

室內空氣品質 常見問題及改善案例

國立台北科技大學

環境工程與管理研究所

曾昭衡 教授

為何要管理室內空氣品質？



健康生活

法規要求



民眾投訴



我國室內空氣品質標準,2012/11/23公告

| 項目 | 室內標準值 | | 單位 |
|--------------------------------------|-------|-----------------------------|--------------------|
| 一氧化碳 (CO) | 8小時值 | 9 | ppm |
| 二氧化碳 (CO ₂) | 8小時值 | 1000 | ppm |
| 甲醛 (HCHO) | 1小時值 | 0.08 | ppm |
| 總揮發性有機化合物 (TVOC)：十二種揮發性有機物之總和 | 1小時值 | 0.56 | ppm |
| 細菌(Bacteria) | 最高值 | 1500 | CFU/m ³ |
| 真菌(Fungi) | 最高值 | 1000 (但真菌濃度室內外比值≤1.3者，不在此限) | CFU/m ³ |
| 粒徑≤10微米μm之懸浮微粒 (PM ₁₀) | 24小時值 | 75 | μg/m ³ |
| 粒徑≤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 |

室內環境很重要

教育部推動IAQ自主管理測試



20091111 李彥頤, 因應氣候衝擊下新永續校園研習工作坊

學校常見問題

1. 廁所或廚房、餐飲區域與教室太近，有異味逸散；
2. 室內多為木製品，如桌椅、書櫃，木地板或地墊，新置時逸散甲醛及VOC
3. 新鮮空氣(外氣)不足，室內CO₂濃度過高；
4. 天花板出現漏水霉漬。5. 注意選用清潔用品及空氣清淨機(二次污染)

改善建議:

1. 廁所或廚房、餐飲區域應並加裝排氣機移除油煙等異味。
2. 增加開窗面積或加設排風系統。
3. 適時開窗自然通風以降低CO₂。惟鄰近馬路側應避免於交通尖峰時開窗
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



學校窗簾缺乏維護，拉動窗簾掉落塵蟎。導師顧及健康花功夫拆回家洗，還怕公物洗破難交代。
吊扇燈具多年未清潔。[2017嘉義市議員蔡文旭](#)

2008/12/1~29高雄縣大寮鄉潮寮空污事件



2014 XX市幼兒園檢測結果

| | (共50家) | 超標家數 | 超標點位數 |
|---------------------|--------|----------|--------------------|
| 二氧化碳CO ₂ | 巡檢儀器 | 24家(48%) | 63點(21%) (共300點位) |
| 甲醛HCHO | 巡檢儀器 | 7家(12%) | 10點(3.3%) (共300點位) |
| 總揮發性有機化合物TVOC | 巡檢儀器 | 2家(4%) | 2點(0.6%) (共300點位) |
| 細菌 | 公告方法 | 16家(32%) | 16點(16%) (共100點位) |
| 真菌 | 公告方法 | 13家(26%) | 14點(14%) (共100點位) |

五項污染物有任一項超標：31家(62%) / 共50家幼兒園

幼稚園之室內空氣品質

- 幼稚園教室皆甲醛偏高，幼稚園幾乎都鋪設木地板或做室內裝修，裝修材料逸散甲醛，多塑膠類材料，其量較其他一般教室還高。宜用低逸散建材代替。
- 與國中小教室相較，幼稚園上課幾乎固定於同一教室，而教室內儲放、暫放、必備的設備也多過一般國中小教室，污染源也較多，造成幼稚園甲醛，TVOC偏高。宜選用環保標章產品
- 幼稚園教室多設分離式冷氣，無引入外氣，CO2超標。其他污染亦於密閉不通風的室內空間累積
- 幼稚園小朋友動態活動較多，懸浮微粒較高。
- 教室於傳染季節，病菌病毒多
- 老舊教室漏水發黴，真菌多

後疫情時代 要注意什麼??



一直戴？

12月1日起

放寬戴口罩等防疫措施

調整現行防疫措施如下

- 室外空間、室外場所，取消應全程佩戴口罩之規定。
 - 歲末／跨年大型室外活動之口罩規定，將視近期疫情變化，另行研擬。
- 外出於室內空間、室內場所(包括車廂、船舶、航空器等運具之內部空間)，維持應全程戴口罩，但符合例外情形者，得免戴口罩。
- 符合以下例外情形者，於室內得免戴口罩：
 - 從事運動、唱歌、拍攝個人／團體照時
 - 自行開車，車內均為同住家人，或無同車者時
 - 直播、錄影、主持、報導、致詞、演講、講課等談話性質工作或活動之正式拍攝或進行時
 - 於溫／冷泉、烤箱、水療設施、三溫暖、蒸氣室、水域活動等易使口罩潮濕之場合
 - 外出有飲食需求，得免戴口罩
 - 於指揮中心或主管機關指定之室內場所或活動，如符合指揮中心或主管機關之相關防疫措施，得暫時脫下口罩
- 餐飲場所：取消宴席不得逐桌敬酒敬茶之規定

上述場合得免戴口罩，如本身有相關症狀或與不特定對象無法保持社交距離時，仍應戴口罩。

❗ 指揮中心提醒，體質敏感、有慢性病或發燒、呼吸道症狀的民眾，於人潮較密集區，仍建議戴口罩

2022/11/28

中央流行疫情指揮中心

進餐廳前 ⇒ 不戴口罩
餐廳候位 ⇒ 要戴口罩
入座開始 ⇒ 不戴口罩
櫃檯點餐 ⇒ 要戴口罩
回座繼續 ⇒ 不戴口罩
去上廁所 ⇒ 要戴口罩
再度回座 ⇒ 不戴口罩
櫃檯結帳 ⇒ 要戴口罩
走出餐廳 ⇒ 不戴口罩
??????????

2022/12/1 口罩解禁新規定



非藥物控制

Phase 1

Generation and exhalation

- Generation mechanisms
- Viral load at generation sites
- Size distribution of exhaled aerosols
- Number of virions in aerosol

Phase 2

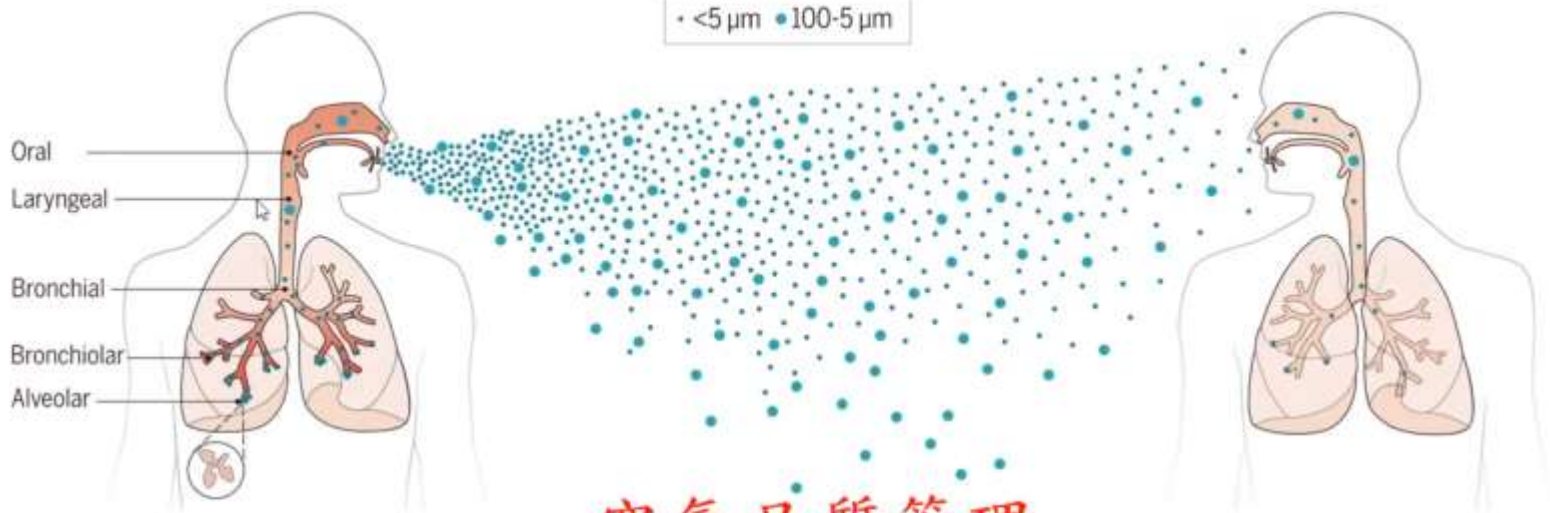
Transport

- Settling velocity and residence time in air
- Size change during transport
- Persistence of viruses in aerosols
- Environmental factors: temperature, humidity, airflow and ventilation, UV radiation

Phase 3

Inhalation, deposition and infection

- Size distribution of inhalable aerosols
- Deposition mechanisms
- Size-dependent deposition sites
- Deposition site susceptibility



源頭管理
人流控制, 口罩

空氣品質管理
工程控制: 通風, 清淨機

個人防護
口罩



衛生局人員測量發現二氧化碳濃度相當高。(圖 / TVBS)

除了沒設置隔板外，稽查人員一測量發現，餐廳內因為空間狹小擠滿顧客，加上通風不良，二氧化碳濃度均大於800ppm，甚至最高達1500ppm以上，衛生局表示，飛沫傳染乃至於氣溶膠的傳染途徑在未戴口罩之下，可能導致極高感染風險，當場就依《傳染病防治法》開罰3千至1萬5千元的罰鍰，並要求業者務必配合立即確實改善。

室內空氣污染源

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/傳染病
7. 通風不良

各類型場所皆有其污染特徵



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(SO₂, NO_x)進到室內後不易分解去除。

場所周邊是否具有以下潛在污染源?(10m以



場所周邊是否具有以下潛在污染源?(10m以內)



廚餘惡臭



餐飲排放油煙廢氣



戶外吸煙區

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：

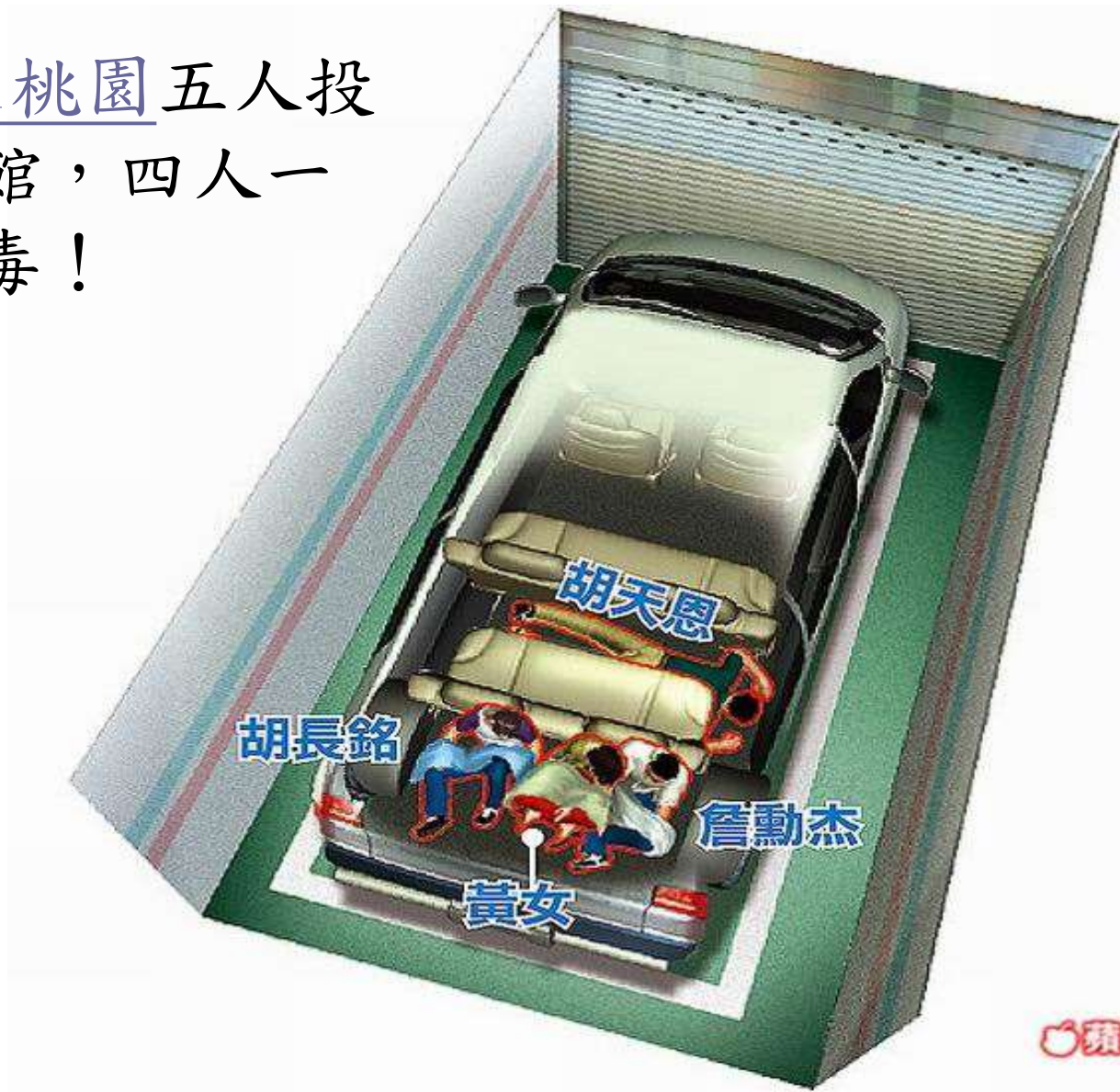
- 剛熱車時觸媒轉化器作用不大，廢氣最毒(CO、PM、NO_x、HCs...)
- 立法院中興大樓地下一樓委員辦公室靠近停車場，一氧化碳濃度比其他樓層還高。
- CO加上臭氧，即使是低劑量，也會讓懷孕婦女產生畸形兒，或增加先天性心臟疾病異常的比例。

■ 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. 室内燃燒源

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



健身中心一氧化碳中毒

- 亞歷山大健身中心敦南分部地下室鍋爐
2006/1/31通風不良，一氧化碳意外，多人頭暈、嘔吐。緊急疏散47人，十人送醫，一人到院前不治。



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：
- 一二樓爆滿，木炭加熱，店家沒開空調，客人太多，店家來不及更換新煤碳，形成悶燒且燃燒不完全，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家達9ppm以上。
- 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。



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」

一氧化碳竄六樓層 肇禍

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

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

▲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。



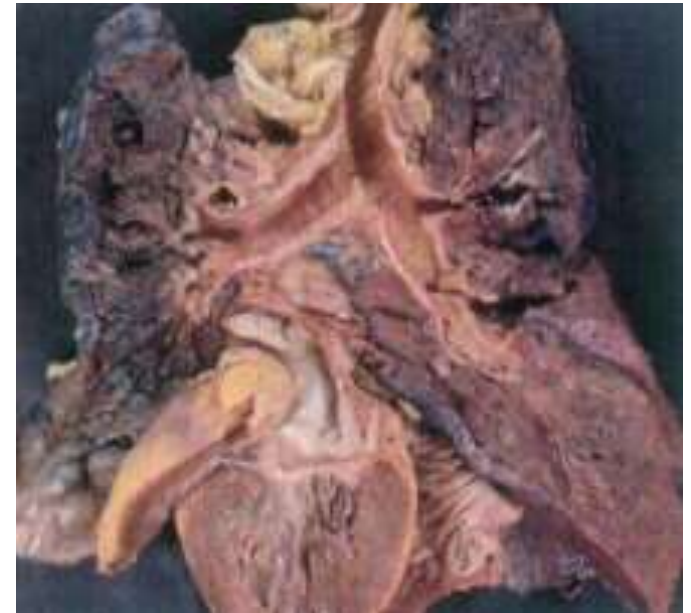
林美慧



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、二手煙會洩漏致非吸煙區，
 - 進出門口、樓梯間、空調外氣入風口2 m內也應標為禁菸區。

健康的肺
VS
肺癌的肺



http://home.netteens.net/~tczmc/ie/healthd/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

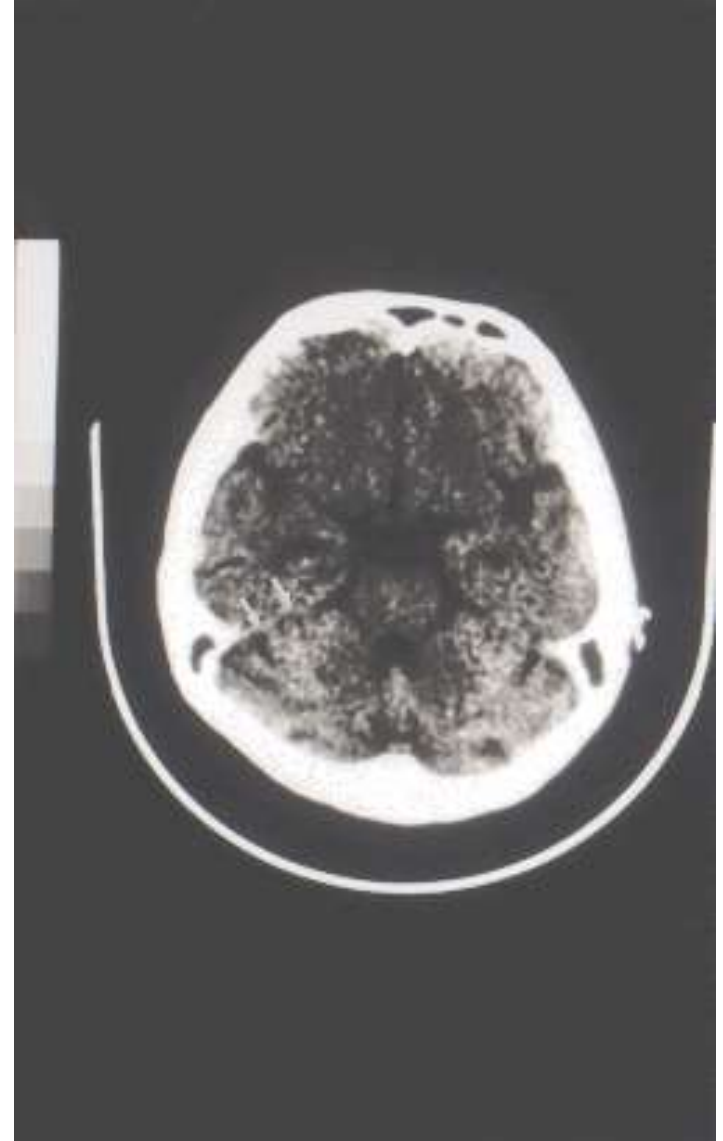
VOCs

- 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)。

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



居家空氣品質 87% 不合格

(記者魏怡嘉/台北報導) 居家的空氣品質不見得比外面好。一項實測研究發現，高達八十七%的居家室內空氣品質不合格，其中又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%及二十六點三%。

毒裝潢影響健康

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，漸臨洗腎。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，在這些案例之後，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 | 健康影響 | 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、噴觸媒轉化、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)

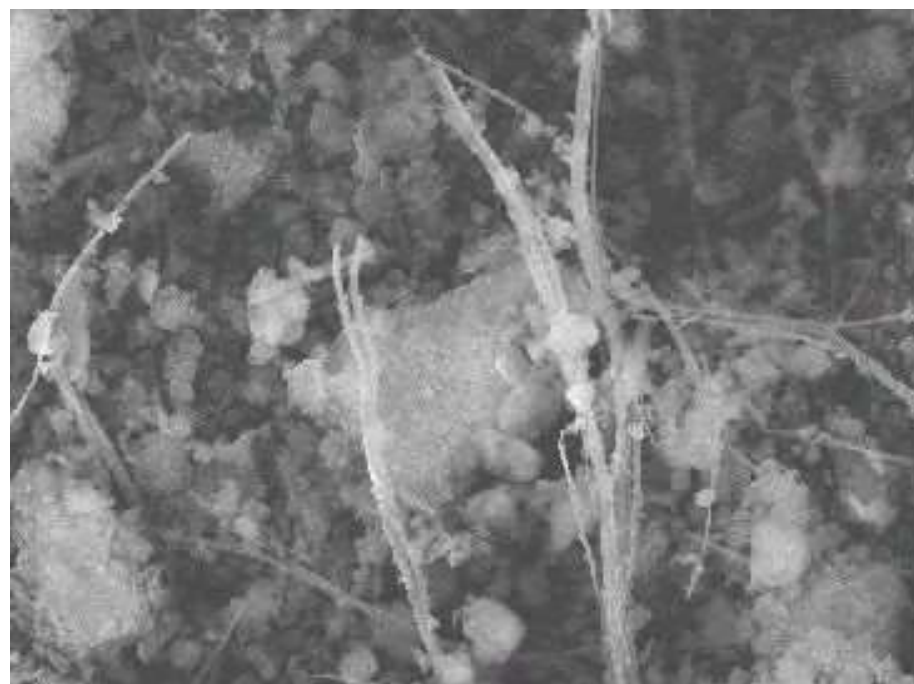
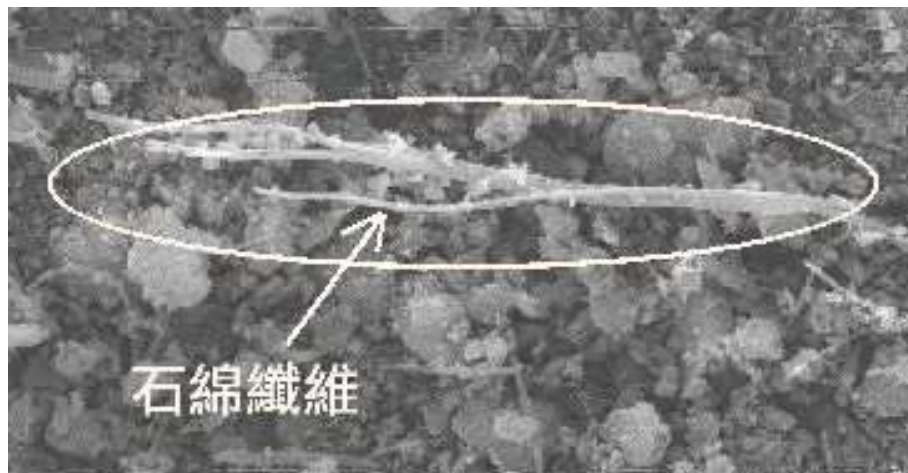
國小甲醛致癌課桌

- 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

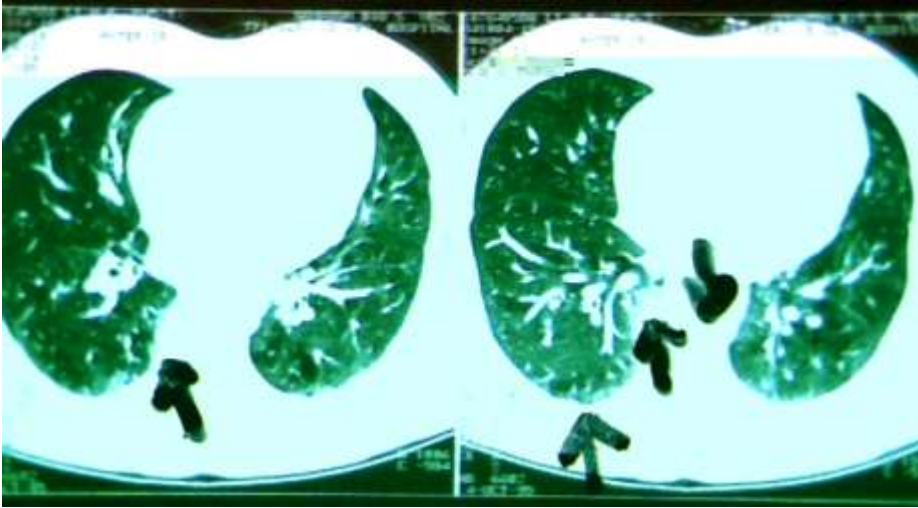


石綿 Asbestos

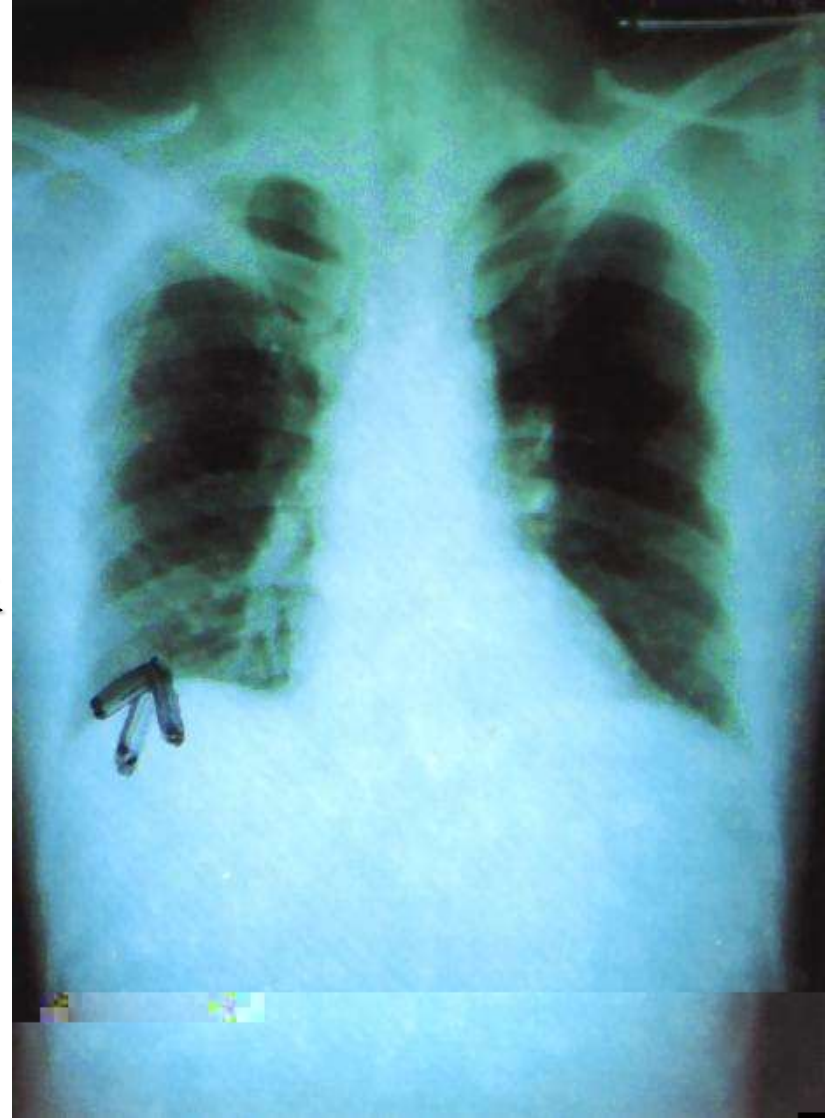
- 石綿纖維是已知致肺膜癌物質。引起矽肺症、癌症、胸膜及腹膜間皮瘤等，癌症潛伏期長達15~20年。
- 職業環境與肺癌被研究最多的是石棉。建築材料、造船業、汽車煞車板均使用石棉，長期接觸石棉的工作，肺癌罹患率增加五倍



石綿



- ↑人體遭石棉污染：肺部高解析度電腦斷層攝影HRCT
- →肺部X光顯示下雙側肺紋增加。
- http://ivy2.epa.gov.tw/justice/picture/h_pict.htm



石綿 Asbestos removal

- 美國環保署在1989/7發布石綿禁令。歐美國家早就全面禁止並拆除石綿建材，特別是學校。



- April 26, 2005, EPA relocation action for the North Ridge Estates Asbestos Site, Klamath Falls, Klamath County, Oregon
<http://yosemite.epa.gov/R10/cleanup.nsf/0/6d3ab7def32c248a88256d3a007e7f53?OpenDocument>

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。



勿設臭氧殺菌機且於有人時開啟



臭氣



空氣清淨機

臭氣機 → 絕對不用

靜電機?

負離子機?



事務機具

影印機

雷射印表機



5.消費性產品

清潔產品

- 環境衛生：公共衛生惡劣，垃圾沒倒，散發惡臭和食物腐敗味，環境髒亂灰塵滿布。為室內空氣污染源
- 但環境清潔是**使用化學物質最多的時機**--清潔時加強通風,慎選清潔劑且不要混用
 1. 掃地、吸塵、洗地毯
 2. 地板去漬、打蠟、拋光
 3. 芳香產品(空氣清香劑、精油)少用
 4. 殺蟲劑、殺菌消毒劑
 5. 乾洗劑殘留

氯氣中毒意外

- 2005/7/10嘉義縣民雄鄉鉅洋健康世界氯氣中毒意外，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。
- 4、50名泳客倉皇逃生，泳客與員工23人因吸入氯氣，咽喉輕微灼傷或嗆傷。出現呼吸困難、喉嚨疼痛、咳嗽等症狀，3位小朋友較嚴重，出現肺軟水、嘔吐現象。



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>



精油溶劑

- 汽化精油以異丙醇為溶劑(含量達90%)。
- 燃燒精油 + 溶劑：1.氣爆。 2.密閉空間內使用，燃燒不完全，導致CO中毒。
- 三年內12起精油異丙醇等引發氣爆。 2003/08/12
- 點燃精油時，應注意瓶身及放置處是否滲漏。
- 薰香以水蒸法加水間接加熱薰香較直接燃燒精油混合物安全。





6.生物污染物

MICROBIAL CONTAMINATION

細菌、真菌

- 生物性污染: 人及動物之毛髮、皮屑、花粉、微生物、真菌(黴菌)、細菌(退伍軍人菌)、塵蟎、及塵灰等。
- 都是致病原及致過敏原。



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...

TOXIC HOME Woman, 29, 'slowly poisoned by her mouldy flat' after years of exhaustion, memory loss and hair loss

Emma Marshall became severely ill in 2018 and hasn't recovered. It's since been figured out that this all stems back to 2014 and living in poor conditions in Hackney. Emma fell severely ill the first time round in 2015 after living in a house in Hackney that was covered in black mould in 2014....

浴室黴菌恐致癌 女中毒爛臉掉髮. 2014年搬進倫敦1間公寓，浴室長滿黑厚黴菌，結果滿臉長滿痘痘，感到疲憊與全身疼痛，腎臟出現嚴重感染，有2周須插導尿管排尿，最後還罹患嚴重盲腸炎，終於證實她體內「黴菌毒素指數」超過標準值，「黴菌毒素中毒」



漏水，壁癌，潮濕，發霉



人潮帶來細菌

- 賣場、醫院、車站... 人→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，尤其在停滯的溫水中生長更佳，經被細菌污染的空調冷卻水塔，水霧進入空調系統造成流行，主要由空氣傳染，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加拿大多倫多養老院有70多人感染神祕的呼吸道疾病，一個月內死亡17人。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標準值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)



室內空氣污染之改善

國立台北科技大學
環境工程與管理研究所
曾昭衡 教授

▶ 室內空氣品質管理

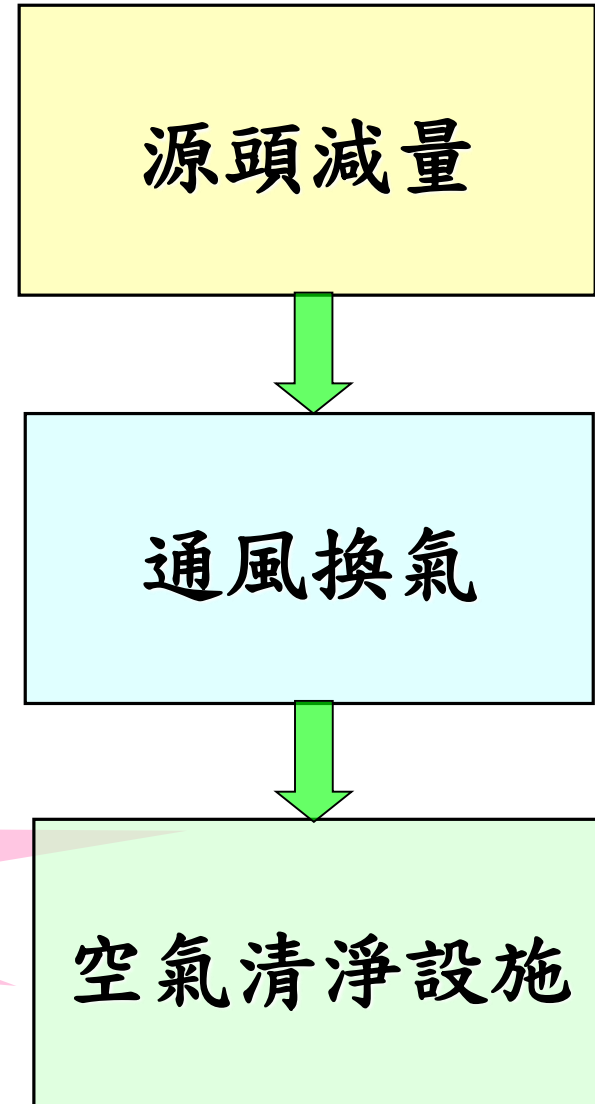


室內空氣污染控制方法

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 警告器/偵測器

2.5 綠色消費: **環保標章**產品
、避免有毒物質。



3.通風換氣

自然換氣/自然通風:

- 利用窗戶、門及其他通氣孔來換氣。

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。

局部換氣:

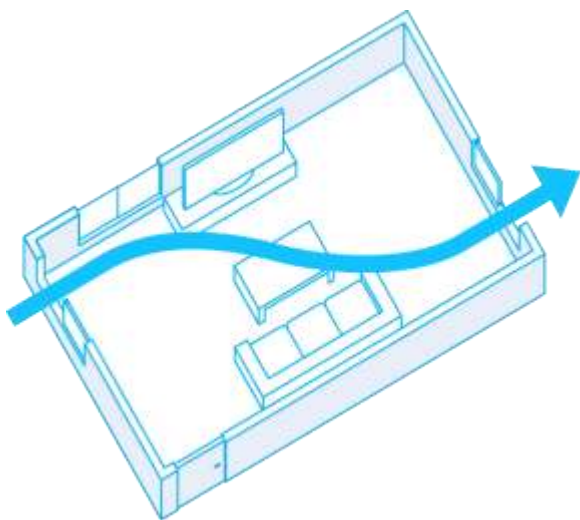
- 針對污染源設置小型抽風設備，必要時處理後排放。
「吸/抽」比「吹」效果好

正負壓換氣:

- 有污染的房間用負壓量(排氣)，其他房間用正壓(供氣)

個別系統 分離式冷氣機

100%無外氣!



門窗勿緊閉，對向窗戶留縫，以引外氣稀釋CO₂



全氣式-AHU外氣進入機房：

外氣引入口未開啟. 室內換氣不足



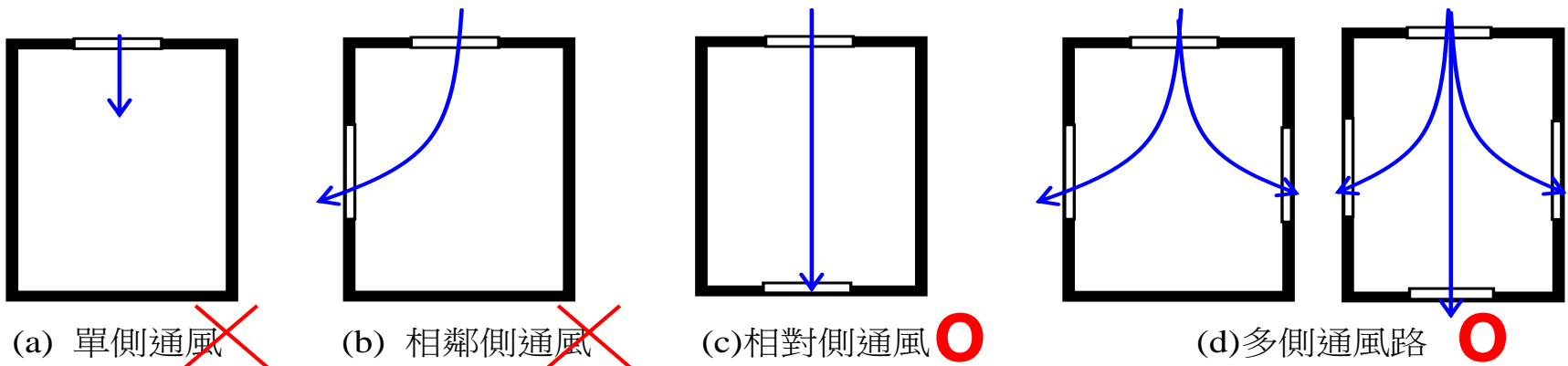
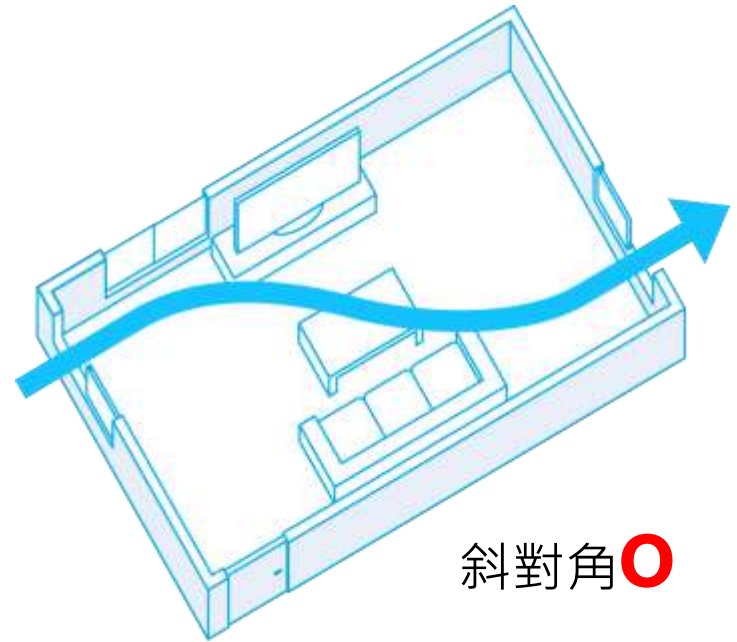
台灣舊教室 上下開口自然通風



圖一 教室採用百葉開口通風

自然通風—通風路徑

- 通風路徑分成單側開窗、相鄰側開窗、相對側開窗及多側開窗。
- 對向開窗至少1個拳頭寬(10 cm), 或開至室內CO₂濃度低於室內空品標準值1000 ppm



不同類型之通風路徑 (內政部建築研究所.2007)

4. 空品淨化設備



空氣清淨機



新風換氣機

空氣濾淨技術八大類型

- 1) 過濾集塵型(定期更換濾網)
- 2) 靜電集塵型(定期清洗極板)*
- 3) 活性炭吸附型(定期更換濾材)
- 4) 光觸媒型
- 5) 紫外線殺菌型(避免直射)*
- 6) 臭氧型(避免使用)*
- 7) 負離子型*
- 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

惟CO2極難被分解或過濾,不能被去除,只能靠外氣稀釋

***小心是否有臭氧**

1. 過濾集塵型

- HEPA: 高效率微粒空氣濾心 High Efficiency Particulate Air filter, 0.3 μm 的細微粒物有99.97%的捕獲能力, 相當於N100型口罩
- 摺疊式濾網以皺摺狀增加有效過濾表面積



2. 機械集塵型

2. 靜電/電暈/電漿:

- 利用高壓靜電放電，
- 在空氣中產生自由電子，使懸浮微粒帶電，而吸引至集塵板上去除之。
- 集塵板須定期清洗
- 無濾網廢棄物，較環保。
- 效果佳。但技術高較少見。

缺點

- 靜電集塵器可能釋出臭氧，
- 過多微粒累積在集塵板易在放電區產生火花
- 污染物(油煙)積在集塵板上不易清洗



圖 9.17 靜電集塵器除塵機構

3. 活性碳濾網



活性碳吸附VOCs，甲醛，臭味等氣體污染物。

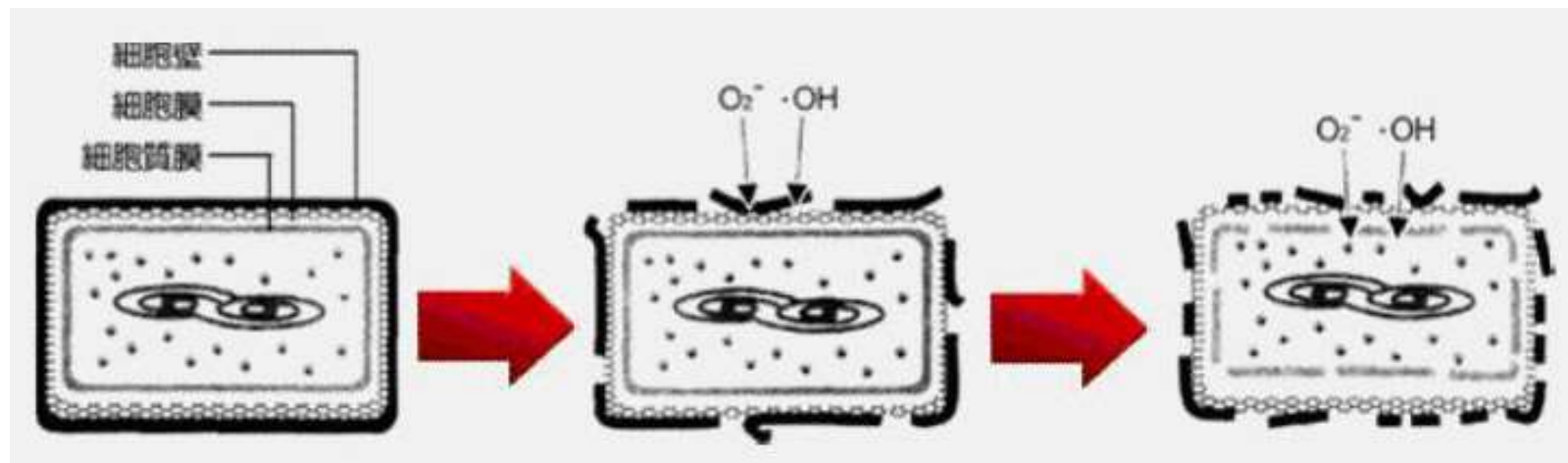
蜂巢式顆粒：活性碳顆粒(非碳粉式)+沸石顆粒濾網，超大吸附面積



4. 光觸媒



1. 光觸媒**接受紫外光激發**的強氧化分子，將有機氣體VOC、臭味分解成 CO_2 和 H_2O 。
2. 當微生物接觸到光觸媒表面時，強氧化分子會破壞微生物的外膜，進而殺死微生物。



5. 負離子, XX離子...



- 負離子同時去除粒狀物及氣狀物: 降低空氣污染、中和臭味、降低VOCs及加強去除細微粒
 - 負離子使空氣中微粒(灰塵、病毒、細菌)帶負電, 帶電顆粒附著在地面及牆上去除。
 - 不用過濾, 免耗材.
 - 用小風扇吹出負離子, 不用大風扇吸入空氣, 安靜省電

缺點

- 負離子只能抑菌, 不能直接殺菌。台大環工所李慧梅
- 適量負離子有助健康, 過量(且常伴隨**臭氧O3**)卻使人不適。
- 負離子濃度隨距離而下降.
- 細微粒沾黏各處, 鄰近物體之表面因微粒附著而污黑。

林口長庚醫院臨床毒物科林杰樑: 高濃度臭氧會造成下呼吸道發炎，且可持續十八小時，長期暴露在臭氧中會導致肺部纖維化，造成慢性支氣管炎及肺部阻塞等疾病，甚至呼吸困難、胸悶等永久無法恢復的病徵

各種臭氧濃度對人體影響

| 臭氧濃度 | 人體影響 |
|------------|-----------------------|
| 0.02ppm | 5分鐘內多數人會察覺，噁鼻、喉嚨不舒服。 |
| 0.2ppm | 肺功能減弱，胸部有緊縮感，眼睛紅腫不適。 |
| 0.2~0.5ppm | 接觸3~6小時後，視力減弱。 |
| 0.3~1.0ppm | 1小時內呼吸緊促，氣喘現象惡化。 |
| 1~2ppm | 2小時內頭痛、胸痛，肺活量減少，慢性中毒。 |
| 5~10ppm | 全身疼痛、麻痺，肺氣腫。 |
| 15~20ppm | 小動物2小時內死亡。 |
| 50ppm以上 | 人1小時內死亡。 |



若在車上使用臭氧機，應將空調設定為進氣功能。
田裕華攝

註：以上數值為多份研究報告彙整。

環保署室內臭氧濃度建議值

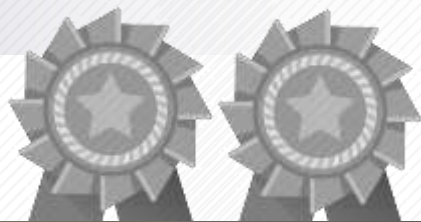
| 類別 | 說明 | 建議值 |
|-------|-------------------------------------------------|---------|
| 第1類場所 | 對室內空氣品質有特別需求處，如學校、兒童遊樂場所、醫療院所、老人或殘障照護場所。 | 0.03ppm |
| 第2類場所 | 一般公共場所及辦公大樓，如營業商場、交易市場、展覽場所、辦公大樓、地下街、大眾運輸工具及車站。 | 0.05ppm |

資料來源：工研院工業安全衛生技術發展中心、林口長庚醫院臨床毒物科主任林杰樑、環保署空氣品質保護及噪音管制處

蘋果日報 2006年05月15日



6. 勿設臭氧殺菌機且上課時開啟



2013.08.30

7. 紫外光 / 滅菌技術



應用:藉短波長之**紫外線**光UVC損毀微生物的DNA，破壞其複製的功能使其不具有感染或傳染力。

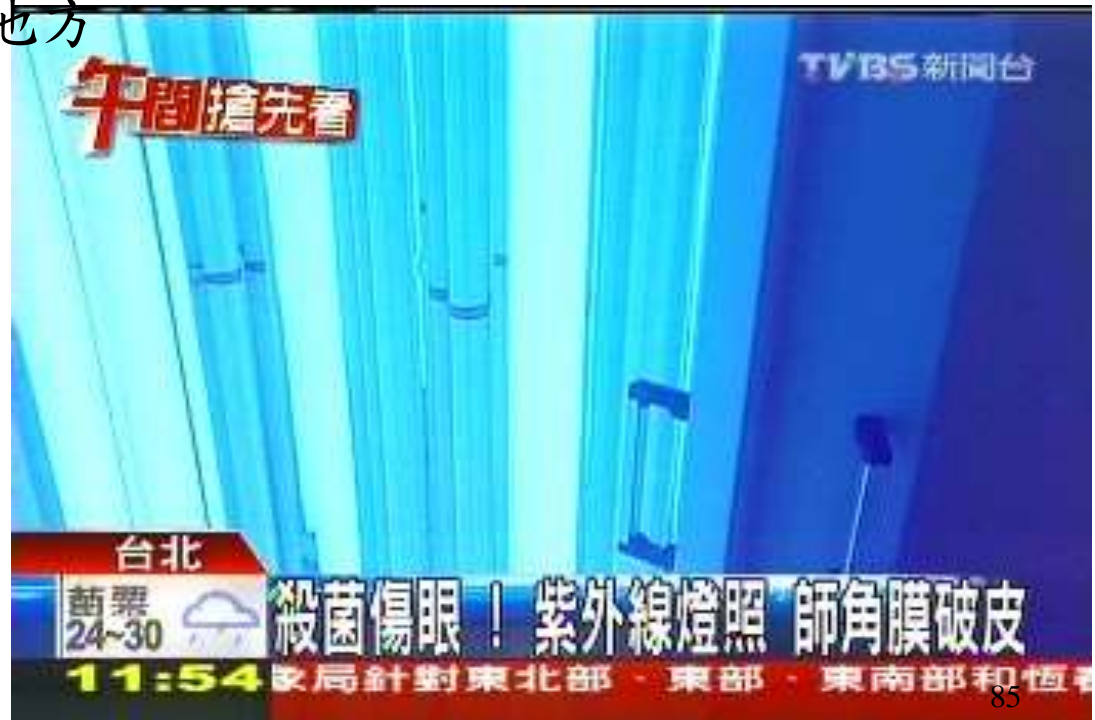
應用如醫院、空調系統、實驗室、消毒等。

限制:紫外線會對人體造成傷害，使用時須於無人空間。且紫外線的殺菌能力隨燈管照射距離而快速遞減，應用上必須考量到所有需殺菌位置均能有效獲得足夠劑量的紫外線照射。



紫外線燈UV傷害

- 有位女老師，下課後開紫外線燈殺菌，但她還繼續待在教室裡開會，開完會覺得眼睛不舒服，雙眼頻頻流淚、紅腫，看醫生才知道角膜已經潰瘍多處破皮，
- 醫師提醒眼睛會吸收紫外線，最好避開紫外線燈，否則角膜反覆破損，可能會罹患乾眼症，嚴重可能需要換角膜。
- 不要待在殺菌燈開的地方



8.化學藥品蒸薰



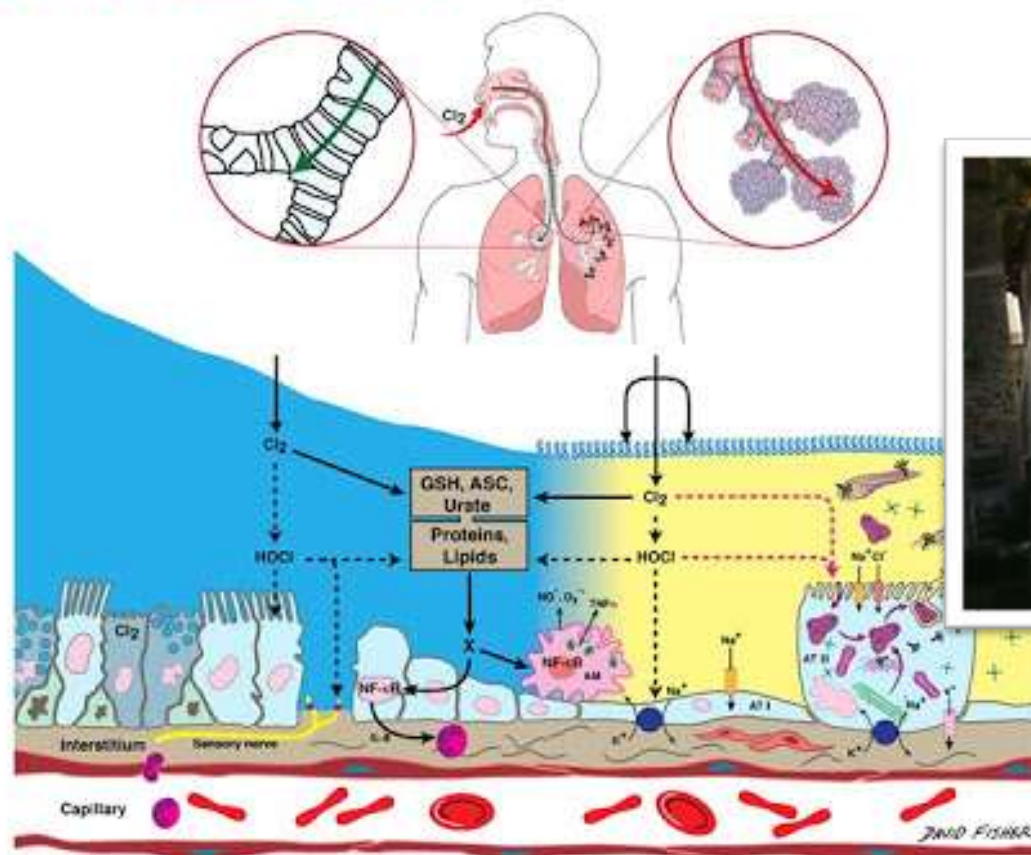
- 許多化學滅菌消毒劑雖可以殺菌，但對人體並非完全無害。
- 二氧化氯噴霧為例，暴露8小時的空氣容許濃度0.1 ppm，把市售50 ppm或更濃的產品噴霧在密閉空間，一下就超過對人有害的濃度。且上述容許標準針對健康成人，孩童和呼吸道疾病者能容許的濃度會更低。
- 呼吸進入肺部的噴霧量，是從皮膚接觸而進入身體的上百倍。各式消毒劑避免噴霧有人的室內空氣，建議只用在物品表面消毒

| | | | | | | | | | |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 品項 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 主要成分 | 乙醇 | 乙醇、 聚乙二醇 | 次氯酸 | 二氧化氯 | 長鏈四級胺 聚合物 | 銀離子 | NTU- VirusBom | 天然葡萄柚籽 抗菌成份 | PH值 12.5 電解鹼性水 |
| 殺菌原理 | 蛋白質 變性 | 蛋白質變 性 | 強效氧化 作用 | 強效氧化 作用 | 物理性殺 菌 | 物理性殺 菌 | 物理性殺 菌 | 物理性殺菌 | 植物鹼殺 菌 |
| 使用方法 | 用於手 部肌膚 | 用於手部 肌膚 | 噴灑於物 體表面 | 噴灑於物 體表面 | 噴灑於物 體表面，乾 | 用於手部 肌膚或噴 | 噴灑於物 體表面 | 噴灑於物體表 面 | 噴灑於物 體表面 |

表面 or 空間?



胸腔醫師嚴重警告！請勿用次氯酸水噴灑孩童！



次氯酸水為弱酸性，霧氣化後吸入呼吸道將導致；呼吸道急性發炎反應與急性肺損傷
誘發氣喘發作、還可能導致過敏性肺炎，甚至啟動致癌途徑、增加肺癌的機會！！

Proc Am Thorac Soc. 2010 Jul 1; 7(4): 278-283.

胸腔重症 蘇一峰醫師

其他注意事項

- 空氣清淨機的效果，除了淨化器本身的淨化功能外，還受淨化空間、操作時間和初始環境條件影響。不考慮這些而單純講淨化效果是不科學的
- 目前未訂有普遍接受的氣態清淨性能標準。
- 2005.01 消基會隨機抽測15款暢銷空氣清淨機機型，**六款懸浮微粒**去除率 $<35\%$ ，**九款VOC甲苯**去除率 $<20\%$ ，標榜光觸媒的知名品牌也名列其中。
- 跟空調系統一樣，空氣清淨機亦需要定期保養和清潔，否則本身可能成為污染源，把飽和媒介收集的污染物排放出來。
- 大量污染須先開窗通風，不要單靠空氣清淨機，否則可能縮短濾網及空氣清淨機效果及壽命。

其他注意事項

- 要選坪數符合的空氣清淨機，大坪數商品，集塵速度越快，但是風量越大越吵。
- 依據污染物及場所類型選空氣清淨機型。如托兒所主要擔心真菌、細菌及其他過敏原，故選高效濾網HEPA功能機型。
- 所有空氣清淨機都不能去除CO₂。室內外空氣流通是減少二氧化碳的唯一方法，特別是人多時。
 - 每天至少開窗30分鐘讓新鮮空氣流入。
 - 中央空調須提高外氣供應率。
 - 使用空氣清淨機時，盡量門窗關閉，避免污染進入。但長時間使用后應階段性通風換氣。

■ CNS 3765-65 C4125-65 「家用和類似用途電器產品的安全 - 第 2 部：空氣清淨機的個別規定」 規範空氣清淨機之安全規格



■ 標準檢驗局：空氣清淨機屬 **應施強制性檢驗商品**

除下列所述外，適用 CNS 3765 第 32 節之規定。

追加

游離效應(ionization)所產生之臭氧濃度應不得過量。

透過如後所述之試驗以檢查是否符合要求。在尺寸為 2.5 m×3.5m×3.0 m，牆壁覆蓋聚乙烯片(polyethylene sheet)之房間內進行試驗。電器依說明書指示安置。置於桌面使用之電器，將其置於房間之中央，離地約 750 mm 之位置。

房間保持在溫度約為 25℃，相對溼度約為 50%之條件下，電器供以額定電壓 24 小時，若移去可拆式濾心(removable filter)較為不利時，

臭氧取樣管置於距空氣吹出口 50 mm 處之氣流中，將

$O_3 < 0.05 \text{ ppm}$

值減去在試驗前所測得之背景臭氧濃度值。

房間內之臭氧濃度百分比應不超過 5×10^{-6} 。
備考 101. 若說明書註明電器係固定於容積超過 30 m³ 的房間內時，則相應增加試驗房間(test room)之尺寸。

清淨空氣輸出率CADR

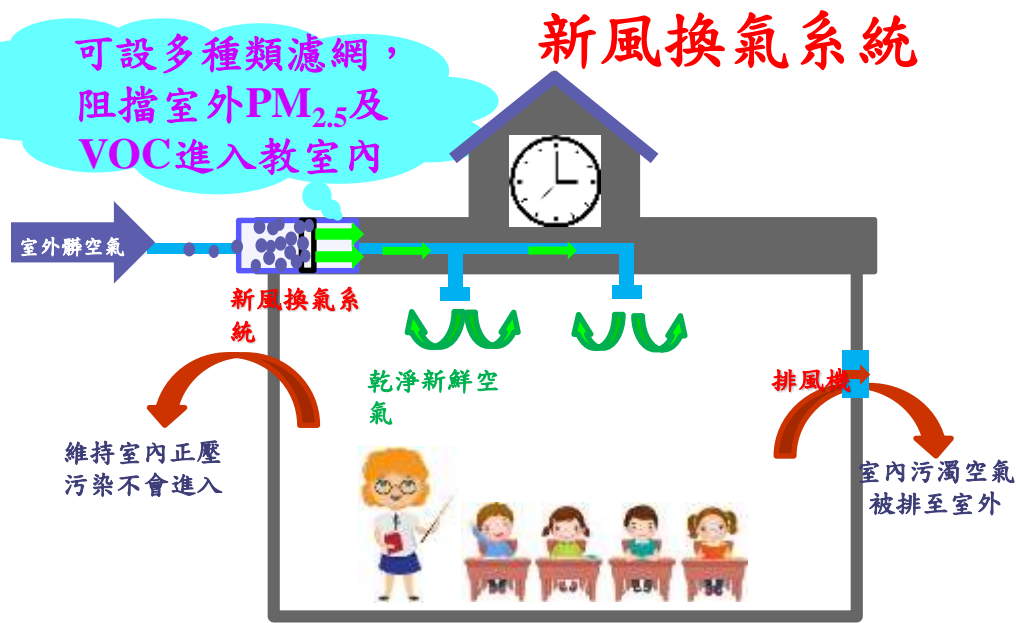
- AHAM AC-1為美國家電製造協會Association of Home Appliance Manufacturers制定，且通過美國國家標準American National Standards Institute, ANSI之可移動式空氣清淨機檢測標準方法。
- 以清淨空氣輸出率CADR值Clean Air Delivery Rate(ft³/min, CFM)表示，辨別清淨機之清淨能力。潔淨空氣提供率CASR為每分鐘可以輸出多少立方公尺m³/m的潔淨空氣，數值越大適用之室內面積越大
- CADR是淨化器的自身屬性，是淨化器的“絕對指標”。淨化率(%)是相對指標，受使用環境, 污染物濃度、使用空間大小、使用時間長短等影響甚大。不同場所或使用方式，會有不同淨化率。

新風換氣系統

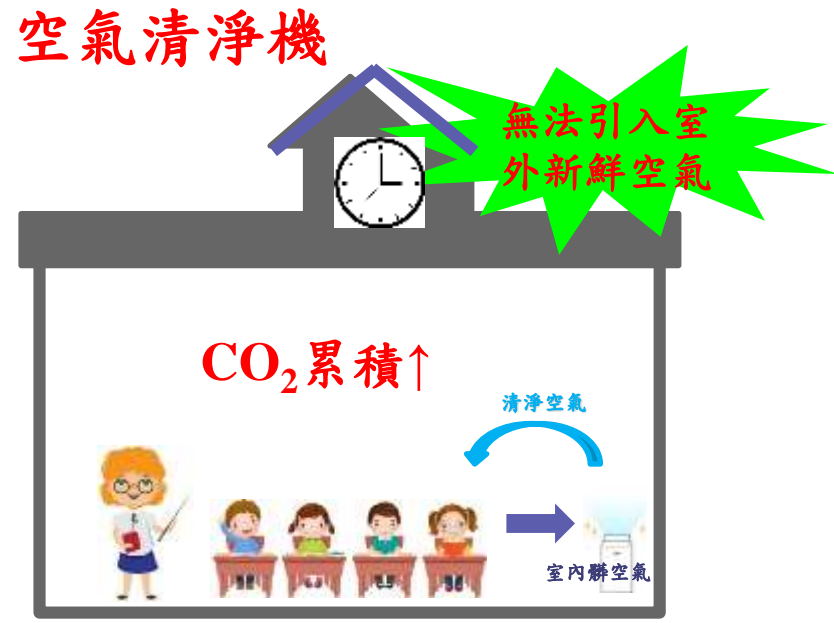
(引入足量外氣)



新風換氣系統之優點



- ✓ 新風系統引進室外空氣，過濾後稀釋室內CO₂及各種空污如PM_{2.5}。
- ✓ 可搭配監測控制系統偵測教室CO₂濃度，濃度過高時自動啟動，低於標準則自動降低風量，以減少耗能。



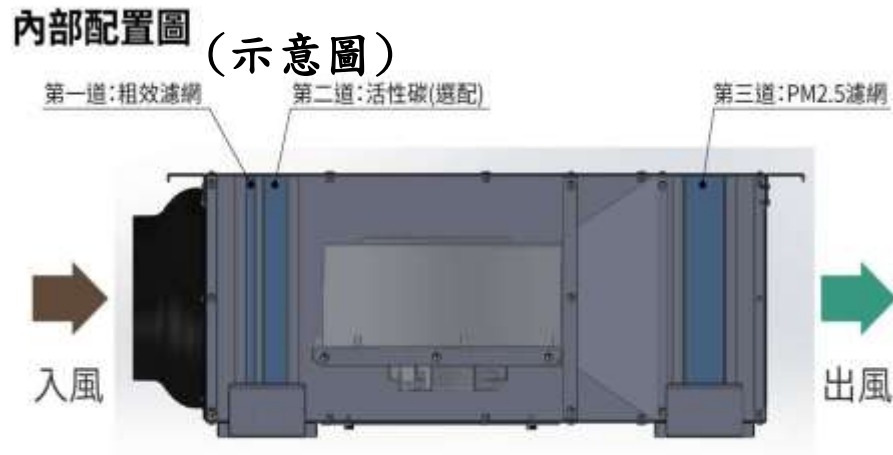
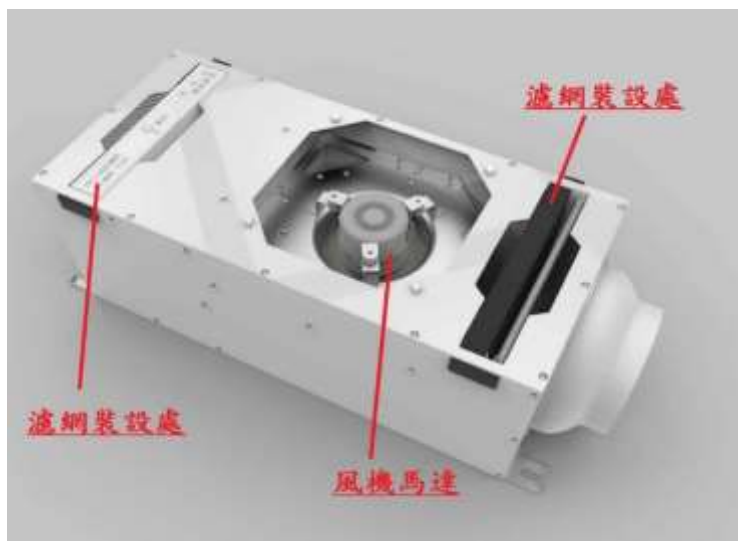
- ✓ 清淨機雖可去除多種空污，但不能去除CO₂，亦無引入室外新鮮空氣，造成教室內CO₂濃度累積超標。

新風換氣系統介紹-1.新風換氣機



➤圖3為新風換氣機內部構造示意圖。

➤入風→空氣淨化裝置→風扇馬達→出風

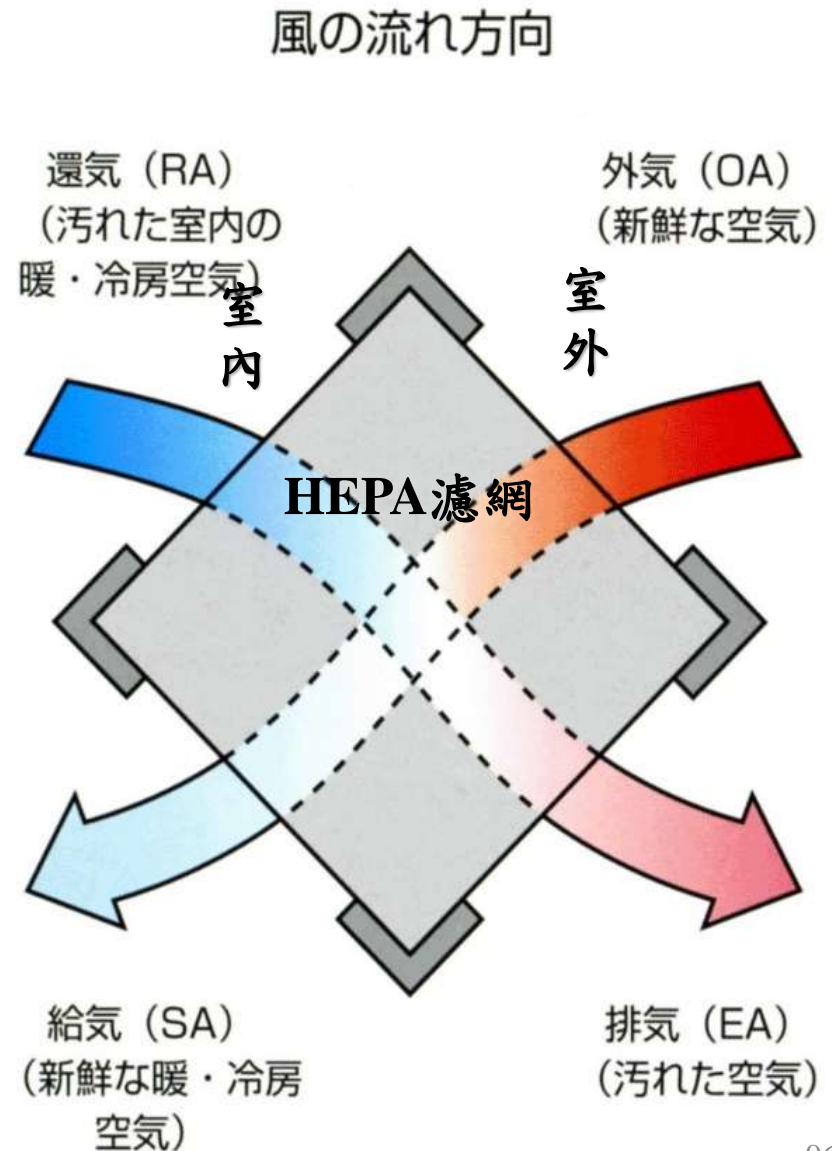


資料來源：網路蒐集

圖3 新風換氣機內部結構示意圖

全熱交換器

- 用全熱交換器進行”100%新鮮外氣+能源回收”。
- 全熱交換器是氣對氣之熱交換器，可對新鮮外氣與排出廢氣進行濕氣/溫度交換，降低外氣負荷。
- 引進新鮮外氣+過濾新鮮外氣+外氣與排氣溫度交換=良好空氣品質+避免夏天冷氣用電大量增加。

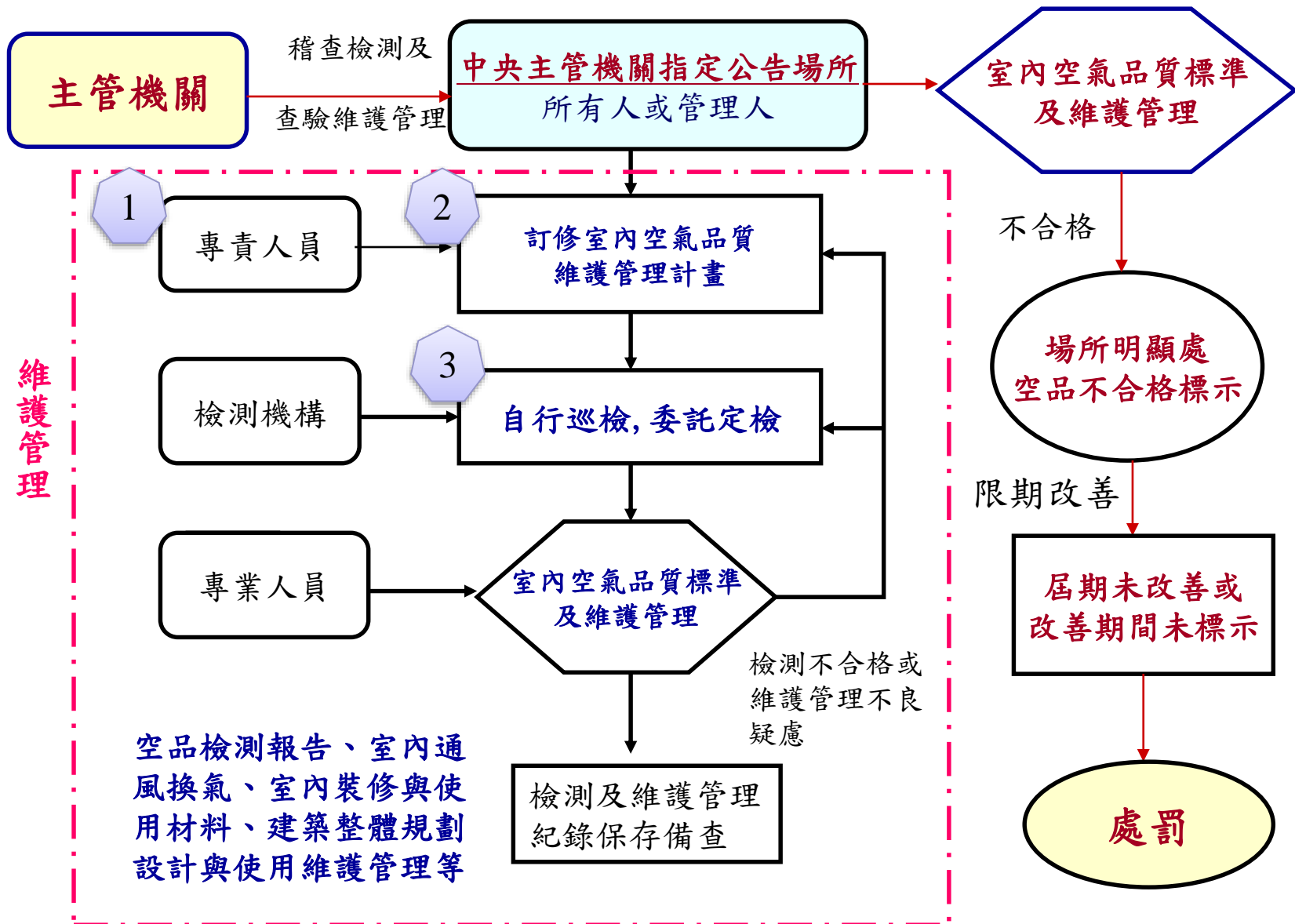


各類室內空氣污染物之改善方式

| 室內空氣污染物 | 二氧化碳 CO ₂ | 一氧化碳 CO | 甲醛HCHO | 揮發性有機 化合TVOC | 細菌 bacteria | 真菌 fungi | 懸浮微粒 PM ₁₀ | 懸浮微粒 PM _{2.5} | 臭氧 O ₃ |
|--------------------|-------------------------|------------|--------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| 室內空氣品質改善方式 (改善項目√) | | | | | | | | | |
| 移除修改來源 | | √ | √ | √ | √ | √ | | | √ |
| 行為管制 | √ | √ | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 植栽 | √ | | √ | √ | | | √ | √ | |
| 綠色採購 | | | √ | √ | | | | | |
| 自然通風 | √ | √ | √ | √ | | | | | √ |
| 強制通風 | √ | √ | √ | √ | | | √ | | √ |
| 風管清潔 | | | | | | | √ | √ | |
| 溫濕度調控 | | | √ | √ | √ | √ | | | |
| 室內空氣清淨設備 (改善項目○) | | | | | | | | | |
| 機械集塵型 | | | | | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | |
| 活性炭型 | | | ○ | ○○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 光觸媒型 | | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | | | ○ |
| 臭氧型 | | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | | | × |
| 負離子型 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 新風換氣機 | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ | ○○ |

註 ○: 有少許改善效果 ○○: 有些較佳善效果 ×: 有負面效果

室內空氣品質法與維護管理之關連



第3批室內空品自主管理標章

- 原預告第三批對象多屬小型室內場域，使用空間特性單純、人數固定，將推動自主標章制度，暫不強制公告
- 2021/4/13 幼兒園、產後護理之家、托嬰中心、長照機構等中小型場所改採「自主管理」標章，2021/6上路
- 合格級指符合室內空氣品質標準者；優良級為符合更嚴標準者。讓中小型場所較容易接受，且更廣泛納入多元性場所自願參與。
 - 未公告場所但自願參與標章者：不需設置專責人員，僅需配合撰寫維護管理計畫及加密巡檢
 - 已公告納管場所：亦鼓勵自主性取得優良級標章。
- 優良級標章者：環保署表揚，環保署發放綠點、目的事業主管機關評鑑機制加分、檢測頻率從原2年延為3年且檢測點數減半。

2021優良級標章:定檢3年1次+點數減半

- 室內空氣品質公告場已取得優良級標章使用權，
 1. **定期檢測**頻率修為**每3年1次**
 2. 採樣點數得依公告場所室內空氣品質檢驗測定管理辦法第七條及第八條規定**減半計算**，遇小數點時，採無條件進位法取整數計算。(下一次定檢點數減半，細菌檢測點數也減半)



環保署自主管理標章---申請流程

室內空品新主張，符合流程頒標章



場所應準備資料

- 用印**申請書**
- 用印**切結書**及其相關說明資料
- **公司登記、商業登記**或其他相關文件(政府機關無需提供)
- 室內空氣品質檢測**合格檢測報告**
- 承諾據以執行之**維護管理計畫書**
- 公告場所**專責人員證書**(非列管場所無須提供)
- 其他經環保署指定之文件

室內空品新主張，檢測合格獲標章

標章檢測 項目及標準

| 檢測項目 | 監測時間 | 優良級 | 良好級 | 備註 |
|---------------------------------------|------|------|-------|-------------------|
| CO ₂ (ppm) | 8小時 | 800 | 1000 | 共通性項目 |
| HCHO (ppm) | 1小時 | 0.03 | 0.08 | |
| CO (ppm) | 8小時 | 2 | 9 | 1至3個項目 依場所類型符合 |
| PM ₁₀ (µg/m ³) | 24小時 | 50 | 75 | |
| Bacteria (CFU/m ³) | 最高值 | 800 | 1,500 | |

| 級別 / 檢測方式 | 優良級 | 良好級 |
|-----------|------------------------------------|--------------------------------|
| 標章 | | |
| 1. 直讀儀巡檢 | 增加巡檢頻率 (每六個月) | 同現行法規 (定檢前兩個月) |
| 2. 標準方法檢測 | 依類型列管 項目標準加嚴 (每三年定期 檢測一次) | 標準同 現行法規 (每二年定期 檢測一次) |



標章要點查詢



「法」於101年11月23日正式施行訂定發布5項配套法規。近期發現有自稱核可輔導人員向小型診所招攬檢測及改善室內空氣品質業務



- 認識室內空氣品質
- 改善室內空氣品質小偏方
- 室內空氣品質管制推動現況
- 公告檢測方式
- 相關法規及規範

簡報完畢

國立台北科技大學 環境工程與管理研究所
室內環境品質研究中心

<http://www.ntut.edu.tw/~wwwieqrc>