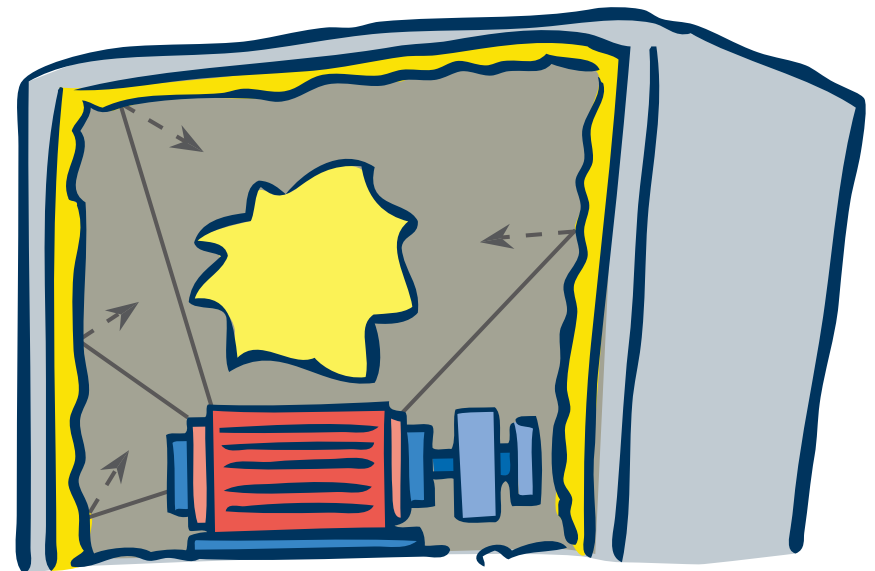


噪音改善 施工工法

案例參考手冊



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

目錄

01、空氣音的防制—隔音好還是吸音好·····	01
02、隔音罩—噪音防制最優先選擇·····	03
03、防音機房—隔音罩的另一種型式·····	05
04、通風換氣設備防音處理·····	07
05、工廠開口部的防音處理·····	09
06、隔音牆的原理及構造·····	11
07、局部隔音罩·····	13
08、道路邊房間的隔音·····	15
09、KTV噪音的防制方法·····	17
10、KTV喇叭固體音的防制·····	19
11、電梯噪音的處理·····	21
12、戶外冷卻水塔的噪音防制·····	23
13、空調室外機的噪音處理·····	25
14、管路動力設備防音措施·····	27
15、管線的防音包覆·····	29
16、樓板傳音的防制·····	31



01

空氣音的防制

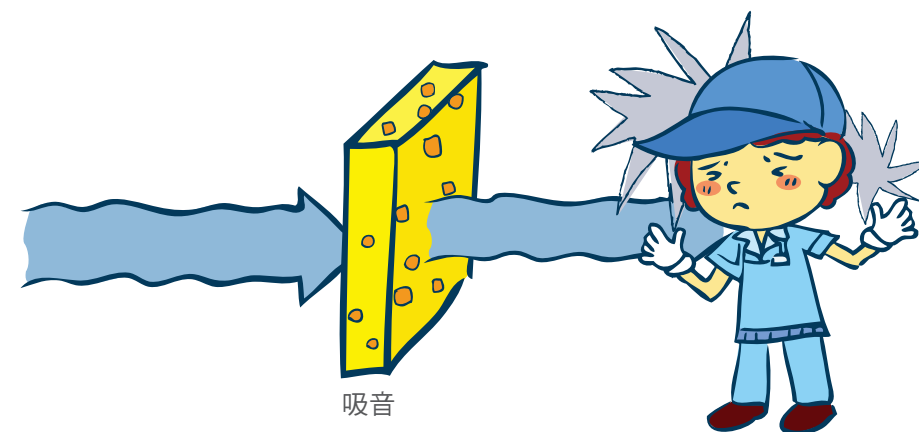
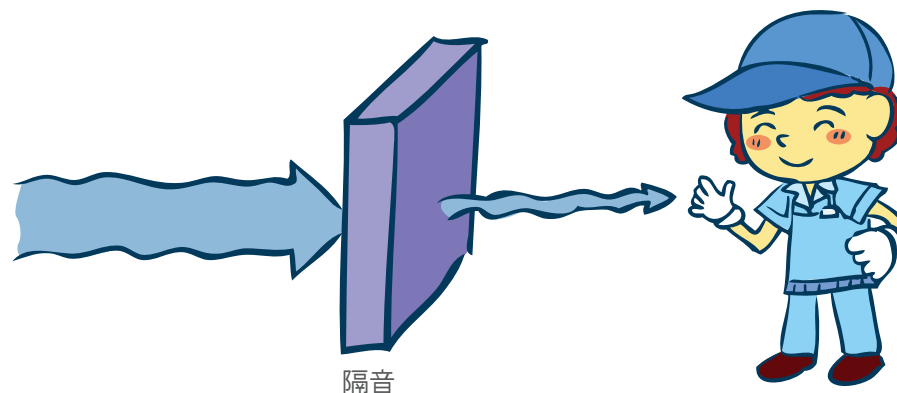
隔音好?

吸音好?

從防音材料的特性來說，隔音材料其質地密實，所以阻隔聲音性能佳，但相對的卻容易反射聲音；發泡或纖維性吸音材料具多孔隙藉以磨耗聲音能量(吸音)，然而聲音卻容易穿透過去，隔音性能很差。

以防音性能指標而言，隔音材料為透過損失TL，吸音材料為吸音係數 α ，如果要讓聲音能量變為只有原來的十分之一，如果採用吸音的改善方法，我們需要用吸音係數高達0.9吸音材料，能達到這樣的要求的吸音材料非常的少；相反的如果採用隔音的方法，則只要透過比 E_t / E_i 為0.1 (TL為10dB)的材料即可，一般稍為厚實的板狀材料(如木板等)都可以輕易地達到要求。也就是以材料的特性而言，採用隔音的方法所能達到減少噪音的程度要較以吸音的方法好得多，因此在選擇噪音改善的方法時，若現場環境允許，儘可能採用隔音為主的改善方式。

由於隔音所能達成的減音效果較好，但隔音材料會將聲音反射回音源側，造成音源側音量增加的缺點，間接的降低隔音成效，所以專業的防音工程師會在隔音材料的音源側貼上吸音材料，藉以改善反射現象，因此正確的防音措施應該是以隔音為主、吸音為輔的搭配性作法。



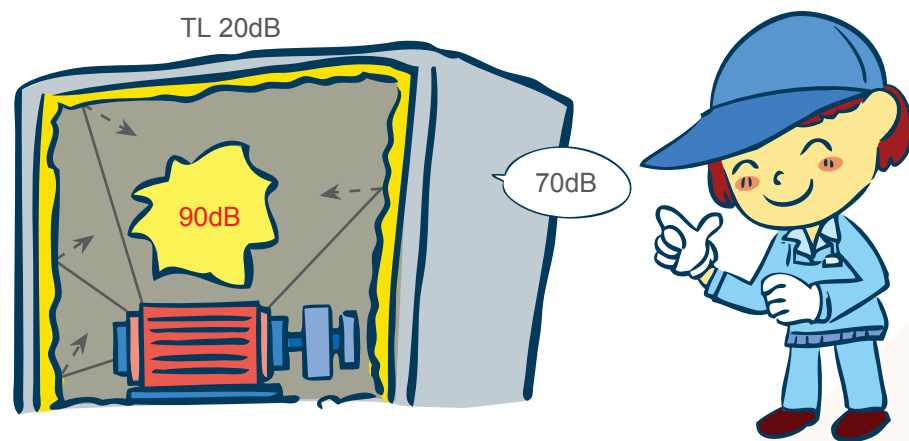
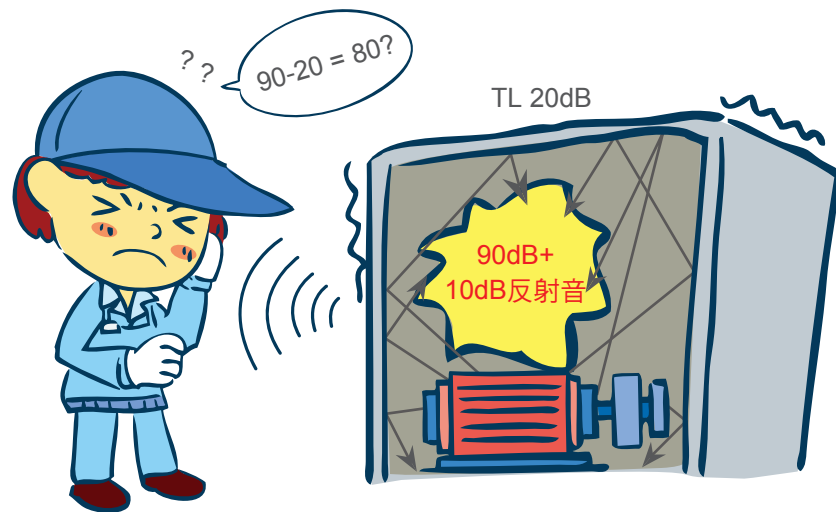
02

隔音罩 噪音防制 優先選擇

要讓噪音音量降下來，最簡單有效的方法是不是用隔音材料做個罩子把噪音源罩起來，完全正確！隔音罩很適合於對通風、散熱要求不高的小型機器噪音改善用途，為了搬運、操作、維修、拆卸方便起見，一般會以金屬板（鍍鋅鋼或不銹鋼板）做為隔音罩主體，裡面貼上防火吸音泡棉或玻璃棉，若是用玻璃棉或岩棉類等吸音材料，表面需要用防火布及沖孔板固定、保護，以免纖維飛散，造成人體不適。

隔音罩的減音量R可以用簡單的計算公式 $R=TL+10\log(\alpha)$ ，假設我們採用1.6mm 鍍鋅鋼板做為外層隔音材，其TL值為27dB，鋼板的吸音係數若為0.01，則隔音罩減音量 $R=27+10\log(0.01)=7$ 分貝。進一步隔音罩裡面貼上吸音係數為0.65的吸音材料，則減音量 $R=27+10\log(0.65)=25$ 分貝。這個例子說明隔音罩雖然將噪音源罩起來，減少噪音量，但隔音材料的反射特性，會讓罩內的聲音能量大量累積，罩內的音量增加許多，而使得隔音罩達不到預計改善效果，但只要在隔音罩裡面加上吸音材料，罩內過多反射音的問題就可以得到解決，隔音罩的減音量明顯大幅回升。

以上計算是假設隔音罩完全密封噪音源狀況下的數據，在實際應用時，由於機器需要檢修、通風散熱，因此隔音罩上會有檢修門、通風口，門縫隙或開口都會讓噪音溢出，破壞應有的隔音效果，因此檢修門宜採用有氣密墊片的設計，通風開口部位加裝消音箱，就可以解決縫隙和開口部位問題。



03

防音機房

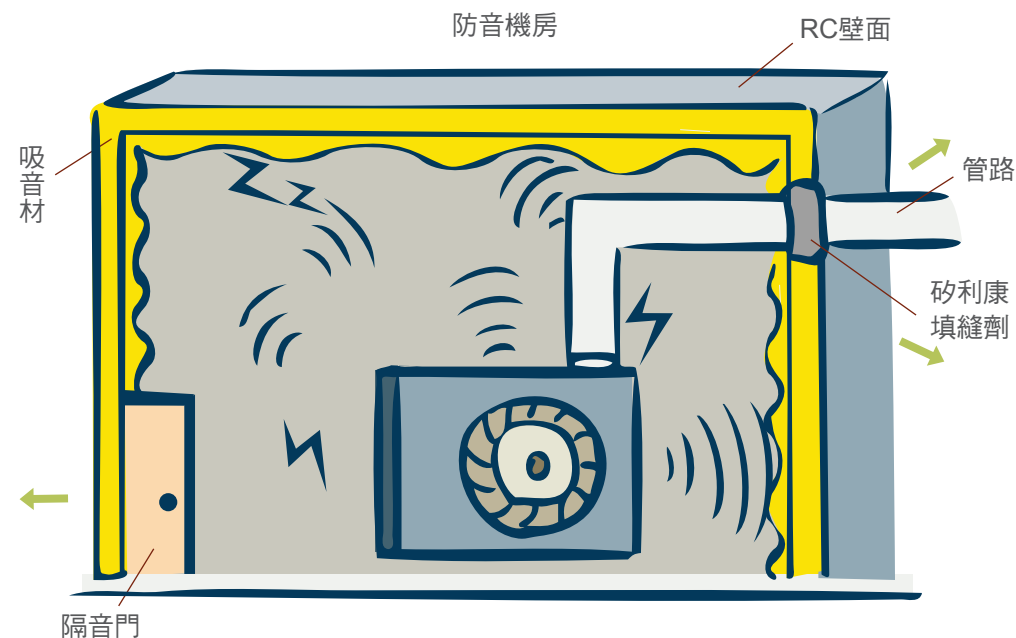
很多工廠或建築物都會把一些同質性的設備放在機房裡，例如空調機房、緊急發電機機房、鍋爐房，由於這一類的機房的構造或為水泥(RC)、磚牆或彩色鋼板廠房，只要依據以下防音要點加以補強，就可以把他們變成類似大型隔音罩的防音機房。

1、壁材隔音性能：機房壁面若為水泥或磚造，其隔音量已經足以防制一般的機器噪音，但機房若為彩色鋼板廠房，由於常用的彩色鋼板厚度僅為0.4-0.8mm，面密度較低，隔音量稍嫌不足，可以在原有牆面上固定輕型鋼再裝上一層彩色鋼板，形成前述的雙牆構造，雙牆間隙可以填充玻璃棉等吸音材料，以消除駐波共振。

2、機房壁面安裝吸音材料：機房內壁面若無吸音材料，過多的反射音會使機房內音量增加，間接地減少隔音效果，所以一定要加吸音材料。常見壁面吸音處理方法有：1.玻璃棉+防火布+金屬沖孔板(保護吸音材料被碰撞、受損)的構造。2.硬質的防火吸音板(例如內襯鋼絲的多孔隙珍珠岩板)，方法2為一般裝潢慣用的輕鋼架工法施作，施工簡單。

3、管線孔隙處理：機房壁上如果有管線(如空調管、消防管)穿過，施工不注意時會留有很大的孔隙，大量的噪音會從這些孔隙傳出，減少機房應有的防音效果，所必需用矽利康類等密度高的膠狀填縫劑將孔隙填補。

4、其他：進出門應採用氣密金屬門(隔音門)；若有通風換氣口，則需加裝消音箱；有採光窗戶最好用固定窗，一般可開啟的橫拉窗間隙大隔音差。



04

通風換氣設備防音處理

很多機器需要通風或散熱(如風機、緊急發電機)，是無法做全密閉的隔音罩或是防音機房的處理，必需在隔音罩和機房留有開口部位，以提供空氣進出用途，針對開口部位就必需做防音處理，方能保有隔音罩、防音機房應有的防音性能。開口部的防音處理可以採用以下幾種方式來做：

1、簡易式防音擋板：直接在開口部外側一定距離設置一塊擋板(隔音材料材質)，擋板內側貼上吸音材料。

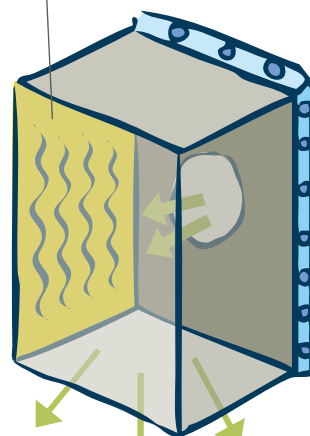
2、簡易式消音箱：以隔音材料做一個簡單的彎頭，通常讓空氣以90度轉彎的方式進出，彎道內壁貼上吸音材料。

3、消音百葉：在一般通風葉板的內側貼上吸音材料，適合在不需要大的減音量場合。

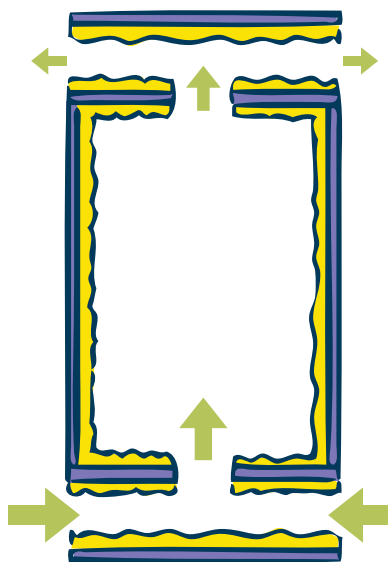
4、大型風機專用消音箱：大型風機通常用在工業用途，要求大風量、壓損小(阻力小)，這類專用消音箱的構造都是在風管內於氣流平行位置放入吸音板，這樣對進出空氣的阻力可以減到最小。由於吸音板會減少風管實際可用的截面積，所以這些專用消音箱外尺寸都會比一般風管來得大。

讓氣流以90度轉彎方式進出，配合轉彎處的吸音處理能發揮減音最大效果，大幅縮小消音箱的體積和製作費用，但是會增加阻力，影響進出風量，此時可以在隔音罩或機房開口部內側安裝抽風扇(或排風扇)，用機械式通風取代自然對流以增加風量。抽、排風扇一定要裝在開口部內側，倘若裝在消音箱外側端，抽、排風扇(機)的噪音反而會造成新的問題。

內襯吸音材料

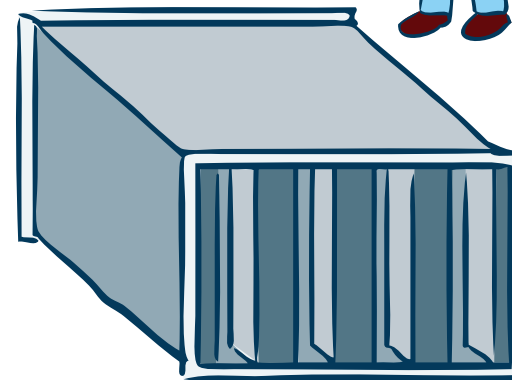


簡易式消音箱

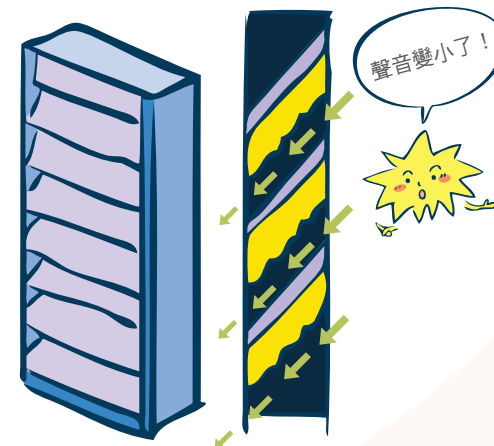


防音檔板

以下就是防音處理的四種方式



柵板式消音器



消音百頁

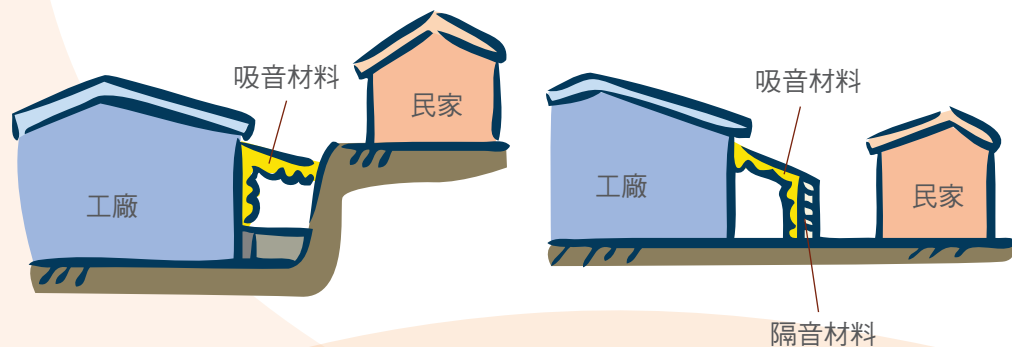
■ 隔音材料

■ 吸音材料

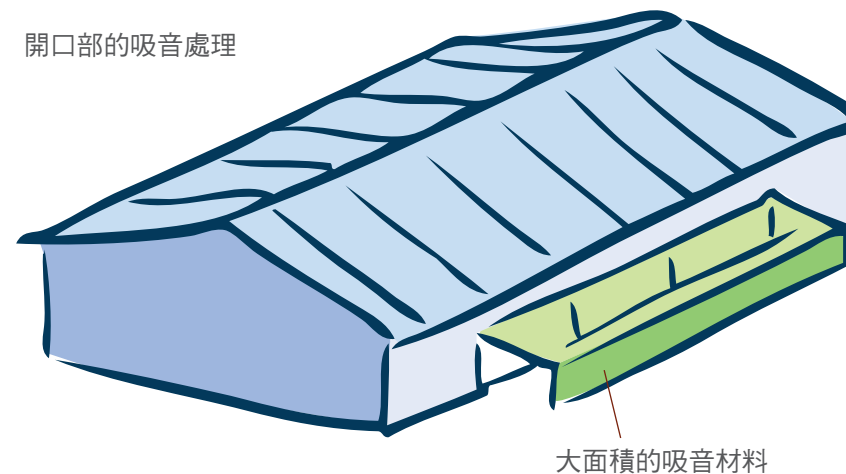
05 工廠開口部防音處理

很多小型工廠以傳統石棉瓦或彩色板所建成的廠房，廠方通常會在屋頂或牆壁設置開口做為廠內通風用途，或是在廠房一側開一個大大的進出口，做為供人員及物料進出使用，廠內的噪音往往就從這些開口部傳出，影響到周圍環境安寧，造成噪音陳情糾紛。其中尤其是供人員、物料進出使用的開口，為了作業方便起見，往往是沒有門扇的，對噪音完全沒有任何隔離或防止作用，如果無法針對這類供人員、物料進出使用的開口部做防音措施，即使加強廠房其它部位的防音性能也是效果有效。

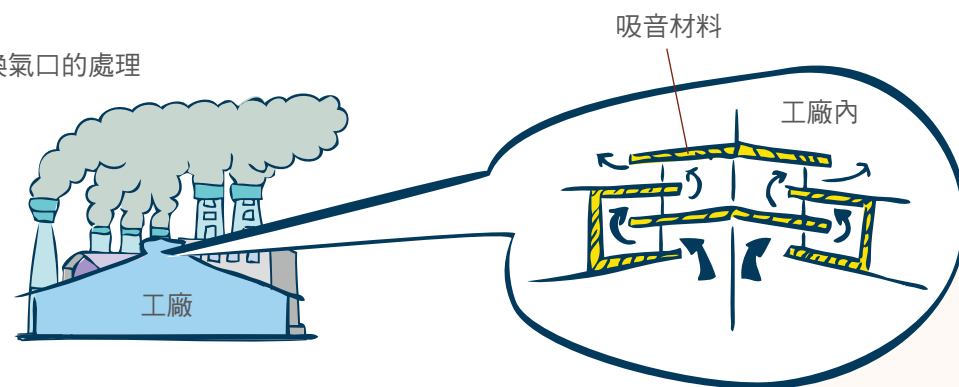
在前一節我們有提到對於通風開口部位建議採用簡易式防音擋板的方法，進一步將防音檔板的設計概念予以擴充、延伸，針對廠房人員、物料進出使用的開口部也可以設計出不同式樣的防音擋板，來處理噪音問題，甚至借用地形、地物做為防音擋板的一部份，如此可以解決一般人所棘手大面積開口部的防音處理。



開口部的吸音處理



換氣口的處理



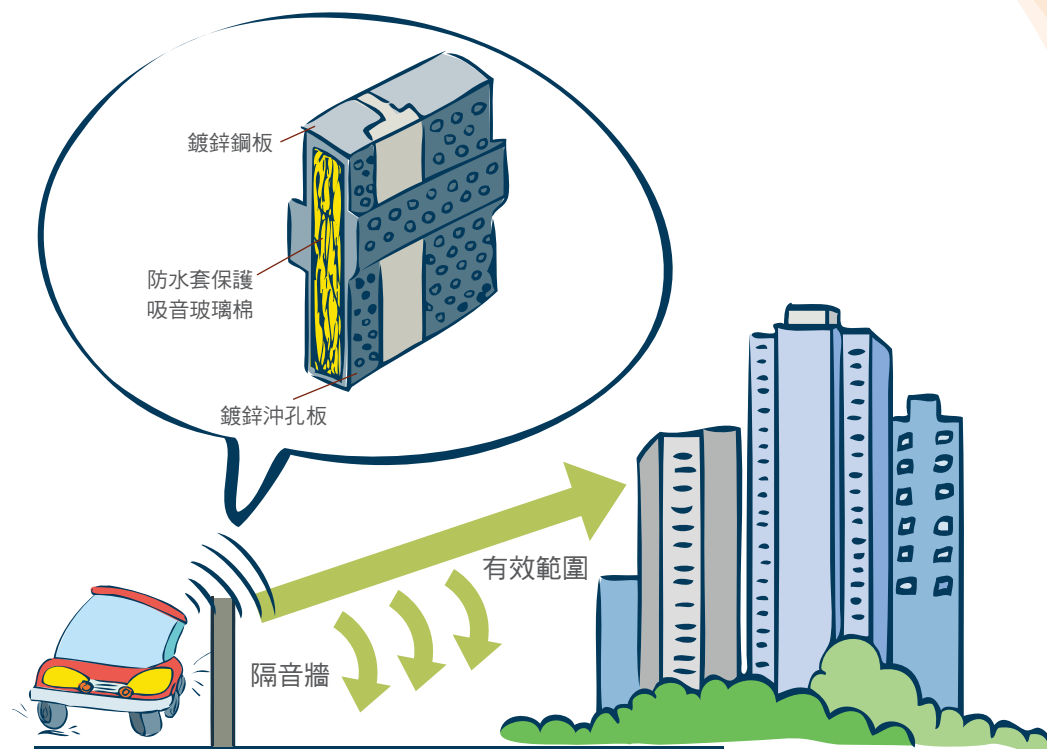
06 隔音牆原理及構造

隔音罩雖然對機器噪音有很好的改善效果，但設備體積越大，隔音罩造價相對較高，同時對機器的散熱、保養、維修等作業越是不方便。如果噪音改善所需減音量不超過10分貝，那麼隔音牆會是不錯的選擇。

隔音牆和我們前節所講的隔音檔板是相類似的設計，當聲波碰到了隔音牆時，一部份會被反射，一部份從隔音牆的頂端或兩側繞射到隔音牆後方的有效區(如右圖)，繞射越少隔音牆減音效果越好，通常低頻率聲波波長較長，比較會繞射，所以隔音牆對高頻率噪音的減音效果比對低頻率噪音好，我們前述的隔音材料以及多孔隙吸音材料，它們的隔、吸音性能也是對高頻率的噪音效果比低頻率的噪音要好。

路徑差 δ 是用來計算隔音牆減音量的重要參數，路徑差 δ 定義為： $\delta = A+B-d$ ，其中A—音源至隔音牆頂端的距離；B—隔音牆頂端至受音處的距離；d—音源到受音處的距離。隔音牆的減音量計算有一套繁雜的公式，但可以歸納結論為路徑差 δ 的值越大，減音效果越好。如果要得到較大路徑差 δ 值，可以從隔高牆的高度或設置位置著手：1.隔音牆蓋高一點 2.隔音牆位置盡量靠近音源或盡量靠近受音處，如此都可以得到比較大的路徑差 δ 值。隔音牆的高度若低於音源或受音處的高度，也就是在站受音處仍能看到噪音源，這樣的隔音牆高度是不夠的，是沒有效果的。

常見的高速公路隔音牆，是鍍鋅鋼板為防音主體，內側安裝防水保護的吸音材料，再加上一層金屬沖孔板來保護吸音材料。車道內駕駛所看到隔音牆面即為金屬沖孔板，它們後面藏著吸音材料；從民宅往隔音牆看過去，所看到的是經烤漆處理鍍鋅鋼板，它才是隔音牆的防音主體。



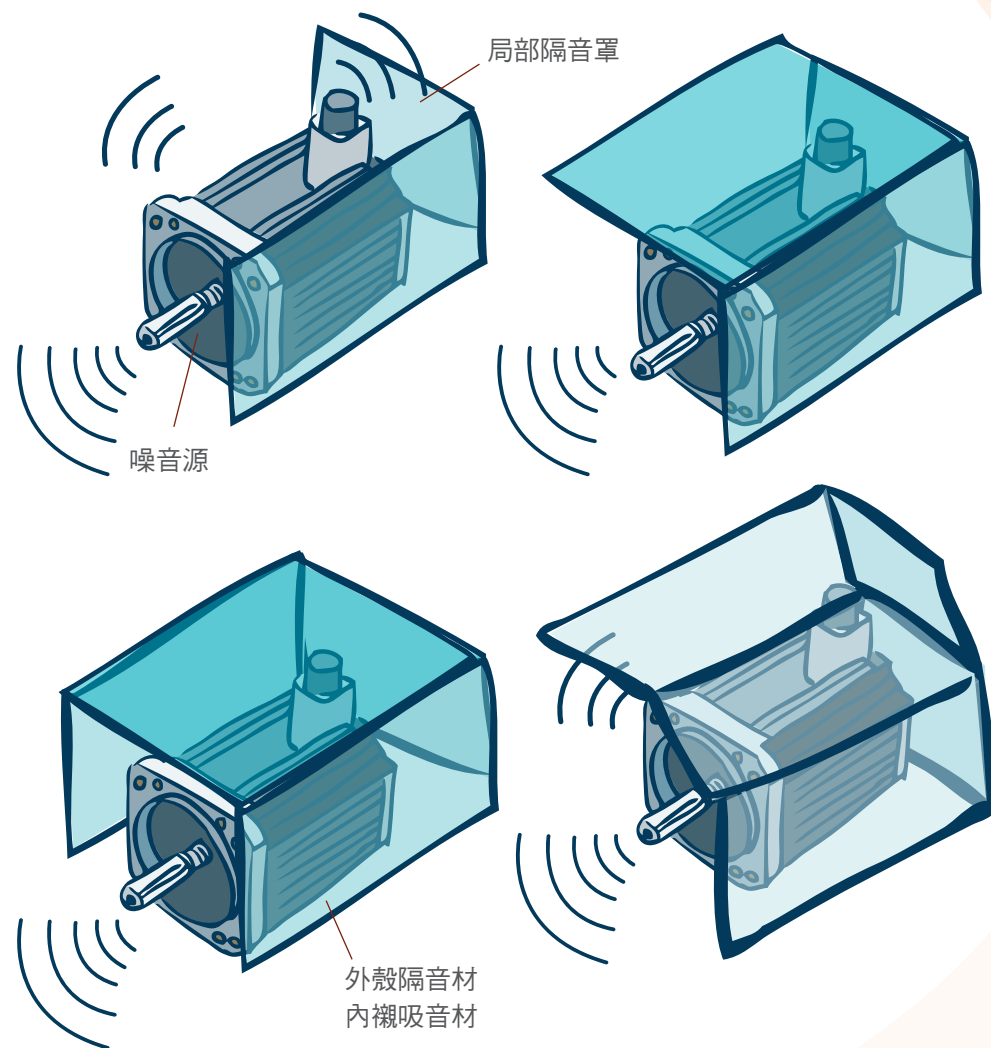
07

局部隔音罩

隔音罩一般是四四方方的噪音設備罩了來，雖然有很好的減音效果，但是罩起來機器會過熱、例行檢查不容易看到機器運轉狀況及各項儀表指示，維修時更要把隔音罩拆除才能施行，事後還要把隔音罩再一次重新組裝，對大型機器設備來說是個麻煩工作，如果減音量要求不是很高的話，隔音牆是不錯的方案。隔音牆不是僅僅適用在交通噪音改善，對機器設備噪音一樣有效，而且隔音牆的式樣可以配合機器設置周圍環境可以有很多種的變化，例如可以設計為單邊、多邊、直立、直立上段內彎等許許多多不同的式樣，減音效果能更進一步的提昇。

對於一些生活機能所需設置在防火巷、屋頂陽台位置的小型設備，例如抽水馬達、空調室外機、冷卻水塔等常見的近鄰噪音源，簡易式多邊的隔音牆(屏)也是很簡單、實用的噪音改善方法，只使用正確的材料，一般鐵工廠都可以輕易地加工製作，不必委託專業的噪音防制公司。

隔音牆(屏)多邊設計的方式效果比單邊好，上段內彎式樣效果比單純直立式的好。設計時幾個不變的重點：1.設置位置要在音源和受保護區之間，儘量靠近機械設備 2.從受保護區看過去，隔音牆(屏)的高度及寬度足以擋住視線，看不到噪音源 3.採用隔音材料製作 4.隔音牆、隔音屏或隔音檔板內側一定要貼吸音材料，否則聲音會反射(或多次反射)，最後由其它沒有隔音屏位置傳出，因而降低了防音效果。



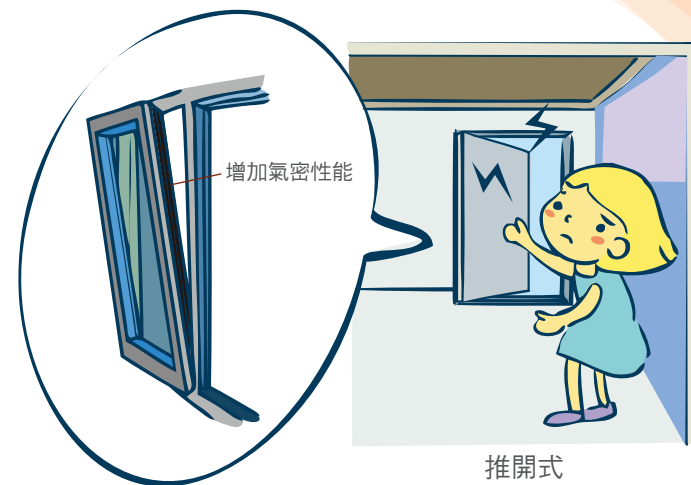
08 道路邊房間的隔音

交通噪音始終是都市居民的夢魘，尤其現代的建築樓層數越建越高，並且在都會地區，一般平面道路兩側也不適合設置隔音牆，從建築物防音性能著手幾是目前比較可行降低道路交通噪音的首選。通常建築物的牆面隔音性能都還不差，噪音傳入室內還是以窗戶為主要路徑，改善室內噪音就往往要先從窗戶著手。

影響窗戶隔音性能因素為：1.玻璃隔音性能 2.窗框與窗扇間密合度(氣密性)。厚玻璃(面密度高)隔音性能較好，相同厚度的膠合玻璃比清玻璃隔音性能好，所謂的膠合玻璃是將兩塊玻璃中間以膠合層黏貼，由於膠合層的黏滯特性，會降低振動傳遞，所以膠合玻璃的隔音性能比相同厚度的玻璃要好。

傳統鋁窗玻璃厚度約3mm或5mm，現今隔音窗玻璃厚度至少有8mm，基本上在一般的環境下採用8mm(5+3)或10mm(6+4)膠合玻璃隔音量應該就了。採用不同厚度的玻璃來製造膠合玻璃，主要是不讓兩塊玻璃的有相同的共振頻率，以減少共振(耦合效應)所造成的隔音性能損失。

提高窗框與窗扇間密合度(氣密性)對窗戶的隔音性能有莫大的幫助，一般窗戶可分為固定式、推開式以及橫拉式。固定式氣密性最好，錄音間觀察窗都採用固定窗，甚至配上大間距、不平行的兩塊玻璃，以便獲得最好的隔音性能；推開式氣密性次之，它的構造簡單，氣密性能較容易達成，國外很多旅館的窗戶很多採用外推式的氣密隔音窗，整體隔音性能非常好。國人愛用的橫拉鋁窗，橫拉窗的窗框與窗扇間隙複雜，密合不易，往往需要特殊設計，使用專用的零組件或配件，組裝品質更要嚴謹，相對的成本及售價就要比固定窗或外推隔音窗要高。



固定窗



橫拉式

隔音窗一如其他多數隔音設備，對於高頻噪音的減音量比低頻噪音好，廠商為了提昇消費者的印象，有時會以實驗室測得高頻噪音的隔音量做為產品性能標示，建議消費者在選用隔音窗時參考型錄上250Hz或500Hz頻率的隔音性能dB數，這樣會比較貼近隔離道路噪音實際改善感受。

09

KTV噪音防制方法

卡拉OK已經形成如今人們生活娛樂的一部份，不論是年輕人或是上了年紀的退休人士，都有不少愛好者，一些低價位營業的卡拉OK店多設置在公寓的一樓，提供一般民眾休閒活動，很多業者承租、裝潢時並不太注意噪音問題或僅做一些簡單的吸音處理，造成噪音干擾環境的事情經常發生。

這類卡拉OK的噪音包含了空氣音和固體音兩種噪音方式(參考第9節)，空氣音是指喇叭擴放的聲音(聲波)從建築物的門、窗、通風口等開口部份傳出室外，所謂固體音是指是喇叭音箱箱體的振動沿著固定架，傳到地面(喇叭立放在地上)、樓板(喇叭吊在天花板下方)順著公寓建築結構傳到公寓大樓其它處所，所形成的噪音。

由於一般公寓建築物的樓板、牆面多為水泥建材，對於空氣音的阻隔基本上沒什麼問題，因此對於空氣音傳遞的噪音防制只要針對建築物的開口部份進行處理即可。

1、窗戶應呈關閉狀態，不要打開，若需進一步提高隔音量，則考慮更換為固定窗或氣密隔音窗。

2、室內若有換氣通風設計，換氣通風口要加裝消音箱，避免噪音從通風口傳出。

3、門扇、門框間的隙縫是防音弱點，要採用有氣密膠條的門扇，最好是氣密金屬門。

4、當有人進出、門開啟時噪音會傳室外，可以設置噪音緩衝空間來隔離噪音。這種噪音緩衝區在建築聲學中稱為“聲間Sound Luck”。

所謂的聲間是在人員進出區域再隔間出一處噪音緩衝區，形成兩道牆面、兩樑門的空間(如右圖)。設計時要兩道門的位置要錯開，不要面對面，

簡易式消音箱



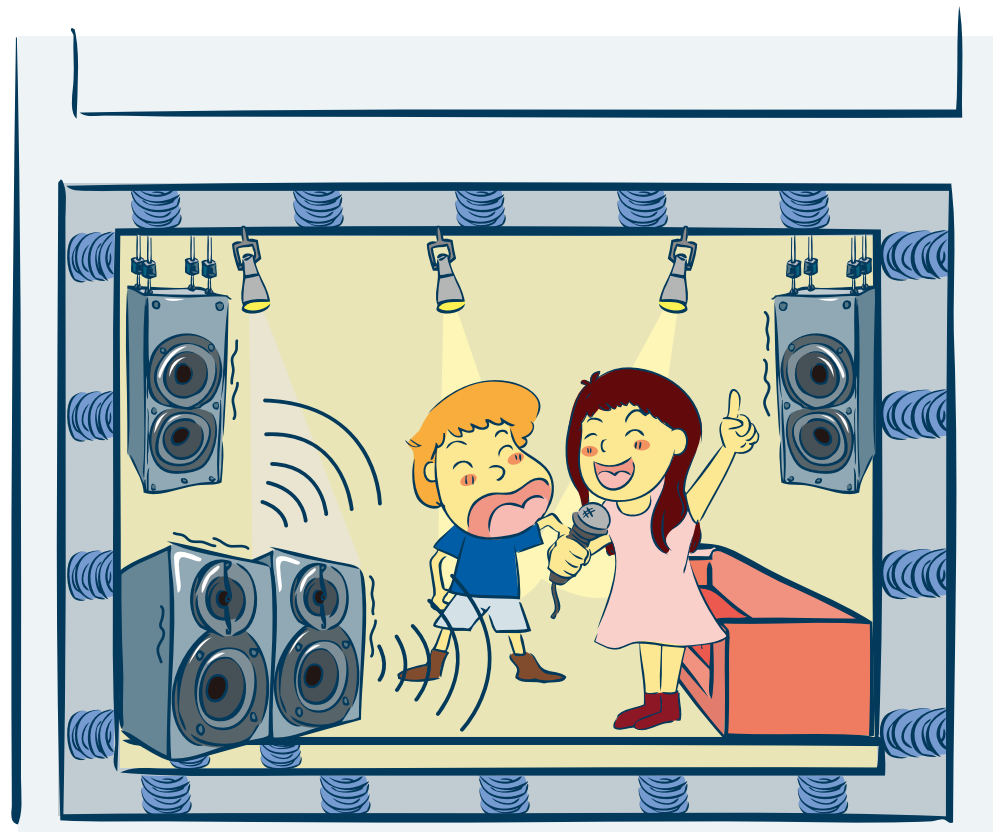
同時在開啟第二道門時第一道門必須是關閉(建議使用門弓器自動把門關上)狀態，這樣聲音才不會跑出室外，預算 的話，建議可以在噪音緩衝區天花板及壁面貼上吸音材料，增加減音效果。

10 KTV固體傳音處理

前節提到卡拉OK的噪音包含了固體音和空氣音兩種噪音方式，尤其是舞廳、PUB等播放舞曲或熱門音樂的場所，Bass低頻噪音經常是附近居民陳情的對象。這類喇叭所造成的低頻噪音通常是因喇叭音箱箱體振動沿著固定架，傳到地面、樓板或管線等處，再順著公寓建築結構、管線傳到公寓大樓其它處所，振動往往激發其它住戶起居室牆壁的也振動，而產生噪音。倘若低頻Bass音量大的話，聲波直接衝擊四面牆壁、樓板，一樣可以產生振動，同樣地以固體振動方式傳到不同樓層及處所。這類固體噪音主要以63-125Hz間的低頻率音為主，能夠傳得很遠，其特徵是住戶不太聽得到音樂全貌，而是聽到音樂中“碰、碰”的貝斯聲。

固體音的防制必需以隔振為主，喇叭立在地面要用隔振器，若是吊在天花板下方，必需採用隔振吊架來懸掛音箱架。消防管或水管等裸露管線，若遭受喇叭低頻聲音而會振動者，需要對管線做防音包覆，防音包覆方法如第45節。

對於喇叭大音量的低頻Bass聲波衝擊牆壁、樓板所形成的固體音，雖然降低喇叭的音量是最直接的方法，但對一些營業場所而言，客人可能會覺得不過癮，無法接受影響生意。這類營業場所如果在一開始裝潢時，就要採用“屋中屋”(Room in Room)的設計，是可以解決噪音問題，所謂“屋中屋”是指場所裡所有的牆面、天花板除了採用厚重的隔音建材外，而且必需是獨立的結構，即和原有的牆壁、天花板是分開的，地板採用隔振地板，這樣振動才不會傳到原有的建築物結構上，就像是在原有的室內再蓋一間，當然相當程度的裝潢費用是一定要的。



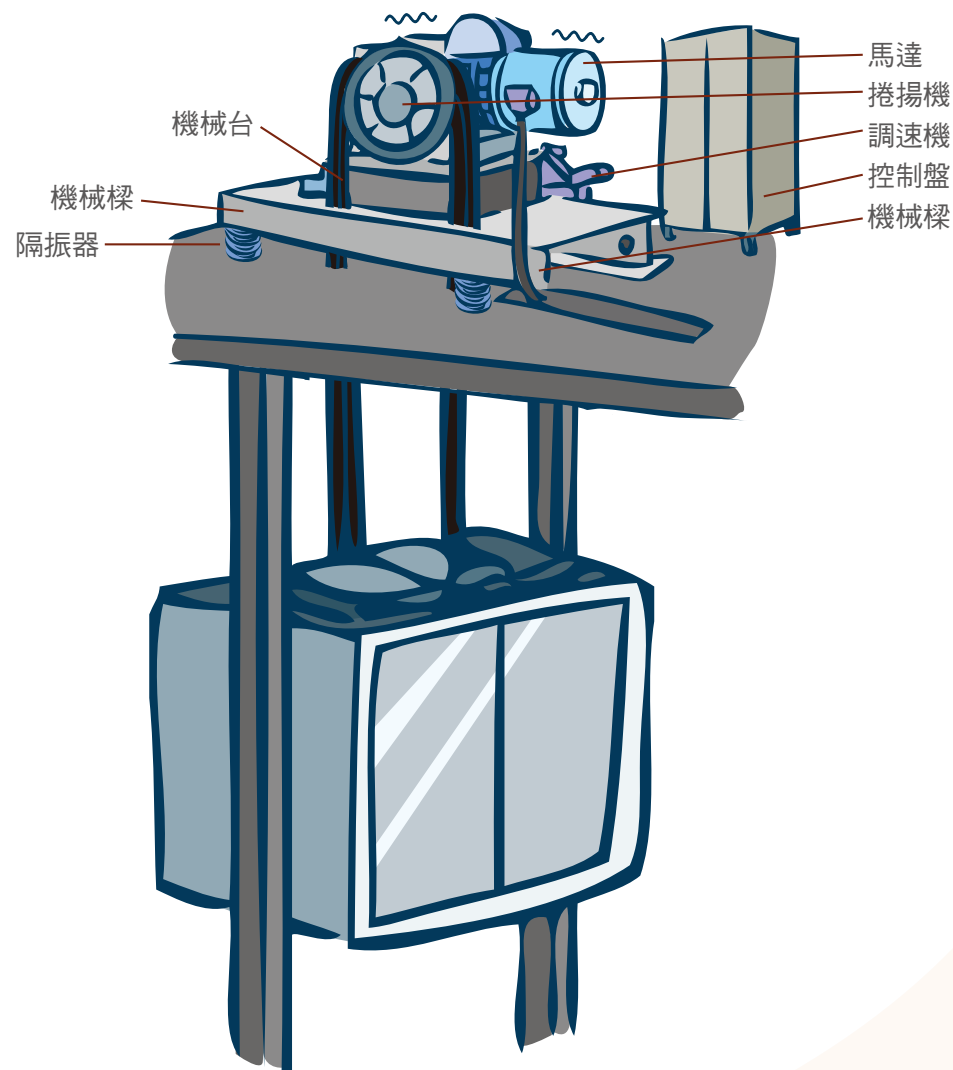
11

電梯噪音的處理

電梯是都市大樓常見的設備，尤其地價日益昂貴，建築物樓層越蓋越高，新建大樓電梯更是必備的設備。大樓起造時，建商為了結省費用及空間，電梯機房和大樓主體共用結構，使得電梯運轉時馬達等動力機械振動沿著大樓結構傳到住戶起居室壁面，壁面振動產生噪音(固體音)，尤其是這種固體音若發生在牀頭角落，當夜深人靜時更會影響住戶的睡眠品質，引發噪音陳情糾紛。由於電梯的噪音主要為低、中頻振動，傳播途徑為固體振動傳播，一經傳到大樓結構就很難加以處理，在電機房內安裝吸音材料的改善方法對電梯低頻噪音的改善實際效果不佳。要徹底解決噪音，必需針對振動源採取隔振措施才会有比較好的成效。

電梯系統主要是由以下幾個部份所構成：1.捲揚機 2.調速機 3.控制盤 4.車廂5.升降路。其中1-3 捲揚機、調速機、控制盤都是安置在電梯機房內，車箱即是一般我們所搭乘的電梯廂體，升降路指的是車廂升降時所需的導軌、配重、鋼索等組件。捲揚機是整個電梯系統最大的振動來源，捲揚機包括了馬達、冷卻風扇、變速齒輪、煞車器、鋼索輪等重要組件，安裝在機器台及機械樑上，機械樑固定在樓板或與建築物大樑柱固定，振動便沿著大樓樑柱、樓板、壁面傳到各處。

對於電梯的振動隔離，最首要的措施就是在機器台或機械樑安裝隔振器，以隔離捲揚機的振動，在捲揚機底部安裝隔振器，倘若設計或施作不良，做造成捲揚機運轉時產生晃動的現象，對電梯安全反而有不好的影響，因此電梯捲揚機的隔振措施宜請專業廠商或電梯原廠來處理，比較妥當。



12

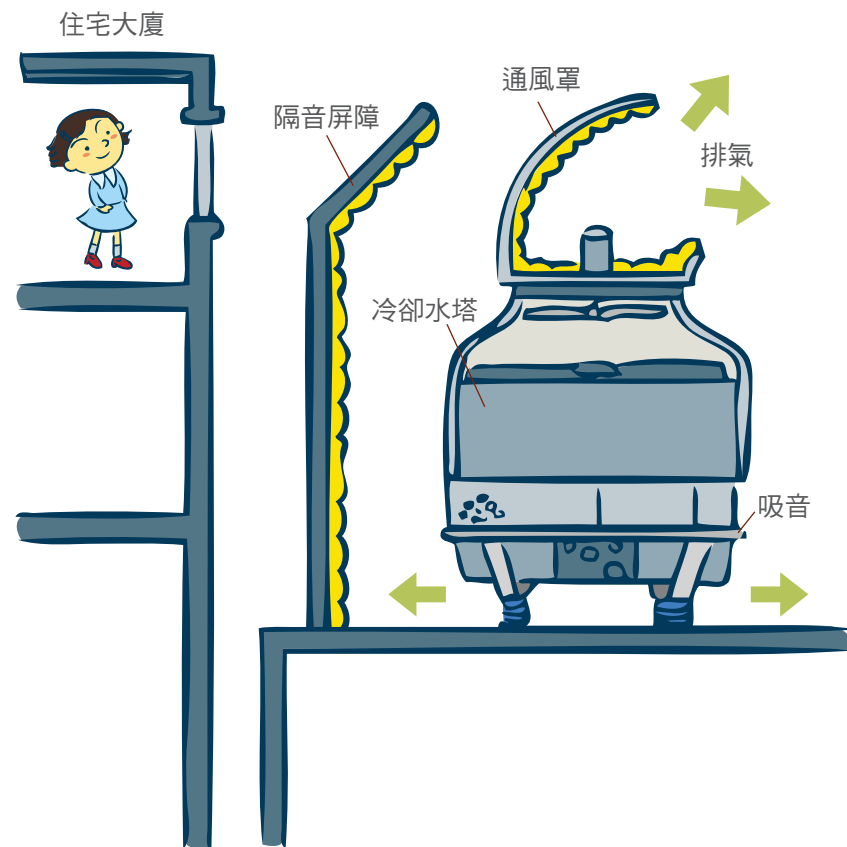
戶外冷卻水塔噪音防制

水冷式空調系統適合中、小型營業場所使用，不少營業場所將冷卻水塔設置在陽台上或防火巷內，周圍緊鄰民宅，自然容易產生噪音陳情及糾紛。

冷卻水塔主要噪音來源包括1.風扇噪音2.滴水槽的滴水聲 3.馬達振動的固體音，其中風扇噪音是主要噪音源，它的出風口位置高、向上傳播，不容易阻隔，而且聲音的頻率低、傳得遠(大氣對低頻聲音幾乎不具吸音效果)，所以影響的範圍較大。滴水槽滴水聲位置低，頻率為中、高頻聲音，在防火巷中容易被其他物品阻擋，影響戶數較少；冷卻水塔振動產生噪音問題一般發生在設置在陽台的場合，當風扇馬達老舊、軸承磨損會產生較大的振動，振動沿著冷卻水塔基座傳入建築物結構，產生固體振動傳播的固體音。

針對風扇噪音的改善，簡易有效的方法是在風扇出風口加裝消音彎頭，消音彎頭外殼為不鏽鋼或鍍鋅鋼板材質(面密度高，厚度不要小於1.2mm)，一般鐵板(皮)在戶外使用條件容易生鏽，消音彎頭內襯吸音材料(厚度不要小於5cm)，消音彎頭出口朝和住戶相反方向。此外冷卻水塔中段外殼是質地輕的塑鋼材質，面密度低、隔音效果差，而且下段部位呈開放構造以利冷卻空氣進入，故雖然安裝消音彎頭出風口噪音得到改善，但中段及下段部份傳出風扇噪音由次要音源成為主要音源，進一步針對中段及下段部份傳出的噪音處理可以採用隔音屏(牆)的改善方法來做(參考38節的作法)，此時可以連同下段開放部位的滴水聲噪音也可以一併獲得改善。

至於冷卻水塔振動傳播的噪音，只要在冷卻水塔基座設置隔振器即可改善，由於隔振器的選擇與冷卻水塔重量，馬達轉速密不可分，故宜請專業廠商或冷卻水塔製作廠來施作比較可靠，尤其預計在陽台設置冷卻水塔時，新設時最好將基座隔振器同時安裝完成，以免掉日後改善之施工費用及不便。

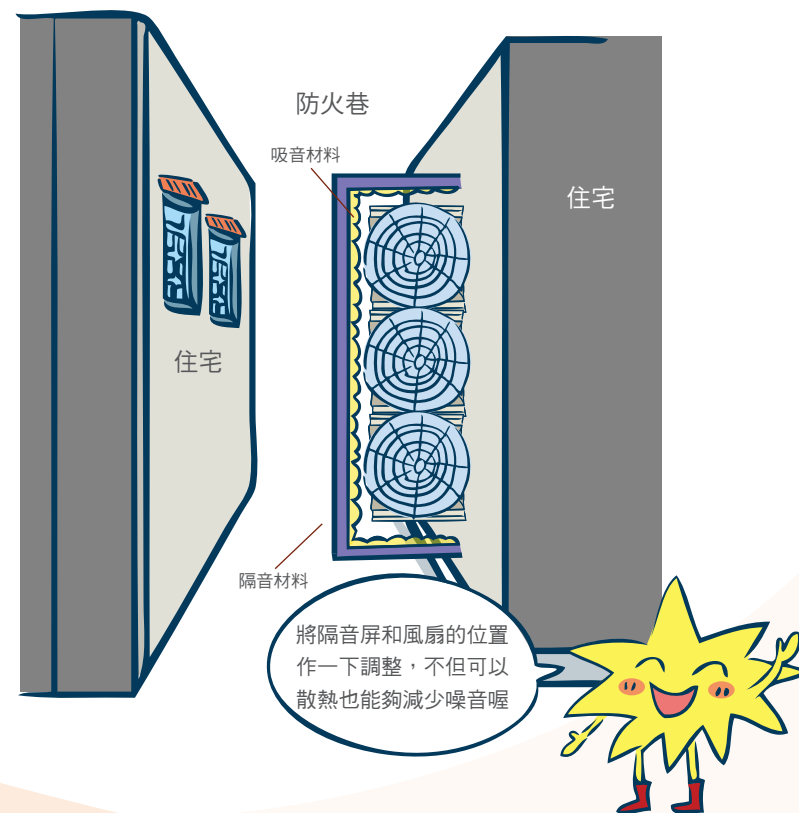
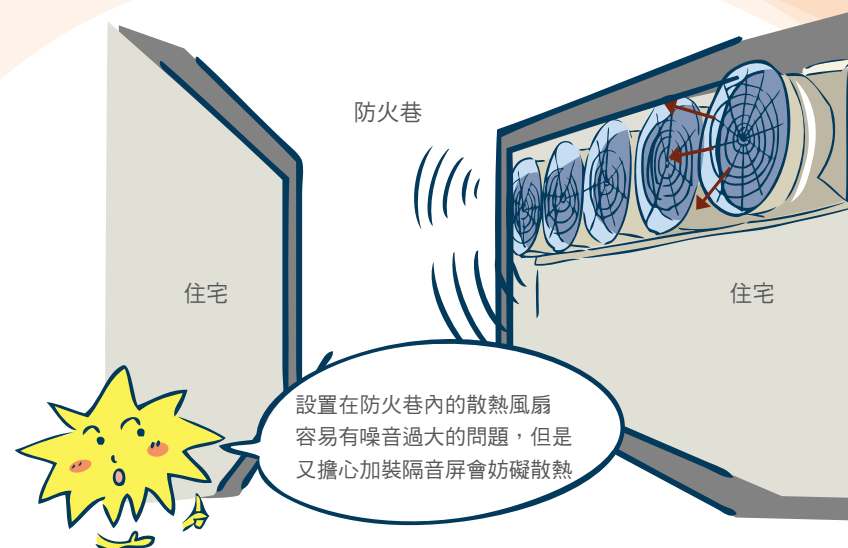


13

空調室外機噪音處理

一般在市區窄小防火巷內惱人的噪音來源，首推設置在地面的冷卻水塔外，其次為牆壁上釘著鐵架上的空調室外機以及營業場所冷凍櫃所需一排排散熱風扇。這些噪音源的特徵主要是風扇的噪音直接傳到對面民宅，尤其是一些營業用室外機器，由於長期使用又疏於檢修，很容易造成機械軸承磨損噪音變大。

一些室外機廠商對於噪音的方法除了檢修、更換零件外，要不就是建議汰舊換新，買噪較低的機種，只要噪音能降低、花費不高的方法都是好辦法。以以上方法外，由於這類設備體積都不是很大，只要在正對風扇前方加設一道簡易式隔音屏(牆)，就能有不錯的噪音改善效果，倘若擔心風扇前方加裝隔音屏會妨礙散熱，影響冷房效果，可以把室外機設置位置轉個90度，風扇朝防火巷兩端，隔音屏設置在側面，一樣可以達到噪音改善的目的。隔音屏的材質一如前節所述，以隔音材料為主，內側(機器側)要加吸音材料，否則風扇或壓縮機等噪音會在隔音屏和牆面間多次反射，最後傳出來，這是的隔音屏是無效的，所以再次提醒隔音屏的內側一定要安裝吸音材料。



14

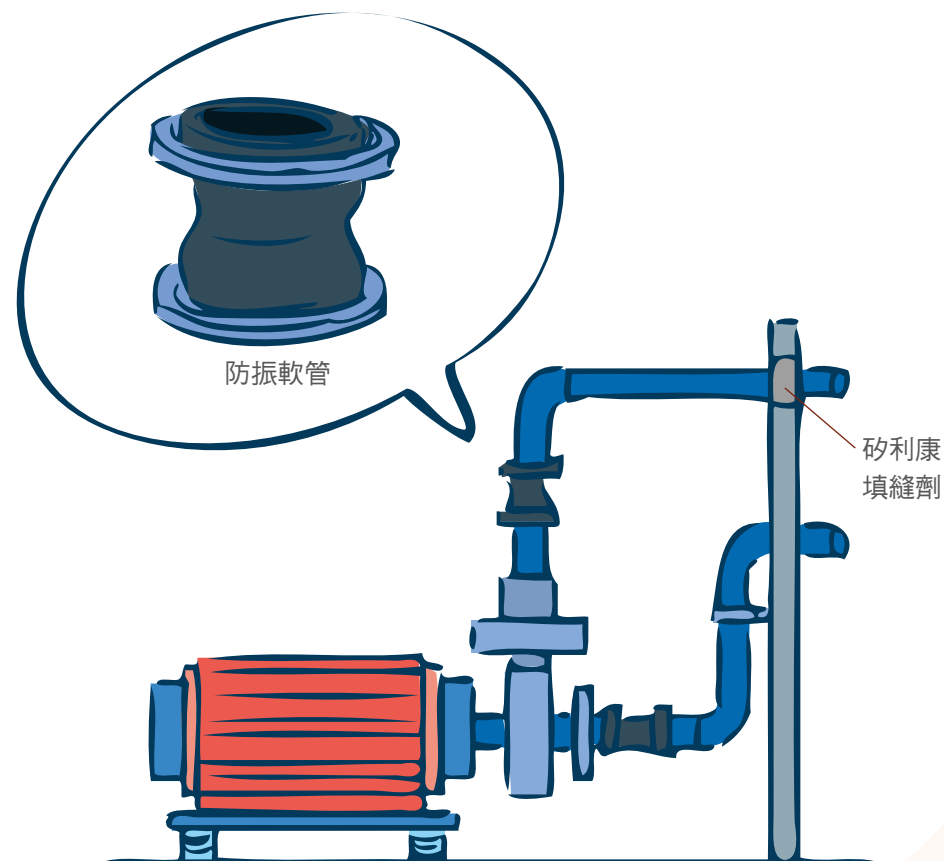
管路動力設備防音措施

很多住戶都有在家裡被鄰居或大樓公用抽水馬達突然啟動時噪音嚇到的經驗，如果在夜深人靜更是會影響睡眠品質。這類小型抽水馬達要不安裝在防火巷內的地面(戶外)，要不就是設置在大樓地下室機房裡，當水塔內水位低於浮筒位置時，馬達即自動啟動將水抽到水塔內。

放置在戶外地面的抽水馬達吵到居民，通常都是空氣音所造成的，馬達噪音在防火巷內四處傳遞、反射，最後經由窗戶、後門等開口部位或隔音較差的地方傳入室內。對於以空氣傳播為主的抽水馬達的噪音，可以採用第38節建議的局部隔音的方法來做，通常就可以達到改善的目的。

放置在大樓地下室的抽水馬達，由於大樓樓板、牆壁都是厚重建材，對空氣傳遞的噪音具有良好的隔音效果，倘若會吵到大樓其他住戶，大都是由於固體振動傳遞的噪音，誠如手冊多次提到固體音一定要從隔振著手，才能改善噪音。所以1. 馬達基座應加裝隔振器或橡膠隔振墊2. 揚(出)水管及進水管端加裝橡膠製防振軟管(接頭)3. 水管穿牆時，應先留孔隙，不讓水管振動直接傳到牆壁，孔隙再用矽利康等軟質填充物填補，隔振也隔音。

一般用戶對於抽水馬達使用習慣，都是裝了就忘了，也沒有定期維護，直到哪天水塔沒水找水電工來檢查，才知馬達故障。雖然新裝的抽水馬達噪音音量都比較小，但如果長期使用又沒有保養，機件有了磨損，噪音自然變大，所以定期檢修、維護抽水馬達，對於降低抽水馬達噪音是有幫助的。

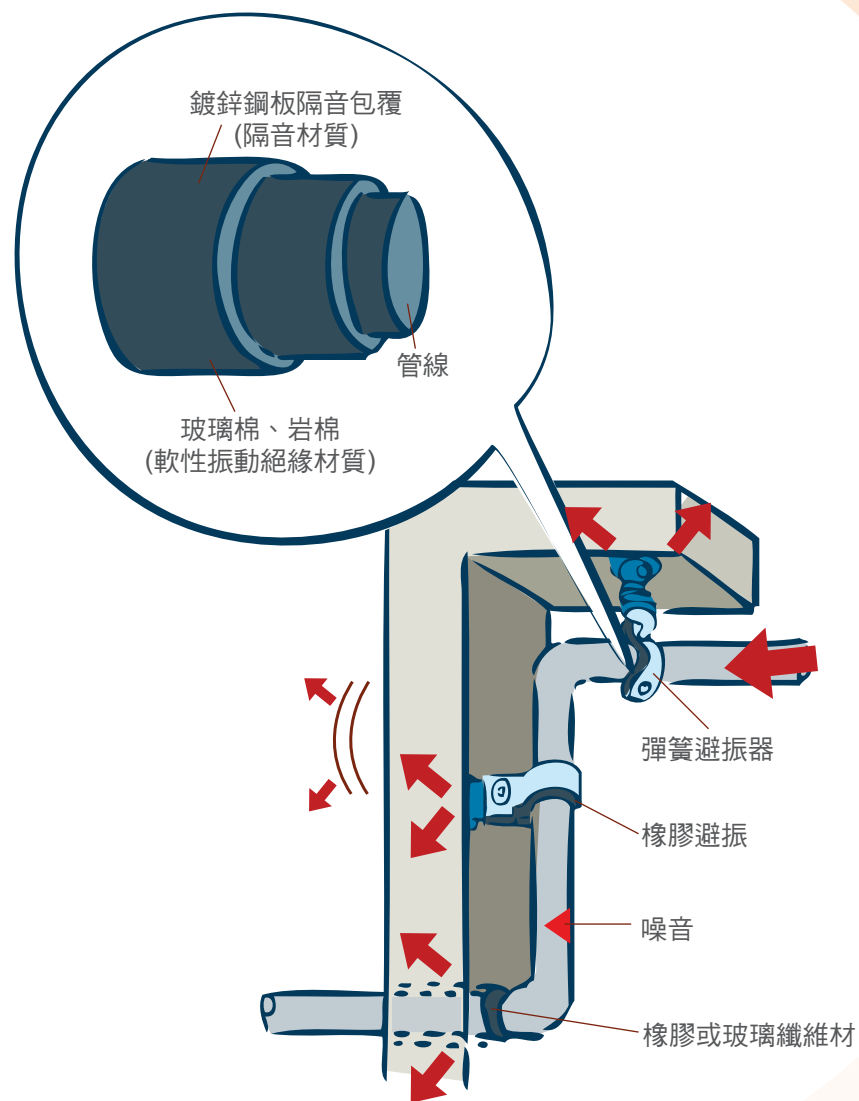


15 管線的防音包覆

最常見的管線噪音陳情多為營業場所廚房排油煙風管、大樓管道間內的水管等管線、樓上衛生間的排水管、工廠輸送氣、液體或顆粒料的管線。這類管線噪音的共同特徵就是管線內物體(氣、液、固體)流動時衝擊或磨擦管線，使得管壁振動幅射產生一般所稱的管線噪音，倘若管線振動過於強烈，還會導致支架振動，甚至於振動一路傳遞到牆體、樓板及建築物其他的樓層，對住戶產生噪音干擾。

管線噪音音量的大小在於管壁振動強烈程度以及管壁面積，而管壁振動程度和管線內物體流動衝擊或磨擦管壁的力量以及管壁厚薄(剛性)有直接的關係，像高壓輸送管，由於流速快，即使輸送管管壁厚實，依然振動很大；而餐廳(營業)廚房的排油煙風管，雖然管內風速不大，但風管管壁較薄，相對的排油煙時，風管“嗡嗡”作響。雖然降低管線流速或增加管壁厚度(剛性)會減少管壁振動，但流速降低，管線功能也跟著變差；增加管壁厚度，材料費用以及重量相對等比例增加，另一個作法為針對管壁振動幅射噪音做防音包覆，反而較為經濟及實用，效果也不錯。

管線防音包覆的做法：1.在原有管線外層先包覆一層軟質的振動緩衝材，一般空調廠商常用的隔熱、保溫材料如玻璃棉等，就是很好的振動緩衝材 2.最外層再包覆一層隔音材料，例如風管常用的鍍鋅鋼板或鋁板，由於鋁板密度低，用鍍鋅鋼板效果較好。



16 樓板衝擊音的防制

都市地區寸土寸金地價高昂，建築物都是垂直向上興建，層樓越蓋越高，住宅從早期的平房、透天厝，慢慢演變為一般公寓、電梯大廈，一些小型營業場如舞蹈教室、音樂教室、升學補習班等等也進駐到電梯大廈內，於是樓上小朋友的跑跳、活動、或是在地上拖拉傢俱物品等都會衝擊樓板產生振動、噪音，影響樓下住戶的生活安寧，對於這種因為樓板受到衝(撞)擊，而在樓下室內空間所形成的噪音，專業建築聲學領域稱為“樓板衝擊音”。

要消除樓板衝擊音，除了要求樓上住戶或使用者改善行為、習慣外，另外在建築專業的作法則是針對樓上的地板，設計、製作成浮動地板或稱為浮式地板(Floating Floor)，所謂的浮動地板指的是在原有的樓板上方再做一層隔振的樓(地)板供實際使用。浮動地板的作法為：1.原有的樓板上先配置合成橡膠隔振塊，隔振塊上方鋪上木夾板，以使得承載重量可以平均分配到每塊橡膠隔振塊上，木夾板上層施做木造地板或水泥樓板(用以承受較大的載重)，前者為乾式工法，適合事後改善場合、後者為濕式工法，適合在建築物興建及裝潢時一併完成。

浮式地板的用途很廣，一些需要非常安靜的場所，如音樂廳、錄音室、攝影棚等，在建築時都會在即有的空間裡再蓋一間，形成屋中屋的式樣，地板一定是採用浮動地板構造。

