

以電容式麥克風量測倒車雷達聲場特性

劉永慧¹、盧奕銘²、郭淑芬²

¹工業技術研究院量測中心研究員

²工業技術研究院量測中心副研究員

300 新竹市光復路二段 321 號 16 館

電話：03-574-3778 Fax：03-572-6445

E-mail：iris@itri.org.tw

摘要

本文利用 1/4" 電容式麥克風接收 40 kHz 倒車雷達激發之完整超音波音壓位準聲場。實驗為使用麥克風接收倒車雷達依不同距離、不同角度所激發之音壓位準，包含水平及垂直方向音壓，經放大器將訊號傳送至示波器。文中成功測試各位置音壓位準，幫助國內製造倒車雷達廠商測試完整性能。未來將朝全自動掃描及自動抓取訊號功能設計，期望符合產品量產需大量檢測及研發測試之需求。

Abstract

In this paper, the authors established a calibration test about the ultrasonic sensor used in automobiles. The frequency of this sensor is 40 kHz and propagated by air. The 1/4" condenser microphone was used to receive the signals generated by ultrasonic sensor. The sound pressure levels were tested on different angles whether vertical or horizontal directions. The signals then transmitted through preamplifier to digital oscilloscope. The experimental results showed that the sensors made in Taiwan or in Japan have almost the same ultrasonic features. The automatically scan system and data recording will be modified in the future for progressing the calibration test system.

關鍵字：音壓位準(Sound Pressure Level), 倒車雷達(Ultrasonic Sensor), 電容式麥克風(Condenser Microphone)

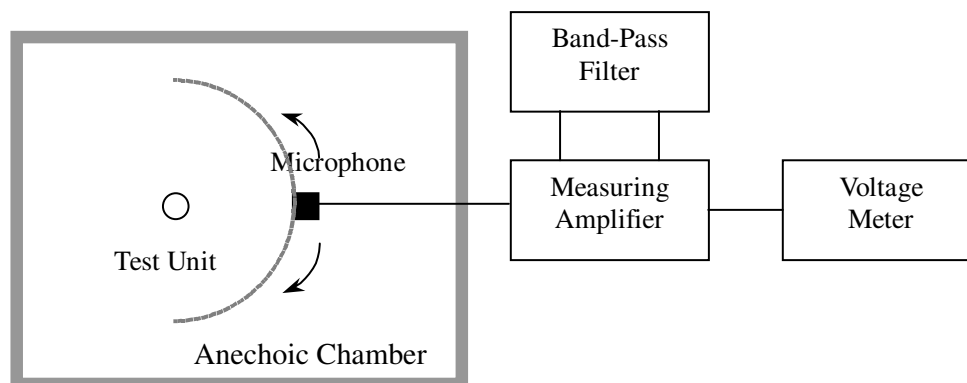
一、前言

一般倒車雷達使用頻率為 40 kHz，屬超音波範圍，其原理是藉由壓電片激發、空氣傳遞超音波訊號，當感應器感測到障礙物時，以鳴笛聲音發出訊號提醒駕駛者有障礙物接近。測試倒車雷達的方法是以 10 cm 長形鋁棒接近倒車雷達，測試鋁棒於不同距離接近時鳴笛情形及靈敏度，但以此方式測試較為粗略簡化，沒有量化數據支持其性能結果。為進一步了解倒車雷達之性能及完整特性，加上日本車廠有一些關於倒車雷達測試方法的簡略訊息，是利用麥克風進行測試，作者因而提出應用 1/4" 電容式麥克風的測試方案[1]。因麥克風原理為量測藉由空氣傳遞之音壓物理量，與倒車雷達之傳播性質相同，因此、以電容式麥克風測試倒車雷達激發之音壓為可行方法，且 1/4" 麥克風頻率涵蓋高過 40 kHz，使用此麥克風於原理上可以量測到 40 kHz 倒車雷達激發出之音壓大小[2]。

二、倒車雷達測試架構

由於倒車雷達發出的音波頻率為 40 kHz，因此本文採用 1/4" 麥克風進行測試，其頻率響應可達 50 kHz 以上，但高頻時靈敏度較低，測試時須加放大器將訊號放大。此外、考慮到分析的中心頻率為 40 kHz，為了能夠得到較高的訊噪比，故將測試實驗在無響室內進行，並將訊號再經由中心頻率為 40 kHz 的 Band Pass Filter 後進行分析[3]。

此次實驗為測試倒車雷達水平及垂直方向各個角度的等音壓曲線，其實驗架構設計示意圖如圖(1)。測試時將倒車雷達固定於測試座上，量測麥克風面對倒車雷達角度 0 度、距離 60 cm 時之電壓輸出，以此電壓為參考電壓。接下來旋轉麥克風以每 10 度為間距進行量測，移動麥克風與倒車雷達的距離使其與 0 度時的電壓輸出相同，紀錄此時之距離，以此繪製倒車雷達的等音壓曲線。由於倒車雷達發出訊號於夾角 60 度以上時衰減相當大，因此此次測試角度不論在水平及垂直方向皆為 $-60^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 範圍內。



圖(1) 倒車雷達測試示意圖

三、測試步驟與方法

現階段台灣汽車零件廠商有製造倒車雷達元件之技術能力，但礙於無量化數據支持國產倒車雷達性能，因此無法打入汽車零件市場中。為了突破此一瓶頸，本實驗分別比對測試國產及日製的倒車雷達之水平與垂直方向的等音壓曲線。倒車雷達實驗架構圖如圖(2)所示，將倒車雷達置入測試件位置，移動麥克風 B&K4135 及放大器(Preamplifier B&K2633)，紀錄電壓輸出。

將倒車雷達固定於測試座上，量測麥克風面對倒車雷達角度 0 度、距離 60 cm 時之電壓輸出，經過訊號放大器 B&K2610，及帶通濾波器(Band Pass Filter 設定中心頻率為 40 kHz) B&K1617，進入示波器 HP 54601 A。旋轉麥克風與倒車雷達角度 10 度，移動並找出麥克風與倒車雷達的距離到與 0 度時的輸出電壓相同，紀錄此時之距離。接著繼續旋轉麥克風與倒車雷達角度從 $-60^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，重複測試以獲得在各個角度麥克風擷取到相同音壓時之距離，據此繪製倒車雷達的等音壓曲線。

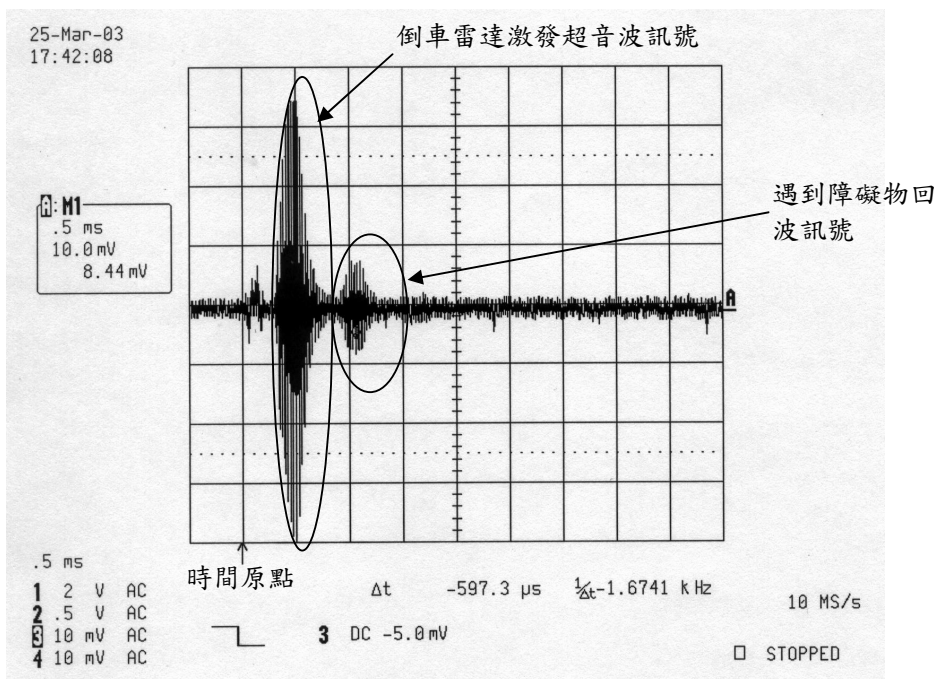


圖(2) 倒車雷達實驗架構圖

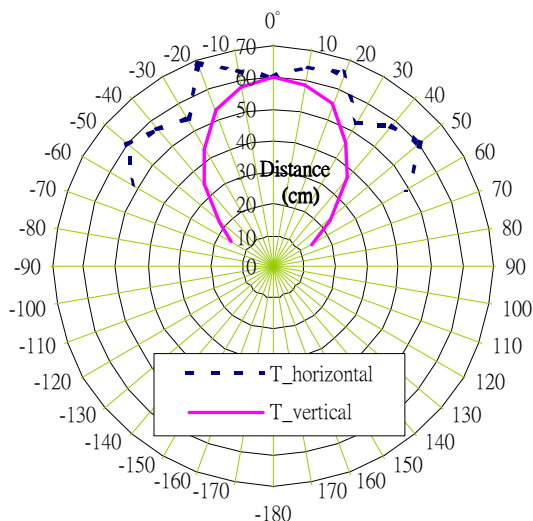
四、測試實驗結果

圖(3)為以 1/4" 電容式麥克風測試國產倒車雷達激發聲場之振動電壓結果，橫軸為時間、縱軸為電壓值。原電路激發頻率為 40 kHz 之 8 個方波波包，經過停滯 20 ms 再度激發 8 個波包，重複激發並擷取回波分析反射波形，判斷障礙物位置。而由麥克風量測之實驗結果得到，此倒車雷達配合激發電路同樣發出頻率為 40 kHz 之超音波訊號，但其因壓電片來回振盪激振出約 14 個明顯震盪。

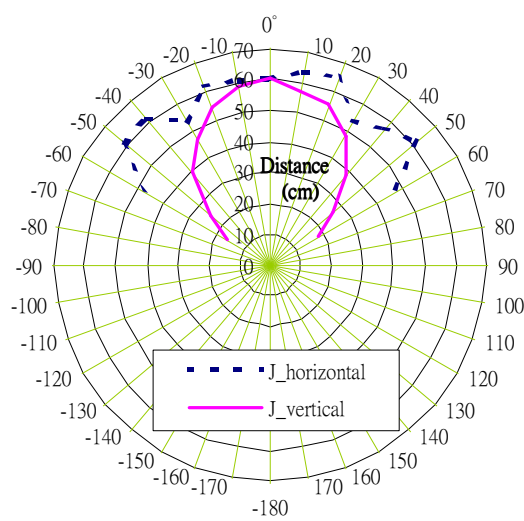
實驗之時間原點為圖中箭頭處，由電路激發波包觸發，靠近時間原點有一些電磁雜訊，緊接著為倒車雷達激發之聲場訊號，亦為本實驗所需測定之訊號。於倒車雷達激發之超音波訊號之後有另一波包，此為此超音波倒車雷達遇到障礙物所反射之回波，其波型與原激發相似，但強度較弱，此為遇到電容式麥克風及支撐架之反射訊號。



圖(3) 量測訊號波形結果



圖(4) 國產倒車雷達等音壓位置圖



圖(5) 日產倒車雷達等音壓位置圖

以麥克風面對倒車雷達角度 0 度、距離 60 cm 時之電壓為基準，旋轉 10° 量測於相同電壓輸出時，麥克風對倒車雷達之距離。以 60 cm 為基準距離是因為一般倒車雷達須在 90 cm 處開始發出警報聲，隨距離接近至 60 cm 需發出第二段警報聲，當距離小於 30 cm 時，警報器發出最後警報，因此、本文以 60 cm 為基準。圖(4)為國產倒車雷達測試結果，深色虛線為水平方向等音壓位準等高線圖，淺色實線為垂直方向等音壓位準等高線圖。由實驗結果比對，倒車雷達於水平方向上激發之聲場較為寬廣，於垂直方向激發聲場範圍較窄，其原理及原因是因倒車雷達需對於水平面上有較大靈敏度，在安全需求考量下垂直方向不需要掃描太大範圍，以免傳回地面反射波誤認是障礙物。因此、於垂直方向上之測試上，當角度大於 40° 時，

音壓衰減接近原來的一半，麥克風需接近倒車雷達到 35 cm 距離才能量測到相同之音壓位準電壓輸出；而於水平方向測試實驗中，於 $\pm 60^\circ$ 範圍中，音壓位準之變化不大，皆於 50 cm~70 cm 之距離中可接收到相同之音壓位準電壓輸出，只是訊號於不同角度有一些小變動。

圖(5)為日製之倒車雷達測試結果，與國產之訊號相比，其發出之聲場特性十分相近，於水平方向上當角度小於 $\pm 50^\circ$ 之變動較國產倒車雷達小，但介於 $50^\circ\sim 60^\circ$ 及 $-60^\circ\sim -50^\circ$ 時，音壓位準衰減較大，而於垂直方向上之差異不大。由實驗結果分析，國產及日製之倒車雷達其性能相近，並無太大差別。

五、結論

本文成功完成以 1/4" 電容式麥克風測試倒車雷達激發之 40 kHz 超音波聲場各位置音壓位準。於水平方向及垂直方向之音壓測試結果顯示，國產的倒車雷達性能並不亞於日產的元件，其聲場特性更優於日本製。此測試雖然僅限於此倒車雷達單一元件，並不代表全部面貌，但實際上之結果顯示國內有能力製造倒車雷達元件，而測試方法與架構亦已於量測中心建立。本文不只揭示國內製造汽車元件之能力，更突顯本單位之測試能力。未來將朝全自動掃描及自動抓取訊號功能設計，將倒車雷達加上自動旋轉功能並配合軌道設計，能快速以電腦控制並擷取測試訊號，期望符合產品量產需大量檢測及研發測試之需求。而整體自動化環境實驗架構平台，本單位亦已有完整經驗及能力完成，期望此一測試能夠對於國內汽車零件製造業有所幫助。

六、參考文獻

- [1] 陶擎天、越其昌、沙家正，音頻聲學測量，第 94-98 頁，北京，中國計量出版社(1986)。
- [2] Condenser Microphones and Microphone Preamplifiers for Acoustic Measurement, B&K Co., Denmark (1982).
- [3] 林學錦、郭淑芬、盧奕銘、鍾招騰、陳兩興，「麥克風指向性分析儀之研製」，第七屆中華民國音響學會，第 296-304 頁 (1994).