

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：氣候變遷下的生態建築設計模式探討

Ecological models of architectural design on climate change

作者：邱秀婷

系級：建築系碩專一

學號：M9912337

開課老師：陳上元

課程名稱：智慧化生活空間

開課系所：建築所

開課學年：99 學年度 第二學期

中文摘要

全球暖化與溫室效應造成地球環境劇變與極端氣候下大規模的災害損失，以碳排放減量管制減緩地球暖化速度，已成為當務之急與世界各國共識。其中，建築設施佔總碳排放量之 30~40%，加以營建業設計、施工、營運過程中，資訊傳遞介面所產生的逆流與斷層導致生產效能低落，更突顯其在環境議題上的關鍵角色。本研究提議利用 Ecotect 生態建築評估軟體，以研究建築”光、音、熱、氣、可視性”等向度的綠色設計，建立建築全生命週期之可視化評估方法，以達到碳足跡管制目的並建構生態建築評估之應用模式。

關鍵字：Ecotect、生態建築、可視化評估、建築生命週期



Abstract

Global warming and the greenhouse effect lead to the drastic changes in the global environment and large-scale disasters. It has become a top priority and the world consensus that slow down the influence of global warming by controlling carbon emission. The construction of facilities emissions in the proportion of 30 to 40% of the total carbon. Further more, architecture industry to design, construction, and operation process, has come into existence the information flow generated and fault that led to low production efficiency. These emphasize the important of architecture process in environmental issues. This study proposes the application of eco-building assessment software Ecotect to analyse the architecture "daylighting, sound environment, thermal performance, natural ventilation, and the visual feedback ". Through green design assessment and building life-cycle model experiment, achieve the purpose of controlling the carbon footprint and building the application models of eco-building assessment.

Keyword : Ecotect ,Ecological Architecture, Building life cycle , Visual Feedback..

目 次

1. 簡介.....	3
2. 理論與文獻.....	3
3. 評估方法.....	6
4. 案例分析.....	8
5. 模型操作案例.....	10
6. 結論與討論.....	13



1. 簡介

在全球氣候暖化與溫室效應影響下，造成地球環境劇變與極端氣候下大規模的災害損失，目前相關研究與各國政策普遍朝向替代能源發展以及碳排放管制策略，以尋求減緩溫室氣體持續加劇影響人類生存環境之方法。在台灣，營建相關產業佔總碳排放量約三成，因此從建築物材料生產運用、因應氣候環境的構造設計、節能設備利用等階段，導入生態設計手段與可視化評估方法，長期發展將具改善都市微氣候環境之效益，並建構生態建築設計之應用模式。

2. 理論與文獻

(1) 氣候變遷趨勢及影響

聯合國氣候變遷小組(IPCC)預測出幾種未來氣候發展模式，結果顯示，溫室氣體若仍然持續排放，那麼全球暖化的現象勢必會更加嚴重。對於未來人口數、經濟成長、化石燃料的價格和科技發展也都將產生變化。根據以上未來氣候預測模式，假設未來仍是高排放量時，最有可能的溫度上升範圍在攝氏4度到6.1度之間。根據預測，在熱帶國家即使氣溫僅上升1.5度，有些農作物的產量就會開始下降，若氣溫上升3度，數以百萬的人民將會每年遭逢水災，若氣溫上升4度，所有農作物產量將會減少，全球海岸邊大部分的溼地將會消失，醫療服務的負擔也將會增加且會更加急迫的需要，有些自然破壞難以回復甚至為不可逆，如物種或是珊瑚礁絕種、以及沙漠的形成等，只要全球暖化的現象持續惡化，風險必然增加。

	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C
水資源	數百萬人面臨水資源短缺 部份地區乾旱時間拉長及可用水減少				
食物	對小農及農漁民產生負面影響		低緯度地區穀物產量開始減少	所有低緯度地區穀物產量減少	
沿海地區	洪水與暴風雨所帶來的傷害增加		數以百萬人們每年遭逢沿海地區的洪水		全球約30%的沿海濕地消失
健康	熱浪、洪水與乾旱導致更多疾病和死亡		營養不良、腹瀉、心臟、肺部及傳染病增加		沈重的醫療負擔
生物系統	野火頻仍 珊瑚白化		珊瑚白化	大量珊瑚死亡	
		近30%的物種瀕臨絕種危機	陸地生物圈形成碳源： 影響15%		全球物種大量滅絕 影響40%的生態系統

圖一、全球暖化及其影響

資料來源：World Wide Views on Global Warming, The Danish Board of Technology, 台灣永續能源研究基金會, 2009.09

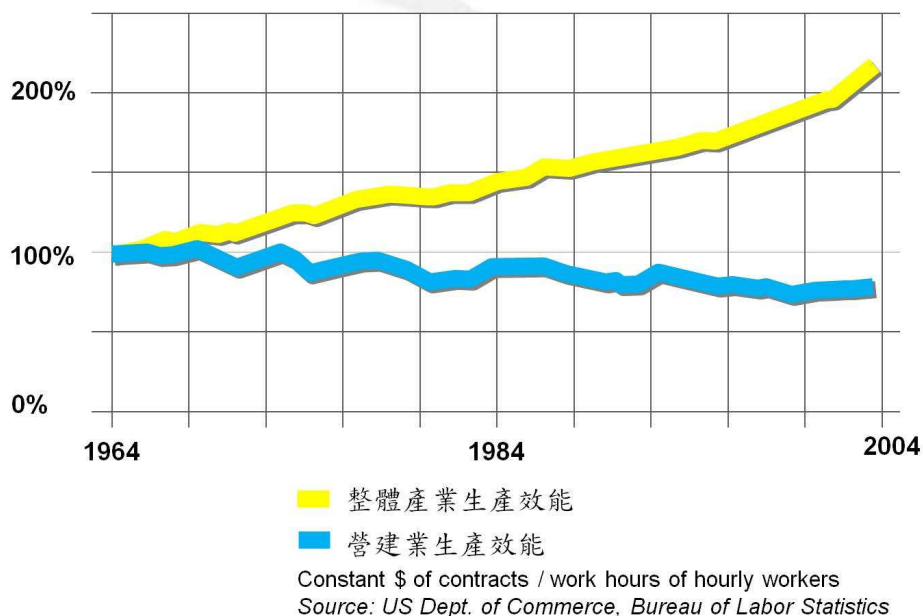
(2) 暖化預測與氣候公約

氣候公約指出在平等的基礎上，所有的國家都必須依據其能力分擔防止氣候變遷的責任。京都議定書於 1997 年在日本京都制定，其中針對工業化國家規定了具拘束力的減量目標。各國可進行碳排放的交易，一國可向其他碳排放量未超過限制數量的國家購買碳許可量，以增加本國的碳排放量，各國也可在其他國家境內進行減量計畫，而非降低自身的碳排放量。

參與峇里島會議的 192 國提出了三個應採取緊急行動的理由。第一，希望能將暖化程度控制在相對低幅度以穩定氣候。IPCC 評估如果在這幾年採取行動，全球暖化的溫度則或許可以控制在大約攝氏 2 度，甚至更少。如果行動延遲，在未來 10 年溫室氣體排放量將會持續增加，那麼控制全球暖化的機會就很渺茫了。如果我們想將大氣中的溫室氣體濃度穩定下來，全球各國共同排放的溫室氣體，就必須在達到一個設定的頂點後逐年減少。聯合國氣候變遷小組 (IPCC) 評估過許多未來可能的排放途徑，評估顯示，如果全球溫室氣體的排放量能很快達到最大值，並在 2050 年前下降為一半，則有極大的機會將暖化控制在溫度上升兩度以內。

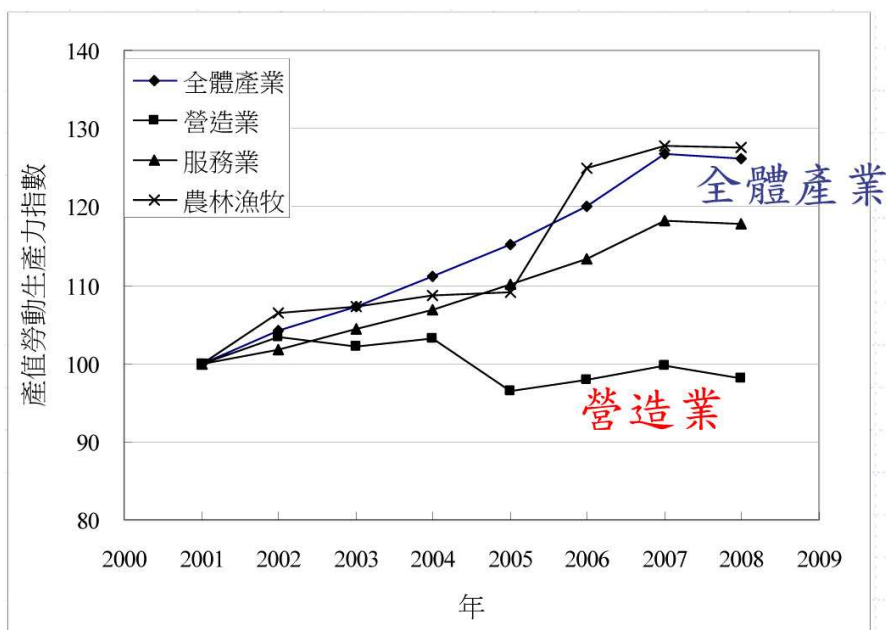
(3) 營建工程碳排放與 BIM 發展

2002 年建築師威廉·麥唐諾 (William McDonough) 與化學家麥克·布郎嘉 (Michael Braungart) 推動“從搖籃到搖籃 (Cradle to Cradle, C2C) — 綠色經濟的設計提案”，強調產品從設計初始就應該構思其結局，讓廢棄物成為另一個循環的開始，週而復始，創造零廢棄物的生產革命。發展至今，講求全生命週期永續低碳生活環境已成為世界潮流趨勢，其中建築工業約消耗地球 40% 的原物料，營建業發展效能是全球政治經濟和環境影響上的關鍵角色。隨著建築設施造成 40% 的碳排放到大氣中、產生 20% 的廢物料堆置，以及營建產業四十年來生產效能竟未隨著科技進步而有所提升 (詳圖二)，更突顯其在環境議題上的關鍵角色。



圖二、營建業生產效能分布

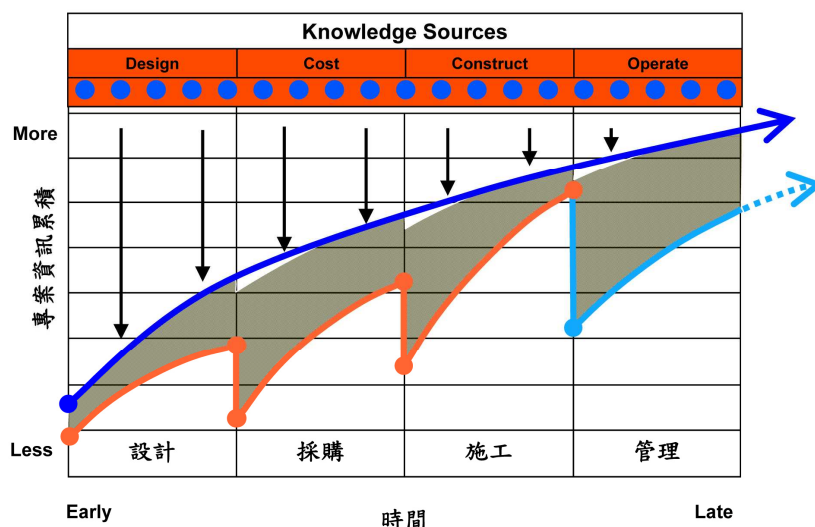
資料來源：US Dept. of Commerce, Bureau of Labor Statistics, Constant \$ of contracts / work hours of hourly workers.



圖三、營造業與其他產業勞動力生產指數歷年分布
資料來源：行政院主計處，中華大學營建管理學系

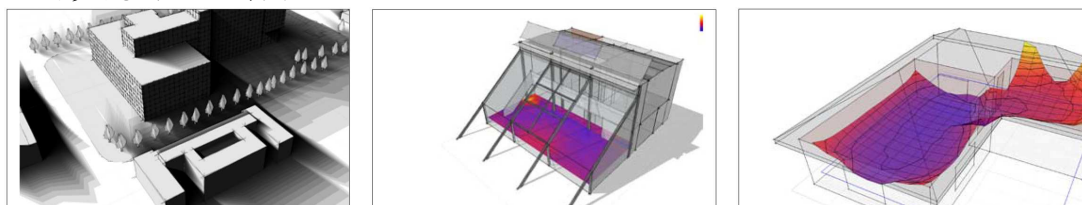
根據國際標準組織設施資訊委員會(Facilit IES Information Council)的定義：建築資訊模型 (BIM, Building Information Model) 是利用開放的行業標準，對設施的物理和功能特性、生命週期資訊進行數字化形式的表現，從而支持方案決策，有利於實現設計方案的價值。BIM 包括幾何、物理和拓樸的資訊向度，幾何資訊直接反映了建築在三維空間中的形狀，物理資訊描述各組件的物理性質，拓樸資訊則包括各組件之間的相關性。Charles Eastman 指出，建築資訊模型包含”各組件的形式、行為和關係”，將一個建築項目整個生命週期內的所有資訊整合到一個單獨的建築模型中。

因此，為落實建築物以生命週期的規劃、興建、營運的永續性經營，BIM 模型將扮演永續發展的核心角色，除可減少資訊傳遞過程中的逆流與斷層(詳圖四)，亦針對設計方案能有即時的成本回饋資訊，結合生態建築評估軟體進行建築外部環境與內部空間節能分析，真正對碳足跡做有效的掌控。



圖四、營建業生產效能分布
資料來源：Autodesk

在綠建築指標方面，其驗算涉及建物基地與建物主體內外殼、開窗、材料等，為精準的掌握建築物營運期間與其周遭環境變化之互動影響、日照與內部熱能、碳耗等數據的異動等，並與綠建築設計技術規範內容產生有效應對關係，BIM 的 3D 模型的精細度與同步進化將為重要因素；在 3D 塑模過程中，需將基地地形現況、建築物隔間外殼與裝潢材料精準建置，進一步將內部設施設備耗能資訊，以及基地植栽環境、周遭建築量體並同地理資訊系統整合等，在一個管理系統平台進行統整，則建築師在進行規劃設計時，綠建築指標等於可以和 BIM 建模同步觀測、檢討與微調。



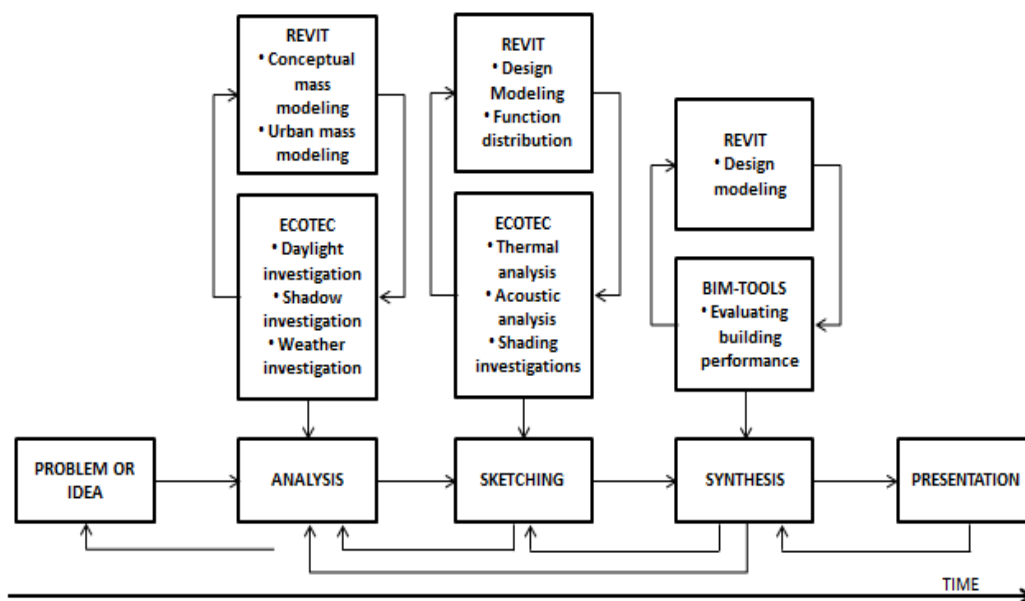
圖五、生態建築評估軟體(ECOTECT)操作案例

3. 評估方法

關於設計認知的「決策循環模型 The decision-making circle」早在 1962 年便已經被提出來，然而、在數位工具未能被普遍應用的年代，理想的設計決策循環，卻難以具體化的驗證與實踐。紙筆時代的設計通常未能經過精確的評估，便被實踐與製造，因此設計上的缺失，也只能藉著使用後評估來校正，其評估的成果並未能反應在設計階段以防範於未然。

高性能電腦技術的普及使得建築設計人員能夠開始對物理環境進行模擬與評估，一些適合在方案階段使用、簡單靈活的分析軟件如 Ecotect Analysis、Apache 相繼問世，使得對建築物熱、光、聲的性能分析有了嶄新的應用領域，並使設計師在方案初始階段，在各種數據尚未確定前(如形體、空間構成、外立面形式等)，即可利用簡單塊體對建築物的多種性能進行大致的預測及方案比較分析，以得到最佳的設計結果。

本研究探討之建築物理模擬工具 Ecotect Analysis，最初是由英國 Square One 公司開發的生態建築設計軟體，2008 年被 Autodesk 公司收購。Ecotect Analysis 分析範圍廣泛，從太陽輻射、日照、遮蔭、採光、照明、室內聲場、室內外風場等模擬向度，涵蓋了熱環境、風環境、光環境、聲環境、日照、經濟性及環境影響與可視度等建築生態評估的七個面向；在建築設計發展過程中，第一波為尋找規則和語法、第二波：2D 施工圖數位化、第三波：3D 建模與擬真、第四波：數位製造與建造，Ecotect 生態建築評估軟體探索建築”光、音、熱、氣、可視性”向度的綠色設計，邁向以整合數位設計、評估與製造的第五波數位建築運動。



圖六、Ecotect 與 BIM 工具(Revit)操作程序

建築環境模擬評估方法與操作議題如下：

(1)評估 (Evaluation)：

在實際進行作業前，評估目標(真實)系統的設計，利用模擬方法加以分析，可及早發現執行時可能發生問題與作業瓶頸所在，而能防範改善於未然。

(2)比較 (Comparison)：

比較替代方案下的功能或比較不同作業策略及過程。模擬可用以分析系統之不確定變數，表現真實作業動態狀況，並能提供無實際工作經驗者，藉由模擬分析過程與結果，而能對作業程序有具體概念。

(3)預測 (Prediction)：

預測各種情況下的績效與發展，預先瞭解可能產生之結果，降低錯誤判斷造成之風險。

(4)敏感性分析 (Sensitivity Analysis)：

調節、分析和比較各因素對系統個別或綜合之影響。

(5)最適化 (Optimization)：

確定何種因素組合最有利於整個系統。

(6)功能性相關 (Function Relations)：

建立相對的關係，分析一個或多個原因對於系統的影響。當面對重大且複雜的問題，而無法建立數學計算式或需以複雜數學計算式分析結果時，可以用模擬的方法進行分析。

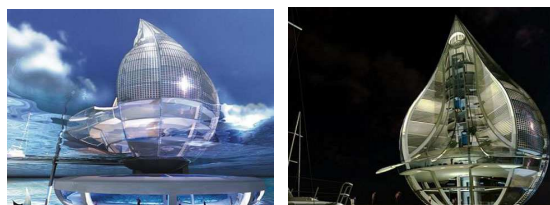
(7)瓶頸分析 (Bottleneck Analysis)：

找尋資源配置或作業上瓶頸或限制，並加以改善。

4. 案例分析

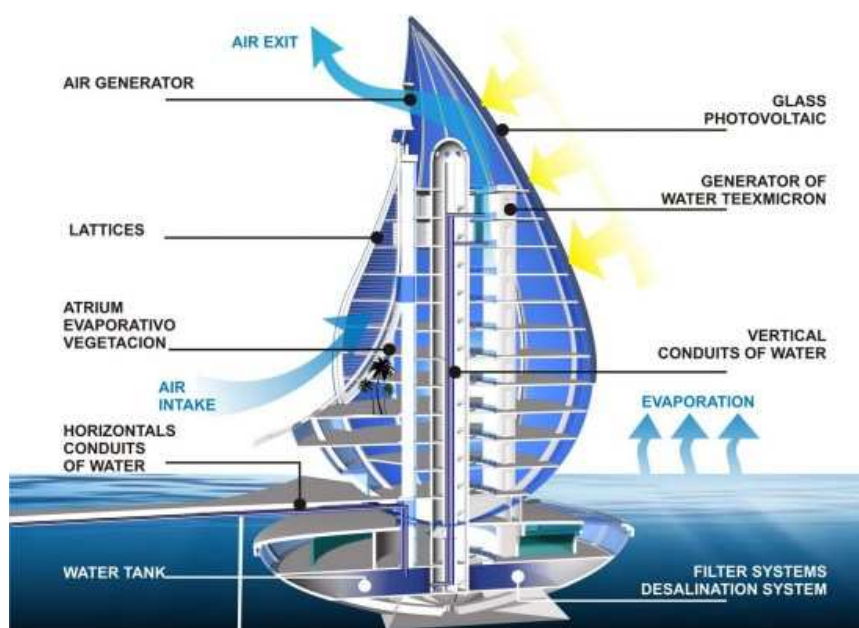
藉由生態建築成功案例，可得知其節能手法與前瞻性的能源循環與環保材料運用，以及在資源貧乏或極端氣候環境的調節設計，可作為未來進行生態建築評估模式之參考。

(1) 水滴型建築 (Orlando De Urrutia)

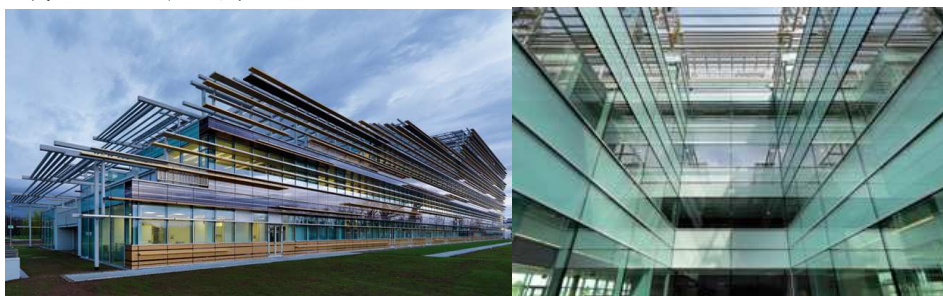


水滴型建築由西班牙建築師奧蘭多日·烏魯蒂亞 (Orlando De Urrutia) 設計，將水滴形狀應用到建築的外觀中，並利用太陽能將空氣轉化成水的創新技術。光源充足、向著南面的太陽能光伏電池可以獲取並利用太陽能來淨化水質和發電，其透明度也可以使陽光透過玻璃照入室內，節省建築內電力與煤炭的使用。向北的一面則是網格狀設計，不僅可以用於通風，使得節省所需能源的同時也能保持室內涼爽，而且採用 Teex Micron 設備將濕空氣冷凝成可飲用的純淨水，該 Teex Micron 發電機專門為溫暖、潮濕的氣候地區而設計，最適溫度介於 20 至 40 攝氏度 (68 到 104F) 之間，濕氣的理想範圍為 30% 至 95%。該創新技術使用冷凝和蒸發的海洋空氣，能夠生產每小時高達 5,000 升的水，大大節省常規淡水的取用量。

本建築將建在溫暖潮濕的海岸邊，四面環海的环境更有助於加強水汽迴圈與凝結，日間蒸發、夜晚凝結，從而獲得可飲用的純淨水。水滴底層建有水質處理設備和技術調查中心，以淨化海水和雨水並保證其品質。建築上層建有一系列豪華服務設施，從上到下依次是：觀望臺、賓館和 SPA 會所、健身房、餐館、展覽廳和水族館，這些設施均與水、環境和再生能源息息相關。



(2) 3M 義大利總部大樓



這座由義大利建築師 Mario Cucinella 所設計的企業建築，以永續經營及科技創新的建築特性來呼應其企業理念，不論建築構造和方位都具理想性的環境控制；從此基地的環境分析報告中，即導引建築設計的基本思維，例如，屋頂與立面的設計，採取較積極的解決方案，以光電式太陽能板(Photovoltaics)整合在建築構造中，既可自行供電，面板的金屬科技感也創造另一種視覺美學。而南向的立面從二樓到五樓則採用階梯式造型，留出空間做為有遮蔭功能的露台，除了可讓員工在此處活動休憩，更扮演了季節變化時的緩衝角色，保護建築免於在冬、夏兩季的極端氣候中受到傷害。

另外，在總部的北、東、西三個方向的立面，則鑲有高效保溫功能的玻璃帷幕，可降低冬季的耗能，並有一層鋁質遮蔭系統保護著，組成長短不一的序列造型，使水平拉長的線性建築外觀表現出科技感，也讓視覺具延伸性。針對回應氣候變化時的變化時的改變，天然植栽也被用來維持這座建築的微氣候(micro climate)，讓室內工作區擁有最理想的溫度與溼度，也能有效降低溫室氣體排放量(Greenhouse Gas Emission)。

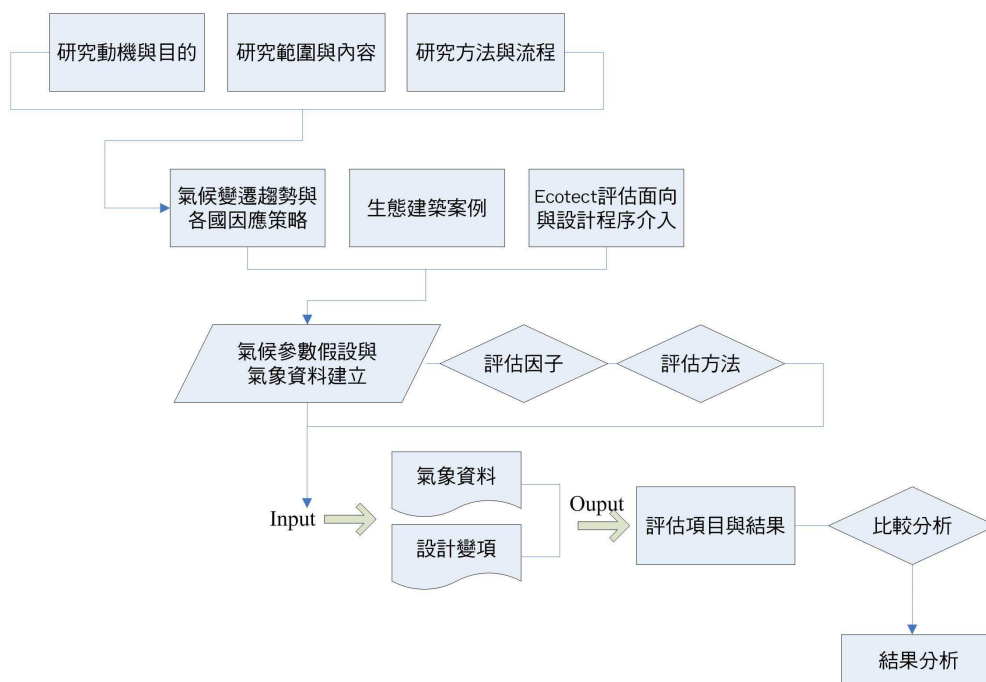
(3) 垂直公園：環保摩天大樓



在不斷擴大的墨西哥市裡很難看到綠地，而墨西哥谷內大約 2,200 萬的居民也一直忍受環境問題所帶來的負擔，在最近幾年裡，建築師和城市規劃師一直在尋找一個能消除污染煙霧的方法。Jorge Hernandez de la Garza 設計了這座垂直公園，企圖為這個城市注入綠色的生命力。這個公園是一個摩天建築的形狀，由很多堆疊的部件組成，也是一座太陽能建築，它能自給自足地供應水源；此外建築空間區分為天空花園，以及生活和工作的空間。

垂直公園的每一個堆疊都能作為公用或私用空間，收集雨水和太陽能，以及從事農作種植活動；垂直公園的鋼架結構支撐著太陽能電池板，不僅能為空間運作提供電能，也能讓自然風順暢的吹入建築內。

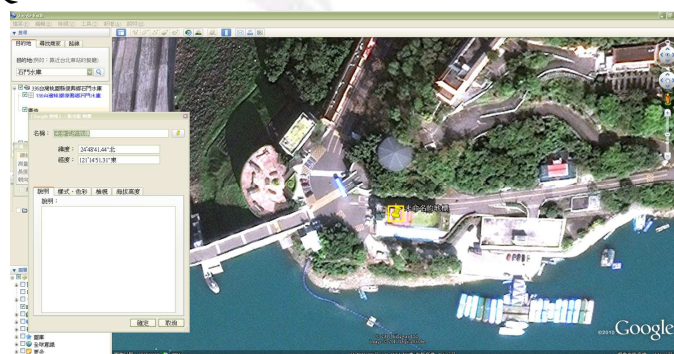
5. 模型操作案例



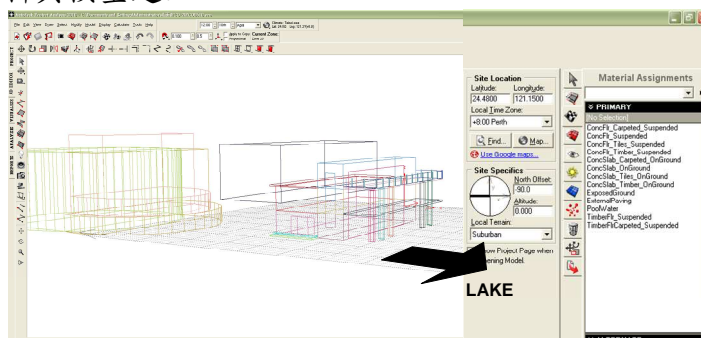
圖七、研究架構

本研究以 Ecotect Analysis 之風環境評估為例，依據基地氣候條件、設計目標，操作設計方案之研擬與修正評估過程，藉由可視化的模型分析，具體得出方案間的差異性，其步驟呈現說明如後：

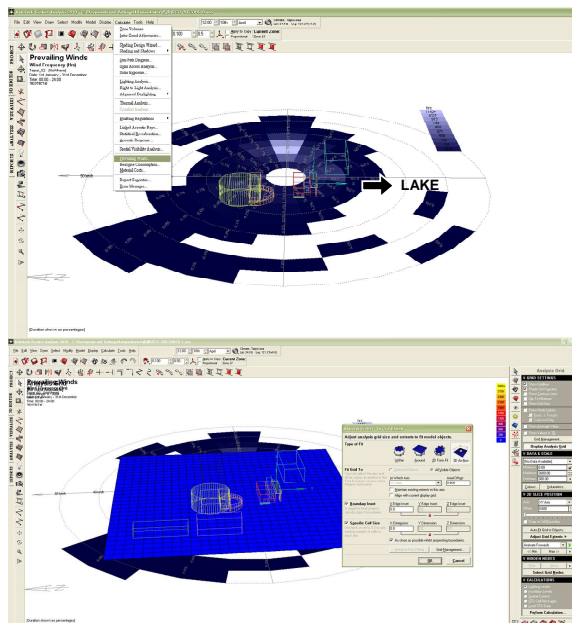
(1) 基地條件設定



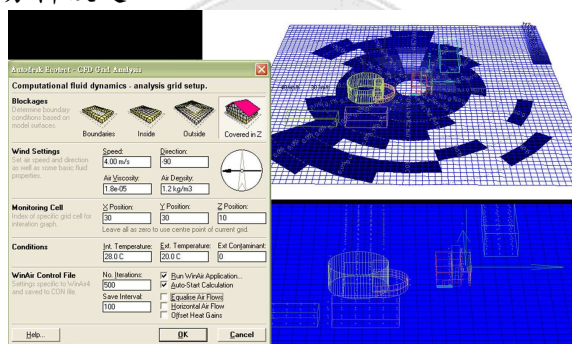
(2) 載入氣象資料與模型建立



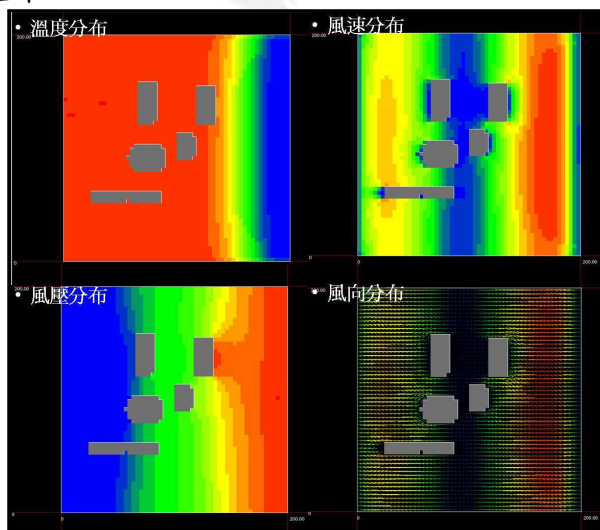
(3) 氣象分析與分析網格設定



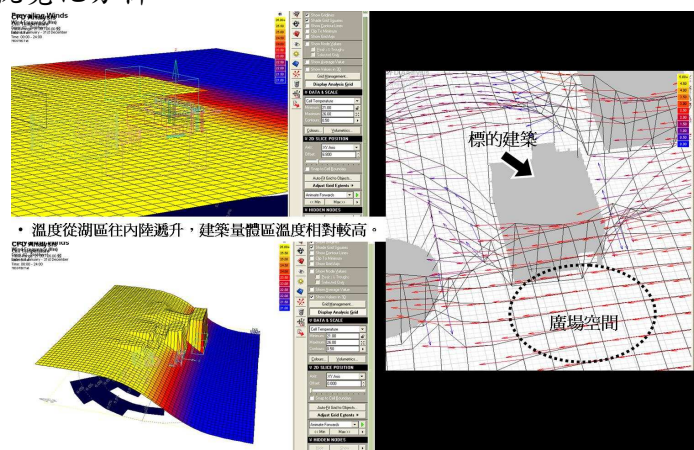
(4) WINAIR 風環境分析設定



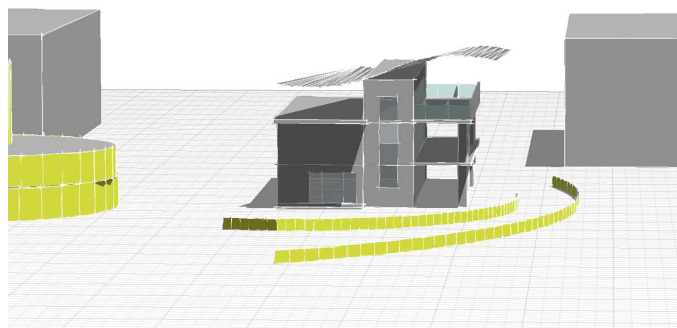
(5) WINAIR 分析結果



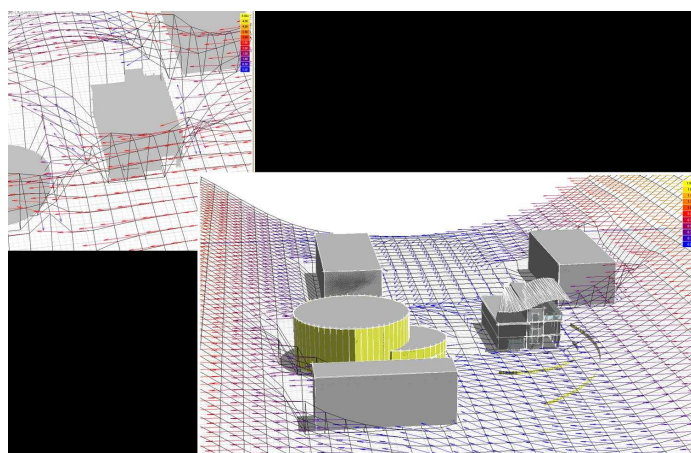
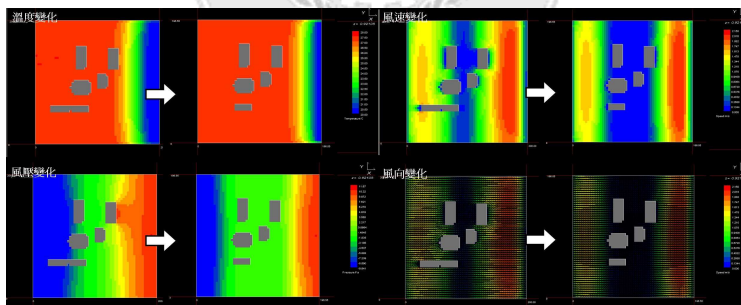
(6) ECOTECT 視覺化分析



(7) 設計修正

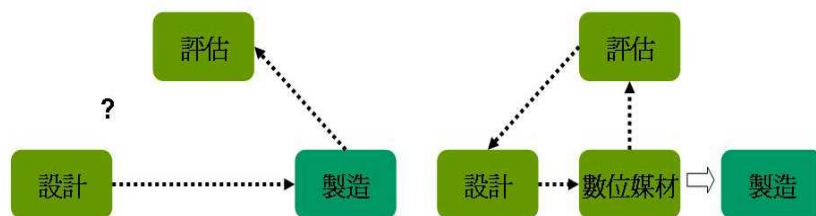


(8) 修正結果



6. 結論與討論

藉助數位軟體與硬體的應用，本研究主張完整的決策循環應該是包括建築設計、評估、與製造三者的整合性架構。這樣的整合性架構，可以在設計實踐與製造之前，大量減少設計決策的缺失。



Ecotect 生態建築評估軟體為研究建築”光、音、熱、氣、可視性”向度的綠色設計，依據基地氣候參數條件，建置環境設計模型；在本案操作實驗中，結合外掛程式 WindAir，得到可視化的修正評估結果與實質的能源回饋成效。進一步可結合 Ecotect 網路技術分析平台，分析建築能源效率與碳排放量評估，藉由設計前階段的方案評估，改善建築營運效率(efficiency)而達到生態效益(Effectiveness)之目的。

未來甚至可在不同氣候條件的參數假設下，進行調節設計與修正評估，模擬適宜的建築解決方案。在減緩 (Mitigation) 面向，以綠建築設計手法、再生能源利用、自給自足的循環系統以及自動化智能設備，減少對化石能源之依賴；在調適 (Adaptation) 面向，以順應氣候環境的構造設計型式，適應未來可能的極端氣候環境。

參考文獻

- [1] Danish Board of Technology , World Wide Views on Global Warming (2009) .
- [2] Dana K. Smith, Michael Tardif , Building information modeling : a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers (2009).
- [3] Jurgen Mayer H., Neeraj Bhatia , arium : weather + architecture(2010).
- [4] 柏慕培訓，Autodesk Ecotect Analysis 2011 綠色建築分析(2011)。
- [5] 蔡宗廷，營建施工作業減碳評估之研究-以建築工程灌漿作業為例，碩士論文，國立中央大學 (2010)。
- [6] 郭榮欽，BIM 概觀與國內推行策略，土木水利，第 37 卷第五期 (2010)。
- [7] 水滴狀建築利用太陽能將空氣轉化成水，中國經濟網 <http://big5.ce.cn/gate/big5/weather.ce.cn/climate/qhbhyw/03/1283344.shtml>
- [8] 以建築理想支持地球的未來－3M 義大利總部大樓，<http://magz.roodo.com/article/3217>
- [9] 垂直公園：環保摩天大樓，<http://www.qiquwo.com/show.php?tid=24>