

台灣 EEWH 與美國 LEED 綠建築 分級評估系統比較研究

子計畫一：EEWH 系統對台灣與美國綠建築案例
評估比較研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 94 年 12 月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

A Comparative Study on the Evaluation of
Green Building Projects in Taiwan and US
by EEWB System

BY

Hsien-Te Lin

Chi-Lin Cheng

Lanny Liu

Gang-Ming Lu

Qi-Fa Lin

December 20, 2005

PG9403-0079

094301070000G1005

**台灣 EEWH 與美國 LEED 綠建築分級
評估系統比較研究**

**子計畫一：EEWH 系統對台灣與美國綠建築案例
評估比較研究**

受委託者：社團法人台北市華美環境保護協會

研究主持人：林憲德教授

協同主持人：鄭期霖秘書長

研究員：劉心蘭

研究助理：呂罡銘、林啟發

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 94 年 12 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	IX
英文摘要	XI
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究計畫內容	2
第三節 計畫研究方法及進行步驟	3
第二章 美國 LEED 綠建築評估方式	5
第一節 美國 LEED 綠建築評估流程	5
第二節 美國 LEED 綠建築指標評估內容	10
第三節 美國 LEED 其他相關指標規定	41
第三章 台灣 EEWH 建築評估方式	61
第一節 台灣 EEWH 綠建築評估方式	61
第二節 台灣 EEWH 綠建築指標評估內容	65
第三節 台灣 EEWH 綠建築指標分級評估制度	76
第四章 台灣 EEWH 與美國 LEED 綠建築評估方式綜合比較	79
第一節 執行單位比較	79

第二節	評估認證流程比較	80
第三節	評估指標內容定性比較	82
第四節	指標評估內容定量比較	93
第五節	技師認證資格比較	98
第五章	以 EEW 評估台灣與美國綠建築實例	101
第一節	以 EEW 系統評估台灣綠建築實例	101
第二節	以 EEW 系統評估美國綠建築實例	125
第三節	台灣與美國綠建築實例評估結果比較	143
第六章	結論與建議	147
第一節	結論	147
第二節	建議	152
附錄一	國際研討會 SB05 發表論文	157
附錄二	國際研討會 SB05 發表論文	157
參考書目		165

表次

表一	美國 LEED 評估建物涵蓋範圍	6
表二	LEED 掛號註冊收費標準	9
表三	LEED 認證審查收費標準	9
表四	土壤侵蝕及沉澱作用控制技術	11
表五	設計案例之不透水率	15
表六	原有基地之不透水率	15
表七	EPA 防洪設施淨化效率	16
表八	植栽澆灌水量計算示範 (設計值)	19
表九	植栽澆灌水量計算示範 (一般比較值)	19
表十	一般衛生器具與省水型衛生器具用水量比較	20
表十一	一般水栓與省水型水栓用水量比較	20
表十二	新建建築物能源得分標準 (根據 ASHRAE 90.1 1999)	23
表十三	既有建築物能源得分標準 (根據 ASHRAE 90.1 1999)	23
表十四	新建或增改建建築物能源設施監控點設置等級	25
表十五	美國常見的可回收營建廢棄物	28
表十六	再利用資源的百分比計算範例	29
表十七	再生建材使用率計算示範案例	30
表十八	當地建材採用率計算示範案例	31
表十九	認證木材採用率計算示範案例	32
表二十	採用低 VOC 建材項目示範案例	34
表二十一	外周區開窗數及照明控制計算示範例	36
表二十二	內周區控制器數量計算示範例	36
表二十三	晝光利用因子計算示範例	38
表二十四	LEED-EB 各指標項目名稱	42
表二十五	LEED-CI 各指標項目名稱	47
表二十六	LEED-H 各指標項目名稱	52
表二十七	標章審查費用使用狀況	64
表二十八	候選證書審查費用使用狀況	65
表二十九	各項基地保水設計手法	68

表三十	分級評估制度九大指標得分權重表	76
表三十一	各指標綜合計分計算式	77
表三十二	EEWH 與 LEED 評估制度執行單位比較	80
表三十三	EEWH 與 LEED 相近的規範	87
表三十四	EEWH 與 LEED 獨有或特殊的規範	91
表三十五	台灣 EEWL 分級評估制度九大指標得分權重表	93
表三十六	美國 LEED 分級制度得分權重表	94
表三十七	美國 LEED 各指標簽證技師項目一覽表	99
表三十八	二二八紀念館綠化量評估表	103
表三十九	二二八紀念館基地保水計算表	106
表四十	二二八紀念館頂層各類用途空間樓地板面積計算表	109
表四十一	二二八紀念館頂層屋頂構造形式	109
表四十二	二二八紀念館頂層屋頂熱傳透率計算	110
表四十三	二二八紀念館日常節能評估表	110
表四十四	二二八紀念館二氧化碳減量評估表	112
表四十五	二二八紀念館廢棄物減量評估表	112
表四十六	二二八紀念館水資源指標評估表	114
表四十七	二二八紀念館污水垃圾改善指標評估表	114
表四十八	台中酒廠綠化量評估計算表	119
表四十九	台中酒廠基地保水評估計算表	120
表五十	各等級劃分一覽表	125
表五十一	HONDA Training Center 植栽一覽表	127
表五十二	HONDA Training Center 選用植栽一覽表	128
表五十三	HONDA Training Center 廢棄物移轉比例	131
表五十四	各項低揮發性建材一覽表	134
表五十五	四案例以台灣 EEWL 評估分數比較表	144

圖次

圖一	LEED 認證流程	8
圖二	最低開發密度圖示說明	12
圖三	大眾運輸工具可及性圖示說明	13
圖四	公車為鼓勵的大眾運輸工具之一	13
圖五	自行車架設置案例	13
圖六	室內及室外照明燈具可照範圍圖示說明	17
圖七	美國某案例資源垃圾集中運出路線	26
圖八	建築物各部位名稱及再利用定義	27
圖九	建築物內外周區定義	35
圖十	晝光利用技術圖示說明	37
圖十一	視野良好與否區分	39
圖十二	富有教育意義的說明告示，也可獲得 LEED 鼓勵	40
圖十三	過度人工的景觀不符合生物多樣性	66
圖十四	生物多樣性獎勵種植原生或誘蝶誘鳥植物	66
圖十五	綠化逐漸成為市場主流	67
圖十六	綠化量指標獎勵立體綠化	67
圖十七	基地保水的意義	68
圖十八	基地保水指標花園土壤雨水截留手法	68
圖十九	日常節能指標意義	69
圖二十	台電大樓為一優良節能建築外殼設計	69
圖二十一	二氧化碳減量指標意義	70
圖二十二	廢棄物減量指標意義	71
圖二十三	台灣的綠建材標章	73
圖二十四	水資源指標意義	73
圖二十五	污水垃圾改善指標意義	74
圖二十六	台灣 EEWH 與美國 LEED 綠建築認證流程圖比較	82
圖二十七	二二八紀念公園主體建築各層平面圖	101
圖二十八	二二八紀念館基地綠化平面圖及植栽數量表	104
圖二十九	二二八紀念館鋪面形式圖說	107

圖三十	二二八紀念館外貌	114
圖三十一	二二八紀念館雙層壁通風概念	115
圖三十二	台中花雕酒廠原始平面圖	116
圖三十三	台中花雕酒廠修改後各層平面圖	117
圖三十四	台中酒廠全區配置圖	118
圖三十五	台中酒廠平面綠化配置圖	118
圖三十六	台中酒廠立體綠化透視圖	118
圖三十七	台中酒廠基地保水設置概念 (右圖中深紅色區塊為不透水鋪面)	120
圖三十八	台中酒廠外殼隔熱遮陽設計	121
圖三十九	台中酒廠二氧化碳減量設計	121
圖四十	台中酒廠廢棄物減量設計	122
圖四十一	台中酒廠室內環境設計概念	123
圖四十二	HONDA Training Center 全景	125
圖四十三	HONDA Training Center Site Plan	126
圖四十四	HONDA Training Center 景觀平面圖	127
圖四十五	空調系統外氣引入系統	133
圖四十六	雨水回收利用系統圖	135
圖四十七	HONDA Training Center 垃圾運出動線圖	136
圖四十八	NRDC 建築物兩側種植竹子	137
圖四十九	NRDC 建築物面前喬木	137
圖五十	NRDC 建築物頂層綠化	137
圖五十一	NRDC 建築物外部空間鋪面形式	138
圖五十二	NRDC 於屋頂設置太陽能光電板	139
圖五十三	NRDC 使用再生傢俱	140
圖五十四	NRDC 共有三個採光天井	141
圖五十五	NRDC 室內運用各式各樣綠建材	141
圖五十六	NRDC 外牆雨淋版也為再生建材	141
圖五十七	NRDC 採用兩段式省水馬桶	142
圖五十八	NRDC 採用無水式小便斗	142
圖五十九	NRDC 採用中水回收系統	142

圖六十 NRDC 的中水淨化處理槽 · · · · · 142

台灣 EEWB 與美國 LEED 綠建築分級評估系統比較研究
子計畫一 EEWB 系統對台灣與美國綠建築案例評估比較研究

摘要

關鍵詞：綠建築評估制度、台灣 EEWB 綠建築評估系統、美國 LEED 綠建築評估系統

一、研究緣起

我國內政部建築研究所以及國內綠建築專家，remuneration 於 2003 年獲邀參加世界綠建築協會 WGBC 大會，同時被邀請正式申請加入成為此學會之會員國之一，此乃是我國綠建築政策向國際接軌中重要的一步。所以，為了能更進一步推動我國綠建築評估的國際化，本研究針對台灣 EEWB 與美國 LEED 綠建築分級評估系統進行比較研究，希望能藉此發現台灣 EEWB 系統國際化的優缺點，並提出我國綠建築政策國際化的建議。

二、研究方法及過程

本研究選取台灣二二八紀念館及台中花雕儲酒廠、美國 HONDA Training Center 以及 NRDC Santa Monica Office 共四棟建築物，進行台灣 EEWB 系統的詳細評估。經過 EEWB 系統對台美四棟建築物進行分級評估之後，同時比較本研究第二子計畫的 LEED 評估結果，藉此發現我國 EEWB 系統的國際適用方式，同時也知道我國九大指標的長短之處以及應該改進的方向。

三、重要發現

本研究分別從執行單位、認證流程、指標內容定性及定量各種層面比較兩評估系統之不同，得到下列重要之發現：

1. 執行單位：

台灣目前由中華建築中心負責執行，雖是民間團體，但為政府輔導成立，仍具有半官方色彩，美國則完全由民間機構綠建築協會負責接受案件申請。

2. 認證流程：

台灣由於工期緊迫，平均案件審查時間為一個月，美國則較長，約為三個月左右。

3. 指標內容定性分析：

美國 LEED 指標相較於台灣 EEWB 評估內容，普遍缺少對於生態綠化的要求，但是卻增加了台灣較為缺乏的基地環境及光害設計的評估；另外美國在綠建材的應用及室內空氣品質的要求亦是台灣較為缺乏的部份。

4. 指標內容定量：

整體而言，兩評估系統均以能源評估為權重最高部份，但美國另外在室內環境部分也佔有很高的比重，這和台灣最新的分級評估中提高室內環境的權重比例不謀而合。

四、主要建議事項

最後，本研究藉由提出 EEWB 系統與 LEED 系統的功能比較，同時由氣候條件、建築節能規範、環保規範來探討兩國綠建築評估內容之差異，並提出下列建議作為我國綠建築政策日後發展的參考：

立即可行之建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

1. 增加光害防制措施
2. 增加最新綠建築案例，刺激建築師無限創意可能

中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

1. 降低停車數量設計
2. 彈性化建築設計
3. 建立合理的酬金制度
4. 建議未來增加綠建材的評估細項
5. 建議未來增設監督委員會

Abstract

Keywords: Green Building Evaluation System, EEWH, LEED

In 2003, Architecture and Building Research Institute (Ministry of the Interior) and many green building experts were invited to attend the conference held by World Green Building Council, and Taiwan has become one of the official members in World Green Building Council in the same time. This is tremendously a big step in green building development in Taiwan. In order to make Taiwan Green Building Evaluation System more internationalized, the study focuses on the comparison of EEWH and LEED.

First, the study compares the difference between two systems based on their executive institute, certification process, content of each indicator or credit, and system of professional engineer signature. Then, there are four cases chosen to be evaluated with Taiwan EEWH system. 228 Memory Park and Taichung Winery Reuse are two cases in Taiwan, while American HONDA Training Center and NRDC Santa Monica Office are another two cases in USA. After evaluation, these four cases can get silver, diamond, diamond and diamond individually.

Finally, there are several suggestions proposed for future improvement:

- (1) to add the evaluation for light pollution reduction
- (2) to set up the least number of parking capacity
- (3) to encourage flexible building design
- (4) to set up reasonable remuneration for green building design
- (5) to subdivide the usage of building materials
- (6) to set up the commissioning system
- (7) to add more lately green building projects as design references

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

在全世界興起的綠建築浪潮之中，台灣的綠建築政策可說是一匹令人出乎意料之外的黑馬。1999 年內政部建築研究所公布「綠建築解說與評估手冊」，同年推出「綠建築標章」做為獎勵綠建築設計的識別標誌，並同時成立「綠建築委員會」，開始接受綠色建築的評選認證工作。2001 年台灣行政院更推出「綠建築推動方案」，展開國家級綠建築推動工作。在短短數年內，台灣的綠色建築思潮不但在學界、媒體界蔚為風氣，甚至在政府行政部門也激起熱烈反響。有鑑於上述輝煌成果，行政院於 2003 年更將綠建築政策提升為「挑戰 2008 年國家重點發展計劃」的一環，充分展現出台灣推行綠建築政策的積極與效率。

台灣的綠建築政策起步雖晚，但其發展的「綠建築評估 EEWB 系統」不但具備最堅實的學術理論體系，同時能充分掌握國內建築物的耗能、耗水、減廢、環保之特性，而深具引導綠建築設計之效益。此綠建築政策的豐碩成果，不但深獲國內外高度肯定，並已建構了我國永續建築政策之方針。環視世界各國的綠建築評估體系，如英國的 BREEAM、加拿大的 GBTool、美國的 LEED、日本的 CASBEE，均是國際知名的綠建築評估體系，但是台灣的綠建築評估體系 EEWB 系統尤其具有重要的指標性角色，因為此 EEWB 系統是世界上唯一創造於亞熱帶、熱帶氣候風土的綠色建築評估體系，堪為全球熱溼氣候國家綠建築政策之典範。

內政部建築研究所以及國內綠建築專家，於 2003 年獲邀參加世界綠建築協會 WGBC 大會，同時我國被邀請正式申請加入成為此學會之會員國之一，此乃是我國綠建築政策向國際接軌中重要的一步。所以，為了能更進一步推動我國綠建築評估的國際化，本計劃透過台北綠建築研究單位之合作，針對台灣 EEWB 與美國 LEED 綠建築分級評估系統進行比較研究。希望能藉此發現台灣 EEWB 系統國際化的優缺點，並提出我國綠建築政策國際化的建議。

第二節 研究計畫內容

為了 EEWB 系統的國際接軌，本研究預計在台灣與美國各選取兩棟符合當地評估制度的合格綠建築實例，進行 EEWB 系統的詳細評估。EEWB 系統將以我國的九大指標系統來進行台美四棟建築物的分級評估。由於 EEWB 系統乃是開發於亞熱帶氣候的綠建築評估法，當然有一些無法適用於評估美國的綠建築實例。其中，最明顯的差異在於因為兩地氣候不同所產生節能指標評分權重的差異，在 EEWB 系統對美國實例的評估中，可能必須另外借重 DOE 或 ENVLOAD 等能源解析方式來換算評估。另外例如生物多樣化指標、綠化量指標或基地保水指標是美方比較欠缺的評估項目，這時也必須依賴美方的合作團隊依我國的指標來進行評估判斷。另外如水資源指標中，美方一般似乎並未有採用省水標章器具之規定，因此對於美方的建築物耗水量評估，有可能必須以實際大樓耗水量加以計算評估。

本計畫由我方與美國大學之綠建築專家所組成，台灣與美國雙方各選取兩棟合格綠建築實例進行比較研究，由雙方收集充足建築圖面與現場照片以利評估。在合作方法上，首先由美方蒞臨台灣協助我方選取兩棟合格綠建築實例，接著由我方研究人員攜帶此實例圖面前往美國，由美方協助實地選取兩棟規模相當的實例與圖面，並在當地進行綠建築的 EEWB 系統評估。藉由此合作模式，可確保綠建築實例選樣、評估圖面資料來源、評估方法的信賴度。

經過 EEWB 系統對台美四棟建築物進行分級評估之後，同時比較本研究第二子計畫的 LEED 評估結果，可發現我國 EEWB 系統的國際適用方式，同時也可以知道我國九大指標的長短之處以及應該改進的方向。尤其對於各指標的評分權重，應該能找尋相當之換算機制以為綠建築國際接軌的準備。本研究最後將提出 EEWB 系統與 LEED 系統的功能比較，同時由氣候條件、建築節能規範、環保規範來探討兩國綠建築評估內容之差異，並藉此提出我國綠建築政策的建議。

第三節 計畫研究方法及進行步驟

本研究之研究方法及進行步驟如下：

(一) 美國 LEED 系統之研究解析

為了進行 EEWB 與 LEED 系統之比較研究，首先在台灣就既有 LEED 系統的評估內容要項進行解析研究，預先知道台美評估系統之差異與問題所在，以便預作評估換算之準備。

(二) 選取台灣兩棟綠建築實例

為了進行 EEWB 與 LEED 系統之比較研究，先在台灣選取兩棟綠建築實例，其選取方法，乃由美方專家來台協助選取符合 LEED 系統合格基準的實例，其案例來源資料可由過去審查通過的綠建築標章或優良綠建築作品中選取，收集詳細建築圖說，以為未來比較之基礎。其選取之程序必須先由我方進行 LEED 系統模擬初評，提出數棟候選案例後，由美方專家來台協商選取。

(三) 委託美方選取與台灣實例規模相近之兩棟綠建築實例

為了進行 EEWB 與 LEED 系統之比較研究，接著在美國選取兩棟綠建築實例，其選取方法為待台灣兩棟綠建築實例選定之後，由合作研究之美國教授選取規模類似的綠建築實例，以作為比較研究之對象。

(四) 台灣兩棟綠建築實例的 EEWB 與 LEED 系統初步模擬評估

為了模擬演練 EEWB 與 LEED 系統之比較，先在台灣模擬評估兩棟綠建築實例，藉此預先了解兩系統比較研究可能的問題點，其中最重要的是希望能事先發現兩系統無法比較之評估要項，並預先研究換算之機制或替代評估之方法。

(五) 赴美實地勘察兩棟美方綠建築實例並以 EEWB 系統評估

為了有效進行台美雙方綠建築之國際接軌，預計先派遣我方研究助理赴美大學進行短期訪問訓練，由美方教授對美方兩棟綠建築實例進行 EEWB 系統評估，由此發現台灣 EEWB 系統對於美方綠建築實例之適用性，同時藉此讓美方教授了解台灣 EEWB 系統的內容與特性，使其能進行 EEWB

系統之比較評估研究，並於日後來台進行綠建築評估國際接軌之演講。

(六) 四棟綠建築實例之 EEWB 與 LEED 系統比較評估研究

最後，正式進入四棟綠建築實例之 EEWB 與 LEED 系統比較評估研究，由此發現雙方建築耗能評估基準之差異、雙方獨特而難以互相換算之指標項目以及雙方評估換算之可能性。

(七) 我國 EEWB 系統國際接軌之建議

由上述的研究方法及步驟，本研究將研擬台灣 EEWB 系統對美國綠建築發展協會國際接軌之方向，但也希望能顧全台灣建築產業之特性，並保有本土綠建築評估特色。

第二章 美國 LEED 綠建築評估方式

第一節 美國 LEED 綠建築評估流程

美國 LEED 綠建築評估制度乃為「Leadership in Energy and Environmental Design」的縮寫，目前主要由美國綠建築協會（U.S. Green Building Council）受理案件進行綠建築認證審查。首先，不同於國內綠建築審查主要是由官方強制執行，並由產官學界所組成之綠建築評審委員會進行審察；LEED 審查機制完全是由民間發起，美國綠建築協會亦是由民間所組成，其所涵蓋的會員包含建築師、建築開發商、營造廠及建材商等建築產業中不同的單位。其次，對於綠建築申請案件，完全採取自願申請的方式，沒有任何強制及獎勵制度。但是自從實施後至今，因為實行效果良好，目前美國已有部份城市的政府單位強制公有建築必須通過 LEED 認證；如加州州政府規定，所有公有建築物必須達到 LEED 銀牌以上的等級。

2-1.1 LEED 評估項目及適用建築物範圍

美國 LEED 綠建築評估制度依照不同性質的建築物，以及建築物不同的生命週期階段，分別有不同的評估方式，共計有六大項不同的評估方式，分別為新建商業建築物或增改建之建築物（New commercial construction and major renovation projects）、既有建築物營運管理（Existing building operations）、商業建築室內空間（Commercial interiors projects）、結構局部修改建（Core and shell projects）、住宅（Homes）和地區開發（Neighborhood Development）六大項目¹，如表一所示，不同的項目內有不同的評估指標。LEED-NC 是針對所有新建或增改建的建築物進行評估，LEED-EB 則是針對既有建築物的操作維護管理計畫進行評估，而 LEED-CI 是當建築物僅進行室內裝潢的改裝時所適用的評估項目，另三項評估項目目前雖已有草稿，但仍未正式實行；其中台灣 EEWB 綠建築評估系統目前所進行評估的建築類型，大部分均屬於 LEED-NC 的範疇，而這也是美國 LEED 目前應用最為普遍的評估項目，因此本研究主要針對 LEED-NC 與台灣 EEWB 評估的異同進行比較。至於其他不同的評估方式，則將於本章第三節中稍做介紹，並加以說明。

¹U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org/>

表一 美國 LEED 評估建物涵蓋範圍

評估範圍	使用狀況
新建商業建築物或增改建之建築物 (NC) New commercial construction and major renovation projects	正式實施
既有建築物營運管理 (EB) Existing building operations	正式實施
商業建築室內空間 (CI) Commercial interiors projects	正式實施
結構局部修改建 (CS) Core and shell projects	試用版
住宅 (H) Homes	草稿
地區開發 (ND) Neighborhood Development	建構中

(資料來源：U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org/>)

LEED-NC 所適用的建築類型共有 (1) 辦公類建築、(2) 零售百貨服務業、(3) 機構設施(如圖書館、學校、博物館和教堂等)、(4) 旅館類建築以及 (5) 四層樓以上住宅類建築 (接近集合住宅形式，一般的獨棟住宅則是由 LEED-H 進行評估) 等五種建築類型²。從以上適用的建築分類可知，整體而言，LEED-NC 均是以商業辦公建築的評估為主。

2-1.2 LEED 評估及認證流程

美國 LEED 並不對設計初期的建築圖面進行評估，而僅評估興建完成之建築物，但是業主或設計團隊倘若缺乏一開始的監督和完善的計畫，很有可能到興建完成進行認證時，才發現許多資料有所闕漏，或是許多設計手法並不符合 LEED 的要求。因此，LEED 一方面希望設計團隊中至少有一位通過 LEED 考試的專業認證人員 (Accredited Professional) 之外，一方面則建議業主最好在建築規劃

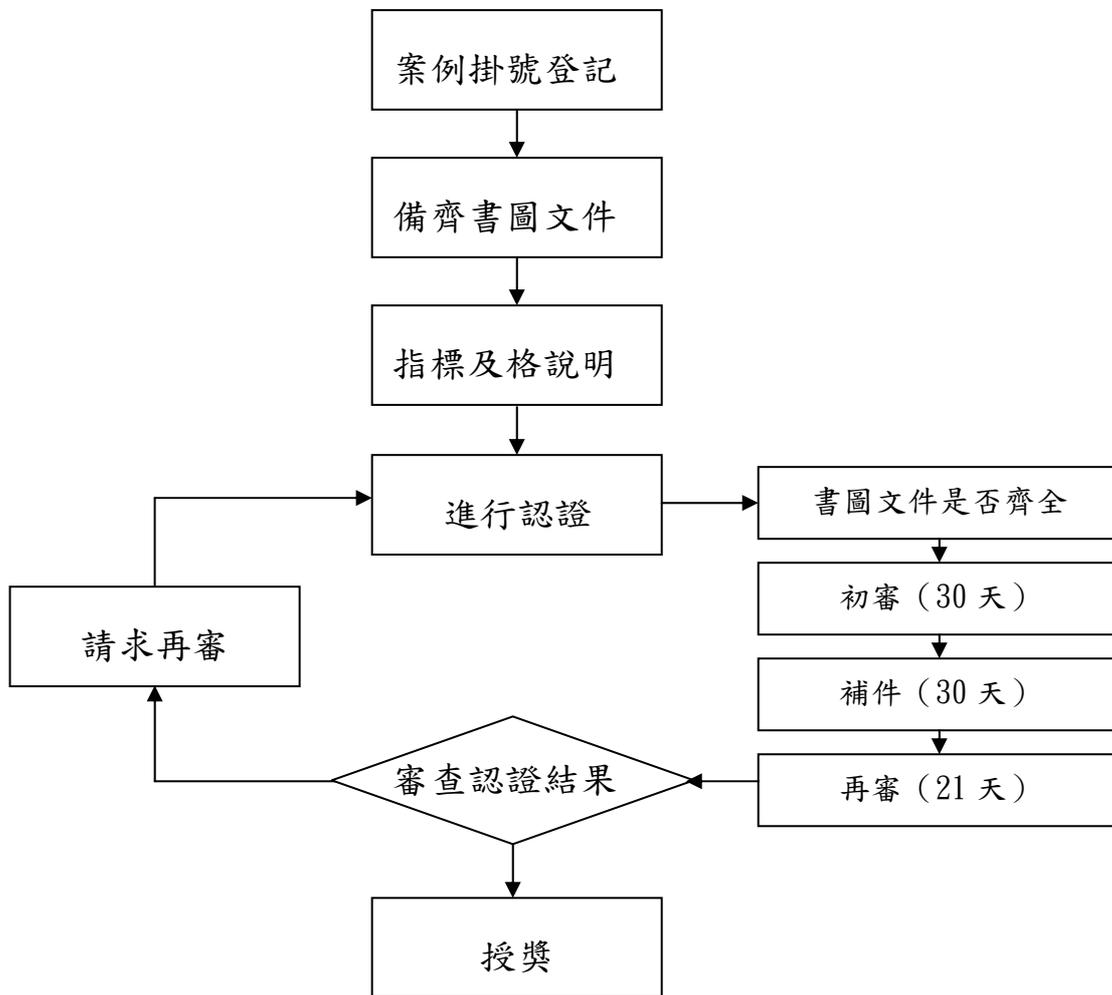
²Green Building Rating System, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (November 2002)

設計初期時，即向美國綠建築協會進行註冊掛號，如此美國綠建築協會可隨時了解案件的進度，並且給予修正的建議。

在正式掛號註冊完成後，案件在設計及建造階段中，必須逐一備齊各項書圖文件資料，以便在建造完成之後，向美國綠建築協會申請綠建築認證審查。由於美國綠建築協會在審查時，僅針對書面資料進行審查，並不會親赴現場查核，因此在書圖文件的準備上，盡量愈詳細愈好；其次，在各項指標的設計說明及計算公式上，也要詳細列出各項設計手法，必要時，美國綠建築協會可要求業主或設計團隊親赴說明。

在建築物完工之後，則可正式開始進行綠建築的認證，業主將所需的書圖文件資料備齊後，提交美國綠建築協會進行審查。美國綠建築協會僅針對書圖文件是否備齊進行檢查，並不對內容進行查核；實際各項指標的計算及設計，由美國綠建築協會交予各專業認證公司進行認證。首先，認證公司有一個月的時間進行審查工作，審查完畢之後，會將審查結果告知業主，順便要求補齊不足的文件資料。業主與設計團隊有一個月的時間進行補件工作；待補齊相關文件之後，會由認證公司進行再審查的工作；認證公司在三星期以內會完成再審工作，並將結果告知業主。業主若接受結果，則認證的流程到此結束，進行獎牌頒發的工作；業主或設計團隊若不接受，則可準備文件，請求再審，再審需另外繳交額外的費用。整個案件審查的流程大致如下圖一所示。

圖一 LEED 認證流程



(資料來源：本研究整理自 U.S. Green Building Council:

<http://www.usgbc.org/>)

2-1.3 LEED 認證收費標準

美國 LEED 收費分為掛號註冊費用及認證審查費用³兩種，其收費方式，與台灣綠建築候選證書的收費方式較為類似。如果建築物總樓地板面積小於 75000sf (8333m²)，或大於 300000sf (33333 m²)，採用固定額收費；若樓地板面積介於兩者之間，則按樓地板面積大小逐步加收費用。案件掛號及認證收費標準分別如表二和表三所示，其中，會員及非會員的差異在於是否有申請加入美國綠建築協會成員，而目前美國綠建築協會會員的申請不接受個人申請，僅接受公司行號及學校以團體名義申請。

表二 LEED 掛號註冊收費標準

樓地板面積 費用	< 8333m ²	8333~33333 m ²	> 33333 m ²
	掛號註冊費用	固定費用	依增加樓地板面積加收
會員	24000NT	3.44NT/ m ²	96000NT
非會員	30400NT	4.30NT/ m ²	120000NT

(資料來源：U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org/>)

表三 LEED 認證審查收費標準

樓地板面積 費用	< 8333m ²	8333~33333 m ²	> 33333 m ²
	認證審查費用	固定費用	依增加樓地板面積加收
會員	48000NT	6.89NT/ m ²	192000NT
非會員	60000NT	8.61NT/ m ²	240000NT

(資料來源：U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org/>)

³ U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org/>

第二節 美國 LEED 綠建築指標評估內容 (LEED-NC)

LEED-NC 評估內容共分為六大項指標群，分別為永續性基地條件 (Sustainable Sites)、水資源利用效率 (Water Efficiency)、能源與大氣環境 (Energy & Atmosphere)、建材及資源利用 (Materials & Resources)、室內環境品質 (Indoor Environmental Quality) 和其他創新設計 (Innovation Design)。其內總共有 69 個評估指標，亦即總分為 69 分。得分在 26~32 之間為認證及格 (LEED Certified)，在 33~38 之間為銀牌 (LEED Silver)，在 39~51 之間為金牌 (LEED Gold)，而總分在 52 分以上則為最高等級白金 (LEED Platinum)⁴。除了 69 個評估指標之外，尚有 7 個指標為必要指標，雖然沒有計入指標總得分中，但是如果沒有達到就無法申請 LEED 認證。各指標群及指標評估計算方式分述在下面六節中。

2-2.1 永續性基地條件⁵ (Sustainable Sites)

在永續性基地條件指標群中，共有 14 個選擇性指標以及 1 個必要性指標，各內容簡述如下。

1. 必要性指標 (Prerequisite 1)：土壤侵蝕及沉澱作用控制 (Erosion & Sedimentation Control)

本指標主要強調在施工期間或是建築物週遭的景觀設計，希望針對表土流失進行相關防制措施，避免因施工或是大雨造成基地的土壤流失或是直接沖刷至附近的排水設施之中。而在實際的技術設備或設計手法上，LEED 建議以穩定土壤以及人工構造物兩種方式相輔相成，各個做法如表四所示，大部分的作法均規範在 United States Environmental Protection Agency (EPA) 中。

⁴Green Building Rating System, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (November 2002)

⁵Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.7

表四 土壤侵蝕及沉澱作用控制技術

穩定土壤	暫時播種養護
	永久性播種養護
	土壤覆蓋
人工構造物	地面築堤
	防淤塞圍籬
	泥沙沉澱地塹
	泥沙沉澱池

(資料來源：本研究整理自 **Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1**)

2. 選擇性指標 (Credit 1): 基地選擇 (Site Selection)

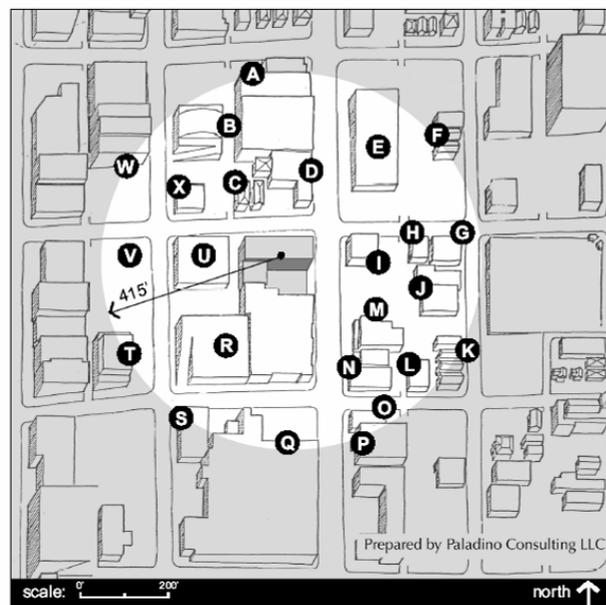
本指標主要希望建築師或業主在選擇基地時能避免各項環境敏感區的開發。其中，所規範的環境敏感區包含下列五項：

- (1) 基地屬於主要農地。
- (2) 基地高程僅高於百年洪水線不到 5 英尺的距離。
- (3) 基地內有瀕臨絕種或保育類的動植物。
- (4) 基地周圍 100 英尺內有天然溼地。
- (5) 基地原為公園綠地，必須確認土地經開發後其價值及效益優於開發前，否則不得開發。

3. 選擇性指標 (Credit 2): 開發密度 (Development Density)

本指標規定基地及其週遭的最小開發密度，亦即本指標鼓勵基地選擇在已開發的都市區域，避免選在鄉下地區。在計算上，首先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，約等於容積率 130%)。其次，除基地本身之外，周遭一定範圍內的建築物也必須達到該強度已上，始能獲得本指標獎勵。圖二為一示範案例說明。

圖二 最低開發密度圖示說明



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

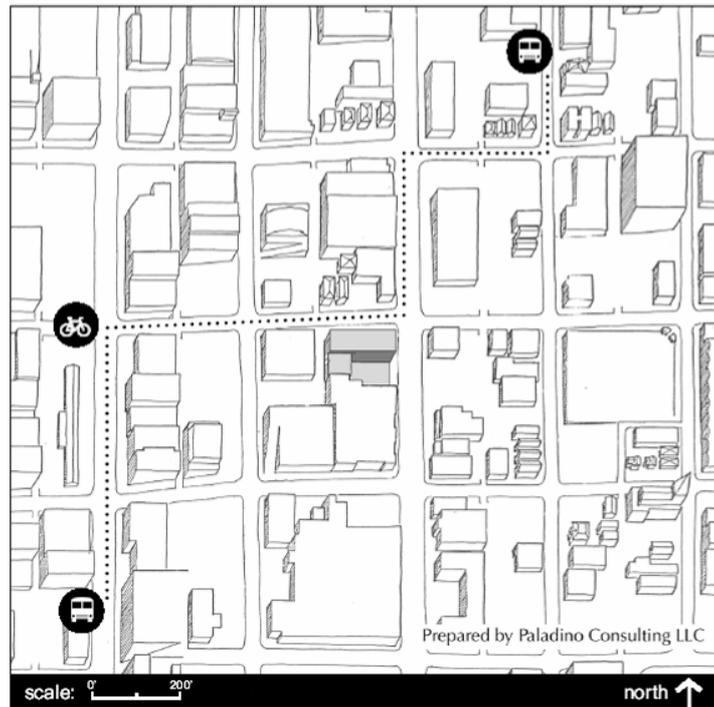
4. 選擇性指標 (Credit 3): 工業廢地再開發 (Brownfield Development)

本指標鼓勵將基地選擇在已經開發過的地區或是工業區的廢地再利用，一方面該地區因為已經開發，附近的公共設施已經完善，一方面這類的基地，由於之前可能有些有毒廢棄物或危險的物品堆置，業主必須利用地質改良或地面廢棄物的清理等技術，始可將原有不堪使用的土地重新恢復生機，但因其性質近似於都市更新，且可使原本無法使用的土地再次利用，因此也是受到綠建築評估指標的鼓勵。

5. 選擇性指標 (Credit 4.1~4.4): 交通運輸 (Alternative Transportation)

在交通運輸部分，總共包含四項指標，首先 4.1 是大眾運輸工具的可及性 (Public Transportation Access)。根據指標要求，基地最好附近 800 公尺 (0.5 mile) 內要有一火車站，或是 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。圖三為大眾運輸工具位置的圖示說明，圖四為鼓勵的大眾交通工具之一。

圖三 大眾運輸工具可及性圖示說明



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

其次在指標 4.2 是針對自行車停車位及專用車道的設置，該指標希望建築師在基地內設置自行車專用停車位，並在基地四周人行道旁設置自行車專用道，以鼓勵民眾使用這種無污染的交通工具。但是由於騎自行車通勤代步常會汗流浹背，因此該指標另要求建築物內要設置專門的更衣室或淋浴空間，供騎自行車通勤的民眾使用。圖五為基地設置自行車停車架的案例說明。

圖四 公車為鼓勵的大眾

圖五 自行車架設置案例

運輸工具之一



目前世界上許多大汽車廠都紛紛研發並推出各式各樣的替代燃料汽車，由於這類的替代燃料汽車並不使用汽油，將可減少汽油排放的廢氣造成的空氣污染。因此 LEED 在指標 4.3 中鼓勵在基地的停車位中設置替代燃料汽車專屬的停車位，或是在基地中設置燃料汽車的充電站或補給站，間接鼓勵民眾購買使用這類沒有空氣污染的交通工具。

最後，在指標 4.4 中則是規範最小的停車位。一般來說，業主都會希望停車位愈多愈好，如此每位前來的民眾都可以很容易地找到車位。但是大量的停車位間接也造成鼓勵民眾使用自小客車作為交通工具，對於交通的衝擊也好，或是空氣污染也好，都是一件雪上加霜的事。因此本指標要求停車位的設置，不得超過法定最小停車數量；其中，還必須設有一定數量的停車位給使用共乘制的車主，因為共乘制度可以減少車輛的使用，因此在美國相當推崇共乘制度。

6. 選擇性指標 (Credit 5.1~5.2)：降低對基地的干擾 (Reduced Site Disturbance)

首先，指標 5.1 希望能保護或復原基地內的開放空間，盡量不要有人為的整地或破壞，將人為的干擾降至最低。因此，本指標要求在建築物周圍 12m 以外，在基地內私設通路、人行道及公共管溝周圍 1.5m 以外，以及在各式人造滲透設施周圍 7.6m 以外，都不要進行任何的人為整地或施工，保留原始地貌及植栽。

其次，降低人為干擾的另一項作法便是限制建蔽率，因此在指標 5.2 中希望能盡量縮小建築物的建築面積，使基地的空地比例比最小法定空地比再多出 25%。

7. 選擇性指標 (Credit 6.1~6.2)：防洪計畫 (Stormwater Management)

為了確保基地在開發後，不會因此增加過多的都市逕流量，增加都市治洪的負擔，導致都市洪水的問題，因此指標 6.1 (Rate & Quality) 規定，如果基地開發前本身不透水率低於 50%，則開發後基地對於處理洪水的處理能力，不得低於開發前處理洪水的處理能力；如果基地本身不透水率大於 50%，則開發後基地的不透水率，必須較原先再小 25%。

在實際計算上，因為計算洪水概率過於複雜，因此為了簡化計算過程，LEED 是計算基地上各種表面的材質，查表得知各材質的逕流係數，累加後得知基地整個的不透水率，再和開發前進行比較。表五及表六分別為開發前及開發後的案例

比較說明。依照案例，開發後地表的不透水率較開發前降低 40%，可獲得指標 6.1 的鼓勵。

表五 設計案例之不透水率

Surface Type	Runoff Coefficient	Area [SF]	Impervious Area [SF]
Pavement, Asphalt	0.95	5,075	4,821
Pavement, Pervious	0.60	1,345	807
Roof, Garden Roof (4 - 8 in)	0.30	8,240	2,472
Vegetation, Average (1 -3% slope)	0.20	4,506	901
TOTAL AREA		14,660	
TOTAL IMPERVIOUS AREA			8,100
IMPERVIOUSNESS			55%

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

表六 原有基地之不透水率

Surface Type	Runoff Coefficient	Area [SF]	Impervious Area [SF]
Pavement, Concrete	0.95	19,166	18,208
TOTAL AREA		19,166	
TOTAL IMPERVIOUS AREA			18,208
IMPERVIOUSNESS			95%

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

除了盡量降低基地表面的不透水率，使雨水得以自然滲透至土壤中之外，指標 6.2 另鼓勵設置相關雨水淨化設施，對於大量的暴雨先行去除其中的懸浮固體達 80%，以及去除雨中的總磷達 40%，降低雨水中可能的污染源。各項設施對懸浮固體及總磷的去除率在美國環保署 EPA⁶ 中有詳細的規範，其值分別如表七所示。

⁶美國能源局：<http://www.epa.gov/>

表七 EPA 防洪設施淨化效率

Practice	Advantages	Disadvantages	Removal Efficiency [%]	
			TSS (req. 80%)	TP (req. 40%)
Infiltration Basins & Infiltration Trenches	Provides groundwater recharge, high removal efficiency, provides habitat	Requires permeable soils, high potential for failure, requires maintenance	50 to 100	50 to 100
Porous Pavement	Provides groundwater recharge, no space requirement, high removal efficiency	Requires permeable soils, not suitable for high-traffic areas, high potential for failure, requires maintenance	60 to 90	60 to 90
Vegetated Filter Strips	Low maintenance, good for low-velocity flows, provides habitat, economical	Not appropriate for high-velocity flows, requires periodic repair and reconstruction	40 to 90	30 to 80
Grassy Swales	Small land requirements, can replace curb and gutter infrastructure, economical	Low removal efficiency	20 to 40	20 to 40
Filtration Basins	Provides groundwater recharge, peak volume control	Requires pretreatment to avoid clogging	60 to 90	0 to 80
Constructed Wetlands	Good for large developments, peak volume control, high removal efficiency, aesthetic value	Not economical for small developments, requires maintenance, significant space requirements	50 to 90	0 to 80
Dry Ponds	Peak flow control, less space and cost vs. wet pond	Space, maintenance, limited soil groups	70 to 90	10 to 60
Wet Ponds	Peak flow control, prevents scour and resuspension	Space, cost, maintenance, limited soil groups	50 to 90	20 to 90

Source: EPA840B92002 Tables 4-5 and 4-7

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

8. 選擇性指標 (Credit 7.1~7.2)：降低都市熱島效應 (Heat Island Effect)

LEED 對降低都市熱島效應的手法上，分別針對屋頂及非屋頂的部份進行規定。指標 7.1 乃針對非屋頂的部份進行規定，總共有五種設計手法可以得到該指標的鼓勵。第一是獎勵種樹和植栽的設計，因為植栽可提供遮蔭，能降低基地溫度。第二是鼓勵鋪面盡量採用高反射率（至少 0.7）的建材，避免鋪面吸熱導致輻射溫度上升。第三是大量設置透水鋪面，面積至少達到空地的 30%。第四則是至少停車容量的 50% 設計成立體停車，這主要是因為美國大部分是採取地面停車的方式，而且停車場都使用柏油瀝青作為鋪面，又缺少植栽，造成溫度上升，因此採用立體停車，可以減低地面停車的空間，間接也減少不透水的鋪面。不然的話，也可以在地面停車場的鋪面，使用至少一半的透水鋪面，同樣可以得到本指標的鼓勵。

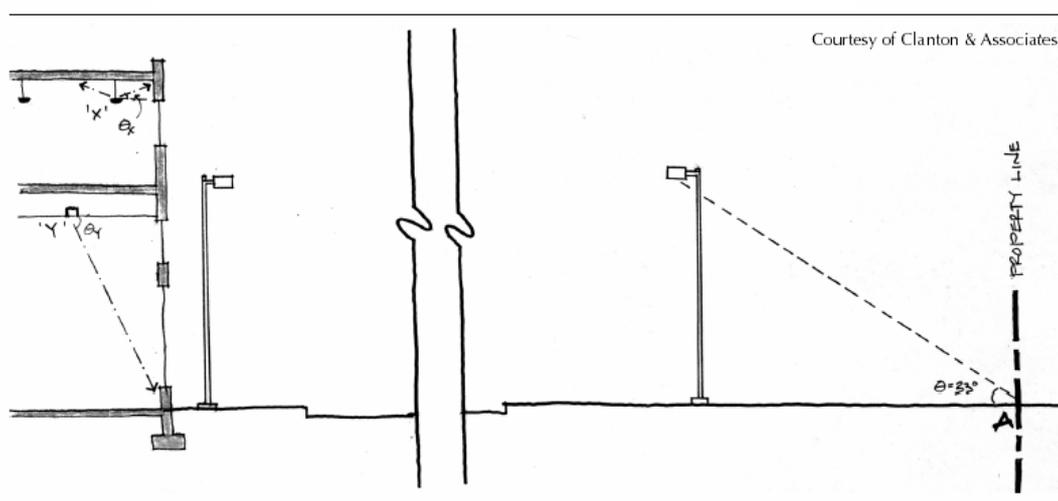
除了非屋頂的鋪面之外，指標 7.2 另對屋頂部份進行規範。屋頂部份通過指標的手法有三，一為屋頂面積的 75% 採用高反射率 (0.9) 的材料，一為屋頂面積的 50% 設計為植草屋頂，或是二者合用，其總面積達到屋頂總面積的 75% 即可。

9. 選擇性指標 (Credit 8): 降低光害 (Light Pollution Reduction)

為了能夠保有夜晚天空的黑暗，一方面不打擾鄰居休息，一方面也提供夜行性動物良好的環境，LEED 在降低光害的規定上主要是針對室外照明進行規範，共分為照度及可照範圍兩部份。首先室外各照明器具的照度不得高出美國照明學會 IESNA 的照度規範；其次所有的室內照明不得照到室外，所有的室外照明則不得照到基地以外的地方。

在照度的規定上，可於燈具設計時事先進行照明模擬得知，至於在照明器具的可照範圍部分，一方面要慎選各燈具的配光曲線，一方面各室外照明四周均要加燈罩遮蔽，以確保其光所照面積僅能朝下，不會影響到基地周圍的其他生物作息。圖六為各照明燈具可照範圍之圖示說明。

圖六 室內及室外照明燈具可照範圍圖



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

2-2.2 水資源利用效率⁷ (Water Efficiency)

水資源利用效率指標群中共有 5 個選擇性指標，沒有任何必要性指標，茲將各項指標規範分述如下。

1. 選擇性指標 (Credit 1.1~1.2): 節水為重的景觀設計 (Water Efficient Landscaping)

首先，指標 1.1 要求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用的自來水達 50%。但是究竟要如何定義省水 50% 的比較基準呢？LEED 認為，每多種一棵樹、多種一株灌木，就多耗一分水，但是由於計算澆灌水量過於複雜，因此 LEED 利用四項因子的考量，以係數權重的方式加以調整，再進行比較。這四項因子一為植栽種類因子 (Species Factor)，本土植栽及耐旱樹種因為比較不會耗費大量的澆灌水量，是較為優良的植栽，而外來樹種和熱帶植栽，則較為不佳。第二為種植密度因子 (Density Factor)，整體而言，愈多層次、愈高密度的種植方式，土壤的水分蒸發量愈大，是愈不利的；相反地，稀疏且簡單的種植方式，反而受到鼓勵。第三是微氣候因子 (Microclimate Factor)，如果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；但是倘若綠地位於中庭，因為沒什麼風，蒸發量較小，所以對於節省澆灌水上是比較有利的。最後則是澆灌設施的種類，LEED 獎勵使用高效率的澆灌系統 (Drip)，如：微滴灌或自動偵濕系統，較不鼓勵使用低效率的撒水噴頭 (Sprinkler)。經過詳細計算各植栽的耗水量進行累加後，可再利用雨中水替代澆灌用水，之後和一般普通景觀設計上的澆灌耗水量進行比較，以確定是否降低澆灌水量達 50%。表八及表九為景觀植栽澆灌耗水量的計算範例。

⁷ Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.79

表八 植栽澆灌水量計算示範（設計值）

Landscape Type	Area [SF]	Species Factor (k_s)	Density Factor (k_d)	Microclimate Factor (k_{mc})	K_L	ET_L	IE	TPWA [gal]
Shrubs	1,200	Low 0.2	Avg 1.0	High 1.3	0.3	2.11	Drip	2,815
Mixed	3,900	Low 0.2	Avg 1.1	High 1.4	0.3	2.50	Drip	10,837
Turfgrass	900	Avg 0.7	Avg 1.0	High 1.2	0.8	6.82	Sprinkler	9,822
Subtotal [gal]								23,474
July Graywater Harvest [gal]								(4,200)
Net GPWA [gal]								19,274

（資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1）

表九 植栽澆灌水量計算示範（一般比較值）

Landscape Type	Area [SF]	Species Factor (k_s)	Density Factor (k_d)	Microclimate Factor (k_{mc})	K_L	ET_L	IE	TPWA [gal]
Shrubs	1,200	Avg 0.5	Avg 1.0	High 1.3	0.7	5.28	Sprinkler	10,134
Turfgrass	4,800	Avg 0.7	Avg 1.0	High 1.2	0.8	6.82	Sprinkler	52,384
Net GPWA [gal]								62,518

（資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1）

在達到 50% 的澆灌用水節約之後，指標 1.2 進一步鼓勵設置雨中水回收系統來替代基地上所有的澆灌用水，或是根本不要設置永久性的澆灌設施，以達到 100% 省水的目的。

2. 選擇性指標（Credit 2）：污廢水處理技術（Innovative Wastewater Technologies）

傳統的衛生器具往往要耗掉大量的水來沖掉少少的排泄物，其實是很浪費水的，也相當地不經濟。因此 LEED 鼓勵降低沖廁的用水量達 50%，或者於基地內設置污水處理設施，自行處理基地內的污水達到三級處理的標準。除了污水處理設施屬於環工方面的技術，建築師較不易切入，要降低沖廁用水的方法，最簡單就是採用省水型的衛生器具，包含一段式、二段式的沖水馬桶，以及無水式的小

便斗等等，都是降低沖廁水量的方法。

3. 選擇性指標 (Credit 3.1~3.2): 降低大樓整體用水量 (Water Use Reduction)

前兩項分別針對大樓外部景觀以及大樓內部污廢水部份進行評估，指標 3.1 和 3.2 則進一步針對大樓內部整體節省的水量進行加權的鼓勵，如果省 20% 可得一分，如果省 30% 的用水則可得兩分的鼓勵。但是由於澆灌水的鼓勵之前已經加分過，因此此處的用水量並不包含戶外的澆灌水。計算上除了各項省水的衛生器具可列入計算之外，所有的省水型水栓均可列入計算，其中如果有利用雨中水替代沖廁用水，則該部分亦可計算在內。經計算後和未使用省水器材及回收水的基準值進行比較，以確定節省用水的比例。表十為美國一般衛生器具和省水型衛生器具用水量的比較，表十一則為一般水栓和省水型水栓用水量的比較。

表十 一般衛生器具與省水型

衛生器具用水量比較

Flush Fixture Type	Water Use [GPF]
Conventional Water Closet	1.6
Low-Flow Water Closet	1.1
Ultra Low-Flow Water Closet	0.8
Composting Toilet	0.0
Conventional Urinal	1.0
Waterless Urinal	0.0

表十一 一般水栓與省水型水

栓用水量比較

Flow Fixture Type	Water Use [GPM]
Conventional Lavatory	2.5
Low-Flow Lavatory	1.8
Kitchen Sink	2.5
Low-Flow Kitchen Sink	1.8
Shower	2.5
Low-Flow Shower	1.8
Janitor Sink	2.5
Hand Wash Fountain	0.5

(資料來源: Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

2-2.3 能源與大氣環境⁸ (Energy & Atmosphere)

能源與大氣環境指標群中共有 17 個選擇性指標，另有 3 個必要性指標。在能源評估指標的說明部份，因為部分選擇性指標與必要性指標內容有所連貫，因此主要以內容相關者一起進行說明，在指標的先後次序上，或有稍微調整。茲將各項指標規範分述如下。

1. 必要性指標 (Prerequisite 1): 建築物監督管理單位基本工作 (Fundamental Building Systems Commissioning)

由於 LEED 必須在建築物完工後才進行認證工作，且完全是以書面審查的方式進行認證，不到實際的基地勘查，因此為確保建築師或施工單位有確實將業主對綠建築的理念加以實行，特別設立一類似台灣監造機制的監督委員會，其組成分子主要有業主本身、日後的使用者、操作者和保養維護者、營造廠和建築師的設計團隊等等；除此之外，也可由第三設計顧問公司擔任該項職務。其工作性質部分類似建築師的監造工作，但是其涵蓋的範圍，又接近專案管理的工作，但不盡相同，主要內容有以下幾點：

- (1) 重新檢視設計內容以及最基礎的設計文件資料。
- (2) 將委員會的要求具體寫入施工相關契約中。
- (3) 建立委員會的執行計畫。
- (4) 核對各項設施安裝、功能測試、操作、訓練及維護管理的相關文件。
- (5) 完成委員會執行報告書。

2. 選擇性指標 (Credit 3): 監督委員會其他工作 (Additional Commissioning)

除了必要性指標中委員會需完成的工作外，在選擇性指標中另有幾項額外的工作賦予監督委員會，其工作大致可分為以下五點：

- (1) 在進入施工階段之前，監督委員會必須掌控整個建築設計檢視的職權。
- (2) 委員會在簽訂工程合約之前，必須確實掌握且檢視所有相關施工建造的文件。

⁸ Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.109

- (3) 委員會在施工期間必須檢視核對營造商所遞交的各式文件資料。
- (4) 委員會必須提供業主房屋使用手冊，內含建築物各項系統說明。
- (5) 委員會必須訂定合約提供業主及未來操作使用者操作及維護管理的計畫。

3. 必要性指標 (Prerequisite 2): 建築物耗能最低規範標準 (Minimum Energy Performance)

本指標規定，所有申請的建築物總耗能量，至少必須符合 ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999⁹ 或是當地相較起來較嚴格的能源法令。而在實際耗能計算部份，因為 LEED 本身並未開發任何簡算法，雖然 LEED 並未限制用何種方式計算，但是所有的計算方式均為精算法，亦即一般建築從業人員如果沒有受過相關訓練，無法輕鬆切入，必須聘請相關的機電技師加以計算能源負荷。目前美國在實務操作上，DOE-2、E-quest、Power-DOE 等均是坊間普遍的能源計算軟體。

整個美國冷凍空調學會 ASHRAE 在計算耗能時所考慮的因子包含建築外殼，暖氣、通風和空調設備，給熱水設備，區域電力供給，馬達機械和照明幾大項。不過整體來說，其所涵蓋考慮的因子和台灣能源計算相去不多，但是由於美國冬天氣候寒冷，因此多了給熱水設備的考量；其次，美國對於各個構造部位的隔熱性能，由於建築物內部空間的保溫考量，因此也相當地重視。

4. 選擇性指標 (Credit 1): 建築物最適耗能 (Optimize Energy Performance)

除了達到 ASHRAE 所規定的最低規範耗能標準之外，設計者如果運用各種節能設計手法，而能有效降低建築物能源的使用，則根據建築物設計耗能量較基準耗能量低多少的比例，加權給予加分獎勵。本指標最高可得 10 分，其給分的標準是和相同規模建築物基準值相比，新建建築物的設計耗能量若能低於法定值 12.5% 以上，則可獲得一分，若低於法定值達 57.51% 以上，則可獲得最高分 10 分；既有建築物因為其改進的方法有限，因此基準值訂定較低。表十二為新建建築物給分標準，表十三為既有建築物給分標準。

⁹ASHRAE Standard 90.1

其中值得注意的是，目前台灣一般在計算耗能比例時，所算的僅是降低多少電能的消耗，這乃是因應台灣目前能源消耗結構所致。但是實際上，能源消耗上有天然氣、石油等其他類型能源，為了要得到一總體的耗能量，美國 LEED 將各項能源換算成金錢花費，再予以累加。因此上述的比例為各項節能設計對於總體能源花費降低的比例。

表十二 新建建築物能源得分標準

(根據 ASHRAE 90.1 1999)

New Construction	
% Savings	Points
12.50 - 17.50%	1
17.51 - 22.50%	2
22.51 - 27.50%	3
27.51 - 32.50%	4
32.51 - 37.50%	5
37.51 - 42.50%	6
42.51 - 47.50%	7
47.51 - 52.50%	8
52.51 - 57.50%	9
> 57.51%	10

表十三 既有建築物能源得分標準

(根據 ASHRAE 90.1 1999)

Existing Buildings	
% Savings	Points
2.50 - 7.50%	1
7.51 - 12.50%	2
12.51 - 17.50%	3
17.51 - 22.50%	4
22.51 - 27.50%	5
27.51 - 32.50%	6
32.51 - 37.50%	7
37.51 - 42.50%	8
42.51 - 47.50%	9
> 47.51%	10

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

為了要能降低建築物能源的消耗，LEED 建議三種可能的手法。一為直接降低建築物本身的能源需求，比如將燈具數量減少或是在外殼設計、方位配置時多加注意等等。一為尋找新的替代能源，這一部分主要指無污染的再生能源，將會在下一個指標中詳作說明。第三個則為增加設備機器的效率。

5. 選擇性指標 (Credit 2.1~2.3): 再生能源 (Renewable Energy)

此處所指的再生能源，包含風力發電、太陽能晶片發電、生物沼氣能和低衝擊的水力發電等無污染的能源。在再生能源部分總共有三項指標，依照建築物使用再生能源替代本身耗能的比率，分為 5%、10% 和 20% 分別給予加權鼓勵，也就是說若建築物使用再生能源可以替代 20% 的建築物耗能，則可獲得最高三分

的獎勵。此外，要特別注意的是，因為當初在計算能源消耗時所換算的是能源的花費，因此此處所指再生能源代替的比例，也是指再生能源所替代的能源花費比例。

6. 必要性指標 (Prerequisite 3): 降低氟氯碳化物的使用 (CFC Reduction in HVAC&R Equipment)

本指標主要目的在於降低氟氯碳化物對於臭氧層的破壞，以及對地球的衝擊。因此在新建建築物中的空調設備，禁止使用氟氯碳化物作為冷媒。倘若是既有建築物的增改建，因原有空調設備可能含有目前已禁用的氟氯碳化物，則必須擬定計畫逐步淘汰掉原有氟氯碳化物的冷媒。

7. 選擇性指標 (Credit 4): 臭氧層保護 (Ozone Protection)

本指標和必要性指標第三個一樣，目的在於保護地球的臭氧層，因此規定建築物內的空調設備和冷藏設備不得使用氟氯碳化物作為冷媒；此外，在消防滅火器部份，也不准使用海龍滅火器。除了一般禁用的 CFC 之外，近來 HCFC 也被列入禁用範圍。

8. 選擇性指標 (Credit 5): 能源監控設施 (Measurement & Verification)

為了能確定建築物各項節能設備運作正常，並且了解實際運轉狀況，本指標要求設計者必須在下列幾處末端使用設置能源監控點，以便了解實際情形：

- (1) 照明系統及照明控制
- (2) 普通及變頻馬達負載量
- (3) 變頻傳動裝置運轉情形
- (4) 負載改變下，冷凍機的效率
- (5) 空調負荷
- (6) 加熱空氣及水的廢氣預熱器
- (7) 氣流靜壓力及通風外氣體積
- (8) 鍋爐效率
- (9) 建築相關的能源系統及設備
- (10) 室內揚水系統及室外澆灌系統

設置能源監控點，依照不同的需求，可分為四個不同的等級，各個不同等級的說明如表十四所示。根據 LEED 的要求，要通過本指標，則建築物所設置的能源監控點，必須要在 B 等級以上，才能通過本指標。

表十四 新建或增改建建築物能源設施監控點設置等級

M&V Option	LEED Compliant	Option Description	Savings Calculations	Cost
A	No	Focuses on physical assessment of equipment changes to ensure the installation is to specification. Key performance factors such as lighting wattage and chiller efficiency are determined by spot or short-term measurements and operational factors.	Engineering calculations using spot or short-term measurements, computer simulations, and/or historical data.	Typically 1-5% of project construction cost, dependent on number of measurement points.
B	Yes	Savings are determined after project completion by short-term or continuous measurements taken throughout the term of the contract at the device or system level. Both performance and operations factors are monitored.	Engineering calculations using metered data.	Typically 3-10% of project construction cost, dependent on number and type of systems measured and the term of analysis/metering.
C	Yes	After project completion, savings are determined at the "whole- building" or facility level using current year and historical utility meter (gas or electricity) or sub-meter data.	Analysis of utility meter (or submeter) data using techniques from simple comparison to multivariate (hourly or monthly) regression analysis.	Typically 1-10% of project construction cost, dependent on number and complexity of parameters in analysis.
D	Yes	Savings are determined through simulation of facility components and/or the whole facility.	Calibrated energy simulation and modeling; calibrated with hourly or monthly utility billing data and/or end-use metering.	Typically 3-10% of project construction cost, dependent on number and complexity of systems evaluated.

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

9. 選擇性指標 (Credit 6): 綠色能源發電 (Green Power)

綠色能源發電對台灣來說是較為陌生的一個部份，因為目前台灣尚未有這樣的機制。舉例來說，業主為了鼓勵電力公司研發生產風力發電這種無污染的電，

因此和電力公司簽訂合約，指定要用風力發電所產生的電來供給這棟建築物。但是，事實上，電力公司的電纜早已配好，不可能大老遠為了業主再牽一條電纜從風力發電廠到建築物，所以建築物所用的電還是一般市電所供給的電，但是它所繳交的電費，則是以風力發電的成本繳交電費。也就是說，業主以較高的價錢買電，等於捐錢鼓勵電力公司生產這類無污染的電。

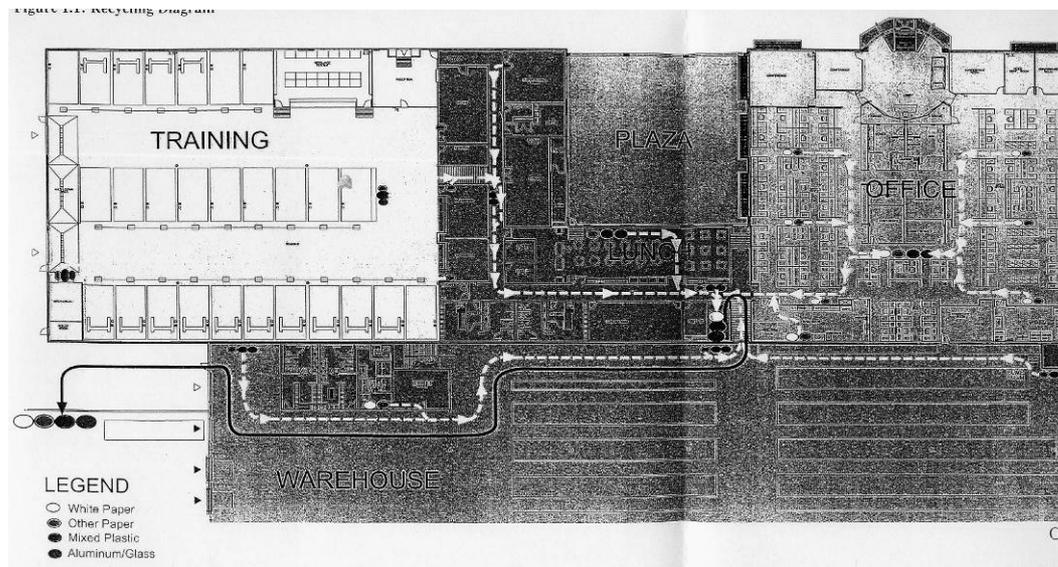
2-2.4 建材及資源利用¹⁰ (Materials & Resources)

建材及資源利用指標群中共有 13 個選擇性指標，另有 1 個必要性指標，茲將各項指標規範分述如下。

1. 必要性指標 (Prerequisite 1): 垃圾分類集中回收 (Storage & Collection of Recyclables)

為了減少建築物使用者所製造的廢棄垃圾，LEED 鼓勵進行資源回收，但是必須設置固定的回收集中場和暫時儲藏的空間，且必須有明確的標誌和清楚的運出路徑，圖七為美國某一案例的垃圾集中分類運出動線圖，圖中白色箭頭部份即為運出動線。

圖七 美國某案例資源垃圾集中運出路線



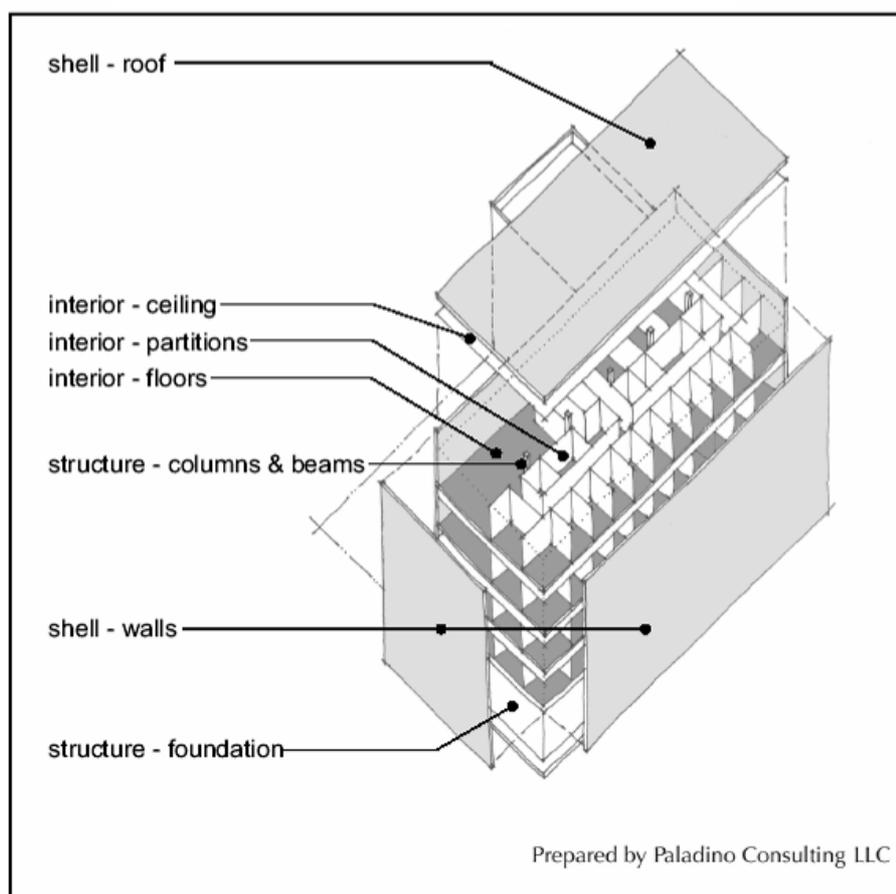
(資料來源：Documentation for Honda Training Center)

¹⁰Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.185

2. 選擇性指標 (Credit 1.1~1.3): 舊建築再利用 (Building Reuse)

本指標主要目的在於延長建築物的生命週期，降低拆除廢棄物的製造量，以及新建工程建材的浪費，因此鼓勵舊建築再利用。建築物各部位的名稱及定義如圖八所示；根據圖示，倘若能保有建築物 75% 的既有結構和外殼部分，則可得到一分的鼓勵。倘若能保有 100% 的既有結構和外殼部份，則有兩分的獎勵。如果除了剛剛上述的外殼及結構體均能 100% 保留之外，再保留室內非結構材如隔間、天花、地板和門窗等等，則可獲得最高三分的鼓勵。在實際計算上，結構部份（柱、梁、樓板、基礎、地下室等）是計算保留的體積，外殼部分（外牆和屋頂）則是計算保留的面積，兩者比例的平均則為整棟建築物再利用的比例。

圖八 建築物各部位名稱及再利用



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

3. 選擇性指標 (Credit 2.1~2.2)：營建廢棄物管理 (Construction Waste Management)

為了減少建築物在施工中或是拆除中所產生的營建廢棄物，降低垃圾掩埋場的負荷量，LEED 鼓勵建築師能夠提出營建廢棄物的轉用或回收再利用計畫，明確說明基地內各項營建廢棄物的轉用計畫及比例。如果其中有 50% 的廢棄物被加以轉用，則可獲得一分的獎勵；如果有 75% 的廢棄物被加以轉用，則可獲得兩分的獎勵。在計算上是以廢棄建材的實際重量或體積來計算所轉用的百分比。但是必須注意的是，目前台灣多將廢棄土方計算在營建廢棄物內，但是 LEED 是不計算廢棄土方的，此乃因為美國開挖地下室的成本相當高，大量開挖地下室的情形並不多見，再加上地廣人稀，即便有大量停車位需求，仍舊採用地面停車。表十五為美國常見的可回收營建廢棄物，從表中即可發現土方並未列為可回收的營建廢棄物。此外，如果廢棄物本身含有危險性或屬於有毒廢棄物，則也不能計算在內。除此之外，在台灣因為金屬建材的高回收率，因此在計算廢棄物時，往往不計算金屬的部份，而認定它一定會被加以轉用；但是在美國，金屬建材的轉用百分比也是要計算在內的，這樣的情形在資源利用及回收建材部份都是一樣的。

表十五 美國常見的可回收營建廢棄物

Materials	
Land clearing debris	Asphalt shingles
Clean dimensional wood	Paint
Plywood, OSB, & particle board	Window glass
Concrete	Carpet & carpet pad
Asphaltic concrete	Plastic film
Concrete masonry units (CMUs)	Polystyrene
Bricks	High density polyethylene (HDPE)
Gypsum wallboard	Cardboard, paper, & packaging
Rigid foam insulation	

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

4. 選擇性指標 (Credit 3.1~3.2): 資源再利用 (Resource Reuse)

此處所指的資源再利用，是指基地上原有的資源，在拆除舊有建物重新開發後，再度加以使用。比如原有的小梁，將之拆卸下來加以修護後，於新建建築物中重新使用；或是使用舊有的櫥櫃、家具等等，都是屬於資源再利用的部份。如果資源再利用的比例達到 5%，則可獲得一分的獎勵；如果資源再利用的比例達到 10%，則可獲得兩分的獎勵。但是在實際計算百分比上，不同於上面以體積或重量的方式計算，此處是以這些再利用的資源的花費，佔所有建材的花費比例進行計算。其中比較特別的是，如果建築物的機電設備或管線有舊資源再利用的話，亦可一併列入計算。表十六為一計算資源再利用的示範案例。

表十六 再利用資源的百分比計算範例

Provide total construction cost for 45% default total materials value; OR Provide total materials cost (exclude labor, equipment)		
	\$	2,879,744
Product Name	Company Name	Product Cost
Brick (salvaged)	Salvage Company	\$ 33,700
Reclaimed Wood	Salvage Company	\$ 130,000
	Sub-total salvaged or reused	\$ 163,700
	Salvaged and reused materials as a percentage of total materials cost	5.68%

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

5. 選擇性指標 (Credit 4.1~4.2): 回收建材 (Recycled Content)

相較於資源再利用指的是原有基地上的建材或傢俱，回收建材這裡所指的是從基地以外運來的回收建材，基地本身的回收建材則歸於資源再利用或是營建廢棄物轉用的部份。同樣地，依照使用不同比例的回收建材，會有不同的獎勵得分，如果使用回收建材達全部建材的 5%，則給予一分的獎勵；如果使用回收建材達全部建材的 10%，則給予兩分的鼓勵。在建材使用比例的計算上，一樣是以建材的價格作為計算的方式，而且必須要注意的是，一般建材報價常會以連工帶料的方式進行報價，在此處計算建材使用比例所用的價錢，是扣除掉工錢，純粹以建材的料錢進行百分比的計算。在機電設備部份，不同於資源再利用的計算，此處機電設備是不列入回收建材的計算範圍的，但是管線材料則可以列入回收建材的比例加以計算。表十七為一計算再生建材使用率的示範案例。

表十七 再生建材使用率計算示範案例

Provide total construction cost for 45% default total materials cost; OR Provide total materials cost (exclude labor, equipment) \$ 2,879,744					
Product name	Company	Product Cost	% Post-Consumer	% Post-Industrial	Recycled content information source
Concrete	Concrete Company	\$ 22,500	100.00%	0.00%	contractor submittal
Compost	Compost Company	\$ 25,000	100.00%	0.00%	common knowledge
Rebar	Rebar Manufacturing Co.	\$ 86,000	65.00%	0.00%	letter from factory
Brick (new)	Masonry Manufacturing Co.	\$ 28,500	0.00%	15.00%	letter from factory
Misc. Metals	various	\$ 179,000	60.00%	0.00%	manufacturer's inform.
Wheatboard Panels	Wheatboard Co.	\$ 93,090	0.00%	25.00%	cut sheet
Metal Siding	Siding Co.	\$ 38,000	25.00%	0.00%	product brochure
Metal Roofing	Roofing Co.	\$ 35,000	85.00%	0.00%	product brochure
Ceramic Tile	Tile Co.	\$ 11,396	95.00%	0.00%	product brochure
Acoustical Tile	Ceiling System Co.	\$ 11,000	90.00%	0.00%	cut sheet
Carpet	Carpet Co.	\$ 50,000	40.00%	0.00%	product brochure
Carpet Pad	Carpet Co.	\$ 3,000	0.00%	100.00%	cut sheet
Toilet Partitions	Partition Co.	\$ 4,000	100.00%	0.00%	product brochure
Product Cost Subtotal		\$ 586,486			
Total value of post-consumer content					\$ 294,776
Total value of post-consumer content as a percentage of a total value of all materials					10.24%
Total value of post-industrial content					\$ 30,548
Total value of post-industrial content as a percentage of total value of all materials					1.06%
Combined value of post-consumer and half of post-industrial content					\$ 310,050
Combined value of post-consumer content plus half of post-industrial content as a percentage of total value of all materials					10.77%

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

此外，台灣目前在計算再生建材時，因為金屬類建材的回收率相當高，所以僅計算非金屬類的回收建材使用率；但是美國 LEED 是所有回收的建材均要加以計算比例，金屬類在美國雖然也是屬於高回收率的建材，但是並未剔除不算。而在混凝土類的回收建材中，LEED 將飛灰視為回收建材的一種，在台灣雖然水泥添加飛灰的情形很普遍，但是目前台灣的評估制度並沒有將之計算在再生建材之中，因此在日後的相互評估上要特別注意。

6. 選擇性指標 (Credit 5.1~5.2): 當地建材 (Regional Materials)

為了能夠刺激地方性的商機和經濟，並減少運輸過程中排放二氧化碳所造成的環境衝擊，本指標鼓勵盡量採用基地周圍的地方性建材。此處所指的當地建材，其範圍是以基地為中心，方圓 500 英哩以內的區域均視為當地。在評估上，如果採用當地製造的建材達總建材的 20% 以上，則給予一分的獎勵；如果在採用的當地建材中，有 50% 以上的原料是在當地出產的，則給予兩分的鼓勵。在百分比的計算上，一樣是以建材的價格佔總建材價格的比例加以計算之，表十八為一計算當地建材採用率的示範計算案例。

表十八 當地建材採用率計算示範案例

Provide total construction cost for 45% default total materials cost; OR Provide total materials cost (exclude labor, equipment)		\$ 6,582,471		\$ 2,962,112	
Product name	Company	Product Cost	Distance between project & manufacturer (In miles)	Distance between project & extraction site (in miles)	Regional content information source
Reclaimed Concrete	Concrete Company	\$ 22,500	9	31	Letter from manufacturer
Planting	Nursery Company	\$ 35,066	42	42	Cut sheet
Compost	Compost Co.	\$ 25,000	20	40	Cut sheet
Rebar	Supply Co.	\$ 86,000	317	644	Letter from manufacturer
Brick (salvaged)	Salvage Co.	\$ 33,700	39	58	Cut sheet
Brick (new)	Masonry Co.	\$ 28,500	216	229	Letter from manufacturer
Misc. Metals	various	\$ 58,700	439	?	Letters from manufacturers
Reclaimed Wood	Salvage Co.	\$ 130,000	54	172	Cut sheet and letter
Millwork	Millwork Co.	\$ 85,590	31	?	Cut sheets
Struct. Insulated Panels	SIP Co.	\$ 80,500	500	497	Letter from manufacturer
Wallboard (gypsum)	Wallboard Co.	\$ 60,000	294	566	Product literature
Wallboard (paper facing)	Wallboard Co.	\$ 540	294	269	Letter from manufacturer
Toilet Partitions	Partition Co.	\$ 4,000	311	427	Letter from manufacturer
Product Cost Subtotal		\$ 650,096			
Total value of regionally manufactured products					\$ 650,096
Value of regionally manufactured products as a percentage of the value of all materials					21.95%
Total value of regionally extracted products					\$ 359,806
Value of regionally extracted materials as a percentage of regionally manufactured products					55.35%

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

7. 選擇性指標 (Credit 6)：無天然匱乏之虞的自然建材 (Rapidly Renewable Materials)

此處所指的無天然匱乏之虞建材是指在十年內即可進行長大成材的建材，例如使用竹製地板，因為從新竹到成竹之間所花的時間不到十年，因此竹類便算是這類型的建材。其它屬於這類型的建材尚有各類天然隔熱棉、亞麻油地氈、向日葵種子所壓製的隔板、稻草麥桿編織的傢俱和羊毛地毯等等。本指標規定只要採用這類型的建材達到總建材和家具裝潢的 5%，即給予獎勵。在百分比的計算上，一樣是以材料的價格作為計算比例的方式。

8. 選擇性指標 (Credit 7): 永續經營的木材¹¹ (Certified Wood)

所謂永續經營的木材，是指有經過森林經營的林管木，每砍一棵樹，經營者就會再種一棵樹，以達到森林生生不息、永續發展的目的。目前世界上有經過認證的林管木多半集中在高緯度的寒帶國家，熱帶國家的樹木則普遍缺乏永續經營的機制和概念。本指標規定，在建築所有的木作建材或傢俱製品中，採用至少 50% 經過認證的林管木，則可通過本項指標。百分比的計算認定上，和其他類建材相同，均是計算建材價格的百分比，表十九為一計算認證木材採用率的示範案例。

表十九 認證木材採用率計算示範案例

Provide total construction cost		\$	19,881,455	
for 45% default total materials cost; OR		\$	8,946,655	
Provide total materials cost (exclude labor, equipment)				
Total cost of all wood-based products		\$	709,026	
Cost of Wood-based products as percentage of all materials			7.93%	
Wood product	Vendor	Product Cost	Certified Wood %	Forest Stewardship Council chain-of-custody certificate number
Rough carpentry	Supply Company	\$ 85,629	46%	SW-COC-013
Millwork, casework	Supply Company	\$ 160,423	77%	SCS-COC-00067
Miscellaneous	various	\$ 31,557	0%	n/a
Roof Structure	Supply Company	\$ 175,309	89%	SCS-COC-00094
Doors, frames	Supply Company	\$ 141,100	70%	SW-COC-675
Finish carpentry – elevator interior	Supply Company	\$ 5,469	55%	SCS-COC-00067
Furniture	Office Furniture Company	\$ 73,775	71%	SCS-COC-00122
Workstations	Office Furniture Company	\$ 35,764	61%	SCS-COC-00122
Product Cost Subtotal		\$	709,026	
Total value of FSC-certified wood products			\$	494,914
Value of FSC-certified wood products as a percentage of the value of all wood-based building materials				69.80%

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

2-2.5 室內環境品質¹² (Indoor Environmental Quality)

室內環境品質指標群中共有 15 個選擇性指標，另有 2 個必要性指標，茲將各項指標規範分述如下。

¹¹ Forest Stewardship Council : www.fscus.org

¹² Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.239

1. 必要性指標 (Prerequisite 1): 最低室內空氣品質基準 (Minimum IAQ Performance)

本指標要求建築物內部的空氣品質至少要符合 ASHRAE 62-1999, Ventilation for Indoor Air Quality¹³ 的要求。而 ASHRAE 此處主要規範最低限度的通風率及室內空氣品質, 避免將新鮮外氣口設於別人的廢氣排放口附近或是在冷卻水塔的附近等等。

2. 必要性指標 (Prerequisite 2): 空間二手菸控制 (Environmental Tobacco Smoke 【ETS】 Control)

本指標要求建築物室內全面禁菸, 不設任何室內的吸菸室。但是倘若有必要設室內吸煙室的話, 則必須獨立空調, 將廢氣直接排放至大樓外, 避免混入大樓本身的空調循環中。吸煙室與其他空間之間的隔間必須為樓板到樓板的全密閉式間隔, 且吸菸室必須保持在負壓狀態, 以免髒空氣流出。

3. 選擇性指標 (Credit 1): 二氧化碳濃度控制 (Carbon Dioxide 【CO₂】 Monitoring)

為了確保居室內人員的舒適與健康, 本指標鼓勵設置二氧化碳濃度控制的監控系統, 以維持室內最小的新鮮外氣量。

4. 選擇性指標 (Credit 2): 通風效率 (Ventilation Effectiveness)

通風效率分為機械通風及自然通風兩種情形評估。如果是機械通風的建築物, 則該建築物內所有居室空間的換氣效率 (E_{ac}) 必須大於等於 0.9; 或者該建築通風的設計符合 ASHRAE 2001 Fundamentals Handbook Chapter32¹⁴ 的規範。

如果建築物是屬於自然通風的話, 則必須利用電腦模擬氣流場, 確保 90% 的空間均可自然通風, 且在 95% 的上班時間中, 均可有效自然通風。

¹³ Donald Moffatt, Handbook of Indoor Air Quality Management, 1997

¹⁴ American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers: www.ashrae.org

5. 選擇性指標(Credit 3.1~3.2): 施工期間室內空氣品質計畫(Construction IAQ Management Plan)

施工期間的室內空氣品質計畫分為施工中以及完工至使用前兩個階段評估。首先，指標 3.1 評估施工中的室內空氣品質，包含對易吸濕建材的防潮措施；另外如果施工中必須使用空調或空氣處理的設備，則必須使用符合規定的濾網格柵，且必須在人員使用前完全更換成新的濾網。如果施工中已安裝空調設備，但並未使用，則必須密封塞住各空調管相接處，以確保施工中的揚塵不會沉積於空調管壁內。

完工後到使用者進駐前，為了避免施工中的揮發物質或揚塵積於室內，因此必須至少有兩個星期的通風時間，將空調系統打開，以 100% 新鮮外氣的方式進行通風換氣；且所有的空调用濾網都必須加以換新。

6. 選擇性指標 (Credit 4.1~4.4)：低逸散性、揮發性建材 (Low-Emitting Materials)

本指標分別針對填縫劑、油漆、地毯和膠合木材，獎勵使用低 VOC 的建材，只要上述的建材其揮發量均低於本指標的規範值，則可通過本指標，最高可得到四分的鼓勵。下表二十為某案例採用的低 VOC 建材項目節錄。

表二十 採用低 VOC 建材項目示範案例

Product	VOC	Notes
Dodge Regupol Ever-Grip Adhesive	124 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Armstrong Dissipative Tile Adhesive	65 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Stratica Adhesive	VOC Free	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
PermaGrain Timeless Series 3 Adhesive	VOC Free	This Adhesive is VOC Compliant Less than 150 877-771-6470 Tech Support
3M Instant Adhesive	VOC Free	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Hysol E-05CL	57.6 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Henry 595 Cove Base Adhesive	VOC Free	This adhesive is VOC Compliant
Miracle Ceiling tile Adhesive	174.2 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 250
Henry 630	5 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Kwik-Seal tub and Tile Sealer	65 g/l	This Sealant is VOC Compliant Less than 250
THC-901 Joint Sealant	115 g/L	This Sealant is VOC Compliant Less than 250 216-292-5000 Tech Support Provided this info
Bostik Chem Caulk 900 Stone	114 g/L	This Sealant is VOC Compliant Less than 250
Resource Grid Set Green Glue 2000	VOC Free	This Adhesive is VOC Free is in Compliance
MM-80	VOC Free	VOC Compliant 800-223-6680
Sikaflex 15 LM Sealant	49.62 g/L	VOC Compliant 800-933-7452 Tech. Support
EUCO DIAMOND HARD	VOC Free	VOC Free

(資料來源：Documentation for Honda Training Center)

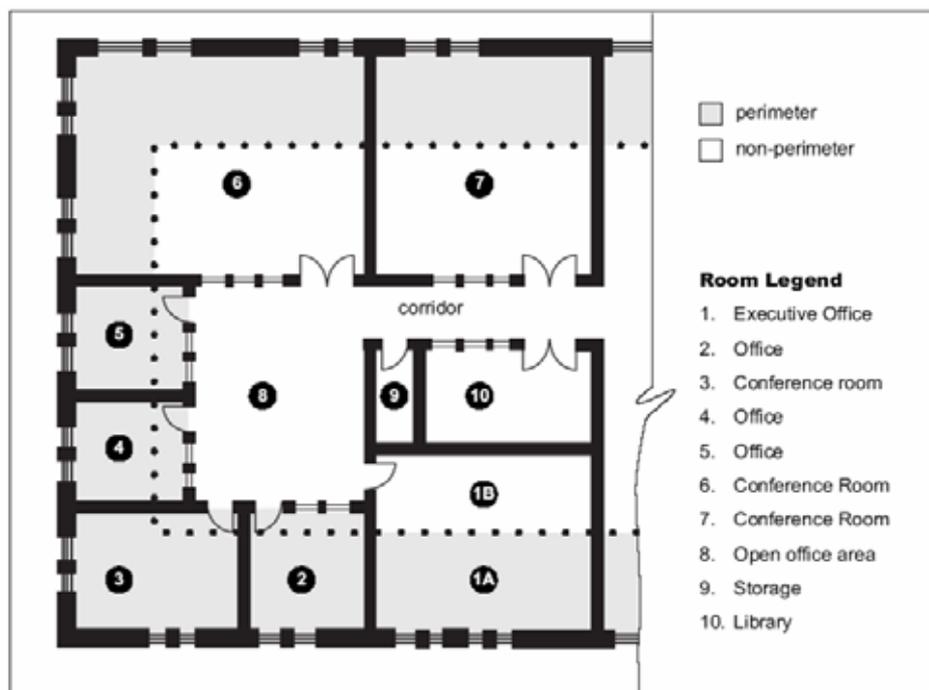
7. 選擇性指標 (Credit 5): 室內污染源控制 (Indoor Chemical & Pollutant Source Control)

對於一般辦公或商業建築，本指標建議使用氣門或格柵的方式來阻攔室外灰塵或微粒的進入。在室內空間可能有污染源發生的地方，如辦公建築中的影印室或列印室等等，利用樓板至樓板的隔間加以區隔，且獨立處理該空間的排氣，室內保持負壓狀態，並保持至少在 $0.5\text{ft}^3/\text{minute}\cdot\text{ft}^2$ 的排氣量以上。

8. 選擇性指標 (Credit 6.1~6.2): 系統操控性 (Controllability of System)

系統操控性的評估分為外周區及內周區兩個部份，首先，LEED 對於外周區的定義和台灣類似，是以建築物外牆以內四米五的範圍當做外周區，如有中庭則視作外周區，圖九為內外周區的定義圖示。

圖九 建築物內外周區定義



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

指標 6.1 主要評估外周區的部份，因為外周區擁有自然採光通風及晝光利用的條件，因此規定每一居室空間中，每超過 200 平方英尺，至少必須有一可開啟的窗戶，以及一照明開關控制，下表二十一為一計算外周區的示範案例。

表二十一 外周區開窗數及照明控制計算示範例

Perimeter Spaces (where 75% or more of a room is within the 15-foot offset line)				
Perimeter Area [SF]	Operable Windows		Lighting Controls	
	[Qty]	Pass?	[Qty]	Pass?
1,290	10	Yes	8	Yes

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

指標 6.2 則是評估內周區的部份。內周區主要考量使用者的舒適感，因此本指標規定至少該區內 50% 以上的使用者要有一個可以自行控制風速、溫度和照明開關的設施。下表二十二為一計算內周區控制器數量的示範案例。

表二十二 內周區控制器數量計算示範例

Non-Perimeter Spaces (where less than 75% of a room is within the 15-foot offset line)							
Non-Perimeter Area [SF]	Occupants	Airflow Controls		Temperature Controls		Lighting Controls	
		[Qty]	Pass?	[Qty]	Pass?	[Qty]	Pass?
1,020	3	3	Yes	3	Yes	6	Yes

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

9. 選擇性指標 (Credit 7.1~7.2): 舒適熱環境 (Thermal Comfort)

首先，指標 7.1 對室內空間熱環境的要求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 55-1992, Addenda 1995 的規範；至於自然通風的建築物，則利用有效舒適溫度，確保各

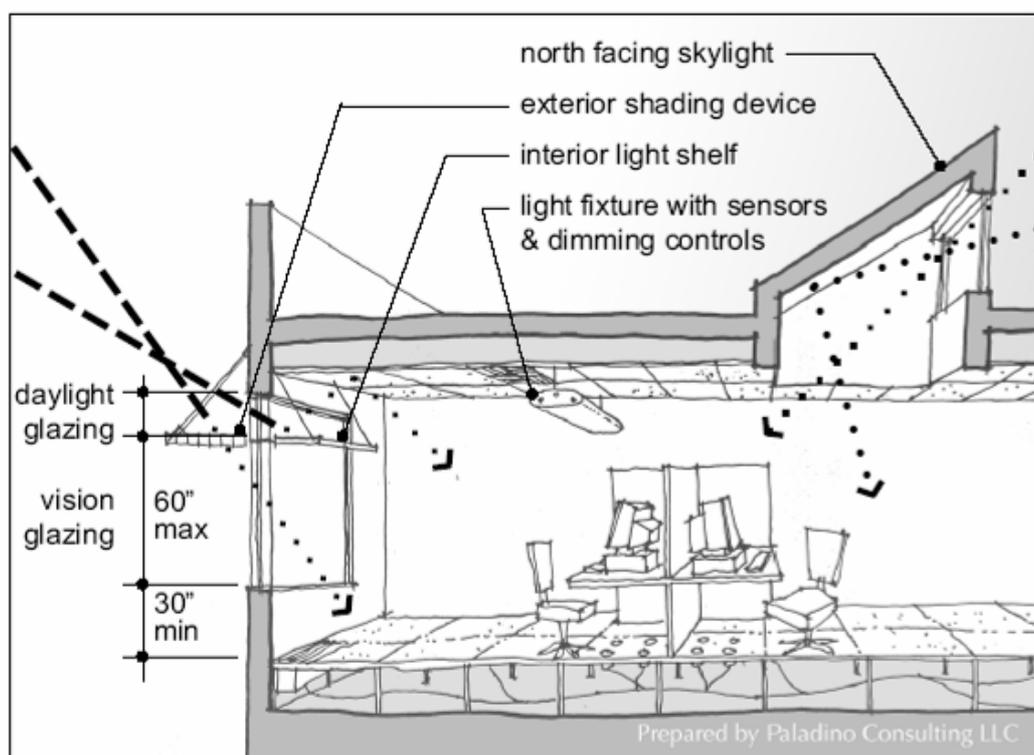
居室內 90% 的溫度範圍都落在舒適溫度之內。

指標 7.2 則要求設置永久性的溫溼度監控儀器，讓使用者可以掌控目前室內的溫溼度，並且可以決定使否要進行加濕或減濕的動作。

10. 選擇性指標 (Credit 8.1~8.2): 晝光及視野 (Daylight & Views)

本指標主要強調晝光利用以及良好視野的重要性；首先，指標 8.1 主要評估晝光利用的可能性。根據評估，本指標要求各居室空間總共必須有 75% 以上的空間是可以達到 2% 以上的晝光利用效益，下圖十為各種晝光利用的技術圖例。

圖十 晝光利用技術圖示說明



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

從上圖可知，在實際計算上首先必須要考慮每一扇窗的面積大小和台度，若是台度過低，則該扇窗純粹為視野拓展用，晝光利用的效益就降低許多。其次，還要了解各扇窗玻璃的穿透率，Low-E 和一般輕玻璃的穿透率就較其他熱反射玻璃來的好。最後還要知道每扇窗內外是否裝有防眩光的遮陽或是反射光線的導光

板，如此則可詳細計算每一居室內的畫光因子，最後除以全部的居室面積，則可得到具有畫光利用效益的居室面積比例。表二十三即為一計算各居室畫光因子的示範案例。

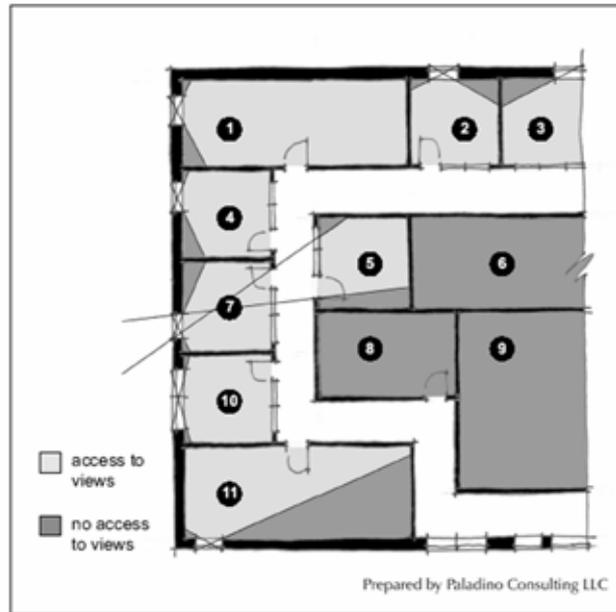
表二十三 畫光利用因子計算示範例

Room	Floor Area	Glazing Area	Window Geometry		Transmittance (T _v ¹⁵)		Window Height	Daylight Factor		Daylit Area	Glare Control
	[SF]	[SF]	Type	Factor	Actual	Minimum	Factor	Each	Room	[SF]	
A	820	120	vision	0.1	0.9	0.4	0.8	2.6%	3.3%	820	2
		40	daylight	0.1	0.7	0.7	1.4	0.7%			3
B	410	75	vision	0.1	0.9	0.4	0.8	3.3%	4.1%	410	2
		25	daylight	0.1	0.7	0.7	1.4	0.9%			3
C	120	36	vision	0.1	0.4	0.4	0.8	2.4%	2.4%	120	2
D	95	25	vision	0.1	0.4	0.4	0.8	2.1%	2.1%	95	2
E	410	75	vision	0.1	0.9	0.4	0.8	3.3%	4.1%	410	2
		25	daylight	0.1	0.7	0.7	1.4	0.9%			3
F	820	75	vision	0.1	0.9	0.4	0.8	1.6%	2.1%	820	2
		25	daylight	0.1	0.7	0.7	1.4	0.4%			3
G	600	36	vision	0.1	0.4	0.4	0.8	0.5%	0.5%	0	2
H	120	36	vision	0.1	0.4	0.4	0.8	2.4%	2.4%	120	6
I	95	32	vision	0.1	0.4	0.4	0.8	2.7%	2.7%	95	6
J	95	32	vision	0.1	0.4	0.4	0.8	2.7%	2.7%	95	1
K	410	36	sawtooth	0.33	0.4	0.4	1.0	2.9%	2.9%	410	4
TOTAL	3,730									3,395	
Percentage of Daylit Area										85%	

(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

指標 8.2 則是評估居室內部的視野狀況，根據規定，室內 90% 的居室空間必須要視野良好，亦即看得到室外。從圖十可知，台度過高的窗戶或是天窗，它僅可以提供畫光利用，但是對於視野就沒有幫助，因此這類的窗戶就不得計算在內。利用平面圖，分別得到各居室空間可看到室外與無法看到室外的面積後（如圖十一），進行加總，再除以總居室面積，以確保 90% 的居室面積均視野良好

圖十一 視野良好與否區分



(資料來源：Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1)

2-2.6 其他創新設計¹⁵ (Innovation & Design Process)

創新設計中總共有 5 個指標，除了最後一個指標建議業主在設計團隊中至少聘請一位是通過 LEED 考試的專業認證人員 (Accredited Professional)，其他前四項指標均是對於前面沒有規範到，但是業主或是設計團隊相當有心，另外用心設計的部分。這可以是任何項目，可能是因為省水的比例遠遠超過前面的規範；或是使用再生能源的比例遠遠超過前面的規範；也可以是因為富有教育意義等等。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。

¹⁵ Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.311

圖十二 富有教育意義的說明告示，也可獲得 LEED 鼓勵



(資料來源：本研究拍攝自南加州瓦斯公司)

第三節 美國 LEED 其他相關指標規定

誠如本章第一節所提到，LEED 除了新建建築物外，尚有既有建築物營運管理 (EB)、室內商業空間裝潢 (CI) 兩種評估方式是正式實施的；而雖然住宅的評估目前並未正式執行，但是由於台灣目前仍以住宅為最大宗的建築市場，因此有必要稍微了解不同的國情及氣候條件，對於住宅的看法有何不同。因此本章將已執行的另兩種評估方式和針對住宅的評估作一簡單介紹。

2-3.1 既有建築物營運管理¹⁶ (Existing Buildings Operation)

不同 LEED-NC 對建築物設計施工中各項要求，LEED-EB 乃針對既有的建築物，可能建築物當初完工時，LEED 評估尚未成形，但是現在若以新建建築物進行認證時，許多當時施工或計畫階段的資料早已赴之闕如，或是根本無法達到標準。

因此，LEED-EB 主要著重於建築物現況的改善，以及內部軟體的完善，例如：維護管理的確實執行、操作人員的訓練等等。LEED-EB 在分類上大致和 LEED-NC 一樣分為永續性基地條件 (Sustainable Sites)、水資源利用效率 (Water Efficiency)、能源與大氣環境 (Energy & Atmosphere)、建材及資源利用 (Materials & Resources)、室內環境品質 (Indoor Environmental Quality) 和其他創新設計 (Innovation Design) 六大指標群，但是每一指標群中的內容稍有增減。在能源部分，加入了建築物操作管理的評估；建材部分，因為是既有的建築物，所以主要從建材改善升級的角度切入；室內環境品質部份，則加入了室內空氣品質的綠色淨化機制以及對地球環境衝擊較小的清潔管理方式。LEED-EB 總分為 85 分，各指標項目如表二十四所示。

¹⁶ Green Building Rating System, For Existing Buildings Upgrades, Operations and Maintenance, Version 2 (October 2004)

表二十四 LEED-EB 各指標項目名稱

永續性基地條件 (Sustainable Sites)		14 分
必要性指標 1	土壤侵蝕及沉澱作用控制 (Erosion & Sedimentation Control)	0
必要性指標 2	建築屋齡 (Age of Building)	0
指標 1	綠基地計畫以及建築物外部環境經營 (Plan for Green Site and Building Exterior Management)	2
指標 2	建築物及鄰近地區高強度開發 (High Development Density Building and Area)	1
指標 3.1	交通運輸—大眾交通系統可及性 (Alternative Transportation: Public Transportation Access)	1
指標 3.2	交通運輸—自行車停車空間及更衣室 (Alternative Transportation: Bicycles Storages & Changing Rooms)	1
指標 3.3	交通運輸—替代燃料車輛 (Alternative Transportation: Alternative Fuel Vehicles)	1
指標 3.4	交通運輸—共乘制度及遠距離工作 (Alternative Transportation: Carpooling & Telecommuting)	1
指標 4	降低對基地的干擾—保護或恢復原有的開放空間 (Reduced Site Disturbance: Protect or Restore Open Space)	2
指標 5	防洪計畫—降低發生比例及水量 (Stormwater Management: Rate and Quantity Reduction)	2
指標 6.1	降低都市熱島效應—非屋頂部份 (Heat Island Reduction: Non-Roof)	1
指標 6.2	降低都市熱島效應—屋頂部份 (Heat Island Reduction: Roof)	1
指標 7	降低光害 (Light Pollution Reduction)	1
水資源利用效率 (Water Efficiency)		5 分
必要性指標 1	最低用水效率 (Minimum Water Efficiency)	0

必要性指標 2	排放水須符合的標準 (Discharge Water Compliance)	0
指標 1	經濟用水的景觀設計—減少用水量 (Water Efficient Landscaping: Reduce Water Use)	2
指標 2	污廢水處理技術 (Innovative Wastewater Technologies)	1
指標 3	降低大樓用水量 (Water Use Reduction)	2
能源與大氣環境 (Energy & Atmosphere)		23 分
必要性指標 1	既有建築物設立監督委員會 (Existing Building Commissioning)	0
必要性指標 2	最低耗能規範基準 (Minimum Energy Performance)	0
必要性指標 3	保護臭氧層 (Ozone Protection)	0
指標 1	建築物最適耗能 (Optimize Energy Performance)	10
指標 2	基地內和基地外再生能源使用 (On-Site and Off-Site Renewable Energy)	4
指標 3.1	建築物操作維護—人員教育訓練 (Building Operation and Maintenance: Staff Education)	1
指標 3.2	建築物操作維護—建築物系統維護 (Building Operation and Maintenance: Building Systems Maintenance)	1
指標 3.3	建築物操作維護—建築物系統監測 (Building Operation and Maintenance: Building Systems Monitoring)	1
指標 4	其他臭氧層保護措施 (Additional Ozone Protection)	1
指標 5.1~5.3	建築物性能監測—提升測量系統 (Performance Measurement: Enhanced Metering)	3

指標 5.4	建築物性能監測—二氧化碳排放減量報告 (Performance Measurement: Emission Reduction Reporting)	1
指標 6	建築物永續發展經濟花費影響資料整理 (Documenting Sustainable Building Cost Impacts)	1
建材及資源利用 (Materials & Resources)		16 分
必要性指標 1.1	源頭減量及廢棄物管理計畫—廢棄物流向審查 (Source Reduction and Waste Management: Waste Stream Audit)	0
必要性指標 1.2	源頭減量及廢棄物管理計畫—垃圾分類集中回收 (Source Reduction and Waste Management: Storage & Collection of Recyclables)	0
必要性指標 2	有毒材料源頭減量—降低燈管內汞的使用 (Source Reduction and Waste Management: Reduced Mercury in Light Bulbs)	0
指標 1	建造、拆除和增改建廢棄物管理 (Construction, Demolition and Renovation Waste Management)	2
指標 2	建築物最適建材使用 (Optimize Use of Alternative Materials)	5
指標 3	建築物最適建材使用—符合室內空氣品質規範之產品 (Optimize Use of IAQ Compliant Products)	2
指標 4	永續綠產品及綠建材使用 (Sustainable Cleaning Products and Materials)	3
指標 5	工作人員推行資源回收 (Occupant Recycling)	3
指標 6	其他有毒材料源頭減量—降低燈管內汞的使用 (Additional Source Reduction and Waste Management: Reduced Mercury in Light Bulbs)	1
室內環境品質 (Indoor Environmental Quality)		22 分
必要性指標 1	外氣引入及排放系統 (Outside Air Introduction and Exhaust Systems)	0

必要性指標 2	空間二手菸控制 (Environmental Tobacco Smoke 【ETS】 Control)	0
必要性指標 3	石棉建材的移除或汰換計畫 (Asbestos Removal or Encapsulation)	0
必要性指標 4	多氯聯苯的移除計畫 (Polychlorinated Biphenyl 【PCB】 Removal)	0
指標 1	外氣輸送監測裝置 (Outside Air Delivery Monitoring)	1
指標 2	通風改善 (Increased Ventilation)	1
指標 3	施工中室內空氣品質計畫 (Construction IAQ Management Plan)	1
指標 4.1	員工生產力影響資料整理—缺席率與健康狀況花費影響 (Documenting Productivity Impacts: Absenteeism and Health Care Cost Impacts)	1
指標 4.2	員工生產力影響資料整理—其他生產力影響 (Documenting Productivity Impacts: Other Productivity Impacts)	1
指標 5.1	室內污染源控制—非無塵系統:降低空氣中微粒分布 (Indoor Chemical Pollutant Control: Non-Cleaning System-Reduce Particulates in Air Distribution)	1
指標 5.2	室內污染源控制—非無塵系統:隔離事務機器 (Indoor Chemical Pollutant Control: Non-Cleaning-Isolation of High-Volume Copying/Print Rooms/Fax Stations)	1
指標 6.1	系統操控性—照明 (Controllability of Systems: Lighting)	1
指標 6.2	系統操控性—溫度和通風 (Controllability of Systems: Temperature & Ventilation)	1
指標 7.1	舒適熱環境—符合規範 (Thermal Comfort: Compliance)	1
指標 7.2	舒適熱環境—永久性監視系統	1

	(Thermal Comfort: Permanent Monitoring System)	
指標 8.1 & 8.2	晝光及視野—晝光利用 (Daylight and Views: Daylight)	2
指標 8.3 & 8.4	晝光及視野—通暢視野 (Daylight and Views: Views)	2
指標 9	最近室內空氣品質執行計畫 (Contemporary IAQ Practice)	1
指標 10.1	綠色清潔—入口 (Green Cleaning: Entryway System)	1
指標 10.2	綠色清潔—清潔工具櫥櫃的隔離 (Green Cleaning: Isolation of Janitorial Closets)	1
指標 10.3	綠色清潔—低環境衝擊清潔政策 (Green Cleaning: Low Environmental Impact Cleaning Policy)	1
指標 10.4 & 10.5	綠色清潔—低環境衝擊除蟲劑管理政策 (Green Cleaning: Low Environmental Impact Pest Management Policy)	2
指標 10.6	綠色清潔—低環境衝擊清潔設施政策 (Green Cleaning: Low Environmental Impact Cleaning Equipment Policy)	1
其他創新設計 (Innovation Design)		5 分
指標 1	升級改善、操作運轉和維護管理上的創新設計 (Innovation in Upgrades, Operations and Maintenance)	4
指標 2	LEED 專業認證人員 (LEED Accredited Professional)	1

(資料來源：Green Building Rating System, For Existing Buildings Upgrades, Operations and Maintenance, Version 2)

2-3.2 商業建築室內空間¹⁷ (Commercial Interiors Projects)

本評估名稱簡稱 LEED-CI，和上述兩種評估方式類似，均將評估指標分為六大指標群。不過由於 LEED-CI 的主要內容乃是針對建築物內部裝潢的整修進行評估，因此在基地部分的給分比重降低至七分，大部分的项目都集中在建材使用以及室內環境品質的評估上。LEED-CI 總分為 57 分，各指標項目如表二十五所示。

表二十五 LEED-CI 各指標項目名稱

永續性基地條件 (Sustainable Sites)		7 分
指標 1	基地選擇 (Site Selection)	3
指標 2	開發強度及社區連貫性 (Development Density and Community Connectivity)	1
指標 3.1	交通運輸—大眾交通系統可及性 (Alternative Transportation: Public Transportation Access)	1
指標 3.2	交通運輸—自行車停車空間及更衣室 (Alternative Transportation: Bicycles Storages & Changing Rooms)	1
指標 3.3	交通運輸—最小有效停車數量 (Alternative Transportation: Parking Availability)	1
水資源利用效率 (Water Efficiency)		2 分
指標 1.1	降低大樓用水量—降低 20% (Water Use Reduction: 20% Reduction)	1
指標 1.2	降低大樓用水量—降低 30% (Water Use Reduction: 30% Reduction)	1

¹⁷ Green Building Rating System, For Commercial Interiors, Version 2 (November 2004)

能源與大氣環境 (Energy & Atmosphere)		12 分
必要性指標 1	監督委員會基本工作 (Fundamental Commissioning)	0
必要性指標 2	最低耗能規範基準 (Minimum Energy Performance)	0
必要性指標 3	減少空調設備中氟氯碳化物的使用 (CFC Reduction in HVAC&R Equipment)	0
指標 1.1	建築物最適耗能—照明電力 (Optimize Energy Performance: Lighting Power)	3
指標 1.2	建築物最適耗能—照明控制 (Optimize Energy Performance: Lighting Controls)	1
指標 1.3	建築物最適耗能—空調設備 (Optimize Energy Performance: HVAC)	2
指標 1.4	建築物最適耗能—其他各項設備 (Optimize Energy Performance: Equipment and Appliance)	2
指標 2	監督委員會其他工作 (Enhanced Commissioning)	1
指標 3	能源使用、能源監測的責任 (Energy Use, Measurement & Payment Accountability)	2
指標 4	綠色能源 (Green Power)	1
建材及資源利用 (Materials & Resources)		14 分
必要性指標 1	垃圾分類集中回收 (Storage and Collection of Recyclables)	0
指標 1.1	出租空間—長期租約 (Tenant Space, Long-Term Commitment)	1
指標 1.2	舊建築再利用—保有室內非結構部份達 40% 以上 (Building Reuse, Maintain 40% of Interior Non-Structural Components)	1
指標 1.3	舊建築再利用—保有室內非結構部份達 60% 以上 (Building Reuse, Maintain 60% of Interior Non-Structural)	1

	Components)	
指標 2.1	營建廢棄物管理—轉用達 50%以上 (Construction Waste Management, Divert 50% From Landfill)	1
指標 2.2	營建廢棄物管理—轉用達 75%以上 (Construction Waste Management, Divert 75% From Landfill)	1
指標 3.1	資源再利用—5% (Resource Reuse, 5%)	1
指標 3.2	資源再利用—10% (Resource Reuse, 10%)	1
指標 3.3	資源再利用—30%的傢俱和裝飾 (Resource Reuse, 30% Furniture and Furnishings)	1
指標 4.1	回收建材使用—10% (Recycled Content, 10%)	1
指標 4.2	回收建材使用—20% (Recycled Content, 20%)	1
指標 5.1	當地建材使用—20%由當地製造 (Regional Materials, 20% Manufactured Regionally)	1
指標 5.2	當地建材使用—10%由當地生產和製造 (Regional Materials, 10% Extracted and Manufactured Regionally)	1
指標 6	無天然匱乏之虞的建材 (Rapidly Renewable Materials)	1
指標 7	永續經營木材 (Certified Wood)	1
室內環境品質 (Indoor Environmental Quality)		17 分
必要性指標 1	最低室內空氣品質基準 (Minimum IAQ Performance)	0
必要性指標 2	室內空間二手菸控制 (Environmental Tobacco Smoke 【ETS】 Control)	0
指標 1	外氣輸送監測裝置 (Outside Air Delivery Monitoring)	1

指標 2	通風改善 (Increased Ventilation)	1
指標 3.1	施工中室內空氣品質計畫—施工期間 (Construction IAQ Management Plan, During Construction)	1
指標 3.2	施工中室內空氣品質計畫—人員進駐前 (Construction IAQ Management Plan, Before Occupancy)	1
指標 4.1	低逸散性建材使用—膠黏劑和密封劑 (Low-Emitting Materials, Adhesives and Sealants)	1
指標 4.2	低逸散性建材使用—油漆和塗料 (Low-Emitting Materials, Paints and Coatings)	1
指標 4.3	低逸散性建材使用—系統地毯 (Low-Emitting Materials, Carpet Systems)	1
指標 4.4	低逸散性建材使用—膠合木和薄板膠黏劑 (Low-Emitting Materials, Composite Wood and Laminate Adhesives)	1
指標 4.5	低逸散性建材使用—系統家具 (Low-Emitting Materials, Systems Furniture and Seating)	1
指標 5	室內污染源控制 (Indoor Chemical and Pollutant Source Control)	1
指標 6.1	系統操控性—照明 (Controllability of Systems: Lighting)	1
指標 6.2	系統操控性—溫度和通風 (Controllability of Systems: Temperature & Ventilation)	1
指標 7.1	舒適熱環境—符合規範 (Thermal Comfort: Compliance)	1
指標 7.2	舒適熱環境—監視系統 (Thermal Comfort: Monitoring)	1
指標 8.1	晝光及視野—75%室內空間晝光利用 (Daylight and Views: Daylight 75% of Spaces)	1
指標 8.2	晝光及視野—90%室內空間晝光利用 (Daylight and Views: Daylight 90% of Spaces)	1

指標 8.3	畫光及視野—90%居室空間通暢視野 (Daylight and Views: Views for 90% of Seated Spaces)	1
其他創新設計 (Innovation Design)		5分
指標 1	創新設計 (Innovation in Design)	4
指標 2	LEED 專業認證人員 (LEED Accredited Professional)	1

(資料來源：Green Building Rating System, For Commercial Interiors, Version 2)

2-3.3 住宅¹⁸ (Homes)

LEED-NC 主要評估對象為新建的商業建築物，在住宅部份僅評估大型集合住宅（四層樓以上住宅），至於一般單棟或連棟住宅並不適用於該評估方式；因此若要評估一般單棟或連棟住宅，必須以 LEED-Homes 加以評估。雖然目前 LEED-Homes 尚未正式實行，但是在美國綠建築協會的官方網站上已公告其評估內容，並準備正式推行；加上台灣目前建築市場仍舊以住宅為最主要的建築型態，因此有必要對於美國住宅的綠建築評估方法及主要精神加以認識。

LEED-Homes 將評估的內容分為八大指標群，其中六項指標群和前述三項評估方式一樣，分別針對永續性基地條件 (Sustainable Sites)、能源與大氣環境 (Energy & Atmosphere)、水資源利用效率 (Water Efficiency)、建材與資源利用 (Materials & Resources)、室內環境品質 (Indoor Environmental Quality) 和創新設計 (Innovation & Design Process) 進行評估；另外針對住宅的特殊建築使用屬性，LEED 又增加兩項指標群，用以評估基地的區位與連貫性以及屋主對 LEED 本身的意識。LEED-Homes 的指標項目相加一共有 100 分，今將各項指標項目名稱簡述如下表二十六所示。

¹⁸ Green Building Rating System, For Homes, Version 1.4, Checklist

表二十六 LEED-H 各指標項目名稱

永續性基地條件 (Sustainable Sites)		15 分
指標 1.1	基地選擇—原有植栽保留計畫並降低對基地的干擾 (必要性) (Site Selection: Plant Preservation Plan and Minimize Disturbed Area Site; If Site > 1/3 Acre)	0
指標 1.2	基地選擇—設計並執行土壤侵蝕控制 (必要性) (Site Selection: Design and Install Erosion Controls, During Construction)	0
指標 2.1	自然景觀復原—基本景觀設計 (必要性) (Landscape Restoration: Basic Landscaping Design)	0
指標 2.2	自然景觀復原—土壤改良 (Landscape Restoration: Soil Amendment)	1
指標 2.3	自然景觀復原—設計並確實執行的景觀設計:草地綠地 (Landscape Restoration: Design and Install Landscape-Turf)	3
指標 2.4	自然景觀復原—設計並確實執行的景觀設計:植栽和樹木 (Landscape Restoration: Design and Install Landscape-Plants & Trees)	3
指標 3.1	室外硬鋪面遮蔭 (Shading of Exterior Hardscapes)	1
指標 4.1	防洪計畫—不透水面積不超過基地 35% (必要性) (Storm Water Control: Impervious Area Not to Exceed 35% of Lot, If Lot ≥ 5000SF)	0
指標 4.2	防洪計畫—採用透水鋪面 (Storm Water Control: Use Permeable Paving Materials, At Least 60% of Driveway, Patio, and Walkway)	2
指標 4.3	防洪計畫—設計並確實執行永久性侵蝕控制設施 (Storm Water Control: Design and Install Permanent Erosion Controls, Select from List)	2
指標 5.1	有毒物質—降低有毒物質的使用 (Poison: Minimize Use of Poisons, Select from List 【0.5 Pts Each】)	3
區位及連貫性 (Location and Linkages)		10 分

指標 1	區位—LEED 鄰近社區設計 (Location: LEED Neighborhood Design)	10
指標 2	基地—適當選擇基地:避免環境敏感區及農地 (Site: Appropriate Site Selection: Avoid Environmentally Sensitive Sites and Farmland)	2
指標 3	基礎建設—基地靠近並屬於既有公共基礎建設服務半徑內 (Infrastructure: Select Site That is Already Served by or Adjacent to Existing Infrastructure)	1
指標 4.1	交通可及性—接近社區可用資源或大眾交通建設 (Transportation Access: Proximity to Basic Community Resources or Public Transportation)	1
指標 4.2	交通可及性—接近社區本身可用資源或大眾交通建設 (Transportation Access: Proximity to Extensive Community Resources or Public Transportation)	2
指標 4.3	交通可及性—接近綠地 (Transportation Access: Proximity to Green Spaces)	1
指標 5.1	集中開發—土地經濟利用:平均居住密度 ≥ 7 單元/英畝 (Compact Development: Efficient Land Use; Average Housing Density ≥ 7 Units/Acre)	1
指標 5.2	集中開發—土地經濟利用:平均居住密度 ≥ 10 單元/英畝 (Compact Development: Efficient Land Use; Average Housing Density ≥ 10 Units/Acre)	2
指標 5.3	集中開發—土地經濟利用:平均居住密度 ≥ 20 單元/英畝 (Compact Development: Efficient Land Use; Average Housing Density ≥ 20 Units/Acre)	3
指標 5.4	集中開發—土地經濟利用:平均居住密度 ≥ 40 單元/英畝 (Compact Development: Efficient Land Use; Average Housing Density ≥ 40 Units/Acre)	4
能源與大氣環境 (Energy & Atmosphere)		28 分
指標 1.1	整體性能表現—使用達到 ENERGY STAR 標準的產品 (必要 (Performance Bundles: Meet ENERGY STAR for Homes, \geq HERS 86,	0

	性) Third Party Tested)	
	整體性能表現—使用超過 ENERGY STAR 標準的產品	
指標 1.2	(Performance Bundles: Exceeds ENERGY STAR for Homes, 2 Points Per HERS Point > HERS 86)	16
指標 2.1	外殼—隔熱層查核:預鑄乾牆 (Envelop: Insulation Inspection; (必要 Pre-Drywall Inspection, At Least HERS Grade 2) 性)	0
指標 2.2	外殼—隔熱層查核:預鑄乾牆 (Envelop: Insulation Inspection; Pre-Drywall Inspection, At Least HERS Grade 1)	1
指標 2.3	外殼—隔熱層於規範標準值以上 (Envelop: Insulation Inspection; Above Code Insulation, At Least + R5 Continuous to Exterior Walls)	1
指標 3.1	外殼—氣密性 ≤ 0.35 ACH (必要 (Envelop: Air Leakage, ≤ 0.35 ACH, Third Party Tested) 性)	0
指標 3.2	外殼—氣密性 ≤ 0.25 ACH (Envelop: Air Leakage, ≤ 0.25 ACH, Third Party Tested)	1
指標 3.3	外殼—氣密性 ≤ 0.15 ACH (Envelop: Air Leakage, ≤ 0.15 ACH, Third Party Tested)	2
指標 4.1	外殼—窗戶:符合 ENERGY STAR 對窗戶規範 (必要 (Envelope: Windows; Meets ENERGY STAR for Windows) 性)	0
指標 4.2	外殼—窗戶:超過 ENERGY STAR 對窗戶規範 ≥ 10% (Envelope: Windows; Exceeds ENERGY STAR for Windows by ≥ 10%)	1
指標 4.3	外殼—窗戶:超過 ENERGY STAR 對窗戶規範 ≥ 20% (Envelope: Windows; Exceeds ENERGY STAR for Windows by ≥ 10%)	2
指標 5.1	舒適系統控制—管線氣密性:管線外漏氣量 ≤ 5.0 CFM25/100SF (必要 (Comfort Systems: Duct Leakage, ≤ 5.0 CFM25/100SF to Outside)	0

	性)		
指標 5.2	舒適系統控制—管線氣密性:管線外漏氣量 \leq 3.0CFM25/100SF (Comfort Systems: Duct Leakage, \leq 3.0 CFM25/100SF to Outside)	1	
指標 5.3	舒適系統控制—管線氣密性:所有空調空間中的管線外漏氣 量 \leq 1.0CFM25/100SF (Comfort Systems: Duct Leakage, All Ducts in Conditioned Space \leq 5.0 CFM25/100SF to Outside)	2	或
指標 6.1	舒適系統控制—空調設備達到 ENERGY STAR 規範標準 (必要 性) (Comfort Systems: Meets ENERGY STAR for HVAC, w/ Manual J)	0	
指標 6.2	舒適系統控制—空調設備超過 ENERGY STAR 規範標準 \geq 10% (Comfort Systems: Exceeds ENERGY STAR for HVAC by \geq 10%)	1	
指標 6.3	舒適系統控制—空調設備超過 ENERGY STAR 規範標準 \geq 20% (Comfort Systems: Exceeds ENERGY STAR for HVAC by \geq 20%)	3	或
指標 7.1	給熱水—改善給熱水分布系統 (Water Heating: Improved Hot Water Distribution System)	3	
指標 7.2	給熱水—改善加熱設備 (Water Heating: Improved Water Heating Equipment)	3	
指標 8.1	照明—採用高效率燈具和控制設施 (Lighting: Energy Efficient Fixtures and Controls)	1	
指標 8.2	照明—參考 ENERGY STAR 對照明細部規範 (Lighting: ENERGY STAR Advanced Lighting Package)	3	或
指標 9.1	家電—高效率節能家電 (Appliances: Energy Efficient Appliances)	1	
指標 9.2	家電—ENERGY STAR 認可之水平軸式洗衣機 (Appliances: ENERGY STAR Horizontal Axis Clothes Washer)	3	或
指標 10.1	再生能源—再生發電系統	5	

	(Renewables: Renewable Electricity Generation System)	
指標 11.1	臭氧層保護—冷媒:採用無 HCFC 的冷媒 (Ozone: Use Only Non-HCFC Refrigerants)	1
水資源利用效率 (Water Efficiency)		14 分
指標 1.1	戶外空間使用—雨中水回收再利用 (Outdoor Use: Water Re-Use; Rainwater Harvesting and Greywater Use)	2
指標 2.1	澆灌系統—認可的景觀及澆灌設計和安裝 (Irrigation System; Certified Landscape/ Irrigation Design & Install)	3
指標 2.2	澆灌系統—認可的景觀及澆灌設計和安裝 (Irrigation System; Certified Landscape/ Irrigation Design & Install with ET Controls)	3
指標 3.1	室內空間使用—採用緩流省水器具 (Indoor Use: Low Flow Fixtures; All Toilets = 1Pt., All Showers = 1Pt., All Faucets = 1Pt.)	3
指標 3.2	室內空間使用—採用極緩流省水器具 (Indoor Use: Very Low Flow Fixtures; All Toilets = 1Pt., All Showers = 1Pt., All Faucets = 1Pt.)	3
建材及資源利用 (Materials & Resources)		18 分
指標 1	經濟性—設計較小的住宅單元 (Efficiency: Smaller Home, Design Home Smaller than National Average)	-10 to 10
指標 2	建材的經濟利用—設計並採用進階的框架技術安裝 (Materials Efficient Framing: Design and Install Using Advanced Framing Techniques)	2
指標 3	當地資源—當地製造建材 (Local Sources: Locally Produced Materials)	5
指標 4.1	耐久性—耐久性計畫 (建造前) (必要性) (Durability: Durability Plan, Pre-Construction)	0
指標 4.2	耐久性—耐久性計畫 (第三公正單位進行設計再檢查)	3

	(Durability: Durability Plan, Third Party Design Review)	
	耐久性—耐久性計畫 (第三公正單位進行設計檢閱)	
指標 4.3	(Durability: Durability Plan, Third Party Inspection, to Confirm Insulation of Plan)	2
指標 5.1	更新改善的產品—FSC 認證的熱帶硬木 (必要性) (Improved Products: FSC Certified Hardwoods)	0
指標 5.2	更新改善的產品—對環境較好的產品 (Improved Products: Environmentally Preferable Products)	4
指標 6.1	廢棄物管理—最多運棄 2.0 磅/平方英尺的廢棄物 (必要性) (Waste Management: Max 2.0Lbs/Square Foot to Landfill)	0
指標 6.2	廢棄物管理—運棄的廢棄物密度 \leq 2.0 磅/平方英尺 (Waste Management: \leq 2.0Lbs/Square Foot to Landfill)	2
室內環境品質 (Indoor Environmental Quality)		15 分
指標 1	性能表現—符合 ENERGY STAR 對室內空氣的規範 (Performance: Meets ENERGY STAR w/ Indoor Air Package)	或 10
指標 2.1	燃燒加熱通風排氣口—室內空間給熱設備:具有廢氣直接排出口及一氧化碳監測系統 (必要性) (Combustion Venting: Space Heating and DHW Equip., w/ Direct/Power-Vented Exhaust and CO Monitors)	0
指標 2.2	燃燒加熱通風排氣口—壁爐需有新鮮外氣供應及密閉燃燒 (必要性) (Combustion Venting: Fireplaces, w/ Outside Air Supply and Closed Combustion)	0
指標 3	控制—濕度控制系統 (Control: Humidity Control System; Assess Need and Install Central System)	2
指標 4.1	外氣通風系統—達到 ASHRAE 的規定 (必要性) (Outside Air Ventilation System: Meets Requirements of ASHRAE Std 62.2)	0
指標 4.2	外氣通風系統—採用全熱交換器	2

	(Outside Air Ventilation System: Dedicated Outdoor Air System w/ Heat Recovery)	
指標 4.3	外氣通風系統—測試屋內外氣流速 (Outside Air Ventilation System: Test Outdoor Air Flow Rate in Home)	1
指標 5.1	廢氣排放—符合 ASHRAE 以及 ENERGY STAR 的規範 (必 要 (Local Exhaust: Meets Std. 62.2,w/ ENERGY STAR Fans & Exhaust 性) to Outdoors)	0
指標 5.2	廢氣排放—浴室廢氣排出口:提供自動控制 (Bathroom Exhaust: Provide Automatic Controls)	1
指標 5.3	廢氣排放—測試排放氣流 (Local Exhaust: Test Exhaust Flow Rates)	1
指標 6.1	空調分布系統—外氣供給設計 (必 要 (Air Distribution System: Supply Air System Design) 性)	0
指標 6.2	空調分布系統—檢查並測試每一房間氣流 (Air Distribution System: Inspect and Test Air Flow to Each Room)	2
指標 7.1	空調箱過濾設備—設置 ≥ 8 MERV 濾網 (HVAC Air Filters: Install ≥ 8 MERV Filters, w/ Adequate System Pressure Drop)	0
指標 7.2	空調箱過濾設備—設置 ≥ 10 MERV 濾網 (HVAC Air Filters: Install ≥ 10 MERV Filters, w/ Adequate System Pressure Drop)	1
指標 7.3	空調箱過濾設備—設置 HEPA 過濾設施 (HVAC Air Filters: Install HEPA Filters, w/ Adequate System Pressure Drop)	2
指標 8.1	污染物防制—住宅保護計畫:發展並執行構造長壽化的計畫 (必 要 (Contaminant Control: Home Protection Plan; Develop and 性) Implement Plan for Duration of Construction)	0
指標 8.2	污染物防制—住宅保護計畫:設置永久性的墊子、草蓆 (Contaminant Control: Home Protection Plan; Install Permanent	1

	Walk-Off Mats or Central Vacuum)	
指標 8.3	污染物防制—住宅保護計畫:為未來進駐者量身打造,並經過測試和檢查 (Contaminant Control: Home Protection Plan; Prepare Home for Occupancy w/ Inspection & Testing)	1
指標 9.1	氡氣—設置緩和裝置:若房屋位於 EPA 區域一 (Radon: Install Mitigation System, if Home in EPA Region 1)	0
指標 9.2	氡氣—設置緩和裝置:若房屋並不在 EPA 區域一 (Radon: Install Mitigation System, if Home in EPA Region 1)	1
指標 10.1	汽車廢氣排放—車庫並未使用空氣處理設施 (必 要 性) (Car Emissions: No Air Handling Equipment in Garage)	0
指標 10.2	汽車廢氣排放—車庫與住宅間採用密封隔牆 (必 要 性) (Car Emissions: Tightly Seal Wall between Garage and Home, w/ Pressure Test)	0
指標 10.3	汽車廢氣排放—排氣扇需連接至高架門窗或並未設置車庫 (Car Emissions: Link Exhaust Fan to Overhead Door or No Garage)	1
屋主對 LEED 的體認 (Homeowner Awareness)		1 分
指標 1.1	指導方針—屋主對 LEED 住宅的基本手冊及認識 (必 要 性) (Guidance: Basic Owner' s Manual and Walkthrough for LEED Home)	0
指標 1.2	指導方針—屋主對 LEED 住宅的進階理解手冊及多方的認識訓練 (Guidance: Comprehensive Owner' s Manual and Multiple Walkthroughs/Training)	1
其他創新設計 (Innovation & Design Process)		4 分
指標 1.1~1.4	創新設計 (Innovation in Design)	4

(資料來源: Green Building Rating System, For Homes, Version 1.4, Checklist)

第三章 台灣 EEWH 綠建築評估方式

第一節 台灣 EEWH 綠建築評估方式

台灣 EEWH 綠建築評估制度為自西元 1999 年開始萌芽，且由政府 and 學術單位發起，之後開始強制所有公有建築物工程費在一定規模以上必須申請綠建築候選證書，才給予建造執照，和美國 LEED 由民間發起，且完全自願申請的方式不同。且美方綠建築協會並不進行審查，僅受理案件的申請，這和我國設置綠建築審查委員會專門進行審查認證工作也彼此相異。為了能深入比較兩者綠建築評估方式的異同，因此本章將簡單說明我國綠建築評估制度的審查作業方式。

3-1.1 EEWH 評估項目及適用建築物範圍

綠建築標章之推動在我國分成候選綠建築證書與綠建築標章兩個不同的層級。綠建築標章為取得使用執照或既有合法建築物，合於綠建築評估指標標準頒授之獎章；候選綠建築證書則為鼓勵取得建造執照但尚未完工領取使用執照之新建建築物，凡規劃設計合於綠建築評估指標標準之建築物，即頒授候選綠建築證書，為一「準」綠建築之代表¹⁹。而目前在台灣適用 EEWH 評估的建築物為依建築法規定適用地區之建築物。

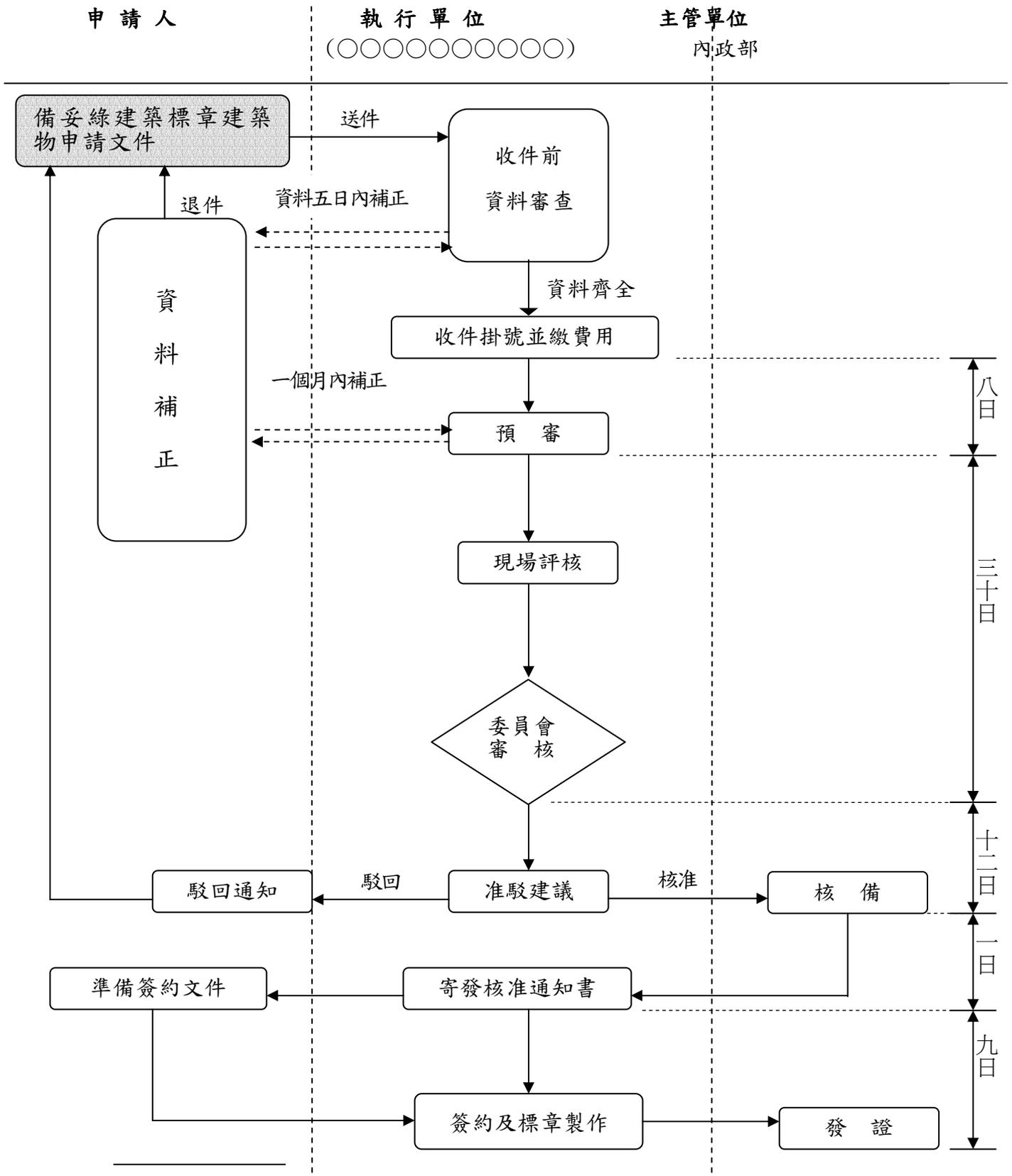
其中針對不同建築物有其不同性質，若以同一標準加以評估，未免有失公平，因此在各項不同的指標中，針對不同性質的建築物，有訂定不同的標準值作為評估基準。

¹⁹ 林政賢，綠建築評估指標適用性之研究（成大碩論，民國 93 年）

3-1.2 EEW 評估及認證流程²⁰

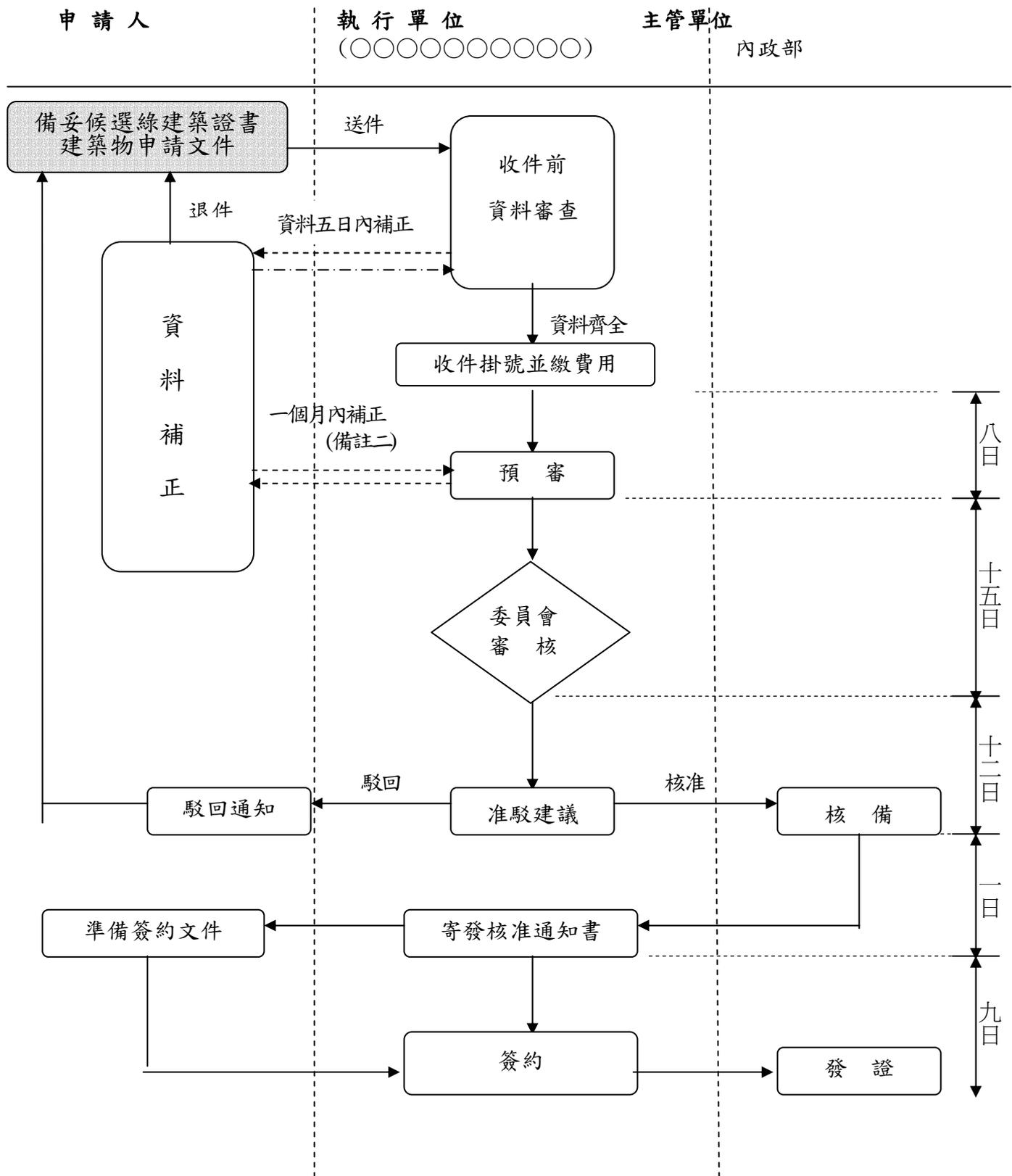
目前我國綠建築審查認證流程如下所示：

綠建築標章審查作業流程



²⁰財團法人中華建築中心：<http://www.cabc.org.tw/>

候選綠建築證書審查作業流程



3-1.3 EEW 認證收費標準

EEW 在收費上分為申請標章及申請候選證書兩種，兩種的收費方式不盡相同。

1. 申請標章費用

- (1) 申請審查費每件為新台幣陸萬元整，於收件登錄時一次繳清。其費用計算方式為審查費參萬元，現場查核費壹萬伍仟元，標章、證書使用費壹萬伍仟元。使用的方式如下表二十七所示。

表二十七 標章審查費用使用狀況

	時 間	人 力	費 用 說 明	備 註
審 查 費	每案作業流程需時六十日，每月召開一次審查會議。	執行單位工作人員 2 名預審專門人員 7 名審查委員出席	預審費(含執行單位相關費用)約 15,000 元。 審查費(含委員出席及交通費)約 15,000 元	總計每件新台幣 30,000 元整
現 場 查 核 費	現場查核視申請個案而定，安排現場查核所需時間不包含在審查時間內。	3 名(審查委員、預審人員、執行單位工作人員)	現場查核費(含旅運費、現勘費、膳雜費及執行單位相關費用) 15,000 元	總計每件新台幣 15,000 元整
標 章、 證 書 使 用 費	標章、證書使用期限為三年。	執行單位工作人員得 不定期現場追蹤查核	標章、證書製作費，追蹤查核管理及執行單位相關費用 15,000 元	總計每件新台幣 15,000 元整

(資料來源：財團法人中華建築中心提供)

- (2) 申請案件無須現場查核且未通過審查時，退還申請人參萬元費用。
(3) 申請案件須現場查核但未通過審查時，退還申請人壹萬伍千元費用。
(4) 申請案件通過審查且無須現場查核時，退還申請人壹萬伍千元費用。
(5) 申請案件通過審查且須現場查核時，則無退費。

2. 申請候選證書費用

- (1) 申請審查費每件為新台幣參萬元整，於收件登錄時一次繳清。其費用的計算方式如表二十八所示。

表二十八 候選證書審查費用使用狀況

	時 間	人 力	費 用 說 明	備 註
審 查 費	每案作業流程需時四十五日，每月召開一次審查會議。	執行單位工作人員 2 名預審專門人員 7 名審查委員出席	預審費(含執行單位相關費用)約 15,000 元。 審查費(含委員出席及交通費)約 15,000 元	總計每件新台幣 30,000 元整

(資料來源：財團法人中華建築中心提供)

- (2) 申請案件經預審審查且通知申請人補件，逾期不補或補正不完全者，退還申請人審查費新台幣壹萬伍千元費用。
- (3) 申請案件未通過審查時，則無退費。

第二節 台灣 EEW 綠建築指標評估內容

內政部建築研究所為鼓勵興建省能源、省資源、低污染之綠建築，並建立舒適、健康、環保之居住環境，於民國八十八年九月一日正式公告受理「綠建築標章」申請，經過幾年的更新與修正後，目前標章內容包含綠建築九大指標評估系統：生物多樣性指標、綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標、二氧化碳減量指標、廢棄物減量指標、室內環境指標、水資源指標以及污水垃圾改善指標。各指標評估內容分述於下。

3-2.1 生物多樣性指標²¹

本指標的目的主要在於提升大基地開發的綠地生態品質，尤其重視生物基因交流路徑的綠地生態網絡系統。本指標鼓勵以生態化之埤塘、水池、河岸來創造高密度的水域生態，以多孔隙環境以及不受人為干擾的多層次生態綠化來創造多樣化的小生物棲地環境，同時以原生植物、誘鳥誘蝶植物、植栽物種多樣化、表土保護來創造豐富的生物基盤。生物多樣性指標係指大區域的生物棲息地與活動交流之基盤，因此僅適用於大型基地之開發評估。有鑑於此，目前暫時規定兩公頃以上的基地規模才適用於本指標，小於兩公頃之基地則免於接受本指標之監督。

²¹ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005 年更新版），41 頁

圖十三 過度人工的景觀不符合生

物多樣性



圖十四 生物多樣性獎勵種植原生

或誘蝶誘鳥植物



(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

3-2.2 綠化量指標²²

過去建築都市相關法規為鼓勵綠化，有綠覆率、喬木植栽、栽種密度之規定。但它們通常以覆土深度、樹徑、喬林數量來規定綠化量，除了對喬木有所認定之外，對於灌木、蔓藤、草地以及建築物立體綠化等多樣綠化的環境貢獻量並無具體評價，各植栽之間的合理換算亦付之闕如。事實上，綠化對於地球環保最大的貢獻，莫過於能夠利用植物的光合作用來固定空氣中的二氧化碳，進而可減緩地球氣候高溫化的危機。因此本指標以二氧化碳固定效果作為綠化評估法的共同換算單位。其數據代表某植物在都市環境中從樹苗成長至成樹的 40 年間(即建築物生命週期標準值)，每平方米綠地的二氧化碳固定效果。

建築物在綠化設計上，若注意下列事項，應可達到基準要求²³：

- (1) 在確保容積率條件下，應盡量降低建築物建蔽率以擴大綠地空間。
- (2) 空地上除必要鋪面之外，應全面留為綠地。
- (3) 在大空間區域應盡量種植喬木，其次再種植棕櫚樹，然後應在零散綠地空間種滿灌木。

²² 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005 年更新版），53 頁

²³ 財團法人中華建築中心：<http://www.cabc.org.tw/>

- (4) 在喬木及棕櫚樹下方的綠地應盡量密植灌林，以符合多層次綠化功能。
- (5) 即使在人工鋪面上，也應以植穴或花盆方式，盡量種植喬木。覆土深度足夠，其二氧化碳固定效果均視同於自然綠地的喬木。
- (6) 盡量減少花圃及草地，尤其是人工草坪；因其對空氣淨化毫無助益，反而更加耗水。
- (7) 利用多年生蔓藤植物攀爬建築立面爭取立體綠化量。
- (8) 盡量在屋頂、陽台設計人工花台以加強綠化，但是應該注意其覆土量的載重及屋頂防水對策。

圖十五 綠化逐漸成為市場主流 圖十六 綠化量指標獎勵立體綠化



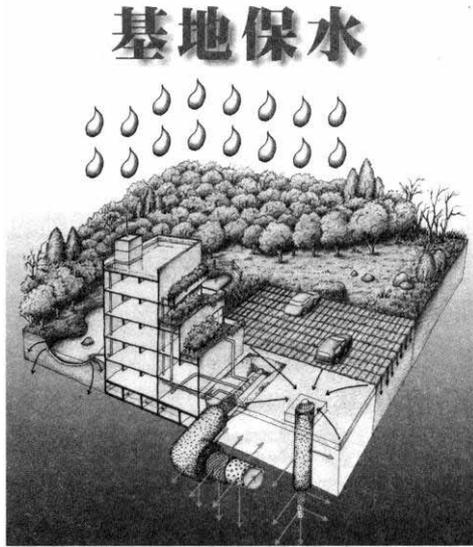
(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005年更新版)

3-2.3 基地保水指標²⁴

基地的保水性能係指建築基地內自然土層及人工土層涵養水分及貯留雨水的的能力。基地的保水性能愈佳，基地涵養雨水的的能力愈好，有益於土壤內微生物的活動，進而改善土壤之活性，維護建築基地內之自然生態環境平衡。基地保水性能的好壞主要與土壤的透水效率有關，基地保水指標針對透水性較好的粉土、砂土土質，建議設計者設置各項直接滲透設施，則雨水可以直接滲透至基地下涵養地下水；而對於透水性較不良的黏土類土質，則建議設計者採用貯集滲透的設計手法，以降低都市洪峰量。其各項設計手法如表二十九所示。

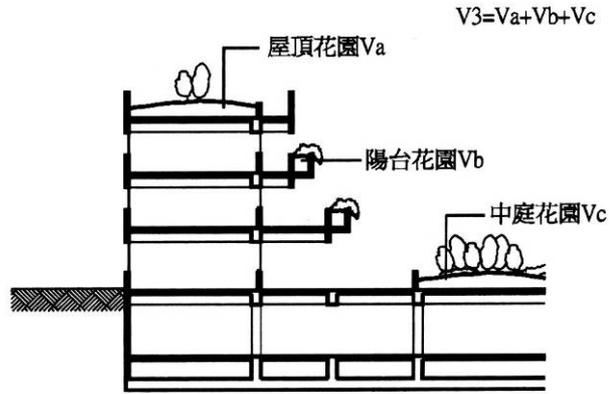
²⁴內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005年更新版），61頁

圖十七 基地保水的意義



圖十八 基地保水指標花園土壤

壤雨水截留手法



(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

表二十九 各項基地保水設計手法

基地保水手法	設計項目
直接滲透設計	綠地、被覆地或草溝設計
	透水鋪面設計
	貯集滲透空地
	滲透排水管設計
貯集滲透設計	滲透陰井設計
	滲透側溝設計
	花園土壤雨水截留設計
	景觀貯集滲透水池設計
	地下礫石貯集滲透設計

(資料來源：本研究整理自綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

加強基地保水性能的手法，大致可分為四大類：

(1) 增加土壤地面—可增加雨水的直接入滲效果，通常土壤地面用來作為種植栽的綠地，屬於最自然、最環保的保水設計。

(2) 增加透水鋪面—一般良好透水鋪面的透水性能相當於裸露土地，可以增加

透水鋪面積。

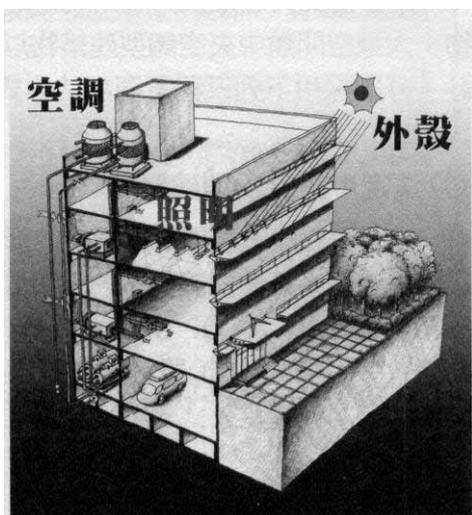
(3) 貯留滲透設計—就是讓雨水暫時貯存於水池、低地，再慢慢以自然滲透方式滲入大地土壤之內的方法，是一種兼具防洪功能的生態透水設計。

(4) 花園雨水截留設計—指設置於建築物屋頂、陽台及有地下室地面等人工地盤上的花園植栽槽，採用截留雨水的設計，以達到部分保水的功能。

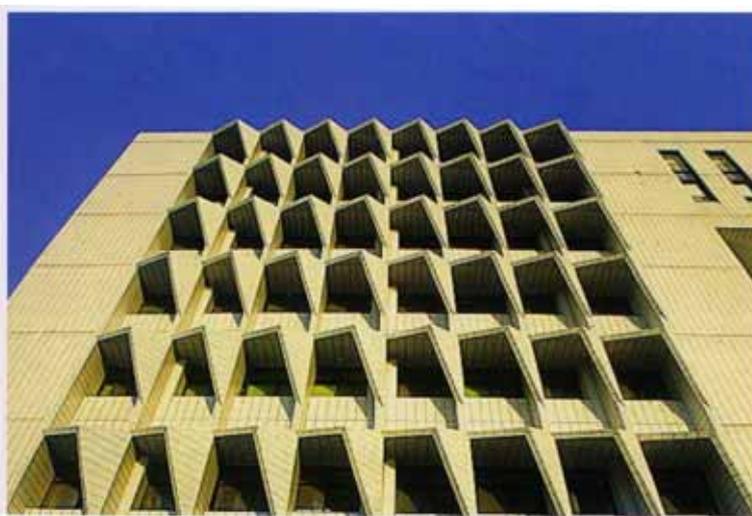
3-2.4 日常節能指標²⁵

綠建築的「日常節能指標」評估，乃要求申請的建築物其外殼耗能的合格基準必須比現行節能法規約嚴格 20%，而本項指標也是九大指標中，強制必須申請通過的兩項指標其中之一。此外，由於空調與照明耗能在台灣佔建築物總耗能量中絕大部分，此項指標同時也加強對空調設備及照明系統的節能要求，對於建築的節能設計設定更高的目標。本指標主要的評估項目為建築物外殼熱負荷比、空調效率比、照明節能比值等三大範疇；另外對於採用再生能源的比例，以及設置各項能源管理或節能設施，評估時提供一定的獎勵係數，以鼓勵各項技術的推廣應用。

圖十九 日常節能指標意義



圖二十 台電大樓為一優良節能建築外殼



(資料來源：綠建築解說與 (資料來源：熱溼氣候的綠色建築)

評估手冊，2005 年更新版)

²⁵ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊 (2005 年更新版)，73 頁

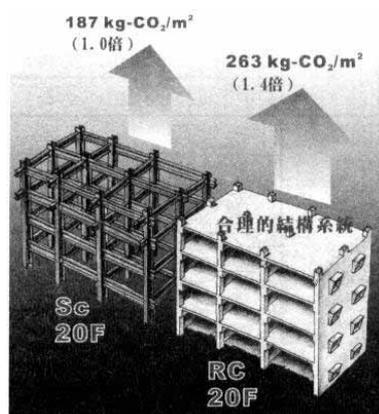
本指標是以最大耗電部分的空調與照明用電的節能設計為重點，並將節能評估重點設定在建築外殼節能設計、空調效率設計及照明效率設計等三大方向。建築外殼節能設計重點包括：建築外殼開窗率、開口部的外遮陽設計、建築物之座向方位、避免全面玻璃帷幕之外殼設計，屋頂的隔熱處理等。空調節能效率設計重點（以中央空調為對象）：建築空間應依空調使用時間實施空調區劃、依據實際熱負荷預測值選用適當適量的空調系統，避免主機容量超量設計、選用高效率熱源機器。照明節能的特點則為建築室內牆面及天花板採用明亮設計、採用高效率燈具、盡量採自然採光設計及利用自動晝光節約照明控制系統等等。

在建築物外殼節能評估基準部份，由於建築物不同的使用性質，本指標不同的設定基準。其中，中央空調性建築物（辦公、百貨商場、旅館和醫院）必須檢討其建築外殼耗能量；學校及大型空間類必須檢討窗面平均日射取得率和平均開窗率；住宿類建築必須檢討等價開窗率；其他類建築則必須檢討其屋頂熱傳透率。而在空調系統評估部分，目前僅針對中央空調型建築物加以評估。

3-2.5 二氧化碳減量指標²⁶

所謂二氧化碳減量指標，乃是指所有建築物軀體構造的建材（暫不包括水電、機電設備、室內裝潢以及室外工程的資材），在生產過程中所使用的能源而換算出來的 CO₂ 排放量。建築物軀體的 CO₂ 排放量指標為 ECO₂，必須由其建材的實際使用量及建材之單位 CO₂ 排放量累算求得。ECO₂ 指標計算值越小，象徵此建築物使用越經濟的建材，而其 CO₂ 排放量越少，對地球環境的傷害越少。為了簡化評估時的計算過程，因此本指標已建築物設計四個係數進行評估，此四個係數分別為形狀係數、輕量化係數、耐久化係數以及非金屬再生建材使用係數。

圖二十一 二氧化碳減量指標意義



（資料來源：綠建築解說與評估手

冊，2005年更新版）

²⁶ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005年更新版），85頁

為了達成 CO₂ 減量指標的基準要求，建築物的建材使用計畫應善加配合之規劃原則包括：

(1) 結構輕量化—

建築物的輕量化直接降低了建材使用量，進而減少建材之生產耗能與 CO₂ 排放。最具體的做法，即為推行「鋼構造建築」以及「金屬帷幕外牆設計」。

(2) 合理的結構設計—

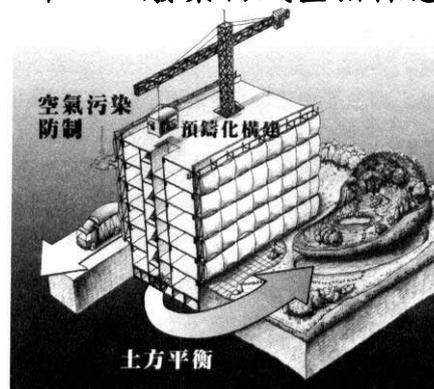
為了降低建材的使用量，首重合理而經濟的結構系統設計，亦即盡量使建築物的跨距設計合理化，保有均勻對稱的平面、立面、剖面等設計，以減少不必要的造型結構荷重。

(3) 採寒帶林木為材料的原木結構、集成材木構造、預鑄木構版、木地板等材料，因其生成年代較長，可儲存大量大氣中的 CO₂；但是使用熱帶林木則不然，因其生成年代較短，且多半為不具永續經營認證之木材，對於地球二氧化碳減量的幫助反而為反效果。

3-2.6 廢棄物減量指標²⁷

本廢棄物減量指標著眼於工程平衡土方、施工廢棄物、拆除廢棄物之固體廢棄物以及施工空氣污染等四大營建污染源，採用實際污染排放比率來評估其污染程度，四大營建污染源排放比例採相同比重來評估，所計算的數值必須小於廢棄物減量基準值，才能符合要求。其中若建築物本身為舊建築再利用的案件，為了鼓勵既有建築物的利用，幾乎可以無條件獲得二氧化碳減量以及廢棄物減量兩項指標的通過。

圖二十二 廢棄物減量指標意義



(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

²⁷ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005 年更新版），97 頁

在建築實際設計上，建議採取下列手法，以便能減少基地的營建廢棄物製造量：

(1) 基地土方平衡設計—

任何建築開發案最好能夠以土方之零排放與零需求為原則，多餘土方與不足土方均有害於地球環保。因此，建築設計前應慎重考慮地形地貌變化設計與地下室開挖上取得最佳的挖方填方平衡計畫。

(2) 結構輕量化—

為了降低營建廢棄物與施工空氣污染，建築結構的輕量化設計是首要目標，亦即盡量採用鋼構造與金屬外牆設計，或採用大跨距的木造建築物。

(3) 營建自動化—

如不能採用鋼構造而採用 RC、SRC 構造時，應儘量引進營建自動化工法以降低營建污染，例如採用系統模板、預鑄外牆、預鑄樑柱、預鑄樓板、整體預鑄浴廁、乾式隔間等自動化的工法，對施工中的廢棄物減量有莫大的助益。

(4) 多使用回收再生建材—

使用回收再生建材相當於減少建材生產能源、減少二氧化碳排放、減少營建廢棄物，一舉數得。由於目前台灣金屬類建材的回收率已相當地高，但是相對地在非金屬建材的部份，卻一直處於剛起步的階段，因此本指標主要在鼓勵非金屬類的回收建材使用，至於金屬類則不在計算之列。

(5) 採行各種污染防制措施—

欲減少建築施工過程的空氣污染，首要工作即加強工地污染管理，且列入施工管理的重要工作。擬訂施工計畫時應將可行的各項空氣污染防制措施，如有效噴灑水，洗車台，擋風屏(牆)，防塵網，人工覆被等。

3-2.7 室內環境指標²⁸

所謂「室內環境指標」主要在評估室內環境中，隔音、採光、通風換氣、室內裝修、室內空氣品質…等，影響居住健康與舒適之環境因素，希望藉此喚起國人重視室內環境品質，並減少室內污染傷害以增進生活健康。評估上以音環境、光環境、通風換氣與室內建材裝修等四部份為主要評估對象。尤其在室內裝修方面，鼓勵儘量減少室內裝修量，並盡量採用具有綠建材標章之健康建材，以減低有害空氣污染物之逸散，同時也要求低污染、低逸散性、可循環利用之建材設計。

其中在綠建材使用的部份，由於過去國內缺乏可信賴的材料試驗場，因此對於各項建材的認證附之闕如，致使綠建材的推動一直受到阻礙，因此對於國外其他相關產品的認證標章，只要能提出試驗證明，目前都是可以認定為合格的綠建材。目前台灣已設置相關材料試驗單位，日後對於綠色建材的推動，必然有相當大的助益。

3-2.8 水資源指標²⁹

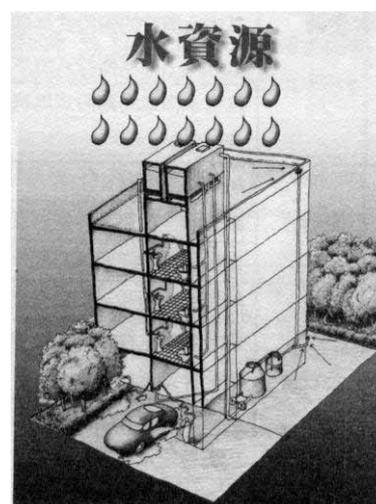
所謂「水資源指標」，係指建築物實際使用自來水的用水量與一般相同規模平均用水量的比率，其用水量評估包括廚房、浴室、水龍頭的用水效率評估以及雨水、中水再利用之評估。台灣九大指標中目前有兩項必要通過的指標，其中之一就是水資源指標。

圖二十三 台灣的綠建材標章



(資料來源：綠建材解說與評估手冊)

圖二十四 水資源指標意義



(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005年更新版)

²⁸ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005年更新版），103頁

²⁹ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005年更新版），117頁

建築物在建築設計上，若注意下列事項，則可容易達到水資源指標基準要求：

(1) 採用節水器具：由住宅自來水使用調查，顯示衛浴廁所的用水比例約為總用水量的五成。許多建築設計採用不當的用水器具，造成很大的浪費，如全面採用省水器具，必能節省不少水量。目前國內常用之節水設備包括：新式水龍頭與節水型水栓、省水馬桶、兩段式馬桶、省水淋浴器具、自動化沖洗感知系統等等。

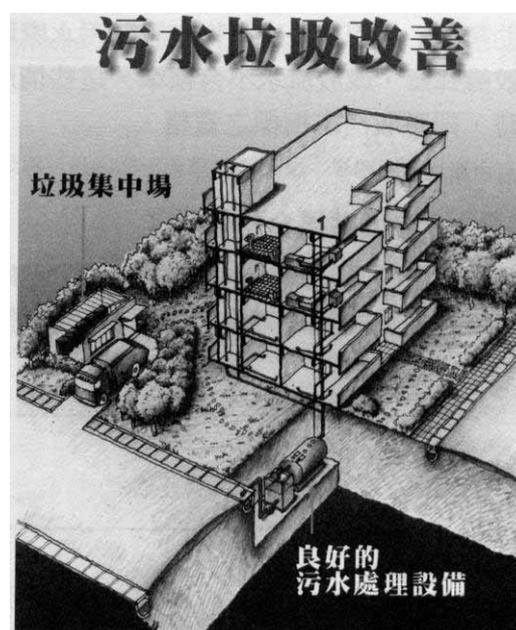
(2) 設置雨水貯留供水系統：雨水貯留供水系統，係將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，經過簡單淨化處理後再利用為生活雜用水的作法。雨水再利用可用在民生用水之替代性補充水源、消防用水之貯水水源，及減低都市洪峰的負荷。

(3) 設置中水系統：中水係指將生活污水匯集經過處理後，達到規定的水質標準，可在一定範圍內重複使用於非飲用水及非身體接觸用水。在總水量中，僅廁所沖洗就佔 35%，如能全面改用中水作為沖洗廁所之用水，其節水效果甚為可觀。

3-2.9 污水垃圾改善指標³⁰

本指標乃針對生活雜排水配管系統介入檢驗評估，以確認生活雜排水導入污水系統。此外，本指標也希望要求建築設計正式重視垃圾處理空間的景觀美化設計，用以提昇生活環境品質。

圖二十五 污水垃圾改善指標意義



(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

³⁰ 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊 (2005 年更新版)，127 頁

(1) 污水指標合格條件：

關於污水處理及放流水質標準在環保及建築技術規則已有詳細規範，唯目前在建築相關的污水處理上最嚴重的缺失，在於建築污水管路設計及施工對於生活排水配管大多未完全納入污水處理設施，因此本指標特別對此提出檢查評估。

(2) 垃圾指標合格條件：

本指標只針對基地內公共垃圾處理的空間景觀及衛生環境設計條件來評估。由於一般非社區型透天住宅的垃圾均依環保單位的垃圾車自行清運，並無公共垃圾集中場的衛生問題，因此對於一般非社區型透天住宅應可取消本指標的評估。

在實際建築設計作法上，本指標建議以下幾項作法，以通過本指標的評估：

- (1) 污水垃圾改善指標大多為興建設備空間與營建管理有關的規定，業者要從規劃設計階段開始注意改善。但既有建築物因建築物本身的限制較多，因此較難符合本指標的要求。
- (2) 建築業者要在設計施工階段，即預留專用洗衣空間及排水孔，並確實督導水電設計及施工者將排水管確實接續至污水系統，即可達到指標合格要求。
- (3) 住宅以外的其他建築物，在建築設計施工中，要確認專用廚房、洗衣、更衣浴室空間的雜排水配管系統是否確實導入污水系統，避免流入一般雨水用排水管。
- (4) 在垃圾處理指標上，最有利的條件在於預先留設有充足垃圾處理運出空間，並以景觀綠化美化的方法來設計專用垃圾集中場。其次是執行資源垃圾分類回收管理系統，或視建築使用需求設置冷藏、冷凍或壓縮等垃圾前置處理設施。

第三節 台灣 EEW 綠建築指標分級評估制度

有鑒於過去台灣實行九大指標評估系統，各指標之間並無綜合評估機制，使合格的綠建築之間並無優劣之評價，同時由於現行綠建築指標之合格標準尚屬低門檻之水準，各指標之合格門檻難易有別，使合格指標數未能表現真正合格作品之高下，因而無法提供明確可靠的綠建築獎勵標準。因此，台灣綠建築評估制度將改以綜合評分、分級評估和獎勵創新科技為主要方向，建立分級評估方法。

3-3.1 台灣 EEW 綠建築指標分級評估制度得分權重

台灣的分級評估制度，乃為參考美、日評估系統之權重關係及國情，並經專家問卷方式訂定。其結果如表三十所示，整個分級評估系統最高總分為 100 分，各指標最低合格分數為 2 分；利用統計分法加以整理後，得到各項指標綜合計分計算式如表三十一所示。

表三十 分級評估制度九大指標得分權重表

四大領域	九大指標		專家問卷得分	新分級評估得分權重配比		
				基準分	最高分	小計
生態	一．生物多樣性指標		23.5 分	2 分	9 分	27 分
	二．綠化量指標			2 分	9 分	
	三．基地保水指標			2 分	9 分	
節能	四．	建築外殼節能 EEV	32.3 分	2 分	12 分	28 分
		空調節能 EAC		2 分	10 分	
		照明節能 EL		2 分	6 分	
減廢	五．CO ₂ 減量指標		17.6 分	2 分	9 分	18 分
	六．廢棄物減量指標			2 分	9 分	
健康	七．室內環境指標		26.5 分	2 分	12 分	27 分
	八．水資源指標			2 分	9 分	
	九．污水垃圾改善指標			2 分	6 分	
最低總得分：22 分 最高總得分：100 分						

(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

將原有各項指標得分轉換為綜合計分後，依照對數常態分布理論，將案件分為鑽石級、黃金級、銀級、銅級及合格綠建築五等級，以做為分級獎勵之依據，如此才能成為推動理想綠建築政策之基礎³¹。

³¹ 林政賢，綠建築評估指標適用性之研究（成大碩論，民國 93 年）

表三十一 各指標綜合計分計算式

九大指標		設計值	基準值	標準差	分級評估得分 $RS_i(*1)$	得分上限	
一．生物多樣性指標		BD	BD _c	0.184	$RS_1 = 9.51 \times R_1 + 2.0$	$RS_1 \leq 9.0$	
二．綠化量指標		TCO ₂	TCO _{2c}	0.408	$RS_2 = 4.29 \times R_2 + 2.0$	$RS_2 \leq 9.0$	
三．基地保水指標		λ	λ_c	1.313	$RS_3 = 1.41 \times R_3 + 2.0$	$RS_3 \leq 9.0$	
四． 日常 節能 指標	外殼節能	辦公類	EEV	0.80	0.084	$RS_{4_1} = 29.76 \times R_{4_1} + 2.0$	$RS_{4_1} \leq 12.0$
		百貨類	EEV	0.80	0.084	$RS_{4_1} = 29.76 \times R_{4_1} + 2.0$	
		醫院類	EEV	0.80	0.225	$RS_{4_1} = 11.11 \times R_{4_1} + 2.0$	
		旅館類	EEV	0.80	0.225	$RS_{4_1} = 11.11 \times R_{4_1} + 2.0$	
		住宿類	EEV	0.80	0.280	$RS_{4_1} = 8.93 \times R_{4_1} + 2.0$	
		學校及大型空	EEV	0.80	0.132	$RS_{4_1} = 18.94 \times R_{4_1} + 2.0$	
		其他類	EEV	0.80	0.258	$RS_{4_1} = 9.65 \times R_{4_1} + 2.0$	
	空調節能	EAC	0.80	0.143	$RS_{4_2} = 13.99 \times R_{4_2} + 2.0$	$RS_{4_2} \leq 10.0$	
照明節能	EL	0.80	0.121	$RS_{4_3} = 8.77 \times R_{4_3} + 2.0$	$RS_{4_3} \leq 6.0$		
五．CO ₂ 減量指標		CCO ₂	0.82	0.087	$RS_5 = 20.11 \times R_5 + 2.0$	$RS_5 \leq 9.0$	
六．廢棄物減量指標		PI	3.30	0.111	$RS_6 = 15.77 \times R_6 + 2.0$	$RS_6 \leq 9.0$	
七．室內環境指標		IE	60.0	0.121	$RS_7 = 20.66 \times R_7 + 2.0$	$RS_7 \leq 12.0$	
八．水資源指標		WI	2.0	-----	$RS_8 = WI$	$RS_8 \leq 9.0$	
九．污水垃圾改善指標		GI	10.0	0.233	$RS_9 = 4.29 \times R_9 + 2.0$	$RS_9 \leq 6.0$	
*1：合格變距 R ₁ ~R ₉ 為該指標的設計值與基準值的絕對值差與基準值之比，即依「 設計值-基準值 ÷基準值」之公式計算。							

(資料來源：綠建築解說與評估手冊，2005 年更新版)

3-3.2 創新科技優惠評估³²

任何一種綠建築評估系統，均有美中不足之虞，且無論多嚴謹周全之評估方式，均無法網羅一切優良之綠建築巧思；因此台灣綠建築評估參考美國 LEED 對於創新設計的額外優惠，以更積極、更彈性、更開放的方法，依照下列原則進行優惠評估。

- (1) 綠建築創新科技優評估之對象，必須是現有評估系統所無法評估的內容，同時必須與綠建築生態、節能、減廢、健康四大範疇直接相關之技術或創意為限。
- (2) 綠建築創新科技優評估之對象，必須能突顯綠建築技術結合造型美學、文化風貌、環境調和、自然生態、再生能源之創意，對於綠建築有教育示範者為限。

³² 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005 年更新版），138 頁

- (3) 接受綠建築創新科技優評估之作品本身，至少必須具備綠建築評估合格水準以上之條件。
- (4) 綠建築創新科技優評估之申請，必須由申請單位提出合理可信之資料說明，由綠建築委員會確認該作品對生態、節能、減廢、健康等四範疇有實質貢獻後，再依據委員會的共識與慣例，給予該範疇總得分額外 10~50% 之加權優惠評分，但其得分以該範疇 100% 上限得分為止。假如四範疇中有多重範疇值得優惠評估時，可給予多重加權優惠評分。

第四章 台灣 EEWB 與美國 LEED 綠建築評估方式綜合比較

第一節 執行單位比較

台灣為了推動綠色建築設計的發展，於西元 2001 年建立 EEWB 指標評估體系，並由內政部營建署輔導成立「財團法人中華建築中心」負責受理綠建築案件的審查和認證工作。推行初期完全採用自願申請案件，但實行一年下來，僅三棟建築物申請綠建築評估，成效不彰。因此，為了積極推動台灣的綠色建築評估，政府決議起帶頭示範的作用，強制規定公有建築物工程費五千萬元以上，於申請建造執照之前，必須先取得綠建築候選證書，為一準綠建築，才得以建造。

截至今年（2005 年 6 月），已有上百件公有建築物申請綠建築候選證書，連帶也吸引民間自願申請認證，民間建築申請的數量亦有緩慢增加的趨勢。因此，雖然財團法人中華建築中心為一民間法人團體，但其實為政府輔導成立，且由於公權力的強制介入，台灣的綠建築執行機制其實是由上而下，由政府單位將之法制化的方式推行，其執行單位實為政府本身；但也由於公有建築物必須在建造前取得綠建築候選證書，使得目前在認證上受到的限制較多。

相較於台灣由公權力領導，美國 LEED 完全是由民間發起的認證方式，目前是由美國綠建築協會受理案件的申請。首先，美國綠建築協會因為是一個民間的法人團體，所以完全不受政府牽制，再加上其僅受理竣工後的建築物，亦不會受到工期的壓力，必須盡速地完成審查作業。其次，美國綠建築協會僅負責受理案件掛號登記，但是卻不負認證審查工作；該協會會依照案件申請的指標屬性，交給專業的認證公司負責審查計算。申請者所繳交的審查費也是付給這些私人認證公司的審查費用，並非是付給美國綠建築協會的費用。

由於申請認證完全沒有強制性，在基準的制定上，也不需遷就目前設計市場，降格以求；相反地，其所設定的基準的確較高，因此前來申請的建築物，不論其設計好壞，但是從綠建築的觀點視之，都是相當優秀的綠建築作品。相較於台灣的評估制度是從消極面預防不好的設計，美國 LEED 更由積極面來鼓勵優良的設計。而在審查機制上，整體上來說，美國審查的模式恰和台灣相反，其為一由下往上的方式，由民間力量來促進綠色市場的潮流，進而吸引政府目光，加以效法或跟進。雖然目前在美國某些城市的政府單位已要求該區域之公有建築物，必須通過 LEED 某一等級的綠建築認證，才得以建造；但這完全是該區政府自願性的作法，美國綠建築協會並未和政府單位合作，強制任何公有建築物申請。表

三十二為兩評估制度在執行單位和執行機制上的比較。

表三十二 EEW 與 LEED 評估制度執行單位比較

	EEWH	LEED
標章圖樣		
評估制度 (全名)	Ecology, Energy Saving, Waste Reduction, Health	Leadership in Energy and Environmental Design
建立方式	政府單位輔導建立	完全民間發起建立
案件申請 方式	公有建築物為強制性申請 私有建築物為自願式方請	完全自願申請
獎勵方式	授予獎牌 研擬配套獎勵措施	授予獎牌 未有任何特殊獎勵措施
推行機制	由上而下	由下而上
受理單位	財團法人中華建築中心	美國綠建築協會

(資料來源：本研究整理)

第二節 評估認證流程比較

台灣目前綠建築的認證程序分為兩大主軸，一為綠建築候選證書，一為綠建築標章。由於受限於公有建築物必須於申請建造前，取得綠建築的認定，而導致綠建築候選證書的產生。簡言之，綠建築候選證書實為一準綠建築證明；實際的綠建築證書則必須待完工後始得申請，至於民間建築物因為沒有公家經費補助的問題，因此不需先行請領綠建築候選證書，僅需完工後申請綠建築標章認證即可。不過目前大部分建築物均會於施工前先送審綠建築候選證書，以便確認該建築物完工後可順利申請綠建築標章，因此在此，本研究便以候選證書的認證流程進行比較。

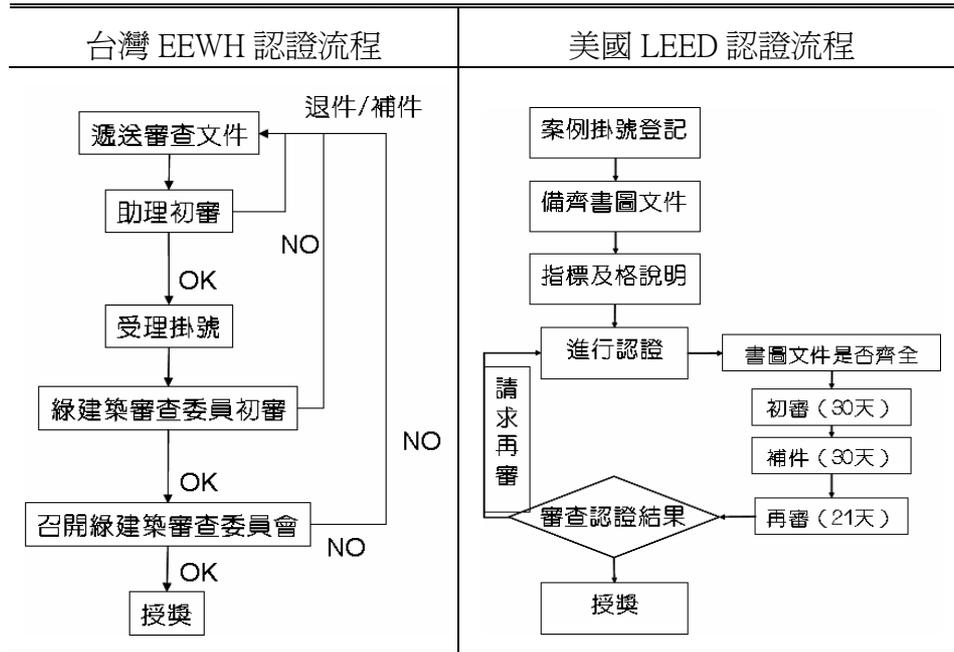
首先，建築師或設計團隊在備妥所需的書圖文件之後，送交中華建築中心各分區服務處承辦助理申請諮詢，分區助理會依據送件內容判定文件是否齊備，如有疏漏則請建築師補齊，如果所有書圖文件均齊備，則正式受理案件掛號申請。

受理案件後，由綠建築審查委員會委員對該案件進行初審工作，初審完畢後則召開分區審查委員會，進行複審工作。如果委員一致通過審查結果，則通知申請者進行授獎儀式，如果其中任一程序中，有委員對於申請者檢具的文件有所疑義，或計算結果有錯誤，均可要求設計者或建築師進行補件工作。由於受限公有建築物要請領建照，審查流程必須盡量縮短，以不致影響工期發包；故整個綠建築後選證書審查工作，不含建築師補件時間，審查時間約為一個月。工程完工後，委員會會前往現場勘查驗收，以確認是否有按當初設計圖說進行建造。整個申請認證的流程可參考圖二十六之認證流程圖。

相較於台灣審查綠建築案件的倉促，美國 LEED 因為是審查已經竣工完成之案件，較無工期時間上之壓力。首先在設計初期時，美國綠建築協會建議申請者可先行掛號登記，以便讓美國綠建築協會人員可隨時瞭解工程進度，並給予資料準備上的建議。待竣工後，設計者或業主備妥相關書圖文件，即可向美國綠建築協會申請綠建築認證。繳交認證費完成後，美國綠建築協會人員會先針對各項指標說明的書圖文件備齊與否進行審查，但是並不針對實際計算內容進行審查。如果所有文件均已備齊，則轉交專業的認證公司進行認證審查的工作。

因為美國的評估體系共分為六大指標群，因此其專業的認證公司，也有不同的專門；美國綠建築協會即依照申請的指標屬性，分給不同的公司審查。初審時間約為一個月，初審完畢後，有一個月時間為建築師或設計團隊的補件時間，之後進行複審；複審會在三個星期之內得知結果。倘若業主接受審查結果，則進行授獎儀式，倘若業主不接受結果，則業主可以請求再審，依再審的次數另外繳交費用。比較特別的是，美國 LEED 的審查僅針對申請者所提出的書面資料進行審查，並不至實際現場抽查，也沒有事後發現不符而撤銷標章之規定。簡言之，美國 LEED 的系統完全是建立在一個誠實自主的前提之上；再加上審查期間較長，審查也都非常仔細，因此當授予獎牌後即認定該建築物具有綠建築資格，並不會加以抽查。美國 LEED 認證流程請參閱圖二十六。

圖二十六 台灣 EEW 與美國 LEED 綠建築認證流程圖比較



(資料來源：本研究整理)

第三節 指標評估內容定性比較

經過第二章及第三章兩方各指標的說明與介紹後，不難發現，兩者評估系統之間的內容雖然互有差異，但其中大部分的規範都相去不遠，只是因當地環境和國情不同而略有修改。本研究首先將兩評估系統中都有提到的規範或是相關的評估加以綜合比較，之後再比較兩邊比較特殊或獨有之評估項目。在順序上，本研究以台灣 EEW 的指標架構為主，再一一對照 LEED 相關規範，各指標之間的比較如下所述。各項指標之間相近的比較表可參考表三十三中所標示指標項目。

4-3.1 二者相同或相關指標比較

1. 生物多樣性指標

台灣九大指標中生物多樣性指標共分為四部份進行評估。其中在植物多樣性部分，對於原生種或誘蝶誘鳥植栽的採用³³，有給予特殊的優待係數；而 LEED 在 Water Efficient Landscaping 中由於原生樹種及耐旱植物在景觀澆灌的節約用水上³⁴，十分有利，因此對於這類植物的栽種，也是大為鼓勵。

³³ 林憲德，熱溼氣候的綠色建築（詹氏書局，民國 94 年），315 頁

³⁴ Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.85

其次，在生物多樣性指標中土壤生態的部份，對於表土的保護部份，提到可於施工中集中灑水養護，或於其上種植豆科植物或以落葉草皮覆蓋，加以保護。這一部分則和 LEED 在 Sustainable Sites 中的必要指標 Erosion & Sedimentation Control³⁵ 針對防止土壤的流失方法有異曲同工之妙。

2. 綠化量指標

綠建築綠化量指標中為了保有原有的自然環境，因此鼓勵設計者保留基地原有生態，減少人為的破壞，或是過於人工化的綠化方式，這部份在 LEED 的 Reduced Site Disturbance³⁶ 中也有類似的想法，因此鼓勵設計者盡量保有開放空間的原始性，降低人為整地的範圍。不過這類型的基地，主要以郊區為主，如果基地位於都市之中，則因週遭環境沒有這種條件，較難達成。

其次，美國 LEED 中為了降低都市熱島強度，因此鼓勵種植大樹，以成樹蔭，降低都市中的溫度，這也符合綠化量指標鼓勵種植喬木的精神之一³⁷。至於 LEED 在 Water Efficient Landscaping 中雖然不鼓勵複層綠化的景觀方式以及大片面積的綠化植栽，但是和台灣的 EEW 系統都同樣鼓勵原生植物的選種。

3. 基地保水指標

基地保水指標設計手法共分為直接滲透和貯集滲透兩大類型，其中貯集深透部分的設計手法，其意義和 LEED 對於防洪 (Stormwater Management)³⁸ 所採取的滯洪池或貯集空地廣場等措施類似。而直接滲透部分設計，一方面有降低都市洪峰及逕流量的功效，另一方面設置各式的綠地、草溝和透水鋪面，對於降低都市熱島強度，也有所助益，這一部份則和 LEED 中 Heat Island Effect Reduction 的規定不謀而合。

³⁵Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.11

³⁶Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.45

³⁷Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.63

³⁸Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.52

4. 日常節能指標

日常節能部分，不論是 EEW 或是 LEED 兩項評估系統，都致力於降低建築物能源的消耗，因此同樣都要求建築物在能源的消耗量上必須比基準再低一些，才能給予額外的獎勵。只是由於氣候因素的不同，其降低的幅度上會有所差異。LEED 對於能耗的降低，最低可較基準值低 57%³⁹，但是 EEW 僅較法定標準低兩成，就已經相當不容易。其中，LEED 是屬於整體性的能源花費評估，將建築物各項能源的消耗加總進行評估⁴⁰，但是 EEW 則針對外殼、空調和照明三部份分別進行評估；而且在能源的種類上，LEED 將各種不同的能源，如電力、瓦斯、石油等等加乘後進行總量節能的評估，台灣則由於目前能源消耗仍多以電力為主，因此僅評估電力的節能狀況。

其次，為了尋找未來可能的替代能源，雙方評估系統均獎勵再生能源的利用，但由於氣候條件導致台灣地區部份再生能源發電效率較差，很難替代到建築物總耗能的 5%、10% 或 20%，因此再生能源的普遍性在台灣目前仍處於示範階段。

在各種空調節能技術方面，EEW 對各種空調節能的技術均予以獎勵⁴¹，LEED 雖然在設置二氧化碳濃度監控點的出發點上，並非完全是為了空調節能而設，而是為了人員舒適，但是卻仍然收有空調節能之功效。而針對大型辦公建築或是智慧型建築，EEW 對於設置能源監控點進行能源設施管理的建築物均有給予其他的獎勵分數，這部份也和 LEED 鼓勵設置能源監控點類似。

5. 二氧化碳減量指標

首先，雙方對於舊建築再利用的案例，均是給予肯定和鼓勵的；其次，對於各種再生建材的使用，亦一直努力加以推廣。其中 LEED 更將再生建材分為資源再利用類、回收建材類、當地建材類等等數項；台灣則是因為目前市面上仍以鋼筋混凝土建築為多數，因此再生建材的推廣仍舊以使用混凝土類的建材為主。

³⁹Green Building Rating System, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1
(November 2002) p.24

⁴⁰AHRAE Standard 90.1-2001

⁴¹內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2005 年更新版）p.77

再生建材的使用部分，台灣因為目前金屬類建材的回收率已相當地高，因此僅考慮非金屬類回收建材的使用率，而假設金屬類的回收率均超過 80% 以上。這當然是因應國內建築市場的潮流而言，但是雖然在美國金屬類建材的回收率也相當高，不過在計算回收建材比例時，仍然可以加以計算；惟實際回收使用的比例就必須仰賴建材廠商所提供的資料以資證明。此外，在非金屬類建材的使用部分，台灣目前為了推廣高爐水泥的使用，對於在混凝土中添加爐石做為骨料，是有額外的優惠計算，不過對於混凝土中的添加物，已經相當普遍的灰飛卻未加以計算。飛灰本身的性質類似爐渣（爐石），也是金屬冶煉時的廢物，在台灣和美國都是普遍的添加物，不過目前兩評估系統中僅美國 LEED 將之納入回收建材的使用計算中⁴²。

6. 廢棄物減量指標

除了和二氧化碳減量指標相同的舊建築再利用以及再生建材的使用之外，雙方的評估指標均強調廢棄物減量或移轉再利用的重要性（Construction Waste Management），但是因為美國開挖地下室的成本相當高，停車空間也多半為地面停車，少有深挖地下室的案例，因此不太會有大量的廢棄土方，固廢棄土方並不算在 LEED 廢棄物的計算之內；除非基地上原有許多垃圾碎片或殘骸，為了開發必要將之清運，才算在營建廢棄物之中⁴³。

此外，在 EEW 的廢棄物減量指標中的最後一項，有對施工中各項污染防治措施進行獎勵，雖然台灣 EEW 所規範的多半為最簡單的一些工地公共衛生及污染防治的管理，但其對基地四周污染防治的意義和美國 LEED 對於基地表土侵蝕沉降作用的保護部份有些許重疊之處。

⁴² Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.202

⁴³ Reference Guide, For New Construction & Major Renovations, Version 2.1 (May 2003) p.203

7. 室內環境指標

室內環境指標共分為音環境、光環境、通風換氣環境以及室內建材裝修四個部份。其中，LEED 除了音環境部分沒有特殊的規範之外，其他三個部份均有相關的規定。通風換氣部份，不論是機械通風或是自然通風，LEED 在室內環境品質中的 Minimum IAQ Performance 和 Ventilation Effectiveness 均有相似的規定，只是 EEW 多半以簡單開窗方式及面積加以評估，LEED 則完全沒有簡單評估的方法，全部必須依照 ASHRAE 內所規定的實驗評估方法進行⁴⁴，或是建立電腦模型或實體模型進行模擬。

光環境部份，分為人工照明和自然採光兩部份。人工照明防眩燈具的設計，LEED 將之規範在節能設計的範圍之中，和大樓整體的能源性能一起進行評估。而自然採光的部份，則和 LEED 對於外周區的控制(Controllability of Systems) 獎勵設置大量可開啟的窗戶，以及晝光利用設計 (Daylight & Views) 中要求居室空間盡量能夠有晝光利用的潛力相近。

最後在室內裝修建材部分的規定，這一部份和二氧化碳減量中再生建材的使用有部分重疊。LEED 將我國目前大力推廣的綠建材，分為資源再利用、回收建材、無天然匱乏之虞建材以及永續經營的木材四個部分，而且已行之有年。目前這些產品在美國已經是市場上常見的規格品，價格也和一般的建材沒有多大差別。但是我國在綠建材部分，過去由於沒有正式的材料試驗認證單位，因此僅能靠國進口相關建材，導致價格偏高，設計者採用意願不高。目前雖然正式的材料試驗是已經完成，但是台灣的綠建材制度尚處於起步階段，相關產品在市面上仍不普遍。

8. 水資源指標

EEW 在水資源指標中首重各種節水器具的使用，這和 LEED 在 Water Use Reduction 中鼓勵使用省水器材不謀而合。其次，EEW 在水資源指標中針對各種大型耗水項目，有要求設置雨水或中水利用設施進行彌補，對於大規模綠地開發，亦要求設置高效率澆灌系統；這和 LEED 在 Water Efficient Landscaping 中所推廣的雨中水回收技術以及強調節水的微滴澆灌系統立意亦為相同。

⁴⁴ASHRAE Handbook Fundamental

9. 污水垃圾改善指標

在污水垃圾部分，分為污水及垃圾兩部份進行評估。其中 LEED 比較有著墨的部分在於垃圾的集中和分類，也必須有清楚的運出路線；但是並未強調整體周圍的綠美化設計或是結合景觀。至於污水部份，因為美國住家本身均有專門的洗衣空間，不像台灣過去有將洗衣機排水誤接至雨水管的情形發生，因此對於污水管確實接管的部分並未加以強調。

表三十三 EEWB 與 LEED 相近的規範

台灣 EEWB	美國 LEED	相關措施
生物多樣性	Water Efficient Landscaping Erosion & Sedimentation Control	鼓勵種植原生種、耐旱植物 表土保護：播種養護
綠化量	Reduced Site Disturbance Heat Island Effect Water Efficient Landscaping	保留原有生態，降低人為破壞 植樹遮蔭、採用植草屋頂 鼓勵種植原生種、耐旱植物
基地保水	Stormwater Management Heat Island Effect	增加地表透水性 設置透水鋪面或綠地
日常節能	Minimum Energy Performance Optimize Energy Performance Renewable Energy Measurement & Verification Carbon Dioxide Monitoring	最低法定標準 節能設計 獎勵再生能源 能源監控管理 二氧化碳濃度控制
二氧化碳減量	Building Reuse Recycled Content Regional Materials	鼓勵舊建築再利用 獎勵再生建材 使用當地建材，節省運輸所旁 放的二氧化碳
廢棄物減量	Building Reuse Construction Waste Management Resource Reuse Recycled Content Erosion & Sedimentation Control	鼓勵舊建築再利用 鼓勵降低營建廢棄物 獎勵再生建材 獎勵再生建材 施工污染防治
室內環境	Resource Reuse	室內建材裝修

台灣 EEW	美國 LEED	相關措施
	Recycled Content Rapidly Renewable Materials Certified Wood Minimum IAQ Performance Ventilation Effectiveness Low-Emitting Materials Daylight & Views	獎勵使用綠建材 通風換氣環境 通風換氣環境 採用低逸散性建材 光環境—自然採光
水資源	Innovative Wastewater Technologies Water Use Reduction	雨中水回收利用、高效率澆灌系統 採用省水器具
污水垃圾改善	Storage & Collection of Recyclables	垃圾分類集中

(資料來源：本研究整理)

4-3.2 二者獨有或特殊指標比較

本研究在比較過兩評估系統較為相關之規定後，發現雙方有部分規定均為該評估體系特有之規定，有可能僅適用於當地國情，亦有可能規範在其他建築相關法令之中，茲將其分列如下。兩評估系統獨有或特殊的規定比較，請參考表三十四。

1. 美國 LEED 特別的規定

(1) 永續性基地條件

在基地選擇上，首先，LEED 評估基地的土地使用，希望業主能夠依照 LEED 規範，找尋一塊對環境衝擊最小的基地進行開發。如果基地位於都市中，則盡量利用已開發的區域進行開發；如果基地位於郊區，則盡量保有開放空間的原始性，降低整地的範圍。其中在環境敏感區的禁限建規定，這部分在臺灣是規範於其他相關的都市土地使用分區管制規定中。其次，LEED 獎勵廢地再開發，這部分的立意比較等同都市更新的層級，對於建築從業者來說，能切入管理的實在有限。

第三，LEED 針對基地四周交通進行評估，雖然 LEED 的立意是業主可以依照評估條件選擇一塊較有利的基地再進行開發，但是對大多數台灣的建築師來說，這往往不是建築師一人可以決定的，如果對周圍的交通進行評估，建築師恐怕也無力可為。但是我們可以學習的是 LEED 鼓勵少設汽車停車位的作法，雖然這和目前獎勵增設停車位的法令似乎有所衝突，但是減少過多停車位的設計，一方面可以鼓勵民眾搭乘大眾交通工具，順便也減少建築物地下室開挖面積，才是真正符合綠建築的美意。

第四，LEED 對於光害的防治不遺餘力，因此在戶外照明的部份規定相當嚴謹，這個部份是值得我們加以學習的。前些日子有部分居民對於 101 大樓的高度警示燈提出抗議，認為太亮，干擾到鄰居的生活作息，這就是光害的最好代表。目前最新的綠建築九大指標評估內容中，就加入光害防治的規定於「生物多樣性指標」之中，不過目前仍以定性的規定為主，若要更進一步規範，在未來檢討更新內容時可考慮將這一部分納入台灣的綠建築評估制度中。

(2) 能源與大氣環境

美國 LEED 因為僅針對書面進行審查，並不到現場監督或抽查，所以對於設計團隊本身的監督工作相當要求，其監督委員會的工作不僅包括了建築師應有的監造責任，其範圍更類似目前的專案管理，在台灣目前則很少出現這類的案例，也少有事務所或工程顧問公司會提供這類型的服務。

其次，為了保護地球的臭氧層，美國 LEED 規範中有對氟氯碳化物晉用的規定。但是在台灣這乃屬於環保層級的規定，目前是規範於環保的法令中，建築能介入的也相當有限。第三，對於綠能源的發展，由於台灣目前和電力公司並沒有這樣的契約機制存在，因此無法加以實行。

(3) 室內環境品質

首先，在吸煙室設置部份，台灣目前的菸害防治法僅要求要設置吸菸室，但是對於吸煙室的空調、換氣問題卻沒有任何規範，很有可能和其他的居室空間使用同一空調循環，對於室內工作人員的健康有很大的影響。因此未來可考慮將吸煙室的空氣品質和設置規範納入，才能真正落實設置獨立吸煙室的意義。

第二，在施工中的室內空氣品質部份，台灣幾乎沒有著墨，尤其在工作人員進駐前，應該有必要徹底將建築物室內空間的灰塵毒物或揮發性氣體排除，以確保室內人員工作的健康。

第三，在內周區的溫濕度及氣流風速控制上，因為 LEED 出發點主要來自於人員的舒適感，因此單純從綠建築環保的觀點而言，台灣的 EEW 比較少著墨在健康舒適的部分。同樣地，由於熱環境的控制，一樣是出於舒適的觀點，而且必須以儀器實地進行量測確認，或是利用電腦建模進行模擬，此部分因技術較為複雜，對台灣一般建築從業者而言，接受度較低。

2. 台灣 EEW 特別的規定

(1) 生物多樣性指標

台灣 EEW 中的生物多樣性指標，為了降低對環境生態的破壞，並希望能盡量提供其他生物一良好的棲息環境，達到環境共生的目的，乃針對大型基地開發，以生態綠網、小生物棲地、植物多樣性和土壤生態四大部分進行評估。相較於台灣對於生態的營造，美國 LEED 中除了土壤生態中的表土保護，有針對預防表土流失做的一些措施之外，在其他部分則幾乎完全沒有著墨。

乍看之下似乎美國對於大自然的生態環境不甚重視，但是若探究其國家地理環境則可了解，美國因幅員廣大，有許多地方甚至是完全沒有開發的原始林地，因此其原有的生態環境本就不差。故美國 LEED 對於生態的態度是不去更動，保留原始的面貌，就是最好、最適合當地的生態環境。

(2) 綠化量指標

綠化量指標基本上是鼓勵種植喬木，獎勵複層綠化以及盡量大面積的綠化方式。但是 LEED 從節約澆灌水的角度出發，過分的綠化或是不適當的植栽選種，往往浪費更多的澆灌用水，反而消耗更多的資源。因此 LEED 並不鼓勵複層綠化，反而獎勵較小面積、較稀疏方式的綠化，兩評估系統的立意因切入的角度不同，因此剛好有部分相反。

(3) 室內環境指標

室內環境指標在分別針對音環境、光環境、通風換氣環境和室內裝修進行評估。其中九大指標在音環境部分的規定，LEED 完全沒有相關的規範，唯一可循的途徑便是申請創新設計，要求額外的加分。

表三十四 EEW 與 LEED 獨有或特殊的規範

大項	指標	相關措施
生物多樣性	生態綠網/小生物棲地/植物多樣性/土壤生態	LEED 幾乎對生態沒有著墨
綠化量	多種喬木、複層綠化、立體綠化	LEED 重視綠化導致的耗水量，立意不同
室內環境	室內音環境：牆板隔音性能及樓板衝擊音性能	目前並未有任何關於音響規定
Sustainable Sites	Site Selection	規定於其他建築或土地使用分區管制相關法令
	Development Density	和台灣容積管制訂定最大值立意剛好相反
	Brownfield Redevelopment	類似都市更新概念
	Alternative Transportation	除了最小法定停車位外，

大項	指標	相關措施
		其他無力可為
	Light Pollution Reduction	光害防制，尤其是大樓室外景觀照明
Energy & Atmosphere	Fundamental Building Systems Commissioning	工作性質涵蓋監造和 PM
	Additional Commissioning	工作性質涵蓋監造和 PM
	CFC Reduction in HVAC&R Equipment	目前規定於環保法令中
	Ozone Depletion	目前規定於環保法令中
	Green Power	目前台灣沒有這樣的機制
IEQ	Environmental Tobacco Smoke Control	菸害防治法中僅規定要設吸菸室
	Construction IAQ Management Plan	目前僅有施工中防塵網等基本設施
	Indoor Chemical & Pollutant Source Control	沒有強制事務機器獨立
	Controllability of System	主要指內周區部分
	Thermal Comfort	需要儀器測量證明

(資料來源：本研究整理)

第四節 指標評估內容定量比較

目前台灣九大指標為了使綠建築的設計更加彈性，並能區分出優劣，以作為日後的獎勵基礎，因此訂定最新的分級評估制度，將九大指標加權後加以量化相加，再訂出等級。為了解台灣與美國綠建築評估制度的差異，一方面除了從各指標規定的精神與意義上面著手，另一方面也必須具體加以量化呈現。因此本章將各指標全以權重量化方式，進行分析。

兩評估系統的量化得分，分別如表三十五以及表三十六所示。若以台灣 EEWB 的四大指標群分類方式如主軸，則各項指標分析比較如下。

表三十五 台灣 EEWB 分級評估制度九大指標得分權重表

四大領域	九大指標		專家問卷得分	新分級評估得分權重配比		
				基準分	最高分	小計
生態	一.	生物多樣性指標	23.5	2	9	27
	二.	綠化量指標		2	9	
	三.	基地保水指標		2	9	
節能	四.	建築外殼節能 EEV	32.3	2	12	28
		空調節能 EAC		2	10	
		照明節能 EL		2	6	
減廢	五.	CO ₂ 減量指標	17.6	2	9	18
	六.	廢棄物減量指標		2	9	
健康	七.	室內環境指標	26.5	2	12	27
	八.	水資源指標		2	9	
	九.	污水垃圾改善指標		2	6	

最低總得分：22 分 最高總得分：100 分

(資料來源：綠建築解說與評估手冊)

表三十六 美國 LEED 分級制度得分權重表

六大指標群	必要項目	指標總分 (比例)
永續性基地條件	● 土壤侵蝕及沉澱作用控制	14 (20%)
水資源利用效率	無	5 (7%)
能源與大氣環境	● 建築物監督管理單位基本工作 ● 建築物耗能最低規範標準 ● 降低氟氯碳化物的使用	17 (25%)
建材及資源利用	● 垃圾分類集中回收	13 (19%)
室內環境品質	● 最低室內空氣品質基準 ● 空間二手菸控制	15 (22%)
其他創新設計	無	5 (7%)

(資料來源：本研究整理)

1. 生態指標群

美國 LEED 中和生物多樣性指標較相關的規定為 Water Efficient Landscaping (選擇性指標) 和 Erosion & Sedimentation Control (必要性指標)，但因景觀設計主要和綠化量有較直接的關係，為避免重複計算，在生物多樣性指標這裡並不計入，因此相較於台灣有九分的得分，美國 LEED 在這方面是沒有分數獎勵的。

其次在綠化量指標方面，美國 LEED 主要以 Reduced Site Disturbance (選擇性指標) 以及 Water Efficient Landscaping (選擇性指標) 較為相關，相加後總分最高可得四分的獎勵，約佔總分的 6%。而台灣在綠化量的得分規定，最高則是得到總分的百分之九，台灣在綠化的比重上稍高。

第三在基地保水指標部分，LEED 主要以 Stormwater Management (選擇性指標) 和 Heat Island Effect (選擇性指標) 最為相關，相加後最高分數為四分，佔總分的 6%。台灣最高和綠化量一樣，可得九分，亦較美國的比重稍微偏高。

在生態指標群部份，整體而言，美國 LEED 的評估分數在生態部份最高可得八分，佔總分的 12%；而台灣 EEW 最高分可得 27 分，佔總分的 27%。由此可發現，美國 LEED 在生態部分著墨較少，反而台灣卻佔了四分之一之多，但這並不代表美國就不重視生態環境的復育與保護，推究其最主要原因，應該和當地原

始環境情況有關。美國幅員遼闊，有許多地區仍然為尚未開發的鄉下地區，都市地區所佔面積有限，因此對美國的綠建築規劃來說，盡量保有原本未開發的原始自然環境，而盡量選在已開發地區建築，就是最好的生態保育方法。反觀台灣，因為地狹人稠，幾乎所有的土地都被利用破壞殆盡，因此如何恢復當初的良好生態環境，就變成台灣目前相當重要的課題之一。

2. 節能指標群

節能指標群在台灣 EEW 中即單指日常節能指標，而在美國 LEED 中則大部分落在能源與大氣環境的指標群中。美國 LEED 中和建築節能有關的指標主要有 Minimum Energy Performance (必要性指標)、Optimize Energy Performance (選擇性指標)、Renewable Energy (選擇性指標)、Measurement & Verification (選擇性指標) 以及 Carbon Dioxide Monitoring (選擇性指標)。其中除了第一項為必要性指標，沒有分數之外，其餘各項指標相加最高可得 15 分，佔總分的 22%，約為全部的五分之一到四分之一，其比重較生態的規定為重。

台灣的日常節能指標，依據分級評估的權重標準，依序為建築外殼節能 12 分、空調節能 10 分和照明節能 6 分，最高得分為 28 分，佔總分的 28%，為台灣 EEW 中比重最重的一項指標群。

由兩者的比較可以發現，兩方在能源評估的比重上都是最重要的一個部份，雖然美國的比重不到四分之一，但並未表示 LEED 就不重視能源評估；事實上此乃由於美國 LEED 中還有部分指標是台灣 EEW 中並未規範的項目，無法加以分類納入，導致能源的比重下降。若從最適能源性能一項指標總分最高可以拿到 10 分就可以了解到，美國 LEED 對於節約能源是相當看重的。台灣部份對於建築物節能的重視，一方面可由分級評估的分數比重中了解，一方面目前節約能源為九大指標中必要通過的兩項指標之一，顯示日常節能指標在所有的綠建築評估中扮演一個很重要的角色。

3. 減廢指標群

減廢指標在台灣 EEW 中包含二氧化碳減量指標和廢棄物減量指標，由於此兩項指標內容旨意多半相同，因此並不單獨分析，而將之結合一起檢討。減廢指標相加後最高可得 18 分，佔總分的 18%，其比重較其他三項指標群為小。

美國 LEED 這部份相關的規定則多半落於建材與資源利用的指標群中。其中，和減廢較有直接關係的指標有 Building Reuse (選擇性指標)、Recycled Content(選擇性指標)、Regional Materials(選擇性指標)、Construction Waste Management (選擇性指標)、Resource Reuse (選擇性指標) 以及 Erosion & Sedimentation Control (必要性指標)。將各項選擇性指標的分數相加後，最高可得 11 分的鼓勵，其約佔總分的 16%。整體來說，其得分的比重和規定的內容都和台灣 EEW 相去不遠。

4. 健康指標群

台灣 EEW 健康指標群中共包含室內環境指標、水資源指標以及污水垃圾改善指標三項。首先，在室內環境指標部分，最高可得 12 分的鼓勵，佔總分的 12%。而美國 LEED 中和室內環境較為相關的規定相當地多，共有 Rapidly Renewable Materials (選擇性指標)、Certified Wood (選擇性指標)、Minimum IAQ Performance (必要性指標)、Ventilation Effectiveness (選擇性指標)、Low-Emitting Materials (選擇性指標) 以及 Daylight & Views (選擇項指標) 幾項，經相加後，最高可得到 9 分，其佔總分的 13%，和台灣系統所佔的權重相差不多，但是美國的規定項目主要集中在健康建材的應用，這部份就佔了 6 分；台灣部份則包含音、光、通風換氣和室內裝修四個項目。

其次，在水資源指標部分，台灣 EEW 最高可得 9 分的鼓勵，佔總分的 9%；而美國這部份的規定則幾乎都落在 Water Efficiency 的指標群中，共有 Innovative Wastewater Technologies (選擇性指標) 和 Water Use Reduction (選擇性指標) 兩項，其分數為 3 分，佔總分的 4%，其所佔的比重較台灣為小，但因美國 LEED 本身在水資源部分所做的規定本來就有限，總共有五項指標，其中又有兩項指標主要以綠化觀點切入，因此並不列入本項指標群中的計算。

最後，在污水垃圾改善指標部分，台灣 EEW 共可得到 6 分的鼓勵，但是美國 LEED 中較為相關的規定僅有 Storage & Collection of Recyclables 一項，但因該項為必要性指標，因此並沒有實質分數上的獎勵，因此在這部份，美國 LEED 幾乎沒有特別設相關的規定和限制。

整體來說，在健康指標群中，台灣 EEW 最高一共可得 27 分，略高於總分的四分之一。而美國 LEED 最高則可得 12 分，佔總分的 18%，尚不及總分的五分之一。

5. 創新設計指標

在美國創新設計部分，總共有四分的鼓勵，針對 LEED 並未做規定的部份，讓設計者或業主可以自行申請鼓勵。台灣目前最新的分級評估制度，亦將創新科技手法納入優惠給分，且其給分的方式相當彈性，總共可得到該範疇（指四大指標群）的 10~50% 額外分數。

6. 其他指標規定

由上述四大指標群的分析可以發現，美國 LEED 似乎在各大指標的評估比重上都較台灣 EEWB 低了一些，但這並不表示美國不重視這些規定，事實上，因為 LEED 中尚有許多規定，礙於目前台灣的國情以及市場的接受度，台灣 EEWB 並沒有將之列入規範之中，因此無法加以分類一起進行評估。

這些無法分類的指標包含 Site Selection、Development Density、Brownfield Redevelopment、Alternative Transportation、Light Pollution Reduction、Fundamental Building Systems commissioning、CFC Reduction in HVAC&R Equipment、Additional Commissioning、Ozone Depletion、Green Power、Environmental Tobacco Smoke Control、Construction IAQ Management Plan、Indoor Chemical & Pollutant Source Control、Controllability of Systems 和 Thermal Comfort 等項目，相加後共有 17 分，佔 LEED 總分的 25%。若將規範於台灣其他相關法規中的指標剔除，則仍然有 Development Density、Brownfield Redevelopment、Alternative Transportation、Light Pollution Reduction、Fundamental Building Systems commissioning、Additional Commissioning、Green Power、Construction IAQ Management Plan、Indoor Chemical & Pollutant Source Control、Controllability of Systems 和 Thermal Comfort 等項，相加後供可得 15 分。這些部分因為台灣國情及市場趨勢和美國不盡相同，要參考後加以施行，有一定的困難，因此並未將之納入 EEWB 的規範中。

在了解了各指標群之間的分數權重分配之後，便進入到最終綠建築分級的評估方式，依照美國 LEED 的規定，若得到 38% 以上的分數，即為及格級的綠建築，48% 以上則為銀牌級綠建築，57% 以上為金牌級綠建築，75% 以上則為最高白金級綠建築。台灣 EEWB 部份，若以總分 100 分來看，得到 12 分以上即為合格級綠建築，31 分以上為銅級綠建築，37 分以上為銀牌綠建築，43 分以上為黃金級綠

建築，53 分以上則為最高鑽石級綠建築。在各等級的分數要求上，台灣 EEW 的分級分數較不似 LEED 嚴苛，推究其原因應與分級評估制度目前尚在推廣階段，主要以鼓勵性質為重有關。

第五節 技師認證資格比較

本節將針對兩評估系統技師認證的部份進行分析比較，了解日後修正更改的可能性。目前台灣 EEW 評估系統，不論哪一指標，為了簡化建築師或設計團隊的作業量和作業時間，都是由建築師簽證認證，再經由綠建築評審委員會審查計算流程；如此可避免各技師簽證而導致工期時間上的延誤。但是美國 LEED 的認證方式，目前停留在專家診斷階段，因此建築師本身可以掌握的指標項目約為一半；其餘的指標均需要該領域的專業技師加以簽證；美國 LEED 各指標簽證機制及人員如表三十七所示。

兩方的系統均有其利弊可言，以台灣 EEW 系統而言，其優點是縮短建築師作業時間，而且流程簡單，但是卻造成在審查時，計算的錯誤或是該領域專業的不足造成出錯頻頻，反而拖長審查的時間。美國 LEED 系統認證方式，雖然一開始在準備書面資料上相當繁複，作業時間較長，但幾乎所申請的指標經過專業技師計算簽證後，都已無大錯，且其計算結果精確，又符合專業知識，因此可節省日後的審查時間。台灣過去亦有推動專業技師簽證制度的想法，但因目前技師簽證的標準不一，其可信度仍然堪慮，再加上台灣對於建築師及技師的酬金制度較苛，建築師及技師的酬金往往一再被打折，對於此類額外的工作實已無力負荷，因此致使專業技師簽證制度一直停滯不前。

表三十七 美國 LEED 各指標簽證技師項目一覽表

指標項目	簽證者											
	Architect	Landscape Architect	Civil Engineer	Owner	Responsible Party	Appropriate Party	Lighting Designer	Engineer	Commissioning Agent	Contractor	Mechanical Engineer	MEP Engineer
Sustainable Site												
Prerequisite 1 Erosion & Sedimentation Control												
Credit 1 Site Selection												
Credit 2 Development Density												
Credit 3 Brownfield Redevelopment												
Credit 4.1 Alternative Transportation--Public Transportation Access												
Credit 4.2 Alternative Transportation--Bicycle Storage and Changing Rooms												
Credit 4.3 Alternative Transportation--Alternative Fuel Vehicles												
Credit 4.4 Alternative Transportation--Biking, Walking & Carpooling												
Credit 5.1 Reduced Site Disturbance--Forest or Restore Open Space												
Credit 5.2 Reduced Site Disturbance--Development Footprint												
Credit 6.1 Stormwater Management--Rate and Quantity												
Credit 6.2 Stormwater Management--Treatment												
Credit 7.1 Heat Island Effect--Non-Roof												
Credit 7.2 Heat Island Effect--Roof												
Credit 8 High Pollution Reduction												
Water Efficiency												
Credit 1.1 Water Efficient Landscaping--50% Reduction												
Credit 1.2 Water Efficient Landscaping--No Potable Use or No Irrigation												
Credit 2 Innovative Wastewater Technologies												
Credit 3.1 Water Use Reduction--20% Reduction												
Credit 3.2 Water Use Reduction--30% Reduction												
Energy & Atmosphere												
Prerequisite 1 Refrigerant Building Systems Commissioning												
Prerequisite 2 Minimum Energy Performance												
Prerequisite 3 CFC Production in HVAC/R Equipment												
Credit 1 Optimize Energy Performance												
Credit 2.1 Renewable Energy--5%												
Credit 2.2 Renewable Energy--10%												
Credit 2.3 Renewable Energy--20%												
Credit 3 Additional Commissioning												
Credit 4 Ozone Depletion												
Credit 5 Measurement & Verification												
Credit 6 Direct Power												
Materials & Resources												
Prerequisite 1 Storage & Collection of Recyclables												
Credit 1.1 Building Reuse--Maintain 75% of Existing Walls, Floors and Roof												
Credit 1.2 Building Reuse--Maintain 100% of Existing Walls, Floors and Roof												
Credit 1.3 Building Reuse--Maintain 100% Structure/Shell and 50% of Non-Shell/Non-Structure												
Credit 2.1 Construction Waste Management--Divert 50% From Landfill												
Credit 2.2 Construction Waste Management--Divert 75% From Landfill												
Credit 3.1 Resource Reuse--5%												
Credit 3.2 Resource Reuse--10%												
Credit 4.1 Recycled Content--5%												
Credit 4.2 Recycled Content--10%												
Credit 5.1 Regional Materials--20% Manufactured Regionally												
Credit 5.2 Regional Materials--50% Extracted Regionally												
Credit 6 Rapidly Renewable Materials												
Credit 7 Certified Wood												
Indoor Environmental Quality												
Prerequisite 1 Maintain IAQ Performance												
Prerequisite 2 Environmental Tobacco Smoke Control												
Credit 1 Carbon Sequestration												
Credit 2 Ventilation Effectiveness												
Credit 3.1 Construction IAQ Management Plan--During Construction												
Credit 3.2 Construction IAQ Management Plan--After Construction Before Occupancy												
Credit 4.1 Low-Emitting Materials--Adhesives and Sealants												
Credit 4.2 Low-Emitting Materials--Paints and Coatings												
Credit 4.3 Low-Emitting Materials--Carpet												
Credit 4.4 Low-Emitting Materials--Composite Wood												
Credit 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control												
Credit 6.1 Controlability of Systems--Perimeter Spaces												
Credit 6.2 Thermal Comfort--Compliance with ASHRAE 55 1992												
Credit 7.1 Thermal Comfort--Permanent Monitoring System												
Credit 7.2 Daylight and Views--Daylight 75% of Spaces												
Credit 8.1 Daylight and Views--Views for 90% of Spaces												
Innovation & Design Process												
Credit 1 LEED Accredited Professional												
Credit 2 LEED Accredited Professional												
小計	35	1	12	20	51	2	1	10	2	2	3	2

(資料來源：本研究整理)

第五章 以 EEWB 評估台灣與美國綠建築實例

第一節 以 EEWB 系統評估台灣綠建築實例

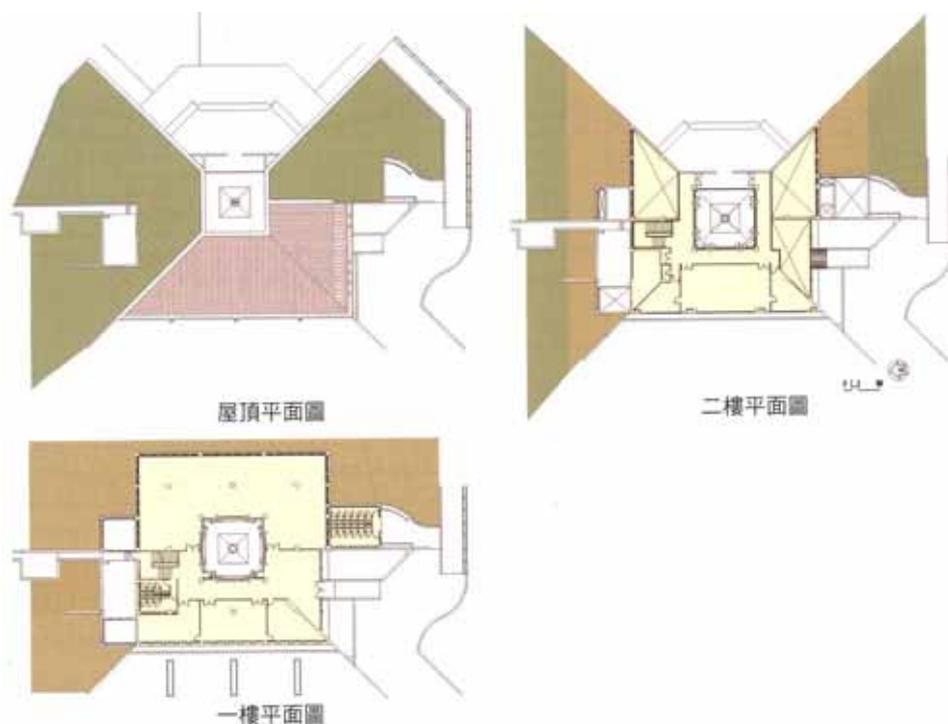
經過前面章節的相關比較和分析，本研究可初步了解兩綠建築評估系統之間的主要差異，但為進一步解析其在不同國情下之適用問題，本章本研究將以兩件台灣優良綠建築實例，以及兩件美國優良綠建築實例，共同以台灣 EEWB 綠建築評估系統進行評估比較。

首先在台灣地區，經相關專家選定後，決議以嘉義二二八紀念公園以及台中花雕酒廠再利用案作為代表，進行評估。詳細計算經過及結論，分述於下。

5-1.1 嘉義二二八紀念公園

嘉義二二八紀念公園建於民國八十四年，當時台灣並未實行綠建築評估制度，因此本案於民國九十二年時，報名優良綠建築作品評選補助計畫甄選活動，由政府補助加以改善，以符合當前綠建築的發展趨勢。二二八紀念公園主體建築各層平面圖如圖二十七所示。

圖二十七 二二八紀念公園主體建築各層平面圖



(資料來源：熱溼氣候的綠色建築)

主體建築為二二八紀念館，此館以半地下方式來興建，結合了寒帶國家的覆土建築與熱溼氣候的干欄建築，為一新穎的生態環境設計。所謂覆土建築就是如窯洞般埋於地下的建築物，具有冬暖夏涼的優點；而干欄式建築則是像東南亞的高腳民居一樣，將房子撐離地面以利通風除濕⁴⁵。本紀念館以撐高的樓板來防止地面潮濕，又以通風的雙層外壁、雙層斜屋頂達到防止結露滲水的功能，其室內能常保乾爽，甚至連盛夏都不需空調。

整棟建築與地型及生態環境完全結合，企圖詮釋濕熱台灣氣候風土下的綠色生態建築設計。整個基地面積為 6104m²，地面層面積為 737.27m²，設計的建蔽率為 12.08%，小於該地法定建蔽率的 15%。由於本案於民國九十二年申請綠建築指標時，仍為綠建築七大評估指標，並未加入生物多樣性及室內環境兩項指標，再加上基地面積較小，不適用生物多樣性指標評估，且當時台灣市場並未有使用各項綠建材的概念與習慣；因此，本研究僅以當時的七大指標評估標準加以評估。

1. 綠化量指標

根據綠化量指標的設置目標，若設計者能夠採用以下各種綠化手法，則可輕易達到本指標要求。建議的設計手法有下列六項：

- (1) 縮小實際建蔽率，多留設一些空地為綠地
- (2) 最小綠地面積應在 15% 以上
- (3) 綠地上大部分種滿喬木或密集混種喬木，小部分種滿灌木
- (4) 綠地盡量少種人工草坪或草花花圃
- (5) 屋頂或陽台立體綠化
- (6) 基地內盡量保留老樹

本紀念館所選用樹種多半為原生喬木，且為種植任何草花花圃，由於人類活動需要，有部份的人工草坪，但面積不大，因此均有達到上述各項設計手法，其綠化量詳細計算表如下表三十八所示。經過計算，本案綠化所能固定之二氧化碳量為 1467993 公斤，大於本案的基準值 1297100 公斤甚多，為一優良之綠化設計。相關的基地綠化圖說請參考圖二十八。

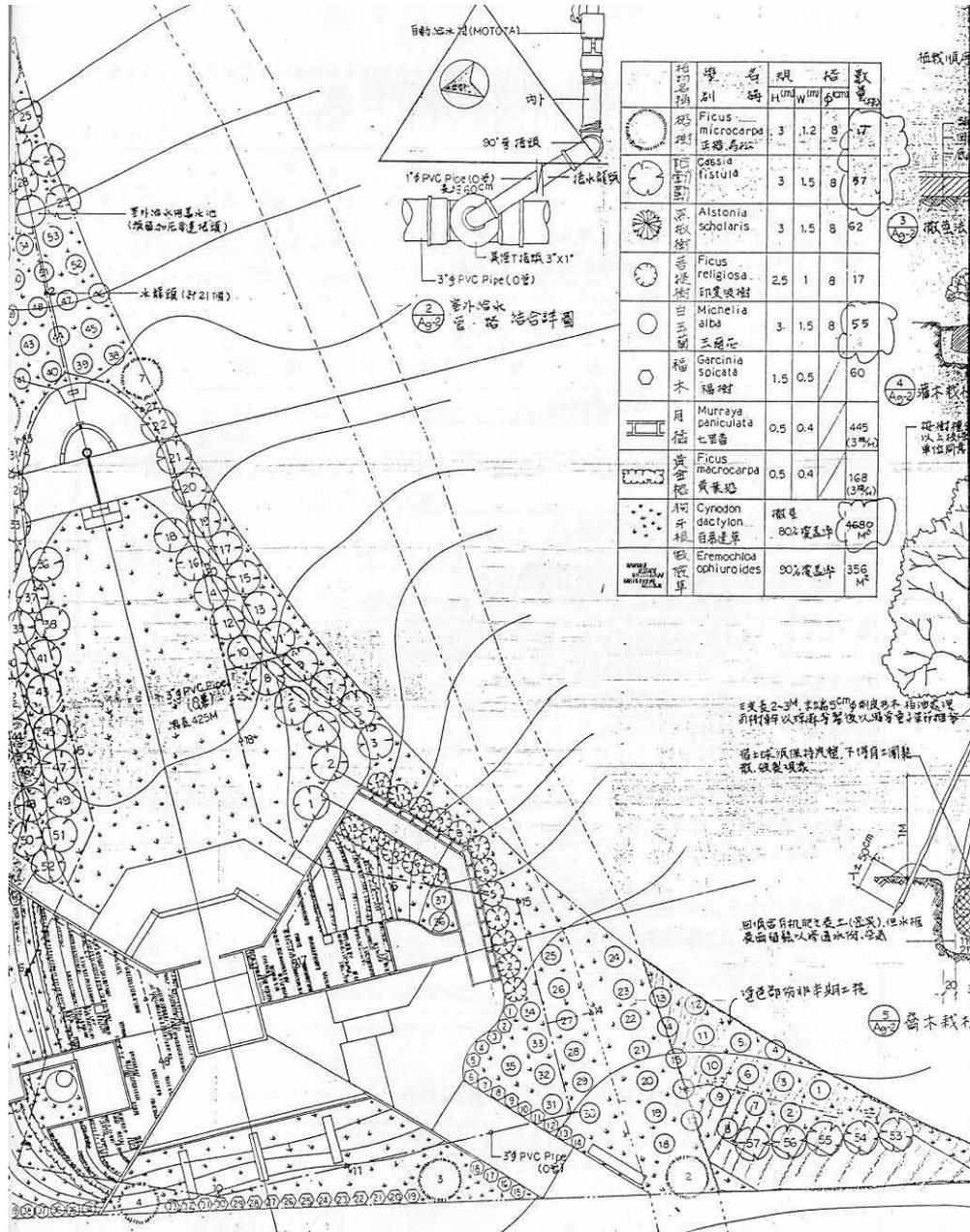
⁴⁵ 林憲德，熱溼氣候的綠色建築（詹氏書局，民國 94 年），210 頁

表三十八 二二八紀念館綠化量評估表

綠 化 設 計 概 要					
一. 植栽數量表與覆土檢驗、植栽密度檢驗					
植栽種類	CO ₂ 固定量 Gi(kg/m)	栽種面積 Ai (m ²)	檢驗覆土 深度(m)	檢驗每棵種 栽面積 (m ² /株)	
疏植區域	闊葉大喬木	808	141 株×9.0 m ² =1269 m ²	>0.9m	>9.0m ²
	闊葉小喬木、針葉木 或疏葉形喬木	537	117 株×6.25m ² =731.25m ²	>0.9m	>6.25m ²
	大棕櫚類	410	株×6.25m ² = m ²	>0.7m	>6.25m ²
密植區域	密植喬木	900	m ²	>0.9m	<6.25m ²
	密植灌木叢(高約 1.3cm)	438	m ²	>0.4m	
	密植灌木叢(高約 0.9cm)	326	153.25m ²	>0.4m	
	密植灌木叢(高約 0.45m)	205	m ²	>0.4m	
其他區域	高草花花圃或高莖野 草地(高約 1m)	46	m ²	>0.25m	
	一年生蔓藤、低草花 花圃或低莖野草地 (高約 0.25m)	14	5036m ²	>0.25m	
	多年生蔓藤	103	m ²	>0.25m	
二. 生態綠化優待係數				$\alpha =$ _____	
(提出本土植物、誘鳥誘蝶植物、耐污染植物等 80% 以上全面性植栽生態計畫說明,其值為 1.1~1.3)					
三. 綠化總 CO ₂ 固定量 TCO ₂ 計算					
TCO ₂ = $\sum Gi$ (植栽種類之單位面積 CO ₂ 固定量) × Ai(植栽種類之栽種面積) × α					
TCO ₂ = <input type="text" value="1467993"/> kg					
三、基地綠化及格標準值檢討					
法定建蔽率 (1 - 0.15) = <input type="text" value="0.85"/> ≤ 0.15? yes: 1.0 - r = 0.5 no: 1.0 - r					
基地面積 基地綠化及格標準值 TCO _{2c} = 0.5 × 6104 × (1.0 - 0.15) × 500 = <input type="text" value="1297100"/>					
四、合格判斷式					
T CO ₂ 是否 ≥ T CO _{2c} ?					
		合格與否			
		合格	<input checked="" type="checkbox"/>		
		不合格	<input type="checkbox"/>		

(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館(民國 92 年))

圖二十八 二二八紀念館基地綠化平面圖及植栽數量表



(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館 (民國 92 年))

2. 基地保水指標

基地保水指標中，根據基地土質的不同，對應有不同的設計手法，簡單來說，設計者若能達成下列目標，則應可輕易通過本指標。

- (1) 位於地下水位低於一米之低濕基地不必申請基地保水指標評估。
- (2) 基地開發應盡量降低建蔽率，並且建議不要全面開挖地下室。
- (3) 假若位於透水不良黏土層基地，則在一成以上基地以一米深良質壤土綠化大約可及格，若地面綠地不足時，可採用人工花圃、儲集滲透景觀水池、地下礫石儲留設施來彌補。
- (4) 假若位於透水良好之粉土或砂質土層基地，則盡量保留綠地，並將車道、步道、廣場全面透水化設計，透水地面不足時，以地下滲透管溝、滲透井、地下礫石儲留設施來彌補。

本案並不屬於低濕型基地，且經過地質鑽探報告得知土壤分類為沉泥質砂，為透水良好之基地。因此，除建築物外，全部敷地均為透水鋪面或綠覆地，且建築物屋頂有半數為覆土屋頂（人工地盤雨水貯留），屋頂排水全部直接由屋簷洩入地表，基地本身對於涵養水源的性能極佳。

本案在基地保水的設計手法上，共採取裸露土地、透水鋪面以及人工地盤花園貯留三種設計手法，經計算後其 λ 為 0.89 大於基準值 0.68，因此通過本項指標。基地保水指標的詳細計算式及鋪面形式圖說請參閱圖二十九及表三十九。

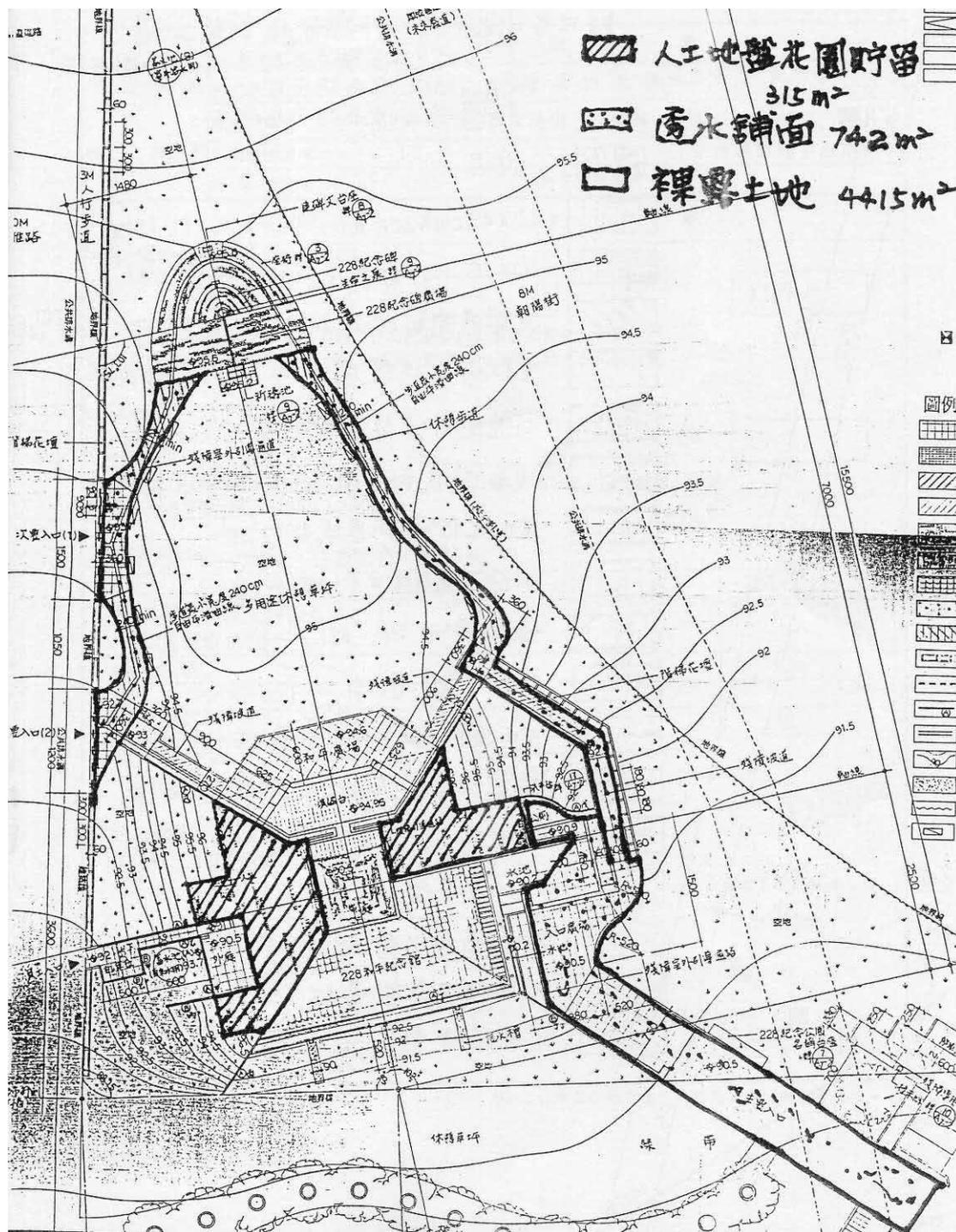
表三十九 二二八紀念館基地保水計算表

2001 年版

建 物 概 要									
申請編號	建築物名稱 嘉義市 228 紀念館								
土壤滲透係數 k (m/s) (表層 2m 以內之土壤)	<input checked="" type="checkbox"/> 有鑽探調查	統一土壤分類沉泥質砂 SM	$k = 10^{-7}$ m/s						
	<input type="checkbox"/> 無鑽探調查	經判斷土質為 _____	$k =$ _____ m/s						
土壤滲透係數基準值 \bar{k} (m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> $k \geq 10^{-7}$ m/s	$\bar{k} = k = 10^{-7}$ m/s							
	<input type="checkbox"/> $k < 10^{-7}$ m/s	$\bar{k} = 10^{-7}$ m/s							
保 水 設 計 概 要									
一、各項保水手法及保水量 Q_i 值檢討									
保水手法			保水量 Q_i (m ³)						
常用 保水 設計	<input checked="" type="checkbox"/>	一. 裸露土地保水量 Q_1	$4415 \times 10^{-7} \times 158400$ = 69.93 m ³						
	<input checked="" type="checkbox"/>	二. 透水鋪面設計保水量 Q_2	$742 \times 10^{-7} \times 158400$ = 11.75 m ³						
	<input checked="" type="checkbox"/>	三. 人工地盤花園貯留設計保水量 Q_3	$0.05 \times 315 \times 0.3$ = 4.73 m ³						
特殊 保水 設計	<input type="checkbox"/>	四. 地面貯留滲透設計保水量 Q_4	m ³						
	<input type="checkbox"/>	五. 地下礫石滲透貯留保水量 Q_5	m ³						
	<input type="checkbox"/>	六. 滲透排水溝設計保水量 Q_6	m ³						
	<input type="checkbox"/>	七. 滲透陰井設計保水量 Q_7	m ³						
	<input type="checkbox"/>	八. 滲透側溝保水量 Q_8	m ³						
註： Q_4 至 Q_8 五項為利用特殊排水滲透工程的特殊保水設計法，於山坡地及地盤滑動危機之區域應嚴禁採用之，請詳見評估手冊之說明。									
二. 基地保水指標計算									
原土地保水量 $Q_0 = 96.69$ m ³									
各類保水設計之保水量 $Q' = \sum Q_i = 86.41$ m ³									
基地保水指標 $\lambda = \frac{Q'}{Q_0} = 0.89$									
三. 基地保水及格基準值檢討									
法定建蔽率 (1 - 0.15) = 0.85 ≤ 0.15? yes: 1.0 - r = 0.15 no: 1 - r = 1.0 - r									
基地保水指標基準值 $\lambda_c = 0.8 (1.0 - 0.15) = 0.68$									
四. 合格判斷式									
λ 是否 ≥ λ_c ?			<table border="1"> <tr> <td>合格與否</td> <td>合格</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>不合格</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	合格與否	合格	<input checked="" type="checkbox"/>		不合格	<input type="checkbox"/>
合格與否	合格	<input checked="" type="checkbox"/>							
	不合格	<input type="checkbox"/>							

(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館 (民國 92 年))

圖二十九 二二八紀念館鋪面形式圖說



(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館 (民國 92 年))

3. 日常節能指標

EEW 在日常節能分為外殼節能、空調節能以及照明節能三大部分加以檢討，其中針對各項節能設計手法均有給予建議，若能達到以下各種節能設計手法，則可輕易通過本指標。

外殼節能：

- (1) 最好不要採用全面玻璃設計，開窗率最好在 40% 以下。
- (2) 開窗位置盡量設置外遮陽或陽台以遮陽。
- (3) 大開窗面避免設置於東西日曬方位。
- (4) 做好屋頂隔熱設施。

空調節能：

- (1) 冷凍主機不可超量設計（一般大樓每 USRT 應可供應 7 坪以上）。
- (2) 選用高效率冷凍主機。
- (3) 所有窗戶應可開啟，以便在秋冬之際採自然通風而停止冷氣。
- (4) 採用主機台數控制、VAV 等節能設備系統。
- (5) 主機及送水馬達採用變頻控制等節能設備系統。
- (6) 採用全熱交換器或儲冰空調節能設備系統。

照明節能：

- (1) 居室應保有充足開窗面以便利利用自然採光。
- (2) 盡量避免採用鎢絲燈泡、鹵素燈、水銀燈之低效率工具。
- (3) 一般空間盡量採用電子式安定器、高反射塗裝之螢光燈。
- (4) 高大空間盡量採用高效率投光型複金屬燈、納氣燈來設計。
- (5) 閱讀、製圖、縫紉等精密工作空間之天花照明不必太亮，盡量採用檯燈、投光燈來加強工作面照明即可。

本案屬其他類建築⁴⁶，首先在外殼節能部份，僅需檢討其屋頂熱傳透率即可。本紀念館採雙層屋頂及覆土屋頂設計，使 Uar 平均值降至 0.808，低於標準值 1.5 甚多。其次，空調節能部份，因本案並不屬於中央空調型建築，因此並不列入計算，直接令其值等於 1.0 即可，但本案在設計主機容量時，有確實考慮使用習慣，並無超量設計。第三部份為照明節能，本紀念館室內居室照明全面採用具電子式安定器反射板之螢光燈，挑空展示空間則採用複金屬燈，照明節能效率高，經計算後日常節能指標值為 1.227，低於標準值 1.687 甚多，因此通過本指標。

⁴⁶內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊（2003 年更新版）

針對外殼節能部份的計算，請參閱表四十、表四十一以及表四十二。整體日常節能指標的計算式，請參考表四十三。

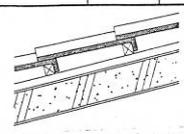
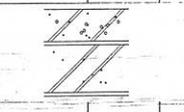
表四十 二二八紀念館頂層各類用途空間樓地板面積計算表

第 / 頁

建築物名稱：二二八紀念館 地面以上樓層樓地板面積： m²

樓層位置	非「其他類」用途之樓地板面積	其他類用途之樓地板面積	頂層樓地板面積比
頂層	Af1= m ²	Af2= 617 m ²	$\frac{Af2}{Af1}$ >90%
地其面他以樓上層	Af3= m ²	Af4= 126 m ²	(依本規範 3.3 第一款檢討)
合計	Af1+Af3= m ² < 1000 m ² (依本規範 3.3 第二款檢討) <input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NO		
頂層以上總樓地板面積 Af1+Af2+Af3+Af4= 243 m ²			

表四十一 二二八紀念館頂層屋頂構造形式

構編號	構造大樣	厚度 d (m)	熱阻係數 1/k (m·k/w)	熱阻 r=d/k (m ² ·k/w)	熱傳透率 Uj=1/R (w/m ² ·k)	透光部位 Ugsi=Ui*r (w/m ² ·k)
R011						
			外氣膜 ---	---	1/23.000	
			陶瓦 0.0500	---	1/ 1.000	
			水平掛瓦條 ---	---	0.4600	
			垂直壓條 ---	---	---	1.11
			油毛氈防水 0.0100	---	1/ 0.11	
			鋼筋混凝土 0.1500	---	1/ 1.400	
			水泥砂漿 0.0150	---	1/ 1.500	
			內氣膜 ---	---	17.000	
R006						
			外氣膜 ---	---	1/23.000	
			泡沫混凝土 0.1000	---	1/ 0.170	
			油毛氈 0.0100	---	1/ 0.110	
			鋼筋混凝土 0.1500	---	1/ 1.400	1.02
			水泥砂漿 0.0100	---	1/ 1.500	
			內氣膜 ---	---	17.000	
R00A	外氣膜 土壤 泡沫混凝土 油毛氈 鋼筋混凝土 空氣層 鋼筋混凝土 水泥砂漿 內氣膜	--- 0.2 0.1 0.01 0.15 --- 0.15 0.01 ---	---	1/2.3 1/1.05 1/0.17 1/0.11 1/1.4 0.46 1/1.4 1/1.5 1/7		0.54

(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館 (民國 92 年))

- (9) 採用輕量乾式隔間。
- (10) 採用預鑄體衛浴系統。
- (11) 採用高爐水泥。
- (12) 採用再生建材。
- (13) 舊建築物再利用。

本案雖為鋼筋混凝土構造，且無任何輕量化設計，或採用任何非金屬類的再生建材；但整棟建築物 75% 為覆土設計，平面、立面方正且無退縮設計，並無任何建材上的浪費裝飾。其二氧化碳減量指標值為 0.855，仍低於基準值 0.88，為一優良綠建築。本指標詳細計算式請參考表四十四。

5. 廢棄物減量指標

廢棄物減量指標主要針對工程不平衡土方、施工廢棄物、拆除廢棄物以及施工空氣污染防治四大項目進行評估，設計者若能完成下列措施，則可輕易通過本指標要求。

- (1) 無地下室開挖或只開挖一層地下室。
- (2) 多餘土方大部分均用於現場地形改造土方平衡。
- (3) 採用輕量鋼骨結構或木構造。
- (4) 採用金屬模板、系統模版、鋼承板系統。
- (5) 採用外牆、樑柱或樓板之預鑄工法。
- (6) 採用預鑄體衛浴系統。
- (7) 採用輕量乾式隔間。
- (8) 採用高爐水泥。
- (9) 採用再生建材。
- (10) 建築工地設有施工車輛專用洗滌措施。
- (11) 施工建築外部設有防塵網，土石車輛覆蓋防塵塑膠布，車行裸露路面鋪設防塵鋼板。
- (12) 工地四周築有 1.8m 以上圍籬。
- (13) 舊建築物再利用。

本紀念館的基地原為坡地，建築構造物 75% 為覆土設計。完工後原有地型不變，全部開挖土方就地回填及堆置於入口左前方形成土丘，基地的土方完全平衡。其次，施工過程中採用多項空氣污染防治措施，加權因子為 0.389，雖無營

建自動化及使用非金屬類再生建材，但其廢棄物減量總計算值為 2.611，仍低於基準值 3.5。其詳細計算式請參考表四十五。

表四十四 二二八紀念館二氧化碳

表四十五 二二八紀念館廢棄物減

減量評估表

建 物 概 要	
申請編號	建築物名稱 嘉義市 228 紀念館
地上樓層數	2
結構系統分類	III-B
構造別	RC
結構系統係數 S	0.9

一、計算形狀係數 F

評估項目	自係數
1. 平面規則性 a	平面規則 <input checked="" type="checkbox"/> 平面大略規則 <input type="checkbox"/> 平面不規則 <input type="checkbox"/> 0.95
2. 長寬比 b	b=1 1
3. 樓板挑空率 e	e=0.08 1
4. 挑空偏心 f	f ₁ =0.38 & f ₂ =0.09 1
5. 立面退縮 g	樓層退縮比=無退縮 1
6. 立面出挑 h	a=0 1
7. 層高均等性 i	i=1 1
8. 高寬比 j	j=0.8 1
9. 立面裝飾性 k	偷機 <input checked="" type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 過份裝飾 <input type="checkbox"/> 1

$F = f_1 \times f_2 \times \dots \times f_n = 0.95$ 且 $F \leq 1.2$

二、計算輕量化係數 W

項目	Wi
結構 主結構體 W ₁ <input type="checkbox"/> 鋼構造、輕金屬構造、木構造 <input type="checkbox"/> SRC 構造 <input type="checkbox"/> RC 構造 <input checked="" type="checkbox"/> 磚石構造 <input type="checkbox"/>	1
隔間牆 W ₂ <input type="checkbox"/> 輕隔間牆 (使用率一半以上) <input type="checkbox"/> 磚牆 <input type="checkbox"/> RC 隔間牆 <input checked="" type="checkbox"/>	0
外牆 W ₃ <input type="checkbox"/> 金屬玻璃帷幕牆 (使用率一半以上) <input type="checkbox"/> RC 外牆、PC 版帷幕牆 <input checked="" type="checkbox"/>	0
衛浴 W ₄ <input type="checkbox"/> 預鑄整體衛浴 (使用率一半以上) <input checked="" type="checkbox"/>	0

$W = \sum W_i = 1$

三、計算非金屬建材使用率 R (無使用時 R=0)

	高爐水泥	再生陶磁面磚	再生磚、水泥石	再生混凝土骨材	其他再生材料
再生建材使用率 X _i					
CO ₂ 排放量影響率 Z _i	0.12	0.08	0.05	0.01	
優待倍數 Y _i	1.0	2.0	2.0	2.0	

$R = \sum X_i \times Z_i \times Y_i = 0$

四、計算 CO₂ 減量指標 C CO₂

$CCO_2 = F \times S \times W \times (1 - R) = 0.855$
S 由表上方建物概要判斷值代入

五、基準值檢討

$CCO_2 < 0.88$ 合格 不合格

量評估表

建 物 概 要	
申請編號	建築物名稱 嘉義市 228 紀念館
基礎開挖面積 324	基地平衡土方用量 M 0 (挖填平衡)
地下室容許開挖土方基準 M ₀ 0.65	總樓地板面積 AF 1038.09
構造別 RC	廢棄物減量指數 α: 0
營建自動化使用工法	優待係數 y _i 工法使用率 ≥ 60% 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
營建自動化優待係數 α ₁ = Σ y _i = 0	
空氣污染防制加權因子 α ₃ (查表計算) 0.389	
0.12+0.022+0.081+0.09+0.036+0.04	
特殊公害防治加權係數 β (無者設 β=0) 0	

指 標 計 算

一、計算非金屬再生建材使用率 γ

	高爐水泥	再生混凝土骨材	再生面磚	再生磚、水泥石	其他再生材料
分類使用率 X _i					
加權係數 Z _i	0.04	0.43	0.15	0.16	

$\gamma = \sum X_i \times Z_i = 0$

二、計算廢棄物減量指標

$Ple = M / AF + M_e = 0$

$Plb = 1 - (2.0 \times \alpha_1) - \alpha_2 = 1$

$Pld = 1 - \alpha_3 - 2.0 \times \gamma = 1$

$Pla = 1 - \sum (\alpha_i) = 0.611$

$PI = Ple + Plb + Pld + Pla - \beta = 2.611$

三、基準值判斷

$PI \leq Pfc = 3.5$ 合格 不合格

(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館 (民國 92 年))

6. 水資源指標

水資源指標總共評估兩大項目，一為建築物中節水衛生器具的採用，一為雨中水利用的設備。在設計手法上共有下列各項手法可供參考。

- (1) 大小便器與公共使用之水栓必須全面採用具省水標章或同等用水量規格之省水器材。
- (2) 盡量不要設計大量人工草皮、草花花圃或裸露土地 (可改為灌木、喬木之綠地)。
- (3) 盡量不要裝設私人用按摩浴缸或豪華型 SPA 淋浴設備單元。

- (4) 裝設陸上親水設施、游泳池、噴水池、戲水池、SPA 或三溫暖等耗水公用設施時，必須設置雨水儲集利用或中水利用設施。
- (5) 開發總樓地板面積 20000m² 以上或基地規模 2 公頃以上者，必須設置雨水儲集利用或中水利用設施。

本案因並未設置有任何大型耗水項目，不需做任何雨中水替代的彌補措施，僅需檢討大樓的衛生器具即可。而本紀念館全部的用水器具均於民國 92 年由節水服務團全面更新完竣，因此通過水資源指標要求。詳細計算評估請參考表四十六。

7. 污水垃圾改善指標

本指標共分為污水及垃圾兩大項目分別檢討，其建議的設計手法如下所示。

污水部份：

- (1) 住宿類建築之浴室、廚房及洗衣空間之生活雜排水均有接管至污水下水道或污水處理設施。
- (2) 若有寄宿舍、療養院、旅館、醫院、洗衣店等建築專用洗衣空間，必須設置截留器並接管至污水下水道或污水處理設施。
- (3) 若有學校、機關、公共建築、餐館所設餐廳之專用廚房，必須設有油脂截留器並將排水管確實接至污水處理設施或污水下水道。
- (4) 若有運動設施、寄宿舍、醫院、俱樂部等建築物專用浴室，必須將雜排水管確實接管至污水處理設施或污水下水道。

垃圾部份：

- (1) 設有充足垃圾處理運出空間並有綠美化或景觀化的專用垃圾集中場。
- (2) 設有廚餘收集利用或資源垃圾分類回收系統。
- (3) 設置冷藏、冷凍或壓縮等垃圾前置處理設施或衛生密閉式垃圾箱者。

本案為其他類建築，全部污水及雜排水均來自廁所，全排入污水處理設施(於民國 89 年裝設)。並有垃圾集中場隱藏於土丘地形內，綠美化良好。垃圾集中場緊臨大雅路有足夠寬廣之運出空間，全部垃圾桶均為密閉式且為分類垃圾桶，總得分為 12 分，大於基準值 10 分，因此通過本指標。詳細計算評估請參考表四十七。

表四十六 二二八紀念館水資源

指標評估表

建 物 概 要				
申請編號	建築物名稱			
建築物類別	住宿類 <input type="checkbox"/>	其他類 <input type="checkbox"/>		
水 資 源 設 計 概 要				
住 宅 類	省水馬桶大號一次沖水量 Q_1	L 省水馬桶使用率 α_1		
	省水馬桶小號一次沖水量 Q_2	L 二段式省水馬桶使用率 α_2		
	省水水栓使用水量 Q_3	L 省水水栓使用率 α_3		
	省水洗澡設備節水量 B	L 省水洗澡器材使用率 α_4		
其 他 類	各式用水器材	有否省水標章或 用水量規範證明	設備總數量 Y_i	省水器材採用量 X_i
	省水龍頭	本案已於 92 年由 節水服務團全面 更新省水器具完 竣		
	省水小便斗			
	二段式沖水馬桶			
省水器材採用率 $R(\sum X_i/Y_i)$				1
一、雨水、中水再利用率 $C =$ <input type="text"/> (未利用時設 $C=0$)				
二、自來水節水率 WR 計算 or 省水器具採用節水率 WE 計算				
住宿類				
$WR = (250 - ((13-Q_1) \times \alpha_1 + 3.43 \times (13-Q_2) \times \alpha_2 + 4.57 \times (3-Q_3) \times \alpha_3 + B \times \alpha_4)) \times 250 - C =$ <input type="text"/>				
其他類				
$WE = R + C =$ <input type="text"/>				
三、水資源指標及格基準值檢討及合格判斷式				
WR 是否 ≤ 0.8 ?		合格與否 <input type="checkbox"/> 合格 <input checked="" type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/>		
WE 是否 ≥ 0.8 ? 是				

表四十七 二二八紀念館污水

垃圾改善指標評估表

建 物 概 要			
申請編號	建築物名稱 嘉義市 228 紀念館		
污 水 垃 圾 設 計 概 要			
一、生活雜排水配管檢查項目			
生活雜排水源	檢討管制對象	合格條件	合格與否
住宅生活雜排水	住宅類建築的浴室、廚房及洗衣空間	所有生活雜排水管確實接至污水處理設施或污水下水道，尤其每戶必須有專用洗衣空間並設有專用洗衣排水管接至污水系統。	合格
專用洗衣機雜排水	寄宿舍、療養院、旅館、醫院、洗衣店等建築物的專用洗衣間	必須設置截留器並定期清理，同時將排水管確實接至污水處理設施或污水下水道。	
專用廚房雜排水	學校、機關、公共建築、餐廳、俱樂部、工廠、綜合辦公大樓等設有餐飲空間、員工餐廳的專用廚房	設有油脂截留器並定期清理，同時將排水管確實接至污水處理設施或污水下水道。	
專用浴室雜排水	運動設施、寄宿舍、醫院、療養院、俱樂部等建築物的專用浴室	排水管確實接至污水處理設施或污水下水道。	合格
註：複合性建築或機能複雜性建築所需檢討之生活雜排水項目可能不只單一水源，必須同時檢查合格方可得到污水檢查及格			
二、垃圾處理獎勵得分			
垃圾處理措施	獎勵得分	得分項目	
1.設有充足垃圾處理運出空間並有綠化、美化或景觀化的專用垃圾集中場。	$G_i = 5$ 分	5	
2.具體行源垃圾分類回收系統並有執行成效者。	$G_i = 4$ 分	5	
3.設置冷藏、冷凍或壓縮等垃圾前置處理設施者。	$G_i = 4$ 分		
4.設置防止動物咬食的密閉式垃圾箱，並定期執行清洗及衛生消毒者。	$G_i = 2$ 分	2	
5.設有廚餘收集處理設施，並確實執行廚餘利用者。	$G_i = 2$ 分		
6.兼合住宅大樓設有公共燒香燒紙的空間及焚燒設備者。	$G_i = 2$ 分		
7.上述以外之垃圾處理環境改善規劃，經評估認定有效者。	$G_i =$ 設定值		
$\sum G_i = 12$		(≥ 10 分方為合格)	
本指標必須為前二大項檢查同時及格方為合格標準			
		合格與否 <input type="checkbox"/> 合格 <input checked="" type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/>	

(資料來源：九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館 (民國 92 年))

8. EEW 分級評估等級

二二八紀念館建造時，並未有綠建築分級評估制度，因此當時並未加以分級，今依照目前台灣最新分級評估方式將二二八紀念館的各項得分換算後得到其總分 RS 為 30.63，因為本案並未評估生物多樣性、空調節能以及室內環境三項指標，因此本案之基準分數可酌量降低。經查表後得知本案介於 28.6~33.6 之間，為一銀級綠色建築。

圖三十 二二八紀念館外貌

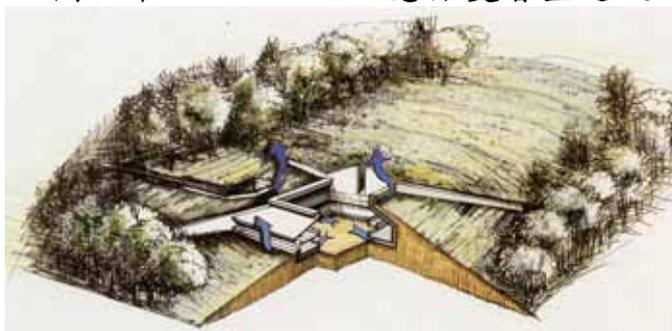


(資料來源：熱溼氣候的綠色建築)

本案落成年代較早，當時社會上並未有任何綠建築永續發展之概念，相關綠建築工法或綠建材的使用亦相當缺乏，因此，能夠在最新的分級評估法中獲得銀級肯定，其實相當不容易。其次，根據最新的分級評估法，對於特

殊的綠建築設計手法，有額外的優惠給分制度，本案採用雙層壁隔熱通風並且防潮的作法，為一新穎的綠建築設計概念；倘若將之一併考慮，則其實際得分將高於 30.63。

圖三十一 二二八紀念館雙層壁通風



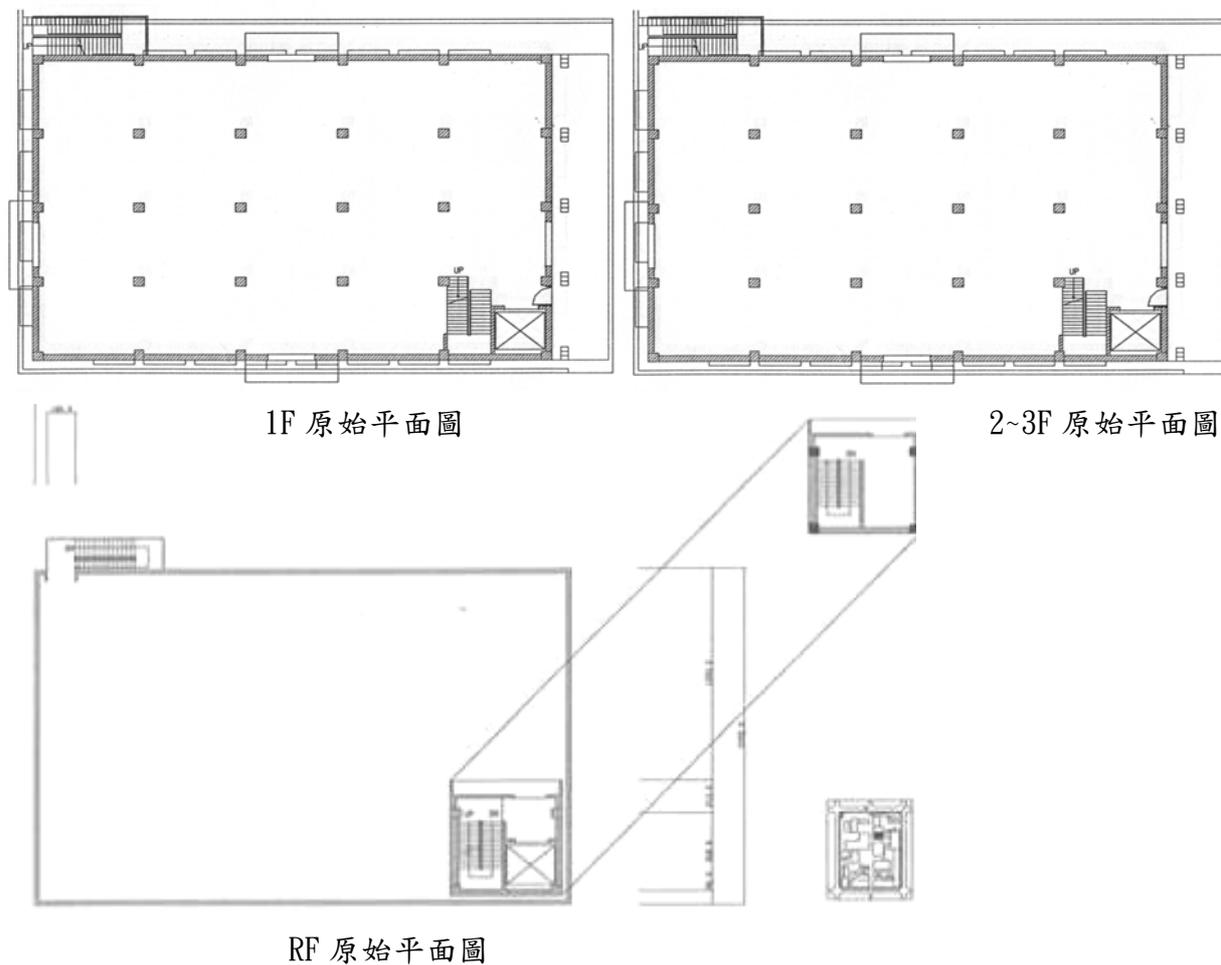
(資料來源：熱溼氣候的綠色建築)

5-1.2 台中創意園區—花雕儲酒廠整修工程

台中酒廠園區坐落於台中後火車站，為舊有製酒工業區，今已閒置多年。其中，台中舊酒廠之花雕儲酒廠計劃改善為行政交流暨展示中心，配合舊有建築物再利用及環保政策，以綠建築的手法達到「生態、節能、減廢、健康」的目標，並希望達到綠建築分級評估中最高等級鑽石級的優良設計。

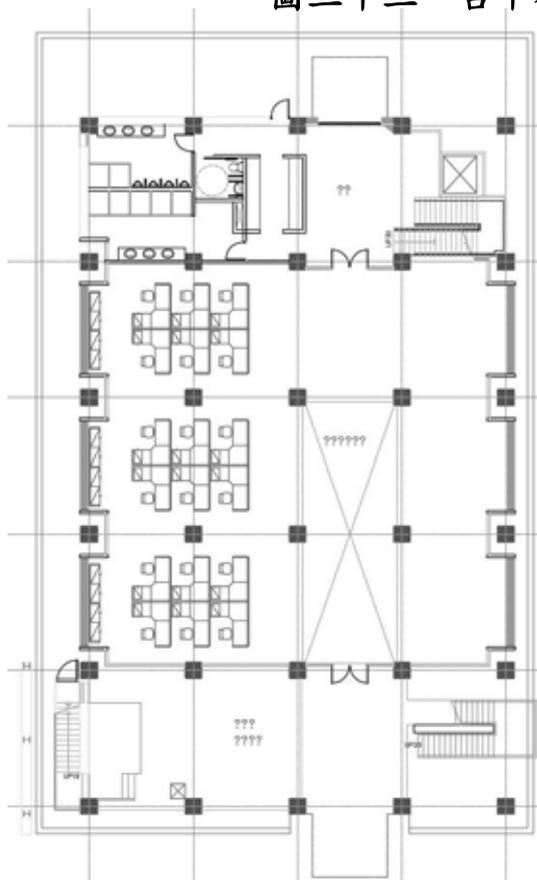
除了在綠建築各項設計手法上的用心，因本項工程亦為綠色廳舍改建補助計畫之一，有其示範及教育意義，因此本計劃另以花雕儲酒廠之改善過程為紀錄標的，以客觀角度紀錄建築技術操作各項過程。建築物本體原為儲酒用倉庫，其原平面圖如圖三十二所示，今將其內部加以整建，並酌量對外觀加以修改設計，成為一辦公建築，修改後各層平面圖，如圖三十三所示，今將各項綠建築設計評估手法，詳述如下。

圖三十二 台中花雕酒廠原始平面圖

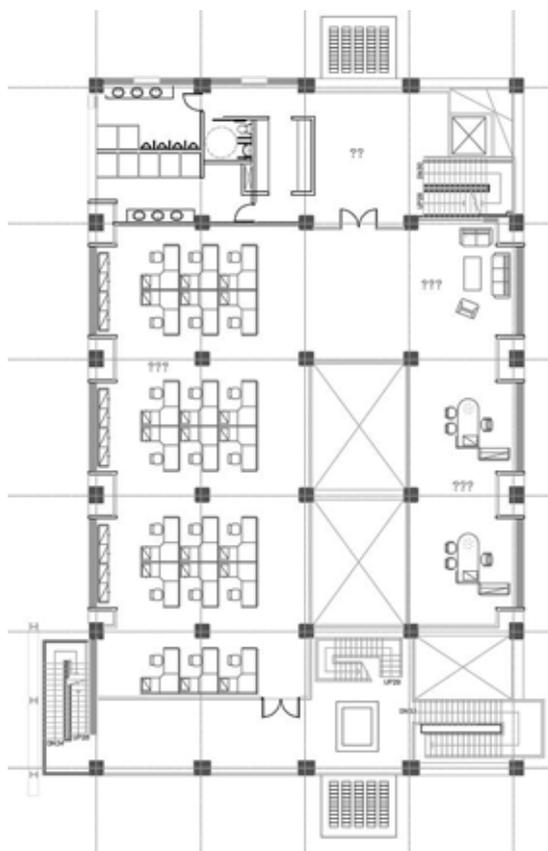


(資料來源：建築師提供)

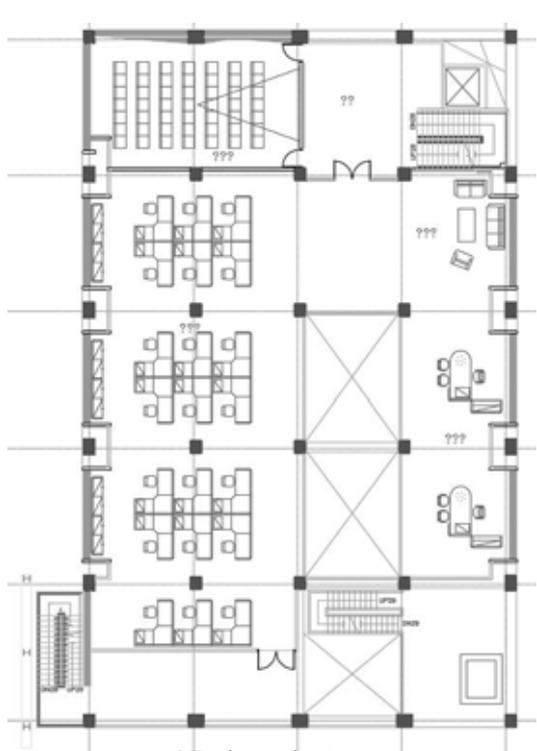
圖三十三 台中花雕酒廠修改後各層平面圖



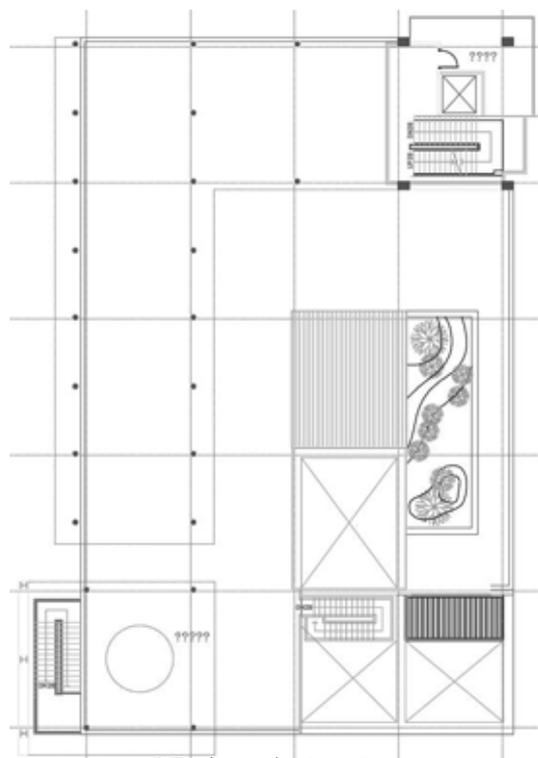
1F 修改後平面圖



2F 修改後平面圖



3F 修改後平面圖



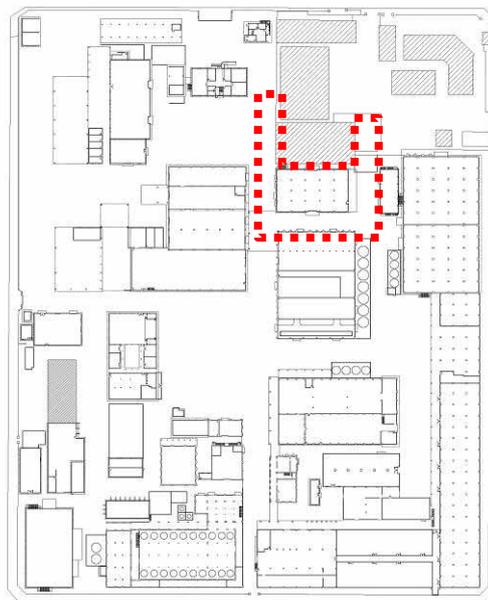
RF 修改後平面圖

(資料來源：建築師提供)

1. 生物多樣性指標

花雕酒廠本身位於台中酒廠廠區內，園區面積共 6.3 公頃，整個園區配置情形如圖三十四，其幅員大小雖已符合檢討生物多樣性指標之面積要求，但因本整修工程僅限於花雕酒廠一棟建築物，若以全部園區加以檢討，則未免失之公平。因此本計劃以自行劃定之局部基地為檢討範圍，如圖三十四中加以框選部分，則總基地面積為 2692.9m²，不需檢討生物多樣性指標。

圖三十四 台中酒廠全區配置圖

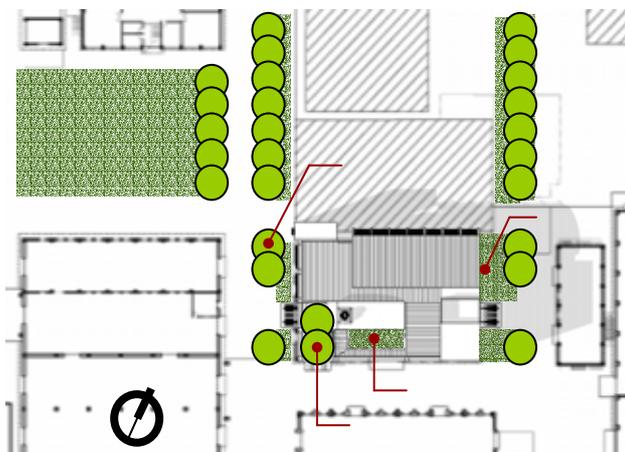


(資料來源：建築師提供)

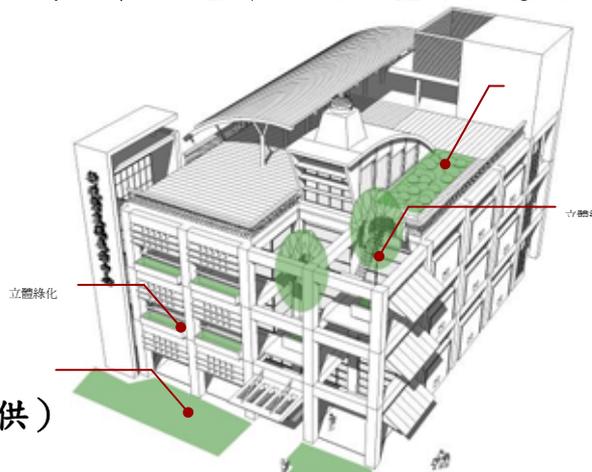
2. 綠化量指標

台中花雕儲酒廠因以局部自劃基地為申請檢討範圍，開放空間相當有限，因此建築師在進行戶外的綠化景觀設計時，除了建築物四周綠化，亦將其綠化範圍延伸至建築物兩旁步道，基地四周平面綠化概念如圖三十五所示。其次，除了建築物四周開放空間的平面綠化，建築師亦於建築物本身陽台、屋頂以及走廊挑簷處進行立體綠化設計，各室內及中介空間立體綠化概念如圖三十六所示。經計算後，本案共栽植喬木、灌木及籐蔓等各式本土

圖三十五 台中酒廠平面綠化配置圖



圖三十六 台中酒廠立體綠化透視圖



(資料來源：建築師提供)

表四十八 台中酒廠綠化量評估計算表

一、綠化量								
植栽種類	生態複層	闊葉大喬木	闊葉小喬木	棕櫚	灌木	多年生藤蔓	草花、草坪	$\Sigma Gi * Ai$
固定量Gi	1200	900	600	400	300	100	20	
株		25	0	0				
每株樹冠面積		25	0	0				
栽種面積Ai		625	0	0	42.2	170.5	0	
$Gi * Ai$	0	562500	0	0	12660	17050	0	592210
二、生態綠化優待係數 α								
ra	1							
α	1.3	1.0						
三、綠化設計值 TCO_2								
TCO_2	769873							
四、綠化基準值 TCO_{2c}								
法定建蔽率r	0.6							
基地面積 A_0	2692.9							
不可綠化面積 A_p	0							
最小綠地面積 A'	1077.16	403.935						
單位綠地CO2固定量基準 β		300						
TCO_{2c}	242361							

(資料來源：本研究計算整理)

原生植物，全部的二氧化碳固定量為 769873 公斤，又本案位於工業區，其綠化的二氧化碳固定量基準值為 242361 公斤，詳細計算式請參考表四十八。本案綠化設計因高於基準許多，故通過本指標。

3. 基地保水指標

本案尚未進行土壤鑽探試驗，因此尚無法斷定基地土質。但因基地位於台中，台中地區一般地質屬於良級配砂至礫石的土壤性質，為一滲透優良的地質型態，其土壤滲透係數均大於 10^{-7} ，為保守估計，在此僅以 10^{-7} 為本案的土壤滲透係數。

圖三十七 台中酒廠基地保水設置概念

(右圖中深紅色區塊為不透水鋪面)



(資料來源：建築師提供，本研究整理)

本案所有開放空間，除大門進出口附近，因考慮來車及裝卸貨需要，且地下設計有雨水貯集槽，為承重強度考量，鋪設不透水鋪面，以及與臨棟的防火巷採用不透水鋪面；其餘開放空間均鋪設透水鋪面，基地保水的設計概念如圖三十七所示。其次，本案二、三層陽台以及屋頂局部，均有實行立體綠化，該部分亦為花園土壤雨水截留設計的一環。經計算後，本案基地保水設計值 λ 為 2.49，較基準值 0.32 高出許多，因此通過本指標。詳細計算過程，請參考表四十九。

表四十九 台中酒廠基地保水評估計算表

一、土壤滲透係數k			三、基地保水設計值 λ		
k	1.00E-07		各類保水量總和 $\sum Qi$	106.01	
基準值k'	1.00E-07	1.00E-07	原土地保水量 Q_0	42.66	
基地面積 A_0	2692.90		$\lambda = \sum Qi / Q_0$	2.49	
法定建蔽率r	0.60		基準值 λ_c	0.32	0.12
二、基地保水量					
	設計量	保水量			
綠地、披覆地、草溝面積 Q_1	170.5	2.70			
透水鋪面 Q_2	面積	1540.2			
	基層厚度	0.5	101.41		
花園土壤雨水截留體積 Q_3	38.04	1.90			

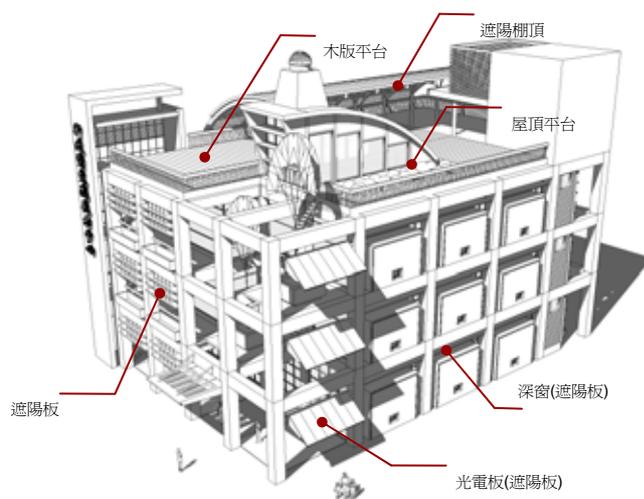
(資料來源：本研究計算整理)

4. 日常節能指標

日常節能指標分外殼節能、空調節能以及照明節能三部份進行檢討。因此首先在外殼設計部分，本案利用原有厚重外牆作為開口部的遮陽，另外在西面開口部部分，則利用第一進的半戶外走廊空間做為西面開窗的深遮陽，其外殼設計的節能手法請參考圖三十八。由於本案尚在設計檢討階段，因此先暫時保守以較法規優良兩成為設計值計算，以免誇大。

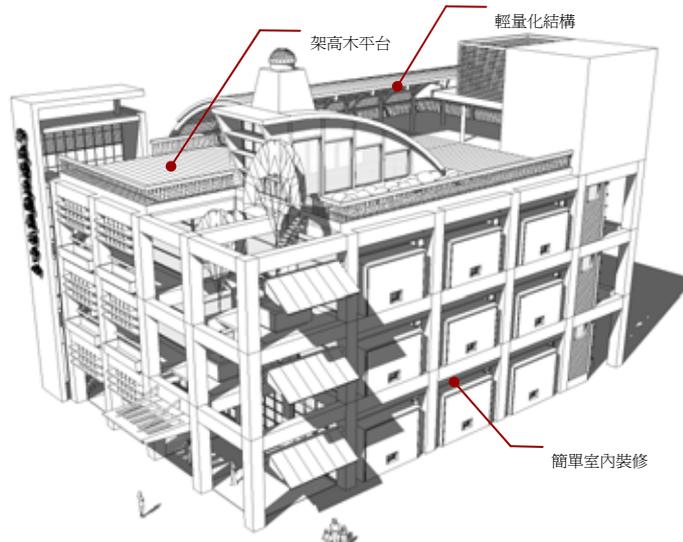
其次，在空調節能部份，因本案辦公空間均可自然通風，因此所需之空調主機容量不大，有確實監督以防超量設計。而在照明節能部份，所有的室內燈具均採用高效率的日光燈具，並且以光線 60% 朝上，40% 朝下作為照明設計設計準則，營造舒適的室內照明環境。此外，由於本案尚有裝設太陽能光電板作為再生能源使用，因此享有再生能源利用的額外優惠，故本案通過日常節能指標。

圖三十八 台中酒廠外殼隔熱遮陽設計



(資料來源：建築師提供)

圖三十九 台中酒廠二氧化碳減量設計



(資料來源：建築師提供)

5. 二氧化碳減量指標

本案為舊建築物再利用，若依照台灣 EEWL 減廢指標群的精神，可無條件通過二氧化碳減量以及廢棄物減量兩項指標。若從指標評估項目詳細檢視，首先在形狀係數部份，因本案為五層樓

以下低層建築物，因此免予評估，而逕令其值為 1.0。其次在輕量化因子部份，因建築物本身原為混凝土造之儲酒倉庫，因此在結構體及外牆部分並未有任何輕量化設計。但改為辦公性質後的室內空間，因使用需求所加設的隔間牆，均採用輕隔間牆，有效達到建築輕量化的目標，故輕量化因子 W 為 0.9。

R 為非金屬建材使用係數，因本案為再利用性質，建材使用本就不多，在增改建部分所使用之混凝土，由於並非使用於建築物主要結構，因此使用高爐水泥代替，且拆除中之廢棄混凝土，亦磨碎後拌入，做為替代部分級配骨材，用於非結構處；固本項得分為 0.17。

最後是耐久化設計，本案在結構體部分，因保留原物，因此並未特別加厚鋼筋保護層；至於維修性考量部份，本案所有必須架設於屋頂之設備均以懸空構造物支撐，不會破壞屋頂防水層。此外，本案於辦公空間選用高架地板，使電氣通信線路可以自由擴充更新，不會傷及構造體，因此耐久化係數 D 為 0.1，本案在二氧化碳減量的設計概念請參考圖三十九。經計算後，本案二氧化碳減量設計值 CCO_2 為 0.67，小於基準值 0.82 甚多，通過本項指標。

6. 廢棄物減量指標

廢棄物減量指標從工程不平衡土方、施工廢棄物比例、拆除廢棄物比例以及施工空氣污染比例四大部分進行評估。首先在工程不平衡土方部份，本案為再利用案，除設置雨水貯留槽必須挖方之外，並無任何廢棄土方，且此多餘土方亦由園區旁其他需要的案場吸收，因此並無任何不平衡土方。其次，在施工廢棄物及拆除廢棄物部份，本案設計之初，即強調為一零營建廢棄物排放之工地，所有改建造成的營建廢棄物均回收至基地內再利用。且建築物內部採用乾

圖四十 台中酒廠廢棄物減量設計



(資料來源：建築師提供)

式輕隔間，因此在施工廢棄物部分得到 0.85 分；在非金屬再生建材上，以高爐水泥作為一般水泥的替代品，故拆除廢棄物部分得到 0.8 分。最後，因本案為示範性的優良綠廳舍改建計畫，在施工中各項污染防制措施，均強調確實進行，並

詳加紀錄，因此在施工空氣污染部分得到 0.48 分，本案在廢棄物減量的設計概念，請參考圖四十。經計算後，在暫不估計其他公害防治加權係數的前提下，本案在廢棄物減量指標部分一共得到 2.13 分，較基準值 3.3 分優良許多，故通過本項指標。

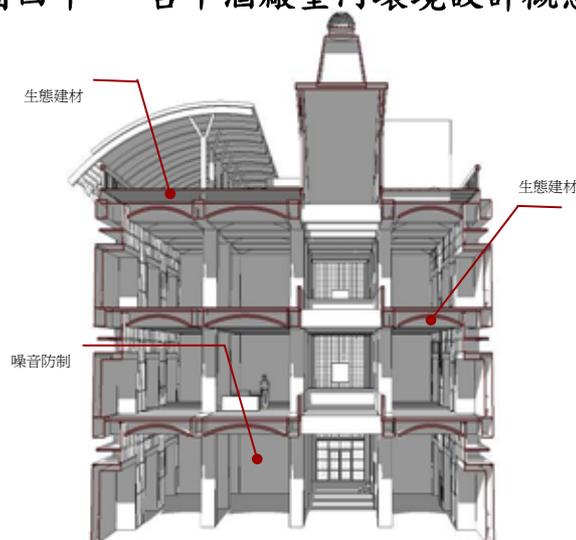
7. 室內環境指標

室內環境指標共分音環境、光環境、通風換氣環境以及室內裝修建材四部份進行評估。首先在音環境部分，主要針對構造厚度形式進行檢討。本案外牆構造為單層 RC，厚度超過 15 公分，窗戶符合氣密性二等級，且玻璃厚度為 8mm，樓板為 RC 樓板，厚度為 15 公分。這樣的構造形式在音環境共得到 18 分。

其次為光環境，光環境分為人工照明及自然採光。首先在人工照明部份，本案所有室內照明燈具均具有防眩光設施；自然採光部分，因為本案中間有挑空之採光通風中庭，因此辦公空間進深相當淺，均為所謂的外周區（可參考第 112 頁平面圖），故其採光深度亦符合規定。在光環境檢討中，本案可得到最高分滿分 20 分的獎勵。第三為通風換氣環境，因本案設計之初即考慮採用自然之浮力通風方式，所有窗戶均為可開啟式的窗戶，因此所有居室空間均有自然通風的潛力，在這個部分亦得到滿分 20 分的獎勵。

最後是室內建材裝修，首先本案在室內裝修量上，採取簡單基本的方式，除了必要的基本構造裝修量外，並未有其他多餘的裝修量。表面裝修建材部分，目前已確定採用綠建材的部位有天花板的系統天花以及牆面的環保油漆粉刷，地板面因目前台灣並未有相關合格產品，因此暫時不予考慮。這一部分經計算後共可得到 32 分的獎勵。雖然 EEWI 仍然對於填縫劑、木材表面塗料或染色劑、電線、

圖四十一 台中酒廠室內環境設計概念



（資料來源：建築師提供）

水電管、瓦斯管線、隔熱材及其他相關綠建材的採用均有額外的優惠係數，這一部分台灣尚在起步階段，相關認證合格的商品相當有限，因此本案僅採用低揮發低逸散性的木材保護漆，藉以申請其他生態建材部分的優惠，各項室內環境的設計概念，請參考圖四十一。經計算後，本案共可得到 94 分的高分設計值，此分數較基準值 60 分高出許多，故通過本項指標。

8. 水資源指標

水資源指標分別就節水器具的採用以及雨中水回收利用的設置進行評估。首先，本案所有的衛生器具，均採用具有合格省水標章的節水器具，因此其省水及水量的規定，均同環保署之公告及規定。其次，本案並未設置任何大耗水項目，因此並未強制設計任何雨水或中水回收利用的彌補措施，但本案於北方大門入口處廣場地面下設有雨水貯留槽，將建築物屋頂及地面的雨水加以收集，作為澆灌用水；這一部分的設施因為並非強制，所以有得到額外的鼓勵。經計算後，本案在水資源指標部分一共可得到 7.5 分，大大地高出基準值 2.0 許多，因此通過本項指標規定。

9. 污水垃圾指標

首先在污水部份，因為本案並未設有廚房空間，因此僅考慮生活雜排水的接管方式即可。本案為了矯正過去一般民眾雨污水合流的錯誤觀念，確實將雨水及污水進行分流，且生活雜排水接至園區的衛生處理設施，經行先行淨化。

在垃圾改善部分，本案設計一垃圾集中清運場，並確實遵守台灣目前垃圾強制分類的規定，對於可回收資源確實加以區分回收再利用。且為了和四周景致融合，特別和四周的景觀融入設計中，因此共得到 10 分的鼓勵，通過基準值高於 10 分的標準。

10. EEW 分級評估等級

根據上述各項指標計算結果，本研究將之換算成最新的分級評估等級，則本案共可得到 58.71 分，若依照台灣 EEW 綠建築最新分級制度，為最高等級鑽石級綠建築（表五十）。本案雖位於市區之中，且由於為再利用案，許多設計必須遷就建築物現況，再加上台灣目前綠建材部分並未普及，經費上也有所侷限，但仍能得到鑽石級的肯定，實屬難能可貴。

表五十 各等級劃分一覽表

綠建築等級 (得分概率分佈)	合格級 50%以下	銅級 30-50%	銀級 15~30%	黃金級 5~15%	鑽石級 前 5%
總得分 RS 範圍(九大指標全評估者)	$12 \leq RS < 30$	$31 \leq RS < 36$	$37 \leq RS < 42$	$43 \leq RS < 53$	$53 \leq RS$
免評估生物多樣性指標者	-0.0	-10	-12	-14	-18
免評估空調節能 EAC 者	-20	-23	-27	-32	-39
免評估照明節能 EL 者	-20	-2.0	-21	-24	-29
免室內環境指標評估者	-00	-39	-45	-54	-66
免評估省水器具者	-20	-20	-20	-20	-20

(資料來源：綠建築解說與評估手冊)

第二節 以 EEWB 系統評估美國綠建築實例

上一節中，本研究以台灣 EEWB 系統評估台灣優良綠建築，並將其之換算成最新的分級評估制度，以便了解建築物在綠建築上的設計等級。本節中，本研究以美國兩件優秀綠建築為例，以台灣 EEWB 綠建築評估制度加以檢討，以實際深入了解兩系統出發點的不同。經台灣與美國相關專家選定後，美國部分決定以 HONDA Training Center 以及 NRDC Santa Monica 兩棟建築物為試算案例。

5-2.1 American Honda Motor Co., Northwest Regional Facility

本案為一私人企業的員工訓練講習中心，建築物位於美國奧勒岡州 (Oregon) 郊區，為一通過美國 LEED 綠建築評估制度認證為黃金級的綠建築。建築室內機能共分為兩部份，一為員工訓練中心，一為倉庫中心，建築物整體外貌狀況及基地周遭景致如圖四十二所示。以下針對台灣 EEWB 九項指標分別加以評估及解析。

圖四十二 HONDA Training Center 全景



(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

1. 生物多樣性指標

本案基地佔地遼闊，基地面積約七公頃，已達到評估生物多樣性指標的最小面積要求。依照最新 2005 年綠建築評估手冊規定，生物多樣性指標共分生態綠網、小生物棲地、植物多樣性和土壤生態四部份進行評估。首先，本案在生態綠網部分共得到 24.5 分，一開始的總綠地面積比部分得到 15.5 分；由於本案位於鄉鎮地帶，和鄰近綠地連貫良好，面前最寬道路為 27 米寬，四周多以綠籬植栽和他地為界，且並未被三十米以上道路、封閉圍牆或設施物截斷，故在周圍綠網系統部分斟酌給予 4 分鼓勵。至於區內綠網系統，基地內建築面積有限，綠地連貫性良好，且各項私設通路或停車場寬度均未超過三十米，因此斟酌給予 5 分。基地平面配置簡圖請參考圖四十三。

圖四十三 HONDA Training Center Site Plan



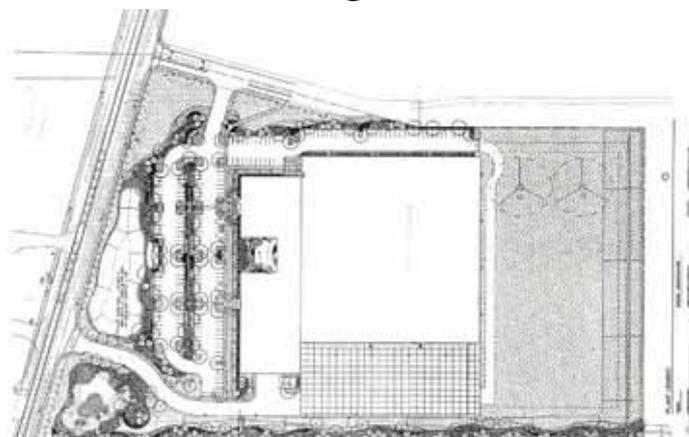
(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

第二部份為小生物棲地，本案於入口處附近設有一景觀水池，沿岸長度約為 87 米，岸上混種喬木及各式灌木，但水池中央所設之小島並非生態小島，且亦容易受到人為干擾，經斟酌後在水域生物棲地部分給予 5 分鼓勵。至於綠塊生物棲地部分，本案在植栽景觀設計上利用喬木、灌木及地被植物，加以混種，但容易受人畜干擾；另本案倉庫建築物後方為一未開發綠地，充滿原生雜草、野花及小灌木叢等，經斟酌後給予 8 分獎勵。最後對於多孔隙生物棲地的營造，因為本案並未有任何類似生態邊坡或圍牆的設計，也沒有濃縮自然的環境，因此這部分不予給分。最後，本案在小生物棲地的營造上共得到 13 分的鼓勵。

第三部份為植物多樣性，本案基地開放空間選種各式不同喬木，景觀配置平面圖可參考圖四十四，其樹種及各樹種棵數統計如表五十一所示。經計算後，基地內喬木的歧異度為 5.03，可得到 2 分鼓勵。其次在灌木植栽部分，本案共選

用 12 種灌木，但因缺少各樹種選種株數資料，無法計算灌木歧異度，但應較喬木為高，因此先行假設其歧異度和喬木相同，均為 5.03，故可得 1.5 分。而在原生或誘鳥誘蟲植物採用比例上，本案在灌木植栽上雖然採用相當多的原生植栽及誘鳥誘蟲植物，但因缺乏確實植栽數量，因此在此僅計算喬木之採用比例。在本案所栽種的喬木中，白蠟樹、白楊木和冷杉木屬於原生樹種，經計算後可得 2.46 分。最後，本案因為並未採用任何複層綠化手法，因此在植物多樣性部分，共得到 6 分獎勵。

圖四十四 HONDA Training Center 景觀平面圖



(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

表五十一 HONDA Training Center 植栽一覽表

樹種	楓樹	西洋杉	橡膠樹	樺樹	白蠟樹	白楊木	李樹	冷杉木	漆樹	椴木
棵數	4	8	31	6	38	6	18	99	17	64

(資料來源：本研究計算)

第四部份為土壤生態，本案於施工期間對於表土層設有一特殊集中堆置場，並於上覆蓋植被予以養護，經斟酌後給予 5 分。將上述四部份進行加總，因本案屬於區域計劃範圍內基地，且並不位於環境敏感區、法定山坡地、海岸區域、都市計畫農業區、風景區和特定專用區內，因此基準值為 60 分；本案加總後共得 48.5 分，並未通過本指標。推究其主要原因，應與 LEED 中並未針對生態環境的營造上有所著墨有關，從 LEED 觀點切入，最好的自然生態環境就是不要開發它，保留它原始的面貌，因此本案實際的作法便是降低建蔽率，將基地盡量保留其原始性，不做過多的改造，因此未能達到本指標的要求。但是反觀台灣，因為土地

的過度利用開發，因此我們必須以更積極的角度去恢復甚至營造出模仿自然原始的生物棲息環境，才能避免環境的破壞殆盡。

2. 綠化量指標

本案基地面積為 69403.59m²，法定最高建蔽率為 80%，但其實際建築面積僅 16638.56m²，大大地增加開放空間綠化的可能。本案選用各式喬木、灌木以及草花進行景觀綠化；其中，因為本案採用部分原生樹種，可獲得額外優惠係數，但因灌木類缺乏各樹種詳細數量資料，因此僅計算喬木類之優待係數。經計算後其優待係數 α 為 1.045，因此基地綠化設計的二氧化碳固定量為 6464535.9 公斤。

根據當地土地規定資料，本案所要求之最小綠地面積比為 20%，若將之視為最小綠化面積比，則該比例再加上停車空間，即為本案應有之空地面積。將該比例帶入計算基準值，則本案最小綠化量基準為 6350428.5 公斤；因設計值大於基準值，故通過本項指標。若從基地外部景觀配置圖觀察，本研究發現本案並未有相當程度之綠化設計，但仍可輕易通過本指標，探究其原因，應與該地之法定空地比例較低有關，因此造成基地本身的綠化基準較低，較容易通過；不過當地法定空地之規定高低，應與美國當地國情相關，和台灣地區最小法定空地面積規定的出發點，或有所出入。表五十二為本案所選用的樹種一覽表。

表五十二 HONDA Training Center 選用植栽一覽表

PLANT LEGEND	
TREES	SHRUBS / GROUNDCOVER
4 * (X) ACER PALMATUM 楓木	① ARBUTUS UNEDO 'COMPACTA' 華荷
21 ② JAPANESE PINE - B18, Single stem, Well branched - To be approved by Landscape Architect	② GARDEN PINKLA 粉草
8 ③ CALOCYCLUS DECURRENS 西落杉 香杉	③ 1 gal. Drooping Hedge - Cont, Full plants, Space as shown
6-11 ④ LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA 腐樹 香木	* ④ 1 gal. 'Turtled' CAESALTOA VOLUBLENGE' 草!
41 ⑤ Beech - B18, Well branched, Headed at 6'	* ⑤ 3 gal. CORNUS SERICEA 水木
6 ⑥ BETULA JACOBSENTII 檉柳	⑥ 1 gal. Redtail Dogwood - Cont, Full plants, Space as shown
31 ⑦ Japonic Birch - B18, Well branched	⑦ 3 gal. CRABE HOLY - Cont, Full plants, Space as shown
28 * ⑧ FRAXINUS LATIFOLIA 檉 檉木	* ⑧ 3 gal. PHACONIA ACIFOLIA 黃連
6 * ⑨ POPULUS TRICHOCARPA 楊白楊 小	* ⑨ 2-3 'Hookerazaga - Cont, Full plants, Space as shown
21 ⑩ COTONWOOD - B18, Well branched	* ⑩ 21-24 'Pacific Winkysia - Cont, Full plants, Space as shown
18 * ⑪ PRUNUS CERASIFERA 'KRAUTER VENUS' 李 李木	* ⑪ 2-3 'RIBES BANGSIUM 李 李木
41 ⑫ KRAUTER VEIVUTE PLM - B18, Well branched	⑫ 3 gal. IRISA RUDOSA 'NANSAY' 蕁草
19 * ⑬ IMBELDOTRAGA HENZESII 冷杉木 檜木	* ⑬ 3 gal. IRISA TORATO - Cont, Full plants, Space as shown
61 ⑭ LITTLE LEAF LINDEN - B18, Well branched, Headed at 6'	* ⑭ 2 gal. SPINERIA DOUGLASSII 幼葉
	* ⑮ 2 gal. BALDI PURPUREA NANA 幼葉
	* ⑯ 2 gal. IRIS PURPUREA NANA 幼葉
	* ⑰ 2-3 'BIRUS UNICO - Cont, Full plants, Space as shown
	* ⑱ 2 gal. IRIS DAVIDI 幼葉
	* ⑲ 2 gal. DAVID VIBURNUM - Cont, Full plants, Space as shown
	* ⑳ 1 gal. ANCTOSTAPHYLOS UVA-URSI 酸果
	* ㉑ 1 gal. KORNICK - Cont, Full plants, 36" o.o.
	* ㉒ 4" pot. Wild Olive - Cont, Full plants, 21" o.o.
	* ㉓ 1 gal. CORNUS CANADENSIS 洋紅檉
	* ㉔ 1 gal. BUNCHBERRY - Cont, Full plants, 18" o.o.
	* ㉕ 1 gal. KELSEY DOGWOOD - Cont, Full plants, 24" o.o.
	* ㉖ 3 gal. POLYSTICHUM PLANTINUM 蕨 草
	* ㉗ 3 gal. Western Sword Fern - Cont, Full plants, 18" o.o.
	* ㉘ 2 gal. BRYTHICANTHUS ALBUS 苦蕒草
	* ㉙ 2 gal. Common Snowberry - Cont, Full plants, 24" o.o.
	* ㉚ 1 gal. NEEDED ECO-LAWN 草坪
	* ㉛ 1 gal. NEEDED ECO-LAWN 草坪
	* ㉜ 1 gal. WATER QUALITY FACILITY EMERGENT PLANTING 草坪
	* ㉝ 1 gal. WATER QUALITY FACILITY MIDDENS 草坪

(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

3. 基地保水指標

基地保水指標針對基地不同的土壤性質有不同的建議設計手法，也有不同的參考基準值。本案因欠缺實際的土質鑽探資料，因此僅由書面資料敘述中進行判斷，經判斷後基地土質為黏土層，其土壤滲透係數 k 為 10^{-9} m/s，小於 10^{-7} m/s，因此土壤滲透基準值為 10^{-7} m/s。

本案共採用兩種基地保水設計手法，一為綠地、被覆地設計，一為景觀滲透水池，經計算後本案基地保水設計值 λ 為 0.0047，而基準值 λ_c 為 0.244，本案所設計之保水量未能達到標準，無法通過本指標規定。其最主要之原因，在於缺乏詳細土壤資料的情形下，先行假設基地的土質為透水性較差之黏土層，因此其基準要求較高；如果本案實際土壤性質為砂質或礫石層以上等級的土層，則可輕易通過本項指標要求。

4. 日常節能指標

日常節能指標在計算時，台灣地區的建築物乃採用 ENVLOAD 簡算法，進行外殼節能設計的檢討。但是由於 ENVLOAD 簡算法的設計，完全是建立在台灣當地的氣候基礎之上，因此若要直接將公式套用在美國的案例上，一來有失偏頗，一來也失去比較的意義。因此，本研究探討台灣日常節能指標的設計意義，其最主要是希望建築物在進行節能設計時，能較現行的法令再優秀兩成，因此訂出 0.8 的係數比例關係。美國部分州政府，根據當地氣候環境，有訂定該州自己遵行的能源法令，如果沒有特別訂定，則以美國冷凍空調協會 ASHRAE 的空調設計規範為基準，再加入其他節能設計。本案若和 ASHRAE 設計規範相比，較設計規範優良 40%，因此在不違背日常節能指標設計原則下，予以通過本項指標。

本案在實際節能的設計手法上，共計有下列各項：

(1) 建築物本體外殼設計部分

建築物辦公空間將戶外新鮮外氣引入高架地板，採用地板出風方式，達到自然通風循環。茶水間利用頂光及各式導光板和百葉，達到晝光利用的功能卻又能避免過多的日射熱得。訓練場以及倉庫空間採用頂光並運用淺色地板提高晝光利用效率。其中倉庫並運用較佳的隔熱層以降低能源使用。

(2) 空調機械設備設計部分

辦公空間採用地板出風的 VAV 空調，並利用浮力效果，在可自然通風季節中盡量使用自然通風氣流。針對事務機器空間，採用較高等級之過濾清淨機器以保

持室內空氣品質的健康。

員工訓練空間採用熱輻射地板以保持室內溫度。由於訓練期間會有汽車廢氣排放問題，為確保工作人員健康，室內均採用 100% 全外氣式處理，徹底將室內廢氣排出。

所有給熱或給冷設備均採用高效率且可變量之設備，並有監測控制系統，以便在人員有所變動時，能有最佳的運轉效率。

(3) 照明設備設計部分

辦公空間採用高效率之 T5 燈具，並利用導光板導入室外自然光，配合自動點滅系統，降低照明耗電量。員工訓練場則採用 T8 燈管，並配合自動點滅設備，以及人員密度偵測器來控制實際照明量。倉庫空間則是利用高效率的複金屬燈，搭配局部的 T8 燈管，且都有設計分區照明控制，以避免不必要的浪費。

5. 二氧化碳減量指標

首先在形狀係數檢討部分，本案為一層樓建築，因此不需檢討形狀係數，逕令 F 為 1.0 即可。第二部份為輕量化係數，本案的主結構體為鋼構造，內部的隔間牆均採用乾式輕隔間牆系統，外牆部分則是 RC 預鑄外牆板；經計算後其輕量化係數為 0.75。第三部份為非金屬再生建材使用率。本案雖未使用高爐水泥，但於水泥中添加飛灰作為部分替代；此外，本案在室內地板的地磚以及室外牆面立面的面磚均有採用 6% 的再生面磚或地磚，經過計算後其採用率為 0.012。

最後為耐久化係數計算，由於本案位於美國奧勒岡州，並不受地震影響，因此在建築物耐震設計上並未有特別加強之設計。其次，因本案為鋼構造建築，自然不適用在柱樑及樓板部分增加鋼筋保護層的耐久性設計方式。在維修性部分，所有屋頂的設備均以懸空結構支撐，與屋頂防水層隔離，設備更新時不會影響到屋頂防水層。而所有空調及給水管均設置於室內裝修材內，設備更新時僅會傷及裝潢，不會傷到結構體。在電氣通信管路部分，因本案採高架地板設計，所有電線通路都走地板下，再於適當位置設置出線口及插座，因此插座電線可以自由擴充而不會傷及構造體。經計算後本案之耐久化係數為 0.13。故本案在二氧化碳減量設計值為 0.64，小於基準值 0.82，予以通過本指標。

6. 廢棄物減量指標

首先在工程不平衡土方部分，本案為一層樓建築，並未開挖地下室，因此沒有任何不平衡土方，且所有整地的土方均再利用，表五十三為本案在廢棄物移轉的比例表，本案幾乎為一零廢棄物排放的案例，故 P_{1e} 為 0.5。其次在施工廢棄物部分，本例外牆採用 RC 預鑄外牆，內部隔間則均為乾式輕隔間牆，能有效降低施工中的廢棄物製造量，故 α_1 為 0.07；又本案主體結構為鋼構造建築，符合建築輕量化精神，因此 α_2 為 0.2；經計算後本案在施工廢棄物比例 P_{1b} 部份得到 0.45 分鼓勵。

表五十三 HONDA Training Center 廢棄物移轉比例

<i>MR Credit 2</i>		
Waste Materials to Divert	Total Weight Waste Material (tons)	Total Recycled Weight (tons)
Land Clearing Debris	32,000	32,000
Concrete Debris	4	4
Form Lumber	0.1	0.08
Pallets/Dimensional Lumber	6	4
CMU	0	0
Cardboard/Paper Packaging	2	1.9
Metals	4	4
GWB	3	2
Paint	0.02	0.018
Glass/Plastics/Beverage Containers	0.02	0.01
Carpet	0.01	0
Glass	0	0
Insulation	0.2	0
Sprinkler Pipe	0.5	0.5
Sheet Metal	0.15	0.15
Wire / Conduit	0.25	0.2
Total	32020.3	32016.9
		99.99%

(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

第三部份為拆除廢棄物比例，因拆除廢棄主要是針對非金屬類的再生建材使用進行獎勵，因此雖然美國在計算再生建材時有將金屬類計算在內，但是在此處是必須加以排除的。本案使用的混凝土並未以高爐水泥代替，但是有添加飛灰做局部的替代。另外在再生面磚部分，共使用 6% 的再生面磚，因此在拆除廢棄物比例 P_{1d} 得到 0.755 分。此分數對照台灣的案例，其實已經相當不錯，但是對於美國的案例來說，並不是很公平；此乃因為再生建材在美國當地使用已相當平常，且種類廣泛，但是台灣因為尚在起步推廣階段，可以選擇的建材不多，因此有很多美國當地採用的再生建材，如要計算在內，必須另檢附相關證明文件，故

本研究暫時保守估計，以台灣常見於規範內的再生建材使用進行計算。

最後是施工空氣污染的防治措施，本案採取多項污染防治措施，經計算後防治係數 α_3 為 0.51，因此 Pla 為 0.49。茲分別將相關防治措施敘述如下：

- (1) 清洗措施：工地設有專門洗滌車輛或土石機具之清洗措施
- (2) 污泥沉澱過濾處理措施：工地對於車輛污泥、土石機具之清洗污水與地下工程廢水排水設有污泥沉澱、過濾、去污泥、排水之措施。
- (3) 防塵罩網等措施：結構體施工後加裝防塵罩網，採用網徑 0.5mm，網距 0.3mm 為基準。
- (4) 防塵圍籬等措施：工地周界築有 1.8m 以上之圍籬。
- (5) 防塵被覆：在裸露地或堆料上植被、噴灑化學防塵劑等措施。
- (6) 其他措施：有加裝相關監視系統以確保施工期間對週遭環境不會造成破壞及污染。

本案在廢棄物減量部分，設計值為 1.695，小於基準值 3.3，因此予以通過本指標。

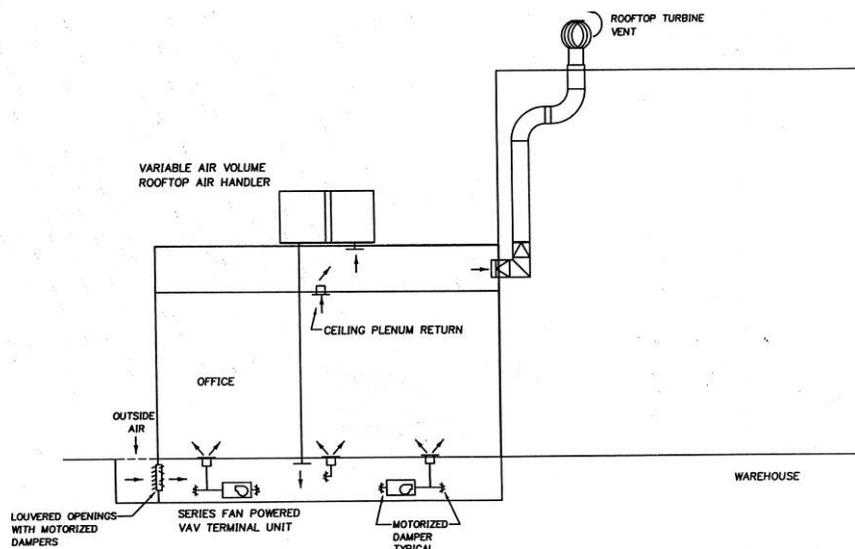
7. 室內環境指標

第一部分為音環境的評估，本案的外牆為預鑄單層混凝土版，厚度為 20 公分，窗為 6mm 的 Low-E 玻璃。樓板則分為兩部份，員工訓練中心的樓板因受車輛重壓，設計厚度為 15.24 公分；但是在辦公空間的樓板厚度則為 10.16 公分，根據音環境評估的精神，擬以最不利之厚度加以檢討。經分項逐一查核後，本案在音環境部份可得到 12 分。

第二部份為光環境的評估，分為自然採光及人工照明兩部份。自然採光部份，本案在玻璃的選擇上，都採用清玻璃或是 Low-E 玻璃，透光性質良好，經查核後得分為 20 分。其次，在計算採光深度比時，本案大部份的室內空間進深均過大，經計算後僅三成空間符合採光深度比 3.0 的規定，得分為 10 分。事實上本案並非沒有任何自然採光的設計，本案採取大量頂光，但因台灣 EEW 在計算時並未將頂光計入，因此無法加以計算在內。人工照明部份，所有的直接照明均有加裝防眩裝置，其他未加裝者則為間接照明，將光投射至天花板後再反射下來，不會有眩光的影響，經查核後得分為 20 分。經過上述分項計算後，本案在光環境實得 10 分。

第三部份為通風換氣環境的檢討，本案屬於中央空調型建築，採用的空調系統為單風管變風量系統，由地板出風，天花回風，所有居室空間均有新鮮外氣引入風管，圖四十五為空調循環系統圖，因此可得滿分 100 分，經過加權換算後，本案在通風換氣環境實得 20 分。

圖四十五 空調系統外氣引入系統



(資料來源: Documentation for HONDA Training Center)

第四部份為室內裝修建材部分，本案屬辦公類建築，裝修上主要是系統天花，但因採用間接照明，故有部分裝修版材，屬於少量裝修。其次在牆面部份，全部採用低溢散性之環保油漆；地板所鋪設之地毯，全部為 100%再生地毯，因此本案在室內裝修建材可得 28 分鼓勵。最後在其他生態建材部分，本案在填縫劑或膠合木材所使用之塗料均採用低溢散性塗料，故可得額外加分獎勵，表五十四為本案採用的低溢散性建材一覽。

將上述各項分數進行加總後，本案總共得到 86 分，大於基準值 60 分，因此通過本項指標。

表五十四 各項低揮發性建材一覽表

Product	VOC	Notes
Dodge Regupol Ever-Grip Adhesive	124 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Armstrong Dissipative Tile Adhesive	65 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Stratica Ahesive	VOC Free	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
PermaGrain Timeless Series 3 Adhesive	VOC Free	This Adhesive is VOC Compliant Less than 150 877-771-6470 Tech Support
3M Instant Adhesive	VOC Free	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Hysol E-05CL	57.6 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Henry 595 Cove Base Adhesive	VOC Free	This adhesive is VOC Compliant
Miracle Ceiling tile Adhesive	174.2 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 250
Henry 630	5 g/L	This adhesive is VOC Compliant Less than 150
Kwik-Seal tub and Tile Sealer	65 g/l	This Sealant is VOC Compliant Less than 250
THC-901 Joint Sealant	115 g/L	This Sealant is VOC Compliant Less than 250 216-292-5000 Tech Support Provided this info
Bostik Chem Caulk 900 Stone	114 g/L	This Sealant is VOC Compliant Less than 250
Resource Grid Set Green Glue 2000	VOC Free	This Adhesive is VOC Free is in Compliance
MM-80	VOC Free	VOC Compliant 800-223-6680
Sikaflex 15 LM Sealant	49.62 g/L	VOC Compliant 800-933-7452 Tech. Support
EUCO DIAMOND HARD	VOC Free	VOC Free

Interior - Paints

Description	Non-Flat (150 g/L)	Flat (50 g/L)	Notes
Interior Latex Wall Primer 1000-1200	(103 g/L)		Acceptable to Green Seal
Interior Wall & Trim Enamel 1403	(112 g/L)		Acceptable to Green Seal
Dulux Latex Wall Primer 1000	(105.97 g/L)		Acceptable to Green Seal
Dulux Ultra Interior W&T Enamel 1403	(67.49 g/L)		Acceptable to Green Seal
Dulux Ultra Interior W&T Enamel 1403	(120 g/L)		Used On Concrete - Acceptable to Green Seal
Lifemaster 2000 Interior Semi-Gloss	(65.44 g/L)		Acceptable to Green Seal

Exterior - Paints

Description	Non-Flat (200 g/L)	Flat (100 g/L)	Notes
Dulux Exterior 100% Acrylic Primer 2000-1200	(95 g/L)		Acceptable to Green Seal
Decra - Flex Elastomeric 2270	(62 g/L)		Acceptable to Green Seal
Dulux 100% Acrylic Satin 2402	(168 g/L)		Used on Steel
Dulux Pro Ex. Acrylic Latex Primecoat 2000	(96.87 g/L)		Acceptable to Green Seal
Dulux 100% Acrylic Satin 2402	(157 g/L)		Used Concrete Walls

Anti - Corrosive Paints

Description	Non-Flat (250 g/L)	Flat (100 g/L)	Notes
Deflex 4020 Flat Exterior Primer/Finish	(91 g/L)		Anticorrosive per Green Seal - Acceptable for Green Seal
Spraymaster-Pro WB Acrylic Dry Fall 1280	(63.53 g/L)		Structural Anticorrosive Paint- Acceptable for Green Seal

Specialty Coatings / Paints Used Off-Site / Paints Not Used - Does Not Apply to Green Seal

Description	VOC	Notes
Alkyd Eggshell 1512	(362 g/L)	Used Interior Wall & Trim Enamel 1403 (112 g/L) - In Lieu
Ultra-Hide Exterior Alkyd Semi-Gloss 2516	(372 g/L)	Shop Primed and Painted - Does not apply per Green Seal
Bloxfil 4000 Block Filler	(67 g/L)	Does not apply per Green Seal
Devran 201 Epoxy Primer	(379 g/L)	Shop Primed and Painted - Does not apply per Green Seal
Devthane 378	(300g/L)	Shop Primed and Painted - Does not apply per Green Seal
Devflex 4020 Flat Exterior Primer/Finish	(76.41, 80.22g/L)	Used other 4020 in Lieu
Devguard 4120 Galvanized Primer	(388.45 g/L)	Specialty Coating Per Green Seal
Devguard 4160 Structural Primer	(414.94, 414.73, 413.42 g/L)	Does not apply Used WB Acrylic Dryfall in Lieu
Devthane 378K	(342.05g/L)	Not Used - Used other Devthane 378(300 g/L) in Lieu
Yellow Upside Down Paint #1243	(Inconclusive Aerosol)	Temporary out door use. Does not apply per Green Seal 202-872-6400
Lifemaster 2000 Eggshell 9300	(NA)	Not Used - Used 1403 (112 g/L) in Lieu
Decralflex Elastomeric Coating Fine	(60.63) g/L	Not Used
Devran 201 Universal Epoxy Primer	(429.27, 429.41, 459.40, 409.56 g/L)	Not Used

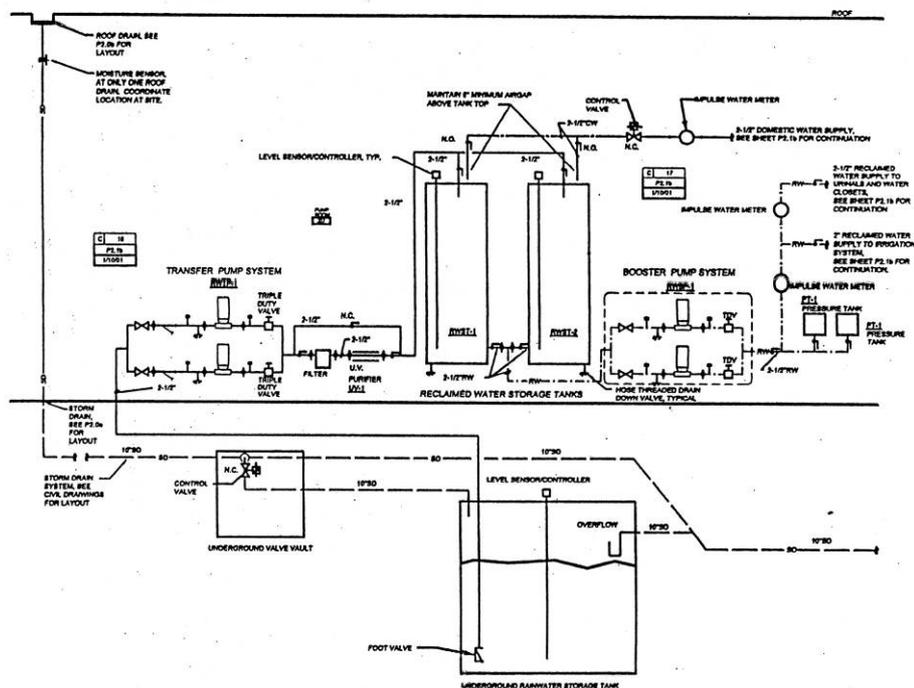
(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

8. 水資源指標

首先在各式節水器材設置的檢討部分，本案所設置的所有衛生器具均為具有節水效益之器材。其次，因本案設有大面積的人工草坪，且基地面積將近七公頃，因此需做彌補措施。而本案所採取的彌補措施有兩項，一為高效率的澆灌系統，一為雨水回收利用設施。經過檢討其雨水回收設計量合格後，本案在水資源指標

共可得 5.85 分，高於基準值 2.0 甚多，因此通過本指標。本案雨水回收利用系統圖如圖四十六所示。

圖四十六 雨水回收利用系統圖



(資料來源：Documentation for HONDA Training Center)

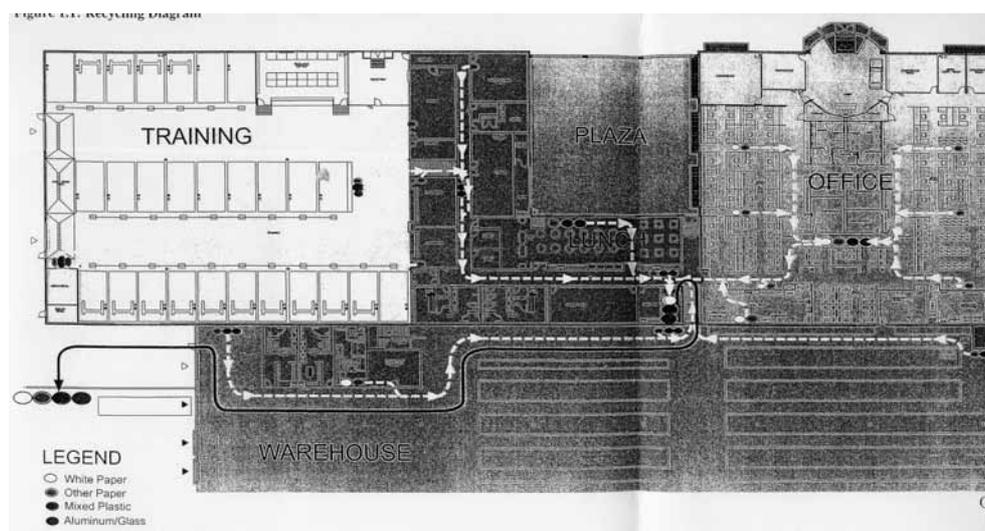
9. 污水垃圾改善指標

本案因為沒有設置任何專用之廚房或洗衣空間，因此僅需檢討一般的生活污水；經查核後本案所有生活污水均確實接至公共衛生下水道，故污水指標部分合格。在垃圾指標部分，本案雖有設置專門的垃圾集中場以及資源回收分類場（其垃圾運出動線如圖四十七所示），且所有的垃圾箱均為密封，但是其設計並未融於周遭景觀設計之中，經逐項計算後，得分僅為 9 分，離基準值 10 分，尚有一分之差，無法通過本項指標。

10. EEWB 分級評估等級

將上述九項指標依據各指標權重，換算成等級分數後，本案共可得 55.78 分。因本案九項指標均須評估，因此其分級的得分範圍為合格級（12~30）、銅級（31~36）、銀級（37~42）、黃金級（43~53）、鑽石級（>53）；經查表後本案為最高等級鑽石級綠建築。

圖四十七 HONDA Training Center 垃圾運出動線圖



(資料來源: Documentation for HONDA Training Center)

本案在美國 LEED 評估中為黃金級綠建築，雖然以台灣 EEW 系統評估時，共有生物多樣性、基地保水、污水垃圾改善三項指標沒有通過，但是本案在其他指標得分都高出基準值甚多。尤其在廢棄物減量、二氧化碳減量以及室內環境三項指標中，因為台灣本土過去案例中，申請這三項指標的建築物較少，且依照台灣的國情及市場趨勢，要達到此三項指標的要求也比較困難，因此在分級時，便給予這三項指標較高的權重，以便間接鼓勵建築師朝這部份進行設計。但是這三部分在美國 LEED 規範中，佔有相當高的比重，因此導致本案在這部份的表現相當亮眼。反而一般台灣地區較易通過的污水垃圾改善指標，因為美國並未強制要求垃圾場的視覺美觀，這一部份本案的表現就不突出。

5-2.2 National Resources Defense Council Robert Redford Building (NRDC Santa Monica Office)

本案坐落於加州 Santa Monica 市區，為一非營利的律師事務所，主要針對和環境相關議題提供法律諮詢。本棟建築物為美國 LEED 評估認證為最高級白金級的綠建築，且為目前所有白金級綠建築中分數最高的一棟建築物。建築物原建於西元 1917 年，於 2003 年時改建，但由於拆除改建的比例過大，因此並不屬於舊建築再利用，算是一新建建築。由於位於市區，因此本案得以利用周圍便捷的大眾交通工具，另本案在再生能源、室內建材及室內健康環境的營造上也相當用心；今將本案各項綠建築設計手法以台灣 EEW 系統評估，並分述如下。

1. 生物多樣性指標

本案位於市中心內，基地面積僅 756.81 平方公尺，小於兩公頃的面積門檻，因此不需要檢討生物多樣性指標。

2. 綠化量指標

基地位於市區內，因欠缺當地法定建蔽率規定，因此暫以基地現有建蔽率計算應有的綠化基準值。由於基地面積小且狹長，導致本案能夠加以綠化的空間相當有限。除基地面前人行道上植有喬木一株（圖四十九），基地後方及兩側和他地相鄰處有少數灌木（圖四十八），

圖四十八 NRDC 建築物兩側種植竹子



（資料來源：本研究拍攝）

以及建築物頂樓設置的立體綠化之外（圖五十），便沒有其他的綠化手法。因本案位於商業區，經計算後，基地應有的二氧化碳固定量基準為 46827.62 公斤，而本案所設計的綠化量為 36300 公斤，遠小於要求的標準，因此無法通過本指標要求。探究其主要的的原因，一方面固然是受限於基地，另一方面也與美國當地 LEED 評估項目中對於市區的建築物設計植栽綠化並未有太大鼓勵有關，因此大部分美國當地的綠建築，如果位於市區內，綠化部分通常都僅是寥備一格。

圖四十九 NRDC 建築物面前喬木



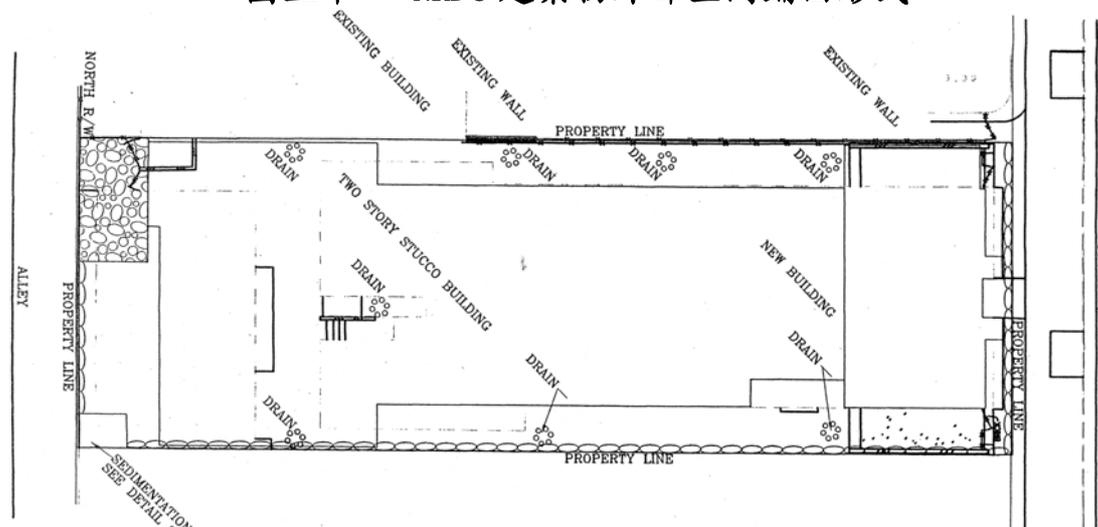
圖五十 NRDC 建築物頂層綠化



3. 基地保水指標

首先，本案經過土壤地質鑽探後，得知基地的土壤屬於沉泥質砂，其土壤滲透係數為 10^{-7} m/s，算是一中等的土壤性質。在基地各項保水設計部分，雖然基地面積有限，但是在有限的開放空間中，仍然盡量保有綠地及透水鋪面的設計；其中較為特別的是，一般台灣的案例多以鋪設便宜的連鎖磚當作透水鋪面設計的不二手法，但是 NRDC 採用的是碎石鋪面，雨水直接滲透地面的面積及效果更佳，如圖五十一前後大門入口處，即採用碎礫石鋪面。此外，在建築物頂層的綠化則收有人工地盤雨水截留的功效。經計算後，因本案的建蔽率較高，所以應有的基地保水基準值為 0.22；而本案實際所設計的基地保水值為 1.04，較基準值高出許多，因此通過本項指標。

圖五十一 NRDC 建築物外部空間鋪面形式



(資料來源：Documentation for NRDC)

4. 日常節能指標

台灣 EEW 日常節能指標中，將建築物分外殼、空調及照明三部分分別進行檢討，但是在美國的能源設計規範中，則是將所有的設計手法整合後，利用能源計算軟體，建出建築物 3D 模型，詳加計算整體的能源節省比例，再和當地的能源相關法令基準做比較。由於將美國當地建築物直接以 ENVLOAD 計算其外殼耗能量，並不合理，因此本研究依然採用美國的計算方法，利用能源計算軟體，計算建築物的總能源消耗量，再和加州當地能源法令 Title 24 進行比較。進行比較後發現，本案僅較法定基準好 15%，並不符合台灣日常節能指標較法規優秀兩

成的精神，因此無法通過本指標。雖然本案另外採用綠色能源且有自行設置太陽能光電板進行發電（圖五十二），而大部分的能源均仰賴這兩種電力，但是這一部分或因台灣目前並沒有這樣的機制，或因台灣太陽能發電也尚屬鼓勵示範階段，乃計算完大樓整體耗能量後才進行優惠，因此無法計算在內。推究本案無法通過的主要原因，應與美國加州當地能源法令 Title 24 較美國冷凍空調協會 ASHRAE 的規定嚴格有關。

圖五十二 NRDC 於屋頂設置太陽能光電板



（資料來源：本研究拍攝）

5. 二氧化碳減量指標

首先在形狀係數部份，本案因為是一棟三層樓的建築，屬於低層建築物，因此不須評估形狀係數，逕令其值 F 為 1.0 即可。其次是輕量化係數，本案的主結構體為木構造建築，內部空間採用輕隔間牆，外牆則採用金屬玻璃帷幕牆，其輕量化的效果極佳；經計算後，輕量化係數 W 為 0.5，但因已低於 0.7 的最低限制，因此以 0.7 作為本案的輕量化係數。

第三部分為非金屬建材使用率，台灣因為大量使用混凝土，且多數建築物都為鋼筋混凝土造，因此本指標大大鼓勵採用各項與混凝土相關的再生建材做為替代品。但是本案採用混凝土的地方本來就不多，且飛灰在台灣的評估系統並未計入再生建材之中，導致這一部分美國的案例就顯得較為吃虧。本案採用再生面磚及再生家具（圖五十三），經計算後，非金屬再生建材的使用率 R 為 0.105。

最後一部分為耐久化的設計，因本案為木構造，自然沒有鋼筋保護層的設計問題。其次，本案屋頂層所有的設備均以懸空結構支撐，不會傷及屋頂的防水層；給排水管路大部分為明管設計且所有大型機械設備均有足夠的維修及搬運空間，因此這一部分得到 0.13 分。將上述四項係數進行加總後，本案在二氧化碳減量指標中共得到 0.55 分，小於基準值 0.82 分，因此通過本指標規定。

圖五十三 NRDC 使用再生傢俱



(資料來源：本研究拍攝)

6. 廢棄物減量指標

首先在工程不平衡土方部份，本案在施工期間並未有任何不平衡的廢棄土方，因此工程不平衡土方比例 P_{1e} 為最低值 0.5。其次為施工廢棄物比例部分，在各項營建自動化工法中，NRDC 共採用了鋼承版系統或木系統模版、預鑄樓板、預鑄樑柱以及室內的輕隔間牆，可以大大降低施工中的廢棄物製造量，再加上主結構體又為木構造建築，因此這一部份可得到 0.2 分。第三部份的拆除廢棄物比例其實和二氧化碳減量指標一樣，均鼓勵使用各項非金屬類的再生建材，本案採用再生面磚及其他再生傢俱等再生材料，因此在這一部份，可得 0.51 分。最後為施工空氣污染比例部分，由於美國 LEED 評估中，也有對施工中的空氣污染防治進行評估，且其評估的項目更加詳細，因此本案在這部分的係數 P_{1a} 為 0.46。經過將上述各項評估係數相加後，本案在廢棄物減量指標中共可得到 1.17 分，較基準值 3.3 分優秀許多，因此通過本指標規定。

7. 室內環境指標

室內環境指標分音環境、光環境、通風換氣環境以及室內建材裝修四部份進行評估。首先在音環境的部份，由於 LEED 中其實並未對建築室內音響做出任何規定及評估方式，因此除非建築物用途特殊，例如：學校、音樂廳等等，大部分美國的辦公建築這一部份的著墨較少，這一部份本案的外牆厚度較薄，窗玻璃採用 5mm 的 Low-E 玻璃，樓板為木構造樓板，因此加權後僅獲得 8 分。

在光環境部分，本案所有窗戶玻璃均採用 Low-E 玻璃，透光性良好；其次，本棟建築物進深淺，所有空間均屬於外周區，且都符合採光深度比 3 倍以內的規定。至於人工照明部分，所有空間的照明光源均設有防眩措施。因此在光環境部分，經過加權計算後，本案可得滿分 20 分。

第三為通風換氣環境，因本案屬於自然通風型建築，因此不須評估空調外氣的引入。本案的室內空間開口部均為可開啟式的窗戶，對流良好，採光天井上方，亦裝有抽風機，必要時可加強浮力通風之效果（圖五十四），因此所有的居室空間均為可以自然通風的空間，故本案在這一部份得到滿分 20 分。

圖五十四 NRDC 共有三個採光天井



（資料來源：本研究拍攝）

第四部份為室內建材的裝修。首先本案的裝修量屬於基本構造裝修量，其次在綠建材的使用上，不論是在天花板面、牆面或是地板面，本案都是大放異彩。因此在 40 分的滿分中，本案得到幾乎滿分的 36 分（圖五十五、圖五十六）。最後一項其他生態建材部分，本案所有的木材表面塗料、電線、水電管、瓦斯管線以及隔熱材均是採用符合綠建材標準的建材，因此可得到額外的優惠分數 20 分。室內環境指標原本的滿分為 100 分，最後的 20 分因為台灣目前相關產品很少，且成本較高，較少業主願意採用，因此僅為鼓勵性質。但本案經過計算後，其最後實得分數為 104 分，大大地超過室內環境指標的基準值 60 分，因此通過本項指標規定。

圖五十五 NRDC 室內運用各式各樣綠建材



（資料來源：本研究拍攝）

圖五十六 NRDC 外牆兩淋版也為再生建材



（資料來源：本研究拍攝）

8. 水資源指標

水資源指標共檢討兩個項目，一為節水器材的設置，一為大耗水項目的彌補措施。首先在節水器具的設置部份，本案採用二段式省水馬桶（圖五十七），小便斗為無水式（圖五十八），因為台灣目前並未針對無水式小便斗給予優惠計分，因此先以一般節水型小便斗加以計算。由於建築物內設有為

圖五十七 NRDC 採用二段式省水馬桶
圖五十八 NRDC 採用無水式小便斗



（資料來源：Documentation for NRDC）

騎自行車前來的人準備的淋浴更衣間，因此必須檢討其淋浴設備。這一部分 NRDC 也是使用較為省水的淋浴來取代較為耗水的盆浴設備。而基地內所有的水栓，也都採用具有節水效益的裝置。故在節水氣據部份，共可得到 4.5 分。

第二部份為大耗水項目的彌補措施，本案並未有任何水資源指標中所指之大耗水項目，但本案不但設有雨水回收系統，還設計有中水回收系統（圖五十九、圖六十）；在確認其雨中水收集量有超過應有的最低標準後，本案在這部分得到高分 4 分的鼓勵。將上述分項評估分數加總後，本案在水資源指標部分共可得到 8.5 分的高分，較基準值 2 分高出許多，因此通過本指標。

圖五十九 NRDC 採用中水回收系統
圖六十 NRDC 的中水淨化處理槽



（資料來源：Documentation for NRDC）

9. 污水垃圾改善指標

首先在污水改善部分，本案必須檢討其一般生活雜排水以及專用廚房雜排水。本案位於市區已接管地區，所有的雜排水均有確實接管至衛生下水道。其次為垃圾改善，本案有專門的垃圾分類集中場，且為了不妨礙觀瞻，四周均有綠美化的設計，經評估認定後可得 12 分鼓勵，大於基準值 10 分，因此通過本項指標。

10. EEWB 分級評估等級

NRDC 經過台灣 EEWB 系統評估後，除了第一項生物多樣性指標因面積不足不需檢討外，本案總共通過六項指標，分別為基地保水指標、二氧化碳減量指標、廢棄物減量指標、室內環境指標、水資源指標和污水垃圾改善指標。將本案分項指標所得分數，加權換算成分級評估得分後，本案共可得到 51.97 分，因為本案不須評估生物多樣性指標，因此該得分得晉身最高等級，為一鑽石級綠建築。本案受限於基地狹小，建築師所能設計有限，再加上加州當地能源法令較嚴等種種不利的先天條件下，仍然得到鑽石級的綠建築，實屬難能可貴。

第三節 台灣與美國綠建築實例評估結果比較

經過上一節中將台灣與美國當地各兩棟綠建築，分別以台灣 EEWB 系統加以評估過後，本研究對於兩方於綠建築切入點的差異上已能確實掌握。本節將說明因兩方國情差異，對於綠建築切入角度不同，而導致在建築設計風格及重點上的不同。

本研究以台灣 EEWB 四大指標群為主座標軸，逐項說明兩者之不同。首先在生態指標群部分，從表五十五中可以發現，綠化量和基地保水幾乎是台灣案例的主要強項，因為就台灣的市場趨勢而言，九大指標之中，綠化和基地保水算是比較容易通過、也比較容易拿高分的指標項目，最簡單的設計原則就是多種樹、多設透水鋪面即可。但是反觀美國的案例，雖然 LEED 評估系統中有提到，為了降低都市熱島強度，設計者可以利用植栽或透水性的鋪面來達到效果；但是同樣地也提出，如果設計者過度的綠化或進行景觀設計，則必須考量到未來澆灌時遇到的耗水問題。因此在各指標權重均相同且互相制衡的情形下，設計者就不會一窩瘋地強調綠化，反而會視當地情形另行選擇有利的指標項目實行。

表五十五 四案例以台灣 EEW 評估分數比較表

案例名稱	二二八紀念館	台中花雕儲酒廠	America HONDA	NRDC
通過指標數目	7	8	6	6
分級評估分數	30.63	58.71	55.78	51.97
分級評估等級	銀級	鑽石級	鑽石級	鑽石級
各指標綜合計分分數				
綠化量	2.6	11.3	2.1	1.0
基地保水	2.4	11.6	0.6	7.3
日常節能	9.7	6.0	19.1	2.7
二氧化碳減量	2.6	5.6	6.4	8.6
廢棄物減量	6.0	7.6	9.7	12.2
室內環境	-	13.7	11.0	17.2
水資源	4.5	7.5	5.9	8.5
污水垃圾改善	2.9	2.0	1.6	2.9

(資料來源：本研究計算整理)

第二部份為節能指標群，在本研究所選擇的案例中，比較特別的是 NRDC Santa Monica Office，該棟建築物在美國當地評估系統中是目前最高分的綠建築，但是卻無法通過台灣的日常節能指標，其可能的原因有二。首先，一般美國當地若沒有自訂的能源法令，均以美國冷凍空調會 ASHRAE 的空調設計基準為最低標準。但是 ASHRAE 的規定，完全是以室內人員的舒適為主要設計考量，其制定之初並未有任何節約能源的考量因子在內，因此其標準相當地鬆，所以如果與之相比較，則很容易較該基準優秀兩成而通過日常節能指標。本研究其中一個美國案例，就是以美國 ASHRAE 的設計規範為基準，因此經過計算後發現該棟能源消耗較基準節能 40%，因此通過本指標。但是相對地，如果當地有自己的能源法令，且證明較 ASHRAE 的規範嚴格的話，則以當地的法令為比較基準。NRDC Santa Monica Office 位於加州，本身有自己的能源法令 Title 24，該法令的規範較 ASHRAE 嚴格，因此在和當地法規基準比較下，導致 NRDC 無法通過本項指標。

第三部份為減廢指標群，包括二氧化碳減量以及廢棄物減量指標。台灣是一個大量使用鋼筋混凝土的地區，大部分的建築物都為鋼筋混凝土造，但是普遍使

用混凝土作為建材的結果，卻導致了不當的河砂超挖等環境問題。因此為了反應國情，並減緩環境惡化的速度，台灣減廢指標群中都非常明顯地鼓勵和混凝土相關的非金屬再生建材使用，但是這樣的評估方式，對於美國的案例來說，就相對顯得吃虧。因為美國當地的房子，除了少數的公有建築物或供公眾使用建築物之外，多半都為木構造或鋼構造建築，使用混凝土的地方本來就不多；且雖然台灣和美國均普遍地將飛灰局部添加於水泥之中，但是台灣的評估系統並未將飛灰計入再生建材之中。再加上美國大部分使用的再生建材，因種類繁多，很多部分台灣目前不是尚未引進，便是市場尚未形成潮流，因此僅能以其他再生建材進行申請，導致在評估美國案例減廢指標得分時，雖然兩個案例都獲得相當高的分數，事實上該案例所做的努力往往高於它們所得到的分數許多。而台灣地區的綠建築案例中，申請這兩項指標的建築物明顯較少，一方面因為台灣地區地狹人稠，大規模開挖地下室乃是稀鬆平常的事，另外一方面因為指標中大部份營建自動化工法的推動，和目前台灣傳統的營建習慣，仍然有一段落差，因此容易增加成本。所以在建商或業主並沒有強調或同意增加營建成本前，通常這一部份較難達成指標要求的目標。

第四部份為健康指標群，這一部份的差異主要集中在室內環境部分，水資源指標兩方的規定和立意都相去不遠。再生建材的使用在美國當地已相當普遍，且依照其性質的不同，又分為舊資源再利用、回收建材、當地建材、無天然匱乏之虞建材（可快速更新建材）、永續經營木材以及低揮發性、低逸散性的建材數種。以本研究所試計算的兩件美國案例為例，其在再生建材的使用上相當廣泛，但是這些使用項目卻因台灣的評估系統並未納入計算，而有做白工之虞。其中美國大部分的再生建材因為都屬於台灣綠建材的定義範圍內，所以只能計算在室內環境指標之中，導致美國的案例在室內環境指標中都有超高的分數表現。而台灣推動綠建材尚屬起步階段，過去通過認證的建材種類很少，建築師的選擇有限，成本也較高，因此申請室內環境指標的建築物和減廢指標一樣，都屬於少數。台灣目前已成立國家級的材料試驗廠，可針對各式建材的性質進行試驗，未來在這部分的發展應該會愈來愈蓬勃。若一般民眾對於採用綠建材有所概念，甚至有可能和美國 LEED 評估一樣，因為規範影響民眾想法，進而推動建材市場的轉型。

第六章 結論與建議

本研究主要目的在於比較台灣 EEWB 與美國 LEED 綠建築評估制度的不同，進而對台灣 EEWB 未來改進的方向提出建議。本章中，本研究將就目前達成的具體成果，分為實例評估部分、制度系統比較部份以及研擬建議部分三大方向，進行說明。

第一節 結論

6-1.1 以 EEWB 評估台灣與美國綠建築實例

本研究經過台灣與美國專業綠建築學者調查走訪後，以台灣二二八紀念公園以及台中花雕儲酒廠再利用案作為評估對象。兩棟建築物中，二二八紀念館建於台灣綠建築評估制度實施前，代表著在過去沒有任何評估依據的年代中，建築師或設計者如何利用有限的經費設計出符合當地風土的綠建築。台中花雕儲酒廠則是綠建築評估制度實施至今，在政府輔導下，努力達到各項指標的高標準綠建築，具有示範意義。

經過評估後，二二八紀念館雖然當初並未對於再生建材或室內環境品質提出重要的設計手法，但仍通過綠建築七項指標，為銀級綠建築。而台中花雕儲酒廠，在經費許可和建築師設計團隊的努力下，除了建築設計本身相當優秀成功之外，拜現代科技日新月異之賜，許多新穎的節能技術和再生建材的利用為這棟建築物加了不少分，因此通過八項指標，為鑽石級綠建築。

此外，本研究經過研究員赴美和美國當地學者討論後，以 American Honda Motor Co., Northwest Regional Facility 以及 National Resources Defense Council Robert Redford Building (簡稱 NRDC Santa Monica Office) 兩棟建築作為評估對象，一為美國 LEED 評估為金牌級的綠建築，一為白金級的綠建築，且亦為目前美國白金級建築中分數最高的一棟。本研究選擇這兩棟主要著眼於兩棟建築物的對比性及差異性。首先，HONDA Training Center 為一民間私人企業，在美國 LEED 完全採取自願的情形下，事實上美國目前申請的綠建築仍舊以公有建築物或非營利單位的建築為主，因此這棟私有建築的代表性就相當地大，該棟建築說明了民間企業如果要設計綠建築，會從哪些角度和手法切入；而 NRDC Santa Monica Office 則為一典型的非營利單位，為目前美國申請認證綠建築的最大宗。

其次，在區位上，HONDA Training Center 位於郊區，幅員廣大；NRDC Santa Monica Office 則位於市區，基地狹小。如此不同的區位及基地現況，對於兩棟建築物在綠建築設計上所採取的手法也明顯有所不同。HONDA Training Center 因為是屬於鄉村格局，因此在綠化景觀設計上，就顯得游刃有餘，且明顯降低建築物建蔽率，以保有大片面積的原始綠地。但是 NRDC Santa Monica Office 在綠化部份就明顯不足，因此比較仰賴再生能源及雨中水回收等節能技術的應用。經過計算後，HONDA Training Center 共通過六項指標，為一鑽石級綠建築，而 NRDC Santa Monica Office 也通過六項指標，為一鑽石級綠建築。

6-1.2 訓練我方人員對於美國 LEED 的評估能力

為了能夠徹底了解兩方制度的差異點，首先必須要對我方人員加以訓練，使能夠深入了解美國 LEED 各項指標主要精神。因此我方研究助理於今年五月赴美進行短期訓練，以便實際了解 LEED 評估內容，並和美國當地綠建築專業學者討論，尋找合適的評估案例。

6-1.3 分析比較台灣 EEW 與美國 LEED 系統評估指標內容差異

本研究首先經過兩方指標評估內容的學習，再加上實際評估兩方綠建築案例，以明確比較出兩邊綠建築評估系統的差異點，大部分的差異，不論是從制度面，或是實際評估內容，均代表著兩方國情的不同，以及建築市場的主流趨勢不同。本研究在第四章及第五章中已將兩方評估系統的差異點詳細說明，今將兩方系統比較的差異性重點整理如下。

1. 執行單位的差異

台灣的審查認證工作為由內政部營建署輔導成立之「財團法人中華建築中心」負責受理，且目前台灣政府強制規定公有建築物工程費五千萬元以上，於申請建造執照之前，必須先取得綠建築候選證書。由於公權力的介入，台灣的綠建築制度乃為法制化的規定，推動的機制為由上而下，且大部分的規定都採取較為寬鬆的規定，屬於消極地避免不良的建築設計產生。

美國 LEED 則是由民間發起，完全自願申請的認證方式，目前是由美國綠建築協會受理案件的申請。由於申請認證完全沒有強制性，因此在基準的制定上，不需遷就目前設計市場，降格以求；相反地，其所設定的基準較高，屬於積極地

鼓勵優良的建築設計。而在審查機制上，整體上來說，美國審查的模式為一由下往上的方式，由民間力量來促進綠色市場的潮流，進而吸引政府目光，加以效法或跟進。

2. 評估認證流程差異

台灣受限於公有建築物必須於取得綠建築候選證書後才得以建造，因此審查上必須盡量壓縮時間，目前平均來說，審查一件案件，若不含建築師補件時間，約需一個月左右。美國 LEED 因為僅受理建造完工之綠建築申請，在認證上不受工期緊迫的壓力，可以針對每項申請指標仔細審查，目前申請案件認證，前後約需花費三個月左右的審查時間。

其次，台灣制度類似英國 BREEAM，設有綠建築審查委員會，由委員會進行申請指標的審查認證工作，而美國綠建築協會並未設有審查委員會，審查工作交由民間專業的認證公司進行。

3. 技師認證資格差異

為了簡化建築師準備綠建築相關申請資料文件的流程，台灣 EEWB 目前所有的申請指標都是由建築師簽證證明即可，且所有的計算過程，均力求簡單易上手，務必使一般民眾均了解並可以自行計算檢討。相對於台灣每項指標均簡化評估的流程，美國 LEED 雖然在某些指標評估上已經以換算過的係數來代替實際複雜的學術計算，但是仍然停留在專家診斷系統的階段，不同的指標必須交由不同的專業技師計算簽證，建築師所能掌握的項目僅約一半左右。

4. 指標內容差異

首先在生態指標群部分，兩方對於基地周遭開放空間的景觀綠化上，其實都有提到自然環境的重要性。但不同的是，LEED 強調保有原始景觀的重要性，並不強求設計者刻意營造仿自然的生物棲地環境。其次對於植栽景觀的態度上，鼓勵依照基地的性質選擇小面積、較稀疏的綠化方式，且盡量避免蒸散量大的闊葉性植物，已達到降低戶外澆灌用水消耗量的目標。台灣則是因為大部分的土地目前都被迫化殆盡，如果法令不嚴加規定，則後果只會愈來愈惡化，因此才會強調希望設計者能夠盡量恢復自然生態的生物棲地，並加強以綠化方式來美化環境。

第二部份為節能指標群，不論是美國 LEED 或是台灣的 EEW，均以當地的能源法令或規範為最低基準，再將建築師所設計的案子其耗能量和基準值相比，依照節能的程度給分；台灣 EEW 要求最少必須優秀兩成，美國 LEED 則依照節能的不同程度酌量加權給分。由於兩地能源規範標準不一，因此或許會有所爭議，但是若以日常節能指標設置的意義來看，其目的在於較目前市面一般建築節能，因此仍然必須要和當地建築能源法令相比，才能知道優劣。其中比較特殊的是，台灣雖然有針對各項再生能源技術的優惠給分，但是因為這一部份在台灣目前都屬於示範階段，其設置的經濟效益一直是最為人所詬病之處；因此目前申請的綠建築案例中，大規模使用再生能源或利用外部生產之綠色能源作為能源供給的例子是少之又少。但是美國目前，不論是私人或是公有建築物，對於再生能源的推動不移餘力，已有數棟建築物在能源部分是完全自給自足，像本研究其中一棟案例 NRDC Santa Monica Office 就是靠著太陽能發電以及外部供給之綠色能源供應建築物所有的能源需求。

第三部份為減廢指標群。台灣因為大量使用鋼筋混凝土作為建築物的主要建材，在全面推動木構造和鋼構造建築仍然窒礙難行的前提下，台灣 EEW 減廢指標群中明顯地鼓勵和混凝土相關的非金屬再生建材使用。但是美國當地的房子，多半都為木構造或鋼構造建築，使用混凝土的地方本來就不多，因此評估起來就顯得吃虧。再者，在美國的減廢相關指標中，為了明確計算實際廢棄物減量的比例，所有的金屬類建材、機電設備和各式管線設備等等都必須一併計算在內，因此設計者在進行減量設計時比較有彈性，不會侷限於某些建材有計入加分，某些不計入分數的斤斤計較心理。另外便是工程不平衡土方的認定問題，台灣因為獎勵設置停車場，加上土地有限，導致設計者往往開挖數層地下室做為停車空間，才使得台灣減廢指標將土方列為重要的處理項目之一。但是美國地區因為開挖地下室成本相當高，且土地廣大，並不需要動輒開挖數層地下室，所以廢棄土方並非是當地煩惱的營建廢棄物。因此在國情的不同之下，對於土方的處理態度也有所不同。

第四部份為健康指標群，這部分兩邊均相去不多，但是美國當地因為綠色建材推動已行之有年，目前綠色建材已經是市面上相當容易取得的規格化產品，反而舊有的傳統建材，因為不符合永續發展的建築市場潮流，已漸漸被淘汰。因此本研究所評估的兩件美國案例，在健康指標群中室內建材使用的部份，相較於台灣案例在室內健康建材的選擇性較少，美國的案例這部分都大放異彩。美國 LEED

甚至依照建材不同的屬性及使用意義，再將之細分為舊資源再利用、回收建材、當地建材、無天然匱乏之虞建材（可快速更新建材）、永續經營木材以及低揮發性、低溢散性的建材數種。這一部分希望台灣在正式推動綠建材認證之後，能夠引發市場研發更多的綠色建材，未來也能參考美國 LEED 評估方式，再將之細分。

第二節 建議

經過本研究對於台灣 EEW 以及美國 LEED 綠建築評估制度一連串的比较分析之後，本研究首先肯定台灣 EEW 是目前唯一世界上綠建築評估制度建立在亞熱帶氣候之下，且由政府帶頭，將之法制化的國家，這部分對於亞熱帶甚至是熱帶地區的其他發展中國家，均是一良好的典範。但是依照目前的世界潮流，國際化的永續發展已經是不得不重視的課題之一，為了和世界的綠建築發展接軌，經過本研究的分析，並邀請美國學者對於台灣的評估制度提出下列幾點建議，以供台灣綠建築學者及政府相關單位日後修改綠建築評估制度的參考。

建議一：

增加光害防制措施：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

美國 LEED 在永續性基地條件指標群中，為了降低戶外日益嚴重的光害，對於戶外的照明設計上，有著相當大的要求；因為過度的照明，不但會影響到他人的權益，使鄰居無法安然入睡，對於各種夜行性的動物來說，更是干擾其遷徙的兇手。本研究在參考了美國的規定之後發現，過去由於台灣並未對戶外照明進行規範，導致近來許多城市光廊、廣告與建築立面照明，已嚴重影響附近居民及其他小動物的安寧；因此建議未來在綠建築政策的更新時，希望能將戶外光害防制的觀念加入，目前雖然在生物多樣性指標中有光害防制的規定，但是因為生物多樣性指標有評估面積的門檻限制，對於多數的建築申請案件來說，仍然沒有約束力，因此可考慮將之獨立設置，或是剷除評估面積的規模限制。

建議二：

降低停車數量設計：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

美國 LEED 在降低民眾自行開車前往基地，減緩交通衝擊及污染的作法之一，就是要求基地內不要超設停車位。台灣由於目前建築法令對於建築物增設停車位有額外的優惠措施，業主可因此爭取到較多的樓地板面積，導致超設停車位及過度開挖地下室的情形相當普遍。本研究著眼於綠建築的評估內容，對於其他

的營建相關法令自然無權干預；至於大眾運輸系統的普及性，因為其涵蓋範圍已非建築專業所能掌握，因此本研究暫時不考慮該部分。但是本研究建議未來可要求申請綠建築審查的案件必須做到最低停車數量的限制，一方面可減少民眾開車前來的機會，一方面也降低目前營建工程常見的廢棄土方問題。

建議三：

彈性化建築設計：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

過去的九大指標，均是要求建築師至少必須通過四項指標，但是通過指標基準的高低，卻無人檢視。因而在強制的要求下，導致建築師心中普遍有著「既然有最低標準，就只要達到最低標準」的消極心態。因此為了一改過去消極避免不良設計的態度，轉為積極鼓勵優秀的綠建築設計，建議台灣 EEWB 系統盡量採取彈性化的建築設計評估方式，而不是僅僅侷限在規範中既有的項目下打轉。

因此，今年九大指標中加入最新的分級評估制度，並且加重創新設計的額外優惠給分，便是將傳統制式的評估方式轉變為整體性的彈性化建築設計評估的良好方法之一。建築師不用在局限於評估項目中有給分的規定，斤斤計較地要達到該項標準，反而可以盡量採取新穎的設計手法，來達到相同的設計目標；此外，過去四項指標的門檻也將因此被打破，建築師可以依據基地的特性，來選擇最適合且最有利的指標申請，一樣能有好的表現。但本研究建議，因為目前的創新科技給分範疇仍舊集中於生態、節能、減廢、健康四大部分，未來或許可以考量將之擴大到其他軟體經營的層面，尤其對於舊建築再利用的案例，將可使整個評估更為周全。

建議四：

建立合理的酬金制度：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

對台灣目前的建築從業人員來說，設計綠建築作品常常是一件令他們又愛又恨的事，雖然建築師也願意用心在建築設計上，但是其所花費的時間、精力，以及額外的金錢支出，在目前台灣的營建市場中，卻無法得到合理的報酬。以美國

LEED 評估系統來說，申請一棟美國的綠建築，必須準備的文件資料，往往厚達上百頁，因此多數的業主都會另外聘請專業的顧問專門負責資料的整理，建築師們則因為必須特別針對 LEED 的規範進行設計，也可得到 4% 的額外報酬。

其次，美國 LEED 在能源指標群中，要求業主必須另外設立一獨立的監督委員會，代替業主監督現場的施工及設備裝設運轉事宜；而監督委員會應得的報酬，依照工程規模大小不同，也有不同的比例，約從 2%~6%。但是反觀台灣目前的建築市場，對於業主在綠建築上的要求，建築師往往是設計加額外奉送，並沒有合理的設計費；對於設計師來說，幾乎是花錢白做工。因此除非是建築師本身就很有心，否則常常是建築設計做完後，再視綠建築評估制度要求，加這加那，無法融入原有設計之中。因此本研究建議，為了有利日後綠建築的推動發展，與其一味的強制要求建築師履行綠建築設計，不如建立一合理的報酬制度，優良的設計理應有較高的報酬，以積極鼓勵建築師從事優良的建築設計。

建議五：

建議未來增加項目—綠建材的評估細項：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

目前台灣綠建材的評估，僅在室內環境指標中的室內建材裝修部分有進行評估，但是因為根據台灣綠建材的定義，綠建材包含健康綠建材、高性能綠建材、再生綠建材以及生態綠建材四種。四種綠建材在用途上，以及對地球環境的衝擊上，事實上都大不相同，因此將之置於同一地位上加以評估其實是有欠妥當的。因此美國 LEED 便根據不同建材的特性及使用範圍，訂定不同的綠建材使用比例基準。

其次，目前台灣對於採用綠建材的比例認定上，其實相當模糊不清，它所認定的比例究竟是採用面積比還是採用體積比，甚至是採用重量比，在評估中並未說明。以美國 LEED 而言，對於各項綠建材的使用，均是採用建材花費比作為建材使用比例的認定標準，如此則可解決標準不一的問題。因此本研究建議，未來一方面可將綠建材的使用範圍及項目再做細分，另一方面對於使用比例的認定，或許可以參考美國 LEED 的作法，採用建材花費（不含工錢）的比例做為認定。

建議六：

建議未來增加項目—設置監督委員會：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

美國 LEED 在能源評估的指標群中，有一項必要指標及一項選擇性指標是要求業主建立一個監督委員會，對於設計階段時，監督設計師有無貫徹業主及綠建築的設計精神；施工期間對於各項設備或建材的裝設必須加以監督，確保一切均按圖施工，並且進行試運轉，確保各產品無誤；甚至未來的維護操作管理計畫，以及操作員工的職前訓練，均由監督委員會加以辦理。

LEED 設置監督委員會的主要用意在於能夠確實執行設計師或業主的想法，並且落實綠建築的設計手法。因為 LEED 並不至現場抽查，所有的一切均來自業主所提供的書面資料，因此 LEED 非常仰賴監督委員會的任務，由該委員會代替 LEED 事先對各項程序進行一個初步性的管理。這也就是為什麼 LEED 不需要設一個綠建築審查委員會，各建築物本身已經有委員會先行監督施工情形，LEED 僅需專門針對設計計算的詳細內容進行審查即可，不需要擔心會有作假的情形發生。台灣目前因為常會遇到建築師計算錯誤，或是中途一再變更設計，導致計算前後不符的事情發生，因此台灣所設的綠建築審查委員會常常以一種防弊的角度辦理審查，不僅累壞委員，建築師也不高興。因此本研究建議未來可著手培育類似的人才或顧問公司，進行這類型的服務，降低審查委員以及業主或建築師的作業量。

建議七：

增加最新綠建築設計案例，激發建築師無限創意可能：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

目前台灣的綠建築解說評估手冊，雖然在每一個指標的最後幾頁，都會附一個實際案例的計算說明。但是目前科技日新月異，一直不斷有新的技術或產品研發成功，推向市面，而且市場的設計潮流也不停地在變。很多當時不錯的案例現在看來已經有點乏善可陳，或是缺乏新意，很容易限制建築師設計上的創意，以為只有採用那樣的設計方式，或是利用那樣的設備，才有可能通過指標。事實上，建築設計沒有標準答案，綠建築的精神也是希望建築師能夠發揮創意，嘗試各種

可能，尋求一最適方法解決環境的問題；因此本研究建議未來在更新手冊時，對於後面所附之案例，可增加一些最新設計手法或建築物，以激發建築師或設計者無限的創意可能。

NEW RATING SYSTEM FOR GREEN BUILDING ASSESSMENT IN TAIWAN BASED ON A DATABASE OF 185 EVALUATED GOVERNMENTAL BUILDINGS

Hsien-Te Lin Ph.D¹

¹ Professor, Department of Architecture, National Cheng-Kung University, Taiwan

Keywords: green building, EEWH, labeling system, innovative design

Summary

This paper introduces a new advanced rating system of Green Building Assessment which is established through the analysis of 185 qualified green building projects in 2003. A hypothesis of logarithm normal probability distribution of scoring and a weighting system of nine indicators were adopted in this analysis. This rating system will create four levels of awards which are diamond, gold, silver, and bronze, with the scoring probabilities of top 5, 15, 30, 50%. Therefore, the system will become an important index of Green Building Promotion Program of Taiwan government in the future.

1. Introduction

An unique Green Building Evaluation System in Taiwan, called EEWH system, with four evaluation categories, which are ecology, energy saving, waste reduction, and health, including nine environmental indicators were established since 1999 as shown in Table 1. At the same time, a Green Building Logo encouragement system was set up and a Green Building Committee was organized for green building evaluation. Every existing building and every new building scheme before construction is encouraged to pursue the Green Building Logo. Based on this system, Taiwan government acted very aggressively to demand all the governmental buildings to pass the evaluation of this system from 2001. Under such circumstance, about 500 newly designed building projects had already passed the Green Building Evaluation until the end of 2004.

However, the above nine indicators were evaluated independently with no total scoring for final judgment between nine separate indicators, the previous EEWH system could not become an ideal tool for the promotion policy of green building. At the same time, due to the compulsive policy of Green Building Evaluation on official buildings, the passing standard had to set at a low level so as not to become big obstacles to public construction. The passing standard for Green Building Evaluation was required at a very

Table 1. Categories, Indicators and factors for Green Building Evaluation in Taiwan

Categories	Indicators	Climate	Biology	Water	Soil	Energy	Materials	Evaluation factors and units
Ecology	1. Biodiversity	*	*	*	*			Biotope, green network system
	2. Greenery	*	*	*	*	*		CO ₂ absorption (CO ₂ -kg/m ²)
	3. Soil Water Content	*	*	*	*			water contentment of the site (-)
Energy Saving	4. Energy conservation	*				*		ENVLOAD、Req、PACS、energy saving techniques
Waste Reduction	5. CO ₂ Emission	*				*	*	CO ₂ emission of building materials (CO ₂ -kg/m ²)
	6. Waste Reduction				*		*	waste of building demolition (-)
Health	7. Indoor Environment				*	*	*	Ventilation, daylight, noise control, Eco-material
	8. Water Resource			*				water usage(L/person), water saving hygienic instrument (-)
	9. Sewer and Garbage			*			*	sewer plumbing, sanitary condition for garbage gathering

basic level, only four indicators among the nine indicators, and about 85% of the previous qualified projects have maintained at very low scores of pass line. This kind of compulsive policy and low standard of evaluation has become an obstacle to the promotion policy of green building. In order to resolve the above problems, this paper is to establish a new rating system based on the analysis from the previous qualified green building projects.

2. New Rating System for EEW

2.1 New score of weighting for nine indicators

The new rating system for EEW system has to maintain the previous quantitative indices, criteria of evaluation and to develop a new scoring system for nine indicators. This paper establish a new scoring system, as shown in Table 2, through a questionnaire investigation of 34 EEW specialists including 25 Green Building Committee members, 5 assistants of Green Building Logo certification and 4 officials of green building management. Although the average weighting is obtained from the questionnaire as shown in Table 2, the final weighting for four categories, ecology, energy saving, waste reduction, health, was modified as 27, 28, 18, 27 following the next principles:

- (1) Each score of category has to be easily accumulated and calculated according to the separate indicators.
- (2) The weighting for categories of energy saving and health should be maintained as highest scoring in regard to the sustainable policy.
- (3) The weighting for nine indicators have to response to the influence of construction cost and design technology,
- (4) The scoring weighting for each indicator is assumed to be a normal probability distribution with a three standard deviation range of minimum and maximum scores according to the statistical analysis of previous 185 evaluated green building projects in 2003.

Table 2 New scoring system for nine indicators

categories	nine indicators		average weighting of questionnaire	New scoring system			
				minimum score	maximum score	Standard deviation	Total score
ecology	1.Biodiversity		23.5%	2.0	9.0	0.184	27.0
	2.Greenery			2.0	9.0	0.408	
	3.Soil Water Content			2.0	9.0	1.313	
energy saving	4.	Envelope	32.3%	2.0	12.0	R4(*1)	28.0
		Air Conditioning		2.0	10.0	0.143	
		Lighting		2.0	6.0	0.121	
waste reduction	5.CO ₂ Emission		17.6%	2.0	9.0	0.187	18.0
	6.Waste Reduction			2.0	9.0	0.111	
health	7.Indoor Environment		26.5%	2.0	12.0	0.121	27.0
	8.Water Resource			2.0	9.0	-----	
	9.Sewer and Garbage			2.0	6.0	0.233	
Minimum total score : 22.0 Maximum total score : 100.0							
* 1:office or commercial department building 0.084, hospital or hotel 0.225, residential building 0.280, school and big space building 0.132, others 0.258.							

2.2 New rating system for EEWH system

Based on the mentioned new scoring system, the score of new system can easily be calculated from the score of old system and its deviation. We established a new probability distribution, as shown in Fig. 1, using new total scores of the mentioned 185 projects and found a very special type of logarithm normal distribution, prone to the low score side for the new rating system. This logarithm normal distribution means that the new rating system has the characteristic of “easy to pass but difficult to get a high score”. With this hypothesis of logarithm normal distribution, the new rating system created four labeling levels which are diamond, gold, silver, and bronze, as shown in Fig. 2. Their scoring probabilities are of top 5, 15, 30, 50% and with the scores of 53, 43, 37, 31. It is believed that the new rating system can avoid low level standard in the old system and act as an excellent evaluation tool for the Green Building Promotion policy of Taiwan government.

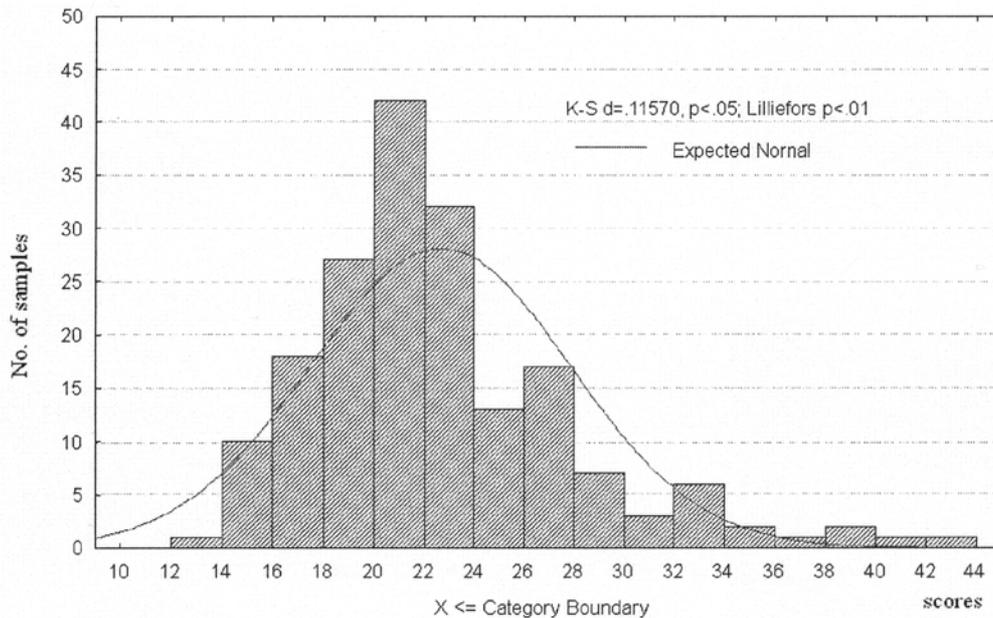


Figure 1 Histogram for the score distribution of 185 cases

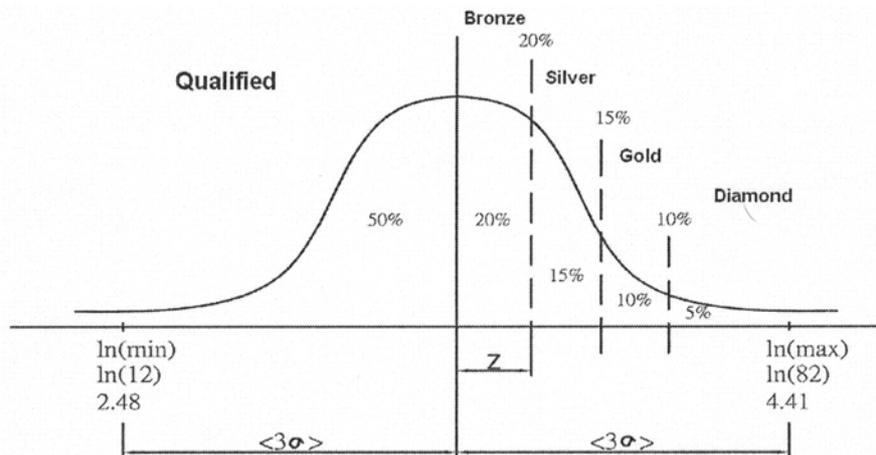


Figure 2 New rating classification of EEWH

2.3 Promotion for Innovative Design of Green Building

No matter how sophisticated the evaluation system is, it can not cover all aspects of the green technology, so we have to keep flexible for evaluating unknown innovation of green building. In order to promote the innovative design of green technologies, the new EEWH system create an extra encourage scoring method to compensate the good design which can't be evaluated by existing indicators and categories. This method can give extra 10~50% score for each scoring of category according to the compromised judgment of the Green Building Committee based on the proposed report or explanation of the innovative design by the designer. However, this promotion mechanism can only be approved for qualified Green Building projects of EEWH and on unique ideas or technologies with close relation to the four categories of ecology, energy saving, waste reduction and health.

3. Investigation for New Rating System of EEW

In order to investigate the evaluated efficiency of the new rating system, an accumulated probability distribution of previous 185 Green Building samples was established as shown in Fig.3. We can find that the scoring distribution of previous 185 qualified green building projects slopes prone to the low score side and only 1(0.5%), 4(2.0%), 11(6.0%) projects pass the evaluation of gold, silver, and bronze awards and no project could reach the criterion of diamond award. It is a very satisfactory result due to the previous qualified green building projects are evaluated in a low level standard as mentioned in the beginning, and it is acceptable for only 9% samples receiving the honor of award. This analysis shows that the new EEW system can create a very remarkable improvement for green building design in the future. To be a national Green Building Promotion Tool, the EEW with new rating system is believed to be very efficient to eliminate inappropriate design and to promote the upper level standard of green building design.

4. Conclusion

Due to the easy-accessible and practical of EEW system, Taiwan government has achieved greatly in Sustainable Building Policy. Since 2002, Taiwan government even raised the green building policy as one of the Six Years National Development Plan of "Challenge, 2008" and provided substantial budget for Green Remodeling Program for Governmental Buildings to improve the green environment of existing governmental buildings. A new "Green Building Chapter" which applied some parts of EEW evaluation is introduced into a compulsive building code of Building Construction Regulation and starts from Jan 1st 2005.

EEW system has been well developed, simplified and modified for the subtropical climate of Taiwan and was regarded as a standard evaluation method for green buildings by the Ministry of the Interior of Taiwan since 1999. Owing to the compulsive policy of green building design for governmental building from 2001, this paper developed a new rating system based on a huge database of qualified green building projects. According to the scientific analysis of logarithm normal distribution of scoring and real data of green building projects, as shown in this paper, the new HHWH system is believed to be very reliable, practical and localized for green building evaluation in Taiwan. It has become the newest edition of Green Building Design Manual from 2005 and will be applied as a standard tool of Green Building Promotion Policy in the future.

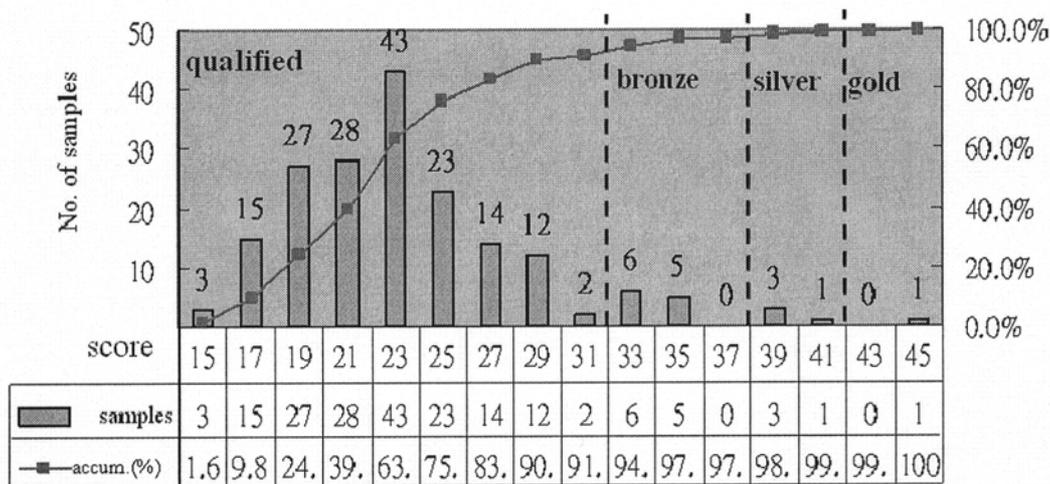


Figure 3 Classification and distribution for existing qualified Green Building projects

Reference

Hsien-Te Lin, 2005, "Evaluation Manual for Green Building in Taiwan"(in mandarin) , Architecture and Building Research Institute, Taiwan
 Hsien-Te Lin, Oct. 22-27,1999,"Evaluation System and Policy of Green Building in Taiwan", International Conference of Sustainable Building 2000, Maastrich, Holland

ELECTRICITY ANALYSIS OF LOW-RISE COMMERCIAL BUILDINGS IN TAINAN CITY'S RESIDENTIAL BLOCKS

Jen-Chun Wang¹
Hsien-Te Lin²
Hsin-Lan Liu³

¹ PhD, Department of Architecture, National Cheng Kung University, No. 1, Ta-Hsueh Rd., Tainan701, Taiwan, jck4928@ms39.hinet.net

² Doctor of Engr., Professor, Department of Architecture, National Cheng Kung University, No. 1, Ta-Hsueh Rd., Tainan701, Taiwan, siraya01@mail.ncku.edu.tw

³ Master, Department of Architecture, National Cheng Kung University, No. 1, Ta-Hsueh Rd., Tainan701, Taiwan, n7692426@ccmail.ncku.edu.tw

Keywords: urban energy, residential block, low-rise commercial building, energy use intensity (EUI)

Summary

The research investigates through 59 residential street blocks with a total of 555 commercial town houses in Tainan, Taiwan. 434 houses are valid samples within. The conclusions are as follows. 1. The average story for business purpose is 1.31. 2. The average EUI is 153.73 KWh/m².yr with a high standard deviation of 306.59, which implies a large difference among each sample. 3. All the samples are divided into 38 categories. The EUI of the highest type is 54 times than the lowest one. 4. 38 regression equations are developed to predict the average EUI of all categories and the coefficient of relevance is 0.861. 5. Additional modifiers, which are the orientation, the width of road faced and the location are also added to adjust the regression model. The coefficient of the relevance is 0.932 between the predicted and the real data.

1. Introduction

There are more and more people living in metropolises in past few years. According to the census data, from 1998 to 2002, the population increase rate in Taipei and Kaohsiung, which is about 1.29%, is lower than that in Taoyuan, Hsinchu, Taichung and Tainan, which are called sub-metropolises. Since the cost of land in these cities is lower than that in metropolises, the capacity of land use is also lower. In Tainan, 87% residential buildings have the height of 5 stories or even below. Among them, town house is the major building type. Therefore, the study focuses on the electricity consumption of commercial pursuits in residential blocks.

At the other hand, the proportion of commercial electricity consumption to total electricity consumption increases from 5.3% to 10.6%. The average increase rate is 11.6% annually, which is far above the average increase rate of total electricity consumption. Although there are several researches about commercial electricity consumption, most of them focus on the specific type of building (Chi-Han Chang, 2001), such as hospitals and department stores, and are lack of variety. Therefore, the study focuses on the commercial electricity consumption in Tainan residential blocks. The commercial pursuits within are various, which includes convenience stores, firms, cram schools, even Taoism altars. The study aims to analyze these commercial pursuits and provides a prediction model finally, which can be the basis of urban energy prediction and can also be the reference for urban planning.

2. Selected Range and Method

Different residential blocks have different commercial pursuits and different use intensity involved. In this case, all selected samples are in the eastern area of Tainan. This is because that area is well developed, prosperous and has high population, which can represent the most residential blocks' type in Taiwan sub-metropolises. There are 59 residential blocks in eastern area selected finally. Among them, block No.1 to No.27 are investigated during January, 2003 to June, 2003. Block No.28 to No.59 are investigated during March, 2004 in order to have enough samples. Finally, 434 households are valid in this study.

The investigation can be divided into two parts. When investigating, we have to take down all the information about buildings first, such as building area, story, floor area, and the width of road faced. Of course we have to write down each building's address. Then we can use these addresses to apply to Power Company for their electricity consumption last year. All the data will be the basis for analysis later. The average story for

commercial purpose is 1.31. It shows that the major story for commercial pursuits is still the ground floor, especially for those with high density of electricity consumption.

As mentioned before, with the addresses taken down, we can get buildings' electricity consumption data in one year. However, several data in the study is calculated every two months. In order to get its monthly consumption, we divide the degree of consumption by its period, and then accumulate it from day to day. Finally we can get its monthly data.



Figure 1 Selected blocks in eastern area of Tainan in Taiwan

3. Investigation Result and Analysis

3.1 Analysis of Electricity Consumption in Low-rise Commercial Buildings

The total electricity consumption of 434 selected buildings is 12633660 KWh per year, and every household wastes about 29110 KWh per year averagely. The total EUI is 153.73 KWh/m².yr, while the standard deviation is also up to 306.59 KWh/m².yr. Compared with the related research done before, EUI of commerce is 4.62 times than that of residence (Hsien-Te Lin et al., 2004), but the high standard deviation of commerce shows that there is huge different between each commercial pursuit. There is an example. Here is a bakery in block No.25. It consumes 1899.85 KWh/m².yr, which is 12.36 times than the average of that block. And as Table 1 shows, the EUI of convenience store is 40 times than that of automobile overhaul shop. Therefore, all selected samples have to be classified based on their EUI and commercial purpose.

3.2 Analysis of Electricity Consumption in Low-rise Commercial Buildings Based on Walk of Life

Since the difference of commercial pursuits between different stores will affect their electricity consumption a lot, they are classified into 38 categories in the study. There are various kinds of commercial pursuits in residential blocks, such as pharmacy, clinic, kindergarten, cram school, Taoism altar, automobile overhaul shop etc. There are also some stores wasting a huge amount of energy, such as cyber café, KTV, bakery, 3C store, VCD store, supermarket and convenience store. Finally, the samples will be subdivided considering air-conditioned or non air-conditioned, chain store or not. These classified types can reflect the life style in Taiwan residential blocks much better.

In Table 1, convenience chain stores consume most energy, which is 54 times than hardware stores. 38 types can approximately separate into four grades. First grade is above 900 KWh/m².yr, including No.1 to No. 5. No.1 and No.2 have the characters of opening all the year, with air conditioning and lighting all the year, with heating and cooling equipment and have air conditioning leaked frequently. No.3 has lots of computers and staffs within. No.4 consumes lots of energy to bake and makes a lot of heat. No. 5 has huge amount of cooling facilities. Second grade is between 200 KWh/m².yr and 400 KWh/m².yr, including No.7, 8, 10, 12, 14 and 16. These kinds of stores have regular opening time, higher lighting density, air conditioning leaked frequently or special cooling and heating equipment. It is noticeable that there is only one kind of store (KTV) between 400 KWh/m².yr and 900 KWh/m².yr, which means that first grade's electricity consumption is extraordinary high. Third grade's EUI is between 70 KWh/m².yr and 200 KWh/m².yr. There are 15 types of stores (194 households) in this grade, and its EUI is 2~6 times than residential buildings. The last grade's EUI is below 70 KWh/m².yr. Most stores in this grade are traditional grocery stores and automobile overhaul shop without air conditioning. There are 10 types of stores (154 households) in fourth grade, and its EUI is just 1~2 times than residential buildings. Therefore, the main factors to electricity consumption in commercial building are opening time, air conditioning, lighting, cooling and heating equipment.

Table 1 Monthly Electricity Consumption per Square Meter in Different Stores, Unit: KWh/m²

No. Category(Sample Number)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Yearly	Standard Deviation
1 convenience chain store (6)	131.3	135.9	147.8	150.6	165.6	166.2	171.3	170.2	165.8	163.2	151.9	141.3	1861.2	428.7
2 convenience store (3)	72.6	74.9	75.1	71.9	81.5	87.2	88.8	87.8	88.8	86.2	82.8	78.3	976.0	155.0
3 cyber cafe (4)	82.3	90.8	100.3	105.9	140.5	150.2	154.2	155.7	142.6	125.5	101.5	82.4	1431.9	200.2
4 bakery (4)	67.3	66.5	74.4	96.7	125.1	130.5	141.6	141.0	138.0	130.8	117.7	103.3	1332.8	608.6
5 supermarket (3)	63.0	61.2	70.8	73.3	89.1	94.5	99.3	97.6	91.9	90.1	82.5	72.1	985.3	137.0
6 KTV (2)	48.4	45.0	52.9	48.4	48.5	57.5	75.4	75.5	73.5	69.0	59.3	39.8	692.9	60.1
7 VCD rental store (4)	21.0	21.1	24.9	30.8	39.0	40.1	43.3	43.2	42.5	38.1	29.6	25.6	399.3	81.3
8 chain pharmacy (4)	21.7	22.6	24.7	25.9	27.3	28.2	29.4	29.0	28.4	26.3	24.0	22.4	310.0	115.4
9 pharmacy (8)	4.1	3.8	4.4	4.7	5.4	5.6	6.4	6.1	5.5	5.3	4.4	4.3	59.9	22.2
10 chain 3C store (4)	13.3	14.1	17.3	19.7	22.6	24.1	25.7	24.6	22.5	20.7	17.7	15.4	237.7	75.8
11 3C store (10)	5.2	5.1	5.7	5.8	6.0	6.3	6.8	6.7	6.5	6.4	6.0	5.8	72.2	25.5
12 restaurant with air conditioning (37)	14.3	14.1	16.3	17.5	20.3	22.2	24.0	23.4	22.4	21.1	18.6	16.7	230.8	115.9
13 restaurant without air conditioning (17)	3.1	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.7	3.6	3.8	3.8	3.5	3.2	40.8	12.8
14 chain beverage bar (6)	11.3	10.9	13.9	14.1	15.5	17.2	21.3	22.2	22.6	22.7	20.8	19.8	212.4	77.8
15 beverage bar (18)	7.6	7.2	8.1	8.3	8.8	9.3	10.2	10.8	11.1	10.2	9.3	8.9	109.7	21.6
16 copy shop/photo studio (5)	12.5	12.1	15.2	15.3	16.0	17.2	20.1	20.3	20.1	19.2	17.0	15.4	200.5	121.3
17 kindergarten (5)	10.2	10.1	12.7	13.8	15.6	16.5	18.3	17.6	16.5	14.4	10.8	9.5	166.1	55.4
18 jewelry store (3)	8.8	9.3	7.2	8.8	11.9	14.2	19.9	20.7	21.3	20.4	9.2	6.7	158.4	25.5
19 betel-nut stand with air conditioning (3)	9.5	10.4	11.2	12.7	14.3	15.4	16.6	16.0	15.4	13.6	11.8	10.7	157.5	50.0
20 betel-nut stand without air conditioning (4)	2.9	2.3	2.4	2.7	3.3	3.5	4.0	4.7	5.2	4.6	3.6	3.4	42.6	20.3
21 grocery store with air conditioning (22)	10.3	10.0	10.3	11.4	12.7	13.7	15.2	15.6	15.9	15.0	13.3	12.3	155.7	59.5
22 grocery store without air conditioning (37)	3.2	3.0	2.8	3.0	3.2	3.4	3.7	3.8	3.7	3.6	3.3	3.2	39.9	16.7
23 bank (3)	10.4	9.8	11.8	12.1	13.3	13.7	15.4	15.1	14.3	13.7	11.5	12.5	153.7	25.5
24 beauty salon (29)	8.8	8.3	9.7	10.6	12.3	12.4	13.4	13.5	13.3	12.6	10.6	9.8	135.6	73.5
25 book/stationery store (8)	10.1	9.9	10.7	10.8	11.3	11.3	11.8	12.2	12.4	12.2	11.4	10.6	134.8	43.0
26 private clinic (18)	7.7	7.8	10.1	10.8	12.1	12.3	13.3	13.3	13.0	12.3	10.7	8.9	132.4	59.6
27 chain breakfast bar (5)	7.1	6.9	8.5	8.4	8.7	9.3	10.8	10.8	10.5	10.3	9.3	8.7	109.2	16.4
28 breakfast bar (9)	5.0	4.4	3.9	4.7	6.1	6.1	6.6	6.0	5.0	5.2	4.9	5.4	63.3	10.9
29 watchmaker/optician shop (5)	8.5	8.1	9.5	8.9	8.7	9.1	10.2	9.9	9.2	9.0	8.2	8.1	107.4	56.5
30 chain cram school (5)	5.5	5.9	6.4	8.0	9.6	10.2	10.8	10.8	10.9	9.9	7.0	6.2	100.4	21.3
31 cram school (10)	1.9	2.0	2.4	2.7	3.0	3.7	4.4	4.4	4.3	3.7	3.2	3.0	38.7	12.9
32 laundry (9)	6.8	6.2	7.2	7.3	7.9	7.9	8.5	8.5	8.3	8.5	8.1	7.7	92.8	33.3
33 firm (51)	4.2	4.3	4.7	5.5	6.5	7.0	7.7	7.5	7.2	6.4	5.4	5.0	71.2	33.9
34 Taoism altar/temple (4)	2.9	3.0	3.8	4.3	5.2	5.5	6.2	6.1	5.8	5.0	3.6	3.3	54.6	19.6
35 furniture store (4)	3.8	3.7	4.2	4.0	4.1	4.2	4.6	4.7	4.6	4.7	4.5	4.2	51.3	20.8
36 carman/automobile overhaul shop (37)	3.2	3.1	3.5	3.7	4.1	4.2	4.6	4.5	4.3	4.0	3.6	3.5	46.3	18.1
37 hardware store/joss stick store (19)	2.4	2.4	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.3	3.1	3.0	2.8	2.8	34.6	9.5
38 small processing factory/warehouse (9)	1.4	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.1	2.1	1.8	1.5	1.5	21.2	7.6
daily possible duration of sunshine averagely(hr)*	10.88	11.37	12.00	12.67	13.23	13.52	13.38	12.92	12.27	11.62	11.05	10.75		
average temperature in Tainan, 2003(°C)	17.4	20.0	21.1	25.5	27.8	28.1	30.4	29.4	29.0	26.2	24.0	18.8		

*1. data from Central Weather Bureau:time of sunset subtract time of sunrise, then accumulate monthly, finally divided by date of month

3.3 Comparison with Same Types of Stores in Different Operation Tactics

The different electricity consumption in same types of stores is due to the usage of air conditioning and the operation as chain store. A restaurant with air conditioning and comfortable atmosphere indoors can waste more energy than that without air conditioning or only a carry-out by 5.7 times. A grocery store with air conditioning consumes more energy than that without air conditioning by 3.7 times as well. Besides, chain stores' electricity consumption is higher than the traditional ones in convenience store (1.9 times than the usual), pharmacy (5.2 times than the usual), 3C store (3.29 times than the usual), beverage bar (1.9 times than the usual), breakfast bar (1.7 times than the usual), and cram school (2.6 times than the usual). More and more stores provide comfortable atmosphere indoors because of competition. There are also more chain stores in Taiwan nowadays. However, all of them waste more energy than the traditional ones simply because of their different operation tactics.

Table 2 EUI of the Stores Facing Different Width of Road, Unit: KWh/m²

No.	Category	Road Width	Sample	Yearly	Ratio ^{*1}
13	restaurant without air conditioning	8~10M	3	42	1
		10~12M	2	46	1.10
		14~16M	6	48	1.15
		18M	3	52	1.24
12	restaurant with air conditioning	8~10M	2	129	1
		10~12M	5	142	1.10
		14~16M	17	217	1.68
		18M	13	239	1.85
28	breakfast bar	14~16M	6	56	1
		18M	3	77	1.37
27	chain breakfast bar	10~12M	3	103	1
		18M	2	118	1.14
36	automobile overhaul shop	8~10M	5	26	1
		10~12M	4	39	1.49
		14~16M	8	39	1.47
		18M	20	56	2.11
20	betel-nut stand without air conditioning	14~16M	2	34	1
		18M	2	51	1.50
26	private clinic	8~10M	2	78	1
		14~16M	6	106	1.36
		18M	10	159	2.04
11	3C store	8~10M	2	61	1
		14~16M	3	66	1.10
		18M	5	72	1.18
10	3C chain store	14~16M	2	213	1
		18M	2	262	1.23
9	pharmacy	14~16M	4	57	1
		18M	4	63	1.12
7	VCD rental store	14~16M	2	198	1
		18M	2	431	2.18
31	cram school	8~10M	2	27	1
		18M	8	42	1.54
30	chain cram school	8~10M	3	92	1
		18M	2	126	1.38
17	kindergarten	10~12M	2	142	1
		18M	3	182	1.29
25	book/stationery store	10~12M	3	94	1
		14~16M	5	159	1.69
15	beverage bar	10~12M	8	104	1
		14~16M	8	114	1.09
		18M	2	124	1.19
14	chain beverage bar	14~16M	4	178	1
		18M	2	281	1.58
38	small processing factory/warehouse	8~10M	5	27	1
		18M	4	14	0.53
37	hardware/joss stick store	8~10M	2	37	1
		10~12M	2	37	0.99
		14~16M	10	32	0.85
		18M	5	39	1.04
22	grocery store without air conditioning	8~10M	5	40	1
		14~16M	16	40	1.00
		18M	16	40	0.99
21	grocery store with air conditioning	8~10M	4	160	1
		10~12M	3	155	0.97
		14~16M	10	145	0.91
		18M	5	149	0.93
32	laundry	10~12M	2	78	1
		14~16M	3	93	1.19
		18M	4	60	0.77
24	beauty salon	8~10M	5	144	1
		10~12M	5	129	0.90
		14~16M	7	111	0.77
		18M	12	139	0.96
33	firm	8~10M	14	67	1
		10~12M	11	63	0.94
		14~16M	5	70	1.04
		18M	21	80	1.19

*1. the EUI of what face the narrowest road equals to 1

3.4 Comparison with Same Types of Stores Facing Different Width of Roads

Generally speaking, most stores prefer standing with wider roads or streets in front. However, a wider road usually equals to the speedy flow, which is disadvantageous to commercial pursuits. All selected samples in the study are in residential areas, the width of road is between 8M and 18M. Since it's easier for people gathering in wider streets and the wider the road faced, the more insolation stores will get, the electricity consumption of air conditioning should relatively increase in a theory.

As Table 2 shows, most stores' EUI have positive correlation with the width of roads faced (No.13, 12, 28, 27, 36, 20, 26, 11, 10, 9, 7, 31, 30, 17, 25, 15, 14). These stores are what called "Wu-shi" in Taiwan society. Various customers (not only for frequent visitors) and need of stream of people are their main characteristics. There are, however, some exceptions, such as No.31, 30 and 17. This is because what they serve are frequent customers. In addition, those who have high correlation between road width and EUI have higher

demand for air conditioning, such as No.12, 26, 7, 25 and 14. But No.36 is an exception. The rest seven types are called “Wen-shi” in Taiwan society. The correlation between the road width and these stores’ EUI is not apparent. No.32, 24 and 33 serve mainly for their frequent customers. The products they sell and the interior design influence more on the EUI of No.21 and 22. No.37 and 38 are traditional business with low EUI and without air conditioning.

Most stores’ EUI have direct proportion to the roads’ width faced as a whole. The EUI with the widest road in front is 1.26 times than that with the narrowest road in front in the same types of stores.

3.5 Comparison with Stores at the Corner and Stores in the Street

What defined “Wu-shi” before usually is situated at the corner of the street. This is because those kinds of stores need more people gathered, then they will run better business, such as catering trade and retail business. In Table 3, No.13, 28, 27, 12, 22, 10, 3 and 1 are those types of stores. Even banks and supermarkets, which are not listed within, are at the corner of the street. Cram schools, kindergartens, clinics and bookstores, which are defined “Wen-shi” before, are seldom situated at the corner. Furthermore, more chain stores prefer being located at the corner than in the street.

The stores located at the corner have the highest EUI above all the other types. In Table 3, the EUI of those who stand at the corner is 24.6% higher than others because they get more insolation and are in need of air conditioning. However, No.7, 10 and 1 in Table 3 have little difference of EUI whether they are situated at the corner or not. This is because that the cases in these three types have to draw back several meters for pavement both sides according to our regulations. But the land they leave actually belongs to them; most of them still take the land as part of their stores and keep doing business only without air conditioning. Since their floor area is bigger, the EUI will decrease a little. If the exterior floor area isn’t calculated, the EUI of those three kinds at the corner is 1.38 times than those in the street (take convenience store as an example).

Table 3 EUI of the Stores at the Corner and in the Street, Unit: KWh/m²

No.	Category	Location	Sample	Yearly	Ratio	No.	Category	Location	Sample	Yearly	Ratio
13	restaurant without air conditioning	at the corner	2	52	1.33	24	beauty salon	at the corner	3	134	1.02
		in the street	15	39	1			in the street	26	131	1
28	breakfast bar	at the corner	2	68	1.10	33	firm	at the corner	1	102	1.40
		in the street	7	62	1			in the street	50	73	1
27	chain breakfast bar	at the corner	2	119	1.17	29	watchmaker/optician shop	at the corner	1	143	1.50
		in the street	3	102	1			in the street	4	95	1
12	restaurant with air conditioning	at the corner	4	282	1.25	7	VCD rental store	at the corner	1	420	1.05
		in the street	33	225	1			in the street	3	399	1
36	automobile overhaul shop	at the corner	3	63	1.40	15	beverage bar	at the corner	1	120	1.10
		in the street	34	45	1			in the street	17	109	1
37	hardware/joss stick store	at the corner	2	48	1.45	10	chain 3C store	at the corner	1	237	0.99
		in the street	17	33	1			in the street	3	238	1
20	betel-nut without air conditioning	at the corner	1	59	1.59	3	cyber café	at the corner	1	1415	1.36
		in the street	3	37	1			in the street	3	1040	1
22	grocery store without air conditioning	at the corner	4	47	1.20	1	convenience chain store	at the corner	3	1865	1.00
		in the street	33	39	1			in the street	3	1858	1

3.6 Comparison with Same Types of Stores in Different Orientations

A building can get different amount of insolation when facing different orientations. In Tainan, the insolation of west is 2.3 (545300/236600) times than that of north (Hsien-Te Lin, 2003b). However, most stores in Tainan have set up the sun shading boards; the insolation of sun has little influence on the energy demand. Since there are various kinds of stores within and their opening time and facilities differ from one another, all the analysis can be done on the premise that they are in the same type.

Finally there are 4 types of stores (143 samples) selected as Table 4 shows. Among them, No.12, 33 and 24 are the types with air conditioning. The EUI of west-elevated is the highest while the EUI of north-elevated is the lowest in these three types. The EUI of every orientation can be sorted from the highest one as following: W (1.47), SW (1.27), E (1.17), S (1.14), NE (1.12), SE (1.12), NW (1.11), and N (1.00). In fact, the EUI of every store can not only consider its orientation, but the road faced, the location and its individual commercial pursuits are factors to EUI as well. If the orientation is the only variable in stores with air conditioning, then there are 16 types of stores with west-elevated and north-elevated simultaneously. The EUI of west-elevated is 1.37 times than that of north-elevated.

No.36 is the type of store without air conditioning. There is little difference (less than 10%) between their EUI in different orientations. If the orientation is the only variable in stores without air conditioning, then there are

8 types of stores with west-elevated and north-elevated simultaneously. The EUI of west-elevated is merely 1.03 times than that of north-elevated.

The ratio of electricity consumption of air conditioning to total electricity consumption is in proportion to the EUI in every orientation. The electricity consumption of air conditioning in west-elevated buildings is the highest while that in north-elevated buildings is the lowest. Their proportions are listed below: restaurant (16.21%), firm (20.24%), beauty salon (15.04%), and automobile overhaul shop (8.68%). All data above is far lower than the department stores (about 30%, Hsien-Te Lin, 2003a). Since most restaurants and beauty salons start business after 10 am, their EUI is lower than that of firms. There is some similarity to cyber cafes (21.34%, open all day) and KTVs (15.25%, open after moon). However, it doesn't mean that the longer the opening time is, the higher the proportion of electricity consumption of air conditioning to total electricity consumption will become. There is an exception. The proportion in convenience stores is only 7.70%. This could imply that the electricity consumption of air conditioning isn't the major part of their consumption (there are still lighting, heating and cooling facilities), or the months they use air conditions are more than what we calculate and define in this study.

As for the stores without air conditioning, the difference between EUI from May to October and EUI from November to April is about 7.2~9.5% of annual electricity consumption. This is because the opening time during warm days usually is longer than that during cold days.

Table 4 EUI of the Stores in Different Orientations, Unit: KWh/m²

		the average of annual electricity consumption per square meter in every orientation(sample)(ratio)							
No.	Category	E	W	S	N	SE	SW	NW	NE
12	restaurant with air conditioning	211(6)(1.11)	280(6)(1.47)	234(3)(1.23)	190(2)(1.00)	219(2)(1.15)	224(4)(1.18)	209(2)(1.10)	206(8)(1.08)
	ratio *1	17.20%	23.97%	16.34%	10.92%	13.94%	18.95%	12.87%	15.48%
33	firm	83(5)(1.36)	93(7)(1.59)	64(2)(1.05)	61(8)(1.00)	72(5)(1.18)	87(2)(1.43)	67(5)(1.10)	69(16)(1.13)
	ratio *1	21.84%	24.24%	21.16%	16.84%	19.40%	22.40%	17.20%	18.86%
24	beauty salon	115(2)(1.05)	146(4)(1.33)	126(5)(1.15)	110(4)(1.00)	114(4)(1.04)	132(3)(1.20)	125(2)(1.14)	127(2)(1.15)
	ratio *1	15.60%	21.04%	15.20%	10.36%	13.26%	17.26%	13.20%	14.40%
36	automobile overhaul shop	47(3)(1.02)	47(8)(1.04)	49(4)(1.07)	46(5)(1.00)	41(3)(0.89)	48(2)(1.04)	43(2)(0.94)	46(7)(1.00)
	ratio *1	8.54%	7.87%	8.54%	8.09%	8.76%	8.31%	9.89%	9.44%

*1 : the difference between electricity consumption from May to Oct. and that from Nov. to Apr., then divided by annual electricity consumption.

4. Prediction of Electricity Consumption for Low-rise Stores in Residential Area

4.1 Prediction Model

Temperature is used as the variable to predict the monthly density of electricity consumption. All prediction formulas are listed in Table 5. The formulas have higher prediction ability for air conditioned stores, whose coefficient of determination is 0.8 averagely. The formulas have lower prediction ability for those without air conditioning within, whose coefficient of determination is 0.6 averagely. Besides, considering the difference with each store, the width of road faced, location and orientation have to be concerned to modify the formulas as (1) and (2).

$$TEz = \left(\sum_{i=1}^{12} Yi = aXi + b \right) \times \alpha \times \beta \times \gamma \quad (1)$$

TEz: annual electricity consumption per square meter in z types of stores (KWh/m².yr)

Yi: electricity consumption per square meter in ith month (KWh/m².yr)

Xi: average temperature in ith month (°C)

a: regression coefficient (KWh/m².yr.°C)

b: constant (KWh/m².yr)

α: coefficient of the width of road faced, no unit, defined as follows:

1. applied to n type in Table 6, the value is 1.0
2. applied to c type in Table 6; calculate as formula (2)

β: coefficient of location (at the corner), no unit, defined as follows:

1. applied to n type in Table 6, the value is 1.0

2. applied to c type in Table 6, the value is 1.25.

γ : coefficient of orientation, no unit, defined as follows:

1. applied to m type in Table 7, the value is 1.0

2. applied to d type in Table 7, check the value in Table 7

$$\alpha = \frac{Rw}{15.1} \times 1.16 \tag{2}$$

α : coefficient of the width of road faced ($8 \leq \alpha \leq 18$)

Rw: the width of road faced (m)

15.1: constant (m), the average width of road faced in selected samples

1.16: coefficient of road width's influence on EU; the average ratio in Table 2 divided by the ratio of road width

4.2 Precision for Prediction Model

We use formula (1) and (2) to predict the electricity consumption of 434 selected samples in the study. The coefficient of determination is up to 0.868, and its standard error is 35.56%. It reveals that the formula can predict the electricity consumption precisely as a whole. But the difference between each store cannot be detected since they have different habits of usage and there are still other factors.

Table 5 Formulas for Prediction of Monthly Electricity Consumption per Square Meter

Formula : Y= aX + b					Formula : Y= aX + b				
No.	Category	a	b	correlation significance	No.	Category	a	b	correlation significance
1	convenience chain store	2.999	80.710	0.970 1.90E-07	20	betel-nut stand without air conditioning	0.134	0.226	0.658 2.00E-02
2	convenience store	1.172	52.263	0.814 1.62E-03	21	grocery store with air conditioning	0.396	3.140	0.823 1.01E-03
3	cyber café	6.085	-31.632	0.956 1.18E-06	22	grocery store without air conditioning	0.049	2.111	0.680 1.50E-02
4	bakery	5.709	-30.577	0.890 1.02E-04	23	bank	0.342	4.329	0.866 2.69E-04
5	supermarket	2.805	12.523	0.931 1.14E-05	24	beauty salon	0.394	1.532	0.945 3.79E-06
6	KTV	2.186	3.522	0.770 3.37E-03	25	book/stationery store	0.159	7.295	0.853 4.18E-04
7	VCD rental store	1.883	-13.437	0.966 3.42E-07	26	private clinic	0.440	0.112	0.965 3.71E-07
8	chain pharmacy	0.595	11.075	0.976 5.72E-08	27	chain breakfast bar	0.244	3.052	0.832 7.91E-04
9	pharmacy	0.171	0.760	0.921 2.17E-05	28	breakfast bar	0.115	2.436	0.643 2.41E-02
10	3C chain store	0.920	-3.020	0.974 8.77E-08	29	watchmaker/optician shop	0.103	6.394	0.680 1.49E-02
11	3C store	0.106	3.397	0.873 2.13E-04	30	chain cram school	0.453	-2.880	0.970 1.87E-07
12	restaurant with air conditioning	0.729	1.137	0.942 4.56E-06	31	cram school	0.169	-0.972	0.869 2.47E-04
13	restaurant without air conditioning	0.562	2.010	0.778 2.87E-03	32	laundry	0.130	4.511	0.788 2.32E-03
14	chain beverage bar	0.616	2.406	0.625 2.99E-02	33	firm	0.270	-0.758	0.960 8.01E-07
15	beverage bar	0.221	3.659	0.791 2.17E-03	34	Taoism altar/temple	0.263	-1.964	0.963 5.40E-07
16	copy shop/photo studio	0.533	3.484	0.847 5.08E-04	35	furniture store	0.056	2.882	0.700 1.16E-02
17	kindergarten	0.663	-2.601	0.944 3.96E-06	36	automobile overhaul shop	0.104	1.292	0.949 2.59E-06
18	jewelry store	1.034	-12.440	0.800 1.83E-03	37	hardware/joss stick store	0.059	1.428	0.897 7.49E-05
19	betel-nut stand with air conditioning	0.527	0.063	0.976 5.71E-08	38	small processing factory/warehouse	0.064	0.183	0.949 2.55E-06

Y : monthly electricity consumption per square meter(kWh/(m² · mn))
X : temperature(°C)

Table 6 α and β for Different Stores

Type	n Type	c Type
Store	small processing factory, warehouse, hardware store, joss stick store, grocery store, laundry, beauty salon, firm, Taoism altar, temple	convenience store, cyber café, bakery, supermarket, KTV, VCD rental store, pharmacy, 3C store, restaurant, breakfast bar, copy shop, photo studio, kindergarten, jewelry store, betel-nut stand, bank, bookstore, stationery store, clinic, cram school, furniture store, automobile overhaul shop
Description	n type is similar to Wen-shi; c type is similar to Wu-shi. The store types within are modified a little based on the investigation.	

Table 7 γ for Different Stores

Type	m Type(without air conditioning)	d Type(with air conditioning)
store	restaurant, betel-nut, grocery store, Taoism altar, temple, furniture store, automobile overhaul shop, hardware store, joss stick store, small processing factory, warehouse	convenience store, cyber café, bakery, supermarket, KTV, VCD rental store, pharmacy, 3C store, restaurant, beverage bar, copy shop, photo studio, kindergarten, grocery store, bank, beauty salon, bookstore, stationery store, clinic, breakfast bar, watchmaker and optician shop, cram school, laundry, firm
Description	m type: without air conditioning, d type: with air conditioning	
	coefficient for d type are listed as below: W(1.18), SW(1.09), E(1.01), S(0.98), NE(0.96), SE(0.96), NW(0.95), N(0.86). They are the ratios in different orientations. If there are two roads faced simultaneously, the widest one is taken into account.	

5. Conclusion

The analysis result in the study can be concluded as following:

(1) Analysis for low-rise stores

The average story for commercial purpose in selected samples is 1.31. It shows that the major story for commercial pursuits is still the ground floor. The average EUI is 153.73 KWh/m².yr. The EUI of low-rise store is 4.62 times than that of housing. All selected stores are divided into 38 categories according to different walks of life. Among them, convenience stores' EUI, the highest one, is 54 times than traditional grocery stores' EUI, the lowest one. The correlation between monthly electricity consumption density and temperature is 0.895 averagely.

(2) Factors to EUI in same types of stores

The width of road faced, location and orientation are three main factors to buildings' EUI. The first two factors have great influence on EUI of Wu-shi, but do almost nothing to EUI of Wen-shi. As for orientation, west-elevated stores with air conditioning have the highest EUI, which is higher than north-elevated stores about 37%. The stores without air conditioning show no difference in different orientations.

(3) Electricity consumption of air conditioning

Electricity consumption of air conditioning accounts for 16.25% of annual consumption, which is far below the value of department stores. This proportion differs as the commercial pursuit changes because there is some other factors need to concern, such as opening time, facility and so on. The proportions of all types of stores are between 11.25% and 22.56% except convenience stores.

(4) Application for prediction model

Temperature is used as a variable for prediction model. The coefficient of determination is 0.7 as a whole. Considering the difference between each store in the same type, the road width, location and orientation are added to modify the model. The coefficient of determination is up to 0.868. This research can be a reference for urban planning and urban energy prediction in the future.

References

- Chi-Han Chang, 2001, A Study on the Electrical Consumption of Low-Buildings in Taichung City, National Feng Chia University, pp. 4-8~ 4-11
- Hsien-Te Lin, 2003a, Green Architecture in Hot-Humid Climates, pp. 394.
- Hsien-Te Lin, 2003b, Explanation and Calculation Examples for Building Energy Conservation Design of the Building Technology Regulation in Taiwan, No.3, for Commercial Buildings, pp. 18.
- Hsien-Te Lin, Jen-Chun Wang and Ju-Lung Shen, 2004, Electricity Analysis of Town Houses in Tainan City's Residential Blocks. *Journal of City and Planning*, Vol.31, No.3, pp. 215~237.
- Ju-Lung Shen, 2003, A Study on Electrical Consumption on the Blocks in Tainan Urban Housing Estate, National Chen Kung University.
- Jung-Tai Lee, 2001, Research on the Simple Evaluation Method of Electrical Consumption of Housing, National Chen Kung University, pp. 19.

參考書目

中文部份

綠建築解說與評估手冊。台北市：內政部建築研究所出版，民國 94 年

綠建材解說與評估手冊。台北市：內政部建築研究所出版，民國 92 年

熱溼氣候的綠色建築。台北市：詹氏書局出版，民國 92 年

九十二年度優良綠建築設計申請書 2001 版，嘉義市二二八紀念館。民國 92 年

建築節能法規的解說與實例專輯（2005 年版）。台北市：營建雜誌社出版，民國 94 年

綠建築評估指標適用性之研究。台南市：國立成功大學碩士論文，民國 93 年

綠建築設計技術彙編 2005 年更新版。台北市：內政部建築研究所出版，民國 94 年

邁向二十一世紀的永續建築。台北市：木馬文化事業股份有限公司出版，民國 94 年

建築技術規則。台北市：研究雜誌社出版，民國 94 年

綠建築綜合分級評估法之研究。台北市：內政部建築研究所出版，民國 93 年

中華建築中心：<http://www.cabc.org.tw/>

台灣省自來水公司：<http://www.water.gov.tw/>

外文部份

- U.S. Green Building Council, 2003, Reference Guide for New Construction & Major Renovations (LEED-NC) , Version 2.1
- U.S. Green Building Council, 2002, Green Building Rating System for New Construction & Major Renovations (LEED-NC) , Version 2.1
- U.S. Green Building Council, 2002, Green Building Rating System for New Construction & Major Renovations (LEED-NC) , First Public Comment Draft, Version 2.2
- U.S. Green Building Council, 2004, Green Building Rating System for Existing Buildings Upgrades, Operations and Maintenance (LEED-EB) , Version 2
- U.S. Green Building Council, 2004, Green Building Rating System for Commercial Interiors (LEED-CI) , Version 2
- U.S. Green Building Council, 2004, Green Building Rating System for Homes (LEED-H) , Version 1.4
- U.S. Green Building Council, 2003, LEED™ Product Development and Maintenance Manual, LEED™ Steering Committee
- Baldwin R., 1998. 10, Environmental Assessment of Buildings in the UK, An International Conference on the Performance Assessment of Buildings, Vancouver, Canada
- Skopek J. etc. 1998. 10, BREEM North America: Adapting a Successful Environmental Assessment Methodology to a New Context, An International Conference on the Performance Assessment of Buildings, Vancouver, Canada
- ASHRAE 90.1-1999
- ASHRAE 62-1999
- ASHRAE 129-1997
- 環境共生住宅推進協議會，1998. 11，「建築共生住宅 A-Z」
- 石福 昭、伊香賀 俊治，1993，「ライフサイクル CO2 による建物の評価」，「建築設備士 1993 3 地球環境特集」，建築設備技術者協會

建築環境技術研究会，1995，「建築環境技術ノート」，日本建築センター

日本建築家協会，2000. 06，「Sustainable Architecture」

村上周三 etc.，2002，「サステナブル建築と政策デザイン」，慶應義塾大學出版社

美國綠建築協會：<http://www.usgbc.org/>

美國能源局：<http://www.epa.gov/>