



嘉南藥理大學環境工程與科學系

Dept. of Environmental Engineering & Science, Chia Nan University of Pharmacy & Science

# 台南市環保局 室內空氣品質概論

米孝萱 教授

0921-569-195

[drmihh@gmail.com](mailto:drmihh@gmail.com)

2016.10.27



# 前言

- 國人每天約90%的時間處於室內環境，**室內空氣品質 (Indoor Air Quality, IAQ)**之良窳，直接影響人體健康。
- 室內環境中存在諸多污染物，如：懸浮微粒、菸害、揮發性有機化合物、甲醛、燃燒氣體、二氧化碳、臭氧、微生物、氬氣等，並經由各種方式進入室內（行政院環保署室內空氣品質資訊網，2009）。
- 目前國內室內空氣品質較嚴重的問題包括：
  1. 室內通風不良造成**二氧化碳濃度偏高**。
  2. 室內傢俱裝潢塗料含有機溶劑過多造成**揮發性有機污染物濃度偏高**。
  3. 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**。

# 室內空氣許可檢驗測定項目及機構

項目	室內空氣品質標準值		單位	檢測方法	方法編號 NIEA	方法許可 檢測機構數
	8小時值	9				
一氧化碳 (CO)	8小時值	9	ppm	空氣中一氧化碳自動檢測方法－紅外線法	NIEA A421.12C	30
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	8小時值	1,000	ppm	空氣中二氧化碳檢測方法－紅外線法	NIEA A448.11C	14
甲醛 (HCHO)	1小時值	0.08	ppm	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	NIEA A705.11C	8
總揮發性有機化合物 (TVOC, 包含12總揮發性有機物之總和)	1小時值	0.56	ppm	空氣中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	NIEA A715.15B	6
細菌(Bacteria)	最高值	1,500	CFU/m <sup>3</sup>	空氣中細菌濃度檢測方法	NIEA E301.13C	16
真菌(Fungi)	最高值	1,000 (但真菌濃度I/O 比值≤1.3者不在 此限)	CFU/m <sup>3</sup>	空氣中真菌濃度檢測方法	NIEA E401.13C	16
PM <sub>10</sub> 粒徑小於等於10 微米之懸浮微粒	24小時值	75	µg/m <sup>3</sup>	空氣中粒狀污染物自動檢測方法－貝他射線衰減法	NIEA A206.10C	30
PM <sub>2.5</sub> 粒徑小於等於2.5 微米之懸浮微粒	24小時值	35	µg/m <sup>3</sup>	空氣中懸浮微粒 (PM <sub>2.5</sub> ) 檢測方法－手動採樣法	NIEA A205.11C	27
臭氧 (O <sub>3</sub> )	8小時值	0.06	ppm	空氣中臭氧自動檢驗方法－紫外光吸收法	NIEA A420.11C	30

許可檢測機構家數更新至2016年7月31日止

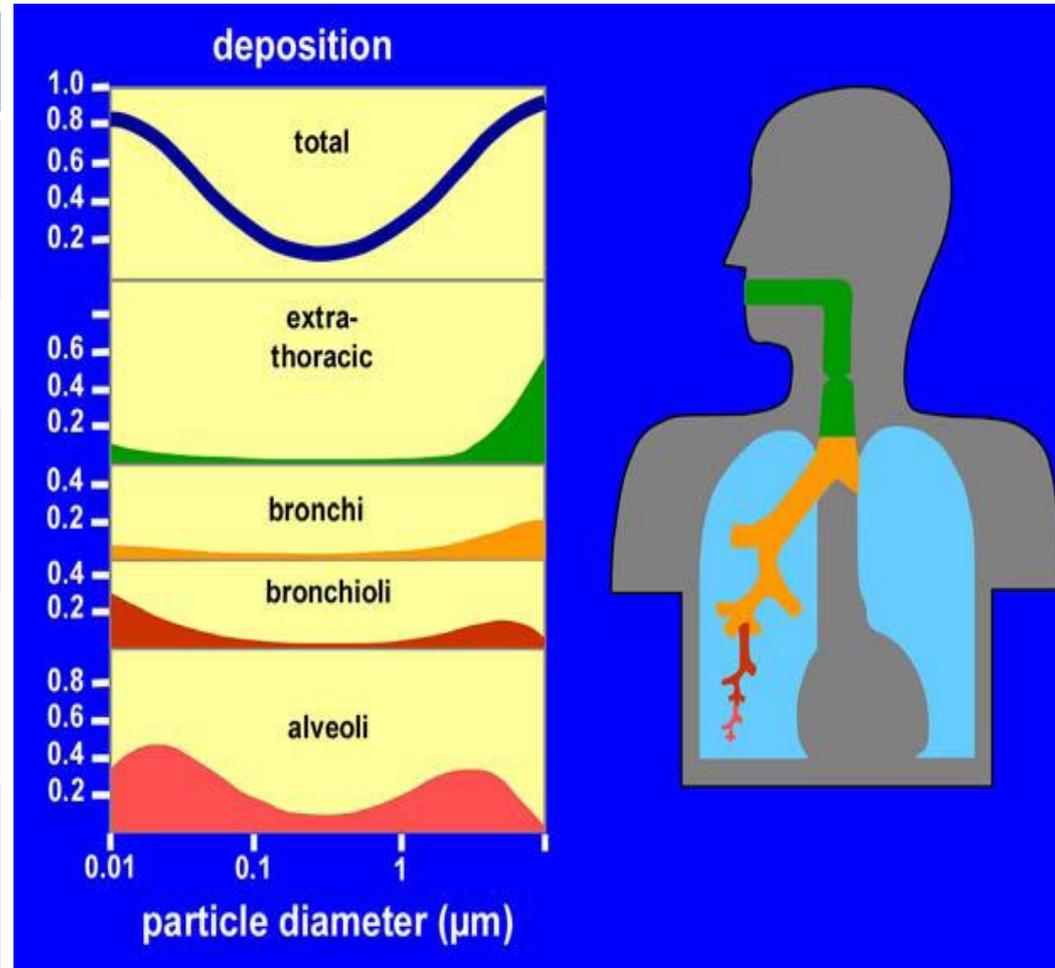
[http://www.niea.gov.tw/niea/method\\_type\\_lab\\_stastic.asp?bookmark=A302.73C&#A302.73C](http://www.niea.gov.tw/niea/method_type_lab_stastic.asp?bookmark=A302.73C&#A302.73C)

# 懸浮微粒健康危害

- 大氣中懸浮微粒不僅影響能見度且對人體健康亦有不良之影響，亦可能增加住院率、心血管疾病、呼吸道疾病、致癌風險和死亡等健康危害。
  - -Michaels and Kleinman, 2000; Goldberg et al., 2006; Moller et al., 2008; Simkhovich et al., 2008
- 粒徑小於 $2.5 \mu\text{m}$ 以下的粒子( $\text{PM}_{2.5}$ )，由於其粒徑更小，較懸浮微粒 $\text{PM}_{10}$ 更容易深入人體肺部，進而引起肺部的發炎反應、心血管的病變、氣喘病人症狀加劇等情形，故對人體健康影響更大，且上面若附著其他污染物，將更加深呼吸系統之危害。

# 健康危害-吸入性風險(呼吸道沉積效率)

粒徑範圍	沉降範圍
10~15 $\mu\text{m}$	阻留於 <b>鼻腔</b> 和 <b>咽喉</b>
<5 $\mu\text{m}$	可進入 <b>肺泡</b>
1~5 $\mu\text{m}$	<b>氣管、支氣管</b> 沉積
<0.5 $\mu\text{m}$	擴散運動而沉積 <b>肺泡</b>
<0.01 $\mu\text{m}$	被體液吸收或排泄體外

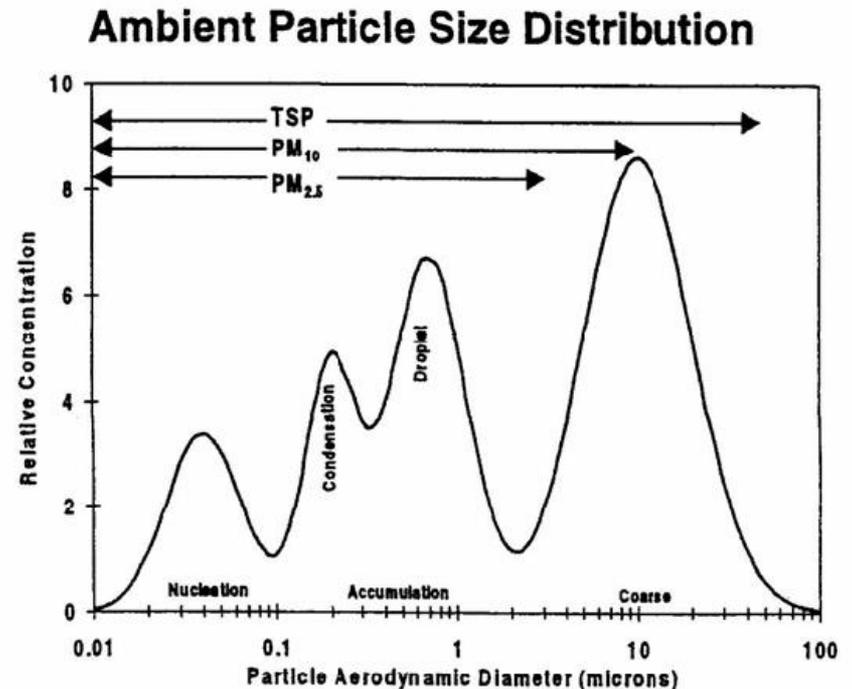


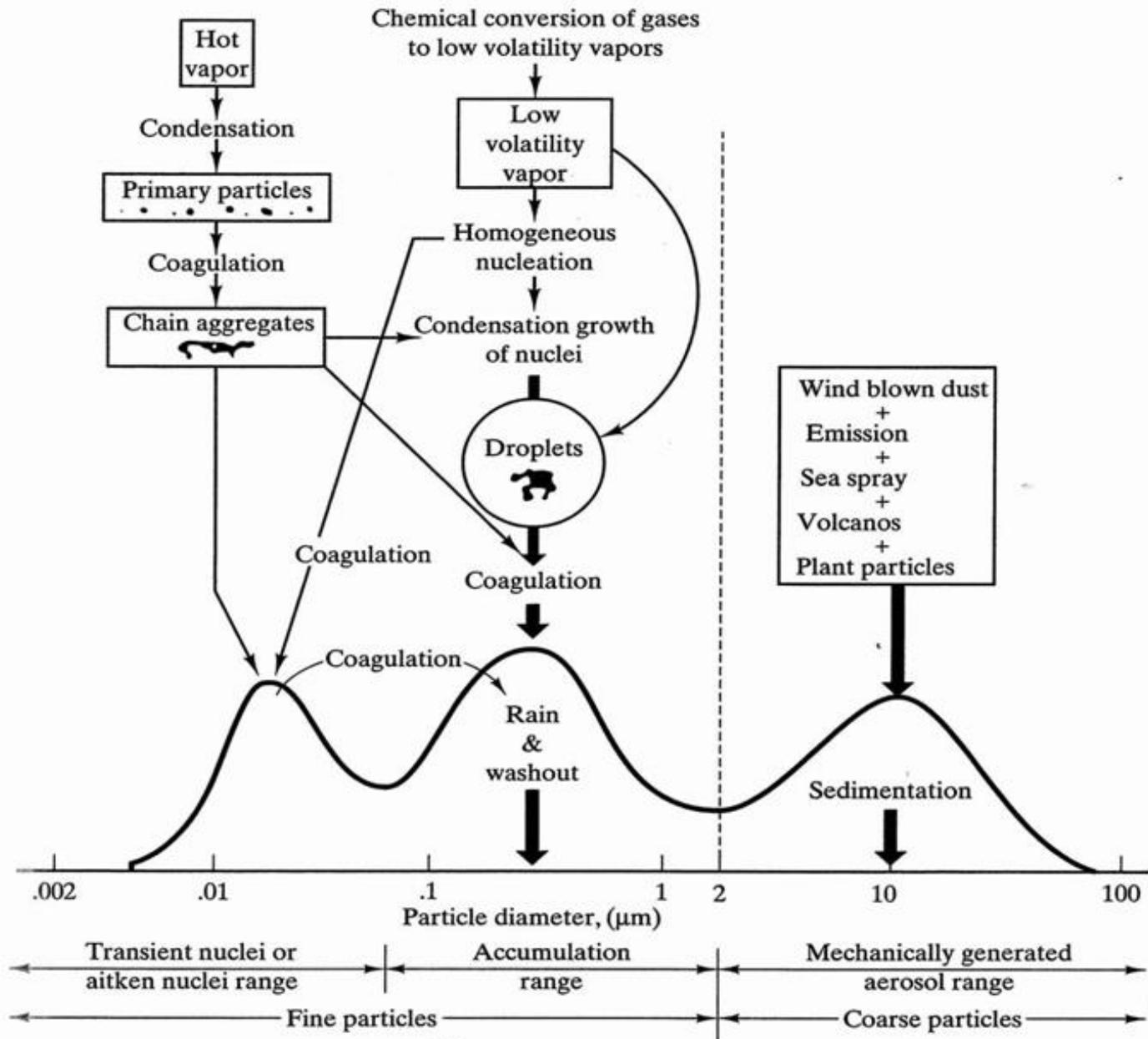
# 氣懸膠(Aerosol)：懸浮於氣體之固體、液體粒子

種類	定義	粒徑範圍
粉塵(Dust)	由分解過程(如磨碎、粉碎、爆炸或鑽床等)所產生之固體粒子。	微米~次微米
燻烟(Fume)	因燃燒、昇華或蒸發等物理化學反應所產生之固體粒子。	<1 $\mu$ m
烟(Smoke)	由於氧化反應如燃燒所產生之例子雲。其光密度有疊加性。	<1 $\mu$ m
液滴(Mist)/霧(Fog)	由液體之分解或蒸氣之凝結所造成之氣懸膠粒子。	粒徑較小，相互凝聚至100 $\mu$ m，便可形成雨滴。
靄(Haze)	粒子周圍有水蒸氣包覆或環繞時之氣懸膠。	
煙霧(Smog)	煙和霧之結合體，通常會有光化效應之產物或水蒸氣產生，導致令人體有刺激性感覺之氣懸膠粒子。	<1 $\mu$ m

# 大氣懸浮微粒之粒徑分布

- 懸浮微粒：懸浮於氣體中的固體或液體顆粒即為所謂的「氣膠」。
- 粒徑範圍
  - TSP(總懸浮微粒)：0.002-1000  $\mu\text{m}$
  - PM<sub>2.5</sub>(細微粒)：< 2.5  $\mu\text{m}$
  - PM<sub>2.5-10</sub>(粗微粒)：2.5-10  $\mu\text{m}$
- 產生機制
  - 原生氣膠
  - 衍生氣膠

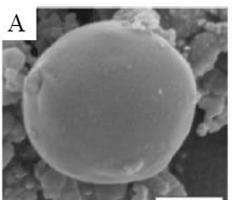
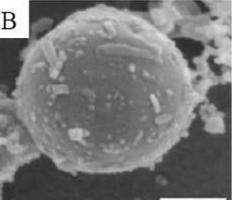
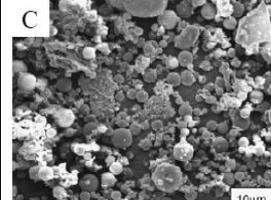
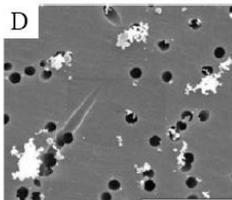
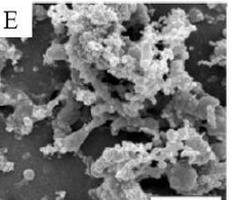
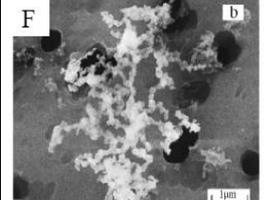


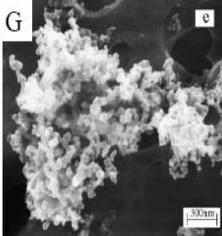
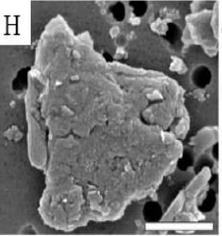
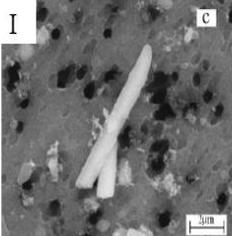
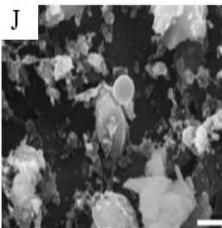
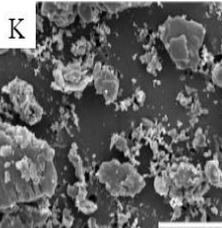
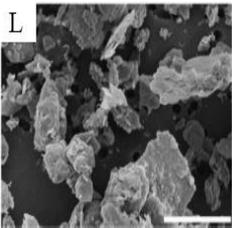


(a) 大氣懸浮微粒來源示意圖

-Seinfeld, 1986

# 氣懸膠之形態學

		
<p>飛灰 (scale bar 500 nm)</p>	<p>飛灰表面附著細微粒 (scale bar 500 nm).</p>	<p>飛灰微觀形態 (scale bar 100 nm)</p>
		
<p>燃燒產生鍊狀及團聚微粒 (scale bar 5 μm).</p>	<p>濕的燃燒產生鍊狀及團聚微粒(失去蓬鬆狀態) (scale bar 1 μm).</p>	<p>燃燒產生鍊狀及團聚微粒 (scale bar 1 μm)</p>

		
<p>燃燒產生團聚微粒 (scale bar 300 nm)</p>	<p>不規則的地殼物質 (scale bar 2 μm).</p>	<p>長形的地殼物質 (scale bar 1 μm)</p>
		
<p>都會區採集PM<sub>10</sub> (秋天)</p>	<p>燃燒期間的PM<sub>10</sub></p>	<p>沙塵爆期間 PM<sub>10</sub></p>

註: A, B, D, E, H from Shi et al.(2003); C from Smichowski et al.(2007); F, G, I from Yue et al.(2006); J, K, L from Shao et al.(2006)

# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、**二氧化碳簡介**：室內人員密度過高或換氣效率不佳時，容易造成二氧化碳濃度**累積**，進而發生超過標準值之可能性。
- 二、**可能的污染來源**：木炭、柴火、煤油、瓦斯、炒菜、暖氣、蚊香、拜香、蠟燭、抽菸、人員密集等。
- 三、**可能危害**：心跳增加、頭暈、失去方向感、視覺扭曲、呼吸困難、噁心、嘔吐、精神恍惚、聽力喪失、失去知覺、痙攣。



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、**一氧化碳簡介**：一氧化碳是含碳物質不完全燃燒的產物。室外空氣污染中的一氧化碳主要來自於機動車輛的引擎，室內一氧化碳的來源主要來自於吸菸及其他燃燒不完全的現象。
- 二、**可能的污染來源**：例如瓦斯、香菸、煤炭、蚊香等不完全燃燒現象。另外，外氣的汽車排放進入室內也是重要的污染來源。
- 三、**可能危害**：頭痛、頭暈、噁心、嘔吐、疲勞、虛弱，嚴重者視網膜出血、損害心臟及中樞系統、胎兒畸形等。



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、甲醛簡介：** 甲醛樹脂被用於各種建材，甲醛樹脂會持續放出甲醛，因此**甲醛成為常見的室內空氣污染之一**。甲醛一般會從源頭慢慢釋出，新製產品在最初數月內所釋出的甲醛量最高。
- 二、可能的污染來源：** 例如粉刷油漆，建築材料則包含毛毯、隔熱材料、木製製產品、地板、裝修和裝飾材料。
- 三、可能危害：** 對皮膚及黏膜有刺激性作用，比如咽喉和眼睛鼻腔等，造成這些位置水腫，發炎、潰爛。皮膚可能出現過敏現象，嚴重者甚至會導致肝炎、肺炎及腎臟損害。



楓木-29.jpg



楓木-30.jpg



楓木-31.jpg



楓木-36.jpg



楓木-37.jpg



楓木-38.jpg



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、**TVOC簡介**：室內VOCs以甲醛、苯、甲苯、二甲苯、三氯甲等為主，少數VOCs個別物種具臭味，為民眾陳情主因。
- 二、**可能的污染來源**：室內則主要來自燃煤和天燃氣等燃燒產物、吸煙、採暖和烹調等的煙霧，建築和裝飾材料，傢俱，家用電器，家具、清潔劑和人體本身的排放等。
- 三、**可能危害**：TVOC能引起身體機能之免疫水準失調，影響中樞神經系統功能，出現頭暈、頭痛、嗜睡、無力、胸悶等自覺症狀。



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、**細菌簡介**：透過通風系統散播，存在於空氣中，在潮濕及通風差的地方滋生。
- 二、**可能的污染來源**：空調或地毯等經震動而飛揚的細菌或塵蟎屬空氣傳染，人與人間屬飛沫傳染，大多數是危害呼吸道為主，其中更以醫院最為嚴重。另外，冷氣機托盤的積水及冷氣機隔塵網的塵埃均是細菌的來源。
- 三、**可能危害**：一般細菌成為病原體，導致破傷風、傷寒、肺炎、梅毒、霍亂、肺結核、食物中毒。



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、**真菌簡介**：潮濕炎熱的環境常使建築物滋生不同的真菌，過去研究發現室內滋生黴菌時的黴菌濃度可能高於室外十倍。
- 二、**可能的污染來源**：真菌在室內常附著在物體表面，能自動或隨人的活動而擴散。如果長期使用空調而不注意通風，可引起室內真菌污染。**室內真菌可在衣物、皮革、家具、儀器、家電等表面大量生長繁殖。**
- 三、**可能危害**：吸呼吸道過敏症狀，輕者鼻塞、流涕、打噴嚏、重者呼吸困難，喘息不止。患者一旦發病往往經年不愈，日久可造成鼻息肉、肺氣腫、肺心病等。



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

- 一、**懸浮微粒簡介**：懸浮微粒有的本身就是有害物質，有的本身會吸附溶解其他有害物。相較於一般的懸浮微粒(PM<sub>10</sub>)，**細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)**對人體健康危害最大。
- 二、**可能的污染來源**：主要來自如硫酸銨鹽、硝酸鹽等氣狀污染物及**機動車輛的排氣**等，另外，印表機碳粉也是污染源。
- 三、**可能危害**：對呼吸道產生危害，包含口、鼻、咽、喉、支氣管區與肺泡區。會發生呼吸短促、胸悶、發炎、過敏等症狀，導致疾病如夕肺症、石棉肺、貧血、不孕等。



# 室內空氣污染物來源及危害

CO<sub>2</sub>

CO

甲醛

TVOC

細菌

真菌

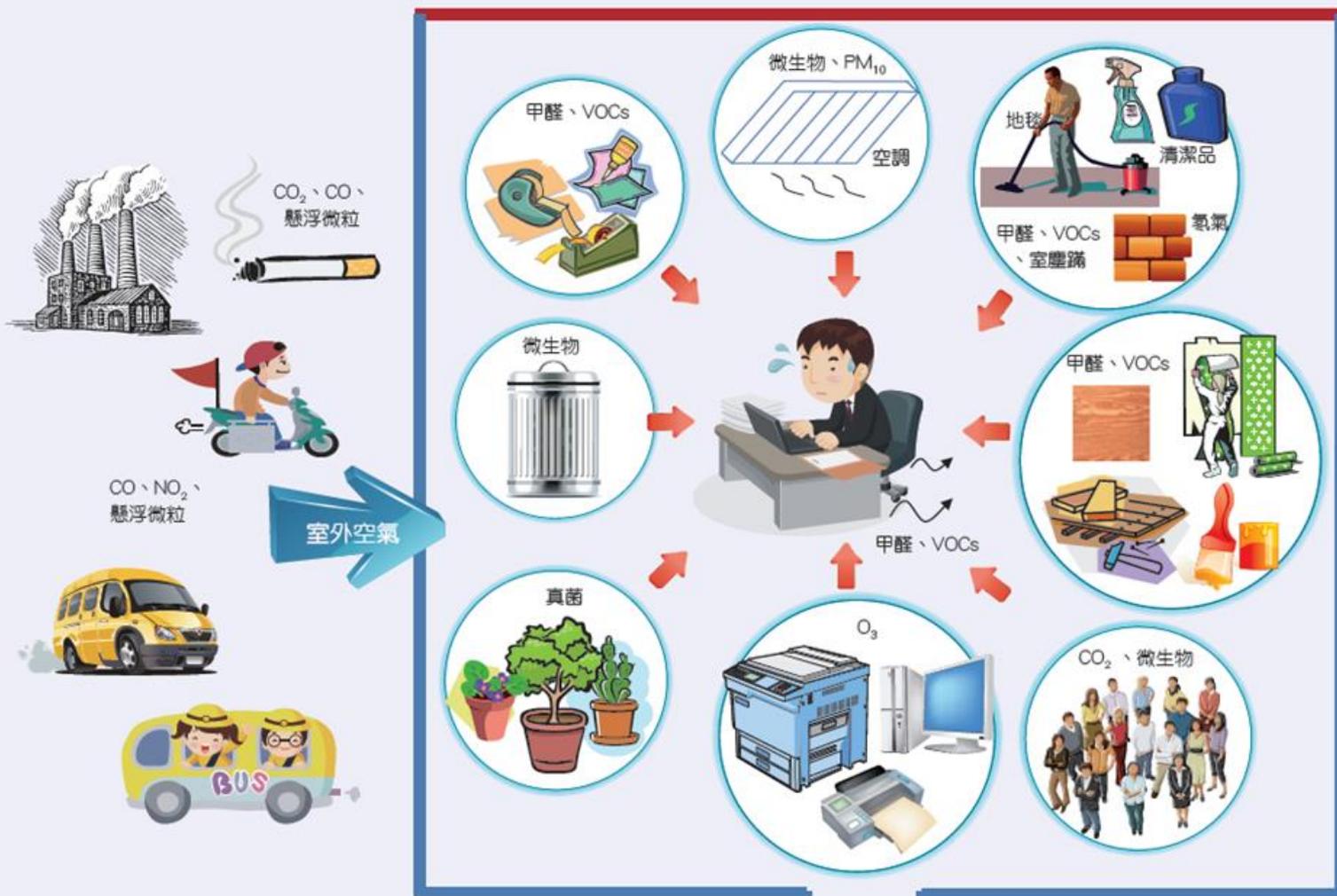
PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>

臭氧

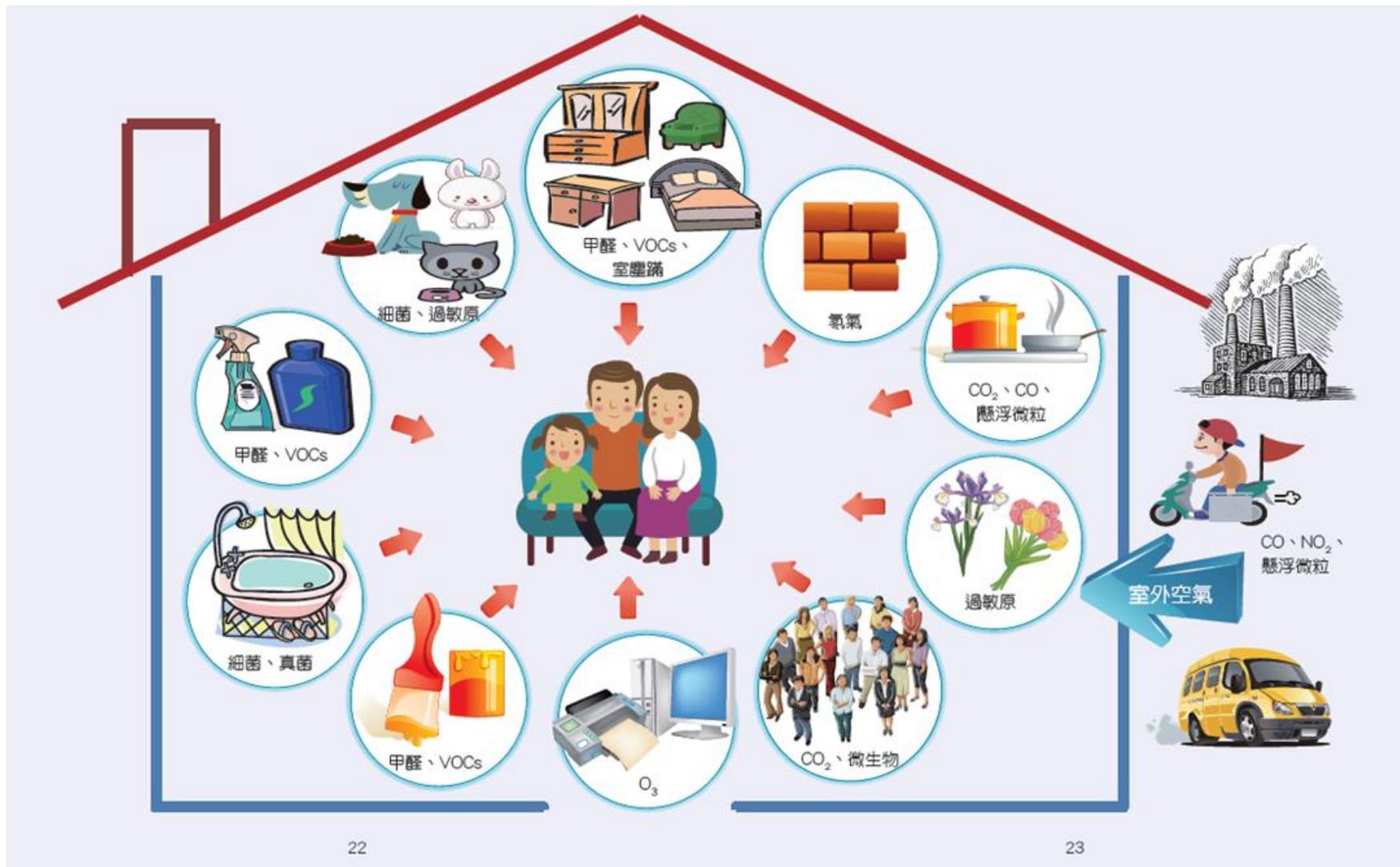
- 一、**臭氧簡介**：由NO<sub>x</sub>、反應性碳氫化合物VOCs、照射日光後產生之二次污染物。都市最主要的空氣污染物。
- 二、**可能的污染來源**：空氣清淨機、影印機、傳真機、電腦...等。
- 三、**可能危害**：刺激和損害深部呼吸道，並可損害中樞神經系統，對眼睛有輕度的刺激作用。臭氧還能阻礙血液輸氧功能，造成組織缺氧；使甲狀腺功能受損、骨骼鈣化，還可引起潛在性的全身影響，如誘發淋巴細胞染色體畸變。



# 室內空氣污染物來源-辦公場所

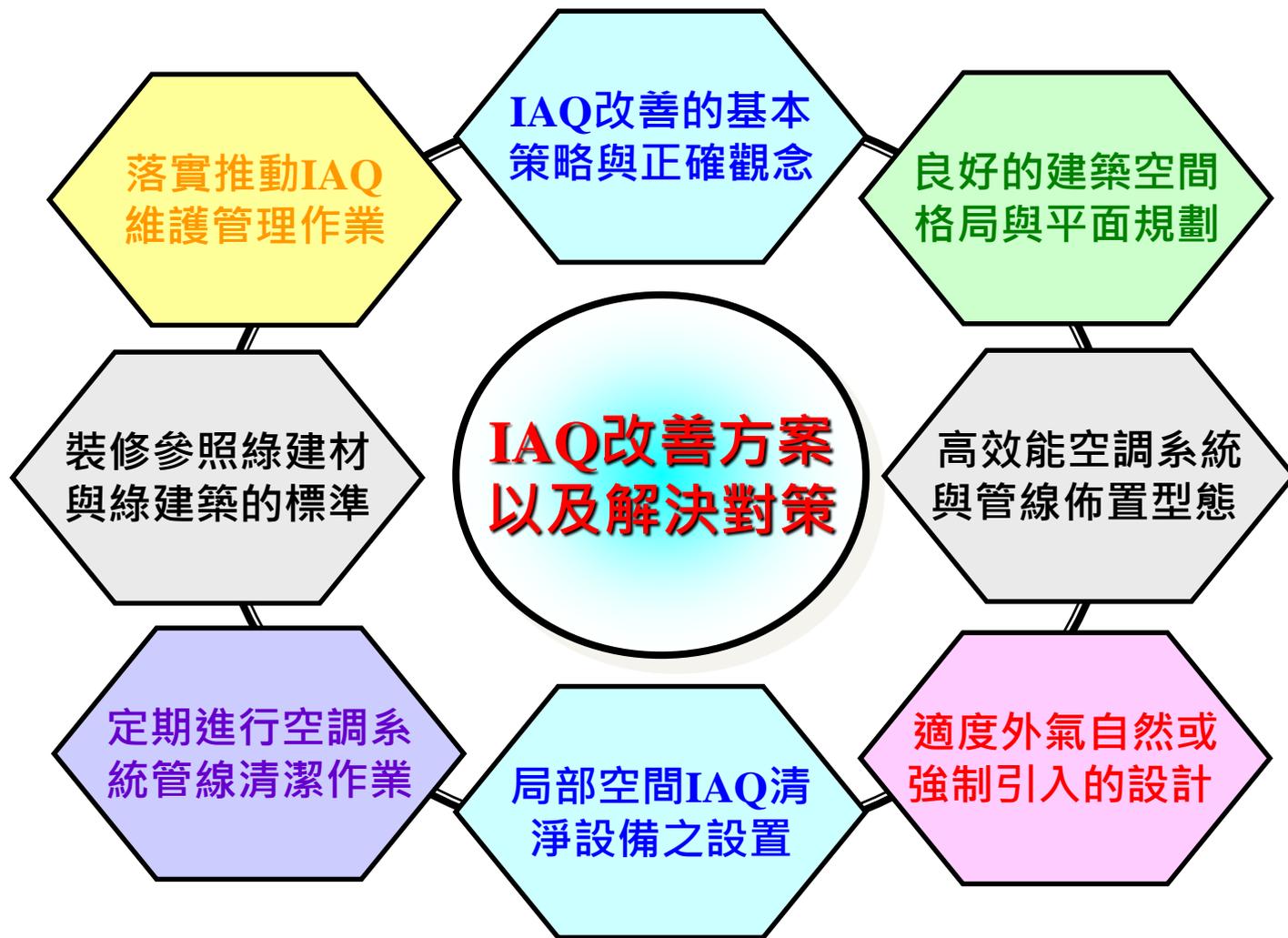


# 室內空氣污染物來源-住家



- **優化室內空氣品質方法介紹**

# 室內空品改善方案與解決對策關聯



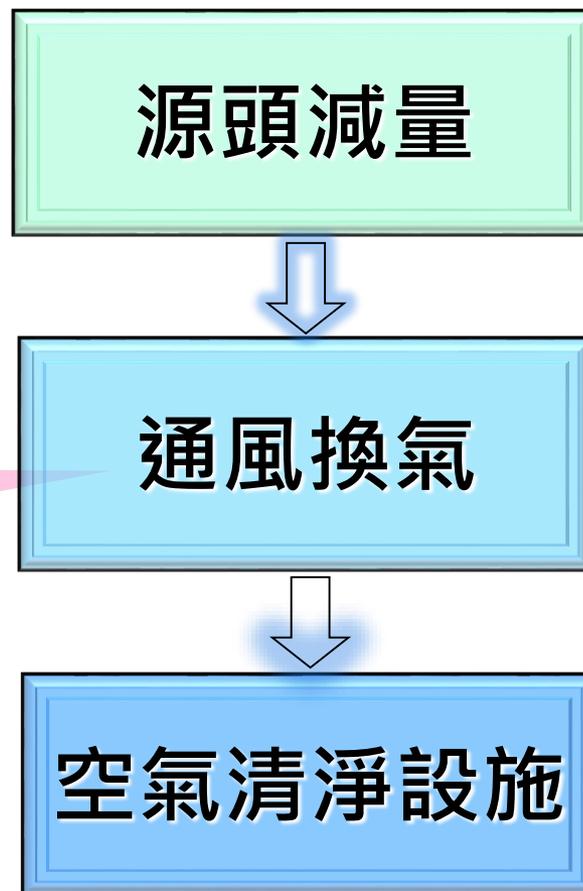
IAQ改善方案以及解決對策關聯圖

# 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
  5. 其他配合措施
- 治本
- 治標

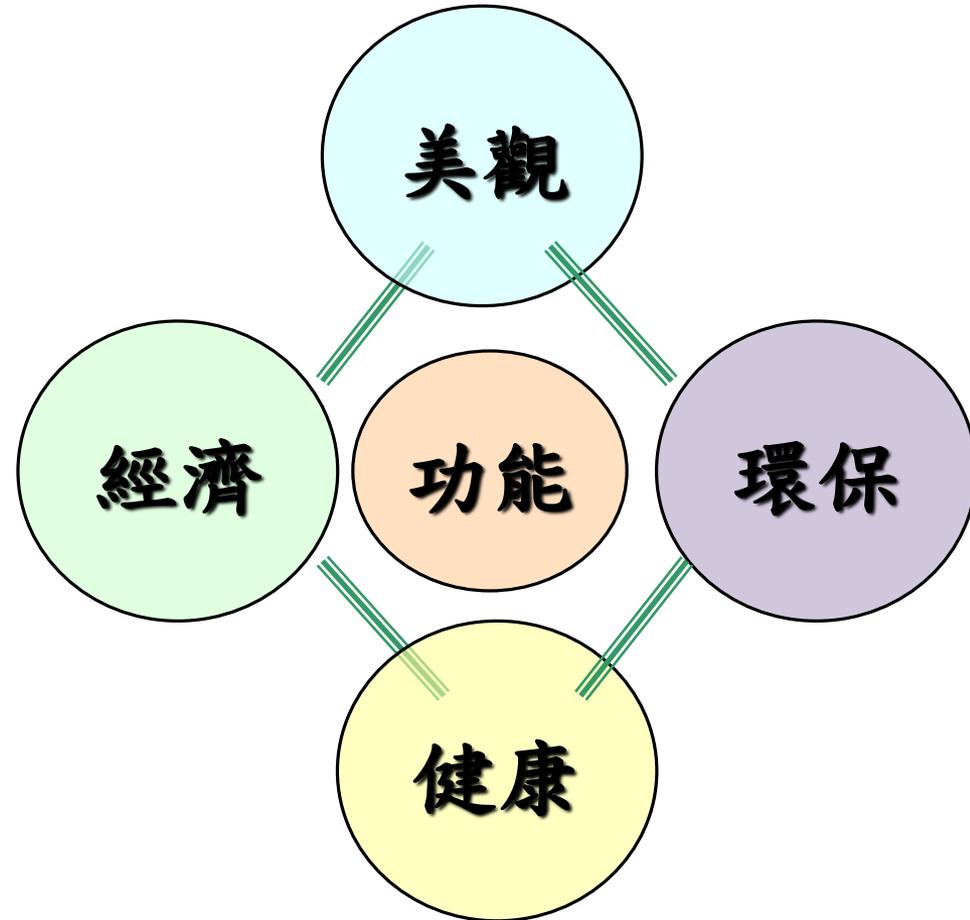
設計、管理、矯正



IAQ改善的基本策略與優先順位

# 建築裝潢設計

- 新建築或新裝修工程在設計階段，除了考量節能、省水、採光等綠建築環保要求外，亦應考量降低室內污染
- 避免使用含石綿建材、避免室內花崗岩石材(釋放氡)



# 裝修參照綠建材與綠建築的標準

## 低逸散健康綠建材標章



# 裝修參照綠建材與綠建築的標準(續)

- 建築技術規則建築設計施工篇第十七章綠建築基準第六節綠建築構造與綠建材(99年05月19日修正)。
- **第321條**建築物應使用綠建材，並符合下列規定：
  - 一、建築物室內裝修材料、樓地板面材料及窗，其綠建材使用率應達總面積百分之四十五以上。但窗未使用綠建材者，得不計入總面積檢討。
  - 二、建築物戶外地面扣除車道、汽車出入緩衝空間、消防車輛救災活動空間及無須鋪設地面材料部分，其地面材料之綠建材使用率應達百分之十以上。
- 綠建材材料之構成，應符合左列規定之一：

**塑橡膠類再生品**：塑橡膠再生品的原料須全部為國內回收塑橡膠，回收塑橡膠不得含有行政院環境保護署公告之毒性化學物質。

**建築用隔熱材料**：建築用的隔熱材料其產品及製程中不得使用蒙特婁議定書之管制物質且不得含有環保署公告之毒性化學物質。

**水性塗料**：不得含有甲醛、鹵性溶劑、汞、鉛、鎘、六價鉻、砷及銻等重金屬，且不得使用三酚基錫(TPT)與三丁基錫(TBT)。

**回收木材再生品**：產品須為回收木材加工再生之產物。

**資源化磚類建材**：資源化磚類建材包括陶、瓷、磚、瓦等需經窯燒之建材。其廢料混合攙配之總和使用比率須等於或超過單一廢料攙配比率。

**資源回收再利用建材**：資源回收再利用建材係指不經窯燒而回收料摻配比率超過一定比率製成之產品。

其他經中央主管建築機關認可之建材。

# 建築裝潢選擇綠建材

## 綠建材標章

1. 綠材料概念於1988年第一屆國際材料科學研究會上首次提出。
2. 1992年國際學術界為綠建材下定義：

在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料，稱為綠建材。

### 低逸散健康 Healthy



#### 低逸散健康綠建材

即對人體健康不會造成危害的建材。即為**低逸散、低污染、低臭氣、低生理危害特性**之建築材料。

### 再生 Recycling



#### 再生綠建材

是利用回收之材料經由再製過程，所製成之最終建材產品，且符合  
**廢棄物減量 (Reduce)**  
**再利用 (Reuse)**  
**再循環 (Recycle)**

### 生態 Ecological



#### 生態綠建材

即在建材生命週期中，屬**低加工、低耗能**，易於天然分解，符合產業生態，或**無虞匱乏危機**之材料。

### 高性能 High-performance



#### 高性能綠建材

**高性能防音綠建材**即是能有效防止噪音的建材。  
**高透水性綠建材**為達到一定滲透力之建材或其整體構造達一定透水性率之建材。

# 裝潢設計注意事項

- 避免過度裝修、過多傢俱、室內設計以簡潔大方為上
- 選擇低污染之傢俱、塗料、水性漆、植物漆
- 預先計算甲醛及VOC釋放量
- 裝修前事先購買材料。先放在戶外或陽台讓污染物逸散
- 動工時加強通風Flush-out，使污染得以大量逸散
- 裝潢完畢後加強通風後再入住。入住後加強通風至沒有味道為止



# 源頭減量

**i** **控制源頭**：完全消除污染物源頭，  
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。

**i** **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。

**i** **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。

**i** **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。



本場所禁止吸菸

室內禁止吸菸

選擇  
水性油漆



影印機獨立空間設置

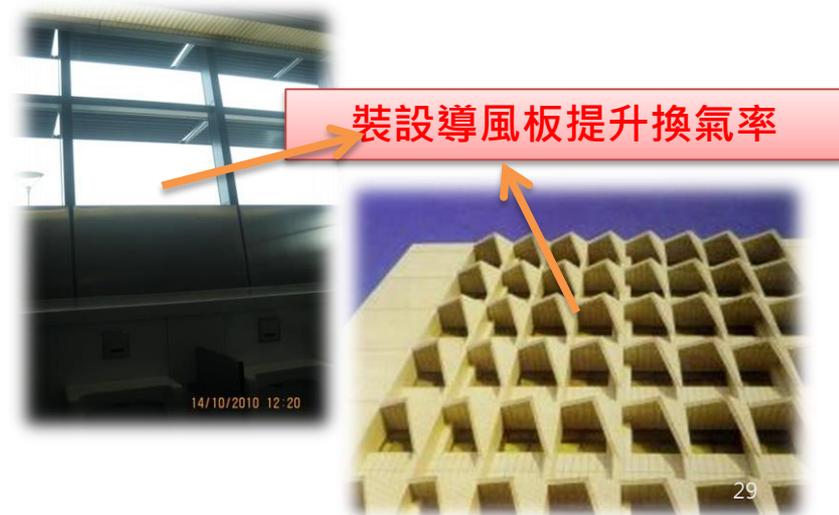
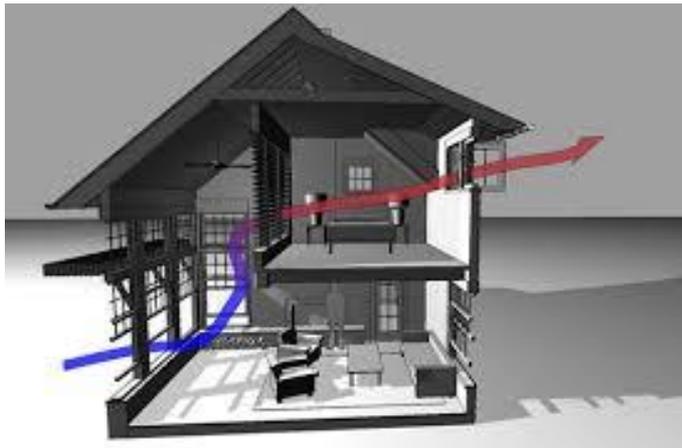


# 加強通風換氣-自然通風



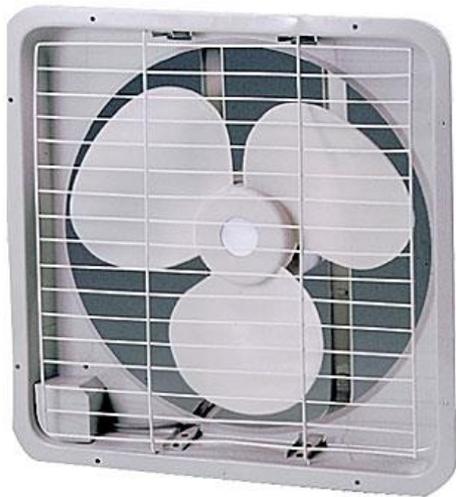
在全球追求節能減碳的趨勢下，可優先考慮以自然通風為主，機械通風為輔

在台灣，一年之中通常有數個月可利用自然通風（周伯丞，2000），這些時機主要分布於春、秋兩季，夏季因外部氣溫較高，自然通風的時機要更審慎考慮，必要時需輔以機械式空調系統進行通風換氣



# 加強通風換氣-機械通風

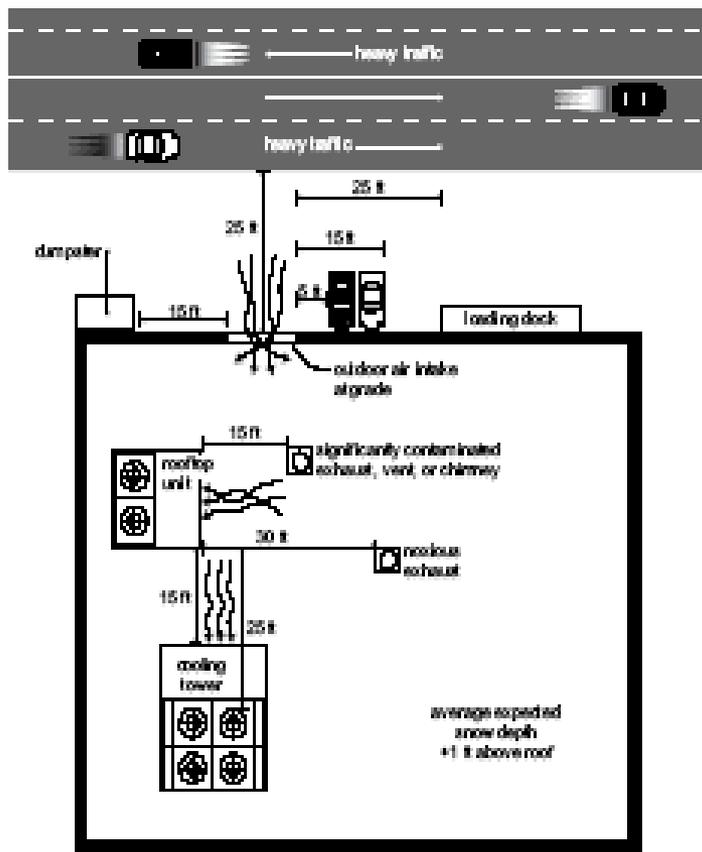
一般場所使用的空調系統(分離式、窗型、箱型冷氣機、中央空調)僅室內循環，污染物易累積於室內而造成空氣品質不好。  
。除搭配自然通風，可加裝機械通風(如抽風扇、排放扇)引進室外新鮮空氣置換室內污染空氣，可有效降低室內污染物濃度



# 外氣引入位置注意事項

## 引進新鮮空氣

新鮮空氣入口亦不應靠近其他大樓的排氣口，停車場或廚房、廁所等地面以下或接近冷卻塔。



項目	最小距離,ft(m)
需注意的污染排氣	15(5)
有毒的或危險排氣	30(10)
排氣口，煙囪，燃燒及設備的煙道	15(5)
車庫進口，汽車裝貨區，免下車排隊區	15(5)
卡車裝貨區或平台，巴士停車/閒置區	25(7.5)
馬路，街道或停車場	5(1.5)
高流量幹線道路	25(7.5)
屋頂，基地層或其他比進氣低之區域	1(0.3)
垃圾儲存/回收區，垃圾裝卸車	15(5)
冷卻水塔進氣或水池	15(5)
冷卻水塔排氣	25(7.5)

空調外氣引入口位置

# 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(須定期更換濾網)
  - 2) 活性炭吸附型(須定期更換濾材)
  - 3) 光觸媒型
  - 4) 負離子型
  - 5) 臭氧型(避免有人在時使用)
  - 6) 複合型



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

# 室內出、回風口設計與配置不當

- 出風口面積小於回風口面積
- 出風口面積狹小
- 出風口與回風口位置過於接近
- 出風口與回風口設置位置不當
- 出回風口配置凌亂



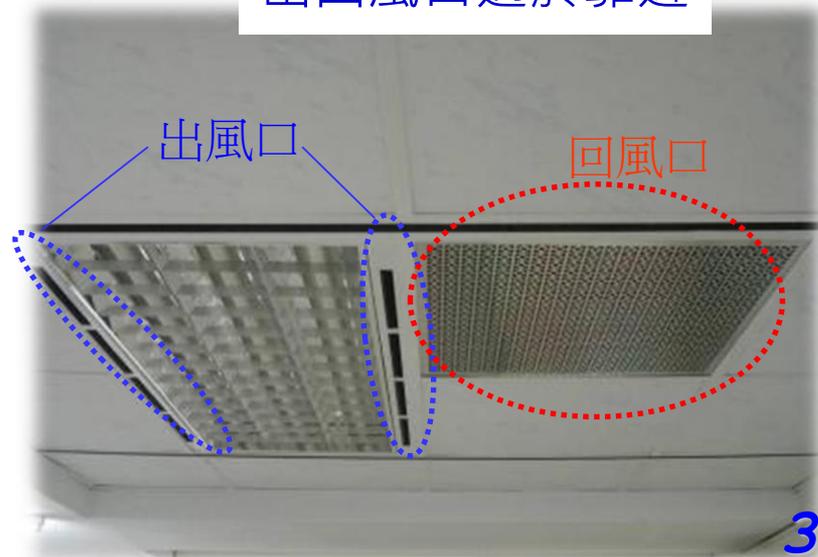
# 室內出、回風口設計與配置不當



出風口配置凌亂

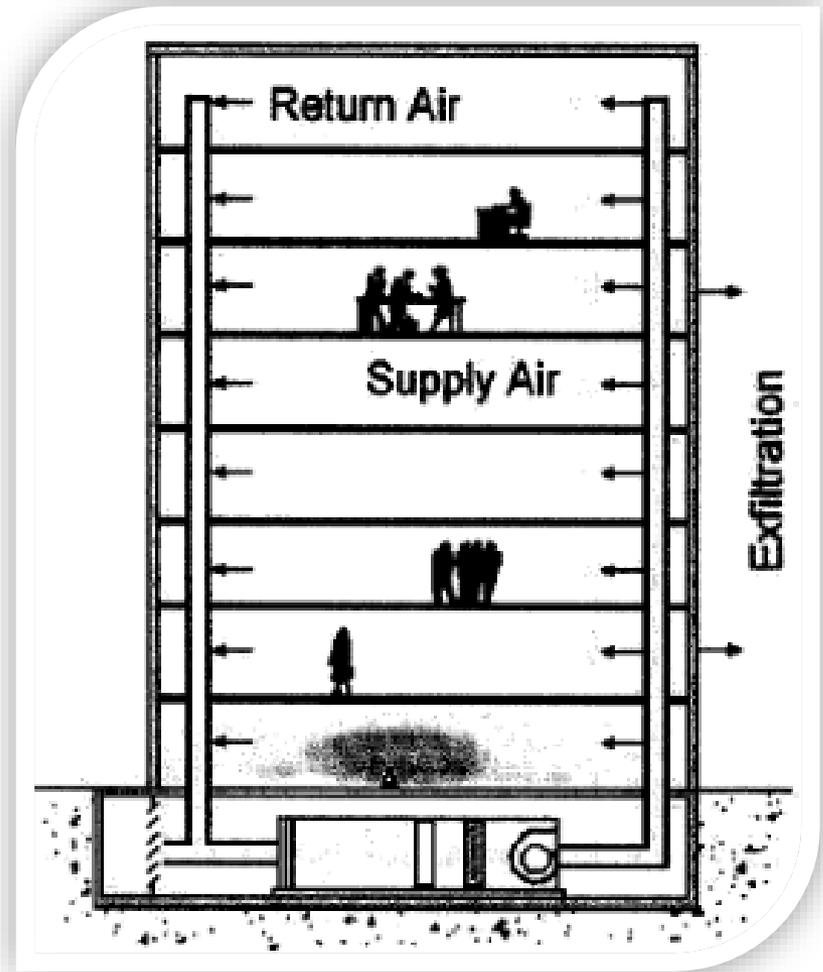


出回風口過於靠近

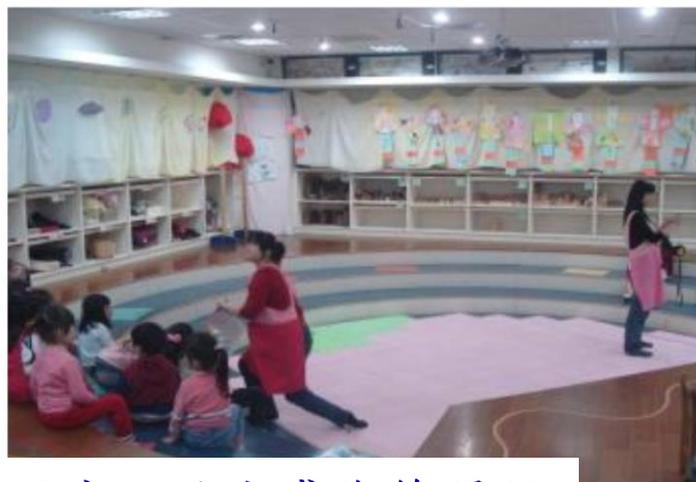


# 室內空調風管設計與配置不當

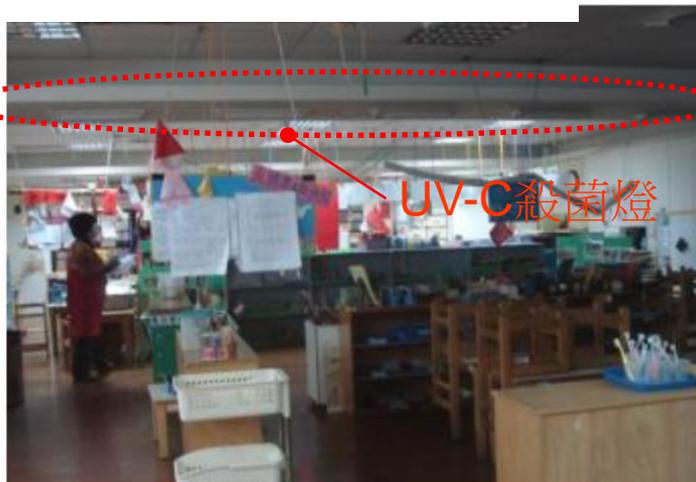
- 空調風管斷面積過小
- 空調風管路徑轉折點過多
- 空調風管直角(90°)轉彎
- 空調風管路徑過長造成風力損耗過多
- 空調風管分接點過多
- 空調風管相互交錯且新舊配置凌亂



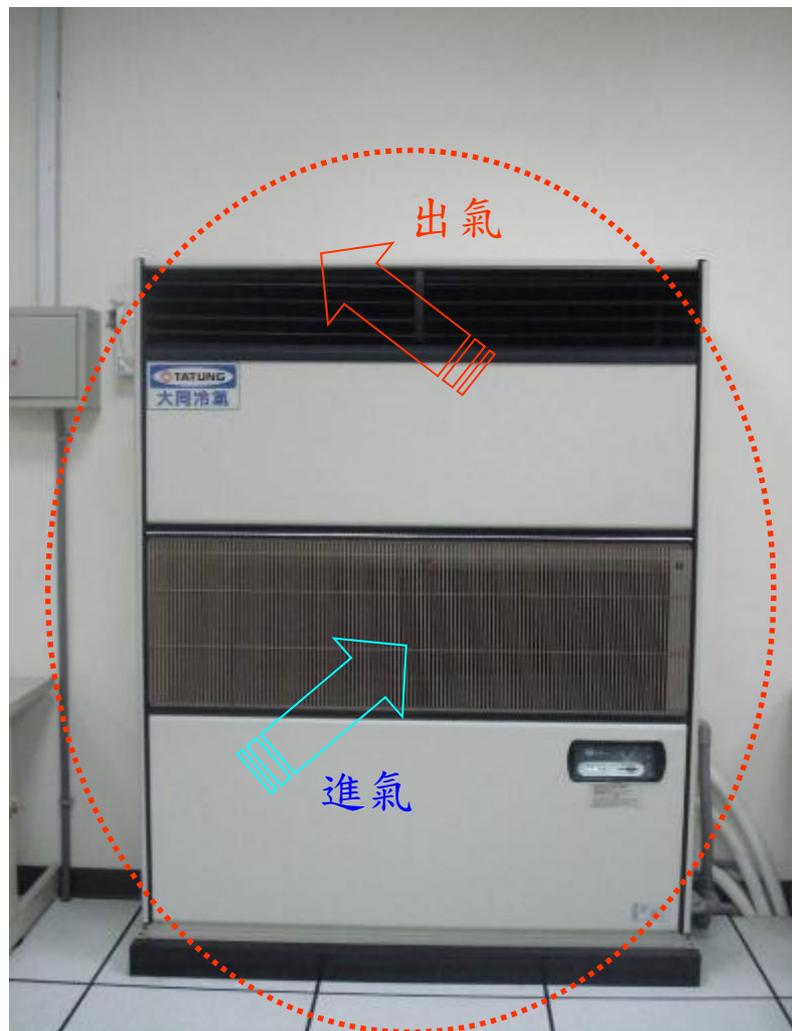
# 空氣中生物氣膠濃度過高問題



幼稚園易因生物氣膠濃度過高而造成感染等問題



# 無引入外氣之內循環空調箱



# 外氣引入口設計與維護上的缺失

- 外氣引入口斷面不足
- 外氣引入口與排氣口距離過近並同一方位
- 外氣引入口與冷卻水塔距離過近
- 外氣引入口有室外空氣污染源(如停車場廢氣)之干擾
- 外氣引入口未有適當之防雨裝置與防護(蟲)網
- 外氣引入口與管線生鏽、破損



# 冷卻水塔設計與維護上的缺失

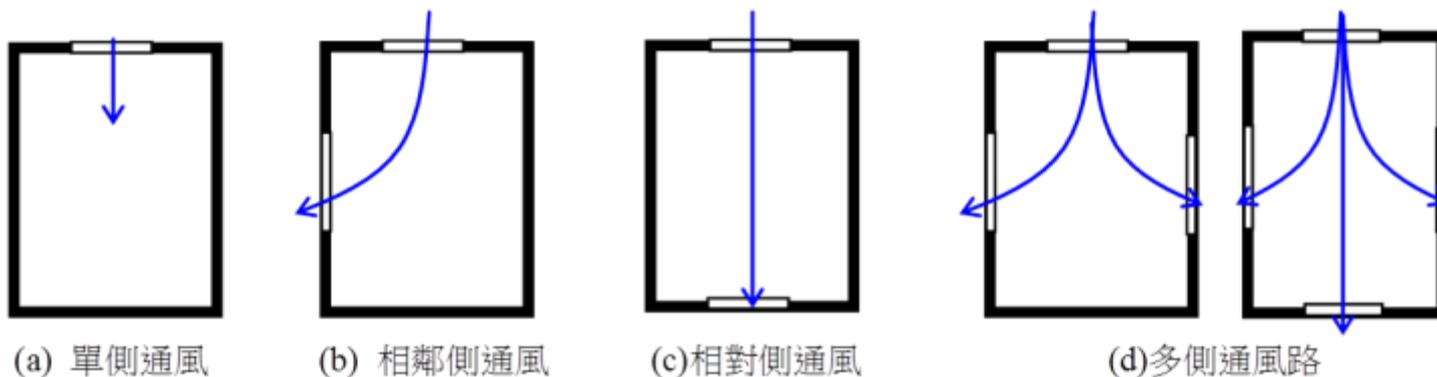
- 冷卻水塔位於室外空氣污染源(如其他排氣管道)之下風處
- 冷卻水塔未定期清洗、投藥、制菌
- 冷卻水塔防護網脫落、水刀及散熱鱗片生鏽
- 冷卻水塔中污泥未清除
- 冷水塔地板積水、長青苔及雜草



# 良好的建築空間格局與平面規劃

## 通風路徑的重要

- 所謂通風路徑，一般來說，如圖所示可簡單分成單側開窗、相鄰側開窗、相對側開窗及多側開窗方式。
- 前兩者(a、b)較難使新鮮外氣進入室內遠端而排除遠端的污染物；後兩者(c、d)可以使氣流以近似活塞流的方式將室內髒空氣推擠出去，而有較佳的空氣置換效率。



不同類型之通風路徑 (內政部建築研究所，2007)

# 良好的建築空間格局與平面規劃(續)

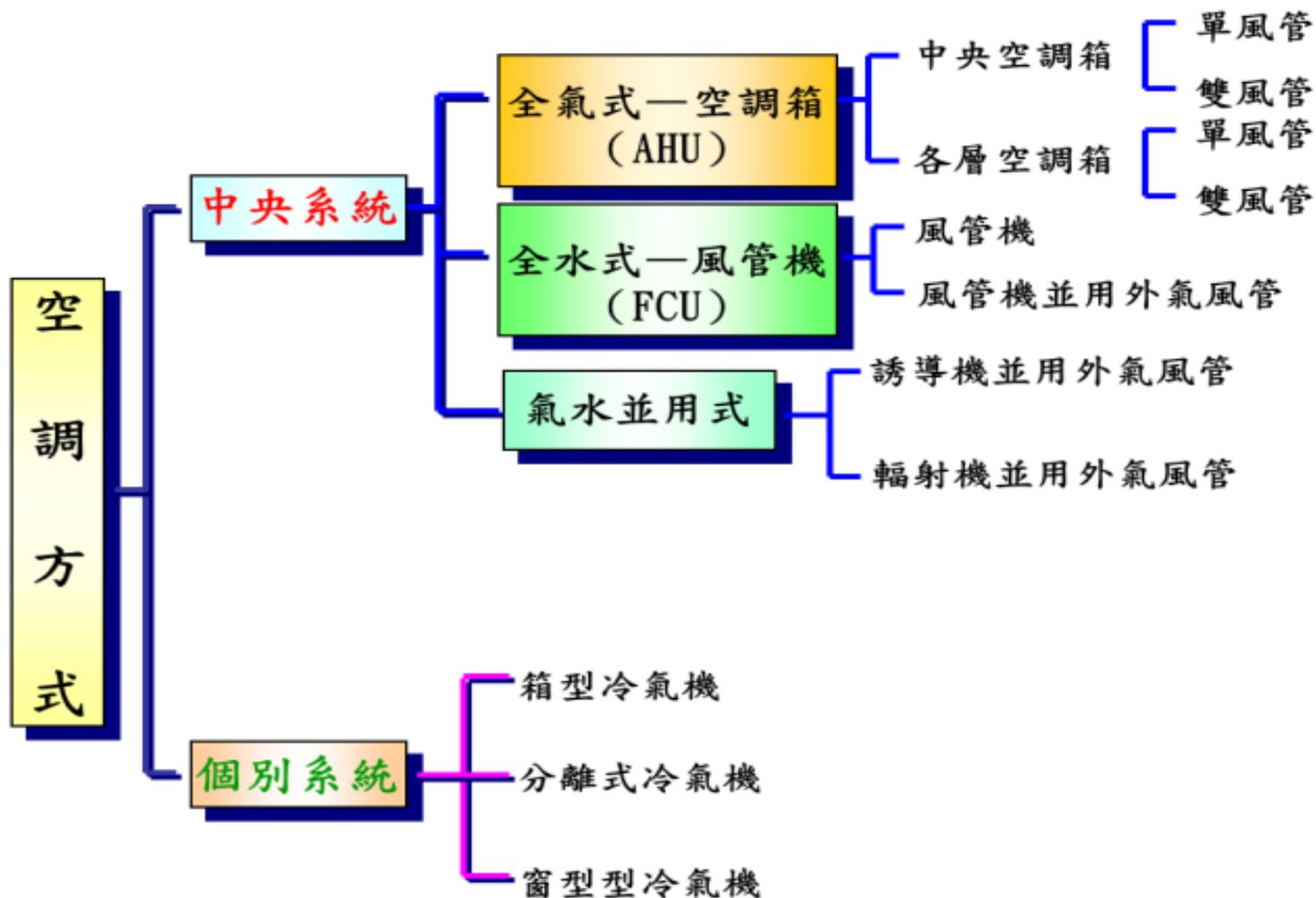
## 室內深度的通風有效距離

- 室內深度與通風路徑相關，通風路徑越佳，其室內深度越深。
- 若為(a)單側或(b)相鄰側通風路徑開窗之空間，建議室內室間深度設計，在二點五倍室內淨高以內較佳，若為(c)相對側或(d)多側通風路徑開窗之空間，室內室間深度設計在五倍室內淨高以內較佳。



室內深度之通風有效距離(內政部建築研究所.2007)

# 高效能空調系統與管線佈置型態



# 氣狀污染物改善建議

- ◎ 提高通風換氣率，增加新鮮空氣進氣量。
- ◎ 打開門窗(對流)讓外氣引入置換室內空氣，但需留意中午時段臭氧光化反應而影響室內之問題。
- ◎ 設置局部通風設備(如抽、排風扇)。
- ◎ 影印機(臭氧)隔間置放，或利用電風扇增加通風。
- ◎ 增加濾網更換頻率或加強清洗，並注意出風口清潔。
- ◎ 使用綠建材。



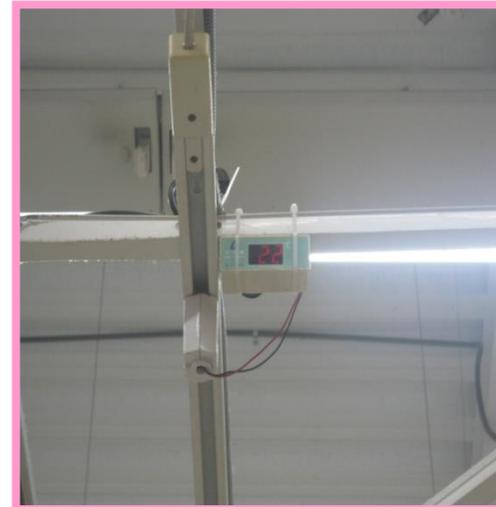
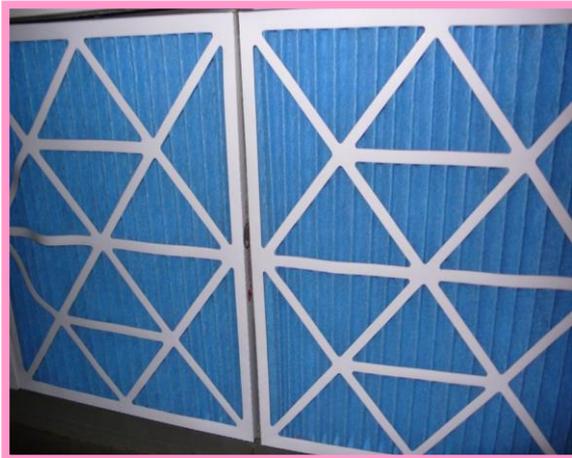
# 細真菌改善建議

- ◎ 增加通風換氣率。
- ◎ 增設殺菌裝置(如紫外燈、空氣清靜機等)。
- ◎ 增加環境清潔消毒頻率(使用漂白水或酒精)。
- ◎ 天花板或牆壁有污漬或油漆剝落應重新粉刷。
- ◎ 增加垃圾清除頻率或使用加蓋式垃圾桶。
- ◎ 避免室內有漏水或積水情形，保持乾燥。
- ◎ 適度擺放盆栽及魚缸數量，避免潮濕。



# 粒狀污染物(PM)/溫度改善建議

- ◎ 增加室內清掃頻率。
- ◎ 空調濾網保持清潔。
- ◎ 彈性適時開啟空調系統，可配合電風扇來調整室內溫度。
- ◎ 可加裝溫度計以掌控室內溫度，隨時調整。



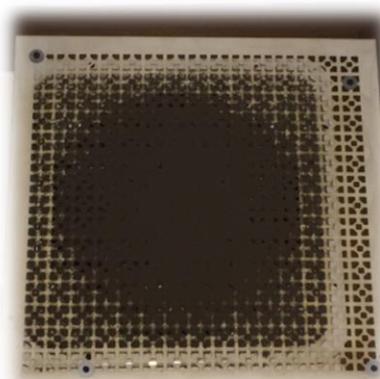
# 空調風管清潔

## 空調風管清潔的重要性

1. 確保室內空氣品質
2. 定期清洗風管可**延長空調系統的壽命**
3. 減少灰塵、節省能源和金錢

## 風管清潔效益

1. 降低粉塵污染
2. 減少微生物孳生
3. 改善空氣中的霉味
4. 降低交叉感染風險
5. 捍衛人員的健康
6. 提升空調設備效能
7. 節省耗電
8. 符合室內空氣品質管理法規



回風口濾網積塵



乾淨的回風口



Before



After

風管清潔前後

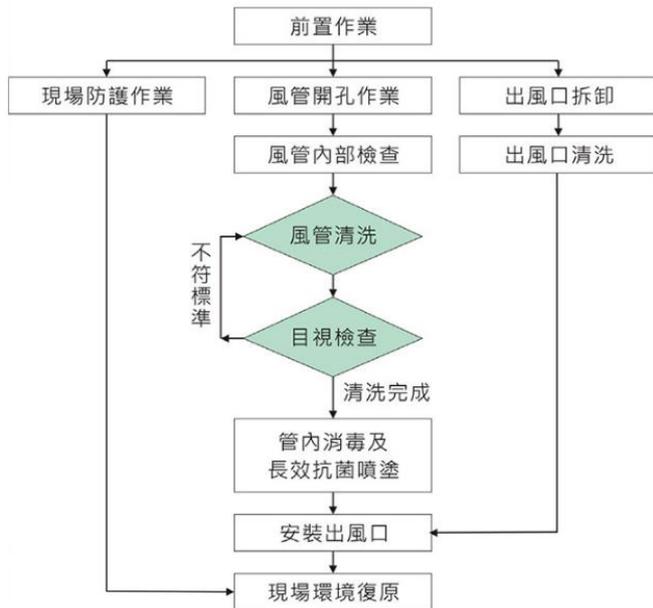
# 空調風管清潔

## 風管清潔方式

1. 深入風管內部及空調箱 **清除粉塵及生物性污染物**
2. 清洗完成後於風管內部及空調箱內部 **塗抹抗菌劑**
3. **裝設空氣防塵蟎抗菌過濾網**，攔阻有害物質



風管清洗工作流程圖



- 1 架設施工圍籬
- 2 現場披覆作業
- 3 設備定位
- 4 風刀作業
- 5 電刷作業
- 6 消毒作業
- 7 環境回復作業

# 醫療院所-常見問題&改善措施

場所類型	場所特色	常見問題	建議改善措施
醫療機構	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 來診<b>民眾眾多</b>。</li> <li>2. 使用空間多隔間。</li> <li>3. 場所服務對象多為易感受族群。</li> <li>4. 維護管理人員業務繁重，多身兼多項工作。</li> <li>5. <b>多為中央空調系統，且多為FCU系統，無外氣引入或外氣引入量不足。</b></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由於來診民眾眾多，<b>掛號處、領藥處及候診區常有CO<sub>2</sub>濃度過高之情形</b>。</li> <li>2. 有些<b>建築過於老舊，並無設計外氣引入裝置</b>，或為節能考量，無引入外氣或外氣引入量不足。</li> <li>3. <b>主機房或新鮮空氣入口堆置雜物</b>，導致新鮮空氣引入量不足。</li> <li>4. <b>空調機房維護不周</b>，如：濾網未定期更換、地板有水漬、結露等現象。</li> <li>5. 天花板之<b>回風口及配置過於出風口緊密</b>，不利於換氣率及空氣混合。</li> <li>6. <b>天花板因空調結露滲水而產生黴斑</b>。</li> <li>7. <b>冷卻水塔清潔頻率過低</b>或四周護網已破裂及脫落，有滋生細菌之虞。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於院內巡檢時，<b>應標註即時檢測時該區域人數與其目前為離峰使用、尖峰使用或正常使用</b>，完整建置院內通風於不同使用狀態下之CO<sub>2</sub>檢測資，以計算其進氣比與估計通風改善之可能性。</li> <li>2. 應增設新鮮空氣引入，經85%袋式過濾網過濾及遇冷空調箱冷卻除濕後，再銜接至原空調箱外氣口，此措施可避免影響空調箱冷度及機房結露問題發生。</li> <li>3. 對於<b>異味及污染原濃度高的區域，加強局部排氣</b>。</li> <li>4. 保持空氣引入口處無障礙物，及確認排氣、回風、與外氣引入風門正確開啟，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。</li> <li>5. 檢視天花板之出回風口之配置，使其達到適當的空氣混合效率。</li> <li>6. 天花板黴斑可能為給水或空調管線之滲漏，應更換漏水有黴漬之天花板，並處理可能之管線滲漏問題。</li> </ol>

資料來源: : 「101年度推動室內空氣品質管理相關子法、輔導診斷及教育宣導建置作業」

# 大眾運輸-常見問題&改善措施

場所類型	場所特色	常見問題	建議改善措施
大眾運輸場所	1. 尖峰時段人潮眾多。	<b>1. 通風換氣量設計不足夠</b> ，室內來自人群活動之異味累積。 <b>2. 清潔劑使用及廁所芳香劑使用。</b> 3. 進氣口空間堆置雜物，牆壁吸音累積大量灰塵，易將污染物直接帶入室內空氣中。 <b>4. 空調箱設計老舊，外氣引入效果不佳(或停止引入)，濾材更換頻率可能不足。</b> <b>5. 室內空間與候車區無法處於相對正壓的狀態</b> ，因而無法抵擋並阻礙來自於車道與車輛經由出口閘門逸散進入的PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 以及CO等污染物。 6. 位於室內天花板之空調出風口，部分與回風口之配置距離過近，將造成冷空氣一流經出風口，部分氣流即已提早由回風口流出造成冷氣的浪費以及空氣齡與換氣率不足等問題。	1. 定期並 <b>加強空調箱之清潔及耗材更換頻率</b> 。 2. 室內空調之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. 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。 4. 可自備 <b>CO偵測器，判斷廢氣走向</b> ，以擬定改善策略及確認改善成效，儀器每年校正一次 5. 若車道與候車區均位於室內，則室內空間(含候車區)應使其處於正壓的情況，且阻擋車道廢氣與污染物等外氣的進入；而車道間(含車輛暫停區)則應使其處於負壓的狀態，以避免其逸散進入室內而形成干擾源。 6. 全面 <b>檢討芳香劑、清潔劑及其他化學品使用之必要性</b> ，如仍有使用之必要，請避免使用含性成分之化學品，或可考量要求清潔人員將有機清潔劑更替為水性清潔劑。 7. 宜要求餐廳加強針對廚房油煙之排氣與防治效能，如：加強局部排氣設施及廢氣清淨裝置等；並調整排放管道之管線安排，避免污染室內空氣品質。 8. 未來可針對在不同時間(旺季 / 淡季或尖峰 / 離峰)及空間(不同屬性區域)進行室內空氣品質變化趨勢之監測(包含現勘當天進行之室內外比對數值)，將可釐清部分空品數值偏高之問題，並作為空調設備調整之參考依據。
	2. 車道與人員候車區過近。		
	3. 多為中央空調系統。		
	4. 易受室外污染物或車輛排放廢氣影響。		
	5. 空間使用多元，常設有餐飲區與烹飪區。		
	6. 多為開放空間，車道與人員候車區以氣簾或電動門間隔。		
	7. 為人員出入頻繁之場所，因而常見清潔人員隨時進行清潔工作。		

# 圖書館-常見問題&改善措施

場所類型	場所特色	常見問題	建議改善措施
圖書館	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 圖書民眾多。</li> <li>2. 圖書館閱覽室多位於地下室。</li> <li>3. 閱覽室於考季為尖峰使用時段，使用人員多且使用時間長。</li> <li>4. 依其規模，地區性圖書館多使用箱型冷氣及自然通風，大型圖書館則使用中央空調形式，以FCU形式為主。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用箱型冷氣之場所，冷氣機維護不周，其濾網、鰭版多有灰塵累積的現象</li> <li>2. 空調維護工作多委外進行且受限於年度經費編列，以致無法立即解決缺失。</li> <li>3. 使用中央空調形式之場所空調的出風以及回風口相當接近有可能會使冷氣效果大打折扣。</li> <li>4. <b>圖書館多使用自然通風形式，其濕度易受室外影響室內圖書眾多，易為室內真菌滋生之污染源。</b></li> <li>5. 一般閱覽室內空氣品質多屬優良，<b>惟於考季閱覽室使用量大，易出現室內CO<sub>2</sub>累積，人員抱怨等現象。</b></li> <li>6. 由於<b>閱覽室多位於地下室加上未引入適當量之新鮮外氣</b>，導致多項室內污染物累積使濃度升高。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 館內濕度建議控制於適宜範圍。</li> <li>2. <b>定期清洗箱型冷氣機濾網</b>，並維護空調冷卻水塔設備之完整性及正常運作。</li> <li>3. <b>增設引進外部空氣空調裝置與現有系統整合，增加與其他樓層空氣之流動</b>，減少污染物累積。</li> <li>4. 建議加裝引入外氣風管系統(如：遇冷空調箱或全熱交換機)，於考季等尖峰使用時間增加室內換氣率，增加新鮮空氣引入量。</li> </ol>

資料來源: : 「101年度推動室內空氣品質管理相關子法、輔導診斷及教育宣導建置作業」

# 商場-常見問題&改善措施

場所類型	場所特色	常見問題	建議改善措施
營業商場 如：賣場、 商場及百貨業	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 裝修行為頻繁。</li> <li>2. 使用中央空調系統。</li> <li>3. 空間使用及物品陳設間隔凌亂。</li> <li>4. 多設有美食空間直接進行烹飪、燃燒行為。</li> <li>5. 特定時段(如：促銷活動期間或週年慶等)易聚集 / 湧入眾多人員。</li> <li>6. 陳設物品多元，有些物品可能成為室內污染源之一(諸如：傢俱、生鮮產品或個人衛生用品等)。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外氣引入口多位於車道旁</li> <li>2. 廁所多使用芳香劑。</li> <li>3. 貨物商品擺設不當，影響空氣流通。</li> <li>4. 裝修行為頻繁，易產生TVOC或甲醛等污染物，於室內累積。</li> <li>5. 促銷活動或週年慶期間人潮擁擠，除CO<sub>2</sub>濃度易過高外，室內細菌易容易過高。</li> <li>6. 停車場與美食街多與人員活動區域相通，導致汽車廢氣及烹調燃燒之污染物逸散至百貨公司室內。</li> <li>7. 空調系統設計時有考量新鮮空氣的引入，但多數場所基於節省電費將新鮮空氣引入裝置關閉，導致外氣引入量多不足。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>3. 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。</li> <li>4. 可利用導風管或採噴流式風機串接，將氣流(如：新鮮外氣)平均分布到室內空間。</li> <li>5. 應按留客人數的多寡，手動操作外氣空調箱如：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，以確保空氣品質的要求；長期應用CO<sub>2</sub>濃度監測及自動節能控制達到空氣品質及省能減碳的目的。</li> </ol>

資料來源：「101年度推動室內空氣品質管理相關子法、輔導診斷及教育宣導建置作業」

# 幼兒園-常見問題&改善措施

場所類型	場所特色	常見問題	建議改善措施
文教場所 如：幼兒園、 幼稚園	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 多使手自然通風形式。</li> <li>2. 人員密集，且為易感受族群。</li> <li>3. 空間使用多元且擁擠，人員活動空間多混合廚房浴廁等。</li> <li>4. 非中央空調之場所，所使用窗型冷氣及分離式冷氣。</li> <li>5. 使用消毒藥劑、清潔用品進行清潔，且清潔工作頻繁。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 廁所常使用芳香劑異味。</li> <li>2. 廁所或廚房、餐飲區域與教室太近，有異味逸散情形。</li> <li>3. 多數場所備有空氣清淨機多具備負離子或臭氧殺菌之功能。</li> <li>4. 室內空間設有洗手台、廁所多為與活動空間相連接濕度易過高，易滋生黴菌</li> <li>5. 採自然通風時，易受室外污染物(如：懸浮微粒)、濕度(如：下雨潮溼)影響</li> <li>6. 使用分離式或窗型冷氣時因無引入外氣，加上空間狹小、人員擁擠之因素，室內CO<sub>2</sub>濃度易過高。</li> <li>7. 分離式冷氣或窗型冷氣濾網累積過多灰塵。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 清潔用之消毒藥劑，需謹慎確認其成分是否含有有害物質。</li> <li>2. 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(需注意其排風口位置)。</li> <li>3. 減少芳香劑的使用，避免室內VOCs濃度過建建議於廁所增加窗戶已通風，並加裝抽風扇減少異味逸散。</li> <li>4. 使用窗型冷氣或分離式氣時，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CO<sub>2</sub>濃度。</li> <li>5. 除地板、桌面清潔外，應注意窗戶、燈罩及冷氣濾網、鰓片等其他容易沉積灰塵之固體表面，以保持乾淨。</li> <li>6. 於冬季窗戶密閉期間，可裝設抽風機以產生強制對流，並適度引入部分外氣來加速室內之換氣速度，以保空氣品質。</li> <li>7. 另為控制室內之濕度問題，可開啟除濕機以保室內於適當之濕度。若使用之空氣清淨機具負離子或臭氧殺菌功能，建議功能儘量於無人時開啟，若一定要開啟，在出風口聞到刺鼻味道時，請關閉負離子功能，其他功能照常使用。</li> </ol>

資料來源: : 「101年度推動室內空氣品質管理相關子法、輔導診斷及教育宣導建置作業」

# 政府機關/社會福利機構 -常見問題&改善措施

場所類型	場所特色	常見問題	建議改善措施
政府機關/ 社會福利機構	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 多以箱型、分離式冷氣或自然通風為主。</li> <li>2. 因空間問題，事務機(影印機、傳真機等)，多與辦公人員相鄰。</li> <li>3. 不定期裝潢</li> <li>4. 部分交誼廳、活動區域位於地下室且通風不佳，廁所易有異味。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空調系統維護不周，濾網清洗頻率不足。</li> <li>2. 空調系統未引入足夠之新鮮空氣量。</li> <li>3. 高度使用事務機，易造成粉塵及臭氧濃度偏高。</li> <li>4. 裝潢時高度使用有機溶劑，易造成甲醛及揮發性有機物偏高。</li> <li>5. 因居住人員習慣，廁所、居住房間等易有異味。</li> <li>6. 交誼廳、活動空間若位於地下室，其通風不佳，易有異味。</li> <li>7. 通風口堆置物品阻礙氣流。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定期清洗空調濾網，並隨時檢視清洗頻率是否足夠。</li> <li>2. 可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入口之清潔頻率</li> <li>3. 廚房時應加強外氣換氣率，並加裝局部排氣裝置。</li> <li>4. 使用低排放率的揮發性有機化合物的，並且在適當的時機才使用快乾油漆 並使用綠建材</li> <li>5. 地毯應加強清潔之頻率，並定期檢視是否更換。</li> <li>6. 交誼廳、活動空曠 使用前先加強通風去除異味 事務機應放置於通風處，且儘量遠離辦公人員。</li> <li>7. 通風口保持淨空</li> </ol>

資料來源: 「101年度推動室內空氣品質管理相關子法、輔導診斷及教育宣導建置作業」

# 淨化室內空氣品質植物

淨化室內空氣之植物應用及管理手冊



## 長壽花

### 淨化室內空氣能力與維護管理難易度

單位葉面積之滯塵能力	★★★★★★★
降低二氧化碳能力	★★★★
揮發性有機物移除能力	★★

### 淨化揮發性有機物種類

甲醛

蒸散作用速率	★★
維護管理容易度	★★★★★★★

# 淨化室內空氣品質植物

## 黃金葛

### 淨化室內空氣能力與維護管理難易度

單位葉面積之滯塵能力	★★★
降低二氧化碳能力	★★★★★★
揮發性有機物移除能力	★★★★★

### 淨化揮發性有機污染物種類

甲醛

蒸散作用速率	★★★★★★
維護管理容易度	★★★★★★★★★★★



# 淨化室內空氣品質植物

## 萬年竹



### 淨化室內空氣能力與維護管理難易度

單位葉面積之滯塵能力	★★
------------	----

降低二氧化碳能力	★
----------	---

揮發性有機物移除能力	不詳
------------	----

### 淨化揮發性有機污染物種類

甲醛

蒸散作用速率	★★★★★★
--------	--------

維護管理容易度	★★★★★★★★★★
---------	------------

# 淨化室內空氣品質植物



## 聖誕紅

### 淨化室內空氣能力與維護管理難易度

單位葉面積之滯塵能力	★★★
降低二氧化碳能力	★★★★★★★★★★
揮發性有機物移除能力	★★★

### 淨化揮發性有機污染物種類

甲醛

蒸散作用速率	★★★★
維護管理容易度	★★★★

# 淨化室內空氣品質植物

## 長春藤



### 淨化室內空氣能力與維護管理難易度

單位葉面積之滯塵能力	★★★★
降低二氧化碳能力	★★★★★★
揮發性有機物移除能力	★★★★★★★★★★

### 淨化揮發性有機污染物種類

甲醛

蒸散作用速率	★★★★★★★★
維護管理容易度	★★★★

簡報結束  
感謝聆聽

