

# 以「環境效率」觀點淺談 既有建築物老化更新之可行性



劉光盛

東方設計學院室內設計系助理教授兼系主任

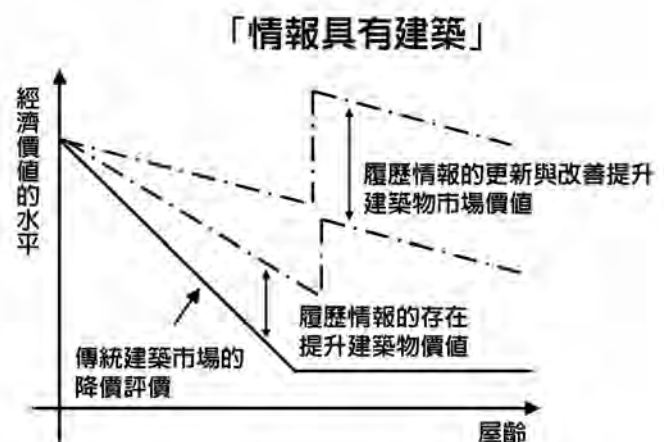
## 前言

「文林苑」都更案受到各界矚目及關注：一定要都更嗎？都更條例之正當性與合理性？是否違憲？警方執法是否過當？等議題同時被反覆討論與爭議。事實上，由都市更新的角度，因既有建築物受及使用年限、所屬區域社經條件、產權歸屬、初期建造成本偏高、能資源循環考量等原因，「拆除重建」實非都市更新實施之唯一選擇，「整建」及「維護」而使新舊建物共存亦為另一解決方案。

建築物生命週期可簡易區分為：規劃設計、營建生產、營運管理、拆除重建四階段，其中營運管理階段所使用的能源占總建築物生命週期的60~80%左右，又據國內營建統計資料指出，迄今臺灣既有建築物占總建築市場之97%，相關研究同時指出符合需要「拆除重建」的建築物僅約占30%，其餘70%的既有建築物可適時導入「老歌新唱」觀點進行「建物再活化」，或以「建築醫生診斷」方式加強「建築物業設施管理」等途徑改善，延長既有建築物的生命週期，積極落實降低環境與資源的耗費，同時兼顧住居環境品質。而世界企業永續發展委員會WBCSD (The World Business Council for Sustainable Development) 1992年提出的「環境效率」概念，其目的即是將對環境的負荷成本及自然資源的耗費降低至地球可負荷的程度，在產品附加價值或獲利增加到最大，並兼顧人類「健康」需

求與地球「永續」發展的雙贏策略。環境效率(Eco-Efficiency)含有綜合考量與改善環境、經濟績效的意涵。就字面上來說，Eco同時代表著生態(Ecological)與經濟(Economic)二個字的字首，其所含的意義是，從生態與經濟兩方向去思考環境相關問題。

就既有建築物廣泛的市場價值定義，一般而論其經濟價值應會隨使用年限遞減，但若在使用期間以「環境效率」觀點提升整體既有建築物服務品質，市場價值將可維持一定之競爭力。2006年日本東京大學野城智也教授在「建築盤查 建築市場價值評比」之研究中，提出的「情報具有建築」評比方式，即為將現今市場單以「經濟」價值評估建築價值的方式，改為加入「環境」價值(服務品質)評估，藉維護修繕手法改善前後的既有建築物實質價值性，其價值包涵：有形的經



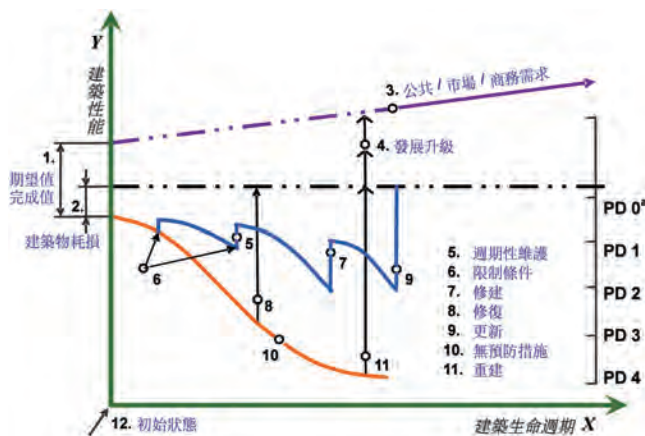
情報具有建築經濟價值評估示意圖  
(野城智也教授，2006)

濟價值與無形的服務品質；即「環境效率」之設計新思維。

### 性能循環 減碳健康

面對臺灣既有建築物占總建築97%的市場而言，大部分既有建築物在整體生命週期中之設計階段即缺乏「永續設計」觀念，導致施工、使用維護及拆除階段造就出高耗能、高污染且不符合永續之建築物，並使得居住品質降低與環境負荷提高，且建築物性能隨時間劣化，更需於適當時機提出更新修繕以提升建築性能品質（ISO15686-7，2006），若在整體生命週期中占60-80%以上的使用維護階段實施週期性改善，建築物性能將不致劣化，對環境負荷不致增加，更能達到延長建築物生命週期之目的。在建築物老化前依不同的使用階段實施週期性維護與更新，以此「維護」與「更新」的方式取代大規模的重建及整建，使建築物恢復原有機能，有效提升建築環境品質與延長其生命週期，達到環境內外調和的永續思維，使環境減碳、居者健康，同時確保既有建築物之市場價值。

此外，ISO 21929-1中提及永續建築設計觀點應包含「環境」、「經濟」、「社會」三大面向，並回歸在地化的思維，由當地的條件與限制發展擬定出符合基地空間的解決方案，也就是



ISO 15686-7建築生命週期性能品質維護 (ISO 15686-7，BOHAS研究室繪製)

所謂的「因地制宜」，並透過合宜的技術解決方案，履行生命週期中建築性能需求，即是既有建築物的維護更新最終目的：創造一個「舒適健康、安全便利及智慧節能」的人居環境，簡而言之，就是回歸到「以人為本、因地制宜」，建構「減碳健康」、「性能循環」具幸福感的生活環境。因此，「環境效率」尋求提升生活「品質」，同時降低環境成本「負荷」之效率平衡論點，正提供目前在全球性氣候與能資源耗竭危機下，對應人類居住環境品質與舒適、健康性持續惡化之另一種對策與路徑。

在臺灣，「環境效率」用於建築方面現階段已發表之研究，係整合國際標準中ISO 21930系列標準(永續營建評估系統，2006)與ISO 15686系列標準(生命週期成本評估方法，2007)中ISO 15686-5提出整體生命週期成本(WLC)觀念，結合WBCSD之環境效率(Eco-Efficiency)觀點，綜合「環境品質」與「環境負荷」因子，以「二氧化碳削減量」實際計算環境改善前、後二氧化碳排放量之差值，代表實質環境「品質」之改善值即室內環境「品質」量；同時「投入成本」則可視為室內環境「負荷」量，並導入生命週期觀點建構「因地制宜」之臺灣既有建築物室內環境效率模型如式1所示(TBEE，劉光盛等2010)，驗證改善前後於「環境效率」觀點下對於總成本與有效減碳量之提升，並期望可藉以達到延長建築物生命週期(LCC)及二氧化碳(LCCO2)減量之目的。

$$\text{臺灣既有建築物之環境效率模型 (健康因子)} = [\alpha] \times \frac{H_s + H_l + H_t + H_a + H_w}{H_m + H_v} \quad \text{式1}$$

以上算式

分子部分為：

H<sub>s</sub>：室內音響環境改善評估值；

H<sub>l</sub>：室內照明環境改善評估值；

Ht：室內溫熱環境改善評估值；  
 Ha：室內空氣品質改善評估值；  
 Hw：室內用水品質改善評估值  
 分母部分為：  
 Hm：永續綠建材使用評估值；  
 Hv：有害之逸散氣體管制評估值

而根據ISO15686-5所提出之觀念，建築整體生命週期成本所需考量因素對於不同使用需求於生命週期各階段的評估，所提出因地制宜之生命週期定義及其分析方式。其中所提出使用維護階段約占整個建築生命週期的60-80%，顯示使用維護階段之建築物生命週期成本相較於其他階段更為重要。因此，上式中之 $\alpha$ 即為導入生命週期成本評估後項目權重修正值，經由各評估項目生命週期成本計算後，分析其對權重之影響量予以修正，使符合實際因地制宜使用之參酌。

## 當前既有建築物老化更新之現況課題

隨著舊社區與城市紋理的變遷、市政中心轉移與生活機能的轉變，部分既有建築物將面臨轉型或市場重新定位。再加上使用機能與需求的日新月異，如：部分老舊建築物初期設計時並無納入電梯、無障礙空間設計，抑或是隨著營運型態的轉變，空間使用已不符機能轉變與擴張需求，此時所導入的老化更新設計理念若對於既有老化課題思慮不周，或新置入的設計思維無法配合「永續」與「健康」的大環境因素加以考量，將使建築物後續使用問題重重。

內政部營建署於民國93年至100年間施行八年之久的「民間建築物綠建築及改善示範工作」，針對民間既有建築物在綠化、節水、保水、節能、健康、環境保護、設備等方面進行獎勵改善，其示範推廣之補助案例數量高達90件，並導入「建築醫生」之診斷概念，重新檢視臺灣

當前既有建築物老化常見問題，提出評估改善對策，以落實永續建築設計及改善目標。其補助改善案例依生態、節能、減廢、健康四大面向，以尺度歸納可分為「基地」、「軀殼」、「室內」、「設備」等四層面探討其對應之課題：

### 1. 基地環境惡化

近年來，氣候爆烈化情況加劇，各地災害異變現象頻傳，2010年世界因氣候異變而引發的災害即有百餘件，且發生頻率日益增加，其原因無非在於人口稠密之都市擴張，使得土地過度開發下人工地盤不透水鋪面隨處可見，間接造成都市綠帶減少及基地綠覆率不斷下降。再加上早期容積獎勵的濫用，致使都市樓宇林立，並伴隨日益嚴重之「都市熱島」效應，這些基地環境條件的惡化，皆影響都市環境品質及地區永續發展。

### 2. 軀殼體效能低落

隨著建築使用年限的增加，建築外牆材料常因自然劣化而破損、龜裂，導致大雨季節室內經常性滲漏水；部分廣告招牌租借使用之固定手法，無考量原有大樓壁體之防水隔熱，造成廣告拆除後壁體千瘡百孔；頂樓隔熱材的劣化無法有效達隔熱效果；大面積的帷幕牆直接引入太陽直射日光與熱源囤積...，這些因初期設計不當、材料性能劣化與不當使用，所導致的軀殼效能不佳問題，皆嚴重影響既有建築物的總體能耗。



人工地盤過多



大樓立面招牌凌亂



走廊密閉通風不良



屋頂防水隔熱層劣化



室內滲水白華



軀殼壁體磁磚剝落滲水

### 3. 室內環境品質低落

既有建築物室內環境品質常見之問題：長期處於噪音環境，將對人的精神官感產生慢性損害與負面影響；不良的燈具設計、長期眩光或均度不齊皆影響視力保健；二氧化碳的濃度過高、甲醛與其餘揮發性有害因子的吸入，導致身體各

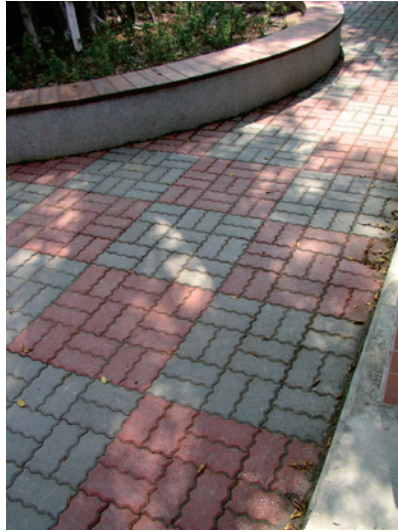
類器官病變與致癌；室內熱氣蓄積、濕度不足或過高所滋生的生物性霉、細菌等；室內設備配置不當與電磁波對人體的危害等。對於長達90%的時間處與廣義的室內環境的居住者而言，故其品質之良窳將會直接影響其「生理健康」與「工作效率」，而不良之室內環境品質更將直接影響人體的「五感六識」。

### 4. 設備劣化耗能

建築設備主要提供建築物內部空間的營運與服務品質，但各類設備皆有其相對應的使用生命週期，一般建築結構體之生命週期長達30-40年之久，但往往內部設備生命週期卻僅有3-5年之使用壽命。建築物常見之耗能設備為：照明燈具使用已久，照度不足、維修欠佳；地下室排風系統風管積垢且維修不易；揚水泵經長期運轉效率



設備老舊耗能且運轉具噪音干擾



配合車行之透水鋪面



增加基地綠覆率



燈具老舊耗能

差耗電量大等，若於建築營運管理階段無檢視當下設性能之合宜性，往往造成設備機具性能過低而導致長期大量耗電，而劣化之設備常伴隨諸多危害健康因子與過量之二氧化碳排放。

## 現行既有建築物老化更新之因應策略

相較於新建建築物由無至有的規劃設計，既有建築物改善手法眾多，在改善手法選取與技術導入的同時，既有建築物本體結構乘載、屋齡年限、座向方位、使用與後續維護等需求，及其餘因地考量之既存因素侷限，使改善技術手法的選取上相較不易。依據內政部營建署2011年針對歷年既有建築物改善技術手法，以生態、節能、減廢、健康四大面向，統合「基地」、「軀殼」、



防洪草溝與水池調節基地微氣候

「室內」、「設備」等層次進行分析統計，其各改善層次之主要因應策略與目的如下：

### 1. 建築基地環境

近年來受全球氣候變遷的影響下，海水溫度增高，蒸發水量逐漸增大，全球氣候產生颱風或颶風的機會比以前多，據經濟部水利署資料統計，目前臺灣的大洪水發生頻率年數逐漸密集，如欲改善都市地區的雨洪情形，可以從「貯留」和「入滲」做思考；透過「貯留」，可將水暫時留住(廖朝軒，2008)。除都市防洪外，面對全球

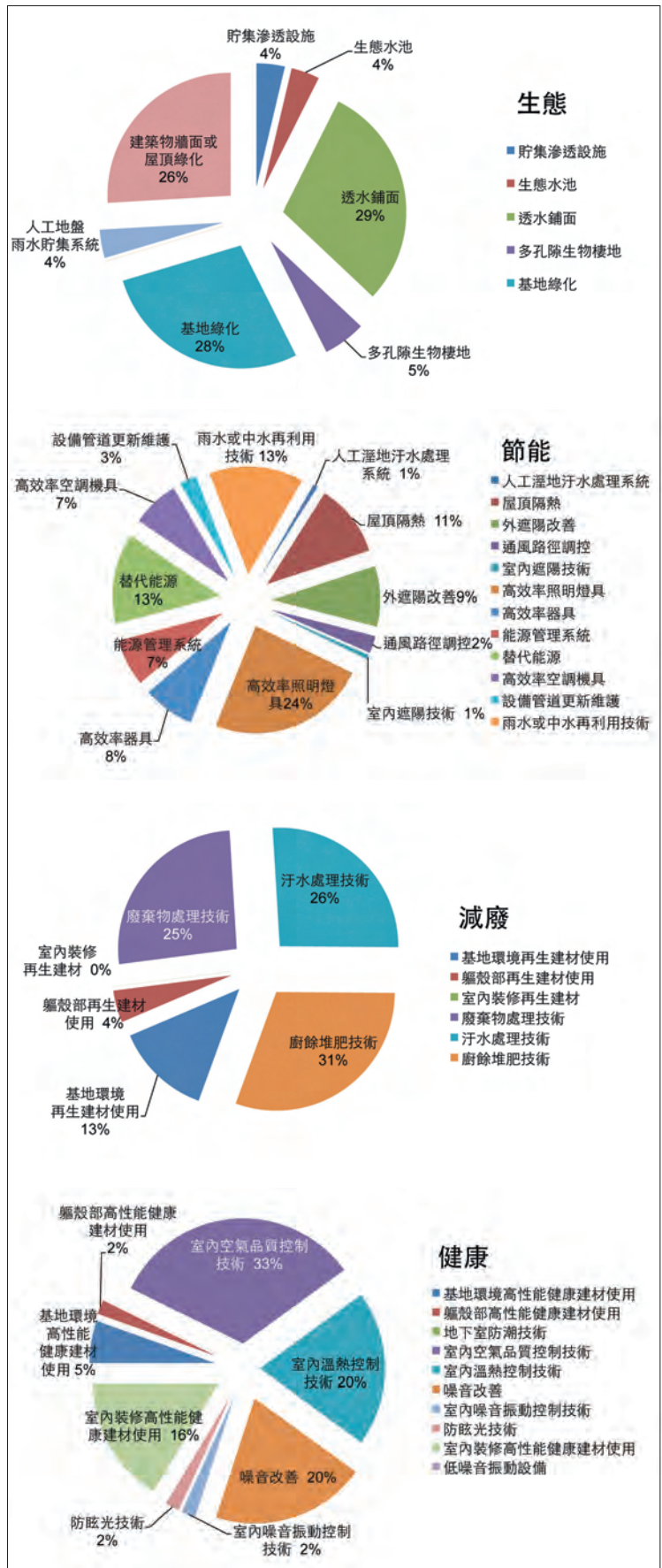
日益嚴重的熱島效應問題，基地綠化、增加保水透水面積、建築壁體垂直綠化，亦為常見的改善設計手法。

## 2. 建築軀殼性能

臺灣屬環亞熱帶國家，建築物一般要充分滿足夏季的隔熱、通風與防雨條件。建築的大宗耗能以空調及照明為主，而過大的開窗面積與氣密性高的室內設計是空調耗能的主因，因此建築軀殼體改善因著重「適當遮陽、隔熱與通風」，在外遮陽設計上可加入智慧化設計或控管機制，以人工或自動方式調整遮陽角度，依環境條件與使用所需利用水平、垂直、格子、導光遮陽…等手法遮擋直接日射且適時調變，並在遮陽同時考量以自然採光減少室內照明用電；建築軀殼體隔熱則可加強壁體內填斷熱性高的材料，或利用空氣層增加隔熱性能，並使用明度較高之表面材料增加反射率；大面積的軀殼體改善可配合都市街道立面設計，以建築拉皮活化更新的手法，提升建築物市場價值；正確的自然通風設計可確保有效通風效果，加速室內熱氣排出、調節室內舒適的溫度及濕度、減少空調能耗。利用自然通風的技術與手法眾多：導風板設計、自然熱浮力通風、通風塔等的設計手法皆可，且可配合遮陽、綠化手法效果更佳。

## 3. 建築室內健康

室內健康環境改善可透過「主訴自體檢查」藉由使用者提出不舒適的症狀及此室內空間可能發生的問題點，提出改善決策；亦可使用專業儀器測量得到音環境（噪音級）、光環境（照度、均齊度、晝光率、眩光）、溫熱



既有建築物改善常用之技術項目分項統計 (內政部營建署，2011)



水平遮陽板



可調式垂直遮陽



屋頂裝設自然通風塔

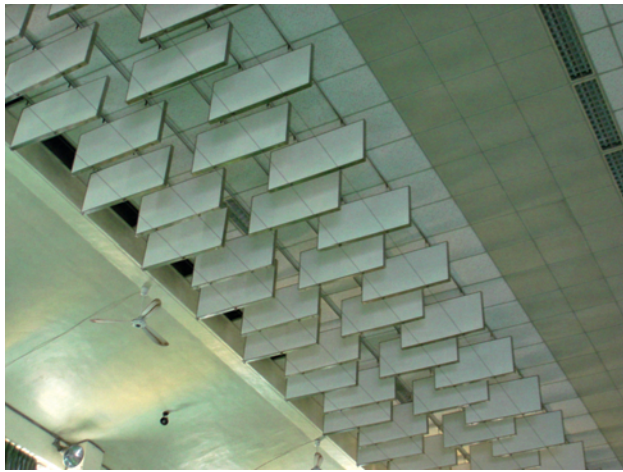
環境（溫度、溼度、風速、PMV）、空氣環境（CO、CO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、TVOC、甲醛）、電磁環境（電磁強度、磁通量密度）及其他環境因子（PPD、換氣量、細菌、真菌等）的量化數據，以提出室內環境改善的確切對應策略。

#### 4. 建築設備效能

身處環熱帶圈的台灣，空調設備常為一般建築設備中首要的耗能來源，可藉由增加建築外殼隔熱性能與提高建築通風量有效降低空調負荷，除此之外，選用合宜的變頻式空調主機，則可提升空調能源效率。另外，常見的設備效能改善手法亦有：將所有照明光源採用省電光源、避難方

向指示燈改用LED燈具、裝設T5三波長燈管電子安定器高效率燈具、適度裝設紅外線感應走廊吸頂燈；拆除地下室停車場排風機及風管，改為誘導式無風管系統，以提升排風效果；將既有效率差、運轉噪音大之設備改為高效率節能機具等。最後，人員的使用習慣(如：經常未隨手關燈、空調溫度過低、插頭未拔等)，亦為改善設備能耗不可忽視的原因之一。

近年政府積極宣導節能減碳觀念下，「節能」改善之重要性與迫切性已受民眾認知與重視；又，在臺灣經濟與生活水平達穩定發展下，民眾對生活要求已漸轉向追求身、心、靈平衡之「健康、舒適」的樂活態度，即是有效率使用能、資源降低「環境負荷」；同時滿足健康「環境品質」需求的總體效益展現。然而，目前常見之既有建築物老化更新策略中多為單項、單點之改善，雖多元且具改善成效；卻難見總體改善效率之具體呈現，而在不同階段之建築生命週期中，如何在不同的時間點，因應單一建築不同面向及尺度之改善項目，所應投入的總成本並產出最大的總體改善效益。因此，若能將「環境效率模型」之評估方式導入整合評估改善前後成本花費、效益提升比率，有效落實與應用於既有建築物老化更新中，達到最佳化的能源使用配置與健

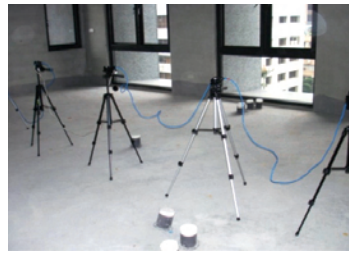


禮堂吸音板設置

康環境品質的確保，展現既有建築物改善後的市場價值性。

### 落實環境效率應用之可行性

基於永續環境發展與健康舒適之訴求，近年來對於建築的價值的思考方向，已由早期單就建築所耗費的成本（Cost）即代表建築物的價值（Value）， $Value = Cost$ ，轉而思考因近年來環境負荷提高，及為確保舒適健康的生活品質，因此在DQI（Design Quality Indicator）研究指出；建築價值應修正定義為建築基本性能、品質與成本之間的比值，即 $Value = (Function + Quality) / Cost$ 。而建築生命週期，從時間概念上可分為「規劃設計」、「營建生產」、「營運管理」、「老舊拆除」四個階段。依前期文獻分析可知：主要成本花費來源以「營建生產階段」與「營運管理階段」為主，此兩階段掌握了建築總生命週期成本約60-80%。也就是說既有建築物改善為達永續發展之目標，期望在既有建築物進行更新改善時，如何將占近八成之建物成本，以再投入最少資源換取最高的環境品質，使建築基本性能、品質與成本之間的比值結果最大化，即最佳之環境效率。而目前提出之「臺灣既有建築物室內環境效率模型(TBEE)」，即是呼應以「環境



光環境照片



空氣檢測照片



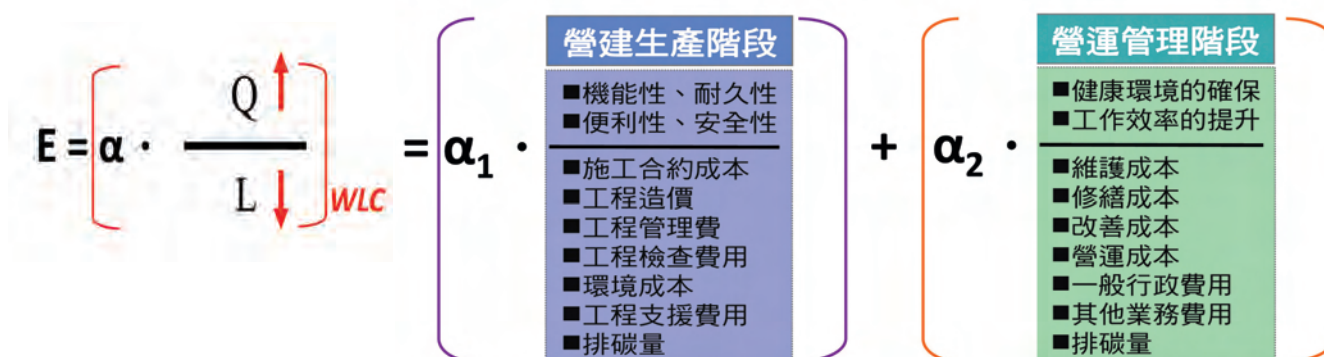
使用高效率照明燈具



LED避難指示燈

效率」為考量之新建築設計觀，而從當前既有建築物老化更新所面臨的建築基地、建築軀殼、建築室內及建築設備等課題中發現，未來若能導入TBEE之效率計算模式，將營建生產階段之CO2減排模式與營運管理階段之性能循環改善效率





總體生命週期成本(WLC)決策機制圖

值，兩者之模式銜接串連，並將結果回饋至規劃設計策略擬議與拆除階段廢棄物減量策略。最後則應整合「整體建築環境全生命週期WLC」之概念，量化營建生產與營運管理兩階段之影響因子，配合因地制宜之最佳化參數( $\alpha$ )，建構WLC之「環境效率」決策機制。

### 結語-環境效率新思維之幸福建築環境

回顧世界各國對既有建築物推展之策略：歐美各國，皆積極的推展民間參與、社區參與，並搭配政府推廣宣導，給予補助、獎勵、減稅等誘因，讓綠建築的推動不僅是政府獨自出力，而是「產」、「官」、「學」、「民」的相互結合，建立健全的推行機制，以達永續推廣與發展。而在「環境效率」新思維下，既有建築物老化更新中「重建」手法雖可達完全更新，但在市場機制、能資源循環再利用與環境效率觀點上，確實無法也無其必要將全數之既有建築物以重建手法處理，研究案例亦可證明：大多數的既有建築物僅需透過維護更新之改善技術即可大大提升既有建築物使用效率，延長其生命週期使用年限與品質。另外，應同時考量如何落實永續環境教育與市民永續理念的提升，配合社區單元與鄰里活動擴大宣導效益。在臺灣面對全球氣候變遷所引發之環境衝擊時，如何將既有建築物改善為永續、

樂活，且具備調適與防災概念的理念推廣於民眾，藉由上行下效的推廣模式，使民眾了解與接納，進而願意於生活中積極實踐，儼然為日後必須挑戰的課題。

近年來政府推動相關之「智慧·永續·綠建築」政策，即是期待隨著科技時代的到來，既有建築物改善能導入科技智慧化手法、將永續節能概念與ICT產業的結合，可創造更多元的服務平臺與科技普及化的可能性。在既有建築改善中引入數位化思維、整合溝通網絡的建置，監控居家溫度、濕度、燃料水電費、遠端搖控與遠距照護…等想法將可確切落實，而既有建築物改善結合「智慧綠建築」思維，更積極呼應「環境效率」論點，降低環境成本「負荷」，有效率提升生活環境「品質」，確保既有建築物改善之性能與減碳循環，同時讓居住者享有安全、健康、便利、舒適的幸福建築環境，使臺灣97%的既有建築物真正達到永續經營與管理目標—當然我們的城市自然即是「幸福城市」。