

建築物皮層光控設計之智慧化探討

--以居住環境使用目的為目標--

Existing Building cortex light control of intelligent design

- The purpose of the living environment in order to use the target-

陳建彰* 翁彩瓊** 楊斐娜***

一、研究背景與研究動機

建築物是世界上最大的能源消耗者之一，其消耗的能源和釋放的溫室氣體量佔世界能源總消耗量的四分之一到三分之一。而全球能源價格上升、電力需求猛增，以及對環境的日益關注等諸多因素，建築物的節能問題備受全球重視。

最具經濟效益的措施往往是提升用戶的能源效率，而不是以增加能源供應來滿足需求。從經濟效益來說，效能就等於一頓免費的午餐。而改善建築物本身就是最具成本效益的節能方法。

建築外牆是決定建築能耗的主要系統，包括將室內外環境分隔的所有構件：門、窗、牆體、地基、屋頂和隔熱。各類型構件可提高外牆性能，例如當溫度下降時，遮擋風雪的門窗可減少熱損失，而暖和地區可採用特製玻璃窗，讓日光進入室內而不提高室內溫度。節能建築外牆需整合建築和窗戶設計，將採光引入室內但不提高室溫，也不產生炫光。大量採用日照的設計可減少電燈的使用。遮陽設施應防止夏季日光進入屋內，但在冬季卻可讓陽光進入屋內。若在不需要提供暖氣的環境下，為整棟房屋和室外空間提供遮陽，不但可提高舒適感亦可節省能源開支。

二、研究目的

建築物的外層，就跟人體皮膚的機能相似，人體皮膚可達保護，感覺與保濕及散熱等功能，；建築物的外層，也可提供保護與保溫及散熱等功能，適當的開口部處理，影響著內部空間是否具備良好的採光照明，這將有助於確保人們能夠進行正常的生活及達到心理上的舒適，並且能夠提昇工作之效率；反之不良的照明環境，不但會造成工作情緒及居住時之不快，甚至還會造成眼球之損害。

人的一生當中，有絕大多數的時間位於室內，所以確保健康的室內環境乃綠建築中的重要一環，適當的太陽光可以給予我們光明和溫暖，但也可能因過量而導致眩光或不舒適感，維持人們在居室活動與一般作息的舒適性目的。

1. 在既有的建築物導入智慧化的皮層光控設計，改善皮層功能，達到舒適的日照居室環境。

*作者一，中華科技大學建築工程與環境設計研究所 碩士生

**作者二，中華科技大學建築工程與環境設計研究所 副教授

***作者三，中華科技大學建築工程與環境設計研究所 碩士生

2. 配合太陽高角度及方位角，改變光線進入遮陽板角度。而達到降低內部設備負荷，提升建築物的智慧化功能，也減低對環境的衝擊，使建築物外皮層，主動感知並執行對應的設施調控，而讓室內環境達到最佳舒適狀態。

三、研究範圍與限制

通常將室內對自然光的利用，稱為「採光」。自然採光，可以節約能源，並且在視覺上更為習慣和舒適，心理上更能與自然接近、協調。根據光的來源方向以及採光口所處的位置，分為側面採光和頂部採光兩種形式。側面採光有單側、雙側及多側之分，而根據採光口高度位置不同，可分高、中、低側光。側面採光可選擇良好的朝向和室外景觀，光線具有明顯的方向性，有利於形成陰影。但側面採光只能保證有限進深的採光要求（一般不超過窗高兩倍），更深處則需要人工照明來補充。

一般採光口置於 1m 左右的高度，有的場合為了利用更多牆面（如展廳為了爭取多展覽面積）或為了提高房間深處的照度（如大型廠房等），將採光口提高到 2m 以上，稱為高側窗。除特殊原因外，（如房屋進深太大，空間太廣外），一般多採用側面採光的形式。頂部採光是自然採光利用的基本形式，光線自上而上，照度分佈均勻，光色較自然，亮度高，效果好。但上部有障礙物時，照度會急劇下降由於垂直光源是直射光，容易產生眩光，不具有側向採光的優點。

此研究以居住環境使用目的為目標，在既有建築物導入智慧化的皮層光控設計，改善皮層功能，讓建築外遮陽可依照室內光環境及照明需求，配合太陽高角度及方位角，改變光線進入遮陽板角度。而達到降低內部設備負荷，提升建築物的智慧化功能，也減低對環境的衝擊，使建築物外皮層，主動感知並執行對應的設施調控，而讓室內環境達到最佳舒適狀態。

在研究範圍界定上分為(一)影響因素(二)需求探討兩大類，內容包括：

(一)影響因素

1. 建築環境

(A)座向：模擬對象以台北地區為主要地域範圍，針對住宅建築為研究範圍，西向日照對空間使用影響最重，因此本文以西向方位為主要探討目標，其它座向於此文中暫不探討。

(B)太陽方位角：理想的建築設計中，日照條件是須備考慮的，由於日照含括各季節及不同時間所反應出光線的進入角均不同，此案以四季中最宜人舒適的春秋分為模擬季節，模擬時間為早上八時至下午六時，太陽光照射建築物之影響狀態。

2. 建築尺度

一般住宅大樓採光較常考慮使用的是水平窗及落地窗兩種。原因於水平窗可使人感到舒展開闊，而落地窗則讓人有無視覺障礙且能增加室內明亮度，則此文僅以普遍性住宅建築最為通用型式為主。

(二)需求探討

1. 空間特性

住宅建築空間因應使用者的需求則會有不同的功能特性，普遍性居家生活中最常出沒的地方，不外乎是休閒聯誼活動的客廳、看書上網查資料的書房、及讓精神體力休憩的臥室，因這些居室空間最為使用者所使用，更需重視其空間舒適度，本文則以此這些居室空間為主要考量，探討空間之外光進入之狀況。

2. 遮陽系統

遮陽型式繁多，本案則單就住宅建築較常見的直立式外遮陽系統，增加智慧化功能之探討，使居室能夠透過自然採光，減少室內照明的使用外也能達到空間的最佳舒適度。

四、皮層智慧化光控設計原則

(一)皮層基本設計原則

1. 建築配置

(A)建築方位

因南北向晝光較為穩定而且太陽輻射較東西向少，故建築方位應以南北向較為有利。

(B)建築形體

因考量晝光節能之因素，應以東西軸長之長方體較為有利。若採用東西向配置時，則應以正方體較為有利。

(C)室內高度

一般而言，採光深度界限為開窗高度之 2.0~2.5 倍，故房間之高度愈高愈有利於晝光之利用。

2. 開窗位置

(A)窗戶長寬尺寸

橫長窗有助於面寬方向之採光效果，豎長窗有助於進深方向之採光效果。若相同採光面積之窗戶將其分散於數處，則比全部集中於一處時之「均齊度」¹來得佳。

(B)窗戶型式

大部分住宅使用窗戶類型分為下列幾種

★水平窗：可使人感到舒展開闊

★垂直窗：可使人視覺有屏掛幅式的景觀

★落地窗：無視覺障礙且能增加室內明亮度

一般住宅大樓採光較常考慮使用的是水平窗及落地窗兩種。

3. 窗戶玻璃

(A)窗戶玻璃材料之上半部應採用擴散性、指向性的玻璃，下半部應使用透明玻璃為佳。

¹ 均齊度：指作業面上之最低照度與最高照度的比值

(B)窗戶玻璃應使用透射率佳的材料以增加其採光效果，但為考慮節能之因素，也應同時選擇反射率大及隔熱佳之材料。

(C)窗戶玻璃之材料，應選擇不會反射光線之材質，以避免使周圍環境造成都市眩光而產生光害。

玻璃材料的參考數值

材料	表面處理	光學特性	反射率	透過率	吸收率
玻璃	透明	高度透過	4	90	6
	乳白	散光良好		30~60	
	磨砂	散光良好		70	

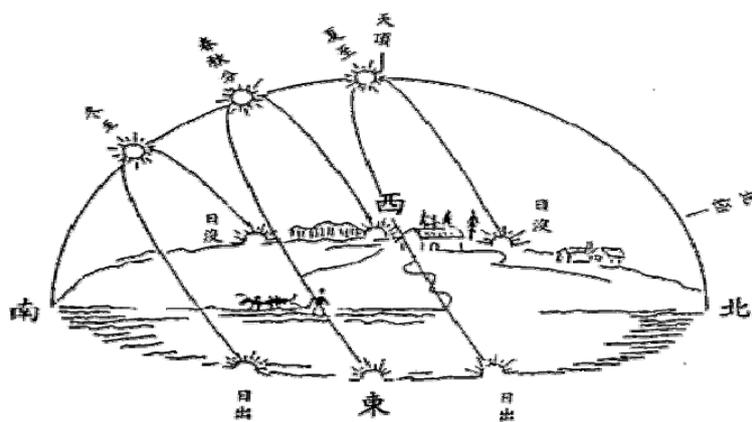
(二)光控設計原則

1. 建築物理環境參數資料

(A)台灣四季太陽仰角與方位圖說

地球繞日運轉，憑我們肉眼直覺所見，好像太陽在天球上運行，一年繞天一周。太陽繞天一周的軌跡，叫做黃道。因地軸傾斜，黃道與赤道相交 23.5 的交角。每當春分、秋分時，太陽經過黃道赤道交點。這時太陽出於正東，沒於正西。春分後，太陽沿黃道北移，夏至時到達黃道最北($+23.5$)，即北迴歸線上。這時太陽出於東北，沒於西北。秋分後，太陽沿黃道南移，冬至時到達黃道最南(-23.5)，即南迴歸線上，這時太陽出於東南，沒於西南。太陽在這一年中，南來北往一回復，就是一年，也叫做回歸年，這就是造成地球上四季寒暑的原因。

當太陽上升時，太陽方位角隨高度而變化。過中天之後，即是下午時分。下午與上午對稱。按地理緯度及太陽赤緯計算，時間係地方視太陽時，方位角起點以正北起算，上午由北向東量至南，下午由北向西量至南。以供臺灣地區各地民眾參考。(建築物理概論，2009)



台灣四季太陽仰角與方位圖說

註：台灣一年中，夏至正午時分，太陽仰角最高（北回歸線以北地區）；冬至正午時分，太陽仰角最低，這就是四季寒暑的由來。(建築物理概論，2009)

台灣四季仰角與方位角（單位：度）

台 北（北緯 25.03 度，東經 121.5 度）								
季節	時	6	7	8	9	10	11	中天
夏至	仰角	11.3	24.1	37.3	50.7	64.2	77.8	88.5
	方位	069.1	074.1	078.6	082.9	087.4	094.4	180.0
春分	仰角	01.9	15.1	28.5	41.3	53.0	61.9	65.0
	方位	090.7	097.3	104.7	114.2	128.2	150.9	180.0
冬至	仰角		04.2	15.6	25.9	34.3	39.8	41.5
	方位		118.3	125.9	135.7	148.3	164.1	180.0

台 北（北緯 25.03 度，東經 121.5 度）								
季節	時	12	13	14	15	16	17	18
夏至	仰角	87.8	74.7	61.1	47.6	34.2	21.1	08.4
	方位	226.4	267.8	273.7	278.1	282.4	287.0	292.1
春分	仰角	64.9	60.2	50.4	38.4	25.4	12.1	
	方位	184.1	215.4	235.6	248.3	257.2	264.3	
冬至	仰角	41.4	38.8	32.6	23.6	13.1	01.7	
	方位	182.1	199.8	214.9	226.8	236.0	243.2	

資料來源：中央氣象局

2. 遮陽板型式

遮陽設施的要求視氣候和朝向而定。在冬季需要供應暖氣的氣候環境下，遮陽設施應防止夏季日光進入屋內，但在冬季卻可讓陽光進入屋內。若在不需要提供暖氣的環境下，為整棟房屋和室外空間提供遮陽，不但可提高舒適感亦可節省能源開支。

建築物之遮陽板一般可分為水平、垂直、格子及其它型等四種，又依建築物之使用目的，亦可將其分為固定式及活動式兩種，其說明如下：

(A) 水平式

- (1) 定 義：與窗面平行
- (2) 適用方位：南向
- (3) 功 能：採光效果佳，對於較高的太陽高度角較為有效

(B) 垂直式

- (1) 定 義：與窗面垂直
- (2) 適用方位：東西向
- (3) 功 能：採光具有方向性，對於較低的太陽高度角較為有效
- (4) 注意事項：對風向具引導與屏障兩種作用，設計使用避免引起通風不良

(C) 格子式

- (1) 定 義：即是將水平式及垂直式兩種組合而成
- (2) 適用方位：東南向及西南向

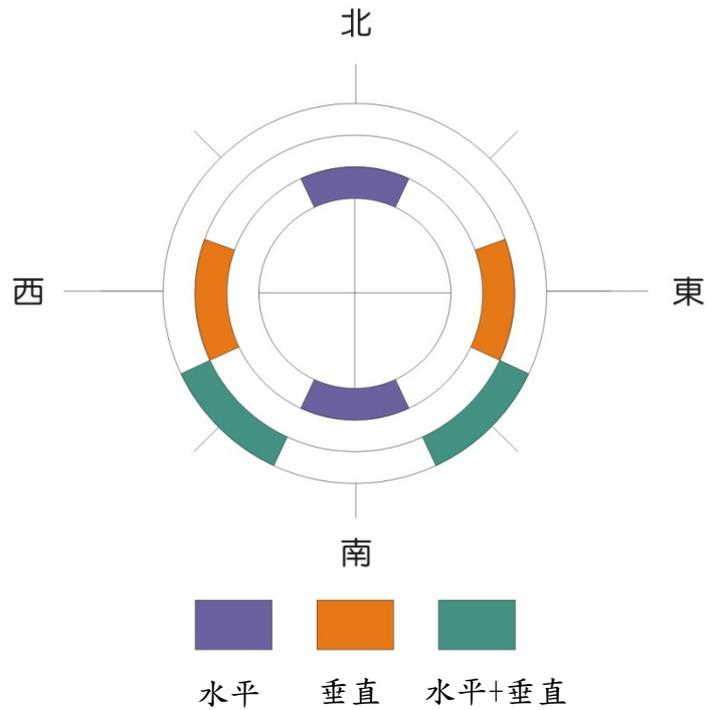
(3)功能：採光效果最佳，兼具阻擋較傾斜之太陽高度角及方位角

(D)其它式

(1)定義：依設計者需求所變化不同的型式

(2)適用方位：東南東向及西南西向

(3)注意事項：需考量視覺穿透、通風、採光等，以活動式為最佳



外遮陽型式與其適宜朝向

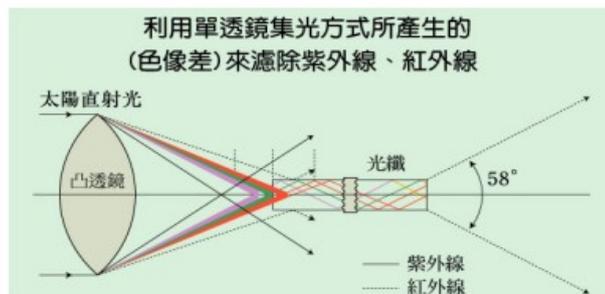
(三)智慧化設計原則

1.運用「向日葵」採光系統光學技術，有效利用太陽光

(A)透鏡集光：採光效率高且穩定

(B)光纖傳送方式：

對於安裝在屋外的集光主機，可以整日不受任何限制隨時採光，使集光效率發到最佳狀態。



2. 自動追蹤系統

(A) 太陽光感應器

太陽從日出到日落的位置時時刻刻都在移動，感應器能完全自動控制集光部的透鏡面隨時準確的面對太陽位置。

(B) 時鐘機能程式

利用時鐘機能程式計算出太陽運行軌道追蹤移動。



3. 採集的太陽光特性

(A) 高品質的太陽光

以可見光為主要成分的光即是自然的太陽光，其色澤柔和、自然、非一般以人工電器照明可使其重視的高質感的太陽光。

(B) 健康的太陽光

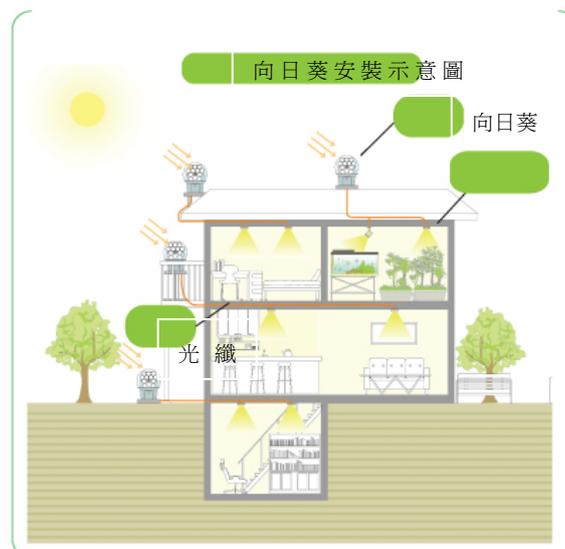
利用單透鏡集光方式所產生的（色像差）來去除紫外線、紅外線，而以可見光為主的太陽光也是最適合用於幫助植物進行光合作用。

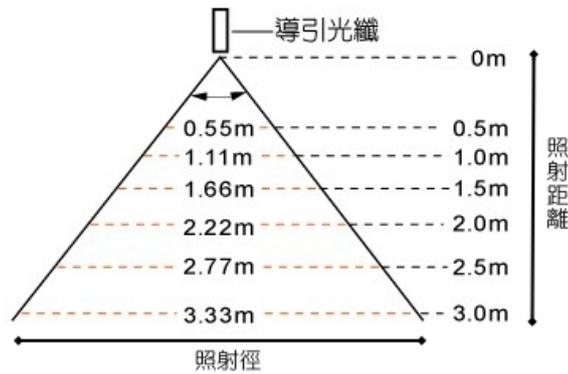
(C) 不熱的太陽光

大部分的紫外線、紅外線已被去。因此作為照明採光的使用不必顧慮因溫度的上升而造成家具、地毯褪色或在里天造成冷氣效果不良等。

(D) 自由傳送的太陽光

光纖方式的導光改變了過去在室內或地下室對自然太陽光的取得相當困難的情況。





照射距離(m)	平均照度(Lux)	中心照度(Lux)	照射徑(m)	照射面積(m ²)
0.5	7,967	11,154	0.554	0.241
1	1,990	2,786	1.109	0.965
1.5	884	1,238	1.663	2.172
2	497	696	2.217	3.861
2.5	318	445	2.772	6.033
3	221	309	3.326	8.688

*以平均日照陽光直射98,000Lux值之標準輸出值。

資料來源：日商佳珀科技工程股份有限公司

五、室內居住環境之舒適照度

住宅室內居住環境若有良好的採光照明，不但能夠有效的提高工作效率，同時也助於使用者的心理達到舒適感；倘若於不良的照明環境下，則會造成使用者情緒上的不穩定，嚴重者還可能會造成眼球的損害。

(一)依不同的室內環境可選用適宜的採光搭配，如下列所示：

1. 客廳與起居室

自然採光宜充足，應儘量安排在採光良好的窗前，起居室若有設置視廳設備則須避免陽光直射。

2. 書房與閱讀室

自然採光宜明亮，書桌宜放置於北面窗，因為北面光線柔和不刺眼，且宜與窗戶垂直置放。

3. 臥室

睡眠休息區光線宜柔和，所以睡床應放在光線較暗的房間中後方。

4. 廚房

光線應良好充足但需避免直射，而櫥櫃與冰箱則應遠離窗戶旁或面向窗戶。

5. 餐廳

光線應柔和、舒適且餐桌必需避免強光直射以免影響食物。

6. 洗手間

光線不宜太亮且玻璃需具有隱私性。

(二)室內室外最適照度表

1. 室內部份

(A) 普遍照明與局部照明之照度基準

照明方式	場所&活動		最低照度 (lx)	標準照度 (lx)
普遍照明	門廳、走廊、樓梯及日常起居		50	100
局部照明	閱讀	短時間	200	300
		長時間	300	500
		兒童	300	500
	縫紉	短時間	200	300
		長時間	300	500
		細工	500	1000
	廚房、洗衣間工作		300	500
	化妝		300	500
	遊戲	靜態	200	300
		動態	300	500
	其他活動	一般性	200	300
精細性		500	1000	

註：單位為 lm/m²(流明/平方米)，以 Lux(符號為 lx)

(B) 住宅室內空間最適照度基準

照度級(lx)	範圍	住宅室內空間
2000	1500~3000	
1000	700~1500	
500	300~700	書房、讀書室
200	150~300	臥房、起居室
100	70~150	客廳
50	30~70	浴室
20	15~130	門廳
10	7~15	庭園
5~0.5	0.3~7	集合住宅、綠地

註：單位為 lm/m²(流明/平方米)，以 Lux(符號為 lx)

2. 室外部份

(A) 自然最適照度基準

照度級 (lx)	天氣
100000	正午晴天
20000~50000	陰天
10000	晴天陰影處
7000~10000	暗雨天
5000	建築物陰影
1000~3000	室內窗邊
200~500	明亮室內
50~100	陰暗室內
0~2	滿月之月

註：單位為 lm/m²(流明/平方米)，以 Lux(符號為 lx)

六、案例模擬探討

此電腦模擬案例位於台北市區內七層的純住宅建築，基地周圍環境有鄰棟建築物緊臨，此建物為 RC 構造。

透過 Eco Designer 軟體，將此案的位置、結構、開口及能量四大單元的影響因素之數據輸入，可評估此案之能量平衡價值。下列為**現況**的能量評估數據：

◆ 基本資料

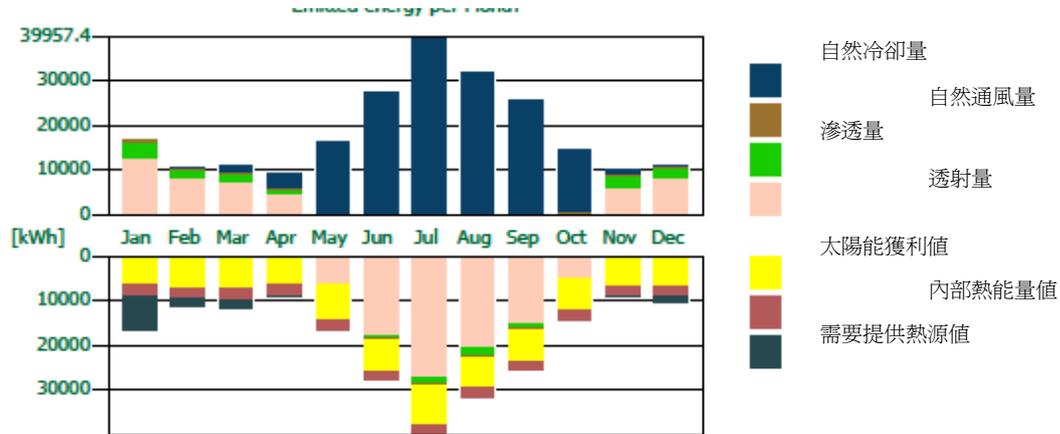
1. 建築型式：住宅
2. 強化建築面積：744.5 m²
3. 通風量：529.71 m³
4. 室外熱容量：54.99 J/m²K
5. 傳熱係數計算： U values [W/m²K]
 - 建築外殼平均值 3.28
 - 屋頂 4.34-5.85
 - 一般牆 3.25-3.99
 - 地下室牆
 - 開口 2.05-2.60

◆ 能源消耗

來源	年度總合數 kWh/year	年度平均值 kWh/year
56%天然氣	28914	38.84
44%電力	22087	29.67
總 合	51001	68.52

◆ 每月能量平衡表

每一個月所產生的能源量



每一個月所提供的能源量

小結：由圖表數據可得知，未裝設遮陽系統的開窗面於6-8月間，接受到太陽透射量比其他月份還要更多，相對的所要散發出去的能量也較其它月份高，因為需要較多的室內設備來輔助。

將設置過直立式遮陽系統的配置重新透過軟體，將其影響因素之數據輸入，可評估此案之能量平衡價值。下列為**改善後**的能量評估數據：

◆ 基本資料

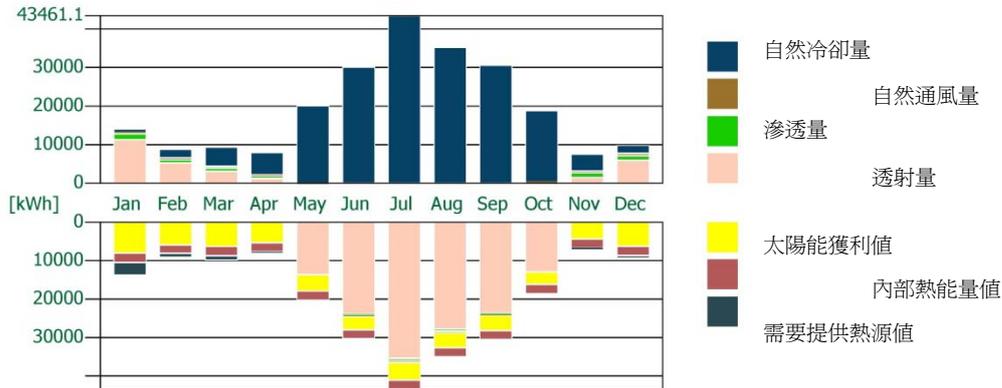
1. 建築型式：住宅
2. 強化建築面積：744.5 m²
3. 通風量：529.71 m³
4. 室外熱容量：53.96 J/m²K
5. 傳熱係數計算： U values [W/m²K]
 - 建築外殼平均值 3.02
 - 屋頂 4.87-6.16
 - 一般牆 3.74-4.42
 - 地下室牆
 - 開口 1.30-1.30

◆ 能源消耗

	年度總合數	年度平均值
來源	kWh/year	kWh/year
47%天然氣	19717	26.49
53%電力	22087	29.67
總合	41804	56.16

◆ 每月能量平衡表

每一個月所產生的能源量



每一個月所提供的能源量

小結：由圖表數據可得知，裝設遮陽系統後能源消耗量有減少，而太陽能量在每個月則較為平均，內部吸收熱能也較為減少。

七、結論與建議

將此案以開口未設置遮陽設備為主，先行評估其建築外殼平均值，另以圖表式展現出每個月所產生的能量值與所能提供的能源量，接續我們再將此案的開口裝置智慧化遮陽設備，並加以比較評估而得論是否裝置設備後可以達到預期內的目標。實驗證明增加遮陽設備後的住宅建築，整體的能源消耗確實是減少很多，也讓建築物內的熱能量平均減少。

日光照明利用窗口、百葉窗等的開口，將自然光線引到屋內，使之與人工照明融合起來。利用白天室外的豐富的自然光線，可以實現較好的光環境和省能效果。裝設遮陽設備可達到能量耗能的減少，將其加上智慧化因子設計可隨著環境需求而達到空間的舒適感，也有效降低室內所需的照明密度及降低室內照明費用。

八、參考文獻

1. 內政部建築研究所，綠建築標章評估手冊。
2. 內政部營建署，建築技術規則。
3. 中央氣象局。
4. 內政部建築研究所，建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊。
5. 建築環境控制系列之建築物理概論。
6. 建築節能－綠色建築對亞洲未來發展的重要性
7. 綠設計－健康住家指南
8. 好房子