



高尔捷也夫、季尔列尔著

汽车发动机的 润滑油过滤器

机械工业出版社

汽車發動機的潤滑油過濾器

高爾捷也夫、季爾列爾著

張羨曾譯



機械工業出版社

1957

出版者的話

本書內容是說明汽車發動機所用精密過濾器的操作、結構以及發動機的潤滑問題和潤滑油在發動機工作過程中所發生的物理-化學變化等問題。在書末附錄中，還列有發動機潤滑系統使用法的簡要說明，過濾件的气流阻力檢查法，過濾件通過能力、過濾效能的簡便測定法等。

本書可作為從事發動機設計的工程技術人員和汽車運輸企業技術人員的參考書。

苏联 Г. И. Гордеев, Г. К. Зиллер 著 ‘Масляные фильтры автомобильных двигателей’ (Второе издание, дополненное и переработанное) (Гостоптехиздат 1952 年第二版)

*

*

*

NO. 1218

1957 年 1 月第一版 1957 年 1 月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 55 千字 印張 $2\frac{3}{4}$ 0,001—6,500 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10)0.44 元

目 次

一	緒言	5
二	汽車潤滑油的特性	9
三	潤滑油在發動機內變質的基本原因及容許限度	19
四	潤滑油變質對發動機零件磨損的影響	23
五	汽車發動機的潤滑油過濾器	27
六	可更換式過濾件的試驗	47
七	過濾件工作效能的恢復	57
八	汽車發動機潤滑系統的現代操作方法	63
九	蘇聯汽車發動機潤滑系統採用現代操作方法 的效果	78
	附錄	80
	中俄名詞對照表	86

一 緒 言

汽車發動機工作中潤滑的意義和要求

現代汽車發動機是一個複雜機件的組合，這些機件在大的負荷下彼此作高速的相對運動。例如：汽車在每一公里的行程中，發動機的曲軸大約要轉動 2500 轉，而每隻活塞要移動 500 公尺的行程。這樣，在通常的使用負荷下，每年發動機曲軸要旋轉五千萬轉，每隻活塞要行走一萬公里的行程。假定在混合氣燃燒的一剎那，汽缸中的溫度達到 2000°C ，活塞上的壓力達到 2000 公斤，而活塞在汽缸中的運動速度要超過 50 公里/小時，這就可以清楚地說明發動機零件是在多么繁重的條件下進行工作的。

為了減輕摩擦，機件製造得極其精密，精密到一公厘的千分之一。在機件加工時，採用一切方法使摩擦表面做到尽可能的光滑，而沒有任何一點粗糙之處。互相摩擦的機件之間的間隙做得極其微小，以達到運轉中的平靜無聲和沒有撞擊。發動機之所以能夠持久使用以及機件之間所以沒有顯著磨耗，基本上是依靠適當的潤滑。現代的潤滑學說是建立在「液體摩擦」的原理上。在液體摩擦中，於兩個相接合的機件之間引進一層潤滑油膜，把兩個機件的表面完全隔開不使它們直接接觸。這一層潤滑油膜可以再假定分成三帶。它們中的兩帶直接與機件表面接觸，附着在機件表面上並和它們一同運動。當中一帶像是停滯不動的，前面的兩帶和第三帶潤滑油的微粒之間發生「液體摩擦」。這種摩擦比起零件之

間沒有潤滑油而直接接觸的「干摩擦」來要小很多倍。

實際上，在有潤滑油的機構中，機件表面之間通常是不會發生干摩擦的。但是當潤滑油不足或質量不好時就會發生所謂「接觸摩擦」，這時候機件之間的潤滑油少到這樣一種程度，以致附着在機件表面上的油層發生移動，油膜局部破裂，機件的金屬表面之間發生短時間的直接接觸。這些現象都會引起發動機機件的加速磨耗。

在現代的汽車發動機中，潤滑油是用油泵打到大部分機件中去的。達到 $2.5 \sim 3$ 公斤/公分²的油壓可以保證零件之間所需要的油層，以防止油膜破裂和機件的直接接觸。但是發動機的許多重要機件如活塞、汽缸、活塞環則不是用壓力輸油潤滑，而是僅靠在發動機內飛濺起來的油來潤滑的。為了避免這些機件之間的干摩擦，潤滑油必須具備一系列的特性，以保證油能滲入到機件之間和緊密地附着在機件的表面上，同時對機件運動的阻力也不大。

為了使現代汽車發動機在各種不同的條件下能夠可靠的和持久的工作，潤滑油應該具有下列各項使用特性：

1) 保證在極其不利的工作條件下機件摩擦表面僅有輕微的磨耗，即具有良好的潤滑效能。

2) 從機件上帶走摩擦產生的熱和工作過程中所產生的熱。

3) 使發動機的工作過程區域和曲軸箱間造成密封。

4) 不容易氧化和形成沉淀，即具有防止氧化的特性。

5) 不容許潤滑油的沉淀物過分沾染在發動機的零件上，這種沉淀物會嚴重地損害發動機的運轉或促使過早磨損；並要求能把出現在油內的機械雜質帶到過濾器中去，即

具有「清洗」的性能。

6) 不許腐蝕發動機零件，特別是以有色金屬及其合金制成的零件，即應該具有防蝕的特性。

7) 當發動機曲軸箱中有水時不致產生泡沫。

8) 保證發動機容易起動以及緊接着起動之後的良好潤滑，保證滑油在低溫時容易注入發動機，即具有適於低溫的特性。

9) 能在發動機內長期使用不必更換還能保持它的全部使用特性，即具有使用穩定性。

10) 保證因輕質油的揮發燃燒而造成的損耗量不致很大，即具有低的揮發性。

11) 在長期貯藏中能保持它的特性不變。

在現代的汽車發動機中今天大多數採用從石油提煉出來的油作為潤滑劑，即所謂汽車潤滑油。

由無數種不同的成分組合起來的石油，其特性允許用各種加工和精煉的方法來製造種種性質上極端不同的潤滑油。例如，潤滑油可以做成極稀、微黏或極黏；通過很好的精煉之後顏色光亮，粗煉時顏色暗黑。潤滑油的各種化學性質，例如它的酸性和對空氣中氧的氧化作用的抵抗能力，也都隨着原料性質、加工方法和精煉程度的不同而不同。

任何型式的發動機的設計都規定出採用一定性能的潤滑油料，因此在製造油料時油料性質上的任何劇烈改變都不能容許，而必須服從於規定油料的物理、化學性質的各種特殊技術條件的限制。

為了使工廠能生產一定品質的潤滑油，又為了能夠檢驗這些油料在運輸和貯存期內是否被沾污，所以對每種潤滑油

都制定一套全苏标准规范，这是由全苏标准委员会批准的。

能够彻底而全面的测定润滑油的使用特性的法定标准方法，到现在还未制订。因此在大多数情况下，对于润滑油使用特性的测定，只能根据现行苏联国家标准中所规定的对油料个别的物理、化学性能进行间接的对比。但是润滑油很多的最重要的特性，如润滑效能、防止氧化的特性和适用于低温的特性等，都是不可能靠标准的实验室方法来测定的。於是只好採用繁重的、在道路上行車的試驗法，把润滑油使用於真实的發動机中，按照磨耗的程度、發動机起动的容易程度、油料氧化物对發動机沾污的程度以及在工作中的耗油量等來测定润滑油的特性。

有些参数，其测定方法已規定在标准中的，只能用來檢驗某种润滑油是否与以前使用过的，並且在工作中經過考驗过的油料完全相同，最后还必须進行一系列的测定來查明油內有無雜質或沾污。这說明润滑油的标准中包含了大量的指标，和其全面分析的复雜性，它們的全面分析只能在專門的實驗室中去完成。

在汽車润滑油的規定标准中，哪些性質参数是基本的，它們要求些什么生產和使用条件，当發動机运转时，性質参数受到什么影响和如何变化，这些变化可以容許到什么限度，以及如何防止發動机因这些变化而產生有害的后果——这一系列的問題，對於每个汽車駕駛員和想保管一批汽車和想最合理及最有效利用这批汽車的每个汽車運輸企業領導人來說，都是應該知道的。

二 汽車潤滑油的特性

黏 度

前節已經提到，潤滑油的基本用途就是在發動機零件互相摩擦的金屬表面之間產生一個隔離層，以消滅發生干摩擦的可能性。因此潤滑油應有一定的黏度，還具有在高壓力與高溫度下停留在摩擦表面之間的能力，及在這些條件下保存足夠堅強的潤滑膜的能力。簡單的說來，就是潤滑油在一定的工作條件之下應該具有必需的最低限度的潤滑效能。

但是，正像已經指出過的，我們還沒有可以直接評定油料潤滑效能和保持在金屬表面上能力大小的指標，更確切地說：沒有一種方法可以適用於任何實驗室中的日常檢定工作。

從實地觀察和實驗室的試驗可以肯定如下事實：根據潤滑油的黏度能夠間接地判斷它在摩擦表面之間承受一定負載的能力。潤滑油的黏度愈高，則它對於從金屬表面間的間隙中被排擠出去的抵抗力也愈大。稀薄的、微黏的潤滑油，假如不加任何特殊的調合劑就使用時，則只能承受不大的負荷。

當潤滑油（或任何其他液體）承受到任何的外界壓力時，顯示出在其微粒之間有阻止相對運動的阻力，這種特性就叫做黏度或內部摩擦。潤滑油因受到重力作用自容器中經過小孔或細管流出時，就可作為說明。在這種情況之下，微粒之間的阻力愈大，也就是油的黏度愈高，則它的流出也將愈慢。由此就得出〔極黏〕油、〔黏〕油或〔微黏〕油等概

念。但是應該注意的是同樣一種潤滑油，夏天的黏度較低，而冬天的黏度較高，這也就是說：當溫度變化時，潤滑油的黏度也將隨之變化。因此各種潤滑油必須根據在同樣溫度之下測得的黏度進行比較。

我們通常根據在 50° 或 100° 溫度時測得的黏度來鑑定潤滑油。用特制的儀器（黏度計）計量出來的黏度值，以絕對單位表示時是厘司托（運動黏度），以習用單位表示時是恩格勒氏度數。用恩格勒氏黏度計來測定黏度時，在任何溫度之下，200 毫升的油所需的流出時間和同樣體積的水在 20°C 時所需的流出時間的比例，就叫做恩格勒氏黏度。

在礦物油，特別是在用同樣方法加工出來的汽車潤滑油，其潤滑效能既然是隨着黏度的變化而不同，所以根據油的黏度就可以規定出液體潤滑軸承的容許負荷。使用黏度太低的潤滑油，它會從摩擦表面的間隙中被排擠出去而發生接觸摩擦。這會增加磨耗，甚至會使機件卡住。使用黏度太高的潤滑油，由於它有很大的內部摩擦系數，一定要消耗大量的能去克服這種摩擦，並且要提高軸承的溫度。

此外，黏度高的潤滑油，在油管中要遇到較大的阻力，因此流到潤滑表面上的油量將較黏度小的油為少，結果從機件上帶走的热量也將減少，這同樣會提高軸承的溫度。

這樣，採用黏度大的潤滑油事實上並不能提高油膜的強度，因為軸承溫度提高之後，潤滑油的黏度勢必降低，其結果也降低了它的潤滑效能。

同樣應該注意的是：隨着潤滑油溫度的提高，油中氧化作用的強度也將加大，同時加速了油的「老化」。因此在現代的汽車發動機中，最好使用黏度不太高的潤滑油（在 50°C

时恩格勒氏黏度 $4 \sim 6^\circ$), 但应調入各种改進品質的調合剂, 以提高油的使用特性。

必須記着: 不僅黏度的絕對数值, 而且黏度随溫度变化的关系特性, 都能決定潤滑油是否適用於汽車發动机。黏度的絕對数值及其随溫度而变化的特性 (黏度——溫度曲線) 對於各种潤滑油在工程上的应用具有決定性的意义。

只在一个溫度上測定黏度得不到潤滑油的全部特征, 更得不到它在溫度升高和溫度降低时变化的圖形。有些潤滑油的最大价值在於当溫度变化时, 黏度变化相当平穩, 也就是具有所謂較平的黏度曲線。这样的潤滑油在高溫度时能保持足够高的黏度, 而在相当地冷却之后依然不失其流动性。这样的潤滑油保証發动机在低溫起动时便於起动和潤滑油泵的正常供油, 还保証在發动机溫度大大提高之后机件潤滑的可靠性。

黏度溫度曲線的傾斜度常用所謂 [黏度指数] 表示。現在有很多办法用來計算和表示黏度指数。表示黏度指数最簡單的办法, 就是用潤滑油在兩個溫度 (如在 50° 和 100°C) 下的黏度比值。这个比值愈小, 則黏度指数也將越好。

一般用石油制成的潤滑油, 沒有合乎理想的黏度指数。这也就說明为什么这些潤滑油当用在已热的發动机时其黏度嫌低, 而在冬天的冷發动机中由於曲軸轉动不便又造成起动的困难。

現代的發动机中, 零件間間隙很小, 所以須要使用黏度小的潤滑油。但是为了防止油料从机件的間隙中被排擠出來, 潤滑油的油性和其保持在受載荷的机件之間的能力, 通常用混入改進品質的調合剂的辦法來加以人工的提高。

汽車發動機所用的現代高級潤滑油中，一定要加入這種或那種調合劑，以提高它的潤滑效能；還要加入防止腐蝕並提高清洗作用的調合劑。採用調合劑可以使起動容易，冷發動機中潤滑可靠，還能使工作中熱了的發動機零件得到適當的潤滑。此外，現代的，加到潤滑油中的調合劑還能減輕對零件的侵蝕，清除由渣滓和沉淀物在發動機內部表面上所造成的積垢。

潤滑效能（油性）

非常重要的一是潤滑油除了必需的黏度之外，還應該對金屬表面有強大的附着力，以形成堅固的油膜；並且依靠這油膜增加它承受更大的負荷的能力。這種性質在高的工作溫度下也可以增強油的阻撓其本身被排擠出間隙的性能，雖說溫度增高時油的黏度是降低的。

附着在金屬表面，並且在互相摩擦的機件中形成油膜的能力——潤滑效能，或叫潤滑油的〔油性〕——具有重大的意義。制油原料的來源，精煉的方法和程度，以及加到油中的調合劑的性質都能影響到潤滑效能的數值。

從非烴烴基的輕質巴庫原油制成的高黏度潤滑油，像航空潤滑油、清澄潤滑油等都有最大的油性。但是它們的黏度太高，在某些情況下不能使用。那些情況就是指需要大的流動性時，需要滲入摩擦部分間的狹小的間隙時，需要快速循環以便最大限度地帶走軸承中發出的熱量時。

與此同時，輕質機器潤滑油，其中還包括輕質汽車潤滑油，沒有足夠的油性，因而在汽車發動機現代的機構中，軸承負荷很大的情況下，不能保證良好的潤滑。微黏的潤滑油中

加入一定数量(10~20%)的精煉之后的重油，可以大大改進它的潤滑效能。但是只有当黏度和其他指标，如凝固溫度和康拉得遜氏碳渣值等，都在一定限度之內时，这些改進才有實現的可能。

近年來發現了提高微黏潤滑油潤滑效能的新方法，就是在油中加入各种化学調合剂，可以大大提高油性而黏度並無顯著增加。因此，黏度不大的汽車潤滑油可以保持很好的流动性，这是在發動机潤滑系統中保證强度循环所必需的，而同时承受得住重的負荷，重的負荷是汽車發動机新結構的特点。

酸 值

全部石油產品，包括汽車潤滑油在內，其成分中都含有一种通称环烷酸的物質。这种物質，当精煉时不可能从油中完全清除，並且就是在汽車和航空用的高級潤滑油中也永远保有某些数量。虽然环烷酸和礦物酸(硫酸、鹽酸及其他)不同，它們的侵蝕性不强，但在油內含量太大总是不好的。当發動机的工作繁重，而其中又有水分存在时，环烷酸即与金屬，特別是有色金屬互相作用，而形成鹽(肥皂)，鹽又促進潤滑油的氧化作用，構成一种化合物以結膠(油泥)的形式沉淀在曲軸箱和油管中。

潤滑油中环烷酸的存在是用油的酸值來表明的。近年來酸值已經成为汽車及其他內燃机用潤滑油的基本特性之一。这是由于採用薄壁軸承新結構中的有色合金如銅鉛合金对酸性特別敏感，倘如提高油中的含酸量，有色合金將迅速地遭到損坏。因此酸值的定額都訂在汽車潤滑油的标准之內。不僅是在驗收新油时應該檢查它的酸值，而且在觀察它在使用

中所發生的变化时，也需要檢查它的酸值；因为它使我們有可能判断使用中潤滑油的氧化过程、它的情况以及是否必須更換。

为了減輕潤滑油的侵蝕作用，並減少在發動机的机件上形成的氧化物，近年來开始用防蝕調合剂加到潤滑油中。这种調合剂的作用是在金屬表面上遮盖一層薄的保护膜，不使油內的酸和金屬接触，从而不使酸对金屬發揮破坏作用。

抗氧化的安定性

在确定新鮮的和使用过程中潤滑油的性質时，我們進一步的任务是要决定潤滑油的氧化是怎样形成的，为什么它会發生，它將造成什么后果，以及为什么產生这些后果。

在潤滑油中，常常有很多物質容易受空气中氧气的氧化作用，而形成一系列的能够溶解或不能溶解在潤滑油中的氧化物。这种过程一般都称为潤滑油的「老化」过程。

在發動机的运轉时期中，潤滑油永远要和空气接触。其結果就使潤滑油中个别的不穩定的成分受到氧化。溫度的提高、金屬表面的存在、压力、以及潤滑系統中摻入的水分，都会促進氧化作用。已形成的氧化物与金屬及水化合而產生一种加速氧化作用的物質。总的說來，这种物質將引起黏度和酸性的增加，並形成一种不能溶解於油中的物質。所有这些物質都在潤滑油的老化过程中沉淀出來，成为曲軸箱和油管中的黏渣，由於这种黏渣就需要經常地更換潤滑油，需要清洗發動机，以及有时候造成事故。

碳渣的形成

在發動機中，潤滑油除了形成黏渣以外，還會形成碳渣。

潤滑油在熱的汽缸、活塞和活塞環的表面上，成為一層薄膜。當混合氣體燃燒的一剎那，潤滑油要經受極高的溫度， 1000°C 或者更高。於是一部分油完全燒掉了，而另一部分則燃燒不完，其結果就從汽車、拖拉機和其他內燃機所正在使用的或已經用過的潤滑油中永遠都能發現碳灰，其數量是隨着使用而與日俱增的。

從抗氧化作用的安定性和工作中碳渣形成的傾向等觀點來看，至今還沒有一個完全可靠的方法來核定新鮮的汽車潤滑油。用康拉得遜碳渣值試驗法，可以極近似的檢定出潤滑油的碳渣形成傾向。因為經過證明的事實是用這個試驗法；在結焦過程中，焦油和其他焦油物質能產生最多的碳渣。

閃 點

在敘述碳渣值和灰燼形成等問題的同時，有必要略說一下潤滑油閃點的測定。潤滑油中最重的組成部分具有形成灰燼的最大傾向，在此必須指出，現在有一種錯誤的見解，就是：潤滑油的閃點越高，它的品質就越好，燃燒的消耗量越少，並且形成灰燼的傾向也就越小。但事實是閃點愈高則潤滑油中所含碳氫化合物將愈重，它將遭受到更大的熱力破壞以及隨之而來的各種後果。

閃點的溫度和潤滑效能並無直接關係。而閃點的測定，也只能是在測定比重和黏度的同時用來間接地肯定一下制油原料的來源而已。

事实上，新鮮潤滑油閃点的測定，还可以用來鑑別其中有無輕質油的存在。潤滑油中如含有輕質油，会在高溫度的工作中，造成因揮發而引起的大量損失（例如：混合油，由輕重不同成分混合起來的油就是如此）。

因此，在汽車發動机中，最好是使用这样一种潤滑油，基本上由微黏的油構成，並从中除去最容易揮發的部分。这样的潤滑油，由於具有良好的穩定性及其他操作特性，故在發動机工作中不会因揮發而造成大量消耗。

在使用中或用过的潤滑油中，如發現其閃点有降低情形，就是它摻入了燃料油的明証。

凝 固 点

極其重要的事，特別是对於在冷天使用的汽車潤滑油，就是凝固点的測定。这一項試驗就是，要決定裝在小試管中的潤滑油，在冷到什么溫度時，会失去其流動性。当慢慢冷却下來的时候，在被試驗的潤滑油里積累起結晶出來的碳氫化合物，它們的融解点大不相同。随后，当它們積累的数量达到一定数值的时候，也就是在已知的試驗条件之下达到臨界数值的时候，潤滑油就將失掉了它原有的流動性而凝固。

但是，当潤滑油經過油管用压力輸送時，把它冷到實驗室中所測定的凝固点，它还不能完全失去流動性。

更其重要的是，当潤滑油冷到接近於其凝固点的溫度時，所見到的那种絕大的黏度。在低溫度下汽車發動机起動困难，是尽人皆知的事实，这並不是由於發動机中潤滑油的完全凝固，而是由於它的黏度急剧增加，給發動机机件之內的相对运动造成極大阻力所致；此外發動机油泵在低溫度時，不能