

# 煤矿油品管理

MEIKUANG YOUPIN GUANLI

主 编 吕瑞华 赵国贞

07.216.5

煤炭工业出版社

94  
F407.216.5

3

2

# 煤 矿 油 品 管 理

主 编 吕瑞华 赵国贞  
编 写 王叶青 姜丽华 李明花  
审 核 伊长德 蔡稳富



3 0073 9991 2

煤炭工业出版社



C 050469

(京)新登字042号

### 内 容 提 要

本书共分三章。第一章介绍了摩擦与磨损的机理、类型、润滑剂的作用和使用方法；第二章是煤矿常用油品介绍，内容包括燃料油、液压油和润滑油、脂的物理、化学特性、适用范围等；第三章重点讲述了油品在贮存、发放中的管理方法，油品安全管理方面的技术问题和废油的再生和回收方法。

本书适于从事油品使用和管理的工人和技术人员阅读。

### 煤 矿 油 品 管 理

主编 吕渭华 赵雷贞

责任编辑：顾建中

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京宣武门内大街甲36号邮编100045)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本787×1092mm<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张6<sup>3</sup>/<sub>4</sub>

字数145千字 印数1—1,070

1993年6月第1版 1993年6月第1次印刷

ISBN 7-5020-0843-8/TD·783

书号 3609 G0262 定价 5.25元

## 前 言

近年来,随着煤炭生产的迅速发展,煤矿机械化程度提高很快,综采、综掘等现代化设备在生产中发挥了巨大作用。为了保证机械设备安全、高效率地运转,管好、用好这些现代化设备,需要一流的管理和一支技术素质好的职工队伍。普及和提高油品使用和管理基础知识,是煤矿企业技术管理工作中的重要内容之一。

油品是机械设备的血液,正确、合理地使用燃料油、润滑油脂既能延长设备的使用寿命又能提高经济效益,降低生产成本,达到增产节约,增收节支的目的。本书根据目前我国煤矿油品使用的实际情况,介绍了常用燃料油、润滑油脂的主要性能指标,机械润滑的基本原理以及油品运输、储备、发放和再生利用中应注意的问题和管理方法。书的内容力图深入浅出,可供从事油品采购,保管,司机、维修工和有关管理人员在工作中参考或进行技术培训。

由于笔者知识有限,经验不足,书中不妥之处或错误的地方必然不少,敬请斧正。同时,借此机会,谨向关怀和支持这本书编写工作的山东省煤管局,中国统配煤矿总公司的有关同志表示最诚挚的谢忱。

编 者

1993年元月

# 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>第一章 机械零件的摩擦、磨损与润滑</b> ..... | 1  |
| 第一节 摩擦 .....                   | 2  |
| 一、摩擦概述 .....                   | 2  |
| 二、摩擦的本质 .....                  | 3  |
| 三、摩擦的种类 .....                  | 6  |
| 第二节 磨损 .....                   | 12 |
| 一、磨损的种类与形式 .....               | 13 |
| 二、磨损规律 .....                   | 16 |
| 三、影响磨损的因素和减小磨损的途径 .....        | 19 |
| 四、典型零件的磨损 .....                | 24 |
| 第三节 润滑 .....                   | 26 |
| 一、什么是润滑 .....                  | 26 |
| 二、润滑的分类 .....                  | 27 |
| 三、液压润滑与边界润滑 .....              | 29 |
| 四、润滑剂的作用 .....                 | 32 |
| 五、润滑管理和润滑方法 .....              | 34 |
| 六、润滑的基本原理 .....                | 42 |
| <b>第二章 煤矿常用油品介绍</b> .....      | 51 |
| 第一节 轻质燃料油 .....                | 51 |
| 一、车用汽油 .....                   | 51 |
| 二、工业汽油和直馏汽油 .....              | 53 |
| 三、煤油 .....                     | 54 |
| 四、轻柴油 .....                    | 55 |
| 第二节 润滑油 .....                  | 58 |
| 一、汽油机油和柴油机油 .....              | 58 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 二、冷冻机油 .....            | 61  |
| 三、压缩机油 .....            | 63  |
| 四、工业齿轮油 .....           | 65  |
| 五、双曲线齿轮油 .....          | 68  |
| 第三节 液压油 .....           | 69  |
| 一、机械油 .....             | 70  |
| 二、汽轮机油 .....            | 71  |
| 三、普通液压油 .....           | 73  |
| 四、抗磨液压油 .....           | 75  |
| 五、乳化油（水包油型） .....       | 77  |
| 第四节 润滑脂 .....           | 79  |
| 一、钙基润滑脂 .....           | 80  |
| 二、钠基润滑脂 .....           | 82  |
| 三、锂基润滑脂 .....           | 83  |
| 第五节 其他油脂 .....          | 84  |
| 一、变压器油 .....            | 84  |
| 二、电容器油 .....            | 86  |
| 三、仪表油 .....             | 87  |
| 四、工业凡士林 .....           | 88  |
| <b>第三章 油品质量管理</b> ..... | 90  |
| 第一节 油品安全管理 .....        | 91  |
| 一、防火的意义 .....           | 91  |
| 二、油料的着火特性 .....         | 91  |
| 三、静电失火及其预防措施 .....      | 92  |
| 四、防止油库火灾 .....          | 103 |
| 五、灭火方法 .....            | 106 |
| 第二节 防止油品蒸发损耗 .....      | 107 |
| 一、油品蒸发损耗的特点 .....       | 108 |
| 二、油品蒸发损耗的种类 .....       | 110 |
| 三、蒸发损耗计算的公式 .....       | 115 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 四、呼吸损耗的特点及降耗方法 .....           | 125 |
| 五、降低油品蒸发损耗的技术措施 .....          | 132 |
| 第三节 延缓油料质量变化 .....             | 135 |
| 一、油料在贮存中的质量变化 .....            | 136 |
| 二、延缓油料质量变化的措施 .....            | 143 |
| 第四节 油料在收发、贮存和加注、使用中的质量管理 ..... | 151 |
| 一、油料在收发过程中的质量管理 .....          | 151 |
| 二、油料在贮存中的质量管理 .....            | 156 |
| 三、油料在加注、使用中的质量管理 .....         | 160 |
| 第五节 废油的回收与再生 .....             | 173 |
| 一、废油回收 .....                   | 173 |
| 二、废油再生 .....                   | 182 |
| 三、废油再生过程中“三废”的处理和综合利用 .....    | 204 |

# 第一章 机械零件的摩擦、 磨 损 与 润 滑

摩擦、磨损与润滑作为一种现象，在生产与生活中已大量普遍存在，而人类在生活和生产实践中正在不断对摩擦、磨损和润滑进行研究和运用。史前时期的原始人类，就已经懂得了“摩擦生热”和“钻木取火”。远古时期，人类利用物体相摩擦的损耗，把石头磨成“石刀”、“箭头”，制做工具和武器。据历史记载，大约公元前二千五百年人类已使用了车轮，用滚动代替滑动以减小摩擦，“黄帝作战车”就是我国最早使用车轮的考证。但是对摩擦、磨损和润滑的研究分析工作一直是分散在机械学的所有分支中，直到近20多年内才发展成为一门独立的，比较完整的学科——摩擦学，全称为“摩擦，磨损与润滑学”。它主要是研究相对运动的相互作用表面之间摩擦、磨损与润滑三项相互关联的科学和技术。

摩擦学是一门边缘学科，涉及到的学科十分广泛，主要有物理学、力学、机械学、材料学、应用数学，流变学、流体力学、化学、工艺学等，几乎涉及到现代工业，生产领域的各个方面。

近几十年来世界各国的“摩擦学”理论研究工作 and 应用技术的推广都取得了很大的进展。它作为一门独立的学科已受到广泛的重视，在现代化生产技术进步以及工业产品质量改进和提高中已成为迫切需要解决的技术问题。根据有关资

料统计,现代世界上大约有1/3的总能量,以各种不同形式消耗于摩擦损失上,而通过摩擦学的研究可以用降低摩擦来减少能量的消耗。例如汽车内燃机,燃油热能转化为输出动力的(大约)30%,如果机械效率为80%,则热能的有效利用率为23%左右。实践证明,提高内燃机的热循环效率比较困难,但从摩擦学着手,潜力却很大,有人估计,摩擦损失可减少一半。

国际摩擦学学会主席乔斯特教授1959年访问我国时曾估计,我国应用摩擦学知识到本世纪末每年节约150亿元,相当于我国经济发展增长率提高0.5%~1%以上。1982年大庆油田对42000多台设备进行摩擦润滑测算,结果表明通过较好的摩擦润滑每年平均节约电力5000万度,柴油汽油2300 t,润滑油(脂)2000 t,获得经济效益18000万元,由此可见,摩擦学不仅能使人们获得巨大的经济效益,而且还将推动科学技术和生产的发展。

## 第一节 摩 擦

### 一、摩擦概述

两个相互接触的物体在外力作用下发生相对运动或具有相对运动趋势时,在接触表面之间将产生阻止发生相对运动或相对运动趋势的作用,这种阻力称为摩擦力,其现象称为摩擦,简单地说,抵抗两物体接触表面产生双向相对移动的现象称为摩擦,这种阻力称为摩擦力,所以说,有相对运动必然有摩擦,摩擦是两个物体彼此有相对运动或有相对运动趋势时相互作用的一种特殊形式,它发生在两摩擦物体接触部分的表面上。

摩擦力的特征是经常阻碍着两个摩擦物体间的相对运

动，甚至会阻止运动的发生，即只要有运动就一定要有摩擦伴随。摩擦现象在自然界里普遍存在着，摩擦消耗着大量的能量。但摩擦在现实中有不同的作用：

### 1. 摩擦的有害作用

消耗动力，效率降低；表面磨损影响精度，降低寿命与可靠性；机械摩擦部分温度升高，工作条件恶化。

### 2. 摩擦的有益作用

对运动部件的制动；提高机械的承载能力和速度。

由此我们研究摩擦目的就是要控制摩擦消除摩擦的有害作用，尽量减少摩擦、磨损，提高效率，降低能源消耗，延长产品使用寿命。利用摩擦，提高设备的可靠性。

## 二、摩擦的本质

摩擦是一种自然现象，但人们对摩擦的研究比实际应用晚得多，1508年意大利文艺复兴时期艺术家兼工程师利奥那多·达芬奇是第一个对摩擦进行研究的人，1699年阿蒙顿，1785年库仑对摩擦也都进行了比较系统的研究，他们的实验都是在干摩擦条件下进行的，根据实验结果，得出库仑摩擦定律或古典摩擦定律。即：摩擦性质。

① 摩擦力与作用于摩擦面的法向载荷成正比：

$$F = fN \quad f = F/N$$

式中  $F$  —— 摩擦力；

$N$  —— 法向载荷；

$f$  —— 摩擦系数。

摩擦系数是评定摩擦性能的重要参数。

② 摩擦力与名义接触面积的大小无关。

③ 静摩擦力大于动摩擦力。即静摩擦系数 $f$ ，大于动摩擦系数 $f_k$ 。

#### ④ 摩擦力与滑动速度的大小无关。

库仑摩擦定律是实验定律，它揭示了摩擦的性质，虽经几百年，它仍被认为是合理的，并广泛地应用于工程计算中，但近代对摩擦的深入研究，发现上述定律与实际情况有许多不符合的地方。还需要我们进一步探讨。

为什么会出现摩擦力，出现摩擦力的机理是什么，有各种各样的假说，企图解释产生摩擦力的原因，阐述摩擦的本质，但至今尚未形成统一的理论，其中主要有：机械啮合说，分子理论，粘着理论，分子——机械理论等。

##### 1) 机械啮合说 (图1-1)

这是古典摩擦理论，该理论认为摩擦表面是凸凹不平的，当两凹凸不平的表面接触时，凸凹彼此交错啮合。当发生相对运动时，互相交错啮合的凸凹就要阻碍物体的运动。摩擦力就是所有这些点合啮的切向阻力的总和。

##### 2) 分子理论说 (图1-2)

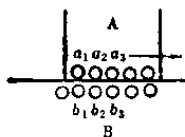
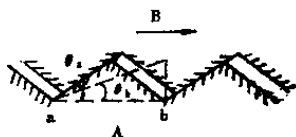


图 1-1 机械啮合说模型

图 1-2 分子理论说模型

在17世纪，英国物理学家德萨古利埃提出了一个新的见解。他认为表面愈光滑，摩擦力就愈大。这是因为表面愈光滑，摩擦表面愈相互接近，表面的分子力影响就增加，他相信产生摩擦的真正原因，应归于表面的分子力。

##### 3) 粘着理论

在19世纪,英国鲍登提出粘着理论,他认为当两金属表面相互压在一起时,在载荷的作用下某些接触点单位压力很大,这些点将牢固的粘着,使两表面形成一体,当运动时产生摩擦力。

#### 4) 分子机械理论

1939年苏联的克拉盖里斯基第一次提出分子机械理论,他认为:

当两个摩擦物体的粗糙表面相互靠近时,一般仅在个别点上发生接触,如图1-3所示,此时,接触点上的分子在分子引

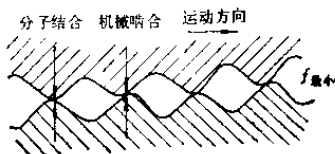


图 1-3 粗糙表面的接触图

力的作用之下能互相结合起来。当物体发生相对运动时,这些结合势必遭到破坏,但同时又在新接触点上发生结合。破坏了这些就会使运动产生一种阻力。另外,两个接触面上凹凸不平的谷峰之间的互机械的啮合也会产生阻力。因此,总的摩擦力是由分子结合与机械啮合所产生阻力的总和。这就是近代比较完整的分子机械摩擦理论。按照分子机械摩擦理论可以合理地解释下面的现象,即当摩擦表面的粗糙度减小时,摩擦系数 $f$ 降低至某一最小值 $f_{\text{最小}}$ (相应的为最适宜的粗糙度 $H_{\text{最适宜}}$ )以后反而逐渐增加,如图1-4所示,这是因为提高表面的粗糙度,就会增加接触点和结合点的数目,所以摩擦表面之间的分子引力也就相应地增大,这时,

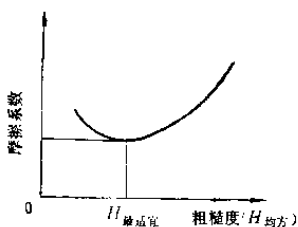


图 1-4 粗糙度和摩擦系数的关系

影响摩擦力大小的主要因素是分子结合而不是机械的啮合。但当摩擦表面的粗糙度大于最适宜的粗糙度时，摩擦力将随着粗糙度的增加而迅速增加，这时，影响摩擦力大小的主要因素是机械的啮合而不是分子的结合。

### 三、摩擦的种类

摩擦的种类如表1-1所示。

表 1-1 摩擦 的 种 类

| 按运动状态 | 按运动方式                | 按表面润滑状况<br>(外摩擦)      | 按润滑材料<br>(内摩擦)       |
|-------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 静摩擦   | 滑动摩擦<br>滚动摩擦<br>旋转摩擦 | 纯净摩擦<br>干 摩 擦<br>液体摩擦 | 气体摩擦<br>液体摩擦<br>固体摩擦 |
| 动摩擦   | 复合摩擦                 | 界限摩擦<br>混合摩擦          |                      |

根据摩擦物体的运动状态，摩擦可分为静摩擦和动摩擦。静摩擦的摩擦系数总是要比动摩擦系数大一些。

根据摩擦物体的运动方式，摩擦可分为：滑动摩擦、滚

动摩擦、旋转摩擦、复合摩擦。在干燥状态下，滑动摩擦系数要比滚动摩擦系数大10~100倍。

① 滑动摩擦是指一个物体和另一个物体在相互接触表面上，作相对滑动时所发生的摩擦。如：车床溜板在轨道的滑动（图1-6）。

② 滚动摩擦是指圆柱形或球形物体在另一个物体上滚动时产生的摩擦。如：滚动轴承滚动体与轨道的摩擦。

③ 旋转摩擦是指圆柱形或球形物体在呈圆形腔或球形腔内旋转运动时的摩擦。工业上少见。

④ 复合摩擦指同时具备两种或两种以上动摩擦形式的摩擦。如：滚动和滑动的复合摩擦。

根据摩擦物体的表面润滑程度，摩擦又分为纯净摩擦，干摩擦，液体摩擦，边界摩擦，混合摩擦。

### 1. 纯净摩擦

摩擦表面没有任何吸附膜或化合物存在时的摩擦。这种摩擦只有在接触表面产生塑性变形（表面膜破坏）或在真空中摩擦时才产生，因此可以裸露出纯净的表面，故称为纯净摩擦，纯净金属的摩擦，会产生物体表面的粘着和胶合现象。

### 2. 干摩擦

在摩擦表面之间完全没有润滑剂和其它杂质的状况下，摩擦表面之间作相对运动时所产生的摩擦叫做干摩擦（图1-6a），例如机车车轮与钢轨，制动闸瓦与制动轮作相对运动时都产生干摩擦。干摩擦时，摩擦表面上的磨损是很严重的，即摩擦表面易产生最大磨损，故一般不利用于部件和机械中。干摩擦消耗动力最大，磨损最严重，在事故中它是最严重的一种。因此在一些设备中要禁止干摩擦的出现，如轴瓦。但

在一些地方还要利用干摩擦如：各种摩擦传动装置和制动器。

干摩擦状态下摩擦力大小的确定。

### 1) 干滑动摩擦

干滑动摩擦的摩擦力 $F$ 可用库仑二项式表示

$$F = fN + A$$

式中  $f$  —— 干滑动的摩擦系数；

$N$  —— 正压力；

$A$  —— 与正压力无关而仅与接触面大小有关的系数。

由于 $A$ 比 $fN$ 小得多，且不容易确定，故实际采用

$$F = fN$$

干滑动摩擦系数很大，大约 $f = 0.1 \sim 0.5$ ，有时可超过1.0。

物体在滑动过程中，摩擦系数随着滑动速度的改变而改变。如图1-5所示。

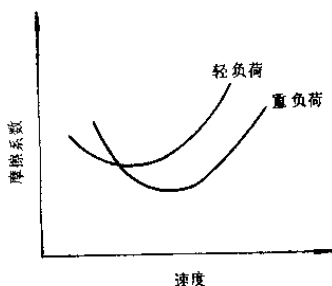


图 1-5 摩擦系数与滑动速度的关系

① 滑动速度等于零时，物体的摩擦系数有它一定的数值。

② 滑动速度逐渐增大摩擦系数有逐渐减小的趋势，并且负荷越小，减少越快。

③ 动摩擦力小于静摩擦力。

## 2) 干滚动摩擦

滚动摩擦是以阻力矩的形式起作用的，摩擦力的大小与接触面的变形有关，变形大，摩擦力大；变形小，摩擦力小。其摩擦力可用下式确定：

$$F = \lambda \frac{N}{R}$$

式中  $R$  —— 滚动半径(cm)；

$N$  —— 正压力(kg)；

$\lambda$  —— 滚动摩擦系数(cm)。

$\lambda$  与  $N$ 、 $R$  与滚动速度无关，而仅与材料表面状态有关。

相对滚动的物体为铸铁和铸铁时： $\lambda = 0.5\text{cm}$ ；相对滚动的物体为软钢与钢时： $\lambda = 0.05\text{cm}$ ；相对滚动的物体为钢质车轮时： $\lambda = 0.5\text{cm}$ 。

由于摩擦面间存在着分子的相互作用力，所以不能单纯的用提高表面粗糙度的方法来减少摩擦力。通过在摩擦面间引入润滑油的方法，可以避免摩擦面直接接触，从而减少由分子吸引力产生的摩擦力。

## 3. 液体摩擦

在两个滑动摩擦表面之间，由于充满润滑剂，因面表面不发生直接接触，这时的摩擦不是发生在两摩擦表面上，而是发生在润滑剂的内部，所以称为液体摩擦，如图1-6d所示。液体摩擦的摩擦系数很小，大约  $f = 0.003 \sim 0.01$ 。液体摩擦时摩擦表面不发生磨损。

在一切机器零件的摩擦表面上，必须尽力建立液体摩擦，

只有这样才能延长零件的使用寿命。一般滑动轴承在正常工作和润滑条件下能获得液体摩擦,例如乳化液泵的前后轴瓦。

相对运动的两零件表面之间充满润滑油时,润滑油各层具有不同的速度,使各层间产生相对移动,由此发生了液体摩擦,其摩擦力可用下面公式表示:

$$F = \eta \frac{SV}{h}$$

式中  $F$  —— 摩擦力(kg);

$\eta$  —— 润滑油的绝对粘度(kg·s/m<sup>2</sup>);

$S$  —— 摩擦表面面积(m<sup>2</sup>);

$V$  —— 轴颈相对轴承的圆周速度(m/s);

$h$  —— 润滑油层厚度(m)。

#### 4. 界限摩擦 (边界摩擦)

在两个滑动摩擦表面之间,由于润滑剂供应非常不足,根本无法建立液体摩擦,而只能依靠润滑剂中的极性油分子在摩擦表面上形成一层极薄(厚度0.1~0.2μm)的油膜,这层油膜能很牢固地吸附在金属的摩擦表面上,这时,相互接触的不是摩擦表面本身(或有个别点直接接触),而是表面的油膜,如图1-6b所示。这种油膜润滑状态下的摩擦是液体摩擦过渡到干摩擦的最后界限,所以称为界限摩擦。界限摩擦的摩擦系数 $f = 0.01 \sim 0.1$ ,其磨损还是相当大的。在实际使用中,当机器在起动和制动时,各种摩擦表面间都可能发生界限摩擦。

#### 5. 半液体和半干摩擦

相对运动的两个零件表面之间,由于润滑剂供应条件不够完善,无法形成完全的液体摩擦,因而在摩擦表面上有部分发生干摩擦或界限摩擦,这种介于液体摩擦与干摩擦之间