

鼓風機房的噪音防制

徐廷珪

一般鼓風機在整個污(廢)水處理過程中都扮演相當重要的角色，鼓風機伴隨而來的噪音問題亦相當需要注意，本文就魯風機的特性、噪音值與防治方式做一說明，期望爾後有關鼓風機的設計與施工上可以考慮噪音的問題，不致有事後的噪音陳情與噪音的困擾存在。

一、魯式鼓風機噪音源特性：

一般輸送氣體的機械，依其壓力大小可分成以下三種：

(1)送風機 (Fan) : 0-1,000mmH₂O

(2)鼓風機 (Blower) : 1,000-10,000mmH₂O

(3)壓縮機 (Compressor) : 10,000mmH₂O 以上。其中鼓風機的特色屬於靜壓約 1,000~10,000mm H₂O

1. 鼓風機特性與種類：

常用於廢(污)水處理的鼓風機有下列幾種：

(1)路上型魯式鼓風機 (Roots blower) : 放置於地面上的鼓風機。

(2)沉水式魯式鼓風機 (Submersible blower) : 噪音值約 55-70 分貝。

(3)環型鼓風機 (Ring Blower)

2. 鼓風機的噪音與頻譜分析

由於鼓風機的轉速、流量及壓力三者都會影響鼓風機噪音。目前從各廠商的型錄中，並未發現其鼓風機噪音頻譜特性分析，部份廠商有整理各型號在固定轉速與壓力下的噪音值，然並未有完整的鼓風機頻譜資料。原則上，轉速愈高噪音愈大，其噪音亦明顯增加。

今將本公司現場量測一台 15HP 的噪音資料列如下表：

15HP 鼓風機頻譜分析

	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Leq (A)
dB(Lin)	84	85.7	82.7	77.5	84.7	75.4	69.3	55.3	85.7
A 加權	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	
dB(A)	58	70	74	74	84	76	70	54	85.7

由表中可知，鼓風機主要的噪音都在中低頻為主，但經過 A 加權修正後，各頻率的噪音皆明顯。

二、鼓風機風的噪音防制

(一)鼓風機房的噪音改善方式：

鼓風機房的鼓風機提供調勻池與曝氣槽空氣，所以是 24 小時不停的運作，為使機器壽命延長，一般都有 2 台機器交替運轉的設計與考量，整個鼓風機房內較常施做的防音工程方式有以下二種：

1. 設置隔音罩：

以隔（吸）音板做成一個罩子，將鼓風機的噪音圍封在隔音罩內，使機房外可以維持安寧，隔音罩主要的組成如下：

(1) 隔音門（含視窗）：隔音量 35 分貝

(2) 隔音板：隔音量 30 分貝，使隔音罩內的通風正常，達到冷卻鼓風機與提供空氣的目的。

(3) 通風消音箱：隔音量 30 分貝（風扇）

(4) 其它：照明，溫控與通風設備。

隔音罩的設計需考慮未來的維修與保養，一般其大小採機器的尺寸再加上二側各 80cm 的人行維修通道來設計其大小。

2. 機房整體隔音

利用機房的 RC 壁來隔音，而在機房隔音較弱的地方，補強其隔音性能：

(1) 隔音門（含隔音視窗）：隔 35 分貝

(2) 通風消音箱：用於通風散熱，兼顧隔音之用。可隔 30 分貝。

(3) 吸音壁面：吸音 6-8 分貝

(二) 各種噪音改善設備的減音量

1. 吸音壁面的安裝：

一般機房會在天花板與牆板安裝玻璃棉或岩棉等吸音材料。

藉吸音壁面與吸音天花板的安裝來吸收機器的反射音，使整個機房的噪音值可以降低，其降低的程度如下： $NR=10 \log(1S1/0S0)$

其中 α_0, α_1 : 吸音壁面安裝前、後的吸音係數

S_0, S_1 : 機房吸音壁面安裝前、後的面積，一般而言 $S_0 = S_1$

NR : 減音量

$\alpha_0 = 0.1$, 6 面都是 RC 壁面的平均吸音係數。

$\alpha_1 = 0.6$, 5 面加裝吸音壁面(地板不裝)的平均吸音係數

$NR = 10 \log(0.6/0.1) = 10 \log 6 = 7.78$ 分貝

2. 隔音門

隔音門的隔音機構有二，一為氣密性良好，聲音不易從孔隙漏音。二為隔音門厚重，聲音不易直接穿透隔音門。

隔音門有不同效果，今舉隔音門隔音量分別為 38、45 分貝的資料做一說明。

金屬隔音門性能表(含各頻率的減音量)

型號	八度音頻譜(Hz)								平均隔 音量	材質
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K		
AD38	25	30	32	38	44	45	45	47	38	鐵門
AD45	26	34	36	40	50	55	55	48	45	鐵門

以 AD45 而言，即表示該隔音門在 63HZ 的隔音量為 26 分貝，125HZ 的隔音量為 34 分貝，250HZ 的隔音量為 36 分貝，依此類推....。此為該隔音門的特性。

3. 消音箱

消音箱的目的即是讓空氣進出機房，但聲音不因空氣的進出而跑出去，其目的主要來說就是“通風”並且“消音”。一般機房設的開口有二。一進一出使空氣對流，進出口的位置儘量掌握在進氣口在較低處(因溫度低)出氣口在較高處(因溫度高)，二者的距離儘可能長一點。

通風消音箱的開口大小可依以下公式計算：

$$Q: 860NA / \{ Q24 (t_2 - t_1)r \} , m^3/h$$

Q: 機組散熱所需的冷空氣量，m³/h

N: 機組的功率 kw

A: 散熱係數，0.1~0.5

t₂: 隔音罩外的溫度 °C

t₁: 隔音罩內的空氣溫度 °C

r: 空氣常數，長溫下取 1.2 kg/m³

一般選取的軸流風扇的風量大小為 1.1Q~1.15Q

消音箱依其效果有 60、90、120、150、180、210 公分長度的消音箱，其長度愈長隔音量愈好。舉例而言，開口率 33% 的消音箱而言，若長度為 1,800mm，其 63HZ 的隔音量 7 分貝，125HZ 的隔音量為 18 分貝，依此類推。

開板消音箱性能(各頻率下的減音量)

長度 (mm)	八度音頻率 (Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
	Model I-2S 33 (開口率 33%)							
900	3	7	14	27	37	40	30	20
1500	6	13	23	39	43	45	38	28
1800	7	18	30	43	48	51	40	30
2400	9	21	37	48	51	55	45	34
3000	11	25	43	55	57	60	49	37

以下的插入損失係根據 ASTM E477-84 測試所得

三、鼓風機噪音改善範例說明

今以一台 10HP 與一台 15HP 同時運轉的鼓風機噪音做為改善計算範例，說明如下：

鼓風機房的噪音改善計算方式

頻率	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Leq(A)	說明
噪音源	86	87.7	84.7	79.5	86.7	77.4	71.3	87.3	87.7	二台鼓風機同時運轉
迴音增加	3	3	3	3	3	3	3	3		機棄置於機房內所增加回音(反射音)
吸音壁面減音	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7		吸音壁面的減音效果
平均隔音量	-18	-25	-30	-35	-40	-42	-43	-45		整個牆面的平均減音量(門、RC、消音箱)
A 加權修正	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1		法規要求的修正係數
結果	38	42.7	71.7	37.5	72.7	31.4	24.3	7.3	48.4	

噪音改善後，門外 1m 處的噪音值為 48.4 分貝，可符合門外夜間音量 50 分貝的要求。