內政部建築研究所
「創新循環綠建築環境科技計畫(二)協同研究計畫」第 2 案
「既有建築綠建築能源耗用案例試評之研究」

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 109 年 12 月

內政部建築研究所
「創新循環綠建築環境科技計畫(二)協同研究計畫」第 2 案
「既有建築綠建築能源耗用案例試評之研究」

資料蒐集分析報告

研 究 主 持 人：羅時麒
協 同 主 持 人：林子平教授
研　　究　　員：徐虎嘯
呂文弘
游伯堅
潘振宇
研　究　助　理：洪國安
鄭晶尹

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 109 年 12 月

目次

摘要 III

ABSTRACT VI

第一章 緒論 1

第一節 研究緣起與背景 1

第二節 研究目標 2

第三節 研究流程 3

第二章 研究方法 5

第一節 研究工具 5

第二節 研究範圍與對象 8

第三章 研究成果 11

第一節 國外建築能源標示及計算軟體資料 11

第二節 建築能效標示試算軟體之開發 34

第三節 建築能源效率案例試評分析 42

第四節 建築能源效率標示推動策略之建議 53

第五節 小結 53

第四章 研究結論與建議 55

第一節 研究結論 55

第二節 研究建議 56

參考書目 57

摘要

關鍵字: 建築能源效率、能源耗用標示、建築能效評估系統

一、研究緣起

人類經濟活動直接與間接排放溫室氣體造成全球暖化與氣候變遷，如何降低人為溫室氣體排放量已為國際關注之議題。提高能源效率成為全球因應氣候變遷的策略之一，以建築物能源消費為例，全球現有建築物的能源消耗超過 40%，占全球二氧化碳排放量的 24%，可見建築節能的重要性與急迫性。有鑑於此，國際能源總署於 2008 年提出 25 項能源效率提升策略，其中與建築物節能有關的策略合計有 7 項，而強制性建築節能證書政策執行進展最顯著，平均約可提高舊建築 30% 能源效率。

建築節能證書之能源效率評定仰賴評估能源消耗量，然而台灣建築使用型態相較於歐美較複合化及多樣化，內政部建築研究所於 108 年度的既有建築綠建築評估手冊之研究，結合美國能源部(Department of Energy，DOE)開發的 Building Energy Asset Score 及環保署(Environmental Protection Agency，EPA)的 ENERGY STAR Score 的建築能源耗用評估法，針對台灣舊建築市場建立以節能成效為主的綠建築評估法與標示制度，並於 109 年度研究「非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究」研擬建立「綠建築評估手冊-能效評估」(即為原「建築能效評估與標示手冊」)。考量建築能源效率因使用行為差異、環境氣候影響等因素不易掌控的情況下需進行案例試評，檢視能源耗用計算與標示評估方法在實務操作上的可行性，希冀為開發能效計算軟體於未來供民眾試算試用。

二、研究方法

本研究範圍為既有建築能效計算標準與標示法，其主要評分方法為綠建築指標評估法與電費單評估法，將建築耗能的關鍵因子，如建築型態、住房率、營運時間、氣候變數等納入考量，來預測標準化之建築耗能量，再以該建築物之實際耗能單據來比對評估其節能實績而予以評分。

本研究將依據建築能耗運算公式、情境修正因子數值及建築能耗分級建立 Excel 試算表單，利用試算案例之數據資料進行能耗運算，檢核運算式之正確性與資料之完整性，期間也將參照專家建議逐步修正，案例運算再依據結果給予分析與建議，最終完成建築能源使用效率標示試算軟體。

三、重要發現

1. 本研究試算結果得出獲得綠建築標章之建築物能效具備認證等級介於 2 至 1+，顯示得綠建築標章之建築物皆具有良好至優良等級之建築能源效率。

2. 既有建築能效評估系統之電費單評估法係透過實際年用電量反應建築空間

耗電密度，透過徵求之案例試算結果可知電費單評估法能清楚反應建築單位空間在標準情境下的實際用電量，以及與相同類型建築物之耗電密度差異，建築節能及節能設備設計與高耗電密度空間也皆能透過評估結果呈現。

3. 德國、美國、日本等國為提升該國人民對於建築節能意識，開放線上免費建築及空調能效評估系統，供民眾於線上或下載使用，可做為我國未來推動建築能效標示制度之參考策略。

四、主要建議意見

建議一(中長期建議):

開放民眾線上使用或下載建築能效評估試算軟體

我國既有建築物約佔建築市場九成以上，線上開放民眾使用本研究開發之既有建築能效評估試算軟體一般版，使民眾瞭解其建築物能源效率現況，可提高民眾對於改善建築能源效率之意識，協助推動建築能效管理制度，進而改善我國既有建築物能源效率。

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

建議二(立即可行性建議):

透過技術移轉擴大建築能效評估之專業授權單位，並培育專業認證人員

歐美各國已透過立法與多項認證人員訓練，培養建築能效評估與認證人力，建立完整建築能效評估工具。我國綠建築標章有進行專業人員訓練，但以綠建築九大指標為主，無相關建築能效評估訓練。未來應經由技術移轉，將建築能效評估系統之專業評估技術及評估工具授權予相關專業單位，並結合國內建築、機電等相關技師組織，培訓專業評估人員，以具備建築能效簽證之資格。

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、中華民國全國建築師公會、中華民國電機技師公會、冷凍空調技師公會全國聯合會

ABSTRACT

Keywords: Building energy efficiency, Energy consumption rating, Building energy efficiency evaluation system

The emissions of greenhouse gases by human economic activities have caused global warming and climate change directly and indirectly, and the methods of reducing anthropogenic greenhouse gas emissions have been an international issue. Improving energy efficiency has become one of the global strategies. Taking building energy consumption as an example, the energy consumption of existing buildings exceeds 40% of total energy consumption and 20% of global carbon dioxide emissions in the world.

In view of this, the International Energy Agency (IEA) proposed 25 energy efficiency improvement strategies in 2008, of which there are 7 strategies related to building energy efficiency. The implementation of the mandatory Building Energy Performance Certificate (EPC) is the most significant policy, which can improve the energy efficiency of existing buildings by 30%.

The energy consumption evaluation of Building Energy Efficiency Certificate relies on the assessment of energy usage. However, the use of buildings in Taiwan is more complex and diversified than that in Europe and the United States. The Architecture and Building Research Institute developed the Green Building Evaluation Manual (EEWH-EB) in 2019, which was combined the methodology of the Building Energy Asset Score developed by the United States Department of Energy (DOE) and the ENERGY STAR Score launched by the Environmental Protection Agency (EPA). The Green Building Evaluation Manual aims at establishing a green building assessment and labeling system for the energy efficiency of existing buildings in Taiwan.

Based on the previous research results, this study conducts evaluation of the existing building energy efficiency assessment system, and examines the feasibility of the evaluation and rating system by calculating practical cases due to the fact that building energy consumption has influence on user behavior, environmental and climate factors, and so on. This research aims to develop building energy efficiency evaluation and rating software.

Research methods:

1. The literature review includes promotion of building energy conservation policies, relevant laws and regulations, building energy consumption assessment and rating system in foreign countries. And summarize the policies on building

energy efficiency in Taiwan as a basis for the follow-up recommendations.

2. To create an Excel calculation form based on the evaluation method, and calculate and analyze the practical cases by their building and equipment information and annual electricity consumption.
3. During this research, two expert meetings will be held, and it is expected to be arranged for the construction and related departments of Ministry of the interiors, and scholars engaged in research on laws and regulations.

Major outcomes:

1. The Green Building Index Evaluation Method is one of the Energy-Efficiency Rating System for Existing Buildings. The evaluation results of the EEWH cases show that the eneygy efficiency of buildings that obtained EEWH certificate have level of 2 to 1+.
2. The Electricity Bill Evaluation Method of the Energy-Efficiency Rating System for Existing Buildings reflects the energy use intensity by the actual annual electricity consumption. The calculation results show that the Electricity Bill Evaluation Method can clearly reflect the actual electricity consumption of the building and the difference with the same type of buildings.
3. People can use free online or download energy efficiency evaluation systems in Germany, the United States and Japan to increase the awareness of building energy efficiency. This policy can be used to promote Building Energy Labelling system in Taiwan in the future.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

根據聯合國環境署 UNEP(2011)的報告，聯合國於 2015 年提出 17 項永續發展目標中之第 11 項「永續城市與社區」之重要性，乃在於全球約有 50%的人口居住於城市，而城市的能源消耗占世界能源消耗的 60%至 80%，該目標之重點即在減少建築產業的能資源消耗，其具體行動則以推動綠建築產業之節能效率為策略。建築部門是全球最重要的溫室氣體排放源，消耗全球約三分之一的能源，同時消耗全球三分之一以上的資源，包括全球 12%的淡水，排放全球 40%的固體廢物總量（UNEP SBCI 2009）。根據國際能源署 IEA 的研究（IEA, 2015）指出，如果在全球範圍內實施建築業的節能措施，至 2050 年可以減少約 83%的溫室氣體排放。政府間氣候變化專門委員會（IPCC）在 2007 年關於氣候變遷的第四次評估報告中，預估 2030 年不同產業在各種碳交易價格下對於全球溫室氣體減緩之經濟潛力中，綠建築產業是位居減碳投資效益最高的行業。

我國行政院於 2008 年 6 月通過「永續能源政策綱領」，旨在兼顧能源安全、經濟發展與環境保護。2014 年行政院將「國家節能減碳總行動方案」修正為「國家綠能低碳總行動方案」，涵蓋我國節能與減碳各個面向，以規劃出十大標竿方案和 35 項標竿型計畫為架構。立法院於 2015 年通過「溫室氣體減量及管理法」，溫管法立法原則依據聯合國氣候變遷綱要公約 (UNFCC)精神，落實環境正義，善盡共同保護地球環境之責任，確保國家永續發展。本法規範我國長期溫室氣體減量目標、政府機關權責、溫室氣體減量對策及教育宣導，目標 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量之百分之 50 以下，並授權中央主管機關得參酌聯合國氣候變遷綱要公約與其協議或相關國際公約決議事項及國內情勢變化，適時調整長期目標並定期檢討。

本研究計畫作為建築節能策略之一環，若能提升建築產業能源效率，對我國節能與溫室氣體減量當有不少貢獻。

第二節 研究目標

我國綠建築評估制度基本型(EEWH-BC)的日常節能指標以建築外殼、空調及照明系統評估建築物之節能效益，舊建築改善類(EEWH-RN)則是以舊建築的綠建築改造項目成效來評估，其評估重點在於局部改造技術以及減碳效益之評估。然而由於建築物日常耗能之二氧化碳排放量佔生命週期之總排放量逾六成，建築節能與維護管理實為環境減碳之重要管制項目。

內政部建築研究所於 108 年度研擬「既有建築綠建築評估手冊之研究」，結合採用運營評分法特色由美國能源部(Department of Energy，DOE)開發的 Building Energy Asset Score 及具模擬評分法特色的美國環保署(Environmental Protection Agency，EPA)開發的 ENERGY STAR Score 評分法，針對台灣舊建築市場建立以節能成效為主的綠建築評估法與標示制度，並於 109 年度研究「非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究」建立「建築能效評估手冊」。建研所前期研究之能效評估系統中既有建築物以實際的耗能單據及建築物總樓地板面積來計算分析用電密度，再依據建築物所在氣候區、實際使用率、空調設備劣化等變動因子修正運算數據，以符合建築實際使用情況下計算建築能源耗用密度。由於建築能源耗用因使用行為差異、環境氣候影響等因素而不易掌控的情況下，需進行案例試評並進一步檢視能源耗用計算與標示評估方法在實務操作上的可行性。

我國未來除了累積各類建築物的耗電密度資料庫做為建築節能法規制定之基礎外，建築能效標示能客觀呈現標的建築物相較於同類型建築之耗電密度差距，本研究亦開發建築能源效率標示試算軟體供全國使用，若此系統能落實與運用至建築物能效標示制度，將能提升國民對於建築節能之重視，在結合法條規範及市場機制雙重配合下，將能有效達成我國建築節能減碳之目標。本研究預期範圍內完成下述研究內容及項目：

1. 完成國外建築能源耗用計算、標示及試算軟體之相關資料蒐集。
2. 完成建築能源耗用標示試算軟體測試版之開發。
3. 完成建築能源耗用案例試評估分析，並提出相關推動策略之建議。

第三節 研究流程

內政部建築研究所初期研究之台灣建築能效評估法為結合運營評分法特色的 Energy Star Score 評分法與模擬評分法特色的 Building Energy Asset Score 評分法兩者來執行，將建築耗能的關鍵因子，如建築型態、使用率、營運時間、氣候變數等納入考量，來預測標準化之建築耗能量，再以該建築物之實際耗能單據來比對評估其節能實績而予以評分。

既有建築能效評估系統評分方法區分為綠建築指標評估法與電費單評估法，本研究將依據兩種評估方式分別建立建築能效標示試算軟體。首先為執行能效計算法試算作業，依據建築能耗運算公式、情境修正因子數值及建築能效分級建立 Excel 試算表單，考量良好的使用者操作界面，初步將所需參數資料以表格歸納區分為建築空間資料與建築設備資料兩大類別。試算案例蒐集透過綠建築標章資料庫取得曾獲得綠建築標章之建築資料，以及向本團隊成員曾協助或曾共同參與合作專案計畫之民間單位徵求參與此研究計畫之意願。獲取之試算案例資料依據實際建築及能源使用情況之數據資料匯入 Excel 試算表單進行能耗運算，運算過程中隨時檢核運算式之正確性與資料之完整性。研究期間也將召開數次專家會議，諮詢專家學者建議並作同步修正，所得運算結果將依據得分評定認證等級，也將進行試算結果綜合分析與建議。完成試算作業之 Excel 計算表單即可為建築能源耗用標示計算軟體，研究流程如圖 1-1。

本研究同時蒐集國外建築節能政策推動、相關法令規定、建築能源效率評估與標示制度與系統，並彙整我國現行建築節能相關政策，以提出相關推動策略之建議。

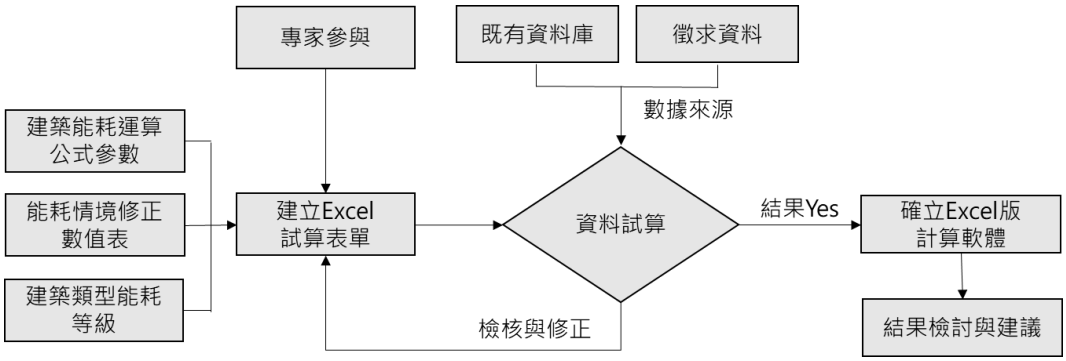


圖 一-1 研究流程

(資料來源:本研究製作)

第二章 研究方法

本研究目標為執行既有建築能源耗用案例試算分析、開發建築能源耗用標示試算軟體測試版及提出推動策略之建議，執行之研究方法採用文獻回顧、案例試算分析法，以及座談會法。

文獻回顧包含國外建築節能政策、相關法令規定、建築能源使用效率評估與標示制度，以及能效評估系統，作為我國未來政策推動之參考建議。案例試算分法係依據綠建築指標評估法及電費單評估法之建築能耗運算公式、情境修正因子數值及建築能耗分級建立 Excel 試算表單，透過綠建築標章資料庫與徵求方式取得試算案例，利用其建築基本資料、設備資料及年度用電情況等數據進行實際案例能耗運算與分析。本研究期間舉辦專家學者會議，對象為建築與相關政府部門單位、從事建築、能源等相關專業之學者或從業人員，憑藉其專業建議作為案例試算分析及軟體開發之參考依據。

第一節 研究工具

本研究為執行既有建築能源耗用案例試算作業及開發建築能效標示計算軟體，以建研所前期研究「既有建築綠建築評估手冊之研究」及「非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究」研擬之手冊為依據，利用 Excel 建立試算表進行建築能效評估法之案例試評及審視作業，採用此方法之原因有以下特點:

一、謹慎作業程序

為謹慎進行試算作業，研擬先以後台運算測試再完成建置運算軟體。初步建立之 Excel 試算表單由本研究人員鍵入案例資料，在運算的過程中檢視運算式之正確與合理性以及案例資料完整性之影響，並且即時作必要之修正。爾後進行案例試算綜合結果與等級分布之檢討與分析，同時研擬推動建築能效評估相關策略之建議。

二、具有邏輯系統性架構

由 iiSBE(International Initiative for a Sustainable Built Environment) 等國際組織所研擬之國際永續建築評估工具 SBTOOL 即為以邏輯系統架構之 Excel 試算表作為運算評估工具之範例，如圖 2-1。SBTOOL 前身為 GBTOOL，方法學源於 Green Building Challenge (GBC)，此法亦被 BREEM 及 LEED 評估系統所採用。其評估基準值之設定來自於國際間不同專家群組，以校準發展地域性工具之彈性，並以不同氣候與地區條件下之案例評估測試。SBTOOL 評估項目相較我國 EEWH 更為多元與廣泛，包含有基地選擇開發計畫與發展、能源與資源消耗、環境負荷、室內環境品質、服務品質、社會與經濟面及文化與感知面等多項範疇。SBTOOL 利用 Excel

工作表將各項範疇進行系統性分類，鍵入各運算參數後取得評估結果，並透過工作表分類協助操作者有邏輯性地理解使用。

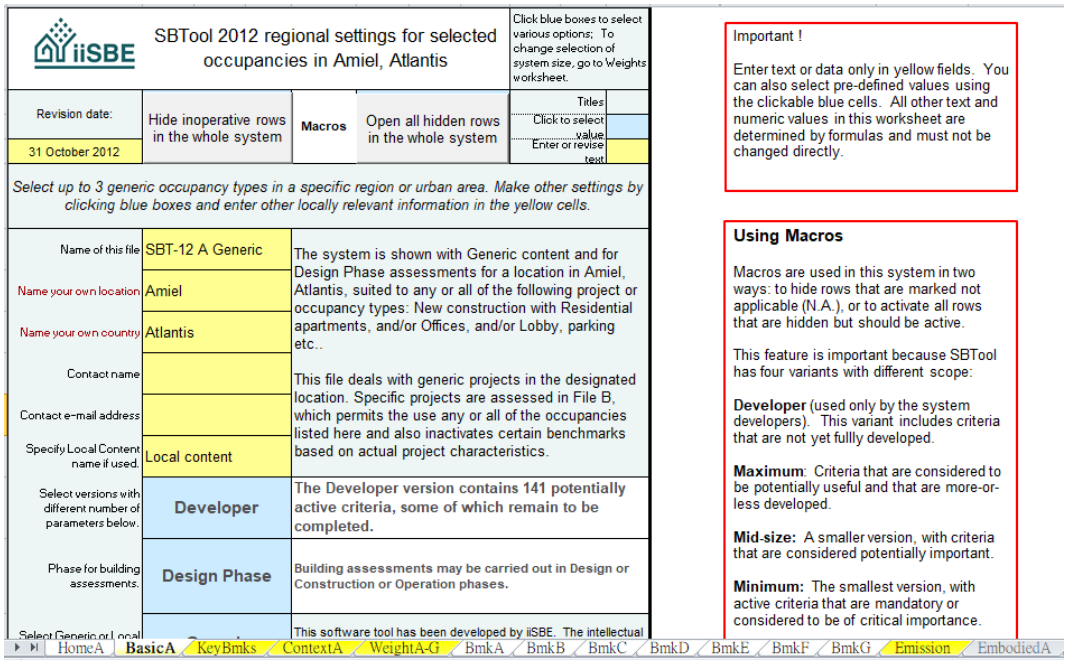


圖 二-1 SBTOOL 建築環境評估工具 Excel 部分畫面

(資料來源:本研究製作)

三、降低資料輸入複雜度

部分國外建築能效評估與標示制度仰賴相關專業從業人員進行運算且所需輸入資料眾多又複雜，非有經驗之相關從業人員無法操作，以日本 LCEM 空調系統評估軟體為例。LCEM 評估系統同樣採用 Excel 試算表作為評估工具，其項目包含空調設備系統與年間耗能評估，所需輸入內容項目有空調系統、機械設備細項、空調台數控制、流量、熱源機容量等。需鍵入資料除了偏重空調設備且無使用者用電評估外，其繁雜性高，不僅一般民眾無法理解，對於非具有經驗之空調機電專業人員也會是一大阻礙，僅能由建築技術從業員或機電專業人員填寫，大幅降低了使用者的評估意願。

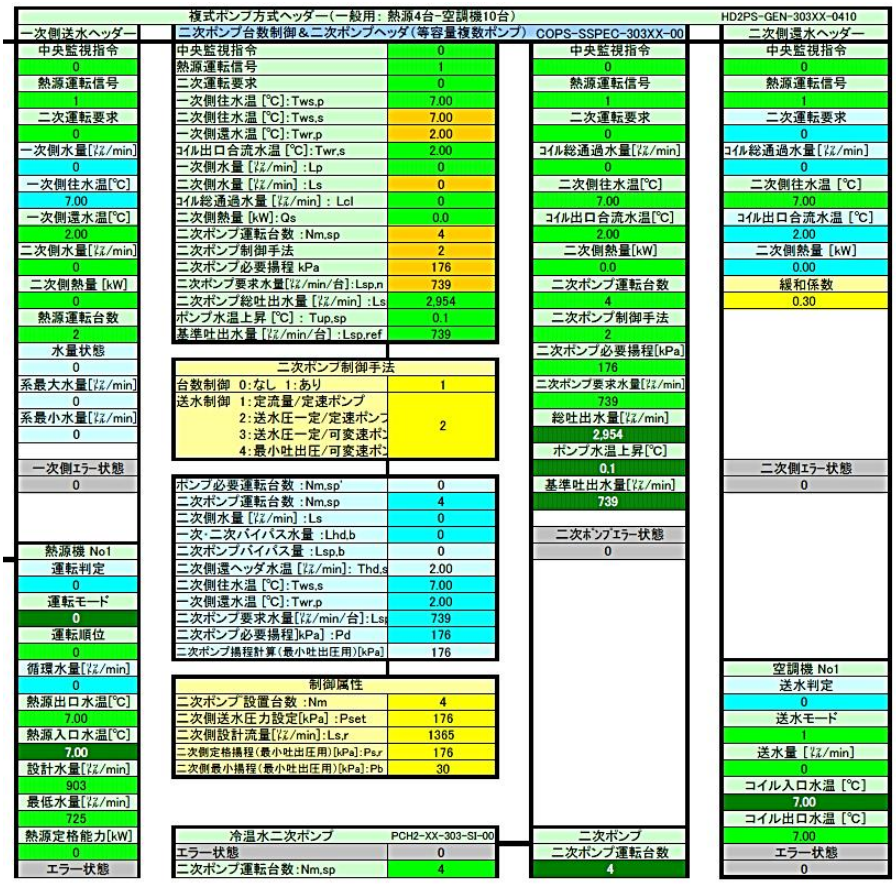


圖 二-2 日本 LECM 空調系統概算評估軟體部分畫面

(資料來源:本研究製作)

四、使用者觀點設計輸入介面

有鑑於上述特點之考量，本研究擬以使用者觀點設計操作介面，使其簡易理解且便利輸入相關參數資料。預計開發之建築能源耗用標示試算軟體將以建築空間實際使用情況、耗電設備資料及實際電費單據等基本資訊為三大基礎資料類別。首項類別為建築空間資料，內容包含建築所在區域、建築面積、近兩年實際電費平均值、樓層數及高度、空間使用類別、營運時間及使用人數等相關基礎資料。第二大類為建築設備資料，內容為建築設備負載耗電評估項目，如空調、升降設備、運動休閒設施設備或其他特殊用電等相關設備基礎資料。前兩大類所得之參數透過建築能耗運算公式即可得評估結果。本研究預計開發之建築能源耗用標示試算軟體目標將專業繁雜之運算參數簡化為運算表單，希冀可提高能源效率標示評估的便利性，協助推動台灣建築能效評估與標示制度。

第二節 研究範圍與對象

台灣建築能效評估系統涵蓋住宅與非住宅類、新建與既有建築物，本研究範圍為既有建築能效評估系統，其主要評估方法為綠建築指標評估法與電費單評估法，如下表。綠建築指標評估法適用於曾獲得綠建築標章之建築物，以日常節能指標 EEV、EAC、EL 為主要評估依據。電費單評估法需提供兩年實際用電之平均年用電量及總室內面積為計算基礎，為檢視運算之準確性須挑選其建築使用區域與電費單據所計算之用電範圍相符者，電費單據涵蓋範圍超出或小於試算建築區域者則不列入試算案例。

表 二-1 台灣建築能效評估系統分類與評估依據

能效評估系統		評估依據
建築能效評估系統 BERS	新建建築能效評估系統 BERSn	建築外殼節能設計效率 EEV、空調系統設計效率 EAC、照明節能設計效率 EL
	既有建築能效評估系統 BERSe	以建物營運條件、建築圖說修正電費單資料
	機構建築能效評估系統 BERSi	以機構建築母體 EUI 統計，與建物營運條件、建築圖說修正電費單資料
	便利商店能效評估系統 BERSc	以連鎖便利商店母體 EUI 統計，與來客人數、電氣設備數、冷凍冷藏設備量修正電費單資料
住宅能效評估系統 R-BERS		以住宅節能指標 Req，照明功率、節能標章電器

(資料來源:能效評估手冊)

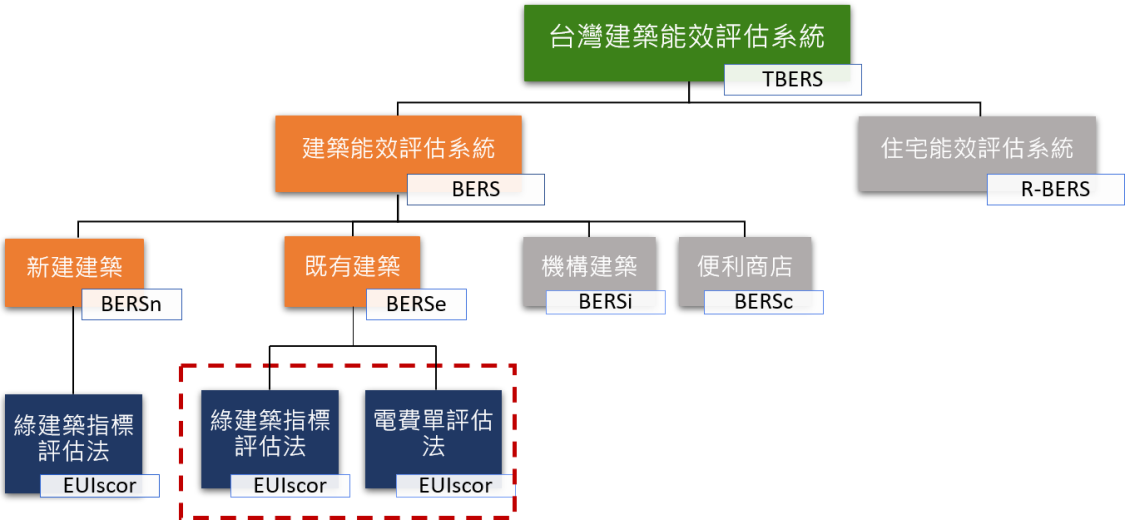


圖 二-3 研究範圍

(資料來源:本研究製作)

本研究之試算資料來源為綠建築標章資料庫及對外徵求案例兩大類，將篩選實際使用之建築物範圍與能源耗用單據匹配性良好之案例。綠建築標章資料庫案例適用於綠建築標章評估法，案例來源為曾申請並取得綠建築標章之建築物，以綠建築評估系統之日常節能指標得分作為建築能效計算之參數。對外徵求案例則做為電費單評估法試算依據，徵求所得之相關資料採取信任原則，對象可為金融證券類、行政辦公類、學校類、飯店類或其他有意參與試算之建築物。台灣建築能效評估系統適用之建築類型如下:

1. A-1 集會表演：供集會、表演、社交，且具觀眾席及舞臺之場所。
2. B-1 娛樂場所：供娛樂消費，且處封閉或半封閉之場所。
3. B-2 商場百貨：供商品批發、展售或商業交易，且使用人替換頻率高之場所。
4. B-3 餐飲場所: 供不特定人餐飲，且直接使用燃具之場所。
5. B-4 旅館：供不特定人士休息住宿之場所。
6. D-1 健身休閒：供低密度使用人口運動休閒之場所。
7. D-2 文教設施：供參觀、閱覽、會議，且無舞臺設備之場所。
8. F-1 醫療照護：供醫療照護之場所。
9. G-1 金融證券：供商談、接洽、處理一般事務，且使用人替換頻率高之場所。
10. G-2 辦公場所：供商談、接洽、處理一般事務之場所（含研究實驗空間）。
11. H-1 宿舍安養：供特定人短期住宿之場所。

第三章 研究成果

第一節 國外建築能源標示及計算軟體資料

一、歐盟

建築物對於能源消耗有長期影響，新建建築應符合因應當地氣候所制定最低能源效率要求。為了提高建築物的能源性能，歐盟由歐洲聯盟理事會和議會於 2002 年通過「建築能源效率指令」(Energy Performance of Building Directive, EPBD 2002/91/EC)，並規範各成員國須於 2006 年 1 月前將該指令實施成為該國立法，各國可依其國情、地理環境、氣候特性、建築風格等予以適當調整訂定相關法令與執行方式。EPBD 要求項目包含建築能效計算方法、建築最小能耗、建築能源效率證書制度 (Energy Performance Certificate, EPC)、鍋爐與空調系統檢查制度及建立專家制度等。建築物能效要求重點包括鍋爐與空調設備必需定期檢查效率與能耗、建築本體氣密性、外圍結構保溫效果等。其中，對歐盟成員國產生最大影響為建築物能源效率證書制度之推動，規定各成員國應建立建築能源效率證書制度，以及建立專家制度，由獨立的專業人員進行審查和提供建議，並確保當建築物建造、出售或出租時提供能源效率證書給業主、買家或承租人。能源效率證書中應明示各建築之能源效率及其他相關參考數據(包括非住宅建築每年的能源消耗、再生能源占總能源消耗的比例)，使業主、買家或承租人得以依其比較評估該建築的能源效率，並訂定相關建築節能規定之罰則。

歐盟於 2010 年修定建築能源效率指令(EPBD 2010/31/EU)，目標 2021 年起所有新建築皆為近零耗能建築，關於能源證書主要修訂規範包含(1)能源證書獨立控制系統，確保能源證書的品質; (2)強化能源證書的內容; (3)擴大出示能源證書的要求; (4)商業廣告中標示能源績效指標; (5)定期更新能源證書專業評估者名單。

表 三-1 建築能源效能指令主要內容

主要內容	內容說明
確定建築能耗計算方法	歐盟各成員國需確立以及建立國家或地區的建築物能耗計算方式，需考量以下要點： 1. 建築物外圍護結構以及室內結構的熱工性能以及氣密性 2. 供暖、熱水供應、通風以及空調系統的保溫情況 3. 建築採光系統 4. 建築物所在位置、方向以及室外氣象條件 5. 室內氣候條件，包括各種室內氣候設計參數 6. 被動太陽能使用系統及遮陽措施等
建築最小能耗要求	1. 需針對新建物以及既有建物設立最小能耗的要求 2. 建築面積大於 1000 ㎡的大型既有建築改造時各國應訂

	定最小能耗要求
建築能源證書制度(EPC)	1. 要求成員國保證建築物在建設、出售以及出租的過程中都應提供建築能源證書，且證書有效期限不應超過 10 年 2. 建築能源證書需包括相關標準推薦值以及實際值 3. 建築面積超過 1000 ㎡、年限在 10 年內的公共建築，各國政府應採取措施把這些建築做為建築節能的標竿，向大眾公佈這些建築的能耗數據
建立鍋爐以及空調系統檢查制度	針對不同能耗量，以及使用時間不等的鍋爐以及空調系統建立定期檢查，檢查內容包括效率、產熱量並提供改善以及更換的建議
建立專家制度	建築物能耗、鍋爐、空調系統的檢查以及建議提供必需由有獨立、具專業能力的人員進行

(資料來源:工研院，2012)

二、德國

2.1 建築物能源法令制度沿革

德國於 1970 年代為提高既有建築物的能源效率，制訂實施降低建築物能源消耗的相關法令。1976 年制訂節約能源法(Energieeinsparungsgesetz，EnEG)，旨在漸少德國對於進口能源載體(二次能源，如電、石油)的依賴，該法案不包含任何直接影響公民的規定，但授權聯邦政府立法，多項法令或條例基於此法案而制定，視為德國基本法。其後經多次修訂，分別有 EnEG1980、EnEG2005、EnEG2009、EnEG2013。EnEG2013 為 2013 年最新修訂的節約能源法，主要用於實施歐盟建築物能源效能指令(EPBD 2010/31/EU)，規範 2019 年起建築物由公家機構擁有或使用及 2021 年起所有新建築必須是近零耗能建築的基本義務。

1977 年德國基於節約能源法頒布了第一部建築節能法規「建築保溫條例」(Thermal insulation ordinance)，規範新建建築的保溫性能。在此之前如同多數國家，德國並沒有任何關於建築節能隔熱的法規，僅有技術標準，而經歷 1982 年與 1995 年修訂，建築節能標準不斷提高。1982 年頒布「暖房設備管理辦法」(Heating Appliance Ordinance)對於以水作為能源載體的中央供暖系統及熱水系統的設備及尺寸提出規範條件，並規定建築各部位傳熱係數必須達到更嚴格的標準。

2002 年頒布節約能源法施行細則(Energy Saving Ordinance，EnEV)取代建築保溫條例及暖房設備管理辦法，規定新建築和既有建築進行重大改造時的能源性能要求，新建築不得超過相應參考建築的年度一次能源需求，並且必須符合複層及系統工程規定最低標準的方式執行，同時規定建築能源證書 Energy Performance Certificate (EPC)的發行和顯示內容，要求新建築和既有建築改造時應當出示建築能源證書，其中包括散熱損失、供熱和熱水供應及通風設施能源消耗、各種能源載體的最終能源消耗及年主要一次能源消耗值。

歐盟 2002 年頒布的建築能源效率指令(EPBD 2002/91/EC)包含了成員國的強制性指令，德國於 2002 年通過的 EnEV2002 已實施部分項目，德國聯邦政府應國際要求修訂 EnEV2007 以完整執行 EPBD 規範，並於 2007 年 10 月 1 日開始正式實施，確立建築能源證書體系逐步開始強制執行，從 2008 年 7 月 1 日既有住宅出租、出售時必須出示建築能源證書。規範內容考慮到不同地區、相異氣候條件、不同建築對於室內氣候環境不同需求、經濟技術條件等，強調改善建築整體能源利用效率和可行性。EnEV2009 節能規範更進一步控制建築實際能源消耗外部輸入值，通過整體建築物節能設計措施計算得出建築所需能源消耗。然後根據此數值，考慮不同能源形式的能量轉化係數，回推算出該建築物的一次能源消耗量，並且要求建築在使用中能源消耗不能超出最高能源消耗標準。

歐盟修訂 2010 年建築能源效率指令(EPBD 2010/31/EU)，要求 2021 年起所有新建築都採用近零耗能建築的標準，公共當局擁有或使用的建築物則是自 2019 年起實施。同時強化建築能源證書的內容、擴大出示能源證書的要求、強制商業廣告中須標示能源績效指標等。德國配合歐盟 EPBD 2010/31/EU 修訂節約能源法施行細則條例(EnEV2014)要求出售或出租的房產需在商業廣告中公布能源證書指標等資料，修訂內容如下:

1. 至 2016 年新建築物主要能源消耗須降低 25%，建築物外殼熱損失(heat loss)需降低 20%
2. 既有建築物不受新規定溯及既往之規範
3. 建築物相關能源資料，在出售以及租賃房產廣告不得隱瞞相關資料，所提供資料必需與居住面積有關，而非僅以樓地板面積呈現
4. 銷售者以及房東必需須提供買方或是租戶建築能源證書，且在買方或是租戶要看產權時必需呈現建築能源證書以供參考
5. 1985 年前安裝的加熱鍋爐需在 2015 年前停用，1985 年後安裝加熱鍋爐需在使用 30 年後進行更換(已禁止 1978 年 10 月前生產加熱鍋爐使用)
6. 建築能源證書檢查以及控制系統制度導入
7. 公共建築物 500 平方米以上之建築，需呈現建築能源證書；2015 年 7 月 8 日後，250 平方米以上之建築，需呈現建築能源證書
8. 建築能源證書須標示註冊碼，以便未來稽核檢查之用

2.2 推動建築物能源護照單位與職掌

德國建築物主管單位自 2018 年 3 月起為聯邦內政部(Federal Ministry of the Interior，BMI)執掌，負責都市發展、住宅和公共建築法令，目標在於鼓勵提供足夠的住宅及發展良好的城市，另一方面為開發結構工程、建築技術和建築材料等高度先進的領域。聯邦建築與區域規劃辦公室(Federal Office for Building and Regional Planning，BBR)為隸屬於聯邦內政部的研究機構，依託聯邦建築、城市和空間研究所(Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development，BBSR)進行空間規劃、城市發展、住宅與建築方面的研究、為聯邦決策提供科學諮

詢，並提供能源證書列印應用程式。德國能源政策主管單位為聯邦經濟暨能源部(Federal Ministry for Economic Affairs and Energy，BMWi)，負責能源總體能源政策之規劃，包括電力網絡、電力供應安全、能源相關研究計畫支援、產品能源標籤，以及推動節約能源政策制訂等。規範德國建築能源證書制度之節約能源法施行細則(EnEV)則由聯邦經濟科技部與聯邦環境、自然保育及核能安全部(Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety，BMU)聯合發布。

推動建築物能源護照為跨部會之作業，為落實執行德國另設立能源署(German Energy Agency，dena)負責推動、諮詢、認證及人員培訓等。德國能源署由聯邦政府、KfW、安聯、德意志銀行、德國中央銀行出資所組成，負責再生能源、節能建築、節能用電等方面的宣傳、活動、認證、諮詢等。自 2001 年開始運作，2002 年接受聯邦政府委託，執行建築物能源護照的推動。2007 年開始進行宣傳活動，宣傳方式包括電視台廣告、廣播、網站、宣傳手冊、光碟及海報等宣傳資料，首先應用於住宅房地產買賣，建築物產權移轉過程中除產權資料文件外，尚須提供建築物能源證書，能源效能欠佳的建築物，將影響交易價格甚至不易售出。

2.3 建築能源證書類別與能耗評估資料

德國建築能源證書內容可區分為三大類:(1)建築基本資料，包含建造年分、面積、供暖系統、通風和可再生能源資料、護照到期日及相關資料提供者;(2)能源證書類型，共分為兩種。其一為，由經認證之專業人員依據建築外牆結構及暖氣、熱水設備，以及再生能源使用等評估計算一次能源及最終能源需求得其耗能等級，內容還包含二氧化碳排放量及租賃廣告公告之一次能源需求量；另一種則基於過去 36 個月的實際能源消耗量，同時考量計算期間之氣候現象做修正得其一次能源及最終能源消耗量，同樣包含租賃廣告須公告之最終能源消耗量;(3)建築能源效率改善建議，可最為進行改善作業之參考。建築能源耗能等級分為 A+至 H，共 9 等，建築能源證書樣式如下圖。

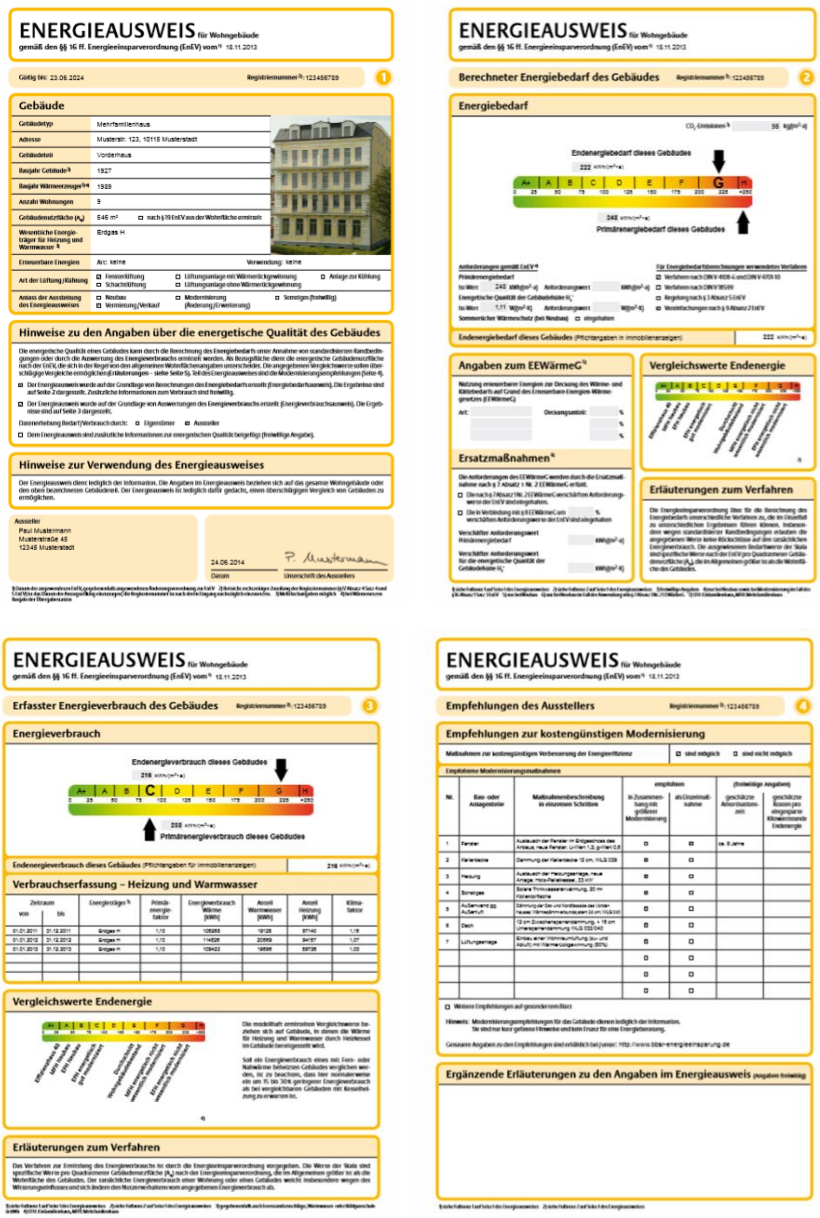


圖 三-1 德國建築能源證書

(資料來源:德國能源署 dena)

德國建築能源耗用評估資料分為兩大方向，分別為建築外殼結構及使用設備。建築外殼結構考量項目包含外殼保溫、熱傳遞、熱橋、氣密性及太陽熱能獲得。而使用設備主要為提供必要的房間暖氣、熱水、飲用水、機械通風系統等之能源消耗，並考量熱能產生、儲存、熱源傳送和控制期間所發生之熱量損失，皆影響設備系統的整體效率與能源耗用。

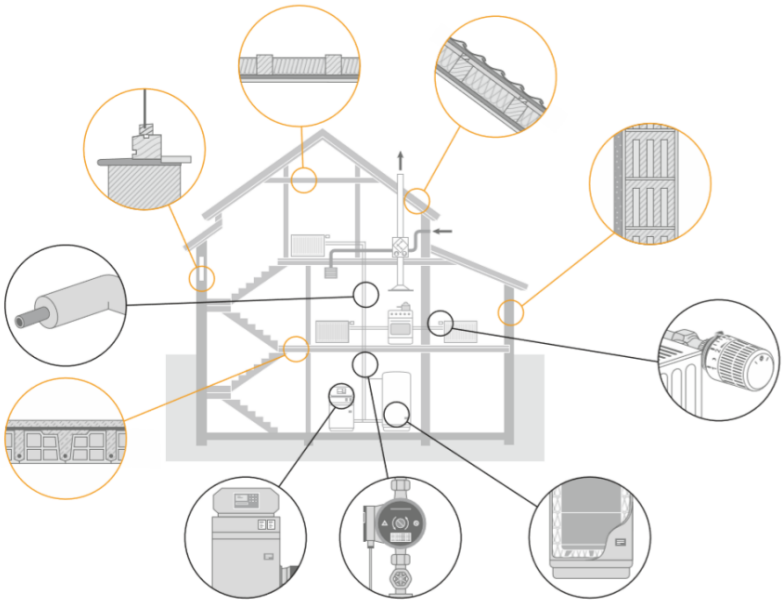


圖 三-2 德國建築能源證書評估項目

(資料來源:德國能源署 dena)

2.4 國家能源效率行動計畫與建築能效評估模擬系統

為提升能源效率、降低能源消費、達成氣候政策目標並提升能源安全，德國聯邦政府在其第 18 屆的任期中，提出了闡述能源政策的「國家能源效率行動計畫」(National Action Plan on Energy Efficiency，NAPE)，內容主要涵蓋四個領域(1)建築能源效率;(2)透過財政與收益帶動的節約能源;(3)透過教育與諮詢使消費者提高能源效率;(4)運輸部門能源效率。

聯邦政府針對一般家庭、工業/商業貿易及服務、建築物等對象列出數個主要的執行區塊，並對各區塊制定「立即措施」和「持續性措施」的作業流程，如圖 3-3 所示。

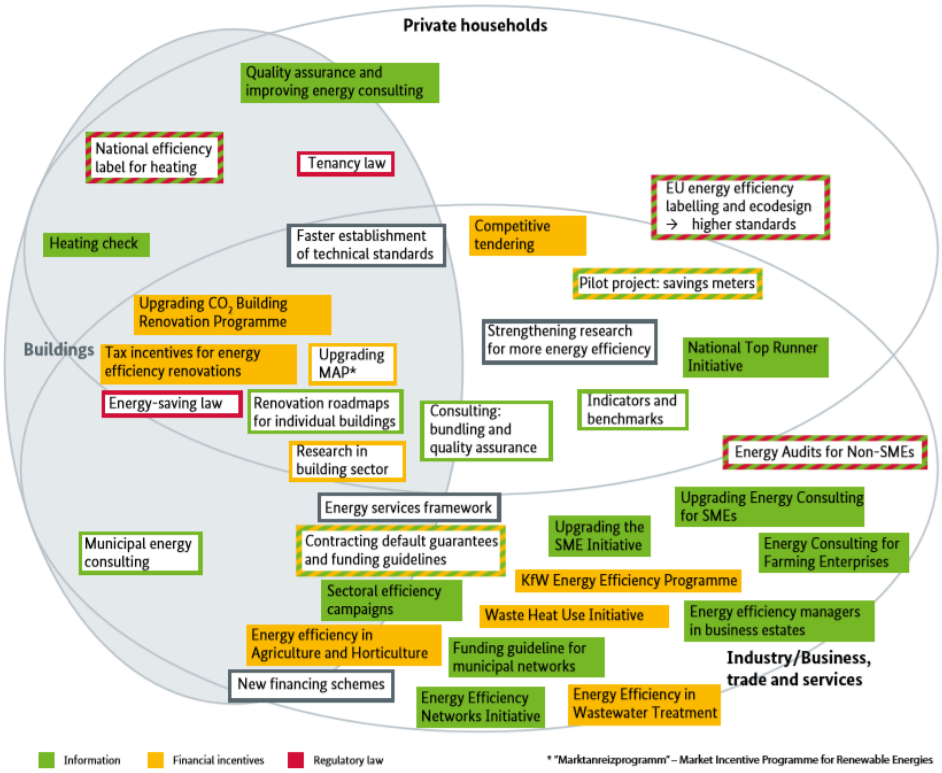


圖　三-3 德國能源效率行動計畫之立即措施與持續性措施作業

(資料來源:National Action Plan on Energy Efficiency)

德國國家能源效率行動計畫中關於建築能源效率領域，由於德國目前建築的耗能約占全國整體最終能源消費的 40%，為使一般住宅或辦公大樓皆能於 2050 年前都達到氣候中和，德國政府提出了多項立即措施，包含了擴展地方建築能源效率的能源諮詢服務、能源改革的財稅誘因、增加資金改善二氧化碳建築現代化計畫，以及改善供熱效率評估計畫。

德國境內約有 1,800 萬棟住宅建築物，合計約 4,000 萬戶，其中多數建築為興建於 1979 年前的舊建築，建築能源效率並不好，德國經濟暨能源部計畫透過提供能源諮詢的功用，提供所有可降低能耗並減少能源支出的策略與技術導入，促使企業與民眾願意進行可以降低建築能耗的投資。此外，聯邦經濟暨能源部(BMWi)建置了建築能效評估模擬系統，讓屋主可自行於網路上輸入包含建築樣式格局、興建年限、入住人數、樓層數量等基本資料，再透過模型系統的分析，評估各類節能措施可節省之能源耗用量及投資成本。

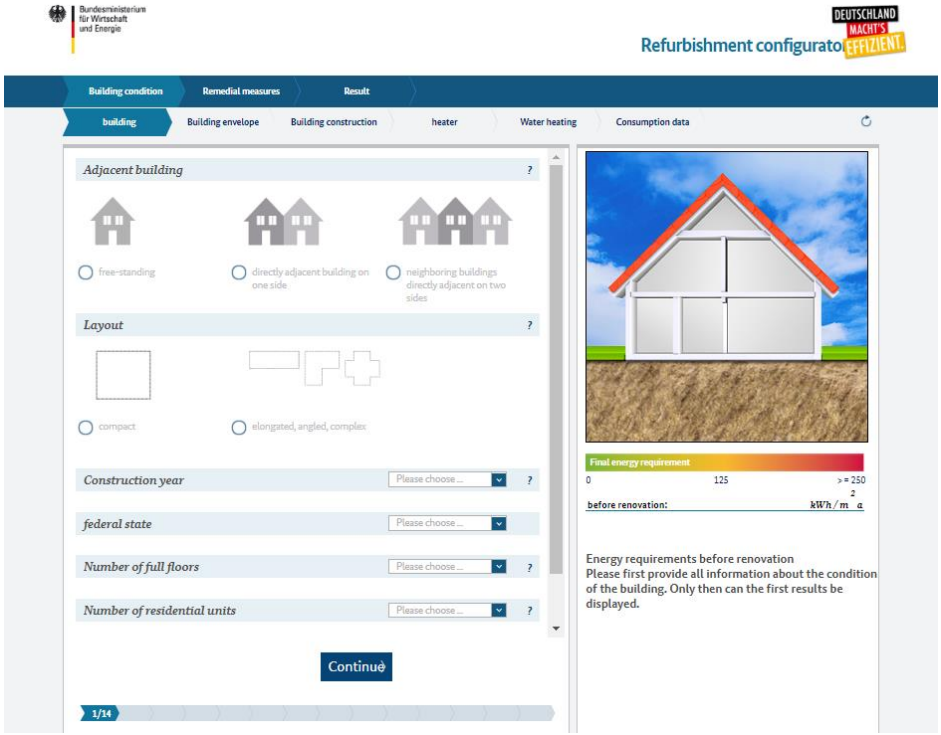


圖 三-4 德國建築更新能效評估模擬系統

(資料來源:德國聯邦經濟暨能源部)

三、日本

3.1 相關工具軟體簡介

日本於 1976 年提出節能法，當時建築技術屬成長初期，材料、工法甚至建築設備都處於工業成長階段，以致 76 年提出的節能法很快被當時高度的經濟發展需求無視，一直到 1990 年代泡沫經濟前後才再度重視能源節約，而節能計算相關工具軟體也才開始雛形發展。到了 1997 年京都協議書(COP3)之後各界開始重視節能標示，以下簡易整理開發相關工具軟體的時間序列:

2000 年:住宅性能促進計算開始 (住宅の品質確保の促進等に関する法律)

2001 年:建築物性能水準 (官庁施設の基本的性能基準)

2009 年:建築物零耗能促進 ZEB 實現(建築物のゼロエミッション化加速)

2012 年:一次能源消費量計算表(一次エネルギー消費量算定用入力シート(建築物用))

2013 年:設備/建築統合基準計算義務化

2013 年:住宅外皮性能計算軟體 (住宅・住戸の外皮性能計算プログラム)

2015 年: 非住宅一次能源計算軟體 (PAL＊、一次エネルギー消費量算定用 Web プログラム建築物用)

2016 年:能源使用合理化節能法 (エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法))

2020 年:非住宅建築耗能改善法 (建築物のエネルギー消費性能の向上に関す

る法律（建築物省エネ法）)

數十年間試行錯誤過程從簡易計算表單到完整計畫表單完成開發各式計算書，其中 CASBEE、LCEM、HVACSIM＋・ASCC 都是過程中發展完成且配合政策推行的能源標示工具軟體。以建築計畫角度評估屬 CASBEE 最為代表，以專項能源模擬評估的則有 LCEM、HVACSIM 兩套系統。

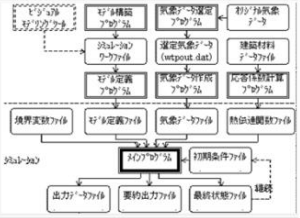
	綜合性評估	空調系統概算評估	空調系統詳細評估
軟體	CASBEE	LCEM	HVACSIM＋・ASCC
			
評估內容	環境綜合評估(CO2量) BEE＝建築環境品質/環境負荷	空調設備系統 年間耗能評估	空調系統・自控系統 運用動態模擬
輸入內容	外環境 建築(外皮・開口等) 建材 物理環境(音・光) 管理・結構 建築設備規劃	系統選項 機械設備詳細 台數控制 流量 熱源機容量	空調設備機械細部 機械設備配比 室內外設計條件 系統操作方式 空調機選型 輸送設備耗能　等

圖　三-5 日本能源評估標示相關工具軟體

(資料來源:本研究製作)

3.2 BELS 建築物性能節能標示制度簡介

日本自 2013 年起重新檢視及啟動建築能源標示制度 BELS(Building Energy Labelling System)，建築物節能法第 7 條提及有關建築物販賣、租借等建築所有者或是業主方，對於建築物需盡力標示建築物能源消費性能。對於建築物能源消費性能可視化及評價以及建築物的市場評價依據 BELS 制度檢測認證。而 BELS 更是為了認定零耗能建築認證 ZEB(zero energy building)的評價制度。

BELS 制度不採用實際耗能單據來評估，而採用日本建築研究所開發的一次能源計算法，以模擬計算值來標示建築節能性能，即模擬評分法。評定資料包含設計內容說明、圖面資料、一次能源消費量及外殼計算書等，計算評定方式以星級和 BEI 水準評定。星級分為 1～5 階段(1 星為既有節能基準、2 星為節能基準、3 星為誘導基準、4 星以上優良)，BEI 為評定標章，分為 Nearly ZEB、ZEB Ready、ZEB Oriented。

圖 三-6 日本能源評估標示相關工具軟體

(資料來源:一般社団法人住宅性能評価・表示協会)

表 三-2 建築物省エネルギー性能表示制度

用途 / 星の数	住宅	非住宅　用途 1（事務所等、学校等、工場等）	非住宅　用途 2（ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等）
☆☆☆☆☆	0.8	0.6	0.7
☆☆☆☆	0.85	0.7	0.75
☆☆☆（誘導基準）	0.9	0.8	0.8
☆☆（省エネ基準）	1.0	1.0	1.0
☆（既存の省エネ基準）	1.1	1.1	1.1

(資料來源:一般社団法人住宅性能評価・表示協会)

BELS 的日文全名為「建築物省エネルギー性能表示制度」，意為建築物性能節能標示制度，從非住宅建築逐漸擴展到集合住宅，數年內性能評價數量累積一定績效，到 2020 年 4 月末時間點全日本已交付評價書累計上萬物件數，實屬近年推廣較廣的試算標示軟體。

圖 三-7 2020 年 4 月為止 BELS 評価書交付実績

(資料來源:一般社団法人住宅性能評価・表示協会)

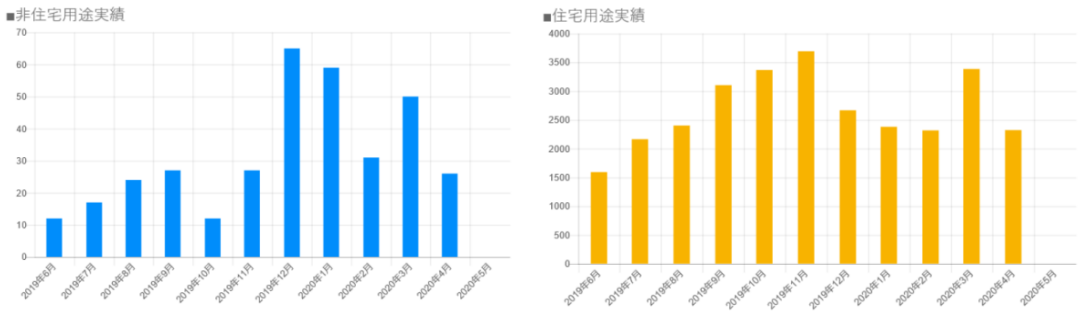


圖 三-8 2019 年 6 月～2020 年 5 月一年間 BELS 評價書交付件數

(資料來源:一般社団法人住宅性能評価・表示協会)

3.3 LCEM 建築生命週期能源管理

LCEM 是一套能源管理工具，從計畫設計初期、施工、運營管理到整建改修過程中完整的評估分析建築週期節能性，最大目的在降低碳排放量及建築能源管理。LCEM 日文全名為ライフサイクルエネルギーマネジメント，中文語意為建築生命週期能源管理，由日本國土交通省官廳營繕部主導參照公共建築生命週期能源管理委員會的研究成果，以耗能足跡管理為目的將設計者、施工者及建築設施運營管理者等三方串聯，透過 LCEM 手法達到能源性能分析及評估，創造低碳素社會。

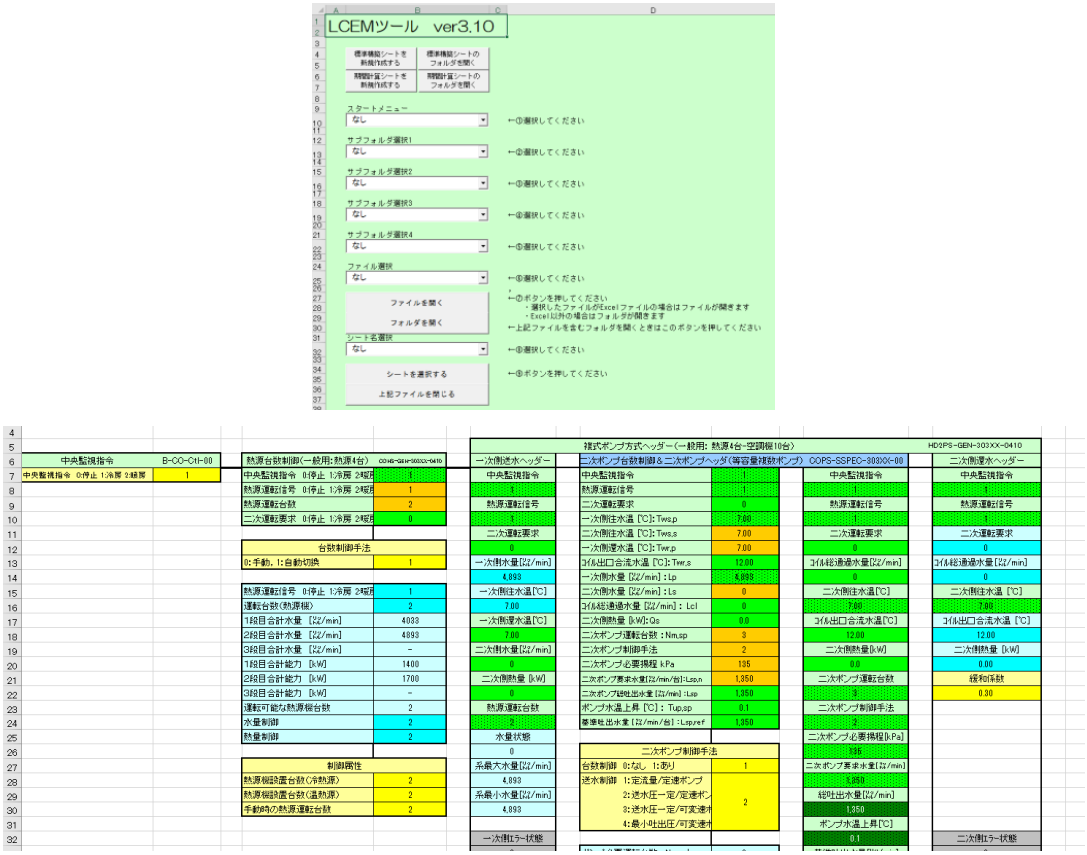


圖 三-9　LCEM 模擬標示軟體

(資料來源:日本國土交通省)

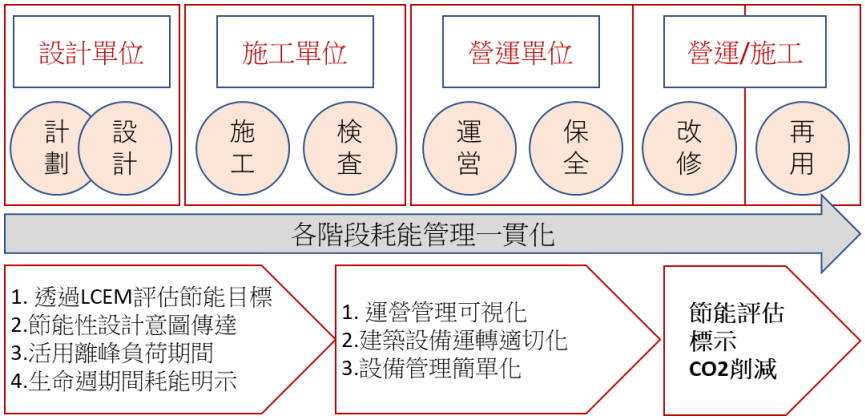


圖 三-10 LCEM 建築生命週期能源管理手法示意圖

(資料來源:本研究製作)

對於節能設計評估及離峰期活用指標項目來說，著重在空氣調和系統的生命週期管理，也就是希望藉由 LCEM 工具軟體來模擬空調設備系統，從系統比較、機械設備選型、容量評估、運轉比對到營運成本比對來達到能源控管及節能目標。LCEM 工具可以依照建築規模大小來設定詳細條件，檢討空調系統的設計、施工、運營階段的耗能標示及改善對策，對於節能標示及 CO_2 減量推進有顯著功效，不只公共建築類型，一般民間設施的設計•施工•運營都有參考價值，以下說明 LCEM 工具的概要及軟體開發的標的項目。

為了達到完整空調系統的耗能評估標示及節能目標，模擬工具必須要有可定量評估方式。關於空調設備系統的定量模擬標的:

1. 不只評估能源消耗量，還需對系統的狀態預測評價
2. 從設計到運營階段不論哪個時期均可採用 LCEM 評估標示
3. 不只評估尖峰負荷，還可標示離峰期的能源預測評估
4. 與規劃設計內容比對機械性能及運轉調整是否合適
5. 施工階段或運營階段皆可評價計算值與實際運轉值的節能結果
6. 評估自由度高，從單項機械設備到整體設備系統都可進行能源評估
7. 軟體工具為 EXCEL 形式，操作自由度高

3.3.1 軟體開發基本設定

軟體開發目標為泛用性高及可詳細模擬評估為首要條件，輸入項目有機械設備的使用條件、機器固有的特性、機器狀態、消費電力、燃料消費量、冷熱水溫度設定值、壓力值、運轉時間、起停控制、變頻設定、容量設定等詳細把握機械設備的各式條件及系統運用狀況。工具軟體內需事前建置一般常見的機械設備泛用設定值及系統控制原理減少輸入時的額外查表時間，其相關的對應機械及控制系通分類如下表。

表 三-3 LCEM 工具內建參數對應設備種類

LCEM 工具對應機械設備參數・控制系統分類表	
項目	詳細說明
機器/系統	直接加熱吸收式冷溫水機、離心冷凍機、氣冷式熱泵組、水冷式熱泵組、氣冷/水冷式冰水機、螺旋式冷水機、熱水機組、冷卻塔(密閉型/開放型)、蒸氣鍋爐、蒸氣吸收冷凍機、廢熱回收系統(廢熱吸收型冷溫水機/太陽熱集熱器/除濕轉輪空調機)、水蓄熱系統(連結式完全混和型蓄熱槽)、冰蓄熱系統(外融/內融式) 幫浦、空調機(垂直式/水平式/小型式)、FCU 小型風機、VAVBOX、 CAVBOX、送排風機、熱交換器、地板送風口、個別空調機(EHP/GHP)、地中熱利用熱泵系統等
控制系統設定	變流量控制:冷水流量控制 熱源台數控制:循環泵啟動數量 蓄熱控制:蓄熱容量與熱源機啟動順序 二次泵台數控制:1 次熱源側與 2 次泵控制 變風量控制:風量與空調箱控制 外氣冷房控制:空調箱與 OA 外氣量控制 全熱交換控制:負荷量與台數設定 使用量控制:間接運轉設定 AHU 送風量與送水量控制:冷水流量設定等

(資料來源:本研究製作)

為了增加模擬評估的詳細度，於工具軟體事前建置空調設備系統詳細參考資料，依照現行空調設備廠家提供的各項機型樣式與使用模式配合控制系統選擇後自動計算運行耗能評估與設備系統的計畫容量評比，從設計開始到運營期間各式機械設備均可依照使用情境詳細設定與事前假設來比較檢討耗能情況，因為採用實際機械設備的標準式樣來運算模擬，所以無論是前期時的設計參考選型或是中間施工、完成後運行期間的檢核比對或是改修等都可以正確反應設備運行與耗能標示。

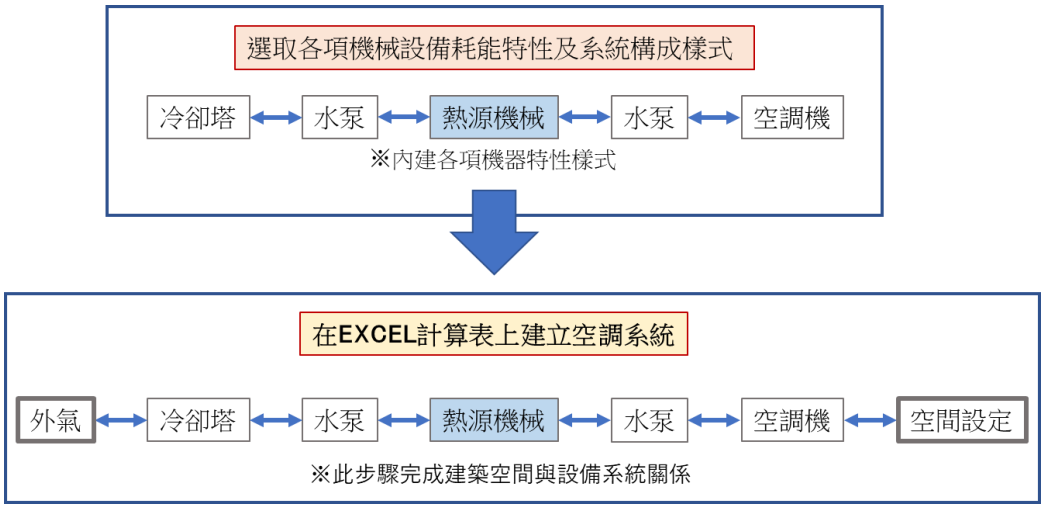
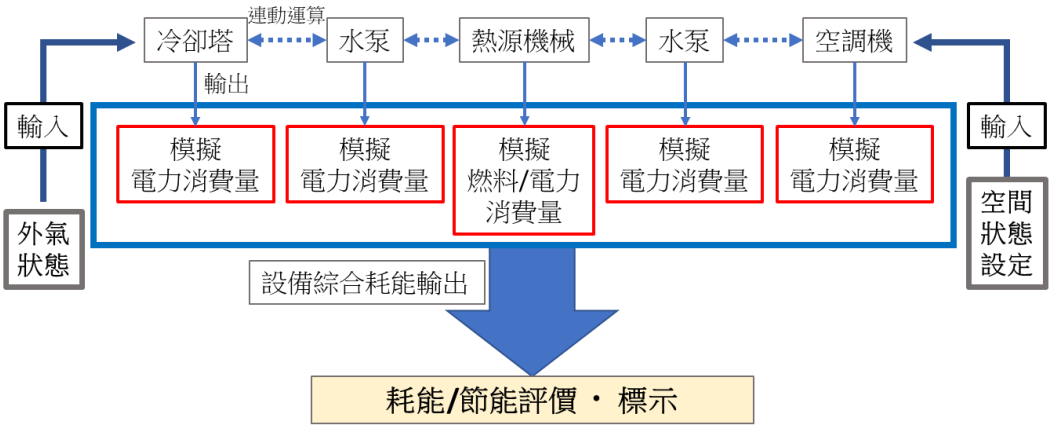


圖 三-11 評估項目輸入順序概要

(資料來源:本研究製作)

依照評估或標示對象選定空調設備各機器樣式及系統構成，參考設計或是既有設備表從軟體內建的數據庫裡挑選所需機械設備免去查表型錄，之後在 EXCEL 表單上建立詳細的空調設備數量與建築空間容量後會自動生成各項設備串聯的樹狀圖表，此時可一覽系統運行狀況及各項耗能標示評估，藉由反覆調整室內狀態與外氣狀態來比對各項機械設備之間的連動關係，依此評價系統的節能特性及最適當化檢討，另外也可藉此檢驗設計與使用管理的完整性與改善策略。



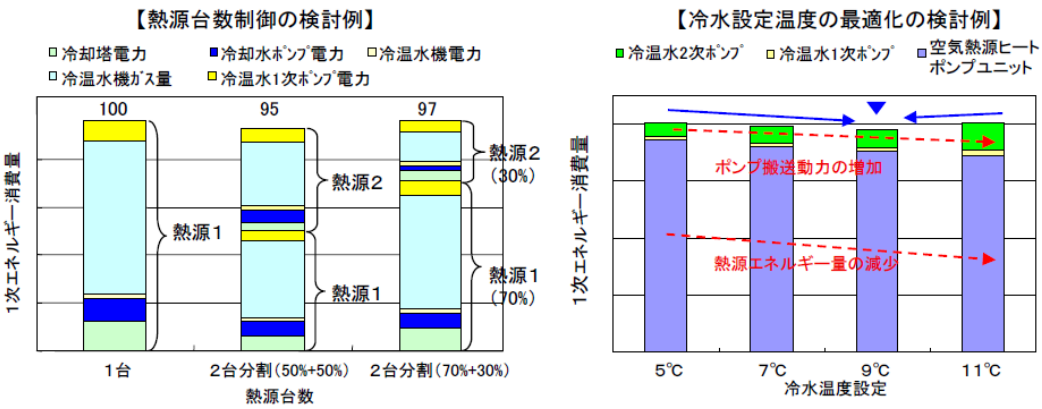


圖　三-12 評價・標示計算流程

(資料來源:日本國土交通省官廳營繕部)

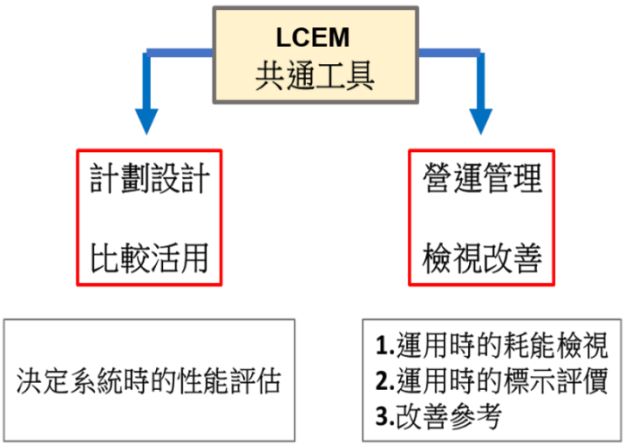


圖　三-13 LCEM 工具優勢

(資料來源:本研究製作)

3.3.2 推廣

日本國土交通省為了推廣 LCEM 工具，針對公共行政關係人員、一般社會人士、學生等會舉辦說明會與操作教學講習會，配合各個團體時間地點出差各地舉辦說明會，所有講習出差經費均由國土交通省自行負擔，說明內容藉由實際案例的建築生命週期解說空調系統的節能性和評價標示方法。此外，也將 LCEM 工具軟體公開於網站上，只要上網填入使用者基本資料即可免費下載使用，著作權相關規定則依照國家訂定的網路軟體國際條約為主。

圖 三-14 參考 LCEM 軟體及參考詳細使用說明書自由下載

(資料來源:日本國土交通省)

3.3.3 詳細操作及運用

實際操作 LCEM 工具來解說軟體架構及運算過程，採泛用性高的 Excel 表單輸入輸出空調系統設備的詳細數值，利用 Excel 強大的資料彙整及連動功能簡化輸入時繁雜的機械設備詳細式樣資料鍵入，僅利用逐條選取即可建立完整空調系統架構及完整設備項目表單。

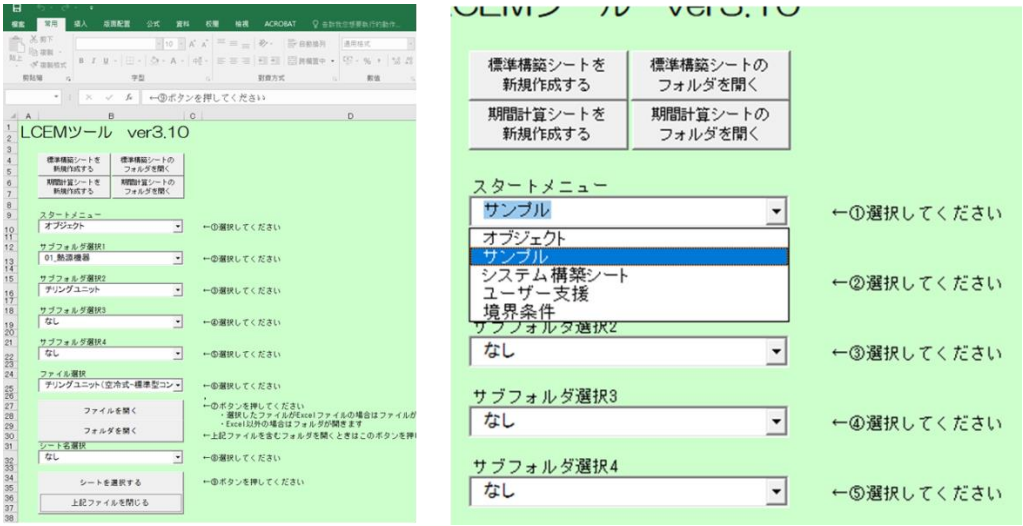


圖 三-15 LCEM 表單初始選項

(資料來源:本研究製作)

建立系統表單過程中依照內建的設備選項選擇符合的設備系統型態，開始選項欄位有單項設備、參考型、系統配置清單、使用支援、外界條件等基礎，接下來決定支援設備及系統運轉模式後表單會自動列出詳細表單，內容從外界氣候條件及室內溫濕度設定還有熱源機台數、是否選用全熱交換等基礎項目決定後表單會自動生成完整空調系統，包含各項機械設備的空調容量、流量、出入水溫、電力消耗、參考揚程等全系統詳細耗能評估數據。另外如果需對單項設備機器評估或比對性能也可選擇分項獨立設備，表單帶出的系統單就會以該項設備機器為中心自動

串聯該相關的周邊設備，例如選擇冷卻塔並設定初始值，如乾球溫度、濕球溫度、開放型、密閉型等，後會自動模擬出適用冷卻水量、進出冷卻水溫、外氣濕球溫度、冷卻水有效溫度及風機的耗能評估額定消耗電力等，冷卻塔設備周邊的變動值以利耗能的預算及評估。

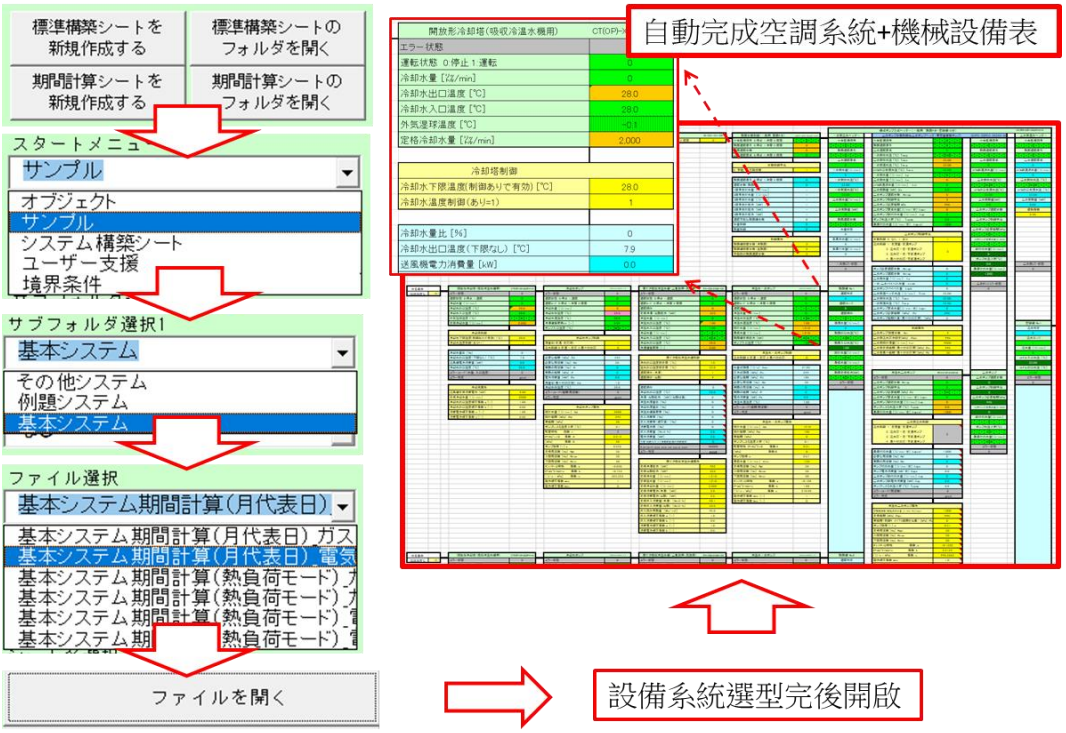


圖　三-16　表單初始詳細選單

(資料來源:本研究製作)

圖　三-17　單項機器設備模擬評估

(資料來源:本研究製作)

LCEM 模擬評估表單的設計構想是以完整的空調系統當作背景架構，正常空調系統要節能評估時會依據空調昇位圖、系統圖、平面設計圖及完整設備機械表來

概算效能評估，而且此階段圖說也無法詳細表現實際運轉時的設備間運轉配合狀態，例如二次泵側變頻與一次泵定頻運轉時旁通閥流量與熱源機冷水流量匹配的顯示也無法標示，所以 LCEM 不是針對機械設備各自耗能標示而是更貼近實際運轉狀態，以完整的整理運轉來可視化能量評估及標示工具軟體。下圖示意 LCEM 表單和一般空調設備系統節點的關係，可看出表單模擬流程其實是依照設備系統運轉時機械設備間的負荷與能源變動來評估耗能標示，相較過往設備系統評估時常以建築型態、面積、概估負荷、空調系統設計、設備規格表、概算消耗電力等靜態流程來評估及標示能耗，LCEM 表單則是加入機械設備間串聯及調整元素，例如集水器、設備效率、補正係數、運轉起停動作、運轉順序等實際運轉模式來呈現能源動態形式。

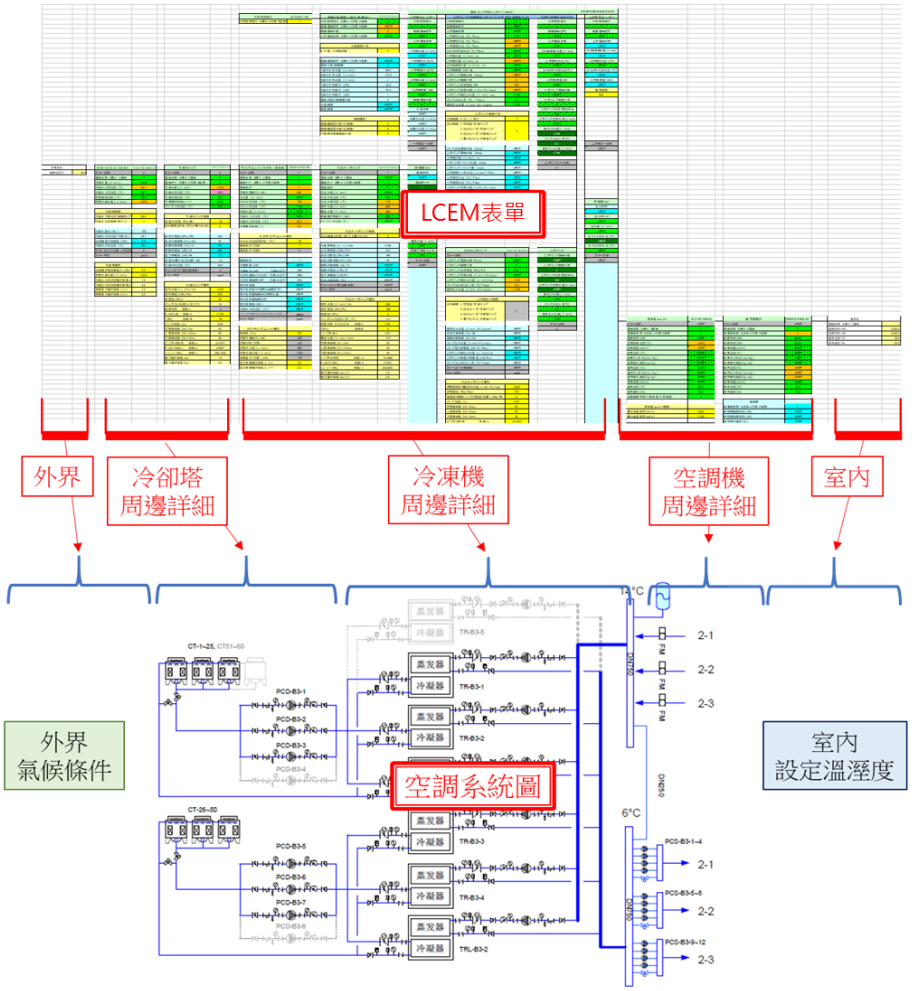


圖 三-18 LCEM 表單架構以空調系統為背景概念

(資料來源:本研究製作)

因為表單完整模擬空調系統在試運轉過程中各式調整情境，所以得出的能源耗能評估當然更接近實際使用能源耗用，且表單內建的機械設備基礎式樣，如機械出廠設定、壓差、污垢係數、電壓等都是各家設備廠商實際的設備設定值，模擬出

來的出入口水溫、消費電力、負荷變動情境、流量模擬曲線會更貼近實際使用數值，也可依照時間設定段例如 24hr、當日、周、季、年等不同使用分段分析出瞬時的系統耗能評估，檢視設計階段的空調系統效能評估，另外也可當作運營管理階段時的使用狀態檢視與改修時的個別、整體系統評估，不只是一套完整的能源耗能標示工具，也可作為硬體成本評估參考。

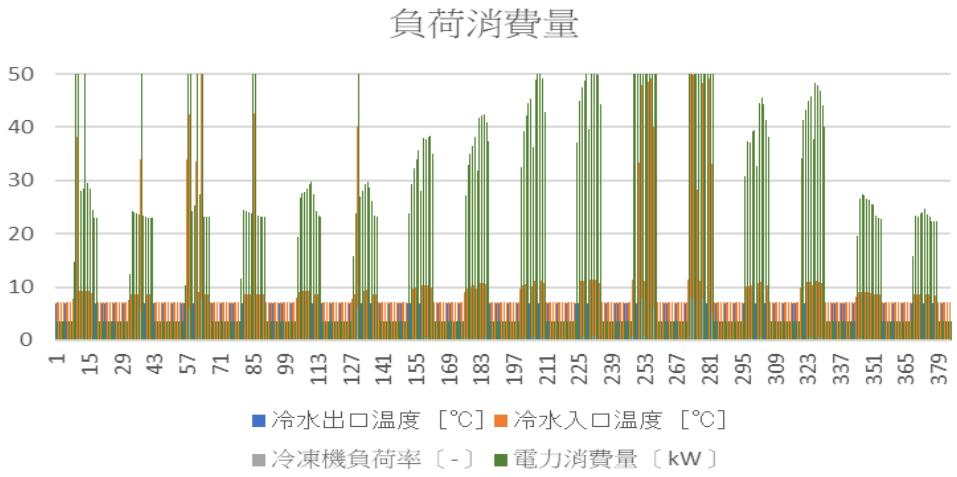


圖 三-19 負荷消耗模擬曲線

(資料來源:本研究製作)

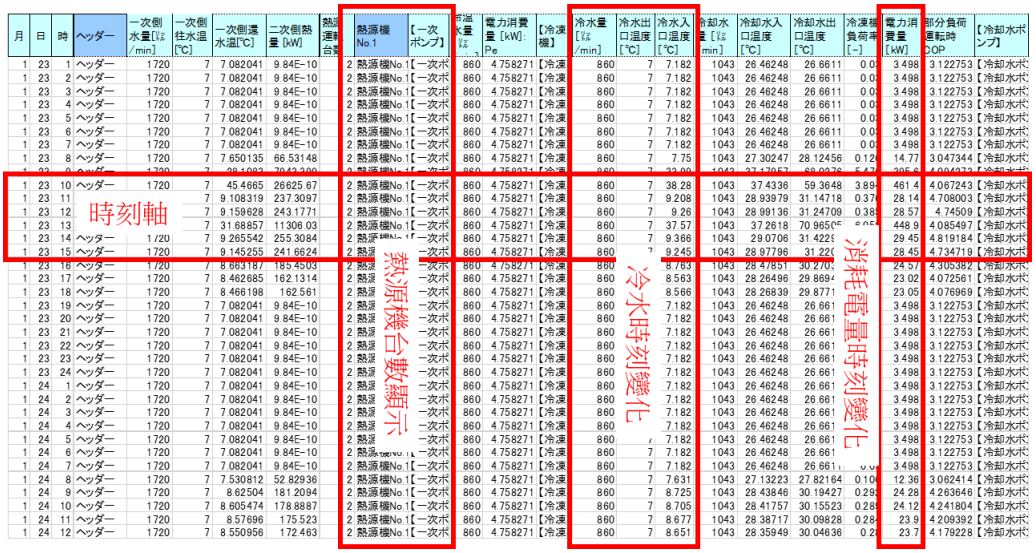


圖 三-20 分析標示數值

(資料來源:本研究製作)

3.3.4 資料輸入專業性及複雜性

LCEM 模擬評估表單雖是一套完整專業模擬空調系統耗能的評估及標示軟體，但是在相關指令輸入過程中需要高度專業的技術支援與建築管理知識。相較一般

綠建築評估系統旨在建築計畫、設計、工法、材料、設備計畫選型等多層面評估外，日本 LCEM 試算表單重在分析空調系統在實際使用上的能源耗能可視化評估標示，所需輸入內容項目有空調系統、機械設備細項、空調台數控制、流量、熱源機容量等，鍵入資料除了偏重空調設備且設備控制計畫外，也需掌握各家廠商的設備機械專業知識，除非極具專業經驗的空調機電技術人員填寫，否則無法將此工具軟體發揮其最大效益。

部分建築能源評估與標示工具軟體仰賴專業從業人員進行運算且所需輸入數據眾多繁雜，非有經驗之相關從業人員無法操作，大幅降低了使用者的評估意願及軟體操作容易性及節能政策推進。

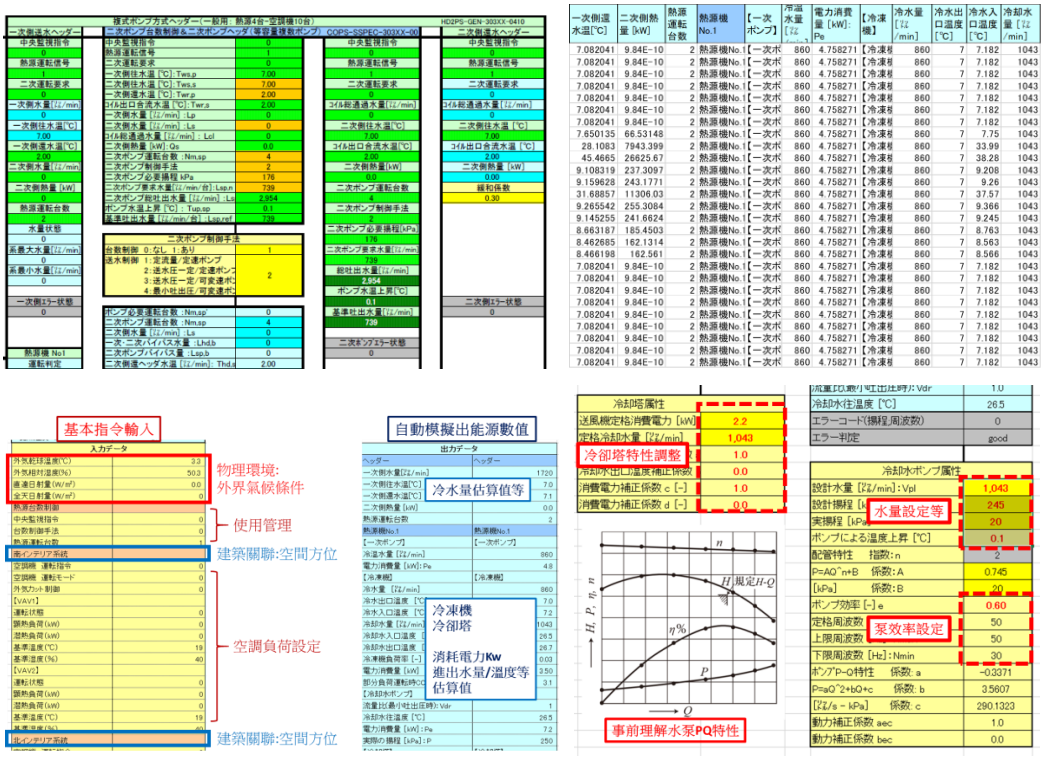


圖 三-21 LCEM 空調系統操作部分畫面

(資料來源:本研究製作)

3.3.5 觀點綜合分析

以上特點分析，能源標示工具應該是專業與簡化之間的橋樑工具，其使用操作介面就需考量非專業易操作特性，但是需明確鑑別出能源消耗的動向及標的指標才能正確推動能源標示計畫，其內容包含建築基本項目、建築設備相關資訊，如用電負荷、設備系統、機械設備等，其中重要的是使用型態及管理運行模式會影響日常用電耗能，所以建築能源耗用標示工具目標在專業技術簡化提供更便利操作及可視化增加溝通性，藉此提高節能意識及提升大眾改善建築能耗意願。

四、美國

4.1 建築節能推動政策

據美國能源資訊局(EIA)調查，美國建築部門佔了全國 47.6%的能源使用，而28.1%的能源使用在交通，反觀工業只占 24.4%。面對能源需求提高，美國政府運用法規、強制性和自願性標準、稅收激勵、技術支持、研發活動等政策措施推動節能工作。

美國國會於 1992 年通過能源政策法（the Energy Policy Act of 1992，EPA），依據此法案能源部(Department of Energy，DOE)建置「建築能源模範法典計畫」(Building Energy Codes Program，BECP)，以支持國家建築能源規範之發展，並協助各州採行更有效率之規範，分別對民間部門及聯邦政府部門制定建築能源效率規範或標準，供作設計及建造新建或既有建築改善翻新應達能源效率之最低要求。

2005 年美國頒布能源政策法案 (Energy Policy Act of 2005, EPAct05)，要求所有政府建築自 2006 年到 2015 年間，單位面積的建築能耗應較 2003 年每年降低2%；到 2015 年達到相對 2003 年節能 20%的目標。美國眾議院於 2009 年 6 月 26 日通過美國清潔能源與安全法案(American Clean Energy and Security Act，ACESA)，加大對能源效率和可再生能源的投資，該法案針對建築能源效率主要內容：(1）為促進新建築物能源效率，聯邦政府應透過訓練及融資方式，協助州政府制定新效率標準。同時也融資予既有住商建築物，提高其能源效率;(2）針對 1976 年前建造的老舊住宅且為低所得家庭，購買具能源之星標章之新建築物將提供獎勵措施;（3）大幅改善能源部有關制定能源效率標準、加強訂定標準的成本效益測試、以及要求資訊揭露的程序。

2015 年 4 月 30 日美國總統歐巴馬簽署了 2015 年能源效率改善法案(the Energy Efficiency Improvement Act of 2015)，包含 (1)透過當前的能源之星框架內制定新的自願能源計畫;(2)透過採用具有智慧電網功能熱水器之新規定;(3)促進能源標竿和公開披露建築物的能源消耗量。藉此促進承租戶和業主更清楚建築物的能源性能，租用者易於瞭解所使用之建築物能效，以達到商業建築提高能效之目標。

4.2 建築耗能評比系統

4.2.1 Energy Star Portfolio Manager

美國環保署(Environmental Protection Agency，EPA)開發一套線上免費建築耗能評估系統 Energy Star Portfolio Manager，透過統計模型以評估建築實際耗能數值，適用於 18 種建築類型。

該系統的中心精神為同儕比較，環保署(EPA)採用了自於能源資訊管理署（Energy Information Administration，EIA）的商業建築普查 2003 年版(Commercial Building Energy Consumption Survey 2003, CBECS 2003)之用電普查資料，該普查資料中包含一份詳盡的建築營運狀況調查問卷，而相關量測調查人員最終統計分析各營運條件與建築 EUI 之關係，方能建立 EUI 營運正規化修正模式，使建築個案的實際 EUI 可與其面對的 EUI 比較基準能在相同條件下進行比較。該問卷之內容

包含有建築尺寸與屋齡、主要活動、人員負荷與工時、能源供給源、終端使用與設備、其他各式設備、電力、天然氣瓦斯、區域熱水使用等。

Energy Star Portfolio Manager 透過輸入電費單據及建築營運基本資料，可得能源消耗等級、用水消耗及溫室氣體排放量。1-100 ENERGY STAR Score 為能源消耗等級標示，以顏色區分為三個等級，綠色為得分 75-100、黃色為得分 26-74、紅色為得分 0-25。得分 50 代表個案的能耗表現中等，表示其能源效率優於 50%的同類型建築物，分數越高代表能源效率越好、溫室氣體排放較低。

獲得 ENERGY STAR Score 75 分或以上之建築物可申請能源之星證書(ENERGY STAR certification)，該認證為逐年進行，因此建築物需保持高能源效率才能逐年認證，且認證申請需由經認證的專業工程師或註冊建築師進行驗證才能獲得批准。

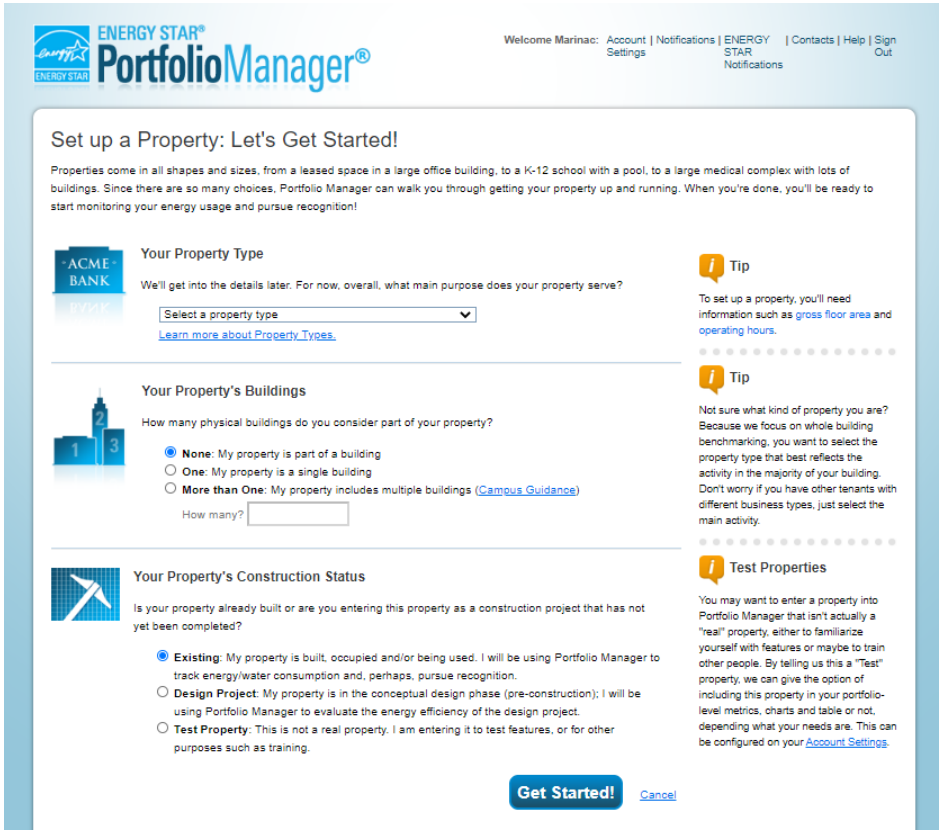


圖 三-22 ENERGY STAR Portfolio Manager 操作頁面

(資料來源:ENERGY STAR)

圖　三-23 ENERGY STAR Certification

(資料來源:ENERGY STAR)

4.2.2 Building Energy Asset Score

由美國能源部(Department of Energy，DOE)開發的 Building Energy Asset Score 是另一套線上免費建築耗能評比系統，以系統內建的標準排程與使用模式評估，排除營運條件的影響，單就建築資產的能源效率表現做評估，如建築屋頂、外牆、窗戶、照明、熱水和 HVAC 系統，適用於 18 種建築類型。

Building Energy Asset Score 沿襲多數建築耗能評估系統，計算建築所有形式耗能，轉換為一次能源，再除以樓地板面積成為 Source EUI 做為評分依據。對於建築 EUI 的模擬與評分則使用線上評估工具進行運作，該評估工具利用 EnergyPlus 作為集中能源模型引擎，使用者介面資料輸入端有預覽(Preview)、完整報告(Full report)兩種模式。預覽模式使用預設值建立建築模型，對於建築形狀、外殼或系統等資訊所需較少，可用於單一用途類型、幾何形狀簡單和單一 HVAC 系統之建築物。完整報告模式輸入資料包含建築幾何形狀、建築外殼結構、機械及照明系統和操作等詳細資訊。可用於單一或混合使用，以及單一或多種 HVAC 系統類型之建築物。

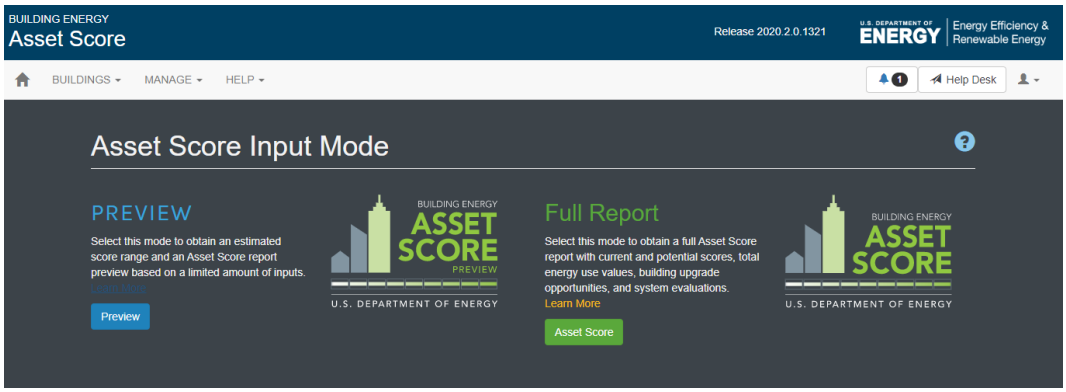


圖　三-24 Building Energy Asset Score 操作頁面

(資料來源:Building Energy Asset Score)

Building Energy Asset Score 依據建築外殼、機械、電力和熱水系統的能源效率進行評分，得分為 1 到 10，評估報告內容包含建築各獨立系統的能源效率、標準營運情況下的預估總能源使用量、提升建築能效的機會及預估能耗提升後的得分，評分等級如圖 3-25。

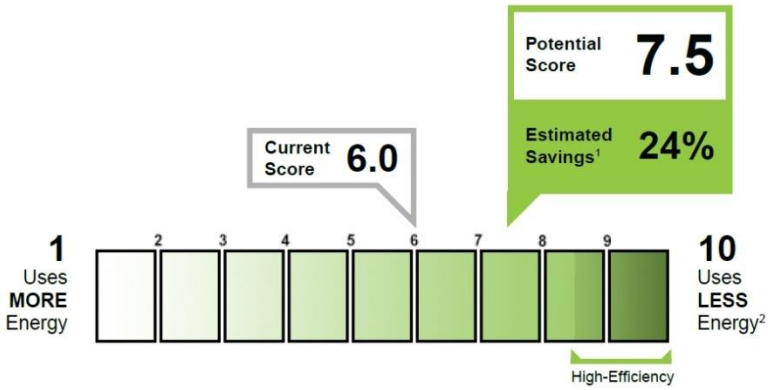


圖 三-25 Building Energy Asset Score 評分等級

(資料來源:Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)

第二節 建築能效標示試算軟體之開發

國際能源總署於 2008 年提出 25 項能源效率提升策略，其中與建築物節能有關的策略合計有 7 項，而強制性建築節能證書政策執行進展最顯著，平均約可提高舊有建築約 30%能源效率。歐盟各國在建築節能技術發展多年，以德國為例，已針對建築物類型及建築物耗能通盤了解，並建立新建築物能耗基準值，能源證書推廣協會開發能源證書軟體來協助能源證書推廣。依據內政部建築研究所 2012 年之研究，我國推行建築能源效率標示制度有五大要件：(1)完成我國不同類型建築物能耗調查，建立我國各類建築物能耗資料庫；(2)建立各類建築物之能源效率計算與查驗標準，包含建築能耗評估軟體或工具；(3)制定建築節能效率標示制度之相關法規，並建立完整之建築物相關耗能設備耗能計算標準；(4)設立推行建築能源效率標示制度之權責機構；(5)建立建築節能改善之財政獎補助政策。

建築能源效率標示之評定仰賴評估能源消耗量，為了擴展建築節能與綠建築標章政策，內政部建築研究所於 108 年完成既有建築綠建築評估手冊之研究，針對台灣舊建築市場建立以節能成效為主的綠建築評估法與標示制度，於 109 年著手研擬我國建築能效評估系統，提供新建或既有建築物建築能效之計算、評分與標示之標準方法，推動建立台灣建築能效評估系統是為台灣量身打造的建築能效評估系統。本研究依據內政部建研所 108 年研究結果及 109 年研擬台灣建築能效評估系統中之既有建築能效評估系統開發建築能源耗用標示試算軟體。

一、建築能效評估系統評估程序

既有建築能效評估系統(BERSe)乃是揭露建築物理性能、使用行為、營運維護在實際使用情況下的綜合能源效率，並只針對空調、照明、電器等三項主設備之耗電量執行能效標示，其評估方法區分為綠建築指標評估法與電費單評估法，相關評估程序簡述如下。

1.1 執行「耗能分區」

台灣建築形態相較於歐美國家屬於機能混合使用且多樣化，建築物能效難以採用單一建築分類來預測，應依據建築物之空調營運時程、室內發熱水準、空調負荷模式相類似且具有大致耗電密度特性的空間分區，再進而累算各分區的耗能量才能為較精確的整體建築物耗能預測，因此評估法的第一步驟必須先依照建築平面圖正確地執行耗能分區。

1.2 排除「免評估分區」

為了正確執行耗能預測並操作節能技術以收節能成效，部分特殊機能空間具有固定耗能特性但毫無節能操作潛力，如電腦、電信機房或餐廳專用廚房等超高耗能的空間，或如倉儲區、室內停車場等非居室低耗能之大面積非空調區。為避免這些特殊機能空間干擾整體能效評估之敏感度，必須將之排除於評估範疇之外，因此在進行評估前必須先找出建築能效標示系統所定義之「免評估分區」將之排除後才進入評估程序。

1.3 建立客製化 EUI 評分尺度

第三步驟針對空調、照明、電器等三項主設備耗電量建置評估案的客製化 EUI 評分尺度，排除揚水、輸送、加熱等雜項設備之較小耗電量。該評估尺度為以該建築物各耗能分區之空調、照明、電器耗電密度中位值、最大值、最小值，與所在氣候區、空調規模、間歇空調的差異所量身訂制之評分尺度。

1.4 計算耗電密度 EUI*指標

第四步驟進行計算耗電密度 EUI*指標，綠建築指標評估法與電費單評估法具不同計算方法，以下分別敘述計算程序。

1.4.1 綠建築指標評估法

綠建築指標評估法計算耗電密度指標與新建建築能效評估系統(BERSn)的方式相同，以綠建築標章的 EEV、EAC、EL 三指標來評估。申請案需取得建築、空調、照明設計圖說，並依照最新綠建築評估手冊基本版 EEWH-BC 來計算求取此三指標，再依計算公式評估。未申請綠建築標章或原申請資料不全之案件則無法採用此評估法。

1.4.2 電費單評估法

電費單評估法乃是以實際電費資料經理論修正後的耗電密度指標 EUI*來評估，該評估法依以下步驟來執行。

1. 計算實際年耗電量

實際電費資料必須以最近兩年用電單據求取平均年用電量 TE(kWh/yr)，但此兩年用電單據必須是穩定正常的營運使用，且不得有異常歇業、變更使用的情形。

2. 計算主設備用電密度 EUI’

將平均年用電量 TE(kWh/yr)扣除「免評估分區」之耗電量，再扣除主設備以外之輸送、揚水、加熱等次設備的用電量，可得空調、照明、電器等三項主設備的 EUI。

3. 計算耗電密度指標 EUI*

建築因空間使用率、設備效率、營運時程上與標準情境難免有所差異，經前步驟所得之主設備用電密度需經情境修正法修正後算出耗電密度差距△EUI，再計算耗電密度指標 EUI*，方可作為能效評估系統之評估指標。

1.5 執行分級評分

最終將耗電密度指標 EUI*與客製化 EUI 評分尺度進行評比，可得該評估案之得分 EUIscor。該評分以小數點兩位四捨五入計算之，共計有 1+到 7 等認證等級，1+為最佳之近零耗能建築。

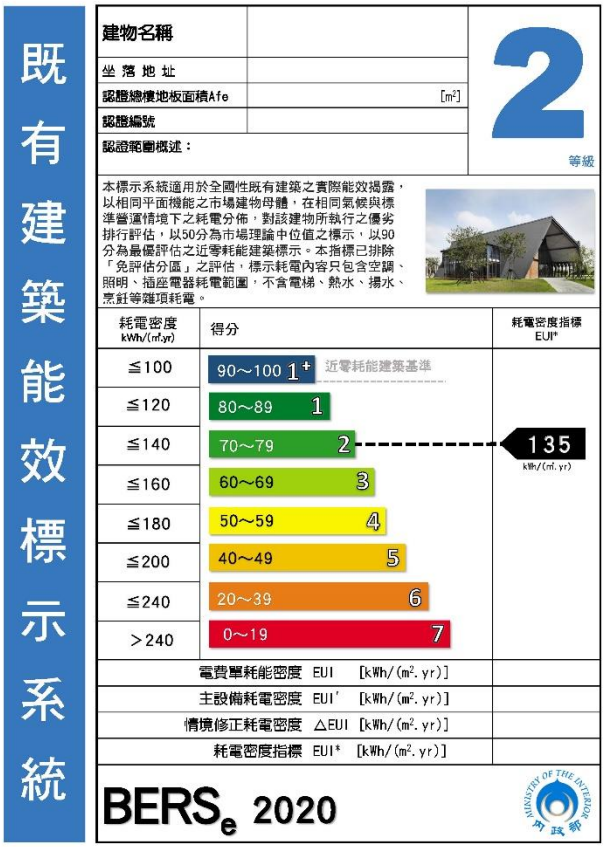


圖 三-26 既有建築能效標示圖

(資料來源:內政部建研所，建築能效評估手冊，2020)

二、建築能效標示試算軟體操作介面設計要點

使用者介面(User Interface, UI)是系統和使用者之間進行互動和資訊交換的媒介，目的在使得使用者能夠方便有效率地去操作硬體以達成雙向之互動，完成希望藉助硬體執行之工作，因此良好的使用者介面設計能提升使用者操作的效率與正確性。本研究開發之試算軟體介面參考 Jakob Nielsen 於 1994 年提出十項使用者介面設計要點 (10 Heuristics for User Interface Design)，軟體操作介面設計具有下列特點:

2.1 準確傳遞訊息

1. 介面以使用者熟悉的文字、語言和句法呈現，而非使用系統或工程導向的術語造成使用者誤解。
2. 透過欄位底色差異辨識所需輸入欄位、下拉選單欄位或系統自動帶入資料。

2.2 降低錯誤機率

1. 使用下拉式選單提供標準化的選項，避免不同用詞造成系統錯誤判讀。
2. 透過欄位輔助說明，加強使用者對於欄位名稱的理解。
3. 提供附錄工作表，讓使用者便利查詢或參考。

4. 設置系統自動帶入參數欄位，協助使用者判斷資料正確性。
5. 提供錯誤提示，降低不易辨識之錯誤發生機率。

2.3 提升操作性能且兼顧美學

1. 以邏輯性分類所需輸入資料，並透過色彩區分各類項目以提升可視度。
2. 利用巨集按鈕切換工作表及擴增預設之儲存格或欄位，提高使用者操作便利性。

三、建築能效標示試算軟體成果

本研究依據內政部建築研究所研擬之建築能效評估手冊開發建築能效標示試算軟體。台灣建築能效評估系統涵蓋新建與既有建築物，本研究範圍為既有建築能效評估系統，由於其中綠建築指標評估法之評估程序與新建建築能效評估法相同，計算耗電密度指標 EUI*皆須憑藉最新 EEWH-BC 版所計算之建築外殼節能效率 EEV、空調系統節能效率 EAC、照明系統節能效率 EL 設計值評估，故本研究團隊同時開發新建建築能效評估試算軟體。

建築能效證書須具備專業認證效力，其評定應委由經培訓並授權之機關單位或認證之建築、機電等相關專業技術人員執行。然而參照國外推動建築能效政策，為提高民眾對於建築節能意識，多國提供線上免費評估系統，讓人民可自行下載或於線上登入使用。

為達建築能效評估之專業效力及協助推廣建築能效評估制度，本研究開發既有建築能效評估系統之電費單評估法試算軟體專業版及一般版。專業版試算軟體目標使用對象為授權之機關單位或認證之建築、機電等相關專業技術人員，評定案件透過計算軟體得其認證等級，並可獲得建築能效證書。一般版試算軟體則似美國的 Energy Star Portfolio Manager 為線上免費評估系統，提供予民眾下載試算其建築能效現況。一般版試算軟體與專業版的差異僅在於使用率為固定值，民眾可憑藉能效評估結果了解其建築耗能狀況，藉以提高改善建築能效意願、推廣台灣建築能效標示系統，及鼓勵申請以獲得建築能效證書。

既有建築能效評估系統之綠建築指標評估法及新建建築能效評估系統皆須以綠建築標章之日常節能指標設計值為計算依據，然而由於絕大多數民眾較難自行估算日常節能指標設計值，故建議此兩種試算軟體皆委由授權之機關或認證之專業技術人員代為評估。

本研究共計開發新建建築能效評估系統專業版、既有建築能效評估系統電費單評估法之專業版與一般版、既有建築能效評估系統綠建築指標評估法專業版，四種評估軟體。

表 三-4 本研究案開發之建築能效評估軟體

軟體版本	專業版		一般版
	新建建築能效評估系統	既有建築能效評估系統	既有建築能效評估系統
綠建築指標評估法	V	V	
電費單評估法		V	V

(資料來源:本研究製作)

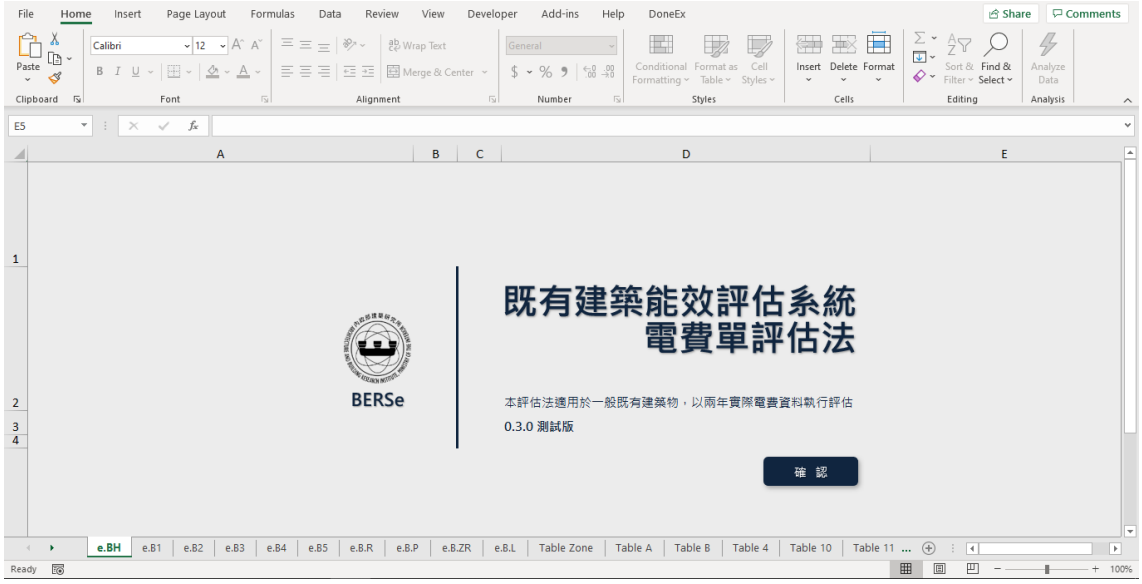


圖 三-27 既有建築能效評估系統電費單評估法試算軟體首頁

(資料來源:本研究製作)

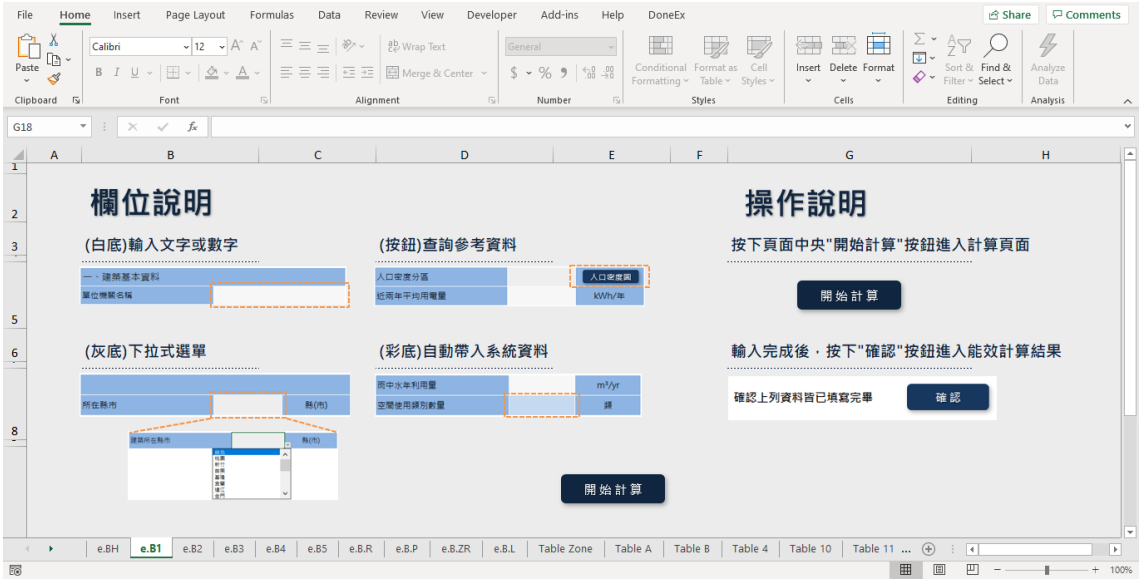


圖 三-28 既有建築能效評估系統電費單評估法試算軟體操作說明

(資料來源:本研究製作)

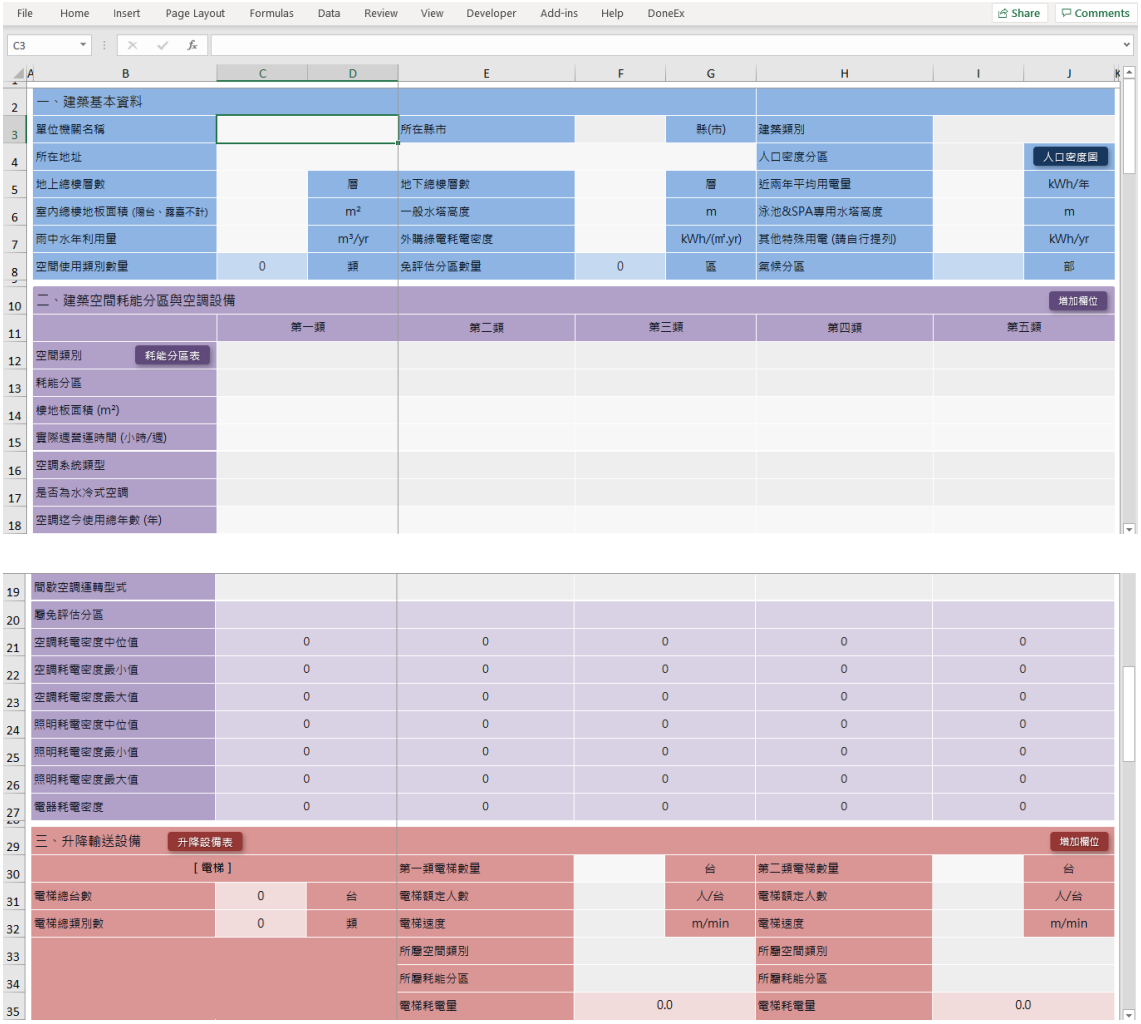


圖 三-29 既有建築能效評估系統電費單評估法試算軟體操作頁面

(資料來源:本研究製作)

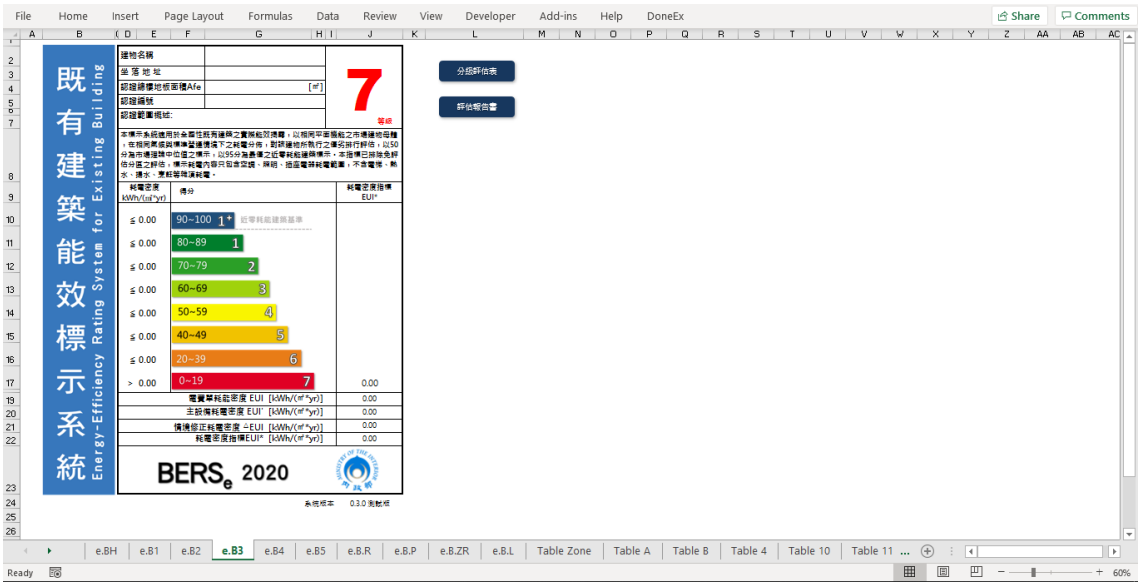
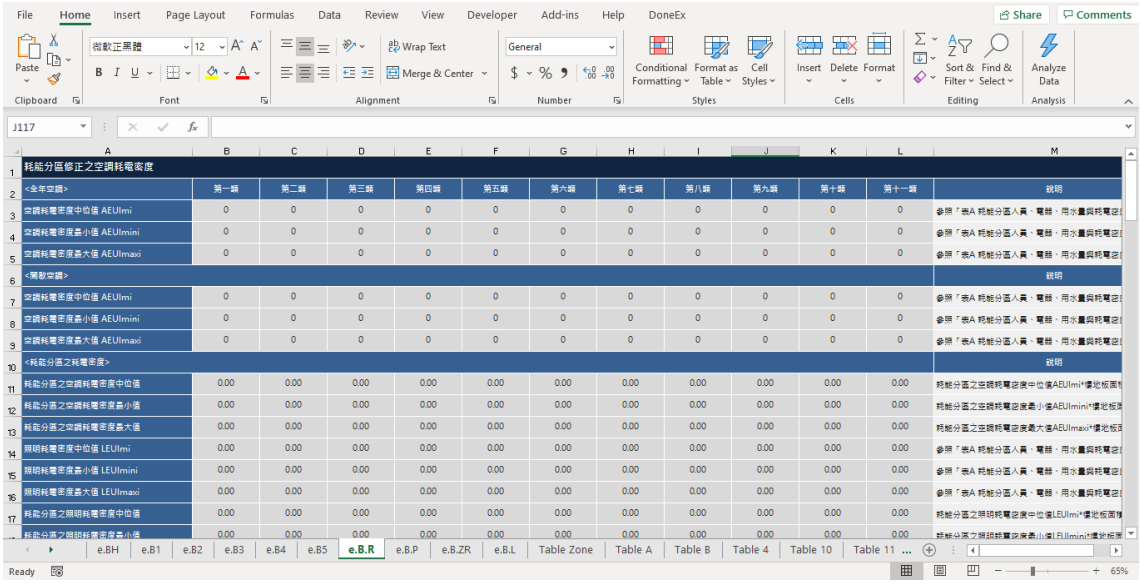


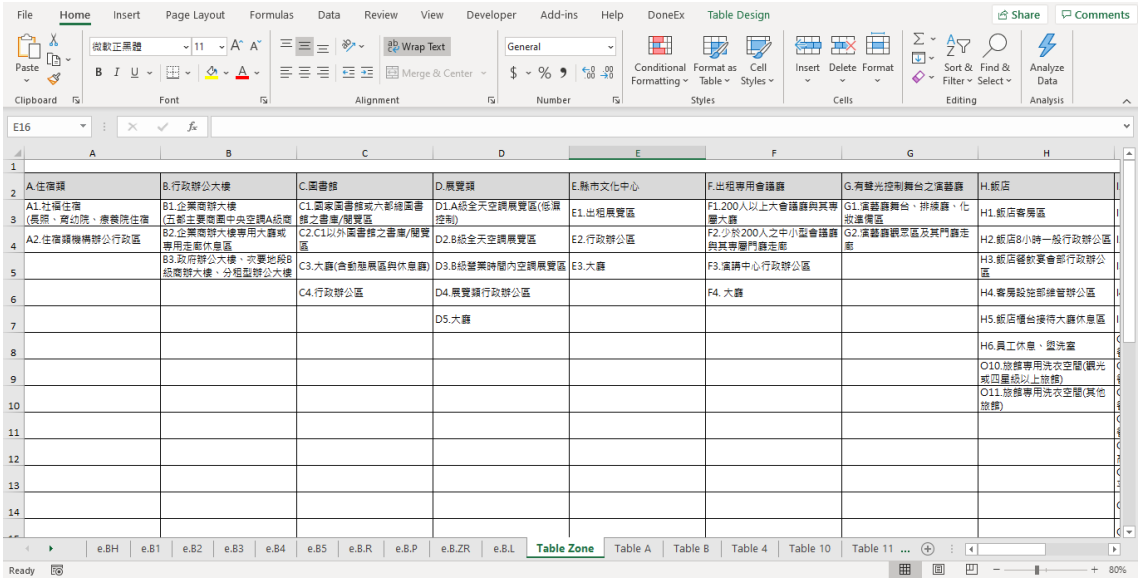
圖 三-30 既有建築能效評估系統電費單評估法試算軟體能效結果

(資料來源:本研究製作)



耗能分區修正之空調耗電密度												
<全年空調>	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類	第七類	第八類	第九類	第十類	第十一類	說明
空調耗電密度中位值 AEUImi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
空調耗電密度最小值 AEUImini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
空調耗電密度最大值 AEUImaxi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
<間歇空調>												說明
空調耗電密度中位值 AEUImi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
空調耗電密度最小值 AEUImini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
空調耗電密度最大值 AEUImaxi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
<耗能分區之耗電密度>												說明
耗能分區之空調耗電密度中位值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	耗能分區之空調耗電密度中位值AEUImi*標地板面
耗能分區之空調耗電密度最小值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	耗能分區之空調耗電密度最小值AEUImini*標地板
耗能分區之空調耗電密度最大值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	耗能分區之空調耗電密度最大值AEUImaxi*標地板
照明耗電密度中位值 LEUImi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
照明耗電密度最小值 LEUImini	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
照明耗電密度最大值 LEUImaxi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	參照「表A 耗能分區人員、電器、用水量與耗電密
耗能分區之照明耗電密度中位值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	耗能分區之照明耗電密度中位值LEUImi*標地板面
耗能分區之照明耗電密度最小值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	耗能分區之照明耗電密度最小值LEUImini*標地板面

圖 三-31 既有建築能效評估系統綠建築電費單評估法試算軟體運算表
(資料來源:本研究製作)



	A	B	C	D	E	F	G	H
2	A.住宿類	B.行政辦公大樓	C.圖書館	D.展覽類	E.縣市文化中心	F.出租專用會議廳	G.有聲光控制舞台之演藝廳	H.飯店
3	A1.社福住宿 (長照、育幼院、療養院住宿	B1.企業商辦大樓 (五都主要商圈中央空調A級商	C1.國家圖書館或六都級圖書館之書庫/閱覽區	D1.A級全天空調展覽區(係採控制)	E1.出租展覽區	F1.200人以上大會議廳與其專屬大廳	G1.演藝廳舞台、排練廳、化妝準備區	H1.飯店客房區
4	A2.住宿類機構辦公行政區	B2.企業商辦大樓專用大廳或專用走廊休息區	C2.C1以外圖書館之書庫/閱覽區	D2.B級全天空調展覽區	E2.行政辦公區	F2.少於200人之中小型會議廳與其專屬門廳走廊	G2.演藝廳觀眾區及其門廳走廊	H2.飯店8小時一般行政辦公區
5		B3.政府辦公大樓、次要地段B級商辦大樓、分租型辦公大樓	C3.大廳(含動態展區與休息廳)	D3.B級營業時間內空調展覽區	E3.大廳	F3.演講中心行政辦公區		H3.飯店餐飲宴會部行政辦公區
6			C4.行政辦公區	D4.展覽類行政辦公區		F4. 大廳		H4.客房設施部維管辦公區
7				D5.大廳				H5.飯店櫃台接待大廳休息區
8								H6.員工休息、盥洗室
9								O10.旅館專用洗衣空間(觀光或四星級以上旅館)
10								O11.旅館專用洗衣空間(其他旅館)

圖 三-32 既有建築能效評估系統綠建築指標評估法試算軟體_附錄耗能分區
(資料來源:本研究製作)

第三節 建築能源效率案例試評分析

建築能效標示之能效評定仰賴評估能源消耗量，然而台灣建築使用型態相較於歐美國家較複合化及多樣化，且建築能源耗用因使用行為差異、使用率、設備折舊、環境氣候影響等多重因素影響，為檢視建築能效計算與標示評估方法在實務操

作上的可行性需進行實際案例試評。本研究之案例試評同樣依據「非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究」研擬之「建築能效評估手冊」進行案例試算。

一、綠建築指標評估法

既有建築能效評估系統之綠建築指標評估法以建築物之基本資料及日常節能指標外殼、空調、照明設計值等進行建築能效評估，本研究透過建築標章資料庫取得曾獲得綠建築標章之建築物做為試算案例。同時為了解綠建築標章等級與建築能效等級之關聯性，本研究篩選建築類型為辦公廳類和醫院類之建築物，且綠建築標章等級為黃金級、銀級與合格級，共計 6 個案例，案例資料如下表。

表 三-5 綠建築指標評估法試算案例資料

建築物名稱	建築使用類別	綠建築手冊評定基準版本	綠建築等級	日常節能指標設計值		
				EEV	EAC	EL
新北市大學附設醫院	醫院類	2009	黃金級	0.66	0.69	0.47
地方法院檢察署擴建辦公廳舍	辦公廳類	2012	黃金級	0.78	0.6	0.63
台北市辦公大樓	辦公廳類	2012	黃金級	0.8	0.77	0.37
臺南市警察局辦公廳	辦公廳類	2015	銀級	0.67	0.4	0.79
台東縣鄉公所辦公廳舍	辦公廳類	2015	合格級	0.8	0.76	0.32
台南市銀行新建工程	辦公廳類	2012	合格級	0.72	0.68	0.38

(資料來源:本研究製作)

案例試算作業依據既有建築能效評估法運算程序，此評估法是以標準化空間分區耗能密度為基準來預測整體建築耗能等級。首先將建築空間依據耗電密度特性執行耗能分區，再提列具有固定耗能特性的「免評估分區」，透過輸入建築基本資料、空調及電器設備資料與日常節能指標設計值等進行系統運算，試算軟體即可求得針對空調、照明、電器等三項主設備之耗電量，並自動與 EUI 耗電密度評分尺度換算即完成分級評定，以下列舉台東縣鄉公所為例說明評估程序。

1.1 試評程序列舉說明

台東縣◯◯鄉公所獲內政部補助經費規劃將舊有辦公廳舍拆除，原址興建地下 1 層、地上 3 層之鋼筋混凝土造辦公廳舍，自 107 年始落成啟用。室內空間耗能分區區分為三類，地下 1 層屬免評估分區之室內停車場，一樓至三樓皆為行政辦公類 B1.一般辦公行政類空間，一樓大廳另區分為行政辦公類 B3.專用大廳或專用走廊休息區等次空間。空調設計採用氣冷式中央空調系統及獲一級節能標章之個別空調系統。105 年依綠建築評估手冊-基本型(2015 年版)取得基地保水、日常節能、室內環境、水資源四項指標候選綠建築證書在案，於 108 年查核通過取得綠建築標章合格級證書，日常節能指標之建築外殼節能 EEV 為 0.80、空調系統節能 EAC 為 0.60、照明系統節能 EL 為 0.32。

表 三-6 鄉公所建築空間耗能區分

樓層	空間使用	室內面積	總耗能分區面積
1、室內停車空間類 / M1.廁所、機械室、室內停車空間 (免評估分區)			
B1	停車場	770.02 ㎡	**770.02 ㎡**
2、行政辦公類 / B3.辦公類專用大廳或專用走廊休息區等次空間			
1F	大廳	156.16㎡	**156.16 ㎡**
3、行政辦公類 / B1.一般辦公行政類空間(辦公、會議、行政)			
1-3F	辦公區、廁所	1675.63 ㎡	**1675.63 ㎡**

(資料來源:綠建築標章案件資料庫)

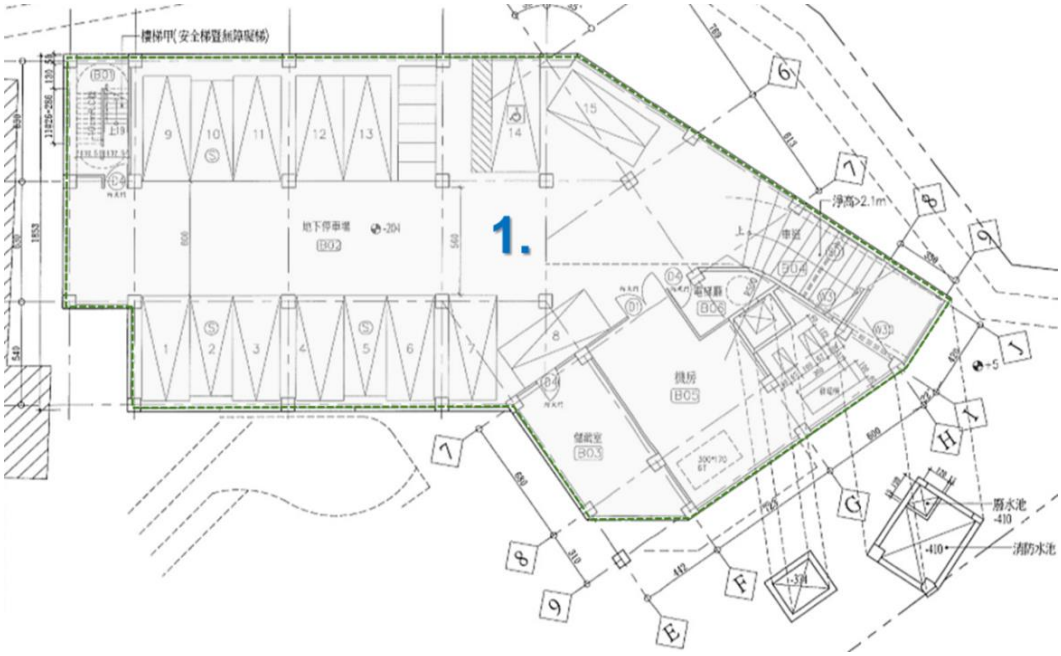


圖 三-33 鄉公所 B1 耗能分區平面圖

(資料來源:綠建築標章案件資料庫)

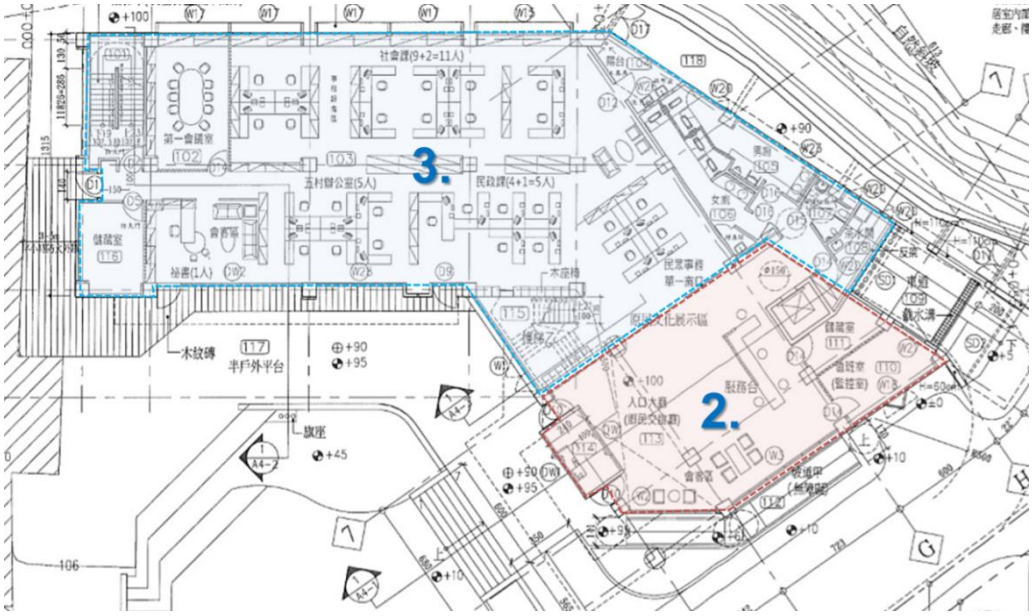


圖 三-34 鄉公所 1F 耗能分區平面圖

(資料來源:綠建築標章案件資料庫)

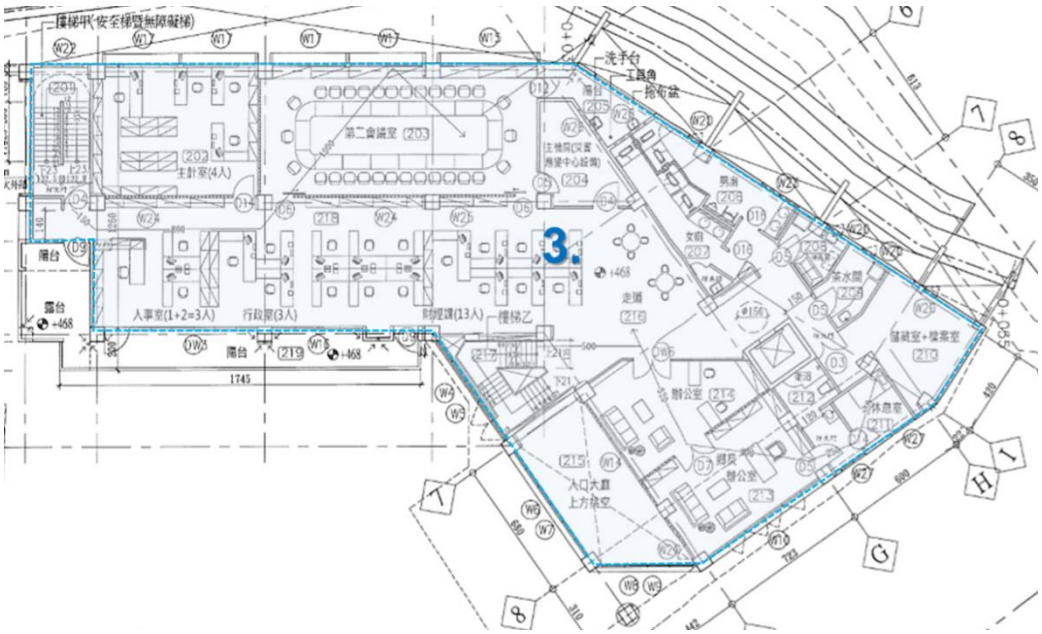


圖 三-35 鄉公所 2F 耗能分區平面圖

(資料來源:綠建築標章案件資料庫)

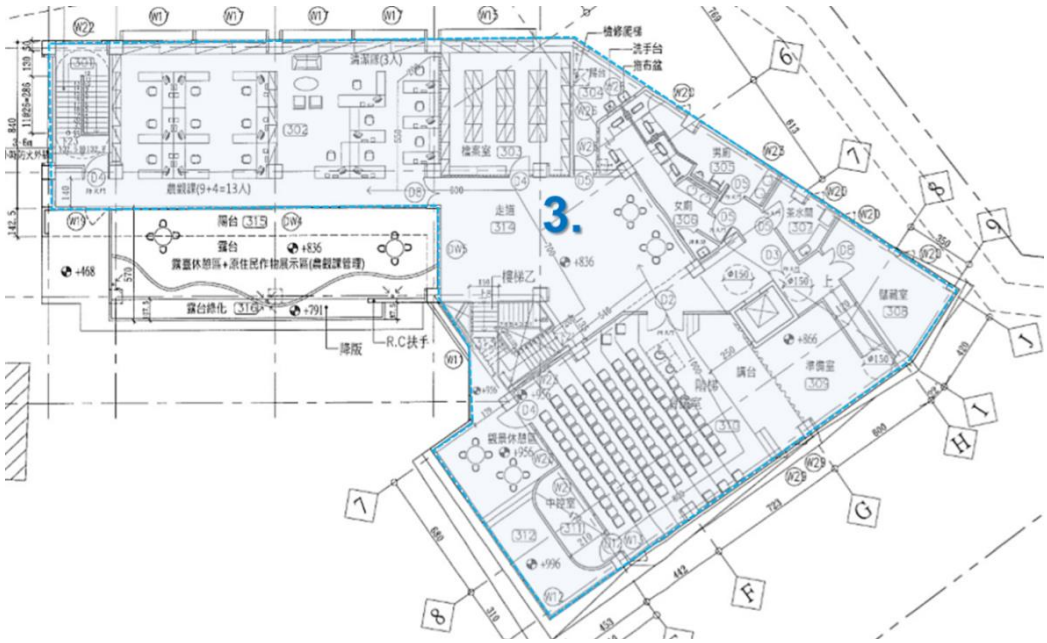


圖 三-36 鄉公所 3F 耗能分區平面圖

(資料來源:綠建築標章案件資料庫)

一、建築基本資料							
建物名稱	鄉公所		所在縣市	台東	縣(市)	建築類別	G-2 辦公場所
坐落地址	台東縣金峰鄉					氣候分區	南部
地上組標層數	3	層	地下組標層數	1	層	建築高度	14.5 m
室內組標地板面積 (陽台、露臺不計)	2601.81	m^2	建築體積 (屋突、地下層除外)	7361.4	m^3	建築外殼表面積 (屋突、地下層除外)	1925.17 m^2
空間使用類別數量	3	類	免評估分區數量	1	區		
二、空調及電器設備資料							
空調設備迄今使用總年數 (年)	2	年	空調設備每年定期維護保養紀錄	有		空調系統減表率	0.005
電器夜間待機停機自動控制	無		外購綠電耗電密度	0	kWh/(m^2·yr)		
三、建築空間耗能分區							增加類別欄
	第一類		第二類	第三類		第四類	第五類
空間類別	M.其他類		B.行政辦公類	B.行政辦公類			
耗能分區	O.12室內停車場分區(平面停車)		B2.企業商辦大樓專用大廳或專用走廊休息區	B3.政府辦公大樓、需要地ABB級商辦大樓、分租型辦公大樓			
樓地板面積 (m^2)	770.02		156.16	1675.63			
空調系統類型	無空調		中央空調系統	中央空調系統			
間歇空調運轉型式			否	否			
屬免評估分區	是		否	否			
空調耗電密度中位值	0		37.69	50.16		0	0
照明耗電密度中位值	0		22.42	33.67		0	0
電器耗電密度	0		6.5	17.02		0	0
四、綠建築標章日常節能指標評分							
外殼節能設計值 EEV	0.8		空調節能設計值 EAC	0.76		照明節能設計值 EL	0.32
建築外殼節能效率	0.80		空調系統節能效率	0.76		照明系統節能效率	0.40

確認上列資料皆已填寫完畢 確 認

圖 三-37 鄉公所建築能效試評軟體操作介面

(資料來源:本研究製作)

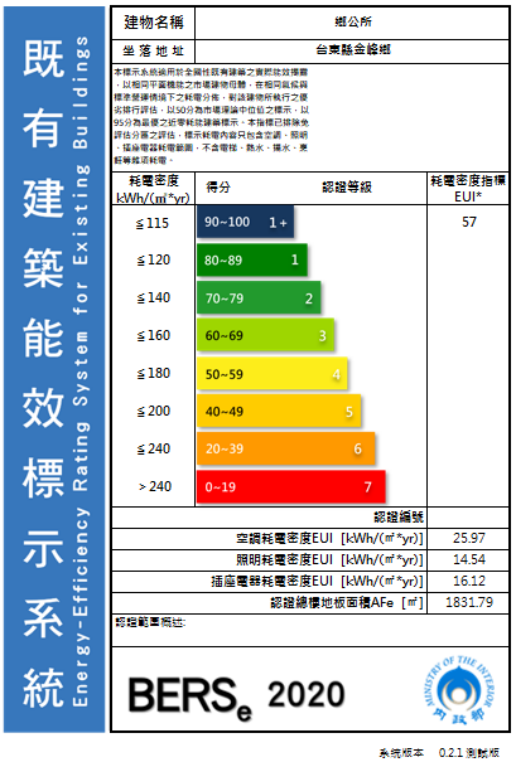


圖 三-38 鄉公所建築能效標示圖

(資料來源:本研究製作)

1.2 綠建築指標評估法試評結果與分析

本研究試算結果得出獲得綠建築標章之建築物能效具備認證等級介於 2 至 1+，顯示得綠建築標章之建築物皆有良好至優良等級之能源效率，案例試算結果如下表。

表 三-7 綠建築指標評估法試算案例評估結果

建築物名稱		新北市大學附設醫院	地方法院檢察署擴建辦公廳舍	台北市辦公大樓	臺南市警察局辦公廳	台東縣鄉公所辦公廳舍	台南市銀行新建工程
建築使用類別		醫院類	辦公廳類	辦公廳類	辦公廳類	辦公廳類	辦公廳類
綠建築手冊評定基準版本		2009	2012	2012	2015	2015	2012
綠建築等級		黃金級	黃金級	黃金級	銀級	合格級	合格級
日常節能指標評估值	EEV	0.66	0.78	0.8	0.67	0.8	0.72
	EAC	0.83	0.72	0.90	0.48	0.90	0.82
	EL	0.61	0.82	0.48	1.00	0.42	0.49
建築外周區面		0.22	0.66	0.79	1	0.94	0.84

積比 Ef						
耗電密度指標 EUI*	184.46	72.97	117.06	65.76	65.52	107.71
得分 EUIscor	73	79	84	92	90	90
認證等級	2	2	1	1+	1+	1

(資料來源:本研究製作)

綠建築標章以生態、節能、減廢、健康為主軸，評估範疇囊括建築基地環境、建築外殼與空調及照明系統、建築室內環境、建材生產與運輸、施工與拆除廢棄物、水資源及汙水垃圾處理等，可謂為建構於建築生命週期的綠建築評估系統。建築能效評估系統則是衡量在維持建築物健康舒適並具備營運機能條件下的能源使用效率。

建築能效評估系統中之綠建築指標評估法係依據 2019 年綠建築評估手冊基本型之日常節能指標制訂，其評估依建築基本資料、日常節能指標設計值等估算而得建築效等級，然而綠建築標章評定標準已經歷多次修訂，本研究試算案例涵蓋 2009 年至 2015 年綠建築手冊評定基準版本，所得之建築能效評估結果皆為認證等級 2 以上至 1+近零耗能等級，顯示獲得綠建築標章之建築物具備良好至優良建築能源效率。

二、電費單評估法

既有建築能效評估系統另一方法為電費單評估法，透過實際年用電量反應建築空間耗電密度，由於此評估方法須有兩年實際電費單據且營運狀況穩定，其試算對象為本研究團隊成員對外徵求之民間單位，獲得案例為高雄市○○○股份有限公司、台南市○○○旅館、台北市○○餐廳及台南市教育中心，共 4 個案例。

電費單評估法程序同樣先將建築空間依據耗電密度特性執行耗能分區，提列具有固定耗能特性的「免評估分區」，再以建築基本資料、兩年實際平均用電量、空調設備、升降輸送設備、運動休閒設施及各類耗能分區相關資料等輸入試算軟體計算主設備用電密度。由於既有建築能效評估系統是建立在標準情境評估尺度下的方法，但因各建築空間使用率、設備效率、營運時程上與標準情境有所差異，故另須依據不同耗能分區輸入其營運修正係數相關資料，將主設備用電密度經情境誤差修正後才能作為評估依據，以下列舉台南市○○○旅館為例說明評估程序。

2.1 試評程序列舉說明

○○○旅館位於台南市南區，建築物為地下 1 層、地上 7 層之鋼筋混凝土造商旅。室內空間耗能分區區分為六類，包含兩類免評估分區，為地下一層之室內停車場及一樓餐廳廚房作業區，屬餐飲類供三餐平價餐廳專用廚房區。其餘空間耗能分區分別為一樓大廳與前台辦公室屬飯店類 E4. 飯店櫃檯接待大廳休息區、一樓餐廳及二樓餐廳包廂屬餐飲類 G6.早午晚三餐服務之商業餐廳用餐區、二樓後勤辦

公室及會議室屬飯店類 B1.飯店 8 小時一般行政辦公區、三樓至七樓客房層則為飯店類 E1.飯店客房區，空調設計採用氣冷冰水式中央空調系統，耗能分區與平面配置圖如下表及圖面。為與標準耗電密度尺度進行評估，主設備耗電量利用實際客房數、住房率、餐廳熱水用量等進行情境誤差修正後，最終得耗電密度指標為 83.45 kWh/(㎡*yr)，得分為 100 分之 1+認證等級。

樓層	空間使用	室內面積	總耗能分區面積
1、室內停車空間類 / M1.廁所、機械室、室內停車空間 –平面停車 (免評估分區)			
B1	停車場	1289.3 ㎡	**1289.3 ㎡**
2、飯店類 / E4.飯店櫃檯接待大廳休息區			
1F	大廳、前台辦公室、行動商務區	677.9㎡	**677.9 ㎡**
3、餐飲類 / G6.早午晚三餐服務之商業餐廳用餐區			
1F	餐廳、男女廁	406.6 ㎡	
2F	餐廳包廂區、備餐間、廁所	409.8 ㎡	**816.4 ㎡**
4、餐飲類 / 供三餐餐廳專用廚房區(西餐廳廚房)-平價餐廳 (免評估分區)			
1F	廚房、洗滌區	129.5 ㎡	**129.5 ㎡**
5、飯店類 / B1.飯店8小時一般行政辦公區(員工休息室)			
2F	後勤辦公室、會議室、健身房	583.9 ㎡	**583.9 ㎡**
6、飯店類 / E1.飯店客房區			
3-7F	客房	9516.8 ㎡	**9516.8 ㎡**

圖 三-39 旅館建築空間耗能區分

(資料來源:本研究製作)

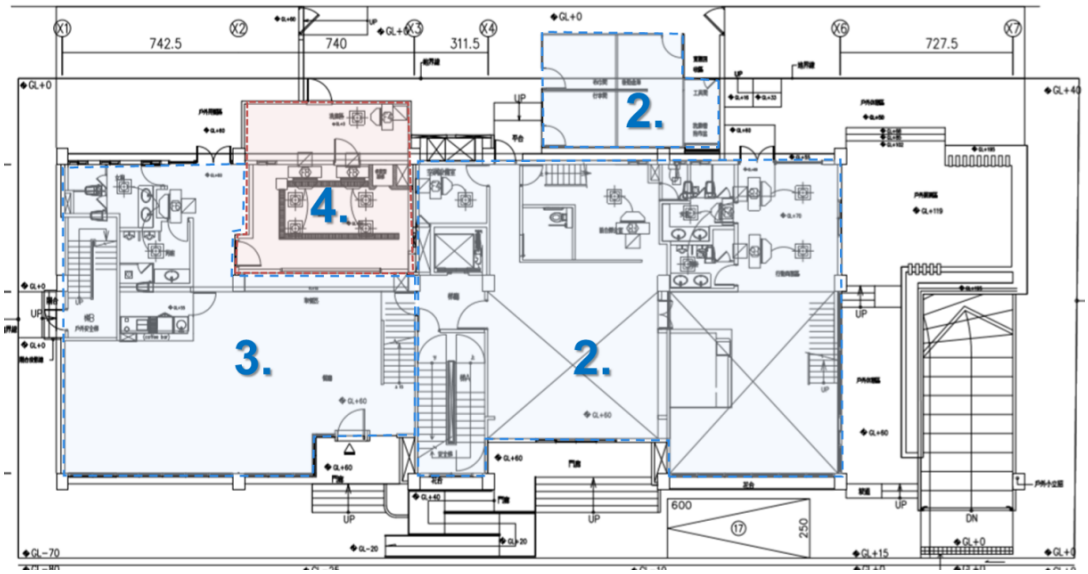


圖 三-40 旅館 1F 耗能分區平面圖

(資料來源:本研究製作)

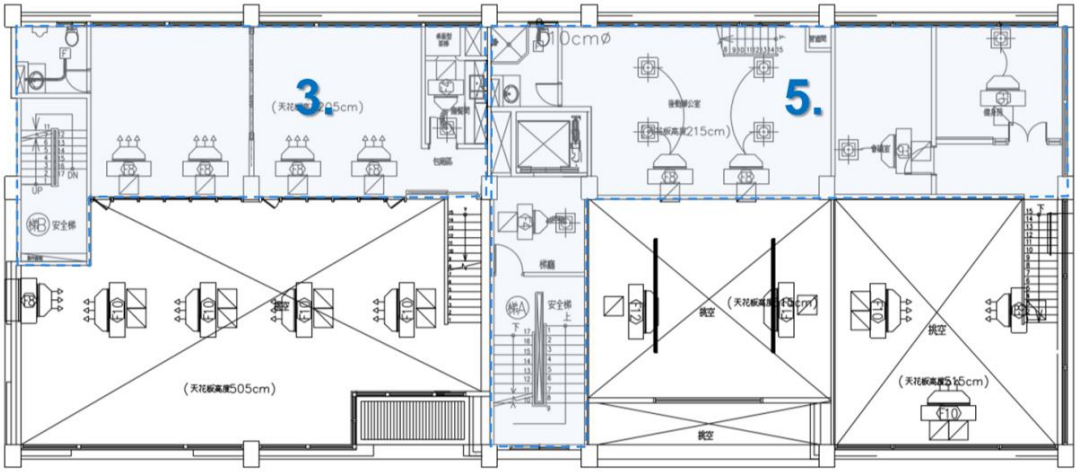


圖 三-41 旅館 2F 耗能分區平面圖

(資料來源:本研究製作)

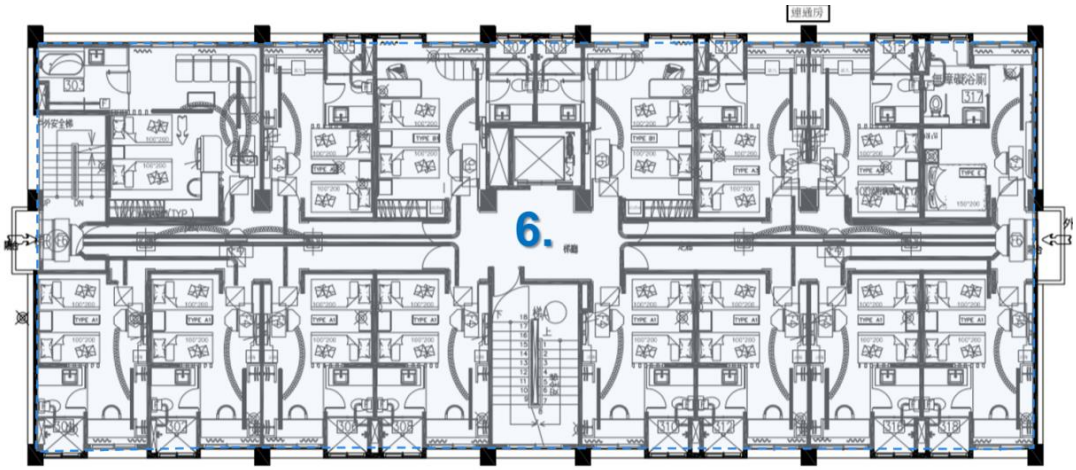


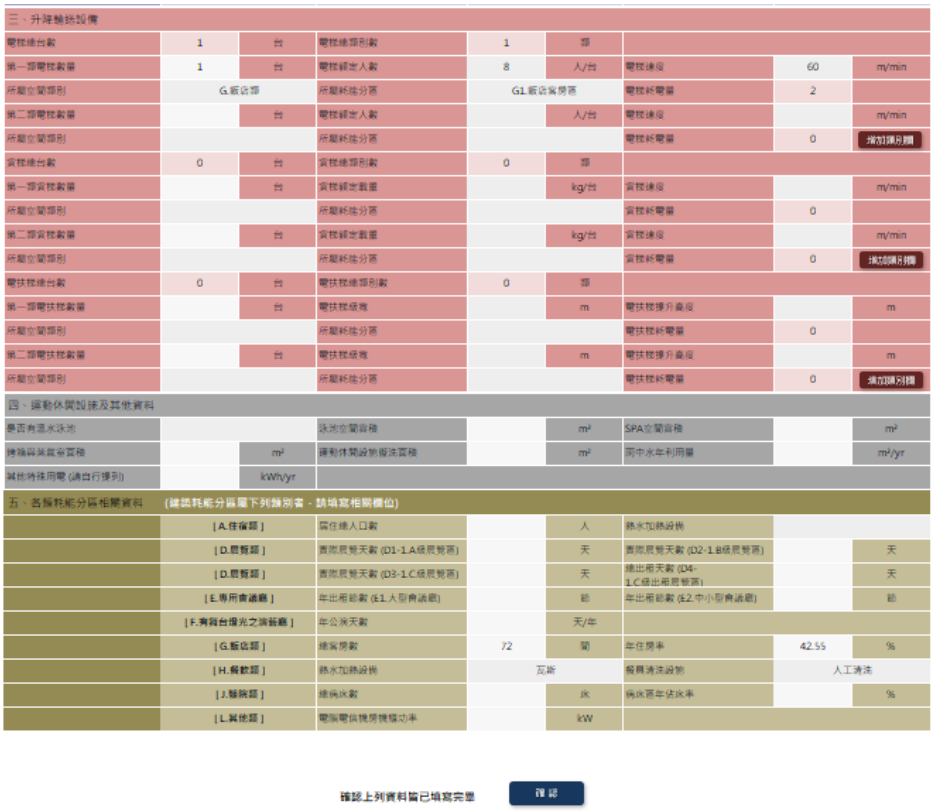
圖 三-42 旅館 3F-7F 耗能分區平面圖

(資料來源:本研究製作)

一、建築基本資料								
單位機關名稱	台南旅館		建築所在縣市	台南	縣(市)	氣候分區	南部	
地上總樓層數	7	層	地下總樓層數	1	層	建築高度	21	m
室內總樓地板面積 (陽台、雨遮不計)	13013.71	m^2	近兩年平均用電量	781702.5	kWh/年	建築類別	B-4 旅館	
空間使用類別數量	6	類	免評估分區數量	2	區			

二、建築空調耗能分區與空調設備　　增加類別欄

	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類
空間類別	L.其他類	G.飯店類	H.餐飲類	H.餐飲類	G.飯店類	G.飯店類
耗能分區	O.12室內停車場分區(平面停車)	G5.飯店櫃台接待大廳休息區	H2.供三餐餐廳不含專用廚房	O4.供三餐餐廳專用廚房區(平價餐廳或小吃店專用廚房)	G2.飯店8小時一般行政辦公區	G1.飯店客房區
樓地板面積 (m^2)	1289.30	677.90	816.40	129.50	583.90	9516.80
空調系統類型	無空調	中央空調系統	中央空調系統	中央空調系統	中央空調系統	中央空調系統
空調主機類型		螺旋機	螺旋機	螺旋機	螺旋機	螺旋機
是否為水冷式空調		否	否	否	否	否
空調迄今使用總年數 (年)		4	4	4	4	4
間歇空調運轉型式		否	否	否	否	否
屬免評估分區	是	否	否	是	否	否
空調耗電密度中位值	0	194.18	145.41	0	36.04	83.97
空調耗電密度最小值	0	145.93	103.1	0	29.16	66.29
空調耗電密度最大值	0	268.04	209.51	0	53.92	110.21
空調規模修正係數	0	1.1	1.12	0	1.09	1.1
照明耗電密度中位值	0	88.2	109	0	32.83	25.93
照明耗電密度最小值	0	43.9	54.18	0	16.3	12.91
照明耗電密度最大值	0	147.12	181.66	0	54.56	43.21
電器耗電密度	0	39.91	27.62	0	12.27	10.91



三、升降機設備								
電梯總台數	1	台	電梯總部別數	1	部			
第一部電梯數量	1	台	電梯額定人數	8	人/台	電梯速度	60	m/min
所屬空間部別	G.飯店部		所屬終端分區	G1.飯店客房區		電梯終電量	2	
第二部電梯數量		台	電梯額定人數		人/台	電梯速度		m/min
所屬空間部別			所屬終端分區			電梯終電量	0	增加欄位
貨梯總台數	0	台	貨梯總部別數	0	部			
第一部貨梯數量		台	貨梯額定載重		kg/台	貨梯速度		m/min
所屬空間部別			所屬終端分區			貨梯終電量	0	
第二部貨梯數量		台	貨梯額定載重		kg/台	貨梯速度		m/min
所屬空間部別			所屬終端分區			貨梯終電量	0	增加欄位
電扶梯總台數	0	台	電扶梯總部別數	0	部			
第一部電扶梯數量		台	電扶梯級寬		m	電扶梯揚升高度		m
所屬空間部別			所屬終端分區			電扶梯終電量	0	
第二部電扶梯數量		台	電扶梯級寬		m	電扶梯揚升高度		m
所屬空間部別			所屬終端分區			電扶梯終電量	0	增加欄位
四、運動休閒設施及其他資料								
是否有溫水泳池			泳池空間面積		m²	SPA空間面積		m²
機械與熱能面積		m²	運動休閒設施面積		m²	雨水水年利用量		m²/yr
其他特殊用電 (請自行填列)		kWh/yr						
五、各類耗能分區相關資料	(請選耗能分區屬下列類別者，請填寫相關欄位)							
	[A.住宿類]		當住旅人口數		人	熱水加熱設備		
	[D.展覽類]		實際展覽天數 (D1-1.A級展覽館)		天	實際展覽天數 (D2-1.B級展覽館)		天
	[D.展覽類]		實際展覽天數 (D3-1.C級展覽館)		天	總出租天數 (D4-1.C級出租會館)		天
	[E.專用會議廳]		年出租總數 (E1.大型會議廳)		節	年出租總數 (E2.中小型會議廳)		節
	[F.青蛙台燈光之演藝廳]		年公演天數		天/年			
	[G.飯店類]		總客房數	72	間	年住房率	42.55	%
	[H.餐飲類]		熱水加熱設備	瓦斯		餐具清洗設備	人工清洗	
	[J.醫院類]		總病床數		床	病床百年住床率		%
	[L.其他類]		電腦電信機房機樣功率		kW			

確認上列資料皆已填寫完畢　確認

圖 三-43 旅館建築能效標示圖

(資料來源:本研究製作)

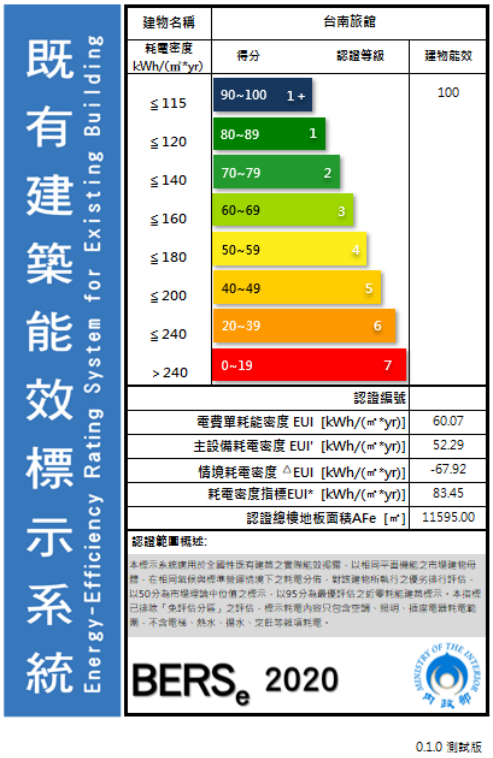


圖 三-44 旅館建築能效標示圖

(資料來源:本研究製作)

2.2 電費單評估法試評結果與分析

高雄市○○○股份有限公司為本研究首個獲得的徵求案例，雖為工廠類而非屬建築能效計算標準與標示法適用之建築類型，考量對外徵求案例不易，故此案作為研究初期建立 Excel 試算表架構並檢視試算流程之參考案例。

台南市○○○旅館室內樓地板面積為 13013.71 m²、平均年用電量為 781702.5 kWh/年，空調系統設計採用 6 台氣冷冰水式中央空調系統，分成 12 個壓縮機，用以因應室內熱負荷變動調節運轉容量，降低總能源耗用量，節能空調設備設計可於平均年耗電量窺見之。依據室內樓地板面積與平均年用電量所得之電費單耗電密度為 60.07 kWh/(㎡*yr)，然而由於空間使用率、設備效率及營運時程與標準飯店類建築有所差異，經透過飯店客房數量與實際年住房率修正後，得耗電密度指標為 83.45 kWh/(㎡*yr)，建物能效 100 分之近零能耗 1+等級。

台北市○○餐廳位於台北市大同區一棟兩層樓老宅的一樓，屬中價位餐酒館。室內樓地板面積為 129.21 m²，包含用餐區 69.64 m²、廚房區 44.84 m²及輕食咖啡專用廚房區(含吧檯)14.73 m²，平均年耗電量為 70238.43 kWh/年。廚房區及輕食咖啡專用廚房區皆屬免評估分區，年用電量扣除免評估分區、揚水設備、加熱設備後所得之主設備用電密度為 493.78 kWh/(㎡*yr)，經標準情境修正後之耗電密度指標為 506.26 kWh/(㎡*yr)，大幅高於評估尺度最大值 321.86 kWh/(㎡*yr)，得建物能效最低第 7 等級。

台南市教育中心位於台南市北區，採用多項建築節能設計，並曾獲多項綠建築標章認證。其室內樓地板面積為 4828.75 m²，設有展覽廳、國際會議廳、中小會議室及行政研究辦公室等。平均年耗電量為 95169 kWh/年，經評估結果得其耗電密度指標為 39.45 kWh/(㎡*yr)，建物能效認證等級為 100 分之近零能耗 1+等級。

表 三-8 電費單評估法試算案例評估結果

建築物名稱	台南市旅館	台北市餐廳	台南市教育中心
建築使用類別	飯店類	餐飲場所類	文教設施類
室內樓地板面積(m²)	13013.71	129.21	4828.75
平均年用電量(kWh/年)	781702.50	70238.43	95169
電費單耗電密度(kWh/(㎡*yr))	60.07	543.6	19.71
主設備耗電密度(kWh/(㎡*yr))	52.29	493.78	13.77
耗電密度指標(kWh/(㎡*yr))	83.45	506.26	39.45
認證樓地板面積(m²)	11595	69.64	3139.83
得分	100	0	100
認證等級	1+	7	1+

(資料來源:本研究製作)

第四節 建築能源效率標示推動策略之建議

歐盟建築能源效率指令(EPBD)為歐洲共通法令之一，歐盟各國在此法令要求下各自訂定法規落實確定建築能效計算方式、設立建築最小耗能要求、建築能效護照制度推動等制度。德國因應歐盟建築能源效率指令之要求，在基本法「節約能源法」(EnEG)下制定「節約能源法施行細則」(EnEV)強制執行建築能源證書體系規範。此外，推動建築能源護照為跨部會之作業，為落實執行另行設立DENA(Germany Energy Agency)進行建築能源護照認定、推動以及認證人員培訓，以助制度順利推行。

1999 年我國政府建立「綠建築標章制度」後，綠建築政策已成為我國永續發展政策中最重要的一環，內政部建築研究所為提升綠建築技術及擴大評估範疇，於2012 年完成綠建築分類評估體系，且自 2015 年版本起又特別引入「建築物動態EUI 標準計算規範」與「建築物採光通風效益與通風空調節能評估規範」之修正，以彰顯亞洲國家多樣化使用建築物與間歇空調之特色。

台灣建築能效計算標準與標示法能提高建築市場之節能效益，為推行建築物能效標示制度，以落實節能減碳，本研究建議以下推動策略:

1. 併入現行綠建築標章制度，舉凡建築能效計算標準與標示法適用之 11 類建築類型經申請綠建築標章的同時，亦可提出建築能源效率評估與標示。
2. 試辦既有建築物能效標示制度由政府部門廳舍建築帶頭示範，推行既有建築物能效標示制度。
3. 比照綠建築標章，透過技術移轉擴大建築物能效標示與評估授權專業單位，並培育專業認證人員。
4. 線上開放民眾使用建築能效評估試算軟體，推廣建築能效評估制度，並可增加民眾對於建築能源效率之意識。
5. 配合能源政策與市場機制提供建築節能獎勵政策，以提高改善既有建築物能源效率意願。
6. 建立建築物能源標示管理及註冊系統，以利後續能源使用查核與追蹤。

第五節 小結

本研究依據內政部建築研究所於 109 年度「非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究」研擬之「建築能效評估手冊」開發建築能源耗用標示試算軟體，並隨著建築能效評估手冊編修進度而調整試算軟體及試算作業，最終建築能效評估系統之既有建築能效評估系統評估方法取消綠建築指標評估法，僅以電費單評估法評定既有建築物。故本研究完成之建築能源耗用標示試算軟體為新建建築能效評估系統、既有建築能效評估系統之專業版與一般版，共計三種軟體。

第四章 研究結論與建議

第一節 研究結論

內政部建築研究所 2012 年研究我國推行建築能源效率標示制度之五大要件：(1)完成我國不同類型建築物能耗調查，建立我國各類建築物能耗資料庫；(2)建立各類建築物之能源效率計算與查驗標準，包含建築能耗評估軟體或工具；(3)制定建築節能效率標示制度之相關法規，並建立完整之建築物相關耗能設備耗能計算標準；(4)設立推行建築能源效率標示制度之權責機構；(5)建立建築節能改善之財政獎補助政策。109 年研擬我國建築能效評估制度，提供新建及既有建築物建築能效之計算、評分與標示之標準方法，推動建立建築能效評估手冊是為台灣量身打造的建築能效評估系統。

台灣建築能效評估系統為針對台灣複合及多樣化使用型態而設計，目的用以衡量在維持建築物健康舒適並具備營運機能條件下的建築能源使用效率。建築能效評估系統首先依據動態 EUI 理論，將機能混合使用的建築物依照營運時間、人員與電氣設備密度等耗能因子進行空間耗能分區，依各分類空間估算 EUI 耗電密度，再組合成整體建築物的耗能方能減少評估誤差。既有建築能效評估系統綠建築指標評估法適用於曾獲得綠建築標章之建築物，以建築物之基本資料及日常節能指標外殼、空調、照明設計值等進行建築能效評估。

本研究試算結果得出獲得綠建築標章之建築物能效具備認證等級介於 2 至 1+。綠建築標章以生態、節能、減廢、健康為主軸，評估範疇囊括建築基地環境、建築外殼與空調及照明系統、建築室內環境、建材生產與運輸、施工與拆除廢棄物、水資源及汙水垃圾處理等。既有建築能效評估系統之綠建築指標評估法則透過日常節能指標外殼、空調、照明設計值經設備節能率修正後進行評估，試評結果顯示得綠建築標章之建築物皆有良好至優良等級之建築能效表現。

既有建築能效評估系統電費單評估法係透過實際年用電量反應建築空間耗電密度，扣除免評估分區、空調設備、升降輸送設備、揚水設備、運動休閒設施設備等耗電量可得空調、照明、電器三項主設備用電量，再經過空間使用率、設備效率、營運時程等因子修正，與標準尺度之耗電密度進行評比。透過徵求之案例試算結果可知電費單評估法能清楚反應建築單位空間在標準情境下的實際用電量，以及與相同類型建築物之耗電密度差異，建築節能設計、採用節能設備與高耗電密度之空間皆能透過建築能效評估結果呈現。

既有建築能效評估系統能反應建築物之實際使用行為與營運效率情形，可作為建築使用營運管理工具，本研究建議逐步推動相關策略，落實建築能效評估制度，未來將能提升我國既有建築市場之節能效益。

第二節 研究建議

承襲以上成果，本研究繼續提出未來發展之建議如下:

建議一(中長期建議):

開放民眾線上使用或下載建築能效評估試算軟體

我國既有建築物約佔建築市場九成以上，線上開放民眾使用本研究開發之既有建築能效評估試算軟體一般版，使民眾瞭解其建築物能源效率現況，可提高民眾對於改善建築能源效率之意識，協助推動建築能效管理制度，進而改善我國既有建築物能源效率。

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

建議二(立即可行性建議):

透過技術移轉擴大建築能效評估之專業授權單位，並培育專業認證人員

歐美各國已透過立法與多項認證人員訓練，培養建築能效評估與認證人力，建立完整建築能效評估工具。我國綠建築標章有進行專業人員訓練，但以綠建築九大指標為主，無相關建築能效評估訓練。未來應經由技術移轉，將建築能效評估系統之專業評估技術及評估工具授權予相關專業單位，並結合國內建築、機電等相關技師組織，培訓專業評估人員，以具備建築能效簽證之資格。

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、中華民國全國建築師公會、中華民國電機技師公會、冷凍空調技師公會全國聯合會

參考書目

一、中文文獻:

1. 廖怜雅(2009)。台灣地區應用SBTOOL評估之適用性-以EEWH合格級以上住宅為例
2. 李堅明(2009)。美國2009潔淨能源與安全法案(草案)。碳經濟第十四期
3. 工研院綠能與環境研究所(2012)。導入歐盟建築能源證書可行性分析
4. 徐振鐘(2013)。台灣推動住宅建築物節能證書制度與節能減碳成效分析
5. 闕棟鴻(2015)。德國國家能源效率行動計畫
6. 蘇梓靖、林鴻文、李浩銓、劉學銓、張文奎、杜威達、張鈺炯(2015)。從美國建築 EUI 評比技術發展經驗看台灣建築 EUI 分析技術
7. 李沛馨(2016)。從國際節能趨勢探討我國建築節能法規
8. 陳麒任(2017)。推動既有建築節能改善策略與效益之研究。內政部建築研究所
9. 內政部建築研究所(2019)。既有建築綠建築評估手冊之研究。內政部建築研究所「創新循環綠建築環境科技計畫(一)協同研究計畫」第3案
10. 內政部建築研究所(2020)。非住宅類綠建築能源計算基準與標示之研究。內政部建築研究所委託研究成果報告，未出版
11. 林雅淇。主要國家節約能源作法之探討
12. 余騰耀、林文祥、陳益祥。國內外低碳建築推動措施評析

二、英文文獻:

1. Koen Rademaekers. (2014). Market study for a voluntary common European Union certification scheme for the energy performance of non-residential buildings

2. IEA. (2015). Energy Technology Perspective 2015—Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action.

三、日文文獻:

1. 一般社団法人住宅性能評価・表示協会 (2017年2月)。建築物省エネ法に基づく省エネ性能の表示制度について
2. 国立研究開発法人建築研究所、国土交通省国土技術政策総合研究所。建築物のエネルギー消費性能に関する技術情報
3. 日建設計総合研究所、丹羽 英治。ＬＣＥＭツール開発の背景と概要

四、網路資源:

1. 国土交通省大臣官房官庁営繕部。檢自 https://www.mlit.go.jp/gobuild/sesaku_lcem_lcem.html
2. 一般社団法人　住宅性能評価・表示協会。檢自 https://www.hyoukakyoukai.or.jp/bels/bels.html
3. 德國聯邦經濟暨能源部，建築修復模擬系統。檢自 http://www.sanierungskonfigurator.de/start.php
4. dena, die Deutsche Energie-Agentur，The German Energy Agency。檢自 https://www.dena.de/en/home/
5. European Commission。檢自 https://ec.europa.eu/info/index
6. ENERGY STA。檢自 https://www.energystar.gov/
7. Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development。檢自 https://www.bbsr.bund.de/BBSR/EN/Home/homepage_node.html
8. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy。檢自 https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy

既有建築綠建築能源耗用案例試評之研究
出版機關：內政部建築研究所
電話：（02）89127890
地址：新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓
網址：http://www.abri.gov.tw
編者：羅時麒、林子平、徐虎嘯、呂文弘、
游伯堅、潘振宇、洪國安、鄭晶尹
出版年月：109 年 12 月
版次：第 1 版
ISBN：978-986-5450-77-9（平裝）