

內政部建築研究所

Architecture and Building Research Institute, Ministry of The Interior

地址：新北市新店區北新路三段200號13樓(捷運新店線大坪林站)

電話：02-8912-7890 傳真：02-89127826

網址：http://www.abri.gov.tw/



I ← H

Healthy Indoor Environment Diagnostic Consultation Service Project



Healthy Indoor Environment Diagnostic Consultation Service Project

2011

健康室內環境診斷評估手冊

Healthy Indoor Environment Diagnostic Assessment Manual

〈草案〉

2011

健康室內環境診斷評估手冊(草案)

I ← H

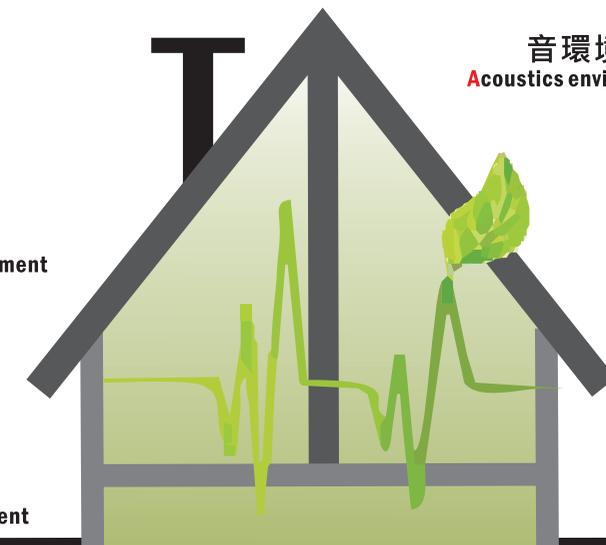
光環境
Illumination environment

生物性環境
Biological environment

音環境
Acoustics environment

空氣環境
Air environment

溫熱環境
Thermal environment



內政部建築研究所

I ← H

目 錄

第一章 緒言	1
--------------	---

■ 基礎篇

第二章 健康室內環境品質評估概述	5
2-1 室內環境診斷評估項目與因子	10
2-1-1 音環境	13
2-1-2 光環境	24
2-1-3 溫熱環境	32
2-1-4 空氣環境	39
2-1-5 生物環境	47
2-2 相關法令規定	49

■ 診斷與評估篇

第三章 計畫執行成果	53
3-1 診斷諮詢服務	53
3-2 各建築類型空間常見的室內環境問題	62
3-3 健康室內環境品質驗證制度流程	76

■ 改善案例篇

第四章 室內環境品質改善技術	95
4-1 各項室內環境品質評估因子改善技術	95
4-2 室內環境品質改善案例	105

■ 附錄

參考文獻.....	129
附錄一 材料之隔音性能係數	131
附錄二 材料之熱傳導係數	134
附錄三 材料透濕係數及透濕抵抗係數	138
附錄四 室內空氣品質採樣策略規劃原則	141
附錄五 綠建材標章評定之內涵	143

第一章 緒言

依據世界衛生組織（WHO）對健康住宅的評估項目，發現在日常生活與工作，建築物除了保護人們免受自然災害的侵襲外，亦無時無刻地在影響著使用者的生活與室內環境品質（IEQ）。為有效控制室內污染源，延長建築物的生命週期，建築室內環境的永續與健康成為現階段刻不容緩的課題。

建築物之室內環境中可能潛藏著許多危害因子，增加了居住者的健康風險，在國內大眾尚未對此方面多所認知的情況下，除急需大力教育民眾對於室內環境危害的認知，也需要建立一套完善的診斷、檢測的流程與方法，並尋求改善對策，以確保居住或使用之身心健康，免於室內環境品質不良的慢性傷害。健康室內環境品質驗證制度之建立將來有助於台灣整體建築室內環境品質的提升與健康建築科技產業之研發，然而在擴大執行前必須先經過試行，評估後檢討，建立整體改善之流程架構，冀望未來的推動可逐步改善國內既有建築物室內環境品質，提昇國人對室內環境品質的注重，刺激建築室內環境專業診斷與改善體系的出現，營造健康舒適的使用生活環境。

本手冊撰寫之目的在於台灣整體建築室內環境獲得改善，並確保品質，然而在擴大執行前必須先經過試行，評估後檢討，建立整體驗證架構流程，才能夠依此模式擴大推廣之，此亦為本手冊之主要目的。

依據行政院核定之「生態城市綠建築推動方案」為方針，從「發展室內環境品質技術，創造舒適健康室內生活環境」觀點出發，依循其實施項目分工表中第十項次的「建立室內環境品質診斷改善及驗證制度」為主要目的，整合前期「室內環境品質改善補助計畫」、「病態建築診斷機制建立計畫」的成果基礎。進行健康室內環境診斷評估並提供相關環境診斷及影響因子分析，以提

升室內環境控制技術，創造舒適與優質居住空間，建立一套完善之健康室內環境品質驗證制度。

在日常生活與工作，建築物除了保護人們免受風、霜、雨、雪的侵襲外，亦無時無刻地在影響著使用者的生活與地球環境。從建造過程開始，大量的建材原料不斷地消耗地球的能源與資源，直接或間接破壞地球自然環境；在使用階段，建材隨時間及溫度變化，而在室內環境中產生有害氣體危害人體健康；為有效控制室內污染源、延長建築物的生命週期與材料的再利用，建築室內環境的永續與健康成為現階段刻不容緩的課題。自 1980 年代以來，病態大樓症候群、退伍軍人症以及 SARS 蔓延全球，造成全球恐慌，凸顯室內環境污染問題之嚴重性，世界各國已警覺到 21 世紀我們所處之地球環境，將有更多威脅人類生存的挑戰孕育而生，未來可能面臨更多更強悍的病毒出現，必須以預防醫學觀念面對下一波的生存危機。在環境方面，人類所倚賴之建築，應具有保護人類生命安全及健康舒適的意義與功能，未來建築的技術與觀念，隨著各種環境挑戰而持續地研發與提升，才有辦法對抗新的環境危機。在高溫、高濕氣候的台灣，既有建築佔有 97% 的數量，必須承受 21 世紀新議題的考驗，不斷的再活化、再更新，以持續發揮其基本的功能。

目前國際上重要之綠建材標章、綠建築及永續建築等最新趨勢議題，皆是以室內環境健康品質(IEQ)為主要目標，包括「ISO 21931 系列」(建築營建之永續發展)、「ISO 15686 系列」(建築生命週期成本評估)及「ISO 16813 系列」(建築環境設計)等三部分皆有顯著之健康室內環境(IEH)項目，而美國 LEED-2008、ASHRAE 2008 標準、日本 CASBEE-2008 及歐洲 Sustainable Buildings 等標準，皆考量了「健康」、「能源」及「經濟成本效益」等因子，並直接透過「綠建材」(GBMs)產品方式建構優質室內環境，而內政部建築研究所從 2004 年推動之「綠建材標章」，延續

至 2008 年底已核發 191 件標章產品共 1598 種產品，並可有效整合於「建築技術規則」、「綠建築標章」、「室內空氣品質管理」及「CNS 國家標準」等法令制度，未來提升性能與效益評估，更可擴大應用於發展「生態城市及社區」之基礎。

本手冊增加「健康室內環境品質驗證制度」之建立，能夠更完整的管理室內環境品質控制及空間使用人員的舒適健康，維持基本之健康效益與環境友善性。



健康室內環境診斷評估手冊（草案）

第二章 健康室內環境品質評估概述

過去國內相關研究包含了內政部建研所委託之「辦公建築室內空氣品質與空調設備之診斷研究」及環保署委託關於辦公空間空氣品質調查與管制策略系列研究，針對室內空氣環境的診斷調查與改善評估，已建立相當完整的基礎資料及標準操作法。在落實改善成果中，自 2001 年起之「室內環境品質改善補助計畫」已進行 18 例室內環境品質診斷及改善案例之操作，將範圍擴大至針對室內音、光、溫熱、空氣等環境因子進行全面性的診斷及改善，並發展出一套室內環境診斷及改善可操作之流程，以逐步達成健康室內環境品質的確保，以保障全民健康。

目前國內已建立完整建築物室內環境診斷方法與流程（如圖 2-1），以現場量測室內環境品質狀況之方式瞭解室內環境品質不良的問題，並提出改善對策及進行實質改善工程；過程中，採用標準化「建築醫生」三階段診斷流程，檢測項目因應各案例室內環境問題，部分酌有增減，以輔助判斷室內環境之問題並進行改善；經改善目標之確立、設計規劃、施工及複檢，最終達成室內環境品質之提升並評估改善成效。

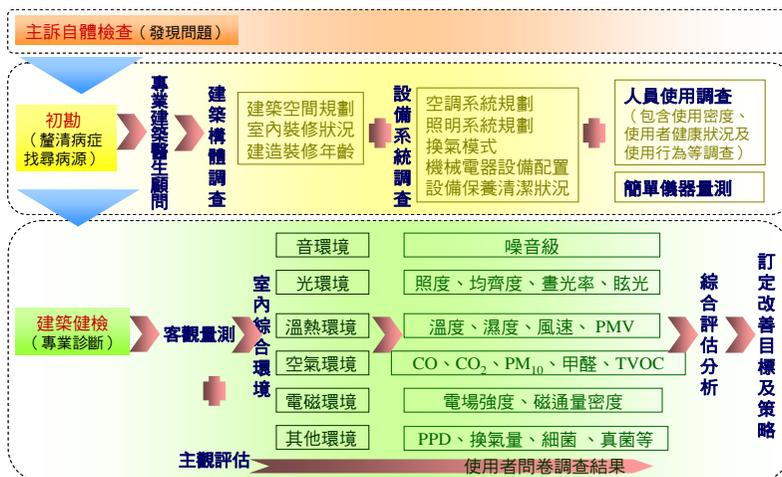


圖 2-1 室內環境診斷與改善標準操作流程(資料來源：本手冊整理)

在落實改善成果中，本計畫自 2001 年起陸續完成 18 例室內環境品質診斷及改善案例之操作，91 年度三個改善案例、92 年度三個改善案例、94 年度四個改善案例、95 年度四個改善案例，以及 96 年度四個改善案例，分別呈現北、中、南不同特色之示範案例，將範圍擴大至針對室內音、光、溫熱、空氣等環境因子進行全面性的診斷及改善，除證明其改善成效外，並發展出一套室內環境診斷及改善可操作之流程，有助於政府相關單位未來執行獎勵室內環境品質改善案之參考，以逐步達成健康室內環境品質的確保，以保障全民健康。本計畫將依循前四年度之研究成果，透過文獻回顧、專家會議及診斷分析執行機制，進行室內環境品質的診斷與改善並建立驗證制度，作為日後擴大推行之參考。

國際間對永續建築、綠建築、健康建築等研討會，包含 2000 年於芬蘭赫爾辛基舉之 HB2000 國際研討會、2000 年於英國舉辦之 ROOMVENT 2000 研討會、荷蘭馬斯垂克所舉行之 GBC 2000 國際研討會、挪威 SB2002、新加坡 HB2003、葡萄牙 ROOMVENT 2004、大陸北京 Indoor Air2005、日本東京 SB2005 等相關國際資料之趨勢統計得知，主要以「既有建築物再造」、「建築節約能源」、「室內環境控制」之議題為主，而如何落實綠建築技術更是未來所強調的課題；在 Indoor Air2008、SB08 以及 RoomVent 2009、HB2009 等國際會議中對於室內環境控制方面強調「效率」的提升、個人化及 Hybrid 空調系統、室內「污染物移除」等新科技、新趨勢，未來國內可就不同氣候與地域特性，持續探討室內環境污染之相關議題，以健康與能耗平衡為根基，兼顧生態保育、環境共生、居家健康等議題，未來可建立居家環境監測系統、研擬室內環境改善技術對策、環控系統智慧生活化、提高環境效率，以維護居住者基本健康需求與舒適環境。

另外有國際間研究顯示，一般室內生活環境危險因素被分析出生活模式與其生活中的疾病及健康條件相關聯。有很多的方式令空間使用者暴露於污染物中，例如：居家維護困難、喜歡待在廚房、經常性的使用清潔化學品等。然而，健康問題中被論證出主要的危險是不足的通風裝置，其致使室內污染濃度增加。這些不適當的通風引起的危險在無形中漸漸的擴張開來。歐洲與世界各地許多的國家已經意識到健康的室內環境對於公共衛生非常的重要。現今歐洲已經成功的提升他們的室內環境品質，例如：空氣污染物的控制或著重於室內空氣方面政策的擬定等。

本研究計畫採用內政部建築研究所建立診斷室內環境品質之標準診斷流程，以問卷訪查及現場量測室內環境品質狀況之方式分析室內環境品質問題點；過程中，採用標準化「建築醫生」診斷流程，檢測項目因應各案例室內環境問題，部分酌予增減，以輔助判斷室內環境之問題並進行診斷與建議，達成室內環境品質之提升。

世界衛生組織- Housing and health Programmes

世界衛生組織在 2001 年透過「歐洲地區辦公室」及「環境與健康中心」(EEHC)進行大規模、跨國性的「住宅與健康計畫」(Housing and health Programmes)，最主要的原因及目的是，考量每人平均待在室內的時間超過 90% 以上，在某些國家，「不良的室內環境品質」造成的傷害與死亡率，甚至比街道的交通意外更高，因此，透過計畫能夠「有效降低室內健康危害」，讓建築不再是「病態建築」，以保障居住者之健康安全，此計畫包含了兩個主要次計畫：「居住者的健康狀況與住宅狀態」、「提出改善健康及住宅狀態的策略」，藉由多國合作的方式操作，提出適宜的「健康住宅規範」(自然通風、建築材料、設計、量測、安全方面等)。

此計畫的主要是將住宅環境分成「物理性」、「化學性」、「生物性」及「社會性」、「建築」因子，並調查與使用者連結關係之疾病或症狀(氣喘、過敏、呼吸疾病、心血管影響、外部傷害、中毒及精神疾病)等，其診斷機制之項目如表 2-1 所示：

表 2-1 世界衛生組織住宅與健康診斷項目

1. 住宅狀態	2. 住宅與建築特性	3. 周遭環境	4. 社會面向
(a)基本設施	(a)影響性	(a)接近大眾運輸系統	(a)住宅津貼
<ul style="list-style-type: none"> ■ 食物儲存環境及烹飪 ■ 盥洗及衛生設施 ■ 特殊房間之通風 ■ 易受影響之特殊房間 ■ 房間及衛生設施之數量 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 小孩、老人與殘障人士之影響 ■ 適用性 	(b)綠色空間及公共空間	(b)集合住宅
(b)能源設施	(b)建築材料	(c)自身健康	(c)保障擁有住宅
<ul style="list-style-type: none"> ■ 住宅供電規範 ■ 暖房及熱水系統 ■ 暖房及熱水系統之測試與維護 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 使用安全建築材料的規範 ■ 石綿、VOCs 及鉛之特別建議標準及規範 	(d)鄰近街道維護管理的品質	(d)社會住宅
(c)住家安全	(c)建築格局		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 家庭事故的原因紀錄 ■ 家庭傷害的預防 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 新建築之地理方位規範 ■ 適於居住房間之日光規範 		
(d)室內空氣品質	(d)構造物本體		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 通風換氣率規範 ■ 特定污染物規範 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 受洪水、地震、高溫之住宅發展 ■ 鄰近核能及化學污染物之住宅發展 		

(e) 噪音	(e) 集合住宅建築的維護系統		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 戶外噪音規範 ■ 鄰房噪音規範 ■ 降低噪音之不同應用 ■ 噪音地圖 ■ 抱怨登記 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廢棄物管理 ■ 公共空間管理 ■ 公共服務區的規則 		
(f) 水質	(f) 最低標準		
<ul style="list-style-type: none"> ■ 水供應 ■ 水分配 ■ 水質標準 ■ 供水建築材料 ■ 廢水 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 最小需求居住面積 ■ 窗戶大小與特性 ■ 天花板高度 		

日本之病住宅診斷制度

在日本，「病態建築」的問題主要發生在「住宅建築」較多，不良之室內環境，引起使用者生理及心理的健康問題，包括「化學過敏症」、「氣喘」、「呼吸系統疾病」、「黏膜刺激」等問題，因此，日本政府結合「跨部會」及「產官學合作」方式，同步進行「病態建築」及「病住宅」之問題。

日本之病態建築管理制度，主要分為四個政府部門管理，包括「國土交通省」、「厚生勞動省」、「經濟產業省」及「文部科學省」等單位，各司其職管理室內空氣品質，根據其主管權責，管理項目分為「一般建築物」、「特定建築物」、「建築材料」及「學校建築物」之室內空氣品質管理，並立法規定「建築通風」、「建材使用」、「室內空氣基準值」、「定期檢查項目」、「建材逸散」等條文。

生態城市綠建築推動方案中為實施室內環境品質提昇計畫，於各年度完成階段性之工作項目：

1. 97 年度：

97 年度先行辦理托兒所室內環境品質診斷諮詢服務，共計完成北中南 15 件托兒所現場室內環境之實測並研提改善建議，做為建立室內環境品質驗證之基礎；另舉辦 2 場室內環境品質講習會，以促進民眾對提升室內環境品質之瞭解。環保署 97 年度亦完成 135 件公共場所自主管理及 55 件實地檢測與改善輔導作業，並積極推動「室內空氣品質管理法(草案)」之立法工作，使各目的事業主管機關輔導改善室內環境空氣品質有明確法令依據，確保使用者之健康。

2. 98 年度：

98 年度內政部建築研究所先行辦理室內環境品質診斷諮詢服務，完成 11 件老人安養中心之室內環境品質現場實測及研提改善建議。並舉辦 2 場講習會，共計 462 人次參加。除此之外，環保署已研擬室內空氣品質管理法並推動立法工作，進行國內各大公共場所室內空氣品質自主管理制度建置，完成場所現況訪查共 255 家，並進行現場監測調查及輔導改善工作共 100 家，地方政府亦配合辦理自主管理宣導活動。另完成捷運車廂、台灣鐵路及汽車客運車站大廳(等候區)、月台或聯絡道室內音量量測，合計量測達 60 點次以上，並統計分析其結果。

3. 99 年度：

彙整歷年相關研究成果，建立一套建築物室內環境診斷方法及流程，經由書面審查、初勘、複評等階段評估，診斷方法採現場實測與使用者訪談調查並行，針對室內之音、光、溫熱、空氣、電磁、生物性等環境因子，進行長時間(8 小時以上)現場實測，以瞭解室內環境品質問題，最後整合實測數據及訪談調查結果進行

綜合性的診斷，並研擬具體改善建議報告書供參，俾利營造健康舒適的優質室內環境。完成國內 150 處場所室內空氣品質現況訪查並搭配簡易式二氧化碳濃度測量巡檢，並針對前述各類型公共場所完成 80 處室內空氣品質採樣工作。

研提「推動室內空氣品質管理法立法說帖」轉交立法委員參考，持續推動「室內空氣品質管理法（草案）」立法工作。標準檢驗局協助協助內政部建築研究所完成包括 CNS 15160-1「聲學－建築物及建築構件之隔音量測法－具有抑制側向傳播之實驗室測試設施要求」等 14 個聲學類國家標準之制定作業。

4. 100 年度：

100 年度預計完成 8 建學校類建築教學空間之室內環境品質現場實測及研提改善建議。預計舉辦健康室內環境品質講習會北、南共 2 場，參加人次約有 300 人。

97-100 年累計將完成 36 案（托兒所 15 案、老人安養中心 11 案、住宅 10 案、學校 8 案）之室內環境診斷諮詢服務，並研擬具體建議供參與單位自行改善參考。每年均舉辦南北 2 場室內環境品質講習會，97-100 年預計共約有 1,700 人次參與。

健康室內環境改善分為自體檢查、初勘與建築物檢測三個層級，檢測項目包含室內音、光、熱、氣等環境的診斷調查，找出室內問題點供後續之改善；包括改善目標之確立、設計規劃、施工及複檢，最後得以確認改善之成效。各檢測項目之檢測方法將於後續章節詳細解說。

2-1-1 音環境

音響學所包含的範圍相當的廣泛，以建築物理環境的觀點而言稱為**建築音響學** (Architectural Acoustics)，分為二部分，第一部分為**建築音響環境控制**或稱**噪音控制** (Noise Control)，第二部分為**室內音響學**。

建築音環境控制是利用噪音控制的手法來提高室內音環境的品質，設計者需要了解室內音環境基準的訂定，採取必要的措施如隔音、吸音與防振等來達成目標，並且有能力作完工作後的檢測查核。室內音響學除了建築音環境控制的基本需求之外，所追求的是良好的音響效果如音樂廳、演講堂等空間，所謂良好的音響效果要視空間的用途、要求品質來訂立，並要考慮電器音響設備需要的可能性。

設計者具備建築音響學的專業知識，對於空間設計，材料的選擇能有更深一層的考慮，以提高整體建築環境的品質。以下將針對音環境之基礎學理進行解說。

(一) 音波 / Sound Wave

音波來自於音源的振動，以波動的形式透過介質如水、空氣、結構體等傳播，到達人耳。音波傳播的空間稱為音場(Sound Field)，在音場中音能量的傳遞靠介質在平衡位置往復運動，介質音能量靠粒子的運動密集與疏散來傳播，如以壓力高低來表示，粒子密集時壓力較高，反之則較低，音能量就在粒子高低變化的過程中傳遞，這種高低的變化稱為音壓(Sound Pressure)。

音波能夠在一秒中進行的距離稱為音速(Sound Velocity)，單位為 m/s，而音波在介質粒子中每秒振動的次數稱為頻率(Frequency)，一般以 f 表示，建築音響學中常用的單位為 Hz，音波振動一次往復運動所行徑的距離稱為音波的波長(Wave Length)，以 λ 表示，單位為 m。音波、頻率、波長的關係如下：

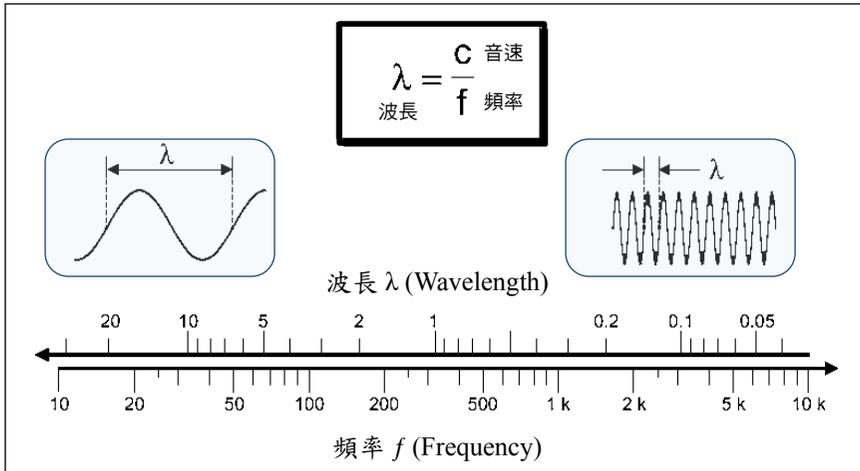


圖 2-3 音波、頻率與波長的關係(資料來源：本手冊整理)

聲音是一種生理的感覺，對人體而言主要的聽覺特性由音高 (pitch)、音色 (tonal quality)、音量 (loudness) 音的三要素所組合決定。

(二) 音高 / Pitch

音高是指人耳對聲音高低的感覺，音高一般與頻率有關。

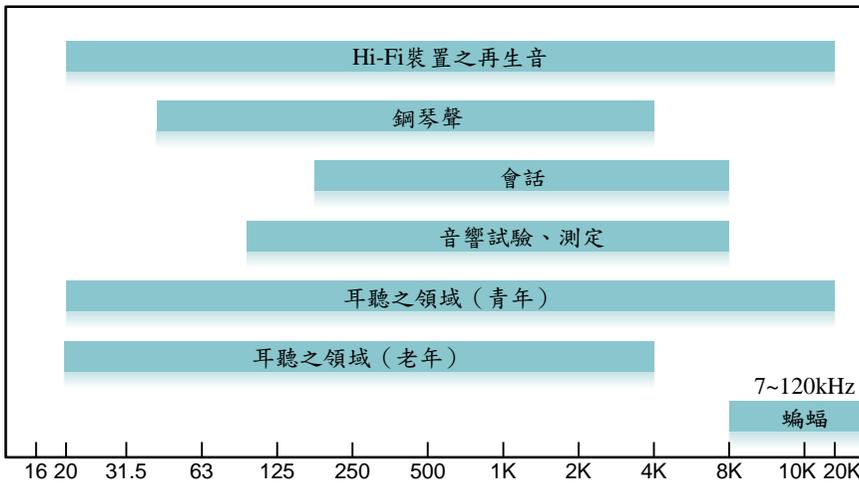


圖 2-4 頻率範圍(資料來源：江哲銘，1997)

(三) 音色 / Tonal Quality

音源發出的音波通常包括眾多頻率，每個頻率又具有各自不同的能量，因此我們可以分析每個音源發音的頻率和能量分布的特性，據以辨別音源的種類，稱為音色。

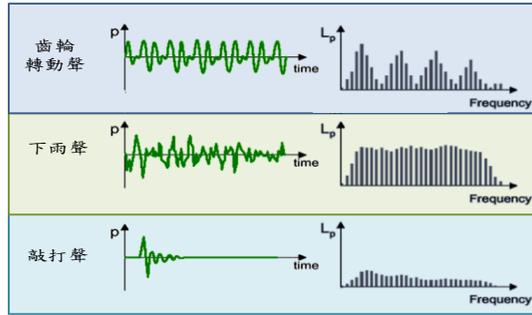


圖 2-5 音色之種類(資料來源：本手冊整理)

(四) 音量 / Loudness

音量的大小和音波的能量（音壓、音強均是音能傳播的物理現象）及頻率有關，並且依每個人耳朵的聽覺能力而不同。但基本上人耳對於低頻的聲音感覺較遲鈍，對中高頻 3~4KHz 的聲音，感覺較靈敏。

(五) 聲音評價尺度

■ dB 尺度（聲壓位準）

以 1000Hz 人耳可聽到的最小量基準值，單位為分 decibel(dB)。

■ dB(A) 尺度（噪音級）

對不同頻率的聲音感受並考慮人耳的感受，國際上採用 A、B、C 三條加權曲線。

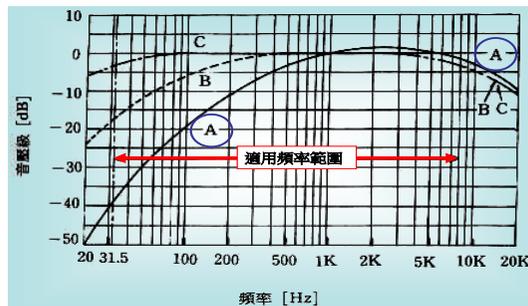


圖 2-6 頻率與音壓之關係(資料來源：本手冊整理)

（六）聲音的傳播

■ 空氣傳播（Airborne Sound）

由發生源直接放射於空氣中。如電視、音響等視聽器具、會話、鄰近住戶開口或開門窗所傳播的室內噪音、汽機車發動引擎聲。

■ 固體傳音（Structure-brone Sound）

由對牆壁或者樓板等施加衝擊力，而引起該部位的振動後，藉著建築物結構體的傳遞，再向其他鄰接住戶、居室放射的聲音。如人們跳動、跑動、物體碰撞或挪動桌椅對直下層住戶的樓板衝擊音，或是廚房浴室等空間在使用給排水設施時，透過管路向上下樓層傳播的給排水系統噪音。

■ 空氣傳播+固體傳播

由發生源同時進行對空氣直接放射音波及對牆壁或地板等施加衝擊力振動的固體傳音方式。如門窗開關時所產生的衝擊音、彈奏鋼琴時所發生的振動音、操作洗衣機時或其他家用設備機械時所產生的振動音。

室內噪音發生常發生於我們日常生活中，噪音對人體易產生生理層面之影響，而暴露於噪音環境下對於健康可能易造成之危害，足量的噪音暴露會引起聽力損害、缺血性心臟疾病，並使生活作息干擾影響正常睡眠與工作表現等。因此提升建築聲學環境設計技術，並擴大應用層面刻不容緩。

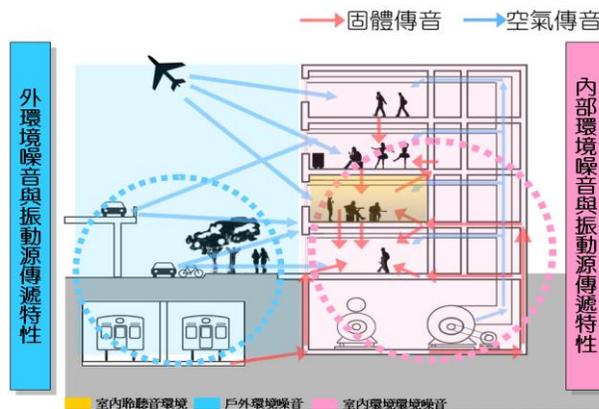


圖 2-6 聲音的傳播(資料來源：本手冊整理)

在建築室內音環境課題中，噪音干擾可分為戶外環境噪音及室內環境噪音，為追求理想之室內音環境，音環境控制或稱噪音控制（Noise Control）為首要設計之目標。

目前國內音環境之相關法規，包含建築技術規則建築設計施工編第 46 條，係針對連棟住宅、集合住宅、寄宿舍、旅館等之臥室或客房或醫院病房等建築類型，並依分界牆、分間牆及樓板天花之構造設立規範；噪音管制法係由環保署所訂定之噪音管制標準，以環境噪音之控制為主要目標。

室內噪音現場測試方法國內尚無制式之規範，本研究之測試方法乃依據國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）於 ISO 1996（1987）中對環境噪音相關量測之建議規範，以及中華民國國家標準 CNS 7183 噪音級測定方法，其相關內容詳細說明如下。

（一）音環境之診斷

A. 室內環境噪音之診斷

室內環境噪音診斷可參考環保署環境音量標準量測之方法，量測儀器為符合國際電工協會 IEC 61260 之積分噪音計。量測頻帶選用 1/1 倍頻帶，測定頻率範圍 31.5~8000 Hz 之 dB (A) 值。量測時高度距離樓地板為 1.2 m，距離窗戶 1.5 m 並打開窗戶。檢測特性方面，以快特性為主，但如音源發出聲音變動性不大時，可使用慢特性進行測定。

檢測時間方面，道路之噪音需進行 24 小時監測，一般環境噪音量測以噪音計 10 分鐘為測定時間，每間隔一秒取樣，數據為 10 分鐘均能音量值 L_{eq} 。量測時為避免人員影響檢測值，檢測人員應位於儀器相距半徑 50cm，角度 45 度以上，盡可能將儀器麥克風以訊號線拉出相距 1.5m 以上，如圖 2-3 所示。對於室內環境噪音之測定方法，除與前段環境噪音使用之測定方法相同外，另可使用自動連續測定法或由波形紀錄器進行連續監測判斷所發生之噪音種類。

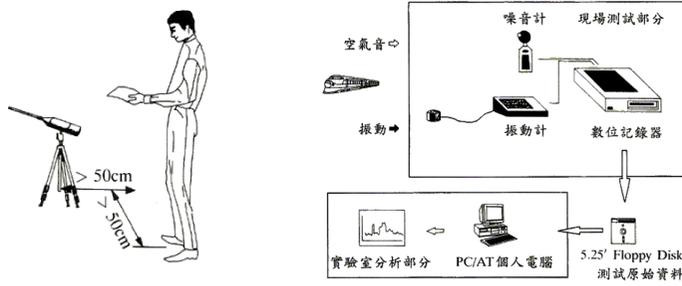


圖 2-7 室內環境噪音測定與實測系統圖例(資料來源：江哲銘，1997)

B. 牆板隔音性能診斷

牆板隔音性能診斷可參照 CNS 15160-4 相關規定，為進行牆板隔音性能之現場量測。聲源室以無指向性揚聲器為聲源。量測包含受音室迴響時間、背景噪音、聲壓位準及聲源室聲壓位準之量測。量測採 1/3 倍頻帶 50~5000 Hz 為主，計算以 100~3150 Hz 為主。

受音室迴響時間量測程序為無指向性揚聲器經功率擴大器輸出噪音訊號，待空間充穩定之訊號後，即關閉聲源，由分析儀計算其受音室之迴響時間；受音室背景噪音量測程序為待量測儀器設後，以麥克風記錄噪音量，由分析儀顯示背景噪音值；兩室聲壓位準量測程序為無指向性揚聲器經功率擴大器輸出噪音訊號，待兩者空間充穩定之聲源訊號後，以麥克風分別記錄聲源室及受音室之聲壓位準量，由分析儀器顯示兩室之聲壓位準值，如圖 2-4 所示。

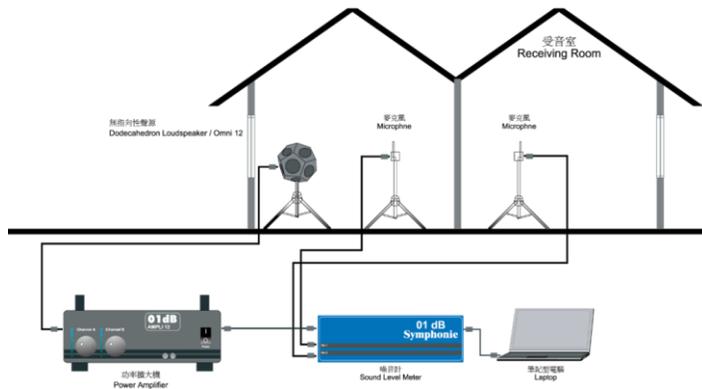


圖 2-8 牆板隔音性能量測示意圖(資料來源：內政部建研所，2009)

C. 樓板衝擊音隔音性能診斷

樓板衝擊音隔音性能診斷可參照 CNS 15160-7 相關規定，為進行樓板衝擊音隔音性能現場量測，上室空間為聲源室，下室空間為受音室。聲源室以輕量衝擊器為聲源；受音室以麥克風為受音源。量測包含受音室迴響時間、背景噪音及衝擊聲壓位準之量測。量測採 1/3 倍頻帶 50~5000 Hz 為主，計算以 100~3150 Hz 為主。

受音室迴響時間量測程序為無指向性揚聲器經功率擴大器輸出噪音訊號，待空間充穩定之訊號後，即關閉聲源，由分析儀計算其受音室之迴響時間；受音室背景噪音量測程序為待量測儀器設後，以麥克風記錄噪音量，由分析儀顯示背景噪音值；受音室聲壓位準量測程序為輕量衝擊源敲擊後，待受音室充穩定聲源訊號後，以麥克風記錄受音室之衝擊聲壓位準，由分析儀器顯示受音室之位準值，如圖 2-5 所示。

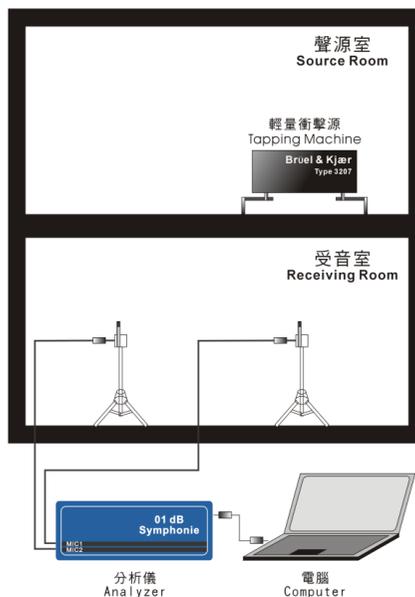


圖 2-9 樓板衝擊音機制與量測系統圖

(資料來源：內政部建築研究所，2009)

表 2-2 音環境量測儀器

儀器名稱	儀器示意圖	儀器特點
積分噪音計		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 符合 IEC 61672-1 (2002) Class 1 及 IEC 61260 (1995) Class1 ➢ 可量測倍頻帶及 1/3 倍頻帶噪音值 ➢ 量測 A、C 等不同頻率權衡或 Fast、Slow 等時間權衡噪音值 ➢ 適用於單點噪音或全天噪音值監測
音源校正器		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可用於 Class1 與 Class2 之噪音計 ➢ 符合標準 IEC 60942 (2003) Class1 及 JIS 1515 (2004) Class1 ➢ 聲壓位準為 94 dB±0.3 dB ➢ 校正頻率為 1000 Hz ±2%
訊號紀錄器		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 適用於環境、設備等噪音、及振動量測記錄 ➢ 麥克風、加速規等可直接連接 ➢ 可記錄量測聲音波形 ➢ 波形可由頻譜分析儀分析
頻譜分析儀		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 麥克風、加速規等可直接連接 ➢ 診斷及分析聲音和振動量測檔 ➢ 頻譜處理與包含倍頻帶及 1/3 倍頻帶分析
輕量衝擊源		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可用於樓板衝擊音實驗室及現場量測 ➢ 5 個錘處於同一線上，相鄰錘頭之中線間隔距離為 100±3 mm ➢ 每一錘之質量為 500±12 g，衝擊速度符合 0.886±0.022 m/s

儀器名稱	儀器示意圖	儀器特點
收音麥克風		<ul style="list-style-type: none"> 適用於迴響時間及室內聲壓分布之量測
無指向聲源		<ul style="list-style-type: none"> 適用於建築聲學、隔音性能、樓板衝擊音量測 可產生白色噪音及粉紅色訊號供量測使用
功率擴大器		

(二) 各國室內環境品質相關建議與規範

1. 加拿大

目前根據加拿大環保部公佈其噪音評估指標為 Leq24Hours，主要是管制道路與鐵路等公眾交通幹線產生的噪音對室內的影響。主要基準分為以下三大部分：

- (1) 低於 55dB(A)以下者為合格，不需要另外施做隔音設備
- (2) 超過 55dB(A)低於 75 dB(A)以下者，需要於道路旁增設隔音設備，降低噪音以免影響住戶
- (3) 超過 75dB(A)的道路與鐵路週遭則不應規劃成住宅區

2. 丹麥

目前根據丹麥相關環保部門公佈其噪音評估指標為 Leq24Hours，主要是管制道路交通幹線產生的噪音。主要基準分為以下三大部分：

- (1) 鄉下住宅區之道路噪音不得超過 40dB(A)。

(2) 城市郊區住宅區之道路噪音不得超過 45dB(A)。

(3) 商業區之道路噪音不得超過 50dB(A)。

(4) 工商混合區之道路噪音不得超過 55dB(A)。

3. 芬蘭

芬蘭是少數先進國家有針對室內環境噪音制定相關規範與建議，其採用的標準為 Leq。規範中將住宅室內劃分為以下三類：

(1) 起居室不得超過 35dB(A)

(2) 廚房以外之室內空間不得超過 40dB(A)

(3) 室外空間不得超過 55dB(A)

4. 匈牙利

匈牙利主要是針對都市環境噪音與工業區噪音來做評估，其採用的指標為 Leq8Hours 與 Led30Min 兩種評估模式來量測密集住宅區與稀疏住宅區，其相關表準如下：

(1) 稀疏住宅區：白天(06:00-22:00)不得超過 45dB(A)，夜間不得超過 35 dB(A)

(2) 密集住宅區：白天(06:00-22:00) 不得超過 55dB(A)，夜間不得超過 45 dB(A)

5. 中華民國

室內音環境之評估基準，住宅類及辦公空間之評估基準，本研究參酌 IEI 所推薦之住宅及辦公空間音環境基準值作為評估準則（如表 2-3），以 56dB(A)之評價點作為最基本評估基準值。

表 2-3 室內綜合評估音環境評價點

音環境評價點		20	40	60	80	100
住宅類	Leq24H	> 55 ≥	> 50 ≥	> 45 ≥	> 40 ≥	
一般辦公空間	LeqD	> 59 ≥	> 56 ≥	> 53 ≥	> 50 ≥	

表 2-4 各國室內音環境指標總表

國名	評估指標	適用場所或對象	規定基準
加拿大	$L_{eq}24hours$	道路、鐵路	55 dB(A)，不限制 55-75 dB(A)，需設置隔音設施 75 dB(A)，不得為住宅區
丹麥	$L_{eq} 24hours$	道路	40 dB，鄉下住宅區 45 dB，郊外住宅區 50 dB，商業區 55 dB，商工業區
芬蘭	$dB(A)$ L_{eq}	集合住宅、 連棟式住宅居室	日間 35dB(A) 夜間 30dB(A)
巴西	L_{eq} L_x	都市、工廠	L_{10} 、 L_{50}
匈牙利	$L_{eq} 8hours$ $L_{eq} 30min$	都市、工廠	稀疏住宅區，白天 45 dB(A) 夜間 35 dB(A) 密集住宅區，白天 55 dB(A) 夜間 45 dB(A)
荷蘭	L_{eq}	都市各類 建築物	起居室、臥室、一流旅館， 白天 40 dB(A) 夜間 30 dB(A) 宿舍、次等旅館， 白天 45 dB(A) 夜間 35 dB(A)
挪威	$L_{eq} 24hours$ L_{max}	一般環境噪音	$L_{eq}24_{max}$ 50-60 dB(A)
南非	L_{eq} L_{10}	一般環境噪音	L10 適用於環境噪音
瑞典	NR $L_{eq} 24hours$	NR 定常音 一般環境噪音	窗戶緊閉，30 dB(A) 窗戶打開，55 dB(A)
澳大利亞	L_h L_x	工廠噪音 一般環境噪音	早晚夜間各時間帶算數平均值
英國	$L_{10}(6-24)$		都市起居室，50dB(A) 都市臥室，35dB(A) 郊區起居室，45dB(A) 鄉村起居室，40dB(A)
瑞士	$dB(A)$ L_x	道路噪音 戶外噪音	住宅區 (L_{50})，白天 50 dB(A) 夜間 45 dB(A) 商業區，白天 55 dB(A) 夜間 45 dB(A)
美國 EPA	L_{dn} L_{10}	集合住宅、 連棟式住宅居室	室內 45dB(A) 室外 55dB(A)
日本 (日本建築學會)	$dB(A)$	集合住宅、 連棟式住宅居室	特級，30 dB(A)或 N-25 一級，35dB(A) 或 N-30 二級，40dB(A) 或 N-35

2-1-2 光環境

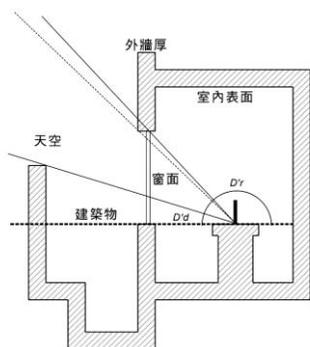
光照環境包含了自然採光及人工照明兩大部分。自然採光即自然光經過建築的開口部對室內之照明，但是自然光通常無法提供均勻恆久的照度，更無法滿足不同空間機能之照度標準，因此人工照明設施即為不可或缺的依賴工具。室內光環境診斷方面，綜合考量室內光照環境，進行室內照度、眩光、均齊度及晝光率等之評估與計算。其基本知識與診斷量測方式與評估基準將詳述如下。

（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天然光，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布達到合理，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。



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

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 2-10 晝光率示意圖(資料來源：江哲銘，1997)

(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：

- 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。
- 斜照日光
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
金屬面或其他光華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試點之物體。

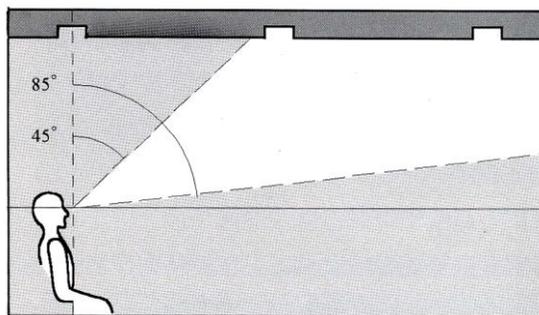


圖 2-11 燈具降低眩光投射角範圍限制圖

(資料來源：學校教室照明與節能參考手冊)

(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)， $1\text{Lux}=1\text{lm}/\text{m}^2$ 。

(五) 均齊度

均齊度是指作業面上之「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，也就是照度不佳，則當視線從一個表面轉移到另一個表面時，眼睛會產生調適現象，因此，容易感到眼睛疲勞並影響視力。

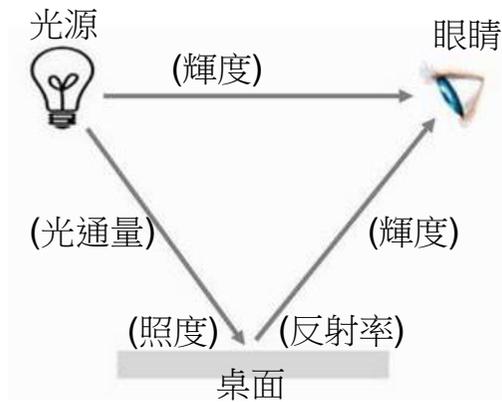


圖 2-12 照明指標示意圖 (資料來源：學校教室照明與節能參考手冊)

室內光環境之量測方法

1. 室內照度量測

依 CNS 之照度標準測定方法，無特別指定作業面之高度時，以距離地板 85cm 為準（走廊、室外以地面高度計算）。

2. 均齊度

均齊度之定義為作業面上最低照度與平均照度的比值，乃藉由室內照度量測值計算轉換而得，其所謂的作業面應除去距離周壁 1M 以內之範圍。

3. 眩光

在視野中應避免光源輝度過高，照明器具之擴散面太大，以及窗戶等開口部之強光，否則易造成眩光傷害，其改善辦法係擴大發光體的面積或藉燈具特別構造，使人在工作中不輕易視及發光體，因此在診斷上需實地診斷照明器具是否具備防眩光設計。

4. 晝光率

晝光率是指室內某一點之照度對應於當時室外全天空照度比值之百分率，乃是評估建築物自然採光優劣之重要指標。

5. 其他相關紀錄

- A. 照明條件：光源、照明設施之規格和設計圖，及其使用時間，白晝狀況。
- B. 測量條件：測量基準點位置等。
- C. 環境條件：時間、天氣狀態，牆壁、天花板、地板等之表面條件（顏色、材料等）之記錄。以上各條件、空間描述由現場勘查時進行詳細紀錄。

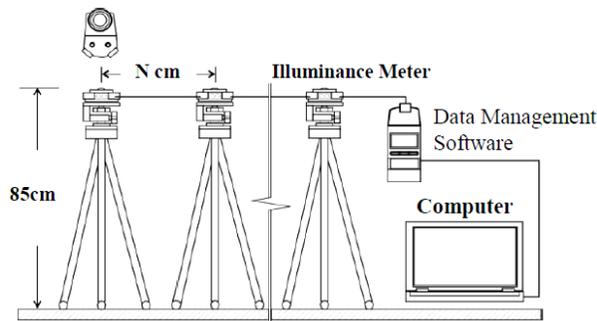
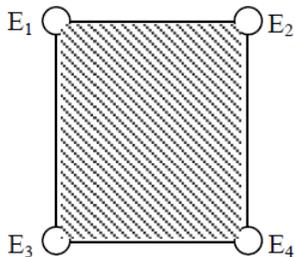


圖 2-13 多點照度計同步量測儀器系統(資料來源：周伯丞，2002)



$$E = \frac{1}{4} \sum E_i$$

E ：平均照度值 E_i ：各點照度值

圖 2-14 四點法平均照度計算(資料來源：CNS5065)

室內光環境之評估基準

由於各空間用途不同，工作項目亦不相同，其所需之照度也會有所差異，針對室內光環境之評估基準，室內照度參考我國國家標準 CNS，及日本工業標準（JIS）規定，依研究對象列舉其基準；晝光率評估參考日本建築學會所訂定之基準（如表 2-5 所示），根據不同空間種類或不同作業行為而有較細微之規定；辦公室或教室等希望作業面照度均勻分佈而進行全面照明時，其均齊度應達 1/3 以上，住宅均齊度應達 0.6 以上（IEI 所推薦 60 之評價點）；眩光方面，國際照明委員會（CIE）有訂定眩光指數 CGI（CIE Glare Index），英國照明學會（IES）採不適眩光評分（DGR, Discomfort Glare Rating），然而由於人員位置之多樣性，其計算方式過於複雜，故本研究於評估時直接判別空間是否易受直射日光之影響而產生眩光，及燈具是否具防眩光設計。

表 2-5 各種室間使用目的的採光所需之晝光率

作業或室間之種類	基本晝光率 %
修理鐘錶.依晝光之手術室	10
長時間之縫紉.精密繪圖.精密工作	5
短時間之縫紉.長時間之閱讀.繪圖.打字.齒科診所	3
閱讀.辦公.一般診療室.普通教室	2
會議.會客室.講堂.體育館.一般病房	1.5
短時間閱讀.美術館展覽廊.圖書館書庫.車庫	1
旅館大廳.住宅餐廳.一般起居室.電影院休息室.教堂座席	0.7
一般走廊.樓梯.小型貨物倉庫	0.5
大型貨物倉庫.住宅儲藏間.壁櫥	0.2

表 2-6 室內綜合評估光環境評價點

光環境評價點	20	40	60	80	100
住宅均齊度	<0.5 ≤	<0.6 ≤	<0.7 ≤	<0.8 ≤	

表 2-7 光環境量測儀器

儀器名稱	儀器示意圖	儀器特點
照度計		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 多功能且便捷的操作 ➢ 可與電腦連線，可通過記錄器對照度作連續紀錄 ➢ 快速自動的歸零校正
輝度計		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 輕便容易攜帶 ➢ 可以做非接觸測量 ➢ 將測量區域的顏色轉換為數值

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 ($K = ^\circ C + 273.15$)，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顏色溫度。

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

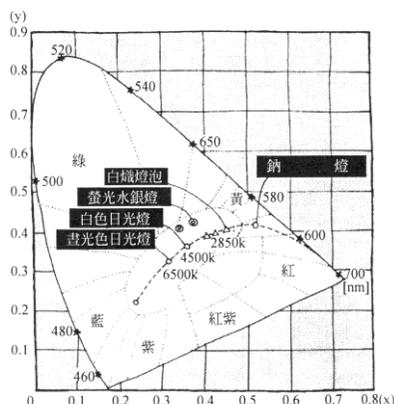


圖 2-15 色度圖與黑體軌跡(資料來源：許招墉，2002)

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 2-16 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，圖中白色區塊代表人體感覺較為舒適愉悅之範圍，而黑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。而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溫熱之不舒適感，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。

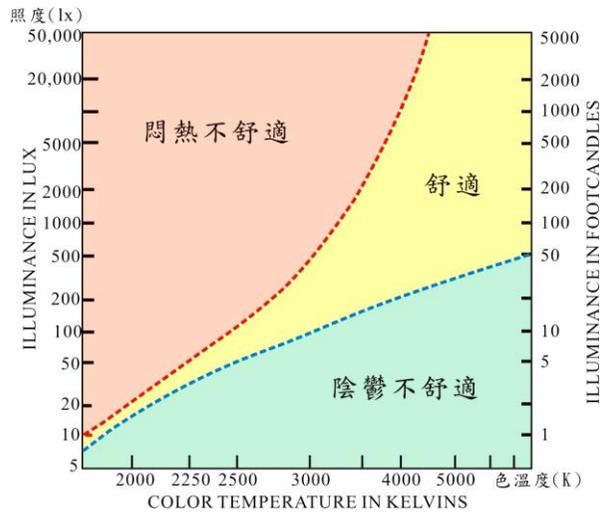


圖 2-16 色溫度與照度曲線（資料來源：本手冊參照 A.Kruithof 繪製整理）

光源色溫度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 $< 3300^{\circ}\text{K}$ ）光源能塑造溫熱與親切輕鬆的氣氛，而高色溫（冷白色系 $> 5300^{\circ}\text{K}$ ）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（CIE）將室內照明光源常用的色溫分成三類（如圖 2-17），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；而第三類光源色溫則建議應用於需高照度水平之照明環境，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。

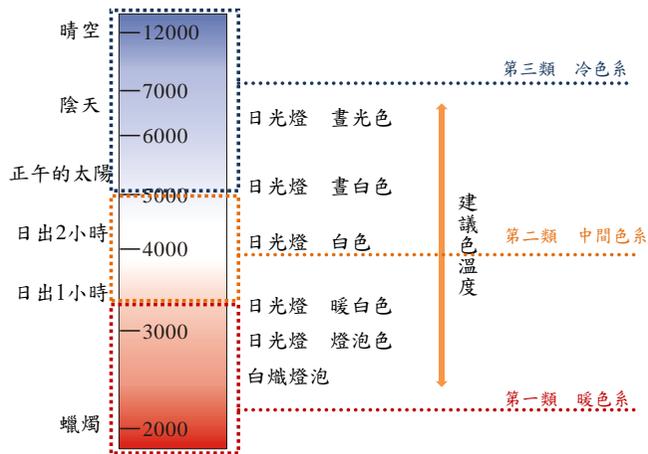


圖 2-17 光源的色溫度與分類(資料來源：本手冊整理)

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）

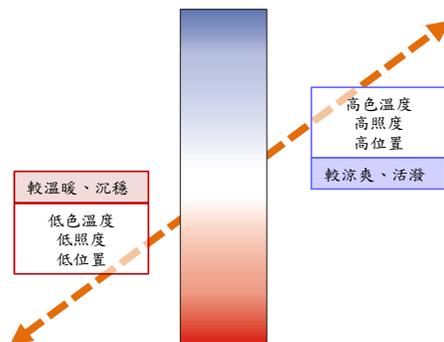


圖 2-18 色溫度與氛圍之關係(資料來源：本手冊整理)

2-1-3 溫熱環境

人體對於環境變化感知甚快，除了光環境、音環境外，溫熱環境對於人體舒適與活動影響較為直接與迅速，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，人體處於溫熱濕環境中，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，室內溫熱濕環境的舒適度，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环境要素所造成。綜合來說，影響人體冷熱感覺之要素如下表：

表 2-8 人體冷熱感覺影響因子

周遭環境的影響因子		人體狀態的影響因子
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

（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，以及水平向的差異。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 0.5m/s 時人體就會感覺有風。

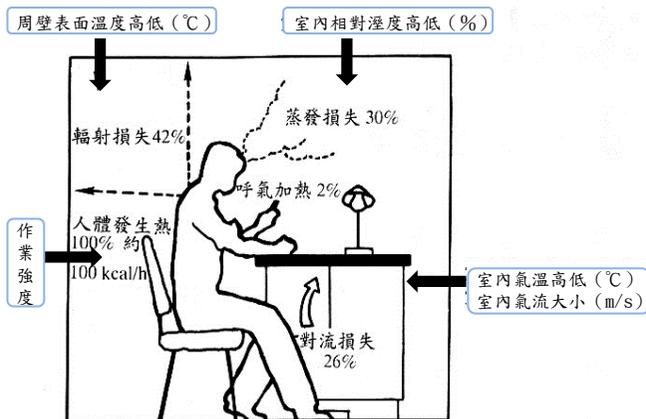


圖 2-19 人體熱平衡狀態圖(資料來源：江哲銘，1997)

(二) 工作強度 (代謝率)

人體本身是一個生物機體，無時無刻不再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 2-9 所示。

表 2-9 人體的放熱量(kcal/h·人)

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

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 177.4cm，體重 77.1kg，體表面積 1.8m² 之美國規定)靜坐時，每單位表面積之代謝率為 58.2W/m²。一般來說，人體表面積每差 1 m²，代謝量約差 35W 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。

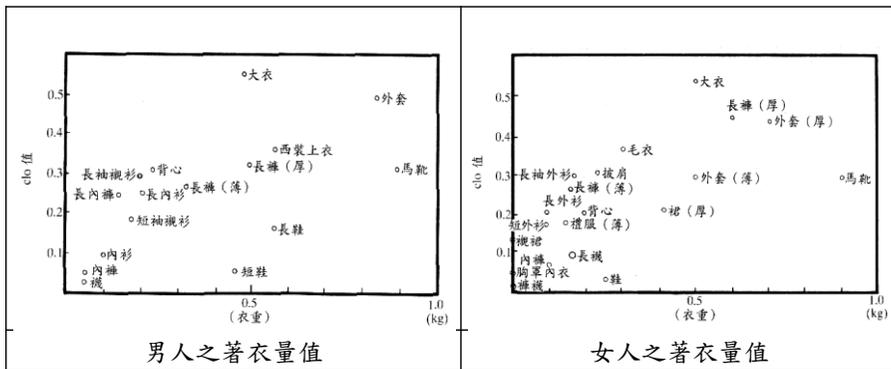
(三) 著衣量

著衣量亦可影響及調整人體之舒適感，例如在冬天裡人們穿上厚重的衣物，以隔絕冷空氣保持身體之溫暖，而在夏天大家則穿著短袖或通風涼快之少量衣物，以加速人體之散熱，而達舒適程度，故著衣量之多寡亦會影響人體之舒適度。著衣量之單位為 clo。1clo 是指在 21.2°C、50%、0.1m/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 m²h°C/kcalo clo 值之計算根據表 2-10 各衣類的 col 值「Ci」依下式合計而得。

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

$$\text{女人}C = 0.80 \sum Ci + 0.05 \dots\dots\dots \text{式 2-3}$$

表 2-10 人體之著衣量



室內溫熱環境之量測方法

甲、 溫濕度、風速量測

為釐清室內溫熱舒適性等物理性因子對室內環境之影響狀態，於各量測空間進行溫度、相對濕度與風速之連續性量測，其監測高度約離地面 1.5M 高處之人體呼吸面，觀察 24 小時以上之變化，並同時具備室外採樣點，以瞭解室外溫熱環境對室內之影響狀態。本研究所採用之室內溫熱環境測試儀器特性如表 2-11 所示。

表 2-11 室內溫熱環境測試儀器特性

測定因子	測定原理		量測範圍	量測精度
溫度	電阻式	即時連續監測	-10~60°C	All range $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
相對濕度	電容式	即時連續監測	0.8~100%	0.8~90% $\pm 2\% \text{RH}$ 90~100% $\pm 3\% \text{RH}$
風速	熱感應方式	即時連續監測	0.2~2.0m/s	All range $\pm 0.2\text{m/s}$

乙、 溫熱舒適度反應值 (PMV) 與人體熱舒適不滿意度 (PPD) 量測

溫熱環境方面，除上述之測定因子外，將於空間中同時記錄 PMV 之監測值，以做為人體溫熱舒適度評估診斷之參考。所謂 PMV 指標乃是一種堪稱最完備之熱環境指標，已列入國際標準之列，為丹麥學者 P.O.Fanger 所研究；乃是將 1300 位左右的人，置於「人工控制熱環境實驗室」中進行實驗，再將心理量依氣溫、濕度、氣流、著衣量及工作強度等物理量進行統計分析，以歸納找尋出舒適與不快之範圍，所確立之 PMV 與 PPD 評估指標。

Fanger 將 PMV 值依照人的熱感覺分成熱、暖、稍暖、無感覺、稍涼、涼、冷七個等級（如表 2-12），並通過大量試驗獲得感到不滿意等級的熱感覺人數佔全部人數的百分比 PPD，畫出 PMV-PPD 曲線如圖 2-20 所示。使用 PMV-PPD 曲線，可以獲得

不同著裝，從事不同活動的人在環境中的溫熱感覺。國際標準化組織 ISO 7730（12-15-1994）已規定 PMV：-0.5~0.5 範圍為室內熱舒適指標。

表 2-12 熱環境心理評估尺度

心理感覺		PMV
冷	Cold	-3
涼	Cool	-2
稍涼	Slightly cool	-1
無感覺	Neutral	0
稍暖	Slightly warm	1
暖	Warm	2
熱	Hot	3

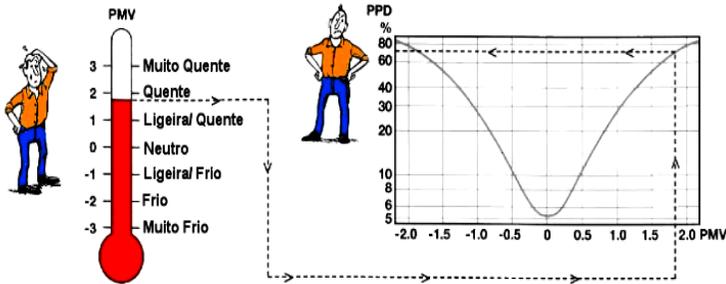


圖 2-20 ISO7730 所規範之熱舒適評估指標(資料來源：ISO 7730)

各國溫熱環境相關規範建議

1. 新加坡

新加坡環境部室內空氣品質技術顧問委員會於 1996 年出版的辦公室優良空氣品質指南(Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises)，內容物包括室內空氣污染物之最高濃度限值以及溫度、溼度與風速等相關物理因子之建議範圍。

表 2-13 新加坡室內溫熱環境基準

溫度	22.5~25.5
相對溼度	70%
風速	0.25m/s

2. 日本建築衛生管理法施行令

考量室內空氣污染物對人體健康的影響，日本建築衛生管理法施行令第 2 條第 1 項依據建築衛生管理法第 4 條第 1 項針對浮游粉塵等七項污染物訂定室內空氣品質基準值，其中有關溫熱環境規範基準部分如表 2-14 所示。

表 2-14 日本室內溫熱環境基準

溫度	17~28℃
相對溼度	40~70%
風速	0.5m/s

3. 中華人民共和國(室內空氣質量標準)

中國國家環境保護局對於室內空氣品質管理起始於 2002 年，同年 11 月發布室內空氣質量標準(中華人民共和國國家標準 GB/T1883-2002)，隔年 3 月正式施行。

表 2-15 中華人民共和國室內溫熱環境基準

序號	參數類別	參數	單位	標準值	備註
1	物理性	溫度	℃	22~28	夏季冷房
				16~24	冬季暖房
相對溼度		%	40~80	夏季冷房	
			30~60	冬季暖房	
3	空氣流速	m/s	0.3	夏季冷房	
			0.2	冬季暖房	
4	新風量	m ³ /(h.人)	30		

4. 香港辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引

經歷過 2003SARS 風暴，香港行政區目前在室內空氣品質推動管理上表現得非常積極。目前雖然尚未針對室內空氣品質訂定專法，但不斷透過專屬網站增進一般民眾對於室內空氣品質的認識，並印製相關文宣手冊宣導室內空氣品質的重要性，其中在名為辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引的手冊中對於室內溫熱環境品質標準的建議如下表所示。

表 2-16 香港室內溫熱環境基準

參數	單位	八小時平均	參數
		卓越級	良好級
室內溫度	°C	20 至 < 25.5	< 25.5
相對濕度	%	40 至 < 70	< 70
空氣流動速度	m/s	< 0.2	< 0.3

表 2-17 溫熱環境量測儀器

儀器名稱	儀器示意圖	儀器特點
移動式溫熱因子儀器		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可測量溫度、溼度、風速/風量、壓力、CO、CO2 等多種參數 ➢ 可外接二組測棒，自動判定測棒類型
小型溫濕度記錄器		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 小型體機設定可用於安裝任何地方 ➢ 低成本的價格，能讓使用者做多點監測 ➢ 簡易的操作設定，減少時間的浪費
熱舒適因子測定儀		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 室內空氣品質監測儀可對室內空氣中的顆粒物濃度、CO、CO2、氣溫以及濕度進行監測。

2-1-4 空氣環境

建築物之室內空氣品質影響因子甚多，包括建築物、室內裝修、人員、事務設備等，其中主要的影響因子為建築的「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」。

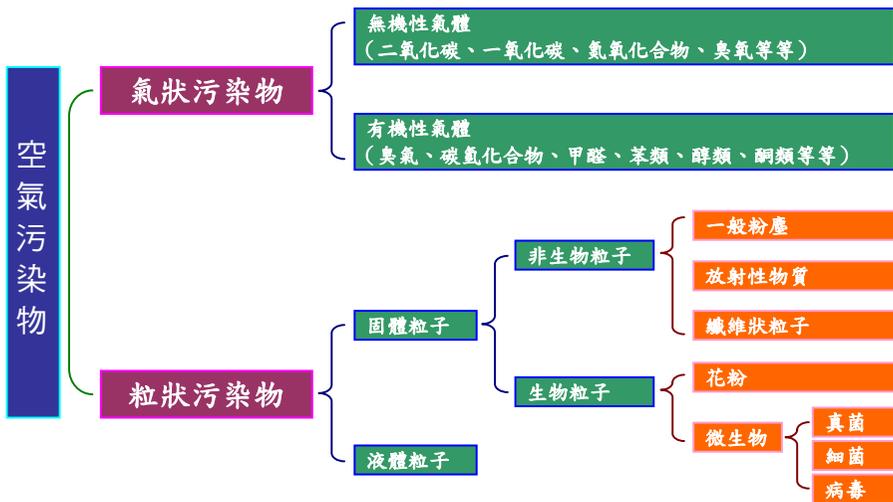


圖 2-21 空氣污染物質分類(資料來源：江哲銘，1997)

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可區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。

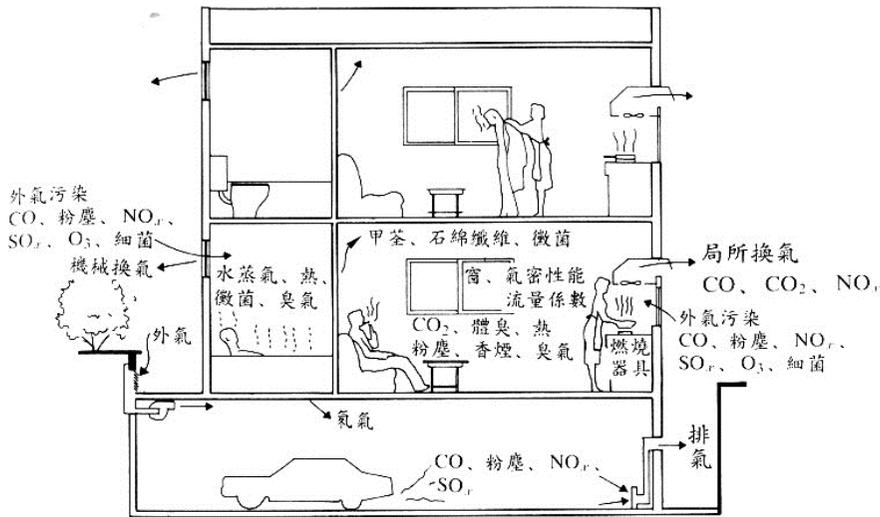


圖 2-22 室內空氣污染物來源示意圖(資料來源：江哲銘，1997)

建築物通風換氣的目的主要在於 (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) 削減部分熱負荷、(6) 排除臭氣等功能以確保室內空氣的品質。

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)，皆採用標準操作程序進行 (如圖 2-23 所示)，其中所包含之項目如下所述。

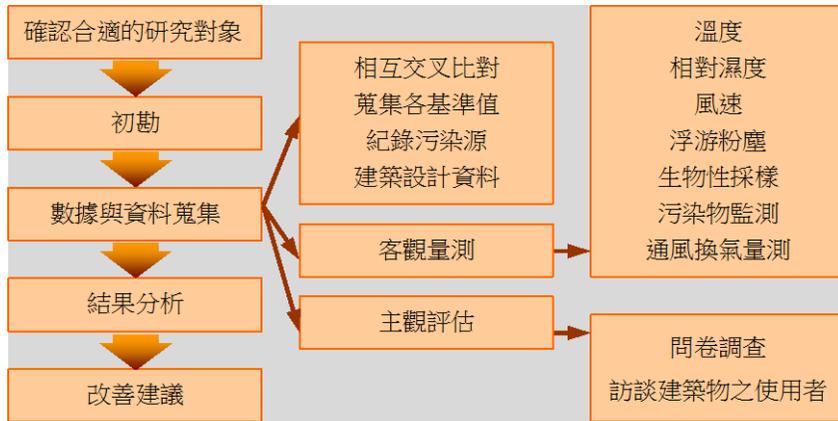


圖 2-23 空氣品質調查方法流程與細部說明(資料來源：江哲銘，1997)

室內空氣品質採樣策略規劃原則

室內空氣品質之採樣策略規劃，與基地微氣候環境、周遭環境使用分區、建築物類型、使用規模、建築物設計、使用人員密度、空間格局配置、設備形式、空調系統形式、室內裝修、建材及家具配置、室內機具設施管理、維護清潔計畫、禁煙策略、化學品管制等項目，主要分為三大部分：(1)訂定採樣之目的、(2)現場調查及巡檢、(3)規劃合適之採樣策略。分述如下：

(一) 訂定採樣之目的

室內空氣品質攸關居住者之「健康」性能，因此在訂定採樣目的上，必須以「人」為出發點，最主要是先調查「室內環境」中是否有「室內空氣品質不良」之「投訴、抱怨」，以瞭解該空間是否存在「室內空氣品質問題」，並進一步進行「背景資料之蒐集」，瞭解建築物或室內場所之基礎資訊，最後進行初步調查及簡易之評估，再進行第二階段之現場巡檢。

(二) 現場調查及巡檢(Walk though)

在現場調查及巡檢(Walk though)方面，主要是以建築室內出現之「環境病症」為調查及巡檢點，例如，天花板發霉、地板積水、空調風管冷凝結水等症狀，都是生物性問題的來源之一，在

化學性污染部分，現場調查及巡檢就必須依據不同「污染物來源」判定位置，例如，人員密集度高、建材裝修量過多、清潔用品儲存處、廚房或燃燒器具處、外氣進氣口等，在物理性部分，依據溫熱環境、濕度環境、風速及風壓等項目判定，例如，室內溫熱不均、濕度過高、風擊冷擊效應等，下表依據室內空氣品質因子建議室內污染源判定，作為現場調查及巡檢(Walk though)選取之依據：

表 2-18 室內空氣品質因子與室內污染源判定建議

項次	項目	建築物之污染來源及病症
1	一氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：地下停車場、鄰近進氣口(開窗)之停車場、廚房或餐廳、鍋爐燃燒設備、浴室或溫水泳池、鄰近周遭工廠之進氣口(開窗)、吸煙場所等 ■ 一般選點：鄰近地下停車之空間、鄰近戶外停車場之空間、鄰近廚房、鍋爐燃燒設備之空間、鄰近浴室或溫水泳池之空間、鄰近吸煙場所之空間、一般人員密度高之進氣口及回風口等
2.	二氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：人員密度高之空間、汽機車排放之空間、廚房或餐廳、鍋爐燃燒設備、鄰近周遭工廠進氣之空間、吸煙場所、空調系統之末端送風或回風口等 ■ 一般選點：辦公空間、集會空間、會議空間、表演或運動空間、教室、亟需新鮮空氣之場所等
3.	懸浮微粒 PM ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：地下停車場、鍋爐燃燒設備、鄰近周遭工廠之進氣口、室內裝修大量(地毯、纖維、布織建材)、吸煙場所、外氣進氣口、工廠工作區或機具設備、空調或設備機房、防火或隔熱披覆、儲藏空間、清潔儲存空間等 ■ 一般選點：空調送風口及回風口、物品存放大量處、長期高溫或日光直射處、機械設備區、事物機具區(如影印機)等
4.	懸浮微粒 PM _{2.5}	

項次	項目	建築物之污染來源及病症
5.	TVOC	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：建材裝修大量、剛清潔維護區域、更新改造區域、化學品儲存區域、空調系統之末端送風或回風口、事物機具區(如影印機)、空氣清淨機、展示空間、繪畫空間、吸煙場所、鄰近周遭工廠之進氣口、儲藏空間、實驗空間等 ■ 一般選點：空間封閉區域、通風路徑不良區域、空調送風口及回風口、防火、吸音建材、設備儲存區等
6	甲醛	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：大量使用木質建材、發泡隔熱建材、黏著劑建材、油漆類建材區域、吸煙場所、化學品儲存區域、展示空間、繪畫空間、實驗空間等 ■ 一般選點：空間封閉區域、通風路徑不良區域、空調送風口及回風口、防火、隔音、隔熱建材、設備儲存區等
7	真菌	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：空調系統、空調風管、人員密度高、潮濕發霉區域、儲水或排水區域、污水處理區域、機械設備場所、地下空間、儲藏空間、衛浴空間等
8	細菌	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般選點：空調系統之末端送風或回風口、冷凝或結露區域等
9	臭氧	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般選點：臭氧空氣清淨機、吸煙場所等
10	溫度	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般選點：溫熱不均地區、空調外週區等

(三) 規劃適合之採樣策略

由於所選取之取樣數目是否足以代表該空間中各污物之濃度，從統計學上的觀點來看，應視各污物之空間濃度變化情況而定。另應配合空調管線之分布來分配取樣點，較能取得具代表性之檢測數據。

1. 取樣點空間分配：

取樣區域選取及取樣點數決定後，隨即進行取樣區域內之取樣點選擇，以樓板面積 2,500 m² 為例，即可劃分為 100 個 5m x 5m 小區塊，並於其中隨機選取 4~5 小區塊作為取樣點。

2. 檢測位置注意事項：

(1)取樣點應避免在完全密閉且未設置機械通風及空調系統(或設有獨立機械通風及空調系統)的空間，如雜物間、電氣(機)房等非污染源頭之位置取樣。

(2)進行大樓取樣規劃時，原則上應涵蓋高、中、低樓層。每樓層至少應採 1 點，取樣人員可視大樓內不同樓層之公眾使用密度，增加取樣點數。

(3)執行辦公、營業場所取樣時，應充分考量該場所之不同營運特性。營業場所之取樣時段，應包括室內空氣品質最惡劣的情況(如人潮最多的時段)。取樣點之佈置應避開如電梯出入口、走道等人行干擾，或如吸煙區、影印室等其他污染物干擾的位置，並選擇受干擾影響最小之處取樣。細菌/真菌樣本之取樣，原則上，辦公場所可選擇 2 至 4 個不同時段，並平均分配在辦公時間內取樣。

(4)同一大樓或辦公、營業場所，可能有不同的個別通風及空調系統分區，取樣點應平均分佈於不同分區中。各分區的取樣點應距離其區隔(如牆壁)或角落最少 50 公分以上。取樣時，取樣口之位置應放置於地面約 120 至 150 公分之高度。

表 2-19 室內空氣品質因子與室內污染源判定建議

步驟	內容
1	將測定區域依 5m x 5m 劃分成每一個小區塊
2	確認每個劃分小區塊內，皆有 50% 以上區域包括全職人員及進行一般正常工作與活動
3	將每個小區塊進行編號
4	隨機選擇小區塊以決定取樣地點(如在 100 個小區塊內隨機選取 4 個取樣區塊，例如：編號為 47, 72, 97, 22)
5	放置取樣及監測儀器於決定之取樣區塊，進行取樣及監測

表 2-20 各國室內空氣環境基準總表

項目	國家	台灣		香港		中國	日本	新加坡	南韓		
		第一類	第二類	卓越級	良好級				A	B	C
物理性	Temp(°C)	15~28	—	20~22.5	25.5	22~28 夏 16~24 冬	17~28	22.5~25.5	—	—	—
	RH(%)	—	—	40~70	70	40~80 夏 30~60 冬	40~70	70	—	—	—
	Air Velocity(m/s)	—	—	0.2	0.3	0.3 夏 0.2 冬	0.5	0.25	—	—	—
化學性	CO ₂ (ppm)	600-8hr	1000-8hr	800	1000	0.1(%) -month	1000	1000-8hr	1000	1000	1000
	CO(ppm)	2-8hr	9-8hr	1.7	8.7	10(mg/m ³) -1hr	10	9-8hr	10	10	25
	HCHO(ppm)	0.1-1hr		0.024	0.081	0.1(mg/m ³) -1hr	0.08(μg/m ³)	0.1-8hr	120(μl/m ³)	120(μl/m ³)	120(μl/m ³)
	TVOC(ppm)	3-1hr		0.087	0.261	0.6(mg/m ³) -8hr	400	3	—	—	—
	O ₃ (ppm)	0.03-8hr	0.05-8hr	0.025	0.061	0.16(mg/m ³) -1hr	—	0.05-8hr	—	—	—
	PM ₁₀ (μg/m ³)	60-24hr	150-24hr	20	180	0.15(mg/m ³) -1day	150	150	150(μl/m ³)	100(μl/m ³)	200(μl/m ³)
	PM _{2.5} (μg/m ³)	100-24hr		—	—	—	—	—	—	—	—
	NO ₂ (ppm)	—	—	0.021	0.08	0.24(mg/m ³) -1hr	—	—	—	—	—
	SO ₂ (ppm)	—	—	—	—	0.5(mg/m ³) -1hr	—	—	—	—	—
	Lead(μg/m ³)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Radon(Bq/m ³)	—	—	150	200	200	400	—	—	—	—
	生物性	Bacteria(CFU/m ³)	500	1000	500	1000	2500	—	500	—	800
Fungi(CFU/m ³)		1000		—	—	—	—	500	—	—	—

國家	美國		加拿大	澳洲	WHO	英國	瑞典	德國	
	項目	Primary							Secondary
物理性	Temp(°C)	—	—	—	—	—	16~27	—	
	RH(%)	—	—	30~80 夏 30~55 冬	—	70~90	—	—	
	Air Velocity(m/s)	—	—	—	—	—	0.15 夏 0.25 冬	—	
化學性	CO ₂ (ppm)	—	—	3500-24hr	—	—	—	5000-8hr 10000-1hr	
	CO(ppm)	9-8hr 35-1hr	—	25-1hr 11-8hr	9-8hr	30(mg/m ³) -1hr 10(mg/m ³) -8hr	25-1hr 10-8hr	10(mg/m ³)-24hr	30-8hr 60-30min
	HCHO(ppm)	—	—	0.10-action 0.05-target	0.1	0.1(mg/m ³)-30min	0.1(mg/m ³)-30 min	—	0.3-8hr 1.0
	TVOC(ppm)	—	—	—	5-1hr	—	3 -8hr	—	—
	O ₃ (ppm)	0.12-1hr 0.08-8hr	0.12-1hr 0.08-8hr	—	0.1-1hr 0.08-4hr	100(μg/m ³) -8hr	100(μg/m ³)	—	0.12-1hr
	PM ₁₀ (μg/m ³)	150-24hr 50-1year	50-1year	—	90-1year	50 -24hr 20-1year	—	50 -24hr 40-1year	4(μg/m ³)-8hr
	PM _{2.5} (μg/m ³)	65-24hr 15-1year	15-1year	100-1hr 40-24hr	—	25-24hr 10-1year	—	—	1.5(mg/m ³)
	NO ₂ (ppm)	0.053-1year	—	0.25-1hr 0.05-24hr	—	200(μg/m ³)-1hr 40(μg/m ³)-1year	0.15-1hr 0.02-24hr	90(μg/m ³)-1hr 60(μg/m ³)-24hr 40(μg/m ³)-1year	5-8hr 10-5min
	SO ₂ (ppm)	0.14-24hr 0.03-1year	0.5-3hr	0.38-5min 0.019-24hr	0.25-10min 0.2-1hr 0.02-1year	500(μg/m ³)-10min 20(μg/m ³)-24hr	—	200(μg/m ³)-1hr 100(μg/m ³)-24hr	0.5-8hr 1.0
	Lead(μg/m ³)	1.5-Quarterly	—	—	1.5-3month	0.5-1year	—	0.5-1year	0.1(mg/m ³)-8hr 1(mg/m ³)-30min
Radon (Bq/m ³)	150	150	—	200-1year	—	200	200	800	
生物性	Bacteria(CFU/m ³)	—	—	—	—	—	—	—	
	Fungi(CFU/m ³)	—	—	—	—	—	—	—	

2-1-5 生物環境

表 2-21 常見的生物性樣本採樣原理、儀器與特點

採樣原理	採樣器種類	儀器示意圖	儀器特點
Impaction	Andersen N1, N2, N6		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作 ➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基 ➢ 多階採樣器可藉由衝擊原理採集到不同粒徑範圍的微生物，以供瞭解環境中微生物的粒徑分佈 ➢ 僅可提供定點、短時間的樣本收集，無法瞭解環境中長時間的室內生物性污染情形
	Burkard Sampler		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作 ➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基 ➢ 僅可提供定點、短時間的樣本收集，無法瞭解環境中長時間的室內生物性污染情形
	Biostage		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作 ➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基 ➢ 僅可提供定點、短時間的樣本收集，無法瞭解環境中長時間的室內生物性污染情形
	MAS-100		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作 ➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基 ➢ 僅可提供定點、短時間的樣本收集，無法瞭解環境中長時間的室內生物性污染情形
Impingement	BioSampler (ex. AGI-30)		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可長時間採集空氣中的微生物，且可依需求塗抹在適當的培養基上 ➢ 可依需求調整培養的採樣液，以避免菌落數過多或過少等問題發生 ➢ 玻璃材質易損壞，進而增加設備添購成本 ➢ 於低溫環境下，易因低溫造成採樣液結凍

Filtration	Filter cassette		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 容易操作 ➢ 樣本可被用於不同的菌種培養或分析方法 ➢ 樣本收集時間較長 ➢ 樣本後續處理較為繁覆 ➢ 採集的樣本為環境中的灰塵樣本，較可反映出長時間的生物性污染情形
	Air-O-Cell		<ul style="list-style-type: none"> ➢ 容易操作 ➢ 樣本可被用於不同的菌種培養或分析方法 ➢ 樣本收集時間較長 ➢ 樣本後續處理較為繁覆 ➢ 採集的樣本為環境中的灰塵樣本，較可反映出長時間的生物性污染情形

表 2-22 主要的生物性樣本鑑屬方法

菌種鑑屬原理	儀器示意圖	鑑屬方法特點
依菌種的型態鑑屬 (如顏色、菌絲長度與外型等)	 [光學顯微鏡]	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可鑑定出採樣當下，空氣樣本中確實存活且可培養出之菌落種類，亦可達定量目的 ➢ 需耗費較長的時間與人力 ➢ 易因技術人員主觀認定影響鑑屬結果
透過菌種的DNA序列鑑屬	 [聚合酵素鏈鎖反應器]	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可迅速鑑菌且可在短時間內同時分析大量樣本 ➢ 鑑屬成本高且處理流程較繁複 ➢ 仍需克服靈敏度與定量問題 ➢ 目前所能鑑屬的菌種種類有限

2-2 相關法令規定

在對於相關基礎理論觀念大致了解後，另一項重要的是國內在對於相關法令之認知，確保室內環境改善之過程，是否符合國內法令規範。以下為有關室內環境品質相關法令及規範整理。

■ 音環境

建築構造隔音性能依據 CNS 8465-1 建築物及建築構件之隔音量評定-空氣隔音，進行分界牆、開口部構件隔音量評定 R_w ；根據 CNS 8465-2 建築物及建築構件之隔音量評定-衝擊音隔音，進行樓板隔音量評定 $L_{n,w}$ 。

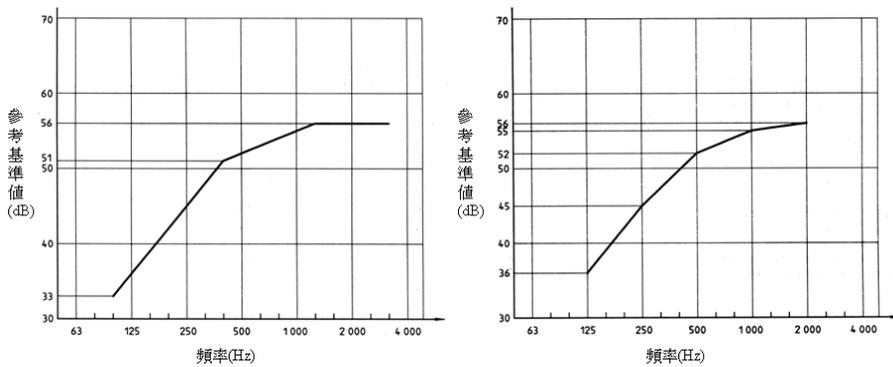


圖 2-24 1/3 倍頻帶空氣音隔音之基準值曲線圖 (左) 倍頻帶空氣音隔音之基準值曲線圖 (右) (資料來源：中華民國國家標準 CNS 8465-1)

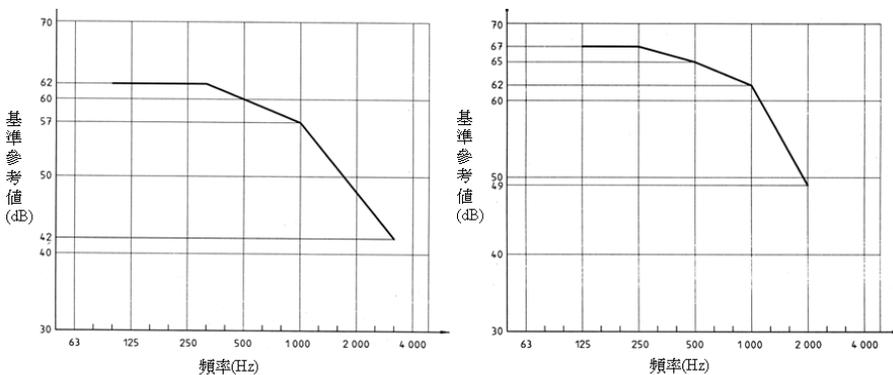


圖 2-25 1/3 倍頻帶衝擊音之基準值曲線圖 (左) 倍頻帶衝擊音之基準值曲線圖 (右) (資料來源：中華民國國家標準 CNS 8465-2)

此外，高性能防音健康綠建材之應用部分，能有效防止噪音影響生活品質的建材或建材組件。並將牆壁及屋頂構件、窗戶、門扇、樓板緩衝材、吸音材列為評定項目（綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版）。

■ 光環境

室內光環境設計規範可依 CNS12112 之規定，主要說明使用人工照明之場所，需考量照明及其分布、眩光、陰影及光色之規定。照度主要以目視作業面上之水平面照度表示（距地板上 80cm；坐姿時離地 40cm，走廊、屋外以地面高度計算）。我國在 CNS12112 照度標準中各類不同空間之作業性質分別加以規定適當之照度基準值（如表 2-23 所示）。

表 2-23 CNS 12112 各類空間室內照度規範值

CNS 12112 各類型建築物作業空間室內照度範圍						
照度等級 (Lux)	辦公室	住宅	學校	醫院	工廠	百貨商場
20000						
15000						
10000						
7500						
5000						
3000						
2000						
1500						
1000						
750						
500						
300						
200						
150						
100						
75						
50						
30						
20						
10						
5						
2						
1						

（資料來源：中華民國國家標準 CNS 12112）

■ 溫熱與空氣環境

建材，其使用率應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積百分之三十以上。」而室內裝修材料與樓地板面材料與「低逸散健康綠建材」關係最為密切，舉凡牆壁類建材、木質板類建材、地板類建材、塗料類建材、天花板建材及單一材料製作之門窗建材或櫥櫃隔屏，皆可以運用、應用，以降低室內空氣汙染，減少建材甲醛及總揮發性有機化合物（VOCs）之逸散。

立法院於民國 100 年 11 月 8 日三讀通過了室內空氣品質管理法，將過去室外大氣管制為主的空氣汙染防制，延伸至公共場所室內空氣品質的管理，也讓台灣成為繼韓國之後，世界第二個推動室內空氣品質管理立法的國家。

並且將陸續完成訂定室內空氣品質管理法施行細則、室內空氣品質標準、檢驗測定管理辦法、專責人員設置管理辦法、逐批公告公共場所、罰鍰額度裁罰準則等相關子法，建立室內空氣品質管理改善輔導平台，同時辦理室內空氣品質管理專責人員培訓課程及相關宣導說明活動等工作，以推動國內各公共場所未來依法落實管理室內空氣品質。

另外，國內建築技術規則設備篇規定，建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，通風量不得小於下表之規定。

表 2-24 建築技術規則通風量規定（資料來源：建築技術規則）

房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺/小時)	
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者。		8	8
辦公室、會客室		10	10
工友室、警衛室、收發室、詢問室。		12	12
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者。		15	15
展覽陳列室、理髮美容院。		12	12
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場。		15	15
吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳。		20	20
營業用餐廳、酒吧、咖啡館。		25	25
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席。		75	75
廚房	營業用	60	60
	非營業用	35	35
配膳室	營業用	25	25
	非營業用	15	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於15平方公尺之發電或配電室		—	10
茶水間		—	15
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		—	20
公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場		—	30
蓄電池間		—	35
汽車庫		—	25

第三章 計畫執行成果

3-1 診斷諮詢服務

在 97、98、99、100 年度健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫中，於不同機能空間考量之下，針對公立托兒所、老人安養中心、公寓大廈（集合住宅）以及國民小學為診斷諮詢案例，共計初勘案例為 46 例，其中經由專業長時間診斷為 44 例，如圖 3-1 所示，有效將健康室內環境品質政策推廣於民眾之中。

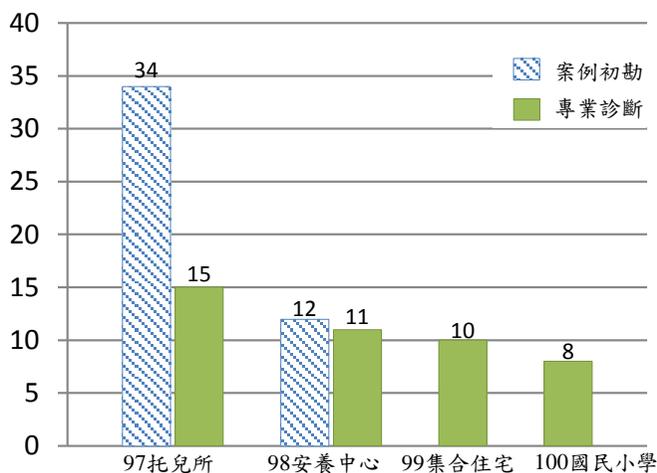


圖 3-1 健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫診斷案例統計

各年度健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫之詳細案例件數與區位分布如下：

(1) 健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫

97 年度：

針對國內公立托兒所提出室內環境品質診斷及改善申請案共計三十四件，分別為北區二十件，中區三件，南區七件，東區三件；本年度最後選定的 15 個案例，分別位於台灣的北部、中部、南部、東部地區，其氣候特徵與空間特性各異，可作為各區域氣候下之室內環境改善操作之示範。

申請診斷諮詢案件：34例 北區：6例 中區：1例
 診斷改善檢測案件：15例 南區：4例 東區：4例

案例代號	樓地板面積	使用人數
N2	1051.72	90
N4	537.03	150
N5	90.9	109
N6	1630.76	250
N7	710.47	300
N9	1983.72	278
C1	484.37	35
S1	983.7	265
S10	484	70
S12	1703.58	306
S13	—	17
E1	418.96	60
E2	560	34
E3	722.67	30
E4	2425	209

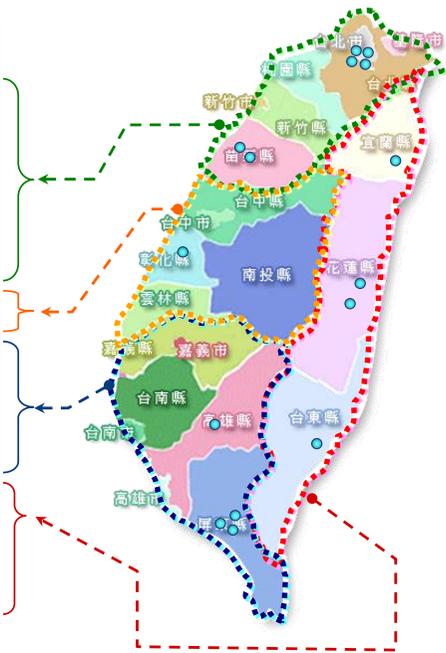


圖 3-2 97 年度公立托兒所診斷案例全國分佈點

表 3-1 健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫 97 年度案例數值統計

NO.		N2	N4	N5	N6	N7	N9	C1	S1	S10	S12	S13	E1	E2	E3	E4		
區位		桃園	台北	苗栗	台北	台北	苗栗	彰化	彰化	屏東	屏東	屏東	台東	花蓮	花蓮	宜蘭		
總樓地板面積(m ²)		1051.72	537.03	90.9	1630.7	710.47	1983.7	484.37	983.7	484	1703.5	-	418.96	560	722.67	242.5		
音環境	db(A)	In	67.3	83	67	62.3	46.7	57.4	60.7	69.4	65.07	61.5	62.1	64.8	54.8	62.8	66.2	
	建議值 56db(A)	Out	68.9	40	67.1	60.7	40	40.5	58.7	43.8	47.6	46.2	48.2	49.6	--	--	--	
光環境	Lux	In	460.7	243.7	410	537.7	372.8	695.1	277.9	392.4	298.11	339.04	462	777.7	159.6	513.2	659.1	
	建議值 500Lux	Out	2457	381.3	418	3167.2	1269	3819.8	2626	4833	1869.4	1324	1456	4592	920.3	5155	614	
溫熱環境	Temp °C	In	28.6	29.5	32.2	31.7	26.3	29.1	30.1	30.6	31.8	31.5	32.7	30.6	28.6	30.5	28.2	
		建議值 23-28°C	Out	33.4	33.9	33.4	33.2	28.4	33.8	29.4	32.8	32.6	31.4	32.8	32.1	29.1	31.8	26.7
	RH %	In	52.4	57.9	50.5	60.9	60.6	57.4	68.6	56.4	48.7	66.3	69.3	69.8	63.2	62.8	73.8	
		建議值 40-70%	Out	47.7	53.8	56.8	63.4	63.5	54.3	70.2	53.7	55.9	59.1	65.7	69.9	65.9	60.7	83.7
	V m/s	In	0.33	0.46	0.27	0.3	0.58	0.37	0.17	0.25	0.32	0.25	0.16	0.29	0.51	0.33	0.3	
		建議值 0.5m/s	Out	0.82	0.36	0.28	0.62	0.38	0.36	0.22	0.47	0.45	0.11	0.25	0.33	0.28	0.64	0.11
	PMV	In	-0.1	0.11	0.79	0.96	-1.1	0.18	0.15	0.66	0.71	1.05	2.83	0.62	-0.4	0.41	-0.1	
		建議值 -0.5-0.5	Out	1.4	1.4	1.58	1.22	0.13	1.42	0.4	0.9	1.42	0.72	2.13	1.91	0.72	1.74	-0.3
	PPD %	In	7.03	32.9	23.1	27.2	40.2	15.6	7.24	15.3	16.01	29.03	35.3	13.9	11.7	9.6	5.66	
		建議值 ≤10%	Out	47.8	47.8	55.7	38.7	7.18	46.9	9.37	24.6	46.8	21.36	73.3	70.9	17.8	62.7	6.23
	空氣環境	CO ₂	In	910	1253	956	639	1728	419	542	1253	647	1301	548	562	530	581	701
			建議值 600ppm	Out	362	432	474	411	536	347	348	536	362	649	394	466	457	457
CO		In	0.01	0.01	0.03	0.17	--	0.31	0.02	0.77	1.09	0.86	0.83	0.05	0.45	0.68	-	
		建議值 2 ppm	Out	0.45	0.98	0.02	0.53	0.05	1.36	11.9	1.38	0.16	0.53	0.23	0.09	0.01	0.06	0.002
HCHO			0.67	0.77	0.76	0.81	0.76	0.07	0.05	0.77	0.72	0.74	0.07	0.86	0.73	0.79	0.88	
建議值 0.1 ppm			7.32	8.7	8.78	9.91	7.7	0.74	1.33	8.7	8.16	7.91	1.46	10.4	8.47	9.39	9.98	
TVOC																		
建議值 3 ppm																		
PM ₁₀		In	0.0025	0.0045	0.016	0.001	0.014	0.03	0.031	0.04	0.005	0.057	0.063	0.066	0.001	0.003	0.008	
		建議值 0.06mg/m ³	Out	0.0175	0.009	0.009	0.014	0.02	0.011	0.062	0.11	0.029	0.026	0.11	0.009	0.008	0.01	0.032
PM _{2.5}	In	-	-	--	--	0.0076	0.01	0.007	0.015	0.008	--	0.016	0.003	0.002	0.003	0.008		
	建議值 0.1mg/m ³	Out	-	-	-	-	0.0062	0.01	0.007	0.021	0.006	-	0.021	0.002	0.002	0.002	0.006	

98 年度：

針對公立老人安養中心提出室內環境品質診斷諮詢申請案共計 12 件，分別為北區五件，中區三件，南區兩件，東區一件，離島一件。本年度最後選定的 11 個案例，分別位於台灣的北、中、東、南部地區，其氣候特徵與空間特性各異，可作為各區域氣候下之室內環境改善操作之示範。

公立與公設民營老人安養中心 申請診斷諮詢案件：12 例
 北區：5 例 中區：3 例
 南區：2 例 東區：2 例（含離島）

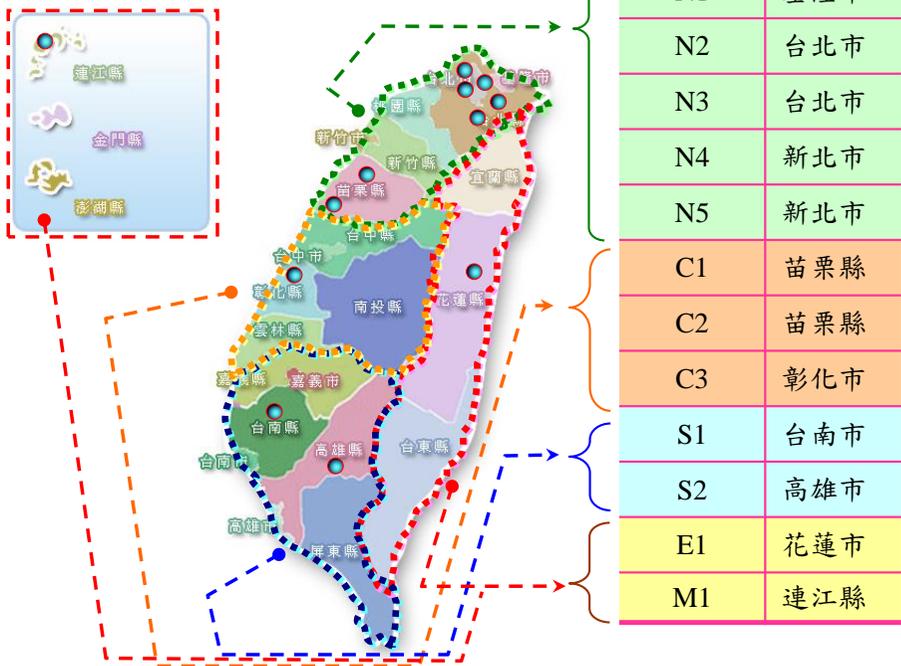


圖 3-2 98 年度公立老人安養中心診斷案例全國分佈點

表 3-2 健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫 98 年度案例數值統計

NO.		N1	N2	N3	N4	N5	C1	C2	C3	S1	S2	E1		
區位		市郊	市郊	市區	市郊	市郊	市郊	市郊	市郊	工業	市郊	市郊		
總樓地板面積(m ²)		19232	40465	-	13720	10259	4905	4280	18000	-	6596	4236		
音環境	db(A)	In	58	54.8	52.5	54	50.1	51.9	52.9	54.5	53	48.7	58.4	
	建議值 56db(A)	Out	65.8	61.1	64.2	65.1	68.4	64.5	66.8	61	51.4	50	60.2	
光環境	Lux	In	18.4	159.2	96.1	12.7	65.2	29.7	120.3	291.5	74.8	54.5	34.3	
	建議值 500Lux	Out	1567	744.5	235.4	76.9	475.2	2864	2276	2492	1570	1588	31.1	
溫熱環境	Temp °C	In	29.4	26.6	29.9	32	31.8	32	30.6	31	27.7	31.7	28.8	
		建議值 23-28°C	Out	26.8	29.9	30.6	31.2	31.4	32.1	30.5	32.4	32.2	30.9	28.4
	RH %	In	78	73.3	67.9	62.5	55.4	69.3	70.7	64.6	72.2	70.6	81.6	
		建議值 40-70%	Out	88	66	67.6	62.7	53.1	66.6	69.6	66.4	63	70.6	82.9
	V m/s	In	0.051	0.121	0.029	0.225	0.111	0.158	0.064	0.354	0.159	0.105	0.172	
		建議值 0.5m/s	Out	1.351	0.398	0.08	0.12	0.324	0.18	0.318	0.185	0.195	0.101	0.42
	PMV	In	0.53	-0.64	0.69	0.81	0.85	0.99	0.85	0.406	-0.34	1.113	--	
		建議值 -0.5-0.5	Out	-4.01	-1.3	-1.26	-0.55	-0.54	0.072	-0.88	0.48	0.11	-0.39	-2.04
	PPD %	In	13.6	16.04	15.9	19.1	21.8	26.7	22.46	9.48	10.97	32.05	--	
		建議值 ≤10%	Out	--	55.06	39.48	22.87	27.8	25.9	65.65	37.45	36.09	47.45	76.8
	空氣環境	CO ₂	In	488.3	523.7	585.6	459.2	486.5	480.4	486.3	563.2	514.7	497.8	504.2
			建議值 600ppm	Out	359.9	352.9	355.7	388	459.1	413.9	354	346	367	338
CO		In	0.039	0.074	0.243	0.04	0.065	1.066	0.328	0.47	0.954	0.44	0.074	
		建議值 2 ppm	Out	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
HCHO		建議值 0.1 ppm	0.79	0.741	0.777	0.758	0.723	0.82	0.81	0.79	0.78	0.83	0.82	
TVOC		建議值 3 ppm	10.4	8.48	9.63	9.72	8.53	10.8	10.3	9.6	9.47	10.7	10.73	
PM ₁₀		In	0.028	0.009	0.013	0.02	0.002	0.035	0.053	0.023	0.032	0.063	0.007	
		建議值 0.06mg/m ³	Out	0.017	0.012	0.007	0.008	0.001	0.009	0.04	0.014	0.021	0.035	0.009
PM _{2.5}		In	0.01	0.002	0.003	0.008	0.002	0.005	0.009	0.005	0.006	0.012	0.01	
		建議值 0.1mg/m ³	Out	0.017	0.012	0.007	0.008	0.001	0.009	0.04	0.014	0.021	0.035	0.008

99 年度：

執行診斷諮詢對象為公寓大廈（集合住宅）類型，將依據氣候及住宅空間類型的分區擇適當案例進行實測。操作程序如下：依據不同類型公寓大廈（集合住宅）及分區提出診斷單位之資料先行書面審查或現場勘查，擇定案例後進行長時間的實測診斷。為避免建築空間分類上之複雜度影響後續，本計畫將優先選擇都會地區「公寓大廈型集合住宅」，並評估診斷案例之基本特性，有利於後續統計分析。

集合住宅診斷案例

北區：2 例 南區：6 例
 中區：2 例 共計：10 例

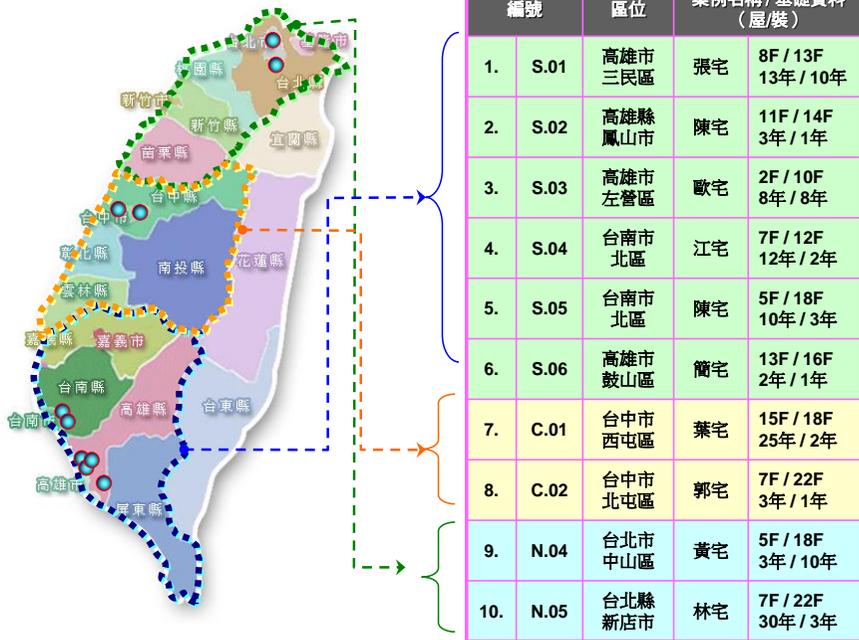


圖 3-3 99 年度公寓大廈（集合住宅）診斷案例全國分佈點

表 3-3 健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫 99 年度案例數值統計

NO.		N1	N2	C1	C2	S1	S2	S3	S4	S5	S6		
區位		都會區											
總樓地板面積(m ²)		95.5	134.55	111.81	79.45	89.62	98.6	68.22	87.99	78.3	80.75		
音環境	db(A)	In	38.9	55.8	53.2	53.6	75.3	40	40	40	57.9	50.7	
	建議值 56db(A)	Out	53.3	45.4	55.9	57.8	51.2	47.19	47.8	48.7	54.3	59.4	
光環境	Lux	In	22.6	67.8	550	533.4	88.7	131.7	45.4	40.07	136.6	675.6	
	建議值 500Lux	Out	150.3	1929	3392	934.6	5474	570.2	1485	674.3	2973	4028	
溫熱環境	Temp °C	In	29.07	31.4	29.6	30.2	27.7	30.9	28.9	30.9	27.6	29.1	
		建議值 23-28°C	Out	27.3	29.1	27.5	28.6	30.2	29.9	27.6	30.7	30.1	33.8
	RH %	In	64.6	61.2	64.6	66.7	54.6	70	72.04	69.5	61.3	53.7	
		建議值 40-70%	Out	67.7	69.7	67.1	73.3	45.9	75.8	78.2	72.4	68.7	69.9
	V m/s	In	0.045	0.028	0.045	0.129	0.015	0.113	0.124	0.066	0.03	0.022	
		建議值 0.5m/s	Out	0.179	0.039	0.161	0.41	0.303	0.101	0.474	0.044	0.25	0.28
	PMV	In	1.094	1.454	1.095	1.035	0.624	0.996	0.449	1.105	1.76	1.74	
		建議值 -0.5-0.5	Out	0.136	-0.09	0.204	0.951	0.647	1.411	0.515	1.636	1.95	0.81
PPD %	In	31.08	49.03	31.08	29.66	13.86	29.16	11.05	31.62	64.9	66.2		
	建議值 ≤10%	Out	7.14	15.74	8.15	25.37	26.65	47.5	19.29	57.54	69.8	23.3	
空氣環境	CO ₂	In	560.7	460.7	480	452.1	111.8	111.8	512.3	429.8	438.1	474.1	
		建議值 600ppm	Out	415.1	426.3	414.3	424.2	421.2	404.9	413.7	405.2	419.1	424.9
	CO	In	1.09	0.86	0.023	0.77	0.011	0.006	0.029	0.17	--	0.31	
		建議值 2 ppm	Out	0.16	0.53	1.93	1.38	0.45	0.98	0.016	0.53	0.054	1.36
	HCHO		0.06	0.156	0.056	0.49	1.23	1.13	0.086	0.048	0.034	0.085	
	建議值 0.1 ppm		1.37	1.81	2.11	1.48	2.12	1.13	0.086	0.05	1.55	1.77	
	TVOC		建議值 3 ppm	0.015	0.007	0.008	0.056	0.056	0.006	0.009	0.01	0.056	0.044
	PM ₁₀	In	0.015	0.007	0.008	0.056	0.056	0.006	0.009	0.01	0.056	0.044	
建議值 0.06mg/m ³		Out	0.017	0.023	0.01	0.049	0.073	--	--	0.028	0.074	0.023	
PM _{2.5}	In	0.004	0.002	0.0013	0.016	0.015	0.003	0.0025	0.0021	0.016	0.01		
	建議值 0.1mg/m ³	Out	0.005	0.003	0.001	0.015	0.017	--	--	0.009	0.017	0.009	

100 年度：

執行診斷諮詢對象為國民小學(普通教室與電腦教室)類型，案例共計計 8 件，分別為北區二件，中區二件，南區三件，東區一件。每間學校皆選擇普通教室及電腦教室進行診斷，各學校因座落方位不同，其氣候特徵與空間特性各異，可作為各區域氣候下之室內環境改善操作之示範。

國民小學診斷案例

北區：2 例 南區：3 例
 中區：2 例 東區：1 例 診斷案例共計：8 例

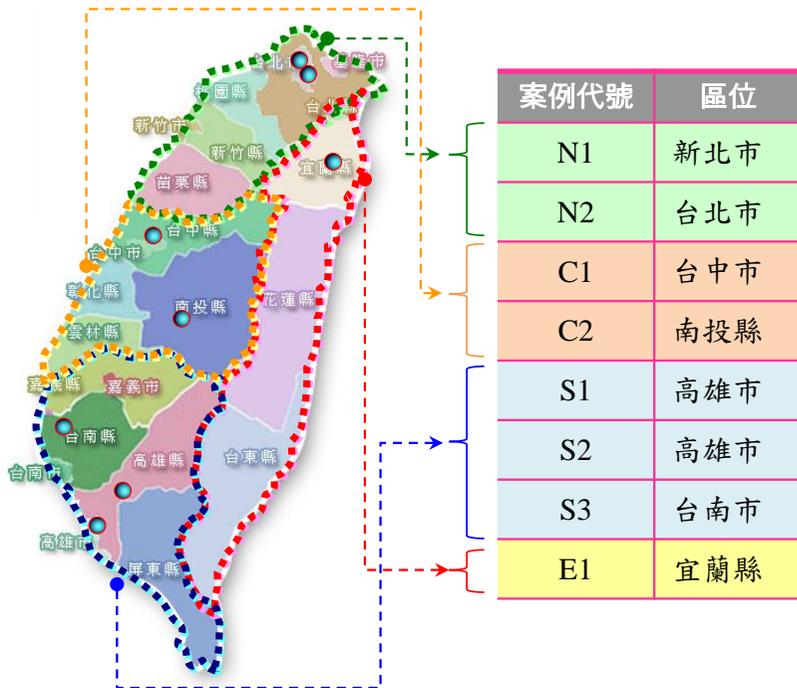
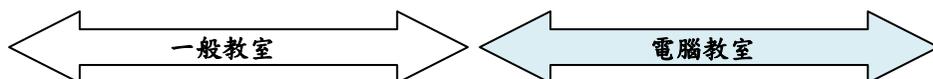


圖 3-4 100 年度國民小學診斷案例全國分佈點

表 3-4 健康室內環境品質診斷諮詢服務計畫 100 年度案例數值統計

NO.		N1	N2	C1	C2	S1	S2	S3	E1	N1	N2	C1	C2	S1	S2	S3	E1		
區位		市郊	市郊	市郊	市郊	市郊	都會	市郊	都會	市郊	市郊								
總樓地板面積(m ²)		62.6	66.4	80.8	68.9	58.2	79.5	82.8	58.2	117.3	104.1	113.2	62.7	62.7	126.4	155.3	60.8		
音環境	db(A)	In	51.2	58.4	41.2	38.8	49.0	57.1	60.5	42.7	46.8	46.7	43.7	34.6	40.7	41.2	48.8	44.5	
	建議值 56db(A)	Out	58.9	56.8	48.8	38.6	42.3	58.6	61.9	58.4	56.7	71.0	51.6	50.1	46.1	52.5	51.3	57.9	
光環境	Lux	In	85.5	116.2	140.8	253.5	310.2	110.1	215.1	121.3	143.2	116.2	86.58	29.53	75.8	176.4	336.3	158.3	
	建議值 500Lux	Out	528.6	935.5	1083	2088	3254	1035	474.2	206.4	818.7	935.5	734.1	3267	903.5	2749	992.2	668.4	
溫熱環境	Temp °C	In	29.5	29.6	28.6	28.3	23.6	30.1	33.0	28.1	30.0	29.6	31.5	30.5	22.9	30.8	33.0	28.4	
		建議值 23-28°C	Out	27.8	25.3	27.1	26.6	22.1	28.2	30.1	24.5	29.1	25.3	27.8	28.7	18.2	28.4	31.6	26.2
	RH %	In	68.8	66.4	72.3	66.3	63.7	68.0	64.2	67.4	68.7	66.4	60.7	63.4	60.1	67.9	64.7	71.3	
		建議值 40-70%	Out	71.9	84.1	80.4	73.1	68.6	73.7	69.0	83.6	69.8	84.1	78.7	70.7	78.3	79.2	67.0	81.1
	V m/s	In	0.037	0.16	0.088	0.063	0.079	0.14	0.16	0.00	0.03	0.16	0.024	0.009	0.00	0.043	0.011	0.09	
		建議值 0.5m/s	Out	0.132	0.79	0.427	0.297	0.156	0.43	0.28	0.25	0.18	0.79	0.327	0.435	0.16	0.80	0.248	0.29
	PMV	In	0.67	1.07	-0.05	0.48	-1.36	0.93	2.05	0.46	0.88	1.07	1.10	1.03	-1.5	1.59	2.08	0.56	
		建議值 -0.5-0.5	Out	-0.31	-2.11	-0.06	-1.04	-1.6	-0.61	0.49	-1.69	0.077	-2.11	0.325	-0.38	-2.1	-0.82	0.79	-1.1
	PPD %	In	15.38	38.5	10.55	11.9	47.3	24.4	77.8	10.8	21.8	38.5	31.8	28.3	53.8	55.7	77.9	13.09	
		建議值 ≤10%	Out	10.7	70.8	12.59	46.7	77.2	18.1	12.6	59.2	7.95	70.8	11.6	25.7	99.3	35.9	24.5	39.6
	空氣環境	CO ₂		474.1	429.6	457.8	326.6	368.9	349.1	327.1	334.1	440.2	402.1	461	333.7	366.5	344.5	458.2	340.6
		建議值 600ppm		0.260	0.279	0.243	0.191	0.139	0.11	0.207	0.192	0.253	0.227	0.356	0.206	0.197	0.13	0.22	0.271
HCHO		1.646	1.35	1.487	1.03	0.711	1.22	1.363	1.35	1.69	1.576	2.02	1.288	0.83	1.39	1.28	1.48		
建議值 0.1 ppm		0.032	0.045	0.07	0.014	0.049	0.046	0.036	0.266	0.018	0.047	0.019	0.334	0.013	0.014	0.015	0.011		
TVOC		In	0.044	0.044	0.095	0.021	0.034	0.056	0.043	0.30	0.031	0.048	0.011	0.037	0.019	0.039	0.035	0.027	
		建議值 3 ppm	0.009	0.009	0.026	0.003	0.008	0.017	0.015	0.004	0.007	0.008	0.049	0.009	0.007	0.001	0.009	0.002	
PM ₁₀	In	0.016	0.009	0.038	0.004	0.009	0.021	0.016	0.004	0.012	0.008	0.086	0.014	0.012	0.001	0.015	0.003		
	建議值 0.06mg/m ³																		
PM _{2.5}	In																		
	建議值 0.1mg/m ³																		



3-2 各建築類型空間常見的室內環境問題

在不同空間類型的室內環境診斷的過程中，採用標準化「建築醫生」三階段診斷流程；而檢測項目，因應各案例室內環境問題，酌增部分檢測項目，以輔助判斷室內環境之問題並進行改善；從健康觀點出發，室內環境之改善需回歸到確保使用者之健康，因此室內人員的使用情況、對所處室內環境的抱怨程度及因室內環境而引起之症狀，都是有必要蒐集之情報；在改善設計過程中，也應保留更多機會與使用單位、設計單位溝通協調，目的在確保經改善後之室內環境品質，及後續使用維護上的檢討。

國內新舊有建築物所處之環境及分佈區位皆不同，外在氣候條件及建築物周遭的微氣候條件亦不同，且不同建築使用類別所存在之室內環境問題不同，其評估準則要項應根據個別案例適用之室內環境基準來評估室內環境健康與否，方能準確判斷是否需加以改善。

室內環境診斷及改善是需要產、官、學、民眾各界的相互配合，藉由本案之改善經驗，驗證其最適當之設計方式，以提供未來設計師規劃之參考。宣導其重要性，整合資源與人力，使之持續推廣，才能真正獲得實質成效。

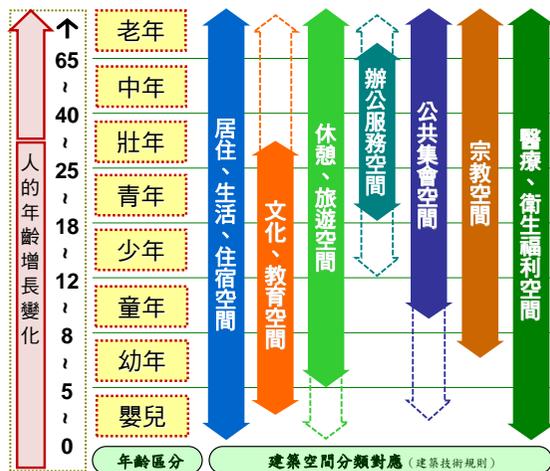


圖 3-4 人的年齡增長與空間分類對應(本手冊繪製)

■ 辦公建築（辦公及一般事務場所）

音環境（噪音問題）

由於室內辦公人員交談所產生之噪音嚴重，將對使用者的心裡和生理造成干擾，根據健康基準要求，環境噪音值應維持在 56dB(A) 以下，應適當規劃吸音設計以降低背景噪音對使用者之生理及心理影響。

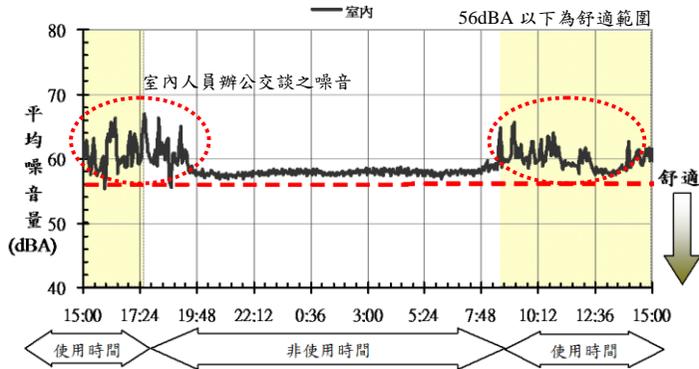


圖 3-5 某辦公空間案例噪音量歷時變化

光環境（照度問題）

許多的辦公空間的照明環境，從作業面照度固定點的長時間監測結果來看，多數辦公室之使用範圍於使用時間時的實測平均照度值皆高於健康基準，但活動區域之移動點的照度量測有室內照度均齊度不佳之問題，應依使用人員需求進行改善。

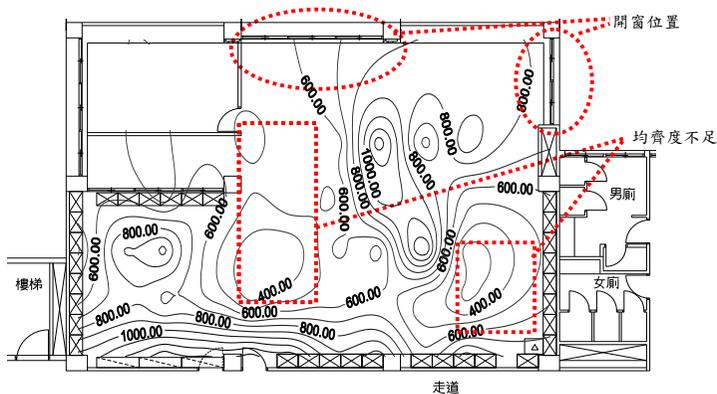


圖 3-6 某辦公空間案例照度分佈圖

溫熱環境 (空調問題)

室內溫度於空調開啟，空調運轉一段時間達穩定狀態後，位於中央空調系統尾端之辦公易產生空調性能降低有冷房不足之現象，多數使用時段之平均溫度超過舒適度標準。

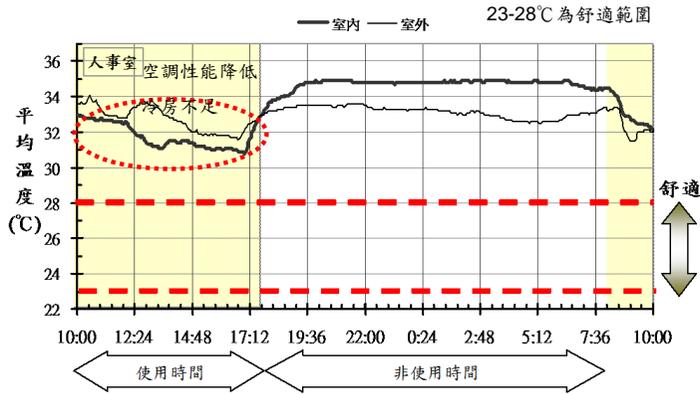


圖 3-7 某辦公空間案例溫度歷時變化

空氣環境 (換氣問題)

由於辦公場所易產生工作人員密度過高情形若無搭配較佳之空調設備，經過長時間監測之結果皆顯示二氧化碳平均濃度值會超過健康基準 1000ppm，污染物濃度長時間持續累積，新鮮外氣不足易造成 CO₂ 濃度超過基準值之現象。

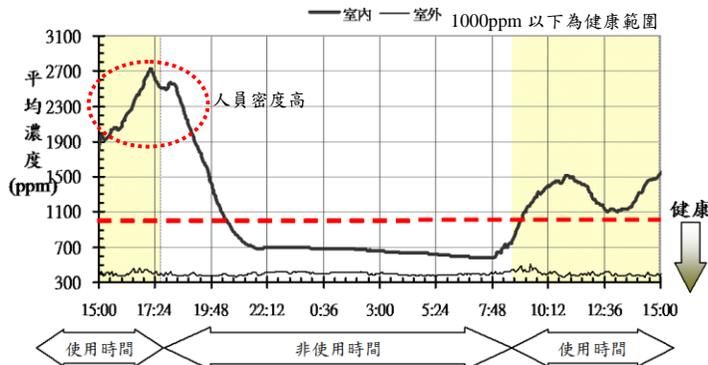


圖 3-8 辦公空間案例二氧化碳濃度歷時變化

表 3-5 辦公服務類常見室內環境問題點

環境因子	常見問題
音環境	<p>外部噪音</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 交通噪音 ● 戶外人員活動噪音 ● 戶外施工噪音 <p>內部噪音</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 走動行為樓板衝擊音 ● 人員談話噪音 ● 建築設備振動問題 ● 空調設備低頻噪音 ● 辦公設備噪音
光環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 照度分佈不均 ● 照明開關無分區控制 ● 採光面積不足 ● 空間採光深度過深 ● 採用高反射材質玻璃（光害）
溫熱環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 悶熱潮濕現象 ● 空調無區劃 ● 室外熱取得無法有效隔絕 ● 室內熱源無法排出 ● 冷房不足 ● 無外氣引入
空氣環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 開窗面積不足 ● 通風換氣效率不佳 ● 相對開口自然通風問題 ● 空調風擊現象 ● 室內換氣率不足 ● 新鮮外氣不足 ● 二氧化碳濃度過高

■ 衛生、福利類（社會、兒童福利場所）

音環境（噪音問題）

由於衛生、福利類案例大部分皆設置於市區主要道路旁，戶外之環境噪音影響較高，難免會影響室內音環境。室內噪音來源為空調出風口以及幼童活動聲，及吸音材料與反射材質的運用。

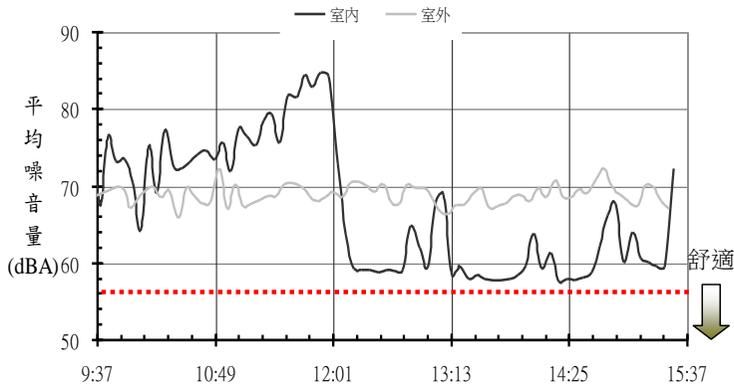


圖 3-9 某衛生、福利類空間案例噪音量歷時變化

光環境（照度問題）

進行光環境綜合檢測時，一方面進行作業面照度固定點的長時間監測，一方面進行室內空間主要人員活動區域之移動點的照度量測，許多衛生、福利類空間皆有燈具不足、燈具位置不佳的情形，就長時間監測之結果來看會導致室內照度低於健康舒適的建議值。

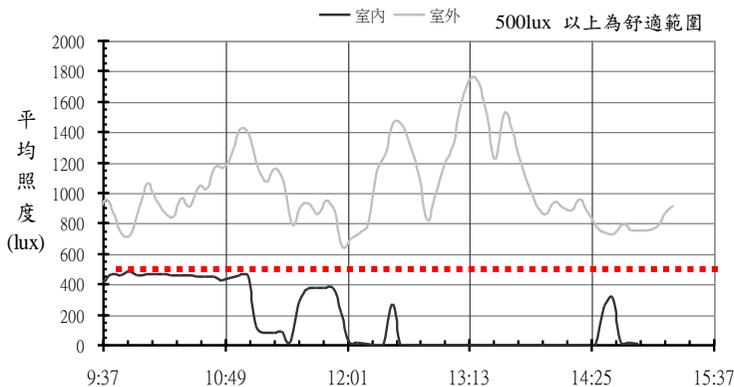


圖 3-10 某衛生、福利類空間案例照度歷時變化

溫熱環境（空調問題）

由於許多衛生、福利類空間的經營預算有限，因並未使用空調系統，進行溫熱環境檢測時，室內空調為關閉狀態，呈自然通風模式，門為一般使用狀況開啟。從檢測後可得知室內溫度多在 $28^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之間，已超過健康建議值。

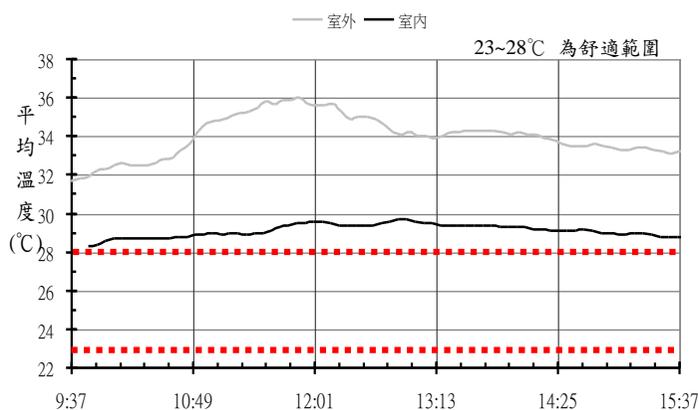


圖 3-11 某衛生、福利類空間案例溫度歷時變化

空氣環境（換氣問題）

福利類空間場所，多數為求室內空間之教學氛圍，教室內使用大量木質家具、室內裝修以及木質地板，再加上空調系統設計不良無法有效排除室內污染物，導致室內 TVOC、HCHO 濃度高於健康基準值甚多，也會造成污染物的累積，已嚴重危害到人體健康，有立即改善之必要性。

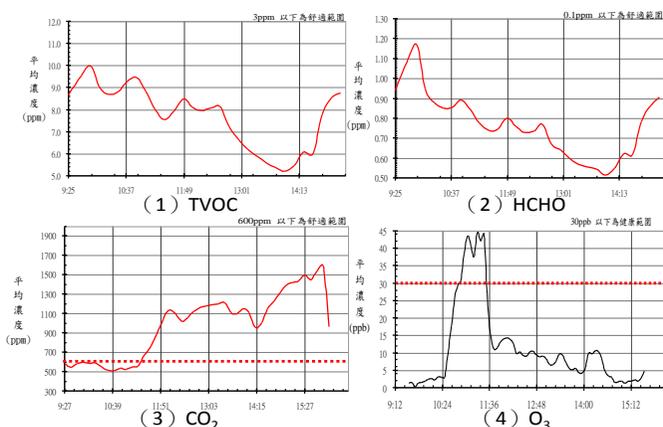


圖 3-12 某衛生、福利類空間案例空氣污染物濃度歷時變化

表 3-6 衛生、福利類空間常見室內環境問題點

環境因子	常見問題
音環境	外部噪音 ● 戶外交通噪音 ● 戶外人員活動噪音
	內部噪音 ● 人員談話噪音 ● 建築設備振動問題 ● 空調低頻噪音 ● 孩童玩耍噪音
光環境	● 照度分佈不均 ● 採光面積不足 ● 空間採光深度過深 ● 照明開關無分區控制 ● 燈具高度過高 ● 燈具老舊效能過低
溫熱環境	● 悶熱潮濕現象 ● 室內熱源無法排出 ● 出風口型式不當，風擊現象 ● 室內熱源無法排出
空氣環境	● 通風換氣效率不佳 ● 空調風擊現象 ● 室內換氣率不足 ● 新鮮外氣不足 ● 粉塵量過高 ● 二氧化碳濃度過高 ● 不良室內裝修材料

■ 休閒文教類（健身休閒、文教校舍場所）

音環境（噪音問題）

由於室內修習人員授課、交談、討論所產生之噪音，以及校舍外部之環境噪音，將對使用者的心理和生理造成干擾，長時間量測結果顯示，使用階段平均噪音量多超出基準值 56dB(A)，應適當規劃吸音設計以降低背景噪音對使用者之生理及心理影響。

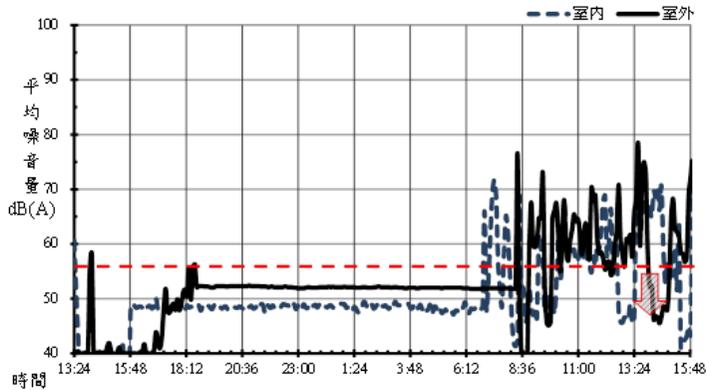


圖 3-13 某休閒文教類空間案例噪音量歷時變化

光環境（照度問題）

許多的文教校舍場所空間的照明環境，從作業面照度固定點的長時間監測結果來看，使用範圍於使用時間時實測平均照度值皆高於健康基準；從活動區域之移動點的照度量測值中，作業面照度足夠，但照明均齊度 $< 1/3$ ，空間內局部區域之作業面照度不足，應依使用人員需求進行改善。

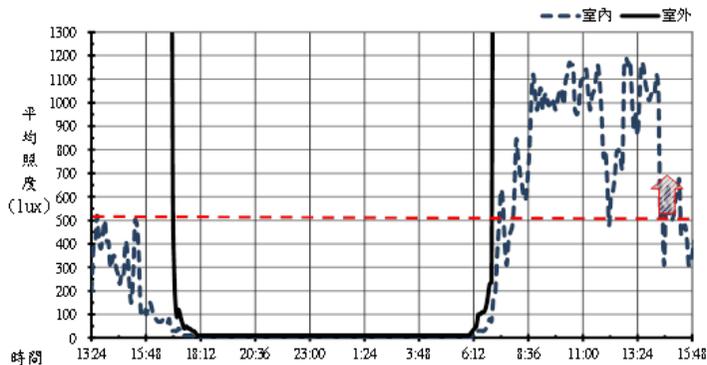


圖 3-14 某休閒文教類空間案例照度歷時變化

溫熱環境（空調問題）

文教校舍場所空間的室內溫熱環境控制，通常皆是空調系統搭配風扇裝置，但當空調運轉一段時間達穩定狀態後，位於室內空間溫度分佈不均情形，且有部分區域產生風擊現象，使用時段之平均溫度超過舒適標準。

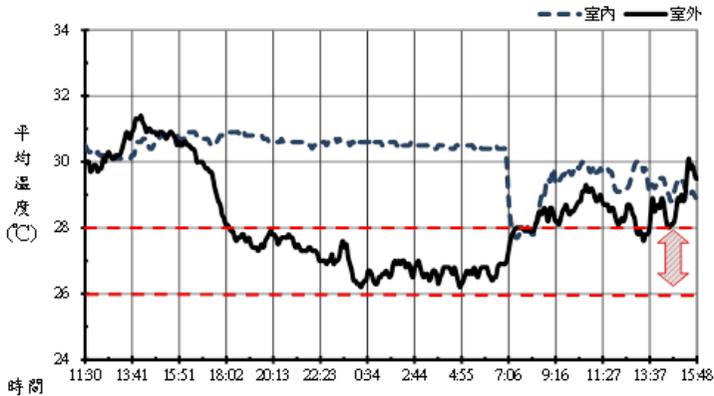


圖 3-15 某休閒文教類空間案例溫度歷時變化

空氣環境（換氣問題）

由於文教校舍場所空間的空間使用模式上，易產生短時間快速增加上課使用人員，人員密度過高情形若無搭配較佳之空調設備，最易發生現象為短時間內的空氣換氣效率較低，污染物濃度累積、新鮮外氣不足等等問題。

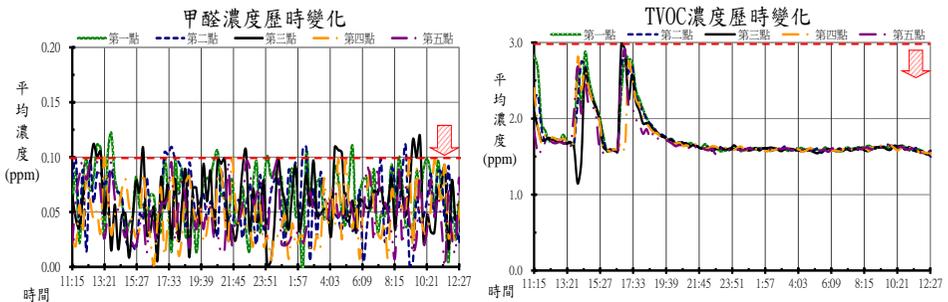


圖 3-16 某休閒文教類空間案例空氣污染物濃度歷時變化

表 3-6 休閒文教類空間常見室內環境問題點

環境因子	常見問題
音環境	外部噪音 <ul style="list-style-type: none"> ● 交通噪音 ● 戶外人員活動噪音 ● 戶外活動噪音
	內部噪音 <ul style="list-style-type: none"> ● 人員談話噪音 ● 建築設備振動與低頻噪音問題 ● 擴音設備干擾談話 ● 吸音面積不足 ● 迴響時間過長
光環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然光源不足 ● 照度分佈不均 ● 光源演色性不佳 ● 照明開關無分區控制 ● 燈具炫光影響 ● 採用高反射材質玻璃（光害）
溫熱環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 空調溫度過低或不足 ● 室內外溫差過大 ● 空調無區劃 ● 室外熱取得無法有效隔絕
空氣環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 通風換氣效率不佳 ● 室內換氣率不足 ● 新鮮外氣不足 ● 二氧化碳濃度過高 ● 排出口配置不當 ● 空調設備系統老舊

■ 集合住宅類

音環境（噪音問題）

由於室內使用人員活動、交談所產生之噪音，以及住宅外部之環境噪音，將對使用者的心理和生理造成干擾，長時間量測結果顯示，使用階段平均噪音量多於基準值 56dB(A)之內，但亦有少部分案例超出基準值，應適當規劃吸音設計以降低背景噪音對使用者之生理及心理影響。

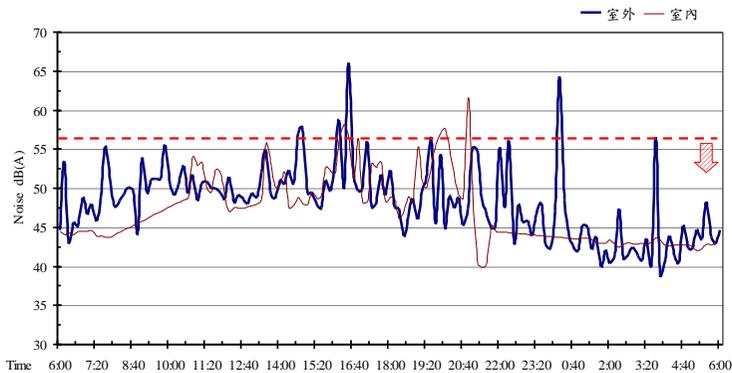


圖 3-17 某集合住宅類空間案例噪音量歷時變化

光環境（照度問題）

集合住宅類的照明環境，從作業面照度固定點的長時間監測結果來看，使用時實測平均照度大多低於 150Lux 之健康基準值，建議可考慮增加部分的高效率燈具，另外調整燈具配置位置，依照使用需求，以求燈具有最好的使用效率。

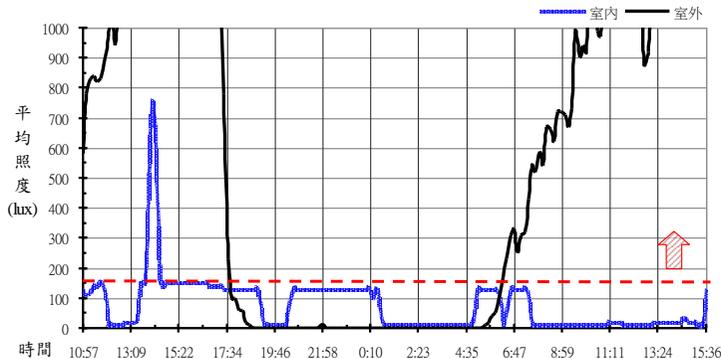


圖 3-18 某集合住宅類空間案例照度歷時變化

溫熱環境（空調問題）

集合住宅空間的室內溫熱環境控制，各戶通常皆是空調系統搭配風扇裝置，但當空調運轉一段時間達穩定狀態後，位於室內空間溫度分佈不均情形，且有部分區域產生風擊現象，或室內空氣滯留，造成死域現象使用時段之平均溫度超過舒適標準。

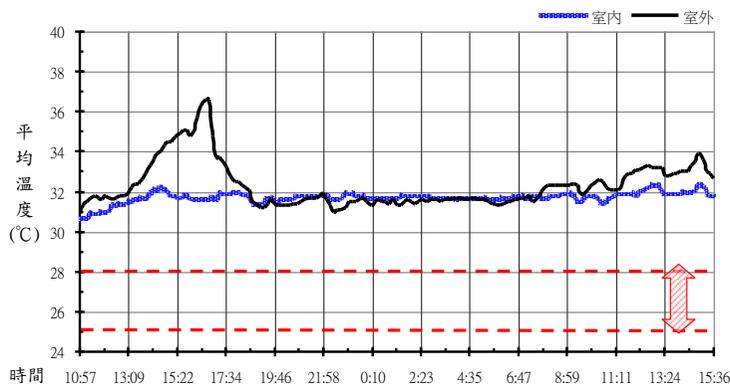


圖 3-19 某集合住宅類空間案例溫度歷時變化

空氣環境（換氣問題）

在集合住宅空間的使用模式上，多屬搭配空調之空間，因此應較著重於室內通風環境，以及室內裝修建材之部分。空調應設置適當的外氣引入或廢氣排出系統，以利空氣污染物的排除和稀釋，並提高室內的換氣量，降低使用者的健康風險，或選用綠建材降低室內 TVOC、HCHO 濃度。

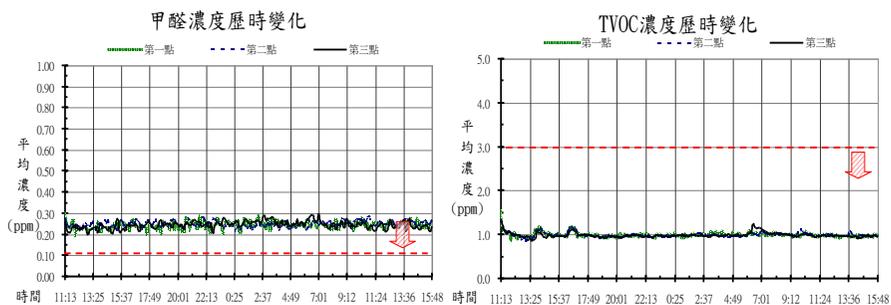


圖 3-20 某集合住宅類空間案例空氣污染物濃度歷時變化

表 3-7 集合住宅類空間常見室內環境問題點

環境因子	常見問題
音環境	外部噪音 <ul style="list-style-type: none"> ● 交通噪音 ● 戶外人員活動噪音
	內部噪音 <ul style="list-style-type: none"> ● 設備運作噪音 ● 活動振動噪音 ● 人員談話 ● 視聽器材 ● 回音問題
光環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 照度不足 ● 照度不均 ● 眩光問題 ● 燈具效率不佳 ● 照明無分區控制 ● 採光不當、晝光不足 ● 照明氣氛不當
溫熱環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 悶熱潮濕感 ● 室內氣流滯留 ● 出風口產生風擊 ● 空調無區劃 ● 室內熱源無法排出 ● 室外熱源無法有效隔絕、濕度過高，產生結露
空氣環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 室內汙染源 ● 新鮮外氣不足 ● 室內氣流短路 ● 空調設備老舊 ● 使用者抽菸行為 ● 外氣引入/廢氣排出設置不當

■ 室內環境診斷各評估因子綜合分析

針對台灣之既有建築物，運用台灣既有建築物實質環境改善並且導入生命週期評估概念，針對全項目對於生命週期成本（元/m².年）之個別影響與 AHP 專家問卷結果比對後，分別對環境品質中「室內音響環境改善」、「室內照明環境改善」及「室內空氣品質改善」進行權重值分析，其中「室內用稅品質改善」及環境負荷「有害之逸散氣體管制」以原始調查權重值為評估權重值。

其中，建築物之使用年限設定為 13~24 年之階段，可繪製出各環境因子之權重比例（如圖 3-5），亦可建置出『台灣既有建築物環境效率模型（TBEE）』（如式 3-1）

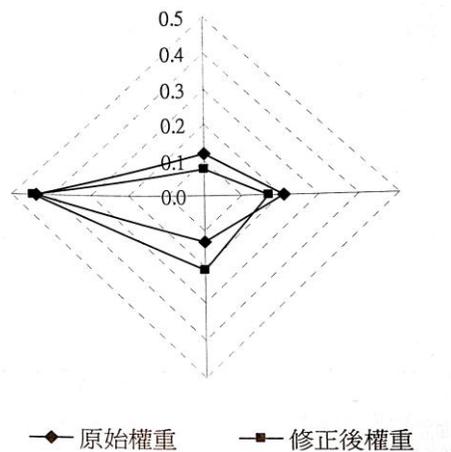


圖 3-5 各項評估項目權重值修正前後比對圖

$$TBEE = \sum_{EB-H}^{13-24} \frac{0.116Hs+0.208Hl+0.130Ht+0.437Ha+0.108Hw}{0.617Hm+0.383Hv}$$

式 3-1 台灣既有建築物環境效率模型

Hs: 室內音響環境改善評估值 Hl: 室內照明環境改善評估值
 Ht: 室內溫熱環境改善評估值 Ha: 室內空氣環境改善評估值 Hw: 室內用水環境改善評估值
 Hm: 永續綠建材使用評估值 Hv: 有害之逸散氣體管制評估值

（資料來源：劉光盛、江哲銘，2010 建築學報 Vol73，pp125-141）

3-3 健康室內環境品質驗證制度流程

21 世紀在生態永續趨勢下，發展健康零碳之綠建築已成為世界各國政府重要課題，其中，提升室內環境之健康性能（IEH），更是建立新型態綠建築之「關鍵要項」；台灣位處亞熱帶氣候地區，室內環境品質不良問題，大部分為室內建材所引起，內政部建築研究所透過「綠建材標章」之推動，已建立優質綠建材管制政策，推動至今獲得標章產品眾多，並提高「建築技術規則」設計施工編第 321 條「綠建材使用比例」管制，由 5% 提升至 30%，顯示綠建材可直接「擴大應用」於室內環境之中，包括室內整體建材裝修及建材產品等，然而，擴大綠建材應用於室內環境，其使用後之「健康性能評估」亟需建立，以瞭解提升室內健康性能之整體效益，維護國人室內居住健康品質及協助創新產業發展。

面對健康室內環境品質眾多而複雜的室內環境評估因子項目與議題，可以室內環境品質驗證制度建構出在延續過去完整健康室內環境品質診斷制度，評估完善的診斷評估方法與改善方針。依循國際標準組織所擬定之 ISO16813 之相關標準，透過建立一套室內環境設計診斷評估程序，主要提供設計端與使用端在初始階段即能納入永續健康議題，使用階段即能評估室內環境品質。

目前室內環境品質透過驗證制度的設計評估流程，能夠有效瞭解並控制室內環境品質的健康舒適居住生活狀態，其主要健康室內環境品質驗證制度主要評估流程初步擬定以下三項程序 12 項步驟：

程序一

【Step 01】設計原則判定，使用者條件設定

- 1.基礎條件分析（環境條件與區域限制..等）
- 2.設計規劃定義（空間機能與計畫定義..等）
- 3.提供建立
 - a.假設條件（可變動）
 - b.限制條件（不可變動）
 - c.預期目標（設計行為..等）

【Step 02】建築類型定義

- 1.建築物空間機能
- 2.環境控制系統設備需求
- 3.使用維護管理方式
- 4.使用人員密度
- 5.其他

【Step 03】室內環境品質標準判定（設計目標之訂定）

【Step 04】室內環境品質初判

- 1.新建設計（污染控制建議）
- 2.既有更新（環境初勘診斷）
 - a.現況建築構體調查
 - b.現況設備系統調查
 - c.人員使用調查
 - d.簡易儀器量測

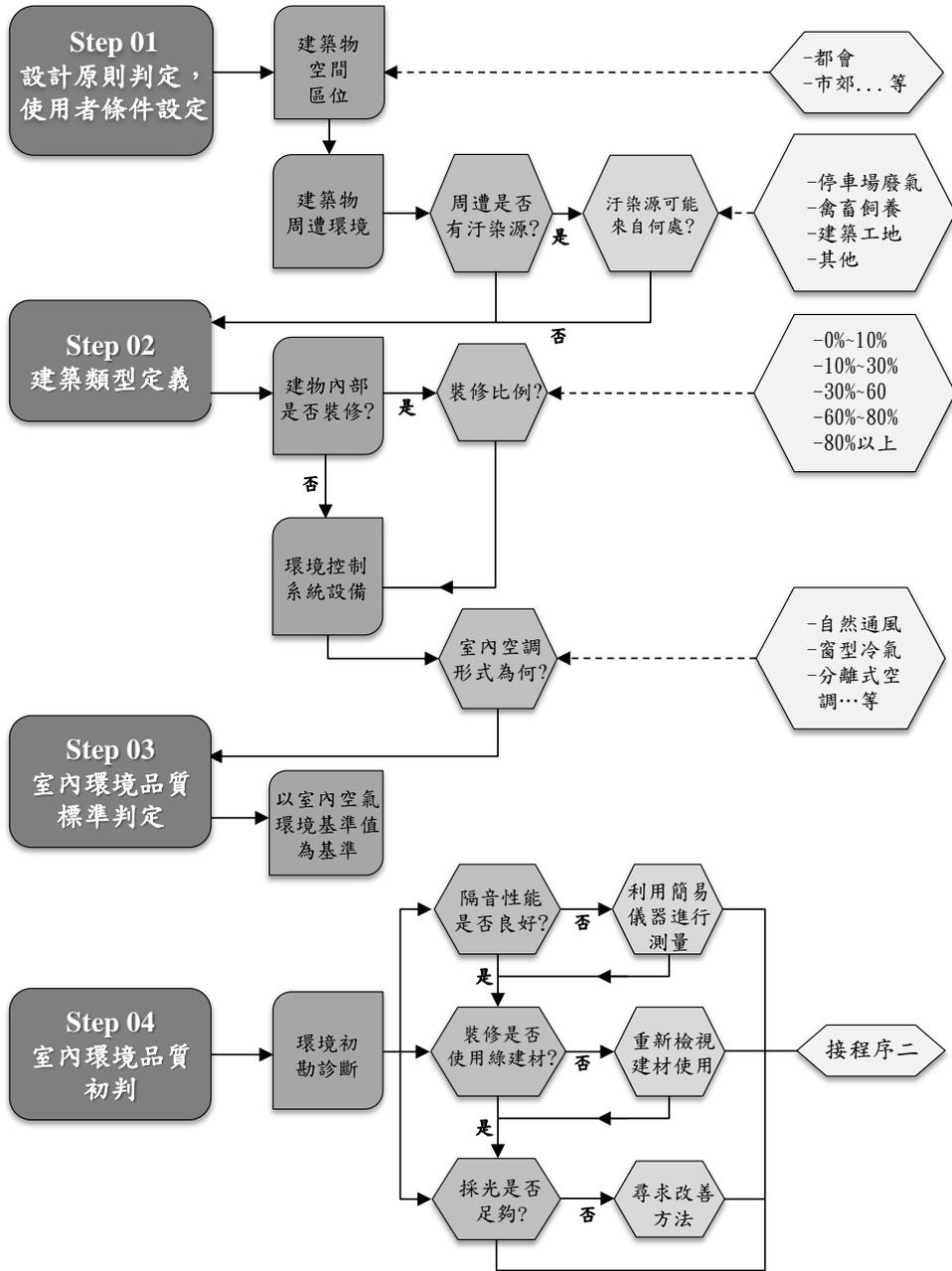


圖 3-21 證制度流程程序一

表 3-8 健康室內環境品質驗證制度檢核表-程序一

程序一	
Step 01 設計原則判定，使用者條件設定	
■ 基礎條件分析	
空間區位	<input type="checkbox"/> 都會地區 <input type="checkbox"/> 市郊地區 _____ (ex. 住宅區、商業區、工業區、農業區...)
建築物周邊土地使用狀況	<input type="checkbox"/> 住宅區 <input type="checkbox"/> 商業區 <input type="checkbox"/> 工業區 <input type="checkbox"/> 農業區 <input type="checkbox"/> 工業區 <input type="checkbox"/> 文教區 <input type="checkbox"/> 行政區 <input type="checkbox"/> 特定用區_____
鋪面是否為低輻射熱材質(草坪、透水鋪面等)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
建築物總樓層數	地上_____層 地下_____層
建築物使用類別	<input type="checkbox"/> 公寓(五樓以下) <input type="checkbox"/> 透天 <input type="checkbox"/> 大樓
建築物週遭交通流量大(建築物鄰接主要幹道)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
建築物週遭是否有停車場廢氣排放	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
建築物週遭是否有任何大型家禽、家畜或寵物飼養場	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
建築物週遭有任何建築工地或拆除工程	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
建築物週遭是否有加油站或儲油槽	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
建築基地週遭種植大量植物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
■ 設計規劃定義	
建築物的主要構造	<input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> SC <input type="checkbox"/> SRC <input type="checkbox"/> 其他
建築物內部隔間牆	<input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> SC <input type="checkbox"/> SRC <input type="checkbox"/> 其他

建築物的總樓地板面積	_____平方公尺 （1 坪約 3.24 平方公尺）
室內主要地板材質	<input type="checkbox"/> 地毯(短毛) <input type="checkbox"/> 柔軟毛料材質的地毯(長毛) <input type="checkbox"/> 塑膠地墊(巧拼) <input type="checkbox"/> 石材(大理石、花崗岩) <input type="checkbox"/> 磁磚 <input type="checkbox"/> 發泡軟墊 <input type="checkbox"/> 磨石子、混泥土、輕質混泥土 <input type="checkbox"/> 塑膠(聚氯乙烯)材質地板 <input type="checkbox"/> 其他材質_____
室內主要牆面材質	<input type="checkbox"/> 壁紙 <input type="checkbox"/> 木製牆版 <input type="checkbox"/> 瓷磚 <input type="checkbox"/> 紡織品 <input type="checkbox"/> 上漆的纖維織品 <input type="checkbox"/> 油漆過的混泥土 <input type="checkbox"/> 其他材質_____
室內主要天花板材質	<input type="checkbox"/> 壁紙 <input type="checkbox"/> 木質天花板 <input type="checkbox"/> 矽酸鈣板、石膏板 <input type="checkbox"/> 塑膠板 <input type="checkbox"/> 礦纖材質天花板 <input type="checkbox"/> 油漆過的混泥土 <input type="checkbox"/> 油漆(包含上漆的木質板或壁紙) <input type="checkbox"/> 其他材質_____
室內主要窗簾材質	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 塑膠 <input type="checkbox"/> 木製 <input type="checkbox"/> 金屬製 <input type="checkbox"/> 紡織品 <input type="checkbox"/> 其他材質_____
室內主要家具材質（複選）	<input type="checkbox"/> 木質櫥櫃 <input type="checkbox"/> 塑膠櫥櫃 <input type="checkbox"/> 金屬櫥櫃 <input type="checkbox"/> 木質桌椅

	<input type="checkbox"/> 硬質塑膠桌椅 <input type="checkbox"/> 布織桌椅 <input type="checkbox"/> 人造皮革桌椅 <input type="checkbox"/> 金屬桌椅 <input type="checkbox"/> 木質門 <input type="checkbox"/> 塑膠門 <input type="checkbox"/> 金屬或玻璃門
■ 建築物之條件與設計行為	
綠建材的使用率，是否超過應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積 5% 以上	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
近期內室內是否有重新裝修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
最近一次裝修日期	中華民國____年 ____月____日
建築開口部外側，是否裝有遮陽裝置	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
房屋方位	_____向
Step 02 建築類型定義	
■ 建築物空間機能	
場所所在之樓層	_____樓
是否含停車場	<input type="checkbox"/> 是（地上 / 地下 _____樓） <input type="checkbox"/> 否
停車場是否與其他室內空間合併於同一層樓	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 其他補充_____
建築物內部之隔間	_____房 _____廳 _____衛浴
建築物內部空間是否有裝修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
若有裝修，裝修比例為	_____ %
內部隔間是否有做更動 (ex. 開放性空間改為私密性空間)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

■ 環境控制系統設備需求	
建物內部使用空調系統形式	<input type="checkbox"/> 自然通風 <input type="checkbox"/> 窗型冷氣 <input type="checkbox"/> 分離式空調 <input type="checkbox"/> 中央空調: <input type="checkbox"/> AHU <input type="checkbox"/> FCU
空調外氣入口是否裝設濾網	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室外通風口的位置在哪裏	位於建物_____
室外通風口狀況	_____ (ex. 良好、阻塞...)
窗戶選用何種玻璃	運用_____玻璃 (ex. 透明玻璃、Low-E 玻璃等)
■ 使用維護管理方式	
建築物的機械通風及空調系統是否有定期清潔與保養	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 多久_____保養一次
獨立空調系統之濾網是否已髒污或長有霉斑	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 多久_____清洗一次
■ 使用人員密度	
空調系統最常使用的時間	(早、中、晚) 時間 _____
建築物空間內人員最多的時間	(早、中、晚) 時間 _____
Step 03 室內環境品質標準判定	
室內 CO ₂ 於標準值 1000ppm 內	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內 CO 於標準值 10ppm 內	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內粉塵量於標準值 0.15mg/m ³ 內	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內相對溼度於 40-70% 以內	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內溫度平均約在幾度	_____ °C

室內照度高於 150lux	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內是否含有甲醛等揮發性物質	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
Step 04 室內環境品質初判	
■ 新建設計	
室內主要裝修材質	_____
使用率建材比例	_____ %
內部隔音性能	<input type="checkbox"/> 佳 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不良
分戶隔音性能	<input type="checkbox"/> 佳 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不良
採光方位	_____ 向
室內採光度	<input type="checkbox"/> 佳 <input type="checkbox"/> 尚可 <input type="checkbox"/> 不良
■ 既有更新	
分戶牆隔音性能：RC、磚造單層牆的厚度，是否大於 12cm 或空心磚、輕質混凝土造單層牆厚度是否大於 15cm	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
外牆開口部隔音性能：窗戶是否符合氣密性 2 等級且玻璃厚度大於 5mm 或符合氣密性 8 等級之雙層窗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
地坪是否採用多孔質材料（地毯等）或版狀材料（木板等）裝修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
天花板是否採用版狀材料（木板等）或開孔版（甘蔗板等）裝修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
開窗採光方位是否屬南北向	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
窗戶面積與樓地板面積比例是否大於 1/8	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
有效自然採光（採光深度小於 2.5）的空間面積比例是否大於 70%	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
燈具是否採用電子式安定器	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
照明方式是否採全面照明併用局部照明的混合照明	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
有效自然採光（採光深度小於 2.5）的	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

空間面積比例是否大於 70%	
燈具是否有防眩光處理（採用漫射透光材料、增加燈具保護角等）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
照明方式是否採全面照明併用局部照明的混合照明	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
空調冷凍能力，是否足以負擔室內熱負荷	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
空調系統是否具有能源管理系統（運轉負載控制、電腦控制系統應用、設備管理維護等）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

程序二

【Step 05】室內環境污染影響控制

1. 移除或減少污染源之可能性
2. 透過使用行為減少污染源之可能性

【Step 06】客觀量測（長時間診斷檢測）

1. 室內環境影響因子判定
2. 診斷實測計畫擬定
 - a. 採樣位置
 - b. 診斷採樣時間
 - c. 背景資料紀錄
 - d. 訂定特別需求

【Step 07】評估更新改善方法

1. 個別因子性能技術需求
2. 環境影響因子改善技術
3. 空間環境使用模式
4. 特殊規格技術

【Step 08】新建或更新營建工程

1. 健康診斷設計建議
2. 健康管理諮詢建議

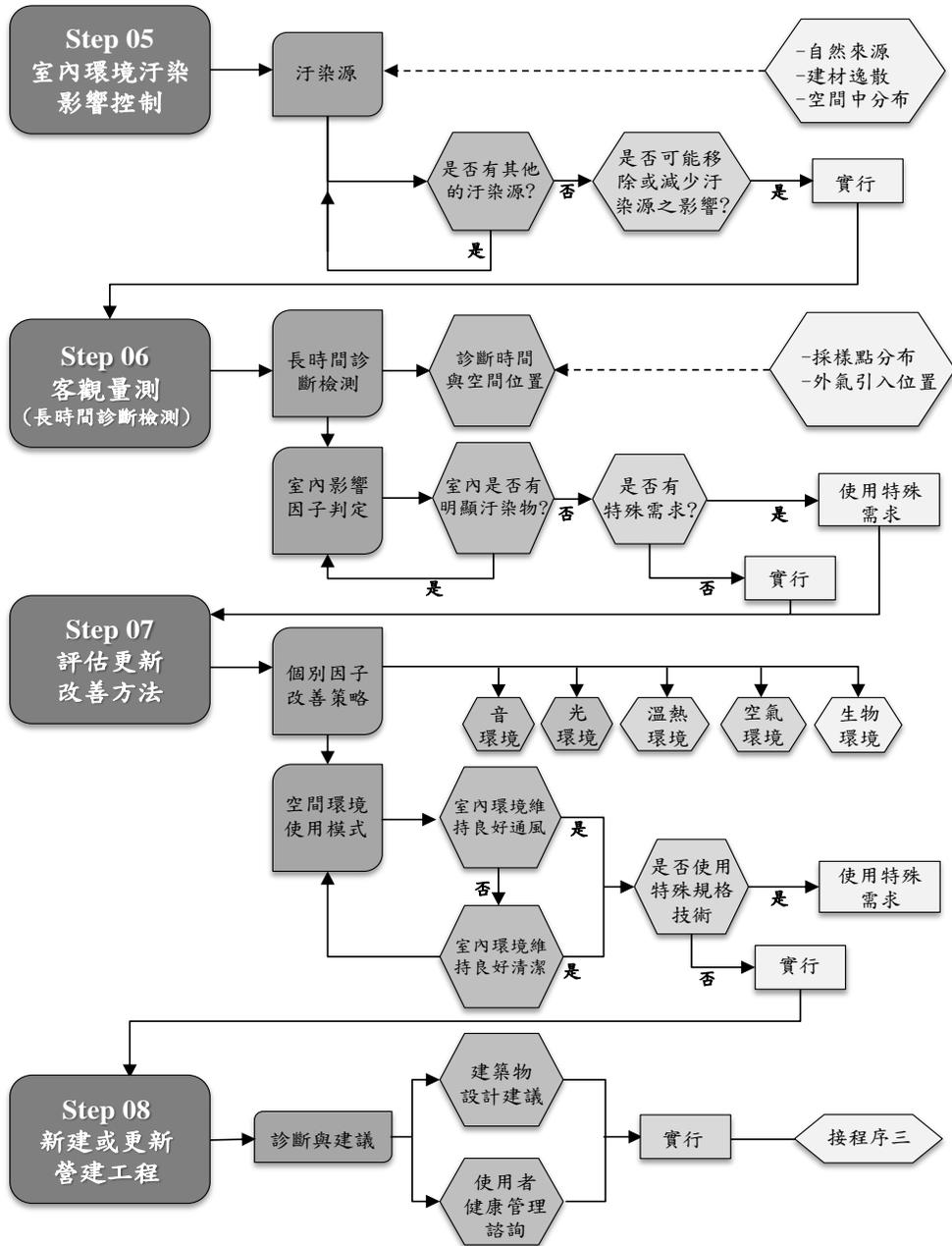


圖 3-22 證制度流程程序二

表 3-9 健康室內環境品質驗證制度檢核表-程序二

程序二	
Step 05 室內環境汙染影響控制	
■ 移除或減少污染源之可能性	
建築物噪音側的開窗面積，是否盡量減少	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內裝潢是否採取簡樸設計，沒有過度裝修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內裝設臭氧清淨機	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
定期清潔建築物內部空間 (ex. 塵埃、塵蟎)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 多久_____一次
■ 透過使用行為減少污染源之可能性	
是否採用適當的清潔用品	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
是否不正確地使用殺蟲劑	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
間隔、擴散器被膠布貼封或被文件夾、紙張、書本或文件櫃阻擋	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
空調系統定期維修	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
Step 06 客觀量測 (長時間診斷檢測)	
■ 室內環境影響因子判定	
天花板或牆面或家具是否有明顯之黴菌滋生	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 具有_____情形發生
空調設備是否具有引入新鮮外氣之設計	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
檢查是否有熱坡度的迹象。地板至天花的溫度不應相差超過 3°C?	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

■ 診斷實測計畫擬定	
測試空間位置	_____
採樣點	_____
外氣引入位置	_____
診斷採樣時間	_____
Step 07 評估更新改善方法	
■ 個別因子性能技術需求	
室內 CO ₂ 濃度改善策略	
室內 CO 濃度改善策略	
室內粉塵量濃度改善策略	
室內甲醛等其他揮發性物質減量	
■ 環境影響因子改善技術	
室內空氣環境： 增加室內通風，CO ₂ 、CO 減量	
室內音環境： RC、鋼構複合樓版之厚度使用大於 12cm 者或樓版空氣層厚度大於 30cm，增加樓板隔音性能	
室內光環境： 使用南北向自然採光或使用高效率光源燈具	
室內溫熱環境： 窗戶、落地窗等開口部內側裝設隔熱窗簾，廚房或衛浴空間設除濕通風設備	
室內生物環境： 定期清掃居家建築牆壁、天花板、地板、空調設施等，避免霉斑與細菌生長	

■ 空間環境使用模式	
室內環境維持開窗、自然通風	
空調設備定期檢查清潔，阻止黴菌滋生	
廁所設立獨立排風系統	
■ 特殊規格技術	

程序三

【Step 09】新建或更新後客觀量測（長時間診斷檢測）

- 1.原始建物病症及病源檢測
- 2.空間性能診斷
- 3.其他

【Step 10】使用端影響記錄

- 1.人員生理及心理狀態
- 2.使用模式記錄

【Step 11】預期目標評估

- 1.環境因子評估
- 2.環境構成評估

【Step 12】後續追蹤紀錄

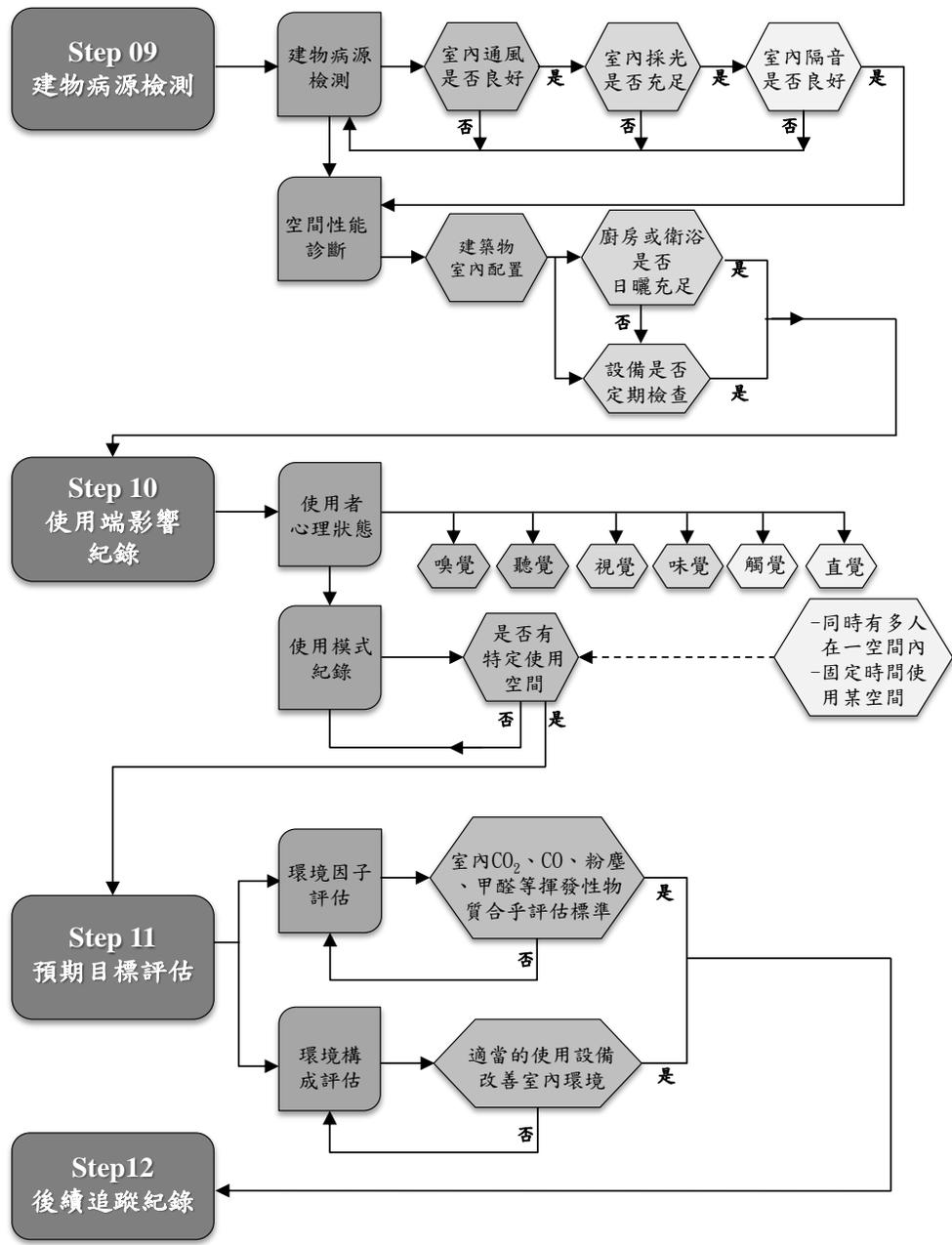


圖 3-23 證制度流程程序三

表 3-10 健康室內環境品質驗證制度檢核表-程序三

程序三	
Step 09 新建或更新後客觀量測（長時間診斷檢測）	
■ 原始建物病症及病源檢測	
開窗面積與樓地板面積的比值是否大於 1/20，有利於自然通風	
機械通風之空調設備是否具有引入新鮮外氣之設計	
室外通風口是否被堵塞，導致通風不良	
地坪是否採用地毯等多孔質材料或木板等版狀材料裝修，以增加建築吸音性能	
窗戶是否符合氣密性 2 等級且玻璃厚度大於 5mm 或符合氣密性 8 等級之雙層窗，以增強外牆開口部隔音性能	
窗戶面積與樓地板面積比例是否大於 1/8，以利自然採光	
燈具是否採用漫射透光材料、增加燈具保護角等，防眩光處理	
鋪面是否為草坪、透水鋪面等低輻射熱材質	
建築開口部外側是否有遮陽裝置，減少日照量	
冷卻水塔、濾網、集水盤、風管等空調設備是否定期清潔，避免黴菌滋生	
■ 空間性能診斷	
浴室設計是否採用乾濕分離設計	
廚房或衛浴空間在平面配置上，是否配置在日曬充足的東向或西向方位	
廚房或衛浴空間在平面配置上，是否遠離客廳或臥室等長時間使用的空	

間	
盆栽放置位置，是否放置在通風良好、光線充足的地方	
Step 10 使用端影響紀錄	
■ 人員生理及心理狀態	
嗅覺部分：處於空間中是否會感覺到不適	<input type="checkbox"/> 胸悶 <input type="checkbox"/> 咳嗽、喉嚨乾癢 <input type="checkbox"/> 打噴嚏 <input type="checkbox"/> 鼻塞 <input type="checkbox"/> 無特別感覺
聽覺部分：處於空間中是否會感覺到不適	<input type="checkbox"/> 耳鳴 <input type="checkbox"/> 耳痛 <input type="checkbox"/> 聽力下降 <input type="checkbox"/> 無特別感覺
視覺部分：處於空間中是否會感覺到不適	<input type="checkbox"/> 流淚 <input type="checkbox"/> 結膜紅腫 <input type="checkbox"/> 眼睛乾癢 <input type="checkbox"/> 眼睛痠痛 <input type="checkbox"/> 無特別感覺
觸覺部分：處於空間中是否會感覺到不適	<input type="checkbox"/> 皮膚乾癢 <input type="checkbox"/> 悶熱 <input type="checkbox"/> 潮濕 <input type="checkbox"/> 無特別感覺
味覺部分：處於空間中是否會感覺到不適	<input type="checkbox"/> 食慾不振 <input type="checkbox"/> 消化不良 <input type="checkbox"/> 噁心嘔吐 <input type="checkbox"/> 無特別感覺
直覺部分：處於空間中是否會感覺到不適	<input type="checkbox"/> 頭痛 <input type="checkbox"/> 精神緊張 <input type="checkbox"/> 情緒焦躁 <input type="checkbox"/> 精神渙散 <input type="checkbox"/> 無特別感覺
■ 使用模式紀錄	
是否會長時間待在特定空間	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 _____空間
室內是否有異味、骯髒或衛生欠佳（例如滿佈塵埃）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
室內人員過多以至於室內空間過於擠迫	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

Step 11 預期目標評估	
■ 環境因子評估	
建築物內部 CO ₂ 、CO、粉塵、甲醛等揮發性物質合乎評估標準	
建築物內部吸音與隔音性能符合評估標準	
建築物室內照明與自然採光符合評估標準	
建築物室內溫度與濕度維持在標準範圍內	
■ 環境構成評估	
適當使用室內通風換氣設備	
適當使用室內空調設備	
適當使用室內照明設備與自然採光	
適當使用室內隔音設備	
Step 12 後續追蹤紀錄	

第四章 室內環境品質改善技術

室內環境品質改善自推行以來改善了許多案例，在改善技術方面，依據各類環境評估因子音環境、光環境、溫熱環境、空氣環境等在改善技術上進行統整。其詳細改善技術將於 4-1 進行敘述。

改善案例分布之地理位置從台灣北部、中部、南部到東部皆有，所在的地點之緯度皆不同，呈現台灣多種氣候型態下的室內環境改造示範。目前關於健康室內環境方面之產業設備之研發仍持續進行；目前即藉由本手冊之改善經驗，驗證其最適當之設計方式，以提供未來產、官、學界規劃之參考。

4-1 各項室內環境品質評估因子改善技術

■ 音環境

室內音環境改善是利用噪音控制之方法以提升室內音環境品質，一般可運用建築音響材料達到室內音環境品質之提升，常見之材料可分為吸音、隔音及防振材料，普遍用於住宅之壁體、樓板或天花板等構造上。

為建立良好之室內健康音環境，隔音計劃為優先考量項目，其中包含了防音材料及吸音材料之應用。隔音材料應用之目的即隔離背景噪音之干擾，並防止聲音外漏影響鄰近之住宅；吸音材料應用上，是以室內音響迴響時間的調整與減低噪音量為目的。

A. 防音材料應用

牆板之隔音性能改善

一般建築物之外牆及內牆大多為 RC 混凝土之構造，對噪音之隔絕已有充分之隔音性能。為求牆壁之隔音性能，應注重於材料之質量法則，即面密度越大，隔音值越高。一般常見於單層牆與多層牆之應用，均質單層牆的隔音性能，取決於材料之面密度

而定，這類之牆壁是依質量法則之曲線來決定。牆壁之面密度每增加一倍其隔音量可增加 6dB。

除了將牆板之厚度或重量增加兩、三倍，得到較佳之隔音性能外，也可考慮以多層牆來提高隔音性能。多層牆係由不同材料及空氣層所組成，在應用上需考量材料與空氣層之厚度，可於中空層增加其吸音力，如於中空層加設一整塊或補釘之吸音毯。在多層牆結構部份，應採用交錯之間柱以避免音橋現象之發生。

開口部構造之隔音

建築物開口部著重於門板及窗戶構造之隔音性能，一般而言，玻璃門，鋁窗等，門窗上框溝與開口周圍都會有縫隙，噪音會從此部份產生透音現象，一般常見於門窗框內使用橡皮帶或是木框以便密觸側門，減少縫隙透音之現象。

窗戶之隔音性能，以氣密型或二重窗為較佳之選擇，氣密型窗其構造須高防漏音，並於玻璃接合處加橡膠皮或填縫材，透過損失值約有 25~30 dB。一般而言，玻璃厚度越大，其隔音效果越佳。二重窗之構造空氣層達 20 cm 以上時，500 Hz 之透過損失值約為 40 dB。

樓板構造之隔音性能改善計畫

一般樓板構造之隔音計畫可區分為天花板隔音與樓板隔音，建築物室內天花板大多因隔間牆未能封到樓板底，或因有配管貫穿而未加縫隙，產生聲音由鄰室侵入房間內。因此天花板之改善計畫應注重於防止側路傳播之現象。一般隔間牆之天花板內存有空氣音，可於天花板內加遮音板以防止漏音現象，或加裝石膏板、岩棉吸音材，增加天花板之吸音。

建築物構造垂直之牆體隔音性能注重於隔絕空氣音之傳播，樓板隔音性能除隔絕空氣音外，主要目的為減小衝擊音之傳遞。樓板隔音性能注重於減低振動源的振動量與減少振動源能量的傳遞。

一般而言，室內音環境中，室內活動行為所產生的固體音稱為樓板衝擊音，並區分成兩種類型，分別為輕量衝擊源及重量衝擊源，輕量衝擊源類似穿高跟鞋走路的聲音，而重量衝擊源則類似小孩在屋內蹦跳的低頻音。輕量衝擊源加設地毯等緩衝材料能有效改善；重量衝擊源，則必須加強樓板的剛性。樓板加設緩衝材料其意義與加設防振材料相同，而加強樓板剛性如增加板厚、增加小樑支數，可有效減少重量衝擊源的能量傳遞。

B. 吸音材料應用

吸音材料可依構造分為三大類，一為多孔質型吸音材，材料特性在低頻吸音係數較小，中高頻處吸音係數較大；二為板膜振動型吸音材，材料特性為低音頻可提供較大之吸音係數，高頻部份需與多孔質材料合用才有效果；三為共鳴型吸音材料，低音頻處類似板膜振動型，高音頻處類似多孔質材料。

相同之材料，由於厚薄，性能各異。一般常見之吸音材料為玻璃棉與布類，特性為越厚低音域之吸音性能越佳。

材料的背後構造

材料背後之空氣層可有效提高材料之吸音能力，例如將三夾板密接在水泥牆壁時，吸音係數很小，若將在背後以木框墊出空氣層，可提高低音域之吸音性能。

表面加工

吸音材料在建築的完成後無法配合室內裝修時，就要做上漆或貼紙貼布等表面加工處理。如像多孔質材料表面的固定材開口率太小，則其吸音率會降低。

頻率

吸音率會因聲音的頻率而異，如某頻率需要某種吸音特性之吸音構造，可同時組合不同幾種的材料應用。



1. 採用音反射板，反射演講者的聲音至後排。
2. 利用雙層窗隔絕外部噪音。
3. 利用開孔天花板材吸音，減少中高频音的干擾。
4. 以懸掛的吸音筒減少反射音，主要針對中高频。



5. 以開孔材作壁面裝修。
6. 室內空調機覆以消音箱。
7. 對噪音源頭旁設隔音板，做源頭控制。

■ 光環境

作業面照度會影響人體視覺對外界環境的辨識力，而光源色溫度也能決定照明環境之氛圍，所以在進行改善工程時，除了同時有省能的考量外，尚需營造舒適健康的光環境品質，使此光環境操作能同時兼顧「功能」、「效率」、「氣氛」與「節能」四個大方向。即整體空間和閱讀亮度需充足，能配合空間使用強度配置開關迴路，調節空間的使用氣氛，以及配合效率應用達到能源節省目標。

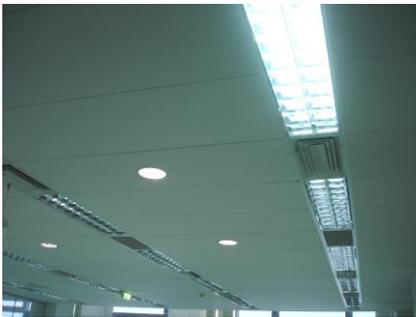
A. 高效能燈具之選用

為符合各種機能場所的照度需求，又避免對於能源之浪費，建議依據不同場所的差異性，調整其燈具及照明方式。

➤ 採均齊式照明模式

➤ 重點區域照明模式

配合設計使用高效率電子式安定器並附有防眩光設計之燈具，設計要求為平均照度 500Lux 以上，以改善現況照度嚴重不足情形。



(1) 重點區域照明



(2) 均齊式照明

B. 照明迴路控制系統

因應燈具數量之增加，並配合不同使用模式的調整，建議照明設備開關迴路系統亦一併加以重整，電力負載同步昇級，以符合電力安全之相關規定。

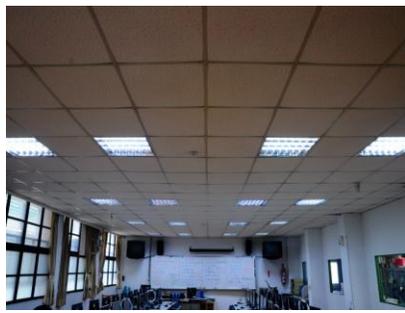


圖 4-1 不同燈光效果及開關迴路控制

■ 溫熱環境

由於既設空調系統較為老舊，效率較低，無法有效進行移除室內熱量以降低室溫，改善策略上除針對既有空調系統進行更新修護之外，也可增對其是建築環境提出自然誘導式通風的可能性。

A. 誘導式通風設計

藉由自然通風設計增加室內空間氣流流通，利用導風板設置並以下對上之貫流模式予以設計，間接提高室內空氣品質之提升；而在屋頂層部分則以誘導式通風設計改善室內蓄熱而產生之悶熱情況，以改善室內空間空氣不流通及悶熱情形。

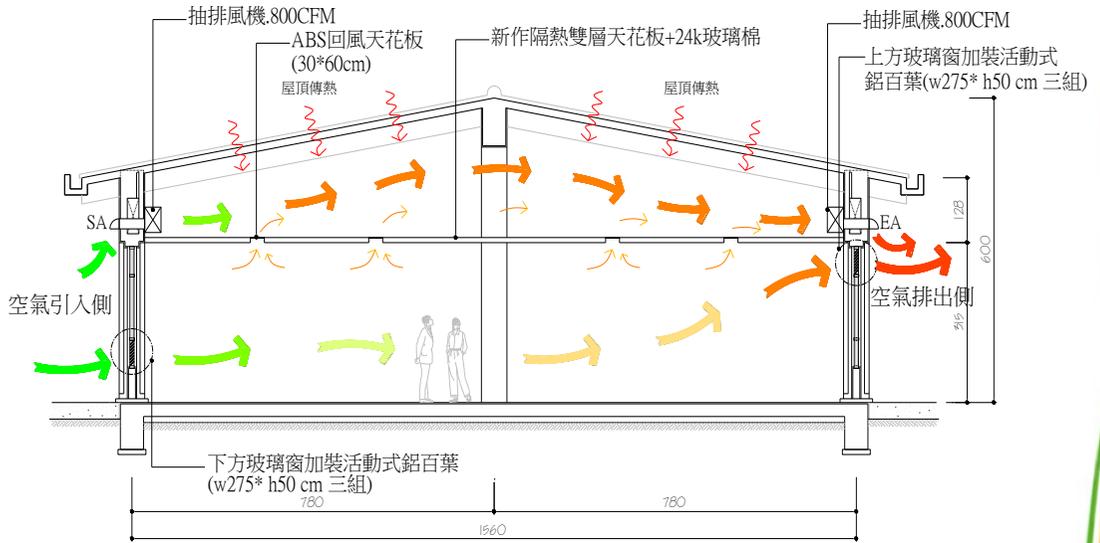


圖 4-2 誘導式自然通風設計示意圖與水平導風板通風設計之設置

B. 新增空調設備

建議在無法使用自然通風狀態的情況之下，再新增空調設備，在既有空調系統熱量移除效能不佳，室內溫度、相對濕度及氣流無法調控，使室內溫度偏高且污染物濃度有累積偏高之疑慮，經由新增空調設備並改善室內空調系統性能，並且裝設外氣引入與廢氣排出的裝置，以維持健康舒適之室內溫熱環境。



圖 4-3 新增空調設備現況照片

■ 空氣環境

根據初步的診斷與分析得知，在現況空氣品質方面，相關空氣污染物值皆存有超出健康舒適基準的風險的情況下，便需針對空氣環境部分予以改善。針對現況原有之通風設備加以評估檢討，運用即時置換室內空氣功能的方式，以維持良好的空氣品質。

A. PUSH-PULL 換氣系統

台灣地區部分空間目前雖設有外氣引進系統，但因風管配置位置及抽排氣設備不足，所以無法在第一時間將污染源即時排出。為提高室內空氣品質，避免廢氣長時間累積在環境中，建議於污染源發生處，加裝箱型抽送風機並配置獨立風管，將廢氣導出至連接戶外，並在遠離出風口處加設新鮮空氣導入口搭配箱型抽排風機與高效率濾網，以上述一進一出之 PUSH-PULL 換氣系統，提高廢氣排出與新鮮空氣引入之運作效率。

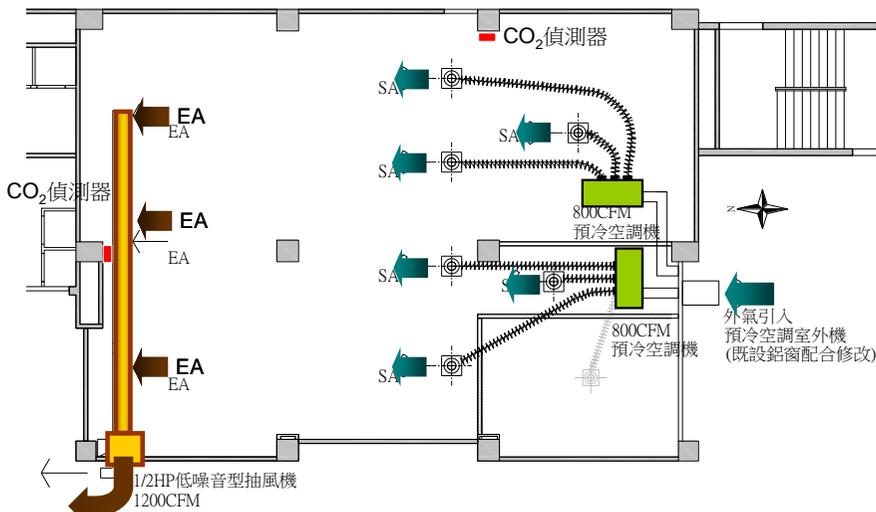


圖 4-4 PUSH-PULL 換氣系統設計平面示意圖



(1) 外氣引入位置



(2) 換氣系統控制

圖 4-5 外氣引入與廢氣排出設置位置圖

B. 污染物濃度即時反應系統

考量室內環境品質之健康標準，裝置 2 組 CO₂ 濃度自動感應器，CO₂ 濃度值可即時由螢幕顯示，判斷當時之濃度值是否超過健康基準值 1000ppm。根據現場使用狀況評估，CO₂ 濃度自動感應器應裝設於污染物濃度較高之所在，如回風口處，達到最佳之警示效益。

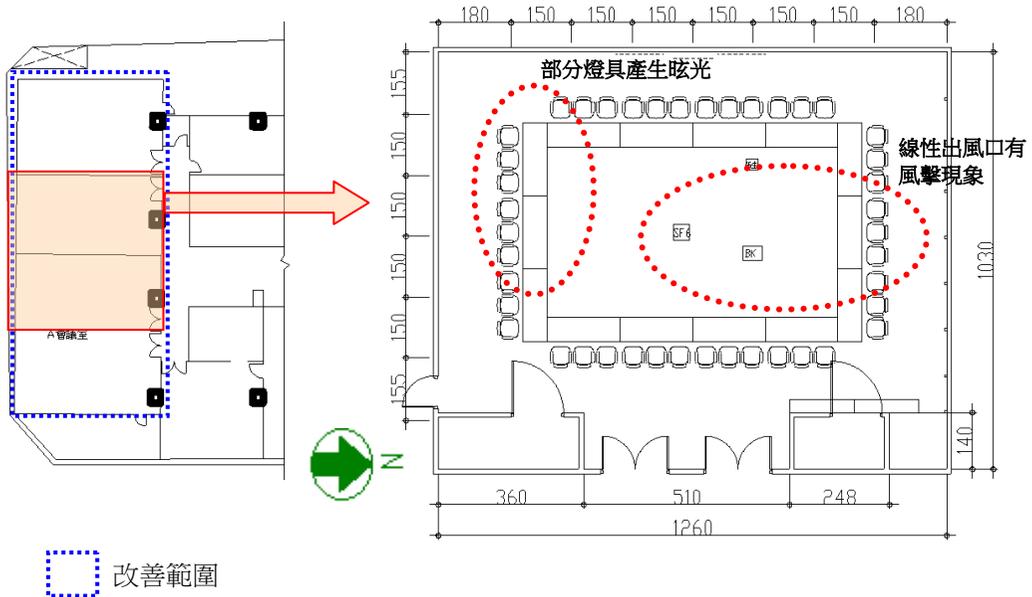


圖 4-6 二氧化碳偵測器及新鮮外氣送風口

4-2 室內環境品質改善案例

■ 案例 1. 會議室

改善前：



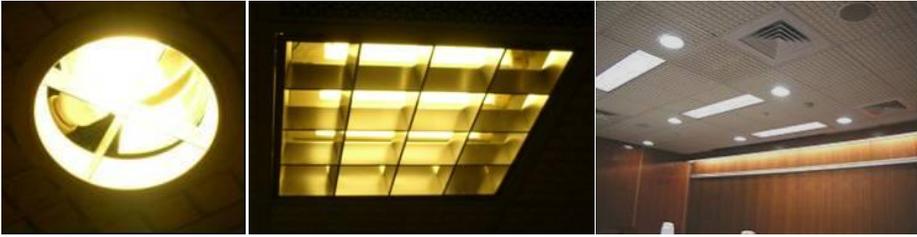
改善前問題：

空氣環境：改善前實測值，換氣量 1.63 ACH、CO₂ 濃度 550ppm、
甲醛濃度 由 0.08 ppm。CO₂ 濃度為安全標準，但換
氣量略嫌不足。出風口風擊效應使人體感受不適。

光環境：因為部分裝潢的間接照明，使得室內均勻度低於 1/3，
造成眩光。照度無法依不同使用方式切換，且牆面輝
度值過高。

溫熱環境：出風口風擊效應使人體感受不適。

改善後：



(1) 燈具增設防眩光隔柵出風口以及燈具位置，按照使用狀況新規劃



(2) 增設外氣引入系統



(3) 燈具開關迴路控制，使燈具使用彈性化

改善成果：

空氣環境：設外氣引入系統，使換氣率增加 2.44 ACH、CO₂ 濃度降至 360 ppm、甲醛濃度降至 0.02 ppm。出風口風擊效應使人體感受不適。

光環境：部分間接照明，室內均齊度照明均齊度提升至 5/8；燈具全面裝設防眩格柵，減低眩光困擾。並依據使用方式重新配置燈具位置和控制模式，符合使用需求。

溫熱環境：動部份線性出風口位置，降低風擊感。

■ 案例 2. 辦公空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：室內空氣無法與戶外對流，換氣效率明顯不足（人事室 2.67 ACH 企劃組 11.4 ACH），甲醛高於健康基準值 0.1 ppm（人事室 0.197 ppm 企劃組 0.15 ppm）。

溫熱環境：中央空調風管分配不佳，造成區域冷熱不均；通風路徑不佳，熱氣不易散出，造成室內熱環境不舒適。量測空間室內溫度實測值皆超過健康基準值。

改善後：



(1) 溫熱環境改善工程及改善後現況 (2) 新鮮外氣送風口



(3)、(4) 外氣引入與廢氣排出設置位置

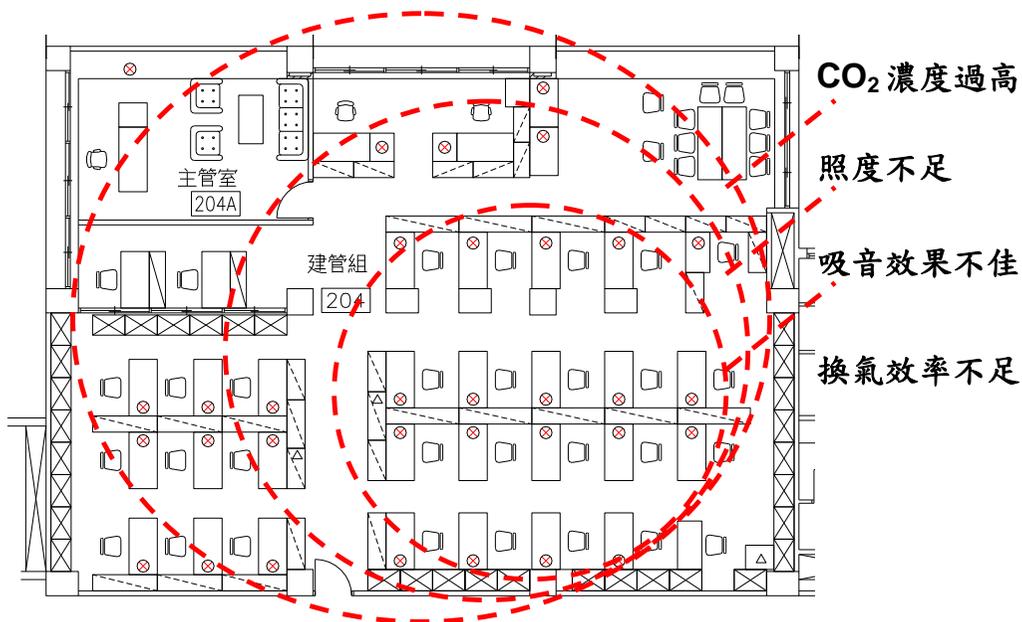
改善成果：

空氣環境：新設外氣引入/廢棄排出裝置，提升換氣效率。改善後測值，(人事室 4.79ACH、企劃組 22.75ACH)，符合 Mass Balance 換算基準。甲醛濃度也降至標準值以內 (人事室 0.033ppm、企劃組 0.031ppm)。

溫熱環境：重新規劃室內空調風管配置，新增空調設備，使室內出風平均。改善後室內測值，人事室 25 °C、企劃組 24.8 °C，皆屬舒適基準值內。

■ 案例 3. 辦公空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：空間人員密度高，且空氣對流不佳，CO₂ 濃度 1564.8 ppm，超過健康標準，而一方面換氣量也不足（僅 3 ACH），使 CO₂ 容易累積。

光環境：作業面照度不足，燈具老舊，照明效率不佳。

音環境：室內裝修吸音效果不佳，以致辦外交談及作業時所產生的噪音，易對人生心理產生影響。

改善後：



(1) 新增之吸音性天花板



(2) 燈具防眩光處理



(3)、(4) 建管組外氣引入與廢氣排出設置位置

改善成果：

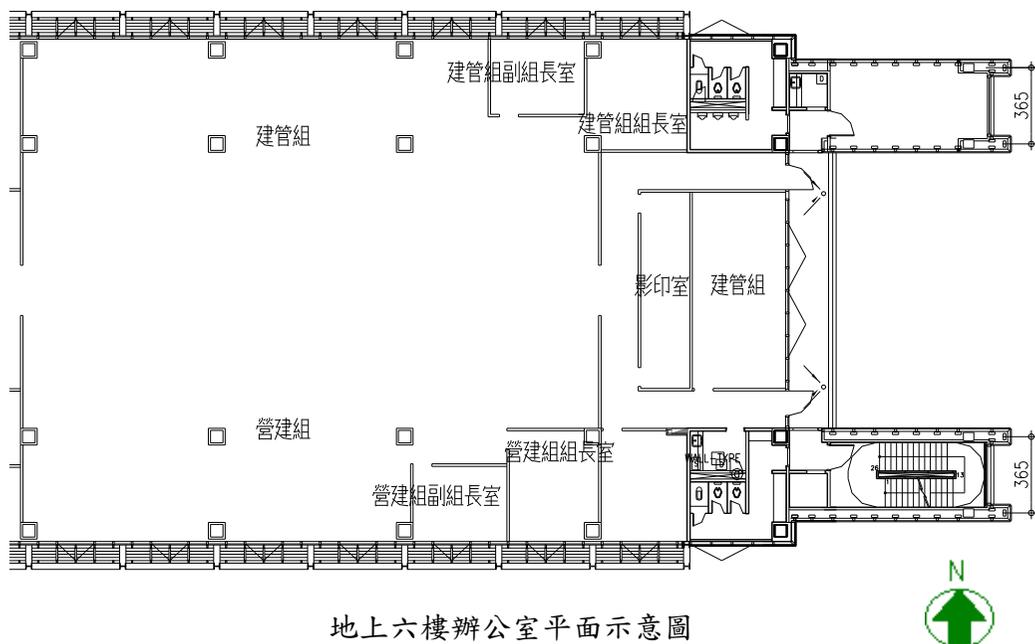
空氣環境：增設外氣引入系統，有效移除室內累積的污染物。改善後 CO_2 濃度降至 603 ppm，換氣量 25.06 ACH，符合基準需求。

光環境：依使用狀況重新配置燈具位置，並將老舊的燈具更新，以適當色溫和高效率為考量，並全部增設防眩處理。全空間照明由區域照明系統控制，可按照使用需求做適當調整。

音環境：增設吸音天花板，降低反射音強度，改善後測值約維持 55.56 dB(A)。

■ 案例 4. 辦公空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：換氣量雖達基準值以上，經 Mass Balance 所推算，辦公室人數達 70 人時，於 90 分鐘左右，二氧化碳濃度值將超過健康基準值 1000 ppm。

溫熱環境：辦公空間換氣效率不足，僅 68.19 ACH，導致部份空間冷熱不均。

音環境：影印室室內裝修吸音效果不佳、辦公室實測值尚屬健康範圍內。

光環境：照度分佈未達理想範圍。平均作業面照度不足，影響照明效率，照明品質及效率明顯偏低。

改善後：



(1) 新增之天花板及吸音筒



(2) 新增之吸音壁板



(3) 改善後光環境現況



(4) 外氣引入及抽風機排風設置

改善成果：

空氣環境：增設兩組預冷式空調箱，搭配兩組箱型抽風機配置獨立風管，有效移除室內污染物至戶外。改善後換氣率達 83.82 ACH。

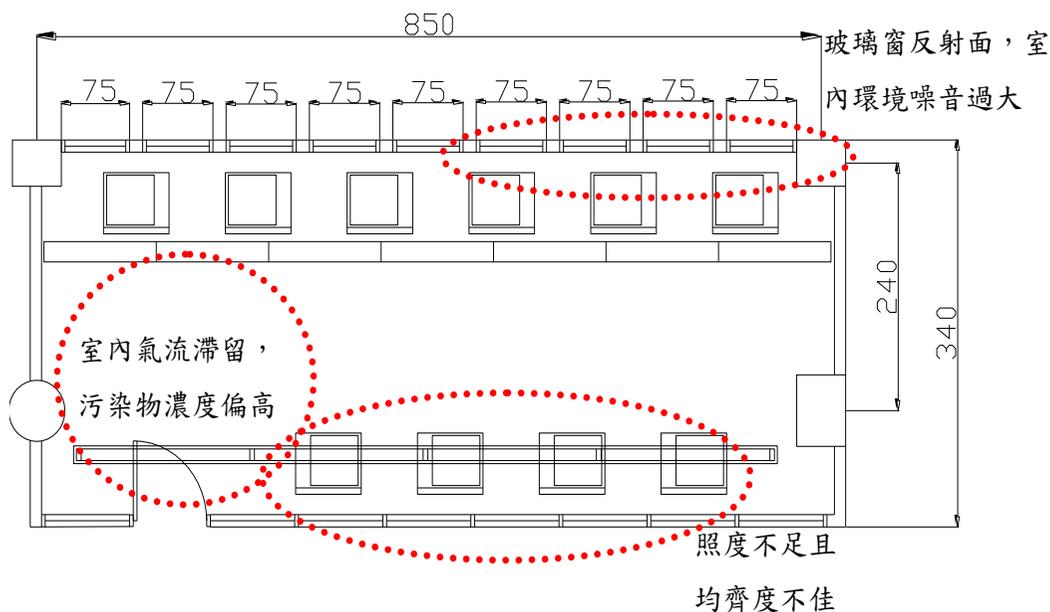
溫熱環境：由新設的空調箱，加強大空間整體的空調性能。

音環境：於影印室天花板懸掛吸音筒，減低事務噪音干擾；辦公空間牆面則裝置吸音版材，多方向吸收瞬間噪音，改善後實測值影印室 53.5 dB(A)。

光環境：採用高效率低發熱量燈具，配合防眩的 PCL26W 崁燈，做適當的局部照明。改善後辦公空間平均照度值為 527.8 (lux)。

■ 案例 5. 影印空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：現有空調送風量不足，換氣量 3.7 ACH，未達依 Mass Balance 換算基準，CO₂ 濃度 845 ppm(無人使用時)，相當接近基準值 (1000 ppm)。

音環境：平均噪音量超過健康基準值，應適當規劃吸音設計以減低環境噪音對使用者之心理及生理影響。

光環境：空間現況局部區域照度不足且均齊度分布不佳，應依使用人員需求進行改善。

改善後：



(1) 影印機側裝設吸音隔板



(2) 影印室內裝設吸音筒



(3) 裝設防眩嵌燈，加強背景照明



(4) 新增外氣引入廢氣排出系統

改善成果：

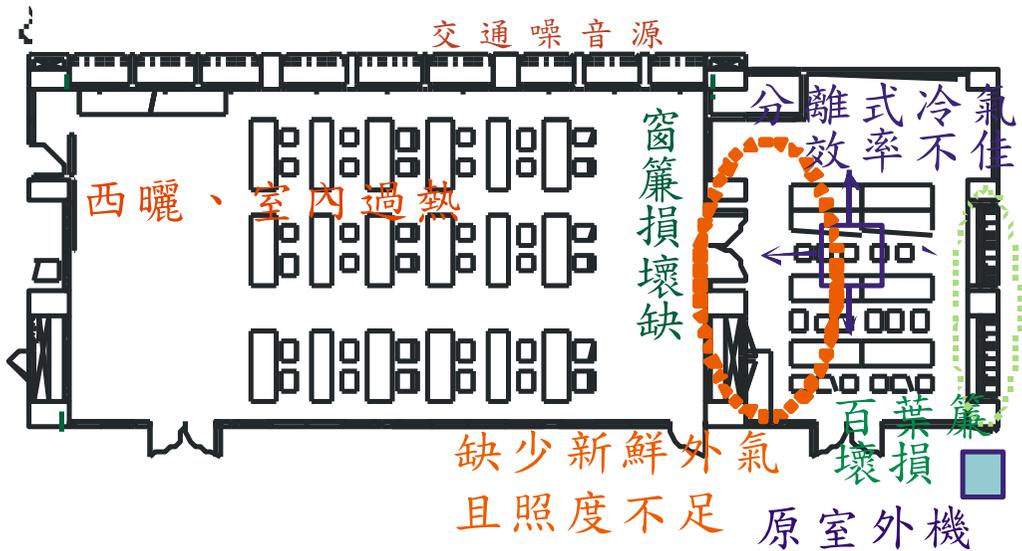
空氣環境：設置外氣引入/廢棄牌出口，並於影印機排後側地板設置抽風口，直接由源頭排除污染物質。改善後換氣量達 9.66 ACH，CO₂ 濃度降至 763 ppm，有足夠空間提供短時使用。

音環境：於影印機側面加設吸音版，有效減低背景噪音至 54.2 dB(A)。

光環境：加裝部分燈具，加強背景照明。改善後室內照度值，1F 359 (lux)、2F 418 (lux)；並於原本燈具加做防眩處理。

■ 案例 6. 研究討論室

改善前：



改善前問題：

空氣環境：缺少新鮮外氣，換氣量僅 1.19ACH，

溫熱環境：日間使用時均溫約 34°C，超過室內舒適建議值 28°C。

光環境：使用面照度不足，低於教室空間建議值 500 (lux)。

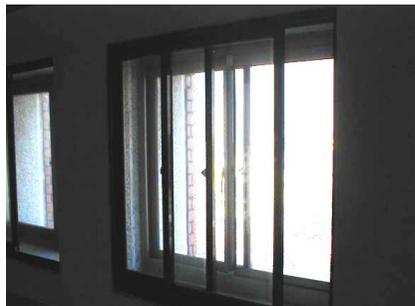
音環境：使用時間值為平均 65.2 dB(A)，超過室內基準值 58 dB(A)。

另外，在設備方面，研究室東側窗戶的百葉簾壞損過多；及空調室外機距離室內空間過近，易造成噪音干擾的問題。而在大會議室的西側窗，下午時段常有西曬影響靠窗位置使用者的情形，並也使室內溫度上升，影響溫熱舒適度；而因其鄰近鐵路，也容易受到外環境噪音的影響，干擾室內上課或討論的進行。

改善後：



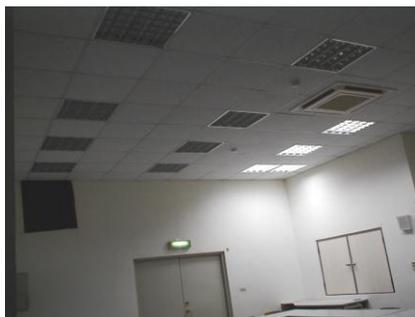
(1) 講台天花音反射設計



(2) 雙層窗設計



(3) 加裝外氣引入和廢氣排出系統



(4) 加裝適當的照明

改善成果：

空氣環境：裝設外氣引入/廢氣排出系統，換氣量增加 0.41ACH。

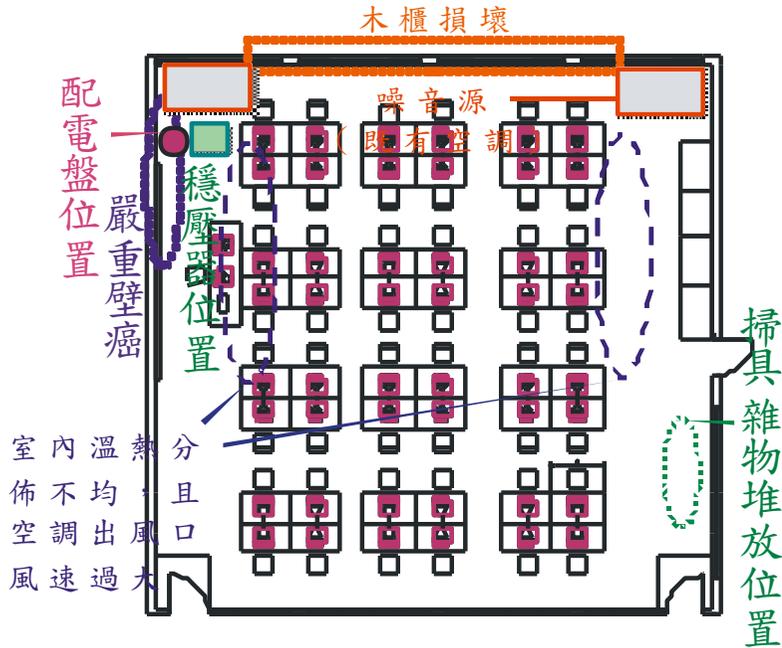
溫熱環境：改換空調主機，並整理管線系統增加冷房效率。日間使用時均溫降至 25.4℃。

光環境：改換部分老舊燈具，在照度不足的部分加裝新的照明。使用面照度提升至 537 (lux)。

音環境：使用雙層窗隔音下，使用時間平均值為 50.7 dB(A)。

■ 案例 7. 電腦教室

改善前：



改善前問題：

空氣環境：換氣量僅 0.31ACH，嚴重不足。

溫熱環境：空調對室內的冷房不均，空調開啟時對室內造成風擊現象。

音環境：使用時段平均值近 80dB(A)，部分來自於空調設備運轉噪音。

主要因為空調機放至於室內，於使用時容易造成過大的噪音干擾，又出風口配置不佳，導致空調對室內的冷房不均。且出風口直對使用者吹送，也導致了高風擊不滿意度，影響使用者的舒適度。而配電盤及穩壓器直接暴露於室內空間，導致電/磁場過高，有影響健康的可能。

改善後：



(1) 增設外氣引入管線，增加室內新鮮外氣



(2) 增設空調箱外部隔音櫃



(3) 天花板空調出風口更新



(4) 空調機周圍加裝隔音體

改善成果：

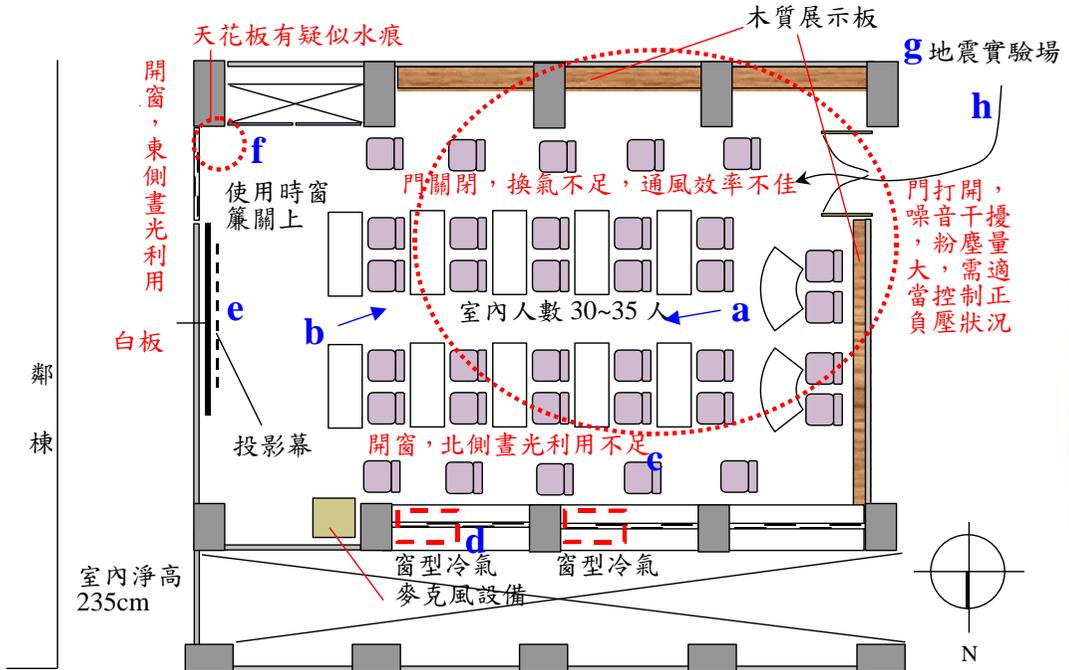
空氣環境：增加 0.48ACH 的通風量。

溫熱環境：室內風速也低於 0.35 m/s 以下，降低風擊現象產生

音環境：噪音值在空調開啟時低於 55 dB(A)。

■ 案例 8. 教學空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：善前實測值為 CO_2 濃度 860 ppm(無人使用狀態)，於人員使用期間 CO_2 濃度很可能超過基準值 1000 ppm，窗型冷氣造成室內出風不均、冷熱不均的現象。

溫熱環境：內平均溫度約 29.6°C ，已超過溫熱舒適範圍。

光環境：業面照度足夠，但照明均齊度 $< 1/3$ ，且白板容易產生眩光。

音環境：打開時有嚴重噪音干擾，室內噪音測值為 69.4 dB(A)。

生物環境：菌濃度約為建議值 (1000CFU) 的 2.5 倍。

改善後：



(1) 防塵防眩光窗簾



(2) 外氣引入風扇處設置吸音材



(3) 加裝奈米光觸媒殺菌裝置



(4) 管道間使用氣密窗隔音

改善成果：

空氣環境：善後實測值為 CO_2 濃度 750 ppm（正常使用狀態），改由天花板出風的方式，改善原本溫度不均，出風不均的現象。

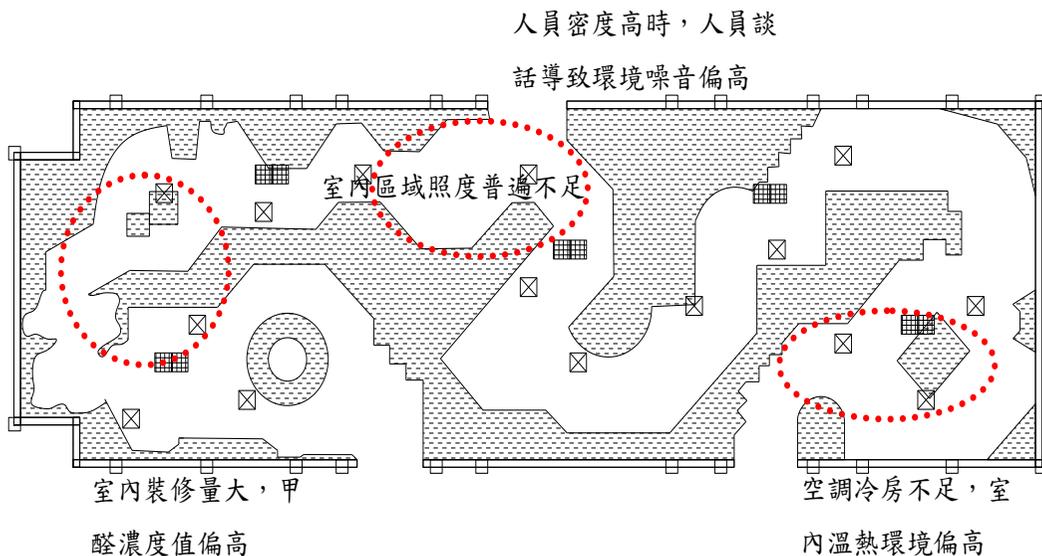
溫熱環境：內平均溫度皆在 23-28 °C 舒適範圍。

光環境：動部份燈具，使位置照明均齊度達 1/3 以上，白板往壁面方向退縮，減低眩光的干擾。

生物環境：經由安裝過濾裝置後，細菌濃度明顯降低。

■ 案例 9. 展示空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：室內空氣無法與戶外對流，現有空調設備送風量不足（換氣量僅 0.67 ACH），甲醛濃度（0.2 ppm）在量測時段內皆高於基準值，CO₂ 濃度 493 ppm。

光環境：室內背景照度不足，平均照度僅 54.9 (lux)。

音環境：背景噪音達基準值邊緣，測值為 57.8 dB(A)；瞬間噪音值高達 61.5dB(A)，足以影響參觀。

溫熱環境：建築外殼隔熱性能不佳，室內空氣無法與戶外對流，使得平均室溫達 28.2 °C，風速 0.06 m/s 也容易造成風擊。

改善後：



(1) 上照式壁燈改善全區照明



(2) 裝設遮光布幕，避免引起眩光



(3) 裝設吸音筒增強吸音力



(4) 增設分離式和空調箱及抽風機

改善成果：

空氣環境：增設抽風機，以機械式強迫室內和戶外空氣流通，改善後換氣量達 2.53 ACH，甲醛濃度也降至 0.05 ppm，屬健康範圍。

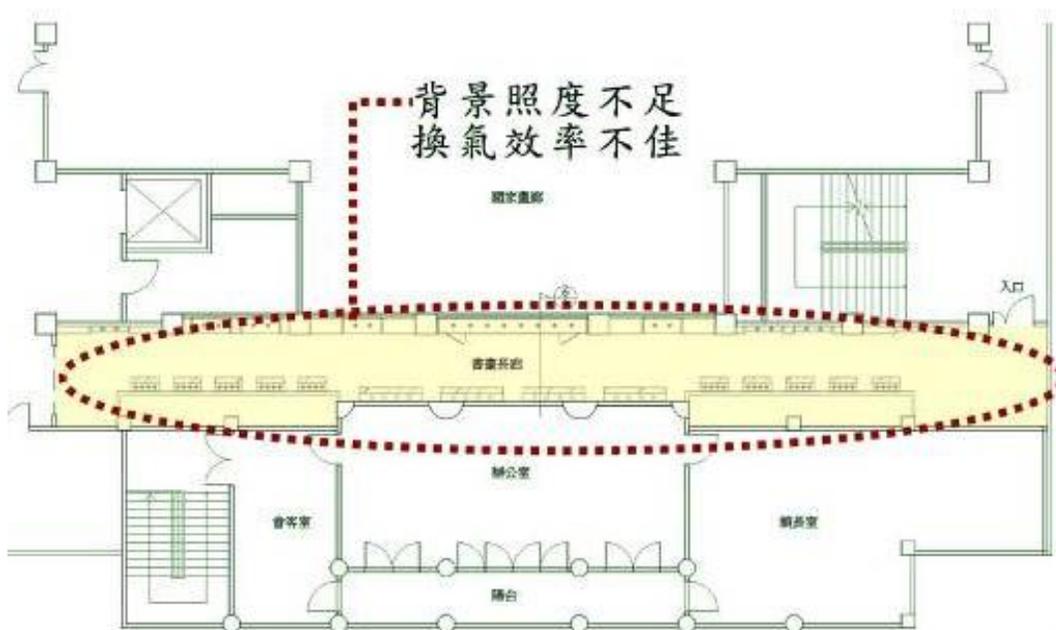
光環境：加裝 HQI 上照式壁燈、IRC 冷光燈，加強室內背景照明，改善後室內平均照度達 328 (lux)，符合該空間使用的需求。

音環境：於天花板裝設 44 支吸音筒，有效減低室內噪音至 46.9 dB(A)。

溫熱環境：增設分離式空調箱，加強室內冷房效能，使平均室溫可控制在 25.03 °C 左右；減少了風擊的產生。

■ 案例 10. 展示空間

改善前：



改善前問題：

空氣環境：改善前實測值為換氣量 2.62 ACH、CO₂ 濃度 700 ppm。

換氣量明顯不足且 CO₂ 濃度於未使用時即已接近基準值 1000 ppm。

光環境：平均照度僅 38 (lux)，雖為展覽場地，但過低照度將導致觀覽困難。照明展示物所用投射燈產生直接眩光與反射眩光。

溫熱環境：室內風速 0.05 m/s，造成部分風擊不舒適感。

改善後：



(1) 展示櫃換裝 IRC 防眩冷光燈



(2) 設軌道投燈，加強背景照明



(3) 更換開孔石膏板，增加吸音力



(4) 新增外氣引入廢氣排出系統

改善成果：

空氣環境：增設外氣引入系統，使改善後實測值為換氣量 4.25 ACH、CO₂濃度 506 ppm。

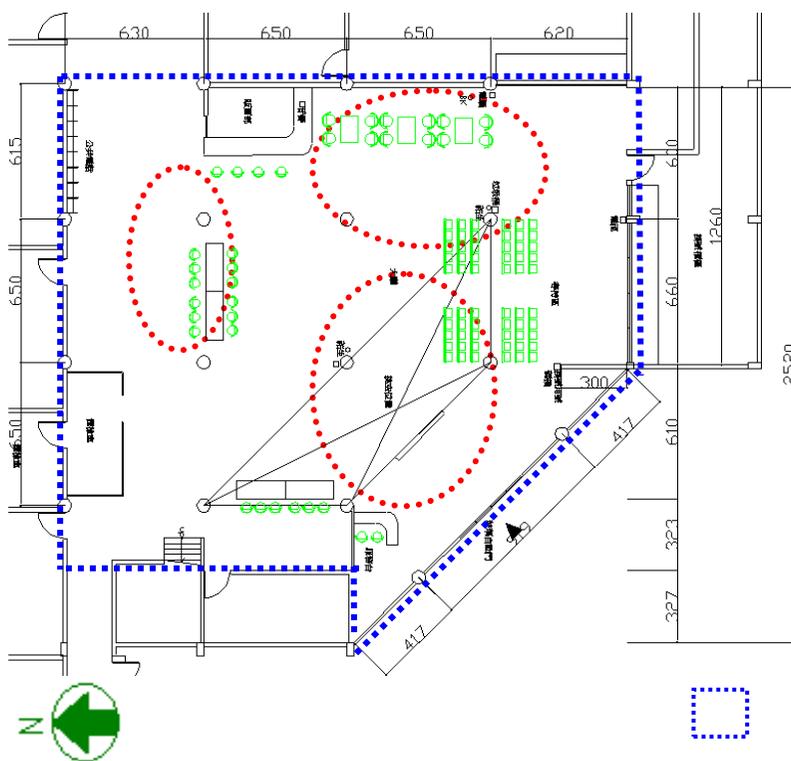
光環境：改善後平均照度 163.8 (lux)，增設部分投射燈於重點照明位置，增加室內空間整體照度，以利物品的展出。

音環境：天花板更換穿孔石膏版，增加室內吸音力。

溫熱環境：更動出風位置，使室內平均風速減至 0.1 m/s，提高舒適度。

■ 案例 11. 醫療場所等候空間

改善前：



改善前問題：

光環境：室內平均照度僅 50 (lux)，均齊度也僅 1/4，兩項皆不符基準值。

空氣環境：空調出風口有積塵現象，出風口配置不佳。

設備方面：配電箱裸露於壁間影響美觀性。

改善後：



(1) 依空間分布配置燈具



(2) 燈具配合畫光面配置



(3) 受潮損壞天花板修繕更換



(4) 燈具開關迴路控制、隱藏式配電箱

改善成果：

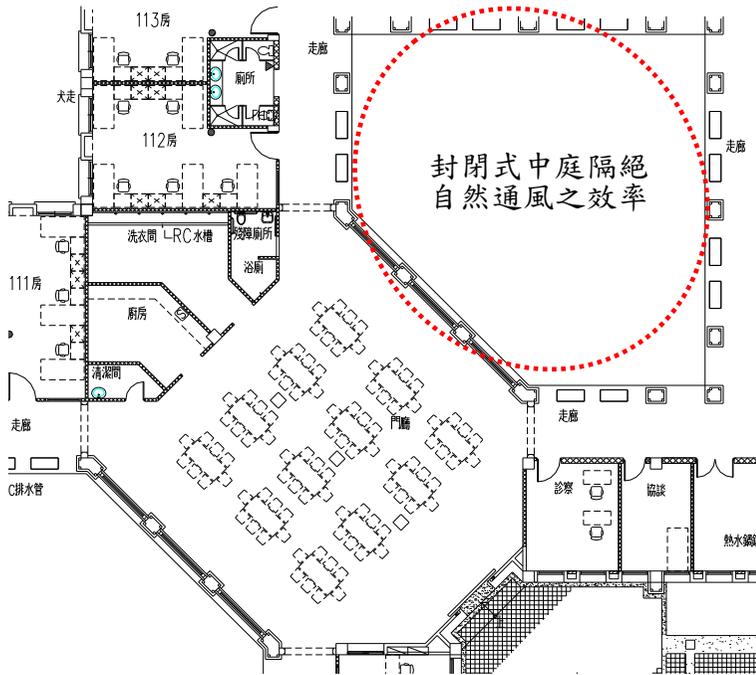
光環境：透過燈具的修整和配置的整合，室內照明均齊度提升至 2/5，平均照度維持 675 (lux)；利用照明迴路控制燈具，可兼顧便利及省能。

生物環境：將老舊的天花板更新，減低生物性危害。

設備方面：隱藏式配電箱設計兼顧美觀與安全性。

■ 案例 12. 醫療場所交誼用餐空間

改善前：



地上一樓門廳平面示意圖

改善前問題：

空氣環境：換氣量雖達基準值以上，但因空間係採自然通風方式，易受環境條件影響使用者開窗行為，進而降低換氣量，導致 CO₂ 濃度問題產生。

溫熱環境：天花板出風位置風量不固定，易產生室內風擊效應。對室內使用人員造成不舒適感

音環境：背景噪音嚴重（電視機及交談音量），據現場查勘，當室內人數密集時，產生背景噪音並在空間缺乏吸音材料的情況下產生回音的音質缺陷。

改善後：



(1) 新增之天花板及吸音筒



(2) 水平導風板



(3) 水平導風板



(4) 外氣引入

改善成果：

空氣環境：增設水平導風版，有效降低污染物濃度。改善後測值，
甲醛濃度已由 0.106ppm (超過基準值 0.1 ppm) 降至
0.033 ppm。

溫熱環境：利用水平導風版提高自然通風效率，頂層則以誘導式
通風改善室內悶熱蓄積的情況。改善後測值為室溫
27.13 °C、風速 0.275 m/s(無空調)。

音環境：增設開孔天花板以及懸掛式吸音筒於噪音源(電視機)
旁，增加空間吸音力，降低反射音能。改善後背景噪
音測值為 54.34 dB(A)。

附錄

參考文獻

1. 江哲銘、林俊興等，住居空間物理環境基準之研究（室內品質量測法初探），中華民國建築學會第四屆建築學術研究發表會論文集，1991。
2. 營建雜誌社，建築技術規則，1992。
3. 江哲銘，建築物噪音與振動，胡氏圖書，1993。
4. 江哲銘等，住宅室內空氣環境使用後評估，中華民國建築學會學術研究成果發表會論文集，1993。
5. 周鼎金，建築物理，旭營文化事業有限公司，1995。
6. 江哲銘，建築物理，三民書局，1997。
7. 江哲銘，住宅室內空氣年齡指標與換氣效率性能檢測法評估研究，國科會研究報告（NSC86-2621-E-006-003），1997。
8. 江哲銘，建築技術規則有關通風條文增修訂之研究，內政部建築研究所，1997。
9. 石曉蔚，《室內照明設計應用》，淑馨出版社，1998。
9. 江哲銘，住宅室內通風效率實測評估法研究，國科會研究報告（NSC88-2211-E-006-047），1999。
10. 江哲銘，建築室內環境保健控制綜合指標之研究，內政部建築研究所，1999。
11. 江哲銘、李彥頤、周伯丞、邵文政，辦公空間室內裝修對空氣品質影響，第二屆中華民國室內設計學術研討會論文集，pp.257-262，高雄，台灣，2000。
12. 江哲銘、賴啟銘、周伯丞、李彥頤，綠建築室內環境指標之研究 A Study on the Indoor Environment Index (IEI) for labelling Green Building in Taiwan，”第十二屆建築研究成果發表會論文集”，中華民國建築學會，Ref. No. 256，台北，台灣，2000。
13. 蘇慧貞、江哲銘、李俊璋，室內空氣品質標準與管制策略之研究，行政院環保署，2000.8。
14. 江哲銘等，辦公空間通風效果與污染物濃度之研究-以台灣商業辦公大樓為例 A Study on the Relation of Ventilation to Pollutant in Commercial Office Spaces of Taiwan，中華民國建築學會第十三屆建築研究成果發表會論文集，CD-ROM，高雄，台灣，2001。
15. 江哲銘等，建築物防音基準之研究 A Study on the performance Guideline of Noise Protection in Building，中華民國音響學會第十五屆學術研討會論文集，NOA1-5，台南，台灣，2002。

16. 蘇慧貞、江哲銘，室內空氣品質檢測方法之研究，行政院環保署環境檢驗所，2003.7。
17. 江哲銘，永續建築導論，建築情報，2004。
18. 江哲銘、林芳銘，CNS 音響性能規範更新之研究，內政部建築研究所，2006
19. 建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊，內政部建築研究所，2008。
20. 劉光盛、江哲銘、陳念祖、林紋君，以生命週期成本探討台灣既有建築物環境效率模型-室內健康因子為例 A Study on the Module of Built Environment Efficiency(BEE) Adapted Life Cycle Cost(LCC) for Existing Buildings in Taiwan- Taking the Factors of Indoor Health as an Example，中華民國建築學會建築學報第 73 期，pp.125-141，2010.9。
21. 綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所，2011.6。
22. 林昆燁譯/松下進著，光與空間的魔法：住宅照明設計入門，台灣東販，2011.9

附錄一 材料之隔音性能係數

表 1 窗之隔音性能 TL (dB)

材 料 中心頻率	5mm Glass C.W.雙動 橫拉鋁窗 (無氣窗)	5mm Glass C.W.雙動 橫拉鋁窗 (有氣窗)	5mm Glass C.W.固定 鋁框窗	5mm Glass C.W.推開 鋁框窗	5mm 光板 玻璃
100	14.3	11.6	15	17.9	16.1
125	14.9	11.2	18.4	18.6	16.4
160	17	13.1	21.3	21.5	19.9
200	18.3	15	22.7	23.5	21
250	18	15.2	22.5	23.6	22.9
315	20.1	16.7	24.4	26.9	25.5
400	19.6	18.4	27.2	29.6	27.2
500	21.1	17.9	28	30	26.9
630	21.9	18.7	30	31.8	30.4
800	21.5	18.2	31.6	31.8	33.4
1000	19.5	15.7	32.6	32.8	34.3
1250	18.5	14.8	34	36	35.7
1600	17.2	13.8	33.2	36.3	35.9
2000	16.3	13.4	28.5	35.3	33.5
2500	17.2	13.8	25.5	27.4	28
3150	19.8	15.9	24	26.2	31
4000	22.7	19.5	27.6	30.5	35.4
5000	27.7	23.4	32.4	34.7	40.6

表 2 牆板之隔音性能 TL (dB)

材 料 中心頻率	水泥中空 複合版 7.5cm	水泥中空 複合版 10cm	水泥複合 構造牆 10cm	石膏空心 磚 牆 10cm	輕質混凝 土 磚 10cm	輕質混凝 土 磚 15cm
100	18.1	26.6	27.8	39.3	35.3	39.2
125	29.9	32.6	30.5	38.3	26.7	32.2
160	35	34.4	29.2	31.8	32.8	34.9
200	31.4	33.6	30.8	37.4	36.2	36.8
250	27.3	33.1	30.6	40.4	35	40.2
315	31.9	36.6	33.3	37.3	33	39.5
400	33.7	39	36	39.6	39.2	42.2
500	35.2	41.5	39.4	39.5	37.4	41.2
630	34.6	41.1	41.7	43.3	39.4	42.7
800	37.8	41.8	42.6	42.3	41.8	44.3
1000	39.9	43.1	40.6	47	43.7	48.1
1250	41.5	45.6	36.5	49.8	48	52.2
1600	44.3	47.5	34.1	50.5	48.8	52.1
2000	46.1	48.1	36.8	51.1	49.5	52
2500	48.6	50.8	43	50.5	50.4	57.6
3150	52.1	54.7	50.9	60.2	52.3	59.5
4000	53.7	56.9	56	63.4	52.8	58.8
5000	56.3	52.1	46.9	48.4	56.3	52.6

表 3 輕量隔間牆之隔音性能 TL (dB)

材 料 中心頻率	12mm 石膏 板(耐燃一 級)	9mm 水泥 纖維板	12mm 石膏 板+9mm 水 泥纖維板	石膏空心磚	12mm 石膏 板+1mm 軟 質鹽化乙烯 樹脂隔音毯 +12mm 石 膏板	12mm 石膏 板+空氣層 +12mm 石 膏板
100	11.5	14.9	19.2	34	24.3	
125	15.5	19	21.7	28.4	21.6	16.7
160	18.8	21.3	25.7	33.2	25.4	19.2
200	21.4	25.1	27.3	37	27.2	22.3
250	20.9	24.5	26.7	35.6	26.9	33.6
315	23.3	26.6	28.3	33.4	29.6	32.8
400	24.1	27.9	27.6	37.6	30.5	37.5
500	25.5	28.6	25.4	36.1	31.1	39
630	28.4	31.9	26.8	38.1	33.7	43.8
800	30	33.5	28.8	39.6	35.7	48.8
1000	30.9	33.8	32.4	42.4	36	46
1250	32.9	35.7	35.4	44.7	38.1	50
1600	32.9	35	36.9	46.3	37.6	52.4
2000	31.6	33.8	37.5	45.8	36.8	52.2
2500	28.1	29.2	32.3	47.9	36.9	49.3
3150	26.1	29.7	33.2	44.4	40.2	42.4
4000	28.5	32.8	41.1	48.1	42.8	39.5
5000	33.6	37.8	49.7	51.4	47.6	

附錄二 材料之熱傳導係數

表 4 材料之熱傳導係數

分類	材料		密度 Kg/M ³	熱傳導係數	熱傳導係數	備註
	名稱	分類		k 乾燥 W/m · k	k 濕潤 W/m · k	
金屬 、 玻璃	鋼才		7860	45	45	不因吸水、吸濕而改變k值
	鋁及鋁合金		2700	210	210	
	板玻璃		2540	0.78	0.78	
水泥 、 石	輕質泡沫混凝土		600	0.15	0.17	含水狀態k值增加100%
	人工輕骨材		1600	0.65	0.8	
	鋼筋混凝土板					
	輕骨材混凝土		2200	1.1	1.4	
	預鑄混凝土		2400	1.3	1.5	
	灰漿		2000	1.3	1.5	
	石灰		1950	0.62	0.8	
	石板		2000	0.96	1.0	
	磁磚		2400	1.3	1.3	
	石棉柏油磚		1800	0.33	0.33	
	紅磚		1650	0.62	0.8	
	岩石		2800	3.5	3.5	
木質 纖維	軟質纖維板	A 級	200~300	0.046	0.0056	柏油含浸材、吸煙少0.05g/M ³ ，表面防濕處理，濕潤注意通氣特性
	軟質纖維板	B 級	200~400	0.081	0.0097	
	軟質纖維板		200~400	0.058	0.0060	
	半硬質纖維板		400~800	0.11	0.13	
	硬質纖維板		1070	0.18	0.22	
	塑合板		400~700	0.15	0.17	
	木泥板(鑽泥板)	普通品	430~700	0.15	0.18	
	木泥板(鑽泥板)	耐燃品	670~800	0.22	0.26	
	普通木片水泥板		670~800	0.16	0.19	
硬質木片水泥板		830~1080	0.18	0.22		
合成	成形聚苯乙烯保	1 號	30	0.037	0.0038	

樹脂板	溫板-保麗龍 成形聚苯乙烯	2 號	25	0.038	0.0040	比 重 30kg/m ³
	保溫板-保麗龍 成形聚苯乙烯	3 號	20	0.041	0.0045	
	保溫板-保麗龍 成形聚苯乙烯	4 號	16	0.044	0.0048	
	押出發泡聚苯乙烯	普通品	23	0.037	0.0037	
	氬化發泡	40	0.025	0.0025		
	押出發泡聚苯乙烯	2 號、5 號	25~50	0.027	0.0028	比 重 29kg/m ³
	硬質聚烏保溫板 (PU 板)	3 號、4 號	30~40	0.024	0.0025	
	硬質聚烏保溫板 (PU 板)	氬化發泡	25~50	0.028	0.0029	
	噴硬質聚烏板	各種	20~40	0.042	0.0050	
	噴硬質聚烏板	各種	30	0.038	0.0038	
	軟質聚烏板					軟質吸濕 性大，不適 用於建築 用
	PE 發泡板-25 倍 獨	各種	30~70	0.044	0.0044	
	立氣泡	各種	30~70	0.036	0.0035	
	PE 板					
	硬質塑鋼板					
纖維材	玻璃棉保溫板		10	0.051	0.056	玻璃密度 為 30kg/m ³ 時，熱導係 數為最低
	玻璃棉保溫板		12	0.048	0.0056	
	玻璃棉保溫板		16	0.044	0.0048	
	玻璃棉保溫板		20	0.041	0.0044	
	玻璃棉保溫板		24	0.039	0.0042	
	玻璃棉保溫板		32	0.036	0.0040	
	玻璃棉保溫板		96	0.035	0.0039	
	玻璃棉保溫板		96	0.041	0.0045	
	岩棉保溫材		40~140	0.038	0.0042	
噴岩棉		1200	0.046	0.0051		

	岩棉吸音板		200~400	0.058	0.0064	
木質 材	合板	含各種化裝板	500	0.15	0.18	美耐板受 水濕潤之 影響小 比重： 300~700 kg/m ³
	木材	各種輕量材	400	0.12	0.14	
	木材	各種中量材	500	0.14	0.17	
	木材	各種重量材(1)	600	0.16	0.19	
	木材	各種重量材(2)	700	0.18	0.21	
	鋸木屑		200	0.07	0.093	
	絲狀木屑		130	0.065	0.088	
其他	水蒸氣		-	0.02	-	
	水		998	0.6	-	
	冰		917	2.2	-	
	雪		100	0.06	-	
	空氣		1.3	0.022	-	
土瀝 青、 塑膠 薄板	泥壁(和式房屋 之隔間牆)		1300	0.68	0.8	
	纖維質塗漿		500	0.12	0.15	
	榻榻米		230	0.11	0.15	
	合成榻榻米		200	0.065	0.70	
	地毯		400	0.073	0.08	
	內填斷燃材料包		600~700	0.078	0.078	
	塑膠皮					
	塑膠地磚		1500	0.19	0.19	
	硬塑膠、油地毯		1000~1500	0.19	0.19	
	玻璃纖維強化膠 (FRP)		1600	0.26	0.26	
	瀝青柏油屋 面材料		1000	0.11	0.11	
	瀝青柏油屋頂材		1150	0.11	0.11	
	牆壁、天花板裝 修用壁紙		550	0.13	0.15	
	防潮紙類		700	0.21	0.21	

珍珠 岩、 石膏	板條石膏板	0.8k	710~1110	0.14		
	石棉水泥矽酸鈣	1.0k 與 c	600~900	0.12		
	板	0.5 級	900~1200	0.12		
	石棉水泥矽酸鈣	0.8 級	400~700	0.093		
	板		700~1000	0.15		
	石棉水泥珍珠岩		1100	0.2		
	板		450	0.093		
	石棉水泥珍珠岩		850	0.18		
	板		1500	0.96		
	泡沫水泥板					
	半硬質碳酸鎂板					
硬質碳酸鎂板						
石棉水泥板						

附錄三 材料透濕係數及透濕抵抗係數

表 5 材料透濕係數極透濕抵抗係數

材料名稱	說明	厚(mm)	透濕係數 (g/m ² hmmHg)	透濕抵抗 (g/m ² hmmHg)	提出者
木材	Spurce	12.7	0.051	19.60	Babbitt
	Pine	12.7	0.047	21.28	Babbitt
	Sugar Pine	6.4	0.047~0.53	21.28~1.89	Joy & Queer
	Scot Pine	25.4	0.289	3.46	Martley
	美松板紋	6.0	0.590	1.70	齊藤
	美松直木紋	6.0	0.710	1.40	齊藤
	切口	6.0	3.570	0.28	齊藤
	檫木板紋	6.0	0.790	1.26	齊藤
	植木紋	6.0	0.640	1.57	齊藤
	切口	6.0	2.700	0.37	齊藤
	Pine	12.9	0.087~0.090	11.5~11.1	Babbitt
	Pine 面漆鉛漆 1 道	12.9	0.046~0.052	21.7~19.2	Babbitt
	Pine 面漆鉛漆 2 道	12.9	0.012~0.026	83.3~38.5	Babbitt
	Pine 面漆鉛漆 3 道	12.9	0.010~0.021	100.0~47.6	Babbitt &
	Yellow Pine	12.9	0.024	47.70	Wray Van
	Yellow Pine (面漆鉛漆 1 道)	6.4	0.017	58.80	Vorst
紙	硫酸紙	0.06	2.090	0.48	齊藤
	桐油紙	0.14	2.630	0.38	齊藤
	吸墨紙	0.5	0.370	2.70	宮部
玻璃紙	Cellophane	0.1	0.32~0.52	3.13~1.92	宮部
	Cellophane	0.025	0.450	2.22	武田
	普通品		7.7~9.4	0.130~0.106	齊藤
	防濕用		0.048	20.83	齊藤
石棉板		3.0	0.410	2.44	齊藤
		6.0	0.340	2.94	齊藤

石棉灰板 (Plaster Board)		6.0	0.43~0.58	2.32~1.72	齊藤
		8.0	0.370	2.70	齊藤
		9.5	0.480	2.08	齊藤
		9.5	0.940	1.60	Babbitt
		9.5	1.370	0.73	ASHRAE
木纖維板		12.0	0.220	4.55	宮部
		12.7	0.817	1.22	Babbitt
		25.4	0.499	2.00	Babbitt
	斷熱用	12.7	1.37~2.47	0.73~0.40	ASHRAE
岩綿	200Kg/M ³	25~50	2.61~1.32	0.38~0.76	齊藤
	300Kg/M ³	25~50	2.84~1.24	0.35~0.81	齊藤
		25.4	0.697	1.43	Barre
鋸木屑		51.0	0.862	1.16	Barre
	132~176Kg/M ³	100.0	0.57~0.49	1.75~2.04	齊藤
混凝土	1:2:4	100.0	0.0223	44.84	ASHRAE
		38.0	0.045	22.22	Barre
灰漿	1:4	21.0	0.235	4.25	前田、松本
		20.0	0.350	2.86	Sckack
		10.0	0.613	1.63	齊藤
	1:3	10.0	0.330	2.5	齊藤
	1:2	10.0	0.158	6.33	齊藤
混凝土 空心磚	空心洞 3 個	203.0	0.052~0.066	19.23~15.15	Queer
	輕質	200.0	0.0184	54.35	齊藤
	重質	200.0	0.0174	57.47	齊藤
紅磚牆		100.0	0.030	33.33	Barre & Miller
		100.0	0.022	45.45	ASHRAE
漆料膜	磁漆 2 道	-	0.012~0.023	83.3~43.5	Joy & Queer 齊藤
	PVC 系漆 2 道	-	0.09~0.08	11~13	ASHRAE
	鉛白亞麻仁油 3 道	-	0.008~0.027	125~37.0	
膠合板 (三夾板)	Douglass Fir	12.7	0.073~0.092	13.7~10.9	Teesdale
		6.4	0.118~0.177	8.47~5.61	Teesdale

膠合板	Cinac 級木	6.0	0.210	4.76	宮部
	柳安	2.8	0.540	1.89	前田、松本
	普通品	3.0	1.270	0.79	齊藤
	耐水	6.0	0.610	1.64	齊藤
	耐水	3.0	1.080	0.93	齊藤
	外裝修用美松	6.4	0.020	50.00	ASHRAE
	外裝修用美松	6.4	0.051	19.60	ASHRAE
	面漆瀝青漆 2 道	6.4	0.012	83.30	Teesdale
	面漆鋁漆 2 道	6.4	0.036	27.80	Teesdale

附錄四 室內空氣品質採樣策略規劃原則

表 6 室內空氣品質因子與室內污染源判定建議

項次	項目	建築物之污染來源及病症
1.	一氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：地下停車場、鄰近進氣口(開窗)之停車場、廚房或餐廳、鍋爐燃燒設備、浴室或溫水泳池、鄰近周遭工廠之進氣口(開窗)、吸煙場所等 ■ 一般選點：鄰近地下停車之空間、鄰近戶外停車場之空間、鄰近廚房、鍋爐燃燒設備之空間、鄰近浴室或溫水泳池之空間、鄰近吸煙場所之空間、一般人員密度高之進氣口及回風口等
2.	二氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：人員密度高之空間、汽機車排放之空間、廚房或餐廳、鍋爐燃燒設備、鄰近周遭工廠進氣之空間、吸煙場所、空調系統之末端送風或回風口等 ■ 一般選點：辦公空間、集會空間、會議空間、表演或運動空間、教室、亟需新鮮空氣之場所等
3.	懸浮微粒 PM ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：地下停車場、鍋爐燃燒設備、鄰近周遭工廠之進氣口、室內裝修大量(地毯、纖維、布織建材)、吸煙場所、外氣進氣口、工廠工作區或機具設備、空調或設備機房、防火或隔熱披覆、儲藏空間、清潔儲存空間等 ■ 一般選點：空調送風口及回風口、物品存放大量處、長期高溫或日光直射處、機械設備區、事物機具區(如影印機)等
4.	懸浮微粒 PM _{2.5}	
5.	TVOC	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：建材裝修大量、剛清潔維護區域、更新改造區域、化學品儲存區域、空調系統之末端送風或回風口、事物機具區(如影印機)、空氣清淨機、展示空間、繪畫空間、吸煙場所、鄰近周遭工廠之進氣口、儲藏空間、實驗空間等 ■ 一般選點：空間封閉區域、通風路徑不良區域、空調送風口及回風口、防火、吸音建材、設備儲存區等

6.	甲醛	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：大量使用木質建材、發泡隔熱建材、黏著劑建材、油漆類建材區域、吸煙場所、化學品儲存區域、展示空間、繪畫空間、實驗空間等 ■ 一般選點：空間封閉區域、通風路徑不良區域、空調送風口及回風口、防火、隔音、隔熱建材、設備儲存區等
7.	真菌	<ul style="list-style-type: none"> ■ 優先選點：空調系統、空調風管、人員密度高、潮濕發霉區域、儲水或排水區域、污水處理區域、機械設備場所、地下空間、儲藏空間、衛浴空間等 ■ 一般選點：空調系統之末端送風或回風口、冷凝或結露區域等
8.	細菌	
9.	臭氧	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般選點：臭氧空氣清淨機、吸煙場所等
10.	溫度	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般選點：溫熱不均地區、空調外週區等

附錄五 綠建材標章評定之內涵

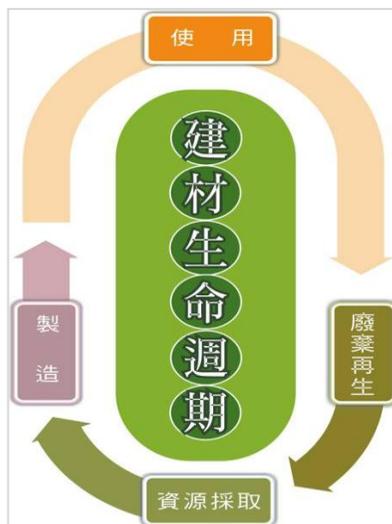
「綠建材標章」的內涵是依據建築生命週期「資源採取、製造、使用、廢棄再生」訂定四大範疇(如下圖)，前 2007 年版手冊以生態、健康、再生及高性能綠建材分別評定；而 2011 年版手冊則修正為生態、「低逸散健康」、再生及高性能，並分別評定：

1. 資源採取與製造階段：秉持取之於自然，用之於自然原則，考量建材之天然性與低人工處理過程，以無匱乏之虞的天然材料經低人工處理過程製造，以求對環境無害、對人體無毒之天然建材，是為「生態綠建材」之範疇。

2. 建材裝修使用階段：針對室內裝修材料成分及塗裝、膠合等製造過程中皆含有或添加過多的甲醛及揮發性有機化合物(VOCS)，在臺灣高溫高濕氣候條件下有害化學物質之逸散量倍增，直接影響人體健康與室內環境品質，健康綠建材針對健康風險危害程度進行管控，此為「低逸散健康綠建材」之範疇。

3. 使用性能及效率提昇階段：因應國內建築常見之問題如建築環境噪音、基地保水性不佳、玻璃帷幕外殼耗能、光害等問題，可藉由科學技術提升，以獲得問題改善，並提高建材性能效率，提升建築品質與生活環境之水準、降低整體能、資源的耗用，是為「高性能綠建材」之範疇。

4. 廢棄再生階段：為達成營建廢棄物減量、再利用、再循環目標，著重綠建材之再生性並確保基本安全與功能性要求，提高廢棄材料再利用率，以達成永續循環社會的需求，此為「再生綠建材」之範疇。



建材生命週期循環

■ 綠建材標章評估特點

1.為自願申請性質：綠建材標章承襲自綠營建、綠建築政策，依據生態城市綠建築推動方案（2008-2011 年）其申請方式係依綠建材標章相關作業要點(「綠建材標章申請審核認可及使用作業要點」、「綠建材標章評定專業機構申請指定作業要點」及「綠建材性能試驗機構申請指定作業要點」)辦理。

2.具產品基本性能確保：綠建材標章為四大類分類評定但具共通性基準，即「通則」評定，以確保產品之基本功能與不具人體健康危害，且材料採取、製造過程皆對環境是友善且無害的，此為保護消費者的積極作法。

3.具積極鼓勵性意義：綠建材除符合既定性能標準外，更積極提升建材性能與品質，增加裝修使用的環境保育的「生態性」、「低逸散健康性」、廢棄回收的「再生性」及使用效能的「高性能」，並作為國內優良建材的品質評定與確保。

4.綠建材標章針對「生態綠建材」、「低逸散健康綠建材」、「再生綠建材」及「高性能綠建材」等分類評定如下圖所示：



台灣綠建材標章內涵

■ 綠建材標章圖樣說明



健康、地球永續」的想法，並搭配仲夏樹葉的明綠色及沉穩的墨綠色，完整呈現綠建材的意涵，如左圖綠建材標章所示。各分類標章如說明如下。

綠建材標章設計以「綠環保，美家園」的理念為出發點，運用簡單大方的造型變化，表現出綠建材的概念，以葉子及中文「人」字的造型為屋頂，表現出綠建材「以人為本」的精神。底下以房子的圖案巧妙結合 Green “G” 字的造型，運用圓形的文字編排整合生態、低逸散健康、再生及高性能等主題，勾繪出以優質綠建材建構美麗家園的意象，以及「人本

(一) 「生態綠建材」：



採用生生不息、無匱乏危機之天然材料，具易於天然分解、符合地方產業生態特性，且以低加工、低耗能等低人工處理方式製成之建材，稱為生態綠建材。目前針對此分類標章以「無匱乏危機」及「低人工處理」為評定要項，標示如左圖。

(二) 「低逸散健康綠建材」：



該建材之特性為低逸散量、低毒害、低健康危害風險之建築材料。目前針對此分類標章以「低甲醛」及「低揮發性有機化合物」逸散為評定要項，標示如左圖。



(三)「再生綠建材」：

利用回收材料，經過再製程序，所製造之建材產品，並符合廢棄物減量 (Reduce)、再利用 (Reuse) 及再循環 (Recycle) 等 3R 原則製成之建材。目前針對此分類標章以「回收材料來源」、「回收材料摻配比率」及「產品個別要求」為評定要項，標示如左圖。



(四)「高性能綠建材」：

是指性能有高度表現之建材、材料組件，能克服傳統建材、建材組件性能缺陷，以提升品質效能。高性能防音綠建材：能有效防止噪音影響生活品質的建材與建材組件。高性能透水綠建材：對地表逕流具良好透水性之產品，符合基地保水指標之要求。高性能

節能玻璃指能有效防止室外熱能進入建築物內，達到節約能源之目的，並且提升生活品質之玻璃建材，除考量玻璃建材對建築物外殼空調耗能外，亦針對玻璃建材對建築物照明耗能以及對建築物外圍環境光害等部分進行規範。標示如左圖。