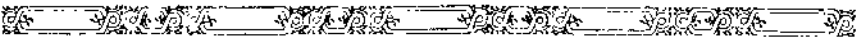


拖拉机汽车发动机 原理与计算

下 册

Г. И. 特魯伯尼柯夫著

北京農業機械化學院

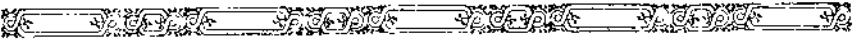


拖拉机汽車發动机原理与計算

下 册

Г. И. 特魯伯尼柯夫 著

北京農業机械化學院



本書是蘇聯專家 Г. И. 特魯伯尼柯夫在北京農業機械化學院爲講授“拖拉機汽車發動機原理與計算”課程所寫講稿的中文譯本。

本書係我院專家工作室根據專家手稿譯出，經我院拖拉機汽車教研組校對並編輯而成。在編輯時，爲使具有一般教科書的形式，按專家原來各講的順序，分篇、章、節編排。惟限於我們的水平，在譯、校方面一定還有不確當和疏忽之處，請讀者指正。

本書分上、下冊出版。

拖拉機汽車發動機原理與計算

Г. И. 特魯伯尼柯夫 著

北京農業機械化學院出版

北京農業機械化學院印刷所印

編號 C 5715 1957年6月出版 印數1—2200

下 册 目 錄

第三篇 发动机結構的分析和計算

第七章 汽化器發動机的供給系

第一节	燃油供应的方法	205
第二节	各种空气滤清器的工作指标及其评价	205
第三节	汽化器基本部分工作的分析	211
第四节	简单汽化器的节流特性和速度特性	216
第五节	简单汽化器的計算	218

第八章 柴油机的供給系

第一节	燃油的噴霧过程	221
第二节	噴霧过程的参数及各种因素对噴霧过程的影响	225
第三节	对噴霧系統的要求和噴霧系的方案	229
第四节	噴油泵的特性及其校正、校正器	232
第五节	噴油泵和噴油咀基本尺寸的确定	235

第九章 拖拉机汽車發動机的調速器

第一节	調速器的概述及調整的种类	238
第二节	全制式調速器及其优点	239
第三节	調速器的特性	242
第四节	調速器工作的基本指标	244
第五节	在拖拉机发动机使用过程中調速器工作指标的改变	249

第十章 拖拉机汽車發動机的冷却系

第一节	概論	252
第二节	傳給冷却系統的热量、傳热过程	253

第三节	传热系数和影响传热系数的各个因素	255
第四节	散热器、水泵和風扇的計算	257

第十一章 拖拉机汽車發動机的潤滑系統

第一节	概論	264
第二节	根据流体力学的潤滑理論来进行軸承的計算	266
第三节	使用因素对潤滑系工作的影响	270
第四节	滑油泵輸出率的确定	271

第十二章 拖拉机汽車發動机的起動和起動裝置

第一节	发动机的起動过程及发动机起動时所耗費的功	274
第二节	汽化器发动机的起動过程	275
第三节	柴油机的起動过程	277

第七章 汽化器发动机的供給系

第一節 燃油供应的方法及其评价

用重力供应燃油是向汽化器供应燃油最简单的方法。由于这种方法简单，故被广泛地采用於拖拉机汽化器发动机中。

用重力供应燃油的缺点如下：

- a) 油箱安置在离发动机近的地方是不相宜的；
- b) 油箱安置在较高处使加油不方便；
- b) 当油箱内燃油消耗时，燃油的压头改变；
- r) 由於油箱的容积小，汽車的行駛距离也减少。

从油箱向汽化器供应燃油的第二种方法为借助於油泵来供应。在汽車发动机中采用这种方法是有利的。借助於油泵供应燃油的主要优点在於采用此种方法时油箱的容积可以增大並且可以安置在机器的任何地方。

为了减少汽化器量孔的阻塞，一般在油箱与膜式油泵之間安有縫隙式的滤清-沉淀器，它可將燃油中的机械夹杂物和水分离出来。

第二節 各种空气滤清器的工作指标及其评价

汽車，特别是拖拉机发动机所吸入的空气中含有不同数量的尘土，含尘量的变化范围是很大的。

发动机的磨損在很大程度上决定於落入发动机内尘土数量的多少及其成分。

空气的含尘量决定於許多因素，其中主要的如下：土壤的性質（机械性質、植被、湿度），大气温度和湿度；拖拉机进行工作的性質，行走部分的类型，行走速度等。空气中含尘量在 $0.1 \sim 2$ 克/米³的范围内变化。在发动机的前部，高於发动机机罩 $0.5 \sim 1$ 米处的区域

內，含塵量最小，而拖拉機后面的含塵量則較大。空氣的含塵量在很大程度上是由將地面高度來決定的。例如在離地面三米高的區域內，空氣的含塵量比離地面二米高區域內的含塵量小 $\frac{11}{12} - \frac{12}{13}$ 。根據ДТ-54 拖拉機工作時的試驗數據，當空氣濾清器上罩（Заборный Колпак）在標準位置而進行休閒地中耕，同時進行耙地時，空氣的含塵量為 1.52 克/米³。當將空氣濾清器上罩提高 400 毫米時含塵量減少 $\frac{2}{3}$ 。

塵土中所含成分有二氧化矽 SiO_2 粒子，其含量超過 50%。由於二氧化矽硬度很高，往往造成發動機零件特別強烈的磨損。

下面是蘇聯國立汽車拖拉機科學實驗研究所（НАТИ）在奧德薩省的情況下，用拖拉機進行耕作時試驗得出的塵土化學成分。

SiO_2	Fe_2O_3 和 Al_2O_3	CaO 和 MgO	有機物質
67.81	14.41	5.34	其他物質

在田間工作時，空氣中所含有的塵土是極其細小的，主要是由平均半徑為 75 微米甚至更小的粒子所組成。

下面是蘇聯國立汽車拖拉機科學實驗研究所在奧德薩省的情況下用拖拉機進行耕作時試驗得出的塵土尺寸的組合成分（Фракционный Состав）。

塵土粒子的平均半徑（微米）					
0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-50
24.8%	31.0%	25%	10%	3.0%	6.2%

應該指出，與空氣一起進入發動機汽缸中的塵土總量中只有 17.5% 左右與廢氣一起被排出。同時與廢氣排出的塵土百分數不因含

尘量及尘土的大小成分的不同而改变。其余的剩留在发动机中的尘土就造成汽缸和活塞环的强烈磨损。落入发动机中的尘土与机油混合，当机油的细滤清器不太良好的情况下，便增大了被油底壳机油所润滑的所有零件的磨损。

为获得尘土对工作零件磨损影响的概念可进行这样的试验：即将不带空气滤清器的发动机开动57小时，当落入发动机的尘土只要有34.5克时，这发动机便完全不能用了。根据这个试验和另一个带空气滤清器发动机的试验便可确定，由于有尘土落入汽缸，使活塞和缸筒的磨损平均增大到3--5倍，活塞环的磨损增大到8--10倍，主轴承和连杆轴承的磨损增大到5倍，曲轴轴颈的磨损增大到2倍等。

如果在农业工作中，空气中的含尘量为0.1克/米³时，那么当不带空气滤清器时，Д-35柴油机每小时将吸入12克尘土，Д-54柴油机吸入20克，而KДМ-46柴油机吸入达30克。

将这些数字与上面所列的磨损数据比较，可见当发动机不带空气滤清器工作时只要经过若干小时后便完全不能用了。因此，必须仔细地清除进入发动机的空气中的尘土。

表徵汽车拖拉机发动机空气滤清器工作的指标如下：

a) 空气中尘土清除的程度。

如果确定了通过空气滤清器的尘土量，则清除程度可按下列公式确定：

$$R = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

在此公式中：

n_1 ——进入空气滤清器以前的空气含尘量，克/米³；

n_2 ——由空气滤清器出来以后的空气含尘量，克/米³；

对于拖拉机发动机来说，表示参数 n_2 的值最适当的精确数据尚未确定。平均近似值可取为：

$$n_2 \approx 0.007 \text{ 克/米}^3$$

按上述公式所算出的清除程度应不超过1，即

$$R \leq 1$$

6) 空气滤清器的阻力程度可評定空气滤清器的流体阻力值, 这流体阻力对发动机的充气係数值具有重大的影响。

空气通过空气滤清器时的功率损失可由下式决定:

$$N = \frac{Q \Delta h}{75} \text{ 馬力}$$

其中: Q —空气消耗量, 米³/秒;

Δh —由於空气滤清器所造成的真空度, 毫米水柱
由空气滤清器所引起的发动机功率损失不应超过 1 %。

根据苏联試驗数据, Д-54 柴油机由於空气滤清器所造成的阻力可用压力损失来确定, 此值約为 300 毫米水柱左右, 其中干滤清器部分达 200 毫米水柱而湿滤清器部分达 100 毫米水柱。

Б) 空气滤清器应有的尘土容量应这样确定, 即必須在田間使用条件中具有尽可能最大的含尘量时, 連續工作 10 小时仍能具有一定的通过能力。

混合式具有干慣性式的空气滤清器在不进行技术保养一个班的工作時間中。具有最大的通过能力。

空气滤清器的可以接受的尘土容量值, 應該是在連續不断的工作時間內其阻力或清除程度不低於容許的值。在图 119 中, 横坐标軸表示发动机的工作小时, 而縱坐标軸表示清除程度 R 及空气滤清器的阻力。

在此图中虛綫表示允許的清除程度 R 的值和阻力 Δh 的值。

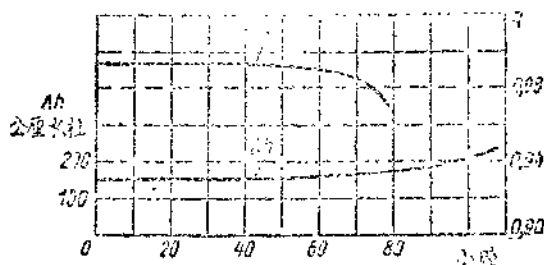


图119. 空气滤清器容尘量的评价。

要求的尘土容量，即空气濾清器不經保养的工作延續時間可用相应的曲綫与水平虛綫的交点来求出。

根据試驗数据，可知 C-80 拖拉机的干慣性式濾清器可由进入空气濾清器的空气所含尘土的总量中吸收达60%的尘土，所吸收尘土的大部分达67%为最大的粒子，其大小为20—50微米。

а) 空气濾清器的外形尺寸和重量都不应太大。

р) 在汽車的汽化器发动机中，空气濾清器应有消除汽化器中嘈音的裝置。

е) 空气濾清器的構造，特别是它的技术保养应该簡單。

对上述空气濾清器工作指标和空气濾清器进行技术保养次数发生影响的因素如下：

а) 外界空气的温度，在炎热天气中温度較高时，在混合式空气濾清器中的机油要稀薄，很快地流掉並且发揮掉，因此吸收尘土的能力便要減低，这就說明在天气炎热时，应更經常地进行空气濾清器的技术保养。

б) 吸气管的位置主要是以气管安置的高度，上面已經指出，当吸气管安置的高度提高时，空气中的含尘量便減小，这才能充分保証空气濾清器的工作並增加技术保养間隔工作時間。

в) 空气濾清器油盤 (Поддон) 中所用的机油不应太濃，也不应太稀。

采用黏度过高的机油时，便使空气的渦流运动惡化並增大了空气濾清器的阻力，而用过稀的机油时，則使空气濾清器湿濾器的沾附和过濾能力降低，此外，当机油黏度过低时髒机油被帶入发动机气缸內的可能性增大，因此提高了磨損和积炭的形成。

空气濾清器所用的机油应采用已濾过的油底壳廢机油，其黏度根据外界空气温度不同应为3—5° (在50°时的恩氏黏度)。

空气濾清器的技术保养，应根据拖拉机工作的条件及空气中的含尘量来决定其进行的时间，一般进行技术保养的週期在技术保养規則中指出。任何一种違反进行技术保养週期的情况都將使空气濾清器的技术情况惡化。同时將使它的阻力增加1.5—2倍，而发动机的功率和

經濟性可能因此而減低10—12%。

先進的機務工作者認識到空氣濾清器對發動機工作指標及磨損的重大影響，都很嚴格地遵守空氣濾清器的技術保養規則。當拖拉機在空氣中含塵量較大的條件下工作時，例如進行中耕耙地等工作時，拖拉機手必須十分注意干慣性式濾清器的集塵杯。當集塵杯中的塵土達到集塵杯容量的 $1/2-2/3$ 時，便應將杯卸下清除其中的塵土，如在一晝夜中需清除集塵杯3—4次的情況下兩晝夜內至少更換空氣濾清器油盤中的機油並清洗濾網一次。

必須指出，為空氣濾清器能正常工作，特別是使干式慣性濾清器能正式工作，必須使吸氣系統內的一切連接處，主要是干式慣性濾清器集塵杯的連接處氣密。當集塵杯連接不嚴密時，慣性濾清器的吸塵作用便停止。

帶有玻璃集塵杯的第一道干式慣性濾清器的構造具有許多缺點，即：不能自動地從集塵杯排除塵土，所以不得不在一班內清除若干次塵土，往往因此而破壞了集塵杯連接處的氣密性，或提高了阻力等。

在某些拖拉機構造中，利用排出氣體的動能自動地由集塵杯中排除塵土。這種除塵器的缺點是它使得拖拉機的構造更複雜，並且在防火方面是不利的，因為在收穫時期，會引起谷壳、作物的顆粒和其他空氣中含有的細微雜質着火。

現在蘇聯汽車與拖拉機科學實驗研究所已設計出一種利用慣性力不拆卸性第一道自動除塵器，圖120示即為這種慣性除塵器的簡圖。

這種除塵器的特點是在外殼的上部“a”處固定着一個具有傾斜角為 $45^{\circ}16'$ 個翼片的頂蓋“b”。在外殼下部，底的上部有一些排塵的縫隙“d”

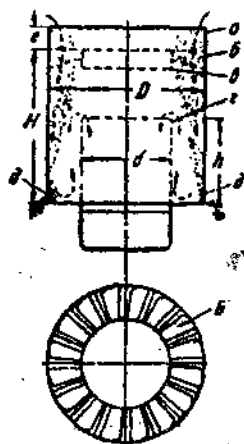


圖120. 慣性式除塵器簡圖。

当吸气时通过頂盖縫隙进入的空气发生旋轉运动，因此便产生离心力，离心力將尘土粒子抛向外壳圓筒的内壁。逐渐地，尘土便下降並通过縫隙“a”而自动地抛到外边去。已經清除尘土的空气便进入管“Г”並由此再进入空气滤清器。

这种除尘器与老式的比較，其优点为構造簡單，不需保养，具有很高的效率且能与旧有的除尘器互换。

第三節 汽化器基本部分工作的分析

在每一个汽化器內都具有下列基本部分：浮子室，喉管，量孔，节流閥。現在我們来談一下这些基本部分中每一部分的工作条件。

a) 浮子室

浮子室用来保持一定的燃油油面。

但由於一系列因素的影响。浮子室不能精确地完成它的任务。下列因素對於浮子裝置所决定的燃油面值产生影响：

1) 由於燃油箱中燃油油面的变化，使輸油管中燃油压头改变，当用重力輸油时，便对浮子室中燃油油面的高度产生影响。

图121 所示为輸油管中压力的改变对浮子室中油面高度的影响。

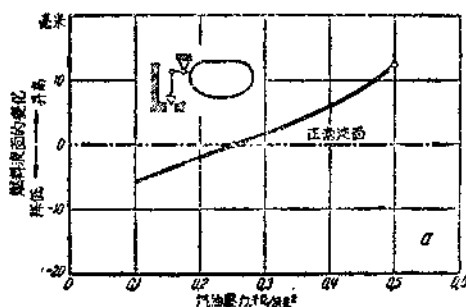


图121. 燃料管中压力對於浮子室內燃料液面的影响。

由此图可見当輸油管中燃油压力升高时，便使汽化器浮子室中的燃油面升高，发动机在正常負荷工作时便使混合气加濃，而当发动机

以小負荷工作时，燃油便由噴管中流出。無論在前一種情況或後一種情況下都造成燃油的過量消耗。

當發動機工作时，浮子室中的燃油油面是稍有改變的。圖 122 所示為在轉速一定而負荷改變的情況下（上圖）以及負荷一定而轉速改變的情況下（下圖）燃油油面的變化。

由圖中可見，當發動機在轉速一定的情况下工作时，浮子室中燃油油面高度的降低與負荷的增加成正比。當轉速改變時，由於供油中存在着振動，浮子室中的燃油油面的變化特性又有所不同。

2) 燃油比重對浮子室中燃油油面高度的影響。當燃油比重減小時，浮子室中的油面便升高，而當比重增大時，燃油油面則降低。這種情況可用圖 123 來証實。

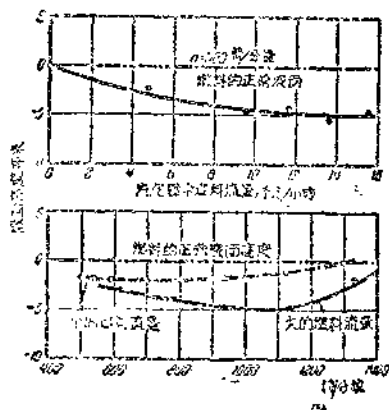


圖 122. 燃料流量和轉速對於浮子室內液面高度的影響。

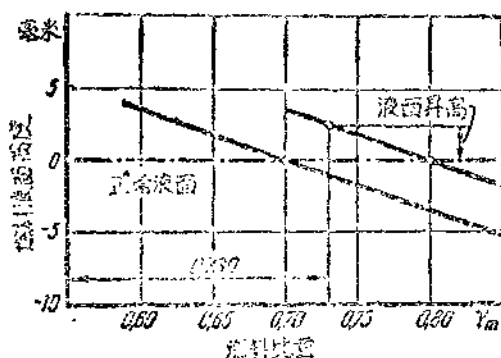


圖 123. 燃料比重對於浮子室燃料液面的影響。

由此圖可見，如果燃油的比重為0.80時，燃油油面的高度相當於正常的油面，那么在燃油比重減小的情況下，例如比重為0.73時（由一種燃油換以另一種燃油時），浮子室中的油面約升高2毫米。這便造成發動機工作的不正常並提高了燃油的消耗量。

3) 浮子室重量對浮子室中燃油油面高度的影響。當浮子重量增加時，燃油油面便升高。此外，當拖拉機或汽車傾斜時，浮子的形狀以及作用在浮子裝置系統的力和力矩的值和方向對油面高度亦有影響。

6) 喉管 汽化器的喉管可保證獲得燃油最細的霧化和充分的揮發所必需的真空度和空氣流速。

有些汽化器（K—7，K—11）沒有喉管，這種汽化器被稱為無喉管的汽化器。

減小喉管的直徑可以提高真空度和空氣的流速，但卻使阻力增大並減少發動機汽缸的充氣。

一般採用的汽化器有臥式的和立式的喉管。有立式喉管的汽化器又可分為兩類，當喉管中氣流的方向是由下而上時，這種汽化器被稱為“下吸式”汽化器。

下吸式的汽化器可保證低負荷時發動機較可靠而經濟地工作，並可略微提高充氣係數。此外，因下吸式汽化器位於吸氣管之上，所以較便於進行檢查，調整和安裝。

為了改善燃油的霧化及混合氣的形成過程，在某些汽化器中（K—49，K—82等）不是採用一個喉管，而是用二個或三個喉管。

б) 量孔 精密校准的孔口叫做量孔，它的功用在於限制流過該孔的燃油量或空氣量。在結構上，量孔有不同的型式，有時量孔的斷面可以用油針或管子來調整。

在汽化器中，燃油的霧化過程是按以下方式進行的。由於喉管中的真空度，燃油便由量孔或由噴管中噴出，根據喉管中真空度的不同，燃油的流速約為以3—6米/秒。喉管內空氣的流速約為燃油從量孔內流出的速度的15—25倍。由於燃油和空氣流速的差值很大，並由於燃油和空氣粒子之間的摩擦，空氣便把燃油霧化並將它引入發動機

的气缸。

当其他一切条件相同时，由量孔流出的燃油量决定於流量係数。量孔的形狀對於这个係数值有很大的影响。下图所示为各种量孔在不同的喉管真空度下流量係数的变化情况。由此图可见孔長与孔徑比值 $\frac{l_m}{d_m}$ 不同的量孔对应有不同的流量係数 φ 值。

除量孔通过断面的几何比值以外，量孔的構造形式也影响到流量係数。图124、125所示为两种量孔流量係数的变化情况。

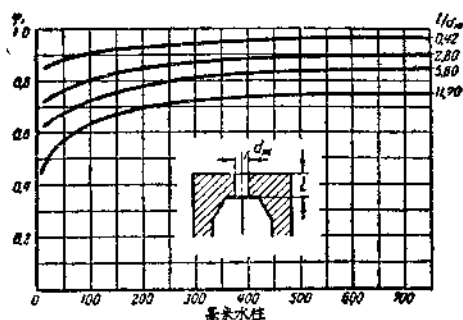


图124. 係数 φ 与文氏管内真空度的关系曲线。

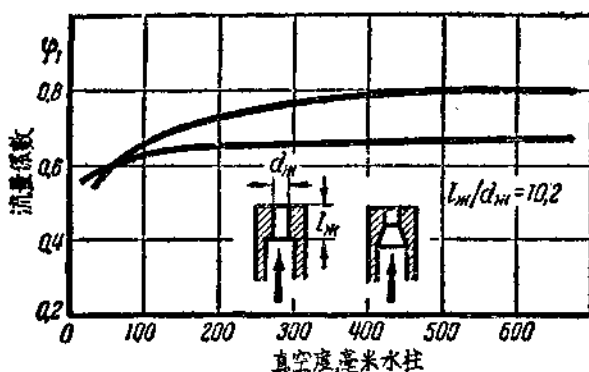


图125. 燃料流出量与量孔式样的关系。

兩個量孔具有相同的幾何比值 $\frac{l_{\text{量}}}{d_{\text{量}}} = 10.2$ 。右量孔與左量孔之差別在於它的內邊緣是去掉的，而且由直徑大的過渡到直徑小的過道做成截錐形。這種過道對壓縮流出的燃油束有良好的影響，並在實際上可提高流量係數，在圖中下面的曲線表示左量孔流量係數的變化，而上面的曲線則表示右量孔流量係數的變化。

在使用條件下最理想的量孔是它的流量係數值不因喉管真空度而改變。否則，如發動機工作情況改變，燃油的流量係數也改變時，則將引起可燃混合氣成分的改變，這便對發動機的功率和經濟性發生不良的影響。

由量孔流出的燃油量與燃料的溫度有直接關係，溫度升高時燃油的黏度便降低，因此由量孔流出的燃油量便增加，在冬季及夏季的使用條件下進行汽化器調整時，應考慮這一情況。

在工作過程中，隨着時間的增長，由於流過燃油中的機械雜質所引起的磨損，量孔的通過斷面便增大，因此燃油的消耗量增加而發動機工作的經濟便降低。為檢查量孔的技術情況，應定期檢查它的通過能力。

а) 節流閥 在大部分現代的汽車拖拉機汽化器發動機上，節流閥是按圖 126 所示的構造製造的。

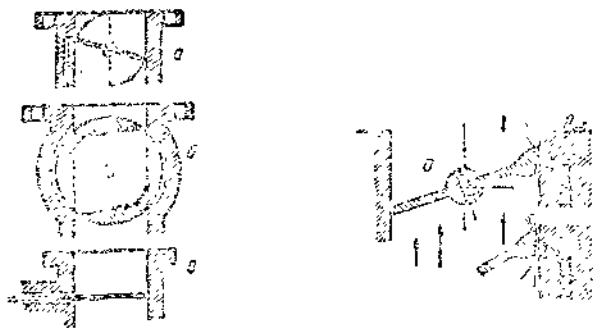


圖126. 節流閥的各種形式。

为减少混合气的湍流运动，节流阀轴的直径尽可能做得小些，为了使由空轉的低轉速轉变到正常轉速时使真空度的变化較平稳起見，在节流閥邊緣，接近空轉出口处做寬粗大部分，或采用兩個空轉噴孔。

第四節 簡單汽化器的節流特性和速度特性

在構造課的“供給系”一篇中已講过，由簡單汽化器所形成的可燃混合气成分是根据发动机負荷的改变、或根据轉速的改变而变化的。

如果发动机在轉速不变的情况下工作，而改变它的負荷时，由於节流閥位置的改变，喉管真空度也將变化，由此燃油和空气的小时消耗量以及过量空气系数也將改变。

如果根据一种既定的喉管真空度的节流閥位置算出相应的过量空气系数值 α ，並將所得的 α 值作为喉管真空度的函数，所繪出的曲綫便被称为汽化器的節流特性，在簡單汽化器中这一特性曲綫的規律在图127中以虛綫Mc表示。

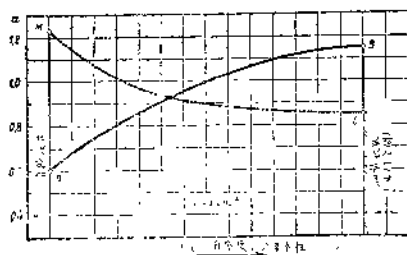


图127. 簡單汽化器和理想汽化器的节流特性。

由此图可見，随着喉管真空度的降低混合气便变得稀薄。逐渐稀薄逐渐的原因是：由于使燃油面升高至噴管口的压头的损失，和克服噴管中燃油的表面張力以及燃油和空气流动規律中的差別所引起的，当喉管真空度降低时，空气流量与真空度成比例的減少，此时通过量孔的燃油消耗量与噴管口的真空度和流量係数 φ 成比例的減少。

如果发动机在节流閥全开，轉速变动的情况下工作，由於喉管真空度的改变，过量空气係数也改变。轉速与过量空气係数的变化关系称