



作者：徐業良(2001-11-15)；推薦：徐業良(2001-11-15)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2001 年十二月號，史丹福專欄。

BMW 的電子控制閥門—Valvetronic 引擎

在電動車大行其道的今日，很少有車廠還把汽車動力的研究主力還放在汽油引擎的改良上，因此最近很高興看到稱得上“劃時代”的 BMW 的電子控制閥門—Valvetronic 引擎的發表，幾乎可說是為未來十年汽油引擎科技建立了新的藍圖。這個月的史丹福專欄咱們就來簡單談一談 Valvetronic 引擎的原理和設計。

談到“劃時代”，BMW 的 Valvetronic 引擎是世界第一個沒有 throttle butterfly 的引擎。

“Throttle butterfly”是什麼東西？

“Throttle butterfly”是在引擎進氣歧管口上一個長得像蝴蝶狀(butterfly)的節氣閥(throttle)，中文似乎就直接簡單叫作節氣門或油門。

OK，Valvetronic 引擎是世界第一個沒有節氣門的引擎。那麼到底其優點何在呢？

省油。各種標準測試結果都顯示 Valvetronic 引擎可以比傳統引擎節省 10% 以上的耗油量。

要了解沒有節氣門引擎為什麼會省油，我們必須先了解傳統引擎的油門是如何動作的。當您踩下油門踏板加速時，您可能直覺感受到，您為引擎“加油”了。但是事

實上您踩下油門踏板並不是直接增加噴入引擎汽缸中的油量，而是改變了進氣歧管節氣門開閉的大小，從而改變進入汽缸中的空氣量，汽車的噴射供油系統偵測通過節氣門的空氣量多寡，然後才決定要噴入多少油量。這樣油門控制引擎的方式的設計主要是希望在不同的油門開度，仍不會改變油氣混合氣的比例，以免造成熄火。

還沒談到主題，那麼沒有節氣門引擎為什麼會省油呢？小時候您一定玩過針筒，回想一下把針筒頭用大拇指堵住（當然要把針頭拿掉嘍！），同時把針筒內的活塞往下拉——拉不動對不對？這是因為這時針筒內會形成一個真空，而外界大氣壓力使得針孔活塞很難被往下拉。傳統引擎中也有類似的現象，在您輕踩或者沒有踩油門時，節氣門僅僅微開甚至完全封閉，然而同時引擎活塞持續動作往下拉，企圖從接近封閉的進氣歧管吸入空氣，這時節氣門和汽缸活塞之間也會形成真空，外界的大氣壓力對於活塞上下吸吐的動作形成很大的抵抗力，大大消耗能量，這在工程上叫作“pumping loss”，因為引擎活塞的吸吐動作(pumping)造成的能量損失(loss)。引擎越低速，節氣門關得越緊，因為引擎活塞的吸吐動作造成的能量損失就越大。

所以 Valvetronic 引擎去除了節氣門也就去除了“pumping loss”，可以大大節省耗油量，特別是在引擎低轉速的時候。BMW 應用 Valvetronic 技術的第一個產品，搭配在 BMW 316ti 的 1.8 升四缸 Valvetronic 引擎，動力輸出比前一代引擎高了 20%，而在歐盟 EU 標準的測試循環，包括引擎高速和低速運轉，耗油量每公升汽油接近 19 公里，比傳統引擎省油 10%，如果主要是在市區停停走走低速駕駛的話，省油比例還要更高。此外 Valvetronic 引擎廢氣排放測試表現也很好，甚至不需要特別採用低硫汽油，Valvetronic 技術也是 BMW 企圖達到 2008 年二氧化碳排放每公里 140 克的標準所倚賴的重要武器。

聽起來挺不錯的，但是沒有節氣門，您腳踏油門時，引擎要如何控制進入汽缸的空氣量呢？

BMW 的工程師以人的呼吸來類比引擎進氣的思考：當身體需要大量空氣時，人會做比較深而長的呼吸，而當身體不需要太多空氣時，人的做法不是把鼻子或嘴巴塞住來調節吸氣，而只是很簡單地做比較短而淺的呼吸。

多簡單的道理！引擎的呼吸在低轉速時不必利用進氣歧管中的節氣閥來調節進氣大小，只要讓吸氣入汽缸的過程短而淺就好了！

傳統引擎中，進氣歧管中的空氣經過節氣門，再經過汽缸頂上的進氣閥門才進入引擎汽缸中，進氣閥門是由正時皮帶、雙凸輪軸來控制其開闔時間，進氣閥門開啟深度則不管低轉速、高轉速始終保持固定。而 Valvetronic 引擎，顧名思義，Valve 是閥門，-tronic 則有電子控制的意味，省掉節氣門之後，BMW 的引擎直接電子控制進氣閥門開啟深度來控制進氣量。

整體機構解釋起來其實還挺複雜、挺專業的，大體來說，傳統引擎中您踩踏油門的訊號是以機械方式傳送、控制進氣歧管中的節氣門，Valvetronic 引擎中您踩踏油門的訊號則是以電子、數位方式傳送給了引擎閥門上端的一顆步進馬達。步進馬達接到訊號後會作適度轉動，經由一個額外加的軸、活塞頂上的搖臂、挺桿改變進氣閥門開啟的深度，駕駛人油門踩得大，進氣閥門便開得深，油門踩得淺，進氣閥門便開得淺。

Valvetronic 引擎省掉節氣門，而以電子方式直接控制汽缸頂上的進氣閥門調整進氣，這樣的設計除了省油之外另一重要的優點，是踩踏油門引擎產生反應的時間加快。傳統引擎以油門控制節氣閥的方式，油門踩下、節氣閥打開，還要等待空氣流入填滿進氣歧管之後，才會大量進入引擎汽缸，產生所需要的動力，而 Valvetronic 引擎油門踩下直接控制、加大進氣閥門開啟深度，大量空氣立刻流入引擎汽缸，產生所需要動力。Valvetronic 引擎進氣閥門開啟深度最淺 0.25mm，最深可以到 9.7mm，差了近 40 倍，然而從最淺變化到最深，Valvetronic 整體機構所需要的反應時間大約只要 0.3 秒。

BMW 的 Valvetronic 引擎是在英格蘭一個全新的引擎廠生產製造，基本上整個 Valvetronic 系統是一個預先組裝好的模組，可以直接加裝於引擎汽缸頭上。第一個應用 Valvetronic 技術的車種，是前面提到 BMW 316ti 的 1.8 升四缸引擎，這個引擎除了 Valvetronic 技術外，也在引擎冷卻水流道設計上做了改變，水溫大幅降低，所需要的水幫浦尺寸也較前小了一半。

BMW 接下來的目標是將其八缸、十二缸大排氣量引擎改採 Valvetronic 技術。新一代的 BMW 七系列已經搭載了兩個全新的 V8 Valvetronic 引擎、搭配一個全新的自動排檔箱，六速自排，噢，by the way，這也是全世界第一個六速的自動排檔。

這兩款 V8 引擎一款是 3600cc，238 匹馬力，254lbft 扭力，另一款是 4398cc，286 匹馬力，324lbft 扭力。雖然動力輸出數字驚人，但兩款引擎都能滿足歐盟嚴格的 EU4 廢氣排放標準。

BMW 宣稱這兩款引擎比傳統引擎效率提昇 14%，但不完全是 Valvetronic 技術的功勞，BMW 表示，其中 7% 的節省是來自 Valvetronic 技術，3% 的節省是來自減少摩擦損失，4% 的節省則是因為其六速自動排檔。BMW 的工程師對於其新七系列中 Valvetronic 引擎和六速自動排檔的搭配頗為自豪，他們宣稱電腦軟硬體控制的設計上，是把兩者合併為一個整體作考慮，求得更好的性能與效率的平衡，而非分開成兩個獨立模組考慮。

不過因為 Valvetronic 引擎多加了中間許多進氣閥門控制機構，也多了機械接觸和摩擦，因此反而在超過 6000 轉速時，引擎的效率和平順度並不好。也因此一般預測 BMW 不會在其 M 系列高性能引擎改裝 Valvetronic 引擎。