

RUNHUAYOU
YINGYONG YU
CAIGOU ZHINAN

润滑油 应用与采购指南

(第二版)

关子杰 钟光飞 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

润滑油应用与采购指南

(第二版)

关子杰 钟光飞 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书叙述了润滑油的基本知识,重点介绍各类润滑油的性能特点、规格、使用注意要点及目前市场上每类油品的部分品牌及供应商,并对应用中较为普遍的问题提出了观点及解决办法,同时对润滑管理的一般常识作了简要论述。

本书以实用为主,通俗易懂,适用于润滑油销售人员、采购人员、设备润滑工作者、设备管理人员和设备设计人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

润滑油应用与采购指南/关子杰,钟光飞编著. —2 版.

—北京:中国石化出版社,2010.9

ISBN 978-7-5114-0538-8

I. ①润… II. ①关…②钟… III. ①润滑油-基本知识

IV. ①TE626.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 158651 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20 印张 348 千字

2010 年 9 月第 2 版 2010 年 9 月第 3 次印刷

定价:48.00 元

对润滑油行业来说，生产出质量合格的润滑油产品，到市场上供给广大用户，似乎已完成了本职工作。但从广义看，此项工作并未完全完成，只有当润滑油在相应的使用设备上起到了预期的作用，给设备高效率、长寿命使用带来了好处，才算真正完成了使命。但润滑油的用户，包括润滑油销售人员、采购人员、设备润滑管理者、设备设计者(他们要为设计的设备用户推荐润滑油)，大多不具有足够的润滑油基本知识和应用常识，这就很难正确解决以下一些问题：一是如何根据设备类型、有关参数、操作条件等选择(或推荐)合适的润滑油品种和档次，若选择不当，油的质量再好也没有用；二是面对市场上有关润滑油品质的众多宣传和说法，如何分辨真伪买到合适的产品；三是当设备运转有异常或发生故障时，通常有润滑油质量、设备质量和操作不当等几大原因，如何运用各种知识诊断真正原因，从而及时采取对症的措施；四是制定合理的润滑油维护规范，使润滑油更能发挥潜能，为设备提供更好的保护。以上发生在润滑油应用中的种种问题都表明，除了为用户提供质量良好的润滑油产品和周到的服务外，从事润滑油相关工作的非专业人员还应具备一定的润滑油基本知识及应用技能，为解决上述问题打下基础。

本书的对象就是与润滑油应用有关的非润滑油专业人员，内容以叙述润滑油基本知识为主，着重于应用中出现的有关问题的阐述，尽量减少较专业的内容，即使有些较专业的一时难以看懂的内容，如规格标准等，也不需记住或甚至不需搞清楚，仅作为工具书供必要时查

阅。掌握这些知识和技能，上述问题也就可直接或间接地得到了答案。当然，书中还包含了目前最新的发展和可以预见的趋势，同时每类润滑油后面都列出编者所知道的、公认质量信誉好的部分品牌和产品的厂商名录，不但方便采购人员，也可作为同质量产品相互替换的参照。由于条件所限和市场的不断发展，以及生产单位名称变更及产品不断升级换代，名录中遗漏和错误等在所难免，请读者以产品生产厂家提供的产品信息为准。

本书的内容仅限于液体润滑油，而润滑脂、固体润滑剂和某些作为产品组分之一润滑油(如填充油)则不在其内。

本书编写过程中参考了有关文献和著作，原中国石化信息研究所所长、教授级高工姚国欣对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议，在此致以深深的感谢。

本书包含的内容较宽，编者水平有限，必定有很多不足之处，恳请有识之士指正。



第一章 润滑油基本知识	(1)
第一节 润滑剂的主要作用和分类	(1)
一、润滑剂的作用	(1)
二、润滑剂的分类	(2)
第二节 润滑油的生产	(3)
一、基础油	(3)
二、添加剂	(9)
三、成品润滑油的生产	(23)
第三节 润滑油的基本性能	(24)
一、一般理化指标	(24)
二、性能指标	(27)
三、模拟台架试验	(30)
第四节 释疑与建议	(32)
第二章 内燃机油	(34)
第一节 内燃机油的主要性能要求和检测指标	(34)
一、内燃机的基本构造	(34)
二、内燃机油的主要性能要求	(34)
三、内燃机油特有的性能指标	(37)
第二节 内燃机油的分类和组成	(40)
一、内燃机油分类	(40)
二、内燃机油组成	(53)
第三节 内燃机油的应用	(54)
一、选用、代用和混用	(54)
二、使用中的监控和换油	(55)
三、内燃机油部分品牌及供应商	(60)
第四节 释疑与建议	(63)
第五节 几种专用内燃机油	(77)

一、二冲程汽油机油(含四冲程摩托车油)	(77)
二、铁路内燃机车柴油机油	(85)
三、船用柴油机油	(89)
四、气体燃料发动机润滑油	(93)
第三章 齿轮油	(96)
第一节 齿轮传动的类型与润滑特点	(96)
一、齿轮传动的类型	(96)
二、齿轮润滑的特点	(97)
第二节 齿轮油的性能要求	(98)
第三节 齿轮油的分类	(99)
一、工业齿轮油	(99)
二、车辆齿轮油	(103)
第四节 齿轮油的主要品种	(106)
第五节 齿轮油的应用	(115)
一、齿轮油的选用	(115)
二、齿轮油的使用维护	(118)
三、齿轮油部分品牌及供应商	(118)
第六节 释疑与建议	(122)
第四章 液压油	(124)
第一节 液压油的基本性能	(124)
第二节 液压油(液)的分类	(127)
一、品种分类	(127)
二、黏度分类	(130)
第三节 液压油(液)的品种规格	(130)
一、烃类液压油品种介绍	(130)
二、抗燃液压油品种介绍	(137)
三、HG 液压油	(145)
四、导轨油	(146)
五、液力传动液	(147)
第四节 液压油的应用	(156)
一、液压油的选用	(156)
二、国际著名抗磨液压油质量水平	(158)

三、建设机械用液压油	(160)
四、液压油的故障处理	(162)
五、换油期	(163)
六、使用维护	(164)
七、液压油部分品牌及供应商	(165)
第五章 压缩机油	(168)
第一节 压缩机的类型及结构特点和润滑要求	(168)
一、压缩机类型	(168)
二、压缩机结构特点	(169)
三、压缩机的润滑及对润滑油的要求	(170)
第二节 压缩机油的分类及组成	(175)
一、压缩机油分类	(175)
二、压缩机油组成	(180)
第三节 压缩机油的应用	(181)
一、压缩机油选用	(181)
二、压缩机油的使用管理	(183)
三、压缩机油部分品牌及供应商	(187)
第六章 汽轮机油	(189)
第一节 汽轮机油工作条件及性能要求	(189)
一、汽轮机油工作条件	(189)
二、汽轮机油性能要求	(190)
第二节 汽轮机油分类和品种	(190)
一、汽轮机油分类	(190)
二、汽轮机油品种	(191)
第三节 汽轮机油的选择及使用管理	(194)
一、汽轮机油的选择	(194)
二、汽轮机油的使用管理	(195)
三、汽轮机油部分品牌及供应商	(196)
第七章 冷冻机油	(198)
第一节 冷冻机制冷工作原理和对冷冻机油的性能要求	(198)
一、冷冻机制冷的工作原理和润滑特点	(198)
二、冷冻机油主要性能要求	(199)

第二节 冷冻机油的组成和产品	(201)
第三节 冷冻机油的选用	(206)
一、冷冻机油选用	(206)
二、冷冻机油部分品牌及供应商	(207)
第八章 电器绝缘油	(209)
第一节 变压器油的性能要求与组成	(209)
一、变压器油性能要求	(209)
二、变压器油组成	(209)
第二节 变压器油的品种	(210)
第三节 变压器油的应用	(212)
一、变压器油的选用	(212)
二、变压器油的应用	(212)
三、变压器油部分品牌及供应商	(215)
第九章 热处理液	(217)
第一节 金属的热处理与热处理液	(217)
一、钢材的淬火	(217)
二、冷却介质在淬火中的冷却过程	(218)
三、冷却介质的冷却速度与金属淬火硬化的关系	(219)
第二节 冷却介质	(219)
一、对冷却介质的主要要求	(219)
二、冷却介质的组成	(220)
第三节 淬火油产品	(220)
一、淬火油产品的分类	(220)
二、日本热处理油工业标准概述	(223)
第四节 淬火液的应用和维护	(224)
一、选用	(224)
二、使用维护	(225)
三、热处理油部分品牌及供应商	(226)
第十章 热传导油	(228)
第一节 热传导油的性能要求和种类	(228)
第二节 导热油的应用	(232)
一、导热油应用注意事项	(232)

二、导热油及导热系统清洗剂部分品牌及供应商	(233)
第三节 释疑与建议	(234)
第十一章 真空泵油	(236)
第一节 真空泵的分类和性能要求	(236)
一、真空泵的分类	(236)
二、真空泵对润滑油的要求	(237)
三、扩散泵油的性能要求	(238)
第二节 真空泵油的品种和应用	(238)
一、真空泵油的品种	(238)
二、真空泵油的应用	(242)
三、真空泵油部分品牌及供应商	(242)
第十二章 防锈油	(243)
第一节 锈蚀原理和防锈油防锈机理	(243)
一、金属的锈蚀	(243)
二、防锈油的作用机理	(243)
三、防锈油防锈效果的测定	(244)
第二节 防锈油品种和分类	(245)
第三节 防锈油的应用	(252)
一、防锈油的选用	(252)
二、防锈油的使用	(252)
三、防锈油部分品牌及供应商	(253)
第四节 释疑与建议	(255)
第十三章 金属加工液	(257)
第一节 概论	(257)
一、金属加工的摩擦学	(257)
二、金属加工液的主要功能	(258)
第二节 金属加工液的种类和组成	(258)
一、金属切削油剂的种类	(258)
二、金属加工液的添加剂	(259)
三、金属成型油剂种类	(261)
第三节 金属加工液的应用	(262)
一、金属加工液的选用	(262)

二、金属加工液的储存和更换	(264)
三、金属加工液部分品牌及供应商	(265)
第四节 释疑和建议	(269)
第十四章 其他润滑油品种	(273)
第一节 高温链条油	(273)
一、高温链条油的性能	(273)
二、高温链条油的应用	(274)
三、高温链条油部分品牌及供应商	(275)
第二节 油膜轴承油	(276)
一、油膜轴承油性能要求	(276)
二、油膜轴承油的组成与分类	(276)
三、油膜轴承油的应用	(278)
四、油膜轴承油部分品牌及供应商	(279)
第三节 主轴油	(279)
一、主轴油的性能要求	(279)
二、主轴油的组成与分类	(280)
三、主轴油的应用	(281)
四、主轴油部分品牌及供应商	(282)
第四节 钢索防护油	(282)
一、钢索防护油的性能要求与特点	(282)
二、钢索防护油部分品牌及供应商	(283)
第五节 内燃机磨合油	(283)
一、磨合油的性能要求	(284)
二、磨合油的应用	(284)
三、磨合油部分品牌及供应商	(285)
第六节 防泄漏工业齿轮油	(285)
一、防泄漏工业齿轮油的应用	(286)
二、防泄漏工业齿轮油部分品牌及供应商	(286)
第七节 乙烯气体压缩机油	(286)
一、乙烯气体压缩机油对润滑油的特殊要求	(287)
二、乙烯气体压缩机油部分品牌及供应商	(287)
第八节 造纸机油	(287)

一、造纸机油的组成与性能要求	(287)
二、造纸机油部分品牌及供应商	(288)
第九节 减震器油	(288)
一、减震器油的组成与主要性能	(288)
二、减震器油部分品牌及供应商	(290)
第十五章 润滑管理概论	(291)
第一节 设备维护和故障避免的概念转变	(291)
第二节 扭转润滑管理中的短期行为	(292)
第三节 润滑油在设备维护中的重要地位	(295)
第四节 润滑管理的主要内容	(295)
附录 国内外主要润滑油企业简称与全称对照表	(306)
参考文献	(307)

第一章 润滑油基本知识

润滑，就是在发生相对运动的固体摩擦接触面之间加入润滑剂，在两摩擦面之间形成润滑膜，将原来直接接触的干摩擦面分隔开来，变干摩擦为润滑剂分子之间的摩擦，从而起到减少摩擦、节省能耗、降低磨损、延长机械设备使用寿命的目的。

第一节 润滑剂的主要作用和分类

一、润滑剂的作用

润滑剂的作用，大致可归纳为以下 9 个方面：

① 减少摩擦 在固体摩擦面之间加入润滑剂，可降低摩擦系数，减少摩擦阻力，节约能源。

② 降低磨损 机械零件的黏着磨损、表面疲劳磨损和腐蚀磨损与润滑条件很有关系。在润滑剂中加入抗氧、抗腐剂有利于抑制腐蚀磨损，而加入油性剂、极压抗磨剂可以有效地降低黏着磨损和表面疲劳磨损，从而延长设备的使用寿命。

③ 冷却 液体润滑剂除减轻摩擦外，通过液体流动产生吸热、传热和散热，可起到将部分摩擦热及其他热源排出机外的作用，使设备维持正常的操作温度。

④ 防腐防锈 摩擦面上有润滑剂覆盖时，可以防止或避免因空气、水滴、水蒸气、腐蚀性气体及液体、尘土、氧化物等所引起的腐蚀、锈蚀。

⑤ 绝缘性 精制矿物油或有些合成油的电阻大，可用作电绝缘油。

⑥ 动能传递 润滑油可以作为静力的传递介质，用于液压系统、遥控马达及无级变速等场合。

⑦ 减震作用 液体润滑剂吸附在金属表面上，本身应力小，所以在摩擦副受到冲击载荷时具有吸收冲击能的本领。如汽车、摩托车的减震器油就是起油液减震（将机械能转变为热能）的作用。

⑧ 清洗作用 通过润滑油的循环可以带走油路系统中的杂质，再经过滤器滤掉，从而起到清洗的作用。内燃机油还可以分散尘土和各种沉积物，起到保持发动机清洁的作用。

⑨ 密封作用 液体润滑剂对某些外露零部件形成密封，可防止水分或杂质的侵入，在汽缸和活塞间起密封作用。

二、润滑剂的分类

凡是有降低摩擦阻力作用的介质都可作为润滑剂。在各种机器及设备中所使用的润滑剂有气体的、液体的、半液体(也叫半流体)的和固体的。常用的润滑剂类型见表 1-1 所示。

表 1-1 润滑剂类型

液体润滑剂 (以润滑油为主)	- 矿物油系润滑油 - 合成油系润滑油 - 水基润滑剂(包括水、乳化液、水和其他物质的混合物)
半液体润滑剂 (润滑脂)	- 有机脂 - 无机脂
固体润滑剂	- 软金属 - 金属化合物(如二硫化钼) - 其他无机物(如石墨) - 有机物质

1965 年我国曾以 GB 500—65 标准将润滑油分为 15 个组，但随着机械工业的发展，各种新油品不断涌现，该标准已不适应。为了与国际标准相一致，现已参照、采用国际标准 ISO 6743-15—2007，制定了我国润滑剂和有关产品的分类标准(GB/T 7631.1—2008)。该标准将 L 类产品分为 19 个组。其分组及代号均与 ISO 标准一致(见表 1-2)。

表 1-2 我国润滑剂及有关产品的分类标准(GB/T 7631.1—2008)

组 别	应 用 场 合	组 别	应 用 场 合
A	全损耗系统	N	电器绝缘
B	脱模	P	风动工具
C	齿轮	Q	热传导液
D	压缩机(包括冷冻机和真空泵)	R	暂时保护防腐蚀
E	内燃机	T	汽轮机
F	主轴、轴承和离合器	U	热处理
G	导轨	X	用润滑脂的场合
H	液压系统	Y	其他应用场合
M	金属加工	Z	蒸汽汽缸

根据上述的分组，还可对每个组进行细致的分类，其中主要的、已形成具体标准规范分类的，将在以下各类润滑油中作具体介绍。本文介绍其中应用最广泛、用量最大的液体润滑剂。

第二节 润滑油的生产

一、基础油

成品润滑油由基础油和添加剂组成，其中基础油占大部分或绝大部分，因而基础油的性能和质量对润滑油的质量影响至关重要。

润滑油基础油主要分矿物基础油及合成基础油两大类。由石油炼制而得到的基础油一般称为矿物基础油。它来源方便，价格低廉，其性能可制成满足绝大多数机械润滑要求的成品润滑油，因而应用广泛，用量最大(约占95%以上)。但在有些特殊用途特别是极高温和极低温场合，矿物基础油不能满足要求，必须使用性能更为优越的合成基础油调配润滑油产品。随着机械设备性能的不断提高，润滑条件不断苛刻，对润滑油性能要求日趋提高，因而合成基础油也得到迅速发展。

(一) 矿物基础油

石油是由各种不同相对分子质量的碳氢化合物(烃类)组成，首先要经蒸馏，把不同相对分子质量的碳氢化合物按轻重分离出来，依次是石油气、石脑油、汽油、煤油、柴油、重馏分和残渣油，其中的重馏分和残渣油就是润滑油基础油的原料。

不是所有石油的重馏分都可以用作润滑油基础油，从其碳氢化合物的结构可分为饱和烃和非饱和烃。饱和烃中的烷烃粘温性能好，润滑性和抗氧性好，适于用作大部分润滑油的基础油，其缺点是含石蜡多，低温流动性差，通称石蜡基基础油。以我国大庆油田的原油生产的基础油就是典型的石蜡基基础油，是目前应用最为广泛的基础油品种。另一类是饱和烃中的环烷烃基础油，它含蜡量少，低温流动性好，电绝缘性好，但黏温性差，抗氧性差，可用于生产冷冻机油和电器用油等，我国新疆原油能生产典型的环烷基基础油。还有一种称中间基基础油，是石蜡基和环烷基的混合物，性能在石蜡基基础油和环烷基基础油之间，用我国西北油田原油生产。还有很多原油的烃类不适合生产润滑油基础油，只能生产燃料。

原油经蒸馏后的重馏分并不能直接作润滑油的基础油，里面的一些组分如多环芳烃、稠环芳烃、胶质、沥青质，某些元素如硫、氮和一些烃类如正构烷烃

(石蜡)，使油的性能如抗氧化性、色度、流动性、腐蚀性等变差，我们称为非理想组分。符合基础油要求的组分称为理想组分，需进一步加工，目的是除去非理想组分，留下理想组分。加工过程可归纳为三条工艺路线：①物理分离路线，其工艺结构通常是“溶剂精制－溶剂脱蜡－白土补充精制”(见图 1-1)，称为溶剂法；②化学路线，其工艺结构是“加氢裂化－异构脱蜡－加氢精制”的全氢路线(见图 1-3)，称为加氢法；③物理化学联合路线，其工艺结构可以是“溶剂预精制－加氢裂化－溶剂脱蜡”，也可以是“加氢裂化－溶剂脱蜡－加氢补充精制”等多种灵活多样混合工艺结构，称为联合法或混合法。下面将简要介绍润滑油制备的几个主要过程。

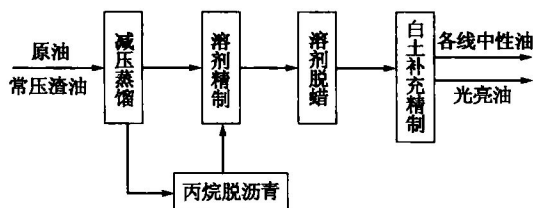


图 1-1 物理加工路线

1. 物理加工路线

(1) 常减压蒸馏

生产润滑油的原油既经选定，可利用原油中各种组分存在着沸点差这一特性，通过常减压蒸馏装置从原油中分离出各种石油馏分。常减压装置可分为预蒸馏部分、常压部分及减压部分。其流程示意图如图 1-2 所示。

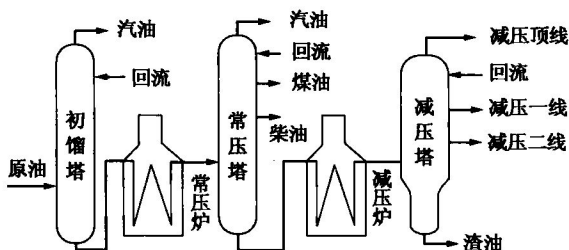


图 1-2 常减压蒸馏流程示意图

经常压塔蒸馏，蒸出约 350℃ 以前的馏分。常压蒸馏只能取得低黏度的润滑油料，因为原油被加热到 350℃ 后，就会有部分烃裂解，并在加热炉中结焦，影响润滑油质量。

根据外压降低,液体的沸点也相应降低的原理,利用减压蒸馏来分馏高沸点(350~500℃)、高黏度的馏分,但还有一些重质润滑油料在减压塔中也难以蒸出,留在减压渣油中。这部分油料需去掉其中含有的胶质、沥青质才能进一步加工。

(2) 溶剂精制

溶剂精制是用选择性溶剂抽提原料油中的某些非理想组分来改变油品的性质,经过溶剂精制后的润滑油料,其黏温特性、抗氧化性等性能都有很大改善。工业上采用的溶剂有酸、碱、苯酚、糠醛等。

溶剂精制的基本原理是利用溶剂对油中非理想组分(即多环芳烃、胶质、沥青质等)的溶解度很大,对理想组分(即基础油的主要组分烃类)的溶解度很小的特性,把溶剂加入润滑油料中,其中非理想组分迅速溶解在溶剂中,将溶有非理想组分的溶液分出,其余的就是润滑油的理想组分。通常,把前者叫做提取油或抽出油,后者叫做提余油或精制油。溶剂精制的作用相当于从润滑油原料中抽出其中的非理想组分,所以这一过程也叫溶剂抽提或溶剂萃取。

通常说的精制深度指溶剂精制过程中溶剂与原料油的比例,溶剂量越大,抽提出的非理想组分越多,精制深度越深,但并非精制深度越深越好,对不同用途的基础油应有一个合适的精制深度。

(3) 溶剂脱蜡

为使润滑油在低温条件下保持良好的流动性,必须将其中易于凝固的蜡除去,这一工艺叫脱蜡。脱蜡工艺不仅可以降低润滑油的凝点,同时也可得到蜡。所谓蜡就是在常温下(15℃)呈固体的那些烃类化合物,其中主体是正构烷烃和带有长侧链的环状烃, C_{16} 以上的正构烷烃在常温下都是固体。

脱蜡的方法很多,目前常用的是溶剂脱蜡。溶剂脱蜡是利用一种在低温下对油溶解能力很大,而对蜡溶解能力很小并且本身低温黏度又很小的溶剂稀释原料,使蜡能结成较大晶粒,使油因稀释而黏度大为降低,这样就给油蜡分离创造了良好条件。目前广泛采用的溶剂是酮苯混合溶剂。其中酮可用丙酮、甲乙酮、甲基异丁基酮;苯类为苯和甲苯。

(4) 丙烷脱沥青

石油经减压分馏后,仍有一些相对分子质量很大、沸点很高的烃类不能汽化分馏出来而残留在减压渣油中,这是制取高黏度润滑油基础油的良好原料。

渣油中除了这些相对分子质量高的烃类以外,还含有大量胶状物质(沥青质、胶质和某些多环的烃类)。因此,为了取得这部分高黏度的原料,必须将其与沥青质、胶质分开,这个加工步骤叫做渣油脱沥青。