國立臺北科技大學

室內空氣品質
常見問題與診斷

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(Indoor Air Quality, IAQ)

- 健康成人每天吃1~2公斤食物、喝2公升水，每分鐘卻需13公升空氣(每天約13.6公斤) 。
- 不吃飯可活五星期，不喝水可活五天，五分鐘沒空氣就活不了。
- 每人每天約90%時間處於室內環境，室內空氣品質不良造成不舒服、不健康、降低工作品質及效率→即「病態大樓症候群」。
- 國內外研究空污威脅婦幼健康。接觸較高$PM_{2.5}$導致新生兒體重下降，增加早產風險及新生兒猝死機率。嚴重影響學齡前兒童肺功能，增加氣喘罹患率。

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
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(SO_2, NOx)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以內)

場所周邊是否具有以下潛在污染源?(10m以內)

8

高架沿線VS.山區河邊

- 2014/4林口長庚醫院內科部郭漢彬: 調查院內150位嚴重型氣喘患者(傳統治療的成效差)，比對患者居住地、居住環境與環保署空汙地圖，住家70%座落於汽機車空汙嚴重的地區, 20%在山區及鄰近河邊. 居住環境→成效差

- 高架橋沿線車流量大，導致過敏的PAHs也高；長期暴露於VOC與PM，
- 郊區雖然空汙低，但黴菌誘發過敏，也易導致氣喘。
- 台北榮總胸腔部周昆達: 臨床上呼吸道不舒服就診的民眾，約1/3是因空氣品質太差

2.室內燃燒源

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！

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 ≠ 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。

一氧化碳竄六樓屬禍

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
警消痛批「變相加工殺人」

事發地點是基隆市天嬌社區。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[illegible]碳要就醫。全部死傷者都是大樓同一側住戶。

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

◀頂樓其中一個排風口被木板蓋住，警方拆下木板露出原貌。

▲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。

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

3.家具及建材

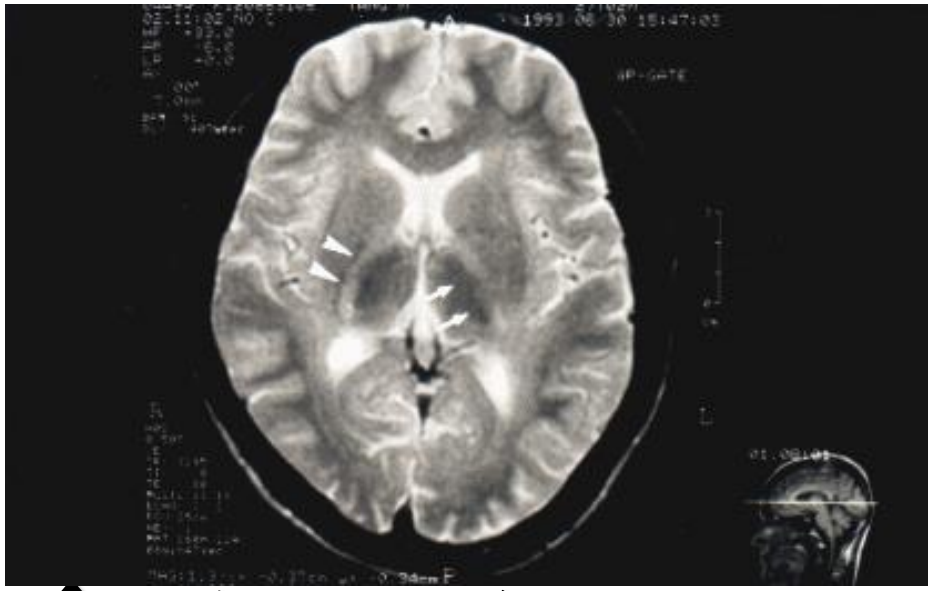
CONTAMINATION FROM BUILDING MATERIALS

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

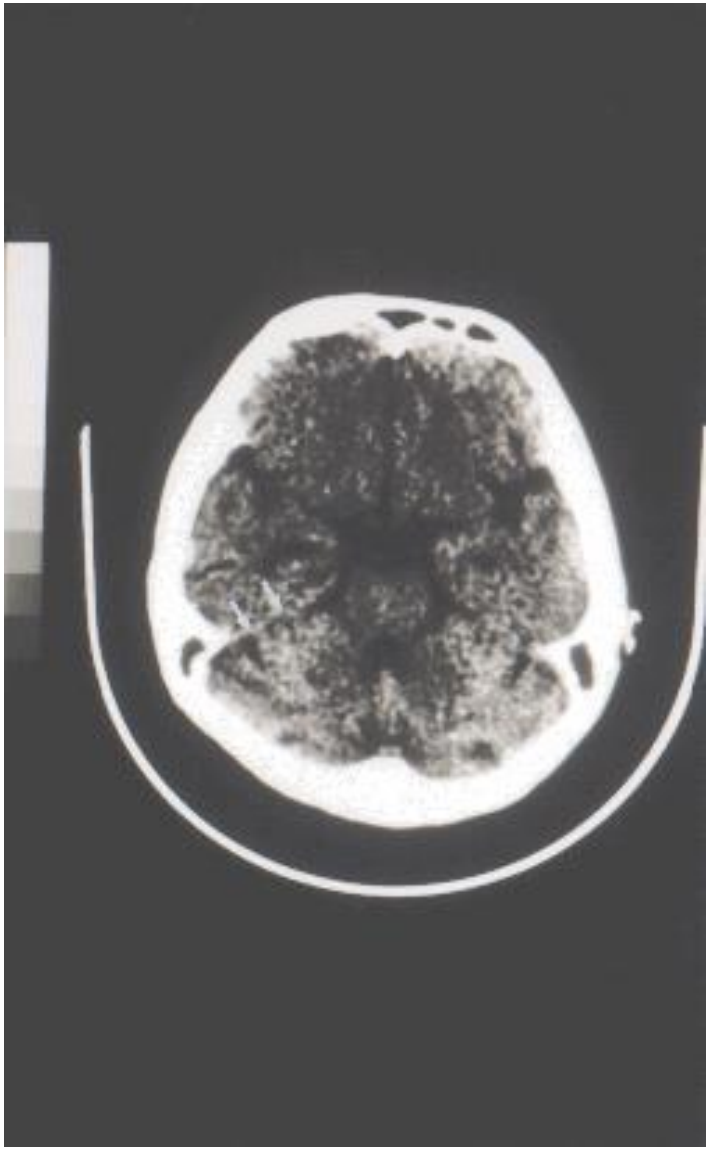
VOCs

- 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



自由時報 2008年5月3日／星期六

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%。其次是揮發性有機物質，不合格空間以客廳及主臥室爲最多，不合格率分別爲三十五點七%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，瀕臨洗腎。經追查後發現，這位年輕病患的罹病，可能與家中有毒裝潢建材有關，後來改了裝潢材質，病患的病況即有進步。

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

江守山說，很多人以爲自來水有加氯消毒，所以可以放心，事實不然，也因爲自來水中有氯，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、石綿及氡氣等，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、白血病、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。

透過儀器的檢測，可以讓民衆更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）

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、人及寵物的皮屑	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

甲醛致癌課桌

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

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。

臭氧

- 低濃度的臭氧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，臭氧空氣清淨機(活性氧、三元氧)會產生臭氧
- 空氣中臭氧可殺死細菌和微生物，分解臭味? YES。但...
  - 臭氧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氧機。

林口長庚臨床毒物科林杰樑: 高濃度臭氧會造成下呼吸道發炎，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，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，嗆鼻、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

		連續監測8小時的平均濃度
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

勿設臭氧殺菌機且於有人時開啟

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. 殺菌消毒劑→漂白水, 75%酒精即可
4. 芳香產品(空氣清香劑、精油) 少用
5. 殺蟲劑
6. 乾洗劑殘留

清潔用品不要混

- 2005/7/10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，導致兩溶液混合產生有毒氯氣
- 救生員沿途大喊「快跑」，緊急疏散泳客。

- 4、50名泳客倉皇逃生，泳客與員工23人吸入氯氣，咽喉輕微灼傷或嗆傷。呼吸困難、喉嚨疼痛、咳嗽, 3位小朋友較嚴重，肺軟水、嘔吐

殺蟲劑

- 蚊香:驅蚊大於殺蚊, 會產生多環芳香羥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 mm效果最好，藍色紫外光曝露，長期直視增加白內障, 加水加醋誘捕
- 殺蟲劑. 行政院環保署、衛生署疾病管制局病媒昆蟲防治組、台大公共衛生研究所

芳香劑

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

- 林口長庚醫院臨床毒物科主任林杰樑
http://tw.news.yahoo.com/040316/43/ipa9.html

6.生物污染物

MICROBIAL CONTAMINATION

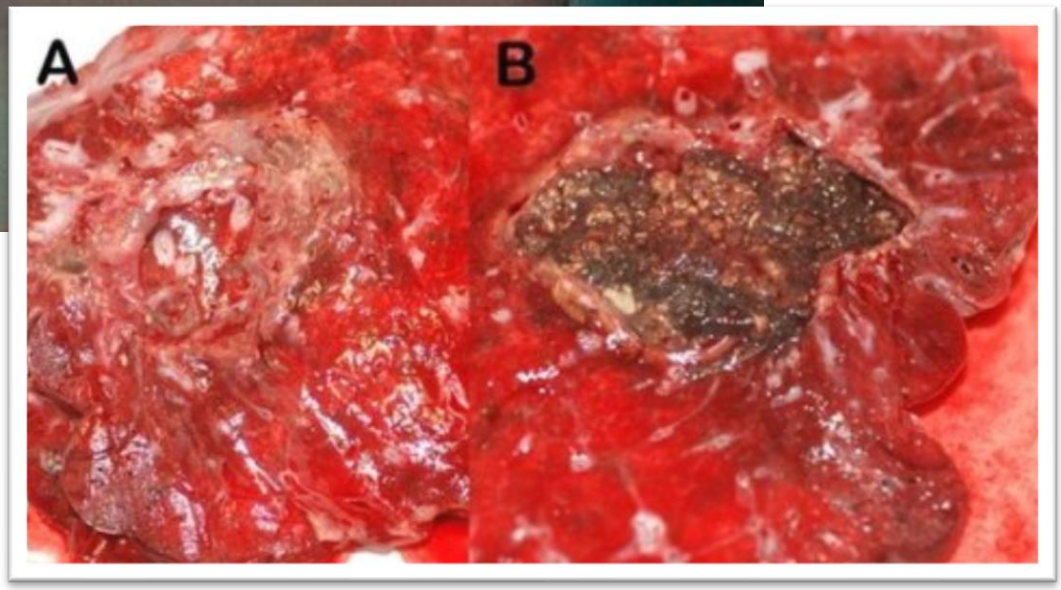
細菌、真菌

- 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%, 24~27ºC環境

©eye of scienc



Dr Marcello Migliore, ahli bedah dari University of Catania, Italia, seperti dilansir oleh *Live Science* (06/11).

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，結果先是滿臉長滿痘痘，且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

請保持通風乾燥...
Aerotech Laboratories, Inc.

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，被細菌污染的空調冷卻水塔，經水霧進入空調系統，造成流行，由空氣傳染，潛伏期二至十天。
- 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、ＫＴＶ及醫院等八大場所，水塔空調超過三成檢出退伍軍人菌，醫院檢出率高達47%。
- 2005/9加拿大多倫多一養老院有70多人感染神祕的呼吸道疾病，一個月內死亡17人。後來確認是退伍軍人症。

某些地方老是讓
您過敏打噴涕?

中邪?

- 2011/3/22高雄一對夫妻在家與女兒觀看鬼片，隔天三人陸續眼睛莫名紅腫、化膿及充滿血絲等症狀，與片中情節相似，以為是中了邪；趕緊把DVD歸還，還去廟裡拜拜，但是症狀都沒改善
- 前往眼科求診，才發現原來是因為家中潮濕、寢具超過三個多月未更換， 孳生塵蟎等過敏原，才會引發過敏性結膜炎

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(H2S, NH3)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)

2008-2009教育部環保小組研究計畫

- 選擇國民中小學及幼稚園11 、所北中南每區3校、樣本數144個進行室內空氣品質調查。檢測最常使用或最糟狀況。
- 健康效益及學習效率評估。訂定自主管理紀錄表。

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

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

學校常見問題

1. 廁所或廚房、餐飲區域與教室太近，有異味逸散情形；
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CO_2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

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CO_2濃度。惟鄰近馬路側教室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

資料來源：環保署推動公共場所自主管理制度及室內空氣品質管理法相關子法訂定計畫(2009)

幼稚園之室內空氣品質

- 幼稚園之教室皆甲醛偏高，幼稚園幾乎都有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。環保標章產品
- 幼稚園教室較有魚缸, 盆栽.
- 幼稚園小朋友動態活動較多.

國立臺北科技大學

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

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

空間使用類別

通風換氣效率及氣流分布

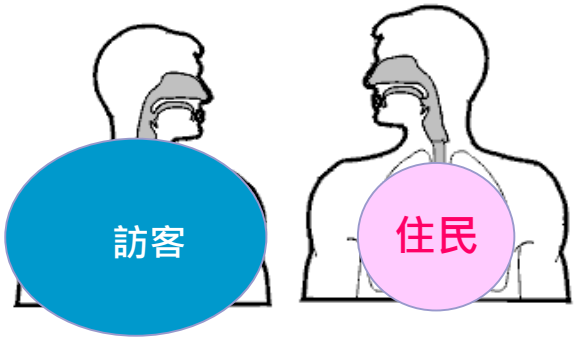
濾網及清淨裝置

建築維護管理

醫院感染控制

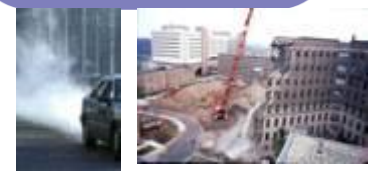
人員溢散

建築滋生及溢散



特殊作業溢散

外氣引入



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

源頭減量

↓

通風換氣

↓

空氣清淨設施

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:

2.2 修改:

- 修改污染源
- 集中污染源

2.3 行為改變

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。

2.1 移除removal

- 移除污染源, 或以較無危害性的物質替代
  - 室內禁菸,
  - 避免室內燃燒
  - 拆除過度的裝潢, 拆除阻礙空氣流動的隔間
  - 打掃保持環境清潔
- 但有時不一定可行，如：辦公室不可能為了減少VOC而將事務機移除，此時就需其他控制方法。

2.2 修改

- 修改污染源，藉設計或修改軟硬體來減低排放率:
  - 修補漏水及壁癌
  - 瓦斯熱水器應裝在戶外。否則加裝強制排氣
  - 以電爐,電磁爐代替瓦斯爐,碳火爐
  - 以加強排氣代替芳香劑
- 集中污染源於使用獨立空調或加強通風處, 如:
  - 影印機集中於一處有獨立空調或通風的房間
  - 吸菸室/茶水間/垃圾間

2.3 行為改變

- 藉由改變行為「減低排放」或「減低暴露」

「減低排放」

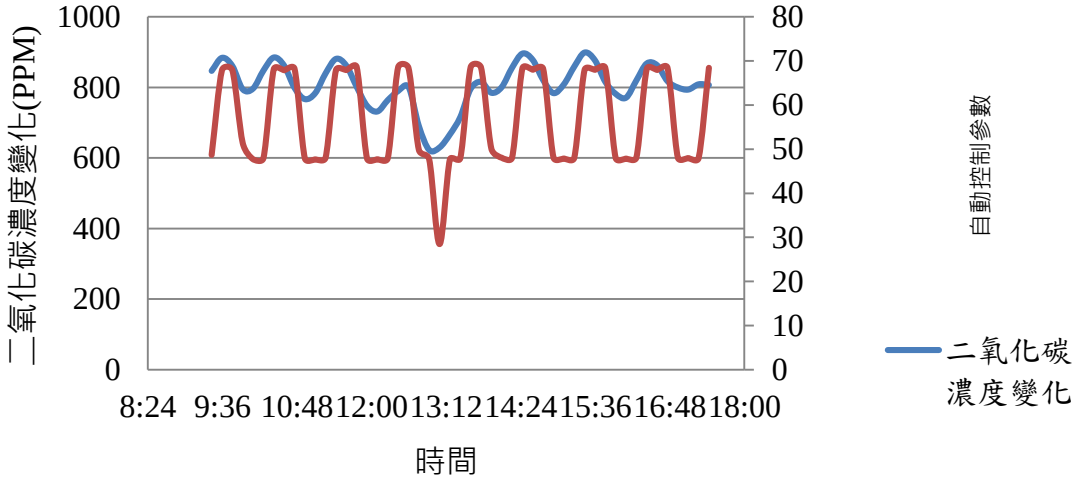
- 限制可產生污染物設備的操作時間
- 設立禁菸區、引導至戶外吸菸區
- 禁止在車庫熱車及惰轉
- 宣導教育消費者/顧客配合

「減低暴露」

- 重新安排活動，如辦公以外時段才裝潢、消毒、除蟲
- 重新安置較容易受影響的人員，使遠離令他們出現病徵或空氣不佳的範圍
- 群眾人數尖峰時(展場賣場)，應依公共場所空間大小限制進出人數/改變動線疏導人潮局部集中。

警告器/偵測器連動空調控制

- 偵測器可連動控制空調系統
  - CO_2偵測器: 連動外氣引入系統
  - CO偵測警告器、煙霧偵測器: 連動緊急排風系統
- 自動監測**CO_2**+連動空調控制(須要時才自動增加外氣)
- **區域通風控制**整合房間內的CO_2感測器, 來控制**外氣量**，送入不同人數及密度的房間內。
- 增加區域性CO_2控制並不會比配置溫度調節器複雜。
- 感測器依據空間內**溫度(→冷凍量)**與**CO_2 (→外氣量)**讀值控制可變風量。



3.通風換氣

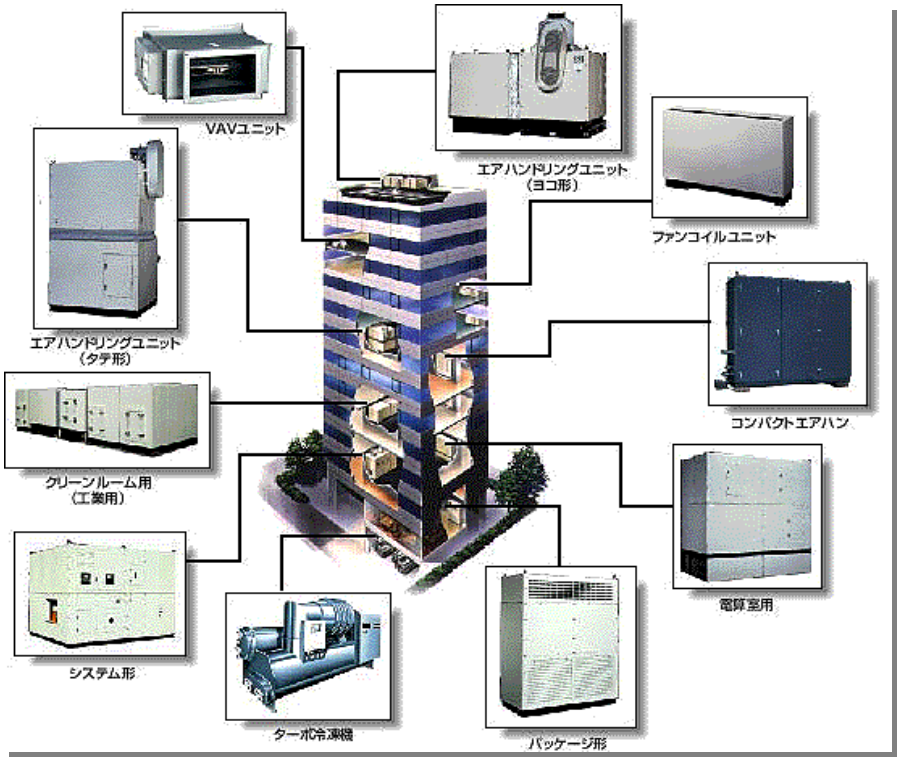
3.1 自然換氣/自然通風

3.2 強制換氣/機械通風(空調)

3.3 局部換氣

3.4 正壓/負壓換氣:

3.5 空調清潔



3.1 自然換氣/自然通風法:

- 利用窗戶、門及其他通氣孔來換氣。
- 最經濟環保之方式。
- 不過
  - 會增加室內空調能源消耗
  - 在空氣品質太差，或因阻隔而空氣不易流動之房間，仍需藉強制換氣來改善。
- 若中央空調有帶入足夠新鮮空氣, 是可以不用開窗.

門窗緊閉未開啟

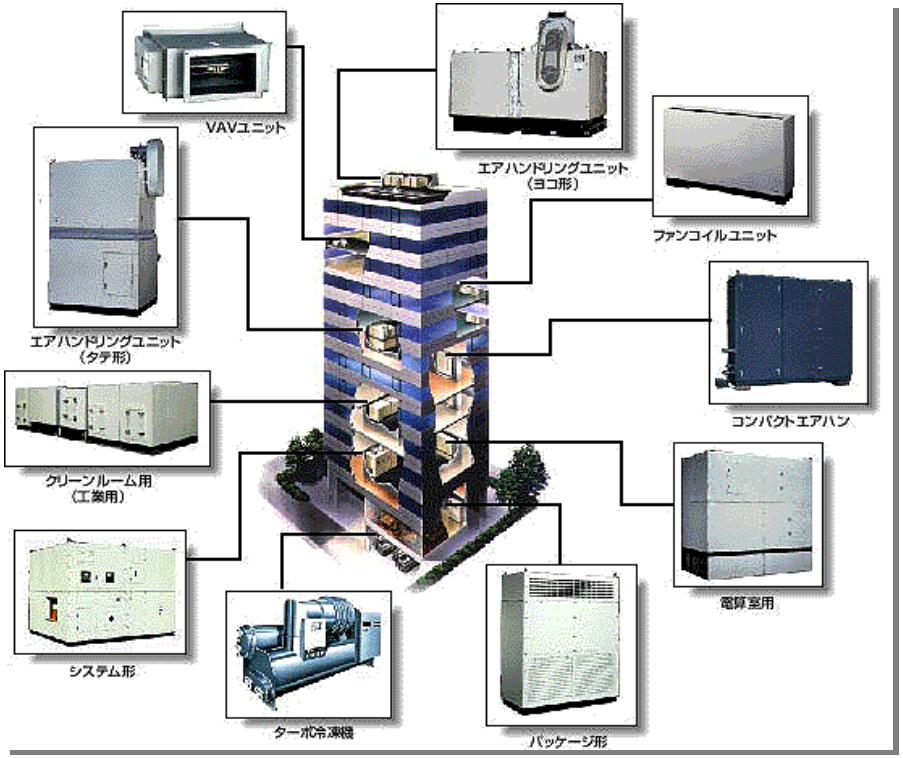
3.2 強制換氣/機械通風法

- 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。
- 如冷氣機、中央空調、廁所的抽風機
- 但若換氣次數太高，電費也相對提高。

- 除了**通風換氣之量值**大小外，與**通風換氣之分佈情形**有關的空氣交換效率，亦是影響室內空氣品質良窳之關鍵因素。

空調系統種類

- 中央系統
  - 中央空調箱AHU (全氣式-空調箱)
    - 中央空調箱（可引入外氣)
    - 1. 氣窗
    - 2. 抽風機
    - 3. 獨立外氣風管
    - 4. 外氣預冷空調箱PAH
    - 5. 全熱交換機
  - 送風盤管機FCU (全水式-風管機)
    - 風管機（無外氣)
    - 風管機並用外氣風管
  - 氣水並用式
- 個別系統
  - 箱型冷氣機
  - 分離式冷氣機
  - 窗型型冷氣機

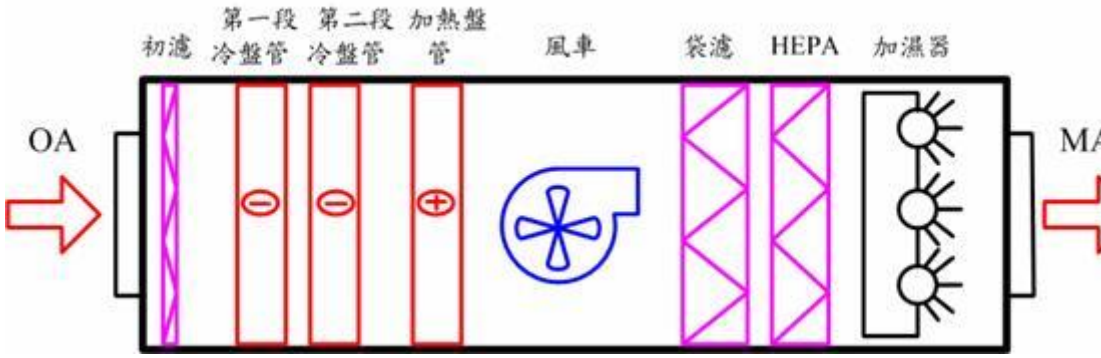


全水式—風管機FCU系統有積水或漏水現象

15

全氣式—空調箱（AHU）

- AHU系統-查核重點
  - 初級過濾設備
  - 氣體混合箱及空調箱
  - 氣流控制閥
  - 空調箱內過濾裝置
  - 噴霧加濕器
  - 風扇

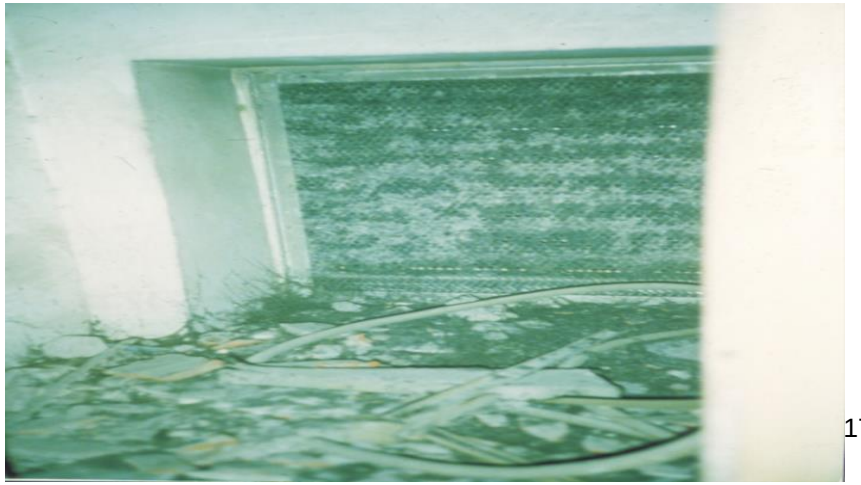


氣體混合箱

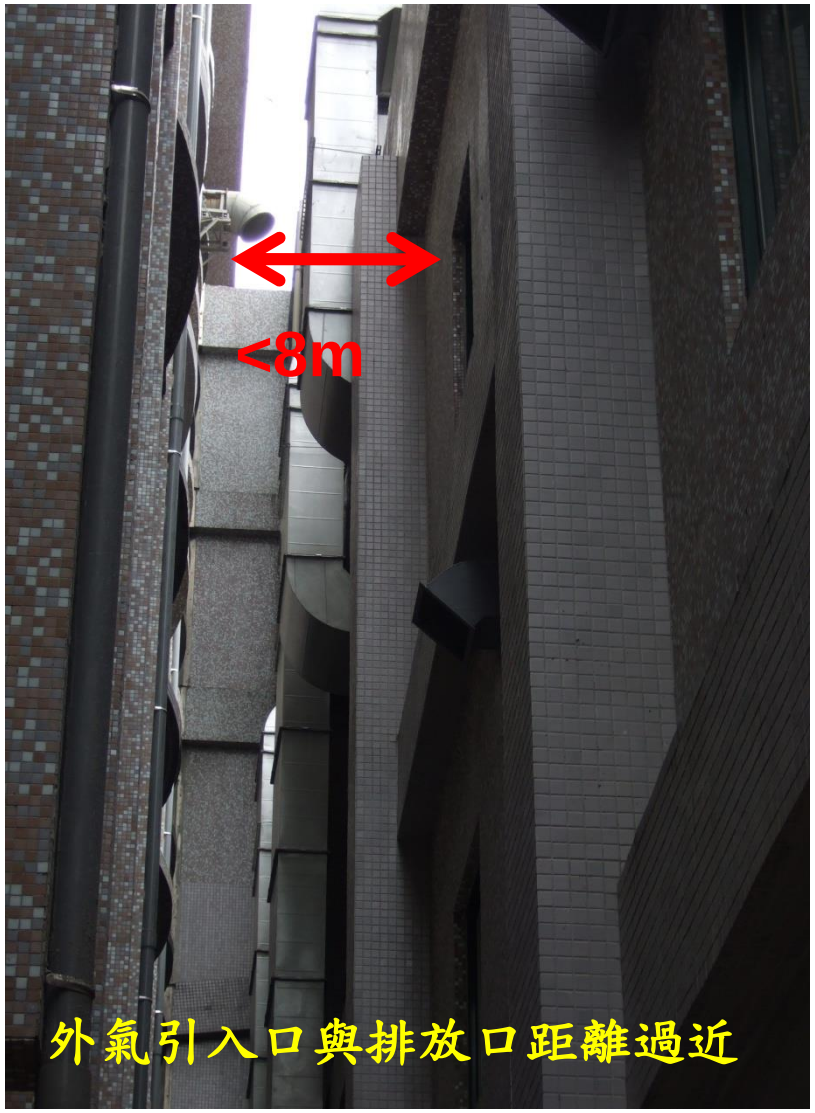
空調過濾裝置

室內空調系統是否有以下狀況?

- 引入之新鮮外氣受污染



戶外空氣進氣口



外氣引入口與排放口距離過近

外氣引入口靠近地下車道出入口

外氣引入口髒亂

18

空調機房有堆積物或髒亂

3.3 局部換氣法

- 針對污染源位置，設置小型抽風設備, 必要時處理後排放
- 「吸、抽」比「吹」的效果好
- 高污染空間: 影印室、設計圖室、浴室...等。
- 高污染場所: 實驗室、診所、寵物店、美容美髮、乾洗店、沖印店、餐廳...等。
- 油煙
  - **收集**。
  - **處理:**裝設水洗設備，靜電油煙器。
  - **排放:** 排氣口伸展到所在建築物(排氣範圍20米半徑內任何鄰近或相連建築物)最高點之上至少3米高度。且遠離空調入風口。

- 餐廳廚房排氣位置設置不當

廁所不要

廁所要二選一

- →獨立排氣設施(抽風機)
- →開窗通風+關門

廁所不要

- 密閉
- 臭氧機
- 芳香劑

3.4 正壓/負壓換氣法

- 空氣會由正(高)壓處流向負(低)壓處
- 若室內空氣較乾淨，則設正壓防止室外髒空氣進入, 並有助室內污染物排出; 供氣量＞排氣量
- 若室外空氣較乾淨，則設負壓將室外乾淨空氣引入; 供氣量＜排氣量
- 有污染源的房間用負壓，其他房間用正壓, 如
  - 負壓病房，乃防止病毒向外擴散
  - 停車場抽排氣, 同樓層辦公室送新鮮外氣

3.5空調清潔

- 出入風口設置濾網, 定期清潔/更換空調濾網
- 保持通風系統清潔: 以人工或機器清潔風管
- 若微生物透過空調氣體傳送, 辦公大樓的空調系統定期消毒

定期清潔回風口濾網

濾網

(二周~月~季)

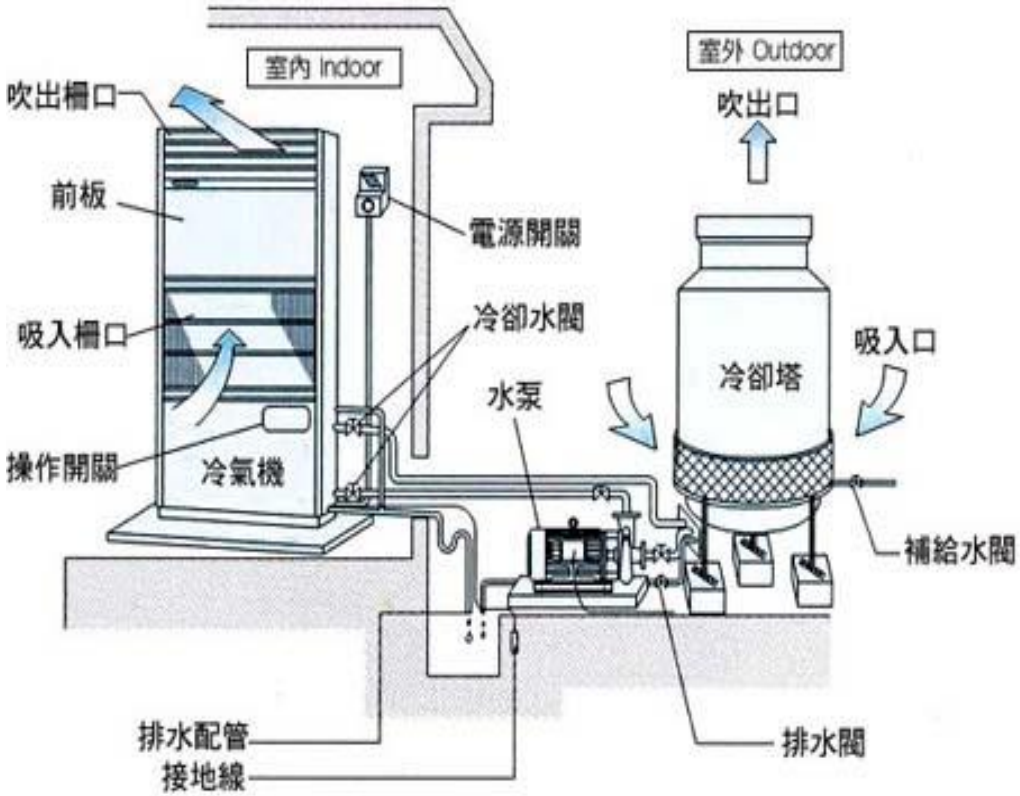
安全門
放物品
定期清潔更換外氣濾網

圖 29　外氣進氣口髒污與阻塞情形

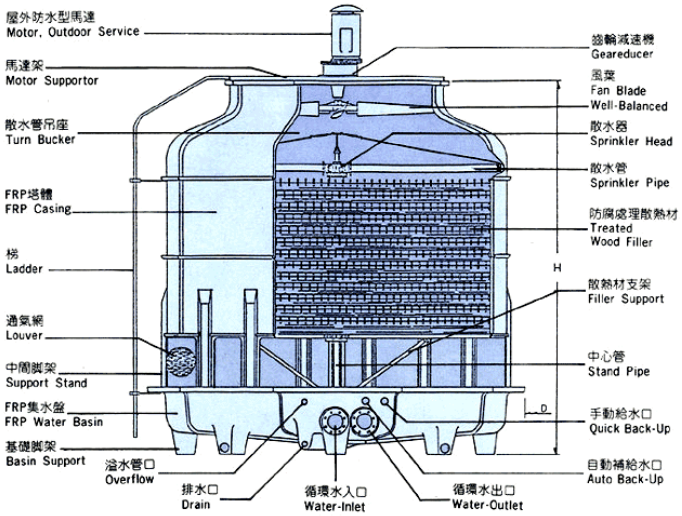
環保署「室內空品維護管理計畫文件撰寫指引」

冷卻水塔清洗消毒

空調水系統



空調與冷卻水塔系統



冷卻水塔構造

冷卻水塔

4.空氣清淨設施

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

1) 過濾集塵型(定期更換濾網)
2) 靜電集塵型(定期清洗極板)*
3) 活性碳吸附型(定期更換濾材)
4) 光觸媒型
5) 負離子型*
6) 臭氧型(避免使用)*
7) 紫外線殺菌型(避免直射)
8) 複合型
9) 化學藥品蒸薰(小心劑量)

圖 3.1　活性碳空氣清淨機

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

*小心是否有臭氧

其他注意事項

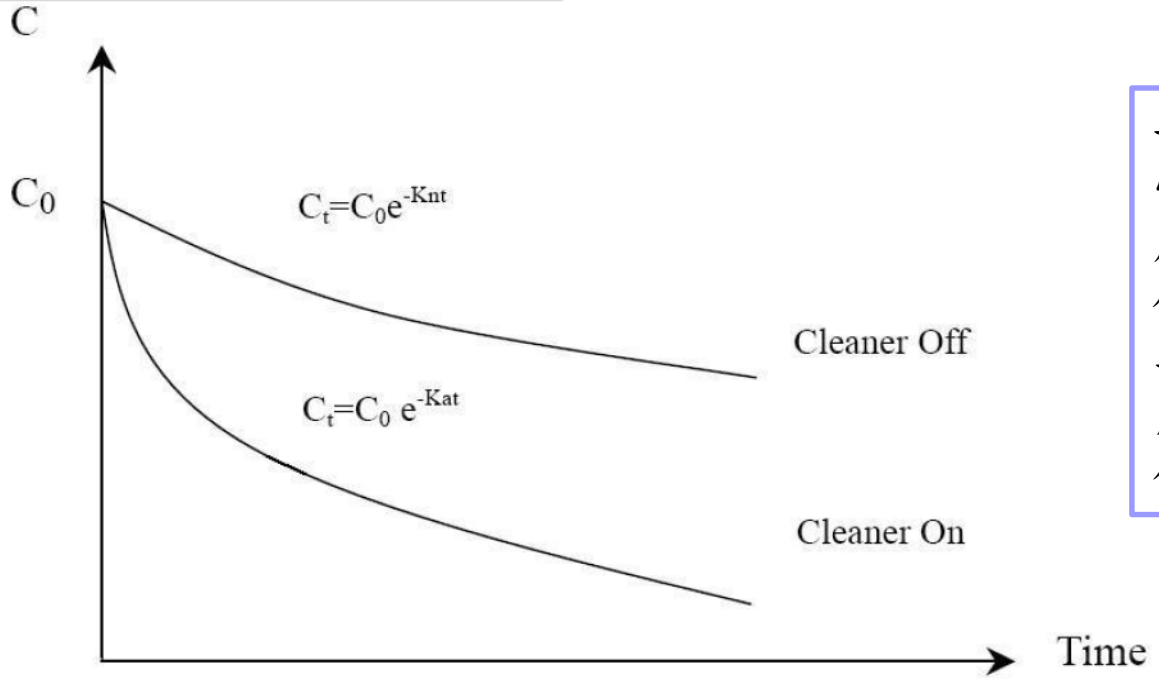
- 2005.01消基會隨機抽測15款市售空氣清淨機暢銷機型，就有六款懸浮微粒去除率不到35％，九款VOC甲苯去除率不到20％，有些標榜光觸媒功能的知名品牌也名列其中。
- 目前並未訂有普遍接受的清淨機去除氣體及菌類的性能標準。只有「CADR值」表示去除懸浮微粒的性能
- 跟機械通風及空調系統一樣，空氣清淨機亦需要定期保養和清潔，否則可能本身成為污染源，把飽和媒介所收集的污染物排放出來。
- 大量污染須先開窗通風, 不要單靠空氣清淨機, 否則可能縮短濾網及空氣清淨機效果及壽命。

空氣清淨機的安全性

- 標準檢驗局: 空氣清淨機屬**應施強制性檢驗商品**，不符合檢驗規定者，不得進口或出廠上市陳列銷售。
- 屬公告應施強制性檢驗之電器商品，於進口或出廠上市銷售前須依規定完成檢驗程序，取得證書標貼有「商品檢驗標識」「商品安全標章」方可上市陳列銷售。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
- 但空氣清淨的效能，不在強制檢測範圍

空氣清淨機去除微粒的性能

- AHAM AC-1為美國家電製造協會所制定，且通過美國國家標準ANSI之可移動式空氣清淨機檢測標準方法。
- 對空氣清淨機進行清淨效能測試，結果以**清淨空氣輸出率CADR值Clean Air Delivery Rate (ft^3/min或m^3/hr)**表示，使消費者辨別清淨機之清淨能力，作為選購之指標。
- **1 m^3/hr = 0.59 ft^3/min,** 要先換算成同一單位再比較大小



去除率(%)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。

其他注意事項

- 要選坪數符合的空氣清淨機
- 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，故可有高效濾網HEPA功能機型。
- 所有空氣清淨機都不能去除CO_2
- 室內外空氣流通是供應充足氧氣，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。

TW環保標章:空氣清淨機

- 公布日期102年9月26,
- 標準適用於符合CNS 7619之空氣清淨機。

3.1產品能源效率應符合經濟部能源局「空氣清淨機節能標章能源效率基準與標示方法」之規定。

3.2產品產生之臭氧濃度應符合CNS 3765-65之要求。

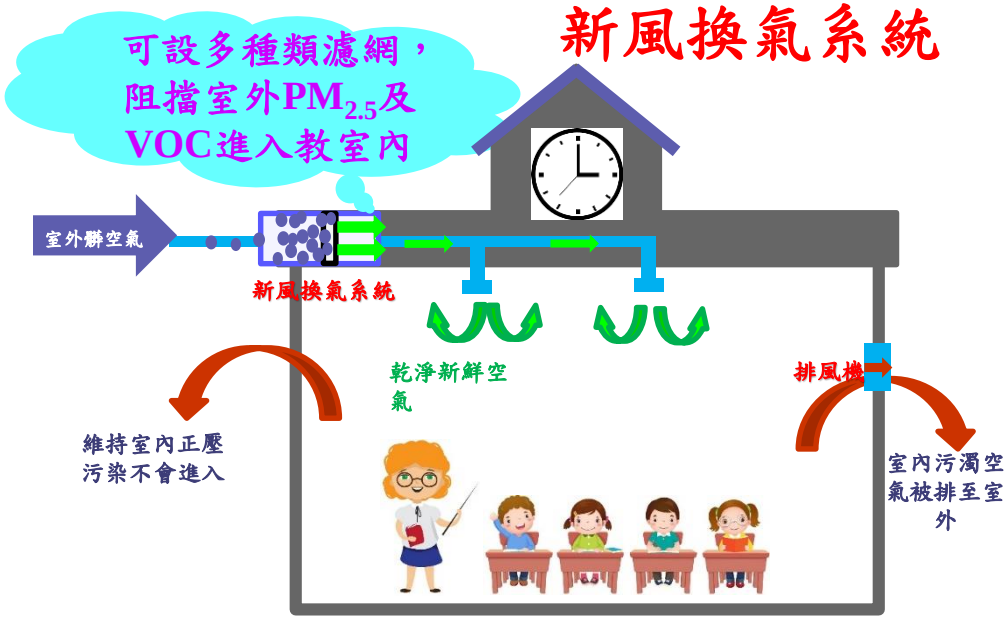
3.3產品使用時之音量應符合管制限值。

3.4產品應具有可拆解性。

4.1產品塑膠零組件不得使用鹵化塑膠，並應符合ISO 11469規定，於重量為25公克以上塑膠零組件之明顯處標示清晰之塑膠材質種類。

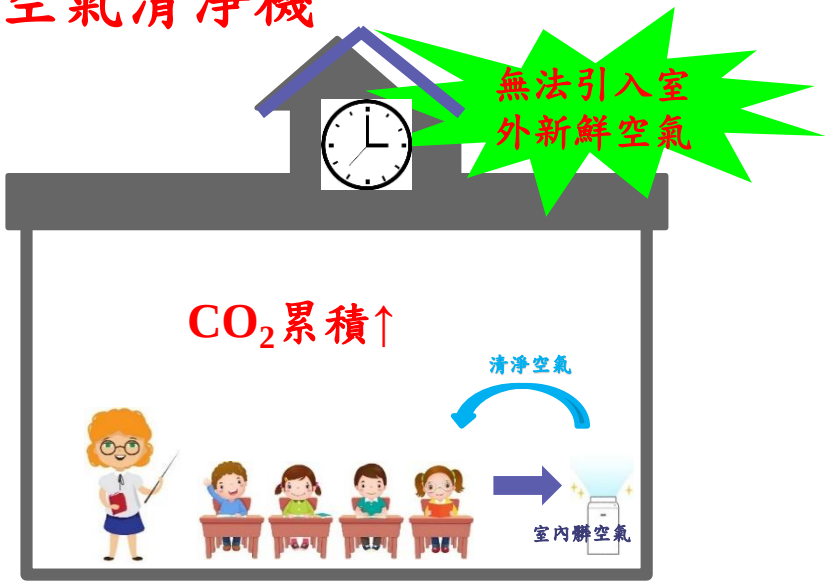
4.2重量為25公克以上之塑膠組件應符合下列要求：

新風換氣系統



- ✓ 新風系統**引進室外空氣，過濾後稀釋室內CO_2及各種空污如$PM_{2.5}$**。
- ✓ 搭配監測控制系統偵測教室CO_2濃度，濃度過高時自動啟動，低於標準則自動降低風量，減少耗能。

空氣清淨機



- ✓ 清淨機雖可去除多種空污，**但不能去除CO_2**，亦無引入室外新鮮空氣，**造成教室內CO_2濃度累積超標**。

國立台北科技大學室內環境品質研究中心曾昭衡教授

國立臺北科技大學

空氣品質警示及防護措施

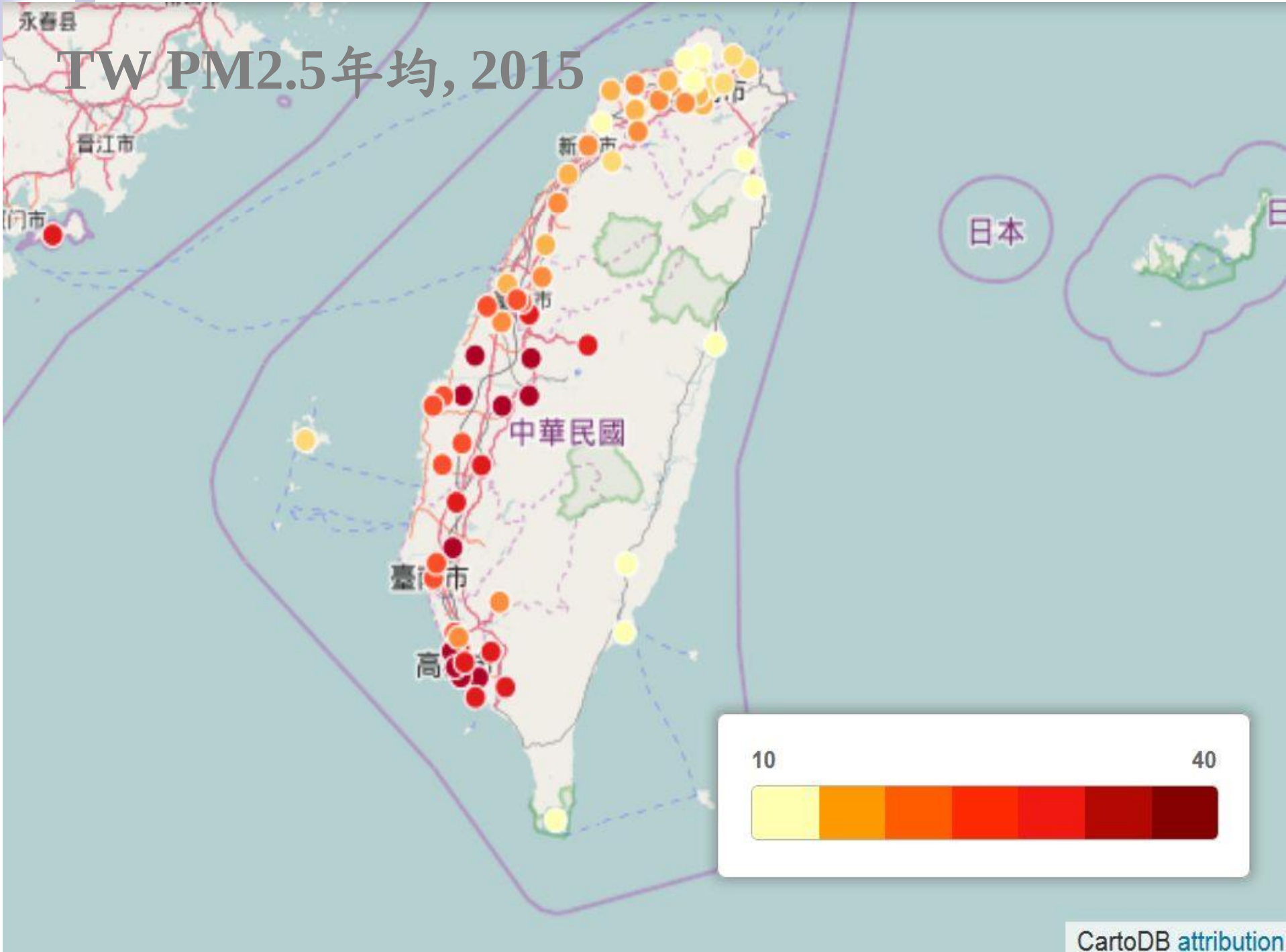
國立台北科技大學
環境工程與管理研究所
曾昭衡 教授

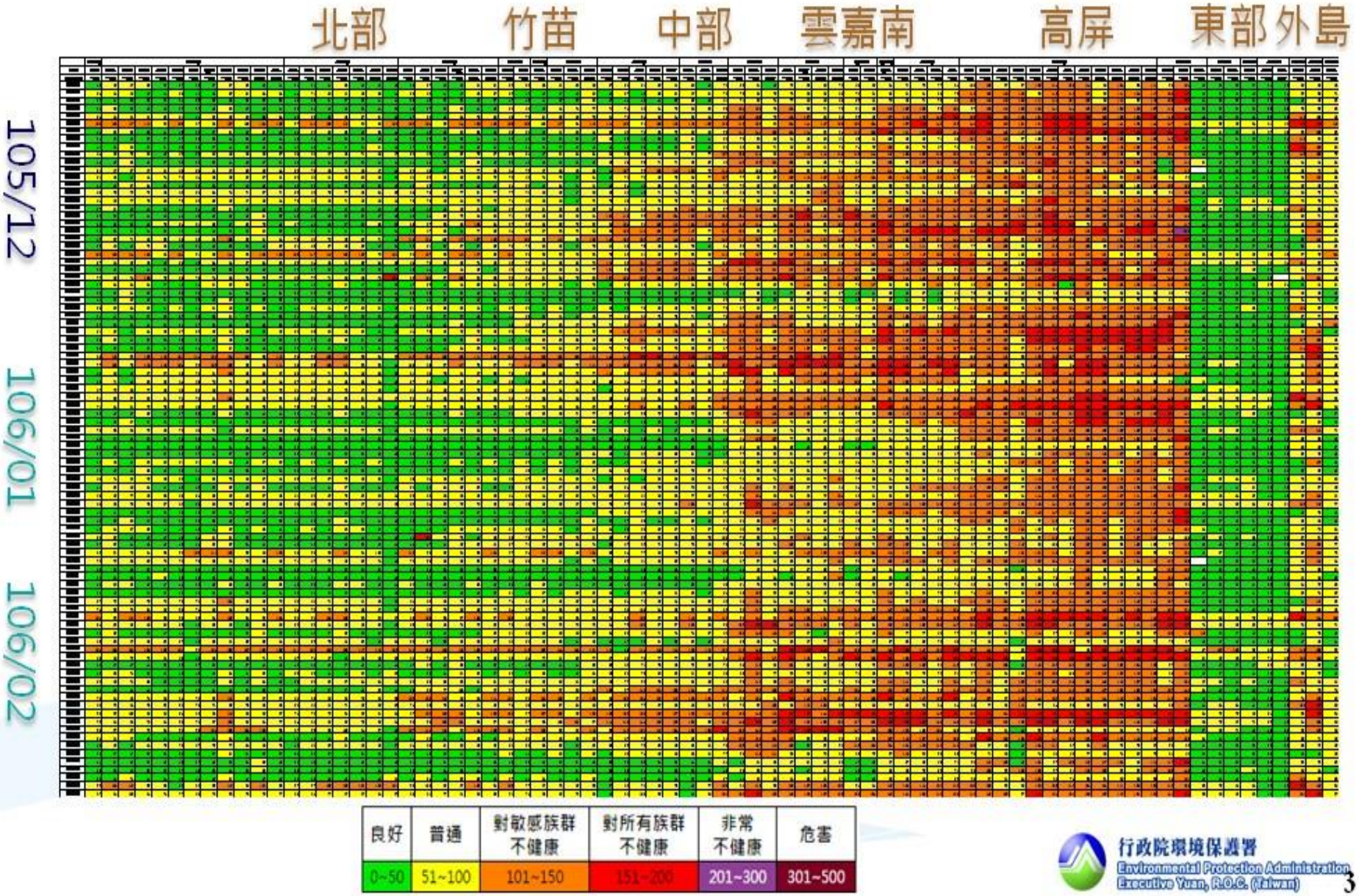
康健雜誌197期

霾害

苗栗

TW PM2.5年均, 2015





每年10月到3月台灣空品狀況惡化，中南部地區，超過標準（AQI達橘色提醒及紅色警示）站日數比率將近50%；達紅色警戒比率約5.7%。

環境即時通APP 改版說明(1/3)

全面採用**空氣品質指標（Air Quality Index , AQI）**

— 提供電子空品旗視覺設計

內容

- AQI指標共分為六級，增加**對敏感族群不良**(Unhealthy for Sensitive Groups) 等級
  納入$PM_{2.5}$為副指標監測項目

功能

- 列表新增查詢AQI當日最大
- 詳細資料新增O_3, PM_{10}歷史

空氣品質指標(AQI)

新增O_3 8小時項目

整合$PM_{2.5}$項目

新增150級距

AQI指標	O_3 (ppm) 8小時平均值	O_3 (ppm) 小時平均值[1]	$PM_{2.5}$ (μg/m³) 24小時平均值	PM_{10} (μg/m³) 24小時平均值	CO (ppm) 8小時平均值	SO_2 (ppb) 小時平均值	NO_2 (ppb) 小時平均值
0-50 良好	0.000 – 0.054	-	0.0 - 15.4	0 - 54	0 - 4.4	0 - 35	0 - 53
51-100 普通	0.055 – 0.070	-	15.5 - 35.4	55-125	4.5 - 9.4	36 - 75	54 – 100
101-150 對敏感族群不良	0.071 – 0.085	0.125 - 0.164	35.5 - 54.4	126 - 254	9.5 - 12.4	76 - 185	101 – 360
151-200 對所有族群不良	0.086 – 0.105	0.165 - 0.204	54.5 - 150.4	255 - 354	12.5 - 15.4	186 - 304[3]	361 – 649
201-300 非常不良	0.106 – 0.200	0.205 - 0.404	150.5 - 250.4	355 - 424	15.5 - 30.4	305 - 604[3]	650 – 1249
301-400 有害	[2]	0.405 - 0.504	250.5 - 350.4	425 - 504	30.5 - 40.4	605 - 804[3]	1250 – 1649
401-500 有害	[2]	0.505 - 0.604	350.5 - 500.4	505 - 604	40.5 - 50.4	805 -1004[3]	1650 – 2049

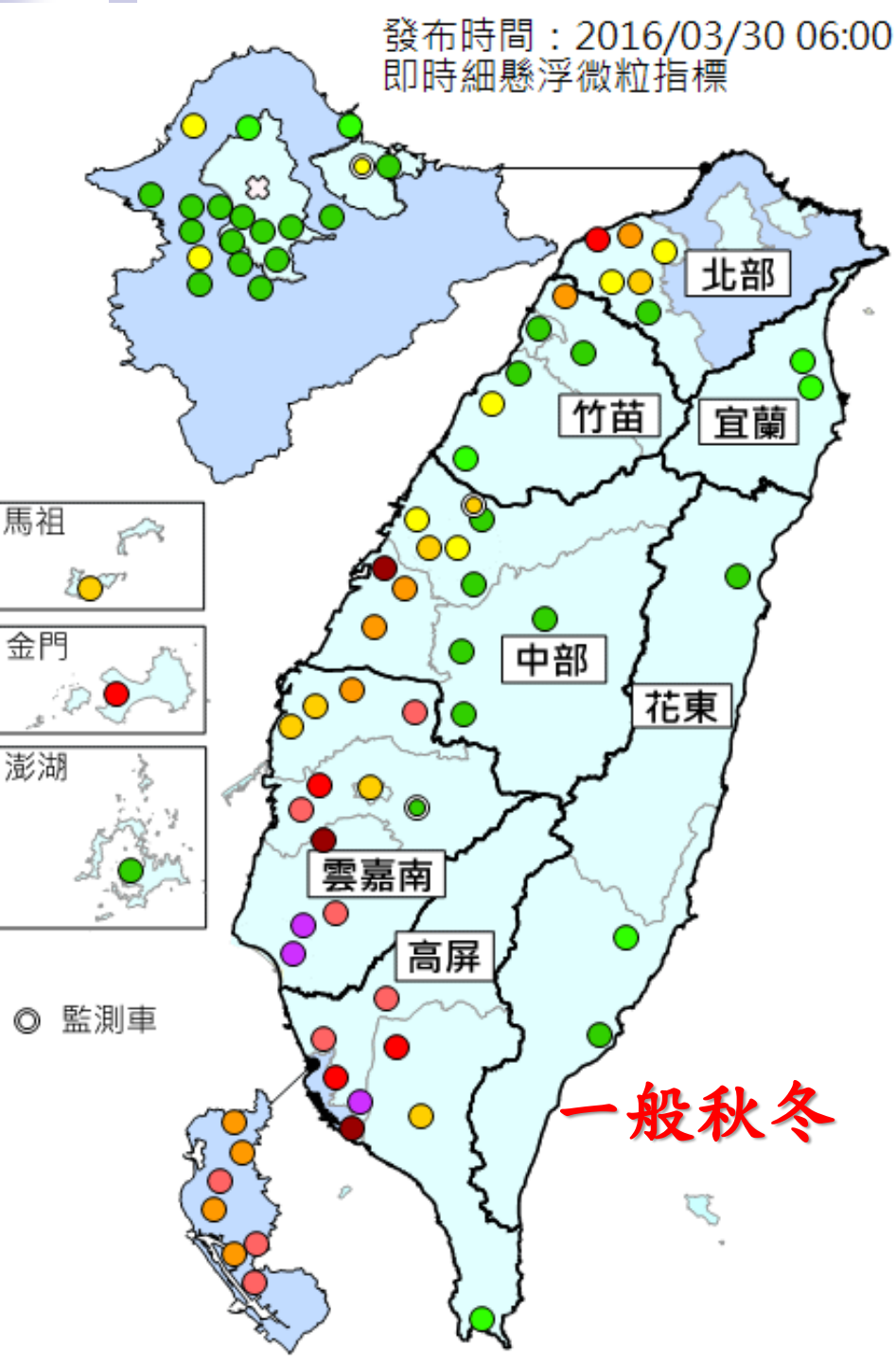
1.一般以臭氧(O_3)8小時值計算各地區之空氣品質指標(AQI)，但部分地區以臭氧(O_3)小時值計算空氣品質指標(AQI)是更具有預警性，在此情況下，臭氧(O_3)8小時與臭氧(O_3)1小時之空氣品質指標(AQI)則皆計算之，取兩者之最大值作為空氣品質指標(AQI)。

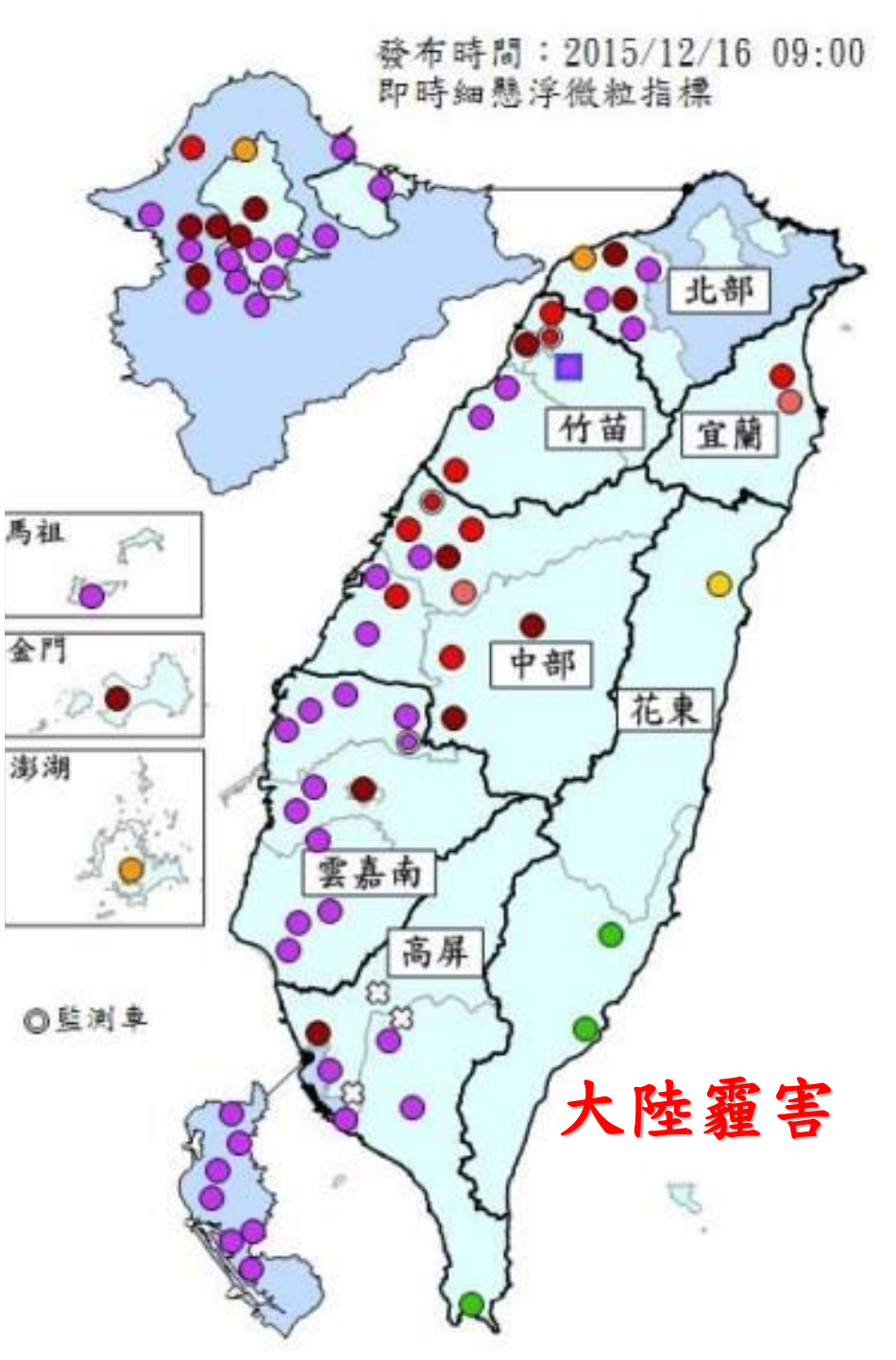
2.空氣品質指標(AQI) 301以上之指標值，是以臭氧(O_3)小時值計算之，不以臭氧(O_3)8小時值計算之。

3.空氣品質指標(AQI) 200以上之指標值，是以二氧化硫(SO_2)24小時值計算之，不以二氧化硫(SO_2)小時值計算之。

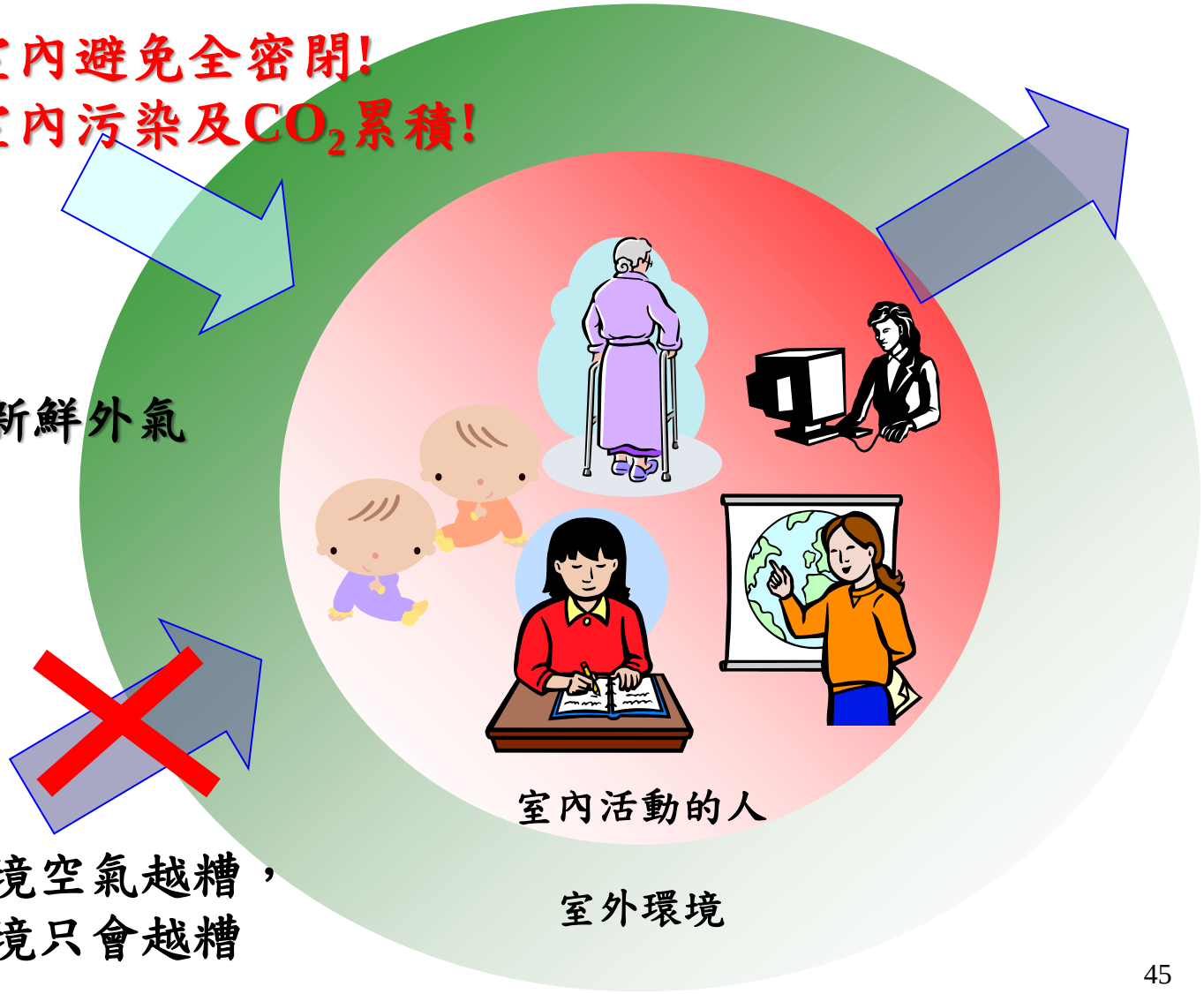
關心空品現況 懸掛空品旗幟

AQI	0～50	51～100	101～150	151-200	201-300
對健康的影響	良好	普通	對敏感族群不良	對所有族群不良	非常不良
	Good	Moderate	Unhealthful for Sensitive Groups	Unhealthful	Very Unhealthful
代表顏色	綠	黃	橘	紅	紫
校園空氣品質旗幟					
活動建議	代表空氣品質良好，可以多到戶外運動，記得適時補充水分，注意自己的身體狀況。	代表空氣品質普通，還是可以到戶外走動，但**極容易過敏和氣喘的小朋友**若**感覺不舒服要戴上口罩，並跟老師說。**	代表空氣品質不良，上下學或戶外活動最好戴上口罩。建議減少長時間劇烈運動。下課時，儘量待在教室內，**過敏體質和氣喘的小朋友更要注意自己的身體。**	代表空氣品質不良，上下學或戶外活動最好戴上口罩。應避免長時間劇烈運動。下課時，儘量待在教室內，**所有小朋友要注意自己的身體。**	代表空氣品質危害，容易讓人生病，離開教室需要戴著口罩、暫停或延期戶外活動；**過敏體質和氣喘的小朋友，將藥帶在身邊，隨時注意身體狀況。**


發布時間：2016/03/30 06:00
即時細懸浮微粒指標
北部
竹苗
宜蘭
中部
花東
雲嘉南
高屏
馬祖
金門
澎湖
◎ 監測車
一般秋冬


發布時間：2015/12/16 09:00
即時細懸浮微粒指標
北部
竹苗
宜蘭
中部
花東
雲嘉南
高屏
馬祖
金門
澎湖
◎監測車
大陸霾害

室外環境影響室內空氣品質



最好的辦法
靠室外健康的新鮮外氣
稀釋室內污染

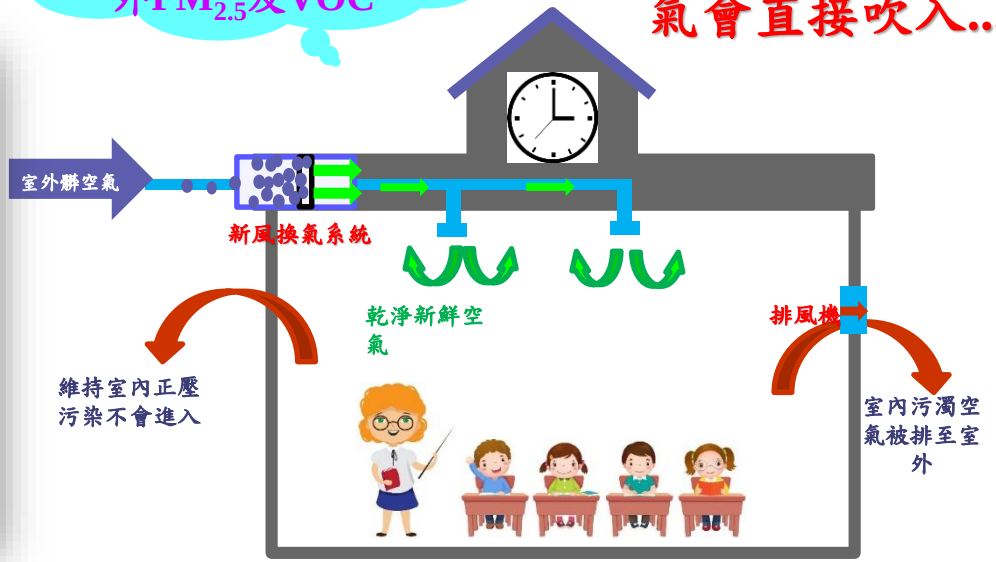
室外環境空氣越糟，
室內環境只會越糟

換氣扇VS新風換氣系統

只有簡單濾網，
阻擋大灰塵

可設HEPA及活性
碳濾網，阻擋室
外$PM_{2.5}$及VOC

但單一進氣功
能機, 室外熱空
氣會直接吹入...



- ✓換氣扇(抽排風扇)雖可引進室外空氣，但只有簡單濾網阻擋大灰塵，且風量小, 只適於人較少或室外空氣較好的場合.
- ✓新風系統**引進室外空氣，過濾後稀釋室內CO_2及各種空污如$PM_{2.5}$**。
- ✓可搭配監測控制系統偵測教室CO_2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。

室內空氣改善設備之優缺點

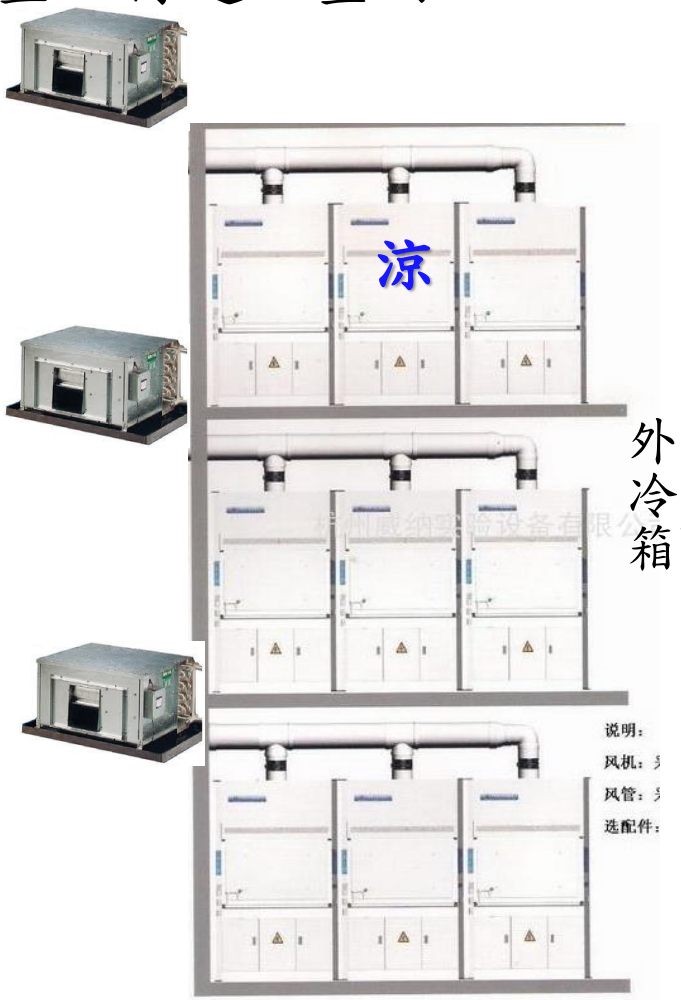
	新風換氣系統	空氣清淨機
優點	✓ **具供應外氣的功能,可避免室內 CO_2累積** ✓ 可裝設多種清淨濾網，以達淨化污染之功效 ✓ 可搭配監測控制系統，以達節能之功效，增加管理智能化	✓ 可挑選適當機制，同時去除多種類型污染物 ✓ 可隨意更改擺放位置 ✓ 濾網更換較易
缺點	× 施工複雜度較高 × 維修較困難 × 須定期更換濾網，否則淨化效果可能降低	× 無法分解去除CO_2 × 不具外氣引入功能, **產生室內 CO_2累積問題** × 部分機型內建感應器自動控制, 無法中央監控 × 靜電型及離子型可能排放二次污染O_3 × 須定期更換濾網，否則淨化效果可能降低

室內有冷氣時

PAH外氣預冷空調箱

- **新鮮空氣調節箱,外氣預冷空調箱**：具獨立的外氣引入口，外氣經**PAH** 過濾+溫濕度調整，再送入室內。

獨立外氣風管

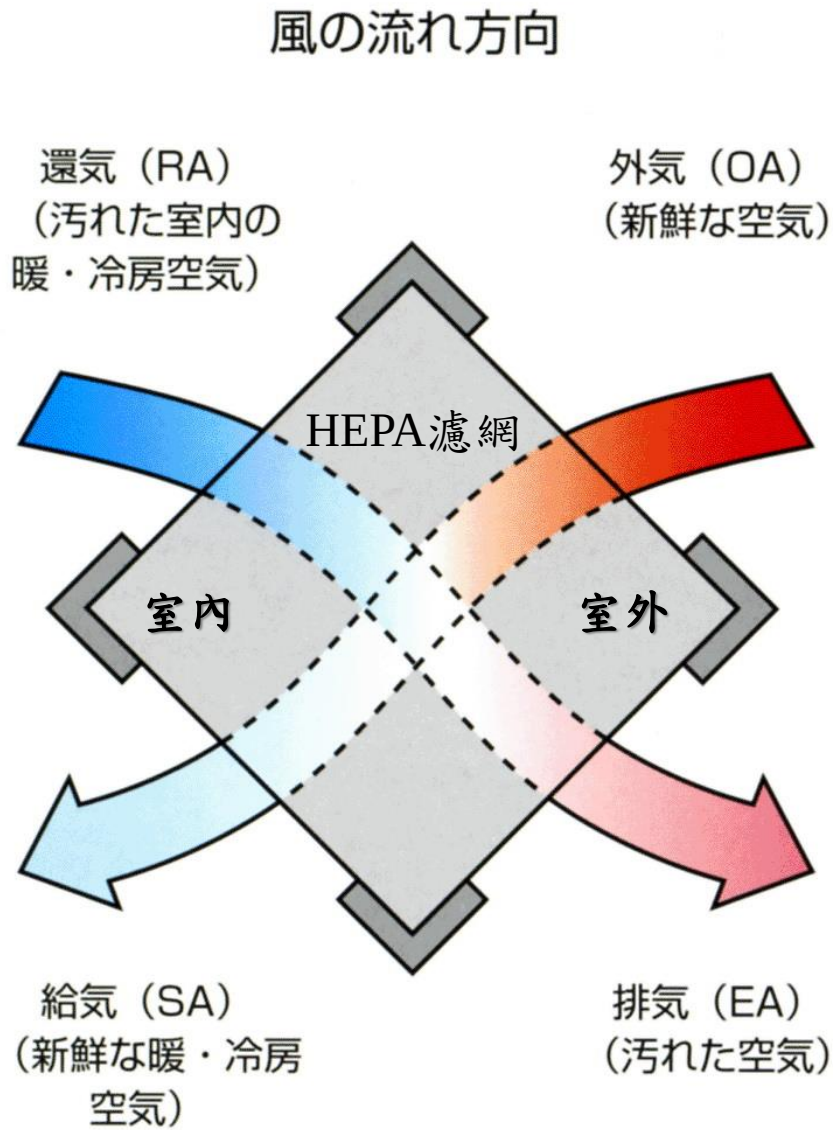


外氣預冷空調箱PAH

全熱交換器

室內有冷氣時

- 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能源交換器，可對**新鮮外氣**與**排出廢氣**進行濕氣&溫度的交換，如此縮小外氣與室內的焓差，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+避免夏天冷氣用電增加。



- http://www.ecoven.co.jp/3seishi/seisigata.htm

from臺大公共衛生學院陳志傑教授

口罩秘笈

$PM_{2.5}$去除10~30%

平面

(包括棉布口罩、活性碳口罩)

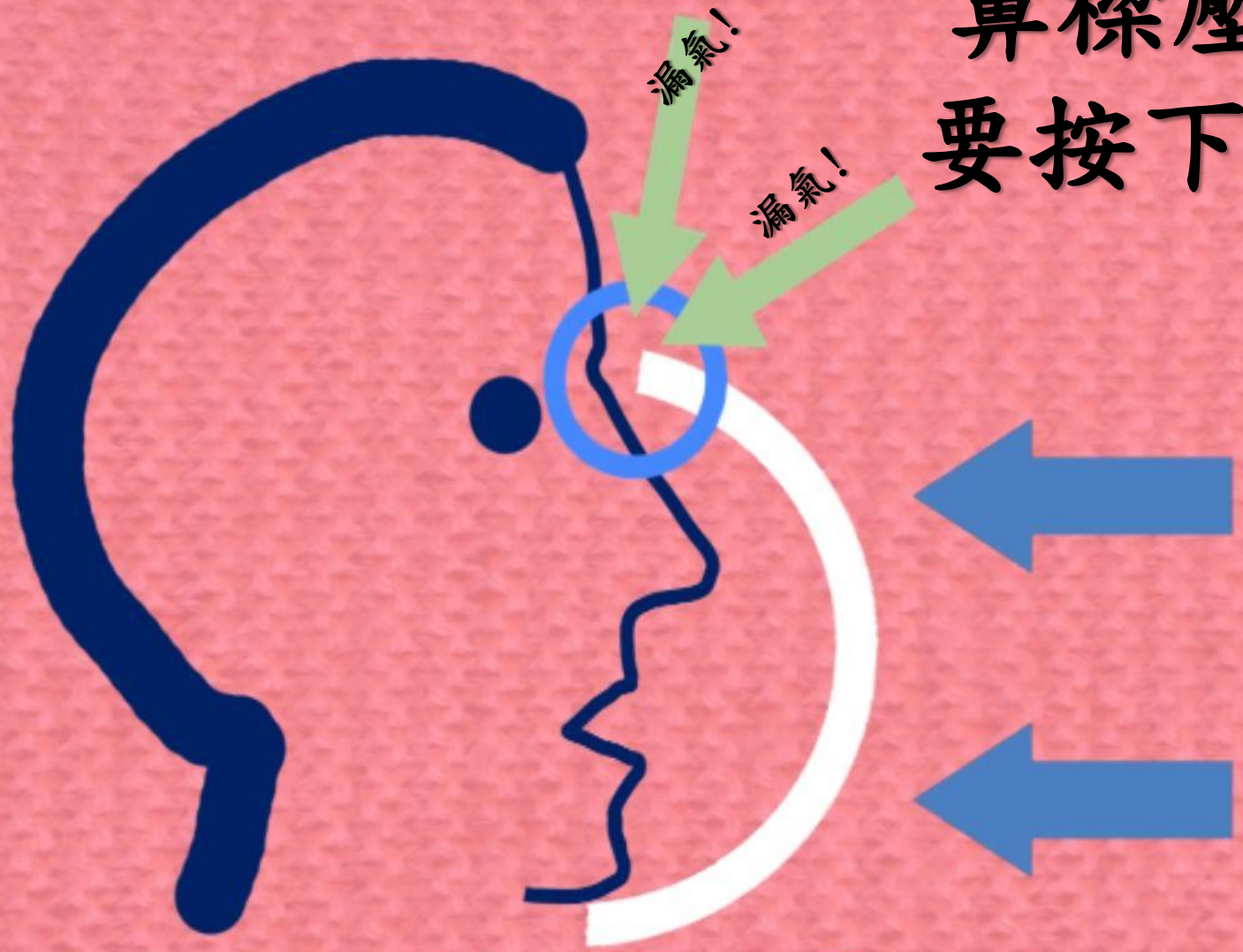
$PM_{2.5}$去除80~95%

立體

from臺灣大學公共衛生學院陳志傑教授

from臺灣大學公共衛生學院陳志傑教授

鼻樑壓條
要按下去！



戴兩層不一定比較好，密合才重要

from臺灣大學公共衛生學院陳志傑教

飛沫

活性碳口罩防氣體污染(臭味,汽油,溶劑...)

from臺灣大學公共衛生學院陳志傑教授

Improve indoor air quality

室內空氣污染物	二氧化碳 CO_2 (ppm)	一氧化碳 CO (ppm)	甲醛HCHO (ppm)	總揮發性有機化合TVOC (ppm)	細菌 Bacteria (CFU/m^3)	真菌 Fungi (CFU/m^3)	懸浮微粒 PM_{10} (μg/m^3)	懸浮微粒 $PM_{2.5}$ (μg/m^3)	臭氧 O_3 (ppm)
室內空氣品質改善方式(改善項目√)									
移除、修改污染源		√	√	√	√	√			√
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					○○	○○	○○	○	
活性碳型			○	○○	○	○	○		○
光觸媒型		○○	○○	○○	○○	○○			○
臭氧型		○○	○○	○○	○○	○○			×
負離子型		○	○	○	○	○	○	○	

註 ○: 有少許改善效果 ○○: 有些較佳善效果 ╳: 有負面效果

- 相關表格及資訊 http://iaq.epa.gov.tw/indoorair

國立臺北科技大學

簡報完畢

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