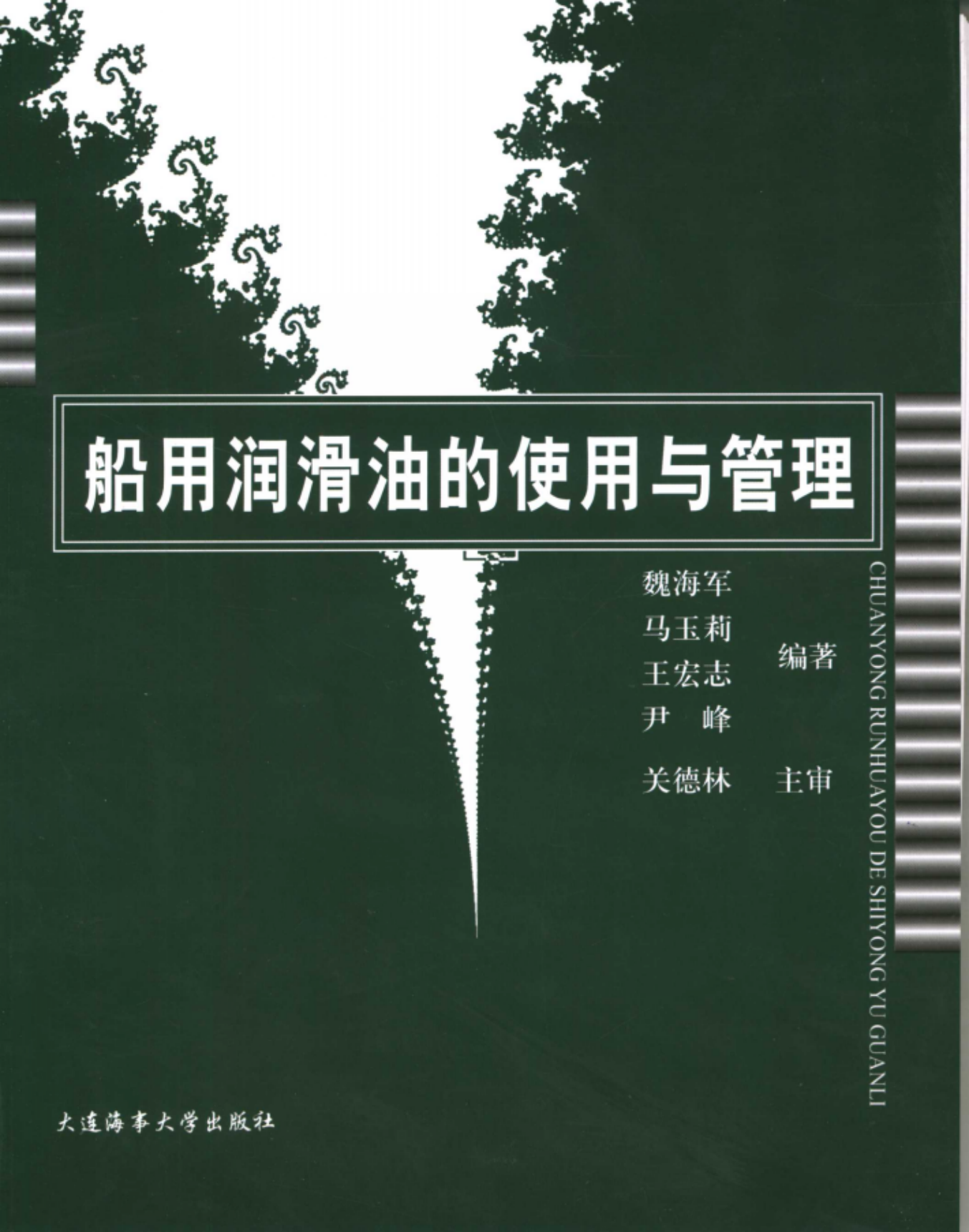




船用润滑油的使用与管理

魏海军
马玉莉
王宏志
尹 峰
关德林

编著

主审

CHUANYONG RUNHUAYOU DE SHIYONG YU GUANLI

大连海事大学出版社

船用润滑油的使用与管理

ISBN 7-5632-1930-7



9 787563 219308 >

ISBN 7-5632-1930-7

定价: 27.00元

船用润滑油的使用与管理

魏海军 马玉莉

编著

王宏志 尹 峰

关德林

主审



大连海事大学出版社

©魏海军 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

船用润滑油的使用与管理/魏海军等编著. —大连: 大连海事大学出版社, 2006.1
ISBN 7-5632-1930-7

I. 船… II. 魏… III. ①船舶—润滑油—使用 ②船舶—润滑油—管理 IV. U677.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 155269 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连海大印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2006 年 2 月第 1 版

2006 年 2 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 183 mm×233 mm 印张: 15

字数: 304 千字 印数: 0001~2000 册

责任编辑: 姜建军 版式设计: 晓江

封面设计: 王艳 责任校对: 李良

定价: 27.00 元

前 言

随着造船技术的提高,船舶的自动化程度也日益提高,从而对船舶的可靠性提出更高的要求。此外,随着IMO立法的增多,对船舶的技术条件的要求也更为苛刻。而船舶润滑油的使用和管理是其中较为重要的环节之一。

至今,石化和航运界仍未出版一本系统的、有关船用润滑油方面的书本,作者在多年的理论和实践研究的基础上,撰写了此书,希望能给广大船员和机务管理人员提供帮助和指导。

润滑技术包括润滑剂和润滑方法及装置等。润滑剂是机械设备的“血液”,润滑方法及装置则是运送“血液”的心脏,润滑技术的某个环节,包括选用润滑剂、更换润滑剂和使用润滑装置等,若有不当,都会引起机械设备故障,直至引发整个系统故障。

船用润滑油的应用包含了油品化学、机械原理和摩擦学等多门学科和它们之间的相互作用,由于其知识面要求较宽,学科间相互作用的复杂性和从油品应用中取得效益的间接性,使得其研究的难度大而力度不够,因而本书没有多少“经典”的东西,而大多是所谓的规律和结果,有些仍处于研究和探讨阶段,希望引发读者作进一步的思考。

编写本书的目的在于使船舶轮机管理人员和机务管理人员重视船舶机械设备的润滑技术,用摩擦学原理指导设备润滑技术和润滑管理,掌握现代润滑技术,并用它来分析和解决机械设备的润滑故障。

参加本书编写的还有:毕艳丽、王乃凡、陈刚、王国平、陈东、任旭东、黄连中、李可顺和张跃文等。

由于编著者水平有限,书中仍会存在一些错误,恳请读者予以批评指正。

编 者

2006年2月于大连

目 录

第一章 船用润滑油基本知识	1
第一节 概 述	1
第二节 船用润滑油的基本组成	8
第三节 船用润滑油的研制生产过程	23
第四节 船用润滑油的分类及理化性能指标	28
第五节 润滑脂	51
第二章 船用润滑油添加剂	60
第一节 润滑油添加剂概论	60
第二节 清净剂	63
第三节 分散剂	66
第四节 抗氧化剂	68
第五节 极压抗磨剂	70
第六节 油性剂和摩擦改进剂	72
第七节 抗氧化剂和金属减活剂	74
第八节 黏度指数改进剂	75
第九节 防锈剂	78
第十节 降凝剂	79
第十一节 抗泡剂	80
第十二节 乳化剂和抗乳化剂	81
第三章 船用润滑油的使用管理	83
第一节 船用润滑油的选用	83
第二节 船用润滑油的使用管理	97

第四章 国内船用润滑油的牌号及性能	129
第一节 昆仑船用润滑油的牌号及性能	129
第二节 太阳船用润滑油的牌号及性能	145
第五章 典型机械零部件的润滑	173
第一节 轴承的润滑	173
第二节 齿轮传动润滑	178
第三节 液压系统的润滑	180
第六章 润滑油检测技术及故障诊断	185
第一节 概 述	185
第二节 油液检测技术简介	191
第七章 船机设备润滑油事故案例分析	214
第一节 气缸油引发的事故案例分析	214
第二节 系统油引发的事故案例分析	220
第三节 基于油液检测的故障诊断实例	224
参考文献	231



第一章 船用润滑油基本知识

内燃机是国民经济各行业的主要动力机械之一。在经济发达国家，它还在人们的生活中占有重要地位。

目前，内燃柴油机是船舶最主要的动力装置；船用润滑油是润滑油的主要产品，世界各国船用润滑油的消耗量，基本上占总润滑油量的 40% 左右，因而船用润滑油的研究与发展也是润滑油行业最为瞩目的项目。

近年来，由于环保及节能的立法及其指标的日趋严格，对柴油机水平的要求越来越高，对柴油机的性能要求也在不断提高，从而对船用润滑油的性能与质量提出了更为苛刻的要求。因此，船用润滑油的使用和管理是一门汇集了对柴油机工作状态、润滑油化学的深刻了解，对摩擦学、有机化学、胶体化学及它们间的相互联系的新的边缘科学。

第一节 概 述

一、柴油机的工作特点

(1) 温度高、温差大。柴油机的温度直接受燃料燃烧和摩擦所产生的热量的影响，柴油机运行时各工作区的温度都较高。如活塞顶部、气缸盖、缸壁的温度，一般为 $250^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ；活塞裙部温度一般为 $110^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ；主轴承、曲轴箱油温在 $85^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ ，尤其在曲轴箱变小的条件下，油温可高达 120°C 左右。

(2) 运动速度变化大。因柴油机种类不同，柴油机的转速从几十转到几千转变化，在摩擦表面形成润滑油膜十分困难。再加上润滑油被燃油稀释，使气缸与活塞之间常处于边界润滑状态，严重时会导致粘着磨损。

(3) 高负荷。现代柴油机的功率大，因而运动副承受的负荷也大。

(4) 受环境因素的影响大。柴油机在进气冲程吸入的大气尘埃和燃烧生成的废气、固态物质及润滑油氧化生成的积炭、漆膜和油泥等沉积物，都会加速摩擦表面的磨损和腐蚀，从而影响零部件的使用寿命。





二、柴油机的润滑

不同种类的柴油机采用不同类型的润滑方式，因而对润滑油有不同的要求，图 1-1 是一般柴油机的润滑系统，表 1-1 和表 1-2 分别是用于各种柴油机的润滑系统及其优缺点对比。

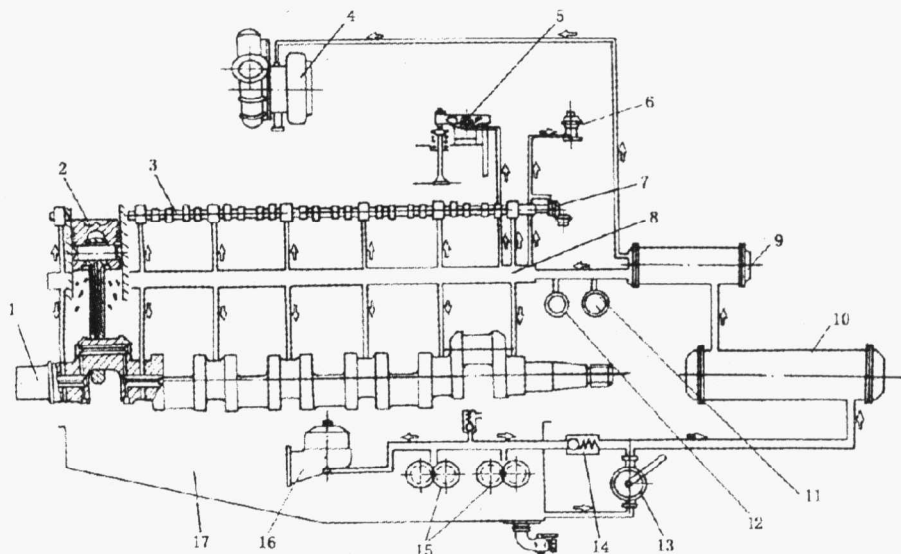


图 1-1 湿式油底壳润滑系统

1—曲轴；2—活塞连杆组；3—凸轮轴；4—增压器；5—摇臂；6—失压自动停车装置；7—喷油泵传动装置；8—主油道；9—润滑油粗滤器；10—润滑油冷却器；11—油温计；12—油压计；13—预供润滑油泵；14—止回阀；15—润滑油泵；16—离心式润滑油滤清器；17—油底壳

表 1-1 柴油机润滑系统类型

方 式		特 点
循 环 式	飞溅	由曲轴及连杆把曲轴箱中的油溅起甩到曲轴箱周围的部件，如活塞、气缸、曲轴等部位进行润滑
	压力（强制）	通过润滑油泵把润滑油打到各润滑部位
	复合	曲轴箱内周围用飞溅润滑，其他部位用强制润滑
非 循 环 式	油雾	油和燃料按一定比例混合，从燃油供给系统进到曲轴箱，减压时燃油蒸发进到燃烧室，润滑油分离出来润滑气缸及轴承后燃烧掉
	注油	用注油泵定时定量打到气缸或轴承等润滑部位，最后也燃烧掉





表 1-2 各种润滑方式优缺点及适用类型

方 式		优 点	缺 点	适用类型
循 环 式	飞溅	结构简单	可靠性差, 润滑范围少, 油变质快	小型单缸机及四冲程柴油机
	压力(强制)	润滑可靠, 保证发动机位置倾斜时的润滑	结构复杂	大型柴油机及工作时位置有变动的机型
	复合	兼有二者优点		一般中小型柴油机
非 循 环 式	油雾	无需专用的润滑系统, 简化了柴油机的结构	油耗量大, 排烟大, 对润滑油有特殊要求	小型二冲程汽油机
	注油	供油可靠性好, 使燃烧质量更好	对润滑油有特殊要求	小型二冲程汽油机及大型十字头二冲程柴油机

循环式润滑是润滑油在柴油机内循环使用, 定期补加润滑油, 使用一段时间后, 当油变质达到某个程度时更换新油。非循环式润滑是润滑油在润滑某个部位后便烧掉, 随排气排出, 没有废润滑油。

压力式润滑, 对中小型柴油机, 其曲轴箱即为润滑油箱(即油底壳), 称为湿式曲轴箱; 对大功率柴油机, 其润滑油箱, 油泵及滤清器均在机外, 柴油机的曲轴箱不起油箱作用, 故又称干式曲轴箱。

柴油机润滑系统包括润滑油泵、滤清器、冷却器、压力阀(起限压、调压、旁通及止回等作用)及报警保护系统等。

根据润滑剂在摩擦表面间存在的情况不同, 润滑状态可分为 3 种, 即液体润滑、半液体润滑和边界润滑, 也称为液体摩擦、半液体摩擦和边界摩擦。

(一) 液体润滑

在充分的润滑条件下, 摩擦表面间有极薄的边界膜和一定厚度的流体膜的油膜, 摩擦发生在润滑剂流体膜内, 摩擦系数最小, 产生的磨损也最小。利用摩擦表面的相对运动使润滑剂流体产生楔形油膜或挤压油膜来承受外部载荷并隔开摩擦表面, 这种润滑称为流体动压润滑。利用外部压力将具有一定压力的润滑剂流体不断打入摩擦表面间使之隔开, 这种润滑称为流体静压润滑。例如, 低速二冲程柴油机十字头销轴承采用流体静压润滑, 而其他柴油机相对运动部件一般则采用流体动压润滑。

流体动压润滑是依靠轴承或相对运动表面在运动方向上构成几何收敛楔形而产生的楔形效应。为此, 或者相对运动零件结构上自然形成, 如轴与轴承、推力块与推力环在运转时均能形成楔形油膜或者在相对运动零件的表面上设计成一定的形状以便运转时产生楔形效应, 建立楔形油膜。在此基础上具备以下条件建立楔形油膜, 实现流体动压润滑。

(1) 摩擦表面应具有较高的加工精度和表面粗糙度等级;





- (2) 摩擦表面间具有一定的合适配合间隙;
- (3) 保证连续而又充分地供给一定温度下黏度合适的润滑油;
- (4) 相对运动的零件必须具有足够高的相对滑动速度。

液体润滑力的大小可根据牛顿流体摩擦定律描述

$$F = \eta s w / h$$

式中: F 为液体润滑的摩擦力, N; η 为润滑油的动力黏度, Pa·S; s 为摩擦物体之间的接触面积, m^2 ; w 为摩擦表面的运动速度, m/s; h 为润滑油膜的厚度, m。

在液体摩擦时, 摩擦力大小取决于润滑油的黏度, 摩擦物体的接触面积, 摩擦表面的运动速度和润滑油膜的厚度, 而与摩擦物体的材料和表面状况无关。

摩擦表面间的润滑油膜厚度是保证液体润滑的重要条件, 油膜越薄, 越易破坏, 因而由液体摩擦转变干摩擦的危险性就越大。为保证可靠的液体润滑, 一般来说, 负荷小的机件, 选用黏度小的润滑油, 转速慢、负荷大的机件则选用黏度大的润滑油。

船舶机械实际运转中, 在起动、停车或不稳定工况运转时, 摩擦副难以实现或保持流体动压润滑, 而产生磨损。

(二) 边界润滑

当润滑条件不充分, 摩擦表面间只有少量润滑剂时, 依靠润滑剂和加入润滑剂中的添加剂的物理、化学性能在摩擦表面上形成牢固的边界膜, 以隔开摩擦表面减少摩擦。

矿物润滑油中常含有一些极性物质, 例如硬脂酸 ($C_{17}H_{35}COOH$), 它是一种长链极性有机化合物, 其分子的一端是带有强电荷的极性团 (如硬脂酸 $COOH$ 端), 与金属表面亲和力强, 具有对金属表面垂直取向吸附的特性, 在金属表面上形成单层分子或多层分子的吸附膜。

由于分子间的引力作用, 当单层极性分子吸附膜达到饱和, 极性分子紧密排列并与金属表面吸附得更紧, 分子间的内聚力使吸附膜具有一定的强度而具有一定的承载能力, 摩擦发生在远离金属表面的极性分子的非极性端, 从而有效地防止摩擦表面的直接接触, 减少了磨损。

物理吸附膜是靠分子吸引力使极性分子定向排列吸附于金属表面上。物理吸附膜可以是一个或几个润滑剂分子的厚度, 吸附膜越厚越牢固, 也越能保护摩擦表面。摩擦表面相对运动时, 剪切仅发生在膜内各分子层间, 避免了金属之间的直接摩擦。吸附与脱吸完全可逆, 受热容易产生脱吸, 所以适用于常温、低速、轻载的摩擦副。

化学吸附是润滑剂中的一些极性分子的有价电子与金属或其氧化表面交换电子产生新的化合物, 这种化合物的极性分子定向排列吸附于金属表面上。化学吸附是靠化学键把





周围分子吸附在金属表面上生成新的化合物。化学键的作用范围不超过相当于一个分子的厚度，所以化学吸附膜很薄，吸附与脱吸不完全可逆，受热发生脱吸。

为了满足高温、高压和高滑动速度的工作条件，常在润滑油中加入含硫、磷、氯等元素的添加剂，在高温下这些元素与金属表面发生化学反应生成厚度较大的化学反应膜。膜的熔点高、抗剪强度低，一般用于高速、重载及高温下的润滑。化学反应膜稳定，且反应不可逆。化学反应膜的润滑性能与膜的抗剪强度有关，抗剪强度低，则摩擦系数小。

润滑油在边界润滑中降低摩擦和磨损的能力称为润滑油的油性。润滑油的极性越强，极性油膜吸附越牢，油性越好，反之油性差。通常用加入油性添加剂来提高润滑油的油性。

抗磨剂的作用是在边界润滑条件下，在金属表面形成化学或物理吸附的表面膜，以降低摩擦副的摩擦磨损。典型的抗磨剂有氧、硫、氯化石蜡、磷和有机铅的化合物。抗磨剂在液压泵、齿轮等中广泛使用。

在高温重载条件下采用极压添加剂。在边界润滑状态下，一般极压添加剂均有缓和油膜被破坏的作用，犹如增强油膜强度，故又称油膜增强剂。

（三）半液体润滑

在液体润滑条件下，部分油膜遭到破坏，在摩擦表面的个别部位出现干摩擦和边界摩擦，这种润滑状态称为半液体润滑，又称为混合润滑、不完全润滑或不稳定润滑。

在实际润滑条件下，真正的边界润滑较少，半液体润滑的情况较多，如活塞与缸套之间、传动机构的啮合齿轮之间。在液体润滑条件下工作的摩擦机件，由于工作条件的突变，如起动、停车，往复运动或摆动，负荷或速度的急剧变化，供应的润滑油黏度太小，供应油量不足等，都可能由液体润滑过渡到半液体润滑。

三、柴油机对润滑油的要求

润滑油在柴油机中应起到以下作用：

1. 润滑。柴油机通过把往复运动变为旋转运动输出功率，运动部件载荷大，温度高，间隙小，润滑油在这些摩擦副中起到减少摩擦力，降低磨损的作用，提高柴油机的有效功率，延长使用寿命。
2. 密封。润滑油的黏度在气缸—活塞运动部件上起密封作用，保证空气或混合气体压缩到要求的压力，才能作功，也使在排气行程中，燃烧后的产物不会大量窜到曲轴箱中。
3. 冷却。燃油在燃烧室中产生大量的热量，其中 25%~40% 做出有效功，其余的热量从排气、冷却水中带走，使柴油机不会过热，保证其正常工作。其中润滑油冷却带走的热量一般为 6%~14%。
4. 清洁。柴油机在工作中产生油的沉淀物、磨损产物及外来污染物等，通过柴油机





润滑油的循环流动把它们从工作表面清洗下来,由滤清器滤去,使不致堵塞油路或成为磨损介质。

5. 减振。润滑油把零件间的点接触变为液体的面接触,分散了应力,从而减轻振动。

6. 防锈。润滑油膜附着在柴油机运动部件的金属表面,隔开水、空气及腐蚀性介质,起到防止金属部件腐蚀和氧化的作用。

此外,通过油品化验,预测和判断运动部件磨损状况及设备潜在的问题。现代社会人们通过润滑油宏观分析和微观分析可以判断和鉴定机械设备的运转状态,判断机械设备运动部件损坏部位及程度,因此,对机械设备而言润滑剂如同血液对人体一样,在管理工作中润滑问题也越来越重要,成为科技领域重要课题,正逐渐被人们重视起来。

柴油机润滑油应具有以下的性能:

1. 合适的黏度及良好的黏温特性。由于柴油机的转速高、载荷大,要保证运动部件的良好润滑,必须有合适的黏度。黏度太小则无法形成和保持连续的油膜,造成大的摩擦和磨损;黏度太大造成较大的阻力,散热慢,低温起动性差,影响柴油机的性能和效率。一般按使用环境不同而具有 100°C 下黏度为 $8\sim 16\text{ mm}^2/\text{s}$ 为宜。

润滑油在柴油机中在温差很大的不同部件表面工作,在气缸活塞部分为 $150^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$,曲轴箱 $80^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$,轴承在 100°C 以上。同时它又要在一年四季温差很大的环境下工作。因而要求柴油机润滑油的黏度随温度变化尽量小,也就是黏温特性要好。一般要求黏度指数在 90 以上。适用于四季通用的多级润滑油其黏度指数在 130 以上。

2. 良好的高温性能。这是柴油机润滑油区别于其他工业润滑油的最大特点之一,在柴油机工作过程中,经常处于 $80^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的温度下,还要不断流到 $150^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 的缸套及活塞环槽区域,有时还窜到 2000°C 的燃烧室中,在这些温度下润滑油产生如下变化。

(1) 燃烧。窜到燃烧室中的润滑油烧掉后生成灰和炭。

(2) 氧化。润滑油为碳氢化合物,在高温下与空气及 NO 、 NO_2 和 SO_2 等产生氧化反应,生成醇、醛、酮、酸等及不溶于油的含氧化合物。

(3) 分解。高温下长链的烃类分解成小分子烃化物及气体。

(4) 缩合。烃的氧化物在金属催化剂及适当的温度下能缩合成高分子聚合物如漆膜、胶质及沥青质等。

以上的变化使润滑油衰败,降解变质,失去润滑性能,生成的腐蚀性有机及无机酸性化合物,腐蚀了金属,加剧了磨损。高温氧化产物也是沉淀物的主要单体来源。因此柴油机润滑油的高温性能是其关键之一。

3. 好的润滑性能。在柴油机中的润滑工作条件较恶劣,其机械负荷及热负荷高,又伴随各种有害介质及润滑油的降解,各种磨损机理全都有发生的可能。用于工业用润滑油





的抗磨添加剂在柴油机内的高温下会分解而不起作用。因此其润滑性能也与工业用润滑油的润滑性能大有区别。

柴油机中的主要运动部件有：气缸与活塞，主轴承和连杆轴承，凸轮与凸轮轴及其他有相对运动的配合部件。他们因摩擦而损失的能量比例如图 1-2，轴承的油楔作用如图 1-3。

活塞和气缸的工作条件最为恶劣，在其高温表面下，油黏度变小，不易形成油膜，同时其往复运动的速度与负荷不均，可靠性不好，易产生拉缸及咬缸等故障。

轴承的润滑靠油漆的作用保证。由于负荷不均，油膜在很薄时受到巨大的负荷，有的瞬时应力达 200 kPa 以上，也易于磨损或咬死。

4. 抗氧化性好。如上所述，润滑油在高温、有害气体及金属催化下易于氧化，生成腐蚀性化合物及缩合物，腐蚀金属，使油的黏度大大升高，甚至成为半流体，造成供油不足而产生故障。因此要有良好的抗氧化性能，保证润滑，延长换油周期。

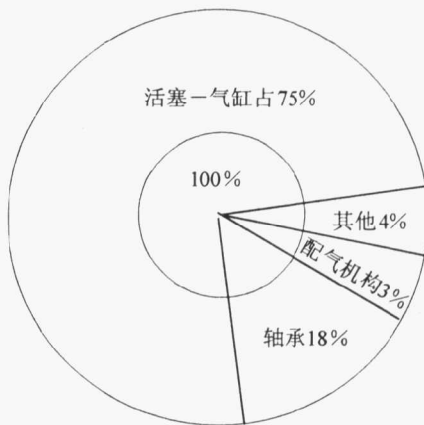


图 1-2 内燃机因摩擦而损失的能量比例

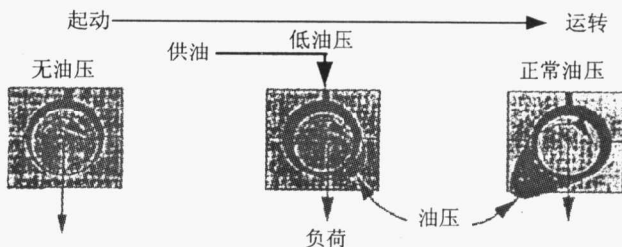


图 1-3 滑动轴承中润滑油膜的形成过程

5. 抗泡沫性好。油在使用中经受剧烈搅动，使空气进到油中形成泡沫，影响了供油系统及油泵的正常工作，造成缺油故障，因而润滑油要有良好的抗泡沫性能。

6. 抗乳化或水分能力。所有的润滑油组分尤其是添加剂应具有不受水解的能力，即是承受水污染并保持其初始性能的能力。此外，当润滑油无意中进入水时，要求其不能形成稳定的乳化物并因此获得容易被分油机分离的能力。





此外, 润滑油还应具备离心分离能力, 即将润滑油中所有的污染物和不溶物分离掉的能力, 以防止柴油机的磨粒磨损; 过滤能力, 即润滑油能够容易通过滤器的能力; 相容性 (混兑性), 即保证同一型号但不同产地、不同牌号的润滑油能够任意地添加混兑的能力; 以及具有较高的闪点, 低的倾点等。

第二节 船用润滑油的基本组成

船用润滑油一般由基础油和各种添加剂组成, 以满足柴油机的润滑性能。

(一) 原油

开采出来的未经加工的石油称原油, 一般为深色黏稠性液体, 由于产地不同, 他们的组成及性质有很大差异。

原油主要由二部分组成: 一部分为碳氢化合物, 又称烃类, 它是石油的主要成分, 占 90% 以上, 因而在很大程度上决定了石油的性质。另一部分为非烃类, 主要为硫、氮、氧等的无机或有机化合物, 它们的含量虽然不大, 但对石油产品的性质却有很大的影响。原油按烃类的不同可分为 3 大类:

(1) 烷基石油。又称石蜡基石油, 含烷烃 50% 以上, 他的特点是凝固点高, 生产出来的汽油辛烷值低, 但滑油的黏温特性好, 润滑性能也好。主要产于我国的大庆。

(2) 环烷基石油。含环烷烃 50% 以上, 它的特点是凝固点低, 生产出来的航空煤油及电器用油、冷冻机油质量好, 但润滑油的黏温特性差。主要产于我国的新疆。

(3) 芳基石油。含芳烃 50% 以上, 凝固点低, 生产的汽油辛烷值高, 油品安定性好, 这类石油在我国还未发现。

这些原油生产的润滑油基本性质如表 1-3, 表 1-4 为石蜡基油、环烷基油和中间基油的性能比较。

表 1-3 不同原油生产的润滑油特性对比

原油 \ 润滑油特性	黏度	黏温特性	氧化安定性	凝固点	润滑性	密度
烷基	小	好	差	高	好	小
环烷基	大	差	中	低	差	大
芳基	大	中	好	低	差	大
烷基-环烷基	中	中	差	中	中	中





表 1-4 石蜡基油、环烷基油和中间基油的性能比较

	石蜡基油 SAE30	环烷基油 SAE30	中间基油 (混合基)
黏度 (100℃) /mm ² /s	10.5	10.5	10.5
(37.8℃) /mm ² /s	99.3	140	116
密度 (15℃) /kg/m ³	886	905	896
闪点/℃	254	221	232
倾点/℃	-15	-47	-30
黏度指数	96	-40	54
抗氧化性	1 500	1 000	1 200
挥发性	小	大	中
残炭/%	0.3	0.4	0.35

石油中含有的非烃化合物。

(1) 含氧化合物。这类化合物 95%以上分布在胶质沥青质中,汽油中没有含氧化合物,随着馏分加重含量逐渐增加,到轻一中润滑油中又下降。种类化合物主要为环烷酸,它的酸性对炼油设备有腐蚀,一般用碱洗法除去。

(2) 含氮化合物。这类化合物的含量也随馏分的加重而增加,重要存在于胶质及沥青质中。它的主要危害是使催化剂中毒,使油品的颜色变深,也使氧化安定性变差,易生成胶质及沉淀。

(3) 含硫化物。它也存在重质油品中较多,随馏分加重而含量增加,有酸性、中性及热稳定性化合物。它的危害是对炼油设备有腐蚀,产生恶臭及使催化剂中毒。柴油中的硫化物燃烧后产生硫酸,腐蚀柴油机部件,使油变质加快。但润滑油中适量的硫化物也提高其抗磨损能力。由于硫化物对炼油厂设备腐蚀大,因此,原油中含硫量是原油品质的重要指标之一。1966 年的世界原油含硫量情况如表 1-5。

表 1-5 世界原油含硫量

含硫量/% 产 地	<0.5	0.5~1.0	1~2	>2
美国/%	65.9	13.1	13.0	8.1
加拿大/%	40.9	33.7	12.7	12.7
南美/%	8.9	3.5	15.2	78.4
非洲/%	63.7	14.4	21.6	0.3
中东/%	/	/	44.8	55.2

我国大多原油的含硫量均在 0.5%以下,山东原油的含硫量稍高。

(4) 胶质及沥青质。主要为杂环及稠环芳烃,分子量大,含有氧、氮及硫等,它的





存在使润滑油颜色变深，安定性变差。

二、基础油加工过程及规格

原油进入炼油厂后，先要脱盐脱水，再进入各炼油装置。对于润滑油，一般需经以下生产过程后成为基础油，再加上添加剂做成成品油。

（一）常减压蒸馏

这个过程是把原油加热，在分馏塔里按沸点高低把各馏分分离出来。常压塔出来的馏分较轻，主要是燃料，余下的重馏分再进到减压塔中分馏，按不同的沸点范围分离出来的为不同黏度的润滑油原料。这个过程是每个炼油厂最基本而又最重要的过程之一。表 1-6 是以某原油为例，由常减压蒸馏分离出的各馏分情况。

表 1-6 某原油经常减压蒸馏后各馏分举例

馏 分		产 物	沸点范围/℃	产率/% (质)
常压塔	塔顶	汽油	45~205	3~8
	一线	煤油	150~250	5~8
	二线	柴油	200~300	7~10
	三线	重柴油	250~350	7~10
减压塔	一线	变压器油等	300~380	1.2~1.9
	二线	润滑油原料	320~420	0.5~1.3
	三线		360~450	10~12
	四线		380~500	12~16
	残渣		>400	28~38

（二）溶剂精制

从常减压蒸馏出来的润滑油馏分存在少量的短侧炼芳烃，稠环芳烃，胶质和沥青质，使油品的氧化安定性差、黏温性能差、颜色深。我们把这些对油品性质有害的物质统称为非理想组分，而把占油中主要成分的烃类称为理想组分。润滑油精制过程是要把非理想组分除去，这过程常用的有硫酸精制和溶剂精制。

硫酸精制是用硫酸溶解胶质，促使胶质缩合成沥青质或生成石油黄酸，从油中分离出来，达到除去非理想组分的目的。由于精制后还要用碱中和过剩的酸，故又称为酸碱精制。

溶剂精制是用一种选择性溶剂，它们对非理想组分有很大的溶解度，而对理想组分则几乎不溶解，从而把非理想组分从油中抽提出来，达到分离的目的，这种选择性溶剂在炼油工业中使用的有苯酚、糠醛及吡咯烷酮等。

上述的溶剂对轻质油品的选择性不好，不适用于精制轻质油品，而对重质油品的选择

