

生活價值 於環境效率的實踐

阮漢城

中華民國室內設計全國聯合會榮譽理事長



『全人類都應該擁有呼吸乾淨室內空氣的權利』，這段話是2000年世界衛生組織（WHO）歐洲辦公室發表「人們對於健康室內空氣之權利（The Right to Healthy Indoor Air）」的宣言文中提出。清楚點出室內空氣品質與人體健康的關聯與重要性，因為室內空氣品質的惡化，而導致「病態建築（Sick Building）」的相關對應知能，是為建築業者應當重視的新課題。因為「病態建築」所帶來的危害健康風險與建築物結構不安全的危害性相當。

台灣位處於亞熱帶地區，夏季高溫、全年高濕的氣候環境，為極適合孳生微生物及微小生物的生存條件，建築物使用時間越久，生物性污染便有越嚴重的趨勢。又「既有舊建築物」的數量目前約佔97%比例，隨著生命週期性能劣化的加乘影響，「危害健康風險問題」更顯嚴峻。在營造建築物室內環境，除了需要面對前述的「環境健康」問題，其生命週期成本（Life Cycle Cost, LCC）的「環境永續」評量問題也不能忽略。所以為了提升或改善室內空氣品質，以追求健康幸福的「生活價值（output）」的同時，也必需有最佳化的兩全方法，以減低「環境負荷（input）」。因此本文就世界企業永續發展委員會（World Business Council for Sustainable Development, WBCSD）於1993年提出「環境效率」的理念，探討建築物室內環境的營造行為；如何於「環境效率」的實踐，來兼俱使用機能、

健康、低碳、節能、美學、經濟等多元需求目標的平衡協調，並且獲得更高效益的可行性方法。

建築物室內環境「健康與永續」的營造，必需先掌握因室內空氣品質不良而危害健康的風險、污染物質的發生源、影響因子，才能擬定有效又經濟的最佳化對策，例如源頭管制或應用科學的環控技術，去做「預防設計與診斷改善」。依序概述如下：

一、室內空氣品質不良的危害健康風險

1973年左右發生能源危機，倡導節能議題被高度關注，建築物於是往高氣密、高隔熱、規格化、設備化的建造發展；為節省人力成本支出與追求品質均齊性，在生產製程中大量使用接著劑與化學物質原料。又因規畫設計階段未妥善擬定，抑制濕氣與通風換氣的物理性對策，因而室內空間的相對濕度過高，引發結露，衍生出塵蟎、黴菌、木材腐朽菌、白蟻等生物性危害問題，而以建材中添加或塗布人工合成化學物質、防腐劑、防蟻劑來做剋制對應。而這些構成的建材逸散出甲醛、揮發性有機化合物（VOCs）等污染物質逐漸累積，造成室內空氣品質惡化，導致病態建築症候羣（Sick Building Syndrome, SBS）、病住宅症候羣（Sick House Syndrome, SHS）、建築關連症（BRI）等疾病發生，繼而影響生活，危害居住者的健康與降低工作效率。

二、危害健康之污染物質的發生源與影響因子

(一) 危害健康之污染物質的發生源

- a. 來自外氣的污染物質發生源：一般（粉塵、花粉、紫外線等）、大氣污染（硫氧化物 SO_x、氮氧化物 NO_x、一氧化碳 CO、懸浮微粒 SMP、光化學氧化物等）。
- b. 水質污染發生源：自來水、工廠廢水、農藥、廢棄物處理等。
- c. 家庭生活污染物質發生源：清潔劑、殺蟲劑、芳香劑、化妝品、食品、醫藥、衣類、人體代謝、寵物（致敏原、病菌）、吸菸等。
- d. 室內污染物質發生源：建築介面、裝修材料、傢俱擺飾品、電器製品、設備用品、事務機器等。

(二) 危害健康之影響因子

影響建築物室內空氣品質良窳，發生時間點大都在「新建建築物完工」或「舊有建築物改建裝修」後與生活使用等階段。其影響因子可從物理性、生物性、化學性與居住者不健康的生活模式（SICK-LIFE）等複合性問題，來加以討論。

- a. 物理性影響因子：音環境、光環境、熱環境、空氣環境、相對濕度、電磁波等。
- b. 生物性影響因子：花粉、塵蟎、黴菌、病毒、細菌、微生物等。
- c. 化學性影響：甲醛、揮發性有機化合物、臭氧 O₃、氮氧化物 NO_x、一氧化碳 CO、二氧化碳 CO₂、懸浮微粒 SMP、光化學氧化物等。
- d. 居住者不健康的生活模式（SICK-LIFE）：因不正確的生活模式，造成室內通風換氣不足、相對濕度過高，而導致各種影響因子惡性循環的連鎖危害。如：在通風不良的室內環境下，使用藥劑防除、芳香劑、噴霧、

指彩或吸菸，引起化學性污染物質之濃度累積；此外屋內塵埃（house dust）也是造成的過敏反應的主因。

三、控制危害健康影響因子的對策

如何能在追求健康幸福的生活價值之目標下，也能兼顧環境效率的實踐對策？

(一) 控制室外污染物質對策

建築物室內空氣品質，往往受到不良的外氣影響，需要有對應的措施，避免外氣污染物質進入室內，而與室內既有因子產生加乘作用，危害生活居住者的健康。例如：交通要道、工廠可能會產生一氧化碳或臭氧等的有害氣體或粉塵、農田及高爾夫球場可能有散布農藥，而造成的空氣受到有機磷系毒物污染等。

(二) 控制室內污染物質對策

秉持污染物質「源頭管制」、「稀釋」、「移除」的原則。

a. 「源頭管制」方式：化學性影響因子，大多數來自於裝修材料、傢俱擺飾品、設備及生活用品等。應使用低逸散甲醛、揮發性有機化合物與不含有化學物質、放射線、石棉、重金屬成份的「健康綠建材」，或是「減量裝修」。生物性影響因子，應避免建築物漏水與結露而衍生黴菌、塵蟎、木材腐朽菌、白蟻、病毒、細菌、微生物等生物性危害。建議：室內相對溼度最好控制在40%~70%之間。

b. 「稀釋」方式：不確定或無法即時拆除的污染物質逸散源，或人員稠密造成二氧化碳濃度升高，則必須有效引入新鮮空氣，將污濁空氣的濃度稀釋、排出（應注意通風路徑及換氣效率）。

c. 「移除」方式：已確知的污染源（如，建材、瓦斯爐、設備用品、家電用品、事務機器等使用產生的污染影響），以自然通風或抽風設備

強制換氣、排出（注意提升效率、減低耗能）。

d. 其他方法：使用空氣清淨機、光觸媒、吸附材料、實施熱烘脫（Bake out）等。

（三）居住者不健康的生活模式（SICK-LIFE）對策

輔導使用者（居住者）正確的使用方式，與日常生活健康的保健觀念。例如：避免將有害物質攜入室內、盡量不在室內晾曬衣物，避免產生濕氣與結露、使用清潔用品或殺蟲劑時，要帶口罩及手套防護以減少曝露，並保持室內良好通風換氣等。

（四）提升室內空氣環境效率

為維持良好室內空氣環境效率的前提下，減量裝修及提高健康建材使用率（圖1）及污染物自源頭移除（圖2）等，相對可以節省通風換氣

時所需要的能耗（圖3）。

（五）建築物生命週期成本（Life Cycle Cost, LCC）考量

建築物從計畫、設計，到完工階段的初期營造投入（Initial Cost），並經過長期使用的營運管理（Running Cost），至拆除清運為止，整個生涯過程的總費用控制。

a. 環境對應方面：建築物室內環境規畫設計階段：應確實進行基地周邊環境的外氣品質量測，發掘各種可能發生的污染源頭及影響因子，另外也調查常年風向、日照等氣候條件，來做建築物最有利的外部開口對應設計，可避免外氣污染物質進入室內導致健康危害，並且獲得更高效率的自然通風、晝光利用率及減少熱輻射影響，以增進室內熱環境的舒適度及節省能源消耗。

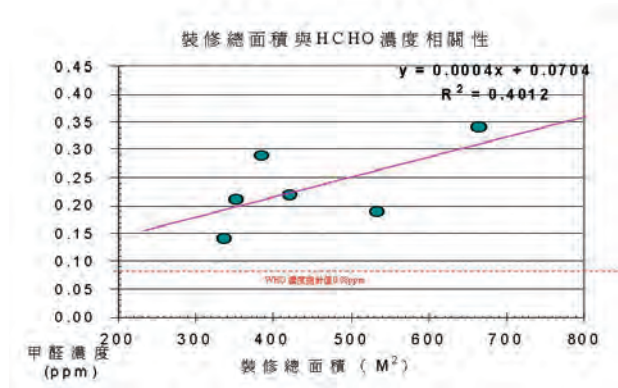


圖1 裝修面積與室內空氣中甲醛濃度的關係

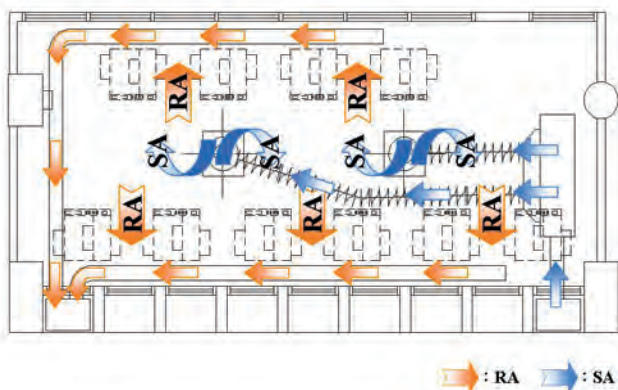


圖2 自源頭移除污染物



圖3 室內空氣環境效率示意圖
（資料來源：國立成功大學永續健康建築研究室）

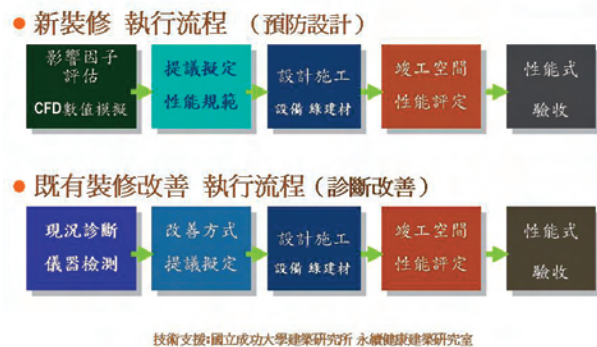


圖4 建築物室內健康環境之預防設計與診斷改善作業流程
（資料來源：國立成功大學永續健康建築研究室）

另外室內空間的通風路徑要順暢，並要有確保換氣量足夠的通風換氣計畫，與抑制濕氣及預防結露發生的措施。

b. 裝修材料、設備方面：材料應使用生態、再生、高性能、健康的綠建材，且設備應選用具耐久性、易維護者。

c. 構法及工法方面：輕量、簡易、安全、介面少及減少使用接著劑的組成，並可防止濕氣與結露的發生。

（六）建築物室內健康環境之預防設計與診斷改善作業流程

建築物室內環境的營造的作業流程中，增加事前「影響因子評估」與竣工後「性能評定」程序。（圖4）

（七）性能檢測與評定診斷方法

為使居住者健康影響風險值降至最低，有必要正確測得生活狀況中、室內空氣有害物質的最高濃度值的數據；經精密分析、正確判斷污染物質的種類、影響與發生源，俾以擬定最佳化改善對策。因此必須遵守室內空氣品質測定標準作業流程（含設備儀器、檢測方法、程序、環境條件），可參考ISO、JIS、CNS、其他國際標準的IAQ測定方法與相關規範或依我國環保署的檢驗測定規範（執行細則訂定中）。

四、典範案例介紹

我國內政部建築研究所自2003年辦理「綠建築推動方案」起，持續致力於「永續室內環境品質改善」的相關研究，並推廣建築物健康診斷的「建築醫師」觀念。多年來累積的研究操作方法，成功應用在內政部建築研究所「室內環境品質」改善研究案、營建署綠建築改善案，空間使用用途包括學校、醫院、公營辦公室、國際會議廳、圖書館、遊客中心，另有其他私人委託新、舊住宅裝修案，共約三十幾個案例，竣工後其

空間性能評定成效顯著，可為國內改善案例之典範。

五、結論

（一）生活價值於環境效率的實踐，歸納以下四點目標可做為，降低建築物內環境的健康影響風險與兼顧環境效率的追求方向。

a. 存量價值：營造以健康品質為核心，且能夠久安長居的生活環境。

b. 貼近需求：使生活居住的人，感到愉悅、快樂、得以提升幸福指數及自我實現。

c. 環境保護：提升效率以降低環境負荷，並兼顧生活機能、舒適、美學與經濟。

d. 降低成本：全方位的週延計畫，有效控制生命週期成本，並可獲得更高效益。

（二）「健康與永續」營造的契機與提升專業價值：環保署為維護國民身體健康，已制定「室內空氣品質管理法」，將於2012年11月後實施，是建築與室內設計相關業者不能迴避的新課題與新契機。惟業者營造建築物室內空氣品質的結果，除了要符合規範要求外，應以更進一步的知能營造「健康與永續」的共生環境，是專業責任也是專業價值的提升。

