

汽車活葉學習材料

汽油噴射裝置

龍 肇 夏 編

56

人民交通出版社

编号: 56

汽油喷射装置

龍 肇 夏 編 人民交通出版社 出版

北京東安門外和平里

新华书店发行 公私合营慈成印刷厂印刷

1955年4月北京第一版第一次印刷

1-1,400册

开本: 787×1092 1/32 22,000字

印数: 3,000册

定价(9): 0.12元

北京市书刊出版业营业登记证出字第006号

目 录

緒 言.....	1
一、汽油噴射裝置和汽化系統的比較.....	2
二、汽油噴射裝置的三種基本形式.....	6
三、噴射裝置中空氣—燃料比的調節.....	13
四、汽油噴射裝置的實例.....	15

緒 言

过去的汽油汽車，一般都是用汽化器的，汽油經過汽化器后进入气缸；但是最新的汽車有的已不用汽化器了。这种汽車的汽油汽化，不是通过汽化器，而是象在柴油机上一樣通过噴咀噴出；汽油有的是直接噴入气缸，有的是噴在进气門后的进气孔內。这一种系統，我們称之为汽油噴射系統。

很早以前，汽油噴射中的一种，称为噴射式汽化器，已应用于飞机上，其中施拙隆堡噴射汽化器，便是一种典型的例子。汽車上应用汽油噴射，开始使用于競賽汽車，証明效果良好，有很多优点是汽化器所不及的；但缺点是機構复杂，造价較昂，因此未能普遍推广。很多国家对于汽油噴射正在进一步的实验研究，1956年有若干从事生产燃料系統設備的工厂都先后发表了他們实验的結果。并且宣称他們的噴射系統，足以与某些汽化器相競爭。1957年生产的汽車上，已較多地采用这种噴射系統；汽油噴射系統在不久的將來有可能代替汽化器。为了使我国一般的汽車駕駛与修理从业人員，对于这一种新的燃油系統有所了解，特編写这本小冊子，以对汽油噴射系統作一个概括的介紹。

一、汽油噴射裝置和汽化系統的比較

为了將这两种裝置作出比較，我們先來談一下我們所熟悉的汽化系統。在汽化系統中，对于进气歧管的設計，迄至目前止仍然是設計工程師感到困难的問題；只有依靠試驗才能作出正确的設計。因为进气歧管的設計不但要保證每个气缸的充量，而且要保證缸与缸之間充量的均匀分布。进气歧管的大小是最难决定的，如果进气歧管小了，断面面积太小，混合气进入的速度太高，阻力就太大，以致充气效率太低；同时高速流动气体的动量，可能使某一个气缸在基时获得的充气较多，而使其他气缸获得的充气則较少，因此影响每缸功率的均匀分布。如果进气歧管設計太大，則进气歧管的断面面积大，混合气的速度太低，有一部分未曾汽化的汽油，因流速太低而下落。因此在設計中往往有这样一些經驗数字，如轉速为1000轉/分时，在上吸式汽化器，混合气最高速度不能超过90呎/秒，在下吸式汽化器，混合气最高速度不能超过80呎/秒，在平吸式汽化器，混合气最高速度不能超过65呎/秒。在其他轉速时，混合气流速也与轉速成正比，但最低速度又不宜小于40呎/秒。如果所用是平吸式汽化器，則进气速度最好在65呎~40呎/秒之間，这样便限制了功率的使用范围；因为进气速度直接影响进气量，而进气量又决定了功率的大小。

在另一方面，为了帮助汽化（尤其是天冷的情況下），必需使进气歧管加热，一般的設計在进气管及廢气管之間，用一共同壁，借廢气的热量加热进气。进入的空气加热后，体积增大，密度减小，而进入气体的速度又有限制，因此整个空气的进入量也就少

了。这样也妨碍了功率的增高和发动机效率的提高。

汽油喷射系统的进气歧管只进空气，燃油是由油管输至喷油咀的。喷油咀喷油的地点，或在气缸内，或在进气门后的进气孔内。由于进气歧管只进空气，不象汽化系统的进气歧管那样，如气流速度太低，混合气内的汽油油珠会沉落而损失。因此进气歧管可以作得大一些，充气效率可以获得保证，从而各缸的功率，可以得到充分发挥。在另一方面，汽油喷射装置的汽油供应，是使汽油处在机械的压力之下，经过喷油咀而雾化，不需要利用温度来帮助汽化。因此同样的进气歧管面积，由于进入的气体不需加热，进入的空气密度便较高，可能进入的空气量大，也就帮助了功率的提高。

进气温度低，除上述的优点之外，还有另外一些优点，就是能使经济效能提高。我们知道进气温度愈高，最后燃烧的温度也愈高，这样就容易发生爆燃，因此限制了汽油发动机压缩比的合理提高。因为压缩比若增大，压缩后的温度就愈高，这也会促进爆燃的；但是喷射装置进入的混合气温度较低，避免爆燃的条件较好，因此压缩比自然可以提高一些，点火也可以提前一些。由于压缩比的提高，气缸内的平均有效压力增加，功率自然可以增加，燃料的经济性能也提高了。

汽化系统在进气歧管的四壁，尤其是转角处，往往有沉落的汽油，而喷射装置的喷油地点，或在气缸内，或非常靠近于气缸，因此沉落于进气歧管内的油量，便大大地减少；所以在各种燃料-空气比的情况下，混合气中这笔损失便可以免除。

喷射装置的喷油量，可以借油泵的机械装置予以精确的控制，可以均匀地供给各缸油量；在节气门全开时，有可能利用谈一点的混合气，使发动机继续运转，这样也节省了油料。

在汽化系统中，由高速变为低速时，燃料中往往有部分碳氢化物未完全燃烧，与废气一同排出大气而损失掉了。但是喷射装置对于

各种功率的需要，反应非常灵敏，在发动机低速时，自动减少油量的供应，因此可以避免废气中不完全燃烧的碳氢化合物，也就提高了经济效率。

另外有些人认为喷射装置可以使用辛烷值较低和汽化压力较高的燃油，在理论上，进气温度若增加，最后的燃烧部分温度也提高，因此助长了爆燃；在喷射装置上，进来的空气温度因为不加热，所以较汽化系统为低，可以减少爆燃程度，因此可以用较低辛烷值的燃料；而辛烷值低的燃料价格是较低的。

另外在汽化系统中，汽油汽化压力较高的燃料，往往产生汽阻。汽阻系指汽油在油路中汽化，阻碍了汽油的流通，使汽化器内不能供给正常比例的混合气，影响发动机的功率，甚至使发动机停止。因此在设计燃油系统时，必须使其中的油路及汽化器少受发动机及排气管热量的影响。但在喷射装置中，汽油经常处在油泵的压力之下，任何液体所受的压力愈大，汽化就愈不容易，因此喷射装置汽阻的产生比汽化系统要少些；故可以应用汽化压力较大的汽油。这种气压较高的汽油，其固有的辛烷值一般较高；由于固有的辛烷值较高，即可减少汽油中加入的四乙铅（四乙铅为抗爆剂，加在汽油中，可使汽油的辛烷值增加）四乙铅产生的灰渣是较多的，由于减少了加入的四乙铅，也就减少了气缸中的灰渣。对上述意见，有些燃料学家还抱怀疑态度，但无论如何从理论上说是成立的。在波许喷射装置中，已经取得了应用汽化压力较高的汽油的成果。

除了上述优点之外，喷射装置与汽化系统比较，还有很多操作上的优点。如果在严寒的气候下行驶，汽化系统中汽油内所含的水分，在节气门上常有结冰的现象；虽然汽油中所含的水分是非常微小的，但是行驶时间长了以后，对节气门的工作情况将会受到影响。在喷射装置中，经过节气门的只有空气，因此节气门上结冰的现象就不存在。

用噴射系統的發動機冷車發動也比汽化系統較快，而且所耗燃油較少。噴射裝置的噴油咀或在汽缸內，或離進氣門很近，因此沉落於進氣歧管的燃油較少，所以為點火所必需的混合氣濃度要比汽化器中少得多。汽化系統的汽油依賴進氣歧管受排氣的加熱而幫助汽化，在冷車發動時，這種幫助是沒有的。而在噴射裝置，汽油可以借高壓噴射而霧化（與柴油機的噴霧相同），另一方面採用噴射裝置的發動機可以用較高的壓縮比，使壓縮後的溫度增加，所以冷車發動比汽化器快。

目前已取得的成績，據報導有以下几点（噴射裝置與汽化系統的比較）：

1. 在節氣門全開時，比汽化系統增加功率輸出3%~5%，沒許噴射裝置實驗的結果為10%。
2. 在低轉速時增加扭力矩。
3. 節省燃料，一般為5%~15%。
4. 避免汽化器節氣門的結冰現象。
5. 沒有回火現象。
6. 減速時減少廢氣中不完全燃燒的碳氫化合物。
7. 應用燃料的範圍較廣。
8. 對節氣門開閉的反應較汽化系統更靈活。
9. 汽阻的情況減少。
10. 發動機所占地位減少，因為減去了汽化器的高度。
11. 對於氣溫和行駛地區的高度有調節補償的能力。

自然，目前噴射裝置還在不斷的發展階段，也有它一定的缺點，例如：造價雖然可比某些複雜的汽化器為低，但一般的說來仍然高一些。如果發動機的熱度高，再重新發動就較困難；其他如噪音較大，噴射裝置容易磨損，油路阻塞等。但這些缺點，目前已經大大地減少了；相信不久的將來，是可以完全克服的。而且這些缺點

与其优点比较，使用者仍然会选择喷射装置的；因为可以节省燃料达5%~15%，而功率可以增加3%~5%；纵使喷射装置造价高一些，容易磨损一些，仍然是非常经济的。

二、汽油喷射装置的三种基本形式

汽油喷射装置还在发展阶段，因此在机件的设计方面以及原理方面，都可以别立门户，尚无定规可循。目前世界上的汽油喷射装置基本上可以分为三种基本形式：

(1) 调时喷射

燃料是定时直接地喷入气缸或进气门后的进气孔内，如图1及图2。

这两种喷油咀装置的形式，不仅在调时喷射应用，其他两种喷射装置也离不开这两种形式。调时喷射装置主要的特征在于它喷油的时间能精确地配合发动机的需要，喷射的油量也由喷油泵或其他附属装置调整。目前我们介绍两种形式，一种如图3。

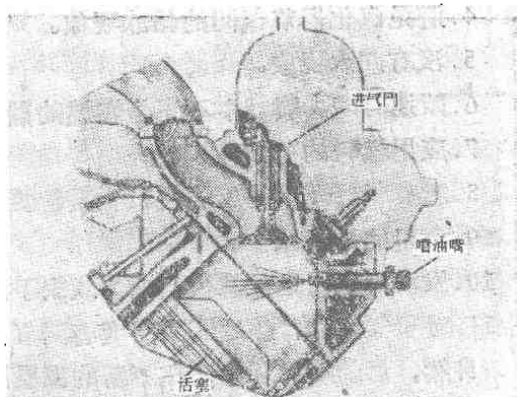


图1 直接喷入气缸的喷油咀装置示意图

这种喷射装置喷入油量的多少，是在喷油泵上控制的，喷油泵上有油管通至各缸；这种方法的优点是整个喷射系统是单独的，因此它拆卸方便；但这种装置有一个主要缺点，就是喷射时要受到输油

管中油的惰性的影响，这可以在下列两点中，加以说明：

1. 在发动机高转速时，由于油料在管中的惰性，始动时油料经过两呎长的输油管输至各缸，比高转速喷出的时间要推迟40度，因此发动机在高转速时，油泵要加调整；这在使用上非常不便。

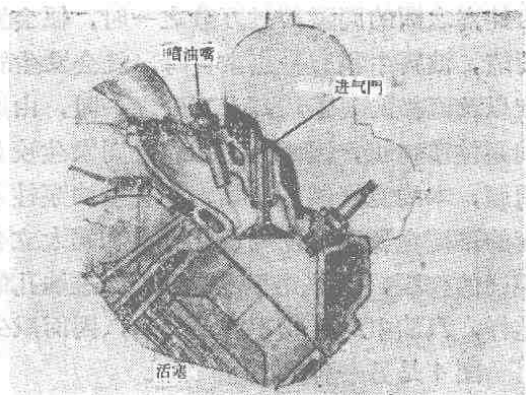


图2 喷入进气门后的进气孔喷油嘴装置示意图

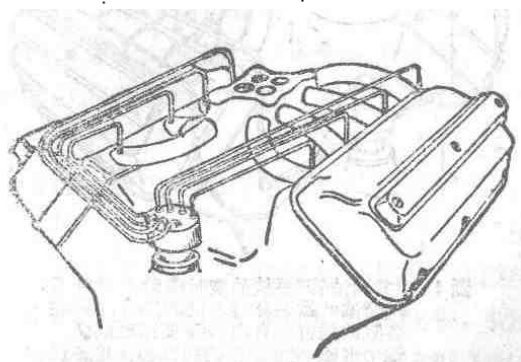


图3 用多孔喷油泵的调时喷射，燃油的供给是由喷油泵调整后不断地以相等的油量在高压之下供给各缸的

填补这一点空隙，因此喷入气缸的油量就有一个周期性的变动，这样燃油的消耗便不经济了。

以上所说的是惰性问题。另外一个问题是调时喷射装置为了精确地配合喷油时间，制造上要求非常精确，因此造价较贵。例如喷射柱塞的长度略有变动，即可大量影响喷入气缸的油量；如果柱塞

2. 在高转速时当进气骤然关闭时会产生一个突然的压力提高，因而使输油管中有每秒4000~5000呎的脉动，这样高速的脉动之后，必然遗留下一个真空，结果使喷出来的油比应喷出来的多一些，第二次油泵泵油时，自油泵中来的一小部分油用于

与柱塞之间的间隙超过万分之一时，便会发生漏油现象，这样紧的间隙，油料中稍有一点杂质时，就会发生故障。如果油泵柱塞的圆度以及直线的误差达到十万分之一时，由摩擦所产生的热量，将使油泵柱塞膨胀，因而柱塞在套之间发生咬死的现象。为了解决这一问题，本的克斯制造公司，在制造油泵柱塞和柱塞套时，用同样硬度的不同金属制造（如氮化合金和司太立合金等）这两种金属，有相同的膨胀，但是几乎没有腐蚀。进油孔的边缘是一个尖的直角，这样，汽油中的污物不容易进入，因而减少了阻塞。

图4是另一种调时喷射的形式。这种喷射装置的供油系统所用的油路，是几个气缸共用一个油管，调时机构安装在气缸附近，调时阀是用凸轮或电磁线圈带动的，这种系统如果设计优良，可以克服燃油的惰性问题；但是如果采用凸轮，则凸轮需要非常精确，造价昂贵，因此不一定适用于汽车。比较适用的是用电磁线圈，这样造价可以低一些。

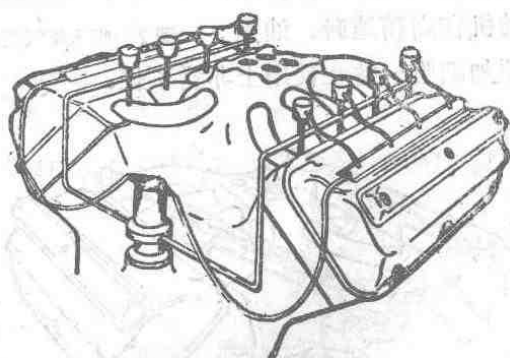


图4 “共同油管”系统的调时喷射，这种系统燃油的输送经过共同的油管，而在各缸的附近装有电磁线圈操作的阀，这个电磁线圈操作的调时阀供给各缸的油量。

如果只用油泵供给油量，不作调时的用途，另外作一个调时分油盘，专门为各缸来调节油量和进油时间，这样分开来，造价反而便宜一些。图5便是调时分油盘的一种形式。

图5中下面的一部分是一个齿轮油泵，上面一部分是一个调时分油盘，三角形的口正对某一缸时，某缸便进油。口向上一些，进

油便多一些；口向下一些进油便少一些。这个有缺口的套作旋轉运动，同时为了調整又作上下运动。

在这种装置，进来的燃油压力是一样的，因此要通至各缸的油量相同，則經過調时分油盤后一直到噴油咀的压力，也非相同不可。因为在这种情况下，輸出口的断面面积一样，影响油量的仅为压力差。这种装置油管的长度或彈性对它都有影响。但是安裝时噴油咀不可避免地有些变动，也影响了油压的变动。如何調整分油盤使其适合这种情况，便成了大問題。目前解决的办法是提高进油的压力，这样原有的噴油压力就很高，稍为变动一点压力，影响就很小了。

总而言之，这种喷射装置是比较复杂的，但是如果轉速在每分鐘5000轉以下，复杂性便大大减少。据报导，如果轉速高达每分鐘5500~6000轉时，最好采用直接噴入气缸的办法；因为采用噴入进气門后的办法，在如此高轉速之下，进气門开启的时间很短，噴油的时间与噴油量要非常精确的配合，是很困难的。直接噴入气缸，則在整个进气冲程和一部分压缩冲程，都可以进油，时间的限制要宽裕多了。

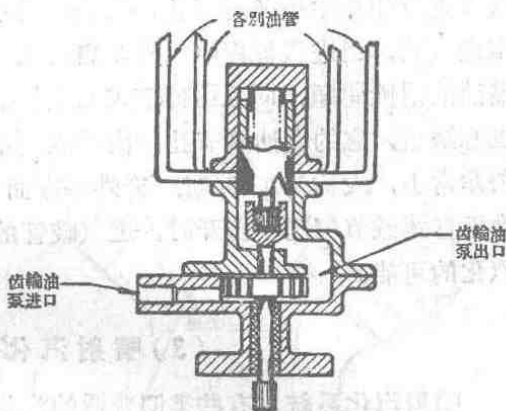


圖5 分油盤閥的示范型式，燃油由油泵至此調时分油盤后，由調时分油盤分开并供給各缸

(2) 連續噴射系統

所謂連續噴射系統与前一种調时喷射的主要区别，在于油料不

仅在进气冲程中喷入进气孔，而是经常不断地在每个冲程中都喷油至进气孔，当进气行程中气门开启时便吸入气缸。这样彻底消除了燃油的惰性问题，而且这种形式的喷射系统造价便宜。但这种系统也有缺点，它的燃油调节孔，由于继续不断的流过燃油，所以就必须非常小，大约为0.006吋。另外一方面，这种系统的燃油，在发动机怠速或节气门不全开时，进气歧管的压力低，油管中的燃油有汽化的可能。

(3) 喷射汽化系统

喷射汽化系统，有些类似普通的汽化器与柴油喷射系统的联合形式，所以称为喷射汽化系统。但实际上这里的汽化器与一般的汽化器完全不同，因为它并不用来汽化汽油，而是用来调整油泵的输油量。

普通的汽化器，汽油进入空气的压力差与调整的压力差是相同的，而且实际上是同一点。从最简单的喉管（文氏管）为例，在管内细腰处的压力差，是出油的压力差，也是调整进油多少的压力差。出油与调整都是在喉管细腰处的同一点，如图6，便在A点。

如果我们把输出的压力差与调整的压力差分开来，就可得到以下的改进：调整力量可以加大，油料可以在任何地位输送，可以借其他力量帮助汽化，图7是汽车上装置喷射汽化系统的外形图。

这种装置的喷油咀是装置在节气门以下的，该装置用于客车上可以完全避免结冰的现象；开始应用这种装置是在飞机上，因为飞机在高空飞行，应用普通的汽化器容易在节气门上结冰。而这种系统的汽油汽化，因靠近气缸，在高温区进行，故

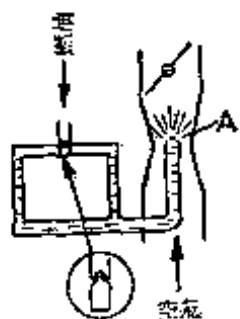


图 6

可避免結冰的現象。其他的优点，如沒有浮子室故障、对增压適宜、可能获得較高的充气效率、操縱靈活等，都是飞机上采用这种裝置的主要原因。

关于这种喷射汽化系統的主要部件喷射汽化器的断面如图8所示。

这种系統是用空气流量来調节的，空气由空气进口进入双喉管，双喉管中的小喉管出口恰恰在大喉管最狹的地方，这样吸力可以大一些；小喉管的狭頸

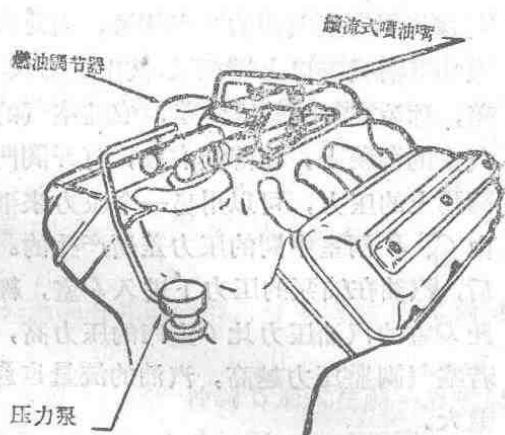


圖7 喷射汽化系統的燃油輸送。压力泵將燃油輸至喷射汽化器，喷射汽化器調節油壓并送入噴流式噴油咀內

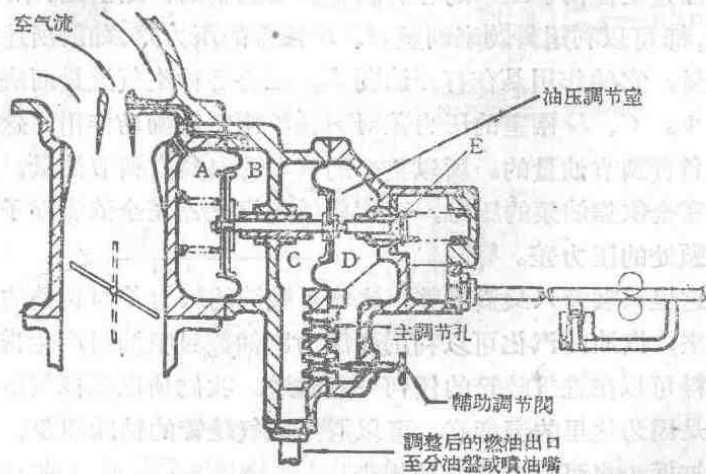


圖8 喷射汽化器断面圖

与调节組内空气組的 B 室相通，因此其中气压低；空气組的 A 室与大喉管喇叭形口上端相通，其中压力較 B 室为高，兩室間有一个压力差，称为空气調整压力差，它随空气的流量而变。压力差加力于空气室的薄膜上，使薄膜右移，打开閥門 E ，使进油加多。这种加于薄膜上的压力，可以用另一个压力来平衡，称为汽油調整压力，是由 C 、 D 兩室中間的压力差所产生的。当空气調整压力將油閥打开后，汽油在油泵的压力下进入 D 室，经过各种調整孔进入 C 室，因此 D 室的汽油压力比 C 室内的压力高，这样就产生汽油調整压力；若空气調整压力越高，汽油的流量也愈大，因此汽油的調整压力也愈大。

在任何情况之下，两个調整压力是平衡的，可以用下列式子代表：

$$P_A - P_B = P_D - P_C$$

P_A, P_B, P_C, P_D 代表 A, B, C, D 各室的压力

油量是在由 D 至 C 的各排調整膜上調整的，如全速、半速、經濟速度，都可以利用針閥来調整 A, B 兩室的压力差。如前所述依靠空气流量，它的作用是在打开油閥 E ，配合各种空气流量而决定輸油的多少。 C, D 兩室的压力差对 A, B 兩室起輔助作用。这些設備都是負責調節油量的。所以整个的双喉管只負責調節油量；輸送的油压完全依靠油泵的压力，不象普通的汽化器完全依靠浮子室与喉管細頸处的压力差。

这里双喉管只負責調整，也就是輸油的压力差与調整的压力差分开来，汽油的汽化可以利用高压汽油经过噴油咀产生雾化，因此油料可以在进气歧管的任何一点輸送。我們所以選擇气缸的进气口，是因为这里的溫度高，可以避免进气歧管的結冰現象；另外距离气缸近，也可以减少各种損失。

以上是日前世界上已使用的汽車噴射系統的三种基本形式。据

已公布的資料，这三种基本形式可以包括現有的噴射裝置系統；但是汽油噴射在汽車工業中仍在發展階段，無論在設計原理或具體結構部分都在不斷的發展與改進中，因此這些形式還不能代表它們的最終型式。

三、噴射裝置中空氣-燃料比的調節

關於噴射裝置的燃料-空氣混合比的調節，可以依靠下列兩種方法：

(1) 依靠空氣的流量來調節，這一種調節形式在前一節噴射汽化系統的說明中已經舉例說明，這裡不另舉例。

(2) 利用發動機速度與進氣歧管中的壓力來調節。

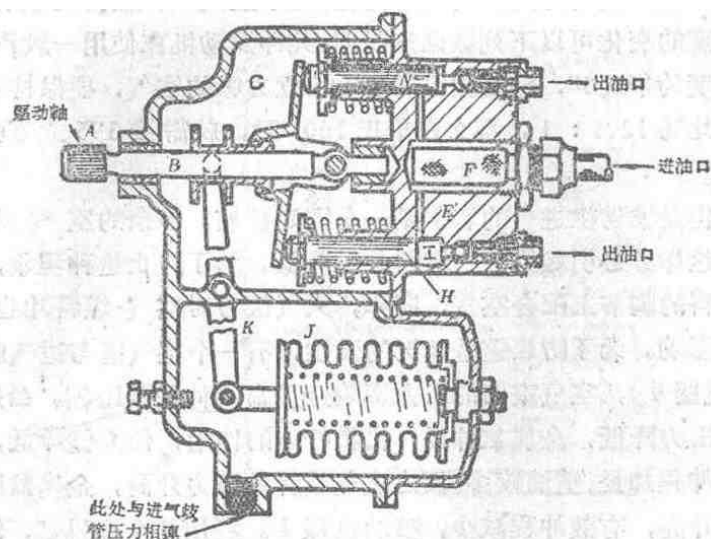


圖 9 利用發動機轉速和進氣歧管壓力的調節器

圖 9 便是利用發動機轉速及進氣歧管中的壓力來調節的一種形式。

这个油泵由发动机带动的。齿轮 *A* 使 *B* 轴旋转，*B* 轴又使 *C* 盘旋转，利用 *C* 盘的高低差异使两个柱塞作往复运动，达到调节油量的目的。旋转至高的地位时，柱塞 *N* 因弹簧的力量往左运动，产生吸力，燃油由进油管经过滤器 *F* 再经过 *E* 孔至储油室 *I*。当旋转至 *C* 盘的低位时，柱塞被 *C* 盘下压，柱塞即超过 *E* 孔下沿，油压便压开装有小弹簧的弹子而流出了。发动机转速愈快，*C* 盘旋转愈快，因此喷油也快。

一个很好的汽油喷射系统，必须调节及时，一般的节气门往往在突然加速时，其作用稍迟一步，便产生瞬间的混合气过淡现象；另外在减速时也因为作用稍缓，不能燃烧的碳氢化物排入废气中。这种调节直接从油源出发，故比较灵活。

另外温度的升高、气压的变化，对于空气——燃料比也有影响。如温度的变化可以下列数据来说明：某种发动机在使用一般汽油时，如温度为华氏 0° ，每磅燃料需要 145 立方呎的空气，要保持空气——燃料比为 12.5 : 1，那么在华氏 160° 时，就需要 195 立方呎的空气了。

但是发动机进气的容积是一个固定数值，多余的空气没法进来，这样势必引起空气——燃料比的降低。为了防止这种现象，只好在燃料的调节上配合空气，同样，大气压力对空气——燃料比也有类似的影响。为了防止这些情况的发生，有一个空气室与进气歧管相通（见图 9），空气室内的压力影响金属盒的伸长或压缩。当进气歧管的压力降低，金属盒伸长，借杠杆 *K* 的作用，使 *C* 盘降低，因此有效冲程加长，喷油较多。反之进气歧管的压力升高，金属盒压缩。*C* 盘升高，有效冲程减少，喷油也减少。利用这个金属盒，便可以自动配合各种温度和气压时的燃料供应了。

调节方法是多种多样的，但是基本的原理不出这两种范围。