

2-3-2 光環境理論及法令規定

一、光環境理論介紹

光環境包含了自然採光及人工照明兩大部分。自然採光即自然光經過建築的開口部對室內之照明，但是自然光通常無法提供均勻恆久的照度，更無法滿足不同空間機能之照度標準，因此人工照明設備即為不可或缺的依賴工具。室內光環境診斷方面，綜合考量室內光照環境，進行室內照度、眩光、均勻度及晝光率等之評估與計算。其基本知識與診斷量測方式與評估基準詳述如下。

（一） 晝光

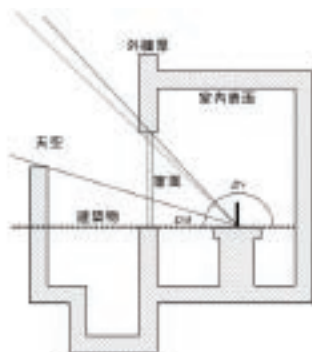
抵達地球之自然光乃由太陽直射光及天空光所組成，總稱為全晝光。天空光為直射日光受大氣中的空氣分子、水蒸氣、塵埃等散亂後而成的漫射光，並含有自地面之反射光射入大氣後，再經反射而成之光，此反射光為日光之第二次光源。因此，廣義的晝光包含了所有的自然光，而通常所指之晝光是針對天空光。

（二） 晝光率

採光設計時須設法使室內空間的照度分佈達到合理，但是由於室外的晝光照度差異變化頗大，因此不易控制。晝光率為一根據室內外照度比的一個指標，以 D 表示，(如圖 2-6)。

（三） 眩光

在照明或採光中，因光源種類或方向，有炫耀刺眼之光線而妨礙物體之辨識，並影響工作效率，此類光線稱為眩光，其種類劃分如下表所示(表 2-6 及圖 2-7)。



$$D = \frac{E}{E_s}$$

D：晝光率

E：室內被照面上某一點之照度

E_s ：室外全天空照度

圖 2-6 晝光率示意圖
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

表 2-6 眩光種類及影響行為

眩光種類	眩光造成影響
對比眩光	對象物其本身對比過大時而感到炫耀刺目，如面對太陽而無法辨識來人之面孔。
斜照眩光	被視物體附近有較高亮度光源時，此物體常發生無法辨識之現象。
反射眩光	金屬面或其他光滑之表面因反射而無法看清之現象。
光幕眩光	也可稱為表膜眩光，眼睛對被視物觀視時所發生被視物多餘之強烈反光。如觀看高照度物體時，視線中有塵埃、煙霧等發亮物質，就如同玻璃膜之存在。
順應眩光	由黑暗之處所突然來至光明之處所時所產生。因人眼調適尚未來得及，常於 1~2 分鐘後消失。也稱暫時眩光。
過照眩光	直接投射於視覺器官之光通量過大時所產生，如太陽或高照度之發光體於視線前方時，無法清晰辨認光源與視點之物體。

(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

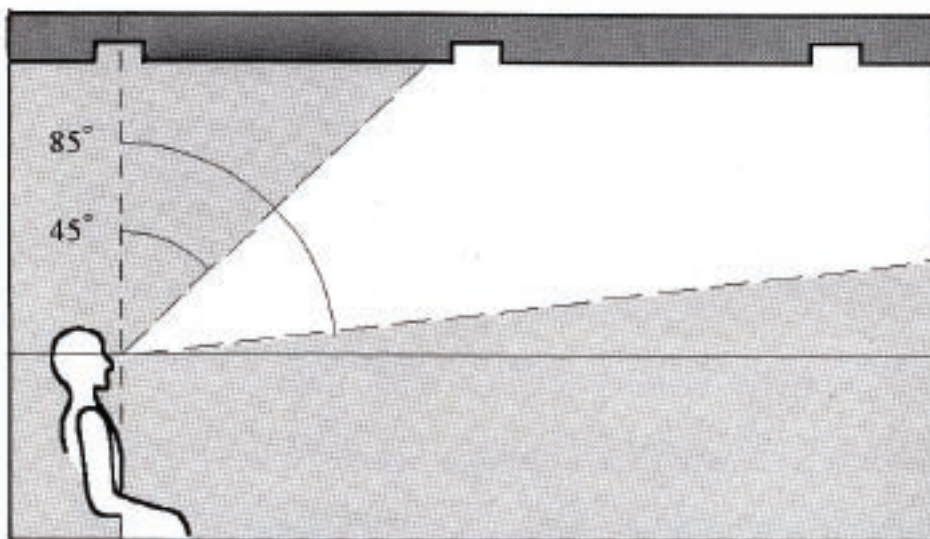


圖 2-7 燈具降低眩光投射角範圍限制圖
(資料來源：學校教室照明與節能參考手冊，教育部，2004)

(四) 照度

受照平面上接受光通量的密度，可用每一單位面積的光通量來測量。一般來說，要求事物看得清楚，需要有足夠的照度，也就是被照射物體要有足夠的光線，照度常用的單位為勒克斯(Lux)， $1 \text{ Lux} = 1 \text{ lm/m}^2$ ，照度之示意圖如圖 2-8 所示。

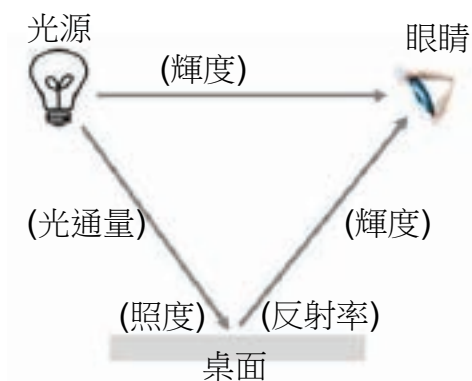


圖 2-8 照明指標示意圖
(資料來源：學校教室照明與節能參考手冊，教育部，2004)

（五） 均勻度

均勻度是指作業面上之「最低照度與平均照度的比值」或「最小照度與最大照度的比值」。如果作業場所內環境的明暗差異極大，眼睛從一個表面轉移到另一個表面時會發生適應現象，在適應過程中，眼睛的視覺能力通常是會降低的。眼睛適應時，需要一定的時間才會恢復正常視力，如果經常交替適應，整個視力工作就發生困難，更導致視覺的疲勞。

（六） 色溫度對室內光環境之影響

色溫度（Color Temperature）是用以評價光源色彩的標準，以絕對溫度 K 為單位($K=^{\circ}\text{C}+273.15$)，根據 Max Planck 的理論，若將一具完全吸收與放射能力的標準黑體加熱，溫度逐漸升高，其光色亦隨之改變，在 CIE 色座標上的黑體曲線(Black Body Locus)顯示黑體由紅→橙紅→黃→黃白→白→藍白的過程，若某光源所發射顏色與黑體在某一溫度下所輻射的光顏色相同，則黑體的絕對溫度就稱為該光源的色溫度(如圖 2-9)。

黑體溫度(K)	光色
室溫	黑
800	紅
3,000	黃白
4,000	白
5,000	冷白
8,000	藍白
60,000	深藍

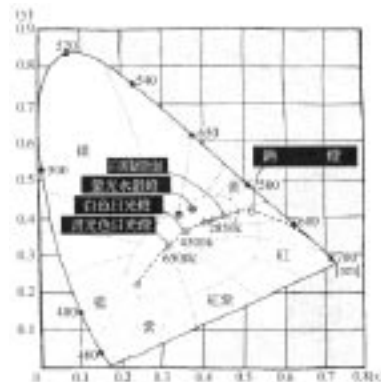


圖 2-9 色度圖與黑體軌跡

(資料來源：照明設計實務入門，許招壠，2002)

人體視覺對光源色溫種類之偏好與照明環境照度值的多寡有相對應之關係，A.Kruithof 於 1941 年藉由實驗以探討光源色溫度與照度對人體視覺之舒適範圍與組合模式，研究結果顯示色溫度與照度對於人體舒適感影響呈現某種程度之正比關係（如圖 2-10 所示），光源色溫度與照度不同的組合會使視覺感官產生不同評價，圖中黃色區塊代表人體感覺較為舒適愉悅之範圍，而粉色與綠色部分則為人體感覺較為不舒適愉悅之範圍。因此在低照度之照明環境下，人們會較偏好低色溫之照明；而照度越高時則越傾向較高色溫之照明方式。在高照度時採用低色溫光源，則會使人感覺較不自然與產生悶熱之不舒適感，若在低照度時採用高色溫光源，則易使人感覺較為陰鬱（Dim）與產生寒冷（Cold）之不舒適感。

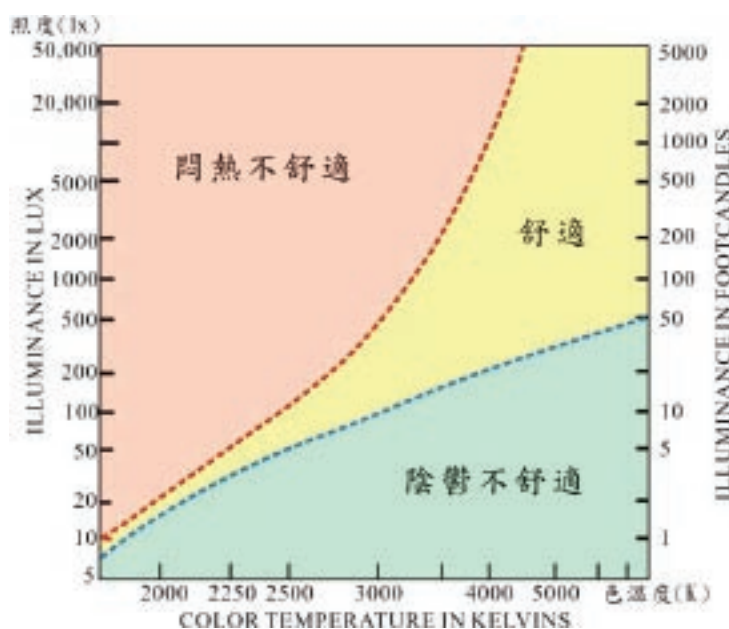


圖 2-10 色溫度與照度曲線

（資料來源：本指引參照 A.A.Kruithof 資料繪製整理）

光源色溫的選擇取決於室內照明環境所要塑造的氛圍，根據國外對於色溫假設（Hue-Heat）議題之相關研究結果指出，人體視覺會因照明環境光源色溫之差異而呈現不同感受，例如，低色溫（暖色系 $< 3300\text{K}$ ）光源能塑造溫熱與親切輕鬆的氣氛，而高色溫（冷白色系 $> 5300\text{K}$ ）光源則易塑造出清冷、緊張、使人精神振奮之工作氣氛。因此國際照明委員會（Commission Internationale De L'éclairage, CIE）將室內照明光源常用的色溫分成三類（圖 2-11），其中第一類光源色溫適用於住宅類建築物之室內照明，尤其以在寒冷地區特別喜愛；第二類光源色溫則慣用於一般作業性質之室內空間，如：辦公室、醫院病房……等運用最為廣泛；而第三類光源之色溫則建議應用於需高照度水準之照明環境，適用於特殊工作性質，如：精密作業、製圖、珠寶加工與手術室或熱帶地區之室內空間照明等。

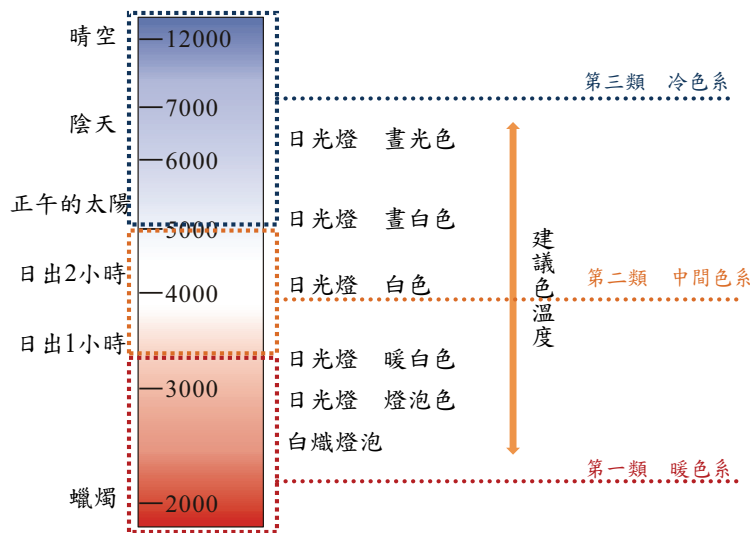


圖 2-11 光源的色溫度與分類

(資料來源：本指引參照光與空間的魔法，松下進，2011，繪製整理)

若是想要營造舒適涼爽的氛圍或是活潑的氣氛時，可以利用高色溫度的燈具；若欲營造溫暖及沉穩的氣氛時，則可以選用低色溫度的燈具，如圖 2-12 所示。

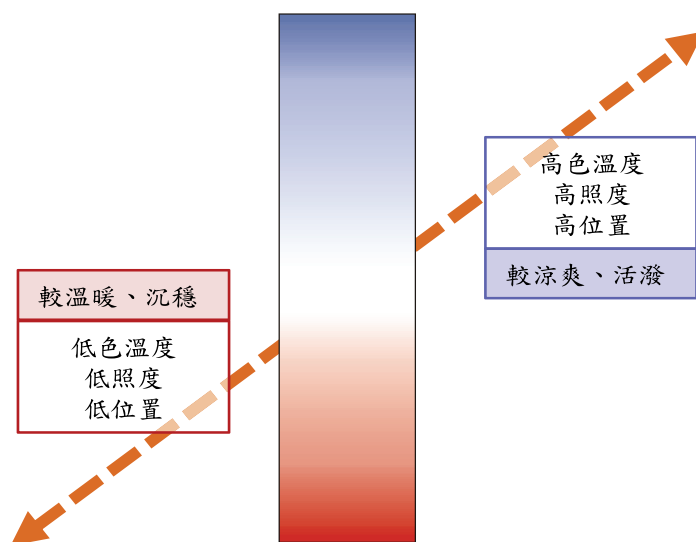


圖 2-12 色溫度與氛圍之關係

（資料來源：本指引參照光與空間的魔法，松下進，2011，繪製整理）

二、光環境相關法令規定

(一) 建築技術規則

本指引參考建築技術規則，其總則編以及建築設計施工編中對於建築物光環境之規範歸納如下。（詳全文請見建築技術規則）

1.總則編 總則
第三之二條 直轄市、縣(市)主管建築機關為因應當地發展特色及地方特殊環境需求，得就下列事項另定其設計、施工、構造或設備規定，報經中央主管建築機關核定後實施： (1) 私設通路及基地內通路。 (2) 建築物及其附置物突出部分。但都市計畫法令有規定者，從其規定。 (3) 有效日照、日照、通風、採光及節約能源。 (4) 建築物停車空間。但都市計畫法令有規定者，從其規定。 (5) 除建築設計施工編第一百六十四條之一規定外之建築物之樓層高度與其設計、施工及管理事項。 合法建築物因震災毀損，必須全部拆除重行建築或部分拆除改建者，其設計、施工、構造及設備規定，得由直轄市、縣(市)主管建築機關另定，報經中央主管建築機關核定後實施。
2.建築技術規則建築設計施工編
第二章 一般設計通則（第八節 日照、採光、通風、節約能源）
第四十條（日照） 住宅至少應有一居室之窗可直接獲得日照。
第四十一條（採光面積） 建築物之居室應設置採光用窗或開口，其採光面積依左列規定：

- (1) 幼稚園及學校教室不得小於樓地板面積 1/5。
- (2) 住宅之居室，寄宿舍之臥室，醫院之病房及兒童福利設施包括保健館，托兒所、育幼院、育嬰室、養老院等建築物之居室，不得小於該樓地板面積 1/8。
- (3) 位於地板面以上 50 公分範圍內之窗或開口面積不得計入採光面積之內。

第四十二條 (有效採光面積)

建築物外牆依前條規定留設之採光用窗或開口應在有效採光範圍內並依左式計算之：

- (1) 設有居室建築物之外牆高度(採光用窗或開口上端有屋簷時為其頂端部份之垂直距離)(H)與自該部份至其面臨鄰地境界線或同一基地內之他幢建築物或同一幢建築物內相對部份(如天井)之水平距離(D)之比，不得大於表 2-7 規定：

表 2-7 土地使用分區與有效採光

	土地使用區	H / D
(1)	住宅區、行政區、文教區	4 / 1
(2)	商業區	5 / 1

- (2) 第一款外牆臨接道路或臨接深度 6 公尺以上之永久性空地者，免自境界線退縮，且開口應視為有效採光面積。
- (3) 用天窗採光者，有效採光面積按其採光面積之三倍計算。
- (4) 採光用窗或開口之外側設有寬度超過 1.5 公尺以上之陽台或外廊(露台除外)，有效採光面積按其採光面積 70%計算。
- (5) 在第一款表所列商業區內建築物；如其水平間距已達 5 公尺以上者，得免再增加。
- (6) 住宅區內建築物深度超過 10 公尺，各樓層背面或側面之採光用窗或開口，應在有效採光範圍內。

(二) CNS 國家標準

1. 照度量測方法

依據 CNS 5065 照度測定法所制訂之量測標準，照度測定時如無特別規定，照度測定面之高度應為離地板面上 80 ± 5 cm，量測室外時應為地板或地面上 15 cm 以下，但在室內桌上或作業台等有作業對象面時，定為其面上或離台上 5 cm 以內之假想面。

照度計之選擇為適應照度測定之重要度及照度值，應使用具有滿足所需精確度特性之照度計，在重要之照度測定，則使用 CNS 5119 所規定之照度計。

在測定前應先確認以下之事項：

- (1) 電源之狀態及電燈之狀態。
- (2) 光源之形式及大小，有需要時初點亮後之總點亮時間。
- (3) 照明器具之狀態。
- (4) 光源安裝於照明器具之狀態及點燈狀態。
- (5) 環境條件。

在測定時應確認以下之事項：

- (1) 測定開始前，原則上燈泡應點亮 5 分鐘以上，放電燈應點亮 30 分鐘以上。
- (2) 測定電源電壓時，應盡量在接近照明器具位置測定。
- (3) 應將照度計受光部之測定基準面盡量與想測定照度之面一致，並將通過受光部受光面中央與測定基準面垂直之直線相交於測定基準面之點一致。
- (4) 應注意測定者之投影及服裝之反射不致影響測定。
- (5) 有測定對象以外光線之影響時應將其影響除去，最好是夜晚量測並將開燈照度值扣掉關燈照度值。
- (6) 測定多數點之照度時，應訂定特定之測定點，每隔一定測定時間間隔測定特定點之照度，以掌握照度測定中光源輸出之變動。

2. 室內工作場所照明標準

CNS 12112 之標準中，對使用者之工作階段的室內工作場所中，提供舒適、安全以及有效的視覺作業之照明需求說明（表 2-8）。

表 2-8 CNS 12112 規範之室內工作場所照度值

名稱		維持照度(Lux)
學校類	學生討論室、集合廳	200
	音樂練習室、語言實習室、教師辦公室	300
	教室、夜校教室、演講廳、實習桌、實習室、實驗室、教學實習工廠、幼稚園、托兒所、托兒所勞作教室、電腦教室、準備室、討論室、體育館、游泳池	500
	黑板、美術與手工教室、美術學校美術室、製圖室	750
辦公類	檔案室	200
	文件處理、影印、計算、接待櫃檯	300
	書寫、打字、閱讀、資訊處理、討論及會議室	500
	工程製圖	750
住宅類	門廳、通道及走廊、休息室、儲藏室、倉庫、冷凍室	100
	樓梯及電動扶梯、停車位	150
	休閒室、盥洗室、浴室、廁所	200
醫院類	等候室、走廊(日間)、娛樂室、病人淋浴間、洗手間	200
	職員房間、病房閱讀照明與檢查、內視鏡檢查室、醫療用浴、加護病房簡易診療、殺菌室、消毒室	300
	職員辦公室、一般診療室、透析室、皮膚科診療室、石膏室、手術準備室及恢復室、牙醫科一般照明、	500
	檢查治療、耳科眼科檢查、手術室、一般治療診療、顏色檢查(實驗室)	1000
	牙醫科手術部位及牙齒漂白、解剖台	5000
娛樂場所	劇院、音樂廳	200
	多功能廳、練習室、更衣室、博物館(一般性)	300
零售	小型銷售區	300
	大型銷售區、收銀區、包裝台	500

(資料來源：本指引依據 CNS 12112 彙整)

3. LED 照明規範

台灣經濟部標準檢驗局已於 2010 年 5 月公布參照國際標準制定的 CNS 15357 (一般照明用 LED 模組安全性規範)，標準中規定 LED 光源模組的構造、防止觸電、絕緣及耐燃等多項安全方面之要求與檢驗方法，可提高 LED 照明的穩定度及安全性。並於 2010 年 11 月 18 日，正式公佈了修訂完成法規 CNS 15436 (安定器內藏式發光二極體燈泡-安全性要求)、CNS 15437 (輕鋼架天花板(T-bar)嵌入型發光二極體燈具)、CNS 15438 (雙燈帽直管型 LED 光源-安全性要求)，透過以上法規使我國 LED 在製造面與技術面有所依循，並且能在材質方面利用規範中之試驗方式有所瞭解。本指引將上述各項 CNS 國家標準之規範內容歸納如下表 2-9。

表 2-9 CNS 國家標準中 LED 相關規範

CNS 編號	規範內容
CNS 15357	■ 本標準規定下列型式之發光二極體(LED)模組之一般性及安全性要求： 1. 不具有整合式控制裝置，以定電壓、定電流或定功率操作之 LED 模組。 2. 在 250V 以下之直流、1000V 以下之交流(60Hz)下使用，內含安定器之 LED 模組。 ■ 模組之構造與設計應為，在正常使用時(參照製造廠商所提供之說明書)，不對使用者或周圍環境構成危險。 ■ 除另有規定外，針對 LED 模組所進行之所有電性量測，應在電壓範圍(最小/最大)、電流範圍(最小/最大)、功率範圍(最小/最大)、最低頻率，及在無風之室內以製造廠商指定之容許溫度範圍等條件下進行量測。除製造廠商指定最不利之測試條件組合外，應在電壓/電流/功率及溫度之測試條件組合下試驗。 ■ 內含安定器之 LED 模組，應在所標示之供電電壓之許可差範圍內之值下，進行電性量測。 ■ 不具有專屬外殼之整合式模組，應視為 CNS 14335(IEC 60598-1)中

	所定義之燈具之固有零組件。此零組件應在組裝於燈具後加以測試，並盡可能符合本標準之規定。 ■ 獨立式模組除本標準外，應符合 CNS 14335 中相關節次之規定。 ■ 若模組為工廠封裝之單元，則在進行任 1 項試驗時均不得將其開啟。在檢驗模組或查驗電路圖發現疑義時，應與製造廠商或責任供應商協議，提交供模擬故障條件測試用之特別標準模組。
CNS 15436	■ 本標準規定整合穩定操作裝置之發光二極體燈泡（安定器內藏式發光二極體燈泡），在安全性及燈帽之可互換性方面之要求，包含試驗方法及所需之試驗條件。此種光源適用於家用及類似之一般照明用途，並具有下列特性： 1. 額定功率在 60W 以下 2. 額定電壓大於 50V，惟在 250V 以下 3. 額定頻率為 60Hz 4. 燈帽符合規範之要求
CNS 15437	■ 本標準適用於室內、供一般照明用途之輕鋼架天花板（T-bar）嵌入式發光二極體燈具（LED）。 ■ 其安全性應符合 CNS 14335 之規定。 ■ 基本特性應符合：

	1. 功率因數應在 0.90 以上，且實測值應在標示值 95%以上。 2. 額定功率之實測值應在標示值$\pm 10\%$以內。 3. 電流之諧波失真不得超過規定值，且總諧波失真不得大於 33%。 4. 色溫類別如下圖 <table border="1" data-bbox="484 450 1055 942"> <thead> <tr> <th>色溫</th><th>色溫範圍 (K)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,700 K</td><td>$2,725 \pm 145$</td></tr> <tr> <td>3,000 K</td><td>$3,045 \pm 175$</td></tr> <tr> <td>3,500 K</td><td>$3,465 \pm 245$</td></tr> <tr> <td>4,000 K</td><td>$3,985 \pm 275$</td></tr> <tr> <td>4,500 K</td><td>$4,503 \pm 243$</td></tr> <tr> <td>5,000 K</td><td>$5,028 \pm 283$</td></tr> <tr> <td>5,700 K</td><td>$5,665 \pm 355$</td></tr> <tr> <td>6,500 K</td><td>$6,530 \pm 510$</td></tr> </tbody> </table>	色溫	色溫範圍 (K)	2,700 K	$2,725 \pm 145$	3,000 K	$3,045 \pm 175$	3,500 K	$3,465 \pm 245$	4,000 K	$3,985 \pm 275$	4,500 K	$4,503 \pm 243$	5,000 K	$5,028 \pm 283$	5,700 K	$5,665 \pm 355$	6,500 K	$6,530 \pm 510$
色溫	色溫範圍 (K)																		
2,700 K	$2,725 \pm 145$																		
3,000 K	$3,045 \pm 175$																		
3,500 K	$3,465 \pm 245$																		
4,000 K	$3,985 \pm 275$																		
4,500 K	$4,503 \pm 243$																		
5,000 K	$5,028 \pm 283$																		
5,700 K	$5,665 \pm 355$																		
6,500 K	$6,530 \pm 510$																		
CNS 15438	■ 本標準規定雙燈帽直管型 LED 光源之安全性，適用於直管型、作為一般照明使用、兩端各配備 1 只 G5 或 G13 燈帽之 LED 光源。 ■ 本標準不適用於配備 G10q 或其他種類燈帽之 LED 光源，亦不適用於非直管型之 LED 光源。 ■ LED 燈管之設計及其構造，在正常操作時應不得對使用者或周邊環境構成危害。 ■ LED 燈管之電磁相容性，應符合 CNS 14115 之要求。																		

(資料來源：本指引參照 CNS15357、CNS15436、CNS15437、CNS15438 彙整)

4. 智慧照明系統產業標準

工業技術研究院與資訊工業策進會在經濟部技術處的支持下，結合台灣之公協會與產業聯盟正式組成「台灣 LED 與照明標準調和會議」，經過多次調和討論，於 2012 年 8 月通過五部「智慧照明系統標準」，成為我國第一件照明系統產業共通標準，並期望藉此智慧照明系統標準的建立，帶動產業鏈整合、擴大市場商機，促進台灣照明產業朝向高值化與標準化發展。其五部智慧照明系統標準分別為系統功

能、廣域網路介面規範、場域網路介面規範、場域網路設計準則及照明設備標準。

(三) 綠建築標章－照明節能：

1. 居室應保有充足開窗面以便利用自然採光。
2. 盡量避免採用鎢絲燈泡、鹵素燈、水銀燈之低效率燈具。
3. 一般空間盡量採用電子式安定器、高反射塗裝之螢光燈。
4. 高大空間盡量採用高效率投光型複金屬燈、鈉氣燈來設計。
5. 閱覽、製圖、縫紉、開刀房、雕刻室等精密工作空間之天花板照明不必太亮，盡量採用檯燈、投光燈來加強工作面照明。
6. 不要採用超過合理照度需求的超量燈具設計。
7. 配合室內工作模式做好分區開關控制，以隨時關閉無人使用空間之照明。
8. 合理設置自動調光控制、紅外線控制照明自動點燈等照明設計。
9. 於大型辦公室之窗邊合理設置晝光感知控制自動照明點滅控制系統。
10. 室內採用高明度的顏色，以提高照明效果。

(四) 綠建材標章－高性能綠建材

綠建材標章包含生態綠建材、健康綠建材、再生綠建材以及高性能綠建材，其中與光環境較具相關性項目為高性能綠建材中之高性能節能玻璃，其評定基準如表 2-10。

1. 遮蔽係數

遮蔽係數代表玻璃建材對建築外殼耗能之影響程度，一般以 3 mm 清色平板玻璃之遮蔽係數等於 0.87 為基準。遮蔽係數越低代表玻璃建材阻擋外界熱能（包含太陽熱能）進入建築物之能量越少。高性能節能玻璃綠建材之遮蔽係數評定基準為不得大於 0.35。

2. 可見光反射率

可見光反射率為太陽光之可見光部分照射至玻璃建材後反射之比例。可見光反射率越高代表玻璃建材造成環境光害之程度愈大。高性能節能玻璃綠建材之可見光反射率評定基準為不得大於 0.25。

3. 可見光穿透率

可見光穿透率為太陽光之可見光部分照射至玻璃建材後直接穿透進入室內之比例。可見光穿透率愈高代表太陽光轉為有效室內照明之效益愈大。高性能節能玻璃綠建材之可見光穿透率評定基準為不得小於 0.5。

表 2-10 高性能節能玻璃綠建材評定基準

項目	受理範圍	評定指標	基準	試驗法	其他
節能	1.單層玻璃	遮蔽係數 Sc 值	≤ 0.35	CNS1281 ISO9050	
	2.LOW-E 玻璃	可見光反射率	≤ 0.25	CNS1281 ISO9050	
	3.膠合玻璃	可見光穿透率	≤ 0.5	CNS1281 ISO9050	
	4.複層玻璃				
【文件審查】 申請廠商須檢附相關施工流程、圖說、文件說明，確保日後施作時，工法亦能符合高性能節能玻璃設計及要求。					
【試驗方法】 1.CNS 12381：平板玻璃透射率、反射率及日光輻射熱取得率試驗。 2.ISO 9050：Glass in building-Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors. 3.上述評定項目如採其他規範進行評定，請出具相關試驗報告書提由綠建材分類小組評定。					

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

(五) 住宅性能評估實施辦法

住宅性能評估光環境部分，將其評估項目為採光深度及採光面積，並依其內容分為四級分，各級分與權重乘積之積分由低至高分別評估性能等級：等級一(積分未達 1.50)、等級二(積分為 1.50 以上未達

2.50)、等級三(積分 2.50 以上未達 3.50)、等級四(積分 3.50 以上)。辦法中新建與既有住宅之評估基準相同，本指引歸納如下表 2-11。(詳細評分權重請參閱住宅性能評估實施辦法)

表 2-11 住宅光環境性能評估基準及評分表

新建住宅 / 既有住宅 光環境性能評估基準及評分表			
評估項目	評估內容	評分	評估基準
採光深度	居室採光深度比 (1)	一級分	符合法規或未達二級分者
		二級分	符合法規，且 $50\% \leq \left[\frac{\text{居室採光深度比}(D/H < 2.5)\text{之合格數量}}{\text{全部居室數量}} \times 100\% \right] < 75\%$
		三級分	符合法規，且 $75\% \leq \left[\frac{\text{居室採光深度比}(D/H < 2.5)\text{之合格數量}}{\text{全部居室數量}} \times 100\% \right] < 100\%$
		四級分	符合法規，且 $\left[\frac{\text{居室採光深度比}(D/H < 2.5)\text{之合格數量}}{\text{全部居室數量}} \times 100\% \right] = 100\%$
採光面積	居室採光面積比 (2)	一級分	符合法規或未達二級分者
		二級分	符合法規，且 $50\% \leq \left[\frac{\text{計算合於 } 1/6 \leq X \leq 1/2 \text{ 之居室數目}}{\text{全部居室數量}} \times 100\% \right] < 75\%$
		三級分	符合法規，且 $75\% \leq \left[\frac{\text{計算合於 } 1/6 \leq X \leq 1/2 \text{ 之居室數目}}{\text{全部居室數量}} \times 100\% \right] < 100\%$
		四級分	符合法規，且 $\left[\frac{\text{計算合於 } 1/6 \leq X \leq 1/2 \text{ 之居室數目}}{\text{全部居室數量}} \times 100\% \right] = 100\%$

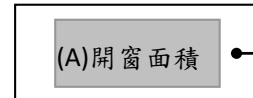
備註：

(1) H－採光開口部上緣距離樓地板高度、D－居室有效採光深度，有效採光深度小於採光開口部上緣距離樓地板高度二點五倍時，表示合格(如圖一所示)。

(2) X－個別居室開窗面積(A)與該居室立面可開窗面積(B)之比率(%) (如圖二所示)，開窗部位不包括窗型冷氣開口；且有陽台之開窗或符合綠建築設計技術規範之遮陽良好者，不受 X 值 $\leq 1/2$ 限制。



(圖一)



(圖二)

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

2-3-3 溫熱環境理論及法令規定

一、溫熱環境理論介紹

人體對於環境變化感知甚快，除了音環境、光環境外，溫熱環境對於人體舒適與活動影響較為直接、迅速，雖然人體對於溫度急遽變化具有一定之延遲反應，但對於工作環境的溫差變化及工作效率之反應，相較於室外環境影響而言較為穩定。研究顯示，人體處於溫熱環境中，如長期累積冷擊、熱壓力等效應，對人體健康易產生負面之影響。因此，對於室內環境品質控制而言，室內溫熱環境的舒適度，為長期生活與工作的重要考量項目之一。

人體與室內環境的冷熱反應關係，乃立足於微妙生理及心理反應上，而此反應藉由生理所接受的刺激而產生變化，但此一刺激並非由單一的環境要素所造成，綜合來說，影響人體冷熱感覺之要素如下表 2-12。

表 2-12 人體冷熱感覺影響因素

周遭環境的影響因素		人體狀態的影響因素
1. 氣溫	3. 周壁溫度	1. 工作強度（代謝率）
2. 濕度	4. 氣流	2. 著衣量

（資料來源：建築物理，江哲銘，2010）

(一) 溫度、濕度、氣流

室內氣溫並非每一個角落都相同，根據建築物構造與隔熱之良莠、外界的氣候條件、冷暖房方式等會產生上下，以及水準向的差異。上下溫度差很容易由身體察覺，在體感上有相當大的影響。

空氣中所含水蒸氣量大小，一天之中濕度的變化有一定的傾向，通常一天之內空氣中的水蒸氣量（亦即絕對濕度）不會有太大的變化。至於相對濕度則與氣溫變化成相反傾向，通常在氣溫最低的清晨時相對濕度升至最高，在最高溫的午後 2~3 時左右相對濕度降至最低。

空氣的流動稱之為氣流，氣流可促進人體產生的對流以及蒸發放熱，藉冷卻作用使體感變為舒暢。一般舒適的風速約在 1m/s 以下，夏季可能大些，而冬季則小些，特別是暖房開機時以在室內的人員沒有感覺最好。風速於 0.5m/s 時人體就會感覺有風。（如圖 2-13）

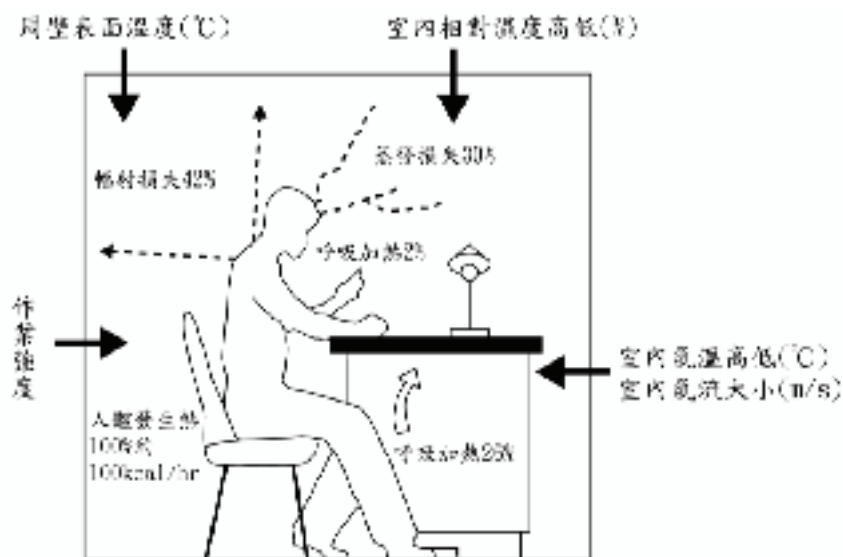


圖 2-13 人體熱平衡狀態圖
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

(二) 工作強度（代謝率）

人體本身是一個生物機體，無時無刻不在製造熱能與放射熱能，以便和外界環境達成一種「熱平衡」，因此，輻射之熱量隨著環境不同而有所改變；例如秋冬時，人體散熱顯著的降低，以維持個體所需，

若於夏天，則大量放射熱量，以降低不舒適的程度，同時人體之產生熱量亦隨著活動、人類種別、性別之不同，而有所差異，如表 2-13 所示。

表 2-13 人體的放熱量

作業程度	適用例	MET	室 溫							
			20°C		22°C		24°C		26°C	
			SH	LH	SH	LH	SH	LH	SH	LH
躺臥、休息	劇場、中小學校	1.0	59	18	56	22	51	27	46	33
坐姿、輕作業	高中	1.1	65	26	58	30	53	36	46	43
辦公作業	辦公室、大學	1.2	66	34	61	40	54	46	46	53
站姿、步行	銀行、百貨公司	1.4	68	44	62	49	57	55	47	64
輕作業	工廠	2.0	87	81	77	90	65	95	53	114
重作業	工廠、保齡球館	3.7	141	181	129	193	117	206	107	218

(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

人體經由各種方法或途徑所消耗之熱量稱為代謝量，而人體在安靜狀態(空腹、仰臥狀態)時所產生之熱量稱之為「基本代謝量」。成年男子(標準體格為身高 177.4 cm，體重 77.1 kg，體表面積 1.8 m² 之美國規定)靜坐時，每單位表面積之代謝率為 58.2 W/m²。一般來說，人體表面積每差 1 m²，代謝量約差 35 W 左右。而工作時之代謝量與安靜狀態下之基本代謝量之比率稱為代謝率，以 MET 為單位來表示。

(三) 著衣量

著衣量是指人身上衣服之隔熱性對人體感覺的影響。著衣量之單位為 clo，1 clo 是指在 21.2°C、50%、0.1 m/s 之空氣條件下，人體感覺舒適時之著衣量。若以衣服之隔熱程度表示的話，1clo 等於 0.8 m²·h·°C/kcal，clo 值之計算根據圖 2-14 各衣類的 clo 值「Ci」依下式合計而得。

$$\text{男人C} = 0.75 \sum C_i + 0.1 \dots\dots\dots \text{式 2-1}$$

$$\text{女人C} = 0.80 \sum C_i + 0.05 \dots\dots\dots \text{式 2-2}$$

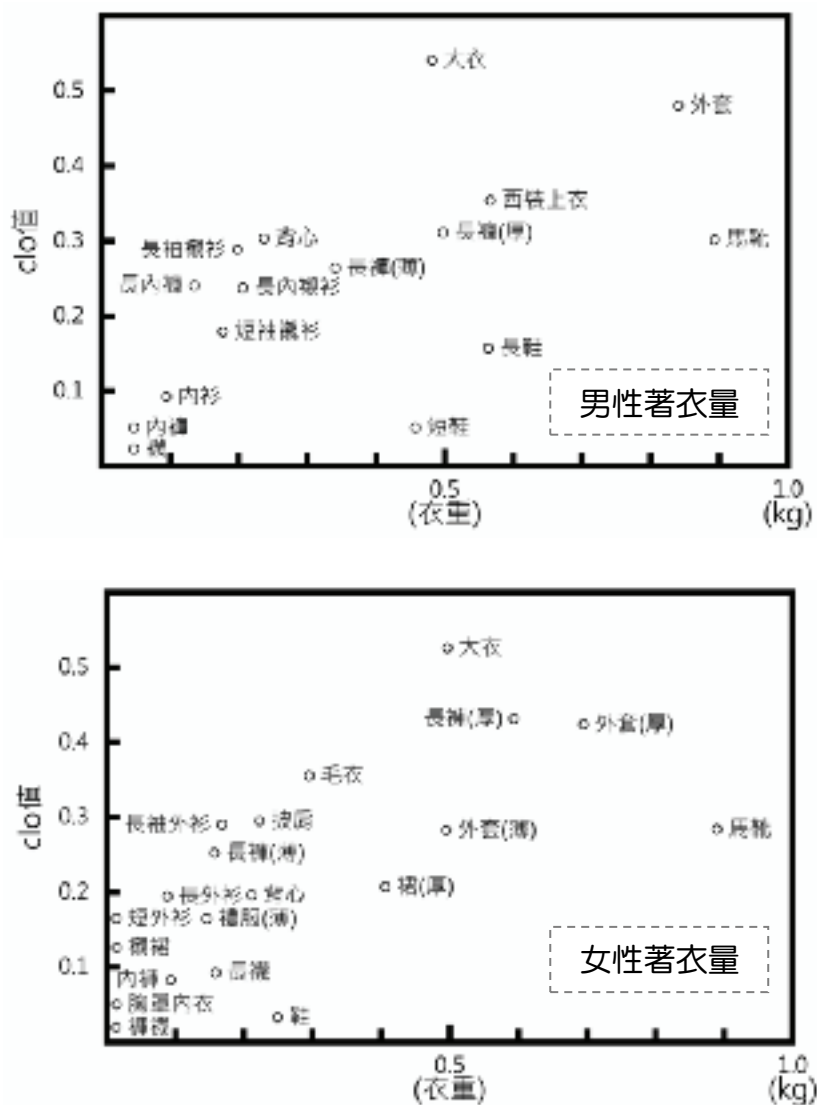


圖 2-14 人體之著衣量
(資料來源：建築物理環境，賴榮平等人，1991)

二、溫熱環境相關法令規定

(一) 建築技術規則－建築技術規則建築設計施工編

本指引參考建築技術規則，其建築設計施工編中對於建築物室內溫熱環境之規範歸納如下。(詳全文請見建築技術規則)

第二章 一般設計通則
第六節 地板、天花板
第三十一條 (地板) 建築物最下層居室之實鋪地板，應為厚度 9 公分以上之混凝土造並在混凝土與地板面間加設有效防潮層。其為空鋪地板者，應依左列規定： 1. 空鋪地板面至少應高出地面 45 公分。 2. 地板四週每 5 公尺至少應有通風孔一處，且須具有對流作用者。 3. 空鋪地板下，須進入者應留進入口，或利用活動地板開口進入。

(二) CNS 國家標準

1. 室內溫度量測儀器標準

可依據 CNS 6018 所規範之指示型熱電溫度計，針對室內溫熱環境進行量測。

2. 室內環境熱舒適度量測方法

中華民國國家標準訂定 CNS 15537 室內環境熱舒適度量測法，以量測所得之物理量來預測處於一般熱環境中人體對熱的感覺，這些熱舒適條件適用於健康男性及女性，而此標準亦適用於室內環境的設計或對現有室內環境進行熱舒適度量測。(其詳細量測方法請參閱本指引 3-1-3)

(1) PMV (Predicted Mean Vote) 指標

PMV 指標為熱環境指標，ISO 7730 以及國家標準 CNS 15537 中訂定 PMV：-0.5~0.5 範圍為室內熱舒適指標。最初由丹麥學者

P.O.Fanger 所提出之 PMV-PPD 評價法中，PMV 為表決的平均預測值，PPD (Predicted Percentage Dissatisfied Value) 為預測不滿意百分比，其 PMV 是以統計法得出人體感覺與環境等六個量的定量函數關係，如式所示：

$$PMV = f(t_a, \phi_a, t_{cl}, v, m, R_{cl})$$

式中， t_a ：氣溫

ϕ_a ：相對濕度

t_{cl} ：環境表面平均溫度

v ：氣流速度

m ：新陳代謝率

R_{cl} ：衣服熱阻

將 PMV 值按人體的熱感覺分成七個等級，並已經大量試驗獲得不滿意等級的熱感覺人數占全部人數的百分比 PPD，可繪製出 PMV-PPD 曲線。圖中，曲線的底端 PMV 值等於零時，PPD 仍有 5% 的人不滿意，當 PMV 值來到 0.5 時，代表環境稍熱，此時的不滿意百分比 PPD 上升到 10%，這同時也說明環境在任何時間不可能使所有的人都滿意(圖 2-15)。

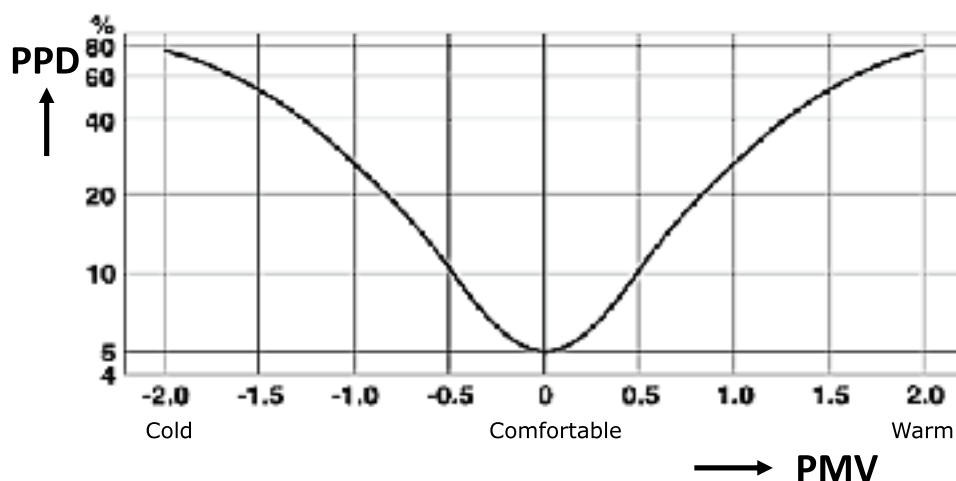


圖 2-15 PMV-PPD 曲線

(資料來源：本指引參考 CNS 15537 繪製)

(2) 熱舒適和熱感覺評價指標

熱舒適是指人體對熱環境的主觀熱反應，美國冷凍空調協會 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) 在 1996 年開始使用 7 級熱感覺指標，其分級如下表 2-14：

表 2-14 熱舒適和熱感覺評價指標

熱舒適和熱感覺評價指標	
ASHRAE	PMV 值
冷	-3
涼	-2
微涼	-1
中性	0
微暖	1
暖	2
熱	3

(資料來源：美國冷凍空調協會 ASHRAE，1996)

(三) 綠建築標章－外殼節能：

1. 住宿類與辦公類建築物，應盡量設計成建築深度 14 米以下的平面，以便涼爽季節採自然通風，並停止空調以節能。
2. 切忌採用全面玻璃造型設計，辦公建築開窗率最好在 35% 以下，住家開窗率最好在 25% 以下，其他建築在合理採光條件下，不宜採用太大開窗設計。
3. 盡量少用屋頂水平天窗設計，若有水平天窗設計必須採用低日射透過率的節能玻璃。
4. 住宿類建築物避免採用全密閉式開窗，每居室應至少有四分之一以上可開窗面，以利通風，並避免日曬。
5. 開窗部為盡量設置外遮陽或陽台以遮陽。
6. 大開窗面避免設置於東西日曬方位。
7. 住家採用清玻璃，空調型建築多採用 Low-E 玻璃。
8. 做好屋頂隔熱設施。

(四) 綠建材標章

綠建材標章包含生態綠建材、健康綠建材、再生綠建材以及高性能綠建材，其中與溫熱環境較具相關性項目為高性能綠建材，其評定內容與光環境相似，以遮蔽係數、可見光反射率、可見光穿透率為主要評估對象。(相關評定基準可參閱本指引 42 頁)

(五) 住宅性能評估實施辦法－室內溫熱環境之評估（節能省水類別）

溫熱環境於住宅性能評估實施辦法的節能省水類別中具有相關之評估項目，分為遮陽效率及隔熱效率，依其內容分為四級分，各級分與權重乘積之積分由低至高分別評估性能等級：等級一(積分未達 1.50)、等級二(積分為 1.50 以上未達 2.50)、等級三(積分 2.50 以上未達 3.50)、等級四(積分 3.50 以上)。辦法中新建與既有住宅之評估基準相同，本指引歸納如下表 2-15。(詳細評分權重請參閱住宅性能評估實施辦法)

表 2-15 住宅節能省水性能評估基準及評分表

新建住宅 / 既有住宅 節能省水性能評估基準及評分表			
評估項目	評估內容	評分	評估基準
遮陽效率	住宅等價開窗比率	一級分	$0.9 < \text{住宅等價開窗比率 } RR \leq 1$ 。
		二級分	$0.8 < \text{住宅等價開窗比率 } RR \leq 0.9$ 。
		三級分	$0.7 < \text{住宅等價開窗比率 } RR \leq 0.8$ 。
		四級分	住宅等價開窗比率 $RR \leq 0.7$ 。
	窗遮陽係數比率	一級分	$0.9 < \text{窗遮陽係數比率 } RSF \leq 1$ 。
		二級分	$0.8 < \text{窗遮陽係數比率 } RSF \leq 0.9$ 。
		三級分	$0.7 < \text{窗遮陽係數比率 } RSF \leq 0.8$ 。
		四級分	窗遮陽係數比率 $RSF \leq 0.7$ 。

新建住宅 / 既有住宅 節能省水性能評估基準及評分表			
評估項目	評估內容	評分	評估基準
隔熱效率	屋頂熱傳透比率	一級分	$0.9 < \text{屋頂熱傳透比率 } R_{Ur} \leq 1$ 。
		二級分	$0.8 < \text{屋頂熱傳透比率 } R_{Ur} \leq 0.9$ 。
		三級分	$0.6 < \text{屋頂熱傳透比率 } R_{Ur} \leq 0.8$ 。
		四級分	屋頂熱傳透比率 $R_{Ur} \leq 0.6$ 。
	外牆熱傳透比率	一級分	$0.95 < \text{外牆熱傳透比率 } R_{Uw} \leq 1$ 。
		二級分	$0.9 < \text{外牆熱傳透比率 } R_{Uw} \leq 0.95$ 。
		三級分	$0.8 < \text{外牆熱傳透比率 } R_{Uw} \leq 0.9$ 。
		四級分	外牆熱傳透比率 $R_{Uw} \leq 0.8$ 。
	窗熱傳透比率	一級分	$0.9 < \text{窗熱傳透比率 } R_{Uf} \leq 1$ 。
		二級分	$0.8 < \text{窗熱傳透比率 } R_{Uf} \leq 0.9$ 。
		三級分	$0.7 < \text{窗熱傳透比率 } R_{Uf} \leq 0.8$ 。
		四級分	窗熱傳透比率 $R_{Uf} \leq 0.7$ 。

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

(六) 熱傷害

人體會藉由許多不同的方法來提高或降低體溫：新陳代謝、對流、傳導、輻射與流汗蒸發，以因應外在環境的溫度變化。夏天的高溫會使我們的體溫上升，此時，表皮的血管會擴張以便能經由對流與傳導作用來散熱，另外也會藉由排汗方式將體熱排出。

熱傷害多發生在高溫潮濕的環境下，因為天候溫度高於皮膚溫度時，人體無法以傳導及對流方式來散熱；或是空氣的相對溼度高於70%，汗水不易蒸發，人體散熱模式會因此而被抑制，體溫即無法順利調節，當溫度調節中樞失去作用時，則會導致可能危及生命的熱中暑。

1. 發生原因

- (1) 環境溫度高於 32°C 時，人體無法經由傳導方式散熱，只能藉由大量流汗來冷卻體表溫度，但會導致體內電解質不平衡或脫水。
- (2) 相對溼度大於 70% 時，空氣中充滿水氣，汗水不易蒸發，體溫無法降低。
- (3) 著妨礙散熱之厚重運動裝備或不吸汗透氣的服裝。

2. 熱傷害種類

- (1) 熱痙攣：因水分大量流失導致電解質不平衡而使肌肉突然痙攣。
- (2) 熱衰竭：水分大量流失導致脫水而出現類似休克症狀。
- (3) 熱中暑：因脫水而引起大腦溫度調節中樞失去功能，導致身體停止排汗、過高的體溫無法降低。

3. 預防方法

- (1) 避免於高溫、相對溼度大於 70% 的環境中從事激烈的活動。
- (2) 穿著輕便、透氣、吸汗的淺色服裝。
- (3) 經常補充水分，不要在感到口渴時才喝水，因為在口渴時，身體已流失 3% ~ 4% 的水。
- (4) 大量流汗時可補充含電解質的運動飲料以提供鹽分的攝取，但切勿服用鹽片。

(資料來源：行政院勞工委員會)

2-3-4 空氣環境理論及法令規定

一、空氣環境理論介紹

建築物之室內空氣品質影響因素甚多，包括建築物、室內裝修、人員、事務設備等，其中主要的影響因素為建築的「通風換氣」，例如一些中央空調的辦公類建築物，常為了節省初期設備經費或天花高度不足而採用完全無外氣系統的 FCU 空調，甚至有些大樓為了減少外氣空調負荷而關閉外氣供應，造成嚴重的「病態大樓症候群」。空氣中的污染物又可分為氣體狀(CO₂、CO、TVOC 等)以及粒子狀(粉塵、微生物等)，其相關性如圖 2-16。

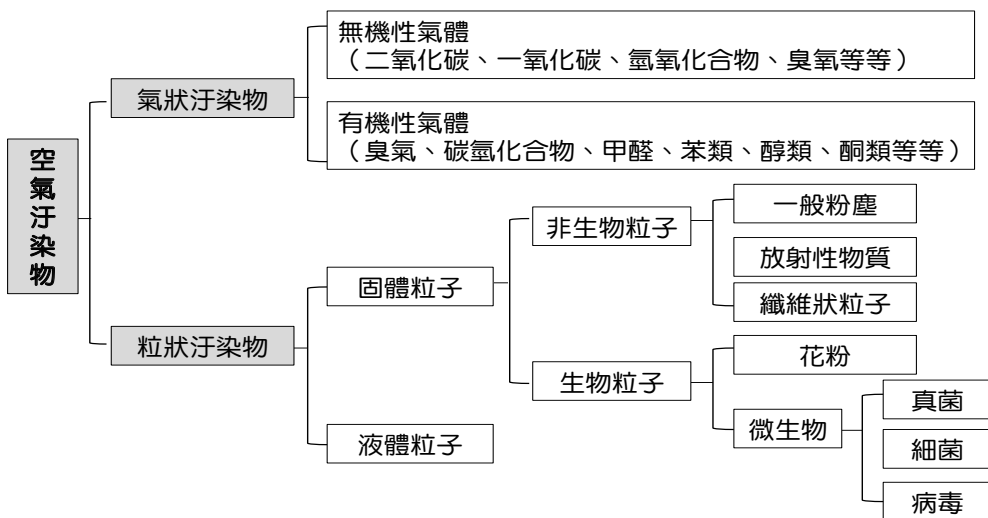


圖 2-16 空氣污染物質分類
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

室內人員與設備都可能是產生污染室內空氣品質的來源，受污染的室內空氣若不排出，並輸入乾淨的外氣，室內空氣品質會因此而愈來愈惡化，排出惡化的室內空氣並以乾淨的外氣替代，稱之為「換氣」。而換氣的方式可依動力之種類分為自然換氣及機械換氣，自然

換氣通常利用在沒有冷暖房設備的建築物，以風力所達成之換氣方式，又稱之為「通風」。

因此，在設計階段或更新改造階段時，就必須注意室內通風換氣的條件，並以預防控制的方法預先設計，在設計上不僅要兼顧建築物之節能效益，更要注意室內通風的健康品質。目前國際上綠建築的設計手法，即符合未來建築發展的形式，而國內目前在綠建築設計上，可依循「綠建築標章」制度的評估指標系統，其中室內環境指標在通風環境及建材使用上，都有很好的設計及改善方式（圖 2-17）。

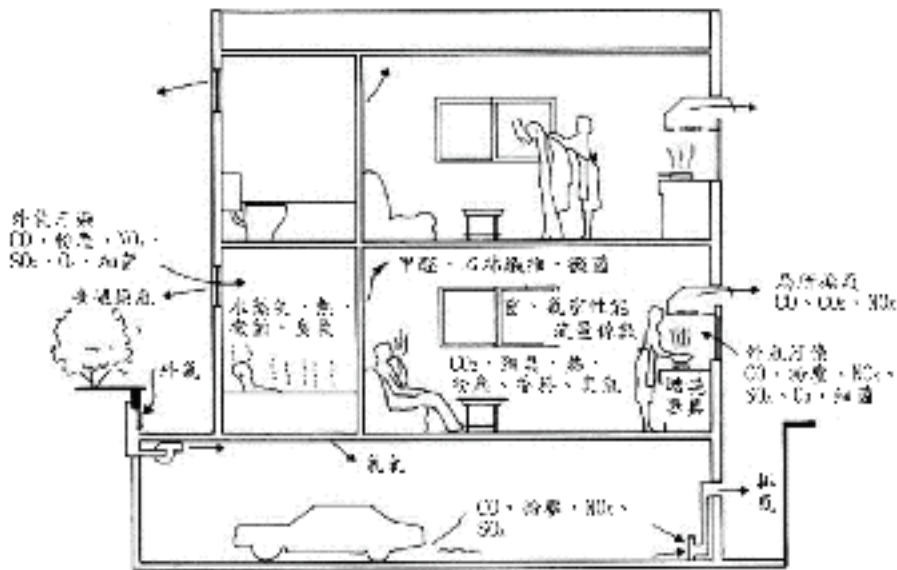


圖 2-17 室內空氣污染物來源示意圖
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

建築物通風換氣的主要目的在於（1）供給充分氧氣、（2）稀釋污染物質、（3）除去污染源、（4）調整空間壓力控制氣流進出、（5）排除部分熱負荷、（6）排除臭氣等功能以確保室內空氣品質。

為瞭解國內目前各變因對室內空氣品質影響程度，將同時進行建築室內空氣環境實地採樣分析與資料收集工作：從建築、設備、空調機械等建築硬體與設計部分之調查（Walk Through Investigation & Collection Information），到實地監測、採樣與使用行為之調查（Real

Time Sampling & Investigation Analysis)，皆採用標準操作程式進行，其中所包含之項目如下所述（圖 2-18）。

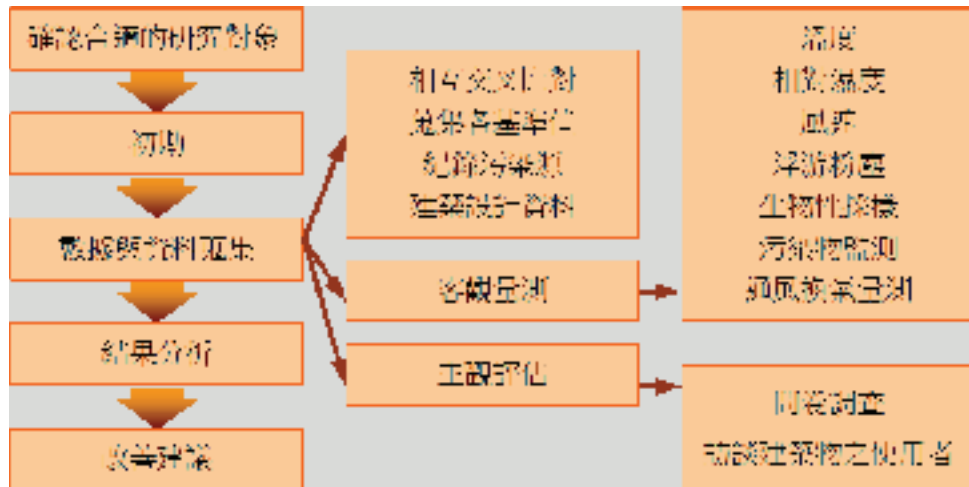


圖 2-18 空氣品質調查方法流程與細部說明

（資料來源：室內環境品質診斷及改善補助計畫，內政部建築研究所，2003）

二、空氣環境相關法令規定

（一）室內空氣品質管理法

1. 室內空氣品質管理法要點

行政院環境保護署所制定之「室內空氣品質管理法」業於 100 年 11 月 23 日公布，並自公布後一年施行，且持續訂定相關配合之法律、條例及行政命令等，包括：違反室內空氣品質管理法罰鍰額度裁罰標準、室內空氣品質檢驗測定管理辦法、室內空氣品質維護管理專責人員設置管理辦法、室內空氣品質標準、室內空氣品質管理法施行細則等法令，同步訂於 101 年 11 月 23 日正式實施執行。「室內空氣品質管理法」主要從室內空氣品質改善須從室內通風換氣、室內裝修與使用材料、建築整體規劃設計與使用維護管理等方面著手，因涉及各級主管機關及各相關目的事業主管機關權責，包括行政院衛生署、經濟部、內政部(營建署及建築研究所)、行政院勞工委員會、行政院體育委員會、行政院農業委員會及其他相關部會，並以地方政府協助落實

推動相關管理工作，由中央各部會與地方政府通力合作，擬具「室內空氣品質管理法」，共四章，計二十四條。其要點如下：

- (1) 室內空氣品質改善須從通風換氣、裝修與使用材料、建築整體規劃設計與使用維護管理等方面著手，涉及各部會權責，爰規定各級目的事業主管機關之權責分工。(第四條)
- (2) 室內空氣品質管理法所稱公告場所，係經中央主管機關依公私場所之公眾聚集量、進出量、室內空氣污染物危害風險程度及室內空氣品質之特殊需求，加以綜合考量後，予以逐批公告之室內場所。(第六條)
- (3) 公告場所之室內空氣品質須符合室內空氣品質標準，依場所類別、使用特性定之，並明定排除之事由。(第七條)
- (4) 公告場所管理人、所有人或使用人應訂定室內空氣品質維護管理計畫，並據以執行。(第八條)
- (5) 室內環境與空調之維護管理，影響室內空氣品質甚鉅，公告場所維持良好之室內空氣品質，需有經訓練取得合格證書之專責人員，依室內空氣品質維護管理計畫執行管理維護。(第九條)
- (6) 公告場所所有人、管理人或使用人應委託專業檢測機構進行定期檢驗測定或監測其室內空氣品質，結果應予以公布。(第十條)
- (7) 主管機關得派員出示有關執行職務證明文件或顯示足資辨別之標誌，執行公告場所之現場檢查、室內空氣品質檢驗測定或查核檢(監)測紀錄，並得命提供有關資料，公告場所所有人、管理人或使用人不得規避、妨礙或拒絕。(第十二條)
- (8) 公告場所所有人、管理人或使用人違反室內空氣品質管理法規規定者，經命其限期改善，屆期仍未改善者，則依室內空氣品質管理法處以罰鍰，另檢驗測定機構違反室內空氣品質管理法規規定者，依本法處以罰鍰。(第十三條至第十八條)
- (9) 依室內空氣品質管理法處罰鍰者，其額度應依違反室內空氣品質標準程度及特性裁處，裁罰準則由中央主管機關定之。(第十九條)

- (10) 規範依室內空氣品質管理法命其限期改善之改善期限內，若因天災或其他不可抗力事由，致未能於改善期限內改善者，應於其事由消滅後向主管機關申請延長改善期限，主管機關應依實際狀況核定改善期限。(第二十條)
- (11) 明定一年內經二次處罰，仍繼續違反室內空氣品質管理法規定者及公告場所室內空氣品質嚴重惡化，而所有人、管理人或使用人未立即採取緊急應變措施，致有嚴重危害公眾健康之虞者，為情節重大情形。(第二十一條)

2. 室內空氣品質標準

為改善及維護室內空氣品質，維護國民健康及生活環境，特訂定本標準，本標準值除勞工作業場所依室內空氣污染物濃度標準外，其他室內場所空氣污染物及濃度如表 2-16。

表 2-16 各項室內空氣污染物之室內空氣品質標準規定

項目	標準值		單位
二氧化碳 (CO ₂)	8 小時值	1000	ppm 體積濃度百萬分之一
一氧化碳 (CO)	8 小時值	9	
甲醛 (HCHO)	1 小時值	0.08	
總揮發性有機化合物 (TVOC，包含 12 種苯類及烯類之總和)	1 小時值	0.56	
細菌(Bacteria)	最高值	1500	CFU/m ³ 菌落數/立方公尺
真菌(Fungi)	最高值	1000 且總真菌濃度 室內外比值大 於一·三	
粒徑小於等於 10 微米 (μm)之懸浮微粒 (PM ₁₀)	24 小時值	75	μg/m ³ 微克/立方公尺
粒徑小於等於 2.5 微米 (μm)之懸浮微粒 (PM _{2.5})	24 小時值	35	
臭氧 (O ₃)	8 小時值	0.06	ppm 體積濃度百萬分之一

• 1 小時值：指 1 小時內各測值之算術平均值或 1 小時累計採樣之測值。
 • 8 小時值：指連續 8 小時各測值之算術平均值或 8 小時累計採樣之測值。
 • 24 小時值：指連續 24 小時各測值之算術平均值或 24 小時累計採樣之測值。
 • 最高值：指依中央主管機關公告之檢測方法所規範採樣方法之採樣分析值。

- 總揮發性有機化合物 (TVOC, 包含：十二種苯類及烯類之總和)：指總揮發性有機化合物之標準值係採計苯 (Benzene)、四氯化碳 (Carbon tetrachloride)、氯仿 (三氯甲烷) (Chloroform)、1,2-二氯苯 (1,2-Dichlorobenzene)、1,4-二氯苯 (1,4-Dichlorobenzene)、二氯甲烷 (Dichloromethane)、乙苯 (Ethyl Benzene)、苯乙烯 (Styrene)、四氯乙烯 (Tetrachloroethylene)、三氯乙烯 (Trichloroethylene)、甲苯 (Toluene) 及二甲苯 (對、間、鄰) (Xylenes) 等十二種化合物之濃度測值總和者。第 2 類：指一般大眾聚集的公共場所及辦公大樓，包括營業商場、中央各目的事業主管機關及地方政府為改善室內空氣品質得另訂較嚴格之標準值。
- 總真菌濃度室內外比值大於一·三：指室內總真菌濃度測值除以室外總真菌濃度測值之比值，其室內及室外測值之採樣相對位置應依室內空氣品質檢驗測定管理辦法規定辦理。

(資料來源：室內空氣品質標準，行政院環境保護署)

(二) 建築技術規則

本指引參考建築技術規則其建築設計施工編及建築設備編中，對於建築物室內空氣環境之規範歸納如下。(詳全文請見建築技術規則)

第二章 一般設計通則

第八節 日照、採光、通風、節約能源

第四十三條 (通風)

居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，並應依下列規定：

1. 一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積 5%，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。
2. 廚房之有效通風開口面積，不得小於該室樓地板面積 1/10，且不得小於 0.8 平方公尺，但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在 100 平方公尺以上者，應另設排除油煙設備。
3. 有效通風面積未達該室樓地板面積 1/10 之戲院、電影院、演藝場集會堂等之觀眾席及使用爐灶等燃燒設備之鍋爐間、工作室等，應依建築設備編之規定設置適當之機械通風設備，但所使用之燃燒器具與設備可直接自戶外導進空氣，並能將所發生之廢氣物，直接排至戶外而無污染室內空氣之情形者，不在此限。

第四十四條 (自然通風設備之構造)

自然通風設備之構造應依左列規定：

1. 應具有防雨、防蟲作用之進風口，排風口及排風管道。
2. 排風管道應以不燃材料建造，管道應儘可能豎立並直通戶外。除頂部及一個排風口外，不得另設其他開口，一般居室及無窗居室之排風管有效斷面積不得小於左列公式之計算值：

$$A_v = A_f / 250\sqrt{h}$$

其中 A_v ：排風管之有效斷面積，單位為平方公尺。

A_f ：居室之樓地板面積(該居室設有其他有效通風開口時應為該居室樓地板面積減去有效通風面積二十倍後之差)，單位為平方公尺。

h ：自進風口中心量至排風管頂部出口中心之高度，單位為公尺。

3. 進風口及排風口之有效面積不得小於排風管之有效斷面積。
4. 進風口之位置應設於天花板高度 1/2 以下部份，並開向與空氣直流通之空間。
5. 排風口之位置應設於天花板下 80 公分範圍內，並經常開放。

第四十五條 (外牆設置開口之限制)

建築物外牆開設門窗、開口(圖 2-19)，廢氣排出口或陽台等，依下列規定：

1. 門窗之開啟均不得妨礙公共交通。
2. 緊接鄰地之外牆不得向鄰地方向開設門窗、開口及設置陽台。但外牆或陽台外緣距離境界線之水平距離達 1 公尺以上時，或以不能視之固定玻璃磚砌築者不在此限。
3. 同一基地內各幢建築物間或同一幢建築物內相對部份之外牆開設門窗、開口或陽台，其相對之水平淨距離應在 2 公尺以上；僅一面開設者，其水平淨距離應在 1 公尺以上。但以不透視之固定玻璃磚砌築者，不在此限。
4. 向鄰地或鄰幢建築物，或同一幢建築物內之相對部分，裝設廢氣排出口，其距離境界線或相對之水平淨距離應在 2 公尺以上。

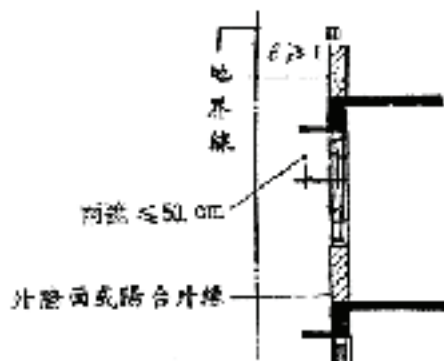


圖 2-19 外牆設置開口之限制

(圖片來源：內政部營建署，建築技術規則，2012)

建築設備篇

第九十五條：(風口)

與風管連接備空氣進出風管之進風口、回風口、送風口及排風口等之位置及構造，應依下列規定：

1. 空氣中存有易燃氣體、棉絮、塵埃、煤煙及惡臭之處所，不得裝設新鮮空氣進風口及回風口。
2. 醫院、育幼院、養老院、學校、旅館、集合住宅、寄宿舍等及其他類似建築物之採用中間走廊型者，該走廊不得作為進風或回風用之空氣來源。
3. 送風口、排風口及回風口距離樓地板面之高度不得小於 7.5 公分。
4. 送風口及排風口距離樓地板面之高度不足 210 公分時，該等風口應裝孔徑不大於 1.2 公分之柵欄或金屬網保護。
5. 新鮮空氣進風口應裝設在不致吸入易燒物質及不易著火之位置，並應裝有孔徑不大於 1.2 公分之不銹金屬網罩。
6. 風口應為不燃材料製造。

第一百零一條：(通風系統)

機械通風應依實際情況，採用下列系統：

1. 機械送風及機械排風。
2. 機械送風及自然排風。
3. 自然送風及機械排風。

第一百零二條：

建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，通風量不得小於機械通風設備最小通風量之規定。(詳細通風量規定見本指引附錄四)

(三) CNS 國家標準－室內空氣量測規範

CNS 16000 系列標準規範室內空氣之量測，並提供有關檢測室內空氣污染物之一般要求，及特定污染物或污染物群組(如甲醛或揮發性有機化合物等)之測定(採樣與分析)與採樣策略，並作為規劃室內空氣污染量測時之參考依據。對於製造廠商、建築商及消費者而言，可參考此系列之標準，評估建築相關產品對室內空氣品質的衝擊，以及促進改良產品之發展。

(四) 綠建築標章

1. 空調節能：

- (1) 空調主機不可超量設計，依空調重要度而定其備載容量，且不宜採太高的備載設計。
- (2) 選用高效率空調主機或冷氣機，切勿貪圖廉價雜牌貨或來路不明的拼裝主機，以免浪費大量能源而得不償失。
- (3) 空間平面深度盡量低於 7 米，所有窗戶應可開啟，以便在秋冬之季採自然通風而停止空調冷氣。
- (4) 採用主機台數控制、VAV 等節能設備系統。
- (5) 主機及送水馬達採用變頻控制等節能設備系統。
- (6) 風管式空調系統採用全熱交換器等節能設備系統。
- (7) 採用 CO₂ 濃度外氣控制空調系統。
- (8) 大型醫院或旅館採用吸收式冷凍機系統。
- (9) 辦公室、展示館、體育館類建築採用儲冰空調系統。
- (10) 採用建築能源管理系統 BEMS。

2. 室內環境指標：

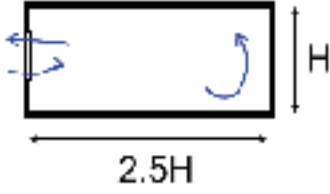
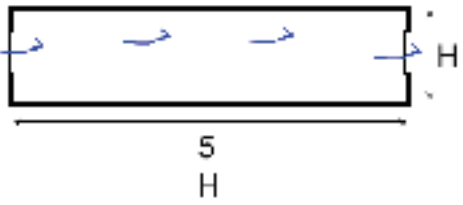
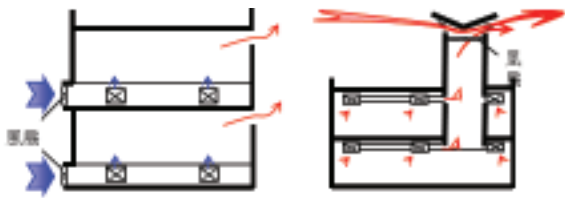
- (1) 室內建材裝修：主要目的在於減少不必要之室內裝修量，同時減少室內污染源以保障室內空氣品質與人員健康，並提倡低污染、低環境衝擊、可循環利用之綠色建材產業發展，針對建築物中主要居室空間來評估(非居室空間則不予評估)，如表 2-17。
- (2) 通風換氣環境：主要目的在於供給充分氧氣、稀釋污染物質、除去污染源、調整空間壓力控制氣流進出、削減部分熱負荷、排除臭氣等功能，可分為自然通風與機械通風(表 2-18)。

表 2-17 室內建材裝修評估對象及內容

評估項目	評估重點	評估內容
整體裝修量	天花、牆版之裝修面積與裝修複雜度	減少整體室內裝修量以節約地球資源
表面裝修建材	綠建材與生態建材之使用	獎勵使用綠建材標章之建材來減少甲醛及揮發性有機物質等室內空氣污染源(需有認證或成分說明)
備註:室內裝修建材採用天然生態建材具優惠加分		

(資料來源：綠建築評估手冊 2012 年更新版，內政部建築研究所)

表 2-18 通風換氣之種類與評估內容

通風種類	對象	評估內容
自然通風	住宿類、學校類、無中央空調之辦公類等具備自然通風潛力的建築物	1. 單側或相鄰側通風路徑開窗之空間深度在二點五倍室內淨高以內者  2. 相對側或多側通風路徑開窗之空間至少有一向度深度在五倍室內淨高以內者  3. 以通風塔、通風道系統、機械送風管或其他通風器輔助達成自然通風效果者 
機械通風	具中央空調之辦公類	引入新鮮外氣及排氣氣密設計
備註：若為自然通風與機械通風同時存在，則擇一評估之		

(資料來源：綠建築評估手冊 2012 年更新版，內政部建築研究所)

(五) 綠建材標章

綠建材標章包含生態綠建材、健康綠建材、再生綠建材以及高性能綠建材，其中與空氣環境較具相關性項目為健康綠建材及生態綠建材。

1. 健康綠建材

從國內對於建築物現場實測調查中發現，造成室內健康環境的污染主因是由建材所揮發出之化學物質。選用健康綠建材，即在避免危害健康的建材進入室內空間，短期造成使用者身體不適，長期危害使用者的健康，健康綠建材的使用是改善室內空氣品質治本的方法，也是為室內環境品質把關的關鍵。健康綠建材為低逸散、低污染、低臭氣、低生理危害特性之建築材料，目前訂定以「低甲醛」及「低揮發性有機化合物」逸散為指標，健康綠建材分級制度及評定基準如表 2-19、表 2-20。

表 2-19 健康綠建材標章分級制度說明

「健康綠建材標章」分級制度說明	
逸散分級	TVOC(BTEX)及甲醛逸散速率
E1 逸散	TVOC 及甲醛均 ≤ 0.005 (mg/m ² hr)
E2 逸散	$0.005 < \text{TVOC} \leq 0.1$ (mg/m ² hr) 或 $0.005 < \text{甲醛} \leq 0.02$ (mg/m ² hr)
E3 逸散	$0.1 < \text{TVOC} \leq 0.19$ (mg/m ² hr) 且 $0.02 < \text{甲醛} \leq 0.08$ (mg/m ² hr)
【文件審查】申請廠商須檢附相關施工流程、圖說、文件說明，確保日後施做時，工法亦能符合健康性設計及要求	

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

表 2-20 健康綠建材評定基準

一、甲醛（HCHO）逸散速率		
評定項目	性能水準 (逸散速率)	說明
地板類、牆壁類、天花板、填縫劑與油灰類、塗料類、接著（合）劑、門窗類(單一材料)	$< 0.08 \text{ mg / m}^2\text{hr}$	建材樣本置於環控箱中試驗其逸散量，量測甲醛濃度達穩定狀態時之逸散速率。
二、總揮發性有機化合物（TVOC）逸散速率		
評定項目	性能水準 (逸散速率)	說明
地板類、牆壁類、天花板、填縫劑與油灰類、塗料類、接著（合）劑、門窗類(單一材料)	$< 0.19 \text{ mg / m}^2\text{hr}$	建材樣本置於環控箱中試驗其逸散量，量測總揮發性有機物質(TVOC)濃度達穩定狀態時之逸散速率。
試驗機構：經內政部指定之「綠建材性能試驗機構」		
試驗規定： 測試方法依據內政部建研所標準測試法(計劃編號 MOIS 901014)及參考 ISO 16000 系列（CNS 14024）標準方法，甲醛及 TVOC 試驗報告之數值判定，應以測試時間達 48 小時即停止測試之時間點，所測得之實驗數據做為判定數值；或未達 48 小時但實驗數據已穩定低於評估基準值之實驗數據做為判定數值。 總揮發性有機物質化合物評定以苯、甲苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯、乙苯為指標污染物。		

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

2. 生態綠建材

- (1) 採用天然建材，且應具有減少能源消耗的功能和降低對有限資源的依賴、進而開發新資源增加效益、低人工處理。
- (2) 使用階段應具有減少產生有害或有毒等物質的性能。
- (3) 在生命週期的廢棄再生階段，建材廢棄後也可經由收集、處理而轉變為原物料或產品、易於廢棄再生或者是延長原有物件之使用年限，以減少廢棄物。

(六) 住宅性能評估實施辦法

住宅性能評估空氣環境部分，評估項目為機械通風與自然通風，依其內容分為四級分，各級分與權重乘積之積分由低至高分別評估性能等級：等級一(積分未達 1.50)、等級二(積分為 1.50 以上未達 2.50)、等級三(積分 2.50 以上未達 3.50)、等級四(積分 3.50 以上)。

辦法中依據新建住宅以及既有住宅給予不同評估基準，新建住宅中需增加機械通風之評估項目，自然通風之評估項目為兩者皆適用。本指引歸納如下表 2-21。(詳細評分權重請參閱住宅性能評估實施辦法)

表 2-21 住宅空氣環境性能之評估基準及評分表

新建住宅空氣環境性能之評估基準及評分表			
評估項目	評估內容	評分	評估基準
機械通風	住宅之機械通風設計	一級分	符合法規或未達二級分者
		二級分	符合法規，且機械通風引入新鮮外部空氣 ⁽¹⁾ 。 臥室、起居室至少引入 4 (m ³ /hr)/m ² 新鮮外部空氣，廚房至少引入 32 (m ³ /hr)/m ² 新鮮外部空氣，浴室、廁所至少引入 23 (m ³ /hr)/m ² 新鮮外部空氣。
		三級分	符合二級分之規定，且浴廁之機械通風系統設為獨立管道排風。 浴廁之機械通風系統若以垂直共同管道排風者，應以密閉排風管連結至戶外，並於排氣管頂部設置輔助風扇，同時各浴廁空間應設置防止排風逆流之裝置；排風管所在之共同管道間必須以防水且不燃材料與上下樓層及鄰戶完全氣密隔絕。
		四級分	符合三級分之規定，且天花板內空間應與其他空間氣密隔絕。
備註：			
(1)居室通風量換算：通風設施性能 CMH (m ³ /hr) / 居室面積(m ²)			

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

表 2-21 空氣環境性能之評估基準及評分表(續)

新建住宅 / 既有住宅 空氣環境性能之評估基準及評分表			
評估項目	評估內容	評分	評估基準
自然通風	住宅之自然通風路徑	一級分	符合法規或未達二級分者
		二級分	符合法規， 且 $50\% \leq \text{【較佳通風路徑比 } Y \text{ (較佳通風路徑居室合計數目} \div \text{全部居室、浴廁及廚房合計數目} \times 100\% \text{)】} < 75\%$
		三級分	符合法規， 且 $75\% \leq \text{【較佳通風路徑比 } Y \text{ (較佳通風路徑居室合計數目} \div \text{全部居室、浴廁及廚房合計數目} \times 100\% \text{)】} < 100\%$
		四級分	符合法規，且 $\text{【較佳通風路徑比 } Y \text{ (較佳通風路徑居室合計數目} \div \text{全部居室、浴廁及廚房合計數目} \times 100\% \text{)】} = 100\%$

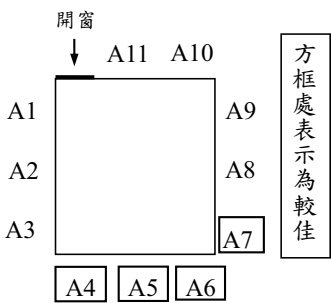
說明：

1.較佳通風路徑規定：

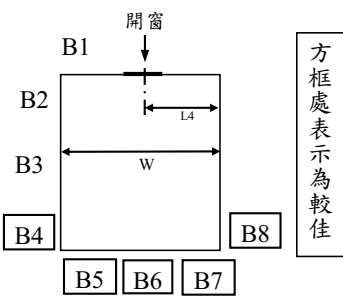
居室、浴廁及廚房之自然通風性能，以空間中「開窗」型態，與其他「開口」之通風路徑關係為判定，分為「置中窗」(窗中心線距離牆面值 $L4$ ： $1/2 W \geq L4 \geq 1/3 W$)及「邊窗」(非置中窗) 兩種開窗型態，空間較佳的通風路徑以「相對側」通風路徑設計或「多側」通風路徑設計。

如圖(a)、(b)所示，空間開窗與「方框處開口」成通風路徑時表示該空間具有「較佳通風路徑」。

(a) 開窗位置為「邊窗」



(b) 開窗位置為「置中窗」



2.居室無自然通風時，需設機械通風。

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

2-3-5 生物環境理論及法令規定

室內空氣品質之維護而言，建材家具表面的塗料可能釋放甲醛及揮發性有機物質 (Volatile Organic Compounds, VOCs)、事務機器操作過程中亦可能產生微粒及臭氧、電腦或電線等電子產品的使用也可能因熱釋放出半揮發性有機物，此類化學性污染物的暴露危害和控制技術，成為許多研究探討的重要議題。然而，隨著愈來愈多的研究證實室內生物氣膠的暴露亦為影響室內人員健康的重要因素之一，使得生物氣膠的暴露與健康風險研究成為室內領域的重要研究議題。

生物氣膠(Bio-aerosol)泛指具有生物特性的微粒，如空氣中的真菌、細菌、病毒、花粉、貓、狗、鳥的糞便或蟑螂的糞便等，此類生物氣膠更為人類的主要過敏原。短期暴露高濃度的生物氣膠可能會增加病態大樓症候群風險，而長期暴露則會引發嚴重的呼吸道健康危害，其中又以室內真菌與細菌的暴露危害研究最為常見。另外根據國外學者研究均發現，在高濕度或建材明顯受潮的住家環境中，其室內真菌濃度均較無明顯水害的住家高，且室內人員呼吸道疾病的風險亦偏高，特別是學年齡孩童，並達統計上顯著差異。也有研究指出，家中濕度的高低與呼吸道疾患的發生率具有直接的相關性，而濕度高的家戶中亦可偵測到的較高的黴菌濃度，文獻也指出若家中潮濕，其家中真菌濃度偏高的機率會提高 30-50 %，進而導致呼吸道疾病的發生 (Fisk et al., 2007)，因而推論黴菌可能為誘發呼吸道症狀之危險因子之一。除了住家外，在一般公告場所中，如學校或辦公室等人員需長時間居置其中的空間，若因室內潮濕或有明顯水害的建材暴露，也可能是造成室內真菌濃度增高的主要因素之一，同時亦有較高的呼吸道疾病風險 (Flodin and Jonsson, 2004；Mi et al., 2006；Park et al., 2008；Edmondson et al., 2009)。因此，室內生物氣膠的暴露為導致人體健康危害的主要因素之一，也成為一重要的公共衛生問題。許多環境調查研究亦指出，建築環境中不當的維護管理及缺乏預防措施、在

建築及機械系統設計階段未考慮維護清潔之可行性、建築室內空間中濕度過高、建築空間或是空調系統淹水、空調系統之外氣引入口靠近室外黴菌和細菌滋生源等因素皆可能與高真菌濃度之生成有關。過去也有研究利用環境採集之可培養性細菌，探討其細菌濃度和健康之關係，研究結果均發現隨著室內細菌濃度的增加，上呼吸道疾病和過敏反應的症狀也明顯提高 (Allmers et al., 2000 ; Bungler et al., 2000 ; Wouters et al., 2002 ; Heldal et al., 2003 ; Lavoie et al., 2006)。

由於溫度與濕度為影響生物氣膠生長的重要因素，而台灣又處於高溫與高濕的氣候帶，此氣候型態也提供室內生物氣膠的最佳生長環境，進而增加生物氣膠的暴露危害風險。在彙整各國室內生物氣膠濃度分佈後，發現 Su 等人於台灣地區的室內真菌調查結果顯示，幼兒園與國小的濃度在 $500\text{--}22000\text{ CFU/m}^3$ 之間，最高濃度可達 21873 CFU/m^3 (Su et al., 2001)，Hsu 在住家的調查結果，室內最高濃度可達 21996 CFU/m^3 (Hsu et al., 2011)。而相較於歐洲等國的研究，發現除在瑞典地區的國小教室採集的真菌濃度達 4500 CFU/m^3 (Smedje and Norbäck, 2001)外，其餘國家的監測值多在 1000 CFU/m^3 以下，如義大利、瑞典、德國和土耳其 (Bonetta et al., 2010 ; Jovanovic et al., 2004 ; Walinder et al., 2001)；其中，Mentese 等人在土耳其境內的真菌濃度調查結果，更顯示室內真菌濃度在 100 CFU/m^3 以下 (Mentese et al., 2009)。美洲地區的室內真菌濃度多落在 $3\text{--}2100\text{ CFU/m}^3$ 之間 (Lee et al., 2006 ; Rosenbaum et al., 2010 ; Tsai et al., 2007)，其值與歐洲國家相近，亦都較台灣的監測值低。因此，相較於其他地區，台灣室內生物氣膠的暴露危害更不容忽視，故調查台灣室內空間的生物氣膠濃度分佈與潛在來源，顯的特別重要，尤其是在有水害或明顯黴斑的室內環境中(如圖 2-20)。



圖 2-20 因滲水導致室內牆面滋生霉斑及有明顯的滲水痕跡
(圖片來源：蘇慧貞教授提供)

目前在室內生物氣膠的標準部份，除韓國已立法管制室內細菌濃度外，其餘國家均為建議值，如美國、中國和新加坡等。而台灣則由環保署於民國 101 年 11 月公告室內空氣品質標準，較好之室內環境品質場所標準值為 1000 CFU/m^3 。

在真菌部份，也修訂為建議真菌濃度為 1000 CFU/m³，但總真菌濃度之室內外比值大於 1.3。(表 2-25)。

表 2-22 各國生物氣膠建議值

國家	濃度 (CFU/m ³)	國家		濃度 (CFU/m ³)
美國	1000	新加坡		500
中國	2500	香港	卓越級	500
韓國*	800		良好級	1000
台灣*	1000			
*表示已立法之國家				

(資料來源：蘇慧貞教授提供)