



■ 曾逸敦

# 引擎的供油系統

一般來說，供油系統是為了使汽油引擎燃料系統能適時、適量地提供引擎所需要的空氣與汽油，並使汽油充分汽化，與空氣混合成適當比例的混合氣，以配合引擎在各種環境下操作的需要，並符合經濟省油的原則。

汽車供油系統的發展大致分成 3 個階段：化油器階段、機械噴射階段、電子 / 電腦噴射階段。化油器階段，基本上利用白努力原理，當經過的空氣流量小時，則噴嘴處壓力大，因此流出的油量少，當經過的空氣流量大時，噴嘴處壓力變小，因此流出的油量變大。

在機械噴射階段，一個非常精巧設計的液壓裝置稱為燃油分配器，當空氣流量大時會把翼板抬高，進而帶動柱塞上移，因而釋放出較高的油量。於電子 / 電腦噴射階段。相對於之前只使用單一的機械元件，三個電子零件開始出現在最後這一階段。首先一個空氣流量計量測空氣的流量，再把量測值傳至電腦，而電腦根據量測值大小送出電壓訊號至噴油嘴的電磁閥，以釋放需要的油量。

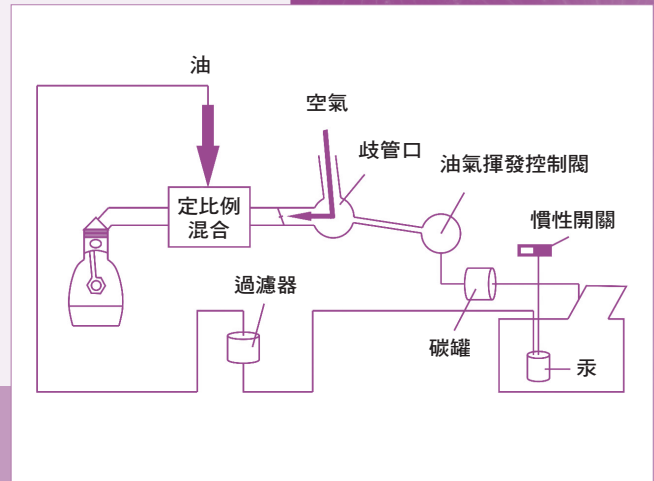
## 供油系統元件

油箱——通常指飛機或汽車上裝燃料的容器，同時是液壓系統中儲存液壓油或液壓液的專用容器。由於裝填燃料的緣故，油箱內部表面的防腐處理要特別留意。

油箱可分為開式油箱和閉式油箱兩種。油箱必須有足夠大的容積填裝燃油。另外，油箱的吸油管及回油管應插入最低液面以下，以防止吸空和回油飛濺產生氣泡，且吸油管和回油管之間的距離要盡可能地遠些，多數的油箱會在兩者之間設置隔板。最後，為了保持油液清潔，油箱應有周邊密封的蓋板，蓋板上裝有空氣濾清器。油箱依材質分類有 3 大類：鋼製、鋁合金製、塑膠製。

慣性開關——在汽車供油系統中用來在汽車發生碰撞時關掉幫浦，以防止汽油外漏的開關。

過濾器——功用是防止污染物進入系統，避免系統中的零件受到破壞。若過濾器產生淤塞，引擎就會失去動力，影響燃油幫浦輸出而增加磨耗。



供油系統

汽油幫浦——又稱作泵，它就像供油系統的心臟一樣，其等級差異在於每小時能泵出的汽油量是幾公升。泵是利用裡面的渦輪旋轉產生的離心力，把引進來的流體以輻射的方式送出，並達到加壓的效果，藉此把油箱中的油送到引擎中。

碳罐——一般裝在汽油箱和發動機之間。由於汽油是一種易揮發的液體，在常溫下燃油箱經常充滿蒸氣，燃料蒸發排放控制系統的作用是把蒸氣引入燃燒，並防止揮發到大氣中，這個過程中起重要作用的是活性炭罐貯存裝置。

活性炭有吸附功能，當汽車運行或熄火時，燃油箱的汽油蒸氣通過管路進入活性炭罐的上部，新鮮空氣則從活性炭罐下部進入活性炭罐。發動機熄火後，汽油蒸氣與新鮮空氣在罐內混合並貯存在活性炭罐中，當發動機啟動後，裝在活性炭罐與進氣歧管之間的燃油蒸發，淨化裝置的電磁閥門打開，活性炭罐內的汽油蒸氣被吸入進氣歧管參加燃燒。

## 化油器

簡單來說，化油器是把空氣和燃料混合的裝置。燃燒主要有燃料和氧氣兩個部分，最早的功能性內燃機是使用易燃的氣體，



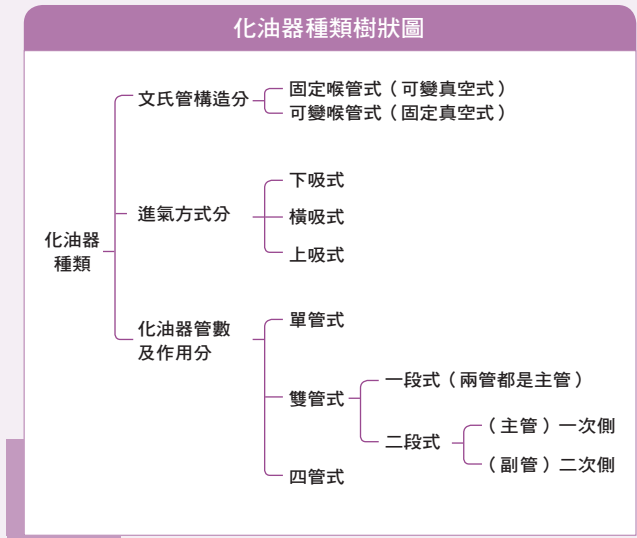
例如氫氣與煤氣。早期化油器設計並未使用白努力效應。William Barnett 設計出第一個汽油化油器，這項發明讓他在 1838 年獲得專利，這專利擁有兩種早期內燃機的關鍵發明，一是利用動力壓縮的方式混合空氣與燃料，二是利用點火裝置把汽缸中的油氣混合物點燃。

這段期間設計出的化油器主要分成兩種，一種是 wick carburetor，另一是 surface carburetor。第一個用在汽車上的是 wick carburetor，這種化油器利用油燈原理吸取燃油，然後把燈芯暴露在發動機流動的空氣中，使空氣和燃料揮發氣體混合。而 surface carburetors 使用引擎排出的氣體加熱燃料，使燃油蒸氣正好在燃油表面上方，達成空氣與燃料的混合。1893 年 Wilhelm Maybach 發表 jet-nozzle carburetor，這個化油器的設計使用白努力效應，可以讓燃料從噴嘴噴到擋板表面上，讓燃料以錐形的型態分布。

**分類** 化油器的種類甚多，幾乎各廠牌的化油器都有獨特之處，一般以文氏管構造、進氣方式、文氏管數目及作用分為下列數種。

單以文氏管構造就可分為：固定喉管式、可變喉管式。在固定喉管式中，文氏管的斷面積不變，以文氏管處不同的真空度控制汽油的輸出量，大部分化油器屬於這種。可變喉管式化油器的真空度幾乎不變，文氏管的斷面積及油嘴口徑可以變動，以配合進入不同空氣量適應引擎需要。

化油器另以進氣方式分劃可分為：下吸式、橫吸式、上吸式。下吸式是一般固定喉管式化油器使用最多的方式，空氣由上向下流動把汽油吸入，構造較簡單、安裝容易，使用廣泛。橫吸式是一般可變喉管式化油器使用最多的方式，空氣橫向流動把汽油吸上。在上吸式中，空氣由下邊



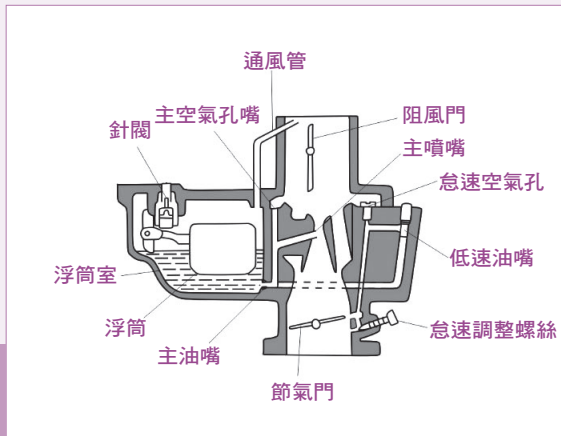
進入向上方流動把汽油吸入，優點是浮筒發生溢流時，汽油較不會大量進入汽缸。

對於大多數的量產化油器引擎來說，化油器採橫吸式設計會比下吸式好，因為橫吸式能使混合油氣直接進入汽缸中燃燒，而不必像下吸式化油器放在汽缸上方，混合油氣在進氣歧管內必須先往下再轉向 90 度後才能進入汽缸內，當然這是對一般的直列式引擎來說。如果是 V 型汽缸或水平對臥引擎，就應該選擇下吸式化油器，因為這兩種引擎型式需要安裝置頂的下吸式化油器，這樣油氣才是走最短最直接的路徑進入汽缸內。

**運作原理** 以單管式化油器為例，為適應引擎各種狀況需要有 6 個油路：浮筒室油路、怠速及低速油路、主油路、加速油路、強力油路、始動油路。

其中怠速及低速油路是供應引擎在怠速空轉及低速時所需的混合油汽，並與主油路配合，以供應從低速過渡到高速時所需的混合油汽。高速時油路停止供油。節氣門完全關閉時，即引擎怠速空轉時，汽油從浮筒室經低速油嘴至低速油道，與低速空氣嘴及低速噴油孔進入的空氣混合，從怠速噴油孔噴出，與節氣門邊緣漏入的空氣再混合，成為較濃的混合汽進入汽缸中。





單管式化油器構造

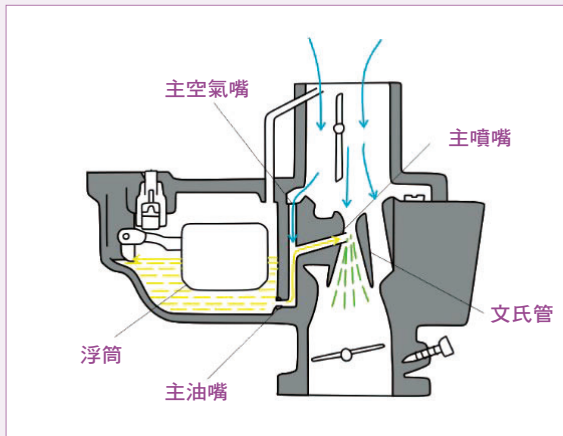
節氣門從完全關閉位置逐漸開大時，低速噴油孔也開始噴油。稍後主油路的主噴油嘴也開始噴油，直至節氣門開至大約 1/4 位置以上，也就是主噴油嘴的噴油量可使引擎平穩運轉時，怠速及低速二噴油孔才停止噴油。

主油路則供給平時汽車行駛時引擎中、高速所需的燃料，包括主油嘴、主空氣嘴、主噴油嘴。節氣門打開相當角度以上時，空氣的流速增加，在文氏管喉部產生的真空逐漸增強。浮筒室內的汽油經主油嘴計量後，在主油道中與主空氣嘴進入的空氣先混合，再從主噴油嘴噴出。

## K 式噴射系統引擎

上世代的化油器設計，主要是把燃油送至化油器浮筒室中儲存。當節流閥板開啟時，燃油會因文氏管效應而從主油孔被吸至空氣流道中。而發展至機械式的噴射系統，為強調精準，不再由化油器供油。

K 式噴射系統和化油器最大的不同，在於化油器是利用文氏管定理，空氣流經化油器而把燃油帶出化油器。而 K 氏噴射系統雖然同樣需要靠空氣流量的大小進行噴油，不同的是它屬於一種液壓結構，空氣進入歧管後推動空氣流量板，空氣流量板會把燃油分配器中間的柱塞往上抬使燃油通過。



主油路的構造

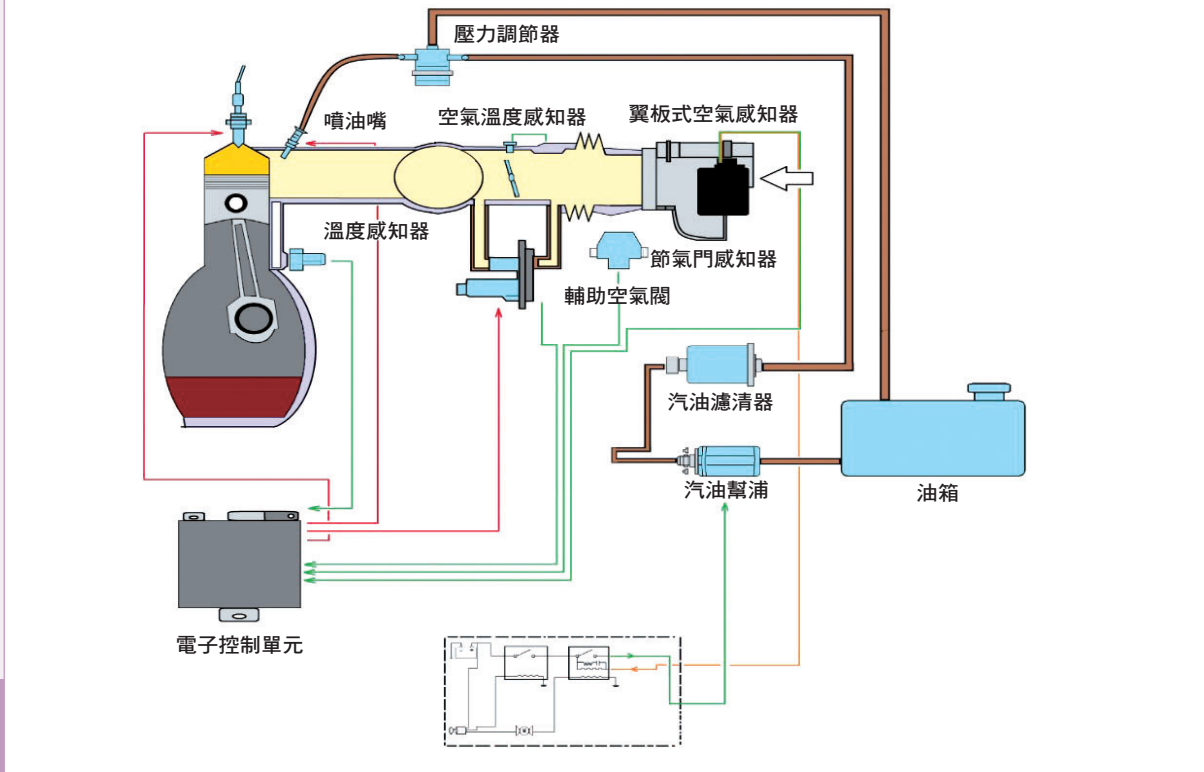
空氣流量大則柱塞往上抬較高，燃油通道就會變大，更多的油送至噴油嘴，是機械式運作。

K 式噴射系統的工作流程可分為二，分別是油路與空氣。首先是油路，燃油幫浦會把油箱內的燃料提出，經油過濾器後分配到燃油分配器內，再視情況分配至各輔助元件。接著，空氣自進氣歧管經過空氣流量板，流量多（寡）牽動燃油分配器內的柱塞上升程度高（低），柱塞上升程度高（低）又決定燃油通道大（小），以讓燃油分配器分配適當的燃油流量多（寡）。

而後，燃油噴出與歧管內空氣混合成油氣。當踩下油門時，節氣門大開，吸入的空氣量很大，使得流量板升至最高，大量的汽油被送至噴射器中以供給引擎的負荷。對於燃油分配器而言，當空氣流量大時，空氣板就會推開燃油分配器內的柱塞開始噴油。反之，怠速狀態時空氣流量小，使流量板上升一點高度讓較少的汽油流到噴油器中。K 式噴射系統優點有結構簡單、成本低廉、易於檢修、性能穩定、可靠性高，缺點是操縱靈敏度與精確性差（但比化油器好）。

燃油分配器是一種液壓結構，空氣進入歧管後推動空氣流量板，空氣流量板會推動連桿機構把燃油分配器中間的柱塞往上抬。

電子噴射系統引擎結構示意圖



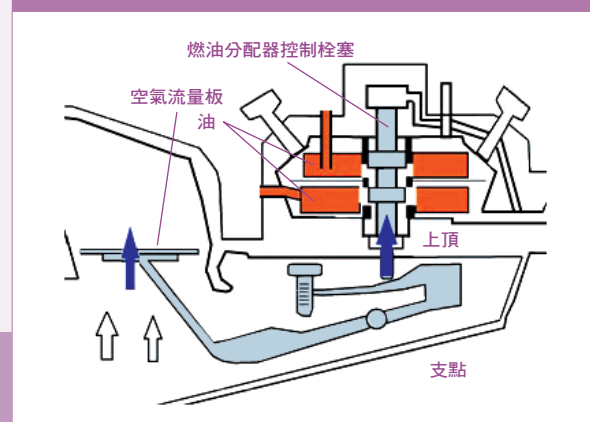
引擎空轉及低速時，空氣流量板上開的幅度小，感測板開的幅度小，相對控制柱塞行程也小，只有少量油可以通過進入噴油嘴。引擎在高速行駛時，空氣流量板上開的幅度增大，感測板幅度增加，相對控制柱塞行程往上增加，較多的燃油可以通過進入噴油器。

### 電子 / 電腦噴射階段

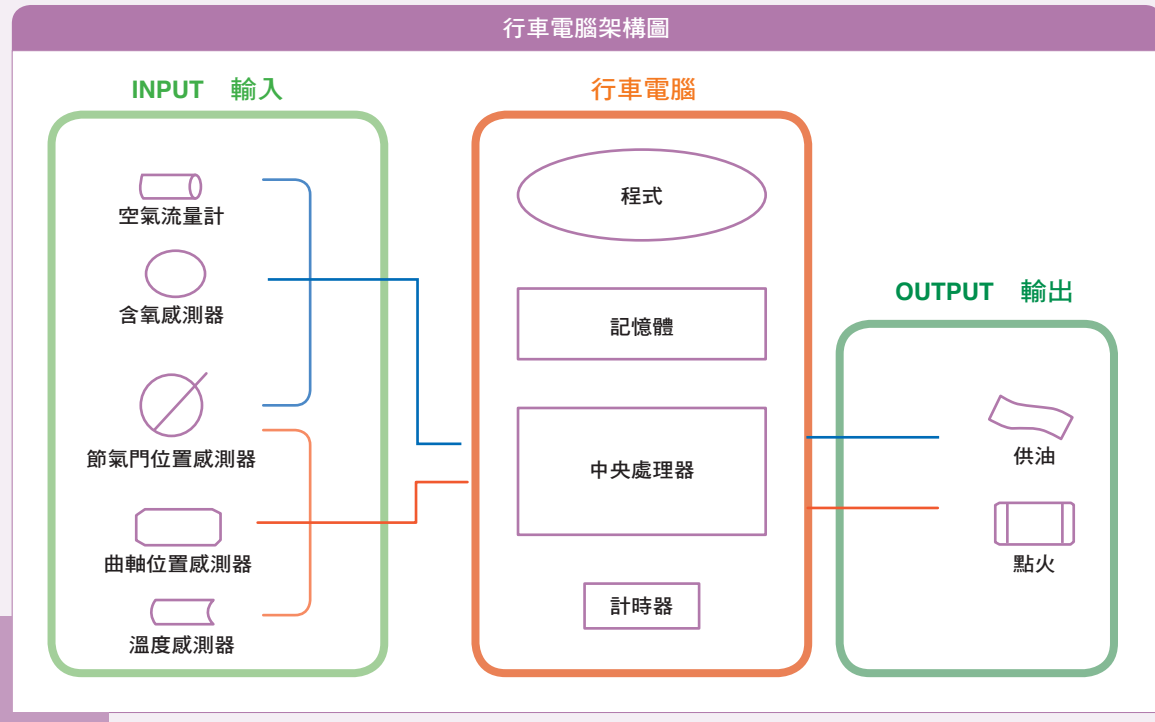
有別於機械噴射系統，電子噴射系統有以下三點不同。

電腦控制—電子控制單元開始扮演十分重要的角色。以供油而言，翼板式空氣感知器計算空氣流量的多寡，再把資訊回報給電子控制單元。電子控制單元根據引擎運轉狀況對噴油嘴下達噴油指令，當引擎需要較多的燃油時，噴油時間就會較長，反之則噴油時間較短，以提供準確空燃比的混合油氣。

燃油分配器



空氣流量板→翼板式空氣感知計—前一代的空氣流量板連動燃油分配器，依據其位移分配油量。而翼板式空氣感知計就是純粹計算空氣流量的多寡，再把資訊回報給中央控制元件。



燃油分配器→噴油嘴—前一代的油供給多寡與空氣進氣量連動，進氣量牽動連桿，使得燃油分配器進行油的分配。電子控制單元根據引擎運轉狀況，對噴油嘴下達噴油指令。

**電腦系統** 一般稱為電子控制單元，也可稱為「行車電腦」，是屬於汽車專用的微控制器。基本組成與普通的電腦無異，由微處理器、存儲器、輸入／輸出接口、類比數位轉換器，以及許多集合電路共同組成。

以供油而言，電子控制單元根據翼板式空氣流量感測器，含氧感測器及節氣門位置感測器回報的值，對噴油嘴下達噴油指令。以點火而言，電子控制單元根據節氣門位置感測器，曲軸位置感測器及溫度感測器回報的值，對點火系統下達點火指令。

**感測器** 空氣流量感測器—翼板式空氣感測器由 ECU 中送出 5V 參考電壓給  $V_c$  端，並由  $V_s$  端輸出電壓。流量計中的電位計與翼板同軸，當有氣流時會隨著翼板一起轉動，轉動時會改變電阻值的大小讓  $V_s$  產生變化。供給電子控制單元判定給予適量的噴油，作為基本的噴油訊號。

含氧感測器—控制引擎中汽油與氧氣的空燃比，把訊息傳回電子控制單元，然後由電腦下達噴油指令，以有效燃燒汽油達到最佳的省油效果。

節氣門位置感測器—提供駕駛者操作加油踏板的情形，像是在節氣門轉軸上一端接上這感測器，當節氣門轉動時，感測器會跟著轉動。由此可改變電阻的大小值，電壓跟著改變，藉由這電壓值可反映節氣門的位置，把怠速位置或離開怠速位置的訊號或加速訊號給微電腦，作為噴油和點火的訊號。

曲軸位置感測器—提供各汽缸的位置及引擎轉速訊號給微電腦作為點火訊號。

溫度感測器—電腦可於引擎低溫時適當提前點火，提高引擎的性能，引擎高溫時適當延遲點火，以減少排放廢氣。

曾逸敦

中山大學機械與機電工程學系