

汽車關門音之感性研究 The Kansei Research about the Motor Closed Sound

張育銘* 洪偲芸**
Yu-ming, Chang Ssu-Yun, Hung

*國立成功大學工業設計所 副教授

**國立成功大學工業設計所 碩士

摘 要

聲音，是我們日常生活中每天接觸，但卻常被忽視。在產品的設計過程當中，設計師可以依據人類視覺的設計要點，進而設計出既美觀又具機能的產品。但聲音的搭配，往往是附屬甚至是被忽略的。現在人講求五感設計，如何賦予產品更多的創作元素，藉以滿足使用者多重感官的訴求，將是未來設計的主流。

本研究將從聽覺角度切入，以汽車關門音為探討的主要對象。了解聲音的相關理論，以感性數值化為基礎，探討聲音波形變化與感性認知間的對應關係，進而具體掌握聲音的物理要素與感性意象之間的關連性。透過實驗了解人們對於汽車關門聲的感性評價分數，並將聲音以頻率、時間、振幅、半峰寬度予以數值定義，所得結果以 SPSS 軟體進行迴歸分析，得到各感性語彙的迴歸方程式。實驗結果將提供完整考量視覺與聽覺的車門關閉音搭配依據。設計師可運用雙重感官手法進行設計，滿足消費者的需求，並提供相關汽車開發設計及學術研究做為參考依據，繼續延伸研究。

關鍵詞：感性工學、汽車、聽覺、意象

一、前言

汽車工業不論在開發中或已開發國家中，往往是該國家主要發展的產業，更有著高度工業化的象徵意涵。因汽車產業不僅代表精密度高、產業鏈龐大，更是一項經濟附加價值高的產業。現在的汽車產業型態已全面轉型，台灣汽車廠商亦在民國 80 年代後紛紛成立設計研發中心，藉以培養設計車型與技術研發的能力，以期提升產業競爭力（黃志偉，2006）。

隨著汽車工業技術的提昇，消費者在評估車輛的優劣時，除了注意車子的基本性能外，車輛的各種聲音品質表現也逐漸受到重視。2001 年 FORD 的 Metrostar 廣告可發現，汽車車門聲音的表現對消費者感受產品甚至擴及對汽車廠牌的印象，有明顯的影響。

本研究為更瞭解研究的必要性，針對汽車聲音進行「汽車門蓋音注意程度調查」的調查，目標在確認汽車聲音的研究性以及關注焦點。本問卷採取網路問卷及實體問卷兩種形式，受測人數 62 人：網路問卷佔 37 份，實體問卷佔 25 份，回

收 62 份，有效問卷 60 份，有效回收率為 96.8%。

表 1-1 汽車門蓋音注意程度調查結果

名次	聲音種類	分數
1	車門關閉聲	112
2	車門開啓聲	164
3	電動窗開啓聲	249
4	電動窗關閉聲	269
5	行李箱蓋關閉聲	281
6	引擎蓋關閉聲	286
7	行李箱蓋開啓聲	324
8	引擎蓋開啓聲	326

*分數計算：分數越少，名次越好

從上表可看出在車門的聲音表現為關注重點，而當中尤以【車門關閉聲】最受到使用者的重視。顯示出汽車關門音確實有其研究價值及探討的意義。

本研究以感性工學的觀點出發，探討消費者對汽車關門音的感受差異，為求有效掌握良好的收錄汽車聲音。實驗過程分成以下階段：

1. 針對車內外不同環境收音器材的設置測試。
2. 施力者依據不同開關門角度實測。

二、文獻探討

以下就本研究所探討到的相關議題進行文獻探討與整理。

2-1 聲音

聲音的本質是振動所引發的壓力變化（沈士育，2002），因此聲音本身即具有物理構成要素，分別為振幅、頻率與波形。游恆山（1990）提出兩者之間的對應關係：聲音是由振動產生的，因此以振動的基本量度作為表示聲音的物理量。振動強度（振幅）、振動速度（頻率）、振動波形（波形）。林俊男（2000）在其研究中則將聲音與心理兩者間做了對應關係：



圖 2-1 聲音的心理物理對照圖

人類的聽覺因有個人差異，因此評價結果往往因人而異。因為主觀的的評價會受當時的心理狀態和身體條件影響。如何進行聲音的評價，進而設計聲音，使聲音能符合預期想要的目標，量化變成了一項關鍵技巧。

為此，前田修提出一套 ISD（Industrial Sound Design）流程：要確立定量的評價手法，必須先解釋清楚聲音的評價因子。基本上還是以人類的聽感判斷做為基礎。不過和一般的評價實驗不同的是，音質評價首先要讓很多受測者進行聲音的心理評價實驗，再把結果依據多變量分析的手法分析出潛在的評價因子。接著便進行目標聲音的製作，用合成加工的方式將聲音製作出來，再進行官能評價及定量評價。接著就是機械聲音的調整試作，藉由聲音的物理性質：音量、周波數、時間變化不斷修正機械音，使其能達到目標音。最後再進行最終評價，針對機械音做官能評價及定量評價。（前田修，1998）

2-2 感覺

日本學者野村順一將人類的五感（視覺、聽覺、嗅覺、味覺、皮膚感覺）按機能比例分配：視覺 87%、聽覺 7%、觸覺 3%、嗅覺 2%、味覺 1%（野村順一，1996）。從圖 2-2 中可看出視覺與聽覺加起來，接受外界的訊息機能比例高達 96%，雖然聽覺所佔比例少於視覺許多，但研究

發現高聽覺偏好在認知負荷上，明顯低於低聽覺偏好者（翁嘉鴻，2001）。因此若能有效掌握聽覺的搭配原則，讓使用者能減低認知負荷，更能讓消費者提升對產品的好感。

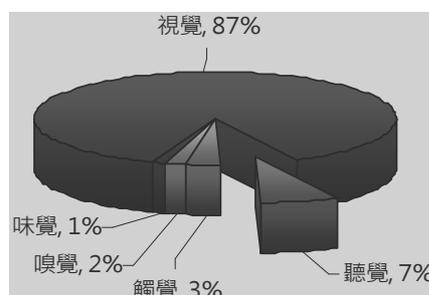


圖 2-2 五感機能比例（野村順一，1996）

2-3 汽車產業

台灣目前約有 23 種產業支撐國內經濟產業，其中車輛相關產業佔總體經濟的 5.09%。（台灣工業產品資訊網，2005）實為台灣主要製造產業之一，此外汽車產業更是車輛產業的龍頭。在汽車產業鏈當中，汽車相關零件產值在 2004 年達 1674 億元之高（為歷年來最高），做為一個國家重點發展之一的種工業代表，汽車設計仍是最高工業代表。目前的車輛設計，除了基本的功能外，更注重一種生活美學的體驗，甚至是創造一種美學體驗。配合美學理論及感性設計，才能滿足消費者的胃口，迎合大眾需求。

依照交通部公佈的資料顯示，台灣地區汽車累計數量以自用小客車為冠，達 5530314 輛佔全體車輛總數的 82.2%。因此設定本研究對象為自用小客車，大客車、貨車則不在此討論。另外，為求樣本多樣性，因此在汽車廠牌的選擇，將多方收集平價（80 萬以下）、中價（81~120 萬）、高價（121 萬以上）的各式車種。

2-4 感性工學

長町三生（1995）提出，感性工學的主要精神，就是運用系統化的方法，將感性與工學作一個連結，並導入產品設計當中，協助設計師依據人類的感性需求來設計產品



圖 2-3 感性工學概念系統

學者莊雅量（2007）研究中將感性工學依據實作程序將感性工學分為「定性推論式」與「定

量推論式」兩種類型：

表 2-1 感性工學分類

感性工學	操作程序
定性推論式	藉由層次推論法，將一個核心的意象概念，經由樹狀多層次的分解，導出人類感官層次的意象需求，並將之轉化成相對應之設計元素的物理特徵。
定量推論式	透過消費者意象調查與電腦分析，推論感性意象與設計要素之間的關係。

引用自莊雅量 (2007)，本研究整理列表

本研究將採用定量式感性工學設計實驗架構，把聽覺的感覺量與心理的知覺量藉由感性數值化形式找出其對應關係，以期於後續研究加以驗證再現。

三、研究方法步驟與分析

在汽車關門音的取樣上，為求減少聲音的取樣差異，本研究將固定一名人員執行各廠牌車門關門動作，並測量在各種設定情況下收錄的聲音表現，求得最佳錄音設定。

執行關門動作人員選擇條件引用王靜儀 (2008) 的研究數據，平均年齡介於 25 歲上下，平均身高 165.94 公分，平均體重 60.20Kg，平均手長大小 175.90mm，推力平均為 6.79kg。

收音器材經由實驗測量，麥克風打開角度 90 度易產生爆音，因此統一打開 120 度收音，減少樣本雜音。此外，在車內收音時，經測試麥克風朝向車頂、背向車門，音質表現不佳，惟朝向車頭收音效果最好，因此訂定位置如下表：

表 3-1 收音器材位置列表

車內位置：平放於駕駛座中央		
麥克風角度 120°	麥克風朝向車頭	分貝計數設定 2~3
車外位置：高離地 1m 處 定點在 60 度的延伸線，過 B.60 點垂直距離 30cm 處		
麥克風角度 120°	麥克風朝向車門	分貝計數設定 3~4

施力人站在以點 A 為圓心，(車門寬 R+30cm) 為半徑繪製的弧線，與 30 度、45 度、60 度延伸線相交叉的點 C.30、C.45、C.60 上，依車內、車外兩種收音方式，分別完成關門動作，總計收錄 6 次汽車關門聲音。

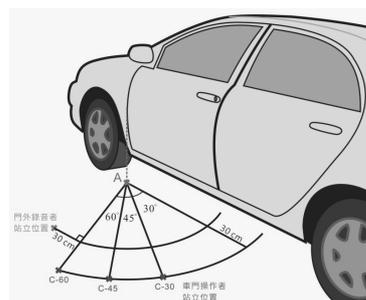


圖 3-1 車門錄音角度

經測試發現 30 度時最好施力，因此訂定 30 度角為車內環境的車門開啓角度；45 度角為車外環境的車門開啓角度。

針對汽車關門音的波形進行繪製。將收集得來的各廠牌汽車關門音，以 Adobe Audition 3 軟體進行波形繪製，檢查是否有波形相似的情形，並進行篩檢動作，剔除相似的聲音樣本。並運用在之後分析波形變化與意象評價差異的關聯性上。所得結果如下：

1. 將聲音樣本去噪標準化，統一樣本峰值振幅最大值为 0 dB，並維持原始樣本波形不變。
2. 觀察波形後刪除波形相近的樣本。為維持樣本多樣性，11 個汽車品牌各保留至少一個樣本，總計篩選出 20 個汽車關門聲樣本。
3. 篩選結果將列表做紀錄，以進行汽車關門音的感性主觀評價。並運用在之後分析波形變化與意象評價差異的關聯性上。

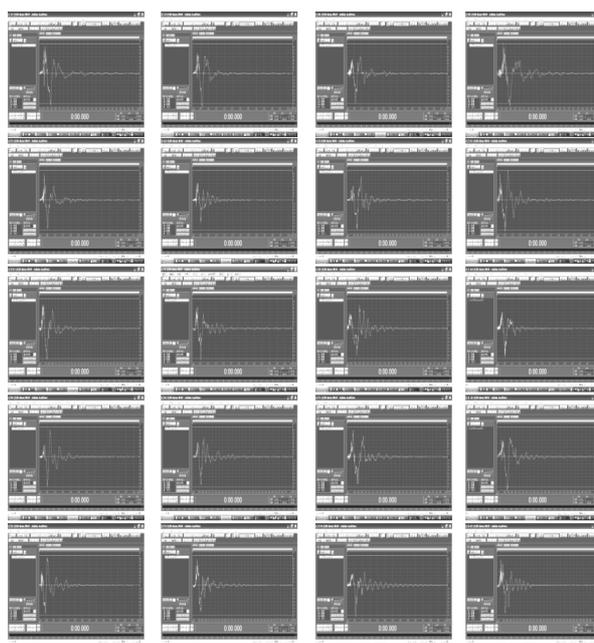


圖 3-2 汽車關門聲樣本波形圖

四、實例驗證與討論

本研究依照上述實驗結果完成聲音的採樣收集，將收集得來的各廠牌汽車關門音，用 Adobe Audition 3 軟體進行波形繪製，去噪以及標準化。受測對象以 33 位受過兩年以上設計專業訓練，20~33 歲的男性 16 位、女性 17 位為實驗對象，針對汽車關門音進行感性評價實驗。

請受測者依照三個感性語彙，進行七階李克尺度的評價。將評價結果與聲音的物理數值進行迴歸分析。

依據迴歸分析結果顯示，以【頻率及音量】、【半峰寬度】兩種方式來定義聲音，並找出影響評價差異的關鍵。其分析結果總結如下：

1. 感性評價與【頻率】及【音量】之關係

由頻率 (frequency) 與音量 (volume) 的迴歸式中可看到音量與感受間呈現正相關、頻率則呈現負相關，表示音量越大、頻率越低則愈有三個語彙的感受，而不同的語彙感受其頻率及音量所應增減的量亦不同。

$$\begin{aligned} \text{沉穩的} &= -0.013 \text{ 頻率} + 0.588 \text{ 音量} \\ \text{流暢的} &= -0.501 \text{ 頻率} + 0.585 \text{ 音量} \\ \text{時尚的} &= -0.509 \text{ 頻率} + 0.607 \text{ 音量} \end{aligned}$$

此外，從表 4-1 中可發現在聲音的頻率部分與感受之間顯著性最低，而在常數及音量部份則較有顯著性結果。由此可知，聲音的頻率對感受所造成的影響雖有但影響程度不大，而音量的變化是造成感受差異的主因。

表 4-1 頻率與音量的顯著性

	t	顯著性
(常數)	3.661	0.008
頻率(Hz)	-1.885	0.101
音量(dB)	2.247	0.059

2. 感性評價與【半峰寬度】之關係

以半峰寬度 (Peak width at half-height) 來定義聲音，三個語彙的迴歸式如下：

$$\begin{aligned} \text{沉穩的} &= -0.112(x_2-x_1) + 0.384(x_4-x_3) - \mathbf{0.661}(x_6-x_5) \\ &\quad + 0.06(x_8-x_7) \\ \text{流暢的} &= -0.211(x_2-x_1) - 0.215(x_4-x_3) - \mathbf{0.57}(x_6-x_5) \\ &\quad + 0.095(x_8-x_7) \\ \text{時尚的} &= -0.642(x_2-x_1) - 0.318(x_4-x_3) - \mathbf{0.674}(x_6-x_5) \\ &\quad - 0.427(x_8-x_7) \end{aligned}$$

對照分析結果發現聲音的振幅變化量是急驟變化曲線或是緩和的曲線，是影響人們在判斷車門關閉聲音的主因之一。其中在前四個區段中以 $\overline{X6X5}$ 佔影響要因，結果顯示 $\overline{X6X5}$ 值越小，其波形越劇烈震盪，對三個感性語彙的感受量均是增強的。

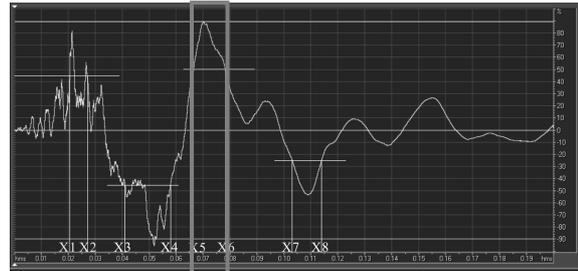


圖 4-1 沉穩的半峰寬度圖

五、結論

本研究以汽車關門音為探討的主要對象。得到使用者對於汽車關門聲音的評價結果，透過研究調查，了解消費者在乘車時對車門關閉音的聲音認知模式，並進一步找出影響感受差異的聲音要素：

聲音的頻率對感受差異影響不大，造成感受差異的主因在於音量的大小變化。而音量的變化則以半峰寬度變化量為影響的主因。結果顯示每當第三半峰寬度越窄，使用者越有三個語彙的正向感受意象

後續研究可以考慮配合聲音方面的專家，先請專家進行聲音的篩選並定義，再進行感性評價動作並增加一些生理數據，如皮膚感測、心跳、血壓、脈搏、腦波儀等數值紀錄，以提供更多數據以判斷可能的影響因子。進一步分析探討找出更多汽車關門聲音影響人們的感受差異的特徵要素。

六、參考文獻

1. Agostini, G., Longari, M. and Pollastri, E., (2001), Musical instrument timbres classification with spectral features, IEEE Fourth Workshop on Multimedia Signal Processing, pp. 97-102, 2001.
2. Debby Hindus, (1995), Designing Auditory Interactions for PDAs. Studies in UIST '95, pp.143-146.
3. Jyh-Shing Roger Jang, (1996), Audio Signal Processing and Recognition, On-line Books.
4. James W.Cooley and John W.Tukey, (1965), An

- algorithm for the machine calculation of complex Fourier series, *Mathematical Computation*, Vol 19, NO.90, p297~p301.
5. Roeber, U., Widmann, A., & Schroger, E., (2003), Auditory distraction by duration and location deviants: A behavioral and event-related potential study. *Cognitive brain*.
 6. Robert, T.L. & George, E., (1989), The Effects of Device Technology on the Usability of Advanced Telephone Functions, In *Proceeding of ACM CHI'89 Conference on Human Factors in Computing System*, Austin, Texas, USA, pp.331-337.
 7. Thomas P.Krauss, Loren Shure, John N.Little, (1995), *Signal Processing Toolbox User's Guide*, The Math Works, Inc.
 8. 長町三生 (1993), 感性商品學 (日文), 海文堂, 日本東京, 初版。
 9. 長町三生 (1995), 感性工学のおはなし, 日本規格協会, 東京。
 10. 細谷多聞 (1995). *Auditory Sounds and Product User Interface*, 日本デザイン學會誌, Vol.3, No.2, pp.53-58.
 11. 野村順一 (1996): 色彩的秘密—最新色彩學入門, 東京: 文藝春秋。
 12. 王靜儀 (2008), 台灣手工具把手的建構與評估, 國立雲林科技大學工業設計研究所碩士論文。
 13. 沈士育 (2002), 樂器音色分析與電腦合成, 國立成功大學應用數學研究所碩士論文。
 14. 林俊男 (2000), 人工聲音信號意象感知評價之研究, 國立雲林科技大學工業設計研究所碩士論文。
 15. 莊雅量 (2001), 應用音樂性聲音訊號傳遞訊息屬性的可能性研究—以行動電話之聽聲辨人為例, 國立交通大學應用藝術研究所碩士論文。
 16. 莊雅量 (2007), CAKE: 擴充性感性意象調查與分析系統, 設計學報, 第十二卷, 第三期, pp. 63-80。
 17. 翁嘉鴻 (2001), 以認知負荷觀點探討聽覺媒體物件之媒體呈現方式對學習成效之影響, 國立中央大學資訊管理學系碩士論文。
 18. 黃志偉 (2006), 台灣汽車產業運用工業設計之模式探討, 國立台灣科技大學設計研究所碩士論文。
- 動車輛登記數 (981009) (核定).xls。
2. 中華民國交通部(2009): 重要參考指標統計表公路類。2009年10月16日, 取自 <http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/ct?xItem=4291&ctNode=166&mp=1> 臺閩地區登記機動車輛數 (980924) (核定).xls。
 3. 中華民國交通部(2009): 交通統計月報公路類。2009年10月16日, 取自 <http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/ct?xItem=4880&ctNode=167&mp=1> 各型汽車按排放量分 (981007) (核定).xls。
 4. 中華民國交通部(2009): 統計專題分析。2009年10月16日, 取自 <http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/1p?ctNode=164&CtUnit=96&BaseDSD=7&mp=1&pagesize=100> 自用小客車使用狀況調查摘要分析 (981015) (核定).doc。
 5. 鉅亨網: <http://www.cnyes.com/> 汽車產業報告

網路參考資料

1. 中華民國交通部(2009): 交通統計。2009年10月16日, 取自 <http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/1p?ctNode=162&CtUnit=94&BaseDSD=16&mp=1> 機

The Kansei Research about the Motor Closed Sound

Yu-Ming Chang * Ssu-Yun, Hung **

*Department of Industrial Design, National Cheng Kung University, ymchang@mail.ncku.edu.tw

** Department of Industrial Design, National Cheng Kung University, hungsighlai@yahoo.com.tw

Abstract

Sound which we may have heard everyday is part of our life. However, it's often ignored. In the process of product design, designers can almost get the design features of human vision, so they can design product which is attractive and functional. Nevertheless the collocation of sounds is secondary and often neglected. Nowadays, people pay attention to the design of a multi-sensory. How to offer the products more creative elements to satisfy the multiple senses of the user is the mainstream of future design.

The research is focused on audition. We talk about the closing sound of automobile's door. By use the perceptual values as a basis to discuss the corresponding relationship between the changes of sound wave, and perceptual knowledge. We could understand the sound of the related theories. Furthermore, we can concretely get the relation between physical elements of sound and perception. By experimental operation to understand the people's evaluation for the motor closed sound. And numerical definition of the closed sound by using frequency, duration, amplitude, Peak width at half-height. Finally , getting the result of the Kansei Image's regression equation by SPSS software. The results will provide the basis of collection about the visual and auditory aspects of the automobile's Closed Sound. Designers will use the dual-sensory technique to design, meeting consumer needs. Moreover they provide the relevant information about automobile's developmental design and academic research as reference basis to continue extended research.

keywords : Kansei Engineering , Motor , Audition , Image