

室內空氣品質管理實務

國立台北科技大學
環境工程與管理研究所
曾昭衡

室內空氣品質 (Indoor Air Quality, IAQ)



- 健康的成人每天約吃1~2公斤食物、喝2公升水，每分鐘卻需13公升空氣(每天約13.6公斤)。
- 不吃飯可活五個星期，不喝水可活五天，只要五分鐘沒空氣就活不了。
- 每人每天約90%的時間處於室內的環境，室內空氣品質不良時，易造成不舒服、不健康、降低工作品質及效率→即為「病態大樓症候群」。

每3棟就有1棟毒房屋!!

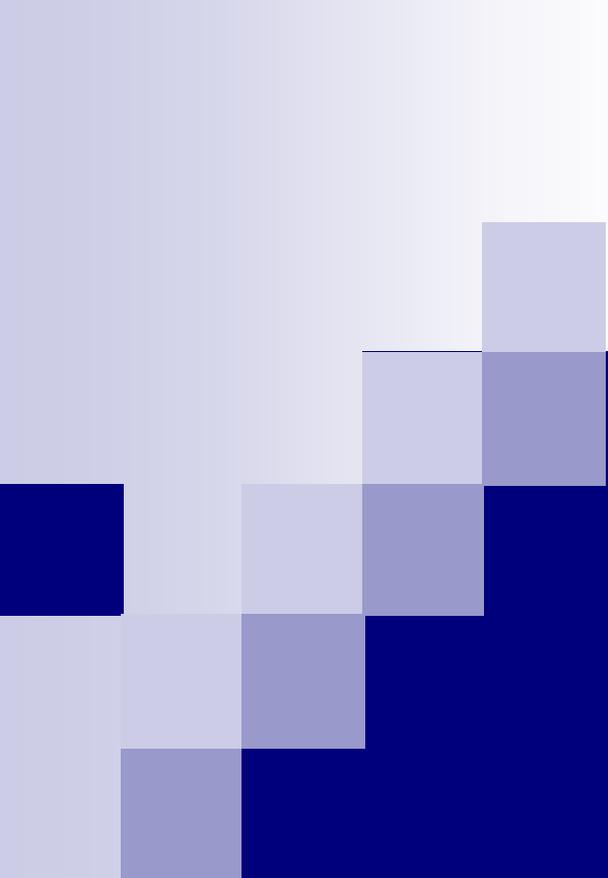
- 環保署委託成功大學進行的調查、國內有三成左右的大樓、室內空氣品質(IAQ)非常糟糕: 病大樓
- 包括二氧化碳濃度太高、細菌含量過多、甚至有一些揮發性污染物質、甲醛、都會引發病態大樓症候群、讓人覺得頭暈、喉嚨痛，嚴重的話、還可能引發呼吸道跟心臟血管疾病。
- 國內室內空氣品質三大問題
 - 室內人員密度過高、空調設備設置不當及送風量不足，二氧化碳濃度偏高問題
 - 室內揮發性有機污染物、甲醛致癌
 - 室內生物性污染物濃度問題

室內空氣品質管理

- 自主管理：
 - 維護管理專責人員
 - 維護管理計畫
- 檢驗測定&自動監測
- 污染源診斷 (專家輔導診斷)
- 改善控制：
 - 源頭減量: 建築裝潢, 綠建築/綠建材
 - 通風換氣: 空調
 - 空氣清淨

室內污染源查核

1. 室外污染空氣
2. 室內燃燒源
3. 家具及建材
4. 電子電器
5. 消費性產品
6. 生物污染物
7. 通風不良



1. 室外污染空氣

CONTAMINATION FROM
OUTSIDE SOURCES

室外空氣污染

都市的空氣污染很容易進到室內，甚至在室內累積污染濃度。



室外空氣污染



交通工具的無機空氣污染物(SO_2 、 NO_x)進到室內後不易分解去除。

致命的車庫

車庫若在室內、一樓、地下室，各種毒氣就...

■ 車輛排氣:

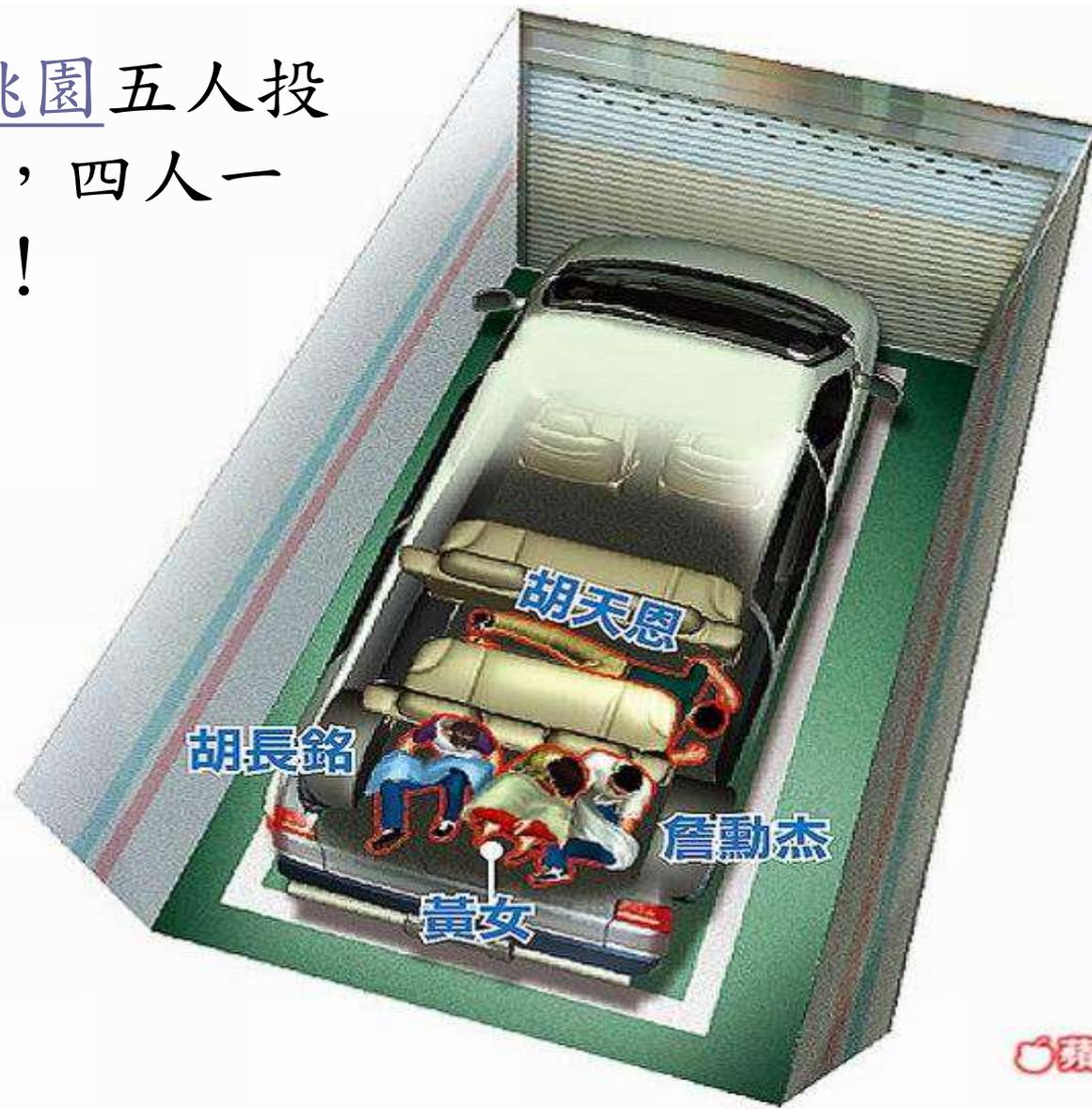
- 剛熱車時觸媒轉化器作用不大, 廢氣最毒(CO、PM、NO_x、HCs...)
- 立法院中興大樓地下一樓委員辦公室靠近停車場，一氧化碳濃度比其他樓層還高。
- CO加上臭氧，即使是低劑量，也會讓懷孕婦女產生畸形兒，或增加先天性心臟疾病異常的比例。

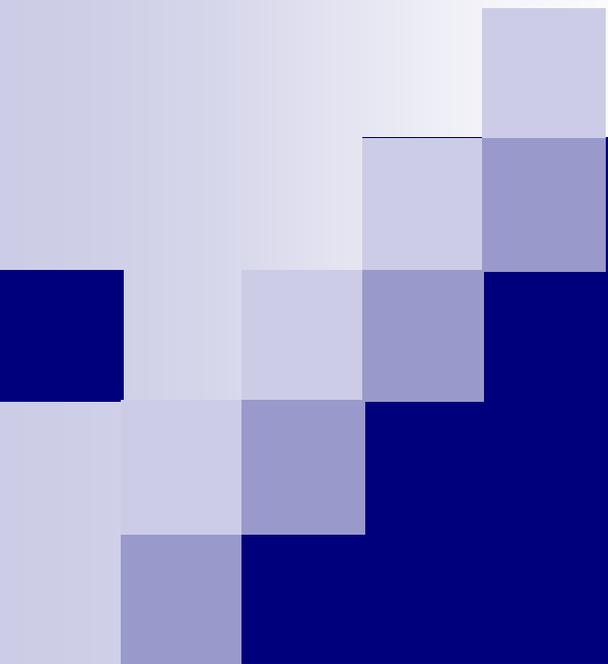
■ 油氣揮發:

- 車輛就算沒發動，汽油亦從各間隙揮發。汽油含致癌的苯、甲苯、MTBE...
- 高屏地區居家室內環境苯、甲苯、MTBE濃度常高於室外環境1.35~2.57倍。洪崇軒et al, 2005。

汽車廢氣奪命 生日變忌日

- 2010/10/11桃園五人投宿汽車旅館，四人一氧化碳中毒！





2. 室內燃燒源

油煙

- 一般家庭炒菜之油煙，含有多量致癌的PAHs。
- 餐飲業：中式 > 西式 > 日式 > 速食店
- 炒菜油煙大部分排煙高度低。
- 鼻咽癌、慢性肺部疾病、新生兒低體重與此密切相關。
油煙是亞洲不吸煙婦女得肺癌的主因之一。
- **油煙重點：全面收集，有效處理，高處排放。**
- 餐飲業若沒有裝設有效油煙濾除設備，污染環境，危害餐飲業從業人員、附近居民和用餐客人的健康。



瓦斯中毒?? 一氧化碳中毒??

- 氣體中毒: 瓦斯外泄 \neq 一氧化碳中毒
- 瓦斯中毒: 惡臭(VOC)
- 一氧化碳中毒: 無臭、頭暈發軟、昏睡



◀頂樓其中一個排風口被木板蓋住，警方拆下木板露出原貌。

大樓集體瓦斯中毒示意圖



本報訊

大樓集體一氧化碳中毒
致6樓層住戶3死3傷
頂樓排風口遭封堵
毒氣經排風管傳遞肇禍
警消防批「變相加工殺人」

事發地點是基隆市天驕社區。昨中午14樓住戶邱富美的母親，發現女兒及外孫楊子賢昏倒在房內。警消到場，發現屋內瀰漫一氧化碳，立即將2人送醫，邱女不幸死亡。同一時間，13樓有住戶也聞到瓦斯味報警。

警消清查，發現源頭來自13樓情侶住戶戴健明、林美慧的套房，從14樓陽台進屋後，赫見戴、林已氣絕，浴室水龍頭不停流出熱水，疑2人昨凌晨因瓦斯燃燒不完全，室內通風不良缺氧死亡。大量一氧化碳沿浴室排風管向上擴散至18樓，立即疏散大樓各層搜索，找到其他傷者，包括1名住15樓老翁和18樓女住戶，也因吸入過量一氧化碳要就醫。全部死傷者都是大樓同一側住戶。

警消至頂樓勘驗，驚見6個排風口竟遭木板或鋼板封堵，管委會稱「為防積水」。律師指相關行為人恐觸犯《刑法》。

▲集體中毒案大樓頂樓排風口竟被鎖死的鐵板封住，僅留約1公分的縫隙（右圖）。

◀◀14樓住戶男童楊子賢（下圖）昏倒送醫無生命危險，但他的母親邱富美（左圖）已不治身亡。

一氧化碳竄六樓層肇禍

基隆天驕社區大樓13到15樓發生一氧化碳中毒，三戶人家共3死2傷。
蘋果日報
2008/02/28

餐廳一氧化碳中毒

- 桃園龍潭一涮羊肉火鍋，2008/2/15晚一氧化碳中毒：
- 當時爆滿，店家沒開空調，客人在密閉空間木炭加熱火鍋。一樓有大門可使室內外氣流通，CO中毒主要為二樓顧客。二樓因客人太多，店家來不及更換新煤碳，形成悶燒且燃燒不完全，造成室內CO過高，顧客嘔吐、頭暈，26人送醫，4人嚴重留院觀查。
- 消基會2008/2/22抽檢二十家使用木炭的燒肉店、羊肉爐和火鍋店一氧化碳，共有10家平均檢測數值達9ppm以上，餐廳室內空氣品質有待改善。
- 使用炭火、瓦斯的火鍋店業者加裝一氧化碳偵測警報器、加強店內通風，定期進行管線及瓦斯器具的設備安全檢查。

香煙煙霧

- 香煙煙霧細小，非一般通風設備所能清除，大樓內禁煙絕對必要。
 - 濾嘴雖可減少香菸的致癌物，但不能完全排除。
 - 吸煙區的煙霧會洩漏致非吸煙區，二手煙
 - 進出門口戶外、樓梯間、空調外氣入風口2 m內也應標為禁菸區。

中華民國室內空氣品質建議值

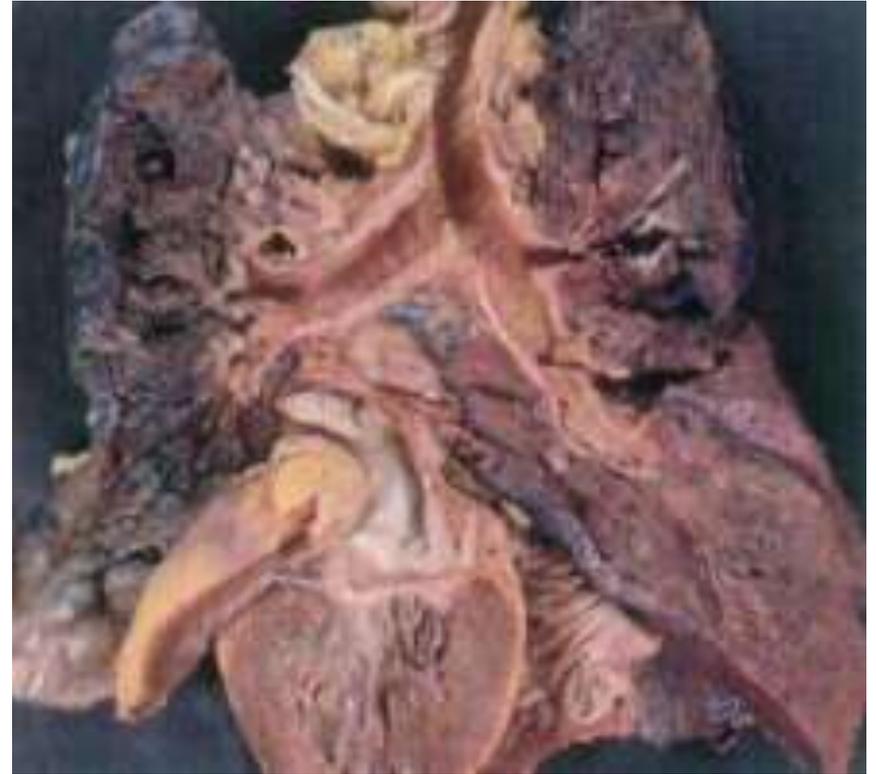
懸浮微粒(24小時值)

- PM_{10} 第1類 $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 第2類 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $PM_{2.5}$ $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

香煙煙霧

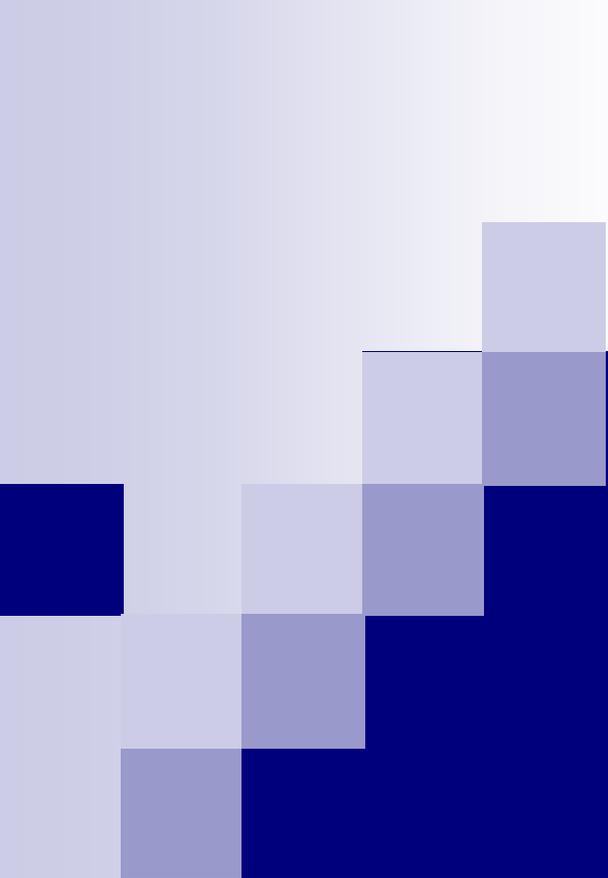


健康的肺



肺癌患者的肺

http://home.netteens.net/~tczmc/ie/healthed/sm_harm.htm



3. 家具及建材

CONTAMINATION FROM BUILDING MATERIALS

家具及建築材料、裝潢材質、發泡樹脂
逸出有機氣體VOC，尤其是甲醛

VOCs

- 室內VOCs逸散主要來自裝潢板材、黏著劑及塗料、油漆、溶劑、蠟、木料、染料。各種有機溶劑中大量存在苯。
- 台灣地處亞熱帶，溫濕度高，有利於VOCs逸散，建材可持續散逸有害物質達數年之久。室內VOCs濃度可高於室外2~50倍。
- 且台灣地狹人稠，住宅區中常混雜各種產業如乾洗業、加油站，因此台灣之VOCs負荷較一般歐美國家高 (洪崇軒等，2002)。

居家空氣品質 87% 不合格

毒裝潢影響健康

(記者魏怡嘉/台北報導) 居家的空氣品質不見得比外面好。一項實地研究發現，高達八十七%的居家室內空氣品質不合格，其中以主臥室甲醛的不合格率最高，達四十分。其次是揮發性有機物質，不合格空間以客廳及主臥室為最多，不合格率分別為三十五點七%及二十六點二%。

新光醫院腎臟科醫師江守山表示，門診中有位年輕病患因雙腳水腫、體重增加十公斤到醫院求診，經檢查後確定罹患局部性腎絲球硬化症，瀕臨洗腎。經追查後發現，這位年輕病患的罹病，可能與家中有毒裝潢建材有關，後來改了裝潢材質，病患的病情即有進步。

江守山進一步指出，在這起案例之後，他對新竹以北六十六間私人住宅居住環境品質進行實地檢測，意外發現居家的室內環境品質普遍都不理想。在居家空氣品質部分，常見的污染物質有甲醛、揮發性有機物質及懸浮微粒等，水的部分則有三鹵甲烷的威脅。

江守山說，很多人以為自來水有加氯消毒，所以可以放心，事實不然，也因為自來水中有氯，所以在加熱的過程中會產生三鹵甲烷的逸散，吸入過量容易罹患膀胱癌等病症。浴室使用熱水洗澡也會產生一樣的問題，尤其很多浴室通風都不是很好，使得問題更加嚴重。

此外，黴菌、摩擦力、水中的重金屬、低頻電磁波、石棉及氡氣等，也是這次實地檢測發現居家環境中常會影響人體健康的幾個重要因子。

江守山表示，很多人買房子只重視裝潢、格局，卻忽略了室內環境品質對人體健康的影響，住和吃一樣，住錯房子一樣會生病，輕則神經系統受損、罹患憂鬱症、記憶混淆，嚴重則腎功能障礙、肺中毒、氣喘發作、白血球、腦病變及肺癌等，要遠離這些病變，當然得從改善居住環境品質著手。

台灣居家環境常見健康殺手

物質	來源	對健康的影響	改善方式
甲醛	家具、窗簾、地毯	眼鼻刺激、呼吸不順、經期紊亂、抵抗力降低、染色體異常、肝腎功能受損	多通風、丟掉有害家具、種植吊蘭、蘆薈及山蘇等植物
揮發性有機物質	合板建材、油漆塗料、電子產品	視覺及聽覺受損、神經系統受損、憂鬱症、肺中毒、器官癌病變	多通風、噴霧媒轉化、裝全熱交換機
懸浮微粒	廚房煮食、燒香拜拜、人及寵物的皮膚	降低兒童智商、中耳炎、呼吸道症狀、肺癌、神經退化疾病	臨馬路少開窗、裝置通風設備、少在室內燒香、煮東西開抽風機、多種植絨毛植物
三鹵甲烷	洗澡熱水、煮沸熱水	膀胱癌、孕婦流產	煮開水開抽風機、洗澡水裝淨水器、使用濾甲烷蓮蓬頭
黴菌	廚房、浴室	氣喘、頭痛、過敏、慢性疲倦、頭昏、結膜炎	使用漂白水滅菌、防黴貼片、濕度控制、漏水要快處理

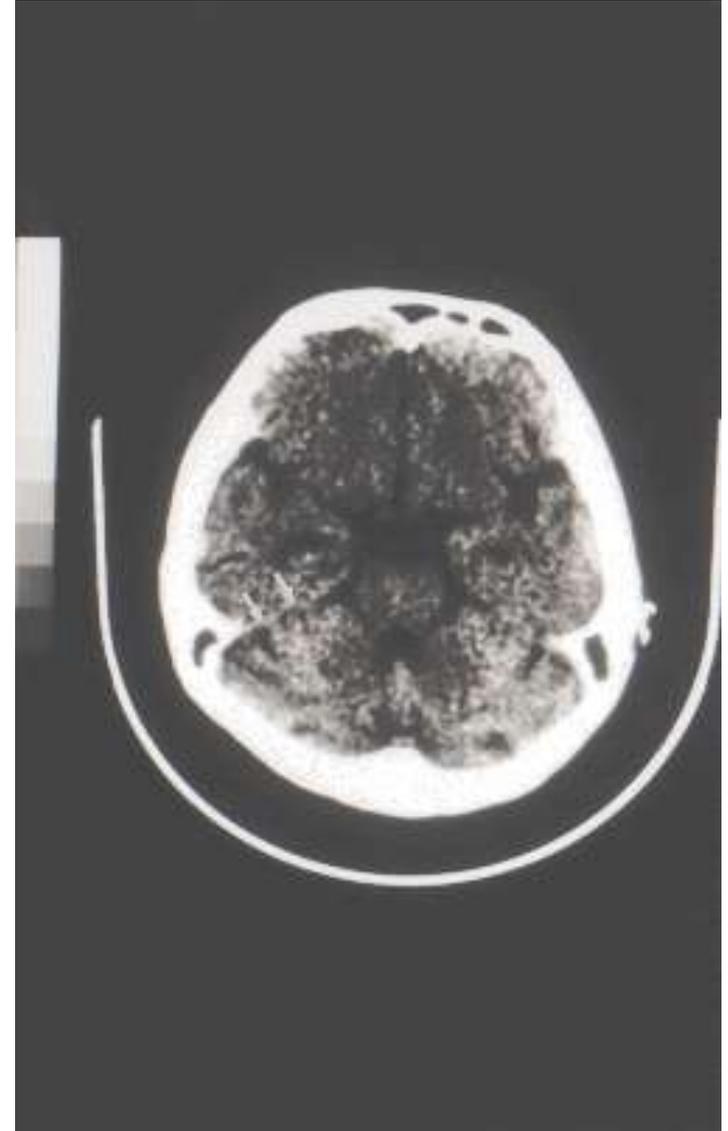


透過儀器的檢測，可以讓民眾清楚居住空間是否有影響健康的危險因子存在。(圖：新光醫院腎臟科江守山醫師提供)

甲苯



- ↑甲苯大量吸食後，引起之大腦基底核病變
- →甲苯大量吸食後，引起之大小腦萎縮
- http://ivy2.epa.gov.tw/justice/picture/h_pict.htm



國小甲醛致癌課桌

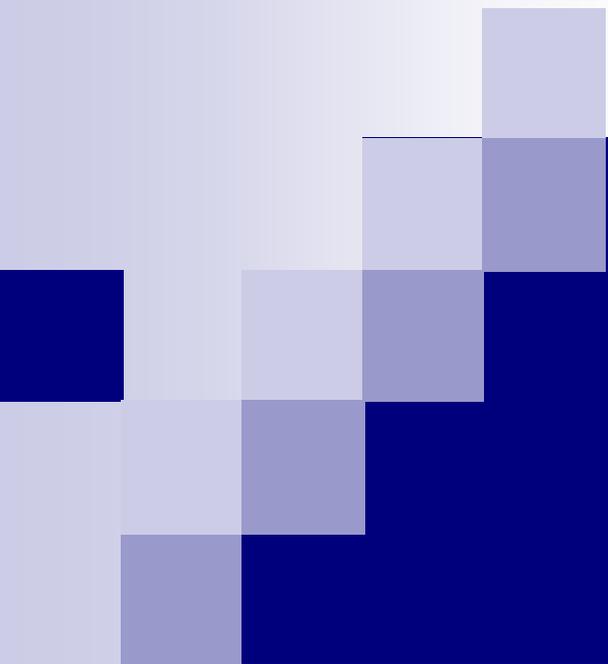
- 台北市5所國小新買課桌椅使用中國的高壓木板，含致癌物甲醛2009/12/15

- 民生國小最早發現，委託臺灣電子檢驗中心測，甲醛釋出量高達85.1 mg/L，超過標檢局普通合板標準1.5 mg/L近57倍。要求廠商全數更換983套課桌椅



建議

1. 正確裝修觀念: 簡潔大方，避免在室內打造過多傢具，尤其是居室面積小的家庭。
2. 選擇有環保標識的綠建材，低污染之傢俱、塗料。不能只圖好看或便宜。等級較佳之傢俱、銘木地板、水性漆、植物漆等。可向商家索取建材中甲醛釋放量的測試報告。
3. 新房子可在裝修前數週事先購買好裝修材料。先放在戶外或陽台讓污染物逸散。
4. 新裝修後最好在有效通風換氣1~3個月後入住。
5. 老舊房子建議用通風換氣(開窗、空調)及污染物控制方法(如空氣清淨機)來降低室內污染濃度。



4. 電子電器

家用電器

- 雷射印表機及影印機會排出 VOCs，如二甲苯(xylene)及乙苯(ethylbenzene)。
- 台灣住家的VOCs中，苯、乙苯、對二甲苯、鄰二甲苯之濃度與英美比較，顯著偏高。
- 袁中新;陳俊銘, 台灣地區住家室內空氣品質特性研究,第十屆空氣污染控制技術研討會,1993



一些家居用品如個人電腦等可釋放揮發性有機物。

電腦

- 法國自由報Liberian:蘋果Mac Pro電腦，拆開後傳出強烈異味，即使沒開機，電腦仍會散發異味，使用10天後，眼、鼻及喉嚨都感到刺痛。
- 蘋果換全新1台給他，但仍有同樣問題。把電腦送到「綠色和平」組織化驗，證實異味中含有7種VOC，其中包括致癌的苯。
- 德國、美國和英國使用者也有同樣抱怨。很多人聞了異味後頭痛、想吐和暈眩，開機後整個房間都是臭味，必須用空氣清淨機。



電器 VOC

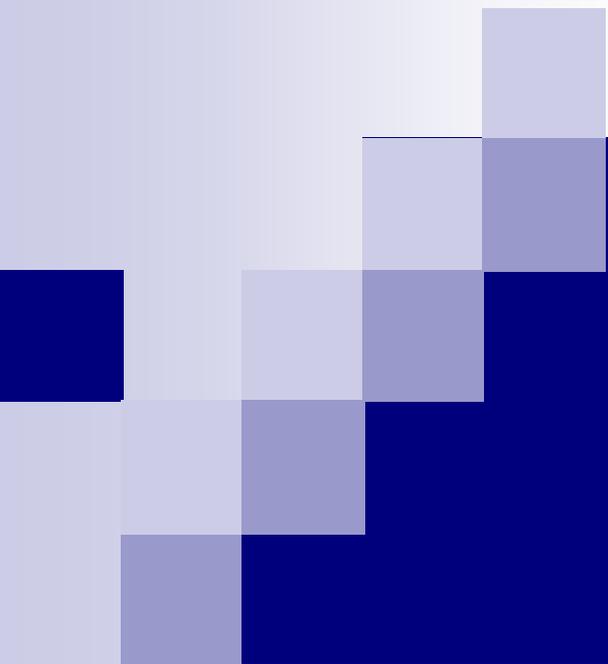
- 所有插電會熱的電器，多少都會產生VOC。
- 消費者投訴購買博x燈產品，孩子抱怨有臭味，使用半小時後，味道臭到受不了，並出現頭暈、頭痛、噁心等症狀。也有網友指出，剛開燈時沒臭味，約十分鐘後開始有燒塑膠味，開越久臭味越濃。



臭氣

- 低濃度的臭氣 O_3 無色無味。具強氧化力，化學性質非常活躍。
- 雷射印表機/影印機，臭氣空氣清淨機(活性氧、三元氧)會產生臭氣
- **空氣中臭氣可**殺死細菌和微生物，分解臭味? YES。但...
 - 臭氣會嚴重傷害呼吸系統及黏膜、刺激眼部及呼吸道。
 - 不建議於有人在的同時使用臭氣機。





5.消費性產品

清潔產品

- 環境衛生：公共衛生惡劣，垃圾沒倒，惡臭和食物腐敗味，環境髒亂灰塵滿布等。成為室內空氣污染
- 但：環境清潔是**使用化學物質最多的時機**
 1. 掃地、吸塵作業、地板打蠟、拋光：清潔時加強通風
 2. 清潔劑 不要混用
 3. 芳香產品(空氣清香劑、精油) 少用
 4. 殺蟲劑、消毒劑
 5. 乾洗劑、洗衣劑 殘留

清潔劑不可混用/氯氣中毒

- 嘉義縣民雄鄉鉅洋健康世界2005/7/10清晨氯氣中毒意外，救生員添加漂白水次氯酸鈉溶液時，錯倒至鹽酸桶裡，導致兩溶液混合產生有毒氯氣，
- 救生員趕緊跑向櫃檯報備、沿途大喊「快跑」，緊急疏散泳客。
- 游泳池裡4、50名泳客倉皇掩鼻逃生，泳客與員工計23人因吸入過多氯氣，造成咽喉輕微灼傷或嗆傷。陸續出現呼吸困難、喉嚨疼痛、咳嗽等症狀，其中3位小朋友症狀較嚴重，出現肺軟水、嘔吐等現象。

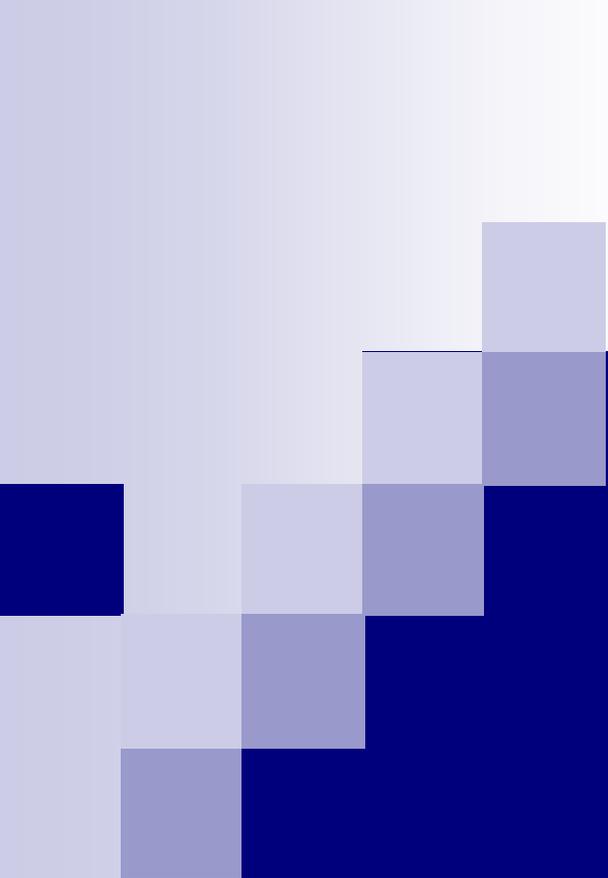
殺蟲劑

- 蚊香:驅蚊大於殺蚊,會產生多環芳香羧PAHs,如同烤肉和拜香可能導致癌症。**一盤蚊香四包烟。**
- 蚊香燃燒產生微粒,排放量等同將近130根香菸排放的量,蚊香也會釋放甲醛,燃燒完所放出的甲醛等於50根香菸排放的甲醛量』。[中山醫大公共衛生系翁瑞宏2008/3/4](#)
- 電蚊香
 - 電蚊香片:除蟲菊精,4~5小時後藥效變差
 - 液體電蚊香:連續長時間60天左右
- 捕蚊燈:波長370 nm效果最好,藍色紫外光曝露,長期直視增加白內障,加水加醋誘捕
- 殺蟲劑. [行政院環保署、衛生署疾病管制局病媒昆蟲防治組、台大公共衛生研究所](#)

芳香劑

- 香香的除蟲劑，芳香療法，房間、廁所或車廂的芳香劑含甲醇、甲醛等揮發物，或添加苯、氯等毒物。
- 芳香劑聞久精神不濟，頭昏腦脹，不是密閉空間內燃燒、薰燒，消耗室內氧氣，就是芳香劑成分有問題。
- 以汽車芳香劑自殺，血中甲醇濃度高達12 mg/100cc。
- 苯有骨髓毒性，含氯會造成肝腎傷害，燃燒後釋出的HCs，讓人神智昏沈，有礙腦細胞發育。
- 管理在灰色地帶，沒有標示成份，不管哪裡製造，大都用日文標示，沒有中文。
- 使用芳香劑，最好**保持環境通風**。
- 林口長庚醫院臨床毒物科主任林杰樑
<http://tw.news.yahoo.com/040316/43/ipa9.html>





6.生物污染物

MICROBIAL CONTAMINATION

細菌、真菌

存在於空氣中，在潮濕及通風差的地方滋生，透過通風系統散播。黴菌易生長於70-80%，24~27°C環境





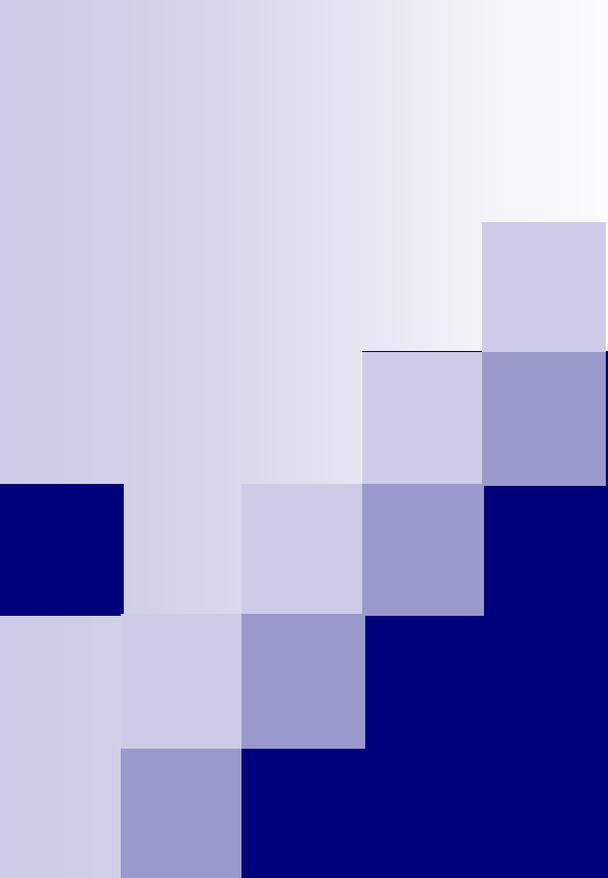
請保持通風乾燥...

人潮帶來細菌

- 2005/3消基會對大台北25家醫院、39個偵測點檢測空氣品質
- 有4處懸浮微粒超過標準、有9處**總細菌數超過標準**；新光醫院1樓藥局的總細菌數甚至接近新加坡標準值的2倍！
- 台大醫院藥局跟收費處、長庚前棟掛號處、榮總第一門診掛號處的二氧化碳都超過1000 ppm；而新光掛號批價處和馬偕藥局甚至超過1500 ppm，顯示通風有問題！
- 「地區醫院」的空氣品質比「區域醫院」或「醫學中心」要好

退伍軍人症

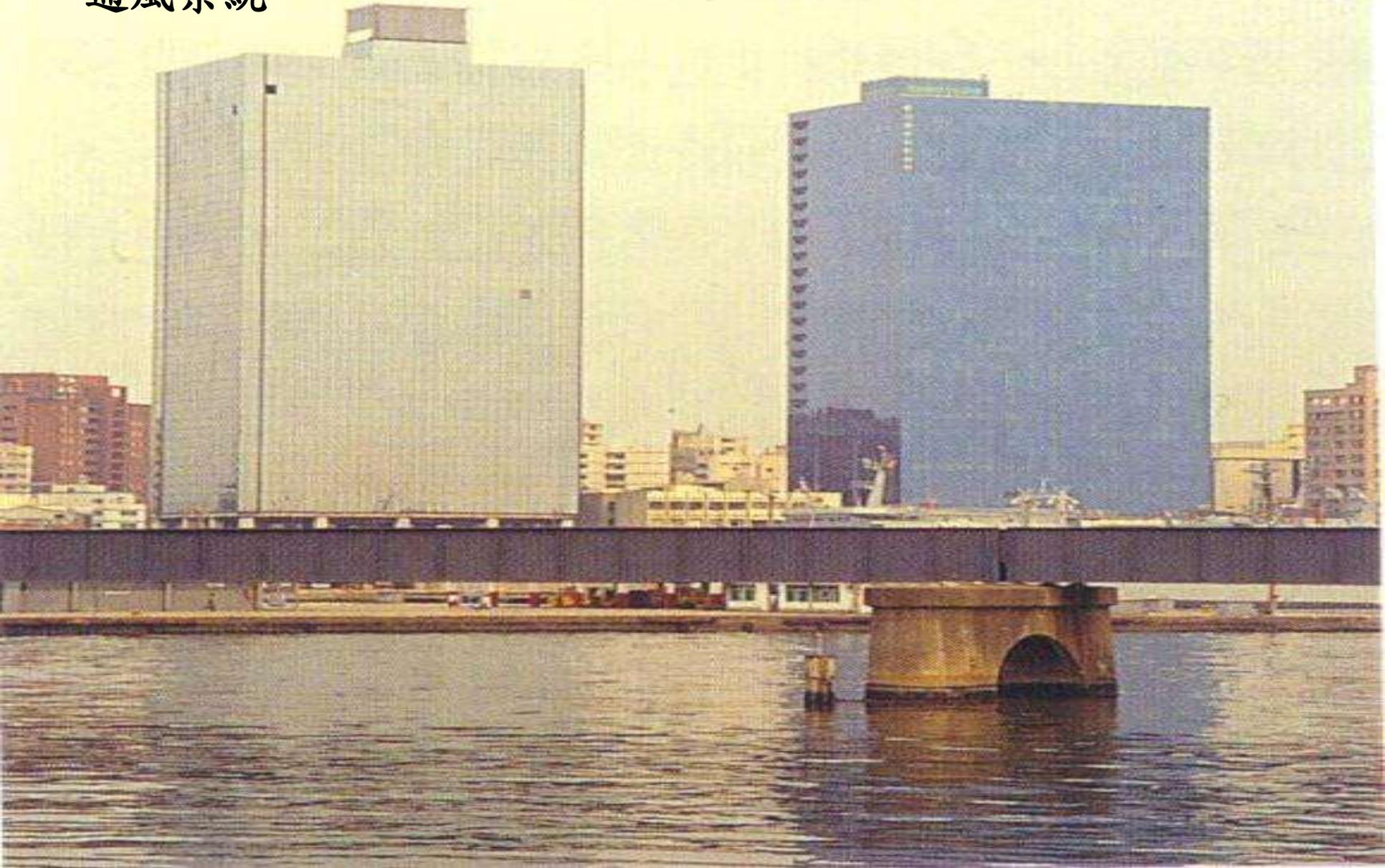
- 退伍軍人菌廣泛存在於自然界與人為水體中，尤其是在停滯的溫水中生長更佳，經被細菌污染的大樓空調冷卻水塔，經水蒸氣進入空調系統，造成流行，主要由空氣傳染，好發於夏秋交替之際，潛伏期二至十天。
- 通常2~5天便會自癒。抵抗力較差的人可能致命。
- 1997年衛生署調查車站、飯店、美容美髮院、游泳池、電影院、K T V及醫院等八大場所，水塔空調超過三成檢出退伍軍人菌，醫院檢出率高達47%。
- 2005/9加拿大多倫多一家養老院有七十多人，感染一種神祕的呼吸道疾病，一個月內死亡增加到十七人。後來確認是退伍軍人症。



7.通風不良

INADEQUATE VENTILATION

為了節約能源，現代所謂的能源效率大樓，避免室外冷熱空氣影響室內溫度，儘量減少可以開的窗戶，空氣流通靠中央通風系統。



中央通風系統循環，
令室內空氣污染物(微
塵、細菌、化學物質
等)不能排出而累積於
室內，影響健康。



只要把空調轉到氣體交換，多引入新鮮空氣，就能避免污染，雖然電費增加，但健康可被改善。



二氧化碳

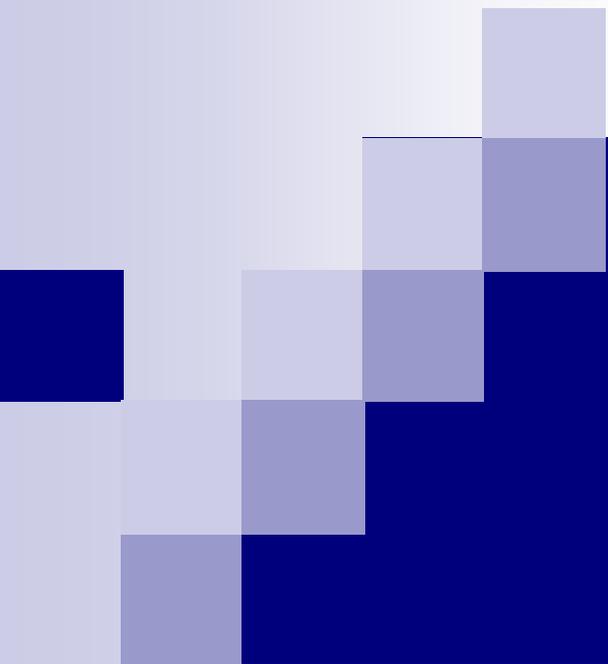
- 無色、無味、無臭。無毒，但高濃度時使人不適，令人睏倦，反應強烈的更可能暈眩。
- 累積在通風不良的地方。
- 來源：生物呼吸呼出，燃燒。
- 二氧化碳是空氣污染的簡易指標：二氧化碳濃度高代表通風不良，亦代表若有其他空氣污染時，污染可能會累積。

中華民國室內空氣品質建議值

- 二氧化碳第1類600 ppm, 第2類1000 ppm (8小時值)

臭味、惡臭 Odor, Odour, Malodour

- 臭味物質多半是硫及氮的還原性化合物(H_2S , NH_3)或碳氫化合物，如：脂肪族碳氫化合物。
- 受主觀因素影響甚大。明確分類及檢測有困難。
- 通風不良時嚴重
 1. 人體味、動物體味
 2. 霉(黴)味
 3. 廁所臭味、糞尿味(硫醇類、氨氮類)
 4. 垃圾臭味、腐敗味、臭酸味
 5. 煙味(香煙、香、車輛廢氣、燃燒源)
 6. 油漆味、黏膠味(甲醛、揮發性有機物)



污染診斷 改善控制

▶ 室內空氣品質管理

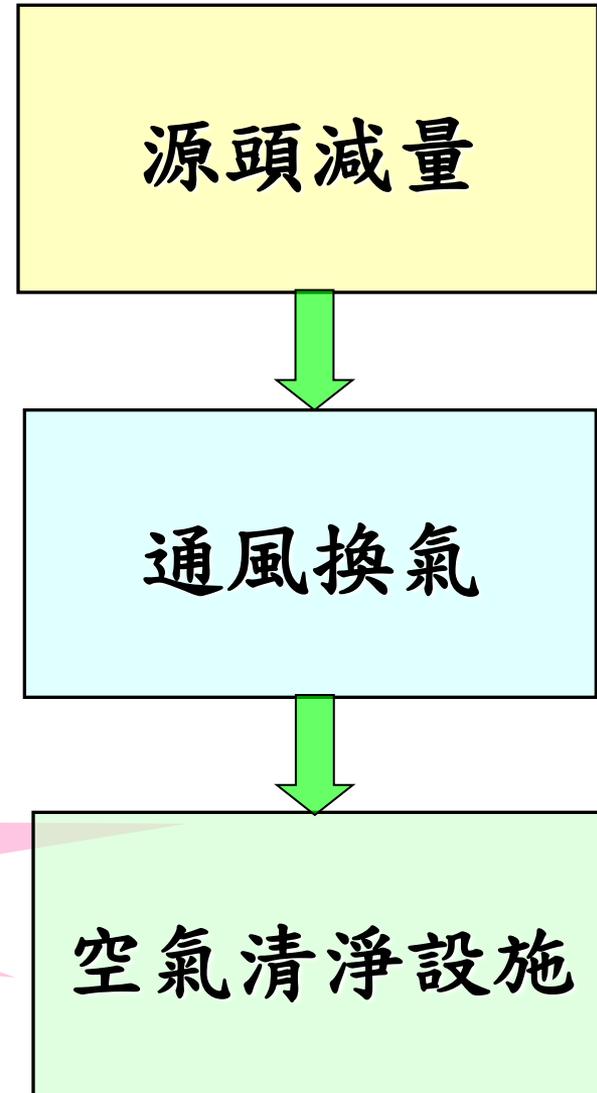


室內空氣污染控制方法

依優先順序為：

1. 建築裝潢設計
2. 源頭減量管制
3. 加強通風換氣
4. 空氣清淨設施

設計、管理、矯正



1. 建築/裝潢設計

1.1 建築環境設計

1.1.1 建築(外)環境設計: 選址、座向、棟距、交通流線、**綠化...**

1.1.2 建築(內)設計: 室內流場、隔間、開窗、污染源...; 綠建築標章

1.1.3 建材: 綠建材; 禁用石綿

1.2 空調設計: 通風、足夠新鮮外氣

1.3 裝潢設計: 綠建材標章



2. 源頭減量

2.1 移除: 移除污染源, 以較無危害性的物質替代

2.2 修改:

- **修改污染源**, 藉設計或修改軟硬體來減低排放
- **集中污染源**於使用獨立空調或加強通風處

2.3 行為改變: 藉由改變行為「減低排放」或「減低暴露」

2.4 綠色消費: **環保標章**產品、避免有毒物質。



3.通風換氣

- 3.1 自然換氣/自然通風:利用窗戶、門及其他通氣孔來換氣。
- 3.2 強制換氣/機械通風:藉空調設備將污染物抽出而換氣，用新鮮空氣稀釋室內污染空氣。
- 3.3 局部換氣:針對污染源設置小型抽風設備,必要時處理後排放。「吸/抽」比「吹」效果好
- 3.4 正壓/負壓換氣:有污染的房間用負壓量(排氣)，其他房間用正壓(供氣)
- 3.5 空調清潔,冷卻水塔清洗消毒



4. 空氣清淨設施

■ 由空氣清淨機循環過濾清除空氣中的**甲醛、一氧化碳、揮發性有機物及懸浮微粒**。

- 1) 過濾集塵型(定期更換濾網)
- 2) 活性炭吸附型(定期更換濾材)
- 3) 光觸媒型
- 4) 負離子型
- 5) 臭氧型(避免有人在時使用)
- 6) 紫外線殺菌型(避免直射)
- 7) 複合型
- 8) 化學藥品蒸薰(小心劑量)



圖 3.1 活性炭空氣清淨機



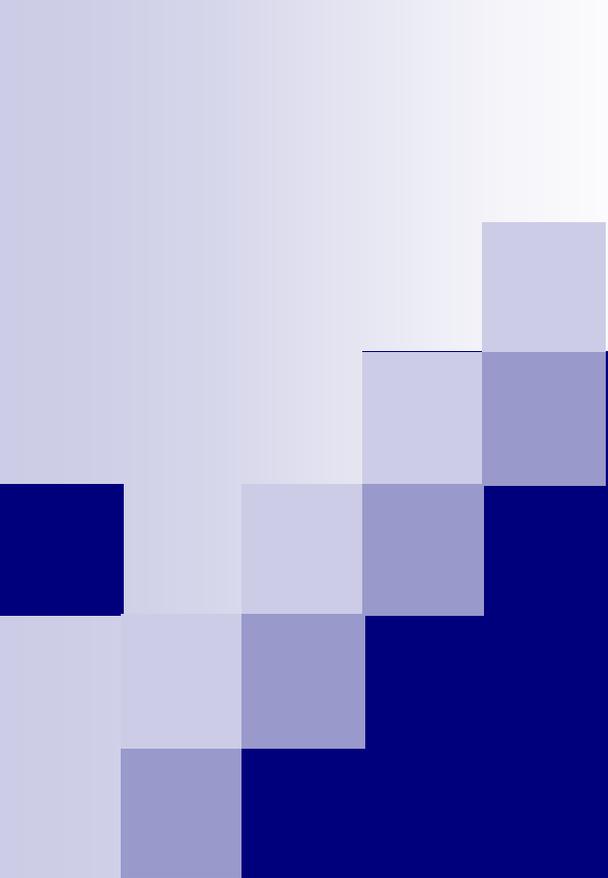
圖 3.2 臭氧空氣清淨機



圖 3.3 負離子空氣清淨機



圖 3.4 光觸媒 A 空氣清淨機



IAQ管理實務

文教場所

文教場所(如各級學校、圖書館等)主要問題:

1. 廁所或廚房、餐飲區域與教室太近，有異味逸散情形；
2. 室內多為木製品，如桌椅、書櫃，於新購置時逸散大量甲醛及VOC；
3. 室內CO₂濃度過高；4. 天花板出現漏水霉漬。

改善建議:

1. 廁所或廚房、餐飲區域應設有污染防制處理設備，並加裝排氣機強制移除油煙等異味。
2. 增加開窗面積或加設排風系統。
3. 適時開窗自然通風(惟鄰近馬路側教室應避免於交通尖峰時段開窗)以降低CO₂濃度。
4. 更換漏水有霉漬之天花板，並找出漏水原因予以改善。



學校周遭多為交通要道，
停放汽機車數量多



大多有燃燒行為，因廚房
空間不大，通風效果較差



教室內人數較多換氣
量不足

醫療院所

醫療院所主要問題:

1. 主機房或新鮮空氣引入口堆置雜物，導致新鮮空氣引入量不足;
2. 空調機房內之空調箱濾網骯髒;
3. 天花板之回風口配置過於緊密不利於換氣率及空氣混合;
4. 室內揮發性有機溶劑或藥劑逸散;
5. 天花板有霉斑;
6. 冷卻水塔清潔頻率過低或四周護網已破裂脫落，有滋生細菌之虞;
7. 領藥處或門診區之CO₂濃度過高。



改善建議:

1. 保持空氣引入口處無障礙物，確認排氣、回風、與外氣引入風門正確開啟;
2. 落實例行的濾網更換或清洗，增加維護之頻率以確保濾網之清潔;
3. 天花板之回風口重新配置，使其達到適當的空氣混合效率;
4. 有機溶劑或藥劑應設有通用儲存櫃，並有獨立排氣裝置;
5. 天花板霉斑可能為給水或空調管線之滲漏，應更換漏水有霉漬之天花板，並處理可能之管線滲漏問題;
6. 增加冷卻水塔清潔頻率，確實維護、投藥制菌，修補及更換護網;
7. 人潮擁擠區域增加新鮮空氣量，稀釋室內CO₂濃度。

辦公場所

辦公場所主要問題:

1. 空調系統未引入足夠之新鮮空氣量(CO₂)，或引入之空氣較為污濁，如引入鄰近交通源或餐廳廢氣。
2. 對於特定污染源逸散之區域，如:廁所、儲藏室、影印室等未設置獨立排風設備，導致該特定污染源逸散至室內環境。
3. 通風口堆置物品阻礙氣流。
4. 冷卻水塔清洗頻率過低。

改善建議：

1. 空調系統未引入足夠之新鮮空氣量或未引入適當之新鮮空氣，建議可以評估不同進氣風量之換氣率增加新鮮空氣量，及進氣口側遠離室外污染源，並增加外氣引入口之清潔頻率。
2. 對於特定污染源逸散之區域，應於獨立空間集中管理並加裝排風扇或獨立排氣系統強制移除污染源逸散之空氣污染物。
3. 通風口保持淨空。
4. 增加冷卻水塔清洗頻率。

大眾交通車站

大眾交通車站主要問題:

1. 通風換氣量設計不足夠，室內來自人群活動之CO₂，異味累積;
2. 候車室受發動車輛廢氣影響(CO, PM);
3. 通風設備清潔及保養未確實。

改善建議:

1. 通風換氣量設計不足夠，應評估不同進氣風量之換氣率，提供足夠之新鮮空氣量;
2. 進氣口側遠離室外污染源，並增加外氣引入口之清潔頻率;
3. 落實通風設備清潔及保養。



捷運站回風口位於月台下方，列車進站的活塞運動，有利於換氣效率的提高



國道客運候車室受候車場發動之車輛廢氣影響較大



捷運高架路段多為半開放空間，無空調且緊鄰交通要道

百貨公司

百貨公司主要問題:

1. 地下停車場及美食街均位於百貨公司建築中，導致汽車廢氣及烹調燃燒之污染逸散至百貨公司室內；
2. 由於廠商更新或特定促銷活動而有頻繁的裝修改建行為；
3. 促銷活動或週年慶期間人潮擁擠。

改善建議:

1. 地下停車場及美食街廚房應設獨立換氣系統，並於尖峰時間提高換氣率。避免用餐區域的點火燃燒行為；
2. 裝修改建期間提高室內換氣率，增加新鮮空氣引入量，稀釋室內裝修逸散污染物；
3. 促銷活動或週年慶人潮尖峰時間增加室內換氣率，增加新鮮空氣引入量，並規劃人員動線以利室內人員移動分散。



地下停車場車輛進出頻繁
換氣率應提高



適當安排動線，避免人
潮集中



美食街烹煮位於地下室，
CO、CO₂濃度容易累積上
升，應設獨立換氣系統

營業商場

營業商場主要問題包括:

1. 賣場以外區域的清潔維護差，空氣污染影響至商場空間;
2. 貨物商品擺設不當影響空氣流通;
3. 營業商場內之燃燒源造成室內CO濃度偏高;
4. 促銷活動期間人潮擁擠。

改善建議:

1. 由外包清潔公司負責環境維護，對賣場以外區域應加強清潔維護等細節。
2. 貨物商品擺設須加強規劃，對於有可能造成空氣污染之物品，建議置放於通風良好處並使用獨立空調系統。
3. 避免室內燃燒行為。燃燒源應設有獨立換氣系統。
4. 促銷活動人潮尖峰時間增加室內換氣率，增加新鮮空氣引入量，並規劃人員動線以利室內人員移動分散。



賣場之外的區域往往疏於要求，為造成整體空氣品質不佳之主因



營業商場之貨品種類繁多，可能造成空氣污染



木製傢俱多數含甲醛及揮發性有機物，容易揮發造成污染

簡報完畢

國立台北科技大學
室內環境品質研究中心
<http://www.ntut.edu.tw/~wwwieqrc>