

B7.1569
JST

122057



機車乘務員教材

油給機車蒸汽

機車乘務員統一教材編纂委員會編
機車乘務員教材編審組修訂

62立



人民鐵道出版社

B7.1569

機車乘務員教材

蒸汽機車給油

機車乘務員統一教材編纂委員會編
機車乘務員教材編審組修訂

人民鐵道出版社

一九五六年·北京

七

本書討論了有关機車給油的一些問題：摩擦和潤滑作用，油脂的物理、化學性質和分類，各種給油方法，給油作業等。

本書可作為培養機車乘務員的教材，並可供現取機車司機、副司機、司爐學習和參考之用。

蒸 汽 機 車 給 油

機車乘務員統一教材編纂委員會編

機車乘務員教材編審組修訂

責任編輯 尹鍾誠

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府17號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第010號

人民鐵道出版社印刷廠印 新華書店發行

書號684 開本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張3 字數65千

1957年2月第1版第1次印刷

印數6,585冊 定價(10)0.46元

序

為適應目前各局培養機車乘務員和在職員工技術業務學習的需要，特將一九五一年鐵道部機車乘務員統一教材編纂委員會編的司馬養成所教材選定八種，重作修正和補充。並將原教材「機車構造及作用（上、下冊）」改為「蒸汽機車構造及作用（上、下冊）」，「風力制動機構造及作用」改為「蒸汽機車空氣制動機」，「機車乘務員自檢自修範圍及工作法」改為「蒸汽機車乘務員檢修」，「運轉理論」改為「蒸汽機車牽引計算」，「燃料及焚火」改為「蒸汽機車焚火」，「油脂及給油」改為「蒸汽機車給油」，「機車操縱」改為「蒸汽機車操縱」，「機車故障應急處理」改為「蒸汽機車故障應急處理」。

全部教材內容仍以「司馬1型機車為主，對其他型機車如「 Γ 」6、 Δ 」7、 Δ 」5、 Γ 」6等某些部分品和我國新造機車改進部分，亦予重點列入。並按各書性質、特點，予以適當安排，盡量避免重複。因限於修訂人員業務水平，難免沒有錯誤和缺點，尚希讀者多提意見，以求更臻完善。

鐵道部教育局

鐵道部機務局

一九五四年十二月

修訂說明

本書根據原「油脂及給油」，作了如下的修改：

一、第一章比較詳細地介紹了摩擦和潤滑現象。第二章中補充了油脂性質和我國機車現用的幾種潤滑油的特性，並對我國最近試制的乳化汽缸油作了簡單介紹。這兩章是學習給油工作的理論基礎。

二、第三章給油方法中，增加了我國新制的 8-8 型壓油機的構造作用和使用上的注意事項，並將原「機車構造及作用」中的透視給油器和舊型壓油機的主要內容移至本書，並加以改寫。

三、重新改寫給油作業部分，並增加給油練習順序和處所，供初學者練習給油作業，希各地教育工作者按具體情況適當結合。

目 錄

第一章 總說

第一節	摩擦	1
第二節	潤滑作用	3

第二章 油脂

第一節	油脂的物理性質	5
第二節	油脂的化學性質	7
第三節	機車用油的分類	8

第三章 給油方法

第一節	油芯給油法	18
第二節	閥式給油法	21
第三節	油絲給油法	23
第四節	干油給油法	26
第五節	透視給油器給油法	29
第六節	壓油机給油法	35
第七節	油浴給油法	53

第四章 給油作業

第一節	日常給油作業	54
第二節	洗修給油作業	60
第三節	給油練習	63
第四節	油脂節約	76

第一章 总說

機車牽引着列車，以高速度行駛着，各运动部分摩擦劇烈。摩擦部分的給油，對於機車保養有着極重要的意义，這項工作的好坏，直接影响着機車的質量、使用寿命以及機車的使用效率。

在保養機車方面，苏联社会主义劳动英雄、先進機車司機魯寧創造了整套的、科学的機車保養法，給機車乘務員樹立了光輝的范例。在我國鐵路开展「魯寧機車保養」运动以來，也湧現了不少像李永、王鳳鳴、尹兆坤、刘金培、楊國良等保養機車的先進人物。这些都是我們機車乘務員學習的榜樣。

機車乘務員，必須了解機車各运动部分在运行中的摩擦現象，了解潤滑作用的基本理論，認真學習先進給油方法，以保證機車質量良好。

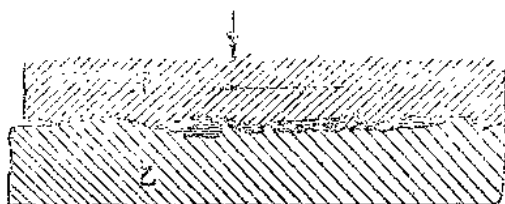
第一節 摩擦

一、摩擦的概念

运动物体沿着静止物体滑动时，產生滑动摩擦；运动物体沿静止物体滚动时（例如機車車輪在鋼軌上滚动）就產生滚动摩擦。

摩擦主要是由於二个接触表面不平滑而產生的。即使在十分光滑的表面，也会有凹凸不平的地方，这在顯微鏡下，顯得特別清楚。

因此，当一物体沿着另一物体的表面滑动时（如第1圖所示），甲物体的凸部（或凹部）



第1圖 物体的摩擦

經過乙物体的凹部（或凸部），就对运动產生一种抵抗力，这种抵抗力叫做摩擦力。

同样，在滚动摩擦中，支承滚子的表面和滚子本身的表面（例如鋼軌和車輪）亦有凹凸不平的地方。滚子总是要陷入在它所处的表面內的，不过程度各有不同，因而摩擦力的大小也不相等。例如在沙地上騎自行車，就比在柏油路困难。

1. 摩擦力的大小与物体間的垂直压力成正比例。或者，對於各种一定的物体來說，摩擦力与垂直压力的比等於常数。这个常数，叫做摩擦系数。

$$\text{摩擦系数} = \frac{\text{摩擦力}}{\text{垂直压力}} = \text{常数}。$$

以 F 代表摩擦力， P 代表垂直压力， ψ 代表摩擦系数，則

$$\psi = \frac{F}{P}。$$

摩擦系数与摩擦表面的材料有关。

2. 摩擦系数与摩擦面積的大小沒有关系，在固定的物体間这个系数是固定的。但須注意下面兩点：

- (1) 物体接触面不能像几何平面那样平滑；
- (2) 物体接触面不能太小（譬如像針一样）。

3. 摩擦系数随运动速度的增加而減小。这是由于速度較高时，在兩摩擦面間不平滑的凹凸部分不一定能全部鈎在一起或鈎得很牢靠，因而摩擦系数減小。

二、摩擦的影响

1. 磨阻。根据上面所述，当兩物体摩擦时，其凹凸的地方互相嚙合，產生阻力（磨阻），抵抗物体运动；因而欲使物体运动，就需要消耗一定的能量，以克服此种阻力。

2. 磨耗。兩物体接触且作相对移动时，其高低不平的地方就像銼一样發生互相銼平的作用。当高处銼平后，又会產生新的凹凸处。这个作用繼續不断地進行，結果就使摩擦物逐漸消耗下

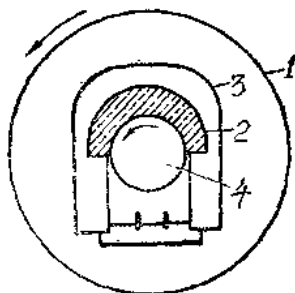
去。

3. 發熱。兩摩擦物因克服上述抵抗力和銼平凹凸處所而產生高熱，可能使摩擦物燒損或熔化。

但是，摩擦並不是完全沒有好處。相反，在很多情況下，摩擦是有很重要意義的一種現象。譬如我們走路時，如果沒有摩擦，就要滑倒。機車動輪和鋼軌間如果沒有摩擦力（黏着力），就只能空轉而不能前進。制動機也是利用閘瓦和輪箍間的摩擦力而使列車停止的。所以，摩擦在某些地方是有害的，而在另外一些地方就是有利的。我們必須設法利用其有利的一面，克服其有害的一面。

第二節 潤滑作用

蒸汽機車是一種高速運動的蒸汽機。在運轉中，不可避免地會有很多地方發生相對摩擦。軸瓦和車軸（第2圖）就是一個例子。軸瓦固定在機車軸箱上，並且擔負着機車重量，而車軸是隨車輪作高速迴轉的，因此在軸瓦與車軸間就造成劇烈的摩擦。此外，還有很多類似的情況，如果不設法克服，就會發生前述的磨阻、磨耗和發熱等現象，不但減低機車牽引力，縮短機件使用壽命，並且容易造成燒軸等重大事故，給國家帶來很大損失，所以必須積極設法消除或減輕此等摩擦現象。



第2圖 軸頸和軸瓦摩擦示意圖

1—車輪； 2—軸瓦；
3—軸箱； 4—車軸。

目前，我們在機車上減少和避免摩擦的主要方法，是在摩擦面間使用潤滑油，使金屬與金屬間的固體摩擦變為如下的情形：

一、液體摩擦

在充分給油的情況下，兩個互相摩擦的固體被潤滑油的油層

截然分开，使固体与固体間不相接触，而把原來固体間的干摩擦变为液体間的摩擦。

人类对液体摩擦的应用，很早以前就已开始了。在五千年以前的黃帝时代，我們的祖先已經發明了舟船，懂得了利用液体摩擦來减少移动物体时所消耗的力。摩擦面間造成液体層后，例如造成潤滑油油層后，其所以能减少阻力的原因，是由於潤滑油填滿了固体表面所有的凹凸不平的处所，而液体分子間的凝聚力較固体小得多，將兩固体間的分子吸附力隔絕，使摩擦力变得非常小。

二、半液体摩擦

当摩擦面間虽然充分給油，但某些地方的油料被压挤出去，而固体与固体間仍不是直接接触的，这种現象叫半液体摩擦。

三、半干摩擦

在給油不充分时，兩摩擦面間只有一層極薄的油層，它並不能使兩固体間完全隔开，有些部分仍然直接接触，因而它的摩擦力虽小于干摩擦，但也相当大，这种現象叫做半干摩擦。

在机車上，除制动等特殊情況外，任何摩擦部分都不允許有干摩擦的現象發生。良好的給油应当使摩擦面間有完全的液体摩擦。

在机車上，因各摩擦部分的構造和工作条件（如温度、压力和速度）等不同，而要求不同性質的油脂。所以，我們必須首先了解各种油脂的各种特性，才能按照实际要求选择適當的油料。

習 題 一

1. 什么叫做摩擦？
2. 摩擦系数表示什么意思？
3. 摩擦有什么害处？有什么用处？
4. 机車上为什么需要潤滑？
5. 液体摩擦、半液体摩擦和半干摩擦的現象是什么样的？

第二章 油 脂

第一節 油脂的物理性質

一、油 性

把玻璃棒插入水中，取出后棒上帶有薄薄的水層；如果插入濃度大的油脂中，取出后棒上則帶有較厚的油層。這種現象的造成，是由於液体分子有附着力的緣故。附着力的大小隨液体的種類而不同。油的附着力比水要大得多；水銀由於內部分子凝聚力大於對其他物体的附着力，因此不能附着在其他物体上。密度小的油脂（稀油）附着性較強，密度大的油脂附着性較弱（內部分子凝聚力較強）。油脂的附着力是潤滑上一個極重要的性質。當油脂塗在摩擦面上的時候，它就強有力地附着在摩擦面上，形成一層油膜，雖然受到壓力和沖击，油膜也不易破壞。油脂的這種強烈的附着性質，叫做油性。

二、粘 性

當液体流動時，由於內部分子的凝聚力而發生摩擦，這個摩擦，就使液体表現出一種粘滯性，通常叫做粘性。隨着液体密度的不同，分子間的摩擦就不同，因而其粘性也不同；密度大的液体粘性較大，密度小的粘性較小。粘性程度的大小用粘度來表示。測量油脂的粘度，使用「恩格列爾」粘度計。方法是以200立方公分試驗油，在一定溫度下測量自「恩格列爾」粘度計流出來的時間，和同量的蒸餾水（在 $+20^{\circ}\text{C}$ ）從該粘度計完全流出來的時間的比值。這個比值就是粘度數。試驗油一般都是在 $+50^{\circ}\text{C}$ 時測量；如果油脂粘度特大的時候，要在 $+100^{\circ}\text{C}$ 試驗。

「恩格列爾」粘度用 E 表示，如 $E_{50} \cdots 5$ ，就表示在 $+50^{\circ}\text{C}$

試驗時粘度是5； $E_{100} \dots 8.5$ 表示在 $+100^{\circ}\text{C}$ 試驗時粘度是8.5。

粘性也是油在潤滑作用上的一個重要的物理性質。粘性大的油脂，可以在很高的壓力下保持油膜的一定厚度。但另一方面，粘性大的油，由於內部分子間的摩擦力大，因而給予在運動中的機械部分的阻力也比粘性小的油為大。當摩擦速度增高時，這個阻力表現更為明顯，因而增加機車燃料消耗。所以，粘性大的油脂，以使用在高压低速的部分較為合適。

油脂的粘性和溫度有着密切的關係。一般油脂，當溫度增加時油脂變稀，粘度減低；溫度降低時油脂變稠，粘度增加。但油脂粘度隨溫度而變化的情形並不是完全一樣的：有的油脂，當溫度變化時，其粘度急遽地增高或降低；有的油脂，當溫度變化時，粘度的變化則較為緩慢。我們通常把這種變化的情形稱為油脂粘度的安定性。在一定溫度下適用於某種工作情形的油脂，當溫度變化時，由於粘度發生變化，就可能變成不適用的。所以我們應當選用粘度較為安定的油脂。

三、凝固點和滴落點

隨着溫度的降低，油脂粘度逐漸增加。當溫度降低到一定程度時，油脂就開始凝固。油的凝固情形和水不同：當溫度降至冰點時，水就迅速凝結為冰；而油從開始到完全凝固，卻需要一個相當的溫度降低過程。所以油的凝固點不易測定。一般的所謂油脂的凝固點，是指將油脂裝入直徑15公厘的玻璃管中，當油脂凝結到將玻璃管傾斜 45° 角，經過1分鐘而油脂不流動時，此時的溫度稱為該種油脂的凝固點。冬季時，應特別注意油脂的凝固點，以免在使用中因氣溫降低而油脂凝固，以致不能順着管路進入摩擦面間，而造成干摩擦，引起磨耗和發熱。

稠的半固體性油脂當溫度升高時就要熔化，它的熔化，和凝固相似，需要一個溫度升高的過程。我們所說的滴落點，就是當

油脂變熱後開始落下第一顆油滴時的溫度。

選擇油脂時，也應當特別注意油脂的滴落點。在一般溫度不高的摩擦部分，不應使用滴落點高的油脂，以免引起磨耗過甚。

四、閃點和發火點

在高溫的工作條件下，油脂應該不容易燃燒，才能穩定地發生潤滑作用。像汽缸油，對使用過熱蒸汽的汽缸，這一點就顯得非常重要。

如果把油脂加熱，使之蒸發到在接近火焰時能夠爆發的程度，此時（開始爆發時）的溫度就叫做閃點。除了閃點以外，常常對油脂還做發火點的試驗。若油脂加熱到在接近火焰時發生燃燒，並在撤去火焰後仍能繼續保持燃燒5秒鐘以上，那末這個開始燃燒的溫度就叫做發火點。一般發火點比閃點高出 20°C 以上。

第二節 油脂的化學性質

一、水分

油脂中原則上不應含有水分。油脂中含有水分時能產生下列不良後果：

1. 水分附着於金屬表面，能使金屬氧化而生銹；
2. 破壞油絲及油芯的吸油作用而造成摩擦部分發熱。

所以，我們應注意不可使用含有水分的油脂（特制的油脂除外）。在油脂的貯存上應避免混入水分。在給油部分發現有水分時應及時清除之。

二、乳濁性

在利用苛性鉀精制油脂時，容易使水分混入油中，發生一種所謂乳濁性質。油的乳濁性就是水分裂為無數細小微粒，均勻地

分佈在油中，使油脂呈乳白色狀態。這種乳濁性，會大大地降低油脂的油性，破壞油膜的生成，所以對某些油脂來說，應注意不使它和水發生乳濁作用。

三、酸性

精制油脂時，一般多使用硫酸來清除油脂內的雜質並中和油脂中原有的鹼。因此，在油脂中就會殘留一些遊離酸，這些遊離酸對摩擦部分的金屬和油管很容易發生腐蝕作用，並且容易吸收雜質造成油垢，堵塞油路。所以油脂中的酸性是非常有害的，因而使用的油脂應該是中性的。

油脂的酸價是以中和 1 克礦物油中的酸所用的苛性鉀的克數來表示。

四、氧化性

把油脂加熱至 100°C 左右，觀察油的變化情形，就會發現油色逐漸變深，油脂在空氣中氧化後改變了它的性質，生成膠狀沉淀（瀝青、樹脂、酸類或鹼類），並且油脂的粘度也急劇地變化。溫度高時這種氧化作用特別激烈，溫度低時比較緩慢。通常把油脂氧化的難易稱為油脂的化學安定性。油脂氧化所生成的沉淀在摩擦面上生成油垢，堵塞油路，污損機件，並易造成發熱。所以應當選用比較安定（即不易氧化）的油脂。

油脂中常殘留有各種雜質，如樹脂、瀝青、泥、砂、塵芥、灰分等。樹脂和瀝青已如上述，在氧化時容易生成沉淀和油垢。其他雜質在油脂的貯存和使用中也容易生成沉淀和油垢，堵塞管路，使摩擦面磨成綫疵。另外，為了消除油中雜質的害處，還應該注意油脂的貯存，並應在一定時期清除容器底部沉淀，以免其混在油中進入給油部分。必要時將油脂過濾，清除雜質。

第三節 機車用油的分類

油脂按其製造過程和所含成分的不同，各自具有不同的油

性、發火点、比重、蒸發減量等性質。为了適合机械工作的要求，应根据機車各运动部分的構造和工作条件，採用适当的油脂，以达到良好的減摩作用。今將機車常用油脂分述如下。

一、車軸油

石油蒸發后所殘留的油，經過硫酸、火碱和水的清洗，可制得車軸油。

車軸油在常溫時油性很强，粘度適當並且在相當壓力下油膜不易破坏，且具有流動性。所以一般多使用在機車的導輪、从輪、煤水車輪以及客貨車輪的軸頸与軸瓦間，以減少摩擦。机械部的各摩擦部分，如滑鈹、曲拐銷、月牙鈹以及閥動裝置各銷間，也多使用車軸油。動輪軸頸也有使用軸油的。

我國冬、夏季气温变化甚大，尤其是我國領土廣大，南北方气温相差懸殊，因此要求車軸油具有相當的粘度安定性。但礦物油一般粘度不太安定，因此乃將車軸油分为夏季用和冬季用兩类：夏季用軸油較稠，成深赭色，凝固点較高，气温在 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 左右時流動性較强，很適合於机械減摩作用；冬季用軸油較稀，成微透明的淡赭色，凝固点一般在 -20°C 以下，气温高時流動性甚大，不易形成良好油膜，但气温在 0°C 以下時却能起到良好的減摩作用，因而適合冬季使用。

我國機車季節用油的使用期間如下：

1. 夏季軸油

东北方及太原局地区……………5月1日～10月31日

北、南方局及昆明重慶地区……………4月1日～10月31日

2. 冬季及寒帶軸油

东北方及太原局地区……………11月1日～4月30日

北、南方局及昆明重慶地区……………11月1日～3月31日

在我國的特別寒冷地区，当气温降到一定程度時，为了使軸油的凝固点更为降低起見，可向軸油內混入適量的煤油。按气温

不同，混入煤油的比例如下：

1. 气温低於 -25°C 时混入 5~10%；
2. 气温低於 -50°C 时，於寒帶軸油中混入 5~10%。

我國目前所用軸油的規格見下面第 1 表。

在機車的搖連桿上使用軸油，是苏联早已确定的方向，但在我國鐵路上南方各局習慣用軸油，而北方各局則習慣用干油。究竟使用那種為好？意見不一。鐵道部機務局油脂工程師潘祖佑根據苏联先進經驗，提出在機車的搖連桿上使用軸油的建議，而且他在審核一九五三年計劃時，發現使用軸油的南方各局比使用干油的北方各局每百公里可節省油脂費 1.30~1.50 元。根據這種情況，他曾蒐集與整理出使用軸油的理論根據，在搖連桿上使用軸油有如下的好處：

1. 能提高機車質量，如動軸距、軸直角、曲拐銷圓、連桿中心距離等必須檢修正確；
2. 能改善部件間摩擦面的條件，降低摩擦係數，減少摩擦力。摩擦係數干油的為 0.02737~0.03267，軸油的為 0.00167~0.00246；
3. 能有效地保養各種銷子，減少磨耗，延長使用壽命。如曲拐銷每百萬公里磨耗量使用干油時為 0.01~0.051 公厘，而使用軸油時僅為 0.004~0.0025 公厘；
4. 改用軸油後，在高压下能保證油膜不發生破壞現象。根據試驗資料，油膜一般在 210~239 公斤/公分²時開始破壞，而我國現有機車都達不到這個數字（如 Δ 型機車最高是 219 公斤/公分²，而 Γ 型機車最高僅達到 142 公斤/公分²）；
5. 改用軸油可比使用干油節省油脂費用；
6. 改用軸油每百萬公里可節省鋼料 43%。

根據以上所述，在機車的搖連桿部分使用軸油，確實優於干油。至於機車動軸使用軸油，已提交鐵道科學研究院進行試驗，有的鐵路管理局也在進行重點試驗。根據苏联經驗，在機車動軸上使用軸油，在機車效率上和經濟效果上，都比使用干油大得多。

二、汽缸油

機車的汽缸是高溫蒸汽的工作處所。使用飽和蒸汽的機車，

汽缸溫度在 180°C 以上；使用過熱蒸汽的機車，汽缸溫度可達 500°C 以上。因此，對於汽缸壁與輪軸腰圈間的潤滑油有以下的要求：

1. 具有高度的粘性和油性，能在高溫下形成良好油膜，起到良好的潤滑作用；

2. 要有相當高的閃點，以免油脂在高溫下燃燒，或過度蒸發，破壞油膜，造成干磨；

3. 在高溫作用下不得發生油垢的硬化現象，以免固着腰圈，堵塞汽口，或縮小排汽口徑，影響通風；而且硬化的油垢容易磨損汽缸或汽室壁。

機車所使用的汽缸油，一般為將石油蒸餾出汽油、煤油、柴油後所殘留的重油，再將輕質潤滑油（如機械油等）蒸餾出去，即得到汽缸油。汽缸油成暗赤褐色。發火點：飽和汽缸油在 200°C 以上，過熱汽缸油在 300°C 以上。在常溫時流動性很小，不適用於減摩作用。當溫度升高至 200°C 以上時（過熱蒸汽機車），則表現有很好的油性和適當的粘度，因而能形成良好的油膜，起到優良的潤滑作用。

汽缸油在機車上是消耗最多的潤滑油之一。解放前我國機車所用汽缸油完全依靠國外輸入，價格很高，現在我國已能大量製造。

三、乳 化 油

1. 乳化油的成分。 在一般情況下，油和水是不能混合的。如果把水傾入油中猛烈地攪拌，則水就破碎為極小的微粒（直徑 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{200}$ 公厘），混在油中，使油成為乳濁狀態。這樣的油叫做乳化油。但這樣的乳化油是極不穩定的，在長時期擱置後，特別是當溫度增高時，微小的水粒就會慢慢地凝聚起來，成為大的水珠，發生所謂分層現象，結果等於油中帶有水分，影響極不好。混在油中的微小水粒為什麼會凝聚起來呢？這是因為當水分子之