



室內環境品質診斷及改善技術指引

Technical guide for diagnosis and improving indoor environment quality



內政部建築研究所

Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior

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

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。

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

何明錦

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)
- ΔL_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)
- α_w ：加權吸音係數，在頻率 500 Hz 處對應之吸音係數即為 α_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： g/m^2 ；ISO： 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

基礎篇

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

問題與診斷評估篇

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 ₂ 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 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 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 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 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

圖目錄

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

圖目錄

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