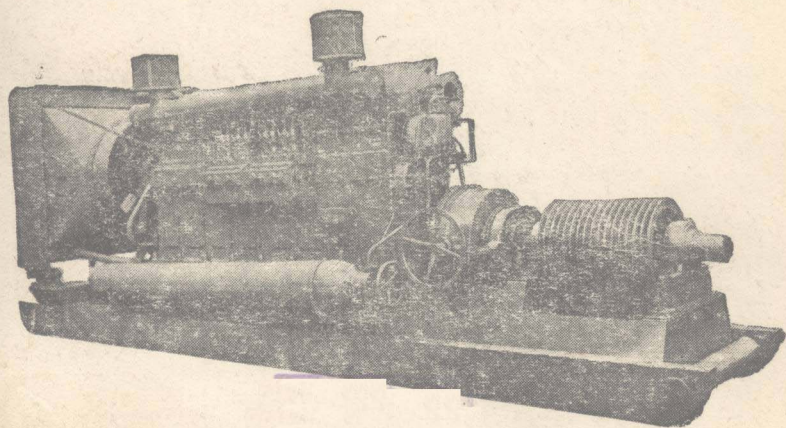


石油工人学习丛书

柴油机润滑油

胡恩如編著



石油工业出版社

內 容 提 要

这是一本介绍柴油机润滑油的初级技术读物。书的内容包括柴油机的润滑系统，润滑油的性质，润滑油添加剂，润滑油在柴油机工作的变化以及废润滑油的再生等。读者在看了这本书以后，可以懂得润滑油有什么作用，油质的好坏对柴油机有什么影响，润滑油有哪些主要性质，这些性质和柴油机有什么关系，进一步在工作中正确地选择和使用润滑油，更好地操作与维护柴油机。本书内容浅显，可供有小学文化程度的柴油机、拖拉机、柴油发动机的汽车、轮船司机和助手学习；也可以作为油品保管和销售部门工作人员的学习材料。

統一書号：15037·212

石油工人学习叢書

柴 油 机 潤 滑 油

胡 恩 如編著

石油工业出版社出版（地址：北京东城石油工人俱乐部）

北京市书刊出版业营业登记证出字第053号

石油工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

787×1092 1/32开本 * 印张1毫 * 34千字 * 印9,691—11,800册

1953年12月北京第1版第1次印刷

1960年4月北京第1版第3次印刷

定价（9）0.26元

目 录

第一节 概 說	1
一、潤滑的意义	2
二、潤滑油和柴油机	4
第二节 柴油机的潤滑	5
一、柴油机的潤滑系統	5
二、潤滑的条件和方法	5
三、潤滑油的濾清	8
四、潤滑油的溫度和冷却	10
五、潤滑油的流量和压力	12
六、軸承的潤滑	13
七、活塞的冷却	15
八、汽缸壁的潤滑	15
第三节 潤滑油的性狀	16
一、粘度	16
二、炭渣值	20
三、灰分	20
四、油粘性	21
五、酸值	22
六、水溶性酸和碱	22
七、乳化值	23
八、水分和机械夹杂物	23
九、傾点和凝固点	23
十、閃火点	24
十一、比重	26
十二、热氧化安定性	26
十三、腐蝕性	27

第四节 润滑油的添加剂	27
一、添加剂的意义	27
二、粘度添加剂	29
三、抗凝剂	29
四、提高油粘性和油膜强度的添加剂	30
五、抗氧化添加剂	30
六、防腐蝕添加剂	31
七、洗涤剂	32
第五节 润滑油在柴油机工作时的变化	33
一、润滑油受燃油的稀释	33
二、润滑油受水的混濁	34
三、炭質物的留积	35
四、润滑油的氧化作用	36
五、润滑油的腐蝕作用	37
六、活塞环的粘着(咬住)	38
七、汽缸壁的磨耗	39
八、润滑油的消耗	40
第六节 润滑油的廢旧化和再生	43
一、润滑油的廢旧化	43
二、廢润滑油的收集	46
三、廢润滑油的再生	46
附 表	48
1. 低速柴油机润滑油技术条件	48
2. 柴油机润滑油技术条件	49
3. 加添加剂的柴油机润滑油技术条件	49
4. 航空润滑油技术条件	50
5. 各种粘度换算表	51

第一节 概 說

柴油机是內燃机的一种，它是一种將柴油在汽缸中燃燒放出来的热能轉变为机械能的机械。在柴油机运轉中，燃料(柴油)中的可燃物質在一定温度和压力下同空气中的氧化合燃燒，产生高温的膨脹气体，这膨脹气体的膨脹能推动活塞，經過連桿帶动曲柄軸而使机器轉动。

柴油机在目前要算是最完善的热机，和其他动力机械相比，它有很多优点：首先，它不像蒸汽机那样需要有很多的附屬設備(如凝汽器、輔助水泵等)；其次，它是由燃料直接在汽缸內燃燒，不需要中介的热交換設備(如鍋爐)，因而它

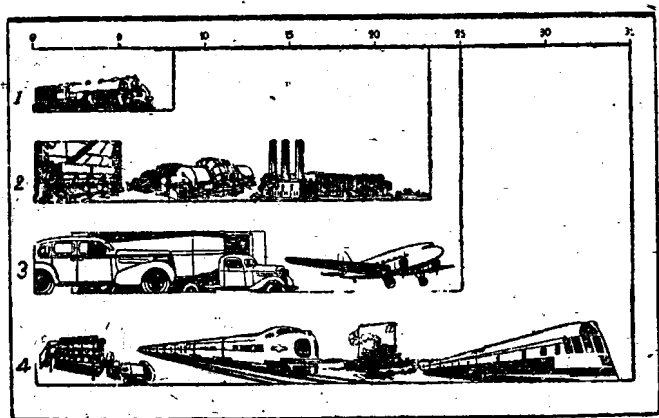


圖 1 各种热机的热效率比較

1—沒有凝汽器的蒸汽机；2—有凝汽器的蒸汽机；3—汽油机；
4—柴油机。

的热能損失小，热效率高，使用上很經濟；此外，柴油机在实用上也很方便，它既不像蒸汽机那样需要足够的水源，也不像电动机那样需要輸电綫路。因此，它的用处越来越大。不少輪船、汽車和火車都用柴油机帶动，拖拉机更是少不了它。在我們石油工業中，柴油机也广泛地作为帶动鑽井机械的發动机。圖 1 就是各种热机效率的比較。

一、潤滑的意義

在未談潤滑的意義以前，先來談一下摩擦。凡是兩個物体的表面相接觸并且相對運動時，就會產生一種阻止這種運動的力，這種現象叫做摩擦，它在我們日常生活中很容易体会到：在地面上推車，車輪就和地面摩擦；船在水裡航行，船身就和水發生摩擦；飛機在天空飛，機身就和空氣發生摩擦。

由於摩擦而產生的阻力叫摩擦力，摩擦力的大小，決定於兩個物体表面的光滑程度、接觸壓力的大小和相對運動的速度等。

在某種情況下，摩擦對我們來說是有利的，比方說，如果沒有鞋底和地面間的摩擦，我們就走不了路；如果沒有摩擦，火車在鐵道上也永遠前進不了。但在另外一些情況下，摩擦就成為有害的了，拿發动机來說吧，由於軸在軸承間轉動發生摩擦的緣故，金屬表面逐漸磨損了，磨損下來的金屬小顆粒夾住在金屬表面中間，使機械轉動時磨損得更快了，直到不能使用；為了要克服這種因摩擦而生成的阻力，發动机必須消耗一部分功；這些功由機械能變成了熱能（平常叫它為發熱），這熱能又使接觸表面的溫度升高，如果摩擦阻

力愈大，溫度也就愈高，就会破坏了金屬的性能，使机械损坏。由此可見，为了要保証机械的安全和經濟运轉，就必須想办法把摩擦減小到最低限度。

用什么办法減小摩擦呢？我們知道，摩擦力的大小，跟發生摩擦的兩個物体接触表面的光滑程度有关；因此，把物体表面磨光，就可以減小摩擦。但物体表面总是不可能磨得絕對光滑的，即使研磨得肉眼看起来再光，但在放大鏡下，也总是粗糙不平的（見圖2），因而总是要有相当程度的摩擦。但如果在兩個物体的摩擦表面塗上一層油，情况便会得

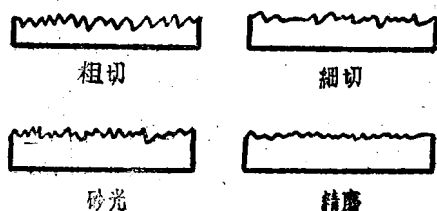


圖 2 放大鏡下面看到的物体表面

到改善，这时，兩個摩擦的物体接触面中間有了一層油膜，当运动發生后，便不再是粗糙的平面相接触，而是油層之間的摩擦，这种摩擦叫做液体摩擦。液体摩擦所产生的摩擦力比兩個固体表面直接摩擦（干摩擦）要小得多，因此可以维护机械，使它不至于磨損。这种只有液体摩擦的油層在兩物接触面中間所起的作用，我們就叫它液体潤滑，这种用来減輕摩擦而具有潤滑作用的油，就叫做潤滑油。

潤滑油不但能減輕机械摩擦，同时也具有冷却的作用，能够吸收机械摩擦时产生的热，保証机械始終在正常溫度下运轉。同时，由于減輕了因机械摩擦而損失的功和增加摩擦

部位支持負荷的能力，因而也就大大地提高了機械的有效功率和使用的耐久性。

二、潤滑油和柴油機

柴油機的形式種類繁多，近年來在製造上的進步也很快，它的汽缸直徑有自 6 公分至 90 公分的，曲軸轉速有自 80 轉/分至 4000 轉/分以上的；活塞速度有自 4 公尺/秒至 12.5 公尺/秒的；平均的制動壓力有自 3.5 氣壓至 13 氣壓的。在型式方面，有四行程、二行程，單動活塞、雙動活塞，筒狀式和十字接頭式，直式和臥式，V 字式和星形式。在氣閥方面，有提動式氣閥、筒式氣閥和在二行程汽缸中的氣口等。在噴油方面，又有空氣噴油和動力噴油。在潤滑方法上也有重力法、沾濺法和壓送法等。由於以上各種不同的性能、型式和構造，所用的潤滑油的性質和技術條件上的要求也應有顯著的區別。為了保證每一類型的柴油機能夠正常和經濟的運轉，每一個技術管理人員不但要懂得為什麼要使用潤滑油，而且還應該知道怎樣正確地使用潤滑油。這就是說，要懂得柴油機潤滑的原理和潤滑系統的結構，懂得潤滑油的基本性質和它在柴油機中工作時所發生的種種變化，以及在各種條件下如何正確地選擇潤滑油，怎樣在使用過程中保持它的良好性能。這些問題我們將在下面作一些介紹。

第二节 柴油机的潤滑

一、柴油机的潤滑系統

潤滑系統的作用是保證經常不断地供給軸承和零件以足够的潤滑油，循环压送潤滑油，冷却和過濾用过了的油，以及儲存备用油料。整个系統主要由油泵、冷却器、濾清器、油箱以及連接这些裝置的管路、控制仪表和截門等組成。

圖 3 是石油矿場上常用的 B2-300 型柴油机潤滑系統圖，圖 4 表示潤滑油在潤滑系統中的循环。潤滑油从油箱进入压油泵 1，油泵將潤滑油沿油管 2 压送到濾清器 3，濾清的潤滑油沿油管送到柴油机各部，最后又聚集在油盤中；用过的油又被抽油泵抽回油箱，再被压送、濾清，如此反复循环进行。为了在柴油机發动以前在潤滑系統內注滿潤滑油，在管綫中应裝一手压油泵。

二、潤滑的条件和方法

从最近的发展上看，最理想的柴油机，要求單位重量（公斤/馬力）最小而功率（馬力）最大，这就是說，柴油机往往要在較高的溫度、压力和轉速情况下运转，同时潤滑油的备用量又有一定的限度。因此，为了滿足上述要求，使潤滑油不断的供給，柴油机的潤滑应符合下面的条件：

1. 摩擦的各个部分，要能形成良好的油膜，以減輕各零件的磨耗；

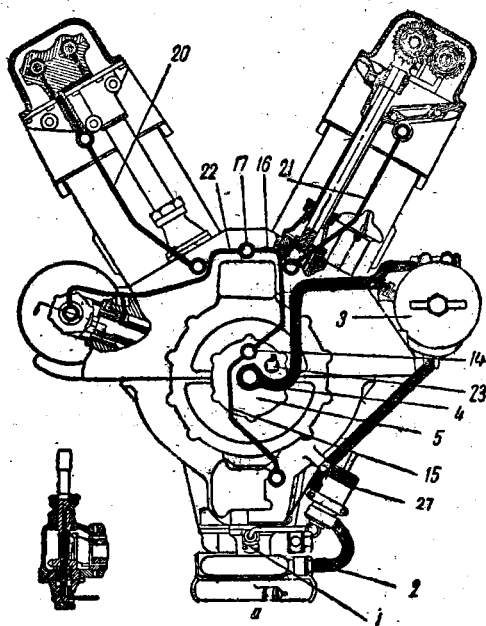


圖 3 B2-300型柴油机的潤滑系統

1—油泵；2—从油泵到濾清器間的油管；3—濾清器；4—从濾清器通往总进油路蓋的油管；5—总进油路蓋；6—总进油路油封；7—曲軸尾部內腔；8—向第一連桿軸頸輸油的油路；9—第一連桿軸頸內腔；10—第一主軸頸上的油路；11—通往曲軸主軸頸和連桿軸頸內腔的油路；12—主軸頸內腔；13—总进油蓋上的油路；14和17—三通；15和16—通向傳动裝置的油管；18和19—通向傳动軸的油路；20和21—通向凸輪軸軸承的机油管；22—通向發電機傳动裝置的油管；23—回压截門；24—吸油部分；25—压油部分；26—減压截門；27—自动注油器。

2. 活塞环不發生粘着現象，沒有积留的炭渣；潤滑系統內部，不能被潤滑油中的雜質堵塞；

3. 經常維持良好的冷却；

4. 防止机件各部分的腐蝕；

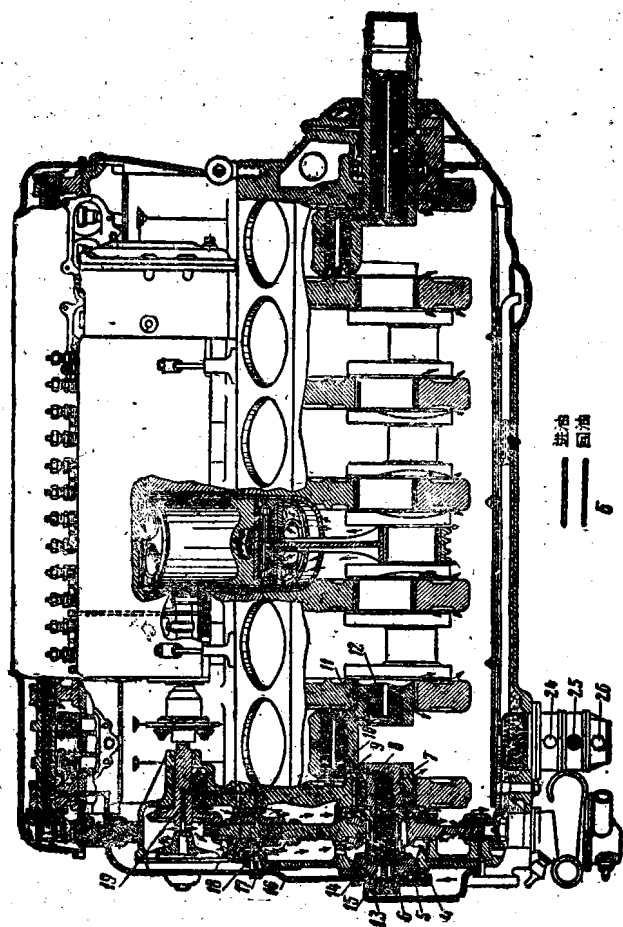


图 4 润滑油在B2—300型柴油机润滑系统中的循环
(说明与图 3 同)

5. 潤滑油的消耗量要低，使用期限要長；

6. 在各種溫度、壓力、轉速和負荷情況下，都應保持正常的潤滑，不應有氧化結皮等現象。

潤滑的方法，通常有下面 4 種：

1. 重力法——利用重力的作用，使潤滑油流到需要潤滑的各個部件。例如用油杯貯油，使潤滑油通過細孔連續下滴。

2. 毛細管作用法——用棉紗或燈芯一端浸入油內，另一端通到需要潤滑的機件上，這樣借毛細管的作用就能將潤滑油送到機件上。

3. 沾濺法——利用潤滑油的粘性慣性，由一機件沾有潤滑油以後，將油帶到或濺到需要潤滑的機件上，如油環施油法以及內燃機中利用聯桿轉動濺油以潤滑汽缸等。

4. 壓送法——即用油泵壓送潤滑油。用這種方法，可以不斷地大量供給潤滑油，現代的柴油機多採取這種方法。

三、潤滑油的濾清

新鮮的合乎規格的潤滑油，應該是純淨的，沒有雜質的。但由於柴油機運轉時零件的磨耗，以及工作地點空氣中灰塵的進入，因而潤滑油在使用過一定時間後總是免不了會有機械雜質混入的。這種雜質的生成，會加大零件間的摩擦，因此，要設法將它除去。濾清器便是除去這種雜質的裝置。濾清器可分為粗濾器和精濾器兩類：粗濾器通常用每平方公分 100—400 小孔的金屬網製成，它只能擋住較大的雜質顆粒，通常安在油泵進口處。精濾器按其製造材料，又可分為以下幾種：

1.棉(毛)織物式濾清器——用棉布或毛氈疊成，能除去水分和細小的雜質，可以擋住直徑0.01公厘以內的微粒雜質。

2.隔板式濾清器——用很多片銅片(或濾紙)疊成，含有雜質的油通過疊片中間的縫隙就被濾清。這種濾清器，由於它的供油量比較大，常用在大型的柴油機上。它可以擋住直徑0.02—0.035公厘的雜質。

3.化學吸收式濾清器——這種濾清器中裝有可以替換的濾筒，濾筒中裝有淨化潤滑油的過濾材料，它能吸收油中的各種膠質成分、石油酸和硫化物。濾清器使用到一定時間(一般約500小時左右)，過濾體即被堵塞，就必須新換一個。這種吸收式濾清器，可以濾清未加添加劑的潤滑油(參閱本書第四節)。如果使用有添加劑的潤滑油就不宜採用這種濾清器。濾清器的結構如圖5所示，當濾清器受到阻塞時，由彈簧压紧的安全旁通閥7能自動開啓，使潤滑油不經過濾筒而流

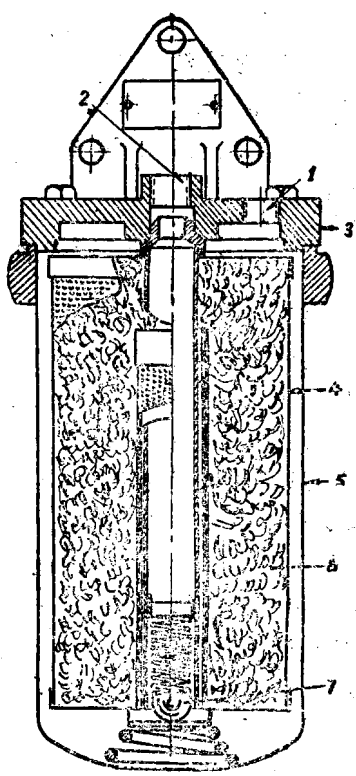


圖 5 化學吸收式濾清器
1—潤滑油進口；2—潤滑油出口；3—蓋；4—濾筒殼；5—外殼；6—濾筒；7—安全旁通閥。

過濾清器。

濾清的方法可分為連續過濾和整批過濾兩種，連續過濾是在柴油機運轉中不斷將油濾清。整批過濾是用油泵將機器中的潤滑油取出過濾，然後再泵入柴油機使用或輸往備用油箱。

四、潤滑油的溫度和冷卻

潤滑油的溫度和柴油機運轉的關係很大，溫度過高，會產生熱氧化作用和炭渣的留積，降低油的粘性、油膜強度以及散熱能力，甚至發生自燃；溫度過低，柴油機中燃燒氣體又會遇到低溫的潤滑油而凝結，凝液和潤滑油相混會使油稀釋。從柴油機近來的發展上看，要求馬力大，重量小，這就勢必要增高潤滑油的溫度。有人認為，潤滑油溫度的升高會降低油的粘度，因而主張在高速柴油機中使用粘度大的潤滑油，但是，這樣做反而會增大了摩擦面間的摩擦，因而也就變高了溫度。實際經驗證明，使用低粘度的潤滑油往往是更

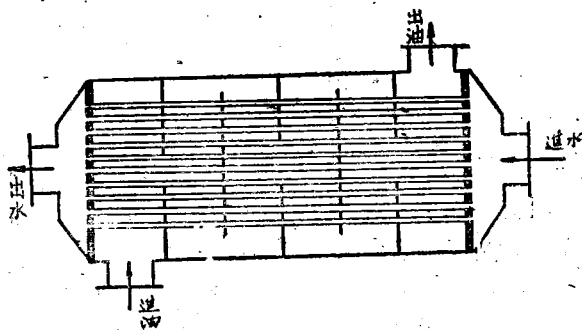


圖 6 潤滑油冷卻器

为有利的。通常，当 B2-300 型柴油机转速为 900—1500 转/分时，进入柴油机的润滑油温度应在 $40-80^{\circ}\text{C}$ ，从柴油机流出的润滑油温度不应高于 90°C 。为了达到这一目的，我们就使用冷却器。

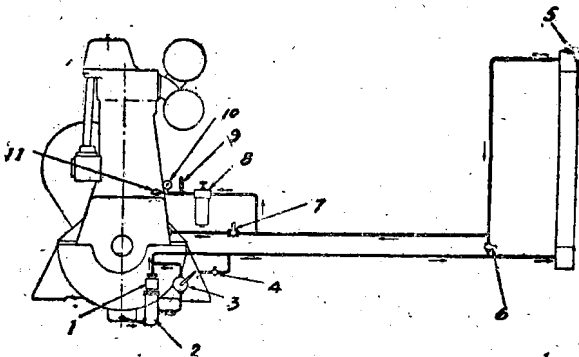


圖 7 冷却器和潤滑系統連接圖

1—油泵；2—濾清器；3—手动輔助油泵；4—放油栓；5—冷却器；
6、7—洩油閥；8—濾清器；9—溫度計；10—壓力計；11—潤滑油通
往柴油机的总管。

冷却器可以冷却从柴油机流出来变热了的润滑油，冷却介质通常都用水。冷却器的构造如图 6 所示。它和润滑系统的连接如图 7 所示。冷却器的散热能力（当担任活塞冷却时），应能吸收全部柴油含热量的 7—15%，一般要求将润滑油的温度降低 $10-20^{\circ}\text{C}$ 。当热的润滑油经过冷却器突然冷却后，油中的胶质杂物很容易聚结在冷却器内，因此必须经常用洗涤剂清洗。洗涤的方法很多，如果冷却管和管板部分能拆下来，即可放在三氯乙烯液内清洗；如不能拆下，则将上述洗涤剂泵入冷却器清洗。如用三氯乙烯清洗后仍有一些杂物不能清除时，可再用碱溶液加热后泵入冷却器清洗，

直到將雜質除淨為止。

五、潤滑油的流量和壓力

潤滑油的流量是單位時間內流過的潤滑油有多少。流量的大小根據柴油機的型式和構造而不同，並且跟各摩擦部件的溫度、間隙、運動速度以及潤滑油的粘度有關。一般柴油拖拉機潤滑油的流量為 50 公升/分，150 馬力的船用柴油機潤滑油流量為 80 公升/分，B2-300 型柴油機當轉速為 1500 轉/分時，潤滑油流量為 55 公升/分左右。為了保證足夠的潤滑油用量，通常都按實際需要保持一定的多余油量。

潤滑油的循環壓力，通常為 2.5—3 公斤/平方公分，若需要擔任活塞冷卻的循環壓力約在 3—4 公斤/平方公分，B2-300 型柴油機，則規定當轉速為 1500 轉/分時，過濾後的壓力是 6—9 公斤/平方公分，轉速為 600 轉/分時，過濾後的壓力是 2 公斤/平方公分。壓力的高低可以用裝在油泵附近的壓力調節器來調節。

潤滑油通過濾清器前后的壓力差通常約在 0.6—1 公斤/平方公分，如壓力差太大，就表明濾清器堵塞，應加以清洗；如壓力差過小或根本沒有，就是表明濾清器已經損壞，應該加以修理或更換。此外，當軸承或其他摩擦部分過度磨損或燒毀而有漏油現象時，油壓會突然降低。如果使用粘度過大的潤滑油或通路中有油渣堵塞，油壓會逐漸增高。不論壓力增高或減低，都會影響潤滑油的流量，在操作時應該隨時注意，必須及時加以消除維持規定的油壓，保證正常的潤滑。

六、軸承的潤滑

柴油机軸和軸承的空隙間的潤滑油，當軸在運轉時，就產生壓力，形成楔形的油層，轉速愈快，軸頸所帶的油便愈多，將油壓送到空隙窄小部位的速度也愈快，因而增加油楔的壓力，將軸提高，油膜也就愈厚，如圖 8 所示。圖 8 I 是軸在靜止狀態，軸和軸承直接接觸，中間並沒有油層；當軸開始轉動，但速度不大時，便如圖 8 II 所示，一層油圍繞着軸承面，另一層則粘附在軸頸上；當轉速加大時，便如圖 8 III 所示，在軸和軸承的空隙中形成了楔形的油層；當轉速更高時，軸頸便保持在四周圍繞油層的中心地位，如圖 8 IV 所示。

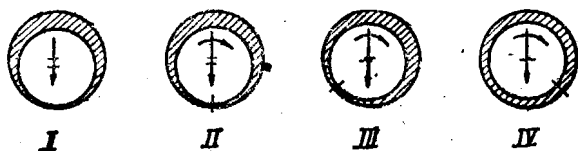


圖 8 各種不同轉速時軸在軸承中的位置

當軸轉動時，軸承各處所受的壓力是不同的，如圖 9 所示， E 點的壓力最大， G 點最小， F 點的油膜最薄，這就表明，如果軸承受力是垂直方向的，那末軸承的上部受力總是比較小，因此，潤滑油的進口應該放在上部。

在柴油机中，軸承上的油槽也應該開在適合的位置，如果開在壓力大的軸承面上，會減少軸承的負荷能力。如圖 9 中虛綫所表示的，說明在油槽處潤滑油的流動較快，以致該處壓力突然減低。所以根據經驗，軸承中的油槽開在低壓力