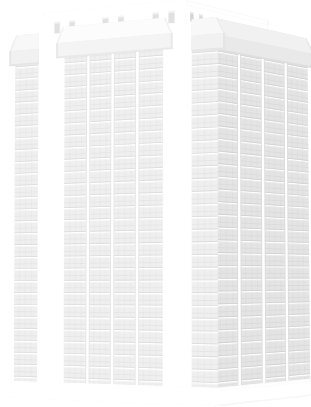


技術創造高度接觸 SOCIO-TECH

順光與你創造好空氣



一般場所

空調/換氣工程規劃相關技術之研究

廖秋源



順光股份有限公司

SHUN KUANG CO.,LTD

通風換氣建造有氧健康屋

Ventilation of Exhavst make a healthy house with filled oxygen

台北縣土城市金城路一段 16-8 號 TEL : (02) 2269-6111 FAX : (02) 2269-1610

一、緣起與目的

70年代兩次石油能源危機的浮現，對於節省能源產生了迫切須要的改變，建築物的結構、材質、也隨節能時代的改變，趨向於耐震、防火、耐酸鹼、高氣密、高斷熱模式建造。傳統利用開窗或縫隙透氣通風至今，由於現代工商業發達，人口流動率大量趨集都會區。輕便快速的交通工具、辦公大樓、集合式住宅等建築物密度過於集中，原有土地自然環境透氣率面積逐年減少，人為及工業污染改變地球溫室效應、環境溫度逐年升高。因此開發中國家建築業者對於外在因素的改變需求，冷暖空調的列入設備使用已經成為都會區人們日常生活、居家、辦公不可或缺的標準商品。為了降低空調負載損耗成本、及室外噪音、污染物的入侵，不得不採取高氣密、高斷熱方式建造居家、辦公、空間硬體。結果由於室內人員活動、家電燃燒設備、裝潢建材、微生物、粉塵等多樣性污染。造成污染物的累積，形成室內空氣品質不良，人員不適、疾病傳染及所謂的退伍軍人症、建築症候群等現象，SARS恐慌事件又再度引起國人對空調通風換氣的關切。

早期國內空氣污染防治法規定，空氣品質標準係指室外空氣中空氣污染物排放標準，室內空氣品質並不在規範內。94年11月21日行政院環保署，召開一般場所室內空氣品質參考標準建議值公聽會(草案)說明，來推動室內空氣品質管制工作，優先訂定空氣參考標準建議值，並交由各目的事業主管機關依其主管法令納入管制，方可有效管理室內空氣品質。(草案內容如下)

- 一、本標準適用一般場所之室內環境。但不適用勞工作業場所，特殊醫療場所，物料儲放場所或其他特定室內場所。
- 二、本標準可作為一般室內空氣品質改善及管理之參考依據。
- 三、本標準適用之空氣污染物及濃度限值如下：
 - (一)二氧化碳：連續檢測八小時平均值不得超過 1000ppm。
 - (二)一氧化碳：連續檢測八小時平均值不得超過 9ppm。
 - (三)甲醛：連續檢測一小時最大值不得超過 0.1ppm。
 - (四)揮發性有機化合物：不得超過 3ppm。
 - (五)細菌數：連續檢測 24 小時平均值不得超過 1000CFU/m³。
- 四、本標準規範之室內空氣污染物採樣及檢測分析或監測方法得參考政府相關機關公告者為之。

空調的目的在於創造合適的室內環境，對人而言，是使人感到舒適，提高工作效率，對工廠製程而言，是保持一定的環境條件，提高產品品質與良率。每人每天約 90% 的時間處於室內的環境中，室內空氣品質之良窳、直接影響人體的健康與心理。如能選用適當空調設備，打造會呼吸的健康生命養生館，共築生命空間，提升建築價值，合乎世界節約能源要求，並且與時代潮流綠建築法規相結合的生命空間養生館，勢必能夠提昇國內建築業界，在國際上的聲譽及市場競爭力。

二、換氣工程設計摘要

【一】世界衛生組織提出有氧健康屋住宅標準有以下 15 項指標供設計參考：

- (1)、室內會引起過敏症的化學物質濃度要很低。
- (2)、室內裝潢盡可能不使用化學合成物裝潢材料。
- (3)、室內設有良好的通風換氣設備能夠將室內污染物氣體排出。
- (4)、在廚房灶具或吸煙處要設局部排氣設備。
- (5)、室內溫度要全年保持 17°C-27°C 之間。
- (6)、室內濕度要全年保持 40%-70% 之間。
- (7)、二氧化碳濃度要低於 1,000ppm。
- (8)、懸浮粉塵濃度要低於 0.15mg 平方米。
- (9)、室內雜訊噪音要小於 50 分貝。
- (10)、一天的日照陽光時間要大於三小時以上。
- (11)、室內要有足夠亮度的照明設備。
- (12)、住宅要具有足夠抗自然災害的能力強度。
- (13)、具有足夠人員活動面積並確保個人私密性空間。
- (14)、住宅設計要能便利護理老人及殘疾者通行使用。
- (15)、住宅竣工後要隔段時間才能進住。

世界衛生組織建議的十五項參考條件，合乎健康住宅的標準半數與空調通風換氣有關，而改善室內空氣品質最直接簡便的方法就是採取換氣模式。行政院環保署，對於一般室內空氣品質參考標準草案，大致追隨世界先進國家要點。

【二】據日本 2003 年 7 月 1 日建築基準法案的修正通過施行、住宅強制計劃性換氣三要點：

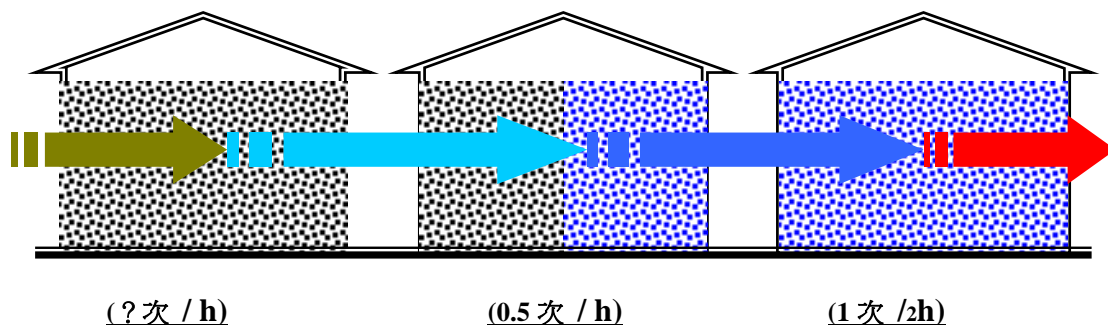
- 一、24 小時常時換氣~確保室內污染物質滯留。
- 二、小風量換氣~避免影響冷暖房空調設備的能源耗損。
- 三、換氣路徑明確化~有效氣流動線設計能快速引導排出室內污染物氣體。

【三】一般空間必要換氣量的決定：

- 一、居家一人必要換氣量以 20m³/h 計算之。(依成年男子靜坐時 co₂ 的排出量計算)
- 二、住宅空間換氣量對應 0.5 次/h 計算之。(小風量常時間換氣避免能源耗損)

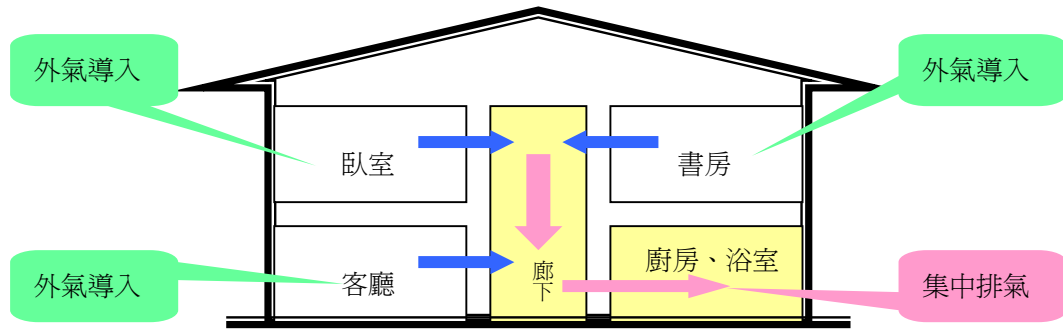
(二值比較適用較大值為主要計劃性換氣標準)

(換氣次數計劃概念圖)



(換氣計劃概念圖)

(給排氣路徑圖)



【四】換氣計劃的分類：

換氣是由給氣與排氣組合又分→機械換氣→自然換氣

機械換氣：這種方法是利用送風機，換氣扇等的機械力量來進行室內空氣的換氣，可經由設計做有計劃的換氣。

自然換氣：這種方式是利用風壓及建築物室內外溫度差的壓力進行換氣，由於這種方式的利用會因自然條件的變化所以非常不穩定。(不過對於經常會有大熱量發生的場所，自然換氣模式有其效果功能)

換氣的種類		換氣的特點	換氣注意事項
第一種換氣 (給排氣型) 機械給氣 機械排氣		◎藉由改變供氣送風機與排風機的風量平衡、可以任意調節室內的壓力平衡、任意設定與鄰接的其它空間之相關的關係。	◎給氣口與排氣口的位置關係、風量的設定均可以任意設定按理想來設計。 ◎系統設計可讓供給氣流的溫濕度接近室內環境。 ◎配合條件變化、可任意設定供排氣量。
第二種換氣 (給氣型) 機械給氣 自然排氣		◎將室內加壓、因此能防止鄰接的其他空間的灰塵等流入。	◎排氣口的位置形狀、能夠隨意設定。 ◎可調整供氣的溫濕度、進行塵埃處理。 ◎對供氣、排氣口的位置關係設計很重要。
第三種換氣 (排氣型) 自然給氣 機械排氣		◎將室內局部進行排氣、使整體室內變成負壓、因此能夠防止空氣污染擴大。	◎能針對局部的污染發生源做局部的排除。 ◎設定供氣口的方式、可以不產生氣流就進行換氣。

(依換氣或送風對象的目的不同，方式與換氣量也不一樣，所以選擇適合目的換氣計劃是必要的)

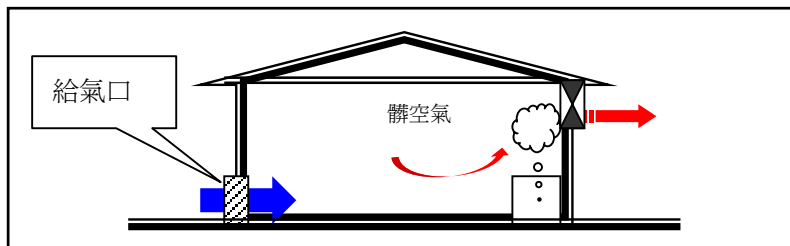
現代的住宅由於新式建材的普及，建築工法的改良，加上冷暖氣空調設備的普及，讓房屋的氣密度提高很多，因此大幅降低建築物的自然通風換氣率，因此供應新鮮的外氣，排放污濁的室內空氣換氣設備，成為創造健康舒適的居住環境不可或缺的一部份，每個房間都需要進行(一室一換氣)思想，也逐漸在大眾的觀念裡生根。

【五】換氣的方式：

為使人體舒適或供應燃燒而補給空氣等等，換氣在各種不同目的及環境條件下，換氣的方法及所需的換氣量也不一樣，必須視場地選擇不同性能換氣扇。

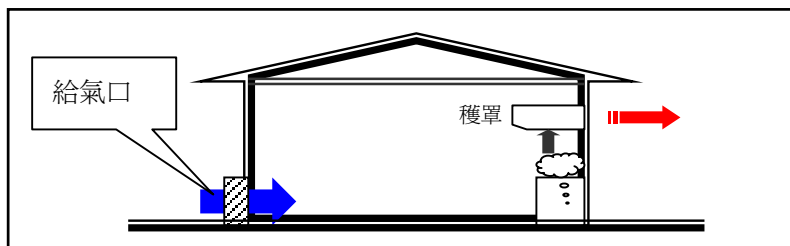
整體換氣方式、

裝有換氣扇的房間裡，利用整間吸進新鮮空氣排出污濁空氣的方法換氣稱為全體換氣方式。這種方式適用於煙、蒸汽、臭味等污染源分佈於室內各處，移動而不固定的情況。這種方式能將分散的污染完全換氣，而且設備上也比較便宜，不過當房間太大，不管污染情況嚴重與否都需要大風量排氣，效果比較低外，為了讓房間整個換氣，在有冷暖氣房間裡，進行換氣也會造成冷暖氣的損失。



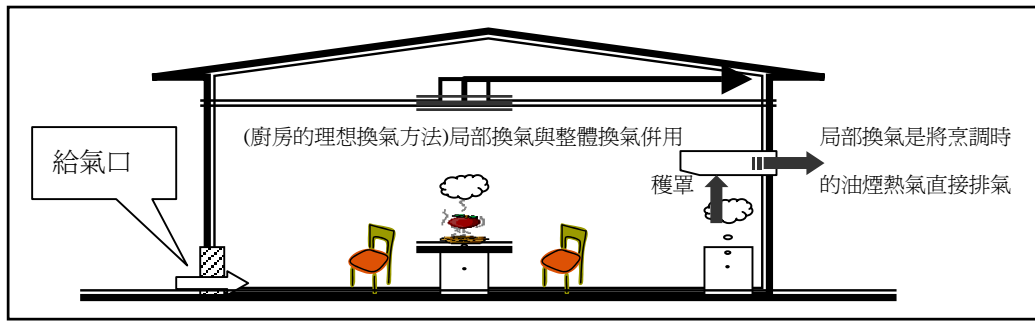
局部換氣方式、

將部份髒空氣進行局部換氣，稱為局部換氣方式。如果污染源固定，搭配使用風斗(hood)獲罩的話，就可以快速排放高污染濃度的空氣，可以說是效率很高的換氣方式，這種高濃度快速排氣的效果，是換氣效率最高的方法。其它部份以局部換氣，因此不管房間多大都能夠有固定的換氣量，換氣效果好，且效率高，風量小，並不會損失多少冷暖氣。但是由於只做局部換氣，所以缺點是安裝位置及風斗的形狀，多少都會受限、稍有誤差換氣效果就會減半。



整體、局部並用方式、

光靠整體換氣或局部換氣並無法將污濁空氣完全排出，如果是瓦斯所產生的污染空氣，可利用局部換氣扇來排出。無法完全抽出的空氣及室內整體的污濁空氣，可以利用整體換氣扇抽出，整體換氣及局部換氣併用最理想的模式。整體換氣能夠將房間整體的空氣在短時間內換成新鮮空氣，但是對冷暖氣的負荷過大，烹調的油煙會沾附在牆壁及傢俱上，髒屋率較高。局部換氣由於只進行局部換氣，所以冷暖氣的負荷較小，但是如果有較大的油煙發生超過換氣扇的換氣能力，就會讓煙擴散至整個房間無法完全抽換乾淨。



- ※ 整體、局部併用的換氣方式，給氣口不可太小，當整體與局部兩個換氣扇在運轉時，空氣流向會朝換氣能力(風量、靜壓)較佳的一方流去，造成其它換氣扇的空氣倒流，因此在抽進空氣時供氣口面積與距離要非常注意。

【六】換氣的效果：

要創造舒適愉快的空間其中最重要的一點就是室內外、空氣量交換次數的控制。換氣不只是一要將髒空氣排到室外，同時也要有除臭、除塵、除濕、溫度調整等，對人與建築物的不良物質去除效果，這才是創造舒適環境不可或缺的要項。

換氣 ↻

這裡所說的換氣指的是狹義的換氣，廣義的換氣其中包含有供應人體所需之新鮮空氣，及供應室內燃燒器具時所需之氧氣，防止不完全燃燒的發生，新鮮的空氣除了含有氧氣及氮氣外，還包括微量的碳酸瓦斯以及水蒸氣，對人體的呼吸、保持健康非常重要，由其工廠等地方，髒空氣及高溫惡性氣體等更會危害人體的健康造成生命危險，室內換氣能夠常保室內的空氣新鮮衛生，還能夠創造適合工作的環境。

脫臭 ↻

換氣最明顯的就是能夠產生脫臭的效果，藉由換氣扇的排放，可以將空氣中種種因素所產生令人厭惡的臭味一起排放出去，創造舒適的環境。一般的臭味有體臭、香煙等雖然不會對人體的生理產生直接的危害，但是所造成的不舒適感，會帶來食慾減退、嘔心、失眠等種種的危害，特別是一般住宅廚房、廁所、所發生的惡臭必須完全排除掉。理所當然，就是在餐飲業、食品店中也一樣可以發揮其脫臭效果，改善營業環境衛生。

除塵 ↻

換氣可以將室內及作業場所的灰塵排出，創造衛生而舒適的環境。浮游塵粉對人體的有害性因大小、數量、硬度、形狀、溶解性、化學反應、毒性等而異。大小在 $10\mu\text{m}$ 以上的塵埃能被鼻腔過濾，不會到達肺泡內，所以在建築基準法中規定，針對 1m^3 空氣當中 0.15mg ($10\mu\text{m}$) 以下的浮游粉塵量為對象。另外在灰塵多的工作環境中，可以使用由下方換氣的氣流創造出舒適的工作環境。

除濕 ↻

現代的居住環境房間的氣密性愈來愈高，一個人的身體一天所釋放出來的濕

氣約為二公升。此外特別在浴室，溼度會傷害牆壁腐壞通風防霉設備，在浴室等濕氣高的地方，天花板、牆壁、衣櫃、置物間、地板下等容易滯留的地帶，如果置之不理，就會產生發霉造成木材腐爛及浴缸熱水器的損壞、往往超出我們的預期。此外在暖氣房裡、牆壁裡或地板下面等眼睛看不到的地方，會產生水氣凝結的現象造成破壞，藉由換氣的方式也可以常保室內環境的乾燥，防止發霉的產生，創造舒適的環境，延長器具使用的壽命。

室溫調節

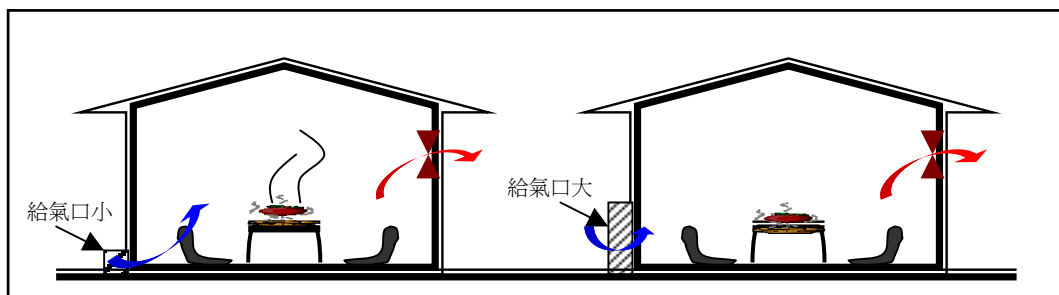
夏天可以利用換氣扇將室內的熱空氣抽出，並吸入室外涼爽的空氣，提昇窗戶的功能，來降低室溫。循環式的換氣扇設計安裝，可以達到讓室內溫度均勻，冬天更可以提高暖氣擴散的效果。

【七】建築物考慮換氣設備時應該考慮的要點：

所謂換氣指的就是將室內的空氣與室外的空氣交換的意思。安裝換氣扇時要有計劃的設置供氣口，在供氣口小的房間可能會發生換氣扇的功能明顯降低，或是室內壓力降低，所造成的門窗開關困難等現象，這也是間隙風聲產生的原因。因此在提昇住宅封閉性時，換氣入口與出口面積大小是必須等量或大於排氣風量面積的空氣。高層建築等氣密性較高的房間，更必須特別注意供氣口的問題。

1、確實設置空氣的「入口」與「出口」

如果只有其中一個是無法完成空氣的對流，到最後髒空氣還是滯留在房間裡，所以一定要先設置「入口」與「出口」才可以開始進行換氣。各個換氣扇的換氣能力如型錄標示，這些型錄的基本條件是，空氣從供氣口進來的供給量僅是換氣扇所排出的份量而已，因此如果供氣口面積小的話，空氣的通路就變小，換氣能力也比較低，一般的供氣口面積要比換氣扇的安裝面積還大，吸入的面積越大，吸進來的風速就越小，才不會給位於供氣口附近的人不舒服的感覺。



※換氣量大的話，供氣風速也較快。

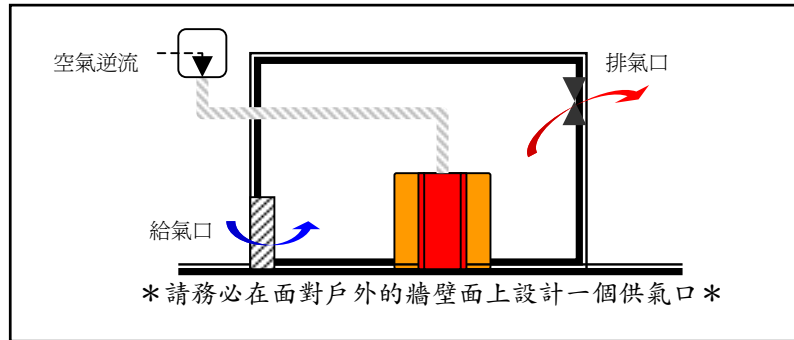
例：使用導管換氣扇，當供氣 420m³/h，風速供氣口為φ150 時，供氣風速為 6.6m/s 這麼大的風速直接吹入室內，會令人感覺到不舒服，所以必須加大供氣口的面積或是調整供氣口的擴散或調整風向。

$$\text{供氣風速的計算法：} V=Q/60 \times 60 \times S \quad V=420/60 \times 60 \times 0.01766=6.6 \text{ m/sec}$$

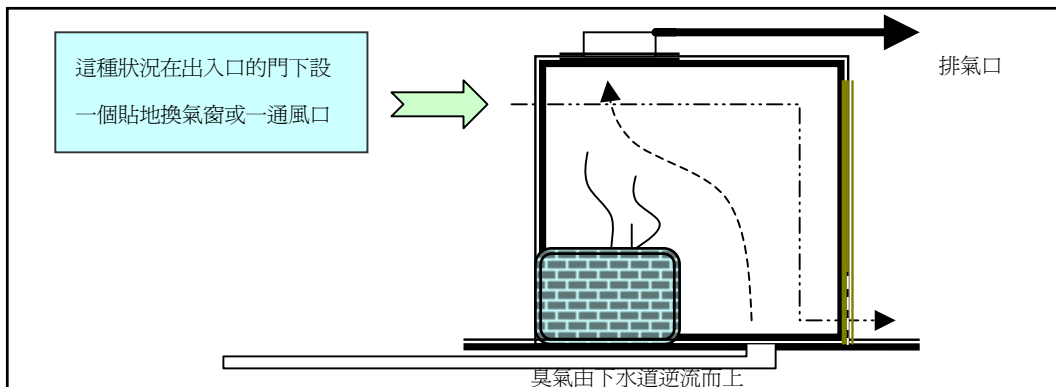
$$V=\text{風速(m/sec)} \quad Q=\text{風量(m}^3\text{/h)} \quad S=\text{截面積(m}^2\text{)}$$

(1) 供氣口的位置離換氣扇的位置越遠、換氣的效果越好，如果離換氣扇太近、就會發生短程循環降低換氣效率。

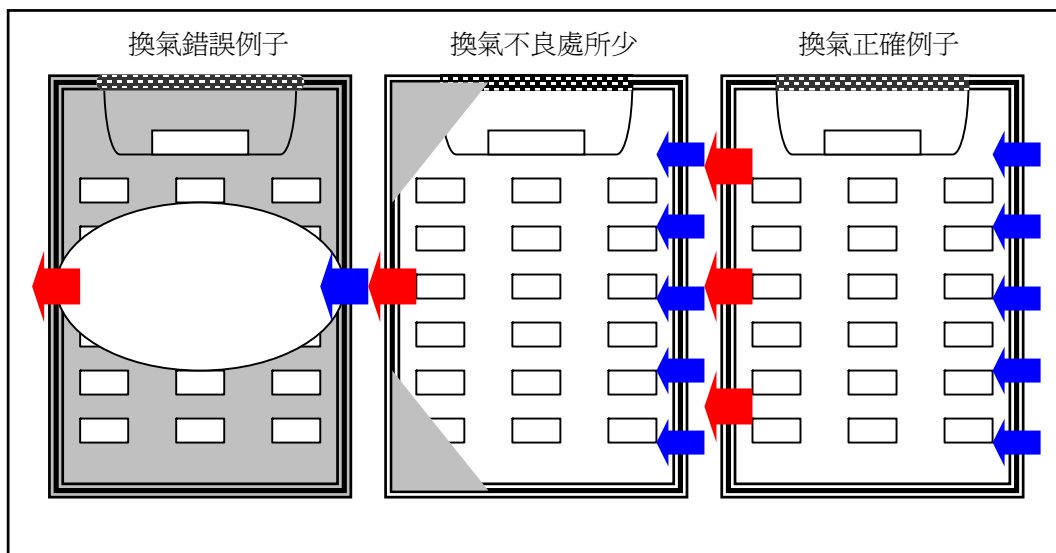
- (2) 廚房必須要有更多的換氣風量，因此廚房的供氣口應該避免經由其它房間導入，空氣應該設在直接面對外面的牆面，設計成獨立的供氣系統。
- (3) 在高緯度寒冷地區等氣密性較高的住宅，會使用附加排氣管的自然排氣暖爐，這類型的房間如果沒有適當的供氣口，會造成暖爐的排氣口產生空氣逆流現象，形成危險的狀況。☹



- (4) 浴室如果在密閉狀態下進行換氣的話，可能會產生空氣通過地下管路的臭味逆流現象。這種情況一定要在出入口的門下設一個靠地的換氣供氣口。☹



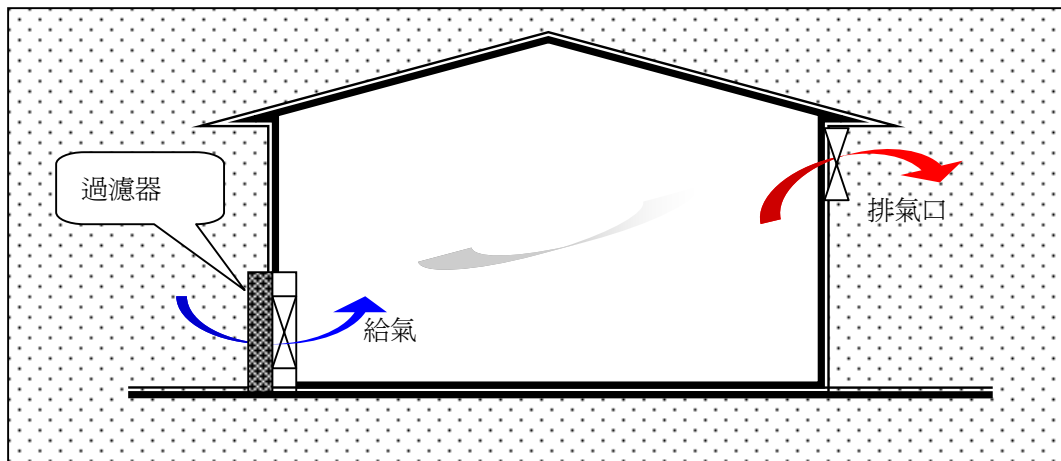
- (5) 教室或集會所等大型房間，請將供氣口分散以獲得均勻的換氣效果。



2、室外空氣的吸入一定要乾淨

換氣是將室內的污濁空氣排出，供應新鮮的室外空氣，如果供應的空氣當中含有室外的灰塵就失去換氣的意義了，反而會讓室內的空氣更混濁。

- (1) 因此設有一個過濾盒，來將供氣的灰塵除去或收集、過濾隔離室外空氣中所含有的灰塵、花粉等是必須要的。
- (2) 經過濾材淨化後的空氣，吸入才是真正地實現「室內空氣清淨」。



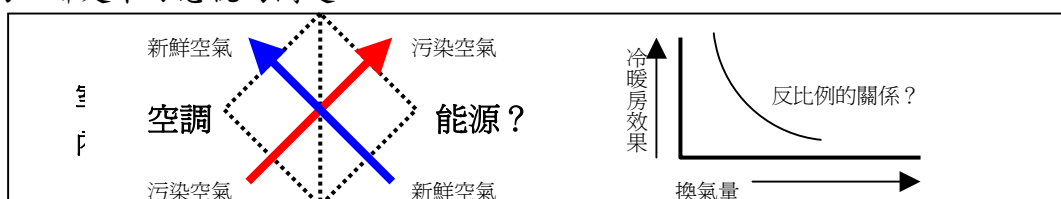
3、少量也好，一定要經常換氣

房間的換氣和人類呼吸的原理是一樣的，就像是人也一定要不斷地呼吸一樣，房間的換氣也要經常進行，要經常讓房間呼吸才行。

- (1) 為了維持居家舒適的環境，當然要進行換氣，如果是有高熱量發生的作業場所，或是有粉塵、臭氣、瓦斯等的話，就必須進行強制長時間的換氣來應對。
- (2) 換氣不只對人體有益，還能確保植物的發育與室內人員生活的安全。

4、冷暖空調的節省「換氣節能」也不可忽視

高封閉、高斷熱的現代住宅，當然要具有良好的冷暖空調設備加上換氣功能效果。但是如果進行換氣，會讓室內好不容易才變暖變冷的室內空氣跑出去。變冷(冬天)變熱(夏天)除了讓人體感覺不舒服，還會浪費珍貴的能源與金錢。如果換氣的話，冷暖氣效果就會變差，但是如果不換氣的話室內的空氣就會污濁的不得了，這正是使用空調最大的煩惱。換句話說、冷暖氣與換氣是無法兩立的，成反比例的一種關係。如果要解釋傳統的作法可以發現不是犧牲了換氣，就是加大空調設備以彌補換氣能源的損失，奢侈的使用能源。千萬不要為了換氣而將製造出的冷暖空氣排出去，不論站在光熱成本或是節約能源觀點來看，換氣的能源節約，都是不可忽視的問題。☹

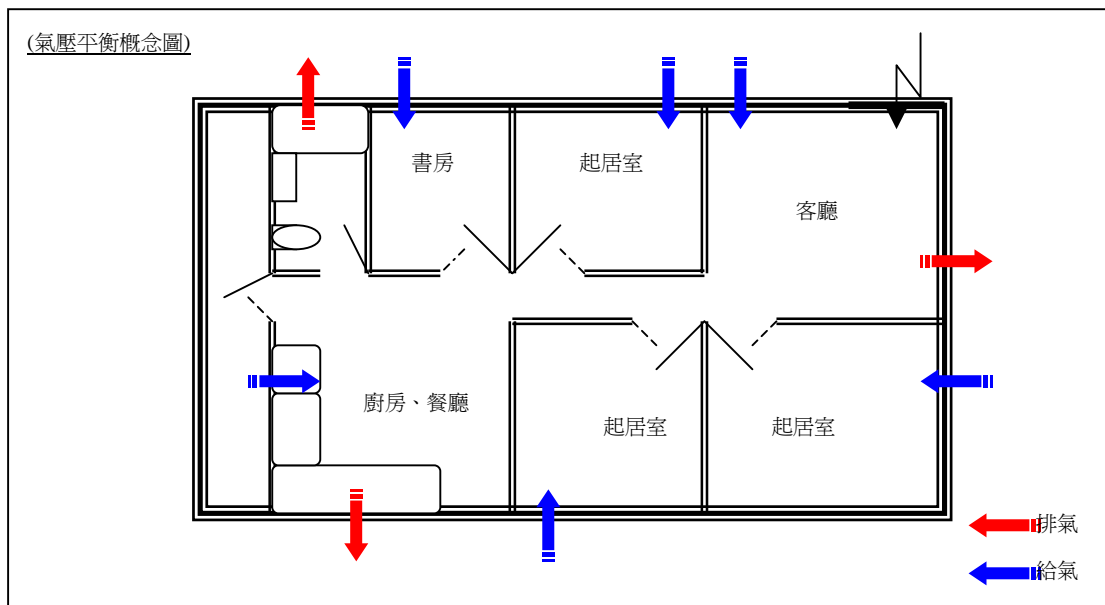


【八】換氣設計的應用：

一、住宅換氣

(氣壓的平衡)

夏季當住宅呈現較開放的狀態，並沒有特別的問題。但是當冬季溫度下降時室內氣密性會因關窗而顯得較高，住宅內部形成較為高氣密性時各房間的室內壓力就很重要了，基本上各房間空氣都是各自獨立的，其它房間的空氣並不會互相流通，無法流通之下就必須要從建築物的角度來考慮氣壓平衡的問題了。例如室內最須要降低壓力的地方就是廁所，其次為廚房或是浴室。最需要提高壓力的地方是起居室，這種情形也要注意其它房間的臭味、煙、熱氣等不要發生逆流。



(廚房的換氣)

使用換氣扇首先浮現在腦海中的就是廚房，換氣扇與廚房的歷史存在悠久的時間。這裡指的換氣方法有各式各樣，整體換氣、局部換氣兩者併用均可任選一種採用。

①整體換氣方式

在廚房裡不僅瓦斯爐、熱水器、烤箱等等，各處都會影響到空氣。所以意義上應該以整體換氣較為適當，而且這種方式、在夏天也能將停留在天花板的熱氣暑氣帶走。

反過來說，在短時間內要將污濁的空氣排出戶外的話，就必須較大的風量，如果在冬天較大的風量會另人覺得不舒服寒冷，所以必須特別處理，不要讓吸入的空氣直接接觸人體。

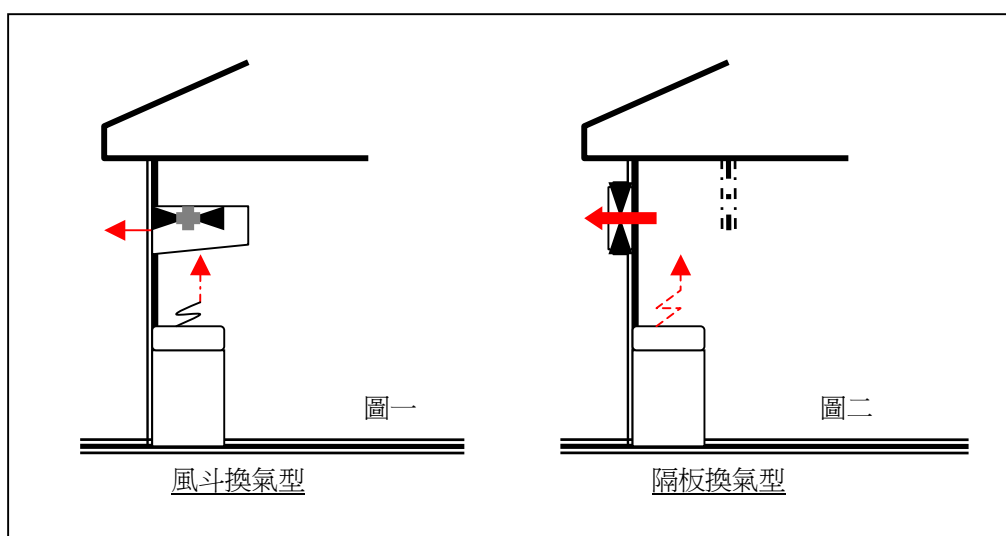
②局部換氣方式

最具代表性的局部換氣方式就是瓦斯爐的(風斗、穫罩)風扇。其它也有裝置在牆壁上或天花板上的換氣扇與風斗搭配使用的換氣方式，為了不漏失高濃

度油煙、油滴的排氣，換氣扇必須設在瓦斯爐的正上方，此外在決定位置時還必須注意到高度等，風斗的寬度是否能夠完全含蓋整個上升氣流的擴散。例如：風斗、穫罩要安裝在瓦斯爐的正上方高 80 cm 的地方。局部換氣的對象是比較狹窄的地方所以天花板的換氣方式太可能含蓋。

③ 整體與局部的組合方式

針對污染源最嚴重的瓦斯爐周遭，以區域風斗扇或是換氣扇搭配來進行局部換氣，對天花板及熱水器烤箱的換氣則以 20 cm 左右的螺旋風扇或是導管風扇做整體換氣，兩者搭配組合最為理想。



④ 廚房換氣該注意的地方

整體換氣方式也可以如上圖一樣安裝風斗(圖一)或隔板(圖二)來提高換氣效率，做法上較接近局部換氣方式。另外不同的安裝位置也可以做到類似局部換氣扇的使用方式。

* (廁所浴室盥洗室的換氣)

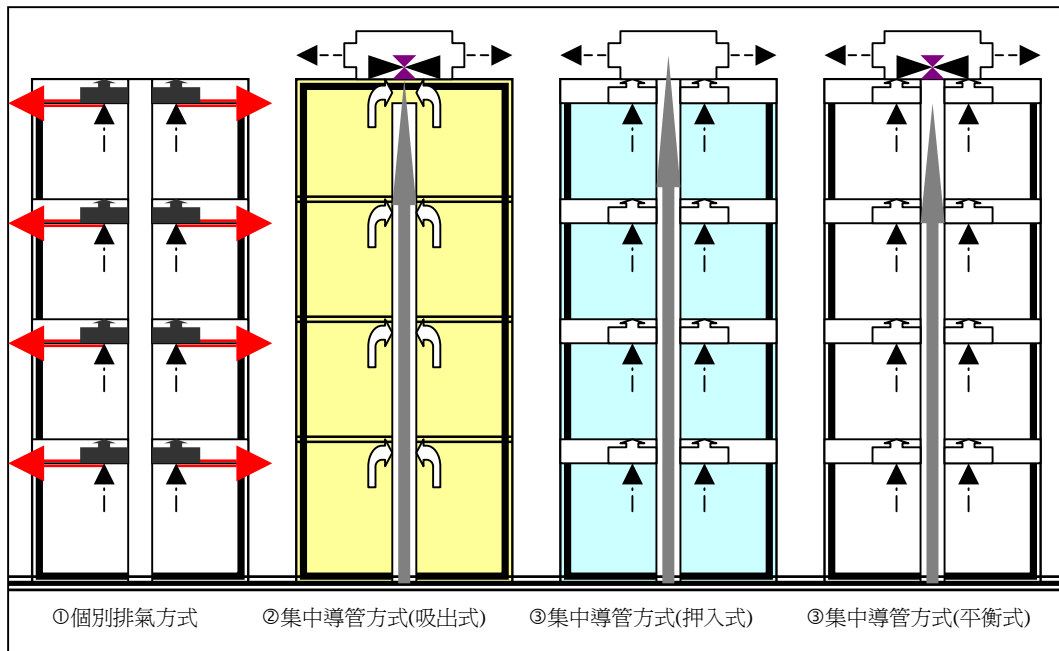
廁所、盥洗室需要做 24 小時的換氣，所以只要使用風量小的換氣扇即可。浴室除了在入浴時需要換氣外，最種要的是入浴後的換氣，請持續運轉至浴室乾燥為止。

* (起居室、書房的換氣)

起居室、書房由於較少局部的空氣污染，皆因居住者的移動、抽煙、冷暖氣等對整個房間造型的污染，所以採取整體換氣方式為佳。建議使用不會影響冷暖氣效果的空調換氣扇(全熱交換器)等來進行換氣。全熱交換器是一種考慮到設計低噪音換氣量適中有專為起居室設計的機種，由於房間的密閉化大幅進步，所以一定要設計一個進氣口，或是在裝有進氣口的同時也裝置一個供排氣的換氣扇。

二、中高層集合式住宅換氣

在建築物日趨朝中高層發展的今日，建築強度、美觀、外氣風速壓力的影響讓，傳統的螺旋換氣扇無法保持原有的足夠換氣能力，而多採用具有壓力的換氣扇。在建築隔間上，也逐漸將起居室規劃在陽光照射良好的地方，而將比較不需要日照、停留時間較短的廚房、浴室、廁所等放置在建築物的中央，採用個別排氣導管及集中排氣導管方式來進行換氣。



① 個別排氣方式

個別排氣方式如圖~①所示，是在各戶的房間裝置換氣扇，單獨將排氣排到室外。這種方式的特點是、它具有各戶可以任意做換氣設計，不須分攤維持費或公共費用，而且也不受消防防火法規等規範影響，但是另一面由於需要貫穿牆壁或樑柱，所以建築物的強度會受影響，且容易受戶外外氣壓力的影響，是一種要求壓力很高的換氣扇才可。

② 集中導管方式

這種具有一根從一樓貫穿到樓頂的導管(稱為集中導管)。各樓層的房屋可將排氣排到此集中導管內，這種方式還分為(吸出方式、押入方式、平衡方式)、它們的共同特點是不受外氣壓力影響就可進行換氣，它受到防火規範的限制，而且無法各自獨立。

吸出方式：

所謂的吸出方式是在屋頂設置一台大型風扇，在各戶設開關隔閡，可視實際需要開關隔閡進行換氣，因此屋頂的風扇必須要一直保持運轉，這個風扇運轉所發出來的噪音、震動是一項問題，現在已完全不被採用。圖~②

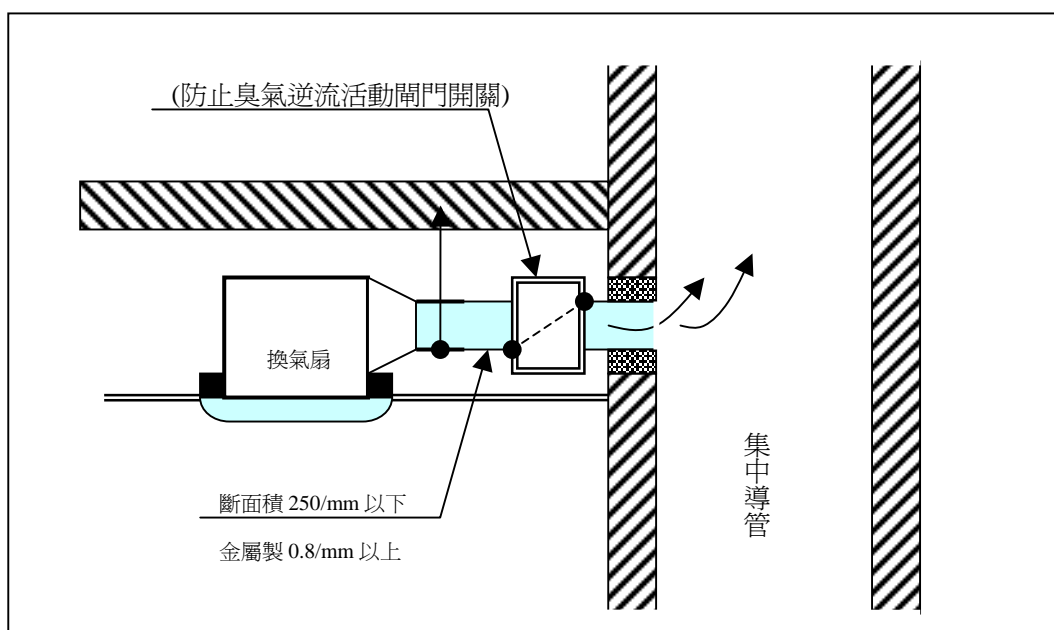
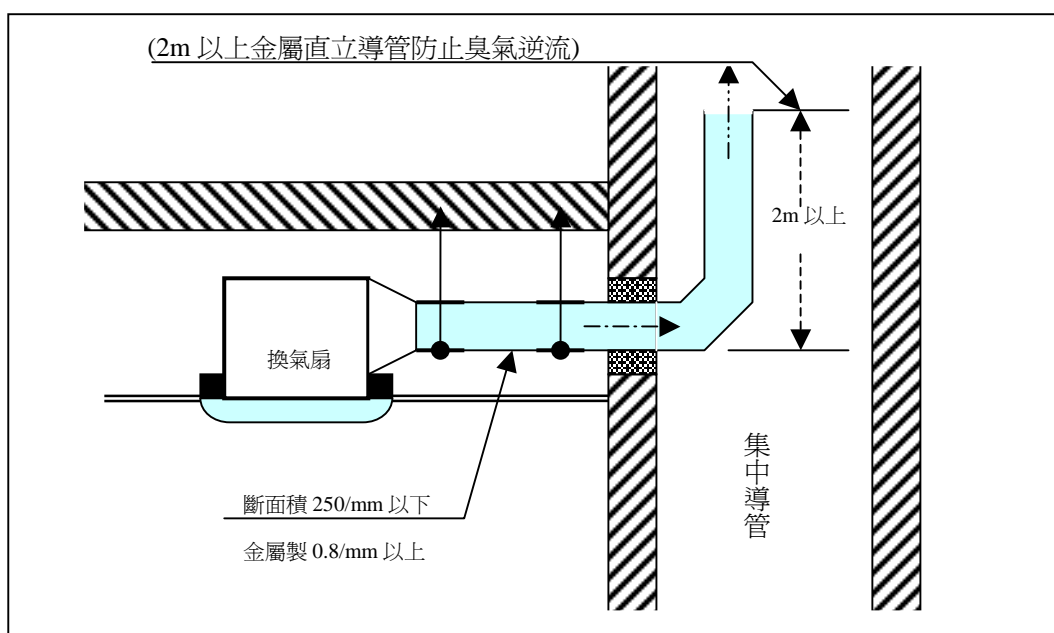
押入方式：

這是一般所採用的方式，各戶中裝置換氣扇將排氣排到集中導管內，雖然各

戶可任意排氣這點非常方便，但是每一台的換氣扇壓力則變的非常的高，此外由於集中導管的氣壓會升高，如果沒有使用換氣扇的時候會有臭氣逆流的現象產生，所以集中導管必須要做的十分大，才能避免集中導管產生壓力。圖~③ 平衡方式：

所謂平衡方式就是將吸出方式與押入方組合，可說是最理想的方式。屋頂上裝置的風扇，由於有集中導管的分擔，所以導管內的壓力可藉由疏散到屋外而稍微降低，而且導管也不會產生逆流、噪音、震動也會減小。此外各戶所設置的換氣扇到集中導管之間也有分支導管來分擔，所以不會產生太大的壓力就可以進行換氣。圖~④

集中導管安裝注意事項換氣扇注意事項



【九】空調與換氣：

台電的統計資料顯示夏季尖峰用電中有將近 40% 使用在空調系統，在一般住宅中空調耗電有 50% 是因為換氣所造成。經濟部能源局有鑑於此，特委託工業技術研究院能源與資源研究所執行空調相關節能技術研究，其中一項重點為全熱換氣技術，可有效節約換氣耗能，是能使節約空調能源與室內空氣品質兼顧的一項技術、(已往全熱交換設備仰賴進口、價格昂貴使用者並不普及)、目前國內工研院開發的技術已經成功，並且已經轉移國內廠商生產製造來降低進口成本，目前已經有商品上市，並且配合工研院能資所推廣落實政府空調節約能源政策，並逐漸廣泛應用在各式須要換氣的場所。

健康的建築空調系統中，必須引進一定比例的合格新鮮外氣，來降低稀釋室內污染源的濃度，並且提供設備與人員生活所需的新鮮氧氣，而室內 CO2 濃度以不超過 1000PPM 為界限，依此條件所設計的外氣量，大約每人每小時需要 20 立方米的外氣量，以此來作標準值或建議值。空調換氣之耗能決定於換氣量，即室外空氣條件 33°C`70%RH 室內維持舒適環境設在 26°C`50%RH 下，換氣耗能則只應換氣量及室外條件變化而改變。換氣耗能 Q_v 之計算如下：

$$Q_v = m \times (h_o - h_l)$$

Q_v 換氣耗能 kJ / hr

M_v 換氣量 $\text{kg} / (\text{air}) / \text{hr}$

H_o 室內空氣焓值 kJ / kg

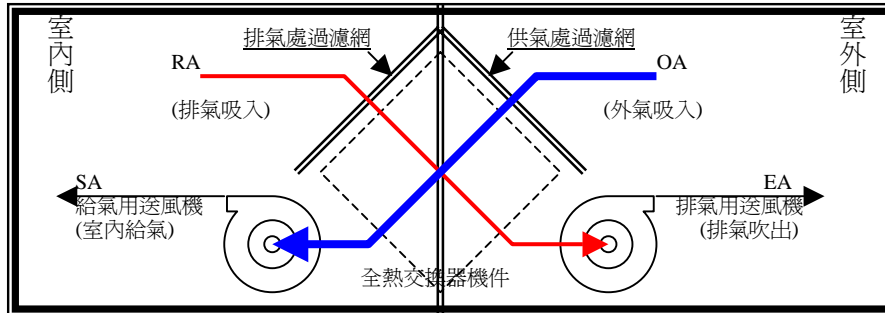
h_l 室外空氣焓值 kJ / kg

以海島型氣候臺灣而言，濕度偏高故換氣耗能多在除溼而非將室內冷卻。舉一例子：室內 26°C`50%RH 時、 $h_l = 53 \text{kJ/kg}$ 、室外 33°C`70%RH 時、 $h_o = 90.5 \text{kJ/kg}$ ，其焓差 ($h_o - h_l$) 為 37.5 kJ/kg，然而溫差所造成之焓差只 7 kJ/kg，絕對濕度之焓差卻有 30.5 kJ/kg 之多，換句話說，換氣負荷中除濕佔的比例高達 8 成以上。

根據(工研院能資所)評估分析，空調系統換氣率變化對臺灣不同地區縣市空調耗能影響，在換氣率自 5cfm 增加到 20cfm 時，空調負荷可從 78,5921kw/hr 增加到 1,129,837kw/hr、增加約 40%。所以在臺灣使用能同時回收潛熱及顯熱的全熱交換器。假設室內溫度 25 度、室外溫度 35 度住戶可以不開窗戶，開全熱交換機就可以讓空氣流通進來的溫度適中又可以節省電力，節省換氣所造成之大量能源損失，其節能效益非常良好。

三、全熱交換器的構造原理與特長

全熱交換器是由室內側到室外側的排氣通路(RA→EA)以及室外側到室內側的供氣通路(OA→SA)交叉所形成，在這個交叉部位裝上全熱交換器，將上述各條通路的排氣氣流以及供氣氣流的空氣進行熱交換，將排氣的熱損失降到最低。



RA：Return Air (排氣吸入) EA：Exhaust Air (排氣吹出) OA：Outdoor Air (外氣吸入) SA：Supply Air (室內給氣)

全熱交換器製作原理：

透濕紙主要是用於交流式全熱交換器製作之隔板，基材本身含有機纖維，合成纖維，少量無機纖維分散劑，及濕強劑經抄造推疊而成多孔隙的結構，經親水性劑塗佈流程改質，變成對水氣具選擇性之基材，可透過水氣但一般之空氣無法透過。

透濕紙研製技術困難點在於：

- 一、透濕紙基材組成成份複雜，含有機纖維、合成纖維、少量無機纖維分散劑、濕強劑等。且須維持親水改質多孔隙的結構、分析及抄造流程技術困難度高。
- 二、親水改質流程控制不易，除親水改質劑選調製研究外，親水改質過程中須在孔隙通道塗佈一層薄親水劑，但又須維持孔隙通道的通暢而不能在阻止情形。
- 三、透濕紙透濕機制研究難度高，包括基材之毛細管數、毛細管徑及毛細管屈曲率等，顯微機構皆為研究之重點。
- 四、由透濕紙製成全熱交換器之貼合過程，包含了成型及黏合技術，成型劑黏劑開發，貼合製程機設計開發，皆具有相當成度之技術難度。

開發完成之透濕紙物理結構，纖維的毛細管管徑預測約在 5-15 μm 之間，毛細管管數，每平方米約有 10 的十次方至 10 的十一次方之間，此一結構根據日本靜岡縣製紙技術協會，及日本中央研究院的研究參考文獻資料，毛細管管徑及毛細管管數皆符合透濕紙的要求。

至於纖維的化學構造與水氣的吸附現象，以耐隆與纖維素纖維為例，兩者都

有完全相同的多孔性，但水氣的吸附情況不同。若完全以物理構造考量的話，可能會產生兩者水氣的吸附量大約相同的結論，但實際上會因纖維的種類會有相當的差異。換句話說水氣的吸收會因纖維的化學構造而不同，化學纖維如前、者其乾燥後之纖維吸附水氣時將呈現與多量水共存的現象，但水分子和纖維表面間作用力薄弱，有些纖維的表面如前者(纖維素纖維)一樣具有許多 OH 基、有的像羊毛、絹、等一樣在表面有 NH₂ COOH 等極性較大的原子團聚集或露出，水分子和此類纖維表面將有距離較短而緊密的結合力，如此與水有親和性者我們稱之為親水性，無親水性者如壓克力聚乙烯等合成纖維則稱為疏水性，一般而言、除了纖維所具有的基本親水性特性外，將進一部進行纖維親水改質的程序，其結果將使纖維毛細管表面更具親水性，而此類改質之改質劑將以如眾乙烯醇之類的親水性高分子聚合物為主、親水性高分子聚合物對水分子氣之作用主要以氫鍵之作用力為主，高分子和水分子如 OH NH 之類的氫鍵而氫鍵能介於二次鍵之間，對水分子具足夠的引力，但又不難分離。因此在纖維毛細管表面具親水氣及選擇性的作用。

全熱交換機的特長：

(一)、一邊進行換氣同時節省冷暖氣的電費。

將換氣所流失的熱損失能夠高效率地進行回收，因此可以節省冷暖空調的熱量消耗，換句話說也節省了電力、瓦斯、石油、比較一般的空調設備，有使用全熱交換器的能夠節省能源約 30%。

(二)、能夠讓冷暖器設備小一號。

由於能夠大幅降低減輕外部的空氣負荷，因此不須那麼大的冷暖氣機器設備，就可達到原本機型的冷暖效果，在設備費用上約可節省 5% 費用。

(三)、冷氣時具有減濕效果，暖氣時具有增濕功能。

使用冷氣時能夠將高濕的外部空氣除濕至接近室內濕度再行供氣，使用暖氣時能夠將空氣濕度加濕至接近室內濕度再進行供氣。

(四)、供氣與排氣不會混在一起。

乾淨的室外空氣與污濁的室內空氣，各有各的通路進行供排氣，所以供氣與排氣不會混在一起。

(五)、可達到健康、安全的換氣效果。

在氣密性高的室內採取強制換氣效果佳，全熱交換機擁有供氣扇與排氣扇二種功能設備，能夠同時供氣、排氣、形成換氣。

(六)、可達到舒適的換氣效果。

幾乎不會減少冷暖氣的效果就可以進行換氣，因此在夏天或冬天不會因為

換氣的關係就影響室內溫度，而忽冷忽熱會造成人體的不舒適感覺。

(七)、防止噪音效果良好。

比起一般換氣扇設備構造上較不易傳達空氣的震動，所以具有降低外部噪音的效果、其功能十分良好。

(八)、住宅保全、改善室內露珠凝結。

長時用適當的風量把室內的濕氣排出室外的話，就能夠同時抽取乾燥的室外空氣，並且不會降低室內的溫度防止室內的結露。

四、全熱交換器的經濟效益

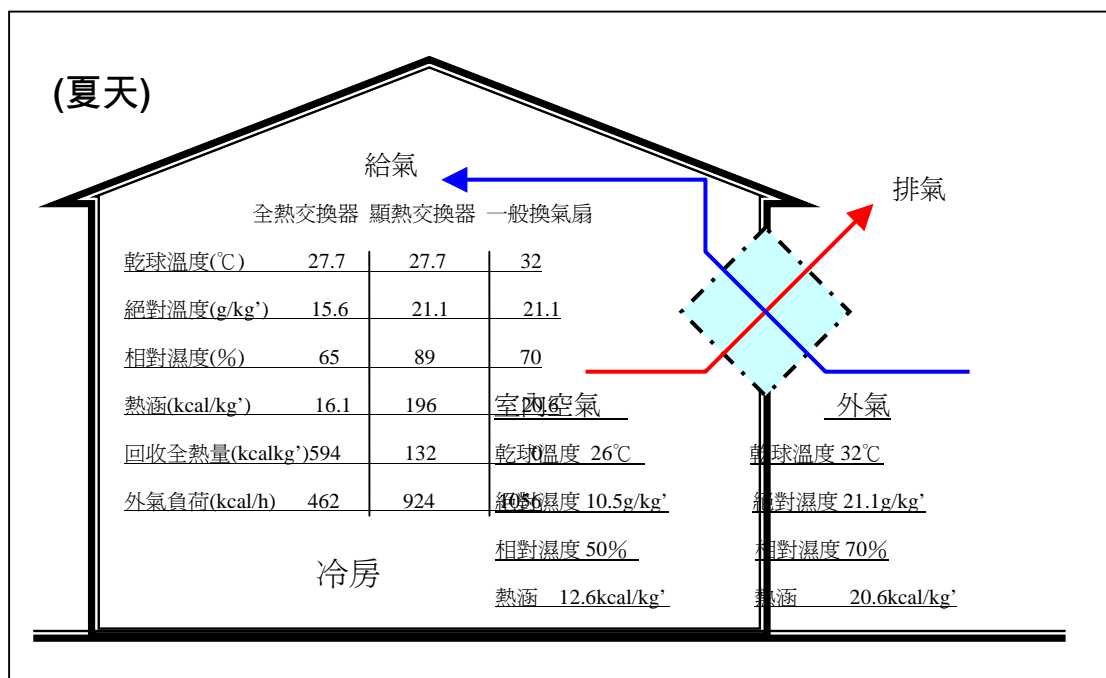
使用全熱交換器進行換氣，可將冷暖空調的漏失熱源回收，減輕外氣負荷，降低冷暖空調機器設備費用，空調設備型號小一號可能。

【夏季使用冷氣時空調負荷比較：】

全熱交換效率表(夏季)

※換氣量 110m³/h(空氣比重 $\gamma = 1.2\text{kg/m}^3$)

	全熱交換器	顯熱交換器	一般換氣扇
溫度(顯熱)	72	72	0
熱涵(全熱)	56	—	0



計算例：

【使用全熱交換器】

吐出溫度：SA = 32°C - (32°C - 26°C) × 0.72 = 27.7°C

吐出熱涵：SA = 20.6 - (20.6 - 12.6) × 0.56 = 16.1kcal/kg'

回收熱量：(20.6 - 16.1) × 1.2 × 110 = 594kcal/kg'

外部空氣負荷： $(16.1 - 12.6) \times 1.2 \times 110 = 462 \text{kcal/h}$

【使用顯熱交換器】

吐出溫度： $SA = 32^\circ\text{C} - (32^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}) \times 0.72 = 27.7^\circ\text{C}$

吐出熱涵： $SA = 19.6 \text{kcal/kg'}$ (根據空氣線圖)

回收熱量： $(20.6 - 19.6) \times 1.2 \times 110 = 132 \text{kcal/kg'}$

外部空氣負荷： $(19.6 - 12.6) \times 1.2 \times 110 = 924 \text{kcal/h}$

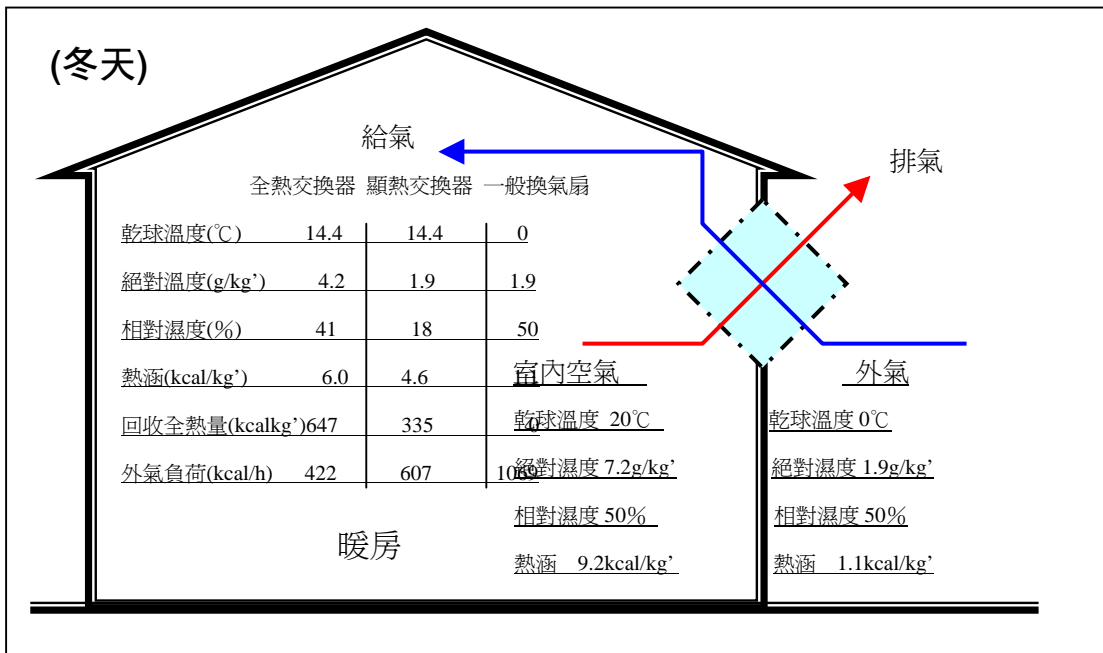
【使用一般換氣扇】

$(20.6 - 12.6) \times 1.2 \times 110 = 1056 \text{kcal/h}$

【冬季使用冷氣時空調負荷比較：】

全熱交換效率表(冬季) ※換氣量 $110 \text{m}^3/\text{h}$ (空氣比重 $\gamma = 1.2 \text{kg}/\text{m}^3$)

	全熱交換器	顯熱交換器	一般換氣扇
溫度(顯熱)	72	72	0
熱涵(全熱)	61	—	0



計算例：

【使用全熱交換器】

吐出溫度： $SA = (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) \times 0.72 + 0^\circ\text{C} = 14.4^\circ\text{C}$

吐出熱涵： $SA = (9.2 - 1.1) \times 0.61 + 1.1 = 6.0 \text{kcal/kg'}$

回收熱量： $(6.0 - 1.1) \times 1.2 \times 110 = 647 \text{kcal/kg'}$

外部空氣負荷： $(9.2 - 6.0) \times 1.2 \times 110 = 422 \text{kcal/h}$

【使用顯熱交換器】

吐出溫度： $SA = (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) \times 0.72 + 0^\circ\text{C} = 14.4^\circ\text{C}$

吐出熱涵： $SA = 4.6 \text{kcal/kg'}$ (根據空氣線圖)

回收熱量： $(4.6-1.1) \times 1.2 \times 110 = 385 \text{kcal/kg}'$

外部空氣負荷： $(9.2-4.6) \times 1.2 \times 110 = 607 \text{kcal/h}$

【使用一般換氣扇】

這種情形的供氣壓就是外部空氣本來的狀況排氣也是室內空氣直接排出。

$(9.2-1.1) \times 1.2 \times 110 = 1069 \text{kcal/h}$

全熱交換器的經濟效益計算例：(使用機種：特性)

換氣方法	機種名稱	風量(m ³ /h)	消耗電力 (w)	熱交換效率			機體價格
				溫度	熱涵 (冬季)	熱涵 (夏季)	
全熱交換器				70	59	54	
一般換氣扇				—	—	—	

(空氣條件)

		乾球溫度 DB(°C)	濕球溫度 WB(°C)	相對濕度 (%)	絕對濕度 (kg/kg')	熱涵 I(kj/kg)	熱涵 Δi (kj/kg)
冬季	室內	20	13.8	50	0.0072	38.5	33.9
	室外	0	-2.7	50	0.0019	4.6	
夏季	室內	26	18.7	50	0.0105	52.7	33.5
	室外	32	27.3	70	0.0211	86.2	

運轉時間：

夏季/冬季都是八小時/日 \times 30日/月/4個月/年=960/h年

每度金額：夏令時間六月至九月約3.2元非夏令時間約2.6元

(取平均值3元/度計算可得知)。

經濟計算：

基本式	回收熱量(w)						
	空氣比重 (kg/m ³)	風量 (m ³ /h)	熱涵差 (kj/kg)	熱交換效率	× 0.28 (w.h/kj)		
冬季	1.2	× 100	× 33.9	× 0.59	× 0.28	= (w)	
夏季	1.2	× 100	× 33.5	× 0.54	× 0.28	= (w)	

基本式	外氣負荷(w)						
	空氣比重 (kg/m ³)	風量 (m ³ /h)	熱涵差 (kj/kg)	熱交換效率	× 0.28 (w.h/kj)		
冬季	1.2	× 100	× 33.9	× (1-0.59)	× 0.28	= (w)	

夏季	$1.2 \times 100 \times 33.5 \times (1-0.54) \times 0.28 = (w)$
----	--

一般換氣扇的外部空氣負荷：

基本式	外氣負荷 (w) = 空氣密度 (kg/m ³) × 風量 (m ³ /h) × 熱涵差 (w) × 0.28 (w.h/kj)
冬季	$= 1.2 \times 132 \times 33.9 \times 0.28 = 1503.5 \text{【w】}$
夏季	$= 1.2 \times 132 \times 33.5 \times 0.28 = 1485.8 \text{【w】}$

全熱交換器與一般換氣扇的外部空氣負荷：

基本式	省能源 (元/年) = 使用一般換氣扇外部空氣負荷 - 使用全熱交換器的外部空氣負荷 × 使用時間 × 能源成本 1000(kcal/KW) × 成績係數 h/年 元/kwh
冬季	$(1503.5 - 467.0/1000 \times 2.819) \times 960 \times 3 = 1058 \text{ (元/年) } \dots\dots\dots \text{①}$
夏季	$(1485.8 - 524.0/1000 \times 2.373) \times 960 \times 3 = 1167 \text{ (元/年) } \dots\dots\dots \text{②}$

機體消耗電力的差 (換算成電費)：

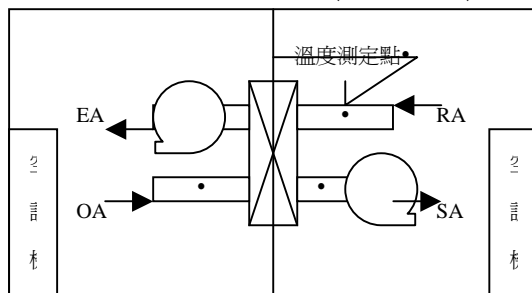
基本式	年間消耗電費(元/年) = 消耗電力(kw) × 使用年限(h/年) × 能源成本(元/kwh/h)
全熱交換器	$= 0.038 \times (960 \times 2) \times 3 = 219 \text{ (元/年) } \dots\dots\dots \text{③}$
一般換氣扇	$= 0.018 \times (960 \times 2) \times 3 = 104 \text{ (元/年) } \dots\dots\dots \text{④}$

※差 ③ - ④ = 115 (元/年) ……⑤

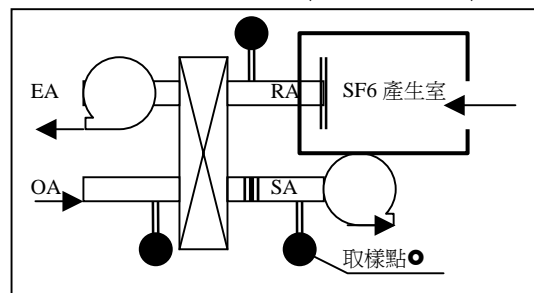
※使用成本合計全年度差：① + ② - ⑤ = 2121 (元/年)

※使用全熱交換器進行換氣可將漏失的能源回收 50~60% 所以一年可以節省冷暖氣費用約 (2121) 元。

全熱交換器測試方法：(效率測試) ⇨



(洩漏率測試) ⇨



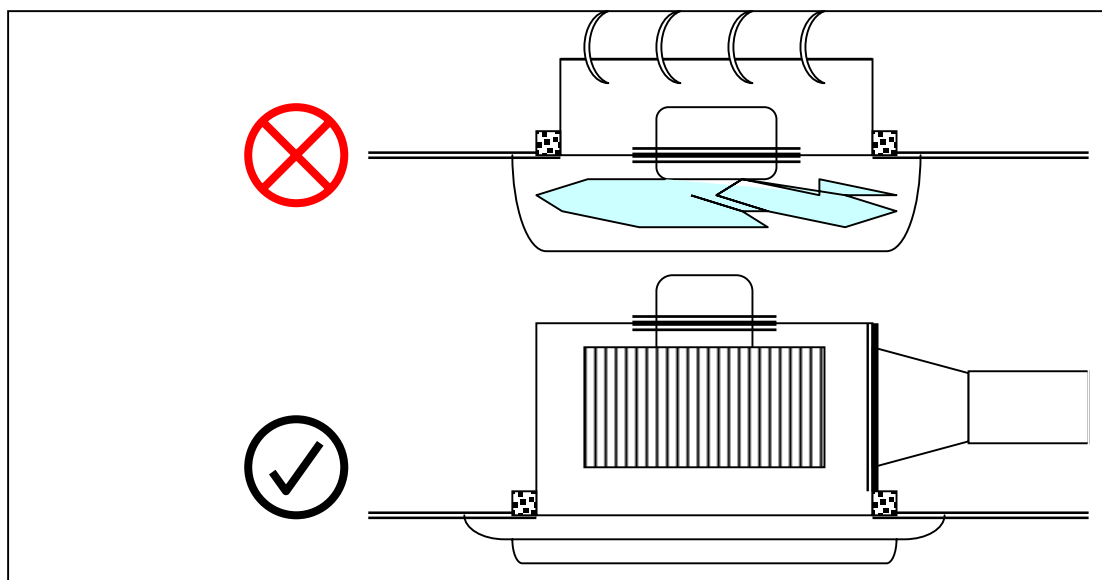
$$\eta \chi = (X_{OA} - X_{SA} / X_{OA} - X_{RA}) \times 100\%$$

$$\text{Leakage ratio} = (C_{SA} - C_{OA} / C_{RA} - C_{EA}) \times 100\%$$

五、安裝換氣扇注意事項

(一)換氣扇安裝共同注意事項：

- ①換氣扇視用途、目的有各種不同的機種。請務必配合房間的用途、條件選擇適當的機種使用。
- ②安裝施工前請務必仔細閱讀包裝內附的說明書進行安裝。



*除了天花板專用的換氣扇外，請勿將其他換氣扇安裝在天花板上。如果裝在天花板上，會對馬達造成不良影響，或是造成天花板塊的墜落。

*除了浴室專用換氣扇外，請務必將它種換氣扇安裝在多濕的地方(浴室等)。

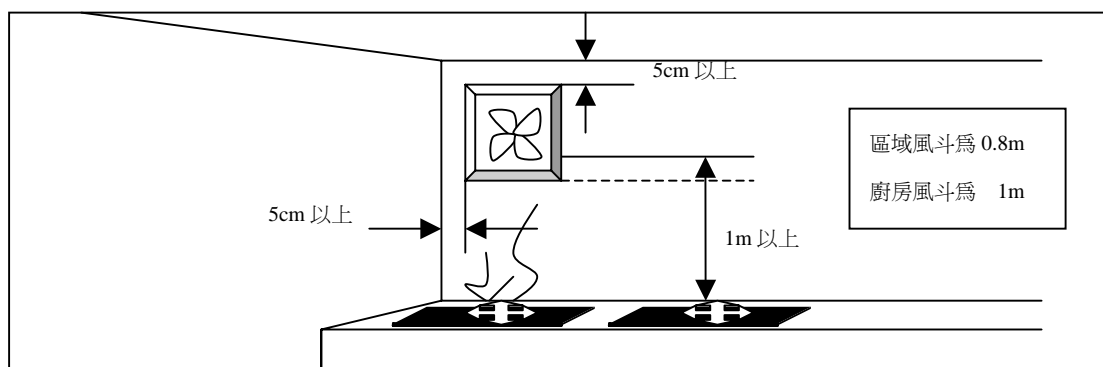
③請確認機體的安裝部位的強度，如果沒有安裝好可能會造成機體掉落或是出現震動等異常雜音現象。如果強度不夠請再補強。

④一般換氣扇使用溫度請保持在 40°C 環境以下。

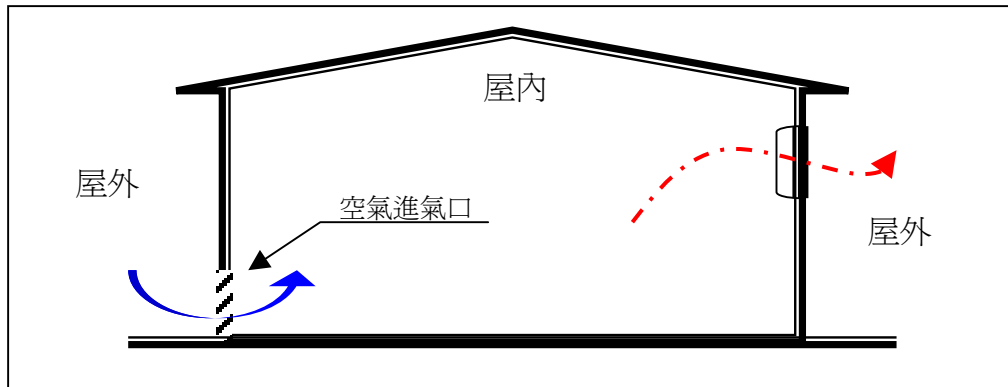
*如果長時間在超過 40°C 的環境下使用的話，會造成馬達電容器、開關、等電器零件劣化，或是軸承部份供油不完全，軸與軸承間會燒壞，請充分注意。

(有壓換氣扇為 50°C)

*換氣扇如果裝置在爐灶正上方，爐灶在使用時會造成周圍溫度的上升，所以至少須離爐灶一米以上的地點安裝。



- ⑤換氣扇當中使用很多塑膠材質，遇到火燄會導致變形，請多加小心。
- ⑥屋內裝有換氣扇時，門窗的開關及房間的密閉度會形成靜壓，或是壁面回音會造成運轉的聲音比型錄上標的值還高。
- ⑦當要排出室內污濁空氣時，需要吸入新鮮的空氣。請在換氣扇的對面開一個與換氣扇木框面積大小的空氣進氣口。



- ⑧如果換氣扇會直接吹風淋雨，請加裝一個屋外防雨罩。
- ⑨如果在海邊附近可能會有鹽害的產生，請加裝屋外防鹽害防護配件。

(二)換氣扇使用上注意事項：

- ①換氣扇為易髒物品，長時間放置污垢不管，會變得不易清洗，請經常保持乾淨。
- ②請勿使用市售鹼性清潔劑，會傷害表面塗裝，請勿使用。
- ③浴室用換氣扇的使用，為防止浴室有發霉生鏽的情形發生，請在入浴後繼續讓換氣扇運轉，直到浴室乾燥為止(至少三小時)。

(三)全熱交換型換氣機使用上注意事項：

*全熱交換器的使用條件

- ①空氣條件-10°C~+40°C相對濕度 80%以下【游泳池、浴室等濕度高的處所或高溫場所，請研究使用耐濕型或是顯熱交換器】。
- ②無法使用於有酸、鹼、油氣、塗料等有害氣體，腐蝕性成份的空氣或是會散發強烈惡臭的場所。

*全熱交換器的清潔

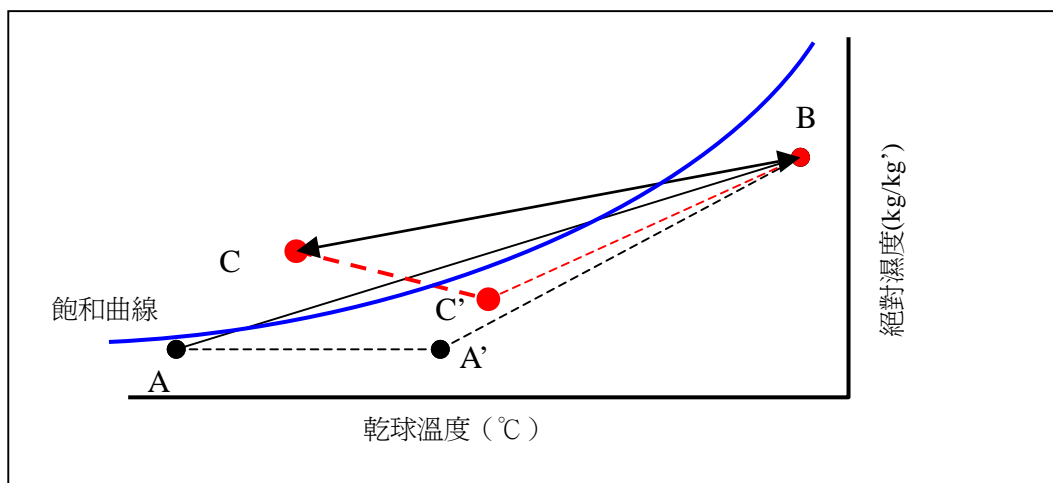
- ①全熱交換機的空氣過濾網約二~三個月清潔一次。【視安裝週遭環境空氣品質】
- ②全熱交換器約一~二年清潔一次。

*全熱交換機的噪音值

- ①全熱交換機的噪音標示數據，是在無響室內進行測試的測定值，會因工程材料或房子的構造、材質、噪音值會上升 8~10 分貝。

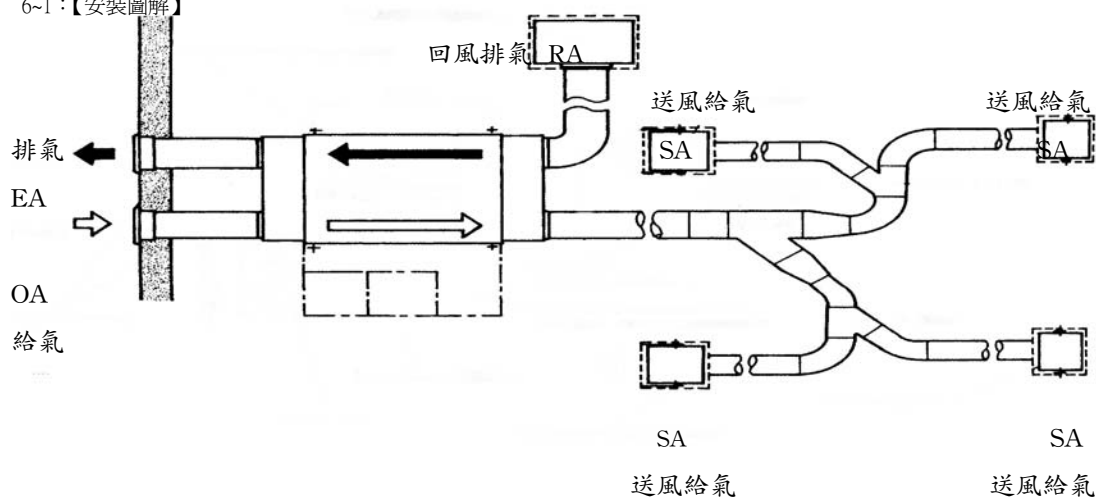
*全熱交換機的空氣凝結、結霜

①如圖將(全熱交換器)吸入側的空氣條件A、B標在空氣線圖上，高溫側空氣B因為全熱交換器的熱交換產生C飽和曲線的空氣條件時，熱交換器就會產生露珠凝結或結霜的情形，此時請將低溫空氣側的A加溫到A'點，C變成C'點後再繼續使用。

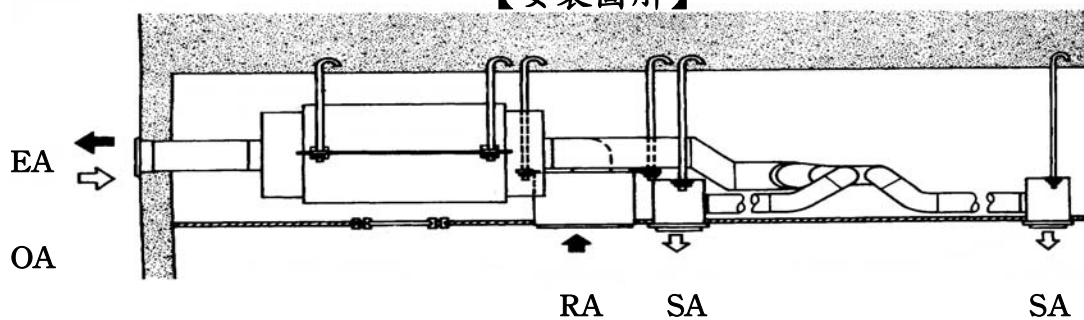


(六)安裝施工與技法

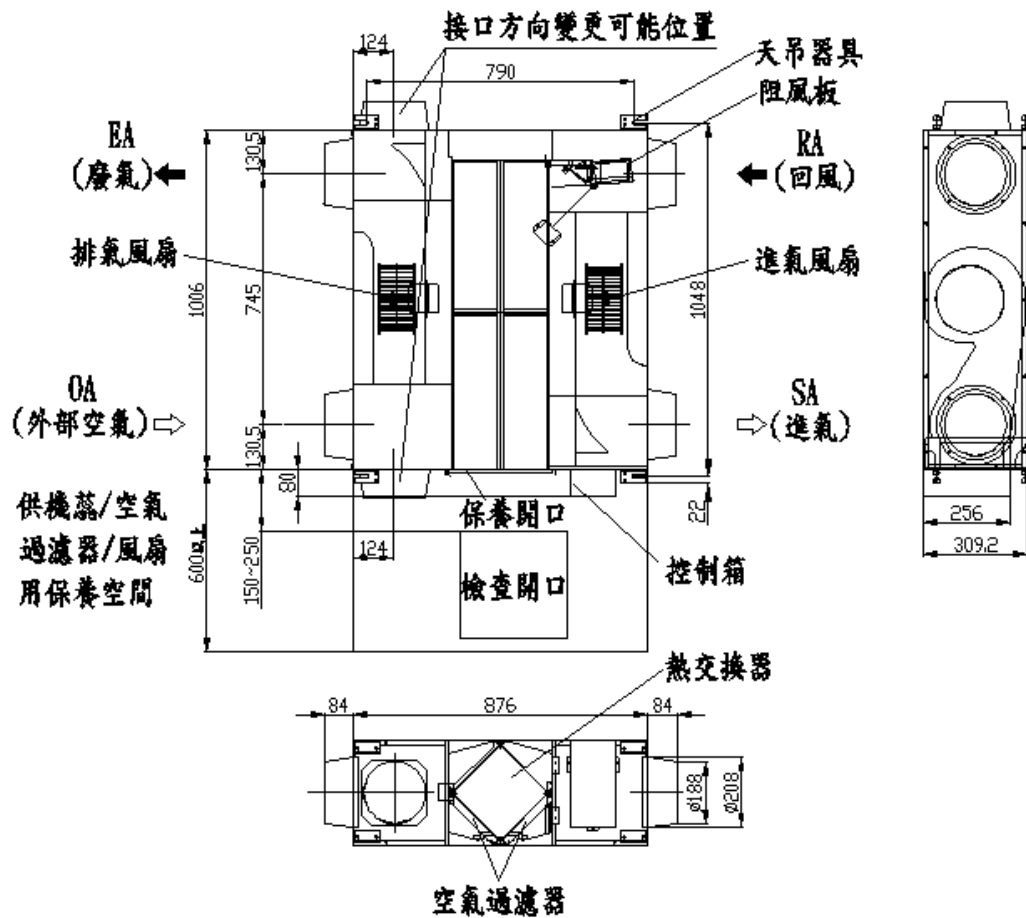
6-1:【安裝圖解】



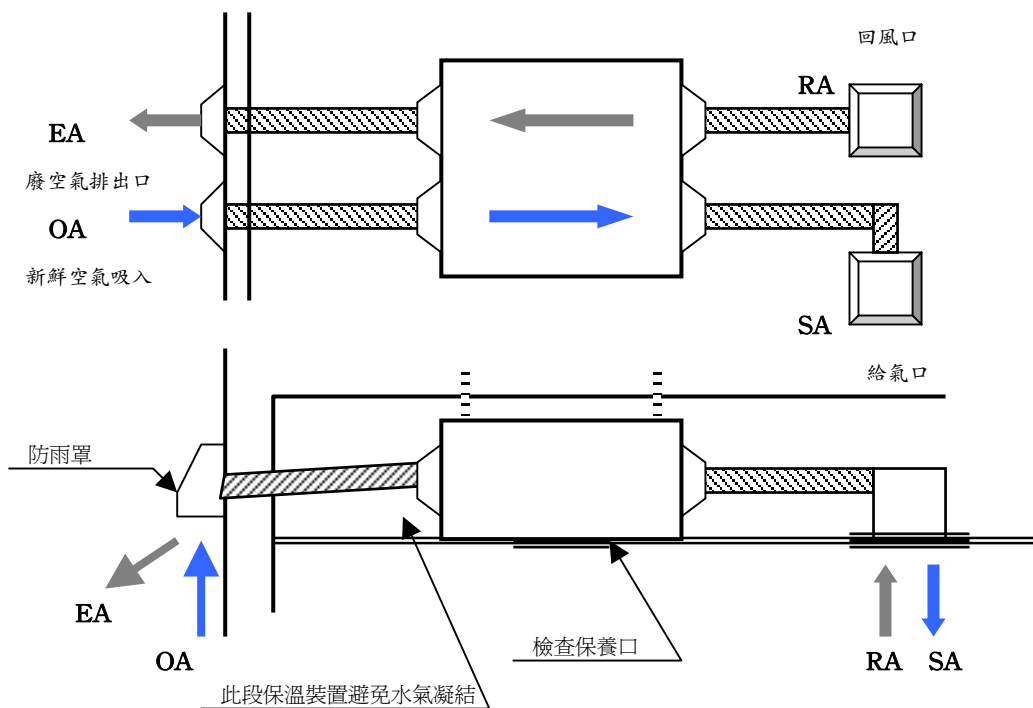
【安裝圖解】



6-2：全熱交換機【外關尺寸圖】SGL~35/50/65

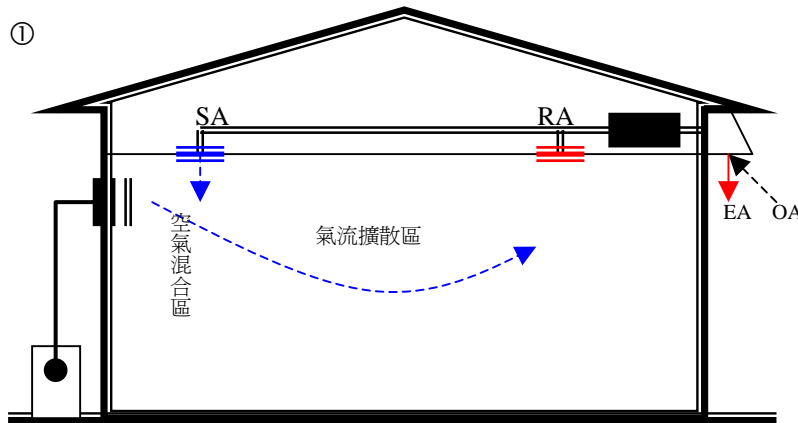


6-3：安裝圖解



6-4：氣流路徑配置注意事項

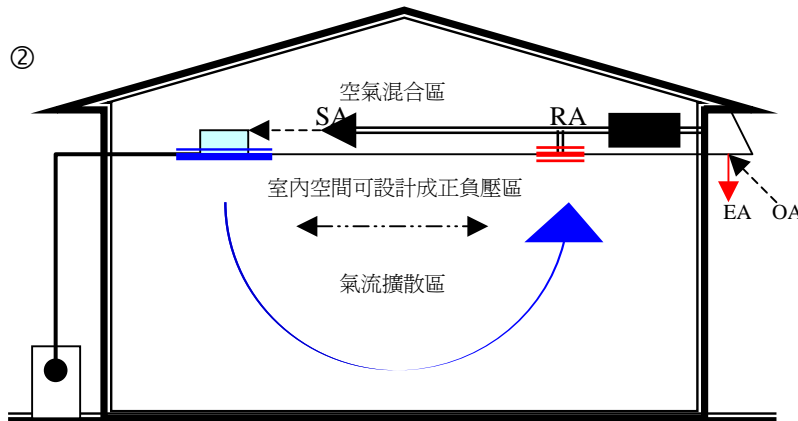
①



一般(壁掛)分離式冷氣與埋入型全熱交換機室內氣流路徑配置注意事項：

- ①分析使用整體、區域方式
- ②回風口設置地點與數量
- ③SA 與冷氣出風口距離

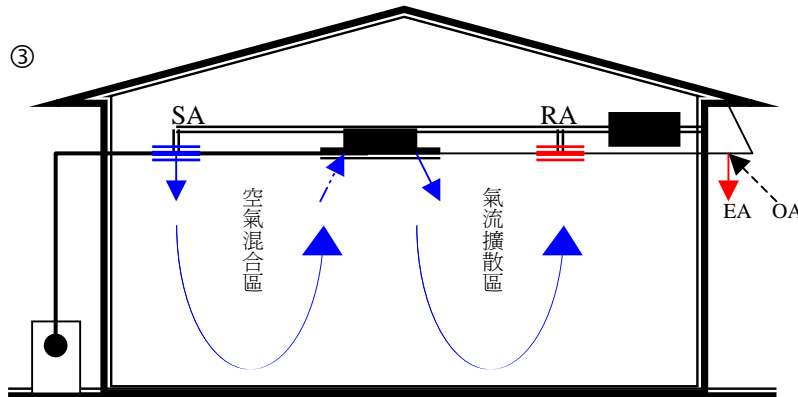
②



一般天花板(隱藏式)冷氣與埋入型全熱交換機室內氣流路徑配置注意事項：

- ①分析使用整體、區域方式
- ②回風口設置地點與數量
- ③ SA 與冷氣出風口距離
- ④天花板可當集風箱使用

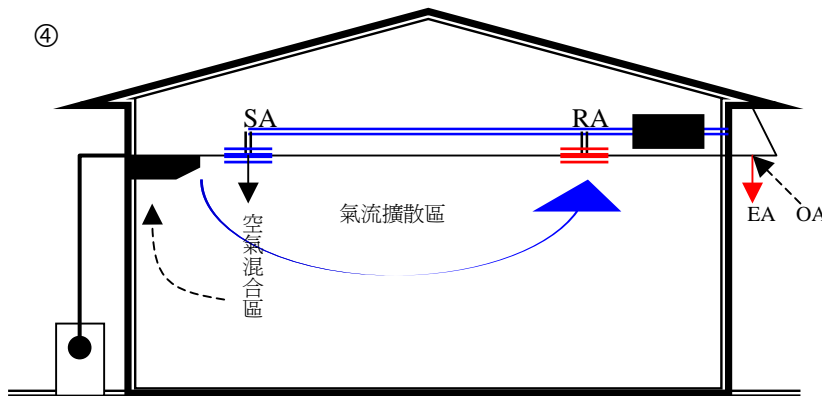
③



一般天花板(嵌入型)冷氣與埋入型全熱交換機室內氣流路徑配置注意事項：

- ①分析使用整體、區域方式
- ②回風口設置地點與數量
- ③ SA 與冷氣出風口距離

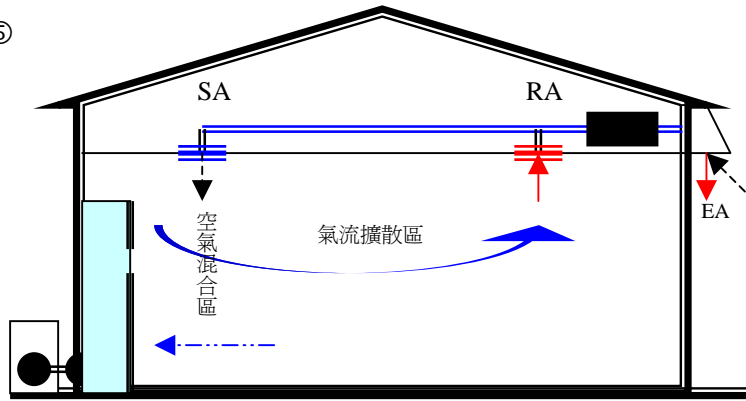
④



一般天花板(懸掛型)冷氣與埋入型全熱交換機室內氣流路徑配置注意事項：

- ①分析使用整體、區域方式
- ②回風口設置地點與數量
- ③ SA 與冷氣出風口距離

⑤



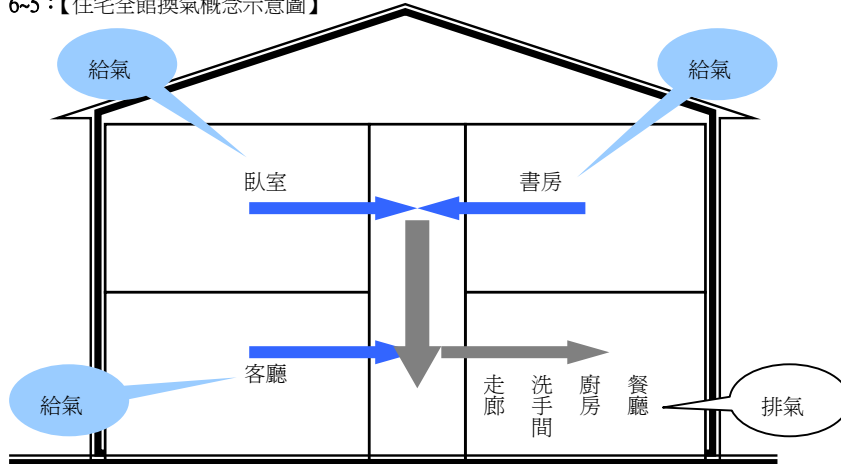
一般直立(箱型)冷氣與埋入型

全熱交換機室內氣流路徑配

置注意事項：

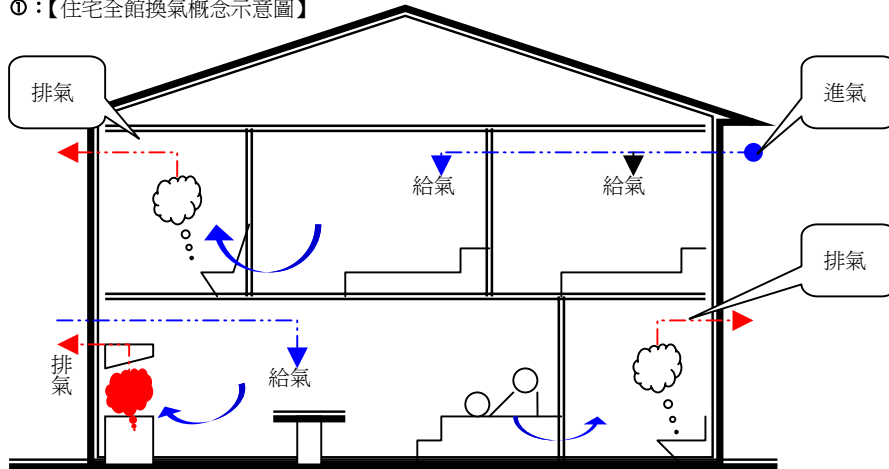
- ①分析使用整體、區域方式
- ②SA 開口與冷氣出風口
- ③回風口設置地點與數量

6-5：【住宅全館換氣概念示意圖】

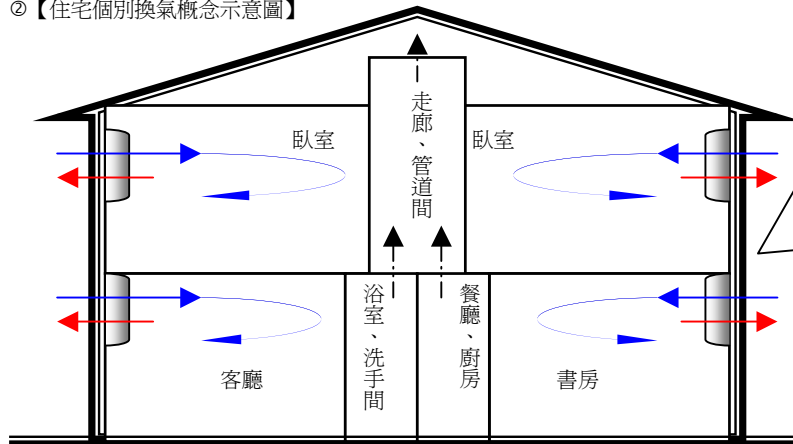


迎接未來國內建築物基準法令的修正案，簡單的換氣設計概念設計就能讓房子呼吸活起來。

①：【住宅全館換氣概念示意圖】



②【住宅個別換氣概念示意圖】



個別分散裝置設計模式：

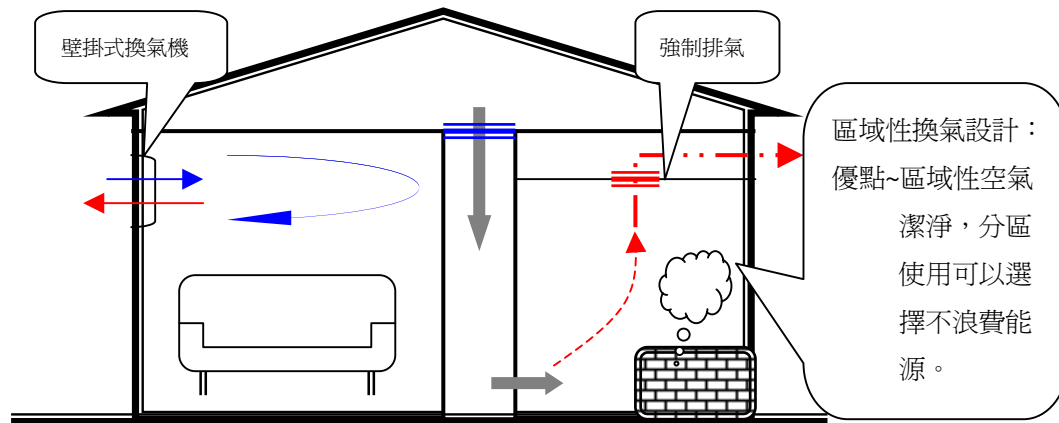
優點：使用壁掛式換

氣機搭配浴室換氣機等

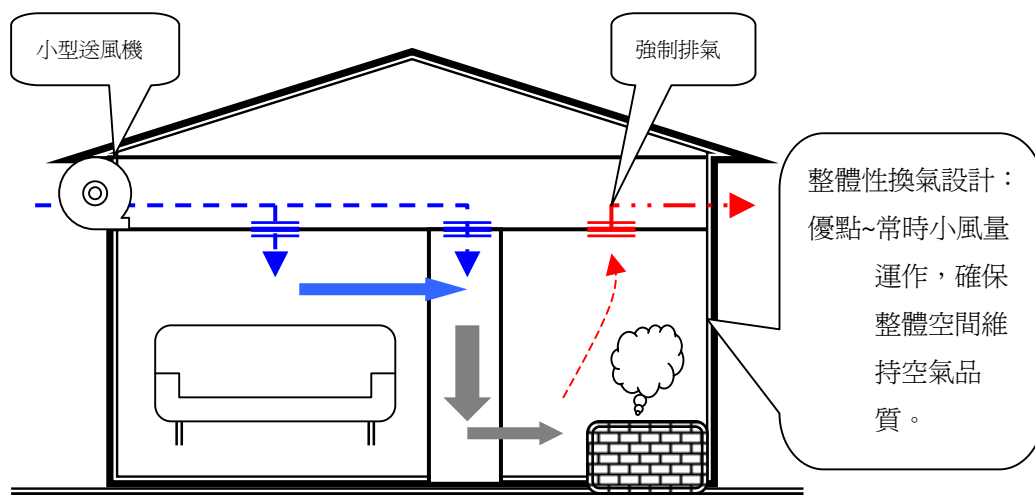
排氣扇，也可有效解決室

內管道風管換氣疑慮。

6-6：(一)：區域性換氣設計(概念圖)

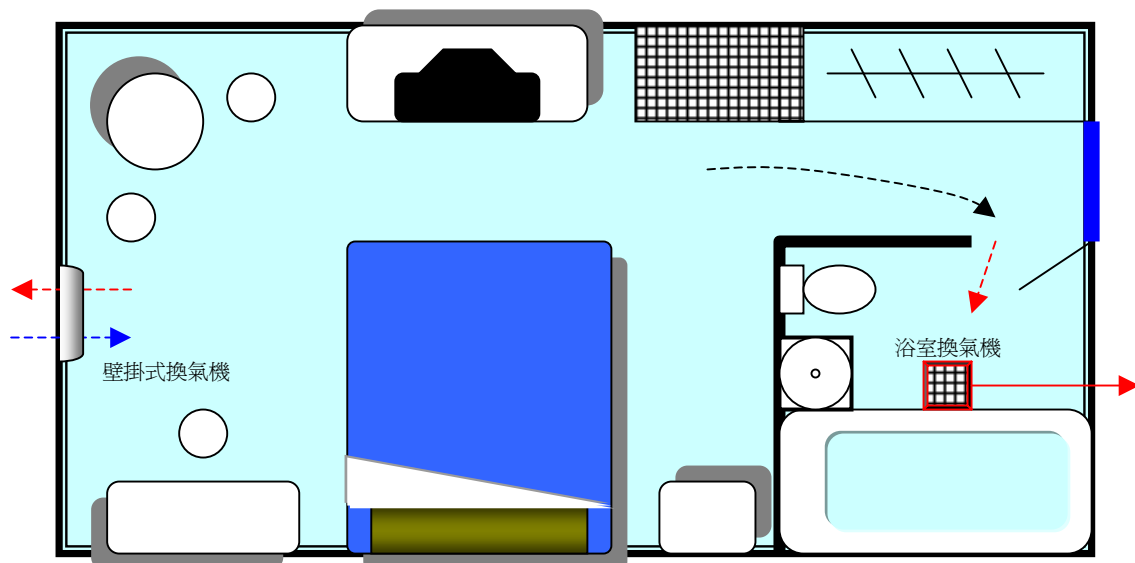


(二)：整體性換氣設計(概念圖)

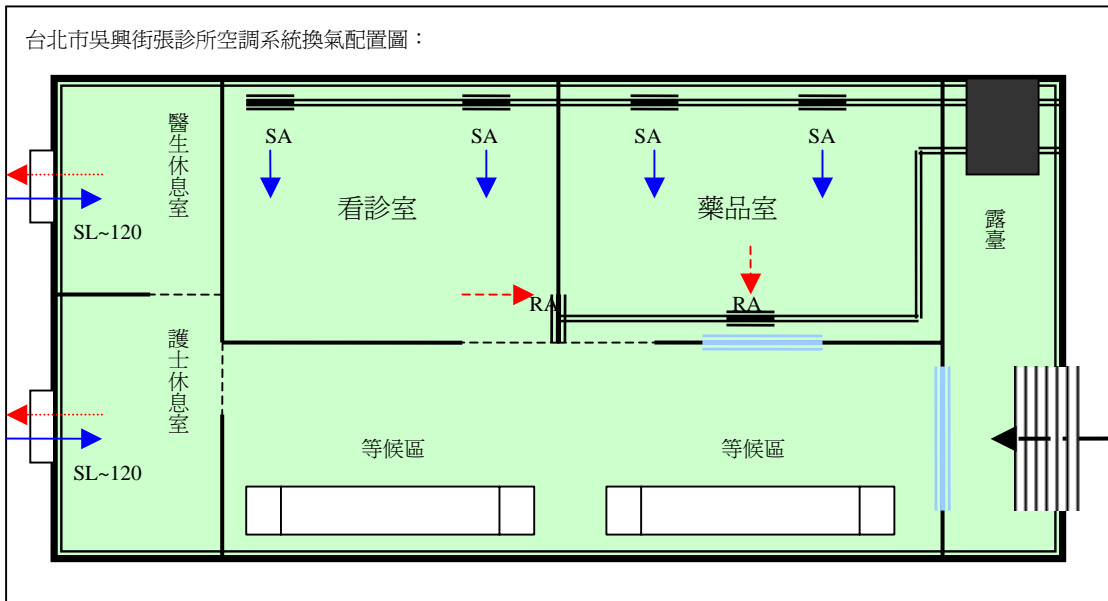
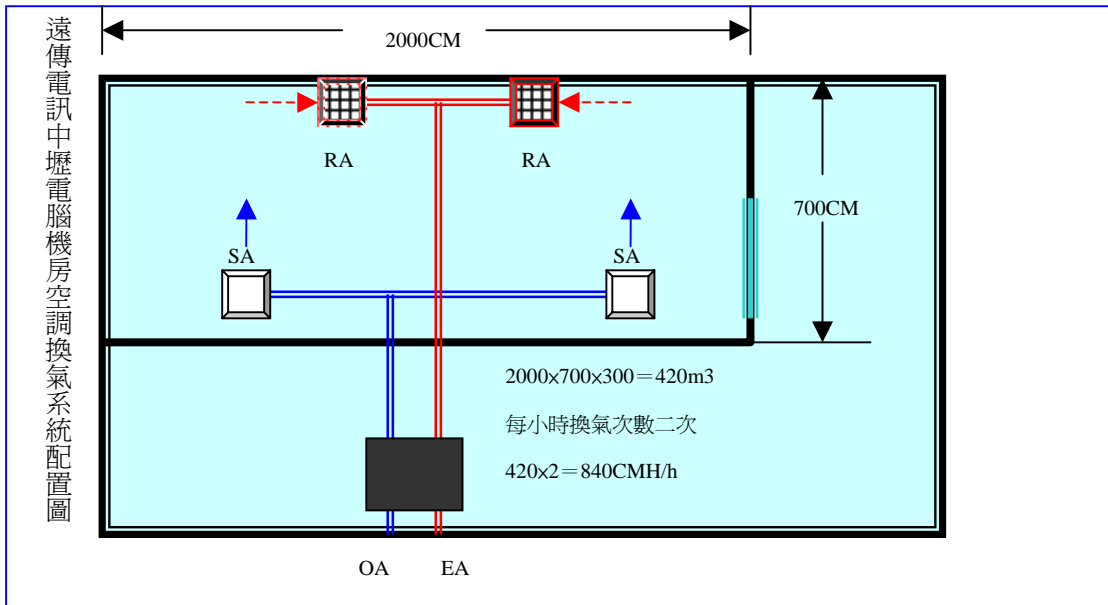
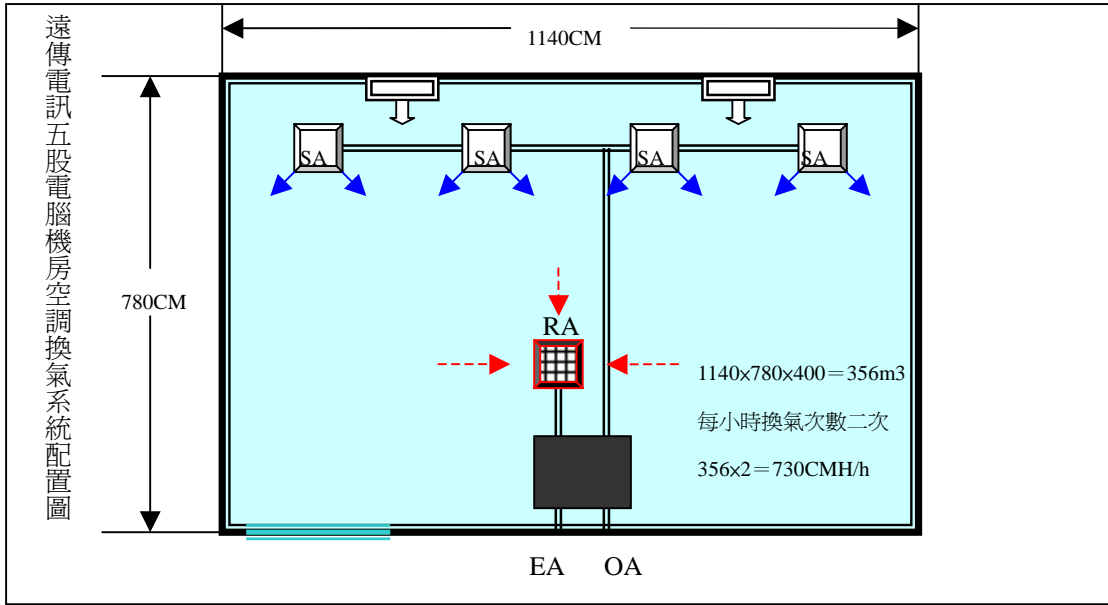


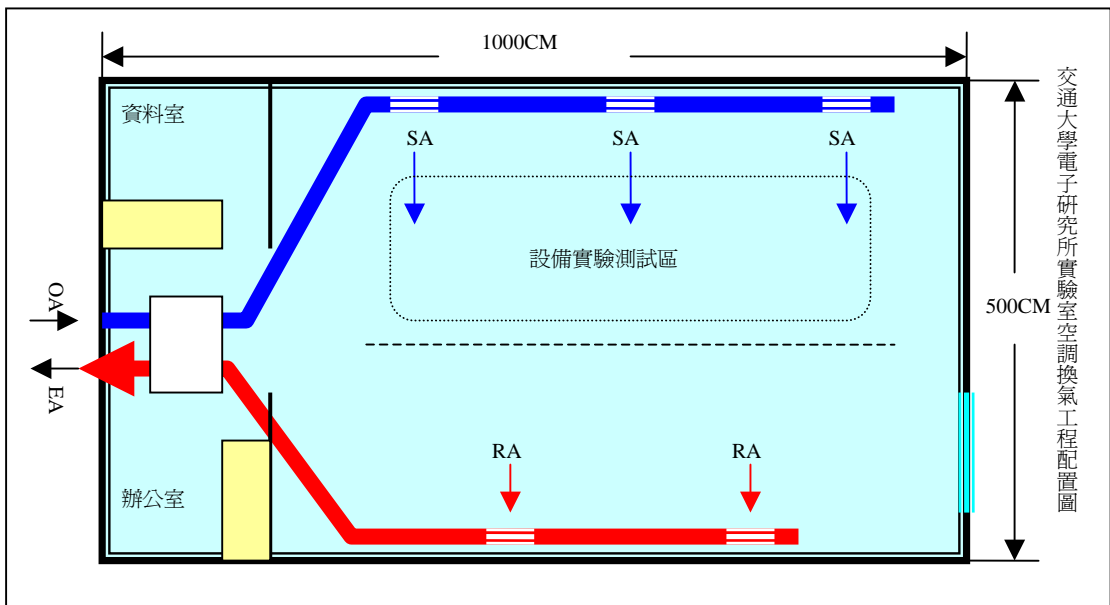
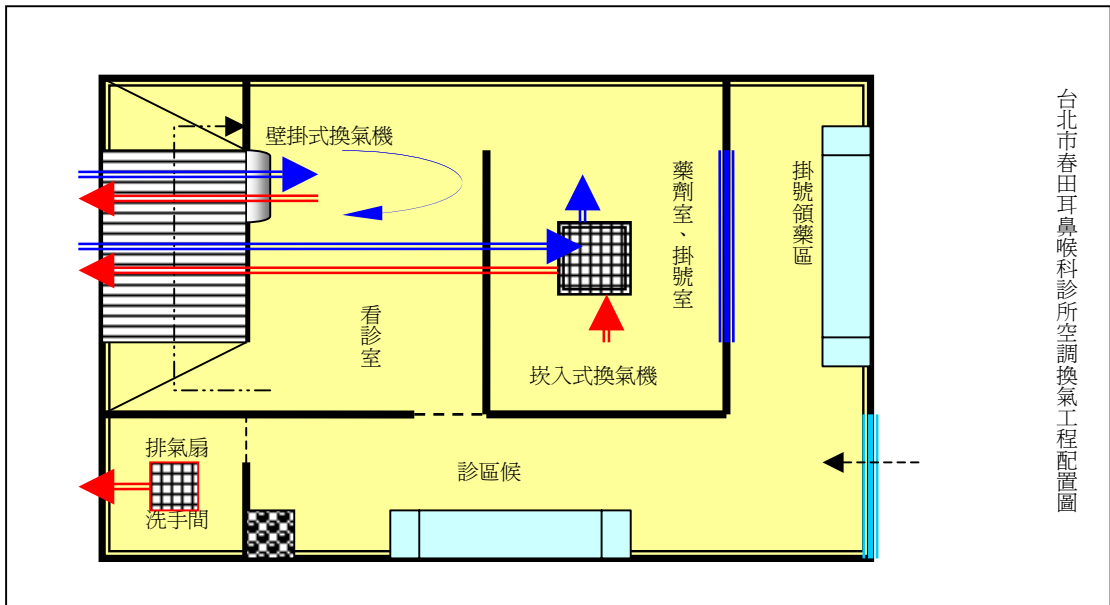
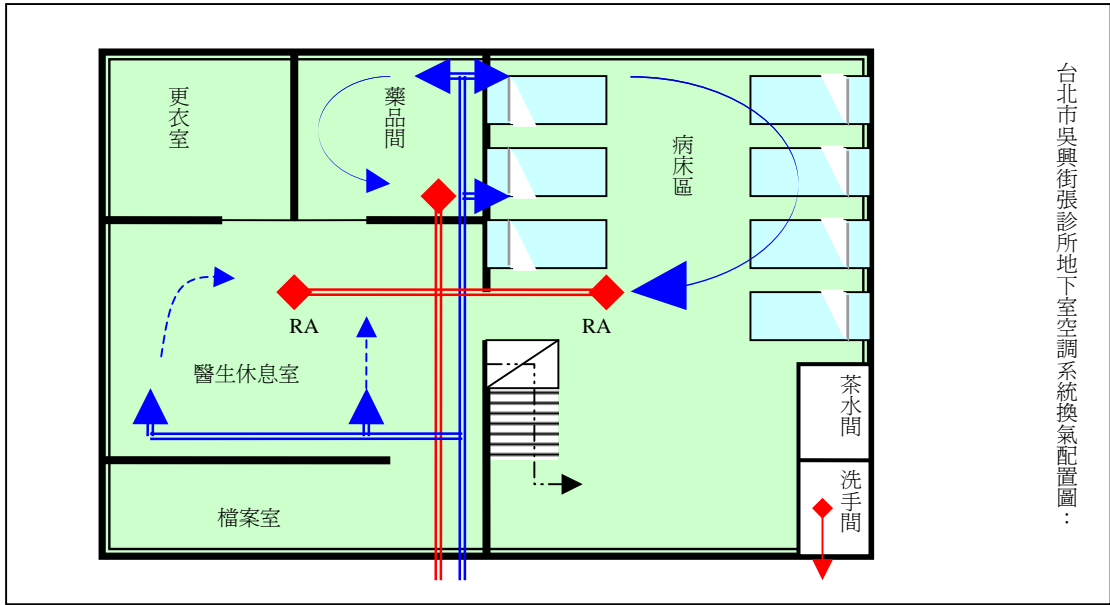
(三)小空間氣流動線示意圖

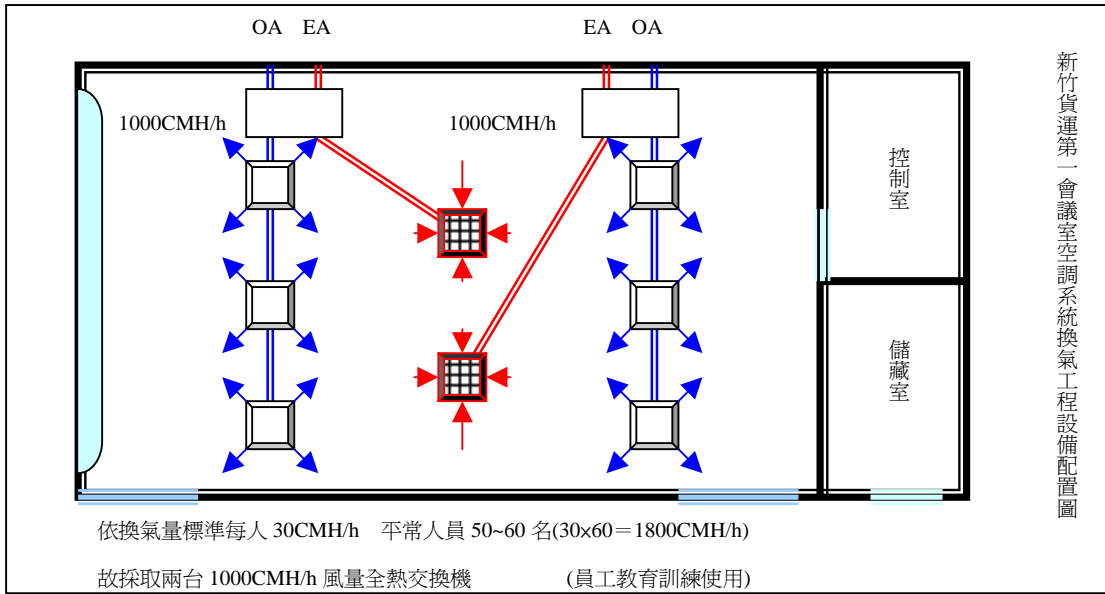
適用於：一般住宅臥室、旅館、小套房、病房、KTV 等小空間。



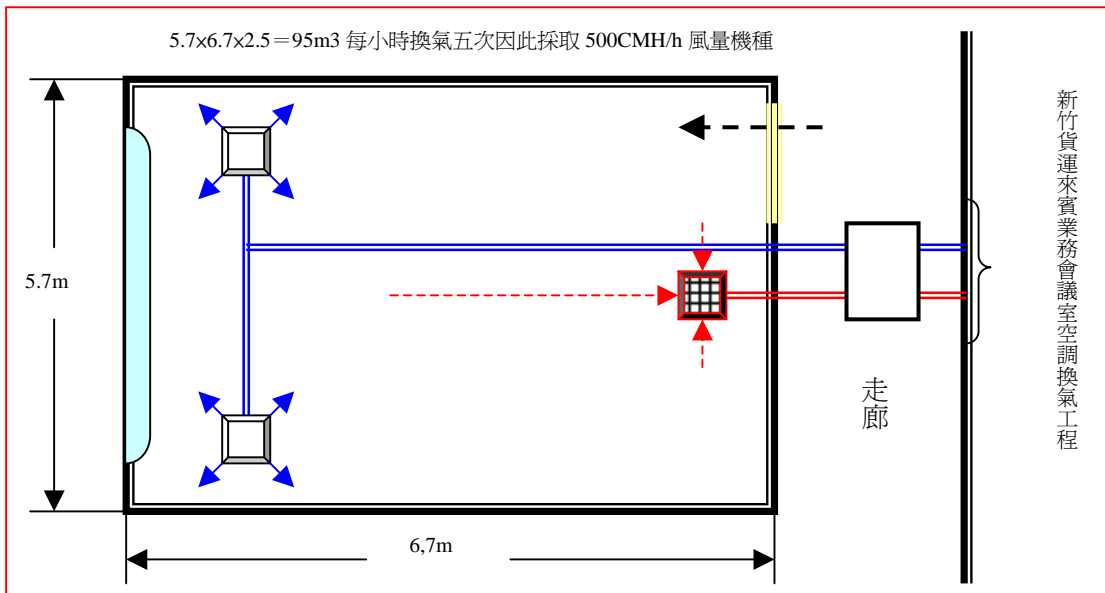
*小風量 24 小時(常時)開放、確保室內空氣流通潔淨。







新竹貨運第一會議室空調系統換氣工程設備配置圖



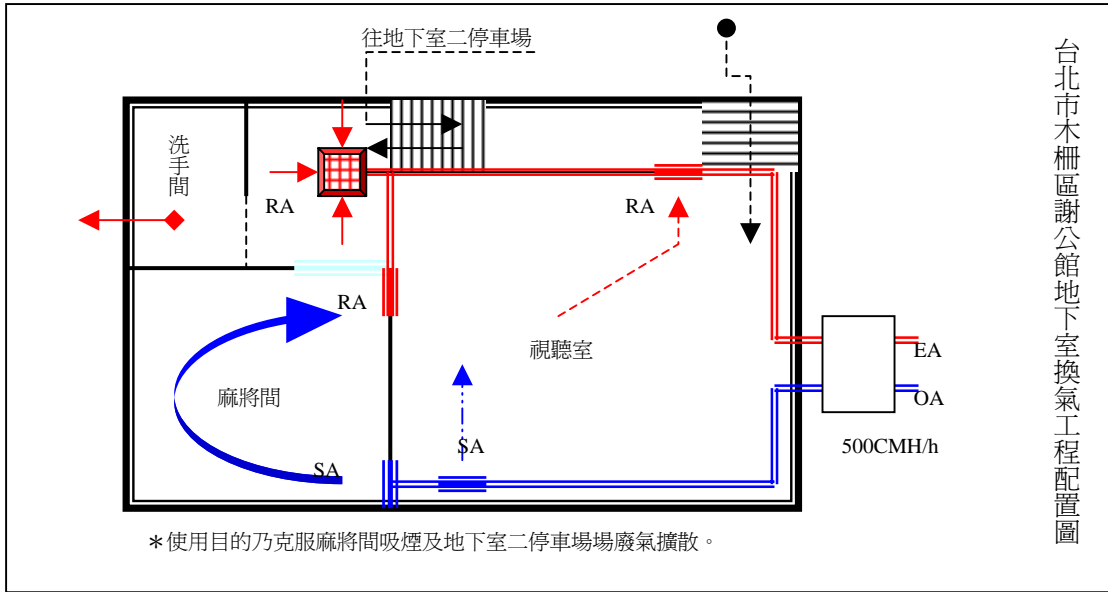
新竹貨運來賓業務會議室空調換氣工程

第一會議室：↻

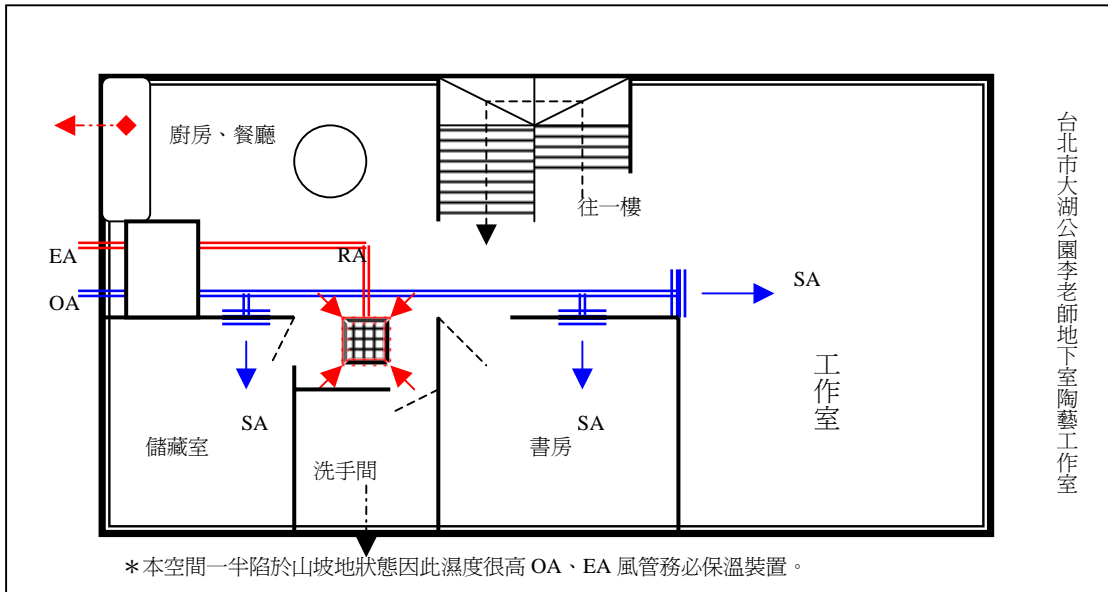


業務來賓會議室：↻



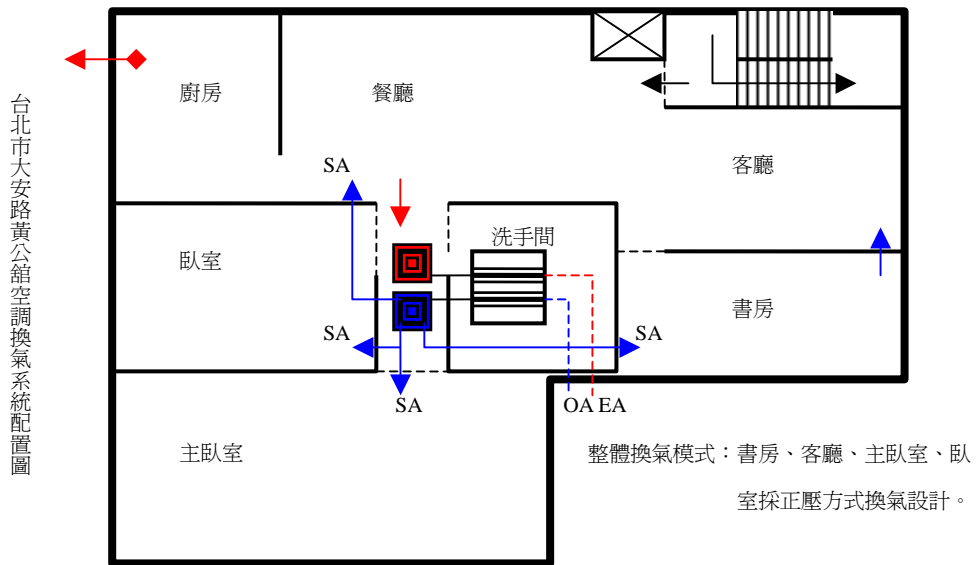
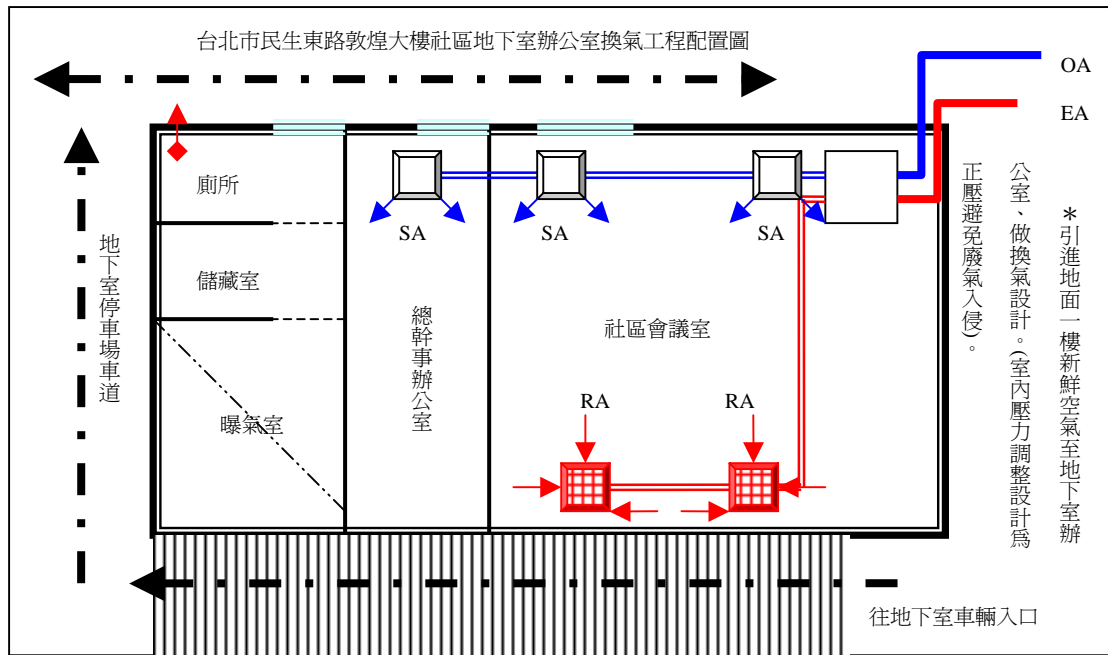


謝公館換氣施工實景照片：↻



李老師地下室換氣工程實景照片：↻





黃公館換氣系統完工實景照片：↗

