



作者：徐業良(2004-11-10)；推薦：徐業良(2004-11-10)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2004年十二月號，史丹福專欄。

談“Run-Flat Tire”低壓安全胎

寫了好幾年史丹福專欄，每個月初都有好幾天心情不太好，學校裡繁雜一大堆的事情之間，還得把腦袋騰出來為這個月專欄要寫什麼主題煩惱。翻翻舊資料，史丹福專欄三不五時就會談談汽車輪胎的問題，畢竟輪胎是汽車上最基本、最重要的東西，這個月實在不知道該談什麼主題，那就再談談輪胎吧！

噢，又要扯那些要定期檢查胎壓、胎壓不足容易爆胎之類嘮嘮叨叨的老生常談來騙稿費了。

說實在，檢查胎壓這些道理大家都知道，但是知易行難，做起來很困難。每天的生活都是急匆匆地趕來趕去，行事曆總是大爆滿，從早到晚工作一項接一項排著隊，連週末放兩天假，都要履行好爸爸、好丈夫、好兒子的義務，安排了滿滿的家庭行程。每次下車回到家就累的不想動，檢查胎壓？再說吧！

歹勢，吐吐生活的壓力，趁機發發牢騷而已。不過，不知道這是否也是許多讀友生活的寫照。

如果來作個問卷調查的話，猜想一定沒有多少車主會把「檢查胎壓」這項天大的事情放在心上。美國的國家高速公路安全管理局最近便在規劃制訂新交通法規，既然駕駛人不檢查胎壓，那就把這項工作交給車子自己來作，2008年起所有在美國上市的新車必須加裝胎壓監測系統，當輪胎壓力低於車廠建議值 25%時，會自動在儀表版上亮燈警告駕駛人。

Mmmm，好主意，有了胎壓監測系統，「檢查胎壓」這項工作變得簡便許多，史丹福專欄去年十二月也慎重其事地寫了篇文章介紹了胎壓監測系統的技術發展。

但是駕駛人光是知道輪胎胎壓降低並沒有解決問題，後續的處理、維護，以維護行車安全才是最後目的。

因此內心深處的懷疑是，即使汽車裝了胎壓監測系統，看到胎壓不足警示燈亮起來，駕駛人（像是我）會不會真的立刻警覺加以處理，看是要找個加油站打氣還是補破洞之類的，還是想想上班開會約會快遲到了，反正車子還能開，打氣？再說吧！

所以胎壓監測系統還不是胎壓問題的“終極解答”，往「維護行車安全」的目標繼續搜尋，車主需要的是在低胎壓狀態下仍然能夠安全行駛的輪胎，也就是所謂“run-flat tire”。

“Run-flat tire”在國內普遍稱作「防爆胎」，不過“Run-flat tire”還是會爆胎的，「防爆」這個名字似乎不太反映事實。另外看到的中文名稱是「低壓安全胎」，低胎壓（包括爆胎狀態時胎壓為零）狀態下，還能維持安全行駛一段距離的輪胎。這個中文翻譯聽起來好像沒有「防爆胎」那麼響亮，但是應該比較精確。

您有沒有爆胎過？如果沒有，那您實在非常幸運，趕快買張樂透試試看。我上個月就爆胎一次，那真是很麻煩的經驗，雖然爆胎算是車主可以自行處理的維修項目，車上有千斤頂、有工具、有備胎，但是停在車水馬龍的馬路邊換胎，狼狽不堪地拆拆弄弄，滿手滿身的髒污，加上今天以下所有的行程通通耽誤，那絕對不是您理想中快樂的一天。

除了麻煩之外，爆胎還是很嚴重的行車安全問題，如果輪胎扎了釘子緩緩洩氣，車子至少還能夠操控，慢慢停到路邊，如果真的是突然“爆”胎，輪胎一下子扁掉，車子可能完全失控。在路邊換輪胎、特別是碰上下雨或是天黑視線不明，也有相當大的危險性。美國的統計數字，近三年美國死亡車禍裡，有 18%牽涉到在路邊維修汽車的駕駛人。

很顯然的，如果爆胎之後能夠不必更換輪胎，而能繼續將車子開到維修廠（甚至開去上班，下班之後再上維修廠），那就省去了所有的麻煩和危險。但是普通輪胎爆胎後，您絕對沒有辦法用正常速度安全開車，如果您車胎扁扁還勉強開上一大段路的話，您的輪胎、輪圈就準備報銷了，此外對轉向、懸載、煞車等系統都可能造成損傷，再勉強開下去甚至到最後輪胎從輪圈上剝離、脫落，讓車子完全開不動。

普通輪胎可以安全地承受多大負荷，完全取決於有沒有保持正常胎壓。輪胎主要成分是橡膠，但橡膠承受不了什麼負荷，輪胎承載負荷最主要是靠成形於橡膠中一層層的強化纖維和鋼絲。橡膠彈性遠遠比強化纖維和鋼絲大，充足的胎壓可以使得行駛過程中輪胎橡膠的變形量不致太大，但如果輪胎在低胎壓狀況行駛，橡膠將被強迫變形、伸展超過強化纖維和鋼絲的彈性限度，這時後不同材料之間因為變形量不同，將會把強化纖維和鋼絲從橡膠中剝離開來，這個現象如果持續發生的話，終將破壞不同材料之間的接合而使得輪胎失效。

低壓安全胎技術的重心，就在如何讓輪胎即使空氣壓力喪失也可以支撐車體重量。“Run-flat tire”一般是使用非常堅韌的材料作輪胎胎壁，爆胎的話仍然可以靠胎壁來支撐，輪胎不會立刻變形扁掉。許多車廠都已生產這種低壓安全胎，一般來說完全沒有空氣的狀況下也可以用 80-90 公里時速行駛 80 公里以上。

聽起來不錯喔！使用“Run-flat tire”還有一個附帶的優點，就是您行李箱裡不必帶著一個大備胎了，空間省了許多，車重也減少了些。

“Run-flat tire”技術研發已經有段歷史了，BFGoodrich、Bridgestone、Dunlop、Firestone、Goodyear、Michelin、Pirelli、Yokohama，您叫得出名字的主要的輪胎公司，.都有相關產品，型號常常是 RFT(Run Flat Tire)、ZP(Zero Pressure)、或 SSS(Self Supporting Structure)。但是一般車主對於“Run-flat tire”的反應並不挺好。輪胎壁的變形通常有助於吸收路面不平，但是這種“Run-flat tire”輪胎壁比較硬，無法變形，因此行路舒適性比較差。另外這種輪胎胎壁無法作得太高，因此大部分是低幅胎設計，跑車使用比較多。

當然“Run-flat tire”成本比傳統輪胎高出許多也是問題。除了本身售價貴之外，前面提到“Run-flat tire”不能「防爆」，還是會穿孔爆胎，而且大部分的“Run-flat tire”一旦穿孔便無法補胎、修復，得要報廢了。而且因為“Run-flat tire”輪胎沒氣也不會扁掉，駕駛人操作感覺差異不大，不容易察覺輪胎已經沒氣了，因此更需要加裝胎壓監測系統。

針對傳統“Run-flat tire”這些問題，米其林輪胎新發明一種所謂 PAX 系統全新設計。PAX 系統不只是輪胎而已，而是包括了輪胎、輪圈、內支撐環、和胎壓監測裝置四項元件的整體系統。PAX 系統關鍵就在內支撐環這個元件，塑膠製的內支撐環緊緊環繞輪圈，但是如果輪胎穿孔爆胎的話，輪胎不會完全變扁，而是下降大約一半高度，輪胎內側胎面貼在內支撐環上，靠內支撐環支撐車體重量。此外輪胎輪圈結合部位則作了特殊設計，使爆胎時輪胎不會從輪圈剝離、脫落。米其林公司宣

稱，PAX 系統在胎壓為零的狀況下可以約 90 公里的時速行駛 200 公里。PAX 系統胎壓不足時和正常操控感覺也沒什麼不同，因此也必須要有一個胎壓監測裝置。

PAX 系統設計的想法和傳統“run-flat tire”完全不同，輪胎沒氣時輪胎壁不需要支撐車體重量，輪胎材料反而和一般輪胎沒什麼不同，不必用太堅韌的材料，行路舒適性較佳，也不侷限於低幅車胎，更適合一般房車和休旅車。當然輪胎穿孔了也可以修補，使用壽命可以長一些。

PAX 系統的缺點是與現有輪圈無法相容，這是一個整體的系統，您一次就得更換整組輪胎和輪圈，而不能任意搭配您現有的輪圈。此外 PAX 系統加了內支撐環，整個輪胎、輪圈組合變得比較重，專家會告訴您懸載系統「彈簧下的質量(unsprung mass)」變大，對車體懸載振動的頻率有影響。另外當然少攜帶一隻備胎所減少的車體重量又完全被抵銷了。

米其林曾經對 PAX 系統作了一個公開展示的實驗，在 PAX 系統輪胎上裝了炸藥包，汽車以 40 公里時速在試車跑道行駛時，炸藥將輪胎炸了一個高爾夫球大小的洞，但是測試車的行駛完全沒有受到影響。美國的「消費指南(Consumer Guide)」今年十月份發表的測試報告，也分別把 PAX 系統裝在奧迪 A8 房車和福特 Explorer 休旅車上，刻意把左後輪穿孔，兩次測試 Consumer Guide 的報告都是 PAX 系統在胎壓為零的狀況下，測試車不管行路性、操控性都沒有太大的不同。

除了米其林外，固特異和倍耐力也在研發類似 PAX 系統的“Run-flat tire”。目前已經有一些豪華車款將“Run-flat tire”列為標準配備，像是 Lexus SC40、2005 年的 Honda Odyssey，預期未來會越來越普遍。就像 ABS 煞車二十年前還是高級配備，現在幾乎已經是所有汽車的標準配備，不久的將來也許所有汽車都會使用“Run-flat tire”。

到時候，您在馬路邊上用千斤頂頂汽車、換輪胎的老故事，就可以當作天方夜譚講給您的孫子孫女聽了。