

省能50%的智慧綠建築

主講人:徐志成

主講人簡介

徐志成

傑丞建設 總經理

台灣科技大學建築系 兼任助理教授

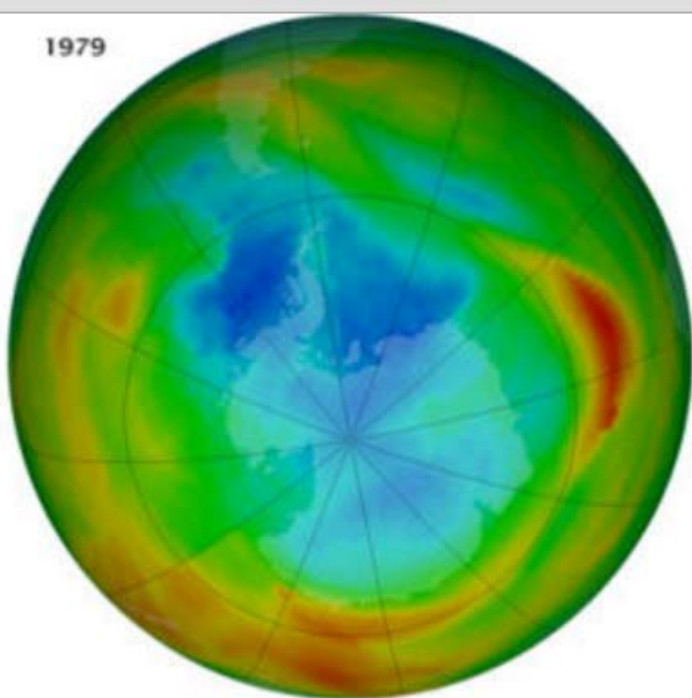


內容綱要

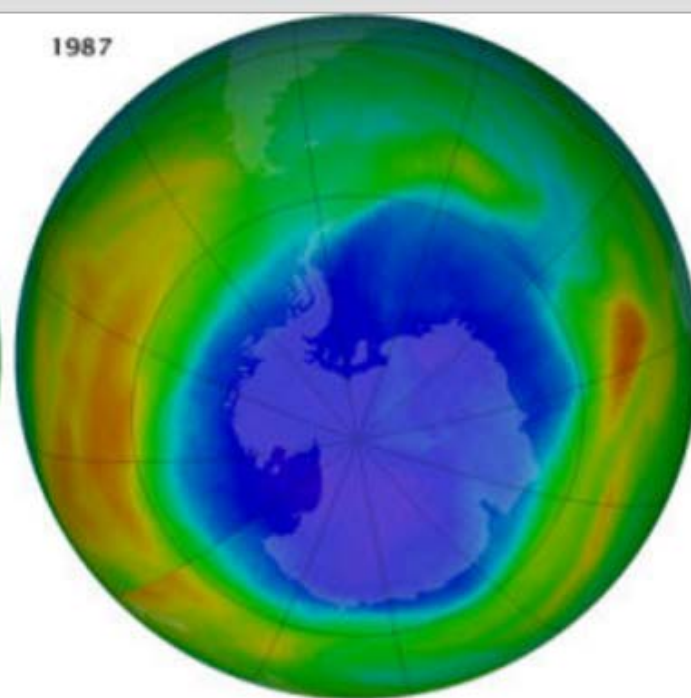
- 省能50%的由來
- 找出耗能元凶
- 找出省能的方法
- 案例說明



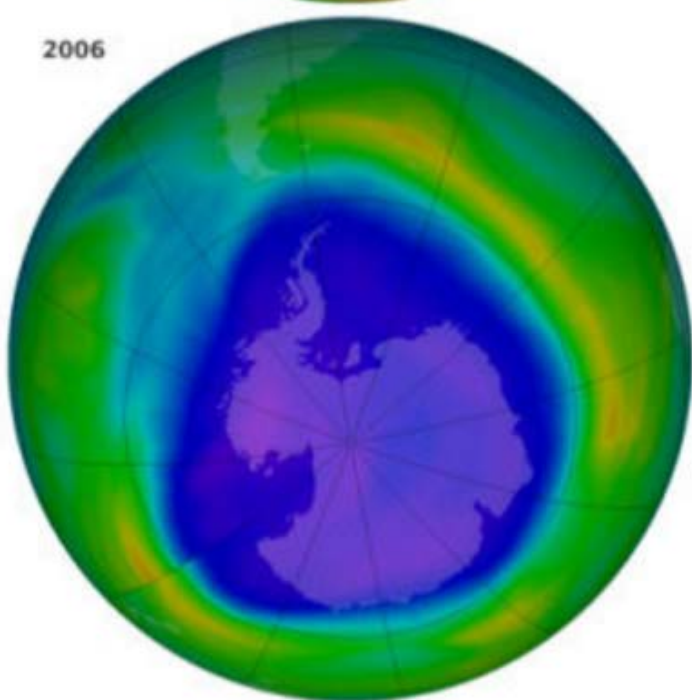
1979



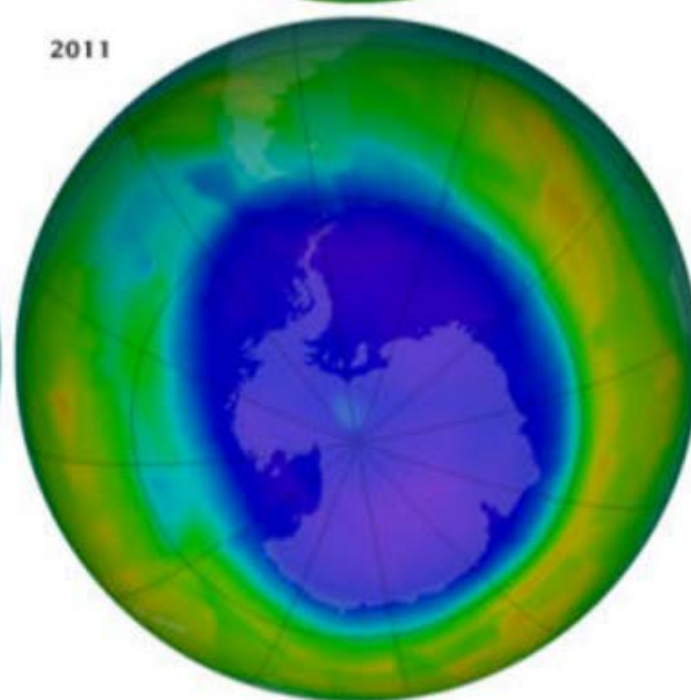
1987



2006



2011



總產電比例:核能19%



From:台電



A landscape photograph featuring a vibrant green field in the foreground, a single tree on the left, and a blue sky with white clouds. The word 'hopes' is formed by the clouds in the sky.

hopes

傑丞建築省能50%
耐用年限3倍

找出耗能元凶!



商業建築空調與照明耗能占80%以上

行業別	辦公大樓	醫院	百貨業	觀光旅館
照明與插座	43.66%	11%	47	11%
空調系統	48%	36%	38	29%
通風換氣	2.4%	16%	5	14%
電梯及其他設備	5.3%	38%	8	27%
給排水馬達	0.6%	-	2	19%

資料來源：經濟部能源科技研究發展計畫

住宅的耗能元凶:空調41%照明27%

住宅類的吃電元兇

住宅類型	公寓	透天厝
家電	51%	48%
空調	平時22%	平時18%
	空調季節41%	空調季節32%
照明與其他	27%	34%

資料來源：建築物能源管理及效率指標研究計畫



耗能的關鍵



空調 41%



照明

27%

尋找減少耗能的方法!



綠建築可提供降低耗能的方法

- 頂級的綠建築可省能**65%**,一般的綠建築可省能**30%**
(內政部,建築研究所)



什麼是「綠建築」呢？



綠建築標章
GREEN BUILDING

生態

- 生物多樣性
- 綠化量
- 基地保水

節能

- 日常節能

減廢

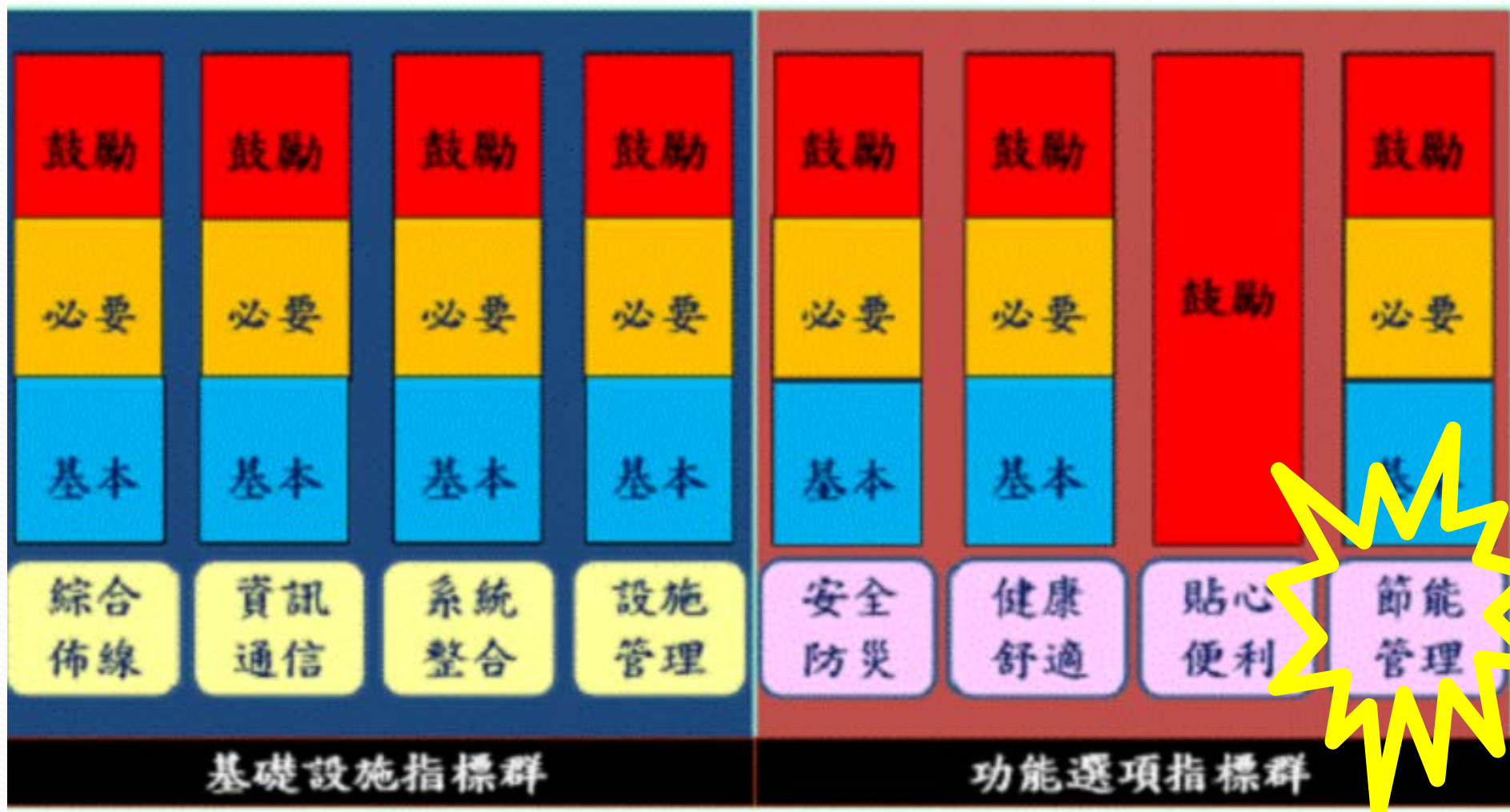
- CO₂減量
- 廢棄物減量

健康

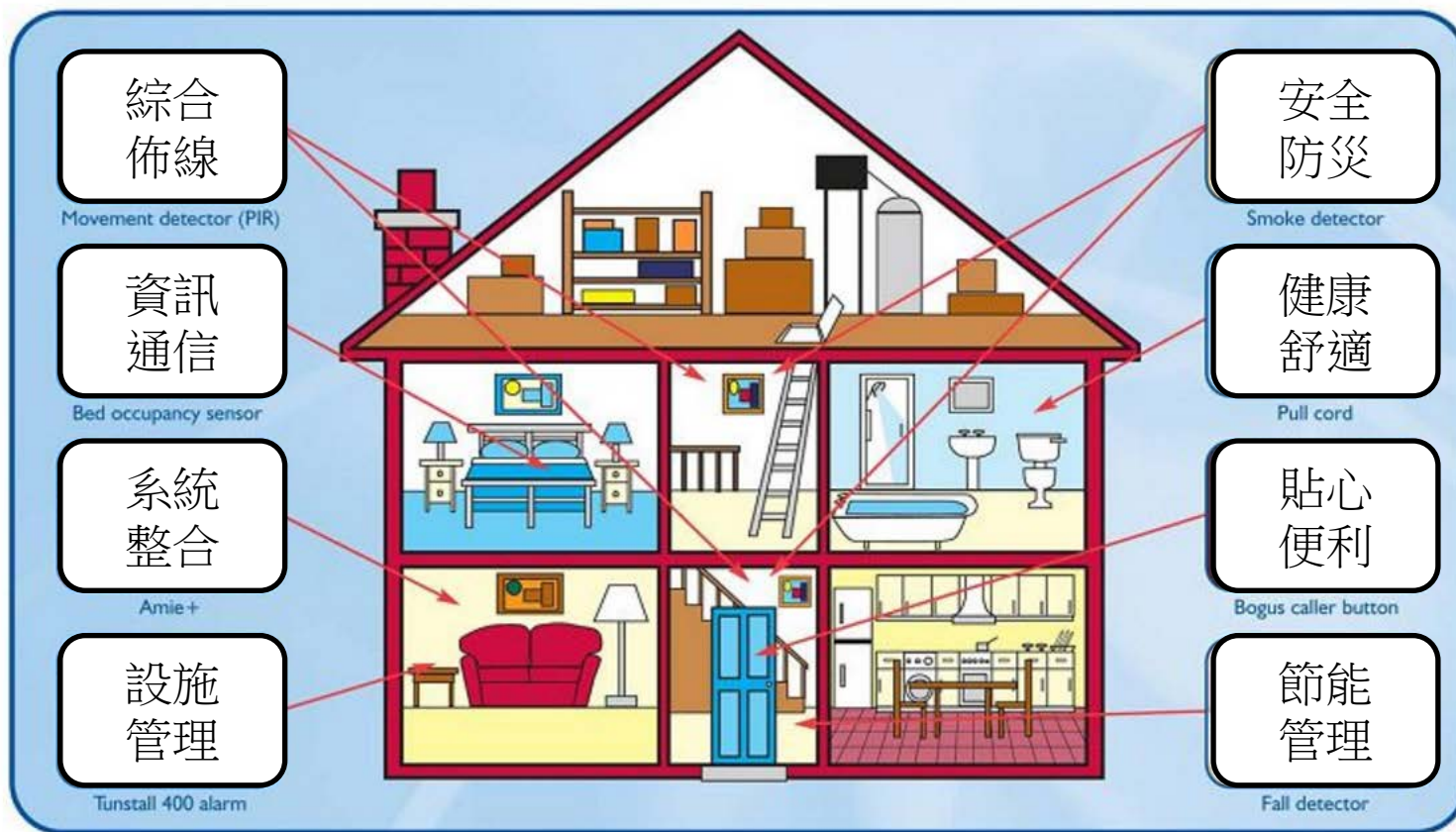
- 室內環境
- 水資源
- 污水
- 垃圾



智慧建築也有節能管理方法!



裝了腦袋的房子-智慧建築



低耗建築的完美結合



資料來源：經濟部工業局、綠色經濟下智慧綠建築之推動趨勢，溫麗琪



降低空調耗能的方法



方法一:假設這世界沒有空調!

善用天然的光與熱



圖書館下雨？



這也是圖書館



他是怎麼作到的？



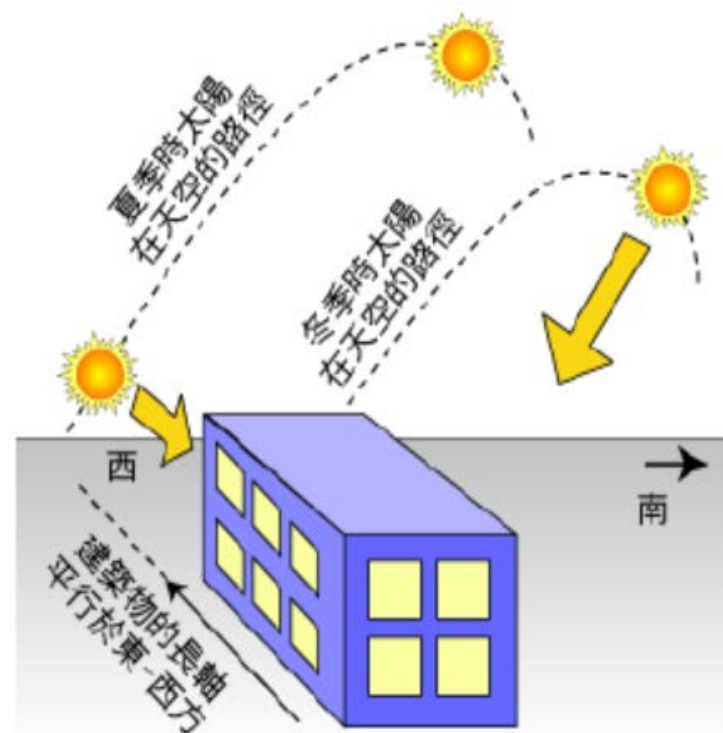
善用天然的光與熱

- 台灣位於北半球，陽光從南面過來
 - 北向:北方的自然採光則較穩定，建築物北向光線較好
 - 南向:全日照，但太陽射入角度小
- 太陽從東邊升起，西邊落下，太陽射入角度大
 - 東向:早上的陽光大,但下午後就漸漸降溫
 - 西向:下午後就漸漸昇溫,混凝土(彈簧床)開始蓄熱,可能到午夜還無法降溫



基地方位配置決定了住宅的空調耗能行為

- 西向的住宅比北向的住宅，其單位樓地板面積年平均耗電量高出33%
- 以全年空調用電統計來說，西向住宅為北向住宅的1.7倍。
- 資料來源:林憲德



空間規劃善用天然的光與熱

古厝

- 多為坐北朝南
- 東西向為長軸,減少西曬
- 廚房設於邊間西曬處



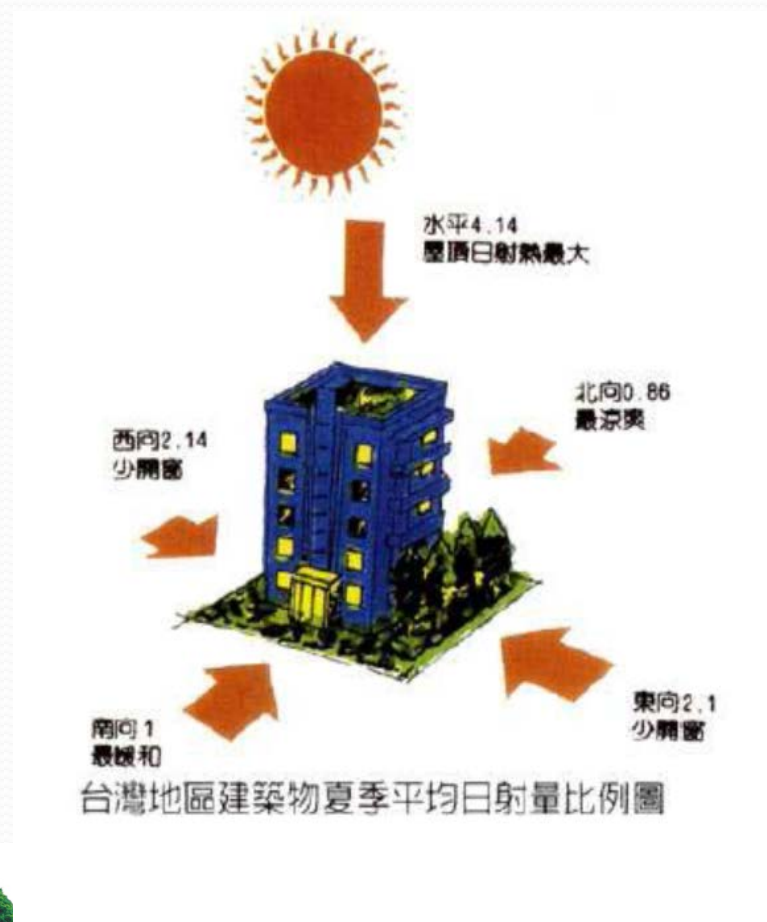
空間規劃善用天然的光與熱

- 東西向
 - 需要日曬的空間-工作陽台(曬衣間)、浴廁(乾燥,除濕)
 - 不常停留的空間-梯廳、走道、樓梯間等服務性空間，可作為熱負荷的緩衝空間。
- 北向
 - 配置較常使用的空間，例如起居室、書房
- 南向
 - 可配置較常使用的空間，射入角度小，需加強外遮陽及外牆隔熱工法



開窗需考量日射熱量

- 天窗
 - 日射熱量為南向窗戶的
4.14倍
- 西向大面窗
 - 日射熱量為南向窗戶的
2.14倍
- 資料來源:台電



善用風的強度與方向

- 夏季吹南風
 - 大面開窗可迎向涼爽的夏季季風方向，以增加夏季自然通風利用率。
- 冬天東北季風
 - 加強窗戶的隔音效果

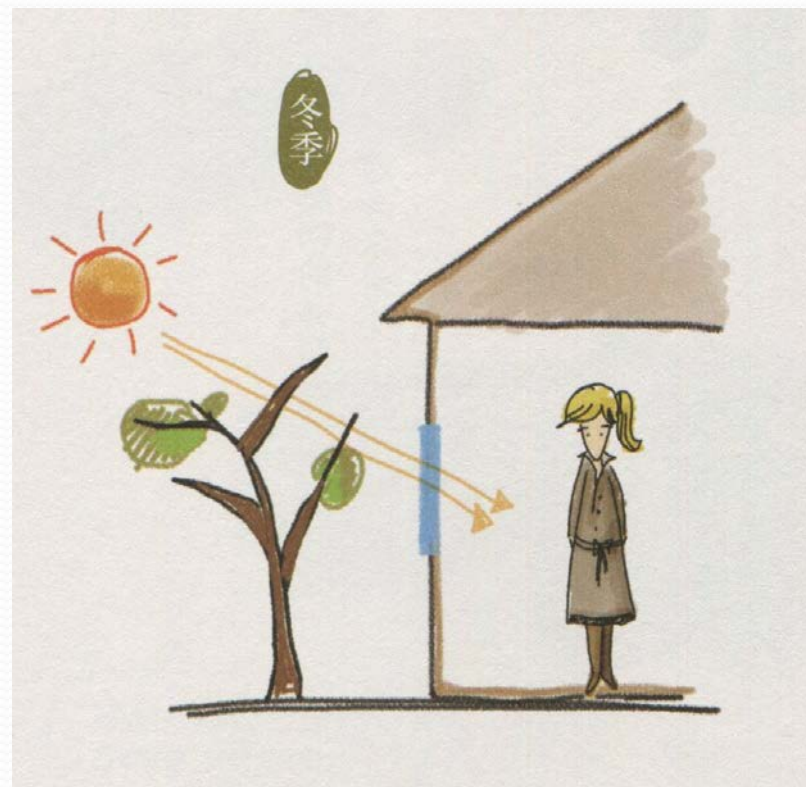
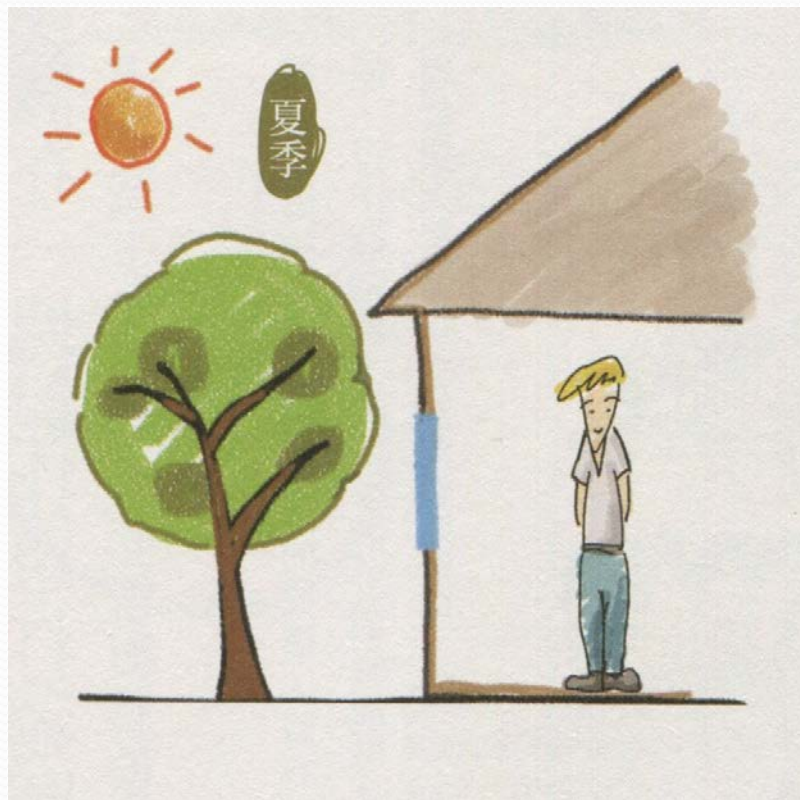


善用水池調節濕度

- 中庭水池所產生的蒸散作用，可以讓四周環境降溫。



善用基地地形與植栽



都會區空間的配置無法配合
太陽的角度,怎麼辦?

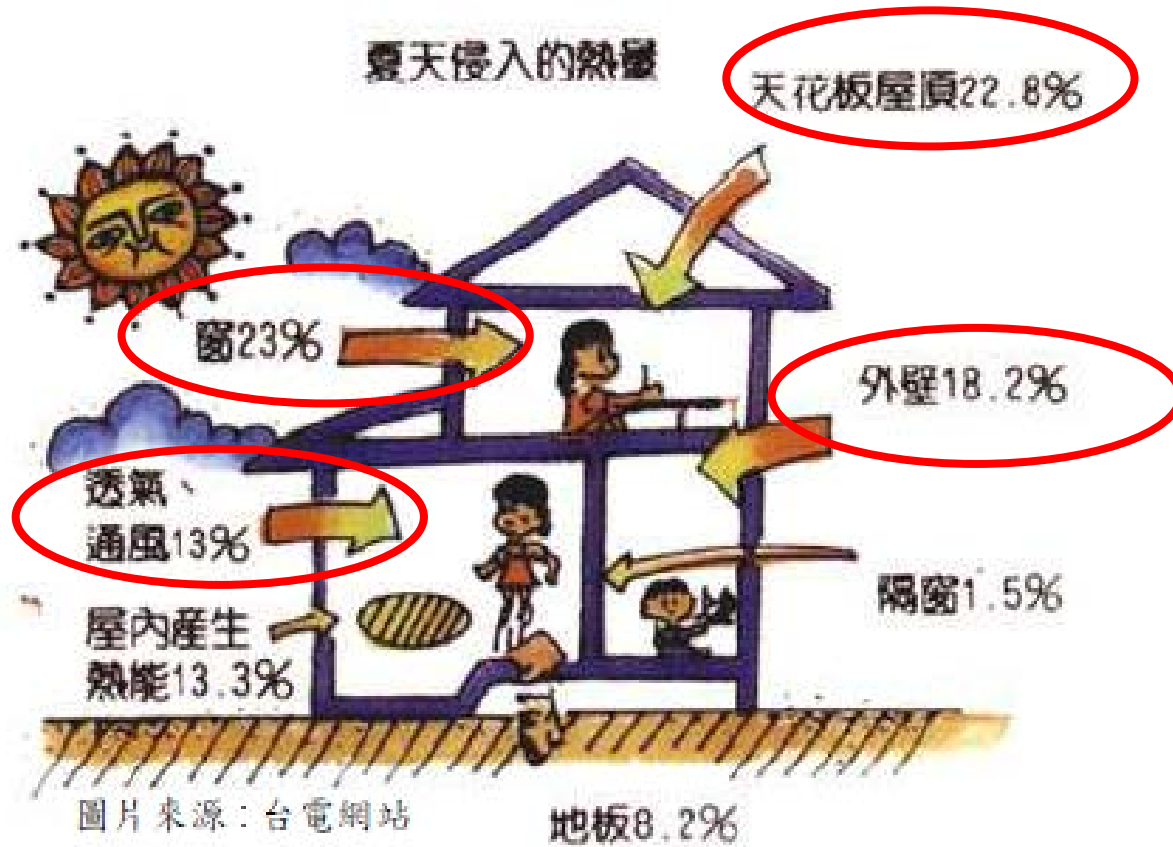


方法二:保溫瓶隔熱工法

-外殼節能



建築物熱能77%由建築外殼進入



資料來源:台電

降低熱能進入室內

外牆

屋頂

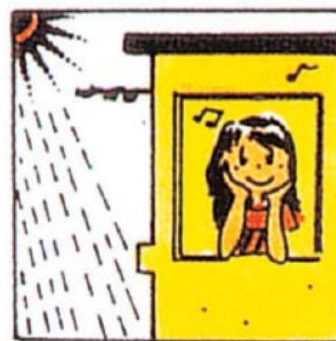
通風

窗戶

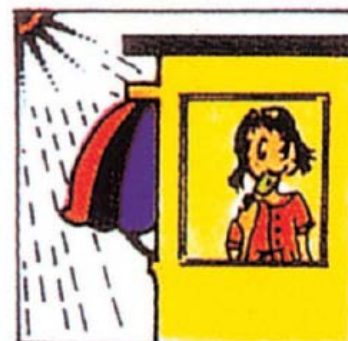
外牆隔熱-外遮陽

- 當基地配置無法改變,外遮陽是降低外殼耗能的最好方法

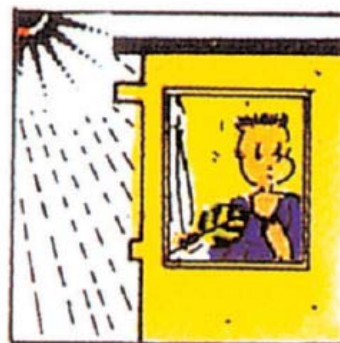
- From,台電



有遮陽隔熱效果 90%



帆布遮陽隔熱效果 80%



一般窗簾 25%
白色窗簾隔熱效果 45%



0%無遮陽隔熱效果

各種遮陽，以外遮陽效果最好

外牆隔熱-外遮陽

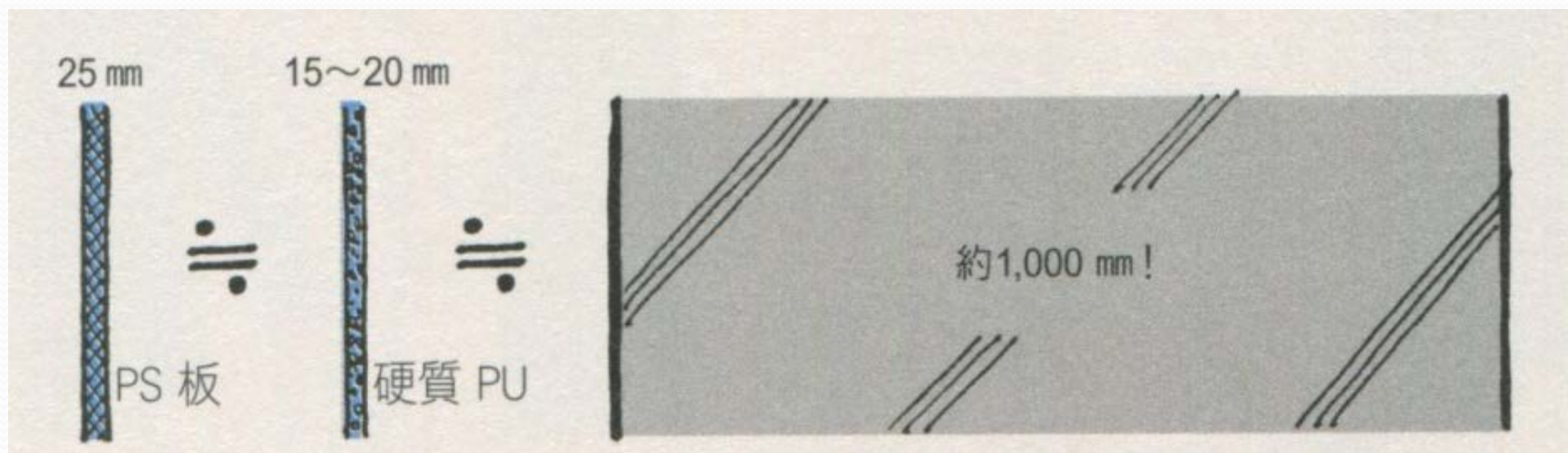
- 亞熱帶，南向遮蔽角45度的水平外遮陽版（一米窗高，一米遮陽深度），全年可輕易遮去68%的日射熱，且外遮陽除了滿足節能的要求外更好防炫光以確保眺望舒適性。
- 而不同遮陽方式（水平遮陽垂直格柵）產生的節能效益約可節省9-12%的熱負荷

地 區 方 位	亞熱帶熱濕氣候（台北）			
	南	西	北	東
無外遮陽冷暖房總熱負荷	1653	1985	1467	1713
水平遮陽冷暖房總熱負荷 (節能比例)	1442 13%	1773 11%	1365 7%	1541 10%
垂直遮陽冷暖房總熱負荷 (節能比例)	1483 10%	1852 7%	1341 9%	1609 6%
格子遮陽冷暖房總熱負荷 (節能比例)	1347 18%	1673 16%	1281 13%	1462 15%

- 資料來源:林憲德



外牆-混凝土加厚對隔熱有用嗎？



- 9成以上是鋼筋混凝土結構的建築
- 混凝土是容易蓄熱的材料
- 採用熱導係數低的材料才有用！

什麼是熱導係數低的材料？

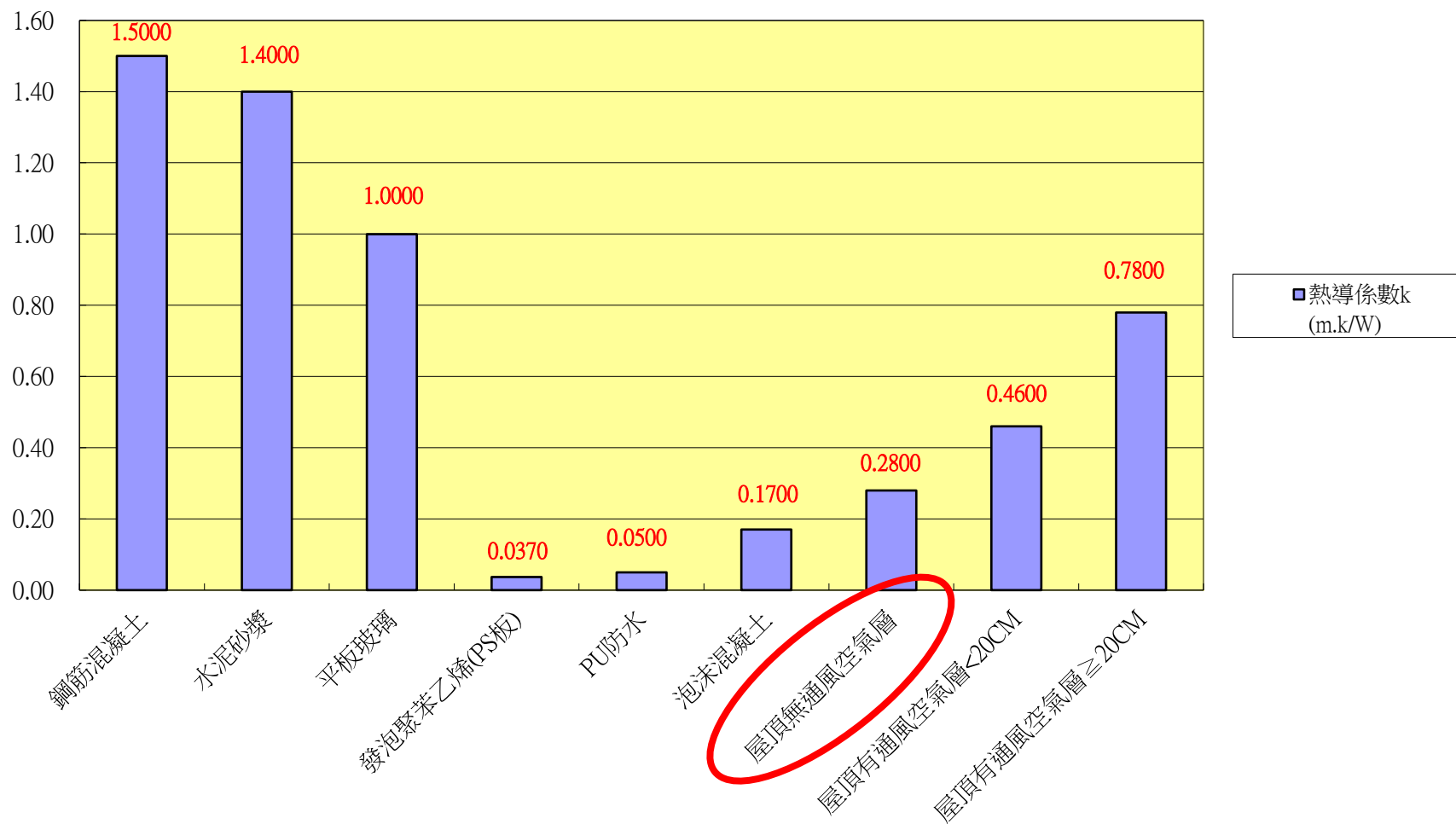
- 老式保溫瓶



- 真空保溫瓶



同樣厚度不同材料的熱導係數



判斷隔熱效果:熱導率U值

- U值越低隔熱性能越好



以屋頂層為例:

- 法規規定須低於**1.0**，
- **綠建築標準**必須低於**0.8**
- 在台灣夏天**U值最好在0.6以下**，才会有比較好的隔熱與節能效果。

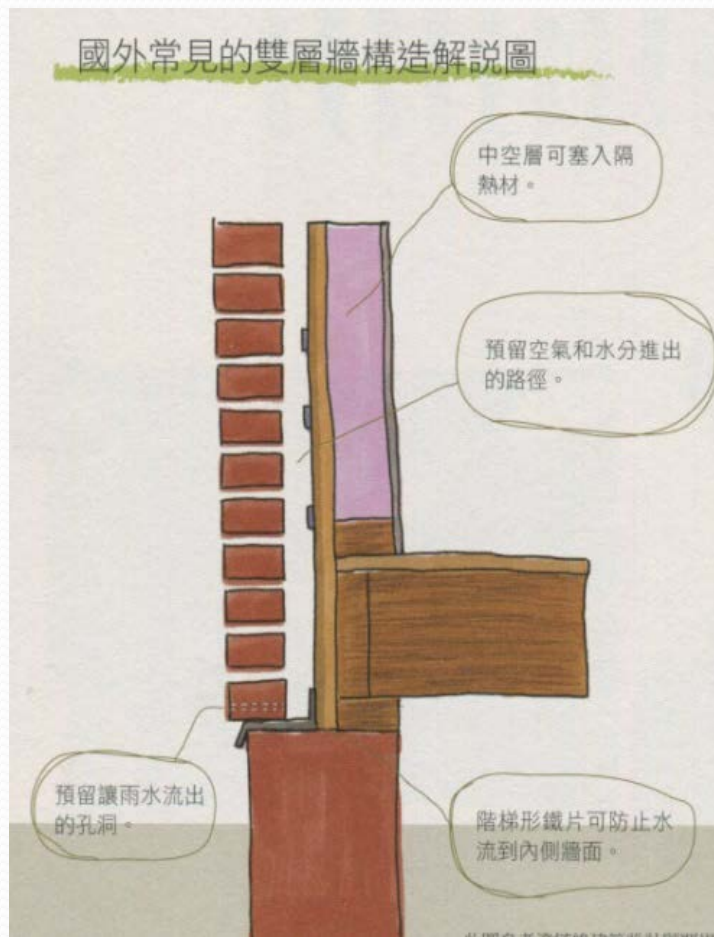
資料來源:綠領建築師教你設計好房子

外牆隔熱材料



- 外牆隔熱材料
- 台灣地震多, 多以實心鋼筋混凝土牆再加外牆裝修材料為主, U值約為3.49
- 在鋼筋混凝土牆外層貼覆保溫砂漿層(或保溫材料), 再施作外牆材, U值約為2.5
 - 台灣地震多, 牆面再加隔熱材料的作法仍未普及

外牆內中空部分隔熱

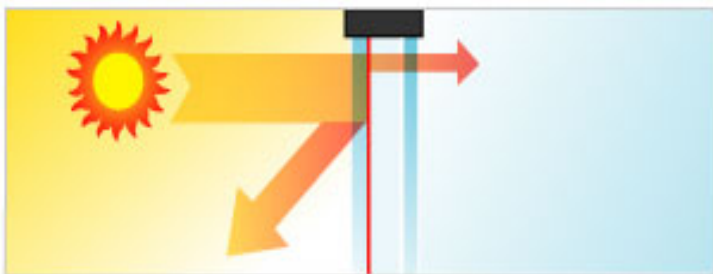


- 中空部分具有低熱傳導性，
- 讓室外的熱在外層牆就被阻或延遲傳遞時間，
- 例如：空心磚砌牆

窗戶-隔熱玻璃:low-E + 空氣層

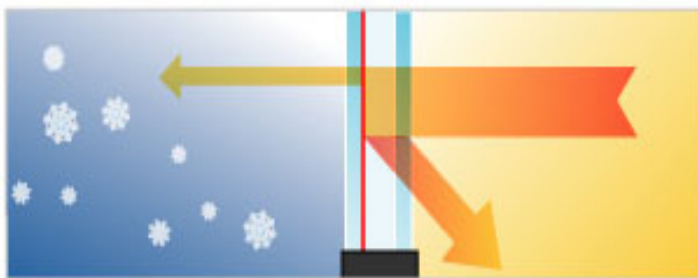
夏季:

阻斷大量輻射能的穿透，僅少數的熱能進入室內（鍍面在第二面）保持涼爽。

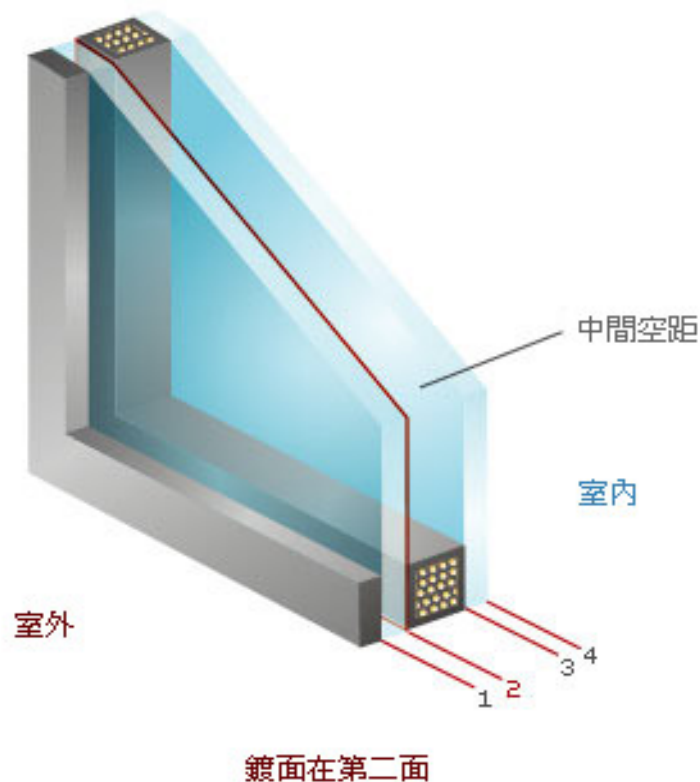


冬季:

室內的熱能因Low-E雙層玻璃的阻斷而不易輻射至室外，而能保暖。



低輻射雙層玻璃構造圖



LOW-E低輻射雙層節能玻璃數據相較

U值約可下降67%

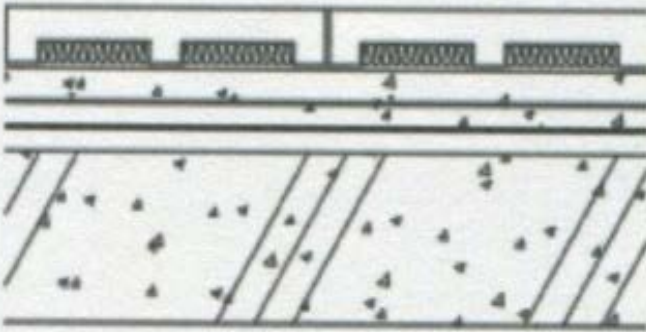
玻璃種類	透光率 VLT%	遮蔽 係數 S.C	反射率 Reflect%	總熱透 過量 RHG	U值夏天 W/m ² k	U值冬天 W/m ² k
6mm清	88	0.94	8	657	5.08	6.17
LOW-E低輻射雙層玻璃 6mm+12氬+6mm TG-CL-TLE62	62	0.50	26	325	1.29	1.31
LOW-E低輻射雙層玻 璃6mm+12A+6mm TG-CL-TLE62	62	0.50	26	328	1.69	1.64



屋頂隔熱-

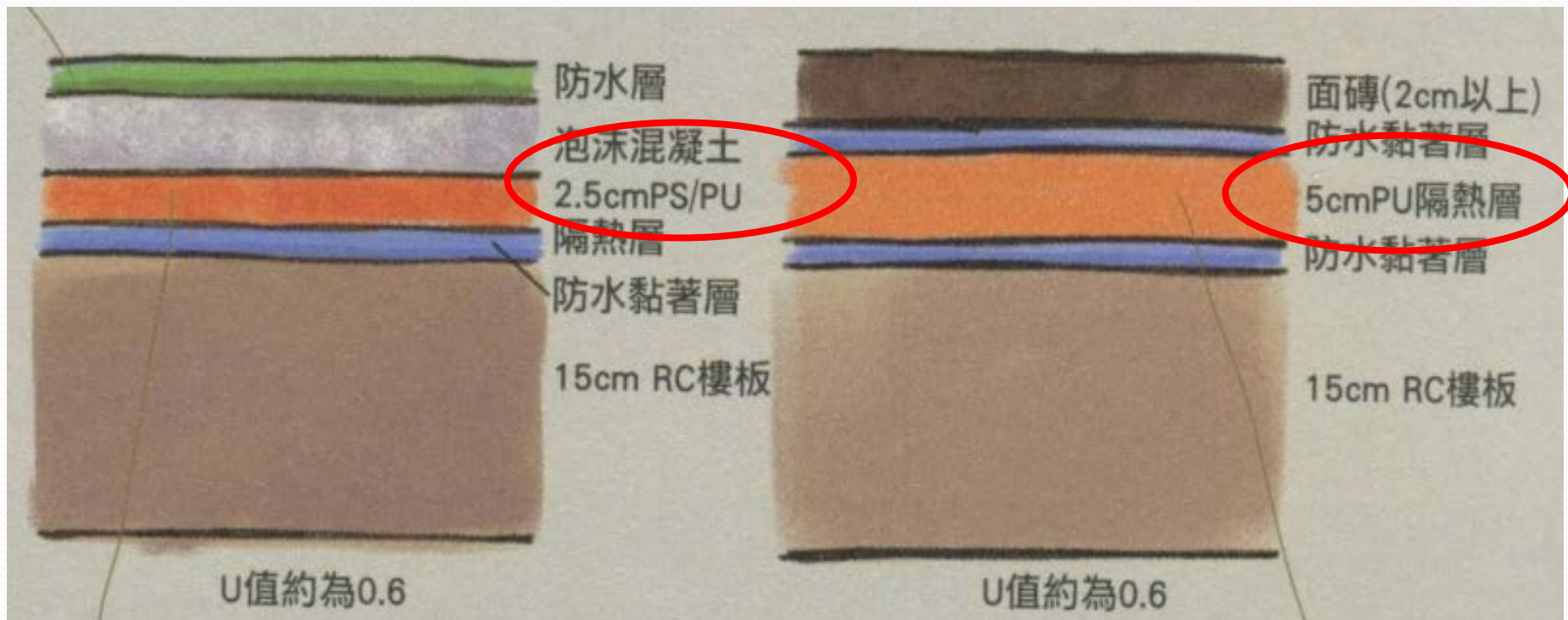
常用屋頂隔熱材料-水泥五腳磚,熱傳導率約1

表1 屋頂隔熱構造大樣

構造	編號	構造大樣	厚度 dx [m]	熱阻係數 1/kx [m · KW]	熱傳透率 U _i =1/R [W/ m ² k]
五 腳 磚 油 毛 氈	R008		外氣膜 ---- 水泥五腳磚(附保力龍) 0.0500 保力龍 0.0200 輕質混凝土 0.0500 PU或油毛氈 0.0100 水泥砂漿 0.0200 鋼筋混凝土 0.1500 水泥砂漿 0.0150 內氣膜 ----	1/23.000 1/1.500 1/0.040 1/0.800 1/0.110 1/1.500 1/1.400 1/1.500 1/7.000	0.99

From:好房子

採用熱阻係數佳的材料 隔熱性能可達 $U=0.6$



From:好房子

雙層通風屋頂



雙層屋頂的概念

- 中空部分具有低熱傳導性，
- 讓室外的熱在外層就被阻隔或延遲傳遞時間，

綠屋頂

覆土55cm,U值約為0.97



有了,善用天然光與熱,
外殼節能
還有什麼好方法呢?



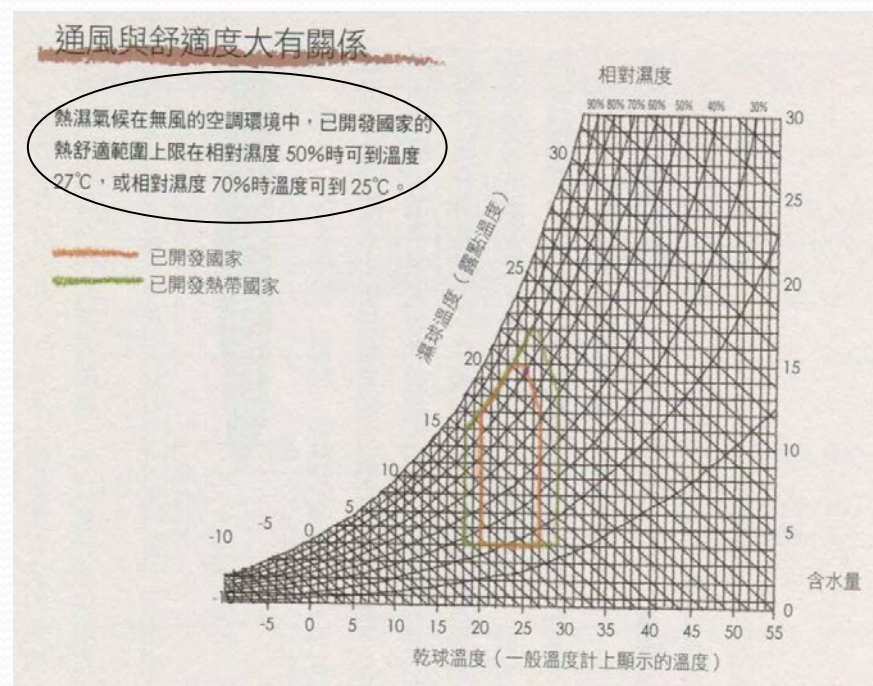
方法三:-天然A,尚好!

創造有風的環境



人體熱舒適區

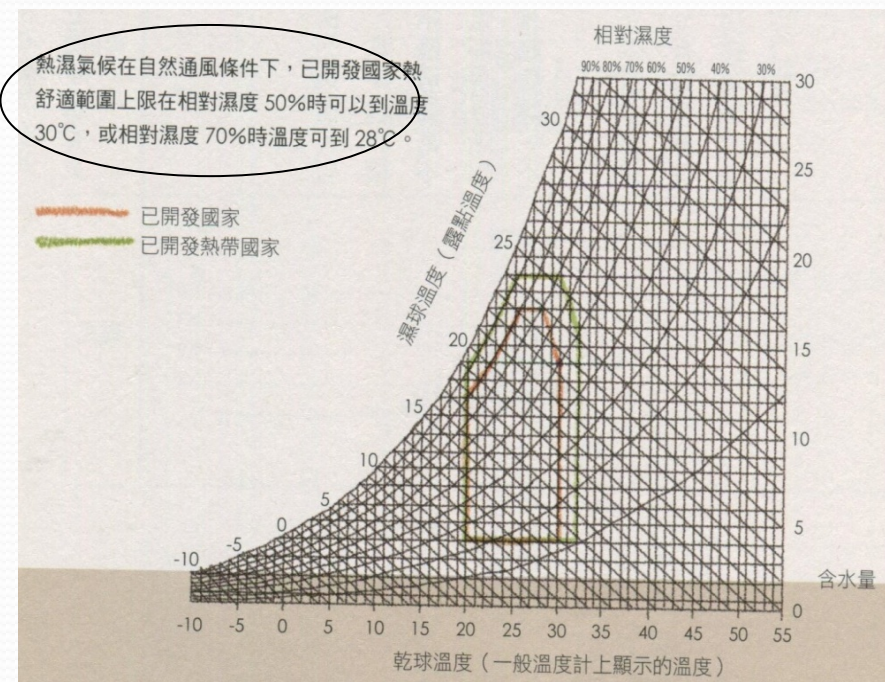
- 美國加州大學洛杉磯分校 Baruch Givoni 教授提出的 **熱舒適區概念**，則是更進一步發現了無風狀態和自然通風狀態兩者之間差異。
- **無風的環境**下，舒適區的範圍
 - 相對濕度 50% 時，舒適範圍溫度為 27 °C
 - 相對濕度 70% 時，舒適範圍溫度為 25 °C



資料來源:綠領建築師教你設計好房子

人體熱舒適區

- 自然通風的環境下，舒適區的範圍
 - 相對濕度50%時，舒適範圍溫度為30℃
 - 相對濕度70%時，舒適範圍溫度為28℃
- 在有風的環境下，相對濕度50%時，舒適區的範圍約能提升3℃。
 - 1℃約可省6%電費
 - 3℃約可省18%電費



資料來源:綠領建築師教你設計好房子

要不要開空調？請看外氣溫

城市	北緯	可自然通風期間 外氣溫 < 27°C		風扇通風期間 外氣溫 27°C ~ 31°C		非開空調不可期間 外氣溫 > 31°C	
		時數	百分比	時數	百分比	時數	百分比
台北市	25° 03' N	6184	71%	1814	20%	762	9%
台中市	24° 15' N	5997	68%	2080	24%	683	8%
台南市	22° 59' N	5068	58%	2530	29%	1162	13%
高雄市	22° 38' N	4977	57%	2991	34%	792	9%

(綠空調最佳操作策略，取材自林憲德著，《綠色魔法學校》。)

創造有風的環境

- 外溫超過27°C時，大部分人都會開啟空調，大概占了整年度的36.5%。
- 倘若創造有風的環境，便能夠**在外溫超過31°C時才開啟空調**，
- 將可**省去約73%開空調時間**（36.5%降至9.75%）
- From 林憲德



創造有風的設計原則

- 南向，開口部面積可增大，迎南風以利自然通風。
- 開窗應形成一個**連貫的流通空間**。
- 開窗可結合**導風板之配置形式**以利室內空間，獲得充足之氣流。
- 陽台欄杆(圍牆)儘量採透**空**的型式

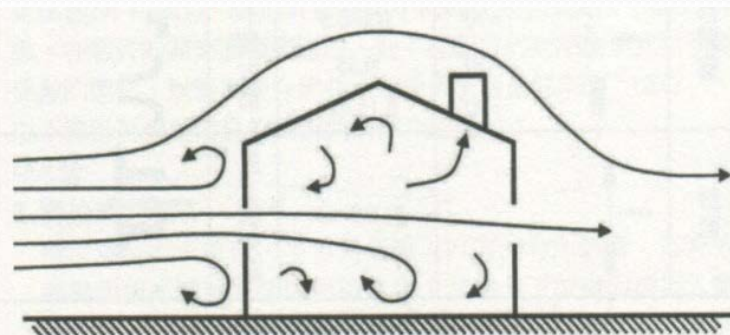


圖1 利用貫流通風來促進室內通風(朱佳仁·風工程概論 P.204)

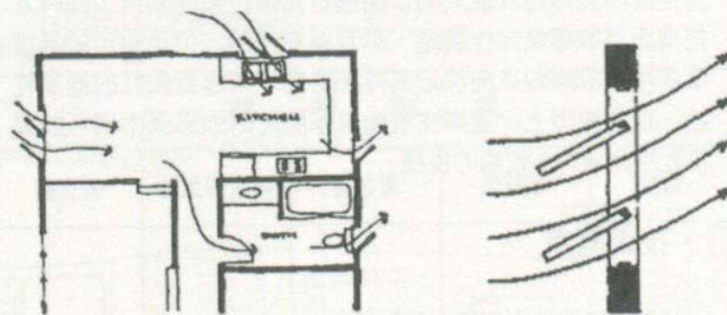
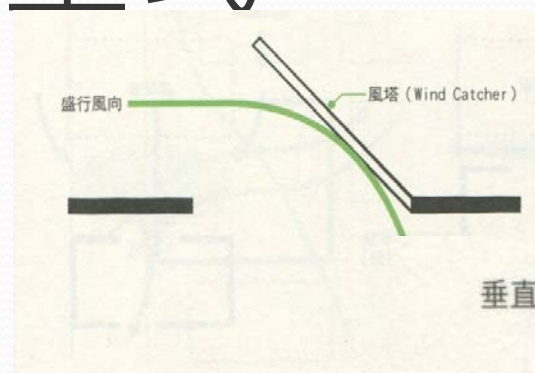


圖2 開窗與導風板相互配合以便引進戶外氣流

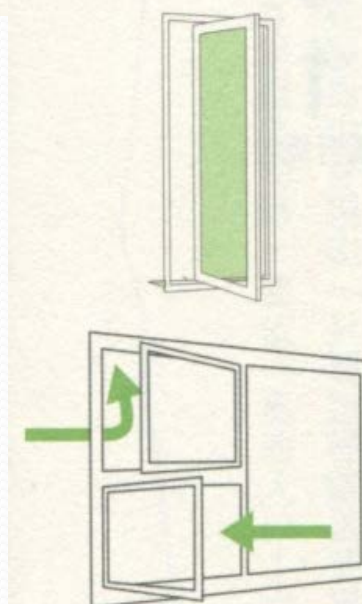
開口導風及開窗型式

外推窗、旋轉窗

- 利用風碰撞後仍會繼續前進的性質，是使碰撞到窗戶或壁面的風能進入到房內裝置。
- 可改善無法對流的空間



垂直滑動開關的窗



通風面積

- 外推窗優於橫拉窗優於固定窗

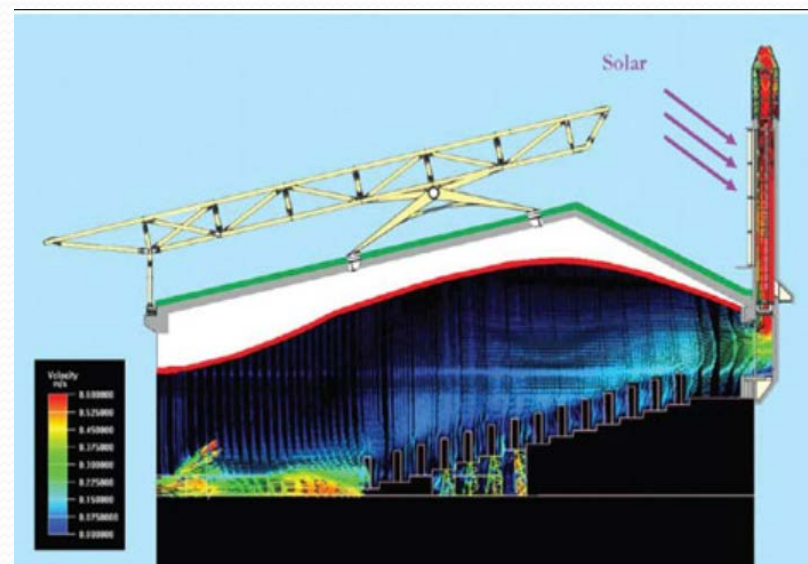
善用浮力通風

- 運用熱空氣上昇的原理，創造室內垂直風力的流動，亦可將囤積在屋頂的熱能排出。
- 浮力通風量之大小取決於氣溫差與高度差，溫差、高度差愈大，則浮力通風效果愈好。



綠色建築魔法學校

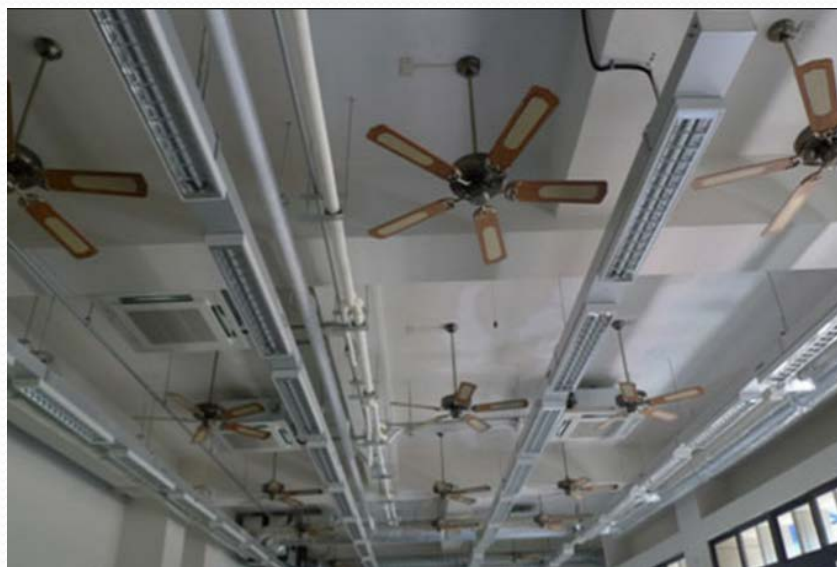
- 在客席的後牆上設計了一個壁爐式的大煙囪，煙囪南面開了一個透明玻璃窗，煙囪內全部塗成黑色並裝置黑色烤漆鋁板，以吸收由玻璃引進的太陽輻射熱，如此便形成有如「灶窯」燃燒的層流風場。
- 當外氣溫低於 28°C 時，其室內溫度可維持於 30.5°C 以下，同時全年可節省27%的空調耗電量。



善用機械排風

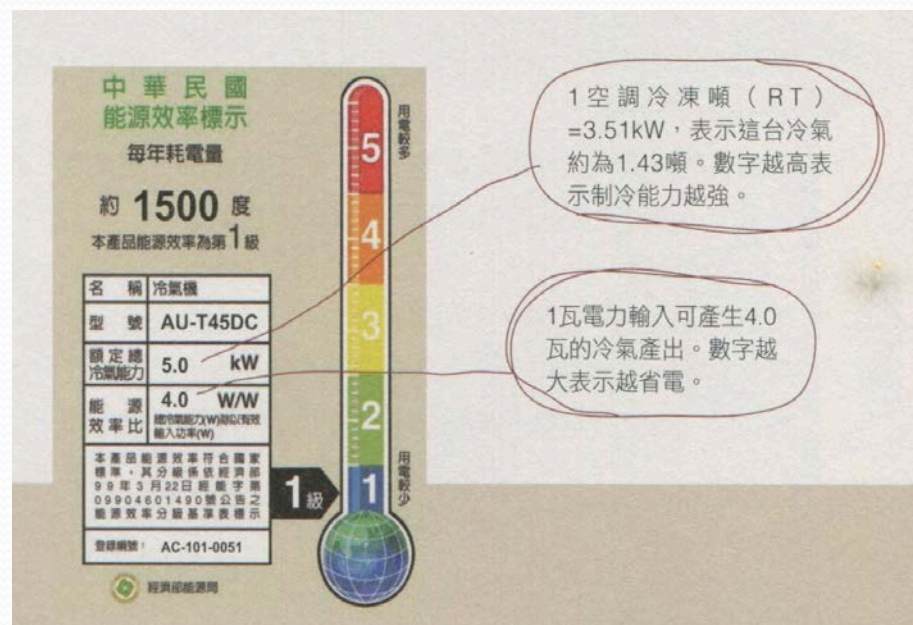
善用電扇小幫手

- 在有風的環境下，舒適區的範圍就能提升。



小型空調選用及節能原則

- **EER值越高越節能**
- **每提高0.1EER可節省4%的耗能**(逢甲大學 白景富)
- 能源效率標示分為**1-5級**，**1級表示能源效率最高**，能源效率級數越小越節能

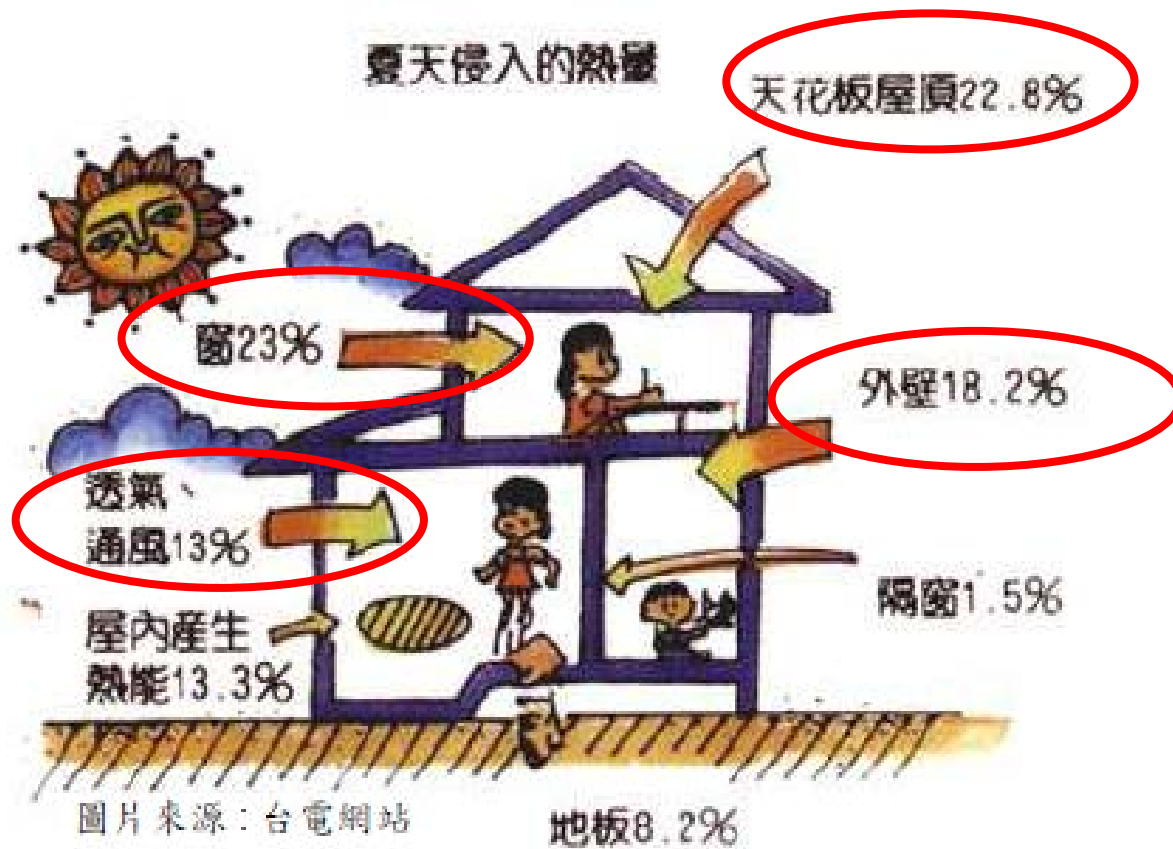


1 級能效可節能26.4%

能效級距	1	2	3	4	5
EER	$X > 3.81$	$3.81 > X > 3.59$	$3.59 > X > 3.37$	$3.37 > X > 3.15$	$3.15 > X$
節能效率		8.8%	17.6%	26.4%	26.4%以上



外殼侵入室內熱能節能效益



節能效益-外殼侵入室內熱能

- **屋頂22.8%**：U值0.6,屋頂熱傳導率,可節省40%的熱傳導率, 熱量下降為13.68%
- **外壁18.2%**：外遮陽可節省10%的熱負荷,熱量下降為8.2%
- **窗戶23%**：low-e複層玻璃可節省67%的熱傳導率,熱量下降為7.59%
- **透氣通風13%**：假設創造通風的環境可省去30%的熱量, 熱量下降為9.1%
- **總外部的熱量可由77%,下降至38.57%,約可減少38.43%的室內熱能**



空調節能綜效

外殼節能約可減少38.4%的空調熱能
1 級能效空調可節省空調耗能26.4%
使用能源: $61.6\% \times 0.746 = 46\%$

合計節省54%

照明節能策略

- 善用免費的自然光
- 使用高效率的燈具
- 採用照明控制系統



方法一:善用免費的自然光



太陽是最好的照明

建築的照明設備設計，

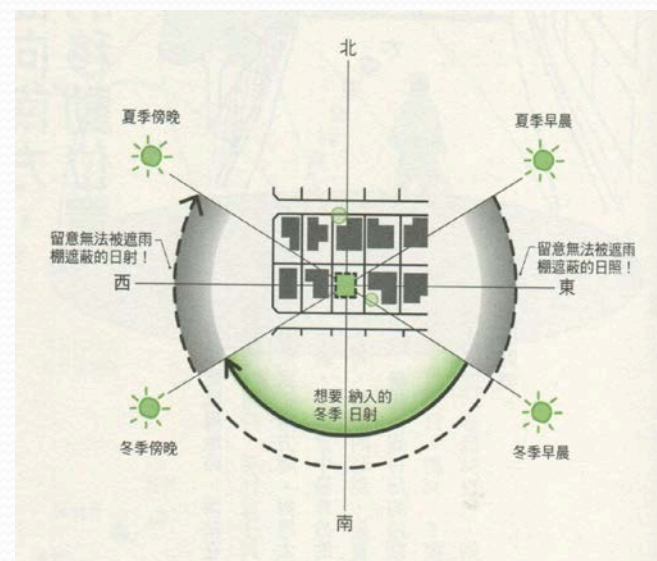
- 第一步驟是先考量基地建築本身的採光條件，
- 在可能的情況下最大程度地使用免費的太陽光。



自然採光策略

基地座向

- 台灣位於北半球，北回歸線以北地區，陽光從南面過來較熱，所以遮陽做在南向；相對來說北方的自然採光則較穩定，所以建築物向北光線較好。



自然採光策略

增加採光面

- 建築平面避免過於深長的空間或過於複雜的隔離型式。

減少不必要間隔

- 可避免室內光線受到阻礙，**規劃日式和室**，可以機動地調整通風、採光及私密性要求。

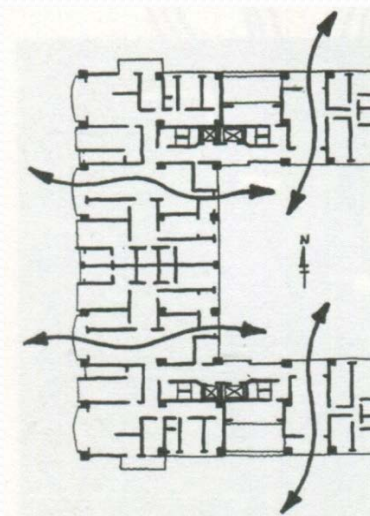


圖3 平面深度淺以利通風

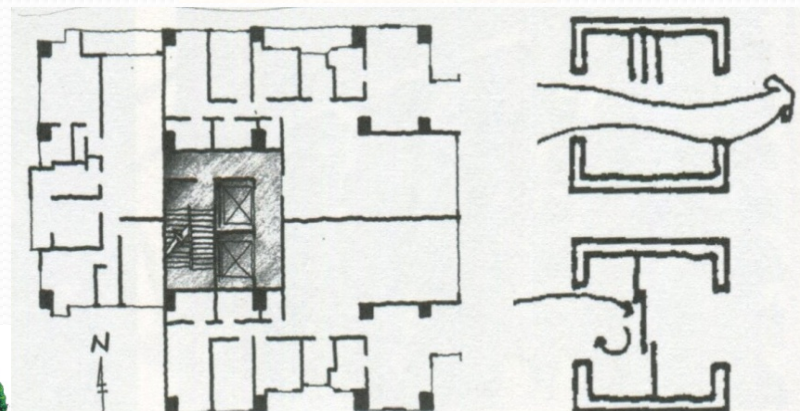


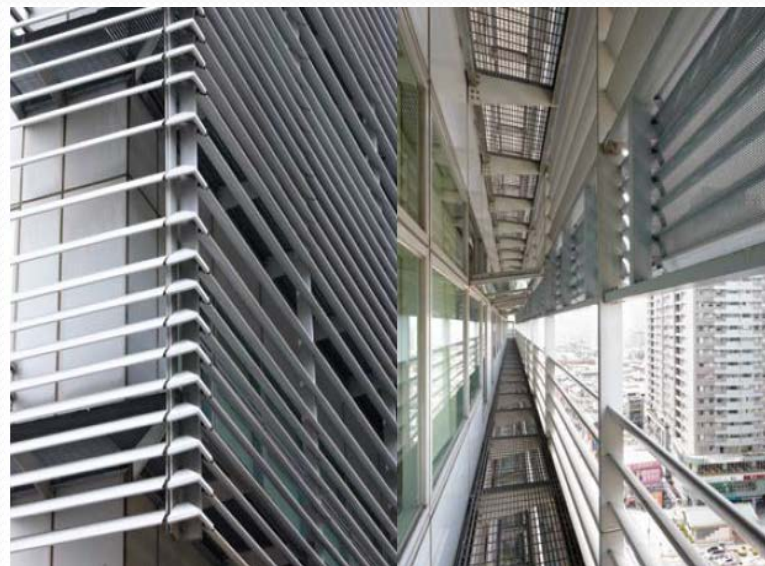
圖4 動線核通風採光不良

圖5 以活動隔牆促進通風

自然採光策略

以外遮陽輔助開窗

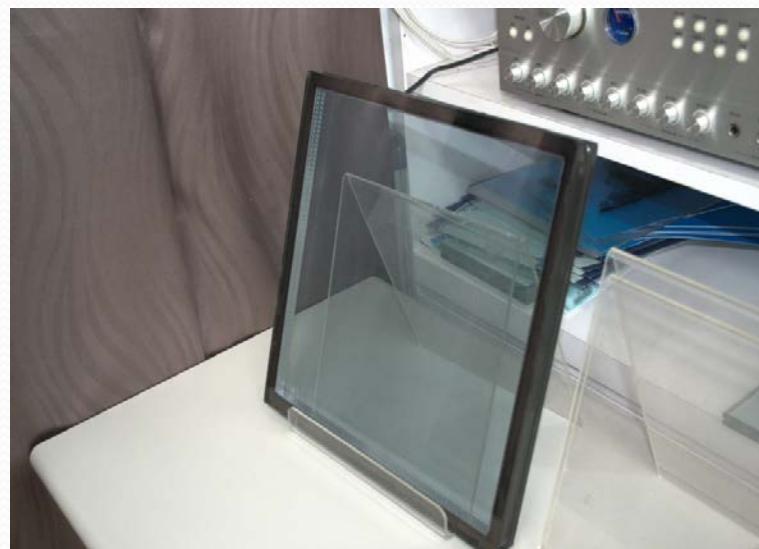
- 外遮陽除了滿足節能的要求外，更可防炫光以確保眺望舒適性。



自然採光策略

玻璃

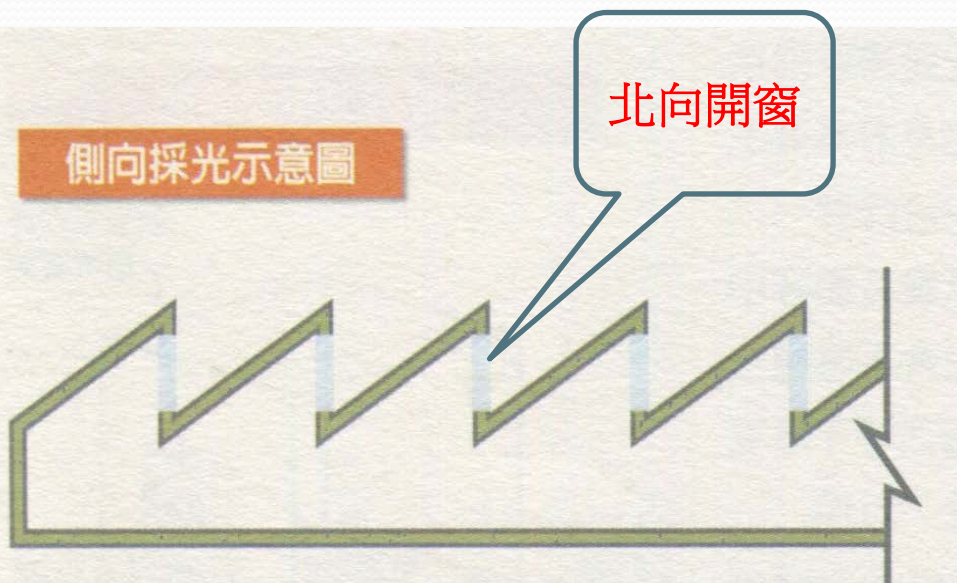
- 綠建築評估系統
 - 盡量採用輕玻璃或low-E玻璃，
 - 不要採用高反射玻璃或重顏色之色版玻璃已保良好採光。



自然光導引策略

開天窗又不要熱的方法

- 北向開垂直天窗+導光板



自然光導引策略

地下室採光井

- 但地下停車場導入自然光後，不但**白天可以少開燈**，也能感覺很舒服。



照明與空間配置

窗戶位置不能變，那麼
就改變空間配置

- 若窗戶已經固定不能改變位置，我們還是可以透過**調整室內空間使用配置，迎合陽光的作息**，減少人工照明需求。

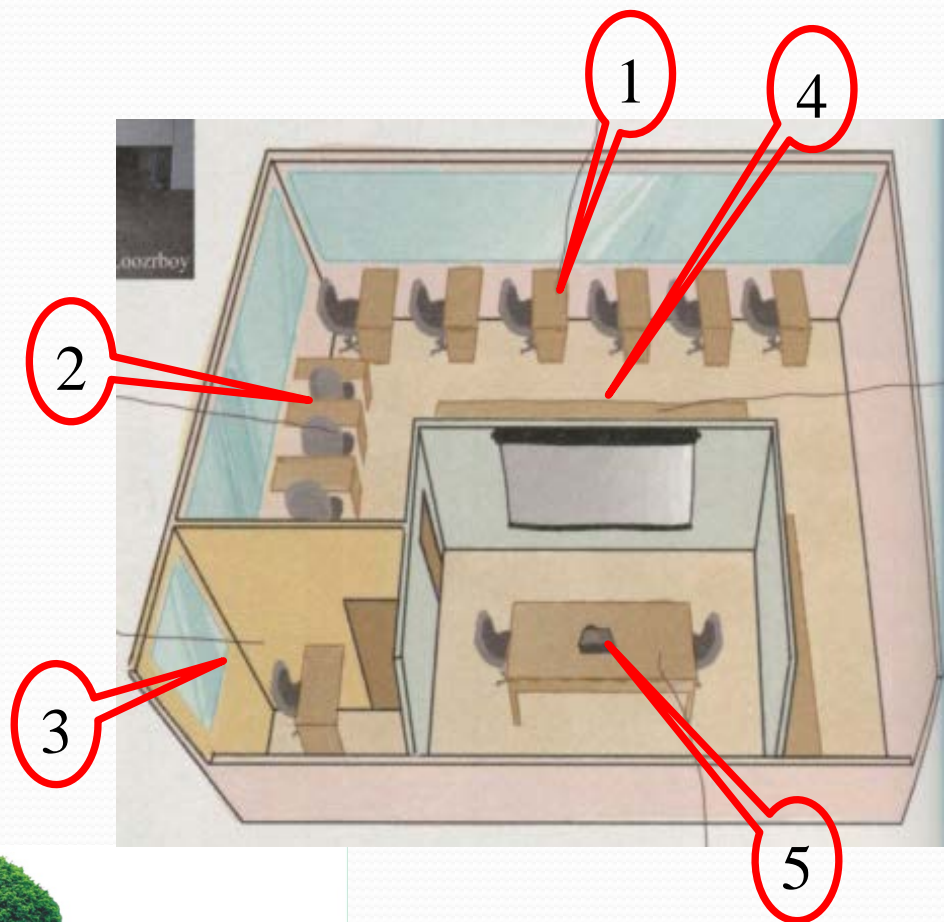
資料來源:綠領建築師教你設計好房子



照明與空間配置

- 靠窗可引進自然光:作為主要工作區1,2,3
- 採光次差區域:可設為公共事務空間4
- 採光最不好的區域:可設為**會議空間**，使用投影也方便,5。

資料來源:綠領建築師教你設計好房子



照明迴路節能設計-不需要亮的地方要能關燈

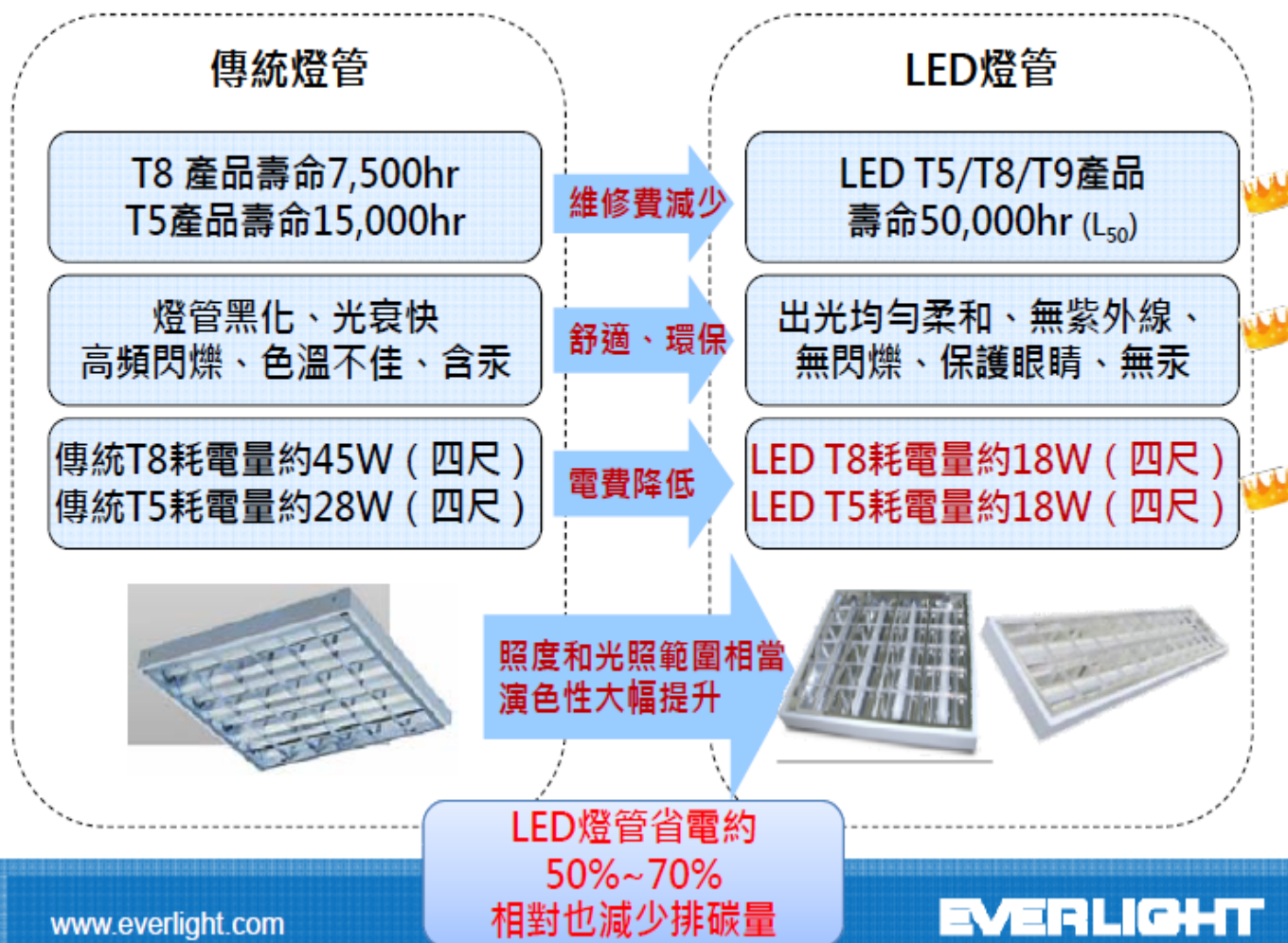
1. 照明迴路設計要平行房間開窗面
2. 可反應室外自然光線亮度,依據離窗戶的遠近來開關燈具
3. 依需求可分區控制



方法二:使用高效率的燈具



傳統燈管、LED燈管比較表



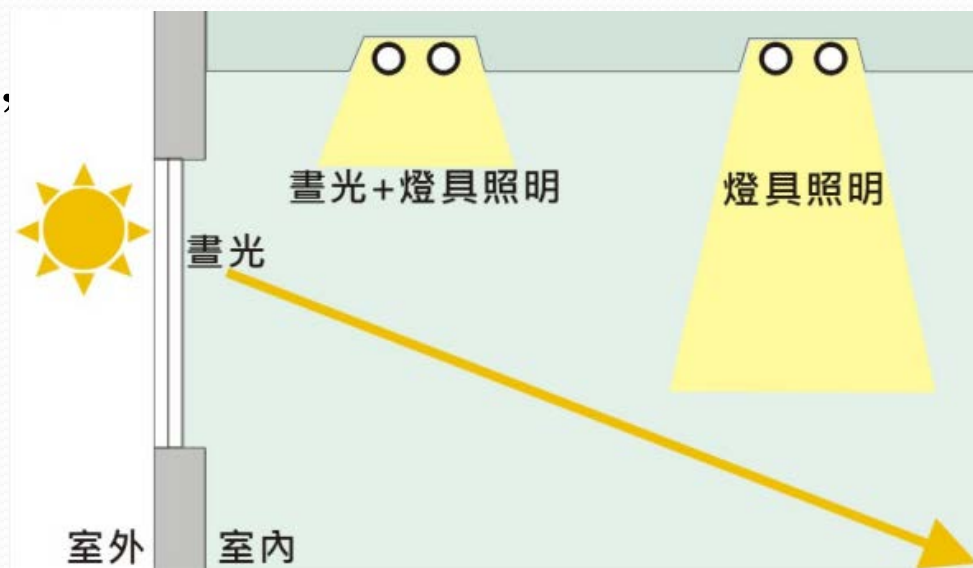
方法三:善用照明控制系統



善用照明控制系統-聰明使用自然光

晝光感應裝置

- 透過裝置晝光感應器**控制靠窗區域的照明燈具**，
- 使其可以**因應室外光線強弱**，自動開關或調整外週區內燈具的亮度
- 並維持室內照度的均齊度。裝上晝光控制照明系統，**可輕易節能20-30%以上**。



善用照明控制系統-人在才亮

人員感應控制

- 適用於沒有長時間停留的空間，停車場、公共樓梯、儲藏室、與走道等地方。



善用照明控制系統-避免忘了關燈

定時控制

- 通常用於有固定使用時段的場所，定時器可將照明系統關閉，以節省因下班人員忘記關燈所浪費的能源，例:景觀照明。

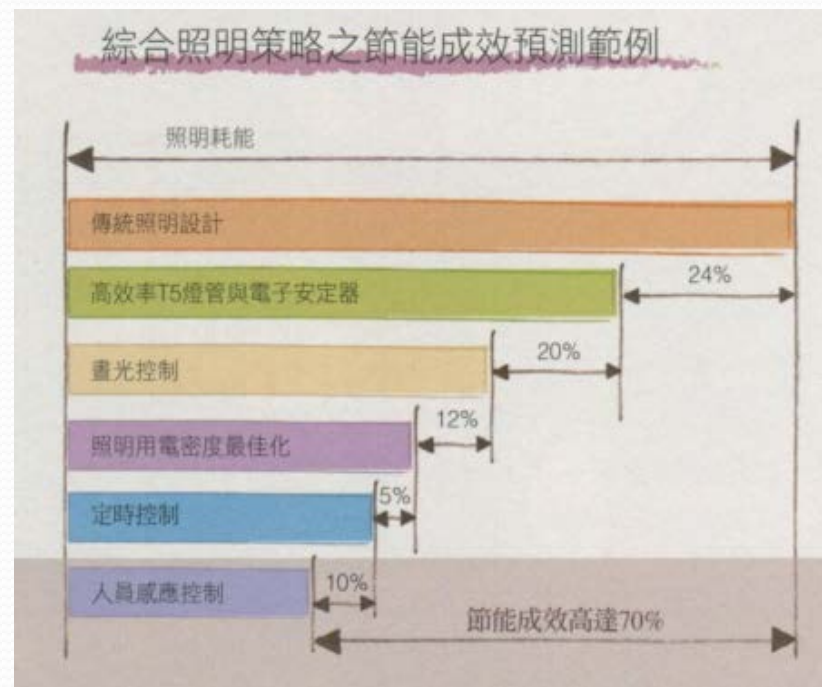


找出照明節能最佳組合

節能綜合成效最高70%

- 換裝高效率燈具與電子安定器，
- 搭配晝光控制、定時控制與人員感應控制等，
- 可以讓整個照明系統達到近70%的節能成效。

資料來源:綠領建築師教你設計好房子



降低照明耗能效率
約70%

什麼是綠建築?

智慧建築節能管理



主動控制手法



智慧建築節能管理

- 建築物生命週期主要耗能為空調、照明、動力設備的耗電，因此首要重視的是**高效率設備**。
- 高效率設備需要**配合好的節能技術**才能發揮最佳運轉效率，
- 再加上**利用能源監控管理系統**，達成省能省人力的效益。



能源監視及管理系統

- 具有空調或動力或照明等設備之能源監視功能
- 設置數位水表及數位電表



智慧電表 - 住戶能源管理

數位電錶

- 各項數據統計
- 費用試算
- 聰明省電機制
- 可省電11%



GREEN BUILDING

設備效率

- 冰水主機或冷氣機等空調設備符合能源局之標準或具有各國節能標章認證
- 螢光燈管或燈具等照明設備符合經濟部能源局之標準或具有各國節能標章認證
- 電梯等動力設備具有高效率設備的說明資料



節能技術

- 具有可適應環境、降低室內耗能而可以自動調整之遮陽或窗戶等
- 設置冷氣主機運轉台數控制、全熱交換器、變冷媒量、熱回收等
- 照明採用晝光利用、初期照度調整、作業面照明等
- 採用有諧波管理之變頻功能、最適契約容量等。



再生能源設備

- 產生電力或熱能等替代能源
- 例:太陽能,風力發電



省能50%的目標

實際作得到嗎？