

國內外循環綠建材推動策略之探討

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 108 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)

107301070000G0042

國內外循環綠建材推動策略之探討

研 究 人 員： 姚志廷 許智勝

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 108 年 12 月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE

MINISTRY OF THE INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

Discussion on the Promotion Strategy of
Circular Green Building Materials

BY

YAU JYH-TYNG HSU CHIH-SHENG

December, 2019

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的.....	4
第三節 研究流程.....	5
第四節 預期成果.....	6
第二章 文獻回顧與探討	7
第一節 我國建材類標章制度發展現況	7
第二節 國外循環綠建材相關評估系統	31
第三節 全球能資源消耗概況	41
第三章 國內外循環綠建材推動案例	45
第一節 歐盟建材銀行計畫	45
第二節 歐盟可回復建築	48
第三節 歐盟循環經濟推動策略	49
第四節 易構住宅.....	53
第五節 台糖循環聚落	55
第六節 南港機廠公共住宅案	58
第四章 循環綠建材推動策略分析	63
第一節 SWOT 分析	63

第二節 循環綠建材推動策略探討	68
第五章 結論與建議	71
第一節 結論.....	71
第二節 建議.....	72
參考文獻.....	73

表次

表 2.1 環保標章累計核發件數	10
表 2.2 第二類環保標章環境訴求評定基準	12
表 2.3 能源效率分級標示與能源標章比較	14
表 2.4 省水標章通過件數	16
表 2.5 環保署認可之碳足跡查驗機構	17
表 2.6 取得碳標籤之建材類產品	19
表 2.7 新技術新工法新設備認可之試驗機構	24
表 2.8 新技術新工法新設備認可之評定機構	24
表 2.9 CETES 認可之新材料、新技術及新工法	26
表 2.10 創新產品交流平台登錄之產品	27
表 3.1 歐盟循環經濟行動計畫關鍵行動	50
表 4.1 循環綠建材推動之 SWOT 分析-優勢	64
表 4.2 循環綠建材推動之 SWOT 分析-劣勢	65
表 4.3 循環綠建材推動之 SWOT 分析-機會	66
表 4.4 循環綠建材推動之 SWOT 分析-威脅	67

圖次

圖 1.1 歷年綠建材標章評定通過件數	8
圖 2.2 四類標章核發件數統計	9
圖 2.3 LEED v4 建築產品宣告及最佳化架構	37
圖 2.4 2060 年全球能資源消耗	41
圖 2.5 2017 年全球消耗的能資源比例	42
圖 2.6 2060 年預估能資源消耗量	43
圖 2.7 全球各個區域 2011 年及 2060 年材料使用密度 ..	44
圖 3.1 BAMB 標誌	46
圖 3.2 建材護照平台建材數目	47
圖 3.3 建材護照平台建材分類占比圖	48
圖 3.4 內政部建築研究所之易構住宅	54
圖 3.5 台糖循環聚落示意圖	55
圖 3.6 台糖循環聚落循環策略示意圖	56
圖 3.7 南港機廠公共住宅示意圖	59
圖 3.8 南港機場公宅 6 大規劃設計原則架構圖	61

摘要

關鍵詞：綠建材、循環建材

我國自民國 93 年建立綠建材標章制度以來，截至 108 年 10 月底，已累計核發 2,348 件綠建材標章（1802 件健康、9 件生態、187 件再生，與 350 件高性能綠建材）。綠建材標章在推動之初，先實施健康及再生綠建材兩類，這兩類亦是國際間相關建材類標章組織主要評估要項，惟目前我國再生綠建材的申請與核發數量已經趨緩，故本研究為加強國際接軌，並且對於產業界與學術界的訴求予以回應，嘗試進一步瞭解國內外循環建材相關標章制度的內涵與評定基準，在國內制度面部分，本研究持續追蹤及分析了國內幾個重要的標章制度，包括環保標章、節能標章及能源效率分級標示、省水標章、碳足跡標籤等，在國外的部分，本研究首先對 LEED 之材料與資源指標進行深入瞭解與探討，也探討建材銀行、建材護照、可回復建築等，經初步比較分析，在全球資源短缺及碳排的考量下，循環建材將成為未來建材發展的主軸之一，但是建材的循環再利用，涉及的問題不僅是技術的問題，更是管理與設計問題，例如建築在設計之初，便需考量材料的拆卸與組裝，而建材護照的概念便是強調材料生命週期的履歷管理，因此，未來國內推動循環建材，除可在建築技術規則上給予循環建材更高之權重之外，亦應強化建材生命週期管理與設計之相關研究，此外，我國對於循環建材及再生建材的定義較為狹隘，大致上是指由廢棄物產製的材料，但是國外認定的循環建材也包括未來易於再利用的材料、未經廢棄再製過程即可重複再使用的材料等，若能鬆綁相關定義有助於循環綠建材的推動。

Abstract

Key words: Green Building Materials, recycled materials

Taiwan established a green building materials label system in 2004, and has accumulatively issued 2,348 green building material labels. At the beginning of the promotion of green building materials, two types of health and recycling green building materials were first implemented. These two categories are also the main evaluation items of relevant international building material mark organizations. However, the number of applications and issuance of recycling green building materials in Taiwan has slowed down. Therefore, in order to strengthen the international connection and respond to the demands of the industry and academia, this study attempts to understand the connotation and evaluation criteria of the relevant domestic and foreign recycling building materials. In the domestic system, this research continues to track and analyze several important domestic labeling systems. In foreign countries, this research firstly conducted an in-depth understanding and discussion of LEED's materials and resource index, and explored building materials banks, building materials passports, and recyclable buildings. After a comparative analysis, we under the consideration of global resource shortages and carbon emissions, recycling building materials will become one of the main axes for the future development of building materials. However, the recycling and reuse of building materials involves not only technical issues, but also management and design issues. For example, at the beginning of the design of a building, it is necessary to consider the disassembly and assembly, and the concept of building materials passport is to emphasize the management of the life cycle of materials. Therefore, it is suggested that in addition to giving higher weight to recycled building materials in construction technical rules, relevant research on the life cycle management and design of building materials should also be strengthened. In addition, Taiwan's definition of recycled building materials is relatively narrow. Generally speaking, it refers to materials made from waste. However, the recycled building materials identified abroad also include materials that are easy to reuse in the future and materials that can be reused without being discarded and remanufactured. If the relevant definitions can be loosened, it will help to promote the recycling green building materials.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

近年來，全球經濟面臨了劇烈的波動，而能資源短缺的窘境逐漸凸顯，循環型經濟已被企業界、政府及年輕世代族群所重視，過去經濟模式追求的是大量生產製造、創造需求，伴隨而來的便是大量廢棄，而這樣的商業模式已經在全球各地悄悄發生變化，企業逐漸把焦點放在產品的創新設計和服務，而不僅止於產品數量上的成長。其中，仿生學（Biomimicry）及搖籃到搖籃（Cradle-to-cradle）的設計概念是效法大自然的養分循環（Nutrient Cycle Principles）法則，在這個法則中沒有任何物質是所謂的廢棄物，所有東西皆為養份，皆可回歸自然。利用「養分管理」觀念出發，所有資材必須被用在對的地方、對的時間，從產品設計階段就仔細構想產品結局，讓物質得以不斷循環。搖籃到搖籃可分成兩種循環系統：生態循環及工業循環。生態循環之產品由生物可分解的原料製成，最後回到生態系統化作養分；工業循環之產品材料則持續回到工業部門，將可再利用的材料升級或回收，再製成新的產品。許多企業僅是花費很多的心力與成本致力於減少工業廢棄物以降低產品之碳足跡，但是若能把廢棄物轉換成有價值的資材，那麼反而可以為企業帶來可觀的利潤。此外，隨著資通訊技術的發展和社交媒體的普及，不用的物品可以充分的被交換、轉售、共用、租賃、分享等，事實上這種型態的商業模式可以增加收入、節省支出，也讓資源做更有效的運用，當然勢必也對既有的商業模式，造成顛覆式的影響，另一方面，新的商業模式的崛起，必然也帶動了相關商機。

另一方面，建築材料的品質不僅攸關居住環境的舒適美觀，對居住者健康更有不可忽視之影響，故為提升國人居住環境品質、降低建材製造或使用階段對環境造成之衝擊，本部建築研究所於民國 93 年建立綠建材標章制度，期能透過相關檢測與評定程序，對於建材品質與性能予以鑑別及標示，以利國人選購優質建材，進而提升居住環境品質，帶動產業發展。

綠建材(Green Building Material)係指『在原料採取、產品製造、使用過程和再生利用循環中，對地球造成之環境負荷最小、對人體健康無害之建材』，綠建材標章制度即依此意涵，基於「人本健康、地球永續」精神，依據建材生命週期「資源採取、製造、使用、廢棄、再生」，訂定四大範疇進行評定，包括：生態、健康、高性能及再生綠建材四大分類，其中：「生態綠建材」是指使用無匱乏危機之天然材料（例如竹材、再生林木材等），以低人工處理之方式製成之建材；「健康綠建材」是指低甲醛及低揮發性有機化合物（TVOC）逸散之建材；「高性能綠建材」則包括在防音、透水、節能等性能上有高度表現之建材；「再生綠建材」是指將本土廢棄物依一定摻配比例再利用製成之建材。

我國自民國 93 年建立綠建材標章制度以來，截至 108 年 10 月底，已累計核發 2,348 件綠建材標章（1802 件健康、9 件生態、187 件再生，與 350 件高性能綠建材），產品包括塗料、天花板、地板、隔間牆材料、吸音材、磁磚、透水磚、接著劑、節能玻璃、隔音門窗等共 16,398 種系列產品，顯見綠建材標章已成功獲得產業界重視與迴響，民眾可選購之建材產品已趨於豐富多元，綠建材標章制度的推動已有效提升國人居住環境品質，並帶動建材產業轉型與升級。此外，「建築技術規則」建築設計施工編第 321 條規定室內綠建材使用率已逐次提升至 45% 以上，

戶外亦提升至 10%以上，相關法規規定，亦有助於帶動國內綠建材的產製及消費風潮。然而，即使綠建材標章核發數量逐年提升，但是與循環經濟最為相關的再生綠建材，其所占比重相對偏低，故如何推動循環綠建材，降低我國對於天然資材的消耗，實為重要的探討課題。

第二節 研究目的

由於全球自然資源日漸枯竭，循環經濟的概念逐漸被國際間重視，在建築產業中，循環綠建材被視為最能符合循環經濟概念的政策之一，故本研究擬蒐集及盤點國內外相關循環建材推動現況，主要之研究目的包括：

1. 蒐集並瞭解國內與再生建材相關之法規與標章制度。
2. 蒐集國外相關循環建材之推動現況，以瞭解國際主流發展趨勢。
3. 探討我國循環綠建材發展與應用現況。
4. 參酌國外經驗，分析我國循環綠建材可行之推動策略。

第三節 研究流程

綠建材標章現行的制度與評估架構運作多年，堪稱順利穩健，相關推動成果亦頗受外界好評，且我國分別建立「綠建築標章」、「綠建材標章」、「智慧建築標章」，然而國外未必有獨立之建材類標章系統，另外，國外對於建材的評定與要求著重與健康與循環兩大主軸，此一發展概念與綠建材接近，綠建材發展之初亦是由健康綠建材與再生綠建材先行實施試行，隔年再推動高性能及生態綠建材，然而，建材這個領域涉及許多跨部門的法規，例如內政部建築法規、環保署環保法規、經濟部國家標準等，因此本研究將逐一盤點國內涉及循環建材的相關法規及國外發展趨勢，並根據盤點與蒐集之資料，評估我國綠建材標章之評估項目與評估基準國際接軌之可行性，本研究研究流程如下：

1. 針對國內外與建材相關之標章制度進行資料蒐集及分析。
2. 針對歐盟建材銀行、建材護照、可回復建築等發展進行文獻蒐集與探討。
3. 縱整相關資料，並依據我國國情與產業發展現況，提出我國循環建材推動策略。

第四節 預期成果

本研究之預期成果，說明如下：

- 一、完成國內外循環建材相關標章制度發展現況之文獻及數據蒐集。
- 二、蒐集國內外循環建材推動案例與推動策略，並分析循環綠建材發展機會與瓶頸。
- 三、參酌國際推動經驗，並考量我國國情與產業現況，研提我國循環綠建材推動策略。

第二章 文獻回顧與探討

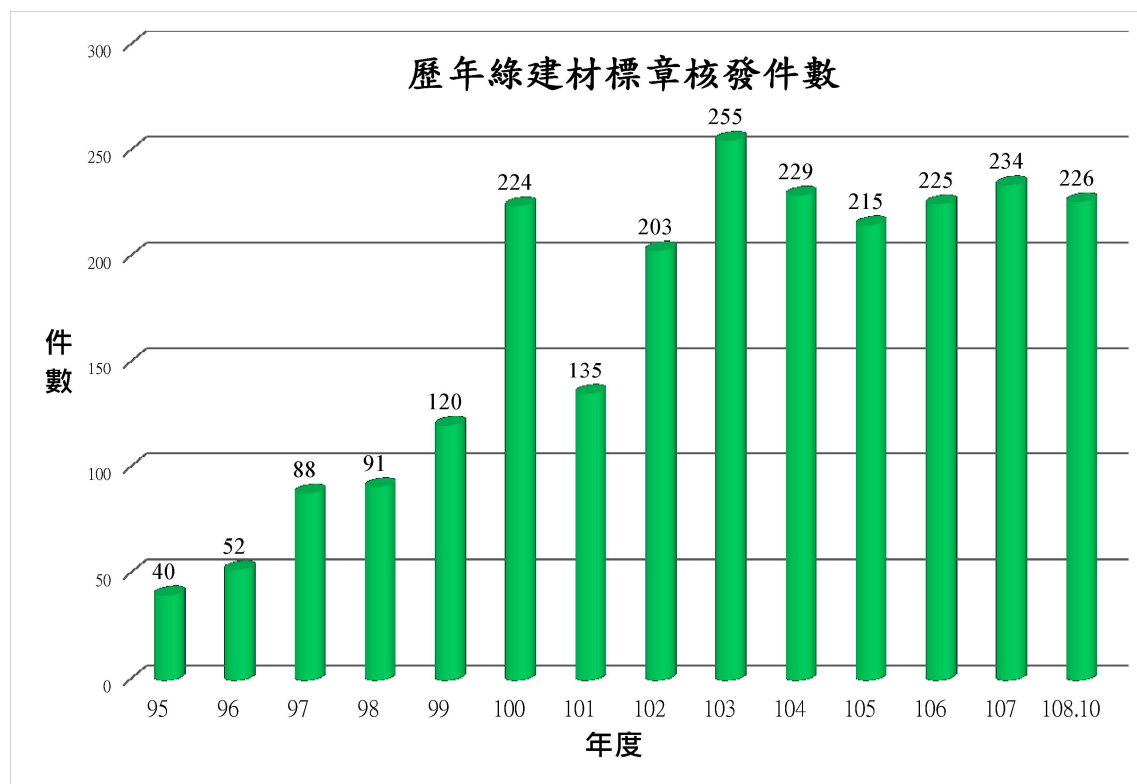
第一節 我國建材類標章制度發展現況

2.1.1 綠建材標章制度發展現況

由於社會形態與運作方式的逐漸轉變，國人待在室內的時間有越來越長的趨勢，因此建築材料的品質不僅攸關居住環境的舒適性、美觀性，更會對居住者的健康產生不容忽視的影響。另一方面，全球也面臨了資源匱乏、全球暖化的挑戰，建材的製造或使用階段應充分考量環境友善、資源再利用等課題，綠建材標章制度的推動便是為了積極建構「人本健康、地球永續」之生活環境。本部於民國 93 年建立綠建材標章制度，期能透過相關檢測與評定程序，對於建材品質與性能予以鑑別及標示，避免劣質及黑心建材魚目混珠，影響國人居住品質。綠建材標章分為 4 大類：健康、生態、高性能及再生綠建材，其中：「健康綠建材」是指低甲醛逸散及低揮發性有機化合物(TVOC)逸散之建材；「生態綠建材」是指使用無匱乏危機之天然材料，以低人工處理方式製成之建材；「高性能綠建材」則包括在防音、透水、節能等性能上有高度表現之建材；「再生綠建材」是指將廢棄物依一定摻配比例再利用製成之建材。

我國自民國 93 年建立綠建材標章制度以來，截至 108 年 10 月底，已累計核發 2,348 件綠建材標章(1802 件健康、9 件生態、187 件再生，與 350 件高性能綠建材)，產品包括塗料、天花板、地板、隔間牆材料、吸音材、磁磚、透水磚、節能玻璃、隔音門窗等共 16,398 種系列產品，顯見綠建材標章已成功獲得產業界重視與迴響，民眾可選購之建材產品已趨於豐富多元，綠建材標章制度的推動已有效提升國人居住環境品質，並帶動建材產業轉型與升級，歷年核發件數詳圖 2.1 所示。此外，「建築技術規則」建築設計施工編第 321 條規定室內綠建材使用率已逐次提

升至 45% 以上，戶外亦提升至 10% 以上，相關法規規定，亦有助於帶動國內綠建材的產製及消費風潮。

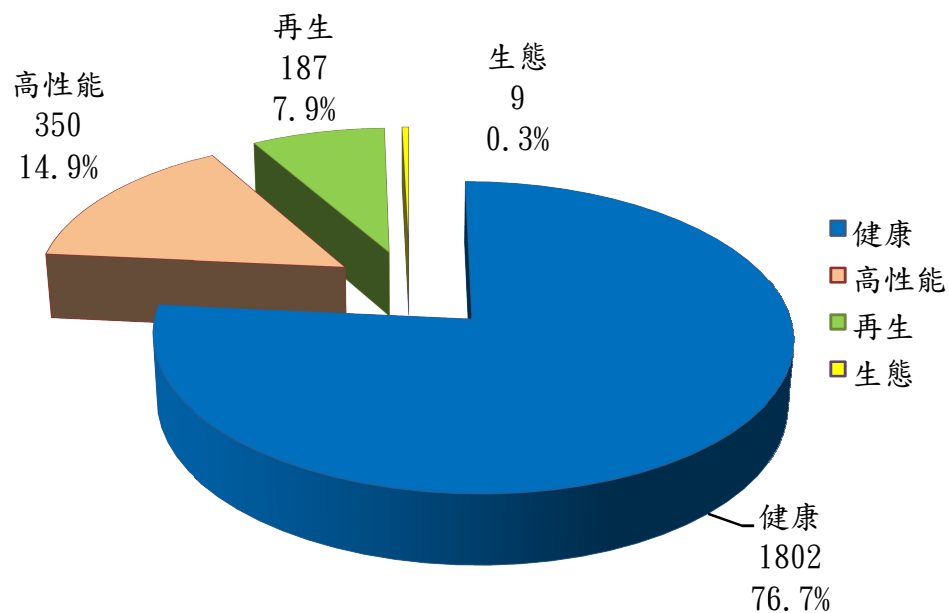


本研究製圖

圖 2.1 歷年綠建材標章評定通過件數

在歷年通過的標章產品中，具低甲醛、低 TVOC 逸散特性，且與室內空氣品質關係最為密切之「健康綠建材」占 76.7%，顯見室內裝修材料的健康性能，受到產業界與消費者高度重視，相關標章制度已成功帶動健康綠建材的產製及消費風潮，有助於從源頭改善室內空氣品質，但是，這似乎也造成某種程度的排擠作用，例如，生態綠建材僅佔 0.3%，再生綠建材僅佔 7.9%，高性能綠建材僅佔 14.9%，三者合計尚未達健康綠建材之一半（詳圖 2.2）。

截至108年10月底評定通過GBM標章-共2348件標章



本研究製圖

圖 2.2 四類標章核發件數統計

2.1.2 環保標章制度發展現況

民國 60 年代歐美國家興起環保運動，推行「綠色消費」概念，減少過度生產與消費之生活型態而造成對環境的衝擊，環保標章運動因應而生且蓬勃發展。66 年由德國政府首創藍天使環保標章計畫，77 年加拿大政府的環境選擇標章計畫與 78 年日本及北歐國家的環保標章制度也都陸續推出。

環保署為順應世界環保趨勢，特參考國際先進國家實施環保標章之經驗，及國內標章制度，於民國 81 年推動環保標章制度，經公開徵選環保標章圖樣，於 81 年 9 月 16 日取得服務標章專用權，廠商產品經認可符合環保標章規格標準者，核發環保標章使用證書，廠商可於產品或包裝上，標示環保標章圖樣，供民眾採購辨識，透過環保標章制度，鼓勵廠商設計製造產品時，考量降低環境之污染及節省資源之消耗，促進

廢棄物之減量及回收再利用，同時喚醒消費者慎選可回收、低污染、省資源之產品，以提昇環境品質。

環保標章是依據 ISO 14024 環保標章原則與程序而定，其本質上，是一種經濟工具，目的是鼓勵那些對於環境造成較少衝擊的產品與服務，透過生產製造、供應及需求之市場機制，驅動環境保護潛力。為達成其效用，我國環保標章只頒發給同一類產品中，前 20%~30% 環保表現最優良的產品。自民國 82 年 2 月 15 日公告第一批產品環保標章規格標準起，迄今已有 15 大類產品類別，超過 1 百多種產品項目，截至 108 年 10 月底止，核發件數累計達到 4029 件，產品高達 15277 種（詳表 2.1）。

表 2.1 環保標章累計核發件數

產品類別	件數	累計產品數	效期內產品數
資源回收產品類	384	3958	1066
清潔產品類	149	180	66
資訊產品類	2010	5870	1930
家電產品類	408	1782	480
省水產品類	69	449	148
省電產品類	111	336	70
(OA)辦公室用具產品類	73	165	85
可分解產品類	13	26	12
有機資材類	33	251	78
建材類	328	1003	297
日常用品類	281	803	275
工業類	56	110	41
利用太陽能資源	4	48	0
服務類	55	55	32
第二類	55	241	38
總計	4029	15277	4618

本研究製表（截至 108 年 10 月底）

環保署為推廣更多環保產品，於 103 年 9 月 28 日公告「第二類環保標章環境訴求評定基準」，內容包括適用範圍、用語及定義、特性及要求、標示及其他事項，其中適用範圍中，可申請主張之環境訴求項目，包括低污染、具可堆肥化、具可生物分解、具可拆解設計、具可回收設計、具可再使用、使用回收料、具可延長壽命、回收能源、製程省資源、製程或產品使用可再生能源、廢棄物減量、使用階段省能源及使用階段省水，共 14 項，廠商可依據產品主要特性選擇 3 項以內，作為申請之評定基準，並據以提出產品環保優越性之佐證資料，供驗證機構驗證審查，審查通過後，核發第二類環保標章使用證書，廠商可於產品或包裝標示第二類環保標章圖案，進而共同推動環保行銷，推廣更多環保產品。第二類環保標章環境訴求評定基準如下：

表 2.2 第二類環保標章環境訴求評定基準

環境訴求	定義
1.產品低污染	產品及其組成分未含特定物質或其含量低於其他同級產品。
2.具可堆肥化	產品或其組成分可被生物分解為相當均質性且穩定類似腐植質之物質。
3.具可生物分解	產品可在特定情況下，於一定時間內生物分解至特定之程度。
4.具可拆解設計	產品於有用壽命結束後，其組件與零件可被再利用、回收、回收能源或其他可自廢棄物流中轉移的方式拆解。
5.具可回收設計	產品或其組成分，可自廢棄物流中轉移出來，經收集處理，且以原料或產品的型態恢復使用。
6.具可再使用	產品未改變原物質形態，可直接重複使用或經過適當程序恢復原功用或部分功用後使用。
7.使用回收料	產品使用回收料，其回收料摻配比率高於其他同級產品。
8.具可延長壽命	產品具更佳耐用性或可升級之特點，被設計為可延長使用壽命，以減少使用資源或減少廢棄物。
9.回收能源	原本可能被當作廢棄物處置，卻經由管理程序中收集來自於物料或能源所製之能源。
10.製程省資源	製造產品時，減少所需物料、能源或水之使用量，優於同級產品。
11.製程或產品使用可再生能源	製程或產品使用太陽能、風能、生質能及地熱等可再生能源。
12.廢棄物減量	產品或製程的改變，減少進入廢棄物流之物料量(質量)。
13.使用階段省能源	產品在展現同等功能下，所能減少之能源消耗量優於同級產品。
14.使用階段省水	產品在展現同等功能下，所能減少之水量優於同級產品。

本研究製表

2.1.3 節能標章及能源效率分級標示

為使國內使用能源之設備及器具能源效率能達到國際標準，並防止國外低效率產品輸入我國，我國能源局除依「能源管理法」規定訂定國家能源效率標準逐年汰換老舊設備器具外，對於高效率省能產品亦建立進一步推廣應用機制。經濟部能源局爰建立自發性節能標章認證制度，以建構國內高能源效率之消費環境，引導消費者優先選用，進而積極鼓勵廠商研發生產高能源效率產品。「節能標章」之產品能源效率基準，係針對該項產品市場現況各品牌之能源使用效率，擇其分佈曲線之中上階層，作為訂定之參考依據，並配合定期的檢討隨著分佈曲線的變化加以調升，以確保「節能標章」產品所具有的高能源效率的特性。因此，一般消費大眾便可由「節能標章」，簡單明確的辨識出何者為高能源效率產品。產品貼上這個圖樣，代表能源效率比國家認證標準高 10-50%。

至於能源效率分級標示與能源標章制度是兩套獨立的制度，能源效率分級制度是強制性的制度，目前全球已有超過 50 多個國家或地區採用強制性能源效率標準，而實施強制性或自願性能源效率標示的地區人口數量也涵蓋全球人口的 8 成左右，可見能源效率標準與標示已成為政府實施節能管理的重要措施。現在大多數的國家均以規範最低「容許耗用能源基準」與「推動能源效率分級標示」做為提升耗能產品能源使用效率的主要方法，而我國由於自產能源缺乏，能源進口依存度高達 99% 以上，加上近年來國民生活水準日益升高，使得國內能源需求量相對加大，落實節能減碳對我國更形重要。

世界先進國家推動使用能源設備及器具能源效率管理之主要政策有三，包括：訂定產品容許耗用能源基準（MEPS）、實施自願性節能標章、以及推動能源效率分級標示，而我國為順應國際趨勢，於民國 98 年 7 月 8 日修正通過「能源管理法」，將強制性能源效率標示管理納

入，藉由產品能源效率資訊，引導消費者選購高能源效率產品，並逐步淘汰低能源效率產品。民國 99 年 7 月 1 日我國能源效率分級標示制度正式上路，能源效率分級圖示是廣邀各界設計創意菁英，為我國能源效率標示打造新的風貌，政府規定廠商需於賣場展示機機種正面處及展示或銷售處所使用之產品型錄上揭露產品之標示圖示，使消費者能清楚辨識產品能源效率，進而做出正確之省能選擇。未來政府還會陸續擴大標示管制範圍，藉由我國能效分級標示之推動，使消費者能清楚辨識產品能源效率，進而引領其消費行為，強化其對產品能源效率的重視，讓綠色消費蔚為風潮，能源效率分級標示與能源標章比較詳表 2.3。

表 2.3 能源效率分級標示與能源標章比較

名稱	能源效率分級標示	節能標章	
性質	強制性	自願性	
推動日期	2010年7月	2001年12月	
法源依據	能管法第14條、19-1條、21條	經濟部能源局節能標章推動使用作業要點	
產品項目	12項	51項	
產品類別	1.電冰箱 2.無風管空調機 3.電熱水瓶 4.除濕機 5.安定器內藏式螢光燈泡 6.瓦斯熱水器(即熱式燃氣熱水器) 7.瓦斯爐(燃氣台爐) 8.貯備型電熱水器 9.溫熱型開飲機 10.冰溫熱型開飲機 11.冰溫熱型飲水機 12.溫熱型飲水機	1.電冰箱 2.除濕機 3.電風扇 4.洗衣機 5.乾衣機 6.烘手機 7.螢光燈管吹風機 8.螢光燈管 9.溫熱型飲水機 10.溫熱型開飲機 11.冰溫熱型開飲機 12.冰溫熱型飲水機 13.無風管空調機 14.汽車 15.機器腳踏車 16.安定器內藏式螢光燈泡 17.燃氣台爐 18.即熱式燃氣熱水器	30.印表機 31.空氣清淨機 32.道路照明燈具 33.浴室用通風電扇 34.壁式通風扇 35.桌上型電腦 36.筆記型電腦 37.空氣源式熱泵熱水器 38.排油煙機 39.微波爐 40.軸流式風機 41.離心式風機 42.螢光燈管用安定器 43.電烤箱 44.貯(儲)備型電開水器 45.LED燈泡 46.LED平板燈

		19.電鍋/電子鍋 20.貯備型電熱水器 21.電熱水瓶 22.出口標示燈與避難 方向指示燈 23.電視機 24.顯示器 25.DVD錄放影機 26.室內照明燈具 27.組合音響 28.緊密型螢光燈管 29.影印機	47.在線式不斷電式電 源供應器 48.天井燈 49.筒燈及嵌燈 50.辦公室及營業場所 燈具 51.室內停車場智慧燈 具
--	--	--	--

本研究製表

2.1.4 省水標章

經濟部水利署為鼓勵消費者選用省水產品，落實全民效率節水並促進業界研發省水器材，於 87 年 1 月 13 日頒訂「省水標章作業要點」，全力推動省水標章制度，並與工研院能環所共同設立「節水實驗室」，進行各項省水產品檢測，符合產品規格之產品即頒發省水標章使用證書，消費者認明省水標章選購合格省水器材，即能在不影響原用水習慣下，達到節約用水之目的。106 年 6 月 7 日經濟部公告訂定「省水標章管理辦法」，其中省水標章各項產品項目計 11 項，包括「洗衣機(分為普級與金級)」、「一段式省水馬桶(分為普級與金級)」、「兩段式省水馬桶(分為普級與金級)」、「一般水龍頭」、「感應式水龍頭」、「自閉式水龍頭」、「蓮蓬頭」、「沖水小便器」、「免沖水小便器」、「兩段式沖水器」及「省水器材配件」、等 11 類，詳表 2.4。

表 2.4 省水標章通過件數

項目	件數
洗衣機(普級)：	410
洗衣機(金級)：	404
一段式省水馬桶(普級)：	252
一段式省水馬桶(金級)：	229
兩段式省水馬桶(普級)：	473
兩段式省水馬桶(金級)：	485
一般水龍頭：	1087
感應式水龍頭：	271
自閉式水龍頭：	27
蓮蓬頭：	344
沖水小便器：	20
免沖水小便器：	11
兩段式沖水器：	263
省水器材配件(小便斗沖水器)：	281
省水器材配件(其他)：	135
總件數	4692

本研究製表（截至 108 年 10 月底）

2.1.5 碳足跡標籤發展

行政院環境保護署近年來積極推動產品碳足跡及碳標籤等相關工作，除於 98 年 12 月正式發布「台灣碳標籤」圖示，宣示推動我國碳標籤制度，並於 99 年 2 月完成我國「產品與服務碳足跡計算指引」(以下簡稱我國碳足跡計算指引)，提供國內業者在計算產品與服務生命週

期碳足跡時，能有一致性之評估方法，並進一步促使其減量，讓消費者有機會選擇對環境有利之產品。為確保我國推動之碳足跡及碳標籤等相關政策能與有一致性作法並與國際接軌，環保署遂參採國際間相關碳足跡查驗技術規範、蒐集國內現行案例作法，並參採我國碳足跡計算指引之內容，完成「產品與服務碳足跡查證技術指引」（以下簡稱本指引），除為查驗機構執行碳足跡查證業務之依循，更可作為業者在進行碳足跡盤查與內部查證作業之參考，進而提升碳足跡評估結果之品質，以利推動我國碳足跡工作。目前取得認證機構核發之碳足跡查驗機構認證證書之查驗機構有四家，詳如表 2.5。

表 2.5 環保署認可之碳足跡查驗機構

查驗機構中文名稱	核准日期
香港商英國標準協會太平洋有限公司台灣分公司	2015/12/14
台灣德國萊因技術監護股份有限公司	2015/12/14
台灣衛理國際品保驗證股份有限公司	2015/12/14
台灣檢驗科技股份有限公司	2015/07/06

本研究製表

我國產品碳標籤制度將規劃分為二階段推動：

一、推動產品碳足跡揭露

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。

對廠商而言，分析產品碳足跡可以瞭解該產品在各生命週期階段產生溫室氣體之比例，進一步檢討溫室氣體減量的對策，例如採用對環境友善之原料、產品包裝減量或回收、提升運輸效率等，包括要求產品上游供應商共同努力降低產品碳足跡，除減少溫室氣體排放並形成綠色供應鏈外，通常同時可以得到降低成本的效果。

對消費者而言，可以優先選購具碳標籤產品支持廠商揭露產品碳足跡，並於產品使用及廢棄處理時配合減少碳排放，達到減少溫室氣體排放之目的。

二、發展減碳標籤制度

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，後續經環保署審查達成減碳承諾者，可取得減碳標籤使用權。對廠商而言，取得減碳標籤之產品未來會與環保集點制度結合，並可能納入政府機關優先採購範圍，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

由於國際標準組織（ISO）的產品碳足跡計算標準（亦即 ISO 14067）尚在研擬中，在其正式公布前，為提供社會各界進行產品與服務碳足跡計算時，有一致性之評估方法，行政院環境保護署（以下簡稱環保署）參考 PAS 2050 及 ISO/DIS 14067.1(註)已建立之生命週期評估法，完成我國「產品與服務碳足跡計算指引」，於 99 年 2 月公告。未來亦將根據正式公布之 ISO 14067 內容，進行修訂。

「產品與服務碳足跡計算指引」可供廠商檢視內部現有商品與服務之生命週期溫室氣體排放，以及其供應鏈之溫室氣體排放現況。同時

藉由揭露的溫室氣體排放量，促使消費者選擇對環境友善之產品，並提醒消費者於產品使用及廢棄處理回收階段配合減少溫室氣體之排放。

截至 108 年 10 月份，已有 145 家廠商 829 件碳標籤產品，101 家廠商 28 件減碳標籤產品，效期內之碳標籤產品中，共有 8 件建材類產品，其餘以飲食類產品居多（詳表 2.6）。

表 2.6 取得碳標籤之建材類產品

產品	公司	宣告單位	碳足跡係數	原料取得	製造/服務	配送銷售	使用	廢棄回收	有效期限
高壓透水混凝土磚(再生)	健源有限公司	一片， 30cm(L)x30cm(W)x6cm(H) (再生)	2.6kg	82.81%	4.42%	12.74%	0.00%	0.02%	2022/06/03
高壓透水混凝土磚(再生)	健源有限公司	一片， 20cm(L)x20cm(W)x6cm(H) (再生)	1.2kg	82.81%	4.42%	12.74%	0.00%	0.02%	2022/06/03
高壓透水混凝土磚(再生)	健源有限公司	一片， 20cm(L)x10cm(W)x6cm(H) (再生)	600g	82.81%	4.42%	12.74%	0.00%	0.02%	2022/06/03
高壓透水混凝土磚(一般)	健源有限公司	一片， 30cm(L)x30cm(W)x6cm(H) (一般)	2.4kg	80.32%	4.84%	14.79%	0.00%	0.05%	2022/06/03
高壓透水混凝土磚(一般)	健源有限公司	一片， 20cm(L)x20cm(W)x6cm(H) (一般)	1.1kg	80.32%	4.84%	14.79%	0.00%	0.05%	2022/06/03
高壓透水混凝土磚(一般)	健源有限公司	一片， 20cm(L)x10cm(W)x6cm(H) (一般)	550g	80.32%	4.84%	14.79%	0.00%	0.05%	2022/06/03
萬用免釘膠	南寶樹脂化學工廠股份有限公司	每支 (310ml) 「萬用免釘膠」，含包裝	600g	94.88%	0.26%	2.35%	0.00%	2.51%	2019/11/30

本研究製表

2.1.6 綠色採購

1998 年台灣首先在《政府採購法》，正式納入綠色採購概念。該法第 96 條：「機關得於招標文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，並得允許 10% 之價差。產品或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者，亦同。其他增加社會利益或減少社會成本，而效能相同或相似之產品，準用前項之規定。前二項產品之種類、範圍及實施辦法，由主管機關會同行政院環境保護署及相關目的事業主管機關定之。」另外在《機關優先採購環境保護產品辦法》中，要求各機關之採購物品如有環保標章者，採購金額中 50% 應採購環保標章產品。推廣初期，範圍暫時侷限於辦公室文具用品及設備上，未來將考慮擴大至工程類與勞務類採購。

另由於政府採購法 96 條規定「前二項產品之種類、範圍及實施辦法，由主管機關會同行政院環境保護署及相關目的事業主管機關定之。」環保署及公共工程委員會於民國 88 年訂定「機關優先採購環境保護產品辦法」，其之第二至六條定義了第一類、第二類、第三類產品，摘錄如下：

第一條 本辦法依政府採購法（以下簡稱本法）第九十六條第三項規定訂定之。

第二條 本法第九十六條之用詞定義如下：

- 一、效能相同或相似之產品，指環境保護產品之效能經招標機關認定與招標文件之規定相同或相似者。
- 二、再生材質，指回收材質經由再製過程，製成最終產品或產品之組件。
- 三、可回收，指產品或其組件於廢棄後可經由收集、處理而

轉變為原物料或產品。

四、低污染，指產品或其材料之設計、製造或使用，具有減少產生有害或有毒物質之功能者。

五、省能源，指產品或其材料之使用，具有減少能源消耗之功能者。

六、增加社會利益或減少社會成本，指產品或其材料之設計、製造或使用，具有降低對有限資源之依賴、減少資源之消耗、開發新種資源之使用或其他類似情形者。

第三條 本法第九十六條第一項所稱政府認可之環境保護標章（以下簡稱環保標章）使用許可之產品，指該產品屬環保署公告之環保標章產品項目，且符合下列情形之一者（以下簡稱第一類產品）：

一、取得行政院環境保護署（以下簡稱環保署）認可之環保標章使用許可。

二、取得與我國達成相互承認協議之外國環保標章使用許可。

第四條 本法第九十六條第一項所稱產品或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者，指非屬環保署公告之環保標章產品項目之產品，經環保署認定符合此等條件，並發給證明文件者（以下簡稱第二類產品）。

第五條 已取得外國環保標章使用許可，而不及於投標前取得前二條環保標章使用許可或證明文件者，得於投標文件內先行提出經公證或認證之外國環保標章使用許可證明影本，並於招標文件規定之期限內取得前二條環保標章使用許可或證

明文件。

第 六 條 本法第九十六條第二項所稱增加社會利益或減少社會成本之產品，指該產品經相關目的事業主管機關認定符合此等條件，並發給證明文件者（以下簡稱第三類產品）。

2.1.7 營建署建築新技術新工法新設備及新材料認可制度

內政部於中華民國九十年九月二十五日修正公佈「建築技術規則總則編」第四條條文，納入「評定」之相關規定，原由政府邀請專家學者組成專案小組之審查方式，改為指定民間專業團體辦理，以結合民間專業力量，提昇建築防火材料審查效能，確保公共安全。即對於各種建築防火材料之新技術，原來由行政部門直接、詳細執行技術審查之作業改為評定作業，以落實行政與技術分立。內政部營建署因此依據上述變革訂定建築新技術新工法新設備及新材料認可相關規定，包括有「建築新技術新工法新設備及新材料認可作業要點」、「建築新技術新工法新設備及新材料性能規格評定專業機構指定申請要點」及「建築新技術新工法新設備及新材料性能試驗機構指定申請要點」相關規定。另建築技術規則總則編第四條規定如下：

建築物應用之各種材料及設備規格，除中華民國國家標準有規定者從其規定外，應依本規則規定。但因當地情形，難以應用符合本規則與中華民國國家標準材料及設備，經直轄市、縣（市）主管建築機關同意修改設計規定者，不在此限。

建築材料、設備與工程之查驗及試驗結果，應達本規則要求；如引用新穎之建築技術、新工法或建築設備，適用本規則確有困難者，或尚無本規則及中華民國國家標準適用之特殊或

國外進口材料及設備者，應檢具申請書、試驗報告書及性能規格評定書，向中央主管建築機關申請認可後，始得運用於建築物。

前項之試驗報告書及性能規格評定書，應由中央主管建築機關指定之機關（構）、學校或團體辦理。

第二項申請認可之申請書、試驗報告書及性能規格評定書之格式、認可程序及其他應遵行事項，由中央主管建築機關另定之。

第三項之機關（構）、學校或團體，應具備之條件、指定程序及其應遵行事項，由中央主管建築機關另定之。

上述「建築技術規則總則編」第四條條文提到「如引用新穎之建築技術、新工法或建築設備，適用本規則確有困難者，或尚無本規則及中華民國國家標準適用之特殊或國外進口材料及設備者，應檢具申請書、試驗報告書及性能規格評定書，向中央主管建築機關申請認可後，始得運用於建築物。前項之試驗報告書及性能規格評定書，應由中央主管建築機關指定之機關（構）、學校或團體辦理。」，內容中所指之試驗報告書，即由營建署指定之性能試驗機構執行。而這些被內政部營建署指定之性能試驗機構，於「建築新技術新工法新設備及新材料性能規格評定專業機構指定申請要點」第三點內容提到其於「原指定期限(指定有效期限為三年)屆滿重新申請指定者，應檢附通過經濟部標準檢驗局推動之中華民國實驗室認證體系(TAF)，或相當中華民國實驗室認證體系水準之認證證明文件。」取得認可之實驗室詳表 2.7 所示，另外，目前營建署指定了國立台灣科技大學(建築性能規格評定中心)、財團法人成大研究發展基金

會、財團法人台灣建築中心及臺灣建築學會(建築性能評定中心)為專業評定機構(詳表 2.8 所示)。

表 2.7 「建築新技術新工法新設備及新材料」制度認可之試驗機構

No	試驗機構名稱
1	財團法人塑膠工業技術發展中心 (驗證檢測實驗室)
2	內政部建築研究所 (防火實驗中心)
3	國家中山科學研究院 (化學研究所中科院青園實驗室)
4	國立成功大學 (防火安全研究中心防火實驗室)
5	財團法人台灣建築中心 (材料實驗室)
6	台灣防火科技有限公司(防火安全研究中心)
7	明道學校財團法人 (明道防火實驗室)
8	國立雲林科技大學(防火閘門耐火測試實驗室)
9	Underwriters Laboratories Inc. - Fire Protection Laboratory (美國 IAS 認證實驗室)
10	英國 BRE Global Limited
11	內政部建築研究所 (性能實驗中心)
12	國立屏東科技大學(綠建材技術服務中心)

資料來源：

<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%A5%AD%E5%8B%99%E6%96%B0%E8%A8%8A.html?cat=39&sort=1>

表 2.8 「建築新技術新工法新設備及新材料」制度認可之評定機構

No	評定機構名稱
1	國立台灣科技大學(建築性能規格評定中心)
2	財團法人成大研究發展基金會
3	財團法人台灣建築中心
4	臺灣建築學會(建築性能評定中心)

資料來源：

<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%A5%AD%E5%8B%99%E6%96%B0%E8%A8%8A.html?cat=39&sort=1>

2.1.8 公共工程委員會新材料、新技術及新工法推動現況

隨著科技日新月異，建築工程所使用之材料與技術在民間業者與專家之研發下，亦不斷推陳出新，這些創新之工法、材料或設備，對於工

程之施工品質、進度之掌控或是危害之防治等皆有相當之效益，然而受限於國內的採購法規之限制，以及施工規範及國家標準之不足，工程發包不得不當限制廠商競爭、不得限定資格、不得指定材料，雖另有訂定統包、替代方案、最有利評選及限制性招標等方式可供引用，但主辦機關怕有圖利廠商之嫌，寧願援用既有規範，而設計公司而缺乏業主支持下，亦不敢引用新的工法或材料，民間廠商在缺乏良性之鼓勵機制的背景下，因而不願從事引入或進行研發，而學校教授也無管道將研究之材料或工法用於工程上，形成工程技術停滯與工程品質無法提升。

有鑑於此，行政院公共工程委員會特建置「新材料、新技術及新工法」平台，內容包含「運用創新材料、技術、工法專案推動小組執行計畫」、「各機關對新材料、新技術及新工法使用試辦作業要點」。其中「運用創新材料、技術、工法專案推動小組執行計畫」，主要彙集各機關或廠商已採用創新材料、技術與工法之示範計畫及案例基本資訊，包括適用範圍、設計方法與施工規範、品管要求、維護管理方式、注意事項等，並定期邀各機關召開推動小組會議，俾利發揮推廣成效。至「各機關對新材料、新技術及新工法使用試辦作業要點」，該作業要點已於 100 年 03 月 31 日工程技字第 10000120021 號函頒，主要在推廣新材料、新技術及新工法之應用。而「第三專業機構驗證案例相關網站」，主要提供各機關可以透過第三者專業審查機制，以確認產品之性能，進而提升新材料、新技術及新工法之使用度。目前第三專業機構對新材料、新技術及新工法之驗證，包括財團法人臺灣建築中心、財團法人成大研究發展基金會及財團法人臺灣營建研究院中華民國營建科技審查制度(CETES)，其中 CETES 認可之新材料、新技術及新工法彙整如下表：

表 2.9 CETES 認可之新材料、新技術及新工法

合格標章編號	產品	廠商名稱	登錄有效日期
(106)營建產證 002 號	KEY STONE 景觀式擋 土磚及護坡磚	震偉股份有限公 司	109 年 6 月 30 日
(106)營建產證 001 號	HSC 301-5 處理劑	中聯資源股份有 限公司	109 年 6 月 30 日
(107)營建產證 003 號	HSC 301 處理劑	中聯資源股份有 限公司	110 年 10 月 31 日
(105)營建產證 001 號	GEOBRUGG Protection Systems 防落石網及邊 坡穩定系統	絡科國際股份有 限公司	108 年 5 月 31 日
(107)營建產證 001 號	礦物細料	中聯資源股份有 限公司	110 年 4 月 2 日
(107)營建產證 002 號	太陽能光電板自重式箱 體	聚恆科技股份有 限公司	110 年 4 月 2 日
(108)營建產證 001 號	含水壓量測之貫入錐試 驗	応用地質株式會 社	117 年 2 月 19 日

本研究製表

另行政院公共工程委員會為鼓勵公共工程採用創新產品，提供平台讓機關與廠商進行交流，特訂定「公共工程創新產品交流平台試辦作業要點」。配合要點於 105 年 11 月 1 日生效，工程會所建置的「創新產品交流平台網站」也同步上線。過往我國公共工程使用創新產品常受限於體制，承辦人員擔心廠商的拜訪，會造成外界不當解讀，廠商為了產品的行銷，也透過關係介紹，造成不透明又不公開的弊端，但是承辦人員拒不見廠商瞭解產品，也失去接觸工程新知，提升自身技術能力的機會。因此，為了打破過往機關不敢見廠商防杜關說之情形，工程會由法制層面著手，建構機關與廠商間的溝通管道，鼓勵雙向溝通，使機關人員勇於接受新知，增進對創新產品熟悉度，同時也促進廠商瞭解機關業務需求及產品缺失，進而改善產品功能，可誘導及刺激創新產品的進化，形

成國家正向的運作機制，使機關採用好的產品，人民享受到公共設施最先進與最高的品質。機關採用創新產品應善用採購策略，政府採購法第26條有關不得限制競爭，係以有無逾機關所必須者認定之，而不以符合該規格之廠商家數多寡作為判斷依據。至於採購優良創新產品，也可採用統包最有利標或評分及格最低標，僅訂定必要之採購資格及功能，由各家廠商提供創新產品供機關選擇得標廠商，可引導創新產品的開發，進而行銷至全世界，促進產業發展。

創新產品交流平台運作機制，由廠商啟動交流程序，廠商所開發或代理的創新產品在獲得學(公)會、大專院校或研究機構的推薦後，即可於平台網站登錄產品資料及希望交流的機關，機關於收到交流申請後30天內，以會議、現勘或公開展示說明會型式與廠商進行交流，相關交流意見由機關在交流後30天內上傳至工程會平台網站，所有的交流資訊都公開於交流平台網站供各界查詢。截至108年10月底，已有431案材料、設備、技術或工法完成登錄交流資訊，近三個月（108年8月至10月）內完成登錄之交流案共52件(詳如表2.10)。

表 2.10 創新產品交流平台登錄之產品

序號	產品名稱	產品分類	廠商名稱	產品登錄日期	交流機關名稱
1	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/21	太魯閣國家公園管理處
2	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/20	交通部運輸研究所
3	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/20	行政院農業委員會
4	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/20	經濟部水利署
5	電弧爐煉鋼氧化渣(石)再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/18	交通部公路總局第五區養護工程處
6	電弧爐煉鋼氧化渣(石)再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/18	嘉義市政府交通處

7	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/18	臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司
8	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/18	臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司
9	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	內政部營建署城鄉發展分署
10	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	墾丁國家公園管理處
11	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	玉山國家公園管理處
12	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	陽明山國家公園管理處
13	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	雪霸國家公園管理處
14	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	金門國家公園管理處
15	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/16	台江國家公園管理處
16	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	經濟部水利署第六河川局
17	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	臺南市政府水利局
18	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	臺南市政府工務局
19	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	內政部營建署中區工程處
20	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	台灣自來水股份有限公司
21	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	嘉義縣政府建設處
22	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	嘉義縣政府水利處
23	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	嘉義市政府工務處
24	電弧爐煉鋼氧化渣(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/15	嘉義市政府都市發展處
25	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/15	國防部軍備局工程營產中心
26	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部公路總

					局
27	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部觀光局
28	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	臺灣港務股份有限公司
29	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部航港局
30	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	桃園國際機場股份有限公司
31	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部民用航空局
32	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部高速鐵路工程局
33	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部臺灣鐵路管理局
34	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部鐵路改建工程局
35	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/8	交通部臺灣區國道高速公路局
36	邊坡墜落保護工法	工法	威建企業有限公司	2019/10/8	交通部公路總局第四區養護工程處
37	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/7	財團法人工業技術研究院
38	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/7	海洋國家公園管理處
39	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/7	行政院環境保護署
40	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	行政院原子能委員會
41	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	內政部營建署
42	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	內政部建築研究所
43	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	經濟部
44	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	科技部
45	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	中央研究院
46	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	國家中山科學研究院
47	活性硅微粉	材料	大維石業有限公司	2019/10/6	經濟部能源局

48	電弧爐煉鋼氧化碴(石) 再生級配粒料	材料	天九興業股份有限公司	2019/10/1	經濟部水利署 第五河川局
49	河川水利及海事港灣創 新綠色工法	工法	盟鑫工業股份有限公司	2019/9/2	桃園市政府海 岸管理工程處
50	海綿城市基地保水資材 之雨水貯留再利用水槽 及地下滯洪槽系統工法	工法	連積企業有限公司	2019/8/29	臺北市政府工 務局公園路燈 工程管理處
51	海綿城市基地保水資材 之雨水貯留再利用水槽 及地下滯洪槽系統工法	工法	連積企業有限公司	2019/8/29	新北市政府城 鄉發展局
52	海綿城市(低衝擊開發) 之水環境整合應用管理	工法	良澤塑膠有限公司	2019/8/20	臺中市政府水 利局

資料來源：https://pcces2.pcc.gov.tw/EIEPS/Form_Innovation.aspx

第二節 國外循環綠建材相關評估系統

我國除了有綠建築標章制度，另外還有獨立的綠建材標章制度，這是相當特別的架構，因為在許多國家中，僅有綠建築標章相關制度，並無針對建材建立獨立之評估系統，但是，由於建材是綠色建築或永續建築中非常重要的一部分，因此在這些綠建築標章評估基準中，大多有建材的獨立章節去明定建材的規範，因此，為了要瞭解國外對於綠建材相關規定，必須從綠建築評估系統中去探究，期中美國美國綠建築協會（USGBC）的 LEED 系統（Leadership in Energy and Environmental Design）是全球最受矚目的綠建築評估系統，該系統對於循環建材的規範自然成為全球綠色建材的重要參考基準，本章節將探討 LEED 對於循環建材之相關規定

2.2.1 美國綠建築協會 LEED 系統

美國綠建築協會（USGBC）是一個由 Rick Fedrizzi，David Gottfried 和 Mike Italiano 於 1993 年創立之非營利組織，總部位於美國華盛頓哥倫比亞特區，該組織目的是促進建築產業的永續發展，其會員至今約有 1 萬 2,000 個企業和組織會員、2 萬 2,200 個個人會員，USGBC 於 1994 年開始起草名為「Leadership in Energy and Environmental Design, LEED」的綠建築分級評估系統，1998 年 8 月份推出試驗版 LEED v1.0，經廣泛討論後，於 2000 年正式發布 LEED-NC2.0，此後不斷的檢討與更新，目前最新之版本為 2014 年所公布的 LEED v4，其評估系統之評估對象分成建築設計與結構(Building Design and Construction, BD+C)、室內設計與結構(Interior Design and Construction, ID+C)、建築營運與維護(Building Operations + Maintenance, O+M)、社區發展(Neighborhood Development, ND)和住宅(Homes)等 5 類。USGBC 認可的 LEED 綠建

築遍佈全球 165 個國家地區，樓地板面積超過 18 億平方公尺。

美國 LEED 的評分方式是計算「得分點數」，即判斷每一個評估項目及格與否來給分，再統計所有項目的得分，判定建築的等級。而進行評分之過程需由取得 LEED 專業認證資格的人來執行，依照要申請的評估系統及建築類型不同，而有不同的必要性指標，但必要性指標卻不列入計分。因此，需另選其它指標來進行設計，以達到規定之分數。依總得分共分成四個等級，40-49 分為認可等級，50-59 分為銀級認證，60-79 分為黃金級認證，而 80 分以上可得到白金級認證。本次參訪之 Mall of Istanbul 在總分 110 分中獲得 60 分，取得黃金級認證。

LEED 指標群包括區位及交通 (LOCATION AND TRANSPORTATION)、永續場址 (SUSTAINABLE SITES)、水資源利用效率 (WATER EFFICIENCY)、能源及大氣 (ENERGY AND ATMOSPHERE)、材料及資源 (MATERIALS AND RESOURCES)、創新 (INNOVATION) 等主題，其概要敘述如下：

(1)永續基地

此一指標主要目的是為了鼓勵利用既有基礎設施來開發基地，以達到節省土地和保護耕地與野生動物棲地之目標，同時減少車輛行駛距離以提高交通效率、促進居民步行並提高公眾健康，評估內容包括基地上的土地開發強度必須要達到 60000sf/Acre(每一英畝至少有 60000 平方英尺樓地板面積的開發強度)，並且在選擇基地時能避免各項環境敏感區(例如農地、窪地、濕地、保育類動植物棲地、公園綠地)的開發，此外，交通部分，基地 400 公尺 (0.25 mile) 內要有兩條以上的公車路線經過，如此可以鼓勵民眾搭乘大眾交通工具通勤，而盡量減少汽車的使用。

(2)用水效率

本指標係評估建築物廢水處理、節水、基地保水之成效。其具體評估項目包括利用高效率的澆灌設施或設置雨中水回收系統以降低澆灌所需的自來水，而為了降低澆慣用水，必須選用原生植物及耐旱樹種，此外，種植密度因子(Density Factor)也需考量，愈高密度的種植方式，土壤的水分蒸發量愈大，是愈不利節水的；相反地，稀疏且簡單的種植方式，反而受到鼓勵，而微氣候因子(Microclimate Factor)也是影響因素之一，例如景觀綠地位於西向或是停車場附近，因為受到日射及強烈風吹的結果，將導致綠地的蒸發量過大，因此較為不利，另外，該指標也評估建築是否採用節水衛浴系統。

(3)能源與大氣

本指標係評估建築物再生能源使用比例、是否設置能源監控系統、是否保護臭氧層(Ozone Protection)、降低氟氯碳化物的使用(CFC Reduction in HVAC&R Equipment)、是否購買綠電(Green Power)、能源效率等，在能源效率此一項目中係針對建築整體能耗進行模擬，模擬之方式可依據ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007等標準方法，依據模擬之能耗給予不同分數，例如跟能耗基線(baseline)比較，如果節能12%，在該項目中可以得到3分，若節能可達到44%，該項目可得到21分，會影響到建築能耗分析的變數甚多，包括照明、空調、電梯、通風、建築方位、遮陽、隔熱材料、玻璃性質、熱水設備等，其所涵蓋的因子和台灣能源計算相差不遠，但是由於美國冬天氣候寒冷，因此多了熱水設備的考量，此外對於各個構造部位的隔熱及保溫性能，也相當地重視。

(4)材料與資源

本指標鼓勵既有的構造或材料可以延長壽命繼續使用、營建廢棄物

回收、使用再生材料、使用800公里內製造的材料、使用50%以上FSC (Forest Stewardship Council) 認證之永續森林木材，本指標涉及百分比部分，大多是採購金額的百分比，詳細介紹詳下節。

(5)室內環境品質

本指標重視室內通風換氣、室內空氣品質、熱舒適性、晝光及視野等。在通風換氣部分，要求室內必須裝設二氧化碳偵測器，當二氧化碳濃度超過標準10%，即予以警示並增加換氣，此外，整體空間之換氣率要達到30%，並且符合ASHRAE Standard 62.1-2007的標準。在室內空氣品質部分，地板材料、塗料、黏著劑、填縫劑、木板材料、地毯等均鼓勵使用低有害物質逸散的材料，空間熱環境部分則分為機械通風及自然通風兩種建築形式評估，對於機械通風的居室空間，要求符合ASHRAE Standard 55-2004的規範；至於自然通風的建築物，則是要確保各居室內90%的溫度範圍都落在舒適溫度之內。晝光及視野部分，則規範90%以上的室內空間可以有對外視野，75%以上的室內空間可以引入足夠的頂光(Top Lighting) 及側光(Side Lighting)。

(6)創新

創新指標是對於前述指標沒有規範到，但是業主或是設計團隊另外用心設計的部分進行評分，只要設計團隊檢附詳細的文件資料，經過認證核可後，即可得到該項指標的鼓勵。

(7)區域優先得分項目

由於不同區域的建築物有其必須優先解決的問題，例如缺水地區，水資源相關指標尤為重要，LEED 針對不同區域定義出可以額外再給分數的6項目，以鼓勵建築物因地制宜以因應當地的需求，由於每個區域可以得分的6個項目不一樣，必須在LEED網頁 (<http://www.usgbc.org/rpc>) 上查詢。

2.2.2 LEED 材料與資源評估指標

在 LEED 評估系統中，各個指標的架構大致上都包括了必要之評估項目(Prerequisite)，及得分評估項目 (Credits)，前者是一定要符合的先決條件，後者則視符合程度給予分數，在 LEED v4 版本中，共有 2 項先決條件，概述如下：

1. 建築物必須規劃和提供廢棄物分類、回收、儲存的空間，本項所指廢棄物是該建築物數量（可按照數量或體積）最多的四種廢棄物，目的是減少必須以掩埋處理的廢棄物數量。
2. 制定營建廢棄物及拆除廢棄物管理計畫，所謂管理計畫包括針對至少 5 種可以再利用的材料，建立再利用目標，並預估這些廢棄物占整體廢棄物的百分比，另外需明定這些材料是否需要事先分類，並提出這些材料將運往何處及如何處理。

在得分評估項評估上，第一個部分是減少建築生命週期的環境衝擊，得分項目包括：

1. 歷史建築或歷史街區建築的保存與再利用：對於結構沒有危險之虞的歷史建築或特色建築應予保護、修復、再利用，本項可得到 5 分。
2. 廢棄建築的再利用：對於廢棄的建築保留至少 50%（表面積計算），並且將其改造至可利用的程度，本項目可得到 5 分。
3. 建築材料的再利用與回收：建築物的地板、天花板、牆壁、門等材料的再利用與回收，回收與再利用的面積百分比達到 75% 可以得到 4 分、50% 可以得到 3 分、25% 可以達到 2 分。回收及再利用材料構件，可以是該建築或其他建築的材料與構件。

4. 建築結構及外殼之生命週期比基準建築在下面六項環境衝擊中至少有三項減量 10%，並且不能有任何一項增量 5%，可得到 3 分，所謂基準建築的擬建建築都是以 60 年的生命週期進行比較，並以生命週期分析軟體進行解析。

- A. 溫室氣體排放量
- B. 臭氧層破壞
- C. 土壤和水質酸化
- D. 水質優氧化
- E. 造成臭氧
- F. 能源消耗

另外在 LEED v4 版本中，材料與資源評估大項中，增修訂了「建築產品宣告及最佳化」(BUILDING PRODUCT DISCLOSURE AND OPTIMIZATION)，將建築產品的宣告和最佳化概念納入，其目的是鼓勵建築物採用資訊揭露較為完整的材料和產品，也引導製造商製造更符合環境友善、經濟性、社會性的產品。「建築產品宣告及最佳化」是 MR 指標中真正涉及材料本身的規範，對於綠建材標章更具參考價值，因此本章節將詳細說明及探討，「建築產品宣告及最佳化」有三項評估細項，包括：環境產品宣告 (ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS)、原材料來源(SOURCING OF RAW MATERIALS)、材料組成 (MATERIAL INGREDIENTS) (詳圖 3.1)，相關內容摘述如下：

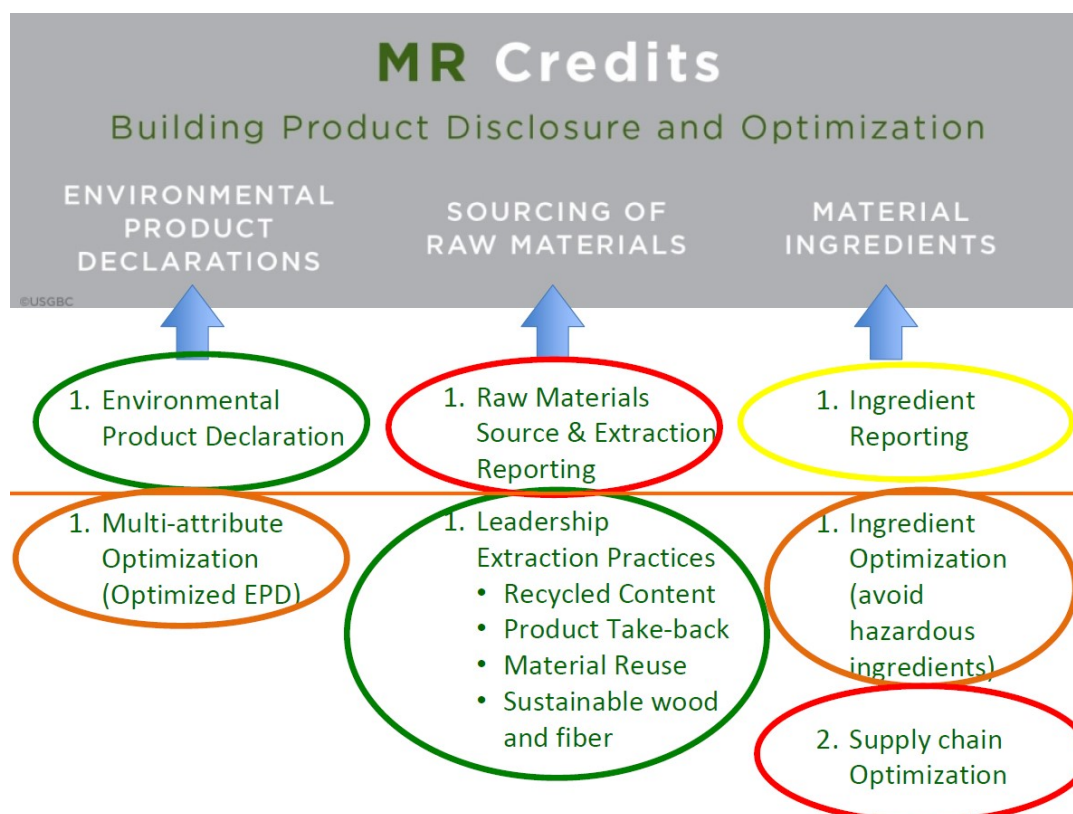


圖 2.3 LEED v4 建築產品宣告及最佳化架構

一、LEED 環境產品宣告（Environmental Product Declaration）

環境宣告是因應全球暖化、氣候異常等議題所延伸出來的概念，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。環境宣告主要是針對產品或服務生命週期各階段對環境之衝擊，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，逐一精算出環境衝擊，例如對於破壞臭氧層、酸雨、優氧化、氣候變遷等項目的影響程度，且須經由第三方公正單位驗證，而下游採購者可依據該公司的「第三類產品環境宣告」選擇是否購買其產品。

2. 一半以上(總價超過 50%)所採用的產品符合下列準則，可得 1 分。

(1)產品經過第三方驗證確認該產品在下列至少3項環境衝擊低於產

業平均水準(架構詳圖3.2)。

- A. 溫室氣體排放量
- B. 臭氧層破壞
- C. 土壤和水質酸化
- D. 水質優氧化
- E. 造成臭氧
- F. 能源消耗

(2)其他USGBC認可的準則：產品符合USGBC認可的多屬性準則。

需特別注意的是這個部分是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是160公里（100英里）內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。

二、LEED 原材料來源 (SOURCING OF RAW MATERIALS)

為了鼓勵建築物使用來源透明的材料及環境友善的材料，LEED設計了2個得分項目，說明如下：

1.檢附原材料來源及生產證明書，可得1分。

至少使用來自5家不同的製造商的20種永久安裝產品，這些產品必須由供應商檢附原材料來源及生產證明書，公開其原材料相關資訊，包括：原材料來源地點、承諾承擔土地使用的生態責任、承諾在原料開採及製造階段降低環境傷害、承諾滿足適當的自願性標準與計畫以承擔企業責任。為了滿足前開要求，製造商可以提供自我宣告的報告（Self-declared Reports），但是採取自我宣告的產品，其等效係數為0.5，亦即2個經自我宣告的產品，計算產品數時僅計入1個產品。但是若廠商提供經第三方認證「企業永續報告」（Corporate Sustainability Reports, CSR），其等效係數為1。

2.原物料開採階段，產品或材料總價超過 25%的產品符合下列準則，可得 1 分。

- A.延長生產商責任：產品生產商參加了相關延長企業責任的計畫。
- B.生質材料 (Bio-based Materials)：生質材料必須符合永續農業網路之永續農業標準 (Sustainable Agriculture Network's Sustainable Agriculture Standard)，且必須經過 ASTM D6866 測試標準的檢驗，並遵照出口國及進口國標準進行合法採收及加工，且必須排除動物皮革材料。
- C.木製品：木製品需要經過 FSC (Forest Stewardship Council) 或 USGBC 認可的組織認證。
- D.材料的再利用(Materials Reuse)：再利用拆除或回收的材料或設備。
- E.回收材料(Recycled Content)：使用消費後(Postconsumer)回收材料製成的材料，如果是消費前 (Preconsumer) 的回收材料，僅能計入 50%的價格。

這個部分亦是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是 160 公里 (100 英里) 內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。但是若是某一材料符合多個準則，仍不能重複計算。

三、LEED 材料成分 (MATERIAL INGREDIENTS)

為了鼓勵材料製造商揭露完整的材料化學成分及安全資訊，LEED 設計了 3 個得分項目，說明如下：

1. 檢附材料成分報告，可得到 1 分。至少使用來自 5 家不同的製造商的 20 種永久安裝產品或材料，這些產品或材料由供應商以下列任一

程序來揭露產品的化學成分及組成，且必須標示到 0.1%。

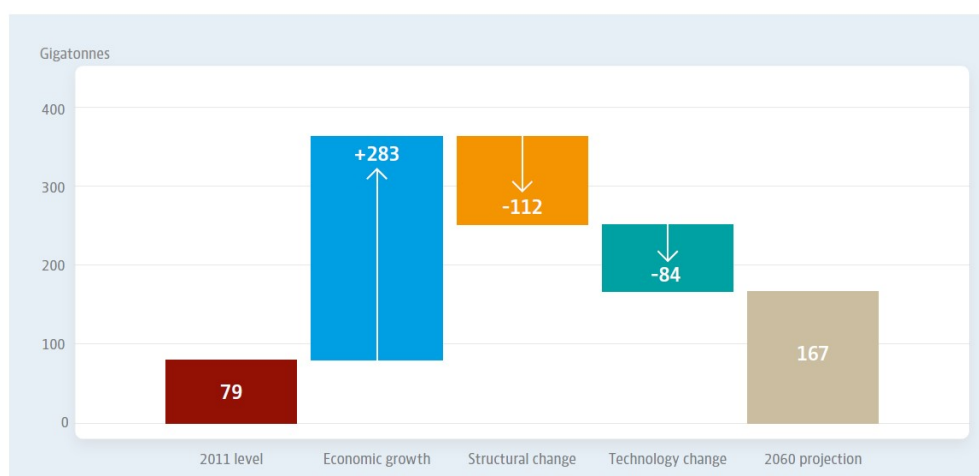
2. 有關材料組成部分，超過產品或材料總價 25% 的產品或材料符合下列任一準則，可得 1 分。
3. 材料供應商致力於 安全、健康、降低風險與危害的相關計畫，用於製造建築產品或材料的成分中，至少有 99% 的成分均能提出相關計畫證明文件，且材料供應商有經第三方驗證的供應鏈，驗證內容包括下列各項，可得 1 分：

這個部分仍是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是 160 公里（100 英里）內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。但是若是某一材料符合多個準則，亦不能重複計算。

除了「建築產品宣告及最佳化」的得分項目外，拆除廢棄物的回收再利用亦是得分項目，這部分係以重量或體積百分比進行計算，但此部分不包括挖方的土壤、營建工地的垃圾等，但是對於部分無法再利用和處理的廢棄物，當作燃料轉化成能量是可以被視為再利用的。50% 的營建拆除廢棄物被再利用可得一分，75% 則可得 2 分，另一個得分選項是在每平方英尺的建築面積中所產生的建築廢棄物不超過 2.5 磅。

第三節 全球能資源消耗概況

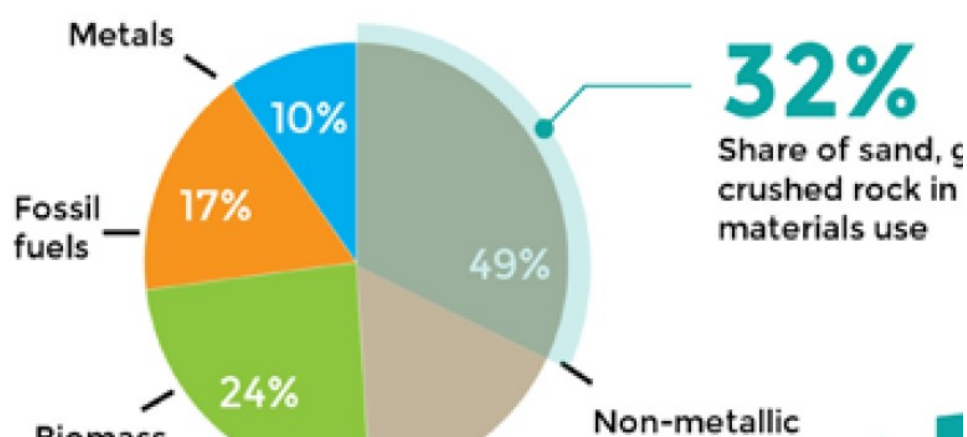
根據 OECD（經濟合作暨發展組織，簡稱經合組織，英語：Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）2018 年出版的報告（Global Material Resources Outlook to 2060）指出，未來幾年，地球人口和收入將繼續增長，因而帶動相關商品與服務的需求，到 2060 年，預估全球 GDP 將較 2011 年成長四倍，且全球人均收入將達到 4 萬美金，新興國家和發展中國家，對於能源與資源的需求將更為強勁，但是另一方面，服務業比重將增加，服務也所消耗的能資源相較於工業部門和農業部門，明顯較少，此外，隨著科技的發展與製程的精進，也有助於降低產品消耗的原料，也因此過去的幾十年內，能資源的消耗和需求雖然持續增長，但是增長的比例卻慢慢和全球 GDP 的增長脫鉤，換言之能資源的需求增長，小於 GDP 的增長。如圖 2.4 所示，2011 年全球消費 79 千兆公噸（gigatonnes）能資源，預估隨著人口與經濟發展，到了 2060 年將增加 283 千兆公噸的能資源消耗，但是考量經濟結構的調整與科技發展對於降低能資源消耗的影響，2060 年實質增加的能源消耗量預估為 167 千兆公噸。



資料來源：OECD(2018), Global Material Resources Outlook to 2060

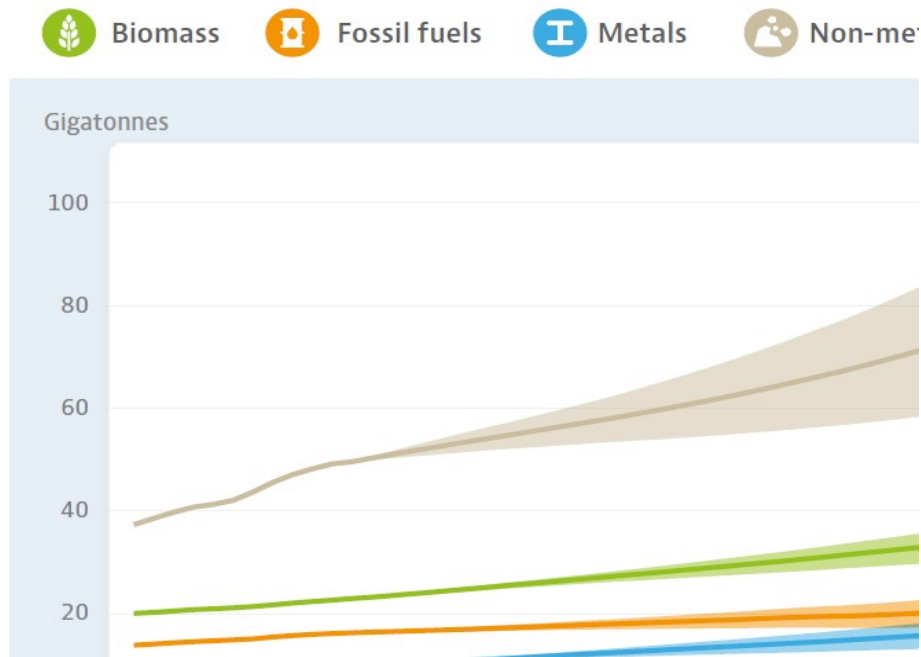
圖 2.4 2060 年全球能資源消耗

然而，2017 年全球消耗的能資源有 49% 為非金屬材料，32% 為砂、石等營建材料，如圖 2.5 所示，且 2060 年營建相關產業產值較 2011 年成長 2.6 倍。非金屬礦資源 2011 年使用 370 億噸，2060 年預估使用 860 億噸，詳圖 2.6。由於營建材料的需求膨脹，二次物料之回收利用相較於初級材料的開採，將變得更具競爭力。



資料來源：OECD(2018), Global Material Resources Outlook to 2060

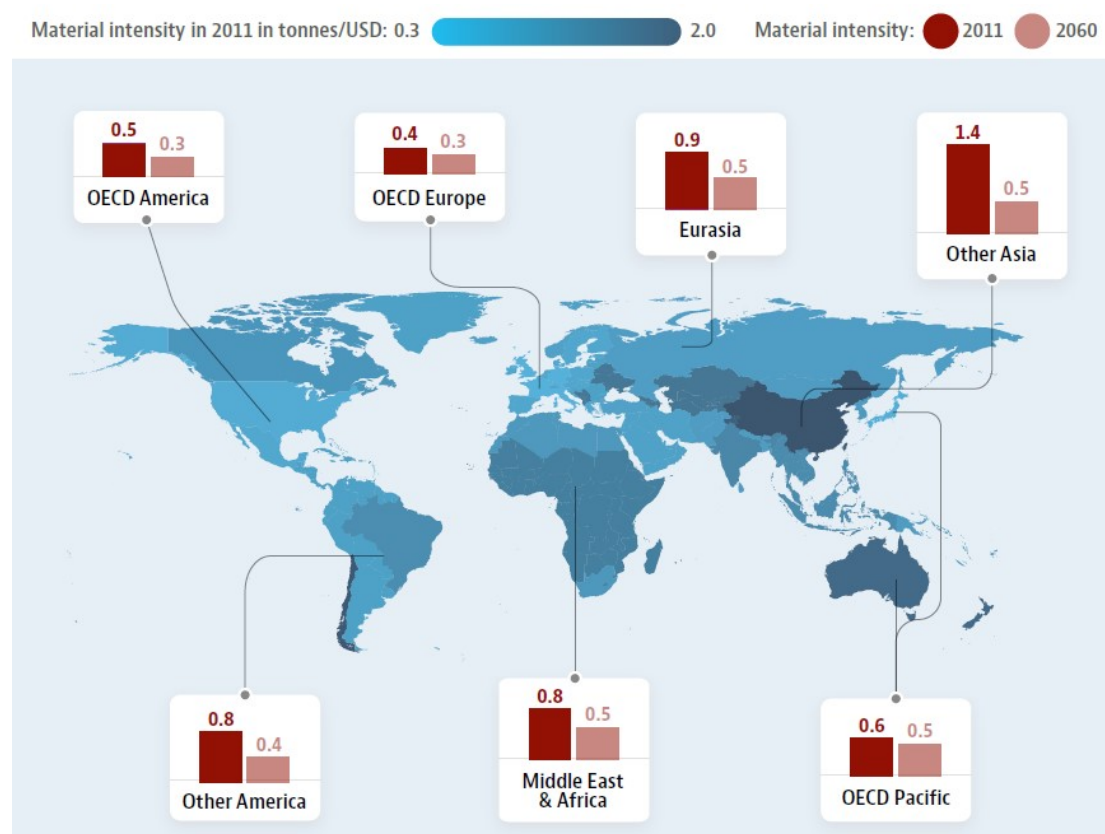
圖 2.5 2017 年全球消耗的能資源比例



資料來源：OECD(2018), Global Material Resources Outlook to 2060

圖 2.6 2060 年預估能資源消耗量

另外，OECD 認為未來數十年，OECD 國家人口和經濟成長將趨緩，而且材料需求的動能和人口及經濟成長率也將脫鉤，因此能資源消耗僅從 2011 年的 22 千兆公噸，增加到 2060 年的 39 千兆公噸，OECD 的材料使用密度（Materials intensity）將從每美元 0.5 公斤降到 0.3 公斤，值得注意的是 OECD 預估中國和印度是材料使用密度降低最多的地方，因為這兩個區域大國的基礎建設熱潮即將趨緩，即使這兩個國家經濟成長率仍相對較高，在中國，能資源消耗將從 2011 年的 27 千兆公噸，增加到 2060 年的 38 千兆公噸，而印度能資源消耗將從 2011 年的 6 千兆公噸，增加到 2060 年的 23 千兆公噸（詳圖 2.7）。



資料來源：OECD(2018), Global Material Resources Outlook to 2060

圖 2.7 全球各個區域 2011 年及 2060 年材料使用密度變化

OECD 目前也正在推動一個再循環計畫(OECD's RE-CIRCLE project)，這個計畫的目的在於協助制定相關政策，推動循環經濟，並評估及量化這些政策對於循環經濟的助力，OECD 利用相關環境與經濟模型，去預測能資源使用對於環境的衝擊，也預測相關干預政策對於環境及經濟的影響，另外，透過量化的分析，去協助引導政策向循環經濟邁進，目前 OECD 已經完成了 2060 的能資源消耗量預測，這些預測係透過宏觀經濟學 (Macroeconomics) 的分析與資料蒐集所完成，下一階段工作就是評估及量化各個政策的效益，這些效益包括提升資源使用的效益及推動循環經濟的效益。

第三章 國內外循環綠建材推動案例

循環經濟是不僅是總統的重要政見，也是政府推動「5+2」產業創新政策之一（「亞洲矽谷」、「智慧機械」、「綠能科技」、「生技醫藥」、「國防」，再加上「新農業」及「循環經濟」）。透過能資源的再利用，讓資源生命週期延長或不斷循環，以有效緩解廢棄物與污染問題，「從搖籃到搖籃」的新經濟模式。即使在國外，循環經濟的倡議亦是方興未艾，值此同時，建築及建材部門也無法自外於循環經濟的浪潮，國際上及國內，都開始有相關概念的發展與嘗試，本章即蒐集相關案例，並論述如下。

第一節 歐盟建材銀行計畫

歐盟在 2015 年至 2020 年間推動建材銀行計畫（Buildings As Material Banks, BAMB）（標誌詳圖 3.1 所示），BAMB 由 7 個歐洲國家的 15 個單位（原為 16 個）共同合作，共同商討出促使營建產業系統性轉變之解決方案，走向循環經濟及創造可持續發展的未來，以避免建築材料的浪費、生態系統之破壞、環境成本的增加及地球資源匱乏風險的提高，這個計畫在 2015 年 9 月展開，該計畫目標是希望建築材料在不再成為最終廢棄物。BAMB 的核心概念中，一個行業是否循環取決於其中有價值的材料扣除無用材料的浪費，換言之浪費的材料越少，循環度越高，而所謂有價值的材料，就是指可以回收得材料，因此，BAMB 的宗旨就是提高材料的價值。



圖 3.1 BAMB 標誌

BAMB 希望透過動態和靈活設計，維持材料的價值，讓建築物耗用較少的資源，並產生較少的廢棄物，甚至把建築物當作儲存建材的一個銀行，為了實踐這樣的想法，BAMB 提出了材料護照（Materials Passports）和可逆建築設計（Reversible Building Design）這樣的概念，這樣的觀念其實在技術上並不難，因為它的本質是一種觀念的轉變，以及一種新型態的商業模式。材料護照是由質化和量化的數位資料組成，詳實記錄產品的構成元件以及原物料成分。材料護照能夠幫助使用者有效追蹤和分析建材原料，以利在建築物的生命週期中或是結束時，進行修復及回收再利用，讓原物料在封閉的循環當中不斷地持續創造經濟價值。

為了推動建材護照，BAMB 目前推出了建材護照平台（materials passports platform, MPP），目前該平台共蒐錄了 345 種建材的建材護照，這些建材來自 14 個國家的 94 家製造商（詳圖 3.2）。這些材料中隔音和隔熱材料最多，共 75 件，石膏板水泥板其次共 55 件（詳圖 3.3）。有別於其他資料庫，該平台除了揭露材料的一般性質外，也揭露材料相關正向價值，像是材料的「循環度」—能夠被重複循環利用和回收的潛力，以及是否能提升空氣品質等項目。材料護照並不像傳統資料庫將焦點放在材料對環境的負面衝擊，而是企圖將現有的資訊（例如材料的組成成

分)，加以延伸，以回應過去過去資料庫所不能回答的問題，例如這些材料有哪些環境效益。另外，如同所有資料庫一樣，材料護照的資訊是動態的，會隨著空間與時間的變化產生不一樣的評估結果。舉例來說，一個特定的建材是否被定期檢測、維修，以及它在建築物中是被設計成能夠簡易拆卸，還是被具有表面破壞性的膠水黏貼，也會影響到未來建物拆除後，此建材再被回收利用的價值。因此不只是材料本身的資訊需要釐清，材料在整個生命週期當中如何被使用也是影響「循環度」的關鍵。



圖片來源：Deliverable 7 Operational Materials Passports, BAMB, 2019.

圖 3.2 建材護照平台建材數目

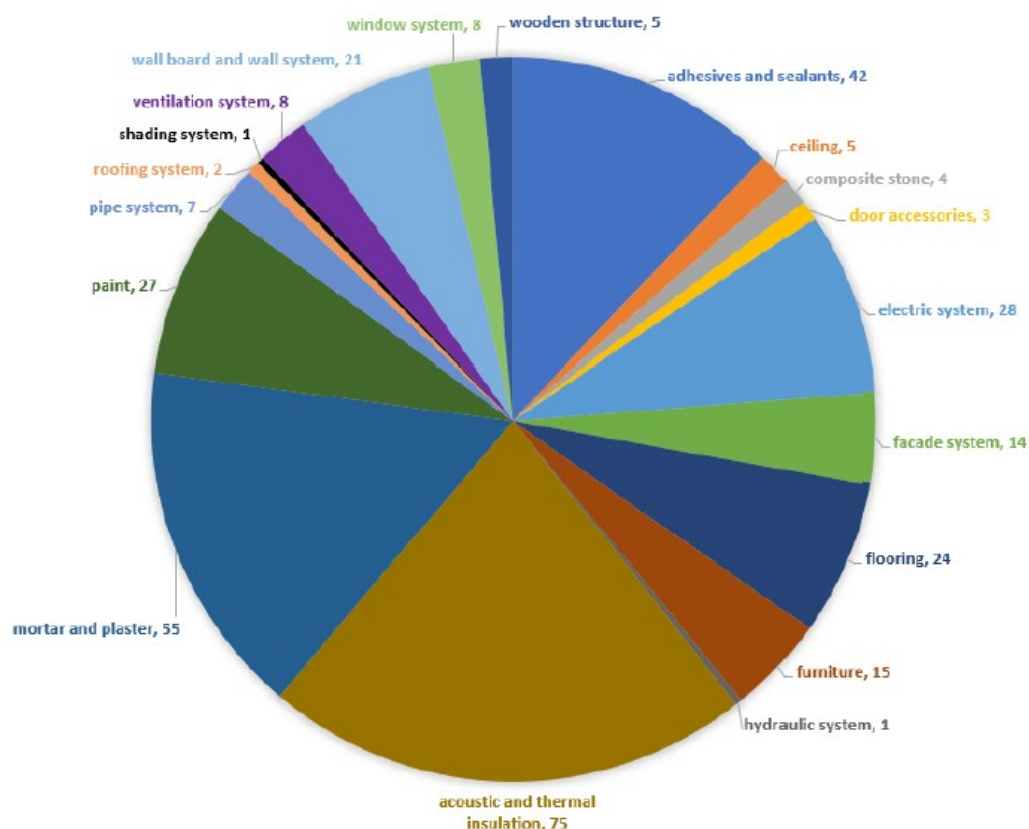


圖 3.3 建材護照平台建材分類占比圖

第二節 歐盟可回復建築

根據 BAMA 研究報告「DESIGN STRATEGIES FOR REVERSIBLE BUILDINGS」顯示，在歐洲，建築部門（building sector）產生了 38% 廢棄物、40% 的二氧化碳，並且消耗了 50% 的天然資源，另一方面，建築物的市場需求也不斷在變化，例如，在荷蘭有 850 萬平方公尺的辦公空間閒置，大約有 50% 的建築投資花費在拆除和改造現有建築物，42% 的新建築的起造是因為那些被拆除的建築物沒有能力進行改造以適應新的需求，從這些數據看起來，一個建築物是否有彈性進行改造、更新或擴建，對於減少資源耗用與廢棄物，變得相當重要。過去的建築設計可以說是一種線性的設計方法，換言之，建築物只有一種結局，就是拆除，為了減少資源耗用和廢棄物的產生，為來建築的設計應朝向循

環型設計，換言之就是有拆除以外的可能性，因此在設計時不僅應考量初始使用的需求，更該考慮到未來重新使用材料或構造的需求，因此，材料和構建的拆除、轉換、和再利用設計就變得很重要。

考量傳統建築設計並未考量到生命週期結束後，建物材料的去向和再利用，因此往往在拆除建物時耗費許多經濟和人力成本、產生大量無法再被使用的廢棄物，並加重對原始資源開採的需求。因此，BAMB亦積極推動可回復建築設計或稱可逆建築設計（Reversible Building Design），可回復的建築設計概念是，將每棟建築當作是材料暫時存放的銀行。為了使材料「不貶值」，能夠成為下一棟建築的原料，盡量不以會破壞材料的方式將其安置在建築物中。舉例來說，將窗戶或牆壁壁面設計為可拆卸式、不使用會減損材料價值的黏膠等等。另外，使建物部分容易拆卸、組裝，以利進行定期的評估、維修和保養，維持材料長期的再利用價值。或是針對不同需求，重新調整零件的組合，當建物有部分毀損時，不用打掉重建，只需替換一小部分的零件，不過，雖然這樣的觀念已經被提出很久了，但是還沒有真正變成一種商業模式，大多仍停留在示範與研究案例階段。

第三節 歐盟循環經濟推動策略

為達循環經濟目標，歐盟於2016年提出「歐盟循環經濟行動計畫」（Action Plan for the Circular Economy），以生命週期角度支援資源從生產、消費到廢棄各階段推動循環經濟具體項目，並針對5個主要行動領域提出各項關鍵行動，5個行動領域包含生產、消費、廢棄物管理、二次料市場及創新與投資。「歐盟循環經濟行動計畫」於2016年至2017年間以關鍵物料、廢棄食物、塑膠、建築及生質物等5項目(Priority Sectors)優先推動循環經濟相關行動。

表 3.1 歐盟循環經濟行動計畫關鍵行動

行動領域	目標	關鍵行動
1. 生產 (Production)	提升資源生產效率 激勵產品循環設計 創新	促進工業部門廢棄物物管理 及資源效率提升。 促進生態設計中可修復性， 耐用性和可回收性(如螢幕)
2. 消費 (Consumption)	為消費者提供有關 產品對環境影響資訊 重複使用和修理(修繕) 產品以減少浪費	針對備品(如手機耳機、電源 線等)於販售時可提供消費者 選擇更好消費模式(如可拆開 購買)，減少不必要浪費。 鼓勵制定重複使用規則(如廢 棄時應如何處理等建議) 歐盟生態標籤，環境足跡。
3. 廢棄物管理 (Waste Management)	解決現有實施層面 的差距，注入長期願 景和目標 依廢棄物優先改善 次序逐步進行管理	確保歐盟凝聚政策下，廢棄 物管理現況與廢棄物優先改 善次序等級間的一致性。 持續與歐盟成員國合作改進 廢棄物相關指令修法提案 減少剩餘廢棄物處理(焚化和 機械-生物處理)。
4. 二次料市場 (Secondary raw materials)	增加二次料市場使用 安全管理所關注化 學品風險。 提高對材料庫存和 流量瞭解	制定二次料市場的質量標 準。 針對肥料法修改 歐盟境內廢棄物跨境轉移處 理電子系統 化學品、產品和廢棄物修法 間影響分析。
5. 創新與投資 (Innovation & Investment)	創造適合創新和投 資的環境	注入 6.5 億歐元「地平線 2020」(Horizon 2020)行動計 畫_循環經濟工業 2020 (Industry 2020 in the CE) 推廣歐盟資金，凝聚政策基 金和中小企業。

資料來源：European commission，Presentation on theme: "Circular Economy Closing the loop - An EU Action Plan for the Circular Economy."，2016 年。

此外，歐盟於 2016 年 9 月提出「建築和拆除廢棄物管理協議」(EU Construction and Demolition Waste Protocol)，協議對象包含歐盟 28 個成員國，目前營建廢棄物產生量為歐盟最大的廢棄物流，除少數歐盟國家外，只有約 50% 的營建廢棄物再利用，其協議內容包含：

1. 量化指標，2020 年營建廢棄物再利用率達 70%
2. 目的：強化營建廢棄物管理流程之信心，以及信任營建再生材料的品質，措施：

- (1) 改進廢棄物定義，現場分類和收集。
- (2) 改善廢棄物清除過程
- (3) 改進廢棄物處理
- (4) 品質管理
- (5) 適當政策及管理架構。

3. 效益：

- (1) 增加營建再生物料。
- (2) 增加處理設施新商業模式。
- (3) 增加營建廢棄物產業鏈結
- (4) 統一歐盟營建再生物料市場。
- (5) 建立歐盟營建廢棄物可信賴統計數據。
- (6) 減少環境衝擊及提升資源使用效率。

4. 原則：

- (1) 以市場為基礎，促進競爭力。
- (2) 從業人員的所有權以及決策者的接受和支持。
- (3) 營建廢棄物管理之透明度和可追溯性。
- (5) 建立認證和稽核制度（可執行性）。
- (6) 遵守環境、健康、安全法規及標準

5.執行措施

(1)措施一、改進廢棄物定義，現場分類和收集

A.修訂廢棄物定義。

B.工地現場分類。

C.解構代替拆除。

(2)措施二、改善廢棄物清除過程

A.流向追蹤。

B.適當運輸機具。

C.場外篩選作業。

(3)措施三、改進廢棄物處理

A.有害廢棄物掩埋。

B.選擇性回填。

C.再使用。

D.再利用。

E.能源回收。

(4)措施四、品質管理

A.歐盟及各會員國標章。

B.工地管理。

(5)措施五、適當政策及管理架構

A.營建廢棄物管理及審查。

B.政府採購。

C.公共工程優先推動。

D.喚起公民意識。

第四節 易構住宅

易構住宅(EAG House)位於台北市文山區景福街102號之內政部建築研究所景美材料實驗中心內，為一棟三層樓之建築，總樓地板面積(含陽台)約為108.28坪，結構型式採鋼骨框架式版片系統，建物構件均以模組化、規格化之方式，在工廠事先生產製造然後載運至預定地點組裝興建，且能因應增、改、遷建需求，重新進行結構體分析及組裝；而室內並規劃為5房2廳1廚4衛浴之生活空間，該建築於98年7月動工，同年11月中旬完工，是一棟環保節能的建築物，易構住宅目前主要作為展示用途，展示內容包括：框架式結構單元，內外牆、樓版、門窗、管線等，都是在工廠預先以標準化、模矩化製造，現場進行組裝，容易建構之住宅。並運用 RFID 科技技術，在每個組件上貼上 RFID(Radio Frequency Identification) tag，透過讀取構件的標籤，可以清楚知道每個組件組裝位置、施工順序，以及施工注意事項等，所以可以很容易且快速的組構起來(以展示屋為例，結構體部分組裝僅需 3.5 天)。故英文名稱取為「EAG House」，意指 Electronic：電子化管理；Automatic：營建自動化；Green Building：綠建築，概要說明如下：

1. E-Electronic：

電子化管理，包含五個重點，(一)發展 RFID 門禁控管系統，利用一張類似悠遊卡的 RFID 卡片來讀取便可辨識進入人員之身份，有效控管人員進出；(二)研發 RFID 空調溫濕自動監控調節系統，減低能源消耗；(三)RFID 資訊門牌的建置，即此棟建築本身的身分證，利用 RFID tag 來儲存建物相關資訊；(四)應用 RFID 進行建物管線定位，(五)建立智慧控制機制，利用手機簡訊或語音的方式於回家前事先遙控開啟節能設備，以減低不必要 的能源消耗。

2. A-Automatic：

營建自動化，包含二個階段，首先建築生命週期前半段的規劃設計、生產製造及營造施工階段，結合 RFID 技術與 4D 動畫進行物料與工程管理；在建築生命週期後半段的使用維護及循環再生階段，則應用 RFID 標籤履歷管理的功能，利用標籤儲存建築物構件之相關資訊進行建物的循環再生。

3. G-Green Building：

代表綠建築，而在綠建材方面，儘量讓所有的建材都可以再生使用，退而求其次也要能夠循環，最後萬不得已的部分才當作廢棄物。像該建築之戶外透水磚就是廢棄物產品回收再利用的呈現，是和成回收的舊馬桶、洗手檯等磨碎重製後的透水性地磚，屬於完全回收再利用的產品。在綠建築節能方面，利用 LOW-E 隔熱玻璃先降低室外溫度對室內溫度的影響，再透過樓梯間頂部太陽能板較高溫度，及地中管冷空氣進行浮力對流，引進地下較低溫的空氣維持室內恆溫，可促進達成冬暖夏涼及節省能源的目的，並利用屋頂太陽能板發電，以減少耗電。



圖 3.4 內政部建築研究所之易構住宅

第五節 台糖循環聚落

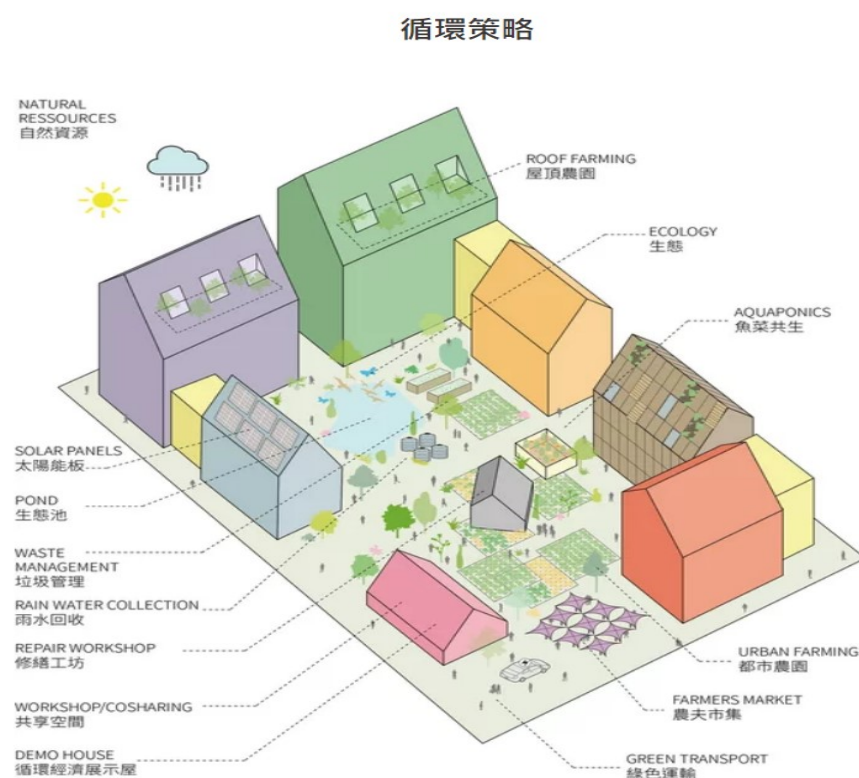
台糖公司配合行政院推動「沙崙綠能科學城」政策，規劃在高鐵臺南站特定區內，以友善環境開發的理念，規劃一處可提供租賃服務之優質社區，此社區之設計概念將導入彈性隔間、明管配置、建材銀行等循環利用思維，再搭配安全管控、智慧電、水網與自耕食材等環境維生系統，未來將與科學城整體智慧設施及綠能技術串聯，成為國內第一個坐擁綠能循環網、低探運輸網之優質社區。該工程已於108年4月動工，興建工期為18個月，共可提供351戶安居住宅，未來將透過「以租代售」型態經營，不僅能滿足沙崙綠能科學城進駐人員居住需求，也可望成為典範建築，台糖循環聚落示意圖詳圖3.4。



圖片來源：<https://bioarchbaf.wixsite.com/circular-village-cn>

圖 3.5 台糖循環聚落示意圖

在建築設計上，循環聚落的中庭，設計多樣化的綠意景觀，使其自成一循環的自然生態系。此佈局有助於調節微氣候增加居住舒適度，多層次的造景同時也創造社區居民共享生活發生的場域，透過空間的優化配置，考量自然光的照度、通風的流動、室內溫度的調節以及無毒建材的運用，創造一個對身心皆舒適的健康住宅。此外，考量新農業不將只是與農民有關，更是一種新的飲食文化升級，循環聚落裡的都市農園，除了讓住民體驗農業文化，透過有機廚餘肥料，雨水回收系統，魚菜共生等循環機制，讓農業更有維護生態、食品安全和維繫鄰里感情的新價值。本聚落的目標即是建構一個從能源到食物都可自主循環的生態系統。期待循環聚落成為，零排碳，零廢棄，零意外的新社區，該聚落循環策略如圖 3.5 所示。



圖片來源：<https://bioarchbaf.wixsite.com/circular-village-cn>

圖 3.6 台糖循環聚落循環策略示意圖

台糖循環聚落基地位於臺南市歸仁區內，屬於高速鐵路臺南車站特定區用地，交通便捷，以高鐵、台鐵沙崙線、國道一號為聯外動線。鄰近高鐵台南站、台鐵沙崙站、與沙崙綠能科學城核心區，面積約13,994.07 平方公尺，除高鐵臺南站及位處非都市土地之交通大學臺南校區外，基地範圍、北側、東側、南側均為住宅專用區，西側則為商業及高鐵用地。該聚落有下列符合循環建築之特色，這些特色均是為了實踐「建築物本身即是一個建材銀行」的概念，茲將相關特色說明如下：

1. 應用建材護照概念：利用 BIM 的技術，在建築資訊模型中登錄各材料之類別、數量以及各構件之屬性，例如結構、外牆、隔牆系統、機電空調系統等屬性，讓所有元件在循環過程中可以被精準的計算和追蹤
2. 彈性設計：從基礎設計開始，便考量到建築循環的需求，因此，採用彈性設計，將模矩化、可拆性和可替換性最大化，讓建築物易於增建或替換建材，以因應不同時間的空間需求。
3. 模矩化設計：從主結構到立面建構皆以模矩化的設計概念來規劃，並以 BIM 技術統整材料與構造資訊，除了更方便於拆卸與組裝，更可成為日後替換循環時的基本材料資料庫。
4. 以租代買：聚落內燈具、家具、家電、衛浴、電梯、太陽能光電板等，均朝向以租代買的方式辦理，以試驗共享經濟的可行性。
5. 考量構件生命週期分類：依據每種材料的生命週期長短，可將建築分成五種項目：結構基礎、結構系統、外殼立面、內牆系統、家具設備。因此，在設計階段便可盤點不同屬性的材料和資源，架構循環系統。

除了上述建材銀行的概念之外，台糖循環聚落仍有幾個前瞻的設計理念，例如共享的概念，既然該設計以聚落為發想，因此聚落中設計了共享空中花園，以「空中透天厝」為概念設計屋頂層開放空間，更將農園花圃帶到高樓層，將循環聚落的共享生活散播於建築物的各個高度上。另本案亦設置「共享知識空間」，未來無論是硬體設備或是軟體實力，都可在示範屋中，提供交流平台，贊助教育實作，透過各種展示活動或創意空間，讓循環建築有更多落實理念的機會。另外「共享健康生活」的設計是指各住宅內部設有公共梯廳及露臺，將各戶的生活起居空間延伸到門外，提供社區共同參與的活動場所。將社區住戶的各種生活面向串連起來。

第六節 南港機廠公共住宅案

臺北市政府於2014年至2020年將興辦公共住宅約16988戶(共計49處)，為配合循環經濟之「五加二」產業政策，臺北市政府規劃以南港區南港機廠公共住宅基地為示範案例，打造北市公共住宅循環經濟系統，促進公共住宅資源得以循環再生及永續利用。本案新建工程預估工程總經費約90億元(含設計及施工)，原地低樓層為南港捷運機廠，機廠頂部預計興建1520戶之公共住宅(外觀示意圖詳圖3.6)，主要內容包含建築主體結構、室內外裝修、綠化植栽、機電(電氣、弱電、給水、排水、雨水回收、消防)、停車管理系統、自動化及監控系統、太陽能發電系統、電梯等工程及其他各項附屬工程與全套廚房設備(總體式廚具、抽油煙機、瓦斯爐、熱水器)窗簾、固定式櫥櫃、綠建築、智慧建築、智慧電網與遠距照顧相關設備系統等



圖片來源：台北市政府都市發展局，臺北市公共住宅工程導入循環經濟模式---並以南港機廠公共住宅為實踐基地，2017

圖 3.7 南港機廠公共住宅示意圖

港機廠公共住宅將「綠建築」及「智慧建築」理念(如節能管理、安全防災、健康舒適等)應用於建築居住空間後再擴展至整體社區尺度，在既有綠建築基礎上，導入不同層次的能源管理系統及先進 ICT 資通訊科技方案作為發展願景，並導入循環經濟，提昇公共住宅生活及服務水準。此外，全案在規劃設計作業階段即導入 BIM(Building Information Modeling)概念，並檢討規劃設計(建築、結構、機電)可行性，以符合未來使用之需求，避免造成各項資源之浪費，臺北市政府後續統包廠商於細部設計及施工時須確實落實 BIM 以利設計及施工檢核。另本案為導入循環經濟之概念，有六大設計理念，說明如下：

(1)以租代售建材或設施設備

以再生與恢復自然資本理念為基礎，評估建議以租代售之建材或設施設備(可供長、短期出租使用)。

(2)循環建材

運用「建材銀行」、「建材護照」概念，建材及設備優先使用可回收建材與循環建材，達到可持續拆解、重新設計、組裝再利用的價值。

(3)共享創新商業模式

共享概念之創新商業模式，最大化資產率用率：部分建材、設備、傢俱結合資源共享，藉由分享使用權及所有權等方式，以租用取代擁有，結合廠商永續經營作為，以提高產品在生命週期中的使用率，減少資源浪費；協助後續規劃設計廠商評估可採行之實施方案。

(4) 彈性模組、優化系統性能

高彈性空間單元規劃及模矩化設備隔間；利用彈性高的住宅空間架構，著重設備管線的維修方便性及配合不同平面格局的彈性(活化再利用及空間型態可變性)，考量建物構造及設備等資源之維護、使用、維修、管理及再生，建議採可拆組性、模矩化、明管化的設備管線、隔間牆系統、結構系統等設計。

(5)資源循環再利用

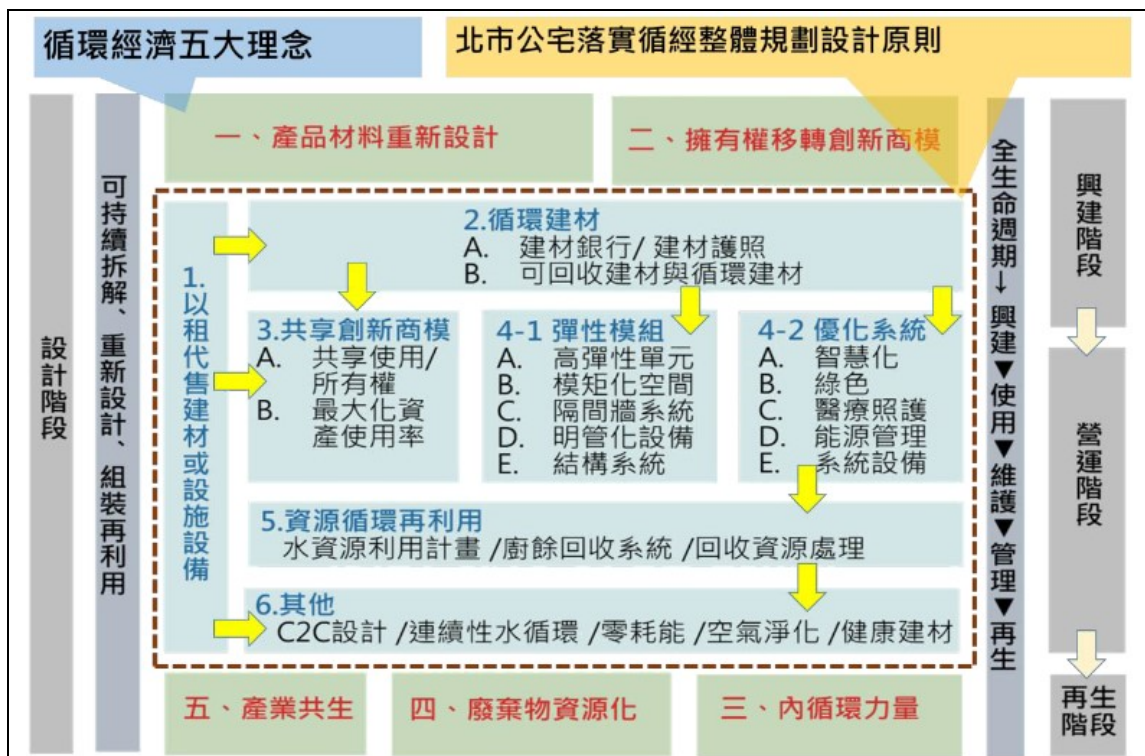
導入雨水回收系統、中水系統等相關水資源利用計畫、廚餘回收系統(回收再利用於有機堆肥等)、回收資源處理等規劃設計概念，減少建築物使用期間之自然及生活資源廢棄物產生。

(6)其他

統包廠商可參考國際循環經濟相關標準或指南，例如，英國 BSI 之 BS 8001、美國 UL 之 Circularity Facts Program、美國 Cradle to Cradle ProductsInnovation Institute 之 Cradle to Cradle Certified、歐盟 Ellen MacArthurFoundation 之

Circularity Indicators 等，檢討規劃設計是否符合循環經濟之精神。

循環經濟是目前國內極重要的課題，本案例為臺北市公共住宅循環經濟之旗艦示範場域，從公共住宅之興建(施工)、維護營運、活化再利用及拆除與再生等階段，規劃導入循環經濟理念與設計原則，打造循環經濟系統發展模式之示範項目，促進公宅資源得以循環再生及永續利用。上述循環經濟六大規劃設計原則架構圖及本案導入循環經濟願景圖，如圖 3.7 所示。



圖片來源：台北市政府都市發展局，臺北市公共住宅工程導入循環經濟模式——並以南港機廠公共住宅為實踐基地，2017

圖 3.8 南港機場公宅 6 大規劃設計原則架構圖

分析上述6項原則可知，BAMB計畫之部分經驗應可作為南港機廠公宅案建材護照與彈性模組參考，租賃取代購買的概念亦屬可行。惟台灣位處地震帶，建築在耐震法規之要求下，主結構體以乾式可拆卸施工法

之可行性較低，但若採類似開放性建築設計，輔以模組化之輕隔間與外牆系統，如同BAMB計畫中REMs與CRL試點案例所探討之執行模式，則確實可以南港機廠公宅案驗證各式模組化設計是否可應用於我國，不過前提則是台灣必須先發展出模組化元件之材料供應商，以避免徒有理念、但無市場支持之困境。對於材料供應商而言，為單一公宅量身訂作或研發模組化材料的可行性較低，但台北市甚或全台公宅數量將逐年提高，南港機場的案例若能成功導入模組化設計，那麼未來仍有許多公宅可以套用或修正既有的模組化設計，預期可帶動相關產業投入研發與產製。

第四章 循環綠建材推動策略分析

根據第二章及第三章之資料蒐集與分析，並將我國循環建材推動現況與限制與國外推動經驗進行比較，本章將先以 SWOT 之分析方法，分析我國在循環綠建材的推動優勢、劣勢、機會與威脅，進而探索可行之推動策略

第一節 SWOT 分析

SWOT 分析是 20 世紀 80 年代初由美國舊金山大學管理學教授韋里克 (Heinz Weihrich) 提出的。S、W、O、T 四個字母，分別代表 Strength (優勢)、Weakness (劣勢)、Opportunity (機會) 和 Threat (威脅)。SWOT 分析方法，原先大多運用於企業經營策略的分析，它是基於企業自身的實力，對比競爭對手，並分析企業外部環境變化影響可能對企業帶來的機會與企業面臨的挑戰，進而制定企業最佳戰略的方法。SWOT 分析實際上是將對企業內外部條件各方面內容進行綜合和概括，進而分析企業的優劣勢、面臨的機會和威脅的一種方法。其中，優劣勢分析主要是著眼於企業自身的實力及其與競爭對手的比較，而機會和威脅分析將注意力放在外部環境的變化及對企業的可能影響上，但是，外部環境的同一變化給具有不同資源和能力的企業帶來的機會與威脅卻可能完全不同，因此，兩者之間又有緊密的聯繫。

本節引用 SWOT 的分析方法，透過文獻、法規、產業界意見及筆者個人經驗等，盤點我國相關循環建材推動的優勢、劣勢、機會與威脅彙整 SWOT 分析表，如表 3.2 所示：

表4.1 循環綠建材推動之SWOT分析-優勢

優勢(Strengths)	
項目	說明
內政部建築技術規則綠建材強制使用規定將於109年1月1日實施	建築技術規則第321條規定，建築物應使用一定比例以上綠建材(目前規定60%)，戶外應使用至少20%，該規定將於109年1月1日實施。
內政部建築研究所綠建材解說與評估手冊草案大幅增加再生綠建材評定範圍。	2020年版手冊將增訂「隔熱混凝土用輕質粒料」、「建築用隔熱材料」、「屋頂隔熱磚」及「控制性低強度材料」等4項基準，評定項目由22項擴充至26項。
政府綠色採購鼓勵綠色標章產品	採購法第96條規定，機關得於招標文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，並得允許百分之十以下之價差。綠建材標章為第三類環境保護產品。
108年5月政府採購法新增26-1條，工程主辦機關可依環保需求，擬定特殊技術規格。	採購法第26-1條規定，機關得視採購之特性及實際需要，以促進自然資源保育與環境保護為目的，擬定技術規格。此規定有助於循環建材採購。
國內廢棄物回收申報處理及再利用管理系統完整，易掌控再生資源之來源。	環保署建置廢棄物管制系統，產源、清除處理及再利用業者都必須定期申報。
部分循環綠建材因添加適當再生原料，能夠產生額外的良好性能。	部分材料加入回收材料，反而在隔音、隔熱性能更為優越、或水泥加入飛灰、爐石粉等材料，可使強度更為提升。
國內BIM的研究方興未艾，有助於發展建材護照與建材履歷。	我國有良好的資通訊發展基礎，目前公私部門對於BIM的發展亦未曾間斷，有利於建材生命週期履歷的建立。

表4.2 循環綠建材推動之SWOT分析-劣勢

劣勢(Weaknesses)	
項目	說明
• 循環綠建材涉跨部門法規，法規未有效鬆綁，造成經營限制較多	• 循環綠建材涉及經濟部門、環保部門、營建部門之相關法規，例如廢棄物清理法、資源回收再利用法等規定。
• 循環綠建材研發費用高，但進入門檻低，研發量能不足	• 建材產業大多為中小型產業，研發人力與經費有限，造成研發能量不足之窘境，無法持續在再生建材的開發上有所突破。
• 政府未重視傳統產業製程研發。	• 建材產業為傳統產業，亦非高附加價值之產業，政府所能挹注之研發費用有限，在學術領域中亦非主流的學門。
• 部分劣質廠商為降低成本，無法保持品質與性能之穩定，造成使用者對於再生產品仍有偏見。	• 部分劣質廠商使用再生材料，卻未能兼顧品質與性能之穩定性，劣幣驅逐良幣，影響民眾使用意願。
• 現場分類不夠確實，造成循環綠建材分類與處理上之成本較高。	• 臺灣的營建拆除習慣缺少事先規劃與設計的習慣，源頭分類混亂，導致後端處理分類成本大增。
• 國內有關建材銀行的概念尚未發展成熟。	• 建材銀行強調的是模組化及資訊化、履歷資訊透明化等概念，國內雖有學者及研究機關有所著墨，但仍處於發想與倡議階段

表4.3 循環綠建材推動之SWOT分析-機會

機會 (Opportunities)	
項目	說明
「循環經濟」為總統 5+2 產業創新政策。	政府推動「5+2」產業創新政策包括：「亞洲矽谷」、「智慧機械」、「綠能科技」、「生技醫藥」、「國防」，再加上「新農業」及「循環經濟」，可見政府對於循環經濟之重視。
經濟部正式推動「循環經濟推動方案」，並獲行政院於 107 年 12 月 20 日通過。	由中央主管機關以推動方案之方式推動循環經濟，有助於資源整合及經費運用。
聯合國 2015 年發布之 17 項永續發展目標 (SDGs)，我國亦訂定永續發展目標 (共 18 項，加入非核家園 1 項)，多項指標與環境經濟相關。	永續會目前公布之「我國永續發展目標草案」內容，包括 18 項核心目標，涵蓋 138 項具體目標及 343 項對應指標，經檢視 343 項對應指標，多向涉及循環經濟議題。
內政部持續推動再生建材產業鏈結計畫，協助產業上中下游整合資源，互相鏈結。	透過再生資源的供需調查及流量流向追蹤，可協助不同產業彼此鏈結，提供循環綠建材穩定料原。
我國是天資資源匱乏之國家，原生材料的開採成本與挑戰日益提高，有助於二次材料的發展。	我國對於石材、水泥、木材等的開採均有嚴格的法規，相較於原生材料的開採，二次原料的再利用將越來越有價格上優勢。
政府積極推動循環公宅，試行成功後將帶動循環建材需求。	台北市政府等單位近年來積極將循環經濟概念導入公共住宅中，具有帶動與示範效果。

表4.4 循環綠建材推動之SWOT分析-威脅

威脅 (Threats)	
項目	說明
• 建築技術規則對再生綠建材鼓勵僅限於戶外鋪面	• 戶外僅要求 20%，且限定用途於戶外鋪面，排除建築物屋頂、外牆等部位
• 相關法令如國家標準、公共工程施工綱要規範等對於再生材料不夠友善。	例如：(1)公共工程施工綱要規範第 02795 章【透水性混凝土磚】第 1.2.3 節：本章所規定之材料，如契約無特別敘明得添加或使用再生粒料時，則以使用天然級配粒料為限。
• 部分機關採購人員對於採購再生材料有所顧忌。	• 部分機關採購人員，為避免廠商偷工減料或工程品質不亦控制，要求廠商不得採用再生材料。
• 循環建材相關標章種類繁多，增加廠商申請負擔。	• 綠建材標章中涵蓋再生綠建材，環保署之環保標章亦納入資源再利用相關建材，另外經濟部工業局也推動資源再生綠色產品認定，廠商申請多項標章成本負擔大。
• 部分再生材料遭到誤用、濫用，導致民眾對於再生材料觀感較差。	• 多數再生建材品質不僅不會較差，反而有其他特殊性能，違部分廠商誤用、濫用再生材料，例如台北文創大樓「爐渣屋」是件，影響民眾對於再生材料觀感。
• 土資場或再利用機構，限制條件過於嚴苛，限縮產業發展。	• 土資場和再利用機構設立不易，例如申請土資場基地界線外 150 公尺不得有民宅等，致環保建材業者無法申請。
• 再利用料原流量、流向申報之法源未臻明確，不利產業鏈結。	• 廢清法中僅第 31 條及第 39 條具有規範申報收受再利用或再利用運作管理相關規定，但仍缺乏一個全國性的申報平台

第二節 循環綠建材推動策略探討

資源回收再利用是循環經濟的重要核心概念，也是營造業產業鏈在降低成本與快速取得原料的方式，因國內建築原料資源有限，若能夠有效利用二次物料替代進口材料或國內生產原料，可大幅縮短購置建材原料所需期程，進而避免因原料價格波動所造成的損失，此外，建材亦是再生原料良好的去化管道，不僅去化量大，添加再生材料甚至可以提高相關建材的特殊性能，例如隔音、隔熱、耐燃等性能。本研究回顧國內外循環建材的推動現況，並以 SWOT 分析法進行研析，茲考量我國國情及產業狀態，提出循環綠建材推動策略：

一、加強工程主辦機關及人員之教育訓練

經盤點我國相關採購法規，可發現不論是政府採購法 96 條或是 26-1 條，都考量了環保與循環的特殊需求，另外我國還有綠色採購制度與工程綠色內涵等制度，因此法規並非造成循環綠建材推動不易的負面因素，然而，第一線的工程主辦機關與採購人員，或因對於再生建材瞭解有限、信心不足、擔心圖利、誤解採購法精神等因素，對於循環綠建材的採用意願不高，基此，未來應加強持續辦理優質再生綠建材的宣導推廣講習及綠色產品採購法令講習，使第一線採購人員瞭解如何運用採購法及綠色採購制度，優先選用再生材料，必要時可以辦理優良工程觀摩或工廠現場參觀，強化其對再生材料之信心。另外，也要提高工程主辦人員專業的術養，使其能正確的設計、使用、檢驗、養護再生建材，避免因錯誤設計與誤用，導致再生建材再遭污名化。

二、建立再生建材長期品質與性能檢驗方法及基準

事實上，不論是一般民眾或是工程採購人員，不願使用再生建材，並非缺乏環保意識，主要因素之一是對於再生建材的品質與性能仍有潛

意識之疑慮，尤其是長期性能的表現。為了正視與導正此一問題，未來應針對再生建材逐一建立檢驗的方法與基準，而這些檢驗的方法與項目應能適度反應出長期性能。換言之，再生建材不僅應強調其產品性能與品質比照原生產品的 CNS 國家標準，更應有更嚴謹的檢驗內容，排除可能之長期性品質缺失，例如長期使用後膨脹、變色、變形、變質、發黴、異味等耐久性問題，以利在本質上強化使用者信心。

三、建立建材護照、建材履歷制度

建材的循環再利用，製程技術問題並不是關鍵問題，管理與設計才更值得注重，例如建築在設計之初，便需考量材料的拆卸與組裝，而建材護照的概念便是強調材料生命週期的履歷管理，就中長期而言，可以配合 BIM 的推動，建立建材護照與建材履歷，掌握完整的建材資訊，以讓使用者充分瞭解建材從供應鏈到施工、使用、廢棄階段之各項參數，例如供應鏈添加的化學成分必須揭露、施工過程使用何種接著劑、使用過程的使用部位（例如衛浴或戶外等）、使用過程是否經過維護、廢棄後是由哪間再利用業者及再生業者處置等資訊，唯有提供完整資訊分享，才能有效地達到再利用之目的。

四、擴大再生建材及循環建材定義與範疇

我國對於循環建材及再生建材的定義仍有鬆綁之空間，目前定義大致上是指由廢棄物產製的材料，但是國外認定的循環建材也包括未來易於再利用的材料、未經廢棄再製過程即可重複再使用的材料（例如一扇窗戶或一扇門拆下來，直接運用到別的建築物）等，建議未來不論是政府採購法、綠色採購制度、標章制度等，對於循環建材或綠建材的定義可以與以放寬。

五、 相關法規應加大強制使用之規定，或更大程度地鼓勵採用

法規是政府推動循環綠建材重要的政策工具之一，目前內政部之建築技術規則已明文規定綠建材使用率，惟政府其他部門，例如交通部門、經濟部門、教育部門等，均可在其所主管業務範圍內，在相關法規強制要求公共工程（例如道路工程、景觀工程等）或相關採購必須強制使用再生循環綠建材，各地方政府亦可在自治條例中，強化對綠建材使用之規定或加大獎勵誘因。

六、 各級政府帶頭推動循環建築，發揮示範作用，帶動產業發展

台北市南港機場公共住宅已於今年3月完成發包，該公宅將嘗試把循環建築概念導入，由於不同類型和不同功能建築，其循環理念和架構不盡同，未來各級政府或主管機關可帶頭推動循環建築，完成示範案例後，未來的工程發包案便可參採循環概念，加速循環建築的推動與落實，並帶動再生建材、共享經濟等新經濟之發展。

第五章 結論與建議

第一節 結論

為回應產業界與學術界對於綠建材標章國際接軌之訴求，本研究針對國內外相關標章制度的內涵與發展現況進行探討，在國內制度面部分，本研究持續追蹤及分析了國內幾個重要的標章制度，包括環保標章、節能標章及能源效率分級標示、省水標章、碳足跡標籤、營建署建築新技術新工法新設備及新材料認可制度、公共工程委員會新材料、新技術及新工法制度等標章認可制度等，在國外的部分，本研究首先對 LEED 之材料與資源指標進行深入瞭解與探討，也探討建材銀行、建材護照、可回復建築等，經比較分析，在全球資源短缺及碳排的考量下，循環建材將成為未來建材發展的主軸之一，但是建材的循環再利用，涉及的問題不僅是技術的問題，更是管理與設計問題，例如建築在設計之初，便需考量材料的拆卸與組裝，而建材護照的概念便是強調材料生命週期的履歷管理，必須有完善的履歷與檢驗資訊，才能強化使用者信心。因此，未來國內推動循環建材，除可在建築技術規則上給予循環建材更高之權重之外，亦應強化建材生命週期管理、檢驗與設計之相關研究。

此外，我國對於循環建材及再生建材的定義較為狹隘，大致上是指由廢棄物產製的材料，但是國外認定的循環建材也包括未來易於再利用的材料、未經廢棄再製過程即可重複再使用的材料等，若能鬆綁相關定義有助於循環綠建材的推動。

第二節 建議

建議一

持續研議擴大再生綠建材評定範圍，並鬆綁相關定義：中長期建議

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

目前我國再生綠建材標章定義之再生建材為：「將本土廢棄物依一定摻配比例再利用製成之建材」，此一定義著重於建材的來源之一係屬廢棄物，綜觀國際上對於循環建材的推動與發展，均強調設計與管理層面的議題，例如妥適的分類管理、流量流向管理、供應鏈管理、生產履歷、使用履歷、BIM 的應用、建材護照，及易於拆卸組裝設計、模組化設計等，因此，未來對於再生建材或循環建材的定義與評估可以擴充至：「具有再生或循環的設計與管理，且有利於使用後可循環再利用之建材」，以鼓勵業者在設計及管理層面提升建材再利用的可行性。

參考文獻

1. OECD(2018), Global Material Resources Outlook to 2060
2. Deliverable 7 Operational Materials Passports,BAMB, 2019.
3. DESIGN STRATEGIES FOR REVERSIBLE BUILDINGS, BAMA, 2019.
4. USGBC,LEED v4 forBUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, July 8, 2017.
5. ISO, ISO 14040: 2006, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, 2006.
6. ISO, ISO 14044: 2006, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, 2006.
7. GreenScreen website : <https://www.greenscreenchemicals.org/>
8. Cradle to Cradle website :
<http://www.mcdonough.com/cradle-to-cradle/>
9. ANSI/BIFMA website :
<https://www.fira.co.uk/commercial-services/testing/american-standards-testing-ansi-bifma>
10. ProductLens Certification website :
<https://industries.ul.com/environment/certificationvalidation-marks/product-lens-certification>
11. NSF website : <http://www.nsf.org/>
12. <https://bioarchbaf.wixsite.com/circular-village-cn>
13. 許其清，(2012)，「企業實踐 ISO 26000 社會責任關鍵因素分析」，國立臺北大學企業管理學系未出版博士學位論文。
14. 工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心，全球化學品分類及標示調和制度，2004。
15. 陳念祖、江哲銘，台灣綠建材標章納入建材碳足跡評估機制之研究，內政部建築研究所委託研究計畫，2012。
16. 行政院環保署，2011，推動台灣碳標籤制度專案工作計畫。
17. 袁紹英、郭秀玲、簡光文、李奇樺，2012，從產品端規範「碳足跡」--我國碳標籤推動現況，能源報導，頁7-10。
18. 胡瑋元、蔡翼澤、陳中舜、洪煥仁、楊珍鈴，COP21後對我國的影響與可能的因應，臺灣能源期刊第三卷第二期，第127-135頁，中華民國105年6月。
19. 經濟部工業局，經濟部工業局綠色工廠標章制度一般行業清潔生產評估系統評估指引(2014年版)。

20. 張長友主編，土木工程施工組織與管理，中國電力出版。
21. 台灣糖業股份有限公司，循環建築規劃設計指引，2018。
22. 台北市政府都市發展局，臺北市公共住宅工程導入循環經濟模式---並以南港機廠公共住宅為實踐基地，2017。