

建築室內空氣品質評估及建材管制機制之 探討

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

建築室內空氣品質評估及建材管制機制之 探討

研 究 人 員： 姚志廷 施惠茹

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

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

Discussion on Indoor Air Quality Assessment
and Building Materials Control Mechanism

BY

YAU JYH-TYNG SHIH HUI-JU

December, 2020

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究流程	4
第四節 預期成果	5
第二章 文獻回顧與探討	7
第一節 室內空氣品質相關法規.....	7
第二節 綠建築與綠建材標章	13
第三節 國外室內空氣品質管理與發展.....	20
第四節 建材逸散與室內空氣品質之關聯.....	23
第三章 我國室內環境品質評估與管理制度	35
第一節 環保署公告場所列管室內空氣品質.....	35
第二節 中央政府室內空氣品質管理相關制度.....	41
第三節 地方政府室內空氣品質自主管理標章.....	44
第四章 國外室內環境品質評估系統	47
第一節 美國綠建築協會 LEED 系統.....	47
第二節 室內環境指標必要評估項目	52
第三節 室內環境指標得分評估項目	57

第四節 與室內空氣品質有關之建材評估項目	61
第五章 結論與建議	69
第一節 結論	69
第二節 建議	70
參考文獻	71

表次

表 2.1 環保署公告「室內空氣品質標準」	8
表 2.2 綠建築室內環境指標內容	15
表 2.3 健康綠建材標章評定項目	16
表 2.4 健康綠建材評定基準表	17
表 2.5 健康綠建材分級基準表	18
表 2.6 WHO 室內有機污染物的分類	28
表 3.1 第一批公告場所管制區域及管制項目	36
表 3.2 室內空氣品質檢驗方法	40

圖次

圖 3.1 台北市室內空氣品質自主管理標章	44
圖 3.2 新竹市室內空氣品質優良場所標章	46
圖 4.1 在出入口設計防塵格柵(Grates&Grill).....	58
圖 4.2 防塵格柵(Grates&Grill)構造.....	58
圖 4.3 GreenScreen 標章	63
圖 4.4 材料成分揭露示意圖	63
圖 4.5 健康產品宣告示意圖	64
圖 4.6 Cradle to Cradle 標誌	64
圖 4.7 ANSI/BIFMA 標誌.....	65
圖 4.8 搖籃到搖籃健康認證標誌	65
圖 4.9 ProductLens Certification 認證標誌.....	66
圖 4.10 NSF 認證標誌.....	66

摘 要

關鍵詞：室內環境、空氣品質

由於台灣的建築逐漸朝向密閉化、高層化發展，室內通風幾乎全仰賴機械空調系統，再加上國人的居住空間普遍有過度裝修的現象，而裝修建材及傢俱中可能含有超量的甲醛，因此，室內空氣品質對居住者的健康有著不可忽視的影響，內政部建築研究所爰所於民國 93 年開始推動綠建材標章制度，並於民國 100 年起將健康綠建材評定基準進一步提升，依據甲醛及 TVOC 逸散速率，將建材分為 E1、E2、E3 等 3 個逸散等級，從源頭管制室內空氣污染源。

本研究首先蒐集國內室內空氣品質及綠建材標章之相關法規、管理機制、標章制度等，並對環保署、中央各部會、地方政府推出的政策與制度進行分析探討，此外也針對美國美國綠建築協會(USGBC)的 LEED 系統 (Leadership in Energy and Environmental Design) 室內環境品質指標進行分析探討，分析可知，雖然「室內空氣品質管理法」第四條及第五條規定各級目的事業主管機關依其權責輔導其主管場所改善其室內空氣品質，並辦理有關室內空氣品質調查、檢驗、教育、宣導、輔導、訓練及研究有關事宜，目前各部會及地方政府已有相關作法，惟未來在人力及經費較為充裕之前提下，尚有強化相關作法之空間，至 LEED 室內環境指標內有三個先決條件必須先符合，分別是：最小室內空氣品質要求、抽菸控制、最小音環境品質等 3 項，換言之，3 個先決條件中，有 2 項是與室內空氣品質有關，可見在空氣品質、光環境、音環境、熱環境等項目中，LEED 甚為重視空氣品質，而在空氣品質要求此一必要滿足之先決條件中，主要關注通風和監測，LEED 尤其強調通風部分，包括機械通風與自然通風，此部分之發展概念，值得國內借鏡。

Abstract

Key words: indoor environment, air quality

As Taiwan's buildings are gradually developing towards airtightness and high-rise development, indoor ventilation is almost entirely dependent on mechanical air-conditioning systems. In addition, the living spaces in Taiwan are generally over-renovated, and the decoration materials and furniture may contain excessive formaldehyde, so Indoor air quality has a non-negligible impact on the health of occupants. The Architectural and Building Research Institute began to implement the green building materials label system in 1993, and gradually raise the standard of healthy green building materials in 2011. According to the emission rate of formaldehyde and TVOC, building materials are divided into E1, E2, E3, etc. 3 emission levels.

This research first collects domestic indoor air quality and green building materials label related laws, management mechanisms, labeling systems, etc., and discusses the policies and systems promoted by the Environmental Protection Agency, central ministries, and local governments. This research also analyzes and discusses the indoor environmental quality index of the LEED system (Leadership in Energy and Environmental Design). The analysis shows that Articles 4 and 5 of the "Indoor Air Quality Management Law" stipulate that the competent authorities of all levels need to guide its competent places to improve their indoor air quality, and handle indoor air quality surveys, inspections and education. At present, various ministries and local governments have relevant practices, but in the future, if manpower and funds are abundant, relevant practices can still be refined. There are three prerequisites that must be met in the LEED indoor environment index. They are: minimum indoor air quality requirements, smoking control, and minimum sound environmental quality. In other words, two of the three prerequisites are related to indoor air quality. It can be seen that in air quality, light environment, sound environment, thermal environment and other items, LEED attaches great importance to air quality. Among the prerequisites for air quality, ventilation and monitoring are the main concern. LEED places special emphasis on ventilation, including mechanical ventilation and natural ventilation. The development concept of this part is worthy of reference in Taiwan.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

根據統計，人的一生約有 90% 時間生活於室內，因此室內空氣品質對居住者的健康有著不可忽視的影響。尤其台灣的建築逐漸朝向密閉化、高層化發展，室內通風幾乎全仰賴機械空調系統，再加上國人的居住空間普遍有過度裝修的現象，而裝修建材及傢俱中可能含有超量的甲醛、揮發性有機化合物（TVOC）等化學物質，導致建築室內環境中有害氣體的濃度往往高於室外環境。室內空氣中常被偵測到的甲醛及 TVOC 中的苯（Benzene）已被聯合國轄下的國際癌症研究署（International Agency for Research on Cancer）評估為第一級（Group 1）人類致癌物，由此可知，室內空氣品質與國人的健康息息相關。

「室內空氣品質管理法」係著重於使用端之室內空氣品質檢測與管理，而室內空氣污染物可能的來源包括裝修材料中之塗料、膠合劑、填縫劑、木質板材、合成板材、地毯等，為了從源頭管制室內空氣污染物，本部建築研究所在推動綠建材標章制度之過程中，將低甲醛、低 TVOC 逸散的「健康綠建材」列為最優先推動且最早受理評定之類別，目前健康綠建材標章評定項目包括地板類、牆壁類、天花板類、填縫劑與油灰類、塗料類、接著劑類及門窗類等 7 項，已將室內具甲醛及 TVOC 逸散之虞的建材完整納入評估範圍。

建築材料的品質不僅攸關居住環境的舒適美觀，對居住者健康更有不可忽視之影響，故為提升國人居住環境品質、降低建材製造或使用階段對環境造成之衝擊，本部建築研究所於民國 93 年建立綠建材標章

制度，期能透過相關檢測與評定程序，對於建材品質與性能予以鑑別及標示，以利國人選購優質建材，進而提升居住環境品質，帶動產業發展。

綠建材(Green Building Material)係指『在原料採取、產品製造、使用過程和再生利用循環中，對地球造成之環境負荷最小、對人體健康無害之建材』，綠建材標章制度即依此意涵，基於「人本健康、地球永續」精神，依據建材生命週期「資源採取、製造、使用、廢棄、再生」，訂定四大範疇進行評定，包括：生態、健康、高性能及再生綠建材四大分類，其中：「生態綠建材」是指使用無匱乏危機之天然材料（例如竹材、再生林木材等），以低人工處理之方式製成之建材；「健康綠建材」是指低甲醛及低揮發性有機化合物（TVOC）逸散之建材；「高性能綠建材」則包括在防音、透水、節能等性能上有高度表現之建材；「再生綠建材」是指將本土廢棄物依一定摻配比例再利用製成之建材。

第二節 研究目的

綠建材標章制度是基於源頭管制概念，從建材使用端的管理，提升室內環境品質，綠建築標章亦有室內環境指標，該指標同時考量建築設計、建築設備及建築材料等因素，然室內環境品質所牽涉之技術與管理層面複雜，值得蒐集及盤點國內外相關評估與管理機制，本研究主要之研究目的包括：

1. 針對國內法規制度及公私部門推動室內空氣品質管理之現況進行蒐集及了解。
2. 蒐集比較國內外相關綠建築室內環境品質指標評估內容與源頭管制概念，並提出相關建議。
3. 參酌國外經驗及國內現況，分析我國可行之室內空氣品質推動作法。

第三節 研究流程

台灣既有建築約佔建築總量之 97%，隨著建築物使用年限增長性能隨之衰劣，室內環境品質問題愈趨嚴重，由於現代人約花費 90% 以上的時間生活於室內環境，室內環境品質良窳影響身體健康甚鉅，尤其都市地區建築物朝高層化、密閉化發展，使得室內通風換氣幾乎全仰賴機械空調系統，及室內裝修大量使用含化學物質之建材及傢俱等因素，可能造成病態建築，本研究將先針對國內相關法規進行探討，並蒐集國內公協會及地方政府有關室內環境品質推動措施及標章，接著將針對國內外綠建築室內環境指標或認證之評估內容進行比較分析，透過這些國內的法規、推動現況及國外制度的蒐集比較，最後提出提升室內空氣品質的建議策略，並對我國綠建材綠建材相關標章制度提出相關建議，本研究研究流程如下：

1. 蒐集國內公協會及地方政府有關室內環境品質推動措施及標章。
2. 分析比較國內外綠建築室內環境指標或認證之評估內容，並蒐集前瞻之室內環境品質提升技術、設計概念、材料、設備。
3. 對我國建築室內環境指標、綠建材等制度提出精進建議

第四節 預期成果

本研究之預期成果，說明如下：

- 一、 完成國內室內空氣品質評估及管理制度相關文獻蒐集。
- 二、 完成國內外相關室內空氣品質標章及綠建築標章(如 LEED)之 IAQ 指標之分析及探討。
- 三、 參酌國際室內環境品質發展經驗，提出我國提升室內環境品質之精進建議。

第二章 文獻回顧與探討

第一節 室內空氣品質相關法規

2.1.1 室內空氣品質管理法

我國「室內空氣品質管理法」業於 100 年 11 月 8 日三讀通過，11 月 23 日總統公布，使我國成為世界上繼韓國之後，第二個將室內空氣品質管理立法推動的國家。本法的立法將過去室外大氣管制為主的空氣污染防治，延伸到公共場所室內空氣品質的管理，具體展現政府重視民眾室內生活環境的決心。依第 24 條規定：本法自公布後 1 年施行。在未來 1 年內行政院環境保護署將陸續完成訂定室內空氣品質管理法施行細則、室內空氣品質標準、檢驗測定管理辦法、專責人員設置管理辦法、逐批公告公共場所、罰鍰額度裁罰準則等相關子法。未來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。

依該法第三條：「室內空氣污染物：指室內空氣中常態逸散，經長期性暴露足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質，包括二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物、細菌、真菌、粒徑小於等於十微米之懸浮微粒（PM10）、粒徑小於等於二.五微米之懸浮微粒（PM2.5）、臭氧及其他經中央主管機關指定公告之物質。」而前開污染物之標準值，環保署於民國 94 年 12 月 30 日公布「室內空氣品質標準建議值」，如表 2.1 所示，其內容可區分為「物理性」、「化學性」及「生物性」等項目。

表 2.1 環保署公告「室內空氣品質標準」

項目	標準值		單位
二氧化碳 (CO ₂)	8 小時值	1000	PPM(體積濃度百萬分之一)
一氧化碳 (CO)	8 小時值	9	PPM(體積濃度百萬分之一)
甲醛 (HCHO)	1 小時值	0.08	PPM(體積濃度百萬分之一)
總揮發性有機化合物(TVOC, 包含: 十二種苯類及烯類之總和)	1 小時值	0.56	PPM(體積濃度百萬分之一)
細菌(Bacteria)	最高值	1500	CFU/m ³ (落菌數/立方公尺)
真菌(Fungi)	最高值	1000 但真菌濃度 室內外比值 小於等於 一・三者， 不在此限。	CFU/m ³ (落菌數/立方公尺)
粒徑小於等於十微米 (μm) 之懸浮微粒 (PM ₁₀)	24 小時值	75	μg/ m ³ (微克/立方公尺)
粒徑小於等於二・五微米 (μm) 之懸浮微粒 (PM _{2.5})	24 小時值	35	μg/ m ³ (微克/立方公尺)
臭氧 (O ₃)	8 小時值	0.06	PPM(體積濃度百萬分之一)

註

- 一、一小時值：指一小時內各測值之算術平均值或一小時累計採樣之測值。
- 二、八小時值：指連續八小時各測值之算術平均值或八小時累計採樣之測值。
- 三、二十四小時值：指連續二十四小時各測值之算術平均值或二十四小時累計採樣之測值。
- 四、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。
- 五、總揮發性有機化合物(TVOC, 包含: 十二種揮發性有機物之總和): 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。

六、真菌濃度室內外比值:指室內真菌濃度除以室外真菌濃度之比值,其室內及室外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。

2.1.2 室內空氣品質相關建管法規

內政部依「室內空氣品質管理法」第4條規定,係負責建築物通風設施、建築物裝修管理及建築物裝修建材管理相關事項,說明如下:

一、建築物通風設施

為維持建築物通風環境,內政部已於建築技術規則建築設計施工編第43條、第44條、第45條、訂有通風、自然通風設備之構造、開口等規定,另於建築設備編第5章空氣調節及通風設備訂有機械通風及空氣調節設備之相關規定,分述如下

第四十三條

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,並應依左列規定:

一、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百分之五,但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。

二、廚房之有效通風開口面積,不得小於該室樓地板面積十分之一,且不得小於○.八平方公尺,但設置符合規定之機械通風設備者不在此限。廚房樓地板面積在一○○平方公尺以上者,應另設排除油煙設備。

- 三、有效通風面積未達該室樓地板面積十分之一之戲院、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應依左列規定：

- 一、應具有防雨、防蟲作用之進風口，排風口及排風管道。
- 二、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：

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

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。

- 三、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。

- 四、進風口之位置應設於天花板高度二分之一以下部份，並開

向與空氣直流通之空間。

五、排風口之位置應設於天花板下八十公分範圍內，並經常開放

第四十五條

建築物外牆開設門窗、開口，廢氣排出口或陽臺等，依下列規定：

- 一、門窗之開啟均不得妨礙公共交通。
- 二、緊接鄰地之外牆不得向鄰地方向開設門窗、開口及設置陽臺。但外牆或陽臺外緣距離境界線之水平距離達一公尺以上時，或以不能透視之固定玻璃磚砌築者，不在此限。
- 三、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、開口或陽臺，其相對之水平淨距離應在二公尺以上；僅一面開設者，其水平淨距離應在一公尺以上。但以不透視之固定玻璃磚砌築者，不在此限。
- 四、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二公尺以上。
- 五、建築物使用用途為H-2、D-3、F-3組者，外牆設置開啟式窗戶之窗臺高度不得小於一．一〇公尺；十層以上不得小於一．二〇公尺。但其鄰接露臺、陽臺、室外走廊、室外樓梯、室內天井，或設有符合本編第三十八條規定之欄杆、依本編第一百零八條規定設置之緊急進口者，不在此限。

二、建築物裝修建材管理

- (一) 在制度面的部分，本部「建築技術規則」建築設計施工編中有關綠建材之規定，已於101年7月1日修正實施，規定

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，室內綠建材使用率自5%、30%再予提升至45%，並增列戶外地面材料須使用綠建材，使用率應達10%以上，且110年1月1日起，室內使用率將提升至60%，戶外提升至20%。

三、建築物裝修管理

（一）按建築法第77條之2第4項規定：「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。……前三項室內裝修申請審查許可程序、室內裝修從業者資格、申請登記許可程序、業務範圍及責任，由內政部定之。」。

（二）內政部已依上開規定訂有建築物室內裝修管理辦法，依該辦法第2條及第22條規定：「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，其室內裝修應依本辦法之規定辦理。」、「供公眾使用建築物或經內政部認定之非供公眾使用建築物之室內裝修，建築物起造人、所有權人或使用人應向直轄市、縣（市）主管建築機關或審查機構申請審核圖說，審核合格並領得直轄市、縣（市）主管建築機關發給之許可文件後，始得施工。」建築物室內裝修自應上開程序辦理並符合相關規定。

第二節 綠建築與綠建材標章

2.2.1 綠建築標章-室內環境指標

綠建築九大指標中，室內環境指標是與室內空氣品質相關的指標，該指標同時評估室內環境設計對人體健康與地球環境的負荷，主要以音環境、光環境、通風換氣與室內建材裝修等四部份為主要評估對象。在音環境方面，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；在光環境方面，鼓勵一般居室空間均能自然開窗採光；在通風換氣方面，鼓勵室內引入足夠之新鮮空氣，尤其要求對流通風設計，以稀釋室內污染物濃度而保障居家之健康；在室內建材裝修方面，鼓勵儘量減少室內裝修量，並儘量採用具有綠建材標章之健康建材，以減低有害空氣污染物之逸散，同時也要求低污染、低逸散性、可循環利用之建材設計。該指標中音、光、通風、室內裝修四部分之加權係數分別為0.2、0.2、0.3、0.3，另外尚有生態建材的優惠計分，其優惠高達20%比重。由於室內裝修這部分與室內空氣品質相關，茲說明如下，

室內建材裝修評估只針對建築物之居室空間來評估，對於非居室空間則不予評估，惟非居室空間有室內建材裝修時亦可納入評估。其評估主要分為二方面來進行，一為減少整體室內裝修量以節約地球資源；二為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，藉以維護居住者之健康。本評估依下述「整體裝修量」及「表面裝修建材」等兩部分來評估。

(1) 整體裝修量：

本部分主要針對一般建築物之居室空間來評估，對於展示、商場、劇院、遊樂場、演藝廳等特殊裝修需求之空間則不予評估。其評估主要在於減少不必要之裝潢量以提倡儉樸高雅的生活，其認定方式依天花、

牆面之裝潢面積多寡來分為基本裝修、小量、中等及大量裝修等四等級給分。一般最常用的簡單粉刷方式則均給以滿分之評價，對於充滿木作壁板、夾板等立體造型天花與複雜牆面板材裝潢則予以最低之評分。雖然這些評估勉強有一些明確的分級評分，但是裝修量之多寡判斷某程度還必須依賴主觀評估來決定。

(2) 表面裝修建材：

對於室內裝修之表面裝修建材主要在於獎勵採用「綠建材 (Green Building Material)」。所謂綠建材就是對人體與地球環境較友善的建材。本評估乃針對室內裝修之天花、牆壁、地板等表面裝修建材之綠建材採用比率來評估，依據該部位之面積、數量或金額之百分比來評分。對於該綠建材之認定，只要檢附我國綠建材標章、相關環保建材標示證明或檢測報告者即可，但國外的綠建材、環保建材標章必須與我國交互認證者為限。

表 2.2 綠建築室內環境指標內容

大項	小項	對象	評分判斷	查核		小計	比重	加得	權分				
室內建材裝修	整體裝修建材	一般建築主要居室空間	• 基本構造裝修量（全面以簡單粉刷裝修牆面與天花，或在有消防管線下以簡單平頂天花裝修，或簡單照明系統天花裝修者）	H1=40	H=	X4=H+I=	Y4=0.3		X4×Y4=				
			• 少量裝修量（七成以上天花或牆面未被板材裝潢裝修者）	H2=30									
			• 中等裝修量（五成以上天花或牆面未被板材裝潢裝修者）	H3=20									
			• 大量裝修量（七成以上天花及牆面被板材裝潢者）	H4=0									
		展示、商場、劇院、演藝廳等特殊裝修需求空間	• 不予評估	H5=24									
	綠建材	綠建材使用率（*7，附計算或說明）	• Rg（*8） ≥ Rgc +15%	I1=60	I=	X5=J+K+L+M+N+O=	Y5=0.2		X5×Y5=				
			• Rgc +15% > Rg ≥ Rgc +10%	I2=45									
			• Rgc +10% > Rg ≥ Rgc +5%	I3=30									
			• Rgc +5% > Rg ≥Rgc	I4=15									
			• 裝修毫無採用綠建材或Rg < Rgc	I5=0									
	其他生態建材（優惠得分）（附計算或說明）	接著劑	• 50%以上接著劑數量採用綠建材	J=20	J=					X5=J+K+L+M+N+O=	Y5=0.2		X5×Y5=
			• 不符以上條件者	J=0									
		填縫劑	• 50%以上填縫劑數量採用天然材料	K=20	K=								
			• 不符以上條件者	K=0									
		木材表面塗料或染色劑	• 50%以上木材表面採用天然保護塗料	L=20	L=								
			• 不符以上條件者	L=0									
		電纜線、電線、水電管、瓦斯管線等管材	• 50%以上管線以非PVC材料製品替代(如金屬管、陶管)或具有綠建材標章、或環保標章認可之管線	M=20	M=								
			• 不符以上條件者	M=0									
		建築外殼及冰水、熱水管之隔熱材	• 50%以上隔熱材數量採用天然或再生材料	N=20	N=								
			• 不符以上條件者	N=0									
		其他	• 使用其他足以證明有益於地球環保之天然建材	O=認定給分	O=								

2.2.2 綠建材標章-健康綠建材

「室內空氣品質管理法」係著重於使用端之室內空氣品質檢測與管理，而室內空氣污染物可能的來源包括裝修材料中之塗料、膠合劑、填縫劑、木質板材、合成板材、地毯等，為了從源頭管制室內空氣污染物，本部建築研究所在推動綠建材標章制度之過程中，將低甲醛、低 TVOC 逸散的「健康綠建材」列為最優先推動且最早受理評定之類別，目前健康綠建材標章評定項目包括地板類、牆壁類、天花板類、填縫劑與油灰類、塗料類、接著劑類及門窗類等 7 項，已將室內具甲醛及 TVOC 逸散之虞的建材完整納入評估範圍（詳表 2.3）。

表 2.3 健康綠建材標章評定項目

1	地板類	木質地板、地毯、架高地板、塑膠木材等。
2	牆壁類	合板、纖維板、石膏板、壁紙、防音材、粒片板、木絲水泥板、木粒片水泥板、纖維水泥板、矽酸鈣板等。
3	天花板	合板、石膏板、礦纖天花板、玻纖天花板等。
4	填縫劑與油灰類	矽利康、環氧樹脂、防水塗膜材料等。
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、磚黏著劑、白膠（聚醋酸乙烯樹脂）等。
7	門窗類	木製門窗。

由於甲醛及 TVOC 為建材中常見且健康危害程度較大之有害物質，故健康綠建材評定基準係規範甲醛逸散速率須小於 $0.05 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$ ，TVOC 逸散速率須小於 $0.19 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$ （詳表 2.4）。惟隨著國內建材產製技術的提升與國人對於健康性能之要求日益提高，本部於 2011 年起將健康綠建材評定基準進一步提升，依據甲醛及 TVOC 逸散速率，將

建材分為 E1、E2、E3 等 3 個逸散等級（詳表 2.5），其中 E3 逸散等級之門檻為原來之基準，E1、E2 逸散等級則為逸散速率更低之等級。相關分級制度有助於消費者識別及比較建材之逸散等級，並藉由市場良性競爭，引導廠商持續研發逸散速率更低之建材，進一步降低室內空氣污染源。

表 2.4 健康綠建材評定基準表

一、甲醛（HCHO）逸散速率		
評定項目	基本性能水準(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)	$\leq 0.05 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$	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	基本性能水準(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)	$\leq 0.19 \text{ mg} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}$	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」		
試驗規定：		
1. 測試方法依據內政部建研所標準測試法(計畫編號 MOIS 901014)及參考 ISO 16000 系列（CNS 16000 系列）標準方法辦理。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；未達 48 小時但實驗數據已穩定低於評估基準值，則以該實驗數據做為判定數值。		
2. 總揮發性有機化合物（TVOC，包含：十二種揮發性有機物之總和）：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）、三氯甲烷（氯仿）（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。		

表 2.5 健康綠建材分級基準表

「健康綠建材標章」分級制度說明			
逸散分級	逸散速率 (mg/m ² · hr)		
	TVOC	甲醛	
1 級	≤ 0.005	≤ 0.005	
2 級	0.005 < TVOC ≤ 0.06	0.005 < 甲醛 ≤ 0.02	
3 級	0.06 < TVOC ≤ 0.19	0.02 < 甲醛 ≤ 0.05	
「健康綠建材標章」逸散等級判定			
TVOC 甲醛	1 級	2 級	3 級
1 級	E1	E2	E3
2 級	E2	E2	E3
3 級	E3	E3	E3
【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能設計及要求。			

基於源頭管制之精神，本部於環保署尚未訂定「室內空氣品質管理法」及「室內空氣品質標準」前，即已將揮發性有機化合物（TVOC）及甲醛逸散速率納入健康綠建材評定基準，原 TVOC 管制項目包括苯、甲苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯、乙苯等 6 項。至 101 年 11 月環保署發布實施「室內空氣品質標準」，該標準定義之 TVOC 包括：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-Dichloro benzene）、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 12 項化合物，為從源頭加強管制建材之揮發性有機化合物，並與「室內空氣品質管理法」及「室內空氣品質標準」定義之 TVOC 管制項目一致，本部已將「健康綠建材」評定基準中之 TVOC 管制項目擴增為 12 種，未來申請健康綠建材評定，均需針對前揭 12 項化合物進行檢測，以確保建材不至造成室內空氣品質污染。

綠建材標章自民國 93 年受理評定至 109 年 6 月底止，已累計核發 1,542 件標章，產品包括塗料、天花板材料、地板材料、隔間牆材料、吸音材及構件、磁磚、透水磚、高壓混凝土地磚、填縫劑、接著劑、節能玻璃、隔音門窗等共 10,739 個產品。隨著綠建材標章數量的累積，市場機制將更為健全，進而促使綠建材的品質逐漸提升，而價格趨於平穩，且消費者可以選擇的產品將更為豐富多元。此外，1,542 件標章產品中，具低甲醛、低 TVOC 逸散特性，且與室內空氣品質關係最為密切之「健康綠建材」，約占 75%，顯見室內裝修材料的健康性能，受到產業界與消費者高度重視，相關標章制度已成功帶動健康綠建材的產製及消費風潮，有助於從源頭改善室內空氣品質。

第三節 國外室內空氣品質管理與發展

為防治病態建築症候群問題，世界各國紛紛進行室內環境品質管理，美、日等國自 1980 年代即首先注意病態建築之問題，且建築材料之品質管理制度較完備，因此，室內環境品質及空氣品質，大部分是以「鼓勵性」規定來管制。美國環保署自 1993 年起進行名為「建築評估調查及評價(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(U. S. EPA 2003)。日本病態住宅(Sick house)問題，則由國土交通省、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；國土交通省已完成修訂建築基準法建材化學物質逸散及室內換氣率相關規定，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標準值，並進行室內污染物實測調查。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，則由經濟產業省負責。至於病態住宅之診斷及量測，可委託通過「病態住宅診斷士協會」考試之專業人員辦理。

韓國及大陸則以「強制性」的法規管制室內空氣品質。韓國由環境部修訂「室內空氣管理法」，於 2004 年 5 月實施，管制 17 類公共場所之室內空氣品質，列管 5 種「法定污染物」及 5 種「建議污染物」；並管制建材及黏著劑之甲醛及 VOCs 污染逸散標準。大陸則由質監總局、衛生部和環保總局於 2003 年公布實施適用於住宅和辦公建築物的「室內空氣品質標準」。另外，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「室內空氣品質認證計畫」，鼓勵業主改善建築室內空氣品質，分二級，管制 12 項室內空氣品質項目。

中國大陸對於室內建材釋放出的有毒物質相當重視，因此早在

2003 年 7 月 1 日首度實施「室內裝飾裝修材料十項有害物質限量」國家標準，規定市場停售不符合該 10 項國家標準的產品。該 10 項強制性國家標準為：《室內裝飾裝修材料 人造板及其製品中甲醛釋放限量》(GB 18580-2001)、《室內裝飾裝修材料 溶劑型木器塗料中有害物質限量》(GB 18581-2001)、《室內裝飾裝修材料 內牆塗料中有害物質限量》(GB 18582-2001)、《室內裝飾裝修材料 膠粘劑中有害物質限量》(GB 18583-2001)、《室內裝飾裝修材料 木家具中有害物質限量》(GB 18584-2001)、《室內裝飾裝修材料 壁紙中有害物質限量》(GB 18585-2001)、《室內裝飾裝修材料 聚氯乙烯卷材地板中有害物質限量》(GB 18586-2001)、《室內裝飾裝修材料 地毯、地毯襯墊及地毯用粘劑中有害物質釋放限量》(GB 18587-2001)、《室內裝飾裝修材料 混凝土外加劑中釋放氨限量》(GB 18588-2001)、《室內裝飾裝修材料 建築材料放射性核素限量》(GB 6566-2001) 以上 10 項國家標準基本上規定了室內裝飾裝修材料中氨、甲醛、揮發性有機化合物(VOC)、苯、甲苯和二甲苯，以及重金屬如：鉛、鎘、鉻、汞、砷等有害元素的限量指標。由於過往市場充斥不少劣質的產品，為了更全面控制室內裝修產品的品質，減低室內污染物危害人體，中國大陸自 2003 年 7 月 1 日起規定所有上述產品必須提供認可化驗所的報告，證明產品符合標準，方可在市場出售。惟達標產品不等於綠色產品，有關標準公佈後，對大陸本地市場產生引起頗大的沖擊，各生產商紛紛整改生產流程，或研改產品成份。儘管有意見認為新標準過於寬鬆，與國際標準還有差距，但整體而言消費者對新標準的頒布均表歡迎。需特別注意，這些產品只符合了國家設定的最基本要求，不能稱得上是環保產品。以內牆塗料為例，強制性標準對揮發性有機化合物(VOC)的要求是 1 升塗料中含量相等或小於 200 克，而中國環境標誌標準為 1 升塗料 VOC 含量相等或小於 100 克。(參

建築室內空氣品質評估及建材管制機制之探討

考資料來源：<http://www.greencouncil.org>)

第四節 建材逸散與室內空氣品質之關聯

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。

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。

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。

2.4.1 甲醛及 TVOC 特性及危害程度

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、粒片板、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。

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，Group 1 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」。

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。

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。

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)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 $50\text{--}260^\circ\text{C}$ 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：

A. 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。

B. 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。

C. 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。

2.4.2 建材污染源逸散模式

污染源逸散模式一般為經驗模式(Empirical model)，其模式參數由實驗數據驗證，或係基於質傳過程(Mass transfer process)之物理

模式描述(Huang and Haghighat, 2002)。典型經驗模式為一階衰減模式(First-order decay model)及冪定律(Power-law model)模式(Zhu et al., 2001)。至於物理模式之主要理論有二，(1)材料間之濃度、壓力、及溫度梯度等之擴散作用，(2)材料層與空氣間之表面逸散作用，包括蒸發、對流、及擴散等。

在材料中以 Fick law 第二定律描述擴散行為，以塗佈層之濕式材料為例，其擴散係數很難決定，在這類研究中表面逸散競爭之過程描述，集中在空氣中之 VOC 傳輸(Tichenor et al., 1993; Zhang and Niu, 2003; Zhang and Zhang, 2007)。在乾式材料中之擴散一般假設可被忽略(Huang and Haghighat, 2002)。常見之污染源逸散模式：

1. 一階衰減模式

污染源逸散速率常以 Dunn 及 Clausen 之一階衰減模式表示(Guo, 2002)：

$$\text{Dunn model} \quad E(t) = E_0 e^{-kt} \quad (1a)$$

$$\text{Clausen model} \quad E(t) = M_0 k e^{-kt} \quad (1b)$$

其中， $E(t)$ ：逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)， E_0 ：起始逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)， M_0 ：單位塗佈面積之起始污染質量 (mgm^{-2})， k ：一階衰減速率常數， t ：時間(h)。 M_0 通常由建材之化學物濃度估計， K 常用於水性或油性塗料，可根據實驗數據由不同迴歸分析方法求得。本模式適用在逸散過程不同時間之逸散速率(Zhu et al., 2001)，但結果通常不適用實際建築物上(Huang and Haghighat, 2002)。

2. 雙對數模式

以雙對數模式(Double-exponential model)表示室內材料 TVOCs 之逸散速率(Guo et al., 2003; Kwok et al., 2003)：

$$E(t) = E_1 + E_2 = E_{10}e^{-k_1t} + E_{20}e^{-k_2t} \quad (2)$$

其中, $E(t)$:TVOC 的逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$), E_{10} 及 E_{20} :起始逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$), k_1 及 k_2 :一階衰減速率常數, t :時間(h)。 E_1 是蒸發佔優勢階段之逸散速率, E_2 是擴散佔優勢階段之逸散速率, 本模式由數據迴歸分析求得。

3. 冪定律衰減模式

冪定律衰減模式亦由數據迴歸分析求得, 但其參數沒有任何物理意義：

$$E(t) = at - b \quad (3)$$

其中, $E(t)$:逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$), a :參數($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$), b :參數, t :時間(h)。 a 及 b 由數據分析求得。本模式較一階衰減模式適用於木材及木質板之 VOC 逸散速率的描述。

4. 定額模式

與衰減模式相比較, 定額模式(Constant model)為特例, 有 3 種類型：

$$\text{定額模式} \quad R(t) = R_0 \quad (4a)$$

$$\text{非面積源定額模式} \quad R(t) = QC \quad (4b)$$

$$\text{面積源定額模式} \quad R(t) = AE_0 \quad (4c)$$

其中, $R(t)$: t 時間之逸散速率因子(mgh^{-1}), R_0 : 起始逸散速率因子(mgh^{-1}), Q : 通過流量速率(m^3h^{-1}), C : 流量中之污染物濃度(mgm^{-3}), A : 污染源面積 (m^2), E_0 : 定額逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)。

2.4.3 環境箱測試法之建材逸散速率

目前健康綠建材標章以「低甲醛」及「低揮發性有機化合物」之逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)為評估指標, 由於建築裝修建材種類繁多, 裝修過程亦有乾式、濕式之分, 對於材質之厚度、種類之差異, 均有對應的試驗方法及程序, 所以健康綠建材測試過程中, 對於不同種類的建築材料亦具有不同的分析條件及不同的參數。

內政部建築研究所之揮發性有機物質標準測試方法乃參考 ASTM(American Society for Testing and Material)D5116-97 所規範之小型環控艙測試法, 其指標性污染物測試上, 優先以甲醛(HCHO)及總揮發性有機化合物(TVOC: 苯、甲苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯及乙苯)為試驗污染物(林霧霆等人, 2007)。其原理主要是將小尺寸建材樣品放入小型環境試驗艙中, 並針對溫度、濕度、換氣率 及風速等因子加以控制, 充分混和後再以定流量之採樣 Pump 將艙內的待測空氣樣品抽出, 並經由熱脫附儀器, 進入 GC/MS 與 GC/FID 系統對所採集空氣, 分別進行逸散 VOCs 之定性與定量分析, 可得知其化合物之種類與逸散量。

以環境箱測試法求得之逸散速率, 一般稱為建材污染源單位面積逸散速率(Area specific emission rate, SER_A):

$$\text{SER}_A = QC/A \quad (5)$$

其中： SER_A ：環境箱中建材污染源單位面積逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)， Q ：環境箱之氣體流量速率(m^3h^{-1})， C ：環境箱中之濃度(mg/m^3)， A ：建材表面積(m^2)。

2.4.4 室內空氣品質之簡化質量平衡模式

目前大部分建材逸散速率之研究以質傳模式為主。建築空間中最簡單之室內空氣品質模式，係以質量平衡原理及使用面積逸散率來代表建材之整體逸散速率，室內污染物之平衡受到污染源之逸散量、室外空氣量、及建築通風量之影響。將裝修材料之 TVOC 逸散速率($\text{mgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)轉換建築室內環境之 TVOC 濃度。IAQ model 視污染源強度、通風速率及室內空間大小而定。一般室內空氣品質之簡化質量平衡模式(Guo et al., 2003; Hakkarainen, 2006)表示如下：

$$VdC/dt = E(t)A + Q(C_{out} - C) - R \quad (6)$$

其中， V ：代表室內空間體積(m^3)， C_{out} ：代表室外 TVOC 濃度(μgm^{-3})， C ：代表室內 TVOC 濃度(μgm^{-3})， Q ：室內通風速率(m^3h^{-1})， A ：室內污染源面積(m^2)， $E(t)$ ：污染源之 TVOC 單位面積逸散速率($\mu\text{gm}^{-2}\text{h}^{-1}$)， R ：TVOC 之沉降(Sink)速率(μgh^{-1}) (如吸收、吸附)。

公式(6)為一般簡化模式，假設在同一污染源強度及沉降速率，及單一逸散速率函數。公式(6)為線性、非齊性差分方程式。已發表研究指出乾性吸收體如地毯具有吸收容量。假設無高容量之沉降(Sink)來源，可將 R 項假設為零。公式(6)再簡化如下：

$$VdC/dt = E(t)A + Q(C_{out} - C) \quad (7)$$

經文獻分析發現室外 TVOC 濃度多皆小於 $5 \mu\text{g m}^{-3}$ ，因此，假設 C_{out} 為零，公式(7)可再簡化如下：

$$dC/dt = (E(t)A - QC)/V \quad (8)$$

在穩定狀態下，公式(8)可簡化如下：

$$C = E(t)A/(NV) = E(t)L/N \quad (9)$$

其中， N ：室內空氣之換氣率(h^{-1})($N=Q/V$)， L ：室內建材之負荷率(m^2m^{-3}) ($L = A/V$)。

影響室內環境之空氣流動的因素相當複雜，除通風量外，室內環境的空氣流動型態亦是影響換氣設備功能的因素之一，室內環境之隔間、設備、人員、空氣進出口位置與風速等都會影響空氣的流動（陳友剛，2007）。一般空氣污染物之分佈甚少成均勻分佈型態，因此，除考慮上述因子外並考量空間之混合率(Mixing factor) K 。

本研究之簡化質量平衡模式，整合公式(4c)面積源定額模式、公式(5)環境箱測試法求得之逸散速率、及空間之混合率 K 等表示如下：

$$C = E(t)AK/(NV) = E(t)LK/N \quad (10)$$

若不同污染源之總 TVOC 濃度，則近似估計值如公式(11)：

$$\text{室內 TVOC 濃度} = \Sigma C \quad (11)$$

第三章 我國室內環境品質評估與管理制度

我國「室內空氣品質管理法」自 100 年 11 月 23 日頒布，並自 101 年 11 月 23 日正式實施，因此，我國是繼韓國(1996)之後，第二個將室內空氣品質(Indoor air quality, IAO)直接以單一法令強制立法管理的國家，讓空氣品質的管理由室外延伸至室內的領域，在我國空氣污染防治史上具有里程碑的劃時代意義。我國室內空氣品質管理制度的推動與實施，已進入逐批公告列管的後法令階段。我國「室內空氣品質管理法」的立法與推動，對於台灣都會區普遍存在的「病態建築症候群(Sick building syndrome, SBS)」、「室內化學物質過敏症(Multiple chemical sensitivity, MCS)」以及「建築關聯症(Building-related illness, BRI)」等問題的預防與改善，助益甚大。

第一節 環保署公告場所列管室內空氣品質

室內空氣品質管理法雖於 101 年 11 月 23 日正式實施，惟正式落實到各場所並具體管理則在 103 年 1 月 23 日，行政院環境保護署以環署空字第 1030006258 號公告「應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所」，全國計有 466 家（後續實施後因 14 處場所停止營運等因素，故實質上剩下 452 家），包含：「大專校院、圖書館、醫療機構、社會福利機構、政府機關辦公場所、鐵路運輸業車站、民用航空運輸業航空站、大眾捷運系統運輸業車站、展覽室、商場」等十種建築類型，並自 2014 年 07 月 01 日生效，第一批公告場所管制區域及管制項目如表 3.1 所示。

表 3.1 第一批公告場所管制區域及管制項目

項次	第一批公告場所類別	公告場所管制區域	管制污染物項目
一	大專校院	校院區內圖書館總館之建築物室內空間，以圖書資訊供閱覽區、自修閱讀區及入館服務大廳為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區、視聽室及資訊室。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 甲醛(HCHO) 3. 細菌(Bacteria) 4. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)
二	圖書館	圖書館之建築物室內空間，以圖書資訊供閱覽區、自修閱讀區及入館服務大廳為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區、視聽室及資訊室。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 甲醛(HCHO) 3. 細菌(Bacteria) 4. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)
三	醫療機構	醫院院區之各幢(棟)建築物室內空間，以申辦掛號、候診、批價、領藥及入出口服務大廳為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區及急診區。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 甲醛(HCHO) 3. 細菌(Bacteria) 4. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)
四	社會福利機構所在場所	老人福利機構所在之各幢(棟)建築物室內空間，以提供老人日常活動場所區域為限。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 一氧化碳(CO) 3. 甲醛(HCHO) 4. 細菌(Bacteria) 5. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)

表 3.1 第一批公告場所管制區域及管制項目(續)

項次	第一批公告場所類別	公告場所管制區域	管制污染物項目
五	政府機關辦公場所	政府機關辦公場所之各幢(棟)建築物室內空間，以供民眾申辦業務區及入出口服務大廳為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 甲醛(HCHO) 3. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)
六	鐵路運輸業車站	鐵路車站站區之各幢(棟)建築物室內空間，以服務旅客票務及候車之車站大廳為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區、商店及月台層。 高速鐵路車站站區之建築物室內空間，以服務旅客票務及候車之車站大廳為限；如服務旅客票務及候車區域位於二層樓以上構築者，其室內空間納入管制範圍。但不含位於以上室內空間之餐飲區、商店及月台層。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 一氧化碳(CO) 3. 甲醛(HCHO) 4. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)
七	民用航空運輸業航空站	航空站之各幢(棟)建築物室內空間，以服務旅客國內航班報到大廳及到站大廳、國際航班出境報到大廳及入境到站大廳為限；如服務旅客報到及到站區域配置於二層樓以上構築者，其室內空間一併納入管制範圍。但不含位於以上室內空間之餐飲區、商店及旅客辦理登機海關驗證後或到站時海關驗證前等候或通關相關區域之室內空間。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 甲醛(HCHO) 3. 細菌(Bacteria) 4. 粒徑小於等於十微米(μm)之懸浮微粒(PM ₁₀)
八	大眾捷運系統運輸業車站	大眾捷運車站站區之建築物室內空間，以地下樓層之車站大廳區、穿堂或通道區、旅客詢問、售票及驗票區為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區、商店及月台層。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 一氧化碳(CO) 3. 甲醛(HCHO)

表 3.1 第一批公告場所管制區域及管制項目(續)

項次	第一批公告場所類別	公告場所管制區域	管制污染物項目
九	展覽室	展覽館之各幢(棟)建築物室內空間，以辦理廠商產品或商業活動之交易攤位展示廳(間)為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區及會議室。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 甲醛(HCHO) 3. 粒徑小於等於十微米(μ m)之懸浮微粒(PM ₁₀)
十	商場	1. 百貨公司營業場所之建築物室內空間，以服務民眾之各層樓入場大廳及展示商品櫃區為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區。 2. 量販店營業場所之建築物室內空間，以服務民眾之各層樓入場大廳、購物商品櫃區及其通道區為限。但不含位於以上室內空間之餐飲區。	1. 二氧化碳(CO ₂) 2. 一氧化碳(CO) 3. 甲醛(HCHO) 4. 粒徑小於等於十微米(μ m)之懸浮微粒(PM ₁₀)

本研究製表

為強化室內空氣品質管制工作，擴大納管場所之範圍及對象，提升更多場所室內空氣品質，保障民眾健康，環保署進一步已於 106 年 01 月 11 日公告訂定「應符合室內空氣品質管理法之第二批公告場所」。第二批公告場所規範之場所包括有原第一批公告場所(大專院校、圖書館、醫療機構所在場所、社會福利機構所在場所、政府機關辦公場所、鐵路運輸業車站、民用航空站、大眾捷運系統運輸業車站、展覽室及會議廳、商場等)的 10 種類型，擴增其管制對象及管制區域外，另新增「博物館及美術館、金融機構營業場所、表演廳、電影院、視聽歌唱業場所及運動健身」等 6 類型場所，總計公告對象計有 16 種類型的空間場所，大約納管 1071 處之場所，如同「應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所」，「管制室內空間」的範疇亦有清楚的定義、劃分或排除，以免與其它事業目的主管機關的管制造成混淆或疊床架屋的現象；而「管制室內空氣污染物項目」同樣視場所的類型與特性而有 3~5 項不等的要求，非 9 項污染物一次全面要求到位，另環保署亦針對 9 項污染物訂定標準檢測方法(如表 3.2)。

表 3.2 室內空氣品質檢驗方法

室內空氣品質項目	檢驗方法	檢測方法編號
PM ₁₀ 粒徑小於等於 10 微米(μ m)之懸浮微粒	空氣中粒狀污染物自動檢測方法—貝他射線衰減法	A206
	空氣中粒狀污染物自動檢測方法—慣性質量法	A207
	大氣中懸浮微粒(PM ₁₀)之檢測方法—手動法	A208
PM _{2.5} 粒徑小於等於 2.5 微米(μ m)之懸浮微粒	空氣中懸浮微粒(PM _{2.5})之檢測方法—手動採樣法	A205
一氧化碳(CO)	空氣中一氧化碳自動檢測方法—紅外線法	A421
二氧化碳(CO ₂)	空氣中二氧化碳檢測方法—紅外線法	A448
臭氧(O ₃)	空氣中臭氧自動檢驗方法—紫外光吸收法	A420
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/氣相層析質譜儀法	A715
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	A705
真菌(Fungi)	空氣中真菌濃度檢測方法	E401
細菌(Bacteria)	空氣中細菌濃度檢測方法	E301

本研究製表

第二節 中央政府室內空氣品質管理相關制度

依「室內空氣品質管理法」第四條之規定：中央主管機關（環保署）應整合規劃及推動室內空氣品質管理相關工作，訂定、修正室內空氣品質管理法規與室內空氣品質標準及檢驗測定或監測方法相關事宜。而各級目的事業主管機關則應依其權責輔導其主管場所改善其室內空氣品質。「室內空氣品質管理法」第五條則進一步規定：主管機關及各級目的事業主管機關得委託專業機構，辦理有關室內空氣品質調查、檢驗、教育、宣導、輔導、訓練及研究有關事宜，並由中央主管機關環保署負責推動過程的統籌、協調以及整合工作。由於內政部權責及相關法規，已於第二章論述，本章節分析探討經濟、衛生以及交通、教育部等四大目的事業主管機關的主要權責劃分：

2.1 經濟部

經濟部（標準檢驗局）為建材及空氣清淨設備國家標準之主管機關，標準檢驗局已制定約90種室內空氣品質相關國家標準，包括空氣清淨機4種、光觸媒淨化5種、事務機器揮發性有機化合物（VOC）檢測1種、電器VOC檢測1種，以及室內空氣採樣量測法22種、塗料VOC及甲醛檢測6種、建材相關者50種，惟標檢局訂定之基準皆以VOC及甲醛含量為概念，建議以逸散速率訂定相關基準，較能與室內空氣品質接軌。

至空氣清淨機4種國家標準中，計安全性標準2種，電磁相容性標準1種，性能標準1種。（1）安全性標準為CNS 60335-1及CNS 60335-2-65：主要針對空氣清淨機之構造、防電擊保護、異常操作、絕緣、耐熱與耐燃以及臭氧濃度等重要安全性要求提供檢測依據。（2）電磁相容性標準為CNS 13783-1，主要針對空氣清淨機之電磁干擾提供檢測依據。（3）性能標準為CNS 7619，主要針對空氣清淨機之性能，包括潔淨空氣提供

率CADR值（即針對粉塵、香菸煙霧及花粉之過濾能力）及待機功率等。

2.2 衛生福利部

衛福部現有評鑑制度針對全台區域醫院、地區醫院及教學醫院等辦理每年一次之評鑑，針對評鑑內容僅於規範安全的環境與設備內容，與室內空氣品質之維護管理措施較為相關為評鑑內容中的1.5.6節：落實整潔維護，確實施行院內清潔工作，並定期消毒除蟲。由於室內空品法第一、二批列管場所已納管涵蓋於全台醫學中心、區域醫院之申辦掛號、候診、批價、領藥及入出口服務大廳，以及開放式自助座位餐飲區，建議醫療機構評鑑內容可涵蓋環保署公告管制空間，如門診候診區、批價、領藥等室內人流量大且人員密度較高之公眾使用空間，並加強其環境清潔及消毒、空調系統清潔及維護，以避免因室內人流量高而造成室內空氣污染物，如二氧化碳、細菌累積。

至於老人福利機構、一般護理之家、長照機構部分，衛福部針對一般護理之家（四年評鑑一次）及長照機構（四年評鑑一次），惟其評鑑之內容主要針對機構內設施及提供照護者之健康安全進行規範，較無與室內空氣品質相關管理維護要求。而依據每三年一次之老人福利機構評鑑，與室內空氣品質之維護管理措施較為相關之部分為評鑑內容C、環境設施及安全維護（計26項）（占評分總分25%），細項包括：C1.3寢室設施、採光、照明及通風設備情形、C1.4公共空間採光、照明及通風設備情形、C1.7餐廳設備、環境清潔衛生情形、C3.2機構環境清潔及病媒防治措施情形。

衛福部每三年辦理一次托嬰中心評鑑作業規範，其中針對嬰幼兒活動空間、托育等整體環境之通風、環境維護皆有室內空氣品質相關規範，同時廚房餐點調製區域亦有通風相關要求。此類型場所屬於目前室內空品法尚未列管之場所，故應結合現有評鑑制度強化場所自主管理室

內空氣品質，托嬰中心評鑑內容已針對環境消毒、空調維護管理明訂頻率，建議加強室內托嬰空間通風狀況之要求及其他污染源之檢視。

2.3 交通部

依據交通部針對鐵路類技術標準規範，主要針對車輛及車廂空調訂定設計基準，另目前國道客運轉運站屬縣市政府轄管範疇，而交通部針對國道客運已訂定相關評鑑指標，其中室內空品相關部分，僅對於候車亭之盥洗設施環境有相關規範，對於車廂空氣品質無相關要求，但相關研究顯示部分客運車廂之室內空氣品質不佳，未來環保署獲交通部可研議針對車廂空氣品質進行相關規範。

2.4 教育部

教育部對幼兒園(包含非營利)的評鑑辦法，與室內空品較相關之評鑑內容主要於環境消毒部分，其評鑑內容為：每學期應至少實施一次全園環境消毒，並留有紀錄。尚無其他通風換氣或是空氣品質相關評鑑內容。

第三節 地方政府室內空氣品質自主管理標章

3.1 台北市政府室內空氣品質自主管理制度

台北市為鼓勵尚未被環保署「逐批公告列管」場所，推動室內空氣品質自主管理，凡符合下列三項條件，可檢據向台北市環保局申請「本場所已實施室內空氣品質自主管理」之認證標章(詳圖 3.1)。

1. 設置專責人員(取得環保署合格證書或參加台北市培訓課程)。
2. 撰寫室內空氣品質維護管理計畫書。
3. 執行一次 CO₂ (二氧化碳) 巡檢。



圖 3.1 台北市室內空氣品質自主管理標章

有關室內空氣品質維護管理計畫書一般係參考環保署公告之範本，其內容包括：場所名稱及地址基本資料表、場所義務人基本資料表、室內空氣品質維護管理專責人員基本資料表、場所樓地板面積基本資料表、場所建築物特性基本資料表、場所特定活動基本資料表、告場所換氣系統基本資料表、室內空氣品質維護規劃及管理措施表等項目、室內空氣品質自主量測成果表、室內空氣品質不良應變措施表。而其中管理措施又包括：室內環境與空調設備維護管理、冷卻水塔與外氣系統維護管理、空調送風系統維護保養。

雖然台北市政府 2007 年率全國之先，推動公共場所室內空氣品質自主管理分級認證標章，不過其自主管理認證僅規範二氧化碳濃度，但空品指標，還有甲醛、一氧化碳、懸浮微粒等，北市府僅列管二氧化碳，似有不足之處，目前台北市環保局已經在研議將更多的氣體檢測納入規範。

3.2 桃園市政府室內空氣品質自主管理制度

為使境內公私場所符合行政院環保署公告「室內空氣品質建議值」規範桃園市政府在 99 年即訂定「桃園縣室內空氣品質自主管理標章認證制度作業要點」。該要點適用對象包括行政院環保署 94 年 12 月 30 日公告之室內空氣品質建議值所稱第 1 類與第 2 類場所為對象，而所謂第 1 類場所係指對室內空氣品質有特別需求場所，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 類係指一般大眾聚集的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。該作業要點規定需要現場評鑑，評鑑內容包括（一）室內空氣品質管理人員之資格與編制（二）室內空氣品質維護管理措施計畫書（三）依室內空氣品質維護管理措施計畫書內容，建立維護及改善措施紀錄（四）室內空氣品質檢測結果（標準比照環保署公告標準）（五）室內空氣品質公佈資訊。

3.3 新竹市政府室內空氣品質自主管理制度

新竹市政府為鼓勵新竹市各類公私場所落實室內空氣品質自主維護管理作業，自 108 年起開始辦理「108 年度新竹市室內空氣品質優良場所評鑑作業」，針對該市轄內室內空氣品質列管場所及主要重點場所進行室內空氣品質各項維護及改善工作要點進行評鑑，並作為薦舉室內空氣品質優良場所之依據。經評鑑通過之場所，可將標章(詳圖 3.2)張

貼於場所出入明顯處，藉以提升場所環保形象並肯定場所積極自主管理。108 年度，經過二階段專家學者評鑑後，該市共有 8 場所獲得標章，獲選的優良場所除符合法規基本要求外，尚有其他特殊作法與設計，包含增設連續自動監測設施、導入物聯網智能管控 IAQ、增設紫外光殺菌設備、風管清洗、風管菌類鑑種研究、增加檢測頻率、大量增設排風扇、循環扇等自發性作為。



圖 3.2 新竹市室內空氣品質優良場所標章

第四章 國外室內環境品質評估系統

我國除了有綠建築標章制度，另外還有獨立的綠建材標章制度，這是相當特別的架構，綠建材標章制度可以確保從源頭對於室內空氣汙染物進行管制，在許多國家中，僅有綠建築標章相關制度，並無針對建材建立獨立之評估系統，但是，由於建材是綠色建築或永續建築中非常重要的一部分，因此在這些綠建築標章評估基準中，大多有建材的獨立章節去明定建材的規範，另外，在綠建築指標中，大多亦有室內環境品質指標，因此，為了要瞭解國外對於室內環境品質相關規定，必須從綠建築評估系統中去探究，其中美國美國綠建築協會（USGBC）的 LEED 系統（Leadership in Energy and Environmental Design）是全球最受矚目的綠建築評估系統，該系統對於室內環境品質的規範自然成為全球的重要參考基準，本章節將探討 LEED 對於室內環境品質之相關規定。

第一節 美國綠建築協會 LEED 系統

美國綠建築協會（USGBC）是一個由 Rick Fedrizzi，David Gottfried 和 Mike Italiano 於 1993 年創立之非營利組織，總部位於美國華盛頓哥倫比亞特區，該組織目的是促進建築產業的永續發展，其會員至今約有 1 萬 2,000 個企業和組織會員、2 萬 2,200 個個人會員，USGBC 於 1994 年開始起草名為「Leadership in Energy and Environmental Design, LEED」的綠建築分級評估系統，1998 年 8 月份推出試驗版 LEED v1.0，經廣泛討論後，於 2000 年正式發布 LEED-NC2.0，此後不斷的檢討與更新，目前最新之版本為 2014 年所公布的 LEED v4，其評估系統之評估對象分成建築設計與結構(Building Design and Construction, BD+C)、室內設計與結構(Interior Design and Construction, ID+C)、建築營運與維護

(Building Operations + Maintenance, O+M)、社區發展(Neighborhood Development, ND)和住宅(Homes)等 5 類。USGBC 認可的 LEED 綠建築遍佈全球 165 個國家地區，樓地板面積超過 18 億平方公尺。

美國 LEED 的評分方式是計算「得分點數」，即判斷每一個評估項目及格與否來給分，再統計所有項目的得分，判定建築的等級。而進行評分之過程需由取得 LEED 專業認證資格的人來執行，依照要申請的評估系統及建築類型不同，而有不同的必要性指標，但必要性指標卻不列入計分。因此，需另選其它指標來進行設計，以達到規定之分數。依總得分共分成四個等級，40-49 分為認可等級，50-59 分為銀級認證，60-79 分為黃金級認證，而 80 分以上可得到白金級認證。本次參訪之 Mall of Istanbul 在總分 110 分中獲得 60 分，取得黃金級認證。

LEED 指標群包括區位及交通 (LOCATION AND TRANSPORTATION)、永續場址 (SUSTAINABLE SITES)、水資源利用效率 (WATER EFFICIENCY)、能源及大氣 (ENERGY AND ATMOSPHERE)、材料及資源 (MATERIALS AND RESOURCES)、創新 (INNOVATION) 等主題，其概要敘述如下：

(1)永續基地

此一指標主要目的是為了鼓勵利用既有基礎設施來開發基地，以達到節省土地和保護耕地與野生動物棲地之目標，同時減少車輛行駛距離以提高交通效率、促進居民步行並提高公眾健康，評估內容包括基地上的土地開發強度必須要達到 60000sf/Acre(每一英畝至少有 60000 平方英尺樓地板面積的開發強度)，並且在選擇基地時能避免各項環境敏感區(例如農地、窪地、濕地、保育類動植物棲地、公園綠地)的開發，此外，交通部分，基地 400 公尺 (0.25 mile) 內要有兩條以上的公車路線經過，如此可以鼓勵民眾搭乘大眾交通工具通勤，而盡量減少汽車的

使用。

(2)用水效率

本指標係評估建築物廢水處理、節水、基地保水之成效。其具體評估項目包括利用高效率的澆灌設施或設置雨中水回收系統以降低澆灌所需的自來水，而為了降低澆慣用水，必須選用原生植物及耐旱樹種，此外，種植密度因子(Density Factor)也需考量，愈高密度的種植方式，土壤的水分蒸發量愈大，是愈不利節水的；相反地，稀疏且簡單的種植方式，反而受到鼓勵，而微氣候因子(Microclimate Factor)也是影響因素之一，例如景觀綠地位於西向或是停車場附近，因為受到日射及強烈風吹的結果，將導致綠地的蒸發量過大，因此較為不利，另外，該指標也評估建築是否採用節水衛浴系統。

(3)能源與大氣

本指標係評估建築物再生能源使用比例、是否設置能源監控系統、是否保護臭氧層(Ozone Protection)、降低氟氯碳化物的使用(CFC Reduction in HVAC&R Equipment)、是否購買綠電(Green Power)、能源效率等，在能源效率此一項目中係針對建築整體能耗進行模擬，模擬之方式可依據ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007等標準方法，依據模擬之能耗給予不同分數，例如跟能耗基線(baseline)比較，如果節能12%，在該項目中可以得到3分，若節能可達到44%，該項目可得到21分，會影響到建築能耗分析的變數甚多，包括照明、空調、電梯、通風、建築方位、遮陽、隔熱材料、玻璃性質、熱水設備等，其所涵蓋的因子和台灣能源計算相差不遠，但是由於美國冬天氣候寒冷，因此多了熱水設備的考量，此外對於各個構造部位的隔熱及保溫性能，也相當地重視。

(4)材料與資源

本指標鼓勵既有的構造或材料可以延長壽命繼續使用、營建廢棄物回收、使用再生材料、使用800公里內製造的材料、使用50%以上FSC (Forest Stewardship Council) 認證之永續森林木材，本指標涉及百分比部分，大多是採購金額的百分比，詳細介紹詳下節。

(5)室內環境品質

本指標重視室內通風換氣、室內空氣品質、熱舒適性、晝光及視野等。在通風換氣部分，要求室內必須裝設二氧化碳偵測器，當二氧化碳濃度超過標準10%，即予以警示並增加換氣，此外，整體空間之換氣率要達到30%，並且符合ASHRAE Standard 62.1-2007的標準。在室內空氣品質部分，地板材料、塗料、黏著劑、填縫劑、木板材料、地毯等均鼓勵使用低有害物質逸散的材料，空間熱環境部分則分為機械通風及自然通風兩種建築形式評估，對於機械通風的居室空間，要求符合ASHRAE Standard 55-2004的規範；至於自然通風的建築物，則是要確保各居室內90%的溫度範圍都落在舒適溫度之內。晝光及視野部分，則規範90%以上的室內空間可以有對外視野，75%以上的室內空間可以引入足夠的頂光(Top Lighting) 及側光(Side Lighting)。

(6)創新

創新指標是對於前述指標沒有規範到，但是業主或是設計團隊另外用心設計的部分進行評分，只要設計團隊檢附詳細的文件資料，經過認證核可後，即可得到該項指標的鼓勵。

(7)區域優先得分項目

由於不同區域的建築物有其必須優先解決的問題，例如缺水地區，水資源相關指標尤為重要，LEED 針對不同區域定義出可以額外再給分數的6項目，以鼓勵建築物因地制宜以因應當地的需求，由於每個區域

可以得分的 6 個項目不一樣，必須在 LEED 網頁
(<http://www.usgbc.org/rpc>) 上查詢。

第二節 室內環境指標必要評估項目

在 LEED 評估系統中，各個指標的架構大致上都包括了必要之評估項目(Prerequisite)，及得分評估項目 (Credits)，前者是一定要符合的先決條件，後者則視符合程度給予分數

在 LEED v4 版本中，室內環境指標的必要評估項目包括三項:最小室內空氣品質要求、抽菸控制、最小音環境品質，概述如下:

一、 最小室內空氣品質要求:

此部分包括兩個部分，第一為通風(Ventilation)，第二為監測(monitored)。概述如下:

(一) 通風:此部分分為機械通風及自然通風

1. 機械通風:對於機械通風的空間 (及機械通風的混合模式系統)，必須符合 ASHRAE 62.1 – 2010 第 4 – 7 節規定的「可接受的室內空氣質量的通風量」 (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality)規定，或者，如果是美國境外的申請案，可符合歐洲標準化委員會 (Comité Européen de Normalisation , CEN) 標準 EN 15251 – 2007 附件 B 的最低室外空氣要求(minimum outdoor air requirements)，及 CEN 標準 EN 13779 – 2007 有關通風及空調標準。
2. 自然通風: 對於自然通風的空間 (以及在機械通風被停用時的混合模式系統) 須依據 ASHRAE Standard 62.1 – 2010 自然通風設計程序，決定最低的室外空氣進氣量和空間配置要求，並依據 CIBSE(Chartered Institution of Building Services Engineers)2005 年版應用手冊 AM10 之圖 2.8 流程

圖確認自然通風的有效性，並符合 ASHRAE 62.1 – 2010，第 4 節標準。

(二) 監測: 此部分分為機械通風及自然通風

1. 機械通風:必須依據下列方式監控外氣進氣量

(1) 對於可變風量空調系統(Variable Air Volume,VAV)，須提供直接的外氣測量設備，該設備能夠測量最小的室外進氣流量，且量測準確度必須達到設計的最小外氣量的 $\pm 10\%$ 。且當外氣流量低於設定值 15%時，就必須發出警報聲。

(2)對於固定量流量的空調系統，外氣量須符合 SHRAE62.1 – 2010 所定義的最小室外換氣量。

2. 自然通風:必須符合下列基準之一

(1)須提供直接的排氣量測量設備，該設備能夠測量最小的排氣量，且量測準確度必須達到設計的最小排氣量的 $\pm 10\%$ 。且當排氣量超過設定值 15%時，就必須發出警報聲。

(2)在自然通風口裝設相關指示及警示裝置，在有人使用時如果通風口被關閉，該裝置必須發出警報。

(3)在每個熱區(thermal zone)中，監測二氧化碳濃度。二氧化碳監測器必須安裝在離地面 0.9~1.8 公尺的範圍內，當二氧化碳濃度高於設定值的 10%，必須有可視化界面或發出警報。

二. 抽菸之煙霧控制

建築物必須禁止在建築物內吸煙，至於室外部分，可以指定

吸菸區吸菸，而這個吸菸區距離入口、窗戶、進氣口必須至少 7.5 公尺。如果受限於法規，無法達到前開設計，必須提出證明文件。另外，在建築物入口 3 公尺內必須張貼禁菸的標示。

如果是住宅類建築，除了前述的全面禁菸，也可以明確劃分吸菸區，其完整之規定為：

1. 禁止在建築物內的公共空間抽菸。必須在建築物租賃協議和住戶規約中敘明規範並制定執行要點。
2. 禁止室外抽菸，除了建置在遠離入口、窗戶、近風口至少 7.5 公尺的吸菸區，戶外空間如果用作為商業用途，也必須禁菸。
3. 若因為法規而無法達成建置遠離入口至少 7.5 公尺的吸菸區，可提供法規條例之文件。
4. 禁止抽菸的告示牌必須標示在距離建築物入口處 3 公尺內的地方。
5. 每個居室單元必須分隔開來，避免過多的氣體在不同單元中流動。
 - A. 住宅單位中所有外部門、可開的窗應進行氣閉性處理，以大幅度的減少氣體洩漏到室外。
 - B. 從住宅單位通向公共走廊的所有門都應進行氣密性處理。
 - C. 最大程度降低煙霧和其他室內空氣污染物在住宅單位之間流動的可能性，氣體可能透過牆壁開孔、天花板縫隙、地板間縫隙及與住宅相鄰的垂直通道(包括管道間、電梯等)流動到其他住宅單位，因此這些通道必近可能須予以密封。
 - D. 在 50 Pa 的壓力下，外殼最大洩漏量為每平方米每秒 1.17

升。

三、最小音環境品質(適用學校類建築)

此項必要條件僅適用於學校建物，透過有效的聲學設計促進老師與學生以及學生與學生之間的交流，其規定如下：

1. 暖氣、通風及空調系統之背景噪音

教室及核心學習空間的暖氣、通風及空調系統(heating, ventilating, and air-conditioning, HVAC)之背景噪音的最大為40 dBA。並符合以下的建議方法和最佳噪音控制方式，包括ANSI 標準 S12.60 - 2010、ASHRAE Handbook 48章、AHRI Standard 885 - 2008，如在美國以外的地區，可以符合當地等效的規範。

2. 室外噪音

對於高音量場所(上課時間之音量高於60 dBA)，須執行聲學處理和其他措施，以減少外部來源噪音影響上課品質，並控制教室和其他核心學習空間之間的聲音傳輸。若學校距離重要噪音源(例如飛機飛越，高速公路，火車，工廠等)至少800公尺則免評估。

3. 餘響時間

符合相關餘響時間的要求。

4. 教室及核心學習空間(小於566立方公尺)

設計充足的吸音材在教室和其他核心學習空間表面，以符合:ANSI Standard S12.60 - 2010規範之餘響時間要求，如在美國以外的地區，可以符合當地等效的規範，相關做法包括：

選項一

每個教室的吸音牆板、吸音天花板和其他吸音材的總表面

積等於或大於教室的總天花板面積。其材料應具有0.70或更高的NRC才能包含在計算中。

選項二

教室設計必須符合ANSI Standard S12.60-2010餘響時間的計算標準。

5. 教室及核心學習空間(大於或等於566立方公尺)

符合NRC-CNRC 施工技術 No. 51規範, Acoustical Design of Rooms for Speech (2002), 所定義之教室及核心學習空間建議餘響時間。

6. 例外

應考慮受限於工作規範或為保護歷史古蹟而存在的例外情況。

第三節 室內環境指標得分評估項目

室內環境品質得分評估項目 (Credits) 共有四項與空氣品質相關的得分項目，分別為：提升室內空氣品質之策略、低逸散材料、室內空氣品質管理計畫、室內空氣品質評估，以下分別概述如下。

3.3.1 提升室內空氣品質之策略

為改善住戶的舒適度、健康、生產效率而提升室內空氣品質，LEED 設計了2個得分項目(最多可以得2分)，說明如下：

一、建築物依通風類型(機械通風、自然通風、混合式通風)如果有符合下列提升室內空氣品質之策略，可得1分。

1. 採用機械通風的空間須符合下列3項要求，可得1分。
 - A. 入口除塵系統
 - B. 避免交叉污染
 - C. 過濾
2. 採用自然通風的空間須符合下列2項要求，可得1分。
 - A. 入口除塵系統
 - D. 自然通風設計計算
3. 採用混和模式的系統符合下列5項要求，可得1分。
 - A. 入口除塵系統
 - B. 避免交叉污染
 - C. 過濾
 - D. 自然通風設計計算
 - E. 混和模式設計計算

其中，針對A、B、C、D、E之細部規定，說明如下：

A. 入口清潔系統：

在建築物的入口處，設計至少 3 公尺的入口系統(entryway systems)，該系統包括固定式防塵格柵(Grates&Grill)或是防塵墊(rollout mats)，這些鋪設在入口地板的防塵設計，可以降低戶外進入室內之粉塵及微粒，且這些格柵或地墊必須每周清潔一次。



圖 4.1 在出入口設計防塵格柵(Grates&Grill)

圖片來源:

<https://www.hendrickcorp.com/architectural/products/arch-entrance-grilles/>

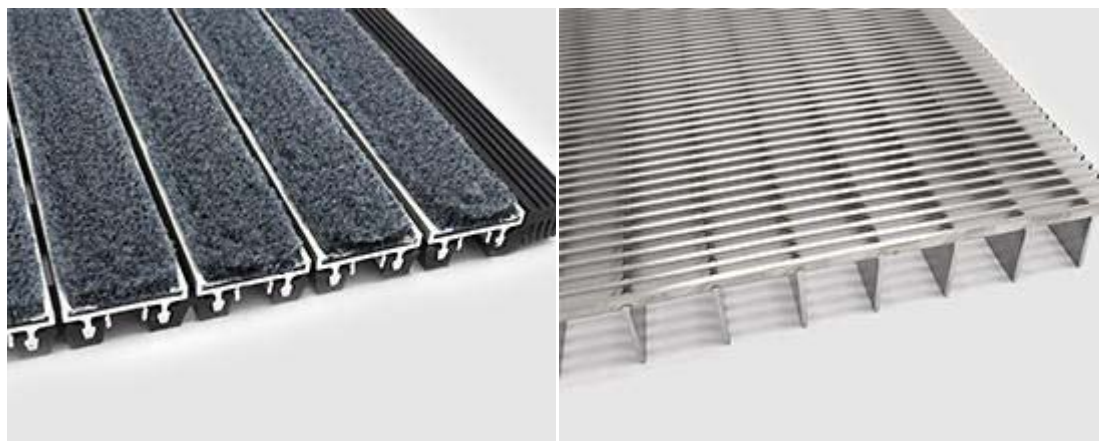


圖 4.2 防塵格柵(Grates&Grill)構造

圖片來源: <https://www.c-sgroup.com/entrance-flooring>

B. 避免交叉污染

室內有些空間可能存在有害氣體或化學物質，例如車庫、洗衣間、放置印表機及影印機的空間等，這些空間換氣率至少必須達到每平方英尺 0.5 cfm(立方英尺/分)，這樣的換氣率可確保這些

空間在關閉時，對於相鄰居室產生負壓，而不會讓有害氣體逸散至鄰近居室而污染空氣品質，此外，這些空間必須有自動關閉的門和，地板到天花板完整之隔間，天花板亦不能有連通到其他居室的通風路徑。

C. 過濾

每個通風換氣系統必須配備過濾系統或空氣清淨系統，過濾和空氣清淨系統必須符合 ASHRAE 5.2.2-2007 或是 CEN 標準 EN 779 - 2002，而且所有過濾介質在完工後及入住前都必須重新更換。

D. 自然通風設計計算

採用 CIBSE(Chartered Institution of Building Services Engineers)2005 年出版的應用手冊(AM10)2.4 節進行自然通風設計及計算。

E. 混和模式設計計算

採用 CIBSE(Chartered Institution of Building Services Engineers)應用手冊(13-2000)進行混和模式設計及計算

二、建築物依通風類型(機械通風、自然通風、混合式通風)如果有符合額外可提升空氣品質的策略，可得1分。

1. 採用機械通風的空間須符合下列任一要求，可得1分。

- A. 避免室外污染物污染
- B. 增加通風
- C. 二氧化碳監測
- D. 其他污染源控制及監測

2. 採用自然通風的空間須符合下列任一要求，可得1分。
 - A. 避免室外污染物污染
 - D. 其他污染源控制及監測
 - E. 逐室自然通風設計
3. 採用混和模式的系統符合下列任一要求，可得1分。
 - A. 避免室外污染物污染
 - B. 增加通風
 - D. 其他污染源控制及監測
 - E. 逐室自然通風設計

第四節 與室內空氣品質有關之建材評估項目

在 LEED v4 版本中，除了室內環境指標以外，材料與資源評估項目部分指標也針對源頭的建材進行管制，以確保室內使用的材料在原料組成、製造過程等階段，不會對室內空氣品質造成影響。本節就就相關得分項目進行彙整分析。

在 LEED v4 版本中，材料與資源評估大項中，增修訂了「建築產品宣告及最佳化」(BUILDING PRODUCT DISCLOSURE AND OPTIMIZATION)，將建築產品的宣告和最佳化概念納入，其目的是鼓勵建築物採用資訊揭露較為完整的材料和產品，也引導製造商製造更符合環境友善、經濟性、社會性的產品，以確保室內空氣品質。「建築產品宣告及最佳化」是 MR 指標中真正涉及材料本身的規範，對於綠建材標章更具參考價值，「建築產品宣告及最佳化」有三項評估細項，包括：環境產品宣告(ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS)、原材料來源 (SOURCING OF RAW MATERIALS)、材料組成 (MATERIAL INGREDIENTS)，其中材料組成攸關材料是否含有有害健康的成分，與室內空氣品質源頭管制之觀念息息相關，茲說明如下。

為了鼓勵材料製造商揭露完整的材料化學成分及安全資訊，LEED 設計了 3 個得分項目，說明如下：

1. 檢附材料成分報告，可得到 1 分。

至少使用來自 5 家不同的製造商的 20 種永久安裝產品或材料，這些產品或材料由供應商以下列任一程序來揭露產品的化學成分及組成，且必須標示到 0.1%。

A. 供應商以 GreenScreen 基準 (GreenScreen benchmark) (如圖 4.3 所示)或「全球化學品統一分類及標章制度」(Globally Harmonized

System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS) 公布產品之化學組成 (如圖 4.4 所示), 且必須標示相關成分之健康危害情形 (例如標示 GHS 第 2 類致癌物)。其中, GreenScreen 是美國一個非營利組織「Clean Production Action」發起的計畫, 該計畫主要聚焦於化學風險評估。



圖 4.3 GreenScreen 標章

MATERIAL CONTENT

Material content measured to 1%.

COMPONENT	MATERIAL	AVAILABILITY	MASS%	ORIGIN
Face Cloth/Yarn	Nylon 6 (25038-55-4)	Fossil resource, limited	8.6%	US
Face Cloth/Yarn	Nylon 6 post industrial and post consumer recycled (25038-55-4)	Recycled material, abundant	8.6%	US
Tufting Primary	Polyester (25038-59-9)	Fossil resource, limited	2.5%	US
Latex	Ethylene vinyl acetate (25822-09-7)	Fossil resource, limited	5%	US
Filler	CaCO ₃ (1317-65-3)	Mineral resource, non renewable, abundant	14.9%	US
Soap	Alcohol ethoxysulfate (68585-40-0)	Fossil resource, limited	0.3%	US
Biostatic Preservative	Intersept (68132-19-4)	Renewable resource, abundant	0.3%	US
Fiberglass	Silica (65997-17-3)	Mineral resource, non renewable, abundant	1.1%	US
GlasBac® Backing	Polyvinyl chloride copolymer (25035-98-7)	Recycled material, abundant	9.7%	US
GlasBac® Backing	Di(2-ethylhexyl) terephthalate (DEHT) (6422-86-2)	Recycled material, abundant	9.5%	US
GlasBac® Backing	Calcium alumina glass spheres pre-consumer (68131-74-8)	Recycled material, abundant	39.4%	US
GlasBac® Backing	Calcium oxide (1305-78-8)	Mineral resource, non renewable, abundant	0.2%	US

圖 4.4 材料成分揭露示意圖

B. 健康產品宣告 (Health Product Declaration)：終端使用的產品或材料必須依照「健康產品宣告公開標準」(Health Product Declaration Open Standard)，完整揭露已知的健康風險 (詳圖 4.5)。

Health Product Declaration: Is it complete?

The image shows two Health Product Declaration (HPD) forms side-by-side. The left form is for a carpet tile product, and the right form is for a wall base guard. Both forms have red boxes highlighting the 'Full Disclosure of Intentional Ingredients' and 'Full Disclosure of Known Hazards' sections. In both cases, the 'No' option is selected. A yellow banner across the middle of the forms reads 'No Full Disclosure of Intentional Ingredients, Known Hazards'.

圖 4.5 健康產品宣告示意圖

C. 搖籃到搖籃 (Cradle to Cradle) 認證 (詳圖 4.6)：符合「Cradle to Cradle」認證制度 V2 基本等級(v2 Basic level)或 V3 銅級(Bronze level) 認證。



圖 4.6 Cradle to Cradle 標誌

D. 產品成分標示：產品包裝貼有成分標示，且成分需詳細到 0.1% 或 1000ppm。

- E. 符合 ANSI/BIFMA 家具永續標準：產品通過美國家具製造商成立的非營利組織 BIFMA 評估（詳圖 4.7），並得到 3 分以上。



圖 4.7 ANSI/BIFMA 標誌

- F. 搖籃到搖籃健康認證（Cradle to Cradle Material Health Certificate）（詳圖 4.8）：通過「Cradle to Cradle」組織之「健康認證」銅級以上的認證。



圖 4.8 搖籃到搖籃健康認證標誌

- G. 取得「ProductLens Certification」認證：ProductLens Certification 是 UL 公司推動的認證制度（圖 4.9）。
- H. 通過 Facts–NSF/ANSI 336 永續評估：家具及紡織品（床、沙發等）通過 NSF/ANSI 永續性評估，NSF（National Sanitation Foundation）是美國國家衛生基金會是一群美國科學家為了回應

社會的需求，於 1944 年成立的一個以科學研究為基礎的非營利民間組織（圖 4.10）。

I. 其他 USGBC 認可之材料成分揭露報告。



圖 4.9 ProductLens Certification 認證標誌



圖 4.10 NSF 認證標誌

2. 有關材料組成部分，超過產品或材料總價 25% 的產品或材料符合下列任一準則，可得 1 分。
- A. 符合 GreenScreen v1.2 基準：清單上的化學成分可追溯到 100ppm，且成分中不至造成健康危害。
 - B. 搖籃到搖籃（Cradle to Cradle）認證：不同等級的認證，可獲得不同加權權重，例如獲得 V2 白金級認證，權重為 150%（價格可乘 1.5 倍），獲得黃金級權重為 100%。
 - C. 符合 REACH 規定：歐盟 REACH 法規（EC Regulation No.1907/2006, Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals, REACH）於 2007 年公告實施，鼓勵以較不危險的化學物質取代現有危險化學物質。REACH 適用於所

有化學品，除了工業製程運用的化學品以外，還包括涵蓋清潔用品和油漆等日用消費品或衣物、家具及電器等商品所含的化學成分。REACH 規範要求企業加強管理化學物質或消費性商品可能對公共健康及環境造成的風險。多數 REACH 規定適用於製造商和進口商本身，因此，製造商和進口商必須提供化學品屬性資料並登記所採用的物質成分（無論是純物質還是混合物質）。LEED v4 規定材料和產品不得含有 REACH 授權清單（Authorization List）、限制清單（Restriction list）、候選清單（Restriction list）上所列化學成分。

D. 其他 USGBC 認可之材料成分限制基準。

3. 材料供應商致力於安全、健康、降低風險與危害的相關計畫，用於製造建築產品或材料的成分中，至少有 99% 的成分均能提出相關計畫證明文件，且材料供應商有經第三方驗證的供應鏈，驗證內容包括下列各項，可得 1 分：

- A. 根據現有的風險、暴露及使用資訊，以公開透明的方式針對供應鏈上的各種化學成分進行資訊交流與檢視，以確認需要被詳細評估的化學成分。
- B. 確認、記錄和交流各項成分的安全、健康及環境特性資訊。
- C. 落實管理各項成分安全、健康及環境風險及危害。
- D. 在做產品研發及改良時，已將安全、健康及環境衝擊等因素納入考量，進行最佳化設計。
- E. 在供應鏈上緊密交流及評估化學成分之安全及管理資訊。
- F. 化學成分的安全及管理資訊可以在每個供應鏈上被公開取得。

這個部分仍是以總價進行量化計算，但是如果產品及材料是 160 公里（100 英里）內製造、開採的，那麼該產品及材料的價格得以兩倍計算，以鼓勵採購當地的產品及材料。但是若是某一材料符合多個準則，亦不能重複計算。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究首先蒐集室內空氣品質及綠建材標章之相關法規、管理機制、標章制度等文獻，進行國內外室內環境品質問題之比較分析，經分析比較可發現，我國雖然是全球第二個將室內空氣品質入法的國家，但目前公告之場所並不包含旅館、幼兒園、托嬰中心、產後護理之家、觀光工廠、公辦民營托嬰中心等，另部分地方政府雖然推動室內空氣品質自主管理標章，但檢測項目一般僅為二氧化碳，因此，地方政府可考量增加相關檢測項目。另本研究針對美國美國綠建築協會（USGBC）的 LEED 系統（Leadership in Energy and Environmental Design）室內環境品質指標進行分析探討，分析可知，LEED 室內環境指標內有三個先決條件必須先符合，分別是：最小室內空氣品質要求、抽菸控制、最小音環境品質等 3 項，換言之，3 個先決條件中，有 2 項是與室內空氣品質有關，可見在空氣品質、光環境、音環境、熱環境等項目中，LEED 甚為重視空氣品質，而在空氣品質要求此一必要滿足之先決條件中，主要關注通風和監測，LEED 尤其強調通風部分，包括機械通風與自然通風，此部分之發展概念，值得國內借鏡。

另外，LEED 對於建築禁菸的規定也與國內相關標章與法規之規定有所差異，尤其在私人住宅的部分，雖然無法強制禁菸，但是 LEED 室內環境指標仍最大程度地透過標章制度，試圖降低二手菸在室內流動的可能性。至於 LEED 得分評估項目部分，LEED 也考量了影印機室、車庫等污染源的污染控制、建築物入口處的防塵措施及過濾系統等，這些細緻的規範可供我國相關法規或自願性質標章系統借鏡。

第二節 建議

建議一

針對室內空氣品質議題持續進行研究及推廣，並依據地方政府需求，協助其自主標示制度或標章與國際接軌：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

國內有部分縣市及民間組織，已建立相關室內空氣品質或室內環境品質的標章或識別系統，這些制度對於提升室內環境品質甚有助益，惟部分指標內容仍可考量與國際相關標章制度接軌之可行性，另外，應盡量考量從建築設計的方式提升室內空氣品質，而非單獨仰賴昂貴與消耗能源的方式提升室內空氣品質。建議未來持續蒐集最新國際發展現況並進行相關研究，俟相關地方政府有較充裕之經費與人力後，視其需求，協助其擴大室內空氣品質推動層面與力度，並與國際接軌。

參考文獻

1. 綠建材解說與評估手冊2020年更新版，內政部建築研究所，2020。
2. 江哲銘、李俊璋，健康綠建材性能實驗研究，內政部建築研究所，2006。
3. 何明錦，室內環境品質診斷及改善技術指引，內政部建築研究所補助計畫，2012。
4. 許銘文，102年度健康室內環境品質推廣計畫，內政部建築研究所補助計畫，2013年。
5. 蘇慧貞、江哲銘，室內空氣品質檢測方法之研究，行政院環保署環境檢驗所，2003.7。
6. 許銘文，100年度健康室內環境診斷諮詢服務計畫，內政部建築研究所補助計畫，2011年。
7. 室內空氣品質建議值，行政院環境保護署，2005。
8. 室內空氣品質管理推動方案，行政院環境保護署，2006。
9. 丁培修、許平和，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，行政院環境保護署，2006。
10. 推動公共場所自主管理制度及室內空氣品質管理法相關子法訂定，2008。
11. 室內空氣品質管理法相關子法建置與公共場所室內空氣品質自主管理及分級標章制度推動，行政院環境保護署，2009。
12. 日本厚生勞動省，室內空氣中化學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>
13. Fransson, N., D. Vastfjall, and J. Skoog (2007), In search of the comfortable indoor environment: a comparison of the utility of objective and subjective indicators of indoor comfort, Building and Environment, Vol.42, 1886-1890.
14. 世界衛生組織(World Health Organization ; WHO) FORMALDEHYDE <http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/a73769.pdf>

15. Guo, H., F. Murray and S.C. Lee (2003) The development of low volatile organic compound emission house-a case study, Building and Environment, Vol.38:1413-1422.
16. 陳友剛(2007)〈第五章第二節 整體換氣技術〉《勞工衛生研究相關技術資料彙編》，勞工安全衛生研究所。
17. 林霧霆、吳明達、梁嘉麟(2007)〈木質建材之甲醛及VOC逸散測試方法CNS化之研究〉《建築學報》，第62期專刊：149-162。
18. Guo, Z. (2002) Review of indoor emission source models –Part 1.Overview, Environment Pollution, Vol.120(3):533-549.
19. Hakkarainen, H. (2006) Effect of building structure on indoor air quality measurements and modelling of emissions from fibrous thermal insulation, thesis, Helsinki university of technology,.
20. Huang, H. and F. Haghighat (2002) Modelling of volatile organic compounds emission from dry building materials, Building and Environment, Vol.37:1127-1138.
21. Kwok, N., S.C. Lee H., Guo, and W. Hung (2003) Substrate effects on VOC emissions from an interior finishing varnish, Building and Environment, Vol.38:1019-1026.