

# 噪音抑制器之研製

江奕旋 林宗成 羅子豪

## 摘 要

隨著工業的進步，有越來越多的高性能機器陸續被發明、製造問世，這使得人們的生活品質大大地提高，但機器所產生的噪音也跟著伴隨而來。

面對這些噪音所帶來的問題，許多抑制噪音的方法也跟著應運而生，最常見的方法有主動式噪音抑制和被動式噪音抑制兩大類，目前市面上最常被採用的是被動式噪音抑制，其原理是利用一些能吸聲波的物質和器材來抑制噪音，但是此類方法效果有限，且只能針對高頻噪音產生效果，對於低頻的噪音則效果大打折扣，且成本昂貴。相對於被動式噪音抑制，主動式噪音抑制不論面對高頻或低頻之噪音都有一定之抑制成效，且具有體積小的優點，使得主動式噪音抑制更加具有研究之價值。

關鍵字：噪音抑制、主動式噪音控制、被動式噪音控制

## 壹、前言

聲音是人類用來傳遞訊息的工具之一，經由它的傳遞使人類能相互溝通、表達各種意念，它也可以使人感到愉悅或是煩躁。聲音傳遞時，是在傳遞介質中（空氣、木材、牆壁....等）產生壓力波動，並以一固定的速度傳送到達人耳，而產生聽覺，它是屬於一種機械波，與一般電磁波不同，故在真空中聲音是無法傳遞的，必需要有彈性介質來傳送。平常人耳所能感覺到的最低頻率為每秒 30Hz；如頻率超過每秒 15KHZ，少有人能聽得到了。

一般波動分為橫波與縱波，前者振動方向與傳送方向垂直，後者振動方向與傳送方向平行，聲音屬後者。聲音亦被應用於其他用途上，例如使用超音波來治病、檢驗故障金屬機件、探測礦產、海底音納等等，因此聲學的研究是現代科學日益重視的一環。

許多研究均顯示，過度的噪音除了直接傷害聽覺系統外，還會造成許多生理心理方面的負面影響。因此，在講求生活品質及資訊交流的今日，如何保有一個靜謐舒適的環境，及避免不希望的聲音影響其他聲音資訊的傳輸是一個非常重要的課題。

## 貳、噪音控制

噪音問題之處理可以從以下三方面進行：

1. 噪音源 (source)：改變機械結構及材料避免震動及噪音的產生。
2. 噪音傳播路徑 (path)：改變或阻絕其噪音傳播。
3. 噪音接收端 (receiver)：改變接收者的空間位置及其聽覺保護。

對於噪音問題的防治，通常以被動式噪音控制技術（遮音、吸音等方法）及主動式噪音控制技術來處理。主動式噪音控制以產生聲波的方式來進行對噪音波之破壞性干涉，而達到消（抑）音的目的，為聲波重疊原理之應用，簡單的說，就是利用噪音來消除噪音。

最有效的噪音工程改善是減低噪音源音量，音源是否能採取音源控制，應視音源之特性及工程技術之可行性來決定。茲介紹幾種音源控制法。

### 1.減少機器振動

機器不必要的振動為噪音主要來源之一，如馬達基礎不穩定造成馬達振動產生噪音，此時以鋼筋混凝土穩固馬達基礎，減少馬達振動，則所產生的噪音可減低。如機械部分零件鬆動造成振動與噪音，此時可更換損壞零件或鎖緊鬆動部分零件可減少噪音。又如使用良好減振動材料質可以得到較好的由減振作用。而發散較少的聲音，如以塑膠原件帶替金屬原件。

### 2.減少衝擊

大衝擊改為小衝擊或無衝擊可以有效減少噪音。如平板金屬以鐵鎚敲彎改為鉗子使之彎曲等。

### 3.減少摩擦

物體摩擦產生噪音，如能更改材質減少摩擦或加潤滑油潤滑或消除摩擦均可減少此種噪音。

### 4.減少共振體物體

共振成為另一音源加強噪音，必需利用工程減振方法，來消除共振現象。

### 5.利用消音器

一般因高速排氣造成的噪音，可利用消音器來降低量。

對於噪音防治的方法通常以被動式遮音、吸音等方法及主動式噪音控制技术。主動式噪音控制是聲波重疊原理的應用，以產生另一聲波使得能夠與原噪音產生破壞性干涉而達到消音的目的。簡單的說，就是利用噪音來消除噪音。

主動式噪音控制 ( ANC : Active Noise Control )的概念是 Paul Lueg 首先

提出的，他在 1933 年在德國提出全世界第一個主動式噪音控制專利，隨後並於 1936 年獲得美國專利，Lueg 提出兩個實現主動式消音的理論。“破壞性消音原理”及“主動吸音原理”，所謂破壞性干涉是聲波疊加原理的應用，當聲波混合疊加時會產生干涉現象，此現象又分為建設性干涉及破壞性干涉，此兩種現象分別會產生聲場強度加強或減弱，因此可以利用喇叭產生另一聲場與原噪音產生破壞性干涉以達到消音的目的。而 Lueg 所謂的主動式吸音原理是使喇叭振動膜的動作與空氣中噪音一制，將聲壓力量承接吸收下來，造成喇叭附近區域的消音。

他並舉出了三個主動式消音的例子，我們以管路消音來說明 Lueg 的設計理念。圖一中的麥克風將所要消除的噪音轉為電壓訊號，之後通過放大器以推動喇叭產生反噪音訊號，Pual Lueg 以固定的單頻噪音為例，他的原先想法是：由麥克風、放大器及喇叭僅提供一固定的噪音信號傳輸延遲（不改變噪音大小及頻率），因此只要調整麥克風到喇叭位置處的原噪音與只發出的聲音剛好反相（相位剛好差 180 度），因而達到消音。

主動噪音控制系統的種類：

### 1.前授式主動消音系統原理

利用前置的感測器去量測噪音本身的訊號，與誤差感測器所量測到的訊號一同送入 ANC 控制器中進行處理，控制器再送出一控制電壓給第二音源，使其產生破壞型干涉的聲波，產生與噪音源反相 180 度的聲波，以達到消音的目的。

### 2.回饋式主動消音系統原理

回饋式是利用誤差感測器來反覆更正輸入訊號，將其訊號送入控制器內做運算，控制器再傳給第二聲源一合適的電壓，企圖達成第二音源所送出的聲波為一破壞型干涉，與噪音源反相 180 度的聲波，直到感測器量測訊號的誤差值，達到期望的容許值。

## 參、管路噪音之控制

控制噪音的方法有一維和三維，因為三維噪音需考慮許多因素，如壓力、溫度、傳播媒介及外在雜訊 ..... 等等之許多因素需要考慮，才可達到預期的效果，這些技術層次較為複雜，且所需成本也較高，因此，本文選用一維的方法進行噪音控制。

管路噪音控制也就是一維聲場噪音控制方式，管路噪音是主動式噪音控制最容易應用的場合，所謂管路，是指其某方向的長度較其他方向大許多而形成所謂的 wave guide，也就是聲音的傳遞將沿著該方向進行。由於管路幾何的限制，低於某一頻率（該頻率稱為“截止頻率”，cut-off frequency）的聲波，其高維波動態將產生自我抵消而僅剩下平面波可以傳播。所謂平面波，是指其空氣分子沿管路的截面積有相同的震動模式。平面聲波在管路很不易消失，因此使得風扇之通風、空調系統或是引擎的低頻噪音很容易依著管路方向而傳播出來。

## 肆、設計及製作

### 一、原理及裝置

由於聲音之傳播在一維路徑最為穩定，且所需之抑制目標也較開放空間明顯許多（因為訊號較為單純），因此本文以一維管路模式來進行噪音抑制，而所採用之管材為 PVC 管及管型厚紙板兩類。

製作時，分別從軟體程式及硬體電路著手。程式方面採用 C 語言來進行控制，而程式及電路之介面則採用聲音控制卡，其用途為 A/D、D/A 轉換，並作為開關控制使用；當噪音源由麥克風輸入，經 A/D 轉換後，程式立即進行比對，如果比對成功，聲音控制卡將會打開電路開關，接著噪音會經由反相器（或移相器）來調整，將波形反相成 180 度，再經後級放大器將其放大，最後經由揚聲器自管路之另一端輸出音波，如此便可利用此音波和原來之噪

音波進行抵制（也就是應用聲波重疊的原理），即利用能跟噪音產生破壞性干涉的聲波來達到消音（或抑制）之目的。

管型噪音抑制器之測試裝置如圖 1 所示。

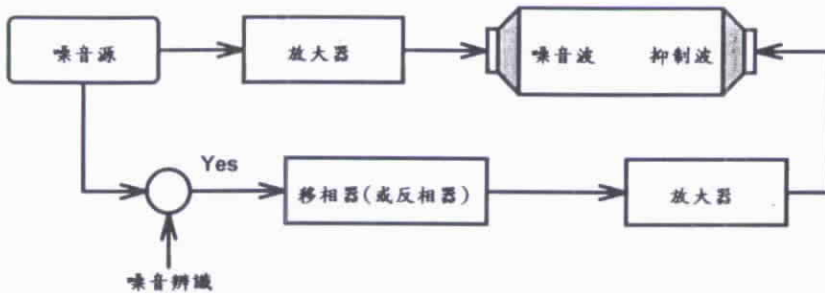


圖 1. 管型噪音抑制器測試裝置

## 二、反相電路

圖 2 中，反相電路之額定電壓為+15V 和-15V，其主結構為 uA-741 IC，為一個具有極高電壓增益之差動放大器。反相電路的功能就是將電壓作反相後再輸出。

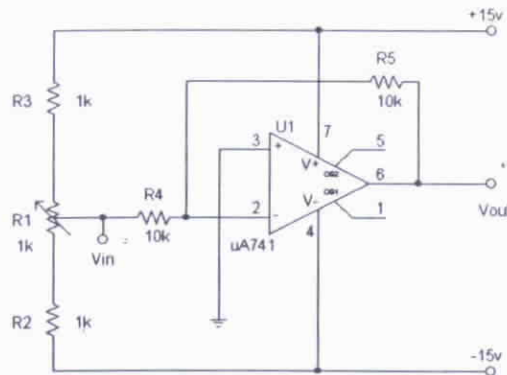


圖 2. 反相器

### 三、180 度移相電路

圖 3 中，此相移器之額定電壓為+15V 和-15V，其主結構為 LF356N IC，它能經由可變電阻的調整來改變輸出的相移量，其範圍界於 0~180 度。

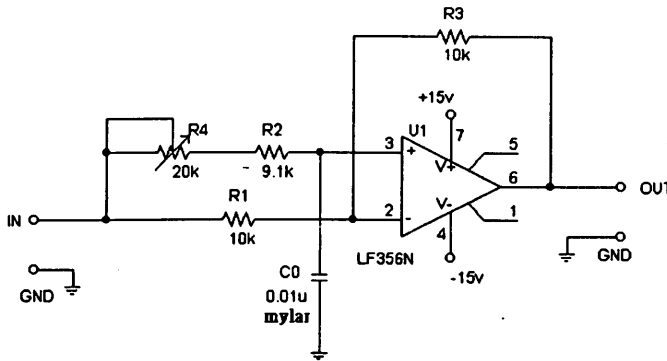


圖 3. 180 度移相器

### 四、後級放大電路

圖 4 中，後級放大電路以 LM-386N 之 IC 為主要結構，其功能為功率之放大，放大功率為 0.5W，而電源供應的範圍為 4~12V，為較寬廣之工作範圍，亦適用於 TTL 所使用的 5V 電源需求，無信號時消耗電流僅為 4mA，因此省電效率亦佳。

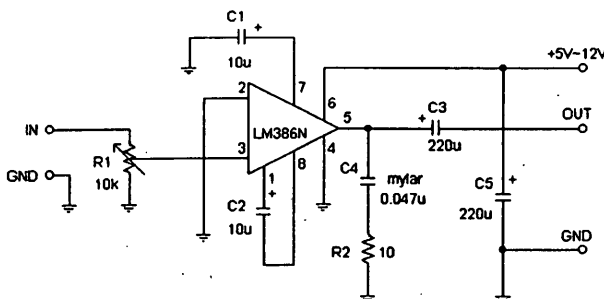


圖 4. 後級放大器

## 伍、結果及測試

圖 5 為實際成品圖。測試過程中，噪音源以訊號產生器代替，以揚聲器配合訊號產生器可得到各種不同頻率的聲音輸出，模擬出簡化之不同音頻噪音。經由實際測試之後發現，雖然無法完全消除噪音，但可明顯地抑制噪音（降低噪音的分貝數），而且在不同的管長和材質下，所能抑制的頻率範圍也不相同。

結果顯示管型厚紙板之抑制效果較佳，其噪音抑制之能力表現比 PVC 管明顯。管路長度大小會影響該裝置所能抑制之噪音頻率範圍，由測試得知固定的管長會對不同頻率的聲音，產生不同程度之抑制效果，即有其適用之噪音頻帶。

以管型厚紙板（內徑 45mm,外徑 52 mm,450 lb/m<sup>2</sup> 灰紙板材）之管路配合以之長度變化（遞增間隔為 5 cm）來進行測試，其結果如表一所示。

圖 6 為表一中之噪音抑制效果之量測值表示圖。

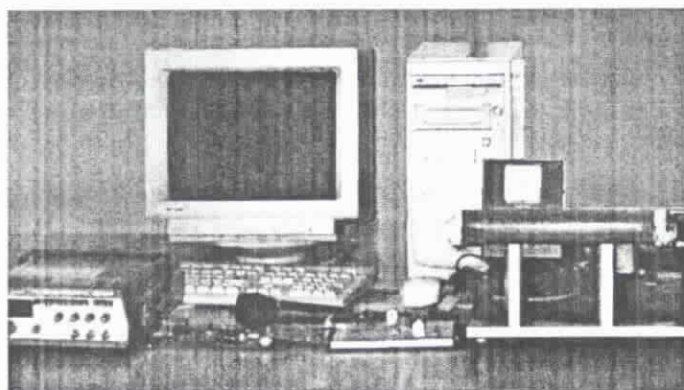


圖 5. 實際成品



表一、測試所得結果 (管長與其適用之抑制噪音頻率之關係)

管長 \ 頻率 Hz		300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
		5cm				▲	▲	▲	▲	●	▲
5cm	抑制後				▲	▲	▲	▲	●	▲	▲
10cm	抑制前				▲	▲	▲	●	▲	▲	
10cm	抑制後				▲	▲	▲	●	▲	▲	
15cm	抑制前				▲	▲	●	▲	▲	▲	
15cm	抑制後				▲	▲	●	▲	▲	▲	
20cm	抑制前		▲	▲	▲	●	▲				
20cm	抑制後		▲	▲	▲	●	▲				

[註]

1. 淺色區域 ▲表：「抑制效果較顯著」的範圍。
2. 深色區域 ●表：相同管路長度時，所進行之測量值中，抑制效果最佳者。

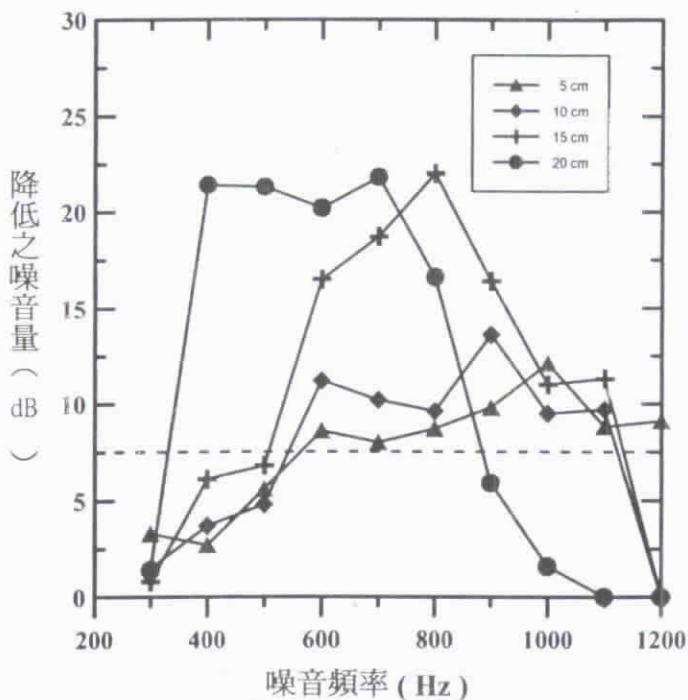


圖 6. 四種管路長度下，噪音抑制效果與噪音頻率之關係圖

## 陸、結 語

噪音對人類生活的影響與日俱增，因此，如何降低（或消除）噪音已是刻不容緩之當前要務。噪音抑制器對環境噪音之改善有一定之效果，所以大家更應該積極投入開發，以提升人類生活品質。

管路噪音抑制設計可運用於通風管、空調系統之噪音抑制，亦可應用於引擎或馬達振動產生之噪音抑制。

## 柒、參考文獻

- [1] 胡竹生, 余祥華, “簡介主動式噪音系統,” *電子月刊*, 第2卷, 第4期, 89 ~ 95 頁, 1996 年 4 月.
- [2] 蘇奕肇, 「精選類比實用電路集」, 全華書局, 1994 年 17 月.
- [3] 陳龍三, 「聲控電腦製作與應用入門」, 松崗書局, 1997 年 11 月.
- [4] 張錦松, 韓光榮, 「噪音振動控制」, 高立書局, 1998 年 2 月.
- [5] 葉文裕, 林守香, 汪島軍, 張文隆, 「工作場所音場模擬軟體預估可行性之探討」, 勞工安全衛生研討會, 1998 年.
- [6] 林忠志, “汽車工業之振動與噪音控制技術”, *工業污染防治*, 第 69 期, 172~178 頁, 1999 年 1 月.

# Implementation of A Noise Eliminator

Yi-Hsuan Jiang, Chung-Cheng Lin, Tzu-Hao Lo

## Abstract

With the development of industry technology, more and more noise which will influence the qualities of living is coming. Facing the noise problems, there are many kinds of method are developed. PNC ( Passive Noise Control ) and ANC ( Active Noise Control ) are both the famous resolving methods. ANC is better than PNC. But ANC needs more high technologies. Using ANC can achieve the effect of reducing noise.

In this paper, there was an implementation of a conduit noise eliminator. And then, a sequence of testing and measuring procedure were developing. The results obtained are useful for eliminating noise and improving the qualities of living.

Key Words : Noise eliminator, ANC ( Active Noise Control ),  
PNC ( Passive Noise Control )