桃園市政府環境保護局

106年度室內空氣品質管理法宣導說明會

常見污染問題及改善方法

環境與安全衛生工程系
洪明瑞博士／September 18, 2017

講員相關資歷簡介(一)

- **社團法人台灣室內環境品質學會第四屆理事(2015.04.07～2018.04.06)**
- **花蓮縣政府環保局、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、桃園縣政府環保局室內空氣品質稽查管制計畫輔導委員(2011.01.01～2016.12.31)**
- **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)

講員相關資歷簡介(二)

- 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 Now)
- 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 Now)
- 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 Now)
- 台灣環境保護產業協會名譽顧問(2008.08.11 to Now)
- **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 Now)**
- 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 Now)
- 行政院海岸巡防署海洋巡防總局工程督導委員(2007.01 to Now)
- 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 Now)
- 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 Now)
- 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)

報告大綱

壹、空氣不是我們想像的乾淨……5

貳、持續惡化的大氣環境(外氣)……..20

參、公告場所主要的室內空氣污染物型態與來源……48

肆、公告場所室內空氣品質改善實務….34

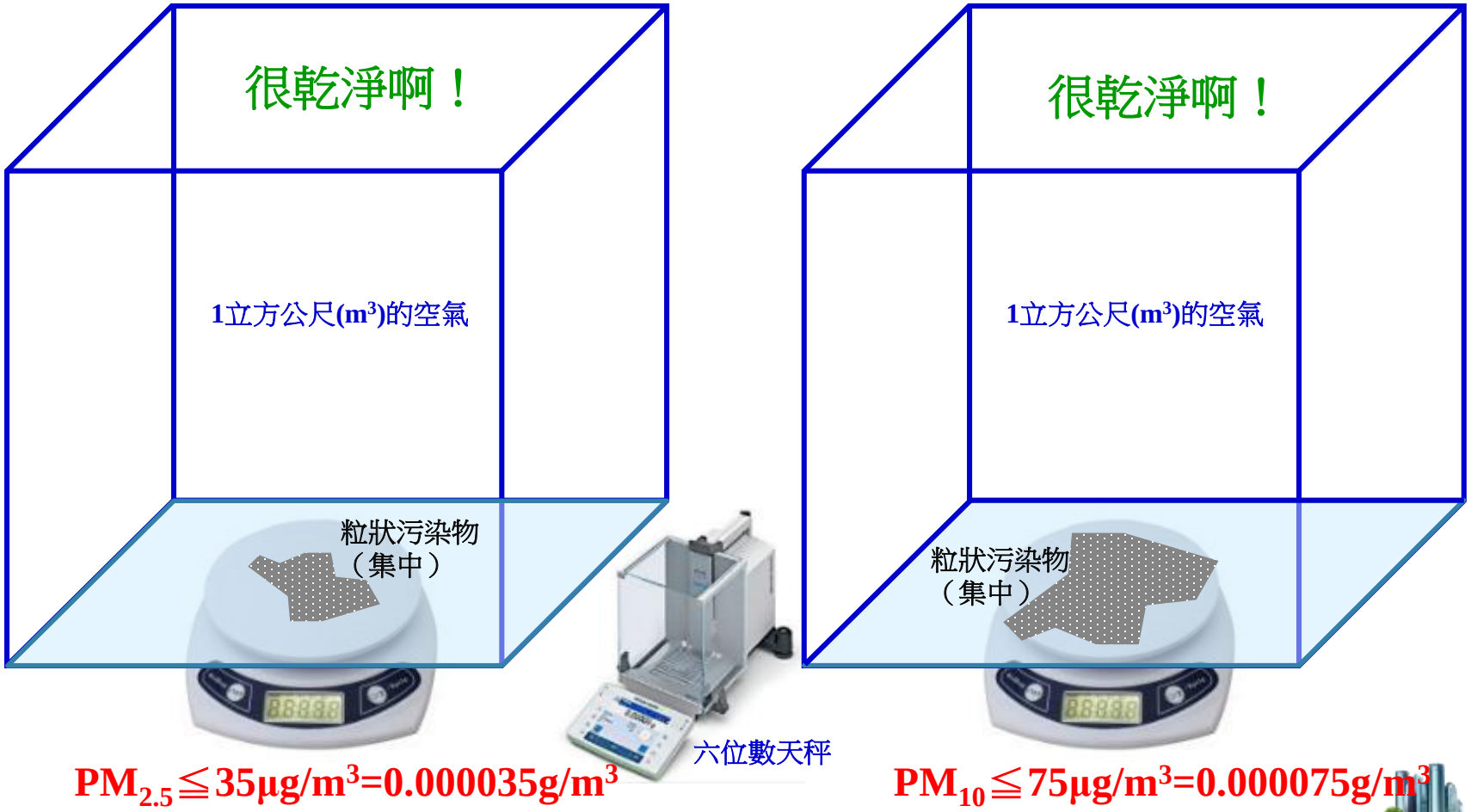
伍、結語……93

壹、空氣不是我們想像的乾淨

◆空氣遠比您所能想像的還要髒

- 空氣質量濃度的迷失？
- 看似乾淨空氣的背後真相？
- 您知道空氣的組成嗎？

◆ 空氣質量濃度(μg/m³)的迷失？

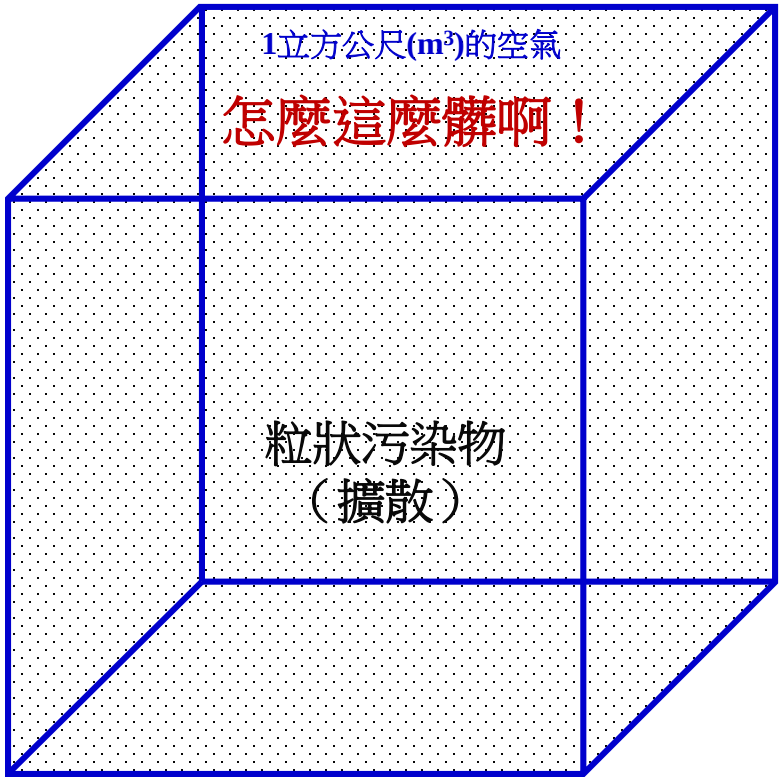


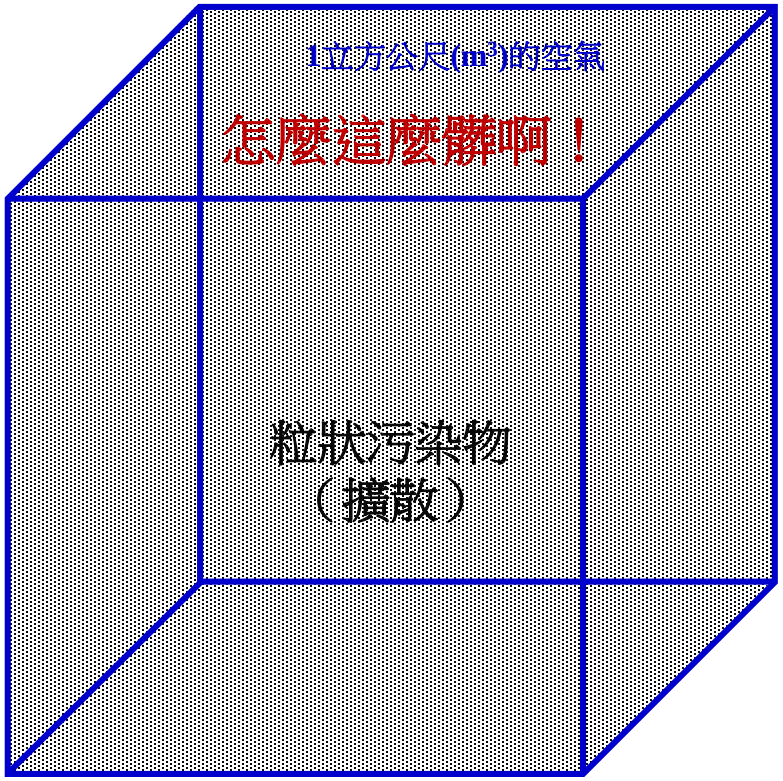
$PM_{2.5} \leqq 35\mu g/m^3 = 0.000035 g/m^3$

$PM_{10} \leqq 75\mu g/m^3 = 0.000075 g/m^3$

圖1.1　粒狀污染物採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/m^3或顆/L)的概念





$PM_{2.5} \leqq 35\mu g/m^3 = 0.000035 g/m^3$

$PM_{2.5}$可能已高達數百萬顆/m^3～數千萬顆/m^3

$PM_{10} \leqq 75\mu g/m^3 = 0.000075 g/m^3$

PM_{10}可能已高達數百萬顆/m^3～數千萬顆/m^3

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　粒狀污染物質量濃度與數目濃度的差異

圖1.4　乾淨空氣中可能仍存在一定數目的粒狀污染物

圖1.5　某火車車箱內於上下車時段內的粒狀污染物水準

◆ 看似乾淨空氣的背後真相？

圖1.6　強光下的散射作用讓粒狀空氣污染物無所遁形

激光測霾仪
PM2.5
18
μg/m³
www.bjhike.com
空氣清淨機的濾網
（使用前）
PM2.5
4
μg/m³
3天（72小時）
空氣清淨機的濾網
（使用後）

圖1.7　濾網的集塵效果

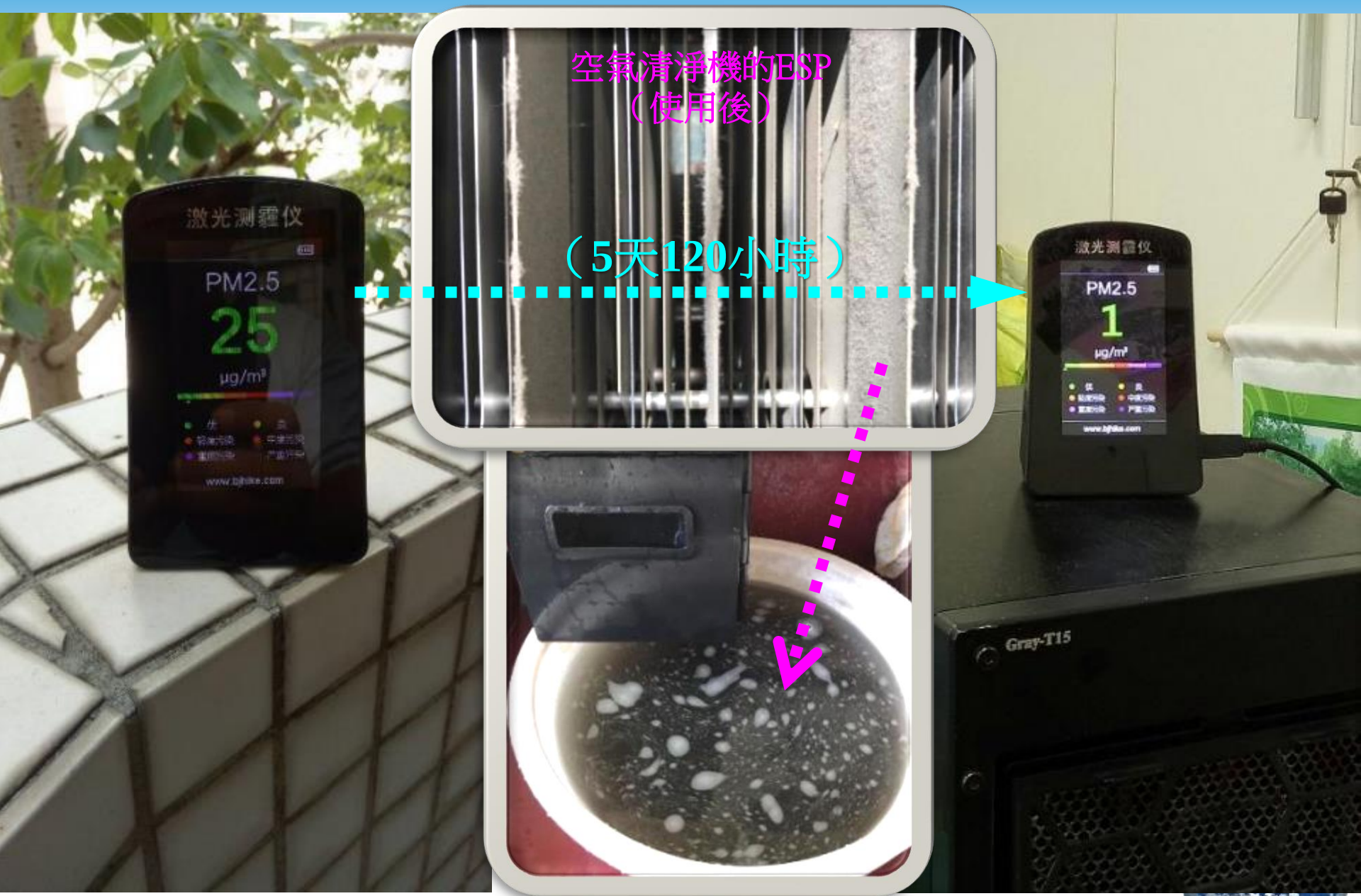


圖1.8　靜電集塵版的集塵效果(一)

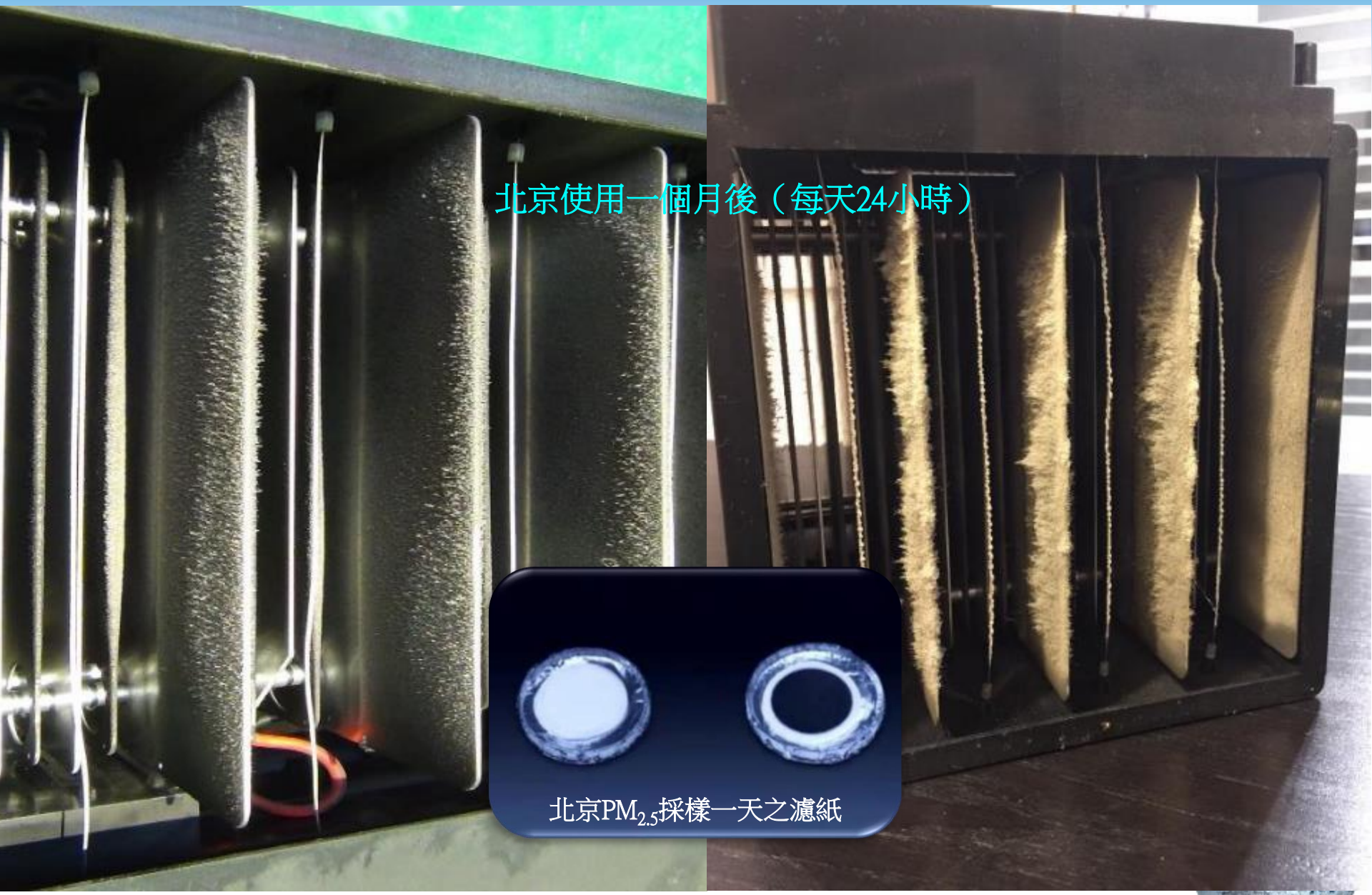


圖1.8　靜電集塵版的集塵效果(二)

◆ 您知道空氣的組成嗎？

圖1.9　$PM_{2.5}$的耦合(複合)污染效應(摘自柴靜穹頂之下)

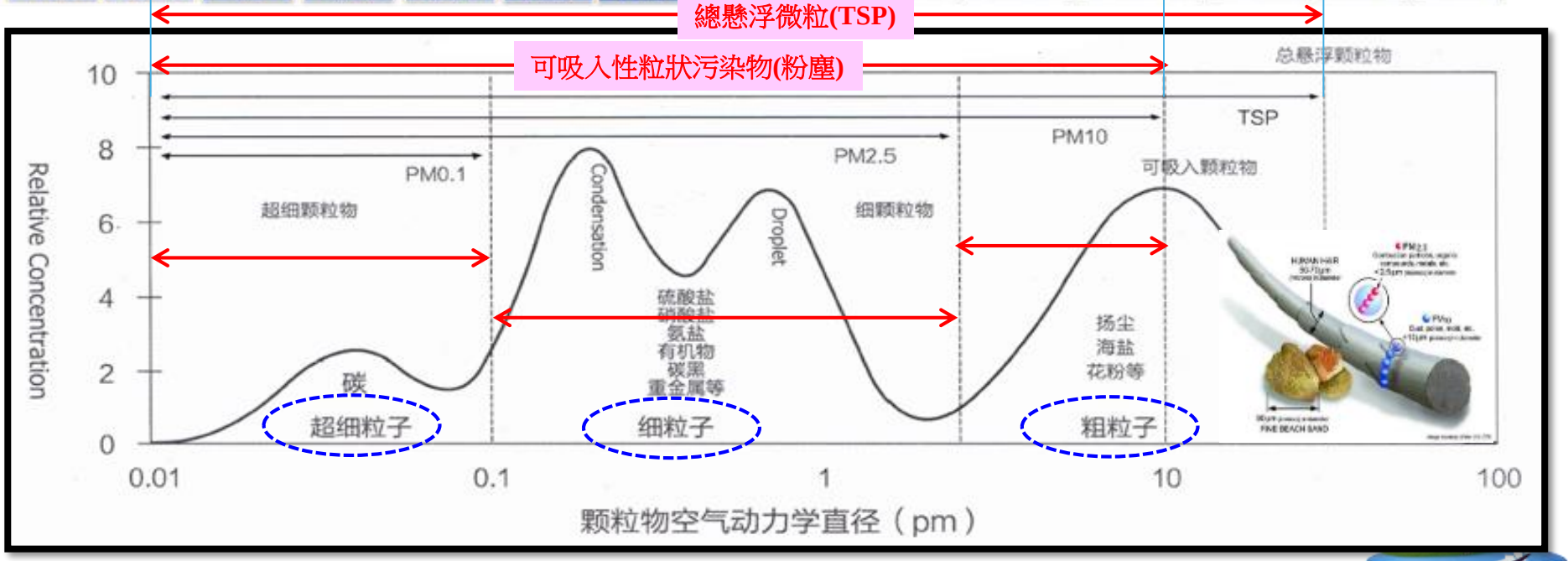
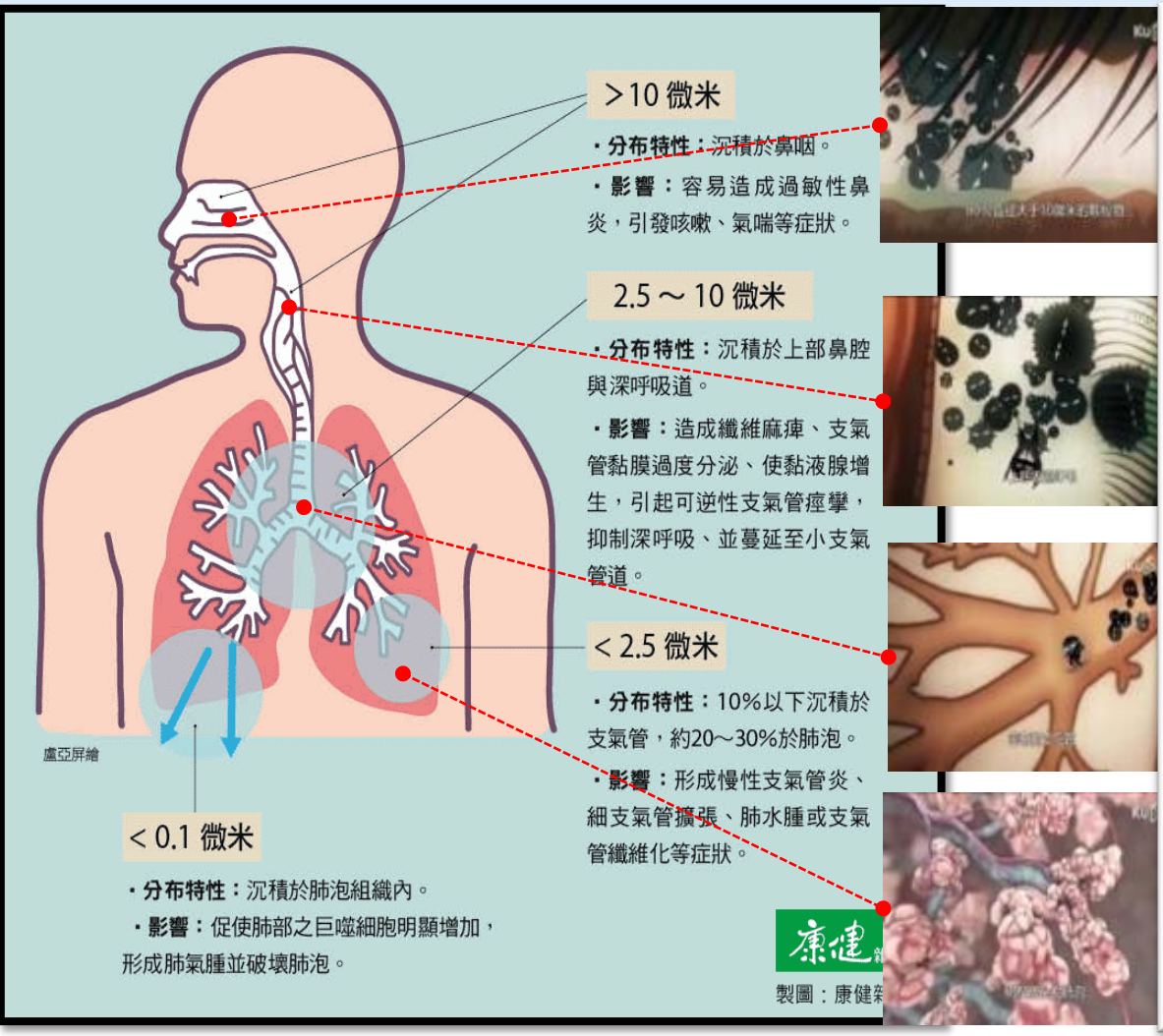


圖1.10　大氣環境中 顆粒物粒徑大小與濃度分佈圖



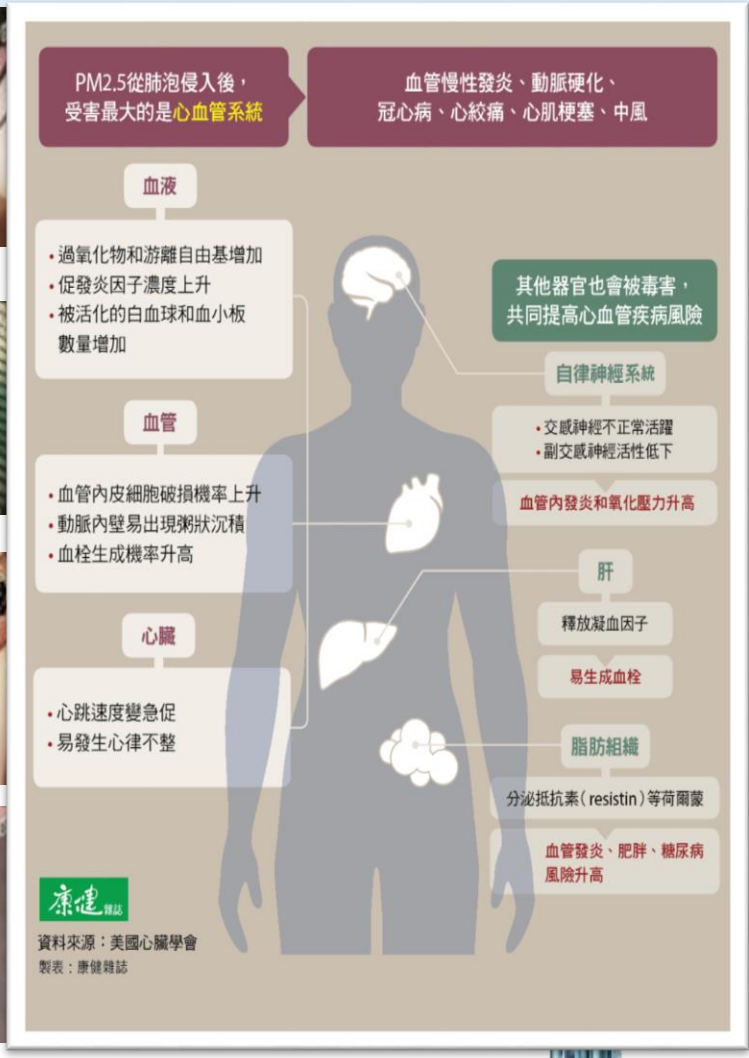


圖1.11　$PM_{2.5}$與PM_{10}之沉積行為

- 成人在室內的呼吸量平均為0.63m^3/hr×24hr/day×365day/yr×較糟的室內懸浮微粒PM_{10}濃度220μg/m^3×10^{-6}g/μg÷懸浮物密度(空氣密度)0.001205g/cm^3=1,008cc的灰塵。
- 意思是，在糟糕的室內，一年之內，您得把兩大杯(500cc)的灰，從您鼻子吸進去!!!

圖1.12　粒狀污染物在肺部之沉積情形(黑色淋巴結)

圖1.13　燃煤黑炭在肺部之沉積情形(組織纖維化)

貳、持續惡化的大氣環境(外氣)

- 空污早死地圖

圖2.1　世衛組織(2017)指出全球92%的人無法呼吸到安全的空氣

圖2.2　NASA 2014年公布全球空污早死地圖(210萬人/年)

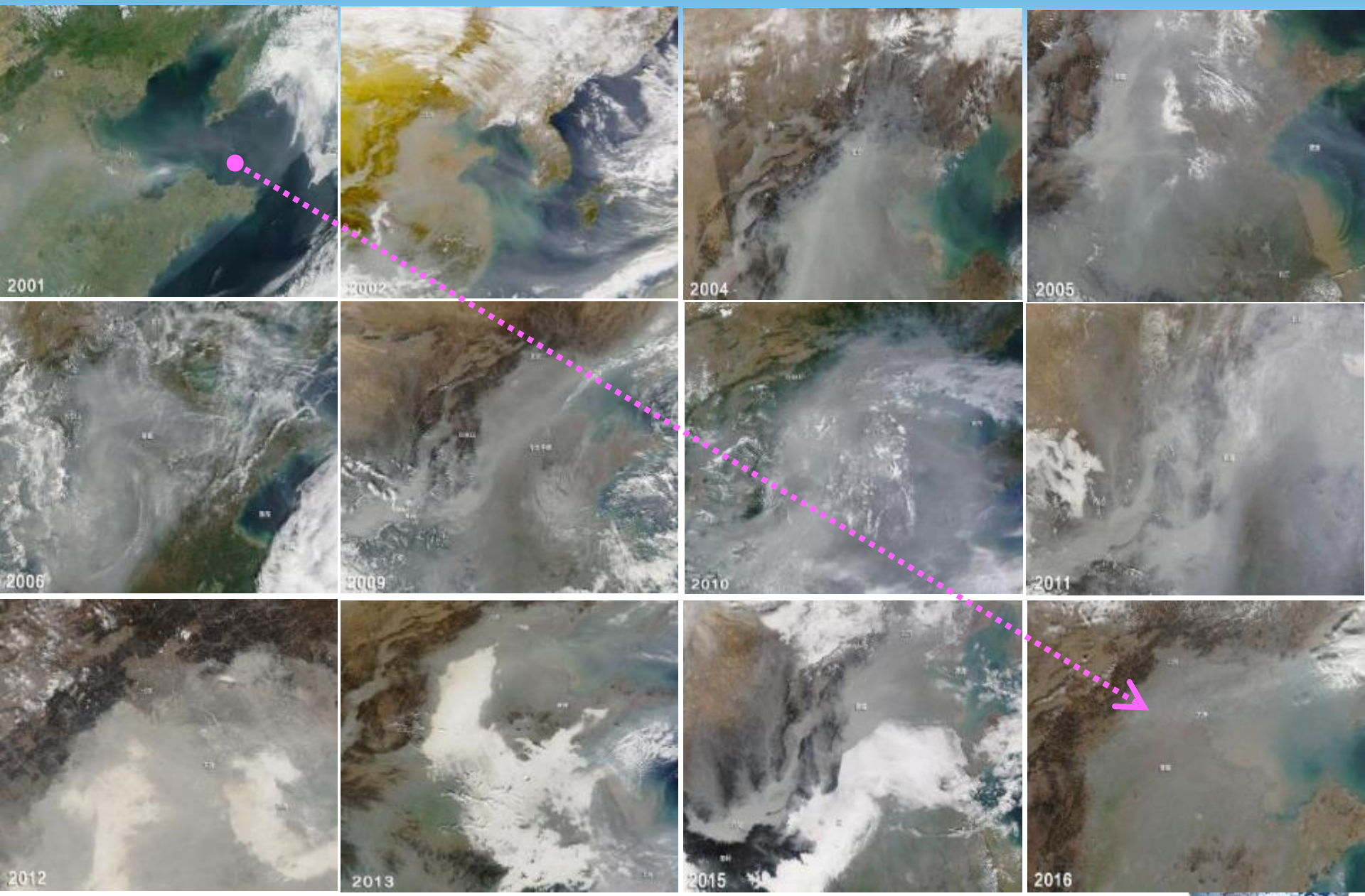


圖2.3　大陸地區近15年來大氣能見度的變化(被太陽拋棄的國度)

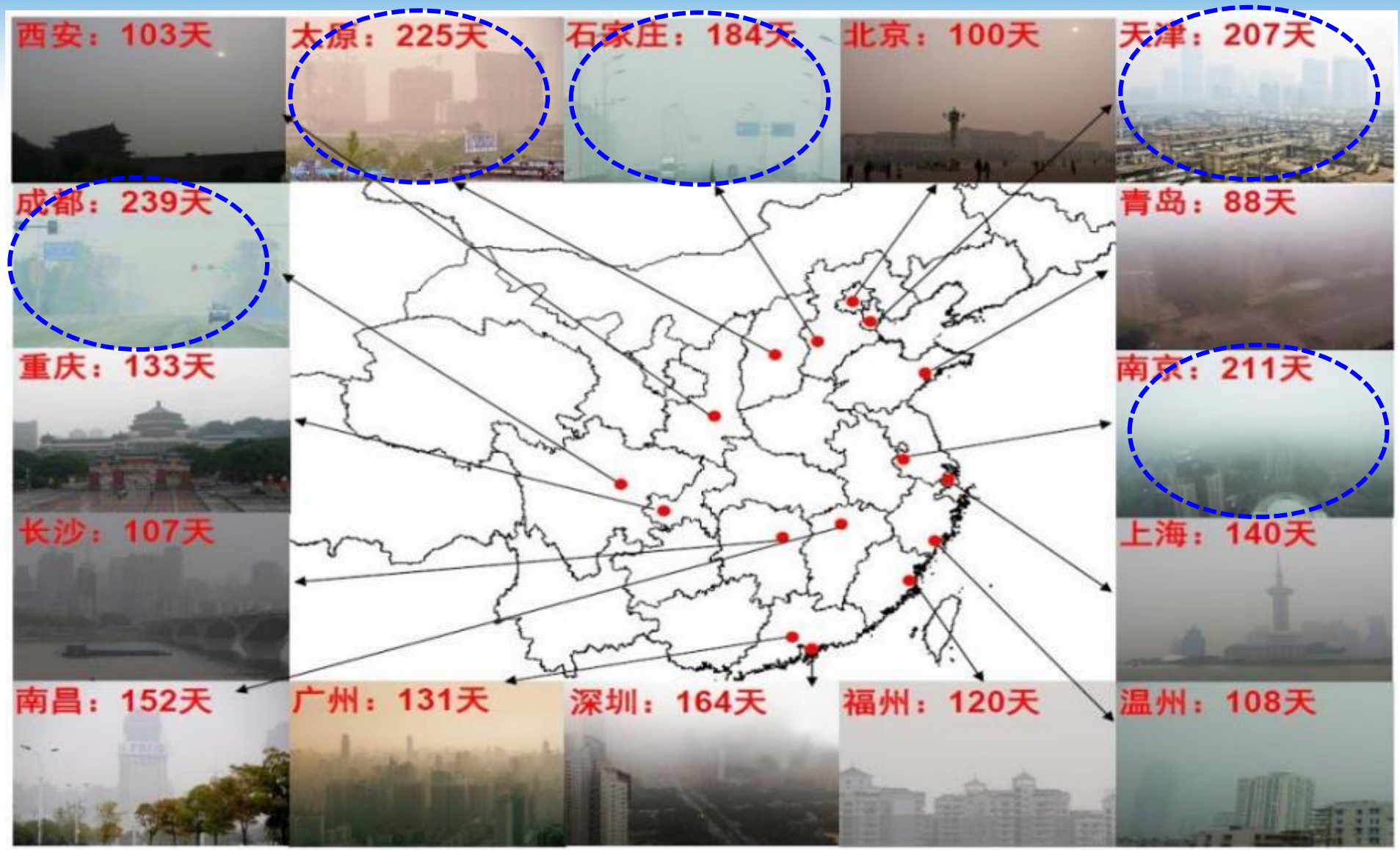
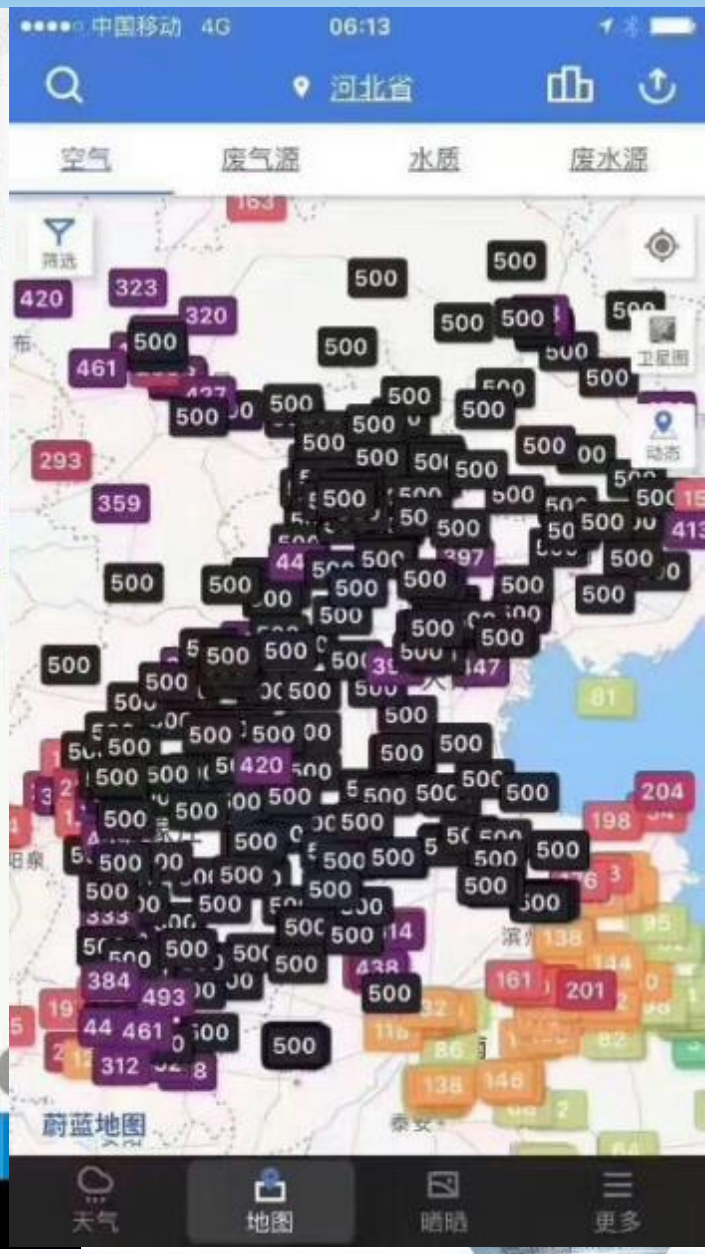


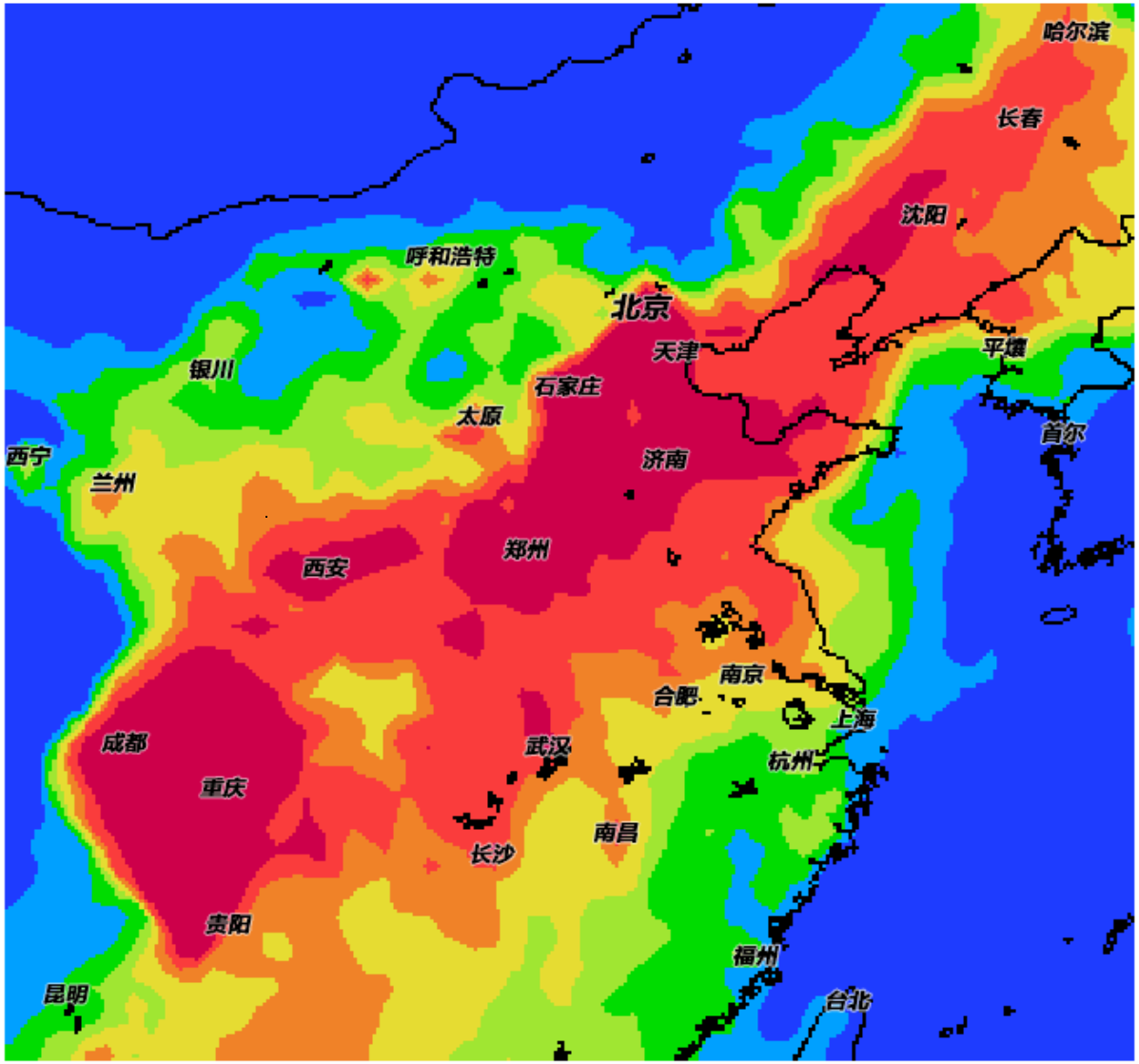
圖2.4　大陸主要城市霧霾天氣分布情形(摘自中國建築科學研究院)

中国移动
上午5:03
airvisual
通过地名或城市检索站点
百望山森林公园
北京奥林匹克公
清华大学
海淀区
S12
北京北站
东城区
北京站
北京西站
丰台区
G2
我的站点
世界地图
空气质量信息

中国移动4G
11B/s
77%
Enter a city name


中国移动 4G
06:13
河北省
空气
废气源
水质
废水源
筛选
卫星图
动态
蔚蓝地图
天气
地图
晒晒
更多

2016年12月19日00时



地点：河北石家庄
日期：2016.12.21
AQI:500
看客

地点：山东济南
日期：2016.12.20
AQI:500
看客

地点：河南安阳
日期：2016.12.19
AQI:500
看客

地点：山西太原
日期：2016.11.18
AQI:313
看客

地点：山东聊城
日期：2016.12.20
AQI:288
看客

地点：陕西西安
日期：2016.12.19
AQI:429
看客

城市的空气好难闻啊！

领向空气净化器

圖2.5　幽暗的國度——印度馬德里

印度

伊朗

阿富汗

巴基斯坦

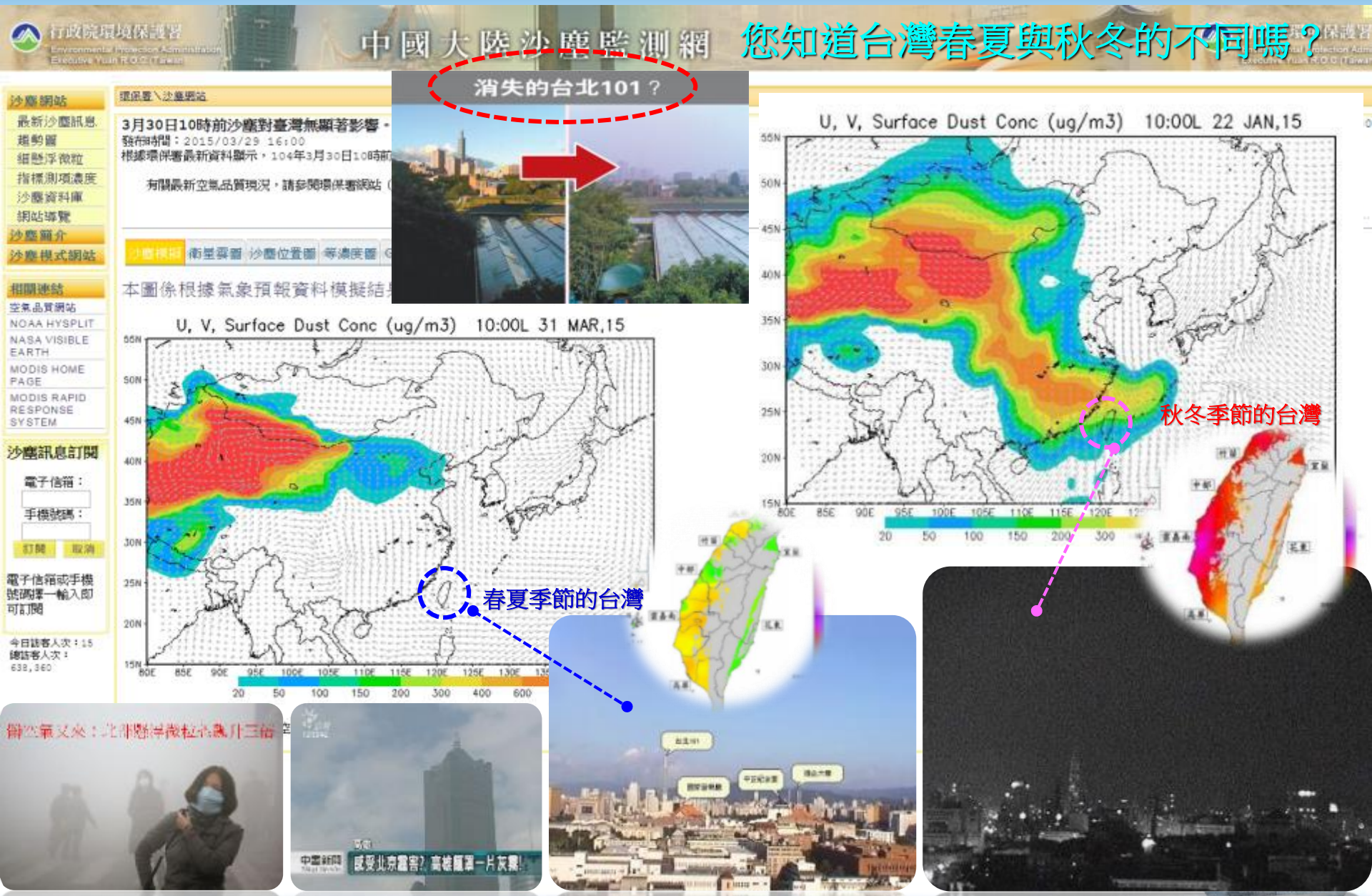
圖2.6　誰偷走了我們的呼吸權——寶島台灣

縣市	壽命損失
台北市	13.4
高雄市	52.5
基隆市	7.7
新竹市	16.2
台中市	64.0
台南市	64.0
嘉義市	99.9
新北市	17.9
桃園市	25.6
新竹縣	20.5
宜蘭縣	8.2
苗栗縣	35.9
台中市	60.1
彰化縣	84.9
南投縣	120.1
雲林縣	102.6
嘉義縣	98.7
台南縣	61.6
高雄縣	54.4
屏東縣	47.9
澎湖縣	0.0
花蓮縣	0.4
台東縣	4.1
台灣地區	43.6

（天數）

圖2.7　全台前五大$PM_{2.5}$排放源

您知道台灣春夏與秋冬的不同嗎?



參、公告場所主要的室內空氣污染物型態與來源

- 以幼兒園之案例作為說明

- 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。
- 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。
- 廚房、餐廳、鍋爐等燃燒源或停車場廢氣等造成CO(≧9ppm)、$PM_{2.5}$(≧35 μg/m^3)與PM_{10}(≧75 μg/m^3)濃度超標。
- 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。
- 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。
- 廁所、室內車道、廚房等的異味問題。
- 冷卻水塔的退伍軍人菌等問題。
- 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　幼兒園主要的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(考試週)學生於短時間湧入，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(考試週)學生大量湧入(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　幼兒園主要的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。

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

主要原因：(1)教室學生人數過多(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3.1　人數多、空間狹小、天花板淨高低、氣積容量不足(以幼兒園為例)

圖3.2　內部設施、裝飾物品過多致使空間擁塞不堪(以幼兒園為例)

圖3.3　無對外窗、自然對流與通風效果差(以幼兒園為例)

圖3.4　無外氣引入之內循環空調系統(以幼兒園為例)

圖3.5　僅採FCU內循換空調系統之民眾閱覽室

◆HCHO(≧0.08ppm)與TVOC(≧0.56ppm)濃度偏高或超標

主要原因：(1)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)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)；以及(7)其它衍生物等污染源。

圖3.6　室內裝修建材使用不當、裝修過量或室內美勞作業(以幼兒園為例)

圖3.7　塗裝、教具與遊戲器材使用不當以及芳香劑等用品的使用(以幼兒園為例)

◆O_3(≧0.06ppm)濃度偏高或超標

主要原因：(1)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3.8　影印機或臭氧機等事務性機具之不當使用(以幼兒園為例)

◆真菌(≧1,000CFU/m^3)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；以及(3)來自室外(如：花圃等)的干擾。

圖3.9　室內潮濕與漏水現象(以幼兒園為例)

◆$PM_{2.5}$(≧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3.10　室內燃燒或車輛廢氣(以幼兒園為例)

肆、公告場所室內空氣品質改善實務

- 室內空氣品質改善之正確觀念
- 各種污染物之改善方式

◆ 室內空氣品質改善之正確觀念

- 免疫建築(IB)或建康建築(HB)的四大要素：源頭減量(控制源頭)→通風換氣(整體強化或改善措施)→空氣淨化設備(局部強化或改善措施)→植物淨化(局部強化或改善措施) →良好的日常自主維護管理計畫

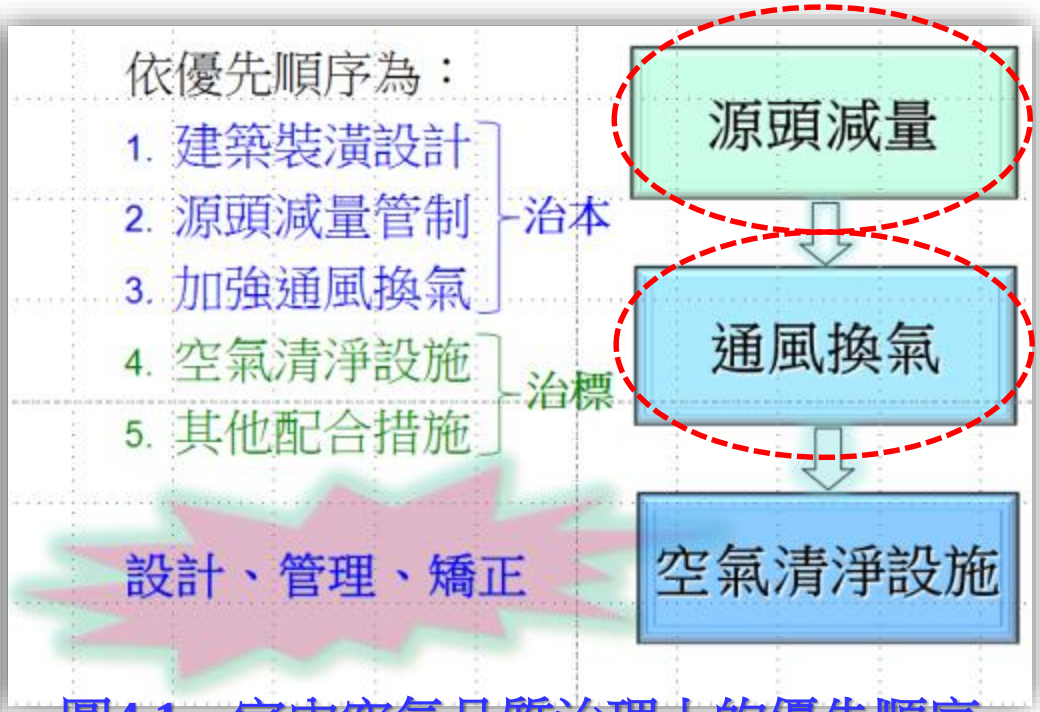
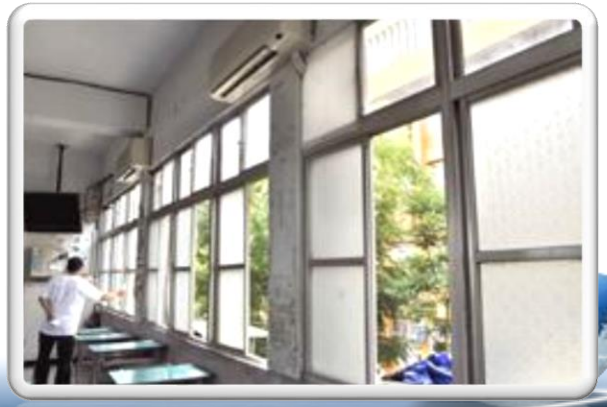


圖4.1 室內空氣品質治理上的優先順序

一、CO_2濃度偏高或超標之改善措施

◆行政自主管理措施

- 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課(班)後的晚上時段等，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。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。**
- 考量透過上班型態或活動的安排，讓一天的活動有在戶外的時段，此時室內空間則可利用此空檔開窗以引入外氣等作法。



◆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4.2　利用抽排風扇的簡易通風改善方式

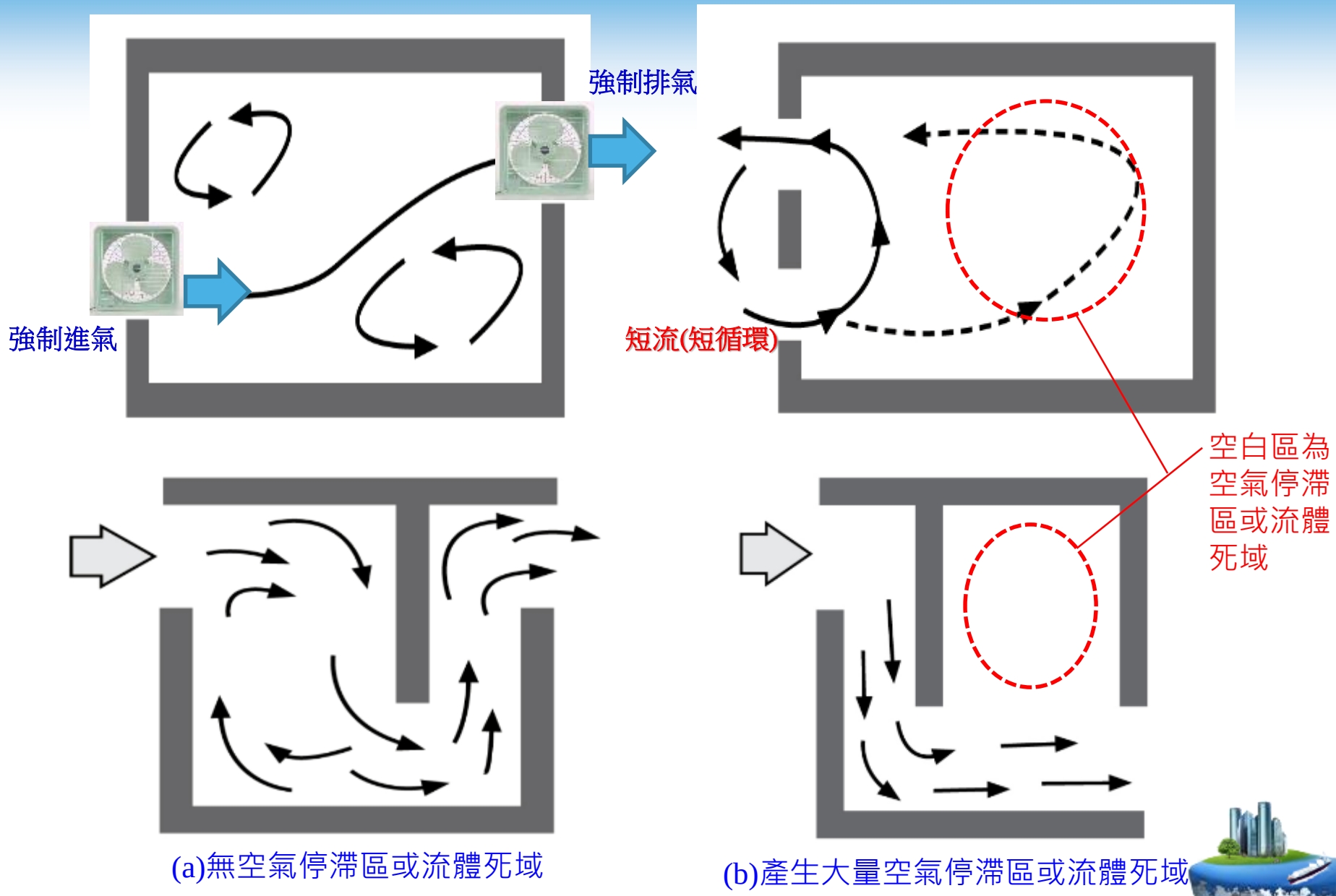


圖4.3　良好與不良的通風路徑示意圖

圖4.4　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)。

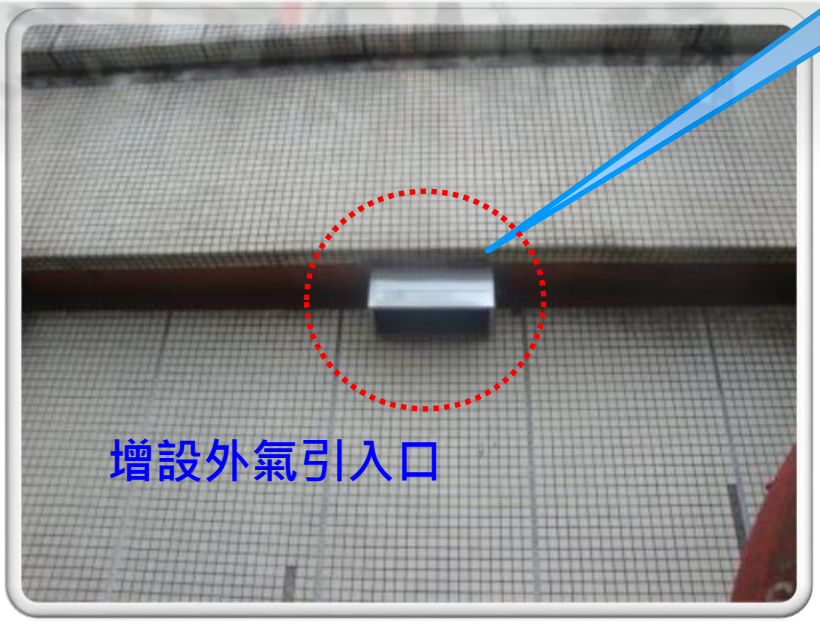


圖4.5　某醫院大樓引入新鮮外氣結合預冷空調箱及FCU系統之案例

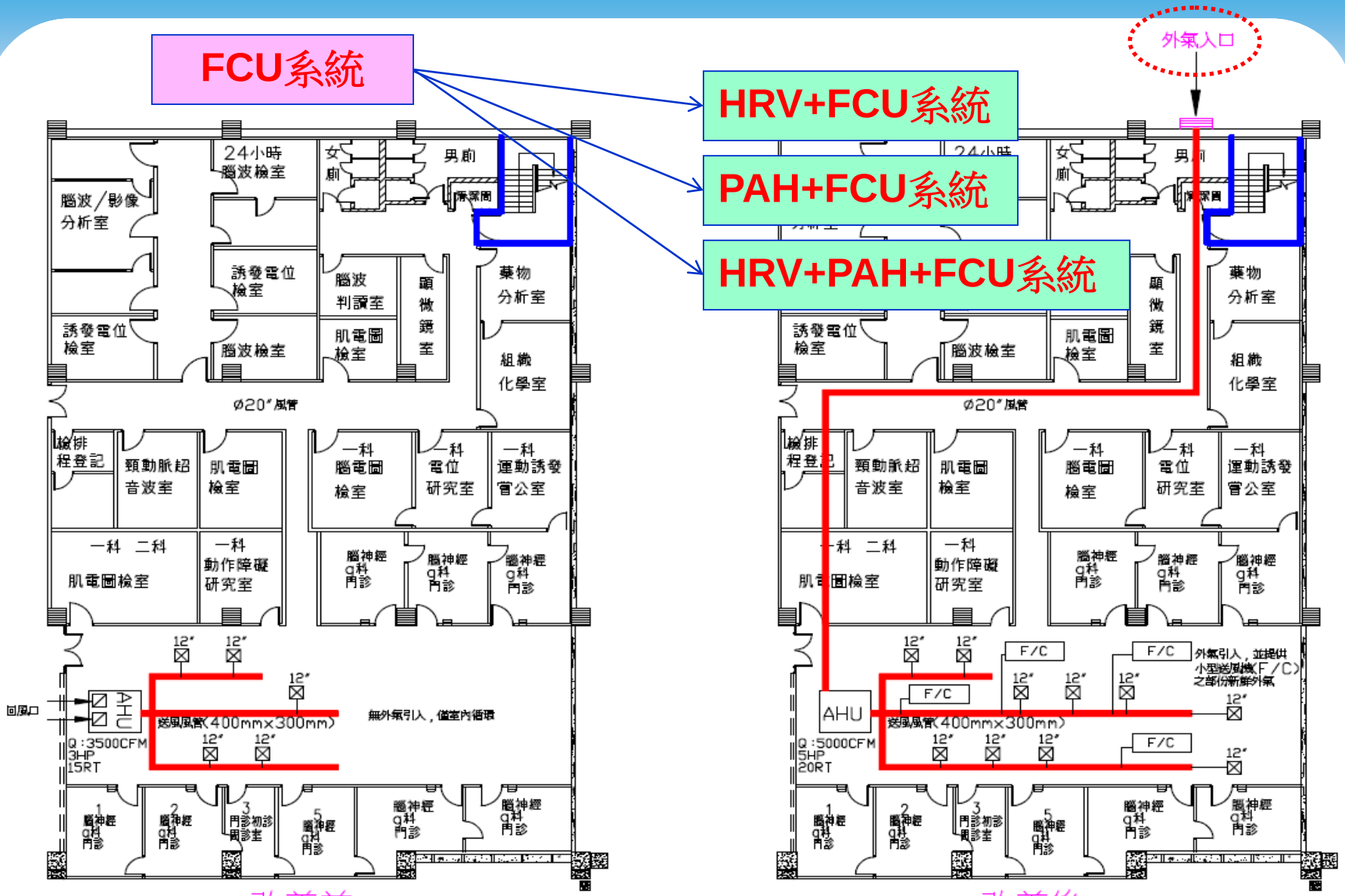


圖4.5　某醫院大樓引入新鮮外氣結合預冷空調箱及FCU系統之案例(續)

圖4.6　某市政府辦公大樓以預冷空調箱(PAH)引入外氣結合原空調系統之改善案例

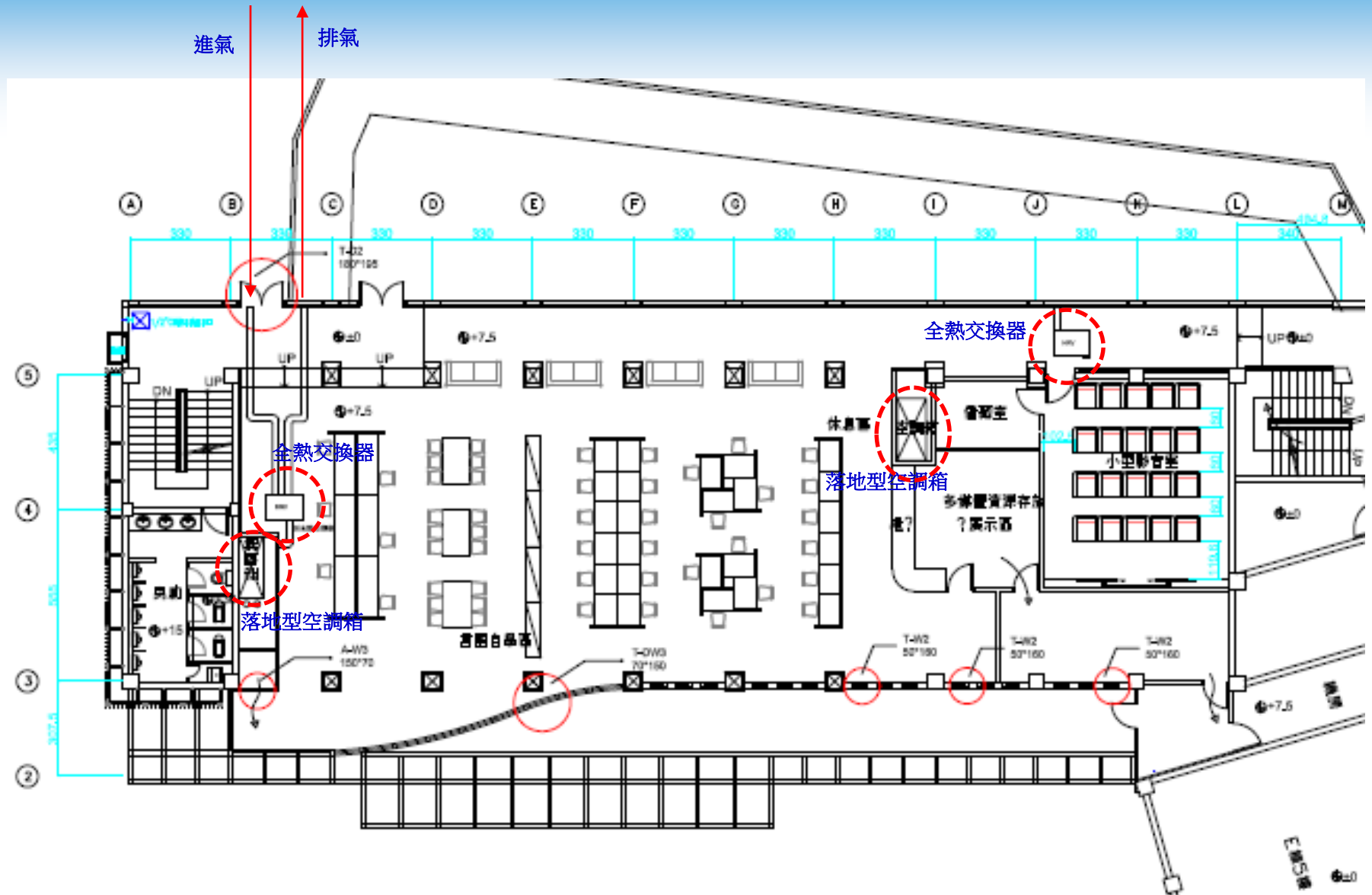


圖4.7　某大學圖書館以全熱交換器(HRV)引入外氣結合落地型空調箱之改善案例

二、HCHO濃度偏高或超標之改善措施

◆簡易治標不治本的措施

- 通風換氣法

因甲醛是會由建材釋放到空氣中，所以經常通風是效果最顯著、也是成本最低的方法，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。

在裝修完畢後，一定要長時間的通風，並且將傢俱的抽屜、櫃門等打開，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。

• 植物淨化法

一般植物都有可以吸收並分解微量甲醛的能力，但效果極其不明顯。

摘錄印度理工學院 Kamal Meattle 講座內容：

- 在印度理工學院、印度塔塔能源研究所的幫助下，利用美國國家航空航天局的研究成果，發現，有三種綠色植物，利用它們，可以生產出我們在室內所需的新鮮空氣，以保證我們的身體健康。我們還發現，這樣可以減少建築對室外新鮮空氣流入的需求，同時保持室內空氣質量標準。
- 這三種植物是：散尾葵(黃椰子)、虎尾蘭、綠萝(黃金葛)
- **散尾葵(黃椰子)是一種吸收二氧化碳，並將其轉化為氧氣的植物。每三到四個月將植物移至戶外曬曬太陽。**
- **第二種植物是虎尾蘭，我們稱它為臥室植物，因為它會在夜間將二氧化碳轉化為氧氣。**
- **第三種植物是綠萝(黃金葛)，適於用水栽培，可以吸收甲醛和其他揮發性化學物質。**
- 有了這三種植物，可以生產你需要的所有的新鮮空氣。
- 在德里的辦公大樓裡試驗了這些植物，建築裡有 300 位居住者，放置了近 1,200 顆這樣的植物。研究發現，如果一個人在這棟建築中待上 10 個小時的話，他的血氧含量提升 100 個百分點的概率達 42%。
- 根據我們的經驗，利用這些植物，工作效率獲得了 20%的驚人提高。建築物的能源需求也大幅下降了 15%，因為不再需要從室外注入那麼多新鮮空氣了。
- 有越來越多的人喜歡在空調間生活和工作。「欲變世界，先變其身」這是聖雄甘地說的。
- 引用 http://mypaper.pchome.com.tw/ljmzen/post/1321212815

植物淨化

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4.8　行政院環保署室內植物淨化手冊

- **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。

◆治本的措施：綠建材標章產品之採用

(1) 非金屬材料任一部份之重金屬成份，依據「事業廢棄物毒性特性溶出程序(TCLP)」檢出值不得超過規定值。

(2) 不得含有石綿成份。

(3) 不得含有放射線【加馬等效劑量在0.2微西弗/小時以下(包括宇宙射線劑量)】。

(4) 不應含有行政院環境保護署公告之毒性化學物質，其中列管編號003石綿、066甲醛、052苯及鄰苯二甲酸酯類等物質，本手冊另有規定，依其規定。

(5) 不得含有蒙特婁公約管制化學品。

(6) 水泥相關製品總氯離子含量基準≦0.1%(依據CNS 14164 7.10.3節總氯離子含量測試法)。

(7) 產品內含PVC物質之建材，應比照CNS 15138進行鄰苯二甲酸酯類可塑劑(塑化劑)檢測，所含鄰苯二甲酸酯類可塑劑(塑化劑)之總量不得超過0.1%(重量比)。

(8) 使用於室內裝修建材，經評定專業機構之分類評定小組認定有TVOC及甲醛逸散之虞者，應進行上開二項之檢測(TVOC逸散速率不得超過0.19 $mg/m^2 \cdot hr$;甲醛逸散速率不得超過0.08 $mg/m^2 \cdot hr$)。

「低逸散健康綠建材」分級制度

已將原「健康綠建材」名稱修訂為「低逸散健康綠建材」，新制定的「低逸散健康綠建材標章」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。

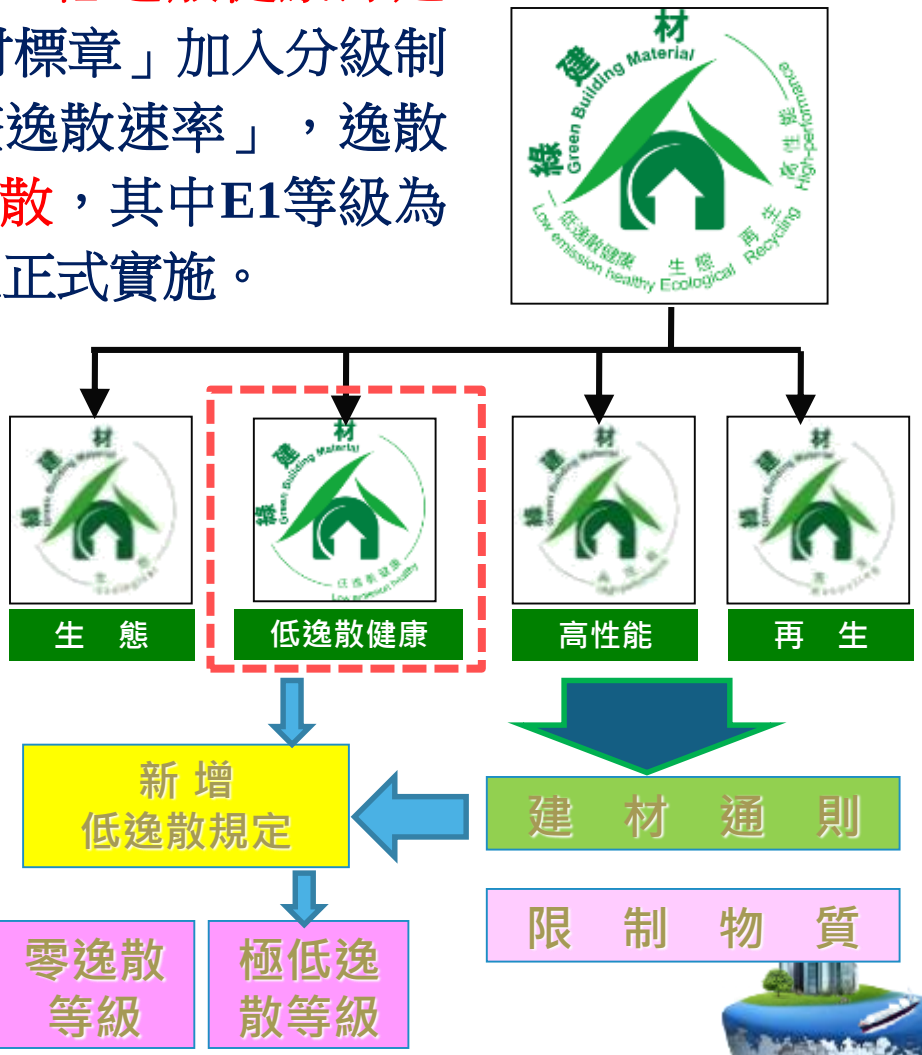


圖4.9 低逸散健康綠建材分級制度

(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4.10　低逸散健康綠建材使用案例

表4.1　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4.2　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%×2	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%

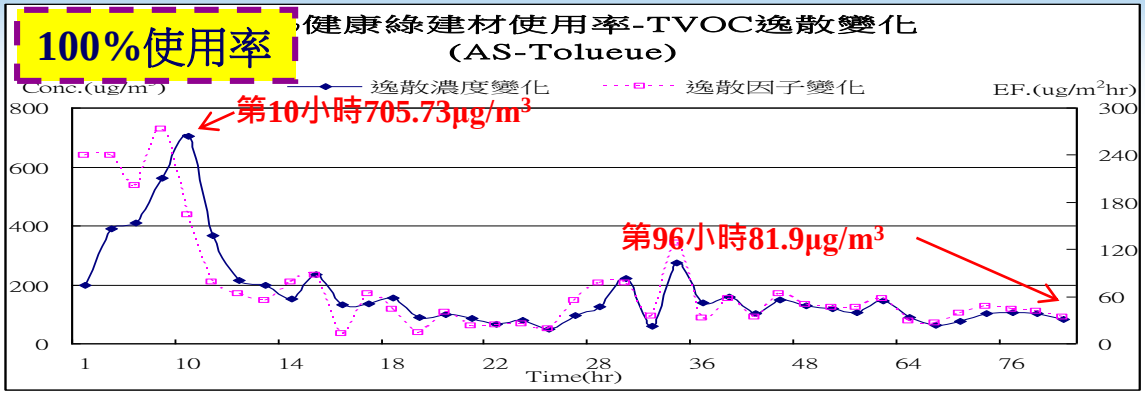
未使用(0%)健康綠建材	天花板施工	地面施工	壁面施工
使用建材	石膏板	高架木地板、塑膠地磚	矽酸鈣板、乳膠漆
健康綠建材使用率	0%	0%	0%

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)

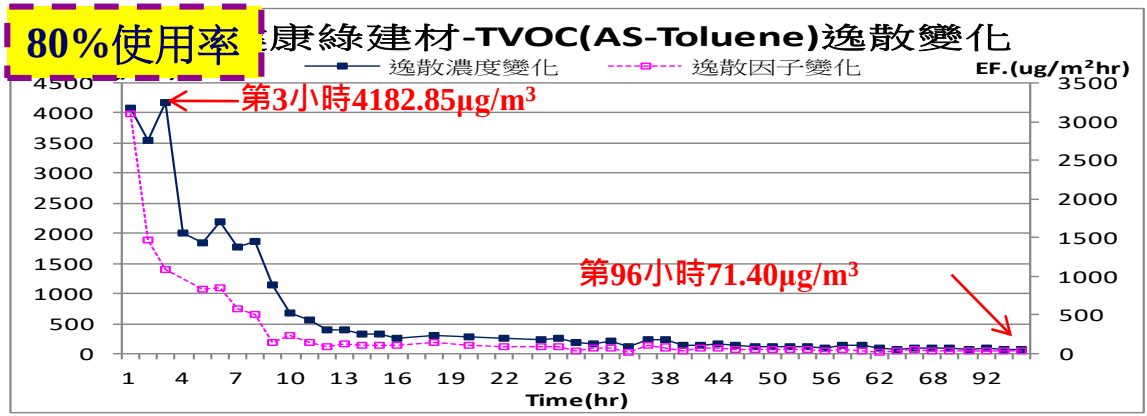
100% 健康綠建材使用率

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



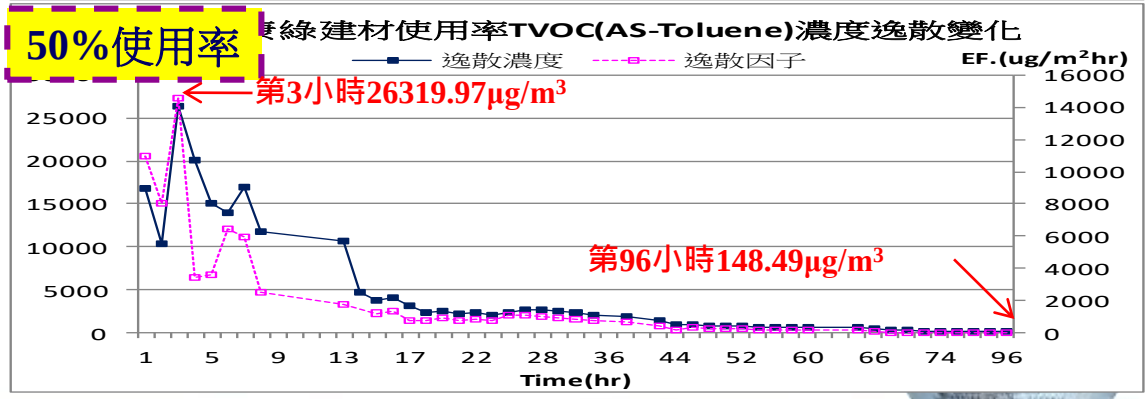
80% 健康綠建材使用率

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

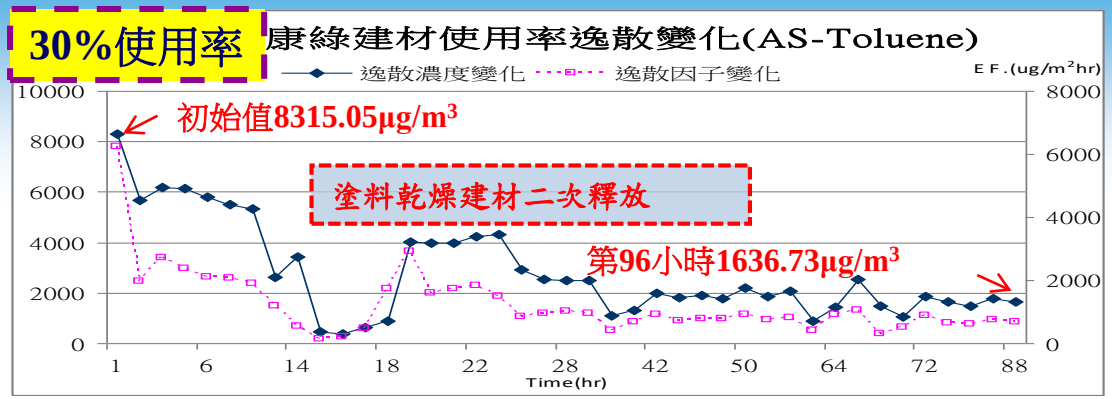
逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	532.52	26319.97
72hr濃度μg/m³	55.74	234.10
96hr濃度μg/m³	70.19	148.49
最大逸散因子μg/m²・hr	281.53	14582.88
72hr逸散因子μg/m²・hr	23.16	89.98
96hr逸散因子μg/m²・hr	30.74	63.35



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

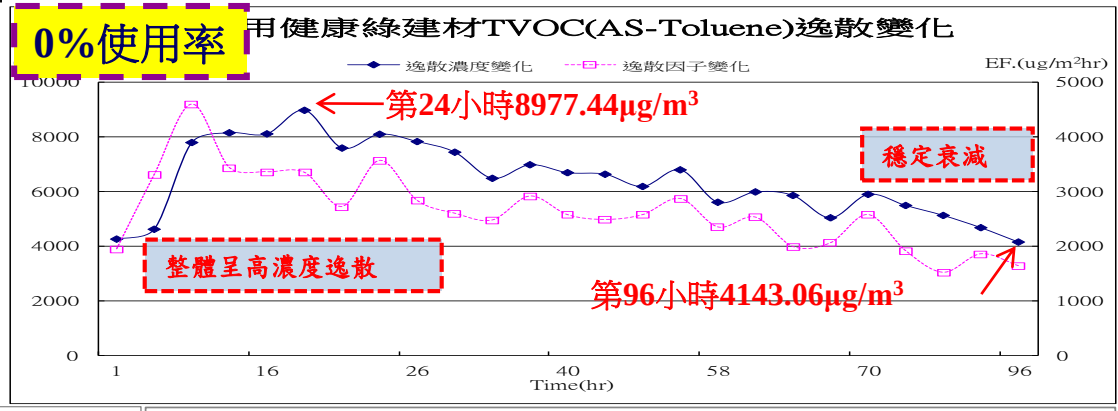
30%健康綠建材使用率

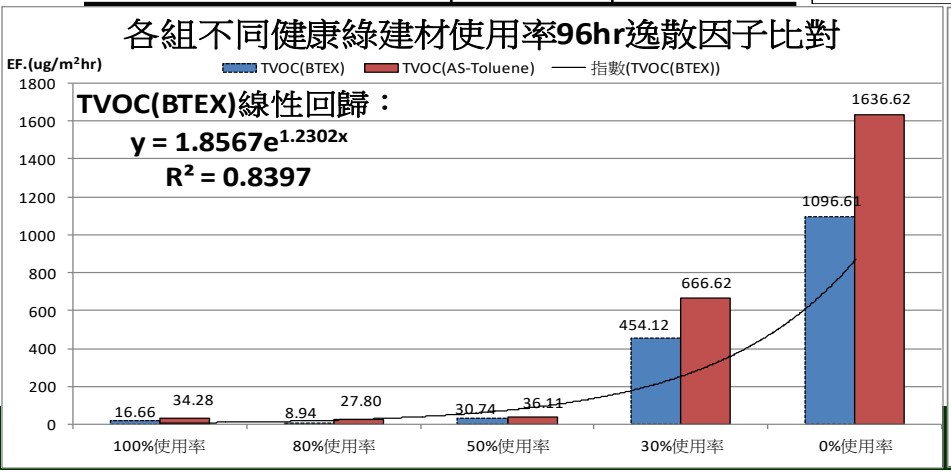
逸散特性	BTEX	AS-Toluene
最大濃度μg/m³	6292.51	8315.05
72hr濃度μg/m³	968.52	1038.98
96hr濃度μg/m³	1510.3	1636.73
最大逸散因子μg/m²・hr	4583.12	6240.09
72hr逸散因子μg/m²・hr	446.3	498.59
96hr逸散因子μg/m²・hr	454.12	666.62

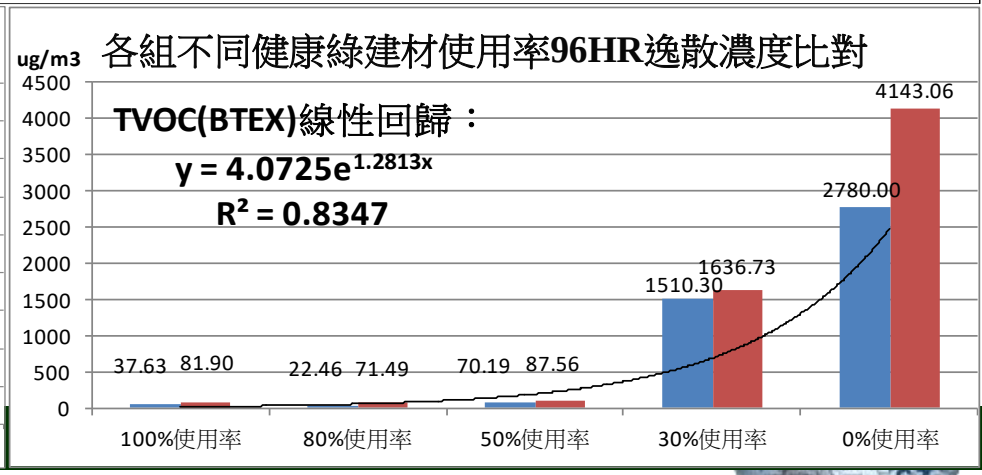


0%未使用健康綠建材

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







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

三、空調風管內污染物改善措施

◆ 風管內部潮濕、陰暗且有大量的粉塵沉積(微生物的養份來源)，成為微生物或生物性氣膠(Microorganisms or biological aerosol)最容易滋長的溫床，可謂一棟建築物中最容易藏污納垢的地方(如圖4.11所示)，故應定期進行清潔維護作業(常見的有：**刷洗過濾除污技術**、**風刀除污技術**、**乾冰除污技術**等方式，如圖4.12～圖4.14所示)，方能確保中央空調系統空調箱送出的新鮮或乾淨空氣免於空調風管的直接污染，方能落實免疫建築(IB)或建康建築(HB)的水準。

- 風管內部表面的**落菌數(Colony forming unit, CFU)**經常為太多無法計數(Too numerous to count, TNTC)的情形。
- 風管內部表面的**積塵量(the amount of debris)**以美國國家風管清潔協會(National Air Duct Cleaners Association, NADCA)真空測試結果，經常有超過美國國家職業安全與健康研究所(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH 0500) 0.75mg/100cm^{2}的標準。

圖4.11　空調風管內容易藏污納垢之情形

圖4.12　中央空調系統風管內部刷洗清潔技術

圖4.13　中央空調系統風管內部乾冰清潔技術

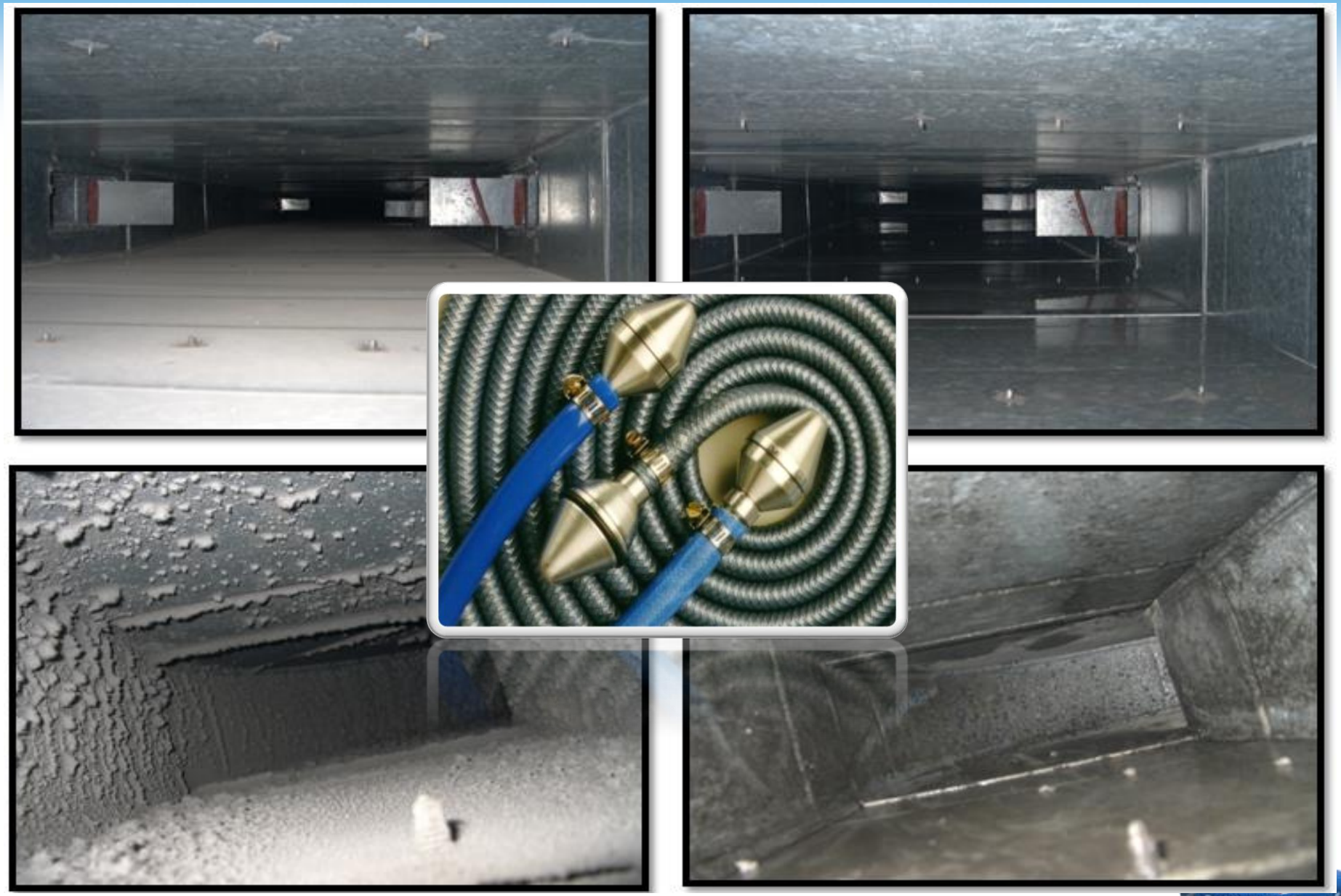


圖4.14　中央空調系統風管內部風刀清潔技術

四、室內舒適度不良之改善(出回口位置設計與配置不當)

圖4.15　空調出、回風口配置位置與數量凌亂之情形

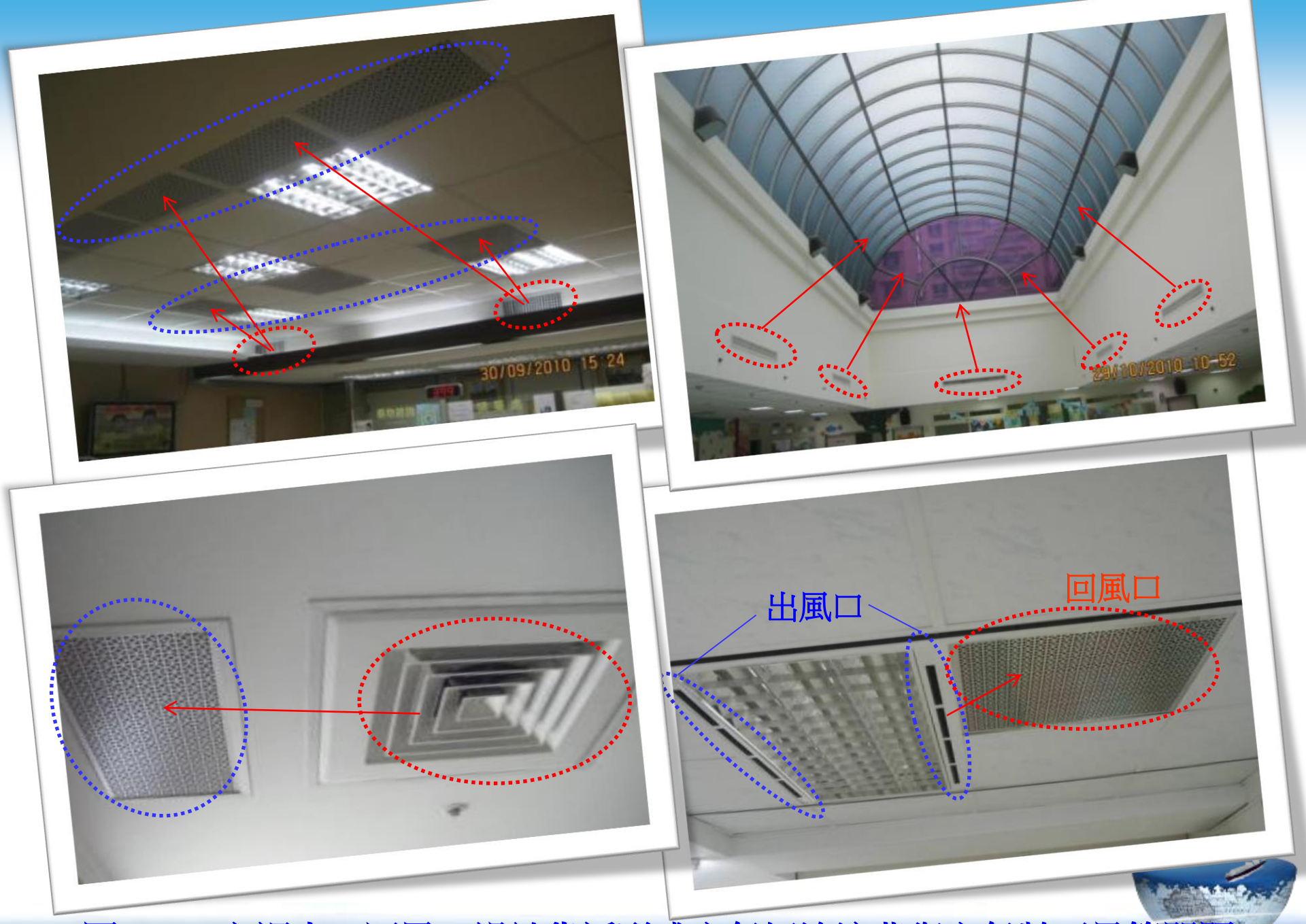
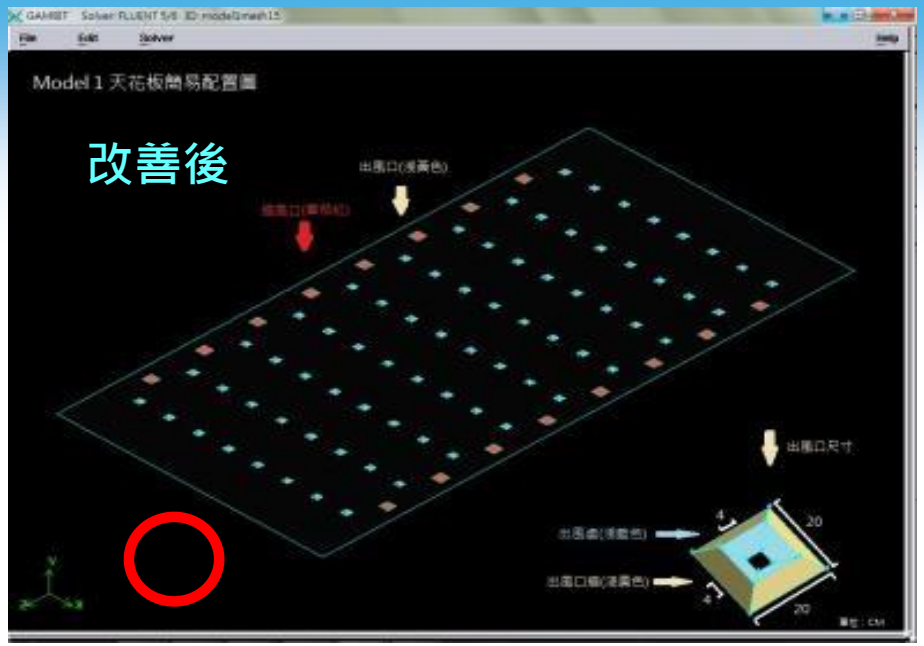
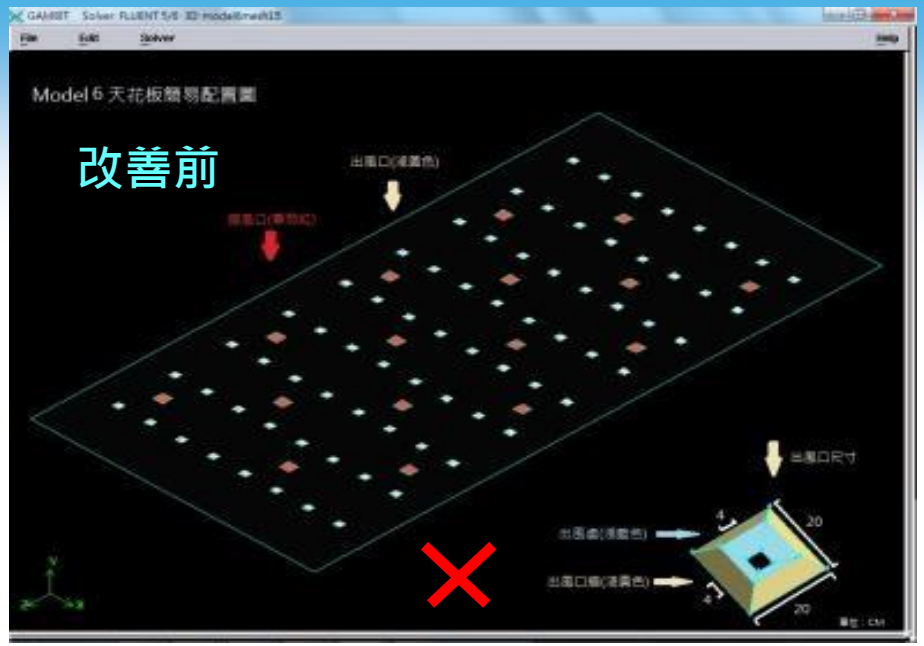
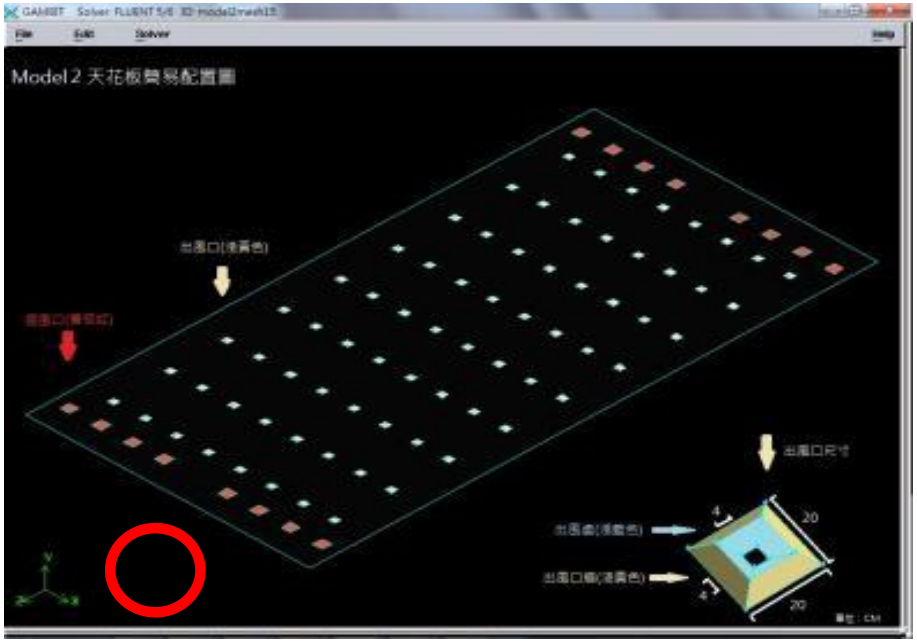


圖4.16　空調出、回風口過於靠近形成空氣短流浪費與空氣齡不足等問題







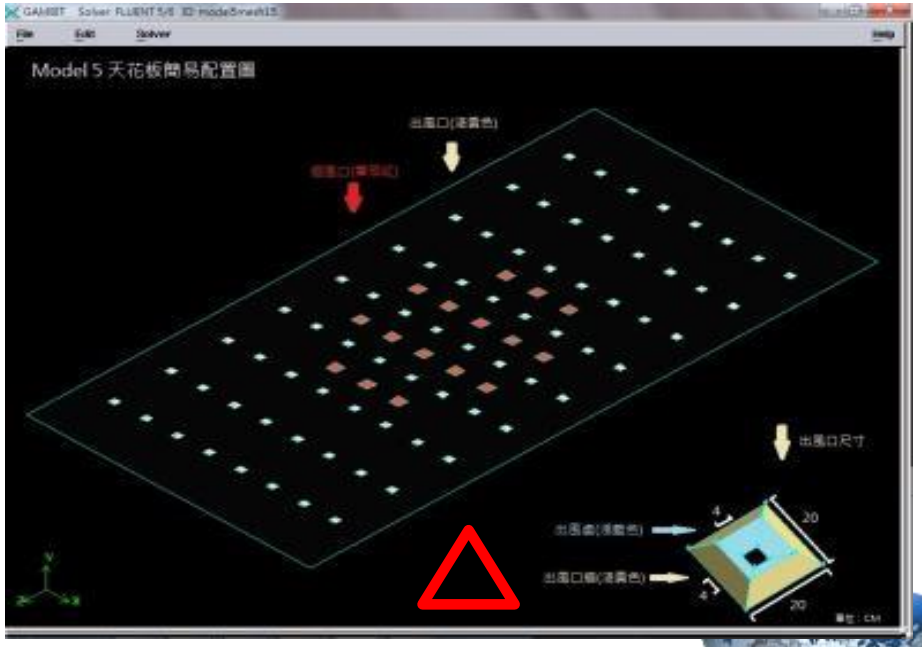
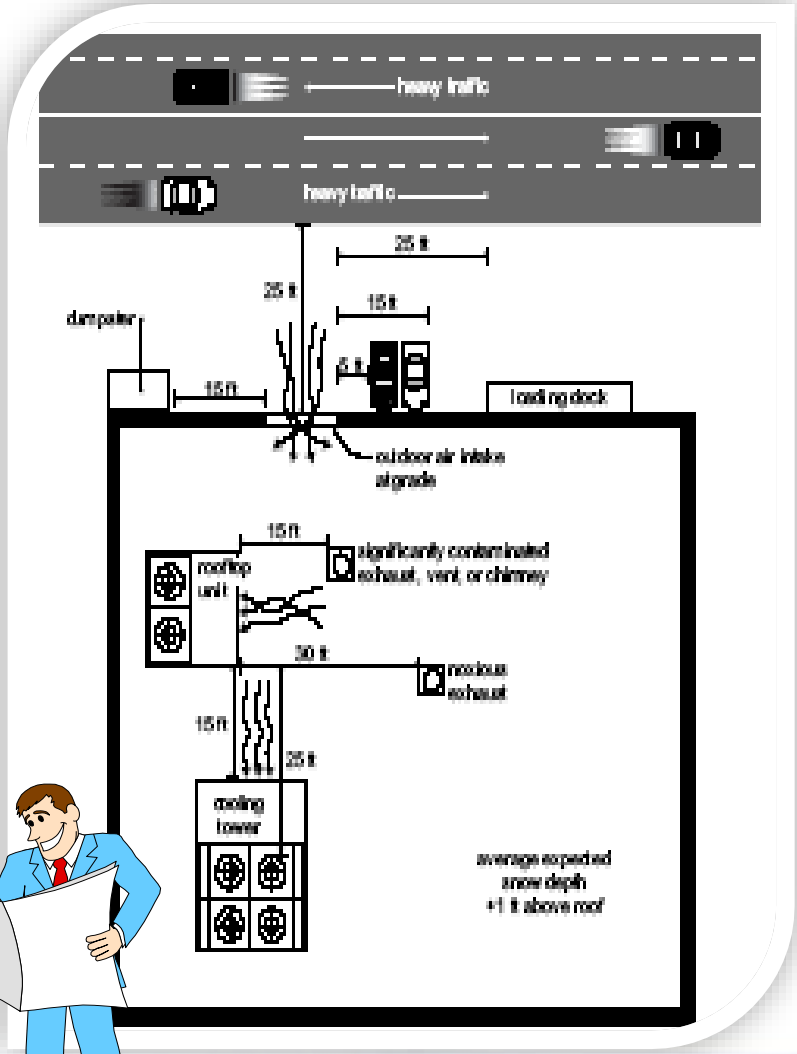


圖4.17　較佳的空調出、回風口配置型態方能獲得足量且乾淨的空氣

五、外氣引入口受到污染之改善

◆ 根據美國冷凍空調協會(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)的建議，不受污染的新鮮外氣引入口最小距離，如圖4.18所示。



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)

圖4.18　空調外氣引入口位置降低污染之基本規定

(a)外氣引入口靠近冷卻水塔

(b)外氣引入口與排氣口近且同一方向

圖4.19　外氣引入口位於屋頂時之潛在污染源

圖4.20　外氣引入口位於一樓地面層之潛在污染源

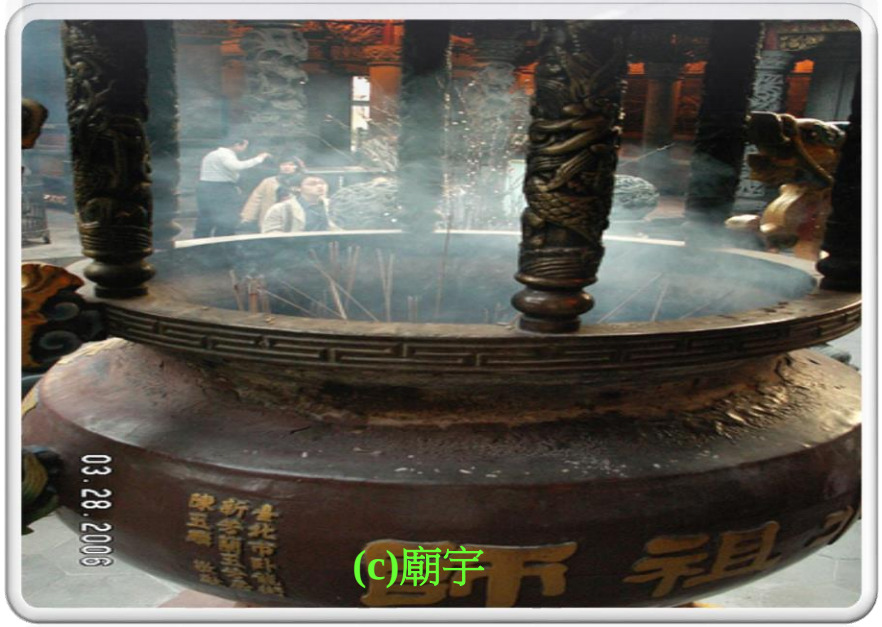


圖4.21　外氣引入口周邊潛在的室外污染源

圖4.22　外氣引入口周邊潛在的室外污染源(續)

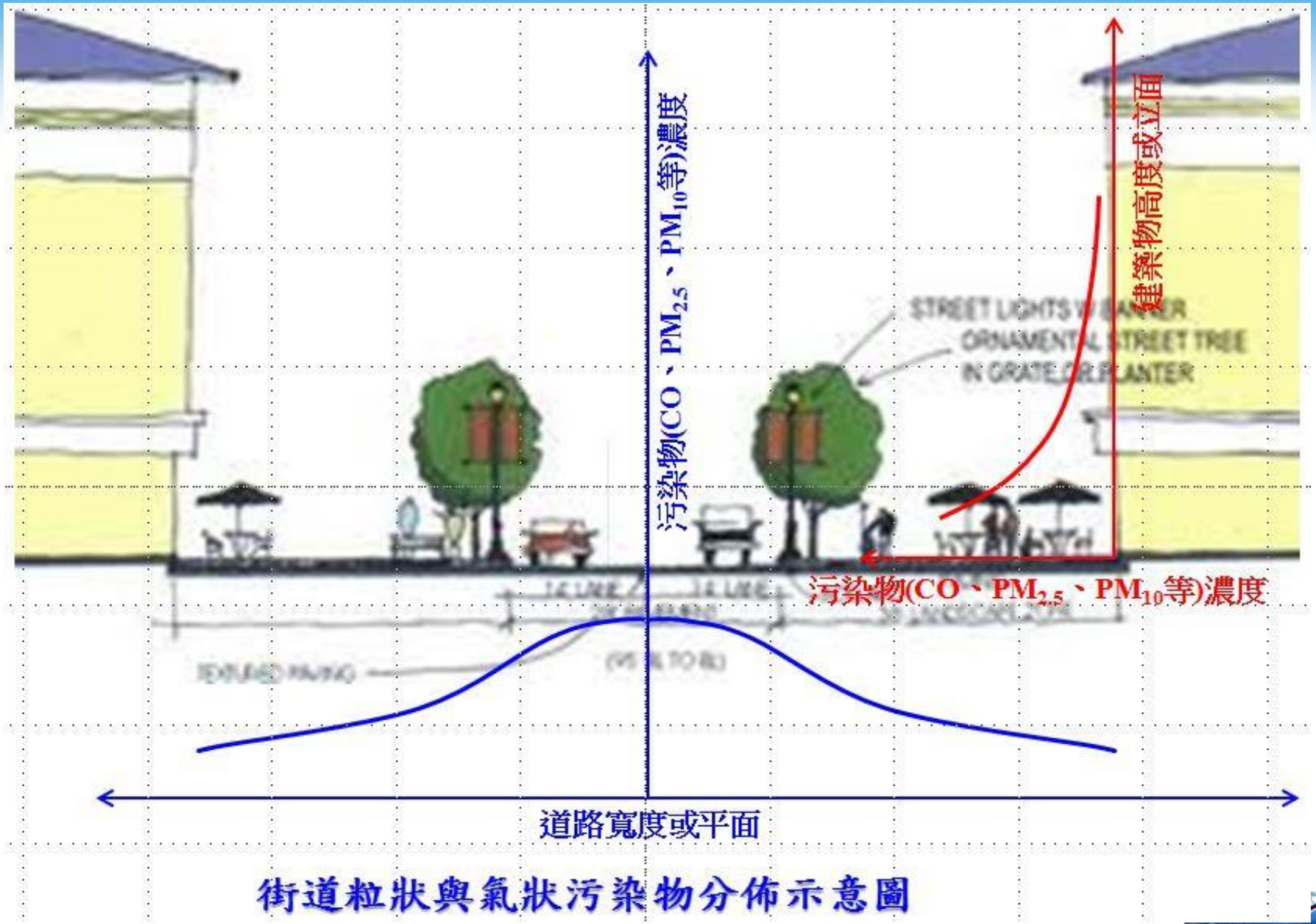


圖4.23　道路污染物空間分布是示意圖

上環林氏大廈

樓 層	微細懸浮粒子PM2.5（每立方米微克）	噪音（分貝）
12 樓	9	68-69
10 樓	11	68-71
8 樓	11	68-72
6 樓	11	70-75
5 樓**	13	72-75

**5 樓以下走火通道窗戶不能開啟

註：PM2.5 本港未有標準；世衛標準為全年平均每立方米 10 微克、24 小時平均 25 微克；香港噪音標準為 70 分貝　　資料來源：《蘋果》記者

8樓以下住戶死亡風險高

註：包括地面層及 1-7 樓　　資料來源：瑞士伯恩大學研究

荔景邨仰景樓

樓 層	微細懸浮粒子PM2.5（每立方米微克）	噪音（分貝）
14 樓	8	71-76
10 樓	12	71-77
8 樓	12	70-75
5 樓	14	68-71 *
2 樓	9 *	64-68 *

*2 樓外有樹木群阻隔污染物；又因山坡及公園阻隔公路噪音，噪音直達中高層

圖4.24　香港居家樓層潛在風險調查報導

六、戶外污染物或廢氣進入室內之改善

廁所、吸煙室、廚房、醫院隔離病房、交通運輸車道等室內空間應採負壓設計的概念

避難室、車站候車室、餐廳用餐區、醫院候診間等室內空間應採正壓設計的概念

圖4.25　旅客轉運站候車室與車道之正負壓關係

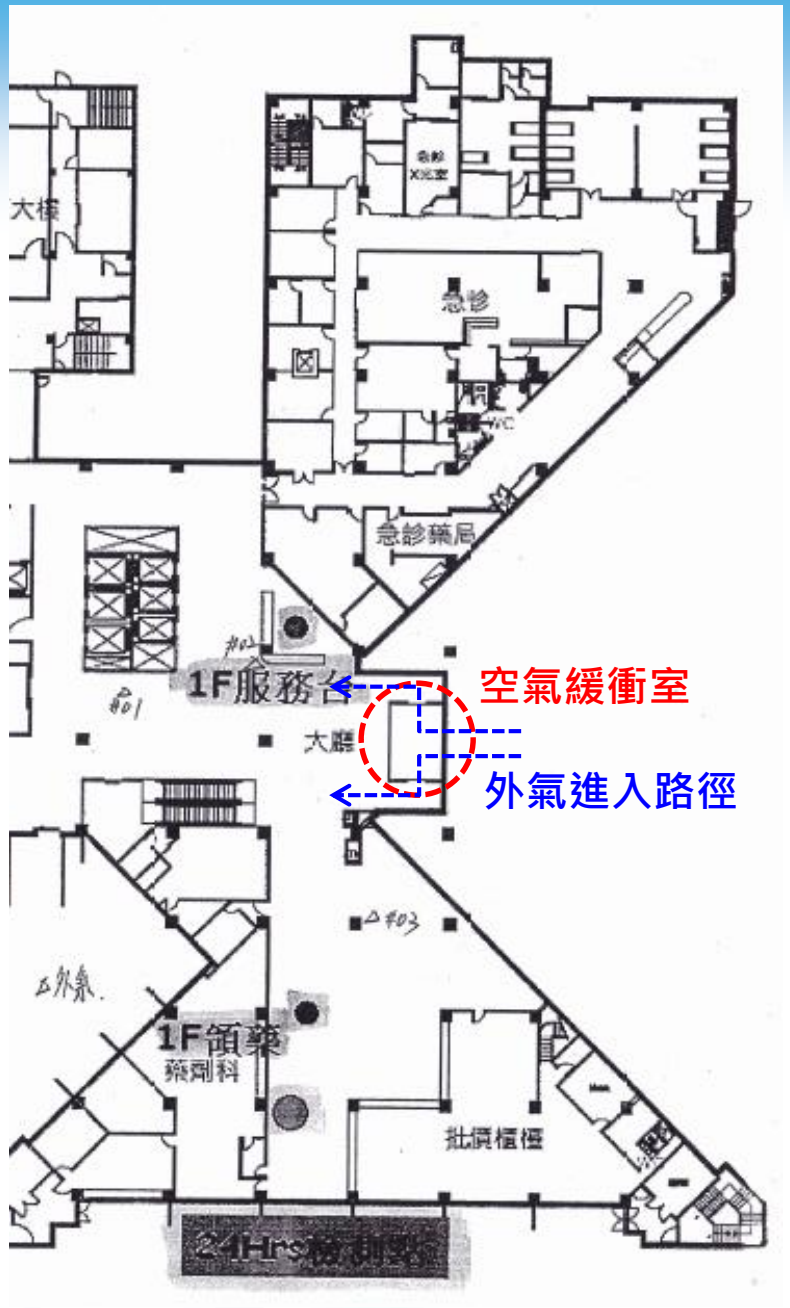
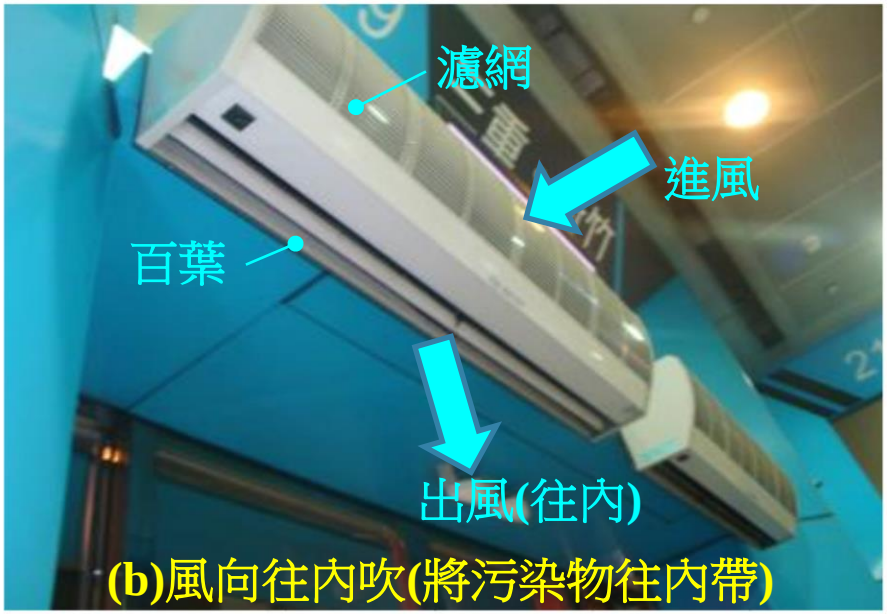


圖4.26　空氣緩衝室之設置以降低外氣之干擾

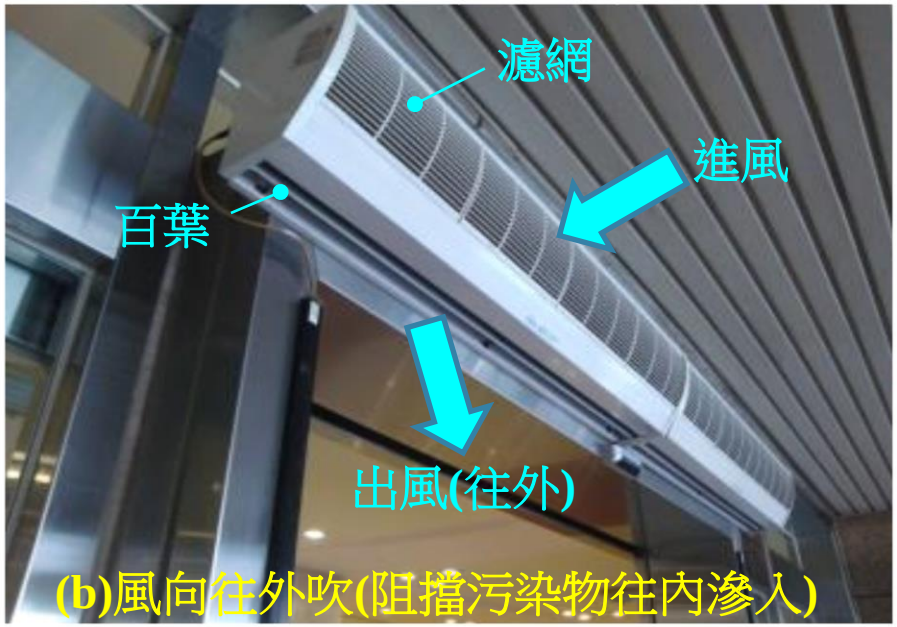
(a)空氣簾(門)設於室內



(b)風向往內吹(將污染物往內帶)

圖3.24　不當的空氣簾(門)設置方式

(a)空氣簾(門)設於室外



(b)風向往外吹(阻擋污染物往內滲入)

圖4.27　較佳的空氣簾(門)設置方式

七、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

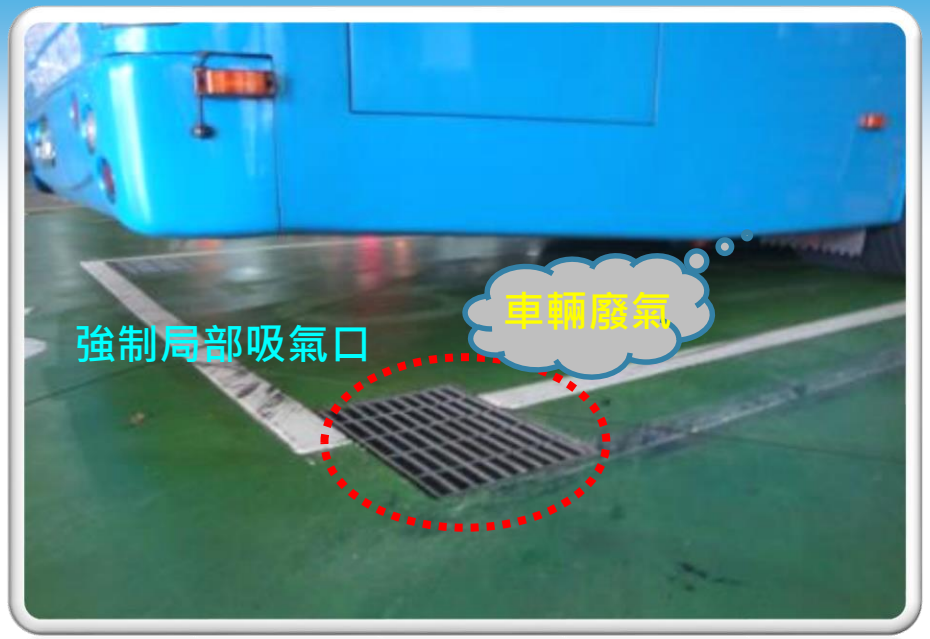
- 戶外空氣品質標準值0.12ppm(小時平均值)、0.06ppm(8小時平均值)。影印間曾測到 0.30ppm。
- 在密閉空間開啟這類臭氧機10分鐘後，可能會有1~5 ppm以上(視空間大小)。
- 不建議於有人在的時候使用臭氧機。

圖4.28　影印機緊臨員工座位區

圖4.29　影印機獨立設置或採負壓排氣措施

八、廁所異味之改善

圖4.30　廁所空間應處於負壓狀態



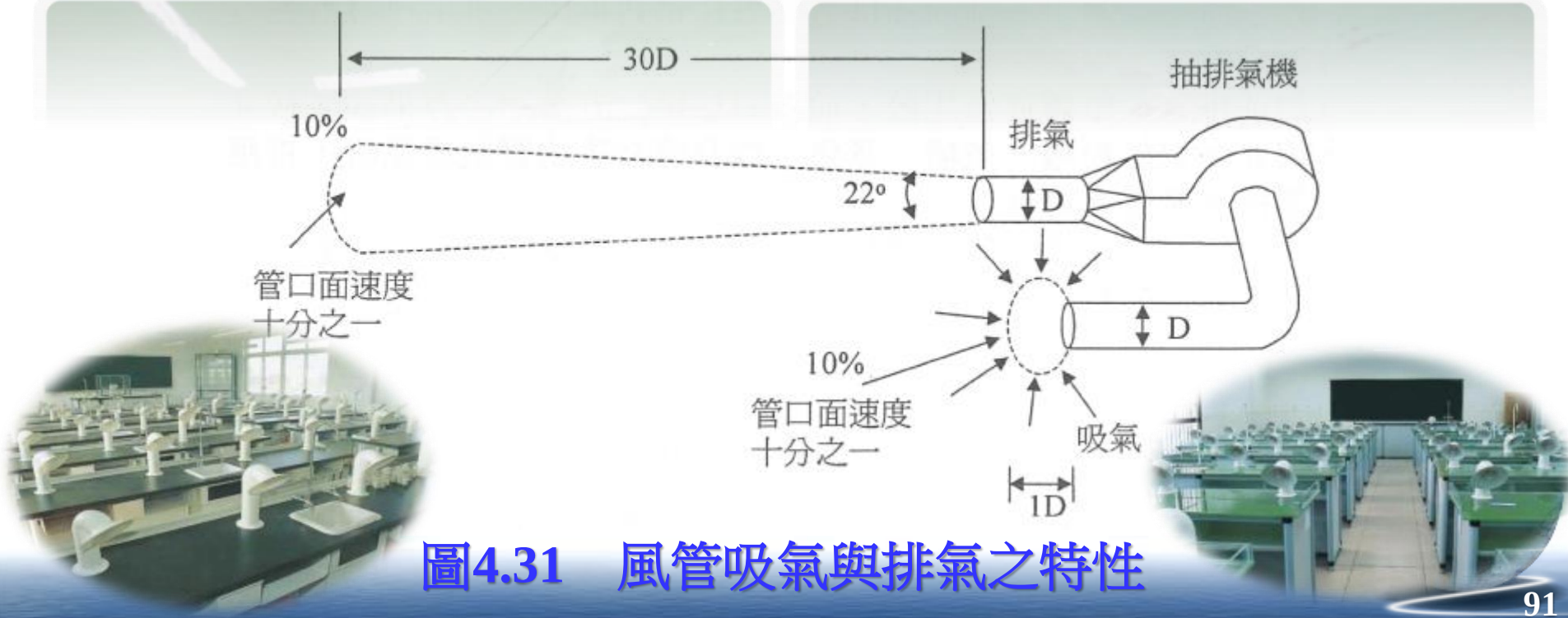


圖4.31　風管吸氣與排氣之特性

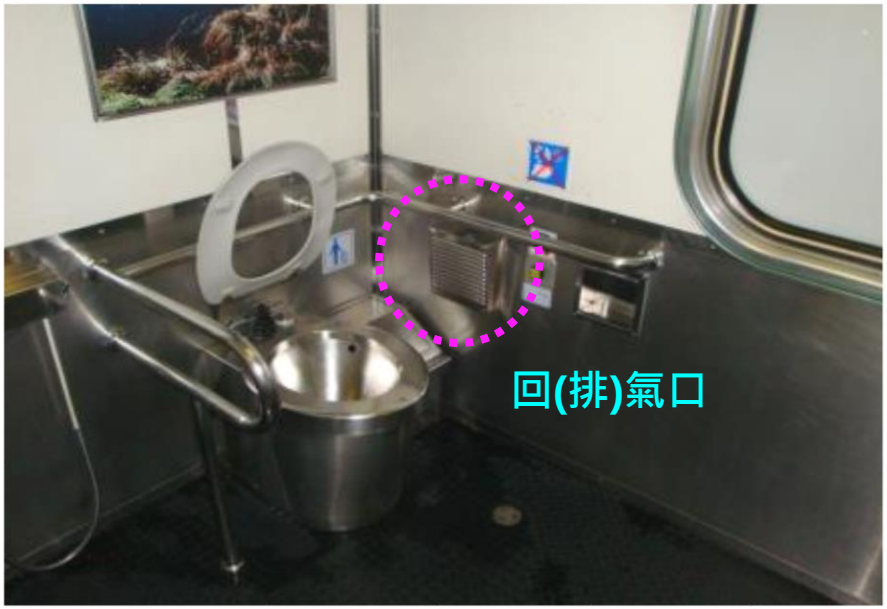


圖4.32　廁所回(排)風口之改善情形

伍、結語

呼吸權時代的來臨

空氣品質訴訟

IAQ革命尚未成功，同志仍須努力

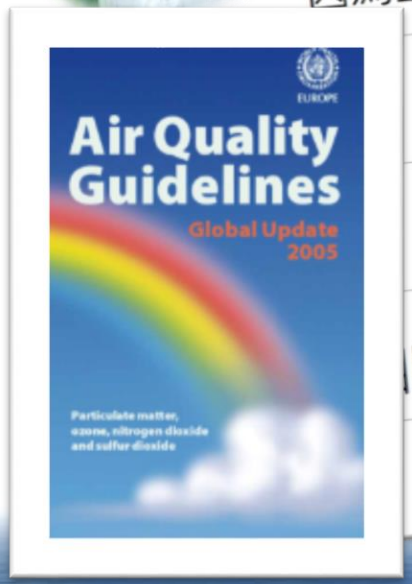
我不是多怕死，但我不願意這麼活。

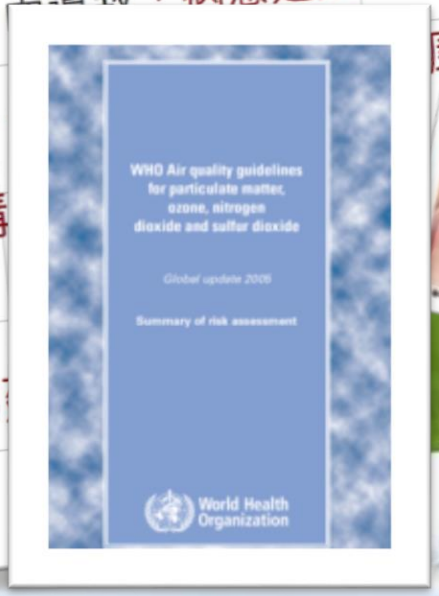
2010（WHO）歐洲辦公室發表宣言

『全人類都應該擁有呼吸乾淨室內空氣的權利』

讓台灣成為華人社會「呼吸權」的領航者

追求健康，從良好的室內空氣品質作起





室內空氣訴訟

- 美國至少有20個聯邦機構牽涉到室內空氣品質，其中最主要的單位則為環保署(EPA)及職業安全健康部(OSHA)。其他尚有國家職業安全衛生組織 (NIOSH)、能源部(DOE)、消費品安全委員會下的跨部會室內空氣品質委員會(ICIAQ)等。
- 單在美國室內空氣品質相關的官司中，累積至2002年已有超過70億美金的賠償，**平均每件官司的賠償金額約在一百萬美金左右**。
- 隨著訴訟案件的增加，美國大眾已持續地向EPA、OSHA及聯邦政府要求，儘速發展一套完善的室內空氣品質法規(摘自：Fabrizio Pesce, “Avoiding Lawsuits: Aerobatics Required,” U.S. Engineering Press Review, National Society of Professional Engineers, pp. 15-19, May 29, 2000.)。
- 1993年，室內空氣品質專家的証詞第一次在美國的法庭上被採用(Daubert v. Merrell Dow Pharmaceutical Inc., 509 U.S. 579, 1993)，該案例中室內空氣品質造成了個人的健康傷害，聯邦最高法院允許相關且可靠的科學証據被採用。至今，專家的証詞與科學監測結果已被廣泛的引用。
- **2002/8北京市民李發君之妻朱繼榮買新車上下班，9月底發現身上有大量出血點，10月醫院診斷白血病，治療5個月後宣告治療無效病逝。**由於苯中毒可導致白血病，朱繼榮也是買車後才出現病症，於是李發君在中國室內裝飾協會下屬室內環境監測中心檢測車內空氣，確認車內苯超標，認為罪魁禍首就是這輛新車。**李遂將該車的汽車銷售公司告上法庭(**摘自：**http://www4. chinesenewsnet.com/MainNews/SocDigest/Health/xhw_2004_04_07 _23_06_55_681. html.)**。

APR 08 THU 2010 20:19

日本首例裝修污染人身傷害案:華人訴訟3年終勝訴

此文內容來自：
http://www.xtjwj.com/index.aspx?menuid=5&type=articleinfo&lanmuid=9&infoid=94&language=cn

- 日本《中文導報》報導，歷時3年的艱辛訴訟，迎來了公平正義的判決。5月25日，日本仙台地方法院對華人小野一家控告三井不動產所建樓房存在化學污染，要求退房並賠償一案做出判決，認定三井不動產所建樓房的確存在化學污染問題，對小野家人身體造成損害，支持小野一家的訴訟請求，命令整理相關損害賠償金額，定於7月6日作出賠償判決。
- 1999年10月，家住仙台的華人小野女士一家，與三井不動產簽定了購房合同，以2210萬日元的價格買下一套70平米的3LDK樓房住宅。不料從此禍從天降。**自從2000年3月20日入住新居以來，一家三口屢屢感到身體疲憊，精神不振，疾病頻發，記憶力嚴重衰退等等症狀迭出。後經醫生鑒定，發現新居建材含有毒化學物質嚴重超標，小野一家因化學材料過敏中毒，已患上了嚴重的“化學污染房病”，很有可能一生都會深受其害，難以治癒**。
- 小野一家深感震驚，不得不搬出新居，並於2004年8月正式向仙台地方法院起訴，把三井不動產告上了法庭，要求解除購房合同，除討還2210萬日元購房金，另追討2000萬日元的賠償金。
- 華人小野一家開啟了仙台地區“**化學污染房**”訴訟的先河，整個過程異常艱難。
- 為了取證，小野夫婦請求仙台市泉區保健福祉中心衛生課為房屋作了檢查。結果顯示，室內空氣污染度高，與國家規定標準值嚴重不符。衛生課還向他們推薦了專業檢測機構。2004年7月，小野一家又拿到了專業化學物質測定報告。報告顯示，建材原因致使室內空氣中有毒化學物質過量。按國家規定標準值，室內空氣含甲醛濃度應為100，而新居室內的甲醛濃度高達148。空氣污染，嚴重毒害人體。由於三井不動產種種說辭拒絕承認污染責任，2006年7月，在小野一家搬出房屋3年後，法院再次組織雙方律師到場，指定由東北大學環境工學部的國際知名專家對房屋進行化學物質測定，測定結果與3年前基本相同。至此，三井不動產不得不低下了頭。
- 此前，神奈川縣地裁舉行過日本首次“化學污染房”案判決。但本次審理“化學污染房”造成的人身傷害賠償，在日本還是首次。
- 3年前，仙台市醫院曾診斷認定，小野一家三口均患上了“化學污染房病”。為了作更精確檢查，醫生推薦他們又來到東京，到日本最權威的化學物質檢查治療醫院——東京北裡研究所醫院，接受了宮田幹夫教授檢查。老教授的診斷結果顯示，夫婦兩人已患“化學污染房病”，治療費用每天就需7-8萬日元，還需大量的時間和輔助條件，更可能一生都難以治癒。此次應法庭要求，小野一家於6月14日再次來到東京北裡研究所進行身體檢查，由專家提出權威的賠償額度，供法庭參考。

IN A PERFECT WORLD...

Thank You！

常見污染問題及改善方法

講員：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