

社區既有建築物綠屋頂及綠能社區評估診斷及改善補工程

建築室內健康環境



主講人：邵文政

國立臺北科技大學 建築系 副教授

國立成功大學 建築學 博士

中華民國108年03月22日



創新綠建材研發與推廣中心

INNOVATIVE GREEN BUILDING MATERIALS RESEARCH AND PROMOTION CENTER



HELS

健康環境研究室&實驗室

HEALTHY ENVIRON.LAB & STUDIO

個人簡介



學歷

國立成功大學 建築學博士
淡江大學 建築碩士
臺北工專 建築學士

現職

國立臺北科技大學建築與都市設計研究所 副教授
創新綠建材研發與推廣中心 中心主任
國立臺北科技大學 健康環境實驗室 主持人

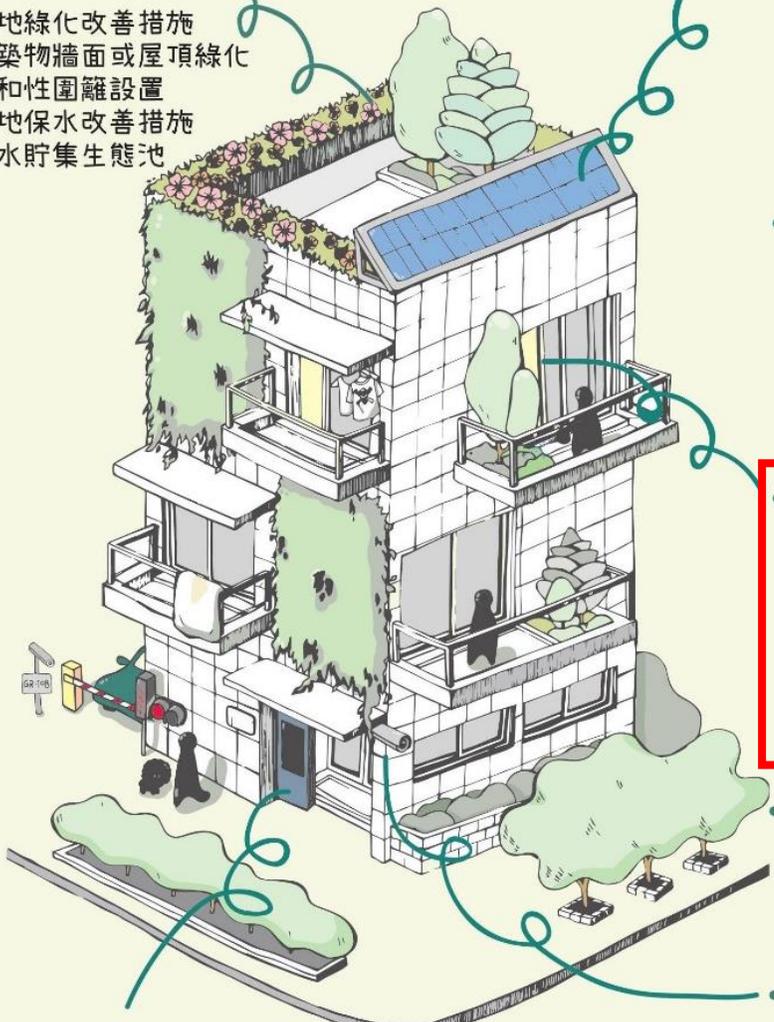
經歷

國立臺北科技大學 事務組組長兼副總務長
社團法人台灣永續建築環境促進會 理事
社團法人台灣病態建築診斷協會 副理事長
台灣室內環境品質學會 理事
教育部永續校園輔導團 評審委員
內政部建築研究所綠建材標章 審查委員

改善項目八大說明

• 建築生態保護

基地綠化改善措施
建築物牆面或屋頂綠化
親和性圍籬設置
基地保水改善措施
雨水貯集生態池



• 建築節約能源

太陽能光電利用
外遮陽改善
屋頂隔熱改善
雨水或中水回收再利用
空調、電梯、照明
(主要耗能設備) 節能改善

• 建築廢棄物

資源回收再利用
廢棄物貯集處理改善
落葉與廚餘堆肥處理
社區小型農園
污水處理改善

• 建築室內健康環境 (以公共區域為主)

室內音環境改善
室內照明環境改善
室內空氣品質環境改善
室內溫熱環境改善
室內環境品質管理系統建置

• 基礎設施整合應用

機電系統整合改善
綜合佈線系統整合改善

• 安全防災監控

災害監控系統建置
人身安全系統監控建置
緊急應變系統監控建置

• 貼心便利服務

生活服務系統建置
能源可視化管理系統建置

• 物業管理應用

停車管理系統監控建置
設備設施維護管理

綠能社區 建築室內健康環境 (以公共區域為主)

室內音環境改善
室內照明環境改善
室內空氣品質環境改善
室內溫熱環境改善
室內環境品質管理系統建置

健康室內環境

80's

IAQ

室內空氣品質

90's

IEQ

室內環境品質

21st century

IEH

室內環境與人體健康

人的一生約有 **90%** 的時間 在建築室內



空氣混和效率不佳



室內CO₂濃度過高



室內照度不足



室內眩光嚴重

健康室內環境

隱形的殺手～室內空氣品質與健康

- 室內空氣品質的良窳，直接**影響工作品質及效率**，因此室內空氣污染物對人體健康影響應當受到重視。**有效改善室內空氣品質，方能維護人體健康。**
- 一般所稱的**室內環境**，指的是住家、辦公室、電影院、餐廳、百貨公司，乃至車、船、飛機等半密閉的空間。



經過研究證明，**室內空氣污染物濃度超過室外2至5倍，有時甚至高達100倍**，因此，長期在屋內工作的人，不見得呼吸到安全的空氣。

室內污染源危害

隱形的殺手～室內空氣品質與健康

室內空氣污染物除了部分是由室外所擴散進入外，其餘**大多是由室內污染**所產生，室內污染源可概分為：

室內燃燒源	烹飪、取暖、抽菸 常含有多量一氧化碳、二氧化碳及其他有害物質等。
傢俱建材	室內裝潢和家具所用的合板與隔板，含有 甲醛 樹脂的接合劑易刺激皮膚及黏膜。
家用電器	雷射印表機及影印機可能會排出二甲苯及乙苯，搭配臭氧的空氣清淨機，產生的 臭氧 可能會 傷害呼吸系統及黏膜、刺激眼部及呼吸道 。
消費產品	清潔劑、殺蟲劑、芳香產品、精油和文具等芳香劑含有甲醇、 甲醛、總揮發性有機化合物(TVOC) 等化學物質。
生物性污染源	人體呼吸道病毒、室內環境 真菌 等過敏原引發 過敏症狀 。

室內空氣品質標準

環保署101年11月23日公告

項目	室內標準值		單位
一氧化碳 (CO)	8小時值	9	ppm (體積濃度百萬分之一)
二氧化碳 (CO ₂)	8小時值	1000	ppm (體積濃度百萬分之一)
甲醛 (HCHO)	1小時值	0.08	ppm (體積濃度百萬分之一)
總揮發性有機化合物(TVOC)	1小時值	0.56	ppm (體積濃度百萬分之一)
細菌(Bacteria)	最高值	1500	CFU/m ³ (菌落數/立方公尺)
真菌(Fungi)	最高值	1000 或總真菌濃度之室內外比值≤1.30	CFU/m ³ (菌落數/立方公尺)
粒徑小於等於10微米 (µm) 之懸浮微粒 (PM ₁₀)	24小時值	75	µg/m ³ (微克/立方公尺)
粒徑小於等於2.5微米 (µm) 之懸浮微粒 (PM _{2.5})	24小時值	35	µg/m ³ (微克/立方公尺)
臭氧 (O ₃)	8小時值	0.06	ppm (體積濃度百萬分之一)

建議值 → 標準值

化學性

- 一小時:指一小時內各測值之算術平均值或一小時累積採樣之測值。

生物性

- 八小時:指連續八小時個測值之算術平均值或八小時累計採樣之測值。

物理性

- 二十四小時:指連續二十四小時之各測值之算術平均值,或二十四小時累計採樣之值。

- 最高值:指因中央主管機關公告之檢測方法所規範採樣方法之採樣分析值。

TVOC包含下列12種揮發性有機化合物:

苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、氯仿、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、二氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、四氯化碳

室內環境問題-CO₂

幼稚園室內二氧化碳超標

檢測位置			時間	CO ₂ 濃度	Co濃度	溫度	相對溼度
樓層	班別	人數	(開始~結束)	(ppm)	(ppm)	(°C)	(%)
	室外		10:35-10:37	442	0	36.8	50.8
	小一班	30人	10:37-10:39	3103	0	29.4	51.4
	小一班	30人	10:39-10:41	3054	0	28.4	53.9
2F	大六班	11人	10:41-10:43	1265	0	28.3	46.6
2F	大六班	11人	10:43-10:45	1257	0	27.7	50.3
	大三班	16人	10:45-10:47	1042	0	28.4	59.3
	大三班	16人	10:47-10:49	987	0	28.4	60
	辦公室		10:49-10:51	393	0	31	69.2



照片來源:<https://goo.gl/UGhYkB>

場所名稱：中部某鎮立幼兒園

日期：2018年5月

上午10:35至10:51

天氣：晴

量測區域：二樓教室

檢測位置			時間	CO ₂ 濃度	Co濃度	溫度	相對溼度
樓層	班別	人數	(開始~結束)	(ppm)	(ppm)	(°C)	(%)
	室外		10:55-10:57	413	0	36.6	52.3
	小班 白兔班	30人	10:57-10:59	2528	0	29	57
2F	中班 史奴比班	29人	10:59-11:01	1369	0	29	57.2
2F	中班 長頸鹿班	30人	11:01-11:03	940	0	29.3	62.6
2F	中班 蝴蝶班	29人	11:03-11:05	1317	0	27.9	54.9
2F	中班 海豚班	29人	11:05-11:07	1804	0	28.2	50.7
2F	活動教室	30人	11:07-11:09	3639	0	27.9	46.6
2F	孔雀班	30人	11:09-11:11	2522	0	27.2	54.3
2F	米奇班	28人	11:11-11:13	1821	0	28.6	55.5
1F	綿羊班	29人	11:13-11:15	776	0	28.2	66.1



照片來源:<https://goo.gl/p4ji4g>

場所名稱：中部某鎮立幼兒園

日期：2018年5月

上午10:55至11:15

天氣：晴

量測區域：二樓教室

室內環境問題-CO₂

幼稚園室內巡檢



- 場所名稱：
宜蘭某國小附設幼兒園
- 日期：2017年9月21日
- 天氣：晴

國內綠建材標章制度

1. 綠材料概念於1988年第一屆國際材料科學研究會上首次提出。
2. 1992年國際學術界為 綠材料下定義：
在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，
對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料，稱為綠建材。

健康Healthy



健康綠建材

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

再生 Recycling



再生綠建材

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

生態 Ecological



生態綠建材

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

高性能 High-performance



高性能綠建材

高性能防音綠建材
高性能透水綠建材
高性能節能玻璃綠建材

使用綠建材之案例

檢測空間		綠建材使用率	綠建材使用種類	TVOC (ppm)	甲醛 (ppm)
環保署建議值 101年標準		-	-	0.56	0.08
案例一 (新裝修一個月內)	主臥室	≥60%	塗料、木器漆	0.61	0.07
	客廳			0.52	0.05
案例二 (新裝修一個月內)	主臥室	≥60%	塗料、木器漆 、木地板	0.48	0.03
	客廳			0.56	0.05



營造室內健康環境



室內音環境

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

常見問題		改善對策
外部噪音	交通噪音	增加建築隔音 (外牆樓板厚度增加) 氣密型門窗 減震阻尼材應用
	施工噪音	
	震動噪音	
	大型集會活動	
內部噪音	空調設備產生噪音	選用低噪音型機器 機器定期維護保養 設備防震處理 設備加裝防音罩 管路防音提升建築吸音性能
	走動行為震動噪音	
	人員談話噪音	
	視聽器材噪音回音問題	



室內音環境改善

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

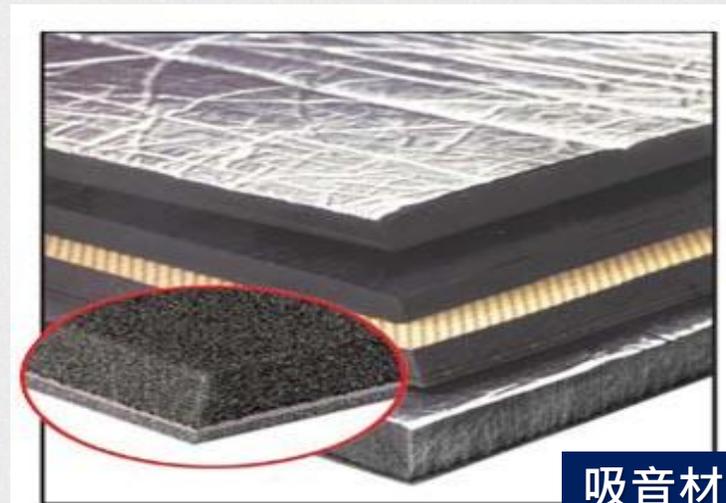
善用吸隔音材料



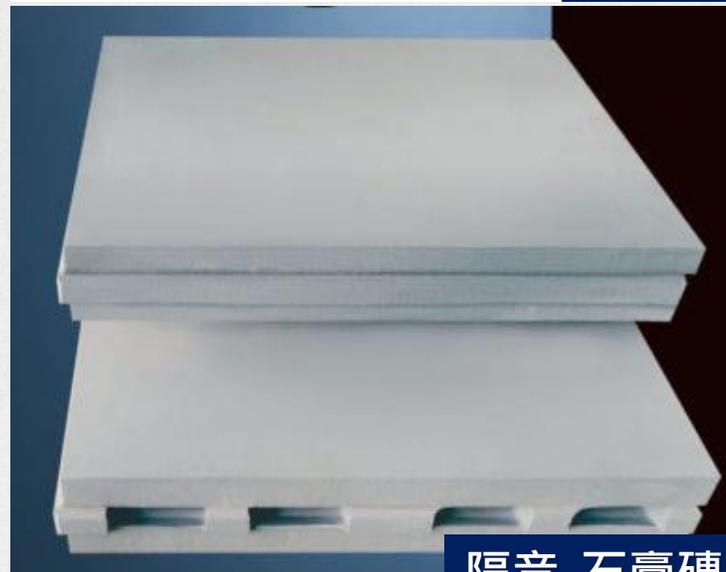
天花木格柵



天花木格柵



吸音材



隔音-石膏磚

室內照明環境

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

常見問題		改善對策
自然採光	採光面積不足	兩面採光，減少採光深度 足夠開窗面積 適當外遮陽計畫 外部植栽計畫 透光率高之玻璃材質
	採光方位問題	
	空間採光深度過深	
	高反射材質玻璃	
人工照明	照度不足、分布不均	選用高效率燈具 燈具防眩光設計 定期維護檢查 燈具開關迴路控制
	眩光問題	
	燈具耗能、效率低	
	照明開關無分區	

室內照明環境改善

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

季節性情感失調(SAD)-引發重度憂鬱及嗜睡

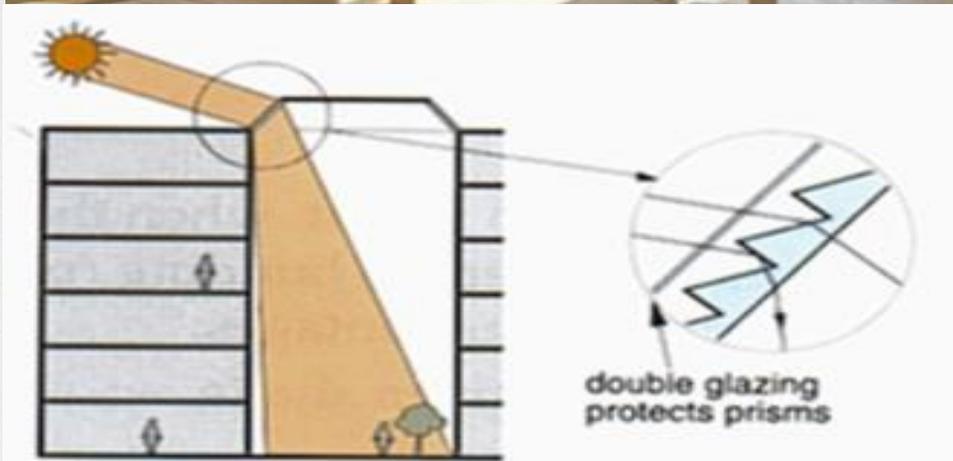
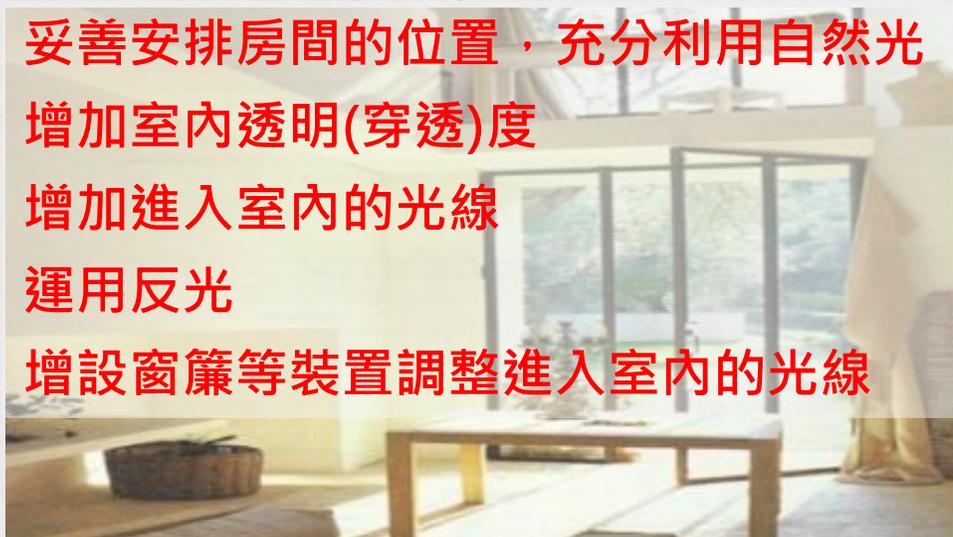
妥善安排房間的位置，充分利用自然光

增加室內透明(穿透)度

增加進入室內的光線

運用反光

增設窗簾等裝置調整進入室內的光線



光線在表面、形狀和質地上

的變化創造出空間的

美感



LED燈泡 > 省電燈泡 > 白熾燈泡

LED燈管 > T5燈管 > T8燈管

室內空氣品質環境

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

常見問題	改善對策
室外污染源	隔絕過濾外部污染源
室內污染源	使用通過認證之綠建材
新鮮外氣不足	自然通風的利用 開窗方式及導風設置
室內氣流短循環	新鮮外氣的引進
外氣引入口與廢氣排出	出回風口位置分佈，避免造成短循環
排出口配置不當	正負壓空間控制
換氣效率不足	即時CO ₂ 監測系統
空調設備系統老舊	污染源控制-局部排氣 空調設備定期清潔消毒 減少污染源產生

室內空氣品質環境改善

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

控制污染源

少量使用建材

使用健康綠建材

移除污染物

有效通風開口與
路徑設計

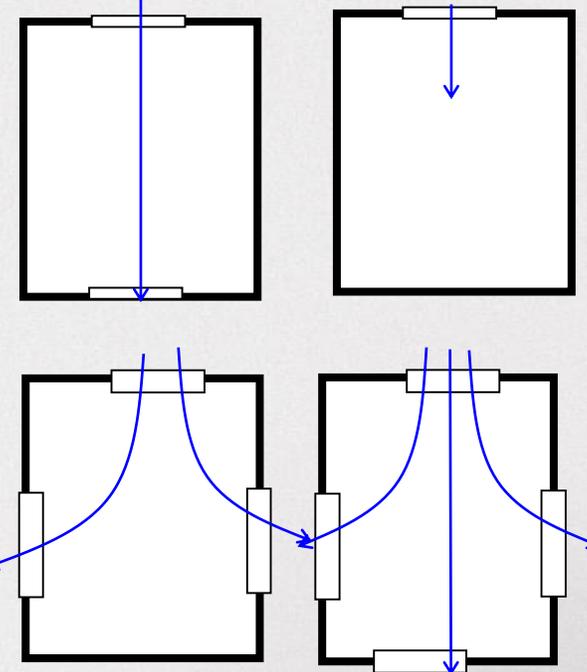
維持自然通風

適當的機械
通風量

運用有效地 **自然通風** 或 **機械換氣** 手法
移除累積於室內的VOCs，讓室內維持
健康舒適的條件。



圖片來源：內政部建研所



室內溫熱環境

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

常見問題	改善對策
氣流呈現滯留	<p>依據空間需求，選擇適合空調類型</p> <p>配合人員使用時間，開啟空調</p> <p>選用高效率之空調主機</p> <p>分層分區空調區劃</p> <p>預冷空調箱或全熱交換器搭配使用</p> <p>搭配低耗能風扇設施使用</p>
悶熱潮濕現象	
出風口型式不當	
空調無區劃	
室內熱源無法排出	
室外熱源無法有效隔絕	
濕度過高，結露現象	

室內溫熱環境改善

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統



藉由遮陽、特殊開窗型式、
立體綠化等各種手法達到舒
適之室內溫熱環境

室內環境品質管理系統

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

空氣清淨設備

當室內之污染物無法利用隔離、排除或稀釋之方法去除時，可利用空氣清淨設備**去除室內污染物**。



管道內置式

可攜式
空氣清淨機

機械式濾網

靜電集塵設備

UV燈

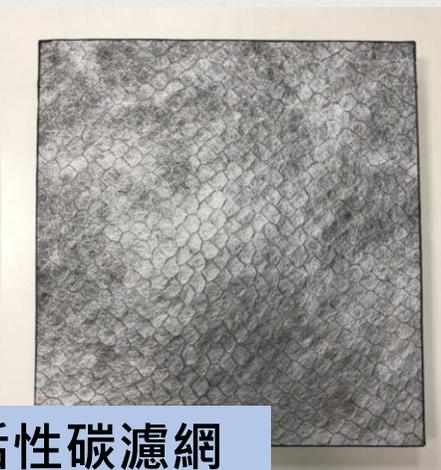
吸附濾材

光觸媒氧化設備

負離子產生器

HEPA濾網

活性炭濾網



室內環境品質管理系統

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

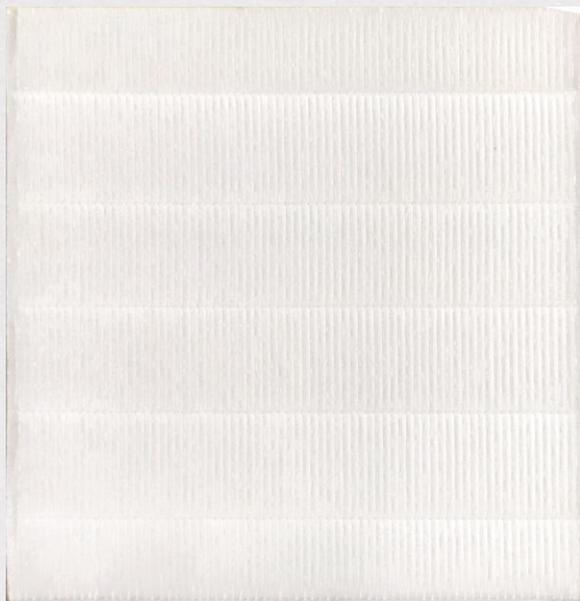
室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

濾網**必須**定期更換

空調設備、空氣清淨機、全熱交換機等設備，內裝皆設有各種功能之濾網，
但**濾網乾淨嗎....**

新HEPA濾網



VS

使用**六個月後**之HEPA濾網



2018.04.30取出



2018.12.04取出

室內環境品質管理系統

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

空氣品質監測系統

室內空氣品質智控儀

通風設備



通風設備

窗型進氣機



窗型進氣機

空氣清淨機



空氣清淨機

手機連動畫面



手機連動畫面



26

優良
73% 20.4°C

PM2.5 懸浮微粒	1 μg/m ³
PM10 懸浮顆粒	2 μg/m ³
CH ₂ O 甲醛	0.03 ppm
TVOC 揮發物質	0.07 ppm
CO 一氧化碳	0 ppm
CO ₂ 二氧化碳	428 ppm
Fungi 菌量	0 CFU/m ³
O ₃ 臭氧	0.00 ppm

更新時間: 2019/01/09 12:42:47



室內環境品質管理系統

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

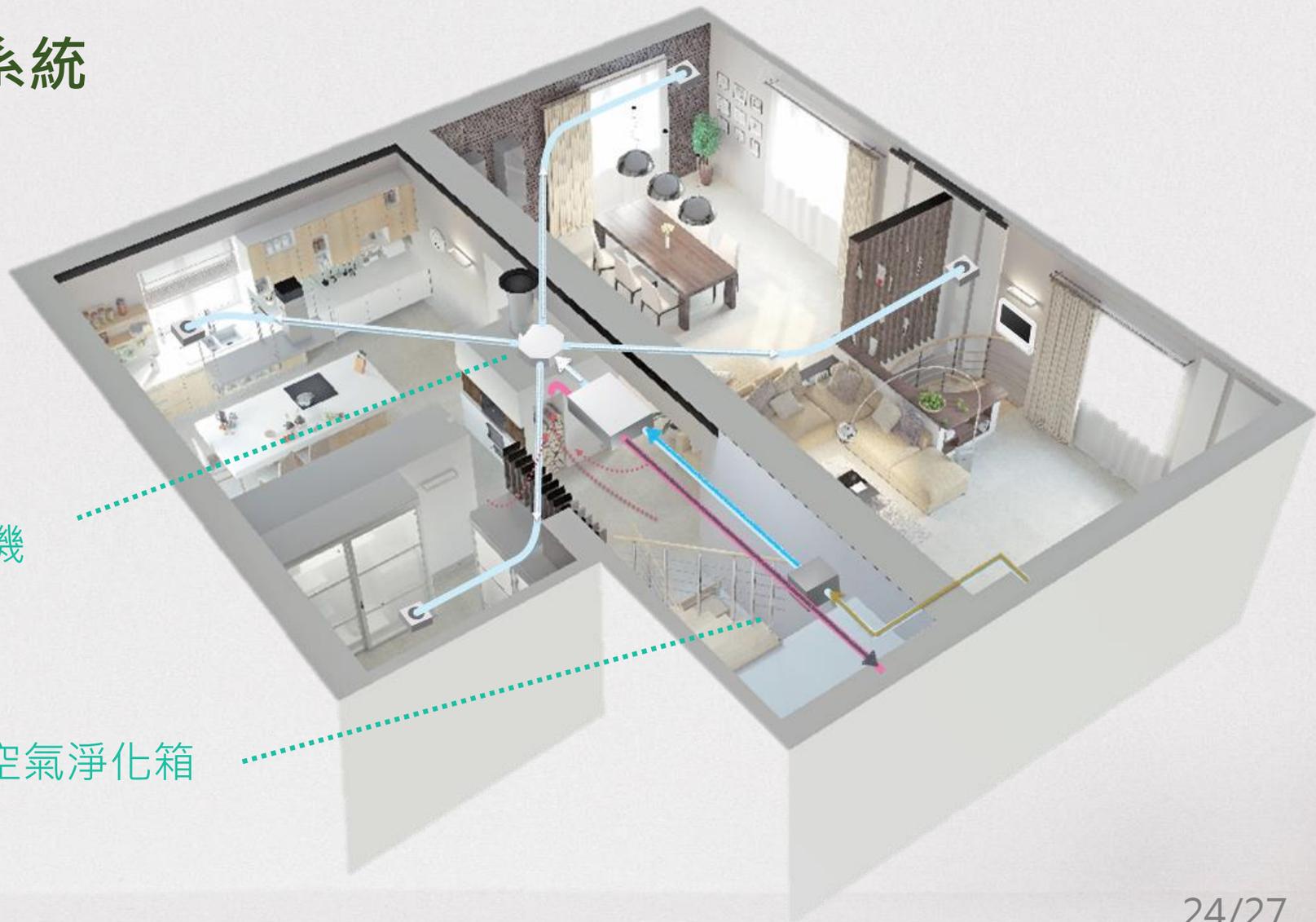
室內溫熱環境

室內環境品質
管理系統

全熱交換機系統

全熱交換器
雙向流新風機

空氣淨化箱



室內環境品質管理系統

室內音環境

室內照明環境

室內空氣品質環境

室內溫熱環境

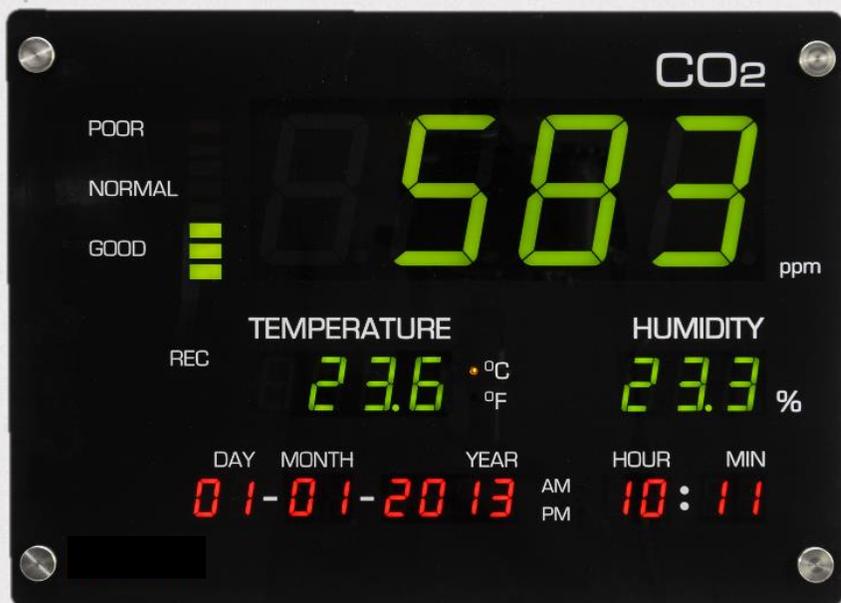
室內環境品質
管理系統

全熱交換機系統

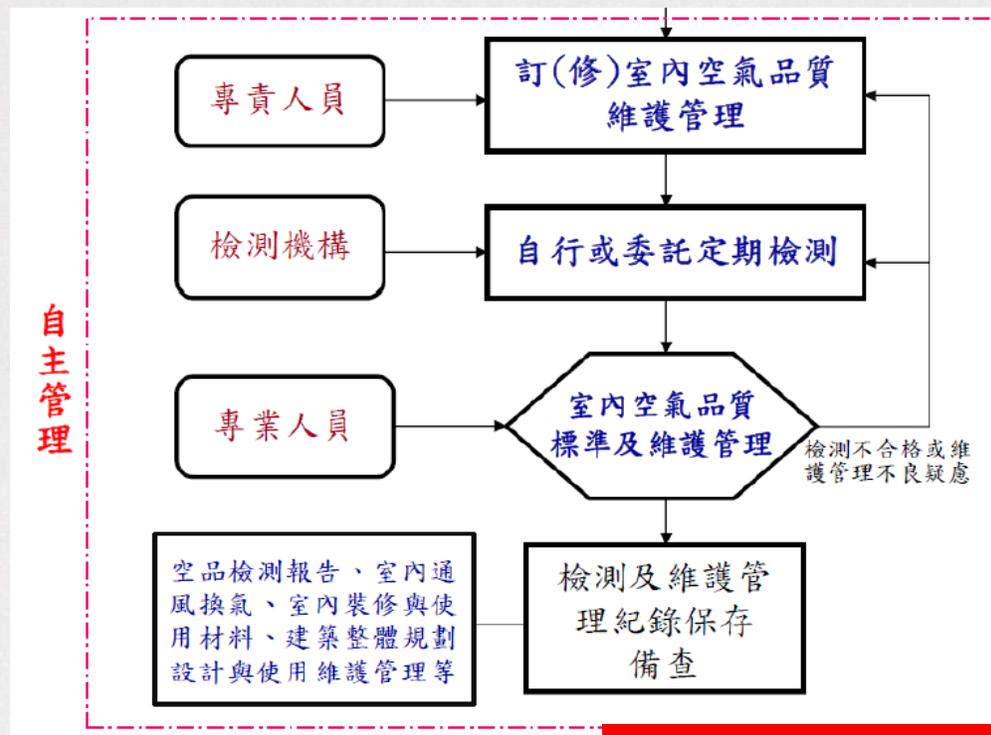


空氣品質巡檢方法

空氣品質顯示器



專業人員檢測



此方案本申請案無補助

公共空間案例

公共空間空氣品質量測

檢測項目	室內空氣品質標準值			案例一、健身房檢測結果			案例二、遊戲間檢測結果		
	濃度標準	單位	採樣時間	檢測數值	採樣時間	合格/超過	檢測數值	採樣時間	合格/超過
一氧化碳CO	9	ppm	8小時值	0	2小時	合格	0	2小時	合格
二氧化碳CO ₂	1000	ppm	8小時值	484	2小時	合格	515.2	2小時	合格
甲醛HCHO	0.08	ppm	1小時值	0.05	2小時	合格	0.15	2小時	超過
總揮發性有機物質TVOC	0.56	ppm	1小時值	0.23	2小時	合格	1.07	2小時	超過
細菌Bacteria	1500	CFU/m ³	最高值	238	最高值	合格	95	最高值	合格
真菌Fungi	1000	CFU/m ³	最高值	624	最高值	合格	75	最高值	合格
懸浮微粒PM ₁₀	75	µg/m ³	24小時值	39	2小時	合格	9	2小時	合格
懸浮微粒PM _{2.5}	35	µg/m ³	24小時值	13	2小時	合格	3	2小時	合格
臭氧O ₃	0.06	ppm	8小時值	0.01	2小時	合格	0.004	2小時	合格



案例一

- 場所名稱：桃園某建案健身房
- 日期：2014年03月20日
- 上午9:00至12:00；天氣：晴
- 地板材:超耐磨地板-春之橡木
牆面:集成木皮
梁柱面: 栓木直紋



案例二

- 場所名稱：桃園某建案遊戲間
- 日期：2013年12月6日
- 下午1:00至4:00；天氣：晴
- 地板材:超耐磨地板-皇家橡木
牆面:集成木皮
梁柱面: 栓木直紋

公共空間案例

公共空間空氣品質量測

檢測項目	室內空氣品質標準值			案例三、健身房檢測結果			案例四、健身房檢測結果		
	濃度標準	單位	採樣時間	檢測數值	採樣時間	合格/超過	檢測數值	採樣時間	合格/超過
一氧化碳CO	9	ppm	8小時值	0	2小時	合格	0	2小時	合格
二氧化碳CO ₂	1000	ppm	8小時值	516	2小時	合格	448	2小時	合格
甲醛HCHO	0.08	ppm	1小時值	0.082	2小時	超過	0.16	2小時	超過
總揮發性有機物質TVOC	0.56	ppm	1小時值	0.16	2小時	合格	1.05	2小時	超過
細菌Bacteria	1500	CFU/m ³	最高值	95	最高值	合格	217	最高值	合格
真菌Fungi	1000	CFU/m ³	最高值	156	最高值	合格	1264	最高值	超過
懸浮微粒PM ₁₀	75	µg/m ³	24小時值	108	2小時	超過	24	2小時	合格
懸浮微粒PM _{2.5}	35	µg/m ³	24小時值	14	2小時	合格	7	2小時	合格
臭氧O ₃	0.06	ppm	8小時值	0.003	2小時	合格	0.004	2小時	合格



- 場所名稱：新竹某建案健身房
- 日期：2013年12月9日
- 上午1:15至3:15；天氣：晴
- 地板材:實木地板
- 牆面:木皮板

案例三



- 場所名稱：台南某建案健身房
- 日期：2014年03月13日
- 下午1:00至3:00；天氣：晴
- 地板材:地毯
- 牆面:落地窗、鏡面

案例四

公共空間獲補助案例

太陽光電板帶動室內排氣之系統



管道間出風口加設強力排風機**排除**
管道內沼氣，使室內空氣提升品質。

電量能源來自太陽能光電板發電帶
動排風設備運轉。

教室空氣清淨機 害學生瞌睡

2019年03月11日 04:10 中國時報 曹婷婷、林志成 / 綜合報導

中南部每年10月至隔年3月PM_{2.5}嚴重，校園只能掛空污旗示警或裝空氣清淨機防堵。成功大學環境微量毒物研究中心主任李俊璋研究發現，**空氣清淨機雖可防空污，卻造成教室內CO₂濃度飆高**，導致學童注意力不集中；若以新風換氣系統取代，可有效降低室內PM_{2.5}濃度5至7成，也能控制CO₂，估計若台中以南9縣市高中、國中小裝設，總經費約8、9億元。

國教署去年5月委託成大李俊璋與雲林科大特聘教授張良輝、成大教授陳秀玲、台北科大教授曾昭衡、東方設計大學助理教授陳振誠研擬空污防制策略。

計畫主持人李俊璋提出「三管齊下」，包括**教室安裝新風換氣系統、軟性綠籬和學校周邊設空品區**。去年10月挑選高雄民權國小及雲林陽明國小試辦，**經實際測試，教室內PM_{2.5}改善率分別為70%及48%**，有效控制室內CO₂回復標準值效率均為100%。



研究團隊實測在教室內**裝置新風系統**，發現可**有效改善二氧化碳與PM_{2.5}濃度**。

面對PM_{2.5}

A

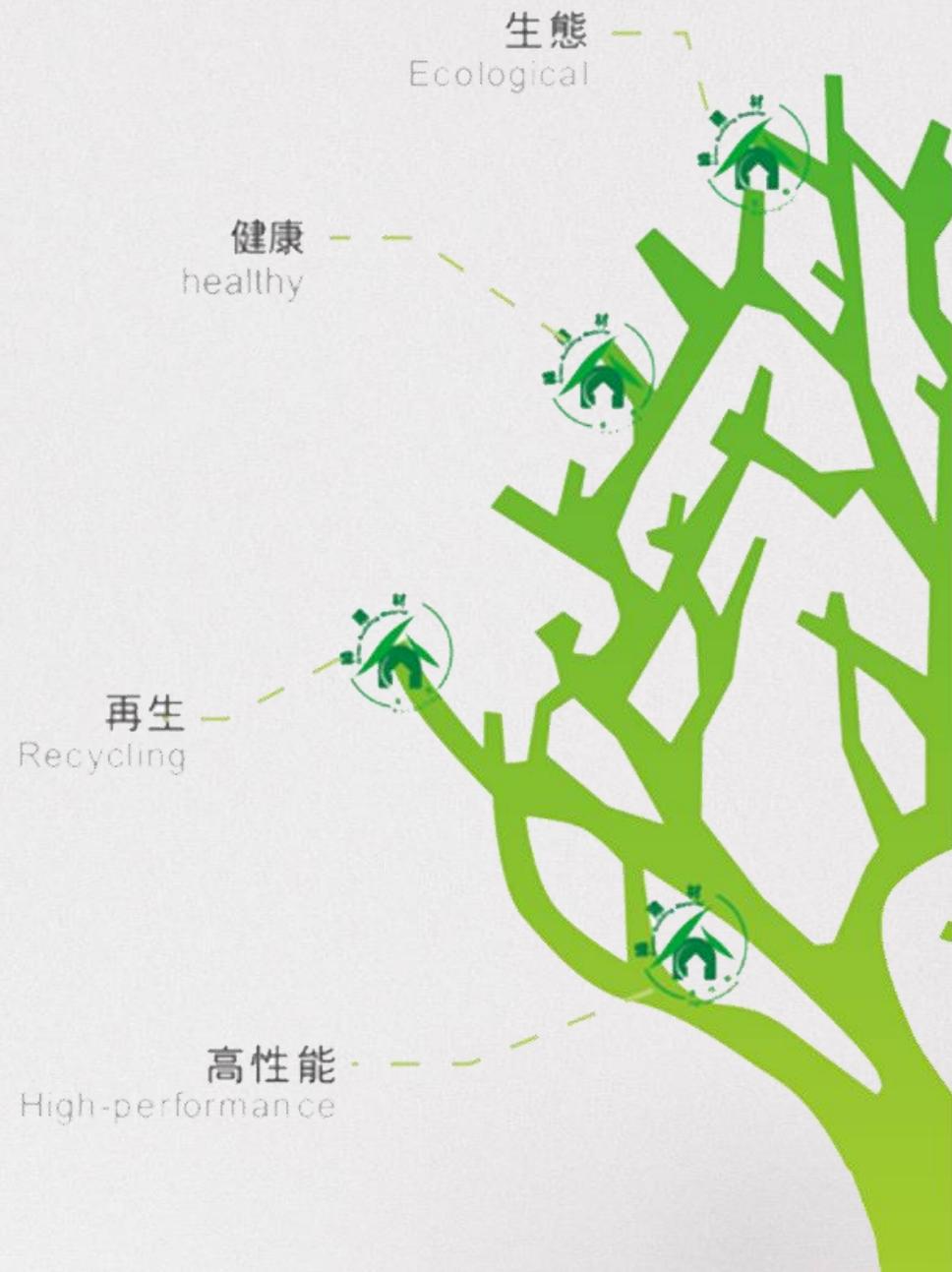
建築隔離罩
PM不再找
呼吸一把罩

B

口罩房子戴
PM 進不來
你我呼吸都暢快

C

口罩不應戴臉上
戴在房子呼吸暢



- 簡報結束 · 敬請指教 -



主 講 人：邵 文 政

國立臺北科技大學 建築系 副教授

國立成功大學 建築學 博士

中華民國 108 年 03 月 22 日



創新綠建材研發與推廣中心

INNOVATIVE GREEN BUILDING MATERIALS RESEARCH AND PROMOTION CENTER



HELS

健康環境研究室&實驗室

HEALTHY ENVIRON.LAB & STUDIO