

控制通風系統噪音
的優良手法

控制通風系統噪音
的
優良手法

環境保護署

二零零六年四月

(下載版)

本小冊子所載有關某公司式產品的任何資料或所提及的任何特定產品的牌子名稱，均絕非表示香港特別行政區政府推薦或認可此種產品。該等資料或所提及的牌子名稱僅作舉例說明之用，冊子內沒有列出或提及的任何產品或公司均不可解釋作為香港特別行政區政府不同意採用論。冊子內所述的產品數據均經有關製造商或其認可的代理商或代表證明屬實。然而，冊子內文對任何產品所作的介紹，不應解釋作為香港特別行政區政府對該等產品的保證。讀者應就本冊子內所指的任何產品向獨立的專業人士尋求該產品之操作、使用、裝置、保養等方面的專業或技術指導。

目錄

	頁
1. 導言	7
2. 簡便指南	8
3. 防止噪音問題的規劃	9
3.1 設備的安置	9
3.2 選擇寧靜的設備	10
3.3 定期保養	10
4. 通風系統的噪音問題和實用矯正法	11
4.1 經空氣傳遞的風冷式冷卻器噪音	11
4.2 經結構傳遞的風冷式冷卻器噪音	14
4.3 經空氣傳遞的冷卻水塔噪音	16
4.4 經結構傳遞的冷卻水塔噪音	19
4.5 經空氣傳遞的抽氣扇噪音	21
4.6 經結構傳遞的抽氣扇噪音	24
4.7 經空氣傳遞的通風管道噪音	26
4.8 重要註解	28
5. 在不同噪音超出水平下所建議之矯正法	29
6. 聲學詞彙	30

附 錄

	頁
I. 法定噪音管制	31
II. 噪音聲級的預計	32
III. 通風設備的典型聲功率級	36
IV. 完全隔音罩	37
V. 局部隔音罩	38
VI. 隔音屏障	39
VII. 浮動混凝土底座	40
VIII. 避震器	41
IX. 消聲器	44
X. 浮動地台	45
XI. 辨別震動來源指引	46
XII. 離心式及軸心式抽氣扇的安裝指引	47
XIII. 實用噪音控制措施例子	49
XIV. 參考資料	50
XV. 其它有關噪音控制的資料	51
XVI. 環境保護署轄下辦事處的地方及電話	52

插 圖 總 覽

	頁
圖一 完全隔音罩及消聲器	9
圖二 經空氣傳遞的風冷式冷卻器噪音	11
圖三 應用於風冷式冷卻器的隔音屏障	12
圖四 應用於風冷式冷卻器的浮動地台及完全隔音罩	13
圖五 經結構傳遞的風冷式冷卻器噪音	14
圖六 風冷式冷卻器的隔震	15
圖七 經空氣傳遞的冷卻水塔噪音	16
圖八 應用於冷卻水塔的隔音屏障及通風罩	17
圖九 應用於冷卻水塔的全體隔音罩	18
圖十 經結構傳遞的冷卻水塔噪音	19
圖十一 冷卻水塔的隔震	20
圖十二 經空氣傳遞的軸心式及離心式抽氣扇噪音	21
圖十三 通風管道轉向	22
圖十四 應用於軸心式及離心式抽氣扇的 完全隔音罩及消聲器	23
圖十五 經結構傳遞的軸心式及離心式抽氣扇噪音	24
圖十六 軸心式及離心式抽氣扇的隔震	25
圖十七 通風管道的噪音	26
圖十八 具阻尼減震的合成物和合成橫擋板的應用	27
圖十九 局部隔音罩	38
圖二十 隔音屏障	39
圖二十一 金屬彈簧	43
圖二十二 隔震軟墊	43
圖二十三 消聲器	44
圖二十四 浮動地台	45
圖二十五 離心式抽氣扇安裝指引	47
圖二十六 軸心式抽氣扇安裝指引	48
圖二十七 噪音控制措施示例	49

表 總 覽

	頁
表一 簡便指南.....	8
表二 建議的實用矯正法.....	29
表三 在外牆一米外的可接受的噪音聲級 (分貝 (A))	31
表四 室內的可接受的噪音聲級 (分貝 (A))	31
表五 在某一指定距離的距離衰減系數	34
表六 噪音聲級的加法	34
表七甲 風冷式冷卻器的典型聲功率級.....	36
表七乙 冷卻水塔的典型聲功率級.....	36
表七丙 抽風扇的典型聲功率級.....	36
表八 隔音罩的隔音物料.....	37
表九 浮動混凝土底座選擇指引.....	40
表十 在不同機械轉速下所需的最低靜載重撓度.....	42
表十一 辨別震動的來源指引.....	46

1. 導 言

根據噪音管制條例，工業或商業活動所產生的噪音應符合有關技術備忘錄內所規定的噪音標準。而通風系統的操作是其中一種公認的嘈吵活動。本小冊子首先強調以規劃防止噪音問題的重要性，再簡短描述通風系統潛在的噪音問題，同時提供可應用於新設計系統或翻新系統上的實用噪音控制措施。

讀者應留意符合本小冊子的建議並不代表符合法定的要求。此外，除本小冊子所建議的方法外，可能還有其它解決方法。因此，讀者應尋求專業人士意見，以確保採用適當及高成本效益的噪音控制措施。

本小冊子是專為食肆營運者、大廈管理人員及一些缺乏全面噪音控制知識的通風系統承建商而編寫。建築師、屋宇設備工程師及其它有關專業人員也可利用本小冊子作為核對清單，以確保在設計通風系統或安置通風設備時會採用適當措施避免噪音問題。本小冊子主要內容均以簡易文字附以圖解編寫，務求一般讀者容易明白，而焦點集中於實際可行的措施上。更多的技術性資料則可在附錄中找到。

另外，讀者也可參考另一本小冊子「控制抽水系統噪音的優良手法」，該小冊子講述抽水系統的噪音問題及可行的解決方法。

2. 簡便指南

下列簡便指南方便讀者直接翻閱相關噪音問題的段節或附錄。

表一：簡便指南

噪音問題的來源	矯正方法	有關的段節	有關的附錄
冷卻器	- 隔音屏障	1	VI
	- 局部隔音罩	1	V
	- 完全隔音罩	1	IV
	- 消聲器	1	IX
	- 浮動地台	1	X
	- 避震器	4.2	VIII
冷卻水塔	- 隔音屏障	4.3	VI
	- 局部隔音罩	4.3	V
	- 完全隔音罩	4.3	IV
	- 消聲器	4.3	IX
	- 吸音蓆	4.3	--
	- 通風罩	4.3	--
	- 避震器	4.4	VIII
抽氣扇	- 消聲器	4.5	IX
	- 完全隔音罩	4.5	IV
	- 減低抽氣機轉速	4.5	--
	- 轉向	4.5	--
	- 浮動混凝土底座	4.6	VII
	- 避震器	4.6	VIII
	- 彈性接口	4.6	--
管道	- 強化震動管道表層	4.7	--
	- 具阻尼減震物料	4.7	--
	- 合成橫擋板	4.7	--

3. 防止噪音問題的規劃

3.1 設備的安置

設備的安裝位置是決定在「噪音感應強的地方」（例如：住宅大廈或學校）的噪音聲級的重要因素。在情況許可下，設備應放置在厚壁的機房內或遠離任何「噪音感應強的地方」或置於體積大的障礙物後（例如：建築物或隔音屏障），務求設備與「噪音感應強的地方」之間的視線受阻。假如因為空間或其他因素下，嘈吵的設備必需置於「噪音感應強的地方」附近，則應採用足夠的噪音控制措施。圖一顯示一所新大廈的通風設備：為防止將來可能出現噪音問題，在設計階段它已經配備足夠的噪音控制措施。

(冷卻器置於住宅大廈附近)

圖一：完全隔音罩及消聲器

3.2 選擇寧靜的設備

一般而言，寧靜的設備普遍比較昂貴。但是長遠來說，購買寧靜設備較購買廉價設備後再作消減噪音的修正更為經濟（例如：超靜冷卻器或冷卻水塔）。大多數設備已有一系列噪音控制裝備作為處理其本身噪音之用。當購買新設備時，宜說明所需噪音聲級規格，這樣，設備供應商就能挑選合適的設備及噪音控制裝備以符合所需之噪音聲級規格。

3.3 定期保養

為了防止現有設備的噪音加增，用戶應制定定期保養計劃以確保設備正常運作及其發出的噪音或震動受到控制。保養項目可包括添加潤滑油於活動部份、扭緊鬆脫的零件、更換損壞的組件及調準設備組件等。量度設備不同頻率的震動有助明瞭過量震動或噪音的成因。有關辨別震動來源的指引可見附錄 XI。

4. 通風系統的噪音問題和實用矯正方法

4.1 經空氣傳遞的風冷式冷卻器噪音

(甲) 問題

風冷式冷卻器的噪音可對其附近的居民造成噪音騷擾（參考圖二），其噪音主要來自冷凝器風扇上形成的湍流所產生的空氣流動噪音及在冷媒運行及開關時的壓縮器噪音。

圖二：經空氣傳遞的風冷式冷卻器噪音

(乙) 實用矯正方法

- 在機械設備與附近住宅大廈之間加設隔音屏障或局部隔音罩 (參考圖三) 以阻礙噪音之傳遞 (參考附錄 VI 及 V)。

(噪音消滅可達至 10 分貝 (A))

圖三：應用於風冷式冷卻器的隔音屏障

(乙) 實用矯正方法 (續)

- 當「噪音感應強的地方」位於四週，應建造完全隔音罩附以消聲器於冷凝器風扇的排氣口和隔音罩進氣口 (參考圖四) 以圍封和吸收冷卻器的噪音 (參考附錄 IV)。
- 當下層為「噪音感應強的地方」時，安裝浮動地台 (參考圖四) 以減低通過地板而經空氣傳遞的噪音 (參考附錄 X)。

(噪音消滅可達至 30 分貝 (A))

圖四：應用於風冷式冷卻器的浮動地台及完全隔音罩

4.2 經結構傳遞的風冷式冷卻器噪音

(甲) 問題

如風冷式冷卻器固定在建築物上而沒有適當隔離，其運行時所產生的震動可經建築物結構傳至室內（參考圖五）。這些震動可觸發建築物結構發出噪音而騷擾到大廈內的居民。

圖五：經結構傳遞的風冷式冷卻器噪音

(乙) 實用矯正方法

-裝置避震器以承托風冷式冷卻器（參考圖六），從而將冷卻器與建築物結構隔離（參考附錄 VIII）。

(噪音消滅可達至 20 分貝 (A))

圖六：風冷式冷卻器的隔震

4.3 經空氣傳遞的冷卻水塔噪音

(甲) 問題

冷卻水塔所產生的噪音可對其附近居民造成噪音騷擾（參考圖七），其噪音主要來自冷凝器風扇上形成的湍流所產生的空氣流動噪音及水濺潑到收集水池而產生的噪音。

圖七：經空氣傳遞的冷卻水塔噪音

(乙) 實用矯正方法

-假如所需的噪音消滅並非太多，可在機械設備與附近住宅大廈之間加設隔音屏障或局部隔音罩以阻礙噪音之傳遞（參考附錄 VI 及 V），在收集水池水面上裝置吸音高以減低水濺潑所發出的噪音，及安裝通風罩於抽氣扇排氣出口（參考圖八）。

（噪音消滅可達至 10 分貝 (A)）

圖八：應用於冷卻水塔的隔音屏障及通風罩

(乙) 實用矯正方法 (續)

-當「噪音感應強的地方」位於四周，應建造完全隔音罩附以消聲器於冷凝器風扇的排氣口和隔音罩進氣口 (參考圖九)，以圍封和吸收冷卻水塔的噪音 (參考附錄 IV)。

(噪音消滅可達至 30 分貝 (A))

圖九：應用於冷卻水塔的完全隔音罩

4.4 經結構傳遞的冷卻水塔噪音

(甲) 問題

如冷卻水塔固定在建築物上而沒有適當隔離，其運行時所產生的震動可經建築物結構傳至室內 (參考圖十)。這些震動可觸發建築物結構發出噪音而騷擾到大廈內的居民。

圖十：經結構傳遞的冷卻水塔噪音

(乙) 實用矯正方法

-裝置避震器以承托冷卻水塔（參考圖十一），從而將冷卻水塔與建築物結構隔離（參考附錄 VIII）。

（噪音消滅可達至 20 分貝 (A)）

圖十一：冷卻水塔的隔震

4.5 經空氣傳遞的抽氣扇噪音

(甲) 問題

抽氣扇的噪音可對其附近居民造成噪音騷擾（參考圖十二），其噪音主要來自湍流和扇葉面的相互作用及扇葉或抽氣扇的震動。這些噪音可傳至相連的管道前方及後方或經抽氣扇外殼傳至大氣中。

圖十二：經空氣傳遞的軸心式及離心式抽氣扇噪音

(乙) 實用矯正方法

- 在非繁忙時間減低抽氣扇的運行轉速。
- 使通風管道轉向以遠離接收者 (參考圖十三)。

噪音消滅可達至 5 分貝 (A)

圖十三: 通風管道轉向

(乙) 實用矯正方法 (續)

- 安裝消聲器於抽氣扇的排氣口 (參考圖十四), 從而吸收抽氣扇所產生的噪音 (參考附錄 IX)。
- 建造完全隔音罩 (參考圖十四) 用以圍封和吸收噪音源所產生的噪音 (參考附錄 IV)。

噪音消滅可達至 30 分貝 (A)

圖十四: 應用於軸心式及離心式抽氣扇的完全隔音罩及消聲器

4.6 經結構傳遞的抽氣扇噪音

(甲) 問題

當抽氣扇直接繫於支架結構上而沒有適當隔離，其運行時所產生的震動可經建築物結構傳至室內（參考圖十五）。這些震動可觸發建築物結構發出噪音而騷擾到大廈內的居民。

圖十五：經結構傳遞的軸心式及離心式抽氣扇噪音

(乙) 實用矯正方法

- 裝置浮動混凝土底座以承托抽氣扇（參考圖十六），從而增加該通風系統的堅硬度及穩定性（參考附錄 VII），及裝置避震器以承托浮動混凝土底座（參考圖十六），使其與建築物結構隔離（參考附錄 VIII）。
- 在抽氣扇及通風管道之間裝置彈性接口，使其與通風管道隔離。

噪音消減可達至 20 分貝 (A)

圖十六：軸心式及離心式抽氣扇的隔震

4.7 經空氣傳遞的通風管道噪音

(甲) 問題

空氣在通風管道內流動引致管道壁震動，從而發出隆隆聲的噪音。另外通風管道內的噪音也可經由通風管道表面傳至大氣中。這些噪音可對附近居民造成噪音騷擾（參考圖十七）。

圖十七：通風管道的噪音

(乙) 實用矯正方法

- 用承托蹠使震動的通風管道表面堅硬，從而減低其表面的震動。
- 在震動的通風管道表面加上具阻尼減震的材料（參考圖十八），從而減少震動面的移動。
- 採用具吸音材料的合成橫擋板以圍封散發出的噪音（參考圖十八）。

噪音消滅可達至 20 分貝 (A)

圖十八：具阻尼減震的合成物和合成橫擋板的應用

4.8 重要註解

以上的解決方法只為某一特別噪音問題而建議。在真實環境中，噪音可由多過一個音源所引致。在這些情況下，可能需要同時採用多種矯正法去解決該噪音問題。

- 經空氣傳遞的噪音
 - 風冷式冷卻器
 - 完全隔音罩配以消聲器
 - 安裝浮動地台
 - 加設隔音屏障或局部隔音罩
 - 抽氣扇
 - 完全隔音罩
 - 安裝排氣口消聲器
 - 減低抽氣扇速度
 - 冷卻水塔
 - 完全隔音罩配以消聲器
 - 安裝吸音蓆及通風罩於抽氣扇排氣口
 - 加設隔音屏障或局部隔音罩
- 經結構傳遞的噪音
 - 冷卻水塔
 - 安裝避震器
 - 風冷式冷卻器
 - 安裝避震器
 - 抽氣扇
 - 浮動混凝土底座配以避震器
 - 安裝彈性接口於抽氣扇和通風管道之間

5. 在不同噪音超出水平所建議之矯正法

以下在不同噪音超出水平下所建議的實用矯正法只作參考用途，對所建議的矯正法並不保證成效。讀者遇疑問或複雜問題時應尋找個別專家給與意見。

表二：建議的實用矯正法

問題的來由	噪音超出水平 (分貝 A)	建議的實用矯正法
經空氣傳遞的 風冷式冷卻器噪音	< 10	- 隔音屏障和/或消聲器
	10 至 20	- 局部隔音罩和消聲器
	> 20	- 完全隔音罩和消聲器 - 浮動地台
經結構傳遞的 風冷式冷卻器噪音	< 20	- 避震器
	> 20	- 重新裝置於其它地方
經空氣傳遞的 冷卻水塔噪音	< 10	- 吸音蓆、隔音屏障和通風罩
	10 至 20	- 局部隔音罩和消聲器
	> 20	- 完全隔音罩和消聲器
經結構傳遞的 冷卻水塔 噪音	< 20	- 避震器
	> 20	- 重新裝置於其它地方
抽氣扇於通風管道 的噪音	> 5	- 通風管道開口遠離接收者 - 減低抽氣扇速度
	5 至 10	- 消聲器
	> 10	- 通風管道開口遠離接收者 - 消聲器
經結構傳遞的 抽氣扇噪音	< 20	- 浮動混凝土底座和避震器
	> 20	- 重新裝置於其它地方
通風管道發出 隆隆聲的噪音	< 5	- 加強震動通風管道表面的堅硬性
	> 5	- 具阻尼減震的材料 或合成防撞板

6. 聲學詞彙

- A 加權分貝 (即分貝 (A)) - A 加權分貝是量度噪音的單位，反映人類耳朵對噪音的反應。
- 經空氣傳遞的噪音 - 經空氣傳遞到某一特定地方的噪音。
- 頻率 - 在每個單位時間內聲壓反覆變動的次數。頻率以多少「赫」(Hertz) 計，即每秒週期數。
- 噪音 - 噪音是任何一種被人認為是不需要或令人煩擾的聲音。
- 聲功率級 - 衡量某一聲源所發出的總聲功率的數值，以分貝表示。它與參考距離或其他外來因素無關。
- 聲壓級 - 衡量某一點的聲音壓力的數值，以分貝表示。它與聲源的距離及其他外來因素有關。
- 經結構傳遞的噪音 - 經固體結構傳遞到某一特定地方的噪音。

法定噪音管制

假如通風系統所發出的噪音在一特定「噪音感應強的地方」(例如：住宅大廈或學校) 並不符合「管制非住用處所、非公眾地方或非建築地盤噪音技術備忘錄」內所載的「可接受的噪音聲級」，有關當局會根據該技術備忘錄向該系統之擁有者或操作者發出「消減噪音通知書」，藉此而實施管制。

在一特定的「噪音感應強的地方」，如其評估位置在外牆一米外，其「可接受的噪音聲級 (分貝 (A))」在表三列明。但在以上技術備忘錄列明的某些情況下，而評估位置位於大廈室內，其「可接受的噪音聲級」應較表三所載的低 10 分貝 (A)，而該「可接受的噪音聲級」在表四列明。讀者在決定適用的「可接受的噪音聲級」時，應參考上述提及的技術備忘錄。

表三：在外牆一米外的可接受的噪音聲級 (分貝 (A))

時間 噪音感應強 的地方所在地區的種類	日間及晚上 (0700 時至 2300 時)	深夜 (2300 時至翌早 0700 時)
市區	65 - 70	55 - 60
郊區	60 - 65	50 - 55

表四：室內的可接受的噪音聲級 (分貝 (A))

時間 噪音感應強 的地方所在地區的種類	日間及晚上 (0700 時至 2300 時)	深夜 (2300 時至翌早 0700 時)
市區	55 - 60	45 - 50
郊區	50 - 55	40 - 45

噪音聲級的預計

以下陳述一個預計經空氣傳遞的噪音的簡易方法。讀者應緊記從以下程序所得出的預計結果只可作參考。該預計方法並不適用於經建築物結構傳遞的噪音。如遇上任何疑問，讀者應尋找個別專家給與意見。

第一步 確定最受影響的「噪音感應強的地方」的所在位置

任何住用處所、酒店、旅舍、臨時房屋、醫院、診所、教育院校、公眾崇拜地方、圖書館、法庭及演藝中心均被視作「噪音感應強的地方」看待。一般情況下，應確定最接近有關噪音源之「噪音感應強的地方」的窗口、門及其它洞口的外牆。

第二步 噪音源的聲功率級

通風設備的典型聲功率級載列於附錄 III 作為參考。實際情況許可下，個別噪音源的聲功率級應由有關供應商提供。

第三步 距離衰減作用

在決定個別噪音源與「噪音感應強的地方」的距離時，應使用平面距離或按適當情況下使用其傾斜距離。而相對的距離衰減系數可參考表五。從個別噪音的聲功率級減去適當的距離衰減系數，可得出在「噪音感應強的地方」的各噪音源的個別聲壓級。

第四步 噪音聲級的總和

各噪音源在「噪音感應強的地方」所計算得的個別聲壓級應根據表六以對數加法計算其總噪音聲級。

第五步 聲音反射的修正

如噪音感應強的地方是一幢大廈，依照第四步計算所得的總噪音聲級應作+ 3 分貝 (A)修正。

請留意在第五步所得的噪音聲級可能須要作+ 3 分貝 (A)或+ 6 分貝 (A)的音調、脈衝或斷續聲音修正。詳情可參閱「管制非住用處所、非公眾地方或非建築地盤噪音技術備忘錄」。

表五：在某一指定距離的距離衰減系數

距離 (米)	修正 (分貝 (A))	距離 (米)	修正 (分貝 (A))
1	8	30 至 33	38
2	14	34 至 37	39
3	18	38 至 41	40
4	20	42 至 47	41
5	22	48 至 52	42
6	24	53 至 59	43
7	25	60 至 66	44
8	26	67 至 74	45
9	27	75 至 83	46
10	28	84 至 93	47
11	29	94 至 105	48
12	30	106 至 118	49
13	30	119 至 132	50
14	31	133 至 148	51
15 至 16	32	149 至 166	52
17 至 18	33	167 至 187	53
19 至 21	34	188 至 210	54
22 至 23	35	211 至 235	55
24 至 26	36	236 至 264	56
27 至 29	37	265 至 300	57

此表只適用於三百米內的距離。倘距離超過三百米，距離衰減系數的計算須考慮到一般聲學原理及慣例。

表六：噪音聲級的加法

兩個要計算的噪音聲級的分貝 (A) 差距	在較高的噪音聲級加上 的分貝 (A) 數值
0 至 0.5	3.0
1.0 至 1.5	2.5
2.0 至 3.0	2.0
3.5 至 4.5	1.5
5.0 至 7.0	1.0
7.5 至 12.0	0.5
12.0 以上	0

在使用表六時，噪音聲級應以一對對的加上，而最後的總數應以四捨五入，小數到一個完整的分貝 (A)。

例子：

兩設備（抽氣扇和冷卻器）放置於室外，其聲功率級分別為 95 分貝 (A) 及 100 分貝 (A)。而最受影響的「噪音感應強的地方」確定為一居住單位，分別距離抽氣扇及冷卻器 20 米和 25 米。以下估計該兩設備所發出的噪音在居住單位的噪音聲壓級。

噪音感應強的地方 (第一步)	噪音來源	聲功率級 (分貝 (A)) (第二步)	距離 (米)	距離衰減系數 (分貝 (A)) (第三步)	噪音聲級 (分貝 (A))
居住單位	抽氣扇	95	20	34	61
	冷卻器	100	25	36	64
噪音聲級總和 (分貝 (A)) (第四步)					66
聲音反射的修正數值 (分貝 (A)) (第五步)					3
「噪音感應強的地方」的噪音聲級 (分貝 (A))					69
「可接受的噪音聲級」(參考表三)					60
噪音超出水平					9
建議的實用矯正方法 (參考段節五的表二)					
- 隔音屏障和/或冷卻器消聲器					
- 抽風扇消聲器					

通風設備的典型聲功率級

不同功率通風設備的聲功率級可參考表七甲、七乙及七丙。實際情況許可下，應詢問相關供應商有關設備的聲功率級。

表七甲：風冷式冷卻器的典型聲功率級

冷凍量 (冷噸)	聲功率級 (分貝 (A))
50	100
100	102
150	103
200	105
250	106
300	106
350	107
400	109

表七乙：冷卻水塔的典型聲功率級

抽氣扇的馬力 (馬力)	聲功率級 (分貝 (A))
10	96
20	99
30	101
40	102
50	103
60	104
70	105
80	105

表七丙：抽風扇的典型聲功率級

通風量 (平方米/小時)	聲功率級 (分貝 (A))	
	125 帕斯卡	750 帕斯卡
1700	79	95
8600	83	99
17000	85	101
34000	89	105
43000	90	107
86000	93	110
170000	97	113

完全隔音罩

假若噪音問題是由空氣傳遞產生而需要作超過 20 分貝 (A) 的消減，一般需要應用完全隔音罩。隔音罩內應襯上五十毫米厚的吸音材料 (例如：玻璃纖維)，而隔音罩本身可用各類材料造成，表八列出不同隔音罩材料的聲音透射損失值。隔音罩內的通風亦不應被忽略，因為多數機動設備 (例如：馬達) 均需要足夠流通空氣以防止過熱及使其有效地運作。應採用在進氣口及排氣口配備消聲器的通風系統 (參考圖四和九)。

表八：隔音罩的隔音物料

材料	厚度 (毫米)	表面質量 (千克/平方米)	聲音透射損失值 (分貝)		
			125 赫	500 赫	2000 赫
磚牆	125	240	36	40	54
馬糞紙	56	25	22	27	35
隔音板 (鋼板夾玻璃纖維)	50	27	19	31	44
硬紙板	19	11	17	25	26
石膏板	9	7	15	24	32
夾板	6	3.5	9	16	27

局部隔音罩

局部隔音罩是圍封噪音來源的建造物，它並不將聲源完全圍封及留下空間作自然通風之用。局部隔音罩只會在接收者不能直接看到噪音源的情況下才能有效。在成本、檢查及通風方面，局部隔音罩都比完全隔音罩優勝，但在設計及建造時應加倍仔細。在最理想情況下，可消減音量達至 20 分貝 (A)。

圖十九：局部隔音罩

隔音屏障

隔音屏障應盡量放近噪音源或受噪音影響的地方以達到最佳隔音效果。隔音屏障應沒有可滲漏噪音的間隙及接口。隔音屏障的表面質量不能少於每平方米 10 千克。在最理想情況下，屏障的長度不應少於其高度的五倍，而受噪音影響的地方亦應該不能看見噪音源。

一般而言，採用隔音屏障可減低噪音聲級介乎 5 至 10 分貝 (A)。假若在面對噪音源的隔音屏障表面襯上吸音物料或增加隔音屏障高度以高於視線，噪音消滅效果將更加明顯。

圖二十：隔音屏障

浮動混凝土底座

重型及堅硬的浮動混凝土底座常用作機械設備的底座以減少擺動、降低重心、減低不均衡重量分佈於所支撐設備的影響及穩定整個避震系統。一般來說，浮動混凝土底座應不少於 15 厘米厚及非常堅硬和挺直以防向外撓曲。表九顯示用於不同功率通風設備的浮動混凝土底座的建議重量。

但當受支撐的設備已經非常沉重（例如：冷卻水塔）則採用堅硬的框架支撐整個機械組件已經足夠（例如：鋼筋混凝土樑），而毋須以浮動混凝土底座增加質量。

表九：浮動混凝土底座選擇指引

設備	功率 (馬力)	轉速 (每分鐘運轉次數)	重量比重 (1) 於以下情況		
			次要區域 (2)	正常區域 (3)	嚴謹區域 (4)
離心式和 軸心式的 抽氣扇	< 3	全部	--	--	2
		< 600	--	2	3
	3 - 125	600 — 1200	--	--	2
		> 1200	--	--	2
	> 125	< 600	--	2	3
		600 — 1200	--	2	2
		> 1200	--	2	2

註解

1. 重量比重：浮動混凝土底座的重量除以浮動混凝土底座上之設備的重量。
2. 次要區域：地下室及地面混凝土板位置。
3. 正常區域：高層位置，但不在敏感地區的鄰近或上面。
4. 嚴謹區域：高層位置，在敏感地區的鄰近或上面

避震器

馬達驅動的設備會在操作期間震動。可使用避震器分隔設備與其支架結構以減低傳送到其它敏感地區的震動。一般來說，金屬彈簧及避震軟墊是其中兩種被廣泛用以隔震的避震器。

i) 金屬彈簧

彈簧特別適用於隔離重型設備或在避震器需要高於 12.5 毫米靜載重撓度的情況下使用。避震器供應商均會列明彈簧本身的靜載重撓度。不合適的彈簧不但避震效能差甚至會增大震動（特別在震動頻率極之低的情況下），因此選用適當的彈簧尤其重要。

彈簧避震器擁有很大的靜載重撓折能力使其能提供良好的隔震功能。不過，金屬彈簧亦有其壞處，高頻率的震動能沿著彈簧傳遞到其連接的結構上。此情況通常可透過應用橡膠軟墊於彈簧組件上以避免金屬間接觸來克服。大多市場上的標準彈簧都裝有此類軟墊。圖二十一顯示各種常見彈簧避震器。表十顯示在不同的機械轉速及隔震效率要求下，避震器所需的最低靜載重撓度。

表十：在不同機械轉速下所需的最低靜載重撓度

機械轉速 (每分鐘運轉次數)	在不同的隔震效率下所需的最低靜載重撓度 (毫米)			
	1%	5%	10%	15%
3600	14.0	1.5	1.0	0.5
2400	30.5	3.5	2.0	1.5
1800	56.0	6.0	3.0	2.0
1600	71.5	7.5	4.0	3.0
1400	91.5	10.0	5.5	4.0
1200	124.5	13.5	7.0	5.0
1100	150.0	15.5	8.5	6.0
1000	180.5	19.0	10.0	7.0
900	223.0	23.5	12.5	9.0
800	282.0	30.5	15.5	11.0
700	--	38.5	20.5	14.0
600	--	53.5	28.0	19.5
550	--	63.5	33.0	23.0
400	--	117.0	61.0	43.5
350	--	155.0	81.5	56.0
300	--	211.0	109.5	76.5
250	--	--	157.5	109.5

註解

1. 以上所載的靜載重撓度是根據理論性計算所得，作為讀者參考之用。擁有超過 100 毫米靜載重撓度的商業產品並不一定可見於市場上。
2. 讀者在安裝高靜載重撓度的避震器時應尋找獨立專家意見。

ii) 避震軟墊

避震軟墊以塑膠、橡膠、玻璃纖維或混合上述物質製成。價格比較便宜、容易安裝及更換，並能提供優良的高頻隔震效果。由於軟墊在負荷過重或處於極低溫的情況下可能會有所損壞，固應關注其耐用性。圖二十二顯示各種常用的避震軟墊。

(蒙美國聯和有限公司特許轉載此圖)

圖二十一：金屬彈簧

(蒙仙璧香港有限公司特約轉載此圖)

圖二十二：避震軟墊

消聲器

消聲器是市場上供應的商業化設備，其容許空氣通過之同時亦能限制由空氣配給設備產生出來的噪音。消聲器細分為多條空氣通道，而每條通道均鄰接襯以礦棉或玻璃纖維的有孔薄板。一般消聲器的橫切面面積會大於其所安裝在通風管道的橫切面，從而避免空氣快速通過消聲器而產生出噪音。圖二十三所示消聲器可用於圓筒形及長方形的通風管道，並能製成合適橫切面配以 0.6、0.9、1.2 及 1.5 米等長度。消聲器普遍以其在每一個頻程聲級的插入損失值作為規格，促使能判斷它與噪音源在不同頻程的聲功率級分佈的吻合程度。另外與消聲器關連的重要參數還包括空氣流動的阻力。採用消聲器無可避免增加風扇的阻力，工程師在設計階段必須同時考慮聲學及空氣流動兩者的表現。

圓筒形消聲器

(蒙 NAP 聲學工程（遠東）有限公司特許轉載此圖)

長方形消聲器

(蒙雅士消聲學器材公司特許轉載此圖)

圖二十三：消聲器

浮動地台

浮動地台由結構地台所承托但以有彈力的支撐構件將兩者完全分隔，因此在任何地方均不會有直接接觸。浮動地台可作為結構地台的保護層，任何震動或噪音的衝擊在到達結構地台前均被其大量吸收，因此在結構地台下的地方會較該衝擊直接落於結構地台時寧靜。

圖二十四顯示兩種類形的浮動地台，分別由避震軟墊及玻璃纖維絕緣板所承托。為防止浮動地台可能的損壞，其結構應有適當的強度。另外，負荷重量亦需要在設計範圍內平均地施加在浮動地台上。任何一種浮動地台，在建成後均非常困難作任何修保，因此在建造時應小心檢查以確保其安裝適當。

圖二十四：浮動地台

辨別震動來源指引

量度一台機械的不同頻率震動可有助明瞭過量的震動或噪音的成因。有關辨別震動來源指引可見表十一。

表十一：辨別震動的來源指引

過量震動的來源	相對機器運行轉速 (rpm)的頻率
失衡	1 x rpm
軸承損壞	10 至 100 x rpm
聯軸節及軸承直線排列差誤	2 x rpm, 有時 1 或 3 x rpm
變彎的軸心	1 或 2 x rpm
機械組件鬆脫	1 或 2 x rpm
皮帶損壞	1 或 2 x 皮帶 rpm

離心式及軸心式抽氣扇的安裝指引

滿流會產生噪音及增加系統上的靜壓降。所以在抽氣扇入口和出口的空氣流動應保持暢順以減少湍流的產生。正因如此，通風管道配件（例如：管道曲和轉接位）不應安裝在接近抽氣扇的位置。圖二十五和圖二十六顯示安裝抽氣扇時良好和差劣的空氣流動情況的比較例子。

圖二十五：離心式抽氣扇安裝指引

圖二十六：軸心式抽氣扇安裝指引

實用噪音控制措施例子

圖二十七顯示一些成功的噪音控制措施與相關的噪音消減值以作參考。

安裝通風罩

(噪音消減：6 分貝(A))

安裝局部隔音罩和排氣口消聲器

(噪音消減：17 分貝(A))

安裝完全隔音罩和排氣口消聲器

(噪音消減：>20 分貝(A))

圖二十七：噪音控制措施示例

參考資料

1. Ann Arbor Science (1980), *Reference Data for Acoustic Noise Control*.
2. Atkins Research and Development (1977), *The Control of Noise in Ventilation Systems - A Designers' Guide*.
3. Bruel & Kjaer (1986), *Noise Control Principles and Practice*.
4. Cyril M. Harris (1991), 3rd Edition, *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control*.
5. David A Harris (1991), *Noise Control Manual - Guidelines for Problems-Solving in the Industrial/Commercial Acoustical Environment*.
6. Federation of Hong Kong Industries (1989), *Handbook on Industrial Noise*.
7. John Roberts and Diane Fairhall (1993), *Noise Control in the Built Environment*.
8. L.L. Faulkner (1976), *Handbook of Industrial Noise Control*.
9. Lewis H. Bell (1982), *Industrial Noise Control Fundamentals and Applications*.
10. Lyle F. Yerges (1978), 2nd Edition, *Sound, Noise & Vibration Control*.
11. Mark E. Schaffer (1991), *A Practical Guide to Noise and Vibration Control for HVAC Systems*.
12. Paul N. Cheremisinoff (1978), *Industrial Noise Control Handbook*.
13. Sound Research Laboratories Limitd (1991), 3rd Edition, *Noise Control in Industry*.
14. Trade and Technical Press Limitd (1983), 5th Edition, *Handbook of Noise and Vibration Control*.

其他有關噪音控制的資料

名稱	可索取印刷文件的地方	互聯網網址
噪音管制條例 (第 400 章)	政府刊物銷售處有售	http://www.justic.gov.hk/blis.nsf/curchinord?OpenView&Start=399&Count=25&Expand=399
噪音管制條例簡介	環境保護署辦事處 (參閱附錄 XVI)	http://www.info.gov.hk/epd/chinese/epdinhk/noise/index.htm
管制非住用處所、非公眾地方或非建築地盤噪音技術備忘錄	環境保護署辦事處 (參閱附錄 XVI)	http://www.info.gov.hk/epd/chinese/epdinhk/noise/index.htm
控制通風系統噪音的優良手法	環境保護署辦事處 (參閱附錄 XVI)	http://www.info.gov.hk/epd/chinese/epdinhk/noise/index.htm
控制抽水系統噪音的優良手法	環境保護署辦事處 (參閱附錄 XVI)	http://www.info.gov.hk/epd/chinese/epdinhk/noise/index.htm

附錄 XIV

環境保護署轄下辦事處的地址及電話

覆蓋區 (根據區議會分界)	地址	查詢電話
觀塘、 黃大仙、 西貢、 油尖旺及 九龍城	九龍九龍灣臨樂街 19 號 南豐商業中心 5 樓 區域辦事處 (東)	2755 5518
香港島及 離島	香港鰂魚涌海灣街 1 號 華懋交易廣場 2 樓 區域辦事處 (南)	2516 1718
屯門、 筲灣、 葵青及 深水埗	新界筲灣西樓角路 38 號 筲灣政府合署 8 樓 區域辦事處 (西)	2417 6116
元朗、 沙田、 大埔及 北區	新界沙田上禾輦路 1 號 沙田政府合署 10 樓 區域辦事處 (北)	2158 5757
	香港灣仔告士打道 5 號 稅務大樓 33 樓 稅務大樓辦事處	2824 3773
	香港灣仔軒尼詩道 130 號 修頓中心 28 樓 分區辦事處	2573 7746
	九龍長沙灣道 303 號 長沙灣政府合署 8 樓 分區辦事處	2402 5200