

室內空氣品質介紹

*本內容僅供課程中閱讀參考使用

「室內空氣品質」的重要性

國人每人每天約有 80~90% 的時間處於室內環境中(包括在住家、辦公室或其他建築物內)，室內空氣品質的良窳，直接影響工作品質及效率，因此室內空氣污染物對人體健康影響應當受到重視。有效改善室內空氣品質，方能維護人體健康。

近年來室內空氣健康危害的議題逐漸被大家所重視，尤其是最近二、三十年來大眾生活型態的改變，使得人們在密閉的居住空間或是辦公空間裏享受空調系統帶來的舒適便利之餘，「病態建築物症候群」(Sick Building Syndrome) 也應運而生。在密閉的建築物內，如果室內通氣量不足時，污染物就容易蓄積而導致室內空氣品質惡化。世界衛生組織(WHO)於 1982 年將「病態建築物症候群」定義為：「凡因建築物內空氣污染導致人體異常症狀，如神經毒性症狀(含眼，鼻，喉頭感到刺激等)，不好的味道，氣喘發作等。」

另外，室外的污染物也有可能是影響室內空氣品質的因素，包括戶外汽機車、工廠排放的廢氣，或是因中央空調冷氣系統的外氣進氣口或濾網未定期清理而孳生的微生物等。台灣地處亞熱帶，屬於長年潮濕高溫的氣候型態，黴菌及細菌尤其容易孳生，因此必須更注意空調通風系統的定期維護。室內空氣品質對於經常在室內的兒童、孕婦、老人和慢性病人更是特別重要。因為兒童身體正在成長中，呼吸量與體重的比例較成年人高 50%，再加上兒童有 80% 以上的時間是生活在室內，因此兒童比成年人更容易受到室內空氣污染的危害。WHO 的研究報告中指出，因為室內空氣污染而死於氣喘的人，全球每年有 10 萬人，其中有 35% 為兒童。

常見的空氣室內污染物

室內環境中存在的污染物包括：懸浮微粒、菸害、揮發性及半揮發性有機物質、甲醛、燃燒氣體、二氧化碳、臭氧、微生物、氬氣等形式。而影響室內空氣品質好壞的室內氣候條件則包含有溫度、溼度以及空氣流動的變化等。

空氣中的漫遊者——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，一般將徑小於或等於 10 μm 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。

惱人的二手煙

每支香煙經過燃燒可產生 4000 餘種化合物，其中部份散播於空氣中，部份被吸入肺部組織內。除了尼古丁、焦油、一氧化碳外，其中包含的化學成分有四十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。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。衛生署已於民國 86 年 3 月頒布『菸害防治法』，條文中明列出禁菸之公共場所、空間以及除了吸煙區(室)外必須禁菸之公共場所。並且於『菸害防制法施行細則』第七條中說明吸煙區(室)必須是有區隔並具有通風良好或獨立之排風或空調系統之處所；該區(室)並應明顯標示「吸菸區(室)」或「本吸菸區(室)以外之區域嚴禁吸菸」意旨之文字，足見菸害為相當重要的室內污染源。避免或降低菸害的主要方法，則是推行辦公空間全面禁菸或是妥善規劃吸煙區(室)。在個人健康的考量上以及國家法令的支持下，往後大家都要勇敢的向惱人的二手煙說『不』。

默默釋放的有機物質

在化學科技多年的發展下，有機物質充斥於現代人的生活中。小至清潔劑、化妝品、黏著劑、天然氣、油漆、殺蟲劑、香煙，以至於各式各樣個人保養清潔用品如香水、髮雕等等。然而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。

政府這幾年積極推動『綠建材』標章制度，建材資料庫可作為民眾選擇低揮發性有機物質的建材及傢俱時的參考。而室內揮發性有機物質的控制，更需要室內所有人員共同努力於辦公室空間中盡量避免使用含有高揮發性有機物質之用品，如修正液、強力去污劑、強力膠等，才能使大家的暴露程度降至最低。

危險殺手---甲醛

甲醛為一無色、具刺激性之水溶性物質。由於尿素-甲醛大量且廣泛的使用在製作木質合板、木質傢俱、隔板、礦纖天花板、黏著劑、清潔劑等材料中，而這些材料更是廣泛應用於建築裝潢裝修之中，因此，甲醛是室內揮發性有機物質中最常見的逸散污染物。加上我國地處亞熱帶氣候區，高溫、高濕會加速甲醛之逸散速率，因此，常可在較密閉的空間中量測到高濃度的甲醛測值。而室內環境中短時間高濃度之甲醛暴露也與清潔行為有關，一般市售的強力去污劑大多數含有高濃度的甲醛，若在較密閉的辦公空間中使用，短時間內會使室內員工暴露於相當高濃度的甲醛。由於甲醛在毒理學研究上已被證實為人類致癌物質，且具有刺激皮膚、呼吸道、中樞神經系統等效應，因此如何降低室內人員之甲醛暴露濃度，以維護全體員工之健康是相當重要的課題。

我們呼出的氣體在哪裡？---二氧化碳(CO2)

大氣中二氧化碳的含量約在 0.03~0.04 % 之間，在清淨的室內環境中，二氧化碳濃度會接近大氣中之濃氣。辦公室內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。

燃燒、吸煙副產物---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。

不安份的氧離子---臭氧(O₃)

辦公室臭氧(O₃)的生成主要來自於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。

尋找下一個狙擊目標的微生物

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，有些微生物對於自然界、對於人體是有益的，而有些微生物則會引起過敏、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。以國內近幾年來案例暴增且傳出致死案例的退伍軍人症為例，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。從退伍軍人菌傳播路徑來看，必須從整體建築設計，包含空調設備擺設位置、設備管路輸送、室內機具設置、整體通風換氣(新鮮外氣引入口設置位置、避免送風管與送冰水管結露與管線破損、室內機冷卻水之回收等)，乃至基本的日常使用維護管理，包含冷卻水塔的定期清理、除藻、殺菌等著手，方能避免病源滋生。

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。發霉的天花板、地毯、牆壁應盡速去除霉斑或予以更換，以減少黴菌孢子透過空氣傳送至各處。

讓你噴嚏連連的過敏原

打掃時揚起的陣陣灰塵常在辦公室中引發一連串的連鎖反應，噴嚏聲連連、流鼻涕的、眼睛腫流淚的。近年來台灣過敏人口急速增加，平均約每 10 個人就有一位是過敏性體質。在可能誘發過敏的眾多過敏原當中，辦公室中普遍存在有室塵蹣、黴菌、蟑螂等過敏原。人類的皮屑是室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屑的地方。在清掃的過程中若揚起大量灰塵則容易使大量的室塵蹣過敏原散佈於空氣中誘發過敏症狀。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。

主要的室內空氣污染源

室內空氣污染物的主要來源包括以下八大類：

1. 室外空氣污染源：

室外的空氣可藉由自然通風或機械通風而進入室內，使室內空氣品質受到不同程度的影響。室外的空氣污染源主要是交通運輸與工商活動所產生的空氣污染物。

2. 室內燃燒源：

烹飪與取暖是室內最普遍的燃燒行為。來自瓦斯爐、電爐、暖爐、壁爐等設備燃燒木材、煤、油、瓦斯等產生的空氣污染物主要為一氧化碳、一氧化氮及二氧化氮。

3. 建材：

主要產生甲醛等揮發性有機物及石棉。室內裝潢時所用的合板與隔板，因使用含有甲醛樹脂的接合劑，會刺激皮膚及黏膜。此外，過去廣為使用的石棉瓦也是一種致癌的污染物。

4. 油漆及塗料：

主要產生甲醛等揮發性有機物。

5. 辦公室事務機：

主要產生臭氧（見下頁說明）。

6. 清潔產品：

主要產生甲醛等揮發性有機物。使用殺蟲劑、特殊清潔劑、髮膠、油漆、立可白等用品，皆是室內揮發性有機污染物的來源。

7. 生物性污染物：

潮濕且不常清潔打掃的地方容易孳生黴菌、霉、真菌、細菌、病毒、塵蹣等生物。

8. 人類活動及其他：

人類呼吸便會產生二氧化碳，而抽煙除了會釋放尼古丁、一氧化碳、二氧化碳、乙醛、丙酮、焦油等污染物質外，也是室內懸浮微粒的主要來源。此外，室內盆栽植物產生的花粉、人體或寵物掉落的毛髮、體垢及皮屑也是室內空氣污染的來源喔。

你可能不知道的污染源-辦公室事務機

臭氧! 臭氧! 天上缺它不可，地上憑添煩惱

大氣中的臭氧層能吸收太陽光中大部分的紫外線，保護地球上的生物免於受到過多紫外線的傷害，對於地球生態非常重要。地面上戶外的臭氧與「光化學煙霧」有關，常會造成嚴重的健康危害。美國環保署用簡單的公式便可表達地面臭氧的生成原因： $VOC + NO_x + \text{日光} = O_3$

但是室內的臭氧呢？凡是使用紫外線或是可以導致空氣離子化的設備都可能產生臭氧。室內的臭氧主要來自影印機及臭氧空氣清淨機。臭氧是一種具有魚腥味，活化性極強的氣體，雖可殺菌，但直接吸入卻會危害健康。因為它對呼吸系統具刺激性，會引起咳嗽、氣喘、頭痛、肺功能降低，呼吸道發炎，減低肺對傳染病及毒素的抵抗力，嚴重時引起肺

水腫。尤其在空調不佳，且機器維護不佳的情形下更容易產生問題。

室內臭氧生成的原因

影印機、雷射印表機、傳真機若以高壓 corona 線作為影像合成系統元件，使用過程中會使周圍空氣中的氧分子(O₂) 產生電離，形成原子態氧(O)，原子態氧與周圍氧分子結合便會形成臭氧(O₃)。較好的設備多半具有濾網以捕捉或分解所生成的臭氧，但是濾網必須定期維護更新，否則便會失去其功能。臭氧的比重為空氣的 1.66 倍，常集聚在辦公室的下層空間。所以若影印室狹小、又有數台一同運作，室內的臭氧濃度就會高些。

臭氧空氣清靜機是否能去除室內空氣污染物呢？

根據美國環保署的研究資料顯示，不超過大眾健康標準的臭氧濃度對於污染物的移除僅有非常有限效果，對於臭味及生物性污染物的去除則完全無效。

如何減少室內臭氧的危害？

目前我國勞委會的勞工作業環境規範及美國勞工安全衛生部(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)對於勞工作業環境中臭氧濃度的限制皆為：臭氧的 8 小時平均容許暴露值(permissible exposure limit, PEL) 0.1ppm。在一般辦公室工作環境下，臭氧濃度並不會超過該容許暴露值。然而，為了維護您的健康，建議您應注意定期更換事務機的濾網，注意影印室的通風，並建議將事務機應放置於距人們至少 1 公尺遠處。

辦公室事務機產生的其他的污染

除了臭氧外，影印機在高速運動下會有部分墨粉外逸，產生粉塵，而其發熱所產生的有機廢氣更是一種強致癌物質，會引發各類癌症和心血管疾病，且容易蓄積在人體，不易排除。

室內空氣污染物及其對健康的影響

污染物	污染物來源	健康影響
石棉	管線及導管的絕緣包覆、火爐墊片、天花板、地板、隔熱片、以及受損的絕緣、耐火或隔音材質	肺癌、矽肺病、間皮細胞瘤
生物性污染物	黴菌、霉、真菌、細菌、病毒、塵?；濕或潮濕牆壁、天花板、地毯和傢俱；維護不佳的除濕機、空調；寢具及寵物等	過敏、刺激呼吸道、傳染病；刺激眼睛、鼻子和咽喉；發燒；流行性感冒
燃燒產物	密閉空間的暖氣設備(以天然氣、煤油、燃油、和木炭作為燃料)，密閉的瓦斯爐和壁爐；抽菸；呼吸；室外空氣	頭疼、嗜睡、頭暈(二氧化碳)；視力及記憶力減退、不規律的心跳、噁心、精神錯亂、死亡(一氧化碳中毒)；呼吸困難和肺部損傷(二氧化氮)
甲醛	膠合的木板(三合板、粒合板，纖維板)以及利用這些木板製成的傢俱；含尿素甲醛的發泡絕緣材(UFFI)及塗料	皮膚、眼睛、鼻子和刺激咽喉；刺激呼吸道；呼吸作用損傷；癌症；染色體受損害
顆粒狀物	塵土, 花粉, 清潔及烹飪的油煙；香菸的煙；壁爐、煤油暖氣設備、密閉空間的瓦斯爐或暖氣設備	刺激眼睛、鼻子、咽喉；呼吸道感染和支氣管炎；肺癌(長期風險)
揮發性有機物	家庭化學製品和產品(包括殺蟲劑、油漆、溶劑、膠黏劑、清潔劑和蠟、空氣清淨劑、織品保護劑、含氯漂白劑)氣膠推進劑、乾洗劑；菸草燃燒過程	可能影響的程度從頭痛、眼睛和呼吸道刺激到破壞神經系統、影響肝腎功能、癌症、染色體損傷等

參考資料：行政院環境保護署 2008