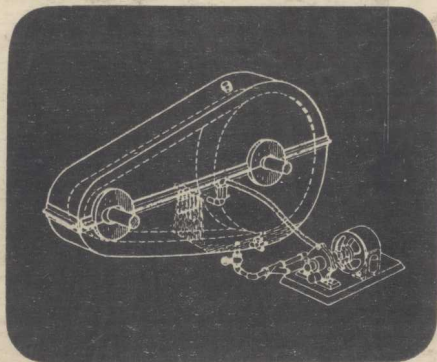


李廷傑編著

潤滑基本知識



出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉗、鉚等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

機器的潤滑，跟延長機器壽命和增加機器效率關係很大。本書介紹潤滑的基本知識，內容包括：潤滑的兩種情形，潤滑劑的種類和選擇，潤滑用器和潤滑系統等。

本書內容淺顯扼要，適合各廠礦機工同志學習和參考。

目 次

一	摩擦的害處和潤滑的目的	1
二	潤滑的兩種情形	5
	1 全油膜潤滑——2 非全油膜潤滑	
三	潤滑劑	8
	1 潤滑油——2 潤滑脂——3 固體潤滑劑	
四	潤滑劑的選擇	11
	1 潤滑油——2 潤滑脂——3 固體潤滑劑	
五	潤滑用器和潤滑系統	13
	1 潤滑油用器和系統——2 潤滑脂用器和系統	

一 摩擦的害處和潤滑的目的

無論是一部很大的機器或者是一件很小的儀器，常常要用一個機件來限制另外一個機件的運動，這樣可以使我們能得到所希望的運動規律。例如蒸氣機的十字頭，牛頭鉋床的鉋身，要用導座來限制它們在導座上來回移動；或者是發電機的轉子，要用軸承來限制它們在軸承中轉動。雖然在我們製造機械的時候，有的機件已經經過了車、鉋、研磨，甚至擦光等的加工手續，表面上看起來已經光滑了，可是如果用放大鏡來觀察，或者是用精密的儀器來測量，就會發現它們並不是理想的光滑，表面上還出現有高低不平的凸凹現象。

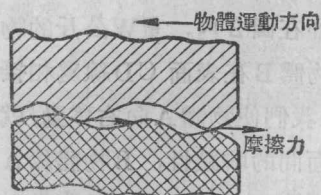


圖1 物體運動所產生的阻力(摩擦力)。

所以如果我們要使一個平面在另外一個平面上滑動，兩個表面上的凸凹部分就要互相妨礙，像圖1表示的，於是物體運動要遇到一定的阻力，來反對它前進。這個阻力，我們叫做摩擦力。

從我們以上所說的，可以明顯的看出來，摩擦是我們人所不能避免的現象，因為我們製造不出來絕對光滑的物體。在我們日常生活裏，摩擦有時候有益的，有時候是有害的。如果沒有摩擦力，火車就不能在鐵軌上行走，螺母也不能跟螺栓緊合，梯子不能靠立在牆壁上，皮帶和皮帶輪也要打滑，不能傳動功率，這些摩擦力，都是對我們有益的。反過來說，摩擦力又常使我們在傳達動力的機械上遭受

重大的功率損失,使機件磨損和工作溫度的升高。如果不注意潤滑,可能使全部機器成為廢物。所以我們機械工人、技術人員,對摩擦的主要特性都必須具有明確的認識,儘可能的消除它的有害部分。

爲了研究方便起見,通常把摩擦現象分爲兩大類:

1 滑動摩擦是兩個接觸表面互相滑動而引起的摩擦叫做滑動摩擦。例如我們上面所說的蒸氣機的十字頭在導軌上滑動,或軸頭在軸承內旋轉都是滑動摩擦。

2 滾動摩擦是兩個機件互相滾動而引起的摩擦叫做滾動摩擦。例如車輪在軌道上滾動,或滾珠軸承內的滾珠在它的座圈內滾動都是滾動摩擦。

摩擦力所發生的方向,永遠和二物體的相對運動方向相反。而它的大小,就決定於它們的表面情形和表面間垂直的壓力的大小,因爲後者是決定它們凸凹間的聯鎖程度。

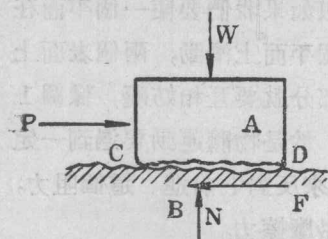


圖2 兩物體運動所產生的摩擦力。

例如在圖2內,重 W 公斤的物體 A 和物體 B 在表面 CD 線處相接觸,如果我們使物體 A 向右移動,就由二表面間的聯鎖性, B 物體給 A 物體的摩擦力 F 的方向,一定是向左的。所以要使物體 A 能夠向右移動,我們一定要加一個和摩擦力 F

大小相等而方向相反的作用力 P 。如果物體 A 的重量增大,二個表面間聯鎖性也要增大,它們間的摩擦力也就增大了;所以使 A 物體運動所需的作用力 P 也就需要增大。所以二物體間的摩擦力的大小和它們中間的垂直壓力有關係。通常我們把摩擦力和垂直壓力的比值,叫做摩擦係數。如果我們用 f 表示摩擦係數,可以得到下

面的公式：

$$f = \frac{F}{W} \quad (1)$$

物質不同光滑程度不同的接觸面，它們的摩擦係數也各不同，摩擦係數我們可以用實驗的方法來決定。如果我們知道了二種接觸面的摩擦係數，又知道了它們中間的垂直壓力，我們可以應用公式：

$$F = fw \quad (2)$$

來計算它們的摩擦力了。

軸在軸承內滾動，我們也可以看作是兩個曲面彼此滑動，所以它們運動時所發生的摩擦力，也屬於滑動摩擦。但是所不同的，是它們間的垂直壓力，並不是平均分配在軸承面上。它們的分佈情形，主要是決定於軸和軸承間間隙跟它們的彈性大小。圖3所表示的是有很大的間隙的軸和軸承。爲了表示得清楚起見，我們把間隙畫得很大，實際上是沒有這樣大的間隙。從理論上來說，它們應當是直線的接觸。當軸按時針方向迴轉時，它所遇到的摩擦力 F 將如箭頭所表示的方向。它們中間的摩擦力 F 的大小，也同樣可用公式1和2來計算。



圖3 軸和軸承的間隙。

在互相接觸的表面而滑動的機件，因為它們的表面的凸凹不平，產生了一定的摩擦力。所以當彼此滑動時，就要發生切削、粉碎、研磨等作用，因此就在接觸的表面上造成斷痕和擦傷。如果日子久了，機件便就要報廢。

假設如圖2內所表示的兩物體，A物體每分鐘向右移動S公尺，我們加給A物體的功率，應當爲每分鐘 $F \times S$ 公斤-公尺了。如

果用A表示功率，我們可以用下面的公式把它表示出來：

$$A = F \times S = fw \times S \quad \text{公斤-公尺/分。}$$

但是這個功率，並沒有給我們作出有用的工作，僅僅是用來克服摩擦阻力，所以完全為摩擦阻力所消耗了。

軸在軸承內滑動，由於摩擦力所吸收的功率，可用相同的方法來計算。如果在圖3內，設軸的直徑為D公尺，它們之間的垂直壓力為W公斤，軸順時針方向每分鐘旋轉幾次，它的摩擦係數為f，那末軸承給軸的摩擦力 $F = fw$ 。軸旋轉一次時由摩擦力所吸收的功率應當是 $fw \times \pi D$ ，而在一分鐘內，軸承所吸收的功率應當是：

$$A = fw\pi Dn \quad \text{公斤-公尺/分。} \quad (3)$$

顯然，由軸所傳達的功率，必須是摩擦所耗蝕了。當然，耗蝕的大小，要跟它們之間的摩擦係數有關。所以就機械的傳達功率來講，摩擦力也是極其有害的。

摩擦力除了對於傳動功率有很大的消耗外，還有增加工作溫度的危險，因此就會影響到機械的使用壽命。如果一部機器，開動了相當的時間，用手去撫摸它的軸承，就感覺它的溫度已經升高了，甚至有些燙手，這就是因為摩擦功已經變為熱能的緣故。在一定的摩擦係數下，軸在軸承內，每旋轉一週，發出了一定數量的熱能。如果軸承的散熱能力不好，由於摩擦功所發出的熱量，大大的超過了它所散發的熱量，這樣一來，軸的溫度，就愈來愈高；到了相當大的時候，就可能使我們的軸承襯燒壞。

從上面所說的，摩擦阻力在為害的方面將造成我們機件的磨損，消耗傳動功率，升高機件的工作溫度。這些現象，是我們不希望的，但是這些現象又是不可避免的，所以必須設法使它減低，以便

使機器能夠得到安全工作，並且使傳達功率能夠經濟。爲了要達到這個目的，機件就必須要潤滑。因此大的機器像鐵路上的機車，小的儀器像鐘錶，都需要適當的加以潤滑。

如果我們能夠選擇合適的潤滑材料，加在互相運動的摩擦面上，可能在它們當中造成油膜；把原來凸凹不平的接觸點填補起來，使它們不能夠直接接觸。既然它們不能夠直接接觸，所以可降低機件的磨損，減少功率的消耗，降低工作的溫度，這就是我們潤滑的目的。

二 潤滑的兩種情形

1 全油膜潤滑 我們知道，一切流體，都具有黏度，例如糖漿的黏着性比水爲大，因爲它的流動性比水緩慢得多；同樣水的黏着性又比汽油大等。我們可以說，黏着性是一種物體現象，是液體內部抵抗使它分子分離的外力所具有的力量，也就是液體在互相滑動時造成它們內部摩擦力的來源。

黏度是潤滑材料一個極重要的物理性質。如果我們能在兩個互相滑動的機件之間，造成功一層油膜，把兩個機件隔開，那末這兩個機件的摩擦力，就和它們間的表面性質沒有關係了，因爲它們已經不能夠直接接觸了。因此，它們中間的摩擦力，就可以大大的降低了。

明白了什麼是黏度，下面我們來談一談兩摩擦面間的油膜成立的原因。假如在圖 4 內，PQ 是一個固定物體 x 的一個平面，並且假定它的表面積是 A 平方公厘。 y 是對 x 運動的一個另外的物體，而它的運動速度是 U 。RS 是 y 物體上一個平面，平行於 PQ，而相距皆是 h 公厘。現在把 x 和 y 物體都浸到液體的潤滑油內，潤滑

材料將黏着到運動面 RS 上。如果我們把它移動到物體 x 的下面，顯然跟 x 物體接觸的潤滑油，因為 x 物體不動的緣故，就會被阻止而不動了。和 y 物體表面接觸的潤滑油，因為黏性的關係，繼續用 y 物體的速度 U 向前運動。如果 h 的值很小，那末跟 RS 面臨近的一層潤滑料 EF，也將由黏性的原因，一定也要向前運動；但是它的

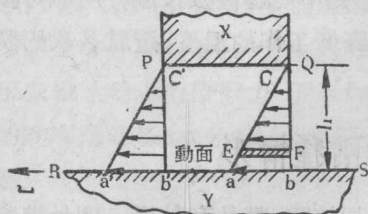


圖 4 產生油膜原因(一)。

的速度，一定要比 U 稍微小一點。EF 面以上的潤滑料，用相同的道理，它們的速度，應該愈來愈小。所以各層的潤滑材料的速度分佈情況，就應該像 $\triangle abc$ 所表示的那樣。也就是說，它們的速度，是和 x 的距離成正比。

同樣，在 $b'c'$ 邊的潤滑材料的速度分佈情況，就應該像 $\triangle a'b'c'$ 所表示的那樣。但是由於黏度的關係，這兩個三角形的面積，表示由 x 物體和 y 物體汲入和汲出的潤滑材料的體積。但是三角形 abc 和三角形 $a'b'c'$ 的高度和底邊都相等，所以汲入的潤滑材料的體積和汲出的潤滑材料的體積應該相等。在 y 物體和 x 物體運動的時候，兩物體間不會有壓力的產生。

假如我們把 x 物體固定，使它跟 y 物體傾斜，像圖 5 表示的那樣。因為潤滑材料的黏性關係，流經 bc 面的潤滑材料和流出 $b'c'$ 面的潤滑材料，就不能夠保持平衡。因為 $\triangle abc$ 和 $\triangle a'b'c'$ 雖然還是等底，但是它們的高度不相等了，所以 $\triangle abc$ 的面積要大於 $\triangle a'b'c'$ 的面積；也就是說，因為潤滑材料黏性的關係，使汲入的潤滑材料的體積大於汲出的潤滑材料的體積的趨勢，因而不能流出而藏在 bc 面和 $b'c'$ 面的多餘潤滑材料，就要產生一定的壓力。圖 6 所

表示的曲線是潤滑材料在這個狀態下，所產生的壓力和它們分佈的情況。我們就是借着這個壓力來支承载荷而建立全油膜的潤滑現象。

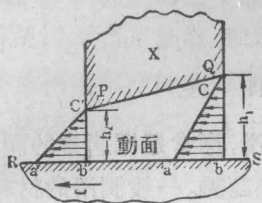


圖5 產生油膜原因(二)。

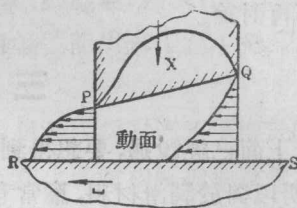


圖6 產生油膜原因(三)。

從上面所說的，我們可以很清楚的看出來，要想構成一個能夠負擔載荷的厚油膜，並且想將這個油膜，借滑動的平面保持，那末兩平面中間，必須要有一個孔隙；這個孔隙，必須要跟物體的運動方向一致，而且要逐漸縮小。

從理論上的推論和實際上的證明，想保證機件能夠成為全油膜潤滑，必須保證的條件是：

一、沿着軸承的全部長度，應當輸送充沛的潤滑材料；

二、兩個滑動面需要足夠的相對速度，這樣才可以使油膜得以形成；

三、軸承單位面積的壓力，要低到可以使油膜能以形成的位置，這樣可以使潤滑材料不致於被擠出來。

四、軸和軸承中間，需要適當的孔隙，可使油膜有留存的餘地。

五、潤滑材料應當有合適的黏度。

2 非全油膜潤滑 如果軸的轉速不夠迅速，載重量過大，潤滑油的供給不太充足，或是潤滑油的黏度太小，那末軸和軸承的接觸面將只有部分被油膜所隔離。部分凸凹不平的軸承面還是要跟軸

頸相嵌合，所得到的潤滑，變化很大，實際上可有各種程度的潤滑。所以非全油膜潤滑的性質，變化極大，有關這類潤滑的實驗結果，也不一致。所得到的結論，祇能嚴格的限制於各個的具體條件，所以不再討論。

三 潤滑劑

上面已經說過，要想得到完善的潤滑，應當選擇適當的潤滑材料；所以對於潤滑材料，應當有一個簡明認識。一般潤滑的材料，大約可以分成三類，就是潤滑油，潤滑脂和固體潤滑材料。潤滑油是液體，潤滑脂是半固體。潤滑油因為黏度小，它的摩擦係數也小，所以應用也最為廣泛。

1 潤滑油 潤滑油可分為礦物油和混合油兩大類。礦物油因為價格低廉，黏度範圍廣大，並且不容易變質，所以佔着重要的地位。

礦物質潤滑油，是從石油中沸騰點在 350°F 以上而難揮發的一部分的油中煉出。石油是多種碳氫化合物的混合體，用分餾法提去石油、醚、汽油、煤油和燃料油後所餘下的稠厚液體，就是製造潤滑油的原料。礦物油按照它的來源，可分為栢油基、石蠟基和混合油基潤滑油。栢油基的石油沸騰點較低，所餘稠厚液體可用分餾法提出各種黏度的潤滑油。石蠟基的沸騰點較高，用分餾法只能提出其中容易揮發的部分，就是輕質的潤滑油，所餘下的更為稠厚的液體，經過洗滌、去蠟、漂白和過濾等手續，就成為重質的潤滑油。

通常用分餾法製成的潤滑油，都需要經過精煉的手續，就是洗滌、去蠟、漂白和過濾等手續，除去它們所含有飽和的碳氫化合物、硫磺、石蠟、栢油和容易碳化的物質。價格低廉的潤滑油，也常常把漂白、過濾等精煉手續省去。

混合油是礦物油和動物油、植物油、硫磺、肥皂和其他物質的混合油。這種潤滑油可以得到各種黏度不同的潤滑油，同時也適合於各種不同的潤滑需要。動物油和植物油的種類很多，但是通常能够用來作潤滑油的是牛油、羊油、豬油、鯨腦油、鯨油和植物油中的非乾性油像菜子油等。植物油中乾性油不能用來作潤滑劑，因為它們能吸收空氣中的氧氣而變成固體。

動植物油的潤滑性比礦物油高，但是因為它們的價格比較貴，並且容易氧化變質，所以在一般的用途上不能和礦物油競爭。但是如果把植物油和礦物油混合，就可以增加礦物油的潤滑性，這種油最適合用來潤滑壓力高的摩擦面。

礦物油滴在高溫的金屬面上時，常常會凝結成小球的細粒，因為在溫度高的時候，它們中間分子的吸引力大於金屬面的附着力。如果跟動物油、植物油混合，就可以免除這種現象。往復式的高壓蒸汽機氣缸，溫度常在 550°F 以上，用礦物油潤滑很難取得潤滑的效果，通常都用混合油來代替。一般的說，在常溫 400°F 時是礦物油應用的最高溫度，超過 400°F ，就應該用混合油來代替。

礦物油可以跟硫、氯等元素混合，製成極壓油，它們的作用完全屬於化學方面。在高溫時，以上這幾種元素，就跟金屬結成薄層的硫化物，就覆在摩擦的表面上，可以避免熔接的現象。

配製混合油的材料很多，通常最常用的是牛羊油、豬油、鯨腦油和鯨油、菜油、石墨、硫磺和氯等物質。

牛羊油是取自牛羊油的脂肪層，在 60°F 到 80°F 間的溫度，是固體和液體的混合物，加壓力可使脂肪和水分離。牛羊油常常和礦物油混合製成蒸汽機用的氣缸油，也可以跟礦物油混合製成潤滑齒輪的齒輪油。

猪油的作用和牛羊油相似，混合前先加以精煉，除去其中所含的脂酸。含猪油 15~25 % 的混合油塗污在衣服上都很容易洗滌，所以又叫不污油。不污油常用來潤滑紡織機械。

鯨腦油和鯨油是從鯨魚中取出，溫度的變化，對它的黏度影響很小，所以常用來潤滑精密的儀器如鐘錶等。

菜油是取自油菜的種子，沒跟礦物油混合以前，要先吹入壓縮空氣，來氧化它所含的乾性物質，使它的產品穩定。經過處理後，菜油的黏度大增，用 15~20 % 的比例和礦物油混合，是輪船機械的良好潤滑劑。這種潤滑劑遇水成為乳白狀液體，附着能力很強，不致被水沖走。

石墨是片狀的結晶物體，有潤滑性，常跟油或潤滑脂混合，用來潤滑笨重的機械。

硫磺的功用是，增進混合油的抵抗高壓性。猪油可吸收百分之十的硫磺。吸收硫磺後的動物油再跟礦物油混合，就成為抵抗高壓的潤滑油。

氯的作用跟硫相似，就是在高的溫度和高的壓力下和金屬結合氯化物，它的作用可以防止表面熔接，混合的手續和硫磺相同。

2 潤滑脂 潤滑脂是由氫氧化鈣，氫氧化鈉或氫氧化鋁等鹼化劑和牛羊油加熱，使牛羊油鹼化後加入礦物質潤滑油而成。通常的製作步驟是將鹼化物質和牛羊油加熱，使它們鹼化接近完成時所成的肥皂液中，加入適當的礦物油，使它能夠得到濃度合適的潤滑脂。肥皂的作用，純為減少潤滑油的流動性，並不能幫助潤滑。

鈣肥皂的潤滑脂是最常用的潤滑脂，含肥皂的比例大約在 4~20% 之間。因為鈣肥皂不能溶解於水，所以防水性很強。鈣肥皂也不能溶解於油類，這種潤滑脂，是肥皂和水懸浮在油內而成為膠

體。高溫度的離心力作用或猛烈的攪拌，常常使油和肥皂互相分離。

鈉肥皂和潤滑油可以互相溶解，用鈉肥皂所製成的潤滑脂，能受高溫和猛力攪動，但是它的缺點是能溶解於水。

鋁肥皂潤滑脂兼有以上兩種優點，就是不溶於水也不致因攪動而使油和皂分離，但是它的價格較為昂貴。

鉛肥皂潤滑脂含有硫、磷和氯等元素，常用來潤滑齒輪。

3 固體潤滑劑 有幾種礦物質，如果用手去接觸，有油膩的感覺，所以可以用來作為潤滑劑，像石墨粉、雲母和皂石粉等，這一類的潤滑劑可以單獨使用，也可以和潤滑油或水混合使用。

四 潤滑劑的選擇

以上我們所說的，要想得到合適的潤滑，必須選擇的黏度的潤滑油。有些機械，如果使用潤滑脂來潤滑比潤滑油合適；但是也有一些機械，如果使用潤滑油來潤滑又比潤滑脂為合適；可是也有一些機械，使用潤滑油或潤滑脂來潤滑，並沒有顯著的差別。一般說來，潤滑脂的阻力比潤滑油高，容易變質，而且價格也貴。它的唯一優點，是漏損較小；所以每加一次潤滑脂，可以維持多日的使用，不像一般的潤滑油要常常加添。固體潤滑劑在潤滑的作用上，雖然不能和潤滑油抗衡，但是也有它的特殊用途。現在就各種潤滑劑的選擇原則，說明如下：

1 潤滑油 良好的潤滑油不應該具有腐蝕性；同時也不應該含有沉澱和雜質。一般的機器所採用的潤滑油，黏度希望要小，氧化希望要低。

選擇機器上所合適的潤滑油時，先要明瞭機械的速度，載荷和

壓力的關係。下面幾點，可作為選擇的原則。

一、速度高而載荷輕的機械應當選擇黏度小的潤滑油，以減少它的摩擦損失。

二、速度低但是載荷重的機械應當選擇黏度大的潤滑油，因為黏度大的潤滑油不容易被擠出。

三、溫度高的機械應當選擇黏度大的潤滑油，但是溫度過高時，黏度大的容易碳化，因此溫度高的機械採用黏度小的潤滑油最合適。

四、和水接近的機械應當選擇混合油。

五、溫度變化較大的機械(如內燃機等)，應當選擇石蠟基的潤滑油。

六、壓力大的機件(如齒輪等)，應當選擇耐高壓的潤滑油。

2 潤滑脂 以下所說的機械，如果選擇潤滑脂，要比潤滑油優越。

一、在不清潔的場合下，應當使用潤滑脂，這樣可以避免污物和塵土進入軸承內。對於滾珠軸承，尤其特別適合。

二、在人力不能輕易接近的機械，不需要常常注意的，如絞車、吊車和起重機等。

三、嚴格地說精密的機械是不許有漏油現象的，如造紙機械、洗衣機械、紡織機械和製作糖果的機械等。

四、高溫高壓的低速機械和間歇運動的機械。

五、由於工作笨重，能將軸和軸承的間隙加大，如農業機械、築路機械和礦山機械等。

3 固體潤滑劑 固體潤滑劑可以單獨使用，也可以跟油和水混合使用。單獨使用只限於少數特殊的機械，如食品製造機，因為

使用潤滑脂就會使食品變味的危險。

石墨粉和潤滑油或水的混合物，常用於潤滑高溫的機械，如烘烤爐中的軸承、傳動鏈、壓鑄機和玻璃製造機等。

石墨粉和潤滑油混合常用以潤滑警報器、電話機、無線電機、家庭用具和汽車彈簧等。

石墨粉和水混合物常用以潤滑容易燃燒場合下的機械，如抽製鎢絲和鉬絲的鑄模等。

雲母粉常用於潤滑用木料製作的機件，像木齒輪等。

特殊用途而製作的塊狀潤滑脂，也屬於這一類。塊狀潤滑脂是由石墨、牛油和黏度極大的礦物油的混合油，用刀切成小塊放到軸承的承脂盒中，借軸頸的溫度把它融化，如扎鋼機的鋼軛常用這種方法潤滑。

五 潤滑用器和潤滑系統

想得到潤滑的良好效果，除了應當選擇合適的潤滑材料外，還應當選擇合適的潤滑用器和系統。潤滑用器的構造，有些非常簡單，但是有些非常複雜。但是選擇的原則，應當根據可靠性、能動性、管理性和設備的費用等來考慮。可靠性是指潤滑器的潤滑是不是可靠。如果它的潤滑性不可靠，一旦發生事故，不但只是一個機件的損失，可能引起全廠工作的停頓。自動性是指潤滑用器是不是有自動的調節性，如機器開始轉動時，它能不能自動的加油；機器停止後，它能不能自動關閉，並且它的加油量能不能隨着機器的轉速增大而加大等。管理性是指潤滑用器因污穢的東西浸入或由氧化而造成的沉澱，是不是容易的清理等。一般可靠性能動性大的潤滑用器，設備的費用較貴，但是應當根據機器的品種，加以選擇。

1 潤滑油用器和系統 潤滑油用器和系統通常可分為人工潤滑法、滴給潤滑法、油繩潤滑法、油瓶潤滑法、油環潤滑法、飛濺潤滑法、油浴潤滑法、總幹潤滑法和循環潤滑法。

二、滴給潤滑法——滴給潤滑法常用於軸承、傳動鏈和齒輪等機件。它的設計形式，甚為廣泛，現在選擇最常用的兩種，分述如下：

針狀閥

調節螺絲

玻璃罩

加油孔蓋

明視窗

A detailed cross-sectional diagram of a mechanical device, likely a pump or valve. The diagram shows internal components including a piston (D), a valve (C), a handle (A), a circular window (明視窗), a lever (E), a small valve (B), and a base (F). The device is shown in a cross-section view, revealing its internal structure and components.

14