

花蓮縣第 59 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學（二）（環保與民生）

組 別：國小組

作品名稱：代代箱傳-再生喇叭的研究與製作

關 鍵 詞：喇叭、紙音箱、再生

編 號：

[目錄]

研究摘要.....	3
壹、研究動機.....	4
貳、研究目的.....	4
參、研究設備器材與相關資料.....	4
肆、研究過程與方法.....	5
一、瞭解喇叭的構造與聲音原理.....	5
(一)瞭解喇叭的相關研究與知識.....	5
(二)蒐集、觀察、拆解喇叭.....	6
二、分析搜集的各種回收材料.....	6
(一)比較回收紙箱.....	6
(二)比較各種線材.....	7
三、探討紙音箱外型對聲音的影響.....	7
(一)比較不同形狀音箱對聲音的影響.....	7
(二)比較不同高度的音箱對聲音的影響.....	7
(三)比較不同寬度的音箱對聲音的影響.....	8
四、探討不同類型音箱對聲音的影響.....	8
五、探討音箱內壁材質對聲音的影響.....	9
六、探討喇叭線材對聲音的影響.....	9
(一)瞭解喇叭線長短對聲音的影響.....	9
(二)瞭解不同種類喇叭線對聲音的影響.....	10
七、探討可替代的再生喇叭.....	10
(一)比較不同材質障版對聲音的影響.....	10
(二)特殊造型音箱比較.....	10
(三)功放版的應用與比較.....	11
伍、研究結果.....	12
一、瞭解喇叭的構造與聲音原理.....	12
(一)瞭解喇叭的相關研究與知識.....	12
(二)蒐集、觀察、拆解喇叭.....	12
二、分析蒐集的各種回收材料.....	13
(一)比較回收紙箱.....	13
(二)比較各種線材.....	14
三、探討紙音箱外型對聲音的影響.....	14

(一)比較不同形狀音箱對聲音的影響.....	14
(二)比較不同高度的音箱對聲音的影響.....	15
(三)比較不同寬度的音箱對聲音的影響.....	16
四、探討不同類型音箱對聲音的影響.....	17
五、探討音箱內壁材質對聲音的影響.....	18
六、探討喇叭線材與長度對聲音的影響.....	19
(一)瞭解喇叭線長短對聲音的影響.....	19
(二)瞭解喇叭線種類對聲音的影響.....	20
七、探討可替代的再生喇叭.....	20
(一)比較不同材質障板對聲音的影響.....	20
(二)特殊音箱比較.....	21
(三)功放版的應用與比較.....	22
陸、討論.....	23
柒、結論.....	24
捌、參考資料及其他.....	24
附件.....	26

研究摘要

為了能將喇叭再生製作，從瞭解喇叭的構造與發聲原理開始，逐步音箱外型、音箱內壁材質等對聲音的研究。從蒐集觀察各種廢棄喇叭、紙箱、各種線材開始進行研究，接著探討在不同外形的音箱中，發現梯形柱的音箱在音強與音高的發揮較為出色，探討不同高度、不同寬度的研究中，分別發現 高 20 公分的音箱、寬 7.5 公分的音箱音量較為較為出色。探討音箱內部對聲音的影響中，反射式音箱音量較為出色，內壁以氣泡紙為材質的音量較為出色。我們還探討了不同的線材與不同材質的障板對聲音的影響，結合以上的各種實驗結果和數據，確實找到替代喇叭方法的因素，製作出能再生使用、代代箱傳的喇叭。

壹、研究動機

我們在學校的儲藏室整理環境時，看到一些廢棄的喇叭（如照片 1-1），好奇請教老師這些喇叭為何被放置在儲藏室，能否再次運用，做到資源利用、再造，減少地球負擔。經過組員們一番討論及查詢資料後，決定以「喇叭」作為我們這次探討的研究主題，希望兼具環保及創意，找出能經濟實用且代代相傳的環保音箱。

貳、研究目的

- 一、瞭解喇叭的構造與發聲原理。
- 二、分析蒐集的各種回收材料。
- 三、探討音箱外型對聲音的影響。
- 四、探討不同類型音箱對聲音的影響。
- 五、探討音箱內壁材質對聲音的影響。
- 六、探討喇叭線材與長度對聲音的影響。
- 七、探討可替代的再生喇叭。

參、研究設備器材與相關資料

- 一、環保材料：回收餅盒、氣泡紙、塑膠瓦楞板、紙箱、不織布、鋁箔紙、木板、泡綿紙。
- 二、應用軟體：google 科學日誌、Signal Gen、youtube。
- 三、實驗器具：自製音箱、平板、單體、回收線材、功放版、無線藍芽功放版。
- 四、紀錄類別：筆、方格紙、筆記本、相機、電腦、平板。
- 五、製作音箱器材：切割墊、美工刀、鋸子、磨砂紙、熱熔膠。

照片 1-1 廢棄喇叭



照片 1-2 練習電焊



肆、研究過程與方法

如何能在家中自製環保且實用的喇叭是我們研究的終極目標，大夥從蒐集廢棄喇叭開始，拆解喇叭、觀看 youtube 中與喇叭相關知識影片，以下是研究的過程與設計：

一、瞭解喇叭的構造與聲音原理

大家對這個研究主題，達成共識後，開始著手蒐集音箱並查詢相關文獻：

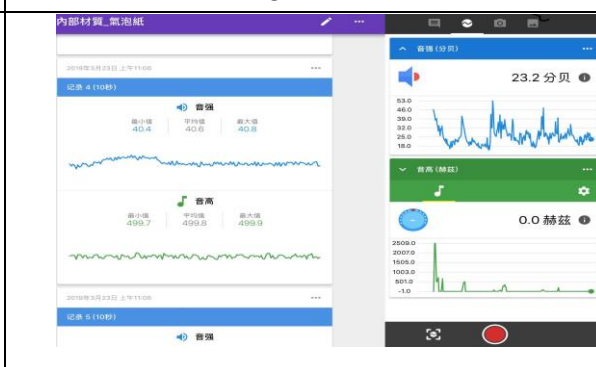
(一)瞭解喇叭的相關研究與知識

老師建議我們先從 youtube 上的影音頻道來了解喇叭的相關知識，接著指導我們以「喇叭」、「音箱」等關鍵字分別於科展群傑廳、教育部小論文等網站查尋，也在網路上整理許多相關文獻，得知喇叭的種類與知識。接著，老師建議我們思考尋找實驗需要的聲音「製造」與「接收」的工具，這時組員想到在六上自然課的『聲音』單元時，老師曾使用 youtube 播放超音波（如照片 4-1）的聲音給我們聽，經過實際測試，發現很容易操作，決定仿效這個方法，解決了「製造」聲音的工具後，卻沒有「接收」聲音工具的方法時，老師建議我們善用平板上的 app，指導我們下載如：Signal Gen、Google Science（科學日誌）使用（如照片 4-2、4-3）。

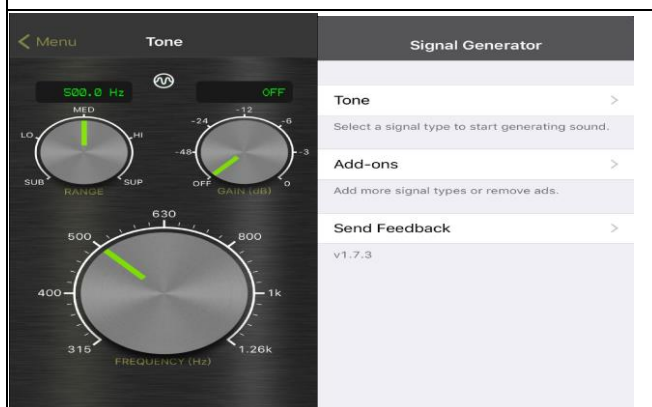
照片 4-1 youtube 上超音波



照片 4-2 使用 Google Science 日誌

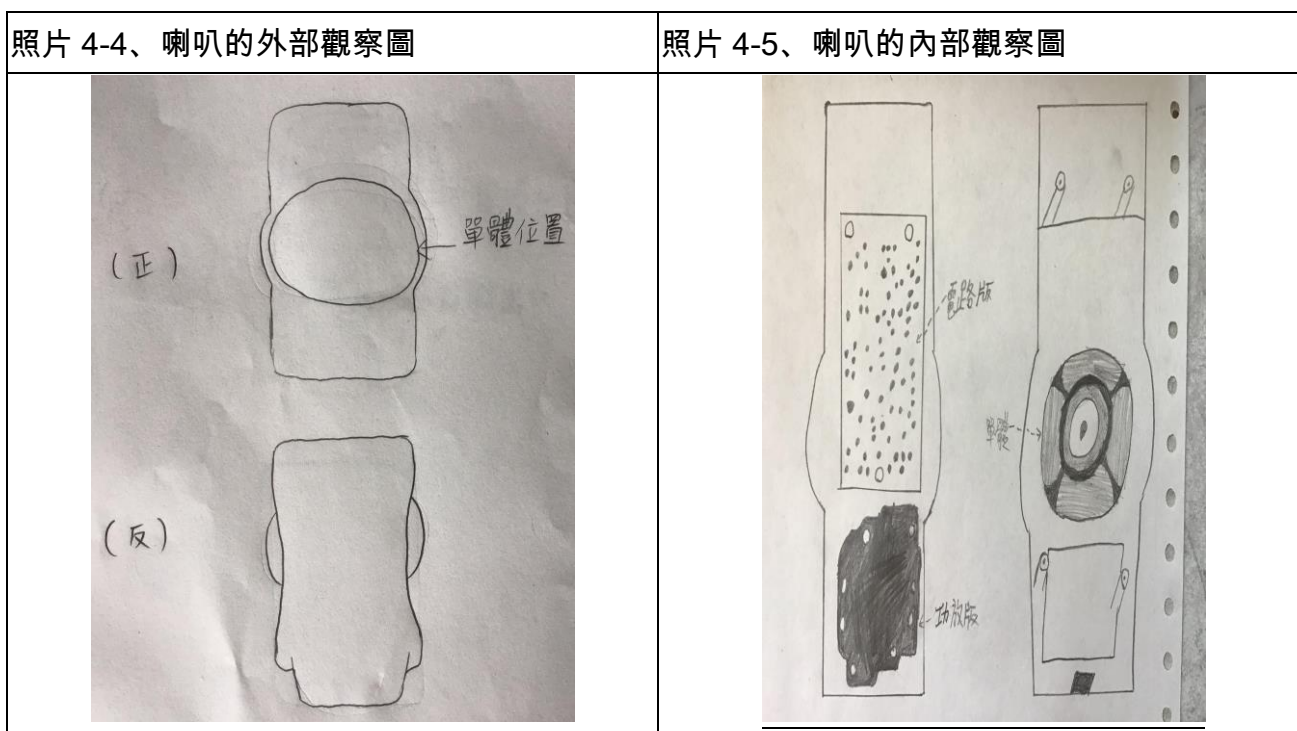


照片 4-3 使用 Signal Gen



(二)蒐集、觀察、拆解喇叭

蒐集有關喇叭發聲原理的資料，發現喇叭是一種將電信號轉換為聲信號的裝置，它由線圈、磁鐵、紙盆等組成。由放大器輸出大小不等的電流（交流電）通過線圈在磁場的作用下使線圈移動，線圈連接在紙盆上帶動紙盆震動，再由紙盆的震動推動空氣，從而發出聲音。我們將蒐集的喇叭帶回學校，帶回的 5 個喇叭各有不同，老師建議我們先觀察、拆解並繪製喇叭觀察圖（如照片 4-4、4-5）。



二、分析搜集的各種回收材料

從研究一中得知，喇叭的基本構造是音箱、單體、線材等，於是動手蒐集與再生喇叭相關的所有材料並比較。

(一)比較回收紙箱

影片資料發現各種的喇叭音箱，音箱的類型、高度、形狀都不同，為了後續實驗與應用的使用，決定收集紙箱來使用（如照片 4-6），紙箱是生活中最容易取得又很好修改的材料，收集的過程中遇到校園內冷氣機更新、教師聚會等活動，都幫助我們增加收集回收紙箱的數量與種類，我們也針對應用關係做比較。

(二)比較各種線材

在研究一拆解喇叭時發現內部的電線很細，引起我們好奇生活中的電線是否有不同差異，而電線是連接單體與電源的重要材料，平常生活中也可以見到各種不同電線，蒐集各種電線做（如照片 4-7）比較。



三、探討紙音箱外型對聲音的影響

分析音箱構造後，我們決定利用在研究二收集的紙箱來仿照市面上的密閉式音箱外型，做了不同形狀的音箱。播放 500 赫茲的音響，在播音源與收音源相距 30 公分下，以十秒為單位測試其效果。

(一)比較不同形狀音箱對聲音的影響





在研究一的資料中得知，音箱的形狀會影響播放的聲音，為了讓音箱的密閉性較佳，我們選用了箱體是 5 層 AB 楞(W 楞)的瓦楞紙箱，在高度固定 15cm、邊長 30cm 的條件下，設計了圓柱、半圓柱、三角柱、四角柱、六角柱、梯形柱等 6 種不同形狀（如照片 4-8）的柱體來比較聲音在哪種形狀下的擴音情形較好。

(二)比較不同高度的音箱對聲音的影響

測試形狀實驗後，發現四角柱的擴音效果不佳，於是想測試四角柱音箱是否會因高度越高，擴音效果越好，於是在固定 15cm 高、邊長 8cm 條件下，以 5cm 為間隔，設計了 5cm、10cm、15cm、20cm、25cm 等五種不同高度（如照片 4-9）的音箱進行實驗。

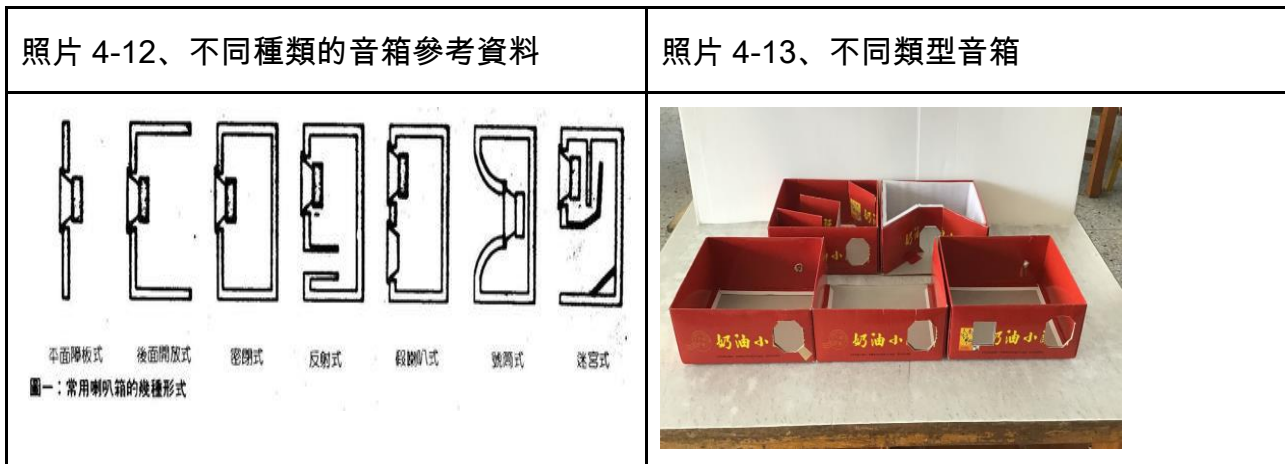
(三)比較不同寬度的音箱對聲音的影響

了解音箱高度對音箱的影響後，決定繼續探討不同寬度音箱因素，在固定 15cm 高、高度 16cm 條件下，以間隔 7.5cm、15cm、22.5cm、30cm、37.5cm 等，設計了五種不同寬度（如照片 4-10）的音箱進行實驗。

照片 4-8、不同形狀音箱	照片 4-9、不同高度音箱
	
照片 4-10、不同寬度音箱	照片 4-11、研究中所有的自製音箱
	

四、探討不同類型音箱對聲音的影響

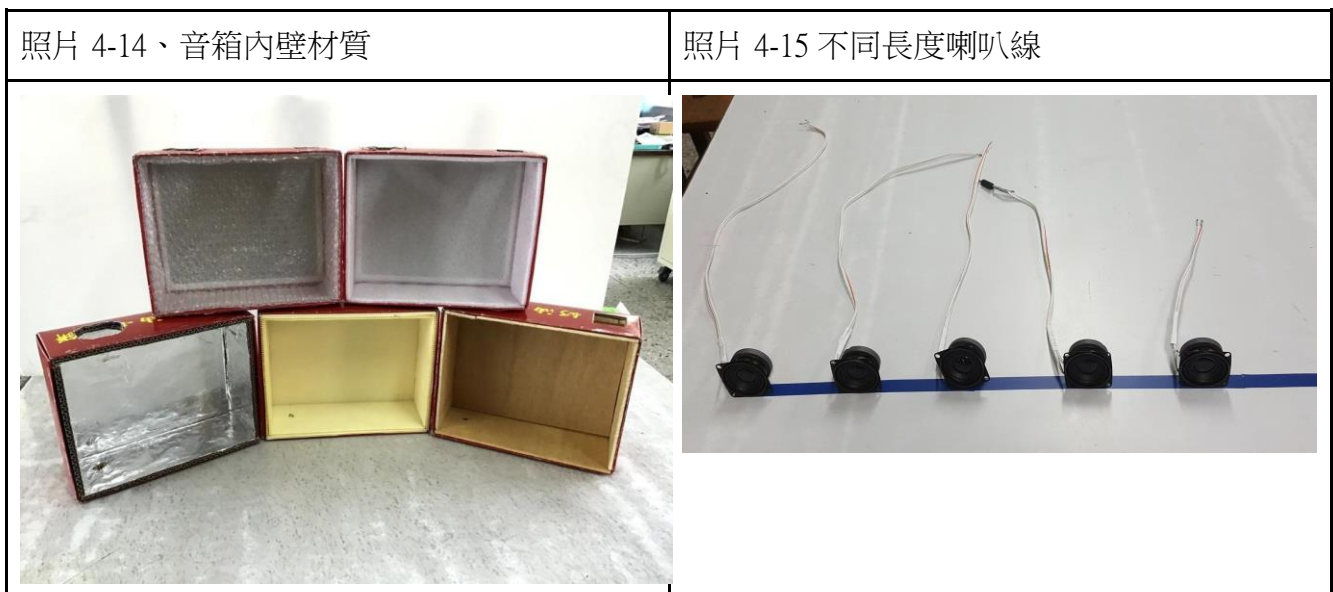
我們發現網路上有各種音箱類型（如照片 4-12），可分為密閉式、反射式、後面開放式、平面障板式、假喇叭式、號筒式與迷宮式等。為了進行比較，我們從研究二中數量最多的回收紙箱-餅盒來進行音箱的比較，依造現有的空間，比較簡單製作的密閉式音箱，後面開放式和反射式音箱的聲音差異（如照片 4-13）。



資料來源：<http://subig1957.pixnet.net/blog/post/17153920>

五、探討音箱內壁材質對聲音的影響

我們了解音箱外型、音箱類型後，接著想找到音箱內部影響聲音的因素。音箱內部會有殘音在反射，我們想探討聲音在各種不同的材質內的反射效果。延續研究四的紙箱，我們繼續薑餅盒改裝，因此在音箱體積相同下，以生活中隨手可得不織布、氣泡紙、塑膠瓦楞板、鋁箔紙、木板，共五種不同材質（如照片 4-14）來測試它們對聲音的影響。



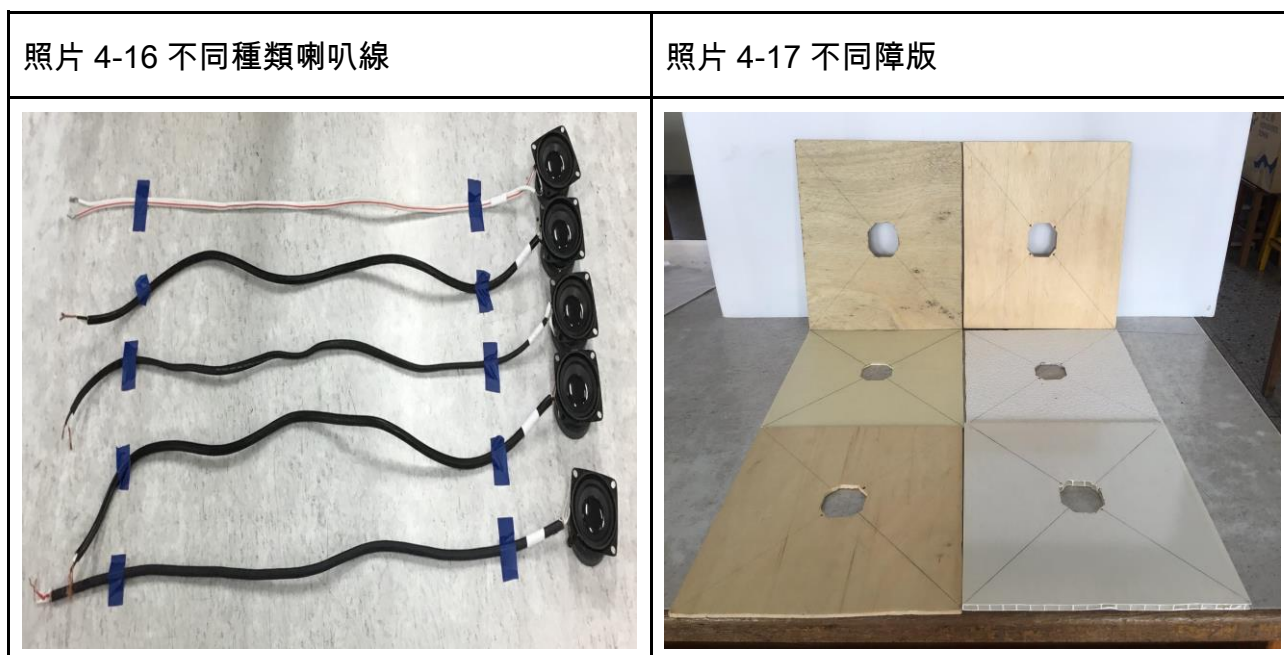
六、探討喇叭線材對聲音的影響

(一) 瞭解喇叭線長短對聲音的影響

為了瞭解在製作喇叭時音源線長度對喇叭聲音的影響，我們選擇 50 芯的回收電線，剪取 30cm、40cm、50cm、60cm、70cm 等五種不同長度（如照片 4-15），分別電焊在相同的單體上，測試對聲音的影響。

(二) 瞭解不同種類喇叭線對聲音的影響

為了比較不同電線對製作喇叭時有何影響，我們找了五種不同種類的電線（如照片 4-16），分別電焊在相同的單體上，再測試對聲音的影響。



七、探討可替代的再生喇叭

「再生」是指加工廢舊物品，使恢復原有性能，成為新產品。我們的研究強調「環保、實用」，更希望能替換喇叭各構造，結合自製紙音箱，達到「再生」的目的，以下我們再深入討論不同類音箱與比較功放版的應用。

(一)比較不同材質障版對聲音的影響

從音響知識家與普洛影音網的影片介紹中發現，音響類型有許多種類，發現了平面式的音箱，我們認為若能以較少的平面材料替代立體式音箱，將是不錯的方法，於是整理回收板材，製作了 30*30 公分的正方形障板（如照片 4-17），再以相同單體、相同長度電線測試。

(二)特殊造型音箱比較

接著我們參考不同類型音箱製作，完成了兩款特殊造型音箱與研究四不同類型箱體做比較，測試哪種箱體對音強比較有幫助。

(三)功放版的應用與比較

拆開喇叭時，內部會發現有一塊電路板，查詢資料後發現這有是功放機俗稱“擴音機”，功放板的作用就是把來自音源或前級放大器的弱信號放大，推動音箱放聲。我們想測試它的擴音效果、比較喇叭單體不連接音箱和連接音箱的效果。

伍、研究結果

一、瞭解喇叭的構造與聲音原理

(一)瞭解喇叭的相關研究與知識

- 1.與本研究相關的科展作品多以自製擴音喇叭為主，摘錄個作品與本主題相關內容如下。
- 2.聲音的相關知識：低音範圍：30hz～300hz、中音範圍：200hz～4000hz、高音範圍：20khz以上。

表 1-1 與本主題相關之研究

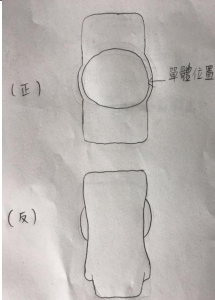
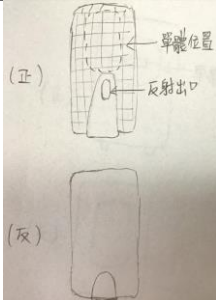
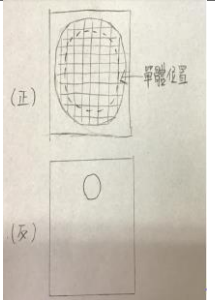
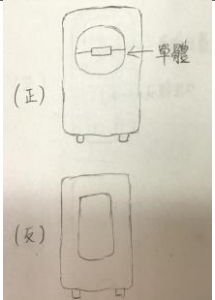
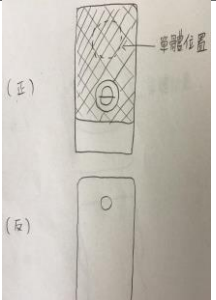
研究類別	年代(屆)	作品名稱	與本主題相關的內容
科展	第 56 屆	「聲」獲好「頻」 - -探討影響紙喇叭音 頻變化之因素	紙喇叭的形狀、長度和紙材對各音頻有不同程度的影響，在低音頻實驗中長度的影響較大，40cm 共振效果佳。以形狀比較，三角形最適合製作提升低音頻效果的紙喇叭。瓦楞紙最適合製作要提升中、中高音頻效果的紙喇叭。
科展	第 47 屆	大聲公，不用錢— 探討紙杯喇叭的外 型與放置地點對擴 音器效果影響	同材質將其底部直徑及其外壁長度改變：發現當底部直徑越大，所發出的音量越大；外壁長度越長，所發出的音量也越大。
科展	第 46 屆	威『振』八方、不 同『響』	音叉應擺在木箱正中央，振動效果最佳。音箱木板厚度越薄時，聲音越持久。音箱孔徑越小，聲音越不易衰變。若能引起箱內空氣柱的共振，則聲音越不容易衰變。音箱採橫式隔間時，隔間數愈多，聲音衰變較小，初始響度愈大，且隔間方式明顯影響研究結果。發現音箱材質，會影響發聲時間。
學術論文	2008 年	複合材料板在不同 密閉空間之揚聲行 為研究	設計音箱時都必須面對的問題就是該要如何消耗揚聲器振動板在音箱內部所產生的空氣壓力，因為若箱體過小，內部過高的壓力會使箱體本身板產生共振，使聲音失真、模糊。唯有將一良好的揚聲器單體搭配上合適的空間，才能使揚聲器展現出最好的效能。

資料來源：台灣網路科教館網站 科展群傑聽

(二)蒐集、觀察、拆解喇叭

- 1.市售喇叭音箱材質多以塑膠材質為基本。
- 2.所有喇叭的單體均為全音域單體。
- 3.學校常見的音箱多為反射式音箱。

表 1-2 蒐集喇叭觀察記錄表

編號	A 喇叭	B 喇叭	C 喇叭	D 喇叭	E 喇叭
外觀 手繪					
外觀 材質	塑膠	塑膠	木板	塑膠	塑膠
單體 種類	全音域單體	全音域單體	全音域單體	全音域單體	全音域單體
整體 尺寸 (cm)	7*8*16	10*7*19	15*15*15	7*7*19	10*11.5

二、分析蒐集的各種回收材料

(一)比較回收紙箱

- 1.回收紙箱數量最多的是糕餅的盒子。
- 2.在搜集容易度評比中，以奶油小酥餅的糕餅類、cosco 好市多、momo 購物 city café 等購物類的紙箱較易蒐集。
- 3.應用性評比中，以五層 AB 楞(W 楞)箱體的紙箱應用性較高。

表 2-1 分析回收的紙箱






紙箱來源/ 用途	紙箱尺寸 (cm)	箱體構造	取得 數量	厚度 (cm)	搜集容易 評比	應用性評 比
TATUNG 大同室外機	93*36*61.5	五層 AB 楞 (W 楞)	1	1.0	★	★★★★★
TaTung 大同室內機	98*26*33	五層 AB 楞 (W 楞)	1	1.0	★	★★★★★
YAMAHA 樂器	52*33*38	五層 AB 楞 (W 楞)	1	0.7	★★	★★★★★
Sampo 洗衣機	67.5*67.2*1 03	五層 AB 楞 (W 楞)	1	0.9	★	★★★★★
honeybee town 蜂之鄉	51*40*66.5	五層 AB 楞 (W 楞)	1	0.9	★★★★★	★★★★★
city cafe 冰塊	30*24*15	三層 B 楞	2	0.2	★★★★★	★★

SYN 通達智能	34*29.5*21	三層 B 楞	1	0.2	★★	★★
MOMO 購物	26*19.5*11.5	三層 B 楞	1	0.3	★★★★★	★★
O' natural 歐納丘	42.4*32.5*10.7	三層 B 楞	2	0.3	★★	★★
costco 好市多	29.5*24.2*28.6	三層 A 楞	4	0.5	★★★★★	★★★★
奶油小酥餅	24.5*19.4*9		15	0.1	★★★★★	★★★★★

(二)比較各種線材

- 1.常見電線內電芯數多 30 條，並以銅色電線較多。
- 2.音源線內有網狀棉線、再包裹一層網狀金屬。
- 3.二、四兩種電線都有三軸電線，其中一條是接地線。

表 2-2 比較回收的線材

編號	一	二	三	四	五
線材來源	一般延長線	廢棄家電電線	廢棄家電電線	廢棄家電電線	教室音源線
顏色	白色	黑色	黑色	黑色	深灰色
外徑	0.6mm	0.6mm	0.65mm	0.7mm	0.6mm
內線外徑	無	0.2mm	0.2mm	0.2mm	0.2mm
內線顏色	無	黑,白線	黑,白	黑,白線	紅,白
電芯線數	100,(50)	120,(40)	60,(30)	90,(30)	60,(30)
電芯線顏色	銀色	銅色	銅色	銅色	銅色
電線外觀照片					

三、探討紙音箱外型對聲音的影響

(一)比較不同形狀音箱對聲音的影響

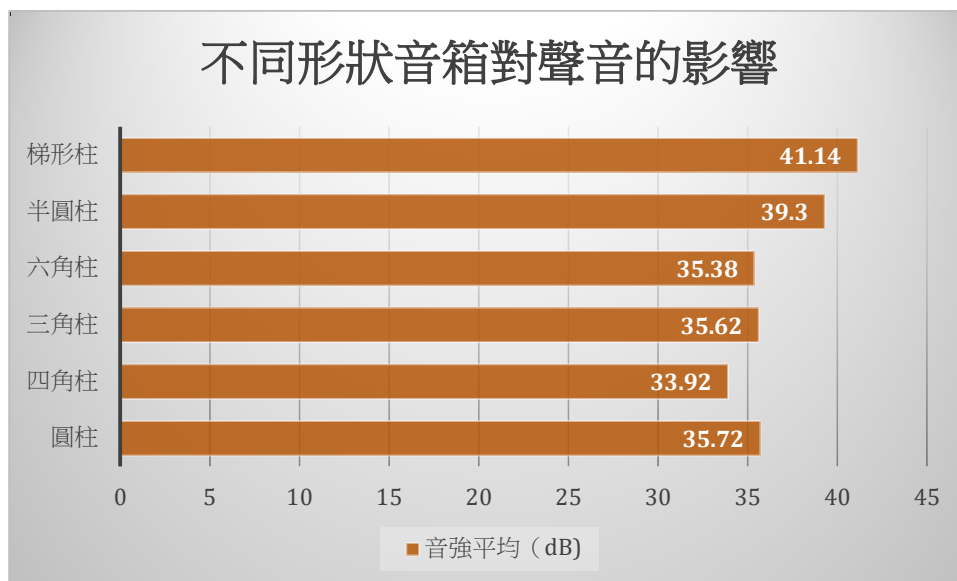
- 1.不同形狀音箱中以梯形柱音箱的音量較為出色，以四角柱的音箱的音量較為薄弱。
- 2.六種形狀音量比較依序：梯形柱 > 半圓柱 > 圓柱 > 三角柱 > 六角柱 > 四角柱
- 3.六種形狀中僅四角柱和三角柱的音高低於 499.8Hz。

表 3-1 不同形狀音箱對聲音的影響

音強 (單位:dB)						
次數形體	圓柱	四角柱	三角柱	六角柱	半圓柱	梯形柱
第一次	35.2	33.1	34.8	35.7	37.4	41
第二次	34	35.1	34	34.7	38.2	40.9
第三次	34	33.3	36	37.4	40.1	42.2
第四次	37.8	34.1	36.4	34.7	40	40.2
第五次	37.6	34	36.9	34.4	40.8	40.4
平均	35.72	33.92	35.62	35.38	39.3	41.14

音高 (單位:Hz)						
次數形體	圓柱	四角柱	三角柱	六角柱	半圓柱	梯形柱
第一次	499.8	466.7	499.8	499.8	499.8	499.8
第二次	499.8	499.8	472.9	499.8	499.8	499.8
第三次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第四次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第五次	499.8	415.4	499.8	499.8	499.8	499.8
平均	499.8	476.3	494.42	499.8	499.8	499.8

圖 3-1 不同形狀音箱對聲音的影響



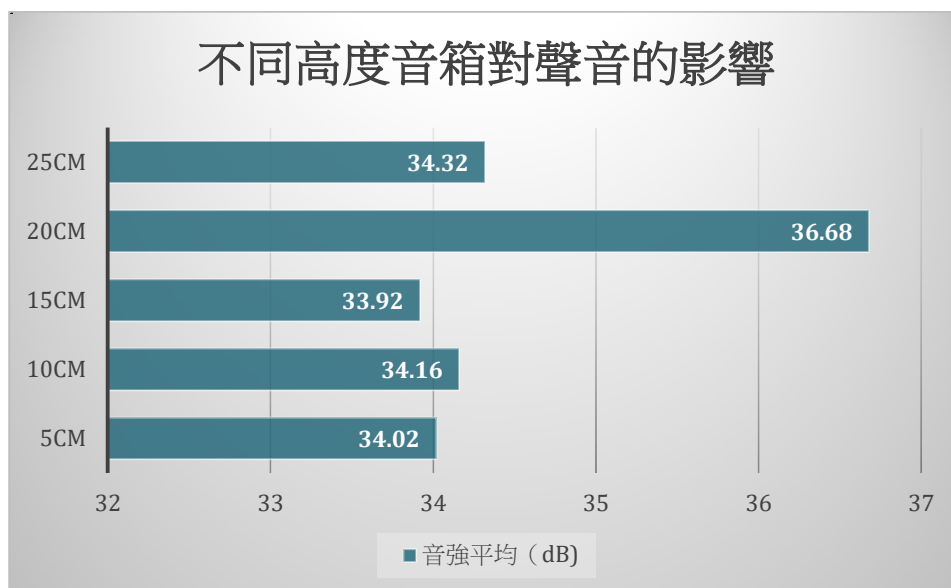
(二)比較不同高度的音箱對聲音的影響

- 1.不同高度音箱中以 20 公分的音箱音量較為出色，以 15 公分的音箱的音量較為薄弱。
- 2.五種高度音量比較依序：20 公分 > 25 公分 > 10 公分 > 5 公分 > 15 公分。
- 3.五種高度音高比較依序：20 公分、5 公分 > 10 公分 > 25 公分 > 15 公分。

表 3-2 不同高度音箱對聲音的影響

音強 (單位:dB)					
次數公分	5	10	15	20	25
第一次	35.1	34.9	33.1	37	34.6
第二次	33.7	34.7	35.1	36.9	34.4
第三次	35.1	33.1	33.3	36.3	35
第四次	34	34.1	34.1	37.6	34.2
第五次	32.2	34	34	35.6	33.4
平均	34.02	34.16	33.92	36.68	34.32
音高 (單位:Hz)					
次數公分	5	10	15	20	25
第一次	499.8	499.8	466.7	499.8	499.8
第二次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第三次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第四次	499.8	496	499.8	499.8	499.8
第五次	499.8	499.8	415.4	499.8	479.8
平均	499.8	499.04	476.3	499.8	495.8

圖 3-2 不同高度音箱對聲音的影響



(三)比較不同寬度的音箱對聲音的影響

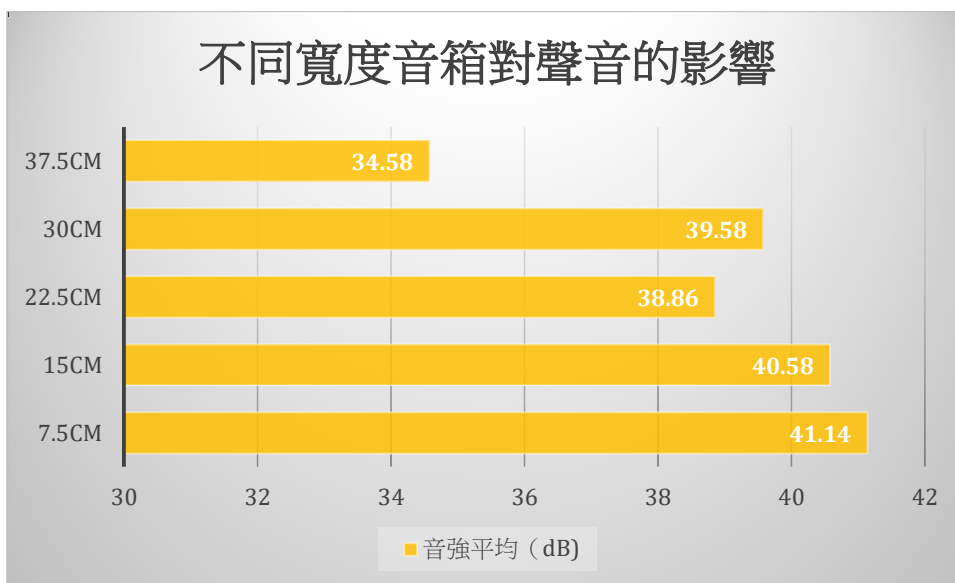
- 1.不同寬度音箱中，以寬 7.5 公分的音箱音量較為出色，以 37.5 公分的音箱的音量較為薄弱。
- 2.五種寬度音量比較依序：7.5 公分 > 30 公分 > 15 公分 > 22.5 公分 > 37.5 公分。
- 3.五種寬度音高都相同。

表 3-3 不同寬度音箱對聲音的影響

音強 (單位:dB)					
次數\公分	7.5	15	22.5	30	37.5
第一次	41	41.6	38.2	39.4	35.1
第二次	40.9	41.1	39.2	39.4	34.9
第三次	42.2	42.1	39.4	39.2	34.2
第四次	40.2	39.1	38.8	40	34.2
第五次	40.4	39	39	39.9	34.5
平均	41.14	40.58	38.86	39.58	34.58

音高 (單位:Hz)					
次數\公分	7.5	15	22.5	30	37.5
第一次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第二次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第三次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第四次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
第五次	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8
平均	499.8	499.8	499.8	499.8	499.8

圖 3-3 不同寬度音箱對聲音的影響



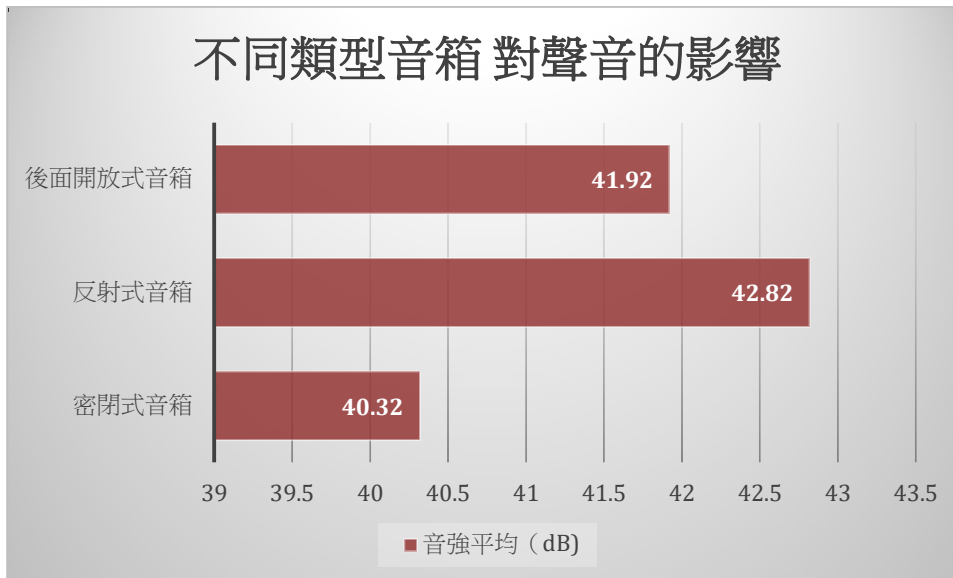
四、探討不同類型音箱對聲音的影響

- 1.不同箱體對聲音的影響，以號筒式音箱較出色，以密閉式音箱較薄弱。
- 2.箱體比較依序:反射式音箱 > 後面開放式音箱 > 密閉式音箱。

表 4-1 不同類型音箱對聲音的影響 (單位:dB)

次數	密閉式音箱	反射式音箱	後面開放式音箱
第一次	40.1	43.6	42.0
第二次	40.3	42.4	41.9
第三次	40.1	42.7	41.9
第四次	40.2	42.6	42.0
第五次	40.9	42.8	41.8
平均	40.32	42.82	41.92

圖 4-1 不同類型音箱對聲音的影響



五、探討音箱內壁材質對聲音的影響

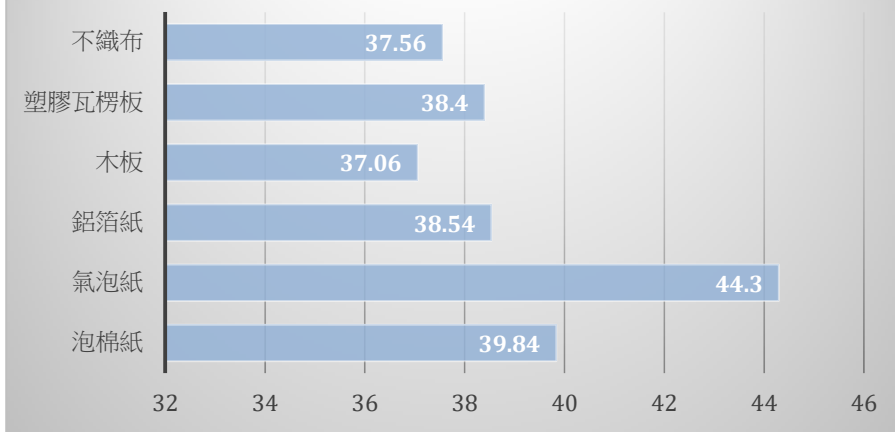
- 1.不同音箱內壁材質，以泡棉紙音箱的音量較為出色。以木板音箱的音量較為薄弱。
- 2.材質比較依序：氣泡紙>泡棉紙>鋁箔紙>塑膠瓦楞板>不織布>木板

表 5-1 不同音箱內壁材質對聲音的影響 (單位:dB)

次數	材質	泡棉紙	氣泡紙	鋁箔紙	木板	塑膠瓦楞板	不織布
第一次		38.7	44.7	38.5	36.8	39.6	37
第二次		39.8	44.3	38.6	36.8	38.3	37.4
第三次		40.3	44.3	38.6	37	38.2	37.8
第四次		40.1	44.1	38.4	37.5	37.8	37.8
第五次		40.3	44.1	38.6	37.2	38.1	37.8
平均		39.84	44.3	38.54	37.06	38.4	37.56

圖 5-1 不同音箱內壁材質對聲音的影響

不同音箱內壁材質對聲音的影響



六、探討喇叭線材與長度對聲音的影響

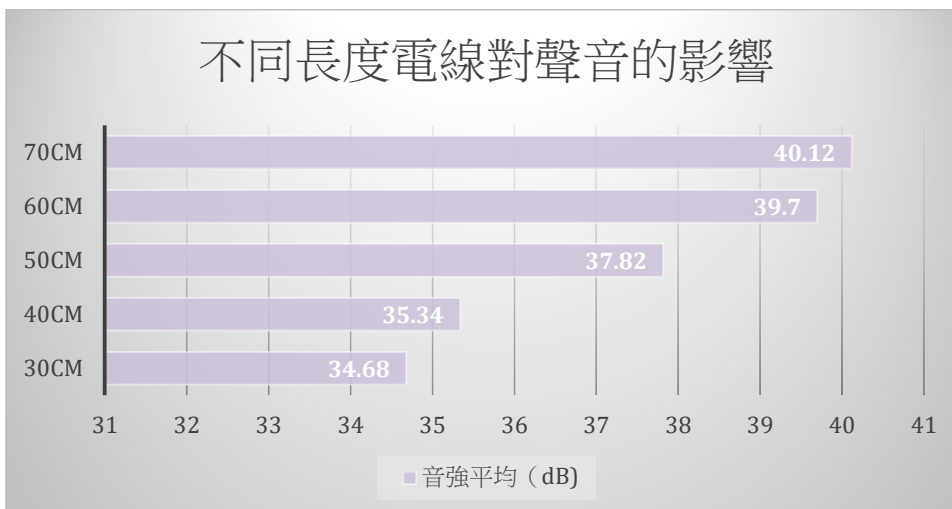
(一) 瞭解喇叭線長短對聲音的影響

- 1.不同長度電線對聲音的影響，以 70cm 的音量較出色，以 30cm 的音量較薄弱。
- 2.五種長度的電線比較依序：70cm > 60cm > 50cm > 40cm > 30cm

表 6-1 不同長度電線對聲音的影響 (單位:dB)

次數\長度	30cm	40cm	50cm	60cm	70cm
第一次	35.2	35.4	38.3	39.2	40.1
第二次	34.8	35.5	38.2	38.5	40.2
第三次	34.5	35.4	38.1	39.9	40.1
第四次	34.3	35.3	37.3	40.5	40.1
第五次	34.6	35.1	37.2	40.4	40.1
平均	34.68	35.34	37.82	39.7	40.12

圖 6-1 不同長度電線對聲音的影響



(二) 瞭解喇叭線種類對聲音的影響

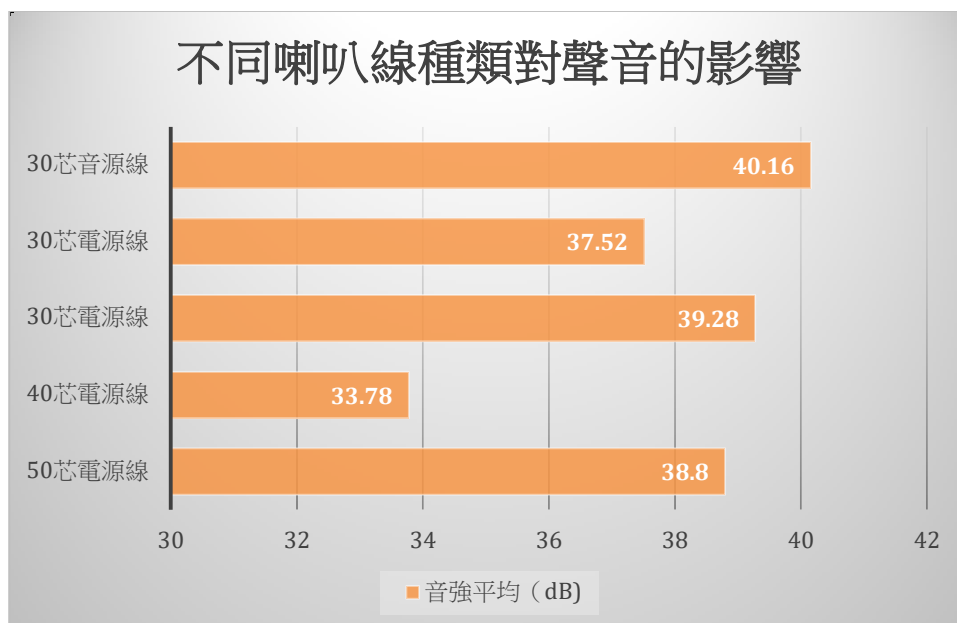
1.不同種類電線對聲音的影響，以五號線(音源線)的音量較出色，以二號線(電源線)的音量較薄弱。

2.五種線材的比較依序：五號線(音源線)>三號線(廢棄家電電線)>一號線(教室音源線)>四號線(廢棄家電電線)>二號線(廢棄家電電線)

表 6-2 不同喇叭線種類對聲音的影響 (單位:dB)

編號	一	二	三	四	五
電線種類	50 芯電源線	40 芯電源線	30 芯電源線	30 芯電源線	30 芯音源線
第一次	39.2	33.7	39.4	37.5	40.5
第二次	38.9	33.8	39.2	37.7	40.2
第三次	38.6	34	39.3	37.9	40.1
第四次	38.6	33.7	39.4	37	39.8
第五次	38.7	33.7	39.1	37.5	40.2
平均	38.8	33.78	39.28	37.52	40.16

圖 6-2 不同喇叭線種類對聲音的影響



七、探討可替代的再生喇叭

(一)比較不同材質障板對聲音的影響

1. 不同材質障版對聲音的影響，以單層夾板的音量較出色，以雙層夾板的音量較薄弱。

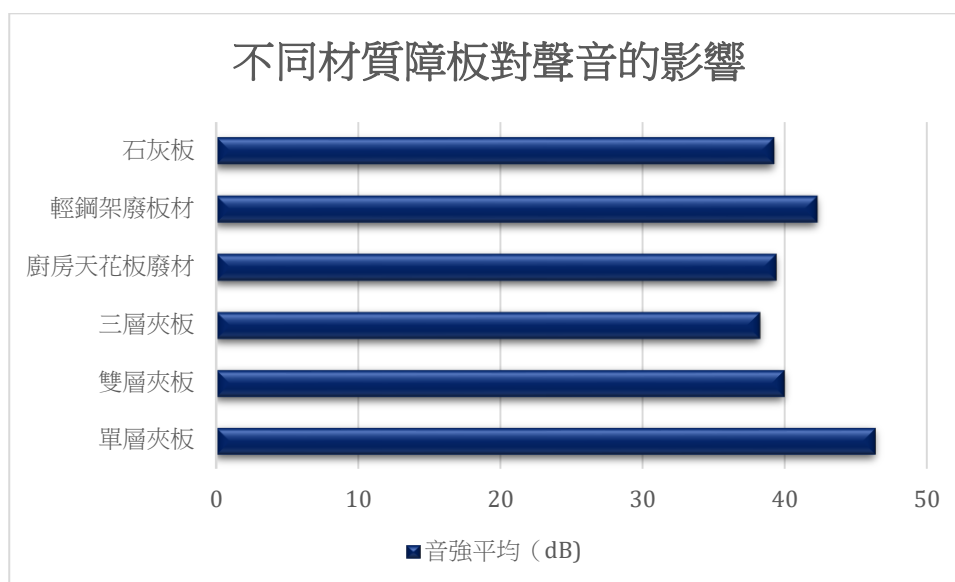
2.六種材質障板的比較依序：單層夾板>塑膠瓦楞板>雙層夾板>廚房天花板廢材>石灰板>三層夾板。

3.特殊箱體比較依序:號筒式音箱>反射式音箱>迷宮式音箱。

表 7-1 不同材質障板對聲音的影響 (單位:dB)

次數\材質	單層夾板	雙層夾板	三層夾板	廚房天花板廢材	塑膠瓦楞板	石灰板
厚度(cm)	3.05	5	11	7.4	18.2	3.7
第一次	46.0	40	38.1	39.6	39.1	42.3
第二次	46.1	39.5	38.1	39.2	39.2	42.4
第三次	46.5	39.9	38.0	39.1	39.2	42.1
第四次	46.5	39.6	38.2	39.1	39.2	42.1
第五次	46.4	40.5	38.5	39.6	39.2	42.2
平均	46.3	39.9	38.18	39.32	39.18	42.22

圖 7-1 不同材質障板對聲音的影響



(二)特殊音箱比較

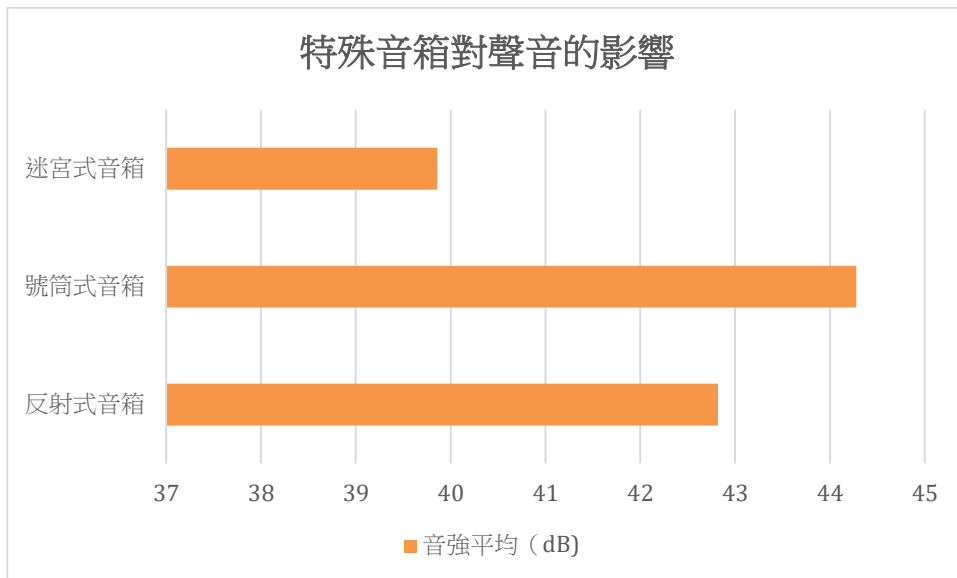
1.不同特殊箱體對聲音的影響，以號筒式音箱的音量較為出色，以迷宮式音箱的音量較薄弱。

2.特殊箱體比較依序：號筒式音箱>反射式音箱>迷宮式音箱。

表 7-2 特殊音箱對聲音的影響 (單位:dB)

次數	反射式音箱	號筒式音箱	迷宮式音箱
第一次	43.6	44.1	39.2
第二次	42.4	44.4	39.3
第三次	42.7	44.3	39.7
第四次	42.6	44.1	40.3
第五次	42.8	44.5	40.8
平均	42.82	44.28	39.86

圖 7-2 特殊音箱比較



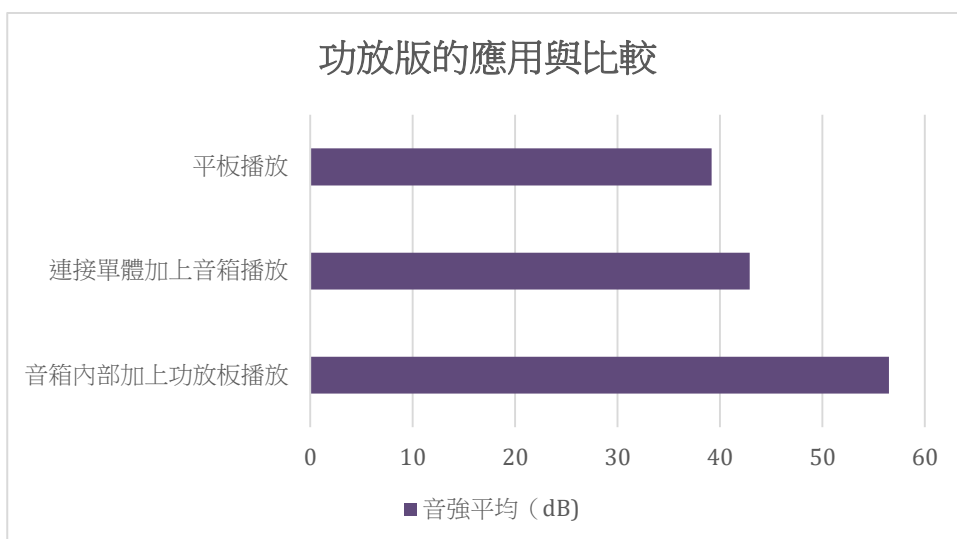
(三) 功放版的應用與比較

1. 使用功放版會使音箱音量擴大，音箱也有助於擴音，而直接用平板播放的音量略低。
2. 加上功放版 > 連接單體加上音箱 > 平板播放。

表 7-3 功放版的應用與比較 (單位: dB)

次數	音箱內部加上功放板播放	連接單體加上音箱播放	平板播放
第一次	57.1	44.3	39.0
第二次	55.7	42.4	39.5
第三次	56.4	42.7	38.9
第四次	56.7	42.6	39.6
第五次	56.7	42.6	38.9
平均	56.52	42.92	39.18

圖 7-3 瞭解功放板對聲音的影響



陸、討論

一、新時代環保觀念注重「升級再造」，永續經營。

洪蘭教授在《廢棄王國的升級再造》文章中指出臺灣在垃圾處理的做法已進入到運用升級再造的觀念，在不同的垃圾回收端都盡力把廢物利用、再用，以提升價值。我們最終的理想也是零垃圾，讓地球上的資源能永續循環使用，如果藉由我們的研究可以讓大眾了解喇叭構造，當喇叭壞掉時，即可針對壞掉的部分做更換，避免資源浪費。

二、聲音實驗觀察時應注意的環境狀況

需避免在吵雜、不寧靜的環境下測試實驗，不然會影響實驗的正確性。同一組實驗要在 1 小時內測完，避免在空氣中流動的殘音產生共鳴現象，而影響實驗結果。

三、音箱單體

單體有分超低音單體、低音單體、中音單體、高音單體與全音域單體之別，而我們在測試音箱效果時是選用能夠播放出全部的音域的全音域單體，方便我們可以選擇出適當的聲音播放。

四、音箱設計

我們發現市面上販售的音箱有的很小，有的很大，而演唱會與電影院所使用的音箱甚至更大，但是我們也發現一般民眾使用的喇叭音箱並不大，所以設計的音箱的高度最高不超過 25 公分，而寬度最寬也不超過 37.5 公分，未來若有機會再將音箱擴大，我們會再測試其效果。市售喇叭音箱材質多以塑膠音箱為主，因為它們價格低廉且較輕、外形可塑性強，使它們占據了迷你音箱、多媒體有源音箱及戶外音響的市場。

五、電焊

因為我們做的是自製音箱，所以喇叭也是用廢棄單體和廢棄電線自行焊上的，但我們的技巧不夠高超，所以可能造成接觸不良、有雜音等問題，所以未來會繼續加強焊接技巧，以便做出更好的實驗。

六、電線

電線的導體為金屬材質(例：軟銅線、鍍錫軟銅線、鍍銀軟銅線、鋁線.)，主要功能為傳導電力及訊號，而線的編織分為金屬與非金屬兩種 金屬編織：通常是以軟銅線(或鍍錫軟銅線，或鍍銀軟銅線……)或鋁線交叉編成, 用於電線電纜之遮蔽, 或用於電池之接地線用非金屬編織：是用於電線電纜之外被保護用，有人造絲、玻璃絲、尼龍絲、石棉線、綿紗、腊紗……等編織。

七、藍芽功放版

因為我們沒有製作藍芽功放版的技術和能力，所以並未將藍芽功放版列入本次實驗的內容，但我們發現它雖然複雜卻具有良好的擴音效果，希望以後我們擁有足夠的能力時，可以自製一個藍芽功放版，使我們的實驗更加完善。

八、手做

我們的音箱為了講求環保，也要告訴大家其實不一定要在網路上購買喇叭，讓大家能夠以「符合經濟又實用」來親自體驗自製喇叭音箱 DIY 的樂趣，因此所有的紙音箱的製作過程皆以手做完成，但我們的切割技術不像機械可以準確無誤，切割時不夠細心就將使實驗數據有些微的誤差，所以我們也在思考如何將誤差值降到最低。

柒、結論

- 一、喇叭是一種將電信號轉換為聲信號的裝置，由紙盆的震動推動空氣，從而發出聲音。
- 二、市售喇叭多以塑膠製成木製音箱較少。
- 三、紙箱箱體多為五層 AB 楞(W 楞)之構造。
- 四、梯形紙音箱、高度 20 公分音箱、寬度 7.5 公分音箱在音強的表現最佳。
- 五、反射式音箱比密閉式音箱的音強表現佳。
- 六、音箱內部材質以泡棉紙的音強表現佳，塑膠瓦楞板最差。
- 七、喇叭電線以 70 公分長、30 芯音源線的音強表現最佳，30 公分表現最差。
- 八、平面障板式音箱以單層夾板的木板材質音強表現最佳。
- 九、號筒式式音箱比迷宮式音箱的音強表現佳。
- 十、連接功放板具有擴音效果，能使音強表現更佳。

捌、參考資料及其他

一、音箱的工作原理，取自

<https://kknews.cc/zh-tw/digital/regx39o.html>。每日頭條。

二、喇叭箱簡易設計法，取自

<http://subig1957.pixnet.net/blog/post/17153920>。痞客邦。

三、喇叭線，訊號線不得不看的規格，取自

<https://blog.xuite.net/auster.lai/twblog/123090336->

[%E5%96%87%E5%8F%AD%E7%B7%9A%2C%E8%A8%8A%E8%99%9F%E7%B7%9A%E4%B8%8D](https://blog.xuite.net/auster.lai/twblog/123090336-%E5%96%87%E5%8F%AD%E7%B7%9A%2C%E8%A8%8A%E8%99%9F%E7%B7%9A%E4%B8%8D)

[%E5%BE%97%E4%B8%8D%E7%9C%8B%E7%9A%84%E8%A6%8F%E6%A0%BC+%28OFC%2C%E5%A4%9A%E8%95%8A%E5%96%AE%E8%95%8A%2C%E9%95%B7%E5%BA%A6%29](#)。隨意窩。

四、「再生」定義，取自

<https://iccie.tw/q/%E5%86%8D%E7%94%9F>。國語辭典。

五、「共鳴」定義，取自

<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E5%85%B1%E9%B3%B4>。教育雲。

六、【音響知識家】第十集，取自

https://youtu.be/9xn8xcnX_Tc。youtube。

七、全音域喇叭實驗室 第五集：淺談全音域單體的擴散性，取自

<https://youtu.be/cAvIz5XnEfE>。youtube。

八、全音域喇叭實驗室 第六集：尋找最理想的喇叭箱體—何謂繞射？，取自

https://youtu.be/h_b5JB5oRL0。youtube。

九、全音域喇叭實驗室 第七集：箱體繞射之二 如果喇叭箱體是一顆球，取自

<https://youtu.be/hoL9quVSN4>。youtube。

十、線材種類 <http://www.easyslow.com.tw/PDF/Wire-SPEC.pdf>

附件

附表二：聲音資料整理

名稱	圖片	用途	特性
15-200 赫茲 (超低音單體)		爆炸場 面的震 撼性	可彌補一般喇叭的不足，人耳較難聽到，擁有足夠量感與衝擊力。
30-3000 赫茲 (低音單體)		ktv 或 舞台等 寬闊場 所	大部分直徑在 8 吋以上，或 12 吋和 15 吋最為普及。
200-4000 赫 茲(中音單體)		大部分 樂器演 奏聲	人聲還原逼真，音色乾淨有力，節奏性強。
4000-20000 赫茲(高音單 體)		高音調 演奏聲	輻射角度最大，音色較純，承受功率較大，必須超過可聽範圍 20K 赫茲才行。
超過 2000 赫 茲(超高音單 體)		呈現音 樂內容	並單就高頻作提升。
15-20000 赫 茲 (全音域單體)		聆聽細 節	沒有經過分音器，所以沒有聲音的損耗與相位的問題，反應迅速。

資料來源:【音響知識家】第十集(youtube)

紙箱箱體類型

1.三層 A 楞，厚度約 5 毫米 

為最普遍、常用的厚度，常見於搬家紙箱、水果箱等。

2.三層 B 楞，厚度約 3 毫米 

比三層 A 楞薄，因此較適合應用在印刷、或較複雜的版型包裝製作。

3.五層 AB 楞(W 楞)，厚度約 8 毫米 

由於楞高(厚度)較高，耐重度也比 A 楞 B 楞優，多用於大型商品、防止撞擊等包裝上。

4.三層 E 楞，厚度約 1.1 毫米 

由於楞高僅 1 毫米，因此不適宜用來做大型運送箱，反而是小型精巧的物件、電子零件等的內包裝使用為多。