

工業常識叢書

# 潤滑常識

趙禹編著

科學技術出版社

總號：0076 分號：3-05 定價：3,600元

版權所有 不准翻印

編著者：趙禹

責任編輯：高曉楓 責任校對：婁燕翔

---

1952 年 3 月發排（科技） 1952 年 4 月付印（科技）

一九五二年五月初版

北京造 0001—4000 冊

科學技術出版社 北京燈市口甲 45 號

總 經 售

三聯·中華·商務·開明·聯登

聯 合 組 織

中國圖書發行公司

## 出版者的話

機器的潤滑，在延長機器壽命和增加機器效率方面，確是一個很重要的問題。本書介紹關於潤滑的一般知識，內容淺顯扼要，可供廠礦工作同志及技工參考。

1952 年 2 月

## 序

很久以前人們就已經知道：如果在兩個物體的摩擦面上塗上油狀的物質，便會減少摩擦。但是直到半世紀以前，潤滑劑的應用，僅就潤滑油來說，也只限於牛軟油、鯨魚油等一些脂肪油。近幾十年來，由於科學進步的迅速，不論在工業上或交通上，都已經走向高度的機械化，因而潤滑問題也一天天被重視起來，並且變成了一種專門的知識。特別是由於石油工業的迅速發展，關於各種潤滑油的製造，隨着使用的目的不同，也有了許多的種類。

在我們日常生活中，爲了生活上的需要，不知道有多少機器在日夜不斷地開動着；在每一部機器上，都少不了一種物質，那就是潤滑劑。潤滑劑不僅是機器運轉上不可缺少的物質，即使在摩擦部分發生潤滑作用不良時，都會引起動力的過度浪費、效能的減低和摩擦部分耗損等嚴重的後果，甚至發生破壞、停工等事故。尤其是高速度運轉的機器，這種影響更爲顯著。

由此看來，防止這些事故的重要關鍵，就在於每台機器的管理者和操縱者，必須具備充分的潤滑知識，並且要善於選擇良好的潤滑劑，善於實施正確的給油方法等等。當然，我們不僅是消極地爲了防止事故，更重要的還是爲了延長機械的壽命和發揮機械的最大效能。但是怎樣才能達到這個目的呢？毫無疑義，這與潤滑科學的鑽研也是分不開的。

目前在我們中國，關於潤滑方面的通俗讀物，可以說是很少的。編寫這本小冊子的主要目的，無非想把潤滑方面的一些常識，簡明扼要地介紹給我們生產戰線上的同志們，幫助他們更好地管理和運用生產工具，完成和超過生產任務。不過編者在這方面也沒有豐富的經驗，難免有疏忽的地方，希望讀者批評指教。

編著者 1950年9月

# 目 次

|                   |    |
|-------------------|----|
| 序                 |    |
| 一 摩擦與潤滑           | 1  |
| 二 潤滑劑的試驗          | 6  |
| 1 潤滑油的試驗          | 6  |
| 2 潤滑脂的試驗          | 10 |
| 三 潤滑劑的種類          | 13 |
| 1 潤滑油             | 13 |
| 2 半固體潤滑劑及固體潤滑劑    | 21 |
| 四 潤滑法             | 25 |
| 1 給油裝置            | 25 |
| 2 加脂裝置            | 31 |
| 五 各種機械實際應用潤滑劑的選擇  | 33 |
| 六 廢潤滑油的再生         | 46 |
| 七 潤滑油的儲藏與使用上的注意事項 | 52 |

## 一 摩擦與潤滑

**1 摩擦的意義** 凡是物體和物體的兩個表面互相接觸，使一個物體在另一物體上滑動時，就需要一種力量。爲什麼需要一種力量才能使它滑動呢？因爲在滑動時，兩個物體的表面互相發生一種阻力，這種阻礙滑動的阻力，叫做摩擦力。摩擦力不僅是固體之間才有，液體和氣體之間也同樣地存在着。

我們每天的走路或跑步，汽車在馬路上的奔馳，好像都和摩擦沒有什麼關係，但事實上，正是因爲汽車的輪胎和我們的腳與地面有摩擦，所以才會前進的。我們都知道，冬天在光滑的冰上步行時，會感到很難走，邁步也非常吃力，稍一不小心，就容易滑倒，這也就是摩擦減小了的緣故。假如自然界真沒有一點摩擦的話，那我們就不可能走路了，車也不能再行駛了。

雖然摩擦對我們是這樣重要，但是另一方面，摩擦也給我們帶來了許多的不便和麻煩。機器因爲有了摩擦，就要耗損、發熱和縮短壽命。汽車、飛機因爲空氣的摩擦，減低了速度。所以人們才作出各種流線型的汽車、飛機，來減少空氣的摩擦，增高速度。輪船也是爲了減少水的摩擦，才作出現在的型狀。

宇宙間的許多現象，因爲有了摩擦才給我們增加許多麻煩和困難，但是我們又不能缺少它，摩擦就是這樣矛盾地存在着。

**2 滑動摩擦、滾動摩擦和流體摩擦** 古時，當人類祖先開始穴居的時候，他們爲了建造穴居的圍牆，便想將山上的石塊

和林中的木頭搬來應用。在工作開始的時候，他們看到方形的石塊很好，不但好看而且用起來也一定很方便。可是當搬運的時候就發生了問題，好幾個人人都推不動它，即或把它推動了一下，也無濟於事，這樣使他們感到了很大的困難。但是當他們

試着推動圓

的石塊時，

雖然一開

始也很費力

(如圖1甲)，

但是比起推

動方的石塊



甲 靜止狀態的摩擦



乙 運動狀態的摩擦

圖 1

已經省力得多，並且推動了以後，就很容易地滾動了（如圖 1 乙）。同樣在運木頭時，最初是從一端來拖（如圖 2 甲），也是很

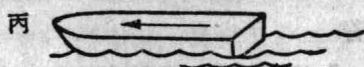
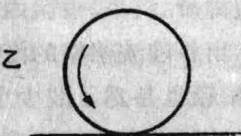
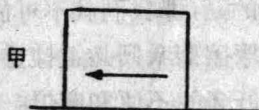


甲 滑動摩擦

乙 滾動摩擦

丙 流體摩擦

圖 2



費力氣的，後來把它橫着滾動起來，只要推動一下，它自己便會滾出很遠，再不像先前那樣費力了（如圖 2 乙）。在不斷的工作中，他們又發現了浮在水上的木頭，只要用一隻手便可自由推動，比起滾動木頭更要省力得多（如圖 2 丙）。

人類就是在這樣不斷的勞動當中，發現了我們現在所說的幾個摩擦法則，那就是：推一塊方形的石塊和拖一根木頭時所遇的摩擦，稱為滑動摩擦，要克服這種摩擦，需要的力量最大。滾動石塊或木柱時所遇的摩擦，叫做滾動摩擦，需要的力量較小。推動浮在水上的木頭所遇的摩擦是流體摩擦，所需要的力量最小。

雖然那時人們的祖先還不知道這些名詞，也不了解這些原理，但是他們却實際地應用了這些道理，將滑動摩擦改為滾動摩擦或流體摩擦，而節省了自己的勞動力。其後人類繼承了這些道理，更加發揚光大，把它總結



圖 3 滾動摩擦的實例

成為有系統的理論和知識，直到今天我們仍然在利用這些經驗的成果。譬如在工廠裏，有時搬運又重又大的機器，我們決不會直接去拖它，一定要在機器下面墊上圓的木頭，來移動它（圖 3）。這就是將滑動摩擦改變為滾動摩擦，以節省勞力的實際例子。

**3 潤滑的意義** 由以上兩節，我們知道了摩擦的功用及其壞處，也知道了滑動摩擦、滾動摩擦和流體摩擦的區別，但究竟潤滑是怎麼一回事呢？對於摩擦有什麼作用呢？在這一節裏，我們將加以扼要的敘述。凡物體的表面，不論用機械磨得怎樣光滑，但如果用精密的顯微鏡來觀察，就可看出它的

表面是像鋸齒般凹凸不平的(如圖 4)。

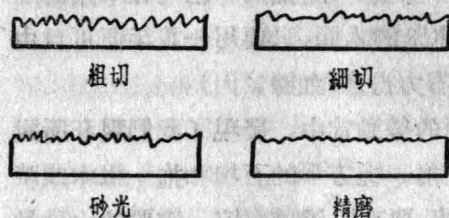


圖 4 顯微鏡下所看到物體表面的粗糙情形

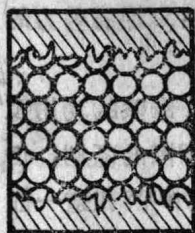
今將兩塊鐵板合在一起,像圖 5 那樣,一塊的凸出部分,嵌入另一塊的凹入部分,恰如兩把銼互相吻合着。現在假若使一塊鐵板在另一塊上滑動,那末一塊的

凸出部分就必須通過另一塊的凸出部分,如果不將兩塊鐵板離開,其中一塊鐵板的凸出部分就會被削去,但是如果在這接觸面中間填入細小球體,那就很容易滑過去了。今假若在兩塊鐵板中間像圖 6 那樣填有數層細小的球體,那末上一層的球,可以將上邊鐵板的凹處填滿,

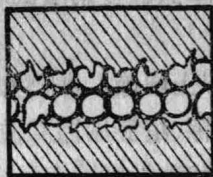


圖 5 滑動摩擦

下一層的小球同樣地把下面鐵板不平的地方填滿。這樣儘管兩個表面是像鋸齒般地不平滑,但是當用小球填滿之後,就可以形成了很平滑的表面,同時在中間的數層小球,像滾珠般地



油充足時

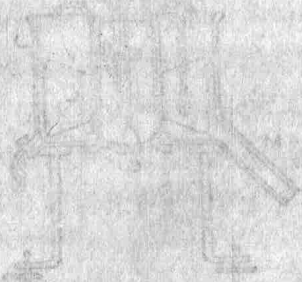


油不充足時

圖 6 流體摩擦

容易轉動,這樣當一塊鐵板在另一塊上滑動時,就會很容易地滑過了。這些小球是什麼東西呢?那就是爲了減少摩擦所使用的潤滑油。油的粒子和小球的

作用一樣，它像膠皮球似地柔軟，能夠自由改變自己的形狀，來填平摩擦面而起着潤滑的作用。爲什麼油能有這樣作用呢？因爲它們有着適當的凝結性和黏着性。固體有最强的凝結性，如鐵、木頭等，構成它們本身的一些微小的分子，很堅強地結合在一起，所以很難改變它的形狀，它們本身也沒有黏着性，很難和別的東西黏在一起。但是油却有着較大的黏着性，所以能和鐵板黏在一起，並且凝結性也小，能夠隨着外界的情況而改變自己的形態，所以它才能夠在兩塊鐵板之間形成液體膜，將兩塊鐵板隔開，這正像浮在水面上的小船一樣（如圖 2 丙），將滑動摩擦變成流體摩擦。



## 二 潤滑劑的試驗

我們對於潤滑劑，只從表面來看不能知道它的好壞，必須用試驗的方法來鑑定，同時也只有試驗所得的結果，才能作為我們選擇潤滑劑的根據。

但是在這章裏所談的一些試驗方法，只不過簡單地使讀者瞭解到潤滑問題上的一些基本概念，同時使讀者知道在鑑定潤滑劑的優劣時都應用一些什麼方法和儀器，以便將來在潤滑劑的使用與選擇上有所根據和參考而已。

### 1 潤滑油的試驗

1 黏度 就是當液體流動時內部分子間的阻力。一種液體很難流動時我們稱它為黏度大，容易流動時我們說它黏度小；例如糖漿，我們說它很黏，也可以說它黏度很大。

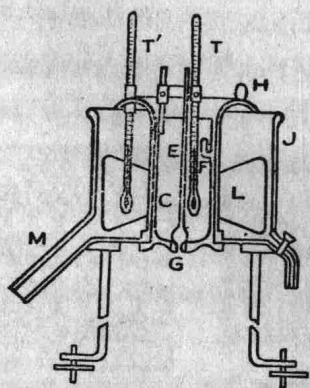


圖7 雷得烏得黏度計

黏度是隨着溫度而變化的，大家都知道油在夏天就比冬天容易流動，所以我們要比較兩種油的黏度時，是必須在同一溫度下進行的。

普通測定黏度時是利用如圖7的雷得烏得黏度計，圖中的C是裝油器（銅製的），油的裝入量以達到F上部尖端為止。然後向外浴套J中裝入油或水。在M處

用本生燈或酒精燈加熱，爲了使套內的溫度均一起見，用突起的H來轉動攪拌翅L，由溫度計T'觀察其溫度的上昇情形。溫度計T是觀察試料油的溫度用的，當試料油達到所要求的溫度時，可將E提起，油便由標準孔G中流出，測定由開始流出直到流完時所需要的秒數。通常以 $30^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}$ 、 $65^{\circ}\text{C}$ 、 $80^{\circ}\text{C}$ 幾個溫度來測定黏度。但不論用那個溫度來測定，在表示黏度時，必須要寫明當時的溫度和黏度計的名稱。例如用雷得烏得黏度計在 $50^{\circ}\text{C}$ 時測定的結果是200秒，那麼就要寫成 $50^{\circ}\text{C}$ 雷氏秒200方可。

黏度的測定是判定潤滑油減摩能力的最重要的方法，根據黏度我們才能知道油在摩擦面上的潤滑程度，但黏度是隨着種種用途而不同的。關於各種潤滑油的詳細規定請參閱第五章。

**2 比重** 比重的試驗，對於減摩能力的決定上，雖然沒有直接的重要性，但對於潤滑油是否合乎規定或鑑定它是否摻假，是非常有用的。

比重就是在 $15^{\circ}\text{C}$ 時油的重量和在 $4^{\circ}\text{C}$ 時同體積的純水（於1氣壓的空氣中）重量的比。一般試驗時是使用比重計，先將準備試驗的油裝到一個玻璃量筒中（如圖8），使油的溫度保持室溫，然後將比重計輕輕放入，同時必須注意，不使量筒振動，當比重計動搖停止後，再讀比重計上的刻度，便可知道油的比重了。



圖 8

**3 閃點與着火點** 閃點與着火點試驗的目的，是因為摩擦面常發高熱，如果潤滑油閃點過低

時，很可能有燃燒的危險，尤其高溫部分所使用的潤滑油，具有較高的閃點。確實是一個很重要的條件。

普通的試驗方法所使用的裝置如圖9。將試驗用的油裝入杯 E 中，然後用本生燈從下部加熱，當達到某種溫度時，油就要很快地蒸發而發生足量的油蒸氣，於是用小火焰接近時，油面就有閃火發生，我們把這時的溫度叫作閃點。如果以後繼續加熱，再用火焰掃過油杯，而油面至少能繼續燃燒 5 秒鐘時

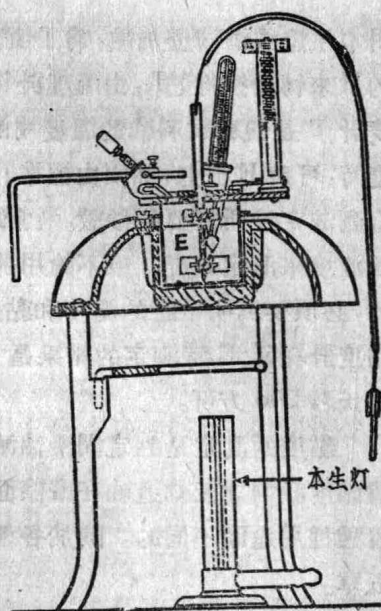


圖9 閃點試驗器

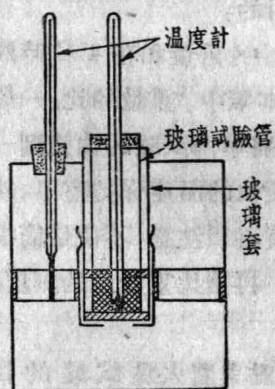


圖10 凝固點試驗器

的溫度，就叫作着火點。着火點常比閃點高約  $10\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

關於閃點試驗，並不能決定潤滑油的價值，因為有時油在閃點以上還可以保持潤滑性，所以這種試驗只是用以補助其他試驗罷了。

**4 凝固點** 任何油類由於不斷地冷卻，其黏度就要逐漸增加，最後便失去流動性而凝固。測定凝固點的方法，通常使用如圖 10 的裝置。在玻璃試驗

管中裝入試料油，用帶有溫度計的木塞緊緊塞住，放進食鹽和冰的混合物中冷卻，直到油完全凝固為止，記錄其溫度，這溫度便是油的凝固點。凝固點是對於冷凍機械或冬季屋外機械等，所用潤滑劑作鑑定的最主要條件。

**5 乳化試驗** 油和水混合時就要呈現乳化狀態，不過靜置以後大體上還可以分離，但是有些油因為含有硫化化合物或某種酸類物質、酒精及其他粉狀的土質物等，這樣就會妨礙了油和水的分離。

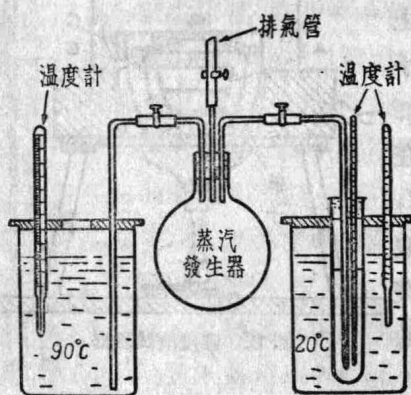


圖 11 乳化試驗器

乳化性的測定方法，使用如圖11的裝置，這是在一定條件下向試料油中吹入蒸汽，使其乳化後，計算油從乳化狀態分離所需要的時間。關於抗乳化度的試驗，對透平油來說，差不多和黏度同等重要，就是說透平油必須能夠迅

速地和水分離；對於其他船舶上所使用的潤滑油，也比較重要。但對於空氣壓縮機、內燃機和一般機械來說其重要性就比較小了。

**6 水分試驗** 黏度大的潤滑油，雖然經過了精製，但或多或少都含有水分。一般呈混濁狀的大多數可能含有水分。檢查的辦法是用玻璃試管取試料油約 20cc，直接在火上徐徐加熱，如果含有水分時，就要發出一種爆擊似的微音，同時表面

上也激烈起泡；如沒有什麼微音，只從底部發生氣泡時，那就表明含有微量的水分。

**7 碳殘渣** 碳殘渣試驗所用的裝置如圖 12。先將試料油裝到瓷製的坩堝 A 中，然後將瓷坩堝再裝到鋼製坩堝 B 裏，最後將全體放到最大的鋼製坩堝 C 中的砂子上。將兩個鋼製坩堝(B 和 C)的蓋子蓋好，其次放進三角架上的保溫裝置 D 中，並將蓋子 E 扣上。再用本生燈從底部加強熱，使油的蒸氣燃燒，在燃燒終了後，將本生燈撤掉，使之冷卻，然後打開蓋子，取出瓷製坩堝，秤量其中的殘渣，這種剩下的非揮發性的殘渣就叫作碳殘渣。

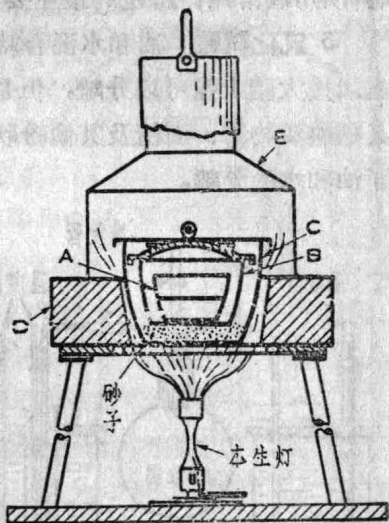


圖 12 碳殘渣試驗器

引擎內的碳素沉澱物是和潤滑油的碳殘渣成比例的。

例如內燃機有許多軸承，一般是在能使潤滑油發生變化的高溫下運轉，常常會有沉澱物將油路堵塞以及增加摩擦的現象，所以碳殘渣的試驗是比較重要的。

## 2 潤滑脂的試驗

關於潤滑脂(通稱黏油、黃油)的試驗方法，主要的是根據外觀、滴點及稠度等來測定。

**1 氣味** 一般是以無任何氣味的為良品。如有臭味，大體

是由不安定性脂肪及其他摻進的雜質所帶來的。如有香味，多半是爲了掩蓋臭味而加進的香料。所以無論潤滑脂有沒有臭味或香味，都應很好地注意檢查。

## 2 滴點 滴點是表示潤滑脂開始熔解而滴下時的溫度，

其試驗的裝置如圖 13。圖中 A 是玻璃套，B 是金屬套，C 是溫度計，A 和 B 的安裝如圖所示。在金屬套 B 上留一通氣小孔 D，取出 A 裝入試料，把它揩乾淨後再插入金屬套中。然後將全體裝入一個試驗管裏，在油浴中加熱，溫度的上昇須保持每分鐘  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。於是觀察試料由玻璃套 A 的開口處最初開始滴下一滴時的溫度，這就是所試驗的潤滑脂的滴點。一般潤滑脂的滴點是  $75\sim 90^{\circ}\text{C}$  左右（鈉基潤滑脂滴點是  $130\sim 150^{\circ}\text{C}$  左右）。

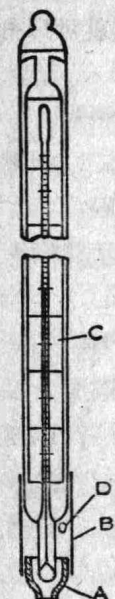


圖 13 滴點試驗裝置

## 3 稠度 稠度測定的意義是用以判斷潤滑脂的效能，估計其用量多少，決定軸承摩擦所發生的熱量，以及在軸承上潤滑脂流動的大概情形。如果潤滑脂的稠度太大（過硬），則薄膜易生溝槽，結果使一部分面積不能潤滑，或因內部摩擦過大而發生過熱現象。相反地若稠度過低（過軟），容易發生滲漏，而招致損失，或因不能支持所受的壓力而使軸承

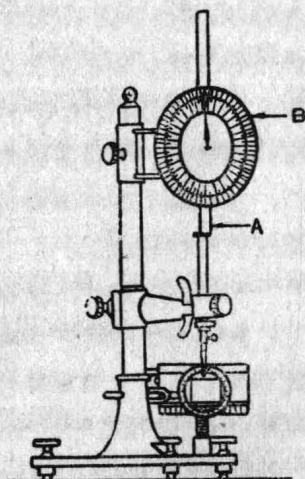


圖 14 穿入試驗機