

## 車輛 NVH 性能驗證測試技術

吳勇宏 林世政 楊一平 黃敏祥

車輛研究測試中心 振動噪音課

E-mail: [wuyhu@artc.org.tw](mailto:wuyhu@artc.org.tw)

### 摘要

根據國外專業汽車評鑑機構 J.D. Power 所做調查顯示：目前汽車消費者在選購車輛時，除了考量汽車的動力、操控與安全等性能外，高評價的 NVH 性能，可以提供乘員(駕駛與乘客)舒適性的駕乘空間已成為消費者購車考量因素。針對車輛開發過程，開發車廠均需針對競爭車款進行性能評價，以便開發出更高性能之新款式車種。有鑑於此，車輛中心於 95 年針對國產十大暢銷車種進行 NVH 性能驗證測試，透過標準化檢測方式，建立 NVH 性能資料庫。本論文將介紹車輛中心 NVH 性能測試方法以及國產暢銷車種部分測試分析結果。

**關鍵詞：**國產車、NVH 性能、NVH 驗證技術

### 1. 前言

NVH 為噪音(Noise)、振動(Vibration)、舒適(Harshness)三項總稱，根據國外專業汽車評鑑機構 J.D. Power 所做調查顯示：目前汽車消費者在選購車輛時，除考量汽車的動力、操控與安全等性能外，高評價 NVH 性能，可提供乘員(駕駛與乘客)舒適性的駕乘空間已成為消費者購車考量因素。

NVH 已經成為歐美日各大車廠開發新車種的重要設計項目之一。車輛於開發過程，均需針對競爭車種(Target Car)進行性能評價，以利開發出更高等級之新款式車種。在眾多的性能評價測試中，NVH 性能驗證測試是各家車廠必須進行測試工作。車輛中心具有完整測試道與聲學實驗室，一直朝向建立完整 NVH 開發驗證能量、協助國內產業建立自主車型開發能力的目標在努力。有鑑於此，車輛中心於民國 95 年起針對國產十大暢銷車種進行 NVH 性能驗證測試，透過標準化測試方法，建立 NVH 性能資料庫。透過此資料庫分析結果，能了解車輛 NVH 性能水準，並且隨著資料庫的資料量增加，更能訂定出符合市場期待之 NVH 性能目標(NVH Target)。

本論文將介紹車輛中心現行之 NVH 性能測試方法與 95 年國產十大暢銷車種部份測試結果。為了保障廠商權益，文中測試車種均以代號來表示，避免廣告嫌疑。

### 2. 測試項目

車輛中心目前進行之 NVH 性能驗證測試是依照一般車輛使用者平日駕駛車輛習慣而定，初步已規劃五項 NVH 性能驗證測試項目，分別為：

1. 怠速測試(Idle Test)：

當車輛啟動後，怠速 NVH 是車內乘員最早感受到 NVH 性能項目，所以怠速測試方法就是用來評斷車輛於怠速條件(P、N、D 檔)下，車內乘員對於車輛 NVH 的感受。

2. 加速測試(Acceleration Test)

車輛啟動後，駕駛者會將車輛加速至合法速限範圍內，因此，加速 NVH 是車內乘員於怠速狀態後，能感受到的 NVH 性能項目。故本項測試目的就是評價車輛於車輛加速條件下，加速 NVH 對車內乘員的影響。

3. 定速測試(Constant Speed Test)

當車輛行駛於聯外道路上，通常會以定速狀態行駛，故定速 NVH 亦為車內乘員最容易感受 NVH 性能項目。因此，定速測試便是用於評價車輛在定速條件下，定速 NVH 對車內乘員的影響。

4. 滑行測試(Coast Test)

當車輛由聯外道路進入市區時，駕駛者通常需減速滑行至低速，故本項滑行測試便是用來評價車輛於此狀況下，車輛滑行之振動噪音對車內乘員的影響。

5. 風噪音測試(Wind Noise Test)

當車輛以高速(>100kmh)行駛於高速公路上，風切音將成為車輛主要噪音來源，因此風噪音測試是用來評價風噪音對車內乘員的影響。

綜合上述五項 NVH 性能測試結果，能讓我們清楚瞭解測試車輛之 NVH 性能水準。而隨著累積越來越多的測試結果後，更能透過資料分析得到同款車型之 NVH 性能要求，協助業者更能瞭解自家產品之競爭力以及未來能夠改善的目標(Target Level)。

### 3. 測試步驟

本論文之測試方法，主要均參考美國車輛工程協會 SAE(Society of American Engineering)發公佈之測試方法 SAE-J1477[1]以及各家國際車廠發表論文中所提之測試方法而定。整個測試步驟如下：

3.1 車輛準備：

1. 測試車重為輕載方式，車重包含限測試人員與測試儀器重量。
2. 油水量：滿油箱~3/4 油箱；滿水。
3. 機油溫：正常工作溫度。

3.2 量測位置：

1. 麥克風：為實際量測乘員的聽覺感受，所以車內麥克風位置需以人耳處為準，總共量測前座駕駛

者、乘員座、後右座以及左後座，如圖 1 所示；另外，為瞭解引擎對車內音之影響，也會於引擎室內放置一參考麥克風。



圖 1、麥克風架設位置。

2. 加速規：為實際量測乘員的振動感受，故於車內加速規位置分別放置於方向盤上方(如圖 2 所示)與座椅滑軌(如圖 3 所示)。



圖 2、方向盤加速規架設位置。



圖 3、座椅腳加速規架設位置。

3. 引擎轉速：為瞭解引擎轉速與測試結果關係，需一併量測引擎轉速。

3.3 測試條件：

1. 怠速測試：
  - a、 檔位：P、N、D 檔。
  - b、 空調設定：AC OFF。
  - c、 量測時間：20 秒。
2. 加速測試：
  - a、 檔位：自排 3 檔/手排 4 檔。
  - b、 空調設定：AC OFF。
  - c、 轉速範圍：1000-6000RPM。
  - d、 量測時間：整個加速過程。
3. 定速測試：
  - a、 車速：40、60、80、100 kmh。
  - b、 空調設定：AC OFF。

c、 量測時間：20 秒。

4. 滑行測試：

- a、 車速：55->45 kmh。
- b、 空調設定：AC OFF。
- c、 量測時間：15 秒。

5. 風噪音測試：

- a、 車速：130 kmh。
- b、 空調設定：AC OFF。
- c、 量測時間：20 秒。

3.4 測試地點：

1. 怠速測試：平坦、剛性地面。
2. 測試跑道：車輛中心試車場滑行測試道。

3.5 測試環境：

1. 風速需小於 5 m/s。
2. 背景噪音需小於測試結果 16 dBA。

4. 測試結果與討論

本論文針對 95 年十大暢銷車種進行 NVH 性能驗證測，分別有小客車、休旅車合計共十輛。因整個試結果甚多，故本論文僅以小客車部分(代號 A、B、C)之怠速測試、加速測試與加速測試結果來做說明與討論。

4.1 怠速測試

怠速測試共有六種測試條件，分別為怠速 P、N、D 檔以及 AC OFF、AC ON 合計六種測試結果。圖 4~6 分別為測試車怠速測試結果。由圖 4~6 結果可知 B 車在怠速 AC OFF 條件下，車內聲壓明顯高於另外兩款車種。但於 AC ON 條件下，C 車的車內聲壓大於 A、B 兩車。因我國地處亞熱帶，駕駛者多以 AC ON 條件來行駛車輛，因此，C 車於 AC ON 的 NVH 性能仍有進步與改善空間。

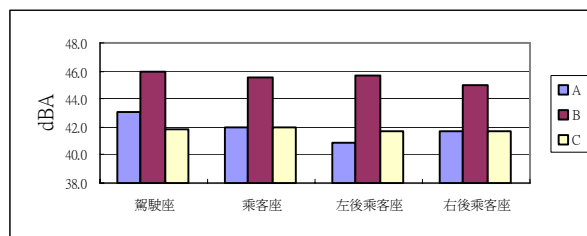


圖 4、P 檔 AC OFF 測試結果

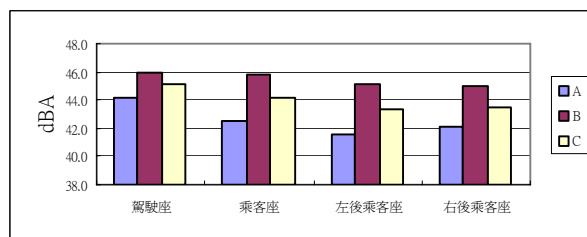


圖 5、N 檔 AC OFF 測試結果

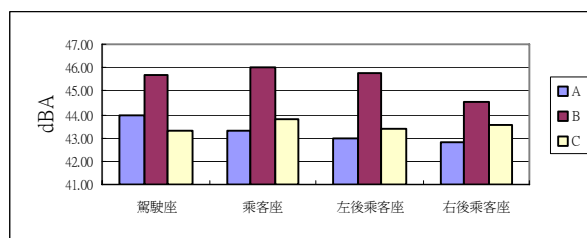


圖 6、D 檔 AC OFF 測試結果

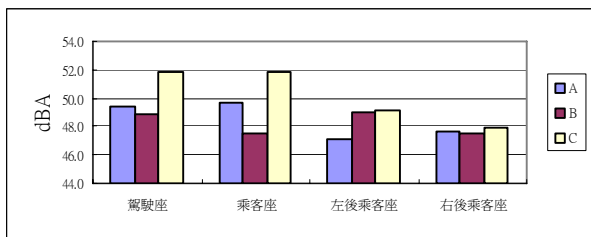


圖 7、P 檔 AC ON 測試結果

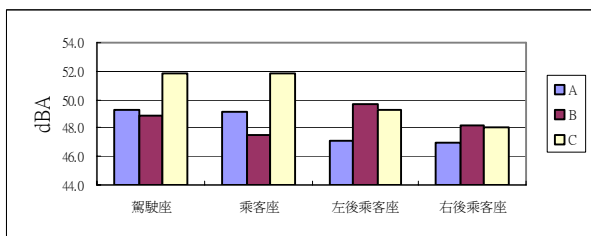


圖 8、N 檔 AC ON 測試結果

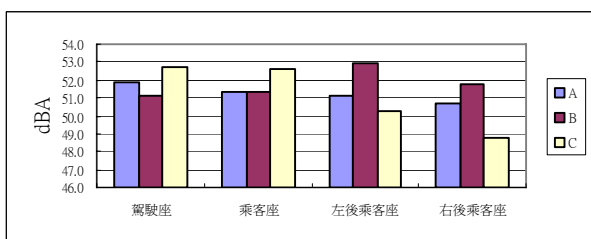


圖 9、D 檔 AC ON 測試結果

#### 4.2 定速測試

定速測試共有四種測試條件，分別為定速 40kmh、60kmh、80kmh、100kmh 合計共四個測試結果。圖 10~13 分別為 A、B、C 三車定速測試結果。比較圖中結果可知車在定速 40kmh 條件下，A、B、C 三者表現相近。但於 60kmh、80kmh、100kmh 條件下，可以知道 C 車的車內聲壓明顯大於 A、B 兩車。因此，可以知道 C 車於定速 60kmh 以上的 NVH 性能仍有進步改善空間。

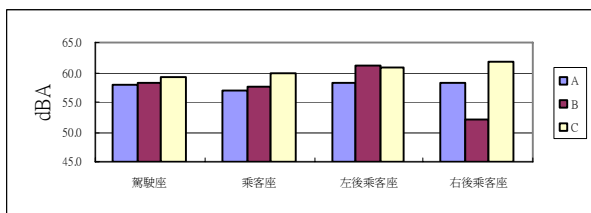


圖 10、車速 40kmh 測試結果

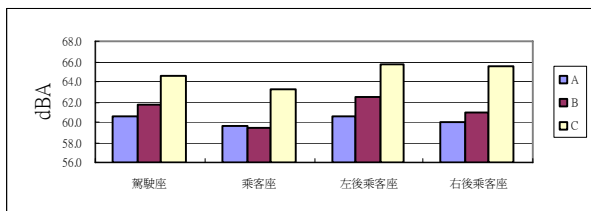


圖 11、車速 60kmh 測試結果

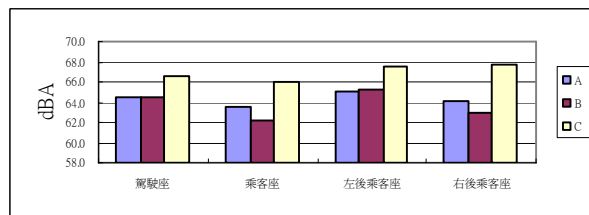


圖 12、車速 80kmh 測試結果

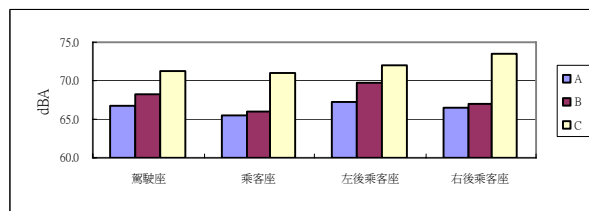


圖 13、車速 100kmh 測試結果

#### 4.3 加速測試

加速測試是利用自排三檔加速由轉速 1500RPM 拉高至 6000RPM，評價方式是用階次分析來了解車內音與引擎噪音之關係。圖 14~16 分別為 A、B、C 三車駕駛座位置加速噪音測試結果，圖中 Overall 結果為聲壓隨引擎(曲軸)轉速變化之結果。而 2 階訊號表示引擎爆炸點火產生的聲音。因此，在分析加速噪音結果中，常用 Overall 與 2 階訊號來比較，瞭解引擎噪音對車內音之關係。由圖 15 可以發現，B 車在轉速 3300 附近，車內音會隨著引擎轉速增加而增加；A、C 車則無此現象。由此可初步判斷 A、C 車在防火牆與引擎隔振墊的設計上，比 B 車來得好。A、C 車在加速測試的 NVH 評價比 B 車好。

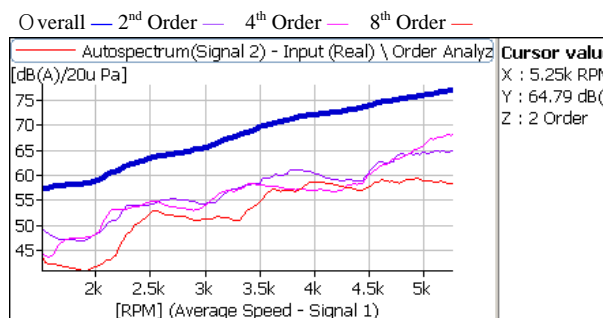


圖 14、A 車加速測試結果

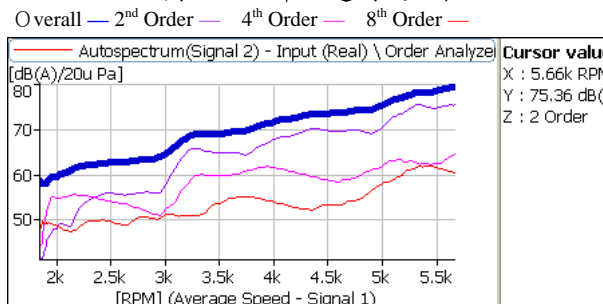


圖 15、B 車加速測試結果

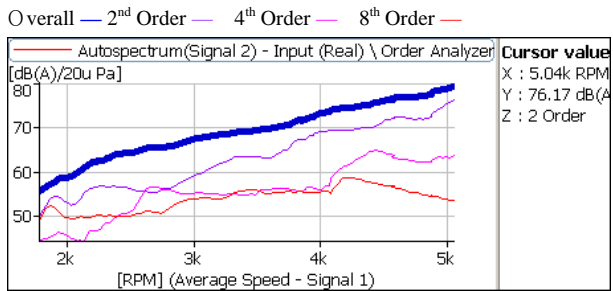


圖 16、C 車加速測試結果

## 5. 結論

本論文利用標準化測試方式進行 NVH 性能驗證測試，並透過累積 NVH 資料庫方式，瞭解國產暢銷車種的 NVH 性能水準。車輛中心於 95 年開始針對市售暢銷汽車進行測試，逐步累積測試資料量，積極建立 NVH 性能資料庫。期待能透過 NVH 資料庫的研究結果瞭解國產車市場的 NVH 性能以及 NVH 性能演化趨勢。能夠協助國內業者瞭解自家產品的競爭力，也能透過測試結果協助業者發現 NVH 問題，提昇產品 NVH 性能。

由本論文測試結果顯示，雖然 A、B、C 為同級車款，三者動力性能均相近，但在 NVH 性能表現卻不相同。由此可知部分車種在 NVH 性能，仍有改善與進步空間。以目前小型家庭房車的消費需求可知，具有越高的 NVH 性能，越容易受消費者青睞。

## 6. 參考文獻

- [1] "Measurement of Interior Sound Levels of Light Vehicles." SAE-J1477 1986-01, 1986.
- [2] "Acoustic-Measurement of noise inside. ", ISO 5128-1980(E), 1980.