土城扶輪社

ROTARY CLUB OF TUCHENG

您不可不知的室內空氣品質與身體健康效應

明志科技大學
MING CHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
SINCE 1963
環境與安全衛生工程系
洪明瑞博士／September 15, 2021

目錄

壹、引言……03
貳、人類呼吸的空氣……14
參、室內主要空氣污染物來源……35
肆、室內空氣污染物治理方案……57
伍、室內空氣品質改善實務……74
陸、空氣清淨機的使用……110
Q&A

壹、引言

看似乾淨空氣的背後真相

- ◇注意～空氣是活動的！
- ◇看不到不代表不存在！
- ◇我住在山上，室內空氣就一定沒問題嗎？

議題一：注意～空氣是活動的！

◆ 質量濃度($\mu g/m^3$)的概念：把空氣當成固定、集中、不動。

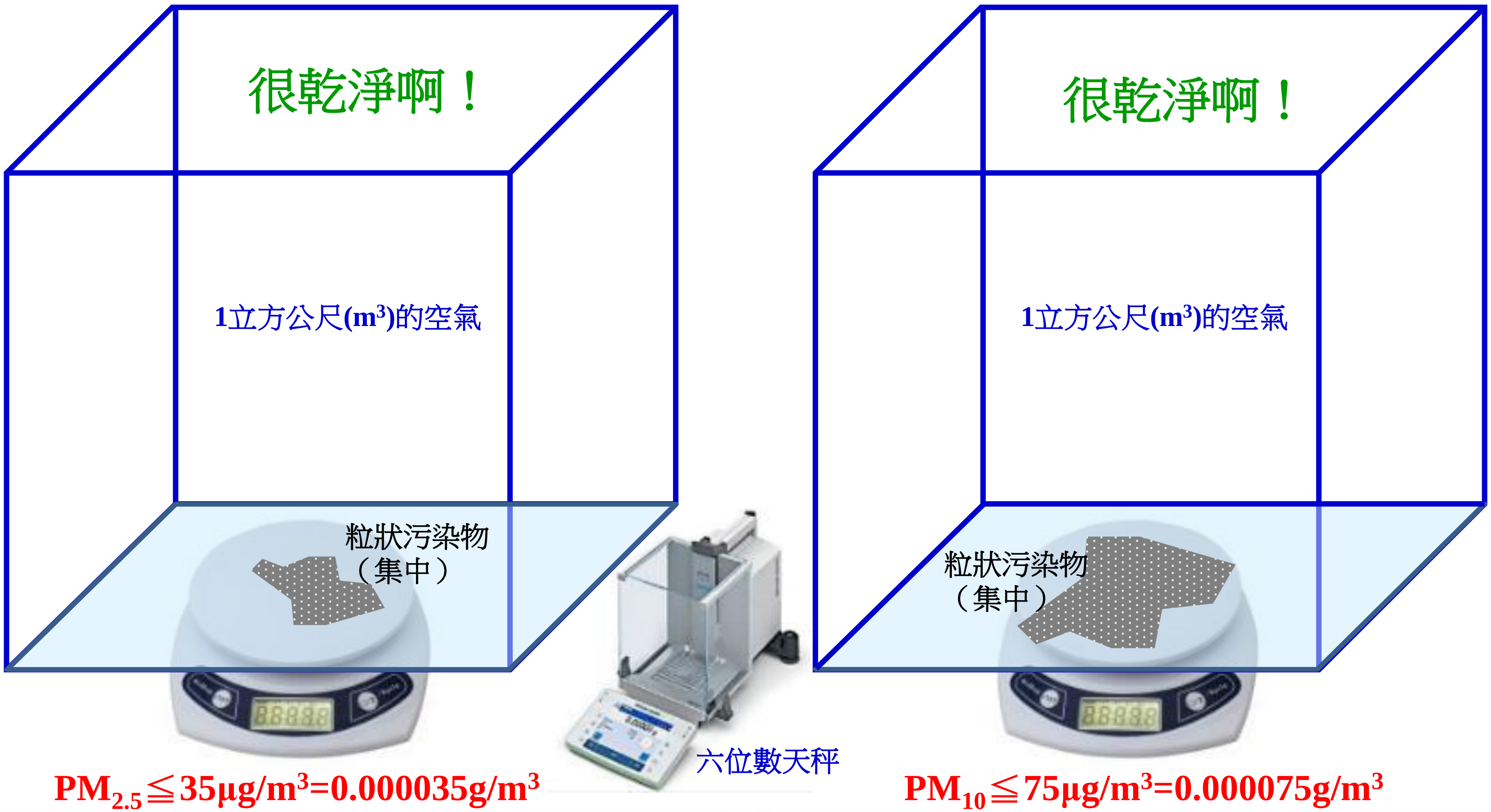
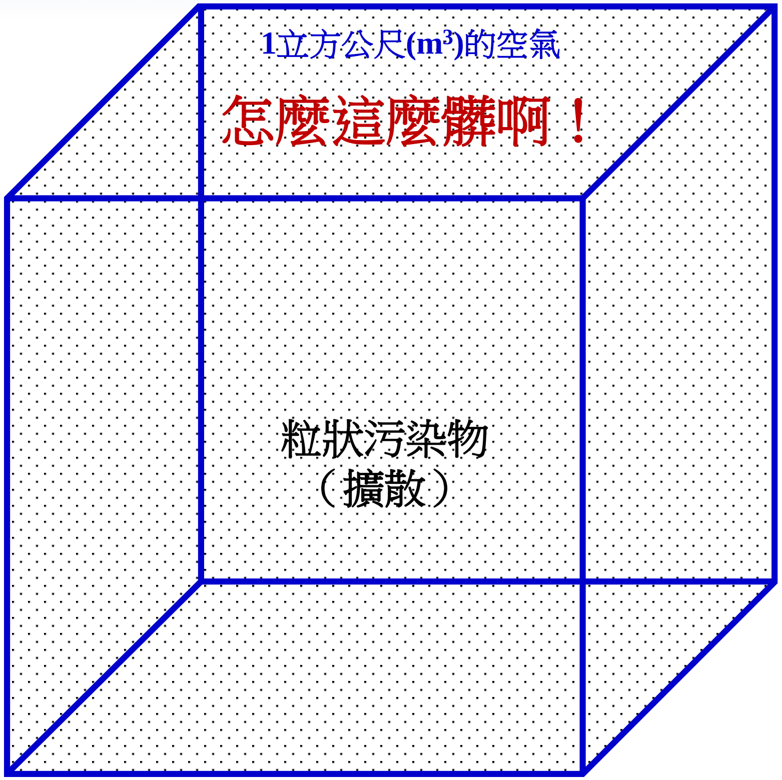


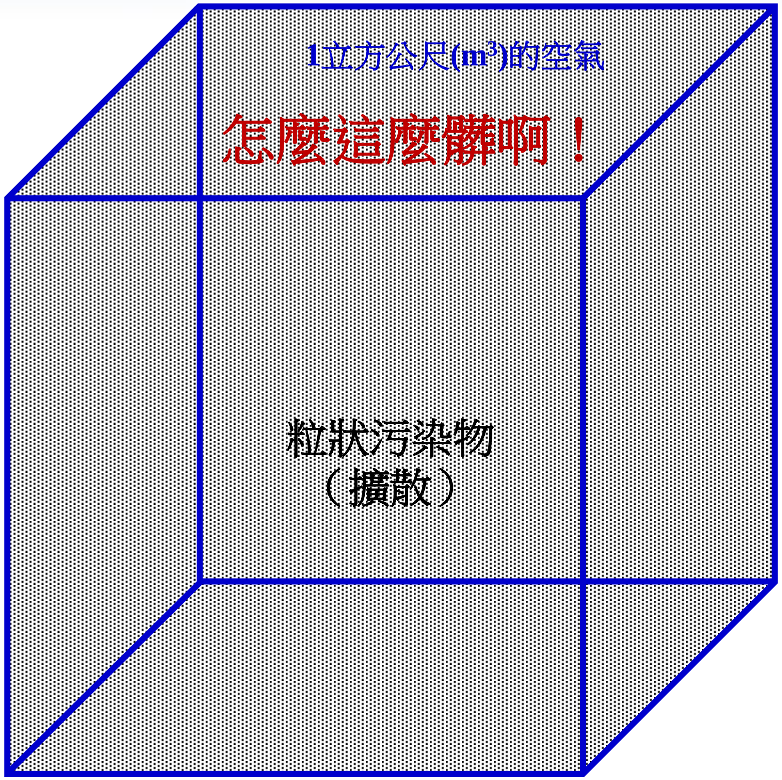
圖1-1 質量濃度單位常讓民眾無法直接感受其迫切與重要性

◆ 數目濃度(顆/m³或顆/L)的概念：將空氣視為活動、擴散的。



$PM_{2.5}$≦35μg/m³=0.000035g/m³

$PM_{2.5}$可能已高達數百萬顆/m³～數千萬顆/m³



PM_{10}≦75μg/m³=0.000075g/m³

PM_{10}可能已高達數百萬顆/m³～數千萬顆/m³

圖1-2 粒狀污染物採數目濃度單位較易讓民眾感受空氣的髒污情形

圖1-3 質量濃度與數目濃度表示的差異(簡易直讀式儀器，僅供參考)

圖1-4 乾淨空氣中可能仍存在一定數目的粒狀污染物

議題二：看不到不代表不存在！

◆ 可用四個簡易方式判定空氣是否乾淨！

(1)夜晚強光束照射或早晨光線進入室內

圖1-5 強光下的散射作用讓粒狀空氣污染物無所遁形

(2)使用空氣淨化機（靜電集塵或機械過濾）

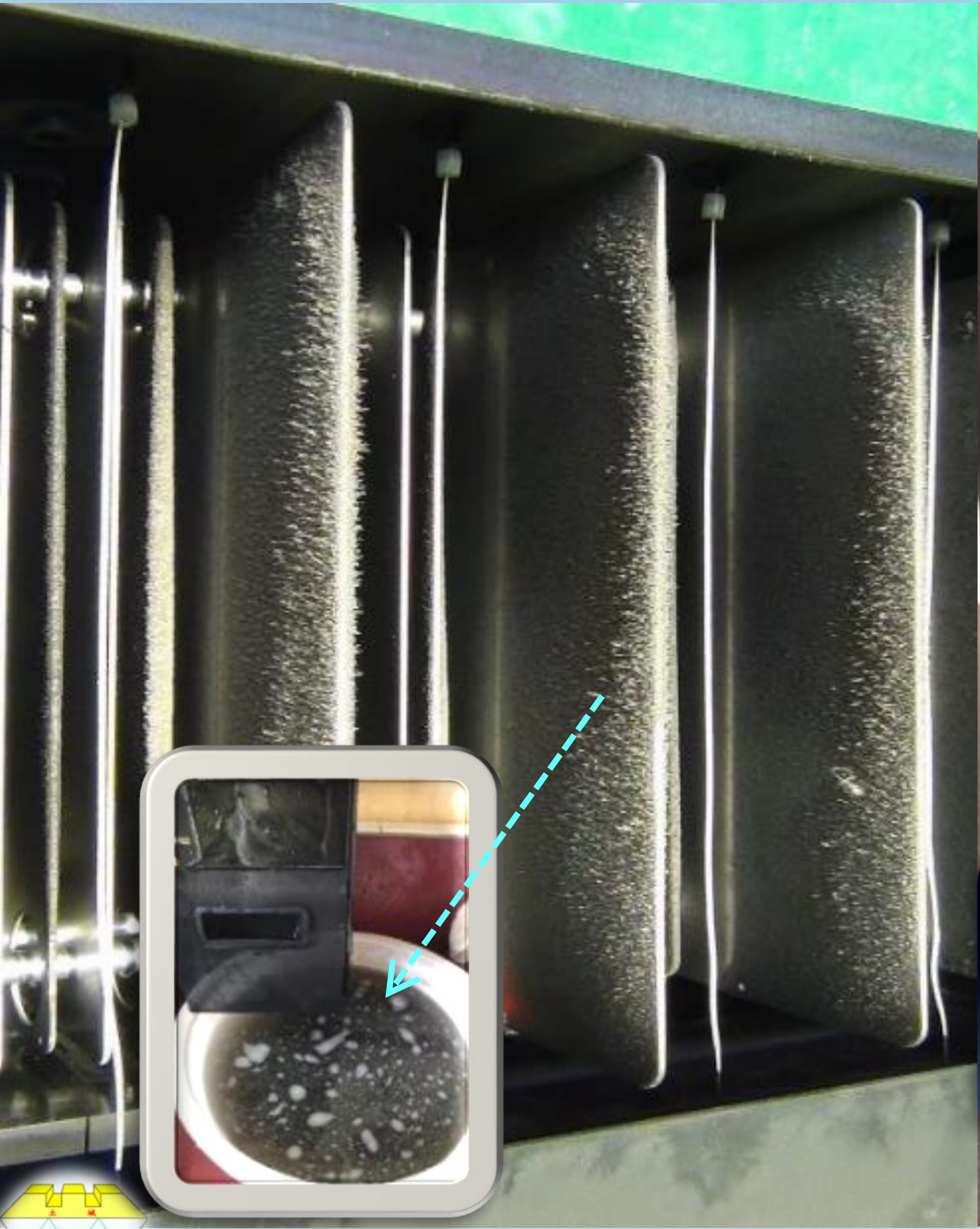


圖1-6 靜電集塵版的集塵效果

(3)看看賣場天花板空調箱的濾網

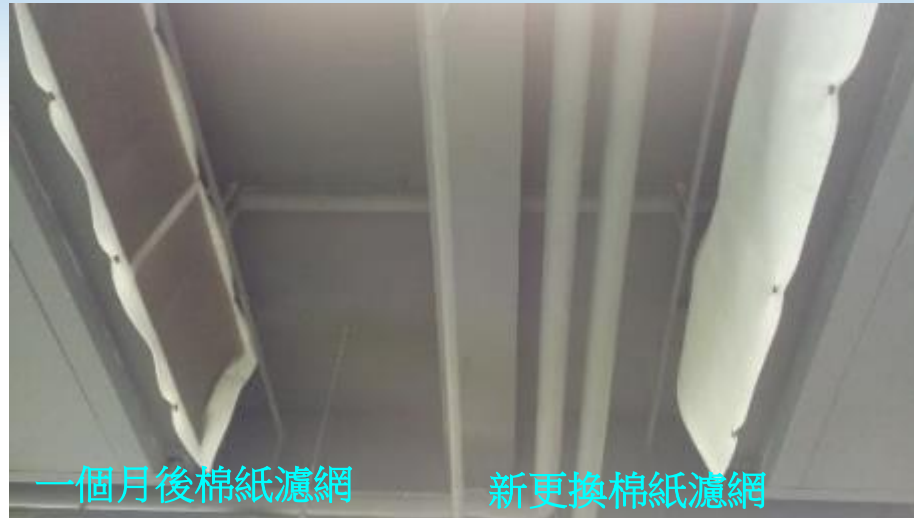


圖1-7 留意賣場（如家樂福）天花板懸吊空調箱的濾網狀況

(4)看看晴天夜間一閃一閃的星空

圖1-8 留意晴天夜間一閃一閃的星空

議題三：我住在山上，室內空氣就一定沒問題嗎？

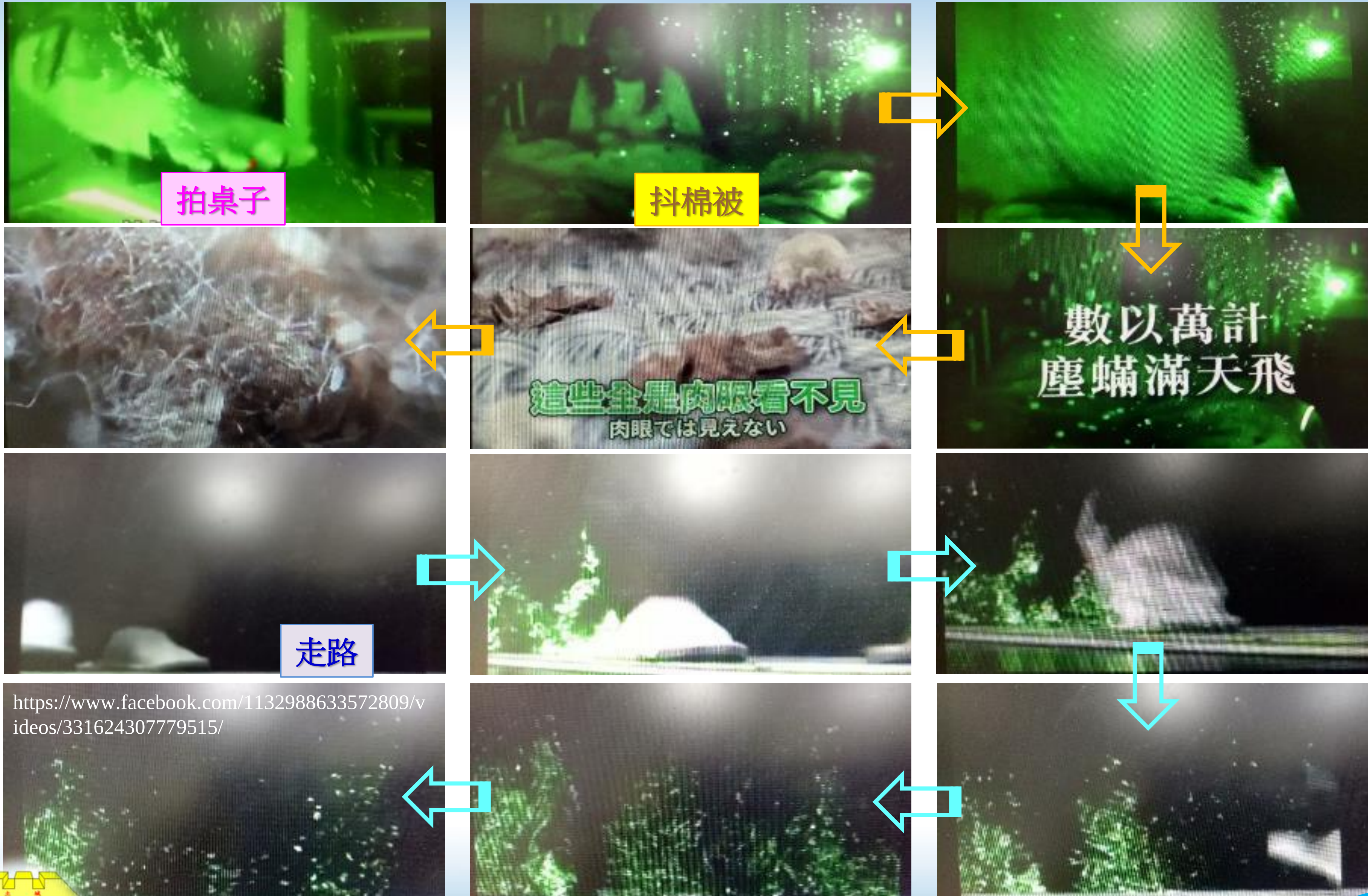


圖1-9 居家處處充滿粒狀空氣污染物的蹤跡

https://www.facebook.com/1132988633572809/videos/331624307779515/

圖1-10 居家處處充滿粒狀空氣污染物的蹤跡(影片檔)

貳、 人類呼吸的空氣

◇人類面臨的重大環境議題！
◇您呼吸的空氣乾淨嗎？
◇食物、水、空氣孰輕孰重？
◇空氣污染物對身體的危害！
◇從空污醫學看人生！

◇人類面臨的重大環境議題！

圖2-1 人類面臨多重的環境問題、困境與挑戰

◆您呼吸的空氣乾淨嗎？

圖2-2 世衛組織(2017)指出全球92%的人無法呼吸到安全的空氣

World Health Organization

https://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action

圖2-3 世衛組織(2019)指出每年有700萬人死於空氣污染

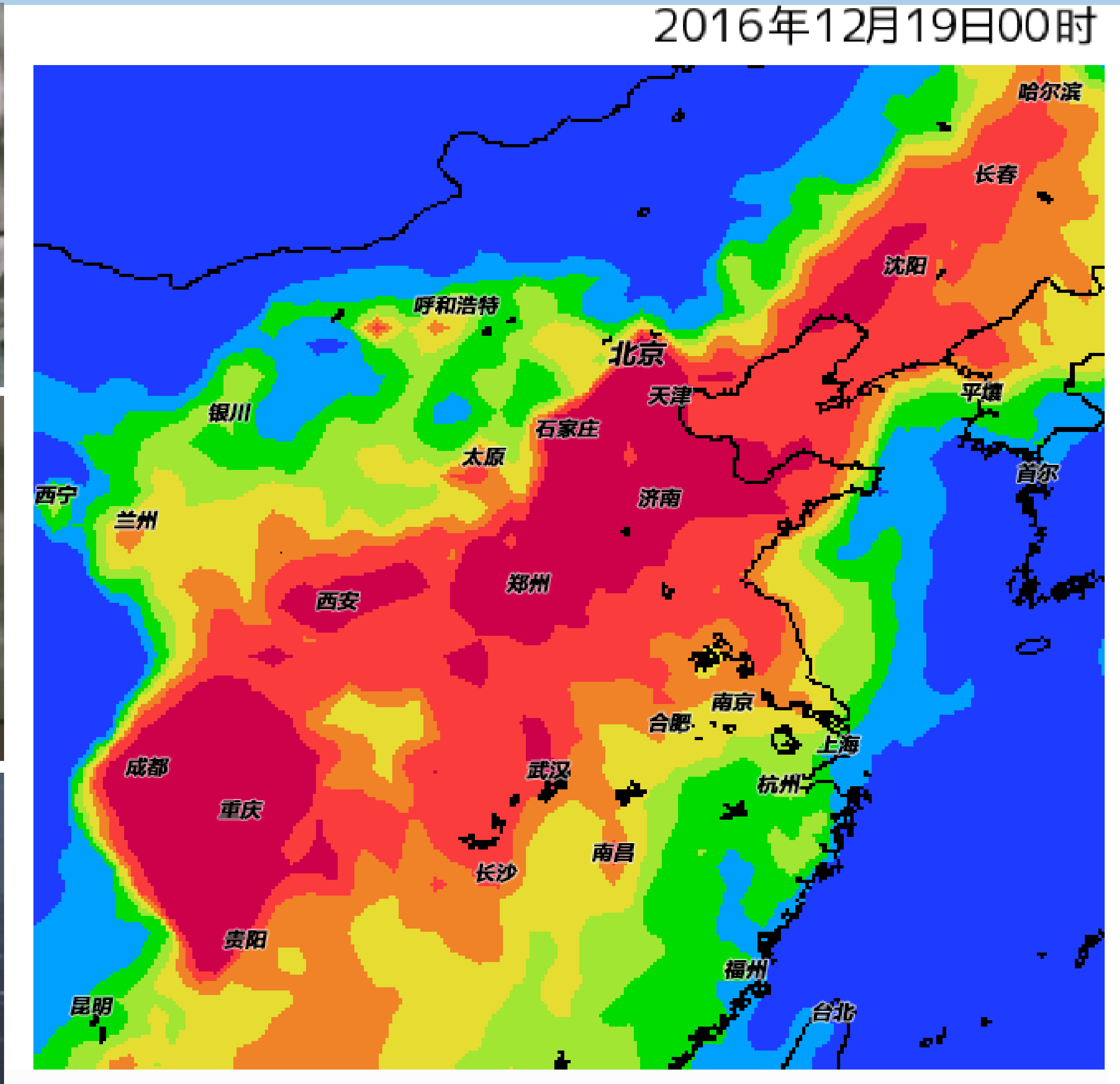


圖2-4 大陸華北地區2016年12月分之空氣品質

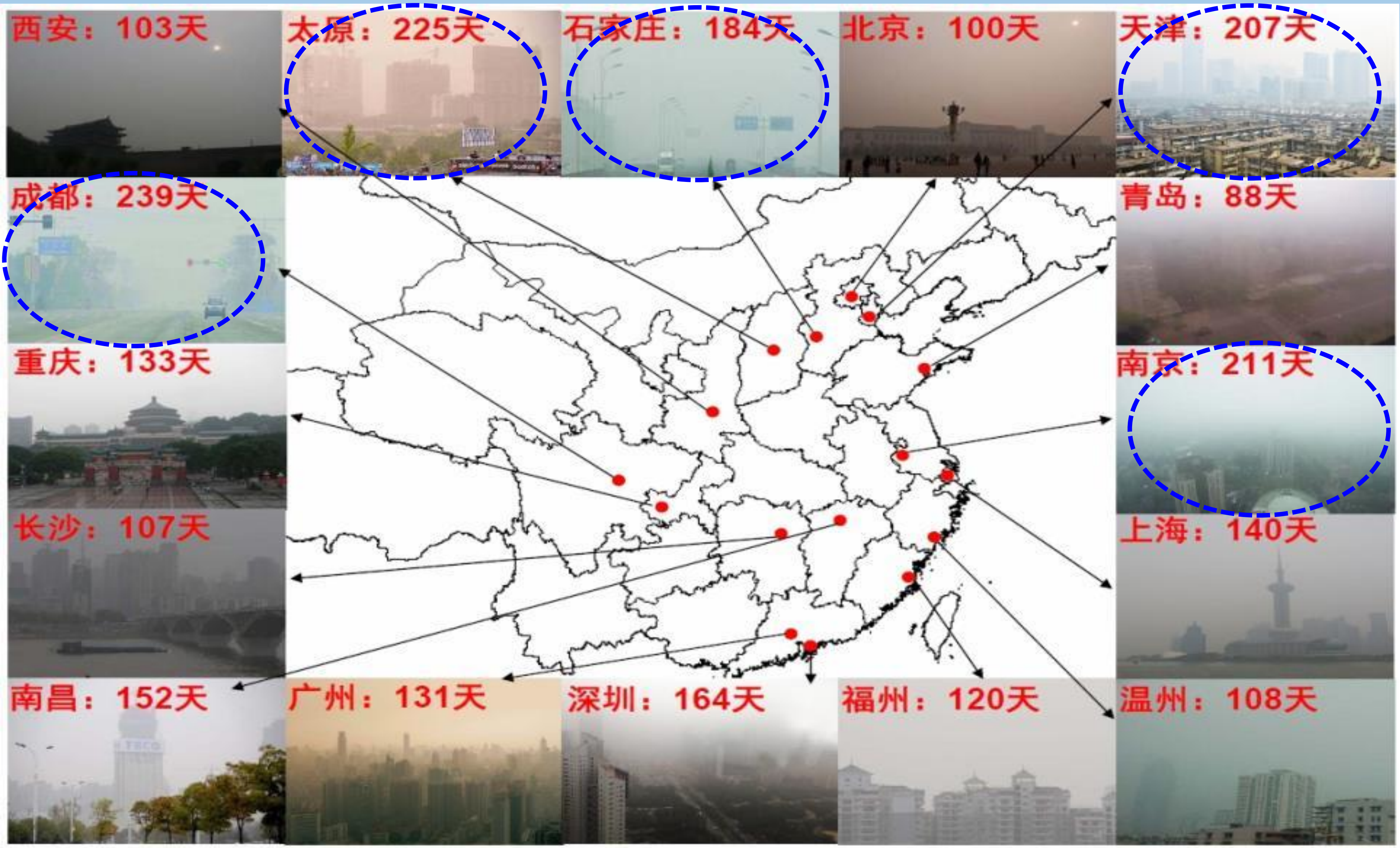


圖2-5 大陸主要城市霧霾天氣分布情形(摘自中國建築科學研究院，2015)

圖2-6 幽暗的國度——印度新德里(2017)

圖2-7 亞洲鄰近各國近年來之空氣品質狀況

圖2-8 誰偷走了我們的呼吸權——寶島台灣

您是否已覺得現在要看到藍天白雲已經成為一種渴望了呢?

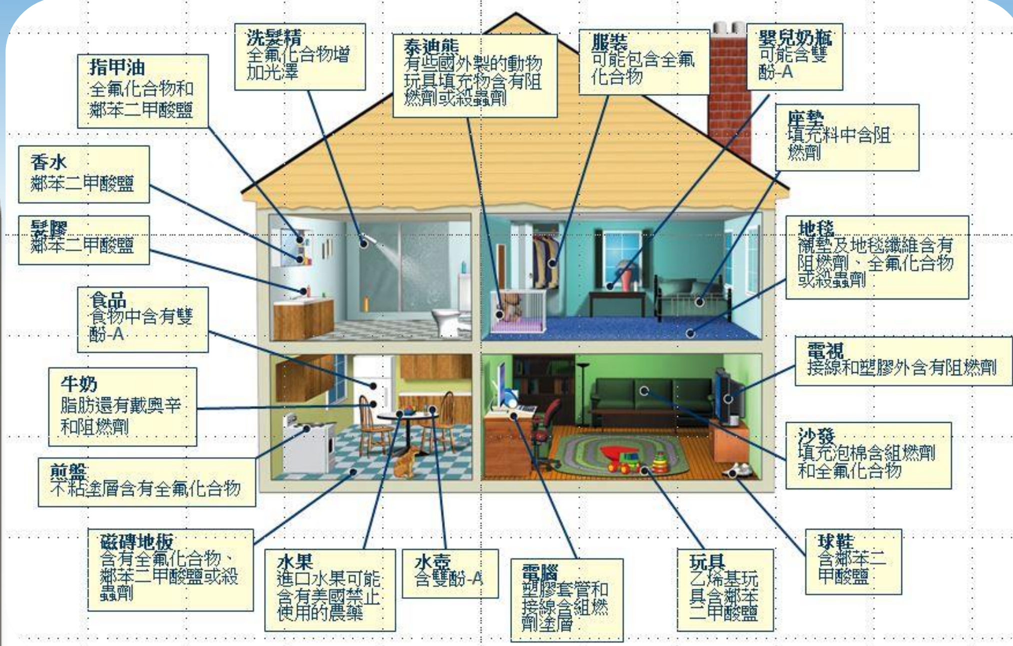
面對持續惡化的空氣品質
或許
您已逐漸習以為常了……？

當有人在呼籲或提醒您空氣品質不良時
您還在以為我們危言聳聽……？

但是

千萬不要讓自己掉入溫水煮青蛙的陷阱中……

內氣乾淨嗎？



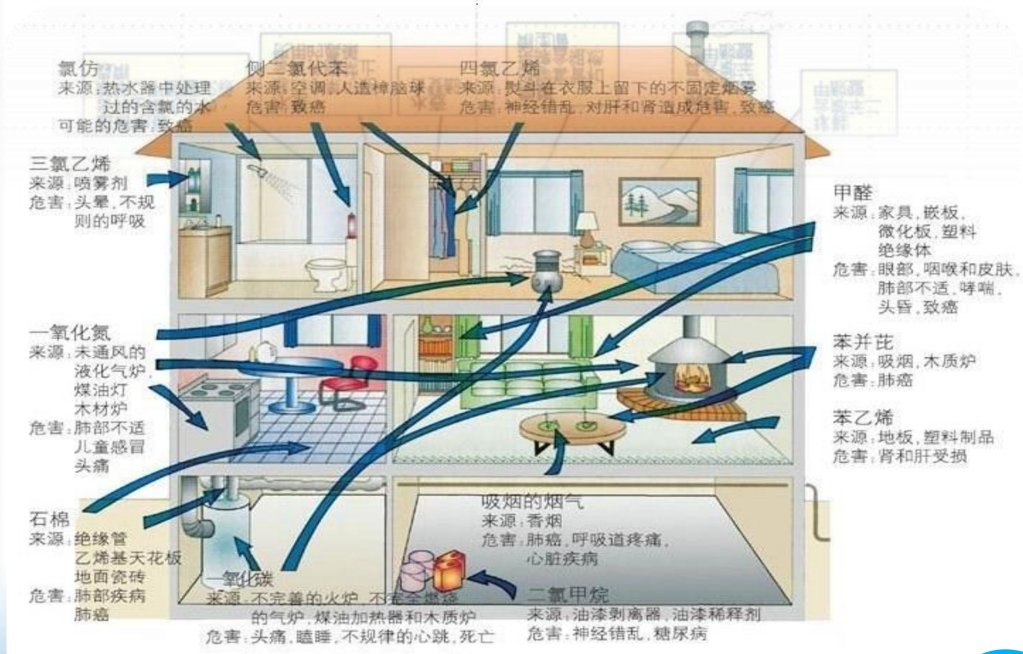


圖2-9 室內空氣污染物造成的病態大樓症候群

https://www.who.int/airpollution/infographics/Air-pollution-INFOGRAPHICS-English-5-1200px.jpg

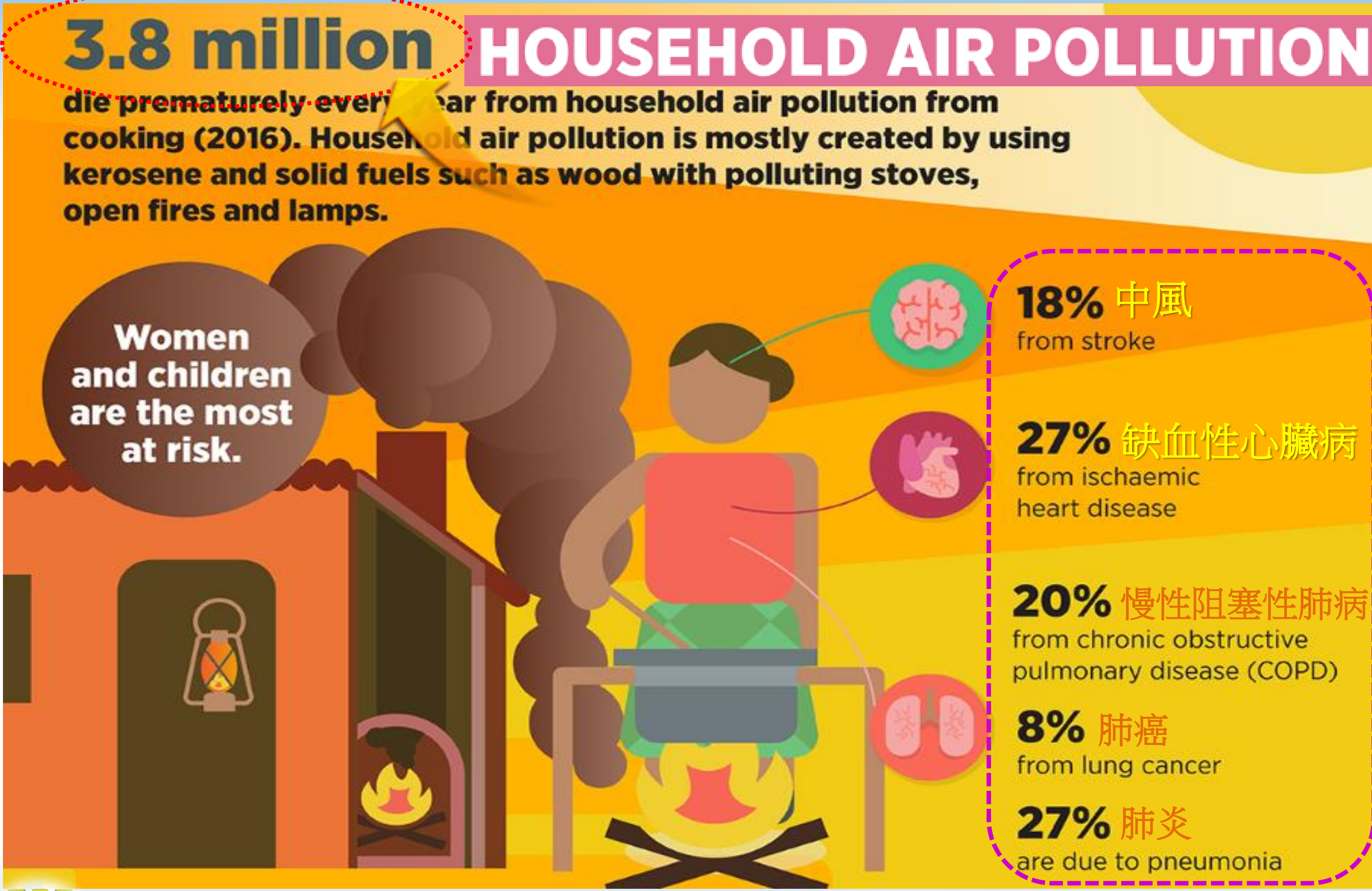


圖2-10 WHO(2019)指出每年有380萬人因室內空氣污染而過早死亡

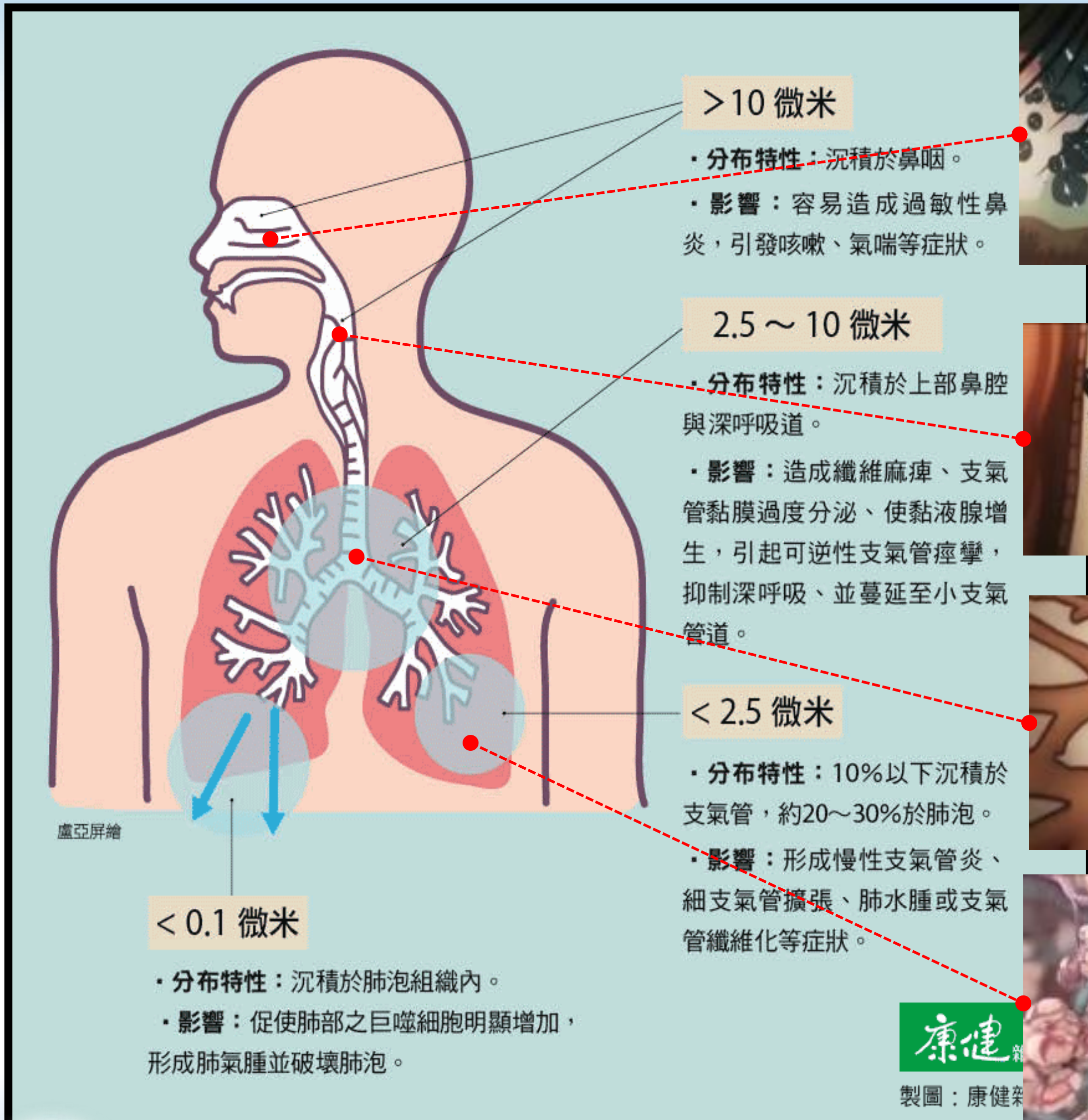
◆食物、水、空氣孰輕孰重？

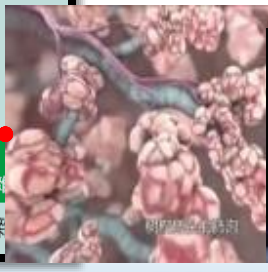
沒有回答之前，我們先思考一些問題？

- 人可以7天不吃東西，可以3天不喝水，但無法1刻鐘不呼吸。
- 一個成每天吃的食物大約5公斤左右，喝的水大約3公斤，呼吸的空氣大約12～15公斤。因此，食物、水、空氣孰輕孰重，不說自明。

圖2-11　空氣、食物、水進入身體之比重示意圖

◆空氣污染物對身體的危害！





- DEADLY BUSINESS asbestos disease victims
- http://www.hazards.org/asbestos/
- graphic illustrating asbestos exposure
- http://www.ohiotoxicmold.com/asbestos.htm

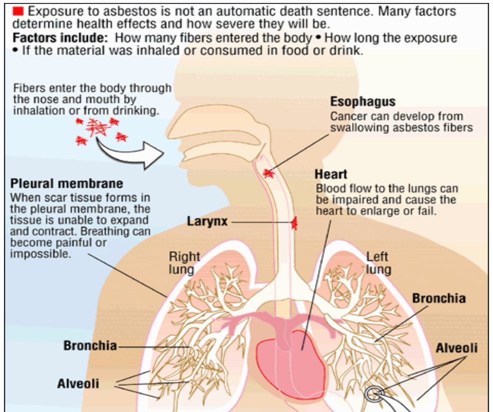
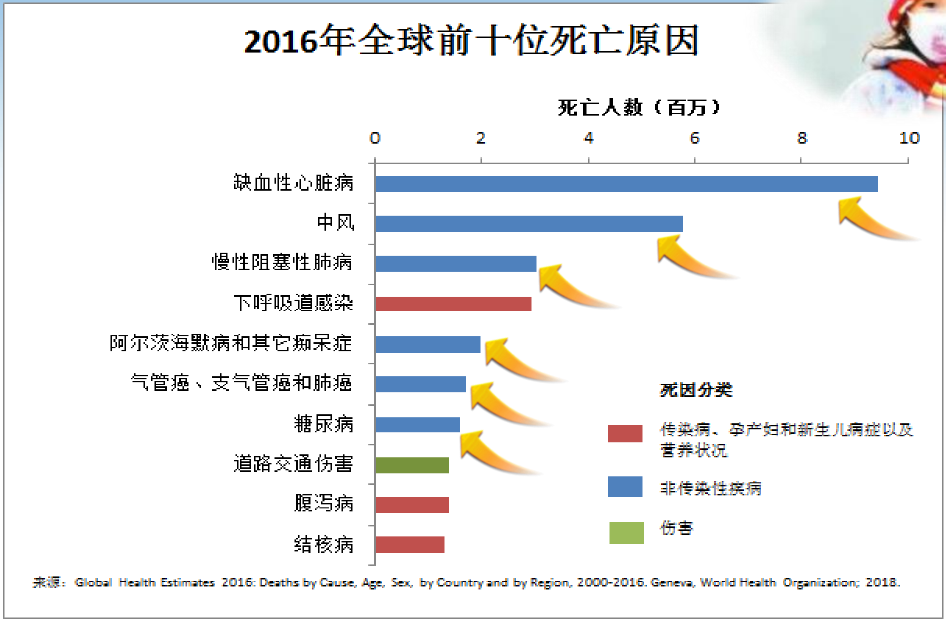


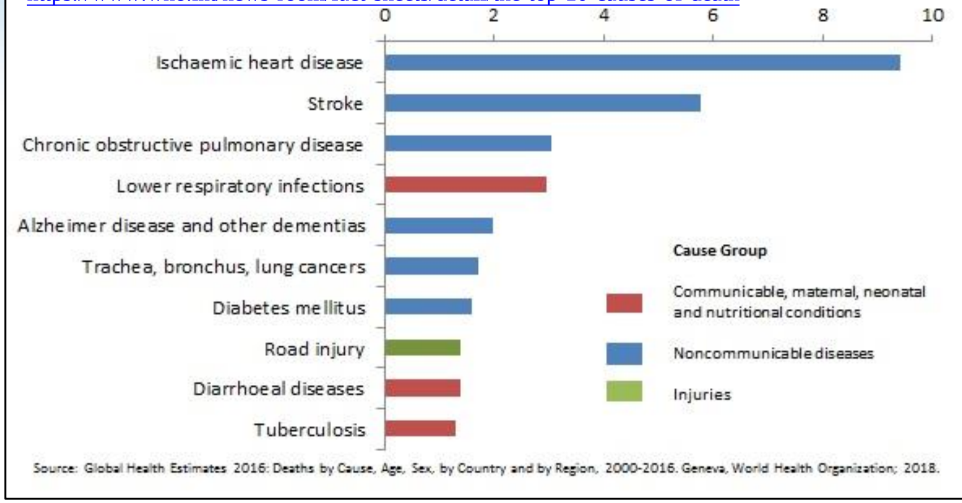
圖2-12 細懸浮微粒($PM_{2.5}$)與粗懸浮微粒(PM_{10})在人體之沉積行為

懸浮微粒不就是灰塵嗎？有甚麼好大驚小怪的呢！

图2-13　$PM_{2.5}$的耦合(複合)污染效應(摘自柴靜穹頂之下)



https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death



二〇一四年三月十七日 星期一 農曆甲午年二月十七日 Apple 蘋果日報 Daily A10 生活

空氣污染物危害表

俠醫林杰樑遺愛 指導研究躍國際

空污濃 洗腎患死亡率增76%

深入肺泡會致癌

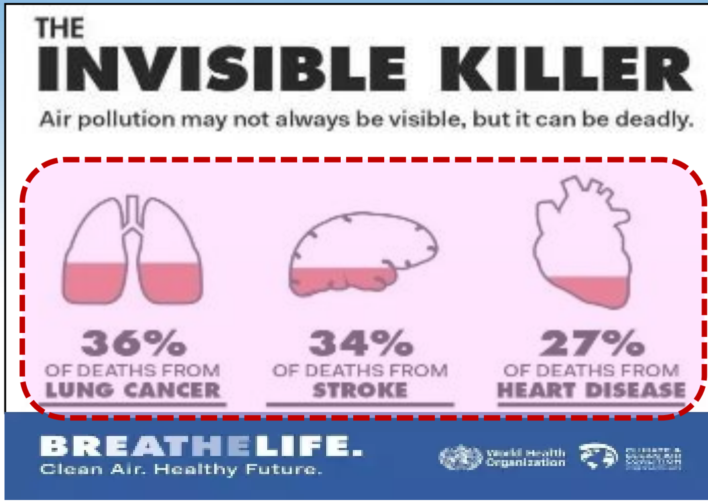
心肌梗塞風險高

建議外出戴口罩

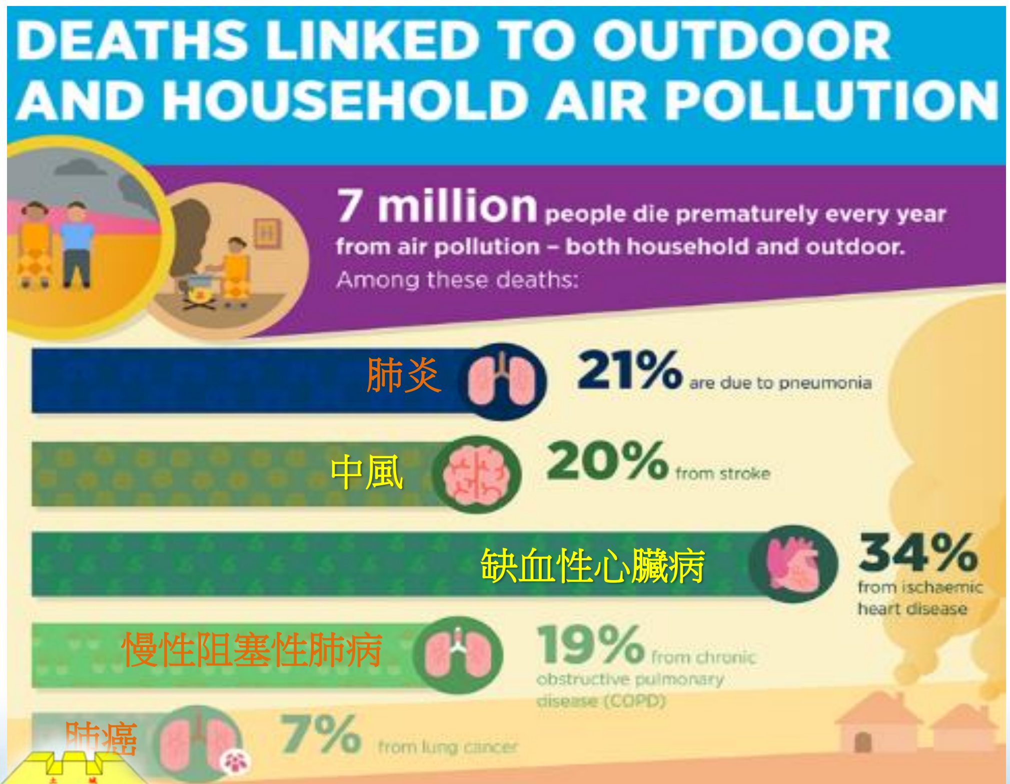
清澈藍天

灰霧濛濛

圖2-14 2016年WHO統計全球前十位死亡原因



- ◆世界各國近年來之研究均已充分證實$PM_{2.5}$與PM_{10}濃度與呼吸系統、心血管系統、生殖系統、血易系統等疾病息息相關。
- ◆歐美國家流行病學研究顯示，$PM_{2.5}$每增加10μg/m^{3}日吸入量：(1)當日死亡率增加1.5%；(2)頑固性肺病死亡率增加3.3%；(3)局部缺血性心臟病死亡率增加2.1%；(4)嬰兒早產死亡率增加1.0%；(5)罹患肺癌的危險增加8%；(6)心肺疾病死亡率增加6.0%；(7)所有死亡率增加4.0%
- ◆**歐盟國家之統計資料， $PM_{2.5}$導致人們平均壽命減少8.6個月。**
- ◆美國心臟協會估計，每年因$PM_{2.5}$污染導致約60,000人死亡。



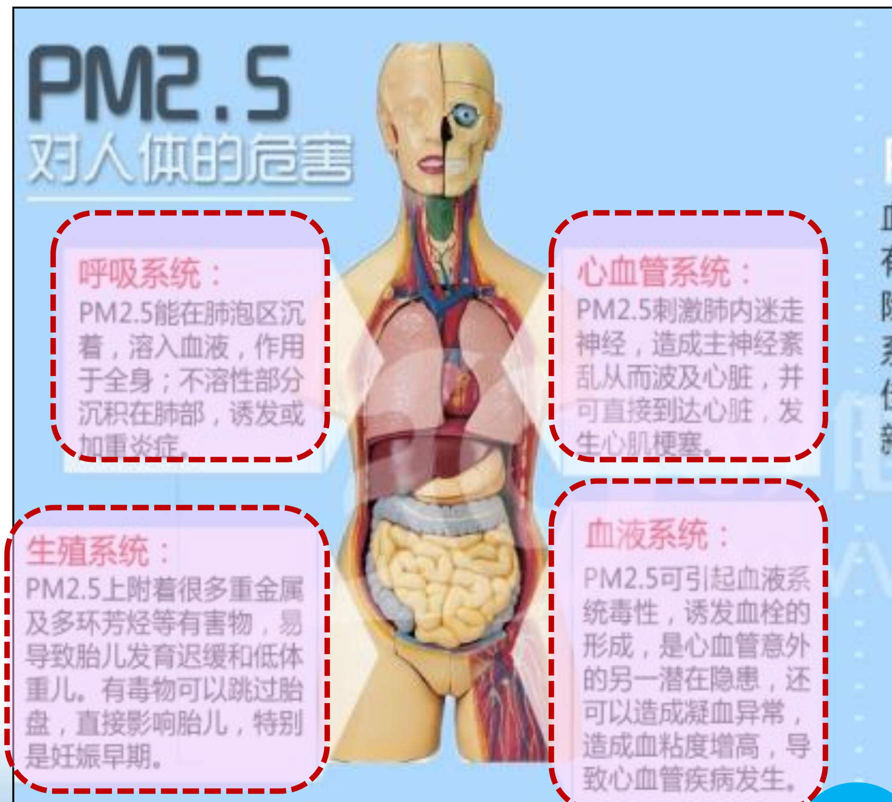
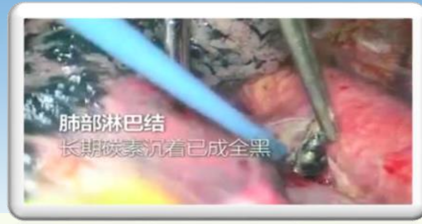
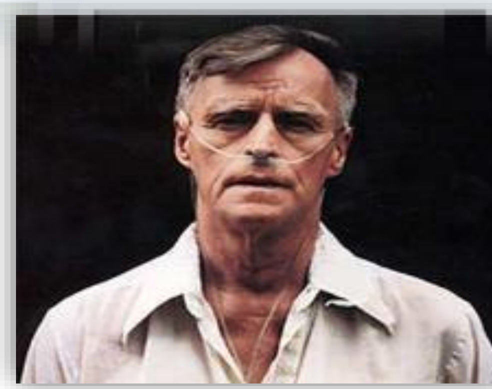
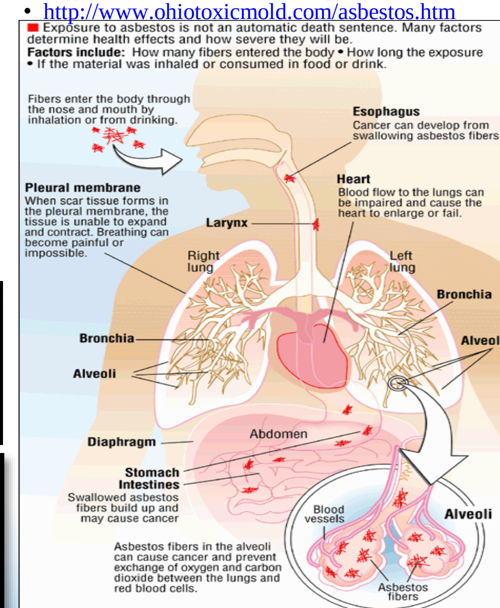


圖2-15 空氣污染與身體疾病的健康風險





- DEADLY BUSINESS asbestos disease victims
- http://www.hazards.org/asbestos/
- graphic illustrating asbestos exposure
- http://www.ohiotoxicmold.com/asbestos.htm



◆ 女性肺癌逾8成不菸 恐與3因素有關(三立新聞網2019年1月15日 下午11:00)

◆ 「80%不吸菸」女性肺癌人數卻高於男性！(Ettoday新聞雲2019年9月10日)

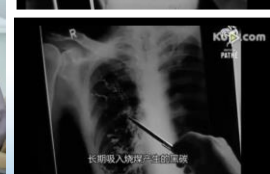


圖2-15 空氣污染與身體疾病的健康風險(續)

◆從空污醫學看人生！

長期空污環境下生活的長者(老態龍鍾)

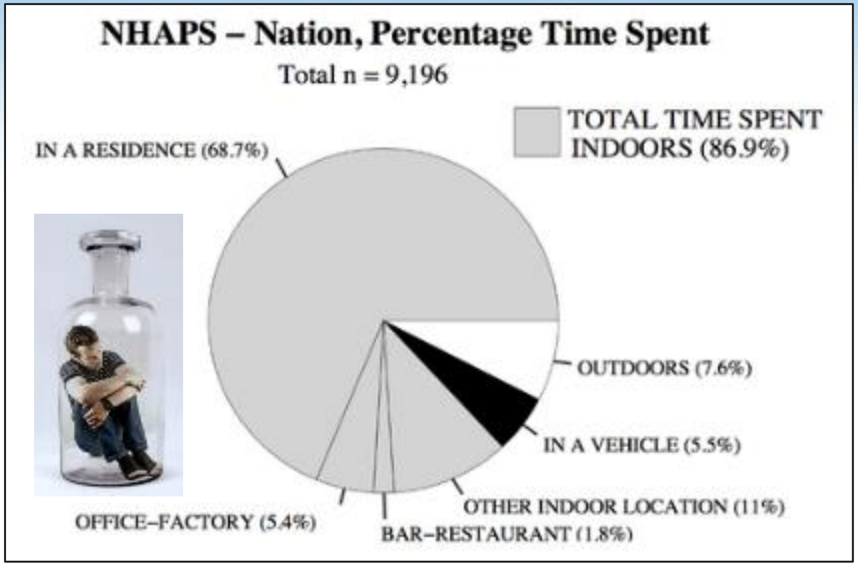
優良空氣環境下生活的長者(老當益壯)

圖2-16 從佛教(少計較)與空污醫學(多計較)的觀點看老年人生

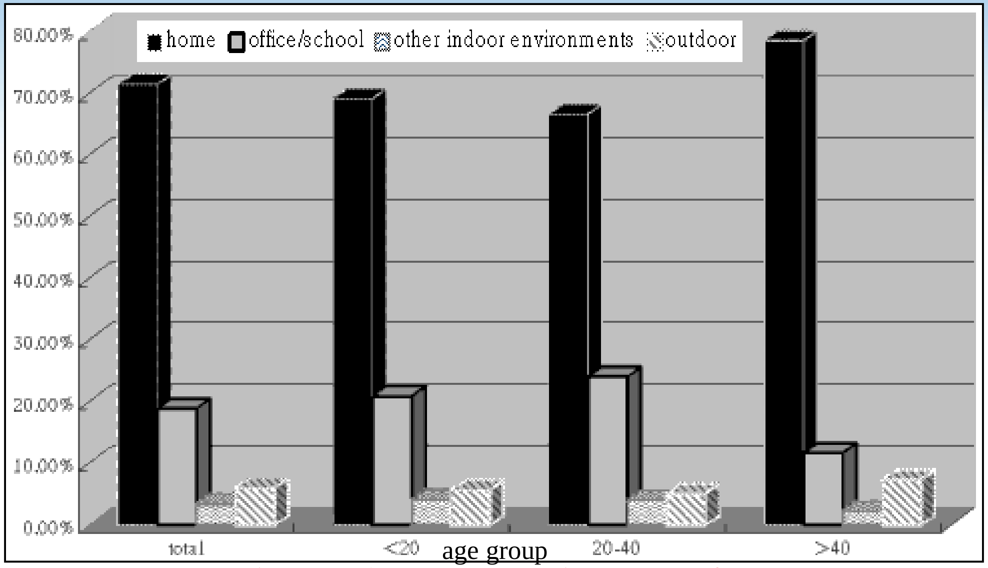
參、室內主要空氣污染物來源

- ◇ 都會區民眾居住的曝露行為
- ◇ 潛在的室內空氣污染物來源
- ◇ 室內空氣污染物來源之分類
- ◇ 共通性室內空氣污染物與成因

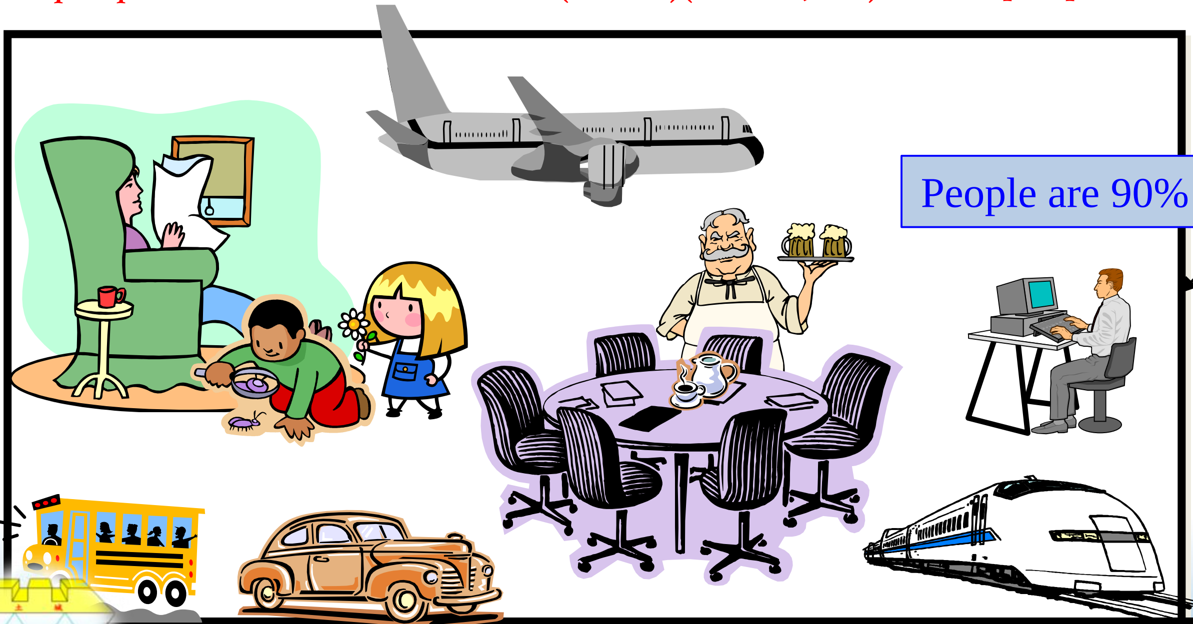
◆都會區民眾居住的曝露行為！



People spend most of their time indoors (>86.9%)(US EPA,1994)



People spend most of their time indoors (>90%)(WHO,2000)



Total exposure

People are 90% indoors

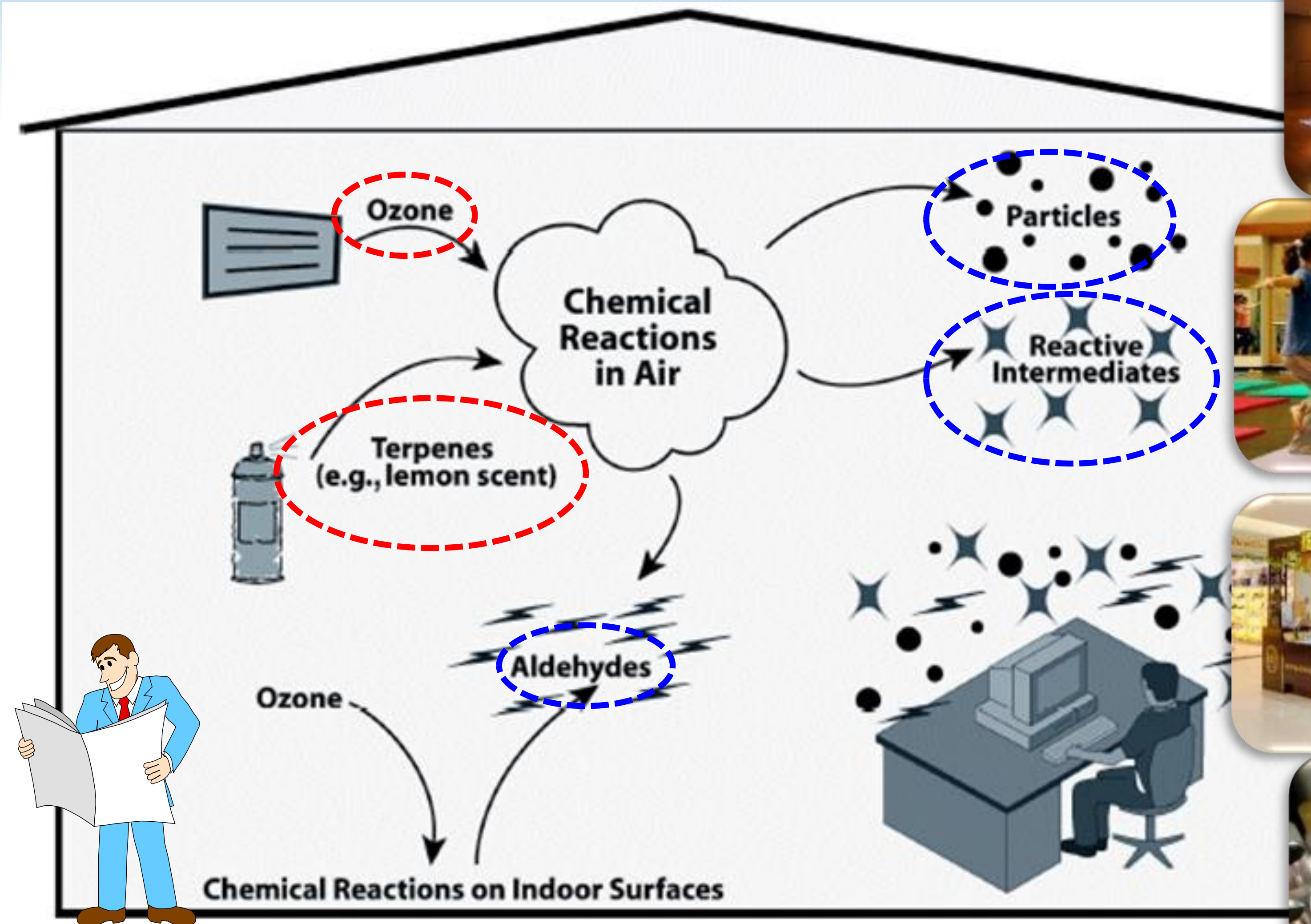
and 10% outdoors

圖3-1 都會區居民生活型態(食、衣、住、行、娛樂)室內、外曝露時間比

圖3-2 密閉不通風的辦公大樓造成的病態大樓症候群

◆潛在的室內空氣污染物來源

圖3-3 辦公室內潛在的室內、外空氣污染物來源



韻律教室

化粧品專櫃

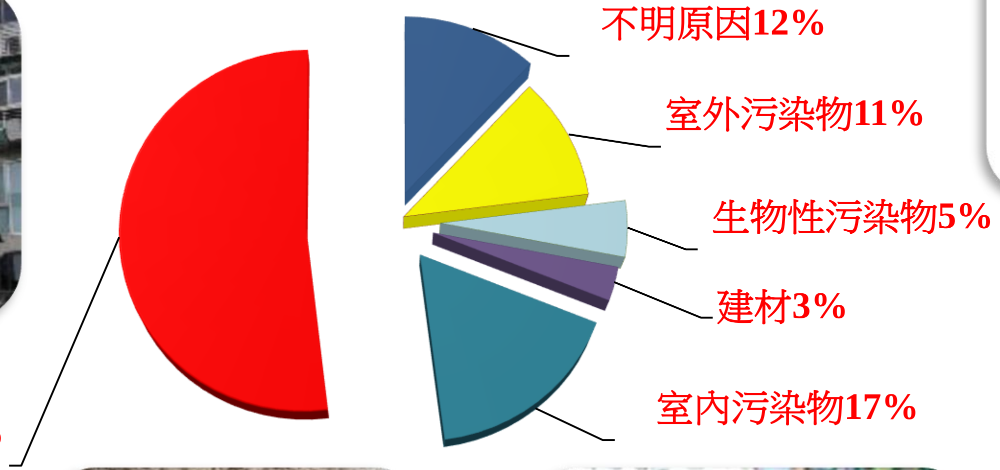
- 因臭氧前驅物(primary initiator)的存在所產生的化學反應

圖3-4 辦公室潛在的衍生性空氣污染物

◆室內空氣污染物來源之分類

- 根據行政院環境保護署「室內空氣品質資訊網」105年的更新資訊，影響室內環境空氣品質的主要污染源可分為八大類：「室外空氣污染源」、「室內燃燒源」、「油漆及塗料」、「建築材料」、「清潔產品」、「辦公室事務機」、「生物性污染物」以及「人類活動」及其他污染來源。
- 依據「美國國家職業安全及健康協會(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)」室內空氣品質問題的調查，室內主要污染物歸納為：「外氣、室內人員、空調系統、建築材料、事務器具用品以及室內有機物質」等六大主要來源

通風不良



室內燃燒源

電子電器與事務性設備

消費性產品

生物污染物

家具及裝修建材

圖3-5 常見室內空氣污染物來源之類型

◆共通性室內空氣污染物與成因

- 室內空氣污染物的種類與成因，雖視建築物的類型與使用行為而有所差異，然常見的共通性污染物成因則大致相似，如下：

① 室內人流過多、隔間過密、天花板淨高度不足且通風換氣不良等造成CO_2(≧1,000ppm)與細菌(≧1,500CFU/m^3)濃度超標。

② 室內過度裝修或裝修建材與傢俱等採用不當造成HCHO(≧0.08ppm)與TVOC(≧0.56ppm)濃度超標。

③ 廚房、餐廳、鍋爐等燃燒源或停車場廢氣等造成CO(≧9ppm)、$PM_{2.5}$(≧35μg/m^3)與PM_{10}(≧75μg/m^3)濃度超標。

④ 影印機、雷射印表機等事務性機具以及臭氧或靜電等空氣清淨機造成O_3(≧0.06ppm)濃度偏高或超標。

⑤ 漏水、潮濕、盆栽或寵物等造成真菌(≧1,000CFU/m^3)等微生物濃度偏高或超標。

⑥ 廁所、室內車道、廚房等的異味問題。

⑦ 冷卻水塔的退伍軍人菌等問題。

⑧ 空調系統與風管內的積塵、微生物茲生與群聚感染問題。

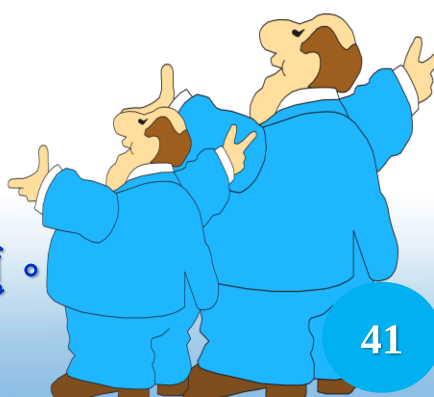


表3-1 建築物常見的主要室內空氣污染物類型與成因

主要空氣污染物	主要成因
二氧化碳(CO_2)	(1)尖峰時段民眾於短時間湧入，成人(70kg)處於日常活動狀態時，每分鐘呼出約1公升CO_2。(2)室內空間狹窄、不流通、淨高度低、室內氣積空間不足。(3)空間過度隔間以及內部櫥櫃、傢俱、設施或器材眾多等而過於擁塞。(4)自然通風不良、未引入新鮮外氣以及空調通風量與通風換氣率(一般每小時至少應有6～8次以上)設計不足。(5)空間存在燃燒行為(烹飪、燒香、吸煙、點蠟燭、燃煤鍋爐等)等污染源。
一氧化碳(CO)、汽油味	(1)室內車道車輛廢氣之排放以及地下室停車場之廢氣逸散。(2)室外汽、機車等交通運輸工具廢氣之引入。(3)汽油與柴油燃料之使用且燃燒不完全。(4)空間存在燃燒行為(烹飪、燒香、吸煙、點蠟燭、燃煤鍋爐等)等污染源。
粒狀污染物(PM_{10}、$PM_{2.5}$)	(1)車輛輪胎與地坪之摩擦以及煞車作用。(2)空間存在燃燒行為(烹飪、燒香、吸煙、點蠟燭、燃煤鍋爐等)等污染源。(3)室內裝修過程石綿、人造礦物纖維等建材之破碎、裁切等施工過程。(4)室內盆栽之植物花粉、寵物過敏原、微生物之細菌、真菌、病毒。(5)空調系統與風管內的積塵等污染源。(6)臨近營建工地施工或廟宇燃燒金紙或鞭炮等污染源。
細菌	(1)尖峰時段民眾大量湧入(正常成人的呼吸作用約產生500～1,500CFU/min，且一般成人身上、皮膚及衣物等所攜帶的菌數超過1億隻)。(2)中央空調系統與管線內部的滋生。(3)發霉之物品或建材表面(如天花板菌斑、地下室或屋頂漏水之壁癌等)。(4)水域空間(如室內游泳池等)潮濕與通風不良。(5)屋頂或地下室漏水、積水、潮濕等空間維護管理問題以及植物表面、寵物等污染源。

表3-1 建築物常見的主要室內空氣污染物類型與成因(續)

主要空氣污染物	主要成因
甲醛(HCHO)	(1)室內裝修建材(木質合板、木質傢俱、隔版、礦纖天花板)與膠結劑使用不當或裝修過度。(2)木製建材、版材與木製廚櫃等使用不當。(3)教學教具等器材使用不當。(4)民生(地墊、芳香劑等)或清潔用品(市售的強力去污劑大多數含有高濃度的甲醛)使用不當。(5)室內美勞、家政、塗裝作業不當。(6)空間存在燃燒行為(烹飪、燒香、拜拜、吸煙、點蠟燭、燃煤鍋爐等)。(7)其它衍生物 (因臭氧與萜烯類碳氫化合物，如檸檬香等香水或香精化學作用所產生)等污染源。
總揮性有機化合物(TVOC)	(1)清潔劑、化妝品、黏著劑、天然氣、油漆、殺蟲劑、香煙以及各式各樣個人保養清潔用品如香水、髮雕等。(2)裝修建材、油漆粉刷、傢俱所溢散出的有機物質。(3)日常所使用的文具、影印機、印表機等機具。(4)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。

一、CO_2(≧1,000ppm)與細菌(≧1,500CFU/m^3)濃度偏高或超標

主要原因：(1)辦公室人數過多或擁擠(成人(70kg)處於日常活動狀態時，每分鐘呼出約1升二氧化碳)；(2)空間狹小、天花板淨高低(≦4m)、氣積容量不足；(3)空間過度隔間或設施、器材眾多等而過於擁塞；(4)空間通風設計不良或未引入新鮮外氣；(5)通風換氣率不足(一般每小時至少應有6～8次以上)；以及(6)空間存在燃燒行為(烹飪、燒香、拜拜、吸煙、點蠟燭、燃煤鍋爐等)等污染源。






圖3-6 辦公室空間較狹小或人數過多而使座位顯得較為擁擠

圖3-7 教室空間狹小、天花板淨高低、氣積容量不足

圖3-8 短時間內湧入大量看診民眾且聚集於相對狹小的密閉空間內

圖3-9 OA辦公桌過於密集、高屏風或天花板淨高度低而不利於對流

圖3-10 物品堆置過多而影響室內氣流的流動

圖3-11 無對外窗或單向開口自然對流與通風效果差

圖3-12 無外氣引入之內循環空調系統

圖3-13 僅採FCU內循環空調系統之民眾閱覽室

二、HCHO(≧0.08ppm)與TVOC(≧0.56ppm)濃度偏高或超標

主要原因：(1)辦公室內裝修建材與膠結劑使用不當或裝修過度；(2)木製建材、版材與木製廚櫃等使用不當；(3)辦公器材使用不當；(4)民生(地墊、芳香劑等)或清潔用品使用不當；(5)辦公室內美勞、家政、塗裝作業不當；(6)空間存在燃燒行為(烹飪、燒香、拜拜、吸煙、點蠟燭、燃煤鍋爐等)；以及(7)其它衍生物等污染源。

圖3-14 室內裝修建材(膠結)使用不當、裝修過量或美勞作業

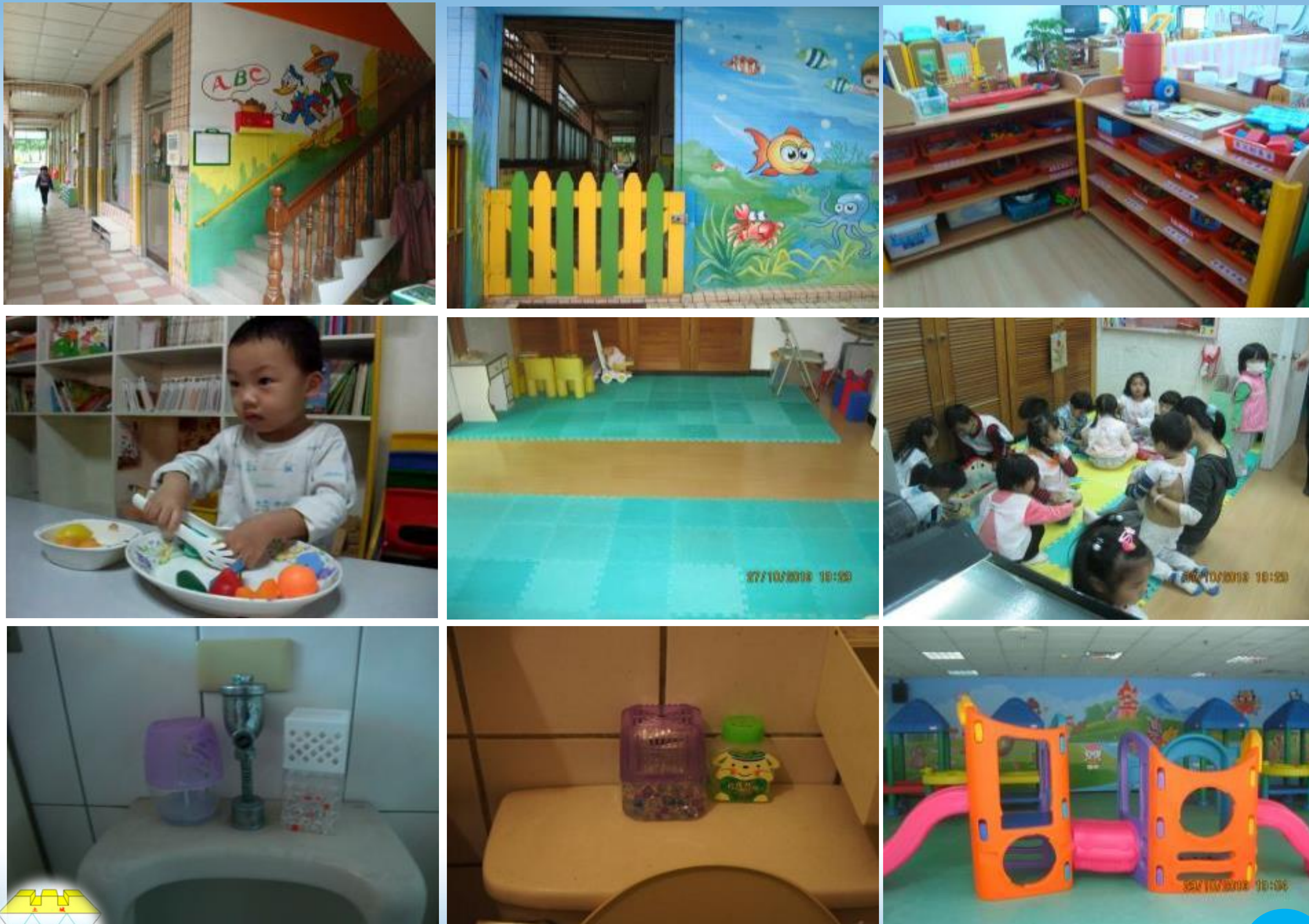


圖3-15 塗裝、教具與遊戲器材使用不當以及芳香劑等用品的使用

三、O_3(≧0.06ppm)濃度偏高或超標

主要原因：(1)辦公影印機或雷射印表機等事務性機具的不當使用；(2)臭氧空氣清淨機的使用；(3)靜電、負離子或紫外光燈空氣清淨機的不當使用；以及(4)來自室外的干擾

圖3-16 影印機或臭氧機等事務性機具之不當使用

四、真菌(≧1,000CFU/m³)濃度偏高或超標

主要原因：(1)牆壁、屋頂、窗台或梯腳板漏水；(2)矽酸鈣天花板內部管線或FCU漏水造成天花板鼓脹與菌斑叢生；(3)室內觀花性盆栽；以及(4)來自室外(如：花圃等)的干擾

圖3-17 室內潮濕、漏水等現象易形成真菌過高的現象

五、$PM_{2.5}$(≧35μg/m^3)、PM_{10}(≧75μg/m^3)、CO(≧9ppm)濃度偏高或超標

主要原因：(1)室內燃燒行為(如：烹飪、取暖、燒香、點蠟燭等)；(2)抽煙及二手煙；(3)建材破碎或裁切等裝修過程；(4)地下室停車場廢氣；以及(5)來自室外(如：大馬路、鐵路旁或營建工地等)的干擾。

圖3-18 室內燃燒、車輛廢氣以及二手菸的危害

肆、室內空氣污染物治理方案

- ◇整體治理五大面向
- ◇室內空氣品質改善之優先順位
- ◇污染物之源頭減量

◆整體治理五大面向

圖4-1 室內空氣品質整體治理策略之完整拼圖

圖4-2 室內空氣品質整體治理策略之五大面向

◆室內空氣品質改善之優先順位

- 確保良好室內空氣品質的五大要素：<u>源頭減量(控制源頭)</u>→<u>通風換氣(整體強化或改善措施)</u>→<u>空氣淨化設備(局部強化或改善措施)</u>→<u>植物淨化(局部強化或改善措施)</u>→<u>良好的日常自主維護管理計畫</u>

圖4-3 室內空氣品質治理上的優先順序

◆污染物之源頭減量

圖4-4 室內空氣污染物源頭減量的措施

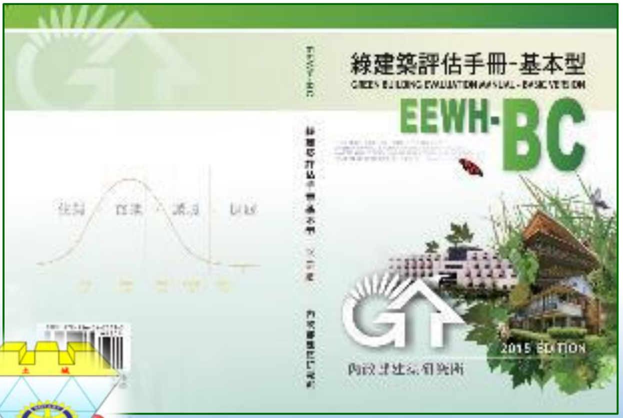
一、利用綠建築設計—室內環境指標

- 台灣綠建築評定指標(EEWH)共有九項(兩項強制、兩向任選，至少須通過四項以上)：

表4-1 我國綠建築標章系統

四大範疇 Four aspects	九大指標 Nine indicators	與地球環境關係 Eenvironmentally related 氣候 Climate	水 Water	土壤 Soil	生物 Biology	能源 Energy	資材 Resource
生態 Ecology	生物多樣性 (Biodiversity)	★	★	★	★		
	綠化量 (Greenery)	★	★	★	★		
	基地保水 (Soil water content)	★	★	★	★		
節能 Energy saving	日常節能(Energy saving)	★				★	
減廢 Waste reduction	二氧化碳減量(CO_2 emission)			★		★	★
	廢棄物減量(Waste reduction)			★			★
健康 Health	室內環境(Indoor environment)						
	水資源(Water resource)	★	★				
	污水垃圾改 (Sewage & garbage improvement)		★		★		★

源頭減量



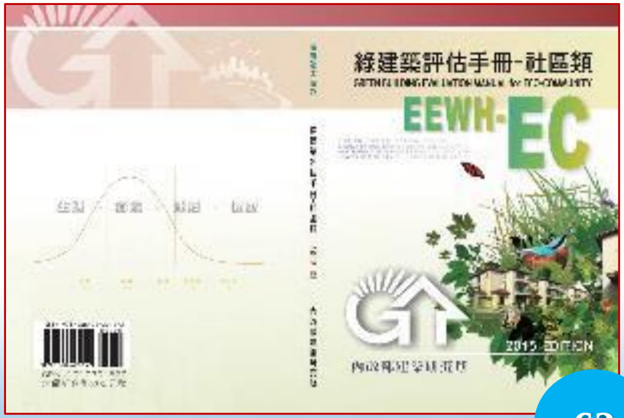


表4-2　綠建築室內環境指標評分表(2015年版綠建築評估手冊—基本型)

大項	小項	對象	評分判斷	查核		小計	比重	加權得分
音環境		外牆、分界牆(*1)	下列三項，擇一計分： ・單層牆：RC牆含粉刷厚度dw≧20cm ・雙層板牆：雙層牆板間距da1≧5cm，內填密度24K以上玻璃棉或岩棉厚度dw≧5cm，且雙層實心面板總厚度db≧4.8cm ・檢附牆板隔音性能証明Rw≧55dB (*2)	A1=30	A=	X1=A+B+C=	Y1=0.2	X1xY1 =
			下列三項，擇一計分： ・單層牆：RC牆含粉刷厚度dw≧15cm、磚牆含粉刷厚度≧24cm ・雙層板牆：雙層牆板間距da1≧10cm，內填密度24K以上玻璃棉厚度(dw)≧5cm，且雙層實心面板總厚度db≧2.4cm ・檢附牆板隔音性能証明 Rw≧50dB (*2)	A2=20				
			・牆板構造條件未達A1、A2標準者	A3=10				
		窗	下列三項，擇一計分： ・符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$, *3)且玻璃厚度≧10mm ・符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$, *3)之雙層窗，窗間距da2≧20cm且玻璃厚度≧5mm ・檢附窗戶隔音證明Rw≧40dB (*2)	B1=35	B=			
			下列三項，擇一計分： ・符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$, *3)且玻璃厚度≧6mm ・符合氣密性8等級(($8m^3/hm^2$, *3)之雙層窗，窗間距da2≧20cm且玻璃厚度≧5mm ・檢附窗戶隔音證明Rw≧35dB (*2)	B2=25				
			下列三項，擇一計分： ・符合氣密性8等級($8m^3/hm^2$, *3)且玻璃厚度≧8mm ・符合氣密性8等級($8m^3/hm^2$, *3)之雙層窗，窗間距da2≧10cm且玻璃厚度≧5mm ・檢附窗戶隔音證明Rw≧30dB (*2)	B3=15				
			窗構造條件未達B1、B2、B3標準者	B4=10				
		樓板	下列四項，擇一計分： ・RC樓板版厚度(df)≧15cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧20 dB (*4) ・RC樓板厚度(df)≧18cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧17 dB (*4) ・鋼承板式RC樓板厚度(df) ≧19cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧20 dB (*4) ・檢附樓板衝擊音之隔音等級Ln,w≦55dB (*4)	C1=35	C=			
			下列四項，擇一計分： ・RC樓板版厚度(df)≧15cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧15 dB (*4) ・RC樓板厚度(df)≧18cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧12 dB (*4) ・鋼承板式RC樓板厚度(df) ≧19cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧15 dB (*4) ・檢附樓板衝擊音之隔音等級 Ln,w≦60dB (*4)	C2=25				
			下列四項，擇一計分： ・RC樓板版厚度(df)≧15cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧10 dB (*4) ・RC樓板厚度(df)≧18cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧7 dB (*4) ・鋼承板式RC樓板厚度(df) ≧19cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧10 dB (*4) ・檢附樓板衝擊音之隔音等級Ln,w≦65dB (*4)	C3=15				
			・RC、鋼構複合樓板厚度(df)<15cm或木構造樓板	C4=10				

大項	小項	對象	評分判斷	查核		小計	比重	加權得分
音環境		外牆、分界牆(*1)	下列三項，擇一計分： ・單層牆：RC牆含粉刷厚度dw≧20cm ・雙層板牆：雙層牆板間距da1≧5cm，內填密度24K以上玻璃棉或岩棉厚度dw≧5cm，且雙層實心面板總厚度db≧4.8cm ・檢附牆板隔音性能証明Rw≧55dB (*2)	A1=30	A=	X1=A+B+C=	Y1=0.2	X1xY1 =
			下列三項，擇一計分： ・單層牆：RC牆含粉刷厚度dw≧15cm、磚牆含粉刷厚度≧24cm ・雙層板牆：雙層牆板間距da1≧10cm，內填密度24K以上玻璃棉厚度(dw)≧5cm，且雙層實心面板總厚度db≧2.4cm ・檢附牆板隔音性能証明 Rw≧50dB (*2)	A2=20				
			・牆板構造條件未達A1、A2標準者	A3=10				
		窗	下列三項，擇一計分： ・符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$, *3)且玻璃厚度≧10mm ・符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$, *3)之雙層窗，窗間距da2≧20cm且玻璃厚度≧5mm ・檢附窗戶隔音證明Rw≧40dB (*2)	B1=35	B=			
			下列三項，擇一計分： ・符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$, *3)且玻璃厚度≧6mm ・符合氣密性8等級(($8m^3/hm^2$, *3)之雙層窗，窗間距da2≧20cm且玻璃厚度≧5mm ・檢附窗戶隔音證明Rw≧35dB (*2)	B2=25				
			下列三項，擇一計分： ・符合氣密性8等級($8m^3/hm^2$, *3)且玻璃厚度≧8mm ・符合氣密性8等級($8m^3/hm^2$, *3)之雙層窗，窗間距da2≧10cm且玻璃厚度≧5mm ・檢附窗戶隔音證明Rw≧30dB (*2)	B3=15				
			窗構造條件未達B1、B2、B3標準者	B4=10				
		樓板	下列四項，擇一計分： ・RC樓板版厚度(df)≧15cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧20 dB (*4) ・RC樓板厚度(df)≧18cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧17 dB (*4) ・鋼承板式RC樓板厚度(df) ≧19cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧20 dB (*4) ・檢附樓板衝擊音之隔音等級Ln,w≦55dB (*4)	C1=35	C=			
			下列四項，擇一計分： ・RC樓板版厚度(df)≧15cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧15 dB (*4) ・RC樓板厚度(df)≧18cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧12 dB (*4) ・鋼承板式RC樓板厚度(df) ≧19cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧15 dB (*4) ・檢附樓板衝擊音之隔音等級 Ln,w≦60dB (*4)	C2=25				
			下列四項，擇一計分： ・RC樓板版厚度(df)≧15cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧10 dB (*4) ・RC樓板厚度(df)≧18cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧7 dB (*4) ・鋼承板式RC樓板厚度(df) ≧19cm，其上加設固定式表面緩衝材△Lw≧10 dB (*4) ・檢附樓板衝擊音之隔音等級Ln,w≦65dB (*4)	C3=15				
			・RC、鋼構複合樓板厚度(df)<15cm或木構造樓板	C4=10				

表4-2　綠建築室內環境指標評分表（續）

大項	小項	對象	評分判斷	查核		小計	比重	加權得分
光環境	自然採光空間	所有建築類型之玻璃透光性	・清玻璃或淺色low-E玻璃等（可見光透光率0.6以上）	D1=20	D=	X2=D+E+F=	Y2=0.2	X2xY2=
			・色版玻璃等（可見光透光率0.3~0.6）	D2=15				
			・低反射玻璃等（可見光透光率0.15~0.3）	D3=10				
			・高反射玻璃等（可見光透光率0.15以下）	D4=5				
		辦公、研究、實驗、臥房、病房、客房等居室空間，以	・0.9≦NL	E1=60	E=			
			・0.8≦NL<0.9	E2=40				
		NL						
		上述以外空間						
	人工照明		所有空間照明光源 [illegible] 隔柵、燈罩或類似設施	F1=20	F=			
		辦公、閱覽室、圖書室、教室等空間	・所有居室空間照明 [illegible] 有防眩光隔柵、燈					
		上述用途以外空間之照明						
通風換氣環境	可自然通風型空間	全年或季節性採自然通風之空間部分（面積為Af1），以自然通風潛力VP(*7)指標評估。	・0.8≦VP	G11=100	G1=	X3=(G1xAf1+G2xAf2)/(Af1+Af2)=	Y3=0.3	X3xY3=
			・0.7≦VP<0.8	G12=80				
			・0.6≦VP<0.7	G13=60				
			・0.5≦VP<0.6	G14=40				
			・VP<0.5	G15=10				
	全年空調型空間	全年以空調為主的密閉空調之居室部分（面積為Af2）	・所有居室空間設有新鮮外氣供應系統者（需提出外氣引入風管系統圖說）	G21=100	G2=			
			・80%以上居室空間設有新鮮外氣供應系統者（需提出外氣引入風管系統圖說）	G22=80				
			・60%以上居室空間設有新鮮外氣供應系統者（需提出外氣引入風管系統圖說）	G23=60				
			・40%以上居室空間設有新鮮外氣供應系統者（需提出外氣引入風管系統圖說）	G24=40				
			・低於40% 居室空間設有新鮮外氣供應系統者	G25=20				

家徒四壁的建築物最健康

天然建材的建築物最健康

大項	小項	對象	評分判斷	查核		小計	比重	加權得分
室內建材裝修	整體裝修建材	一般建築主要居室空間	・基本構造裝修量（全面以簡單粉刷裝修牆面與天花，或在有消防管線下以簡單平頂天花裝修，或簡單照明系統天花裝修者）	H1=40	H=	X4=H+I=	Y4=0.3	X4xY4=
			・少量裝修量（七成以上天花或牆面未被板材裝潢裝修者）	H2=30				
			・中等裝修量（五成以上天花或牆面未被板材裝潢裝修者）	H3=20				
			・大量裝修量（七成以上天花及牆面被板材裝潢者）	H4=0				
		展示、商場、劇院、演藝廳等特殊裝修需求空間	・不予評估	H5=24				
	綠建材	綠建材使用率（*8，附計算或說明）	・Rg（*9）≧ Rgc +15%	I1=60	I=			
			・Rgc +15% ＞ Rg ≧ Rgc +10%	I2=45				
			・Rgc +10% ＞ Rg ≧ Rgc +5%	I3=30				
			・Rgc +5%＞ Rg ≧Rgc	I4=20				
			・裝修毫無採用綠建材或Rg ＜ Rgc	I5=10				
	其他生態建材(優惠得分)（附計算或說明）	接著劑	・50%以上接著劑數量採用綠建材	J=20	J=	X5=J+K L+M+N+O=	Y5=0.2	X5xY5=
			・不符以上條件者	J=0				
		填縫劑	・50%以上填縫劑數量採用天然材料	K=20	K=			
			・不符以上條件者	K=0				
		木材表面塗料或染色劑	・50%以上木材表面採用天然保護塗料	L=20	L=			
			・不符以上條件者	L=0				
		電纜線、電線、水電管、瓦斯管線等管材	・50%以上管線以非PVC材料製品替代(如金屬管、陶管)或具有綠建材標章、或環保標章認可之管線	M=20	M=			
			・不符以上條件者	M=0				
		建築外殼及冷水、熱水管之隔熱材	・50%以上隔熱材數量採用天然或再生材料	N=20	N=			
			・不符以上條件者	N =0				
		其他	・使用其他足以證明有益於地球環保之天然建材	O=認定給分	O=			

*1：分界牆包含公眾使用建築空間之分隔牆，如：旅館、醫院等。

*2：依照CNS 15160-3（等同ISO 140-3）測試及依CNS 8465-1（等同ISO 717-1）評定Rw值。

*3：依照"CNS 11527門窗氣密性試驗法"評定氣密性等級。

*4：依照CNS 15160-8（等同ISO 140-8）進行測試及依CNS 8465-2（等同ISO 717-2）評定△Lw值及Ln,w值。

*5：本表所謂"居室"為符合建築技術規則定義之居室。

*6：自然採光性能依據附錄3之「建築物自然採光通風效益與通風空調節能評估規範」計算，請附計算書。

*7：自然通風潛力VP依據附錄3之「建築物自然採光通風效益與通風空調節能評估規範」

・說明：以上開窗皆指戶外門或窗，若有陽台、走廊者，則陽台、走廊深度亦應計算在 算書。

*8：綠建材系指經中央主管建築機關認可符合生態性、再生性、環保性、健康性及高性能之建材，包含：

1.依我國第一類環保標章規格標準，取得環保標章之建材：(1)塑橡膠類再生品、(2)建築用隔熱材料、(3)水性塗料、(4)回收木材再生品、(5)資源化磚類建材、(6)資源回收再利用建材。

2.取得內政部建築研究所認定綠建材標章之建材。

3.其他經中央主管建築機關認定具有同等性能者。

* 9：綠建材用量評估指標Rg＝Ag/A，Rgc為基準值，兩者皆依營建署公告之綠建材設計技術規範計算。

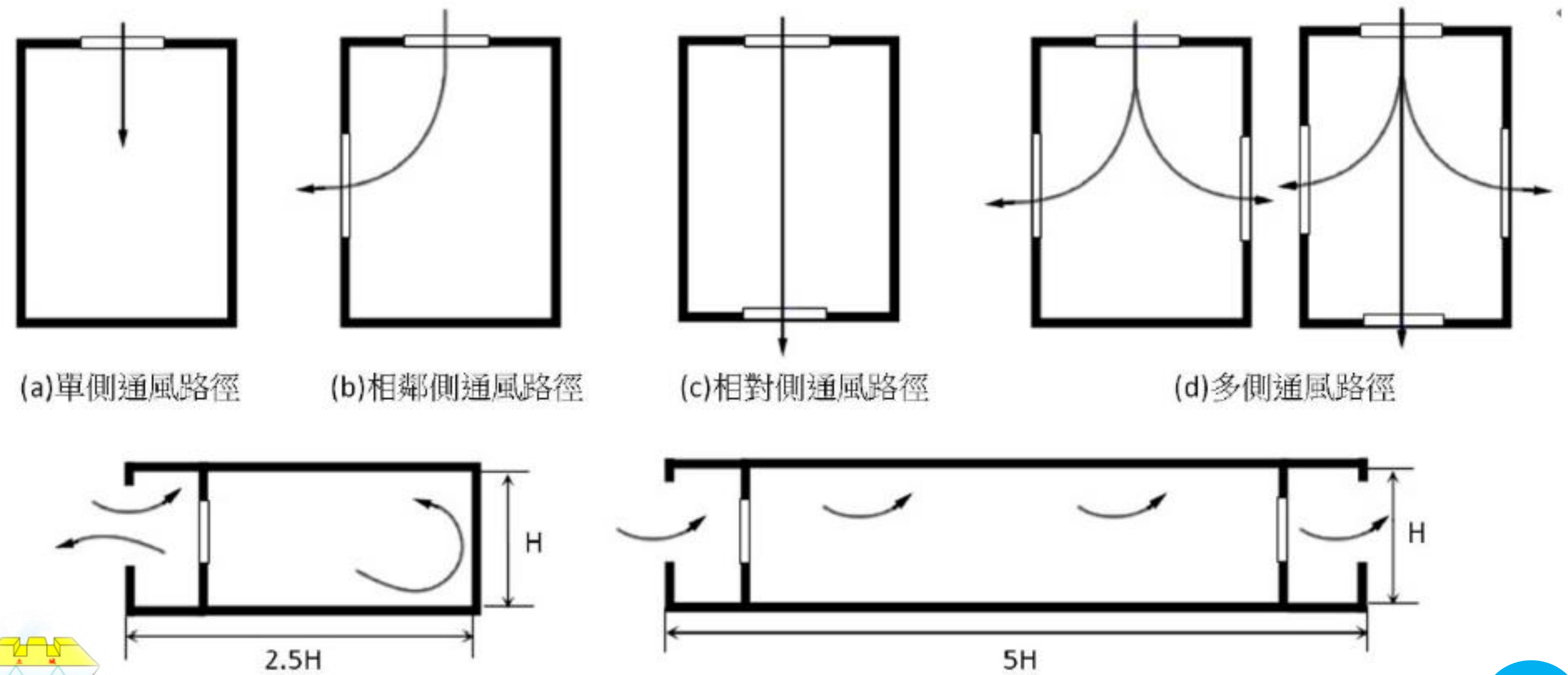


圖4-5　開窗方式與通風路徑之定義

二、採用健康綠建材標章之建材

家徒四壁的建築物最健康

(摘自邵文政，2007)

衛福部最新通報與統計資料(2018)：
國人每5.1分鐘即有一人罹患癌症

「健康綠建材」分級制度

- 新制定的「健康綠建材標章」加入分級制度，依據「TVOC（BTEX）及甲醛逸散速率」，逸散分級分為：**E1逸散**、**E2逸散**、**E3逸散**，其中E1等級為逸散速率最低者，於2012年1月1日已正式實施。

E1:TVOC-(小於0.005mg/m^2・hr)、
甲醛- (小於0.005mg/m^2・hr)

E2:TVOC-(0.005~0.1mg/m2 ・ hr)
甲醛- (0.0005~0.02mg/m2 ・ hr)

E3:TVOC-(0.1~0.19mg/m2 ・ hr)
甲醛-(0.02~0.08mg/m2 ・ hr)

一般通則-低逸散規定
經認定有TVOC及甲醛逸散之虞者
TVOC<(0.19mg/m^2 ・ hr)、
甲醛< (0.08mg/m^2 ・ hr)

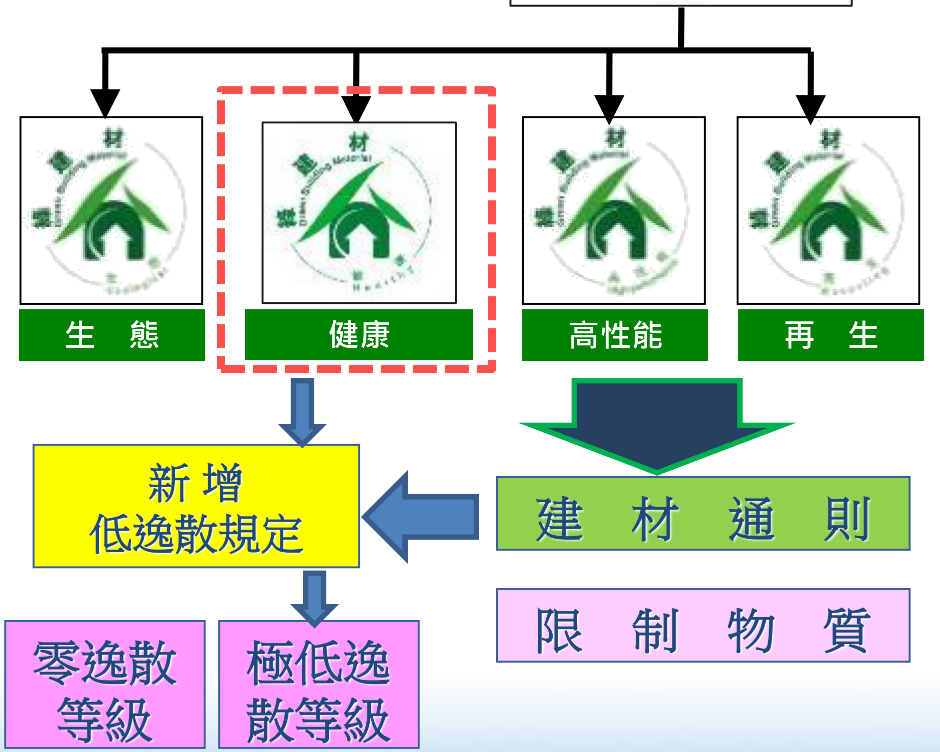


圖4-6 健康綠建材分級制度

建築選材及通風管理不佳案例分享

案例1：裝潢完成3年之住家(未選用低污染標章建材產品)

◆潛在問題:

1.裝修建材未選用綠建材標章產品。

2.裝修完成3年内未有開窗通風習慣。

◆ 改善方式:

室内開窗通風後，甲醛濃度降低。

通風狀態	甲醛測值
通風前	0.996
通風後	< 0.01
IAQ標準	0.08 ppm

案例2：新裝潢辦公室(選用低污染標章建材產品，但未適時通風換氣)

◆潛在問題:

裝修完成3個月内，未有開窗通風習慣。

◆ 改善方式:

室内開窗通風後，甲醛濃度降低。

通風狀態	甲醛測值
通風前	0.4~1.6
通風後	< 0.01
IAQ標準	0.08 ppm

綠建材的迷思！！綠建材僅是代表有較低的HCHO與TVOC逸散，而不是選綠建材就能完全沒有HCHO與TVOC，重點仍在少裝修、多通風。

三、採用環保標章之民生用品

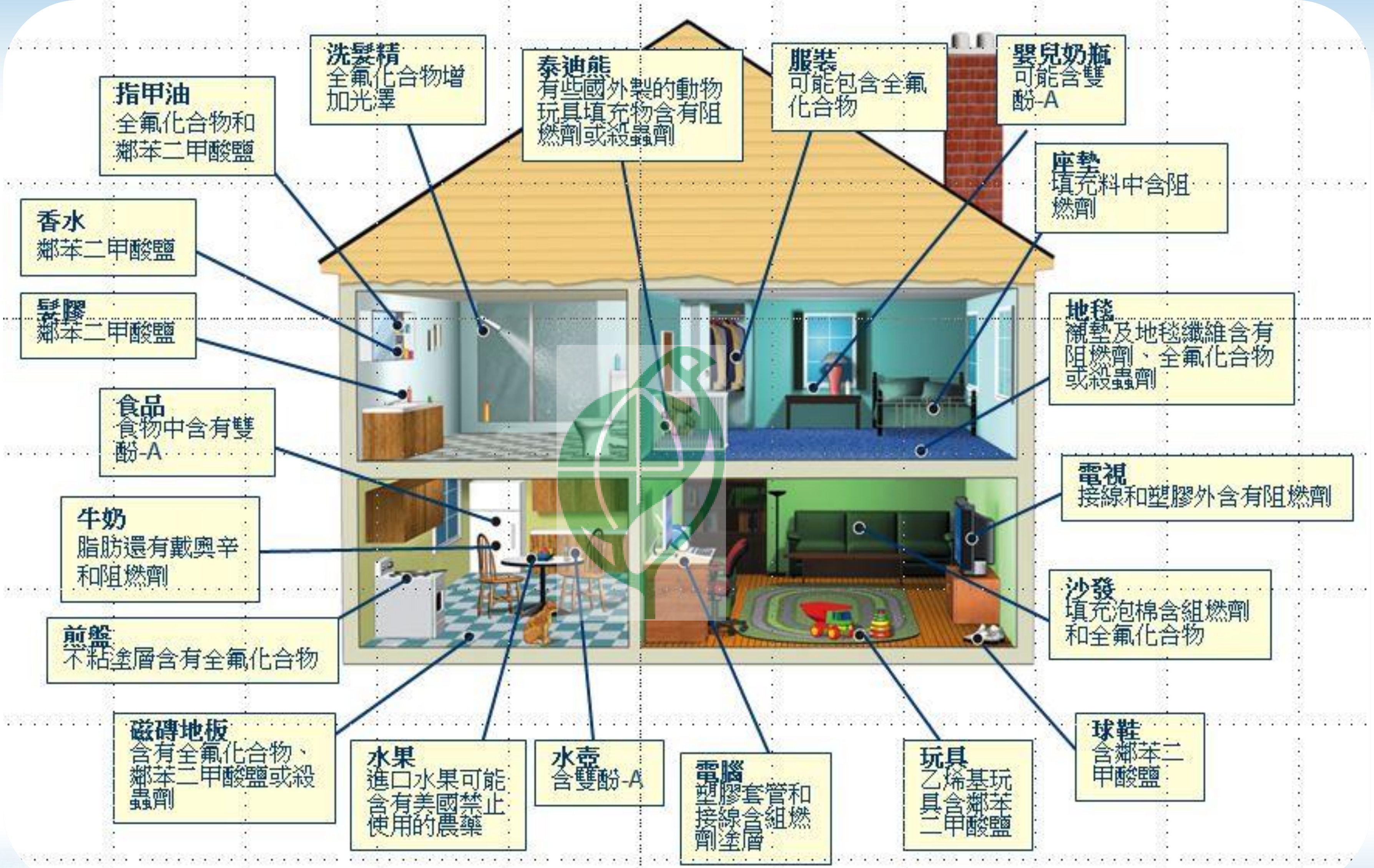


圖4-7 室內潛藏著可能的污染來源與其污染物類型

◆自民國82年2月15日公告第一批產品環保標章規格標準起，迄今已有14大類產品類別，超過1百多種產品項目。

表4-3 我國環保標章產品類別與產品項目之彙整

產品類別	產品項目(相關產品)
(OA)辦公室用具產品類	使用回收紙之辦公室自動化(OA)用紙(報表紙、影印紙)、墨水筆(標記筆、油性球鋒筆、鋼筆、膠狀墨水鋼珠筆、水性鋼珠筆、螢光筆、白板筆)、印刷品(期刊、雜誌、書籍、廣告紙)、水性油墨(水性油墨、原子印油)、植物油墨(張頁式平版印刷、輪轉式平版及新聞紙印刷油墨)、數位複印機(數位複印機、快速印刷機)、數位複印機油墨(數位複印機油墨)、紙製膠帶(紙膠帶)、辦公室用桌、辦公室用椅
工業類	乾式變壓器(模鑄式變壓器、非晶質樹脂型乾式變壓器)、電線電纜(電線、電纜)、變壓器(油浸式變壓器、非晶質變壓器、亭置式變壓器、密封型桿上變壓器)
日常用品類	無汞電池(錳乾電池、鹼錳電池)、布尿片(尿布)、重填物之包裝或容器(補充包)、可重複使用之購物袋(手提式、背包式各式環保購物袋)、電動機車、屋外即熱式燃氣熱水器(瓦斯熱水器)、木製傢俱(藥櫃、實驗櫃、病歷櫃、書桌、床組)、木製玩具、小汽車(小客車、客貨車)、床墊(乳膠床墊、記憶筒床墊、彈簧床墊)、瓦斯台爐、機車(機車、摩托車)、重複使用飲料容器(飲料杯、飲料壺、隨手杯、環保杯、保溫杯、燜燒杯、保溫壺、保溫罐)、家庭用紙（面紙、餐巾紙、廚房紙巾）、轎車用輪胎、抽油煙機、滅火器、地毯
可分解產品類	使用農業資源之產品(可分解環保餐具、玉米澱粉食品容器、玉米澱粉包裝材)、生物可分解塑膠(生鮮托盤、食品盒、餐具、育苗穴盤、購物袋 、垃圾袋、堆肥袋、背心袋、塑膠袋、廚餘袋、環保袋、冷飲杯蓋)
有機資材類	堆肥(肥料)、塑膠類藥用輸液容器(點滴袋、點滴瓶)
利用太陽能資源	使用太陽能電池之產品(太陽能燈具、太陽能手錶)
服務類	旅館業(觀光旅館、一般旅館、民宿、商務旅館、山莊、會館、汽車旅館)、洗衣業(提供客戶衣物等紡織品水洗及乾洗服務之洗衣廠)、平版印刷業(提供平版印刷設備及服務之印刷廠)、旅行業(提供旅行服務之旅行社)、餐館業(提供餐飲服務之餐館)、清潔服務業(提供建築物內清潔服務之業者)、汽車租賃業(提供小客車或小貨車租賃服務之業者)、洗車服務業(提供汽車美容洗車服務之業者)
建材類	卜特蘭高爐水泥(卜特蘭高爐水泥、高爐水泥地質改良材)、建築用隔熱材料(玻璃隔熱棉、發泡塑膠隔熱材、岩棉複層鋼板)、水性塗料(乳膠漆、水泥漆、防水膠、壓克力面材)、窯燒類資源化建材(磁磚、地磚、紅磚、壁磚、面磚、排水磚、隔熱磚、透水磚)、自然循環式太陽能熱水器(太陽能熱水器)、非窯燒類資源化建材(透水磚、植草磚、磨石子地磚、級配料、高壓混凝土磚、矽酸鈣板、水泥磚)、油性塗料(油漆、防水材、運動場所鋪設材)、塑膠類管材(自來水管、污水管、瓦斯管)、活動隔牆(活動隔牆、隔板)、空氣源式熱泵熱水器、黏著劑
省水產品類	二段式省水馬桶、省水龍頭及其器材配件(水龍頭、省水閥、節流器、起泡器)、馬桶水箱用二段式省水器(沖水凡而、沖水器)
省電產品類	省電燈泡及燈管(PL燈管、省電燈泡)、螢光燈啟動器、螢光燈管(日光燈管、T5燈管、紫外線濾除燈)、空調系統冰水主機(冰水空調機組)、開飲機、飲水供應機(飲水機)、貯備型電熱水器、出口標示燈及避難方向指示燈、貯備型電開水器、烘手機(烘手機、乾手機)、發光二極體（LED）燈泡
家電產品類	洗衣機、電冰箱、冷氣機(分離式冷氣機、窗型冷氣機)、除濕機、家用微波爐、電視機、充電電池(鋰電池、鎳氫電池)、手持式頭髮吹風機(吹風機)、電熱式衣物烘乾機(烘乾機)、電磁爐、電風扇(電扇、吊電扇、通風電扇、立地電扇、自動旋轉吊電扇、箱型電扇、室用通風電扇)、電鍋(電鍋、電子鍋)、用戶電話機(室內電話機)、電熱水瓶、空氣清淨機、電熱水壺
清潔產品類	家用清潔劑(洗衣粉、冷洗精、洗衣精、洗碗精、洗潔精、衛浴清潔劑、玻璃清潔劑、廚房清潔劑、地板清潔劑、洗衣皂、洗碗皂、洗衣槽去污劑)、肌膚毛髮清潔劑(洗髮精、洗髮乳、沐浴乳、洗手乳、洗面乳、潤髮乳、寵物洗毛乳、香皂、化妝皂)、工商業用清潔劑
資訊產品類	電腦主機、顯示器(顯示器、液晶螢幕)、列印機(列印機、印表機)、電腦滑鼠、電腦鍵盤、筆記型電腦(筆記型電腦、平板電腦)、桌上型個人電腦(桌上型個人電腦、All-in-one電腦)、原生碳粉匣、影像輸出裝置(傳真機、黑白影印機、多功能事務機)、可攜式投影機、視訊媒體播放機(錄放影機、DVD錄放機、VCD/DVD播放機、VCR-DVD兩用機、音響-DVD兩用機)、掃描器、數位攝影機、墨水匣(噴墨墨水匣)、外接式硬碟、不斷電系統
[illegible]產品類	回收塑橡膠再生品(橡膠粉、橡膠墊、塑膠製品、再生棉、水溝蓋、一體成形桌椅、流動廁所、安全地墊、瑜珈墊、警示三角錐及各式塑橡膠製品)、使用回收紙之衛生用紙(衛生紙、擦手紙)、使用再生紙之紙製文具及書寫用紙(檔案夾、信封、信紙、記事本、便條紙)、使用回收紙之包裝用品(瓦楞紙箱、紙棧板、美粧紙箱、灰紙板、紙管紙)、回收木材再生品(粒片板、密集板)、回收玻璃再生品(玻璃罐、玻璃瓶、玻璃磚、玻璃杯、玻璃珠)、回收再生紡織品(寶特瓶再生聚酯纖維、毛巾、床單、袋子、服飾、圍裙)、回收再利用碳粉匣(單純碳粉匣、感光鼓匣或包含感光鼓之碳粉匣)、食品包裝用塑膠薄膜(保鮮PE膜、耐熱袋)、重複使用之飲料與食品容器(飲用水瓶)、塑膠發泡包裝材(發泡填充材料)、生質柴油、再生塑膠薄膜製品(背心袋、垃圾袋、塑膠袋)、生質燃[illegible]

圖4-8 辦公室選用環保白板筆改善傳統白板筆的VOCs污染

四、源頭減量之建築維護管理措施

移除室內污染源 → 修改室內污染源 → 改變室內污染源 → 設置污染警報及應變機制

移除室內污染源

◆**移除污染源**

1) 室內禁菸。
2) 避免室內燃燒。
3) 避免使用高揮發性的VOCs各式消費產品或清潔劑。
4) 拆除過度的裝潢，拆除阻礙空氣流動的隔間。
5) 拆除建築物中的石綿。
6) 打掃保持環境清潔，增加打掃廁所及茶水間的頻率。

◆**但有時不一定可行，如：辦公室不可能為了減少VOCs而將事務機移除，此時就需其他控制方法。**

修改室內污染源

◆**修改污染源**

藉設計或修改軟硬體來減低排放率，以阻隔或密封方式圍堵污染物逸散，如：

1)圍堵石綿以避免其暴露。
2)修補漏水及壁癌。
3)瓦斯熱水器應裝在戶外，否則應加裝強制排氣。
4)以電爐、電磁爐代替瓦斯爐、碳火爐。
5)廁所以加強排氣代替使用芳香劑。

◆**集中污染源:**

將污染集中於使用獨立空調或加強通風(抽排風機或自然通風)處，如：

1)影印機集中於一處有獨立空調或通風的房間。
2)吸菸室/茶水間/垃圾間設排氣設備。

改變室內污染源

◆ **減低排放**

1) 限制個人操作可產生污染物器材的時間。
2) 群眾人數尖峰時(如展場、賣場)，應依公共場所空間大小限制進出人數，並改變動線疏導人潮局部集中。
3) 設立禁菸區、戶外吸菸區, 門口室外及外氣入風口也應標為禁菸區。
4) 禁止在車庫熱車及惰轉。
5) 宣導教育消費者及顧客配合。

◆ **減低暴露**

1) 重新安排活動，如在辦公以外時段進行裝潢或消毒、除蟲工作。
2) 重新安置較容易受影響的人員，使遠離令他們出現病徵的範圍。

設置污染警報及應變機制

◆警報器：必要處（如有燃燒源處）裝設污染偵測及警報器。

1) CO偵測警報器：反應燃燒污染如車庫、鍋爐室。
2) CO_2偵測器：反應平時通風狀況。
3) 煙霧偵測器：反應火災。

◆偵測器可連動控制空調系統風扇。

1) CO偵測警報器、煙霧偵測器連動緊急排風系統
2) CO2偵測器連動外氣引入系統。

圖4-9 源頭減量之建築維護管理措施

減少影印量、影印頻率並推動無紙化(○)

減少烹飪次數、時間與頻率並以水煮取代油炸(○)

減少使用量、時間與頻率(○)

移除室內污染源(×)　修改室內污染源(V)　改變室內污染源(○)

圖4-10 源頭減量建築維護管理措施舉例

伍、 室內空氣品質改善實務

- ◇ CO_2濃度偏高之改善措施
- ◇ 裝修HCHO濃度之改善措施
- ◇ 事務性機具O_3污染之改善
- ◇ 廁所異味之改善

◆CO_2濃度偏高之改善措施

一、日常自主維護管理措施

- 長期改善措施往往需逐年編列預算方能逐步進行改善，時程上較為冗長且所費不貲；換言之，在進行長期改善之前，場址仍應有短期的日常維護管理措施或機制以持續地進行改善。
- **室內可透過一天一到兩個時段，如：早上上班(課)前半小時、中午休息時段的半小時或下班後的晚上時段等，<u>適時地短暫開窗以進行外氣之引入並透過自然對流等作用將積蓄在室內的CO_2有機會加以排除</u>。此即不要讓前一天所累積的污染物，成為您今日上班上身體負擔的觀念。**
- 考量<u>透過上班型態或活動的安排</u>，<u>讓一天的活動有在戶外的時段</u>，此時室內空間則可利用此空檔開窗以引入外氣等作法。
- 博物館等展覽空間，可<u>透過人流批次適當交錯的動線安排</u>，避免短時間將大量人流集中於同一空間。



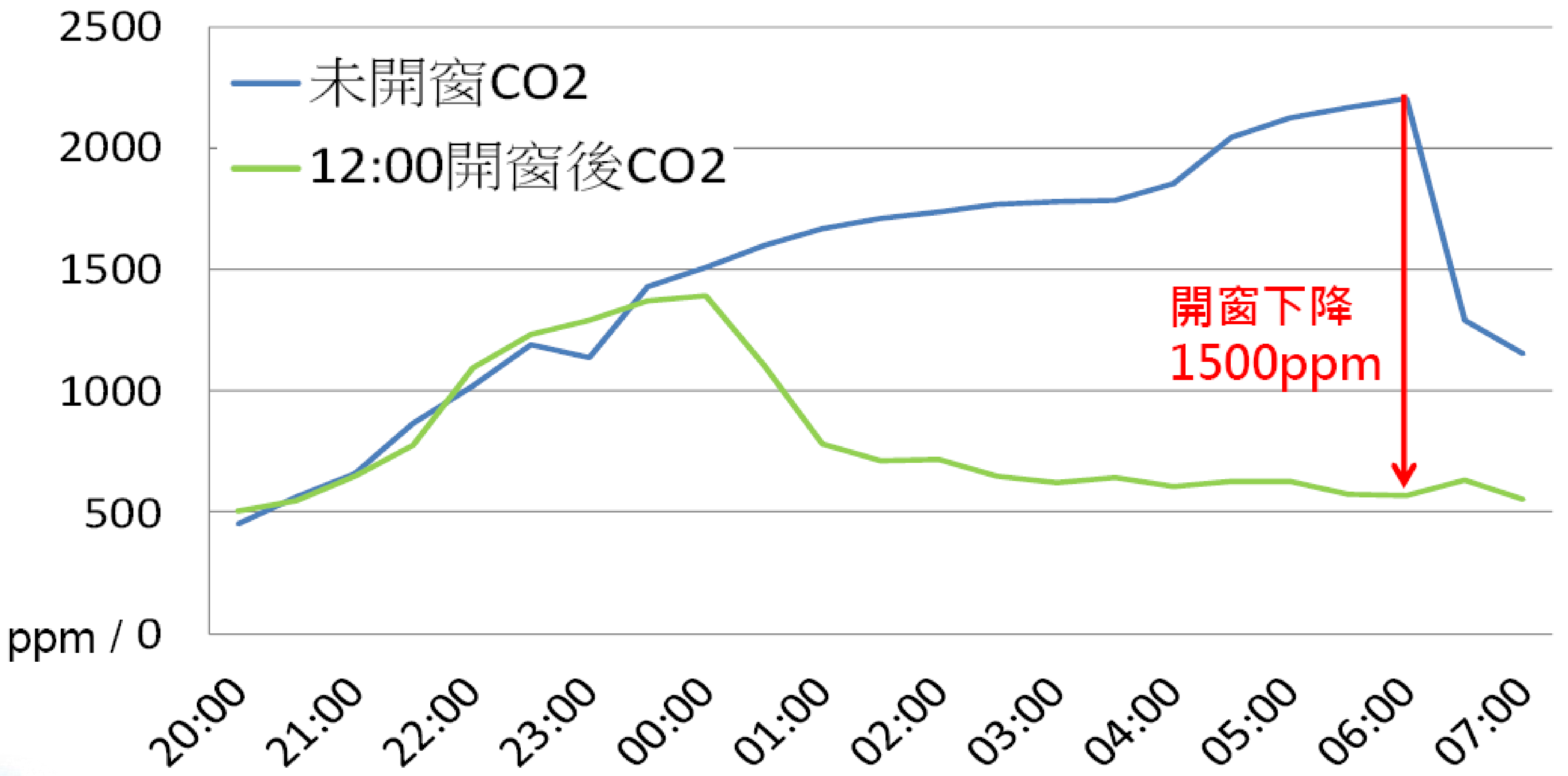


圖5-1 睡眠時房間內的空氣品質CO_2變化(摘自楊峻銘，2017)

圖5-2 使用分離式冷氣期間仍保留小縫隙開窗之通風換氣方式

圖5-3 利用戶外課程安排讓空間有自然通風機會之換氣方式

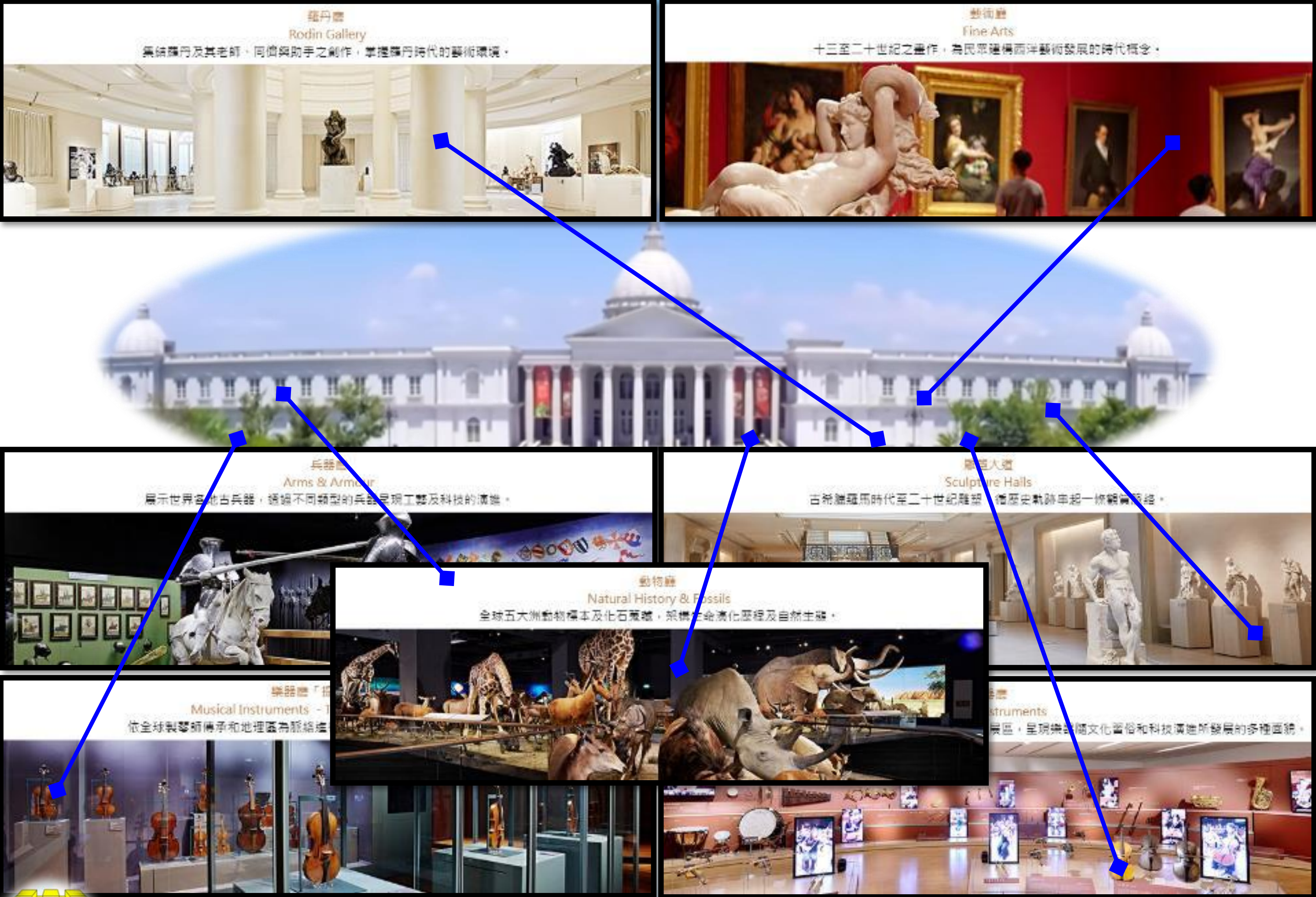
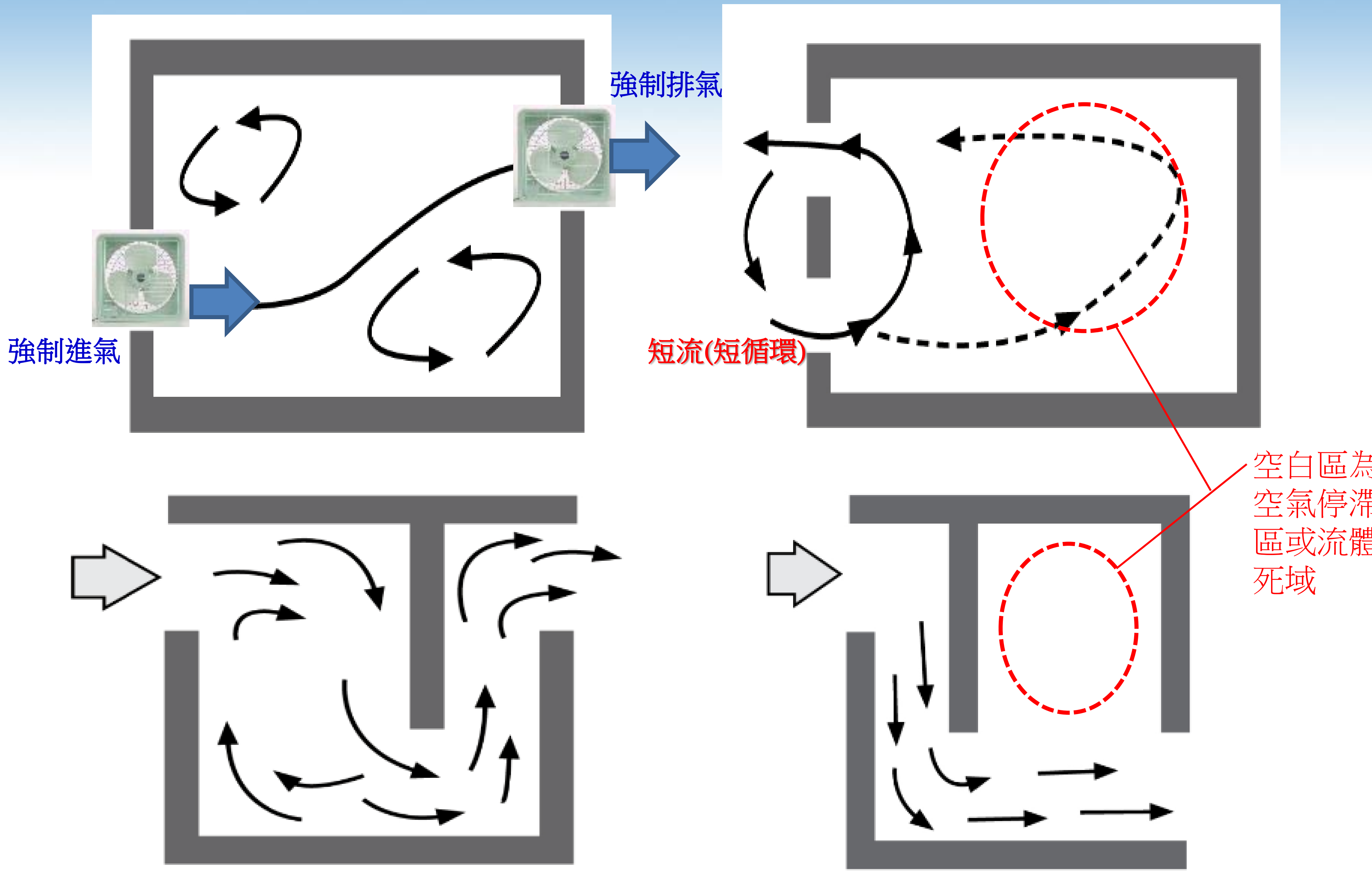


圖5-4 利用適當交錯的動線安排避免短時間大量人流集中之換氣方式

二、工程技術改善措施

- 簡易且節省經費的改善方式：於牆面開口或窗戶上裝設靜音型的風扇設施以適量引入外氣，或引入外氣進入落地型空調箱等作法。
- 節能減碳之改善方式：在既有空調系統前端加設「預冷空調箱(PAH)」、「全熱交換系統(HRV)」或「HRV+PAH系統」等方式以引入新鮮外氣來進行改善。
- 正統之改善方式：若預算與經費允許時，重新改設置全氣式中央空調系統(AHU)的方式，方是解決無外氣的最好與最可行途徑。

圖5-5 利用抽排風扇的簡易通風改善方式



(a)無空氣停滯區或流體死域

(b)產生大量空氣停滯區或流體死域

圖5-6 良好與不良的通風路徑示意圖

圖5-7 引入外氣直接進入落地型空調箱之改善案例

某醫院大樓一樓心臟內科門診民眾等候區採FCU空調系統，未改善前之CO_2濃度高達2336ppm(約125人)。

於該醫院大樓一樓外牆直接增設外氣引入口並經預冷空調箱後送進天花板內之FCU空調系統進行改善，改善後之CO_2濃度已降至650ppm高～880ppm左右(約100～120人)。

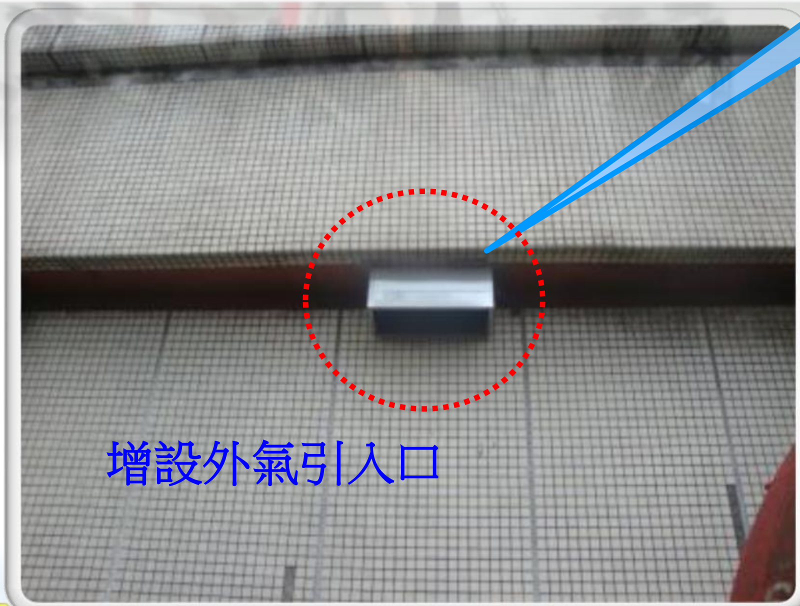
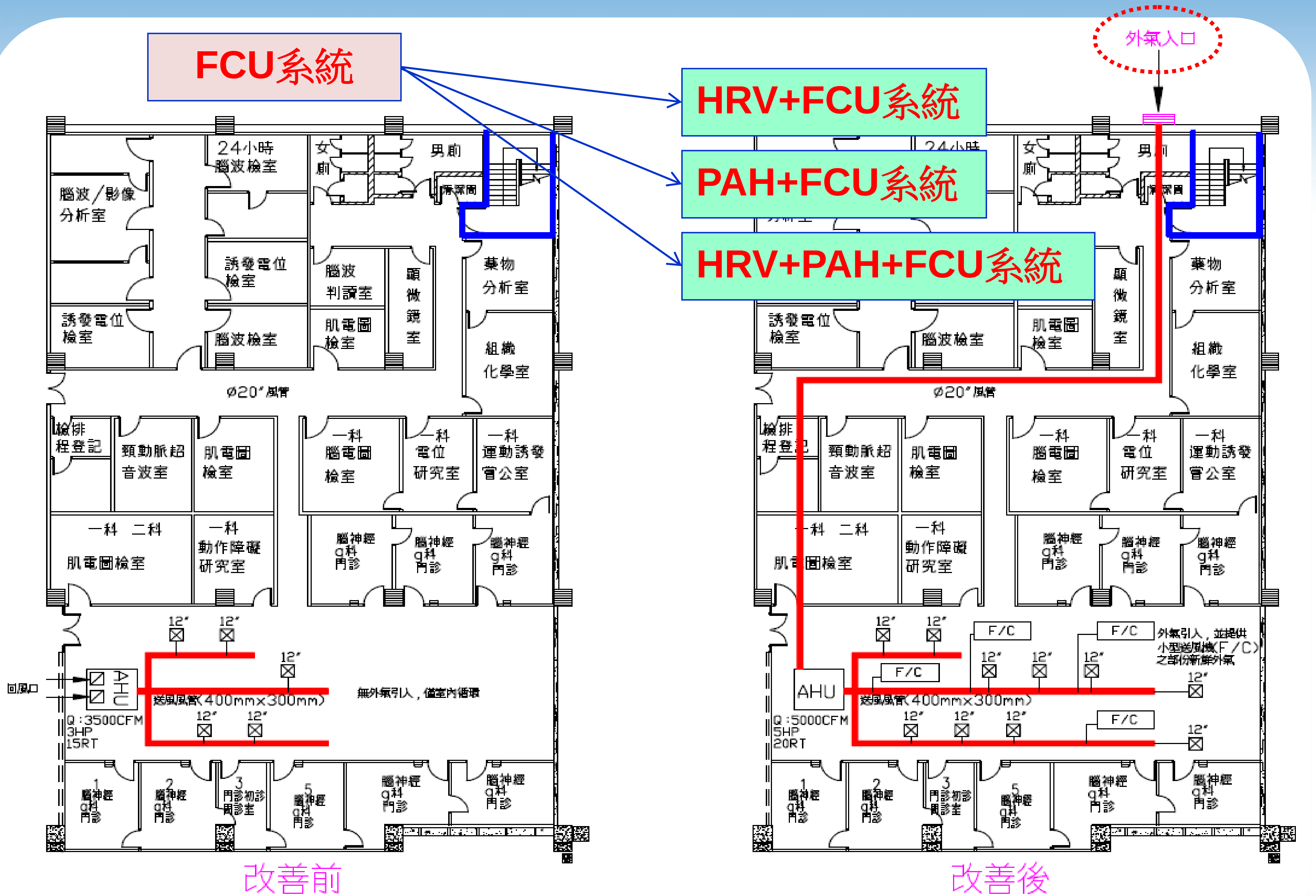


圖5-8 某醫院大樓引入新鮮外氣結合預冷空調箱及FCU系統之案例



醫學大樓1F 神經內科門診後診區

圖5-8 某醫院大樓引入新鮮外氣結合預冷空調箱及FCU系統之案例(續)

圖5-9 某市政府辦公大樓以預冷空調箱(PAH)引入外氣之改善案例

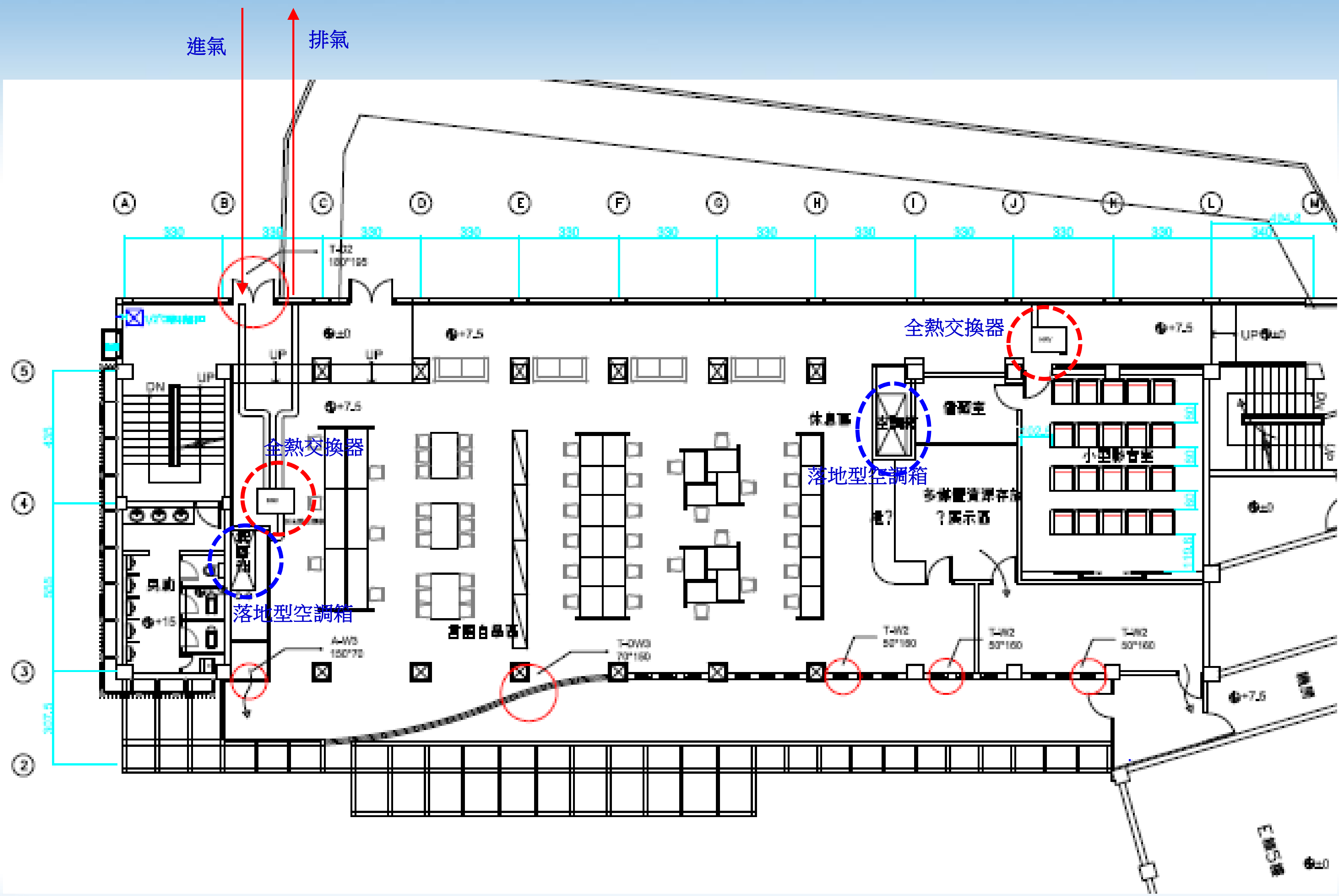


圖5-10 某大學圖書館以全熱交換器(HRV)引入外氣結合落地型空調箱之改善案例

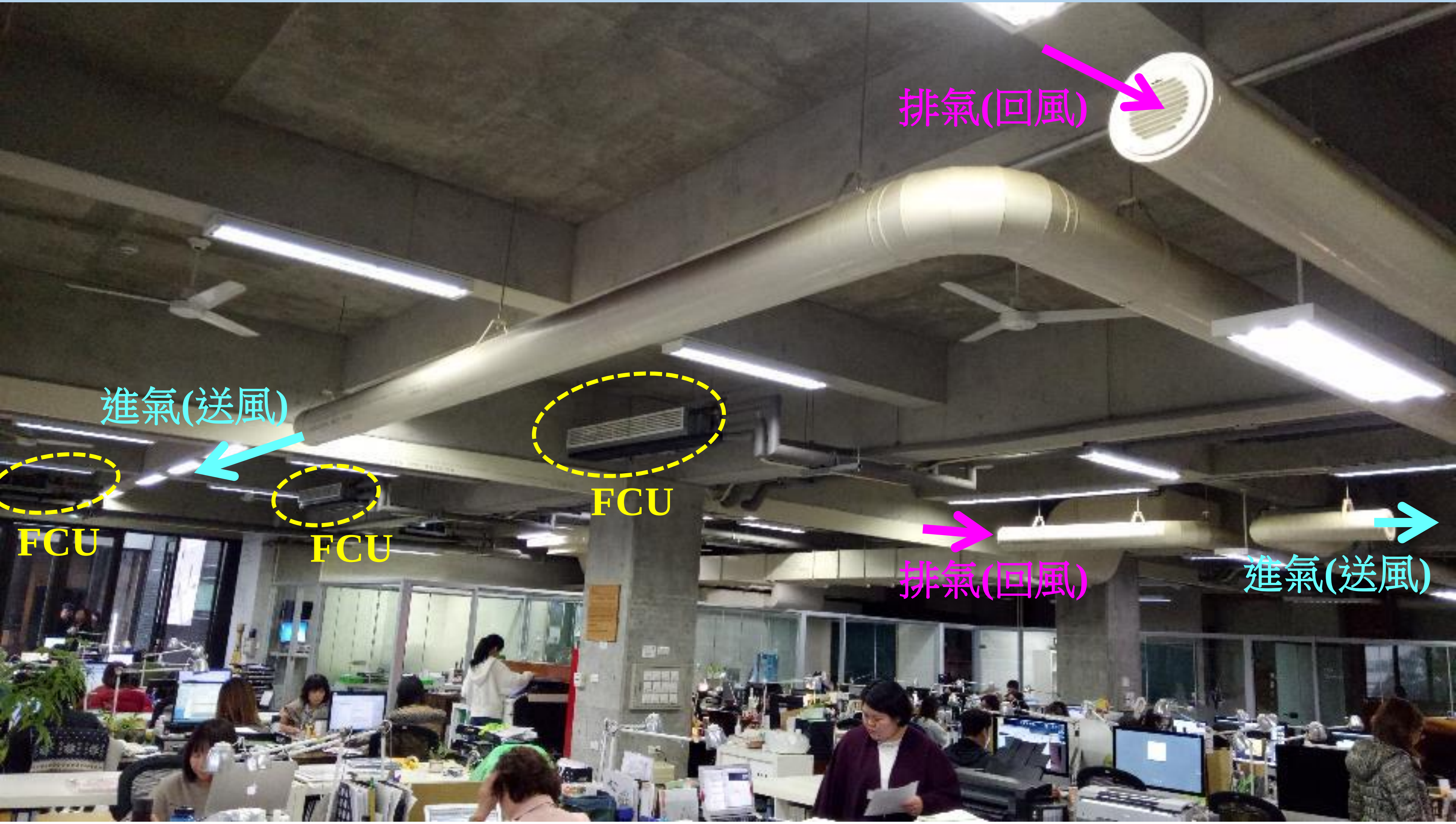


圖5-11 某辦公室以風機盤管(FCU)結合全熱交換器(HRV)引入外氣之案例

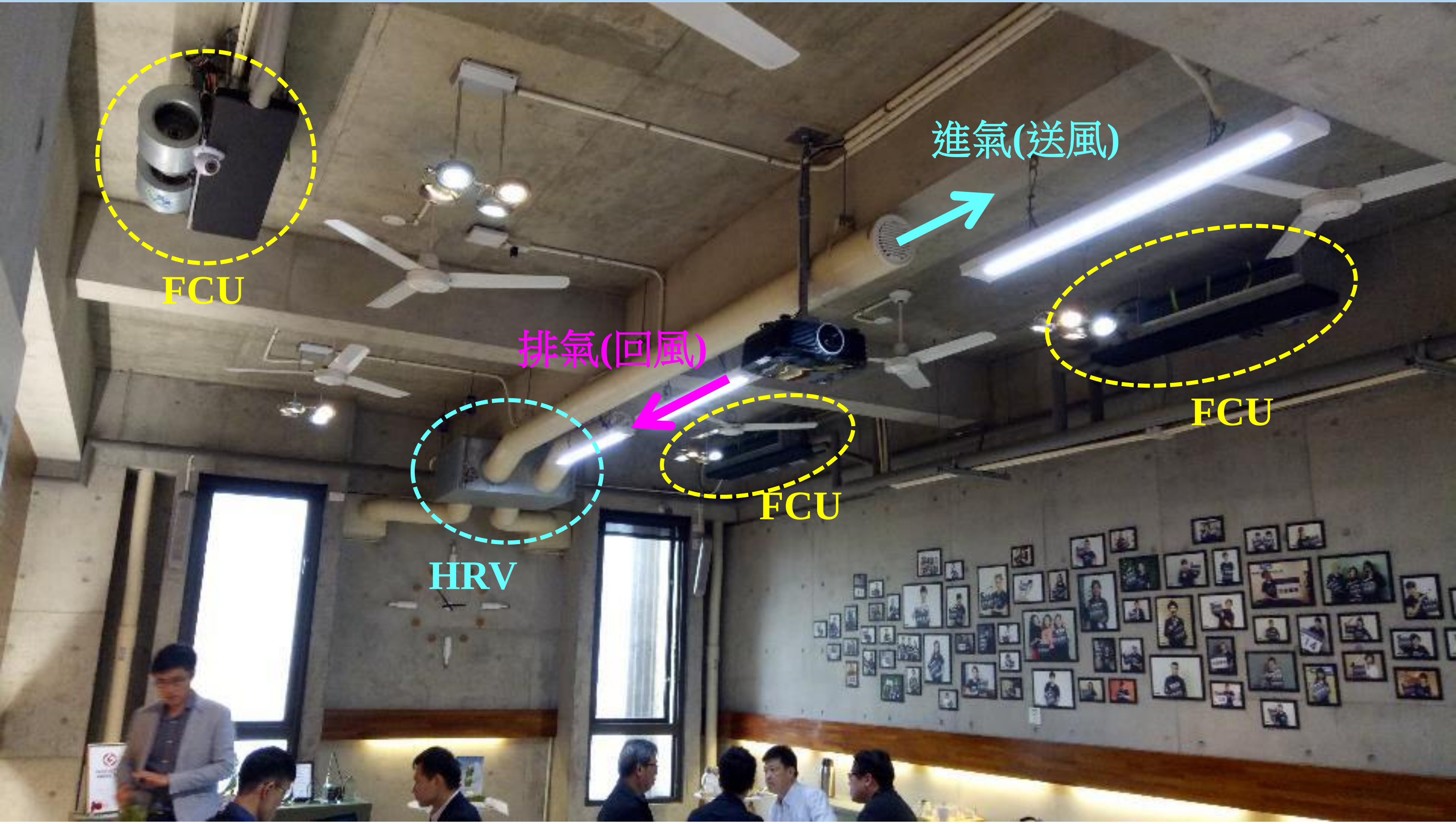


圖5-12 某會議室以風機盤管(FCU)結合全熱交換器(HRV)引入外氣之案例

◆ 裝修HCHO濃度之改善措施

一、治本的綠建材源頭減量裝修

(a)臺北科技大學教師研究室

(b)裝修案例-臺北科技大學教師研究室(使用率100%)

(c)內政部建築研究所辦公室

(d)裝修案例-內政部建築研究所辦公室(使用率100%)

圖5-13 健康綠建材使用案例

表5-1 健康綠建材施作實例檢測結果

種類 個案測值	使用率	TVOC (ppm)	甲醛 (ppm)
臺北科技大學教師研究室 (新裝修)	95%	0.18	0.03
集合住宅案例 (新裝修)	60%	0.49	0.34
內政部建築研究所辦公室 (新裝修)	100% (無標章時期)	2.85	0.07
辦公室案例1 (裝潢使用3年)	0%	2.92	0.253
辦公室案例2 (裝潢使用3年)	0%	1.16	0.329
辦公室案例3 (裝潢使用11年)	0%	1.52	0.22
辦公室案例4 (裝潢使用11年)	0%	1.48	0.2
行政院環境保護署環署室內空氣品質標準建議值	-	3	0.1

臺北科大教師研究室

內湖某集合住宅

資料來源：臺北科技大學健康環境研究室，2011。

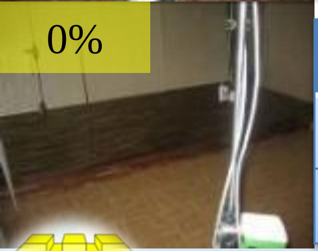
表5-2 不同比例之健康綠建材施作實例檢測結果

100%健康綠建材使用率	天花板施工	地面施工	壁面施工
使用建材	石膏板	高架木地板、塑膠地磚	矽酸鈣板、乳膠漆
健康綠建材使用率	25.47%	11.8%x2	50.94%

80%健康綠建材使用率	天花板施工	地面施工	壁面施工
使用建材	石膏板、礦纖板	高架木地板、塑膠地磚	矽酸鈣板、水性水泥漆
健康綠建材使用率	17.26%	11.8%	50.94%

50%健康綠建材使用率	天花板施工	地面施工	壁面施工
使用建材	石膏板	高架木地板、塑膠地磚	矽酸鈣板、水性水泥漆
健康綠建材使用率	0%	0%	50.94%

30%健康綠建材使用率	天花板施工	地面施工	壁面施工
使用建材	石膏板	高架木地板、塑膠地磚	矽酸鈣板、水性水泥漆
健康綠建材使用率	18.2%	11.8%	0%



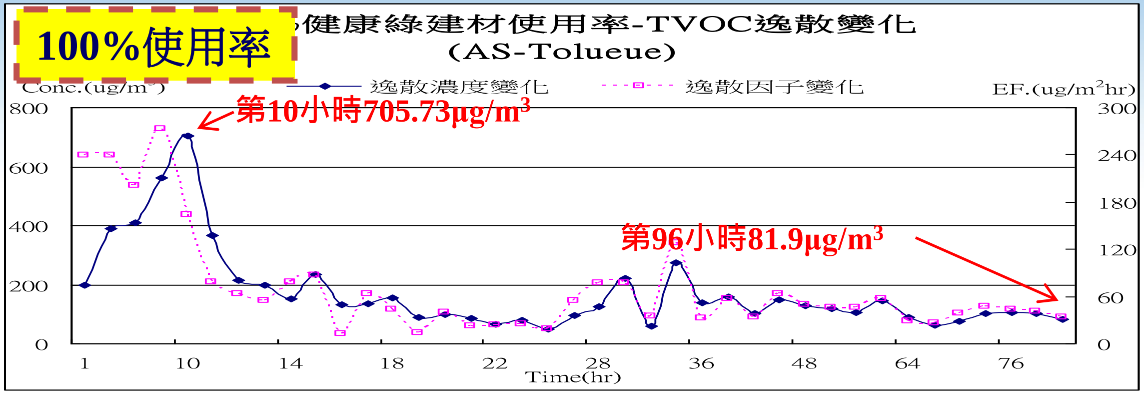
未使用(0%)健康綠建材	天花板施工	地面施工	壁面施工
使用建材	石膏板	高架木地板、塑膠地磚	矽酸鈣板、乳膠漆
健康綠建材使用率	0%	0%	0%

資料來源：成大永續健康建築研究室 / 內政部建研所 / 臺北科技大學健康環境研究室

苯(benzene)、甲苯(toluene)、乙苯(ethylbenzene)及二甲苯(xylenes)(合稱BTEX) 是典型的揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, VOCs)

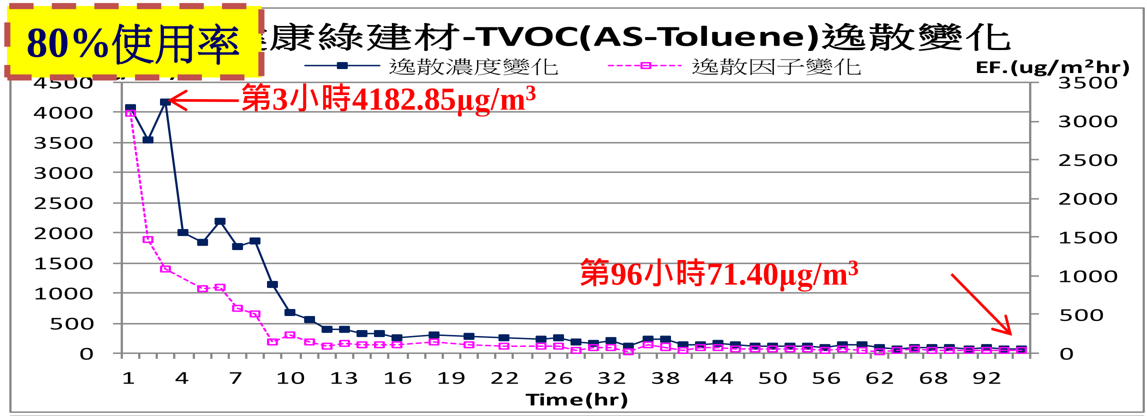
100% 健康綠建材使用率

逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	197.53	705.73
72hr濃度μg/m³	41.63	101.25
96hr濃度μg/m³	37.63	81.9
最大逸散因子μg/m²・hr	86.29	272.36
72hr逸散因子μg/m²・hr	22.16	46.8
96hr逸散因子μg/m²・hr	16.66	34.28



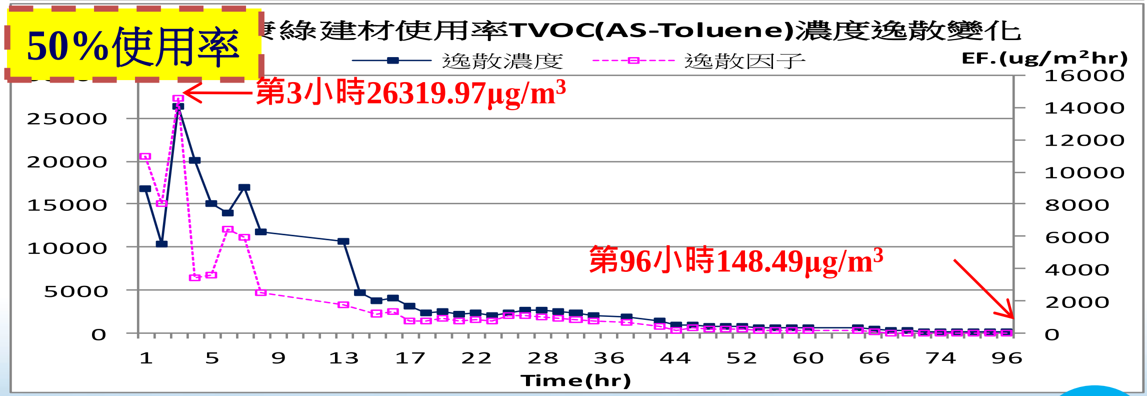
80% 健康綠建材使用率

逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	66.06	4182.85
72hr濃度μg/m³	20.93	77.73
96hr濃度μg/m³	23.76	71.40
最大逸散因子μg/m²・hr	40.54	3095.63
72hr逸散因子μg/m²・hr	7.39	26.74
96hr逸散因子μg/m²・hr	8.94	27.80



50% 健康綠建材使用率

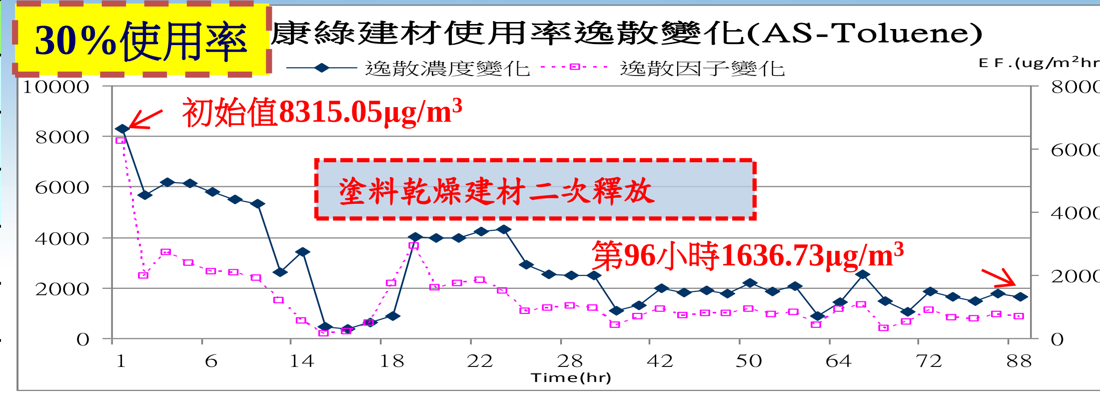
逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	532.52	26319.97
72hr濃度μg/m³	55.74	234.10
96hr濃度μg/m³	70.19	148.49
最大逸散因子μg/m²・hr	281.53	14582.88
72hr逸散因子μg/m²・hr	23.16	89.98
96hr逸散因子μg/m²・hr	30.74	63.35



資料來源：成大永續健康建築研究室／內政部建研所／臺北科技大學健康環境研究室

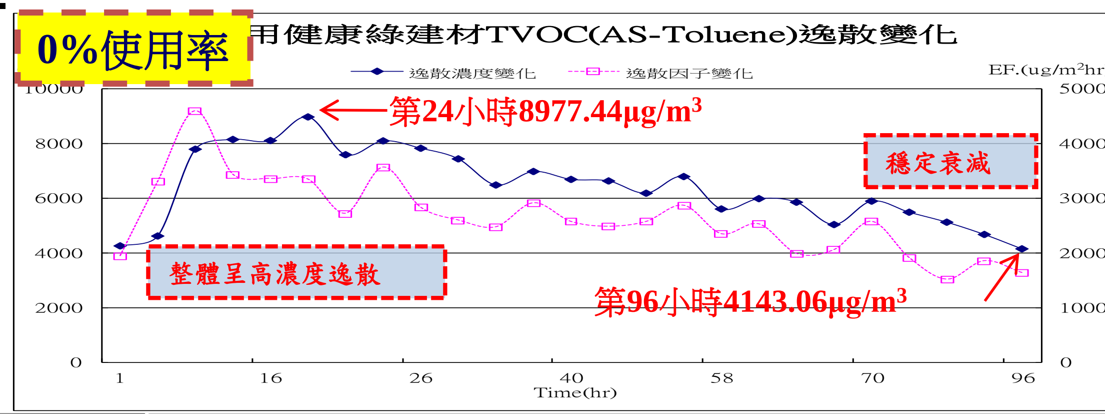
30%健康綠建材使用率

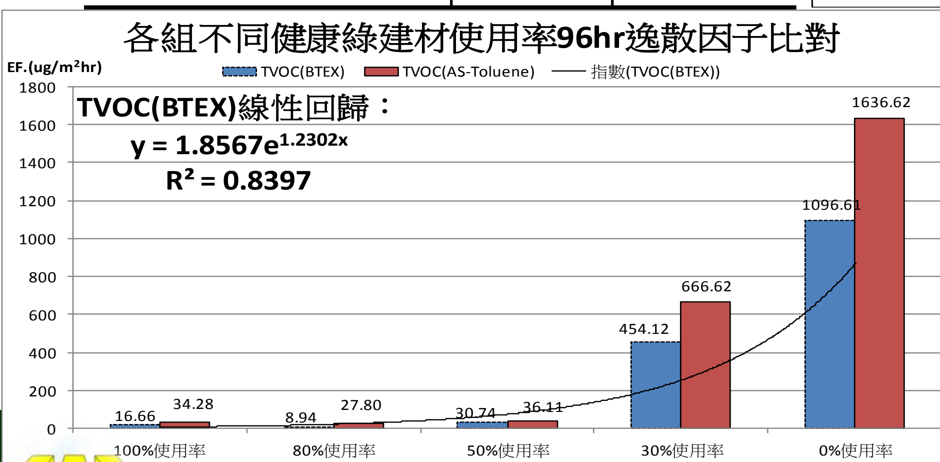
逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	6292.51	8315.05
72hr濃度μg/m³	968.52	1038.98
96hr濃度μg/m³	1510.3	1636.73
最大逸散因子μg/m²．hr	4583.12	6240.09
72hr逸散因子μg/m²．hr	446.3	498.59
96hr逸散因子μg/m²．hr	454.12	666.62

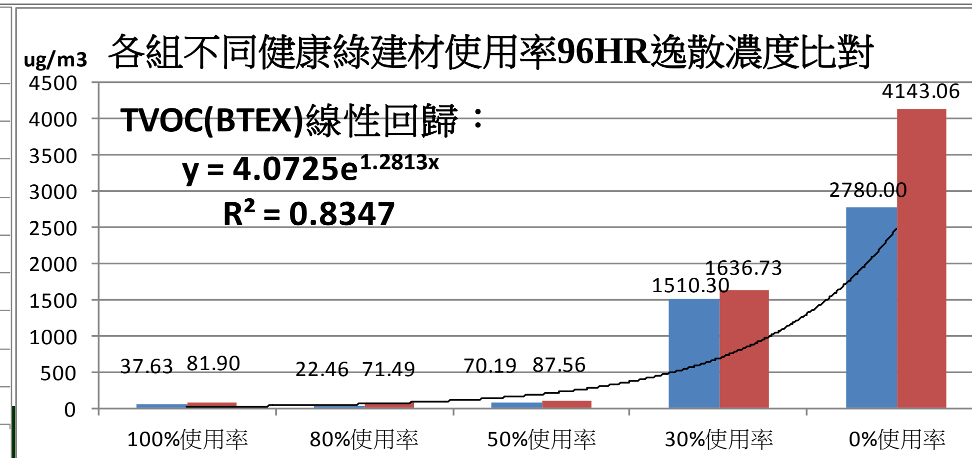


0%未使用健康綠建材

逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	4828.69	8977.44
72hr濃度μg/m³	3008.58	5485.06
96hr濃度μg/m³	2780.00	4143.06
最大逸散因子μg/m²．hr	2700.78	4594.00
72hr逸散因子μg/m²．hr	1194.76	1910.11
96hr逸散因子μg/m²．hr	1096.61	1636.62







二、簡易治標不治本的措施

- 通風換氣法

<u>因甲醛是會由建材釋放到空氣中</u>，<u>所以經常通風是效果最顯著</u>、<u>也是成本最低的方法</u>，但需要較長時間。須長期緊閉門窗的空間，則可以考慮加裝新風，增加換氣效率。

<u>在裝修完畢後</u>，<u>一定要長時間的通風</u>，<u>並且將傢俱的抽屜</u>、<u>櫃門等打開</u>，最好度過一個夏季後再入住，因為甲醛隨溫度升高釋放量會變大，所以第一年的夏季是甲醛釋放量較大的時間段，應避開。入住後也應保持長時間通風。

圖5-14 打開儲櫃並使其充分通風與稀釋

◆吸附法

利用炭包吸附也是有一定的效果，但是炭包只是對甲醛進行吸附，不是分解，而且吸附量非常有限，隨著環境溫度升高，被吸附的甲醛還會再次釋放回空氣中。

◆空氣淨化器

買到好的產品可以有效去除空氣甲醛，但甲醛釋放是一個長時間的過程，如果單純用空氣淨化器除甲醛需要長時間開啟。要嚴格按照提示更好過濾網。成本較高。值得注意的是，加濕會促使甲醛揮發烈度增大。

◆其他方式

光等離子、臭氧裝置、負離子裝置、天然素材噴劑、甲殼素噴劑、光觸媒噴劑等各種物理或化學處理方法

圖5-15 慎選具備去除HCHO的空氣清淨機捕捉空氣中的游離甲醛

三、植物淨化輔助

http://ivy1.epa.gov.tw/air/object/淨化室內空氣之植物應用及管理手冊.pdf

圖5-16 行政院環保署室內植物空氣淨化手冊

表5-3 台灣市售50種常見室內植物淨化室內空氣能力總表

臺灣市售 50 種常見室內植物淨化室內空氣能力總表

植物種類	單位葉面積滯塵能力	二氧化碳移除速率	移除 VOC 甲醛	三氯乙烯	氨	二甲苯	甲苯	苯
鐵線蕨	★★★★★★	★★	V	不詳				
黑葉觀音蓮	★★★★★	★★★★★★★★	不詳					
粗肋草	★★★★	★★★★★	V	不詳			V	V
火鶴花	★★★	★★★	V	V	V	V	V	V
單藥花	★★★★★★	★★★★★★★	V	不詳				
臺灣山蘇花	★★	★★★★★★	V	不詳				
麗格秋海棠	★★★★★★★	★★★	V	不詳				
鐵十字秋海棠	★★★★★★★★★★	★★	不詳					
蝦蟆秋海棠	★★★★★★	★★★★★★	不詳					
孔雀竹芋	★★★★	★★★★★	V	V	V	不詳	V	V
袖珍椰子	★★	★★★★★★★★	V	V	V	V	V	不詳
吊蘭	★★	★★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V
朱蕉	★★★	★★★★★	不詳					V
變葉木	★★	★★★★★★	V	V	不詳		V	V
仙客來	★★★	★★★★	V	不詳		V	不詳	
秋石斛	★★★	★★	V	不詳		V	不詳	
盆菊	★★★★★★★	★★★★★★★★★	V	V	V	V	V	V
黛粉葉	★★	★★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V
檸檬千年木	★★★★	★★★★★	V	V	不詳	V	V	V
香龍血樹	★	★★★	V	V	V	V	V	V
彩虹竹蕉	★★★★★★	★★	V	V	不詳	V	V	V
萬年竹	★★	★	不詳					
黃金葛	★★★	★★★★★★	V	V	V	不詳	V	V
[illegible]	★★★	★★★★★★★★★★	V	不詳				
[illegible]	★★★★★	★★	V	V	V	V	V	V
印度橡膠樹	★★★★★	★★★★★★★★★★	V	V	V	不詳	V	V
琴葉榕	★★★	★★★★★	V	不詳				
薜荔	★★★★★★★★★	★★★★★★★	不詳					
白網紋草	★★★★★★★	★★★★	不詳	V	不詳		V	V
非洲菊	★★★★	★★★★★★★★★★	V	V	不詳		V	V
擎天鳳梨	★★	★★★★★★	不詳	V	不詳	V	V	V
常春藤	★★★★	★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V
繡球花	★★★★★	★★★★★★★★	不詳					V
嫣紅蔓	★★★★★★★★	★★★★★★★★★★	不詳					
長壽花	★★★★★★★	★★★★	V	不詳		V	不詳	V
龜背芋	★★	★★★★★★★★★★	不詳					
波士頓腎蕨	★★★★★★	★★★★★★★★★★	V	V	不詳	V	不詳	V
馬拉巴栗	★★★★★★	★★★★★★★★	V	不詳		V	V	V
西瓜皮椒草	★★★★	★★★	不詳					
皺葉椒草	★★★★★★★★★	★★★★★★★	不詳					
心葉蔓綠絨	★★★	★★★★★★★★★★	V	V	不詳		V	V
冷水花	★★★★★	★★★★★★	不詳					
鹿角蕨	★★★★	★★★★★	不詳					
福祿桐	★	★★★★	V	V	不詳		V	V
西洋杜鵑	★★★★	★★★★★★★★	V	不詳	V	V	不詳	
非洲堇	★★★★★★★★★★	★★★★★★★★★★	不詳					
澳洲鴨腳木	★	★★★★★★★	V	不詳				
大岩桐	★★★★★★★★★	★★★	不詳					
白鶴芋	★★	★★★★★★★★★	V	V	V	V	V	V
合果芋	★★★	★★★★★	V	V	不詳	V	V	V

★ 愈多表示滯塵能力或二氧化碳移除速率愈高　V 表示已有文獻證實具有淨化能力
"不詳" 表示尚未具實驗證據

圖5-17 辦公室利用植物淨化空氣的效益？

• 利用植物淨化的重點

1. 植物的大小或量體，必須為放於地板上的「灌木叢型」盆栽，而非放於桌上的「草本型」小盆栽。
2. 要起到良好淨化功能的配置數量，以一個成人至少「6～8盆灌木叢型」盆栽為宜。
3. 盡量使用「觀葉性植物」而非「觀花性植物」，以免反而形成過敏原。
4. 盡量選用葉片大的「闊葉木」而非葉面小的「針葉木」，方具有足夠淨化面積。
5. 希望具有滯塵效果的植物，其葉面盡可能「粗造、凹凸不平或具有絨毛」；而希望吸附有機氣狀污染物效果的植物，則以「葉面大且渾厚」的為主。
6. 植栽可吸收二氧化碳，釋出氧氣，但其光合作用須要充足的陽光。只有「景天酸代謝植物」可在夜晚吸收二氧化碳 ，但仍然須要光合作用才會釋出氧氣。
7. 盆栽「土壤不可澆太濕」，定期清洗底下水盤不要有積水情形，否則易滋生黴菌、招蚊蟲。
8. 葉片可能因落塵堵塞氣孔而降低氣體交換率，影響淨化空氣的效果，每隔數週「以濕潤抹布擦拭葉面及葉背」，去除累積灰塵，不可用乾布或毛刷，因會使灰塵飛散。
9. 不恰當的照顧植物可能會造成更多的空氣污染源發生，包括黴菌、花粉、灰塵、昆蟲及化學物質。
10. 將植物放在「通風、有日照處」（如窗邊），植物需適度光線進行光合作用，通風良好可避免潮濕而累積微生物、黴菌。

- 一般植物都有可以吸收並分解微量甲醛的能力，但效果可能存在極大的差異或不穩定等問題。

表6-4 可在室內濾除甲醛植栽

排名	植物種類	移除速率 (μg/hr)
1	**波斯頓腎蕨**	**1,863**
2	**菊花**	**1,454**
3	**羅比親王海棗**	**1,385**
4	竹蕉	1,361
5	雪佛里椰子	1,350
6	常春藤	1,120
7	垂榕	940
8	白鶴芋	939
9	黃椰子	938
10	中斑香龍血樹	938

表6-5 可在室內濾除苯植栽

排名	植物種類	移除速率 (μg/hr)
1	**非洲菊**	**4,485**
2	**菊花**	**3,205**
3	**白鶴芋**	**1,725**
4	銀線竹蕉	1,629
5	雪佛里椰子	1,420
6	紅邊竹蕉	1,264
7	虎尾蘭	1,196
8	竹蕉	1,082
9	銀后粗肋草	604
10	常春藤	579

資料來源：**Wolverton, B. C. and J. Wolverton. 1993. Interiorscape 11(4):17.**

表5-6 可在室內濾除三氯乙烯植栽

排名	植物種類	移除速率 (μg/hr)
1	非洲菊	1,622
2	紅邊竹蕉	1,137
3	白鶴芋	1,127
4	竹蕉	764
5	雪佛里椰子	688
6	銀線竹蕉	573
7	中斑香龍血樹	421
8	虎尾蘭	405
9	常春藤	298
1	非洲菊	1,622

資料來源：Wolverton, B. C. A. Johnson and K. Bounds. 1989. NASA/ALCA Final report.

表5-7 可在室內濾除二甲苯植栽

排名	植物種類	移除速率(μg/hr)
1	黃椰子	654
2	羅比親王海棗	610
3	白玉黛粉葉	341
4	紅邊竹蕉	333
5	黛粉葉	325
6	春雪芋	325
7	皺葉腎蕨	323
8	銀線竹蕉	295
9	火鶴花	276
10	中斑香龍血樹	274

資料來源：Wolverton, B. C. and J. Wolverton. 1993. Interiorscape 11(4):18.

◇事務性機具O_3污染之改善

- 臭氧排放參考係數：

  (1)空氣清淨機 84~1,212 μg/min

  (2)影印機 15~45(2~158) μg/copy
- 戶外空氣品質標準值0.12ppm(小時平均值)、0.06ppm(8小時平均值)。影印間曾測到0.30ppm。
- 在密閉空間開啟這類臭氧機10分鐘後，可能會有1~5 ppm以上(視空間大小)。
- 不建議於有人在的時候使用臭氧機。

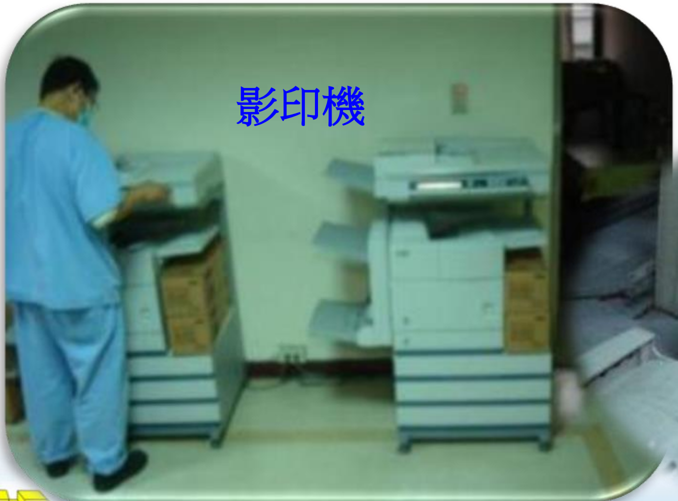


圖5-18 影印機、雷射印表機以及臭氧機的使用可能衍生臭氧污染物

圖5-19 影印機緊臨員工座位區

圖5-20 影印機獨立設置或採負壓排氣措施

◆廁所異味之改善

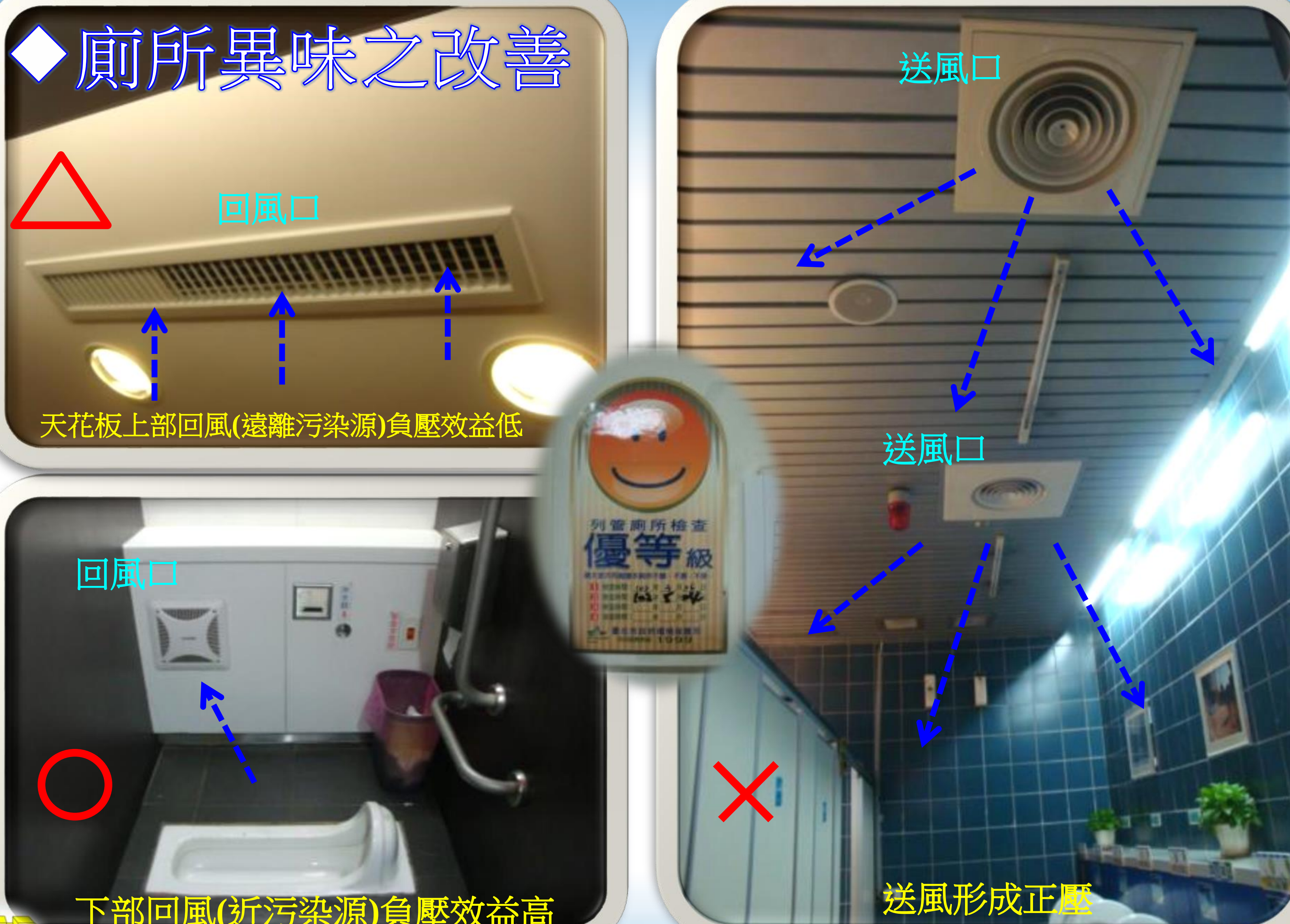
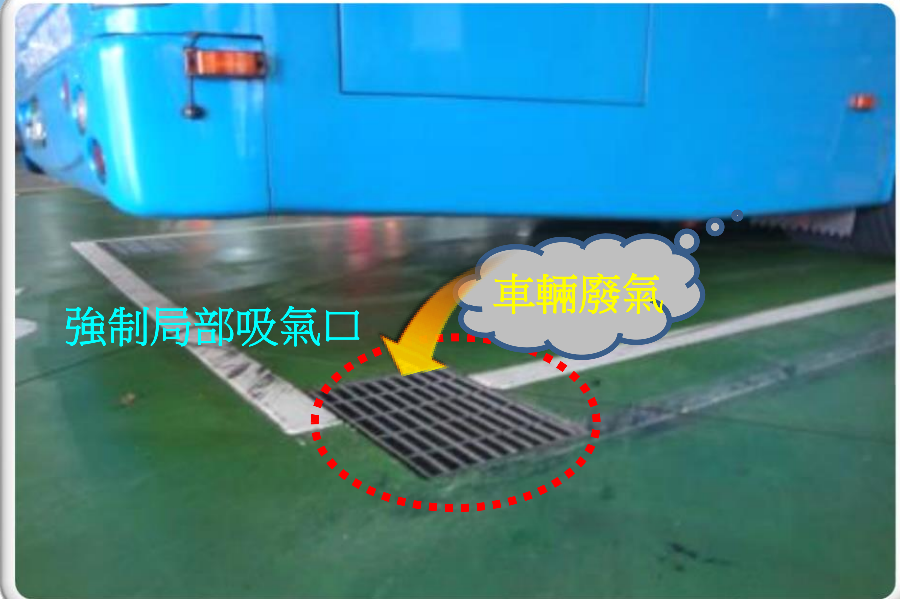


圖5-21 廁所空間應處於負壓狀態



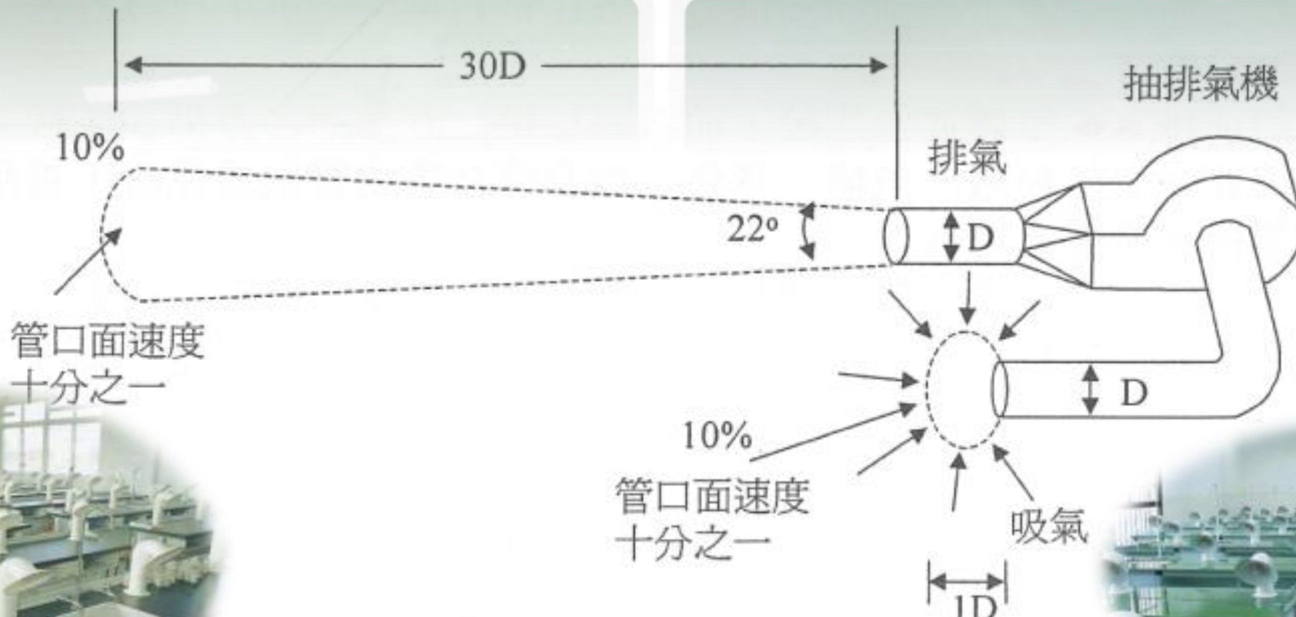


圖5-22 風管吸氣與排氣之特性

圖5-23 廁所回(排)風口之改善情形

圖5-23 廁所回(排)風口之改善情形(續)

陸、空氣清淨機的使用

- ◇ 先確認空氣淨化機制與目的
- ◇ 再行確認是否衍生有害的副產物
- ◇ 三高一低的原則(並非絕對)
- ◇ 慎選能具有成效試驗與認證標章之產品
- ◇ 使用空氣淨化機應注意事項

◇先確認空氣淨化機制與目的

- 每種污染物(氣狀、粒狀、生物性、放射性、衍生性等)所須淨化的原理或機制(靜電、過濾、光觸媒、紫外線、負離子、吸附、水洗、電漿、熱烈解等)往往不同，故空氣清淨機的選用，第一要務必須根據場址現況及污染物特性進行調查，並確認要處理或去除那些污染物，方能對症下藥。

表6-1 空氣淨化設備對塵粒、生菌、異臭味的效果表現(摘自美國Steril-Aire公司, 2008)

產品類型	灰塵	油霧	菌類病毒	菸煙	VOC類	廚房食腐味	廢氣	污水臭味	應用及場所
ISO,ASHRAE等級各種空氣過濾器	很好	很好	尚可	0	0	0	0	0	空調箱及其他
HEPA,ULPA濾網特殊濾網加料	非常好	非常好	很好	一般	0～好	0	0	0	潔淨室等
靜電機	好	好	一般	一般	0	0	一般	0	廚房、工業類
水洗機	尚可	很好	0	0	0	0	好	一般	廚房、工業類
光觸媒(TiO_2類+UV)	0	一般	好～很好	一般	好	一般	尚可	尚可	表面性處理
UVC+O_3一般紫外線及臭氧機	0	很好	很好	很好	很好	好	很好	很好	適室外、傷害
小型空氣淨化機	很好	很好	很好	尚可	一般	一般	一般	一般	室內場所
正負離子系統	0	很好	很好	很好	很好	很好	很好	很好	空調箱、管路或其他
UVC低溫型強力紫外線燈	0		非常好ES	一般	很好	一般	一般	一般	ES空調箱及風管等
活性碳系列(化學碳)	0	0	0	非常好	很好	很好	很好	很好	淨化箱設備

備註：效果參考表（許多特殊應用組合不在此範圍內）

無	一般	尚可	好	很好	非常好	二次污染	綠建築節能		
	10～20%	30～50%	60～70%	80～90%	95～100%	對人體傷害	ES		

表6-2 空氣清淨技術室內污染物去除功能

空氣清淨技術室內污染物去除功能【劉、江, 2000a】												
清淨	懸浮微粒				污染氣體				微生物			備註
技術	花粉	塵蟎	粉塵	香煙	煙臭	尿臭	有機氣體	燃燒產物	真菌	細菌	病毒	
初級濾網	○	○	▽						▽			僅能過濾可以目視大小之微粒
中級濾網	◎	○	○	▽					○			懸浮微粒過濾效率80%
HEPA濾網	◎	◎	◎	○					◎	▽		可過濾0.3μm懸浮微粒效率達99.97%
ULPA濾網	◎	◎	◎	◎					◎	▽		可過濾0.1μm懸浮微粒效率達99.99997%

說明：◎非常有效 ○有效 ▽可能有效

- HEPA 是**High Efficiency Particulate Air** Filters的簡寫，直譯為『高效率排放空氣』濾網，是為濾網所設定的一個空氣過濾效率的標準。
- ULPA是**Ultra Low Penetration Air** Filters的簡寫，ULPA是專門為精密藥物實驗室，或是半導體精密工廠，所設定的無塵室空氣濾清靜系統用的濾紙，所用的衡量標準。

表6-2 空氣清淨技術室內污染物去除功能(續)

空氣清淨技術室內污染物去除功能【劉、江, 2000a】												
清淨技術	懸浮微粒				污染氣體				微生物			備註
	花粉	塵蟎	粉塵	香煙	煙臭	尿臭	有機氣體	燃燒產物	真菌	細菌	病毒	
靜電濾網	○	○	○	○					○	▽		壓損小，對細微粒初期清淨效果佳，但濾網壽命短
靜電集塵	○	○	○	○					○	▽		對細微粒特別有效，效果隨集塵板積塵而降低
負離子	○	○	○	○	▽	▽	▽			▽	▽	作用範圍有限制，有污損機體和表面之可能
臭氧					▽	○	○	○		○	○	作用範圍有限制，濃度太高時對身體有害
活性碳					◎	◎	◎	▽				可吸附臭味，但要定期更換已飽和之濾網
光觸媒濾網					◎	◎	◎	○	▽	◎	○	具同時除臭和滅菌功能，更換期限較長
化學濾網					▽	○	○	▽	▽	▽	▽	具特定功能（如醫院消毒藥水）而製造的濾網

說明：◎非常有效 ○有效 ▽可能有效

◇再行確認是否衍生有害的副產物

• 松下、飛利浦等品牌空氣淨化器陷“臭氧門”

- 《廣州日報》聯合第三方檢測機構對空氣淨化器做了測試，發現松下、飛利浦等品牌的空氣淨化器效果被廠家誇大。號稱的$PM_{2.5}$祛除率98%實測僅40%。還有專家指出，空氣淨化器在運行時產生臭氧可致癌。經過調查可以看到，松下、飛利浦等空氣淨化器銷售宣傳仍號稱$PM_{2.5}$祛除率90%以上，銷售人員對具體產生臭氧量“不清楚”。
- 針對有關誇大效果、釋放臭氧致癌的質疑，日前，松下空氣淨化器回應，其產品經過國家正式認定的機構檢測，性能是安全可靠的。不過，有業內人士指出，松下未能出具第三方證明數據，這樣的回應仍讓人難以信服。
- 對一些市場的調查可以發現，前期持續的空氣淨化器熱銷潮有所減退，在某家電賣場裡，由於銷售情況不理想，松下等品牌已經斷貨多日。而在有貨的賣場裡，這些品牌的專櫃前也是門可羅雀。
- 調查中，不少空氣淨化器銷售人員仍宣稱$PM_{2.5}$祛除率90%以上。而對於空氣淨化器運行中產生臭氧的問題，銷售人員表示，**市場上多款空氣淨化器可能產生臭氧**，**主要包括臭氧發生器型**、**靜電型**、**紫外燈型**、**負離子型等4款機型**。至於以上空氣淨化器產生的臭氧量，銷售人員大都表示“不清楚”，“廠家說不會對人體產生危害”。
- 據了解，負離子型和靜電型空氣淨化器是松下的主打機型。而鬆下等品牌空氣淨化器在運行時產生臭氧早已是業內“皆知的秘密”，但當消費者問起時，銷售人員卻常常是避而不談。而大多數空氣淨化器外包裝上也沒有關於臭氧產生情況的說明或提示。
- 與之相反，**一些歐美進口空氣淨化器均在顯著位置上粘貼了“國際無臭氧認證”“國際安全認證”等標識**。銷售人員也表示，這些標識在松下等品牌中基本看不到。“負離子空氣淨化器在工作時會產生臭氧，達到一定濃度時對人體也有害，不僅有臭味，也可能致癌。”中國室內環境監測工作委員會秘書長宋廣生介紹。

（專家點評：空氣淨化器的作用是為了過濾有害氣體，呼吸到干淨的空氣，如果您買這些品牌回家，那豈不是：花錢搬個“老虎”回家把“狼”趕走，老虎比狼更可怕。

有害之空氣清淨機猶如在家中引虎趕狼

https://cn.dreamstime.com/%E5%9B%BE%E5%BA%93%E6%91%84%E5%BD%B1-%E5%8A%A8%E7%94%BB%E7%89%87%E7%B3%BB%E5%88%97%E6%88%BF%E5%AD%90-image16063132

圖6-1 居家使用具有害副產物之空氣清淨機猶如引虎趕狼而得不償失

• 空氣清淨機商品安全標章

臭氧產生空氣清淨機列屬標準檢驗局強制性應施檢驗商品範圍，商品分類號列為：8421.39.10.00.8，公告品名為「電動空氣過濾器或電動空氣清潔器(限檢驗300V以下，非屬醫事法所稱醫療器材者)」，其適用之檢驗標準為CNS 3765、IEC 60335-2-65及CNS 13783-1，檢驗方式採「驗證登錄」或「型式認可逐批檢驗」雙軌並行制，無論國內產製或自國外進口前，須先取得經濟部標準檢驗局認可之指定實驗室所出具之型式試驗報告，再向經濟部標準檢驗局申請驗證登錄證書或型式認可證書。其中，若採取「型式認可逐批檢驗」方式者，於取得型式認可證書後，尚需向經濟部標準檢驗局報請檢驗，符合檢驗規定後，於商品本體上標貼「商品安全標章」始得出廠陳列銷售。故消費者於購買空氣清淨機商品時，應檢視本體上是否有安全標章，若有疑義可至經濟部標準檢驗局「商品檢驗業務申辦服務系統」(網站：https://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/)查詢真偽。

◆三高一低的原則（並非絕對）

- ◆功能多元合一化
- ◆操作控制智能化
- ◆外觀造型藝術化
- ◆資訊系統雲端化
- ◆耗材使用最少化
- ◆健康促進附加化

圖6-2 空氣淨化機(器)已朝向多元功能發展之趨勢

- **空氣清淨機的選用，應掌握其基本性能與規格，盡可能考量「三高一低」的四大指標，如下：**

(一)潔淨空氣量(Clean Air Delivery Rate, CADR)

單位時間通過淨化器的過濾後，輸出的潔淨空氣之總量，單位是m^3/h。1小時產生潔淨空氣的體積，主要衡量空氣淨化器的淨化效率。 如顆粒物CADR為$500m^3/h$，即表示1小時使用空氣淨化器對顆粒物進行淨化，能淨化500立方米的顆粒物。

(二)累積淨化污染物的總重量(Cumulate Clean Mass, CCM)

當「CADR值」衰減到50%時，累積淨化污染物的總重量，稱為「CCM(Cumulate Clean Mass)」，單位為mg。 CCM代表污染物淨化能力，僅有CADR一項高並不意味著空氣淨化器有效，只有當CCM也同樣高時，才能證明這台空氣淨化器不僅淨化效率快，而且淨化能力也強，濾網使用壽命也越長。

(三)噪音

當空氣淨化器達到最大CADR值時，對應產生的聲量。CADR值越來越高，機器內部風扇必定要提高轉速，這樣噪音就會隨之升高，一台真正有效的空氣淨化器不僅要淨化效率和能力強，噪音也要越低越好，以免影響學生學習的專注力。

(四)淨化能效

定義為CADR潔淨空氣量與額定功率的比值，一台空氣淨化器不僅要有效，同時也要節能省電。

圖6-3 中國大陸「GB/T18801-2015《空氣淨化器》」四項核心指標

• 我國「CNS 16098家用和類似用途空氣清淨機-性能量測法」(性能)的指標

1. 潔淨空氣提供率(CASR)

潔淨空氣提供率(CASR)之計算，如下：

$$\boxed{CASR = V \times |(k_o - k_n)|} \tag{1}$$

式中，$CASR$：潔淨空氣提供率(cmm)；V：試驗室之容積(m^3)；k_o：微粒物質濃度之總衰減率(min^{-1})；k_n：微粒物質濃度之自然現象衰減率(min^{-1})

2. 空氣清淨機能源效率

空氣清淨機的能源效率，依下列公式計算，其結果以四捨五入計算至小數點後第3位數，如下：

$$\boxed{能源效率 = \frac{CASR}{操作功率(W)} = \frac{CASR}{W}} \tag{2}$$

3. CASR值之建議適用面積

將空氣清淨機之CASR值，代入下列公式進行計算，其結果四捨五入計算至小數點後第2位數，如下：

$$\boxed{空氣清淨機適用之室內面積(m^2) = \mathrm{CASR} \times 5.19} \tag{3}$$

◆慎選能具有成效試驗與認證標章之產品

衛福部醫療器材許可證

衛福部醫療器材優良製造商

韓國 KAA
認證標章

英國無過敏
認證標章

韓國空氣淨化協會CA 認證標章

美國無臭氧
認證標章

國際無臭氧認證

圖6-4 各種空氣淨化機(器)認證標章

• 慎選能具有成效試驗與認證標章之產品

口罩是否可以防疫或阻擋病毒入侵呼吸道，分辨原則如下：

一、要選用「醫療用」口罩才能確保。換言之，一包裝完整的口罩，先看看有沒有衛福部醫療器材核可證字號，樣式如下：

1.衛部(署) 醫器輸字第000000號
2.衛部(署) 醫器陸輸字第000000號
3.衛部(署) 醫器製字第000000號
4.衛部(署) 醫器輸壹字第000000號
5.衛部(署) 醫器陸輸壹字第000000號
6.衛部(署) 醫器製壹字第000000號

二、**再找看看有沒有「CNS標準」，以確認其真正的功能，CNS標準依口罩的功能與檢驗方法的不同，分為下列幾項：**

1.CNS 14774：醫用口罩，可阻擋懸浮微粒(PM)、細菌、體液
2.CNS 14775：醫用口罩，可過濾如金黃色葡萄球菌等細菌
3.CNS 14776：醫用口罩，可阻擋血液
4.CNS 14777：醫用口罩，透氣率檢驗
5.CNS 14755：防塵口罩
6.CNS 14756：活性碳口罩

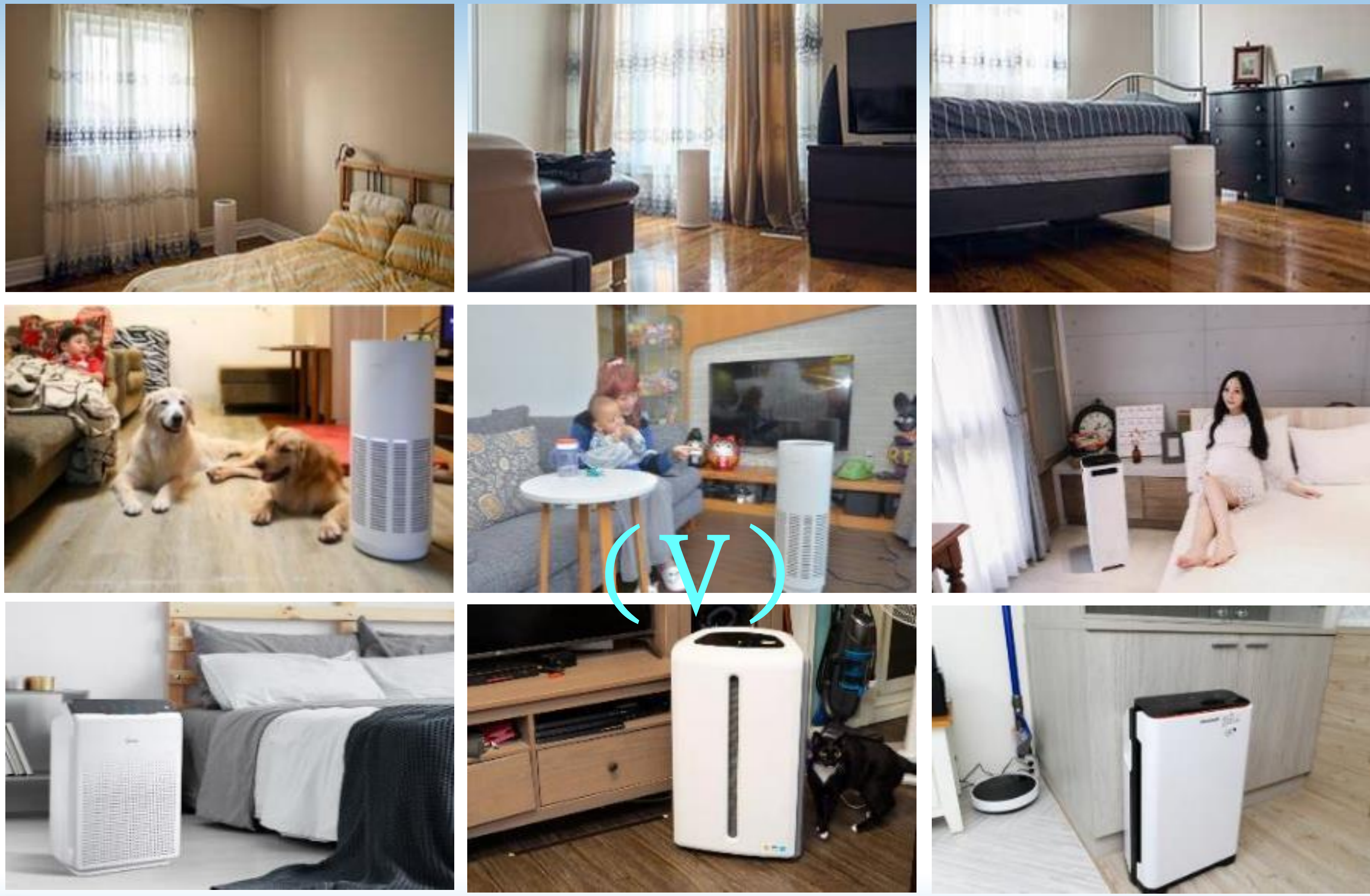
14775代表細菌過濾的效率，如果有通過這項檢驗，表示過濾細菌的效率比較高；14776代表可以防血水，比較不容易受到血液中病毒的侵襲；14777則是透氣率的檢驗，表示戴上之後還可以正常呼吸的程度有多少。至於，比較容易跟醫療用口罩混淆的是CNS 14755與CNS 14756兩種。14755是指過濾灰塵、塵蟎的效果，但無法過濾細菌或病毒；而14756則是活性碳的過濾效果檢查，也沒有防細菌、病毒的能力。然而，這不代表活性碳口罩一定不能防細菌或病毒，活性碳口罩只要能通過檢驗，同樣可以拿到CNS 14774的醫療用口罩標章，所以還是看是否取得CNS 14774標章為準！

三、**除了看是不是醫療用口罩外，在CNS標準旁，應該也可以看到BFE，或是PFE、VFE等代表「過濾率」的標準。**

1.BFE(Bacterial Filtration Efficiency)：細菌過濾率，過濾直徑3μm以上，可阻擋飛沫。
PFE(Particle Filtration Efficiency)：微粒子過濾率，過濾直徑0.1μm以上，可阻擋流感病毒、冠狀病毒等病毒。
VFE(Virus Filtration Efficiency)：病毒過濾率，過濾直徑0.1～5μm，可阻擋病毒。

◇使用空氣淨化機應注意事項

- 先確認室內要處理的污染物類型，進而選擇正確機制的空氣淨化機。
- **空清淨化機使用時，該室內空間盡可能處於密閉（門窗應關閉）的狀態，以免因外氣進入的影響與干擾而無法發揮最好的處理攻效。**
- **注意空氣清淨機氣流之吸入口（未淨化的髒空氣）以及排氣口（淨化後送出的乾淨空氣）位置，不可遮避或阻擋，以免氣流無法有效循環而喪失空氣循環淨化的功能。**
- **空氣清淨機盡可能放於房間中央位置以期氣流之均勻循環，進而有效處理或過濾空間的污染物；或放置於空間中主要污染源產生處，以發揮即時處理的效果。**
- **空氣淨化機盡可能不要放於房間角落處，易造成氣流循環與淨化效果不均的問題。**
- 保持定時清掃環境：空氣清淨機過濾的是空氣中的灰塵、細菌，如果家裡的家俱、地面很髒，空氣清淨機無法清除，所以該打掃，該吸的地方還是得經常去做，不能只靠空氣清淨機，空氣清淨機只能夠幫你清除飄浮在空氣中的污染物質。
- 每天至少開窗一小時讓空氣流通：空氣清淨機無法清除空氣中的二氧化碳，室內人多時，二氧化碳濃度會越來越高，這時候除非使用的像大賣場在用的換氣裝置（一般居家沒有），能將外面新鮮空氣引進室內，否則必須做換氣的動作，就是將窗戶打開，使空氣流通，每天至少一小時。另外，也可以種些景天酸代謝綠色植物，降低室內二氧化碳的濃度。
- 先關窗清除空污，後開窗流通空氣：使用空氣清淨機是否要關閉門窗呢？從外面進到室內的前20~30分鐘，建議先關窗，好的空氣清淨機大約只要8~10分鐘就能將空污做一次的清除，進行二到三輪之後，就可以開窗讓空氣流通，同時也能避免二氧化碳濃度過高。
- 人在時再開啟可省電：是否要24小時開著空氣清淨機呢？現在空氣清淨機多很省電，如果懶得關也沒關係，若真的要省電，人在時再開啟也可以。
- **定期更換濾網**：使用空氣清淨機最重要就是要定期換濾網，以免髒污卡住而傷到機器，而且也去過濾效果。所以要依廠商建議更換時間，或在紅色警示燈亮時就要更換濾網。



(V)

圖6-5 空氣淨化機放置於潛在污染源靠近處

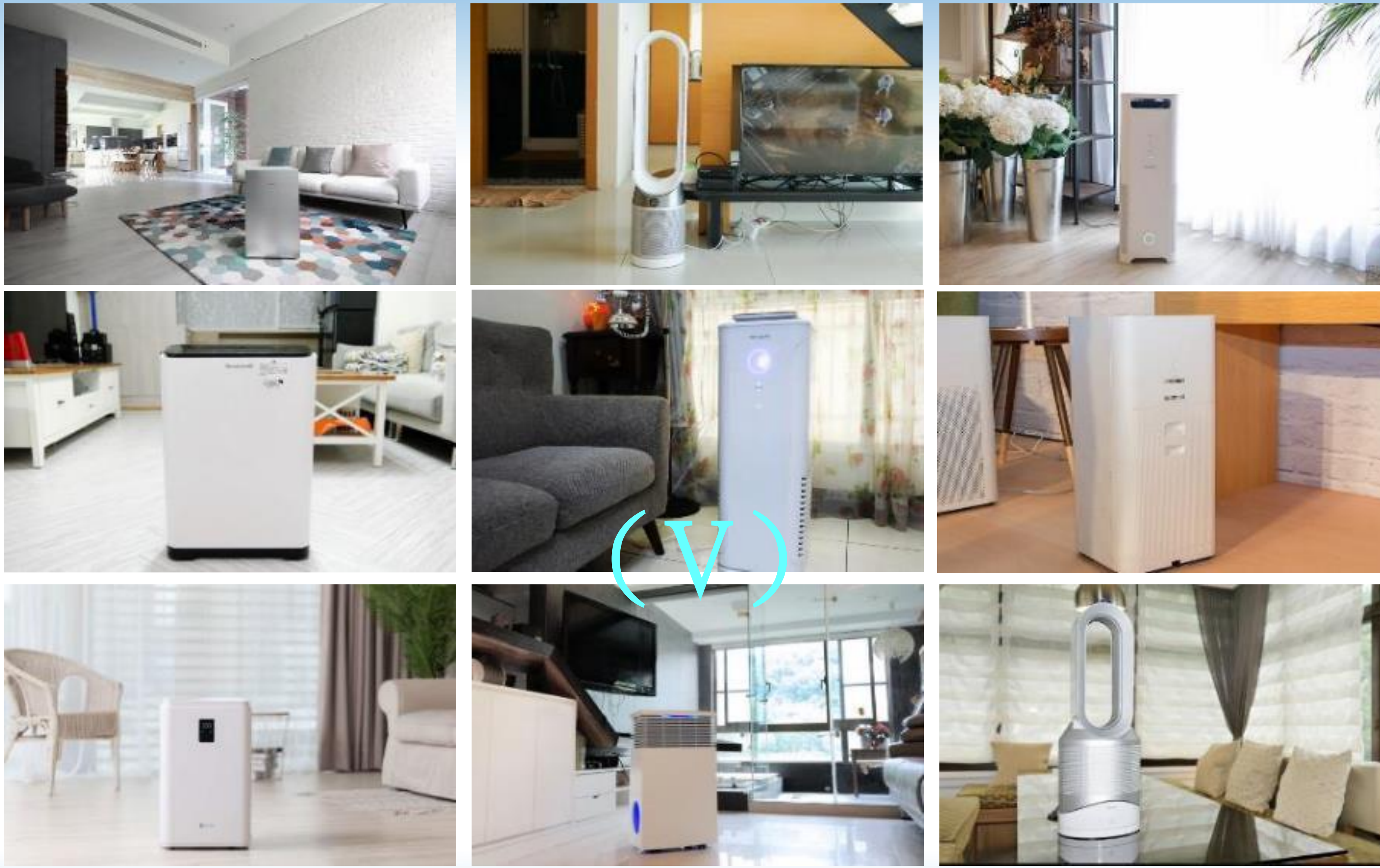


圖6-6 空氣淨化機應參照廠商流場設計的機制放置或置於空間中央區域

圖6-7 空氣淨化機進、出氣口必須通暢且無遮避或阻擋

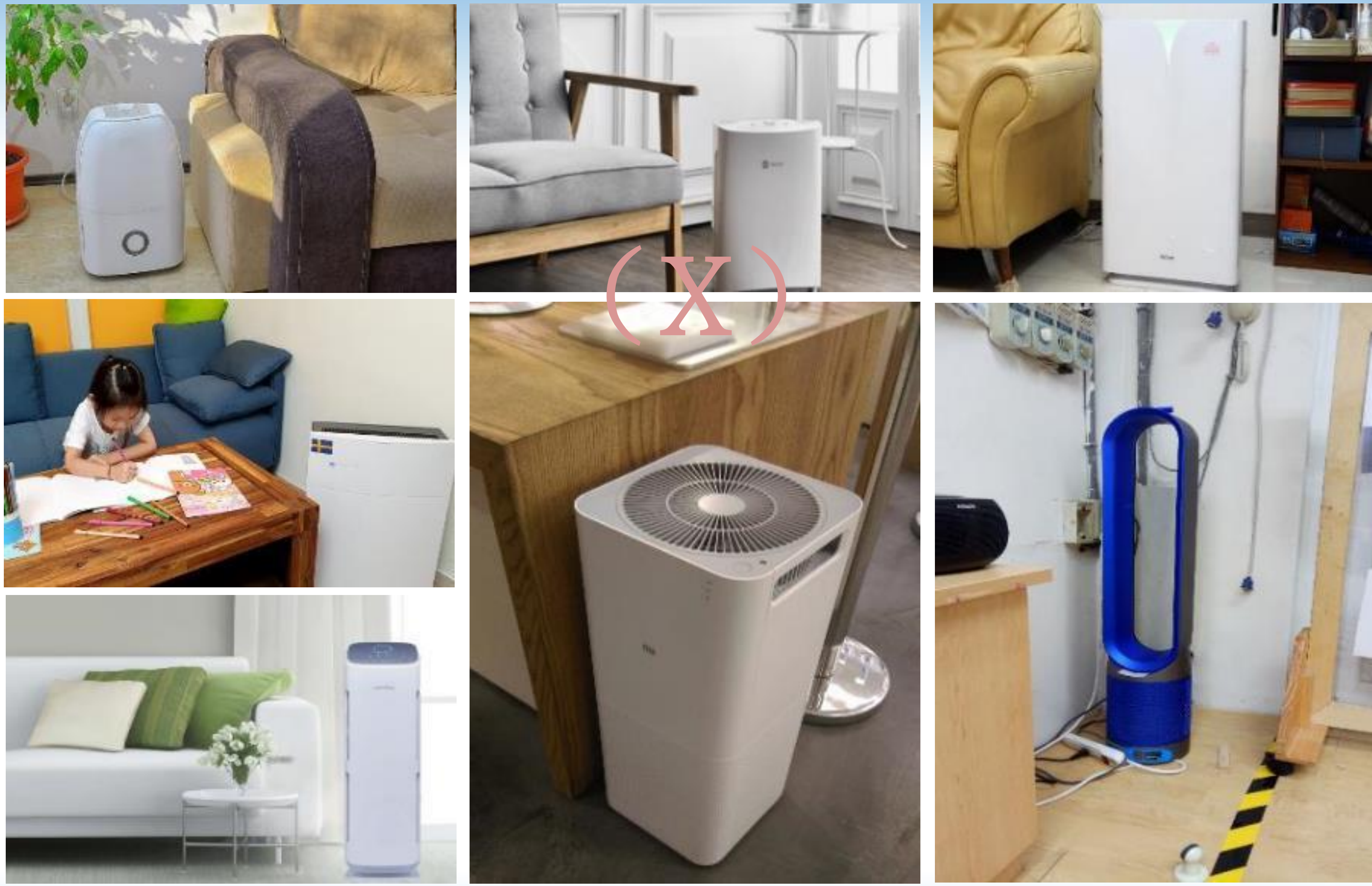


圖6-8 空氣淨化機放置角落或過於靠近物品而不利氣流循環與淨化

圖6-8 空氣淨化機放置角落或過於靠近物品而不利氣流循環與淨化(續)

圖6-9 空氣淨化機使用過程門窗開啟狀態易影響其淨化效能

圖6-10 空氣淨化機應定期進行清潔維護以確保其淨化效能


Q&A

報告結束　謝謝聆聽

Thank You！

您不可不知的室內空氣品質與身體健康效應

簡報人員：洪明瑞博士/明志科技大學環安衛系
通訊地址：243新北市泰山區貴子里工專路84號
聯絡電話：(02)2908-9899 # 4657 或 0960-613-309
電子信箱：mingjui@mail.mcut.edu.tw

講員相關資歷簡介

- 社團法人台灣空氣品質健康安全協會副理事長(2018.07.01 to Now)
- 社團法人台灣室內環境品質學會第四屆、第五屆理事(2015.04.07～2021.04.06)
- 嘉義市政府環保局、基隆市政府環保局、花蓮縣政府環保局、苗栗縣政府環保局、臺中市政府環保局、雲林縣政府環保局、臺北市政府環保局、臺南市政府環保局、新北市政府環保局、桃園市政府環保局室內空氣品質稽查管制計畫輔導委員(2011.01.01～2019.12.31)
- 經濟部工業局綠色工廠標章清潔生產技術審查小組審查委員(2014.05～2016.05)
- 行政院勞工委員會創業諮詢輔導服務顧問(2013.03～2013.12)
- 芬蘭商台灣利法亞克有限公司環境衛生及污染防治顧問(2013.03 to Now)
- 長庚醫療財團法人林口長庚醫院室內空氣品質淨化與改善諮詢顧問(2013.03 to Now)
- 桃園縣大學校院產業環保技術服務團專家顧問(2013.01 to Now)
- 普力生化科技股份有限公司IAQ技術顧問(2011.12 to Now)
- 社團法人台灣室內環境健康協會理事(2011.01～2012.12)
- 行政院環保署IAQ法令制度推動諮詢與審查委員(2010.08～2012.12)
- 台北縣政府環保局溼地與城市建設諮詢委員(2010.03～2010.06)
- 國立陸軍專科學校土木工程科自我評鑑委員(2008.06～2010.05)
- TÜV-SÜD Taiwan樹德產品驗證公司水泥稽核與製程判定審查委員(2010.03～2012.02)
- 內政部建築研究所綠建材專案研究計畫審查委員(2010.03 to Now)
- 中華身心障礙者勞工關懷協會後補理事(2009.12.01～2011.11)
- 內政部建築研究所綠建材標章評定專業機構評定小組委員(2009.01.01 to Now)

- 台北市政府勞工局職業訓練中心全國技術士技能檢定營造工程管理職類甲乙級技術士術科測定監評委員(2008.06 to 2011.05)
- 行政院勞委會泰山職訓中心環保法規人才培訓課程規劃審查委員(2009.07 to 2010.06)
- 社團法人中華民國大地工程學會第七屆學術委員會委員(2009.05～2011.04)
- 台北縣政府工務局建築物無障礙設備與設施改善基金管理委員會委員(2007.05～2011.04)
- 行政院勞工安全委員會中部辦公室土木建築類學術科試題命製委員(2006.04 to 2009.03)
- 台灣環境保護產業協會名譽顧問(2008.08.11 to 2011.07.10)
- 社團法人台灣室內環境品質學會北區室內空氣品質專家技術輔導團委員(2008.03 to 2011.02)
- 鵬莊實業有限公司UVGI技術顧問(2008.01 to Now)
- 台灣省土木技師公會技師報記者(2008.01～2009.12)
- 技專校院入學測驗中心四技二專類題庫命題委員(2007.12～2008.05)
- 台灣省土木技師公會技師報社論主筆(2007.10 to Now)
- 社團法人中華民國大地工程學會第六屆教育推廣委員會委員(2007.05～2009.04)
- 台北縣政府工務局築物無障礙設備與設施改善基金管理委員會委員(2005.01 to 2007.01)
- 行政院海岸巡防署海洋巡防總局工程督導委員(2007.01 to 2009.01)
- 行政院勞委會中部辦公室營造工程管理甲乙級技術士術科測定監評委員(2007.01 to 2009.01)
- 中華民國勞動災害防止協會土木作業主管安全衛生教育訓練編審委員(2006.08～2006.12)
- 中華民國勞動災害防止協會作業主管教材編審委員(2006.08 to 2007.07)
- 新北市泰山區公所建設課工程督導委員(2005.01 to Now)
- 台北市馳發實業有限公司建築與土木技術諮詢顧問(2000.08 to Now)