

綠建築之建造成本調查研究 — 以學校類為例

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 100 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

綠建築之建造成本調查研究 — 以學校類為例

計畫主持人：陳瑞鈴 副所長

協同主持人：鄭明仁 教授

研究員：羅仁豪

研究助理：徐秀梅、吳宗穎

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 100 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節、研究緣起與背景	1
第二節、研究執行與模式	3
第二章 國內綠建築成本效益相關文獻回顧.....	13
第一節、綠建築發展歷程及定義	13
第二節、國內外綠建築發展概況	15
第三節、綠建築建造成本效益相關研究.....	19
第三章 學校類案例之建造成本與專家問卷分析.....	25
第一節、學校類調查案例與評估標準.....	25
第二節、綠化量指標成本分析	30
第三節、基地保水指標成本分析	34
第四節、日常節能指標成本分析	38
第五節、水資源指標成本分析	46
第六節、專家訪談問卷綜合分析	50
第七節、綠建築建造成本之綜合分析.....	52
第四章 結論與建議	73
第一節、研究結論	73
第二節、研究建議	75
附錄一、研究計畫評選簡報評審意見與回應.....	77
附錄二、研究計畫期中審查會議紀錄評審意見與回應.....	79
附錄三、研究計畫期末審查會議紀錄評審意見與回應.....	83

附錄四、工作會議紀錄	87
附錄五、案例基本資料	93
參考書目	141

表 次

表 1-1 97-99 年綠建築標章學校類三區申請通過之等級分類表.....	4
表 1-2 逐年綠建築標章學校類申請通過之等級分類表.....	4
表 1-3 樣本篩選數量表.....	6
表 1-4 篩選樣本基礎資料表.....	7
表 1-5 學校類建築案例蒐集資料表.....	8
表 2-1 世界各國之綠建築概要說明表.....	14
表 2-2 我國 EEWB 綠建築評估系統之九大指標與建築設計技術之 93 項技術及排序 關係.....	16
表 2-3 國外綠建築評估系統之發展.....	17
表 2-4 國內建築成本相關研究現況文獻列表.....	19
表 2-5 建設公司個案成本各細項所佔成本比率.....	21
表 3-1 97-99 年臺灣省建築師公會建築物單價列表.....	25
表 3-2 97-99 年共同性費用編列標準中的一般建築費用列表.....	26
表 3-3 學校類案例編號列表.....	28
表 3-4 建築手法使用之成本與效益分析表(綠化量指標).....	30
表 3-5 綠建築手法使用之成本與效益分析表(基地保水指標).....	34
表 3-6 綠建築手法使用之成本與效益分析表(日常節能指標—外殼耗能).....	38
表 3-7 綠建築手法使用之成本與效益分析表(日常節能指標—屋頂平均熱傳透)	42
表 3-8 綠建築手法使用之成本與效益分析表(水資源指標).....	46
表 3-9 問卷訪查記錄綜合整理列表.....	50
表 3-10 學校類建築案例之成本差異分析表.....	52
表 3-11 各案例採用綠建築手法列表.....	54
表 3-12 各案例綠建築手法佔工程造价比例列表.....	56
表 3-13 綠建築效益與成本比例之等級差異分析表.....	57
表 3-14 三區樓地板面積與單位造價差異分級表.....	58
表 3-15 各案例綠建築手法之成本提高比例分析表.....	60
表 3-16 綠建築標章之學校類建築成本提高比例表.....	69
表 3-17 調查案件之節能效益分析.....	70

圖 次

圖 1-1 研究流程圖	2
圖 1-2 綠建築之建造成本訪談問卷	11
圖 3-1 各年度申請案例之單位造價分析圖	27
圖 3-2 學校類案例申請指標比例分佈圖	29
圖 3-3 綠化量指標效益統計圖	31
圖 3-4 綠化量成本比例統計圖	31
圖 3-5 綠化量成本比例與指標效益統計圖	32
圖 3-6 基地保水指標效益統計圖	35
圖 3-7 基地保水量成本比例統計圖	35
圖 3-8 基地保水量之成本比例與指標效益統計圖	36
圖 3-9 日常節能外殼耗能指標效益統計圖	39
圖 3-10 日常節能之外殼耗能成本比例統計圖	39
圖 3-11 日常節能之外殼耗能成本比例與指標效益統計圖	40
圖 3-12 日常節能指標之屋頂平均熱傳透效益統計圖	43
圖 3-13 日常節能指標之屋頂隔熱層成本比例統計圖	43
圖 3-14 日常節能之屋頂平均熱傳透成本比例與指標效益統計圖	44
圖 3-15 水資源指標效益統計圖	47
圖 3-16 水資源指標之省水設備成本比例統計圖	47
圖 3-17 水資源之成本比例與指標效益統計圖	48
圖 3-18 三區單位造價分析圖	58
圖 3-19 平均單位造價與總樓地板面積線性關係圖	59

摘要

關鍵字:綠建築標章、建造成本、綠建築評估指標、回收年限

一、研究緣起

綠建築標章從 1999 年接受申請，雖然有許多建築物取得綠建築標章，但在宣導推動上，常有對於得到綠建築標章的建築，其建造成本是否遠高於一般建築之質疑，因此成為綠建築推動阻力之一。若能針對已獲頒綠建築標章實際案例進行成本調查分析，再與一般建築之開發成本進行比較，並提出為達成綠建築評估指標與性能等相關手法及其成本分析論述，對於未來綠建築推廣與應用將更具公信力，相信不只在於公家單位，也能將綠建築更廣泛的施行於民間建築開發案之中。

二、研究方法與過程

為瞭解獲得綠建築標章建築與一般建築之建造成本其間差異，由研究團隊完成調查人員教育訓練，以北、中、南三區獲頒綠建築標章建築為取樣原則，調查樣本為學校類建築，共計完成 24 件綠建築標章建築之建造成本調查，並建立綠建築標章建築成本資料庫；另進行綠建築評估指標項目內之技術手法分析，以了解學校類綠建築提高之營建成本比例。在完成綠建築標章建築物之成本調查報告後，研提綠建築宣導與推廣建議。

三、重要發現

本研究綜合 24 件的學校類建築案例分析與探究，提出下列之研究發現。

1. 獲得學校類綠建築標章之調查案例 24 件來檢視，其建築物之平均單位造價(元/m²)相較於台灣省建築師公會的標準高了 3.9%。
2. 調查案例中採用綠建築技術手法所產生之成本，平均約佔總工程造價的 3.83%，而採用之綠建材與綠建築技術若與一般建築材料相比，所衍生出之成本高了 3.88%。
3. 因採綠建築手法設計之 24 件案例，共計每年可節省電費與水費約新台幣 975 萬元，平均約 13 年可以回收成本。

四、主要建議事項

立即可行建議：

一、除學校類建築外，應執行其他類別之成本分析

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：綠建築相關學術單位

建議內容：

本計畫主要針對學校類建築進行研究分析，但因其使用屬性與機能的不同，不能代表其他類別也有相同之結果，建議未來應就辦公廳類、住宅類、大型空間類、醫院類、旅館類及其他類進行更多元與完整的調查，讓本計畫的面向能更加健全。

二、應廣泛宣導平價綠建築之實際案例與參訪

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：教育部

建議內容：

綠建築等於昂貴的建築，在本計畫研究中則可以獲得平反，但如何讓大眾了解相關的訊息與改變其看法，則必須運用這些真實的案例，讓民眾、學校師生與設計專業者去親身體驗、獲取認同，才能逐漸消彌過往的認知與言論。

Abstract

Keywords : green building certification, indicator of green building assessment, constructing cost ,payback period

1. Derivation of Study

It is accepted the application for the green building label since 1999, although the green building label is obtained by a lot of buildings, there is a challenge whether constructional costs of the buildings with the green building label are much higher than those of general buildings. This, therefore, becomes one of obstructions for guiding the people by creating a better understanding of the green building label. It can be proceeded with analyses of cost investigation of real cases of buildings with the green building label, and compares with developmental costs of general buildings, then expound related methods and cost analyses, i.e. green building evaluation indexes, functions, etc. This should have more government credibility in popularizing and applying the green building in the future. It should be believed that development cases in the green building would be much widely put into operation not only in public units, but also the nongovernmental units.

2. Study Methods and Processes

In order to understand the differences in constructional costs between the buildings with green building label and the general buildings, the research team completed investigative personnel training , and sampled the buildings with green building label in north, middle and south geographic area. The investigative samples would be the buildings in the school category. There were 24 cases completed in constructional costs investigation of buildings with green building label, and constructional costs database of the green building label was established. In addition, for the sake of understanding the raised proportion of constructional costs in the school category, the technique analysis was proceeded in green building evaluation index items. The suggestions and recommendations of guiding and popularizing green building would be proposed after completing the constructional costs investigation of buildings with the green building label.

3. Key Findings

After integrating 24 cases of building case study and analysis in the school category, the following research findings are brought up.

- (1) Reviewing the 24 investigative cases of the green building label in the school category, the average unit constructional costs of buildings ($\$/\text{m}^2$) are 3.9%

higher compared to the architects union in Taiwan.

- (2) In the investigative cases, the costs arose from green building techniques are about 3.83% of total project cost in average. The derived costs are 3.88% higher in comparing the use of green building materials and techniques and general building materials.
- (3) In the 24 cases using green building design techniques, the total saving of electricity and water is about NT \$ 9,750,000, and the costs could be reclaimed in about 13 years in average.

4. Major Suggestions and Recommendations

- (1) Except for the buildings in the school category, it should be executed on other categories in cost analysis.

This project focuses on the buildings in school category to do the analysis, however, the characteristics and functions are different, they can't represent the same results for the other categories. The researcher recommends that the investigation should be more diversified and completed on such as offices, residences, hospitals, and hotels to make the aspects of this project to be well covered.

- (2) The real cases of widespread guiding the less expensive green buildings and visits

In order to make the public to understand that the green buildings are not equal to expensive buildings, there is a need to have the people to know the real cases by themselves.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

一、研究主題

本研究主要在調查綠建築之建造成本，採用臺灣省建築師公會所公告之臺灣省各縣市建築物總工程費單價及行政院主計處訂定之共同性費用編列標準中的一般建築費用兩種平均建造單價，並與通過綠建築標章的案例進行評估分析之研究，以釐清綠建築的整體環境營造，是否會帶來過多金錢消耗。而綠建築之申請案件中，即將其建築類別分為辦公廳類、學校類、住宅類、大型空間類、醫院類、旅館類及其他類，多年來的執行成果，也使得其案件量十分龐大，此次，本研究將先以學校類建築為研究對象，以便能更準確深入的落實研究主題：綠建築之建造成本調查研究—以學校類為例。

二、研究緣起

綠建築評估指標自 88 年開始正式上路後，使得臺灣的綠色建築發展開始正式成形而綠建築標章於 90 年開始受理申請，申請案件數量也逐年攀升，可見其執行成效上之優越，眾多建築物開始陸續取得綠建築標章之際，卻也在宣導推動上發現除公有建築物強制規定申請外(工程造價五千萬元以上)，民間上的推動較為不易，主要在於民眾對於獲頒綠建築標章建築其建造成本，是否遠高於一般建築之質疑，而這也成為綠建築推動阻力之一。

若能針對已獲頒綠建築標章實際案例進行成本調查分析，並與一般建築之開發成本進行比較分析，以提出為達成綠建築評估指標與性能等相關手法及其成本分析論述，這不僅對於民眾在綠建築之印象有更深入的體認，同時於未來綠建築推廣與應用也將更具公信力，相信不只在於公家單位，也能將綠建築更廣泛的施行於民間建築開發案之中。

三、研究目標

本計畫之預期目標如下：

1. 預計完成北、中、南三區之學校類，共計 20 件以上綠建築標章建築之成本預算及文件資料彙整。
2. 完成綠建築標章建築之設計建築師訪談及發包單位之成本調查。
3. 彙整分析綠建築選取樣本其評估指標項目之建造成本，並與建築師公會公告之校舍建造成本與行政院主計處訂定之共同性費用編列標準兩種平均造價進行分析比較，釐清其成本差異狀況，並探討不同標章分級、建築構造之綠建築其建造成本差異性。
4. 完成綠建築標章建築物之成本調查報告，並研提後續綠建築推廣建議。

四、研究流程

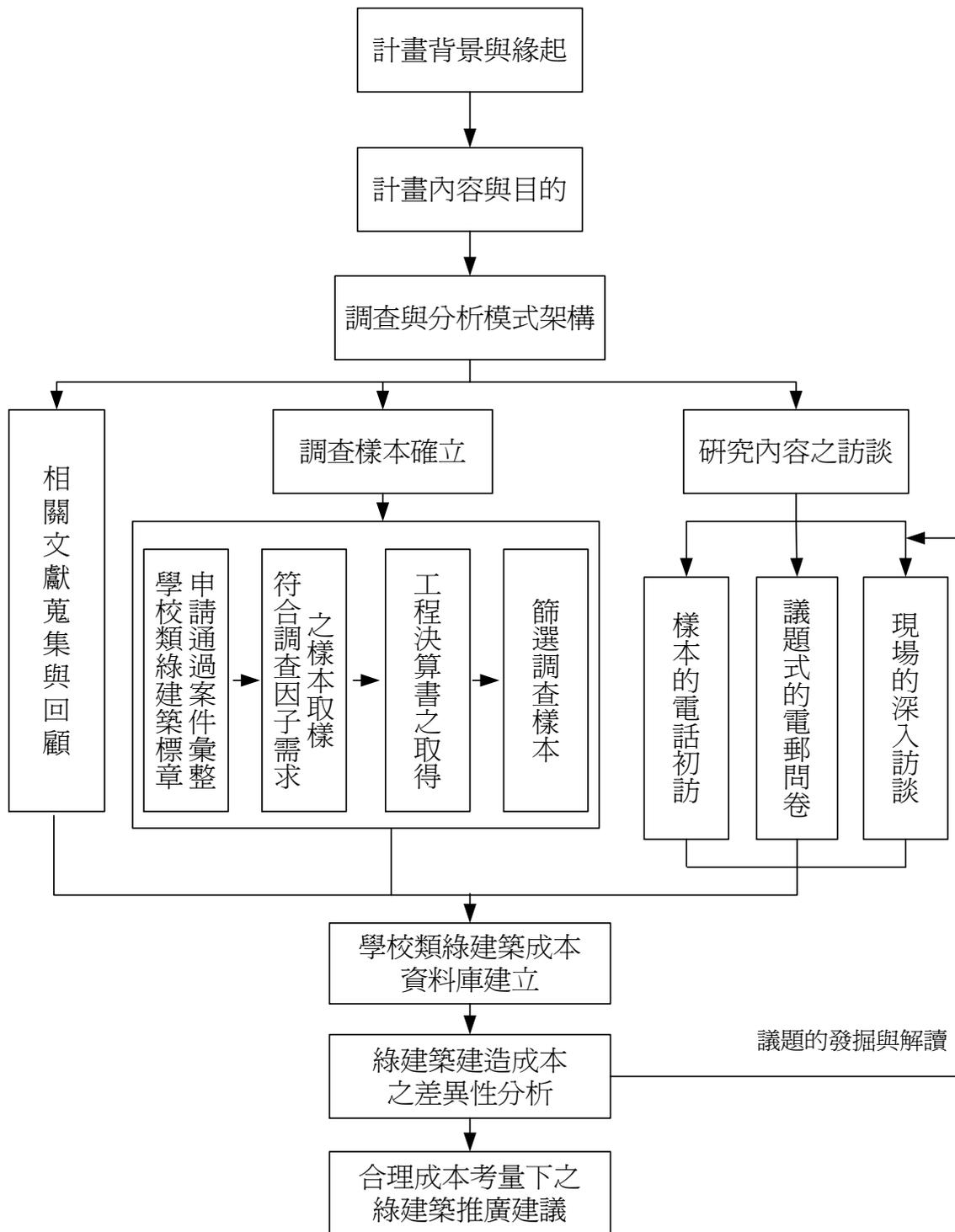


圖 1-1 研究流程圖

第二節、研究執行與模式

一、研究範圍

本研究主要以學校類建築為研究對象，並以民國 97 年至民國 99 年申請綠建築之案件為研究調查範圍，針對北、中、南三區來進行後續的案例篩選與相關研究。

於時間、區域與分類的界定範圍下，廣泛的與學校溝通藉以取得學校建築工程決算書等相關資料蒐集，再行確認樣本的挑選與執行。

二、研究方法

本研究除了基本之文獻回顧外，針對北、中、南三區進行綠建築標章申請通過之案例彙整與抽樣，並輔以設計建築師之相關議題訪談，以達到更深入之瞭解與未來改善議題之研擬。

(一) 文獻回顧法

蒐集過往對於綠建築建造成本之相關議題研究文章，並進行彙整與探究，以了解本議題在臺灣研究的歷程上是如何發展，且之前的先進是以何種面向來加以審視本議題，以利於本研究計畫後續發展之方向確立與分析模式的建構。

而在我們印象中，綠成本分析之議題也常有其專家學者加以著墨，其相關之文獻回顧彙整如第二章所述。

(二) 調查數據之統計分析

本研究計畫之數據資料主要分為綠建築標章申請案例之基礎數據與申請案例之工程決算書兩大類，於綠建築標章申請案例之基礎數據部分，本研究將與財團法人臺灣建築中心進行協調聯繫予以取得相關基礎資料與數據，在分類之初考量其綠建築等級劃分對於綠建築建造成本之影響，因此針對 97 年後之申請案件進行彙整，其申請案例之數量如表 1-1 所示。

由表 1-1 可以發現自 97 年綠建築級別劃分後，大部分之案件申請仍以合格級為主，可見得一般申請案件仍以通過為首要目標，但若以對環境與人居環境之長久性來看，未來的策略宣導還有段漫長的路。

表 1-1 97-99 年綠建築標章學校類三區申請通過之等級分類表

97-99 年	北區	中區	南區	合計
級別/類別	學校類			
鑽石	0	0	3	3
黃金	0	0	0	0
銀級	0	0	0	0
銅級	3	3	2	8
合格級	17	14	29	60
合計	20	17	34	71

本研究整理

雖然在等級劃分上，似乎出現了嚴重的斷層，但若從這些許表現較佳的案例中獲取綠建築建造成本的數值，或許也能作為日後推廣或改善的重點方向，表 1-1 為綠建築等級劃分後 97-99 年之案件量，表 1-2 再針對逐年的申請案例進行調查，發現於三年間，並未見等級劃分後，申請案件對於更高等級的追求，仍多以合格級為主，相信這對臺灣綠建築的推動並不樂見，也因此，找出更多的有利誘因，應該可以促使較多的申請者做更高等級的規劃設計與挑戰。

由表 1-1 與表 1-2 也可以發現，等級劃分由合格級、銅級、銀級、黃金級與鑽石級，除了大多皆為合格級外，少許學校申請至銅級的水準，但銅級以上則跨越了銀級與黃金級，直接步入了鑽石級的階段，顯見目前分級制度，大眾的心態流於要就做到最好，不然就是合格就好，這對於整體環境的提昇或許將呈現成長緩慢的可能性，未來也應藉由加強宣導與教育，強化分級制度的差異性，以確切落實分級上之差別或實質上獲得的不同與感受，如此才能讓分級制度之美意得以發揚，獲得更大的迴響。

表 1-2 逐年綠建築標章學校類申請通過之等級分類表

97 年	北區	97 年	中區	97 年	南區	合計
級別/類別	學校類	級別/類別	學校類	級別/類別	學校類	
鑽石	0	鑽石	0	鑽石	0	0
黃金	0	黃金	0	黃金	0	0
銀級	0	銀級	0	銀級	0	0
銅級	1	銅級	1	銅級	0	2
合格級	4	合格級	2	合格級	6	12
合計	5	合計	3	合計	6	14
98 年	北區	98 年	中區	98 年	南區	合計

級別/類別	學校類	級別/類別	學校類	級別/類別	學校類	
鑽石	0	鑽石	0	鑽石	1	1
黃金	0	黃金	0	黃金	0	0
銀級	0	銀級	0	銀級	0	0
銅級	2	銅級	0	銅級	2	4
合格級	5	合格級	6	合格級	14	25
合計	7	合計	6	合計	17	30
99 年	北區	99 年	中區	99 年	南區	合計
級別/類別	學校類	級別/類別	學校類	級別/類別	學校類	
鑽石	0	鑽石	0	鑽石	2	2
黃金	0	黃金	0	黃金	0	0
銀級	0	銀級	0	銀級	0	0
銅級	0	銅級	2	銅級	0	2
合格級	8	合格級	6	合格級	9	23
合計	8	合計	8	合計	11	27

本研究整理

在基礎資料與數據調查後，本研究計畫將年份、級別、面積規模等因子，進行綠建築成本之運算分析。並透過綠建築指標的內容與相關技術來檢討其成本於總工程中所佔的比例，以了解綠建築指標對於營建成本的影響佔據了多大的百分比，藉以從中獲取資訊，調整未來施行的方針或改善的面向。

樣本取樣方面，將針對北、中、南三區，進行三區比例原則取樣，合計將選取 20 件以上之學校類綠建築標章申請通過之案例為樣本，因母體數量不多，因此取樣採因子篩選原則，基本篩選要件於各區必須通過年份、級別、面積規模之涵蓋性，才予以篩選，並由篩選出來之樣本先以電話訪談方式拜訪規劃設計建築師，並索取工程決算書以利於後續之研究分析需求。

目前樣本初步篩選階段，考量到未來工程決算書之取得之必要性，因此在前述之年度與等級劃分的考量下，再以面積規模作為篩選依據，其間隔為 0~5000m²，5000~20000 m²，20000~40000 m²，40000 m² 以上 四大類別分之，其樓地板面積間隔是以綠建築審查收費標準為依據，而目前初步篩選之樣本數量表如表 1-3 所示。唯仍視後續樣本取得後之狀況條件再行調整期分類的標準與實際操作之模式。

表 1-3 樣本篩選數量表

97~99 年度綠建築標章學校類別統計				
樓地板面積 (m ²)	北區	中區	南區	合計
0~5000	6	5	7	18
5000~20000	6	5	8	19
20000~40000	1	2	2	5
40000 以上	0	1	2	3
合計	13	13	19	45
預計採樣	8	8	8	24

本研究整理

表 1-4 則依據表 1-3 中所各區篩選樣本進行基礎資料說明，主要以樓地板面積進行分類區隔，原因在於建築成本之高低可能會因其樓地板面積之大小與樓層高度而有所影響，但本計畫之研究對象為學校類建築，其建築樓層高度不像辦公類等有大量的高樓層建築設計，也因此計畫中以樓地板面積為首要的分類為模式。

而表 1-4 中則針對北、中、南三區，先行篩選符合兼顧年度、級別等進行樓地板面積為依據之樣本篩選機制，共計有 54 件案例，而篩選出來的樣本則開始進行電話初訪階段，以確認是否得以取得工程決算書，以利於後續的研究調查與成本分析。下表則將目前初步篩選出來之樣本進行基礎資料說明，其資料內容包含通過標章編碼、樣本名稱、樓地板面積與建築物概況。

表 1-4 篩選樣本基礎資料表

	0~5000㎡		5000~20000㎡		20000~40000㎡		40000㎡以上		
	建築概況	建築概況	建築概況	建築概況	建築概況	建築概況	建築概況	建築概況	
北區	97	(GB294)國立蘭陽女子高級中學自然科學教育大樓興建工程	地上6層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3778.27㎡	0	0	(GB259)新竹縣縣治遷建二期十興國小校舍興建統包工程	地下1層、地上5層鋼筋混凝土構造及鋼骨鋼筋混凝土構造學校類及大型空間類建築-樓地板面積3778.27㎡	0	0
		(GB324)國立宜蘭高級商業職業學校資訊大樓興建工程地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3242.16㎡						
	98	(GB363)九十三年度信義國中老舊危險校舍整建工程	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3210.03㎡	(GB438)臺北縣立桃園國民中小學新建校舍工程	地下1層、地上3層鋼骨鋼筋混凝土構造學校類及大型空間類建築-樓地板面積15398.17㎡	0	0	0	0
		(GB422)基隆市立中正國民中學老舊校舍整建工程	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積4500.72㎡	(GB377)國立羅東高級工業職業學校教學大樓統包工程	1棟為地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築;1棟為地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積9098.43㎡				
		(GB455)竹南鎮大埔國民小學九十六年度國民中小學老舊校舍整建工程	地下1層、地上3層鋼骨鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積2528.95㎡	(GB474)國立臺北大學法律學院大樓新建工程	地下1層、地上8層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積14717.61㎡				
	99	(GB010051)桃園縣復興鄉羅浮國小第二期校舍改建工程	地上4層鋼筋混凝土構造住居類建築-樓地板面積2021.61㎡	(GB010037)國立基隆高級中學專科特別教室興建工程	地上5層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積4705.63㎡	0	0	0	0
			(GB010057)國立臺北大學公共事務大樓新建工程	地下1層、地上8層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積18621.25㎡					
中區	0~5000㎡		5000~20000㎡		20000~40000㎡		40000㎡以上		
	97	(GB304)國立大甲高中科學館新建工程	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積2121.8㎡	(GB350)國立中興高級中學圖書館西側教室暨行政大樓統包工程	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類及大型空間類建築-樓地板面積8795.91㎡	0	0	0	0
		(GB423)彰化縣立花壇國民中學老舊危險教室拆除重建工程	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積2569.61㎡	(GB424)國立勤益技術學院圖書資訊大樓新建工程	地下2層、地上6層鋼筋混凝土構造大型空間類建築-樓地板面積13640.41㎡				
	98	(GB464)中興國中教室增建及老舊校舍整建工程	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積4576.41㎡	(GB417)96年度名崗國小老舊校舍整建工程	地上2層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積5496.85㎡	0	0	0	0
		(GB0055)95年度營北國中中新建工程	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積2936.54㎡	(99GB0109)臺中縣沙鹿國小興建教學大樓新建工程	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積15364.556㎡				
	99	(99GB0112)97年度營北國中中新建工程(第二期)	地下1層、地上2層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積4524.93㎡	(99GB0054)臺中縣沙鹿國中興建教學大樓新建工程	地下1層、地上5層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積15762.18㎡	(99GB0094)國立大甲高中綜合教學大樓新建工程	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積33794.754㎡	國立臺中一中圖書資訊暨教學大樓興建工程	地下1層、地上8層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積61169.923㎡
					(99GB0103)國立竹山高級中學美工館整建工程	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積39964.57㎡			
南區	0~5000㎡		5000~20000㎡		20000~40000㎡		40000㎡以上		
	97	(GB346)台南縣六甲國中老舊校舍整建第一期教室重建工程	地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3073.09㎡	國立嘉義大學民雄校區教育館新建工程	地上5層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積7475.12㎡	0	0	0	0
		(GB308)九十四年度大同國小校園整體規劃暨第一期老舊校舍拆除重建工程	地上2層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3254.93㎡						
		(GB356)國立澎湖高級海事水產職業學校綜合教學實習大樓興建工程	地上5層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積4649.42㎡						
	98	(GB428)95年度仁德國小第二期老舊校舍整建工程	地下1層、地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3204.7㎡	(GB390)安平國中老舊危險校舍整建工程	地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3926.27㎡	(GB0042)高雄縣岡山鎮岡山國民小學九十四年度校舍新建工程	0	0	0
		(GB429)安定國中94年度老舊校舍重建工程	地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積3437.17㎡	(GB397)國立嘉義高級工業職業學校綜合教室大樓興建工程	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積6067.43㎡				
		(GB430)新營國小東西兩棟老舊教室校舍拆除重建工程	地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積4977.41㎡	(GB379)高雄縣鳳山市大東國民小學九十四年度校舍新建工程	地下1層、地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積6782.19㎡				
		高雄縣杉林鄉月美國小94年度校舍新建工程	地上2層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積2812.33㎡	(GB458)高雄市前鎮區紅毛港國民小學新校區校園整體規劃校舍新建工程	地下1層、地上3層鋼筋混凝土構造學校類及大型空間類建築-樓地板面積9292.95㎡				
	99	0	0	(GB0052)高雄縣大社鄉大社國小94年度校舍新建工程	地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積17186.9㎡	(GB0115)國立民雄高級農工職業學校科學館整建工程	地上2層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積36736.81㎡	(GB0053)國立南科實驗高級中學校舍新建工程(一期工程)	地下1層、地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積84001.51㎡
				(GB0079)嘉義市民族國民小學老舊校舍整建第二期工程	地上4層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積14666.84㎡				
(GB00114)高雄縣岡山鎮前峰國中96年度校舍新建工程				地下1層、地上3層鋼筋混凝土構造學校類建築-樓地板面積19799.26㎡					

本研究整理

表 1-5 則為經過初步電訪與工程決算書索取後資料彙整後得以使用之基本資料列表，北區 8 件、中區 8 件及南區 8 件，共 24 件，已達到預計 20 件案例調查的目標，後續也將以北中南三區合計共 24 件案例進行比較分析等相關研究。

表 1-5 學校類建築案例蒐集資料表

案例編碼	案例工程名稱	年度	分區	指標項目	綠建築等級	樓層數	構造	地面層總樓地板面積 [m ²]	總工程造价
A01	國立宜蘭高級商業職業學校資訊大樓興建工程	97	北	綠化量、日常節能、廢棄物減量、水資源	合格級	地上 4 層	鋼筋混凝土	3,242.16	65,617,791
A02	國立蘭陽女子高級中學自然科學教育大樓興建工程	97	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地下 1 層，地上 8 層	鋼筋混凝土	14,717.61	65,037,943
A03	國立羅東高級工業職業學校教學大樓統包工程	98	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地上 4 層	鋼筋混凝土	9,098.43	188,010,000
A04	苗栗縣竹南鎮大埔國民小學九十六年度國民中小學老舊校舍整建工程	98	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地下 1 層，地上 3 層	鋼筋混凝土	2,873.08	51,510,322
A05	國立板橋高級中學慧樓新建工程暨校園整體規劃	98	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水及垃圾改善	合格級	地上 7 層	鋼筋混凝土	7,108.53	156,000,000
A06	國立基隆高級中學專科特別教室興建工程	99	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地上 5 層	鋼筋混凝土	4705.63	91,857,595
A07	國立臺北大學法律學院大樓新建工程	98	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地下 1 層，地上 8 層	鋼筋混凝土	14717.61	434,469,745

A08	國立臺北大學公共事務大樓新建工程	99	北	綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善	合格級	地下1層，地上8層	鋼筋混凝土	21144.88	526,885,025
B01	國立大甲高中科學館新建工程	97	中	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地上4層	鋼筋混凝土	2,121.80	37,286,355
B02	彰化縣立花壇國民中學老舊危險教室拆除重建工程	98	中	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地上4層	鋼筋混凝土	2569.61	50,554,636
B03	雲林縣莿桐鄉大美國民小學94年度國民中小學老舊校舍整建計畫工程	98	中	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地上2層	鋼筋混凝土	3,668.21	56,358,220
B04	臺中縣沙鹿國小興建教學大樓新建工程	99	中	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地下1層，地上4層	鋼筋混凝土	8,250.59	188,240,537
B05	臺中縣沙鹿國中興建教學大樓新建工程	99	中	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地下1層，地上5層	鋼筋混凝土	7,546.69	119,702,704
B06	國立臺中一中圖書資訊暨教學大樓興建工程	99	中	綠化量、基地保水、日常節能、室內環境、水資源、污水垃圾改善	合格級	地下1層，地上8層	鋼筋混凝土	9715.63	193,762,443
B07	國立大甲高中綜合教學大樓整建工程	99	中	綠化量、基地保水、日常節能、室內環境、水資源	合格級	地上4層	鋼筋混凝土	1676	29,750,704
B08	國立竹山高級中學美工館整建工程	99	中	綠化量、基地保水、日常節能、廢棄物減量、水資源	合格級	地上4層	鋼筋混凝土	2895.82	48,590,338
C01	台南縣六甲國中老舊校舍整建第一期教室重建工程	97	南	綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善	合格級	地上3層	鋼筋混凝土構造	3073.09	54,308,000

C02	國立嘉義大學民雄校區教育館新建工程	97	南	綠化量、基地保水、日常節能、室內環境、水資源	合格級	地上 5 層	鋼筋混凝土構造	7475.12	156,136,170
C03	安平國中老舊危險校舍整建工程	98	南	綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善	合格級	地上 3 層	鋼筋混凝土構造	3926.27	64,300,000
C04	國立嘉義高級工業職業學校綜合教室大樓興建工程	98	南	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地下 1 層，地上 4 層	鋼筋混凝土構造	6067.43	103,387,890
C05	新營國小東棟老舊教室校舍拆除重建工程	98	南	綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善	合格級	地上 3 層	鋼筋混凝土構造	2967.4	48,700,000
C06	國立南科實驗高級中學校舍新建工程（一期工程）	99	南	生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量、室內環境、水資源、污水垃圾改善	鑽石級	地下 1 層，地上 4 層	鋼筋混凝土構造	18756.56	464,446,256
C07	嘉義市民族國小老舊校舍整建第二期工程	99	南	綠化量、基地保水、日常節能、水資源	合格級	地上 4 層	鋼筋混凝土構造	6705.29	111,352,415
C08	高雄縣岡山镇前峰國中 96 年度校舍新建工程	99	南	生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量、室內環境、水資源、污水垃圾改善	鑽石級	地下 1 層，地上 3 層	鋼筋混凝土造	6798.44	134,010,711

本研究整理

(三) 訪談法

本研究為了更了解綠建築規劃設計階段到申請階段，其在預算編列與實際執行上所遭遇之問題與後續設計單位之調整或解決模式，特別針對所挑選樣本之設計建築師及專業人士進行第一階段的電話訪談，並以電子郵件的方式將預先擬定之問題傳遞，若有需要進一步之訪談，則再擇期親自作面對面的深度訪談，訪談提問卷如下圖所示，以確實找到問題的源頭，並了解除了數據層面上的差異外，是否在設計規劃階段能有何種的著墨與貢獻。

本研究所採用之方法皆為平鋪直述的方式，主要在於本計畫主題之綠建築建造成本之差異研究主要仍為一主題發生後之探討，了解其中之成本差異與當中是否有其他的過多消耗與偏頗，也因此本研究由文獻回顧一直到數據資料的調查分析，訪談的動作，皆為依據本主題所設計出之研究過程，缺一不可，若能確實掌握每個環節的資訊，並予以轉化為有效的訊息，相信對於本計畫成功的完成皆有著莫大之幫助。

您好-

本研究為「綠建築之建造成本調查研究—以學校類為例」，針對綠建築成本進行相關研究調查，評估建造成本及效益是否因綠建築申請而有所差異，請依續作答下列問題，感謝您的配合。

逢甲大學建築學系 鄭明仁教授

基本資料：

公司類別： 建築 承包商 機關單位

職稱： 建築師 設計師 工程師 其他

申請過綠建築標章暨候選綠建築證書： 是 (北區、 中區、 南區) 否

問題一：

是否因申請綠建築標章，造成工程預算增加等情形？(可舉例何項指標)

意見：

問題二：

綠建築九大指標中，何項指標為較容易達成且最合乎建築成本預算？(請舉例二個指標)

意見：

問題三：

學校類門檻指標為綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標、水資源指標四項，若欲提高評估等級其選用指標優先順序為何？(請簡述)

意見：

問題四：

目前一般社會大眾對於綠建築=高成本的觀感，身為建築專業人士的你(妳)看法為何？

意見：

圖 1-2 綠建築之建造成本訪談問卷

第二章 國內綠建築成本效益相關文獻回顧

本計畫為了能更瞭解綠建築造價成本之議題，因此進行國內、外綠建築發展之趨勢與相關研究與報告之相關文獻蒐集與回顧，藉以了解並釐清綠建築所需理論與可發展之面向，以尋求未來申請綠建築可參考之手法與成本評估。

第一節、綠建築發展歷程及定義

1970 年代的石油危機間接導致了綠建築發展之開端，當時造成能源短缺、油價迅速暴漲，促使許多重要問題產生，影響人類的生活與品質，特別在二氧化碳濃度上，短短一百餘年間其濃度以上升了近 100ppm，平均氣溫上升幅度更達 0.5°C 以上，種種環境議題對人類的生活造成相當大的威脅，也因此世界各國開始重視節約能源等相關研究與產業開發。

1980 年世界自然保護組織 (IUCN) 首次提出「Sustainable Development」的概念，開始了全球對整體地球村環境永續發展上的關注。1992 年的「地球高峰會議」，更聚集了 170 個國家代表和 118 位國家元首共同研議挽救地球的對策，會中更簽署了「氣候變化公約」、「生物多樣性公約」，同時也發表了「森林原則」、「里約宣言」、「二十一世紀議程」等重要宣示。1993 年聯合國成立「永續發展委員會」(UNCED)，期望引領全面的環保意識與實際行動。1998 年「京都議定書」擬定各先進國家減少二氧化碳排放量的目標，更於 2002 年南非「第二次地球高峰會議」中來檢驗實際的施行成效，2009 年哥本哈根氣候會議更是為了 2012 年即將到期的京都議定書而進行之國際大型會議，主要希望能制定在 2050 年前之減排指標與相關策略擬定方案與執行方式。1995 年我國內政部營建署在建築技術規則中，正式訂定建築節約能源設計之法令與規範，更於 1996 年，由行政院成立「永續發展委員會」，以盡一己之責。1999 年內政部建築研究所正式制訂出「綠建築解說與評估手冊」作為評審之基準，並於 2001 年正式將綠建築指標推動執行，同時也推出「綠建築標章」來提升節能、減廢、健康及環保的綠建築設計，至 2010 年共計已進行四次修正精進，目前最新的版本則為綠建築解說與評估手冊-2009 版。

綠建築在 1970 年代後，隨著永續發展的風潮隨之開始迅速進展，但對於綠建築之定義則有相當多的解釋，以下為主要之定義說明：

一、以生態都市的角度

以基地整體為考量，主要是針對能源保護、氣候調節、資源運用，以實現生態環境的目標。狹義面：以植栽特性與綠化技術為考量，以強化或改良建築本體與基地環境。(郭瓊瑩、郭互榮，2001)

二、以永續發展的角度

在建築生命週期當中，運用最節約能源與效率的資源運用模式，並以最低程度之破壞情況下，提供最佳、最舒適、最健康的生活空間，藉以達到人、建築與環境互利共生的永續發展。

三、聯合國全球永續發展宣言的闡述

「綠建築最明顯的影響，就是使環境和經濟方面的關係達到一個平衡的狀態，這也就是永續經營的特點」。

四、內政部建築研究所的闡述

實質面：「消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物」。

積極面：「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮及人類生活環境永續發展的建築設計」，達成生態、節能、減廢、健康的建築。不止是對建築環境上植栽綠化而已，而是一種對於居住環境進行全面性、系統性的環保設計理念，一種強調與地球環境共生共榮的建築環境設計觀。（內政部建築研究所，2003）

而世界各國研擬之綠建築內容雖大致架構相仿但其意涵略有不同，如表 2-1 中所示：

表 2-1 世界各國之綠建築概要說明表

國家	綠建築之名稱	綠建築之內容與意涵
臺灣	綠建築 (Green Building)	生態 (Ecology)、節能 (Energy Saving)、減廢 (Waste Reduction)、健康 (Health) 之建築物
歐美	生態建築 (Ecological Building) 永續建築 (Sustainable Building)	能源效率節約、室內空氣品質、資源與材料效率環境容量、多樣化之生態、環境永續發展 注重環境保育、定量環境負荷
日本	環境共生建築 (Symbiosis Housing)	低環境負荷 (Low Impact) 自然環境調合 (High Contact) 舒適與健康 (Amenities & Health)

資料來源：綠建築解說與評估手冊、內政部建築研究所，本研究彙整

第二節、國內外綠建築發展概況

一、臺灣綠建築發展趨勢

臺灣在 1996 年由行政院成立國家永續發展委員會，並提出永續發展的方針，以呼應 APEC 永續發展會議我國承諾的第一步。自此，經建會將「綠建築」併入「城鄉永續發展政策」重要執行政策中，而營建署也將「綠建築」納入「營建白皮書」中並且正式推動綠建築；另外環保署也將「綠建築」納入「環境白皮書」中。在各政府部門積極推動下，「綠建築」的雛形逐漸顯現，不但成為各部會重點發展項目，也成為世界綠建築發展成效卓越的國家之一。1998 年內政部建築研究所以臺灣亞熱帶氣候為研究基礎，訂定了七大評估指標，其內容包含建築物本體以及周遭基地環境，但未包含舒適性、生態性等更高層次的內容，所以在 2003 年將「生物多樣性指標」、「室內環境指標」納入指標中以成為目前九大指標，並將各指標依照其內容與屬性歸納為：

- (一)、生態性指標 Ecology (含生物多樣性、綠化量、基地保水等三項指標)
- (二)、節能性指標 Energy Saving (含日常節能指標)
- (三)、減廢性指標 Waste Reduction (含二氧化碳減量、廢棄物減量等二項指標)
- (四)、健康性指標 Healthy (含室內環境、汙水垃圾改善與水資源三項指標)

上述四大指標群，簡稱為「EEWH 系統」如表 2-2 所示：

表 2-3 國外綠建築評估系統之發展

年代	國家	國外綠建築評估系統名稱
1990	英國	BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
1995	美國	LEED (Building Leadership in Energy and Environmental Design)
1998	加拿大	GB TOOL (Green Building Tool)
2002	日本	CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)
2002	澳洲	GREEN STAR

資料來源：本研究整理

而世界先進國家中，如：英國、加拿大、日本與美國等皆以環保意識、永續經營、CO₂減量等議題致力於綠建築評估認證制度的發展，且經過不斷的經驗累積與適度修正，延續至今皆以具備完善且執行良好的條件，分別概述且區分如下(張珩、林憲德，2000；綠色建築論壇，2009)：

(一)、英國「BREEAM」建築研究組織環境評估系統
(Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

英國建築研究所(BRE)於1990年開始研究不同建築類型的環境影響評估模式，在不斷的經驗積累後進而建立BREEAM評估系統。該系統其主要目標在於降低建築物導致整體環境之污染與負荷，評估對象：含新舊辦公建築、新住宅、新工廠、新大規模店鋪等。而評估項目則分為：1. 能源、2. 運輸、3. 污染、4. 建材、5. 水資源、6. 土地使用與生態價值、7. 健康與福祉等七大範疇，辦公類建築則再包含管理的評定方式；它對於不同觀點並不賦予權重評分，最終評估以上述範疇之最低得分與總得分，區分四個不同等級：合格(Fair)、良好(Good)、優良(Very Good)、傑出(Excellent)，最終以綠色建築標章作為認可之依歸。

(二)、加拿大「GB TOOL」綠色建築評估系統

加拿大於1996年發起綠色建築挑戰GBC(Green Building Challenge)，會議主要目標在於發展出一套環境評估系統藉以維護環境之永續性。而這套評估體系之考量則是在於能適時反應不同地區與國家所重視的優先課題、技術、建築傳統等相關議題。而GBC會議中使用的評估系統「GB TOOL」，便是一套整合型建築環境評估方法，從建築物各項具體標準至整體性能來加以評估，且適用之環境與因子不受限於單一國家或地區，其評估認證技術於不同區域和國家的綠色建築案例皆能具參考價值。「評估項目」含：1. 資源消耗、2. 環境負荷、3. 室內環境品質、4. 服務品質、5. 經濟性、6. 運轉前置計畫、7. 社區交通等七大類。在以綜合給分方式來執行評估，共分為八等級，由-2分至5分進行評分。

(三)、日本「CASBEE」建築環境性能效率綜合評估系統
(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)

日本建築學會及環境共生住宅推動協議會於 1998 年先後對於環境負荷提出「建築生命週期評估法」與住宅環境議題提出「環境共生住宅評估法」並針對公有廳舍擬定「綠色公有辦公廳評估法」；而 2002 年則著手建立屬於日本建築環境之綠建築評估體系(CASBEE)。「CASBEE」之觀念乃是應用建築環境性能效率(BEE)作為評估的依據，也就是建築物之環境品質(Q: Quality)與建築物外部的環境負荷(L: Load)之比值來加以評估，並且依上述二者各項權重計算後，針對其相對比值大小與關係來評估建築物對於環境影響的程度與好壞。其比值高低之分級可分為：傑出(Excellent)、優良(Very good)、良好(Good)、欠缺(Fairly Poor)、貧瘠(Poor)五個等級。

(四)、美國「LEED」能源及環境先導設計
(Leadership in Energy and Environmental Design)

美國 LEED 綠建築評估制度是由美國綠色建築協會 USGBC (U.S Green Building Council) 所倡導的評估法。LEED 於設計對策上提供了一個具有比較性且容易讓設計者操作之認證總表，此總表即為「Checklist」(查檢表)，查檢表中涵蓋所評估內容的範疇共計分為六大面向，包含：1. 永續敷地計畫、2. 水資源利用、3. 能源效率與大氣層、4. 材料和資源、5. 室內環境品質，共包含 69 個綠色性能指標選項。其查檢表中，有 7 項指標為必要操作項目，其餘 62 項指標則可依照在地環境需求與難易度作為挑選項目。最中依照其通過之選項計算得分，加總得分在 26 分以上者，即可獲得 LEED 認證(LEED Certified)。且依其得分數之高低，又可進行四個等級之分野：26~32 分是符合認證(Certified)、其次為 33~38 分是銀級認證(Certified Silver)、接著為 39~51 是黃金級認證(Certified Gold)，最後為 52 分以上的最高之認證標準白金級(Certified Platinum)。

第三節、綠建築建造成本效益相關研究

近幾年，針對綠建築成本效益相關研究已陸續提出，國內近年針對綠建築成本相關研究如下表所示。在類型部分為各類建築或營建階段，研究對象則以土木、材料、裝修、綠建築指標及相關部分成本，大多仍以分析其材料、指標設計手法帶來的節能效益或永續下的節約成本估計為主。因此，本研究將藉由下表研究文獻為參考依據與借鏡，進行本研究分析探討。

表 2-4 國內建築成本相關研究現況文獻列表

項次	作者	題目	對象	評估因子	年次
1	黃亮達	綠建築推動因素與評估指標系統應用之研究	住宅類	日常節能、污水及垃圾改善、綠化量及水資源	2002
2	辜建彰	住宿類建築節能多目標規劃模式之研究	住宅類	開窗尺寸、建築材料、建造成本、座落方位等	2003
3	張俊利	建築工程造價之預測與探討-以大台北地區RC集合住宅為例	住宅類	營建成本	2004
4	劉賢樹	符合綠建築基本指標之成本分析研究 -以集合住宅四項評估指標為例	住宅類	日常節能、污水及垃圾改善、綠化量及水資源	2004
5	王儀婷	工料成本與房屋建築造價關係之探討	營建類	建築構造材料	2005
6	張桂鳳 簡惠瑜 周伯丞	探討整合成本效益分析的國際永續性能模型適用於臺灣建築產業之可行性		建築生命週期與成本效益	2007
7	傅任淇	強化建築物外殼隔熱基準與成本效益之研究-以學校類建築為例	學校類	建築外殼	2008
8	羅時麒 陳伯勳	生命週期方法應用於室內環境政策之優先度評估 (中華民國建築學會「建築學報64期增刊(技術專刊)」)	室內環境	生命週期與環境成本效益	2008
9	黃怡敦	營建工程進度管理之探討-以公共建築工程為例	營建管理	公共工程	2008

10	王英賢	小型住宅綠建築設計之應用研究	住宅類	綠建築指標分析	2009
11	黃振東	中小學校綠建築之日常節能、基地保水、綠化量及水資源成本效能分析	學校類	日常節能、基地保水、綠化量及水資源	2009
12	黃欽炎	以環境會計為基礎之綠建築成本效益評析研究		廣義成本效益分析	2009
13	張源修 謝恩倉 侯文祥	建築屋頂與牆之節能及經濟效益研究 (農業工程學報 第56卷第1期)		建築屋頂與牆之節能	2010

本研究整理

而由上述(表 2-4)相關文獻的回顧後，可以發現過往專家學者對於成本效益的研究上，大多針對某幾個指標、材料的節能效益、數個個案間的探討或是以未來使用周其上的節能效益來審視營建成本的耗損狀況，較少針對本次研究主題，直接以綠建築的建造成本為主題來作主軸加以探究，惟相關文獻中的概念邏輯思考與方法運用皆對本研究帶來正面的幫助。

重要文獻

關於綠建築指標與營建成本相關的直接文獻資料並不多，只有黃振東(2009)以成本效能分析的方法來比較各綠建築手法之效能高低，成本效能與單位造價成本並無明顯相關性，與個案基地條件關聯性較大，因為如基地保水、綠化量指標得基準值與基地條件有關成正比關係，而非絕對值關係。

由前述的文獻回顧整理，特別針對幾篇對於綠色營建成本有較多著墨之文章加以論述，其文章整理如下：

符合綠建築基本指標之成本分析研究－以集合住宅四項評估指標為例，劉賢樹

文中探討以綠建築指標之日常節能、污水及垃圾改善、綠化量及水資源等四項評估指標時為基準，針對五個集合住宅案例，進行相關物價資料、施工成本、設計技術等進行樣本解析，並分析其推動綠建築時其興建成本與非綠建築之興建成本之差異性。依據案例分析，綠建築的興建成本並不會造成原成本的增加，從五個案例分析結果可以發現，要符合綠建築標章之綠化量、水資源、日常節能及污水垃圾改善等四項指標規定，其中有四個案例在符合規定下，其成本平均約為原設計總成本的 99.79~99.98%，只有士林案其成本平均約為原設計總成本的 100.006%。如植栽綠化、園藝、水景、假山假水及石雕等約佔總工程預算之 1.5~5%，如依綠化量指標之規定進行設計，只要能善用喬木類植栽，排除草皮或花草類植栽等，均能輕易達到指標基準值之規定，且其投入成本應不至增加。

雖以成本分析為主軸，但與本計畫之立意並不相同，此文章旨在檢討這五個案例於四項指標中的表現狀況，若無法通過綠建築評估指標的合格值，則擬訂改善方式，並提出改

善之材料與工法需增加多少之成本來作為研究之主軸，也因此雖有其貢獻度，但其成果較流為個案的改善與檢討，並無法達到整體性的成本差異檢討與後續具指標性改善的遵循意義。(劉賢樹，2004)

建築工程造價之預測與探討-以大台北地區 RC 集合住宅為例，張俊利

分析台北地區現有中高層集合住宅施工建築造價，建立適合台北地區中高層集合住宅建築造價之預測模式。以大台北地區 9~16 層集合住宅為調查案例，與本研究之學校類建築的類型不同，但因營建成本項目大多相似，其中的營建成本比例的分析仍具有參考價值。由張俊利的研究可以發現以土地成本佔總成本 53% 最多，其次為營建成本佔總成本 27%，其餘佔的相關成本、稅務費用佔總成本 20%。而本研究以公共建築為主，故土地取得成本不納入考量，只以營建成本分析，其中與建築設計手法相關的裝修工程、門窗工程、設施工程、機電工程及雜項工程合計佔總成本 51.8%。(張俊利，2004)

表 2-5 建設公司個案成本各細項所佔成本比率

項次	主要項目		佔總成本%	
1	土地成本		53.0%	
2	營建成本	假設工程	2.1%	
		基礎工程	14.6%	
		結構體工程	18.5%	
		裝修工程	22.3%	
		門窗工程	4.5%	
		設施工程	4.8%	
		機電工程	13.8%	
		雜項工程	6.4%	
		利管費	8.0%	
		營利事業所得稅	5.0%	
	小計	100.0%	27.0%	
3	廣告銷售成本			6.5%
4	規劃、設計成本			1.5%
5	人事與管理成本			4.0%
6	利息成本			3.0%
7	稅務			5.0%
8	合計			100%

(資料來源：建築工程造價之預測與探討-以大台北地區 RC 集合住宅為例，張俊利，2004 年)

工料成本與房屋建築造價關係之探討，王儀婷

從研究中鋼筋混凝土房屋建築工程直接成本是以結構體工程所佔百分率最高，裝修工程次之，水電工程為第三位。鋼筋、模板，以及預拌混凝土主要之材料砂石與水泥等結構用建材而言，其成本變動與建築業景氣與較相關；而建築用砂、磁磚、玻璃等裝修建材，由於修繕、裝修工程持續存在，相對上較不受建築業短期景氣影響。鋼筋成本除受到國內建築業景氣影響外，主要影響仍來自國際市場，模板成本較不受國際市場影響，而是與國內營建供需量有密切關係。（王儀婷，2005）

強化建築物外殼隔熱基準與成本效益之研究-以學校類建築為例，傅任淇

本文針對綠建築之構造熱傳透率 U 值進行調查研究與建築能源模擬，以學校類為例探討各種隔熱設計對於當前暖化環境的呈現狀況，再利用模擬軟體計算出全年熱負荷量，試圖從臺灣現有隔熱材料或構法中，透過能源與成本效益的交叉分析，提出學校類建築屋頂與外牆構造隔熱設計的參考。

文中對於隔熱構造之效能與成本之交叉分析進行十分詳盡的研究，惟其面向仍為單方面的考量，對於日常節能之後續發展有顯著的幫助，但較無法全面性考量到綠建築的整體成本差異，但文中對於建築物的相關隔熱構材與成本計算仍可作為本計畫之參考。（傅任淇，2008）

營建工程進度管理之探討-以公共建築工程為例，黃怡敦

本研究針對臺灣特有工程環境，以國內公共建築工程為範圍，藉由文獻彙整、專家訪談、案例調查的方法，進行資料蒐集及分析，以瞭解臺灣特有營建環境工程進度管理之現況與問題。並依工程團隊各種角色區分，整理探討影響進度關鍵性問題，並研擬相關因應對策；進而建構出影響工程進度的主要因子及對策彙整表，以提供工程管理相關人員，於未來參與公共工程之參考與依循，期能提昇公共建築工程進度管理之執行與效率。（黃怡敦，2008）

小型住宅綠建築設計之應用研究，王英賢

藉由規劃設計的實際案例導入綠建築手法模擬操作及成本效益分析，檢視綠建築指標於小型住宅之適用性與可行性，歸納出客觀的改善與建議方法。希冀研究結果可幫助相關的營建業者能採用綠建築原則設計施工，提供未來小型住宅綠建築設計之策略，達到提昇環境品質，促進生態環境、建築永續發展的目標。評估指標項目及設計技術因應基地開發條件以達經濟效益，由指標效益與成本效益可量化數據驗證綠建築絕非貴建築。研究案例之營建成本僅佔總預算費用的 23.41%，從研究中案例工程費用因綠建築技術所增加成本為原本工程預算的 12%，在成果效益中可以將生命週期 40 年延長至 60 年，結構應力提升 20%，每年可節省 36,323 元水電費。可藉由數據導正綠建築並非貴建築等觀念。

本文針對小型住宅之個案進行綠建築評估指標之檢討，並取得其工程預算書進行後續的成本分析，惟其成本分析仍針對符合及格標準來檢討其增加成本，較偏向個案改善之模式，但其工程預算書之內容檢討與模式可作為本計畫研究之參考。（王英賢，2009）

中小學校綠建築之日常節能、基地保水、綠化量及水資源成本效能分析，黃振東

主要針對通過候選綠建築證書審查之臺灣中小學校案例進行研究分析，由成本效能分析的方法來比較各綠建築手法之效能高低；並由各案所使用綠建築手法之次數統計資料彙整成效能高低分布圖表，以此觀察臺灣中小學校綠建築之整體效能水準。同時藉由成本與效能的分析比較成果，破除一般『綠建築＝高成本』的迷思。

本文開始即提及以成本效能而不以效益來進行全文研究，主要原因為成本效能較容易取得資料與分析，成本效益之操作較為困難，也因此全文雖針對 15 個學校案例進行研究，但以綠建築指標中的技術、工法層面產生的小能差異進行單位效能成本之研究，對於本次計畫具參考價值，確有其相當的差別性存在。（黃振東，2009）

第三章 學校類案例之建造成本效益評估

本章節進行 24 所學校類調查案例進行建造成本效益評估，而評估的依據本研究依照建築師公會所提供之各縣市建築物總工程費單位造價進行參考，以在地的營建物價指數來衡量這 24 所取得綠建築標章的學校案例，其營建成本有何種趨勢之波動，此模式評估將能更確實了解綠建築的成本效益水準。

在取得評估標準後，本章節依照綠建築學校類之四項基本門檻指標：綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標與水資源指標來進行綠建築成本效益之檢討與分析。

第一節、學校類調查案例與評估標準

為了解臺灣營建物價指數，本計畫採用臺灣省建築師公會所公告之臺灣省各縣市建築物總工程費平均單價及行政院主計處訂定之共同性費用編列標準中的一般房屋建築費平均單價參考內容，前者公告之數據於民國 96 年與民國 98 年兩次公告皆無更動，且民國 98 年後至今也未有新的公告調整數據；後者之數據於民國 97 年至民國 99 年，其三年間的費用波動於 98 年有小幅上揚趨勢，民國 99 年則回到民國 97 年的標準費用，因此恰可施用於本計畫調查案例民國 97 年至民國 99 年的範疇內。參考數據如以下表 3-1 及表 3-2：

表 3-1 97-99 年臺灣省建築師公會建築物單價列表

97-99年度建築物總工程費單價參考表				單位：元/m ²
構造別	鋼筋混凝土造			
區別	北區	中區	南區	
縣市	宜蘭縣、基隆市、台北縣(原)、苗栗縣平均單位造價	台中縣(原)、台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣平均單位造價	台南縣(原)、台南市、嘉義縣市、高雄縣(原)平均單位造價	
用途 單價 樓層數	第一類	第一類	第一類	
1~3層	19,300	15,560	16,550	
4~5層	19,875	16,420	15,963	
6~8層	23,900	20,450	18,875	
第一類	辦公室、教室、宿舍、住宅、幼稚園、倉庫等及其他類似建築物。			
附註：	1、本參考表係本會鑑定委員會專案探討台灣省各縣市建築物工程，依構造類別之單位造價概況調查。			
	2、本表總工程費係以構造別概估實際單位造價，單價包含結構體工程、水電消防工程、工程管理費、利潤、稅金等。			
	3、18層以上總工程費每三層樓增加4,000元/m ² 。			
	4、鋼鐵造以每4公尺為一層。			
	5、土石竹造之單價係指老舊建築物之價值，如屬新建應，另核實計算。			
	6、建築物構造、用途、樓層若有超出本表範圍，則依實際情況個別估算。			

由上表可知，藉由臺灣省建築師公會的各縣市建築物總工程費平均單價參考數據，依照各縣市可區分出學校類教室的建造單價價格，且其總工程費係以構造別概估實際單位造價，單價包含結構體工程、水電消防工程、工程管理費、利潤與稅金等，因此依照此價格針對北、中、南 24 案例進行分析研究，探討每一案例在工程決算後的單價與建築師公會所認定的一般建造單價，相互比較一般建築營建造價與已取得綠建築標章之學校類建築之造價差異。

而臺灣省建築師公會所提供之數據型式，除了縣市的區別外，也依照樓層不同的價格影響，將其區分為 1~3 樓、4~5 樓、6~8 樓、9~11 樓、12~14 樓與 15~17 樓共六個分級，單位為元/m²，使得此單價分級的架構能更佳的準確與完整，而本計畫之所有案例皆低於 8 層樓，後續也將依照其興建的樓層數，藉由臺灣省建築師公會的樓層價格分級來予以分類。

表 3-2 97-99 年共同性費用編列標準中的一般建築費用列表

年份(費用) 樓層	97	98	99
	費用(元/m ²)		
1-5 樓	18,300	22,100	18,300
6-12 樓	21,000	25,300	21,000
13-16 樓	25,500	30,700	25,500

(資料來源：行政院主計處 <http://www.dgbas.gov.tw/public/data/dgbas01/101/101hb/menu.htm>)

如表 3-2 顯示，行政院主計處訂定之共同性費用編列標準中的一般房屋建築費平均單價參考數據，依照各年度可區分出學校類教室的建造單價價格，且其總工程費係以構造別概估實際單位造價，單價包含基地一般性整理(整地)；施工用水電；構造物本體(包括基礎、結構、外飾)；電力、電信及一般照明設備；室內給、排水、衛生、消防設備、生活廢水及通風設備；法定防空避難設備；門窗、粉刷及達可使用程度之基本室內裝修在內；防水隔熱、景觀(庭園及綠化)、設備工程(電梯、衛浴及廚具設備)；雜項工程；勞工安全衛生費、空氣污染防治費、施工稅捐、利潤及管理費。因此依照此價格於本次研究計畫針對北、中、南 24 案例進行分析研究，探討每一案例在工程決算後的單價與行政院主計處所認定的一般建造單價，相互比較一般建築營建造價與已取得綠建築標章之學校類建築之造價差異。

而行政院主計處所提供之數據形式，除了年度的區別外，也區分為鋼骨構造與鋼筋混凝土，並以使用類型分為辦公大樓、教室、住宅與宿舍、路外停車場，教室類建築依照樓層不同的價格影響，將其區分為 1~5 樓、6~12 樓、13~16 樓共三個分級，單位為元/m²，使得此單價分級的架構能更佳的準確與完整，而本計畫之所有案例，後續也將依照其興建的樓層數，藉由行政院主計處的樓層價格分級來予以分類。

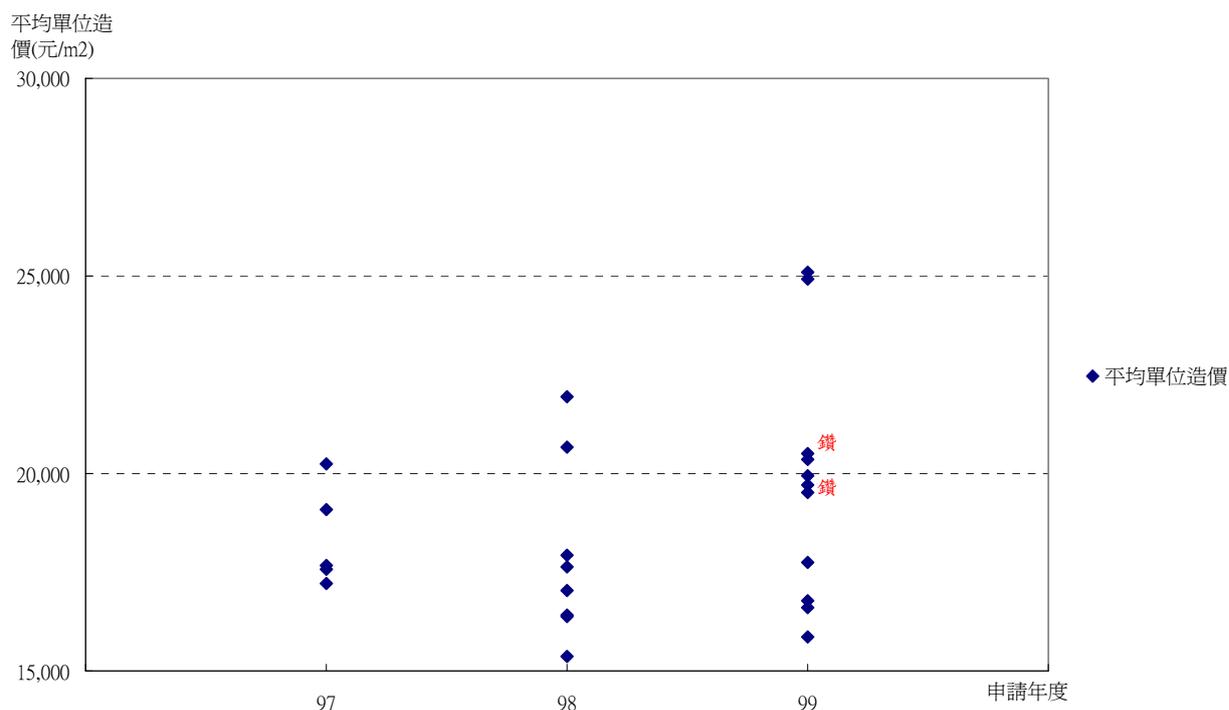


圖 3-1 各年度申請案例之單位造價分析圖

本研究以民國 97~99 年申請綠建築標章之案例為調查對象，臺灣省建築師公會所公告之平均單位造價在這三年間並無變動，而行政院主計處所公告之平均單位造價則於民國 98 年度有物價提高的情況，也因此先以年度來檢視是否有其差異性存在，圖 3-1 則以年度為區間，來檢視其單位造價的差異，發現除民國 99 年度有二件個案外，其餘案例在年度間並無明顯差異，且可以由圖 3-1 發現，兩件鑽石級的案例平均單位造價並非最高的案例。也因此使用臺灣省建築師公會所公告之三年穩定數值是可以被接受的。再加上共同性費用主要針對公有建築費用補助擬定，也因此發現其公告之共同性費用(元/m²)價格上較高，也因此本計畫仍挑選臺灣省建築師公會所公告之單位造價參考值作為研究依據，以便更能代表一般性建築的單位造價與有申請綠建築標章之建築物的差異與說服性。

依照綠建築評估體系之北、中、南三個分區，進行案例的蒐集與建檔，表 3-2 為目前相關數據與資料蒐集完整之案例，總計有北區 8 件、中區 8 件、南區 8 件，合計共 24 件案例。其中，97 年度之案例，北區 2 件、中區 1 件、南區 2 件；98 年度之案例北區 3 件、中區 2 件、南區 3 件；99 年度之案例，北區 3 件、中區 5 件、南區 3 件。

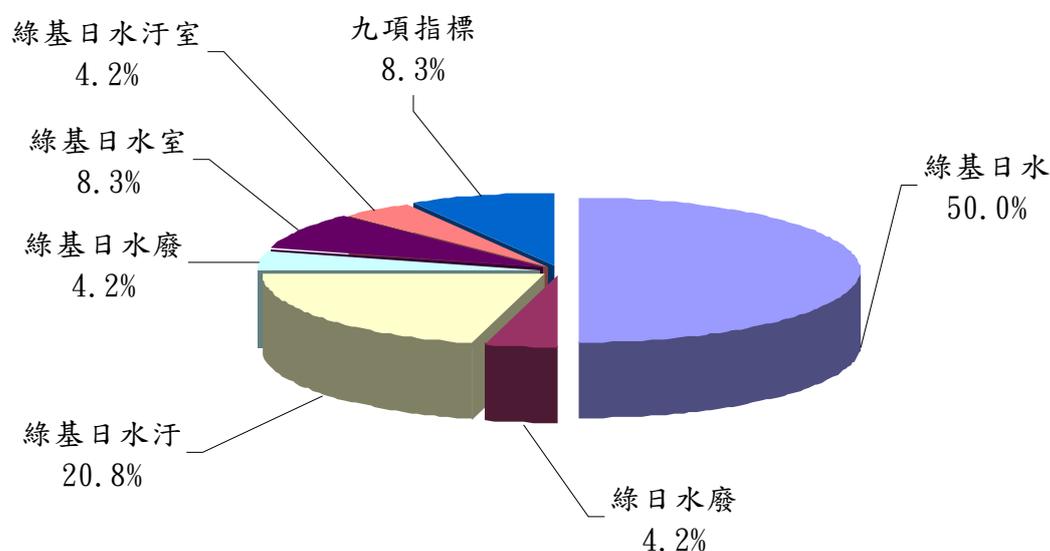
為方便後續相關之分析與說明，將各分區案例分別以 A、B、C 代表北、中、南三區，以 01、02、03... 為代號進行編碼，以便於相關圖表之陳述與表達，如表 3-2 所示。

表 3-3 學校類案例編號列表

區別	年份	案名	編號
北區	97	國立宜蘭高級商業職業學校資訊大樓興建工程	A01
	97	國立蘭陽女子高級中學自然科學教育大樓興建工程	A02
	98	國立羅東高級工業職業學校教學大樓統包工程	A03
	98	苗栗縣竹南鎮大埔國民小學九十六年度國民中小學老舊校舍整建工程	A04
	98	國立板橋高級中學慧樓新建工程暨校園整體規劃	A05
	99	國立基隆高級中學專科特別教室興建工程	A06
	99	國立臺北大學法律學院大樓新建工程	A07
	99	國立臺北大學公共事務大樓新建工程	A08
中區	97	國立大甲高中科學館新建工程	B01
	98	彰化縣立花壇國民中學老舊危險教室拆除重建工程	B02
	98	雲林縣莿桐鄉大美國國民小學94年度國民中小學老舊校舍整建計畫工程	B03
	99	臺中縣沙鹿國小興建教學大樓新建工程	B04
	99	臺中縣沙鹿國中興建教學大樓新建工程	B05
	99	國立臺中一中圖書資訊暨教學大樓興建工程	B06
	99	國立大甲高中綜合教學大樓整建工程	B07
	99	國立竹山高級中學美工館整建工程	B08
南區	97	台南縣六甲國中老舊校舍整建第一期教室重建工程	C01
	97	國立嘉義大學民雄校區教育館新建工程	C02
	98	安平國中老舊危險校舍整建工程	C03
	98	國立嘉義高級工業職業學校綜合教室大樓興建工程	C04
	98	新營國小東西兩棟老舊教室校舍拆除重建工程	C05
	99	國立南科實驗高級中學校舍新建工程（一期工程）	C06
	99	嘉義市民族國小老舊校舍整建第二期工程	C07
	99	高雄縣岡山鎮前峰國中96年度校舍新建工程	C08

本研究整理

北、中、南三區共 24 件之學校案例中，可以發現有 50.0%之申請案例皆以學校類門檻指標綠化量、基地保水量、日常節能、水資源為申請指標。而 A01 案例，因基地地表下 1 米內則見地下水，基地保水指標免評估，所以其評估的指標為綠化量指標、日常節能指標、水資源指標與汗水垃圾減量指標。在 24 個調查案例中，共計有 22 件案例為合格級，2 件為案例鑽石級，顯見其申請案例多以極端的達到及格標準或達到最高標準為多數。而從調查案例中可以看出，若除了綠基日水四項門檻指標外，以汗水垃圾指標為較多申請單位所選用，其比例達 20.8%，室內環境指標與廢棄物減量指標皆只佔了 8.3%與 4.2%。



綠基日水	綠日水廢	綠基日水汗	綠基日水廢	綠基日水室	綠基日水汗室	九項指標
50.0%	4.2%	20.8%	4.2%	8.3%	4.2%	8.3%
合格級	合格級	合格級	合格級	合格級	合格級	鑽石級

圖 3-2 學校類案例申請指標比例分佈圖 (本研究繪製)

為便於整體調查案例之研究，後續小節將以學校類建築營建中之綠化量指標、基地保水量指標、日常節能指標與水資源指標四項指標於各個案例中所運用的手法技術，分離出於總工程造价之綠建築技術所花費的成本，以進一步分析綠建築手法與技術之耗費成本，對於整體工程造价有何影響之關聯性。

第二節、綠化量指標成本分析

藉由表 3-4 說明綠化成本與綠化量指標效益之間的關聯性，其中綠建築效益(%)所代表的是綠化量之設計值優於基準值的比例。而成本比例(%)為綠化量設計上新栽植植物的綠化成本相對於總工程造價之比例呈現。藉此可以了解 24 個案例中綠化成本比例的高低與綠化量指標效益間之關係。

表 3-4 建築手法使用之成本與效益分析表(綠化量指標)

編號	綠化量指標			
	基準值(kg)	設計值(kg)	綠建築效益(%)	成本比例(%)
A01	1039813.13	1096951.40	5.50%	0.43%
A02	472928.00	473685.00	0.16%	0.14%
A03	3374392.00	4191475.00	24.21%	1.76%
A04	915045.00	934451.37	2.12%	0.46%
A05	1628449.00	1631457.00	0.18%	0.47%
A06	589503.75	707917.08	20.09%	0.00%
A07	3368396.25	4023636.00	19.45%	0.73%
A08	2721750.00	3166047.00	16.32%	0.73%
B01	8395901.00	9084473.00	8.20%	0.21%
B02	670171.50	681096.20	1.63%	0.00%
B03	3203210.00	3706019.00	15.70%	0.36%
B04	1975470.00	2008553.20	1.67%	0.44%
B05	1462001.25	1462410.11	0.03%	0.62%
B06	1303079.00	1317204.00	1.08%	0.56%
B07	8233226.00	8997977.00	9.29%	0.10%
B08	637625.67	1211349.00	89.98%	1.24%
C01	951479.73	1312607.00	37.95%	2.20%
C02	1690635.00	2053521.00	21.46%	3.02%
C03	2129625.00	2244396.00	5.39%	0.00%
C04	1323900.00	1358245.00	2.59%	0.45%
C05	3588552.00	3716966.88	3.58%	0.17%
C06	8643195.00	12125133.00	40.29%	0.22%
C07	1145563.00	1214027.00	5.98%	0.03%
C08	4337158.50	5959385.76	37.40%	1.14%

本研究整理

而以綠建築之指標效益來看，則發現 B08 獲得最高的指標效益(圖 3-3)，比綠化量指標的基準值高 89.98%，而 B05 案例則剛好達到綠化量基準值的標準，以平均來看，整體綠建築指標效益高於基準值約 15.43%。

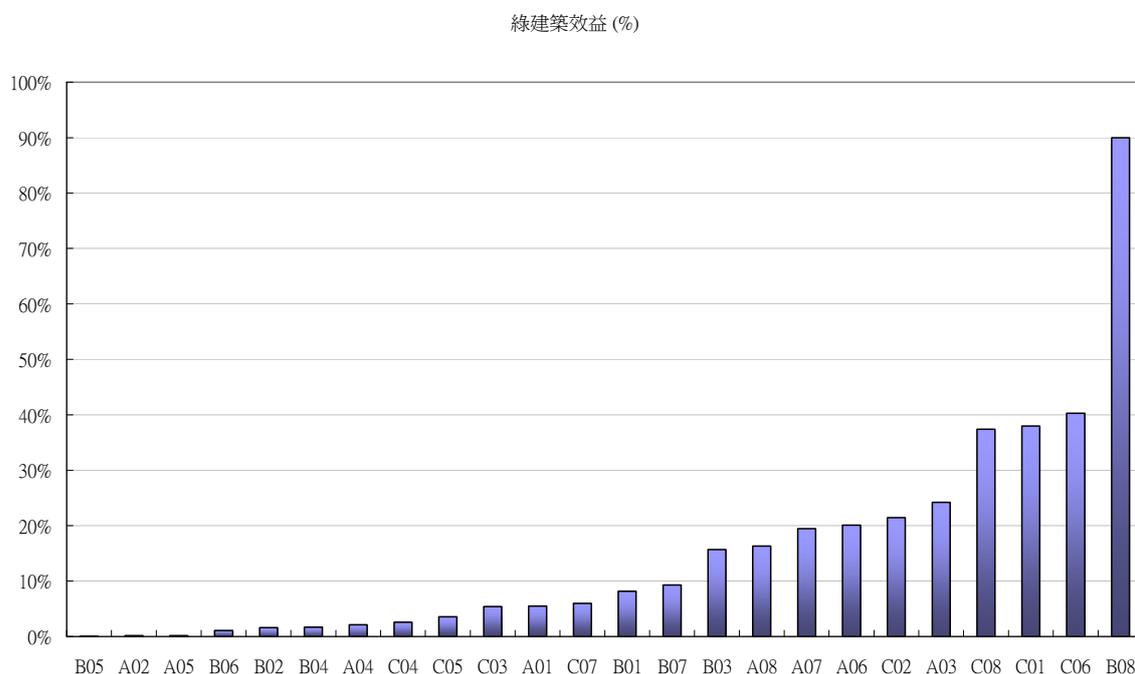


圖 3-3 綠化量指標效益統計圖

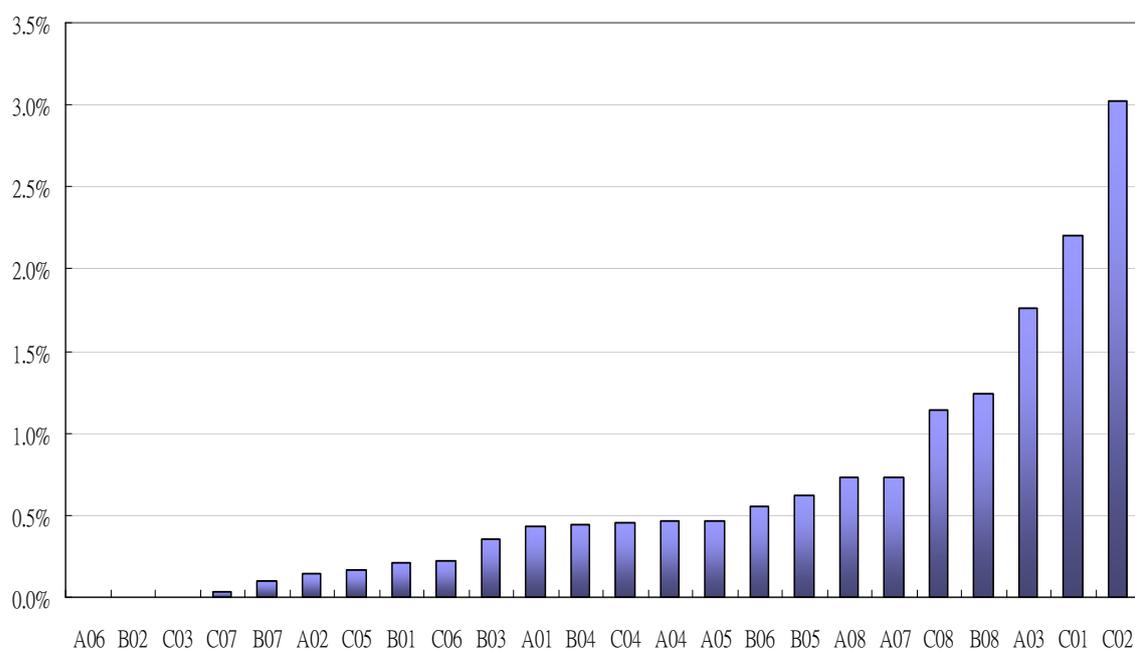


圖 3-4 綠化量成本比例統計圖

圖 3-4 則為綠化量成本比例統計圖，學校類建築於綠化量指標的檢視上得知，其指標成本平均佔總工程造價 0.64%，最高之比例產生於 C02 之案例，綠化量指標成本佔總工程造價之 3.02%，另 C01 為 2.20%，為 24 件案例中成本比例高於 2% 之案例。最低之比例產生於 A06、B02 與 C03 之案例，綠化量指標成本佔總工程造價均為 0.00%，但也皆通過綠化量指標之評估基準。

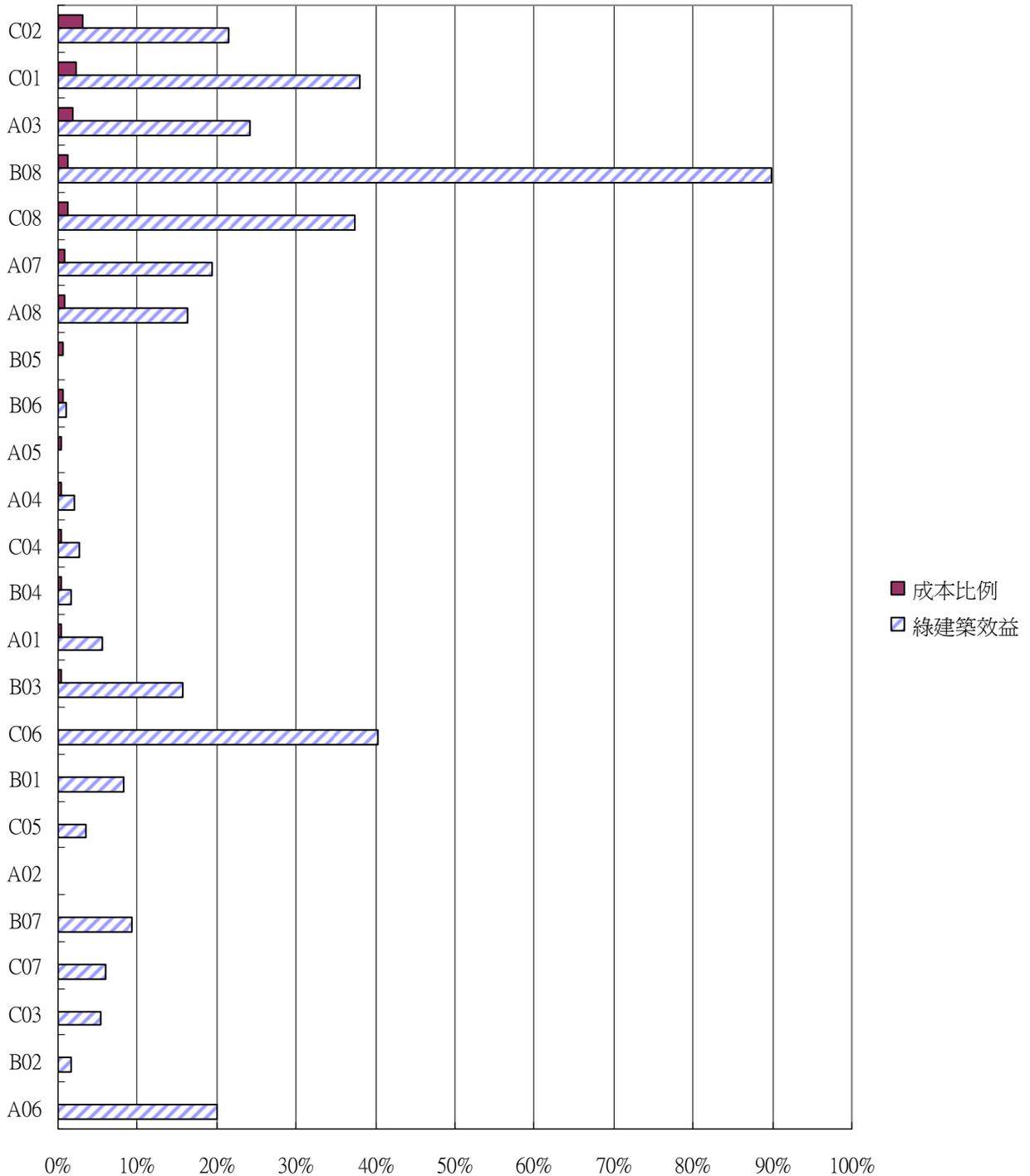


圖 3-5 綠化量成本比例與指標效益統計圖 (本研究繪製)

圖 3-5 為綠化量成本比例與指標效益統計圖，藉由 24 件案例的成本比例（%）進行由低至高的排序，再來檢視是否綠化成本比例愈高，會有相對的綠化量指標效益呈現。結果顯示，花費成本比例最高的 C02 與 C01，其成本比例皆為總工程造价的 2% 以上，且綠化量指標的效益呈現也皆高於基準值達 21.46% 與 37.95%，顯見這兩間學校對於校園綠化的要求甚高。而 B08 花費成本比例為 1.24%，其綠化量指標效益卻比基準值高了 89.98%。C06 案例之綠化成本只有 0.22%，也能高於基準值達 40.29%，A06 案例更是沒有花費任何綠化之成本，其綠化量指標的效益也高於基準值達 20.09%。由 C06 與 A06 的案例，可以了解到，樹種的選擇、價格的控制以及現況綠化既有條件的考量，皆能讓綠建築綠化量指標獲得要求之水準。

而由圖 3-5 的檢討，也可以發現除了學校自我對綠化的要求，可能讓綠化成本佔總工程造价高於 1% 外，要達到綠化量指標基準值的要求，其綠化成本大多能控制在總工程造价的 0.5% 以下，即可達成指標精神之目標。

以 B08 案例來檢視，發現其基地申請區劃面積經過嚴謹考量，且花費綠化之成本佔總建造成本之 1.24%，而這筆預算之花費著重在大喬木與小喬木之配置上，而以灌木與草花為點綴性的搭配，也因此在其設計值的計算上，單就大喬木的綠化量數值就已大於基準值，顯見其植栽配置是有經過綠建築的概念考量，造就其綠化量在綠建築指標效益上突出的展現。

而在總工程造价的 0.5% 以下的 15 件案例之平均綠化量指標效益，比其基準值高了 8.16%，顯見若能在校園開發前適時的保留現況老樹與既有的植栽，並再輔以綠化規劃設計，對於未來綠化成本的降低與實質效益的提昇上，皆有正面的思維。

第三節、基地保水指標成本分析

藉由表 3-5 說明基地保水相關手法所需成本與基地保水指標效益之間的關聯性，其中綠建築效益（%）所代表的是基地保水所有手法之設計值優於基準值的比例。而成本比例（%）為基地保水設計上針對透水鋪面成本相對於總工程造價之比例呈現。藉此可以了解 24 個案例中保水設計手法成本比例的高低與基地保水量指標效益間的關係。

表 3-5 綠建築手法使用之成本與效益分析表(基地保水指標)

編號	基地保水指標			
	基準值	設計值	綠建築效益(%)	成本比例(%)
A01	低於地下水位		0.00%	0.00%
A02	0.5	0.54	8.00%	0.21%
A03	0.5848	0.60	2.26%	0.00%
A04	0.58	0.98	68.97%	0.00%
A05	0.62	0.65	4.84%	1.73%
A06	0.482	0.52	8.09%	1.66%
A07	0.58	0.81	39.66%	0.84%
A08	0.53	0.62	16.98%	0.75%
B01	0.5	0.50	0.80%	1.34%
B02	0.48	0.55	14.58%	0.99%
B03	0.5	0.53	6.00%	0.42%
B04	0.5	0.58	16.00%	0.05%
B05	0.61	0.64	4.92%	0.07%
B06	0.58	0.74	27.59%	0.12%
B07	0.5	0.52	3.40%	1.75%
B08	0.55	1.36	147.27%	0.73%
C01	0.51	0.61	19.61%	1.32%
C02	0.58	0.62	6.90%	0.13%
C03	0.64	0.73	14.06%	1.87%
C04	0.595	0.60	0.84%	0.71%
C05	0.700	0.89	27.14%	0.00%
C06	0.710	0.85	20.28%	1.30%
C07	0.47	0.53	12.77%	0.51%
C08	0.658	0.87	32.07%	1.80%

本研究整理

而以綠建築之指標效益來看(圖 3-6)，則發現 B08 獲得最高的指標效益，比基地保水指標的基準值高 147.27%，而 B01 與 C04 案例則皆幾近基地保水基準值的評估標準，數值分別為 0.80%與 0.84%。A01 之案例因屬低濕基地(基地下 1M 內富含地下水)，所以基地保水指標屬免評估，其於 23 件案例綠建築指標效益平均高於基地保水指標基準值 21.87%。

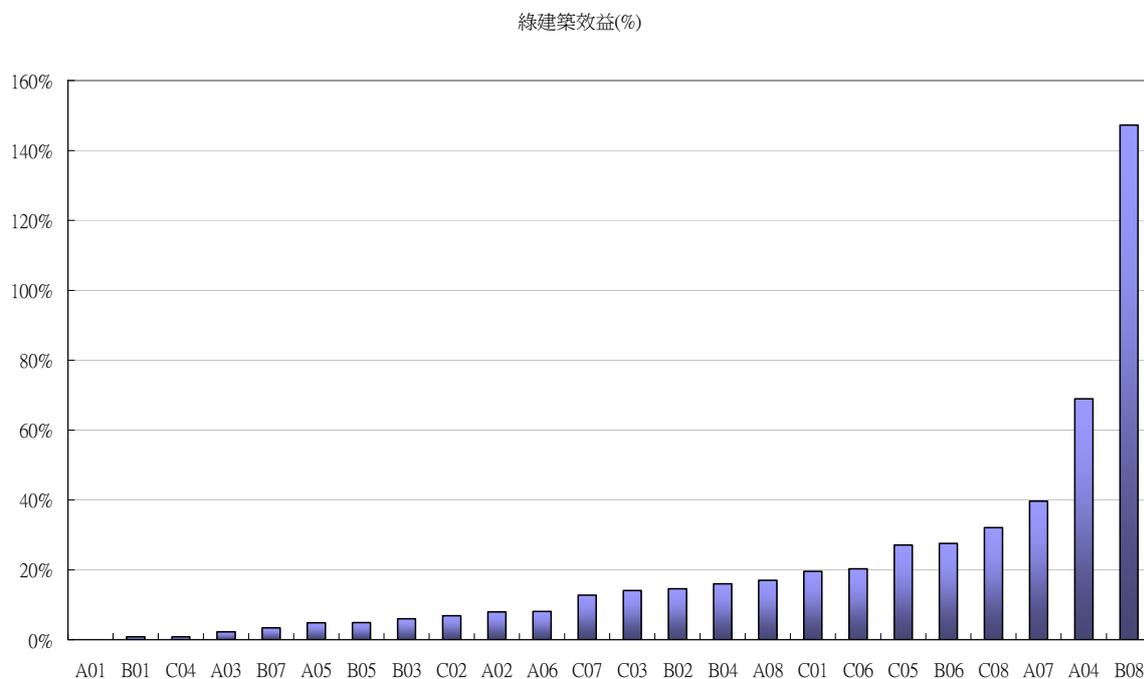


圖 3-6 基地保水指標效益統計圖

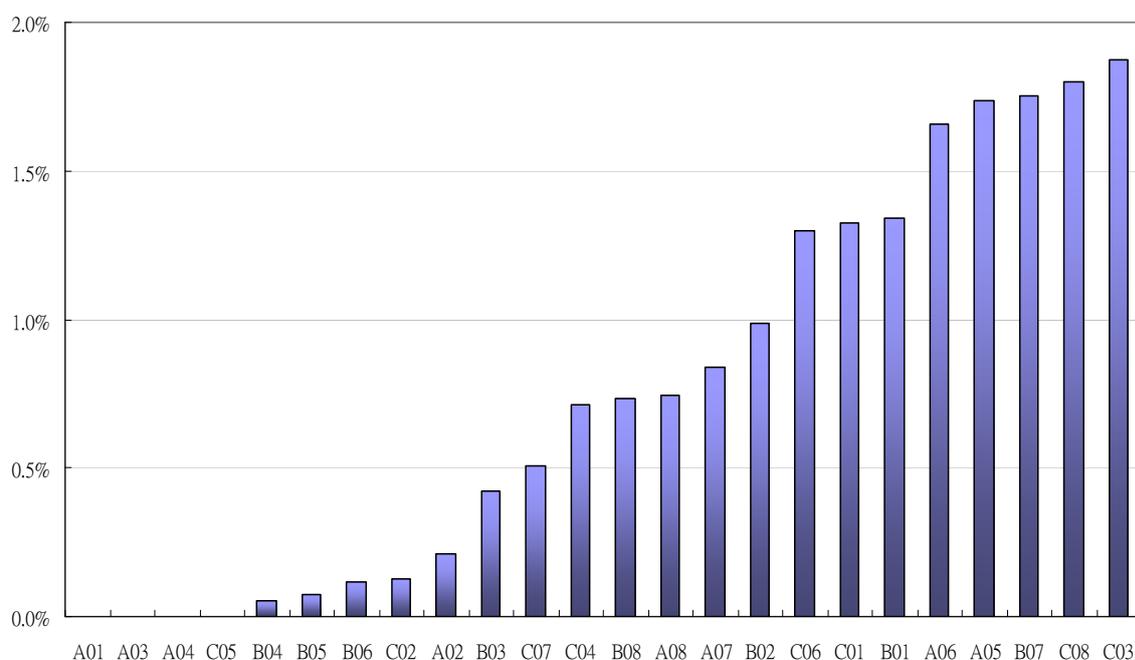


圖 3-7 基地保水量成本比例統計圖

圖 3-7 則針對基地保水手法所編列之成本比例進行由低至高之排序分析，學校類建築於基地保水指標的檢視上得知，其指標成本平均佔總工程造價 0.76%。最高之比例產生於 C03 之案例，基地保水指標成本佔總工程造價之 1.87%，整體基地保水手法設計衍生之成本皆佔總成本的 2% 以下。除 A01 免評估外，未編列基地保水成本預算的案例有 A03、A04、C05，但也皆通過基地保水指標之評估基準，且其平均基地保水效益高達 32.79%。

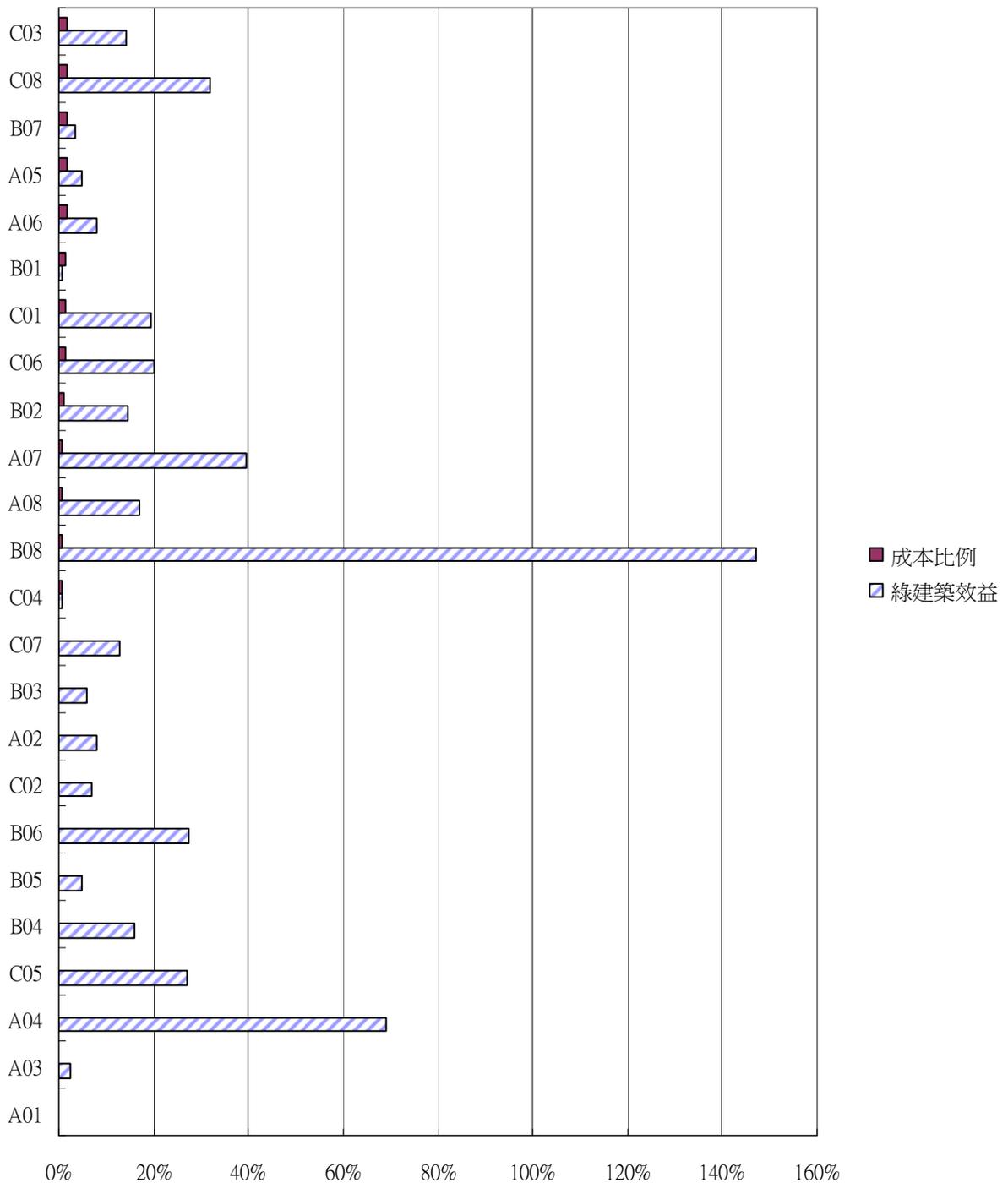


圖 3-8 基地保水量之成本比例與指標效益統計圖 (本研究繪製)

圖 3-8 以成本比例 (%) 進行由低至高的排序，再來檢視是否基地保水各類設計手法與材質成本比例愈高，會有相對的基地保水量指標效益呈現。結果顯示，花費成本比例最高的 C03，其成本比例為總工程造價的 1.87%，其指標效益為 14.06%，將較於平均值 20.96% 還低了約 6%，且在 24 個案例中其基地保水效益也只排名第 12 位。若以基地保水設計之成本佔總工程造價 1% 作為分水嶺，高於 1% 的案例共計有 8 件，平均綠建築指標效益為 12.89%，低於 1% 的案例共計有 15 件，平均綠建築指標效益為 24.99%，由種種數據皆得以說明成本投入的高低並非與綠建築指標效益成正比。反觀 A04 於基地保水讓並未花費任何成本，但其基地保水指標效益比基準值高了 68.97%；而案例 A03、C05 其成本花費也皆在總工程造價的 0.00%，這三件案例之平均效益卻比基地保水基準值高 32.79%。

以 B08 案例來檢視，發現其基地申請區劃面積經過嚴謹考量，且戶外空間約八成的土地皆採裸露土地與透水鋪面設計，且透水鋪面之面積比例高達戶外空間面積之 52%，造就其基地保水量在綠建築指標效益上有極高效益的表現，而同時，其基地保水手法所花費之成本佔總工程造價之 0.73%，相較於其他案例並無特別現象，也由此可以得知基地保水指標的門檻，為一般設計手法下即可達到的標準目標。

由這 23 個學校類案例中，可以了解到基地保水的相關手法運用成本與最終的成果效益並非絕對性的影響，若能於規劃設計時考量空間的使用，藉由綠地的留設與應有動線鋪面之設計，即可以最少的成本營造出符合基地保水精神之永續環境。

第四節、日常節能指標成本分析

藉由表 3-6 說明學校類外殼耗能（窗面平均日射取得率 AWSG）之外遮陽所需成本與外殼耗能指標效益之間的關聯性，其中綠建築效益（%）所代表的是外殼耗能手法之設計值優於基準值的比例。而成本比例（%）為外殼耗能設計上各型式材料之成本相對於總工程造价之比例呈現。藉此可以了解 24 個案例中日常節能之外殼耗能設計手法成本比例的高低與外殼耗能指標效益間的關係。

表 3-6 綠建築手法使用之成本與效益分析表(日常節能指標--外殼耗能)

編號	日常節能指標(AWSG)			
	基準值	設計值	綠建築效益(%)	成本比例(%)
A01	0.8	0.80	0.13%	0.00%
A02	0.8	0.73	8.75%	0.78%
A03	0.8	0.77	3.75%	0.00%
A04	0.8	0.76	4.75%	0.00%
A05	0.8	0.75	6.25%	0.58%
A06	0.8	0.63	21.88%	1.02%
A07	0.8	0.79	0.75%	0.00%
A08	0.8	0.78	2.50%	0.06%
B01	0.8	0.80	0.63%	0.00%
B02	0.8	0.74	7.50%	0.18%
B03	0.8	0.72	10.00%	0.00%
B04	0.8	0.67	16.25%	0.02%
B05	0.8	0.75	6.25%	0.04%
B06	0.8	0.72	10.00%	0.00%
B07	0.8	0.64	20.00%	0.00%
B08	0.8	0.79	1.25%	0.00%
C01	0.8	0.62	22.50%	0.00%
C02	0.8	0.80	0.50%	0.62%
C03	0.8	0.79	1.50%	0.49%
C04	0.8	0.76	4.40%	0.25%
C05	0.8	0.71	11.25%	0.53%
C06	0.8	0.79	1.38%	1.01%
C07	0.8	0.74	7.50%	0.02%
C08	0.8	0.69	14.25%	0.52%

本研究整理

而以日常節能指標之外殼耗能效益來看，則發現 C01 獲得最高的效益(圖 3-9)，比外殼耗能的基準值高 22.50%，且其此最高效益則為外殼耗能花費零成本之案例，而 A06、B07 也皆高於 20.00%。A01 案例只比外殼耗能指標基準高了 0.13%為最低值。而平均高於基準值之綠建築效益為 7.66%。

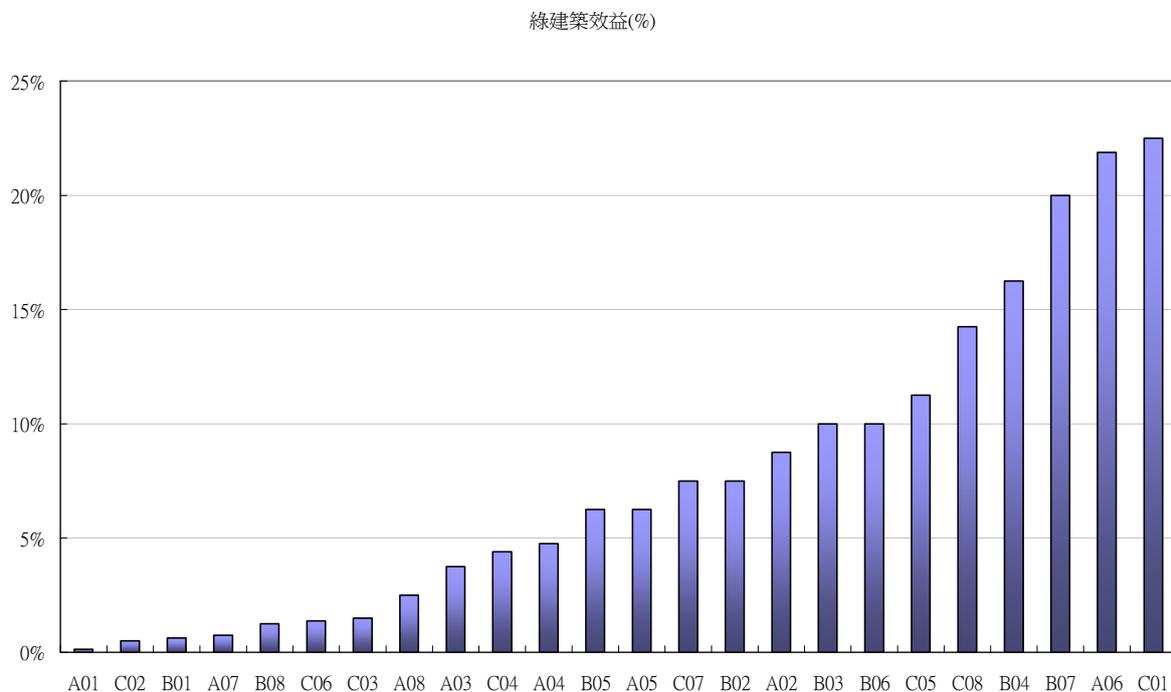


圖 3-9 日常節能外殼耗能指標效益統計圖

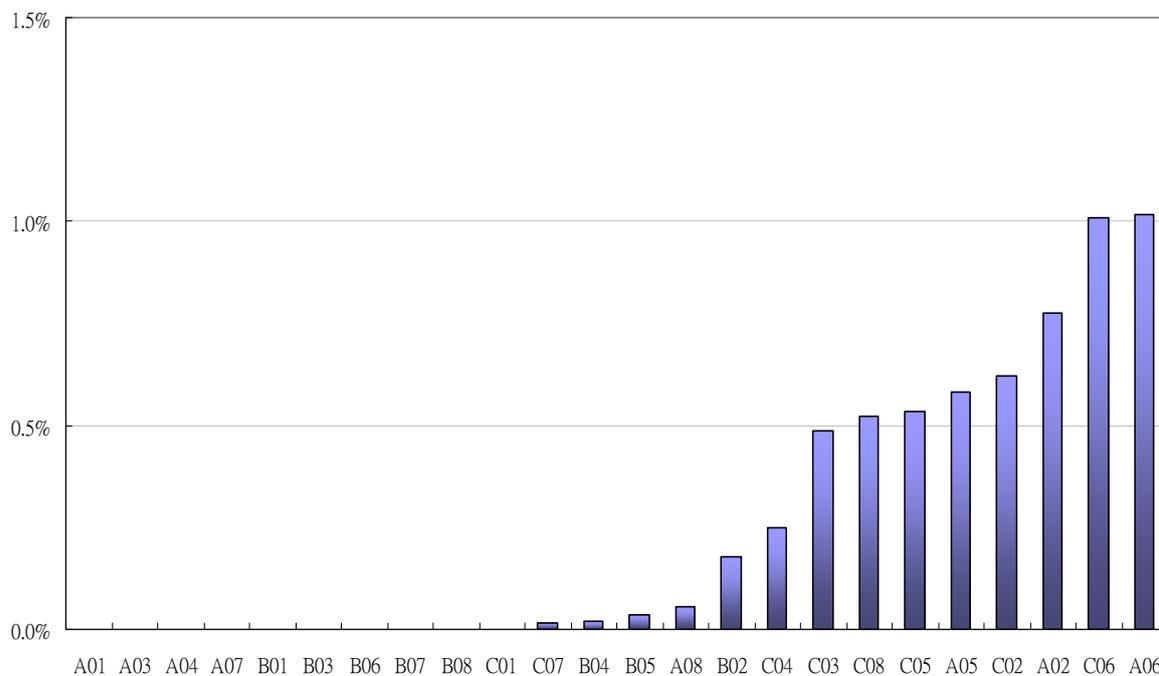


圖 3-10 日常節能之外殼耗能成本比例統計圖

圖 3-10 則針對日常節能外殼耗能之成本比例進行由低至高的排序，學校類建築於日常節能指標(外殼耗能-窗面平均日射取得率 AWSG)的檢視上得知，其外殼耗能成本平均佔總工程造價 0.25%。最高之比例產生於 A06 之案例，日常節能指標(外殼耗能)成本佔總工程造價之 1.02%，而計有 A01、A03、A04、A07、B01、B03、B06、B07、B08、C01 共 10 個案例，皆未增設外遮陽之設施，因此沒有成本之消耗，外殼耗能成本佔總工程造價均為 0.00%。

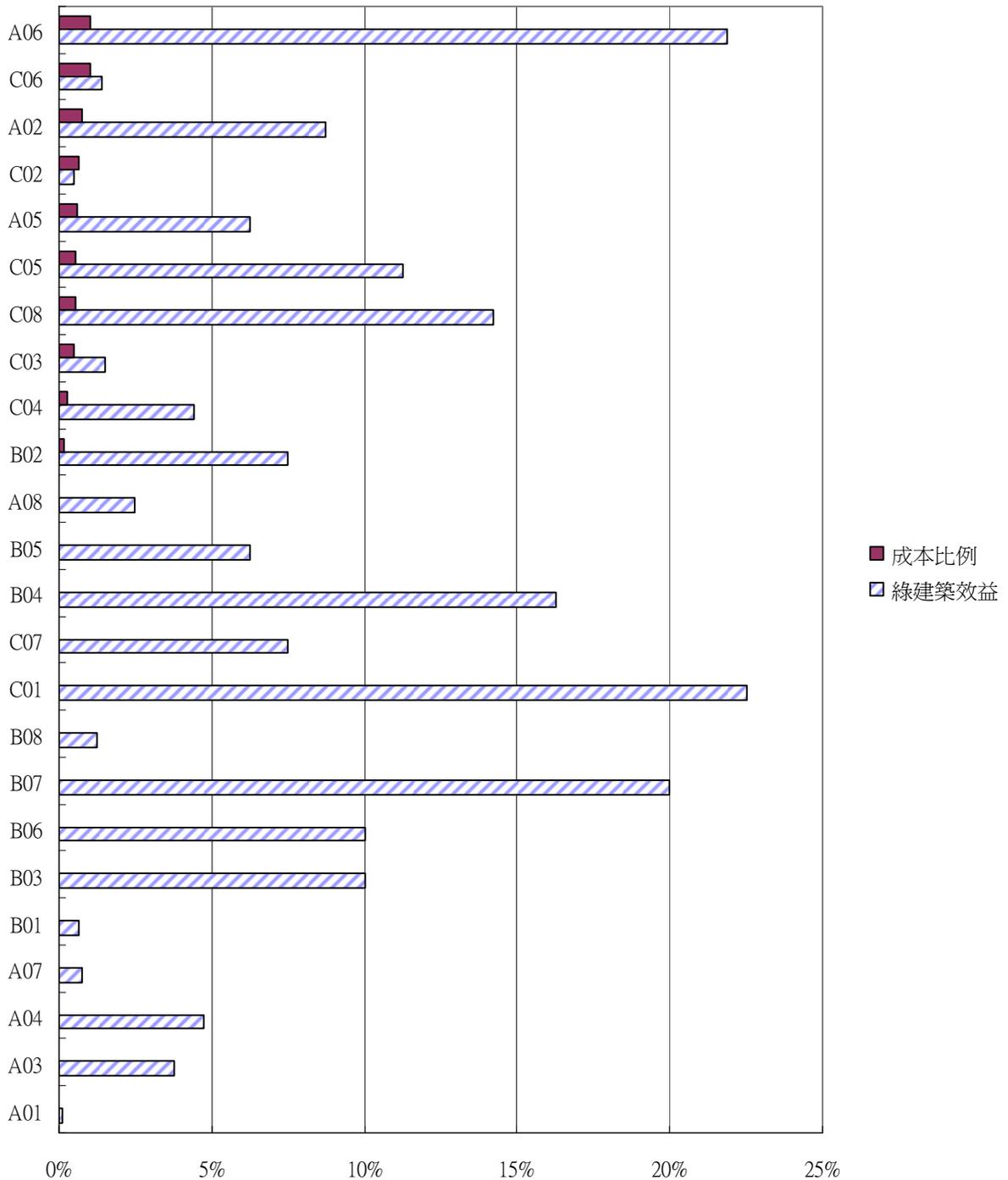


圖 3-11 日常節能之外殼耗能成本比例與指標效益統計圖 (本研究繪製)

圖 3-11 藉由案例的成本比例(%)進行由低至高的排序，再來檢視是否外殼耗能之設計型式與材料成本比例愈高，會有相對日常節能之外殼耗能指標效益呈現。花費成本比例最高的兩例為 A06 與 C06，其成本比例為總工程造價的 1.02% 與 1.01%，也是唯二高於工程總造價 1.0% 的案例，而表現在外殼耗能的效益也比基準值高了 21.88% 及 1.38%，對於日常節能的控制有顯著的成效。但也發現外殼耗能的效益最佳者並非為成本比例最高 A06 案例，而是沒有花費任何成本的 C01，其外殼耗能效益高於基準值達 22.5%。我們可以發現，24 個案例中有半數的 10 個案例是沒有花費任何的預算於外殼耗能指標上，且這 10 個案例外殼耗能指標之平均值比基準值高了 7.38%，相對於有進行外殼耗能設計之 14 個案例平均值的 7.87%，差異並不顯著。這都顯示若能於建築規劃設計時即考量其座向、開窗型式等，即可讓建築的外殼耗能達到最低，獲得最佳的節能效果。

外殼耗能最主要在於檢討窗面平均日射取得率(AWSG)，其中包含檢視開窗型式及開窗面積，若有其必要再輔以外遮陽降低外殼耗能，若能在規劃設計時則考量這些相關問題，對於建築的整體感與流暢性皆能有正面的提昇，且其效益甚至會高於後續的輔助設施能達到的阻熱效果，提升室內舒適性。

藉由表 3-7 說明日常節能指標之屋頂隔熱所需成本與屋頂平均熱傳透 (Uar) 指標效益之間的關聯性，其中綠建築效益 (%) 所代表的是屋頂隔熱方式與材料之設計值優於基準值的比例。而成本比例 (%) 為屋頂隔熱設計上各型式、材料之成本相對於總工程造價之比例呈現。藉此可以了解 24 個案例中日常節能之屋頂隔熱所花費成本比例的高低與屋頂平均熱傳透指標效益間的關係。

表 3-7 綠建築手法使用之成本與效益分析表(日常節能指標—屋頂平均熱傳透)

編號	日常節能指標(Uar)			
	基準值	設計值	綠建築效益(%)	成本比例(%)
A01	1.2	0.75	37.50%	0.00%
A02	1.2	1.17	2.50%	0.93%
A03	1.2	1.17	2.50%	2.79%
A04	1.2	0.96	20.00%	1.78%
A05	1.2	0.96	20.00%	1.01%
A06	1.2	0.76	36.67%	1.74%
A07	1.2	0.81	32.50%	1.31%
A08	1.2	0.98	18.33%	0.00%
B01	1.2	0.90	25.00%	1.23%
B02	1.2	0.78	35.00%	1.34%
B03	1.2	1.15	4.17%	2.74%
B04	1.2	1.12	6.67%	1.02%
B05	1.2	0.83	30.83%	1.44%
B06	1.2	1.19	0.83%	2.05%
B07	1.2	0.79	34.47%	2.36%
B08	1.2	0.77	35.83%	1.65%
C01	1.2	1.09	9.17%	0.92%
C02	1.2	0.94	21.67%	0.36%
C03	1.2	1.02	15.00%	1.49%
C04	1.2	0.99	17.50%	1.56%
C05	1.2	1.02	15.00%	0.00%
C06	1.2	1.02	15.00%	0.61%
C07	1.2	0.76	36.67%	0.55%
C08	1.2	0.88	26.67%	0.41%

本研究整理

圖 3-12 為日常節能指標之屋頂平均熱傳透效益統計圖，學校類建築於日常節能指標(屋頂平均熱傳透 Uar)的檢視上得知，其指標效益平均高於基準值 20.81%。最高之比例產生於 A01 之案例，日常節能指標(屋頂平均熱傳透 Uar)綠建築指標效益高於基準值 37.50%，而 B06 案例只比屋頂熱傳透指標基準高了 0.83% 為最低值。

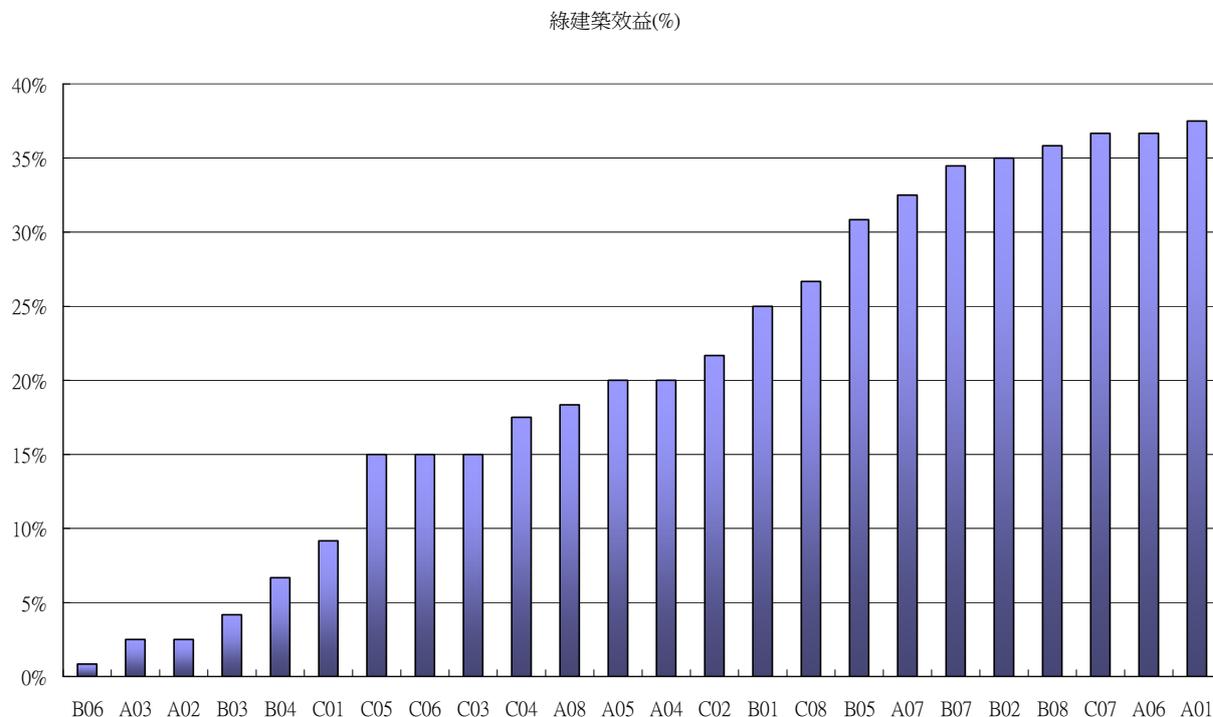


圖 3-12 日常節能指標之屋頂平均熱傳透效益統計圖

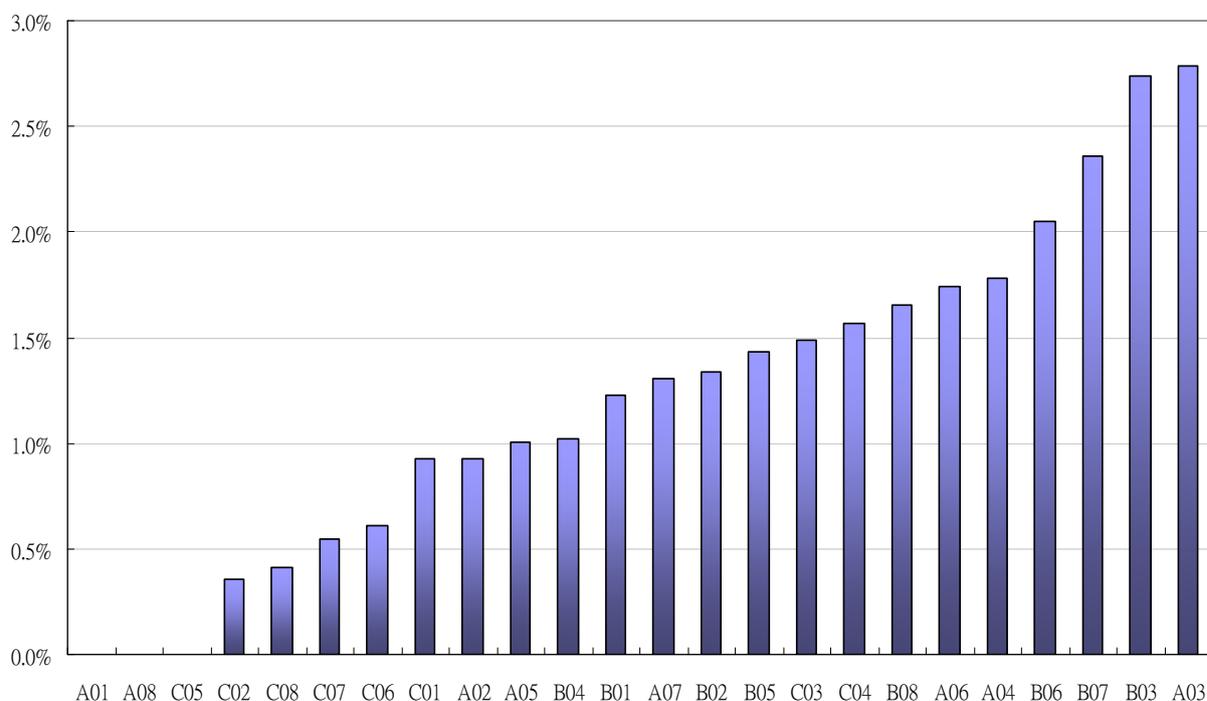


圖 3-13 日常節能指標之屋頂隔熱層成本比例統計圖

圖 3-13 為日常節能指標之屋頂隔熱層成本比例統計圖，花費最高成本比例於屋頂隔熱層的案例為 A03，佔總工程造價之 2.79%。而花費成本比例最低者為 A01、A08 與 C05，皆於結構體設計時則考量隔熱之性能，因此並未花費額外的經費來處理隔熱的設施，也因此日常節能指標(屋頂平均熱傳透)成本佔總工程造價皆為 0.00%。而 24 件案例平均花費之成本比例為 1.22%。

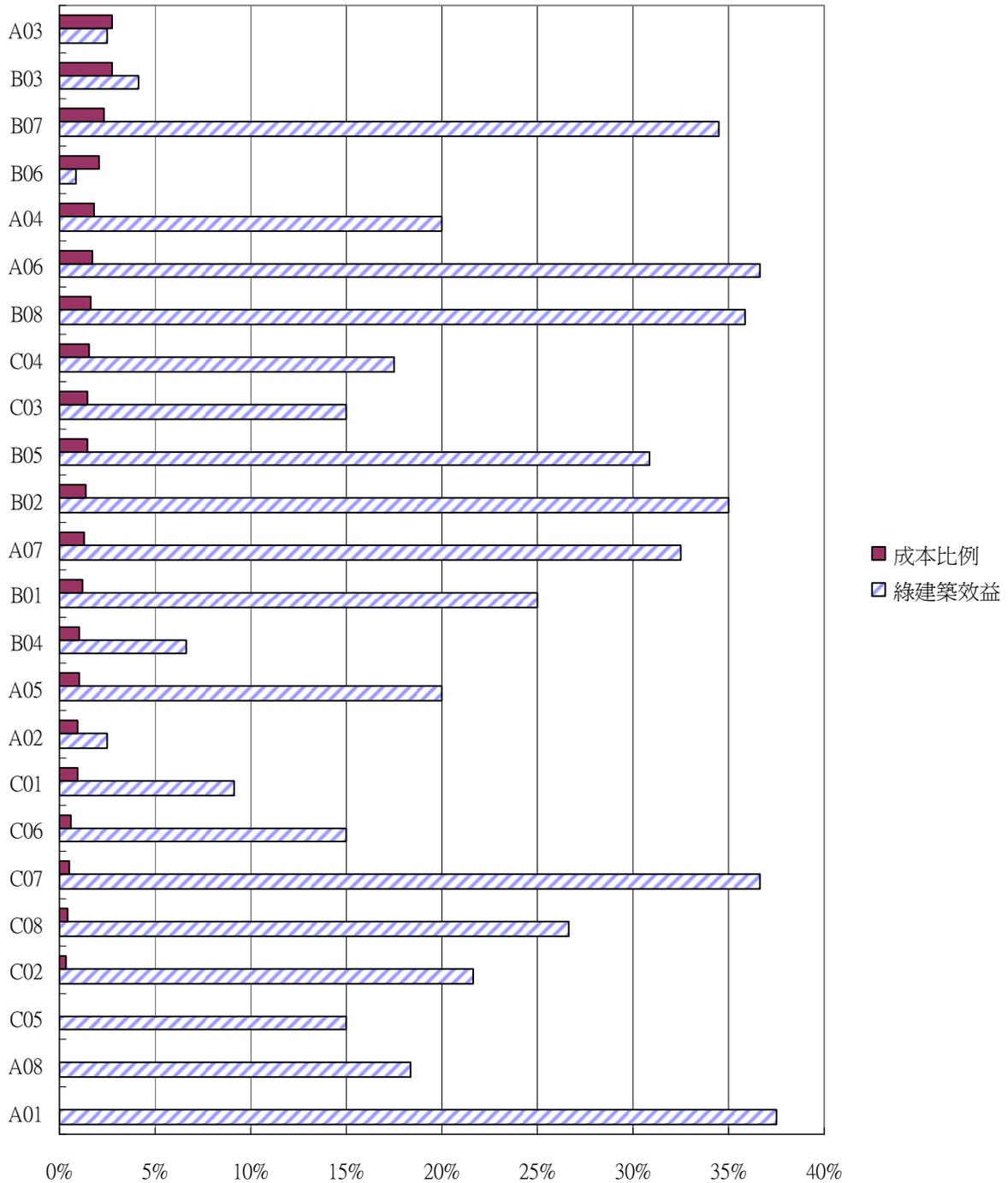


圖 3-14 日常節能之屋頂平均熱傳透成本比例與指標效益統計圖 (本研究繪製)

圖 3-14 藉由案例的成本比例(%)進行由低至高的排序，再來檢視是否屋頂隔熱之型式與材料成本比例愈高，會有相對日常節能之屋頂平均熱傳透指標效益呈現。花費成本比例最高的 A03，其成本比例為總工程造價的 2.79%，而表現在屋頂平均熱傳透的效益比基準值高了 2.50%，卻是在 24 個案例中排名第 23 位，由此可見設計過程並未考量屋頂隔熱效能，於後續再增加成本與材料來進行改善。我們也發現屋頂平均熱傳透的效益最佳者為 A01 案例，此案例沒有花費任何屋頂隔熱設計之成本，其屋頂平均熱傳透效益高於基準值達 37.50%。由此顯示，建築構造的良好設計，可在設計之初即賦予其良好的建築體質，可讓建築的屋頂平均熱傳透效益，一樣獲得良好的隔熱、節能效果，同時又能降低本與多餘之耗費。

由成本比例可發現一個現象，也就是高投入成本的案例相較於低投入成本的案例有明顯綠建築效益上的差距，但卻偏向負相關的結果。我們將成本比例 1.0% 以下的九件案例與成本比例 2.0% 以上的四件案例分別進行綠建築效益的數據平均化，發現成本比例 1.0% 以下的九件案例平均效益數值為 20.28%，優於成本比例 2.0% 以上的四件案例平均數據 10.49% 有約 10% 的比例，可以見得，在屋頂隔熱上，前置規劃設計的考量與後續補強之材料適切性選用，是十分需要獲得重視的，若未於規劃設計時加以考量，後續補強之成本耗費將十分可觀。

第五節、水資源指標成本分析

藉由表 3-8 說明水資源指標所需省水設備、雨中水設備成本與水資源指標效益之間的關聯性，其中綠建築效益（%）所代表的是水資源指標之設計值優於基準值的比例。而成本比例（%）為水資源指標上各種省水設備之成本相對於總工程造價之比例呈現。藉此可以了解 24 個案例中節水設備所花費成本比例的高低與水資源指標效益間的關係。

表 3-8 綠建築手法使用之成本與效益分析表(水資源指標)

編號	水資源指標			
	基準值	設計值	綠建築效益(%)	成本比例(%)
A01	2	5.00	150.00%	1.37%
A02	2	2.50	25.00%	0.40%
A03	2	2.50	25.00%	0.52%
A04	2	2.01	0.25%	0.52%
A05	2	5.30	165.00%	1.08%
A06	2	7.35	267.50%	0.41%
A07	2	8.50	325.00%	0.76%
A08	2	2.50	25.00%	0.32%
B01	2	2.50	25.00%	0.43%
B02	2	6.16	208.00%	2.94%
B03	2	5.48	173.75%	1.00%
B04	2	4.50	125.00%	1.64%
B05	2	7.46	273.00%	2.30%
B06	2	3.34	67.00%	1.06%
B07	2	2.50	25.00%	1.04%
B08	2	6.63	231.50%	0.87%
C01	2	3.50	75.00%	0.43%
C02	2	3.58	79.00%	0.49%
C03	2	6.45	222.50%	0.56%
C04	2	3.66	82.95%	1.08%
C05	2	4.51	125.50%	1.03%
C06	2	7.74	287.10%	0.62%
C07	2	3.38	68.75%	0.75%
C08	2	6.59	229.63%	1.08%

本研究整理

圖 3-15 為水資源指標效益統計圖，學校類建築於水資源指標的檢視上得知，其綠建築之指標效益，以 A07 獲得最高的指標效益，比水資源指標的基準值高 325.0%，而 A04 案例只比水資源指標基準高了 0.25%為最低值。以平均值來檢視，24 件案例之在水資源的指標效益上，比水資源的基準值平均高了 136.73%，顯見水資源指標是一項既有節約能源效益，又十分容易達到的指標項目。

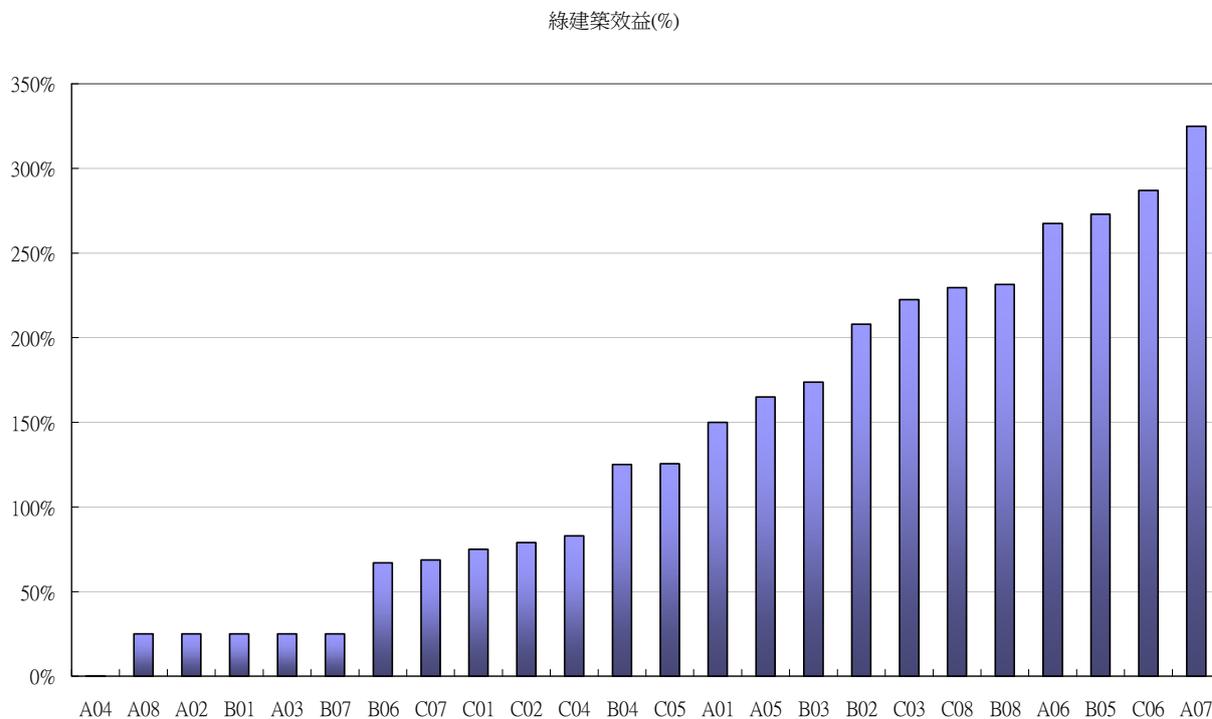


圖 3-15 水資源指標效益統計圖

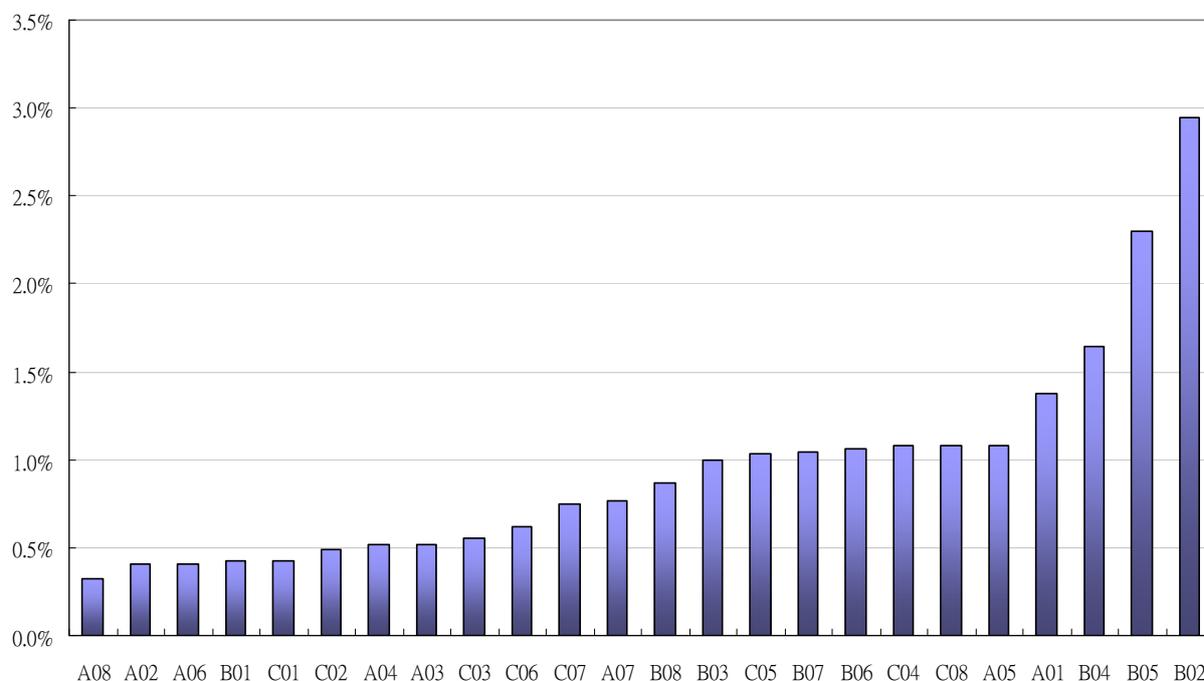


圖 3-16 水資源指標之省水設備成本比例統計圖

圖 3-16 為水資源指標之省水設備成本比例統計圖，其指標成本平均佔總工程造價 0.95%，最高之比例產生於 B02、B05 之案例，水資源指標成本佔總工程造價皆超過 2%，案例 A08 水資源指標成本佔總工程造價為 0.32% 為 24 個案例中最低值，但基本上差距大多在 1% 的差距以內，為四項指標中最有成本比例一致性的指標。

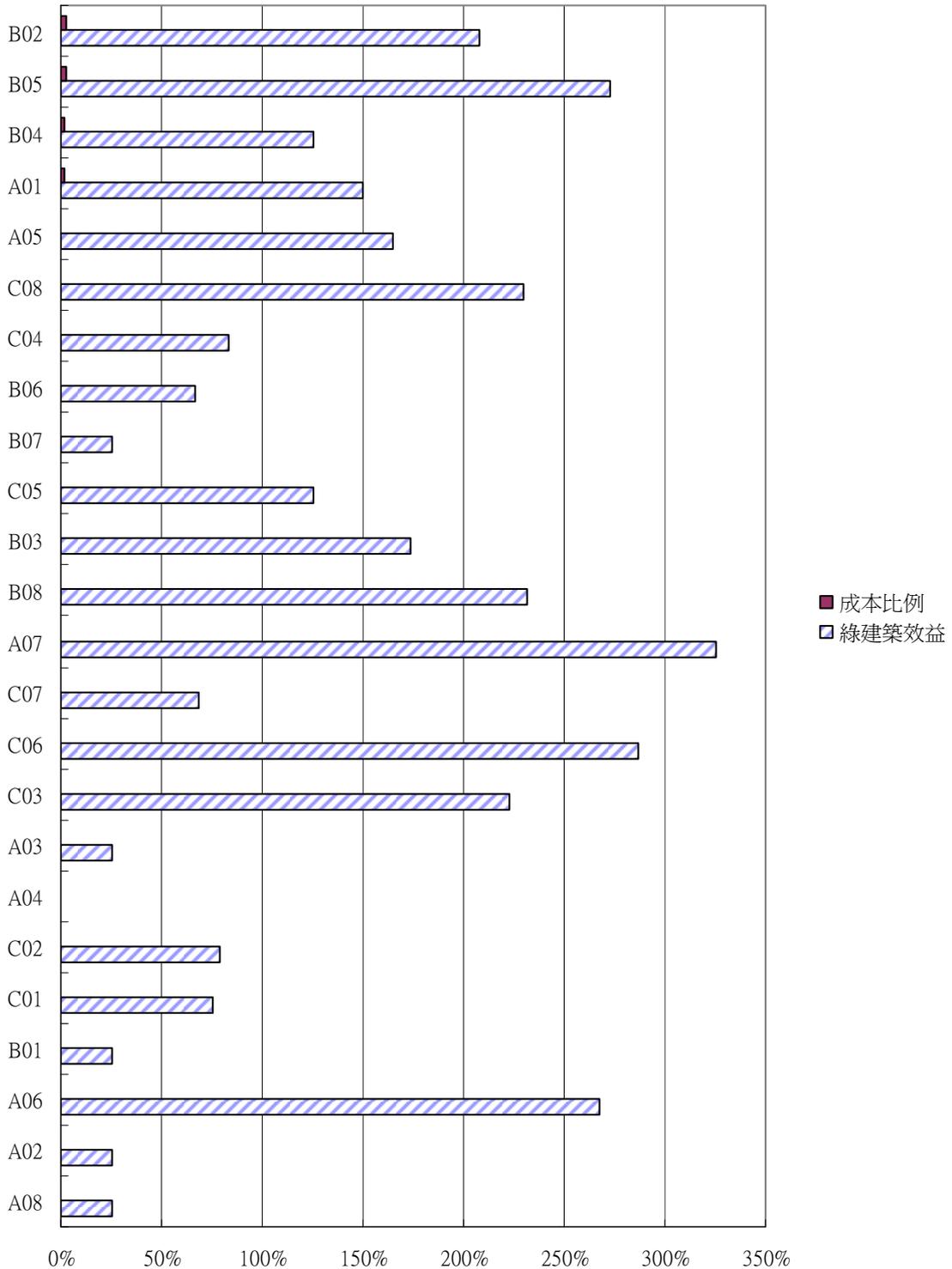


圖 3-17 水資源之成本比例與指標效益統計圖 (本研究繪製)

圖 3-17 藉由案例的成本比例(%)進行由低至高的排序，再來檢視是否水資源之節水設備成本比例愈高，會有相對水資源指標效益呈現。在水資源的精神上，是以節水為主，也因此主要之設備為附省水標章之水龍頭、沖水馬桶以及雨中水處理設備，而水龍頭與沖水馬桶皆為一般建築生活必需的設備考量，也因此於 24 個案例中皆有其成本的支出，花費成本比例普遍在 1.5% 以內，而 24 件案例的成本比例差距也都在 2% 以下，可以見得水資源指標的規劃設計在整體規劃設計的考量上已有共同的概念與思考，對於後續水源的節約有著正面的功效。目前水資源指標之要求，幾乎只要有裝設省水標章之相關浴廁設備，則可通過水資源指標的基準值，所以可由圖 3-17 發現有 13 件案例皆超過水資源基準值之倍數以上。

第六節、專家訪談問卷綜合分析

問卷調查皆由建築師或相關設計師回覆其問卷，藉由問卷（表 3-9）可看出目前大部分設計人員對於綠建築普遍仍認為執行綠建築必須增加其預算，且以日常節能指標及涵蓋綠建材指標將提高預算多數，對於『綠建築』亦是有高於一般建築工程預算的認知，再與前述實際案例來進行剖析，則發現兩者的結果並不能畫上等號，可以由問卷與實際訪談也得知，有過多的預算增加，常是因初步的規劃未考量到永續建築環境的營造，導致後續在設計變更時，為了不改變建物本身的設計，只好改以其他外加之手法與額外加分技術來獲取基準值的過關。

表 3-9 問卷訪查記錄綜合整理列表

問卷回覆數：20 份	
問卷回覆時間：100 年 4 月-9 月底	
提 問	綜合回覆意見
問題一： 是否因申請綠建築標章，造成工程預算增加等情形？（可舉例何項指標）	學校類的日常指標因考量其窗戶型式修改、玻璃厚度顏色修改、增加遮陽板深度、空調主機增加節能技術等，勢必增加其預算支出。再者室內環境指標及減廢指標群的綠建材（環保）與回收建材皆屬成本較高。
問題二： 綠建築九大指標中，何項指標為較容易達成且最合乎建築成本預算？（請舉例二個指標）	綠化量指標、基地保水指標、水資源指標及污水及垃圾改善指標四項指標，前兩項皆可採現有基地狀況評估計算，並不直接影響預算，且技術手法皆屬簡單亦操作；後兩項指標中，水資源指標標準以目前市面上用水器具皆有省水的觀念，容易符合標準；至於污水垃圾指標，雨污分流是常識設計，垃圾回收亦不難實行。
問題三： 學校類門檻指標為綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標、水資源指標四項，若欲提高評估等級其選用指標優先順序為何？（請簡述）	普遍排序認為污水及垃圾改善指標、生物多樣性指標、廢棄物減量指標、二氧化碳減量指標、室內環境指標。污水處理措施為現況評估而垃圾指標為校園環境整潔考量，減廢指標群及室內環境則因結構體及建材約佔總工程造價 10-20%，且綠建材仍無法普及化，因而影響建材單價價格。僅少數認為門檻指標可通過即可。

<p>問題四： 目前一般社會大眾對於綠建築=高成本的觀感，身為建築專業人士的你（妳）看法為何？</p>	<p>多數受訪者皆有相當認知，體悟真正的綠建築一定是對人類永續環境最有利的，不能以工程造價來衡量。但是對於技術手法、規範及綠建材（環保建材）影響的預算層面仍有疑慮，如能將綠建築涵蓋面普及化，相信對於未來施作或申請綠建築，工程預算將不致有所影響。</p>
---	--

本研究整理

由學校類的 20 件實際案例與問卷和訪談之結果，可以了解到綠建築就是會帶來更昂貴的造價成本或許已是大眾普遍的認知與反應，甚至連校方代表也會認為要獲取綠建築當然會多花些成本，且是合理應該的，但這些的論述對於綠建築的發展與其精神面的意涵卻並不相符，且皆可由目前學校類的建築案例來得以證明，永續、節能減碳的環境並不一定要金錢來換得，或許該用更多的規劃設計專業、對基地現況的了解、以人為本的使用行為考量與環境共生的環境保護及減量，即可達到平價又高品質的學校建築環境。

第七節、綠建築建造成本之綜合分析

表 3-10 為學校類建築案例之成本差異分析表，主要呈現 24 個案例中之總工程單位造價(元/m²)與建築師公會單位造價(元/m²)、行政院主計處共同性費用(元/m²)價格上之差異，結果發現，本計畫目前所挑選之 24 個案例，其總工程之單位造價與臺灣省建築師公會、行政院主計處共同性費用所公告之單位造價參考值，並非有申請綠建築之學校則成本上就明顯偏高，於 24 個案例中，有 9 件案例(A02、A04、A05、A06、B03、B05、B06、C03、C05)其單位造價成本比臺灣省建築師公會所公告之參考值更低，另有 5 件案例雖其單位造價成本高於臺灣省建築師公會所公告之參考值，但其偏高的幅度皆在 5.0%以內，由此初步的數據呈現，即可發現並非獲得綠建築標章的學校期建造成本就比一般建築還昂貴，或是必然金額上會偏高許多。而共同性費用主要針對公有建築費用補助擬定，也因此發現其公告之共同性費用(元/m²)價格上較高，24 件案例之平均單位造價(元/m²)還低於共同性費用的價格，也因此本計畫仍挑選臺灣省建築師公會所公告之單位造價參考值作為研究依據，以便更能代表一般性建築的單位造價與有申請綠建築標章之建築物的差異與說服性。

表 3-10 為目前依照臺灣省建築師公會所公告之各縣市建築物營建成本參考所編列之數據資料，本計畫以北中南三區作為分野，三區案例皆以其所在分區之平均單位造價數值來代表，若以 24 個案例進行總工程平均單位造價與建築師公會平均單位造價來相互比較，則發現其平均單位造價差距約 3.9%，由此可知，其成本差異雖有，但卻不至於到昂貴的說法。

表 3-10 學校類建築案例之成本差異分析表

案例編碼	總樓地板面積(m ²)	總工程造價(元)	平均單位造價(元/m ²)	建築師公會平均造價(元/m ²)	價差(元/m ²)	價差(%)	共同性費用(元/m ²)	價差(元/m ²)	價差(%)
A01	3,242.16	65,617,791	20,239	19,875	364	1.8%	18,300	1,939	10.6%
A02	3,778.27	65,037,943	17,214	23,900	-6,686	-28.0%	21,000	-3,786	-18.0%
A03	9,098.43	188,010,000	20,664	19,875	789	4.0%	22,100	-1,436	-6.5%
A04	2,873.08	51,510,322	17,929	19,300	-1,371	-7.1%	22,100	-4,171	-18.9%
A05	7,108.53	156,000,000	21,945	23,900	-1,955	-8.2%	25,300	-3,355	-13.3%
A06	4,705.63	91,857,595	19,521	19,875	-354	-1.8%	18,300	1,221	6.7%

A07	14,717.61	369,299,283	25,092	23,900	1,192	5.0%	21,000	4,092	19.5%
A08	21,144.88	526,885,025	24,918	23,900	1,018	4.3%	21,000	3,918	18.7%
B01	2,121.80	37,286,355	17,573	16,420	1,153	7.0%	18,300	-727	-4.0%
B02	2,569.61	45,322,398	17,638	16,420	1,218	7.4%	22,100	-4,462	-20.2%
B03	3,668.21	56,358,220	15,364	15,560	-196	-1.3%	22,100	-6,736	-30.5%
B04	8,250.59	167,914,450	20,352	16,420	3,932	23.9%	18,300	2,052	11.2%
B05	7,546.69	119,702,704	15,862	16,420	-558	-3.4%	18,300	-2,438	-13.3%
B06	9,715.63	193,762,443	19,943	20,450	-507	-2.5%	21,000	-1,057	-5.0%
B07	1,676.00	29,750,704	17,751	16,420	1,331	8.1%	18,300	-549	-3.0%
B08	2,895.82	48,590,338	16,779	16,420	359	2.2%	18,300	-1,521	-8.3%
C01	3,073.09	54,308,000	17,672	16,550	1,122	6.8%	18,300	-628	-3.4%
C02	7,475.12	142,651,133	19,083	15,963	3,121	19.6%	18,300	783	4.3%
C03	3,926.27	64,300,000	16,377	16,550	-173	-1.0%	22,100	-5,723	-25.9%
C04	6,067.43	103,387,890	17,040	15,963	1,077	6.7%	22,100	-5,060	-22.9%
C05	2,967.40	48,700,000	16,412	16,550	-138	-0.8%	18,300	-1,888	-10.3%
C06	18,756.56	384,548,562	20,502	15,963	4,540	28.4%	18,300	2,202	12.0%
C07	6,705.29	111,352,415	16,607	15,963	644	4.0%	18,300	-1,693	-9.3%
C08	6,798.44	134,010,711	19,712	16,550	3,162	19.1%	18,300	1,412	7.7%
平均			18,841	18,296	545	3.9%	19,992	-1,150	-5.1%

本研究彙整

由表 3-10 可以得知學校類建築獲得綠建築標章之 24 件調查案件，其營建成本之單位面積造價與臺灣省建築師公會之標準來檢視，獲得綠建築標章之學校類建築物平均成本高

了 3.9%。由結果可以了解，要達到綠建築的合格標準並不會提高過多的成本。

表 3-11 呈現 24 個獲得綠建築標章案例中，所採用綠建築手法技術的整理表。而這些案例皆為通過綠建築標章之學校，所以，皆符合綠建築綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標與水資源指標之基準(除 A01 其基地地下 1 米內有地下水免評估此指標，但本案例仍有編列透水鋪面預算)，由表中可以發現，以綠化量指標來檢視，B02、C03 兩案例未編制綠化預算，但仍通過綠化量指標，顯見學校內保留原有老樹或原生植物，運用現有條件與潛力即符合綠建築綠化量指標之精神。

表 3-11 各案例採用綠建築手法列表

編號	綠建築手法					
	綠化量指標	基地保水指標	日常節能指標		水資源指標	
	植栽綠化	透水鋪面	外遮陽裝置	屋頂隔熱層	省水設備	雨(中)水
A01	■	□	□	□	■	□
A02	■	■	■	■	■	□
A03	■	■	□	■	■	□
A04	■	■	□	■	■	□
A05	■	■	■	■	■	■
A06	■	■	■	■	■	■
A07	■	■	□	■	■	■
A08	■	■	■	□	■	□
B01	■	■	□	■	■	□
B02	□	■	■	■	■	■
B03	■	■	□	■	■	■
B04	■	■	■	■	■	■
B05	■	■	■	■	■	■
B06	■	■	□	■	■	■
B07	■	■	□	■	■	□
B08	■	■	□	■	■	□
C01	■	■	□	■	■	□
C02	■	■	■	■	■	□
C03	□	■	■	■	■	□
C04	■	■	■	■	■	□
C05	■	□	■	□	■	□
C06	■	■	■	■	■	■
C07	■	■	■	■	■	□
C08	■	■	■	■	■	■

註：■有編制預算、□無編制預算

基地保水指標，於校園內主要之手法多為保留綠地空間或鋪設透水鋪面，也因此，在 24 件案例中也可以發現幾乎都有編列透水鋪面之設置經費，只有 C05 案例並無編列相關基

地保水手法技術之預算，但仍通過此指標之基準值，即是因為在設置些許廣場空間之於，仍保留校園內大片綠地面積，所以，輕易通過本項指標之基準。基地保水指標最主要強調的是土壤的保水性能，在校園中更應當負起環境保護的責任，不僅要合乎指標的基準，更應要以社會責任為考量，強化校園涵養水份與貯集滲透雨水的機能。

而日常節能指標部份，最主要在評量其外殼耗能(外遮陽、屋頂平均熱傳透率)、空調及照明，而空調部份應需檢附空調負荷計算書，因此學校方面大多另案發包，所以本計畫也不予檢討，照明部份因涵蓋設備、管線與其他相關雜項預算，各校編列項目難以統合彙整，也因此，日常節能指標以外殼耗能作為主要檢討項目，且外殼的規劃設計是否妥適，將直接影響到日後學校建築節能的效益。以目前 24 件案例來檢視其日常節能指標，發現外遮陽裝置的經費，共有 10 件案例(A01、A03、A04、A07、B01、B03、B06、B07、B08、C01)並無編制此項之經費，這也代表著，若於建築規劃設計之初則考量其座向、開窗面積與型式、通風與隔熱之物理方式，則可以運用一般之建築工法，則達到外殼節能之精神與基準，並不需在日後再運用額外的經費來彌補，既能節約總工程造價經費，也能讓建築的外觀更具多樣性與整體流暢感，而由半數的案例皆未有此項成本的編列也可以發現，目前這個部份的概念尚稱健全，皆能運用最自然的方式來達到窗面平均日射取得率的控制。而在屋頂隔熱部份則普遍案例皆有編列此預算，但其效益較為分歧，為後續規劃設計與材料選用必須特別注意的項目。

水資源指標主要在於檢討浴廁之節水效能，通常只要選用省水標章之設備(水龍頭與大小便器)即可達到基準值以上，且最好選用兩段式沖水之大小便器，若於設備選用時忽略了使用省水設備或有大耗水的草坪區，則才需要雨中水處理設施的預算編列來加分以獲得符合基準值之標準。以目前 24 件案例來看，皆已裝設省水標章之設備，對於水資源之節約有一定程度的效果，其中 A04 案例雖達到基準值，但是 24 件案例中明顯設計值偏低的學校，主要則為其省水標章之大小便器為一段式沖水設備，因此無法取得較高的分數。而有設置雨中水設施的學校共計有 10 個案例，某些案例因為有大耗水之草皮而加以設置，此項目則非指標要求必要設置項目，主要在於校方的需求或彌補措施而設立。

表 3-11 是針對 24 個學校建築案例中，採用哪些綠建築手法技術的整理表。而表 3-12，則進一步將各案例在綠建築手法技術上所花費的成本，在總工程造價上佔了多少的比例來進行檢討。

在綠化量指標、基地保水指標、日常節能指標與水資源指標中，可以從數據發現，各項指標所花費之金額相對於總工程預算大多皆在 1% 以內即可達到指標的基準，若學校本身的既有條件或規劃設計之初則有考量到永續環境的營造，則其成本相對更為降低。以綠化量指標來檢視，24 件案例之平均成本佔總工程造價的 0.64%；以基地保水指標來檢視，24 件案例之平均成本佔總工程造價的 0.76%；以日常節能指標來檢視，24 件案例之平均成本佔總工程造價的 1.47%；以水資源指標來檢視，24 件案例之平均成本佔總工程造價的 0.95%。

若將這四項指標所花費之成本比例加總過後，更可以發現綠建築相關手法技術所花費的成本，皆在總預算的 1.74%~5.45%，24 件案例之平均數據為 3.83%。再與其單位造價來檢視，其 24 件案例之平均單位造價略高於臺灣省建築師公會公告數值的 3.9%，甚至有

9 件案例的單位造價是低於臺灣省建築師公會所公告之數據。由這些狀況可以獲得一項訊息，則為得到綠建築標章之學校類建築，對營建金額產生大幅的比例成長，是非絕對性的結果與現象。

表 3-12 各案例綠建築手法佔工程造價比例列表

編號	綠建築手法						合計
	綠化量指標	基地保水指標	日常節能指標		水資源指標		
	植栽	鋪面	外遮陽 (AWSG)	屋頂隔熱層 (Uar)	省水設備	雨(中)水設備	
A01	0.43%	0.00%	0.00%	0.00%	1.37%	0.00%	1.80%
A02	0.14%	0.21%	0.78%	0.93%	0.40%	0.00%	2.46%
A03	1.76%	0.00%	0.00%	2.79%	0.52%	0.00%	5.07%
A04	0.46%	0.00%	0.00%	1.78%	0.52%	0.00%	2.76%
A05	0.47%	1.73%	0.58%	1.01%	0.63%	0.45%	4.87%
A06	0.00%	1.66%	1.02%	1.74%	0.36%	0.05%	4.83%
A07	0.73%	0.84%	0.00%	1.31%	0.62%	0.14%	3.64%
A08	0.73%	0.75%	0.06%	0.00%	0.32%	0.00%	1.85%
B01	0.21%	1.34%	0.00%	1.23%	0.43%	0.00%	3.20%
B02	0.00%	0.99%	0.18%	1.34%	1.12%	1.82%	5.45%
B03	0.36%	0.42%	0.00%	2.74%	1.00%	0.01%	4.52%
B04	0.44%	0.05%	0.02%	1.02%	0.94%	0.70%	3.18%
B05	0.62%	0.07%	0.04%	1.44%	1.32%	0.98%	4.47%
B06	0.56%	0.12%	0.00%	2.05%	0.77%	0.29%	3.79%
B07	0.10%	1.75%	0.00%	2.36%	1.04%	0.00%	5.25%
B08	1.24%	0.73%	0.00%	1.65%	0.87%	0.00%	4.49%
C01	2.20%	1.32%	0.00%	0.92%	0.43%	0.00%	4.88%
C02	3.02%	0.13%	0.62%	0.36%	0.49%	0.00%	4.62%
C03	0.00%	1.87%	0.49%	1.49%	0.56%	0.00%	4.40%
C04	0.45%	0.71%	0.25%	1.56%	1.08%	0.00%	4.06%
C05	0.17%	0.00%	0.53%	0.00%	1.03%	0.00%	1.74%
C06	0.22%	1.30%	1.01%	0.61%	0.42%	0.20%	3.75%
C07	0.03%	0.51%	0.02%	0.55%	0.75%	0.00%	1.85%
C08	1.14%	1.80%	0.52%	0.41%	0.76%	0.32%	4.95%
平均	0.64%	0.76%	0.25	1.22%	0.74%	0.21%	3.83%

註：比例計算方式=(綠建築手法總價/總工程造價)*100% (本研究整理)

表 3-13 則針對 24 件案例中，22 件合格級與 2 件鑽石級作效益與成本比例上之研究，結果發現，鑽石級的案例中，在於綠化量表現上皆有突出的表現，平均值高於合格級案例

平均值達 38.84%，而基地保水指標的效益表現上也較合格級高了約 6%，且成本平均高了約 0.8%，主要是在於透水鋪面使用比例較高。而在日常節能部份，則可以發現在綠建築指標的效益上是大致相同，並無明顯差距，但投入的成本比例在 AWSG 與 Uar 卻有些微的差異，主要在於其選用材料的價格差異，也由此可以看出，材料並不是決定效益的關鍵，主要還是在於綠建築手法的運用是否契合在地之環境需求，若能妥善的使用工法與材料，對於效益兼顧以及成本的節約則都會有一定程度之助益。

表 3-13 綠建築效益與成本比例之等級差異分析表

綠建築等級 指標項目		綠建築效益		成本比例	
		合格級	鑽石級	合格級	鑽石級
綠化量指標		13.30%	38.84%	0.64%	0.68%
基地保水指標		20.48%	26.17%	0.69%	1.55%
日常節能 指標	AWSG	7.65%	7.81%	0.21%	0.77%
	Uar	20.81%	20.83%	1.28%	0.51%
水資源指標		125.67%	258.36%	0.96%	0.85%
合計				3.78%	4.35%

本研究整理

而由學校類建築基本門檻指標來檢視成本比例，合格級的綠建築手法所耗用之平均成本比例約為 3.78%，鑽石級的綠建築手法所耗用之平均成本比例約為 4.35%，兩者數據差異不大，也可由此數據間接說明了要達到綠建築最高層級的認可，雖需要較多的努力來檢討基地環境，但所耗費之總營建成本比例並不會因等級的差異需有大幅度的增長。

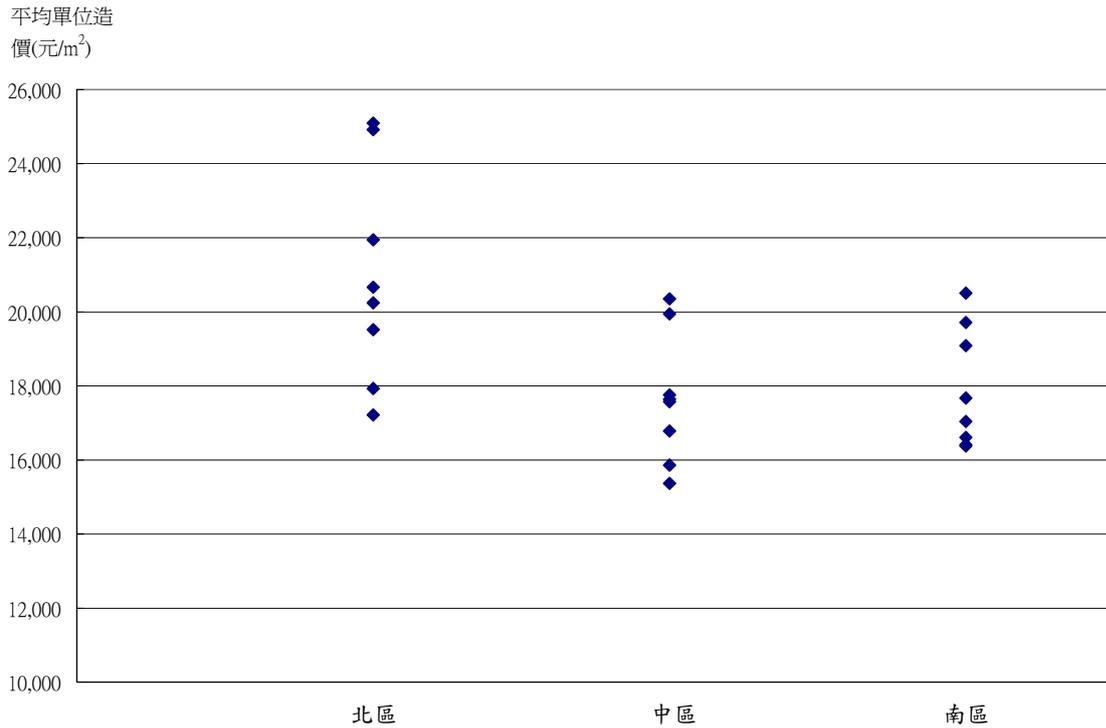


圖 3-18 三區單位造價分析圖

圖 3-18 旨在說明北中南三區之單位造價是否有區域性的變化，由圖可以看出半數以上的案例其實在單位造價上的差距並不明顯，若有整體看來，北區之單位造價略高於中區與南區，而中區與南區的差距就不甚明顯。

表 3-14 三區樓地板面積與單位造價差異分級表

樓地板面積 (m ²)	單位平均造價 (元/m ²)			
	北區	中區	南區	三區平均
0~5,000	18,725	17,021	16,820	17,539
5,000~20,000	22,567	18,719	18,589	19,709
20,000~40,000	24,918	----	----	24,918

本研究整理

再由表 3-14 可以從中得知北中南三區樓地板面積 (m²) 與平均單位造價 (元/m²) 上的差異性。樓地板面積落於 0~5,000 m² 的案例，以北區平均單位造價最高，其次分別為中區、南區。樓地板面積落於 5,000~20,000 m² 的案例，以北區平均單位造價最高，其次分別為中區、南區。而樓地板面積落於 20,000~40,000 m² 的案例則屬北區獨有，中區與南區皆無此類樓地板面積案例。由上述說明也可以發現，從樓地板面積的分級來檢視，北區的確明顯高於中區與南區，而中區與南區則不盡明顯。

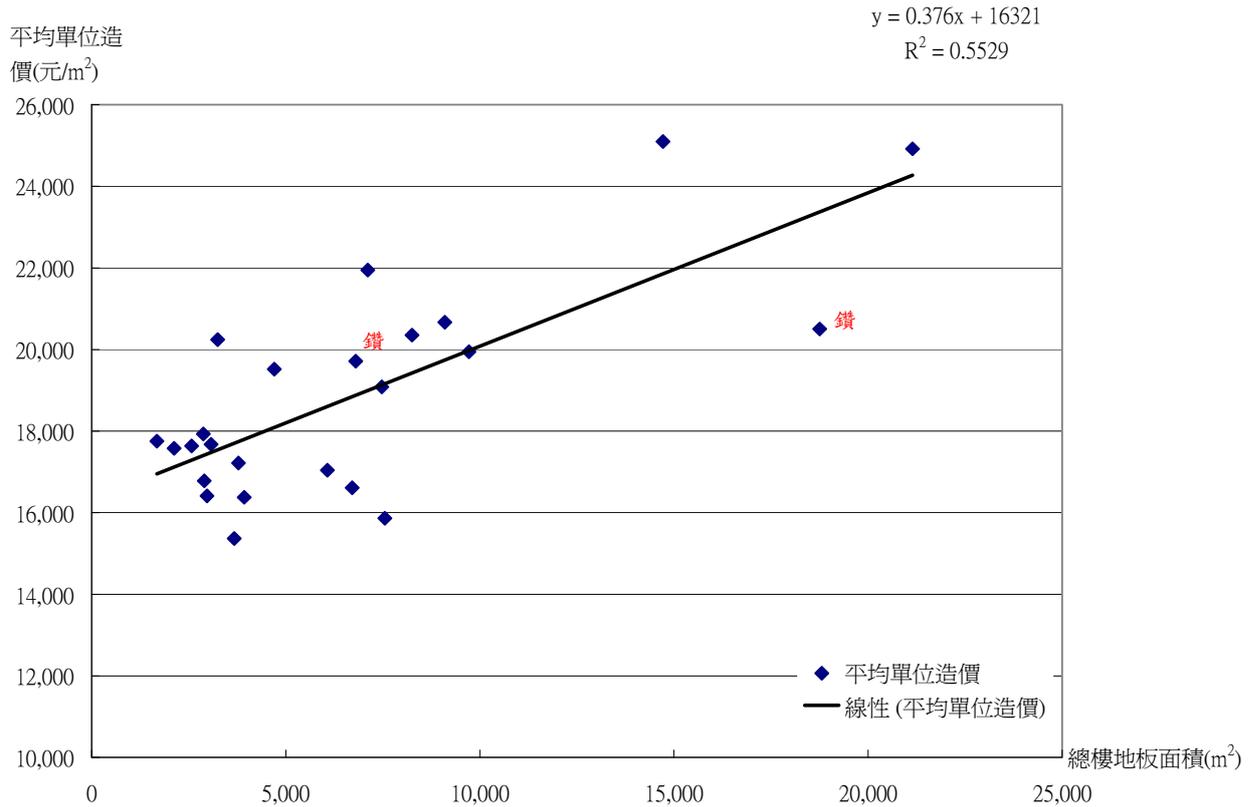


圖 3-19 平均單位造價與總樓地板面積線性關係圖

由圖 3-19 可以發現，樓地板面積的大小與平均單位造價間的線性關係圖，由圖上可以得知樓地板面積越大，其平均單位造價確實有升高的趨勢，成正相關之線性關係， $R^2=0.5529$ 。且由圖面標註鑽石級的兩個案例可以了解到，鑽石級的案例其平均單位造價並非為案例中平均單位造價表現較昂貴的案例，顯見綠建築級別的高低在考量到樓地板面積的大小之條件下，仍顯示出鑽石級的案例並非最昂貴的表徵。

表 3-15 將 24 件學校類綠建築案例進行綠建築手法之成本提升比例分析檢討，在綠化量與基地保水量指標部分，因這兩項指標無法判別有無綠建築申請其配置設計差異的狀況，因此植栽與鋪面的成本全數視為成本提高之數據。日常節能部分主要視其結構體、外遮陽與屋頂隔熱層的增設，導致成本的提高比例，舉例來說，結構體部分一般建築使用鋼筋混凝土，而鑽石級的建築物則會運用高爐水泥(再生水泥)來獲得更高的分數認可，也因此表 3-15 則將使用高爐水泥與一般水泥之價差認列為綠建築提升成本比例的依據。而裝修建材主要在於油漆、建材等差異，若使用健康綠建材塗料，本研究將之價格扣除其案例所使用一般塗料之成本，作為綠建築提升成本比例的依據，而綠建材的使用也將以各案例中一般建材的成本做為基礎來獲得提高成本的基準。表 3-15 則針對 24 件案例，以一般建築營建狀況為基準，進行價差上的比較，並提出各個案例因申請綠建築標章所直接提高其營建成本的比例狀況，以確實釐清綠建築之學校類建築因運用綠建築手法所必須提高的成本數據。

表 3-15 各案例綠建築手法之成本提高比例分析表

編號	A01	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木	0.65%
保水	免評估	0.00%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	發泡 PS 板+鋼筋混凝土	0.00%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		0.65%
編號	A02	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、灌木	0.21%
保水	綠地、透水鋪面	0.31%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗、垂直+水平格柵百葉	1.16%
屋頂隔熱層	磁磚+鋼筋混凝土+空氣層+岩棉天花板； 磁磚+鋼筋混凝土+空氣層+玻璃棉+鋁板天花； 七釐石+鋼筋混凝土+空氣層+岩棉天花板； 鋼板+玻璃棉+鋼板	0.69%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		2.38%

編號	A03	
等級	合格級	
	綠建築使用手法	綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、喬木、棕櫚、灌木、草花	2.64%
保水	綠地、透水鋪面	0.00%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗+格柵遮陽板	0.00%
屋頂隔熱層	文化瓦+空氣層+鋼筋混凝土	2.09%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		4.72%

編號	A04	
等級	合格級	
	綠建築使用手法	綠建築提升成本比例(%)
綠化	生態複層、大小喬木、棕櫚、灌木、草花	0.70%
保水	綠地、透水鋪面	0.00%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	瀝青平瓦+木質纖維板+鋼筋混凝土	1.34%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		2.03%

編號	A05	
等級	合格級	
	綠建築使用手法	綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、老樹保留、棕櫚、灌木	0.70%
保水	綠地、透水鋪面	2.60%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗+格柵遮陽板	0.87%
屋頂隔熱層	鋼瓦+發泡 PS 板+鋼筋混凝土	0.75%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	0.68%
合計(%)		5.60%

編號	A06	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	生態複層、大小喬木、老樹保留、灌木、草花	0.00%
保水	綠地、透水鋪面	2.49%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	陶瓦+空氣層+鋼筋混凝土+空氣層+岩棉吸音板；泡沫混凝土+鋼筋混凝土	1.31%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	0.07%
合計(%)		3.86%

編號	A07	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、灌木、蔓藤、草花	1.10%
保水	綠地、透水鋪面	1.26%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	混凝土+發泡 PS 板+鋼筋混凝土； 陶瓦+空氣層+鋼筋混凝土	0.98%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	0.21%
合計(%)		3.54%

編號	A08	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	生態複層、大小喬木	1.09%
保水	綠地、透水鋪面、花園土壤	1.12%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗+格柵遮陽板	0.08%
屋頂隔熱層	保麗龍五腳隔熱磚+輕質混凝土+鋼筋混凝土	0.00%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		2.29%

編號	B01	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	生態複層、大小喬木、灌木	0.32%
保水	綠地、透水鋪面	2.01%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	保麗龍磨石子隔熱磚+泡沫混凝土+鋼筋混凝土+空氣層+岩棉天花板	0.92%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		3.24%

編號	B02	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、灌木、草花	0.00%
保水	綠地、透水鋪面	1.48%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	可樂瓦+木質纖維板	1.01%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	2.73%
合計(%)		5.22%

編號	B03	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、棕櫚、草花	0.54%
保水	綠地、透水鋪面	0.64%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	鋼瓦+空氣層+鋼筋混凝土+空氣層+礦纖天花板	1.11%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	0.01%
合計(%)		2.29%

編號	B04	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、棕櫚、草花	0.66%
保水	綠地、透水鋪面	0.08%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.03%
屋頂隔熱層	鋼瓦+空氣層+鋼筋混凝土+空氣層+礦纖板	1.77%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	1.05%
合計(%)		3.59%

編號	B05	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、灌木、草花	0.93%
保水	綠地、透水鋪面	0.11%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	磁磚+鋼筋混凝土+空氣層+礦纖天花板；磁磚+鋼筋混凝土+空氣層+矽酸鈣板	1.08%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	1.47%
合計(%)		3.59%

編號	B06	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	生態複層、大小喬木、棕櫚、灌木、草花	0.84%
保水	綠地、透水鋪面	0.18%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.80%
屋頂隔熱層	保麗龍磨石子隔熱磚+泡沫混凝土+鋼筋混凝土	1.55%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.44%
合計(%)		3.80%

編號	B07	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、棕櫚、灌木、草花	0.15%
保水	綠地、透水鋪面	2.63%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	PS板磨石子隔熱磚+鋼筋混凝土+空氣層+岩棉吸音板	1.77%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		4.55%
編號	B08	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、老樹保留	1.86%
保水	綠地、透水鋪面、地下礫石貯集	1.10%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗	0.00%
屋頂隔熱層	松木+泡沫混凝土+鋼筋混凝土；卵石+泡沫混凝土+鋼筋混凝土；泡沫混凝土+鋼筋混凝土；松木+泡沫混凝土+鋼筋混凝土；卵石+泡沫混凝土+鋼筋混凝土；鋼板+PS板+空氣層+鋼筋混凝土	1.25%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		4.20%
編號	C01	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	生態複層、大小喬木	3.30%
保水	透水鋪面、花園土壤	1.98%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗(陽台)	0.00%
屋頂隔熱層	鋼瓦+空氣層+鋼筋混凝土+空氣層+礦纖板	0.69%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		5.97%

編號	C02	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木	4.53%
保水	綠地、透水鋪面	0.20%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗(陽台)	0.00%
屋頂隔熱層	磨石子地磚+鋼筋混凝土	0.27%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		5.00%

編號	C03	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木	0.00%
保水	綠地、透水鋪面	2.81%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗(陽台)+格柵遮陽板	0.74%
屋頂隔熱層	隔熱磚+鋼筋混凝土	1.11%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		4.65%

編號	C04	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、灌木	0.68%
保水	透水鋪面、花園土壤	0.26%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗(陽台)+格柵遮陽板	0.38%
屋頂隔熱層	隔熱磚+鋼筋混凝土	1.17%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		2.48%

編號	C05	
等級		
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、老樹保留	0.26%
保水	綠地、透水鋪面、花園土壤	0.00%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗+格柵遮陽板	0.80%
屋頂隔熱層	陶瓦+空氣層+鋼筋混凝土+空氣層+岩棉天花板	0.00%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	無	0.00%
合計(%)		1.06%

編號	C06	
等級	鑽石級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、棕櫚、灌木	0.33%
保水	綠地、透水鋪面	1.95%
結構體	鋼筋混泥土(使用高爐水泥 100%)	3.69%
外遮陽	陽台、深窗加裝鋁格柵(水平、垂直)	1.14%
屋頂隔熱層	鍍鋅鋼板+PS 隔熱板+空氣層+礦纖天花板	0.47%
裝修建材(環保)	部分牆面粉刷採噴塗健康綠建材塗料、環保木紋地磚、半明架礦纖天花板	0.42%
雨水回收	有	0.30%
合計(%)		8.30%

編號	C07	
等級	合格級	
綠建築使用手法		綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、綠地	0.05%
保水	綠地、透水鋪面	0.77%
結構體	鋼筋混泥土(無使用再生水泥)	0.00%
外遮陽	結構體深窗(陽台)	0.00%
屋頂隔熱層	隔熱磚+鋼筋混凝土	0.41%
裝修建材(環保)	一般油漆	0.00%
雨水回收	有	0.00%
合計(%)		1.22%

編號	C08	
等級	鑽石級	
	綠建築使用手法	綠建築提升成本比例(%)
綠化	大小喬木、灌木、草花	1.71%
保水	綠地、透水鋪面	2.70%
結構體	鋼筋混凝土(添加高爐水泥)	2.37%
外遮陽	深窗、氣窗加裝 PC 百葉及外裝鋁格柵	0.78%
屋頂隔熱層	(1)彩色鋼板+空氣層+石膏板+岩棉+鋼板+吸音天花板 (2)彩色鋼板+空氣層+石膏板+岩棉+鋼板+鋼筋混凝土+吸音天花板	0.32%
裝修建材(環保)	粉刷皆採噴塗健康綠建材塗料、環保木紋地磚(小口磚)	0.56%
雨水回收	有	0.48%
合計(%)		8.91%

表 3-15 逐一說明各案例使用綠建築之相關手法所運用的技術或材料，並分析以價差的概念下，說明 24 件案例所提升之成本比例，簡而言之，就是因申請綠建築標章所採用各綠建築使用手法，相較一般建築之建造模式所多衍生的成本。而表 3-16 為 24 件有申請綠建築標章之學校類案例之成本提升比例總表，而其成本提升之比例主要以價差的概念來進行調查分析，也就是將學校類綠建築申請案件因運用了綠建築手法，衍生出額外的成本納入計算，以確實了解申請綠建築標章之學校類建築相較一般建築會提高多少成本之比例。由表 3-16 可以發現綠建築提升成本比例(%)介於 0.65% ~ 8.91%，而整體 24 件案例平均提升成本比例為 3.88%。

由數據來檢視，則可說明本研究計畫所調查之 24 件學校類綠建築標章案例，因採用了綠建築的手法技術下，相較於一般建築的建造過程與材料選用，平均之成本差異高了 3.88%，若能採因地制宜的設計手法，並搭配專業的綠建築宣導教育，讓綠建築相關的概念與技術能從設計之初即落實於建築規劃設計，相信未來更有機會能將其成本更逐步減低；同時在推動環保建材或綠建材的趨勢下，能逐步降低環保建材之成本，將也能有效的讓綠建築的建造成本能與一般建築之成本逐漸達到平衡的結果與趨勢。

表 3-16 綠建築標章之學校類建築成本提高比例表

編號	級別	綠建築提升成本比例(%)	綠建築平均提升成本比例(%)
A01	合格級	0.65%	3.88%
A02	合格級	2.37%	
A03	合格級	4.73%	
A04	合格級	2.03%	
A05	合格級	5.61%	
A06	合格級	3.87%	
A07	合格級	3.54%	
A08	合格級	2.30%	
B01	合格級	3.24%	
B02	合格級	5.22%	
B03	合格級	2.30%	
B04	合格級	3.59%	
B05	合格級	3.59%	
B06	合格級	3.80%	
B07	合格級	4.55%	
B08	合格級	4.20%	
C01	合格級	5.97%	
C02	合格級	5.00%	
C03	合格級	4.65%	
C04	合格級	2.48%	
C05	合格級	1.05%	
C06	鑽石級	8.30%	
C07	合格級	1.22%	
C08	鑽石級	8.91%	

表 3-17 調查案件之節能效益分析

年度	總樓地板面積 (m ²)	節省電能(KWh/yr)	節省水量(m ³ /yr)	合計(元)
		節省電費(新台幣/yr)	節省水費(新台幣/yr)	
97	19690.44	326861	14374	\$ 932, 145
		\$ 817, 153	\$ 114, 992	
98	38278.96	635341	27944	\$ 1, 812, 126
		\$ 1, 588, 577	\$ 223, 549	
99	102913.14	2562537	75127	\$ 7, 007, 356
		\$ 6, 406, 343	\$ 601, 013	
合計	160882.54			\$ 9, 751, 627

註：1. 依綠建築評估系統概估其建築物之節能比例概估應可達 20%，節水量概估應可達 30%。

2. 依綠建築評估手冊中用電密度基準 KWh/m²·yr 及用水量計算標準 (L/m²·dy)

3. 本表之節省經費係依電費(2.5 元/KWh)、水費(8 元/m³)方式計算。

彙整後可以得知調查之 24 件學校類案例，除了綠化量對於二氧化碳排放之控制有正面效益的幫助，以及基地保水手法對於水源涵養與逕流量的控制有其助益外，在日常節能與水資源指標上，以實質效益來看，在節省電費部分以樓地板面積、用電密度基準與節能比例加乘後進而換算出電能(KWh/yr)；節省水費亦以樓地板面積、用水量標準、節水量比例加乘計算後得知總用水量(L/yr)，並且採用財團法人台灣建築中心每月換算省電水費（電費(2.5 元/KWh)、水費(8 元/m³)計算）分別計算，計算方式如公式(1)、(2)所示。綜合計算後如表 3-17 中顯示，合計可節約 975 萬左右之經費，對於能源節約與永續環境正義皆有立即的效益展現。

$$\begin{array}{ccccccc}
 A & \times & B & \times & 0.2 & \times & 2.5 & = & C \\
 \text{樓地板面積} & & \text{用電密度基準} & & \text{節能比例} & & \text{電費} & & \text{節省電費} \\
 (\text{m}^2) & & (\text{KWh}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}) & & (100\%) & & (\text{元}/\text{KWh}) & & (\text{元}/\text{yr})
 \end{array} \quad (1)$$

$$\begin{array}{ccccccc}
 a & \times & b & \times & 0.3 & \times & 8 & \times & 1000 & \times & 365 & = & c \\
 \text{樓地板面積} & & \text{用水量標準} & & \text{節水比例} & & \text{水費} & & \text{容積} & & \text{一年天數} & & \text{節省水費} \\
 (\text{m}^2) & & (\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{dy}) & & (100\%) & & (\text{元}/\text{m}^3) & & (\text{m}^3/\text{L}) & & (\text{dy}/\text{yr}) & & (\text{元}/\text{yr})
 \end{array} \quad (2)$$

本研究試圖進一步了解獲得綠建築標章之 24 件案例的成本回收效益。計畫調查之 24 件學校類綠建築案例的總營建工程經費為新台幣 3, 256, 164, 282 元，而經由表 3-16 之分析結果可以得知，24 件學校類綠建築標章之案例採用綠建築技術手法與材料，平均將提高總營建工程經費的 3.88%。因此可以計算得知，24 件案例所提高的總工程經費為新台幣 126, 339, 174 元。再由表 3-17，24 件案例因採用綠建築之技術手法與材料，一年將可以節省約 975 萬之經費來換算，本研究計畫之 24 件學校類綠建築標章案例所衍生成本的回

效益，將在 13 年後達到平衡狀況。若以鋼筋混凝土建築物約 50 年之生命週期來思考，綠建築對於環境永續與節能減碳的確有正面且值得投資的效果。

第四章 結論與建議

綜合上述 24 件的學校類建築案例分析與探究，以及相關人士的問卷與訪談，於目前階段提出下列之結論與建議。

第一節、研究結論

一、97-99 年度學校類之調查案件達合格級標準佔 91.7%

本研究計畫於北、中、南三區各選取 8 個案例，合計共 24 件案例，而目前案例中合格級案例佔 91.7%，另有兩件(8.3%)為鑽石級案例。除申請四項指標的合格級與九項指標的鑽石級外，另有九件合格級案例有申請五或六個指標，也發現 66.7%會優先挑選汗水垃圾改善指標來進行評估。由以上說明顯見目前各校申請綠建築仍以通過為多數，較不會想往更高的分級制度來加以檢核，對於未來校園環境與師生教、學品質將受到一定程度的考驗。

二、學校類綠建築標章的營建成本較台灣省建築師公會公告標準高了 3.9%

24 個研究案例中，其總工程之單位造價與台灣省建築師公會所公告的單位造價參考值，並非有申請綠建築之學校成本上就明顯偏高，有 9 件案例其單位造價成本比台灣省建築師公會所公告之參考值更低，佔總案例之 37.5%。以獲得學校類綠建築標章之調查案例 24 件來檢視，其平均單位造價(元/m²)相較於台灣省建築師公會高了 3.9%。

若以學校類綠建築基本門檻指標所花費之成本比例加總過後，發現綠建築相關手法技術所花費的成本，皆在總預算的 1.74%~5.45%，24 件案例之平均數值為 3.83%。也證明了要達到綠建築標章指標之認證，並運用綠建築技術於設計中，並不會產生過多成本比例的負擔。

三、綠建築手法及材料所產生之成本提高約 3.88%

綠建築手法與材料如日常節能:結構體(再生水泥)、外遮陽與屋頂隔熱層的增設、裝修建材:環保塗料、綠建材或再生建材等，皆屬造成成本增加的元素，本研究將成本價格扣除其案例所使用一般手法或建材之成本，作為綠建築提升成本比例的依據。結果發現 24 件案例運用綠建築手法或材料導致提高總工程營建成本比例(%)為 3.88%。

若能採因地制宜的設計手法，並搭配專業的綠建築宣導教育，讓綠建築相關的概念與技術能從設計之初即落實於建築規劃設計，相信未來更有機會能將其成本更逐步減低；同時在推動環保建材或綠建材的趨勢下，能逐步降低環保建材之成本，將也能有效讓綠建築建造成本能與一般建築之成本逐漸達到平衡的結果與趨勢。

四、目前有執行過綠建築之相關人士普遍認為綠建築仍較為昂貴

由問卷的調查與實地的訪談發現，不論是設計者的苛責與使用者的論述，都覺得綠建築的確是較貴的一種宣示，主要就是長期的一種感覺，設計者認為：「為了要符合，改變就是貴。」；使用者認為：「綠建築比較好，比較貴也正常。」，但本計畫之研究成果卻得到綠建築對環境永續的發展與節能減碳是有必然的正面效益，但在建造成本上卻不一定只有昂貴的唯一選項，有許多的案例得以證明，綠建築的技術手法與材料，也能非常的平民化，讓整體平均單位造價更低於臺灣省建築師公會所提出的數據。

五、綠建築之成本回收將在 13 年後達到平衡

本次調查 24 件案例中，其節能效益上，可以發現 24 件案例一年能節省之水費與電費約達新台幣 975 萬元，若以本研究計畫之 24 件獲得綠建築標章的學校類建築來換算回收效益，將於 13 年後可獲得綠建築營造衍生成本的回收，以目前 24 件鋼筋混凝土造之學校類建築物來評估，其建築生命週期約 50 年以上，13 年即可回收綠建築手法技術與材料所產生的支出，以永續觀點與綠建築之立意上是值得投資的選項。

第二節、研究建議

立即可行建議：

一、除學校類建築外，應執行其他類別之成本分析

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：綠建築相關學術單位

建議內容：

本計畫主要針對學校類建築進行研究分析，但因其使用屬性與機能的不同，不能代表其他類別也有相同之結果，建議未來應就各分類進行更多元與完整的調查，先後順序主要針對民眾生活與使用頻率、重要性序列，建議為：住宅類、辦公廳類、大型空間類、旅館類、醫院類及其他類，讓本計畫的面向能更加健全。

二、應廣泛宣導平價綠建築之實際案例與參訪

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：教育部

建議內容：

綠建築等於昂貴的建築，在本計畫研究中則可以獲得平反，但如何讓大眾了解相關的訊息與改變其看法，則必須運用這些真實的案例，讓民眾、學校師生與設計專業者去親身體驗、獲取認同，才能逐漸消彌過往的認知與言論。

中長期建議：

一、研擬學校綠建築分級獎勵措施，激勵校園環境升級

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、行政院公共工程委員會、教育部

建議內容：

目前學校類建築大多以合格級為目標，未來應擬定相關獎勵辦法或競賽，讓學校間能起而效尤，甚至激發學生的互動式參與模式，讓校園的綠建築概念能更深植學校、向下紮根，進而獲取環境永續之更大效益。

二、培訓綠建築專業講師與辦理專業講座說明會

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人臺灣建築中心、臺灣省建築師公會

建議內容：

由計畫研究發現，綠建築的成本控制在規劃設計初期階段影響頗大，若能提升建築師等建築設計專業者對於規劃與材料的運用，將能有效提高建築節能減碳效益，同時降低綠建築之建造成本，而這方面的推動則必須靠綠建築專業單位來培訓相關講師，針對有機會參與規劃設計的人員進行專業講座的說明與教育訓練，以確實提升臺灣在地風土建築規劃

設計的概念與材料適宜性的選用。

三、將室內環境指標納入學校類建築基本門檻指標

主辦機關:內政部建築研究所

協辦機關:財團法人臺灣建築中心

建議內容:

校園環境中師生除下課與體育課時間外，上學時段大約有 80% 左右的時間待在教室內空間，若室內空間之環境舒適品質(如甲醛需多年才能完全揮發)未受到保障，將使得師生之健康有所疑慮，且經過成本比例的評估後也發現其室內裝修建材(粉刷部分)所占總工程經費百分之三左右，也因此建議將室內環境指標納入學校類申請門檻，以提升學校師生健康之教與學環境。

附錄一、研究計畫評選簡報評審意見與回應

日期：100/2/21

地點：內政部建築研究所

項次	甄審意見	廠商回應
梁漢溪 甄審成員	<p>1. 綠建築申請指標不同將影響其建造成本，建議挑選案例時宜注意指標項目之一致性。</p> <p>2. 建議以中小學較單純之學校為樣本，以排除特殊性強之案例；另於成本比較時，建議考量以預算與執行成本來進行評估。</p>	<p>1. 感謝指教，遵照辦理。</p> <p>2. 感謝指教，本研究將依現況調查案例擇選適合其本研究分析案例。</p>
蕭弘清 甄審成員	<p>1. 建議針對綠建築之九大指標建立整體量化之性能總評估，俾分析各指標對造價成本分配之投資報酬率。</p> <p>2. 建議針對各項指標對於節能減碳成果及投資成本，進行最大效益量化分析，俾能真正比較出成本分配之合理性。</p> <p>3. 建議將成果報告製成電子檔，俾供建築教育宣導及學校人才培育推廣之用。</p>	<p>1. 2. 感謝指教，本次研究文中提及，此類研究分為成本效能分析與成本效益分析，綠建築技術手法或節能減碳等屬成本效能部分，而本研究屬成本效益旨在針對綠建築標章申請與否之建築對於建造成本的差異。</p> <p>3. 感謝指教，最終將針對綠建築指標中其成本效益，提出建議參考並製作電子檔案供後續研究推廣之用。</p>
吳德賢 甄審成員	<p>1. 有關北中南學校類樣本取樣，於大學、中學、小學、都會及鄉村型學校之間，將以何標準做比較分析，請補述之。</p> <p>2. 校園外部環境和建築物本身在綠環境之貢獻上不完全相同，建議著重於視校園外部空間在綠建築環境上之意義。</p> <p>3. 建議增加如何於學校行政單位及建築師之設計理念上，實踐「綠建築理念」及「綠建築指標」之相關探討。</p>	<p>1. 感謝指教，本研究於文中說明，依其學校類並僅針對樓地板面積分類擇選其樣本並無區分鄉村型及都會型。</p> <p>2. 感謝指教，學校類建築於申請綠建築標章時必須申請其綠化量及基地保水指標，因此於成本分析時將會納入綠環境部分。</p> <p>3. 感謝指教，本研究於研究上納入專業人士訪談，將會針對綠建築相關議題進行現場訪談並記錄。</p>

<p>陳玠佑 甄審成員</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 問卷訪談內容之研擬依據，及訪談問卷如何與成本差異進行交叉比對分析，以求得其差異性，請補述之。 2. 決算書資料取得若有困難時，除簡報所提方法外，尚有無其他取得方式，亦或團隊可否有能力自行評估，請補述之。 3. 建議於研究企劃書之進度表中補述專家座談會規劃之時程。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝指教，本研究採用之成本差異分析屬量化分析，訪談法為質性分析；差異分析其結果可與訪談敘述參照，可提供其綠成本相關後續推動建議。 2. 感謝指教，本研究將與北中南三區召集人研議與專業人士索取其數據資料。 3. 遵照辦理
<p>廖主持人慧燕</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案是否僅針對綠建築之建造成本進行調查分析?建議將建築使用後之維護管理差異性納入研究。 2. 建築成本受建築型態、規模、建材等差異性影響，綠建築成本比較如何進行樣本選取，請補述之。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝指教，本案研究主題僅針對建築成本研究，建築維護管理成本部份暫不納入。 2. 感謝指教，本研究於文中說明其綠建築與一般樣本取樣將擇選規模相仿面積雷同，為選擇比較樣本。

附錄二、研究計畫期中審查會議紀錄評審意見與回應

日期：100/7/8

地點：內政部建築研究所

項次	評審意見	廠商回應
教育部(李科長啟光)	<p>1、建議釐清建造成本之比較基礎與物價指數變動等問題；另案例分析時如以學校類建築與一般類建築(住宅、辦公大樓等)之造價比較是否妥適，請說明之。</p> <p>2、永續公共工程會之綠色內涵所規定之比率與本研究結論尚有差異，請說明之。</p>	<p>1、感謝指教，本計畫以綠建築學校類為研究基準，故其他類型建築物將建議未來計畫繼續探討之。</p> <p>2、感謝指教，本計畫主要以學校類四個基準指標(綠、基、日、水)為主，而各案例於四指標內綠色內涵包含項目甚少，經過調查各案例於綠色內涵所佔比例甚高的包含其裝修或建材為主要項目，因此本計畫所研究分析出的綠成本比例與綠色內涵無法相同。</p>
中華民國全國建築師公會(江建築師星仁)	<p>1、建議地方政府依工程會等訂定之綠建築設計獎勵辦法，確依編列綠建築設計獎勵費用，俾利推動綠建築設計。</p>	<p>感謝指教，將其建議納入後續建議供其參考。</p>
梁教授漢溪	<p>1、建議綠建築案例再往前幾年進行篩選，並選擇優良案例強調述明其良好之效益，俾利推動綠建築。</p> <p>2、建議案例分級評估時，分析出額外造價與得分之關係；並將物價指數做正確歸納分析。</p>	<p>1、感謝指教，本計畫已採用評估等級之案例為主要對象，綠建築評估等級以 97 年開始，因此不已 97 年以前案例為樣本。</p> <p>2、感謝指教，將於期末採用共同性費用標準進行分析，了解近幾年營建波動關係。</p>
黃教授士賓	<p>1、P. 27 等之分析圖，建議可用統計散佈圖進行比較成本比例及效益兩因子之關係，俾利了解趨勢分析；且審慎提出 P27、P29、P31 等之分析，並用個案說明之。</p> <p>2、P. 39 建議再深入探討各項綠建築指標項目與一般構造之價差，例如外遮陽裝置與一般窗戶</p>	<p>1、感謝指教，將於期末補正說明。</p> <p>2、感謝指教，將於期末補正說明。</p> <p>3、感謝指教，於期末將 24 件案例統一分析後，再行確認其比例是否有所更正。</p>

	<p>之價差等，俾利未來參考應用；另表 3-9 之公會單位造價於同年度造價為何不同，請說明之。</p> <p>3、建議再詳細確認表 3-11 綠建築手法比例的平均值為 2.42%之正確性。</p>	
潘教授敏俊	<p>1、本案結論述明依綠建築設計施工並不會增加建造成本，然一般概念是綠建築建材會增加建造成本，建議請再補述之，俾利未來參考應用。</p> <p>2、建議研究報告納入學校類綠建築於後續營運成本降低之效益分析，俾利未來參考應用。</p> <p>3、建議在內文中述明參考文獻之引用出處。</p>	<p>1、感謝指教，於期末建議內容將概述之。</p> <p>2、感謝指教，本案主要評估綠建築建造成本的研究，後續維護及使用成本將建議後續研究加以探討。</p> <p>3、感謝指教，如擬補正。</p>
鍾教授松晉	<p>1、本案資料豐富，研究分析確實，另其研究成果符合一般預期。</p> <p>2、P.10 之問卷內容對於一般建築師而言偏難，建議再加以考量其難易度；另 P.12 表 2-1 之上一句編排版是否有誤繕，建議再行確認之；並請說明 P.25 圖 3-1 之綠日水污及綠基日水所代表之意義。</p> <p>3、建議將樓地板面積和發包決算單價來計算平均單位面積造價，並將同一地點及同一時間，分別比較之；另建議可將教育部規定之單位造價納入參考之。</p>	<p>1、感謝指教</p> <p>2、感謝指教，本計畫所研擬之問卷，主要以申請過綠建築證書或標章之建築師等專業人士進行訪談及填寫，對於問卷內容皆屬易懂題型。書面資料已詳述說明圖形內容，請參閱。</p> <p>3、感謝指教，將於期末補入行政院訂定之共同性費用標準，進行建造成本比較分析研究。</p>
廖組長慧燕	<p>1、建議比較合格級綠建築與鑽石級綠建築之差異分析。</p> <p>2、永續公共工程會之綠色內涵尚包括綠色環境、綠色工法、綠色材料及綠色能源等，然綠建築只是其中一部分，如以本研究僅針對綠建築相關工程之經</p>	<p>1、感謝指教，本計畫於期末擇取其一鑽石級與一般合格級相仿案例作差異性分析。</p> <p>2、感謝指教，本計畫主以學校類基本四指標（綠、基、日、水）為主要評估分析，其綠色內涵（10%）於各案例所</p>

	費 2.4%來比對，似未盡合理。	估比例甚高的部份皆集中於裝修及建材，因此與本計畫所探討出的結論比例不盡相同。
陳副所長瑞鈴	1、本案工程造價成本之比較基準的選擇上，請研究單位自行評估合適者，並補充說明之。	感謝指教，本計畫於期末採用行政院主計處訂定之共同性費用中的一般建築費用為評估基準。

附錄三、研究計畫期末審查會議紀錄評審意見與回應

日期：100/11/8

地點：內政部建築研究所

項次	評審意見	廠商回應
<p>行政院經濟建設委員會 (林簡任技正之瑛)</p>	<p>1、本案可釐清學校類綠建築建造成本之差異，亦符合生態城市綠建築推動方案之需求，故本案原則可行；惟建請補充說明本案單位造價分析及具體成果。</p> <p>2、建請補充說明各項指標在不增加經費前提，亦可達成綠建築優良成效之相關設計、施工、使用管理等手法，俾利宣導推廣。</p> <p>3、建請針對研究結果所提及之鑽石級綠建築和一般綠建築之結構體及裝修需另加經費部分，提出改善建議與改善對策。</p> <p>4、綠建築案例之相關設施及設備是否有生命週期較短問題，建請一併檢討釐清。</p> <p>5、成果報告書建請補充摘要頁面。</p>	<p>1、感謝指教，補充說明於 P52-54。</p> <p>2、感謝指教，已針對綠建築相關手法設計與材料進行檢討，並以價差方式來說明，若提升成本比例為 0%者，則為不需增加成本之設計技術手法，請參照 P59-69。</p> <p>3、感謝指教，依委員意見補列檢討說明，請參照 P59-69。</p> <p>4、感謝指教，本研究主以探討建造成本並針對 24 件學校類案例進行評估分析，且綠建築各指標所採用之技術多為概念上之運用，而綠建材皆經過實驗室之實驗核可認證，反而本案調查之案例運用相關綠建築技術與建材後，將能節能減碳，增加之成本能於 13 年內達到收益平衡，參照 P70-71。</p> <p>5、感謝指教，中英文摘要請參照 VII、VIII。</p>
<p>教育部(李科長啟光)</p>	<p>1、建請釐清比較綠建築與非綠建築建造成本之基礎數據引用來源妥適性。</p> <p>2、建築物目前以學校類建築、住宅類建築、辦公大樓類建築等為大宗，而其基地條件、使用型態等亦不同，故建請研究建造成本時，將建築物類型、基地條件、不同的使用型態等議題納入檢討分析。</p>	<p>1、感謝指教，本研究於研究後期仍無法順利取得非申請綠建築案例案，因此以台灣省建築師公會建造成本替代非綠建築建造成本，並以價差概念來檢視綠建築手法所衍生之成本，藉以論述綠建築技術手法、材料等之效益，請參照 P59-71。</p> <p>2、感謝指教，已於建議中提出後續建議，請參照 P75。</p>

<p>中華民國全國建築師公會(張建築師鉅墉)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、本案以學校類建築為例，應注意學校分類特性，其中包括國中小學以下是一族群，大專院校以上又是另一族群，而高中則介於二者之間，故建請應予分類。 2、綠化量指標、基地保水指標二指標因可引用基地合理分割設計，且一般學校建蔽率低，故會有免做設計即可通過指標之情形；但於其他非學校類建築則少有此種機會，故以學校類建築為例時，建請此二項指標應僅為比較分析之參考。 3、本案為取得較可信的比較分析數據，建請比較分析時，案例應以相同背景條件進行分析，例如：基地保水指標上應針對同一最終入滲率案件比較分析、外殼節能應針對同一開窗方位案件比較分析、屋頂隔熱應針對同一隔熱性能級距案件比較分析等。 4、建請建造成本應一併考量日後長期的維護成本，俾達最佳效益。 5、綠建築不僅是取得綠建築標章者才為綠建築，亦有未申請綠建築標章者一樣達到綠建築標準；且綠建築僅為設計要求、申請綠建築標章僅為驗證其性能，故綠建築並沒有增加建造成本的問題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、感謝指教，本研究案例皆為學校類，於台灣省建築師公會及共同性標準費用皆為校舍建造費用並未區分學校屬性，且案例數量較不足來進行更細的分級，本研究亦已扣除非屬建造成本之費用，為了易於後續針對學校類綠建築之推廣與結論的易讀性，目前仍依照綠建築評估指標的建築類別分類—學校類為依歸進行研究。 2、本研究以學校類作為研究案例，即以學校類門檻指標綠化量、基地保水、日常節能及水資源四項指標作為主要分析研究。其綠化量及基地保水指標於個案分析時發現仍需涵蓋相關工程費用，請參照 P59-69。 3、感謝指教，將補充研究論述於 P59-69，以說明相關技術手法及材料上的影響效益。 4、感謝指教，本研究主以探討通過綠建築標章之建造成本及成本效益，本研究將針對其後續節能減碳之回收效益再做評估與檢討，請參照 P70-71。 5、感謝指教，本研究結論亦呈現其通過綠建築標章案例於成本上並無增加太多成本，因此後續建議如能將其他類型建築物評估分析出成本效益相仿，未來於宣導綠建築時更有實質數據提出綠建築同與一般建築，打破綠建築是昂貴的口號。
----------------------------	---	--

<p>中華民國全國建築師公會(陳建築師俊芳)</p>	<p>1、簡報第 33、34 頁之綠建築增加成本比例，建請以該項目增加之成本與總造價之比例分析為宜。</p> <p>2、簡報第 39 頁結論與建議部分，建請其他類別之綠建築建造成本分析應提出執行之先後順序。</p> <p>3、簡報第 41 頁結論與建議部分，建請研究安養中心、醫院等密閉使用空間案例，亦應評估室內環境指標。</p>	<p>1、感謝指教，依委員意見將補充分析論述，請參照 P59-69。</p> <p>2、感謝指教，依委員意見修正於 P75。</p> <p>3、感謝指教，於建議中提出應針對其他類型建築物進行綠建築成本審視，安養中心為住宿類，醫院則為醫院類，未來建議依照民眾使用頻率與強度進行調查研究，請參照 P75。</p>
<p>梁教授漢溪</p>	<p>1、本案之評估因綠建築指標內容等關係，實較美國綠建築評估系統(LEED)不易執行，惟建請以整體總價評估方式進行分析；因此，若取得決算書內容，建請扣除非相關之設備裝修費用進行比較分析。</p> <p>2、線性迴歸分析，其可顯示出其間之關聯性，故可藉以針對關聯性落差大者加以分析。</p>	<p>1. 感謝指教，已針對各研究案例不屬建造成本的其他工程費用皆扣除，並以價差方式計算出適當的綠建築使用成本，請參照 P59-69。</p> <p>2. 本計畫之分析說明了樓地板與建築造價卻有正相關，但因工程決算書內容涵蓋之內容與各校編排方式的差異，較不易檢討其內容，只能針對其大項進行檢討，補充論述分析於 P59-69。</p>
<p>黃教授士賓</p>	<p>1、建請本案結論與建議部分，應提出短、中、長期之計畫執行方式。</p> <p>2、建請本案未來應加強宣傳文宣，俾利民眾及學校師生能更瞭解綠建築設計並不會增加太多成本。</p>	<p>1、感謝指教，請參照 P75-76。</p> <p>2、感謝指教，已於建議中建請未來應多舉辦相關座談培訓專業人才並深入校園，以多元化的教育宣導方式，讓綠建築深根校園。</p>
<p>廖組長慧燕</p>	<p>建請將建造成本分成整體總價及個別項目分別比較分析，以利掌握全貌及個別項目特性；另請補充說明簡報第 35 頁呈現每年可節省水電費約 1,200 萬元之計算方式。</p>	<p>感謝指教，補充說明請參照 P70-71。</p>
<p>陳副所長瑞鈴</p>	<p>1、本案針對建築節能、綠化、基地保水等分項指標進行建造成</p>	<p>1、感謝指教，已針對各研究案例不屬建造成本的其他工</p>

	<p>本分析，且以省水馬桶、高爐水泥、太陽能板等建置成本當作綠建築增加的成本，是否允當，請研究單位審慎考量研析。</p> <p>2、本案請以單位樓地板面積之平均造價研析一般學校建築與獲得綠建築標章之學校建築建造成本之差異性，並請勿以單項工程之造價進行比較，而採工程總造價比較方式為宜，亦可針對獲同等級綠建築標章或不同等級間之學校類綠建築進行相互比較。</p> <p>3、另建築造價部分因需經工程會審議通過，始可據以編列預算，部分案例工程經費似超出額定金額，請進行了解並檢視原因。</p> <p>4、本案請提出節水節電之回收年限效益。</p>	<p>程費用皆扣除，並以價差方式計算出適當的綠建築使用成本，請參照 P59-69。</p> <p>2、感謝指教，本案所擇選之案例僅合格級及鑽石級，並針對兩類進行比較分析，請參照 P59-69。</p> <p>3、感謝指教，已針對各研究案例不屬建造成本的其他工程費用皆扣除，請參照 P52-53。</p> <p>4、感謝指教，已補相關內容論述於 P70-71，並說明其計算方式供後續宣導時自我檢視之便。</p>
--	--	--

附錄四、工作會議會議紀錄

一、第一次工作會議

開會時間：100年6月24日（星期五）上午9時30分整

開會地點：財團法人台灣建築中心-中區服務處（407台中市西屯區逢甲路19巷5號2樓）

主持人：鄭教授明仁

出席者：曾教授亮、黃教授瑞隆、黃建築師文彬、方建築師怡仁

會議議題研討事項：

- 1、研究計劃說明
- 2、案例選樣的可行性標準
- 3、評估計算方式的可行性探討
- 4、專家問卷的擬定

委員意見：

- (1) 目前計畫中是以臺灣省建築師公會之參考營建物價為標準，未來應以未申請綠建築之實際案例來檢驗其成本差異。
- (2) 學校類其申請指標多為綠、基、日、水，如何更有效佐證九大指標之綠建築案例成本不會過高。
- (3) 本計畫之案例樣本取得較為不易可以理解，但後續是否有機會能進行指標分類、成本分類、樣本型態(樓地板面積、空間使用型態)來進行分析，更深入釐清相關成本的關連性。
- (4) 以目前之計畫初步成果來看，申請綠建築之案例與臺灣省建築師公會所公告之營建物價指數，並無明顯且絕對性的偏高狀況，但大眾仍覺得綠建築就是高成本的材料與工法，如何來消彌這樣的觀念才是重點。
- (5) 學校類建築與一般建築還是有所差異，若要以學校類建築之成本效益來解讀綠建築並不等於高成本，民眾仍將會有所疑慮，是否應多考量其他類別的案例檢討。
- (6) 本計畫中學校類建築之調查案例多為綠基日水，但有些案例可以看出是以目前之現況條件則可符合綠化量與基地保水指標之基準，但其他一般之新建建築基地，則沒有這樣的條件，也因此成本比例並不會如現在調查案例中的低，會不會成為計畫實質上的盲點。
- (7) 建議應補強綠建築分級的案例多元性取樣，才能發現更多可檢討的項目與可論述之議題。

- (8) 營建成本較低之案例，可否研擬為日後操作之規劃範本或建議，以確實提出綠建築不等於昂貴建築之具體實證與依循模式。

回應說明：

- (1) 本研究於期末將北中南 24 件案例，依委員意見採指標分類、成本分類、樣本型態來進行分析。
- (2) 本研究將提出相關建議，供相關單位推廣教育宣導示範，以利後續綠建築推動執行。
- (3) 本研究將提出建議，供相關單位於後續繼續執行此研究於其他類型建築物的建造成本檢討
- (4) 本次檢討的學校類型其生態指標群均能有良好數據及效益呈現，基於其他類型無法規範申請指標，將於後續提出相關建議。
- (5) 本研究探討其 97-99 年申請案例，其分級制度仍屬實施推動階段，因此其分級較無明顯區分，未來將提出建議供相關單位是否於分級制度建立鼓勵措施或輔導申請單位申請較高等級的規劃方式。
- (6) 本研究於期中僅進行案件 14 件，未來將於期末全部案件檢討後，再行提出建造成本分析及建議。

會議簽到單：

「綠建築之建造成本調查研究—以學校類為例」

(第 1 次 工 作 會 議) 會 議 簽 到 單

一、時 間：100年6月24日(星期五)上午9時30分

二、地 點：財團法人台灣建築中心中區服務處
(台中市西屯區逢甲路19巷5號2樓)

三、主 持 人：鄭明仁教授 鄭明仁 記錄：符香梅

四、出席人員：

- 黃瑞隆教授 黃瑞隆
- 曾亮教授 曾亮
- 方怡仁建築師 方怡仁
- 黃文彬建築師 黃文彬
- 蔣敬三建築師 蔣敬三

五、列席人員：

鄭明仁 吳新 潘仰 廖彥

二、 第二次工作會議

開會時間：100 年 9 月 30 日（星期五）上午 9 時 30 分整

開會地點：財團法人台灣建築中心-中區服務處（407 台中市西屯區逢甲路 19 巷 5 號 2 樓）

主 持 人：鄭教授明仁

出 席 者：黃教授瑞隆、方建築師怡仁、鄭主任定乾、黃建築師宗喜、

陳建築師永川、徐建築師任鋒

會議議題研討事項：

- 1、學校類合格級與鑽石級可行性評估
- 2、綠建築與綠色內涵的比例差異性探討
- 3、評估計算方式的可行性探討

委員意見：

- (1) 分析台灣省建築師公會與共同性費用的差異為何？
- (2) 目前以單位面積造價來進行研究比較，而台灣省建築師公會與共同性費用，建議未來仍挑選較嚴格的標準進行所有的數據分析，才能更有說服力。
- (3) 綠基日水四項指標的分析無法解讀分級上的申請內容，應更深入比較合格級與鑽石級案例的綠成本比例數據。
- (4) 由目前平均單位造價看來，鑽石級的價格貴了許多，因進行綠建築技術手法的分析，以了解鑽石級之綠手法用了哪些技術或材料。
- (5) 建議可由財團法人台灣建築中心了解過往節能減碳數據，換算相關節約數據以增加公信力。
- (6) 建議可增加申請區域、樓地板面積、年度等分析，作更完善的分級評估。
- (7) 綠色內涵之成本比例，是否單只檢討分級與成本比例之高低關係，單位造價高低與綠色內涵之成本比例的直接關係應再檢討。
- (8) 結論與建議可更深入檢討綠建築分級制度或門檻指標之效益，藉本計畫提供更多未來改善的方向。

回覆意見：

- (1) 於期末報告呈現台灣省建築師公會與共同性費用的差異性分析比較。
- (2) 期末報告仍以較嚴格的基礎數據（台灣省建築師公會平均單價），為基準比較分析。
- (3) 期末報告將提出合格級與鑽石級各項綠成本比例與效益分析，比較其差異性及成本平均比例，並說明其兩種等級其技術與材料使用上的差別。
- (4) 期末報告總體效益將放入實際面的節電省水費用，總和 24 件案例並計算出其實際效益。

- (5) 本次檢討學校類指標其門檻指標僅限於綠、基、日、水四項指標，因此無法將綠色內涵全包括在內，故其呈現綠成本比例亦無法與綠色內涵 10%相同。
- (6) 本次期末於結論中將補充說明於分析後綠成本於學校類建築營建成本高低與綠建築的申請與否無直接關聯並提出平價綠建築的可行性，另於建議中提出後續立即可行建議及中長期建議供其參考。
- (7) 感謝專家學者於百忙中參與本計劃之工作會議，並提出相關疑問及分析重點，讓本案能夠於期末順利呈現其調查分析數據與評估說明。

會議簽到單：

「綠建築之建造成本調查研究—以學校類為例」

(第 2 次 工 作 會 議) 會 議 簽 到 單

一、時 間：100年9月30日(星期五)上午9時30分

二、地 點：財團法人台灣建築中心中區服務處
(台中市西屯區逢甲路19巷5號2樓)

三、主 持 人：鄭明仁教授 鄭明仁 記錄：徐秀楠

四、出席人員：

• 黃瑞隆教授

黃瑞隆

• 方怡仁建築師

方怡仁

• 黃宗喜建築師

黃宗喜

• 鄭定乾主任

鄭定乾

• 陳永川建築師

陳永川

• 徐任鋒建築師

徐任鋒

五、列席人員：

潘炳鈞 李福日 羅仁豪 廖辛池

附錄五、案例基本資料

編號：A01
分區：北區
案例名稱：國立宜蘭高級商業職業學校資訊大樓興建工程
樓地板面積：3,242.16 m ²
通過指標：綠化量、日常節能、廢棄物減量、水資源
評估等級：合格級





編號：A02
分區：北區
案例名稱：國立蘭陽女子高級中學自然科學教育大樓興建工程
樓地板面積：3,778.27 m ²
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
評估等級：合格級





編號：A03
分區：北區
案例名稱：國立羅東高級工業職業學校教學大樓統包工程
樓地板面積：9,098.43 m ²
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
評估等級：合格級





編號：A04
分區：北區
建案名稱：苗栗縣竹南鎮大埔國民小學九十六年度國民中小學老舊校舍整建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
樓地板面積：2,873.08 m ²
評估等級：合格級





編號：A05
分區：北區
建案名稱：國立板橋高級中學慧樓新建工程暨校園整體規劃
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善
樓地板面積：7,108.53 m ²
評估等級：合格級





編號：A06

分區：北區

建案名稱：國立基隆高級中學專科特別教室興建工程

通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源

樓地板面積：4705.63 m²

評估等級：合格級





編號：A07
分區：北區
建案名稱：國立臺北大學法律學院大樓 新建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
樓地板面積：14,717.61 m ²
評估等級：合格級





編號：A08

分區：北區

建案名稱：國立臺北大學公共事務大樓新建工程

通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源

樓地板面積：21,144.88 m²

評估等級：合格級





編號：B01
分區：中區
建案名稱：國立大甲高中科學館新建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
樓地板面積：2,121.80 m ²
評估等級：合格級





編號：B02
分區：中區
建案名稱：彰化縣立花壇國民中學老舊危險教室拆除重建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
樓地板面積：2569.61 m ²
評估等級：合格級





編號：B03	
分區：中區	
建築名稱：雲林縣莿桐鄉大美國民小學 94 年度國民中小學老舊校舍整建計畫工程	
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源	
樓地板面積：3668.21 m ²	
評估等級：合格級	
	
	



編號：B04

分區：中區

建築名稱：臺中縣沙鹿國小興建教學大樓新建工程

通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源

樓地板面積：8,250.59 m²

評估等級：合格級





編號：B05

分區：中區

建築名稱：臺中縣沙鹿國中興建教學大樓新建工程

通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源

樓地板面積：8,250.59 m²

評估等級：合格級





編號：B06

分區：中區

建築名稱：國立臺中一中圖書資訊暨教學大樓興建工程

通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源

樓地板面積：9715.63 m²

評估等級：合格級





編號：B07

分區：中區

建案名稱：國立大甲高中綜合教學大樓整建工程

通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、室內環境、水資源、污水垃圾改善

樓地板面積：1676.00 m²

評估等級：合格級





編號：B08
分區：中區
建築名稱：國立竹山高級中學美工館整建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、廢棄物減量、水資源、污水垃圾改善
樓地板面積：2895.82 m ²
評估等級：合格級





編號：C01
分區：南區
建案名稱：六甲國中老舊校舍整建第一期教室重建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善
樓地板面積：3073.09 m ²
評估等級：合格級





編號：C02
分區：南區
建案名稱：國立嘉義大學民雄校區教育館新建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、室內環境、水資源、污水垃圾改善
樓地板面積：7475.12 m ²
評估等級：合格級





編號：C03
分區：南區
建案名稱：安平國中老舊危險校舍整建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善
樓地板面積：3926.27 m ²
評估等級：合格級

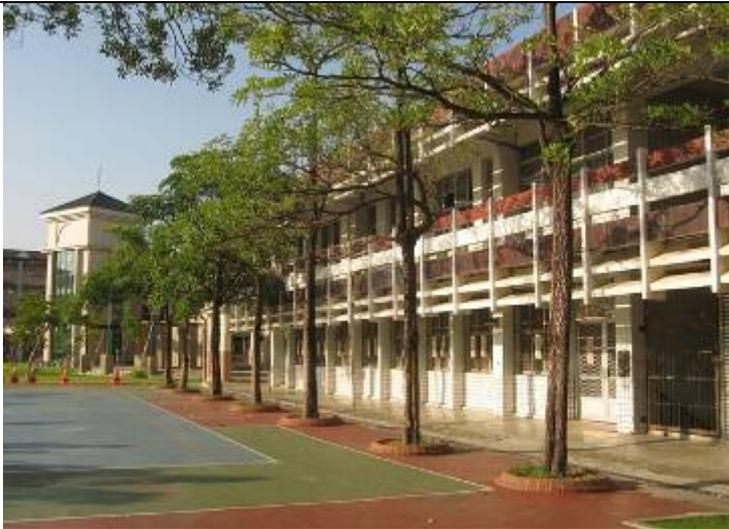




編號：C04
分區：南區
建案名稱：國立嘉義高級工業職業學校綜合教室大樓興建工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
樓地板面積：6067.43 m ²
評估等級：合格級





編號：C05	
分區：南區	
建案名稱：新營國小東西棟老舊教室校舍拆除重建工程	
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源、污水垃圾改善	
樓地板面積：2967.40 m ²	
評估等級：合格級	
	
	



編號：C06

分區：南區

建案名稱：國立南科實驗高級中學校舍新建工程（一期工程）

通過指標：生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量、室內環境、水資源

樓地板面積：18756.56 m²

評估等級：鑽石級





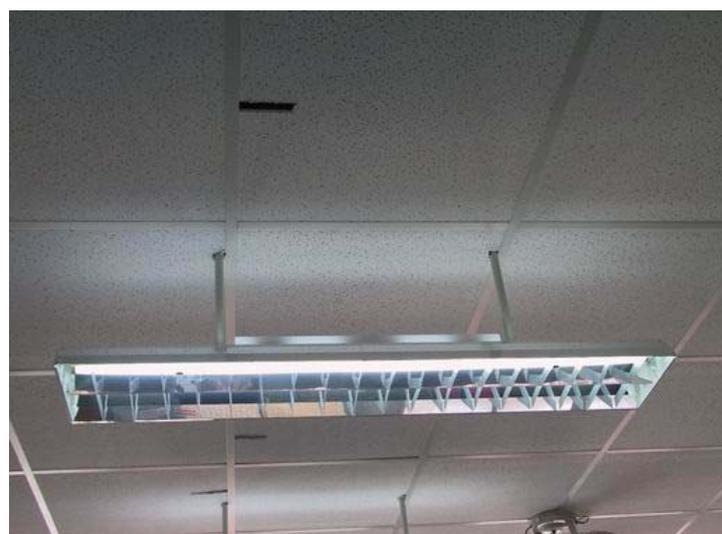
編號：C07
分區：南區
建案名稱：嘉義市民族國小老舊校舍整建第二期工程
通過指標：綠化量、基地保水、日常節能、水資源
樓地板面積：6705.29 m ²
評估等級：合格級





編號：C08
分區：南區
建案名稱：高雄縣岡山鎮前峰國中 96 年度校舍新建工程
通過指標：生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量、室內環境、水資源
樓地板面積：6798.44 m ²
評估等級：鑽石級





參考書目

1. 內政部建築研究所（2002）《綠建築解說與評估手冊2003年更新版》，內政部建築研究所。
2. 內政部建築研究所（2004）《綠建材標章制度推廣講習會手冊》，內政部建築研究所。
3. 內政部建築研究所（2004）《綠色廳舍改善計畫成果簡介》，內政部建築研究所。
4. 內政部建築研究所（2005）《綠建築解說與評估手冊2005年更新版》，內政部建築研究所。
5. 內政部建築研究所（2007）《綠建築解說與評估手冊2007年更新版》，內政部建築研究所。
6. 內政部建築研究所（2010）《綠建築解說與評估手冊2009年更新版》，內政部建築研究所。
7. 王儀婷（2005）《工料成本與房屋建築造價關係之探討》，國立臺灣海洋大學河海工程學系研究所碩士論文。
8. 王英賢（2009）《小型住宅綠建築設計之應用研究》，樹德科技大學建築與環境設計研究所碩士論文。
9. 林憲德（2004）《綠建築設計技術彙編2005年更新版》，內政部建築研究所。
10. 林憲德（2005）《城鄉生態》，詹氏書局。
11. 林憲德、郭瓊瑩、江哲銘（2005）《綠建築專章規範與計算實例專輯之一，綠建築設計技術規範與實例（2005年版.綠化，基地保水，雨中水，綠構造，綠建材）》，營建雜誌社。
12. 黃亮達（2002）《綠建築推動因素與評估指標系統應用之研究》，南華大學環境管理研究所碩士論文。
13. 黃怡敦（2008）《營建工程進度管理之探討-以公共建築工程為例》，成功大學建築學系研究所碩士論文。
14. 黃欽炎（2009）《以環境會計為基礎之綠建築成本效益評析研究》，中興大學與東華大學碩專班學術論文研討會：國立東華大學。
15. 黃振東（2009）《中小學校綠建築之日常節能、基地保水、綠化量及水資源成本效能分析》，逢甲大學建築學系研究所碩士論文。
16. 郭瓊瑩、郭互榮（2001）《綠建築基地綠化指標法制化之研究》，內政部建築研究所。
17. 張珩、林憲德（2000）《國外綠建築技術之比較研究-各國綠建築評估系統探討》，內政部建築研究所。
18. 張俊利（2004）《建築工程造價之預測與探討-以大台北地區RC集合住宅為例》，中央大學土木研究所碩士論文。
19. 張桂鳳、簡惠瑜、周伯丞（2007）〈探討整合成本效益分析的國際永續性能模型適用於臺灣建築產業之可行性〉《中華民國建築學會第十九屆第二次建築研究成果發表會論文集》，M-7~M-12。
20. 張源修、謝恩倉、侯文祥（2010）〈建築屋頂與牆之節能及經濟效益研究〉《農業工

程學報》，第56卷第1期：84~98。

21. 傅任淇（2008）《強化建築物外殼隔熱基準與成本效益之研究-以學校類建築為例》，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
22. 辜建彰（2003）《住宿類建築節能多目標規劃模式之研究》，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
23. 綠色建築論壇（2009）《綠色建築評估》，中國建築工業出版社。
24. 劉賢樹（2004）《符合綠建築基本指標之成本分析研究 -以集合住宅四項評估指標為例》，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
25. 蕭江碧、陳瑞鈴（1999）《綠建築標章評估指標及方法之研究》，內政部建築研究所。
26. 羅時麒、陳伯勳（2008）〈生命週期方法應用於室內環境政策之優先度評估，中華民國建築學會〉《建築學報》64 期增刊(技術專刊)：91~107。
27. 行政院主計處，
<http://www.dgbas.gov.tw/public/data/dgbas01/101/101hb/menu.htm>
28. 財團法人臺灣建築中心，<http://www.cabc.org.tw/>
29. 營建物價資料庫查詢系統<http://www.tcri.org.tw/concost/pctd/pctd.asp>
臺灣省建築師公會，<http://www.taa.org.tw/front/index.html>

綠建築之建造成本調查研究－以學校類為例

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：陳瑞鈴、鄭明仁、羅仁豪、徐秀梅

出版年月：100 年 12 月

版次：第一版

ISBN：978-986-03-0909-6（平裝）

