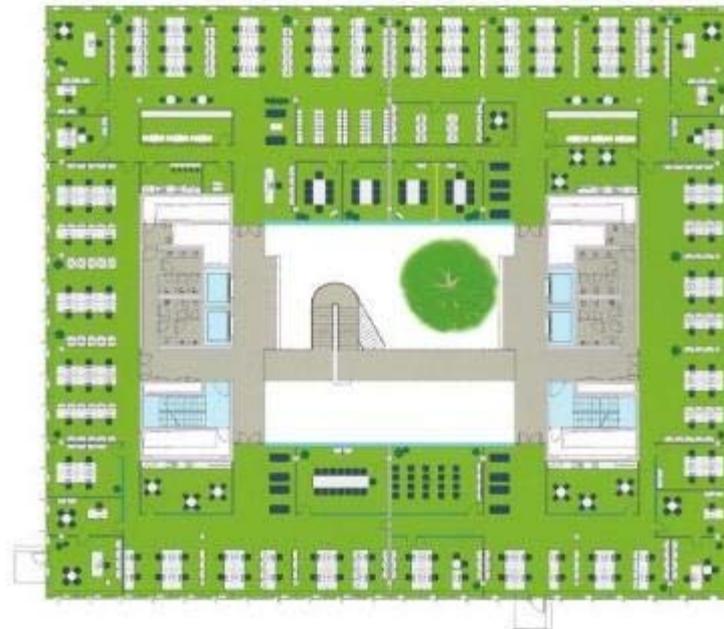


圖 4-31 City Green Court 標準層平面圖<sup>[19]</sup>



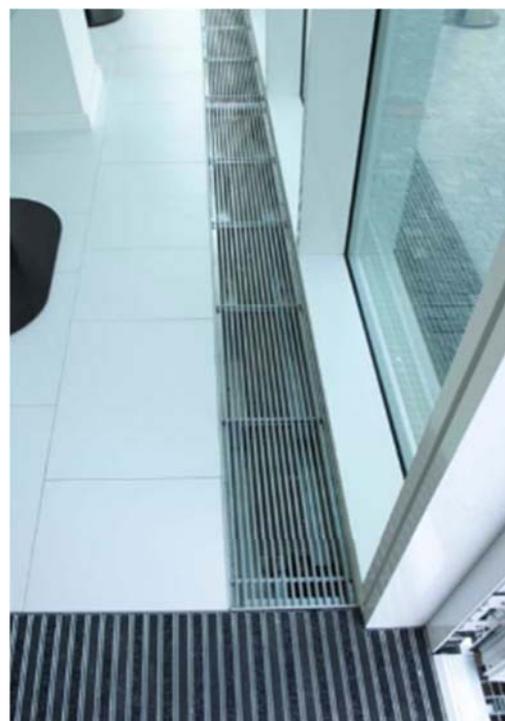
**圖 4-32 City Green Court 南向與東向立面<sup>[19]</sup>**



**圖 4-33 City Green Court 外觀各向立面<sup>[19]</sup>**



**圖 4-34 中庭採光與綠化<sup>[19]</sup>**



**圖 4-35 地板出風式空調送風設計<sup>[19]</sup>**



圖 4-36 西向立面遮陽板與敷地透水設計及雨水截水溝<sup>[19]</sup>

Green thinking in reality

Environmentally conscious solutions:

- 1 Sustainable Sites (SS)**
  - Excellent accessibility by public transport
  - A green park in the vicinity of the project
  - Services within close proximity
  - Construction on brownfield
  - Reserved parking for hybrid vehicles and electric vehicles
  - Green roof
  - Parking for bicycles, showers and locker rooms
  - Reduction of light pollution of the project's surroundings
- 2 Water Efficiency (WE)**
  - Use of rainwater for irrigation and air-conditioning
  - Limiting water wastage
  - Highly efficient irrigation system
- 3 Energy Efficiency, protection of ozone layer and atmosphere (EA)**
  - Low-pressure air-conditioning, ventilation and heating
  - Cooling system for distribution of green and fresh air
  - Advanced lighting system (automatic light sensors, occupancy sensors, dimming intensity and fully dimming by LED)
  - Separate metering of energy and water consumption
- 4 Materials (MR)**
  - Products on the basis of wood with FSC certificate
  - Recycling of building waste
  - Use of regional materials
  - Communal waste separation
  - Use of recycled materials
- 5 Indoor Environmental Quality (IEQ)**
  - Monitoring of interior and exterior CO<sub>2</sub> emissions
  - The option of automatic switching off of workstations after working hours
  - Healthy work environment
  - Automatic regulation of fresh air feeding according to CO<sub>2</sub> level
  - Control of chemical pollution sources
  - Individual temperature control
  - Coordination of interior and exterior climate
- 6 Innovation and Design (ID)**
  - Green educational programme
  - ISO 14001 certified general contractor
  - Very efficient system of drinking water retention

Energy consumption of the building totals ca 82kWh/sq m per year.

The advanced lighting solution reduces energy consumption by 60%.

圖 4-37 City Green Court 通過美國 LEED 認證項目之簡介說明<sup>[19]</sup>

## 第二節 大陸地區綠建築宣導推廣案例

### 一、北京清華大學建築學院建築節能研究中心<sup>[21]</sup>

觀摩清華大學建築學院建築節能研究中心各項實驗研究設施與成果，由該棟建築之設計者栗德祥教授導覽解說其設計概念與設計實踐項目，包括：建築能源管理系統、垂直牆面及天化板輻射空調系統、分區垂直自然通風換氣核設計與應用、屋頂綠化技術與表面溫度監測實驗研究、自然導光室內照明系統及生態濕地與生態水池技術研究應用等。

建築節能研究中心座落於清華大學校園東區，總建築面積3000m<sup>2</sup>，地下一層，地上四層。由辦公室、開放式實驗室或實驗台組成。由於緊鄰已有的建築，建設用地侷促，且南北面寬短而東西面寬長。樓梯間、廁所、機房等服務空間安排在西側中部被遮擋的部分，其餘可採光部分全部為使用空間，達到了空間利用的最大化，體現了建築設計的人性化和功能性要求。本建築節能研究中心相關節能方式包含：（以下資料由栗德祥教授提供整理）

#### 1. 自然通風利用

室內環境控制系統優先考慮被動方式，用自然手段維持室內熱舒適環境。利用熱壓通風和風壓通風的結合，根據建築結構形式及週圍環境的特點，在樓梯間和走廊設置三個通風豎井，負責不同樓層的熱壓通風，並在建築頂端設計玻璃煙囪，利用太陽能強化通風。

#### 2. 溫濕度獨立控制的空調末端設備

本建築空調末端為溫度濕度獨立控制方式。濕負荷由乾燥新風帶走，室內送風末端根據不同房間功能分別為個別化送風和置換通風。而房間風機盤管和輻射吊頂末端裝置僅負責顯熱部分，不存在結露現象，徹底避免了潮濕表面滋長霉菌，惡化空氣的情況。

#### 3. 室內照明系統

示範樓照明系統採用背景照明與桌面台燈相結合。其中全樓背

景照明系統能自動補充日照水平。桌面台燈則由使用者根據各人需求和工作狀態自行調節亮度。

#### 4. 光電玻璃

光電玻璃採用光伏電池、光電板技術，把太陽光轉化為能被人們利用的電能，通過逆變器可與城市供電系統連接，使用狀態時為建築提供電力，晚間或陰雨天自動切離。

#### 5. 太陽能庭院燈

太陽能庭院燈為大樓入口處提供夜間照明，蓄電池容量除能夠滿足夜晚照明，同時還要能夠存儲滿足連續陰雨天夜晚照明需要的電能。

#### 6. 太陽能空氣集熱器

利用聯集管式太陽能空氣集熱器，日集熱效率可達到 50%。通過太陽能獲取的熱風在夏季用作溶液除濕系統再生器的熱源，而冬季則作為空調送風可直接送入室內。

#### 7. 太陽光採光技術

建築物南側室外設置自動跟蹤太陽光的陽光採集系統，利用太陽光為地下室提供採光，減少白天照明電耗。

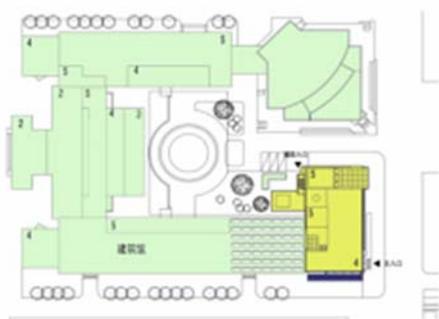


圖 4-38 清華大學建築學院節能研究中心位置圖<sup>[21]</sup>

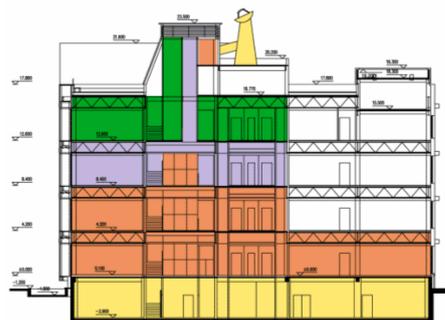


圖 4-39 節能研究中心剖面圖<sup>[21]</sup>



圖 4-40 清華大學節能研究中心 [21]



圖 4-41 地下室晝光導光光束照明裝置 [21]



圖 4-42 節能研究中心垂直壁面輻射空調 [21]



圖 4-43 節能研究中心天花板面輻射空調 [21]



圖 4-44 節能研究中心天花板面輻射空調控制器 [21]



圖 4-45 節能研究中心單元空調出風口概念設計 [21]



圖 4-46 節能研究中心浮力通風換氣井上部<sup>[21]</sup>



圖 4-47 節能研究中心浮力通風換氣井進氣口<sup>[21]</sup>



圖 4-48 節能研究中心浮力通風換氣井頂部<sup>[21]</sup>



圖 4-49 節能研究中心屋頂綠化實驗區<sup>[21]</sup>

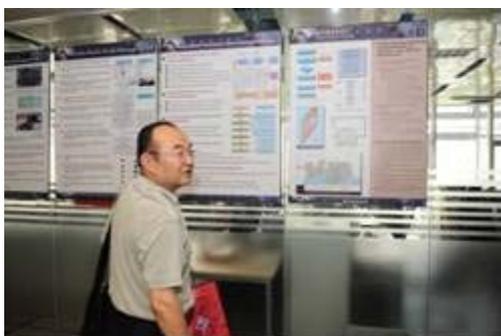


圖 4-50 栗德祥教授導覽節能設計相關研究成果<sup>[21]</sup>



圖 4-51 節能研究中心能源管理監控螢幕<sup>[21]</sup>



圖 4-52 節能研究中心展示區<sup>[21]</sup>

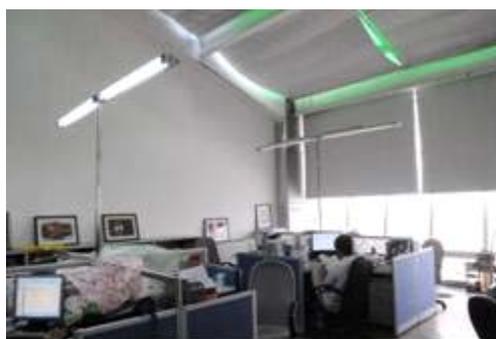


圖 4-53 節能研究中心天窗遮蔽研究區<sup>[21]</sup>



圖 4-54 節能研究中心外觀<sup>[21]</sup>



圖 4-55 節能研究中心東側實驗立面<sup>[21]</sup>

該中心一樓規劃為建築節能科技成果展示與教育訓練空間，並利用建築實體進行各項建築外殼遮陽、隔熱保溫、輻射空調與能源管理系統之應用監測研究，藉由展示空間的實際體驗，更能感受到建築空間舒適度控制與能源管理科技的理論與實用成效，搭配適當的教育訓練課程安排，可讓參訪者獲益匪淺。



**圖 4-56 節能研究中心屋頂綠化實驗區植栽種類與構造設計**

(圖 4-38 至 56 本研究拍攝)

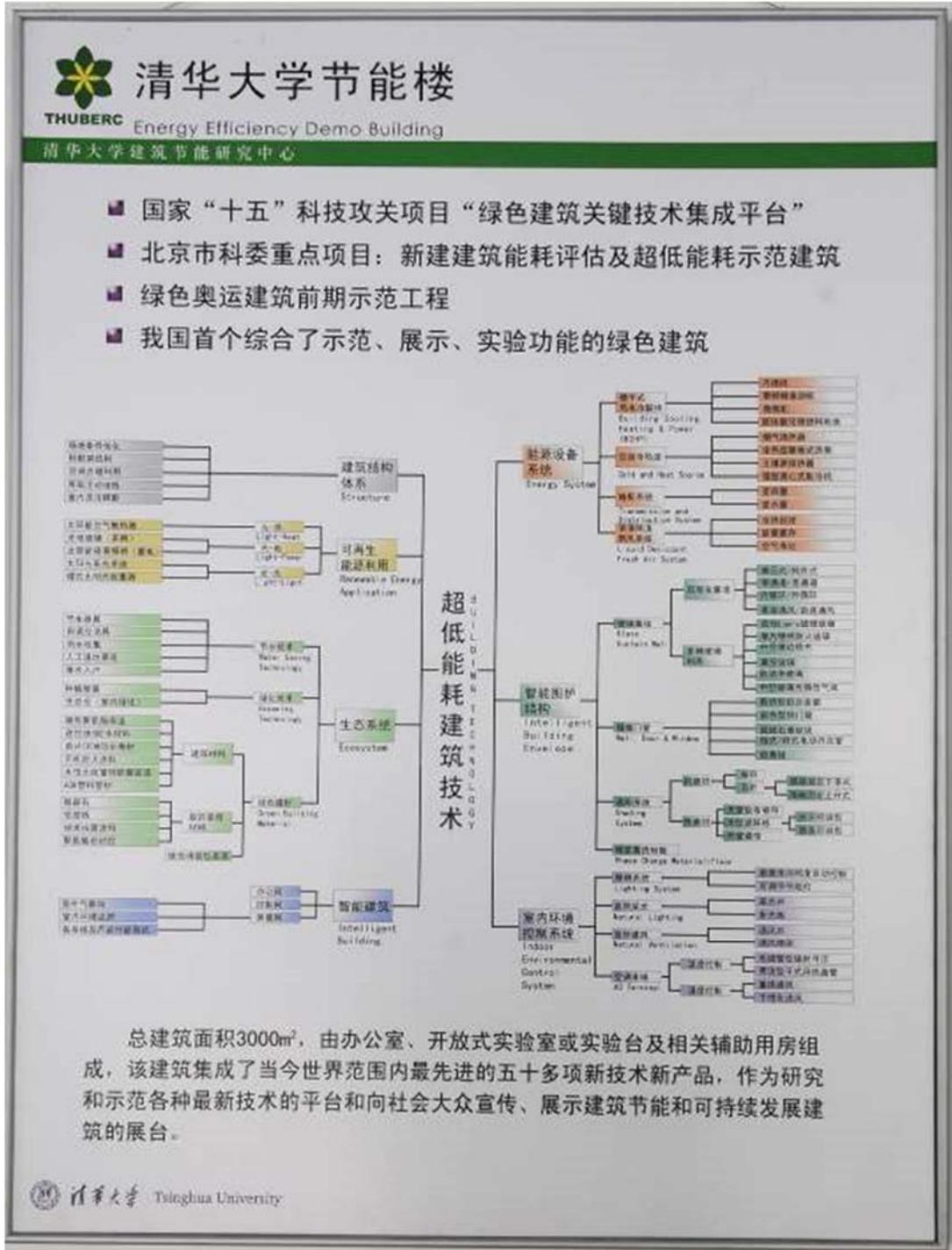


圖 4-57 清華大學節能研究中心研發課題架構簡介看板  
(翻攝於清大節能中心)



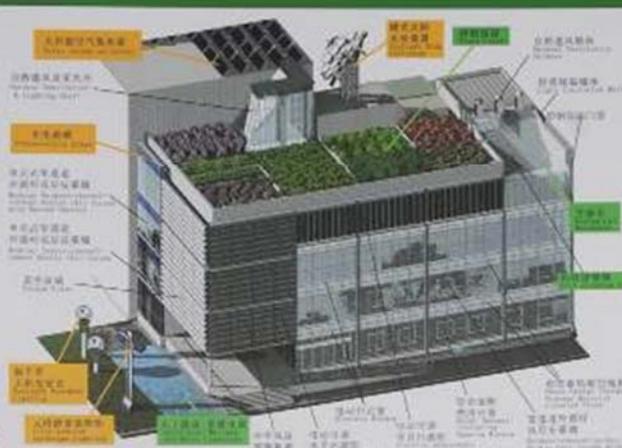
# 智能围护结构

THUBERC Intelligent Building Envelope  
清华大学建筑节能研究中心

### 围护结构方案设计

Building Envelope Design

- 智能化的围护结构
  - 空气流通双皮幕墙
  - 变厚度双皮幕墙
  - 写楼外遮阳百叶
  - 窗膜式采光技术
  - 相变蓄热地板
- 植被屋面
- 生态仓
- 自然通风烟囱
- 轻质保温墙体
- 塑料保温门窗
- 光电玻璃
- 生态水池



### 智能围护结构定义

Definition of Intelligent Building Envelope

智能化的围护结构可以根据室外环境的变化、室内环境的需求自动改变其自身的传热、透光、通风等特性，从而以最小的能源消耗维持建筑内部的健康、舒适环境。

### 围护结构技术特点

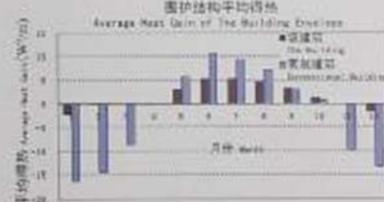
The Technical Characteristics of Building Envelope

- 高性能玻璃
  - 采用超疏水空腔玻璃和双中空Low-E镀膜玻璃
  - 热工性能参数
  - 传热系数K值:  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - 太阳得热系数: SHGC: 0.5
- 双层皮幕墙技术
  - 深透性: 综合传热系数K值  $< 1.2$
  - 遮阳与隔热: SHGC  $< 0.10 \sim 0.15$
  - 多种通风模式: 内循环、外循环、自然通风、机械通风
- 可控遮阳技术
  - 分区控制: 满足不同时段舒适度
  - 遮阳与保温: 夏季可遮阳90%以上太阳辐射等率或挡天受控量控制
  - 采光与视野: 利用自然反射进行自然采光同时保证良好视野
- 跟踪式采光技术
  - 尽可能利用自然采光减少照明能耗
  - 镜面反射跟踪收集、光纤维等
- 相变蓄热地板
  - 吸收太阳辐射, 增加建筑热惰性, 减少室温波动
  - 定型相变材料, 与地板结合
- 植被屋面
  - 耐旱、长寿植被, 提高屋面保温隔热性能

- 自然通风烟囱
  - 利用热压差自然通风减少空调使用耗耗
- 轻质保温墙体
  - 综合传热系数K值可降至  $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 塑料保温门窗
  - 门窗传热系数K值  $< 1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 光电玻璃
  - 单晶硅光电玻璃, 光电转换效率10-20%
- 生态水池
  - 建造“新水体-人工湿地”的复合生态系统

#### 围护结构平均得热

Average Heat Gain of The Building Envelope



基本可保证冬季采暖耗能降低  
围护结构最热月平均得热5.29%建筑面积



清华大学 Tsinghua University

圖 4-58 清華大學節能研究中心綠建築設計簡介看板

(翻攝於清大節能中心)



圖 4-59 清華大學節能研究中心能源與管理系統簡介看板

(翻攝於清大節能中心)

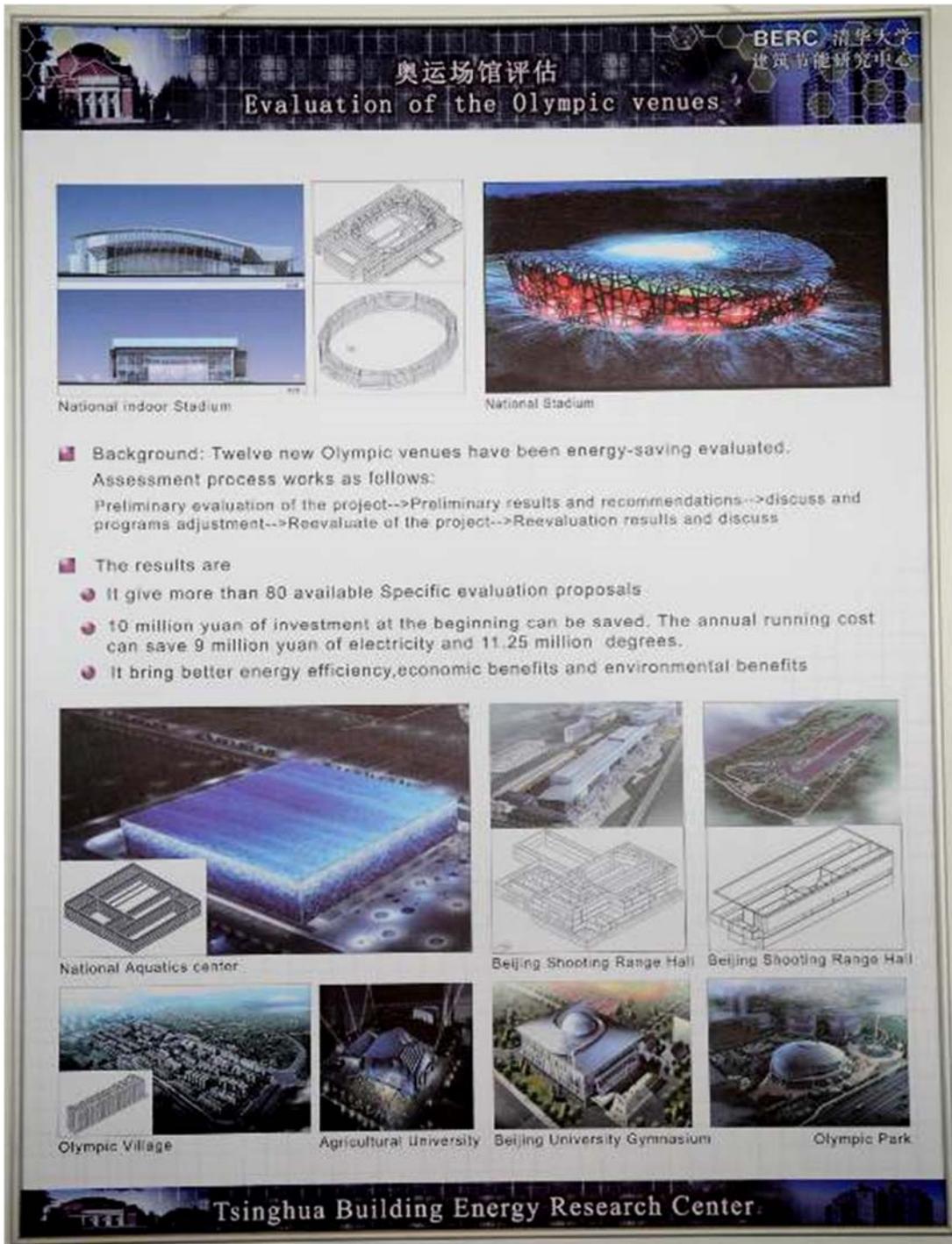


圖 4-60 清華大學節能研究中心奧運場館節能設計評估成果看板

(翻攝於清大節能中心)

## 二、山東青島、濟南綠建築生態社區宣導推廣案例<sup>[22]</sup>

山東青島、濟南智慧生態城市規劃建設案例，包括青島市：黃島區中德生態園德國企業中心、幸福小區、嶗山區智慧社區魯信長春花園社區、麥島區域能源中心-海信麥島居住區污水源熱泵供熱/供冷示範項目及青島藍色硅谷濱海新鎮開發計畫區等，濟南市：力諾瑞特新能源有限公司工業園區、萬斯達建築科技有限公司預鑄版廠等。

### (一) 中德生態園<sup>[22]</sup>

青島中德生態園是由中德兩國政府建設的首個可持續發展示範合作項目，主要目的在為中德兩國在歐亞合作、高端產業、生態科技、可持續性城市規劃方面，打造一個示範性項目，該項目規劃吸引國際領先的高端生態企業，為其自身建造生態園。園區位於大陸第九個國家級新區—青島西海岸新區，規劃面積 11.6 平方公里，未來開發區 29 平方公里，遠期規劃面積 66 平方公里。該園區是作為彰顯中德合作的國際園區，倡導低碳環保、推動研發創新、促進產業轉型、引領綠色生活與實現持續發展的生態智慧宜居園區。

中德生態園導入智慧城市體系架構，制訂智慧城市標準規範，發展建構智慧城市安全體系，包含智慧城市 10 大工程，城市公共建設資料庫、公共資訊平台、園區資訊網路建設、智慧感知與環保工程、地下管線綜合管理資訊系統、智慧綜合交通工程、智慧電網工程、智慧泛用能源網工程、智慧就業服務工程與智慧社區工程等。透過概念規劃指導、指標系統統合、強化專項規劃，達成分項規劃之無縫銜接與融合，將園區生態、智慧建設理念全面納入管控，實現能資源節約、污染減少與環境保護，促進園區健康永續發展。

總體發展規劃委託德國 GMP 建築設計事務所辦理，規劃總人口約 6 萬人；其中，產業用地 45% 道路及生態綠地 30%，居住及公共設施用地 25%。指標體系部分則制訂完成生態控制性指標體系，並獲得德國

TÜV NORD 公司認證，內容包括 4 大類 40 項具體指標。該園區圍繞生態標準的制定和應用、低碳產業的配置和發展、綠色生態城市建設與推廣“三大領域”，重點發展節能環保、綠色能源、環保建材等綠色產業；高端裝備製造、新能源應用、數字科技、智慧系統等新興產業；科技研發、規劃設計、教育培訓、金融醫療、文化體育等現代服務業。中德生態園先後被大陸科技部、住建部、能源局等分別授予首家綜合標準化示範園區、國家綠色製造國際創新園、全國智慧城市試點、國家綠色生態示範城區（低碳生態試點城鎮、大陸首批新能源示範園區）。

其中智慧泛用能源部分之泛用能源網規劃原則，是從能源生產、儲運、應用及再生等面向完整考量，將能源技術融合資訊技術，轉變為能源生產與利用方式；依據能源使用特點，通過推廣節能技術降低終端使用者與企業的能源需求，優先使用可再生能源與周邊剩餘能源，減少化石能源消耗，透過分散式能源站點與微電網技術，達到高效率能源生產、儲運、應用及再生環保節能，並建構泛用能源營運管理中心，透過能源雲端計算實驗能源系統智慧化控制管理與交易，保障泛用能源網系統安全穩定、優化能源供需組合經濟高效率營運模式。

蒐集包括總體規劃展示版及全區規劃模型，從智慧城市體系發展架構、智慧城市工程架構、資通訊技術導入與營運管理、能源有效利用與生態綠化等資料，以及園區內建置中之住宅社區，主要為外部設施（道路、人行步道與雨水排水設施、園區綠化工程等）與社區建築體構造施工等項目。



圖 4-61 中德生態園智慧城市體系發展架構與智慧城市工程架構<sup>[22]</sup>

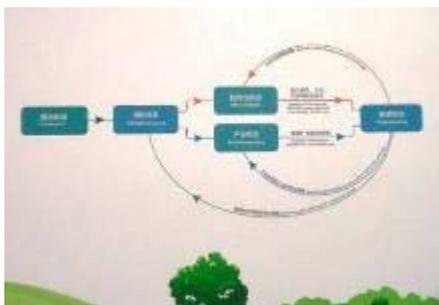


圖 4-62 中德生態園規劃理念<sup>[22]</sup>



圖 4-63 中德生態園導入資通訊技術營運管理說明<sup>[22]</sup>



圖 4-64 中德生態園體驗運營中心規劃發展歷程展示說明<sup>[22]</sup>

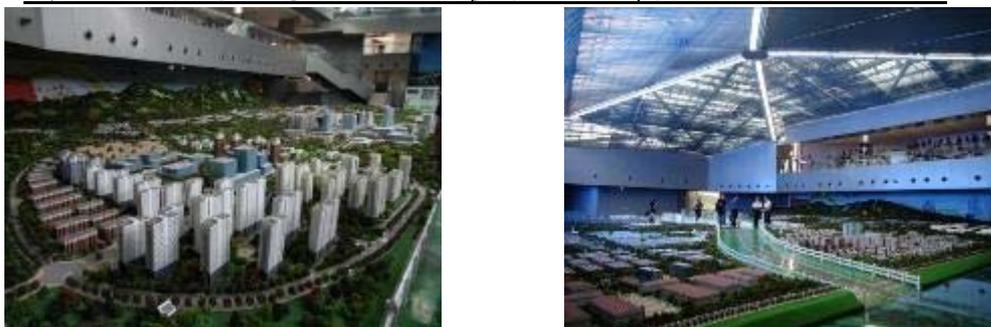


圖 4-65 中德生態園體驗運營中心總體規劃模型展示現況<sup>[22]</sup>

(本研究拍攝)



圖 4-66 中德生態園綠化工區質量標準化展示牌 [22]  
(本研究拍攝)

## (二) 魯信長春花園智慧社區

魯信長春花園是由山東魯信置業有限公司於青島市嶗山區投資建設的大型綜合性住宅社區，占地 709 公頃，總建築面積 94 萬平方公尺，單體建築達 100 棟（4 層至 26 層），其中住宅使用 95 棟，住宅總戶數 4788 戶，住宅單位面積從 70m<sup>2</sup> 至 255 m<sup>2</sup> 不等，公共建築包括有綜合使用大樓 2 棟、12 班幼兒園 1 棟、學校 1 所、青年公寓 1 棟。基地位於嶗山區之北向坡地，建築配置依等高線現況進行配置，並利用原地貌修建 3 座人工湖，面積達 2 萬平方公尺，全區綠地面積則超過 30 萬 m<sup>2</sup>。

本項工程於 2004 年底開工興建，導入相關先進建築產業化技術，歷經 3 年工期，於 2008 年 1 月交付使用；所有住宅均採精裝交屋，經過 7 年使用，各項設施設備系統均正常運作，符合原設計使用功能之要求，入住率達 95%，居民滿意度相當高。



圖 4-67 山東魯信長春花園智慧社區全區鳥瞰與配置圖<sup>[22]</sup>



圖 4-68 北側高層住宅棟區



圖 4-69 中區低層住宅棟區



**圖 4-70 中央綠地與生態水池**

(圖 4-67 至 71 為本研究拍攝)



**圖 4-71 魯信長春花園智慧社區防災避難動線圖**

### (三) 麥島區域能源中心-海信麥島居住區污水源熱泵供熱冷示範項目

本項可再生能源建築應用示範項目在 2006 年通過大陸建設部及財政部核可推動，目的是在基於節約能源、環境保護及永續發展的原則下，滿足麥島居住區供熱、製冷的需求。本項示範項目能源中心位於青島市嶗山區，總投資金額為 3.5 億人民幣，自 2009 年 8 月開工，2010 年正式運轉，營運管理單位為青島中節能建築能源股份有限公司；利用麥島污水處理廠排放污水及海水源作為空調冷熱源，並結合水蓄冷蓄熱形式，導入熱泵空調技術，利用夜間離峰時段蓄能，解決地方電網晝夜用電不平衡的問題，提升能源效率，可滿足海信麥島居住區 100 萬平方公尺住商用戶的供熱、製冷需求。

本計畫是採用契約能源管理模式推動（相近於台灣推動節能績效保證專案 ESPC 計畫），中節能建築節能股份有限公司為建築節能領域的專業企業（類似於台灣推動之 ESCO 產業），主要業務是涵蓋綠建築全生命週期，以規劃設計、投資建設及營運服務為一體的全產業鏈服務模式，主要業務領域為建築節能技術服務及區域能源供應服務等 2 大方向。契約能源管理如同我國能源局推動之節能績效保證制度，由從事能源服務的企業，透過與客戶簽約提供能源規劃、設備設計、工程施工、設備安裝測試、人員培訓、節能量確認及營運管理等完整的節能服務，並從節能改造後所獲致的節能效益，收回投資及取得利潤的商業模式。

在新能源領域採用契約能管理模式，利用熱泵技術，以污水、海水、湖泊水等地表水作為低品味冷熱源建設大區域新能源中心供熱供冷項目，規劃城市能源發展前景，以國際標準調整城市能源使用結構，凸顯青島在地優勢的表現。

本項目工程建置於住宅區景觀設施地下層，總建築面積 2,443 平方公尺，每年可約減少燃煤 30,600 噸，減少 CO<sub>2</sub> 排放約 98,000 噸，節約用電 1.87 億度，節能減碳及解決城市供熱、改善空氣品質與霧霾天氣有顯著效益。

### 三、中新天津生態城案例

依據中新天津生態城總體規劃（2008-2020 年）、中新天津生態城指標體系、中新天津生態城綠色建築評價標準及中新天津生態城綠色建築評價細則等技術基準，中新天津生態城在綠色建築採用的技術策略上，必須充分考慮天津地區的特點，包括：（1）氣候條件-位於寒冷地區，暖房是建築節能的重要課題。（2）水資源-中新天津生態城用地為鹽地、鹽鹼荒地和濕地，屬水質性缺水地區，節水設計需加強非傳統水資源利用。（3）太陽能資源-天津年日輻射量為 5152.36 MJ/m<sup>2</sup>（水平面），年日照時數為 2612.7 小時，太陽能資源豐富。（4）地熱資源-中新天津生態城處於濱海地熱田中北部，地熱資源相對較豐富。（5）生態資源-中新天津生態城用地內有營城湖和薊運河故道，濕地自然景觀獨特。（6）地質條件-天津濱海新區屬典型的軟土地質，軟土層厚度較大且分佈廣泛，工程性質差。<sup>[23]</sup>

依據天津地區的區域特徵，生態城及綠建築整體開發（包括新建、擴建和改建的建築），尚需符合幾項原則，全生命週期成本控制、設計施工與營運整體綠建築發展及建築與裝修整體設計等，並對建築品質、環境負荷及成本投入等項目進行綜合考量，避免單純導入高科技、高投資的發展迷失，鼓勵採用合宜的綠建築設計技術，透過優質化設計實現

資源、能源的節約和循環使用，強調採用傳統技術策略與因地制宜的建材選擇，鼓勵技術創新，以發展結合氣候策略且具中國特色的「本土化綠色建築」，期能創造建築技術和環境的和諧發展。<sup>[16]</sup>

另中新生態城亦規劃建設相關基礎配套措施、項目，包括：1.自來水設施、2.天然氣設施、3.熱力設施、4.電力設施、5.市政設施（雨水與污水）、6.環保設施及 7.訊息化網路設施等。

中新天津生態城位於中國國家發展的重要的戰略區域的天津濱海新區範圍內，毗鄰天津經濟技術開發區、天津港、海濱休閒旅遊區，地處塘沽區、漢沽區之間，距天津中心城區 45 公里，距北京 150 公里，總面積約 31.23 平方公里，規劃居住人口 35 萬，為中國與新加坡兩國政府繼蘇州工業園合作後的重大政策開發項目。生態城市的建設，顯示了中新兩國政府應對全球氣候變化、加強環境保護、節約資源和能源的決心，為資源節約型、環境友好型社會的建設提供積極的探討和典型示範。綜合開發專案包括 100 多公頃的住宅及商業用地，將為新居民提供多元化的住宅選擇，並將成為生態城的休閒中心，整體開發預計於 2015 年竣工可容納 1.2 萬戶居民，總投資將超過 100 億元人民幣。<sup>[23]</sup>

天津生態城遠雄投資開發有限公司在天津生態城亦投入遠雄開發計畫，包括住宿、中心商業區與遊憩設施等規劃內容，同時依城區規劃要求導入綠建築設計與評估技術。

#### 四、深圳南山區華僑城生態社區案例

深圳市南山區近年來先後搬遷轉型高污染、高能耗、低效益的工業企業，建設商業文化中心區再生水利用項目，引領建築節能理念的綠色建築，並啟動建設了首家集環保技術研發、培訓、資訊交流、總部經濟為一體的環保產業園，奠定了高效、低排放的綠色南山模式。

南山區環保局依據深圳建設生態市的規劃要求，從基礎調查分析著手，開始著手南山區生態社區推動工作，秉持建設“和諧南山、效益南

山”和現代化海濱城區的計畫目標，以促進社會進步、強化污染防治、改善環境品質為宗旨，並採以人為本、污染防治與生態保護並重的原則，推動生態社區發展，加強環境整治，擴大生態保護和建設規模，將南山建設成為資源節約型、環境友好型的生態城區。<sup>[23]</sup>

南山區先後以多項指標優於大陸的國家標準通過國家生態區的各層級考核，2007年南山區就啟動從各行業、各領域到社區、街道，再到行政區的生態節點建設工程，區政府和轄區8個街道依據生態指標體系，以點線面型式，引導各行各業及居民在日常生產、生活中實施節能減排、綠色消費等環保行為。

深圳市南山區華僑城生態社區佔地面積約為5.53平方公里，該社區自1985年成立以來，就秉持在花園中建城市的開發理念，並朝建設綠色家園的目標邁進；經過26年的開發建設，目前已發展成為集合居住、經貿、教育文化、休閒旅遊、藝術與醫療等多功能社區；自1990年起即獲得大陸建設部、國際公園協會等相關單位所頒發的開發獎項肯定，2007年獲得大陸國家旅遊局及環保部聯合授予國家生態旅遊示範區的榮譽。該社區在開發各階段皆以「規劃科學合理、城區環境幽美、風尚高尚文明、管理規範先進」的目標，進行規劃、建設與管理，目前已建設成為深圳灣旁的生態化海濱城區。

依據清華大學及華南理工大學調查與實測分析顯示，深圳華僑城內住宅單位樓地板面積用電量僅為18.2kWh/m<sup>2</sup>（大陸平均水準15.6Wh/m<sup>2</sup>）；辦公大樓為223kWh/m<sup>2</sup>（111.2kWh/m<sup>2</sup>）、飯店為194.9kWh/m<sup>2</sup>（121.0kWh/m<sup>2</sup>）、商場為64.7kWh/m<sup>2</sup>（216.2kWh/m<sup>2</sup>）；社區室外熱環境因為綠地植栽分佈廣泛（人均公共綠地面積達到42m<sup>2</sup>以上），熱島現象不明顯，不會影響居民居住與室外活動。

### 第三節 臺灣綠建築宣導推廣措施<sup>[25]</sup>

#### 一、優良綠建築評選作業

為提升綠建築設計水準，加強全民對綠建築之重視，並表揚獎勵優良綠建築設計之建築師及起造人，本部自 92 年起至 104 年止計辦理 8 屆優良綠建築評選，計選出 84 件作品，多數作品更成為辦理「優良綠建築參訪」的示範地點，對於推動普及綠建築，成效斐然。

為確保參選者皆具有優質之綠建築設計，本項評選規定參選者必須為獲得銅級以上綠建築標章之建築物，報名參選之作品經初選、複選及現場勘查、決選等作業，評選出「優良綠建築」作品，並擴大舉辦頒獎活動，給予獲獎建築師及起造人鼓勵與讚許。



**圖 4-72 第 7 屆優良綠建築評選現勘**（歐萊德國際股份有限公司）

## 二、綠建築示範基地遴選與現場導覽活動

我國綠建築政策在行政院核定之「智慧綠建築推動方案」相關方案帶動下，已使台灣成為國際間行政機關執行永續建築政策的標竿與典範。內政部建築研究所遴選符合生態、節能、減廢、健康，並擁有建構「生產」、「生活」、「生態」三生一體的優質居住環境及教育功能的綠建築示範基地，辦理綠建築現場導覽活動，使一般民眾親身體驗親近綠建築，以普及綠建築節能減碳的環保理念。101年度至106年度結合民間力量，導入服務志工機制，共同辦理綠建築環境教育現場導覽活動計畫，包括辦理現場導覽活動、編撰解說折頁與解說看板、遴選綠建築示範基地與協商簽訂合作協議等，誘導民眾深入瞭解並選擇綠建築的永續居住環境。推動重點如下：

### 1. 遴選優良綠建築獲獎個案作為示範基地典範案例

綠建築示範基地參訪活動係水平整合中央、地方機關與民間法人團體之綠建築環境教育資源，同時採單一窗口服務概念統籌規劃辦理，並透過合作協議模式，協調示範基地管有單位，遴派專業解說講師，並透過網路報名資訊系統，受理民眾綠建築實地參訪報名作業，達到創新便民的服務模式，促使整體服務品質顯著提升。

### 2. 辦理綠建築示範基地現場導覽活動

101至106年6月辦理綠建築示範基地參訪活動，活動全程免費，每年均舉辦超過581場次，參與人數超過15,523人次；各界參與活動反應熱烈，機關學校並紛紛將本案納為學習之旅，藉以瞭解綠建築所帶來的與大自然共生以及環保生活理念，體驗及瞭解綠建築節能減碳之設計理念及作法。



圖 4-73 綠建築示範基地-成功大學孫運璿綠建築科技大樓

(本研究拍攝)



圖 4-74 台達電子內湖企業總部綠建築示範基地現場導覽情形<sup>[25]</sup>



**圖 4-75 台積電十二廠四期綠建築示範基地現場導覽情形<sup>[25]</sup>**



**圖 4-76 高雄國家體育場綠建築示範基地現場導覽情形<sup>[25]</sup>**

### 3. 編撰更新解說折頁與解說看板

為使綠建築示範基地之宣導內涵更加深入，並提高現場參訪之效果，內政部建築研究所業編撰各案綠建築示範基地之解說折頁與解說看板，

將基本設計資料及設施現況說明納入，俾能輔助參加者充分瞭解綠建築之設計與實踐。解說折頁內容包括基本資料、綠建築設計理念、展示設施配置及綠建築指標設計說明等；解說看板規劃重點則以現場解說互動式內容為主，包括綠建築設計概要、綠建築指標解說與豐富詳實的圖說，提供作為綠建築設計與技術說明，以及相關解說活動宣導運用。各案宣導折頁部分均已公布於內政部建築研究所智慧綠建築資訊網，供各界下載參閱。(網址：<http://green.abri.gov.tw/index.php>，檔案下載區之綠建築示範基地)



圖 4-77 綠建築示範基地解說折頁（高雄國家體育場）<sup>[25]</sup>

#### 4.建置智慧綠建築資訊網全面分享綠建築資訊

內政部建築研究所除持續辦理綠建築示範基地現場導覽活動外，並已運用雲端技術建置智慧綠建築資訊網全面分享綠建築資訊，提供豐富的綠建築政策、技術與案例資訊，結合網路平台突破時空限制，建立即時便民的推廣宣導服務模式，讓更多人可以瞭解參與，亦能使未親身參加活動者便利獲取綠建築相關資訊，俾能提升政府資訊資源共享及使用效率；本年度另將配合優良綠建築之甄選作業，並評估綠建築評定等級優異的綠建築個案，遴選納為下一階段綠建築示範基地，期能建立各地區代表性之綠建築示範個案，進而引導綠建築全面深耕茁壯。



圖 4-78 智慧綠建築資訊網首頁頁面<sup>[25]</sup>

### 三、推動綠建築扎根教育，落實生活永續節能減碳理念於國民教育

綠建築扎根教育為整合綠建築宣導資源，包括綠建築評估與技術解說文宣、案例影片等資源，規劃綠建築國民教育套裝課程，編撰綠建築基礎教材，建立教育資源資料庫，並結合各縣市國民小學等教育機構舉辦種子師資培訓，協調教育單位將課程與教材納入各年期國民教育課程，以全面推廣節能減碳智慧臺灣的理念。

#### 1.辦理綠建築資料蒐集與彙整

依據教育部國民及學前教育署公告之國民中小學九年一貫課程綱要中，綠建築屬於環境教育一環，與其相關性較高課程包括社會、自然與生活科技 2 學科，學校教師可依照年級需求制訂學習內容，因此可利用既有教材（如：教育部數位教學資源入口網、內政部建築研究所綠建築資訊網等），將其內容透過轉化、新增、擴編等方式，延伸發展課程內容，並針對「綠建築」相關最新資料進行蒐集，內容包括綠建築概念、指標內容、未來展望、優良案例等，邀請教育界及相關專業人士針對需求提供意見，以利後續一系列課程擬訂、教材製作、數位化、辦理種子師資培訓等使用。



圖 4-79 綠建築扎根教育計畫流程<sup>[25]</sup>

為使國人更重視永續發展觀念，並養成環保愛地球的生活習性，加強兒童階段之環境教育為關鍵要素之一，內政部建築研究所特別於 102 年度辦理綠建築扎根計畫，整合綠建築宣導資源，並協調教育單位將課程與教材納入國民教育課程，期使綠建築納入基礎教育，以養成重視節能永續的生活習慣。

為加強辦理綠建築扎根教育計畫，內政部建築研究所業整合綠建築評估與技術解說文宣、案例影片等資源，規劃綠建築國民教育套裝課程，編撰綠建築基礎教材，建立教育資源資料庫，並結合各縣市國民小學等教育機構舉辦種子師資培訓，俾能將課程與教材納入各年期國民教育課程擴大推展。辦理重點如下：

1.綠建築資料蒐集與彙整。

依據教育部國民教育司公告之國民中小學九年一貫課程綱要中，綠建築屬於環境教育一環，與其相關性較高課程包括社會、自然與生活科技 2 學科，學校教師可依照年級需求制訂學習內容，因此可利用既有教材，如「教育部數位教學資源入口網」、「內政部建築研究所綠建築資訊網」等，將其內容透過轉化、新增、擴編等方式，延伸發展課程內容。目前已蒐集綠建築概念、指標內容、未來展望、優良案例與相關講習宣導講義等「綠建築」相關資料，將配合彙整上載至學習網站平台，供各界參考應用。

## 2.綠建築數位課程編撰與教材製作。

規劃綠建築數位課程與教材，以小學學生為對象，設計內容採活潑有趣的作法，並以口語化、圖像化及平易化等方式表現，使授課教師與學生輕易上手。未來除可納入小學課程外，並可結合數位工具，透過有線或無線網路，推動網路化學習、電腦化學習、虛擬教室及數位合作，使綠建築數位教材推廣無遠弗屆。2017 年並已規劃研訂及製作一般民眾版的綠建築數位教材，將扎根教育範疇擴散至社會各界。



圖 4-80 教材 1：地球的危機-綠建築發展與回顧<sup>[25]</sup>



圖 4-81 教材 2：兼具生態與廢棄物考量之綠建築<sup>[25]</sup>



圖 4-82 教材 3：兼具節能與健康考量之綠建築<sup>[25]</sup>

表 4-1 綠建築數位教材課程大綱與內容概要一覽表<sup>[25]</sup>

| 課程大綱           | 課程內容                 | 授課時間  |
|----------------|----------------------|-------|
| 地球的危機-綠建築發展與回顧 | 1.地球的危機              | 10 分鐘 |
|                | 2.台灣生病了              | 10 分鐘 |
|                | 3.認識綠建築              | 10 分鐘 |
|                | 4.綠建築生活實踐與未來         | 10 分鐘 |
| 兼具生態與廢棄物考量之綠建築 | 1.引起動機-了解生態、減廢指標群的意義 | 5 分鐘  |
|                | 2.創造多樣化的生物環境         | 7 分鐘  |
|                | 3.種植多樣化的植栽           | 7 分鐘  |
|                | 4.增加生態水循環            | 7 分鐘  |
|                | 5.從設計開始就減少建材使用量      | 7 分鐘  |
|                | 6.減少高污染和廢棄物          | 7 分鐘  |
| 兼具節能與健康考量之綠建築  | 1.引起動機-了解節能、健康指標群的意義 | 4 分鐘  |
|                | 2.不浪費能源              | 9 分鐘  |
|                | 3.健康的生活環境            | 9 分鐘  |
|                | 4.不浪費水資源             | 9 分鐘  |
|                | 5.提升公共衛生與環境品質        | 9 分鐘  |

### 3.建置綠建築教育資源資料庫

為因應「綠建築扎根教育計畫」順利執行，另建置網頁建構「綠建築教育資源資料庫」，彙整上傳綠建築教育宣導各項資料；同時建立綠建築教育資源雲端分享平台，內容包括綠建築數位教材、種子師資培訓課程資料等，其內容包含活動資訊公告、活動紀錄照片、綠建築數位教材、培訓課程資料等提供國小老師或有興趣之民眾做搜尋學習使用，以利推廣綠建築。並提供線上下載或線上直接觀看的功能，以利國小老師將相關最新資訊融入於學校教學課程中，並可提供國中小學老師進行教學推廣參考。



圖 4-83 綠建築數位教學資源網連結<sup>[25]</sup>



圖 4-84 綠建築數位教學資源網畫面<sup>[25]</sup>

#### 4.辦理綠建築國民教育種子師資培訓

為提升國小老師對綠建築概念，在課程規劃上係以臺灣綠建築政策推動、綠建築評估指標與案例解說為主，另外再配合綠建築數位教材解說，形成完備的教學系統資源，以利於學校教育行政人員參採應用。

依教育部 101 年度統計全國國民小學共計 2,657 所，分別為北部 802 所、中部 853 所、南部 804 所、東部 198 所，優先遴選北中南東各區國



人臺灣生態旅遊協會、綠建築講師、中華民國觀光導遊協會、中華民國觀光領隊協會和景點志工講師薦派人員參訓。低碳觀光綠建築旅遊導覽人員培訓課程參訓學員，涵蓋建築師、導遊、領隊、示範基地專業解說員等。

## 2. 異業結盟與旅遊業者合作推廣低碳觀光綠建築知性旅遊

為廣泛推動低碳觀光綠建築旅遊行程，本計畫結合旅行社行程整合規劃，於低碳生態旅遊網站露出行程內容與報名訊息，整合行銷生態旅遊、綠建築典範案例、環境教育及在地特色觀光資源，並編印低碳觀光綠建築知性之旅手冊，以活潑輕鬆生動的內容風格，塑造低碳綠建築觀光正面價值，提供「貼心」、「知新」與「歡欣」的感動服務，進而開創低碳綠建築行銷產業的形象與市場價值。



圖 4-86 低碳生態旅遊網站配合露出低碳觀光綠建築旅遊行程資訊<sup>[25]</sup>



圖 4-87 低碳觀光綠建築知性之旅手冊內頁設計(1) [25]



圖 4-88 低碳觀光綠建築知性之旅手冊內頁設計(2) [25]



圖 4-89 2017 低碳觀光綠建築知性之旅手冊封面

資料來源：綠建築推廣宣導計畫期末簡報，社團法人台灣綠建築發展協會，2017.11



圖 4-90 2017 低碳觀光綠建築知性之旅手冊內頁設計

資料來源：綠建築推廣宣導計畫期末簡報，社團法人台灣綠建築發展協會，2017.11



圖 4-91 北市中正國中桃園樂活休閒一日遊參訪郭元益綠標生活館<sup>[25]</sup>



圖 4-92 一般民眾個別報名之蘭陽傳統工藝一日遊<sup>[25]</sup>



圖 4-93 基隆市建築師公會團體參與之桃園樂活休閒一日遊<sup>[25]</sup>



圖 4-94 一般民眾個別報名之北投文化探索一日遊<sup>[25]</sup>

## 五、資通訊 (ICT) 技術應用於綠建築宣導推廣

### (一) 建置綠建築示範宣導與教育資源網路平台

本計畫因應綠建築扎根教育、低碳觀光綠建築旅遊、綠建築示範基地導覽及優良綠建築評選活動之宣導需要，除於內政部建築研究所「智慧綠建築資訊網」(原為綠建築資訊網)規劃完整的綠建築資訊外，並分別建置「綠建築教育資源資料庫」、「低碳觀光綠建築知性之旅活動網站」，彙整上傳綠建築教育宣導各項資料、綠建築數位教材、培訓課程資料及低碳觀光綠建築行程等，提供各界有興趣人士搜尋瀏覽，並拍攝綠建築示範基地宣導短片3部，分別製作中英文配音與字幕版，除於前述資源網站公布外，並上載於網路影音平台 YouTube，突破時空與語言限制，將台灣綠建築經驗宣導推廣至全球。



圖 4-95 綠建築扎根教育 - 數位教學資源網<sup>[25]</sup>



圖 4-96 綠建築數位教學資源網 - 教學資源專區<sup>[25]</sup>



圖 4-97 低碳觀光綠建築知性之旅活動訊息與報名網站<sup>[25]</sup>

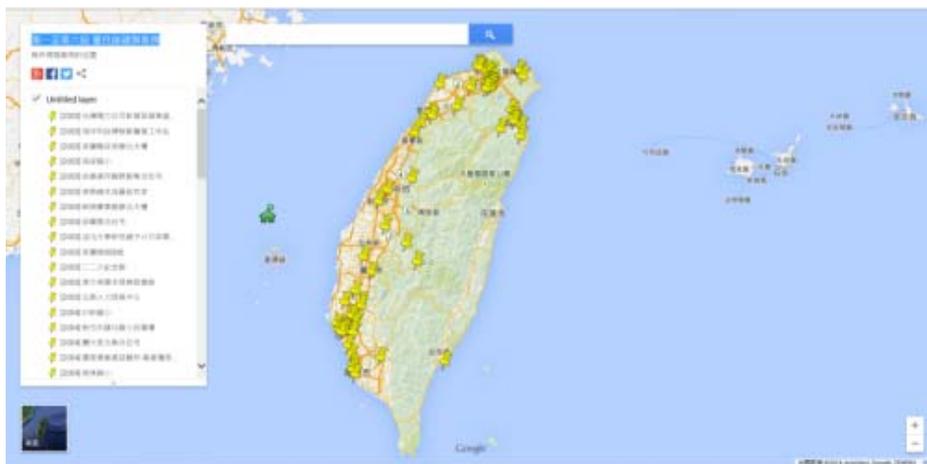


圖 4-98 優良綠建築典範案例座標位置圖 (連結 GOOGLE MAP) [25]

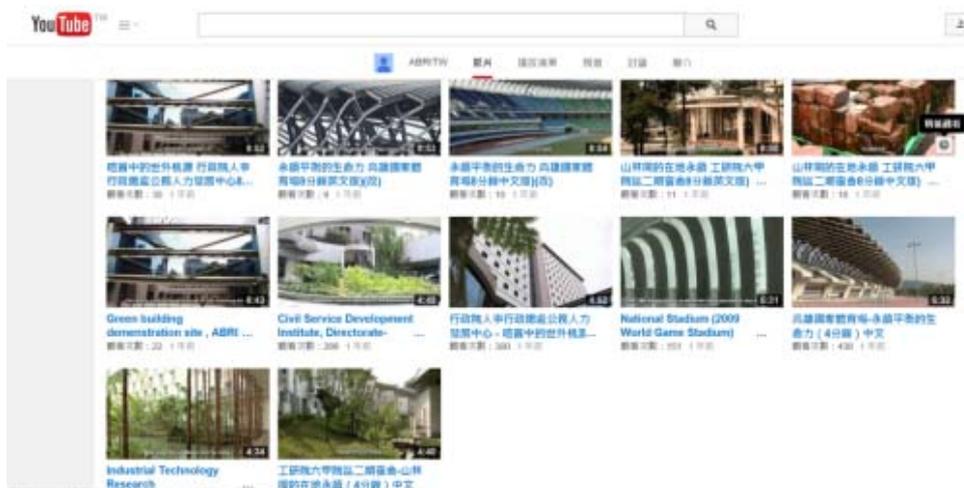


圖 4-99 YouTube 影音平台宣導綠建築示範基地宣導短片 [25]



圖 4-100 綠建築互動影音專區 [25]

## (二) 運用 QR Code 科技整合行動載具的宣導作為

對應各類 ICT 行動載具廣泛應用於生活介面的趨勢，並切合社會大眾的使用需求，本計畫所編印的各項解說折頁、解說看板、活動海報、培訓教材、典範案例及低碳觀光綠建築旅行行程等書面資料，均標註電子資料檔案網頁連結之 QR Code，可即時連結下載於個人行動載具，方便儲存、攜帶與查閱，並可依個人使用習慣自我調整最佳觀覽模式，達到便利與同理心的服務作為；更有利於透過網路社群(如 Facebook、Plurk、PTT 等) 打卡及分享，擴大宣導範疇。



圖 4-101 綠建築示範基地解說折頁 (標註 QR Code) [25]



圖 4-102 綠建築數位教材與教學資源網解說培訓課程講義 (標註 QR Code) [25]

#### 六、建立產、政、學、研跨域整合異業結盟的合作夥伴推動模式

- (一) 建立點線面擴散的典範案例：結合建築專業團體及公私企業，評選國內優質綠建築設計作品，計新增 15 案作為綠建築獲獎綠建築；積極協調公私機構與企業團體，由歷屆優良綠建築獲獎案例中擴大遴選優良綠建築個案，建立分布全台的綠建築示範基地（100 年-101 年計 11 處、103 年計 16 處、105 年-106 年計 15 處），包括台達電子及台積電相關廠辦、學校、觀光工廠、大型體育場管及住宿旅館等，行政協調溝通成效獲得肯定。
- (二) 培訓引領綠建築開枝散葉的宣導推手：協調公私機構與企業團體之優良綠建築個案，薦送培訓綠建築解說講師，作為綠建築示範基地宣導服務的重要推手。參與培訓之講師對於課程安排皆感到滿意，透過此回訓課程得以與其他講師進行意見交流、心得分享，以增進導覽能力。
- (三) 輕鬆愜意無負擔的綠建築扎根教育種子：編撰完成綠建築扎根教育數位教材，舉辦種子師資培訓課程，協調各縣市教育單位與國民小學納入高年級課外輔導課程，進一步將綠建築之觀念有效加以推廣擴展。

- (四) 攜手並肩的低碳綠建築觀光產業：整合綠建築示範基地、低碳生態旅遊設施、環境教育場域及在地觀光資源等，藉由政府部門間縱向及橫向之跨域協調合作，建立政府與民間業界及相關單位異業結盟體系，建立 18 條低碳觀光綠建築知性之旅行程，並由公部門發起低碳觀光綠建築活動，引導各合作夥伴共同推廣，將綠建築典範宣導擴大至低碳觀光綠建築旅遊，使永續環境理念與生活、產業及教育融合，創造資源共享效益最大化的計畫目標。
- (五) 為使公私機關(構)皆能響應並共同推廣綠建築永續環保理念，本計畫持續辦理優良綠建築評選活動，公開表揚推崇優質綠建築設計建築師與起造人，給予企業主與機關(構)首長綠色典範的榮耀，進而建立跨域整合、公私部門異業結盟的夥伴關係，同時納入志工體系的志願服務人力資源，建立低碳觀光綠建築旅遊的創新服務模式，同時結合在地特色產業與設施等各項社會資源，創造綠建築整合行銷服務的最大效益，使綠建築宣導無遠弗屆，永續環境教育扎根茁壯。
- (六) 綠建築推廣宣導計畫並整合各項社會資源，包括：
1. 志工服務：臺北市立圖書館北投分館、成功大學孫運璿綠建築科技大樓、宜蘭傳統藝術中心、高雄國家體育場等志工服務團隊伙伴。
  2. 綠色企業：台達電、台積電、歐萊德、工研院、淡水污水處理廠。
  3. 觀光工廠：郭元益食品楊梅工廠、冠軍磁磚冠軍綠概念館、
  4. 專業導覽講師：綠建築相關領域教授、建築師、建築專業從業人員及綠建築示範基地專業管理維護人員
  5. 生態旅遊觀光協會團體、旅行業
  6. 在地生態、環境教育、文化與觀光設施、地方特色產業
  7. 公益基金會：台達電文教基金會、成大文教基金會。

(七) 應用資通訊科技提升宣導服務效率：

建立綠建築典範案例、綠建築示範基地簡介、綠建築扎根教育數位教學資源平台及低碳觀光綠建築知性之旅等專屬網站，同時配合內政部建築研究所智慧綠建築資訊網的網路平台，讓社會各界能快速獲得綠建築相關案例、網路資源與活動訊息。

(八) 運用多元途徑提高活動訊息的曝光度：

藉由舉辦執行說明會、啟動儀式及相關培訓講習課程，並透過不同媒體通路（電視、平面報紙、雜誌與電子媒體、網路社群等）擴大宣導，有效提高綠建築曝光度，讓民眾能更及時得知訊息，進而提升整合行銷活動對綠建築宣導推廣的影響性。

(九) 政府部門跨域整合擴大整體施政效益：為達資源共享並創造多贏

格局的計畫目標，本計畫邀集教育部、交通部觀光局、各縣市教育及觀光單位、相關觀光旅遊團體等，進行跨部會整合及異業結盟，共享綠建築、環境教育與觀光資源，全面推廣綠建築理念、扎根教育與發展低碳觀光綠建築旅遊；使得行政院推動之智慧綠建築政策，在政府部門間快速漫延滲透，融入各項公共建設與施政措施規劃內涵中，全面影響我國永續環境政策的發展。

(十) 創造優良綠建築典範案例與綠建築認證的價值：透過綠建築示範

導覽、低碳綠建築觀光行程宣導以及產業結合，創造的社會認同與經濟效益，豎立綠建築典範標竿，引領公私機關（構）全面啟動綠建築永續工程，積極興建綠建築及改善既有建築為綠建築，開創異業串連的整合發展藍海願景。

#### 第四節 臺灣綠建築宣導推廣問卷調查

本計畫針對相關講習培訓學員進行綠建築標章政策與推廣宣導措

施的問卷調查，問卷內容包括綠建築基本認識、綠建築宣導推廣措施及未來推動建議等 3 大項，分別以單選及複選方式由受訪者勾選。超過 500 名參與講習者中，累計回收 178 份問卷，有效問卷計 161 份。

一、問卷內容概要：問卷內容分為三部分，包括背景說明（臺灣綠建築標章及相關指標的認知）、對綠建築宣導推廣措施的瞭解與參與受問者基本資訊等。

（一）背景說明：臺灣綠建築標章、指標項目、臺灣的綠建築案例及中央主辦部會、臺灣綠建材類別與通過審核認可最多的類別等。

（二）對綠建築宣導推廣措施的認知及參與：綠建築、綠建材標章評定認可、優良綠建築評選、綠建築教育示範基地參訪、低碳觀光綠建築知性之旅、綠建築講習課程、綠建築扎根教育種子師資及解說與導覽人員培訓。

（三）未來綠建築宣導推廣措施建議：宣導培訓課程對象、典範案例參訪與導覽、綠建築深度旅遊、綠建築教育課程、網路導覽等。

## 二、問卷調查結果與分析

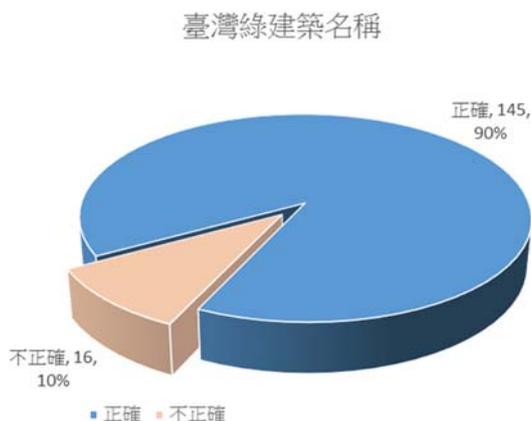
本項問卷主要為瞭解受調對象對目前我國綠建築政策與推廣宣導措施的認知與參與狀況，問卷調查分析僅為受調者對政策措施的知悉占比說明，並無涉統計的相關性回歸，故未納入統計檢定與信賴度分析。

在我國綠建築政策認知部分，90%知道臺灣綠建築評估系統英文簡稱為 EEWB，94%知道臺灣綠建築評估系統包括 9 大指標，但僅 60%知道其中日常節能與水資源等 2 項為必要指標；另有關臺灣的綠建築案例部分，以成功大學孫運璿綠建築科技大樓、臺北市立圖書館北投分最為各界知悉，其次為臺北 101 大樓（RN），民間綠建築部分，則以台達電南科廠較為知名。

另在綠建築宣導推廣措施認知及參與部分，綠建築、綠建材標章評

定認可約有 90%受調者知道，其次為綠建築教育示範基地參訪及講習課程，超過 80%知道或參與過，另近 2-3 年積極推動的低碳觀光綠建築知性之旅活動及優良綠建築評選等，也有近 70%受調者知道；至於偏屬專業或特定對象的培訓或推廣項目，如綠建築綠建築扎根教育種子師資及解說與導覽人員培訓等，則尚待加強宣導（僅 40%左右）。

此外，有關未來綠建築宣導推廣方向之建議調查項目，綠建築宣導培訓課程建議推廣對象建議以一般社會大眾為優先，同時持續加強專業技術人員的培訓講習；綠建築典範案例參訪與導覽建議採行方式（示範基地），49%建議維持免費導覽，接受付費導覽部分者僅占 13%至 23%；而在結合觀光行程的綠建築深度旅遊部分，以一日遊行程最被建議採行，其次為客製化行程也有 39%的受調者建議採行，二日遊部分受限於時間與費用因素，較不被推薦。至於在教育或宣導平台部分，超過 30%以上建議納入國小課程、通識課程、環境教育課程及社大課程等，其次才為國高中、大專院校與公務人員終身學習之課程項目；網路宣導部分，則優先建議典範案例線上導覽及環境教育課程，其次為數位學習課程項目。



**圖 4-103 對我國綠建築標章名稱瞭解的問卷調查結果**（本研究繪製）

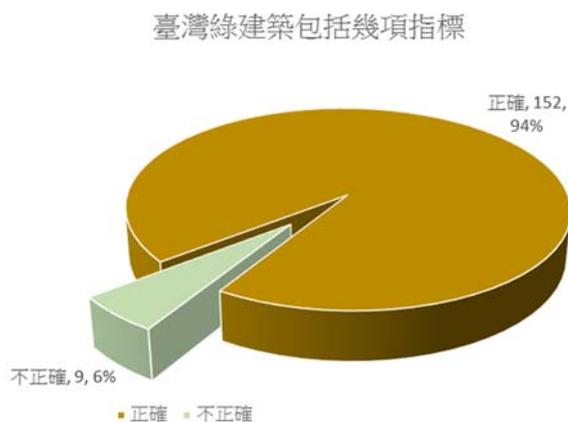


圖 4-104 對我國綠建築標章指標項目的問卷調查結果 (本研究繪製)



圖 4-105 對我國綠建築標章必要指標項目的問卷調查結果 (1)

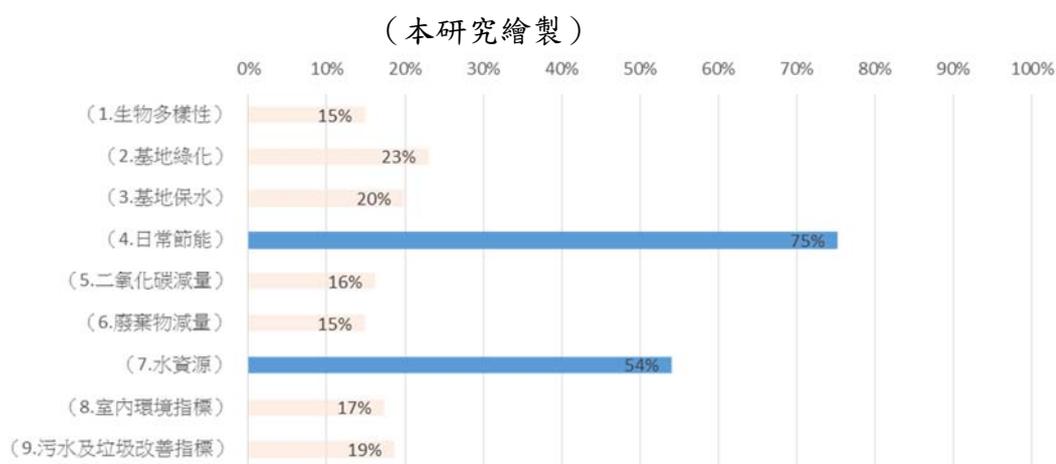


圖 4-106 對我國綠建築標章必要指標項目的問卷調查結果 (2)

(本研究繪製)

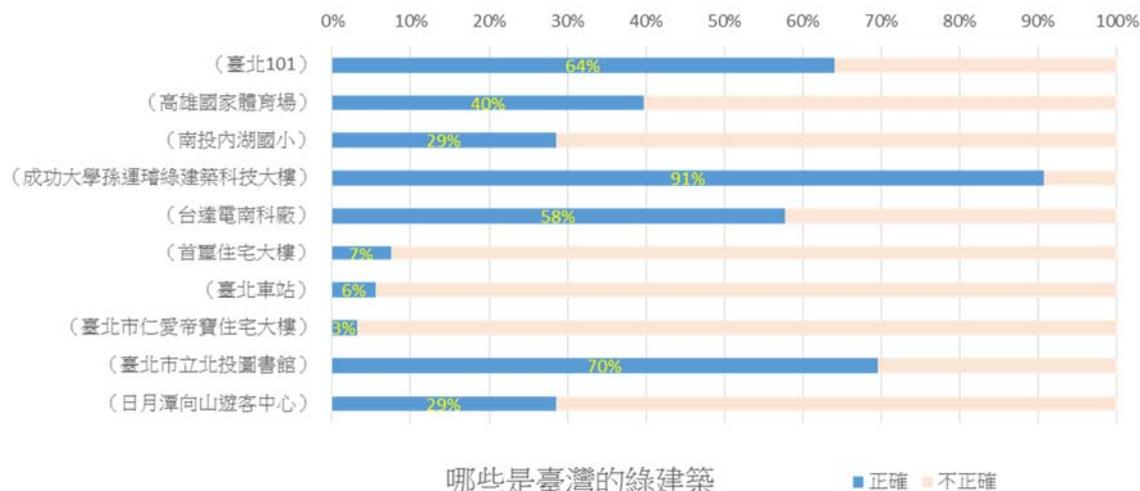


圖 4-107 對我國綠建築案例的問卷調查結果 (本研究繪製)

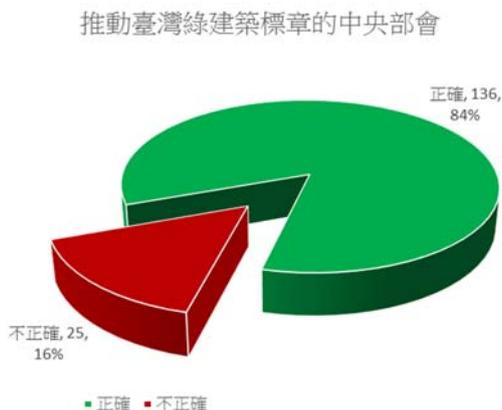


圖 4-108 對我國推動綠建築的中央部會問卷調查結果 (本研究繪製)

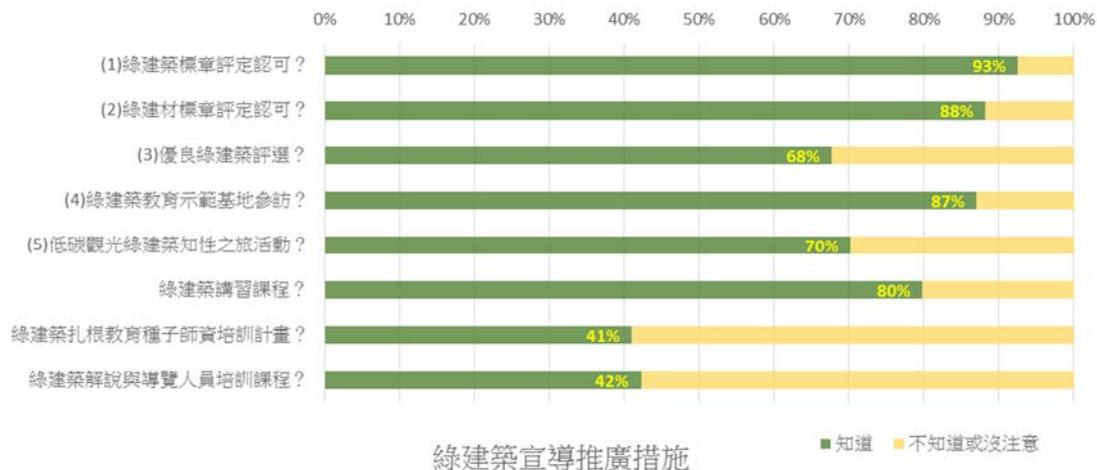
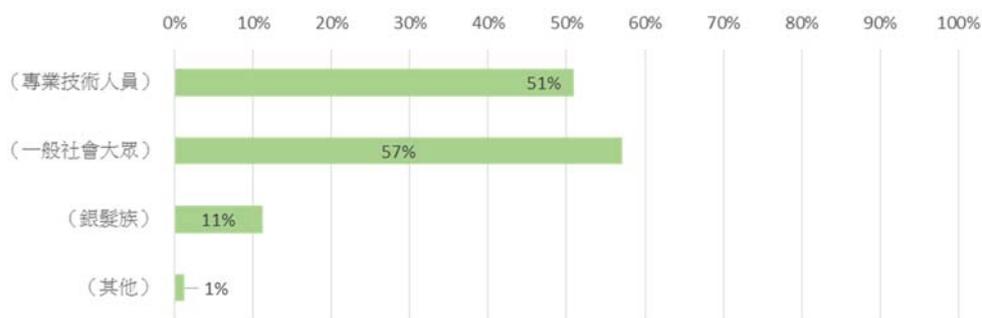
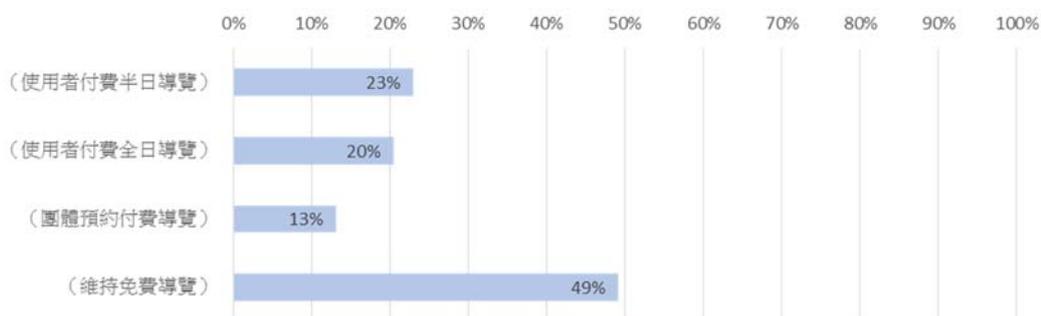


圖 4-109 對我國推動綠建築宣導推廣措施問卷調查結果 (本研究繪製)

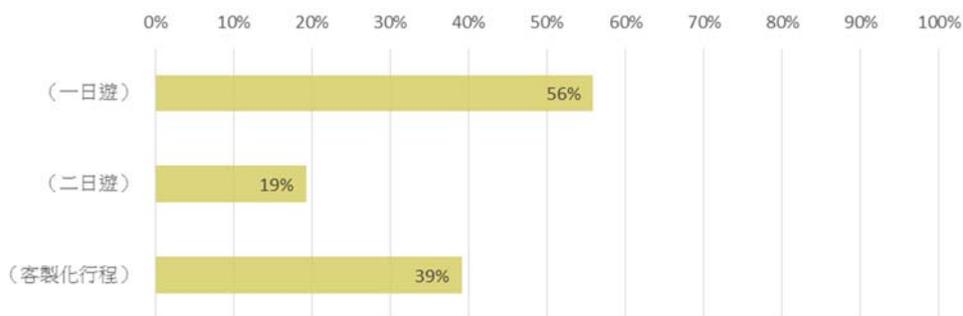


**圖 4-110 綠建築宣導培訓課程建議推廣對象問卷調查結果** (本研究繪製)



**圖 4-111 綠建築典範案例參訪與導覽建議採行方式問卷調查結果**

(本研究繪製)



**圖 4-112 結合觀光行程的綠建築深度旅遊建議採行方式問卷調查結果**

(本研究繪製)

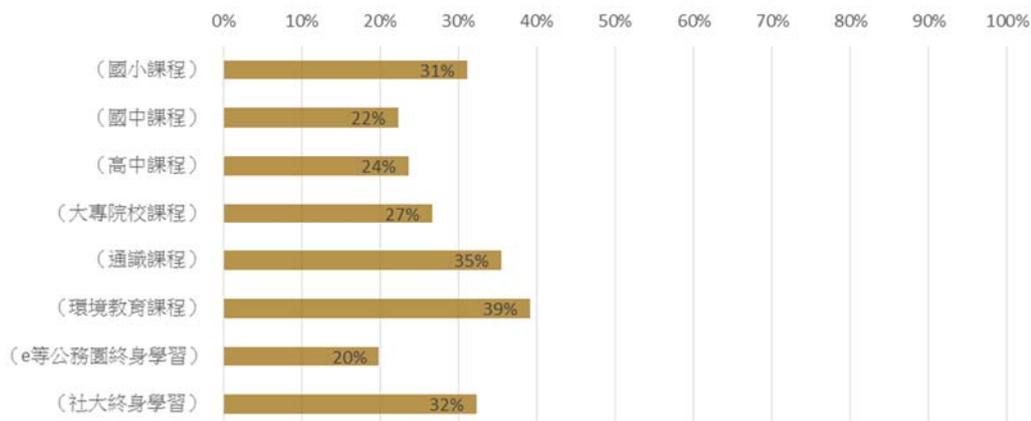


圖 4-113 綠建築教育宣導結合課程項目問卷調查結果 (本研究繪製)

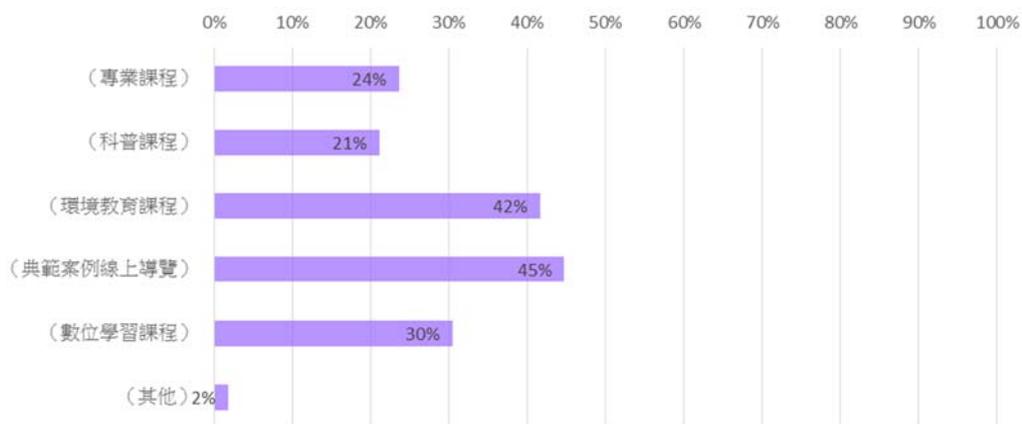


圖 4-114 綠建築網路導覽的課程資訊重點 (本研究繪製)

表 4-2 綠建築擴大宣導推廣建議策略措施問卷調查結果一覽表 (本研究繪製)

|                   |   |
|-------------------|---|
| 1) 宣導培訓課程         | ✓ 專業技術人員、一般社會大眾<br>銀髮族、其他                               |
| 2) 典範案例參訪與導覽      | 使用者付費半日導覽、使用者付費全日導覽<br>團體預約付費導覽<br>✓ 維持免費導覽             |
| 3) 結合觀光行程的綠建築深度旅遊 | ✓ 一日遊<br>二日遊<br>✓ 客製化行程                                 |
| 4) 綠建築教育課程        | ✓ 國小課程、通識課程、環境教育課程、社大終身學習<br>國中課程、高中課程、大專院校課程、e等公務團終身學習 |
| 5) 網路導覽           | 專業課程、科普課程、數位學習<br>✓ 環境教育課程、典範案例線上導覽                     |

## 第五節 小結

智慧綠建築的推動不僅是政策宣示，更是對建築與環境的友善經營，從環境意識風潮轉換為應用科技與智慧的學習生活模式。臺灣在執行綠建築與低碳觀光整合宣導計畫，係以典範案例結合公私機關（構）之異業結盟方式推動，經費除相關行政規劃作業所需支出外，主要投入於專業人力資源的培訓及教育宣導資源服務平台建置與更新維護；為利宣導推廣作業之遂行，計畫初期雖以全額補助方式辦理示範導覽活動，但同時亦結合公私部門綠建築典範案例之場地設施資源，以擷節經費降低支出。2017年高雄市政府教育局配合綠建築扎根教育培訓，動員所轄各校校長共同參與，並延續該市推動之永續校園 5.0 精神，號召共創綠色校園新亮點，在中央與地方合作方面，充分展現夥伴合作關係，極具擴散參考價值。

教育課程體系推動部分，未來則可逐步結合校園工程規劃、設計、施工與管理維護，發展綠建築個別指標教案，如高雄市發展永續校園規劃教案及台北教育大學發展智慧綠建築 DIY 手做體驗課程等，並可整合社團課程（繪畫、攝影與才藝學習、科展指導等），未來透過競賽機制，創造綠建築宣導推廣的品牌價值與差異化特色，深耕擴散。

國際間永續綠建築的宣導推廣部分，目前資料蒐集與調查結果則顯示，以綠建築案例或宣導推廣中心為主，並搭配舉辦國際會議與產業商展，進而創造國際宣導推廣的商機與亮點。以香港舉辦 WSBE 17 為例，除邀請重量級永續建築及國際氣候變遷與溫室氣體排放減量專家學者進行主題演講外，區域性會議、單一國家主題或青年研究競賽等議程，均營造出全球熱絡的建築環境永續發展交流氛圍，另並充分利用香港國際金融商業城市的優勢，整合大規模的建築營建業商展與永續建築生態環境之旅活動，創造建築議題宣導推廣的商機與經濟模式。

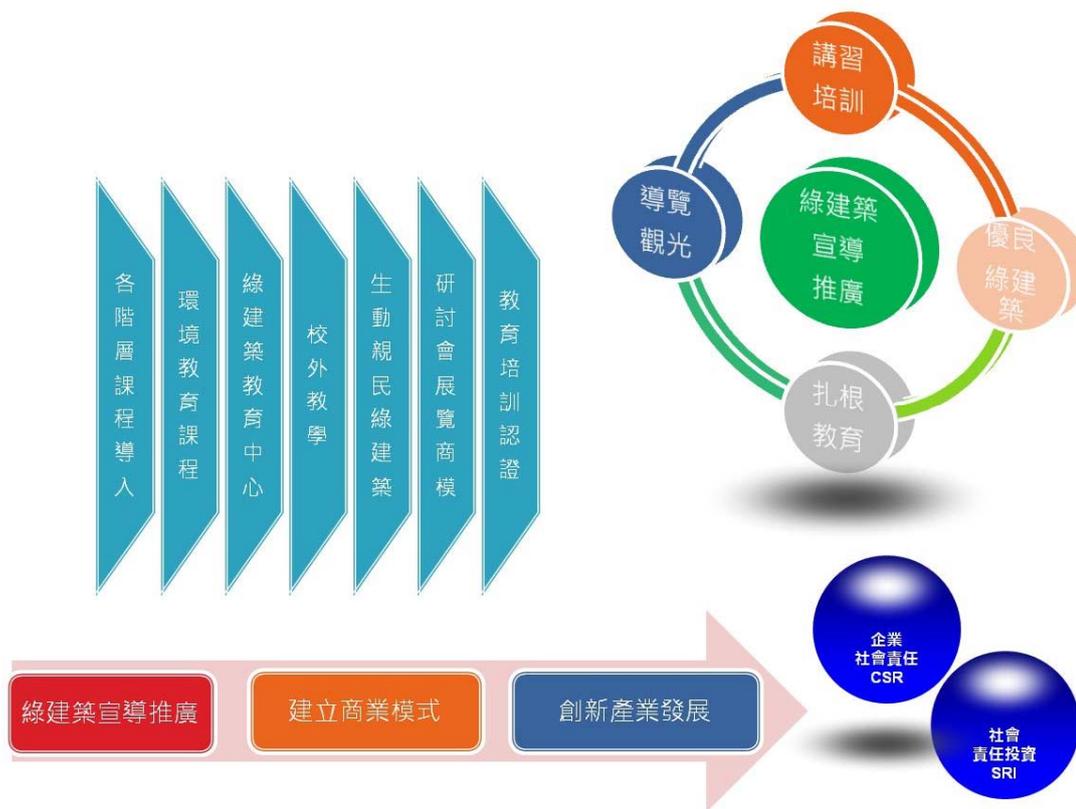


圖 4-115 綠建築宣導推廣的策略架構 (本研究繪製)

表 4-3 國際綠建築系統與推廣策略一覽表 (本研究繪製)

| 國家 / 地區 | 永續綠建築   | 案例  | 推廣策略   |
|---------|---|---|--|
| 美國      | LEED  | 芝加哥綠色科技中心<br>加州鑽石谷湖區遊客中心能源及水資源展示  | <b>GREEN BUILD</b><br>( 專題演講、綠建築展覽、分組研討會發表、技術參訪)   |
| 歐洲      | 芬蘭 PromisE<br>瑞典 EcoEffect<br>挪威 Ecoprofile<br>荷蘭 EcoQuantum<br>德國 DGNB<br>法國 HQE | 芬蘭永續住宅開發 坦佩雷 Härmälänranta 2012-2020計畫<br>捷克布拉格LEED 白金級認證City Green Court | <b>WBC 2016</b><br>( 專題演講、分組研討會發表、技術參訪)<br><br><b>CLIMA 2013</b><br>( 專題演講、綠建築展覽、分組研討會發表、技術參訪) |
| 中國大陸    | GBAS綠建三星  | 北京清大建築節能研究中心<br>山東青島、濟南綠建築生態社區、麥島能源中心<br>中新天津生態城<br>深圳華僑城生態社區             | <b>中國城市住宅研討會</b><br>( 專題演講、展覽、研討會發表技術參訪)   |
| 香港      | BEAM PLUS   | 零碳天地  | <b>WSBE 2017</b><br>( 專題演講、綠建築展覽、分組研討會發表、技術參訪)<br><b>兩岸四地綠色建築技術發展論壇</b>                        |
| 臺灣      | EEWH  | 成功大學孫運璿綠建築科技大樓 (魔法學校)<br>臺北市立圖書館北投分館                                      | 優良綠建築評選<br>綠建築示範基地導覽<br>低碳觀光綠建築旅遊<br>綠建築扎根教育<br><b>ILCGBS 2018國際研討會</b>                        |

研討會論壇

會展觀光

典範參訪

綠建築旅遊

全齡化教育

智慧綠基地

未來綠建築宣導推廣的策略規劃過程，建議能將所涉及之人、事、時、地、物審酌納入評估，俾能精進綠建築政策宣導模式。

表 4-4 未來綠建築宣導推廣策略規劃評估建議項目（本研究繪製）

|   |   |
|---|---|
| 人 | 政策制訂者、措施推動者、行動參與者、擴散影響者                 |
| 事 | 政策方案、法令措施、專業服務、技職培訓、觀光旅遊、教育學習           |
| 時 | 一般日、上班時段、夜間進修時段、例假日、24 小時全球接力           |
| 地 | 智慧綠建築典範宣導案例、生活空間場域、教育訓練中心、雲端平台、國際交流研討論壇 |
| 物 | 智慧綠建築技術、設備材料產品、數位與實體教材、商業營運模式、無形有形資源    |



圖 4-116 香港零破天地-綠建築宣導推廣展示案例

資料來源：Roxam,Liang 提供



**圖 4-117 內政部建築研究所易構屋**

資料來源：本研究拍攝

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

綠建築政策歷經綠建築推動方案、生態城市綠建築推動方案、智慧綠建築推動方案及永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案的推動後，已建立紮實的基礎，並將從建築點擴大到社區線、城市面，近期並積極推動智慧社區實證計畫，將能透過實際案例落實應用智慧綠建築技術的經驗，帶動臺灣全面拓展永續智慧城市理念。

本研究彙整國內外永續綠建築發展的現況與推廣策略，蒐集相關宣導案例，並比較國際近零耗能或淨零能源建築等科技研發與執行措施，探討我國在因應節能減碳政策需要及「溫室氣體減量管理法」規範下，未來建築部門規劃排放及減量目標確有其迫切性。此外，依據本研究比對相關文獻及調查顯示，國際間除持續關注與探討相關研究課題外，並針對關係全球化與區域整的環境永續發展課題，透過國際合作及研討交流的機會，進行宣導推廣與經驗分享。以香港舉辦 WSBE 17 為例，除邀請重量級永續建築及國際氣候變遷與溫室氣體排放減量專家學者進行主題演講外，區域性會議、單一國家主題或青年研究競賽等議程，均營造出全球熱絡的建築環境永續發展交流氛圍，另並充分利用香港國際金融商業城市的優勢，整合大規模的建築營建業商展與永續建築生態環境之旅活動，創造建築議題宣導推廣的商機與經濟模式。2017 年起內政部建築研究所亦已規劃「環亞熱帶創新低碳綠建築國際研討會」

(ILCGBS 2018)，積極邀請國際綠建築先進技術發展與政策規劃專家進行專題演講分享，邀集國際學者專家與學生發表技術論文，除促成廣泛的國際技術交流外，並提供我國綠建築政策措施宣導推廣的絕佳平台。

因應二十一世紀世界各國全面關注環境永續綠建築發展的趨勢，我

國也積極從綠建築基礎技術研究擴展至建立綠建築標章與認證政策制度，為使綠建築理念與政策措施擴大推廣，重要的對策之一即為「典範案例網絡的建立」、「扎根教育資源的建構與分享」及「結合生活的觀光整合宣導服務」，藉由低碳觀光綠建築旅遊服務計畫之推動，提升綠建築教育宣導的動能，一方面可提供終身學習的實體場域與資源，以突破全民探索體驗與實踐永續生活的瓶頸；另一方面，亦透過國民教育使綠建築理念從小扎根，進而影響生活與環境；此外，透過跨域整合與異業結盟之合作夥伴關係，導入使用者付費機制，創造低碳綠建築觀光旅遊產業之契機。

另因應綠建築政策普及擴散之宣導需要及對應問卷調查結果，未來應可積極結合地方政府及私部門宣導推廣綠建築，強化及擴大建築典範案例之範疇與擴散效應，並廣推低碳觀光綠建築旅遊客製化行程，及針對一般社會大眾規劃講習培訓之終身學習課程，運用網路平台突破時空限制進行典範案例線上導覽，深入淺出引導建立綠建築永續環境理念；此外，結合教育體系透過競賽機制，發展綠建築個別指標教案；另可成立宣導推廣中心整合綠建築案例，搭配舉辦國際會議與產業商展，開拓國際宣導推廣的商機，創造臺灣綠建築品牌價值與亮點。

本計畫獲得下列研究發現與結論：

- (一) 彙整分析臺灣綠建築政策措施與宣導推廣成效。
- (二) 蒐集比較美國、歐洲及大陸地區等國家地區之綠建築案例或宣導推廣中心發展現況。
- (三) 完成綠建築概念與推廣措施認知與參與度問卷調查分析。
- (四) 研議未來綠建築宣導推廣的可行策略。

## 第二節 建議

針對本研究成果，提出以下建議：

### 建議一

規劃短中長期產官學研交流與國際合作研發平台，定期舉辦國際技術研討會，每年規劃辦理論壇，結合營建產業專業展覽與低碳綠建築旅遊資源，全面向推動綠建築會展與觀光商機：立即可行建議。

### 建議二

規劃舉辦節能減碳綠建築生活設計與科展教案提案競賽，持續辦理國民中小學生綠建築繪畫比賽，並針對一般社會大眾籌劃舉辦綠建築攝影大賽，擴大參與範疇：長期性建議。

主辦機關：內政部建築研究所

### 建議三

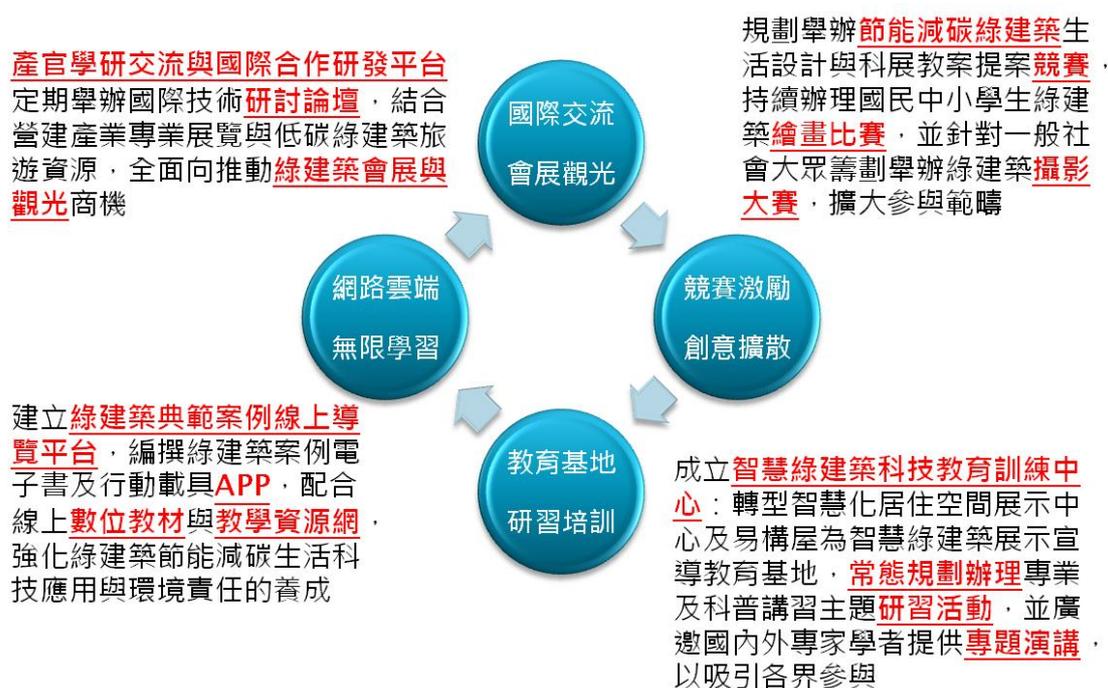
建立綠建築典範案例線上導覽平台，編撰綠建築案例電子書及行動載具APP，配合線上數位教材與教學資源網，強化綠建築節能減碳生活科技應用與環境責任的養成：長期性建議。

主辦機關：內政部建築研究所

### 建議四

成立智慧綠建築科技教育訓練中心：轉型智慧化居住空間展示中心及易構屋為智慧綠建築展示宣導教育基地，導入志工人力資源，常態規劃辦理專業及科普講習主題研習活動，並廣邀國內外專家學者提供專題演講，以吸引各界參與：立即可行建議。

主辦機關：內政部建築研究所



**圖 5-1 未來綠建築推廣宣導策略方針**

(本研究繪製)

## 附錄一 審查會議紀錄與回應

一、內政部建築研究所 106 年度第 4 場次自行研究計畫審查會議紀錄及處理情形  
(106 年 3 月 9 日)

| 審查意見   | 辦理情形               |
|--|--------------------|
| 1. 本案除盤點國內綠建築推廣宣導措施與成效外，建議納入國際間綠建築推廣策略之資料蒐集與比較，以強化計畫之研究分析            | 遵示辦理。              |
| 2. 建議增加調查國民中小學導入綠建築課程及綠建築數位教材的現況，俾檢討後續擴大於國民教育體系宣導綠建築的策略參考。           | 將視研究人力與研究進程審酌規劃辦理。 |
| 3. 後續有關綠建築效益之推廣宣導，建議以人造林固定 CO2 當量及水庫蓄水量（如寶山水庫）為單位呈現節能節水之成果，俾能提高宣導成效。 | 遵示辦理。              |
| 4. 研究題目建議修正為「國內外綠建築推廣策略比較研究」。  | 業遵示修正計畫方向與名稱。      |

## 二、106 年 8 月 8 日期中會議紀錄及處理情形

| 審查意見   | 辦理情形   |
|--|--|
| 1. 本研究有關推廣策略的研究範疇，是否含括廣義面向有關獎補助、容積獎勵、財稅誘因等策略。      | 本研究係以綠建築推廣宣導策略為主，有關政策法令的執行非屬本研究範疇。                               |
| 2. 本研究問卷調查部分，建議應針對受調對象與抽樣方法提出說明，並應將問卷統計的信效度分析說明納入。 | 問卷調查對象、取樣方法及信賴度分析等相關內容，業於期末報告說明。                                 |
| 3. 期中報告所列智慧建築案例（中德生態園區及魯信花園等），是否超出本案研究範圍，建議予以釐清。   | 委員所指正之部分案例，是含括綠建築與智慧建築技術理念的示範場域，業於期末報告補充論述之。                     |
| 4. 建議考量是否可配合未來推廣策略之規劃，提出配套制度之建議方案，俾利推廣。            | 本研究嘗試蒐集國內相關政策措施宣導推廣的商業操作模式，並探討技術研討會、論壇、會展、設計及觀光等不同領域產業鏈整合發展的可行性。 |

三、106 年 11 月 30 日期末會議紀錄及處理情形

| 審查意見   | 辦理情形   |
|--|--|
| <p>1.本研究充分蒐集國際（歐美、港、大陸地區等）長年期關於推動綠建築案例及其推動策略，並與我國歷年推動綠建築案例之詳細比較分析，對於我國後續綠建築教育宣導推廣之推動，有顯著助益。</p>                                    | <p>感謝委員的肯定與支持。</p>   |
| <p>2.建議後續研究可針對受訪對象接受講習培訓前後進行分次問卷調查，以比較受訪者對綠建築認知的落差，以凸顯宣導成效。</p>  | <p>後續相關研究如有進行問卷調查，講審酌納入規劃。</p>   |
| <p>3.綠建築扎根教育繪畫比賽成效良好，後續如能規劃辦理攝影比賽，應可再擴大各階層社會大眾參與及認識綠建築，同時可累積高品質的綠建築案例影像資料；另綠建築宣導推廣可將網路社群經營併同納入規劃，並考量規劃定期小而美的論壇，作為延續銜接的推廣交流活動。。</p> | <p>有關分區產官學研合作宣導推廣、網路社群、攝影比賽、低耗能建築物示範案例及評估推動優先順序的建議事項，將納於後續研究有關策略措施研議之參考。</p> |
| <p>4.本研究質化部分研究累積豐富，惟表 4-2 有關國內外比較部分，建議增加研討會以外的推廣策略分析；第 5 章結論提及民眾對綠建築的認知與參與度部分，建議補充發出問卷數及回收有效問卷的分析說明，俾能呈現實際推廣滲透成效。</p>              | <p>感謝委員建議，後續將參照相關意見進行調整歸納及補充。</p>  |

## 附錄二 問卷調查重點項目

### 壹、背景說明

#### 一、綠建築

- (1)臺灣綠建築是： (LEED)、 (BREEAM)、 (CASBEE)、 (EEWH)、 (ENVLOAD)、 (BEAM PLUS) (單選)
- (2)臺灣綠建築包括幾項指標： (8)、 (9)、 (7)、 (5) (單選)
- (3)臺灣綠建築評估指標中哪幾項是必要指標： (1.生物多樣性)、 (2.基地綠化)、 (3.基地保水)、 (4.日常節能)、 (5.二氧化碳減量)、 (6.廢棄物減量)、 (7.水資源)、 (8.室內環境指標)、 (9.污水及垃圾改善指標) (複選)
- (4)哪些是臺灣的綠建築： (臺北 101)、 (高雄國家體育場)、 (南投內湖國小)、 (成功大學孫運璿綠建築科技大樓)、 (台達電南科廠)、 (首璽住宅大樓)、 (臺北車站)、 (臺北市仁愛帝寶住宅大樓)、 (臺北市立北投圖書館)、 (日月潭向山遊客中心)、 \_\_\_\_\_ (複選)
- (5)推動臺灣綠建築標章的中央部會是： (內政部建築研究所)、 (經濟部標準檢驗局)、 (內政部營建署)、 (行政院環境保護署)、 (行政院公共工程委員會)、 (經濟部能源局) (單選)

#### 二、綠建材

- (1)臺灣綠建材包括哪 4 類： (生態)、 (高性能)、 (健康)、 (再生)、 (環保)、 (平價)、 (防火) (複選)
- (2)目前臺灣綠建材通過審核認可最多的是哪一類： \_\_\_\_\_

## 貳、問卷開始

### 一、您所知道的綠建築宣導推廣措施

(1)綠建築標章評定認可？ 知道 不知道 沒注意

(2)綠建材標章評定認可？ 知道 不知道 沒注意

(3)優良綠建築評選？ 知道 不知道 沒注意

目前已舉辦了幾屆？ (9)、 (8)、 (7)、 (6)、 (5)

目前已評選出幾案優良綠建築？ (99)、 (88)、 (84)、 (77)、 (66) (單選)

(4)綠建築教育示範基地參訪？ 知道 不知道 沒注意

是否有參加過？  (是)、 (否)、 (不知道活動訊息)

本項參訪需付費多少？  (500元)、 (300元)、 (依案例而定)、 (免費) (單選)

(5)低碳觀光綠建築知性之旅活動？ 知道 不知道 沒注意

是否有參加過？  (是)、 (否)、 (不知道活動訊息)

本項本綠建築旅遊需付費？  (1,000元)、 (300元)、 (依案例而定)、 (免費)

您是否會接受參加由使用者付費的綠建築旅遊活動  (是)、 (否)、 (視行程內容)

您認為使用者付費的綠建築深度旅遊活動如何推廣？  (結合環境教育)、 (觀光局年度觀光主題)、 (生態環境深度旅遊)、 (背包客-綠建築道館徽章PK大賽)、

(各級學校校外教學)、 (\_\_\_\_\_) (複選)

(6)綠建築講習課程？ 知道 不知道 沒注意

是否有參加過？  (是)、 (否)、 (不知道活動訊息)

本項講習需付費多少？  (500元)、 (300元)、 (依案例而定)、 (免費) (單選)

您建議的綠建築講習課程重點？  (指標技術重點)、 (典範案例介紹)、 (案例實地參訪)、 (技術經驗交流)、 (基本綠建築知識傳遞)、 (\_\_\_\_\_) (複選)

(7)綠建築扎根教育種子師資培訓計畫？ 知道 不知道 沒注意

是否有參加過？  (是)、 (否)、 (不知道活動訊息)

本項扎根培訓需付費多少？  (500元)、 (由選送單位分攤)、 (免費)

(單選)

您建議的綠建築程扎根教育培訓重點？  (指標技術重點)、 (典範案例介紹)、 (案例實地參訪)、 (技術經驗交流)、 (基本綠建築知識傳遞)  
 (課程教案規劃) (單選)

綠建築扎根教育除了培訓種子師資外，另有那些配套措施？

(綠建築數位教材)、 (綠建築教學資訊網)、 (智慧綠建築資訊網)  
 (綠建築繪畫比賽)、 (綠建築攝影比賽)、 (綠建築扎根教育課程評鑑) (複選)

(8)綠建築解說與導覽人員培訓課程？ 知道 不知道 沒注意

是否有參加過？  (是)、 (否)、 (不知道活動訊息)

本項解說與導覽人員培訓課程需付費多少？  (500元)、 (300元)、 (免費)

您建議培訓課程重點？  (指標技術重點)、 (典範案例介紹)、 (案例實地參訪)、 (解說技巧與經驗交流)、 (綠建築知識傳遞)  (提升解說導覽服務品質) (單選)

## 二、您建議未來綠建築宣導推廣的可行措施

(1)宣導培訓課程： (專業技術人員)、 (一般社會大眾)、 (銀髮族)、 (其他\_\_\_\_\_)

(2)典範案例參訪與導覽： (使用者付費半日導覽)、 (使用者付費全日導覽)  
 (團體預約付費導覽)、 (維持免費導覽)、 (\_\_\_\_\_)

(3)結合觀光行程的綠建築深度旅遊： (一日遊)、 (二日遊)、 (客製化行程)

(4)綠建築教育課程： (國小課程)、 (國中課程)、 (高中課程)、 (大專院校課程)  
 (通識課程)、 (環境教育課程)、 (e等公務園終身學習)、 (社大終身學習)

(5)網路導覽： (專業課程)、 (科普課程)、 (環境教育課程)、 (典範案例線上導覽)  
 (數位學習課程)、 (其他\_\_\_\_\_)

(6)您建議上述綠建築宣導措施的優先次序：( ) > ( ) > ( ) > ( ) > ( )



## 參考書目

1. 「節能低碳綠建築政策與推廣成效」簡報，內政部建築研究所，106.09。
2. 何明錦，從環境變遷探討臺灣智慧綠建築推動策略與未來展望，第十一屆中國城市住宅研討會，中國青島，2015年7月。
3. <http://tccip.ncdr.nat.gov.tw/AR5/>
4. 創新低碳綠建築環境科技計畫(3/4)，內政部建築研究所，2016年5月。
5. <http://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=5E865E40CA33E974&upn=5A6FC15150F6BF01>
6. 內政部建築研究所金檔獎參獎海報，2014。
7. 創新低碳綠建築環境科技計畫(3/4)自評簡報，內政部建築研究所，2016.05。
8. 內政部建築研究所簡報，2017。
9. 資料來源：綠建築評估手冊 2015年版。
10. "2013 綠建築在台灣 Green buildings in Taiwan：第七屆優良綠建築作品專輯"，內政部建築研究所。
11. "2015 綠建築在台灣 Green buildings in Taiwan：第八屆優良綠建築作品專輯"，內政部建築研究所。
12. 綠色工業建築評價技術細則，大陸住房城鄉建設部，2015年2月。
13. 綠色建築評價資訊網  
<http://www.cngb.org.cn/index.action?sid=402888164fafa133014fb08416ca000d>。
14. 何明錦、呂文弘，"辦理智慧生態城市規劃建設考察報告"，內政部建築研究所因公赴大陸地區人員報告，2015.10。
15. 陳伯勳，住宅類智慧綠社區空間規劃要項之研究，內政部建築研究所自行研究成果報告，2015.12。
16. 何明錦、趙又嬋，我國近零能源建築設計與技術可行性研究，內政部建築研究所協同研究成果報告，2015.12。
17. 鄭政利，永續智慧城市與綠建築發展策略規劃，臺灣建築學會，內政部建築研究所委託研究計畫期末簡報，106.10。
18. 呂文弘、張乃修"赴芬蘭參加「2016世界建築研討會年會(CIB World Building Congress 2016)」報告書"，內政部建築研究所出國報告，2016年9月。
19. 鄭政利，永續智慧城市與綠建築發展策略規劃，臺灣建築學會，內政部建築研究所委託研究計畫期中報告，P.135 表 3-19，106.07
20. 呂文弘"參加第 11 屆歐洲冷凍空調聯盟大會暨第 8 屆建築室內空氣品質、通風換氣與節約能源國際研討會"，內政部建築研究所派員出國報告，2013年9月。
21. 呂文弘"參加芝加哥美國綠建築協會 2007 年會暨博覽會〈Green Build〉及洛杉磯綠建築參訪出國報告"，內政部建築研究所派員出國報告，2008年2月。
22. 呂文弘、蘇鴻奇，"赴大陸參加永續城市國際博覽會暨大陸營建與都市設施年度會議"，

- 內政部建築研究所因公赴大陸地區人員報告，2009年7月。
23. 何明錦、呂文弘，”辦理智慧生態城市規劃建設考察報告”，內政部建築研究所因公赴大陸地區人員報告，2015年10月。
  24. 何明錦、呂文弘，”赴大陸考察屋頂及立體綠化技術與智慧綠建築案例報告”，內政部建築研究所因公赴大陸地區人員報告，2012年1月。
  25. 第七屆「政府服務品質獎」參獎申請書提升低碳觀光綠建築知性之旅服務品質計畫-探索綠建築·體驗心樂活，經建會都市及住宅發展處，內政部建築研究所，2014年9月。
  26. 綠建築推廣宣導計畫期末簡報，社團法人台灣綠建築發展協會，2017.11。