

淺談住宅節能

邱繼哲

臺灣綠適居協會理事長

近年來，樂活風吹起，節能也成爲一種時尚，這是件值得高興的事，不但省了電、減了碳，也救了地球，也許有人還不知道，爲何節能就能減碳？因爲臺灣的電大多由火力發電廠產生，火力發電即是燃燒煤、石油或天然氣，燃燒的過程中會產生二氧化碳，所以用的電越多、產生的二氧化碳也越多。二氧化碳是溫室氣體的主角，會造成全球暖化、氣候變異，所以節能減碳不該只是口號，而是每個人都該身體力行的事。

人的一生中，有90%的時間待在建築物裡，其中又以待在家的時間最長，從表1可知，家庭能源使用的結構大部分是電力，所以想要節能，從住宅下手無非是最有效的方向。家中最常出現的四種單：電費單、瓦斯費單、水費單、油單，除了水是資源外，其他都是能源，其中以電費單最爲複雜，上面有一堆密密麻麻的數字，你曾經研究過你家的電費單嗎？圖1是一般家庭的電費單，有4個重點可看：

- A、這一期你家共排放多少二氧化碳。因爲產生一度電會排放0.637公斤的二氧化碳，所以依據當期你家的用電度數，臺電會貼心地爲你計算出來。
- B、電號及計費期間。每個月的計費期間不一，要看臺電人員的抄錶日期，而電號可輸入以下網頁，即可得知你家近2年的用電情形。<http://wapp10.taipower.com.tw/naweb/apfiles/nawp300.asp>。
- C、分攤公共電費及與去年比較。如果住的是大廈，就會分攤公共區域的用電，有的是直接分攤至各戶電費單上，有的則由管委會統一繳，從管理費中扣除，而與去年比較則可讓你瞭解用電情形。
- D、流動電費。臺電網頁有詳細的計算說明，簡單說就是不同度數級距有不同電價，用的度數越多，計費的單價也越高。

http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/11/main_3_6_3.pdf

表1 家庭能源使用結構

設備	動力來源
照明	電力
空調	電力
電器	電力
資訊產品	電力
爐具	天然氣、電力

熱水	天然氣、電力
汽機車	汽油、柴油、電力

台灣電力公司 97年02月電費收據(金融機構代繳用戶)
www.taipower.com.tw

用戶本期用電結核 CO₂ 約 438 公斤
鼓勵節約用電，以減少 CO₂ 排放，降低地球暖化衝擊

408

先生/女士/寶號

M07HG00

●電號

●用電計費期間96年12月13日至97年02月15日

●代繳帳號 W000-99650500****

本公司營利事業統一編號 51868406

本次電費扣繳日 97年 02月 20日

下次電費扣繳日 97年 04月 17日

下次抄表日 97年 04月 14日

用電種類：本埠 非營業用

輸送停電組別：C

饋線代號：HT62

收據號碼：M2528078

用電地址：

計費內容：

度數	40	流動電費	1602.9元
公共分攤戶數	84	分攤公共電費	488.6元
經常用電度數	687	應繳總金額	2,092.元
		去年同期用電	529度
		較去年同期	+158度
		本期較前期	+74度

服務電話：1911

服務單位：南屯服務所

服務地址：408台中市南屯區黎明路一段971號

●計費說明：

流動電費：\$1603=220*2.1+440*2.415+ 27*2.900

已由代繳機構完成扣繳
營業稅已併入各項應稅費用內

本收據各項金額數字係由機器印出，如發現非機器印或有塗改字跡或無收費章戳者，概屬無效。

抄表指數：

品別	去月	上月	本期
01	50533	49846	

電表倍數 001

表別說明見背面

圖1 家庭電費單

想要減少電費的支出，首先要知道電費如何計算，電量的計量單位為瓩時(kWh)，通稱為「度」，1度電指1000瓦(1kW)的電器設備使用1小時(1h)所消耗的電能。所以電費的計算公式如下：

電費(元)

＝度數(度)×電價(元/度)

＝功率(仟瓦)×時間(小時)×電價(元/度)

臺電的電價一年比一年高，想要降低電費，只有「降功率、省時間」一途！所謂的「降功率」，就是選用低功率的設備，例如省電燈泡、變頻空調，而「省時間」則是減少使用時間，例如養成隨手關燈、關閉待機電源的習慣。

瞭解電費如何計算後，接下來就要想辦法省啦！照明及空調是住宅節能效益最佳的二大方向，室內照明用電量約佔建物總用電量30%～43%；空調系統用電量則佔建物總用電量40%～48%。想要從照明方面節能，就要換用節能的光源甚至燈具，所謂光源就是我們一般說的燈泡，而燈具則是裝設光源的器具以下先就光源方面來說明。

鎢絲燈泡及鹵素燈泡統稱為白熾燈泡，將白熾燈泡換成省電燈泡甚至是LED燈泡，成為最近常聽到的熱門話題，然而面對市面上琳瑯滿目的產品，該如何選擇成為令人困擾的課題，尤其看到這些省電產品的高價位，往往令人下不了手，其實只要學會計算回收年限，你會發現買下它是十分值得的。圖2為鎢絲燈泡及省電燈泡所耗費的功率，可看出省電燈泡只需1/5的電力即可獲得所需的亮度，省下80%的能源，而關於回本方面，以下就幾個常見的問題，簡單計算給大家看：

（一）省電燈泡多久回本？

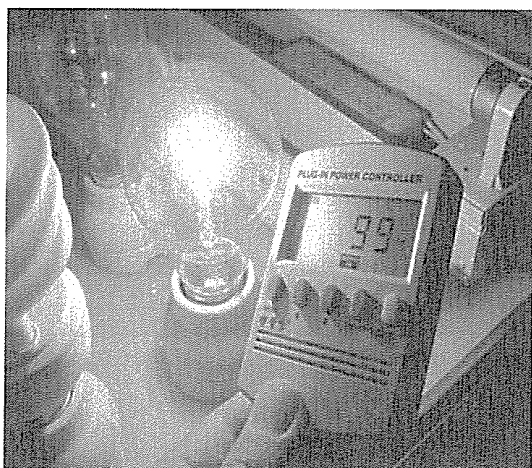
假設亮度相當之21W省電燈泡（售價150元）及100W鎢絲燈泡（售價20元），每天由下午6時點燈至11時，共5個小時，每月電費各多少？省電燈泡多久可回收成本？

Ans：21W × (1kW/1000W) × 5hr/天 × 30天 = 3.15度電 × 2.73（元/度）= 8.6元
 100W × (1kW/1000W) × 5hr/天 × 30天 = 15度電 × 2.73（元/度）= 40.95元
 (150-20) / (40.95-8.6) = 4.02 約4個月回本

（二）省電燈泡一生中省下多少錢及能源？

假設21W之省電燈泡壽命6000hr，100W鎢絲燈泡壽命1000hr，請問在6000hr的照明時間，省電燈泡可省下多少MONEY（需計算燈泡成本，平均電價：2.73元/度）？

Ans：21W × (1kW/1000W) × 6000hr × 2.73（元/度）+ 150元 = 494元



鎢絲燈泡 99W



省電燈泡 21W

圖2 鎢絲燈泡與省電燈泡比較

100W × (1kW/1000W) × 6000hr × 2.73（元/度）+ (6 × 20) 元 = 1758元
 1758-494=1264 省下1264元

可省下能源=474度電（減少排放302.4Kg的二氧化碳）

（1棵直徑50公分、高15公尺的榕樹，1年約可吸收37公斤的二氧化碳）

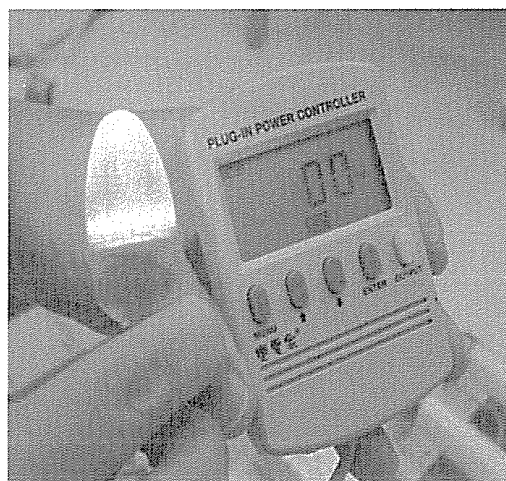
除了省電燈泡，LED燈泡亦是最近的熱門商品，它的亮度雖然還無法完全取代白熾燈泡或省電燈泡，但若你用來作為近距離照明（例如閱讀燈）或是氣氛用的點綴，LED

燈泡是很好的選擇，因為它的耗電功率更低，而且沒有白熾燈泡的紅外線及省電燈泡的紫外線。紅外線會產生熱，造成冷氣的負荷，不單燈泡耗電，造成的高溫也會使冷氣要用更多電來冷卻室內溫度；紫外線雖可以殺菌，但長時間近距離照射並不健康。

圖3為神明燈的鎢絲燈泡與LED燈泡比較，鎢絲燈泡需要14W，而LED燈泡則是0W？你沒看錯，功率計也沒壞，而是這款功率計的解析度較不足，其實它是耗電0.2W，而功率計讀不出來罷了。神明燈這24小時亮著的小傢伙，如果用鎢絲燈泡，它的耗電量累積起來可是很驚人的！而且由於鎢絲燈泡的壽命為1000小時，每個月要更換，罩在燈罩裡持續發熱亦會造成電線老化、造成電線走火。如果換成LED燈泡，雖然沒這麼亮，但同樣有誠意，又不會發熱而產生危險，加上50000小時的超長壽命，真可說是好處多多！



鎢絲燈泡 14W



LED燈泡 0W

圖3 神明燈的鎢絲燈泡與LED燈泡比較

除了神明燈泡，LED亦有取代投射燈的產品，現在已有廠商開發出高亮度的光源，只是因為單價較高，所以大部分都是外銷到電價高的國家，市面上不易取得，不過如果大家的接受度越來越高，相信這樣的產品也會越來越普遍、低價，像LED的避難方向指示燈就已出現在新建的大樓裡了。大家最關心的回本速度與節能效益，可由表2及表3看出，表2是說明以省電燈泡或LED燈泡取代白熾燈泡的省電、省錢、回本分析，表3則是更換節能光源或設備的節能減碳成效。

介紹光源後，燈具本身也有省電的空間，同樣是日光燈，傳統式安定器與電子式安定器便有30%的省電效果，而T5燈管則是比T8燈管效率高且環保，但感應式的燈具就不適合使用省電燈泡或電子式安定器的日光燈，因為短時間反覆開啓及關閉容易損壞燈泡或燈管，除非裝上預熱型的電子式安定器，不然就是用LED燈泡，現在紅綠燈的燈泡都改成LED，不停閃爍也不會壞是LED的特性。

表2 省電、LED燈泡取代傳統耗電燈泡，省電、省錢、回本分析一覽表

以1個來比較	每天使用時間 (hr)	節省之 功率 (Watt)	回本速度 (月)	每月省下電費 (元)	每年省下電 費(元)	使用壽命 中省下費用 (元)
21W省電燈泡及 100W鎢絲燈泡	5	79	3~4	32~44	388~532	1264~1742
5WLED燈泡及 50W鹵素燈泡	8	45	10~14	29~40	354~485	8943~11215
0.5WLED神明燈 泡及5W鎢絲神明 燈泡	24	4.5	6~8	9~12	106~145	789~1017

※電價以2.73元/度~3.74元/度分析。21W省電燈泡（壽命6000hr售價150元）、100W鎢絲燈泡（壽命1000hr售價20元）、5WLED燈泡（壽命50000hr售價500元）、50W鹵素燈泡（壽命1500hr售價100元）、0.5WLED神明燈泡（壽命50000hr售價75元）、5W鎢絲神明燈泡（壽命1000hr售價5元）

表3 節能減碳之成效

原耗能設備 之功率	更換省能高效率 設備後之功率	節省 功率 Watt	每天 使用 時間 hr	*1/1000 (換算成 kWH=度)	*30=每 月省電量 (度)	*12=每 年省電量 (度)	*0.638=每 年減少排 放CO2量 (Kg)
鎢絲燈泡 100W	省電燈泡21W	79	8	0.632	19.0	227.5	145
鎢絲燈泡60W	省電燈泡13W	47	8	0.376	11.3	135.4	86
日光燈管40W	T5燈管電子安定 器省電30%	12	8	0.096	2.9	34.6	22
日光燈管30W	T5燈管電子安定 器省電30%	9	8	0.072	2.2	25.9	16.5
鎢絲神明燈 12W	LED神明燈0.5W	11.5	24	0.276	8.3	99.4	63.4
鎢絲小夜燈 5W	LED小夜燈0.5W	4.5	8	0.036	1.1	13.0	8.3
傳統1.5噸冷 氣3000Kcal/h 約1200W耗 電功率	變頻式1.5噸冷 氣省電30%	360	8	2.88	86.4	518.4 (*6= 使用6個 月)	330.7

大致瞭解照明節能後，還要認識空調節能，住宅的空調電能有96%用來移除由建築外殼進入室內的熱量，其中窗戶占57%、外牆17%、屋頂22%（如圖4），這也是臺灣夏季尖峰用電提高的原因。

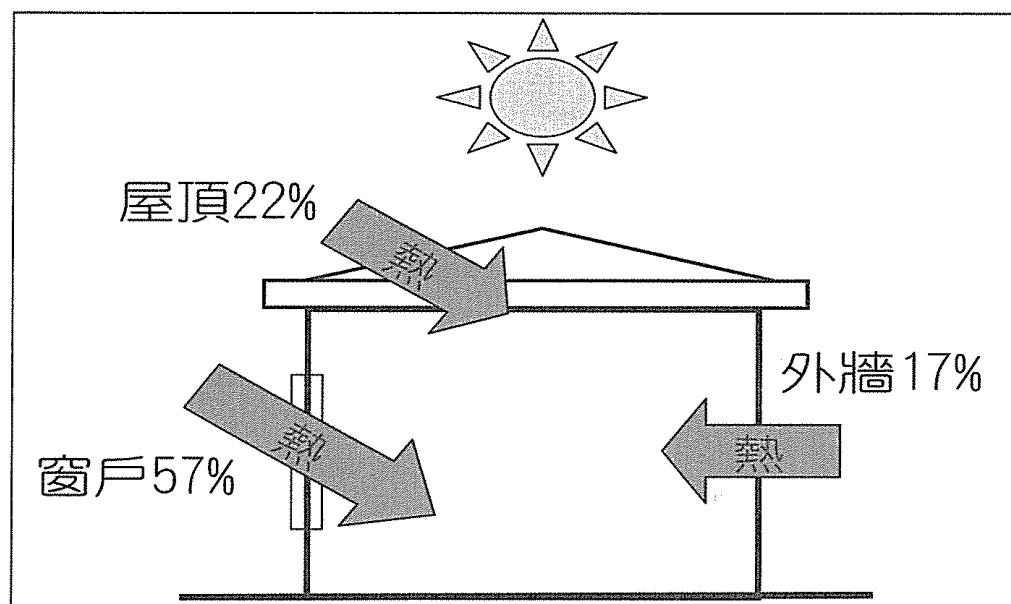


圖4 夏季室內外來熱源

而從圖5可知，屋頂的日射熱最大，這也是為什麼住頂樓的常熱得哇哇叫，冷氣怎麼吹都不會冷，東西曬則是第二令人頭大的問題，所以你家的空調電費高不高，端看你家的座向就可以判斷，如果大部分的外牆面向東向或西向，無論有沒有開窗，都會有熱的問題，而西曬又比東曬的問題更大，因為東曬過後還有一個下午的時間可以散熱，但西曬過後大家就下班回家，身處烤箱的滋味，想必有經驗的人一輩子也忘不了，這些太陽給的熱，被混凝土及室內家具吸收，當你開啓冷氣時，大部分的電都得先冷卻這些東西，所以頂樓及西曬是大家最困擾的課題。

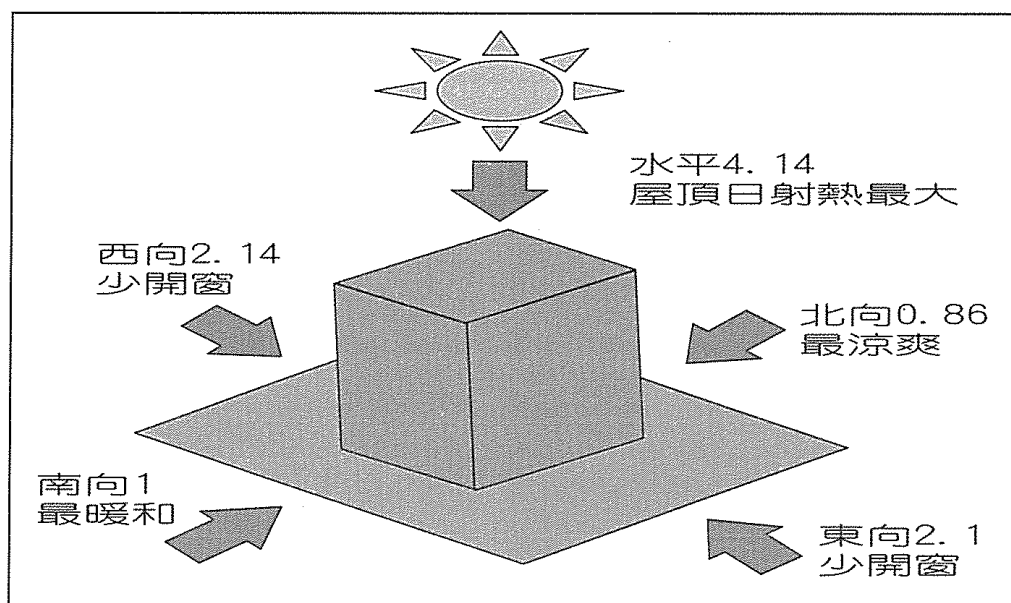


圖5 臺灣地區建築物夏季平均日射量比例圖

想要空調節能，做好建築隔熱是治本之道，圖6即是簡單說明當你做好屋頂隔熱、牆面隔熱、外遮陽時，空調的用電便會跟著減少，而屋頂及牆面的隔熱不但在夏天能抵擋外界進來的熱，也能在冬天抵擋外界進來的冷，達到保溫的功能，進而降低暖氣或電熱器的使用。

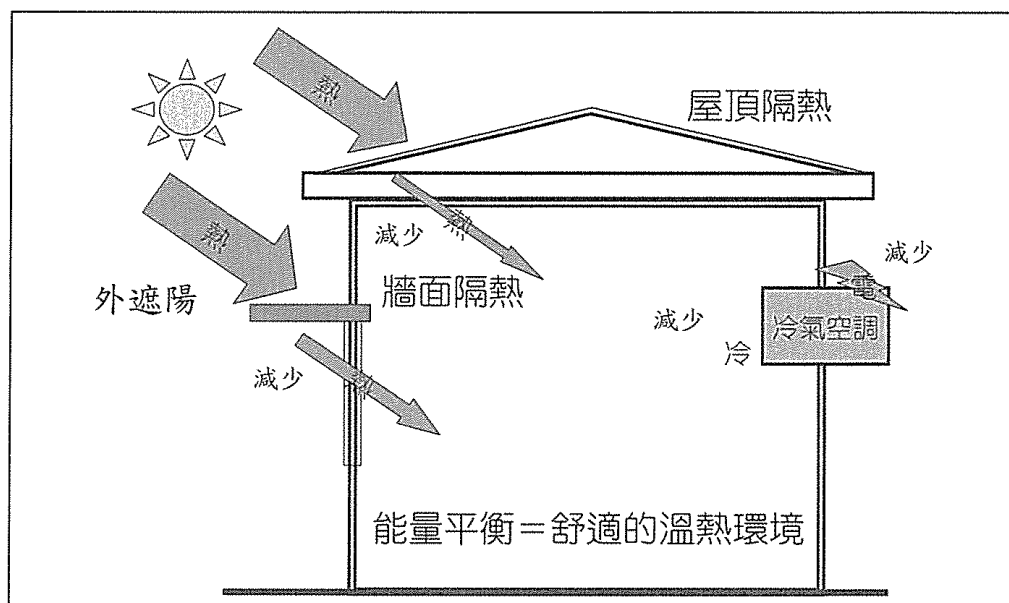
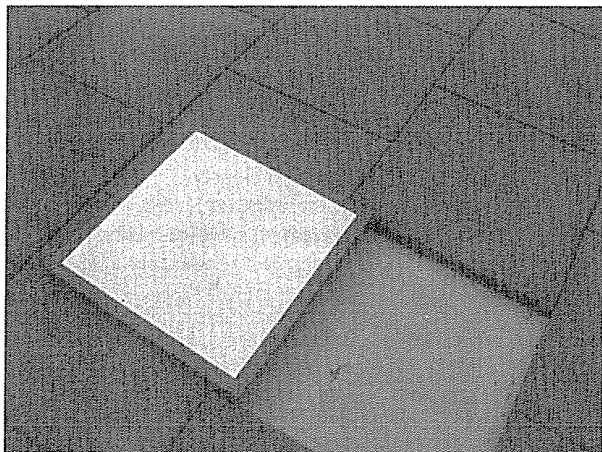


圖6 建築空調節能-減少熱進入室內

屋頂隔熱，顧名思義就是在屋頂面運用各種方式，將太陽的熱輻射有效地阻隔、防止其進入室內，建築物所使用的屋頂隔熱構造大多以組合材型式居多，其隔熱性能依其材料之性質及空氣層的厚度而定。圖7即是一般常用的屋頂隔熱方式，隔熱磚裡的PS板是主要的隔熱材，它是高密度的保力龍板，就像冰箱壁體裡的材料，可以阻絕熱的傳遞，但由於PS板怕紫外線的直接照射，所以外層需要保護；雙層通風屋頂則是有防水的功能，只是若蓋得太高便有違建之虞；屋頂綠化亦具有怡情養性的功用，但施作過程要注意，避免防水層被破壞；黑網則是最便宜的手法，只是颱風時要記得收起。



PS橡膠隔熱磚



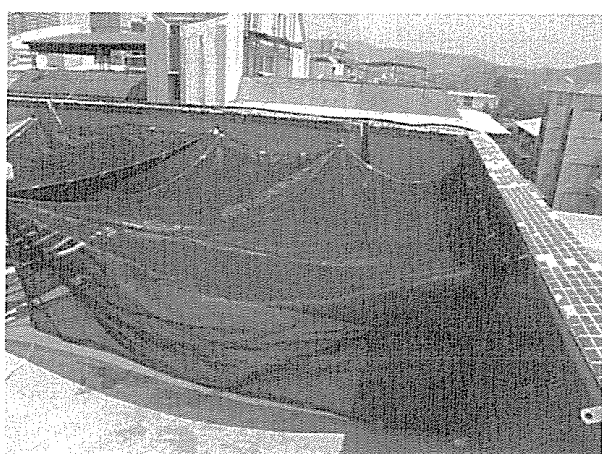
PS水泥隔熱磚



雙層通風屋頂



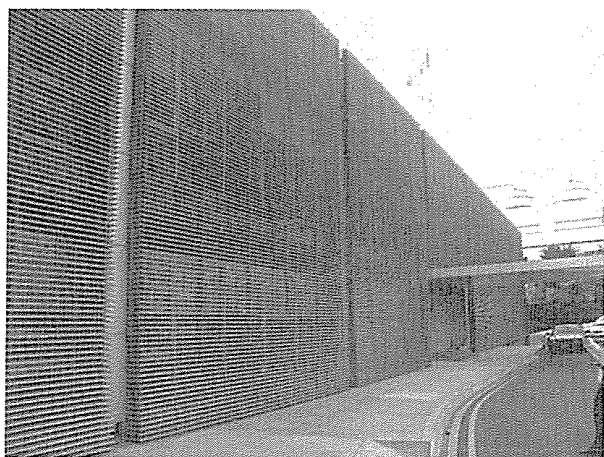
綠化



黑網

圖7 常用的屋頂隔熱手法

外牆隔熱是在被太陽照射的外牆運用各種方式，將外部的太陽熱輻射得有效地阻隔，防止其進入室內。阻隔的方法可以從外部、也可以從室內，圖8即是從外部阻斷的方式，從外部做最為有效，可以為建築帶來新的表情，但須考量法規限制、施作的可行性及經費是否充裕。



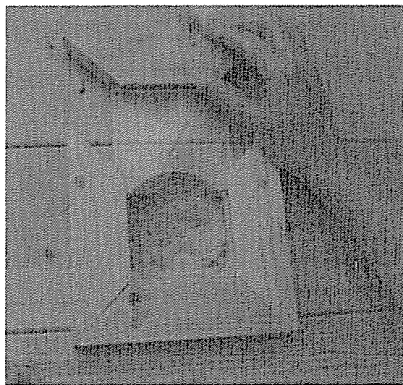
水平格柵



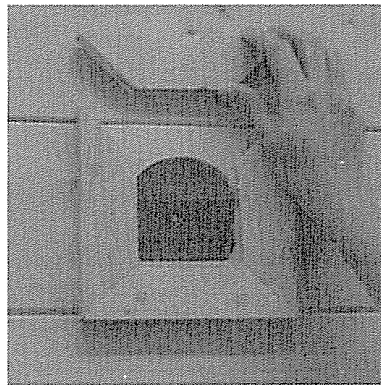
綠化

圖8 從外部做牆面隔熱

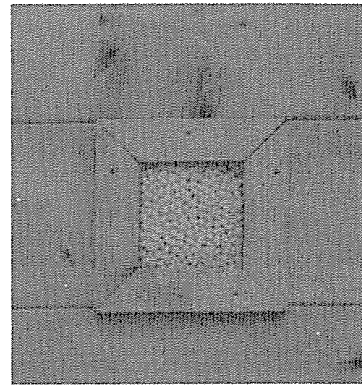
若無法從外牆作隔熱，從內部也能做到不錯的隔熱效果，在原本的牆面再做一層牆板，中間的空隙填進隔熱材，便能達到隔熱的目的，圖9是我將家中西曬牆作的實驗，有岩棉、泡沫玻璃、玻璃球3種材質，效果都不錯。



雙層牆填岩棉



雙層牆填泡沫玻璃



雙層牆填玻璃球

圖9 從內牆作隔熱

所謂的外遮陽，就是在窗戶外側裝置各種型式的構件，用來阻擋過多的太陽熱得進入室內，有外遮陽當然就有內遮陽，內遮陽就是一般所說的窗簾，雖然最簡單易行，但熱已透過窗戶進入室內，而內遮陽僅能避免太陽直接照射室內物體，並不能有效地遮陽。最好的外遮陽，是活動式的，需要遮陽時再放下，沒有遮擋窗外景致的困擾，但就像在外牆作隔熱一樣，會遇到許多問題，所以我在自家作了一個實驗，在原本西曬的窗戶內側再加裝一層窗，中間裝上一般的百葉簾，依不同的需求開關窗戶及收放窗簾，效果非常好！

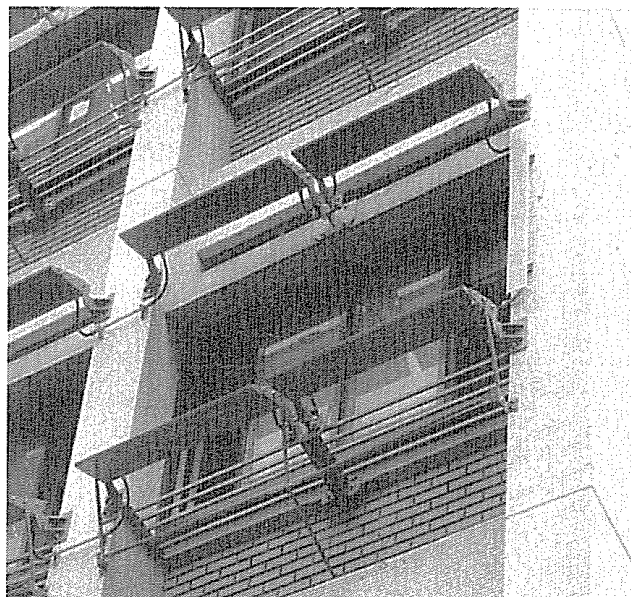


圖 10 雙層窗內夾百葉簾

一般常用的外遮陽手法，有垂直板及水平板（如圖11所示），垂直板適合用在東、西向，水平板則適合用在南向，若在建築物建造初期便將這個問題考慮進去，不但省錢也更為美觀。



垂直板



水平板

圖11 常用的外遮陽手法

空調節能除了做好建築的隔熱及遮陽外，適時的通風也能有效地節省空調用電，運用室內外溫濕度計來瞭解現在的溫濕度。以夏季為例，當外氣溫低於內氣溫時，可打開窗戶、引進外界涼爽的空氣，來降低室內溫度；當外氣溫高於內氣溫時，則需關閉窗戶、打開風扇或空調，但要注意保持基本換氣；夏季室內氣溫 28°C 以下時，儘量不開空調，若要開也將溫度設定在 $26\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，並搭配風扇使室內溫度均勻；而濕度 $50\%\sim 70\%$ 為舒適範圍，超過 80% 才需要開除濕機或空調來除濕。

簡單介紹完照明及空調節能後，以下介紹10個居家節能改造的手法，供大家參考，希望每個人都能過著綠色、健康、舒適的生活，家家戶戶都是「綠適居」，這也是我當初創立協會最大的目的啊！

（一）選用省電燈具

選用電子式安定器的燈具、光源選擇省電燈泡、T5螢光燈管或LED燈泡，不但降低照明所使用的耗電功率（瓦數），也可降低空調的負荷。

（二）採用多段式或感應式控制模式

同一空間，不同使用需求而照明的亮度也有不同，有時需要很明亮、有時為講求氣氛便只需微光，所以燈具裝設多段式開關便可滿足不同需求。感應式開關則適合設於通道、梯間、玄關等短暫停留的空間，免去找開關的困擾，也可避免忘了關閉而浪費電源。

（三）選用變頻冷暖氣機

變頻空調可依室內發熱狀況來控制運轉所需功率，既節能又不會發生忽冷忽熱的狀況，使用冷氣時可搭配風扇來增加效率，使用暖氣時不會像電熱器產生局部過熱或危險性較高的情形。

（四）選用變頻或有節能標章之電器

除了空調，冰箱、微波爐、洗衣機等都有變頻的機種，所謂變頻，就是依需求調整馬達運轉所需功率，以達到節能目的。政府亦設有為民眾審核的機制，故選用附有節能標章之電器，也會有節能的保障。

（五）善用有個別開關的延長線

廚房、電腦桌、電視櫃通常有許多附有待機電源的電器插在同一條延長線上，若能善用附有個別開關及總開關的延長線（要有過電流斷路功能），將不需使用的設備個別關閉，都不需要時將總電源關閉，如此一來不用拔插頭，仍能達到節能的目的。

（六）浴廁的抽風扇及照明開關分別控制

對於無對外窗的浴廁來說，水氣及異味需要靠抽風扇抽出，即使是有對外窗的浴廁，當風向不對時，水氣及異味反而會被吹進臥室，所以抽風扇的裝設及使用很重要，當不使用浴廁時可將照明關閉，抽風扇則持續抽風，故抽風扇及照明的開關應分開設置，才不會抽風扇開著、照明也跟著亮而耗電。

（七）熱水瓶選用保溫性能佳及有省電功能

一般開飲機的保溫性能不佳，會時常不斷重新煮沸，既耗電也會影響水質，故選用保溫性能佳且可設定不同保溫溫度之省電功能熱水瓶，可簡單達到節能的目的。

（八）善用備長碳或竹碳

備長碳或竹碳由於有許多緻密的孔隙，可調節濕氣或吸收異味，足量的備長碳或竹碳還可取代除濕機或空氣清淨機，吸飽濕氣的碳只要放在太陽下曬，便可重複使用，吸收異味的碳則可作為植栽的有機肥。

（九）使用原木裝潢及家具

室內多使用原木裝潢及家具，能達到調節室內溫濕度，取代除濕機及空調一部分的功用，原木需用植物油製作的塗料作為保護漆（非一般亮光漆），確保木頭孔隙不被阻塞，且原木需為永續森林計畫種植所採伐。而一般木心板即使貼原木皮，由於黏著劑填滿木頭孔隙，阻斷呼吸作用，故無法達到相同功效，且黏著劑會揮發大量有害人體的甲醛。

（十）電熱水器加裝定時器

使用電熱水器的家庭，若裝設定時器，可控制燒熱水的時間，例如洗澡前一小時再開（視容量而定），不用等到洗完澡再關，可充分使用整桶熱水，避免浪費。