

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：其他)

不昂貴的綠建築設計技術

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：陳群達 視察

派赴國家：馬來西亞

出國期間：106年1月16日至106年1月19日止

報告日期：106年3月16日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：不昂貴的綠建築設計技術

頁數 15 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/ (02) 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳群達/台灣電力公司/營建處/視察/ (02) 2366-8513

出國類別：1考察2進修3研究4實習5其他(國際會議)

出國期間：106年1月16日至106年1月19日 出國地區：馬來西亞

報告日期：106年3月16日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

台灣地處亞熱帶屬溼熱氣候，建築物耗能大，雖已有實施具科學量化的綠建築評估系統評定建築，馬來西亞氣候則更加炎熱，對綠建築的觀念及作法更為先進，應值得學習。赴此會議應可交流國際趨勢，與各項技術、現況、成效及可能面臨之問題，藉此提供未來對本公司推動節能之對策擬定參考，有助於推動本公司綠建築發展及永續經營。本次將參照課程主題及各講師所授內容，研討以不昂貴的綠建築設計技術，發展適合台電公司內部特有建築物類型之節能手法，翻轉普遍認知綠建築是昂貴的謬誤，為改善全球暖化現象及節能減碳盡一份心力。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

一、前言.....	1
二、行程.....	2
三、出國期間所遭遇之困難與特殊事項.....	3
四、研習內容.....	4
五、心得與建議.....	15

一、 前言

自工業革命後，人工製品大量生產，全球開始無節制地耗費能源，直接或間接造成大氣之二氧化碳濃度升高，使得全球暖化、氣候異常，因此近年全球對於環境保護意識高漲，1992年地球高峰會，世界各國代表共同商討挽救危機的對策，各國並簽署相關環境保護及氣候變化等公約，更在1998年京都環境會議更議定各國二氧化碳排放減量的目標，而建築物在生命週期中，亦產生相當大量的碳排放，爰近年綠建築乃成為建築設計及環境設計相當重要的議題。

馬來西亞第三屆世界綠建築及公園綠化會議秘書處籌備主席於105年12月6日函邀台電公司派員參加「2017世界綠建築及公園綠化會議(The Green Building & Park World 2017)」，預計將吸引25個國家以上的200餘位綠建築設計師、都市計畫者、節能省水顧問、景觀設計師及綠建材製造業者等，將有利台電公司綠建築、綠建材及環境永續發展等業務之推動。

一般普遍認為導入綠建築是昂貴的，但經會議講師及專家學者分析，建築物的生命週期長達50年，是由建材生產、營建、運輸到建築物拆解、廢棄物處理等過程，建造支出的占比其實不如想像的大，若能運用節能手法，使營運、維管期間大量減少浪費。本次將針對不昂貴的綠建築設計技術做初步探討，作為後續發展台電公司特有節能技術之芻議。

二、 行程

本次考察期間為 106 年 1 月 16 日至 106 年 1 月 19 日止，共計 4 日，研習過程之參訪或研習地點與工作紀要詳如下表 2-1。

表 2-1 馬來西亞研習工作紀要表

日期	城市/機構	工作紀要
106.1.16 一	台北～吉隆坡	啟程赴吉隆坡。
106.1.17 二	吉隆坡/Confexhub	研討會課程第 1 日
106.1.18 三	吉隆坡/Confexhub	研討會課程第 2 日
106.1.19 四	吉隆坡～台北	返抵國門。

三、 出國期間所遭遇之困難與特殊事項

本次出國因時程緊迫，幸有公司人資處同仁全力協助才得以及時辦妥所有相關手續，順利成行。出國期間行程及會議並無遭遇特殊困難事項。

四、 研習內容

本次行程為期 4 天的期間，其中 2 天為路程，研討會為 2 日。

會議的主題為 Green Buildings & Parks World 2017(GBPW 2017)，主辦單位邀請馬來西亞、新加坡及鄰近國家之產、官、學及設計單位，對永續經營、綠建築等領域具專長之專家學者演講論壇。會議的主要目的如下：

1. 綜覽附近區域最新之綠建築認證標準及其分數。
2. 分享和交流最近有關綠建築理念、創新及生態建築材料。
3. 探討面對永續發展持續成長的主要趨勢和議題。
4. 提供建築設計或施工業務合作機會之連繫平台，並有機會與專家學者討論。

本次研討會議題豐富且繁多，本次僅就有關發展台電公司特有建築型態(如服務所、巡修中心及辦公大樓)可適用之綠建築節能手法研析。

4.1 不昂貴的綠建築設計技術

講師提出綠建築不昂貴的概念，因一般認知建築物若採用綠建築，應會增加相當多的成本，惟建築物的生命週期約 50 年，是由建材生產、營建、運輸到建築物拆解、廢棄物處理等過程，建造支出的占比其實不如想像的大，若能運用節能手法，使營運、維管期間大量減少浪費，下列方式即為相關手法及其應用：



4.1.1 整合程序：

過度的設計會造成建造成本以及營運成本的大幅增加，並降低效率，因此因透過整合程序專案小組進行成本及價值分析，確立真正的需求和要達成的目標，並以建築生命週期為觀點，找出最有利的結果再回饋到設計。

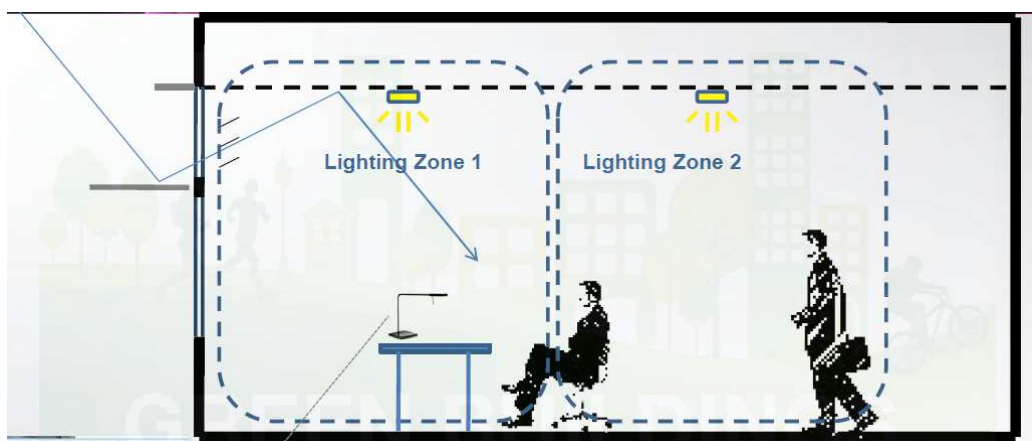
如下圖所示，圖片內的人背負著大幅超過旅程所需的裝備，因此導致舉步維艱，正說明

綠建築所投入的初期成本較一般建築為高，但其後續在建築生命週期中所節省的費用是相當可觀，若能在初步設計完成階段投入整合程序，亦可投入價值工程，以設計項目之價值、功能及壽命三個要素，分析並調整設計內容。應能使設計內容更趨向成本與效益平衡的方案。



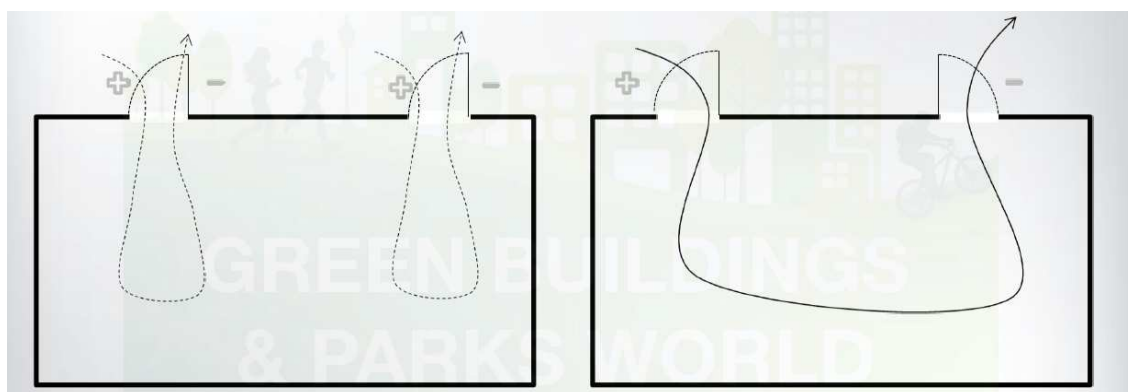
4.1.2 有效率的照明設計

利用有效的照明配置改善耗能，將辦公室照明以平行於窗戶的方式配置，可區分為明外周區及內周區，外周區因受陽光直接照射，可減低照明量或減少燈具配置，並輔以局部照明。並可利用導光板，將直射光折射至天花板，導引至內周區。

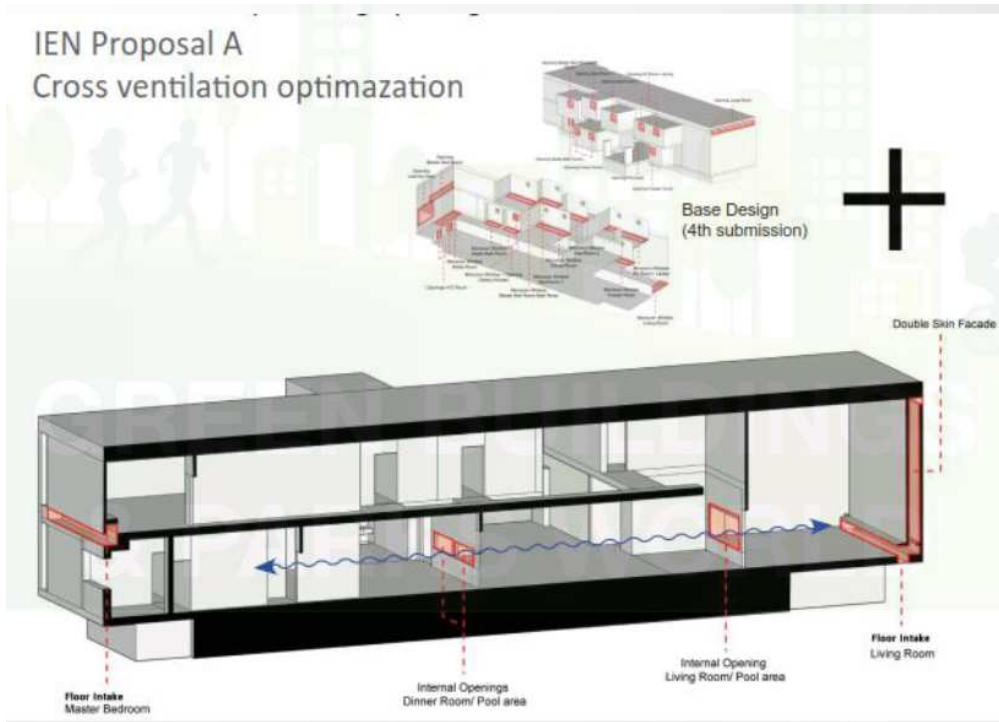


4.1.3 自然通風

利用開窗方向的不同，促進自然通風的效率，左圖的兩樞窗因窗扇開啟同一方向，自然風較不易穿透室內，右圖改為窗扇不同方向開啟，形成正負壓，則可讓自然風通過室內，帶走熱能並帶來新鮮空氣，這樣的作法經研究可增加 425% 之自然通風。

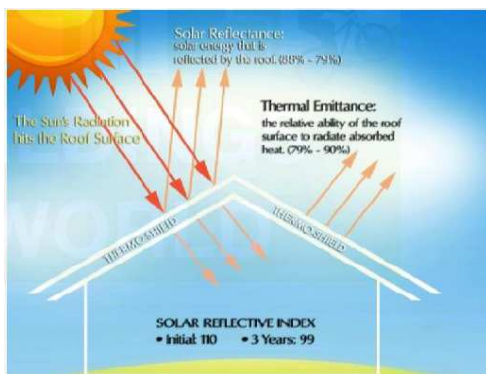


- ◆ 可利用建築物外牆及內牆開口，形成通風氣流路徑，導引至通風塔，利用熱空氣上升的原理，以煙囪效應之梯度差形成正負壓，進出風口設計需配合空氣重力條件，進風口要低、出風口要高，引入外氣並降低室內溫度。亦可利用可調式導風板或遮陽板，可引導氣流之進入而促進重力換氣之效果。惟重力換氣之氣流風向勿與自然風向相對，而抵減其換氣效果。另利用管道間、樓梯間…等屋頂凸出物，加大進氣口與排氣口之壓力差與梯度差，以強化重力換氣的效果。



4.1.4 建築物外殼節能設計

建築物受熱來自於外殼的五個面，即亦四向立面及屋頂，而台灣地區夏日炎熱，因此外殼的設計直接影響空調負荷。而影響外殼的節能因子包括開口、遮陽、方位及屋頂隔熱，本節將就上述因子分別探討。



4.1.4.1. 配置方位：

演講者指出，透過分析日照方向，調整優化建築配置的方位，可以有效降低空調負荷、引進日照/視覺景觀以及配合 PV 設置。

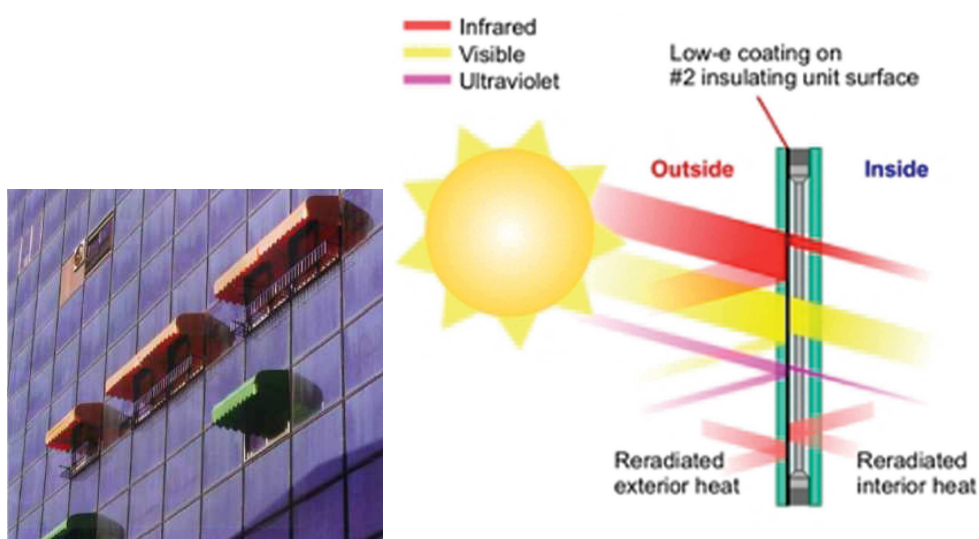
以熱帶/亞熱帶地區而言，若採用大面玻璃帷幕牆面對日照強烈的方向，將使空調負荷大幅增加，且時常需採用百葉或窗簾遮蔽，不僅喪失視覺景觀，其熱能仍會穿透內遮陽傳至室內，同時需要開啟更多照明，造成空調、照明、視野的同時浪費。但若採用 Low-E 玻璃，則建造成本將大幅升高，因此，好的建築方位配置將可節省龐大建造及營運成本。



依內政部研究，台灣地區的各向立面熱得，若南面為1，東、西各為1.24、北面為0.81，爰建築配置方向，以長向面對南北側，東西向為短向為宜，且北面可大開窗，南面設置水平遮陽，東西面減少開窗或設置垂直遮陽，以減少空調負荷與能源浪費。

4.1.4.2. 開口與玻璃

開口即外殼開口的多寡，直接影響熱能進入或排出室內的量。早年建築業界慣用玻璃帷幕牆，雖可有效減低室內熱得，惟造成反射之熱能幅射至室外並造成室外光害，且易因隔熱使用深色玻璃犧牲視野並使室內需更多照明，並過度依賴空調系統，並未解決問題。



以往建築設計相關書籍均建議陽光強烈照射面少減開窗，因開窗面雖有利於採光，卻將同時大量增加建築物之熱負荷，反而不利於節約能源，為求採光良好而增加窗戶設置面積，但卻無法避免大量的熱能隨之進入建築物，因而增加空調能源的消耗，反之減少窗戶面積時，則照明的電力需求也會提高，形成設計上的兩難。

近年玻璃技術進步，開口部分可以Low-E玻璃、雙層玻璃取代一般玻璃，除了能反射陽光中大部份的短波長紅外線及全部的長波長紅外線，且鄰近建

物及地面等所輻射出的長波長紅外線熱能也都能反射出去，故可同時達到自然採光及空調節能雙重的效果。

4.1.4.3. 外遮陽

建築外殼耗能因子，就是受窗面的遮陽性能的影響。遮陽雖有內外遮陽之別，但以外遮陽為重要。外遮陽除了能滿足節能要求之外，更可防眩光以確保採光眺望的舒適性。建築外遮陽由於使用維護不易，於乾冷氣候之日、德等寒帶國家或許多使用維護問題較少已逐漸普遍，但位於溼熱氣候地區的台灣尚未能普及，而普遍尚以室內窗簾、室內百葉簾或隔熱紙來遮擋烈日，但卻事倍功半。

經研究全面拉下的室內百葉簾僅可擋去正面入射陽光的 17% 日射熱，而在亞熱帶南向遮蔽角 45 度的水平外遮陽版(一米窗高、一米遮陽深度)，全年就可遮去 68% 的日射熱，效果顯著。台電公司亦在自行設計的服務所、辦公大樓亦採用鋁遮陽板，兼具節能、美觀及室內視野的效果。



台電花蓮區處新城服務所



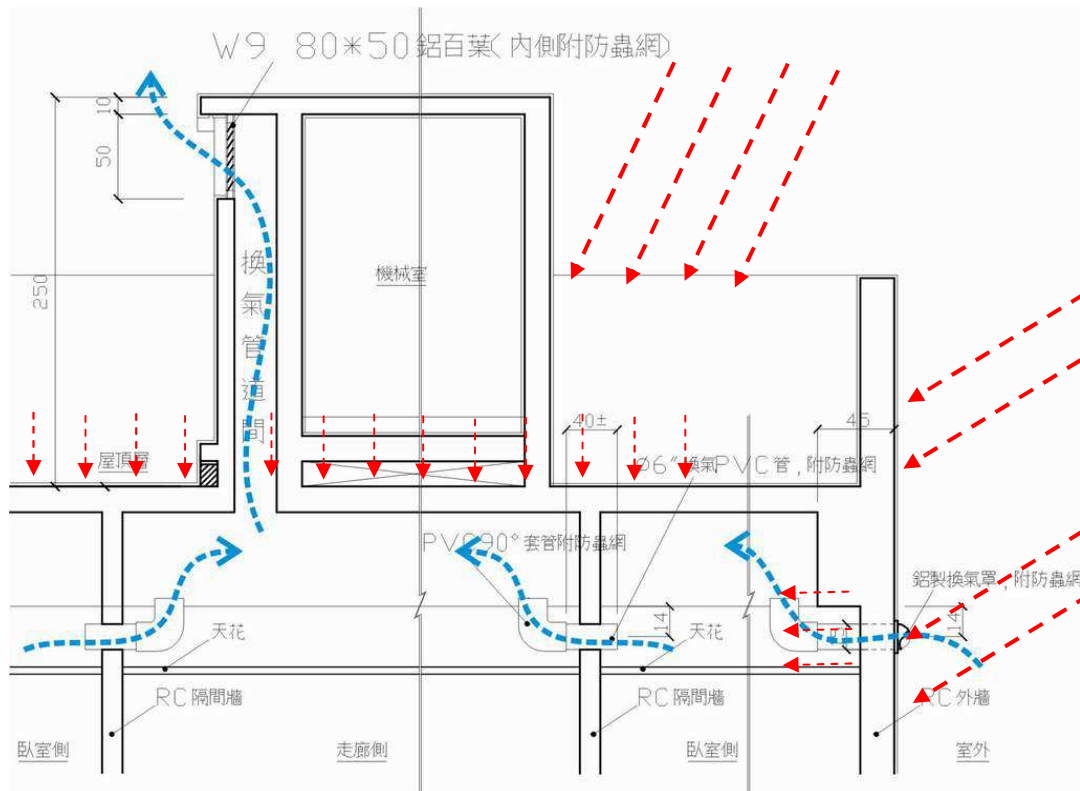
鋁遮陽板

4.1.4.4. 屋頂隔熱

台灣地區多為鋼筋混凝土或鋼骨結構之平屋頂建築，其屋頂受幅射熱最為嚴重，目前在建築業界多以鋪隔熱磚方式阻絕幅射熱，但因施工品質良窳不齊、日久效率下降及屋頂受熱面過大等因素，阻熱效果有限，以致白天大量熱能蓄積在結構體及天花板上的空氣層內，並受混凝土之時滯效應影響，自夜間不斷地往室內傳遞及釋放熱能，造成建築物最上層空間室溫較其他樓層高，對空調的需求也更高，形成至夜間室外氣溫降底，室內反而須開啟大量空調之弔詭現象，亦造成能源的浪費。因此屋頂隔熱便成為空調型建物節約能源必需克服的課題。

台電公司於全國各鄉鎮皆設有服務所，服務所通常為 3~4 層 RC 造建築物，1~2 層為辦公室，3~4 層通常為宿舍，此類台電特有之建築型態，正同於前段所述之情境，為此，台電特研發獨有的屋頂隔熱節能技術，適用於頂樓為住宿類型的空調型建築物，稱為誘導式對流天花。

誘導式對流天花改良自浮力式通風系統，利用空氣對流的概念，是以重疊兩個不同的氣溫層，使空氣因「溫度差」產生流動而達成通風作用。即以建築物最上層天花與屋頂版間的空氣層對外氣作熱交換，經由將熱空氣(內氣)往上的原理以梯度將其誘導排放至室外，並同時形成負壓，將溫度較低的外氣引入天花內，形成內外氣對流並帶走熱量(熱交換)，降低室內溫度，不帶走冷房空氣。



其優點為：施工簡便、造價低廉。不影響室內冷房。不影響消防及防火區劃。並已實際運用於數棟建築物，效果良好。

經實際量測，設置誘導式對流天花之建築物，其屋頂層相對於未設置之最大溫差為 2°C ，平均溫差則為 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ 。而室溫下降 1°C 即代表空調設定溫度可調昇 1°C ，而空調每調昇 1°C 可節省約6%耗電量，爰確實可達節一定程度的能效益、並有助於改善全球暖化現象。

4.1.4.5. 吉隆坡市區建築外遮陽照片



以遮陽板作為立面造型



帷幕牆搭配內外遮陽



以圖騰元素作為遮陽造型



帷幕牆搭配垂直遮陽



停車場以百葉遮陽，亦可通風



搭配水平深遮陽

五、心得與建議

相較於其他國家，台灣的天然資源相當缺乏，98%的能源仰賴進口，因此更加需要重視節能議題，尤其台灣地區夏季電力尖峰負載中，冷氣負載量高佔電力負載總量之30%左右，為紓解尖峰電力需求壓力，而台電為能源供給公司，並身負節能減碳的指標與示範企業，在推動節能及永續經營不遺餘力，除積極開發電源及負載管理方式以減少電力尖峰需求，而空調建築物若能注意節約能源設計，將能有效降低尖峰用電需求，達到節能減碳的目標。

本次受邀參加研討會，除觀摩國際建築節能技術新趨勢外，亦與主辦單位、講師及其他學員交流，獲益良多。並在旅途中拍攝的建築物照片中發現，建築物設置外遮陽在馬來西亞相當普遍，顯然利用遮陽板遮蔽日射熱能，更可兼顧通風與視景，同時形成熱帶地區的獨特建築樣貌，值得學習。

台電公司將依本次會議所得，提供未來對本公司推動節能之對策擬定參考，繼續研究發展適用公司特定類型建築物之節能技術，並以低成本、高效能為目標，翻轉普遍認知綠建築是昂貴的謬誤，為改善全球暖化現象及節能減碳盡一份心力。