

空調系統中的噪音、振動防制

一、前言

空調系統的噪音來源甚多，包含了主機系統、空調箱、冷卻水塔、馬達與空調箱等。不同的設備的噪音特性不同，考慮的處理方式亦不同，如何在效果與預算中得到妥善的平衡並適合系統特性使用需求，需考慮與配合的地方甚多。本文擬就噪音、振動方面改善所碰到的實際問題與理論結合來做專文說明，期與大家一起解決噪音、振動的問題。

二、標準（你要的安寧程度）

噪音的標準一般可分為以下幾點

（一）室內安寧環境的噪音值：

此部份以 ASHARE 的標準為建議值，值得特別注意的是以 NC 值（各頻率都要量測）取代一般常用（但不合適）的 dBA。

建議標準如表 2.1。

安寧場所之室內音量建議值

室名	分貝(dBA)	NR或NC值	室名	分貝(dBA)	NR或NC值
住宅、公寓	35-45	30-40	公共產物		
賓館			大會堂	30-40	25-35
客房	35-45	30-40	博物館、美術館、法院	35-45	30-40
宴會廳	35-45	30-40	圖書館、閱覽室	40-45	35-40
大廳、休息廳	40-50	35-40	餐館		
醫院			咖啡屋	30-40	30-35
特別病房	35-40	25-35	餐廳、夜總會	40-50	35-45
開刀房、病房、門診室	35-45	30-40	酒會	45-55	40-50
檢查室、候診室	40-50	35-45	商業		
事務所			百貨公司(二層以上)	40-50	35-45
VIP室、大會議室	30-40	25-35	音響器具店		
接待室、小會議室	40-50	35-45	寶石店、美術品店		
一般辦公室、製圖室	45-55	40-50	書店		
打字室、計算機房	55-65	50-60	百貨公司(一層)、一般性	45-55	40-50
電話總機室(手動)	55-60	50-55	商店、銀行		
劇場、音樂廳			室內體育設施		
音樂廳	25-35	20-30	一般性	50-60	45-55
舞台劇場、多功能廳	30-40	25-35	與大會堂兼用時	40-50	35-45
電影院、演講廳、天文台	35-45	30-40	工廠		
休息廳	40-50	35-45	辦公室	55-65	50-60
廣播室	25-30	25-30	作業現場	~70	~65
學校、教會					
禮拜堂	35-40	30-35			
普通教室	35-45	30-40			
音樂教室	35	30			
講堂	35-40	30-35			
研究所	40-50	35-45			
大廳、走廊	45-55	40-55			

Leq (A) : A 加權的各頻率噪音總值 (overall)

NC/NR : 各頻率(未加權)的噪音指標, 可參考本型錄 P2, 其中 Leq (A) 一般用於戶外, 室內環境以 NC 為主。

資料來源:空調設備的消音設計

(二). 工安標準 :

考慮廠房內工人(或作業人員)長期 8 小時待在該場合的音壓值(dBA)不得超出表 2.2。

表 2.2

勞安標準：勞工安全衛生設施規則300條

一、勞工暴露之噪音音壓級及其工作日容許暴露時間如下列對照表：

工作日容許暴露時間(小時)	A權噪音音壓級 dBA
八	九十
六	九十二
四	九十五
三	九十七
二	一百
一	一百零五
二分之一	一百一十
四分之一	一百一十五

勞工工作日暴露於二種以上之連續性或間歇性音壓級之噪音時，其暴露劑量之計算方法為：

$$\frac{\text{第一種噪音音壓級之暴露時間}}{\text{該噪音音壓級對應容許暴露時間}} + \frac{\text{第二種噪音音壓級之暴露時間}}{\text{該噪音音壓級對應容許暴露時間}} + \dots > 1$$

其和大於一時，即屬超出容許暴露劑量。

- 二、工作場所之傳動馬達、球磨機、空氣鑽等產生強烈噪音之機械，應予以適當隔離，並與一般工作場所分開為原則。
- 三、發生強烈振動及噪音之機械應採消音、密閉、振動隔離或使用緩衝阻尼、慣性塊、吸音材料等，以降低噪音之發生。
- 四、噪音超過九十分貝之工作場所，應標示噪音危害之預防事項，使勞工周知。

(三). 環保標準：

環保局目前管制的對象包含工廠、營業與娛樂場所營建工地，擴音設備與其他等，其管制標準如表 2.3。值得注意的是環保局只管「外面」不管「裡面」，此處「外面」的定義為廠區周界或陳情人所在的地點而不是機房旁一邊一米的地方，用的指標為 dBA (A 加權的分貝值)。

表 2.3 法規標準

最大音量 (dB(A))	所能音量 (dB(A))			管制區 名稱
	第一、二類	第三、四類	第一、二類	
100	80	85	75	打掃機
85	75	80	70	空氣壓縮機
85	75	80	70	磨粉機
80	70	70	70	機路機、其他、枕上壓

第四類 管建工程噪音管制標準

第四類	第三類	第二類	第一類	管制區	音量的段
70	65	60	50		平、晚
80	75	65	55		日間
65	55	50	40		夜間

第五類 娛樂場所、營業場所噪音管制標準

第四類	第三類	第二類	第一類	管制區	音量的段
75	68	55	45		平、晚
80	70	60	50		日間
70	55	50	40		夜間

第二類 工廠(場)噪音管制標準

噪音管制標準

量測條件:

1. 邊界或陳情人所在地點
2. 量測時間8分鐘
3. 時間加權:快特性
4. 頻率加權:A加權
5. 量測高度1.2-1.5m
6. 需扣除背景噪音,方是噪音源真正的噪音量。

L1-L2	3	4	5	6	7	8	9
修正值	-3	-2				-1	

說明:

1. 各類管制區(第一類~第四類)可約略簡易分別如下:

第一類:極需安寧場所 如:醫院,公園,....

第二類:住宅區為主

第三類:商業區,住商混合為主

第四類:工業區

各縣(市)環保局都有各該縣(市)的噪音管制區圖,可供民眾查詢。

2. 各時段的說明如下:

早:05-07

日:07-20

晚:20-23

夜:23-05(隔日)

3. 舉例:

位於第3類管制區的工廠,夜間需符合的標準為55分貝。

L1:實際+修正值
L2:實際標準
真正噪音=L1-修正值

(四). 產品噪音標準:

此部份以 AMCA 與 ARI 的要求為主, CNS 亦定出一些設備的噪音限制標準, 相關標準請參考附錄 A 值得注意的是歐洲是相當注意產品噪音的一個商業聯盟, 其 EC 指令要求大部份的設備都要量測噪音, 亦訂出量測噪音的 CODE 以為業界遵循, 此部份絕大部份是以量測聲功率為準 (sound power) 而非聲壓位準 (sound pressure) 此部份對絕大部份廠商與空調業者都相當模糊與困擾。

聲功率是一個定值，不因背景比較吵，量測位置不同而變，比較容易做產品的比較，它有嚴謹規定的量測方法，聲壓位準常因背景噪音不同，量測位置不同而異，不易比較，亦有溝通上的困擾（ex：我用噪音計在背景噪音 40 分貝下，離主機正前方 30 度，高度 1.5m，麥克風正向機器；在 A 加權，快特性狀態下，量到噪音值為 68dBA，我的噪音計符合 CNS 7129，在一密閉空間，6 面都是 RC 反射下量到的夠詳細了嗎？）。聲壓位準要這樣說明才是合理的，否則某甲量與某乙量得到的值沒有再現性與客觀性，亦不容易做比較。

聲功率位準是噪音計算下最重要的資訊，沒有它，很多計算都需要做假設。

三、防音與隔振

一般典型的防音分成隔音、吸音、消音三大類，而隔墊的重點在自然頻率的設計分述如下：

(一). 防音：

1. 隔音：擋住聲音傳遞的途徑

一般以厚重、密度大的材料為隔音材，目的為擋住聲音的傳遞，最好的隔音材料為 RC、磚塊、鐵板、鉛板、一般 AHU 用的庫板(double skin)也是好的隔音材料，隔音用的指標是穿透損失 (Transmission Loss)，單一指標是 STC (sound transmission coefficient)。STC 值愈大，其隔音整體性能愈佳，其隔音材料組合成設備如隔音門、隔音窗、隔音板等。表 3.1 為不同材質的隔音量。

表 3.1 隔吸性能

型號	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
100mm 隔吸板	24	19	25	38	47	52	58	57
50mm 隔吸板	21	19	22	30	42	49	57	57
100mm HP 隔吸板	27	23	35	43	49	54	60	61
常用建築材料的隔吸值								
1.5mm 鉛板	22	28	32	33	32	32	33	36
255mm 磚牆	30	31	36	41	51	55	61	60
255mm 隔吸板	30	36	37	40	46	54	57	59
13mm 石膏板	12	15	20	25	29	32	27	28
130mm 石屎結構牆	30	36	41	46	50	55	59	60
6mm 玻璃板	21	25	28	31	34	30	37	39

2. 吸音：吸收反射的回音

吸音材質與隔音材質相較下有許多不同，其密度小，比重輕，有孔洞或纖維為主，主要把聲能變成熱能而降低聲音，根據吸音的機制有以下3種

- (1). 多孔性吸音材：如泡棉、melamine，聲能跑到孔隙中變熱能損失而消音。
- (2). 平板吸音材：吸收低頻，靠平板振動吸收聲能。
- (3). 維纖類吸音材：如玻璃棉、岩棉等，纖維振動磨擦使聲能降低。

吸音材料組合成設備如吸音壁面與吸音平頂。

其用的性能指標為 NRC (noise reduction coefficient) NRC 從 0~1，值愈接近 1 效果愈好，表示其吸音能力愈高。相關材質的吸音係數整理如表 3.2。

表 3.2 吸音係數

型號	125	250	500	1k	2k	4k	8k
100mm 隔吸板	0.67	1.04	1.09	1.00	0.97	0.97	0.99
50mm 隔吸板	0.20	0.60	1.05	1.01	0.96	0.97	0.97
100mm HP 隔吸板	0.40	0.75	1.00	1.00	0.96	0.98	0.98
常用建築材料的吸音值							
磚牆	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
石膏牆	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06	0.05
玻璃板	0.20	0.45	0.60	0.40	0.45	0.40	0.40
木板	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10

3. 消音：讓空氣通過，把聲音吸收掉

空調與其他領域在控制聲音上最特別的就是消音設備，其定義是讓空氣流通但把聲音降低，此為消音的主要目的。其性能指標為插入損失 IL (insertion loss)，其組成的設備如消音箱、消音百葉。相關設備的消音性能整如理表 3.3。

表 3.3 防音指標、性能

功能	說明	指標	量測標準
隔音	阻隔聲音傳遞	STC	ASTM E90/E413 BS 2780 CNS 8466
吸音	吸收反射、降低回音	NRC	ASTM c423 CNS 9056
消音	空氣流通、聲音阻隔	IL	ASTM E477 BS 4718
防震	避免振動傳遞	IIC	ASTM E492/E989

(二). 防震：

何種設備選用何種避震器，ASHARE 有相當詳細的建議，唯台灣一般選用彈簧的壓縮量，常小於 ASHARE 的建議值，依 ASHARE 的建議整理如表 3.4。防振最主要的觀念為自然頻率 (Nature frequency) 與外力頻率 (force frequency) 的觀念，其相關公式計算與運用說明如下：

1. 自然頻率 $f_0 = 5\sqrt{d}/\sqrt{\delta}$ ，其中 δ 為壓縮量：cm，d：係數

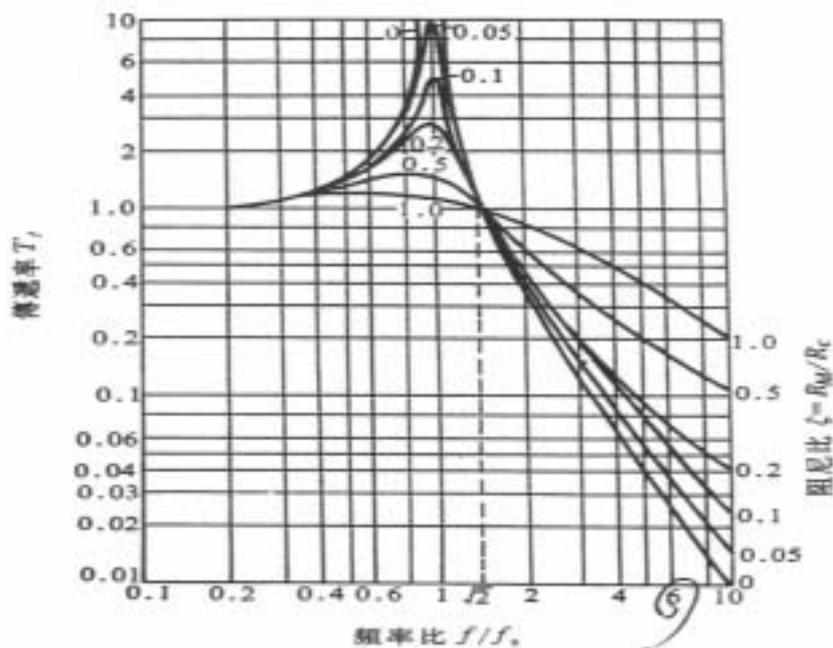
若以橡膠、玻璃纖維材質而言 $d \doteq 2.5$

$$f_0 = 5\sqrt{2.5}/\sqrt{1.3} = 7\text{Hz}$$

2. 外力頻率 $f=1800\text{rpm}=30\text{Hz}$

3. $f/f_0=30/7 \doteq 4$

4. 阻尼比在橡膠而言為 0.05 左右，依圖可得傳遞率=0.06=6%，所以防震率為 94%



單自由度系統傳遞率 T ，與頻率比 f/f_0 、
阻尼比 ζ 的關係曲線

設備好不好、適不適合可參考其測試報告，來做一個比較，STC 愈高表示隔音量愈好，但是實驗室的測試樣品與實際工地安裝的設備與產品是否一樣或品質是否一致，很需要做現場的 T&C (test & commition)。

一、現場測試

噪音與振動驗收標準

空調機電工程完工驗收要求如下：

(一). 儀器要求：

符合 CNS 7127~CNS 7129 型式的儀器，並在壹年期限內，經過財團法人或學校單位校正。使用前以標準音源進行校正。

(二). 噪音量測地點與標準：

1. 發電機房外 1M 處……………80dBA
2. 空調主機房外 1M 處……………65dBA
3. 空調箱機房外 1M 處……………60dBA
4. 辦公室等一般寧靜需求區…NC40
5. 禮堂、會議室、手術房等…NC35

6. 其他：依設計單位另訂之

(三). 振動量測地點與標準：

依 ISO 10816 方式量測設備的振動量與防震設備的阻隔率量測的設備要求如下：

1. 空調主機設備震動量 ($\mu\text{m/s}$)
2. 空調箱設備震動量 ($\mu\text{m/s}$)
3. 冷卻水塔震動量 ($\mu\text{m/s}$)
4. 冰水馬達震動量 ($\mu\text{m/s}$)
5. 發電機震動量 ($\mu\text{m/s}$)
6. 其他

(四). 其他說明：

1. 噪音量測以分貝(dBA)為單位，振動量測以速度 (mm/s) 為指標。
2. 噪音量測結果表格如附件。

附表一、噪音量測：

一般機房類別:以 dBA，分貝表示(機器穩定後量測 1 分鐘平均值)			
1	空調主機房外	1M 處	分貝(dBA)
2	AHU1 空調箱機房外	1M 處	分貝(dBA)
3	AHU2 空調箱機房外	1M 處	分貝(dBA)
4	AHU3 空調箱機房外	1M 處	分貝(dBA)
安寧場所:以 NC 來表示(機器穩定後量測 1 分鐘平均值)			
1	辦公室	中間	NC45/()
2	會議室	中間	NC45/()
3	禮堂	中間	NC45/()

/()括號內表示機器關機下量測值。

附表二、振動量測

1	冰水主機房馬達處	mm/s(RMS)
2	冰水主機壓縮機	mm/s(RMS)
3	50HP 冰水馬達	mm/s(RMS)
4	冷卻水塔馬達	mm/s(RMS)
5	冷卻水塔風扇	mm/s(RMS)
6	其他	mm/s(RMS)

1. 振動量測以接近轉軸附近的位置進行量測。

2. 機器設備震動標準如下：

Velocity Severity		Velocity Range Limits and Machine Classes ISO Std. 10816-1			
mm/s RMS	in/s peak	Small Machines Class I	Medium Machines Class II	Large Machines	
				Rigid Supports Class III	Flexible Support Class IV
.36	0.02	Good	Good	Good	Good
.54	0.03				
.72	0.04	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
1.08	0.06				
1.80	0.10	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)	Unsatisfactory (alert)	Satisfactory
2.87	0.16	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unsatisfactory (alert)
4.50	0.25				
7.18	0.40	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)
11.14	0.62				
17.96	1.00	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)
28.00	1.56				
44.90	2.50	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)	Unacceptable (danger)
70.94	3.95				

附表三、防振效率量測

	設備本身	基礎位置	防振基座下方	防振效率
1	冰水主機	mm/s(RMS)	mm/s(RMS)	
2	空調箱	mm/s(RMS)	mm/s(RMS)	
3	冰水泵	mm/s(RMS)	mm/s(RMS)	
4	冷水泵	mm/s(RMS)	mm/s(RMS)	
5	發電機	mm/s(RMS)	mm/s(RMS)	
6	其他	mm/s(RMS)	mm/s(RMS)	

五、相關設計建議

空調系統遇到的噪音振動問題與建議處理方式如下：

(一). 空調主機房：

此設備噪音值甚大呈放射性傳遞聲音，處理方式如下：

1. 高性能隔音門：

目的：阻隔聲音的傳遞

要求：STC40 以上/門外噪音值低於 65 分貝

2. 吸音壁面、平頂：

目的：吸收反射音、降低回音

要求：NRC0.9 以上材質

其它：考慮防火、安全（避免纖維飛散）

3. 浮動地板：（若下方有敏感受體時使用）

目的：避免聲音與振動下傳與側傳

要求：STC70，IIC15，自然頻率（NF）<15Hz

其它：機房全面施作（含冰水泵、冷水泵）

4. 管路防音：

目的：避免聲音傳遞

要求：防火、隔音

其它：先以吸音材質填塞再輔以隔音材質密封

(p. s. 灌發泡不是處理噪音的方法)

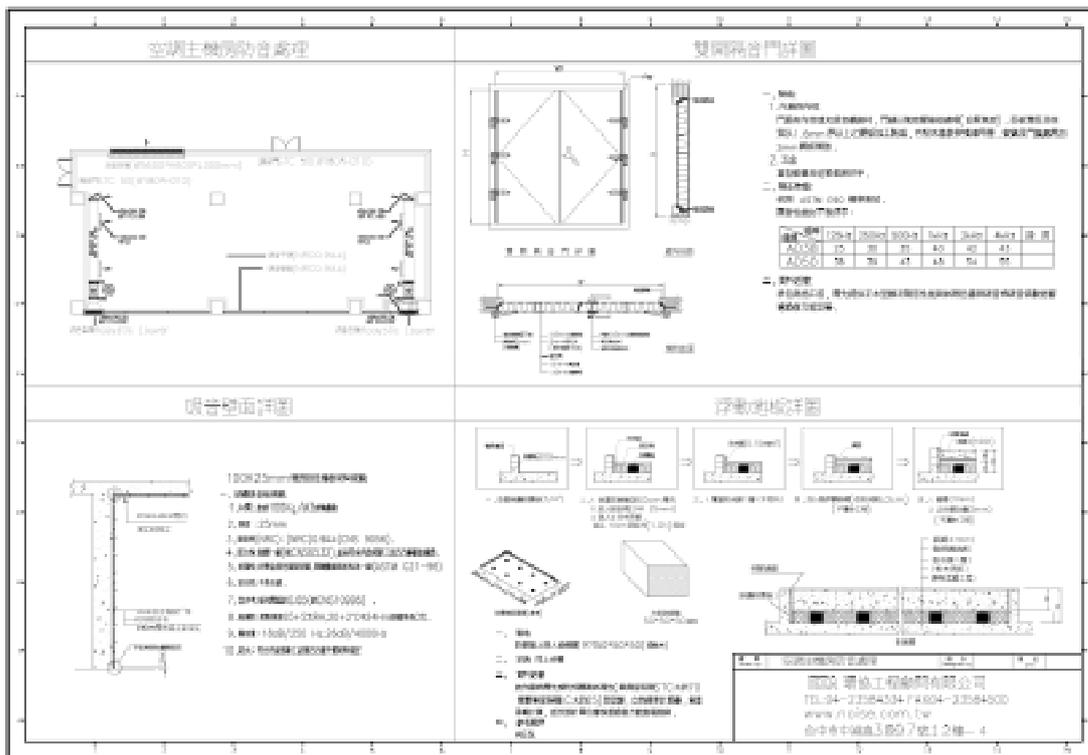
5. 消音箱：(若有通風冷卻需求)

目的：通風並避免噪音傳遞

要求：IL500Hz 一般 20dB 以上

其它：輔助風扇等

改善圖說如圖 3-1



(二). 空調箱機房及進排風機房：

此設備的噪音傳遞主要透過風管傳遞至房間，另聲音輻射到機殼外需經過庫板(double skin)的隔音，經過庫板後的噪音已相對低上許多，其噪音處理方式如下：

1. 中性能隔音門：

目的：阻隔聲音的傳遞

要求：STC30 以上/門外噪音值低於 55 分貝以下

2. 吸音壁面、平頂：

目的：吸收反射音、降低回音

要求：NRC0.7 以上材質

其它：考慮防火、安全（避免纖維飛散）

3. 消音箱：（或消音彎頭、消音集風箱）

目的：通風並避免噪音傳遞

要求：依室內 NC 值，計算消音箱性能

其它：面風速（face velocity） $< 7\text{m/s}$ 比較好

4. 管路防音：

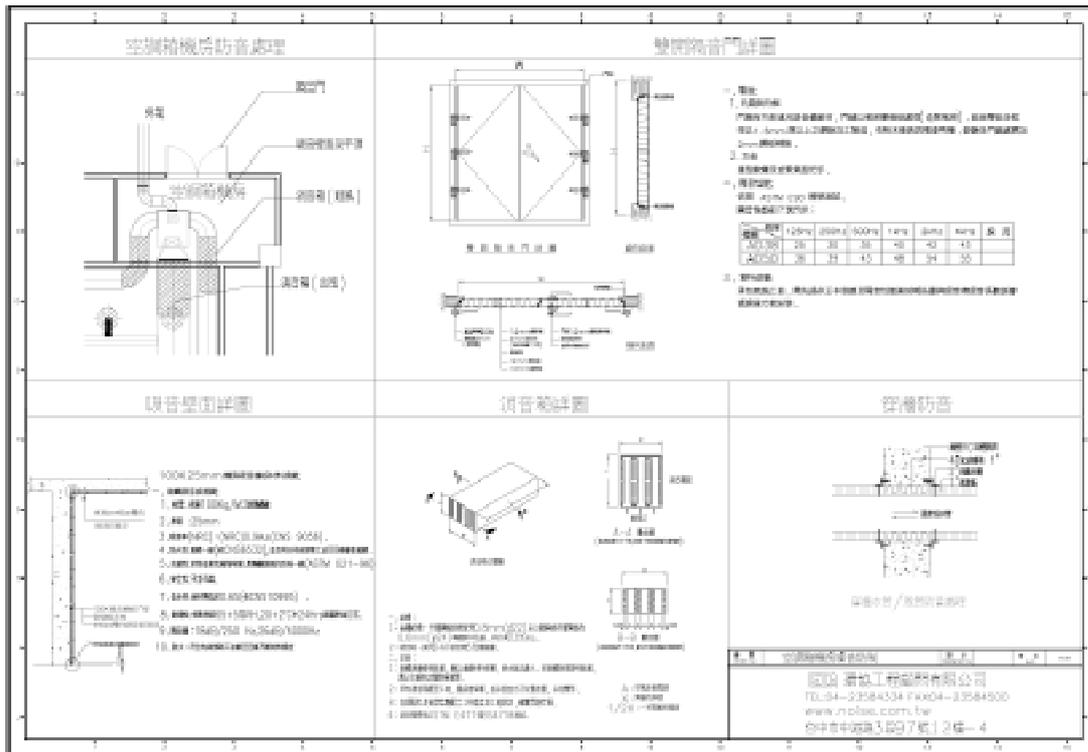
目的：避免聲音傳遞

要求：防火、隔音

其它：先以吸音材質填塞再輔以隔音材質密封

（p. s. 灌發泡不是處理噪音的方法）

改善圖說如圖 3-2



(三). 冷卻水塔

此設備的噪音傳遞主要透過風扇與泵傳至鄰居或傳到冷卻水塔下方的房間，而影響鄰居安寧，其噪音、振動處理方式如下：

1. 消音箱：

目的：通風並避免噪音傳遞

要求：環保標準的分貝值（如第三類管制區夜間標準為周界量測噪音需低於55分貝）

其它：壓損小於100Pa以下

2. 隔音牆：

目的：阻隔聲音傳遞

要求：環保標準的分貝值（如第三類管制區夜間標準為周界量測噪音需低於55分貝）

其它：注意耐風壓 390kg/m²

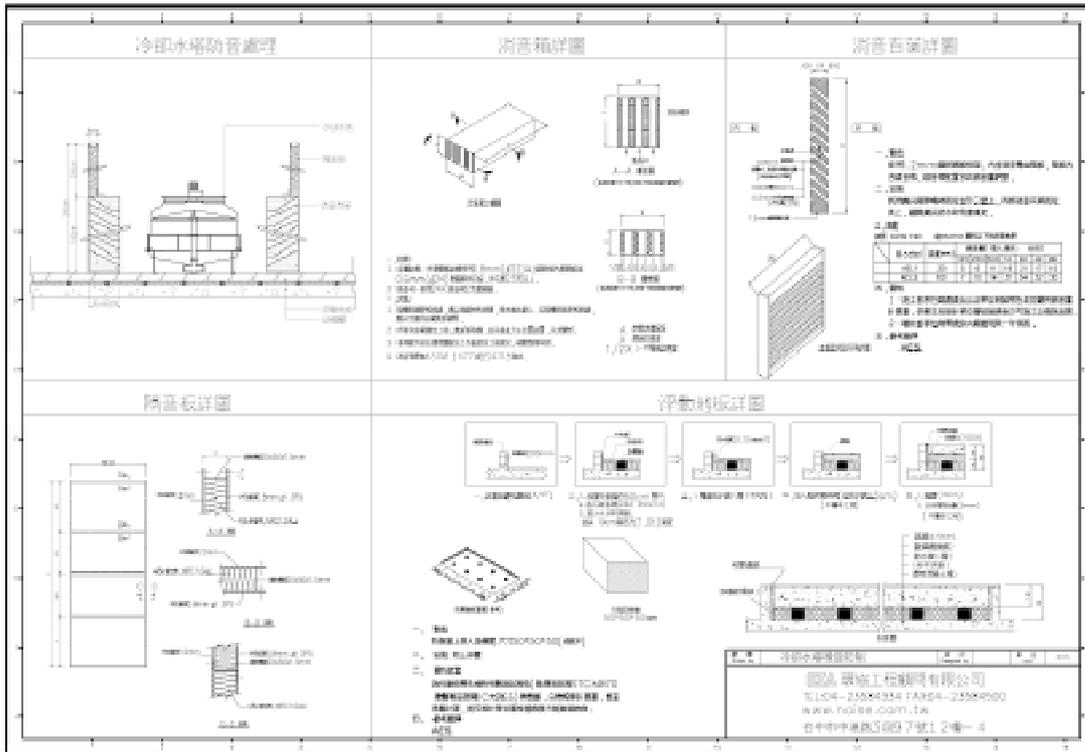
3. 浮動地板：

目的：隔音、防振

要求：IIC65，STC70 以上

其它：樓板的承重考量

改善圖說如圖 3-3



(四). 發電機

1. 消音箱：

目的：通風並避免噪音傳遞

要求：環保標準的分貝值（如第三類管制區夜間標準為周界量測噪音需低於 55 分貝）

其它：壓損小於 100Pa 以下

2. 高性能隔音門：

目的：阻隔聲音的傳遞

要求：STC40 以上/門外噪音值低於 65 分貝

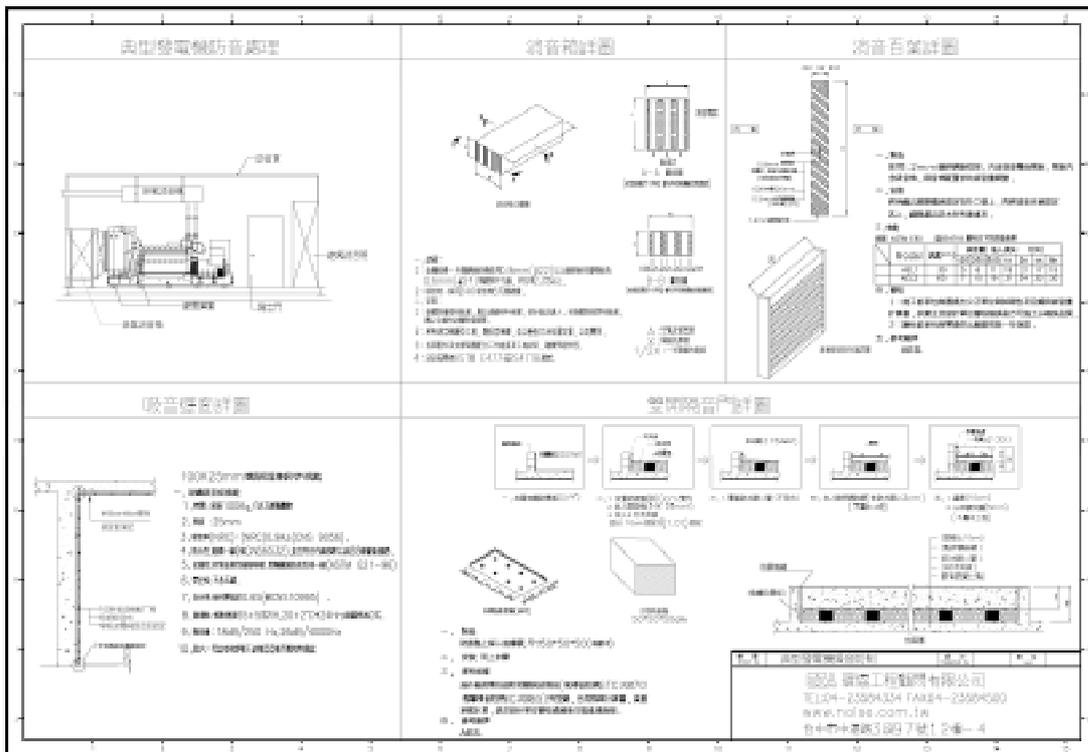
3. 吸音壁面、平頂：

目的：吸收反射音、降低回音

要求：NRC0.7 以上材質

其它：考慮防火、安全（避免纖維飛散）

改善圖說如圖 3-4



綜上，整理各場合（機房）需處理的噪音防制方式如下：

地點	防制設備	消音百葉	消音箱	消音彎頭	隔音門	吸音壁面、平頂	浮動地板	防音填塞	隔音牆
	空調主機房					++	++	+	++
空調箱（進、排風）機房			++		+	+		+	
冷卻水塔、氣冷主機			+				++		++
發電機			++		++	+	++	++	

+可考慮做，++最好做

六、相關計算說明

(一). 發電機房噪音防計算

戶外噪音計算表										
專案名稱		: 發電機								
噪音源		: 發電機排風								
評估噪音地點		: 發電機房								
Section		: sulppy								
風機風量		: 10.6 m³/s								
機外靜壓		: Pa								
		八度音頻資料								
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
機器聲功率		99	106	106	105	107	106	100	93	
Power split		100 %								
直管	(W)mm	(H)mm	(L)mm	Type						
D	1000	1800	0	unlined	0	0	0	0	0	0
彎管	(W)mm	(H)mm	(NO.)	Type						
B	1000	1800	0	unlined	0	0	0	0	0	0
出風口面積		1.8 m²			-3	0	0	0	0	0
離開風管之聲功率					96	106	106	105	107	106
距離與方向衰減		r = 1 m			-8	-8	-8	-8	-8	-8
		Q = 2								
風向係數		(angle)	90 deg		1	-1	-2	-4	-8	-8
		(area)	1.8 m²							
Contribution		2 sets			3	3	3	3	3	3
安全係數					3	3	3	3	3	3
A-加權					-28	-16	-9	-3	0	1
沒有消音器的噪音值		102 dBA			69	87	93	96	97	97
消音器消音量					7	14	29	43	47	38
加上消音箱(百慕)後噪音值		75 dBA			62	73	64	53	50	59
消音箱型號		AE3-18T								
消音箱尺寸		W	H	L						
		1000	1800	1800						
空氣流量		10.6 m³/s								
面速度		5.9 m/s								
靜壓		53 Pa								

(二). 冷卻水塔噪音防制計算

戶外噪音計算表												
專案名稱	:											
噪音源	: 冷氣水塔出風											
評估噪音地點	: 距出風口1米處				八度音頻資料							
Section	: discharge											
風機風量	: 26 m3/s				63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
機外靜壓	: 200 Pa											
機器聲功率	94 dBA				98	96	93	91	87	88	83	79
Power split	100 %				0	0	0	0	0	0	0	0
直管 (W)mm	(H)mm	(L)mm	Type									
D	2600	2600	2000	unlined	-1	0	0	0	0	0	0	0
彎管 (W)mm	(H)mm	(No.)	Type									
B	2600	2600	0	unlined	0	0	0	0	0	0	0	0
出風口面積	6.76 m2				0	0	0	0	0	0	0	0
離開風管之聲功率					97	96	93	91	87	88	83	79
距離與方向衰減	r = 2 m Q = 2				-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14
方向係數 (angle)	90 deg				-1	-2	-4	-8	-8	-8	-8	-8
(area)	6.76 m2											
Contribution	2 sets				3	3	3	3	3	3	3	3
安全係數					3	3	3	3	3	3	3	3
A- 加權					-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
沒有消音器的噪音值	79 dBA				62	70	72	72	71	73	68	62
消音器消音量					3	6	12	19	23	17	10	9
加上消音箱 (百葉) 後噪音值	67 dBA				59	64	60	53	48	56	58	53
消音箱型號	AE6-09T											
消音箱尺寸	W	H	L									
	2600	2600	900									
空氣流量	26 m3/s											
面速度	3.8 m/s											
靜壓	8 Pa											

(三). 空調箱機房噪音防制計算

室內噪音計算表													
專案名稱:													
風機編號: AH1-1.2													
第一出風口位置					八度音頻資料								
Section : Sluopy					63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
風機風量 : 7.9 m3/s													
機外靜壓 : 630 Pa													
聲功(向風機能將提供)					81	89	87	81	78	74	72	66	56
Power split 100 %					0	0	0	0	0	0	0	0	0
直管	(W)mm	(H)mm	(L)mm	Type									
D	2000	650	1500	unlined	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
彎管	(W)mm	(H)mm	(No.)	Type									
B	2000	650	0	unlined	0	0	0	0	0	0	0	0	0
出風口面積					0.36	-7	-3	0	0	0	0	0	0
總風管之聲功率						81	83	81	78	74	72	66	56
風機到房間的風量百分比					100 %	0	0	0	0	0	0	0	0
房間體積					4680	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23
房間吸聲時間					1	0	0	0	0	0	0	0	0
反射音聲壓位準						58	60	58	55	51	49	43	33
風機到出風口的風量百分比					100 %	0	0	0	0	0	0	0	0
風口到聽者距離					r = 4.5 m	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
面積與方向係數 (angle)					Q = 2								
面積與方向係數 (area)					30 deg	4	5	5	6	6	7	7	7
面積與方向係數 (area)					0.36 m2								
直接音聲壓位準						64	67	65	63	59	58	52	42
Contribution					2 set	3	3	3	3	3	3	3	3
合成音 (直接音+反射音) 音壓					69 dBA	68	71	69	67	63	62	56	46
要求噪音值					NC45	67	80	54	49	46	44	43	42
需求減音量						1	11	15	18	17	18	13	4
消音箱約減音量						6	12	25	38	42	33	24	21
加上消音箱 (百萬) 後噪音值					45 dBA	62	59	44	29	21	29	32	25
消音箱型號					AE3-15T								
消音箱尺寸					W H L								
					2000 650 1500								
空氣流量					7.9 m3/s								
面速度					6.1 m/s								
靜壓					51 Pa								

七、參考文獻

八、附錄

(一). AMCA\ARI 與 ANSI 相關標準

ARI SOUND STANDARD	TITLE	EQUIPMENT COVERED	REFERENCE TEST METHODS
250	Performance And Calibration of Reference Sound Sources	Reference Sound Sources	
260	Sound Rating of Ducted Air Moving and Conditioning Equipment	Ducted air-conditioning equipment containing fans	AMCA 300-96- ANSI S12.32-90 (R1995)
270	Sound Rating of <u>Outdoor</u> Unitary Equipment	Unitary air-conditioners and heat pumps under 135,000 Btu/h	ANSI S12.32-90 (R1995); ISO 3742-1988
275	Application of Sound Rated Outdoor Unitary Equipment	Same as 270-95	ARI 270-95
280	Requirements for the Qualification of Reverberant Rooms in the 63 Hz Octave Band	Reverberant Rooms	
300	Sound Rating and Sound Transmission Loss of Packaged Terminal Equipment	Packaged terminal air-conditioners and packaged terminal heat pumps	ANSI S12.32 (1995); ASTM E90 - 1990
350	Sound Rating of Non-Ducted Indoor Air-Conditioning Equipment	1) Unitary equipment (unlimited size) 2) Packaged terminal equipment 3) Water-source and ground water-source heat pumps	ANSI S12.32-90 (R1995)
370	Sound Rating of Large Outdoor Refrigerating and Air-Conditioning Equipment	All outdoor ARI-type equipment not covered by ARI Standard 270-95	ANSI S12.32-90 (R1995); ISO 3745-1977
530	Method of Measuring Sound and Vibration of Refrigerant Compressors	External drive and hermetic-type compressors	ANSI S12.32 (1995); ISO 3745-1977
575	Methods of Measuring Machinery Sound Within Equipment Rooms	Complete water-chilling systems located in a defined space	None
880	Air Terminals	Ducted air control and distribution devices not including the central station fan(s)	ANSI S12.31-90
885	Procedure for Estimating Occupied Space Sound Levels in the Application of Air Terminals and Air Outlets	Ducted air control distribution devices not including the fan(s)	ARI 880-98
890	Rating of Air Diffusers and Air Diffuser Assemblies	Ducted diffuser and diffuser assemblies connected to remote forced air source	ARI 890-94

(二). CNS 相關標準

CNS 11445-9 旋轉電機 (馬達) 之噪音限度

CNS8753 風扇、鼓風機、壓縮機噪音級測定方法

CNS7183 噪音級測定方法