

# 低頻噪音的現況與探討

徐廷珪、蔡佩樺、葉秀玲

## 一、前言

因應環保署於 94.7.1 施行低頻噪音的管制<sup>(1)</sup>，部分場合的設備噪音可能會超過新的低頻噪音管制標準。而新的建物在剛開始設計時亦須考量低頻噪音的標準，以確定新的設備啟動後不會有超過低頻噪音管制標準的情形發生。本文擬就低頻噪音的來源、特性與評估方法做討論，以期對低頻噪音有更深入的瞭解。

## 二、說明

### 1. 聲音的頻率特性：

人類可聽到聲音由於頻寬大(20Hz~20kHz)，所以精確描述聲音有其必要，有學者將 20~20kHz 切成 8 個頻帶(區段)來描述聲音的特性，是為八度音頻(Octave)：即 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k 八個頻率。部分研究需要更精確的將聲音從 8 個頻帶的每一個頻寬再細分成 3 個頻帶，即為 1/3 八度音頻(1/3 Octave)：50, 63, 80, 100, 125, 160, , 10k 等 24 個頻帶。現在由於電腦計算的便捷與快速，可用快速傅立葉轉換方式(Fast Fourier Transfer, FFT)得到更小頻寬(narrow Band)的聲音特性，可將 20-20kHz 細分成 192 個頻帶，便以更精確掌握聲音的特性。

表 1 為 1/1 八度音頻(Octave)與 1/3 八度音頻的比較，在此需注意的是若聲音切成 1/1 八度音頻 8 個頻帶的 63Hz 音壓值，與將聲音分成 1/3 八度音頻 24 個頻帶的 63Hz 之音壓值，二者會不同。由於 1/1 八度音頻的值分成 1/3 八度音頻後，63Hz 的能量(或聲壓)也依聲音特性分給 50、63、80 三個頻寬(即可能 50Hz 分的多些，63Hz 分的少些或其他可能的分配情形)，所以 1/3 八度音頻的 63Hz 值會比 1/1 八度音頻 63Hz 的值來的小些。

表 1：1/1 Octave 與 1/3 Octave 的比較

1/1 octave	31.5	63	125	250	500
1/3 octave	25 31.5 40	50 63 80	100 125 160	200 250 315	400 500 630
1/1 octave	1k	2k	4k	8k	16k
1/3 octave	800 1k 1.25k	1.6k 2k 2.5k	3.15k 4k 5k	6.3k 8k 10k	12.5k 16k 20k

## 2. 低頻噪音標準

針對環保署(EPA)於民國 94 年 1 月 31 日公佈的噪音管制標準第三條—如表 2 (95 年 11 月 8 日修正)。

其中低頻噪音為 20~200Hz 的 1/3 Octave 均能音量總和， $Leq_{LF}$ 。

全頻噪音為 20~20kHz 的總和， $Leq$ 。

表 2：營業場所、娛樂場所噪音管制標準

管制區	低頻或全頻			低頻噪音：分貝 $Leq_{LF}$ (20Hz~200Hz)			全頻噪音 <sup>(*)</sup> ：分貝 $Leq$ (20Hz~20kHz)		
	日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
第二類	40	35	30	60	55	50			
第三類	40	40	35	70	60	55			
第四類	40	40	35	80	70	65			

\*：全頻噪音為本文所描述的專有語詞以分別低頻噪音，非環保署的用語。

噪音相關的量測條件、位置、儀器整理如下：

- (1) 動特性：fast。
- (2) 音量單位：分貝(dBA)，在 A 加權指標上。
- (3) 儀器：符合 CNS 7129 或 IEC 61260(1995)。
- (4) 高度：離地板或樓板 1.2~1.7 公尺之間(近人耳高度)。
- (5) 背景音量修正：設施負責人應配合背景音量的測定以修正設備噪音。

修正方式如下：

L1-L2	3	4	5	6	7	8	9
修正值	-3	-2		-1			

L1：設備+背景噪音      L2：背景噪音

(6)測定時間：噪音最具代表之時刻或陳情人指定的時刻。

(7)量測定點：

a. 低頻噪音：室內關窗，距牆面 1 公尺以上。

b. 全頻噪音：周界外任何地點或騎樓下建築物外牆面向外 1 公尺，或陳情人指定其居住生活之地區。

(8)噪音評定：2 分鐘之均能音量  $Leq$ (全頻)， $Leq_{LF}$ (低頻)。

### 3. 低頻噪音的計算與預估

由於一般市購的噪音計都會內建從 20~20kHz 的噪音總量，使用者只需注意把儀器的動特性調成 fast，把頻率加權調成 A 加權，即可讀出全頻噪音的噪音平均值，法令規定量測 2 分鐘，即得 2 分鐘的均能音量  $Leq$ ，再與表 2 的噪音標準相比較，即可確定噪音源是否超過全頻噪音管制標準；但 94.1.31 推行的低頻噪音管制標準所要求的頻寬為 20~200Hz 的音量總和，以目前的噪音計有此功能的幾乎皆為國外廠牌，因為它必須有頻譜分析的功能(分析 1/3 八度音頻)再把 20~200Hz 間的頻譜加總，並量測 2 分鐘的均能音量即為低頻噪音量  $Leq,LF$ ，再與表 2 做一比較即可確定是否超過低頻噪音管制標準。二者的頻寬範圍如圖 2。

頻寬	20Hz	200Hz	20k
全頻噪音 $Leq$			
低頻噪音 $Leq,LF$			

圖 2 全頻噪音與低頻噪音的頻寬說明

所以同一個噪音源所量得的低頻噪音比全頻噪音為低是正常的，表 2 全頻與低頻噪音管制標準兩者相差 20~30 分貝之間。至於現行的低頻噪音管制標準是否過低，有興趣的讀者可以參考環保署計劃編號：「EPA-93-F105-02-104 研擬低頻噪音管制規範<sup>(2)</sup>」的報告，內有相當詳盡的調查報告與標準制定的說明。

#### (1) 量測低頻噪音(20Hz~200Hz)

a. 以頻譜分析儀量測居家室內的 1/3 Octave 的頻譜值

b. 若該值為 dB(L) 需先改成 dBA，A 加權規定修正如下：

Hz	20	25	31.5	40	50	63	83	100	125	160	200
修正	-50	-45	-39	-35	-30	-26	-22	-19	-16	-13	-9

c. 計算 20Hz 到 200Hz 的 A 加權均能音量

$$Leq,LF = 10 \log(10^{0.1 Lp20} + 10^{0.1 Lp25} + 10^{0.1 Lp31.5} + \dots + 10^{0.1 Lp200})$$

d. 將計算結果與表 2 噪音管制標準比較以確定噪音值是否超出低頻噪音管制標準。

今將計算範例整理如下：

Hz	未加權 (dBL)	A 加權	加權結果 (dBA)	低頻管制頻寬	全頻管制頻寬	
20	55	-50	5	20	20	
25	50.1	-44.7	5.4			
31.5	46.7	-39.4	7.3			
40	43.3	-34.6	8.7			
50	52.3	-30.2	22.1			
63	46.4	-26.2	20.2			
80	47.8	-22.5	25.3			
100	44.2	-19.1	25.1			
125	46.3	-16.1	30.2			
160	48.2	-13.4	34.8			
200	40.6	-10.9	29.7			200
250	43.5					
315	49.4					
400	46.1					
500	41.7					
630	41.8					
800	39.2					
1 k	37.5					
1.25 k	34.5					
1.6 k	34.4					
2 k	34.8					
2.5 k	33.9					
3.15 k	31.2					
4 k	28.7					
5 k	25.8					
6.3 k	24.2					
8 k	22.7					
10 k	20.3				20K	
Overall dBA	49.5 全頻 A 加權		38(20-200Hz) A 加權			

Hz	未加權 (dBL)	A 加權	加權結果 (dBA)	低頻管制頻寬	全頻管制頻寬
Overall dBL	59	全頻未加權			

由上計算可知全頻 A 加權噪音與低頻 A 加權噪音相差了 10 分貝，環保署的專案計畫量了 100 個點也有類似的狀況(參考附錄之量測數據)，也就是說：

全頻噪音(dBA) - 10 分貝=低頻噪音值(Leq.Lf dBA)(粗率估計)。

## (2) 低頻噪音的預估

預估設備擺到相關位置對週遭環境安寧的影響與是否超出噪音管制標準是重要的，但現階段低頻噪音不易預估的原因說明如下：

**噪音源噪音 - 隔音設備隔音量 - 距離衰減量 = 受體處噪音值**

如果要算低頻噪音，要有設備的 a. 低頻噪音聲功率 b. 隔音設備的低頻隔音量 c. 低頻的距離衰減量。其中各階段的困難程度如下：

- a. 設備的低頻聲功率：沒有資料，目前大部分設備只能提供 63Hz 以上的聲功率，63Hz 以下，沒有數據。
- b. 隔音設備的低頻隔音量：目前只有到 100Hz(好的實驗室可以到 63Hz)的隔音量，更低的頻率，隔音設備可以隔幾分貝，沒有數據(可以由質量公式預估  $TL=10\log mf-44$ ，但誤差多少不易評估)。
- c. 低頻距離衰減：有相關衰減公式可預估。

由於音源沒有 63Hz 以下聲功率，隔音設備沒有 63Hz 以下隔音量，使得部份高噪音設備設計時無法量化(科學化)低頻噪音的值，以事先避免低頻噪音可能超過法令的干擾。

為了解決以上的問題，我們整理環保署的報告，並推估工程上可行的預估辦法(在可容許的範圍內)以為未來低頻噪音的計算提供一個想法。我們的想法如下：

由於一般設備可提供的聲音功率資料只到 63Hz(1/1 Octave)，而 1/1 Octave 的 63Hz 包含了 1/3 Octave 的 50、63、80Hz，但環保署要求的低頻噪音低到 20Hz，所以 20、25、31.5、40 這四個頻率是目前設備商無法提供噪音源的聲功率，且噪音防制設備亦無法提供該頻段的噪音穿透損失，這個頻段對整個低頻噪音的貢獻度大嗎？可以忽略嗎？另外環保署要求的低頻噪音 A 加權總量需從 20-200Hz 的頻寬，但一般廠商提供的聲功率都以 1/1 八度音頻為主，而 1/1 八度音頻的 250Hz 包含了 1/3 八度音頻的 200、250、315Hz。換句話說，若採用廠商的 1/1 八度音頻算到 250Hz，會較環保署要求的低頻噪音上限 200Hz 多算了 250、315Hz 二個頻寬。綜上，我們要克服以下二個要點：

40Hz 以下的噪音是否可以忽略？

(1/1 Octave 的 63Hz 已包含 1/3 Octave 的 50, 63, 80Hz)

如何在 1/1 Octave 與 1/3 Octave 做轉換？

(一般廠商無法提供 1/3 Octave 的聲功率，但低頻噪音標準要求為 1/3 Octave 20~200Hz)

我們的解決方式如下：

- a. 根據環保署的計畫書(EPA-93-F105-02-104)發現，調查低頻的 100 個樣本(詳附錄 1)中 20Hz 的噪音值完全可忽略。
- b. 而在 25-40Hz 之間，100 個樣本中，可完全忽略的佔了 96 點，忽略此區段音壓使低頻整體噪音降低 1 分貝的佔了 2 點，(2 點無量測數據)，所以本公司建議忽略此頻段的噪音值，在安全係數上加 1，把可能的誤差補回來。
- c. 原標準 1/3 Octave 的 50, 63, 80 Hz 音壓值總合 = 1/1 Octave 的 63Hz 音壓值。
- d. 原標準 1/3 Octave 的 100, 125, 160 Hz 音壓值總合 = 1/1 Octave 的 125Hz 音壓值。
- e. 原 1/3 Octave 的 200, 250, 315 Hz 的音壓值總合 = 1/1 Octave 的 250Hz 音壓值，但低頻僅算到 200Hz 的音壓值，所以需把 250, 315Hz 的音壓值去除並做修正。假設 200, 250, 315Hz 三頻率的音壓值相同，(工程假設，非精確值)

$$L_{p200}(1/3 \text{ Octave}) = L_{p250}(1/3 \text{ Octave}) = L_{p315}(1/3 \text{ Octave})$$

$$L_{p200}(1/3 \text{ Octave}) + L_{p250}(1/3 \text{ Octave}) + L_{p315}(1/3 \text{ Octave}) = L_{p250}(1/1 \text{ Octave}), L_{p200}(1/3 \text{ Octave}) = L_{p250}(1/1 \text{ Octave}) - 4.7$$

- f. 所以低頻從 20~200Hz(1/3 Octave)的加總為  $Leq, LF(1/3 \text{ Octave})$  轉成  $Leq, LF(1/1 \text{ Octave}) = Leq63(1/1 \text{ Octave}) + Leq125(1/1 \text{ Octave}) + Leq250(1/1 \text{ Octave}) - 4.7$ ，依此轉換成 1/1 Octave，並捨去 40Hz 以下的噪音值的影響改成安全係數+3dB 來計算。
- g. 由於低頻評估的點都在室內，但計算距離衰減僅算到戶外，依 ARI<sup>(3)</sup>275 的建議，在關窗狀態下，室內噪音值為戶外噪音值-17



分貝。

綜上整理如表 3

步驟	1/3 Octave	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	安全係數
1	1/1 Octave 的範圍			31.5			63			125			250		
2	忽略 40Hz 以下音壓	0		0			63			125			250		+1
3	平分 1/1 Octave 250Hz 成 3 份	0		0			63			125			$L_{p250}(1/1) - 4.7$		+2
4	評估室內噪音(關窗)														-17

### 三、結論

由於低頻噪音的實施使台北市的噪音陳情取締成功率提高了 10%，亦即原來可以符合全頻噪音管制標準的設備，不見得可以符合低頻噪音管制標準。而環保署從優先管制娛樂場所、營業場所的低頻噪音，到未來會管制工廠的低頻噪音，是許多單位需要認真面對的問題。

本文說明低頻噪音 (20~200Hz) 與全頻噪音 (20~20kHz) 的差異，並描述其量測方式與計算方法。針對設備之低頻噪音的推估與對鄰近住宅及敏感受體所造成的影響，也提出工程上的解決建議方式，期望對設計單位在設備的選定與位置的擺設上有些幫助，使屬於敏感受體的民眾可以減少受到低頻噪音的影響。

附錄一：100 個低頻噪音量測值範列表：

條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	1	ALL	10.4	12.8	8.0	9.7	17.6	22.8	23.5	23.6	35.8	36.7	35.1	35.7	37.0
開窗	2	CT	14.7	13.9	17.4	21.8	20.5	27.7	21.7	30.8	31.2	33.1	35.0	38.3	37.4
開窗	3	ALL	-5.4	-4.0	2.8	10.7	21.7	21.8	29.4	29.5	39.5	33.9	32.8	38.1	40.3
開窗	4	CT	9.0	13.1	16.9	22.2	31.5	31.0	31.6	30.7	31.2	39.4	38.3	40.1	41.0
開窗	5	CT	2.0	2.6	7.8	18.8	26.0	25.9	22.5	24.2	25.0	23.4	26.0	31.9	33.0
開窗	6	ALL	14.0	14.6	22.7	33.0	43.0	38.9	39.4	38.8	41.8	40.6	43.3	43.8	43.4
開窗	6	ALL	14.0	16.6	23.1	40.9	46.1	36.6	35.7	39.2	41.7	43.0	41.6	40.7	41.6

條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	7	AC	-1.1	3.6	5.3	16.2	15.2	27.0	35.9	23.4	29.2	35.0	38.0	37.9	38.6
開窗	7	AC	9.1	17.6	12.6	17.9	15.3	18.7	28.7	33.6	34.9	36.1	35.3	38.3	38.3
開窗	8	CT	6.4	12.2	13.1	14.2	29.5	24.2	26.3	33.3	32.3	30.2	34.8	36.6	36.7
開窗	8	CT	4.9	7.0	13.2	17.4	37.4	30.3	23.7	29.8	35.3	38.3	39.1	37.4	34.5
開窗	9	CT	-6.9	-4.9	-0.8	9.2	13.7	21.9	33.7	39.1	37.7	34.4	35.6	35.8	36.9
開窗	10	CT	-2.3	3.0	17.5	24.5	28.9	33.7	26.5	32.6	37.5	36.8	42.9	39.5	44.4
開窗	10	CT	16.5	10.1	17.2	31.9	31.9	36.7	31.2	26.6	35.6	38.6	37.7	43.8	44.2
開窗	11	CT	5.8	5.4	18.5	21.1	24.1	28.7	33.4	29.5	34.1	35.0	36.4	38.0	38.8
開窗	12	CT	0.0	-1.6	2.2	8.4	24.5	37.6	37.2	47.4	41.3	45.9	42.6	41.9	42.3
開窗	13	CT	-0.5	6.6	13.6	15.7	21.1	28.8	24.2	28.9	31.7	31.0	33.2	36.2	36.7
開窗	14	CT	4.3	12.1	16.1	29.3	46.8	49.6	45.1	46.4	47.9	49.9	52.3	49.4	51.2
開窗	15	CT	7.5	10.4	13.9	19.1	28.2	24.4	32.0	37.5	37.3	32.3	33.2	39.2	39.5
開窗	16	CT	11.6	8.3	11.2	12.8	27.8	27.7	31.2	30.4	30.7	37.2	33.8	38.4	37.4
開窗	17	CT	8.1	12.7	14.4	10.9	26.3	32.9	27.8	38.3	36.7	39.4	36.9	41.9	43.4
開窗	18	ALL	-2.6	1.2	4.4	14.0	15.7	13.5	23.1	22.4	18.2	34.4	34.9	33.7	37.4
開窗	19	CT	-2.0	-1.2	10.1	19.3	34.8	42.9	33.3	36.4	37.4	39.6	43.7	43.4	48.0
開窗	19	CT	1.1	8.4	16.7	20.6	35.2	39.2	35.4	40.8	40.6	44.3	46.5	47.7	51.7
開窗	20	AC	1.5	5.6	8.7	13.3	25.6	25.5	21.5	19.5	23.9	32.1	31.0	35.2	39.4
開窗	21	CT	1.1	6.1	9.5	15.7	14.9	20.4	23.7	31.0	32.6	32.6	35.2	40.2	35.4
開窗	22	AC	5.4	20.2	18.3	21.4	23.7	24.6	24.2	27.7	30.0	29.2	31.7	38.1	35.4
開窗	22	AC	2.9	17.2	20.3	22.8	23.9	29.3	27.9	29.2	30.6	34.8	32.7	39.4	38.2
開窗	23	CT	-1.0	9.8	23.6	28.9	28.3	32.6	31.1	31.2	35.4	42.1	42.7	43.6	44.7
開窗	23	CT	-4.7	8.5	22.2	27.9	28.1	34.7	34.8	35.6	39.8	44.5	44.4	45.6	45.7
開窗	24	CT	4.8	3.4	12.0	21.5	22.9	27.3	27.8	33.6	31.5	36.3	31.9	39.3	42.3
開窗	25	AC	8.8	30.6	24.8	29.6	32.6	31.1	33.3	36.5	44.2	42.2	40.0	45.8	44.8
條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	25	AC	13.0	39.7	30.4	27.3	34.3	37.5	37.9	39.4	45.6	44.2	42.6	47.8	45.7
開窗	25	AC	6.0	13.0	23.5	29.5	32.6	31.9	33.9	36.4	42.0	41.1	39.0	42.9	44.5
開窗	26	AC	6.0	8.1	11.3	9.6	13.1	22.3	30.0	27.9	35.4	35.7	39.7	41.4	40.0
開窗	26	AC	8.6	10.6	15.0	21.6	24.9	21.7	26.9	26.2	33.7	35.2	38.8	47.2	41.1

條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	27	AC	8.3	3.0	7.5	12.9	21.2	26.3	29.1	26.1	34.6	37.2	39.3	40.5	41.0
開窗	27	AC	8.4	8.3	18.7	25.1	28.5	36.8	37.8	36.1	40.0	39.5	39.2	45.0	47.8
開窗	28	FAN	11.0	22.7	21.9	22.1	29.6	29.6	25.6	43.4	50.9	45.9	50.6	51.1	51.4
開窗	29	AC	-5.8	10.4	16.9	20.5	31.0	27.0	22.7	28.6	32.0	35.4	38.7	39.5	41.3
開窗	30	CT	9.5	11.0	12.9	16.4	24.0	35.7	26.9	25.2	31.7	33.9	36.3	36.9	39.2
開窗	31	FAN	4.0	11.1	12.6	26.4	29.6	34.8	31.8	34.0	36.4	38.7	40.5	40.0	42.4
開窗	32	CT	8.1	10.8	18.2	23.0	25.7	30.6	33.4	33.6	38.3	41.4	45.6	47.5	53.1
開窗	33	ALL	13.4	16.5	22.6	29.1	29.7	34.4	38.4	38.0	43.9	45.1	46.2	48.8	50.2
開窗	34	ALL	10.0	14.8	25.0	26.0	40.0	41.3	32.7	33.4	32.7	36.0	38.5	40.6	41.4
開窗	35	AC	-12.3	7.7	15.0	9.0	18.7	19.8	17.3	16.3	25.5	31.0	34.1	32.3	33.9
開窗	36	FAN	-0.3	4.0	13.9	23.5	34.6	22.5	25.0	24.0	28.2	36.2	41.5	39.3	41.9
開窗	37	AC	6.5	11.9	10.6	18.2	31.3	33.4	28.3	37.8	39.4	41.9	41.8	47.3	49.7
開窗	38	AC	0.5	8.5	22.2	18.1	22.8	30.7	23.7	32.1	23.7	28.3	32.9	33.0	37.1
開窗	39	FAN	-9.5	-6.5	5.6	20.3	21.2	24.6	24.0	22.6	27.8	35.6	41.1	43.4	43.6
開窗	40	CT	8.2	3.2	12.4	21.2	25.6	29.4	35.3	25.6	36.3	40.9	43.7	43.2	42.4
開窗	41	CT	-6.4	0.1	15.9	30.7	31.2	31.8	28.6	28.7	36.3	40.5	42.2	45.1	47.8
開窗	42	CT	2.1	32.7	32.2	26.8	31.2	40.1	41.9	36.2	43.6	44.6	46.5	49.5	50.9
開窗	43	FAN	9.0	7.9	16.4	20.3	25.8	33.6	34.8	36.8	39.7	49.0	49.5	44.3	48.9
開窗	44	CT	3.7	7.4	11.4	20.3	24.4	32.7	35.5	41.1	31.4	36.5	37.7	39.8	41.3
開窗	45	AC	-2.0	8.8	15.6	18.2	37.8	33.3	31.6	34.8	34.6	43.8	45.4	46.3	46.6
開窗	46	AC	-3.9	0.8	9.2	20.5	11.8	23.7	19.1	26.2	29.4	32.8	36.6	38.9	40.3
開窗	47	ALL	2.9	3.2	0.3	8.7	16.2	29.5	25.8	28.3	38.0	36.7	37.8	37.9	40.4
開窗	48	CT	13.5	12.9	17.1	25.3	29.2	36.8	35.3	37.3	40.8	43.2	43.4	43.1	44.6
開窗	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
開窗	50	FAN	4.3	8.8	10.1	-0.6	11.8	24.8	26.8	30.2	31.8	32.0	36.0	35.1	37.9
開窗	51	CT	5.4	9.9	20.7	17.0	27.9	32.0	31.9	31.7	32.1	34.3	35.7	39.8	43.8
開窗	52	CT	1.1	9.6	21.8	23.9	36.4	44.4	31.8	29.0	37.4	34.7	38.5	42.5	42.0
開窗	53	FAN	26.8	19.3	25.4	32.7	28.1	30.4	32.8	38.8	38.7	42.5	43.4	48.6	46.1
開窗	54	CT	2.0	4.8	11.2	12.3	25.7	37.2	39.7	39.1	38.9	45.2	42.8	48.3	47.7
條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315

條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	55	CT	-4.8	2.9	11.2	12.0	9.8	12.8	18.3	28.4	27.4	33.9	37.2	35.0	38.5
開窗	56	CT	17.0	20.8	18.9	16.6	15.3	20.2	22.8	26.1	35.1	36.4	32.8	46.0	45.2
開窗	57	FAN	-1.3	3.4	9.6	11.8	25.2	39.8	20.1	29.0	42.1	36.7	39.0	41.8	40.4
開窗	58	CT	2.9	11.9	19.0	20.0	32.5	30.1	25.4	39.5	47.1	40.3	38.7	44.1	42.6
開窗	59	CT	4.3	18.0	20.9	29.1	34.2	39.9	36.7	41.6	41.4	40.3	43.8	48.0	49.7
開窗	60	CT	3.6	5.5	13.5	17.3	29.5	38.6	28.9	31.0	37.0	37.3	40.3	42.9	43.4
開窗	61	CT	5.4	4.1	7.4	16.3	14.9	26.4	25.8	27.8	36.1	43.2	42.5	45.2	46.1
開窗	62	FAN	17.2	15.2	11.5	10.1	24.9	44.6	39.1	44.5	48.2	50.4	51.9	55.5	57.1
開窗	63	CT	-10.5	-1.7	18.0	29.9	26.8	40.4	31.7	29.6	42.5	45.5	48.4	51.2	53.6
開窗	64	FAN	15.5	30.2	38.4	34.2	50.2	46.1	48.4	44.1	48.2	55.9	53.7	59.8	56.2
開窗	64	CT	1.7	-1.6	14.8	21.0	30.9	43.6	24.5	26.7	28.6	36.0	39.6	40.0	42.3
開窗	65	CT	-4.3	-2.2	5.3	5.9	14.4	15.4	28.2	27.3	34.9	36.1	40.9	40.5	44.5
開窗	65	CT	-5.9	-4.5	2.4	13.2	11.6	12.9	24.0	26.0	33.2	35.4	40.1	41.5	42.6
開窗	66	CT	7.7	19.3	24.8	18.1	31.2	28.9	31.8	41.7	44.8	37.3	41.4	42.2	43.0
開窗	67	CT	9.9	12.0	17.0	21.1	13.9	17.0	25.2	24.1	26.8	28.5	36.9	43.8	38.2
開窗	68	CT	-0.2	9.8	11.5	20.2	17.4	19.7	37.1	38.4	33.5	30.6	37.0	40.6	42.0
開窗	69	CT	13.9	16.9	13.4	10.8	13.6	21.3	34.4	37.7	46.2	42.5	40.5	39.7	42.8
開窗	70	CT	18.9	23.1	36.0	32.5	39.3	42.9	52.1	49.5	51.6	54.4	62.5	59.6	63.0
開窗	70	CT	21.2	27.9	35.3	34.8	40.4	42.8	48.8	49.6	52.5	57.2	62.5	61.2	62.2
開窗	70	CT	13.4	16.3	22.4	23.4	32.8	37.4	39.7	41.2	43.0	46.5	58.3	52.6	53.7
開窗	70	CT	17.7	24.9	28.5	24.8	32.2	38.1	47.2	45.2	47.1	53.2	49.8	54.0	54.2
開窗	71	AC	-21.9	-10.8	5.0	-0.3	5.6	9.1	13.3	11.9	22.4	25.8	28.2	29.6	26.4
開窗	71	AC	-28.2	-17.3	-7.8	-0.7	8.5	16.0	15.0	17.9	21.7	20.7	22.8	26.2	25.9
開窗	72	CT	3.5	14.6	16.8	9.5	16.8	22.3	27.1	34.2	37.3	37.3	42.1	44.3	47.1
開窗	73	CT	14.0	15.7	20.4	28.5	18.9	27.7	36.4	40.0	51.3	42.1	44.7	43.4	43.2
開窗	74	CT	4.5	7.2	12.4	18.9	28.9	36.3	40.1	32.0	36.6	42.6	43.3	41.4	44.6
開窗	75	CT	6.3	18.2	33.2	37.8	52.1	62.1	49.8	50.9	51.5	51.0	53.6	55.4	56.8
開窗	75	CT	7.8	15.0	23.1	27.0	39.8	56.0	35.6	35.3	40.9	43.6	45.1	48.7	46.8
開窗	76	ALL	8.6	18.6	24.9	25.0	34.1	46.9	37.5	42.1	44.9	46.1	47.0	51.4	53.9
開窗	76	ALL	-10.5	-0.6	6.6	13.2	24.1	27.1	23.4	29.5	34.0	34.7	35.7	41.8	43.6

條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	77	CT	6.3	18.2	33.2	37.8	52.1	62.1	49.8	50.9	51.5	51.0	53.6	55.4	56.8
開窗	77	CT	3.5	7.3	4.8	18.7	29.6	27.0	36.6	38.5	40.6	47.5	49.0	46.8	46.8
開窗	78	CT	17.2	22.6	38.2	31.7	45.1	48.1	46.0	45.1	45.3	47.7	50.2	54.0	51.2
條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	78	CT	12.9	15.5	28.1	25.6	32.9	41.2	40.1	39.0	36.3	39.5	42.2	43.6	40.6
開窗	79	FAN	20.5	21.8	30.9	32.3	36.8	39.5	41.8	43.2	45.5	46.9	47.3	46.3	50.9
開窗	79	FAN	8.6	5.6	20.5	25.6	34.4	38.7	39.0	41.3	43.7	42.6	44.7	46.5	55.2
開窗	80	CT	18.7	22.6	25.5	27.2	32.4	34.9	37.5	41.9	44.7	48.4	46.9	44.1	45.9
開窗	80	CT	0.0	2.0	11.5	20.7	21.1	23.0	29.4	41.5	39.3	38.8	36.6	38.2	40.5
開窗	81	CT	9.7	20.3	27.8	33.0	39.7	48.2	54.7	51.1	51.6	54.7	53.6	54.0	54.8
開窗	81	CT	10.7	17.4	28.0	33.6	36.9	47.5	45.9	44.3	47.8	49.1	47.4	51.0	50.1
開窗	82	AC	5.2	12.5	13.4	21.7	31.8	32.9	36.3	45.6	51.3	47.0	50.0	50.3	61.6
開窗	82	AC	4.3	11.5	12.8	17.2	26.9	38.1	30.6	38.8	48.4	40.5	42.4	45.0	51.7
開窗	83	ALL	-0.3	7.6	17.0	16.6	23.4	30.6	16.1	20.4	29.0	34.9	36.4	37.9	39.5
開窗	83	ALL	-4.2	8.3	8.2	18.7	17.5	21.9	25.9	27.0	18.3	30.0	28.7	30.6	34.3
開窗	84	CT	-0.3	7.6	17.0	16.6	23.4	30.6	16.1	20.4	29.0	34.9	36.4	37.9	39.5
開窗	84	CT	-1.0	9.0	16.8	12.4	22.0	31.4	16.6	26.7	33.4	34.1	35.2	36.2	37.6
開窗	85	AC	-4.4	9.1	18.3	30.8	24.4	30.4	28.7	29.8	36.7	39.6	39.6	42.9	44.2
開窗	85	AC	-0.7	4.9	5.3	17.1	25.8	26.4	27.7	26.5	33.0	34.6	35.5	39.4	39.5
開窗	86	CT	-5.8	10.7	15.1	24.0	27.7	30.8	28.4	30.6	33.9	37.9	38.5	41.2	42.2
開窗	86	CT	-2.2	4.7	13.9	12.6	20.0	29.5	24.8	21.6	26.3	30.2	31.2	33.7	37.6
開窗	87	CT	-5.8	10.7	15.1	24.0	27.7	30.8	28.4	30.6	33.9	37.9	38.5	41.2	42.2
開窗	87	CT	1.0	15.2	21.1	34.9	47.6	42.7	38.0	50.5	53.2	59.5	58.5	61.0	62.3
開窗	88	CT	2.5	16.9	27.0	23.9	15.7	24.3	25.3	26.3	38.7	33.9	39.3	44.4	41.0
開窗	89	Motor	3.2	6.9	11.7	10.2	19.5	25.5	20.8	27.0	38.0	33.6	37.2	39.0	42.6
開窗	90	Motor	14.2	18.1	17.3	24.7	29.5	31.4	22.6	28.2	33.4	36.9	40.3	42.8	48.0
開窗	91	CT	5.3	21.0	23.1	26.1	32.3	36.4	38.7	44.5	46.7	42.3	44.4	46.7	49.3
開窗	91	CT	4.4	19.6	27.6	28.8	29.2	32.8	29.4	40.3	36.2	36.0	37.7	43.2	43.5
開窗	92	AC	-0.7	6.2	12.9	14.9	22.3	26.7	24.5	27.8	33.9	37.2	41.5	43.6	44.5
開窗	93	CT	12.5	13.8	18.9	22.6	35.4	42.4	42.4	48.7	44.7	47.6	45.2	47.9	51.2

條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	94	AC	-0.9	6.8	17.3	26.5	31.7	36.5	35.6	36.2	41.9	45.7	46.1	46.8	49.7
開窗	94	AC	-2.1	2.6	3.5	14.8	30.8	33.5	25.6	24.0	33.9	40.0	41.0	43.3	45.5
開窗	95	AC	5.4	17.9	26.6	30.1	30.9	33.4	30.0	47.7	62.0	52.0	59.9	70.1	63.8
開窗	95	AC	-0.8	9.9	17.7	22.5	21.3	30.7	27.8	34.7	53.0	43.0	47.6	57.2	55.5
開窗	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
開窗	97	FAN	-9.3	5.4	20.5	14.6	21.8	25.7	23.7	27.5	39.1	38.9	42.2	38.8	44.8
開窗	98	AC	9.7	10.3	18.6	17.3	20.6	29.0	30.7	29.1	24.0	33.3	37.9	42.7	47.8
條件	no	type	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
開窗	99	FAN	-7.2	3.3	34.1	15.1	17.2	23.1	27.9	26.5	36.6	28.9	29.6	31.6	34.1
開窗	100	AC	1.9	2.4	13.7	14.6	24.7	26.8	20.8	21.5	23.3	28.0	30.1	30.8	37.1

以上的噪音值皆為 dBA

\*\* CT：冷卻水塔，AC：空調系統，FAN：風扇，MOTOR：馬達

\*\*\* 以上資料來自環保署 EPA-93-F105-02-104 報告

---：無數據資料

## 參考文獻

1. 噪音管制標準,環保署,2005.1.31
2. EPA-93-F1005-02-104「研擬低頻噪音管制規範」,環保署,2004
3. ARI 275「Application of Sound Rating Levels of Outdoor Unitary Equipment」,ARI,1997