

室內空氣品質管理與改善簡介

台灣清淨環境科技有限公司 孫國書

一、前言

近年來環境保護與永續發展成為各國及企業相當重視的議題，其目的即是為維護人類可持續發展繁衍的生存環境，而「空氣」係人類賴以維生的重要的元素之一；環保意識的抬頭及人類對於「生存權」的重視，代表「呼吸權」的時代已經來臨，因此，空氣品質的維護成為各國與企業不可迴避的責任；因此，享有乾淨的空氣與水源是人人應享有的權利，其中，「空氣」經由呼吸進入體內，吸入受污染的空氣等同吸入有害物質，直接衝擊人體健康。

而因「室內空氣品質」造成的健康危害比比皆是，以美國為例，單就室內空氣品質而言，累積至 2002 年相關訴訟案件的賠償金額已超過 70 億美元，平均每個案件的賠償金額約 100 萬美元。2010 年日本亦發生類似案例，一家庭因搬入室內空氣中化學物質濃度過高的新屋，而導致全家罹患「室內化學過敏症」經醫院診斷認定，該家庭(3 人)治療費用每天就需 7~8 萬日元，且一生都難以治癒，日本仙台地方法院判定建商應賠償受害家庭所有損失，此案例開啟日本「室內化學過敏症」訴訟的先河。

以台灣而言，經國內學者專家針對室內空氣品質對人體健康影響之評估，透過國內相關統計資料庫，初步對於各種室內空氣品質相關疾病在我國醫療上之成本支出進行整合性的估算；結果發現，若能對國內室內空氣品質有所推廣及改善，每年在相關疾病的健保醫療支出上約可減少 37 億 3 千萬至 40 億 2 千萬之間，為數相當可觀；且粗估數據僅包含健保醫療之支出，並不包含其他照護成本、工時損失、生產力等，因此整體而言，改善空氣品質可獲致之健康成本更遠高於推估之金額^[1]。

二、室內空氣品質管理之推動

綜觀世界各國，現已制訂室內空氣品質相關法令的國家包含日本、南韓和中國，而開啟室內空氣品質先河的美國和歐盟等先進國家，雖無訂定相關法令，但針對室內空氣污染物濃度的建議，或自主管理制度的推動行之有年，以下說明國內外室內空氣品質管理推動情形。

(一)國外管理情形^[2]

目前世界各國已訂定「室內空氣品質」法令或指引的國家如表 1 所示，除我國外亞洲

國家包含中國、南韓、日本、香港及新加坡，美洲包含美國與加拿大，歐盟主要為德國與芬蘭，大洋洲則有澳洲。然而，並非所有國家均推行室內空氣品質自主管理制度或訂定相關規範，目前世界各國已推行室內空氣品質法令或制度的國家中，中國、南韓、日本和香港為推行自主管理制度或法源化的國家。中國、南韓、日本和香港的自主管理制度或法令相關內容彙整如表 2。

表1 世界各國室內空氣品質管理法令及規範彙整

區域	是否具有法源依據	國家	制訂機關	法令/規範	室內空氣品質管理指引訂定
亞洲	具法源依據	中國	衛生部	公共場所衛生標準	
			建設部	民用建築工程室內環境污染控制規範	
		南韓	環境部	Indoor air quality management Act	√
	不具法源依據	中國	厚生勞動省	建築物衛生管理法	√
			國家環境保護總局	室內空氣質量標準	√
			香港	環境保護署	辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引
新加坡	環境部	Guideline for Good Indoor Air Quality in Office Premises	√		
北美洲	不具法源依據	美國	環境保護署	IAQ Tools for Schools Program	√
				Building Air Quality : A Guide for Building Owners and Facility Managers	
		加拿大	Health Canada	Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality	√
				Indoor Air Quality in Office Buildings : A Technical Guide	
Tools for Schools Action Kit for Canadian Schools					
歐盟	不具法源依據	德國	Indoor Air Hygiene Commission (IRK)	Guide value for indoor air	√
		芬蘭	Ministry of Social Affairs and Health	Indoor Air Guidelines	
大洋洲	不具法源依據	澳洲	Standards Australia	The use of mechanical ventilation and air-conditioning in buildings - Mechanical ventilation for acceptable indoor-air quality	√

表2 亞洲競爭國室內空品自主管理制度比較

國家	管理單位	建議/法規	內容	適用環境	自主管理要求	
					檢測單位/人員	管理時程/頻率
中國 (立法執行，但不具強制力)	國家質量監督檢驗檢疫總局/ 國家環保總局/ 衛生部	室內空氣質量標準 發佈時間: 2002/12/18 實施時間: 2003/03/01	為保護人體健康，預防和控制室內空氣污染，制定本標準，本標準規定了室內空氣品質參數及檢驗方法，適用於住宅和辦公建築物，其它室內環境可參照本標準執行。本標準的附錄 A、B、C、D 為規範性附錄。	住宅和辦公建築物，其它室內環境可參照本標準執行	China Indoor Air Quality Center (CIAQC) 年度最佳空氣檢測單位評選，適用於設立於中華人民共和國，具有明確法律地位的獨立實驗室，評選依據 ISO/IEC17025《檢測和校準實驗室能力的通用要求》，評選條件：1.申請機構須具有明確的法律地位，具備承擔法律責任的能力，2.符合 CIAQC 評選準則，3.遵守 CIAQC 評選規則、評選政策的有關規定，履行相關義務，4.符合中華人民共和國計量認證要求合格。	無強制性管理

表 2 亞洲競爭國室內空品自主管理制度比較(續)

國家	管理單位	建議/法規	內容	適用環境	自主管理要求	
					檢測單位/人員	管理時程/頻率
南韓 (立法 執行)	Ministry of Environment (MOE)	Indoor Air Quality Standards 2006 年 1 月執行	Indoor Air Quality Management Act 以有效的室內空氣品質管理和帶動各種的政策措施為優先考量來制定 Indoor Air Quality Standards，保護民眾在日常生活中免受空氣汙染所導致的健康風險，並於 2006 年 1 月 1 日開始強制執行新建築物的室內空氣品質標準的量測，強制管制項目有懸浮微粒 (PM10)、二氧化碳、甲醛、總細菌濃度、一氧化碳，而二氧化氮、氫氣、總揮發性有機物質、石棉和臭氧則是自願性管制。另外，也針對場所的通風效能與建材所含之有機物和甲醛逸散量進行規範。	地下鐵車站、地下超市、圖書館、博物館、醫療中心、室內停車場、公車站的等候室、火車站、機場及其孩童照護中心、老人醫學中心、賓葬中心、桑拿浴、婦產坐月子中心、大型商場 (共 17 項)	無相關資料	MOE 要求建築的管理者需針對有強制管理的汙染物項目進行每年一次的監測，且每年的一月底必需將監測結果回報給州長/市長。

表 2 亞洲競爭國室內空品自主管理制度比較(續)

國家	管理單位	建議/法規	內容	適用環境	自主管理要求	
					檢測單位/人員	管理時程/頻率
日本 (立法 執行)	厚生勞動省	建築物衛生管理法	規範建築大樓的室內溫度、相對濕度、氣流、一氧化碳、二氧化碳、PM ₁₀ 和甲醛之濃度範圍。	演出場、百貨公司、店鋪、辦公室、學校、共同住宅等具有相當規模的建築物，並有多數人使用、或者利用，且需環境衛生特別需要照顧的建築物	取得厚生勞動所辦理之環境衛生管理技術人員證照	每 2 個月或 6~9 月期中檢測一次

表2 亞洲競爭國室內空品自主管理制度比較(續)

國家	管理單位	建議/法規	內容	適用環境	自主管理要求	
					檢測單位/人員	管理時程/頻率
香港 (未立法執行)	環境保護署-室內空氣質素管理小組	辦公室及公眾場所室內空氣質素檢定計劃指南/辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引 發佈時間: 2003/9	為改善室內空氣質素及加強公眾對這方面的關注，政府實施「室內空氣質素管理計劃」，採用兩個級別的室內空氣質素指標(「卓越級」及「良好級」)，作為評估樓宇室內空氣質素的基準，並由意願者自行申請，而除檢驗師的聘請需付費外，其餘項目均為免費。目的在於建立一個維持室內空氣質素的有效自行規管制度。本指引並無法律約束力，以自願及自我規管的方式按年進行檢定工作。	(a)住宅樓宇 (b)醫護樓宇 (c)工業樓宇 (d)樓宇的任何範圍或部份，而該等部份乃建造、使用或擬用作住宅、醫護或工業用途	需符合資格的檢驗師： 1.檢定商業樓宇及公眾場所已根據《工程師註冊條例》(第409章)註冊的專業工程師，且屬於屋宇設備、氣體、化學、環境、輪機及造船或機械界別。 2.檢定政府及半政府樓宇(包括商業或合建樓宇內政府所租用/擁有的處所)(i)如上文(a)項規定；或(ii)由建築署署長或機電工程署署長以書面委任具有相關資格及經驗以進行室內空氣質素檢定的公職人員。	以自願及自我規管的方式按年進行檢定工作。檢定證書有效期為1年，每5年需要重新量度整套室內空氣質素指標的參數，而期間的4年，若符合某些條件(8項)，只需每年量度二氧化碳和可吸入懸浮粒子兩個參數

(二)國內管理情形^[2]

近年來，隨著國人對於室內環境(空氣)品質意識的抬頭，我國政府亦從 91 年起著手開始強化國內室內空氣品質之相關政策推動及法令制定，94 年 8 月 25 日所召開行政院消費者保護委員會第 126 次委員會議中，決議指定由環保署為「室內空氣品質」之目的事業主管機關，環保署隨即展開相關「室內空氣品質」法規研擬及政策推動，逐年推動歷程中主要包括於 2006 年協同各部會擬定為期 3 年的「室內空氣品質管理推動方案」。該方案主要工作為：第 1 年建置室內空氣品質管理能力，第 2 年推動公共場所室內空氣品質自主管理制度，第 3 年推動公共場所室內空氣品質標章制度。另於 94 年 12 月 13 日公告「室內空氣品質建議值」促使中央及地方縣市政府開始執行相關室內空氣品質管制工作，而 100 年 11 月 8 日立法院三讀通過「室內空氣品質管理法」，並於當年 11 月 23 日由總統公布實施。

我國環保署自 1998 年起開始著手進行國內相關職場室內外空氣品質調查研究，並於 1999 年開始正式於施政計畫中開始，委託研究團隊進行室內空氣品質標準與管制策略擬議的系列研究，相關專業人員透過文獻參考與實測經驗，建立本土室內空氣品質量環境實測標準流程(S.O.P.)，並逐步以此標準流程累積台灣各建築類型之實測數據，亦進一步彙整國外相關資料，以維護健康為基礎，擬定本土化之空氣品質標準建議值，幾經修正後，環保署於 2002 年辦理相關室內空氣品質建議值公聽會，並於 2005 年 12 月行政院環境保護署環署空字第 0940106804 號正式通過公告「室內空氣品質建議值」；隔年五月年環保署進行「推動公共場所室內空氣品質管理制度計畫」，以初步研擬相關 IAQ 管理制度，積極推動對應之室內空氣品質檢測專責人員與自主管理專責人員，同時亦進行「室內空氣品質自主管理推動計畫」；同年六月擬出「室內空氣品質管理推動方案(草案)」提報消保會 135 次委員會議後定案，隨即由各相關部會依方案分工原則，著手研擬具體 3 年工作行動計畫。歷經十二年的研究與政策擬定，立法院終於在 2011 年 11 月 8 日三讀通過室內空氣品質管理法，我國成為繼南韓後，全球第二個通過室內空氣品質管理的國家。

1.室內空氣品質管理法^[3]

室內空氣品質管理法分為四章節，共 24 條。第一章總則，針對本法目的、主管機關、名詞定義及相關事業主管機關進行說明，各主管機關得針對其所管轄之單位進行室內空氣品質相關調查、檢驗、教育、宣導、輔導、訓練及研究有關事宜。第二章為管理的部份，共七條條文，是本法則之精華所在。於第六條闡明本法所管轄之對象，將公私場所區分為 11 個類別進行管理工作，並依其公眾聚集量、進出量、室內空氣污染物危害風險程度及場所之特殊需求，予以綜合考量後，批公告管制場所。管理對象確認後，亦明定管理場所應進行室內空氣品質維護管理計畫及設置專責人員等事項進行說明；在檢驗測定及相關數據公告上，在本章中亦予以說明闡述。第三章為罰則，對於虛偽記載、

規避、妨礙或拒絕檢查、檢驗測定、查核或命提供有關資料或場所檢驗數據、備查資料不符合規範者之處罰方式及金額，在罰則上，若非有重大違法情況發生，對於室內空氣品質檢測不和規範者，多採限期改善的方式，鼓勵公共場所管理人，盡力維護優良的室內環境品質。第四章為附則，說明法案開始執行期限。

2. 室內空氣品質標準^[4]

室內空氣品質標準如表 4。該標準之污染物種類分為九種，其量測時間依據污染物之屬性分為 1、8 及 24 小時值、和最高值等四類。其中值得注意的是，總揮發性有機化合物在考量污染物特性及危害性上，所量測之種類為十二種苯類及烯類之總和；真菌的部份，由過去研究顯示，室內真菌濃度受室外濃度影響很大，故為了解室內污染之真實情況，特加入「真菌濃度室內外比值」為標準，真菌濃度室內外比值定義如下：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。

表 4 室內空氣品質標準

污染物種類	標準值		
	量測時間	標準值	單位
二氧化碳(CO ₂)	8 小時值	1000	ppm
一氧化碳(CO)	8 小時值	9	ppm
甲醛(HCHO)	1 小時值	0.08	ppm
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
細菌(Bacteria)	最高值	1500	CFU/m ³
真菌(Fungi)	最高值	1000	CFU/m ³
		但 I/O Ratio ≤ 1.3	
粒徑小於等於 10 微米(μm)之懸浮微粒 (PM ₁₀)	24 小時值	75	μg/m ³
粒徑小於等於 2.5 微米(μm)之懸浮微粒 (PM _{2.5})	24 小時值	35	μg/m ³
臭氧(O ₃)	8 小時值	0.06	ppm

三、常見室內空氣污染物

世界衛生組織(World Health Organization)於 2010 年 12 月 15 日，依據 60 位以上各國科學家的研究結果，首度針對室內化學性污染物發布室內空氣品質管理指引。其內容指出，室內空氣污染物主要來自建築物、建材、室內設備及人類活動(如燃煤烹飪、取暖產生的廢氣)。全球性室內常見的化學污染物計有 9 種，包括苯、一氧化碳、甲醛、萘、二氧化氮、多環芳香烴、氬、三氯乙烯及四氯乙烯等。過量吸入這些化學污染物將導致多種疾病並威脅生命。其中居第一位的苯，廣泛應用於建築材料及油漆中，對人類健康危害最大。一般常見室內空氣污染物及其危害說明如下：

1. 懸浮微粒：懸浮微粒依其粒徑大小而對呼吸道的影響有所差異，一般將粒徑小於或等於 $10\mu\text{m}$ 的微粒稱之為呼吸性微粒，因為這些微粒可隨著呼吸作用進入呼吸系統，並依其粒徑由大至小分別沉降於鼻腔、呼吸道及肺泡細胞，而對於呼吸道有所危害。室內環境中呼吸性懸浮微粒的來源有吸煙、烹煮、建材中之石綿、人造礦物纖維、植物花粉、動物性過敏原、微生物之細菌、真菌、病毒等，依其性質不同而對人體有不同形式之危害。例如燃燒香煙所產生之微粒因富含各種刺激性化學物質而會刺激呼吸道，引起呼吸道相關疾病及心臟血管疾病。人造玻璃纖維則除了造成皮膚、眼睛的乾癢外，也會刺激呼吸道。微生物則依其不同生物活性會造成感染、過敏等症狀。
2. 二氧化碳：大部份生物會呼出二氧化碳，當室內存有高濃度的二氧化碳時，即表示沒有足夠的新鮮空氣，二氧化碳的來源主要來自於人類呼吸、吸煙、及其他燃燒行為。當室內人員密度過高或是換氣效率不佳時，容易造成二氧化碳濃度累積，同時其他的污染物濃度也相對地提高。因此，二氧化碳被視為室內空氣品質良窳最重要的化學性指標。同時也是用來評量室內人員密度是否過高以及換氣效率是否良好之重要指標。一般而言，辦公室內二氧化碳濃度會隨著上班時間而逐漸累加。研究顯示，當二氧化碳濃度過高時，除了會刺激呼吸中樞造成呼吸費力或困難等感覺，亦會產生頭痛、嗜睡、反射減退、倦怠等症狀，因此若辦公室二氧化碳濃度過高，會使員工工作效率明顯降低，故而影響產業競爭力。
3. 生物污染物：微生物以細菌、真菌、病毒、寄生蟲等各種不同的型態普遍存在於自然界中，有些微生物會引起過敏、感染、毒性效應，對人體甚至有致命的殺傷力。一般室內環境中存在的微生物多與潮濕的材質、水源、與人為活動有關。以退伍軍人症為例，便是由生長於冷卻水塔及冷凝設備中的退伍軍人菌所引起。

而其他微生物亦會在室內各種較為潮濕的區域及材質中生長，如廁所、洗手台等

容易積水的區域常因清潔打掃不善，提供給黴菌最佳的生長環境。空調系統及單機冷氣的濾網若未加以定期更換清洗，也會成為細菌及黴菌等微生物的溫床；辦公室中普遍存在有室塵蹣、黴菌、蟑螂等過敏原，人類的皮膚是塵蹣主要的食物來源，因此，室塵蹣特別喜歡生長在地毯、沙發等有棉絮且富含人類皮膚的地方。辦公室的洗手台、廁所、天花板、壁紙上常可見到的霉斑也是誘發過敏的元兇之一，黴菌喜歡生長在較潮濕材質上，一旦傢俱或建材裝潢上成為黴菌的棲息地則不容易將之完全清除，因此避免黴菌孳生最有效的方法則是注意保持室內乾爽。

4. 一氧化碳(CO)：辦公室內由於鮮少有燃燒烹煮行為，因此空氣中一氧化碳主要來自於吸煙、停車場廢氣引入或是室外交通廢氣引入。一氧化碳對人體的毒性是由於一氧化碳在肺部與血液中的血紅素結合，因而阻礙血紅素與氧氣結合，使得體內組織細胞氧氣供應不足，而呈現中毒現象。長期暴露於一定程度的一氧化碳濃度中，會呈現頭暈、頭痛、呼吸困難、頻尿、口渴、體重減輕、失眠、易怒等慢性中毒症狀。流行病學研究亦顯示環境中一氧化碳濃度可能使死亡率、心臟血管疾病及氣喘發作機率顯著增高。

5. 揮發性有機化合物(VOCs)：由多種不同源頭釋放出來，如建造物料、傢俬、化妝品、清潔劑、殺蟲劑及二手煙等。乾洗後的衣服亦可能殘存 VOCs。如苯、甲苯、二甲苯。高濃度的 VOCs 可引致眼睛、鼻子和喉嚨不適，甚至頭痛、暈眩、視力失常及致癌。

在一般辦公環境中除了裝修建材、油漆粉刷、傢俱所溢散出的有機物質外，因工作需要所使用的文具、影印機、印表機等機具也都逸散出各種形式的揮發性有機物質。揮發性有機物質種類相當多，以往曾在對一般室內環境的研究中檢驗出上百種有機物質。其中大多數物質均具皮膚或呼吸道刺激性，有些則對中樞神經有影響，會引起暈眩、疲勞等症狀，而更有多種物質已被證實為致癌物質。

室內高濃度的揮發性有機物質，多發生於重新裝修、油漆、新傢俱放置及清潔打蠟後。因此，這些工作最好在一般例假日時進行，並於完成後在室內無人的情況下透過室內整體換氣量增加，及提高室內溫度以增加揮發性有機質的釋放速率等方法，使各種材料中的揮發性有機物質能在短時間內有效逸散，以降低往後逸散的濃度。

6. 甲醛：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。濃度高時有刺鼻的氣味，且會導致眼部及呼吸道出現刺激反應。

7. 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 種化學物質，其中包含的化學成分有 40 種以上已被研究證實為致癌物質，數十種被證實為刺激

物質。二手煙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。這些物質不僅危害著癮君子的健康，就連不吸煙者也深受二手煙之苦。

8. 臭氧：使用紫外光或可導致空氣離子化的設備都可能產生臭氧。紫外光的使用及空氣離子化的結果，因此辦公室中影印機及雷射印表機是主要的臭氧發生源。臭氧為一刺激性氣體，可刺激眼睛及呼吸道，造成咳嗽、胸部不舒服等症狀，對於本身患有氣喘及呼吸道疾病等敏感族群，則可能因臭氧的刺激而加重其症狀。由於臭氧屬於高反應性氣體，因此通常不會在室內造成累積現象。但在一般辦公空間中，應將印表機及影印機等發生源與工作人員相互區隔，減少人員暴露於其中之時間。

四、室內空氣品質常發生之問題

大部分公共場所之室內空氣污染成因可大致歸類為：空調系統設置不當、通風換氣不足及場所作業及管理問題等三大項：

1. 空調系統設置不當：因空調系統設置不當造成室內空氣品質不佳之因素，可包括：
 - (1) 外氣引入量不足：如外進風口面積過小，以致外氣供應量(風量)不足；外氣引入之路徑(管線)過長，以致管線末端外氣量不足；使用窗型、分離式冷氣或 FCU 系統，造成室內空氣內循環。
 - (2) 外氣引入位置不當：外氣引入位置與廚房廢氣、廁所或其他廢氣管道過近，易引入廢氣；或外氣引入口靠近熱產生源(如分離式冷氣主機)，易引入過熱之外氣，造成冷房之負荷；空調之新鮮外氣引入位置過於靠近植栽處或廢氣排放口。
 - (3) 出風、回風口位置設計不當：室內空調出風口與回風口過近，或是出風口與回風口之數量分布不均勻。
 - (4) 冷卻水塔：冷卻水塔外側有水滴飛濺，可能導致周遭積水；或冷卻水塔防護網破損，未加以裝設；冷卻水塔之接頭鏽蝕狀況等。
 - (5) 系統維護不佳：空調箱機房積水、有黴菌滋生、未定期更換濾網等。
2. 通風換氣不足：如建築開口位置與使用，如夏季多關窗及開空調，室內人數多時易造成空氣品質不良、風向流動之動線(例如走廊)未開窗戶對流、及污染源逸散(例如空氣污染源逸散空間，如地下室、化學藥品集中處等，未加裝排氣系統)。
3. 場所作業及管理問題：空間動線規劃及清潔作業與人為活動，如室內動線規劃不佳，造成人潮聚集擁擠；室內有積水或儲水處，未時常清理或裝過濾裝置；室內燃燒行為使污染物隨空調系統流經其他室內空間等。

五、室內空氣污染之控制與改善

室內空氣污染之控制與改善，應考量評估適用環境、改善效率、成本(含維護)及能源消耗等等因素，以下綜合國內外室內空氣品質之處理改善技術，提出可行之較適處理改善技術建議。首先需考量室內污染物特性及來源，包含污染物類型、室內產生之濃度分佈、物理狀態及污染物與建物之關係。圖 1 為常見污染物於建物中之污染程度與時間遞移之相關示意圖，其中建物中之建材所產生之污染物(甲醛及 TVOC 等化學污染物)，其污染濃度隨時間變化而逐漸降低；而室內的物理性因子(溫度、濕度)，若未進行任何人為控制時，則隨日夜溫差與季節產生週期性的變化。其次亦需考量污染源特性，包含其為單一或多污染源、室內或室外來源、連續或間歇排放，並考量暴露量與健康效應間的量化關係，及污染物與室外環境的關係。

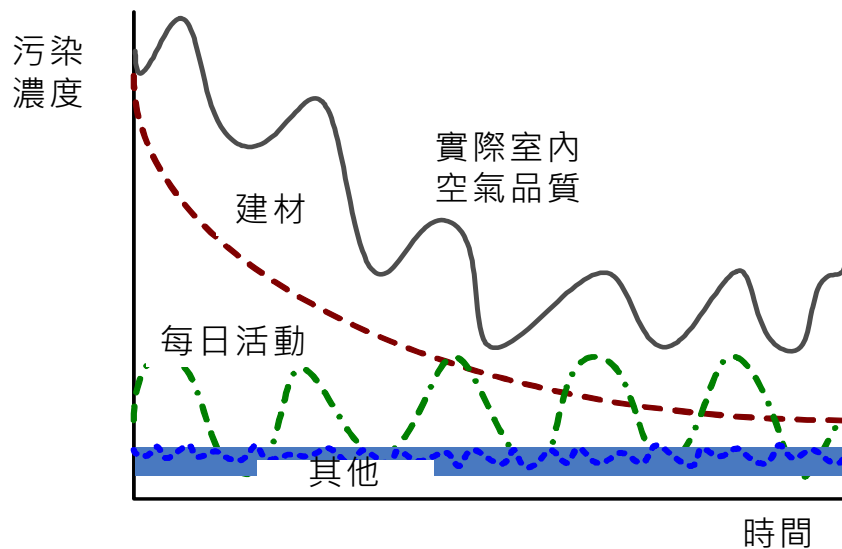


圖1 室內常見污染物類型示意圖

惟有瞭解室內污染物之特性與其來源，方可針對室內空氣品質進行控制及改善，進而提高改善成效。而室內空氣品質改善可針對個案研擬單一或多項改善措施，改善措施可歸納為主動移除與被動移除(詳圖 2 所示)，包含源頭減量、通風換氣與空氣清淨設施。而選擇最佳控制污染源的方法，無論是完全排除或改變污染性活動的位置等，可視特定情況的實際可行性和實施措施的成本來決定。

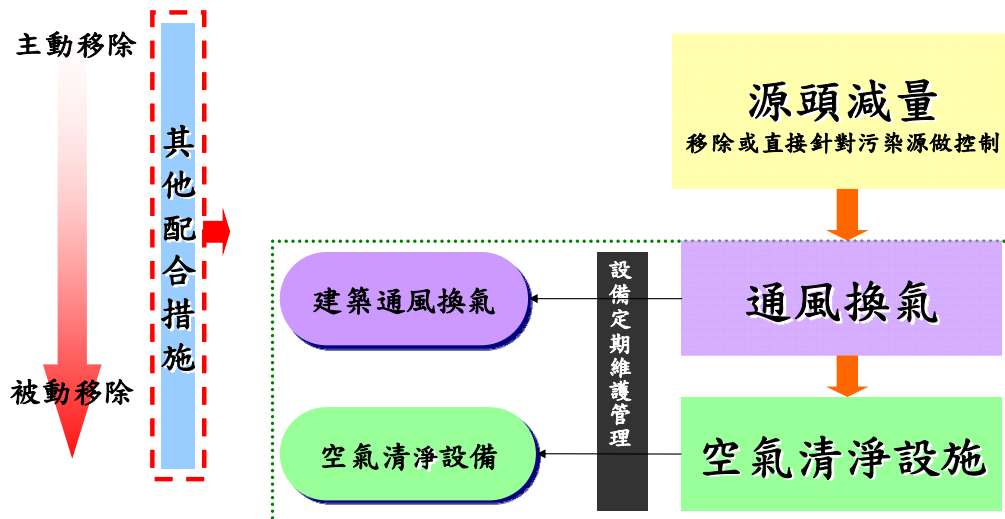


圖2 室內空氣品質改善策略

1. 控制源頭：改善室內空氣品質最直接和最有效的方法，是先考慮控制源頭的方案。在某些個案中，這甚至可能是唯一可供選擇的有效方案。下列為一些有效控制源頭的方法：

- (1) 完全消除污染源頭，例：在被投訴的範圍禁止吸煙、拆除鬆脆的物料、棄置真菌滋生污染的天花板。
- (2) 用低污染排放或危害性較低的物料作為代替，例：用水溶性油漆取代有機溶劑型油漆，改用化學強度較低的清潔劑。
- (3) 將污染源或污染物的傳播通道隔離，例：確保毗鄰停車場和卸貨區內的辦公室保持在正壓。
- (4) 改變污染源位置，遠離有人使用的地方，例：把影印機重新放置，使其遠離一般工作範圍。

部分室內空氣品質問題可能只須採用行政管理手段便可輕易解決，例如：

- (1) 妥善安排易造成室內空品問題之活動，例如在辦公時間以外的時段進行修繕工程或除蟲工作等。
- (2) 限制使用時會產生污染物設備的時段。
- (3) 重新安排易受影響人員，使其遠離曾令他們出現病症的範圍。

即使以上的行政管理手段不能徹底解決問題，亦可在找到長期解決方法前提供一定程度暫時改善的效果。採用行政管理手段的好處是能夠以最低成本，在問題出現時立即實施有關措施。

2. 空氣淨化設備或技術

以物理或化學等技術淨化空氣，達到污染物移除之目的，諸如：安裝具有高效能的微粒過濾或靜電裝置，可以改善因微粒污染或真菌孢子所引起的過敏等污染問題；或利用紫外光、光觸媒、消毒、殺菌劑等方法移除空氣中之污染物質。

目前市面已有販售具多功能之空氣清淨設備，惟其使用效能與正確清潔及保養有極密切關係，遇大量污染時仍宜先透過通風換氣，避免縮短濾網及空氣清淨機效果及壽命；且目前市面上之空氣清淨機都尚無法去除 CO₂，SO₂，NO_x 等氣體。

3.通風換氣系統(或冷凍空調系統)

室內空氣品質不良之問題大多來自於通風環境不良而造成污染物不易擴散、移除，因此通風換氣設備之改善，為控制室內空氣品質之重要手段，既有建築物可透過二氧化碳或其他污染物之監控，若有發現污染濃度蓄積等不正常狀態，透過下方式改善現有通風系統的有效性能：

- (1)依建築物使用人、室溫和污染源頭的情況，調校或重新調整通風系統。
- (2)增加室外空氣供應。
- (3)移去阻塞回風口的障礙物。
- (4)控制產生污染物的範圍與其他範圍間的壓力關係。
- (5)在排放高毒性或高濃度污染物的活動地點，例如瓦斯爐煮食、照相沖印、焊接等範圍安裝局部排氣系統。
- (6)改變空氣供應及回風口的配置，或調整供應及回風口，以改善空氣來源及空氣分配。
- (7)改良空氣分配系統，例：提高空氣供應或回風系統內風扇的功率。

整體通風換氣效果及可行改善方案之評估評估，應分為健康性、舒適性及節能性三方面，本計畫將參考國內、外通風換氣相關法令規定，做為維持室內空氣環境舒適與健康性之參考，我國「建築技術規則—建築設備篇」第 102 條已明定不同用途之場所所需之最小通風量(如表 5)；本年度計畫將以篩選出的 6 處場所為研究對象，探討其在正常通風系統之運作下，能否有效維持室內空氣品質，並以污染物濃度、回風比例、換氣量、換氣率等換氣效能等做為評估指標，依據量測所得資料與紀錄，研提可行的室內空氣品質問題改善方案，並納入改善成本及能源效應等分析，提供該類場所做為改善室內空氣品質問題之參考方案。

表5 建築物機械通風量設計—不同用途之室內空間

房間用途	樓地板面積每立方公尺 所需通風量 (m ³ /hr)	
	1 ^註 及 2 ^註	3 ^註
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
	非營業用	35
配膳室	營業用	25
	非營業用	15
衣帽間、更衣室、盥洗室、樓地板面積大於 15m ³ 之發電室或配電室	—	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空間	—	30
蓄電池間	—	35
汽車庫	—	25

※註：依「建築技術規則—建築設備篇」第 101 條規定機械通風應依實際情況，採用下列系統：

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

六、結語

「室內空氣品質管理法」之公告發布，展開了我國室內空氣品質法規重要的里程碑，該法施行後，首先將對國內各大型室內公共場所帶來衝擊，被環保署公告的公共場所為符合法令需求，場所的所有人及管理人應對其場所內的空氣品質負起責任，除應針對場所內之空調管線進行全面性的檢視、清潔，或導入相關空氣計畫技術、設備外，另需設置「室內空氣品質專責人員」，以負責日常巡查檢驗等室內空品維護工作。且為確保場所內室內空氣品質，被公告場所應定期委託專業檢測機構(經環保署環境檢驗所認證的機構)，針對各

項空氣污染物進行檢測，並提報當地主管機關。各可能被列管之機關與場所，應密切注意公告管制情形，並充實法規知識及各項技能，以符合法規要求。期能在強化室內空氣品質管制情形下，降低危害我國國民健康之風險，更能提升國民生活及環境品質，達成永續發展之目標。

七、參考文獻

- 1.行政院環保署，「室內空氣污染物健康風險評估與管制成本效益分析」，2004年。
- 2.行政院環保署，「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」期末報告，2008年12月。
- 3.行政院環保署，「室內空氣品質管理法」，2011年11月。
- 4.行政院環保署，「室內空氣品質標準」，2012年11月。
- 5.行政院環保署，「室內空氣品質資訊網」網站，2013年11月。
- 6.香港環保處，「室內空氣質素資訊中心」網站，2013年11月。
- 7.內政部營建署，「建築技術規則」，2013年1月。