



作者：徐業良(2000-04-17)；推薦：徐業良(2000-04-17)；最近更新：徐業良(2003-05-19)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2000年五月號，史丹福專欄。

一切都是為了降低氣流噪音－淺談汽車外型的演進

前幾個月史丹福專欄連續談了許多最新的汽車科技潮流，主要是通訊、網路技術在汽車上的應用之類的。四月份全球經濟影響最大的事件可能該算是美國股市，特別是以高科技類股為主的那斯達克指數的巨幅崩跌，對於網路新經濟泡沫化的憂慮，使得人們的思維模式又再度逐漸回歸基本面。跟隨著這股思維潮流，這個月史丹福專欄的主題也要回歸汽車科技的基本面，不談什麼通訊、網路的事兒，咱們從汽車外型的演進談起。

要談汽車外型設計，可以從純藝術的角度去闡釋，不過史丹福專欄絕對不會自不量力談一些藝術的話題，這裡要談汽車外型的演進，只打算圍繞在一個字兒——“aerodynamics”，「空氣動力學」。

噢，中文是五個字。

其實早在 1930 年代，就有「流線形(streamline)」這個詞兒，當時所有產品的外型，從削鉛筆機到烤麵包機，都要作成流線形才跟得上時髦。當然汽車的外型也不例外，流線型造型的汽車，早在'30 年代就出現了。不過當時講的流線形基本上和空氣動力學似乎是沒有什麼直接關連的，只表示一種平順、流暢的線條，就像是方形、圓形、三角形一樣，只是一種形狀的描述而已。

大約在 1970 年代，「空氣動力學」開始真正受到設計汽車外型的工程師們注意，至少他們開始會將汽車外型的油土模型，拿到實驗室的風洞裡吹一吹，檢查一下外型在空氣動力學上的表現如何。而從 1980 年代開始到現在的二十年之間，空氣動力學則幾乎完全主導了汽車外型設計。

汽車外型空力設計上的講究，開始的時候主要目的是降低風阻，希望求得更好的省油性。’80 年代有好長一段時間，汽車外型設計處在一場風阻係數 Cd 大戰，每一部新車都要標榜自己的 Cd 值有多低，從 0.40，0.33，0.30，0.29，0.27，到實在很難再降低下去了。

現代的汽車您大概很少看到還在誇耀自己的風阻係數有多低，因為汽車空力造型設計思考的重點已經從省油、降低風阻，轉變成降低氣流噪音。

開車的時候持續的噪音，的確會讓人很不舒服，根據心裡學家的研究，行車時規律的噪音是造成長途行車駕駛人容易疲勞的一項重要原因。Mmm，大概是規律的噪音有催眠的作用。這種規律噪音來源有三個，輪胎噪音、引擎噪音、和氣流噪音。輪胎噪音和引擎噪音通常很難完全消除，只能想辦法阻絕掉，而氣流噪音則大部分都可以在外型設計處理掉。

抑制氣流噪音這件事兒對汽車廠來說非常的重要，而工程對抗氣流噪音的主要工具就是風洞，各車廠對風洞的建立也有大手筆的投資。美國克來斯勒公司前兩年就耗資三千萬美元在密西根州總部附近，全新建立了一座可以進行氣流與噪音測試的風洞，這座風洞可以模擬高達兩百公里時速的路面速度，福特公司也有建立新風洞的投資計畫。大部分的汽車廠都會先使用八分之三的實體模型在風洞裡反覆測試，模型表面貼上毛線或者噴上煙霧，便利觀察記錄汽車新造型空氣動力學上的表現，整個程序幾乎是沒有止境的小修改，從前保險桿一路延伸到後保險桿，所有的地方幾乎都因為降低氣流噪音的考慮而做了某種程度的修改。再由土模型上確認沒有問題之後，再建造全尺寸的車子。

全尺寸的車子自然也要送到風洞裡吹一吹，全尺寸的車子在風洞中測試時，車子的內外都裝置了許多麥克風，工程師們可以實際聽到噪音抑制的效果。車內的麥克風建構在駕駛座位置的一個假人頭上，模擬駕駛人的耳朵，傾聽車內的噪

音。車內聽到的氣流噪音大致可以分成兩種，一種是當氣流流過車體上、下、四周時產生不平順的紊流而導致的噪音，另外一種則是因為車門或其他接縫處的縫隙產生的氣流洩漏噪音。要抑制紊流噪音，自然是從外型線條設計著手，設計更符合空氣動力學的外型；要抑制洩漏噪音，則是要設計更加更氣密的接縫。

現代汽車空氣動力學上的考慮，可說完全主導了汽車外型的設計。工程師們和降低氣流噪音的奮戰，影響了汽車上所有外型元件的設計。如果您比較一部二十年前的汽車和一部現代汽車，您會發現從前保險桿當後保險桿，每一個部位都不同了。從車頭開始看，現代汽車的保險桿都是與車體一體成形，而不是外加再車上的，連頭燈的外型都是完美地融入汽車車頭的曲線裡。除了賓士車還在極力維護其傳統的車頭造型，車頭正前方高車鼻，垂直的水箱網已經很少看到了，取而代之的是低車鼻、在保險桿下方的進氣口。低斜的引擎蓋也取代了原本高平的引擎蓋，過去車頭方形的稜角一概變得圓滑。

順著車頭再往下看，您會找到更多現代汽車外型上為了抑制氣流噪音而產生的共同的特徵，例如車前擋風玻璃變成低斜，車窗玻璃的處理也從簡單的嵌入式變成光滑的一體成形。車門把手不再是簡單功能考量的形式，而是設計成與車門一體一體光滑的線條。原本車頂上寬大、外加形式的導雨槽會擾亂車頂的氣流，工程師們自然不能容許其繼續存在，取而代之的是隱藏再車側門板裡、一體成形的導雨槽。許多車子原先喜歡在車頭、車側加貼一個金屬製的車廠的標誌，彰顯其品牌的尊貴，現在也越來越少看到這樣的處理，倒不是因為品牌形象不重要了，而是因為這些標誌會造成氣流的噪音。

在汽車外型改進上，最難可能也是最重要的，還是車側後視鏡的設計。過去車側後視鏡只簡單分成兩個零件—鏡子和將鏡子連接製車體的柄，就空氣動力學的考量來說，這樣的設計挺像是您的愛犬把頭伸出車外。現代汽車的後視鏡設計完全不同了，後視鏡外殼的形狀對於紊流噪音來說是非常關鍵的，後視鏡必須靠近車體，位置必須讓駕駛人能夠使用，然而形狀又必須使快速通過的氣流不致產生過大的氣流噪音。特別是在後視鏡產生的氣流噪音，駕駛人可以透過車窗玻璃很輕易地聽見。

雖然對工程師來說，後視鏡的外型哪些部份特別容易產生氣流噪音，已經非常了解了。但是除了形狀之外，後視鏡外型設計上還有另外一項重點，就是後視鏡和車門連接桿的形狀，乃至於與 A 柱的搭配也是大有學問，除了儘量抑制後視鏡造成的紊流噪音外，連接桿的形狀設計上也希望將問流發生的部位導引至離側窗玻璃遠一些，使其對車室內噪音不致有過大影響。

對付完後視鏡之後，下一個挑戰是流過車門的氣流，如何能設計車側的線條，導引氣流平順地順著線條流動。氣流另外一個作用，就是會引起門板結構振動，因而產生低頻噪音。工程師們已經在嘗試增強門板板金的剛性，使其不容易產生振動。屋頂的導雨槽會擾亂氣流，已經被拿掉，現在隱藏在車側門板裡。

許多車子採用三層式氣密窗，減小空氣洩漏，以即所謂的空洞迴響(cavity resonance)，車門的空洞會放大噪音。這些新的氣密材料也會吸收噪音。

時下休旅車非常流行，專家們又有一項新挑戰，屋頂上的致物價會造成氣流噪音。甚至連致物價的形狀都經過工程師仔細設計，減少渦流或氣流分裂的產生，設計形狀使氣流平順流過。

看起來這些研究空氣動力學的專家們對於降低氣流噪音似乎無所不能。噢，如果噪音的原因是您的愛犬把頭伸出車外，專家們就沒辦法了。