





# 內政部建築研究所

## 「綠建材標章節能減碳效益評估 之研究」

### 資料蒐集分析報告

### 內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 112 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)

**11215B0002**

# **綠建材標章節能減碳效益評估 之研究**

## **資料蒐集分析報告**

研究主持人： 陳興隆

協同主持人： 李訓谷

研究員： 呂昭宏

研究助理： 蔣鎮宇、黃琨智

研究期程： 中華民國 112 年 3 月 22 日至 112 年 12 月 31 日

研究經費： 新台幣陸拾萬貳仟伍佰元整

執行單位： 李訓谷

## **內政部建築研究所協同研究報告**

**中華民國 112 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)





## 目次

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 表次.....                          | III |
| 圖次.....                          | V   |
| 摘要.....                          | IX  |
| 第一章 緒論.....                      | 1   |
| 第一節 研究背景與目的 .....                | 1   |
| 第二節 研究流程與進度 .....                | 6   |
| 第三節 預期成果及效益 .....                | 8   |
| 第二章 研究方法.....                    | 9   |
| 第一節 研究採用之方法 .....                | 9   |
| 第二節 研究採用方法之原因 .....              | 14  |
| 第三章 相關制度與文獻蒐集.....               | 16  |
| 第一節 綠建材標章制度 .....                | 16  |
| 第二節 國內外減碳相關制度與規定 .....           | 19  |
| 第三節 國外案例介紹 .....                 | 52  |
| 第四章 綠建材碳排放揭露調查.....              | 60  |
| 第一節 國際綠建材標章之碳資訊揭露調查 .....        | 60  |
| 第二節 綠建材標章廠商碳排放資訊之調查 .....        | 74  |
| 第五章 綠建材標章對建築部門節能效益之評估.....       | 90  |
| 第一節 綠建材標章產品對建築物之節能效益電腦模擬評估 ..... | 90  |
| 第二節 綠建材標章產品對建築物之節能效益全尺寸實驗 .....  | 99  |
| 第六章 結論與建議.....                   | 115 |
| 第一節 結論 .....                     | 115 |
| 第二節 建議 .....                     | 117 |
| 附錄.....                          | 118 |

|            |     |
|------------|-----|
| 參考書目 ..... | 137 |
|------------|-----|

## 表次

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 表 2-1 建築模擬相關輸入設定資訊 .....                       | 11 |
| 表 3-1 TCFD 核心要素表 .....                         | 34 |
| 表 4-1 SGBP 評估基準對應於產品生命週期各階段的要求 .....           | 61 |
| 表 4-2 SGBP 隔熱膜評定基準與文件 .....                    | 64 |
| 表 4-3 中國綠色建材產品認證標準 .....                       | 66 |
| 表 4-4 中國綠色建材產品分級認證制度之評價指標 .....                | 67 |
| 表 4-5 鋼化玻璃綠色產品評價指標要求 .....                     | 68 |
| 表 4-6 膠合玻璃綠色產品評價指標要求 .....                     | 69 |
| 表 4-7 中空玻璃綠色產品評價指標要求 .....                     | 70 |
| 表 4-8 反射隔熱塗料評價指標要求 .....                       | 71 |
| 表 4-9 幕牆系統評價指標要求 .....                         | 72 |
| 表 4-10 中國綠色建材認證制度與性能節能綠建材標章相關之碳排放揭露要求<br>..... | 73 |
| 表 4-11 建築／建材相關之產品類別規則 .....                    | 78 |
| 表 4-12 台灣十大玻璃製造業者 .....                        | 83 |
| 表 4-13 高性能綠建材標章廠商碳排放資訊現況 .....                 | 87 |
| 表 5-1 醫院類建築物模擬案例參數設定 .....                     | 91 |
| 表 5-2 醫院類既有建築物模擬節能效益 .....                     | 95 |
| 表 5-3 辦公類建築物模擬案例參數設定 .....                     | 97 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 表 5-4 辦公類既有建築物模擬節能效益 .....      | 97  |
| 表 5-5 建築能耗模擬所需設定參數資訊 .....      | 99  |
| 表 5-6 不同建築外殼構件之材料物理性質設定參數 ..... | 99  |
| 表 5-7 不同地區隔熱砂漿對全年能耗分布模擬 .....   | 101 |
| 表 5-8 不同地區之建築實驗屋模擬節能效益 .....    | 101 |
| 表 5-9 隔熱膜對空調節能效益 .....          | 114 |

## 圖次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 圖 1-1 2050 淨零路徑規劃 .....             | 1  |
| 圖 1-2 2050 淨零轉型 .....               | 2  |
| 圖 1-3 研究流程圖 .....                   | 6  |
| 圖 1-4 進度甘特圖 .....                   | 7  |
| 圖 2-1 建築能源模擬分析平台 .....              | 10 |
| 圖 2-2 建築外觀設定尺寸與窗牆比之示意畫面 .....       | 12 |
| 圖 2-3 建築標的物所在地之氣候區選擇 .....          | 12 |
| 圖 2-4 建築環控與能耗實驗屋 .....              | 13 |
| 圖 3-1 ISO 14000 環境管理系列 .....        | 19 |
| 圖 3-2 ISO 14064 溫室氣體排放查證步驟 .....    | 20 |
| 圖 3-3 溫室氣體標準 ISO 14060 系列 .....     | 21 |
| 圖 3-4 ISO 14068 發布進展 .....          | 23 |
| 圖 3-5 PAS 2060 標準提供的抵換方案準則 .....    | 24 |
| 圖 3-6 PAS 2060 標準提供的獨立第三方驗證標準 ..... | 25 |
| 圖 3-7 溫室氣體排放的三個範疇 .....             | 26 |
| 圖 3-8 溫室氣體盤查議定書之溫室氣體排放 .....        | 27 |
| 圖 3-9 城市溫室氣體排放全球議定書核算步驟 .....       | 28 |
| 圖 3-10 PAS 2060 標準評估步驟 .....        | 29 |
| 圖 3-11 PAS 2060 標準提供符合的標準與方法學 ..... | 30 |
| 圖 3-12 PAS 2060 標準提供符合的標準與方法學 ..... | 31 |
| 圖 3-13 CDP 問卷 3 大類型 .....           | 32 |
| 圖 3-14 CDP 問卷評分等級 .....             | 32 |
| 圖 3-15 EPD 可以提供消費者量化的環境績效結果 .....   | 36 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 圖 3-16 執行碳中和八個步驟 .....                               | 39 |
| 圖 3-17 碳足跡標籤申請流程 .....                               | 47 |
| 圖 3-18 台灣碳足跡標籤設計與意涵 .....                            | 48 |
| 圖 3-19 台灣碳足跡標籤範例 .....                               | 48 |
| 圖 3-20 碳足跡減量標籤設計與意涵 .....                            | 49 |
| 圖 3-21 諾丁漢大學主校區 6 座創新能源房屋照片及分布圖 .....                | 52 |
| 圖 3-22 David Wilson Millennium House 再生能源系統分布圖 ..... | 53 |
| 圖 3-23 David Wilson Millennium House 室外圖 .....       | 54 |
| 圖 3-24 David Wilson Millennium House 屋頂圖 .....       | 54 |
| 圖 3-25 BASF Research House 再生能源系統示意圖 .....           | 55 |
| 圖 3-26 BASF Research House 使用相變材料 .....              | 56 |
| 圖 3-27 新加坡 Zero Energy Building (ZEB) .....          | 57 |
| 圖 3-28 新加坡 NUS SDE4.....                             | 58 |
| 圖 4-1 是否正在進行減碳相關行動之問卷結果 .....                        | 76 |
| 圖 4-2 未來預計規劃的相關減碳行動之問卷結果 .....                       | 77 |
| 圖 5-1 高雄基督教醫院外觀照 .....                               | 90 |
| 圖 5-2 case1 全年空調能耗模擬結果 .....                         | 91 |
| 圖 5-3 case2 全年空調能耗模擬結果 .....                         | 92 |
| 圖 5-4 case3 全年空調能耗模擬結果 .....                         | 92 |
| 圖 5-5 case4 全年空調能耗模擬結果 .....                         | 93 |
| 圖 5-6 case5 全年空調能耗模擬結果 .....                         | 93 |
| 圖 5-7 case6 全年空調能耗模擬結果 .....                         | 94 |
| 圖 5-8 醫院類既有建築採用節能綠建材產品之全年空調節能效益 .....                | 95 |
| 圖 5-9 敦南大樓外觀照 .....                                  | 96 |
| 圖 5-10 敦南大樓模擬電費與實際電費單之比較 .....                       | 96 |
| 圖 5-11 辦公類既有建築採用節能綠建材產品之全年空調節能效益 .....               | 98 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 圖 5-12 全尺度實驗屋建造之外觀 .....                      | 99  |
| 圖 5-13 建築物 3D 電腦模型 .....                      | 100 |
| 圖 5-14 模擬實驗屋之日照遮蔭結果 .....                     | 100 |
| 圖 5-15 實驗屋設置感測溫度點位置 .....                     | 102 |
| 圖 5-16 四月份最高外氣溫度之全日逐時屋頂與天花板量測溫度變化 .....       | 103 |
| 圖 5-17 四月份單日逐時立面牆之室內外壁面量測溫度變化 .....           | 103 |
| 圖 5-18 四月份最高外氣溫度之全日逐時空調設備運轉節約電力 .....         | 103 |
| 圖 5-19 四月份一週(4/22~4/28)之屋頂與天花板量測溫度變化 .....    | 104 |
| 圖 5-20 四月份一週(4/22~4/28)之室內外壁面量測溫度變化 .....     | 104 |
| 圖 5-21 四月份一週(4/22~4/28)之空調設備運轉節約電力 .....      | 104 |
| 圖 5-22 五月份最高外氣溫度之全日逐時屋頂與天花板量測溫度變化 .....       | 105 |
| 圖 5-23 五月份單日逐時立面牆之室內外壁面量測溫度變化 .....           | 105 |
| 圖 5-24 六月份最高外氣溫度之全日逐時屋頂與天花板量測溫度變化 .....       | 105 |
| 圖 5-25 六月份單日逐時立面牆之室內外壁面量測溫度變化 .....           | 106 |
| 圖 5-26 五月份最高外氣溫度之全日逐時空調設備運轉節約電力 .....         | 106 |
| 圖 5-27 六月份最高外氣溫度之全日逐時空調設備運轉節約電力 .....         | 106 |
| 圖 5-28 五月份一週(5/15~5/21)之屋頂與天花板量測溫度變化 .....    | 106 |
| 圖 5-29 五月份一週(5/15~5/21)之室內外壁面量測溫度變化 .....     | 107 |
| 圖 5-30 五月份一週(5/15~5/21)之空調設備運轉節約電力 .....      | 107 |
| 圖 5-31 五月份連續監測收集空調設備運轉用電統計節約電力 .....          | 107 |
| 圖 5-32 節能塗料小尺度實驗屋之外觀 .....                    | 108 |
| 圖 5-33 單日逐時之屋頂與天花板量測溫度分佈（節能塗料＋節能砂漿）<br>.....  | 109 |
| 圖 5-34 單日逐時之外牆量測溫度分佈（節能塗料＋節能砂漿） .....         | 109 |
| 圖 5-35 單日空調設備運轉節約電力（節能塗料＋節能砂漿） .....          | 109 |
| 圖 5-36 一週(10/07~10/12)屋頂與天花板量測溫度變化（節能塗料＋節能砂漿） |     |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| .....                                         | 110 |
| 圖 5-37 一週(10/07~10/12)室內外壁面量測溫度變化 (節能塗料+節能砂漿) |     |
| .....                                         | 110 |
| 圖 5-38 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台 SPINLab 外觀 .....       | 111 |
| 圖 5-39 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台之空間規劃 .....             | 111 |
| 圖 5-40 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台之量測設備示意圖 .....          | 112 |
| 圖 5-41 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台之圖控畫面 .....             | 112 |
| 圖 5-42 建築面向西方之室內外空氣溫度分佈 .....                 | 113 |
| 圖 5-42 建築面向東方之室內外空氣溫度分佈 .....                 | 113 |

## 摘要

關鍵字：綠建材、淨零、碳排放、節能減碳

### 一、研究緣起

因應全球氣候變遷與極端氣候加劇，降低碳排成為全球共同責任與義務，各國皆將減碳列為未來重點能源政策。而根據，聯合國環境規劃署統計資料顯示，2021 年建築部門佔全球最終能源消耗的 36%，以及約 37% 的能源相關二氧化碳排放，是節能減碳的重點。而「零碳建築」的倡議與政策是我國政府在建築部門「2050 淨零碳排發展路徑及規劃」政策中減碳努力的新方向。

我國綠建材標章自從民國 94 年開始頒布後獲證案件不斷增加。為了因應節能減碳的新趨勢，綠建材標章於 2020 年版新增「高性能節能綠建材」受理項目。然而，高性能節能綠建材及再生綠建材都具有節能減碳效益，惟以往並未以量化方式呈現，因本研究將以調查推估方式了解取得綠建材標章產品預期可達到之節能減碳效益，以作為消費者選用綠建材之參考，進而對於綠建材未來之推動及評定基準滾動式修正提供參考之依據。

### 二、研究方法及過程

本研究計畫依照計畫之研究議題，蒐集國際間有關淨零耗能或零碳建築之技術成熟度與發展藍圖，並將其歸納有關建築外殼或綠建材發展的技術。本研究以問卷與現地訪視方式了解取得綠建材標章廠商是否具備碳排放量資訊現況，並且進一步以電腦模擬與全尺度實驗探討節能綠建材對於建築物預期可達到之潛在節能減碳效益，進而對於綠建材未來之推動及評定基準滾動式修正提供參考之依據。

### 三、目前重要發現

本研究發現國際認同的碳盤查(ISO14064)與碳足跡(ISO14067)是目前廠商低碳化行動中主要的遵循標準，同時也是企業永續發展報告書有關環境議題之主要採用方法學。申請環境部所推行之產品類別規則（PCR）、碳足跡標籤或是減碳標籤之廠商數目仍屬少數。國際間綠建材標章僅新加坡 SGBP 綠色標章與中國綠色建材產品分級認證制度納入建材之碳排放資訊的揭露。高性能節能綠建材標章獲證與申請諮詢中之廠商，45%具有第三方公證之碳排放揭露報告（ISO 14064、ISO 14067、永續報告書、EDP）

根據本研究採用電腦模擬與全尺度實驗探討高性能節能綠建材標章產品對不同類型建築物之空調節能減碳效益結果得知，採用高性能節能綠建材標章產品，因其較高之隔熱特性，確實可降低建築物之空調耗能。然而實質節能效益仍受建築物方位、居室空調使用面積、建築類型、建築運營型態等因素之影響。

#### 四、主要建議事項

本研究計畫以綠建材標章節能減碳效益評估為主要目標，藉由本研究收集世界各國相關文獻，調查綠建材標章廠商是否具備碳排放量資訊現況，並且進一步以電腦模擬與全尺度實驗探討節能綠建材對於建築物預期可達到之潛在節能減碳效益。為擴大本研究產出後續實質成果，提出下列建議：

在綠建材標章通則中增加產品碳排放資訊揭露之鼓勵項目：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

為了因應 2050 淨零排放之國家目標以及碳管理是當前最主流的減碳方式之一。本研究參考新加坡等國外綠建材標章在碳排放量之制度，建議在綠建材標章通則中鼓勵申請廠商可揭露產品碳排放資訊。廠商所提出之產品碳排放資訊揭露文件必須為環境部或內政部所認可之文件，例如：(1) 環保宣告（碳足跡標籤、EPD）、(2) 減少氣候變遷與環境衝擊報告（例如：經過第三方確信之溫室氣體盤查報告書（ISO 14064）、產品碳足跡報告書(ISO

14067)、永續發展報告書、低碳循環建材認定)。申請廠商可根據自身條件擇一提出佐證資料，相關作法可引導建材廠商與國家淨零排放政策及國際永續發展目標逐步接軌，並降低產業衝擊。



## ABSTRACT

Keyword : Green Building Material, Net Zero, Carbon Emission, Energy-saving and Carbon-reduction

In response to the global challenge of climate change and the escalating impacts of extreme weather events, carbon reduction has emerged as a universal imperative. Countries worldwide are prioritizing carbon mitigation in their energy policies. The construction sector, accounting for 36% of global energy consumption and around 37% of CO<sub>2</sub> emissions in 2021, has taken center stage in the drive for energy efficiency and carbon reduction. Taiwan's government, in alignment with its "2050 Taiwan Net Zero Pathway" policy, has introduced the concept of "Zero Carbon Buildings" as a new direction in carbon reduction efforts.

The Green Building Material Rating system, introduced in 2005, has witnessed a steady increase in certified cases. To meet the growing trend of energy efficiency and carbon reduction, the label incorporated the acceptance of "High-Performance Energy-Efficient Green Building Materials" in its 2020 version. However, the potential energy-saving and carbon reduction benefits of such materials have not been quantitatively explored. This research seeks to estimate these benefits through surveys and analyses to provide consumers with a reference point for choosing green building materials. It will also contribute to the development and adjustment of assessment criteria for green building materials.

The research employs a multi-faceted approach, including collecting international data on net-zero energy and zero-carbon building technologies, investigating manufacturers' current carbon emission information, and using computer simulations and full-scale experiments to evaluate the energy-saving potential of high-performance energy-efficient green building materials. Key findings indicate that internationally

recognized carbon inventory standards and carbon footprint methodologies are central to manufacturers' low-carbon initiatives. The number of manufacturers adopting carbon footprint labels and carbon reduction labels is currently limited. Internationally, only Singapore's SGBP Green Mark and China's Green Building Material Rating System incorporate carbon emission information for building materials.

The use of high-performance energy-efficient green building materials is shown to reduce energy consumption in air conditioning systems due to their superior insulation properties. However, the actual energy savings are subject to factors such as building orientation, living space air conditioning area, building type, and operational practices.

The study's primary recommendation is to introduce requirements for product carbon emission information disclosure within the general regulations of the Green Building Material Rating system. This suggestion aligns with the national goal of achieving net-zero emissions by 2050 and the prevailing emphasis on carbon management. The proposed disclosure requirements include environmental declarations, climate change and environmental impact data, and supporting documents for carbon emission disclosure statements. To facilitate industry compliance, the implementation of these requirements should be gradual, allowing manufacturers to provide information based on their specific circumstances while advancing alignment with national and international sustainability goals.

This research contributes to a deeper understanding of the energy-saving and carbon reduction potential of green building materials and offers valuable insights for consumers and policymakers in advancing sustainable building practices.

# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景與目的

### 壹、研究背景

因應全球氣候變遷與極端氣候加劇，降低碳排成為全球共同責任與義務，各國皆將減碳列為未來重點能源政策。而根據，聯合國環境規劃署統計資料顯示，2021 年建築部門佔全球最終能源消耗的 36%，以及約 37% 的能源相關二氧化碳排放，是節能減碳的重點。而「零碳建築」的倡議與政策是我國政府在建築部門「2050 淨零碳排發展路徑及規劃」政策中減碳努力的新方向。

### 一、2050 淨零排放政策

科學證實氣候變遷造成的影響已經相當緊急，氣候議題引發國際高度重視，各國陸續提出「2050 淨零排放」的宣示與行動。為呼應全球淨零趨勢，我國於2022 年3月正式公布「臺灣2050 淨零排放路徑及策略總說明」[1]，提供至2050 年淨零之軌跡與行動路徑，以促進關鍵領域之技術、研究與創新，引導產業綠色轉型，帶動新一波經濟成長，並期盼在不同關鍵里程碑下，促進綠色融資與增加投資，確保公平與銜接過渡時期。

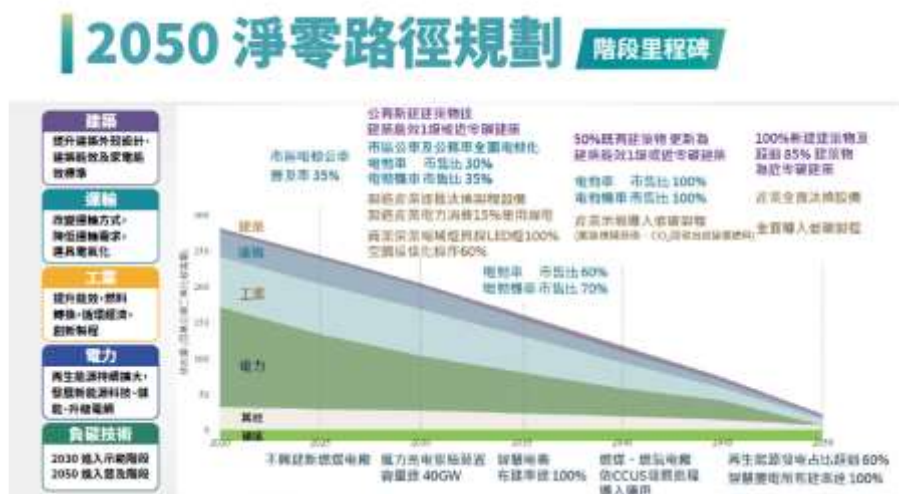


圖1-1 2050 淨零路徑規劃(資料來源：國發會，2022)

我國2050淨零排放路徑將會以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型，及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，輔以「十二項關鍵戰略」，就能源、產業、生活轉型政策預期增長的重要領域制定行動計畫，落實淨零轉型目標。



圖1-2 2050淨零轉型(資料來源：國發會，2022)

另外，行政院於2021年1月成立「淨零排放路徑專案工作組」，責成各部會針對工業、能源、交通運輸、農業、環境及建築等部門規劃淨零路徑藍圖。其中，「淨零建築」的路徑規劃及推動主要由內政部主責，我國淨零建築轉型路徑主要是參考日本、美國、歐盟及國際能源總署(International Energy Agency, IEA)等國際發展概念，先建築節能50%，其餘用電再以綠電碳中和至零碳排，至2050年達成100%新建建築物及超過85%既有建築物為近零碳建築。

在淨零建築推動策略方面，主要是由公有建築物帶頭做起，引導民間建築跟進，針對新建建築先採取鼓勵方式，再逐步修訂法規強制實施；既有建築因數量龐大牽涉民眾權益，因此對於民間既有建築採鼓勵之獎補助方式為主，公有既有建築則採強制實施；同時研擬強化家電節能措施，並投入建築節能減碳技術及再生能源等之研發與應用工作，淨零建築共有4大推動主軸[2]:

1. 提高新建建築物能源效率。

2. 改善既有建築物能源效率。
3. 提升家電、設備能源效率。
4. 建築節能減碳新技術及工法研發與推廣應用。

## 二、綠建材標章制度發展

綠材料的概念始於1988年第一屆國際材料科學研究會上提出。直到1992年聯合國地球高峰會發表二十一世紀議程，將提升環境效率做為非公部門的行動策略。環境效率包含了環境保護與居住品質的概念，在此思潮下綠建材才有了較明確的定義：「在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料」。目前國際間對於綠建材的概念，可大致歸納為以下幾種特性：再使用（Reuse）、再循環（Recycle）、廢棄物減量（Reduce）、低污染（Low emission materials）。其中，包括物理性(噪音、照度、溫度、濕度等)、化學性(CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、HCHO 等)與生物性(細菌、真菌等)三大面向，

以「地球永續，人本健康」為思考導向，追求樂活(LOHAS:Lifestyle of Health and Sustainability)的生活形態，已成為先進國家現今一致認同的主流價值。我國推動綠建材之初，便提出了「人本健康、環境友善、地球永續」融入環境效率思維的核心概念。也期望能夠藉由綠建材標章的推動，防止品質不佳之建材破壞生態環境及影響國人健康，強化國內建材的管制，以促進「人居健康」、維護「生態環境」、提升「產業競爭力」為綠建材標章推動目標。依據「人本健康、環境友善、地球永續」之綠建材標章精神建構出「生態」、「健康」、「再生」與「高性能」四個範疇[3]。

由內政部建築研究所推動「綠建材標章制度」，自1999年起即進行相關建材逸散分析研究及相關建材檢測試驗設備建置，歷經周密之規劃研究與研擬，於2003年開始籌畫台灣綠建材標章制度，歷經草創時期的努力，綠建材標章制度於2004年7月正式上路，率先針對「健康」綠建材、「再生」綠建材兩類進行審查與

標章核發，而技術部份則有綠建材「通則」以及「健康」、「生態」、「再生」、「高性能」等四類綠建材評定基準。到2005年版加入生態與高性能分類，2011年版在健康綠建材中加入了分級制度，且大幅擴充再生綠建材受理項目至18類，並於高性能綠建材中加入節能玻璃。2015年版手冊中健康綠建材的 TVOC 列管化學物質與我國空氣品質管理法接軌，由6項增加至12項。

目前綠建材標章主要分為四大類項，內容如下所述：

一、生態綠建材：係指「採用生生不息、無匱乏危機之天然材料，具易於天然分解、符合地方產業生態特性，且以低加工、低耗能等低人工處理方式製成之建材，稱為生態綠建材。」



二、健康綠建材：係指「該建材之特性為低逸散量、低健康風險之建築材料。」本類建材標章之推廣目的為提高室內空氣環境品質，降低建材對於人體健康的危害程度。根據上述定義，不受理無甲醛逸散及無總揮發性有機化合物逸散之虞的產品，例如金屬、玻璃或純混凝土及其表面加工複合產品。



三、再生綠建材：係指「利用回收材料，經過再製程序，所製造之建材產品，並符合廢棄物減量(Reduce)、再利用(Reuse)及再循環(Recycle)等3R 原則製成之建材。」除了有效使用再生材料外，尚有兩項基本要求，其一是必須確保建材之基本材料性能；其二是不得因為使用再生材料而造成二次污染或對人體健康有不良之影響。



四、高性能綠建材：係指「性能有高度表現之建材、材料構件，能克服傳統建材、建材構件性能缺陷，以提升品質效能。」目前受理共有三類，分別是「高性能防音綠建材」、「高性能透水綠建材」及「高性能節能綠建材」等。



## 貳、研究目的

我國綠建材標章自從民國 94 年開始頒布後獲證案件不斷增加。為了因應節能減碳的新趨勢，綠建材標章於 2020 年版新增「高性能節能綠建材」受理項目。然而，高性能節能綠建材及再生綠建材都具有節能減碳效益，惟以往並未以量化方式呈現，因本研究將以調查推估方式了解取得綠建材標章產品預期可達到之節能減碳效益，以作為消費者選用綠建材之參考，進而對於綠建材未來之推動及評定基準滾動式修正提供參考之依據。

本研究將以調查與電腦模擬推估方式了解取得綠建材標章產品預期可達到之節能減碳效益，以作為消費者選用綠建材之參考，進而對於綠建材未來之推動及評定基準滾動式修正提供參考之依據。主要研究主題如下：

- 一、從文獻蒐集與分析，盤點與規劃可應用於淨零碳建築之前瞻與有潛力綠建材。
- 二、調查現有獲得綠建材標章產品在製造階段之碳排量。
- 三、評估四大類綠建材標章產品對於建築營運階段之節能與碳排減少效益。
- 四、以電腦模擬法推估綠建材標章擴散對於建築部門在節能與減排程度之衝擊性。
- 五、透過以綠建築標章與建築能效標示之評分項目發展綠建材之實際節能效益檢測分析，研提建築部門在淨零轉型計畫之推動策略。

## 第二節 研究流程與進度

### 壹、研究流程

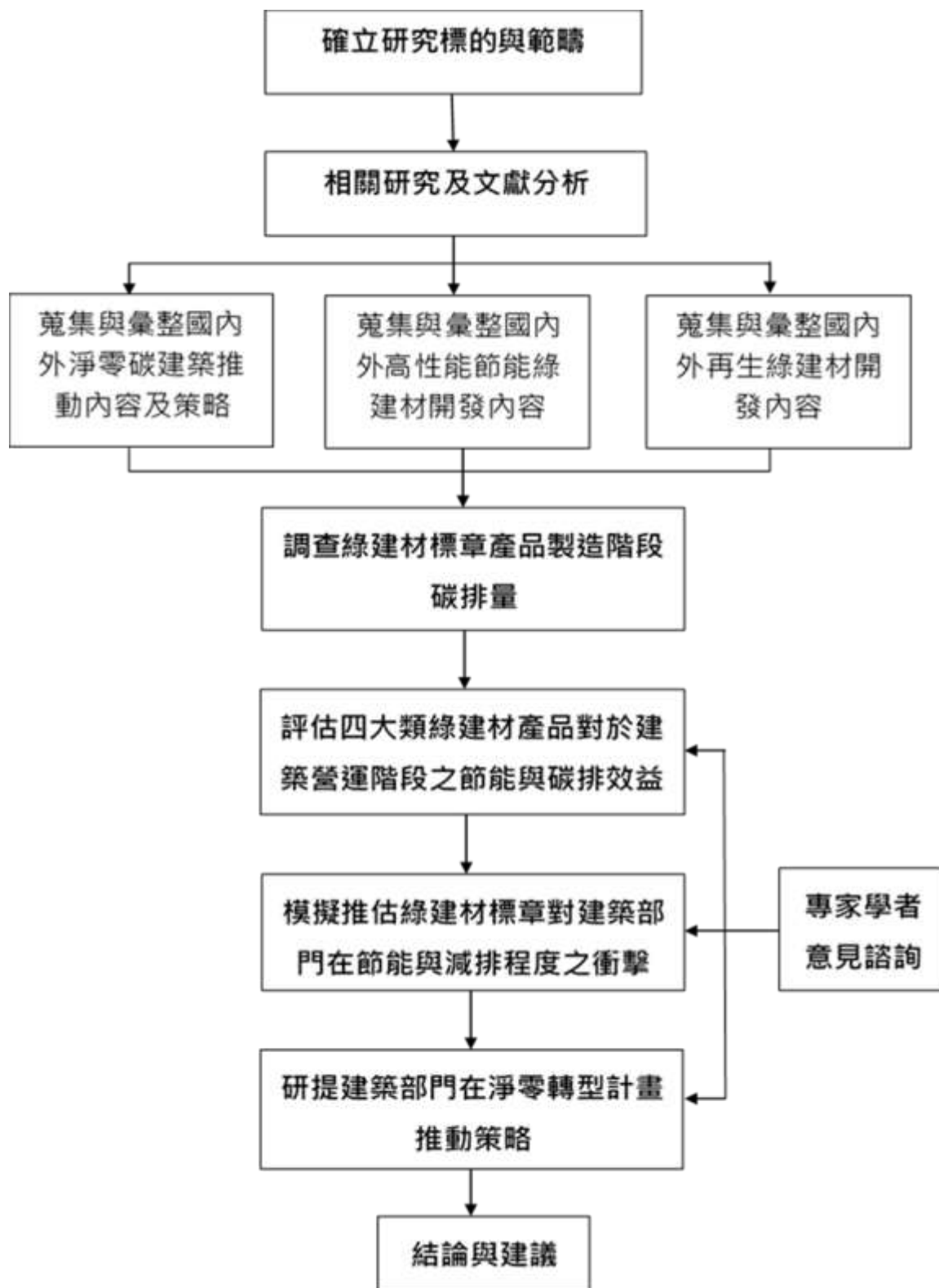


圖 1-3 研究流程圖

## 貳、進度甘特圖

| 月<br>工作項目                                                                                                                                                                       | 第<br>1<br>個月                                                                      | 第<br>2<br>個月                                                                      | 第<br>3<br>個月                                                                      | 第<br>4<br>個月                                                                      | 第<br>5<br>個月                                                                      | 第<br>6<br>個月                                                                        | 第<br>7<br>個月                                                                        | 第<br>8<br>個月                                                                        | 第<br>9<br>個月                                                                          | 第<br>10<br>個月                                                                         | 第<br>11<br>個月 | 備 註 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|
| 相關文獻收集<br>分析                                                                                                                                                                    |  |  |  |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |               |     |
| 調查綠建材標<br>章產品製造階<br>段碳排量                                                                                                                                                        |                                                                                   |  |  |  |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |               |     |
| 評估四大類綠<br>建材產品對於<br>建築營運階段<br>之節能與碳排<br>效益                                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                   |  |  |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |               |     |
| 期中審查                                                                                                                                                                            |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |               |     |
| 模擬推估綠建<br>材標章對建築<br>部門在節能與<br>減排程度之衝<br>擊                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |  |  |  |                                                                                       |                                                                                       |               |     |
| 研提建築部門<br>在淨零轉型計<br>畫推動策略                                                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |               |     |
| 期末審查                                                                                                                                                                            |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |                                                                                       |               |     |
| 研究成果提出                                                                                                                                                                          |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |               |     |
| 預定進度<br>(累積數)                                                                                                                                                                   | 10%                                                                               | 20%                                                                               | 30%                                                                               | 40%                                                                               | 50%                                                                               | 60%                                                                                 | 70%                                                                                 | 80%                                                                                 | 90%                                                                                   | 100%                                                                                  |               |     |
| 說明：<br>1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。<br>2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本案之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。<br>3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。 |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |               |     |

圖 1-4 進度甘特圖

### 第三節 預期成果及效益

#### 壹、預期成果

- 一、完成綠建材標章減碳效益相關文獻蒐集與分析。
- 二、完成綠建材標章產品（包含四大類綠建材標章，共 10 樣產品）之節能減碳效益調查，獲得四大類 10 種綠建材標章產品在製造階段之碳排放量。
- 三、完成綠建材標章產品（包含四大類綠建材標章，共 10 樣產品）對建築全生命週期碳排放之影響性評估。
- 四、完成綠建材標章節能減碳效益補充說明(草案)。
- 五、完成 1 篇國際研討會論文投稿。

#### 貳、效益

- 一、本研究所完成之各類綠建材標章產品對於建築全生命週期碳排放之影響結果，能夠驗證綠建材標章產品對建築物的節能減碳效益，不僅能與國際接軌，且能提升業者開發創新綠建材產品的研發能力。
- 二、由研究成果可評估全面採用綠建材標章之產品對於達成 2050 零碳建築目標之衝擊程度，作為未來滾動式修正淨零碳排政策參考依據。

#### 參、對於參與之工作人員預期可獲之訓練

本研究計畫參與人員可以透過建材碳盤查與電腦模擬驗證評估，讓參與人員精進淨零碳建築之解決方案，也將全面瞭解建築節能效率、室內環境提升之理論；並可學習如何將研究結果展開對國家政策影響之過程。研究計畫提供了一個將理論及實務結合之整合性研究機會，對於參與人員往後不論是從事業界實務或學術研究均有相當大的助益。

## 第二章 研究方法

### 第一節 研究採用之方法

#### 壹、文獻分析

本研究計畫將依照計畫之研究議題，蒐集國際間有關淨零耗能或零碳建築之技術成熟度與發展藍圖，並將其歸納有關建築外殼或綠建材發展的技術。同時了解類似台灣亞熱帶氣候之建築物節能潛力高的建材技術之量化效益情形與評估方式，以作為我國在發展綠建材對於建築節能效益量化數據之參考。希望藉由收集文獻的分析，明白我國在綠建材技術上的不足與強化的重點技術，進而聚焦在本研究議題上，作為電腦模擬與全尺度實驗之實驗設計參考資料庫，深化本研究計畫報告與投稿論文撰寫之重要成果。

#### 貳、專家諮詢法

研究結果經初步整理後，研究團隊將定期邀請相關學者以及產業界、公會專家進行意見溝通交流，並針對研究內容進行審議，提出應修正及增刪之意見，作為充實、加強計畫內容之參考。本研究依表排進度辦理期中、期末簡報來說明研究計畫執行成效、進度及所遭遇之問題。

#### 參、電腦模擬法

本研究計畫預計採用電腦模擬法評估四大類綠建材標章產品應用在醫院、辦公、住宅、飯店旅館等四類建築物上，其建築營運階段之節能與碳排減少效益。本研究採用之軟體為本土自行開發的建築能源模擬分析軟體(BESTAI)，如圖 2-1 所示。BESTAI 為財團法人工業技術研究院所開發，其採用 EnergyPlus 作為模擬運算引擎，相較於 EnergyPlus，BESTAI 優化以下幾項特點，例如：客製化模擬功能與使用介面，圖形化及選單式設定方法，簡易五個設定步驟即可快速完成

建築能源模型。另外，內建參考建築模型，內含建築外殼、內部負載、使用排程等超過上千種元件可直接套用。同時包括本土化資料庫，收錄內政部建築技術規則之外殼結構包括屋頂 18 種、外牆 28 種、窗戶 324 種，以及能源局節能標章 48 種項目近 7 千種產品。利用雲端化資源，進行線上建模、運算分析、結果儲存，可同時進行多筆模擬計算，達到快速分析及節省硬體成本之功效。



圖 2-1 建築能源模擬分析平台

本研究團隊過去曾以 BESTAI 為研究工具發表數篇國際 SCI 期刊，對於 BESTAI 預測建築物能源使用之準確度已經有一定程度的驗證文獻。在此以辦公類建築為例說明 BESTAI 之操作流程。

BESTAI 模擬分析進行前必須將相關建材性質、內部負載、設備運轉排程、空調機性能規格與數量等資訊進行設定，如表 2-1 所列。其中，建築外觀設定之尺寸與窗牆比，必須依照圖 2-2 所示建築面向填入正確值。最後選定建築座落縣市之氣候區(如圖 2-3)，完成建築能源模擬分析。

表 2-1 建築模擬相關輸入設定資訊

| 建築外觀          |       |                                                  |                                    |                                          |                                                                                                                                                    |
|---------------|-------|--------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 建物類型          | 樓層數   | 建築正面朝向                                           | 建築尺寸                               | 窗牆比                                      | 外牆結構                                                                                                                                               |
| 辦公類<br>(銀行)   | 1     | 西                                                | 長:12m<br>寬:6m<br>高:3m<br>室內高度:2.2m | 正面:0.65<br>背面:0.30<br>左面:0.85<br>右面:0.31 | 屋頂 U<br>值:1.0W/m <sup>2</sup> .K<br>外牆 U<br>值:2.0W/m <sup>2</sup> .K<br>窗戶 U<br>值:6.16W/m <sup>2</sup> .K<br>窗戶 SHGC:0.3977<br>窗戶可見光穿透率:<br>0.4437 |
| 內部負載          |       |                                                  |                                    |                                          |                                                                                                                                                    |
| 員工人數          | 顧客數/時 | 室內照明(名稱/功率/數量)                                   |                                    | 室外照明                                     | 運轉設備(如電腦伺服器、列表機、電風扇或冷凍冷藏設備等)                                                                                                                       |
| 2             | 1     | 圓形炭燈，功率:15W，<br>數量:21。<br>層板燈，功率:23.7W，<br>數量:4。 |                                    | 0                                        | 0                                                                                                                                                  |
| 排程設定          |       |                                                  |                                    |                                          |                                                                                                                                                    |
| 人員排程          |       | 室內照明                                             |                                    | 室外照明                                     | 運轉設備(24hrs/非24hrs)                                                                                                                                 |
| 平日時間          | 負載率   | 平日時間                                             | 負載率                                | 負載率                                      | 負載率                                                                                                                                                |
| 9:30~17:30    | 1     | 9:30~17:30                                       | 1(全開)                              | 0                                        | 0                                                                                                                                                  |
| 空調設定          |       |                                                  |                                    |                                          |                                                                                                                                                    |
| 空調種類          | 設定溫度值 | 冷房能力(kW)                                         | 能源效率值(kW/kW)                       | 平日時間                                     | 負載率                                                                                                                                                |
| 小型空調<br>(冷氣機) | 26°C  | 4 台<br>(2.2 kW / 台)                              | 4.3                                | 9:30~17:30                               | 1(開)                                                                                                                                               |
|               |       |                                                  | 4.3                                |                                          |                                                                                                                                                    |
|               |       |                                                  | 4.3                                |                                          |                                                                                                                                                    |
|               |       |                                                  | 4.3                                |                                          |                                                                                                                                                    |
|               |       | 1 台<br>(2.3 kW)                                  | 3.95                               |                                          |                                                                                                                                                    |

建築長度 (L) 12 建築寬度 (W) 6 建築高度 (H) 3 室內高度 (H) 2.2

說明：室內高度為樓層地板至天花板之高度

右牆 0.31 左牆 0.25 正牆 0.65 背面 0.1

說明：窗牆比為一牆面上，窗戶所佔的比例，其輸入值為0~1，以正牆牆為例，若牆上有30%為窗戶，則正牆牆之窗牆比即為0.3。

圖2-2 建築外觀設定尺寸與窗牆比之示意畫面  
(資料來源：本研究製作)

氣候區選擇

北部 ☐基隆 ☐台北 ☐板橋 ☐淡水 ☐新竹 ☐竹子湖(陽明山) ☐新屋(桃園) ☐竹南(苗栗)

中部 ☐台中 ☐日月潭 ☐梧棲(台中)

南部 ☐嘉義 ☒台南 ☐高雄 ☐恆春 ☐永康(台南) ☐阿里山(嘉義)

東部 ☐宜蘭 ☐花蓮 ☐台東 ☐大武(台東) ☐成功(花蓮) ☐蘇澳(宜蘭)

離島 ☐金門 ☐澎湖

圖 2-3 建築標的物所在地之氣候區選擇  
(資料來源：本研究製作)

完成以上步驟，則獲得模擬建築未使用綠建材標章產品之全年逐月電力消耗情形。爾後，再與使用綠建材標章產品模擬結果比較，評估得到建築營運階段之節能與碳排減少效益。

#### 肆、全尺度實驗

本研究計畫將選取位在國立成功大學歸仁校區之建築環控與能耗實驗屋（如圖 2-4 所示）進行全尺度實驗，探討使用傳統建材與綠建材之實際節能效益。規劃進行控制情境模式包含節能窗戶、窗戶用節能膜、節能外牆、節能屋頂、節能塗料等符合高性能節能綠建材標章產品對於建築物之能耗改善程度。實驗模式設計可分為實驗組與對照組，實驗組採用綠建材，對照組採用傳統建材，以作為統計運轉用電與室內熱環境之比較。



圖 2-4 建築環控與能耗實驗屋

（資料來源：本研究製作）

本計畫預計使用量測儀器包含:用電資訊感測記錄器、熱電偶與溫濕度計等。此外，另行建置 Oplus 監控系統，以即時顯示感測數據資訊且記錄儲存資料於雲端平台，並完成上述實驗控制情境模式之能耗比較分析。

## 第二節 研究採用方法之原因

國際間主要國家針對建築節能科技的研發不遺餘力，其中一項技術研發便是建築能源模擬相關技術。近年來建築性能模擬軟體已逐漸被應用於新建築能耗設計評估以及舊建物節能改造分析，因此模擬軟體的模擬計算結果，其準確性及以可靠度也逐漸被嚴格要求。目前市面上建築性能模擬軟體種類繁多，而較為眾人熟知的包括 DOE-2、eQUEST、EnergyPlus、IES、REVIET、DesignBuilder 等軟體，而這些軟體各有模擬功能的強項以及使用上的限制。目前多數建築性能模擬軟體之資料庫並未完整，尤其是亞熱帶氣候區域之建築材料或是機電設備等，且尚缺圖形化之使用介面。有鑑於此，工研院開發簡易使用且模擬結果準確度高的工具：BESTAI，結合引導式的建築模型設定頁面及整合本土化的完整亞熱帶氣候區域之建材模型資料庫以及圖形化使用介面，提升在模擬亞熱帶氣候區域建築之模擬結果準確度及可信度，可以成為我國新建建築節能設計或是既有建築節能改善的設計評估工具，將有助於本研究計畫評估我國綠建材標章產品對於住商部門建築提升能源使用效率之工具。因此開發建置。

### 壹、預計可能遭遇之困難及解決途徑

調查現有獲得綠建材標章產品在製造階段之碳排量是一項繁瑣的工作，所幸研究團隊過去在執行科技部產學小聯盟計畫時成立之「綠色建材產學聯盟」已經有 80 家會員產商，其中包含相當多會員（例如：冠軍磁磚、中聯、台塑南亞等）之產品擁有綠建材標章。再者，再近兩年來企業落實 ESG 的潮流下，大部分的建築產業已經開始著手相關產品的碳盤查與碳足跡調查。因此，針對綠建材標章產品在製造階段之碳排量應可透過「綠色建材產學聯盟」會員廠商之協助完成。

## 貳、重要儀器之配合使用情形

在電腦模擬上需要使用電腦工作站進行多工批次的模擬工作。本計畫已在經費編列中編列本項所需經費。至於本研究計畫預計額外選取位於內政部建築研究所在成大歸仁校區之戶外實驗場地進行全尺度實驗工作。本實驗場域目前由內政部建築研究所與成功大學能源科技與策略研究中心共同合作管理，內部空間用途與實驗設備使用規劃彈性度高，執行期間使用必要儀器為用電資訊感測記錄器、熱電偶、溫濕度計與戶外氣象站等，均為研究團隊自有之儀器設備。相信透過全尺度實驗之驗證將更易於達成本計畫驗證節能成效與研究目標。故本研究計畫可在計畫期限內充份使用該場域，未來也可透過本計畫促進內政部、經濟部與國科會間之跨部會合作。

### 第三章 相關制度與文獻蒐集

#### 第一節 綠建材標章制度

##### 壹、國外綠建材標章

歐美等國家對於綠建材產品的認定主要分成兩種方式。第一種是針對產品節能、減碳、減廢、健康等性能，依據基準進行合格與否的認定，另一種則是公開宣告產品在生命週期當中對環境的影響，如我國環境部所推動的碳標籤制度，進行環境產品宣告 EPD (Environmental Product Declaration) 的建材產品。而國內綠建材標章制度則是參考國內綠建築標章等相關制度，以及國外建材相關標章制度，採用上述第一種的產品基準認定方式。[3]

自 1977 年德國率先提出藍天使標章後，世界各國的建材與環保標章亦群起效應。國際上最新綠建材評定主要以「整體建築環境」(Whole Building Environment) 評定方式，進行分層分項管制工作，以「建築環境品質」及「低碳排放」為目標，帶動綠建材標章制度的改變。2008 年制定之 ISO 16814 標準於「建立完整低逸散建築材料之標章及計畫管制策略」部分及 2017 年實施之歐盟共用標準 CEN/TS16516「歐盟建材產品之危險物質的釋放評估-逸散至室內空氣測定」，建議使用獲得認證之「低逸散建材產品」，有效控制建材逸散污染物，例如歐盟低逸散地板綠建材標章系統，包括丹麥自主標章系統、芬蘭 M1 逸散標章、德國 GUT 標章、德國 GEVEMICODE 標章系統、北歐天鵝標章、德國藍天使標章等，都是以限制揮發性有機化合物、甲醛逸散、致癌物質、臭氣、毒性化學物質逸散等項目，管制材料之健康性能。

除藍天使標章外，世界上尚有許多綠建材相關標章推出，如：芬蘭建材逸散等級、丹麥的室內氣候標章、德國環保與建材的評估標章、北歐環保標章、歐盟生態標章、美國綠建材評估制度、日本環保標章與 JIS、JAS 國家標準對建材甲

醛濃度之逸散量規定、加拿大環保標章、韓國環保標章、中國大陸的中國環境標誌、綠色建材產品分級認證制度、香港的綠色產品標章等。

## 貳、被動建築與高性能建材

目前在節能減碳建築的相關研究中，主要以被動建築(Passive building)最為廣泛討論，Passivhaus 源自於德國，德語中「Passivhaus」字面上所傳達的意義可以拆解為 Passive house 或 building，其中 Passive 是被動的意思，Haus 指的就是房子亦或建築物。有時會解釋為一個完全沒有冷氣和暖氣的房子，平時只依賴建築外殼做遮陽和斷熱，而在冬天只仰賴太陽的輻射熱。整體而言，被動房是各種建築技術產品的集大成者，透過高隔熱隔音、密封性強的建築外牆和再生能源來達到低能耗標準，進一步實現節能減碳目標。

有關被動房的研究，Sadineni(2011) [4]透過牆面、屋頂以及窗戶與門的配列三種建築主要結構，提出使用不同建材來達到建築節能減碳的效果。在牆面的部份[5-10]，包含了：被動式太陽能牆(Passive solar walls)、輕混凝土牆(Lightweight concrete (LWC) walls)、通風或雙層幕牆(Ventilated or double skin walls)以及蓄熱牆(Walls with latent heat storage)的使用；在屋頂部分[11-15]則提出了不同設計型態及材質的應用，包含了：磚石屋頂(Masonry roofs)、輕量化屋頂(Lightweight roofs)、微型通風屋頂(Ventilated and micro-ventilated roofs)、穹形與圓屋頂(Vaulted and domed roofs)、陽光反射型屋頂(Solar-reflective/cool roofs)綠屋頂(Green roofs)、太陽能屋頂(Photovoltaic roofs)、屋頂熱源阻隔系統(Thermal roof insulation systems)、蒸發冷卻系統(Evaporative roof cooling)；窗戶與門的配列部分[16-19]，主要在以高性能隔熱(HPI)、太陽能增益控制(SC)、採光(DL)等方式提供先進的玻璃材料和技術，其中包括：氣凝膠玻璃(Aerogel glazing)、真空玻璃(Vacuum glazing)、可切換反射玻璃(Switchable reflective glazing)、懸浮粒子薄膜(Suspended particle devices (SPD) film)、全息光學元件(Holographic optical elements)等。另外，在隔熱材質的應用上，則包括了：真空隔熱板(Vacuum insulation panels VIP)、結構隔熱板(Structurally insulated panels SIP)、聚熱材質

(Thermal mass)：指可以吸收熱量，儲存並在以後釋放的高熱容材料，透通過吸收和逐漸釋放通過外部和內部方式獲得的熱量來幫助調節室內溫度。這導致延遲/減少室內峰值負荷並降低平均輻射溫度，相變材料(PCM-Phase Change Material)：指隨溫度變化而改變物理性質並能提供潛熱的物質。轉變物理性質的過程稱為相變過程，這時相變材料將吸收或釋放大量的潛熱。這種材料一旦被廣泛套用，將成為節能環保的最佳綠色環保載體。

在目前綠建材標章第四類高性能建材也有針對節能的部分進行規範，所謂「高性能節能綠建材」是指能有效防止室外熱能進入建築物內，達到節約能源之目的，並且提升生活品質之建材。高性能節能綠建材包含設計於建築屋頂、牆面等實體外殼的隔熱磚、隔熱板與隔熱填充材，以及窗戶等開口部的隔熱玻璃之外，建築外殼與開口部亦可藉由塗膜、鍍膜等方式得到隔熱、節能的效果。建築外殼與建築節能息息相關，建築外殼包含屋頂、外牆等實體部，以及門、窗戶等開口部。實體部藉由強化隔熱的性能，可提升建築節能的效果，而開口部多採用玻璃則需要藉由日射遮蔽的效果來減少建築的熱得。高性能節能綠建材包含各種促進建築節能的建材，以「節能玻璃」、「建築門窗用玻璃貼膜材料」、「建築用隔熱材料」、「節能塗料」、「外牆系統或構造」、「屋頂系統或構造」為評定範圍。

## 第二節 國內外減碳相關制度與規定

### 壹、國際減碳制度與相關規定

#### 一、ISO 14000 Environmental Management Series of Standards，環境管理系列標準

ISO 14000 環境管理系列是針對組織／企業環境管理所制定的一系列標準，包括環境管理體系、環境審核、環境標誌以及生命週期分析等國際環境管理問題。此系列包含：

A. 針對組織評估：

- ISO 14001 環境管理系統。
- ISO 14031 環境績效評估。
- ISO 14064 溫室氣體。

B. 針對產品評估：

- ISO 14040 生命週期評估。
- ISO 14020 環境標誌與宣告之一般性原則。
- ISO 14025 產品環境標誌與宣告。



圖 3-1 ISO 14000 環境管理系列

### (一)ISO 14060 Greenhouse Gases 溫室氣體標準

ISO 近年新增針對溫室氣體管理的國際標準，ISO 14060 系列，包含針對組織的產品／服務之溫室氣體盤查標準、確證或查證的過程以及該機構的要求標準。

其中 ISO 14064 溫室氣體排放查證／確證包含七個步驟，其程序如下：



圖 3-2 ISO 14064 溫室氣體排放查證步驟

國際 ISO 標準組織已陸續發布了 ISO 14064 的三個標準：

A. ISO 14064-1：組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告附指引之規範

(Greenhouse Gases Part 1：Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.) 包括設計、制定、管理、報告和查證組織的溫室氣體盤查清冊。

ISO 組織於 2018 年 12 月發布 ISO 14064-1：2018 標準，提供溫室氣體盤查或計畫的量化、監督、報告及確證或查證之清晰度與一致性。

B. ISO 14064-2：計畫層級溫室氣體排放減量或移除增量之量化、監督及報告

附指引之規範 (Greenhouse Gases Part 2：Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements.)，其規定專案層級量化、監測與報告溫室氣體排放減量或移除增量的原則與要求，並提供指引規範。專

案規畫包含：識別並選擇專案與基線情境相關的溫室氣體源、溫室氣體匯和溫室氣體儲存庫、監測和量化及記錄與報告專案績效以及管理數據品質。

C. ISO 14064-3:溫室氣體主張之確證與查證附指引之規範(Greenhouse Gases Part 3 : Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements.)，可應用於組織或專案量化、監測和報告。

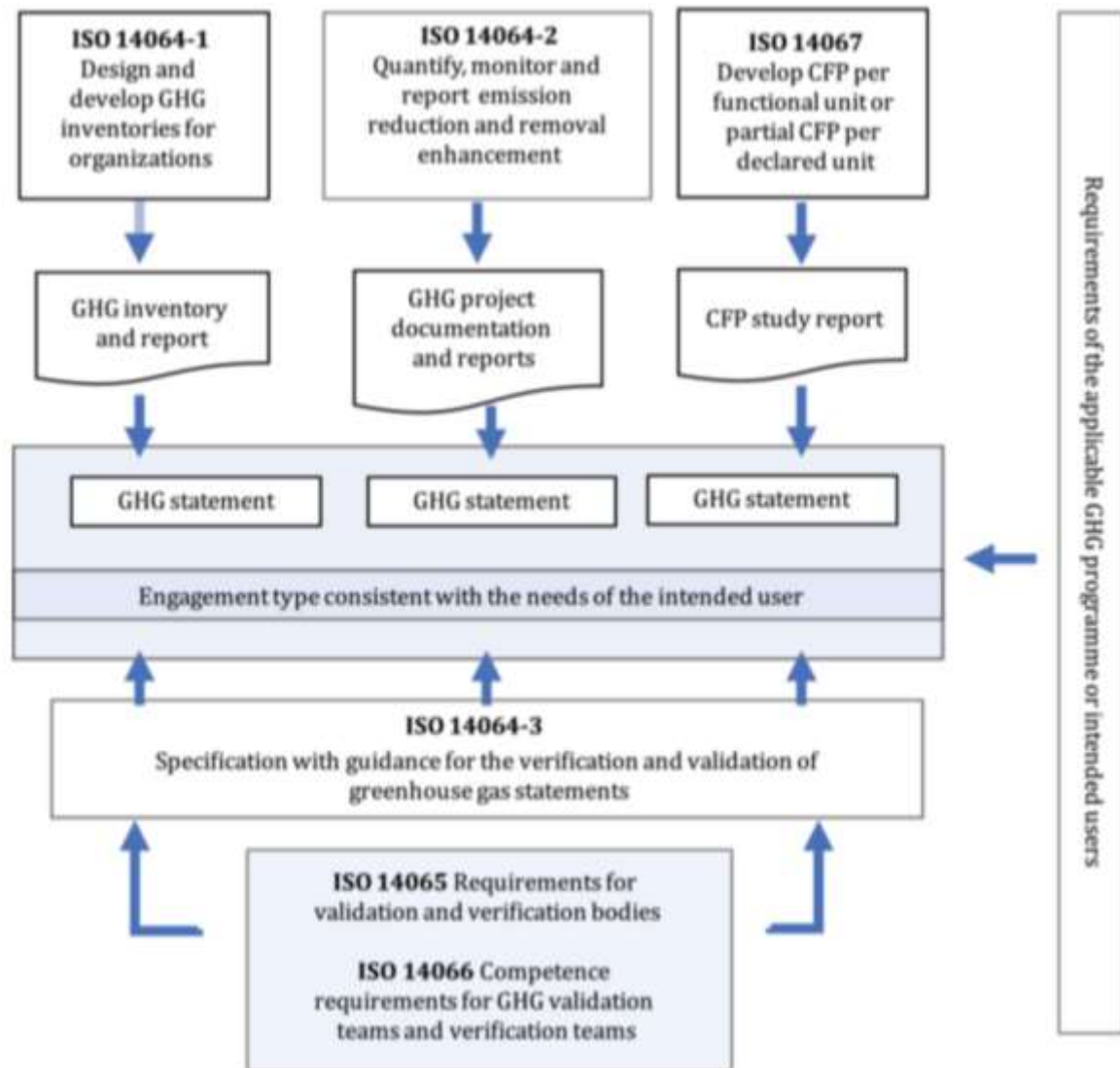


圖 3-3 溫室氣體標準 ISO 14060 系列

(二)ISO 14067 Greenhouse Gases, Carbon Footprint of Products，產品碳足跡標準

ISO 14067 產品碳足跡標準是以生命週期評估 (Life Cycle Assessment) 技術進行產品面之生態與環境衝擊評估。ISO 14067 不僅包含 PAS 2050 的五個原則，還規定生命週期觀點、相關方法和功能單位、迭代計算方法、科學方法選擇順序、避免重複計算、參與性及公平性等。在數據品質的要求上，ISO 14067 要求應檢核數據正確性 (Validity)、敏感度分析及進行定性或定量不確定性分析。ISO 產品碳足跡標準歷經多次的委員會議討論，於 2013 年公布 ISO 14067:2013，並在 2018 年 8 月發布 ISO 14067:2018 溫室氣體—產品碳足跡—量化之要求事項與指導綱領 (Greenhouse gases, Carbon footprint of products, Requirements and guidelines for quantification)，且正式成為國際標準。

### **(三)ISO 14068 溫室氣體管理和氣候變化管理及相關活動—碳中和**

ISO 於 2020 年 2 月成立工作組 (ISO/TC 207/SC 7) 制定碳中和相關的國際標準 ISO 14068 溫室氣體管理和氣候變化管理及相關活動—碳中和 (Greenhouse gas management and climate change management and related activities—Carbon neutrality)。此標準將提供一種實現碳中和的統一方法和原則，該標準將適用於組織、企業、政府、產品、建築、活動和服務等各類對象的碳中和活動。在草稿制定階段，其重點集中在標準範圍、核心術語定義、溫室氣體排放量、減排量核算以及要求碳中和訊息交流等方面。截至目前，該標準的草案版 (Draft International Standard, DIS) 已註冊，國際標準草案版 (DIS) 發布後，會進入評論及投票的階段。此階段將蒐集各界意見，並在接下來的委員會討論過後，以產生第二版草案。ISO 14068 預計於 2023 年正式發布。



圖 3-4 ISO 14068 發布進展

## 二、ISO 21930：2017（Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services）建築與土木工程的可持續性—建築產品與服務環境聲明（Environmental Product Declaration，EPD）。

ISO 21930：2017 是對 ISO 14025 針對建築產品與服務 EPD 的原則與要求的補充。ISO 21930：2017 標準是針對各類建築工程中所使用的建築產品和服務、建築構件和綜合技術系統而制定的環境產品聲明（EPD）原則、規範和要求。

### A. 撰寫碳足跡管理計畫書（Carbon Footprint Management Plan）

遵循 PAS 2060 之要求進行「承諾達成碳中和」之宣告（Declaration of commitment to carbon neutrality），承諾碳中和宣告的有效期間最長為一年。超過該期限之後，之前所提出的量化資料和減量措施須再重新接受確證，原先宣告之碳中和達成日亦須更新。

### B. 溫室氣體減量

對選定的標的物進行碳排放之減量行動，並確保行動之有效性。

### C. 再次量化碳足跡

再次使用相同方法學，再次評估選定的標的物之碳足跡，確保標的物未被變更，以決定其剩餘溫室氣體的排放量。

#### D. 碳抵換

引用或考量前次啟用的抵換方案，以中和剩餘的溫室氣體排放量。PAS 2060 標準提供圖 2-5 所示的一些抵換方案準則，PAS 2060 認可符合京都議定書體系的 3 種額度，以及非京都議定書體系的 3 種額度，但具體實施準則應查核當地實施的法律或國家法規。其實施碳抵換的額度來源須滿足以下，包含：

- 發生於選定標的物的減排之外。
- 經第三方獨立公正機構查證。
- 減排額度有效期為在達成宣告的 12 個月。
- 減排項目的相關文件須對公眾公開。
- 減排額度須登錄在獨立與可信任的平台。

| 抵換方案              |                                                                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 京都機制              | <ul style="list-style-type: none"><li>• 清潔發展機制(已驗證排放減量)</li><li>• 共同減量 (排放減量單位)</li><li>• 歐盟排放額度</li></ul> |
| 非京都機制<br>(自願減量額度) | <ul style="list-style-type: none"><li>• 黃金標準</li><li>• 自願碳標準</li><li>• 氣候、社群及生物多樣性標準</li></ul>             |
| 本地方案              | 英國境內之林地碳準則<br>註:此為政府主導方案                                                                                   |

圖 3-5 PAS 2060 標準提供的抵換方案準則

#### E. 碳中和宣告

若是選定之標的物已達成碳中和狀態，可依 PAS 2060 規範之要求事項進行「達成碳中和」之宣告 (Declaration of achievement of carbon neutrality)。

#### F. 查證並宣告碳中和

當碳中和達成宣告並通過查證，則此宣告「碳中和的期間及範疇」則永久有效，但不能作為後續其他期間碳中和之延續。圖 2-6 列舉第三方驗證機

構可適用之符合標準與準則，例如 ISO 14065 溫室氣體確證／查證機構的認證或其他承認型式之要求（ISO 14065：2020，General principles and requirements for bodies validating and verifying environmental information）、ISO 14064-3 溫室氣體主張之確證與查證附指引之規範（Greenhouse gases Part 3：Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements）以及溫室氣體盤查議定書之企業會計與報告標準（GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard）。

| 驗證機構的標準與準則            |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| BS EN ISO 14065       | 溫室氣體確證／查證機構的認證或其他承認型式之要求             |
| EA-6 / 03             | 於歐盟排放交易體系認可查證機構之歐盟合作認證指引             |
| BS EN ISO 14064-3     | 溫室氣體主張之確證與查證附指引之規範                   |
| BS EN ISO / IEC 17021 | 符合性評估 - 對提供管理系統稽核及驗證機構之要求            |
| BS EN ISO / IEC 17065 | 符合性評估 - 對提供產品、過程與服務之驗證機構之要求          |
| GHG protocol          | 世界資源研究院與世界永續發展協會之溫室氣體盤查議定書—企業會計與報告標準 |

圖 3-6 PAS 2060 標準提供的獨立第三方驗證標準

### 三、溫室氣體盤查議定書（Greenhouse Gas Protocol，GHG Protocol）

世界資源研究所（WRI）與世界永續發展協會（WBCSD）於 2001 年公布第一版溫室氣體盤查議定書企業標準，並在 2004 發行第二版，成為國際間政府單位與企業間最廣為應用的溫室氣體量化與管理工具，也是 ISO 14064-1：2006 與 ISO 14064-2：2006 的前身。

根據定義，溫室氣體排放畫分為三個範疇，包含：

- 範疇一——直接排放（Scope 1 emissions：Direct emissions）：溫室氣體排放的來源是實體所擁有或控制的。
- 範疇二——能源間接排放（Scope 2 emissions：Energy indirect）：從能源的生產中所排放的溫室氣體。這些能源用於某個特定實體或標的物的活動，但其溫室氣體排放的來源是另一個實體所擁有或控制的。

- 範疇三—其他間接排放（Scope 3 emissions：Other indirect）：實體或標的物的活動所造成的溫室氣體排放，但其發生來源是另外一個實體所擁有或控制的，並且不列入範疇二的排放。

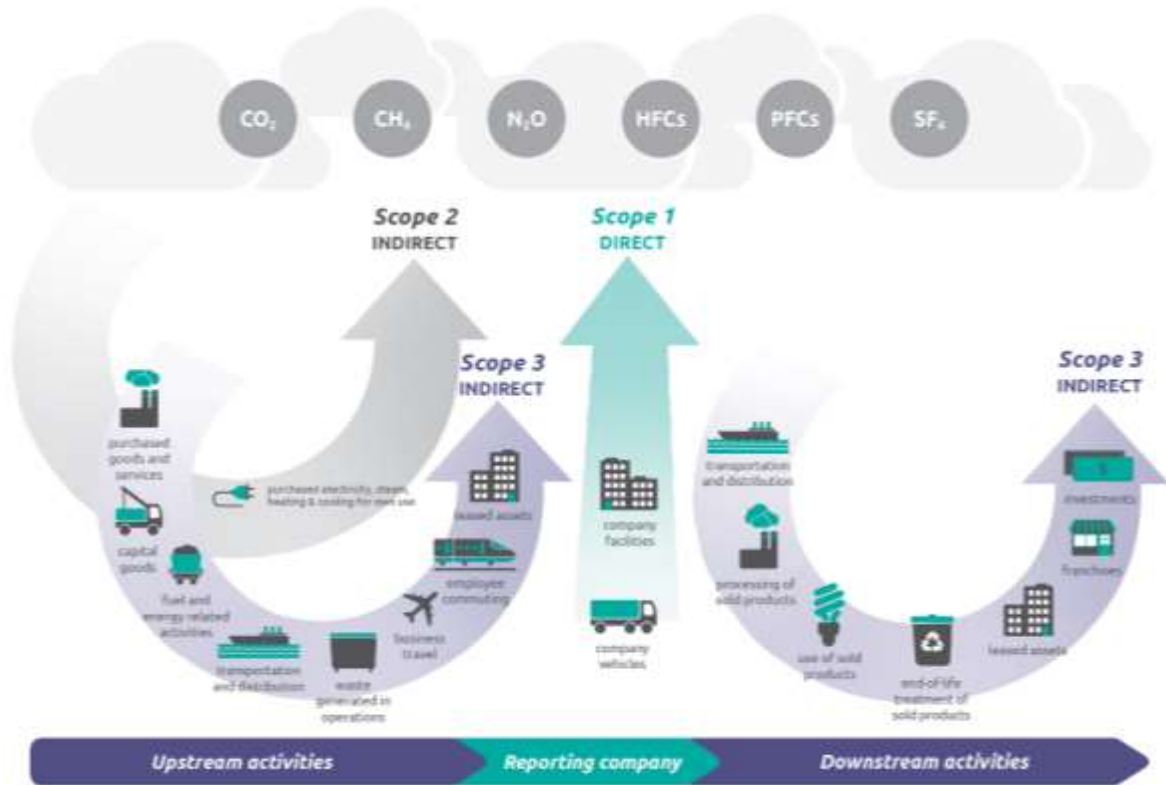


圖 3-7 溫室氣體排放的三個範疇

Greenhouse Gas Protocol 針對企業組織涵蓋範圍包含：

- 企業會計與報告標準 GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard，協助企業／組織量化及報告溫室氣體排放量。
- 企業價值鏈會計與報告（範疇 3 計算標準）Corporate Value Chain（Scope 3）Accounting and Reporting Standard 是企業會計與報告標準的補充，其涵蓋價值鏈產生的間接排放（即範疇 3 排放）。範疇 3 標準的制定目的是用來量化與報告組織或公司層級價值鏈的溫室氣體排放。
- 產品生命週期會計與報告標準 Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard 於 2011 年 10 月公布正式版，該標準的主要目標是為企業及組織

提供一個通用框架，以便他們訂定出明智的策略，以減少設計、製造、銷售、購買或使用產品（商品或服務）的溫室氣體排放。

上述三個標準可以一起使用也可以獨立實施。其應用在綜合使用中可能包含：

- 應用企業標準和範疇 3 計算標準（以確定企業的範疇 1、範疇 2 和範疇 3 的總排放量），利用取得的結果來確定溫室氣體排放量最大的產品，通過使用產品標準來選定產品的生命週期中可實行的減排措施及方法。
- 通過使用產品標準以獲得產品溫室氣體數據並作為其數據源，進而計算與選定產品類型相關的範疇 3 排放量。
- 共同使用企業標準、範疇 3 計算標準和產品標準，來取得產品和企業層面的溫室氣體減排戰略。

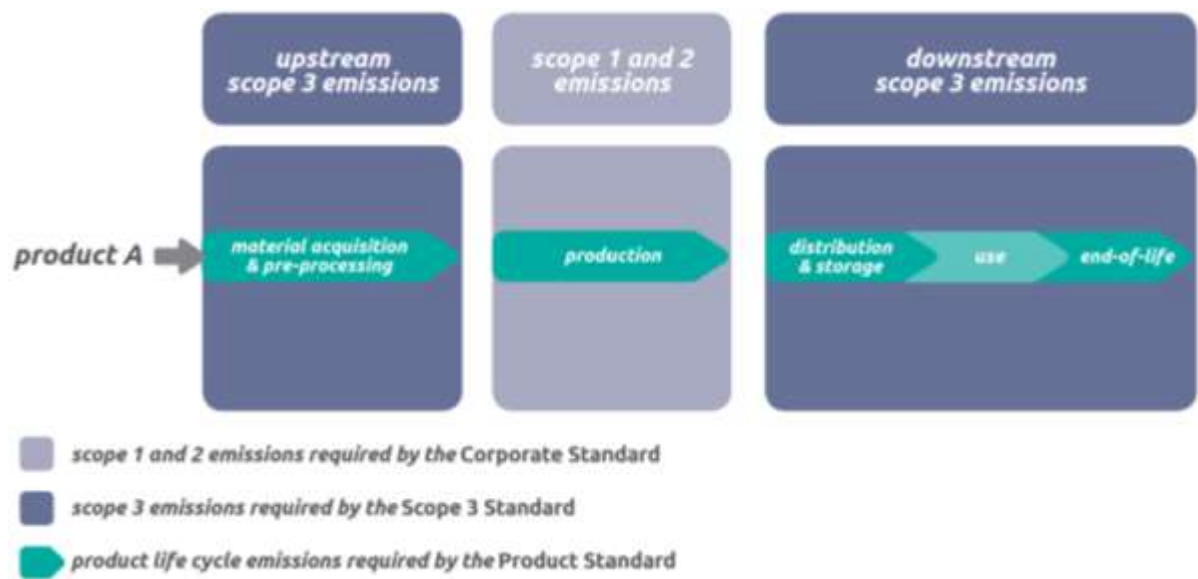


圖 3-8 溫室氣體盤查議定書之溫室氣體排放

Greenhouse Gas Protocol 針對城市及社區涵蓋範圍包含：

- 城市溫室氣體排放全球議定書 Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) 為全球城市和地方政府提供了一個穩健及透明的框架，用以識別、核算及報告城市溫室氣體的排放。GPC 提出的核算方法不僅包含量化排放量的方法，還涉及地理邊界、涵蓋的溫

室氣體種類和排放源以及數據蒐集方法和核算結果報告格式等內容。其核算的六個主要步驟如圖 2-9 為：確定城市溫室氣體核算邊界（包括地理邊界和溫室氣體種類）、確定需要核算及報告的溫室氣體排放源、確定計算方法、蒐集數據、計算溫室氣體排放以及報告溫室氣體排放。



圖 3-9 城市溫室氣體排放全球議定書核算步驟

- 減排目標標準 GHG Protocol Mitigation Goal Standard 為國家和地方減排目標提供了指南，並為評估和報告目標實現進展提供標準化方法。
- 政策與行動標準 Policy and Action Standard 為盤查政策和行動所產生的溫室氣體效應提供標準化方法。
- 專案會計標準 GHG Protocol for Project Accounting 是最全面以及政策中立的盤查工具，用於量化減排項目的溫室氣體效益。

#### 四、PAS 2060 碳中和標準

為明確定義及規範碳中和，以 ISO 14000 環境管理系列標準及 PAS 2050 環境標準等為基礎，BSI 於 2010 年 4 月出版世界第一部國際碳中和標準，PAS 2060 碳中和標準（Specification for the Demonstration of Carbon Neutrality, PAS 2060）。

PAS 2060 標準提出了對組織、產品及活動量化，減少和抵銷溫室氣體排放的明確碳中和規範要求。2014 年 BSI 初版發行後，根據兩年間使用者的反饋意見以及對溫室氣體排放、評估、減量及抵換，進行改進其最新認知及理解，並對 PAS 2060 進行修訂（PAS 2060:2014）。PAS 2060 是唯一一項國際公認的碳中和標準，針對任何實體（Entity）且適用於不同行業及不同規模的組織，包含活動、產品、服務、建築物、專案和大型開發案、鄉鎮與城市及活動等。公司和組織可以通過

PAS 2060 獲得產品、服務、建築物或場地、交通系統以及活動的碳中和認證。根據京都議定書，PAS 2060 碳中和標準的溫室氣體包括：二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亞氮（N<sub>2</sub>O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）以及三氟化氮（NF<sub>3</sub>）。

PAS 2060 中提出碳中和證明的四個主要步驟包含：

1. 評估（Measure）：基於準確測量數據的溫室氣體排放評估。
2. 減量（Reduce）：針對目標制定碳排放管理計畫，以實現並減少與組織、產品或服務相關的溫室氣體排放量。
3. 抵換（Offset）：透過減量措施執行後，藉由驗證過的碳額度抵換剩下的溫室氣體排放量。
4. 文件化與確證（Document & Validation）：透過符合性聲明（Qualifying explanatory statement，QES）以宣告達到碳中和。



圖 3-10 PAS 2060 標準評估步驟

根據 PAS 2060 標準，為實現碳中和，任何實體及標的物 (Subject) 應採取以下行動，包含：1. 確定預期宣告碳中和的標的物、2. 使用經認可的方法學來量化此標的物的碳足跡、3. 撰寫碳足跡管理計畫書 (Carbon Footprint Management Plan)、4. 溫室氣體減量、5. 再次量化碳足跡、6. 碳抵換、7. 碳中和宣告以及 8. 查證並宣告碳中和。

| 適用對象         | 標準/準則                                          |
|--------------|------------------------------------------------|
| 組織           | ISO / CNS 14064-1組織層級溫室氣體排放減量與移除之量化與報告附指引之規範   |
|              | WRI / WBCSD 溫室氣體盤查標準—企業會計與報告標準                 |
|              | 英國政府環境報告指引                                     |
| 產品與服務及其他類型對象 | PAS 2050:2011商品與服務生命週期溫室氣體排放評估規範               |
|              | ISO / TS 14067溫室氣體-產品碳足跡-量化與溝通之要求事項與指引*        |
|              | WRI / WBCSD 溫室氣體盤查標準—產品生命週期盤查與報告標準             |
| 土地利用         | UNFCCC 土地利用、土地利用改變及森林良好實務指引                    |
| 計畫           | ISO / CNS 14064-2計畫層級之溫室氣體減量或移除之量化、監測與回報附指引之規範 |

圖 3-11 PAS 2060 標準提供符合的標準與方法學

## 五、CDP 碳揭露專案 (Carbon Disclosure Project1

<https://www.isoleader.com.tw/home/iso-coaching-detail/CDP>

### (一)CDP 之形成背景

碳揭露專案 (Carbon Disclosure Project, CDP) 是由匯豐銀行 (HSBC)、瑞士銀行 (UBS) 等國際主流法人投資機構自 2003 年所發起，因為這些國際機構係有感於氣候變遷所衍生的相關風險將嚴重影響各產業的日常營運活動，進而產生投資上的風險並影響投資績效。至今 (2022) 該組織與全球超過 680 名資產超過 130 兆美元的投資者以及超過 280 家採購企業合作，通過投資者和採購者的力量激勵企業披露對環境的影響。

### (二)CDP 的成員

包括像是匯豐銀行 (HSBC)、荷蘭銀行 (ABN)、德意志銀行、瑞士銀行 (UBS)、ING 集團、Allianz 集團、AIG 集團、瑞士再保險 (Swiss Re)、慕尼黑再保險

(Munich Re)、美林證券 (Merrill Lynch)、富蘭克林坦伯頓基金這些重量級的金融機構，以及像全美最大退休金基金加州公務員退休系統 (CalPERS)，第三大的加州教師退休系統 (CalSTRS) 等退休金基金，都是 CDP 的參與成員。

### (三)CDP 執行方式

CDP 碳揭露專案執行方式現今，全球已經有超過 18,700 家企業（台灣約 380 家）透過 CDP 問卷揭露了氣候變遷、水安全和森林方面的管理成果，透過問卷他們可以衡量、管理與減少對氣候變遷的影響程度，而這在環境面向的報告中也是非常重要的一環。起初企業為回應投資者及利害相關者的要求而參與 CDP 問卷，後續逐漸擴及他們的供應鏈夥伴參與 CDP 問卷。CDP 碳揭露專案執行方式，CDP 組織會根據股票交易量、市值以及股票是否被納入各國股票指數來篩選公司，並依據該產業對環境衝擊的影響程度來決定是否邀請該企業填寫問卷。目前都必須使用 CDP 的線上回覆系統 (Online Response System, ORS) 回答問題，問卷回覆時程與流程如下圖：



圖 3-12 PAS 2060 標準提供符合的標準與方法學

#### 1、CDP 問卷 3 大類型

主要可以分為氣候變遷、水安全與森林等三種，以 2022 年來說，問卷回復中氣候變遷占比最高為 79.0%，其次為水安全 16.6%，森林 4.4%。而氣候變遷的揭露數量成長比例也是最高，從 2018 年 6,937 家至今已有 18,636 家，成長幅度高達驚人的 168%。以下分別針對三種問卷之不同的核心要素說明：



圖 3-13 CDP 問卷 3 大類型

## 2、CDP 問卷評分等級

根據問卷回覆程度與氣候因應行動達成度，企業獲得 CDP 評級可以分為四個級別，A 級為領導（Leadership）級別，其次依序為 B 級管理（Management）級別、C 級認知（Awareness）級別以及 D 級揭露（Disclosure）級別，上述各級別又可細分為兩個等級（如：A 與 A-）。若是拒絕回覆問卷或不向投資人提交問卷則為 F 級。今年全球共有 330 家企業進入了領導級別的 A 名單中，其中亞洲區有 120 家，而台灣則高達 35 家優秀企業獲得領導級別。



圖 3-14 CDP 問卷評分等級

## 六、氣候相關財務揭露(Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD)

<https://www.bsigroup.com/zh-TW/tcf/>

### (一) TCFD 之定義與背景

由於「氣候風險的衡量」對現代企業的永續經營已產生關鍵影響。為因應此一趨勢，TCFD 為國際經濟合作論壇 G20 要求旗下的金融穩定委員會（Financial Stability Board, FSB）於 2015 年 9 月召開由公營和民營產業部門代表參加的會議，商討金融產業應如何考量氣候相關議題，於 2015 年 12 月成立氣候相關財務揭露工作小組（簡稱工作小組），於 2017 年 6 月正式發佈【氣候相關財務揭露】（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 簡稱 TCFD），要求企業藉由治理、策略、風險管理及訂定指標與目標，達到有效管理氣候變遷之風險與機會，並協助定價為財務資訊，驅使企業投資人及管理者更能聚焦相關議題。提供利害關係人相關且可靠的財務基礎衡量資訊。

### (二) 為甚麼要導入 TCFD？

TCFD 目前已獲得全球約 3300 家公司簽署支持，如美國 Google 母公司 Alphabet、歐洲最大保險公司德國 Allianz SE、荷蘭 Philips、日本 HITACHI、韓國 Samsung，與四大國際會計事務所中的 KPMG、Deloitte、PwC 等；在台灣，也已獲得超過 90 家的企業支持，像是台積電、國泰金控、中華航空、長榮海運、東和鋼鐵、台灣水泥、信義房屋、福懋興業（紡織業）、緯創資通等，各行業中都能找到其擁戴者。在台灣，TCFD 框架有多受重視呢？根據《臺灣暨亞太永續報告現況與趨勢》調查，2020 年台灣企業出版的永續報告書已超過 600 本[1]，而其中已有約 231 家企業呼應 TCFD，換言之，已有超過三分之一編製永續報告書的企業開始重視 TCFD，而引用 TCFD 數量最多的前三名產業分別為：金融業、電腦週邊和半導體產業；此外，台灣目前也已有 6 家企業開始獨立出版 TCFD 報告書，如台積電、東和鋼鐵、福懋興業、中華航空、富邦金控及第一金控等，可見 TCFD 框架在企業永

續發展上是相當重要的角色。

### (三) 國內相關政策／行政命令（辦法）

2020 年初，《上市公司編製與申報永續報告書作業辦法》便要求必須編寫永續報告書之企業應揭露氣候相關風險與機會之鑑別、管理與評估等情況；同年 8 月，金管會啟動「公司治理 3.0-永續發展藍圖」，強化上市櫃公司 ESG 資訊揭露，並引進 TCFD 作為永續報告書編製準則。意即自 2023 年起，國內資本 20 億以上之上市櫃公司於撰寫永續報告書時，皆必須依循 TCFD 架構進行相關之資訊揭露。與此同時，為加強企業重視氣候議題並依 TCFD 架構揭露相關資訊，台灣證交所亦於「公司治理評鑑指標」中新增 TCFD 相關指標，並列為加重給分項目，因此，企業們如果想要符合法規、增進公司治理評鑑分數。TCFD 核心要素如下表所示：

表 3-1 TCFD 核心要素表

| 核心<br>元素 | 治理<br>(Governance)                                                                                       | 策略<br>(Strategy)                                                                                                                                   | 風險管理<br>(Risk Management)                                                                                                                  | 指標和目標<br>(Metrics and<br>Targets)                                                                                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 說明       | 揭露組織如何管理氣候相關之風險與機會                                                                                       | 揭露現存及潛在之氣候相關風險，可能對組織財務規劃造成的衝擊                                                                                                                      | 揭露組織審視、評估及管理氣候相關風險之流程                                                                                                                      | 揭露組織評估及管理氣候相關風險與機會之重要指標與目標                                                                                                                                 |
| 議揭露事項    | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述董事會監督氣候相關的風險與機會之情形</li> <li>描述管理階層在評估與管理氣候相關風險與機會的角色</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述組織對於短、中、長期之氣候相關風險與機會的認知</li> <li>描述氣候相關風險與機會對於組織的營運、策略及財務規畫可能造成的影響</li> <li>描述組織在面對不同氣候情境的彈性策略</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述組織審視及評估氣候相關風險之流程</li> <li>描述組織管理氣候相關風險之程序</li> <li>描述組織如何將審視、評估及管理氣候相關風險之機制整合至整體風險管理制度</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>揭露組織在策略與風險控管之程序中，評估氣候相關風險與機會所使用的指標</li> <li>揭露範疇 1、範疇 2 及範疇 3(如適用)之溫室氣體排放量與相關風險</li> <li>描述組織對於管理氣候相關風險與</li> </ul> |

|  |  |  |  |                   |
|--|--|--|--|-------------------|
|  |  |  |  | 機會所設立之目標<br>和達標程度 |
|--|--|--|--|-------------------|

(資料來源：本研究製作)

## 七、EPD 第三類產品環境宣告(ISO 14025)

### (一)定義與基本資料

第三類環境宣告是因應全球暖化、氣候異常等議題所延伸出來的，基於產品生命週期之特性，依據 ISO 14025 標準(產品環境標誌與宣告)提供消費者量化且可比較之環境績效結果。主要是針對產品/服務生命週期各階段對環境的衝擊，以科學量化的方式完整詳細地揭露，從產品原料開採、製造、運輸、使用、棄置等階段，逐一精算出如破壞臭氧層、酸雨、優氧化、氣候變遷等項目的影響數值，且須經由第三方獨立公正單位驗證。由瑞典發起的國際 EPD 系統 (The International EPD® System) 為了整合各國發展出來的第三類環境宣告系統，如台灣的碳足跡標章等。目的希望能讓各國的 EPD 達到一致，如同全球環保標章網路組織 (Global Ecolabelling Network, GEN) 推動各國第一類環保標章互相承認、統一檢測標準一樣，讓 EPD 能更普及於全球。目前國際 EPD 系統已經在全球 40 多個國家使用。EPD-PCR 經查證通過後，可置於 GEDnet 之國際 PCR Library (此為目前各國執行第三類產品環境宣告之組織於 1999 年聯合成立之「全球產品環境宣告網路組織(Global Type-III Environmental Product Declarations Network，簡稱 GEDnet)」) 供世界各國下載參考使用。GEDNet 目前共有 13 個會員組織 (丹麥、台灣、中國、德國、日本、韓國、美國(PE)、美國(SCS)、瑞典(EPD)、挪威、美國(UL)、瑞典(IVL)、及荷蘭(PRE)) 發展至今，國際 GEDnet 平台之 PCR library 已累積完成超過百件之 EPD-PCR。



圖 3-15 EPD 可以提供消費者量化的環境績效結果

(資料來源：國際 EPD 介紹手冊)

## (二)第三類環境宣告之內涵

- 企業/組織之描述
- 產品描述及識別 (如型號)
- 執行單位名稱、負責人、標誌、地址及網址等資訊
- 宣告之有效期限
- 環境績效宣告，相關數據依據 (由 LCA 研究而得)
- 內容物之宣告 (原料、化學物質等)
- 確認程序或外部查證之資訊

## (三)額外附加環境資訊

- 具環境意義之產品績效數據
- 企業環境管理系統相關資訊，如碳水足跡等。
- 其他產品之環境系統資訊
- 企業環境保護活動，如參與回收體系、企業社會責任等。
- 由生命週期分析衍生而來，但無法在報告呈現的資訊內容，如回收物料比例等。
- 宣告內容之有效範疇與期限

- 人體健康風險評估或額外的環境風險

## 貳、國內淨零減碳推動機制與內容

### 一、國內減碳推動法源依據：「氣候變遷因應法」

為提升因應氣候變遷，達成永續發展目標，由環境部所擬具「溫室氣體減量及管理法」修正草案，於 2023/1/10 修正為「氣候變遷因應法」。「氣候變遷因應法」，計有 7 章，63 條，其要點如下：第 4 條明確將民國 139 年（西元 2050 年）溫室氣體淨零排放目標入法，讓淨零排放不再僅有宣示，而是以提升到法律規範，展現落實的決心；後續也將比照國際做法，以 5 年一期方式研訂階段管制目標來逐步落實。此外，由於溫室氣體減量與氣候變遷調適涉及部會眾多，本次修法第 8 條中，首先明定由行政院國家永續發展委員會協調、分工或整合國家因應氣候變遷基本方針，跨部會相關業務之相關決策；再者，列明各項權責事項，並指定主辦及協辦機關。另中央目的事業主管機關及直轄市、縣（市）政府每年編寫溫室氣體減量或氣候變遷調適方案成果報告，均應對外公開。

碳費專款專用規劃多元誘因推動實施碳定價是減碳重要策略，增訂對排放源得徵收碳費，專款專用於辦理溫室氣體減量工作、發展低碳與負排放技術及產業、補助及獎勵投資溫室氣體減量技術等，以促進溫室氣體減量及低碳經濟發展。碳費徵收對象因轉換低碳燃料、採行負排放技術、提升能源效率、使用再生能源或製程改善等溫室氣體減量措施達指定目標者，得提出自主計畫，申請核定優惠費率。另外，鼓勵事業採行自願減量措施，取得之減量額度得移轉、交易或拍賣。透過修法納入多元經濟誘因機制搭配碳費徵收制度，將可促成事業加速減少溫室氣體排放。本法修正通過後，環境部將提出相關子法，包括修正盤查登錄作業、查驗認證機構管理、碳費徵收及費率、自主減量計畫、自願減量交易機制等，在邁進淨零目標時更能促進永續發展。

### 二、事業溫室氣體排放(碳盤查)

國內有關事業溫室氣體排放(碳盤查)之相關規定，主要依據 104 年溫室氣體

減量及管理法公布施行後，訂定之「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」，並依同條第一項公告「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」，具環境部公告排放源之事業應執行溫室氣體排放量盤查登錄作業。環境部同時參酌過去推動經驗及現行相關法制規範，檢討修正「溫室氣體排放量盤查作業指引」供事業執行溫室氣體盤查作業之參考。相關規定及資訊可參考「環境部事業溫室氣體排放量資訊平台」[https://ghgregistry.epa.gov.tw/EPA\\_GHG/Default.aspx](https://ghgregistry.epa.gov.tw/EPA_GHG/Default.aspx)。

環境部事業溫室氣體排放引用之相關規範如下：

- 1.環境部訂定之溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法及本指引。
- 2.溫室氣體盤查議定書－企業會計與報告標準(The Greenhouse Gas Protocol — A Corporate Accounting and Reporting Standard)。

網址：<https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

3. 企業價值鏈（範疇三）標準(Greenhouse Gas Protocol — Corporate Value Chain (Scope 3) Standard)。

網址：<https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>

4. ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals。

網址：<https://www.iso.org/standard/66453.html>

5. CNS 14064-1:2021，溫室氣體－第 1 部：組織層級溫室氣體排放與移除量化及報告附指引之規範。

國內溫室氣體排放量與碳盤查對象共區分為以下四類：

- (1) 屬環境部公告應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源：環境部於 105 年公告「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」。包含發電業、水泥業、鋼鐵業、煉油業、半導體業、薄膜電晶體液晶顯示器業等特定行業製程別，以及全廠（場）化石燃料燃燒產生之年溫室氣體排放量達 2.5 萬公噸二氧化碳當量(CO<sub>2</sub>e)以上者。

- (2) 屬金管會「上市櫃公司永續發展路徑圖」之揭露對象：金管會於 111 年 3 月 3 日宣布正式啟動「上市櫃公司永續發展路徑圖」，訂定資訊揭露之對象。
- (3) 跨國企業或國內產業供應鏈中之利害關係人：許多知名品牌或是標竿企業已將供應鏈納入企業永續管理範疇，每年管理並揭露其上游供應商或下游客戶之溫室氣體排放資訊，且在企業採購規範中加入揭露排放量資訊為指標項目之一，與供應商或客戶合作共同因應減碳議題，也因此許多上游供應商或下游客戶皆有溫室氣體盤查之需求。
- (4) 自願性溫室氣體減量管理、自主揭露或其他需求之參與者：企業自主進行溫室氣體減量、自願性碳中和、參與碳標籤申請、因應國際永續倡議或評比指標進行溫室氣體排放揭露。

### 三、環境部碳中和發展

我國之碳中和發展主要依據環境部所訂定的碳中和實施與宣告指引以及溫室氣體排放量盤查作業指引推動進行。



圖 3-16 執行碳中和八個步驟

- 選定欲碳中和的標的物（主題與範圍）
- 盤查碳足跡

■ 撰寫碳足跡管理計畫書(Carbon Footprint Management Plan)

碳足跡管理計畫內容須包含以下五項：

1. 定義要進行碳中和的標的物為何，以及碳中和的承諾宣告(Declaration of commitment to carbon neutrality)。
2. 要達成碳中和的時間規劃。
3. 在規劃的碳中和時間內，設定適當的溫室氣體減量目標。
4. 溫室氣體的減量方法，必需包括各種假設，並證明採行的減排和測量方法是具體可行的。
5. 說明採用的碳抵換方式，包括抵換額度的種類、來源及估計數量。

■ 確證承諾宣告

■ 執行溫室氣體減量

■ 進行碳抵換(Carbon Offset)

■ 查證達成宣告

■ 達成碳中和

#### 四、環境部產品類別規則

節能減碳成為世界趨勢，產品碳足跡也成為產業界熱門議題。產品碳足跡係指產品由原料取得、生產製造、配銷、使用、及廢棄處置等過程所產生的溫室氣體排放量總和，故碳足跡數據除了有資訊揭露的意義外，尚有發掘減碳熱點的積極性作用；然而，一般民眾與業者，卻常喜歡將數據拿來做互相比較，甚至與綠色產品劃上等號，因此，如何在互相比較的氛圍下，儘可能使其能有相同的基準，進而能確保其公平性與透明性，乃成為一重要課題。

產品類別規則（Product Category Rules，簡稱 PCR）係針對特定的一個產品或一產品群進行環境宣告之生命週期範疇進行界定之作業程序文件。產品類別規則(PCR)之目的在使相同功能產品就其環境衝擊量化後之環境宣告，具有一致性的比較基礎。故而在計算產品碳足跡時，採用 PCR 作為範疇界定的依據，較易

使碳足跡數據達成形式上公平的比較。目前在國內廣泛使用的 PCR 有兩種，即 EPD-PCR 與 CFP-PCR。EPD-PCR 即為前述之第三類環境宣告，以下針對環境部推動之 CFP-PCR 說明如下：

### 1. CFP-PCR：

2010 年為環境部宣告我國產品碳足跡工作推動元年，公告臺灣產品碳標籤與一系列管理辦法與章程，同時亦於 2010 年 9 月公告「碳足跡產品類別規則訂定指引」，該 PCR 僅針對產品生命週期中「溫室效應的環境衝擊」，故又稱為 CFP-PCR（碳足跡-PCR），其格式、內容、及查驗要求等項目，類似於日本碳標籤 PCR 的規範。該指引為協助商品製造商、服務業者或產品業者所組成之同業公（協、商）會，透過標準化與程序化之制定程序，完成產品類別規則文件；環境部目前針對所提送之產品類別規則文件，依照指引相關要求進行審議作業，並委託社團法人台灣環境管理協會為執行單位，協助產品類別規則文件相關審議作業。CFP-PCR 經環境部推動產品碳足跡標示審議會進行審議通過後，則公告於「台灣產品碳足跡資訊網」供民眾下載。此公告之 CF-PCR 作為同一類型、功能產品計算碳足跡時之依據，並為該類產品申請碳足跡標籤時碳足跡計算所援引之規則。

依申請規範，產品若要申請碳標籤，除產品必須完成碳足跡計算並獲得第三者查證外，最重要的一點就是在進行碳足跡計算時，必須以 CFP-PCR 作為界定計算範疇的依據，目前此為強制性的要求。自 2010 年碳標籤推動以來，截至 111 年 12 月 31 日為止已完成 166 項 CFP-PCR 文件。由於目前申請碳標籤所採據之 PCR 必須為 CFP-PCR，因此對於有意申請碳標籤的廠商，若恰為該類產品的第一個申請案，則必須先完成 CFP-PCR 並經核准通過。

### 2. EPD-PCR 與 CFP-PCR 之差異分析

國內目前廣泛被使用於計算產品碳足跡的 EPD-PCR 與 CFP-PCR，因兩者制定之背景、目的性、制訂與審查程序、通用性與廣泛度等，均有其不同的考量，以下針對其差異做一統整性分析比較。

## 2.1 PCR 文件內容之比較

### (1) 目的性

產品欲進行第三類環境宣告 (EPD)，需以 EPD-PCR 作為宣告要求事項之準則；而產品欲申請環境部碳足跡標籤，則必須以 CFP-PCR 作為界定計算範疇的依據。

### (2) 制定範疇

制定 EPD-PCR 之生命週期範疇可以為「搖籃到大門(cradle-to-gate)」(亦稱為：B2B (Business-to-Business)) 或「搖籃到墳墓(cradle-to-grave)」(亦稱為：B2C (Business-to-Consumer))；而 CFP-PCR 之生命週期範疇必須為「搖籃到墳墓(cradle-to-grave)」。換言之，制定 EPD-PCR 之產品可以為 B2B 或 B2C，CFP-PCR 則必須為 B2C 產品。

### (3) 環境衝擊

EPD-PCR 主要為使同一種類型、功能之商品，在計算「環境衝擊」時能有相同的基準；而 CFP-PCR 則是使同一種類型、功能之產品（包括商品或服務），於計算「碳足跡排放量」時能有相同之產品類別規則基準。前者指的環境衝擊除了溫室效應（碳）以外，還包含了酸雨、優氧化、臭氧層耗竭等多種環境衝擊，而後者只單純針對「溫室效應（碳）」這個環境衝擊。

### (4) 切斷準則

因 EPD-PCR 是針對多種環境衝擊，故一般使用 EPD-PCR 作為計算準則時，會先用「重量」進行分析，以作為盤查分析時之切斷參考；而使用 CFP-PCR 作為計算準則時，依指引規定，則必須以商品或服務的各生命週期階段「CO<sub>2</sub>e 排放量」作為盤查分析時之切斷參考。

#### (5) 數據蒐集

EPD-PCR 內容的重點在環境宣告上的要求事項與生命週期計算範疇，針對計算時的數據蒐集部分，僅對生命週期各階段需納入計算之項目概括性說明；而 CFP-PCR 除針對生命週期各階段需納入計算之項目說明外，再依每個階詳細段規範其一級活動數據與二級數據之蒐集項目、一級活動數據蒐集規則、二級數據應用規則、回收材料與再利用產品之評估等，讓使用者於計算產品碳足跡時能比較清楚知道應納入之範疇及二級數據的使用時機，有助於提高碳足跡計算的正確性。

#### (6) 適用範圍

EPD-PCR 完成後會公開於 GEDnet 平台，此為國際性公開之平台，各國皆可下載使用。目前國內政府單位與廠商皆積極推動產品類別規則之基礎能力建置，此 EPD-PCR 之建置除了能提升我國在國際上的能見度外，對於廠商來說，也無形中增添不少綠色形象，達到雙贏的局面。且 EPD-PCR 包含多重環境衝擊，對未來可能的水足跡、能源足跡等議題，亦可應用。CFP-PCR 則為我國自行發展，侷限於國內使用，且僅針對碳足跡議題，應用範圍較 EPD-PCR 狹隘。

#### (7) 資訊揭露方式

EPD-PCR 對於最後資訊揭露的方式有明確要求，包括公司與產品敘述、材料與化學物質之清單、EPD 中宣告之參數等；而 CFP-PCR 對於資訊揭露的方式也有明確規定，包含產品碳標籤之形式、位置、大小等應符合「環境部（原環境保護署）產品碳足跡標示作業要點」。

#### (8) 撰寫語言

EPD-PCR 源自於 ISO 14025:2006，為一國際標準，故公告版為英文；而 CFP-PCR 為我國自行發展，故公告版為中文。

#### (9) 方案執行者

EPD-PCR 方案執行者為財團法人環境發展基金會；CFP-PCR 為環境部。

## 2.2 PCR 制訂程序之比較

### (1) 計畫主持人

EPD-PCR 與 CFP-PCR 制定皆須指派一位計畫主持人負責，並成立工作小組，即所謂的初始階段。

### (2) 制訂開始

EPD-PCR 於開始制定之前，需於 EPD 網站上宣佈計畫開始，主要是告知與接觸參與此項工作之利害相關團體以及避免另一個相同產品的 EPD 計畫同時進行；CFP-PCR 一樣於開始制定之前先於台灣產品碳足跡資訊網宣告將訂定之 PCR 文件，並取得一個文件預備編號，開始進行 PCR 計畫，但計畫執行者若未能於取得文件預備編號後 6 個月內完成文件擬定，則取消其擬定資格。此即所謂 EPD-PCR 初始/CFP-PCR 準備階段。

### (3) 利害相關者會議

EPD-PCR 與 CFP-PCR 完成草案後，都需將草案公開於平台上供各界評論，並邀集利害相關團體及對象召開研商會議，再依各方評論修改草案。此即所謂的諮商/磋商階段。

### (4) 專家審查會議

EPD-PCR 與 CFP-PCR 最後皆需邀請專家進行審核，其中 EPD-PCR 是由技術委員會進行審查，目前國內大多由財團法人環境發展基金會進行審查，通常是審查一次，審查委員由審查單位聘請，此外對於審查委員資格也有明確規定，必須來自任職於政府組織、公司與研究組織，且對於 LCA/PCR/EPD 領域具備專業知識之人士，一般至少會邀請 3 位以上專家學者參與。CFP-PCR 則其實是審查二次，第一次稱為「產品類別規則文件內部審查會議」，至少 3 位審查委員由制訂該 PCR 的單位聘請，且需至少 1 位具備環工領域專長(此環工領域為具生命週期評估或溫室氣體查驗相關技術資歷或經驗)，其餘得依產品類別自行選擇適合專家

學者。此即所謂 EPD-PCR 核准與公告/CFP-PCR 完成階段。CFP-PCR 的第二次審查則是送交環境部「推動產品碳足跡標示審議會技術小組」審查，目前技術小組設有各界專家約 8 位。

同時，環境部為協助 PCR 制訂單位能確保所聘請專家之適宜性，公告了一份橫跨了產、官、學、研界之碳足跡產品類別規則專家學者資料庫名單，產業機構有 6 位、政府單位有 3 位，學術機構有 8 位，研究機構有 16 位，合計共 33 位委員名單，提供作為聘請 PCR 審查委員之參考。

#### (5) 有效期限

每一份 PCR 文件皆有其一定的有效期間，藉此以維護市場穩定性。EPD-PCR 則會依據 CPC (Central Product Classification) 分類制度將 PCR 進行模組分類，不同的模組則有不同的有效期限，一般說來，一項合理的平均有效期限最長是五年；CFP-PCR 一樣會依產品特性決定其有效期限，一般說來，平均有效期限最長為三年。

#### (6) 文件更新

EPD-PCR 對於文件後續更新有明確描述，PCR 文件在有效期限來臨前，可收集任何利害相關者所提之評論，提請技術委員會進行處理，若經評估此項需求為緊急且正當，則可開始進行更新程序，若是未收到任何評論文件時，只要具備延長文件有效性之正當理由，則可展延 PCR 之有效期限；CFP-PCR 之更新程序與 EPD-PCR 更新程序相似，任何利害相關者提出異議後，經檢討認為有修訂之必要，則依指引流程重新修訂。

#### (7) 文件更新判定者

EPD-PCR 是由技術委員會進行處理與檢討其更新之必要性，我國之技術委員會即為財團法人環境發展基金會；CFP-PCR 則是由環境部委託之執行單位、該項商品製造商、提供該類服務業者或產品業者所組成之同業公（協、商）會進行檢討。

## 2.3 小結

EPD-PCR 與 CFP-PCR 內容與制訂程序如前所述，整體來說，兩者雖有本質上的差異，如目的性、切斷原則、環境衝擊等，但對於制訂流程卻是相似的，皆有一定的規範，EPD-PCR 制定程序包含五個階段：初始階段(Initiation phase)、準備階段(Preparation phase)、諮商階段(Consultation phase)、批准與公告階段(Approval and publication phase)、更新階段(Updating phase)；CFP-PCR 制定程序只包含四個階段：初始階段、準備階段、磋商階段、完成階段，大致上，CFP-PCR 四個階段依序可對應 EPD-PCR 前四個階段。

此外，因兩種 PCR 發展的目的性不同，所以有時同一產品分別制定兩種不同 PCR 方案時，也會有些微差異，如系統邊界之設定，其一為強制性納入，另一卻為自願性納入，雖規則中有特別指出若不納入計算需註記說明。但以消費者或採購商的角度而言，都是直接以產品標示的數字來判斷碳排放量的高低，並不會深入去瞭解背後的計算意義，此會造成一些認知與比較上的差異。再者，EPD-PCR 對於數據蒐集描述較為簡略，為一概括性描述，因此，使用者在應用時，容易遺漏且未納入計算；而 CFP-PCR 則針對各生命週期階段需納入計算逐一說明，可以協助使用者進行第一關的自我檢視。

## 五、碳足跡標籤與減碳標籤

### 1. 碳足跡標籤制度推動

碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)，又稱碳標籤(Carbon Label)或碳排放標籤(Carbon Emission Label)，是一種用以顯示公司、生產製程、產品（含服務）及個人碳排放量之標示方式，其涵義是指一個產品從原料取得，經過工廠製造、配送銷售、消費者使用到最後廢棄回收等生命週期各階段所產生的溫室氣體，經過換算成二氧化碳當量的總和。目前世界各國發展產品碳標籤制度相關配套措施尚無國際統一規範，碳標籤制度推動初期取得碳標籤證書之產品較少，同類產品碳足跡尚無法互相比較；因此，第一階段以鼓勵廠商分析產品碳足跡，並以產品碳足跡揭露為目標。英國政府於 2001 年所成立的 Carbon Trust，於 2006 年所推出之

碳減量標籤(Carbon Reduction Label)是全球最早推出的碳標籤。透過碳標籤制度的施行，能使產品各階段的碳排放來源透明化，促使企業調整其產品碳排放量較大的製程，也能促使消費者正確地使用產品，以達到減低產品碳排放量的最大效益。

目前包括英國、美國、加拿大、日本、韓國、泰國、澳洲等國家正如火如荼地展開碳足跡相關政策與工作的建置，從已實施產品碳標籤的經驗可見，許多國家正朝著低碳社會的道路邁進，並且也為企業帶來碳排放減量的機會與強化公司品牌的聲譽。而我國也於 2009 年開始由環境部推動臺灣碳標籤的機制，期望以我國碳標籤政策，強化低碳產品的市場競爭力，並提升消費者對於碳標籤產品的購買意識，達成低碳經濟的永續消費與生產模式。有關台灣碳足跡標籤申請方式，可詳見環境部網站 <https://cfp-calculate.tw/>，在進行碳足跡盤查與計算後，經第三方查證後取得，詳細流程如圖 3-17 所示。



圖 3-17 碳足跡標籤申請流程

（資料來源：<https://cfp-calculate.tw/cfpc/Carbon/WebPage/Process.aspx>）



圖 3-18 台灣碳足跡標籤設計與意涵



圖 3-19 台灣碳足跡標籤範例

(資料來源：產品碳足跡標籤與產品碳足跡減量標籤使用規範，環境部)

## 2. 減碳標籤制度推動

為鼓勵廠商除揭露產品碳排放資訊外，能藉由產品本身、製程及供應鏈中找出減少溫室氣體排放機會，甚至檢討產品綠色設計，進一步降低消費者在使用及廢棄處理階段的溫室氣體排放量，達到實質減量成效，我國於 2014 年起推動碳足跡減量標籤(Carbon Footprint Reduction Label)，又稱減碳標籤(Carbon Reduction Label)。申請減碳標籤使用權之產品，其五年內碳足跡減量需達 3%以上，經審查通過後即可取得減碳標籤使用權，讓消費者在購物時即考量減緩全球暖化與氣

候變遷問題，優先選購減碳標籤產品。

減碳標籤制度以現行碳標籤為基礎，廠商以碳標籤證書或經審查認可之第三者查驗機構產品碳足跡查證聲明書上所載產品碳足跡數值，做為減碳基線，並提出具體減碳承諾與實施方法，後續經環境部審查達成減碳承諾者，可取得減碳標籤使用權。對廠商而言，取得碳標籤及減碳標籤之產品將與環保集點制度結合，且減碳標籤之產品亦可納入政府機關採購範圍，具申請誘因，應能達到實質溫室氣體減量與形成綠色供應鏈之成效。對消費者而言，可以優先選購具減碳標籤之產品，於購物時即可為減緩氣候變遷作出貢獻，同時達到全民綠色消費之目的。



圖 3-20 碳足跡減量標籤設計與意涵

（資料來源：產品碳足跡標籤與產品碳足跡減量標籤使用規範，環境部）

## 六、低碳循環建材認定（Low-carbon Recycled Materials Certification，LCR）

[https://www.lcba.org.tw/article/?article\\_item\\_id=287](https://www.lcba.org.tw/article/?article_item_id=287)

### 1. 低碳循環建材認定之目的與原則

低碳循環建材認定（Low-carbon Recycled Materials Certification，簡稱 LCR）是依據內政部建築研究所「低碳（低蘊含碳）建築評估手冊」（以下簡稱手冊）所提出的低碳建築評估系統 LEBR（Low Embodied-carbon Building Rating System）所開發的認定機制。LCR 的主要目的是對建築市場之再利用、再循環、再生等循環建材或構件進行減碳額度之認定，以作為 LEBR 減碳評估之依據，並公布於指定評定機構之網站上以備公開查詢。LCR 制度可避免 LEBR 評定的過程中審查委員對減碳量可能造成的認定差異，並加速 LEBR

的評定時效，以確保 LEBR 評定的時效、公平性與一致性。另外，LCR 認定制度可鼓勵建材與營建業者開發更多再利用、再循環、再生等循環建材或構件，促進營建產業的低碳化，以呼應國家淨零建築政策。LCR 之認定原則如下：

1. 低碳循環建材之碳排放量不可因工程規模、建築量體、建築樓層數或配置改變時而產生碳排放量之差異。
2. 低碳循環建材減碳額度之認定只限於建材本身在搖籃到工地範疇的減碳量，其他因建材所產生之隔熱效益或節能效益，如氣密窗、隔熱玻璃等建築構造所引發的建築節能量，已經另由內政部建築研究所公布之建築能效評估認證處理，不包含在本規範認定與計算範疇之內。
3. 舊建材再利用或採用低碳工法之減碳量，已於 LEBR 的計算中另行評估，不包含在本規範認定與計算範疇之內。

## 2. 低碳循環建材認定之認定基準

申請 LCR 之建材或構件首先需確認與 LEBR 評估範疇之項目相關，如戶外景觀、室內裝修材、建築設備等與 LEBR 評估範疇無關項目之不被 LCR 所接受，同時必須以 LEBR 評估範疇項目相符之生命週期（LC）與 ABRI 碳排放資料庫一致之搖籃到工地範疇，即原料開採（C1）、運輸（C2）、產品生產（C3）與成品運輸（C4）四階段，進行減碳額度之計算與認定。



LCR 的減碳額度依據公式（1~3）計算之：

$$TCE = C1 + C2 + C3 + C4 \quad (1)$$

$$TCEs = C1s + C2s + C3s + C4s \quad (2)$$

$$LCR = TCE - TCEs \quad (3)$$

其中：TCE：申請案於計算範疇之總碳排放量（kgCO<sub>2</sub>/功能單位）

TCEs：基準案於計算範疇之總碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C1：申請案原料取得階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C2：申請案原料運輸階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C3：申請案製造階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C4：申請案運輸階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C1s：基準案設計案原料取得階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C2s：基準案原料運輸階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C3s：基準案製造階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

C4s：基準案運輸階段之碳排放量 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

LCR：申請案之減碳額度 (kgCO<sub>2</sub>/功能單位)

前述 C1~C3 之之碳排放量數據，需來自於具備第三方驗證單位進行碳盤查之證明，包含環境部碳標籤（含減碳標籤）或產品環境宣告（EPD）之產品，或依據 ISO 14067 進行碳足跡盤查並取得第三方驗證之產品。由於前述產品所盤查的項目、單位與範疇不一致，申請者必須自行從前述產品被認證的相關文件中，篩選、擷取與 LCR 計算範疇相符部分（C1~C3）的數據進行轉換計算，才能作為 LCR 的申請資料。另外，C3 僅計算生產該項建材過程所產生之排碳量，副產品部分不計入。C4 為建築構件運輸階段之碳排放量，可依附表所示平均運距與運輸碳排係數代入計算。

### 第三節 國外案例介紹

本計畫彙整英國以及新加坡目前淨零建築場域，分述如下：

#### 1. 英國淨零建築示範場域

##### (1) Creative Energy Homes at University of Nottingham [20]

諾丁漢大學主校區的六座創新能源房屋是一個 250 萬英鎊的重點示範項目，特別是針對於微型智能電網、儲能、需求側用電管理及用戶接受度的創新技術。所有能源房屋按照不同程度的創新和靈活性進行設計和建造，可以針對施工方法、節能設計和可再生能源系統的不同方面進行測試，如太陽能熱／光電模組、空氣源熱泵、微型熱電聯產系統、具有相變材料的自然通風和儲熱系統以及廢水收集／回收系統等方面。並配備各項先進的監控設施和智能計量設備。同時為多家公司的相關技術研究發展，提供了實際測試現場，並與大學合作，共同展示一體化的節能技術。



圖 3-21 諾丁漢大學主校區 6 座創新能源房屋照片及分布圖

##### (2) David Wilson Millennium House [21]

Creative Energy Homes 創意能源之家的項目歷史可追溯到十年前藉由 David Wilson Homes 公司的幫助下所建成的。David Wilson Homes 是一個四臥獨立的房屋，使用磚塊建築。如下圖所示，其應用的技術包括微型熱電聯產系統、太陽能

熱／光電模組、微風和自然通風設備等英國大型可再生能源系統。目前此房屋作為英國諾丁漢大學研究人員辦公室。

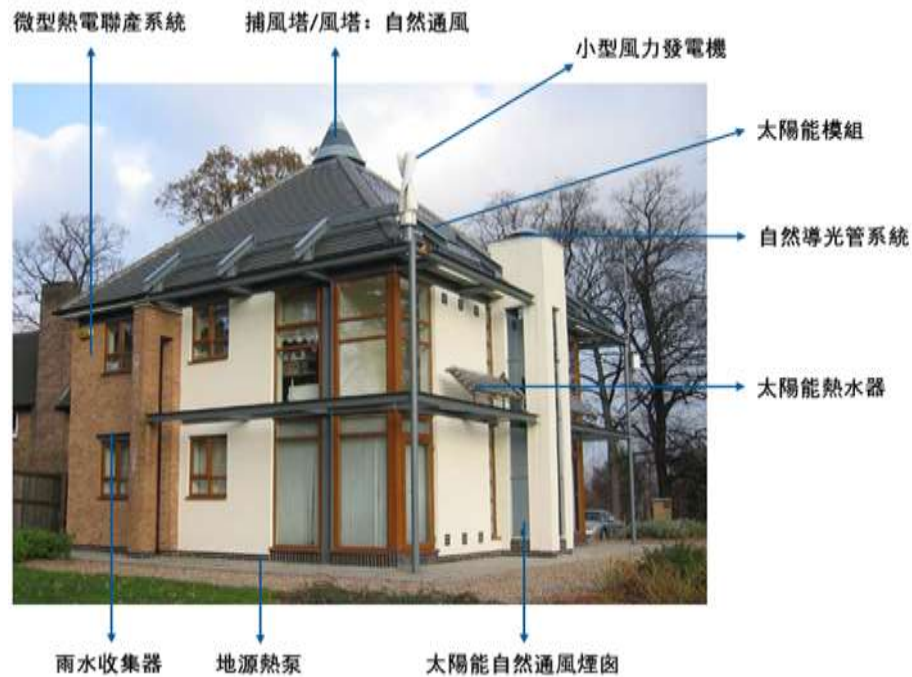


圖 3-22 David Wilson Millennium House 再生能源系統分布圖

- 相變材料 (Phase Change Materials, PCM)：具有在相變過程中將熱量以潛熱的形式儲存於自身或釋放給環境的效能。在環境溫度改變時，相變材料從外部環境釋放或儲存熱量，從而達到保溫作用。
- 太陽能煙囪 (Solar Chimney)：是有效的被動式通風設計，利用吸收太陽輻射熱增大煙囪內外溫差而新增浮力效應，以達到新增室內通風風量降低室溫的目的。
- 被動式自然導光管：是通過其室外的採光罩採集太陽光，將其導入系統內部，經過導光管的高效傳輸後，由漫射器將自然光均勻分配至室內。非常節能的照明系統充分把日光導入室內。



圖 3-23 David Wilson Millennium House 室外圖

- 捕風塔：被動通風降溫，利用風壓和熱壓的綜合作用加強通風效果，形成較強的對流，由於其安裝於屋頂，可以捕獲地面較高處的空氣將它們引入室內，形成室內空氣流動，為建築降溫。
- 微型風力發電機：螺旋形風力發電機（helical wind turbine）的風力渦輪的渦輪葉片是呈螺旋狀排列。



圖 3-24 David Wilson Millennium House 屋頂圖

- 地源熱泵：是利用地球表面淺層地熱資源作為冷熱源，進行能量轉換的供暖系統，還可提供生活熱水。由於地源熱泵的機械運動部件非常少，其系統維護費用低。

### (3)BASF Research House [22]

隨著房價迅速上漲，政府部門和社區意識到現在的購房負擔能力比以往更為重要。該專案是一個創新最先進節能家庭的研究和教育展示房屋。項目的目標是刺激永續的設計理念，並探索新的方式來提供負擔得起的環境永續房屋。

BASF 房屋採用精心挑選的材料和技術，為平衡建築節能建造所花費之房屋成本，建造符合英國第四級永續住宅等級房屋，並根據整個生命週期的性能成本和能源使用方式建造，使首次購房者有能力支付。如圖 3-25 所示，BASF 房屋採用被動式太陽能建築設計，應用結合相變材料的熱量回收通風系統（地對空熱交換器系統）、雙層隔熱玻璃、生物質鍋爐以及智能房屋監控系統。



圖 3-25 BASF Research House 再生能源系統示意圖

- Expandable polystyrene (EPS) 牆體保溫材料：減少建築外殼熱量損耗。BASF 作為建築保溫材料原料提供商，在 BASF Research House 應用多種保溫材料，使 BASF Research House 的外牆及屋頂的 U 值達到 0.15。EPS 保溫材料不

僅具有良好的保溫節能效果，而且還有較強的阻燃性，且相較於其他材料較為輕量及價格低。

- 地下空氣換熱器：為提室內供可控制的自然通風。土壤溫度為 8-12°C，新鮮空氣進入地下埋藏的管道在冬季進行預熱，或在夏季利用儲存在地下的能量進行預冷卻。
- 相變材料 (Phase Change Materials, PCM) 複合內牆板：SmartBoard™ 相變材料是應用於建築物牆體中的理想儲能材料，它可新增牆體的蓄熱能力，降低室內溫度波動幅度，減少建築物供暖的運行時間和能耗，達到節能降耗和提高熱舒適度。



圖 3-26 BASF Research House 使用相變材料

## 2.新加坡淨零建築示範場域

### (1)Zero Energy Building (ZEB) [23]

ZEB 位於 BCA 學院內，由現有一座三層高的車間改建而成，於 2009 年 10 月完成，是新加坡第一座實現零碳的建築。改造後設有辦公室、教室和資源中心。ZEB 的改造有兩個目標：一是作為現有建築中綠色建築技術的試驗基地，第二是成為能源效率和綠色建築研究的從業者和學生的中心。主要的綠色建築特色有：

- 智能建築控制系統
- 高效空調系統
- 個性化通風設置
- 優化自然通風，配合太陽能煙囪
- 智能照明系統
- 智能建築控制系統
- 被動式設計，包含太陽能煙囪以及光導照明系統
- 太陽能光電模組
- 綠色屋頂及綠牆



圖 3-27 新加坡 Zero Energy Building (ZEB)

## (2)NUS, School of Design & Environment, SDE 4 [24]

新加坡國立大學的 SDE 4 作為新加坡由高等教育機構委託建造的第一座淨零能耗建築，在 2019 年被 Green Mark 認證為 Platinum（Zero Energy），年能耗能降低 60.8%。該建築設計為一個 8,500 平方米的六層多學科空間。SDE4 通過靈活的設計、被動裝置的適當組合、優化的主動系統、太陽能發電以及一系列創新的綠色建築策略，實現了零/正能耗平衡。其建造目標是提高使用者的熱舒適度和幸福感，同時減少建築物的碳足跡。

SDE 4 主要的綠色建築特色有：

- 新加坡第一個廣泛應用混合製冷系統的建築；
- 該建築主要採用混凝土、鋼材和玻璃，以其原始狀態使用，以強調對親自然設計原則的追求；
- 通過合理化建築空間設計最大限度地利用日光；
- 屋頂覆蓋超過 1200 塊太陽能光電模組，來滿足 SDE 4 所有的能源需求；
- 雨水收集等節水設施，冷凝水回收和灰水回收確保建築物的水可持續性。



圖 3-28 新加坡 NUS SDE4

### (3)DBS Newton Green [25]

新加坡星展銀行將位於市區的 30 年古老建築 DBS Newton Green，成功經過翻新為符合「綠色標章白金零耗能」(Green Mark Platinum Zero Energy)的建築，代表該建築所消耗的能源，100%來自再生能源。建築共四層，該建築總建築面積為 3,507 平方米。

Newton Green 主要的綠色建築特色有：

- 自然通風空間，由竹子製成的板條立面在鼓勵自然通風的同時為建築物遮陽；
- 根據用戶使用可調節的智能照明和空調系統，以優化能源消耗；
- 使用熱泵熱水器和節能風扇等低能耗設備與重新設計的管道系統相結合，還將大堂、茶水間和社交空間等公共區域的能源消耗降低了 70%；
- 屋頂覆蓋超過 1000 m<sup>2</sup> 的太陽能光電模組來滿足能源需求，對於太陽能電池模組本身，部署了雙面模組以收集從屋頂表面反射的陽光，同時支持 AI 的優化器提高了陣列的運行效率和性能。

## 第四章 綠建材碳排放揭露調查

為釐清目前綠建材標章廠商對於綠建材產品碳排放量之掌握，本章首先針對獲得高性能節能綠建材標章產品的廠商進行調查，了解廠商對於碳排的掌握，並透過綠建材產品碳排放資訊之掌握目前國內相關的減碳推動機制進行探討，接著調查國際綠建材標章目前揭露產品碳資訊之現況，以作為本研究在綠建材標章與碳排放資訊揭露扣合之參考；最後將，作為後續綠建材手冊修改內容之精進。

### 第一節 國際綠建材標章之碳資訊揭露調查

本研究依據 2020 年版綠建材解說與評估手冊附錄一之國際間綠建材標章發展與制度中檢索各國的建材與環保標章內容，發現大部分綠建材標章多在 2000 年以前制訂，內容著重在生態、環境保護與對人體友善之方面訂定評定基準，對於產品碳足跡或是對建築物節能減碳效益之規定較少，本研究整理出世界各國建材與環保標章中有揭露碳資訊之標章計有新加坡綠色建築產品與中國綠色建材分級認證制度，針對相關制度與要求說明如下：

#### 壹、新加坡綠色建築產品（Singapore Green Building Product，簡稱 SGBP）

新加坡綠色建築產品（Singapore Green Building Product，簡稱 SGBP）是由新加坡綠色建築委員會（Singapore Green Building Council，簡稱 SGBC）所推出的認證標章，旨在促進和表彰在新加坡具有永續代表性的建築產品。SGBP 標章根據其功能和應用，將產品分為以下 6 大類：

1. 建築產品（Architectural Products）：包括用於建築結構、外牆、屋頂、窗戶和門等部位之產品。
2. 室內產品（Interior Products）：包括用於室內裝飾、地板、牆壁、天花板、照明和家具等方面的產品。
3. 機械產品（Mechanical Products）：包括用於空調、通風、熱水和能源管

理等方面的產品。

4. 電氣產品 (Electrical Products)：包括用於電力供應、照明系統、控制系統和電氣設備等方面的產品。
5. 室外產品 (Outdoor Products)：包括用於室外景觀、庭院、道路、停車場和環境設施等方面的產品。
6. 其他產品 (Other Products)：包括其他與綠建築相關的產品，如節能設備、太陽能系統、水處理設備等。

SGBP 評估標準的設計目的是評估產品在其生命周期中的表現。共有 12 個通用評估標準。這些評估標準涵蓋了對環境低衝擊性和優良的製造品質、避免使用危險物質、碳足跡報告和減排途徑以及創新性等。除了上述 12 個通用評估標準外，還有適用於各類相關產品的特定評定基準。下表為 SGBP 12 個評估標準對應於產品生命週期各階段的要求。

表 4-1 SGBP 評估基準對應於產品生命週期各階段的要求

| 產品要求      | 生命週期 |    |    |    |
|-----------|------|----|----|----|
|           | 原料開採 | 製造 | 使用 | 廢棄 |
| 一般要求      |      |    |    |    |
| 製程設備能源管理  |      | ✓  |    |    |
| 製程設備水管理   |      | ✓  |    |    |
| 製程設備廢棄物管理 |      | ✓  |    |    |
| 品質管理系統    |      | ✓  |    |    |
| 避免使用危害物質  | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |
| 避免使用重金屬   | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |
| 碳足跡評估     | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |
| 溫室氣體揭露    | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |
| 綠色創新      | ✓    | ✓  | ✓  | ✓  |

| 產品特定要求 |   |   |   |  |
|--------|---|---|---|--|
| 節能     |   |   | ✓ |  |
| VOC 逸散 |   |   | ✓ |  |
| 循環再生   | ✓ | ✓ |   |  |

(資料來源：本研究製作)

申請 SGBP 認證需要提供以下文件和資訊：

- (1) 產品資訊：認請產品的詳細信息，包括技術規格、使用材料、製造工法和任何相關的認證或測試報告。
- (2) 永續特性：強調產品具有的永續特性和優勢的文件，例如節能、節水、減少廢棄物和對環境的影響等。
- (3) 產品樣品：根據特定產品之相關要求，提交實際的產品樣品進行評估和測試。
- (4) 環境影響文件：關於產品的生命周期評估 (LCA) 的資料，包括碳足跡、能量消耗和其他環境影響等。
- (5) 符合標準：提供符合相關新加坡或國際可持續性標準的證明，例如綠色標誌認證或相關行業標準。
- (6) 測試報告：來自認可實驗室或認證機構的測試報告，證明產品符合特定性能或可持續性標準。
- (7) 製造商資訊：關於製造過程、品質控制措施和製造商所持有的任何認證或認可的詳細資料。
- (8) 案例研究或項目參考：提供使用產品的成功實績，並附有客戶或業界專業人士的推薦或參考。
- (9) 永續認證：包括產品所獲得的任何永續相關認證或標章，例如生態標章或第三方認證。

以隔熱膜的 SGBP 標章為例，所需繳交的文件共分為 Section A: Pre-Qualification、Section B: Critical criteria、Section C: Supplementary Criteria 三部分。Section A 為必備文件，包含在製造階段與使用階段相關資料之佐證資料(A1~A7)；Section B 亦為必備文件，此部分為隔熱膜產品之評定基準，所需佐證之文件為符合 4 個等級之遮蔽係數測試報告；Section C 為輔助基準，此部分包含在製造階段與使用階段 15 項相關資料之佐證資料 (C1~C15)，至少需要提供 2 項資料。

表 4-2 SGBP 隔熱膜評定基準與文件

Singapore Green Building Product Labelling Scheme Master Template

SGBP Window System\_Window Film/V1.1/0918

Window Film

Section A: Pre-Qualification

Please note that, for the Pre-Qualification must be submitted along with the application for evaluation.

Section B: Critical Criteria

Critical criteria must be submitted to be eligible for certification under one of the two ratings.

Section C: Supplementary Criteria

A minimum of 3 criteria under this category must be submitted for evaluation to attain good rating. Please indicate 'NA' if documents are not available.



Release Date : 18 March 2018

| Company:                            |                       | Model:                |                                                                         | Product Category:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Product Type: |  | Window System                |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------|--|------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------------------|--|--|
| Brand:                              |                       |                       |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |  | Window Film                  |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| SECTIONS                            |                       | CRITERIA FOR PRODUCTS |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |  | Documents To Submit          |  | Inputs From Assessment                                                                                                                                                                      |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| S/N                                 |                       | Assessment Criteria   |                                                                         | Required Documents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |               |  |                              |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| SECTION A<br>PRE-QUALIFICATION      | A1                    | Manufacturing Process | Energy Management during Manufacturing Process                          | Evidence of the manufacturing plant's energy management policies is in place.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |               |  |                              |  | 1) Energy Management Policies ; AND<br>2) Letter of Declaration From CEO/<br>Authorized Representative                                                                                      |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|                                     | A2                    | Manufacturing Process | Water Management during Manufacturing Process                           | Evidence of the manufacturing plant's water management policies is in place.<br><br>(Should there be no water consumption for the manufacturing process, a confirmation in writing shall be provided and signed by the Chief Executive Officer or Authorized Representative of the applicant company. The written confirmation shall be deemed a fulfillment of the Pre-Requirement requirement listed in item above.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |               |  |                              |  | 1) Water Management Policies ; AND<br>2) Letter of Declaration From CEO/<br>Authorized Representative                                                                                       |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|                                     | A3                    | Product in Use        | Avoidance of Hazardous Substances in Manufacturing                      | a) To provide evidence that any substances that are classified as carcinogenic, harmful to the reproductive system or generally harmful, such as substances listed in the current International Agency for Research on Cancer (IARC) Groups 1, 2A and 2B, are not used in the manufacturing process or intentionally included in the product formulation.<br><br>Exemption is permitted for the following substances:<br>i. Silica sand<br>ii. Titanium dioxide<br>iii. Quartz<br>b) Any toxic content in the film layers, adhesive materials, and coatings.<br><br>This requirement does not apply to trace levels (< 0.1 % by weight) of substances reported in the Material Safety Data Sheet (MSDS) to be potentially present as contaminants or impurities in raw materials or components or component substances.<br><br>For substances listed in the exemption list, information shall be provided on the appropriate Occupational Health and Safety procedures and processes for the manufacturing process and in the product's formulation. |  |               |  |                              |  | 1) Letter of Declaration From CEO/<br>Authorized Representative ; AND<br>2) Safety Data Sheet ; AND/OR<br>3) Letter of Declaration on Occupational Health & Safety Procedures (Conditional) |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|                                     | A4                    | Product in Use        | Product - Evidence of Hazardous Substances                              | Test report from accredited laboratory that the product in its final form shall not be formulated with:<br>Lead (Pb), Cadmium (Cd), Mercury (Hg), Hexavalent Chromium (Cr (VI))<br><br>Exempted are impurities of the elements listed above which are contained in raw materials or components in trace levels (<0.01 % - <100 ppm) for Cadmium, and <0.1 % - <1000 ppm) for Lead, Mercury and Hexavalent Chromium (Cr (VI)).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |               |  |                              |  | 1) Heavy Metal Test Report                                                                                                                                                                  |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|                                     | A5                    | Product in Use        | Product - Daylight Performance                                          | To provide test report from accredited laboratory that the Luminous Efficacy (LE) shall be greater than 1.0 or Light to Solar Gain (LSG) ratio shall be greater than 1.1694 (>1.16).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |               |  |                              |  | 1) Luminous Efficacy (LE)/ Light to Solar Gain (LSG) Test report                                                                                                                            |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|                                     | A6                    | Product in Use        | Product - Ultra-violet Rejection                                        | To provide test report from accredited laboratory that the Ultra-Violet Rejection (UVR) of the product should be at least 95%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |               |  |                              |  | 1) Ultra-Violet Rejection (UVR) Test Report                                                                                                                                                 |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
|                                     | A7                    | Product in Use        | Product - Visible Light Reflectance                                     | To provide test report from accredited laboratory that the Visible Light Reflectance (VLR) of the product shall be less than 25%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |               |  |                              |  | 1) Visible Light Reflectance (VLR) Test Report                                                                                                                                              |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| SECTION B<br>CRITICAL CRITERIA      |                       | CRITERIA FOR PRODUCTS |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |  | Possible Documents Submitted |  | Inputs From Assessment                                                                                                                                                                      |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| S/N                                 |                       | Assessment Criteria   |                                                                         | Required Documents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |               |  |                              |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| B1                                  |                       | Product in Use        | Product - Shading Coefficient                                           | To provide test report from accredited laboratory that the Shading Coefficient (SC) value for all window film & coating products shall be less than 0.70.<br><br><table><tr><td>1 Tick</td><td>2 Ticks</td><td>3 Ticks</td><td>4 Ticks</td></tr><tr><td>0.65 ± 0.03<br/>± 0.70</td><td>0.55 ± 0.03<br/>± 0.54</td><td>0.40 ± 0.03<br/>± 0.34</td><td>0.30 ± 0.03</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |               |  |                              |  | 1 Tick                                                                                                                                                                                      | 2 Ticks | 3 Ticks | 4 Ticks | 0.65 ± 0.03<br>± 0.70 | 0.55 ± 0.03<br>± 0.54 | 0.40 ± 0.03<br>± 0.34 | 0.30 ± 0.03 | 1) Shading Coefficient (SC) Test Report |  |  |
| 1 Tick                              | 2 Ticks               | 3 Ticks               | 4 Ticks                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |  |                              |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| 0.65 ± 0.03<br>± 0.70               | 0.55 ± 0.03<br>± 0.54 | 0.40 ± 0.03<br>± 0.34 | 0.30 ± 0.03                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |  |                              |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| SECTION C<br>SUPPLEMENTARY CRITERIA |                       | CRITERIA FOR PRODUCTS |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |               |  | Possible Documents Submitted |  | Inputs From Assessment                                                                                                                                                                      |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| S/N                                 |                       | Assessment Criteria   |                                                                         | Required Documents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |               |  |                              |  |                                                                                                                                                                                             |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| C1                                  |                       | Manufacturing Process | Quality Management System of Manufacturing Plant                        | Evidence of certification to ISO 9001: Quality Management Systems (or equivalent) of the manufacturing plant or process by an accredited Certification Body.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |               |  |                              |  | 1) ISO 9001 Certificate                                                                                                                                                                     |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| C2                                  |                       | Manufacturing Process | Environmental Management System of Manufacturing Plant                  | Evidence of certification to ISO 14001: Environmental Management Systems or ISO 14004: Greenhouse Gases or equivalent environmental management system of the manufacturing plant by an accredited Certification Body.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |               |  |                              |  | 1) ISO 14001 Certificate ; OR<br>2) ISO 14004 Certificate                                                                                                                                   |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| C3                                  |                       | Manufacturing Process | Corporate Quality & Standards Enhancement                               | (Applicable Only to Company which is not the manufacturer of the product)<br>Evidence of certification to the following standards of the applicant's company by an accredited Certification Body:<br>i. ISO 14001: Environmental Management Systems<br>ii. ISO 14064: Greenhouse Gases or equivalent environmental management system ; OR<br>iii. ISO 50001: Energy Management Systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |               |  |                              |  | 1) ISO 14001: Environmental Management Systems ; OR<br>2) ISO 14064: Greenhouse Gases or equivalent environmental management system ; OR<br>3) ISO 50001: Energy Management Systems         |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| C4                                  |                       | Manufacturing Process | Energy Management System                                                | Evidence of certification to ISO 50001: Energy Management Systems or equivalent by an accredited certification body.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |               |  |                              |  | 1) ISO 50001 Certificate                                                                                                                                                                    |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| C5                                  |                       | Manufacturing Process | Occupational Health and Safety Management System of Manufacturing Plant | Evidence of certification to OHSAS 18001: Occupational Health and Safety Management Systems of the manufacturing plant by an accredited Certification Body.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |               |  |                              |  | 1) OHSAS 18001                                                                                                                                                                              |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |
| C6                                  |                       | Manufacturing Process | Waste Management during Manufacturing Process                           | Evidence on the manufacturing plant's operational practice on industrial waste minimization techniques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |               |  |                              |  | 1) Waste Management Practice ; AND<br>2) Letter of Declaration From CEO/<br>Authorized Representative                                                                                       |         |         |         |                       |                       |                       |             |                                         |  |  |

|                                        |     |                |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                  |                                                           |
|----------------------------------------|-----|----------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| SECTION C<br>SUPPLEMENTARY<br>CRITERIA | C7  | Product in Use | Product – Environmental Impact Report              | 3rd party report of product's environmental impact, such as global warming, ozone depletion, water pollution, ozone creation, carbon footprint and greenhouse gas emissions.<br><br>These are the following reports allowed:<br>1. ISO 14067: Carbon Footprint of Products<br>2. PAS 2050: Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services<br>3. Environmental Product Declaration (EPD) based on ISO 14025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1) 3rd Party ISO 14067 Report/ SMTech's CARE Report; OR<br>2) 3rd Party PAS 2050 Report; OR<br>3) 3rd Party ISO 14025 EPD Report |                                                           |
|                                        | C8  | Product in Use | Product – Type I Eco-Label                         | Evidence of product certification to other Type I Eco-label certification schemes, local or overseas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1) Type I Eco-Label Certificate                                                                                                  |                                                           |
|                                        | C9  | Product in Use | Corporate Green Initiative Carbon Footprint Course | Evidence to show proof of successful completion of Integrated Carbon Footprint Assessment Reporting Essentials (i-CARE) course organized by SGGC and the Building and Construction Authority (BCA).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1) Certificate of Attendance                                                                                                     |                                                           |
|                                        | C10 | Product in Use | Corporate Green Initiative Carbon Footprint Report | To submit endorsed report by SMTech, under the Integrated Carbon Footprint Assessment Reporting Essentials (i-CARE) course organized by SGGC and the Building and Construction Authority (BCA).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1) Endorsed report by SMTech                                                                                                     |                                                           |
|                                        | C11 | Product in Use | Product – Manufacturer Product Warranty            | To provide Manufacturer Product Warranty that quality of at least 5 years of warranty on performance, shrinkage, degradation and adhesion.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1) Manufacturer Product Warranty                                                                                                 |                                                           |
|                                        | C12 | Product in Use | Product – Consumer Information                     | The following information must be available on company website in order to comply with the assessment requirement:<br>a) Availability of educational material on window energy efficiency;<br>b) Availability of information material on definition of Shading Coefficient (SC), Solar Heat Gain Coefficient (SHGC), Visible Light Transmittance (VLT), Ultra-Violet Rejection (UVR) and Visible Light Reflectance (VLR);<br>c) Availability of information on Angular Optical Properties, including the fact that the optical measurements are conducted at normal incident angle and actual sun light incident angle may be different and angular optical properties are supposed to be different;<br>d) Availability of installation instruction and maintenance manual online. | 1) Information visible at Company Website URL.                                                                                   |                                                           |
|                                        | C13 | Product in Use | Product – Window Inspection/Testing Service        | Evidence to show that optional window testing and analysis service is provided to warranty against thermal leakage of glass.<br><br>This inspection should include any of the following(s) (as recommended by International Window Film Association (IWFA)):<br>a) Solar Absorption<br>b) Environmental Condition<br>c) Temperature difference at thermal stress leakage of various glass types<br>d) Shrinkage<br>e) Any rapid temperature change condition<br>f) Edge strength<br>g) Pre-existing flaws or imperfections in glass<br>h) HVAZ tests<br>i) Frame types & sizes<br>j) Tightness of glass, framing & fittings<br>k) Single pane, IGU, Triple pane                                                                                                                    | 1) Window Testing and Analysis Service Statement                                                                                 |                                                           |
|                                        | C14 | Product in Use | Product – Recycled Content                         | To provide composition of the product composition that is made from a minimum 10% of Recycled Content by weight in the manufacturing process.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1) Letter of Declaration From (CIC) Authorized Representative; AND<br>2) Composition of the product's recycled content           |                                                           |
|                                        | C15 | Product in Use | Green Innovation                                   | To provide evidence and information of other green-related features not covered in other sections.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1) Write Up On Green Attributes of the Product, which is not covered in other sections                                           |                                                           |
|                                        |     |                |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Making                                                                                                                           | Good (✓✓)/Very Good (✓✓✓)/Excellent (✓✓✓✓) Leader (✓✓✓✓✓) |

(資料來源：本研究製作)

## 貳、中國綠色建材產品分級認證制度

2020 年中國綠色建材產品分級認證制度按照中國工程建設標準化協會頒布之綠色建材評價標準的要求，將認證結果由低至高分為一星級、二星級與三星級。中國綠色建材產品認證的對象是根據 CNCA-CGP-13：2020：綠色建材產品分級認證實施通則和綠色建材產品分級認證目錄，區分為以下六大類 51 種產品：

1. 帷幕結構及混凝土類包括：預製組件、鋼結構房屋用鋼組件、現代木結構用材、砌體材料、保溫系統材料、預拌混凝土、預拌砂漿、混凝土添加劑與減水劑；
2. 門窗帷幕牆及裝飾裝修類包括：建築門窗及配件、建築帷幕牆、建築節能玻璃、建築遮陽產品、門窗帷幕牆用型材、鋼質戶門、金屬複合裝飾材料、建築陶瓷、衛生潔具、無機裝飾板材、石膏裝飾材料、石材、鎂

質裝飾材料、吊頂系統、集成牆面、紙面石膏板；

3. 防水密封及建築塗料類包括：建築密封膠、防水捲材、防水塗料、牆面塗料、反射隔熱塗料、空氣淨化材料、樹脂地坪材料；
4. 給排水及水處理設備類包括：水龍頭、建築用閥門、塑料管材管件、游泳池循環水處理設備、淨水設備、軟化設備、油脂分離器、中水處理設備、雨水處理設備；
5. 暖通空調及太陽能利用與照明類包括：空氣源熱泵、地源熱泵系統、新風淨化系統、建築用蓄能裝置、太陽光電組件、LED 照明產品、採光系統、太陽能發電系統；
6. 其他設備類包括：設備隔振降噪裝置、控制與計量設備、機械式停車設備。

各種認證產品均有相對應的認證標準，如表 4-3 所示：

表 4-3 中國綠色建材產品認證標準

| 標準編號        | 標準名稱     | 標準編號       | 標準名稱      |
|-------------|----------|------------|-----------|
| TCECS10025  | 預製構件     | TCECS10051 | 石材        |
| TCECS10026  | 建築門窗及配件  | TCECS10052 | 鎂質裝飾材料    |
| TCECS10027  | 建築幕牆     | TCECS10053 | 吊頂系統      |
| TCECS10028  | 結構房屋用鋼構件 | TCECS10054 | 鋼質戶門      |
| TCECS10029  | 建築密封膠    | TCECS10055 | 集成牆面      |
| TCECS10030- | 現代木結構用材  | TCECS10056 | 紙面石膏板     |
| TCECS10031  | 砌體材料     | TCECS10057 | 建築用閥門     |
| TCECS10032  | 保溫系統材料   | TCECS10058 | 塑料管材管件    |
| TCECS10033  | 建築遮陽產品   | TCECS10059 | 空氣源熱泵     |
| TCECS10034  | 建築節能玻璃   | TCECS10060 | 建築用蓄能裝置   |
| TCECS10035  | 金屬複合裝飾材料 | TCECS10061 | 新風淨化系統    |
| TCECS10036  | 建築陶瓷     | TCECS10062 | 設備隔震降噪裝置  |
| TCECS10037  | 衛生潔具     | TCECS10063 | 控制與計量設備   |
| TCECS10038  | 防水捲材     | TCECS10064 | LED 照明產品  |
| TCECS10039  | 牆面塗料     | TCECS10065 | 採光系統      |
| TCECS10040  | 防水塗料     | TCECS10066 | 地源熱泵系統    |
| TCECS10041  | 門窗幕牆用型材  | TCECS10067 | 游泳池循環水處理設 |

|            |        |            |           |
|------------|--------|------------|-----------|
|            |        |            | 備         |
| TCECS10042 | 無機裝飾板材 | TCECS10068 | 淨水設備      |
| TCECS10043 | 太陽光電組件 | TCECS10069 | 軟化設備      |
| TCECS10044 | 反射隔熱塗料 | TCECS10070 | 油脂分離器     |
| TCECS10045 | 空氣淨化材料 | TCECS10071 | 中水處理設備    |
| TCECS10046 | 樹脂地坪材料 | TCECS10072 | 雨水處理設備    |
| TCECS10047 | 預拌混凝土  | TCECS10073 | 混凝土添加劑減水劑 |
| TCECS10048 | 預拌砂漿   | TCECS10074 | 太陽能發電系統   |
| TCECS10049 | 石膏裝飾材料 | TCECS10075 | 機械式停車設備   |
| TCECS10050 | 水嘴     |            |           |

(資料來源：本研究製作)

中國綠色建材產品分級認證制度分為基本要求與評價指標要求兩部分。各種綠建材相對應標準中則依循上述兩部分要求，建立符合各種建材應用範圍之內容。在表中之各種綠色建材產品認證標準內容之評價指標要求區分為一級指標：資源屬性指標、能源屬性指標、環境屬性指標與品質屬性指標等四大構面向下展開對應的二級指標：評定基準。

表 4-4 中國綠色建材產品分級認證制度之評價指標

| 評價指標         | 內容            | 要求                                                 | 備註                                                                            |
|--------------|---------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 評價指標<br>基本要求 | 1. 節能環保法律法規要求 | 污染物排放符合環保法律要求，達到國家和地方污染物排放標準要求；三年內無重大安全事故和重大環境污染事件 | 1. 同時滿足基本要求和評價指標要求<br>2. 指標基準值確定原則：所有指標不超過5%，單項指標不超過10%<br>3. 優先採用現有國家標準或國際標準 |
|              | 2. 節能環保法律法規要求 | 滿足國家和地方污染物排放總量控制指標                                 |                                                                               |
|              | 3. 企業管理體系要求   | 質量管理體系、環境管理體系、職業健康安全管理体系                           |                                                                               |
| 評價指標<br>要求   | 1. 資源屬性指標     | 耐材料、水資源、包材                                         |                                                                               |
|              | 2. 能源屬性指標     | 節能 and 能效                                          |                                                                               |
|              | 3. 環境屬性指標     | 生產過程中的污染物排放，使用過程中有毒有害物質釋放                          |                                                                               |
|              | 4. 品質屬性指標     | 耐用性、健康安全指標                                         |                                                                               |

(資料來源：本研究製作)

表 4-5~4-7 為 TCECS10034 建築節能玻璃中有關玻璃綠色產品評價指標要求內容。鋼化玻璃與膠合玻璃之能源屬性的要求為單位產品能耗，單位是每平方公尺之耗電量(kWh/m<sup>2</sup>)，但是在中空玻璃中與碳排放量揭露有關的要求則還需要在資源屬性中，要求中空玻璃對建築物的節能率。表 4-8 為 TCECS10044 反射隔熱塗料中綠色產品評價指標要求內容。反射隔熱塗料之能源屬性的要求為單位產品綜合能耗，單位是每噸產品所消耗之標準煤燃燒熱量(kgCe/ton)。表 4-9 為 TCECS10027 建築幕牆系統之綠色產品評價指標要求內容。建築幕牆系統有關碳排放揭露則是在環保屬性中需提出碳足跡報告。

表 4-5 鋼化玻璃綠色產品評價指標要求

| 一級指標 | 二級指標     |             | 單位                             | 基準值    |        |        | 評價依據      |
|------|----------|-------------|--------------------------------|--------|--------|--------|-----------|
|      |          |             |                                | 一星級    | 二星級    | 三星級    |           |
| 資源屬性 | 平板玻璃     | 外觀質量        | ---                            | 合格品    | 一等品    | 優等品    | GB 11614  |
|      |          | 單位產品能耗      | ---                            | 限定值    | 先進值    | 先進值    | GB 2134   |
|      | 水資源      | 用水定額        | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | ≤0.01  |        |        | GB/T35604 |
|      | 包裝材料     | 可循環材料利用率    | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥90    | GB/T35604 |
|      | 原片綜合利用率  |             | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥85    | GB/T35604 |
| 能源屬性 | 單位產品能耗   | 平面普通鋼化玻璃    | kW-h/m <sup>2</sup>            | ≤4.00  | ≤3.60  | ≤3.22  | GB/T35604 |
|      |          | 平面低輻射鍍膜鋼化玻璃 | kW-h/m <sup>2</sup>            | ≤5.00  | ≤4.50  | ≤3.99  |           |
|      |          | 曲面普通鋼化玻璃    | kW-h/m <sup>2</sup>            | ≤5.20  | ≤4.80  | ≤4.22  |           |
|      |          | 曲面低輻射鍍膜鋼化玻璃 | kW-h/m <sup>2</sup>            | ≤6.00  | ≤5.60  | ≤5.22  |           |
| 環境屬性 | 水資源重複利用率 |             | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥90    | GB/T35604 |
| 品質屬性 | 表面應力及均勻性 |             | MPa                            | 表面應力均勻 | 表面應力均勻 | 表面應力均勻 | GB/T35604 |

|  |       |       |         |         |         |               |
|--|-------|-------|---------|---------|---------|---------------|
|  |       |       | 性≤15    | 性≤12    | 性≤10    |               |
|  | 波形彎曲度 | mm/mm | 0.12/30 | 0.12/30 | 0.12/30 | GB<br>15763.2 |

(資料來源：本研究製作)

表 4-6 膠合玻璃綠色產品評價指標要求

| 一級指標 | 二級指標     |          | 單位                             | 基準值    |        |            | 評價依據      |
|------|----------|----------|--------------------------------|--------|--------|------------|-----------|
|      |          |          |                                | 一星級    | 二星級    | 三星級        |           |
| 資源屬性 | 平板玻璃     | 外觀質量     | ---                            | 合格品    | 一等品    | 優等品        | GB 11614  |
|      |          | 單位產品能耗   | ---                            | 限定值    | 先進值    | 先進值        | GB 2134   |
|      | 水資源      | 用水定額     | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | ≤0.01  |        |            | GB/T35604 |
|      | 包裝材料     | 可循環材料利用率 | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥90        | GB/T35604 |
|      | 原片綜合利用率  |          | %                              | ≥80    | ≥80    | ≥85        | GB/T35604 |
|      | 鋼化玻璃     |          | ---                            | 滿足標準要求 | 滿足標準要求 | 滿足標準要求     |           |
|      | 膠合玻璃用膠片  |          | ---                            | 滿足標準要求 | 滿足標準要求 | 厚度應不小於公稱厚度 | JC/T2166  |
| 能源屬性 | 單位產品能耗   |          | kWh/m <sup>2</sup>             | ≤5.0   | ≤4.5   | ≤4.0       | GB/T35604 |
| 環境屬性 | 水資源重複利用率 |          | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥90        | GB/T35604 |
| 品質屬性 | 安全性及耐久性  | 烘焙實驗     | ---                            | ---    | 無氣泡    | 無氣泡        | GB/T35604 |

(資料來源：本研究製作)

表 4-7 中空玻璃綠色產品評價指標要求

| 一級指標 | 二級指標     |          | 單位                             | 基準值    |        |            | 評價依據       |
|------|----------|----------|--------------------------------|--------|--------|------------|------------|
|      |          |          |                                | 一星級    | 二星級    | 三星級        |            |
| 資源屬性 | 平板玻璃     | 外觀質量     | ---                            | 合格品    | 一等品    | 優等品        | GB 11614   |
|      |          | 單位產品能耗   | ---                            | 限定值    | 先進值    | 先進值        | GB 21340   |
|      | 水資源      | 用水定額     | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | ≤0.01  |        |            | GB/T35604  |
|      | 包裝材料     | 可循環材料利用率 | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥90        | GB/T35604  |
|      | 原片綜合利用率  |          | %                              | ≥80    | ≥80    | ≥85        | GB/T35604  |
|      | 鋼化玻璃     |          | ---                            | 滿足標準要求 | 滿足標準要求 | 滿足標準要求     |            |
|      | 膠合玻璃     |          | ---                            | 滿足標準要求 | 滿足標準要求 | 厚度應不小於公稱厚度 | JC/T2166   |
|      | 3A 分子篩   |          | ---                            | 合格品    | 一等品    | 優等品        | GB/T 10504 |
| 能源屬性 | 建築節能     | 相對節能率    | %                              | ≥55    | ≥60    | ≥65        | GB/T35604  |
| 環境屬性 | 水資源重複利用率 |          | %                              | ≥80    | ≥85    | ≥90        | GB/T35604  |
| 品質屬性 | 光熱性能     |          | ---                            |        | 附錄 E   |            | GB/T35604  |

(資料來源：本研究製作)

表 4-8 反射隔熱塗料評價指標要求

| 一級指標 | 二級指標          |      | 單位     | 基準值    |        |        | 評價依據       |
|------|---------------|------|--------|--------|--------|--------|------------|
|      |               |      |        | 一星級    | 二星級    | 三星級    |            |
| 資源屬性 | 單位產品原材料消耗     |      | t/t    | ≤1.030 | ≤1.025 | ≤1.015 | GB/T 35602 |
|      | 單位產品新鮮水消耗     |      | t/t    | ≤0.35  | ≤0.30  | ≤0.25  | GB/T35602  |
| 能源屬性 | 單位產品綜合能耗      |      | kgce/t | ≤14.0  | ≤12.0  | ≤10.0  | GB/T 2589  |
|      | 太陽光反射比        | 高明度  | ---    | ≥0.65  | ≥0.70  | ≥0.75  | JG/T 235   |
|      |               | 中明度  | ---    | ≥0.40  | ≥0.45  | ≥0.50  |            |
|      |               | 低明度  | ---    | ≥0.25  | ≥0.30  | ≥0.35  |            |
| 環境屬性 | 單位產品廢水排放量     |      | t/t    | ≤0.30  | ≤0.25  | ≤0.20  |            |
|      | 揮發性有機化合物含量    |      | g/L    | ≤100   | ≤60    | ≤30    | GB/T35602  |
|      | 游離甲醛含量        |      | mg/kg  | ≤50    | ≤40    | ≤30    |            |
|      | 苯、甲苯、乙苯、二甲苯總合 |      | mg/kg  | ≤100   | ≤80    | ≤50    | GB/T 23990 |
|      | 重金屬含量         | 鉛    | mg/kg  | ≤90    | ≤50    | ≤20    | GB/T35602  |
|      |               | 鎘    |        | ≤75    | ≤40    | ≤20    |            |
|      |               | 六價鉻  |        | ≤60    | ≤40    | ≤20    |            |
|      |               | 汞    |        | ≤40    | ≤30    | ≤20    |            |
|      |               | 砷    |        | ≤40    | ≤30    | ≤20    |            |
|      |               | 鋇    |        | ≤120   | ≤110   | ≤100   |            |
|      |               | 硒    |        | ≤40    | ≤30    | ≤20    |            |
|      |               | 銻    |        | ≤40    | ≤30    | ≤20    |            |
|      |               | 鈷    |        | ≤40    | ≤30    | ≤20    |            |
| 品質屬性 | 人工加速老化        | 老化時間 | H      | ≥600   | ≥1000  | ≥1500  | GB/T 1865  |
|      |               |      |        |        |        |        |            |

|  |  |    |     |             |  |
|--|--|----|-----|-------------|--|
|  |  | 外觀 | --- | 不起泡、不剝落、無裂紋 |  |
|--|--|----|-----|-------------|--|

(資料來源：本研究製作)

表 4-9 幕牆系統評價指標要求

| 一級指標 | 二級指標          |               | 單位       | 基準值    |          |         | 評價依據   |           |
|------|---------------|---------------|----------|--------|----------|---------|--------|-----------|
|      |               |               |          | 一星級    | 二星級      | 三星級     |        |           |
| 資源屬性 | 設計使用年限週期      | 結構密封膠設計標準     |          | ---    | GB 16776 | JG/T475 |        | 提供證明材料    |
|      |               | 結構教拉伸黏接強度     |          | MPa    | ---      | ---     | ≥0.84  | JG/T475   |
|      |               | 中空玻璃壽命        | 水氣密封耐久性能 | ---    | I≤0.25   | I≤0.20  | I≤0.5  | GB/T11944 |
|      |               |               | 氣體密封耐久性能 | %(V/V) | ≥80      | ≥85     | ≥90    | 提供證明材料    |
|      | 開放式設計         |               | ---      | 不要求    | 模組化      | 預留接口    | 提供證明材料 |           |
|      | 幕牆可拆除設計       |               | %        | ≤90    | ≤50      | ≤10     | 提供證明材料 |           |
|      | 非透光幕牆開縫設計     |               | %        | 0      | ≥50      | ≥80     | 提供證明材料 |           |
|      | 面板材料利用率       |               | %        | ≥70    | ≥80      | ≥90     | 提供證明材料 |           |
|      | 型材電腦輔助加工(CAM) |               | %        | 0      | ≥85      | ≥85     | 提供證明材料 |           |
|      | 能源屬性          | 日間平均人工光源照明小時數 |          | h      | 6        | 3       | 1      | 提供證明材料    |
| 傳熱係數 |               | 嚴寒地區          |          | W/m²K  | ≤1.5     |         |        | GB 50189  |
|      |               | 寒冷地區          |          |        | ≤1.9     |         |        |           |
|      |               | 夏熱冬冷地區        |          |        | ≤2.2     |         |        |           |
|      |               | 冬熱夏暖地區        |          |        | ≤2.5     |         |        |           |
| 環境屬  | 碳足跡（平均基準值）    |               | %        | 基準值    | ≤10      | ≤15     | 提供證明材料 |           |

|      |                |      |        |        |        |          |
|------|----------------|------|--------|--------|--------|----------|
| 性    |                |      |        |        |        |          |
| 品質屬性 | 單元式幕牆使用比例      | %    | 0      | ≥50    | ≥70    | 提供證明材料   |
|      | 超高層建築維護系統(BMU) | ---- | 評價基準指標 |        |        | 提供證明材料   |
|      | 建築信息化模擬精度(BIM) | ---- | LOD300 | LOD400 | LOD500 | 提供證明材料   |
|      | 空氣聲隔聲性能        | dB   | ≥33    | ≥35    | ≥38    | GB T/848 |

(資料來源：本研究製作)

本研究從中國綠色建材認證的 51 種產品中挑選與高性能節能綠建材標章相關之產品進行產品碳排放揭露有關之要求整理如下表。由整理結果可發現，大部分的產品均要求提供依照標準進行的單位產品能耗或是 EPD、碳足跡報告。其中的例外為建築門窗及配件，未要求單位產品能耗或是 EPD、碳足跡報告，而是要求運輸半徑以及門窗系統的節能性能：U（隔熱）與 SHGC（輻射阻隔）。

表 4-10 中國綠色建材認證制度與性能節能綠建材標章相關之碳排放揭露要求

| 產品       | 單位產品能耗<br>(kgCe/ton, kWh/m <sup>2</sup> ) | EPD/碳足跡 | 其他          |
|----------|-------------------------------------------|---------|-------------|
| 預拌混凝土    | ●                                         |         |             |
| 預拌砂漿     | ●                                         |         |             |
| 結構房屋用鋼構件 | ●                                         |         |             |
| 帷幕牆系統    |                                           | ●       | U           |
| 建築門窗及配件  |                                           |         | 運輸半徑/U/SHGC |
| 建築節能玻璃   | ●                                         |         | 中空玻璃：節能率    |
| 反射隔熱塗料   | ●                                         |         | ●           |
| 牆面塗料     | ●                                         |         | ●           |
| 保溫系統材料   | ●                                         | ●       |             |
| 砌體材料     | ●                                         |         |             |
| 現代木結構用材  | ●                                         |         |             |

(資料來源：本研究製作)

## 第二節 綠建材標章廠商碳排放資訊之調查

由內政部建築研究所推動的「綠建材標章制度」，自 1999 年起即進行相關建材逸散分析研究及相關建材檢測試驗設備建置，歷經周密之規劃研究與研擬，於 2003 年開始籌畫台灣綠建材標章制度。綠建材標章制度於 2004 年 7 月正式上路，率先針對「健康」綠建材、「再生」綠建材兩類進行審查與標章核發，而技術部份則有綠建材「通則」以及「健康」、「生態」、「再生」、「高性能」等四類綠建材評定基準。

建築產業是屬於較高的自然資源消耗產業，有高達 60% 的初級自然資源被投入在建築和建設當中，過程中更是會產生的大量的溫室氣體。其中，綠建材標章中的高性能節能綠建材及再生綠建材都具有節能減碳效益，因本研究首先針對這兩類的廠商進行調查了解其目前對於未來減碳規劃及碳排的掌握情形。

### 壹、綠建材廠商對碳排放資料掌握與需求之調查

#### 一、問卷設計

有關綠建材廠商對碳排放資料掌握與需求之問卷內容，主要分四個命題。首先欲了解建材產業是否會直接受到即將到來的國際碳稅與碳費實施之衝擊；第二個題目之目的在於了解高性能與再生綠建材廠商目前具備碳排放資訊之比例；第三個題目則針對是否需要政府部門相關資源（包含人力、經費、資源）之補助；最後一個題目則是了解高性能與再生綠建材廠商先優先規劃的碳資訊揭露行動為何？本問卷之內容如下所示：

**第一題：國際碳稅與碳費的實施(如：歐盟 CBAM 等)，對公司業績銷售或未來發展是否產生衝擊與影響？**

**第二題：公司是否正在進行減碳相關行動？問項包括**

- 進行廠房環境碳盤查作業(ISO 14064)
- 進行產品碳足跡作業(ISO 14067)
- 進行碳揭露專案（Carbon Disclosure Project，CDP）

- 進行氣候相關財務揭露(Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD)
- 進行低碳循環建材認定 ( Low-carbon Recycled Materials Certification , LCR )
- 進行 EPD 第三類產品環境宣告(ISO 14025)
- 進行企業永續發展報告(Environment、Social、Governance、ESG)
- 尚未進行任何減碳行動
- 其他

**第三題：對於減碳工作的推動是否需要專業團隊協助或政府經費補助？**

**第四題：未來是否規劃進行減碳相關行動？問項包括**

- 規劃進行廠房環境碳盤查作業(ISO 14064)
- 規劃進行產品碳足跡作業(ISO 14067)
- 規劃進行碳揭露專案 ( Carbon Disclosure Project , CDP )
- 規劃進行氣候相關財務揭露(Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD)
- 規劃進行低碳循環建材認定 ( Low-carbon Recycled Materials Certification , LCR )
- 規劃進行 EPD 第三類產品環境宣告(ISO 14025)
- 規劃進行企業永續發展報告(Environment、Social、Governance、ESG)
- 未規劃任何減碳行動
- 其他

## 二、問卷調查成果

本問卷之發放對象為高性能節能與再生綠建材標章之廠商，發放問卷為 110 份，回收之有效問卷為 48 份。四大命題之問卷結果如下：

第一題：國際碳稅與碳費的實施(如：歐盟 CBAM 等)，對 貴公司業績銷售或未來發展是否產生衝擊與影響？

調查結果顯示(1 代表無影響，5 代表很大影響)，有一半以上的廠商(約 55%)並未受到國際碳稅與碳費，顯示主要綠建材廠商是以內銷為主，外銷佔較低的比率。

| 影響等級 | 1<br>無影響 | 2 | 3 | 4 | 5<br>很大影響 |
|------|----------|---|---|---|-----------|
| 份數   | 26       | 8 | 5 | 2 | 4         |

第二題：是否正在進行減碳相關行動？

調查結果顯示，目前廠商進行的減碳行動主要以碳盤查(ISO14064)以及碳足跡(ISO14067)為主，有超過一半的廠商(58.3%)正在進行當中，其次為 ESG 企業永續報告書(41.7%)，EPD 第三類產品環境宣告則是 2 位，整體而言，目前綠建材廠商已經有因應未來低碳環境需求進行相關減碳行動。其他的問卷答案為公司已在 2022 年取得 ISO 50001、已在節能方案。



圖 4-1 是否正在進行減碳相關行動之問卷結果

(資料來源：本研究製作)

第三題：對於減碳工作的推動是否需要專業團隊協助或政府經費補助？

調查結果顯示(1 代表無需求，5 代表很大需求)，超過一半以上的廠商(80%)在減碳工作上需要專業團隊協助或是政府相關經費補助(4 分以上)。

| 影響等級 | 1<br>無需求 | 2 | 3 | 4  | 5<br>很大需求 |
|------|----------|---|---|----|-----------|
| 份數   | 1        | 4 | 5 | 14 | 24        |

第四題：近期或未來是否規劃相關減碳相關行動？

調查結果顯示，廠商未來規劃的減碳行動，主要還是以碳盤查(ISO14064)以及碳足跡(ISO14067)為主，其次為 ESG 企業永續報告書，另外，值得注意的是國內推動的低碳循環建材認定(LCR)對綠建材廠商而言，未來會有比較大的需求(17%)。此結果低碳循環建材或是低蘊含碳認定制度的推動已逐漸受到廠商的關注及認可。

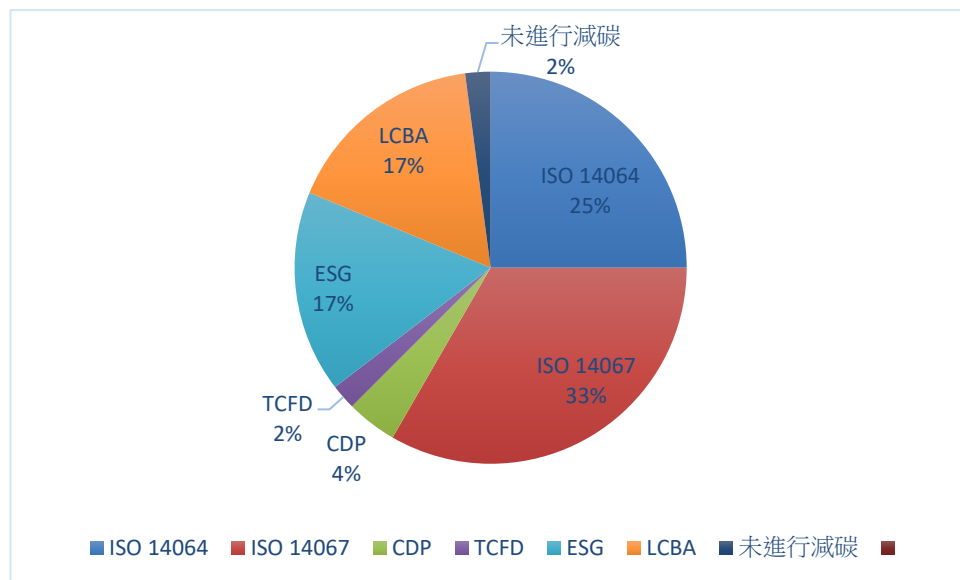


圖 4-2 未來預計規劃的相關減碳行動之問卷結果

(資料來源：本研究製作)

## 貳、綠建材廠商在碳揭露資訊之現況調查

全球綠色建材市場規模預計將從 2022 年的 2,763.2 億美元增至 2030 年的 6,554 億美元，2023-2030 年預測期間複合年增長率為 11.4%。世界各國政府越來越採取措施開發近零碳建築，並在商業建築項目中增加綠色建築材料的使用，以確保降低維護和更換成本，這是推動市場成長的主要因素。再者，高齡化問題造成的醫療和長照養護基礎設施開發以及其他因素也將促進綠色建築材料的使用，最大限度地減少與建築環境相關的碳排放並減少氣候變遷的影響。世界各國政府正在採取措施鼓勵新的綠建築項目的發展，包括稅收減免、低利率融資、公共採購、快速審批和推廣再生能源。例如，2020 年，英國政府實施了 "C02nstruct Zero" 計劃，旨在將建築業的碳排放降至零，並提供了全面的行動計劃、雄心勃勃的願景和明確的目標。C02nstruct Zero 計畫的主要重點是加速英國綠建築計畫的發展，以實現 2050 年淨零碳排放目標。因此，英國政府對綠色建築項目的倡議正在推動對具有優異隔熱和氣密性的綠色建築材料的需求，從而促進市場成長。

在建築材料之碳排放資訊揭露方面，國際環境產品聲明（EPD）認證在綠色建築領域已經廣泛推廣和應用。lvvEPD 是美國 LEED V4 綠色建築認證過程中，建築師選擇綠色建材的主要參考依據，也是建築綠色評級的重要參考子項。在英國 BREEM 以及德國 DGNB 等國際綠建標準中，EPD 也是評選綠色建材的主要評定項目之一。

### 一、建材產品獲得碳足跡標籤之調查

而在台灣有關產品碳足跡資訊的揭露為環境部所主管。目前環境部以「產品類別規則(PCR)訂定、引用及修訂指引」為基準，進行審議產品類別規則文件作業，並公告通過審議或認可者，其產品類別規則文件以供業界參考之建築、建材相關產品類別規則(PCR)如下：

表 4-11 建築／建材相關之產品類別規則

| 文件<br>名稱 | 制定者/<br>共同訂定者 | 版本 | 核准日期<br>有效期限 | 適用產品範圍 | 申請廠商 |
|----------|---------------|----|--------------|--------|------|
|----------|---------------|----|--------------|--------|------|

|      |                                         |     |                          |                                                                                                                            |                |
|------|-----------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 建築   | 冠奕建設股份有限公司                              | 3.0 | 2020/12/23<br>2025/12/22 | 各種類型之建築物，包括其土木結構體以及讓基本建築機能完備之設備。                                                                                           | N/A            |
| 室內裝修 | 習自然室內建築工作室/<br>低碳建築產業發展協會、<br>成大研究發展基金會 | 2.0 | 2020/06/16<br>2025/06/15 | 本項文件係供使用於建物完工後執行新裝修工程業的CFP-PCR，產品適用範圍包括從事建物及土木工程結構體之室內裝修工程之行業，如地面、分間牆、牆面、天花板、固定櫥櫃、廚房衛浴等六項建築完工後執行之新裝修工程；中華民國行業標準分類歸類於 4340。 | N/A            |
| 接著劑  | 南寶樹脂化學工廠股份有限公司                          | 4.0 | 2021/05/12<br>2026/05/11 | 包括黃膠、熱熔膠、PVAc 系列、EVA 系列、壓克力系列、EPOXY 系列、PU 系列接著劑等產品，但不包含航太與生醫用接著劑；CCC Code 歸類於 3501、3505、3506...等。                          | 南寶樹脂化學工廠股份有限公司 |
| 塗料   | 岳峰精密化學股份有限公司                            | 4.0 | 2020/12/23<br>2025/12/22 | 油漆、導電漆(以含銅粉或銀粉或鎳粉者為限)、其他漆類(包括粉體塗料)、凡立水、皮革加工用水性顏料等產品。CCC Code 歸類於 3208、3209、3210。                                           | N/A            |
| 陶瓷面磚 | 宏洲窯業股份有限公司                              | 4.0 | 2020/11/16<br>2025/11/15 | 陶瓷面磚(商品分類號列包括四碼 6901 但不限於其他擁有                                                                                              | N/A            |

|           |               |     |                          |                                                                                                                                                                |                                       |
|-----------|---------------|-----|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|           |               |     |                          | 相同製程的產品)。本產品之 CCC Code 被歸類於 6901.00.00.00.8 磚、塊、瓦及其他陶瓷製品，以矽化石粉製者(例如矽藻土或類似矽土製者)。                                                                                |                                       |
| 混凝土<br>地磚 | 晶泰水泥加工廠股份有限公司 | 4.0 | 2020/10/16<br>2025/10/15 | 以機器壓製，且未經燒結之混凝土磚(CNS 3803、13295、14995)。CCC Code歸類於 6810.11.00.00-5、6810.19.90.00-8、6810.99.90.00-1。                                                            | N/A                                   |
| 卜特蘭<br>水泥 | 臺灣水泥股份有限公司    | 1.0 | 2020/07/30<br>2025/07/29 | 本項文件適用產品類別，依製造商品分類編號(CCC Code)歸類為 2523.29.90.00-2 其他卜特蘭水泥 I 至 V 型。                                                                                             | 臺灣水泥股份有限公司                            |
| 預拌混凝土     | 亞東預拌混凝土股份有限公司 | 1.0 | 2021/12/13<br>2026/12/12 | 本項文件係供使用於預拌混凝土(Ready-mixed concrete)的 CFP-PCR，產品適用範圍包括用於建築和土木工程的預拌混凝土產品(包含控制性低強度回填材料，以下簡稱 CLSM)；製造商品分類號列(CCC Code)歸類於非耐火之灰泥及混凝土(38245000007)及耐火水泥、灰泥、混凝土及類似配製品 | 亞興水泥製品股份有限公司、亞東預拌混凝土股份有限公司、臺灣水泥股份有限公司 |

|                                             |                     |     |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|---------------------------------------------|---------------------|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                                             |                     |     |                          | (38160000008)。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
| 回收再生橡膠<br>建材製品                              | 財團法人工<br>業技術研究<br>院 | 1.0 | 2022/09/21<br>2027/09/20 | 適用於產品製造商<br>品分類號列歸類如<br>下 號 列：－<br>40040000008 橡 膠<br>之廢料、剝屑及碎片<br>(硬質橡膠除外)及<br>由其產生之粉及粒－<br>40169100004 地 板<br>覆蓋物及蓆，橡膠製<br>品                                                                                                                                                                                                                                                                 | N/A |
| 纖維<br>(強化)<br>水泥及<br>石膏板<br>類製品<br>耐燃建<br>材 | 財團法人工<br>業技術研究<br>院 | 1.0 | 2022/09/21<br>2027/09/20 | 適用於產品製造商<br>品 分 類 號 列 (CCC<br>code)歸類如下號列：<br>－68091100008 以 石<br>膏或以石膏為基本<br>成分之混合材料製<br>成之板、片、嵌板、<br>瓦和類似品，未經裝<br>飾，僅以紙或紙板貼<br>其表面或加強者－<br>68091900000 其 他<br>以石膏或以石膏為<br>基本成分之混合材<br>料製成之板、片、嵌<br>板、瓦和類似品，未<br>經 裝 飾 者－<br>68114010007 含 石<br>棉 之 波 形 板－<br>68114020005 含 石<br>棉之其他板、嵌板、<br>瓦 及 類 似 品－<br>68118100009 纖 維<br>水泥及類似材料之<br>波 形 板－<br>68118200008 纖 維<br>水泥及類似材料之<br>其他板、嵌板、瓦及 | N/A |

|                         |                     |     |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|-------------------------|---------------------|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                         |                     |     |                          | 類似品                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
| 低輻射<br>鍍膜複<br>層玻璃       | 財團法人工<br>業技術研究<br>院 | 1.0 | 2022/09/21<br>2027/09/20 | 適用於產品製造商<br>品分類號列 (CCC<br>code) 歸類如下號列：<br>– 70080000008 複層<br>之絕緣玻璃                                                                                                                                                                                                   | N/A |
| 高效能<br>抗日光<br>輻射熱<br>貼膜 | 環境部                 | 1.0 | 2021/12/27<br>2026/12/26 | 本項文件係供使用<br>於高效能抗日光輻<br>射熱貼膜 (High<br>Performance Solar<br>Heat Rejecting<br>Adhesive Film) 的產<br>品環境足跡類別規<br>則，產品適用範圍係<br>指用於汽車、建築玻<br>璃上的一種透明薄<br>膜，具有保溫、隔熱、<br>防紫外線、美觀等功<br>能。製造商品分類<br>號列 (CCC Code) 歸<br>類於 39206921004、<br>39206922003 與<br>39206929006 之產<br>品。 | N/A |

(資料來源：本研究製作)

環境部目前公布與建築有關之 PCR 為建築與室內裝修，但是無任何廠商申請對應的單足跡標籤。至於建材類相關的 PCR 共有 9 類，僅預拌混凝土有 3 家廠商申請、卜特蘭水泥與接著劑兩類各 1 家廠商申請。足見在缺少政府法規強制規範與獎補助政策的激勵下，綠建材廠商現階段不會主動申請碳足跡標籤。

## 二、高性能節能綠建材產業之碳排放資訊調查

為了提供未來綠建材標章能與碳排放資訊揭露扣合之可行性，本研究將繼續以高性能節能綠建材標章為例，分析目前高性能節能綠建材市場發展趨勢與

在台灣販售之產品具備碳排放資訊揭露現況。以下分別針對節能玻璃、建築門窗用隔熱膜、建築隔熱材、節能塗料、節能屋頂與外牆系統進行調查分析：

#### 6. 高性能節能玻璃：

台灣市場因腹地狹小，玻璃產業因市場規模因素，已屬於成熟市場。近年在科技日新月異下，玻璃從傳統產業逐步跨入高科技產業，應用面從建築大樓延伸至太陽能面板、液晶電視面板，近年再廣泛應用於平板電腦、手機等觸控產品上，甚至是汽車產業。目前全球平板玻璃的市場規模預測以 4.3% 的年複合成長率發展，2030 年將成長到美金 4,003 億元的規模，此部分的成長主要來自越來越多的建築偏好將更多的自然光帶入住宅，以此帶動屋頂和外牆玻璃的消耗。根據相關文獻資料顯示近年台灣十大玻璃製造業者中僅台灣玻璃公司為建築玻璃製造商，其餘均為玻璃容器、科技玻璃與玻璃纖維等。

表 4-12 台灣十大玻璃製造業者

| 排名 | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | 台灣玻璃   | 台灣玻璃   | 台灣玻璃   | 台灣玻璃   | 台灣玻璃   |
| 2  | 富喬工業   | 富喬工業   | 富喬工業   | 富喬工業   | 富喬工業   |
| 3  | 台灣必成   | 台灣必成   | 台灣必成   | 華夏玻璃   | 華夏玻璃   |
| 4  | 華夏玻璃   | 華夏玻璃   | 華夏玻璃   | 大享容器   | 大享容器   |
| 5  | 大享容器   | 大享容器   | 大享容器   | 建榮工業   | 福隆玻璃纖維 |
| 6  | 建榮工業   | 建榮工業   | 福隆玻璃纖維 | 福隆玻璃纖維 | 建榮工業   |
| 7  | 台明將企業  | 福隆玻璃纖維 | 建榮工業   | 台明將企業  | 宏益玻璃科技 |
| 8  | 福華明鏡   | 台明將企業  | 台明將企業  | 宏益玻璃科技 | 台明將企業  |
| 9  | 厚生玻璃工業 | 宏益玻璃科技 | 福華明鏡   | 福華明鏡   | 台灣汽車玻璃 |
| 10 | 台灣汽車玻璃 | 福華明鏡   | 宏益玻璃科技 | 台灣汽車玻璃 | 台達化學   |

(資料來源：CRIF 中華徵信所徵信資料庫及近五年「台灣地區大型企業排名

TOP5000」)

研究團隊從文獻、公司網站與訪視調查結果獲得玻璃廠商在碳排放量揭露之現況說明如下：

- (1) 全世界的玻璃大廠，例如：Pilkington, San Gobain, AGC, Gardian, Vitro 等公司均有申請 EPD。並且在公開的 EPD 文件載明產品的碳足跡。
- (2) 然而目前台灣唯一的建築玻璃生產公司：台灣玻璃公司為上市上櫃公司，故在其公開的永續報告書中有載明建築玻璃的產品碳足跡。
- (3) 台灣大部分的玻璃產業為玻璃加工組裝廠，其中僅較具規模的正達玻璃、宸鴻光電有進行工廠的 ISO 14064 碳盤查資料。其餘國內玻璃加工組裝廠，例如：元璋、慶橋、慈峰、佳東綠晶玻璃等公司目前均未有碳盤查資料揭露。但是臺灣節能膜公司獲得低碳建築聯盟之低碳建材標章。透過本研究之現地訪查得知慶橋、慈峰與臺灣節能膜公司在 2023 年均配合經濟部產業發展署之「推動製造業低碳化及智慧化之升級轉型補助」加入低碳化節能診斷之碳盤查工作。

## 2. 建築門窗用隔熱膜：

根據 Statista 市場調查報告顯示，2020 年全球建築業收入估計為 6.4 萬億美元，預計到 2030 年將增長到 14.4 萬億美元。商業建築對隔熱膜的需求不斷增長的需求激增是推動市場增長的主要因素。此外，政府在採用節能技術方面實施嚴格法規的努力以及新興國家建築和建築業的快速擴張是在預測期內創造重要市場機會的因素。全球隔熱膜市場研究中考慮的主要區域是亞太地區、北美、歐洲、拉丁美洲和世界其他地區。其中隔熱膜在亞太地區商業建築中是全球主要國家中發展相對快速的。

研究團隊從文獻、公司網站與訪視調查結果獲得建築門窗用隔熱膜廠商在碳排放量揭露之現況說明如下：

- (1) 國際隔熱膜大廠有 EPD：3M、Solar Guard。其餘美日韓廠牌例如：LLumar、V-Kool、FSK、Smith 等則無 EPD 宣告。
- (2) 國內隔熱膜：國內隔熱膜廠商均沒有 EPD 或是碳足跡證書，僅南亞與台灣節能膜有低碳建築證書，其餘國內品牌，如：億高、中和製漆、律建、光引、利默等均未有任何的碳揭露資料。

### 3. 建築隔熱材

建築用隔熱材料的市場規模，預計在預測期間(2021 年～2027 年)以約 4 % 的成長率發展。隨著新興國家的建設活動增加，隔熱材料的優點相關認識高漲，隔熱材料的需求預計增加。再者，全球強化二氧化碳排放量削減的法規，預計也提高建築用隔熱材料的需求。建築中使用的隔熱材料種類繁多，其中使用最為普遍的保溫隔熱材料有兩類：無機保溫材料包括膨脹珍珠岩、發泡混凝土、岩棉、玻璃棉等；有機保溫材料包括聚苯乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料等。

研究團隊從文獻、公司網站與訪視調查結果獲得建築隔熱材廠商在碳排放量揭露之現況說明如下：

- (1) 玻璃纖維棉：台灣在建築用玻璃纖維棉上有成熟的製造供應鏈，包含：台達化學、旭泰、立峰井、璟仲、晏欣等。台達化學公司為上市上櫃公司，故在其公開的永續報告書中有載明以 ISO 14064 進行製造玻璃纖維棉工廠之碳排放量。其餘玻璃纖維棉均未有任何的碳揭露資料。
- (2) 岩棉：台灣目前沒有岩棉製造商，大部份的建築用岩棉都是從大陸、東南亞進口。除了世界最大的岩棉製造商：Rockwool 公司有 EPD 與 ESG 報告。其餘台灣所使用的大陸與東南亞製岩棉均沒有任何的碳揭露資料。
- (3) 有機保溫材料：國內有機保溫材料（PU、PS、PE、酚醛板等）製造商大多為傳統中小企業，僅泉碩公司已進行 ISO 14064 碳盤查。其餘國內製造商，如：光輪、暉展等均未有任何的碳揭露資料。

#### 4. 節能塗料

綠建材標章中的節能塗料屬於反射型塗料。反射隔熱塗料是指透過反射太陽光來達到隔熱目的的塗料，主要由合成樹脂基料、功能性填料和助劑等材料混合調配而成。反射隔熱塗料具有高近紅外反射比、太陽光反射比、半球發射率特性，以及出色的保溫隔熱、防水防曬、耐老化、耐酸鹼、耐腐蝕性能。目前，它已廣泛應用於建築、化工、石油、電力、冶金、船舶、航空等領域的隔熱應用場景，應用範圍相當廣泛。其中，建築是反射隔熱塗料的主要應用領域，它主要與外牆隔熱系統配合使用，應用於建築的外牆、屋頂、外部結構等場域，具有較高的節能經濟效益。在建築節能和環保的發展趨勢不斷上升，建築節能塗料，其市場滲透率不斷提高，市場規模不斷擴大。目前，佈局反射隔熱塗料市場的企業主要包括日本立邦、荷蘭阿克蘇諾貝爾、美國威士伯等國際大廠，以及永記塗料、關西塗料、恆崇、展璽等國內企業。

研究團隊從文獻、公司網站與訪視調查結果獲得隔熱塗料廠商在碳排放量揭露之現況說明如下：

- (1) 國際塗料大廠有 EPD：阿克蘇諾貝爾（得利塗料）、立邦塗料(NIPPON PAINT)、凱恩塗料均有 EPD 報告。關西塗料則在 ESG 報告書中揭露製造廠的碳排放量調查。
- (2) 國內塗料：國內塗料廠商中目前均沒有 EPD 或是碳足跡證書，永記塗料與南寶樹脂為上市公司，故在其 ESG 報告書中有揭露碳排放總量。其餘國內品牌，如：青葉、椿樺、恆崇、展璽等均未有任何的碳揭露資料。青葉、恆崇均在今年進行 ISO 14064 碳排放盤查。

#### 5. 節能屋頂與外牆系統

建築外殼節能為綠建築日常節能指標三大重點之一，因此性能優越的建築外殼，可提升室內環境舒適度，並降低使用機械空調的需求。為了達

到「建築物強化外殼部位熱性能節約能源設計技術規範」或是在綠建築外殼節能指標中得到更高的分數，均需採用高效能的複合材料於外牆與屋頂系統中。依據節能屋頂與外牆系統所使用材料之比例，以下列三大類最為調查依據。

- (1) 水泥與混凝土：混凝土是世界上使用量最大的人工土木工程及建築材料。由於水泥已被環境部規定應盤查溫室氣體之行業。台灣之水泥與混凝土廠商均在其永續報告書中列出產品之碳足跡。
- (2) 鋼筋：由於鋼鐵與水泥業均是環境部「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」之特定行業製程別，因此大部分的建築用鋼構材料與鋼筋製造廠商（例如：中鋼、東和鋼鐵、豐興鋼鐵等）均在產品碳足跡、ESG 報告揭露相對應的產品碳排放量。
- (3) 磁磚：磁磚目前僅冠軍磁磚以 ISO 14064 進行廠區之碳排放盤查。

### 三、小結

本研究綜合上述之調查資訊與進行現地訪視了解高性能節能綠建材獲證廠商之碳排放量調查結果整理如表 4-13 所示。

表 4-13 高性能綠建材標章廠商碳排放資訊現況

| 廠商    | 項目  | 14064 | 14067 | LCBA | 永續報告書 | EPD |
|-------|-----|-------|-------|------|-------|-----|
| 已獲證廠商 |     |       |       |      |       |     |
| 3M    | 隔熱膜 | ✓     | ✓     |      | ✓     | ✓   |
| 明基材料  | 隔熱膜 | ✓     |       |      | ✓     |     |
| 泉碩    | 隔熱材 | ✓     | ✓     |      |       |     |
| 台達化   | 隔熱材 | ✓     |       |      | ✓     |     |
| 民安    | 隔熱材 | NA    | NA    | NA   | NA    | NA  |
| 交泰興   | 塗料  | ✓     | ✓     |      | ✓     | ✓   |
| 展璽    | 塗料  | NA    | NA    | NA   | NA    | NA  |

|          |      |    |    |    |    |    |
|----------|------|----|----|----|----|----|
| 台玻       | 節能玻璃 | ✓  | ✓  |    | ✓  |    |
| 台灣節能膜    | 節能玻璃 |    |    | ✓  |    |    |
| 億高材料     | 節能玻璃 | NA | NA | NA | NA | NA |
| 佳東綠能     | 節能玻璃 | NA | NA | NA | NA | NA |
| 東鏘       | 節能玻璃 | NA | NA | NA | NA | NA |
| 宸鴻       | 節能玻璃 | ✓  | NA | NA | ✓  | NA |
| 元璋       | 節能玻璃 | NA | NA | NA | NA | NA |
| 齊步       | 節能外牆 |    |    | ✓  |    |    |
| 紘圖       | 節能外牆 | NA | NA | NA | NA | NA |
| 申請/諮詢中廠商 |      |    |    |    |    |    |
| 恆崇       | 塗料   | NA | NA | NA | NA | NA |
| 椿樺       | 塗料   | ✓  | ✓  |    |    |    |
| 無機善護宅    | 塗料   | NA | NA | NA | NA | NA |
| 陸賦佳      | 屋頂   | NA | NA | NA | NA | NA |
| 壹東       | 屋頂   | ✓  | ✓  |    |    |    |
| 冠軍磁磚     | 外牆   | ✓  |    |    | ✓  |    |
| 台灣中釉     | 外牆   | ✓  |    |    |    |    |
| 中和製漆     | 外牆   | NA | NA | NA | NA | NA |
| 崑昱       | 隔熱材  | NA | NA | NA | NA | NA |
| 律建       | 隔熱膜  | NA | NA | NA | NA | NA |
| 利默       | 隔熱膜  | NA | NA | NA | NA | NA |
| 宗億       | 隔熱膜  | ✓  | ✓  |    |    | ✓  |
| FSK      | 隔熱膜  | ✓  |    |    |    |    |

(資料來源：本研究製作)

調查結果顯示在 16 家高性能節能綠建材標章獲證廠商中共有 7 家 (43.75%) 具有第三方公證之碳排放揭露報告 (ISO 14064、ISO 14067、永續報告書、EDP)，2 家廠商擁有成大低碳建築聯盟頒發之低碳建材標章，有 7 家 (43.75%) 廠商目前沒有企業或是產品的碳排放資訊可揭露。若增加目前正在申請或諮詢高性能節能綠建材之 13 家廠商，則在 29 家廠商中具有第三方公證之碳排放揭露報告之比例約為 45%。

## 第五章 綠建材標章對建築部門節能效益之評估

### 第一節 綠建材標章產品對建築物之節能效益電腦模擬評估

本研究計畫採用電腦模擬軟體：BESTAI 評估綠建材標章產品應用在醫院、辦公等不同類型建築物上，其建築營運階段之節能與碳排減少效益。本研究以各類型既有建築物為標的物，收集能耗模擬所需之建築物與設備尺寸、規格、設定排程等數據，接著探討對建築物空調能耗有影響之不同的高性能節能綠建材標章產品對於建築營運階段之節能效益評估。

#### 壹、醫院類既有建築物

本研究以位於高雄市苓雅區華新街 86 號的信義醫療財團法人高雄基督教醫院為醫院類模擬標的物。高雄基督教醫院（如圖 5-1）現址為 1980 年改建之 7 層樓建築。建築座向朝西，單層樓地板面積為  $3025\text{m}^2$ ，總樓高約 22m。高雄基督教醫院的外牆總面積約  $2115\text{m}^2$ ，平均各樓層窗牆比為 40%。建築外殼原始的建材熱傳遞效率及相關參數如下：屋頂 U 值 =  $1.0\text{ W/m}^2\text{-K}$ ，外牆 U 值 =  $3.5\text{ W/m}^2\text{-K}$ ，6mm 單層清玻璃的 U 值 =  $5.6\text{ W/m}^2\text{-K}$ ，可見光穿透率 = 0.84，SHGC = 0.77。



圖 5-1 高雄基督教醫院外觀照

表 5-1 醫院類建築物模擬案例參數設定

|        | 外牆  | 屋頂   | 玻璃  |      |      | 備註             |
|--------|-----|------|-----|------|------|----------------|
|        | U   | U    | U   | VT   | SHGC |                |
| Case 1 | 3.5 | 1    | 5.6 | 0.84 | 0.77 | 原建材            |
| Case2  | 1.8 | 1    | 5.6 | 0.84 | 0.77 | 綠建材外牆          |
| Case 3 | 3.5 | 0.72 | 5.6 | 0.84 | 0.77 | 綠建材屋頂          |
| Case 4 | 3.5 | 1    | 2.5 | 0.5  | 0.3  | 綠建材玻璃          |
| Case 5 | 3.5 | 1    | 5.6 | 0.6  | 0.5  | 安裝玻璃隔熱膜        |
| Case 6 | 1.8 | 0.72 | 2.5 | 0.5  | 0.3  | 綠建材外牆<br>屋頂、玻璃 |

(資料來源：本研究製作)

各案例之模擬結果如下所述：

## (1) Case 1 高雄基督教醫院原始建築空調能耗

Case 1 的模型條件依照表 5-1 建築原始的建材條件進行設定。根據模擬結果，全年空調能耗為 4,238,974 kWh，單月份最高空調能耗發生在 7 月份總計 444,644 kWh。

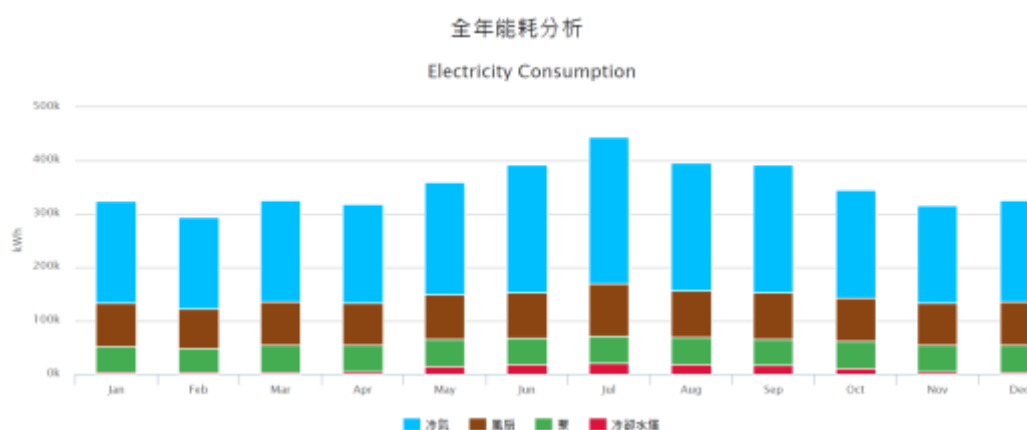


圖 5-2 case1 全年空調能耗模擬結果

(資料來源：本研究製作)

## (2) Case 2 高雄基督教醫院外牆建材更換後空調能耗

Case 2 的模型為原始建築條件(Case 1)經過外牆建材改良後建立，外牆 U 值由 3.5 改為 1.8 W/m<sup>2</sup>-K。在本次的模擬結果中，全年空調能耗為 3,512,020 kWh，單月份最高空調能耗發生在 7 月份總計 356,686 kWh。與 Case 1 的模擬結果比

較，全年空調節能約 17%。

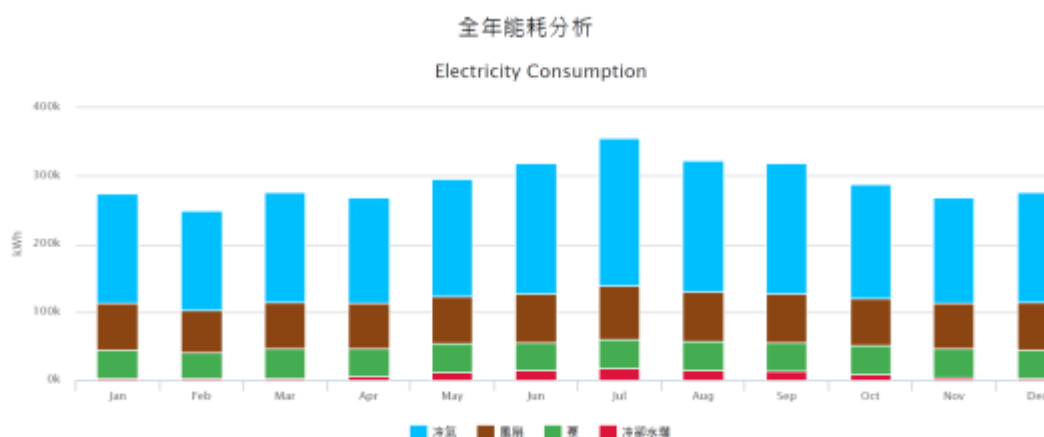


圖 5-3 case2 全年空調能耗模擬結果

(資料來源：本研究製作)

### (3) Case 3 高雄基督教醫院屋頂建材更換後空調能耗

Case 3 的模型為原始建築條件(Case 1)經過屋頂建材改良後建立，屋頂 U 值由 1.0 改為  $0.72 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 。在本次的模擬結果中，全年空調能耗為 4,179,155kWh，單月份最高空調能耗發生在 7 月份總計 437,989 kWh。與 Case 1 的模擬結果比較，全年空調節能約 1%。

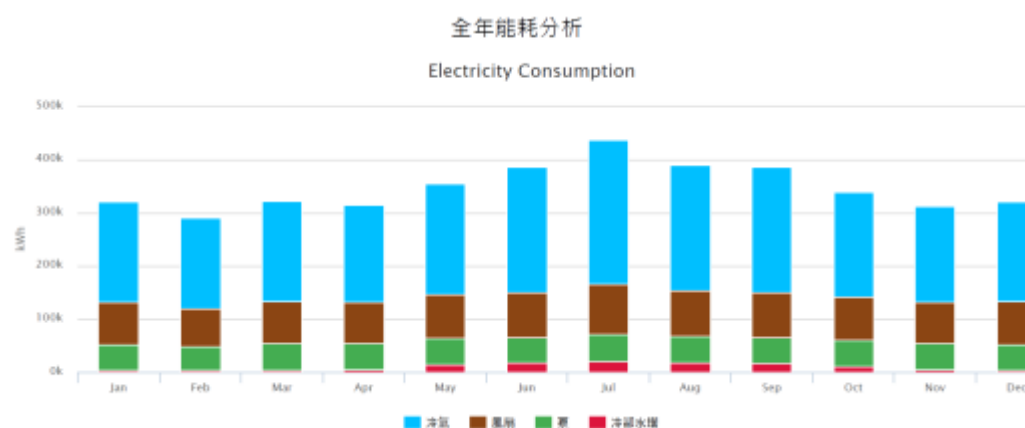


圖 5-4 case3 全年空調能耗模擬結果

(資料來源：本研究製作)

### (4) Case 4 高雄基督教醫院玻璃更換後空調能耗

Case 4 的模型為原始建築條件(Case 1)經過玻璃建材改良後建立，玻璃的相關參數調整為符合綠建材標章之複層玻璃，其  $U$  值 =  $2.5 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ， $VT$  值 =  $0.5$ ， $SHGC = 0.30$ ， $SC = 0.35$ 。在本次的模擬結果中，全年空調能耗為  $3,295,922 \text{ kWh}$ ，單月份最高空調能耗發生在 7 月份總計  $370,192 \text{ kWh}$ 。與 Case 1 的模擬結果比較，全年空調節能約 22%。

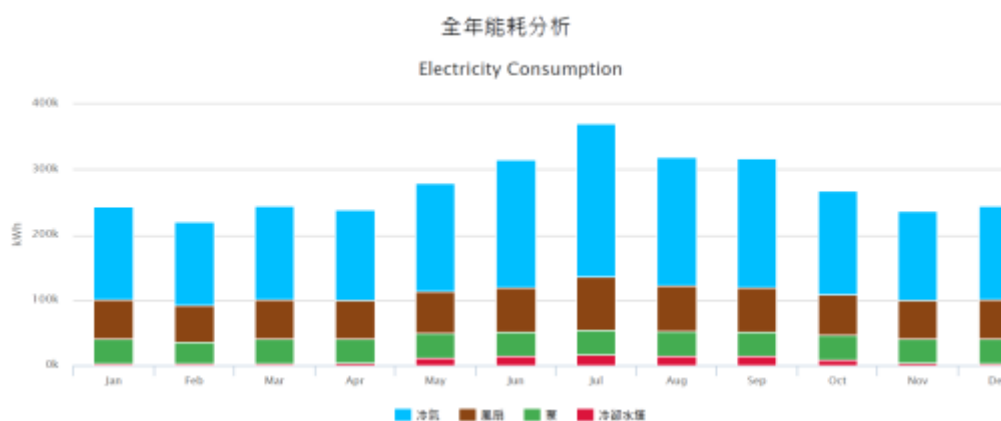


圖 5-5 case4 全年空調能耗模擬結果

(資料來源：本研究製作)

#### (5) Case 5 高雄基督教醫院隔熱膜安裝後空調能耗

Case 5 的模型為原始建築條件(Case 1)經過隔熱膜安裝後建立，玻璃的相關參數調整為  $U$  值 =  $5.6 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ， $VT$  值 =  $0.6$ ， $SHGC = 0.5$ ， $SC = 0.57$ 。在本次的模擬結果中，全年空調能耗為  $4,032,461 \text{ kWh}$ ，單月份最高空調能耗發生在 7 月份總計  $423,617 \text{ kWh}$ 。與 Case 1 的模擬結果比較，全年空調節能約 5%。

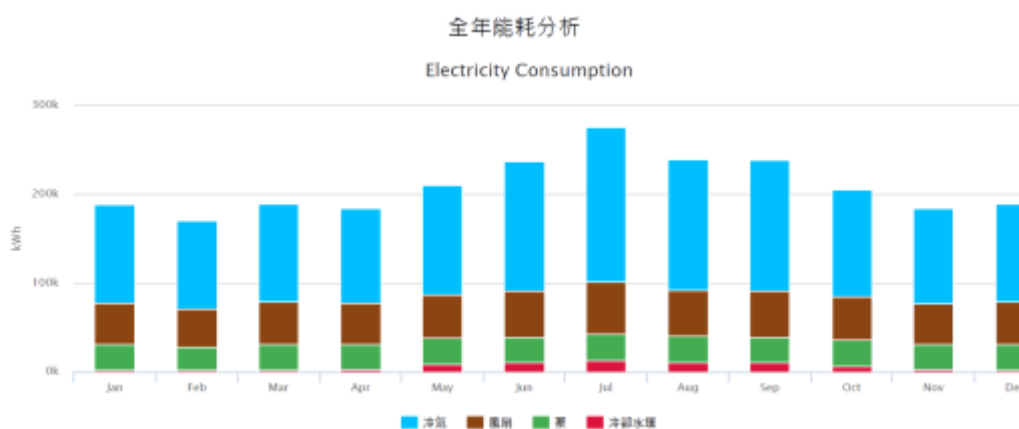


圖 5-6 case5 全年空調能耗模擬結果

(資料來源：本研究製作)

(6) Case 6 高雄基督教醫院外牆+屋頂+玻璃更換後空調能耗

Case 6 的模型為原始建築條件(Case 1)經過外牆、屋頂、玻璃等建材改良後建立，外牆 U 值改為  $1.8 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，屋頂 U 值改為  $0.72 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，玻璃的相關參數調整為 U 值 =  $2.5 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，VT 值 = 0.5，SHGC = 0.3。在本次的模擬結果中，全年空調能耗為 2,517,076kWh，單月份最高空調能耗發生在 7 月份總計 275,803kWh。與 Case 1 的模擬結果比較，全年空調節能約 41%。

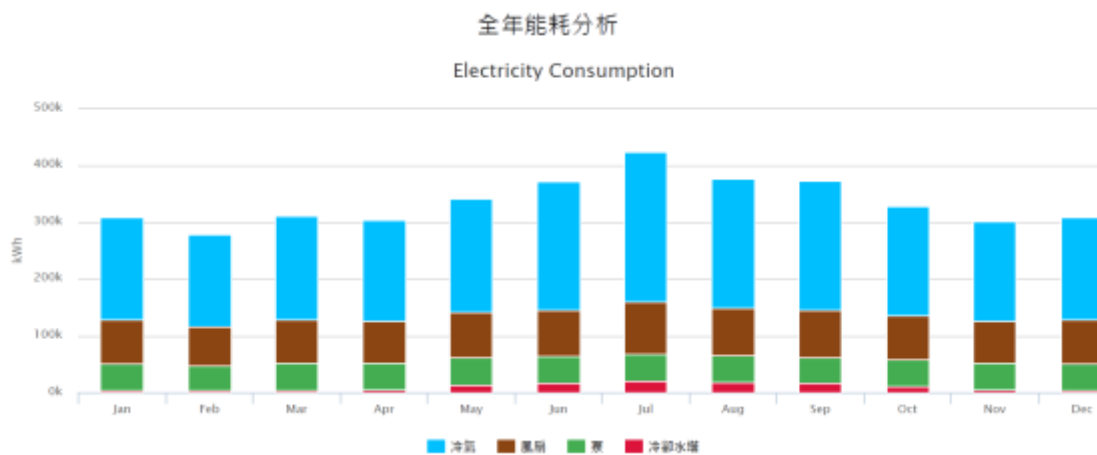


圖 5-7 case6 全年空調能耗模擬結果

(資料來源：本研究製作)

根據上述之模擬結果整理出既有醫院建築物在不同部位改善為高性能節能綠建材標章產品後之節能效益，如表 5-2 所示。模擬結果顯示，本研究所選取之醫院建築高窗牆比=40%，且原始使用玻璃幾乎不具隔熱性能的條件下，更換為節能玻璃綠建材之複層玻璃(Case 4)具有最大的空調節能效益，高能外牆系統(Case 2)更換的空調節能效益次之：在 Case 3 之節能屋頂更換部分，原建築物屋頂已經滿足當時建築技術規則之 U 值( $1.0 \text{ W/m}^2\text{-K}$ )，更換為節能屋頂系統之 U 值僅減少  $0.28 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，致使空調耗能的節能效益最低。若將整棟建築物之外殼更換為節能綠建材標章產品，則高雄基督教醫院之年空調耗電可減少 1,721,898 kWh。

表 5-2 醫院類既有建築物模擬節能效益

|        | 使用建材            | 空調耗電量<br>(kWh/年) | 節省耗電量<br>(kWh/年) | 節省碳排放量<br>(kg CO <sub>2</sub> e/年) |
|--------|-----------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| Case 1 | 原建材             | 4,238,974        | --               | --                                 |
| Case 2 | 綠建材外牆           | 3,512,020        | 726,954          | 359,842.2                          |
| Case 3 | 綠建材屋頂           | 4,179,155        | 59,819           | 29,610.4                           |
| Case 4 | 綠建材玻璃           | 3,295,922        | 943,052          | 466,810.7                          |
| Case 5 | 安裝玻璃隔熱膜         | 4,032,461        | 206,513          | 102,223.9                          |
| Case 6 | 綠建材<br>外牆、屋頂、玻璃 | 2,517,076        | 1,721,898        | 852,339.5                          |

(資料來源：本研究製作)

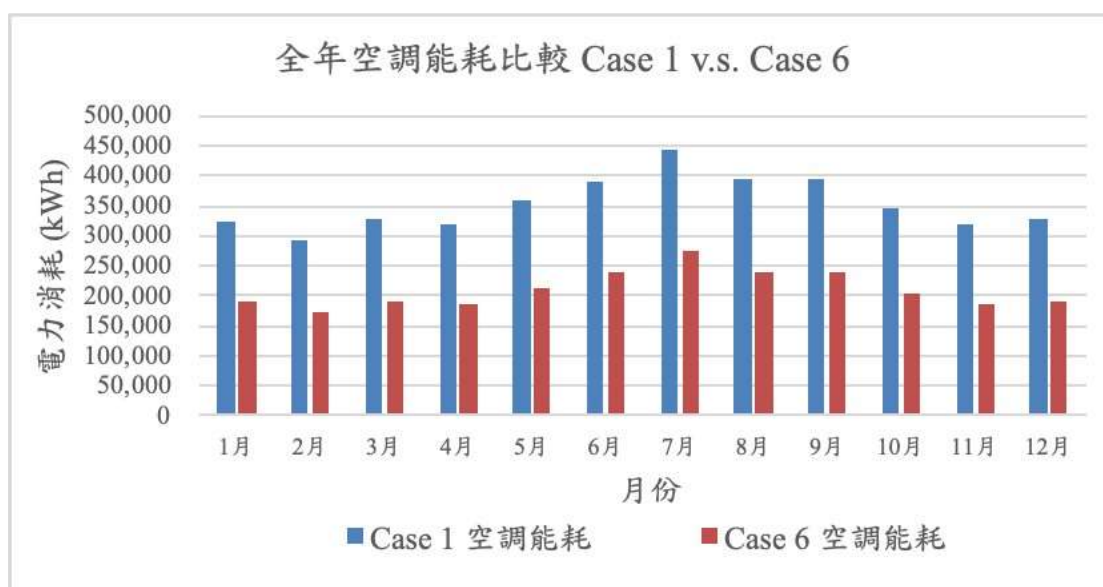


圖 5-8 醫院類既有建築採用節能綠建材產品之全年空調節能效益

(資料來源：本研究製作)

## 貳、辦公類既有建築物

本研究以位於台北市大安區敦化南路二段的敦南大樓為辦公類模擬標的物。敦南大樓(如圖 5-9)現址為地上 1~31 層/地下 1~6 層之高樓層建築。建築座向朝西，基地面積約 3020 平方公尺，總樓地板面積為 24018m<sup>2</sup>。敦南大樓為玻璃帷幕大樓，西、北、南面窗牆比分別為 49、71.4、58%。建築外殼原始的建材熱傳遞效率及相關參數如下：屋頂 U 值 = 1.0 W/m<sup>2</sup>-K，外牆 U 值 = 3.5W/m<sup>2</sup>-K，

南面採用 10mm 單層清玻璃的  $U$  值 =  $5.6 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，可見光穿透率 = 0.84，SHGC = 0.77；西與北面採用 8mm+12A+8mm 中空複層玻璃， $U$  值 =  $2.7 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，可見光穿透率 = 0.36，SHGC = 0.39。本研究同時設定中央空調系統形式，空調設定溫度：26 度，上班時間為平日：08~19 小時。其餘設備、照明、人員負載與工作期程均依據綠建築之設定值。



圖 5-9 敦南大樓外觀照

圖 5-10 為敦南大樓逐月模擬電費與實際電費單之比較圖。模擬結果顯示，模擬與實際總電費之誤差約 6.7%。兩者之差異在於夏秋季(6~10 月)實際用電量較模擬耗電量多，此差異應該在輸入氣候條件、內部負載設定參數與實際參數不同所導致。

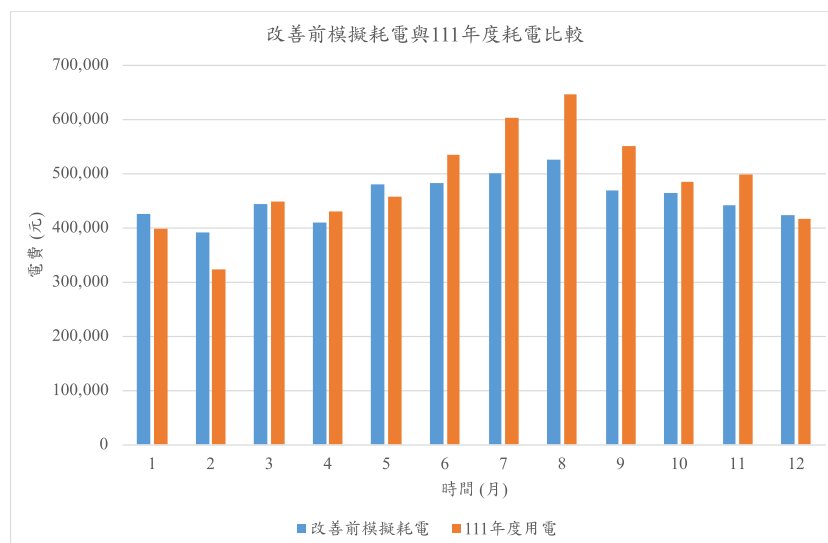


圖 5-10 敦南大樓模擬電費與實際電費單之比較

(資料來源：本研究製作)

表 5-3 辦公類建築物模擬案例參數設定

|        | 外牆  | 屋頂   | 玻璃      |           |           | 備註             |
|--------|-----|------|---------|-----------|-----------|----------------|
|        | U   | U    | U       | VT        | SHGC      |                |
| Case 1 | 3.5 | 1    | 5.6/2.7 | 0.84/0.36 | 0.77/0.39 | 原建材            |
| Case2  | 1.8 | 1    | 5.6/2.7 | 0.84/0.36 | 0.77/0.39 | 綠建材外牆          |
| Case 3 | 3.5 | 0.72 | 5.6/2.7 | 0.84/0.36 | 0.77/0.39 | 綠建材屋頂          |
| Case 4 | 3.5 | 1    | 2.5/2.5 | 0.5/0.5   | 0.3/0.3   | 綠建材玻璃          |
| Case 5 | 3.5 | 1    | 5.6/2.7 | 0.33/0.2  | 0.5/0.3   | 安裝玻璃隔熱膜        |
| Case 6 | 1.8 | 0.72 | 2.5/2.5 | 0.5/0.5   | 0.3/0.3   | 綠建材外牆<br>屋頂、玻璃 |

(資料來源：本研究製作)

根據表 5-3 之 6 個案例模擬結果整理出既有辦公類建築物在不同部位改善為高性能節能綠建材標章產品後之節能效益，如表 5-4 所示。模擬結果顯示，本研究選取之辦公類建築高窗牆比，更換為節能玻璃綠建材之複層玻璃(Case 4)具有 7.6%的空調節能效益，在既有玻璃上貼附隔熱膜也能有 3.1%的空調節能效益。而採用節能外牆系統(Case 2)汰換之空調節能效益為 3.0%；在 Case 3 之節能屋頂更換部分，原建築物屋頂已經滿足當時建築技術規則之 U 值( $1.0 \text{ W/m}^2\text{-K}$ )，更換為節能屋頂系統之 U 值僅減少  $0.28 \text{ W/m}^2\text{-K}$ ，致使空調耗能的節能效益最低。若將整棟建築物之外殼更換為節能綠建材標章產品，則本案例之年空調耗電可減少 11.2%。若以辦公類建築物空調系統耗電量約為總耗電量之 52%估算，採用高性能節能綠建材將可使該 31 層玻璃帷幕建築物每年節省 5.8%之總耗電量。

表 5-4 辦公類既有建築物模擬節能效益

|        | 使用建材    | 空調耗電量<br>(kWh/年) | 節省耗電量<br>(kWh/年) | 節省碳排放量<br>(kg CO <sub>2</sub> e/年) | 節能率  |
|--------|---------|------------------|------------------|------------------------------------|------|
| Case 1 | 原建材     | 1326693          | --               | --                                 |      |
| Case 2 | 綠建材外牆   | 1287317          | 39377            | 19491.4                            | 3.0% |
| Case 3 | 綠建材屋頂   | 1323446          | 3248             | 1607.5                             | 0.2% |
| Case 4 | 綠建材玻璃   | 1226040          | 100653           | 49823.2                            | 7.6% |
| Case 5 | 安裝玻璃隔熱膜 | 1285043          | 41651            | 20617.0                            | 3.1% |

|        |                 |         |        |         |       |
|--------|-----------------|---------|--------|---------|-------|
| Case 6 | 綠建材<br>外牆、屋頂、玻璃 | 1178142 | 148551 | 73532.7 | 11.2% |
|--------|-----------------|---------|--------|---------|-------|

(資料來源：本研究製作)

全年能耗比較 Case 1 v.s. Case 6

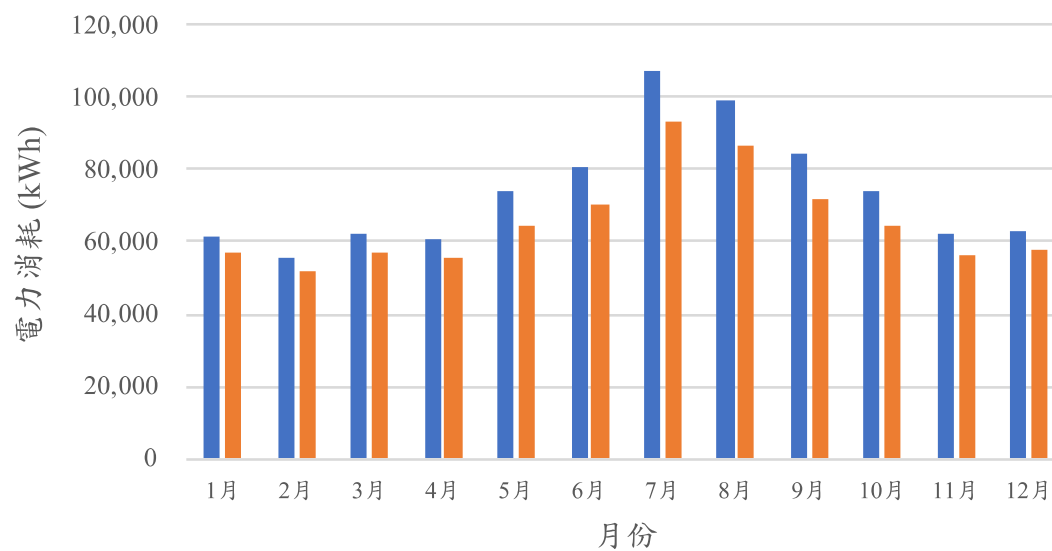


圖 5-11 辦公類既有建築採用節能綠建材產品之全年空調節能效益

(資料來源：本研究製作)

## 第二節 綠建材標章產品對建築物之節能效益全尺寸實驗

### 壹、節能外殼對建築物節能效益實驗（小尺寸實驗）

本研究以中和製漆股份有限公司委託研究團隊於國立成功大學歸仁校區建造的全尺度實驗屋進行實驗，探討高性能節能外牆系統（以隔熱砂漿塗覆在 RC 牆符合高性能節能綠建材評定基準）對於建築物空調能耗之影響，如圖 5-12 所示。

#### (1) 節能外殼對小尺寸實驗屋節能效益模擬

模擬所需的相關參數設定資訊如表 5-5 所示。其中，有效阻隔太陽日照熱能進入室內的建築外殼構件之材料物理性質設定參數，請參考表 5-6 所示。在表 5-6 中外牆與屋頂系統均在傳統的 RC 混凝土上塗覆 3cm、7cm 厚度隔熱砂漿，以使得外牆與屋頂 U 值低於 1.8、0.72W/m<sup>2</sup>-K 之綠建材評定基準。



圖 5-12 全尺度實驗屋建造之外觀  
(資料來源：本研究製作)

表 5-5 建築能耗模擬所需設定參數資訊

| 項目   | 參數資訊                                   | 備註        |
|------|----------------------------------------|-----------|
| 模型尺寸 | 3.3m 長*4m 寬*3.3m 高                     | 與全尺度實驗屋相同 |
| 座向   | 朝北                                     |           |
| 模擬地點 | 台北、台中、台南、台東                            |           |
| 氣象資料 | 依據內政部內政部建築研究所：臺灣建築能源模擬解析用逐時標準氣象資料 TMY3 |           |
| 空調參數 | 分離式冷氣、冷房能力 2.2kW、CSPF=6.83             | 能效一級      |
| 照明參數 | 20 W/m <sup>2</sup>                    | 住宅照明負載    |
| 人員參數 | 0 W/m <sup>2</sup>                     | 無人狀態      |
| 設備參數 | 0 W/m <sup>2</sup>                     | 無其他家電設備   |

|        |         |    |
|--------|---------|----|
|        |         | 狀態 |
| 空調開啟時間 | 24 小時   |    |
| 空調設定溫度 | 26 °C   |    |
| 照明開啟時間 | 16~24 時 |    |

(資料來源：本研究製作)

表 5-6 不同建築外殼構件之材料物理性質設定參數

| 項目           | 對照組                                               | 實驗組                                               |
|--------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 外牆           | 3.5 W/m <sup>2</sup> -K<br>(15cmRC+3cm 砂漿)        | 1.69 W/m <sup>2</sup> -K<br>(15cmRC+3cm 隔熱砂漿)     |
| 屋頂           | 1.0 W/m <sup>2</sup> -K<br>(15cmRC+3cm 砂漿)        | 0.68 W/m <sup>2</sup> -K<br>(15cmRC+7cm 隔熱砂漿)     |
| 窗戶<br>(單層清玻) | 5.97 W/m <sup>2</sup> -K<br>SC=0.88<br>可見光穿透率 84% | 5.97 W/m <sup>2</sup> -K<br>SC=0.88<br>可見光穿透率 84% |

(資料來源：本研究製作)

圖 5-13 為對照組與實驗組建築物之模型建立，並模擬在國立成功大學歸仁校區地理位置之日照遮蔭情形，如圖 5-14。

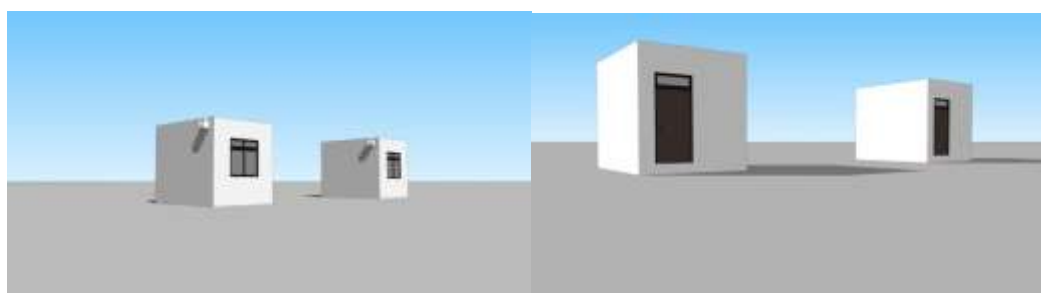


圖 5-13 建築物 3D 電腦模型

(資料來源：本研究製作)

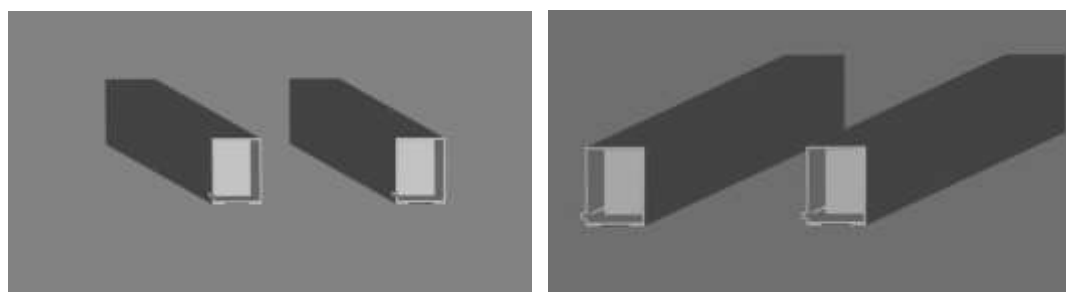


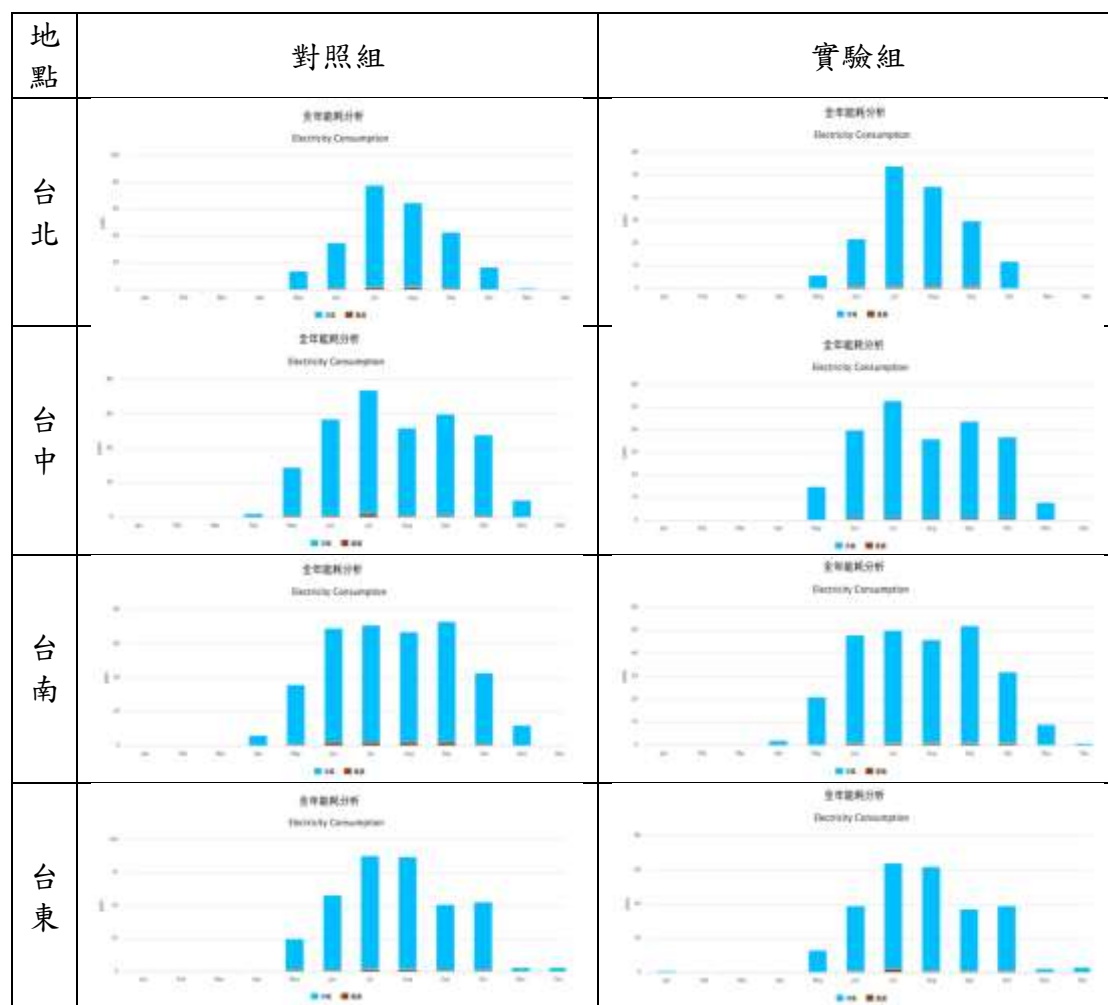
圖 5-14 模擬實驗屋之日照遮蔭結果

(資料來源：本研究製作)

再者，模擬兩間實驗屋坐落於位於不同地區（北、中、南、東部）之模擬結

果如下表 5-7 所示。由模擬結果顯示當實驗組的建築物外殼增加了隔熱水泥砂漿後，因為整體的 U 值降低導致整體的耗電量會下降。台北地區的節能效益為 33.2%，台中地區的節能效益為 29.8%，台南地區的節能效益為 30.8%，台東地區的節能效益為 29.3%。

表 5-7 不同地區隔熱砂漿對全年能耗分布模擬



(資料來源：本研究製作)

表 5-8 不同地區之建築實驗屋模擬節能效益

|    | 對照組<br>空調耗電量(kWh) | 實驗組<br>空調耗電量(kWh) | 節能效益  |
|----|-------------------|-------------------|-------|
| 台北 | 253               | 169               | 33.2% |
| 台中 | 332               | 233               | 29.8% |
| 台南 | 377               | 261               | 30.8% |
| 台東 | 368               | 260               | 29.3% |

(資料來源：本研究製作)

## (2) 全尺度實驗結果

本研究進行實際量測實驗屋之分離式空調設備運轉耗電量，以及設置感測溫度點位於實體建築，如圖 5-15 顯示自實驗屋上空鳥瞰之不同點位標註，主要位置於屋頂、天花板及東南、西南與西北方向之立面牆上。本實驗階段收集兩屋記錄一整年之溫度與空調設備運轉用電數據，以進行節能效益之比較分析。以下所示圖中標為 A(對照組)即指使用一般砂漿之實驗屋，而 B(對照組)則是隔熱砂漿之實驗屋。本研究比較方式選取各月份最高外氣溫度下，全天候實驗量測屋頂、外牆溫度及空調耗電量。

圖 5-16 顯示，A、B 實驗屋以分離式空調機維持室內設定溫度，由圖可見兩屋室內空氣溫度穩定控制變化不大。關於屋頂與室內天花板間的溫度差，於上午 7:00 至下午 5:00 期間皆有所變化。其中，以 B 屋的變化最大，尤其在下午 1:00 時段，外氣溫度雖然高，相對地屋頂溫度也高；但阻隔日射熱得量進入室內的結果顯著，使得 B 實驗屋(氣凝膠砂漿)之屋頂與室內天花板間的溫度差達  $35.1^{\circ}\text{C}$ 。並且在室內天花板測得溫度，也以 B 實驗屋來得低。而於下午 4:00 過後，才緩升溫度上來，仍低於 A 實驗屋的天花板溫度。

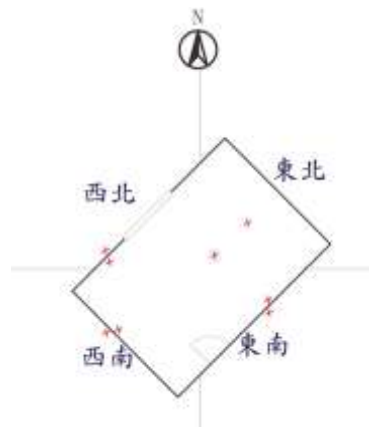


圖 5-15 實驗屋設置感測溫度點位置  
(資料來源：本研究製作)

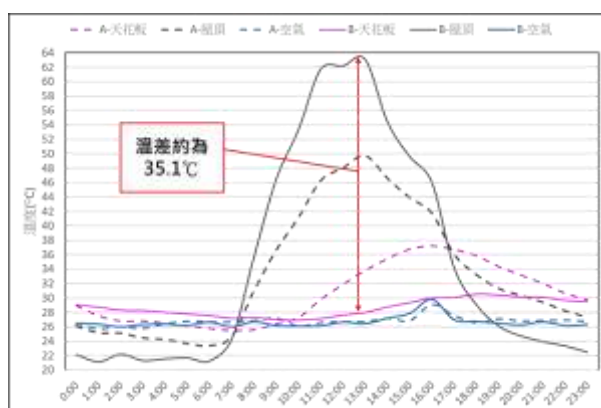


圖 5-16 四月份最高外氣溫度之全日逐時屋頂與天花板量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

本研究觀察到立面牆所量測到的室內外壁面溫度(參圖 5-17)，雖然不如屋頂的日射熱得量高，不過仍產生良好阻隔日照傳透熱量進入室內之效果。在此，藉由收集 A、B 實驗屋空調設備運轉用電數據，計算獲得 B 實驗屋(氣凝膠砂漿)單日空調設備運轉用電量節約 35%(參圖 5-18)。

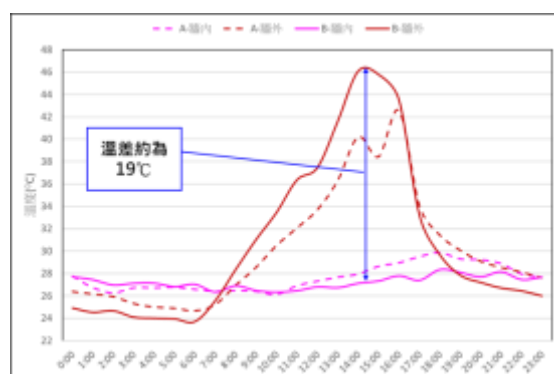


圖 5-17 四月份單日逐時立面牆之室內外壁面量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

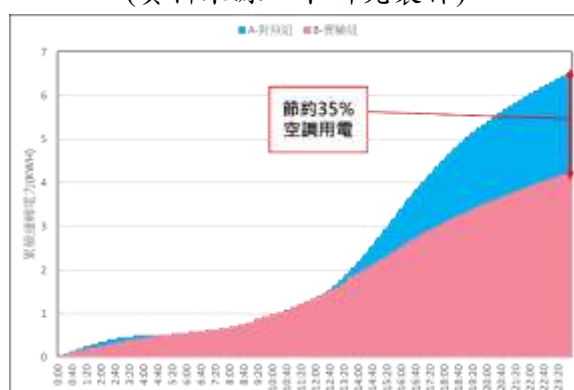


圖 5-18 四月份最高外氣溫度之全日逐時空調設備運轉節約電力  
(資料來源：本研究製作)

本實驗整理四月份一週(4/22~4/28)的收集資料繪製成圖 5-19~20，在顯示無論外氣溫度高低起伏造成屋頂表面溫度隨之變化，氣凝膠砂漿建造的 B 實驗屋，他的室內天花板溫度總是因良好隔熱特性而低於 A 實驗屋，並且溫度的振幅小及遲滯溫度效應，而於太陽下山後，無日照負載時，室內天花板溫度才緩緩增加。整體而言，B 實驗屋受到日照熱量影響室內空調負荷，相較於 A 實驗屋小。如圖 5-21 所示一週使用空調設備運轉電力節約 36%。

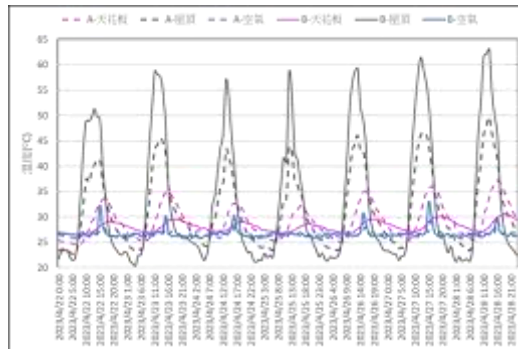


圖 5-19 四月份一週(4/22~4/28)之屋頂與天花板量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

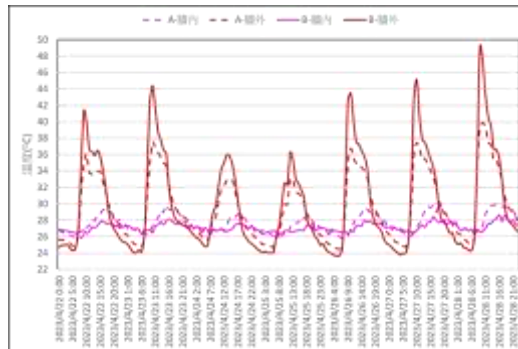


圖 5-20 四月份一週(4/22~4/28)之室內外壁面量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

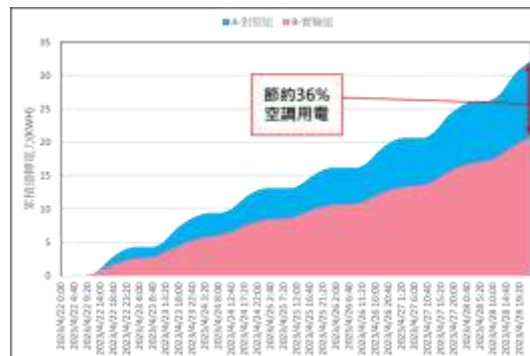


圖 5-21 四月份一週(4/22~4/28)之空調設備運轉節約電力

(資料來源：本研究製作)

如下圖 5-22~5-25 分別為五月與六月選取外氣最高溫的全日記錄量測屋頂、天花板、室內外壁面溫度情形，以及比較兩屋使用空調設備運轉電力，參圖 5-26~5-27 節約空調用電分別為 36%與 30%。估計本實驗測試四月至六月，B 實驗屋之最高外氣溫度單日使用空調設備運轉平均節約 33.7%電力。

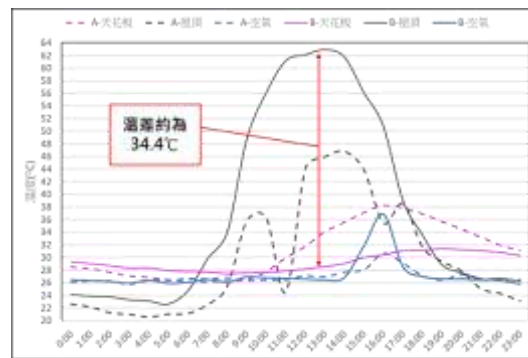


圖 5-22 五月份最高外氣溫度之全日逐時屋頂與天花板量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

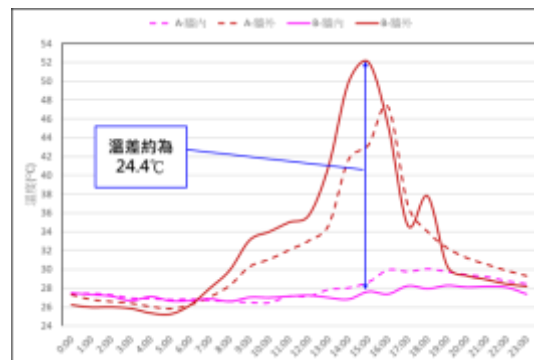


圖 5-23 五月份單日逐時立面牆之室內外壁面量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

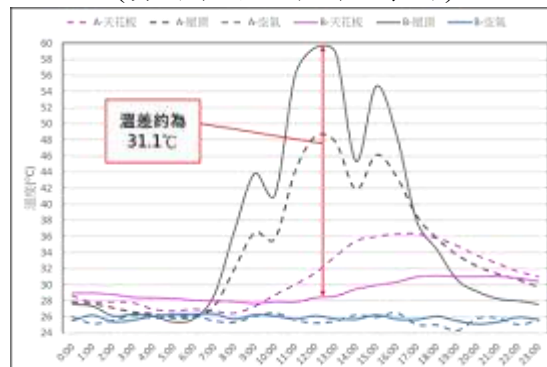


圖 5-24 六月份最高外氣溫度之全日逐時屋頂與天花板量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

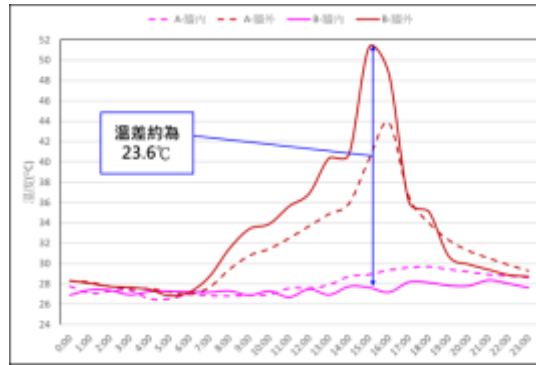


圖 5-25 六月份單日逐時立面牆之室內外壁面量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

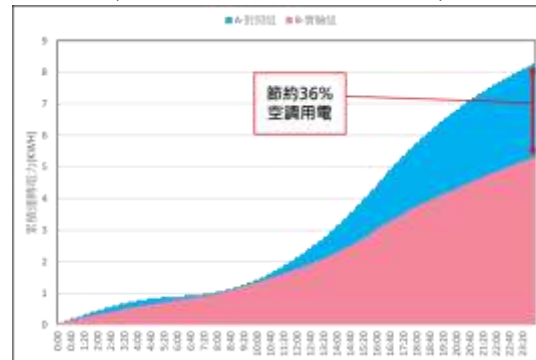


圖 5-26 五月份最高外氣溫度之全日逐時空調設備運轉節約電力  
(資料來源：本研究製作)



圖 5-27 六月份最高外氣溫度之全日逐時空調設備運轉節約電力  
(資料來源：本研究製作)

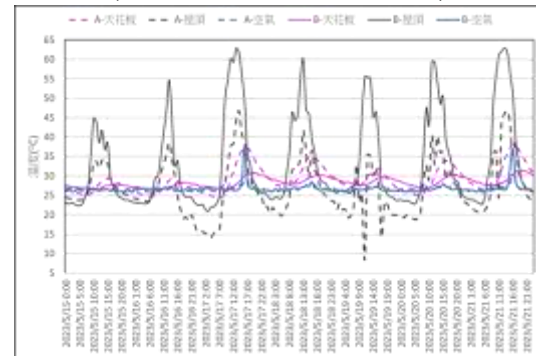


圖 5-28 五月份一週(5/15~5/21)之屋頂與天花板量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)

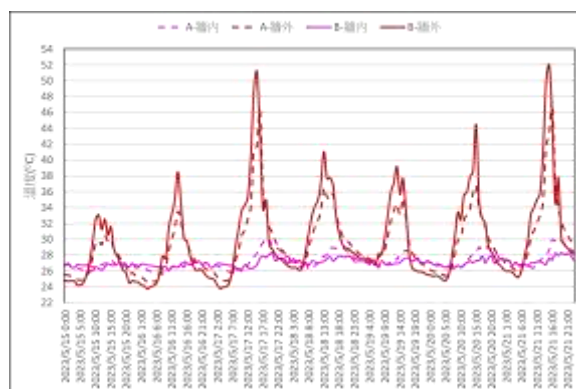


圖 5-29 五月份一週(5/15~5/21)之室內外壁面量測溫度變化  
(資料來源：本研究製作)



圖 5-30 五月份一週(5/15~5/21)之空調設備運轉節約電力  
(資料來源：本研究製作)

本節最後整理五月份連續兩週之久的量測收集數據，由圖 5-31 得知 B 實驗屋之空調用電持續維持節約的狀態。其相較於 A 實驗屋節省 32% 空調運轉能耗。綜整上述，本研究使用電腦模擬法，將實驗屋建築模型設定於台南地區之全年建築能耗模擬結果得到 B 實驗屋節省約 31%。另外，以全尺度實驗法量測獲得結果承前所述 B 實驗屋相較於 A 實驗屋節約 32% 空調運轉電力。由此看來，兩者結果極為相近。



圖 5-31 五月份連續監測收集空調設備運轉用電統計節約電力  
(資料來源：本研究製作)

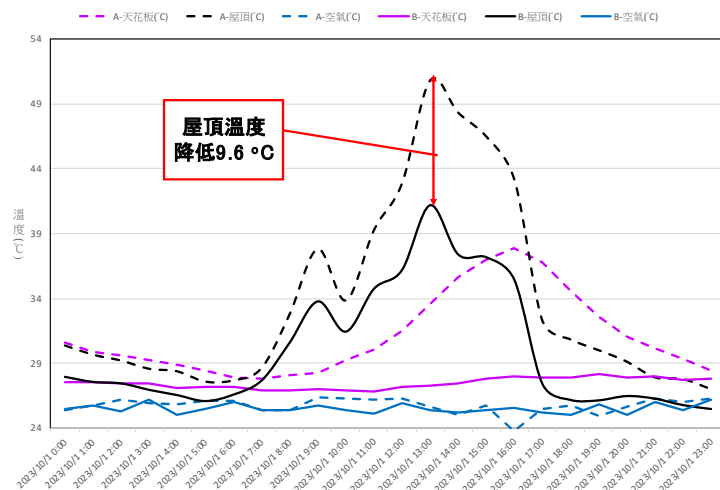
## 貳、節能塗料＋外殼對建築物之節能效益實驗（小尺寸實驗）

本研究繼續以在成功大學歸仁校區建造的小尺寸實驗屋之外殼（外牆與屋頂）塗覆高性能節能塗料綠建材，探討節能塗料對於建築物空調能耗之影響。實驗組為既有的隔熱砂漿屋再外殼上塗覆白色節能塗料，如圖 5-32 所示。本實驗使用之節能塗料為工研院材化所開發之高耐久節能外殼氟系樹脂塗料，日光反射率為 90.5%，日光反射率指數(SRI)為 115，符合高性能節能塗料之評定基準。



圖 5-32 節能塗料小尺度實驗屋之外觀  
(資料來源：本研究製作)

實驗組之外殼因為節能塗料能反射大部分的太陽輻射，故造成實驗組的屋頂表面溫度比對照組屋頂表面溫度降低 9.6°C，如圖 5-33 所示。同理實驗組的外牆溫度也比對照組外牆溫度降低 2~3 °C，如圖 5-34 所示。此結果與節能外牆阻擋太陽輻射熱量但蓄積在屋頂與外牆表面而造成實驗組外殼溫度過高之現象完全相反。增加了節能塗料不僅降低外殼的表面溫度，也使得實驗組的每日空調耗電量可以再降低 2 度（12%）。



2

圖 5-33 單日逐時之屋頂與天花板量測溫度分佈（節能塗料＋節能砂漿）  
（資料來源：本研究製作）

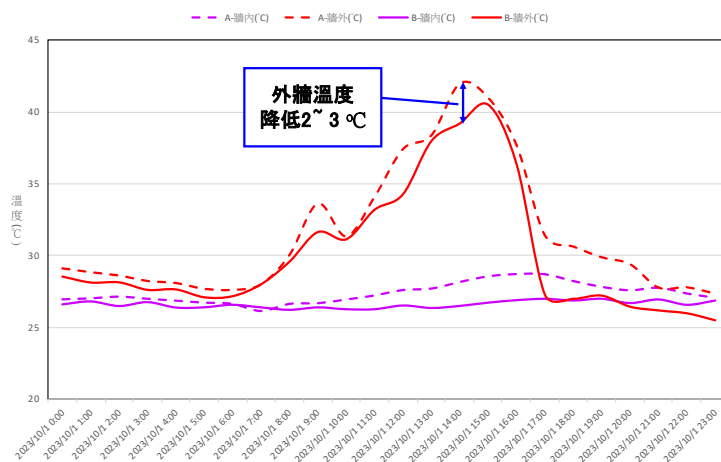


圖 5-34 單日逐時之外牆量測溫度分佈（節能塗料＋節能砂漿）  
（資料來源：本研究製作）

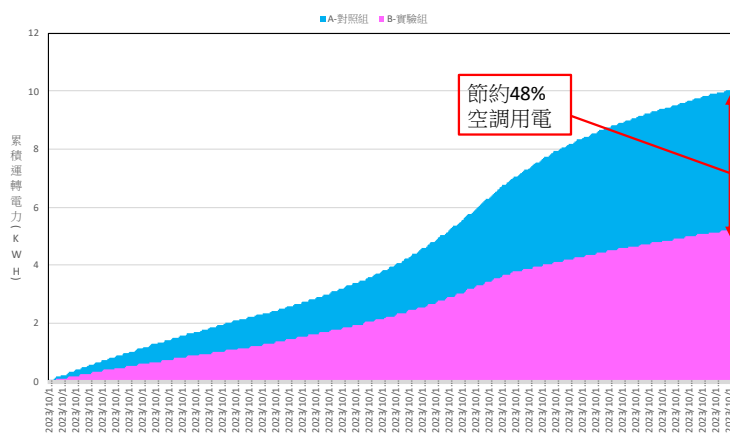


圖 5-35 單日空調設備運轉節約電力（節能塗料＋節能砂漿）  
（資料來源：本研究製作）

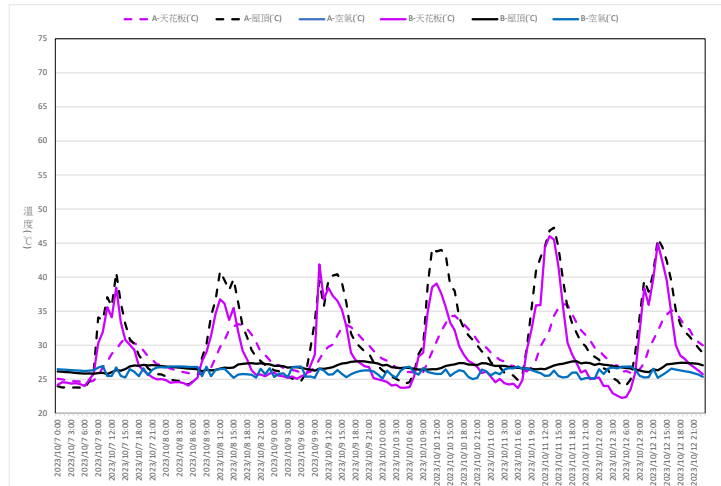


圖 5-36 一週(10/07~10/12)屋頂與天花板量測溫度變化（節能塗料＋節能砂漿）  
（資料來源：本研究製作）

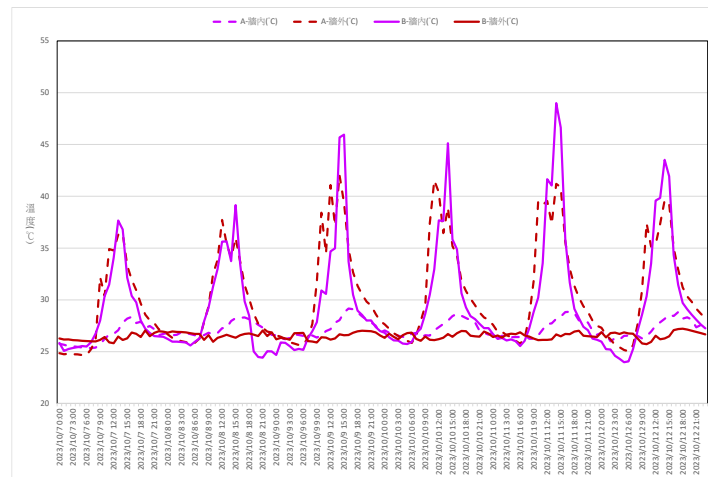


圖 5-37 一週(10/07~10/12)室內外壁面量測溫度變化（節能塗料＋節能砂漿）  
（資料來源：本研究製作）

### 參、隔熱膜對建築物之節能效益實驗（中尺寸旋轉屋實驗）

本研究使用位於台南沙崙智慧綠能科學城綠能科技示範場域之「亞熱帶綠能建築技術研發測試平台 SPINLab」進行隔熱膜對建築物之節能效益實驗。

「亞熱帶綠能建築技術研發測試平台 SPINLab」為一全尺寸且可旋轉之建築節能實驗場域，可 360 度旋轉：整座實驗平台可依需求旋轉至特定方位，或執行追日模式等實驗情境，可測試技術或產品在不同建築座向與太陽方位之性能。測試情境具可比性：配置相鄰之測試室與對比室，可同時同地執行不同條件之對照測試。實驗場域設置全面且準確之量測設備：包含現地戶外氣象資訊及室內音、光、熱、氣、水、能源、空氣品質、震動等，全面且精準

之量測儀器與資料蒐集系統，通過科學量化指標驗證產品性能。「亞熱帶綠能建築技術研發測試平台 SPINLab」為亞熱帶第一座建築旋轉測試平台，全球僅美國 LBNL 國家實驗室及新加坡 BCA 建設局有類似測試設施。



圖 5-38 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台 SPINLab 外觀

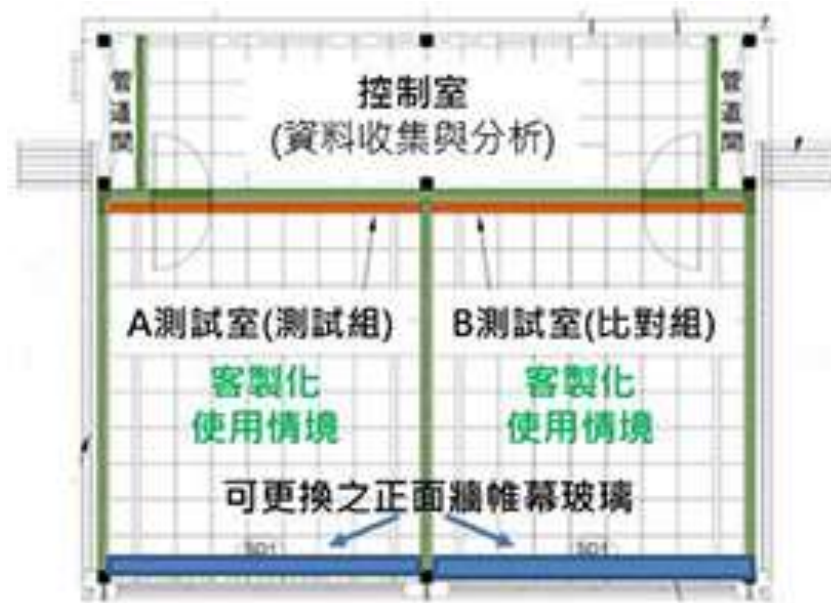


圖 5-39 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台之空間規劃

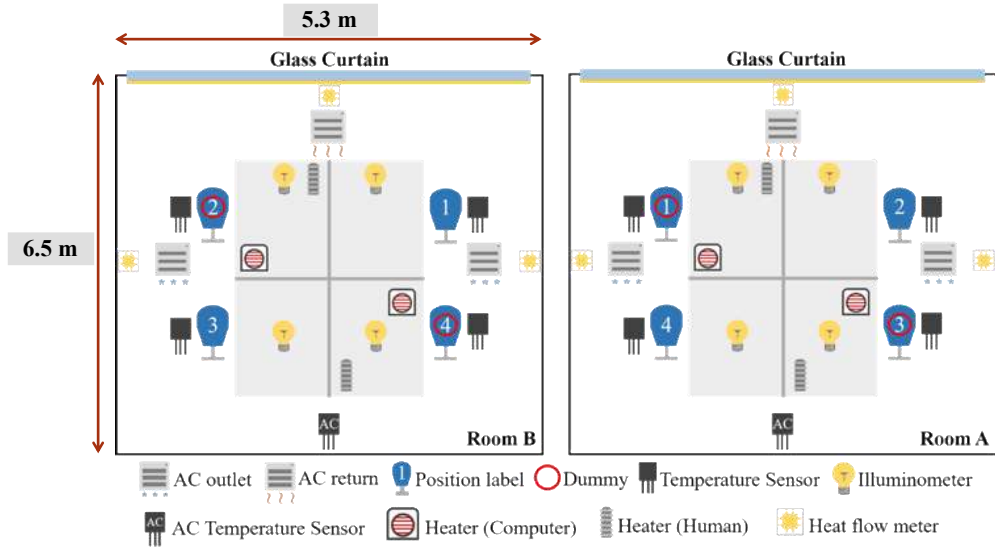


圖 5-40 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台之量測設備示意圖



圖 5-41 亞熱帶綠能建築技術研發測試平台之圖控畫面

本研究採用獲得高性能節能綠建材標章之 3M PR70 隔熱膜貼附在實驗組之 6mm 清玻璃上，探討建築物在東、西兩個座向條件下，隔熱膜綠建材對空調節能之影響。兩間實驗屋之空調設定溫度為 26℃，室內無其他熱負載，空調運轉時間為 08:00~18:00。量測參數包含玻璃表面溫度、室內空氣溫度、空調耗電量與外氣環境條件。

圖 5-42 與 5-43 為面向西方與東方之案例，在無開啟空調系統之室內空氣溫度分佈。由實驗結果可知隔熱膜可阻擋太陽輻射熱量進入室內，因此實驗組的

室內空氣溫度均低於對照組之室內空氣溫度約  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。在面西的實驗，下午太陽直射雖然造成室內空氣溫度高於室外空氣溫度，但是實驗組之溫度低於對照組之溫度。而在面東的實驗中，早上太陽輻射直接進入室內，導致對照組室內空氣溫度高於實驗組室內空氣溫度，即便是下午時刻，也因為熱量之累積呈現相同之結果。表 5-9 則顯示在相似晴天的天氣條件下，隔熱膜對於空調耗電之節能效益。實驗結果顯示，安裝隔熱膜可節省 10 坪面積房間 7% 之空調耗電量。

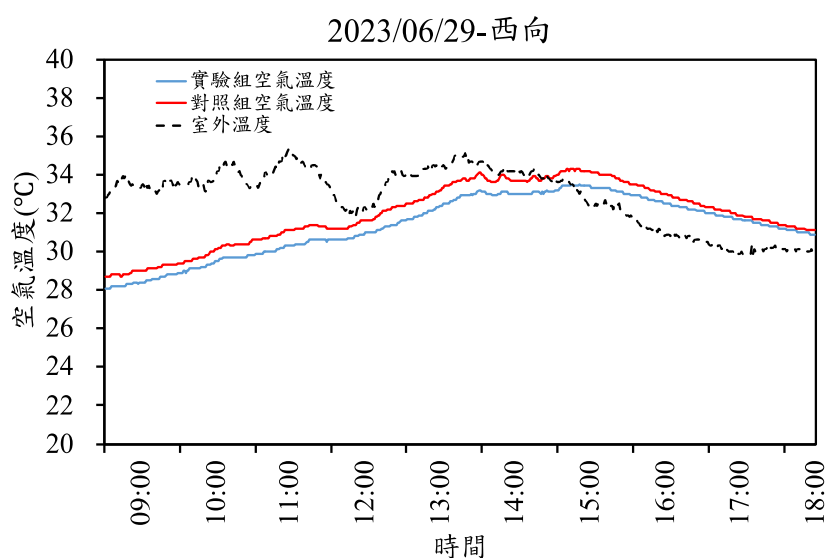


圖 5-42 建築面向西方之室內外空氣溫度分佈  
(資料來源：本研究製作)

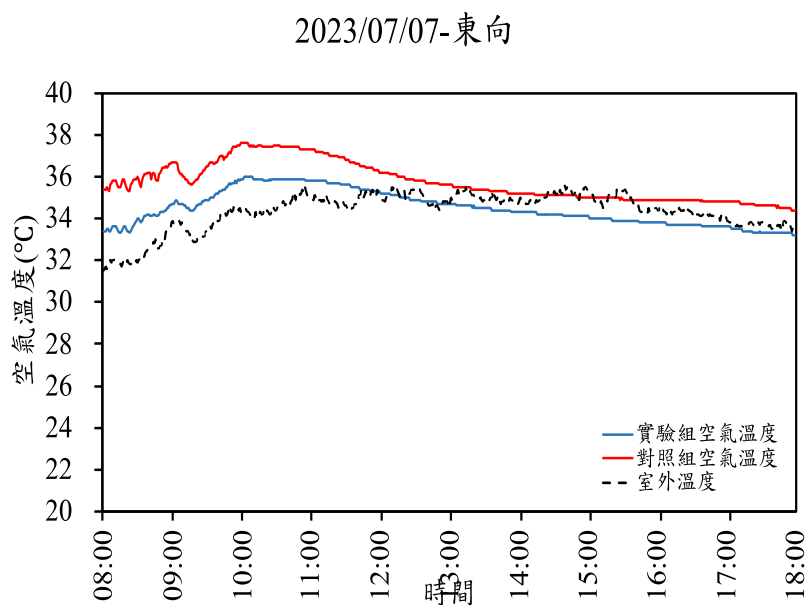


圖 5-43 建築面向東方之室內外空氣溫度分佈  
(資料來源：本研究製作)

表 5-9 隔熱膜對空調節能之效益

| 日期       | 座向 | 空調耗電(kWh)    |              | 節電量<br>(kWh) | 節電比  | 戶外溫度      | 天氣 |
|----------|----|--------------|--------------|--------------|------|-----------|----|
|          |    | A 室<br>(隔熱膜) | B 室<br>(清玻璃) |              |      |           |    |
| 6 月 29 日 | 西  | 7.12         | 7.66         | 0.54         | 7.0% | 31.3~34.6 | 晴  |
| 7 月 5 日  | 東  | 7.80         | 8.37         | 0.57         | 6.8% | 32.2~35.9 | 晴  |

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

我國綠建材標章自從民國 94 年開始頒布後獲證案件不斷增加。為了因應節能減碳的新趨勢，綠建材標章於 2020 年版新增「高性能節能綠建材」受理項目。然而，高性能節能綠建材及再生綠建材都具有節能減碳效益，惟以往並未以量化方式呈現，因此本研究以問卷與現地訪視方式了解取得綠建材標章廠商是否具備碳排放量資訊現況，並且進一步以電腦模擬與全尺度實驗探討節能綠建材對於建築物預期可達到之潛在節能減碳效益，進而對於綠建材未來之推動及評定基準滾動式修正提供參考之依據。本研究計畫所獲得之結論分述如下：

1. 本研究對於國內外較常使用之碳盤查與減碳機制及作法相關內容逕行彙整，發現國際認同的碳盤查(ISO14064)與碳足跡(ISO14067)是目前廠商低碳化行動中主要的遵循標準，同時也是企業永續發展報告書有關環境議題之主要採用方法學。環境部所推行之產品類別規則（PCR）雖然有 11 項建築與建材相關之碳足跡計算標準，然而實際申請碳足跡標籤或是減碳標籤之廠商數目仍屬少數。
2. 在綠建材標章廠商的低碳行動調查中發現，歐美日等外商公司均具有碳盤查(ISO14064)與碳足跡(ISO14067)產品資料，甚至 EPD 第三類環保宣言。而國內綠建材廠商除了上市公司或受環境部納管特定行業之水泥與鋼鐵業具備碳盤查(ISO14064)與碳足跡(ISO14067)、永續報告書等碳排放量資料外、大多國內建材中小企業多從 2023 年開始著手準備碳盤查與制定減碳路徑之規劃。
3. 國際間綠建材標章僅新加坡 SGBP 綠色標章與中國綠色建材產品分級認證制度納入建材之碳排放資訊的揭露。新加坡 SGBP 綠色標章之碳排放資訊揭露非強制要求，僅在申請文件第三部分：輔助基準中納入產品

碳揭露相關文件之佐證項目。中國綠色建材產品分級認證制度則強制要求提供能耗或碳排放資訊。依據各項產品標準不同需要提供的佐證資料包含：單位產品能耗或是 EPD、碳足跡報告。

4. 高性能節能綠建材標章獲證與申請諮詢中之廠商，45%具有第三方公證之碳排放揭露報告（ISO 14064、ISO 14067、永續報告書、EDP），仍有半數的高性能節能綠建材標章廠商尚未有企業或是產品的碳排放資訊可揭露。
5. 根據本研究採用電腦模擬與全尺度實驗探討高性能節能綠建材標章產品對不同類型建築物之空調節能減碳效益結果得知，採用高性能節能綠建材標章產品，因其較高之隔熱特性，確實可降低建築物之空調耗能。然而實質節能效益仍受建築物方位、居室空調使用面積、建築類型、建築運營型態等因素之影響。

## 第二節 建議

本研究計畫以綠建材標章節能減碳效益評估為主要目標，藉由本研究收集世界各國相關文獻，調查綠建材標章廠商是否具備碳排放量資訊現況，並且進一步以電腦模擬與全尺度實驗探討節能綠建材對於建築物預期可達到之潛在節能減碳效益。為擴大本研究產出後續實質成果，提出下列建議：

### 建議一

在綠建材標章通則中增加產品碳排放資訊揭露之鼓勵項目：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

為了因應 2050 淨零排放之國家目標以及碳管理是當前最主流的減碳方式之一。本研究參考新加坡等國外綠建材標章在碳排放量之制度，建議在綠建材標章通則中鼓勵申請廠商可揭露產品碳排放資訊。廠商所提出之產品碳排放資訊揭露文件必須為環境部或內政部所認可之文件，例如：(1) 環保宣告（碳足跡標籤、EPD）、(2) 減少氣候變遷與環境衝擊報告（例如：經過第三方確信之溫室氣體盤查報告書（ISO 14064）、產品碳足跡報告書(ISO 14067)、永續發展報告書、低碳循環建材認定）。申請廠商可根據自身條件擇一提出佐證資料，相關作法可引導建材廠商與國家淨零排放政策及國際永續發展目標逐步接軌，並降低產業衝擊。

## 附錄一 期初會議審查回覆

### 內政部建築研究所

#### 「永續健康綠建築環境科技計畫(一)協同研究計畫」

#### 遴用協同研究人員

#### 評選委員會第 1 次會議審查意見回覆表 (第 2 案 第 1 家順位廠商：李訓谷)

| 委員 | 委員評選意見                                                                                                                                                                | 廠商回應                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高性能節能綠建材的研究與數據評估</li> <li>2. 節能綠建材的施作位置、方位、工法都會產生不同的節能效果，如何分析？</li> <li>3. 電腦模擬是否可加上工法的差異分析？</li> </ol>                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究除了高性能節能綠建材外，亦涵蓋再生綠建材標章中與節能有關之產品。</li> <li>2. 本研究所採用之電腦模擬軟體可將建材在建築物上之施作位置、方位與工法(僅指構造)均納入考量。然而，在全尺度實驗中試驗屋之方位為固定，全尺度實驗結果可作為電腦模擬結果之準確度驗證。</li> <li>3. 感謝委員意見，回覆意見同第 2 點所述。</li> </ol> |
| 二  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究主要目標是導出「具綠建材標章」與非綠建材標章之間的耗能減碳之量化效益，惟所提研究方法之 10 家製造廠碳排收集，與題目目標之相關性如何？</li> <li>2. 綠建材範圍非常廣，宜聚焦在具體送樣上進行調查較易有結果。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 此工作項目之目的在於研擬綠在綠標章產品如何揭露碳排放量。或是於通則規定增加相關規定來揭露節能減碳效益之可行性。</li> <li>2. 感謝委員意見，依照委員建議辦理。</li> </ol>                                                                                      |
| 三  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P17 所示，綠建材標章產品應用在醫院、辦公、住宅、飯店旅館四類建築物上，而在電腦模擬軟體法 BESTAI 上跑計算，元件參數設定是否有差異性。</li> <li>2. 本案提出之全尺寸試驗試驗</li> </ol>                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在電腦模擬軟體法 BESTAI 上，建材元件參數可依實際建築物應用之條件進行設定。</li> <li>2. 感謝委員意見。全尺寸試驗試</li> </ol>                                                                                                       |

|   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 是否可以滿足此四類不同性質建築物的操作，及參數是否有差異。                                                                                                                                                                                   | 驗僅可滿足住宅之房間類型進行能耗實驗。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 四 | <ol style="list-style-type: none"> <li>目前綠建材標章分為生態、健康、再生、高性能等四大類，除了高性能節能綠建材，其餘收集到的性能數值是否足夠供本案未來電腦模擬或全尺度實驗比對運用，建請補充說明。</li> <li>本研究預計調查綠建材產品在製造營運階段之碳排放量及使用效益，建議可將循環再利用納入考量，以完整呈現全生命週期之分析報告。</li> </ol>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>除了高性能節能綠建材外，再生綠建材標章產品之性能數據亦會納入電腦模擬或全尺度實驗比對運用。除了評定基準之數據外，尚需要相關性能數據，例如：密度、比熱等參數與工法也會一併納入考量。</li> <li>謝謝委員的建議，有關循環再利用之議題也會在本研究中討論呈現全生命週期碳排放量之作法。</li> </ol>                                                                                                             |
| 五 | <ol style="list-style-type: none"> <li>因應 2050 淨零碳排發展，為了解綠建材標章產品之節能減碳效益，請問將如何揭露標章產品的節能減碳效益？可能範圍為何？</li> <li>取得綠建材標章的產品，是否為低碳建材？綠建材的低碳轉型的可能策略為何？</li> <li>如何整合已取得環境部碳標籤的碳揭露？是否可以於通則規定增加相關規定來揭露節能減碳效益？</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>本研究著重綠建材標章產品在營運階段之節能減碳效益估算，所獲得之節能減碳效益將朝向研擬在評定基準項目中納入節能減碳效益。目前規劃之綠建材標章產品範圍為高性能節能綠建材與再生綠建材。</li> <li>目前取得綠建材標章的產品尚未納入建材碳排放量。本研究的工作項目之一為調查目前獲得綠建材標章廠商是否已具備產品碳排計算之資訊，此成果將可了解建材產業將產品碳排放量揭露之現況與規劃，未來可朝向在綠建材標章一般通則中增加揭露產品碳排放量進行研擬。</li> <li>感謝委員意見，回覆意見同第 2 點所述。</li> </ol> |

計畫主持人：

李訓谷

## 附錄二 第一次專家座談會議記錄

# 「永續健康綠建築環境科技計畫(一)協同研究計畫」 遴用協同研究人員第 2 案「綠建材標章節能減碳效益 評估之研究」

## 專家諮詢會議 會議記錄

時間：112 年 7 月 7 日(星期五) 上午 10:00

地點：內政部建築研究所討論室，實體與線上會議同步進行。

(使用 Google Meet 視訊會議)

主持人：李教授訓谷

出席者：內政部建築研究所(敬請派員指導)、台灣永續綠營建聯盟 江哲銘總顧問、台灣建築中心 徐文志副董事長、國立臺北科技大學建築系陳振誠主任、財團法人環境與發展基金會 陳文卿總經理、工業研究院特聘研究李政道博士

列席者：呂研究員昭宏、蔣研究助理鎮宇、林研究助理詩頻

會議記錄：林研究助理詩頻

會議內容：

1. 主席致詞
2. 報告事項
3. 工作內容簡報與交流
4. 臨時動議
5. 會議結論
6. 散會

### 1. 依照哪個方法去評碳足跡，並同意揭露？

這也就是我們要訂出的方法，建議先設計出一個計算碳排的公式，初期不用很精準，但先有公式，再來推論方法，才能談揭露。

### 2. 綠建材標章已經核發 2,000 多本，大家也在關注這對產業的貢獻在哪裡？

首先必須要有一個估算的方式，而且重點在於健康綠建材。

### 3. 綠建材用在室內的時候有沒有可能解決節能問題？

室內與室外的綠建材各有其強調之處，例如用在外牆，業者可以強調使用於外牆大約可節能 20%，其原因在於綠建材的使用已將熱阻絕。

### 4. 綠建材對減碳的效率如何？

需要設計出一個公式，讓使用者知道綠建材產品的節能效果，且不與碳足跡、碳排放有關聯，還是要回到常理來概估產品能有多少效率和對產業界的貢獻。

### 5. 綠建材標章對節能減碳的貢獻？

首先要鎖定在綠建材標章，而不是碳足跡、碳揭露等標章，這些只是說明減了多少碳而已，並無法顯示綠建材對節能減碳的貢獻。綠建材標章不限於再生跟高性能，這未來會是一個擴散效應，很多廠商將會跟進。

### 6. 要決定要碳足跡和低碳哪個比較適合？

低碳跟碳足跡是兩回事，我們需要向環境部詢問到底哪一個比較適合，同時也鼓勵業者申請。

### 7. 綠建材標章制度如何與淨零扣合？

在談綠建材標章與淨零的扣合問題時，其實不需要細分四大類，應將視為一個整體並追蹤綠建材產品後市場帶來的效益，要有其內容和論述的條件，再和淨零扣合，也就是說一個低碳的產品，在運用以後，它發揮的節能或減碳的效益是什麼。

### 8. 為什麼現在這麼多的產品都想切入綠建築？

這是一個具有公平性的認證，業者取得綠建材標章後，接下來就看自己的銷售能力和產品的性能，如何讓客戶/消費者使用與接受。

### 9. 建築師要不要用綠建材？

工程師和建築師是完全不一樣的，建築師是實際貼近建築市場的人，充分了解消費者的需求。取得綠建材標章的建材產品，如果不能貼進民眾需求，那麼再好的產品也無法打進市場。

### 10. 產品有沒有提供綠建材或減碳標記的影響？

如果產品是綠建材又有減碳標記的產品，那麼營造廠商幾乎都會想採用，這就會形成一個拉力。目前產險業和金融業針對綠建築營建商提供優惠利率等方案，未來我們必需要有一個公平的制度，作為綠建築營建商申請優惠方案的依據。



計畫主持人：李訓谷

### 附錄三 第一次工作會議記錄

## 「永續健康綠建築環境科技計畫(一)協同研究計畫」

### 第 2 案 「綠建材標章節能減碳效益評估之研究」

#### 工作會議 會議記錄

時間：112 年 09 月 20 日(星期三) 上午 10:00~12:00

地點：內政部建築研究所 防火中心實驗室

簡報人：李訓谷 計畫協同主持人

出席委員：台灣永續綠營建聯盟 江總顧問哲銘、台灣建築中心徐文志副董事長、國立成功大學建築系 陳副教授震宇、榮晉開發股份有限公司 胡董事長榮哲、加昱能源有限公司 張總經理序槐

列席人員：林研究助理詩頻

會議記錄：林研究助理詩頻

主題：

1. 國內外綠建材標章制度
2. 綠建材標章對建築部門節能效益之評估

議程：

- 一、 主席致詞（略）
- 二、 計畫團隊進度報告
  1. 研究目標
  2. 國內外綠建材標章制度
  3. 綠建材標章對建築部門節能效益之評估
  4. 結論與建議

**江總顧問哲銘：**

目前完成效益評估之方法建立，將使業者創新及消費者選用綠建材有極大助益。

**徐副董事長文志：**

綠建材標章認證產品，可接軌環保部的台灣碳足跡標籤制度，為本計畫值得深入探討之重要課題，唯節能減碳之相關論述宜謹慎，勿偏頗或誤導論述。

**陳副教授震宇：**

外牆磁磚及石塊剝落問題容易造成公安問題，建築師和業界在高層 3 樓或 5 樓以上開始採用金屬仿石材代替石材，在節能減碳效益上是否有顯著效益，請本計畫研究調查。

**胡董事長榮哲：**

本次節能減碳效益評估之研究，期盼能與全球趨勢的淨零碳排與 ESG 串連，並以材料進入可行性之評估，以加強綠建材的基本核心價值。

**計畫協同主持人 李訓谷：**

1. 有關綠建材標章與節能減碳之相關論述將重新整理，並且與建研所同仁討論後再行放置於報告中。
2. 有關金屬仿石材或是外掛式地板之節能效益將納入在計畫中探討。

計畫主持人：

李訓谷

## 附錄四 期中會議審查回覆

## 內政部建築研究所

112 年度「綠建材標章節能減碳效益評估之研究」

內政部建築研究所協同研究案

期中審查意見表

會議日期：112 年 7 月 27 日(星期四)上午 9 時 30 分

會議地點：本次會議採視訊會議

主持人：內政部建築研究所 羅組長時麒

| 項次 | 審查委員意見                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 執行單位回應                                                                                                                                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <p><b>江教授哲銘：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>請補期中報告之「摘要」。</li> <li>本研究已完成綠建材標章減碳效益相關國內外文獻蒐集與分析。</li> <li>本研究已提出減碳機制及作法，期中碳盤查(ISO 14064)與碳足跡(ISO 14067)是國際間標準，另外亦部分揭露 EPD。</li> <li>已完成國外例如新加坡 SGBP 綠色標章中已提出產品碳揭露相關文件。將來可作為 2024 年版修正綠建材標章評定手冊之參考。</li> <li>期中階段完成效益評估之方法建立，將使業者創新及消費者選用綠建材有極大助益。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>感謝委員意見，執行團隊將補充中英文摘要。</li> <li>有關新加坡 SGBP 綠色標章中產品碳揭露相關文件將傳送給綠建材標章精進計畫團隊，作為 2024 年版修正綠建材標章評定手冊之參考。</li> </ol>                                |
| 2  | <p><b>陳委員瑞鈴：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>P.8 提及綠建材標章申請案於 2009 年底辦理、核發。誤繕請修正。</li> <li>問卷結果，碳足跡作業達 58.3%，而碳揭露僅 16.7%，落差極大，宜了解問題所在？</li> <li>表 4-2 現地訪視結果，LCBA 欄為何？ESG 未一併調查？</li> <li>本計劃之能耗實驗是選取對照組</li> </ol>                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>感謝委員意見，期中報告誤繕部分將修正。</li> <li>有關綠建材標章廠商低碳行動調查問卷結果將進一步以電話或現場訪視了解落差之原因，並且補充問卷命題內容與結果。</li> <li>LCBA 為成大研究發展基金會成立之作為產業碳評估應用管理之平台，過去</li> </ol> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>實驗屋進行，原則上屋內屬於無人狀態，故辦理 PMV/PPD 熱舒適度或不滿意度調查，實質意義不大，建議取清。</p>                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>曾針對低碳建材產品進行認證，因受訪產商曾獲得 LCBA 之認證因此在調查結果表 4-2 中呈現。有關低碳建材產品認證之內容，將補充說明於報告中。並且進一步針對綠建材標章廠商在 ESG 的規劃執行做進一步的調查。</p> <p>4. 遵照委員意見，有關全尺寸實驗屋中的 PMV/PPD 熱舒適度或不滿意度調查等之文字敘述將刪除。</p>                                              |
| 3 | <p><b>鄭教授政利：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>綠建材標章指標揭示 4 大範疇為生態、健康、高性能與再生建材，原本就與節能減碳無直接關聯，本計劃應該審慎釐清研究主旨之合理論述邏輯為宜，以免主要研究內容偏離於碳足跡、碳揭露，零碳建築之既有研究資料整理分析。</li> <li>綠建材標章認證產品，接軌環境部的台灣碳足跡標籤制度，為本計劃值得深入探討之重要課題，唯節能減碳之相關論述宜謹慎，勿偏頗或誤導論述。</li> <li>第五章綠建材標章對建築部門節能效益之評估，宜審慎，電腦模擬及實驗對象之前提條件應該明確界定說明為宜。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>感謝委員意見，有關綠建材標章四大指標中與節能減碳直接相關之內容將補充論述於報告中，以免主要研究內容偏離於碳足跡、碳揭露等議題。</li> <li>感謝委員意見。有關綠建材標章與節能減碳之相關論述將重新整理，並且與建研所同仁討論後再行放置於報告中。</li> <li>感謝委員意見。實驗與電腦模擬之前提與設定條件將補充說明於報告中。</li> </ol> |
| 4 | <p><b>黃秀莊：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>報告表 P.14，研究團隊將定期邀請相關學者以及產業界，進行意見溝通交流乙節，屆時務必邀請有實際經驗的建築師參與。</li> <li>希望本案綠建材標章節能減碳效益評估，是否能結合綠建材標章</li> </ol>                                                                                                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>感謝委員意見，計畫後續辦理工作會議或專家諮詢會議將邀請建築師公會或相關產業界專家參加，以使得本研究產出之成果能實際應用於建築業界。</li> <li>本研究計畫專家諮詢會議</li> </ol>                                                                                |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>審查作業精進計劃研究評估，達到效益。</p> <p>3. 目前因外牆磁磚及石塊剝落問題造成公安問題，建築師和業界在高層 3 樓或 5 樓以上開始採用金屬仿石材代替石材，在節能減碳效益上是否有效益，請研究調查。</p>                                                                                                                                                                                                                                            | <p>中均邀請精進計畫執行團隊與綠建材標章委員參加，後續更會將研究成果交於精進計畫執行團隊進行評估。</p> <p>3. 遵照委員意見，有關金屬仿石材或是外掛式地板之節能效益將納入在計畫中探討。</p>                            |
| 5 | <p><b>張建築師矩壩：</b></p> <p>1. 本報告書缺摘要。</p> <p>2. P.14 貳、第一行後“工會”筆誤，應為“公會”。</p> <p>3. P.16 若建築類型為透天住宅，理應無員工人數、顧客數，人員排程 9:30~17:30，室內照明 9:30~17:30 也不應是住宅的數據。</p> <p>4. BESTAI 的可信度、正確度是否有經過驗證？</p> <p>5. 全尺度實驗屋的窗戶，門是否都不開啟？只有設備定時運轉，若設備運轉前有門窗開啟，較符合正常使用。且應作全年份的紀錄較有代表性。U 值太好對台灣本土氣候不一定是適合的外部熱不易進，內部熱也不易出。</p> <p>6. P.21 第三章第一節標題是否應為綠建材標章制度，非綠建築，應再檢視更正。</p> | <p>1. 感謝委員意見，執行團隊將補充中英文摘要，期中報告誤繕部分將修正。</p> <p>2. BESTAI 的可信度、正確度已通過工研院與執行團隊之驗證，相關資料將補充於報告中。</p> <p>3. 全尺度實驗屋之情境將依照委員意見增加與修改。</p> |
| 6 | <p><b>陳宗鶴：</b></p> <p>1. 報告內容上：對評估方法及盤查環境收集資料完整，至於建築營運階段節能碳排減少效益之成果較少，請期末補充說明。</p> <p>2. 研究方法上：<br/>(1)以全尺實驗針對單一建材比較，與實際市場執行上是混合板</p>                                                                                                                                                                                                                      | <p>1. 感謝委員意見。有關建築營運階段節能碳排減少效益相關文獻將補充於報告。</p> <p>2. 感謝委員意見。誤繕部分</p>                                                               |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                           |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>材(如 P6 新加坡研究案例)之使用有差距，如何校正，請補充。</p> <p>(2)ENERGY PLUS 電腦模擬法(P.16 報告書)，相關輸入改變資訊以「透天住宅」為對象，此選樣屬少數建築類型，模擬結果如何校正，請補充。</p>                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                           |
| 7 | <p><b>社團法人台灣永續綠營建聯盟(楊秘書長明俊)：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 此研究配合淨零碳排，包括國內、外相關制度與文獻收集，加上節能效益電腦模擬評估與實驗，值得肯定。</li> <li>2. 期待此次節能減碳效益評估之研究，能彌補全球趨勢的淨零碳排與 ESG，尚未以材料進入可行性之評估，以加強綠建材的基本核心價值。</li> <li>3. P.22 有提到德國被動建築，建立幾乎沒有冷氣和暖氣房子，以達到低能耗標準，進一步實現節能減碳的目標，值得在台灣運用，在台灣有聯盟會員在台南安平已完成一棟德國被動建築的樣品屋，提供此次研究計劃參考。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝委員意見。有關委員提及台南被動屋建築將與相關負責人員接洽，並安排。</li> </ol>                                                                  |
| 8 | <p><b>台灣省建築材料商業同業公會聯合會(王總幹事榮吉)：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 符合預期成果。</li> <li>2. 相關文獻蒐集齊全。</li> <li>3. 分析、效益調查，均符合研究的目的。</li> </ol>                                                                                                                                                                             | <p>感謝委員意見。</p>                                                                                                                                            |
| 9 | <p><b>全國建築師公會(陳俊芳)：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P.93 第二節綠建材標章產品...，然隔熱砂漿非為綠建材標章產品，是否第二節名稱要修正？</li> <li>2. 若隔熱砂漿做為外牆、屋頂之節能改善產品，建議補述其熱傳導係數(K 值)、施作側、屋頂 7cm</li> </ol>                                                                                                                                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝委員意見。本計畫採用之隔熱砂漿產品目前僅在申請階段，第二節名稱將修正。</li> <li>2. 相關熱傳導係數、施作工法將補充說明於報告中。</li> <li>3. 感謝委員意見。P. 89 補充</li> </ol> |

|  |                                                                                                                                                                                              |                                   |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  | <p>之施工方法?</p> <p>3. P.104 電腦模擬之應用為醫院、辦公、住宅及飯店四類建物。</p> <p>4. P.93 之表 5-2 case6，屋頂納入評估(10%)，隔熱膜卻不納入(5%)，是否合理？是否將屋頂之改善不納入？case2、case3 之綠建材宜移除。</p> <p>5. P.89 空調節能約 1%，宜補述<u>頂層</u>享有改善效益。</p> | <p>說明相對應部位之節能效益。P.93 誤繕部分將修正。</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|

計畫主持人：

李訓谷

## 附錄五 期末會議審查回覆

### 內政部建築研究所

112 年度「綠建材標章節能減碳效益評估之研究」

內政部建築研究所協同研究案

期末審查意見表

會議日期：112 年 11 月 1 日(星期三)下午 2 時 30 分

會議地點：本次會議採視訊會議

主持人：內政部建築研究所 羅組長時麒

| 項次 | 審查委員意見                                                                                                                                                                                                                                              | 執行單位回應                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <p><b>江教授哲銘：</b></p> <p>6. 本研究第三章第一節已完成綠建材標章減碳效益相關文獻蒐集與分析。</p> <p>7. 本研究已完成以 BESTAI 評估，綠建材標章產品應用在醫院及辦公室等不同類型建築物上，對其建築物空調能耗，彙整出不同高性能綠建材標章產品對建築營運階段之節能效益。</p> <p>8. 綠建材標章節能減碳效益，已於第五章之綠建材產品對建築物節能效益電腦評估及對建築物之節能效益以全尺寸實驗模型實證。</p> <p>9. 本研究已符預期成果。</p> | <p>1. 感謝委員意見。</p>                                                                                          |
| 2  | <p><b>陳委員瑞鈴：</b></p> <p>5. 中國綠色建材強制要求產品認證時，應提供單位產品能耗、EPD 或碳足跡報告，其是否評定項目之一，訂有評定基準，或僅為應附文件，請補充其規定，以利參攷。</p>                                                                                                                                           | <p>1. 感謝委員意見。中國綠色建材認證制度，在特定產品上要求須檢附符合評定基準之單位產品能耗，相對應的單位產品能耗將在各自的 GB/T 國家標準中規定。至於 EPD 或碳足跡報告則是僅需提供佐證文件即</p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>6. 取得高性能綠建材的廠商 16 家，有 9 家有碳揭露報告或低碳建材標章，佔比 56%，加計申請中廠商 29 家中，有 15 家取得低碳認證，佔比 52%。是否誤繕，請查明修正。</p> <p>7. 有關全尺度實驗 3M 隔熱膜部分，圖示顯示，外氣溫度於 11:00~13:00 陡降 3°C，但實驗組與對照組室內溫度仍穩定上升，另圖實驗組於 15:00~18:00 間，室內溫度反而低於外氣溫度，室內外溫度不對稱，請補充說明。</p> <p>8. 本計畫建議申請綠建材須檢附碳排資訊證明文件。其與環境部碳揭露及本部低碳循環建材，似有重疊。建議再酌。</p> | <p>可。</p> <p>2. 誤繕部分將更正於期末報告最終版。</p> <p>3. 此部分實驗量測溫度分佈圖無空調開啟狀態下之結果，主要驗證有無隔熱膜室內空氣溫度受太陽輻射熱之影響。另外有關空調開啟條件下之結果將補充說明於期末報告修訂版中。</p> <p>4. 建議事項將與所內負責承辦人員討論後修正。</p> |
| 3 | <p><b>江欣政：</b></p> <p>1. 後續碳足跡可加入室內裝修材，因考慮材料、種類。</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <p>1. 感謝委員意見。室內裝修材之碳排放調查將在計畫書中列入未來研究議題。</p>                                                                                                                  |
| 4 | <p><b>黃秀莊：</b></p> <p>4. P.5 綠建材標章產品預期可達到之節能減碳效益(剛剛簡報時說綠建材尚缺碳排量之統計)，建議再生綠建材應結合碳盤查予以揭露，讓使用者能獲知多少碳排量，可以有所選擇。</p> <p>5. 廠商採用綠建材無非是認為可減碳，並達到節能，但在價格是否比一般建材便宜，這是廠商最實際重要之課題，本研究案是否可補充納入檢討。</p>                                                                                                     | <p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 再生綠建材廠商目前之碳揭露將補充期末報告中。</p> <p>3. 有關綠建材價格對廠商之影響部分，將補充在未來研究議題說明上。</p>                                                                  |
| 5 | <p><b>陳宗鵠：</b></p> <p>1. 研究方法上：<br/>(1) P.104 有關效益評估上，</p>                                                                                                                                                                                                                                   | <p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 有關研究成果之代表性、可信度及效度，將補充說明於期末</p>                                                                                                       |

|   |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>取樣少(只有二件)，建築型態選擇少(只有二件，其一為醫院，其二為公有既有建築)，請補充說明研究成果之代表性、可信度及效度。</p> <p>(2) P.111 模擬方法所假設之參數(建材或空間設計)作模擬採用之詳細說明。<br/>P.121 小尺寸實驗屋節能模擬後結果之效益結論請補充說明。</p> <p>2. 研究報告之架構方向，在蒐集資料、調查內容，在期初、中報告已論述，相較期末效益之說明比重較少，請調整。</p> <p>3. 英文摘要再修補。</p> | <p>報告中。</p> <p>3. 文獻收集將在精簡彙整後比較其效益。</p> <p>4. 英文摘要將再修改。</p>                                                                                                                 |
| 6 | <p><b>洪迪光：</b></p> <p>1. 符合預期成果需求。</p> <p>2. 有新加坡綠色建築產品(SGBP)及中國綠色建材產品分級認證制度，缺歐美及日本相關資料分析。</p> <p>3. 問卷調查，發放問卷 110 份，有效問卷 48 份，剩餘 62 份可再追蹤收集，以增加問卷之有效樣品。</p> <p>4. 隔熱砂漿＋節能塗料，只降低 2 度空調耗電量，是否可檢討再提升。</p>                                 | <p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 本研究僅列出新加坡與中國綠建材標章已納入建材碳揭露之規定，其餘歐美及日本標章均未納入此項目。研究團隊將於報告書中補充說明。</p> <p>3. 將持續追蹤與收集未回覆問卷之廠商問卷，以增加問卷之有效性。</p> <p>4. 此項目之實驗結果將補充分析於報告書中，以檢討如何提升節能效率。</p> |
| 7 | <p><b>徐文志：</b></p> <p>1. 本計畫廣泛彙整國內外淨零碳建築推動策略，並額外增加電腦模擬及全尺寸實驗探討驗證節能效益，內容充實完整，符合預期目標。</p> <p>2. P.10 之中以住宅建案為例說明 BESTAI 之操作流程，然表 2-</p>                                                                                                   | <p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 報告誤繕部分將修改於期末報告中。</p> <p>3. 有關節電量與節電率部分將統一修正，以避免讀者誤解。</p> <p>4. 報告中將統一修改為「環境部」。</p>                                                                  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>1 輸入設定資訊類型為辦公類(銀行)請修正。</p> <p>3. P.127 表 5-9 隔熱膜對空調節能之效益中，所呈現之節電量為座向東大於座向西，但節電比卻為座向西大於座向東，是否有誤？</p> <p>4. P.45 及 P.47 台灣行政院環保署，請修正為環境部。</p>                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         |
| 8 | <p><b>張滿惠：</b></p> <p>1. 環保署已改制為環境部，本期末報告中之環保署應修正為環境部，以符實際。</p> <p>2. P.8 預期成果第五項完成 1 篇國際研討會論文投稿，在期末報告其他篇幅均為提及，是否有此項工作？請說明之。</p> <p>3. 有關高性能節能與再生綠建材標章廠商碳排放資訊之問卷調查，發放 110 份，僅回收 48 份，回收率不足 50%，調查之結果是否具代表性及其意義如何？請補充說明之。</p> <p>4. P.101 表 4-4 應為表 4-14 之筆誤，請更正之。</p> <p>5. P.74 曾提及減碳標籤納入政府採購範圍具申請誘因，爰建議於建議事項中增加一項強化與政府其他部門(如公共工程委員會)法規或規範之結合。</p> | <p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 報告誤繕部分將修改於期末報告中。</p> <p>3. 報告中將統一修改為「環境部」。</p> <p>4. 研究團隊預計將研究成果整理投稿於 2023 再生能源與國家安全學術研討會。</p> <p>5. 將持續追蹤與收集未回覆問卷之廠商問卷，以增加問卷之有效性。</p> <p>6. 建議事項將依照委員意見修改。</p> |
| 9 | <p><b>全國建築師公會(陳俊芳)：</b></p> <p>6. P.43，「低碳(低蘊含碳)建築評估手冊已於 112.9.23 發函，自 113 年 1 月 1 日實施。</p> <p>7. P.61，星展銀行實例缺圖。</p> <p>8. P.108 表 5-2 建議下移至次頁，P.127 表 5-9 順移至次頁。</p>                                                                                                                                                                               | <p>1. 感謝委員意見。內文需修改或補充說明部分將修改於期末報告修訂版。</p>                                                                                                                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 9. 報告書多處圖表，缺內文對照說明。                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                          |
| 10 | <p><b>省建材工會聯合處 (劉制軍):</b></p> <p>4. P.58 綠建材標章增加碳排放資訊揭露一事，對於標章推廣有很大實質助益。</p>                                                                                                                                                                                                | 1. 感謝委員意見。                                                                               |
| 11 | <p><b>社團法人台灣永續綠營建聯盟(楊秘書長明俊):</b></p> <p>4. 比研究計畫，收集國內外最新資訊及案例，加上全尺度實驗和電腦模擬之研究成果豐碩，值得肯定。</p> <p>5. 有關碳盤查、碳足跡標籤，應與環境部執行方案對接，以及國際規範接軌。</p> <p>6. P.22 申請環保部碳足跡標籤……，應改為「環境部」。</p> <p>7. 在建築外殼節能技術方面，建議應再加強落實技術法規化，應期許建築外殼節能為綠建築日常節能指標的三大重點之一，但分數只佔空調節能比例約 56%分數，應逐步提高，以資鼓勵。</p> | <p>1. 感謝委員意見。</p> <p>2. 報告中將統一修改為「環境部」。</p> <p>3. 有關加強落實建築外殼節能技術法規化部分，將補充在未來研究議題說明上。</p> |

計畫主持人：

李訓谷

## 附錄六 第二次工作會議記錄

### 「永續健康綠建築環境科技計畫(一)協同研究計畫」

#### 第 2 案 「綠建材標章節能減碳效益評估之研究」

#### 工作會議 會議記錄

時間：112 年 11 月 10 日(星期五) 下午 2:00~3:30

地點：內政部建築研究所 防火中心實驗室

簡報人：李訓谷 計畫協同主持人

出席委員：台灣永續綠營建聯盟 江總顧問哲銘、台灣建築中心徐文志副董事長、國立成功大學建築系 陳副教授震宇、崑山科技大學 郭教授崇仁、社團法人美國冷凍空調工程師協會台灣分會 杜理事長威達、

列席人員：林研究助理詩頻、蔣助理研究員鎮宇

會議記錄：林研究助理詩頻

主題：

3. 國內外減碳相關制度與規定

4. 綠建材標章產品對建築物之節能效益電腦模擬評估及全尺寸實驗

議程：

一、 主席致詞（略）

二、 計畫團隊進度報告

5. 研究目標

6. 國內外減碳相關制度與規定

7. 綠建材標章產品對建築物之節能效益電腦模擬評估及全尺寸實驗

8. 結論與建議

**江總顧問哲銘：**

以 BESTAI 評估，綠建材標章產品應用在醫院及辦公室等不同類型建築物上，對其建築物空調能耗，彙整出不同高性能綠建材標章產品對建築營運階段之節能效益。

**徐副董事長文志：**

廣泛彙整國內外淨零碳建築推動策略，並額外增加電腦模擬及全尺寸實驗探討驗證節能效益，期未來能有更多資料進行分析，進而建立資料庫以供標章

制度修正參考。

**陳副教授震宇：**

本計畫報告中列入加坡綠色建築產品(SGBP)及中國綠色建材產品分級認證制度，唯缺歐美及日本等相關資料分析，期盼其資料能納入加以分析。

**胡董事長榮哲：**

1. 建築外殼節能技術方面，應再加強落實技術法規化，期許建築外殼節能為綠建築日常節能指標的三大重點之一，但分數只佔空調節能比例約56%分數，應逐步提升。
2. 廠商採用綠建材無非是認為可以減碳，並且達到節能效益，但在價格是否比一般建材便宜或是不差太多，這是業界普遍重視的問題。

**計畫協同主持人 李訓谷：**

1. 新加坡與中國綠建材標章已納入建材碳揭露之規定，其餘歐美及日本標章均未納入此項目。研究團隊未來將於後續工作項目中進行。
2. 有關綠建材價格對廠商之影響部分，將補充在未來研究議題說明上。

計畫主持人：

李訓谷

## 參考書目

- [1]國家發展委員會，<https://www.ndc.gov.tw/>
- [2]內政部建築研究所，<https://www.abri.gov.tw/>
- [3]綠建材解說與評估手冊，內政部建築研究所(2020)。
- [4]Sadineni, Srikanth M, Robert F. Passive building energy savings: A review of building envelope components. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2011;15(8):3617-3631.
- [5]Christian JE, Kosny J. Thermal Performance and wall ratings; 2006.
- [6]Aelenei D, Henriques FMA. Analysis of the condensation risk on exterior surface of building envelopes. *Energy and Buildings* 2008;40(10):1866–71.
- [7]Zalewski L, Chantant M, Lassue S, Duthoit B. Experimental thermal study of a solar wall of composite type. *Energy and Buildings* 1997;25(1):7–18.
- [8]Sharma AK, Bansal NK, Sodha MS, Gupta V. Vary-therm wall for cooling/heating of buildings in composite climate. *International Journal of Energy Research* 1989;13(6):733–9.
- [9]Zalewski L, Lassue S, Duthoit B, Butez M. Study of solar walls—validating a simulation model. *Building and Environment* 2002;37(1):109–21.
- [10]Jie J, Hua Y, Wei H, Gang P, Jianping L, Bin J. Modeling of a novel Trombe wall with PV cells. *Building and Environment* 2007;42(3):1544–52.
- [11]Alvarado JL, Terrell Jr W, Johnson MD. Passive cooling systems for cement-based roofs. *Building and Environment* 2009;44(9):1869–75.
- [12]Ciampi M, Leccese F, Tuoni G. Energy analysis of ventilated and microventilated roofs. *Solar Energy* 2005;79(2):183–92.
- [13]Tang R, Meir IA, Wu T. Thermal performance of non air-conditioned buildings with vaulted roofs in comparison with flat roofs. *Building and Environment* 2006;41(3):268–76.
- [14]Liu KKY. Green, reflective, and photovoltaic roofs. *Construction Canada* 2006;48(5):44.

- [15]Akbari H, Levinson R, Rainer L. Monitoring the energy-use effects of cool roofs on California commercial buildings. *Energy and Buildings* 2005;37(10):1007–16.
- [16]Hammarberg E, Roos A. Antireflection treatment of low-emitting glazings for energy efficient windows with high visible transmittance. *Thin Solid Films* 2003;442(1–2):222–6.
- [17]Bahaj AS, James PAB, Jentsch MF. Potential of emerging glazing technologies for highly glazed buildings in hot arid climates. *Energy and Buildings* 2008;40(5):720–31.
- [18]Garrison JD, Collins RE. Manufacture and cost of vacuum glazing. *Solar Energy* 1995;55(3):151–61.
- [19]Manz H, Brunner S, Wulschleger L. Triple vacuum glazing: heat transfer and basic mechanical design constraints. *Solar Energy* 2006;80(12):1632–42.
- [20]University of Nottingham. Creative Energy Homes. Available from : [https :  
//www.nottingham.ac.uk/creative-energy-homes/](https://www.nottingham.ac.uk/creative-energy-homes/).
- [21]University of Nottingham. David Wilson Homes. Available from : [https :  
//www.nottingham.ac.uk/creative-energy-homes/houses/david-wilson-millennium-house/david-wilson-millennium-house.aspx](https://www.nottingham.ac.uk/creative-energy-homes/houses/david-wilson-millennium-house/david-wilson-millennium-house.aspx).
- [22]University of Nottingham. BASF Research House. Available from : [https :  
//www.nottingham.ac.uk/creative-energy-homes/houses/basf-research-house/basf-research-house.aspx](https://www.nottingham.ac.uk/creative-energy-homes/houses/basf-research-house/basf-research-house.aspx).
- [23]Building and Construction Authority. Zero Energy Building 2020; Available from: <https://www.bca.gov.sg/zeb/whatiszeb.html#:~:text=Converted%20from%20a%20three%2Dstorey,energy%20to%20power%20the%20building>.
- [24]NUS DEPARTMENT OF ARCHITECTURE. SDE 4. 2019; Available from: <https://cde.nus.edu.sg/arch/special-projects/special-projects-sde-4/>.
- [25]SLEB Smart Hub. DBS Newton Building. 2022; Available from: <https://www.sleb.sg/Building/GreenMarkBuildingsDirectory?id=dd4670c5-5a62-4e62-a6b5-2308137903c8>

