



# 室內環境品質診斷及改善技術指引

Technical guide for diagnosis and improving indoor environment quality

發行人：何明錦  
主 編：江哲銘



內政部建築研究所

Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior





# 序

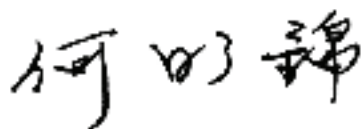
近年來，隨著建築物朝向密閉化、空調化發展，加上室內過度裝潢之風氣盛行，室內環境潛藏許多健康風險。現代人每天平均 90% 以上的時間是在室內活動，室內環境品質的良窳直接影響使用者的健康，而不良的室內環境可能導致「病態建築」的產生，在這些建築物生活或工作，容易引發「病態建築症候群」(Sick Building Syndrome)，症狀包括喉嚨乾燥、眼睛及鼻子過敏、頭痛、咳嗽、氣喘、皮膚紅斑、發癢等。

為提升室內環境品質，本所除大力推廣綠建材標章制度外，並長期投入室內環境品質診斷及改善技術相關研究，建立一套建築物室內環境診斷方法及流程，經由初勘、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，進行長時間現場實測，以診斷瞭解室內環境品質的綜合性問題。

本所於 91-96 年推動辦理「室內環境品質改善計畫」，累計完成營建署、國家圖書館等 18 案室內環境品質改善示範計畫，同時於 97 年彙編出版「室內環境品質簡易自評手冊」，提供民眾參考。為加強技術推廣應用及本於「建築預防醫學」及「建築治療醫學」的觀念，本所更在 97-100 年辦理「健康室內環境診斷諮詢服務計畫」，從以往之工程改善，轉型為提供室內環境品質診斷與諮詢服務，累計完成托兒所、老人安養中心、住宅及國民小學等 44 案，並將具體建議提供參與單位自行改善參考。

為擴大推廣應用成效，本所自 101 年起辦理「健康室內環境品質推廣計畫」，邀請國立成功大學建築系江哲銘教授團隊，彙整歷年各類建築物室內環境診斷諮詢服務成果，編輯本技術指引，內容分為基礎篇、問題診斷與評估篇、改善策略與技術篇，輔以實際案例說明，增加指引之易讀性。建築及室內設計業者可參考本指引所提供的方法進行室內環境品質之診斷、評估與改善，以建構優質健康的生活環境。

內政部建築研究所 所長



2012 年 12 月

### 使用本指引之方法

為使專業從業人員及一般大眾能更清楚認識與瞭解何謂「健康室內環境品質」，本指引分別針對室內音、光、溫熱、空氣及生物性等五項室內常見環境因子提出說明，介紹各環境因子之基礎理論及室內環境可能潛藏危害之健康風險，說明 5 項環境因子之診斷評估方法及如何使用儀器檢測室內環境品質的問題點，進而在室內診斷評估後提供有效的改善對策與技術供參考。本指引冀望透過協助推動室內環境品質，逐步改善國內新裝修及舊有建築物室內環境，以提升建築物之室內環境品質，並增加國人對室內環境品質之重視，帶動國內建築室內環境專業診斷與改善產業之發展，營造健康舒適的人居生活環境。

#### 說明：

本指引由淺入深方式，讓使用者循序漸進逐步瞭解健康室內環境品質的重要性，內容架構分為「基礎篇」、「問題診斷與評估篇」及「改善策略與技術篇」，簡要說明本指引之內容、功能目的、使用方法如下：

#### 一、內容

1. 室內環境因子基礎說明，問題診斷與評估及改善技術：彙整音、光、溫熱、空氣、生物性等環境因子相關基礎理論、環境診斷與調查、改善技術，內容除文字部分外，輔以具體圖說、照片加強說明效果。
2. 附錄參考資料：本指引特別提供相關設計參數，如材料之隔音性能係數、熱傳導係數、透濕係數、通風量等。

#### 二、功能與目的

1. 提供相關法令規範標準：配合建築技術規則、室內空氣品質管理法、中華民國國家標準(Chinese National Standards, CNS)、綠建築標章、綠建材標章、住宅性能評估實施辦法等說明，讓專業從業人員及一般大眾能掌握相關法令規範之旨意。

- 2.室內環境品質專業診斷及改造技術推廣：彙整常見環境問題，提供診斷評估方法，使用正確作法進行改善，以預防設計及診斷改善方式，提升室內環境品質。
- 3.提供教學參考：本指引豐富內容及圖例，可提供專業從業人員、學生及一般大眾參考。

### 三、使用方法

本指引經由文獻彙整分析、室內環境現場調查及專家諮詢等方式進行彙整，使用方法如下：

- 1.供教學使用或室內環境品質初學者，首先建議參考第一章、第二章「基礎篇」，此篇主要針對健康室內環境品質之發展、各環境因子之相關理論與法令規範等進行初步了解。
- 2.面臨室內環境之問題者，如建築、室內裝修等相關專業人士，建議參考第三章「問題診斷與評估篇」，此篇主要針對各環境因子之診斷方法及評估基準進行彙整，以引導使用者能更深入了解空間中常見的環境問題。
- 3.第四章「改善策略與技術篇」可供上述之學生及相關專業人士參考，此篇主要針對室內環境品質改善之技術與對策進行統整，並藉由此篇之案例學習、對照使用最適當之改善設計手法。

### 四、結語

本指引冀望推動室內環境品質，逐步改善國內新建及既有建築物室內環境品質，提升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，確保室內環境品質，營造健康舒適的生活環境。

## 符號及專有名詞說明

### 音環境

$R_w$ ：加權隔音指標，作為評定空氣音隔音之單一數值參量，依基準曲線平移對應於 500 Hz 之值，以 dB 為單位，數值愈大性能愈佳。(參照 CNS 8465-1)

$L_{n,w}$ ：加權正規化衝擊聲壓位準，作為評定衝擊音之單一數值參量，依基準曲線平移對應於 500 Hz 之值，以 dB 為單位，數值愈小性能愈佳。(參照 CNS 8465-2)

$\Delta L_w$ ：加權衝擊聲壓位準減低量，基準樓板於有無樓板表面材之加權正規化衝擊聲壓位準差，以 dB 為單位，數值愈大性能愈佳。(參照 CNS 8465-2)

$\alpha_w$ ：加權吸音係數，在頻率 500 Hz 處對應之吸音係數即為  $\alpha_w$ ，數值愈大性能愈佳。(參照 CNS 15218)

### 光環境

Lux：照度 SI 制單位，為每單位面積所接收到的光通量。

### 溫熱環境

clo：人員著衣量 ( $m^2h^\circ C/kcal$ )。

MET：人體代謝量 ( $Wm^2$ )。

PMV：預測平均熱感指數 (Predicted Mean Vote, PMV)，係根據人體的熱平衡計算，用以預測受測群體對於 7 種熱感等級投票結果的平均值。

PPD：預測熱感不滿意百分比指數 (Predicted Percentage Dissatisfied Value, PPD)，係用以預測處於相同熱環境中的群體對熱感投票結果的平均值。個體的票選值是分散於此平均值周圍的，此散佈情況可用於預測有多少人會因熱環境過暖或過涼而感覺到不舒適。

### 空氣環境

ACH：每小時相當室內體積換氣量（Air Change per Hour，1/h）。

FCU：小型送風機（Fan Coil Unit）。

VAV：可變風量系統(Variable Air Volume)。

### 專有名詞

病態大樓症候群(Sick Building Syndrome, SBS)：這是一種沒有確定病灶的症候群，特別容易發生該種症候群之建築物通常為密閉且無可開啟之窗戶並採用中央空調系統，其症狀包括喉嚨乾燥、眼睛及鼻子過敏、頭痛、咳嗽、氣喘、皮膚紅斑、發癢等。

風擊不滿意度（Draft Rate, DR）：或稱風擊現象，高速風直擊人體局部，造成不舒適之現象。

調濕性能（Moisture Buffering Performance）：為相對濕度變化量下，材料單位面積的吸濕量（JIS： $\text{g/m}^2$ ；ISO： $\text{kg/m}^2$ ），即採用濕氣容量大的建材，於室內濕度高時吸收空氣中的水蒸氣，而於濕度低時放出水蒸氣，來減少濕度變動的範圍，是改善濕氣環境的誘導性控制（Passive Control）方式。

# 目 錄

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 序 .....                       | I   |
| 使用本指引之方法 .....                | II  |
| 符號及專有名詞說明 .....               | IV  |
| <b>基礎篇</b>                    |     |
| 第一章 前言 .....                  | 1   |
| 第二章 健康室內環境品質概述 .....          | 7   |
| 2-1 健康室內環境品質發展緣起 .....        | 7   |
| 2-2 室內環境品質國內外發展趨勢 .....       | 9   |
| 2-3 室內環境品質相關理論及法令規定 .....     | 13  |
| 2-3-1 音環境理論及法令規定 .....        | 13  |
| 2-3-2 光環境理論及法令規定 .....        | 27  |
| 2-3-3 溫熱環境理論及法令規定 .....       | 44  |
| 2-3-4 空氣環境理論及法令規定 .....       | 54  |
| 2-3-5 生物環境理論及法令規定 .....       | 69  |
| <b>問題與診斷評估篇</b>               |     |
| 第三章 室內環境品質問題診斷與評估技術 .....     | 73  |
| 3-1 室內環境品質診斷評估方法 .....        | 73  |
| 3-1-1 音環境品質診斷評估方法與評估技術 .....  | 74  |
| 3-1-2 光環境品質診斷評估方法與評估技術 .....  | 82  |
| 3-1-3 溫熱環境品質診斷評估方法與評估技術 ..... | 87  |
| 3-1-4 空氣環境品質診斷評估方法與評估技術 ..... | 92  |
| 3-1-5 生物環境品質診斷評估方法與評估技術 ..... | 103 |
| 3-2 各類建築空間常見室內環境問題 .....      | 108 |
| 3-2-1 辦公服務類 .....             | 109 |
| 3-2-2 衛生福利類 .....             | 114 |
| 3-2-3 休閒文教類 .....             | 119 |
| 3-2-4 住宿類 .....               | 124 |

## 改善策略與技術篇

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第四章 室內環境品質改善技術與對策.....     | 129 |
| 4-1 室內環境品質改善技術 .....       | 129 |
| 4-1-1 音環境品質改善技術與對策.....    | 131 |
| 4-1-2 光環境品質改善技術與對策.....    | 135 |
| 4-1-3 溫熱環境品質改善技術與對策.....   | 138 |
| 4-1-4 空氣環境品質改善技術與對策.....   | 140 |
| 4-2 改善方法應用及個案說明 .....      | 143 |
| 4-2-1 室內環境品質改善案例 .....     | 143 |
| 4-2-2 資通訊技術（ICT）整合應用 ..... | 167 |
| 參考文獻（按年份排序） .....          | 179 |
| 附錄一 材料之隔音性能係數.....         | 183 |
| 附錄二 材料之熱傳導係數.....          | 186 |
| 附錄三 調濕建材之性能測定.....         | 190 |
| 附錄四 機械通風系統通風量.....         | 193 |
| 附錄五 綠建材標章評定之內涵.....        | 194 |

# 圖目錄

|        |                                   |     |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 圖 2-1  | 人類生活於空間場域之區分概念 .....              | 8   |
| 圖 2-2  | 室內環境診斷、自主改善及追蹤驗證之標準作業流程 .....     | 12  |
| 圖 2-3  | 音波、頻率與波長的關係 .....                 | 14  |
| 圖 2-4  | 頻率範圍 .....                        | 14  |
| 圖 2-5  | 建築物噪音源及其傳播路徑 .....                | 16  |
| 圖 2-6  | 晝光率示意圖 .....                      | 28  |
| 圖 2-7  | 燈具降低眩光投射角範圍限制圖 .....              | 29  |
| 圖 2-8  | 照明指標示意圖 .....                     | 29  |
| 圖 2-9  | 色度圖與黑體軌跡 .....                    | 30  |
| 圖 2-10 | 色溫度與照度曲線 .....                    | 31  |
| 圖 2-11 | 光源的色溫度與分類 .....                   | 32  |
| 圖 2-12 | 色溫度與氛圍之關係 .....                   | 33  |
| 圖 2-13 | 人體熱平衡狀態圖 .....                    | 45  |
| 圖 2-14 | 人體之著衣量 .....                      | 47  |
| 圖 2-15 | PMV-PPD 曲線 .....                  | 49  |
| 圖 2-16 | 空氣污染物質分類 .....                    | 54  |
| 圖 2-17 | 室內空氣污染物來源示意圖 .....                | 55  |
| 圖 2-18 | 空氣品質調查方法流程與細部說明 .....             | 56  |
| 圖 2-19 | 外牆設置開口之限制 .....                   | 61  |
| 圖 2-20 | 因滲水導致室內牆面滋生霉斑及有明顯的滲水痕跡 .....      | 71  |
| 圖 3-1  | 室內環境診斷與改善標準操作流程 .....             | 73  |
| 圖 3-2  | 建築環境噪音量測 .....                    | 75  |
| 圖 3-3  | 牆板隔音性能量測示意圖 .....                 | 77  |
| 圖 3-4  | 樓板衝擊音機制與量測系統圖 .....               | 78  |
| 圖 3-5  | 多點照度計同步量測儀器系統 .....               | 84  |
| 圖 3-6  | 測定點決定方法 .....                     | 84  |
| 圖 3-7  | 某辦公空間室內噪音量歷時變化 .....              | 109 |
| 圖 3-8  | 某辦公空間因吸音材不足易產生噪音問題 .....          | 109 |
| 圖 3-9  | 某辦公空間室內照度歷時變化 .....               | 110 |
| 圖 3-10 | 某辦公空間因建物退縮、燈具配置不佳而造成室內均勻度不佳 ..... | 110 |
| 圖 3-11 | 某辦公空間室內溫度歷時變化 .....               | 111 |



## 圖 目 錄

|        |                                                   |     |
|--------|---------------------------------------------------|-----|
| 圖 3-12 | 位於中央空調系統尾端之辦公空間易產生冷房不足情況.....                     | 111 |
| 圖 3-13 | 某辦公空間室內二氧化碳濃度歷時變化.....                            | 112 |
| 圖 3-14 | 某辦公空間工作人員密度過高造成 CO <sub>2</sub> 濃度過高.....         | 112 |
| 圖 3-15 | 辦公服務類常見室內環境問題點 .....                              | 113 |
| 圖 3-16 | 某衛生福利類室內噪音量歷時變化 .....                             | 114 |
| 圖 3-17 | 某衛生福利類室內之噪音源自人員活動及空調主機噪音.....                     | 114 |
| 圖 3-18 | 某衛生福利類室內照度歷時變化 .....                              | 115 |
| 圖 3-19 | 某衛生福利類室內燈具位置不佳造成室內照度不足 .....                      | 115 |
| 圖 3-20 | 某衛生福利類室內溫度歷時變化 .....                              | 116 |
| 圖 3-21 | 某衛生福利類室內較易有空氣不流通、悶熱之情形 .....                      | 116 |
| 圖 3-22 | 某衛生福利類空間甲醛、TVOC 室內空氣污染物濃度歷時<br>變化 .....           | 117 |
| 圖 3-23 | 某衛生福利類室內通風設計不良造成空氣污染物濃度過高..                       | 117 |
| 圖 3-24 | 衛生福利類空間常見室內環境問題點 .....                            | 118 |
| 圖 3-25 | 某休閒文教類室內噪音量歷時變化 .....                             | 119 |
| 圖 3-26 | 某休閒文教類室內人員間的交談與討論使室內噪音量超標..                       | 119 |
| 圖 3-27 | 某休閒文教類室內照度歷時變化 .....                              | 120 |
| 圖 3-28 | 某休閒文教類室內燈具數量、位置設置不佳影響照度.....                      | 120 |
| 圖 3-29 | 某休閒文教類室內溫度歷時變化 .....                              | 121 |
| 圖 3-30 | 某休閒文教類室內空調設置不當造成室內溫度分布不均.....                     | 121 |
| 圖 3-31 | 某休閒文教類空間甲醛及 TVOC 之室內空氣污染物濃度歷<br>時變化 .....         | 122 |
| 圖 3-32 | 某休閒文教類室內易產生換氣不足、污染物濃度累積.....                      | 122 |
| 圖 3-33 | 休閒文教類常見室內環境問題點 .....                              | 123 |
| 圖 3-34 | 某集合住宅室內噪音量歷時變化 .....                              | 124 |
| 圖 3-35 | 某集合住宅室內空間易受外部環境噪音之干擾及缺少吸音<br>材造成室內噪音量高於基準值 .....  | 124 |
| 圖 3-36 | 某集合住宅室內照度歷時變化 .....                               | 125 |
| 圖 3-37 | 某集合住宅室內空間因燈具配置不佳或受鄰近建築物高度<br>影響而造成室內照度不足之情形 ..... | 125 |
| 圖 3-38 | 某集合住宅室內溫度歷時變化 .....                               | 126 |

|        |                                    |     |
|--------|------------------------------------|-----|
| 圖 3-39 | 某集合住宅室內空間缺少通風輔助設備造成溫度上升及分布不均 ..... | 126 |
| 圖 3-40 | 某集合住宅甲醛及 TVOC 室內空氣污染物濃度歷時變化 .....  | 127 |
| 圖 3-41 | 集合住宅室內空間因裝修量過高易導致污染物濃度累積 .....     | 127 |
| 圖 3-42 | 集合住宅類常見室內環境問題點 .....               | 128 |
| 圖 4-1  | 音環境改善種類示意圖 .....                   | 134 |
| 圖 4-2  | 全面照明與局部照明 .....                    | 135 |
| 圖 4-3  | 不同燈光效果及開關迴路控制 .....                | 136 |
| 圖 4-4  | 誘導式自然通風設計示意圖 .....                 | 138 |
| 圖 4-5  | 水平導風板導入新鮮空氣之通風設計設置 .....           | 139 |
| 圖 4-6  | 新增空調設備之示意圖 .....                   | 139 |
| 圖 4-7  | PUSH-PULL 換氣系統設計平面示意圖 .....        | 140 |
| 圖 4-8  | 外氣引入與廢氣排出設置位置圖 .....               | 141 |
| 圖 4-9  | 二氧化碳自動感應器及新鮮外氣送風口 .....            | 141 |
| 圖 4-10 | 完整型負壓隔離病房的通風換氣設計概念 .....           | 142 |
| 圖 4-11 | 負壓隔離病房排氣口設置 .....                  | 142 |
| 圖 4-12 | 會議室改善案例 .....                      | 143 |
| 圖 4-13 | 會議室改善後照片 .....                     | 144 |
| 圖 4-14 | 辦公空間改善案例 .....                     | 145 |
| 圖 4-15 | 辦公空間改善後照片 .....                    | 146 |
| 圖 4-16 | 辦公空間改善案例 .....                     | 147 |
| 圖 4-17 | 辦公空間改善後照片 .....                    | 148 |
| 圖 4-18 | 辦公空間改善案例 .....                     | 149 |
| 圖 4-19 | 辦公空間改善後照片 .....                    | 150 |
| 圖 4-20 | 影印空間改善案例 .....                     | 151 |
| 圖 4-21 | 影印空間改善後照片 .....                    | 152 |
| 圖 4-22 | 研究討論室改善案例 .....                    | 153 |
| 圖 4-23 | 研究討論室改善後照片 .....                   | 154 |
| 圖 4-24 | 電腦教室改善案例 .....                     | 155 |
| 圖 4-25 | 電腦教室改善後照片 .....                    | 156 |
| 圖 4-26 | 教學空間改善案例 .....                     | 157 |
| 圖 4-27 | 教學空間改善案例 .....                     | 158 |

|        |                              |     |
|--------|------------------------------|-----|
| 圖 4-28 | 展示空間改善案例 .....               | 159 |
| 圖 4-29 | 展示空間改善後照片 .....              | 160 |
| 圖 4-30 | 展示空間改善案例 .....               | 161 |
| 圖 4-31 | 展示空間改善後照片 .....              | 162 |
| 圖 4-32 | 醫療場所等候空間改善案例 .....           | 163 |
| 圖 4-33 | 醫療場所等候空間改善後照片 .....          | 164 |
| 圖 4-34 | 醫療場所交誼用餐空間改善案例 .....         | 165 |
| 圖 4-35 | 醫療場所交誼用餐空間改善後照片 .....        | 166 |
| 圖 4-36 | 主動噪音抵消式(ANC)設備示意圖 .....      | 167 |
| 圖 4-37 | 居家智慧整合環境系統 .....             | 169 |
| 圖 4-38 | 彈性間隔照明控制系統與傳統燈控方式比較 .....    | 169 |
| 圖 4-39 | 智慧型均溫控制系統 .....              | 170 |
| 圖 4-40 | 變頻器示意圖 .....                 | 171 |
| 圖 4-41 | 熱浮力通風及感知器裝設示意圖 .....         | 173 |
| 圖 4-42 | 智慧化環境控制系統及數據傳輸方式示意圖 .....    | 175 |
| 圖 4-43 | 室內使用之各類感測器 .....             | 175 |
| 圖 4-44 | 全熱交換模式（夏季、冬季）與換氣模式（春季、秋季） .. | 177 |
| 圖 4-45 | 全熱交換器運作模式示意圖 .....           | 177 |

## 表 目 錄

|        |                               |    |
|--------|-------------------------------|----|
| 表 2-1  | 強制性之噪音管制規定 .....              | 17 |
| 表 2-2  | 道路交通噪音環境音量標準.....             | 19 |
| 表 2-3  | 行政院環境保護署噪音管制標準各類場所噪音標準值 ..... | 20 |
| 表 2-4  | 防音綠建材評定基準表 .....              | 23 |
| 表 2-5  | 住宅音環境性能之評估基準及評分表 .....        | 24 |
| 表 2-6  | 眩光種類及影響行為 .....               | 28 |
| 表 2-7  | 土地使用分區與有效採光.....              | 35 |
| 表 2-8  | CNS 12112 規範之室內工作場所照度值 .....  | 37 |
| 表 2-9  | CNS 國家標準中 LED 相關規範 .....      | 38 |
| 表 2-10 | 高性能節能玻璃綠建材評定基準 .....          | 42 |
| 表 2-11 | 住宅光環境性能評估基準及評分表 .....         | 43 |
| 表 2-12 | 人體冷熱感覺影響因素 .....              | 44 |
| 表 2-13 | 人體的放熱量 .....                  | 46 |
| 表 2-14 | 熱舒適和熱感覺評價指標.....              | 50 |
| 表 2-15 | 住宅節能省水性能評估基準及評分表 .....        | 51 |
| 表 2-16 | 各項室內空氣污染物之室內空氣品質標準規定 .....    | 58 |
| 表 2-17 | 室內建材裝修評估對象及內容 .....           | 63 |
| 表 2-18 | 通風換氣之種類與評估內容 .....            | 64 |
| 表 2-19 | 健康綠建材標章分級制度說明 .....           | 65 |
| 表 2-20 | 健康綠建材評定基準 .....               | 66 |
| 表 2-21 | 住宅空氣環境性能之評估基準及評分表.....        | 67 |
| 表 2-22 | 各國生物氣膠建議值 .....               | 72 |
| 表 3-1  | 各國室內音環境評估指標總表 .....           | 80 |
| 表 3-2  | 音環境量測儀器 .....                 | 80 |
| 表 3-3  | 不同類別空間之照度基準.....              | 85 |
| 表 3-4  | 各種室間使用目的與採光所需之晝光率.....        | 86 |
| 表 3-5  | 光環境量測儀器 .....                 | 86 |
| 表 3-6  | 室內溫熱環境測試儀器特性 .....            | 87 |
| 表 3-7  | 熱環境心理評估尺度 .....               | 88 |
| 表 3-8  | 熱環境舒適度類別 .....                | 88 |
| 表 3-9  | 不同建築物空間的設計基準範例 .....          | 89 |
| 表 3-10 | 新加坡室內溫熱環境基準.....              | 90 |

## 表 目 錄

|        |                             |     |
|--------|-----------------------------|-----|
| 表 3-11 | 日本室內溫熱環境基準 .....            | 90  |
| 表 3-12 | 中華人民共和國室內空氣質量標準 .....       | 91  |
| 表 3-13 | 香港室內溫熱環境基準 .....            | 91  |
| 表 3-14 | 室內空氣品質因素與採樣點選點原則建議 .....    | 93  |
| 表 3-15 | 室內空氣品質檢驗測定管理標準 .....        | 95  |
| 表 3-16 | 室內空氣品質檢測項目之檢測方法與分析原理 .....  | 96  |
| 表 3-17 | ASHRAE 機械通風規範 .....         | 98  |
| 表 3-18 | 歐洲各種不同建築型態空間的通風設計指標 .....   | 100 |
| 表 3-19 | 各國室內空氣環境基準總表 .....          | 101 |
| 表 3-20 | 常見的生物性樣本採樣原理、儀器與特點 .....    | 106 |
| 表 3-21 | 主要的生物性樣本鑑屬方法 .....          | 107 |
| 表 3-22 | 辦公服務類空間常見室內環境問題點 .....      | 113 |
| 表 3-23 | 衛生福利類空間常見室內環境問題點 .....      | 118 |
| 表 3-24 | 休閒文教類常見室內環境問題點 .....        | 123 |
| 表 3-25 | 集合住宅類常見室內環境問題點 .....        | 128 |
| 表 4-1  | 案例於各類環境因子常見之問題與改善對策統整 ..... | 129 |
| 表 4-2  | 新式人工光源種類 .....              | 137 |
| 表 4-3  | 特殊氣候模式自動窗控制邏輯 .....         | 173 |



## 第一章 前言

### 一、室內環境品質重要性

根據世界衛生組織（World Health Organization, WHO）對於健康環境之定義：「環境健康綜合了由環境因子所定義的人體健康和疾病的觀點，也和測定、控制環境中可能影響健康因子的理論和實行有關。」其中包含化學物質、輻射及生物性觸媒所造成的直接病理影響，而這種影響通常會反應在廣義的物理、心理、社會和經濟環境上；在對健康住宅的評估項目發現，日常生活與工作中，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（Indoor Environmental Quality, IEQ）。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 世紀我們所處的地球環境，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。

### 二、室內環境議題國際發展趨勢

從國際間大型研討會，例如永續建築國際研討會 (World Sustainable Building Conference)、綠建築國際研討會 (International Green Building Conference) 及健康建築國際研討會 (International Healthy Building Conference) 等發現，健康室內環境品質已成為重要議題之一，包括如何建構健康舒適的室內環境，提升室內環境品質，以達到「地球永續、人本健康」之目標。

### 三、室內環境與健康風險控制

從影響健康危害角度而言，室內環境中可能潛藏著許多危害因子，增加居住者的健康風險，室內環境因子除刺激生理反應外，更重

要課題為室內生活環境是否具有短期健康危害之因子，造成身體機能無法對應而導致健康危害的狀態，此部分於國際上研究成果較為豐碩，相對應之建築設計與室內物理、化學及生物特性之探討也較完整，為健康居住與生活環境之必須滿足的基本要項，最後再從美觀角度著手，達成兼顧健康、舒適、美觀之目的，另須兼顧永續之能源、資源應用以及生態環境確保之要項。此種從外在地理條件與氣候特徵為始之健康建築對應，回饋至生理反應與人體健康必備之條件，而後再從建築室內健康環境所需之材料要項、物理環境控制要項、化學污染控制要項以及生物污染控制要項通盤檢討，達成兼顧氣候變遷與健康對應之健康生活，最後同步兼顧永續發展之要項，滿足省能省資源、外在生態環境確保以及美觀調適等要素，如此方能真正稱為永續的健康建築，對應於亞熱帶區域的人口與環境，回歸至全球永續之趨勢。因此需要建立一套完善的診斷、檢測流程與方法、尋求改善對策，並推廣內政部建築研究所建立的「建築醫生」健康診斷觀念，使既有建築物之綠建築改善工作能更有效率，確保建築物之室內環境能改善室內使用人員的健康性及舒適性的需求，免於室內環境品質不良的慢性傷害。

## 四、我國面臨的室內環境品質問題

在高溫、高濕氣候的台灣，目前新舊建築比例約為 3：97，隨著既有建築物使用年限增加而產生的許多問題，如：建築物之建材、設備機能老化與室內環境品質惡化進而影響人體健康...等，透過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，來增加既有建築物之附加價值。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，而人的一生中約有 90%的時間生活在廣義的室內空間，因此建築室內環境之良窳與人體健康息息相關，也顯示建築室內空間健康舒適之重要性。



## 五、我國室內環境品質相關政策與制度

室內環境品質議題涉及建築技術規則、室內空氣品質管理法、綠建築標章制度、綠建材標章制度、住宅性能評估實施辦法、智慧建築標章制度等，藉由建築品質提升將可確保居住環境健康、延續建築物生命週期、建築產業景氣回升，並刺激更多綠色科技的研發。影響室內居住健康與舒適之各項環境因子指標包括：音、光、溫熱、空氣與室內建材裝修等評估範疇，尤其在室內裝修方面，鼓勵盡量減少室內裝修量，及採用具有綠建材標章之建材，以減低空氣污染物之逸散，同時使用低污染、低逸散性、可循環利用之建材設計。

**（一）建築技術規則規定：**建築技術規則中對於各項室內環境因子皆有訂定相關規定，如建築物之防音設計、日照及有效採光面積、地板及天花板之有效防潮設計與室內有效通風、外牆開口限制等；另更於綠建築基準中針對建築物室內裝修材料、樓地板面材料及窗，規定其綠建材使用率應達總面積百分之四十五以上（但窗未使用綠建材者，得不計入總面積檢討），戶外地面扣除車道、汽車出入緩衝空間、消防車輛救災活動空間及無須鋪設地面材料部分，其地面材料之綠建材使用率應達百分之十以上。

**（二）室內空氣品質管理法：**室內空氣品質的良窳，可直接影響人體健康及工作品質，近年來室內空氣污染物對民眾的影響逐漸受到重視，為有效改善室內空氣，維護室內環境品質，行政院環境保護署訂定之室內空氣品質管理法於民國 100 年 11 月 08 日立法院三讀通過，其中訂定及修正室內空氣品質管理法規與室內空氣品質標準、檢驗測定與監測方法，已於民國 101 年 11 月 23 日實施，使我國成為全球第二個立法通過之國家。

**（三）住宅性能評估實施辦法：**依據住宅法第三十七條第二項之授權，訂定住宅性能評估實施辦法，規定住宅性能評估制度之內容、基準、方法、鼓勵措施、評估機構與人員之資格及管理等等事項。住宅性

能評估實施辦法分為「新建住宅」與「既有住宅」，對結構安全、防火安全、無障礙環境、空氣環境、光環境、音環境、節能省水、住宅維護八個項目，分別評估其性能等級，其中空氣環境以室內通風路徑或機械通風量來評估空間的通風性能；光環境以居室之「採光深度比」及「採光面積比」之合格比率做為評估標準；音環境將空氣傳音接觸到之牆壁、開窗、開門處及固體傳音接觸之樓板，給予不同隔音等級；節能省水性能評估主要是評估住宅生活中之能源消耗，包括遮陽效率、隔熱效率、熱水效率、省水效率及照明系統節能效率；其中三項與室內溫熱環境有直接關係。針對住戶想過「安全、健康、便利、舒適、經濟及永續使用」之生活，由專業之第三者客觀評估後，依性能水準清楚標示其等級，俾利消費者可就個人需求選擇合適之住宅。

**（四）綠建築標章制度：**綠建築九大指標系統，包括「生物多樣性指標」、「綠化量指標」、「基地保水指標」、「日常節能指標」、「二氧化碳減量指標」、「廢棄物減量指標」、「室內環境指標」、「水資源能指標」、「污水及垃圾改善指標」，其中室內環境指標包括：音、光、溫熱、空氣與室內建材裝修等評估範疇，另因「溫熱環境」的部分已包含在「日常節能指標」中，因此本指標主要以音環境、光環境、通風換氣與室內建材裝修等四部分為主要評估對象。音環境方面鼓勵採用較佳隔音性能之門窗及牆壁構造，以保障居住之安寧；光環境方面鼓勵一般居室空間均能自然開窗採光；通風換氣方面，鼓勵室內引入足夠之新鮮空氣，尤其要求通風對流設計，以稀釋室內污染物濃度而保障居家之空氣品質；室內建材裝修方面鼓勵儘量減少室內裝修量、並盡量採用取得綠建材標章認證之建材。

**（五）綠建材標章制度：**依據內政部建築研究所「建築室內環境保健綜合指標之研究」之成果，空氣環境影響因子中建材相關要項達一半以上，顯見建材對人體健康影響之鉅。建築材料在製造過程中為了性能考量，經常添加各種化學物質以達硬化、膠合及防腐等作用，致房

屋裝修完成後，這些化學物質隨著時間和溫度變化大量地逸散於空氣中影響室內環境品質。綠建材標章制度之建立，即在有效評斷並整合建材之健康、生態、再生、高性能資訊，以提供民眾選用材料時之依據。

**（六）智慧建築標章制度：**內政部建築研究所為推廣智慧化居住空間概念，推動國內智慧建築之發展。研擬並訂定智慧建築標章迄今已逾十年，其過程經歷資訊通訊科技（ICT）與智慧化設備的快速發展，多元化的科技與產品不斷的被導入建築生活空間，我國智慧建築之評估系統為因應行政院現階段發展智慧化居住空間產業發展計畫之目標，智慧建築乃是智慧化居住空間的重要載體，因此檢討現行評估架構以及評估指標之內容，以符合行政院發展智慧化居住空間政策方向之所需，並以智慧建築之建築物環境、成本效益、智慧化系統與使用管理來作為智慧建築定義的範疇。依此研訂資訊通信、安全防災、健康舒適、節能管理、綜合佈線、系統整合、設施管理及貼心便利指標八大項指標作為「智慧建築標章」之評估體系，使智慧建築之評估得以更加完備，且更加符合科技之發展趨勢與使用者需求。

綜觀以上各點，室內環境品質改善之目的在於台灣整體建築室內環境獲得改善，本指引主要為落實推廣健康室內環境品質的重要性，並且從影響健康危害的角度來看，室內音、光、溫熱、空氣、生物性等五大環境因子之理論簡介、相關法令規範及規定、診斷評估方法、改善技術與對策，在經過評估與檢討、建立整體改善流程架構後，提供如何改善室內環境品質之方式給專業技術及從業人員參考應用，冀望未來的推動可提升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，營造健康舒適的室內環境以確保居住或使用者的身心健康。



## 第二章 健康室內環境品質概述

### 2-1 健康室內環境品質發展緣起

人的一生有 90%以上時間在室內環境活動，依據世界衛生組織（WHO）對「健康住宅」的評估項目發現，建築物在日常生活與工作中，除了保護人們免受自然災害的侵襲外，亦無時無刻地影響著居住者的生活健康與室內環境品質（IEQ）（如圖 2-1）。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，以確保居住環境健康。

室內環境品質改善之目的在於台灣整體建築室內環境獲得改善，藉由健康室內環境品質之驗證將有助於居住環境品質的提升與技術研發，冀望未來推動後可逐步改善國內既有建築物室內環境品質，提升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，營造健康舒適的生活環境。

目前室內環境品質(IEQ)已成為綠建築及永續建築等國際標準之重要議題之一，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(Indoor Environment Health, IEH)項目，而美國 LEED-2011、ASHRAE 2011 標準、日本 CASBEE-2010 及歐洲永續建築（Sustainable Buildings）等，皆考量了「健康」、「能源」及「經濟成本效益」等因子，可見室內健康環境議題甚為重要。

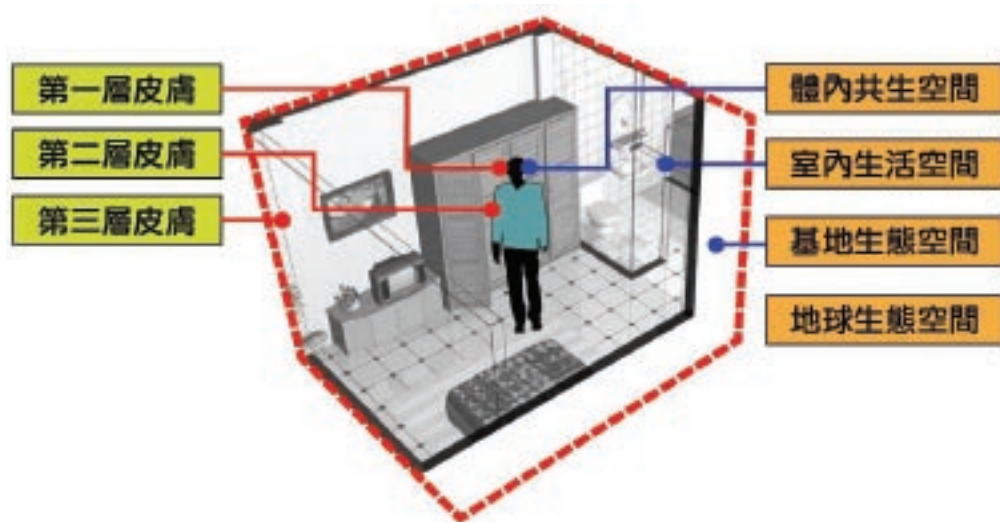


圖 2-1 人類生活於空間場域之區分概念  
(資料來源：本指引繪製)



## 2-2 室內環境品質國內外發展趨勢

### 一、國際發展趨勢

依據世界企業永續發展委員會 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) 所提出「2050 願景 (In the WBCSD Vision 2050 project.)」, 未來人類不僅僅是要在地球上生存下來, 並且需要在地球容許承載之下「生活的更好」。因此, 在整體資源有限的發展壓力下, 如何兼顧永續與健康的生活水平, 並且能夠維持整體生態環境與氣候條件, 在新建建築與既有建築的設計改善體系之內, 尋求「生活環境品質」與「能資源負荷」的效率平衡點, 是為國內邁向 2050 的具體方向。

歸納國際間對永續建築、綠建築、健康建築等研討會, 包含 1998 年於加拿大溫哥華舉行之綠建築國際會議(GBC 1998), 2000 年於芬蘭赫爾辛基舉行之健康建築國際研討會(HB 2000)、英國舉辦之室內通風研討會(RoomVent 2000)、荷蘭馬斯垂克所舉行之綠建築國際研討會(GBC 2000)及永續建築國際研討會(SB 2000)、2002 年挪威之永續建築國際研討會(SB 2002)、2003 年新加坡健康建築國際研討會(HB 2003)、2004 年葡萄牙之室內通風研討會(RoomVent 2004)、2005 年中國北京之室內空氣國際研討會(Indoor Air 2005)、日本東京之永續建築國際研討會(SB 2005)、2006 年葡萄牙里斯本健康建築國際研討會(HB 2006)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; 2008 年在丹麥之室內空氣國際研討會(Indoor Air 2008)、墨爾本之永續建築國際研討會(SB 2008)以及 2009 年韓國釜山之室內通風研討會(Room Vent 2009)、美國紐約之健康建築國際研討會(HB 2009)等國際會議中對於室內環境控制方面強調「效率」的提升、個人化及複合通風系統(Hybrid Ventilation System)、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、居家健康等課題。2010 年在美國德州室內空氣研討會(Indoor Air 2010)、2011 年芬蘭赫爾辛基永續建築國際研討會(SB 2011)、2012 年澳洲布里斯班之健康建築國際會議(HB 2012)、巴西里約熱內盧之地球高峰會(UNCSD, Rio+20)等會議中多著重於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、廚房油煙、經常性的使用清潔化學品等。健康問題中被論證出主要的危險是不足的通風裝置，其致使室內污染物濃度增加。這些不適當的通風引起的危險在無形中漸漸的擴張開來。世界各地許多國家已經意識到健康的室內環境對於公共衛生非常重要，現今歐洲已經成功的提升室內環境品質，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。

### 二、我國發展現況

從過去國內相關研究，例如內政部建築研究所之「辦公建築室內空氣品質與空調設備之診斷研究」及行政院環境保護署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方法。

在落實改善成果中，內政部建築研究所自民國 90 年起陸續完成 18 例室內環境品質診斷及改善案例之操作，民國 90 年三個改善案例、民國 91 年三個改善案例、民國 93 年四個改善案例、民國 94 年四個改善案例，以及民國 95 年四個改善案例，分別呈現北、中、南、東等地區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、生物性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，保障全民健康。

內政部建築研究所目前已建立完整建築物室內環境診斷方法與流程（如圖 2-2），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。

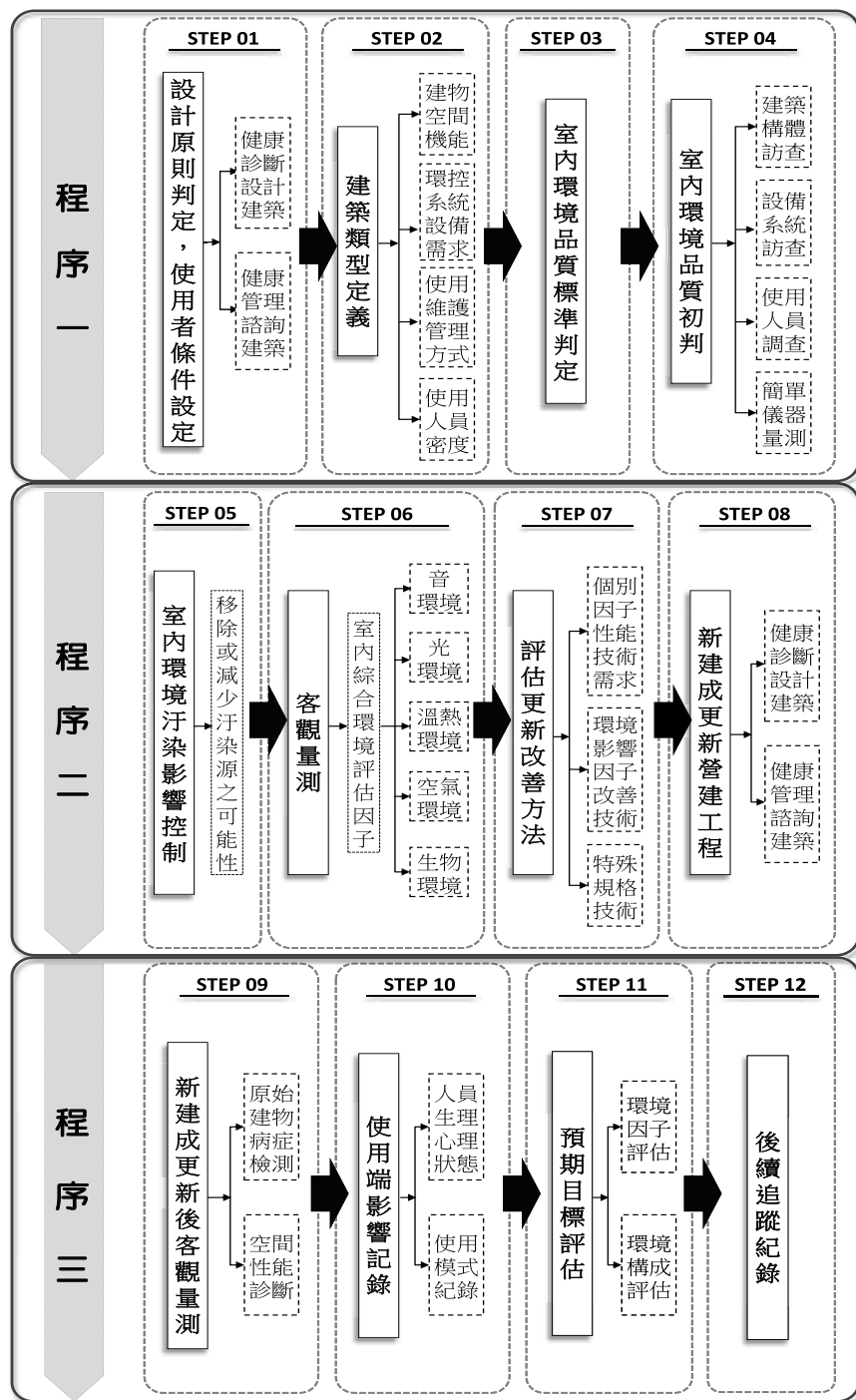


圖 2-2 室內環境診斷、自主改善及追蹤驗證之標準作業流程  
(資料來源：內政部建築研究所，2010)

## 2-3 室內環境品質相關理論及法令規定

### 2-3-1 音環境理論及法令規定

#### 一、音環境理論介紹

建築音環境控制是利用噪音(空氣傳音、固體傳音)控制的手法來提高室內音環境品質，設計者需要了解環境噪音基準的訂定，採取必要的措施如隔音、吸音與防振等來達成目標，並且有能力進行檢測改善。室內聲學除了建築音環境控制的基本需求外，更追求良好的音響效果，如音樂廳、演講堂等空間，而所謂良好的聲學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，以提升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

音波(Sound Wave)來自於聲源的振動，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聲場(Sound Field)，在聲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聲壓(Sound Pressure)。音波能夠在一秒中進行的距離稱為音速(Sound Velocity)，單位為  $\text{m/s}$ ，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  $\text{Hz}$ ，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  $\lambda$  表示，單位為  $\text{m}$ 。音波、頻率、波長的關係如圖 2-3。

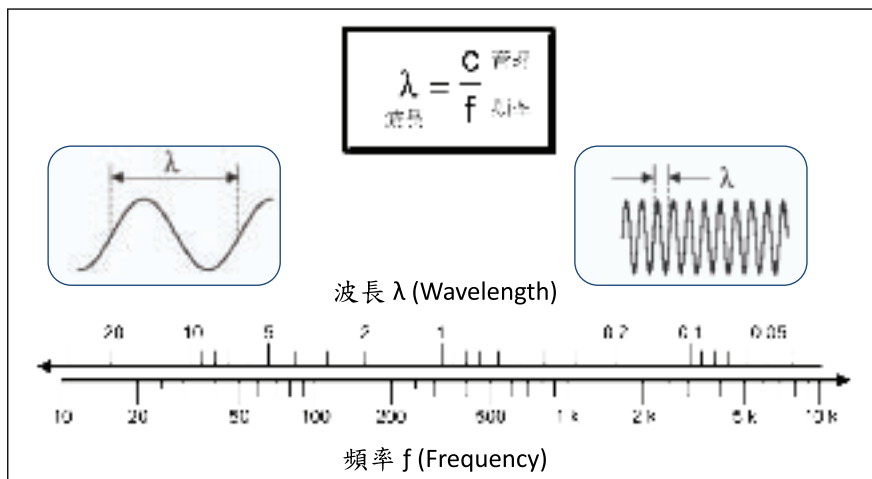


圖 2-3 音波、頻率與波長的關係  
(圖片來源：建築物理，江哲銘，2010)

## (二) 音高

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。音高是指人耳對聲音高低的感覺，音高一般與頻率有關(如圖 2-4)。

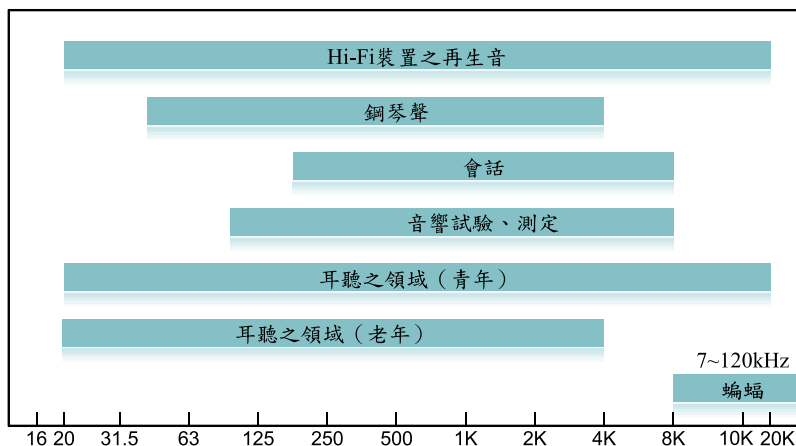


圖 2-4 頻率範圍  
(圖片來源：建築物理，江哲銘，2010)

### (三) 音色

聲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聲源發音的頻率和能量分布的特性，據以辨別聲源的種類，稱為音色（Tonal Quality）。

### (四) 音量

音量（Loundness）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

#### 1. dB 尺度

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

#### 2. dB(A)尺度

不同頻率的聲音感受並考慮人耳的感受，國際上採用三種加權曲線。

### (六) 聲音的傳播

#### 1. 空氣傳播

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。

#### 2. 固體傳音

由對牆壁或樓板等施加衝擊力，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。

### 3. 空氣傳播及固體傳播

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。各種聲音的傳播路徑如圖 2-5 所示。

室內噪音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容易造成危害，足量的噪音暴露會引起聽力損害、缺血性心臟疾病，並使生活作息受干擾，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。

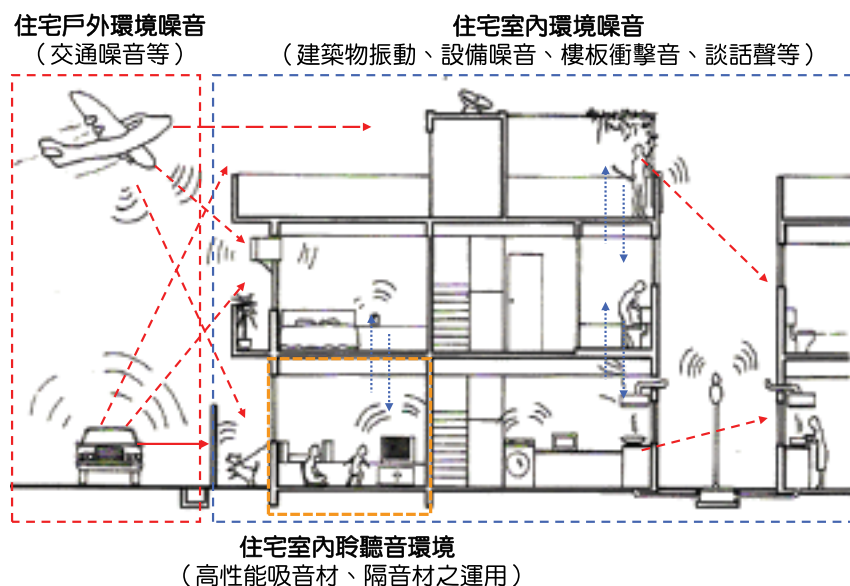


圖 2-5 建築物噪音源及其傳播路徑  
(圖片來源：建築物理，江哲銘，2010)

## 二、音環境相關法令規定

各國建築音環境之管理機制以環保體系法規及營建體系法規為主要規定，環保體系相關法規以控制環境噪音源為目的，而營建體系相關法規則以規定住宅建築物構造部位隔音基準為主。我國目前環保體系之法規以行政院環境保護署規定之噪音管制法、噪音管制法施行細則、噪音管制標準以及環境音量標準之規定(表 2-1)，營建體系包含前述建築技術規則第四十六條之規定。

表 2-1 強制性之噪音管制規定

| 法規名稱      | 規定內容                                                              |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|
| 噪音管制法     | 適用範圍、規定及罰則。                                                       |
| 噪音管制法施行細則 | 依噪音管制法第三十六條規定訂定之，規定相關量測方法。                                        |
| 噪音管制標準    | 依噪音管制法第九條第二項規定訂定之，規定相關量測方法及依不同場所訂定各時段之環境音量標準，且包括 20~200 Hz 之環境音量。 |
| 環境音量標準    | 依噪音管制法第十五條第三項規定訂定之，規定相關量測方法及依道路寬度訂定環境音量標準。                        |

(資料來源：本指引依據行政院環境保護署彙整)

### (一) 噪音管制相關規定

#### 1. 噪音管制法

本指引參考行政院環境保護署噪音管制法，其中對於建築物室內音環境相關之規範歸納如下。(詳全文請見行政院環境保護署公告之噪音管制法)

### 第七條

直轄市及縣（市）主管機關得視轄境內噪音狀況劃定公告各類噪音管制區，並應定期檢討，重新劃定公告之；其管制區之劃分原則、劃定程序及其他應遵行事項之準則，由中央主管機關定之。前項管制區有特殊需要者，由中央主管機關劃定並公告之。

### 第九條

噪音管制區內之下列場所、工程及設施，所發出之聲音不得超出噪音管制標準：

- 一、工廠（場）。
- 二、娛樂場所。
- 三、營業場所。
- 四、營建工程。
- 五、擴音設施。
- 六、其他經主管機關公告之場所、工程及設施。

前項各款噪音管制之音量及測定之標準，由中央主管機關定之。

### 第十八條

直轄市、縣（市）主管機關應依下列原則，檢討、規劃各級航空噪音防制區內之既有土地使用及開發計畫：

- 一、第一級航空噪音防制區：應檢討現有土地使用及開發計畫。
- 二、第二級航空噪音防制區：不得新建學校、圖書館及醫療機構。
- 三、第三級航空噪音防制區：不得新建學校、圖書館、醫療機構及不得劃定為住宅區。

前項學校、圖書館及醫療機構採用之防音建材，於新建完成後可使室內航空噪音日夜音量低於五十五分貝，並經當地主管機關許可者，不受前項不得新建規定之限制，且不得向各目的事業主管機關申請補助。



## 2. 環境音量標準－噪音標準值

針對不同管制區劃可參照噪音管制區劃定作業準則，第一類噪音管制區，係指環境亟需安寧之地區；第二類噪音管制區，係指供住宅使用為主且需要安寧地區；第三類噪音管制區，係指以住宅使用為主，但混合商業或工業等使用，且需維護其住宅安寧之地區；第四類噪音管制區，係指供工業或交通使用為主，且需防止噪音影響附近住宅安寧地區。

噪音管制標準及環境音量標準各時段區分，日間時段為第一、二類管制區指上午六時至晚上八時，第三、四類管制區指上午七時至晚上八時；晚間時段為第一、二類管制區指晚上八時至晚上十時，第三、四類管制區指晚上八時至晚上十一時；夜間時段為第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午六時，第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時(表 2-2、2-3)。另外在陸上運輸系統噪音管制標準部分，量測時是以建築物以外之室外環境為主，因此暫不在此部分加以論述。

表 2-2 道路交通噪音環境音量標準

| 道路交通噪音環境音量標準              |                   |    |    |
|---------------------------|-------------------|----|----|
| 管制區                       | 均能音量 ( $L_{eq}$ ) |    |    |
|                           | 日間                | 晚間 | 夜間 |
| 第一類或第二類<br>管制區內緊鄰未滿八公尺之道路 | 71                | 69 | 63 |
| 第一類或第二類<br>管制區內緊鄰八公尺以上之道路 | 74                | 70 | 67 |
| 第三類或第四類<br>管制區內緊鄰未滿八公尺之道路 | 74                | 73 | 69 |
| 第三類或第四類<br>管制區內緊鄰八公尺以上之道路 | 76                | 75 | 72 |

(資料來源：環境音量標準，行政院環境保護署)

表 2-3 行政院環境保護署噪音管制標準各類場所噪音標準值

| 工廠(場)噪音管制標準值            |       |             |    |    |             |    |    |
|-------------------------|-------|-------------|----|----|-------------|----|----|
| 管制區                     |       | 20 至 200 Hz |    |    | 20 至 20k Hz |    |    |
|                         |       | 日間          | 晚間 | 夜間 | 日間          | 晚間 | 夜間 |
| 第一類                     |       | 42          | 42 | 39 | 50          | 45 | 40 |
| 第二類                     |       | 42          | 42 | 39 | 60          | 55 | 50 |
| 第三類                     |       | 47          | 47 | 44 | 70          | 60 | 55 |
| 第四類                     |       | 47          | 47 | 44 | 80          | 70 | 65 |
| 娛樂場所、營業場所噪音管制標準值        |       |             |    |    |             |    |    |
| 管制區                     |       | 20 至 200 Hz |    |    | 20 至 20k Hz |    |    |
|                         |       | 日間          | 晚間 | 夜間 | 日間          | 晚間 | 夜間 |
| 第一類                     |       | 35          | 35 | 30 | 55          | 50 | 40 |
| 第二類                     |       | 40          | 35 | 30 | 60          | 55 | 50 |
| 第三類                     |       | 40          | 40 | 35 | 70          | 60 | 55 |
| 第四類                     |       | 40          | 40 | 35 | 80          | 70 | 65 |
| 營建工程噪音管制標準值             |       |             |    |    |             |    |    |
| 管制區                     |       | 20 至 200 Hz |    |    | 20 至 20k Hz |    |    |
|                         |       | 日間          | 晚間 | 夜間 | 日間          | 晚間 | 夜間 |
| 均能音量<br>( $L_{eq}$ )    | 第一類   | 47          | 47 | 42 | 70          | 50 | 50 |
|                         | 第二類   | 47          | 47 | 42 | 70          | 60 | 50 |
|                         | 第三類   | 49          | 49 | 44 | 75          | 70 | 65 |
|                         | 第四類   | 49          | 49 | 44 | 80          | 70 | 65 |
| 最大音量<br>( $L_{max}$ )   | 第一、二類 | -           |    |    | 100         | 80 | 70 |
|                         | 第三、四類 |             |    |    | 100         | 85 | 75 |
| 擴音設施噪音管制標準值             |       |             |    |    |             |    |    |
| 管制區                     |       | 20 至 200 Hz |    |    | 20 至 20k Hz |    |    |
|                         |       | 日間          | 晚間 | 夜間 | 日間          | 晚間 | 夜間 |
| 第一類                     |       | -           |    |    | 60          | 50 | 40 |
| 第二類                     |       |             |    |    | 75          | 60 | 50 |
| 第三類                     |       |             |    |    | 80          | 65 | 55 |
| 第四類                     |       |             |    |    | 85          | 75 | 65 |
| 其他經主管機關公告之場所及設施之噪音管制標準值 |       |             |    |    |             |    |    |
| 管制區                     |       | 20 至 200 Hz |    |    | 20 至 20k Hz |    |    |
|                         |       | 日間          | 晚間 | 夜間 | 日間          | 晚間 | 夜間 |
| 第一類                     |       | 35          | 35 | 30 | 55          | 50 | 35 |
| 第二類                     |       | 40          | 35 | 30 | 60          | 55 | 45 |
| 第三類                     |       | 40          | 40 | 35 | 70          | 60 | 50 |
| 第四類                     |       | 40          | 40 | 35 | 80          | 70 | 60 |

(資料來源：噪音管制標準，行政院環境保護署)

## (二) 建築技術規則－建築設計施工編第二章 一般設計通則

本指引參考建築技術規則，其建築設計施工編第二章-一般設計通則中對於建築物防音之規範歸納如下。(詳全文請見建築技術規則)

### 第九節 - 防音

#### 第四十六條 (防音)

連棟住宅、集合住宅之分界牆、寄宿舍、旅館等之臥室或客房或醫院病房相互間之分間牆及其與其他部份之分間牆，應依左列規定設置具有防音效果之隔牆：

- 一、分界牆或分間牆應為無空隙、無害於防音之構造，並應為直達樓地板或屋頂之牆壁，如天花板有防音性能者，分間牆得建築至天花板。
- 二、前款防音構造，不得低於左列標準：
  1. 鋼筋混凝土造，鋼骨混凝土造等，厚度在 10 公分以上者。
  2. 重質水泥空心磚，無筋混凝土造，磚造或石造，其本身厚度與粉刷厚度合併在 10 公分以上者。
  3. 泡沫(氣泡)混凝土(厚 10 公分以上)兩面為厚度 1.5 公分以上之水泥砂漿，石膏或石灰等粉刷者。
  4. 輕質水泥空心磚(其厚度為 14 公分以上者)兩面為厚度在 1.5 公分以上之水泥砂漿，石膏或石灰等粉刷者。
  5. 鋼筋混凝土板(厚 4 公分以上，重量 110 公斤/平方公尺以上)兩面以木質板片(5 公斤/平方公尺)裝訂者。
  6. 以牆筋架構為底，兩面以左列材料裝修，其總厚度在 13 公分以上者。
    - (1) 鐵絲網上加水泥砂漿粉刷或在板條上加石灰粉刷，粉刷厚度在 2 公分以上。粉水泥砂漿後貼面磚或水泥板、其厚度在 2.5 公分以上。
    - (2) 在木絲水泥板或石膏板上加水泥砂漿或石灰粉刷，粉刷厚度在 1.5 公分以上者。
  7. 牆筋架構為底，牆內填以厚度 2.5 公分以上比重 0.02 以上之玻璃棉，或比重在 0.04 以上之礦棉，其總厚度在 10 公分以上者。

8. 牆筋架構為底之分界牆兩面以左列規定材料裝修者：

- (1) 使用石膏板時厚度應在 1.2 公分以上，使用礦棉保溫板時厚度應在 2.5 公分以上，或使用厚度在 1.8 公分以上之木絲水泥板，但其表面應另加釘厚度 0.09 公分以上之白鐵板或厚度 0.4 公分以上之石棉板。
- (2) 雙層石棉板之每層厚度應在 0.6 公分以上或雙層石膏板之每層厚度在 1.2 公分以上。

### (三) CNS 國家標準－建築隔音性能診斷

近年來國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 已成為國際上通用性較高的標準，內政部建築研究所於 2005-2008 年間，完成 17 個 ISO 音響性能量測與評定標準 CNS 化可行性分析以及 CNS 建議草案，並協助標準檢驗局進行後續標準制定，相關標準已完成修訂及公佈，其成果有助我國國家建築聲學標準國際化。

針對國內建築物建築隔音性能診斷，可參照 CNS 15160-4「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-兩室間空氣音隔音之現場量測方法」，為針對建築物兩室間牆板隔音性能；以及 CNS 15160-7「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-樓板衝擊音隔音之現場量測方法」，為針對建築物上下兩室樓板衝擊音之隔音性能。

### (四) 綠建築標章

1. 採用厚度 15cm 以上 RC 外牆與厚度 15cm 以上 RC 樓板結構。
2. 採用氣密性二級以上玻璃窗以保良好隔音性能。
3. 盡量採用輕玻璃或 low-E 玻璃，不要採用高反射玻璃或重顏色之色板玻璃以保良好採光。

### (五) 綠建材標章－高性能綠建材

綠建材標章包含生態綠建材、健康綠建材、再生綠建材以及高性能綠建材，其中與音環境較具相關性項目為高性能綠建材中之防音綠建材，其評定基準如表 2-4。

表 2-4 防音綠建材評定基準表

| 性能                                                                                                                   | 評定項目      | 評定指標           | 基準                      | 試驗法         | 評定法        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|------------|
| 隔音                                                                                                                   | 1.牆壁及屋頂構件 | $R_w$ 值        | $R_w \geq 50$ dB        | CNS 15160-3 | CNS 8465-1 |
|                                                                                                                      | 2.窗戶      | $R_w$ 值        | $R_w \geq 35$ dB        | CNS 15160-3 | CNS 8465-1 |
|                                                                                                                      | 3.門扇      | $R_w$ 值        | $R_w \geq 35$ dB        | CNS 15160-3 | CNS 8465-1 |
|                                                                                                                      | 4.樓板緩衝材   | $\Delta L_w$ 值 | $\Delta L_w \geq 15$ dB | CNS 15160-8 | CNS 8465-2 |
| 吸音                                                                                                                   | 吸音材       | $\alpha_w$ 值   | $\alpha_w \geq 0.8$     | CNS 9056    | CNS 15218  |
| <b>【文件審查】</b><br>1.申請廠商須檢附相關施工流程、圖說、文件說明，確保日後施做時，工法亦能符合高性能防音設計及要求。<br>2.上述評定項目如採其他規範標準進行評定，請出具相關試驗報告書，提由綠建材標章評定小組審議。 |           |                |                         |             |            |

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

#### (六) 住宅性能評估實施辦法

住宅性能評估音環境部分，將其評估項目為分戶牆隔音、外牆開口部隔音以及樓板隔音，依其內容分為四級分，各級分與權重乘積之積分由低至高分別評估性能等級：等級一(積分未達 1.50)、等級二(積分為 1.50 以上未達 2.50)、等級三(積分 2.50 以上未達 3.50)、等級四(積分 3.50 以上)。

辦法中依據新建住宅以及既有住宅給予不同評估基準，本指引歸納如下表 2-5。(詳細評分權重請參閱住宅性能評估實施辦法)

表 2-5 住宅音環境性能之評估基準及評分表

| 新建住宅音環境性能之評估基準及評分表 |        |     |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 評估項目               | 評估內容   | 評分  | 評估基準                                                                                                                                                                                                                                              |
| 住宅分戶牆隔音            | 分戶牆之隔音 | 一級分 | 符合法規或未達二級分者                                                                                                                                                                                                                                       |
|                    |        | 二級分 | 符合下列之一：<br>1. RC 牆含粉刷厚度( $d_w$ ) $\geq 15$ cm<br>2. 磚牆含粉刷厚度( $d_w$ ) $\geq 24$ cm<br>3. 檢附牆板隔音證明 $R_w \geq 50$ dB<br>分戶牆鄰接電梯間、樓梯間或走道等公共空間之門，須檢附隔音證明 $R_w \geq 35$ dB。                                                                             |
|                    |        | 三級分 | 符合下列之一：<br>1. RC 牆含粉刷厚度( $d_w$ ) $\geq 20$ cm<br>2. 雙層磚牆間距( $d_{a1}$ ) $\geq 5$ cm，內填密度 24K 以上玻璃綿或岩綿且厚度 $\geq 5$ cm，磚牆含粉刷厚度( $d_{b1} + d_{b2}$ ) $\geq 24$ cm<br>3. 檢附牆板隔音證明 $R_w \geq 55$ dB<br>分戶牆鄰接電梯間、樓梯間或走道等公共空間之門，須檢附隔音證明 $R_w \geq 40$ dB。 |
|                    |        | 四級分 | 檢附牆板隔音證明 $R_w \geq 60$ dB<br>分戶牆鄰接電梯間、樓梯間或走道等公共空間之門，須檢附隔音證明 $R_w \geq 45$ dB。                                                                                                                                                                     |
| 住宅外牆開口部隔音          | 門窗之隔音  | 一級分 | 符合法規或未達二級分者                                                                                                                                                                                                                                       |
|                    |        | 二級分 | 符合下列之一：<br>1. 符合氣密性 2 等級之雙層窗，空氣層厚度( $d_{a2}$ ) $\geq 10$ cm 且玻璃厚度 $\geq 8$ mm<br>2. 門、窗檢附隔音證明 $R_w \geq 35$ dB                                                                                                                                    |
|                    |        | 三級分 | 門、窗檢附隔音證明 $R_w \geq 40$ dB                                                                                                                                                                                                                        |
|                    |        | 四級分 | 門、窗檢附隔音證明 $R_w \geq 45$ dB                                                                                                                                                                                                                        |

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

| 評估項目               | 評估內容       | 評分  | 評估基準                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 住宅樓板隔音             | 輕量衝擊源樓板衝擊音 | 一級分 | 符合法規或未達二級分者                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                    |            | 二級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 15$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 20$ dB<br>2.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 18$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 17$ dB<br>3.鋼承板式 RC 樓板厚度(df) $\geq 19$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 20$ dB<br>4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L'_{n,w} \leq 55$ dB      |
|                    |            | 三級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 15$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 25$ dB<br>2.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 18$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 22$ dB<br>3.鋼承板式 RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 19$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 25$ dB<br>4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L'_{n,w} \leq 50$ dB |
|                    |            | 四級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 15$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 30$ dB<br>2.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 18$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 27$ dB<br>3.鋼承板式 RC 樓板厚度(df) $\geq 19$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 30$ dB<br>4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L'_{n,w} \leq 45$ dB      |
| 既有住宅音環境性能之評估基準及評分表 |            |     |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 評估項目               | 評估內容       | 評分  | 評估基準                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 住宅分戶牆隔音            | 分戶牆之隔音     | 一級分 | 符合法規或未達二級分者                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                    |            | 二級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 牆含粉刷厚度( $d_w$ ) $\geq 15$ cm<br>2.磚牆含粉刷厚度( $d_w$ ) $\geq 24$ cm<br>3.檢附牆板隔音證明 $R_w \geq 50$ dB 或現場檢測 $R'_w \geq 45$ dB。<br>另分戶牆鄰接電梯間、樓梯間或走道等公共空間之門，須檢附隔音證明 $R_w \geq 35$ dB 或現場檢測 $R'_w \geq 30$ dB。                                                        |
|                    |            | 三級分 | 符合下列之一：<br>1. RC 牆含粉刷厚度( $d_w$ ) $\geq 20$ cm<br>2.雙層磚牆間距( $d_{a1}$ ) $\geq 5$ cm，內填密度 24K 以上玻璃綿或岩綿且厚度 $\geq 5$ cm，磚牆含粉刷厚度( $d_{b1} + d_{b2}$ ) $\geq 24$ cm<br>3.檢附牆板隔音證明 $R_w \geq 55$ dB 或現場檢測 $R'_w \geq 50$ dB。                                                        |

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)



| 評估項目      | 評估內容       | 評分  | 評估基準                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |            |     | 另分戶牆鄰接電梯間、樓梯間或走道等公共空間之門，須檢附隔音證明 $R_w \geq 40$ dB 或現場檢測 $R'_w \geq 35$ dB。                                                                                                                                                                                                                               |
|           |            | 四級分 | 檢附牆板隔音證明 $R_w \geq 60$ dB 或現場檢測 $R'_w \geq 55$ dB。<br>另分戶牆鄰接電梯間、樓梯間或走道等公共空間之門，須檢附隔音證明 $R_w \geq 45$ dB 或現場檢測 $R'_w \geq 40$ dB。                                                                                                                                                                         |
| 住宅外牆開口部隔音 | 門窗之隔音      | 一級分 | 符合法規或未達二級分者                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|           |            | 二級分 | 符合下列之一：<br>1.符合氣密性 2 等級之雙層窗，空氣層厚度( $d_{a2}$ ) $\geq 10$ cm 且玻璃厚度 $\geq 8$ mm<br>2.門、窗檢附隔音證明 $R_w \geq 35$ dB 或現場檢測 $R'_{45^\circ, w} \geq 30$ dB。                                                                                                                                                       |
|           |            | 三級分 | 門、窗檢附隔音證明 $R_w \geq 40$ dB 或現場檢測 $R'_{45^\circ, w} \geq 35$ dB。                                                                                                                                                                                                                                         |
|           |            | 四級分 | 門、窗檢附隔音證明 $R_w \geq 45$ dB 或現場檢測 $R'_{45^\circ, w} \geq 40$ dB。                                                                                                                                                                                                                                         |
| 住宅樓板隔音    | 輕量衝擊源樓板衝擊音 | 一級分 | 符合法規或未達二級分者                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|           |            | 二級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 15$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 20$ dB<br>2.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 18$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 17$ dB<br>3.鋼承板式RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 19$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 20$ dB<br>4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L_{n,w} \leq 55$ dB 或現場檢測 $L'_{n,w} \leq 60$ dB。  |
|           |            | 三級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 15$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 25$ dB<br>2.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 18$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 22$ dB<br>3.鋼承板式RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 19$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 25$ dB<br>4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L_{n,w} \leq 50$ dB 或現場檢測 $L'_{n,w} \leq 55$ dB。  |
|           |            | 四級分 | 符合下列之一：<br>1.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 15$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 30$ dB<br>2.RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 18$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 27$ dB<br>3.鋼承板式 RC 樓板厚度( $d_f$ ) $\geq 19$ cm，其上加設固定式表面緩衝材 $\Delta L_w \geq 30$ dB<br>4.檢附樓板衝擊音等級證明 $L_{n,w} \leq 45$ dB 或現場檢測 $L'_{n,w} \leq 50$ dB。 |

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)



## 2-3-2 光環境理論及法令規定

### 一、光環境理論介紹

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

#### （一） 晝光

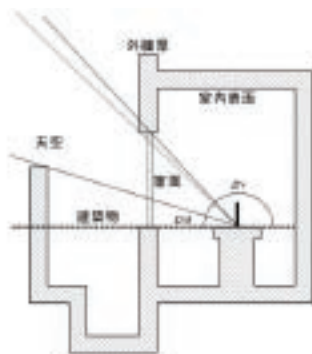
抵達地球之自然光乃由太陽直射光及天空光所組成，總稱為全晝光。天空光為直射日光受大氣中的空氣分子、水蒸氣、塵埃等散亂後而成的漫射光，並含有自地面之反射光射入大氣後，再經反射而成之光，此反射光為日光之第二次光源。因此，廣義的晝光包含了所有的自然光，而通常所指之晝光是針對天空光。

#### （二） 晝光率

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

#### （三） 眩光

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



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

D：晝光率

E：室內被照面上某一點之照度

$E_s$ ：室外全天空照度

圖 2-6 晝光率示意圖  
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

表 2-6 眩光種類及影響行為

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

(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

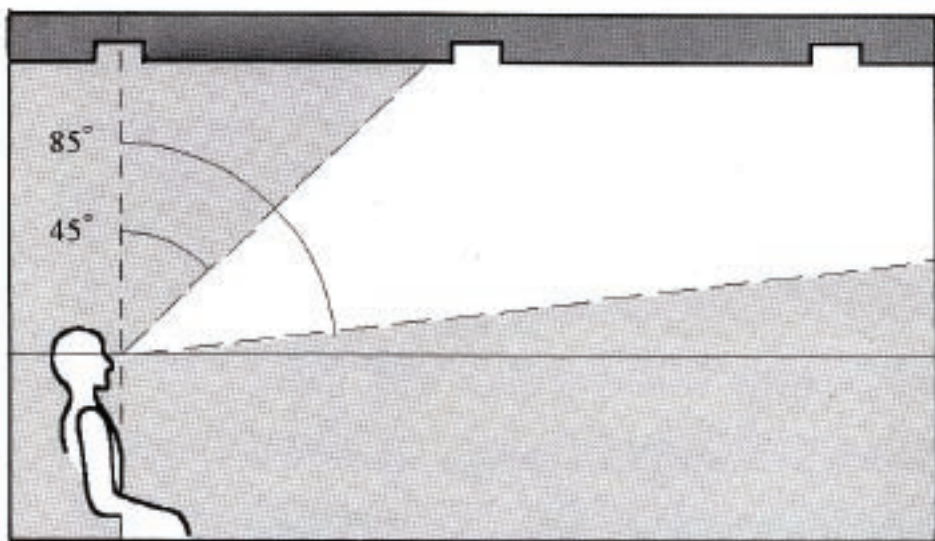


圖 2-7 燈具降低眩光投射角範圍限制圖  
(資料來源：學校教室照明與節能參考手冊，教育部，2004)

#### (四) 照度

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

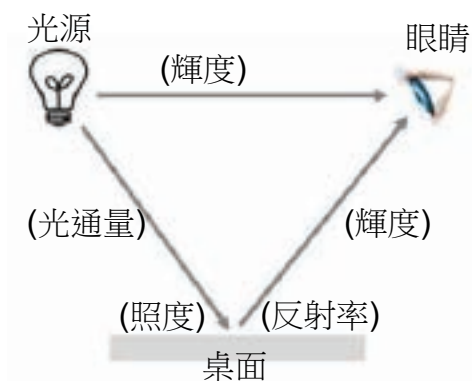


圖 2-8 照明指標示意圖  
(資料來源：學校教室照明與節能參考手冊，教育部，2004)

### （五） 均勻度

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

### （六） 色溫度對室內光環境之影響

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

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

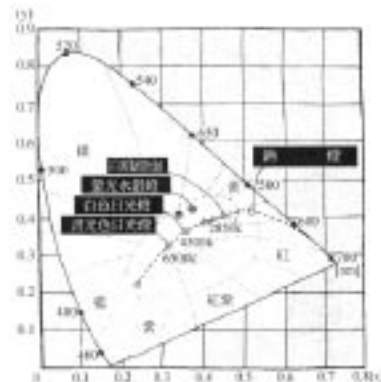


圖 2-9 色度圖與黑體軌跡

(資料來源：照明設計實務入門，許招壩，2002)

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

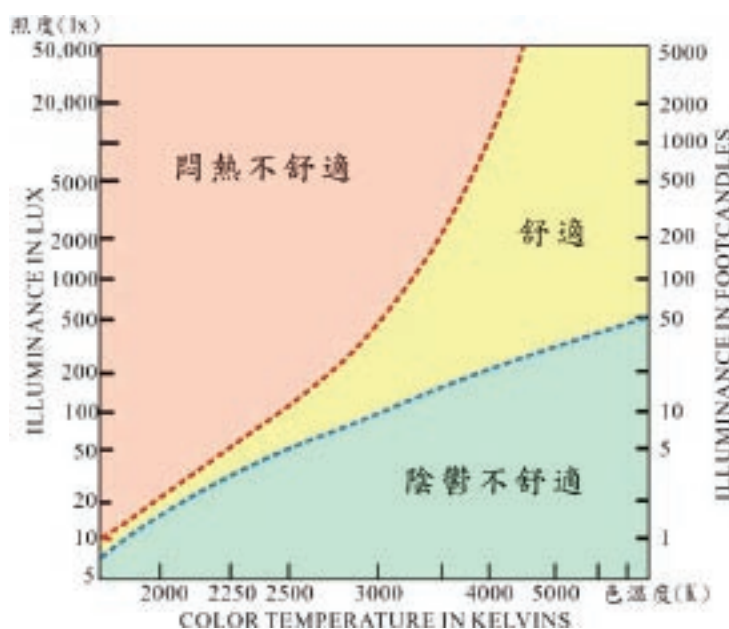


圖 2-10 色溫度與照度曲線

（資料來源：本指引參照 A.A.Kruithof 資料繪製整理）

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

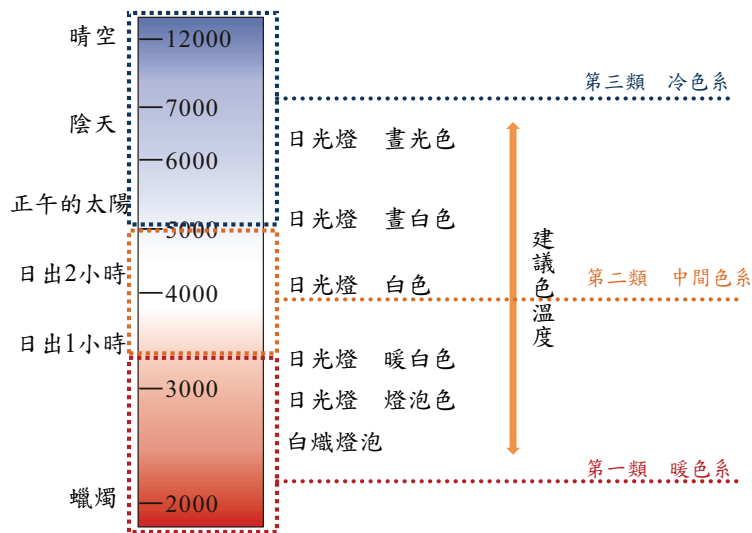


圖 2-11 光源的色溫度與分類

（資料來源：本指引參照光與空間的魔法，松下進，2011，繪製整理）

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

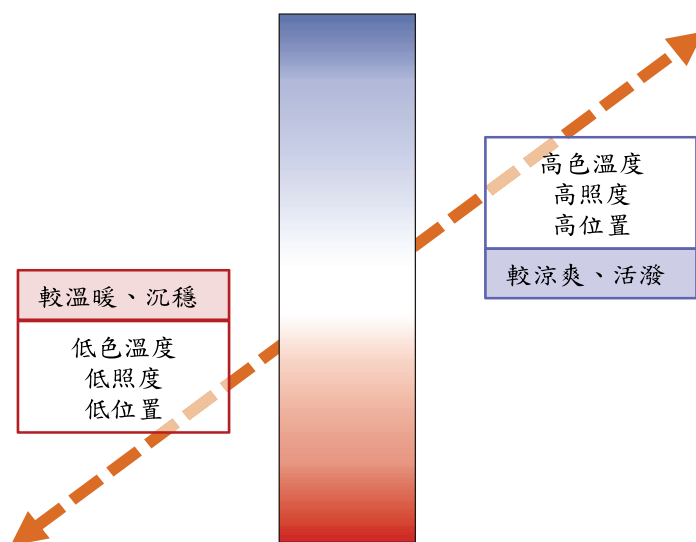


圖 2-12 色溫度與氛圍之關係

（資料來源：本指引參照光與空間的魔法，松下進，2011，繪製整理）

### 二、光環境相關法令規定

#### (一) 建築技術規則

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.總則編 總則</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>第三之二條</b><br><p>直轄市、縣(市)主管建築機關為因應當地發展特色及地方特殊環境需求，得就下列事項另定其設計、施工、構造或設備規定，報經中央主管建築機關核定後實施：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(1) 私設通路及基地內通路。</li><li>(2) 建築物及其附置物突出部分。但都市計畫法令有規定者，從其規定。</li><li>(3) 有效日照、日照、通風、採光及節約能源。</li><li>(4) 建築物停車空間。但都市計畫法令有規定者，從其規定。</li><li>(5) 除建築設計施工編第一百六十四條之一規定外之建築物之樓層高度與其設計、施工及管理事項。</li></ul> <p>合法建築物因震災毀損，必須全部拆除重行建築或部分拆除改建者，其設計、施工、構造及設備規定，得由直轄市、縣(市)主管建築機關另定，報經中央主管建築機關核定後實施。</p> |
| <b>2.建築技術規則建築設計施工編</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>第二章 一般設計通則（第八節 日照、採光、通風、節約能源）</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>第四十條（日照）</b><br><p>住宅至少應有一居室之窗可直接獲得日照。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>第四十一條（採光面積）</b><br><p>建築物之居室應設置採光用窗或開口，其採光面積依左列規定：</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



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

#### 第四十二條 (有效採光面積)

建築物外牆依前條規定留設之採光用窗或開口應在有效採光範圍內並依左式計算之：

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

表 2-7 土地使用分區與有效採光

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

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

### (二) CNS 國家標準

#### 1. 照度量測方法

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

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

在測定前應先確認以下之事項：

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

在測定時應確認以下之事項：

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

## 2. 室內工作場所照明標準

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

表 2-8 CNS 12112 規範之室內工作場所照度值

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

(資料來源：本指引依據 CNS 12112 彙整)

### 3. LED 照明規範

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

表 2-9 CNS 國家標準中 LED 相關規範

| CNS<br>編號    | 規範內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CNS<br>15357 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 本標準規定下列型式之發光二極體(LED)模組之一般性及安全性要求：               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不具有整合式控制裝置，以定電壓、定電流或定功率操作之 LED 模組。</li> <li>2. 在 250V 以下之直流、1000V 以下之交流(60Hz)下使用，內含安定器之 LED 模組。</li> </ol> </li> <li>■ 模組之構造與設計應為，在正常使用時(參照製造廠商所提供之說明書)，不對使用者或周圍環境構成危險。</li> <li>■ 除另有規定外，針對 LED 模組所進行之所有電性量測，應在電壓範圍(最小/最大)、電流範圍(最小/最大)、功率範圍(最小/最大)、最低頻率，及在無風之室內以製造廠商指定之容許溫度範圍等條件下進行量測。除製造廠商指定最不利之測試條件組合外，應在電壓/電流/功率及溫度之測試條件組合下試驗。</li> <li>■ 內含安定器之 LED 模組，應在所標示之供電電壓之許可差範圍內之值下，進行電性量測。</li> <li>■ 不具有專屬外殼之整合式模組，應視為 CNS 14335(IEC 60598-1)中</li> </ul> |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | <p>所定義之燈具之固有零組件。此零組件應在組裝於燈具後加以測試，並盡可能符合本標準之規定。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 獨立式模組除本標準外，應符合 CNS 14335 中相關節次之規定。</li> <li>■ 若模組為工廠封裝之單元，則在進行任 1 項試驗時均不得將其開啟。在檢驗模組或查驗電路圖發現疑義時，應與製造廠商或責任供應商協議，提交供模擬故障條件測試用之特別標準模組。</li> </ul>                                                                |
| CNS 15436 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 本標準規定整合穩定操作裝置之發光二極體燈泡（安定器內藏式發光二極體燈泡），在安全性及燈帽之可互換性方面之要求，包含試驗方法及所需之試驗條件。此種光源適用於家用及類似之一般照明用途，並具有下列特性： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 額定功率在 60W 以下</li> <li>2. 額定電壓大於 50V，惟在 250V 以下</li> <li>3. 額定頻率為 60Hz</li> <li>4. 燈帽符合規範之要求</li> </ol> </li> </ul> |
| CNS 15437 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 本標準適用於室內、供一般照明用途之輕鋼架天花板（T-bar）嵌入式發光二極體燈具（LED）。</li> <li>■ 其安全性應符合 CNS 14335 之規定。</li> <li>■ 基本特性應符合：</li> </ul>                                                                                                                                                 |

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

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

#### 4. 智慧照明系統產業標準

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

能、廣域網路介面規範、場域網路介面規範、場域網路設計準則及照明設備標準。

### (三) 綠建築標章－照明節能：

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

### (四) 綠建材標章－高性能綠建材

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

#### 1. 遮蔽係數

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



## 2. 可見光反射率

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

## 3. 可見光穿透率

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

表 2-10 高性能節能玻璃綠建材評定基準

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

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

## (五) 住宅性能評估實施辦法

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



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

表 2-11 住宅光環境性能評估基準及評分表

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

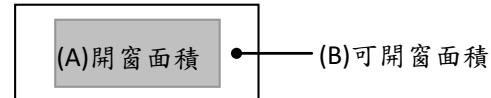
備註：

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

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



(圖一)



(圖二)

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

## 2-3-3 溫熱環境理論及法令規定

## 一、溫熱環境理論介紹

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

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

表 2-12 人體冷熱感覺影響因素

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

（資料來源：建築物理，江哲銘，2010）

## (一) 溫度、濕度、氣流

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

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

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

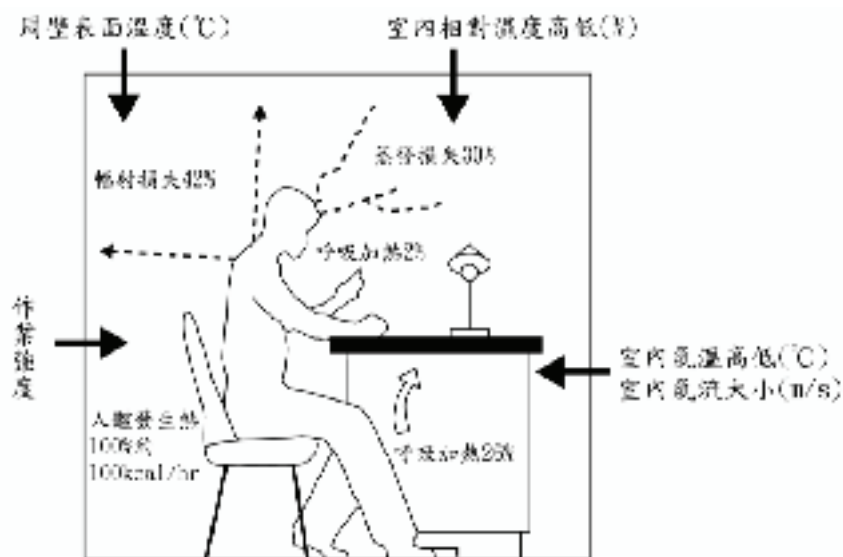


圖 2-13 人體熱平衡狀態圖  
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

## (二) 工作強度（代謝率）

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

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

表 2-13 人體的放熱量

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

(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

人體經由各種方法或途徑所消耗之熱量稱為代謝量，而人體在安靜狀態(空腹、仰臥狀態)時所產生之熱量稱之為「基本代謝量」。成年男子(標準體格為身高 177.4 cm，體重 77.1 kg，體表面積 1.8 m<sup>2</sup> 之美國規定)靜坐時，每單位表面積之代謝率為 58.2 W/m<sup>2</sup>。一般來說，人體表面積每差 1 m<sup>2</sup>，代謝量約差 35 W 左右。而工作時之代謝量與安靜狀態下之基本代謝量之比率稱為代謝率，以 MET 為單位來表示。

### (三) 著衣量

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

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

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

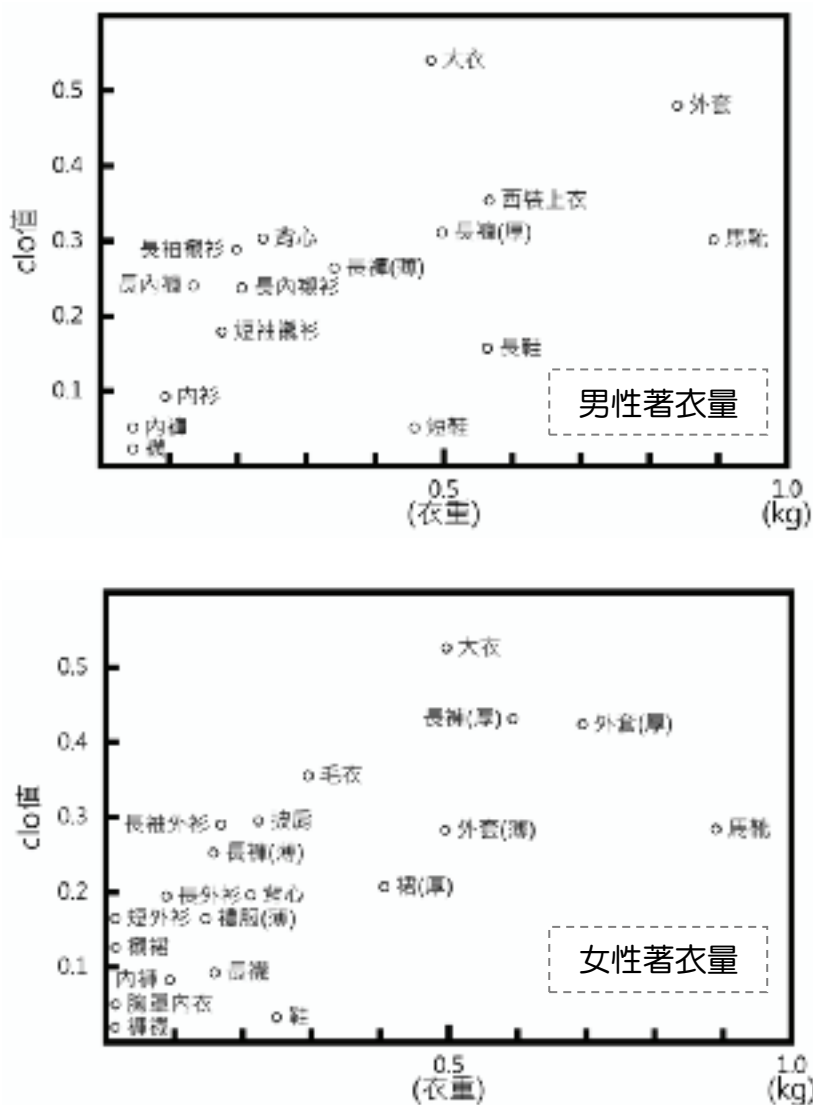


圖 2-14 人體之著衣量  
(資料來源：建築物理環境，賴榮平等人，1991)

### 二、溫熱環境相關法令規定

#### (一) 建築技術規則－建築技術規則建築設計施工編

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

|                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>第二章 一般設計通則</b>                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>第六節 地板、天花板</b>                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>第三十一條 (地板)</b><br>建築物最下層居室之實鋪地板，應為厚度 9 公分以上之混凝土造並在混凝土與地板面間加設有效防潮層。其為空鋪地板者，應依左列規定：<br><ol style="list-style-type: none"><li>1. 空鋪地板面至少應高出地面 45 公分。</li><li>2. 地板四週每 5 公尺至少應有通風孔一處，且須具有對流作用者。</li><li>3. 空鋪地板下，須進入者應留進入口，或利用活動地板開口進入。</li></ol> |

#### (二) CNS 國家標準

##### 1. 室內溫度量測儀器標準

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

##### 2. 室內環境熱舒適度量測方法

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

##### (1) PMV (Predicted Mean Vote) 指標

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

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

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

式中， $t_a$ ：氣溫

$\phi_a$ ：相對濕度

$t_{cl}$ ：環境表面平均溫度

$v$ ：氣流速度

$m$ ：新陳代謝率

$R_{cl}$ ：衣服熱阻

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

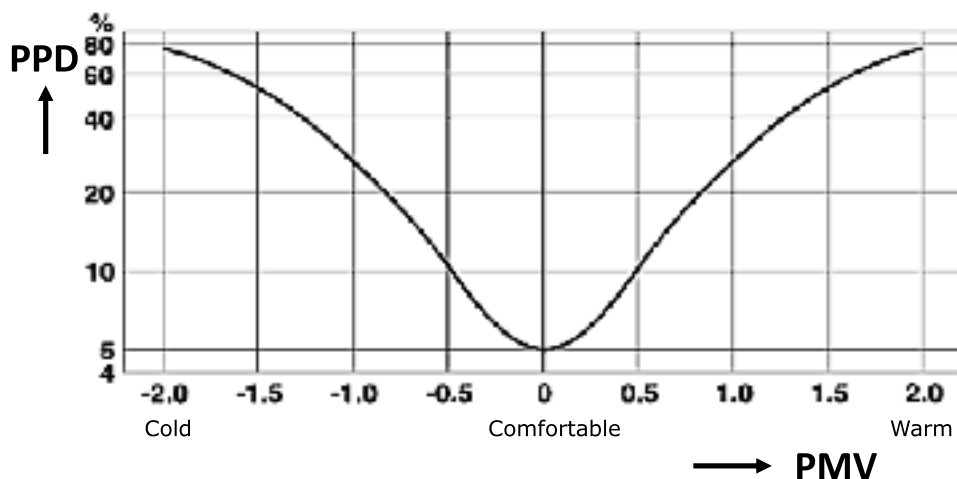


圖 2-15 PMV-PPD 曲線

(資料來源：本指引參考 CNS 15537 繪製)



## (2) 熱舒適和熱感覺評價指標

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

表 2-14 熱舒適和熱感覺評價指標

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

(資料來源：美國冷凍空調協會 ASHRAE，1996)

## (三) 綠建築標章－外殼節能：

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

#### (四) 綠建材標章

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

#### (五) 住宅性能評估實施辦法－室內溫熱環境之評估（節能省水類別）

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

表 2-15 住宅節能省水性能評估基準及評分表

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

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

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

## (六) 熱傷害

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

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

### 1. 發生原因

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

### 2. 熱傷害種類

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

### 3. 預防方法

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

(資料來源：行政院勞工委員會)

## 2-3-4 空氣環境理論及法令規定

## 一、空氣環境理論介紹

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

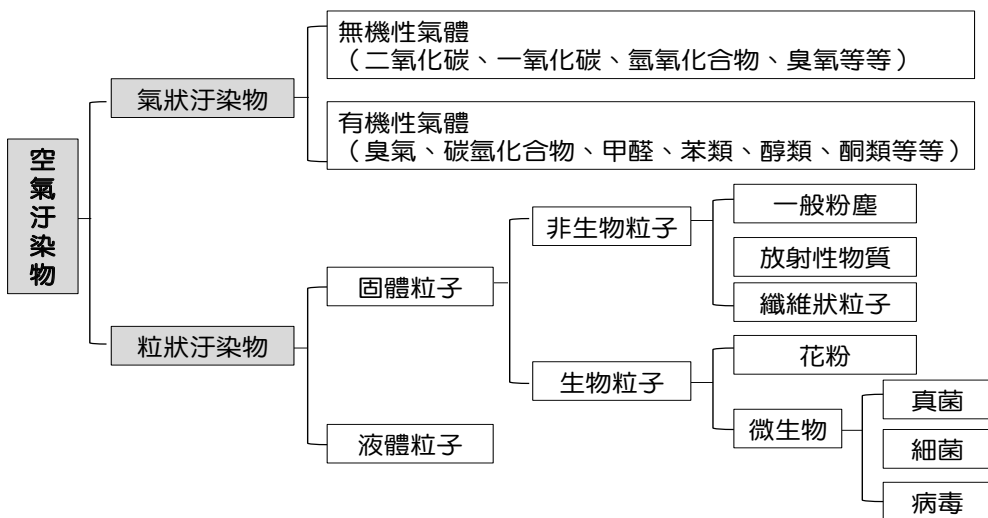


圖 2-16 空氣污染物質分類  
(資料來源：建築物理，江哲銘，2010)

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

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

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

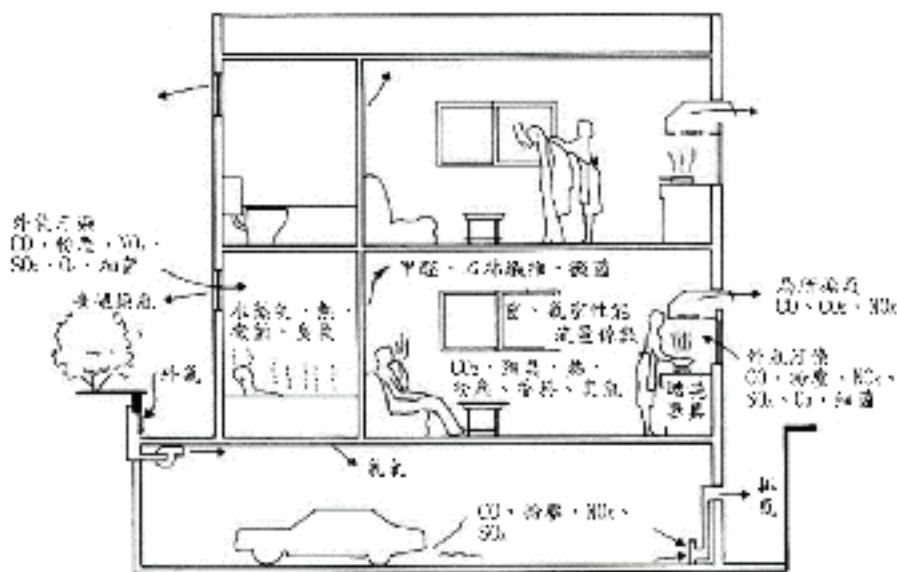


圖 2-17 室內空氣污染物來源示意圖

（資料來源：建築物理，江哲銘，2010）

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

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

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

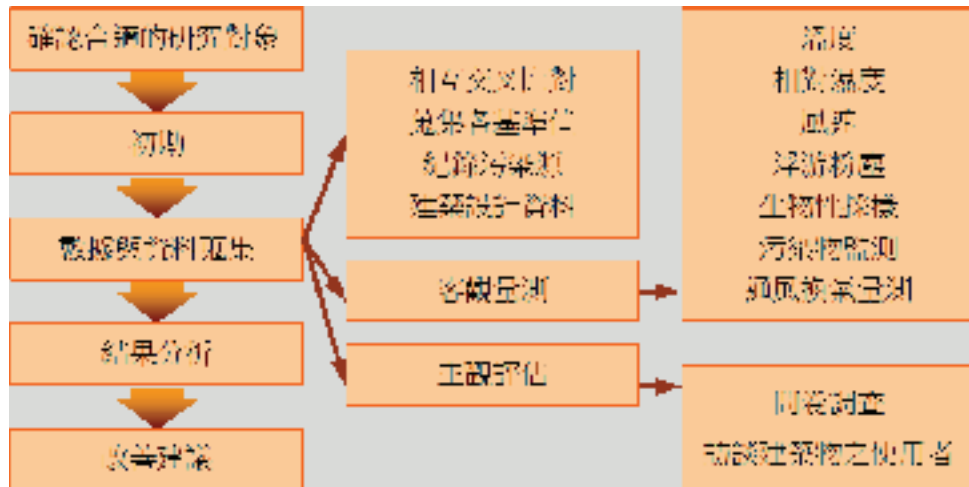


圖 2-18 空氣品質調查方法流程與細部說明

（資料來源：室內環境品質診斷及改善補助計畫，內政部建築研究所，2003）

## 二、空氣環境相關法令規定

### （一）室內空氣品質管理法

#### 1. 室內空氣品質管理法要點

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



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

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



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

## 2. 室內空氣品質標準

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

表 2-16 各項室內空氣污染物之室內空氣品質標準規定

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

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

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

(資料來源：室內空氣品質標準，行政院環境保護署)

## (二) 建築技術規則

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

### 第二章 一般設計通則

#### 第八節 日照、採光、通風、節約能源

##### 第四十三條 (通風)

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

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

### 第四十四條 (自然通風設備之構造)

自然通風設備之構造應依左列規定：

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

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

其中  $A_v$ ：排風管之有效斷面積，單位為平方公尺。

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

$h$ ：自進風口中心量至排風管頂部出口中心之高度，單位為公尺。

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

### 第四十五條 (外牆設置開口之限制)

建築物外牆開設門窗、開口(圖 2-19)，廢氣排出口或陽台等，依下列規定：

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

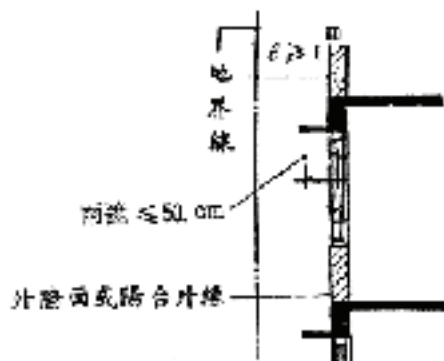


圖 2-19 外牆設置開口之限制

(圖片來源：內政部營建署，建築技術規則，2012)

## 建築設備篇

### 第九十五條：(風口)

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

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

### 第一百零一條：(通風系統)

機械通風應依實際情況，採用下列系統：

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

### 第一百零二條：

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

### (三) CNS 國家標準－室內空氣量測規範

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

### (四) 綠建築標章

#### 1. 空調節能：

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

## 2. 室內環境指標：

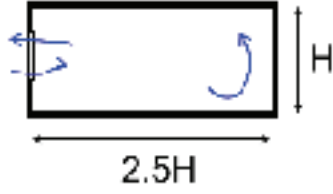
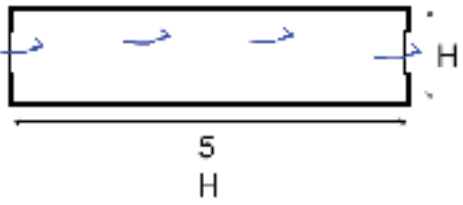
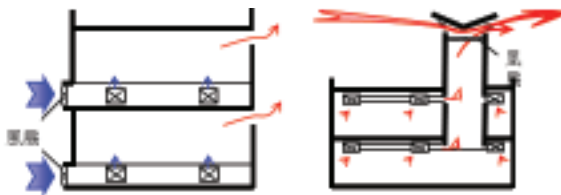
- (1) 室內建材裝修：主要目的在於減少不必要之室內裝修量，同時減少室內污染源以保障室內空氣品質與人員健康，並提倡低污染、低環境衝擊、可循環利用之綠色建材產業發展，針對建築物中主要居室空間來評估(非居室空間則不予評估)，如表 2-17。
- (2) 通風換氣環境：主要目的在於供給充分氧氣、稀釋污染物質、除去污染源、調整空間壓力控制氣流進出、削減部分熱負荷、排除臭氣等功能，可分為自然通風與機械通風(表 2-18)。

表 2-17 室內建材裝修評估對象及內容

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

(資料來源：綠建築評估手冊 2012 年更新版，內政部建築研究所)

表 2-18 通風換氣之種類與評估內容

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

(資料來源：綠建築評估手冊 2012 年更新版，內政部建築研究所)



## (五) 綠建材標章

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

### 1. 健康綠建材

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

表 2-19 健康綠建材標章分級制度說明

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

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

表 2-20 健康綠建材評定基準

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

(資料來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，內政部建築研究所)

## 2. 生態綠建材

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

## (六) 住宅性能評估實施辦法

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

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

表 2-21 住宅空氣環境性能之評估基準及評分表

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

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

表 2-21 空氣環境性能之評估基準及評分表(續)

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

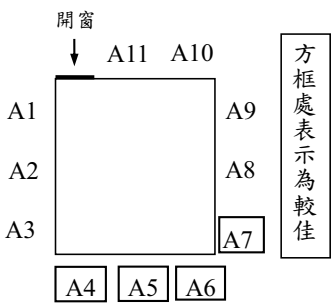
說明：

1.較佳通風路徑規定：

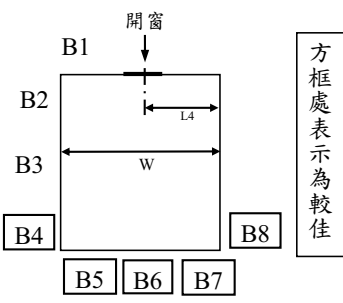
居室、浴廁及廚房之自然通風性能，以空間中「開窗」型態，與其他「開口」之通風路徑關係為判定，分為「置中窗」(窗中心線距離牆面值  $L4$ ： $1/2 W \geq L4 \geq 1/3 W$ )及「邊窗」(非置中窗) 兩種開窗型態，空間較佳的通風路徑以「相對側」通風路徑設計或「多側」通風路徑設計。

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

(a) 開窗位置為「邊窗」



(b) 開窗位置為「置中窗」



2.居室無自然通風時，需設機械通風。

(資料來源：住宅性能評估實施辦法，內政部營建署)

### 2-3-5 生物環境理論及法令規定

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

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

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

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





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

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



在真菌部份，也修訂為建議真菌濃度為 1000 CFU/m<sup>3</sup>，但總真菌濃度之室內外比值大於 1.3。(表 2-25)。

表 2-22 各國生物氣膠建議值

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

(資料來源：蘇慧貞教授提供)

### 第三章 室內環境品質問題診斷與評估技術

#### 3-1 室內環境品質診斷評估方法

江哲銘教授針對台灣地區室內環境之特徵問題點，並且考量室內人員健康舒適狀態之必要環境因素，利用專家諮詢及分析層級程式法（Analytic Hierarchical Process, AHP）以快速檢測所得評估項目。依據健康室內環境品質之環境影響因素進行診斷，可瞭解一般空間其室內環境大致之問題點及危害程度，適用於普遍的情況。

內政部建築研究所已建立完整建築物室內環境診斷方法與流程（如圖 3-1），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。

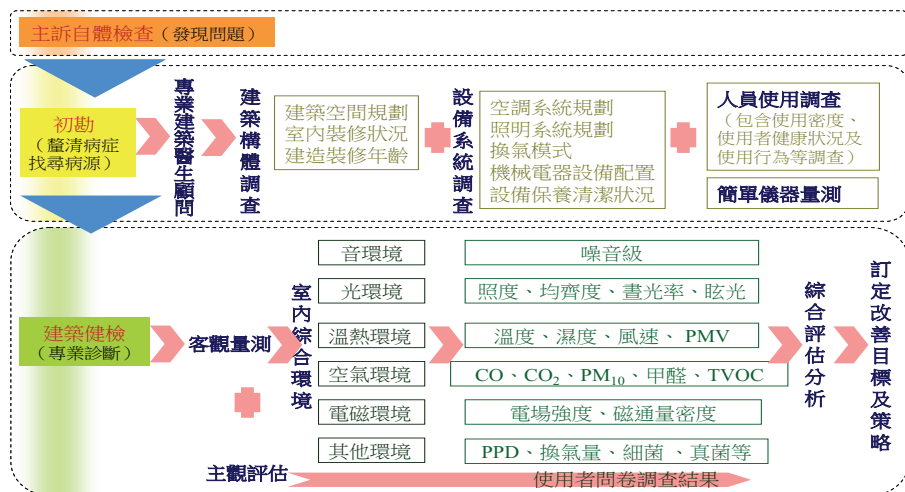


圖3-1 室內環境診斷與改善標準操作流程  
（資料來源：江哲銘教授提供）

### 3-1-1 音環境品質診斷評估方法與評估技術

#### 一、音環境診斷方法

##### (一) 建築環境噪音診斷

建築環境噪音診斷可參照行政院環境保護署噪音管制標準、環境音量標準規定之量測方法，其規定範圍包含噪音管制區劃定作業準則規定之第一類至第四類噪音管制區。以下為相關診斷量測規定及要求，診斷量測儀器應符合國際電工協會（International Electrotechnical Commission, IEC）61260（1995）Class 1 等級，且涵蓋之頻率 20 Hz 至 20k Hz 範圍之噪音計；診斷量測時段方面，依噪音管制標準規定應選擇發生噪音最具代表之時刻測量，而環境音量標準則規定道路噪音應進行 24 小時連續測定；診斷量測儀器設定應以快（Fast）特性為主，但聲源發出之聲音變動不大時，例如馬達聲等，可使用慢（Slow）特性；診斷量測高度設定如在室外時，噪音計應置於離地面或測量樓層之樓板延伸線 1.2 至 1.5 公尺之間，如在室內時，噪音計應置於離地面或樓板 1.2 至 1.5 公尺之間。

診斷量測地點之選定，如依噪音管制標準規定，包含量測非擴音設施音源 20 至 20 kHz 頻率範圍時，除在陳情人所指定其居住生活之地點測量外，以主管機關指定該工廠(場)、娛樂場所、營業場所、營建工程或其他經主管機關公告之場所或設施周界外任何地點測量之，並應距離最近建築物牆面線一公尺以上，測量非擴音設施音源 20 至 200 Hz 頻率範圍時，於陳情人所指定其居住生活之室內地點測量，並應距離室內最近牆面線一公尺以上，但欲測量聲源至噪音計前無遮蔽物，則不在此限。室內門窗應關閉，其他噪音源若影響測量結果者，得將其關閉暫停使用。測量擴音設施時，以擴音設施聲源水平投影距離三公尺以上，主管機關指定之位置測量之。若移動性擴音設施前進時，測量地點以與移動音源最近距離不少於三公尺之主管機關指定位置測量之。

如依環境音量標準規定，包含道路產生之音量及航空噪音，針對道路噪音，其測定地點在室外者，距離周圍建築物 1 至 2 公尺，測定地點在室內者，將窗戶打開並距離窗戶 1.5 公尺。而位於道路邊地區，應距離道路邊緣 1 公尺處測量。但道路邊有建築物者，應距離最靠近之建築物牆面線向外 1 公尺以上之地點測量。針對航空噪音，其測點周圍 3.5 公尺範圍內無任何遮蔽物及反射物，且單一航空噪音最大音量與背景音量至少相差 10 分貝。(如圖 3-2)



圖3-2 建築環境噪音量測  
(資料來源：內政部建築研究所，2010)

## (二) 建築隔音性能之診斷

近年來國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 已成為國際上通用性較高的標準，而內政部建築研究所於 2005~2008 年間，完成 17 個 ISO 音響性能量測與評定標準 CNS 化可行性分析及 CNS 建議草案，並協助標準檢驗局進行後續標準制定，相關標準已完成修訂及公佈，其成果有助我國國家建築聲學標準之國際化。

針對國內建築物建築隔音性能診斷，可參照 CNS 15160-4「聲學-建築物及建築構件之隔音量測法-兩室間空氣音隔音之現場量測方法」，為針對建築物兩室間牆板隔音性能，以及 CNS 15160-7「聲學-

建築物及建築構件之隔音量測法-樓板衝擊音隔音之現場量測方法」，為針對建築物上下兩室樓板衝擊音之隔音性能。

#### 1.兩室間牆板空氣音隔音性能診斷

兩室間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。

其量測規定包含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，待空間充滿穩定之訊號後，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，待兩者空間充滿穩定之聲源訊號後，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 3-3 所示。

#### 2.上下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。

其量測規定包含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，待空間充滿穩定之訊號後，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，待受音室充滿穩定聲源訊

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 3-4 所示。

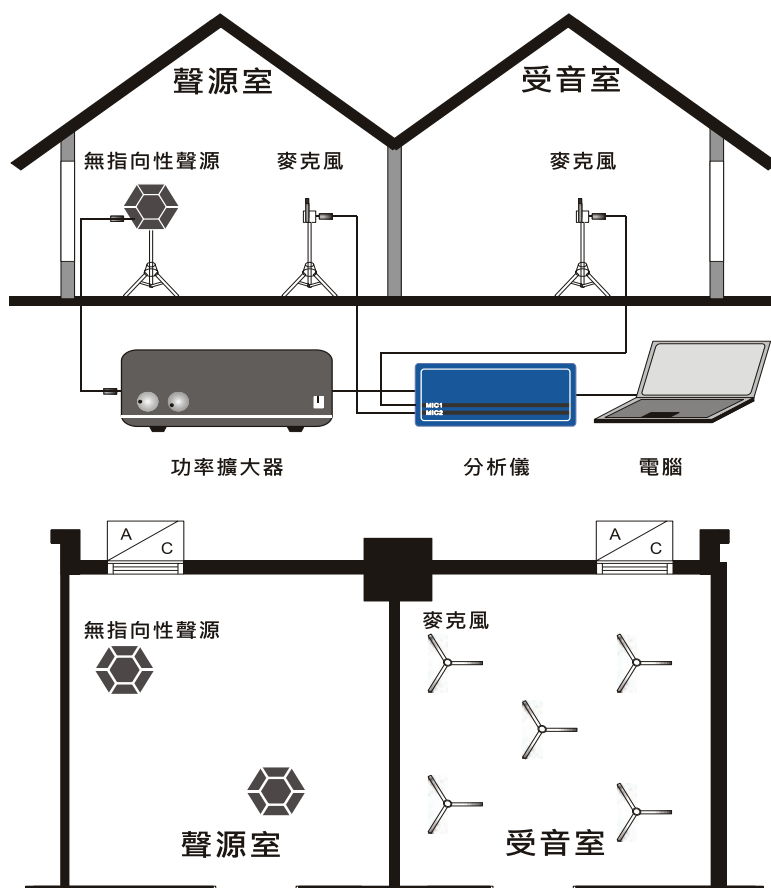


圖3-3 牆板隔音性能量測示意圖  
(資料來源：內政部建築研究所，2009)

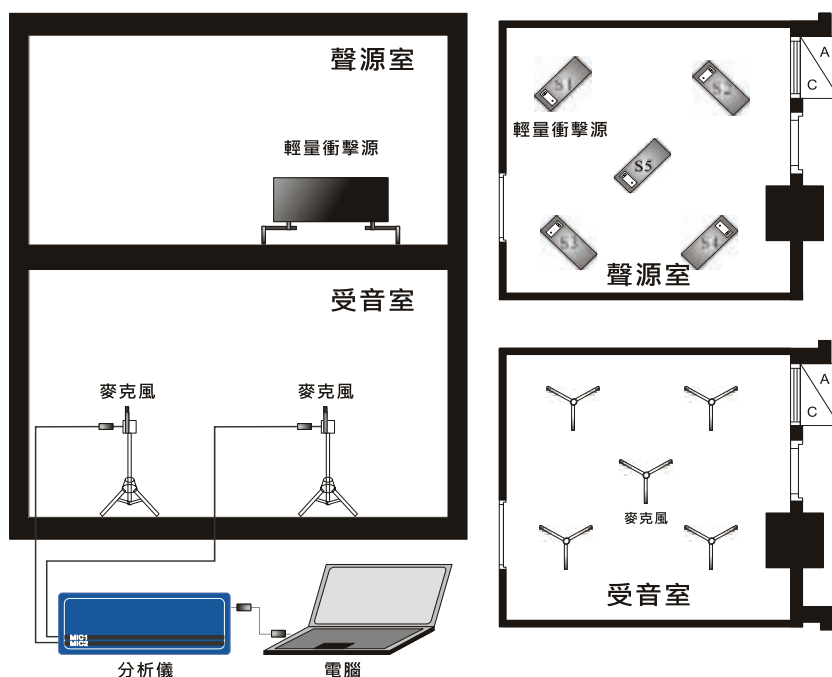


圖3-4 樓板衝擊音機制與量測系統圖  
(資料來源：內政部建築研究所，2009)

## 二、音環境評估基準

各國室內音環境評估指標與規定基準如表 3-1，在評估指標方面大多數以 dB(A)為評估指標。在基準值的訂定方式上，除了單純以一數值或範圍訂定外，各國依需求的音環境不同而有不同之基準值，相關音環境之量測儀器則如表 3-2 所示。

### (一) 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，本指引參酌歷年來的室內生活音環境實測資料以及 IEI 所推薦之住宅及辦公空間音環境建議值，一般室內生活噪音量值約在 55~65dB(A)間，訂定以 56dB(A)之評價點作為評估基準。



## （二）加拿大

根據加拿大環保部公佈其噪音評估指標為  $Leq_{24\text{ Hours}}$ ，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。

## （三）丹麥

根據丹麥相關環保部門公佈其噪音評估指標為  $Leq_{24\text{ Hours}}$ ，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)。

## （四）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)。

表 3-1 各國室內音環境評估指標總表

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

(資料來源：內政部建築研究所，2009)

表 3-2 音環境量測儀器

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

(資料來源：本指引彙整)

### 3-1-2 光環境品質診斷評估方法與評估技術

#### 一、光環境診斷方法

##### (一) 室內照度量測

依據國家標準 CNS 5065 之量測標準，照度測定時如無特別規定，照度測定面之高度應為離地板面上  $80 \pm 5$  cm，室外量測時應為地板或地面上 15 cm 以下，室內量測時以桌上或作業台等有作業對象面時，定為其面上或離台上 5 cm 以內之假想面。

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

在測定前應確認以下之事項：

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

在測定時應確認以下之事項：

1. 測定開始前，原則上燈泡應點亮 5 分鐘以上，放電燈應點亮 30 分鐘以上。
2. 測定電源電壓時，應盡量在接近照明器具位置測定。
3. 應將照度計受光部之測定基準面盡量與想測定照度之面一致，並應將通過受光部受光面中央與測定基準面垂直之直線相交於測定基準面之點一致。
4. 應注意測定者之投影及服裝之反射不致影響測定。
5. 在測定範圍切換型之照度計，盡量不要採用  $0 \sim 1/4$  之刻度範圍讀取之。
6. 有測定對象以外光線之影響時應將其影響除去，最好是夜晚量測並

將開燈照度值扣掉關燈照度值。

7. 測定多數點之照度時，應訂定特定之測定點，每隔一定測定時間間隔，測定特定點之照度，以掌握照度測定中之光源輸出之變動。

測定點之位置如有規定時應依其規定，如無規定時則依需要決定測定區域，在規定區域內測定點的配置原則如圖所示，將測定區域分割成相等大小之面積，以每一分割線交點為一點，測定點分布如圖 3-5 及 3-6。

## （二）均勻度

均勻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 1 公尺以內之範圍。

## （三）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。

## （四）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。

### (五) 其他相關紀錄

1. 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。
2. 測量條件：測量基準點位置等。
3. 環境條件：時間、天氣狀態，牆壁、天花板、地板等表面條件（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。

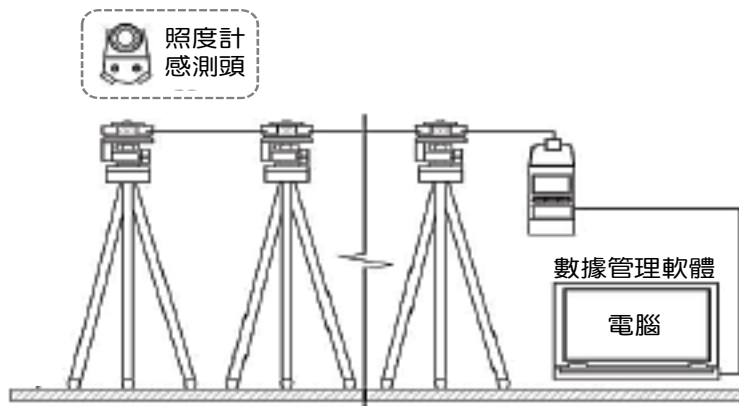


圖3-5 多點照度計同步量測儀器系統  
(資料來源：本指引參考 CNS 5065 繪製)

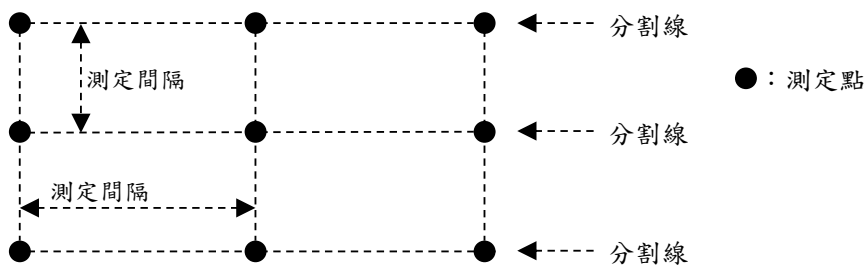


圖3-6 測定點決定方法  
(資料來源：本指引參考 CNS 5065 繪製)

## 二、光環境評估基準

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（Japanese Industrial Standards, JIS）規定，依研究對象列舉其基準（表 3-3）；晝光率評估參考日本建築學會所訂定之基準，根據不同空間種類或不同作業行為而有較細微之規定（表 3-4）；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，其均勻度應達 1/3 以上，住宅均勻度應達 0.6 以上；眩光方面，國際照明委員會（Commission internationale de l'éclairage, CIE）有訂定眩光指數 CGI（CIE Glare Index），北美照明工程協會（Illuminating Engineering Society of North America, 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，故本指引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。相關之光環境量測儀器如表 3-5 所示。

表 3-3 不同類別空間之照度基準

| 建築使用類別     | 辦 公 |          | 學 校    |      |     |     | 室內區域 |      |
|------------|-----|----------|--------|------|-----|-----|------|------|
| 空間性質       | 製圖類 | 一般辦公、會議室 | 教室、閱覽室 | 電腦教室 | 演講廳 | 集合廳 | 閱讀照明 | 一般照明 |
| 照度基準 (Lux) | 750 | 500      | 500    | 500  | 500 | 200 | 300  | 100  |

（資料來源：本指引依據 CNS 12112 彙整）



表 3-4 各種房間使用目的與採光所需之晝光率

| 作業或房間之種類                    | 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     |

(資料來源：本指引依據 CNS 12112 彙整)

表 3-5 光環境量測儀器

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

(資料來源：本指引彙整)

### 3-1-3 溫熱環境品質診斷評估方法與評估技術

#### 一、溫熱環境診斷方法

##### (一) 溫濕度、風速量測

為釐清室內溫熱舒適性等物理性因素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。本指引所採用之室內溫熱環境測試儀器特性如表 3-6 所示。

表 3-6 室內溫熱環境測試儀器特性

| 測定因素 | 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% $\pm 2\%\text{RH}$<br>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 $\pm 0.2\text{m/s}$                            |

(資料來源：內政部建築研究所，2009)

##### (二) 預測平均投票數(PMV)與熱舒適不滿意度(PPD)量測

溫熱環境方面，除上述之測定因素外，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、熱中性、稍涼、涼、冷七個等級（如表 3-7、表 3-8），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。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。

參考國際標準組織 ISO 7730、7243、7726 等標準，中華民國國家標準訂定 CNS 15537 室內環境熱舒適度量測法，以量測所得之物理量來預測處於一般熱環境中人體對熱的感覺，這些熱舒適條件適用於健康男性及女性，而此標準亦適用於室內環境的設計或對現有室內環境進行熱舒適度量測。

表 3-7 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  |
| 熱中性     | Neutral       | 0   |
| 稍暖      | Slightly warm | 1   |
| 暖       | Warm          | 2   |
| 熱       | Hot           | 3   |

(資料來源：P.O.Fanger，1973)

表 3-8 熱環境舒適度類別

| 類型 | PPD(%) | PMV           | DR(%) | PD (%)   |            |        |
|----|--------|---------------|-------|----------|------------|--------|
|    |        |               |       | 垂直空氣的溫度差 | 造成溫暖或涼爽的地板 | 熱輻射不對稱 |
| A  | <6     | -0.2<PMV<+0.2 | <10   | <3       | <10        | <5     |
| B  | <10    | -0.5<PMV<+0.5 | <20   | <5       | <10        | <5     |
| C  | <15    | -0.7<PMV<+0.7 | <30   | <10      | <15        | <10    |

(資料來源：本指引依據 CNS 15537 彙整)

## 二、溫熱環境評估基準

### (一) 中華民國

CNS 15537 中對於不同建築物空間列舉了設計基準範例（如表 3-9），其熱環境的體感溫度基準，是建立在一般典型活動的代謝率，於夏季(供冷季節)服裝熱阻為 0.5 clo；於冬季(供暖季節)服裝熱阻為 1.0 clo。平均空氣速度的基準值為紊流強度約 40% (混合通風)。

表 3-9 不同建築物空間的設計基準範例

| 建築物<br>空間類型                      | 人體<br>代謝率<br>(W/m <sup>2</sup> ) | 熱舒適<br>等級類型 | 體感溫度(°C) |          | 最大平均<br>氣流速度 <sup>(a)</sup> (m/s) |                     |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------|----------|----------|-----------------------------------|---------------------|
|                                  |                                  |             | 夏季       | 冬季       | 夏季                                | 冬季                  |
| 辦公場所<br>會議室<br>禮堂<br>食堂/餐廳<br>教室 | 70                               | A           | 24.5±1.0 | 22.0±1.0 | 0.12                              | 0.10                |
|                                  |                                  | B           | 24.5±1.5 | 22.0±2.0 | 0.19                              | 0.16                |
|                                  |                                  | C           | 24.5±2.5 | 22.0±3.0 | 0.24                              | 0.21 <sup>(b)</sup> |
| 幼稚園                              | 81                               | A           | 23.5±1.0 | 20.0±1.0 | 0.11                              | 0.10 <sup>(b)</sup> |
|                                  |                                  | B           | 23.5±2.0 | 22.0±2.5 | 0.18                              | 0.15 <sup>(b)</sup> |
|                                  |                                  | C           | 23.5±2.5 | 22.0±3.5 | 0.23                              | 0.19 <sup>(b)</sup> |
| 商場百貨                             | 93                               | A           | 24.0±1.0 | 19.0±1.5 | 0.16                              | 0.13 <sup>(b)</sup> |
|                                  |                                  | B           | 24.0±2.0 | 19.0±3.0 | 0.20                              | 0.15 <sup>(b)</sup> |
|                                  |                                  | C           | 24.0±3.0 | 19.0±4.0 | 0.23                              | 0.18 <sup>(b)</sup> |

註<sup>(a)</sup>最大平均氣流速度是依據 40%之紊流強度，及本規範所訂定之體感溫度作為空氣溫度；相對溼度 60%與 40%分別用於夏季與冬季；在夏季與冬季兩者中取溫度範圍較低值來決定最大平均氣流速度。

<sup>(b)</sup>限制在 20℃ 以下。

(資料來源：本指引依據 CNS 15537 彙整)

## （二）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數之建議範圍(表 3-10)。

表 3-10 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    |

(資料來源：新加坡環境部)

## （三）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 3-11 所示。

表 3-11 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 |

(資料來源：日本建築衛生管理法)

## （四）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 3-12)。

表 3-12 中華人民共和國室內空氣質量標準

| 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 |
| 2  |      | 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 <sup>3</sup> /(h·人) | 30    |      |

(資料來源：中國國家環境保護局)

### (五) 香港辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引

經歷過 2003 年 SARS 風暴，香港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 3-13)。

表 3-13 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   | ℃   | 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  |

(資料來源：香港室內空氣質素資訊中心)

### 3-1-4 空氣環境品質診斷評估方法與評估技術

#### 一、空氣環境診斷方法

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、設備型式、空調系統型式、室內裝修、建材及傢俱配置、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，主要分為四大部分：(一)訂定採樣之目的、(二)規劃合適之採樣策略、(三)現場調查及巡檢、(四)採樣設備及檢測方法。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，再進行第二階段規劃採樣策略。

##### (二) 規劃適合之採樣策略

所選取之採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。另可配合污染源頭來源進行採樣（如表 3-14），及參考室內空氣品質檢驗測定管理辦法，依樓地板面積分配巡檢點及採樣點，進行採樣取得具代表性之檢測數據。

採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採樣。執行辦公、營業場所採樣時，應充分考量該場所之不同營運特性。營業場所之採樣時段，應包括室內空氣品質最惡劣的情況(如人潮最多的時段)。



表 3-14 室內空氣品質因素與採樣點選點原則建議

| 項次 | 項目                        | 採樣點選點原則建議                                                                                                                                                                                                              |
|----|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 一氧化碳                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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</li> <li>■ 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</li> </ul>     |
| 2. | 二氧化碳                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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</li> <li>■ 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</li> </ul>                                           |
| 3. | 懸浮微粒<br>PM <sub>10</sub>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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</li> <li>■ 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、事務機具區(如影印機)等</li> </ul> |
| 4. | 懸浮微粒<br>PM <sub>2.5</sub> |                                                                                                                                                                                                                        |
| 5. | TVOC                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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、事務機具區(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</li> <li>■ 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</li> </ul>   |

| 項次 | 項目 | 採樣點選點原則建議                                                                                                                                                                       |
|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | 甲醛 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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</li> <li>■ 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</li> </ul> |
| 7  | 真菌 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 優先選點：空調系統、空調風管、人員密度高、潮濕發黴區域、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</li> <li>■ 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</li> </ul>                    |
| 8  | 細菌 |                                                                                                                                                                                 |
| 9  | 臭氧 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 一般選點：臭氧空氣清淨機、吸煙場所等</li> </ul>                                                                                                          |
| 10 | 溫度 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 一般選點：溫熱不均地區、空調外週區等</li> </ul>                                                                                                          |

(資料來源：江哲銘教授提供)

### (三) 現場調查及巡檢

在現場調查及巡檢(Walk Through)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，天花板發黴、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素建議室內污染源判定，作為現場調查及巡檢選取之依據(表 3-15)。

表 3-15 室內空氣品質檢驗測定管理標準

| 公告場所巡查檢驗                                                         |                                |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 巡檢點之數目                                                           | 室內樓地板面積                        |
| 巡檢點數目至少 5 點以上                                                    | 小於等於 2000 平方公尺                 |
| 室內樓地板面積每增加 400 平方公尺應增加 1 點<br>或巡檢點數目至少 10 點以上                    | 大於 2000 平方公尺至小於或等於 5000 平方公尺   |
| 室內樓地板面積每增加 500 平方公尺應增加 1 點<br>或巡檢點數目至少 25 點以上                    | 大於 5000 平方公尺至小於或等於 15000 平方公尺  |
| 室內樓地板面積每增加 625 平方公尺應增加 1 點，累進統計巡檢點數目至少 25 點以上<br>或巡檢點數目至少 40 點以上 | 15000 平方公尺至小於或等於 30000 平方公尺    |
| 室內樓地板面積每增加 900 平方公尺應增加 1 點，累進統計巡檢點數目至少 40 點以上                    | 大於 30000 平方公尺                  |
| 公告場所定期檢測                                                         |                                |
| 定期檢測點之數目                                                         | 室內樓地板面積                        |
| 採樣位置至少 1 個以上                                                     | 小於或等於 5000 平方公尺                |
| 採樣位置至少 2 個以上                                                     | 大於 5000 平方公尺至小於或等於 15000 平方公尺  |
| 採樣位置至少 3 個以上                                                     | 大於 15000 平方公尺至小於或等於 30000 平方公尺 |
| 採樣位置至少 4 個以上                                                     | 大於 30000 平方公尺                  |

(資料來源：室內空氣品質檢驗測定管理辦法，行政院環境保護署)

#### (四) 採樣設備及檢測方法

##### 1. 環保署公告標準方法

室內空氣品質檢測項目須依行政院環境保護署公告之標準檢測方法進行檢測，其分析原理、對應編號資料歸納如下表 3-16。

表 3-16 室內空氣品質檢測項目之檢測方法與分析原理

| 檢測項目                                 | 標準方法                                                     |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 二氧化碳(CO <sub>2</sub> )               | 空氣中二氧化碳自動檢測方法－紅外線法 NIEA A448.10C                         |
| 一氧化碳(CO)                             | 空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外線法 NIEA A421.11C                         |
| 臭氧(O <sub>3</sub> )                  | 空氣中臭氧自動檢驗方法－紫外光吸收法 NIEA A420.11C                         |
| 真菌(Fungi)                            | 室內空氣中真菌濃度檢測方法－NIEA E401.12C                              |
| 細菌(Bacteria)                         | 室內空氣中細菌濃度檢測方法－NIEA E301.12C                              |
| 粒徑小於 10 微米之懸浮微粒(PM <sub>10</sub> )   | 大氣中懸浮微粒 (PM <sub>10</sub> ) 之檢測方法－手動法<br>NIEA A208.12C   |
| 粒徑小於 2.5 微米之懸浮微粒(PM <sub>2.5</sub> ) | 空氣中懸浮微粒 (PM <sub>2.5</sub> ) 檢測方法－手動採樣法<br>NIEA A205.11C |
| 甲醛(HCHO)                             | 空氣中氣態之醛類化合物檢驗方法－以 DNPH 衍生物之高效能液相層析測定法 NIEA A705.11C      |
| 總揮發性有機化合物(TVOC)                      | 空氣中總揮發性有機化合物檢測方法－不銹鋼採樣筒／火焰離子化偵測法 NIEA A732.10C           |

(資料來源：行政院環境保護署公告標準方法)

##### 2. 簡易直讀式儀器

目前室內空氣品質檢測項目上除了空氣中之細菌、真菌無法以直讀式儀器測得外，其餘 CO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub>、TVOC、甲醛、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、溫溼度皆有直讀式儀器以供現場量測，可做為診斷改善之參考使用。

## 二、空氣環境評估基準

室內空氣品質管理法於民國 101 年 11 月 23 日開始實施，依其第七條之規定，及參考民國 94 年 12 月 30 日室內空氣品質建議值之內容，訂定室內空氣品質標準。另一方面，針對我國現今相關空氣品質、通風換氣之法律規範及建議標準值，在建築技術規則部分，以通風方式進行管制；在自然通風部分是以開口面積比方式來規範自然通風的範圍；機械通風則以通風量作為規範性能指標。

目前各國營建法在建築設計、通風方面規定比較，日本是管制最為嚴謹的國家，除了建築物本身技術設計進行規範之外，另具有室內空氣品質指引，針對空氣品質污染物濃度進行規範，並藉由市場機制，達到室內空氣品質改善之目標。美國則是由冷凍空調協會針對不同建築空間制定通風量標準，而英國則是將條件規範與技術提供分開，使民眾在遵循建築相關規定之外，也可以透過此技術提供的管道，更能掌握如何於建築物施工前，藉由設計方面之規劃來合乎政府室內空氣品質規定。以下為各國常用之通風標準：

### （一）美國冷凍空調協會（ASHRAE）

美國冷凍空調協會(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)之標準－STANDARD 62-2004 中對於通風相關議題皆有詳細之規範，包含最小通風量規定設計、以人員密度計算或以樓地板面積計算通風量，其中增修訂之條文及新觀念的引進使得整體條文架構相當完整。

美國冷凍空調協會依建物使用型態為「商業或公共用途空間」或「一般住宅」分開討論其不同之通風法則。至於「工業用」空間在美國冷凍空調協會規則內則不予規範。但無論建築之用途、功能為何，大都可以通風形式之不同作為區分：

### 1. 自然通風 (Natural Ventilation)

依此規範之 Section 5.7 與 Section 9.2.3 可看出：無論是「商業或公共用途空間」或「一般住宅」，美國冷凍空調協會均以 4 % 的有效開口面積 (Openable Area) 來作為自然通風之依據。而對於自然通風器具上，美國冷凍空調協會並無強制定義其尺寸大小及位置，僅敘述性要求設計人員，在設計時應符合流體力學及熱傳學之學理，以達到有效之自然通風路徑。

### 2. 機械通風 (Mechanical Ventilation)

對「商業或公共用途空間」及「一般住宅」而言，此規範分別使用不同的機械通風策略，以達成換氣之效果，至於「工業建築物」目前尚未規範。新增修訂之通風規範中，將「用以稀釋人體發出之污染源」及「建材逸散污染源」所需外氣量分開計量。因此，此規範亦積極建議使用低污染建材。

### 3. 「一般住宅」之機械通風

美國冷凍空調協會規範一般住宅的廚房、浴室及廁所等必須依下表 3-17 的量值設置機械排風設備。

表 3-17 ASHRAE 機械通風規範

| 空間 \ 通風量 | 機械通風量【L/s】 |      |
|----------|------------|------|
|          | 間歇使用       | 連續使用 |
| 廚房       | 50         | 12   |
| 浴室、廁所    | 25         | 10   |

(資料來源：美國冷凍空調協會機械通風規範)

而其它居室空間其所需外氣通風量值為 25 L/s/100 m<sup>2</sup>，但不得小於 7.5 L/s/人。若有特殊污染源，則建議以增加通風量、應用濾網過濾、污染源消除法等方式來加強維持室內空氣品質之功效。

#### 4. 使用階段之維護管理

為永續維持適當之室內空氣品質，避免發生徒有良好的設計成果，卻無法在日常運作中實際維持的缺點，美國冷凍空調協會特於 STANDARD 62 中以敘述性文句來規範系統之管理要項，目的在使空氣品質得以維持健康標準。

##### (二) 歐洲標準 (CEN/TC156/WG6)

在歐洲方面由歐洲標準委員會 (European Committee for Standardization) 發展審議各項通風標準規範，其中 EUROPEAN PRESTANDARD prENV 1753 (Ventilation for Buildings: Design Criteria for the Indoor Environment)，規範多種用途空間其熱舒適物理量、機械通風量、噪音允許值等。而每個用途空間又依評價之嚴謹與否分為最高標準 (Category A)，次要標準 (Category B)，最低底限 (Category C)。其通風量亦類似美國冷凍空調協會規範，分為用以稀釋「人體」及「建材」污染所需的外氣量，再將兩者加成為系統所需外氣通風量。其各種不同建築型態空間的通風設計指標如表 3-18。

有鑒於室內空氣污染對人體健康影響的重要性，各國制定對室內空氣品質標準之相關考量均著眼於對人體健康之影響為主，且大都由暴露評估之觀點分別探討相關空氣品質標準及規劃相關管制方法及策略。目前已訂有部分相關室內空氣品質標準及管制法規的國家包含有日本、韓國、新加坡、香港、美國、加拿大、澳洲及挪威。有些國家則未針對室內空氣品質提出相關規範，僅利用對建築物空調系統之效能或構造設計等進行管制，以利改善室內空氣品質，如瑞典及英國。各國家室內空氣相關基準總表如表 3-19 所示。



表 3-18 歐洲各種不同建築型態空間的通風設計指標

| 建築<br>型態                 | 活動<br>(met) | 人員<br>密度<br>(人/㎡) | 類別 | 運作時溫度 (℃) |          | 最大<br>平均風速<br>(m/s) |      | 音壓<br>dB(A) | 通風率-<br>考慮人<br>的因素<br>(l/s/㎡) | 建築外增<br>通風量 |          | 允許抽菸時<br>外增通風量 |
|--------------------------|-------------|-------------------|----|-----------|----------|---------------------|------|-------------|-------------------------------|-------------|----------|----------------|
|                          |             |                   |    | 夏天        | 冬天       | 夏天                  | 冬天   |             |                               | 低<br>污染     | 非低<br>污染 |                |
| 辦公室<br>(cellular)        | 1.2         | 0.1               | A  | 24.5±1.0  | 22.0±1.0 | 0.18                | 0.15 | 30          | 1.0                           | 1.0         | 2.0      | --             |
|                          |             |                   | B  | 24.5±1.5  | 22.0±2.0 | 0.22                | 0.18 | 35          | 0.7                           | 0.7         | 1.4      | --             |
|                          |             |                   | C  | 24.5±2.5  | 22.0±3.0 | 0.25                | 0.21 | 40          | 0.4                           | 0.4         | 0.8      | --             |
| 辦公室<br>(land-<br>scaped) | 1.2         | 0.07              | A  | 24.5±1.0  | 22.0±1.0 | 0.18                | 0.15 | 35          | 0.7                           | 1.0         | 2.0      | 0.7            |
|                          |             |                   | B  | 24.5±1.5  | 22.0±2.0 | 0.22                | 0.18 | 40          | 0.5                           | 0.7         | 1.4      | 0.5            |
|                          |             |                   | C  | 24.5±2.5  | 22.0±3.0 | 0.25                | 0.21 | 45          | 0.3                           | 0.4         | 0.8      | 0.3            |
| 會議室                      | 1.2         | 0.5               | A  | 24.5±1.0  | 22.0±1.0 | 0.18                | 0.15 | 30          | 5.0                           | 1.0         | 2.0      | 5.0            |
|                          |             |                   | B  | 24.5±1.5  | 22.0±2.0 | 0.22                | 0.18 | 35          | 3.5                           | 0.7         | 1.4      | 3.6            |
|                          |             |                   | C  | 24.5±2.5  | 22.0±3.0 | 0.25                | 0.21 | 40          | 2.0                           | 0.4         | 0.8      | 2.0            |
| 觀眾席                      | 1.2         | 1.5               | A  | 24.5±1.0  | 22.0±1.0 | 0.18                | 0.15 | 30          | 15                            | 1.0         | 2.0      | --             |
|                          |             |                   | B  | 24.5±1.5  | 22.0±2.0 | 0.22                | 0.18 | 33          | 10.5                          | 0.7         | 1.4      | --             |
|                          |             |                   | C  | 24.5±2.5  | 22.0±3.0 | 0.25                | 0.21 | 35          | 6.0                           | 0.4         | 0.8      | --             |
| 咖啡廳<br>飯店                | 1.2         | 0.7               | A  | 24.5±1.0  | 22.0±1.0 | 0.18                | 0.15 | 35          | 7.0                           | 1.0         | 2.0      | --             |
|                          |             |                   | B  | 24.5±2.0  | 22.0±2.5 | 0.22                | 0.18 | 45          | 4.9                           | 0.7         | 1.4      | 5.0            |
|                          |             |                   | C  | 24.5±2.5  | 22.0±3.5 | 0.25                | 0.21 | 50          | 2.8                           | 0.4         | 0.8      | 2.8            |

(1) 一般居室可能極難符合類型A之標準。

(2) 當室內有20%的人員抽菸時需要額外的通風。二手煙對健康的危害應個別予以考慮。

(3) 對於許多一般冷熱負荷的建築型態與空間而言，空氣溫度大約等於正常運作時之溫度。對設計而言，夏、冬季時可分別用溫度之上限及下限值。

(4) 建議設計低污染之建築時，應使用低污染之材料。

(資料來源：歐洲標準委員會)

表 3-19 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                      |                         |                         |
|-----|----------------------------------------|----------|---------|-------|---------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|     |                                        |          | 卓越級     | 良好級   |                                 |                          |           | A                       | B                       | C                       |
| 物理性 | Temp(°C)                               | —        | 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 <sub>2</sub> (ppm)                  | 1000-8hr | 800     | 1000  | 0.1(%) - month                  | 1000                     | 1000-8hr  | 1000                    | 1000                    | 1000                    |
|     | CO(ppm)                                | 9-8hr    | 1.7     | 8.7   | 10(mg/m <sup>3</sup> ) - 1hr    | 10                       | 9-8hr     | 10                      | 10                      | 25                      |
|     | HCHO(ppm)                              | 0.08-1hr | 0.024   | 0.081 | 0.1(mg/m <sup>3</sup> ) - 1hr   | 0.08(μg/m <sup>3</sup> ) | 0.1-8hr   | 120(μl/m <sup>3</sup> ) | 120(μl/m <sup>3</sup> ) | 120(μl/m <sup>3</sup> ) |
|     | TVOC(ppm)                              | 0.56-1hr | 0.087   | 0.261 | 0.6(mg/m <sup>3</sup> ) - 8hr   | 400                      | 3         | —                       | —                       | —                       |
|     | O <sub>3</sub> (ppm)                   | 0.06-8hr | 0.025   | 0.061 | 0.16(mg/m <sup>3</sup> ) - 1hr  | —                        | 0.05-8hr  | —                       | —                       | —                       |
|     | PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )  | 75-24hr  | 20      | 180   | 0.15(mg/m <sup>3</sup> ) - 1day | 150                      | 150       | 150(μl/m <sup>3</sup> ) | 100(μl/m <sup>3</sup> ) | 200(μl/m <sup>3</sup> ) |
|     | PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> ) | 35-24hr  | —       | —     | —                               | —                        | —         | —                       | —                       | —                       |
|     | NO <sub>2</sub> (ppm)                  | —        | 0.021   | 0.08  | 0.24(mg/m <sup>3</sup> ) - 1hr  | —                        | —         | —                       | —                       | —                       |
|     | SO <sub>2</sub> (ppm)                  | —        | —       | —     | 0.5(mg/m <sup>3</sup> ) - 1hr   | —                        | —         | —                       | —                       | —                       |
|     | Lead(μg/m <sup>3</sup> )               | —        | —       | —     | —                               | —                        | —         | —                       | —                       | —                       |
| 生物性 | Radon (Bq/m <sup>3</sup> )             | —        | 150     | 200   | 200                             | 400                      | —         | —                       | —                       | —                       |
|     | Bacteria(CFU/m <sup>3</sup> )          | 1000     | 500     | 1000  | 2500                            | —                        | 500       | —                       | 800                     | —                       |
|     | Fungi(CFU/m <sup>3</sup> )             | 1000     | —       | —     | —                               | —                        | 500       | —                       | —                       | —                       |

(資料來源：健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所，2009)

表 3-19 各國室內空氣環境基準總表（續）

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

（資料來源：健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所，2009）

### 3-1-5 生物環境品質診斷評估方法與評估技術

#### 一、生物氣膠診斷方法

透過適宜的生物氣膠採樣技術和採樣策略，可有助於瞭解環境中的生物性污染濃度與種類分佈及找出環境中的潛在生物性污染源，進而改善之。一般空氣中生物氣膠的採樣原理可概分為慣性衝擊、液體衝擊、過濾和撞擊，其中慣性衝擊原理的採樣器為環保署公告的採樣儀器原理（真菌：NIEA E401.12C；細菌：NIEA E301.12C）。此種原理的採樣器多可搭配培養基的使用且不需耗費較多的人力與時間，並常被應用在空氣中的真菌或細菌的採集，但該種設備僅能採集短時間的生物性污染樣本（30 秒-60 秒），以致於無法較準確的掌握空氣中長期的生物性污染概況。利用此種採樣器採集到的生物氣膠濃度可以下式計算：

$$\text{Total 菌落數 (CFU/m}^3\text{)} = \frac{\text{(培養基上的菌落數)}}{\text{(採樣時間 (min) } \times \text{ 採樣器流量 } \frac{\text{L}}{\text{min}} \times 10^{-3})}$$

液體衝擊多以玻璃製的採樣器採集環境中的生物氣膠樣本，如 AGI-30。該方法可直接將環境中的生物氣膠採集到採樣器中的採樣液（含有蛋白凍，以保存生物樣本），並依需求抽取適量（或稀釋）的採樣液到培養基上，以避免培養出的菌落過多或過低，導致評估結果代表性不足。然而，該採樣方法較不適用在低溫環境，特別是高緯度國家的室外環境，因低溫易造成液態的採樣液凝結，進而影響採樣結果；此外，因採集的氣流會與採樣液接觸並造成原先在採樣液中的氣膠有再氣膠化的現象發生，進而隨氣流流出採樣器，導致結果被低估。以過濾為原理的採樣器主要被應用在長時間的生物性氣膠採樣用，該法透過抽氣幫浦將空氣中的生物氣膠補集到濾紙上，再經實驗室的培養工作，培養出空氣中的生物氣膠，以供後續的濃度估算和鑑

屬用。此外，空氣中的病毒也可以此方法採集，再搭配適宜的分析方法分析出空氣中的病毒濃度與種類。因該種方法所搭配的採樣幫浦流量多偏低，以致於所需的採樣時間較長，相對的也增加原先被採集的生物氣膠失活風險，進而低估空氣中生物氣膠濃度與菌種。以洗滌式和過濾為原理的採樣器，其所採集到的生物氣膠濃度可以下式計算：

$$\text{Total 菌落數 (CFU/m}^3\text{)} = \frac{(\text{培養基上的菌落數} \div \text{採樣液體積 (ml)} \times \text{總採樣液體積 (ml)})}{(\text{採樣時間 (min)} \times \text{採樣器流量 } \frac{1}{\text{min}} \times 10^{-3})}$$

以撞擊為原理的採樣器多是以採集環境中的真菌孢子、花粉或植物脆片等生物氣膠為主。該採樣器是採集空氣中的生物氣膠並使其黏著到儀器上含有 Gelvotal solution 的膠帶或玻片上，再以顯微鏡觀察採集的生物氣膠種類，以評估環境中的生物氣膠濃度。該種方法較適用於評估空氣中的真菌孢子、花粉或植物脆片濃度，不適用於活性生物氣膠濃度與種類的評估。採集到的生物氣膠濃度可以下式計算：

$$\text{Total 生物氣膠數 (顆/m}^3\text{)} = \frac{\text{生物氣膠數}}{(\text{採樣時間 (min)} \times \text{採樣器流量 } \frac{1}{\text{min}} \times 10^{-3})}$$

上述各式原理的生物氣膠採樣器中，慣性衝擊、洗滌式或以過濾為原理的採樣器可將採集到的生物氣膠，以不同的培養基培養出有興趣的活性生物氣膠，以供評估環境中的活性生物氣膠濃度，如真菌或細菌。以撞擊為原理的採樣器則較適用於空氣中的真菌孢子、花粉或植物脆片的採集。然而，因各式原理的採樣器特性和目的均不同，故進行實場生物氣膠採樣時，仍需考量實場的環境特性和採樣目的，以篩選出合宜的採樣器，進而提高環境樣本的代表性。

## 二、生物環境評估基準

由於生物氣膠的種類繁多，且各種生物氣膠所造成的人體健康效應均不同，來源亦不同，故僅取得總生物氣膠的濃度，不足以有效反映與人體健康效應及更精確找出潛在的污染源；因此，鑑別環境中各種生物氣膠的種類有其必要性。

目前最常使用的方法為顯微鏡觀察法，由於各種生物氣膠的型態均不同，如菌絲長度、孢子結構或形狀等，因此利用顯微鏡觀察各種生物氣膠的型態，可進一步鑑別出環境中的生物氣膠種類。然而，該種方法除需有訓練完備的技術人員執行外，因各種生物氣膠的型態不一且種類繁多，故所需的鑑屬時間長，再者技術人員的主觀判斷也可能會影響到鑑屬的結果。故顯微鏡法除欠缺客觀外，也無法立即性的評估環境中的生物氣膠種類，以供探討急性感染的風險。另一種方法為利用分子生物技術鑑屬菌種。近年來，隨著分子生物技術的蓬勃發展，許多研究紛紛透過各種生物氣膠 DNA 結構之差異，利用聚合酵素鏈鎖反應器分析環境中的生物氣膠種類與濃度。相較於顯微鏡法，分子生物技術有客觀、所需時間短且可同時分析大量樣本的特性，但其成本較高、目前僅能分析特定的生物氣膠種類且處理流程繁複，以致於無法完整的評估環境中的生物氣膠種類。目前雖有研究發展出驗霉晶片以分析環境中的生物氣膠種類，但該法僅能定性無法定量，以至於無法透過量化數值探討和健康效應的關係，且所需成本高。因此以分子生物技術鑑屬環境中各種生物氣膠，仍需克服許多問題，以提高其適用性，常見採樣儀器如表 3-20。

在目前被發展的菌種分析技術中，因其原理、成本與時間均不同，故分析方法的選擇仍需考量環境特性、目標、成本與現有技術，才能鑑屬出具有代表性的結果(表 3-21)。

表 3-20 常見的生物性樣本採樣原理、儀器與特點

| 採樣器種類                              | 儀器特點                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Andersen<br/>N1, N2, N6</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作</li> <li>➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基</li> <li>➢ 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</li> <li>➢ 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</li> </ul> |
| <b>Burkard Sampler</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作</li> <li>➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基</li> <li>➢ 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</li> </ul>                                                      |
| <b>Biostage</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作</li> <li>➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基</li> <li>➢ 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</li> </ul>                                                      |
| <b>MAS-100</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 採樣較不費人力與時間且容易操作</li> <li>➢ 可依欲培養的微生物種類選擇適當的培養基</li> <li>➢ 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</li> </ul>                                                      |
| <b>BioSampler (ex.<br/>AGI-30)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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</li> <li>➢ 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</li> <li>➢ 玻璃材質易損壞，進而增加設備添購成本</li> <li>➢ 於低溫環境下，易因低溫造成採樣液結凍</li> </ul>                  |
| <b>Filter cassette</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 容易操作</li> <li>➢ 樣本可被用於不同的菌種培養或分析方法</li> <li>➢ 樣本收集時間較長</li> <li>➢ 樣本後續處理較為繁覆</li> <li>➢ 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</li> </ul>                             |
| <b>Air-O-Cell</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 容易操作</li> <li>➢ 樣本可被用於不同的菌種培養或分析方法</li> <li>➢ 樣本收集時間較長</li> <li>➢ 樣本後續處理較為繁覆</li> <li>➢ 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</li> </ul>                             |

(資料來源：本指引彙整)



表 3-21 主要的生物性樣本鑑屬方法

| 菌種鑑屬原理                                    | 鑑屬方法特點                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 光學顯微鏡<br>(依菌種的型態鑑屬<br>(如顏色、菌絲長度<br>與外型等)) | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢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</li> <li>➢需耗費較長的時間與人力</li> <li>➢易因技術人員主觀認定影響鑑屬結果</li> </ul>         |
| 聚合酵素鏈鎖反應<br>器(透過菌種的<br>DNA 序列鑑屬)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢可迅速鑑定菌種且可在短時間內同時分析大量樣本</li> <li>➢鑑屬成本高且處理流程較繁複</li> <li>➢仍需克服靈敏度與定量問題</li> <li>➢目前所能鑑屬的菌種種類有限</li> </ul> |

(資料來源：蘇慧貞教授提供)

### 3-2 各類建築空間常見室內環境問題

在不同空間類型的室內環境診斷過程中，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，且不同建物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。依據建築技術規則訂定建築物用途九大類別，本指引將先針對較常使用之辦公服務類、衛生福利類、休閒文教類以及住宿類四大類別進行其室內環境之診斷及常見問題歸納。

### 3-2-1 辦公服務類

#### 一、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，將對使用者的心理和生理造成干擾，根據健康基準要求，環境噪音量均多超出基準值 56dB(A)(內政部建築研究所，建築室內環境保健控制綜合指標之研究，1999)，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(如圖 3-7、3-8)。

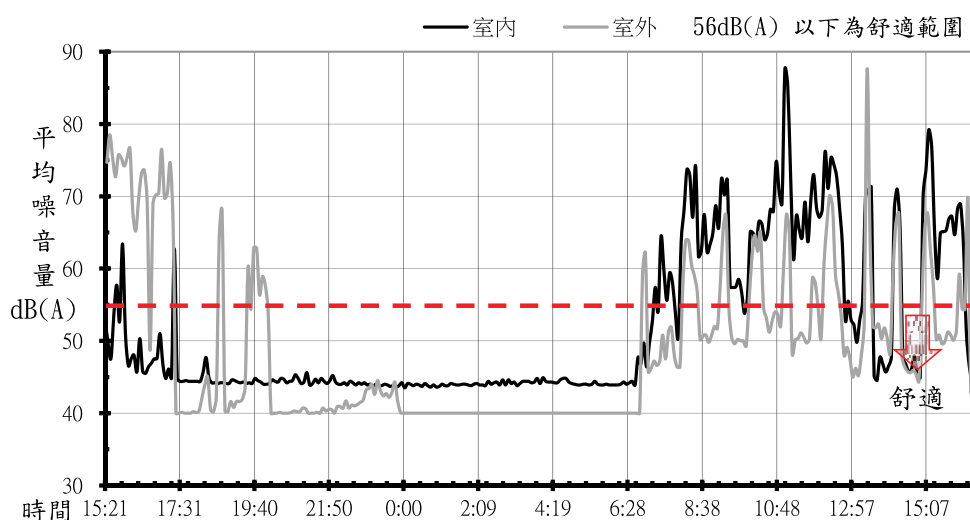


圖3-7 某辦公空間室內噪音量歷時變化



圖3-8 某辦公空間因吸音材不足易產生噪音問題

## 二、光環境（照度問題）

許多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均勻度不佳之問題，應依使用人員需求進行改善(如圖 3-9、3-10)。

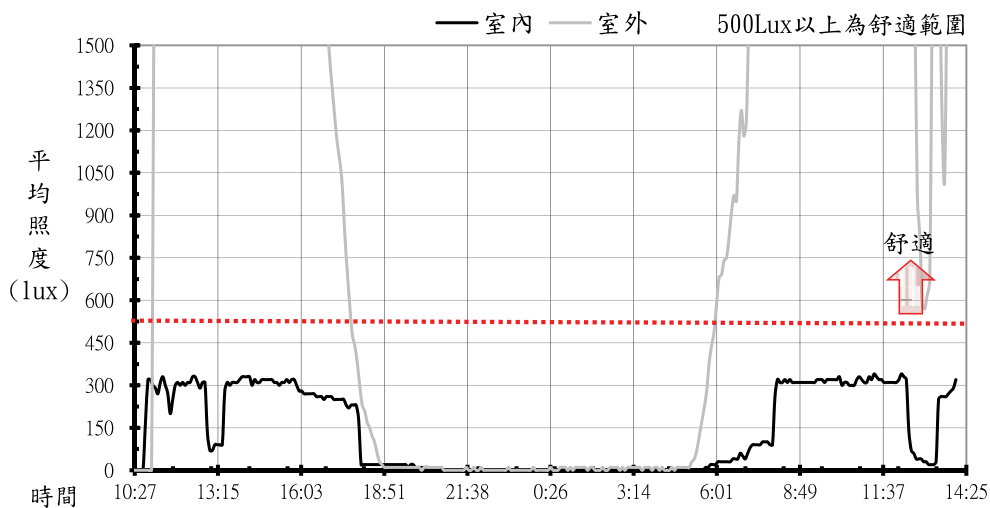


圖3-9 某辦公空間室內照度歷時變化

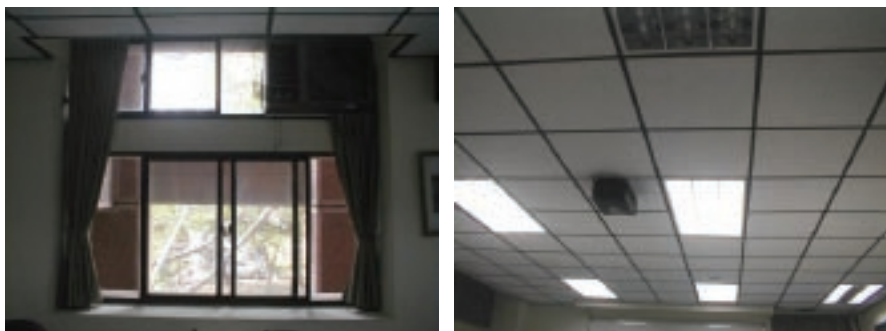


圖3-10 某辦公空間因建物退縮、燈具配置不佳而造成室內均勻度不佳

### 三、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空間易產生空調性能降低，有空調冷房不足之現象，或有出風口與回風口過近，造成室內換氣效率不佳，多數使用時段之平均溫度超過舒適度標準(如圖 3-11、3-12)。

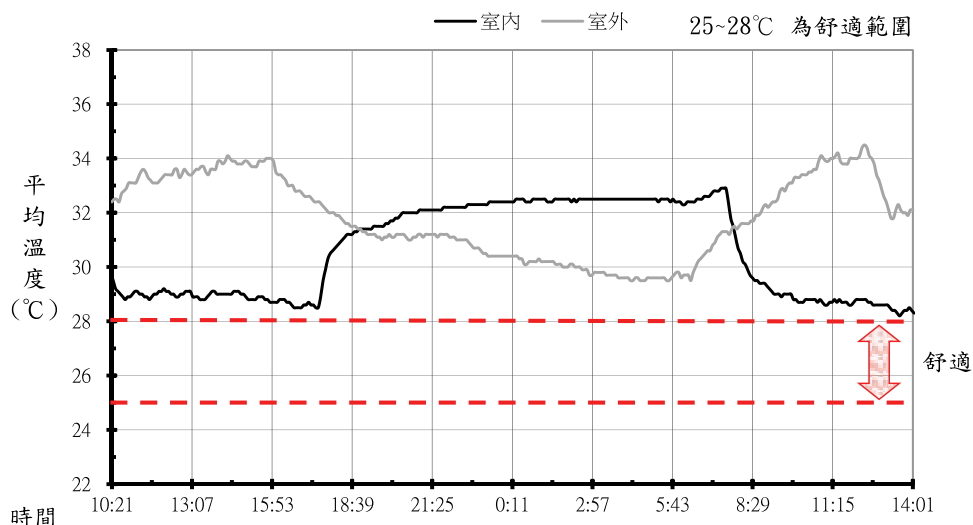


圖3-11 某辦公空間室內溫度歷時變化



圖3-12 位於中央空調系統尾端之辦公空間易產生冷房不足情況

#### 四、空氣環境（換氣問題）

辦公場所如果工作人員密度過高且未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 1000 ppm，污染物濃度長時間持續累積，新鮮外氣不足易造成 CO<sub>2</sub> 濃度超過基準值之現象(如圖 3-13、3-14)。

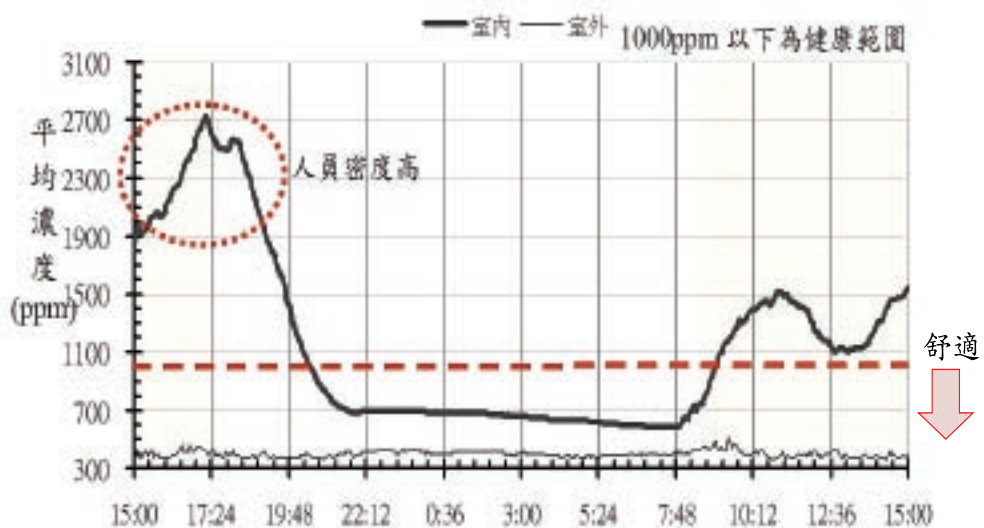


圖3-13 某辦公空間室內二氧化碳濃度歷時變化

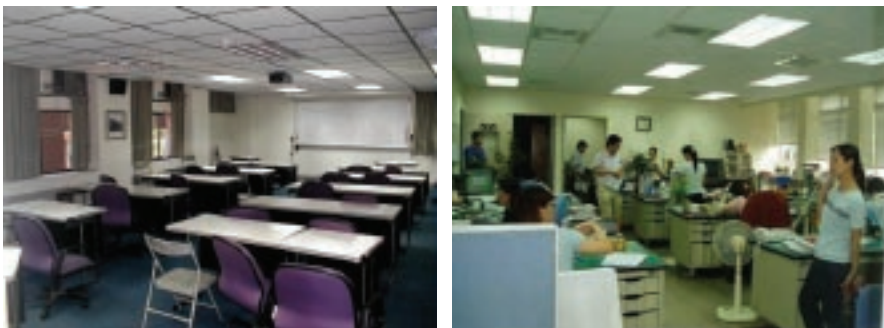


圖3-14 某辦公空間工作人員密度過高造成 CO<sub>2</sub> 濃度過高

表 3-22 辦公服務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：交通噪音、戶外人員活動噪音、戶外施工噪音<br>內部噪音：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  | 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 | 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 | 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                   |

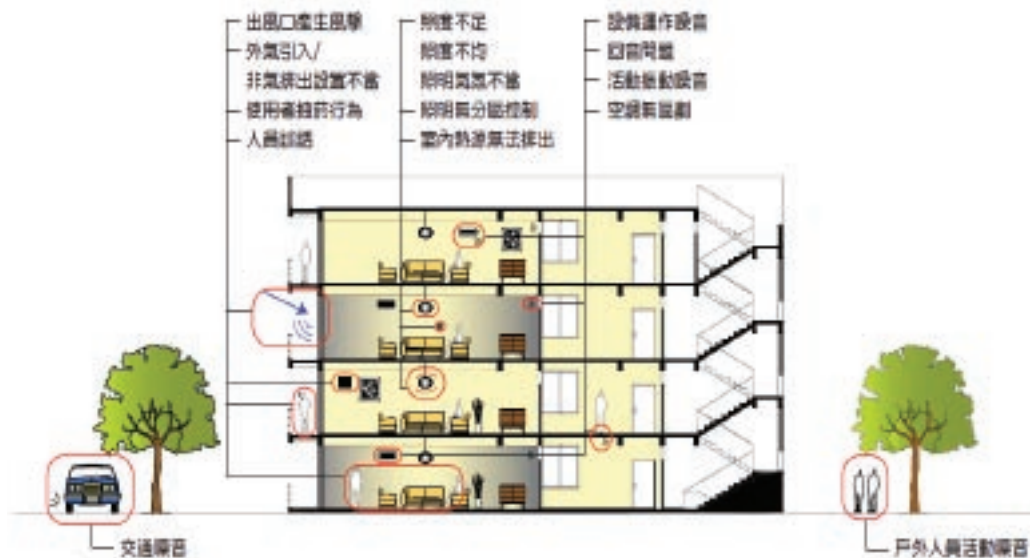


圖3-15 辦公服務類常見室內環境問題點



### 3-2-2 衛生福利類

#### 一、音環境（噪音問題）

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人員活動聲，以及吸音材料與反射材質的運用(如圖 3-16、3-17)。

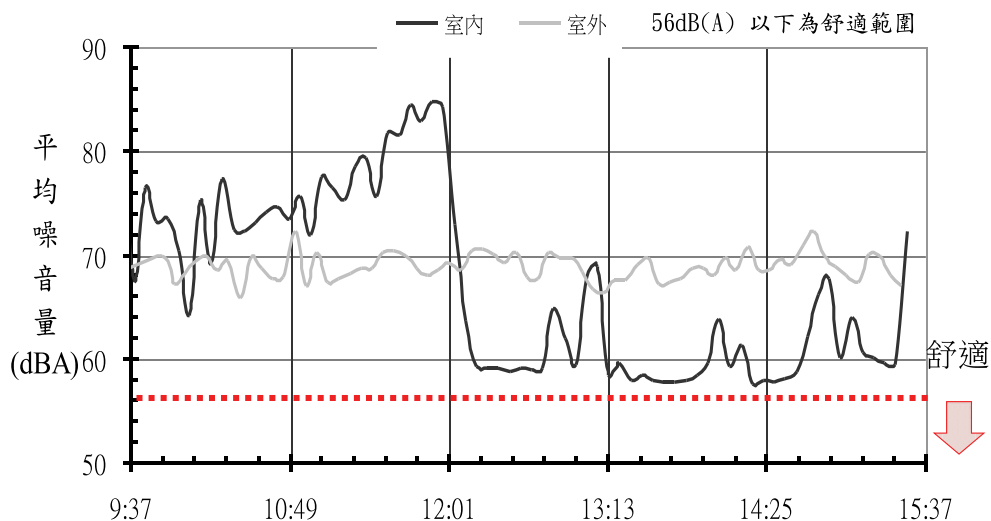


圖3-16 某衛生福利類室內噪音量歷時變化



圖3-17 某衛生福利類室內之噪音源自人員活動及空調主機噪音

## 二、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(如圖3-18、3-19)。

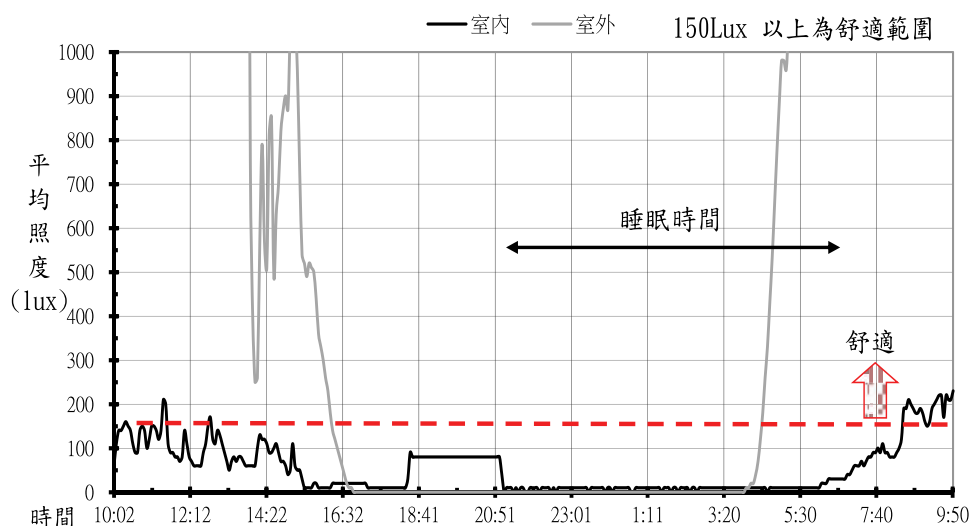


圖3-18 某衛生福利類室內照度歷時變化

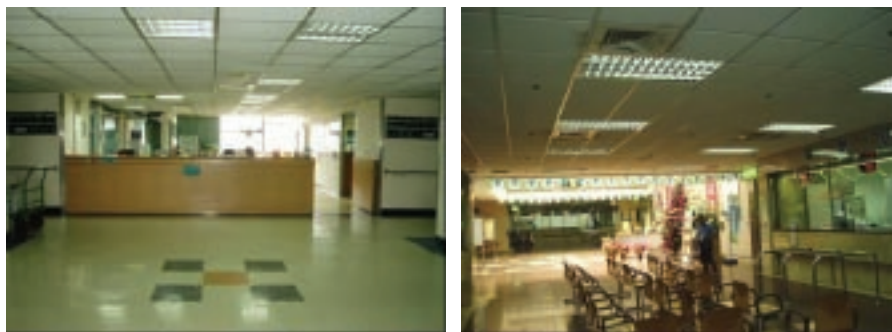


圖3-19 某衛生福利類室內燈具位置不佳造成室內照度不足

### 三、溫熱環境（空調問題）

許多衛生福利類空間的經營預算有限，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(如圖 3-20、3-21)。

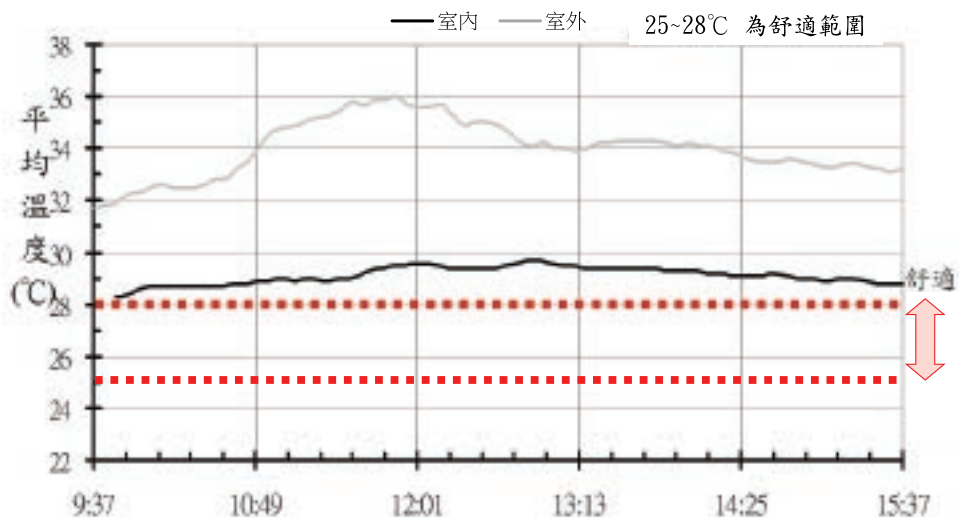


圖3-20 某衛生福利類室內溫度歷時變化



圖3-21 某衛生福利類室內較易有空氣不流通、悶熱之情形

#### 四、空氣環境（換氣問題）

衛生福利類空間場所，多數為求室內空間之氛圍，多使用大量木質家具、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，導致室內甲醛及 TVOC 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(如圖 3-22、3-23)。

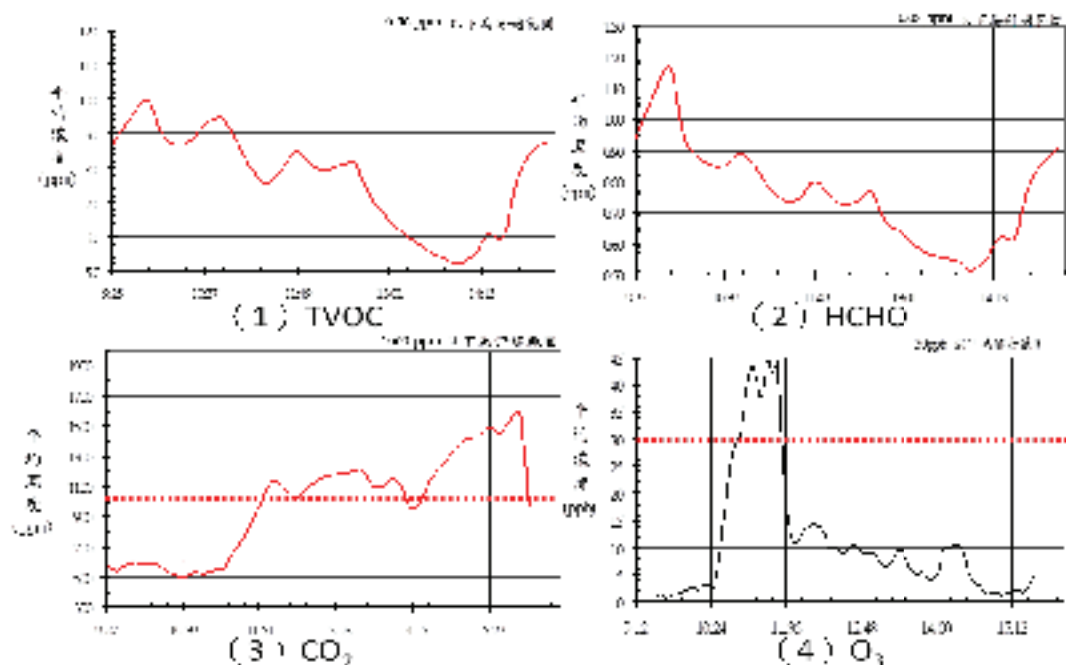


圖3-22 某衛生福利類空間甲醛、TVOC 室內空氣污染物濃度歷時變化

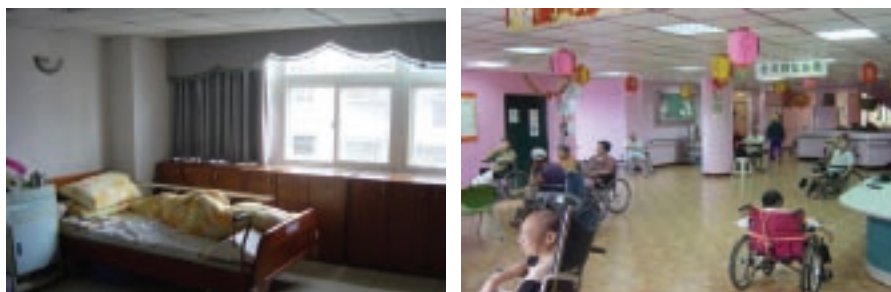


圖3-23 某衛生福利類室內通風設計不良造成空氣污染物濃度過高

表 3-23 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                                |
| 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 |

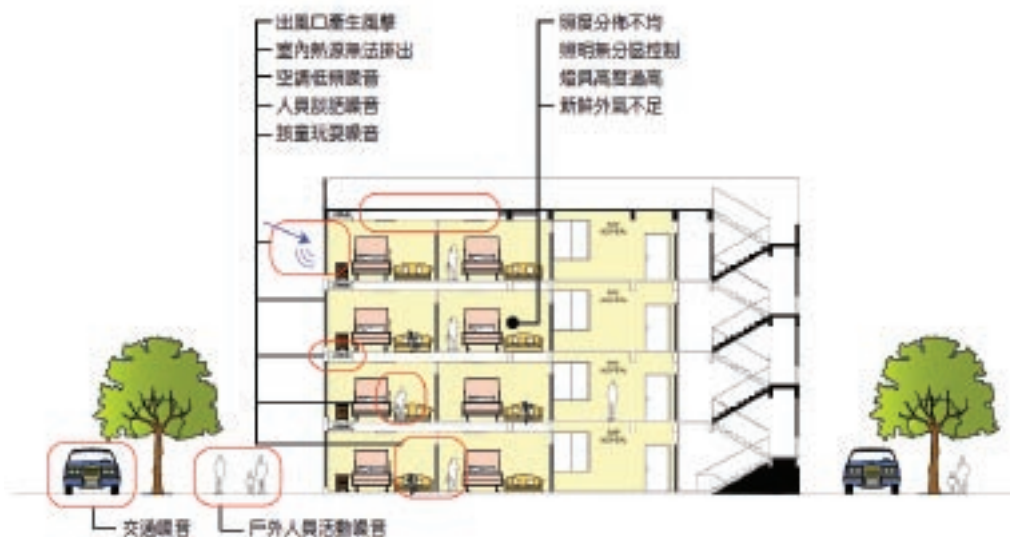


圖 3-24 衛生福利類空間常見室內環境問題點

### 3-2-3 休閒文教類

#### 一、音環境（噪音問題）

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(如圖 3-25、3-26)。

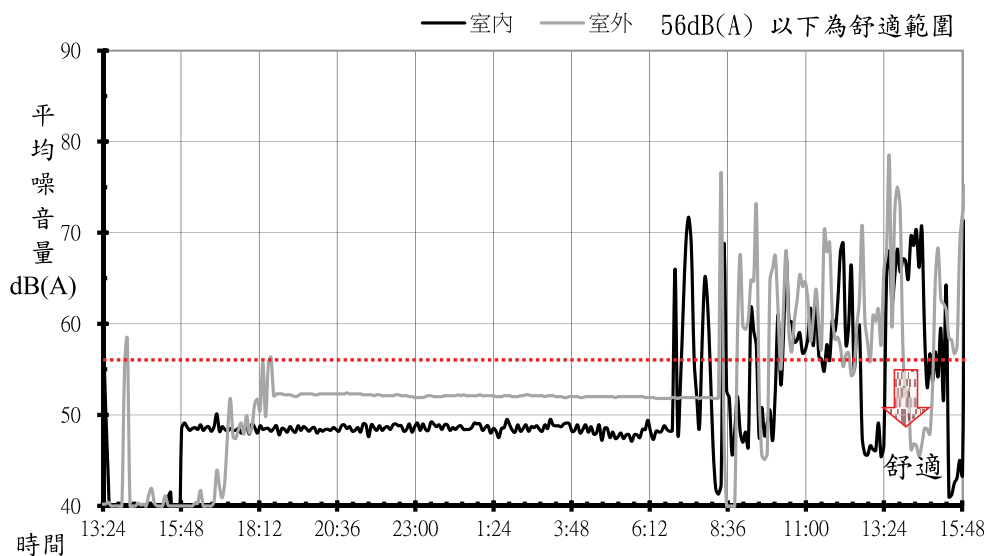


圖3-25 某休閒文教類室內噪音量歷時變化



圖3-26 某休閒文教類室內人員間的交談與討論使室內噪音量超標

## 二、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，但照明均勻度 $< 1/3$ ，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(如圖 3-27、3-28)。

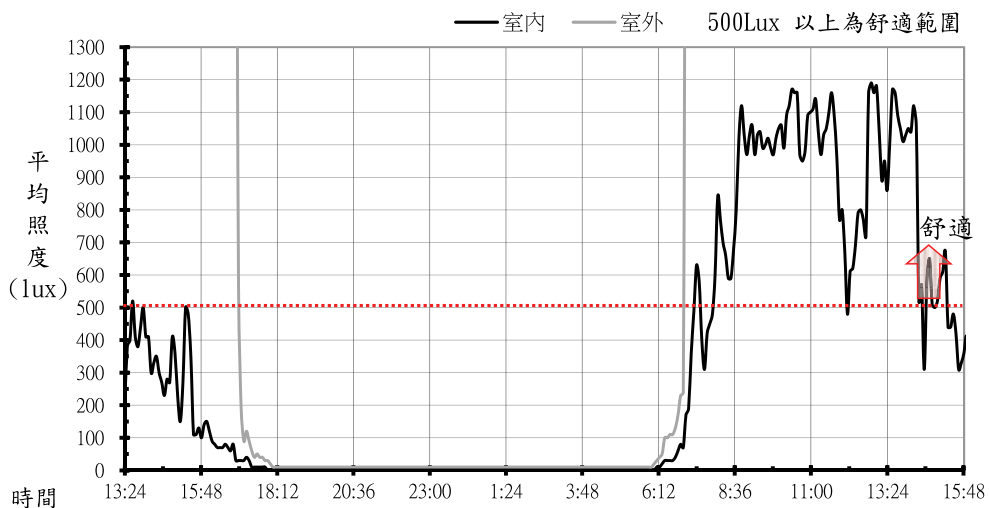


圖3-27 某休閒文教類室內照度歷時變化

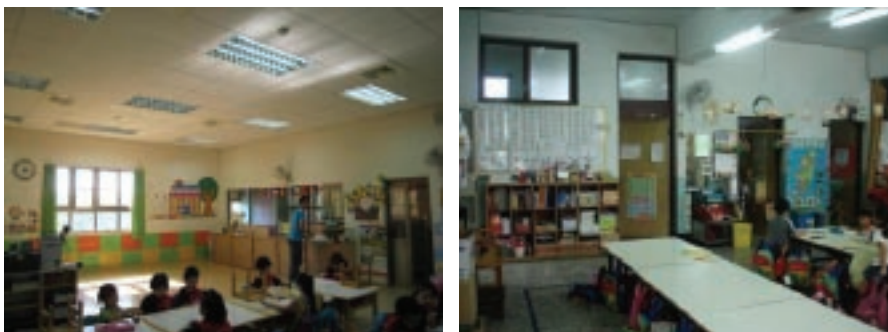


圖3-28 某休閒文教類室內燈具數量、位置設置不佳影響照度



### 三、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，室內空間溫度呈現分佈不均的情形，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(如圖 3-29、3-30)。

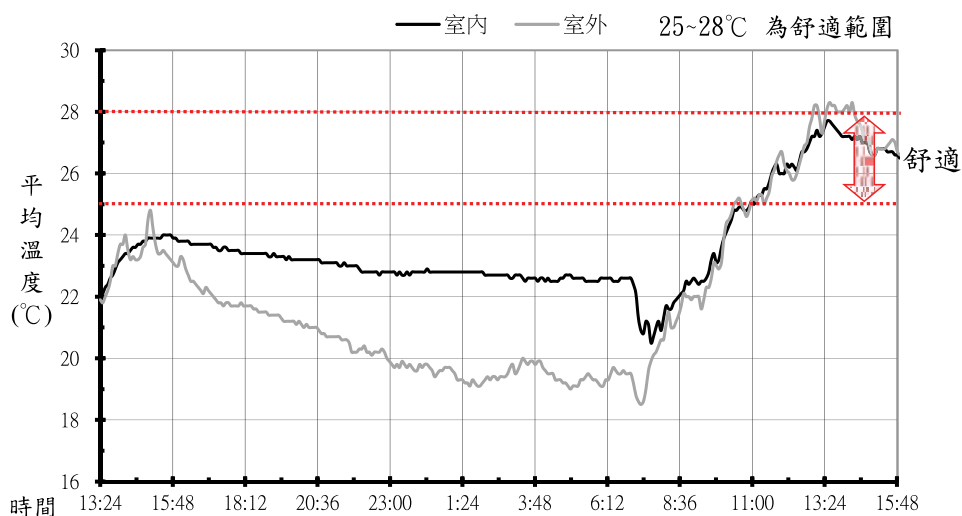


圖3-29 某休閒文教類室內溫度歷時變化



圖3-30 某休閒文教類室內空調設置不當造成室內溫度分布不均

#### 四、空氣環境（換氣問題）

文教校舍場所空間的空間使用模式上，易於短時間聚集大量使用人員，因人員密度過高，若無搭配較佳之空調設備，易發生於短時間內之空氣換氣量不足，污染物濃度累積、新鮮外氣不足等等問題(如圖 3-31、3-32)。

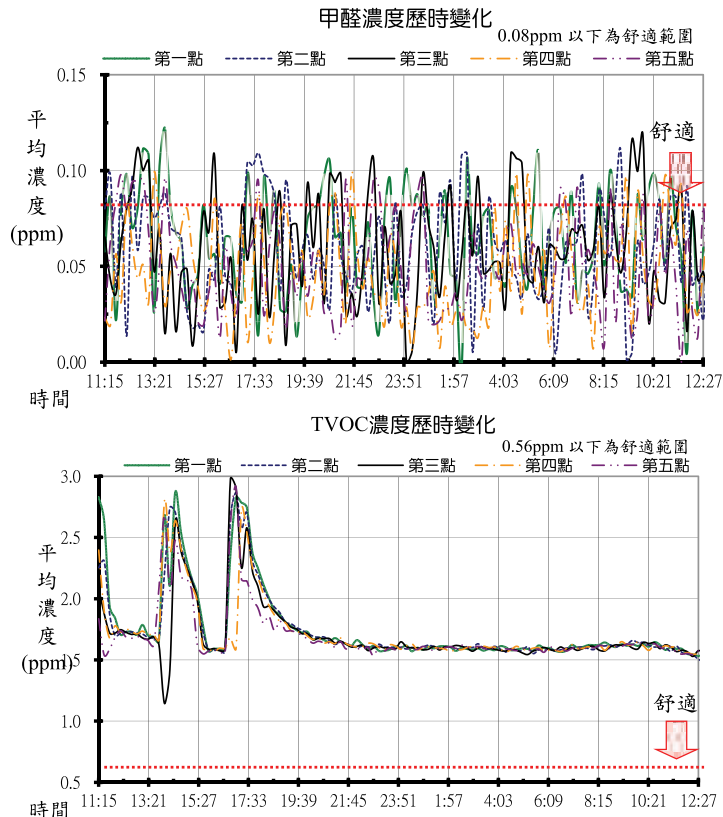


圖3-31 某休閒文教類空間甲醛及 TVOC 之室內空氣污染物濃度歷時變化



圖3-32 某休閒文教類室內易產生換氣不足、污染物濃度累積

表 3-24 休閒文教類常見室內環境問題點

| 環境因子 | 常見問題                                                 |
|------|------------------------------------------------------|
| 音環境  | 外部噪音：交通噪音、戶外人員活動噪音、戶外活動噪音                            |
|      | 內部噪音：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  | 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、燈具眩光影響、採用高反射材質玻璃（光害） |
| 溫熱環境 | 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 | 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    |

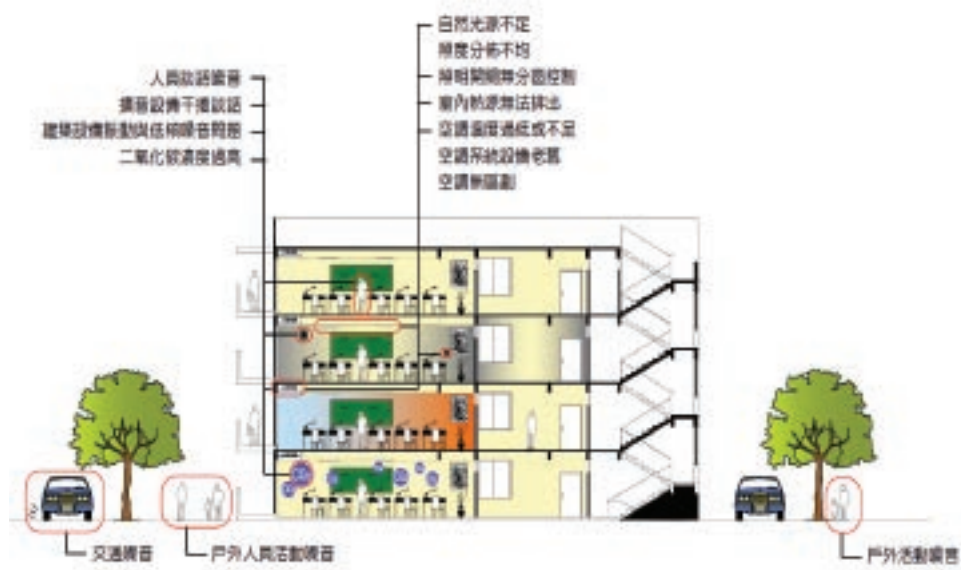


圖 3-33 休閒文教類常見室內環境問題點

## 3-2-4 住宿類

## 一、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，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(如圖 3-34、3-35)。

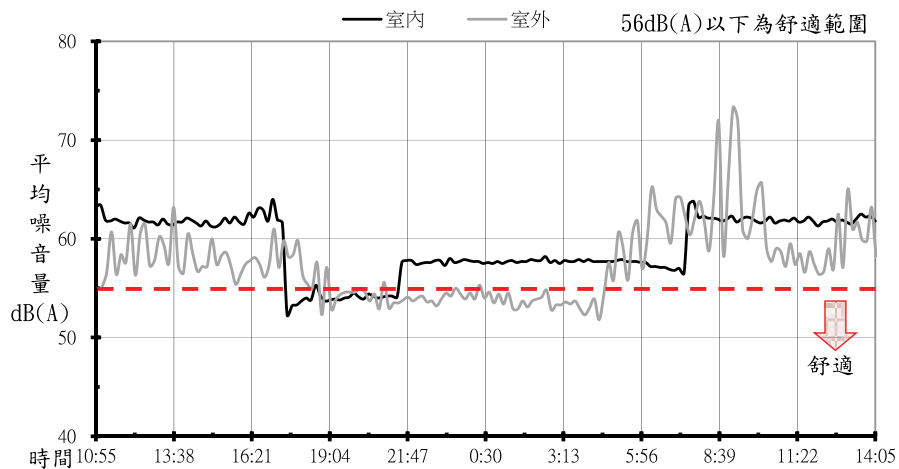


圖3-34 某集合住宅室內噪音量歷時變化

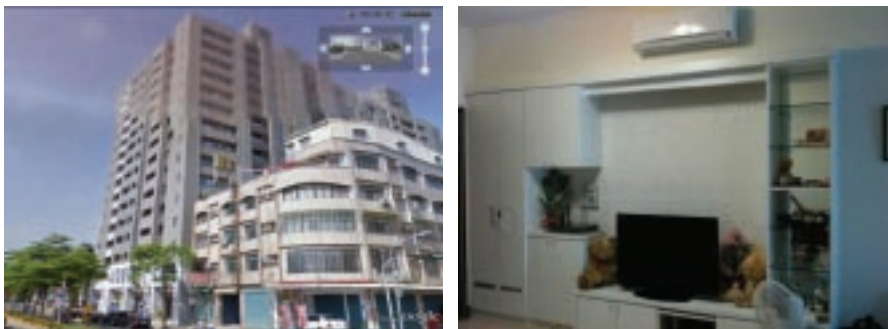


圖3-35 某集合住宅室內空間易受外部環境噪音之干擾及缺少吸音材造成室內噪音量高於基準值

## 二、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(如圖 3-36、3-37)。

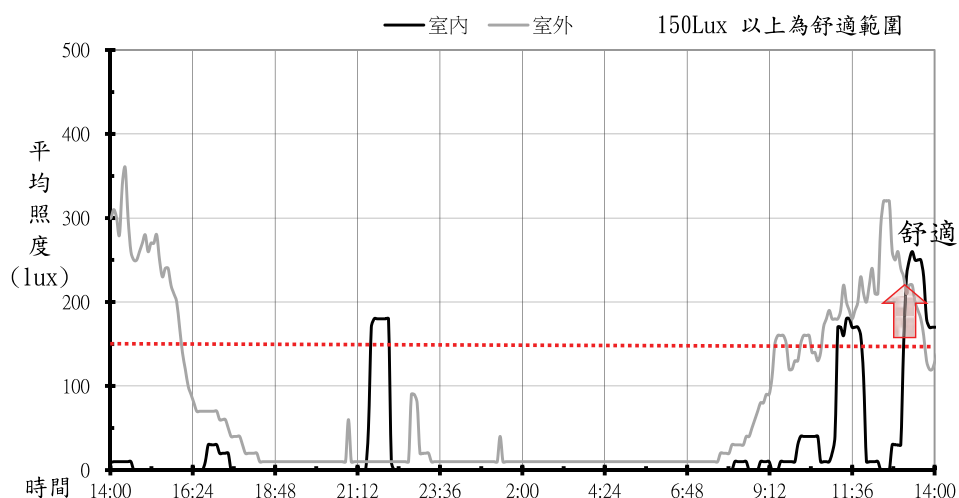


圖3-36 某集合住宅室內照度歷時變化

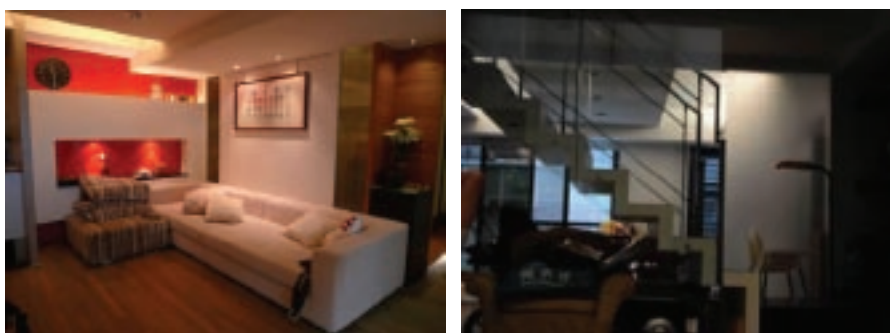


圖3-37 某集合住宅室內空間因燈具配置不佳或受鄰近建築物高度影響而造成室內照度不足之情形

### 三、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(如圖 3-38、3-39)。

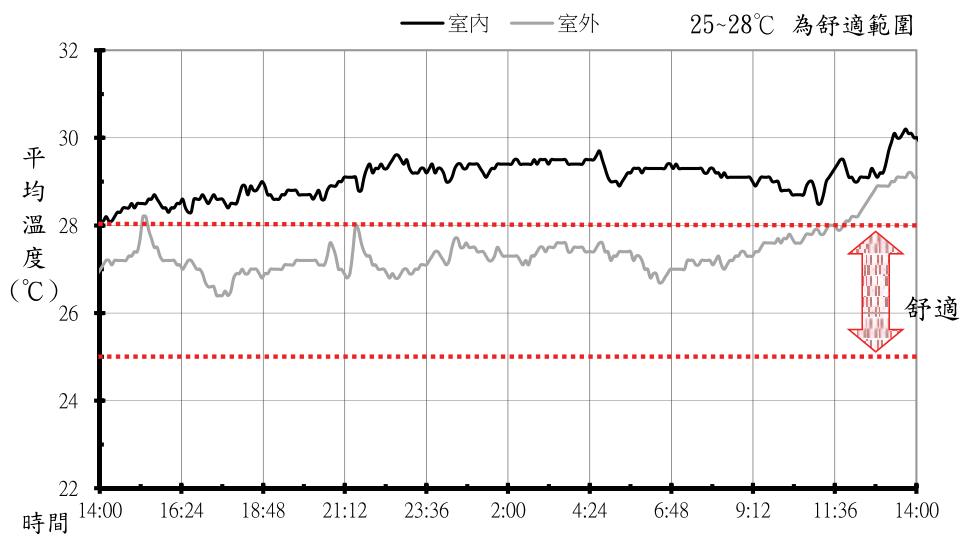


圖3-38 某集合住宅室內溫度歷時變化

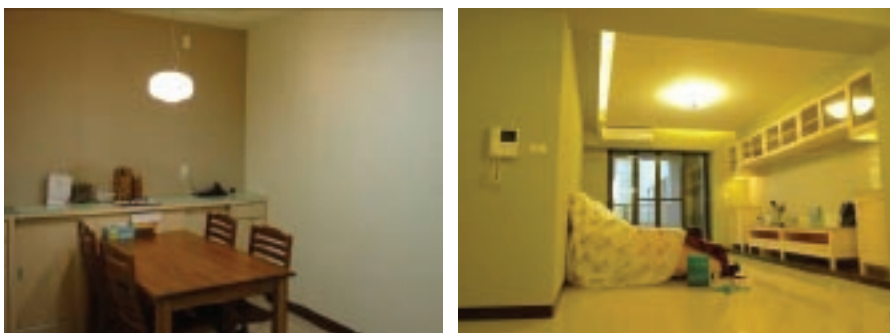


圖3-39 某集合住宅室內空間缺少通風輔助設備造成溫度上升及分布不均

#### 四、空氣環境（換氣問題）

在集合住宅空間的空調使用模式上，多屬搭配冷氣機或分離式空調之空間，因此應較著重於室內通風環境及室內裝修建材之部分。空調應設置適當的外氣引入，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甲醛及TVOC濃度(如圖 3-40、3-41)。

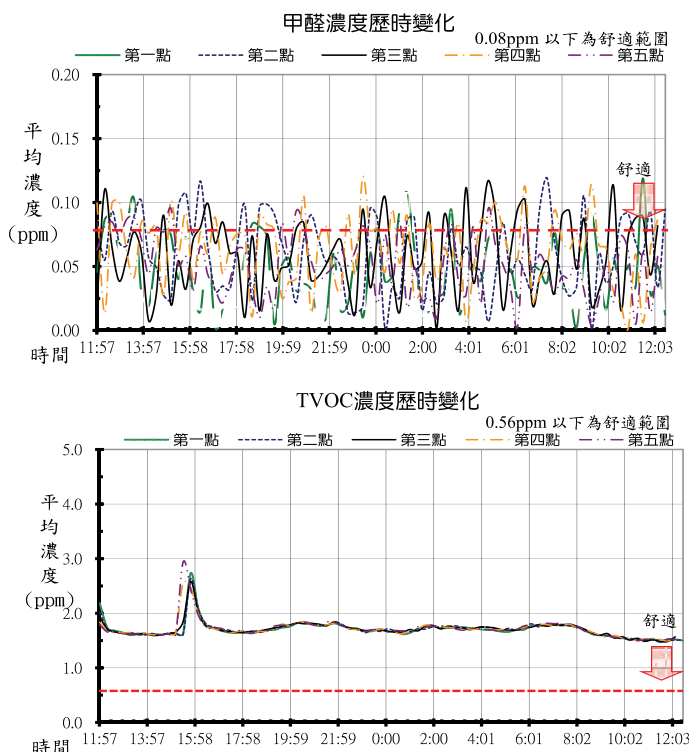


圖3-40 某集合住宅甲醛及 TVOC 室內空氣污染物濃度歷時變化

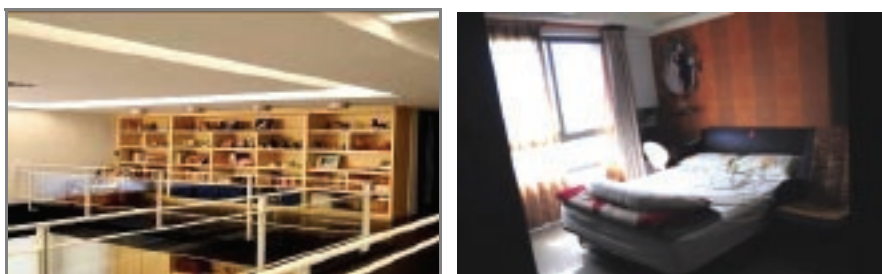


圖3-41 集合住宅室內空間因裝修量過高易導致污染物濃度累積



表 3-25 集合住宅類常見室內環境問題點

| 環境因子 | 常見問題                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------|
| 音環境  | 外部噪音：交通噪音、戶外人員活動噪音<br>內部噪音：設備運作噪音、人員活動振動噪音、人員談話、視聽器材、回音問題 |
| 光環境  | 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 | 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 | 室內污染源、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          |

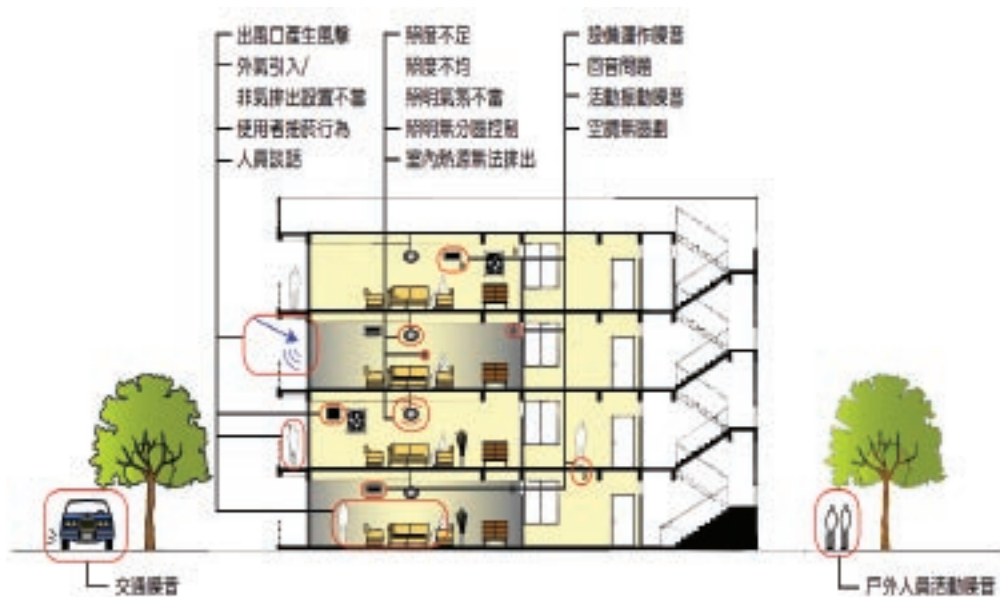


圖3-42 集合住宅類常見室內環境問題點

## 第四章 室內環境品質改善技術與對策

### 4-1 室內環境品質改善技術

「室內環境品質改善計畫」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。改善案例分布之地理位置從台灣北部、中部、南部至東部皆有，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，以提供未來參考。案例中常見室內環境問題及改善對策列於表 4-1，其詳細改善技術應用方法則於本指引 4-2 節進行敘述。

表 4-1 案例於各類室內環境因子常見之問題與改善對策彙整

| 環境因子 | 常見問題                                                                                                                                                                                                                                                          | 改善對策                                                                                                                                                                                                                           |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 音環境  | <b>外部噪音：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 交通噪音</li> <li>■ 施工噪音</li> <li>■ 振動噪音</li> <li>■ 大型集會活動</li> </ul> <b>內部噪音：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 空調設備產生噪音</li> <li>■ 走動行為振動噪音</li> <li>■ 人員談話噪音</li> <li>■ 視聽器材噪音回音問題</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 增加建築隔音(外牆、樓板厚度增加)</li> <li>■ 氣密型門窗</li> <li>■ 浮式構造</li> <li>■ 減振阻尼材應用</li> <li>■ 選用低噪音型機器</li> <li>■ 機器定期維護保養</li> <li>■ 設備防振處理</li> <li>■ 設備加裝防音罩</li> <li>■ 管路防音提升建築吸音性能</li> </ul> |
| 光環境  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 照度不足</li> <li>■ 照度分佈不均</li> <li>■ 眩光問題</li> <li>■ 燈具耗能，效率低</li> <li>■ 照明開關無分區</li> </ul>                                                                                                                             | <b>自然採光：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 配合建築物座向</li> <li>■ 兩面採光，減少採光深度</li> <li>■ 足夠開窗面積</li> <li>■ 透光率高之玻璃材質</li> <li>■ 適當外遮陽設計</li> <li>■ 外部植栽計畫</li> </ul>                                                    |

表 4-1 案例於各類室內環境因子常見之問題與改善對策彙整（續）

| 環境因子 | 常見問題                                                                                                                                                                                                                                                     | 改善對策                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 光環境  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 採光方位，西曬嚴重</li> <li>■ 採光面積不足</li> <li>■ 空間採光深度過深</li> <li>■ 照明氣氛不佳</li> <li>■ 高反射材質玻璃</li> </ul>                                                                                                                 | <b>人工照明：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 選用高效率燈具</li> <li>■ 定期維護檢查</li> <li>■ 選擇合適色溫的燈管</li> <li>■ 配合空間類型設計不同照明方式</li> <li>■ 燈具開關迴路控制、防眩光設計</li> </ul>                                                                                                                                                            |
| 溫熱環境 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 悶熱潮濕現象</li> <li>■ 氣流呈現滯留</li> <li>■ 出風口型式不當，產生風擊現象</li> <li>■ 空調無區劃</li> <li>■ 室內熱源無法排出</li> <li>■ 室外熱源無法有效隔絕</li> <li>■ 濕度過高，結露現象</li> </ul>                                                                   | <b>建築體：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 建築座向，配合外部環境</li> <li>■ 屋頂及外牆構造、厚度</li> <li>■ 開窗方式及導風遮陽設置</li> </ul> <b>設備設施：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 依據空間需求，選擇適合空調類型</li> <li>■ 配合人員使用時間，開啟空調</li> <li>■ 選用高效率之空調主機</li> <li>■ 分層分區空調區劃</li> <li>■ 預冷空調箱或全熱交換器搭配使用</li> <li>■ 搭配低耗能風扇設施使用</li> </ul> |
| 空氣環境 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 室外污染源<br/>(交通運輸、工廠廢氣)</li> <li>■ 室內污染源<br/>(裝潢建材、寵物、植物、空調、事務設備)</li> <li>■ 新鮮外氣不足</li> <li>■ 室內氣流短路</li> <li>■ 空調外氣引入口與廢氣</li> <li>■ 排出口配置不當</li> <li>■ 換氣效率不足</li> <li>■ 空調設備系統老舊</li> <li>■ 人員抽菸行為</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 隔絕過濾外部污染源</li> <li>■ 使用通過認證之綠建材</li> <li>■ 自然通風的利用</li> <li>■ 開窗方式及導風遮陽設置</li> <li>■ 出回風口位置分佈，避免造成短路</li> <li>■ 正負壓空間控制</li> <li>■ 即時 CO<sub>2</sub> 監測系統</li> <li>■ 新鮮外氣的引進</li> <li>■ 空調設備定期清潔消毒</li> <li>■ 減少污染源產生</li> <li>■ 污染源控制－局部排氣</li> </ul>                                |

(資料來源：室內環境品質診斷及改善補助計畫，內政部建築研究所，2003~2009)

#### 4-1-1 音環境品質改善技術與對策

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。

##### 一、防音材料應用

###### （一）牆板之隔音性能改善

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 6 dB。

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。

###### （二）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，氣密型窗其構造須具高防漏音，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。

### （三）樓板構造之隔音性能改善計畫

一般樓板構造之隔音計劃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劃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。

## 二、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；二為板模振動型吸音材，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。

### （一）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。

### （二）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。

### （三）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，可同時組合不同種類的材料應用(如圖 4-1)。



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，減少中高頻音的干擾。
4. 以懸掛的吸音筒減少反射音，主要針對中高頻反射音。
5. 以開孔材作為壁面裝修。
6. 室內空調機裝設消音箱。
7. 對噪音源頭旁設隔音板，做源頭控制。

圖 4-1 音環境改善種類示意圖



#### 4-1-2 光環境品質改善技術與對策

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，所以在進行照明改善工程時，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，使光環境之操作能同時兼顧「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。

##### 一、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，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，調整燈具照明方式，以改善照度不足情形。(圖 4-2)

##### (一) 全面照明

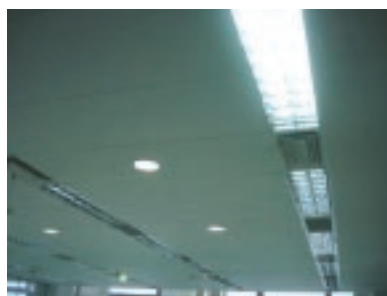
指照明範圍內燈具以平均分佈方式排列。室內不同用途空間中可依據各類型空間基本照明做全面照明，以確保最低限度的亮度。

##### (二) 局部照明

指將空間中部份區域打亮的方式，空間中進行需要充分亮度的視覺作業時，多半以此輔助全面照明。亦可做為重點式照明、以突顯或營造展演效果，不過若是基本照明過量的話則無法產生太大的作用。



(1) 全面照明



(2) 局部照明

圖 4-2 全面照明與局部照明

### 二、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，電力負載同步升級，以符合電力安全之相關規定(如圖 4-3)。

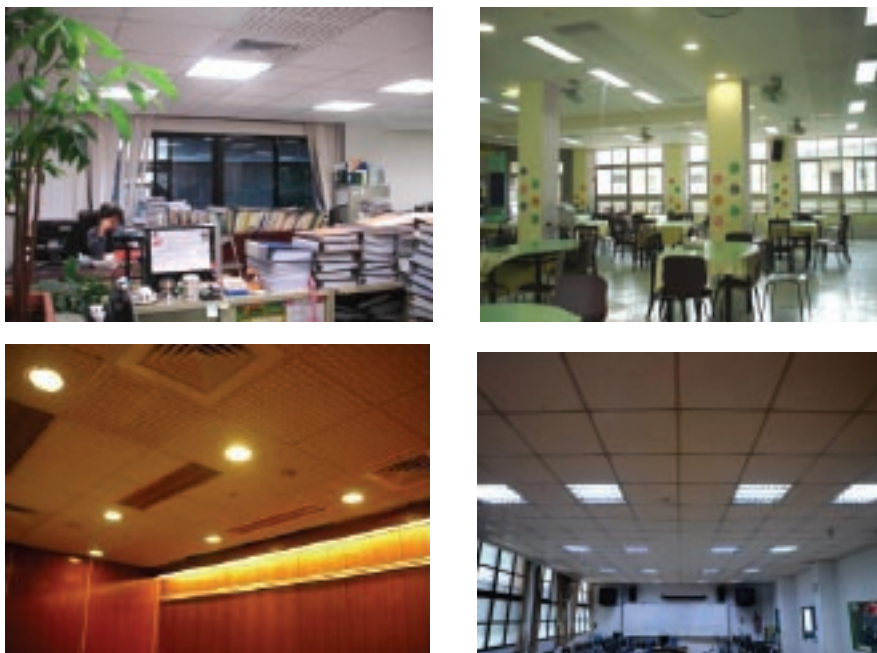


圖 4-3 不同燈光效果及開關迴路控制

### 三、節能照明燈具

目前市面上常見照明燈具種類繁多，如常見的白熾燈、螢光燈、鹵素燈...等傳統人工光源，其效率、壽命...等光電特性較差；因此，市面上研發多種新式人工光源，如省電燈泡、T8 三波長螢光燈、T5 超細管徑螢光燈及 LED...等新式人工光源，在追求節能減碳的潮流下，具備節能、高效率的新式人工光源將有效改善室內光環境品質。新式人工光源其種類與功能特性如表 4-2 所示。

表 4-2 新式人工光源種類

| 燈具種類                           | 功能特性                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 安定器內藏<br>緊密型<br>螢光燈管<br>(省電燈泡) | (1)點燈壽命更持久，達 6,000 小時以上<br>(2)亮度高，發出全光束高<br>(3)光線柔和不刺眼<br>(4)更省電<br>(5)外型輕巧美觀<br>(6)不閃爍、保護眼睛視力健康。                                                                                                                              |
| 高頻環保<br>螢光燈管                   | (1)天然光線，接近太陽光<br>(2)高演色性<br>(3)比一般型燈管亮度增加 30%以上<br>(4)可省電 5%以上<br>(5)平均壽命達 10000 小時以上                                                                                                                                          |
| 超細管徑<br>螢光燈                    | (1)管徑縮小(16 mm φ)<br>(2)光源輸出規格種類多<br>(3)超高發光效率(最高可達 105 lm/W)<br>(4)較長的使用壽命及較低的光衰<br>(5)使用高效率三波長螢光粉，演色性佳，可提高照明品質<br>(6)採固態汞設計每支燈管約 3mg，大幅減少環境的污染<br>(7)壽命達 16000 小時以上                                                           |
| 奈米光觸媒<br>空氣清淨燈                 | (1)廢氣處理能力<br>(2)殺菌抑菌能力<br>(3)可用於醫院、學校及辦公等公共場所                                                                                                                                                                                  |
| 冷陰極燈管<br>(CCFL)                | (1)輕量化<br>(2)壽命達 50,000~70,000 小時以上<br>(3)可瞬時點燈<br>(4)低耗電<br>(5)低發熱量<br>(6)點滅特性佳<br>(7)耐振性佳<br>(8)耐衝擊性佳<br>(9)容易調光<br>(10)電氣特性穩定<br>(11)光學特性佳<br>(12)點燈回路簡單<br>(13)配線容易<br>(14)高輝度<br>(15)外形容易變更可彎曲成 L 型、U 型、W 型等<br>(16)低成本化。 |
| 發光二極體<br>(LED 燈)               | (1)體積小<br>(2)低耗電量<br>(3)使用壽命達 60000~100000 小時以上<br>(4)環保<br>(5)堅固耐用<br>(6)低發熱量                                                                                                                                                 |

(資料來源：本指引依據照明系統 Q&amp;A-節能技術手冊彙整)

### 4-1-3 溫熱環境品質改善技術與對策

當既有空調系統較為老舊、效率低，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，也可針對其建築環境提出誘導式通風設計、新增空調設備及室內調濕建材使用之改善建議。

#### 一、誘導式通風設計

自然通風設計係藉由增加室內空間氣流流通，利用所設置之水平導風板以下對上之貫流模式，間接提高室內空氣品質；而在屋頂層部分則以誘導式通風設計改善室內因蓄熱而產生之悶熱情況，及改善室內空間空氣不流通情形(如圖 4-4 及 4-5)。

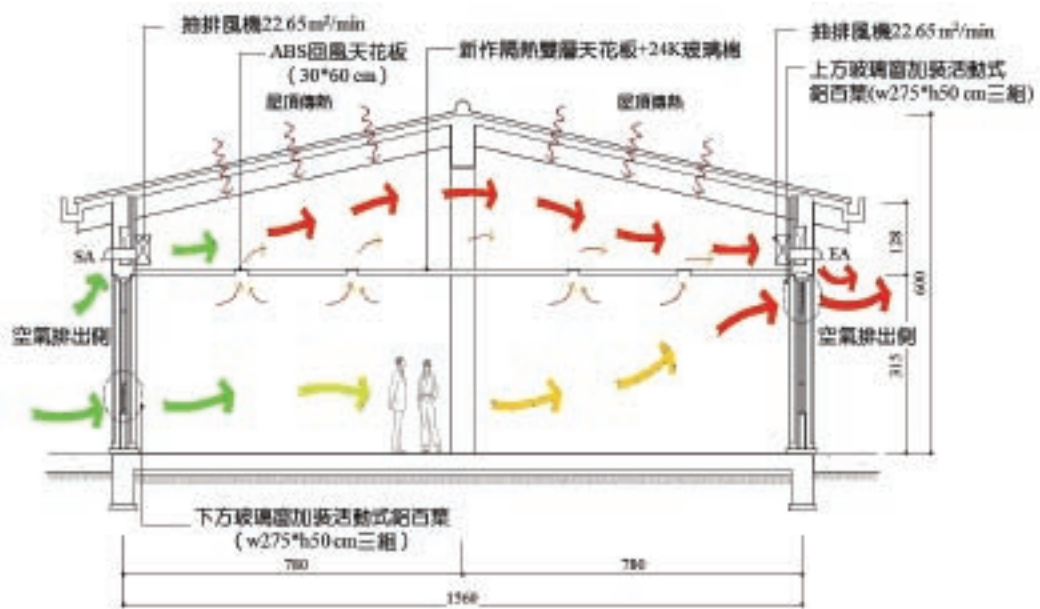


圖 4-4 誘導式自然通風設計示意圖  
(圖片來源：本指引繪製)

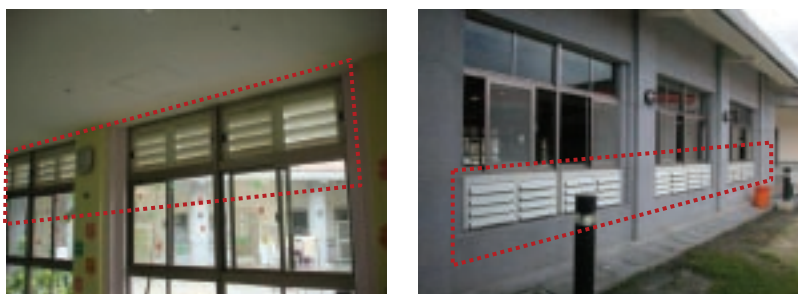


圖 4-5 水平導風板導入新鮮空氣之通風設計設置

## 二、新增空調設備

在無法使用自然通風狀態的情況下，可考慮新增空調設備，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，室內溫度容易偏高且污染物濃度將有累積偏高之疑慮下，經由新增空調設備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(如圖 4-6)。



圖 4-6 新增空調設備之示意圖

## 三、使用調濕性建材

影響建築物產生濕氣的原因中，除了室外的溫濕度、室內的熱及水蒸氣的產生，也包括建築內部材料的熱、濕氣特性，使用調濕建材時可控制室內濕度，進而提高室內環境品質，其中木質材料最為常見。而影響建材調濕性能之因素為透濕係數與透濕抵抗係數，透濕抵抗係數越大越不容易受潮。詳細材料類別與其透濕、透濕抵抗係數可參考附錄三。

#### 4-1-4 空氣環境品質改善技術與對策

當診斷與分析現況之空氣品質皆有超出健康舒適基準的風險情況下，需針對空氣環境部分予以改善。針對既有通風設備加以評估檢討，運用即時置換室內新鮮空氣的方式，維持良好的空氣品質。

##### 一、加裝箱型抽送風機及獨立風管系統

部分室內空間雖設有外氣引進系統，但常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物即時排出。為提高室內空氣品質，避免廢氣長時間累積在環境中，建議可於污染物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，以上述一進一出之換氣系統，例如 PUSH-PULL 換氣系統，提高廢氣排出與新鮮空氣引入之運作效率(如圖 4-7、圖 4-8)。

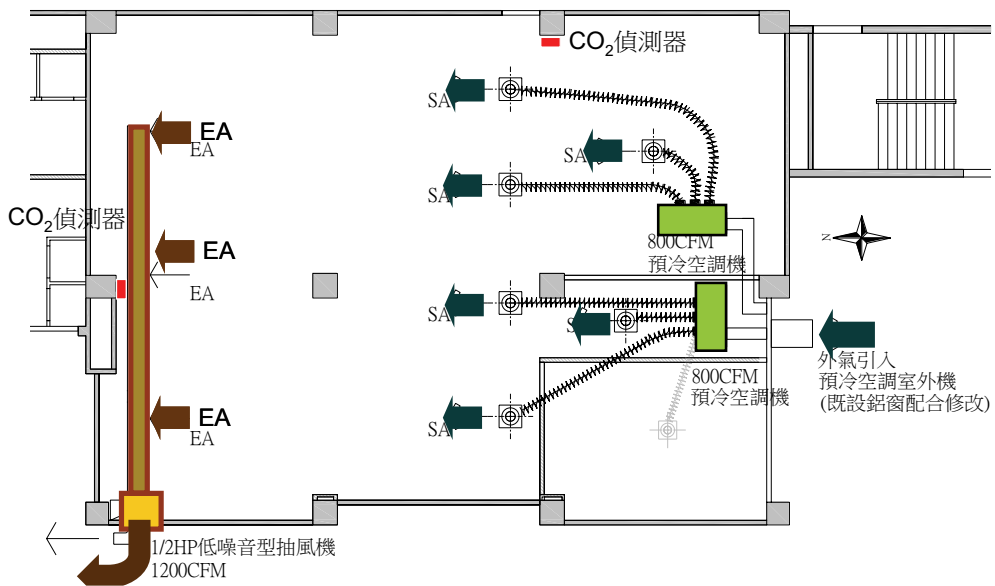


圖 4-7 PUSH-PULL 換氣系統設計平面示意圖  
(圖片來源：本指引繪製)





(1) 外氣引入位置

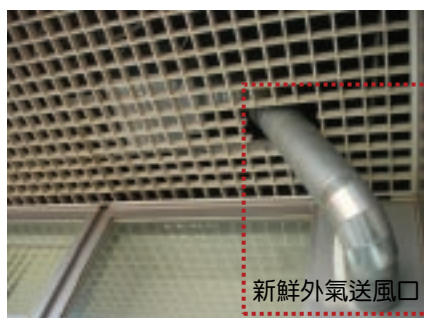


(2) 換氣系統控制

圖 4-8 外氣引入與廢氣排出設置位置圖

## 二、污染物濃度即時反應系統

另外亦可裝置及時換氣系統，裝置 2 組 CO<sub>2</sub> 濃度自動感應器，CO<sub>2</sub> 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。根據現場使用狀況評估，CO<sub>2</sub> 濃度自動感應器應裝設於污染物濃度較高之位置，如回風口處，以達到最佳之警示效益(如圖 4-9)。



新鮮外氣送風口



新鮮外氣送風口



二氧化碳自動感應器



新鮮外氣送風口

圖 4-9 二氧化碳自動感應器及新鮮外氣送風口



### 三、負壓、隔離病房通風空調系統

2003 年 SARS 的疫情在世界各國迅速漫延，台灣疫情也甚為嚴重，很多醫院為了因應 SARS 疫情將舊有的病房改作成 SARS 負壓隔離病房。為了確保負壓隔離病房能發揮其功效，應付 SARS 及未來高傳染性之病毒，空調界針對此提出系統指針，以進一步提升呼吸道傳染隔離病房的性能並提供操作維護之指導方針，較完整的負壓隔離病房通風換氣之設計如下圖 4-10 及 4-11 所示。

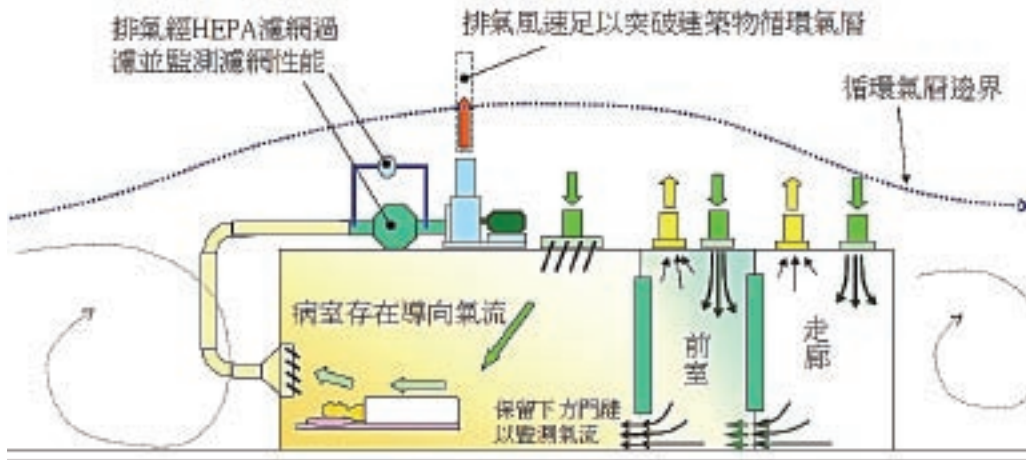


圖 4-10 完整型負壓隔離病房的通風換氣設計概念  
(圖片來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所)

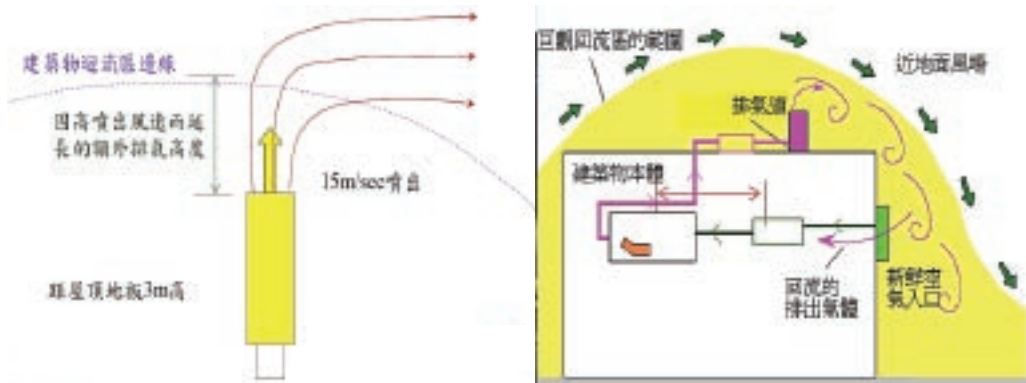
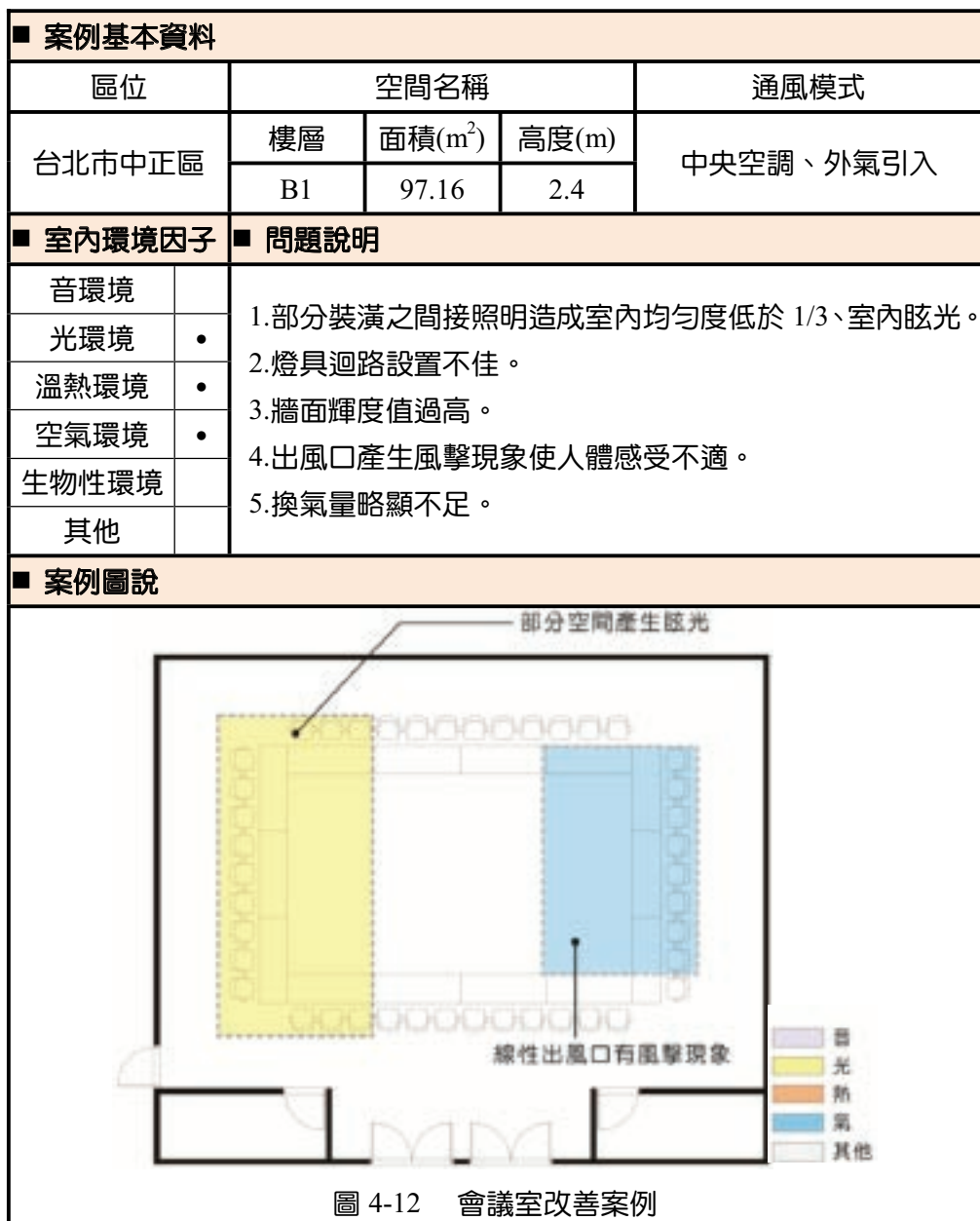


圖 4-11 負壓隔離病房排氣口設置  
(圖片來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所)

## 4-2 改善方法應用及個案說明

### 4-2-1 室內環境品質改善案例

#### 一、會議室改善案例



### ■ 改善方法



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重新規劃



2.增設外氣引入系統



3.改善燈具開關迴路控制

圖 4-13 會議室改善後照片

### ■ 改善成果

- 1.改善間接照明，室內均勻度提升至 5/8。
- 2.燈具全面裝設防眩光格柵，減低眩光困擾。
- 3.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。
- 4.改善部份線性出風口位置，降低風擊感。
- 5.增設外氣引入系統，增加換氣率、CO<sub>2</sub> 濃度降至 360 ppm、甲醛濃度降至 0.02 ppm。

## 二、辦公空間改善案例

| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                                                                            |                     |       |      |
|----------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                                                                       |                     |       | 通風模式 |
| 台北市中山區   |   | 樓層                                                                                                                                         | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) | 中央空調 |
|          |   | 3F                                                                                                                                         | 160.6               | 2.7   |      |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                                                                                     |                     |       |      |
| 音環境      |   | 1.中央空調風管分配不佳，造成區域冷熱不均。<br>2.通風路徑不佳，熱氣不易散出，造成室內熱環境不舒適。<br>3.室內溫度實測值超過健康基準值。<br>4.室內空氣無法與戶外對流，換氣效率明顯不足<br>5.甲醛高於健康基準值（0.197 ppm 與 0.15 ppm）。 |                     |       |      |
| 光環境      |   |                                                                                                                                            |                     |       |      |
| 溫熱環境     | • |                                                                                                                                            |                     |       |      |
| 空氣環境     | • |                                                                                                                                            |                     |       |      |
| 生物性環境    |   |                                                                                                                                            |                     |       |      |
| 其他       |   |                                                                                                                                            |                     |       |      |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                                                                            |                     |       |      |
|          |   |                                                                                                                                            |                     |       |      |

圖 4-14 辦公空間改善案例

### ■ 改善方法



1. 溫熱環境改善後現況



2. 新鮮外氣送風口



3. 外氣引入與廢氣排出設置位置

圖 4-15 辦公空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 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。
2. 改善後室內溫度 A 室為 25 °C、B 室 24.8 °C，皆屬舒適範圍。
3. 新設外氣引入/廢棄排出裝置，提升換氣效率。
4. 改善後換氣率已符合質量平衡（Mass Balance）換算基準。
5. 甲醛濃度也降至標準值以內（A 室 0.033ppm、B 室 0.031ppm）。

## 三、辦公空間改善案例

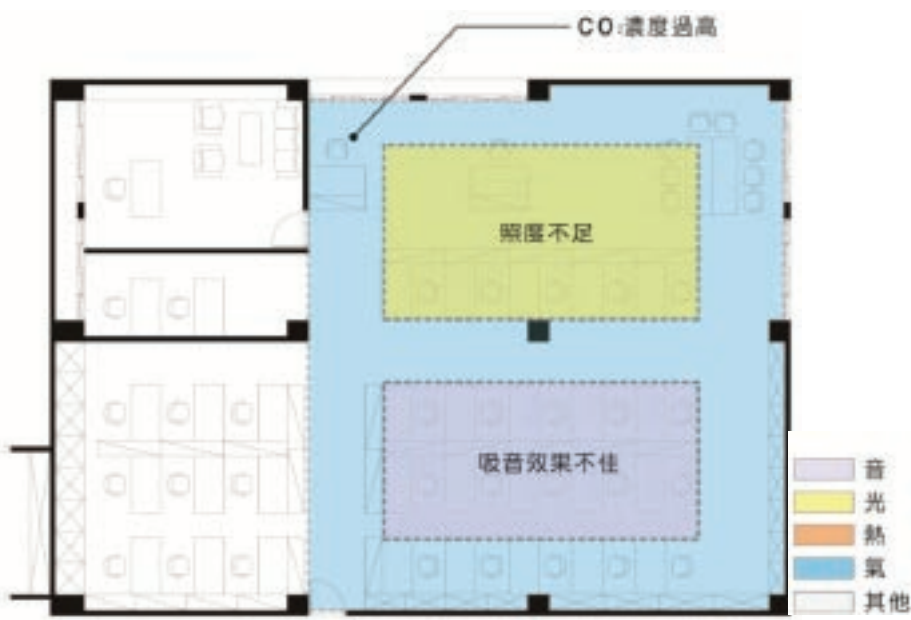
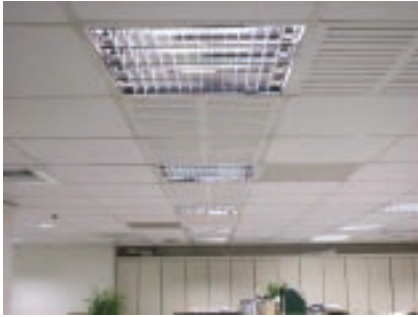
| ■ 案例基本資料                                                                            |   |                                                                                                                                                                          |                     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位                                                                                  |   | 空間名稱                                                                                                                                                                     |                     | 通風模式  |
| 台北市松山區                                                                              |   | 樓層                                                                                                                                                                       | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|                                                                                     |   | 2F                                                                                                                                                                       | 253                 | 2.4   |
|                                                                                     |   | 中央空調                                                                                                                                                                     |                     |       |
| ■ 室內環境因子                                                                            |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                   |                     |       |
| 音環境                                                                                 | • | 1.室內裝修吸音效果不佳，辦外交談及作業時所產生的噪音，易對人生心理產生影響。<br>2.作業面照度不足。<br>3.燈具老舊、照明效率不佳。<br>4.空間人員密度高、空氣對流不佳。<br>5.CO <sub>2</sub> 濃度 1564.8 ppm，超過健康標準。<br>6.換氣量不足、CO <sub>2</sub> 容易累積。 |                     |       |
| 光環境                                                                                 | • |                                                                                                                                                                          |                     |       |
| 溫熱環境                                                                                |   |                                                                                                                                                                          |                     |       |
| 空氣環境                                                                                | • |                                                                                                                                                                          |                     |       |
| 生物性環境                                                                               |   |                                                                                                                                                                          |                     |       |
| 其他                                                                                  |   |                                                                                                                                                                          |                     |       |
| ■ 案例圖說                                                                              |   |                                                                                                                                                                          |                     |       |
|  |   |                                                                                                                                                                          |                     |       |

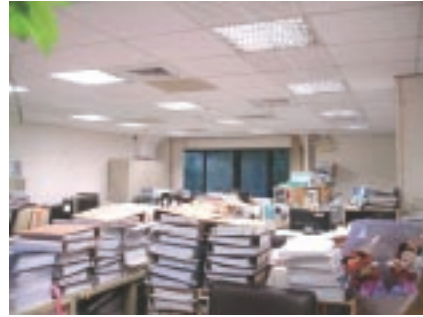
圖 4-16 辦公空間改善案例



### ■ 改善方法



1. 新增吸音性天花板



2. 燈具使用防眩光處理



3. 外氣引入與廢氣排出設置位置

圖 4-17 辦公空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 增設吸音天花板，降低反射音強度，改善後實測值約維持 55.56 dB(A)。
2. 依使用狀況重新配置燈具位置，將老舊的燈具更新，並以適當色溫和高效率為考量。
3. 燈具全部增設防眩光處理。
4. 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。
5. 增設外氣引入系統，有效移除室內累積的污染物。
6. 改善後 CO<sub>2</sub> 濃度降至 603 ppm，換氣量亦符合基準需求。



## 四、辦公空間改善案例

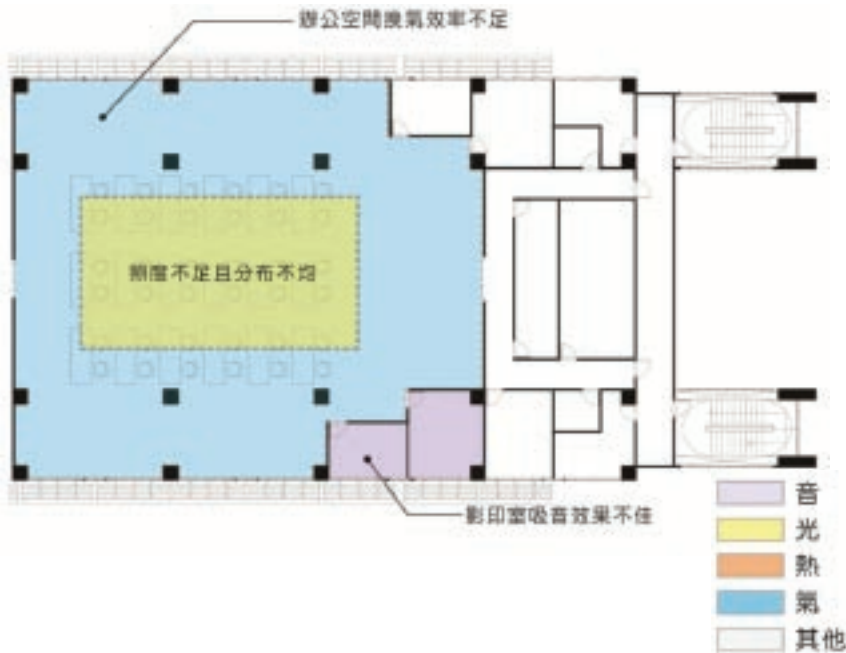
| ■ 案例基本資料                                                                            |   |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位                                                                                  |   | 空間名稱                                                                                                                                                                                   |                     | 通風模式  |
| 台南市新市區                                                                              |   | 樓層                                                                                                                                                                                     | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|                                                                                     |   | 6F                                                                                                                                                                                     | 696.5               | 3     |
|                                                                                     |   | 中央空調                                                                                                                                                                                   |                     |       |
| ■ 室內環境因子                                                                            |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                                 |                     |       |
| 音環境                                                                                 | • | 1. 影印室內裝修吸音效果不佳。<br>2. 平均作業面照度不足，影響照明效率，照明品質及效果明顯偏低。<br>3. 辦公空間換氣效率不足，導致部份空間冷熱不均。<br>4. 換氣量雖達基準值以上，經質量平衡（Mass Balance）所推算，辦公室人數達 70 人時，於 90 分鐘左右，CO <sub>2</sub> 濃度值將超過健康基準值 1000 ppm。 |                     |       |
| 光環境                                                                                 | • |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
| 溫熱環境                                                                                | • |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
| 空氣環境                                                                                | • |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
| 生物性環境                                                                               |   |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
| 其他                                                                                  |   |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
| ■ 案例圖說                                                                              |   |                                                                                                                                                                                        |                     |       |
|  |   |                                                                                                                                                                                        |                     |       |

圖 4-18 辦公空間改善案例

圖 4-18 辦公空間改善案例

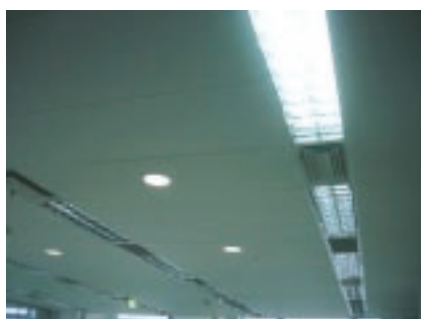
### ■ 改善方法



1. 新增天花板及吸音筒



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

圖 4-19 辦公空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 於影印室天花板懸掛吸音筒，減低事務噪音干擾，改善後實測值影印室 53.5 dB(A)。
2. 辦公空間牆面則裝置吸音板材，多方向吸收瞬間噪音，降低反射音強度，改善後實測值約維持 55.56 dB(A)。
3. 採用高效率、低發熱量燈具，配合防眩光的 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)。
4. 新設空調箱，加強空間整體的空調性能。
5. 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。
6. 改善後換氣率達 83.82 ACH，CO<sub>2</sub> 濃度降至 603 ppm，換氣量符合基準需求。

## 五、影印空間改善案例

| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                                                                                                  |                     |       |
|----------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                                                                                             |                     | 通風模式  |
| 台北市中正區   |   | 樓層                                                                                                                                                               | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|          |   | 2F                                                                                                                                                               | 29.4                | 2.2   |
|          |   | 中央空調                                                                                                                                                             |                     |       |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                           |                     |       |
| 音環境      | • | 1.平均噪音量超過健康基準值，環境噪音容易影響使用者之心理及生理。<br>2.空間局部區域照度不足，且均勻度分布不佳。<br>3.既有空調送風量不足，換氣量未達質量平衡(Mass Balance)換算基準。<br>4.無人使用時 CO <sub>2</sub> 濃度 845 ppm，已相當接近基準值 1000 ppm。 |                     |       |
| 光環境      | • |                                                                                                                                                                  |                     |       |
| 溫熱環境     |   |                                                                                                                                                                  |                     |       |
| 空氣環境     | • |                                                                                                                                                                  |                     |       |
| 生物性環境    |   |                                                                                                                                                                  |                     |       |
| 其他       |   |                                                                                                                                                                  |                     |       |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                                                                                                  |                     |       |
|          |   |                                                                                                                                                                  |                     |       |

音

光

熱

氣

其他

圖 4-20 影印空間改善案例

圖 4-20 影印空間改善案例

### ■ 改善方法



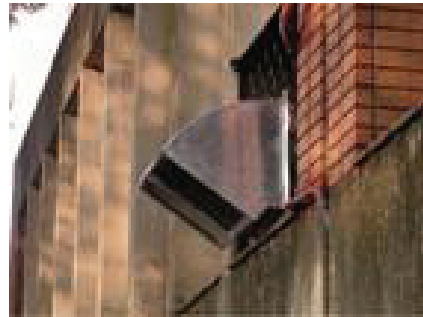
1. 影印機側裝設吸音隔板



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

圖 4-21 影印空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 於影印機側面加設吸音板，有效減低背景噪音至 54.2 dB(A)。
2. 加裝部分燈具，加強背景照明，改善後室內照度值，1F 為 359 (lux)、2F 為 418 (lux)。
3. 於原本燈具加做防眩光處理。
4. 設置外氣引入/廢氣排出口，並於影印機後側地板設置抽風口，直接由源頭排除污染物質。
5. 改善後換氣量達到基準需求，CO<sub>2</sub> 濃度降至 763 ppm，有足夠空間提供短時間使用。

## 六、研究討論室改善案例

| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
|----------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|------------------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                                                                                                                              |                     |       | 通風模式             |
| 台南市東區    |   | 樓層                                                                                                                                                                                                | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) | 分離式空調系統、<br>自然通風 |
|          |   | 7F                                                                                                                                                                                                | 228                 | 3.15  |                  |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                                            |                     |       |                  |
| 音環境      | • | 1.空調室外機設置處與室內空間距離過近，易造成噪音干擾的問題。<br>2.鄰近鐵道，容易受到外環境噪音的影響，干擾室內上課或討論的進行。<br>3.使用面照度不足，低於教室空間建議值 500 (lux)。<br>4.下午時段常因西曬而影響靠窗的使用者，同時造成室內溫度上升，影響溫熱舒適度，日間使用時平均溫度約 34℃，超過室內舒適建議值 28℃。<br>5.缺少新鮮外氣，換氣量不足。 |                     |       |                  |
| 光環境      | • |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
| 溫熱環境     | • |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
| 空氣環境     | • |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
| 生物性環境    |   |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
| 其他       |   |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |
|          |   |                                                                                                                                                                                                   |                     |       |                  |

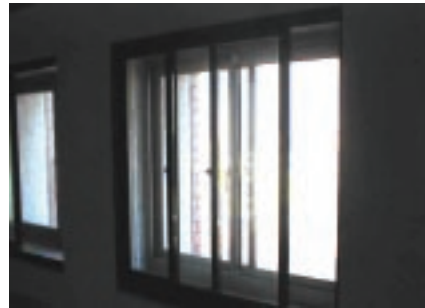
圖 4-22 研究討論室改善案例

圖 4-22 研究討論室改善案例

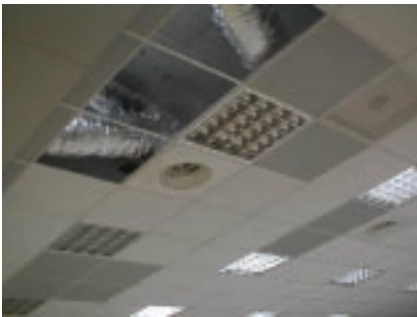
### ■ 改善方法



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

圖 4-23 研究討論室改善後照片

### ■ 改善成果

1. 利用雙層窗隔音，使用時間音環境平均值為 50.7 dB(A)。
2. 汰換部分老舊燈具，並於照度不足處增設燈具，改善後使用面照度提升至 537 (lux)。
3. 汰換空調主機，並整理管線系統增加冷房效率。改善後日間使用時之平均溫度降至 25.4°C，屬於舒適基準值內。
4. 裝設外氣引入/廢氣排出系統，換氣量增加，符合基準需求。

## 七、電腦教室改善案例

| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
|----------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                                                                                         |                     | 通風模式  |      |
| 台南市新營區   |   | 樓層                                                                                                                                                           | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) | 窗型冷氣 |
|          |   | 3F                                                                                                                                                           | 63                  | 3.8   |      |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                       |                     |       |      |
| 音環境      | • | 1.空調機放置於室內，使用時容易造成過大的噪音干擾，使用時段平均值近 80dB(A)。<br>2.出風口配置不佳，導致空調對室內的冷房不均，出風口正對使用者送風，產生高風擊不滿意度，影響使用者的舒適度。<br>3.換氣量嚴重不足。<br>4.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。 |                     |       |      |
| 光環境      | • |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
| 溫熱環境     |   |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
| 空氣環境     | • |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
| 生物性環境    |   |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
| 其他       |   |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                                                                                              |                     |       |      |
|          |   |                                                                                                                                                              |                     |       |      |

圖 4-24 電腦教室改善案例

圖 4-24 電腦教室改善案例



### ■ 改善方法



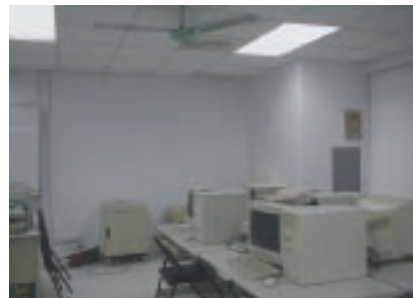
1. 增設外氣引入管線增加室內新鮮外氣



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

圖 4-25 電腦教室改善後照片

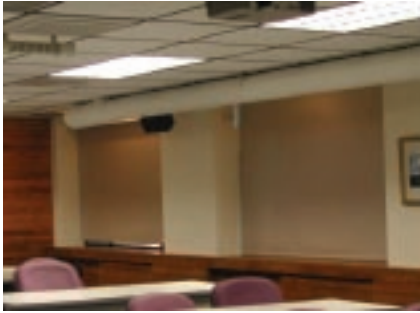
### ■ 改善成果

1. 改善後噪音值在空調開啟時低於 55 dB(A)。
2. 天花板空調出風口更新後，降低風擊現象產生，室內風速低於 0.35 m/s 以下。
3. 增設外氣引入管線，將通風量增加，符合基準需求。

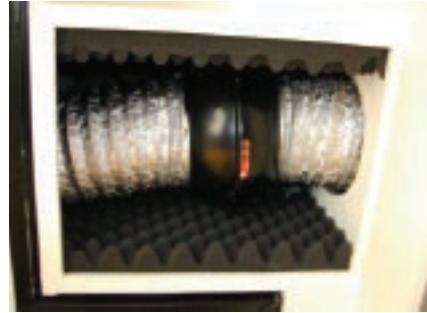
## 八、教學空間改善案例

| ■ 案例基本資料        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
|-----------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位              |   | 空間名稱                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     | 通風模式  |
| 台南市東區           |   | 樓層                                                                                                                                                                                                                                                                             | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|                 |   | 2F                                                                                                                                                                                                                                                                             | 74.1                | 2.35  |
|                 |   | 窗型冷氣機                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |       |
| ■ 室內環境因子        |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |       |
| 音環境             | • | 1.設備打開時有嚴重噪音干擾，室內噪音量測值為 69.4 dB(A)。<br>2.作業面照度足夠，但照明均勻度 < 1/3，且白板容易產生眩光。<br>3.室內平均溫度約 29.6 °C，已超過溫熱舒適範圍。<br>4.實測值 CO <sub>2</sub> 濃度為 860 ppm(無人使用狀態)，於人員使用期間 CO <sub>2</sub> 濃度很可能超過基準值 1000 ppm。<br>5.窗型冷氣造成室內出風不均、冷熱不均的現象。<br>6.細菌濃度約為建議值（1000 CFU/m <sup>3</sup> ）的 2.5 倍。 |                     |       |
| 光環境             | • |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 溫熱環境            | • |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 空氣環境            | • |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 生物性環境           | • |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 其他              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| ■ 案例圖說          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
|                 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 圖 4-26 教學空間改善案例 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                     |       |

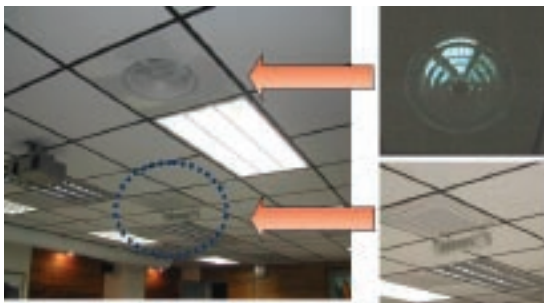
### ■ 改善方法



1. 設置防塵防眩光窗簾



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

圖 4-27 教學空間改善案例

### ■ 改善成果

1. 在外氣引入風扇處設置吸音材與管道間使用氣密窗隔音，降低設備噪音。
2. 移動部份燈具，使位置照明均勻度達 1/3 以上，白板往壁面方向退縮，減低眩光的干擾。
3. 室內平均溫度皆在 23-28 °C 舒適範圍。
4. 改善後實測值為 CO<sub>2</sub> 濃度 750 ppm (正常使用狀態)，經由天花板出風的方式，改善原本溫度不均，出風不均的現象。
5. 經由安裝過濾裝置後，細菌濃度明顯降低。

## 九、展示空間改善案例

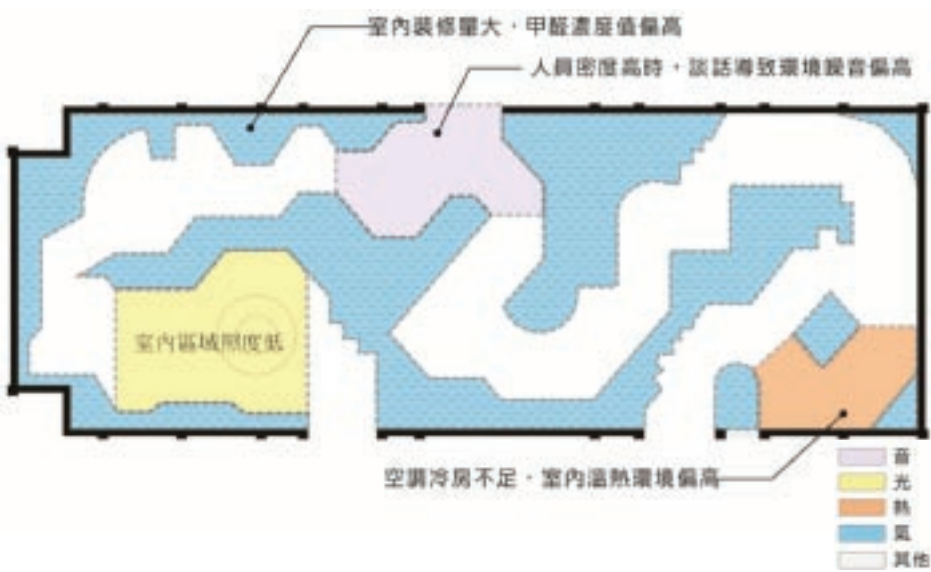
| ■ 案例基本資料                                                                             |   |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|---------|
| 區位                                                                                   |   | 空間名稱                                                                                                                                                                                                                        |                     |       | 通風模式    |
| 屏東縣恆春鎮                                                                               |   | 樓層                                                                                                                                                                                                                          | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) | 分離式主機空調 |
|                                                                                      |   | 1F                                                                                                                                                                                                                          | 435                 | 4.3   |         |
| ■ 室內環境因子                                                                             |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                                                                      |                     |       |         |
| 音環境                                                                                  | • | 1.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。<br>2.室內背景照度不足，平均照度僅 54.9 (lux)。<br>3.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 ℃，風速 0.06 m/s，並有風擊現象。<br>4.既有空調設備送風量不足，甲醛濃度（0.2 ppm）在量測時段內皆高於基準值，CO <sub>2</sub> 濃度 493 ppm。 |                     |       |         |
| 光環境                                                                                  | • |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
| 溫熱環境                                                                                 | • |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
| 空氣環境                                                                                 | • |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
| 生物性環境                                                                                |   |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
| 其他                                                                                   |   |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
| ■ 案例圖說                                                                               |   |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |
|  |   |                                                                                                                                                                                                                             |                     |       |         |

圖 4-28 展示空間改善案例

圖 4-28 展示空間改善案例

### ■ 改善方法



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. 增設分離式空調箱及抽風機

圖 4-29 展示空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 增設機械式抽風機，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。
2. 於天花板裝設 44 支吸音筒，有效減低室內噪音至 46.9 dB(A)。
3. 加裝複金屬鹵素燈(HQI)上照式壁燈、鹵素燈泡(IRC)冷光燈，加強室內背景照明，改善後室內平均照度達 328 (lux)，符合該展示空間之使用需求。
5. 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，並且減少風擊現象的產生。

## 十、展示空間改善案例

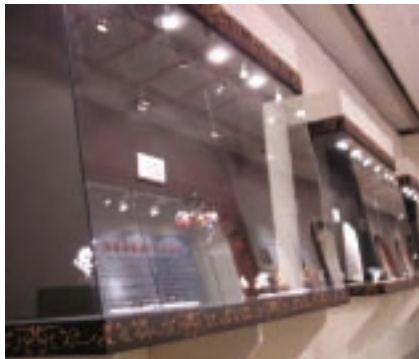
| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
|----------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                                                                                                                           |                     | 通風模式  |
| 台北市中正區   |   | 樓層                                                                                                                                                                                             | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|          |   | 2F                                                                                                                                                                                             | 83.48               | 3.5   |
|          |   | 分離式主機空調系統                                                                                                                                                                                      |                     |       |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                                         |                     |       |
| 音環境      |   | 1.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。<br>2.照明展示物所用投射燈產生直接眩光與反射眩光。<br>3.室內風速 0.05 m/s，造成部分風擊現象與不舒適感。<br>4.改善前實測值為換氣量不足、CO <sub>2</sub> 濃度 700 ppm，且 CO <sub>2</sub> 濃度於無人員使用時已接近基準值 1000 ppm。 |                     |       |
| 光環境      | • |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 溫熱環境     | • |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 空氣環境     | • |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 生物性環境    |   |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| 其他       |   |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                                                                                                                                |                     |       |
|          |   |                                                                                                                                                                                                |                     |       |

圖 4-30 展示空間改善案例

圖 4-30 展示空間改善案例



### ■ 改善方法



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.更換穿孔石膏板增加吸音力



4.新增外氣引入廢氣排出系統

圖 4-31 展示空間改善後照片

### ■ 改善成果

- 1.天花板更換穿孔石膏版，增加室內吸音效果。
- 2.於重點照明位置增設部分投射燈，增加室內空間整體照度，以利物品的展出，改善後平均照度 163.8 (lux)。
- 3.更動出風位置，使室內平均風速減至 0.1 m/s，提高舒適度。
- 4.增設外氣引入系統，改善後實測值為 CO<sub>2</sub> 濃度 506 ppm、換氣量增加至基準需求。



## 十一、醫療場所等候空間改善案例

| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                     |                     |       |
|----------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                |                     | 通風模式  |
| 台南市新營區   |   | 樓層                                                                                  | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|          |   | 1F                                                                                  | 534.72              | 3.4   |
|          |   | 中央空調                                                                                |                     |       |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                              |                     |       |
| 音環境      |   | 1.室內平均照度僅 50 (lux)，均勻度也僅 1/4，兩項皆不符基準值。<br>2.空調出風口有積塵現象，出風口配置不佳。<br>3.配電箱裸露於壁間影響美觀性。 |                     |       |
| 光環境      | • |                                                                                     |                     |       |
| 溫熱環境     |   |                                                                                     |                     |       |
| 空氣環境     | • |                                                                                     |                     |       |
| 生物性環境    | • |                                                                                     |                     |       |
| 其他       | • |                                                                                     |                     |       |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                     |                     |       |
|          |   |                                                                                     |                     |       |

圖 4-32 醫療場所等候空間改善案例

圖 4-32 醫療場所等候空間改善案例

### ■ 改善方法



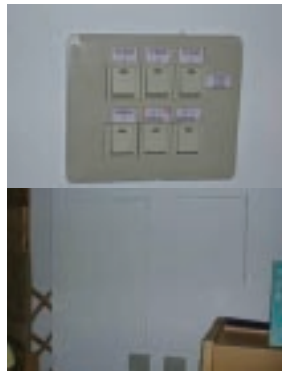
1. 依空間分布配置燈具



2. 燈具配合晝光面配置



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

圖 4-33 醫療場所等候空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 透過燈具的修整和配置的整合，室內照明均勻度提升至 2/5，平均照度維持 675 (lux)。
2. 利用照明迴路控制燈具，可兼顧便利及省能。
3. 將老舊的天花板更新，減低生物性危害。
4. 隱藏式配電箱設計兼顧美觀與安全性。

## 十二、醫療場所交誼用餐空間改善案例

| ■ 案例基本資料 |   |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
|----------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|
| 區位       |   | 空間名稱                                                                                                                                                                              |                     | 通風模式  |
| 花蓮縣壽豐鄉   |   | 樓層                                                                                                                                                                                | 面積(m <sup>2</sup> ) | 高度(m) |
|          |   | 1F                                                                                                                                                                                | 227.2               | 3.2   |
|          |   | 風扇、外氣引入                                                                                                                                                                           |                     |       |
| ■ 室內環境因子 |   | ■ 問題說明                                                                                                                                                                            |                     |       |
| 音環境      | • | 1.當室內人數密集時，產生嚴重背景噪音（電視機及人員交談音量），並在空間缺乏吸音材料的情況下產生回音的音質缺陷。<br>2.天花板出風位置風量不固定，易產生風擊現象，對室內使用人員造成不舒適感。<br>3.換氣量雖達基準值以上，但因空間採自然通風方式，易受外環境條件影響使用者開窗行為，進而降低換氣量，導致 CO <sub>2</sub> 濃度問題產生。 |                     |       |
| 光環境      |   |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
| 溫熱環境     | • |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
| 空氣環境     | • |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
| 生物性環境    |   |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
| 其他       | • |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
| ■ 案例圖說   |   |                                                                                                                                                                                   |                     |       |
|          |   |                                                                                                                                                                                   |                     |       |

圖 4-34 醫療場所交誼用餐空間改善案例

### ■ 改善方法



1. 新增之天花板及吸音筒



2. 窗戶上部設置水平導風板



3. 窗戶下部設置水平導風板



4. 外氣引入改善

圖 4-35 醫療場所交誼用餐空間改善後照片

### ■ 改善成果

1. 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，改善後背景噪音實測值為 54.34 dB(A)。
2. 利用水平導風板提高自然通風效率，頂層則以誘導式通風改善室內悶熱蓄積的情況，改善後實測值為室溫 27.13 °C、風速 0.275 m/s (無空調)。
3. 增設水平導風板，有效降低污染物濃度，改善後實測值甲醛濃度已由 0.106 ppm (超過基準值 0.08 ppm) 降至 0.033 ppm。

## 4-2-2 資通訊技術（ICT）整合應用

### 一、音環境－主動式噪音控制

主動式噪音控制就是以改變聲場或抵消聲場而達到降低噪音的方法，最簡單的方式是以控制系統驅動揚聲器，揚聲器產生與噪音完全相反的聲波聲音來抵銷噪音的聲波，使聲場的聲波總和歸於零。而主動式噪音控制是屬於較先進的技術，它有空間小、重量輕以及設計靈活性較大等優點，對低頻噪音源抑制效果佳。基本上主動控制有兩種方式：

#### 1. 主動噪音抵消式（Active Noise Cancellation, ANC）

驅動器為發聲設備(如揚聲器)產生與噪音反向的聲音將噪音抵消，談起主動式噪音控制時，多數人會聯想到的方式。(圖 4-36)

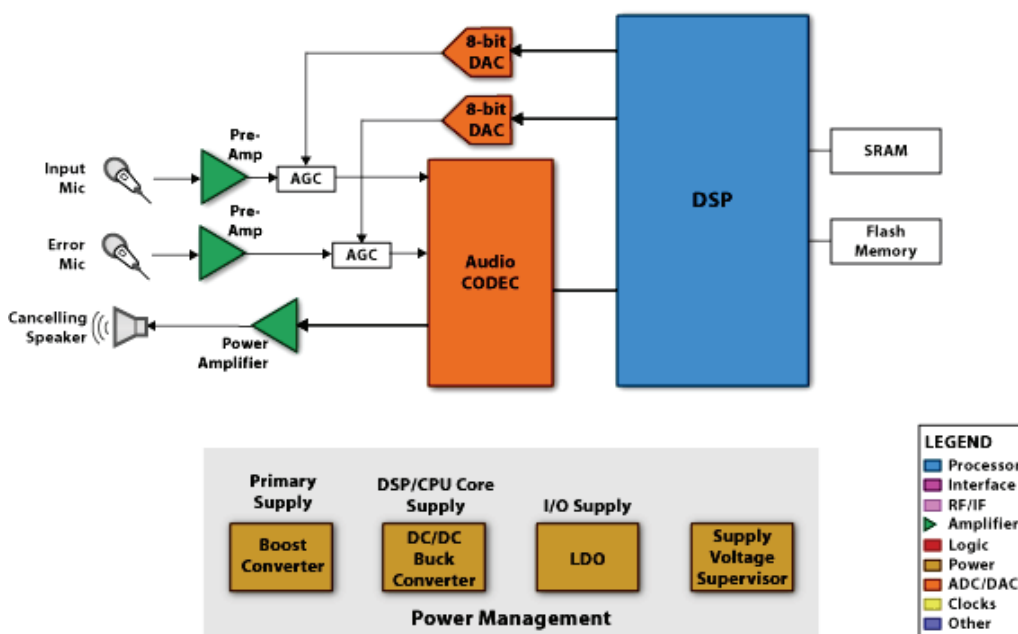


圖 4-36 主動噪音抵消式(ANC)設備示意圖

(圖片來源：Texas Instruments Incorporated)

### 2. 主動結構聲學控制式 (Active Structural Acoustic Control, ASAC)

驅動器為振動設備，如振動器 (Shaker) 可改變結構的振動，因此改善輻射的聲音。當噪音由撓性結構振動所產生時，則主動結構聲學控制式將比主動噪音抵消式更適用。

## 二、光環境

### (一) 智慧照明管理系統

智慧照明管理系統，可依據人類的使用需求自動調出最舒適的色溫及亮度之照明，故此系統藉由感測器的量測資訊，可挑選出最佳視覺的照明或最適合人生理之照明。系統也可搭配遠端遙控系統，進行相關的控制與操作。運用資通訊 (ICT) 技術、感測網路等技術，透過不同功能的感測器，偵測環境的光線變化，自動調整照明的強度，此技術可廣泛應用在生活周遭環境，如辦公大樓、廠辦大樓、醫院、學校、地下停車場等，皆可提升使用照明燈具之效益與減少電費支出，達到節能、省電、環保等訴求。智慧照明系統之優勢如下：

1. 自動化改善照明管理程序。
2. 照明監控網路化並可擴展上千或上萬點。
3. 依環境狀況及人類活動行為調光，具高可控性。
4. 提高節能效益。

以室內光環境空間可利用數位主機做為情境控制操作介面，將燈光控制、調光控制、電動窗簾控制與家庭影音設備…等透過系統整合方式完整結合，讓使用者以 One - Touch 方式輕鬆控制居家空間情境變化。透過智慧照明控制系統，可將家中各區家電開關統整，如果想要操作家中某部份照明電源，只要在距離自己最近的控制台上做操作，便可輕鬆操作。



圖 4-37 居家智慧整合環境系統

(圖片來源：智慧化居住空間展示中心官方網站)

## (二) 彈性隔間照明控制

此種照明控制可運用於辦公大樓，因應承租單位的隔間佈置變更需要，或企業集團辦公大樓，因應部門組織調整，隔間佈局也隨之變更。此照明方式可配合新佈局所設的傳統型開關彈性配對所需的燈控回路組合，而無需更動天花板內之燈具配電回路，就可自由改變照明配置。其配電方式如圖 4-38 左方所示。(資料來源：台科電科技)

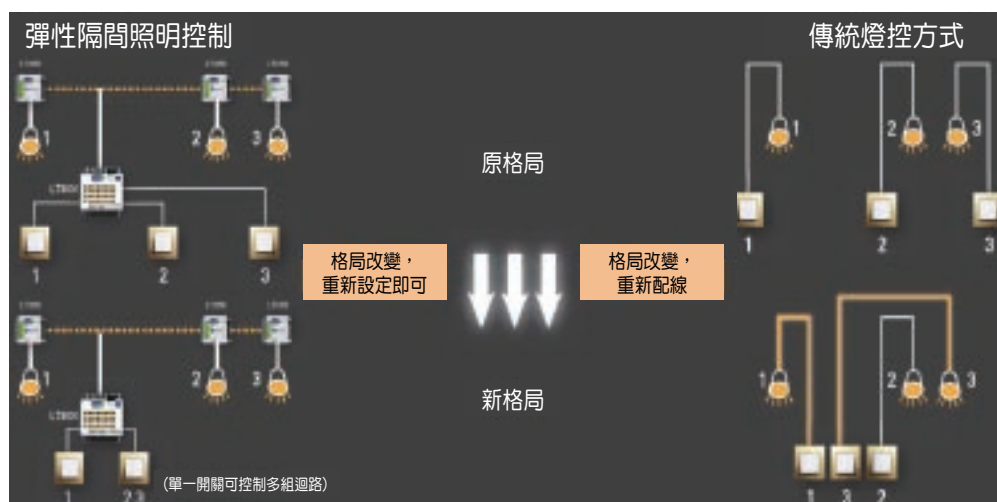


圖 4-38 彈性間隔照明控制系統與傳統燈控方式比較

(圖片來源：台科電科技)



### 三、溫熱環境

#### (一) 智慧均溫控制

智慧均溫控制能夠靈活控制各區域空調機組的啟停與室內溫度，可節省建築空間和工程造價。為了避免管路長短不一造成建築物內各樓層冷(暖)氣能力供輸不均之現象，機體會運用「智慧均溫控制」來發揮其最佳調整效能，使每一樓層皆能獲得相同的冷(暖)氣能力。智慧均溫控制亦能快速感知各室內因房間分布位置、樓層別，西曬、人員多寡等因素而造成室溫不一之情況，並能自動調整冷(暖)氣能力之輸出，使各室內的溫度皆可達到設定要求，如圖 4-39。(資料來源：HITACHI)

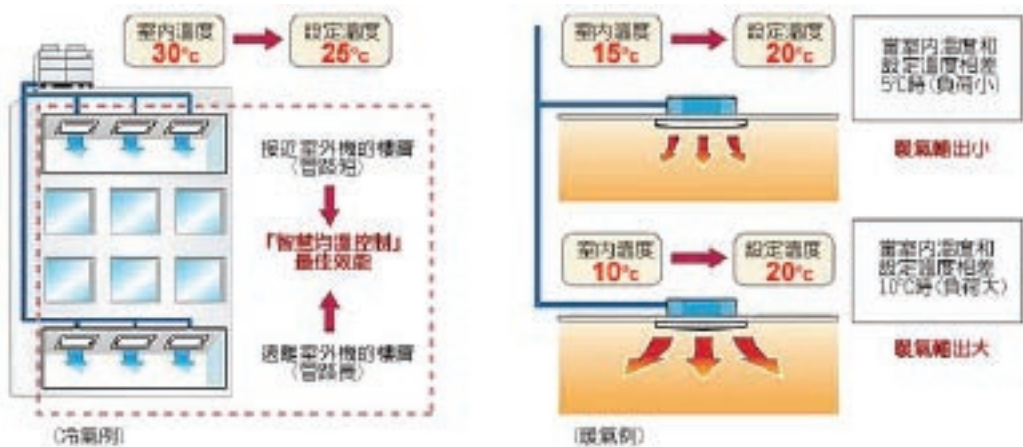


圖 4-39 智慧型均溫控制系統

(圖片來源：HITACHI)

#### (二) 變頻式空調機

變頻式空調機主要使用「變頻器」來改變提供給壓縮機的電源不同的頻率，進而控制壓縮機的運轉速度，以此來調節冷氣輸出。當空調機開始運轉時，就利用空調機內附有的偵測裝置，不斷地偵測室內、室外、壓縮機...等的溫度，在經電腦程式運算後，自動依計算結

果，以最佳化的運轉模式，調整壓縮馬達的轉速，如圖 4-40。(資料來源：HITACHI)

當房間溫度高的時候，空調機的壓縮馬達會以高轉速運轉，發揮出比額定冷氣能力還強的冷氣能力，而迅速地將室內溫度降低到所設定的溫度。當房間溫度達到設定溫度後，即以最小的電力產生的冷氣能力，達到省電、恆溫、舒適的生活享受。變頻控制四大特點如下：

1. 省電：空調機是依照電腦不斷地偵測及計算室內冷氣需求量後，再下指令要求壓縮機的運轉轉速，所以需求和供應完全平衡，不會浪費電力。
2. 恆溫：壓縮機可連續運轉，故可減少室內溫度的變動，不會忽冷忽熱，讓人感覺舒適。
3. 快冷：可發揮出額定能力以上的冷氣能力，故可快冷。
4. 安靜：變頻壓縮機以低速啟動，故噪音較低，更為安靜。

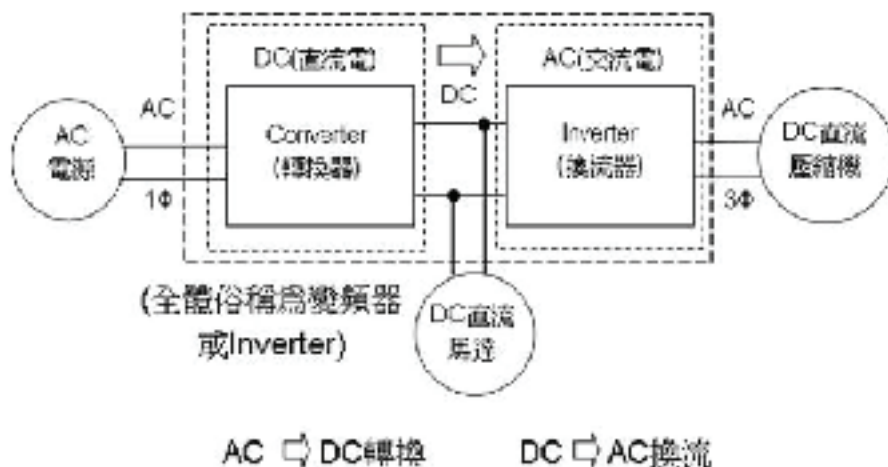


圖 4-40 變頻器示意圖

(圖片來源：HITACHI)

### 四、空氣環境

#### (一) 智慧型通風系統-通風塔

通風法係以熱浮力原理所產生之節能自然通風(如圖 4-41)，以解決居室空間單側開窗方式室間換氣不足之窘態，並冀藉由室外環境之風速、風向、溫度、溼度、雨量、輻射量等因子進行即時監測。於住宅居室梯間之通風塔，以及配合室內空間多點裝設溫濕度、CO、CO<sub>2</sub>感測器，透過傳輸資料至控制端，可在同一時間點上檢討室內、外環境之物理性因子，並藉由預先設計之邏輯程式之控制，在兼顧室內換氣健康及人員舒適性之同時，亦不至於對空間利用造成不便性，並藉由預先設計之邏輯程式之控制，調整設備控制環境達到健康、舒適兼顧節能之目的。

實際條件下，熱浮力通風可能因為室外風壓力大於室內氣流壓力而導致逆流的現象，使得空氣無法順利排出。為避免因屋頂之風力產生正壓而將熱氣倒灌回室內，氣窗控制邏輯是依據小型氣象站所測得之風向調整背風處之開窗；假定小型氣象站所測得之風向為北風(N)，則開窗之方向應為南向(S)，其餘三向之窗戶不開啟；若小型氣象站所測得之風向為北北東風(NNE)，考量風向所產生之側向分力，則開窗之方向應為南向及西向(S-W)，其餘二向之窗戶為關閉狀態。

另依氣候變化可能產生之特殊狀況，預先設計其對應方式；例如低溫、下雨天、颱風…等特殊天候狀況，通風塔上自動窗之調控需在邏輯上設定特殊之條件，以避免產生影響室內環境舒適之情形。亦需考慮各種模式之間先後順序之關係以及動作啟動之後之回復模式(如表 4-3 所示)；另於多處建築物之室內公共空間裝設溫濕度(T/RH)、CO、CO<sub>2</sub>感測器，搭配全熱交換器來引進新鮮外氣，配合全熱交換

器系統，建議當室內感測器感應二氧化碳濃度超過設定值（例如 600 ppm）時，即自動啟動全熱交換器。

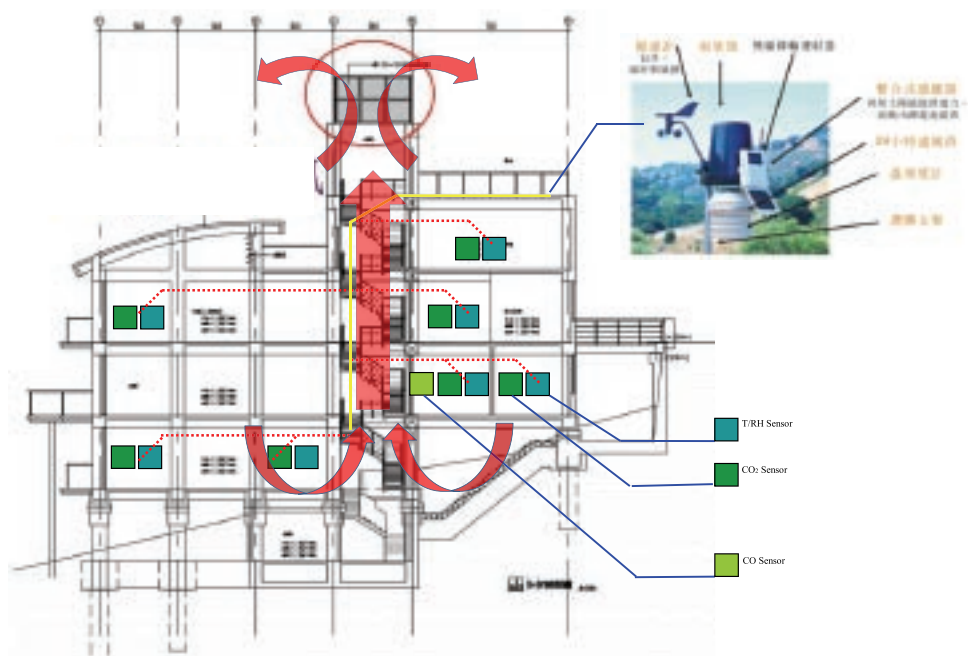


圖 4-41 熱浮力通風及感知器裝設示意圖  
(圖片來源：本指引整理)

表 4-3 特殊氣候模式自動窗控制邏輯

| 氣候模式 | 控制方式                                                     | 優先順序 |
|------|----------------------------------------------------------|------|
| 雨天模式 | 觸發：小型氣象站量測之雨量計偵測到降雨（如：每 10 秒 1 筆，顯示出雨量 > 0mm），各向窗戶即自動關閉。 | 1    |
|      | 回復：觸發後半小時內（即連續 180 筆數據皆顯示雨量=0mm），即回復風向模式。                | 6    |
| 颱風模式 | 觸發：瞬間風速(每 10 秒 1 筆) > 17m/s，各向窗戶即自動關閉。                   | 2    |
|      | 回復：觸發後十小時內（即連續 3600 筆數據皆顯示風速 ≤ 17m/s），即回復風向模式。           | 4    |

| 氣候模式           | 控制方式                                                               | 優先順序 |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|------|
| 溫度模式           | 觸發：小型氣象站量測之外氣溫度 $< 15^{\circ}\text{C}$ （每 10 秒 1 筆），各向窗戶即自動關閉。     | 3    |
|                | 回復：觸發後一小時內（即連續 360 筆數據皆顯示外氣溫度 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ ），即回復風向模式。 | 5    |
| 風向模式<br>(一般模式) | 觸發：依風向每半小時記錄一次，依據其開窗邏輯啟閉自動窗。                                       | 7    |

（資料來源：整合微氣候資訊之智慧化環境調控系統建構，江哲銘等人，2010）

## （二）室內環境監控系統－各類感應器

為確保室內舒適與空氣品質，除了自然通風外，機械通風之輔助仍是必要的。室內人員密度過高易影響空氣品質，因此可在各空間內分別裝設溫濕度（T/RH）、CO（廚房）、CO<sub>2</sub> 感測器進行室內環境的即時監測。空調系統規劃部分可搭配全熱交換器來達到節能與健康之需求，而系統控制邏輯為當室內感測器偵測 CO<sub>2</sub> 濃度超過設定值（例如 600 ppm）時，即自動啟動全熱交換器來引進新鮮外氣。

數據傳輸方式為室內之各類感應器（溫濕度、CO、CO<sub>2</sub>）於各空間中先以有線方式串連，將資訊彙整後至低速短距離傳輸的無線網路協定（ZigBee）發送端，再經由其通訊模組將各空間中之訊息傳至各樓層管道間之接收端，管道間之接收端以網路線連接至控制盤；戶外之小型氣象站亦先以有線之方式連接至控制盤，然後將所有即時環境訊息傳送至控制主機。控制主機端以預先撰寫之程式，於擷取彙整室內（溫濕度、CO、CO<sub>2</sub>感應器）、室外（小型氣象站）所有環境資訊後，經由程式之邏輯運算判斷，驅動相關設備（通風塔塔頂窗戶或全熱式交換器）來控制環境，圖 4-42 為智慧化環境控制系統及其數據傳輸方式示意圖，圖 4-43 為室內使用之各類感測器。



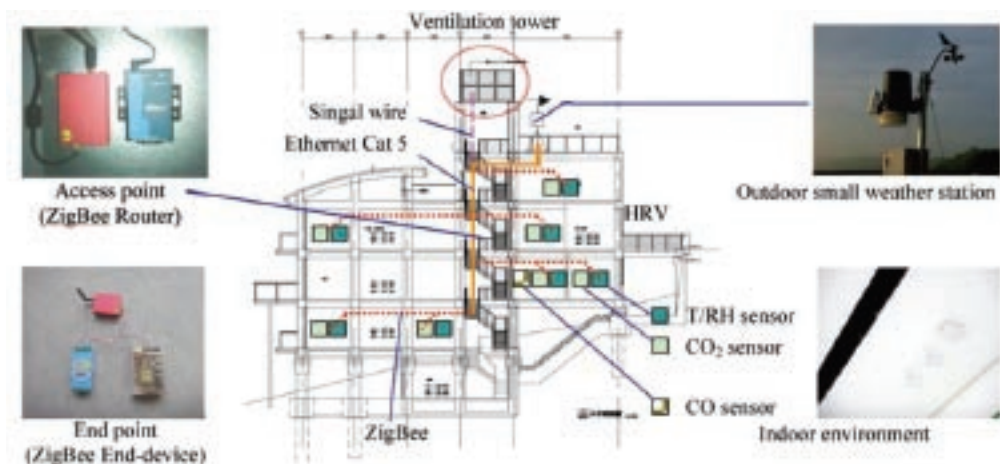


圖 4-42 智慧化環境控制系統及數據傳輸方式示意圖  
(圖片來源：本指引整理)



圖 4-43 室內使用之各類感測器  
(圖片來源：內政部建築研究所，Living3.0)

### (三) 全熱交換器系統

由於現代居家住宅高氣密、高耐熱及防火建材的使用讓室內與室外空氣對流加倍困難，有鑑於此，在使用空調期間使用全熱交換器，讓居家空氣更為清新，並減少因換氣而造成的空調負荷，全熱交換器運作模式如圖 4-44 及 4-45 所示。(資料來源：DAIKIN)

### 1. 技術原理

一般空調系統會引入約 30%之新鮮空氣和 70%之回風混合後，再加以處理成適合室內條件之空調送風；但這些被更換之空調回風通常比室外新鮮空氣更接近室內之溫溼度條件，因此將低溫低濕之空調回風回收其能量再利用，即可降低空調系統之負荷。

### 2. 全熱交換器系統之優點

- (1) 在引入新鮮空氣量不變之情形下，可減少新鮮空氣耗用冷氣能源在 75%以上。
- (2) 由於外氣負荷受到控制，因此空調箱之自動控制也較容易。
- (3) 在既有之空調設備及新鮮空氣量中裝用全熱交換器，可增加新鮮空氣量 3~4 倍，因此可改善使用場所之通風狀況。
- (4) 可節省冷氣噸數設計，而其冷氣工作量也可相對提高。
- (5) 與傳統設計之空調系統比較，其設備費相當，但裝用全熱交換器系統者不僅可節省電費，平常保養維護費用也較少。
- (6) 全熱交換器系統效率，基本上是與室內外熱焓差值成正比，愈是熱濕氣候對於冷氣空調之全熱交換器使用愈有利，並可完成外氣之預冷及除濕或預熱及加濕，適合海島型氣候及高溫多濕之場所。



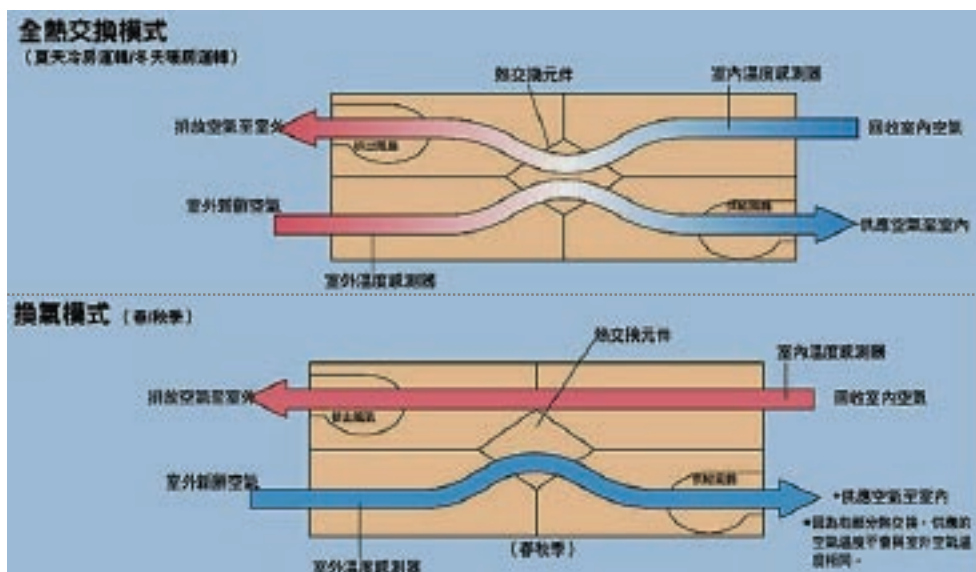


圖 4-44 全熱交換模式（夏季、冬季）與換氣模式（春季、秋季）  
(圖片來源：DAIKIN)

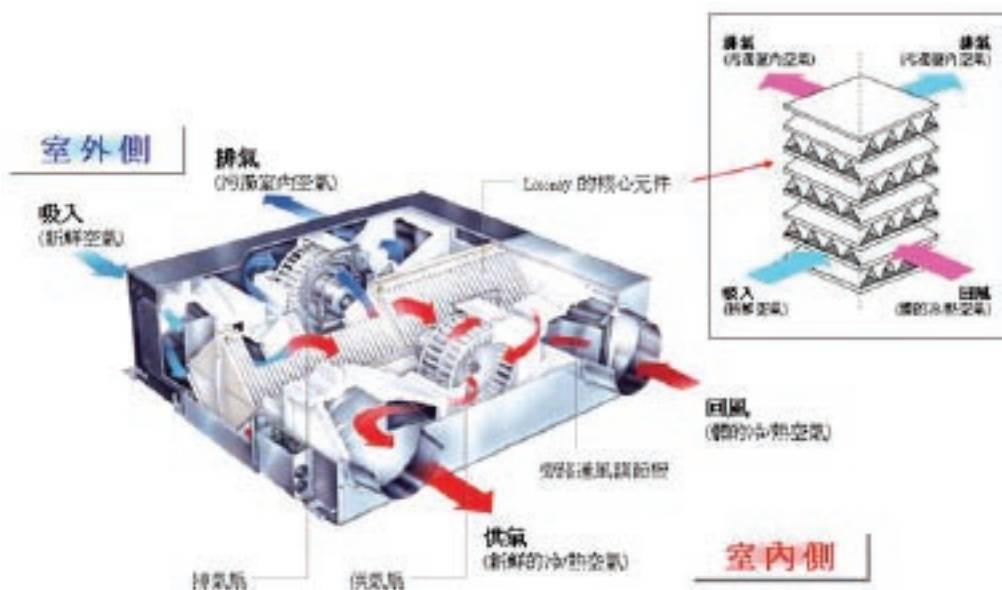


圖 4-45 全熱交換器運作模式示意圖  
(圖片來源：三菱電機)



### 參考文獻（按年份排序）

#### （一）研究報告

1. 辦公建築音及空氣品質之研究，內政部建築研究所，1993。
2. 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），1997a。
3. 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，1997b。
4. 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，1998。
5. 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），1999a。
6. 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，1999b。
7. 室內空氣品質標準與管制策略之研究，行政院環境保護署，2000。
8. 淺談主動式噪音控制系統，勞工安全衛生研究所，2002。
9. 室內環境品質診斷及改善補助計畫，內政部建築研究所，2003a。
10. 室內空氣品質檢測方法之研究，行政院環境保護署環境檢驗所，2003b。
11. 室內環境品質改善補助計畫，內政部建築研究所，2005a。
12. 建材音響性能測試 ISO 標準 CNS 化之可行性研究，內政部建築研究所，2005b。
13. 室內環境品質改善補助計畫，內政部建築研究所，2006a。
14. CNS 音響性能規範更新之研究，內政部建築研究所，2006b。
15. 負壓隔離病房之設計與效能驗證，勞工安全衛生研究所，2007。
16. 室內環境品質改善補助計畫，內政部建築研究所，2007a。
17. CNS 建築音響量測標準研訂之研究，內政部建築研究所，2007b。
18. 綠建材標章評定審查作業，內政部建築研究所，2008a。
19. 建築聲學標準及法令增修訂之研究，內政部建築研究所，2008b。
20. 健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所，2008c。
21. 健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所，2009a。

22. 綠建材標章制度國際接軌與精進計畫，內政部建築研究所，2009b。
23. 住宅音環境現況調查與診斷機制之研究，內政部建築研究所，2009c。
24. 健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所，2010a。
25. 綠建材標章國際接軌暨審查作業精進計畫，政部建築研究所，2010b。
26. 住宅音環境現況調查與診斷機制之研究，內政部建築研究所，2010c。
27. 健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所，2011a。
28. 綠建材標章審查作業精進計畫，內政部建築研究所，2011b。
29. 建築隔音性能基準及法制化研究，內政部建築研究所，2011c。

### (二) 期刊及論文集

1. A.A.Kruithof, Tubular luminescence lamps for general illumination, Philips Tech. Rev. 6(3),1941。
2. P.O.Fanger, 1973 Thermal Comfort, Fanger, P. O, Danish Technical Press, 1970 (Republished by McGraw-Hill, New York, 1973).
3. 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。
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. 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，2000a。
6. 江哲銘、賴啟銘、周伯丞、李彥頤，The Influence of An Architectural Design Alternative (Transoms) on Indoor Air Environment in Conventional Kitchens in Taiwan, Building and Environment, Vol. 35, No. 7. (SCI, EI)，2000b。
7. 江哲銘、賴啟銘、周伯丞、李彥頤，A Methodology to Access the Indoor Environment in Care Centers for Senior Citizens, Building and Environment Vol. 36, No. 4. (SCI, EI)，2000c。
8. 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，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。

9. 江哲銘等，建築物防音基準之研究，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。
10. 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，中華民國建築學會建築學報第 73 期，pp.125-141，2010.9。
11. 整合微氣候資訊之智慧化環境調控系統建構－以嘉義某住宅為例，江哲銘，陳念祖，賴啟銘，謝紫煌，江逸章，2010。

### (三) 書籍

1. 賴榮平、林憲德、周家鵬，建築物理環境，六和出版社，1991
2. 江哲銘，建築物噪音與振動，胡氏圖書，1993。
3. 周鼎金，建築物理，旭營文化事業有限公司，1995。
4. 石曉蔚，室內照明設計應用，淑馨出版社，1998。
5. 許招墉，照明設計實務入門，全華圖書公司，2002。
6. 江哲銘，永續建築導論，建築情報，2004。
7. 教育部，學校教室照明與節能參考手冊，2004。
8. 林憲德，建築節能法規的解說與實例專輯，營建雜誌社，2005。
9. 財團法人台灣綠色生產力基金會，照明系統 Q&A 節能技術手冊，2007。
10. 財團法人建築環境・省エネルギー機構ホームへ，住宅の省エネルギー基準の解説，2010。
11. 江哲銘，建築物理，三民書局，2010。
12. 內政部營建署，建築技術規則，2012。  
(<http://w3.cpami.gov.tw/law/law/lawe-2/b-rule.htm>)
13. 內政部建築研究所，建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊，2008。
14. 松下進著/林昆燁譯，光與空間的魔法：住宅照明設計入門，台灣東販，2011a。
15. 內政部建築研究所，綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版，2011b。

16. 內政部建築研究所，綠建築評估手冊 2012 年更新版，2012。

### (四) 其他

1. 中華民國國家標準，CNS 5065。
2. 中華民國國家標準，CNS 12112。
3. 中華民國國家標準，CNS 15357。
4. 中華民國國家標準，CNS 15436。
5. 中華民國國家標準，CNS 15437。
6. 中華民國國家標準，CNS 15438。
7. 中華民國國家標準，CNS 15537。
8. 行政院環境保護署 (<http://www.epa.gov.tw/>)
9. 行政院環境保護署環境檢驗所 (<http://www.niea.gov.tw/>)
10. 綠建築節約能源設計技術規範 (<http://greenbuilding.cpami.gov.tw>)
11. 內政部建築研究所 (<http://www.abri.gov.tw>)
12. 內政部建築研究所 Living3.0 (<http://www.living3.org.tw/ils-museum/>)
13. 勞工安全衛生研究所 (<http://www.iosh.gov.tw/>)
14. CNS 國家標準檢索系統 (<http://www.cnsonline.com.tw/>)
15. 財團法人資訊工業策進會 (<http://www.iii.org.tw/>)
16. 新加坡環境部 ([www.nea.gov.sg/](http://www.nea.gov.sg/))
17. 香港室內空氣質素資訊中心 (<http://www.iaq.gov.hk/>)
18. 中華人民共和國環境保護部 (<http://www.zhb.gov.cn/>)
19. 日本厚生勞動省－建築衛生管理法(<http://www.mhlw.go.jp/>)
20. 美國冷凍空調協會 ASHRAE (<http://www.ashrae.org/>)
21. 歐洲標準委員會-通風標準規範 (<http://www.cen.eu>)
22. Texas Instruments Incorporated (<http://www.ti.com/>)
23. 台科電科技 (<http://daeinstrument.com.tw>)
24. 和泰興業－DAIKIN (<http://www.hotaidev.com.tw/>)
25. 台灣日立股份有限公司 (<http://www.taiwan-hitachi.com.tw>)
26. 三菱電機 (<http://www.mitsubishielectric.com.tw/>)

## 附錄一 材料之隔音性能係數

表 1 窗之隔音性能 TL (dB)

| 材料<br>中心頻率 | 5mm<br>Glass C.W.<br>雙動橫拉鋁<br>窗(無氣窗) | 5mm<br>Glass C.W.<br>雙動橫拉鋁<br>窗(有氣窗) | 5mm<br>Glass C.W.<br>固定鋁框窗 | 5mm<br>Glass C.W.<br>推開鋁框窗 | 5mm<br>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        |

(資料來源：辦公建築音及空氣品質之研究，內政部建築研究所)



表 2 牆板之隔音性能 TL (dB)

| 材料<br>中心頻率 | 水泥中空<br>複合版<br>7.5cm | 水泥中空<br>複合版<br>10cm | 水泥複合<br>構造牆<br>10cm | 石膏空心<br>磚牆 10cm | 輕質混凝<br>土磚 10cm | 輕質混凝<br>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            |

(資料來源：辦公建築音及空氣品質之研究，內政部建築研究所)

表 3 輕量隔間牆之隔音性能 TL (dB)

| 材料<br>中心頻率 | 12mm 石膏板(耐燃一級) | 9mm 水泥纖維板 | 12mm 石膏板<br>+9mm 水泥纖維板 | 石膏空心磚 | 12mm 石膏板<br>+1mm 軟質鹽化乙烯樹脂隔音毯+12mm 石膏板 | 12mm 石膏板<br>+空氣層<br>+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                                  | -                             |

(資料來源：辦公建築音及空氣品質之研究，內政部建築研究所)

## 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<br>Kg/M <sup>3</sup> | 熱導係數<br>$k$<br>乾燥<br>W/m · k | 熱導係數<br>$k$<br>濕潤<br>W/m · k | 備註                                                                     |
|---------------|----------|-----|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|               | 名稱       | 分類  |                         |                              |                              |                                                                        |
| 金屬<br>、<br>玻璃 | 鋼材       |     | 7860                    | 45                           | 45                           | 不因吸<br>水、吸濕而<br>改變 $k$ 值                                               |
|               | 鋁及鋁合金    |     | 2700                    | 210                          | 210                          |                                                                        |
|               | 板玻璃      |     | 2540                    | 0.78                         | 0.78                         |                                                                        |
| 水泥<br>、<br>石  | 輕質泡沫混凝土  |     | 600                     | 0.15                         | 0.17                         | 含水狀態<br>$k$ 值增加<br>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<br>纖維      | 軟質纖維板    | A 級 | 200~300                 | 0.046                        | 0.0056                       | 柏油含浸<br>材、吸煙少<br>0.05g/M <sup>3</sup> ，<br>表面防濕<br>處理，濕潤<br>注意通氣<br>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                         |                                                                        |

## 附錄

|               |                |         |       |        |        |                                                |
|---------------|----------------|---------|-------|--------|--------|------------------------------------------------|
| 合成<br>樹脂<br>板 | 成形聚苯乙烯保溫板-保麗龍  | 1 號     | 30    | 0.037  | 0.0038 | 比重<br>30kg/m <sup>3</sup>                      |
|               | 成形聚苯乙烯保溫板-保麗龍  | 2 號     | 25    | 0.038  | 0.0040 |                                                |
|               | 成形聚苯乙烯保溫板-保麗龍  | 3 號     | 20    | 0.041  | 0.0045 |                                                |
|               | 成形聚苯乙烯保溫板-保麗龍  | 4 號     | 16    | 0.044  | 0.0048 |                                                |
|               | 押出發泡聚苯乙烯       | 普通品     | 23    | 0.037  | 0.0037 | 比重<br>29kg/m <sup>3</sup>                      |
|               | 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 |                                                |
|               | 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 | 軟質吸濕<br>性大，不適<br>用於建築<br>用                     |
|               | 硬質聚烏保溫板 (PU 板) | 氬化發泡    | 30~39 | 0.026  | 0.0027 |                                                |
|               | 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          |         |       |        |        |                                                |
|               | 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<br>材       | 玻璃棉保溫板         |         | 10    | 0.051  | 0.056  | 玻璃密度<br>為 30kg/m <sup>3</sup><br>時，熱導係<br>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 |                                                |

## 附錄

|          |              |          |           |       |        |                                    |
|----------|--------------|----------|-----------|-------|--------|------------------------------------|
|          | 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<br>水濕潤之<br>影響小                |
|          | 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   | 比重<br>300~700<br>kg/m <sup>3</sup> |
|          | 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        |          | 1000      | 0.11  | 0.11   |                                    |
|          | 面材料          |          |           |       |        |                                    |
|          | 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   |                                    |

## 附錄

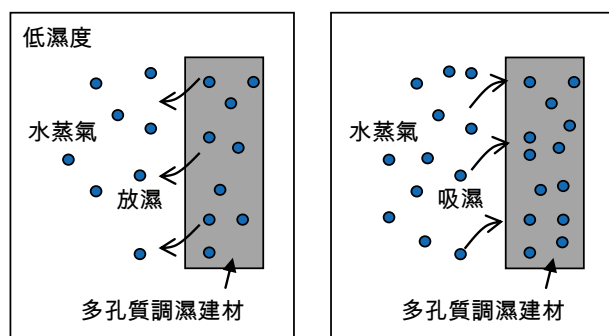
|        | 防潮紙類     |          | 700      | 0.21  | 0.21 |  |
|--------|----------|----------|----------|-------|------|--|
| 珍珠岩、石膏 | 板條石膏板    | 0.8k     | 710~1110 | 0.14  |      |  |
|        | 石棉水泥矽酸鈣板 | 1.0k 與 c | 600~900  | 0.12  |      |  |
|        |          | 0.5 級    | 900~1200 | 0.12  |      |  |
|        | 石棉水泥矽酸鈣板 | 0.8 級    | 400~700  | 0.093 |      |  |
|        |          |          | 700~1000 | 0.15  |      |  |
|        | 石棉水泥珍珠岩板 |          | 1100     | 0.2   |      |  |
|        |          |          | 450      | 0.093 |      |  |
|        | 石棉水泥珍珠岩板 |          | 850      | 0.18  |      |  |
|        |          |          | 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    |          |          |       |      |  |

(資料來源：本指引參考「建築節能法規的解說與實例專輯」彙整)

## 附錄三 調濕建材之性能測定

### 一、調濕建材之定義

所謂調濕建材，大多是具有許多細孔（Pore）的多孔質材料，材料在施工後不需給予任何加熱或加壓等動作，便可以隨著環境溫度與濕度變化，有如呼吸般進行濕氣的吸放，此現象稱為多孔質材料對水蒸氣的吸附（Adsorption）與脫附（Desorption）現象(如圖三之 1)。



圖三之 1 調濕的概念

### 二、調濕性能

建材之調濕性能 MBV（Moisture Buffer Value），為相對濕度變化量下，材料單位面積的吸濕量（JIS:  $\text{g}/\text{m}^2$ ；ISO:  $\text{kg}/\text{m}^2$ ），意即採用濕氣容量大的建材，於室內濕度高時吸收空氣中的水蒸氣，而於濕度低時放出水蒸氣，來減少濕度變動的範圍，是改善濕氣環境的誘導性控制（Passive Control）方式，在國外有許多研究指出這種手法可以減少室內濕度的變動幅度，減少高濕度與低濕度之出現頻率，不但可有效改善上述之濕氣問題，更可減少除濕與加濕所需之耗能。

### 三、調濕建材測定方法

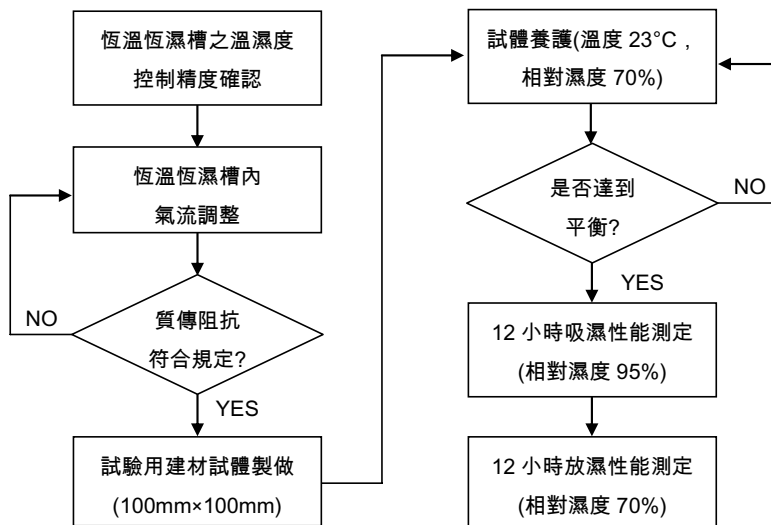
日本工業規格(JIS)中已制定了調濕建材的標準測試法，包含了 JIS A1470-1: 2008 評估濕氣變動時之反應( Response )，以及 JIS A1470-2:2008 評估濕度週期變化時之吸放濕量；而國際標準組織（ISO）中也制定了評估濕氣變動時材料吸放濕反應之測定標準（ISO 24353:2008），與 JIS A1470-1 接軌。

#### （一）測定流程

根據 JIS A1470-1:2008 之標準測試流程如下圖三之 2，包含養護、吸



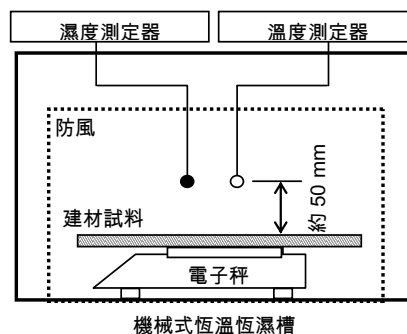
濕過程與放濕過程 3 個步驟，其主要測試建材於 24 小時的吸放濕週期( 12 小時吸濕、12 小時放濕) 中所能吸收的濕氣量。



圖三之 2 JIS1470-1:2008 標準試驗法的流程圖

## (二) 實驗試體與測試箱

試體的吸放濕面尺寸，以邊長 2500mm 之正方形為原則，厚度則以建材實際使用時之厚度為準。各個試體在測試前均需於試體側面貼附鋁箔膠帶，以確保建材側向與背面的隔熱與隔濕。而一般測試箱使用標準測試用恆溫恆濕箱 (Climate Chamber)，其尺寸與形狀，將造成箱內氣流分布的差異，對建材濕氣吸放效果的影響相當大，因此 JIS 標準規定箱內氣流於建材表面所造成之對流質傳阻抗 (Convective Mass Transfer 阻抗)，須控制在  $4.8 \pm 0.48 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa/ng}$  範圍內。測試箱設置如下圖三之 3。

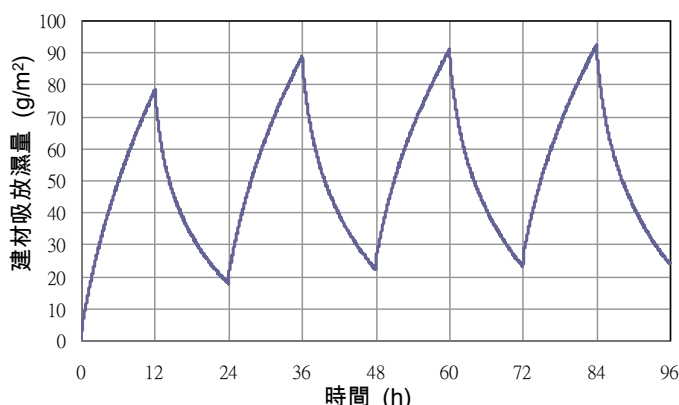


圖三之 3 JIS 標準之測試用恆溫恆濕箱一例(圖片由蔡耀賢老師提供)

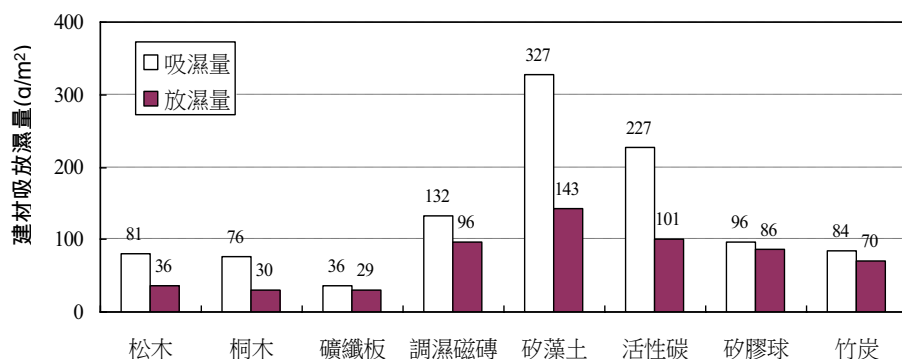
## (三) 測試條件設定

性能試驗以重量法測定各種材料之吸放濕量，即量測材料於不同濕度環境下增加（減少）之重量，減去材料完全乾燥時之重量，即可得知材料所吸附之水分量。重量測定須以最小測定單位為 0.01g 之電子天秤進行。試驗包含了養生、吸濕過程與放濕過程 3 個步驟。首先進行建材之養生，以確保材料的吸放濕到達平衡後進行吸濕過程，即提高相對濕度後持續進行 12 小時的重量測定，之後降低濕度並持續進行 12 小時之放濕過程。測試時之相對濕度之範圍為依據建材使用行為，分成低濕域（30%~55%）、中濕域（50%~75%）與高濕域（70%~95%）。

因台灣位於亞熱帶氣候區，扣除高山地區之後各地年平均相對濕度均在 75% 以上，相較日本多以中濕域進行測試，為配合台灣之氣候特性，本土應採用高濕域進行測試。測試結果圖例如下，圖三之 4 為市面上某調濕磁磚之吸放濕量測定例，圖三之 5 為各種調濕建材之吸放濕量。



圖三之 4 市面上某調濕磁磚吸放濕量 (資料由「蔡耀賢研究室」提供)



圖三之 5 各種建材的吸放濕量 (資料引用自「建築學報 74 期技術專刊」, 2010)

## 附錄四 機械通風系統通風量(建築技術規則設備篇第 102 條)

表 6 各類用途之空間設置機械通風設備時之最小通風量

| 房間用途                                        |      | 樓地板面積每平方公尺<br>所需通風量<br>(立方公尺／小時) |    |
|---------------------------------------------|------|----------------------------------|----|
| 臥室、起居室、私人辦公室等<br>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<br>較少之工作室、印刷工場、打包工場。 |      | 15                               | 15 |
| 吸煙室、學校及<br>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<br>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、<br>電影放映機室                    |      | -                                | 20 |
| 公共浴室或廁所，可能散發毒氣<br>或可燃氣體之作業工場                |      | -                                | 30 |
| 蓄電池間                                        |      | -                                | 35 |
| 汽車庫                                         |      | -                                | 25 |

(資料來源：建築技術規則，內政部營建署)

## 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)，2011 年版手冊則修正為生態、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)，在台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「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」、「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」、「健康綠建材」、「高性能綠建材」及「再生綠建材」等分類評定如下圖所示：



綠建材標章各分類之評定內涵

（圖片來源：綠建材解說與評估手冊 2011 年更新版）



### ■ 綠建材標章圖樣說明



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、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。各分類標章說明如下。



#### （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）「健康綠建材」：

健康綠建材即對人體健康不會造成危害的建材，換言之，健康綠建材為低逸散、低污染、低臭氣、低生理危害特性之建築材料，目前訂定以「低甲醛」及「低揮發性有機化合物」逸散為指標，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」：

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。



室內環境品質診斷及改善技術指引 / 江哲銘主編

--初版-- 新北市新店區：內政部建築研究所,民 101.12

214 面； 25.6×18.5 公分

GPN：1010103771

ISBN：978-986-03-5675-5 (平裝)

1.室內環境品質

室內環境品質診斷及改善技術指引

出版機關：內政部建築研究所

發行人：何明錦

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

監修：陳瑞鈴

策劃：廖慧燕、羅時麒

主編：江哲銘

執行編輯：江逸章、許銘文、陳振誠、陳靜美、馮俊豪、榮建誠、鍾博任、蘇慧貞、  
蘇東盈（按姓名筆劃排序）

美術編輯：李孟芹、吳政祐、黃韋禎、陳紀融、孫秉豐、賴宇杰（按姓名筆劃排序）

網址：<http://www.abri.gov.tw>

電話：(02) 89127890

出版年月：101 年 12 月

版次：第 1 版第 1 刷

定價：250 元

展售處：

政府出版品展售門市－五南文化廣場:台中市中山路6號

(04) 22260330 <http://www.wunanbooks.com.tw>

政府出版品展售門市－國家書店松江門市:台北市松江路209號1樓

(02) 25180207 <http://www.govbooks.com.tw>

GPN：1010103771

ISBN：978-986-03-5675-5

內政部建築研究所保留本書所有著作權利，欲利用本書全部或部分內容者，需徵求書面同意或授權。