

各國室內環境品質(含空氣品質) 管理機制之比較研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 95 年 12 月

095-301070000G2005

各國室內環境品質(含空氣品質) 管理機制之比較研究

研 究 人 員：羅時麒

陳伯勳

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 95 年 12 月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Comparing the Management Mechanism of
Indoor Environment Quality between Taiwan
and International**

BY

Dr. Shih-Chi Lo

Bor-Shyun Chen

December 31, 2006

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VI
第一章 緒論.....	01
第一節 研究緣起與背景	01
第二節 研究目的.....	03
第三節 研究方法與流程	04
第四節 研究範圍與預期成果.....	06
第二章 病態建築與室內環境品質之問題分析	07
第一節 病態建築與病態建築症候群	07
第二節 病態建築與室內環境品質之關聯.....	09
第三節 室內環境污染物之種類與特性	12
第四節 室內環境污染物之健康危害	20
第五節 室內環境之風險評估.....	24
第六節 如何保持室內環境品質	28
第三章 國際室內環境品質管理趨勢之比較分析	29
第一節 國際發展趨勢.....	29
第二節 美國建築室內空氣品質管理	30
第三節 日本病態住宅管理	34
第四節 韓國公共場所室內空氣品質管理.....	49
第五節 香港及大陸室內空氣品質管理	52
第六節 小結	57

第四章 國內室內環境品質管理之檢討與規劃	59
第一節 室內空氣品質管理推動現況	59
第二節 室內環境品質管理推動現況	66
第三節 病態建築室內環境品質診斷機制之規劃 評估	73
第四節 室內環境品質標準量測項目之修正評估	75
第五節 簡易現場檢驗方法之規劃評估	76
第五章 結論與建議.....	81
第一節 結論	81
第二節 建議	82
附錄一 期中簡報紀錄	83
附錄二 期末審查紀錄	85
參考書目	87

表次

表 2-1 國內裝修建材類別.....	11
表 2-2 主要室內環境污染物之種類.....	12
表 2-3 室內環境可能存在的空氣污染物及來源.....	13
表 2-4 一氧化碳中毒的症狀.....	18
表 2-5 國際癌瘤研究署(IARC)毒性物質致癌分類	21
表 2-6 WHO 室內有機污染物的分類.....	22
表 2-7 電腦與雷射印表機組合之 VOCs 排放係數.....	26
表 3-1 美國 BASE 研究之核心量測參數.....	31
表 3-2 美國 BASE 研究核心參數及取樣方法	32
表 3-3 日本病態建築及室內環境品質省廳管制分工	37
表 3-4 日本住宅性能標示類別及項目.....	40
表 3-5 日本建築物衛生管理法之空氣環境的基準.....	42
表 3-6 日本厚生勞動省室內空氣化學物質濃度指針值.....	43
表 3-7 日本病態住宅診斷士資格考試內容	45
表 3-8 韓國室內空氣品質標準	50
表 3-9 韓國建材之室內空氣品質標準.....	50
表 3-10 香港辦公室及公眾場所室內空氣品質指標	54
表 3-11 香港個別揮發性有機化合物的室內空氣品質指標 ..	55
表 3-12 大陸室內空氣品質標準	56
表 3-13 各國室內空氣品質管制項目之比較	58
表 4-1 國內現行室內空氣品質管理相關法規.....	60
表 4-2 環保署公告「室內空氣品質標準建議值」	63
表 4-3 環保署公告室內空氣品質標準建議值項目之標準檢 測方法.....	64

表 4-4 建築物供各種用途使用空間之通風量	67
表 4-5 綠建築九大評估指標系統與地球環境關係	68
表 4-6 內政部建築研究所「室內環境品質改善補助計畫」 量測方法與評估基準	70
表 4-7 內政部建築研究所性能實驗中心建材檢測能力	71
表 4-8 室內溫度、濕度等室內空氣品質檢測儀器	78

圖次

圖 1-1 研究流程.....	5
圖 3-1 日本病態住宅診斷士協會組織架構	46
圖 3-2 日本病態住宅診斷士之業務流程(已入居)	47
圖 3-3 日本病態住宅診斷士之業務流程(改建更新)	48
圖 4-1 內政部建築研究所建材有機逸散物實驗室精密儀器	76
圖 4-2 室內環境品質現場量測儀器	77

摘 要

關鍵詞：室內環境品質、室內空氣品質、病態建築症候群、
甲醛、總揮發性有機氣體

一、研究緣起

現代人約花費 90% 以上的時間於室內活動，室內環境品質良窳影響身體健康甚鉅。隨國人逐漸注重居住環境健康，提升室內空氣、隔音、照明、溫熱、及電磁等室內環境品質需求有增加之趨勢。其次，根據報導，國內約有三成大樓是「病態建築」，室內空氣品質不良，不合世界衛生組織標準，在這些大樓生活或工作，很容易引發「病態建築症候群」。而台灣地區新建建築約佔總建築量之 3%，舊有建築則約佔高達 97%，隨著建築物之使用年限增長，因使用維護不當將可能產生許多潛在室內環境及健康危害問題，這些潛藏之危害因子，將增加居住者的健康風險。因此，本研究實為刻不容緩之課題，亟需了解國內建築室內環境品質管理現況及檢討病態建築問題之嚴重性，並比較國際室內環境品質之最新管理趨勢，以健全國內之室內環境品質管理機制。

二、研究方法及過程

在研究方法上，首先進行室內環境品質及病態建築之問題分析，分析國內病態建築症候群之發生原因、病態建築與室內環境品質之關聯性，室內環境污染物之種類、來源、健康危害與風險等，以了解本研究之定位。其次，以比較法之方法研究，檢討我國內室內環境品質管理現況及問題，包括室內環境品質及室內空氣品質之相關法規、管

理機制、管制項目及檢驗方法等，並蒐集比較美國、日本、韓國、香港及大陸等國室內環境品質管制措施之差異。最後，根據台灣本土氣候環境特性及參酌國外最新發展趨勢，提出我國室內環境品質管理機制之相關對策與建議，俾供參考。

三、重要發現

經對我國室內環境品質管理措施之推動現況檢討，及對室內環境品質之相關法規、管理機制、管制項目及檢驗方法等問題之分析檢討後，本研究對室內環境品質管理機制有以下 3 點重要發現：

1. 我國室內環境品質管理措施，已兼顧「污染物源頭控制」及「室內環境品質改善」，方向正確，持續推動預期可達到治標及治本目標。
2. 室內空氣品質標準建議值及室內環境品質改善計畫之檢測項目，尚有不足及修正需要，經參酌台灣本土氣候環境特性及國際最新發展趨勢，提出契合本土氣候環境之室內環境檢測項目修正建議。
3. 未來為擴大至住宅室內環境品質改善之推廣，可參考日本作法規劃建立病態建築診斷機制。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究針對國內室內環境品質管理機制，提出下列具體建議，以下分別從立即可行的建議、及中長期建議加以列舉。

立即可行建議－針對病態建築室內環境品質問題，建議內政部建築研究所發展簡易型現場檢驗方法，辦理室內環境品質現況調查及進行病態建築診斷機制之規劃。

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

我國在推動室內環境品質方面，尚在起步階段，本所已積極推動綠建築標章、採用低逸散性之健康綠建材、辦理室內環境品質改善補

助計畫等。然而，目前因各種建築物室內環境品質現況之調查資料匱乏，現場檢驗方法未盡完備，故應循序漸進分階段、分建築類別做現況調查，並據以擬訂管制標準，逐步推廣。同時必須建立一套客觀「病態建築診斷機制」，做為建築物室內環境品質之現場採樣、檢測、調查、診斷、評估及改善之依據，並根據檢測及調查結果，找出病態建築之問題點及提出改善對策，以降低室內環境污染物對室內空氣品質及人體健康之影響。

中長期之建議－針對室內環境品質檢測項目，建議內政部建築研究所增加懸浮微粒(PM_{10} , $PM_{2.5}$)、臭氧、氬氣及餘響時間等量測；針對「室內空氣品質標準建議值」檢測項目，建議行政院環境保護署增加濕度、風速、通風量等量測項目。

主辦機關：內政部建築研究所、行政院環境保護署

協辦機關：內政部營建署

本研究參考國際室內環境品質、室內空氣品質之發展經驗，發現各國室內空氣品質之研究，多包含照明、隔音、空調系統等調查，且台灣地處亞熱帶，屬高溫高溼氣候，適合黴菌的生長、及容易受潮。因此，室內環境之溫度、溼度、風速、通風量、外氣量等因子皆會影響室內污染物之稀釋及排放能力，及影響室內環境品質之健康與舒適性。

ABSTRACT

Keywords: Indoor environment quality, Indoor air quality, Sick building syndrome, Formaldehyde, TVOC

People spend usually well over 90% of their time in indoor space, where a number of hazards may generate risks to their health. To enhance quality of life, the Issues of sound, light, indoor air are needed to research. Based on the news, the survey result indicated that 30% of buildings had Sick building syndrome (SBS) and indoor air quality (IAQ) questions in Taiwan. Currently, the distributions of buildings were 3% of new and 97% of old in Taiwan. According to age adding and unsuitable use of building, the potential hazards and health risk of indoor environment quality (IEQ) were occurred. Therefore, the purpose of this study is planned to understand the management mechanism of indoor environment quality and SBS questions and need to compare the different problems between Taiwan and other nations.

In this study, first we analyses the problem of IEQ including sources, kinds, hazards and health risk of indoor environment pollutants, the relationship between IEQ and SBS, etc. Second, we explored the current legislate, standards, measure method and technique of IEQ management mechanism and compared the new international points with responding to United State, Japan, Korea, and Hong-Kong. Then, we proposed the draft of IEQ management mechanism revised based on the climate characteristics of Taiwan and referred the new international trends.

Based on the above analyses results, the IEQ management state of this study were concluded as follows:

1. The Policy of Source control and IEQ improvement were utilized

to enhance the indoor environment quality of building.

2. The measure items of IAQ and IEQ were needed to revise based on the climate characteristics of Taiwan and referred the new international trend.
3. The sick building consultant mechanism was planned to establish by Japan experiences.

The immediate and long-term strategies of this study were proposed as follows:

For immediate strategies:

Developing the simple field measure method of IEQ, investigate the survey of IEQ for different buildings, and planning to establish the sick building consultant mechanism by the Architecture and Building Research Institute (ABRI)

For long-term strategies:

Planning to revise the measure items of IEQ by the ABRI and IAQ by the Environment Protection Administration (EPA).

各國室內環境品質(含空氣品質)管理機制之比較研究

內政部建築研究所自行研究報告

95

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

現代人約花費 90% 以上的時間於室內活動，室內環境品質 (Indoor environment quality) 良窳影響身體健康甚鉅。隨國人逐漸注重室內居住健康，提升室內空氣、隔吸音、照明、溫熱、及電磁等室內環境品質需求有增加之趨勢。其次，根據聯合報報導，國內約有三成大樓是「病態建築」(sick building)，空氣品質不良，不合世界衛生組織標準，在這些大樓生活或工作，很容易引發「病態建築症候群」¹⁻¹。

室內環境品質不佳主要原因，可能是建築設計不良、室內裝潢建材、用品、及人為污染等。內政部建築研究所為提升室內環境品質，已於綠建築標章評估體系中新增「室內環境指標」，用以鼓勵室內裝修材料採用低逸散性之建材。另於健康「綠建材標章」，亦將建材依有機物逸散危害度及裝修材料類別加以分類，陸續納入健康類綠建材管制。其次，環保署已於 94 年 12 月 30 日公布「室內空氣品質標準建議值」，未來將針對二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物、細菌、真菌、粒徑小於十微米的懸浮微粒、粒徑小於二點五微米的懸浮微粒、臭氧及溫度等 10 項空氣污染物濃度進行規範，其內容可區分為「物理性」、「化學性」及「生物性」等項目。惟上開公告僅為建議值，沒有法律效力，且如何檢測管制將是一大問題。

台灣地區新建築約佔 3%，舊有建築約佔高達 97%，隨著建築物之使用年限增長、使用維護不當，可能產生許多潛在室內環境及健康危害問題，這些潛藏之危害因子，將增加居住者的健康風險。因此，本年度爰辦理「各國室內環境品質

¹⁻¹ 病態建築症候群(sick building syndrome, SBS)：病態建築症候群的主要症狀，包括喉嚨乾燥，眼睛、鼻子過敏，頭痛，頭昏眼花，容易疲倦，咳嗽，氣喘，黏膜及皮膚的乾燥感，皮膚的紅斑、發癢，頭痛及可聞到輕微且持續性的異味等。通常這些症狀在員工到大樓上班以後才發生，然後症狀逐漸嚴重，但是一旦員工離開大樓或下班以後，特別在週末及假日，症狀就會減輕或消失。

(含空氣品質)管理機制之比較研究(以下簡稱本研究)」，實為刻不容緩之課題，亟需了解國內建築室內環境品質管理現況及檢討病態建築問題之嚴重性，並比較國際室內環境品質之最新管理趨勢，以健全國內之室內環境品質管理機制。

貳、研究背景

有關室內空氣品質管理之推動，業由行政院環保署研擬並經行政院消費者保護委員會核定之「室內空氣品質管理推動方案」，由各部會分工推動，相關檢測方法，環保署亦已增(修)訂「室內空氣品質建議值」之各項檢測方法，於 95 年 6 月 30 日完成公告實施。至有關室內環境品質管理之推動，內政部建築研究所自 91 年起針對公有建築物辦理三年「室內環境品質改善補助計畫」，截至民國 95 年，計完成北中南台北科技大學等 14 處學校、機關及醫院等類之室內環境品質改善示範計畫。檢測實驗室方面，內政部建築研究所亦已建立實驗室等級之建材 TVOC 及甲醛等檢測設備，並提供各界相關檢測服務。

為因應高達 97% 舊有建築物之室內環境品質管理需求，本年度爰辦理本研究，以檢討我國現行室內環境品質管理措施及了解病態建築問題之嚴重性，並比較國際室內環境品質管理機制之最新發展趨勢，並提出相關對策建議，俾利維護室內環境品質及使用者之身體健康。

第二節 研究目的

本研究蒐集各國針對病態建築問題引發之室內環境品質管理相關政策、法規、標準及研究發展趨勢，檢討我國現行建築室內環境品質管理措施及提出相關對策建議，成果可提供建築部門作為調整政策之參考。

本研究之目的，說明如下：

- 1.探討我國建築物有關病態建築及室內環境品質管理遭遇問題。
- 2.檢討我國建築室內環境品質管理措施現況
- 3.比較各國室內環境品質管理機制之最新發展趨勢。
- 4.提出我國室內環境品質管理機制之相關對策與建議。

第三節 研究方法及流程

本研究為規劃本所室內環境品質管理機制建立之先期研究，首先進行室內環境品質之問題分析，分析國內病態建築症候群之發生原因、病態建築與室內環境品質之關聯性，室內環境污染物之種類、特性、健康危害與健康風險評估等，以了解此問題之定位。

其次，以比較法之方法研究，檢討我國內室內環境品質管理現況及問題，包括室內環境品質及室內空氣品質之相關法規、管理機制、管制項目及檢驗方法等，並蒐集比較美國、日本、韓國、香港及大陸等國因應病態建築問題之室內環境品質管制措施之差異，如各國室內環境品質之相關法規、標準、檢測方法及技術等。

最後，根據台灣本土氣候環境特性及參酌國外最新發展趨勢，提出我國室內環境品質管理機制之相關對策與建議，俾供參考。

本研究之研究方法如下，研究流程與步驟，詳圖 1-1 所示：

1.比較研究法。

蒐集各國室內環境品質之相關政策、標準及研究發展趨勢，及室內環境檢測方法與評估基準，比較分析問題點及差異性，作為國內室內環境品質管理推動之參考，並據以提出改善建議。

2.研討會及專家座談法。

透過參加國際研討會，與日本等國家之室內環境品質專家討論，以了解日本推動經驗，並參加國內外之專家座談會，經由面對面討論，釐清國內之問題點，研究結果經過初步整理後，經期中、期末簡報再修正研究成果。

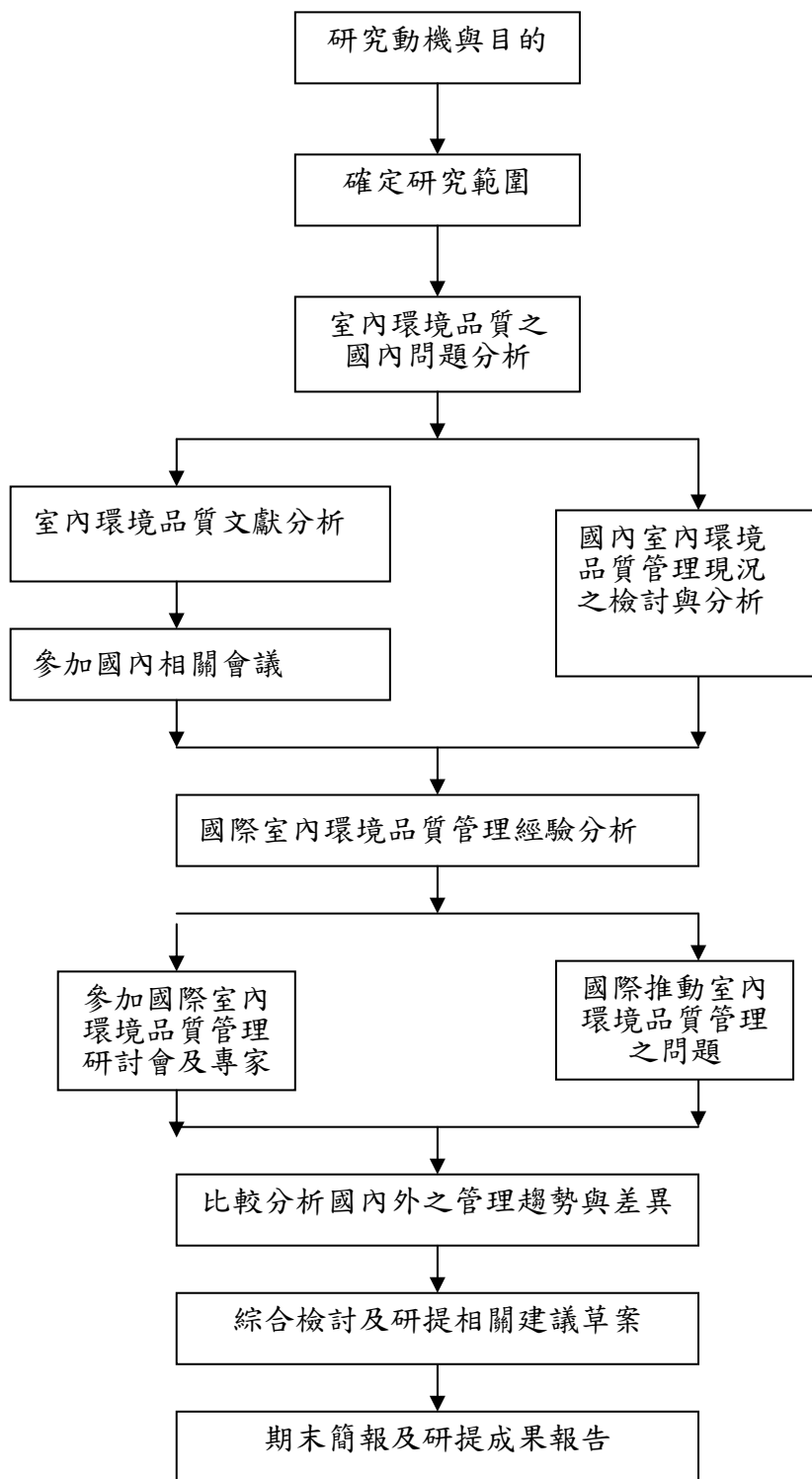


圖 1-1 研究流程

第四節 研究範圍與預期成果

壹、研究範圍

有關供公眾使用及辦公建築物之室內環境品質基準，以往並無明確規定，因此，本研究之研究範圍，以供公眾使用及辦公建築為主。

貳、預期成果

本研究為規劃本所室內環境品質管理機制建立之先期研究，第一年之預期成果如下：

- 1.釐清我國有關病態建築及室內環境品質管理之問題。
- 2.檢討我國建築室內環境品質管理措施現況
- 3.比較我國與各國室內環境品質管理機制之差異性。
- 4.提出我國室內環境品質管理機制之相關對策與建議。

第二章 病態建築室內環境品質之問題分析

第一節 病態建築與病態建築症候群

壹、病態建築症候群

自 1970 年代初期能源危機以來，一種沒有確定病兆的「症候群」首先在歐美醫學界被發現，後來稱為「病態建築症候群 (Sick Building Syndrome, SBS)」，主要症狀包括喉嚨乾燥，眼睛、鼻子過敏，頭痛，頭昏眼花，容易疲倦，咳嗽，氣喘，黏膜及皮膚的乾燥感，皮膚的紅斑、發癢，頭痛及可聞到輕微且持續性的異味等。通常這些症狀是員工到該辦公大樓上班以後才發生，可能因此症候群而影響生產力，但員工一離開辦公大樓或下班以後，症狀就會減輕或消失。

發生病態建築症候群的建築物，通常是密閉型具有空調系統、或缺少可開啟窗戶，此類建築被稱為「病態建築(Sick Building)」。病態建築症候群與室內空氣品質有密切關係，最容易發生於新建建築物的或舊建築物的改建工程中。

根據聯合報報導，國內約有三成大樓是「病態建築」，空氣品質不良，不合世界衛生組織標準，在這些大樓生活或工作，很容易引發「病態建築症候群」。

貳、其他建築相關疾病

室內環境不健康的建築物之常引發症狀，除病態建築症候群外，其他建築相關疾病尚包括：退伍軍人病症(Legionnaire's Disease)、化學物質過敏症 (Multiple Chemical Sensitivity, MCS) 等，說明如下：

1. 退伍軍人病症

「退伍軍人病症」是嗜肺性退伍軍人病桿菌引致的疾病，如果條件適合（特別是攝氏 20 至 45 度含養分的微溫水中），此類桿菌便會大量繁殖，中央空調系統的冷卻塔是「退伍軍人病症」的感染來源之一，根據病例記錄，曾有病人因吸入冷卻塔散發的水滴而感染退伍軍人病症。

首宗退伍軍人病症病例在 1976 年美國費城一間酒店舉行的退伍軍人會議中發現。

2. 化學物質過敏症

「化學物質過敏症」發病原因是，對多種化學物質產生過敏反應（或稱變態反應），產生呼吸道疾病、沮喪與焦慮等問題。其中一項便是纖維肌痛，全身肌肉痠痛僵硬的慢性疲勞疾病。社會大眾普遍認為，每年推陳出新的化學用品是導致人們患病的原兇。

第二節 病態建築與室內環境品質之關聯

壹、台灣都會區之室內環境品質

近幾年隨著都市密集化，各類活動頻繁造成居住環境充斥噪音干擾；密閉式高層大樓，室內通風需仰賴中央空調系統，使用具人工化學物質之建材及裝修材，致使新建建築物及新裝修室內環境充斥揮發性有機物，這些都可能是室內環境品質不佳的問題所在。其次，台灣室外環境高濕、高熱的氣候特性，使得建築室內環境污染問題更加嚴重。

所謂室內環境品質(Indoor Environment Quality)，係指影響建築物室內居住健康與舒適之各項環境因子，包括音環境、光環境、溫熱環境、空氣環境(通風換氣)及電磁環境五大類，與影響室內環境之裝修材所揮發出之化學物質等範疇。以室內空氣品質(Indoor Air Quality)而言，一般人普遍認為室內空氣應該比室外乾淨，但是根據美國環保署和世界衛生組織(WHO)的研究指出，室內空氣污染物的濃度常為室外環境之 2~5 倍，有時更高達 100 倍。

根據民生報報導：你住的房子也可能會害你生病！而且在部分家戶室內還測出揮發性有機化合物（VOCs），如苯、甲苯、乙基苯、二甲苯等，都比室外環境濃度還高；且台灣都會區家庭室內，普遍有來自室外的汽機車及工廠廢氣污染，再加上室內的裝潢、木板、地毯、電腦、印表機、瓦斯爐、熱水器等污染，住戶致癌風險大大增加。而國人因偏好木質家具，針對室內環境甲醛濃度之實測結果，進行致癌風險的評估，發現：一般「可接受致癌風險」為百萬分之一(10^{-6})，但高雄地區受測者因暴露在居家環境的高甲醛濃度下，致癌風險高達千分之 2.2，而花蓮地區受測的平均致癌風險更達千分之 5.58，顯示改善室內空氣品質已刻不容緩。

貳、室內環境品質不佳之可能原因

每人每天約 90% 的時間處於室內環境中，隨國人逐漸注重室內居住健康，提升室內環境品質需求，有增加之趨勢。而室內環境中最直接影響人體健康的因子是室內空氣污染問題。近幾年隨著都市密集化，各類活動頻繁造成居住環境充斥噪音干擾；密閉式高層大樓，室內通風需仰賴「中央空調系統」，使用具人工化學建材

及裝修材，致使新建建築物及新裝修室內環境充斥揮發性有機物，這些可能都是室內空氣品質不佳的問題所在。加上台灣室外環境高濕高熱的氣候特性，使得室內空氣污染問題更加嚴重。

為解決室內空氣污染問題，行政院環保署曾委託研究機構，檢測國內一般家戶環境、學校及各種典型辦公建築室內空氣品質，結果顯示室內空氣污染之主要問題點，包括：(1)通風換氣不良導致 CO₂ 偏高、(2)裝修建材之揮發性有機污染物(甲醛、TVOC)、(3)生物性污染物濃度普遍偏高。

綜合評估室內環境及空氣品質不佳的可能原因如下：

一、建築通風換氣設計、空調系統溫度濕度控制不良

建築物在設計階段之通風換氣、溫度濕度控制、自然採光之設計不良，往往就已埋下室內空氣污染問題。在通風換氣方面，空調系統設計不良，室內引入之新鮮外氣不足，造成室內通風不良，二氧化碳濃度偏高，無法稀釋室內污染物濃度而影響健康。因此，良好的通風設計、引進新鮮空氣及定時清洗過濾裝置，為避免 CO 及 CO₂ 污染的不二法門。其次，台灣係屬亞熱帶海島型氣候國家，年平均相對濕度多達 80% 以上，易孳生生物性污染物，其中細菌及真菌二種生物性污染物濃度偏高。

二、建材及傢俱之揮發性有機化合物含量過高

室內建材是室內 VOCs 和甲醛污染源的主因之一，這些建材包括表面塗裝材料、黏著劑、填縫劑(膠合地板、安裝地毯、壁紙、窗框、門等)以及溶劑(膠、漆、塗料等)等，如表 2-1 所示。

室內裝修建材及傢俱常會含有各種有毒氣體而污染室內空氣，室內裝修建材，如地毯、瓷磚、地板、壁飾，以及購置之傢俱，如桌椅等常含有黏著劑、油漆、染料等。從國內建築物現場實測調查中發現，造成室內健康環境的空氣污染主因是由新建材及裝修建材所揮發出之化學物質。含有人造纖維的材料可能含有重金屬。裝修建材在防火、耐燃、防腐、防霉、防蟲、防蛀、防污及施工容易、表面易清潔、美觀之要求下，處理過程所添加的化學物質、有機溶劑等亦均可能破壞環境、污染空氣。

表 2-1 國內裝修建材類別

1	地板類	地毯、PVC 地磚、木質地板、架高地板。
2	牆壁類	合板、夾板、纖維板、石膏板、壁紙、防音材。
3	天花板	礦纖天花板、玻纖天花板、夾板。
4	填縫劑與油灰類	矽利康、環氧樹脂。
5	塗料類	油漆等各式水性、油性粉刷塗料。
6	接著（合）劑	油氈、合成纖維、聚氯乙烯。
7	門窗類	木製門窗。

室內裝修經常使用的建材如合板、木心板、夾板、噴漆、溶劑類塗料及接著劑等是揮發性有機物質及甲醛（formaldehyde）之主要來源，且不同的建材具有不同的逸散特性，例如油漆刺鼻的味道大約需要三、四天可以散去，而合板中的甲醛可能持續逸散數年之久。其他可能釋放的空氣污染的有機化合物，包括：醇（alcohols）、胺（amines）、苯（benzene）、癸烷（decane）、二甲基苯（dimethylbenzene）、松稀油（terpenes）、甲苯（toluene）、二甲苯（xylenes）、烷屬烴（alkanes）、二乙基苯（diethylbenzene）、4－甲基乙基苯（4－methylethylbenzene）、乙稀苯（styrene）、醋酸鹽（acetates）、檸檬油精（limonene）等。

三、室內其他事務機器及用品的污染

一般常用於家具、玻璃、地板之表面清理擦拭之溶劑型清潔劑，會導致大量揮發性有機化合物（VOCs）逸散於室內而影響人類居家健康。其他如電腦、印表機、瓦斯爐、熱水器等亦會排放固體、臭氧、揮發性有機化合物（VOCs）等污染物。影印機的操作所排放之二氧化碳及臭氧。

第三節 室內環境污染物之種類與特性

壹、污染物種類

造成室內空氣品質不良的污染物很多，這些污染物經由吸入、食入、或吸收、代謝過程，對人體健康造成影響。有些污染物會單獨引發人體健康的病變，有些污染物間接可能發生拮抗（Antagonistic），或協同（Synergistic）的作用。

室內空氣污染物，依其特性可區分為「化學性」、「物理性」及「生物性」等，詳如表 2-2 所示。

表 2-2 主要室內環境污染物之種類

大類	次類別	項目
化學性	無機物	氣狀、液狀、固狀
	有機物	化合物如甲醛、VOCs、大氣污染物
物理性	變性	溫度、溼度、音環境、光環境
	不變性	電磁波
生物性	動物	蟲
	植物	花粉
	微生物	細菌、真菌、病毒
	其他	人體毛髮

貳、污染物來源

空氣污染物進入室內方式為：

1.藉由生物程序——人或寵物所產生之 CO₂、濕氣、臭味及微生物，2.藉由燃燒程序——火爐、瓦斯爐及暖爐，3.藉由一般消費物品，如噴霧器、空氣清淨機、室內裝潢材料及傢俱，4.藉由香煙，5.藉由建築物四周或其底下之土壤，6.藉由器具，如溼潤器、冷氣機等。

彙整室內環境可能存在的空氣污染物及來源，如表 2-3 所示。

表 2-3 室內環境可能存在的空氣污染物及來源

污染物種類	污染物來源
室內	
CO ₂	人體本身(室內單位面積內人員過多造成積聚)
CO	瓦斯、鍋爐等燃燒器具不完全燃燒
甲醛	隔熱材質、家具、香煙
揮發性有機化合物	接著劑、溶劑、化粧品、塗料、殺蟲劑、防菌劑等
病原菌、微生物、過敏物	家內灰塵、動物頭垢、植物花草
多環碳氫化合物、砷、尼古丁	香煙
石棉、金屬、合成纖維	耐熱建材質、隔音建材、隔熱建材等
氣體粒狀物(Aerosol)	各種消費品
臭氧	事務機器(影印機)
氬氣	混凝土、建築石材等
室外	
NO _x (NO ₂)	燃料燃燒
CO、CO ₂	汽機車排放之燃料不完全燃燒
粒狀污染物	燃燒生成物等
菌類、黴菌類	孢子類

參、個別污染物之特性

1. 甲醛

甲醛(Formaldehyde)，分子式 HCHO，為無色有刺激性之有毒氣體，易溶於水及甲醇中，有消毒防腐作用。甲醛是一種刺激性毒物，對黏膜有刺激作用，當刺激眼、鼻及喉部時，會發生咳嗽、疲倦、起疹及過敏等現象，並可造成結膜炎、鼻炎、喉炎等，依據美國環保署資料顯示，甲醛是屬於很可能致癌之人類致癌物。

甲醛進入人體之途徑有吸入、皮膚吸收及食入。1.吸入造成呼吸道刺激及肺功

能減弱，為弱的肺過敏源。2.會造成皮膚刺激及過敏，敏感者對非常低濃度亦會過敏，過敏包括皮膚刺痛、發紅、濕疹、紅疹、龜裂。濕疹可能產生在手肘、腳及部分或全部的臉、頸處。

甲醛廣泛使用在人造板材、塑料地板、化纖材料、塗料和黏著劑中，甲醛的主要室內排放源是壓製木產品、黏合膠、粒子板、中等密度纖維板，及其他裝修物料，如發泡絕緣物料、紡織物、地毯及地台織物等。此外，燃燒中的香煙及其他燃燒源，例如燃氣爐具、火水採暖裝置，或某類消費品如紙品及化妝品等亦會散發甲醛。室內裝修材如發泡膠、隔熱層、黏著劑、織物、地毯及樓版面材中亦含有甲醛，因此，試驗建材之甲醛逸散量為判定健康建材之重要項目之一。

甲醛廣泛地應用於生活環境中，台中榮民總醫院列出以下可能含有甲醛的物質(http://www3.vghtc.gov.tw/derm/contents/health01_17.htm)：

(1)黏膠、漿糊、橡膠接合劑。(2)防腐劑：各種用途的防腐劑，有些防腐劑可釋出甲醛。(3)各種合成樹脂及松脂。(4)感光紙、安定劑、顯影劑。(5)化粧品：牙膏、漱口水、除臭劑、洗髮精、潤絲精、泡浴用品、指甲油及硬劑。(6)農業用燻蒸消毒器、用於蔬菜、農地作物、種子及根部處理。(7)清香劑及消毒劑、如家用噴灑劑及擦拭品。(8)清潔用品：如一般家用品清潔液。(9)磨光粉和打亮品：用於汽車、地板、水泥地、鞋子、傢俱。(10)汽車用品：清潔劑、防鏽品。(11)油漆及漆器、防蝕塗料、乳狀塗料。(12)紙張處理。(13)許多對甲醛敏感者不能穿用甲醛樹脂處理的衣物：最可能含有甲醛或甲醛樹脂的紡織品、或室內裝潢用建築材料是那些物品？凡是曾有抗皺、防水、防蠹、防黴、防汗處理及防縮水的毛製品。

2. 總揮發性有機化合物

總揮發性有機化合物(Total Volatile Organic Compounds, TVOCs) 之一般來源為油漆、氣膠噴霧器、殺蟲劑、農藥、建築材料、地毯、香煙及燃燒性材料等。VOCs之化學物質種類繁多，可引致室內環境問題之相關種類研究亦尚未有完整，目前全球對於測量室內環境 VOC 時所應包括之種類，尚未有清楚之共識，且單獨測量一種化學物質耗費成本高昂且費時費力，實際測量之時，乃多以揮發性有機物總量(TVOC)進行。目前內政部建築研究所性能實驗室，對總揮發性有機物質化合物認

定包括：苯、甲苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯及乙苯等。施工中所使用建材、塗料及接著劑是 TVOC 之主要來源。總揮發性有機化合物為評估 TVOC 對人體之健康影響的綜合評估指標，健康綠建材已納入評估基準。

雖然一般室內常見 VOCs 並無充分資料證明其具有致癌性，但接觸 VOCs 者卻常產生昏眩、頭痛、眼、鼻及皮膚刺激等症狀。國際癌瘤研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC)已將 VOCs 中之 Benzene 列為 Group1「確定致癌物質」，其會對造血系統產生毒性，導致急性骨髓白血病或慢性白血病的發生，若長期處於 VOCs 氣體的環境中，會造成人體視覺、聽覺、記憶受損。

根據內政部建築研究所歷年研究之實測調查，顯示：在膠合地板之甲醛逸散率值為 202.2 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ，合板之甲醛逸散率值 686.5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 其值比對於健康綠建材基準值 180 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 高出許多，而銘木地板及合成地毯的甲醛量相對低許多。接著劑類研究顯示所檢測之定性及定量結果不含甲醛，但 TVOC 平均逸散速率為健康綠建材基準 190 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 的 90~110 倍，在乳液型(水性)接著劑之檢測結果，其 TVOC 逸散速率值是低於健康綠建材評估基準，該研究顯示溶劑型接著劑為高揮發性建材對室內空氣品質及人體健康之影響是不容忽視的。

3. 臭氧

臭氧 (O_3) 是一種活化性極強的氣體，在空氣中含量若達 0.01~0.02 ppm, 將有刺鼻的感覺，達 0.25 ppm, 則會刺激眼睛及上呼吸道，長期吸入會造成呼吸困難，但其對人體真正的影響仍不詳。辦公室或圖書館常配置影印機，使用影印機時它會釋放出臭氧及各種有機物影響室內空氣品質，尤其在空調不佳，且機器維修不良的情形下更易產生。

4. 粒狀物

室內空氣中的粒狀物 (Respirable Particulates)為各種物質所組成，成份包括棉花、羊毛、其他纖維、物體上之染料、食物顆粒、毛髮、死細胞、動物排泄物、分解的物質、細菌、花粉、黴菌及其孢子等，這些粉塵均可做為過敏原，使得過敏體質者引起過敏反應，例如氣喘，與氣喘有關的空氣中過敏原。

5.微生物或生物性物質

空氣中生物污染物(Airborne Biological Contaminants) 或微生物，在生態系統中扮演著重要平衡角色，包括病毒、細菌(Bacillus)、菌類、藻類、阿米巴原蟲、花粉及節足動物等。

(1)細菌

一般室內最常見的細菌分類為革蘭氏陰性菌，例如大腸桿菌(E.Coli)、沙門氏菌(Salmonella)、志賀氏菌(Shigella)、假單胞桿菌(Pseudomonas)與退伍軍人菌(Legionella)。其中，親肺退伍軍人桿菌 (Legionella pneumophila) 及結核分枝桿菌 (Mycobacterium tuberculosis) 最受重視，這是因為退伍軍人桿菌主要存於冷暖空調系統的冷凝水塔，其數目會增生而持續散佈於空氣中，而結核分枝桿菌由人類呼吸道釋出後能在環境中生存一段時間，同時兩者均可引起危及生命的嚴重感染。這些細菌若污染飲水與空調系統，可能造成各種疾病。

美國職業安全與健康國家研究院 (National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH) 曾估計 10~15%的病態建物症候群與生物性因素有關，這些生物性因素常與人類呼吸道感染有關，呼吸道感染的病原微生物包括細菌、黴菌、寄生蟲及病毒，有些藉空氣傳染的疾病如白喉及百日咳已經很少發生，人類呼吸道正常菌群或環境中的腐生菌，有時會成為伺機性病原菌。

(2)黴菌

台灣高溫高溼氣候，將有助於黴菌的生長，黴菌在生物學分類上屬於真菌類，它在自然中幾乎隨處可見，可由其外觀與氣味而感受其威脅，當進入室內時聞到迎面而來的是一股霉味，而室內角落有著白色、黑色或綠色斑點。室內環境可能已有大量黴菌生長。

6. 溫度、溼度

台灣地處亞熱帶，屬高溫高溼氣候，將有助於黴菌的生長。其次，溫度、溼度、風速會影響室內空氣品質之舒適性、及空氣中懸浮微粒的多寡。根據台灣室內空氣品質學會指出：相關流行病學研究曾針對居家環境中潮濕程度、真菌及細菌等微生物生長狀態以及吸呼吸道健康情形三者之間的相關性進行調查，研究結果顯示居住在

潮濕以及發霉之建築物中的孩童，較容易罹患各類呼吸道疾患，如氣喘、咳嗽、鳴喘、流鼻水等。另外有研究指出，家中濕氣的高低與呼吸道疾患的發生率具有直接的相關性，而濕氣較重的家戶中亦可偵測到的較高的黴菌濃度。因而可推論黴菌可能為誘發呼吸道症狀之危險因子之一。

7. 二氧化碳

二氧化碳(Carbon Dioxide)， CO_2 ，由室內人體本身呼吸產生之 CO_2 (單位面積內人員過多造成積聚)，在沒有引進足夠的換氣量時將對室內人員造成危害。高濃度 CO_2 會引起頭痛、噁心等，吸入(>50000 ppm):呼吸加速，頭痛，發汗，喘氣，頭昏眼花，精神憂鬱，痙攣，視覺干擾，發抖，失去知覺。

8. 一氧化碳

一氧化碳(Carbonmonoxide)，CO。一氧化碳中毒，其實是瓦斯燃燒不完全產生的 CO 中毒。瓦斯本身是無色、無味及無毒的氣體。瓦斯燃燒所需的空氣量，約為其體積的 25 至 31 倍，在氧氣充足的環境，瓦斯會完全燃燒變成無危害性的 CO_2 ，但是在氧氣不足的環境下，燃燒便會不完全，而產生無色無味的 CO。一氧化碳對血液中的血紅素的結合力為氧氣的 200-250 倍，因此會取代氧氣搶先與血紅素結合，而形成一氧化碳血紅素(COHb)，降低血紅素帶氧能力，這時體內組織無充足含氧，因此造成一氧化碳中毒的症狀，詳表 2-4 所示。

消防署指出一氧化碳中毒多因通風不良、蓄積一氧化碳濃度過高所致，主要原因如下：(1)熱水器等燃氣設施安裝場所通風不良（如裝設於廚房、浴室、陽台加裝窗戶等）。(2)選用不適當之燃氣設施（如安裝於室內者選用室外型）。(3)民眾缺乏自我安全意識(門窗緊閉)。(4)熱水器等燃氣器具不良安裝。(5)熱水器等燃氣器具未能適當運作。(6)熱水器等燃氣器具未能定期檢查與維護。

表 2-4 一氧化碳中毒的症狀

空氣中之 CO 濃度	吸入時間與中毒症狀
0.02%	2~3 小時，前頭部會輕微的頭痛。
0.04%	1~2 小時，前頭痛、嘔吐。2.5~3.5 小時，有後頭痛。
0.08%	45 分鐘，會頭痛、眩暈、嘔吐。2 小時就會意識不清。
0.16%	20 分鐘，會頭痛、眩暈、嘔吐。2 小時就會死亡。
0.32%	5~10 分鐘，會頭痛、眩暈。30 分鐘就會死亡。
0.64%	1~2 分鐘，會頭痛、眩暈。15~30 分鐘就會死亡。
1.28%	1~3 分鐘就會死亡。

(資料來源：消防署)

9. 氡氣

氡氣(Radon)，是一種放射性氣體，化學代號是 Rn。氡氣是從泥土、岩石、花崗石及建築材料排放出來的氣體，並已確定為致癌物質。據美國資料顯示，氡氣這種致癌物多年來導致肺癌病例大幅增加。

氡氣是經由飲用水(氡氣可溶於水)、天然氣、建築物材料及屋外岩石、土壤帶入室內；一般而言氡氣濃度甚低(小於 ppt)。要避免室內環境的氡氣含量過高，便必須保持良好的通風，及貼上牆紙以隔阻氡氣經牆壁滲進室內空氣中。

10. 氮氧化物、硫氧化物

二氧化氮 (NO₂, Nitrogen Oxide)、二氧化硫 (SO₂, Sulphur Dioxide) 一般由戶外傳至室內，若室內空調良好則可降低這些物質的累積。

11. 煙害

室內燃燒煙草的煙害 (Environmental Tobacco Smoke, ETS)，或稱二手煙，是香煙、雪茄或其他煙草產品燃燒時飄散出來或吸煙者抽煙時呼出的一種混合煙霧。

二手煙的主要成份包括粒子物質、尼古丁、甲醛、一氧化碳及逾 4,000 種其他化學物質，當中一些成份已確認為致癌物質。二手煙的煙霧會引致多種不適癥

狀，例如對眼睛、鼻及呼吸管道的刺激、頭痛、咳嗽及引致肺癌。

為確保不吸煙者之場所公眾健康，衛生署公佈實行「煙害防治法」，藉由限定場所管制行為方式，達成強制室內空氣品質管理之目的。

12. 清潔劑

辦公室內常用噴射式的清潔劑，含有氟碳化物（Fluorocarbons）、氨（Ammonia）及氯化乙烯（Ving Chloride）等均會造成室內空氣污染，清洗地毯所殘留之清潔劑亦會造成呼吸道的刺激，症狀包括咳嗽、喉乾、鼻塞、頭痛、及刺激眼睛。

第四節 室內環境污染物之健康危害

壹、建築室內污染物之健康危害

市面上常用之室內裝修建材，如夾板、天花板、內牆塗料、油漆等材料常含有甲醛、苯等有毒物質，對長久處於室內環境的民眾而言，有一定程度的潛在健康危害性，可能會造成引發呼吸道、消化道、神經內科、視力、視覺、高血壓等多種疾病(Klaasen, 1996)。主要室內環境污染物，包括：甲醛(Formaldehyde)、揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOCs)、懸浮顆粒、環境菸害 (Environmental Tobacco smoke, ETS) (二手煙)、臭氧、微生物、石棉 (Asbestos)等，這些空氣污染物可能透過建築材料、裝修建材、空調通風系統、傢具、事務機器、室內燃燒物及油煙等進入室內環境中。

室內污染物會影響室內環境品質之健康問題，輕微者可能引起各種身體健康之不良反應，嚴重者則可能有導致產生癌症之潛在健康危害，說明如下：

一、對兒童的健康危害

兒童不論是在自宅、幼稚園、或學校上課，每天約有超過 90% 之時間均處於室內環境下，若處於病態住宅、潮濕環境或不適當之空調系統中生活，由於小孩尚在成長階段抵抗力較差，免疫力降低，容易細菌感染、造成常生病之狀況發生。

二、對老人的健康危害

老人因活動較少或因健康問題，一般待在自宅之時間較長，且老人之抵抗力較差，容易造成頭暈、及呼吸系統疾病。因此，更應定期維護空調系統等設備，避免呼吸系統疾病，藉由不良之室內環境傳染，危害老人之身體健康。

三、對過敏患者的健康危害

在密閉的建築物內，如果空調系統外氣換氣量不足，或未定期清理濾網，加上加上室內裝潢、木板、地毯等逸散之甲醛及揮發性有機化合物影響，很容易產生打噴嚏、流鼻水過敏反應，對過敏患者的身體健康更是不利影響。

貳、毒性物質之分類

根據隸屬世界衛生組織(WHO)之國際癌瘤研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC)的分類，Group1 為「具人類致癌性」，Group 2 為「可能是人類致癌物」，Group 3 為「無適當證據其與致癌相關」，Group 4 為「無致癌性」，詳表 2-5 所示。

表 2-5 國際癌瘤研究署(IARC)毒性物質致癌分類

Class	Agents
Group 1	The agent (mixture) is <u>carcinogenic</u> to humans. The exposure circumstance entails exposures that are carcinogenic to humans.
Group 2	The agent (mixture) is probably carcinogenic to humans and
Group 2A	The exposure circumstance entails exposures that are probably carcinogenic to humans.
Group 2B	The exposure circumstance entails exposures that are possibly carcinogenic to humans.
Group 3	The agent (<u>mixture</u> , or exposure circumstance) is unclassifiable as to carcinogenicity in humans.
Group 4	The agent (mixture, exposure circumstance) is probably not carcinogenic to humans.

參、主要室內污染物之危害程度

一、甲醛

被美國環保署及國際癌瘤研究署 (IARC) 歸類為 Group 2A 「可能是人類致癌物」，其會產生眼睛及呼吸道之刺激，並會使肺部產生出血情形，並對於肝臟及腎臟產生水腫，但其是否會誘發人類癌症發生頗為引人注意，仍有待證實。

裝修建材，包括：油漆、合成樹脂接著劑、清潔劑、化纖地毯、指甲油等，都可能含有甲醛，且因這類接著劑普遍使用在生產碎料板、纖維板、合板，或黏壁紙、塗在木頭地板及木質家具表面，一、二年內都會持續揮發甲醛，造成家人呼吸困難、皮膚過敏、咳嗽不停等「病態大樓症候群」症狀。

二、揮發性有機化合物

目前已有 900 種以上的 VOCs 被發現於室內空氣中，台灣室內環境常見之揮發性有機化合物，包括：醇 (Alcohols)、胺 (Amines)、苯 (Benzene)、甲苯 (Toluene)、癸烷 (Decane)、二甲基苯 (Dimethylbenzene)、二乙基苯 (Diethylbenzene)、4-甲基乙基苯 (4-Methylethylbenzene)、乙稀苯 (Styrene)、Nicotine (尼古丁)、甲、乙基乙醇 (Methoxyethoxyethanol)、二甲苯 (Xylenes)、甲基環己烷 (Methylcyclohexane)、己烷 (Hexane)、四癸烷 (Tetradecane)、苯環 (Cyclobenzene)、五癸烷 (Pentadecane)、松稀油 (Terpenes)、烷屬烴 (Alkanes)、醋酸鹽 (Acetates)、檸檬油精 (Limonene) 等。

揮發性有機化合物之定義：為在標準狀態下(20°C, 1 atm)，蒸汽壓大於 0.1 mmHg 以上之有機化合物。揮發性有機化合物依世界衛生組織(WHO)所定義為沸點在 50-260°C 之物質，且依其沸點的不同尚分為半揮發性有機化合物(Semi-Volatile Organic Compounds, SVOCs)及極易揮發性之有機化合物(Very Volatile Organic Compounds, VVOCs) (WHO,1989)，詳表 2-6 所示。

表 2-6 WHO 室內有機污染物的分類

分類說明(縮寫)	沸點溫度 (°C)
極易揮發性(氣態)有機化合物(VVOCs)	<0~50-100
揮發性有機化合物(VOCs)	50-100~240-260
半揮發性有機化合物(SVOCs)	240-260~380-400
附著於懸浮微粒的有機物或固形有機物(POMs)	>380

(WHO, 1989)

目前，世界尚未對總揮發性有機化合物 TVOC，應包含那些化合物加以定義，根據內政部建築研究所對 TVOC 認定，包括：苯、甲苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯及乙苯等，濃度基準為 3ppm。

揮發性有機化合物之致癌性如下：

1. 苯(Benzene)

被國際癌瘤研究署列為 Group1「具人類致癌物」，會對造血系統產生毒性，導致急性骨髓白血病發生及慢性白血病的發生。

2. 甲苯(Toluene)

被歸類在 Group3「無適當證據其與致癌相關」，但相關研究顯示，健康的成年人在濃度 100ppm 的甲苯中連續暴露 6 小時會造成眼睛及鼻黏膜的刺激。

3. 其它常見揮發性有機化合物

另外，雖然一般室內其它常見 VOCs 並無充分資料證明其具有致癌性，但卻常造成人體產生昏眩、頭痛、眼、鼻及皮膚刺激等統稱為病態大樓症候的症狀，影響人類的健康。

第五節 室內環境之風險評估

壹、健康風險評估

為保護國民健康，世界各國對室內各種環境污染物，訂定空氣品質標準，並考量建築、空調之設計，舒適度及節能等，納入許多指標項目如溫度、濕度等。探討室內環境污染物的危害性，則以健康風險評估分析計算結果為基礎，藉由健康風險評估工具，分析主要室內空氣污染物、污染濃度、濃度效應、暴露效應等，評估對人體健康之影響及風險。

人體健康風險的評估架構，依 1983 年美國國家科學院(National Research Council of the National Academy of Sciences)之建議，可概分成 4 個部分，依序為危害性鑑定(Hazard identification)、劑量/效應評估(Dose/response assessment)、暴露評估(Exposure assessment)、風險度推估(Risk characterization)，其內容分別如下：

一、危害性鑑定

危害性鑑定的評估重點有二：一是某特定化學物質可能產生健康損害的種類或疾病；另一是產生傷害或疾病的暴露情況。所需之資訊則主要包括化學物質在人體內的傳輸途徑及與器官組織或細胞的交互作用。因此，進行危害性鑑定時，應針對所有可能對環境造成影響的物質，根據其物化特性與毒性做調查規劃，並進一步探討其來源與生成機制。

二、劑量反應評估

劑量-效應評估主要在評估某族群暴露在毒性物質環境中，其劑量與受傷害或發生疾病的對應關係。一般而言，即使有相當完備之流行病學研究，其人體暴露數據可信度仍屬偏低，因此劑量效應評估常需藉由動物實驗的數據來推估人體劑量效應，但動物數據推估仍有若干問題尚待克服。綜合而言，此一階段的主要工作在於瞭解危害性物質在環境中的分佈狀況與傳播路徑，並建立其排放量與環境值之相互關係，以及人體在不同劑量下所可能產生之反應。

三、暴露評估

所謂暴露評估即是實際測量或模擬計算人體在環境中受到某毒性物質之暴露程

度。欲推估暴露量需要蒐集的資料包括污染物之實際濃度、重要的暴露途徑、污染物進入人體的方式、實際接收的內在劑量、及受暴露的人口大小及特性與暴露時間。一般而言，本階段主要以收集污染物質之傳輸與宿命為主要之分析項目，相關因子則主要考量為：與排放相關之控制參數、污染物質之排放量與排放點、以及累積或衰變分解之各項因子。

四、風險量化

綜合上述步驟之評估結果即可計算該污染物質之風險度，並可獲得在不同情況下該物質對於人體產生影響之頻率。風險度推估通常區分為非致癌性毒性與致癌性二類，非致癌性效應主要以暴露臨界值表示；致癌風險則以人體實際暴露濃度乘以單位致癌風險加以推算。

健康風險度之推估，通常區分為非致癌性毒性與致癌性二類，說明如下：

1. 非致癌風險：非致癌性效應主要以暴露臨界值表示，即危害指數(Hazard quotient, HQ)。
2. 致癌風險：致癌風險則以人體實際暴露濃度乘以單位致癌風險加以推算，即致癌風險度(Risk)，進行健康風險評估。

貳、室內揮發性有機污染物之暴露風險評估

根據洪崇軒(2001)²⁻¹研究，室內揮發性有機物污染源排放特性之推估，主要利用不同類型事務機與各類室內作業特性，監測室內空氣中揮發性有機污染物濃度隨作業時間之遞變特性。就主要室內空氣污染物濃度與人體暴露時機及頻率，利用危害因子鑑定、劑量－效應關係、人體暴露方式及程度、風險量化等分析步驟，進行暴露及健康風險評估。該研究分別針對辦公室事務機（電腦、影印機、雷射印表機、護背機、投影機、咖啡機）的操作，傢俱（沙發、木心板、地毯、碳酸鈣板），家用用品（拜香、蚊香、香煙、殺蟲劑、清潔劑）等室內揮發性有機物之污染源，進行其揮發性有機物之鑑定，並進行部份化學成份濃度之定量分析，估算它們的揮發性有機物排放係數，電腦與雷射印表機組合之 VOCs 排放係數如表 2-7 所示。

²⁻¹ 洪崇軒(2001)「室內空氣揮發性有機物污染特性與暴露風險評估」。

表 2-7 電腦與雷射印表機組合之 VOCs 排放係數

操作方式	揮發性有機物排放量平均值					
	Formaldehyde	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylene	Styrene
電腦操作	—	69.9 μg/hour	157.6 μg/hour	78.1 μg/hour	41.7 μg/hour	99.2 μg/hour
雷射印表機待機	—	—	80.5 μg/hour	—	—	—
雷射印表機列印	521.2 ng/張	474.5 ng/張	373.4 ng/張	—	—	515.3 ng/張
電腦與雷射印表機組合列印	1066.2 ng/張	529.9 ng/張	704.0 ng/張	283.6 ng/張	—	635.2 ng/張

(洪崇軒，2001)

內政部建築研究所性能實驗中心林霧霆(2005)「常見天花板建材之揮發性有機物逸散研究」，透過小尺寸環控箱模擬建築空間環境，利用國內之溫度、濕度、通風換氣及裝修負荷率等氣候、環境條件控制，對國內外之天花板類建材作危害物質之定性定量分析，透過資料庫的建立，對國內裝修建材作一健康品質控管的機制。

參、病態建築症候群之防治成本

探討病態建築室內環境問題，除健康危害外，因人體健康風險增加之防治成本，亦需一併考量：

現代建築為了保護免受外界干擾，加強建築物的密閉性，並衍生出許多足以危害人體健康的室內環境品質之問題。凡建築本身結構、區位、及各項開口設計、空調系統設計，各種建材、裝修材的選擇，人類維持生活必備的各種物品、商業行為的貨品、辦公家具等，乃至於人類本身的各項行為活動，均可直接或間接的引起音、

光、熱、氣、水、微生物、電磁波等室內環境問題，對人類健康有更近一步的危害。室內空氣品質不良所引起的健康危害問題，對身體健康的影響最大且最直接。就經濟層面的考量而言，室內空氣品質不佳所引起的不適症狀或相關疾病，會引起生產力降低，甚至影響國家競爭力。

根據蘇慧貞及江哲銘(1995)²⁻²研究，在室內空氣品質與健康危害之相關性探討上，一般利用問卷調查，探討室內空氣污染物與病態建築症候群之相關性，結果顯示，國內辦公建築普遍高濃度之細菌及真菌污染的問題，對於我國廣大族群之辦公室階級，視為不容忽視的健康危害。因此，有必要對於生物性危害之改善方法及控制策略進行各類測試及研究，以期未來能對國內辦公建築生物性污染問題進行有效之管理控制，以降低各類症狀發生之頻率，減少工時耗損及生產力下降之成本支出。

該研究自國內現有的相關統計資料庫資源及國內對相關疾病基本之瞭解，初步對於上類各種疾病在我國醫療上之成本支出進行了整合性的估算。該研究估算，若能對於我國室內空氣品質有所推廣及改善，整體而言，我國每年在相關疾病的健保醫療支出上可減少 37 億 3 千萬至 40 億 2 千萬之間，為數相當可觀。

²⁻² 蘇慧貞及江哲銘(1995)，「室內空氣污染物健康風險評估與管制成本效益分析」。

第六節 如何保持室內環境品質

為確保室內空氣品質清新，以降低國人致癌風險、保障國人健康，建議：

一、最好的方法就是保持通風，如果使用空調，也要定時換氣。

隨著近年來建築技術的改變，逐漸朝向高層化、密閉化，使得人們在密閉的居住空間或是辦公空間不斷增長，因此，室內環境健康危害的議題逐漸被大家所重視，尤其廚房、浴室、地下室等通風較差區域。廚房需注意抽油煙機之通風功能維護，確保廚房通風，避免油煙對人體健康危害；浴室需注意保持通風，避免潮濕孳生黴菌及細菌、危害人體健康，同時需注意熱水器設置之安全，避免通風不良導致 CO 中毒之發生；地下室空間即使設置通風口，因自然通風不易，常使用機械通風，因此，需特別注意空調系統之定期維護。在密閉的建築物內，如果室內人員密度過高，再加上空調系統外氣換氣量不足，易產生 CO₂ 累積，導致頭疼、嗜睡、頭暈等「病態建築症候群」。因此，使用空調系統應確保足夠新鮮空氣，定期清理進氣口或濾網。

二、加強推廣低污染綠建材及家具。

購買家具時，儘可能挑選「低甲醛」及「低揮發性有機化合物(TVOC)」逸散之家具，由於目前尚無健康家具之評估，但可從家具是否有強烈的刺激氣味判斷，挑選時可打開櫃門、拉開抽屜，若會刺激得讓人想流淚，表示這套家具的甲醛含量很高。新買的家具不要急於放進起居室，最好放在空房間裡，並且保持通風，過一段時間等甲醛濃度降低後再使用。

三、限制高揮發性有機化合物及揮發性甲醛製品的使用，如水泥漆等。

一般而言，家具都會有以塗裝做防潮、防蛀處理，但須注意所使用之塗料、防蛀溶劑是否採用「健康綠建材」，以免危害人體健康。

四、訂定上漆及使用黏著劑的木製家具檢驗標準及容許規範。

為避免含有高 TVOC 之建材危害國人健康，可從污染源減量控制著手，就室內裝修而言，應建立低 TVOC 之建材選用資料庫，供業者選用低 TVOC 之健康建材及避免過量之裝修。並限制使用揮發性 TVOC 較高之一般常用裝修建材、塗料及接著劑，是改善建材污染現況的治本之道。

第三章 國際室內環境品質管理趨勢之比較分析

第一節 國際發展趨勢

近幾年隨著室內環境品質及健康議題之發展，病態建築之室內環境問題，在國際上已成為建築、醫學、化學等研討會研究探討的重點。事實上，美、英等國家，早自 1980 年代即首先注意病態建築之問題，且建材品質管理制度較完備，因此，目前大部分先進國家都著重以「鼓勵性」規定來管制建築物室內環境品質。美國環保署自 1993 年起進行一項名為「建築物評估調查及評價」(Building Assessment Survey and Evaluation, BASE)研究，針對供公眾使用及商業辦公建築之室內空氣品質，進行特性及使用者認知調查，以利概念推廣。

日本則自 1990 年代中期才開始注意美歐國家所發生之「病態建築症候群」，該名詞在日本「普遍被稱為「病態住宅症候群」。日本病態建築及室內環境品質之管制，係由國土交通省、厚生勞動省、及經濟產業省分責管理，並結合民間團體共同推動，並未特別針對室內空氣品質訂定標準。主要對策係修訂建築基準法等規定，管制建材之化學污染物源頭，並加強室內通風換氣，以達控制室內空氣品質之目的。香港由 1998 年成立一個跨部門的室內空氣品質管理小組，統籌及監督具體措施的施行，並於 2000 年針對辦公室及公眾場所，推行自願性的「室內空氣品質認證計畫」，鼓勵業主改善建築室內空氣品質。

韓國及大陸則是以「強制性」的管制室內空氣品質。大陸由質監總局、衛生部和環保總局共同制定適用於住宅和辦公建築物的「室內空氣品質標準」，並於 2003 年公布實施。韓國由環境部修訂「室內空氣管理法」，管制 17 種公共場所之室內空氣品質，並於 2004 年正式實施，列管 10 種室內空氣污染物，其中 5 種為「法定污染物」，5 種為「建議污染物」。

第二節 美國建築室內空氣品質管理

壹、建築物評估調查及評價研究

美國環境保護署自 1993 年起進行一項名為「建築物評估調查及評價」(Building Assessment Survey and Evaluation, BASE)研究，針對供公眾使用及商業辦公建築物之室內空氣品質(IAQ)特性及使用者認知調查。表 3-1 為 BASE 研究之核心量測參數。建築物室內環境之量測，包括物理、舒適及環境參數(Environmental Measure)。環境量測參數包括溫度、相對濕度、二氧化碳、噪音量、照度、一氧化碳、懸浮微粒(PM₁₀, PM_{2.5})、VOCs、甲醛、生物氣膠(Bioaerosols: Air, Visible Growth)、氡(Radon)等。建築特性包括用途、居住者、地理位址、通風(設備，操作期程)、建造、戶外來源、禁煙措施、防水、防火、更新、害蟲控制(Pest Control)、清潔等。空調(HVAC)特性包括型式、規格、外氣量、等。

貳、建築物特性及監測

標準方法(Standard Method)需提供量測數據滿足敏感度(Sensitivity)、精度(Precision)及準度(Accuracy)。核心參數之量測方法，須具現場容易執行特性。表 3-2 為核心參數及取樣方法。取樣方法分成：即時監測(Real Time Monitors)、整合取樣(Integrated Samples)、其他取樣、空調量測等 4 類。溫度、相對濕度、二氧化碳、噪音量、照度、一氧化碳 5 項為即時監測，懸浮微粒(PM₁₀, PM_{2.5})、VOCs、甲醛、生物氣膠、氡為整合取樣。

表 3-1. 美國 BASE 研究之核心量測參數

環境量測	建築特性	空調(HVAC)特性	居住者問卷
溫度 相對濕度 二氧化碳 噪音量 照度 一氧化碳 懸浮微粒(PM ₁₀ , PM _{2.5}) VOCs 甲醛 生物氣膠 (Bioaerosols: air, visible growth) 氬	用途 居住者 地理位址 通風(設備, 操作期程) 建造 戶外來源 禁煙措施 防水(Water Damage) 防火(Fire Damage) 更新(Renovation) 害蟲控制(Pest Control) 清潔	型式 規格 (air handler, exhaust fans) 過濾 空氣清淨系統 Air washers Humidification systems Maintenance schedule Inspection schedule 供氣流量(Supply air flow rate) 外氣率(Percent outdoor air) 外氣取用率(Outdoor air intake rate) 供氣(溫度、相對濕度) 風扇率(Exhaust fan rates) 局部通風性能(Local ventilation performance) 自然通風(Natural ventilation) 量測(若有需要)	工作地之資訊 健康及福祉 工作環境條件 Jog characteristics

(資料來源：U.S. EPA, 2003, A Standardized EPA Protocol for Characterizing Indoor Air Quality in Large Office Building)

表 3-2 美國 BASE 研究核心參數及取樣方法

參數	取樣方法/設備
即時監測(Real time monitors)	
空氣溫度	Sensor
相對濕度	Sensor
CO ₂	Monitor/pump
CO	Monitor/passive diffusion or pump
噪音量	Sensor
照度	Sensor
整合取樣(Integrated samples)	
懸浮微粒(PM _{2.5})	Pump/size selective impactor, filter
懸浮微粒(PM ₁₀)	Pump/size selective impactor, filter
VOCs	Pump, Multisorbent cartridge and SUMMA canister
甲醛	Pump, DNPH cartridge
生物氣膠	Pump/size selective impactor, agar media
氬	Passive diffusion charcoal canister
其他取樣	
Bulk Biologicals	Sterile disposable pipettes, sterile sampling bottles, sample collection bags
空調量測	
Supply /Return air flow rate	Duct traverse/pitot tube
Supply /Return air temperature	Sensor
Supply /Return air relative humidity	Sensor
Percent outdoor air intake- Outdoor, Supply, Return air	CO ₂ monitor
Outdoor air intake rate	Duct traverse/pitot tube
Exhaust fan air flow rate	Flow capture hood, duct traverse/pitot tube
Supply diffuser air flow rate	Flow capture hood
Supply diffuser temperature	Sensor
Supply diffuser relative humidity	Sensor
Supply diffuser carbon dioxide	Sensor

(資料來源：U.S. EPA, 2003, A Standardized EPA Protocol for Characterizing Indoor Air Quality in Large Office Building)

參、美國 ASHRAE 之室內空氣品質規定

目前美國尚未有室內空氣品質之聯辦法規，美國冷凍空調協會制定「ASHRAE standard 62-2001, “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”」，就商業、機關及住宅建築通風系統之設計標準，以達到最小危害人體健康潛勢，及提供可接受之室內空氣品質。在美國大多數州之建築法規之最小通風需求之定義，全部引用或部分參考 ASHRAE standard 62。

ASHRAE 之通風標準，第一版為「ASHRAE standard 62-1973, “Standard for Natural and Mechanical Ventilation”」，著重在最小通風量及外氣量等規定，1981 年修正更名為「Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality」，增加吸菸及非吸菸空間外氣量之規定，1989 年將個人空間通風率從 5cfm 增加到 15 或 20cfm。2001 年修正為 ASHRAE standard 62-2001。

室內空氣品質是複雜多面向問題，良好室內空氣品質考慮下列因素，包括：

- 1.HVAC 設計、
- 2.污染源、
- 3.空氣清淨效率、
- 4.操作及維護、
- 5.機械系統。

至於室內空氣品質控制手法，包括：污染源頭管制、通風設計、控制室內濕度、過濾室內空氣等。

第三節 日本病態住宅管理

日本「病態住宅症候群」(Sick House Syndrome, SHS)之名稱，源自日本媒體於1980年代開始介紹美歐國家發生之病態建築症候群(Sick Building Syndrome, SBS)，1990年代中期日本各界開始主張「自然住宅」、「健康住宅」等觀念，病態住宅(Sick House)之室內環境及健康問題引起各業界之注意。目前，日本政府認為「病態住宅症候群」在醫學上之原因尚未釐清，受害實態亦未明，因為無法得知確定造成物質，無法確定測定方法。

壹、病態住宅之問題分析

日本住宅隨須求的變遷，產生不同之問題，早期日本傳統建築，屬開放式設計，間隙多、氣密性不佳，且住宅隔熱性能低，因此，主要問題在能源浪費、結露。其後隨著鋁門窗及RC建築之普及，改善住宅氣密性，同時減少能源消費，但卻衍生表面結露危險。隨著高高隔熱、氣密之省能推廣，出現室內結露危險，防潮成為必要因素。建築省能、防震及等建材技術提升，有時與室內環境品質會相互衝突，舉例說明如下，：

- 1.因省能減少自然換氣量，通風換氣不足，可能造成室內空氣品質問題。然而為增加自然換氣量而開窗，又可能造成噪音傳入問題。
2. 使用合成化合物，可提升建材技術，但卻增加化學物質使用，造成室內空氣中之化學污染物濃度增加。
- 3.為防震須求，減少建築開口、強化構造，常使用藥劑改善耐久性，藥劑卻可能造成室內空氣污染物濃度增加。

池田耕一(2006)歸納病態住宅症候群之問題背景，包括：1.換氣量減少：省能、氣密化。及2.使用化學物質增多：提高性能耐久。造成室內污染物滯留，室內空氣品質惡化。因此，要確保適當換氣量設定，換氣量可稀釋室內空氣污染物。

貳、病態住宅之對策

日本病態建築及室內環境品質之管制，係由國土交通省、厚生勞動省、及經濟產業省分責管理，並結合民間團體共同推動。

1996 年 7 月由學者專家、相關團體、相關省廳（前建設省、通產省、厚生省及林野廳）共同設置「健康住宅研究會」。隔年 1997 年 6 月厚生省公告甲醛之室內濃度指針值，健康住宅研究會彙整病態住宅（室內化學物質污染）之減低對策，1998 年 4 月發行針對住宅生產者及消費者之「設計、施工型錄」與「簡介」。2000 年 6 月由國土交通省主導新設置「室內空氣對策研究會」。研究會由學者專家、相關團體、相關省廳（國土交通省・厚生勞動省・經濟產業省・林野廳）組成。進行 3 年大規模現況調查、確立化學物質濃度之測定條件及測定方法、調查住宅室內空氣污染機制、檢討確立化學物質之逸散減低技術、作成指導手冊。（詳表 3-3 所示）

國土交通省之主要對策，2003 年 7 月公告完成修正建築基準法之病態住宅相關規定，包括於建築基準法訂定建材之化學物質逸散及室內換氣率規定，以提升室內空氣品質。厚生勞動省針對揮發性有機化合物訂定「室內污染物濃度指針值」，1997 年起首先制定室內空氣中化學物質甲醛濃度基準 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)，後續並陸續追加管制多種化學物質，並進行室內污染物實測調查。2003 年完成建築衛生管理法修正公告實施。室內污染物濃度測定方法及建材有機物質逸散測定方法之 JIS 標準 ISO 化則由經濟產業省負責。2003 年日本民間成立病態住宅診斷士協會，私人住宅之室內空氣品質之診斷及量測，可委託通過病態住宅診斷士考試之專業人員辦理。

從日本居住環境技術體系，分析病態住宅之改善對策，可歸納如下(大澤元毅，2006)：

1.安全考量：

避免危險情形發生，如火災、地震、病態住宅等問題，主要依國土交通省制定之「建築基準法」規範。日本建築基準法已針對病態住宅問題完成修正，並於 2003 年 7 月公告實施。

2.健康考量：

避免不衛生情形發生，如臭氣、燃燒廢氣等問題。主要依厚生勞動省制定之

「建築物衛生法」規範。日本建築物衛生法已針對病態住宅問題完成修正，並於 2003 年 4 月公告實施。

3.效率考量：

避免資源、能源浪費情形發生，如地球溫暖化、環境污染等問題。主要依經濟產業省制定之「省能法」規範。室內污染物濃度及建材有機物質逸散測定方法之 JIS 標準 ISO 化則亦由經濟產業省負責。

4.舒適考量：

避免室內環境出現不舒適情形發生，如溫熱、音、光、空氣環境等問題。主要依國土交通省制定之「住宅品質確保法」規範，其住宅性能標示制度，可提供正確性能資訊，日本品質確保法已於 1999 年公布實施，並於 2001 增加現場量測。

5.民間推動：

為提供民間住宅之室內化學物質測定，2003 年日本民間成立病態住宅診斷士協會。

表 3-3 日本病態建築及室內環境品質之省廳管制分工

負責省廳 對策	國土交通省	厚生勞動省	經濟產業省
健康基準值		訂定室內空氣污染物質濃度之健康基準	
測定法基準	簡易測定方法之開發	訂定室內濃度測定方法之基準 簡易測定方法之開發	室內濃度測定方法之標準化 建材逸散量測定方法之標準化
原因分析	室內化學物質之現況調查 換氣方法等の住まい方之關係調査	室內化學物質之現況調査（A） 健康損傷之現況調査（B） A 與 B 之關係研究 各種發生源之逸散量等調査 換氣方法與住宅之關係調査 塵蟎調査	
防止対策	建築基準法之基準（建材換氣設備等） 住宅品質確保法之住宅性能表示 設計施工手冊等（建材、設備之選擇等）	健康住宅之優惠融資 建築物衛生管理法之衛生基準 健康住宅手冊	建築基準法基準（建材換氣設備等） 住宅品質確保法之住宅性能表示 設計施工手冊（建材、設備之選擇等）
住宅改善	空氣清淨器、吸著劑、換氣設備等之各種減低 方法之開發支援、評估、推廣 糾紛處理等		
諮詢體制	都道府縣住宅中心、P L 中心 糾紛處理支援中心 作成諮詢清單 測定機器整備	保健所、地方衛生研究所 作成諮詢清單 測定機器整備 各種諮詢體制網路化	
被害者對策		醫療機關之網路化 匯集病例 診斷治療體制整備 重傷者之緊急避難及轉診	

資料來源：日本株式会社トークス設計事務所，環境問題とシックハウス(<http://www.toakes.co.jp/news-1.html>)、本研究翻譯整理

參、國土交通省之對策

日本國土交通省針對病態住宅問題，於 1995，於「建築基準法」增訂「建材化學物質逸散」及「室內換氣率」規定，以提升室內空氣品質。並針對公有住宅建築工程、官廳營繕工程，進行室內空氣化學物質測定。統計影響健康之特定化學物質，糾紛處理支援中心受理室內環境問題相關之諮詢件數，發現從 1996 年起日漸增加，因此必須早日研訂改善對策。

厚生勞動省制定 VOC 指針值，及未來主要 6 點工作：

- 1.住宅污染之現況調查與居住者健康狀態之掌控，
- 2.化學物質濃度測定條件與測定方法之確立，
- 3.了解污染機制，
- 4.減低化學物質逸散與確立改修技術。收集與檢証適當要素技術（診斷、吸着及除去、改善及換氣）資訊，
- 5.設計、施工手冊，
- 6.確立化學物質濃度資訊公開方法。

一、修定建築基準法

2003 年日本國土交通省針對病態住宅問題，考量室內化學物質之影響，修正「建築基準法」之建材、換氣設備之基準內容如下：

- 1.全面禁止建材使用含有三氯甲烷塗布及散布。
- 2.制限室內裝修，使用超過甲醛逸散量標準之建材
- 3.24 小時換氣系統原則。

二、住宅品質確保促進法

日本政府為了改革住宅市場構造、改善缺陷住宅及促進住宅產業的新發展，由建設省於 1997 年開始研訂「住宅品質確保促進法」，在 2000 年 4 月 1 日開始實施，隨後以品質法為基礎發布住宅性能相關標示及評估基準等，於同年十月開始實施「住宅性能標示制度」詳如表 3-4 所示。

住宅性能標示制度中，溫溼熱環境類別，著重防暑、防寒等室內溫度及冷暖氣的

節省能源等。空氣環境類別，著重化學物質影響的抑制等室內空氣中的化學物質之濃度測量，項目包括：甲醛釋出對策、整體換氣對策、及特定部分換氣對策。光環境類別，著重方位之採光。音環境類別，著重噪音的防止等，重量衝擊樓版防音對策、輕量衝擊樓版防音對策、隔戶牆隔音等級及外壁開口隔音等級。

三、住宅金融公庫之額外融資

預防室內空氣污染，基本適切換氣。因此，日本住宅金融公庫 2000 年 10 月進行適當換氣之室內環境考量住宅建設支援、針對設置換氣設備之住宅提供每戶 50 萬日元額外融資。

表 3-4 日本住宅性能標示類別及項目（建設省告示第 1652 號）

	類別		序號	項目
一	構造安全	受地震力或風力時的建築物安全強度	1-1	結構體耐震（倒塌）
			1-2	結構體耐震（損壞）
			1-3	耐風
			1-4	耐積雪
			1-5	地耐力
			1-6	基礎構造
二	防火安全	火災發生時避難的容易度及建築物的不易燃性	2-1	感知警報（自住戶火災）
			2-2	感知警報（他住戶火災）
			2-3	避難安全對策
			2-4	逃生對策
			2-5	耐火等級（開口處延燒）
			2-6	耐火等級（開口處以外之延燒）
			2-7	耐火等級（隔戶牆延燒）
三	劣化減輕	建築物不易劣質化（混凝土劣質化、木材腐朽、鐵鏽）程度	3-1	劣化對策等級（結構體）
四	管理維護	管線等維護管理（檢查、清潔、修補）的容易程度	4-1	維護管理對策（專用配管）
			4-2	維護管理對策（共用配管）
五	溫溼熱環境	防暑、防寒等室內溫度及冷暖氣的節省能源等	5-1	省能對策
六	空氣環境	化學物質影響的抑制等室內空氣中的化學物質之濃度測量	6-1	甲醛釋出對策
			6-2	整體換氣對策
			6-3	特定部分換氣對策
七	光環境	每個方位之採光等	7-1	單純開口率
			7-2	方位別開口比
八	音環境	噪音的防止等	8-1	重量衝擊樓版防音對策
			8-2	輕量衝擊樓版防音對策
			8-3	隔戶牆隔音等級
			8-4	外壁開口隔音等級
九	高齡者考慮	考慮高齡者身體機能降低而設計可及性、照料之容易性、及滾落、跌倒等事故之防止	9-1	高齡者考慮對策（專用部分）
			9-2	高齡者考慮對策（共用部分）

(資料來源：內政部建築研究所)

肆、厚生勞動省之對策

日本厚生勞動省針對病態住宅問題，於 1995 年 3 月開始厚生省主辦「舒適健康的住宅相關檢討會議」，2000 年 4 月設置新「病態住宅（室內空氣污染）問題相關檢討會」迄今已召開多次會議。厚生勞動省未來 4 項主要工作如下：

1. 策定指針值及設定測定方法基準，
2. 污染現況調查，
3. 諮詢体制整備，
4. 流行病學調查・醫療研究。

一、建築物衛生法

「建築物衛生管理法」於 1970 年制定，2003 年修訂，規定樓地板面積超過 3000 m^2 以上之建築物所有人，有義務保護使用者之健康及確保建築物之環境衛生。建築物完成後需定期空氣品質測定，管制對象包括：劇場、百貨、店鋪、事務所等供公眾使用之建築物。

綜合管理「空氣環境」、「給水及排水」、「昆蟲防治」、「廢棄物處理」等建築物內環境全部基準，其空氣環境之基準詳表 3-5 所示，包括 6 項目管理基準，最近新建建築物多使用含化學物質建材，因此需考量換氣量及 SBS 問題，並自 1997 年起增加甲醛等化學物質管制。

需定期測定空氣環境及給水水質，每兩個月量測一次，記錄要保管，會抽查，不合格要改善，但執行上並未絕對要求。建築物的環境衛生確保及宣導活動工作，由政府監督、及由「財團法人建築物管理教育中心」執行，其任務包括：建築物環境衛生管理技術人員之國家考試、資格認定、健康影響、環境檢測方法等。

目前建築物管理之問題，多集中在中小型建築物，大型建築物因預算充分，反而沒有問題。因此，日本厚生勞動省考慮是否將管制範圍，由樓地板面積 3000 m^2 以上加嚴至 2000 m^2 。但是若調整至 2000 m^2 ，管制建築物之數量將大增，造成負荷過重。其次，「建築物衛生管理法」管制對象目前尚未包括醫院、集合住宅、社福設施。

出租建築物適用「建築物衛生管理法」，但企業非供出租之自用建築物(出租比率在 10%以下)適用「事務所衛生規則」，不適用「建築物衛生管理法」，因此主管機關不一致。

表 3-5 日本建築物衛生管理法之空氣環境的基準

管制項目	基準
室溫	17-28 °C
相對濕度	40-70 %
風速	<0.5 m/s
二氧化碳(CO ₂)	<1000 ppm
一氧化碳(CO)	<10 ppm
懸浮微粒(粒徑 10μm 以下)	<0.15 mg/m ³

二、訂定「室內空氣化學濃度指針值」

日本厚生勞動省為促進減低室內空氣污染、確保舒適健康的室內空間之目的，針對針對甲醛(HCHO)、揮發性有機化合物(VOC)等有機化合物訂定「室內空氣化學濃度指針值」，詳表 3-6，1997 年起首先制定室內空氣之甲醛濃度基準 100 μg/m³ (0.08ppm)³⁻¹，後續並陸續追加管制相關化學物質，此指針值可作為了解室內空氣品質之重要指標。

2000 年 6 月及 12 月新追加 VOC 物質之室內濃度指針值。新規定對象物質包括 TVOC 暫定目標值 (400μg/m³)。基於日本現況調查結果之「暫定值」。目前個別 VOC 指針值與 TVOC 暫定目標值分別測定、未來基於風險評估設定 TVOC 指針值場合、足滿個別 VOC 濃度與 TVOC 濃度指針值、室內空氣安全。

³⁻¹ 濃度 ppm 和 mg/m³換算關係：

在 25 °C、1 大氣壓狀態下，氣體的摩爾體積為 24.45 升，換算公式如下：

$$X \text{ ppm} = (Y \text{ mg/m}^3)(24.45)/(\text{分子量}) \text{ 或 } Y \text{ mg/m}^3 = (X \text{ ppm})(\text{分子量})/24.45$$

例如：甲醛的分子量(HCOH=30)，甲醛濃度指標 0.1 ppm 根據公式換算後為=0.1*30/24.45=0.12 mg/m³。

三、設定測定方法基準

2000 年 6 月採取甲醛與 VOC 之標準・策定分析法。日本（財）建築物管理教育中心進行簡易方法測定機器。

表 3-6. 日本厚生勞動省「室內空氣化學物質濃度指針值」

化學物名稱	指針值 ^註		制定時間 (年.月)
	μg/m ³	ppm	
甲 醛(formaldehyde)	100	0.08	1997.06
甲 苯(toluene)	260	0.07	2000.06
二甲 苯(xylene)	870	0.20	
二氯 苯(para-dichlorobenzene)	240	0.04	
乙 苯(ethylbenzene)	3800	0.88	2000.12
苯 乙 烯(styrene)	220	0.05	
三氯甲烷(Chloroform)	1 (兒童場合 0.1)	0.07 (兒童場合 0.007)	
總揮發性有機化合物(TVOC)暫定值	400	-	
フタル酸ジブチル	220	0.02	
テトラデカン	330	0.04	2001.07
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120	0.0076	
ダイアジノン	0.29	0.02 ppb	
乙 醛(acetaldehyde)	48	0.03	2002.01
フェノブカルブ	33	0.0038	
註：兩種單位之換以 25℃ 場合			

資料來源：本研究整理

伍、經濟產業省之對策

纖維板、壁紙、壁紙施工用澱粉系接着劑之甲醛釋出量測定法 JIS 標準。2000 年 1 月（社）日本建材産業協會在 JIS 標準外品、輸入品等之建材対象甲醛釋出量

認定，性能值之商標貼付認める創設「建材表示制度-空氣環境性能表示」。又家具及塗料之各業界、策定 VOC 係対策指針。

經濟產業省未來 3 項主要工作如下：

- (1)建材逸散 VOC 之新測定法之 JIS 標準化，
- (2)室內空氣污染物質濃度測定法之 JIS 標準與 ISO 標準整合，
- (3)開發新機能建材。

經濟產業省負責室內空氣中揮發性有機化合物（VOC）逸散測定方法之 JIS 標準 ISO 化。完成塗料、接著劑、隔熱材等適用之甲醛與 VOC 環控箱法之 JIS 標準「JIS A1901 建築材料之揮發性有機化合物（VOC），甲醛及其他碳基化合物放散測定方法-小型環控箱法」。相關室內空氣室之分析方法如下：JIS A1960 室內空氣之取樣方法通則。JIS A1961 室內空氣中之甲醛之取樣方法、JIS A1962 室內空氣中之甲醛及其他碳基化合物之定量分析、JIS A1963 室內空氣中之甲醛定量分析、JIS A1964 室內空氣中之揮發性有機化合物（VOC）測定方法通則等。其他如 JIS A1966、JIS A1967、JIS A196、JIS A1969 等室內空氣中之揮發性有機化合物（VOC）吸着捕集／加熱脫離分析等。

陸、民間團體之對策

日本病態住宅症候群問題，係源自 1980 年代歐美病態建築症候群而來，日本 1990 年開始爆發病態建築症候群問題，日本從歐美經驗中得到很多幫助。台灣與日本之氣候環境、文化較歐美接近，日本經驗可供台灣借鏡。

病態住宅診斷士協會（Sickhouse Consultants Association）於 2003 年成立，2004 年申請認可為 NPO 法人病態住宅診斷士協會。主要工作，培育人才及病態住宅診斷士考試。病態住宅診斷士協會成立目的：

- 1.確認專業性：確認與病態住宅相關之葛領域專業性，並透過本協會橫向整合。
- 2.培育人才：即時反應病態住宅問題之對策與預防，培育專門人才。
- 3.宣導活動：病態住宅診斷士制度之宣導活動，讓社會大眾全盤了解病態住宅問題。

病態住宅之環境問題，涵蓋醫療、法律、建築、化學、生物等領域，需各領域橫向整合，綜合判斷來解決問題，非單一專業領域可處理。至於住宅室內空氣品質之診斷及量測，則可委託通過「病態住宅診斷士協會」考試之專業人員辦理。

診斷士資格分為二級，第一級為診斷士，第二級為初階診斷士，任何人皆可參加考試，通過二級後才可報考一級。初階診斷士(二級)第一次考試在 2004 年舉行，並於 2005 年舉行診斷士考試，2006 年舉行「室內空氣測定時務講習會」。診斷士資格考試目前採筆試方式，出題範圍如表 3-7 所示：

表 3-7 日本病態住宅診斷士資格考試內容

資格名稱	診斷士(一級)	初階診斷士 (二級)
出題方式	選擇題 100 題(90 分鐘) 申論題 20 題(90 分鐘)	選擇題 100 題(90 分鐘)
出題範圍	總論 建築領域 生物、結露領域 量測 免疫學 醫療 家政 日常 病態住宅診斷士之工作	病態住宅症候群 化學物質 相關法規 結露及生物要因 一般對策 量測診斷
合格基準	選擇題及申論題皆須 70 分以上	70 分以上

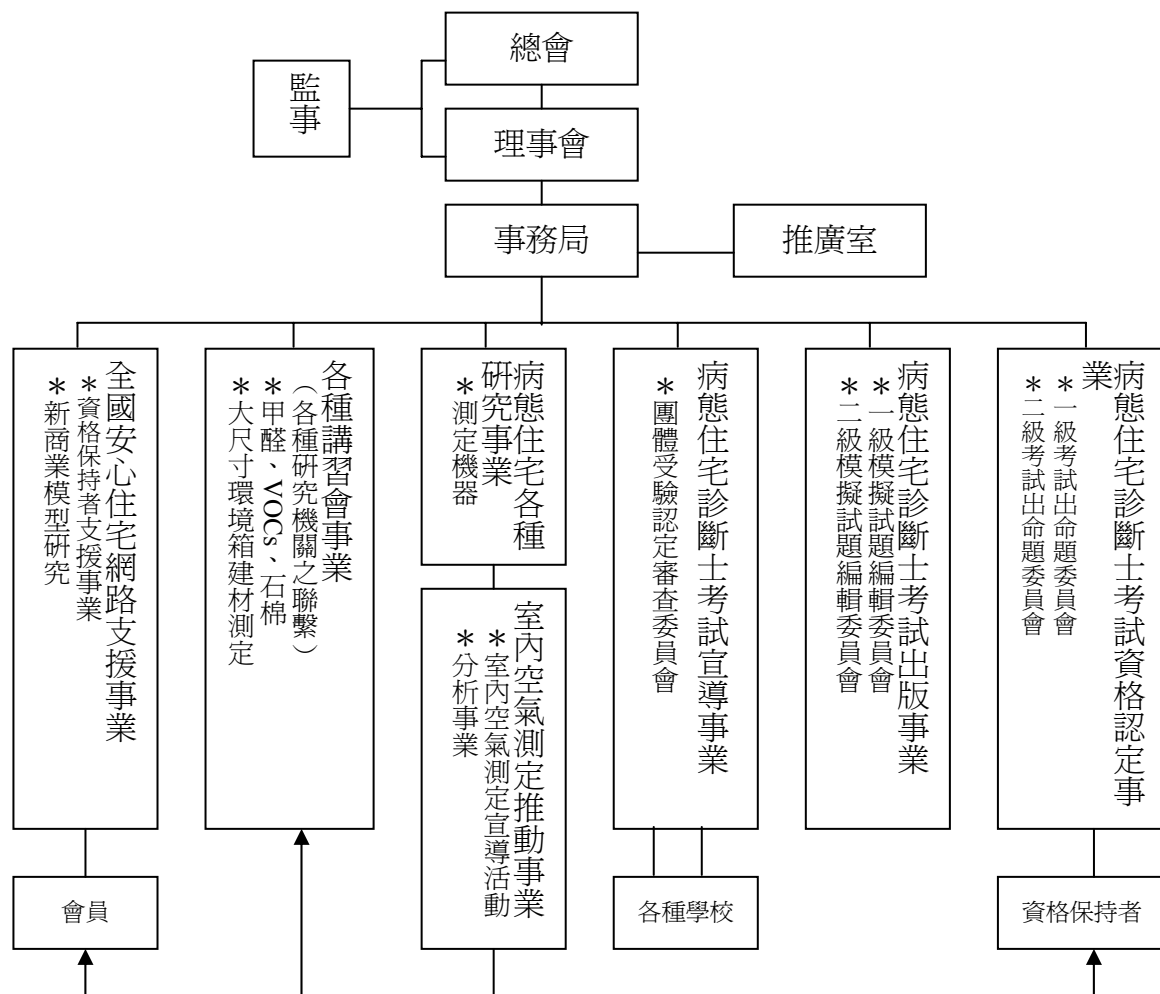
資料來源：本研究整理

日本政府對大型建築物規定要定期檢驗室內空氣品質，但對人民相關之住宅則無規定，因住宅屬私人領域，若由政府做會有很多障礙，因此，由民間組織宣導及執行較可行。病態住宅診斷士協會之組織架構詳圖 3-1 所示。

病態住宅診斷士協會之事業內容：

1. 病態住宅症候群問題之宣導事業

- 2.病態住宅診斷士之培育、資格認定事業
- 3.病態住宅症候群問題之調查研究事業
- 4.各種住宅相關商品評估事業
- 5.推廣及資訊提供事業。



資料來源：本研究整理

圖 3-1 日本病態住宅診斷士協會組織架構

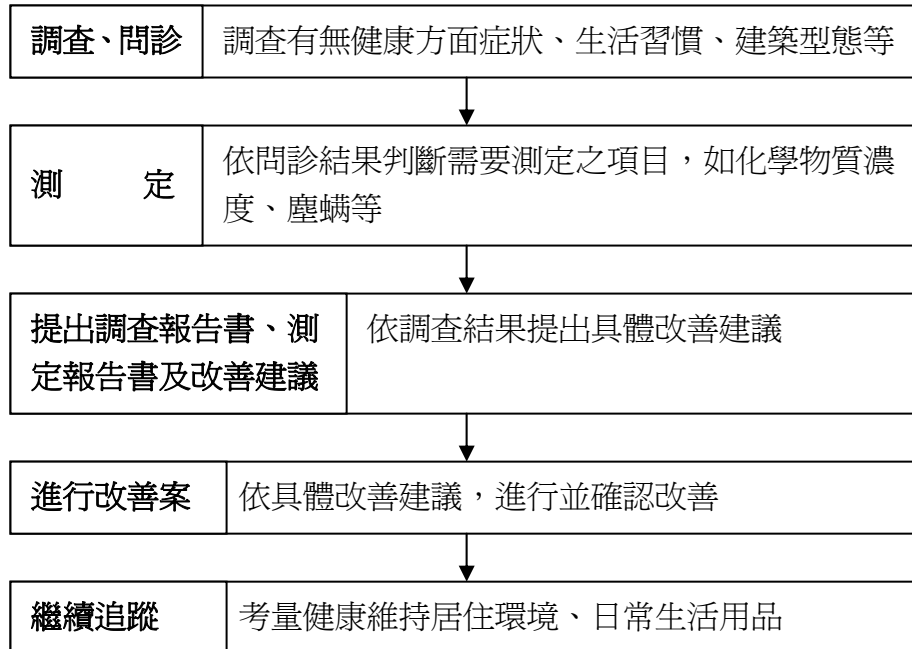
病態住宅診斷士之工作內容：

- 1.病態住宅診斷：診斷住宅環境之狀況，考量居住人體之體質及生活型態、預防病態住宅症候群、提供適當解決之忠告。

- 2.室內空氣環境測定：針對室內空氣中之化學物質、塵蟎等影響居住人之健康與疑慮事項，進行環境測定。
- 3.新建及改建中之忠告：考量病態住宅，針對選擇室內裝修材、換氣方式・設備、冷氣方式・設備等提出警示。
- 4.提供建築、醫療、法律、化學、生物等領域資訊
- 5.選擇及利用建材、家具、生活用品之評估，提供具體建議。進行健康的居住方式、生活生活方式之警示。目前以詢問生活用品與病態住宅之關連最多。

進行問診及聽取住宅調查、室內空氣測定、健康狀態等事項，改善居住環境提案。進行必要對應生活方式之忠告的提案。

- 1.室內空氣測定：進行空氣中之化學物質、溫度・溼度、塵蟎等測定。
- 2.住宅調查：調查使用建材及家具之化學物質發生源，進行調查家具配置及換氣風扇之使用狀況。
- 3.問診：進行健康狀態、生活方式、遺傳因素等事項之問診。
- 4.提出改善對策：依據調查結果，進行居住環境之具體改善提案。住宅日常生活用品及生活習慣之警示。



資料來源：本研究整理

圖 3-2 日本病態住宅診斷士之業務流程(已入居)

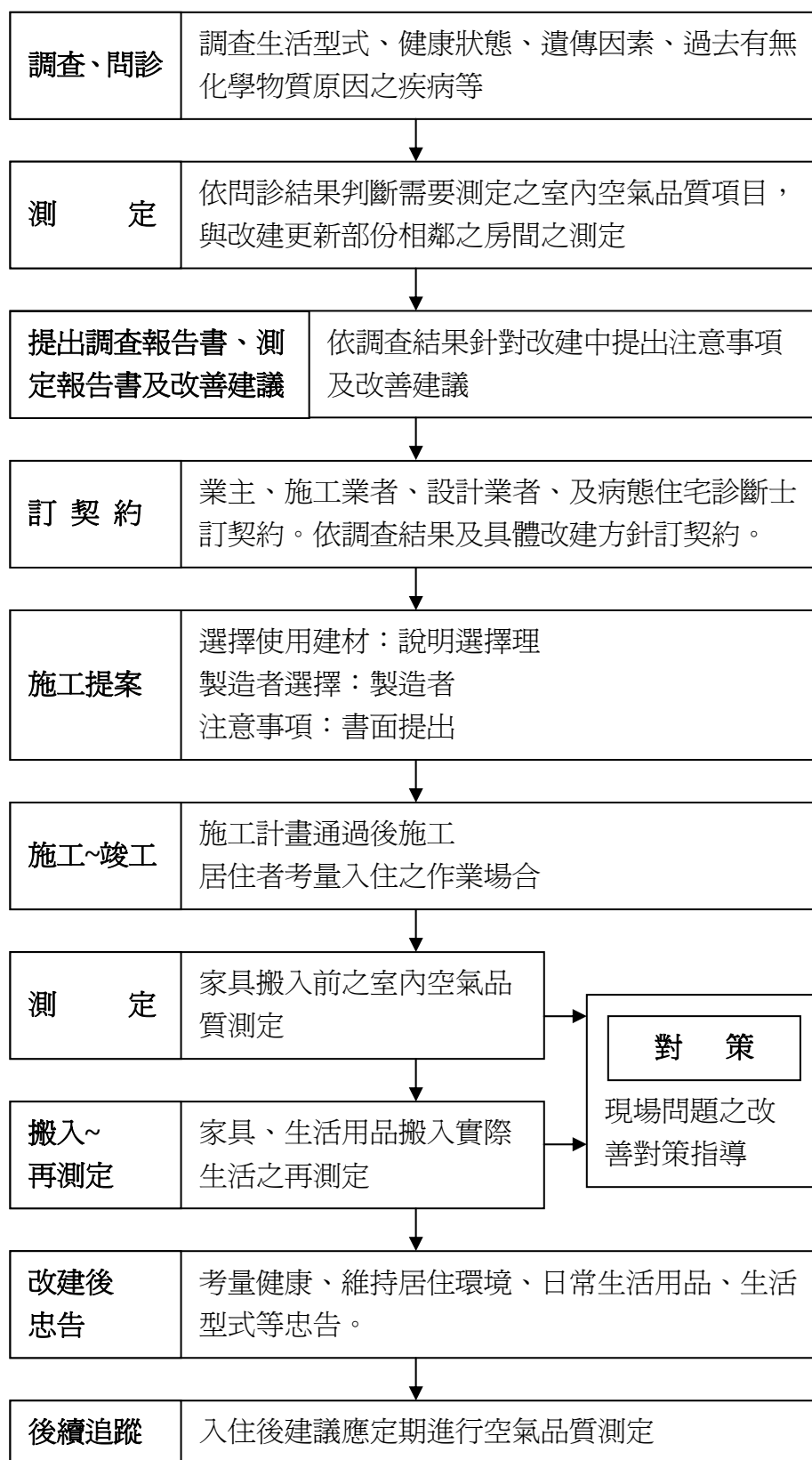


圖 3-3 日本病態住宅診斷士之業務流程(改建更新) 資料來源：本研究整理

第四節 韓國公共場所室內空氣品質管理

韓國近年來因國內病態建物症候群嚴重，韓國環境部（Ministry of Environment）於 2003 年 5 月 29 日修訂 1996 年「地下場所空氣品質管理法」(Underground Air Quality Management Act)為「公共場所室內空氣管制法」(Act on Control of Indoor Air Quality in Public Facilities)，並於 2004 年 5 月 31 日生效實施。

壹、公共場所室內空氣品質管理

公共場所室內空氣管制法係針對 17 種公眾使用之公共場所列管，包括：地鐵站，地下街購物場，圖書館，博物館，美術館，醫療院所，室內停車場，公車站、火車站、機場、港口等之候車室，托兒所，老年醫療照護場所，殯儀館，蒸汽浴房，產婦照護場所及購物中心等。

有關公共場所室內空氣品質之情形，係區分 3 大類公共場所：

第 1 類：地鐵站及地下街購物場；公車站、火車站、機場及港口等之候車室；圖書館、博物館及美術館；殯儀館、蒸汽浴房及購物中心。

第 2 類：醫學中心；國立或一般兒童照護中心；國立或一般老年醫療照護場所，及私立老年安養護理機構或醫學中心；產婦照護場所。

第 3 類：室內停車場。

韓國室內空氣品質標準(Indoor Air Quality Standards)，如表 3-8 所示，針對 100 戶以上新建住宅公寓大樓納入管制，並列管 10 種室內空氣污染物，其中 5 種污染物為「法定污染物」：包括 PM_{10} 、 CO_2 、 $HCHO$ 、總細菌數(Total bacteria Counts, TBC)及 CO 。另 5 種污染物則為「建議污染物」：包括 NO_2 、 Rn 、TVOC、Asbestos 及 O_3 。

貳、建材之污染排放限制

限制建材對造成病態大樓症候群(sick building syndrome)之甲醛及 VOCs 等污染排放，黏著劑(Adheres)的甲醛標準為 $4mg/m^3-h$ 以下，一般材料的甲醛標準為 $1.25mg/m^3-h$ 以下。黏著劑(Adheres)的揮發性有機化合物(VOCs)標準為 $10mg/m^3-h$ 以下，一般材料的 VOCs 標準為 $4mg/m^3-h$ 以下，如表 3-9 所示。建材產品之測試方法包括小型環控箱法及甲醛的 desiccator method。

表 3-8 韓國室內空氣品質標準

法定污染物 設施	PM ₁₀ μℓ/m ³	CO ₂ ppm	HCHO μℓ/m ³	總細菌數 (TBC) CFU/m ³	CO ppm
地鐵站，地下街購物場，圖書館，博物館，美術館，殯儀館、蒸汽浴房	150 以下	1,000 以下	120 以下	-	10 以下
醫療院所，托兒所，老年醫療照護場所，產婦照護場所	100 以下			800 以下	
室內停車場	200 以下			-	25 以下

(資料來源：Ministry of Environment Republic of Korea, Indoor Air Quality Management.)

表 3-9 韓國建材之室內空氣品質標準

型式 污 染 物	黏著劑	一般材料
甲醛(Formaldehyde) mg/m ³ -h	> 4	> 125
揮發性有機化合物(VOCs) mg/m ³ -h	> 10	> 4

(資料來源：Ministry of Environment Republic of Korea, Indoor Air Quality Management.)

參、室內空氣品質採樣方法

韓國各種公共場所室內空氣品質污染物之採樣方法為：PM₁₀ (Mini-volume air sampling method)、CO₂(Non-dispersive infrared method)、Formaldehyde (2,4-DNPH/HPLC)、Total bacteria (Impaction)、CO(Non-dispersive infrared method)、NO₂(Chemiluminescent Method)、Radon(Continuous Radon Monitors)、VOCs

(Adsorbent tube/TD-GC/MS) 、Asbestos(Phase contrast microscopy)及
O₃(U.V.Photometric Method)。

污染物採樣時間介於早上 8 點至下午 7 點之間，其中，TVOC 及 Formaldehyde 係採樣 2 次且各採樣 30 分鐘，Asbestos、CO₂、CO、NO₂ 及 O₃ 採樣 1 小時，Radon 採樣 8 小時，Total bacteria 則需採集 200 至 1000 公升，PM₁₀ 則採樣 8 小時，但若在地鐵站或地下商店街則需採樣 24 小時。

第五節 香港及大陸室內空氣品質管理

壹、香港

香港室內空氣品質管理及監督事宜，由室內空氣品質管理小組負責，這是一個跨部門的管理小組，逾 1998 年由環境運輸及工務局、教育統籌局、及衛生福利及食物局等三個政策局，及建築署、屋宇署、香港海關、衛生署、機電工程署、環境保護署、消防處、食物環境衛生署、房屋署、勞工處等十個政府部門組成。

室內空氣品質管理小組，由環境運輸及工務局擔任主席，並於 1999 年研擬一項「室內空氣品質管理計劃」，已於 2000 年施行，以改善辦公大樓及公眾場所的室內空氣品質，並就此進行了公眾諮詢。計劃內容，包括：

- 1.展開公眾教育及宣傳運動，提高公眾人士對室內空氣品質的意識；
- 2.設立室內空氣品質資訊中心，發行有關室內空氣品質的參考資料；
- 3.採用一套室內空氣品質指標，作為評估室內空氣品質的共同衡量準則；
- 4.制備一套指引，以助改善辦公室及公眾場所的室內空氣品質管理；
- 5.提倡自願性的「室內空氣品質檢定計劃」，並邀請處所的業主及管理公司，包括政府廳舍在內，參與計劃；
- 6.在推行自願性的「室內空氣品質檢定計劃」的同時，並檢討有關室內空氣品質的立法規管；及
- 7.制備一套適用於公共運輸設施的室內空氣品質的專業守則。

辦公室及公眾場所室內空氣品質認證計畫(Indoor Air Quality Certification Scheme for Offices and Public Places)，訂立一套二級制的室內空氣品質指標是作為審定和評估室內空氣品質的基準。這套指標與以健康為基礎並為國際所用的空氣品質標準相若，也可鼓勵建築物業主以理想的室內空氣品質為目標。

香港最受關注的幾類空氣污染物，包括：(1)二氧化碳及從人類、寵物和植物排出的生物污染物；(2)從建築物料釋放出的氬氣；(3)從日用品（如化粧品、殺蟲劑、清潔劑等）所含的揮發性有機化合物；(4)從壓製木製成品如傢俬所含的甲醛；及(5)二手煙。

室內空氣品質指標可分為如下：

- 1.卓越級-代表一幢高級而舒適的大樓應有的最佳室內空氣品質。
- 2.良好級-代表可保障一般公眾人士，包括幼童及長者的室內空氣品質。

這兩級指標主要採用以健康為基礎的空氣品質標準，例如世界衛生組織（WHO）所採用的標準來保護較廣泛的人，如幼童及長者。

量測 12 項 IAQ 參數，詳表 3-10。

室內空氣品質指標是為整幢建築內的室內空氣品質而訂立，適用於建築內的所有使用者。提供不同指標，旨在盡量減低實行計劃的成本，務求在不同程度達致期望的「最佳健康水平」。符合室內空氣品質指標並不代表可完全避免所有室內空氣品質問題。不過，若建築能夠符合所有參數，室內空氣污染可能引致健康問題或令佔用人感到不適的機會會減至最低。因此，建築業主及僱主在切實可行的情況下，應盡力達致室內空氣品質指標。

表 3-10 列出兩級室內空氣品質指標，採用的參數包括室內溫度、相對濕度、空氣流動速度(風速)、二氧化碳、總揮發性有機化合物、可吸入懸浮粒子、一氧化碳、二氧化氮、臭氧、甲醛、氬氣及空氣中細菌。表 3-11 列出建議用以量度個別揮發性有機化合物的空氣質素指標，作為衡量是否符合「良好級」的總揮發性有機化合物指標的另一項選擇（參照《辦公室及公眾場所室內空氣質素檢定計劃指南》第 3.5.4.9 段）。

表 3-10 香港辦公室及公眾場所室內空氣品質指標

參數	單位	8 小時平均值 ^a	
		卓越級 ^b	良好級
室內溫度	°C	20 至 <25.5	<25.5 ^b
相對濕度	%	40 至 <70 ^c	<70
空氣流動速度(Air movement)	m/s	<0.2	<0.3
二氧化碳(CO ₂)	ppmv	<800 ^d	<1000 ^e
一氧化碳(CO)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<2000 ^f	<10000 ^g
	ppmv	<1.7	<8.7
可吸入懸浮微粒(PM ₁₀)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<20 ^f	<180 ^h
二氧化氮(NO ₂)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<40 ^g	<150 ^h
	ppbv	<21	<80
臭氧(O ₃)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<50 ^f	<120 ^g
	ppbv	<25	<61
甲醛	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<30 ^f	<100 ^{f,g}
	ppbv	<24	<81
總揮發性有機化合物(Total Volatile organic compounds, TVOC)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<200 ^f	<600 ^f
	ppbv	<87	<261
氡氣(Radon, Rn)	Bq/m ³	<150 ⁱ	<200 ^f
空氣中細菌(Airborne Bacteria)	Cfu/m ³	<500 ^{j,k}	<1000 ^{j,k}

附註：

- 在某些情況下，進行連續 8 小時的量度工作未必可行。因此，亦可接受替代量度方案（即採用間歇式量度方法——在 4 個不同時段進行每次為期半小時的量度，然後取其平均數）。
- 機電工程署發出的《空調裝置能源效益指引》(1998 年)
- 室內空氣品質指標：日本 (Law of Maintenance of Sanitation in Building) 及南韓 (Public Sanitary Law)
- 美國環保局發出的 Facilities Manual: Architecture, Engineering and Planning Guidelines. Maximum Indoor Air Concentration Standards (1996 年)
- 室內空氣品質指標：澳洲 (Interim National Indoor Air Quality Goals)、加拿大 (Indoor Air Quality in Buildings: A Technical Guide)、日本 (Law of Maintenance of Sanitation in Building)、南韓 (Public Sanitary Law)、新加坡 (Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises/building)、瑞典 (Ventilation Code of Practice) 及挪威 (Recommended Guidelines for Indoor Air Quality)
- 芬蘭室內空氣品質及氣候協會發出的 "Classification of Indoor Climate 2000: Target Values, Design Guidance and Product Requirements" (2001 年)
- 世界衛生組織發出的 "Guidelines for Air Quality" (2000 年)
- 環境保護署根據《空氣污染管制條例》(第 311 章) 所訂的香港空氣品質指標 (1987 年)
- 美國環保局發出的 "US EPA Guideline for Radon in Homes due to Natural Radiation Sources"(註：4 pCi/L 或 150 Bq/m³ 為美國環保局所訂的行動水平) (1987 年)
- 美國政府工業衛生專家協會 (1986 年)，美國政府工業衛生專家協會委員會活動及報告「生物噴霧劑：辦公室環境中存活於空氣的微生物：採樣準則及分析程序」，應用工業衛生部
- 細菌含量超標並不表示會構成健康風險，但可作為需要進一步調查的提示。

(資料來源：The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2003)

表 3-11 香港個別揮發性有機化合物的室內空氣品質指標
(符合「良好級」總揮發性有機化合物指標)目

化合物	良好級
苯(Benzene)	5ppbv ^a (16.1 μ g/m ³)
四氯化碳(Carbon tetrachloride)	16ppbv ^b (103 μ g/m ³)
氯仿〔三氯甲烷〕Chloroform	33ppbv ^b (163 μ g/m ³)
1,2-二氯苯(1,2-Dichlorobezene)	83ppbv ^c (500 μ g/m ³)
1,4-二氯苯(1,4-Dichlorobezene)	33ppbv ^c (200 μ g/m ³)
乙苯(Ethylbenzene)	333ppbv ^c (1,447 μ g/m ³)
四氯乙烯(Tetrachloroethylene)	37ppbv ^{a, c} (250 μ g/m ³)
甲苯(Toluene)	290ppbv ^a (1,092 μ g/m ³)
三氯乙烯(Trichloroethylene)	143ppbv ^{a, d} (770 μ g/m ³)
二甲苯(o-, m-, p- 異構物) Xylene(o-, m-, p-isomers)	333ppbv ^e (1,447 μ g/m ³)
附註： a. 世界衛生組織發出的《歐洲空氣品質新修訂指引》("Updating & Revision of the Air Quality Guidelines for Europe")(1995 年) b. 美國政府工業衛生專家協會所訂的最高閾限值-TWA 的 1/300 - 《美國政府工業衛生專家協會所訂的工作環境化學物質最高閾限值》(1996 年) c. 世界衛生組織建議的連續接觸限量 d. 「很少人會考慮需就這風險水平採取行動，除非有消費品證明不採取行動會構成危險」- 倫敦皇家協會 (1983 年) e. 勞工處發出的《控制工作地點空氣雜質(化學品)的工作守則》(2002 年) 備註:所有單位對換是根據 NIST Standard Reference Database 69 (2003 年 3 月版) - NIST Chemistry Webbook 的數據計算所得。	

(資料來源：The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2003)

貳、大陸

大陸由質監總局、衛生部和環保總局共同制定適用於住宅和辦公建築物的「室內空氣品質標準」，並於 2003 年公布實施，檢測項目不斷增修，詳表 3-12 所示。大陸在室內空氣品質檢測和標準已有一些具體的措施。中國室內裝飾協會室內環境監測中心已成立一個檢測服務網，在大陸各省市並有設立分站，其目的是在：普及宣傳室內環境保護知識，檢測改善室內空氣污染，推廣開發室內環境保護技術和產品，鑒定推薦綠色建築裝飾材料及產品等。該中心似乎已進行商業的服務工作，在室內空氣品質改善上可說是非常進步的，但其測試能力、儀器設備和業務現況仍需再加以了解。

表 3-12 大陸室內空氣品質標準

參數類別	參數	標準值	單位	備註
物理性	溫度	22-28	°C	夏季空調
		16-24		冬季暖氣
	相對濕度	40-80	%	夏季空調
		30-60		冬季暖氣
	風速	0.3	m/s	夏季空調
		0.2		冬季暖氣
化學性	外氣量	30	m ² /h*人	-
	二氧化硫	0.50	mg/m ³	1h 平均值
	二氧化氮	0.24	mg/m ³	1h 平均值
	一氧化碳	10	mg/m ³	1h 平均值
	二氧化碳	0.10	%	日平均值
	氨	0.20	mg/m ³	1h 平均值
	臭氧	0.16	mg/m ³	1h 平均值
	甲醛	0.10	mg/m ³	1h 平均值
	苯	0.11	mg/m ³	1h 平均值
	甲苯	0.20	mg/m ³	1h 平均值
	二甲苯	0.20	mg/m ³	1h 平均值
	懸浮固體(PM10)	0.15	mg/m ³	日平均值
	總揮發性有機物(TVOC)	0.60	mg/m ³	8h 平均值
生物性	細菌總數	2500	cfu/m ³	-
放射性	氡	400	Bq/m ³	年平均值

(資料來源：李順誠，2006，香港 IAQ 管理政策及認證制度)

。

第六節 小結

壹、各國室內空氣污染物之原頭管制

影響室內空氣品質的重要因子，首推室內裝修或傢俱中油漆或黏著劑等化學物質所釋放的甲醛及揮發性有機物質(VOCs)。其次，是室內事務機器如影印機操作所排放之二氧化碳(CO₂)及臭氧(O₃)，或經由空調系統等傳播的生物性氣膠，或因室內活動型態所造成的污染，如抽煙所引起之各種化學物質與呼吸性微粒等。這些污染物皆會藉由建築材料，間接或直接影響人體健康，甚至有造成突變腫瘤等惡性疾病之疑慮。

世界各國室內空氣品質之管制項目，包括 CO₂、CO、懸浮微粒(PM₁₀、PM_{2.5})、氫氣、甲醛、TVOC、臭氧、真菌、細菌、NO₂、溫度、濕度、風速等，彙整分析如表 3-13。

各國室內空氣污染物之相關管制項目以香港 12 項最多，挪威最寬鬆只有 3 項，美國尚含噪音、照度、空調參數、PM_{2.5} 等。香港「辦公室及公眾場所室內空氣品質認證計畫(Indoor Air Quality Certification Scheme for Offices and Public Places)」，分二級，管制 12 項室內空氣品質項目。

貳、建築技術規則之通風規定

我國建築技術規則通風規定，強調在自然及機械通風之標準，而美國 ASHRAE 之通風標準則自 1981 年更名朝向「可接受之室內空氣品質之通風」，因此，顯示我國建築技術規則之通風規定亟需修訂，以提升室內空氣品質。通風規範之制定，冷凍空調業應發揮其專業功能，並定期提出修正案，如美國 ASHRAE 之通風標準，從 1973 年、1981 年更名、1989 年、2001 年因應社會變遷而持續修訂更新，始能提升通風規範之水準。

表 3-13 各國室內空氣品質管制項目之比較

項目 國家	CO	CO ₂	懸浮 微粒	氫氣	甲醛	TVOC	O ₃	真菌 數	NO ₂	溫度	濕度	風速	其他
香港	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
中國 大陸	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	
加拿大	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆			☆	☆	☆	
美國	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆		☆	☆	☆	噪音、照度、空 調參數等
新加坡	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆		☆	☆	☆	
台灣	☆	☆	☆		☆	☆	☆	☆		☆	☆		PM _{2.5}
南韓	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆				石棉
澳洲	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆				☆		
日本	☆	☆	☆	☆	☆	☆			☆				
英國	☆	☆		☆			☆			☆			
德國		☆			☆	☆				☆	☆		
挪威					☆	☆					☆		

(資料來源：陳瑞鈴，推動室內環境品質研究發展及管制雛議；本研究修正)

第四章 國內室內環境品質管理之檢討與規劃

第一節 室內空氣品質管理推動現況

壹、行政院消費者保護委員會「室內空氣品質管理推動方案」

「室內空氣品質管理推動方案」⁴⁻¹係依行政院 吳前副院長於 94 年 8 月 25 日召開之「行政院消費者保護委員會第 126 次委員會議」決議事項辦理：「1.指定環保署為「室內空氣品質」之目的事業主管機關；2.請各主管機關針對發生消費爭議較多之申訴案件類型檢討分析並研擬因應對策，妥為處理；3.請環保署儘速邀集相關部會就所管各室內場所空氣品質召開會議，研商分工原則並訂定相關規範，於 95 年 2 月底前送該會審議。」

一、我國現行室內空氣品質問題

室內環境中最直接影響人體健康的因子是室內空氣品質，根據行政院環保署委託研究機構檢測國內一般家戶環境、學校及各種典型辦公建築室內空氣品質資料顯示，主要問題點如下：

- 1.通風換氣不良導致 CO₂ 偏高、
- 2.揮發性有機污染物(甲醛)、
- 3.生物性污染物濃度普遍偏高。

二、我國現行室內空氣品質管理相關法規

根據「室內空氣品質管理推動方案」，現行中央部會及地方政府已訂有與室內空氣品質管理相關法規如表 4-1 所示。

⁴⁻¹資料來源：行政院消費者保護委員會，室內空氣品質 3 年工作行動計畫，消費新生活運動電子報第 45 期／95 年 6 月 27 日發刊。
(<https://back.cpc.gov.tw/backend/epaper/epaper/0045> 第四十五期電子報.htm)

表 4-1 國內現行室內空氣品質管理相關法規

部會	法令	內容
內政部	建築法	第 77-2 條：建築物室內裝修應遵守左列規定： 一、供公眾使用建築物之室內裝修應申請審查許可，非供公眾使用建築物，經內政部認有必要時，亦同。但中央主管機關得授權建築師公會或其他相關專業技術團體審查。 二、裝修材料應合於建築技術規則之規定。 三、不得妨害或破壞防火避難設施、消防設備、防火區劃及主要構造。 四、不得妨害或破壞保護民眾隱私權設施。
內政部 營建署	建築技術 規則	第 11 章第 5 節：空氣調節及通風設備（第 218、219、220、221、222、223 及 224 條） 第 17 章第 6 節：綠建築構造與綠建材（第 322 條）
台北市 政府衛 生局	臺 北 市 營 業 衛 生 管 理 自 治 條 例	第 7 章電影片映演業 第 45 條營業場所之設備應符合下列規定： 一、室內空氣品質衛生標準： 1. 風速，每秒鐘平均不得超過零點五公尺。 2. 空氣細菌數，每分鐘落下不得超過 150 個（落下法）。 3. 空氣塵埃數，每公撮不得超過七百個（勞研氏塵埃計）。 4. 相對濕度應保持百分之六十至七十五間。 5. 二氧化碳濃度應在百分之零點一五以下。 二、（散）場之走廊或休息室之照明度應保持 50 米燭光以上。 三、使用中央空調，室內溫度應維持攝氏 23 度至 28 度間。 四、映演場所每場映演完畢，地面應即打掃清潔及調節空氣。
行政院 衛生署	菸害防治 法 (89.01.19)	第 13 條 左列場所不得吸菸： 1. 圖書室、教室及實驗室。 2. 表演廳、禮堂、展覽室及會議廳（室）。 3. 室內體育館及游泳池。 4. 民用航空器、客運汽車、纜車、計程車、渡船、電梯間、密閉式之鐵路列車、捷運系統之車站、車廂及其他各種密閉式之公共運輸工具。 5. 托兒所、幼稚園。 6. 醫療機構、護理機構、其他醫事機構及殘障福利機構。 7. 金融機構、郵局及電信局之營業場所。 8. 製造、儲存或販賣易燃易爆物品之場所。 9. 其他經中央主管機關指定公告之場所。

(資料來源：行政院消費者保護委員會，2005)

三、工作內容及推動期程：

(一)工作內容

環保署提報行政院消費者保護委員會「室內空氣品質管理推動方案」之工作，主要工作內容如下：

- 1.建立室內空氣品質建議(標準)值，
- 2.檢討研修影響室內空氣品質之相關管理法規，
- 3.建立室內空氣污染物檢測方法與能力，推動自行檢(監)測制度，
- 4.建置室內空氣品質改善技術規範及諮詢改善制度，
- 5.推動室內空氣品質自主管理及分級標章制度。

(二)推動期程

期程規劃，以三年為一期，屆期前重新檢討修正。以 95 年為例：

- 1.訂定公共場所室內空氣品質建議 (標準)值及檢測方法。
- 2.各部會依本案分工原則研訂、研修相關管理法規、標準、技術 準則及指引；規劃未來三年執行計畫工作內容，並訂定檢測及改善輔導行動計畫。
- 3.研訂室內空氣品質改善技術規範及改善指引
- 4.抽測政府辦公大樓、人潮聚集的公共場所及其他有特定需求場所。

四、部會分工

環保署經邀集各相關部會開會研商，除完成各部會之分工原則，並將擬訂具體之 3 年工作行動計畫(Action plan)，落實推動室內空氣品質之改善與管理。

五、廟宇室內空氣品質

另外，目前由於大陸劣質之工業拜香⁴⁻²大量進軍台灣，行政院消保會為確保民眾健康，已於 95 年 4 月 3 日上午召開會議決議，請經濟部商業司加強對市售拜香產品之標示查核；請經濟部標準檢驗局儘速研訂拜香成分的國家標準；請

⁴⁻² 資料來源：行政院消費者保護委員會，燒『好』香，就有保佑？教你如何燒香拜拜，消費新生活運動電子報第 39 期／95 年 4 月 20 日發刊。

(<https://back.cpc.gov.tw/backend/epaper/epaper/0039> 第三十九期電子報.htm)

行政院環保署將廟宇空氣品質納入「室內空氣品質管理推動方案」中，一併規範；並呼籲禮儀用品公會建立標章，以為大陸香與台灣香之區別，期能全面的為民眾的健康把關。

貳、行政院環境保護署相關法令

一、室內空氣品質管理法（草案）

環保署依行政院消保會於第 133 次委員會議，於第 135 次委員會議提報擬訂「室內空氣品質管制法(草案)」⁴³，以為長遠規範之依循。立法目的係為改善室內生活環境，維護國民身體健康，以提升室內空氣品質。未來完成立法後，經中央主管機關公告指定之室內公私場所應符合室內空氣品質標準、應定期委託進行室內空氣品質檢驗、應設置自動連續監測、委由中央主管機關許可之室內空氣品質查證人員查驗及簽證檢驗測定報告及改善與維護管理措施。目前室內空氣品質管理法（草案）已舉辦公聽會，尚在制訂中，

二、室內空氣品質標準建議值

依空氣污染防治法規定，空氣品質標準係指室外空氣中空氣污染物排放標準，室內空氣品質並不在規範內，環保署民國 94 年 12 月 30 日公佈「室內空氣品質標準建議值」（參考性質），包括二氧化碳（CO₂）、一氧化碳(CO)、甲醛(HCHO)、總揮發性有機化合物(TVOC)、細菌(Bacteria)、真菌(Fungi)、粒徑小於或等於 10 微米之懸浮微粒(PM₁₀)、粒徑小於或等於 2.5 微米之懸浮微粒(PM_{2.5})、臭氧及溫度等，如表 4-2 所示，其內容可區分為「物理性」、「化學性」及「生物性」等項目。

⁴³ 資料來源：行政院消費者保護委員會，室內空氣品質必要時將研訂專法，消費新生活運動電子報第 39 期／95 年 4 月 20 日發刊。

(<https://back.cpc.gov.tw/backend/epaper/epaper/0039> 第三十九期電子報.htm)

表 4-2 環保署公告「室內空氣品質標準建議值」

項目	建議值			單位
二氧化碳 (CO ₂)	8 小時值	第 1 類	600	ppm
		第 2 類	1000	(體積濃度百萬分之一)
一氧化碳 (CO)	8 小時值	第 1 類	2	ppm
		第 2 類	9	
甲醛 (HCHO)	1 小時值		0.1	ppm
總揮發性有機化合物 (TVOC)	1 小時值		3	ppm
細菌(Bacteria)	最高值	第 1 類	500	CFU/m ³
		第 2 類	1000	(菌落數/立方公尺)
真菌(Fungi)	最高值		1000	CFU/m ³
粒徑小於等於 10 微米(μm) 之懸浮微粒 (PM ₁₀)	24 小時值	第 1 類	60	μg/m ³ (微克/立方公尺)
		第 2 類	150	
粒徑小於等於 2.5 微米 (μm) 之懸浮微粒 (PM _{2.5})	24 小時值		100	μg/m ³ (微克/立方公尺)
臭氧 (O ₃)	8 小時值	第 1 類	0.03	ppm (體積濃度百萬分之一)
		第 2 類	0.05	
溫度(Temperature)	1 小時值	第 1 類	15 至 28	°C (攝氏)

(資料來源：行政院環保署，民國 94 年 12 月 30 日)

根據民眾聚會特性分 2 類場所適用不同寬嚴程度數值，第 1 類係對於室內空氣品質有特別需求場所採用較嚴格數值，包括學校及教育場所、兒童遊樂場所、醫療場所、老人或殘障照護場所等；第 2 類則係指一般大眾聚集之公共場所及辦公大樓，包括營業商場、交易市場、展覽場所、辦公大樓、地下街、大眾運輸工具及車站等室內場所。

惟上開公告之室內空氣品質建議值目前僅為建議性質，只能產生建議之功能，沒有法律效力，主管機關未來如何落實檢測管制將是一大挑戰。

三、室內空氣品質相關標準檢測方法

為提昇我國室內空氣品質檢測技術與品質，行政院環保署已增（修）訂並於 95 年 6 月 30 日完成公告實施。環保署「室內空氣品質建議值」之各項檢測方法，因部分項目之檢測達微量級，故需有較準確且品保品管要求較嚴謹之檢測方法，詳表 4-3 所示。

表 4-3 環保署公告室內空氣品質標準建議值項目之標準檢測方法

標準檢測方法		編號	公告日期
1	空氣中二氧化碳自動檢測方法－紅外線法	NIEA A448.10C	95.6.19
2	空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外線法	NIEA A421.11C	95.5.11
3	空氣中臭氧自動檢驗方法－紫外光吸收法	NIEA A420.11C	95.5.11
4	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	95.5.29
5	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	95.6.19
6	空氣中粒狀污染物（PM ₁₀ ）自動檢測方法－貝他射線衰減法	NIEA A206.10C	89.11.30
7	空氣中粒狀污染物（PM ₁₀ ）自動檢測方法－慣性質量法	NIEA A207.10C	89.11.30
8	空氣中懸浮微粒（PM _{2.5} ）之檢測方法－衝擊式手動法	NIEA A205.10C	95.6.19
9	室內空氣中細菌濃度檢測方法	NIEA E301.10C	95.6.19
10	室內空氣中真菌濃度檢測方法	NIEA E401.10C	95.6.19

（資料來源：張鼎旺，2006）

環保署於增（修）訂各項檢測方法時，除參考歐美等先進國家之檢測方法外，且蒐集國內外相關資料，排除無法達微量級檢測之簡易分析、檢測數據品保品管較不嚴謹及偏差較大等方法，並經該署「環境檢測標準方法審議委員會」審議通過。

環保署已公告施行 PM₁₀ 之 2 種大氣檢測方法，可以適用室內空氣檢測外，

並修訂公告「空氣中臭氧自動檢驗方法—紫外光吸收法」、「空氣中一氧化碳自動檢測方法—紅外線法」、「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」等 3 種檢測方法。增訂公告「空氣中懸浮微粒(PM_{2.5})之檢測方法—衝擊式手動法」、「空氣中二氧化碳自動檢測方法—紅外線法」、「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」、「室內空氣中細菌濃度檢測方法」、「室內空氣中真菌濃度檢測方法」等 5 種檢測方法。

第二節 室內環境品質管理推動現況

為維護室內環境品質，可從「源頭控制」(source control)及「室內空氣品質改善」二方面著手，方可達到治本的效果。

源頭控制方面係透過管制通風及室內環境污染物為主。說明如下：

壹、營建署建築相關法令規定

一、建築技術規則通風規定

(一)建築設計施工編「空氣調節及通風設備」規定

我國建築技術規格之相關通風規定，說明如下：

第 219 條（機械通風系統）地下建築物，其樓地板面積在 1000 平方公尺以上之樓層，應設置機械送風及機械排風；其樓地板面積在 1000 平方公尺以下之樓層，得視其地下使用單元之配置狀況，擇一設置機械送風及機械排風系統、機械送風及自然排風系統、或自然送風及機械排風系統。

第 220 條（通風量）依前條設置之通風系統，其通風量應依左列規定：

- 一、按樓地板面積每平方公尺應有每小時 30 立方公尺以上之新鮮外氣供給能力。但使用空調設備者每小時供給量得減為 15 立方公尺以上。
- 二、設置機械送風及機械排風者，平時之給氣量，應經常保持在排氣量之上。
- 三、各地下使用單元應設置進風口或排風口，平時之給氣量並應大於排氣量。

第 222 條（新鮮空氣進氣口）新鮮空氣進氣口應有防雨、防蟲、防鼠、防塵之構造，且應設於地面上 3 公尺以上之位置。該位置附近之空氣狀況，經主管機關認定不合衛生條件者，應設置空氣過濾或洗淨設備。

(二)建築設備編「機械通風系統及通風量」規定：

第 101 條（通風系統）機械通風應依實際情況，採用下列三系統：

- 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 102 條建築物供各種用途使用之空間，設置機械通風設備時，通風量不得小於表 4-4 規定。

表 4-4 建築物供各種用途使用空間之通風量

房間用途		樓地板面積每平方公尺所需通風量(立方公尺／小時)	
		機械送風及機械排風、機械送風及自然排風(系統 1 及 2)	自然送風及機械排風(系統 3)
臥室、起居室、私人辦公室等容納人數不多者。		8	8
辦公室、會客室		10	10
工友室、警衛室、收發室、詢問室。		12	12
會議室、候車室、候診室等容納人數較多者。		15	15
展覽陳列室、理髮美容院。		12	12
百貨商場、舞蹈、棋室、球戲等康樂活動室、灰塵較少之工作室、印刷工場、打包工場。		15	15
吸煙室、學校及其他指定人數使用之餐廳。		20	20
營業用餐廳、酒吧、咖啡館。		25	25
戲院、電影院、演藝場、集會堂之觀眾席。		75	75
廚房	營業用	60	60
	非營業用	35	35
配膳室	營業用	25	25
	非營業用	15	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於 15 平方公尺之發電或配電室		—	10
茶水間		—	15
住宅內浴室或廁所、照相暗室、電影放映機室		—	20
公共浴室或廁所，可能散發毒氣或可燃氣體之作業工場		—	30
蓄電池間		—	35
汽車庫		—	25

(資料來源：建築技術規則，2006)

(三)建築設計施工篇「綠建築構造與綠建材」規定

鼓勵新建建築物採用綠建材，2004 年營建署於「建築技術規則」建築設計施工編增訂第 17 章「綠建築專章」相關條文，並將「綠建材」部分整合在「綠建築專

章」，以鼓勵室內裝修材料採用低逸散性之建材。說明如下：

第 321 條規定：建築物之室內裝修材料應採用綠建材，其使用率應達室內裝修材料總面積 5% 以上。

貳、綠建築推動方案

90 年訂頒「綠建築推動方案」，要求政府部門應率先將綠建築理念落實至公有建築中，以帶動風潮，並於 94 年於「建築技術規則」中訂立綠建築專章，透過法規強制執行的方式，改變以往既有錯誤不當的建築設計，以期使國內建築環境轉型提升，降低建築開發所造成之環境負荷與衝擊。

一、綠建築標章納入「室內環境指標」

為讓民眾辨識選購綠建築，內政部制定綠建築(Green Building)標章評定制度，自 88 年 9 月開始受理申請。綠建築九項評估指標，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、水資源指標、污水及垃圾改善指標等，如表 4-5 所示。

為落實綠建築之精神，特別規劃新增納入「室內環境指標」，室內環境指標主要在評估室內環境中之通風換氣、隔音、採光、室內空氣品質、室內裝修材等影響健康與舒適之因素。

表4-5 綠建築九大評估指標系統與與地球環境關係

大指標群	指 標 名 稱	與地球環境關係						排序關係		
		氣候	水	土壤	生物	能源	資材	尺度	空間	操作次序
生態	1.生物多樣性指標	*	*	*	*	*		大	外	先
	2.綠化量指標	*	*	*	*	*		↑	↑	↑
	3.基地保水指標	*	*	*	*	*		↓	↓	↓
節能	4.日常節能指標	*				*		↓	↓	↓
	5. CO ₂ 減量指標			*		*	*	↓	↓	↓
減廢	6.廢棄物減量指標			*			*	↓	↓	↓
	7.室內環境指標			*		*	*	↓	↓	↓
健康	8.水資源指標	*	*					↓	↓	↓
	9.污水垃圾改善指標		*		*		*	小	內	後

(資料來源：內政部建築研究所，2005)

二、辦理「室內環境品質改善計畫」

為提升室內環境品質，內政部建築研究所過去曾委託國立成功大學辦理「建築室內環境保健控制綜合指標之研究」、「辦公建築室內空氣品質與空調設備之診斷研究」等，並針對室內環境的診斷調查與改善評估，建立「室內環境綜合指標」(Indoor Environmental Index, IEI)⁴⁴。

內政部建築研究所在此基礎下，自 91 年起針對公有建築物辦理三年「室內環境品質改善補助計畫」，透過委員會審查機制，經初選、初勘、及決選會議評選出待改善案例，進行室內環境品質現場診斷及後續改善工程，診斷評估內容包括：音環境、光環境、溫熱環境、空氣環境及電磁環境等五大指標，採用之現場量測方法與評估基準如表 4-6 所示。

截至民國 95 年，計改善大安高工、中央警察大學一樓室內靶場等 14 處學校、機關及醫院等類之公有廳舍室內環境品質改善工程。

三、鼓勵採用通過「綠建材標章」之建材

國內新建建築物或新裝修室內環境普遍存在室內揮發性有機污染物濃度過高之問題，可能原因包括，裝修建材多具易揮發性有機溶劑甲醛 (HCHO)⁴⁵，加上建築物空調系統設計不良，通風(Ventilation)換氣不夠導致室內揮發性污染物質濃度增高，對人體潛在之影響不可忽視。

⁴⁴ 室內環境綜合指標 (Indoor Environmental Index, IEI)：係內政部建築研究所委託，江哲銘教授主持研發，利用專家諮詢及分析層級程序法 (Analytic Hierarchy process, AHP)，針對台灣地區室內環境之特徵問題點、考量室內人員健康舒適狀態之必要環境因子，以快速檢測所得之評估項目，依據這五類環境因子進行診斷，可瞭解一般空間其室內環境大致之問題點及危害程度。其他未包含在內之室內環境因子，如：振動、生物性污染及各環境中更細微的檢測項目，因所需檢測時間較長、經費較高等因素，可依案例問題點之實質需求增列診斷與評估項目，至於各環境因子量測與評估方法、基準評估則參考國內外相關規範訂定。

⁴⁵ 甲醛 (Formaldehyde)：甲醛分子式 HCHO，是一種刺激性毒物，對黏膜有刺激作用，當刺激眼、鼻及喉部時，會發生咳嗽、疲倦、起疹及過敏等現象，並可造成結膜炎、鼻炎、喉炎等，更嚴重者可能致癌。依據美國環保署 (USEPA) 資料顯示，甲醛是屬於很可能致癌之人類致癌物。

表 4-6 內政部建築研究所「室內環境品質改善補助計畫」量測方法與評估基準

項目	評估因子	單位	基準值 (括號內為基準值來源)			量測方法
音環境	噪音級	dB(A)	辦公	學校	住宅	ISO 1996
			56(IEI)	關窗 50 /開窗 55 (日本文部省)	50(IEI)	
光環境	照度	Lux	辦公	學校	住宅	CNS 5065
			製圖 750 一般 500(CNS)	一般教室 500 電腦教室 300 禮堂 200(CNS)	寫作閱讀 500 一般臥房 150 (CNS、JIS)	
	均齊度	無因次	辦公	學校	住宅	CNS 5065
			1/3(IEI)	1/3(IEI)	0.6(IEI)	
	眩光	—	是否有防眩光設計			—
	晝光率	無因次	辦公、教室		住宅	CNS 5065
1.5～2 (JIS)			0.7 (JIS)			
溫熱環境	溫度*	℃	冷房期：22～27(ASHRAE) 自然通風：23～28(夏)20～26(冬) (PMV-C) 15-28(第 1 類)			
	濕度	%	40～70(ASHARE)			
	風速	m/s	機械：≤0.35(IEI) 自然：≤0.5			
空氣*環境	PM ₁₀	μg/m ³	60(第 1 類) ，150(第 2 類)			
	CO	ppm	2(第 1 類) ，9(第 2 類)			
	CO ₂	ppm	600(第 1 類) ，150(第 2 類)			
	甲醛	ppm	0.1			
	TVOC	ppm	3			
電磁環境	電場強度	V/m	10kHz～100kHz： 87 50Hz～60Hz：4170～5000(環保署)			瑞典 MPR II 電場測試、 日本建築學 會環境磁場 計測技術
	磁通量 密度	μT (1000nT)	12kHz～200kHz：4.6～6.25 50Hz～60Hz：83.3～100(環保署)			

註：*本研究依環保署「室內空氣品質標準之建議值」修正。

(資料來源：內政部建築研究所，室內環境品質改善補助計畫，民國 94 年)

為防止國外不良建材進口傾銷，加強建材管制，並輔導國內建材產業轉型，提升競爭力，推動「綠建材（Green Building Material）標章制度」⁴⁻⁶。綠建材評定分類分成 4 類。其中「健康類建材」，將建材依有機物逸散危害度及裝修材料類別加以分類，陸續納入管制，目前受理評定項目為木質板類及塗料類，並研擬陸續新增評定項目；95 年度預定研擬並可進行「家具」類之試驗與評定。針對室內建

⁴⁻⁶ 綠建材（Green Building Material）標章制度：由內政部建築研究所制定，區分成「生態」、「健康」、「再生」及「高性能」等四類綠建材標章，自 93 年 7 月公告受理申請，初期受理「健康」及「再生」兩類綠建材標章之評定與核發，94 年起擴展包括「生態」及「高性能」共四類綠建材標章之評定與核發。

材與裝修材料進行「人體危害程度」的評估，目前以「低甲醛」及「低揮發性有機化合物」逸散為評估指標。本所性能實驗中心實驗室之建材檢測項目、基準及方法如表 4-7 所示。

表 4-7 內政部建築研究所性能實驗中心建材檢測能力

檢測項目	檢測基準	檢測方法
甲醛(HCHO)	a. $< 0.08 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{hr}$ b. 0.1 ppm(1 小時值)	a. 建材之甲醛逸散檢測方法--小型環控箱測試法(MOIS 901014) b. NIOSH-2541 方法及 ISO 16000-3 標準(實驗室轉換中)
總揮性有機物質(TVOC)	a. $< 0.19 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{hr}$ b. 3 PPM(1 小時值)	a. 建材之揮發性有機物質逸散檢測方法--小型環控箱測試法(MOIS 901014) b. ISO 16000-6 標準

鼓勵新建建築物採用綠建材，2004 年營建署於「建築技術規則」建築設計施工編增訂第 17 章「綠建築專章」相關條文，並將「綠建材」部分整合在「綠建築專章」，以鼓勵室內裝修材料採用低逸散性之建材。說明如下：

- 1.第 320 條規定：建築物其結構體之綠構造係數基準值應低於 0.9。
- 2.第 321 條規定：建築物之室內裝修材料應採用綠建材，其使用率應達室內裝修材料總面積 5%以上。

綠建材之適用範圍為供公眾使用建築物及經內政部認定有必要之非供公眾使用建築物，目前可採用之綠建材，包括：行政院環境保護署已頒發之第 1 類環保標章及內政部建築研究所頒發之綠建材標章納入。

參、經濟部相關法令規定

(一)經濟部相關國家標準制訂

揮發性有機物質 (VOCs) 及甲醛對人體的健康有嚴重影響，經濟部標準檢驗局近半年來亦針對塗料中含揮發性有機物質積極起草制定，現已公布 CNS 15039-1

「塗料與清漆－揮發性有機化合物含量之測定－第1部：扣除法」、CNS 15039-2「塗料與清漆－揮發性有機化合物含量之測定－第2部：氣相層析法」等2種標準，95年12月22日審定通過「塗料－逸散甲醛塗膜與三聚氰胺泡棉試驗法－小型容器中恒定狀態甲醛濃度之測定」、「乳化聚合物游離甲醛液相層析測定法」等2種標準，及正在審查中之「塗料與清漆－低VOC乳膠漆（罐內VOC）揮發性有機化合物含量之測定」、「塗料、清漆之揮發性有機化合物(VOC)之最大含量標準」等2種標準，預期對室內環境品質管理有相當助益。

(二)經濟部「冷凍空調業管理條例」

本條例之立法目的，為推動國家能源政策，提高能源使用效率，提昇冷凍空調業技術水準，促進冷凍空調產業升級，淨化室內空氣品質，保障全體國民健康。

(三)經濟部「建築空調設計節能基準與技術規範(草案)」

經濟部能源局目前正在辦理「建築物空調設計技術規範」草案內容之研擬，所謂「建築空調」係指維持人體在室內舒適健康環境而設置之空調系統，本項基準與技術規範之目的在於提供空調系統設計能源效率之最低要求。

第三節 病態建築室內環境品質診斷機制之規劃評估

在 21 世紀的台灣知建築居住環境，不論新舊建築都須面對「室內環境品質」日益惡化的問題，在高溫高濕氣候的台灣，既有建築更佔有 97% 的數量，不良室內環境造成的健康及安全問題已影響居住健康。有鑑於此，內政部建築研究所從 1997 年開始，長期致力於「建築室內環境品質」等課題，並在 2004 年開始推動「綠建材標章」，並鼓勵採用健康綠建材，建構安全、健康、舒適之室內環境。

為使我國建築產業了解國際環境品質管理制度，內政部建築研究所等於 95 年 10 月 25 日共同舉辦「國際綠建材及室內環境品質管理制度研討會」⁴⁻⁷，邀請日本國立保健醫療科學院建築衛生池田耕一部長及日本病住宅診斷士協會上堀秀和局長等來台研討，並於 95 年 10 月 26 日於財團法人中華建築中心舉辦座談會。緊接著行政院環境保護署於 95 年 10 月 27 日舉辦「室內空氣品質管理國際研討會」⁴⁻⁸，邀請香港、日本專家及國內環保、建築、公共衛生之專家學者共同研討。中華民國室內裝修商業同業公會全國聯合會亦於民國 95 年 10 月 28 日舉行「2006 國際室內裝修與室內空氣品質診斷研討會」，邀請相關國內外之專家學者共同研討。透過連續多場研討會之交流，除了解日本、香港因應病態建築室內空氣品質之推動經驗外，並促使國內環保、建築、公共衛生、室內裝修各界之交流。

比較分析上開研討會之研討成果，歸納如下：

1. 檢討建築技術規則通風規定

建築物空調系統在設計階段之通風換氣設計不良，常造成室內引入之新鮮外氣不足，造成室內二氧化碳濃度蓄積，並影響室內環境污染物無法稀釋排出。其次，日本針對病態住宅問題，考量室內化學物質之影響，已修正「建築基準法」之建材、

⁴⁻⁷ 「國際綠建材及室內環境品質管理制度研討會」，由內政部建築研究所、台灣綠建築發展協會、財團法人中華建築中心主辦。行政院環境保護署、內政部營建署、財團法人環境與發展基金會、國立成功大學建築系、中華民國建築師公會全國聯合會、台灣省建築師公會、中華民國室內裝修商業同業公會全國聯合會、中華民國建築開發商業同業公會全國聯合會、中華民國室內裝修專業技術人員學會、台灣省建築材料商業同業公會聯合會協辦。

⁴⁻⁸ 「室內空氣品質管理國際研討會」，由行政院環境保護署主辦，中華物業管理協會、國立台灣大學公共衛生學院、財團法人台灣產業服務基金會協辦。

換氣設備之基準內容，以 24 小時換氣系統原則，限制室內裝修使用超過甲醛逸散量標準之建材，以達控制室內空氣品質之目的。目前，我國建築技術規則主要以管制通風量設計為主，因此，建議參考日本作法檢討建築技術規則之通風規定，及實施綠建材規定。

2. 管制建材環境污染物

建議室內裝修材料應使用通過健康綠建材標章的建材，管制建材中甲醛或 TVOC 之逸散速率，已達到室內空氣品質之管制標準。

3. 辦理各類建築室內環境品質現況調查

我國在室內空氣品質管制方面得推動上尚在起步階段，各種建築物室內空氣品質現況資料匱乏，現場量測方法未盡完備，故應訂定室內空氣品質簡易量測法及分建築類別做現況調查，並據以擬訂管制標準制訂不同的規範，逐步推廣。

4. 規劃病態建築診斷機制建立計畫

病態建築造成的危害，影響著室內音、光、溫熱、空氣等環境的健康品質。因此，必須建立一套客觀「病態建築診斷機制」，進行建築物之室內環境品質調查、診斷，內容包括：從建築、設備、空調機械等建築硬體設計部分之調查，室內環境品質實地採樣、監測與評估，例如室內空氣污染物對室內空氣品質之影響程度，到房屋所有人使用行為之調查等。最後根據上述調查、監測結果，找出病態建築之問題點及提出改善對策。

結合住宅性能評估制度，住宅缺乏合理品質標示顯然為關鍵問題之一。有鑑於此，本所於 91 年開始進行「住宅性能評估制度」研究，評估類別包括：構造安全、防火避難、無障礙環境、空氣環境、光環境、音環境、節能省水、住宅維護等八類，另評估工作分為設計及施工階段，以確保住宅設計及建造施工之品質。經由專業之第三者客觀評估後，依性能水準清楚標示其等級，期使消費者可依個人需求選擇購買合適之住宅，以健全房地產市場及促進住宅品質之提昇。

第四節 室內環境品質標準量測項目之修正評估

國內環保署公告知室內空氣品質標準管制項目，包括二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物(TVOC)、細菌、真菌、懸浮微粒 (PM_{10} 、 $PM_{2.5}$)、臭氧、溫度等項。內政部建築研究所「室內環境品質改善計畫」評估項目，包括音環境、照明環境、溫熱環境、空氣環境及電磁環境等五大指標。

本研究參考國際室內環境品質、室內空氣品質之發展經驗，發現各國室內空氣品質之研究，多包含照明、隔音、空調系統等調查，且台灣地處亞熱帶，屬高溫高溼氣候，適合黴菌的生長、及容易受潮。因此，室內環境之溫度、溼度、風速、通風量、外氣量等因子皆會影響室內污染物之稀釋及排放能力，及影響室內環境品質之健康與舒適性。其次，在音環境方面，除噪音量外，建議增加餘響時間量測，以評估室內空間回音問題。

針對室內空氣品質標準建議值及室內環境品質改善計畫之檢測項目，建議修正如下：

- 一、室內空氣品質標準建議值之檢測項目，建議行政院環境保護署增加濕度、風速、氬氣等項目。其次，為了解室內空氣品質不佳之原因，建議需進一步增加空調系統量測及調查，如通風量、外氣量等。
- 二、室內環境品質改善計畫之檢測項目，建議本所增加懸浮微粒(PM_{10} , $PM_{2.5}$)、臭氧及氬氣等量測。音環境：除噪音量外，建議增加餘響時間量測，以評估室內空間回音問題。

第五節 簡易現場檢驗方法之規劃評估

考量本土環境與氣候之特色，室內環境品質之影響因子繁多，其相關之量測方法與評估標準亦相當複雜，因此，室內環境品質之檢驗方法，可分為精密與簡易型檢驗方法，目前行政院環保署公告室內空氣品質標準建議值之檢驗方法以精密型檢驗方法為主，惟為考量現場調查及改善之需，建議應發展簡易型檢驗方法。

壹、精密型檢驗方法

精密型檢驗方法之特色為精度高、分析耗時、儀器較貴、需專業儀器人員等，相對其每次檢驗費用較高。表 4-3 環保署公告之室內空氣品質建議值項目標準檢測方法，多屬精密型檢驗方法。以總揮發性有機化合物(TVOC)為例，內政部建築研究所之「建材有機逸散物實驗室」，依 ASTM D5116-97 方法建立「小型環控箱」。儀器設備包括：小尺寸環境模擬試驗艙（225L）、清淨空氣產生系統（Clean Air Generation System）、採樣分析系統（Sample Collection and Analysis）1.氣相色層分析儀（Gas Chromatography）2.層析質譜儀（GC/MS）3.氣體採樣系統（Purge & Trap System），詳圖 4-1 所示。



圖 4-1 內政部建築研究所建材有機逸散物實驗室之精密儀器

貳、簡易型檢驗方法

簡易型檢驗方法之特色為儀器價格較便宜、操作簡便、分析快速、可攜至現場、不需專業儀器人員等，相對其精度較低，但可用於現場普查使用。

以本所「室內環境品質改善補助計畫」執行單位使用儀器為例，其量測方法、原理及精度說明如下：

一、室內溫度、相對濕度、風速與 CO、CO₂、粉塵、揮發性有機逸散氣體等

圖 4-2 為本所「室內環境品質改善補助計畫」執行單位使用之儀器。室內溫度、相對濕度與風速，係屬室內空間之溫熱舒適性等物理因子，量測空間之溫度、相對濕度與風速之連續性量測，測試儀器特性如表 4-8 所示。

一般性化學性因子，使用自動採樣分析儀 24Hr 全程監測內 CO/CO₂ 及 PM₁₀；揮發性化學因子，使用多點採樣分析儀全程監測甲醛及 TVOC 之時間濃度分佈關係，其量測原理及儀器特性簡述如表 4-8。



(資料來源：成功大學江哲銘教授實驗室儀器)

圖 4-2. 室內環境品質現場量測儀器

表 4-8 室內溫度、相對濕度與風速之檢測儀器

測定因子	測定原理		量測範圍	量測精度
溫度	電阻式	即時連續監測	-10~60°C	All range $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
相對濕度	電容式	即時連續監測	0.8~100%	0.8~90% $\pm 2\%$ RH 90~100% $\pm 3\%$ RH
風速	熱感應方式	即時連續監測	0.2~2.0m/s	All range $\pm 0.2\text{m/s}$
CO	定電位電解法 (Electrochemical)	即時連續監測	0 至 500ppm	$\pm 2\%$
CO ₂	非分散型紅外線吸收	即時連續監測	0 至 4000ppm	$\pm 3\%$, 50ppm
PM ₁₀	散亂光方式 (Optical backscatter)	即時連續監測	0.001 至 10mg/m ³	$\pm 0.001 \text{ mg/m}^3$
HCHO	光聲學紅外線光譜分 析法 (IR Spectroscopy)	即時連續監測	0.04ppm 以上	$\pm 1\%$
TVOC	光聲學紅外線光譜分 析法 (IR Spectroscopy)	即時連續監測	0.04 至 50ppm	$\pm 1\%$
通風換氣 量	SF ₆ 追蹤氣體濃度衰 減法 (ASTM E-741, ASTM D-624)	即時連續監測	量測方法：電 子捕捉	量測極限：2ppb

(資料來源：內政部建築研究所，2005，室內環境品質改善補助計畫)

二、換氣率量測

當室內有換氣不足之問題時，換氣率之量測，除可得知現況空氣交換之情形，亦可比對改善前後換氣之效果，以驗證改善設計成效。

1. 示蹤氣體 (Tracer Gas) 之選定

氣體進入室內之方式，來自外氣自然滲入 (自然通風) 與計畫之送風 (機械通風)，單純的機械通風，可直接量得室內之通風量值，然而在外氣自然滲入 (自然通風) 與多種通風開口型式時，通風之量測則較難掌握，因此利用示蹤氣體量測技術 (Tracer Gas Techniques)，即可測得整體建築於日常使用之換氣狀況，其利用示蹤氣體之送入，針對示蹤氣體於空間中之擴散速率、濃度增長或衰減、分佈狀態、輸氣量等進行量測，可將室內氣流與通風狀況描述清晰。

2 濃度衰減法

運用示蹤氣體評估流經建築室內空間之氣流，有三種方式可供應用：其為「濃度衰減法」(Concentration-Decay Method)、「定量釋放法」(Constant-Emission Method) 與「定濃度法」(Constant-Concentration Method)，本研究擬應用濃度衰減法進行量測，敘述如下：

這是利用示蹤氣體量測空氣交換率 (Air-Exchange Rate, ACH) 以及短時間內量測不同 ACH 值之最基本方式，此法乃將先釋放一定量之示蹤氣體，並利用風扇促使室內濃度快速均勻混和，待靜置一段時間後開啟欲探討之目標物進行通風量測，由於室內氣體之流動與稀釋帶出，室內示蹤氣體之濃度會隨之而衰減，利用計算此衰減率便可得出室內換氣量 ACH 值。其計算方式如式(4)所示。

$$\text{Air-exchange rate, } N = \frac{\ln C(\tau_s) - \ln C(\tau_f)}{\Delta t} \quad (\text{h}^{-1}) \quad (4)$$

$C(\tau_s)$ ：時間為 τ_s 時的示蹤氣體初始濃度，(m^3/m^3)

$C(\tau_f)$ ：時間為 τ_f 時的示蹤氣體濃度，(m^3/m^3)

Δt ：實測初始時間－實測結束時間 (hour)

參、本所採購「攜帶式氣體監測儀」

本所於 95 年度完成「攜帶式氣體監測儀」採購，可供室內空氣品質現場採樣量測及研究使用，本項儀器之量測原理：利用氣體吸收紅外光(infra-red light)之特性，以紅外光聲光譜法(Photoacoustic infra-red spectroscopy method)偵測，定量連續監測室內空氣中 5 種以上氣體濃度及水蒸氣濃度之即時變化量，並可補償溫度、壓力變化及水蒸氣造成之干擾。量測項目包括：1. 總揮發性有機化合物(TVOC)，2. 甲醛(HCHO)，3. 一氧化碳(CO)，4. 二氧化碳(CO₂)，5. 二氧化硫(SO₂)。

第五章 結論與建議

第一節 結論

經對我國室內環境品質管理措施之推動現況檢討，及對室內環境品質之相關法規、管理機制、管制項目及檢驗方法等問題之分析檢討後，本研究對室內環境品質管理機制有以下 3 點重要發現：

1. 室內環境品質管理機制，已兼顧「污染物源頭控制」及「室內環境品質改善」，可達到治標及治本之目的。

在污染物源頭管制方面，內政部建築研究所從 1997 年開始，長期致力於綠建築及室內環境品質改善課題，並在 2004 年開始推動「綠建材標章」，鼓勵採用低逸散性(甲醛及 TVOC)之健康綠建材。行政院環境保護署於 2005 年公告「室內空氣品質標準建議值」，及標準檢測方法，上開措施係屬治本的作法。在室內環境品質改善方面，內政部建築研究所自 2002 年開始辦理室內環境品質改善補助計畫，評選國內北中南各地之中央廳舍進行之室內環境品質改善示範計畫，截至民國 95 年，計完成台北科技大學等 14 處室內環境品質改善，係屬治標作法。

2. 室內空氣品質標準建議值及室內環境品質改善計畫之檢測項目，尚有不足及修正需要，經參酌台灣本土氣候環境特性及國際最新發展趨勢，提出契合本土氣候環境之室內環境檢測項目修正建議。

台灣地處亞熱帶，屬高溫高溼氣候，適合黴菌的生長、及容易受潮，因此，室內環境之溫度、溼度、風速、等因素須特別考量。其次，根據國際最新發展趨勢，各國室內空氣品質之研究，多包含照明、隔音、空調系統等調查，尤其空調系統之通風量、外氣量會影響室內污染物之稀釋及排放能力，間接影響室內環境品質之健康與舒適性。在室內音環境方面，空間回音問題是一大困擾，除噪音量外，建議增加餘響時間量測。

3. 未來為擴大至住宅室內環境品質改善之推廣，可參考日本作法，規劃建立病態建築診斷機制。

第二節 建議

本研究針對國內室內環境品質管理機制，提出下列具體建議：

建議一

針對病態建築室內環境品質問題，建議內政部建築研究所發展簡易型現場檢驗方法，辦理室內環境品質現況調查及進行病態建築診斷機制之規劃；立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

我國在推動室內環境品質方面，尚在起步階段，本所已積極推動綠建築標章、採用低逸散性之健康綠建材、辦理室內環境品質改善補助計畫等。然而，目前因各種建築物室內環境品質現況之調查資料匱乏，現場檢驗方法未盡完備，故應循序漸進分階段、分建築類別做現況調查，並據以擬訂管制標準，逐步推廣。同時必須建立一套客觀「病態建築診斷機制」，做為建築物室內環境品質之現場採樣、檢測、調查、診斷、評估及改善之依據，並根據檢測及調查結果，找出病態建築之問題點及提出改善對策，以降低室內環境污染物對室內空氣品質及人體健康之影響。

建議二

針對室內環境品質檢測項目，建議內政部建築研究所增加懸浮微粒(PM₁₀, PM_{2.5})、臭氧、氬氣及餘響時間等量測；針對「室內空氣品質標準建議值」檢測項目，建議行政院環境保護署增加濕度、風速、通風量等量測項目；中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所、行政院環境保護署

協辦機關：內政部營建署

本研究參考國際室內環境品質、室內空氣品質之發展經驗，發現各國室內空氣品質之研究，多包含照明、隔音、空調系統等調查，且台灣地處亞熱帶，屬高溫高溼氣候，適合黴菌的生長、及容易受潮。因此，室內環境之溫度、溼度、風速、通風量、外氣量等因子皆會影響室內污染物之稀釋及排放能力，及影響室內環境品質之健康與舒適性。

附錄一

內政部建築研究所 95 年度「吸音材吸音係數檢測範例之探討-以吸音筒為例」、「建築物分間牆隔音性能之研究（一）」、「室內環境品質現場實測及改善評估之研究」、「建築樓板衝擊音隔音性能試驗與量測不確定度探討」等 4 案自行研究計畫

畫期中簡報會議紀錄

一、時 間：95 年 7 月 24 日(星期一)下午 2 時 30 分

二、地 點：本所會議室

三、出席人員：莊主任秘書素琴、陳工程師金文、陳組長瑞鈴

四、主 席：葉副所長世文 記錄：陳研究員伯勳

五、主席致詞：(略)

六、業務單位報告：(略)

七、自行研究案主持人簡報：(略)

八、綜合討論與建議：

...

(三)「室內環境品質現場實測及改善評估之研究」

莊主任秘書素琴：

1. 本案蒐集相當多室內環境品質之相關資料，但對於本案其他工作項目，如研提室內環境量測所須儀器項目及規格、評估室內環境基準及作業程序、建立室內環境品質現場實測之量測與採樣規範等，建議應注意掌握進度及後續具體成果與建議之研擬。
2. 第 7 頁表 3 內之檢測方法，其中建築材料甲醛及揮發性有機物質逸散之檢測方法，本局業已起草完成「建築材料之揮發性有機化合物、甲醛及其他碳基化合物釋出量測定方法—小形容器法」標準草案並正召開技術委員會審查中，貴所若有任何意見歡迎隨時與本局第一組第四科饒玉珍小姐聯絡(02-335165)。

陳工程師金文：

1. 本研究已比較世界主要國家室內環境品質之要求及標準差異，建議能進一步分析各國政策趨勢之不同。

2.有關室內環境品質量測項目之修正建議，包括增加音環境之餘響時間、空調外氣量等項目，相當符合實務需求。

3.建議儀器採購及定量化量測分析等工作，加速進行。

陳組長瑞鈴：

1.期中報告蒐集各國室內環境品質(IEQ)文獻資料，內容涵蓋室內空氣品質(IAQ)資料，建議撰寫時應區分清楚，避免混淆。

2.計畫名稱涵蓋工作內容之範圍太大，建議計畫名稱修正為「各國室內環境品質(含空氣品質)管理機制之比較研究」。

葉副所長世文：

有關室內環境品質量測項目之修正，建議應補充增刪之理由。

...

九、結論：

(一) 室內環境品質及樓板衝擊音兩研究案之研究課題應酌予修正，以符合本所研究發展需求。

1.「室內環境品質現場實測及改善評估之研究」之計畫名稱修正為「各國室內環境品質(含空氣品質)管理機制之比較研究」。

2.「建築樓板衝擊音隔音性能試驗與量測不確定度探討」之計畫名稱修正為「ISO 及 ASTM 國際標準之建築樓板衝擊音量測法比較研究」。

(二) 請詳實記錄發言內容，各研究案請納入後續研究參考。

十、散會：下午五時。

附錄二

內政部建築研究所 95 年度「吸音材吸音係數檢測範例之探討-以吸音筒為例」、「建築物分間牆隔音性能之研究（一）」、「各國室內環境品質（含空氣品質）管理機制之比較研究」、「ISO 及 ASTM 國際標準之建築樓板衝擊音量測法比較研究」

等 4 案自行研究計畫期末審查會議紀錄

一、時間：95 年 12 月 27 日(星期三)下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、出席人員：江教授哲銘、江教授維華、陳工程師金文、莊主任秘書素琴

四、主席：陳組長瑞鈴 記錄：陳研究員伯勳

五、主席致詞：(略)

六、業務單位報告：(略)

七、自行研究案主持人簡報：(略)

八、綜合討論與建議：

...

(三)「各國室內環境品質（含空氣品質）管理機制之比較研究」

莊主任秘書素琴：

1. 揮發性有機物質（VOCs）及甲醛對人體的健康有嚴重影響，本局近半年來亦針對塗料中含揮發性有機物質積極起草制定，現已公布 CNS 15039-1「塗料與清漆－揮發性有機化合物含量之測定－第 1 部：扣除法」、CNS 15039-2「塗料與清漆－揮發性有機化合物含量之測定－第 2 部：氣相層析法」2 種標準，95.12.22 審定通過「塗料－逸散甲醛塗膜與三聚氰胺泡棉試驗法－小型容器中恒定狀態甲醛濃度之測定」、「乳化聚合物游離甲醛液相層析測定法」2 種標準，及正在審查中之「塗料與清漆－低 VOC 乳膠漆（罐內 VOC）揮發性有機化合物含量之測定」、「塗料、清漆之揮發性有機化合物(VOC)之最大含量標準」等 2 種標準，希望在室內環境品質管理方面盡本局最大的力量。
2. 有關室內空氣品質管理之推動，國內相關主管機關已積極辦理，在本報告提出更詳盡之國內外趨勢及問題分析後，相信更有助於國內之推動，不過台灣因有自己的氣候條件、居住空間型態、裝潢習慣、及大環境等有別於國外之因子，故在分析問題或訂定法規時，宜多蒐集本土之資料，故在接續之計畫上，希望能儘速進行，並請主管機關儘速落實在法規上，以維護人民之居住安全。

江教授哲銘：

- 1.本計畫具時效性，亦符合行政院推動永續、健康之政策。
- 2.本計畫研究內容完整(含 IEQ、IAQ)，建議相當明確。
- 3.內政部建築管理應可從源頭管制及室內使用末端管理並進，此兩大方向，於本研究皆有完整提議。
- 4.本計畫可繼續發展成完整建築管理制度，建議 IAQ 測試實驗管理制度可分兩層級：(1)以簡易檢測正面引導、(2)以精密檢測進行負面賞罰及實驗室研發。

江教授維華：

- 1.建議納入執行面的考量。建議本計畫將換氣部分予以排除。
- 2.主題範圍似以有害性物質為主。建議說明空調系統之控制手段，與建築類型之關係等因素。
- 3.建議說明江哲銘教授研究成果與本研究關係。
- 4.有關報告內容之寫法，建議將行政考量之內容細節納入附錄。

陳工程師金文：

- 1.本研究確實掌握各國室內環境品質管理機制之精神與差異。
- 2.建議將國內建築研究所推動室內環境品質之作法，包括綠建材、綠建築、標章管理、改善實務等，並分年度列出以突顯成果。
- 3.建議本計畫未來可延續至定量研究。

陳組長瑞鈴：

- 1.建議根據本研究各國 IEQ、IAQ 之管制項目比較分析結果，具體列出我國增修之必要項目。
- 2.建議事項中請將上開建議增修之主管機關明確指出，俾利提供該機關參採。

...

九、結論：

- (三) 以上四案期末報告審查原則通過，請詳實記錄發言內容，報告書修正完竣請提供相關單位參考。
- (四) 各研究案請於本部要求時程內，提交最後成果報告書送審。

十、散會：下午五時十分。

參考書目

壹、中文部分

上堀秀和，2006，「日本 Sick-House 之診斷與改善制度」，國際綠建材及室內環境品質管理制度研討會論文集，內政部建築研究所。

大澤元毅，2006，「日本住宅環境問題與通風換氣之設計手法」，2006 國際室內裝修與室內空氣品質診斷研討會論文集，中華民國室內裝修商業同業公會全國聯合會

內政部建築研究所，室內環境品質改善計畫，民國 94 年。

內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊，民國 94 年。

內政部建築研究所，綠建材解說與評估手冊，民國 94 年。

行政院環境保護署，考察韓國及日本室內空氣品質管制策略及執行現況出國報告書，民國 94 年。

行政院消費者保護委員會，室內空氣品質 3 年工作行動計畫 Action，消費新生活運動電子報第 45 期，／95 年 6 月 27 日發刊。

(<https://back.cpc.gov.tw/backend/epaper/epaper/0045> 第四十五期電子報.htm)

行政院消費者保護委員會，燒『好』香，就有保佑？～教你如何燒香拜拜！，消費新生活運動電子報第 39 期／95 年 4 月 20 日發刊

(<https://back.cpc.gov.tw/backend/epaper/epaper/0039> 第三十九期電子報.htm)

行政院消費者保護委員會，室內空氣品質 必要時將研訂專法！，消費新生活運動電子報第 39 期／95 年 4 月 20 日發刊

(<https://back.cpc.gov.tw/backend/epaper/epaper/0039> 第三十九期電子報.htm)

池田耕一，2006，「日本室內空氣品質管理制度與未來發展之趨勢」，國際綠建材及室內環境品質管理制度研討會論文集，內政部建築研究所。

江哲銘，建築室內環境保健控制綜合指標之研究，內政部建築研究所，民國 88 年。

江哲銘，辦公建築室內空氣品質與空調設備之診斷研究，內政部建築研究所。

李順誠，2006，香港 IAQ 管理政策及認證制度，室內空氣品質國際研討會，行政院環境保護署。

陳瑞鈴，推動室內環境品質研究發展及管制難議，內政部建築研究所，民國 94 年

張鼎旺，2006，我國 IAQ 檢測及採樣方法，室內空氣品質管理國際研討會，行政院環境保護署。

羅時麒，各國病態建築管理機制與本所檢測服務業務關連分析，內政部建築研

究所，民國 95 年。

羅時麒，日本病態住宅診斷評估制度之推動經驗，建築研究簡訊第 54 期，民國 95 年。

蘇慧貞，室內空氣與健康，民 92 國年。(203.65.72.83/sars/2SARS 防治宣導資料 / PDF/蘇慧貞-室內空氣與健康.pdf)

貳、英文部分

U.S. Environmental Protection Agency, 2003, A Standardized EPA Protocol for Characterizing Indoor Air Quality in Large Office Building.

The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 2003, A Guide on Indoor Air Quality Certification Scheme for Offices and Public Places.

WHO(1995), Updating & Revision of WHO Air Quality Guidelines for Europe.

WHO(2000), Air Quality Guidelines for Europe, Second edition.

Clean Air Society of Australia and New Zealand(2002), Indoor Air Quality in Australia: A Strategy for Action.

Ministry of Environment Republic of Korea, Indoor Air Quality Management.(http://eng.me.go.kr/docs/common/common_view.html)

The HSE has produced guidance for employers, *How to Deal with Sick Building Syndrome - Guidance for employers, building owners and building managers*, HS(G)132, priced £8.50. Tel. HSE Books on: 01787 881165.

參、日文部份

厚生労働省，室内空气中化学物質についての相談マニュアル作成の手引き。
(<http://www.mhlw.go.jp/houdou/0107/h0724-1d.html>)

厚生労働省，建築物衛生管理検討会報告書について。
(<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2002/07/s0708-1.html>)

厚生労働省，シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会
中間報告書－第 8 回～第 9 回のまとめについて。

日本株式会社トークス設計事務所，環境問題とシックハウス
(<http://www.toakes.co.jp/news-1.html>)

国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/>

厚生労働省 <http://www.mhlw.go.jp/>

（財）ビル管理教育センターホームページ(<http://www.bmec.co.jp/>)