



史丹福專欄

讓徐業良博士
以深入淺出的方式
帶您遨遊汽車科技新知



寧靜與引擎聲可以共存？ 談汽車的「音效」設計

資訊科技可以讓您的汽車車室內更加安靜，資訊科技也可以改變讓汽車引擎的聲音，讓汽車引擎聽起來像一隻柔順小貓的咕嚕聲，或者是一隻兇猛老虎的低吼聲。沒錯，這裡談的是資訊科技，不是噪音隔絕，或者引擎、排氣管、消音器設計機械類的技術。您如果希望車室內非常安靜，但是又希望踩下油門時能聽到引擎強勁的低吼聲，透過最新的數位科技進行汽車「音效」設計，這兩個似乎有衝突的要求也能辦到。

汽車的音效設計就是讓駕駛人聽到想聽的聲音，提供駕駛人更愉快的駕駛經驗。

汽車音效設計的核心技術叫做“Active Noise Cancellation”，主動式噪音消除，透過這個技術可以抑制某些特定頻段的 unwanted 聲音，同時也可以選擇放大其

他特定頻段噪音（例如駕駛人踩下油門時引擎低頻吼聲）。

主動式噪音消除其實不是太新的技術，早就有主動式抗噪耳機之類的產品了，藉由在耳機上設置麥克風接收環境聲音，耳機上的晶片即時產生與噪音聲波相位相反訊號，把噪音「抵銷(cancellation)」。

使用者配戴有主動式噪音消除的耳機，即使在嘈雜聽音樂，也不必把耳機音量調大聲。也有主動式抗噪耳塞產品，目的純粹只是夜間睡覺時戴著消除環境噪音助眠。

同樣的技術應用在汽車上，主動式噪音消除系統使用多個麥克風，通常被藏在車頂內裝中，靠近駕駛人和乘客耳朵的



主動式噪音消除技術最早是為了讓耳機使用者能輕鬆在吵雜環境下享受音樂所設計，必須加上電池才能運作。

主動式抗噪科技最早運用在耳機上，利用與噪音聲波相位相反的訊號，讓使用者在吵雜環境下也能輕鬆聽音樂，近年來更使用在汽車上，提升車室寧靜度。

位置，接收車室內的聲音，軟體和數位訊號處理器選定某些特殊頻率需要消除的聲音，產生相反相位的聲波，利用車內音響喇叭播放出來，來抵銷車室內原有的噪音。

啊，原來車室內的音響系統還有噪音消除的功能…

噪音消除技術應用在汽車上最基本的功能就是讓車室更安靜，像是汽車內導航等系統常常利用語音控制，噪音消除技術可以讓車內語音控制指令更清晰，也因而更加準確。噪音少了，當然車內乘客之間對話更輕鬆，也更能夠享受車內的高級音響系統。例如SUV有三排座位，駕駛人很難和最後排的乘客對話，導致駕駛人可能會想回過頭去說話，而把眼睛移開路面。系統甚至做到可以偵測到駕駛人在說話，鄰近的麥克風便會接收這些說話聲音，利用音響系統播送到後方的喇叭，駕駛人管教坐在第三排的小孩也不需要再在車內喊叫。

「主動式」噪音消除的對應是「被動式」噪音消除，也就是傳統使用隔音材料



Lexus部分車款配備ASC主動式引擎聲浪控制，可隨駕駛人喜好調整要聽到多少引擎聲浪。

(cylinder deactivation)」技術，八汽缸汽車引擎在巡航速度時有四個汽缸被關閉，也會產生一些固定的低頻噪音，讓駕駛人以為汽車有甚麼問題，便可利用主動式噪音消除技術來抑制。噪音消除軟體和處理器也可以連接汽車電腦，得知引擎即時狀況和負擔，預知其相對的噪音頻率，而做出必要的噪音消除調整。每個引擎的聲音都有其獨特的頻率，汽車的「音效工程師」還可以事先決定好那些頻率的引擎聲音可以進到車室，那些頻率引擎聲音要被消除，設定在軟體程式中。

另一方面，現在許多高性能引擎運轉起來十分安靜，並不會產生駕駛人期待的跑車聲浪之類的，汽車廠也可以根據引擎的特性設計一些「補強引擎聲」。早期很流行汽車排氣管改裝，讓引擎發出誇張的聲浪呼嘯而過，駕駛人聽得很爽，街上路人可是惱火得很。現今的數位引擎聲浪則使用數位技術的方式，利用車內音響喇叭，把「補強引擎聲」傳送至車內駕駛人和乘客——純粹是音效而已，車外的路人可是完全聽不到的。

世界不同區域的駕駛人對於引擎聲音也有不同的「品味」，過去汽車廠對於同樣車款銷售到美洲、歐洲、亞洲，可能要在引擎消音器設計上有所調整，現在則只要把主動式噪音消除軟體參數改一下就好。

聲波打到物體表面，一部分會被吸收、一部分會被反射。主動式抗噪耳機內部空

包覆蓋將聲音隔絕的技術。然而很多汽車公司像是美國的克萊斯勒、福特、日本的Lexus、本田、日產等等，都積極使用主動式噪音消除技術來讓行路更安靜，同時也使車體使用隔音材料的需求和成本降低，甚至減輕車體重量，讓汽車更輕、更省油。

此外也不是所有車室內的聲音都要消除，有些聲音反而是重要駕駛資訊，像是汽車輪胎行駛在不同路面的磨地聲、車窗未關緊時的風切聲、救護車或平安道的警鈴聲，都應該被保留下來，完全與外界聲音隔絕、完全安靜的車室反而是有些危險的。

事實上這些聲音頻率不特定，頻率範圍大、變化也快，技術上本來就比較難被“cancel”，因此汽車的噪音消除技術目標不在消除寬廣頻率的外界噪音，而主要針對汽車引擎特定頻率噪音進行消除。

例如常用來提升省油性的「汽缸停缸

車內NVH工程以往只是被動地拿隔音材料包覆，使用材料越多，隔音就越好。如今在加入主動式抗噪技術後，可減少隔音材的用量，讓車子更輕盈省油。



史丹福專欄

讓徐業良博士
以深入淺出的方式
帶您遨遊汽車科技新知

電動車由於行駛時沒有引擎聲，容易與行人發生擦撞。為此各國政府目前正積極規劃，將強制電動車安裝外部行人警示系統來提高安全性。

間很小，不太需要考慮聲波吸收、反射的問題；應用在汽車上時，除了對噪音源的頻率、相位了解之外，複雜的演算法還要顧慮到車子的內裝，如玻璃的反射、乘客的位置、布面或是皮面座椅等，來對演算法做細部微調。

除了對車內乘客舒適性和駕駛感受做音效調整之外，安全警示聲的設計也是汽車「音效工程師」重要工作。汽車的安全功能越來越多，像是偏移車道警示、自動煞車系統、車外有行人靠近警示等等，都要依賴不同的警示聲來提示駕駛人。這些警示聲的形式、音量、頻率等也都需要小心設計，並且進行深入使用者測試，這時候「聲音的人因工程設計」就非常重要，警示聲音要足夠清晰、容易了解，一聽到就可以直覺反應發生甚麼問題；另一方面警示聲卻又不能讓駕駛人分心，甚至讓駕駛人驚慌。

電動車的興起也造成了另一個類型的聲音問題。通常來說，汽車接近時路上的行人預期會聽到汽車聲，但是電動車的馬達太安靜了，特別是低速運轉時電動車基

本上沒有甚麼聲音，對周遭的行人、自行車騎士都是沉默的危險。所以這又是汽車音效工程師的工作，近幾年來電動車設計者一直在實驗加入一些叫做「外部行人警示(external pedestrian alerts)」的汽車音效，用熟悉、直覺的聲音警告行人有一部車開過來了。

日產電動車Leaf就有裝置這樣的系統，車子低速行駛時就會被自動開啟，從車頭一個喇叭發出模擬引擎噪音，有點像是飛機起飛時的聲音，警告周遭行人汽車接

近。汽車時速提高30公里以上，輪胎磨地聲就大到周遭行人應該可以聽得到，車頭喇叭播放的假引擎聲就會被關閉。

目前電動車並沒有警示聲標準規定，因此許多電動車(包括Tesla電動車Model S)都沒有這樣的警示聲設計。目前美國的「國家高速公路安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)」正在訂定電動車行人警示聲的相關規定—甚至在法規制定上，NHTSA也碰上了一些聲音人因工程的問題。如果採用較低頻率的電動車行人警示聲，傳遞距離比較長，音量不需要太高，但對行人來說比較缺乏方向性，聽到低頻警示聲往往很難判斷汽車會從哪個方向開來。相對的，高頻的電動車行人警示聲可以提供比較清楚的方向性，行人容易判斷車子從哪裡過來，但是需要提高音量。

汽車的音效設計也是個學問呢！



像VW Multivan這類大空間商旅車，在前後排座椅上方都裝有隱藏式麥克風，即便高速行駛時也無須大聲講話。



電動車低速行駛寂靜無聲，各國相關單位已著手立法強制安裝音效警示系統，來降低與行人擦撞的機率。