

润滑油品开发与应用丛书

烃
加工

润滑脂生产

张澄清 编著

中国石化出版社

润滑油品开发与应用丛书

润 滑 脂 生 产

张澄清 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书概述我国润滑脂工业的演变和现状,介绍了润滑脂生产用原料、设备,较系统地阐述了通用润滑脂的生产工艺、组成和产品性能,对润滑脂的分析和质量评定也作了较详细的介绍。

本书适用于润滑脂生产部门的管理干部、科技开发人员、技术人员和操作人员,并可作为培训教材使用。还适于从事润滑材料技术管理、销售和应用的员工阅读,也可供高等院校师生和从事科学研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

润滑脂生产/张澄清编著.
—北京:中国石化出版社,2003
(润滑油品开发与应用丛书)
ISBN 7-80164-383-6

I. 润… II. 张… III. 润滑脂生产 IV. TE626.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 036524 号

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

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

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北徐水县印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 21.25 印张 540 千字 印 1—3000

2003 年 7 月第 1 版 * 2003 年 7 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前 言

我国润滑脂的生产和科学研究已有 50 余年历史。产品的产量、品种和质量不断满足了工农业、交通运输和国防工业等国民经济各个部门的需要。为了综述我国润滑脂工业生产技术，阐明我国润滑脂生产的演变发展过程和现状，以进一步提高科学技术水平，曾于 1986 年出版过《润滑脂生产》一书，此书曾荣获中国石化总公司科学技术进步三等奖，并承蒙广大读者厚爱，因前书发行数量不敷供应，虽又多次印刷，仍于 1998 年断供，谨致歉意。现应出版社之邀，对前书予以系统地改编扩版，补充完善，删旧更新，重新编写出版《润滑脂生产》一书，期望进一步使读者有所裨益。

就世界范围而言，从 20 世纪 60 年代开始，把润滑脂当作摩擦磨损润滑学这门边缘学科的一个重要组成部分以来，给润滑脂的科学研究工作开辟了宽广的前景；润滑脂类产品已经从普通用润滑脂发展到通用、多效、长寿命的产品，从而在简化生产、方便使用、减少维护、节约能源方面，发挥了重大作用。历史的车轮滚滚向前，作为我国润滑脂生产发展的一份记录，相信润滑脂的科研和生产不会满足和停留于现有的水平上，在我国广大润滑脂生产、科研人员的共同努力下，润滑脂制造技术在向现代化的迈进过程中，在向着世界先进水平前进的道路上，必将取得新的进展，做出中国人民应有的贡献。

在本书编写过程中，作者以深切思念之情缅怀前书合著人 李庆德 同志和积极支持者 王世芳 同志；感谢前书责任编辑孙培玉同志，还曾取得燕化津脂公司刘庆廉、李更新和无锡市炼油厂王训时等同志的协助，在此表示衷心地感谢！

由于编著者水平所限，书中所述内容有一定局限性，错误和不当之处敬请读者批评赐教。

张澄清
2003 年 3 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 润滑脂的简史.....	(1)
第二节 润滑脂的结构和特点.....	(2)
第三节 润滑脂的分类.....	(5)
第四节 国内外润滑脂生产概况.....	(8)
第二章 润滑脂的原料	(14)
第一节 润滑脂基础油.....	(14)
第二节 动物和植物油脂.....	(34)
第三节 野生植物油.....	(43)
第四节 合成脂肪酸.....	(45)
第五节 无机化合物.....	(47)
第六节 有机化合物.....	(53)
第七节 润滑脂添加剂.....	(60)
第三章 润滑脂的生产设备	(71)
第一节 炼制釜.....	(71)
第二节 热载体套管式反应器.....	(85)
第三节 冷却设备.....	(89)
第四节 均化设备.....	(91)
第五节 脱气设备.....	(94)
第六节 输送系统——机泵.....	(96)
第七节 灌装机械——产品包装.....	(97)
第四章 润滑脂的生产过程及管理	(100)
第一节 油脂的皂化反应.....	(101)
第二节 油脂与碱类化学反应的计算.....	(102)
第三节 润滑脂主要制造步骤.....	(107)
第四节 润滑脂生产的现场管理.....	(113)
第五章 润滑脂的生产工艺	(116)
第一节 钙基润滑脂的生产工艺.....	(116)
第二节 合成钙基润滑脂的生产工艺.....	(122)
第三节 钠基润滑脂的生产工艺.....	(127)
第四节 混合皂基润滑脂的生产工艺.....	(134)
第五节 钡基润滑脂的生产工艺.....	(139)
第六节 铝基润滑脂的生产工艺.....	(142)

第七节	锂基润滑脂的生产工艺	(145)
第八节	合成锂基润滑脂的生产工艺	(152)
第九节	复合钙基润滑脂的生产工艺	(155)
第十节	合成复合钙基润滑脂的生产工艺	(158)
第十一节	复合铝基润滑脂的生产工艺	(164)
第十二节	复合锂基润滑脂的生产工艺	(173)
第十三节	烃基润滑脂的生产工艺	(179)
第十四节	膨润土润滑脂的生产工艺	(187)
第六章	润滑脂的性能和应用范围	(191)
第一节	单皂基润滑脂	(192)
第二节	混合皂基润滑脂	(216)
第三节	复合皂基润滑脂	(225)
第四节	烃基润滑脂	(239)
第五节	无机润滑脂和有机润滑脂	(249)
第六节	合成油制润滑脂	(261)
第七章	润滑脂的分析和评定	(279)
第一节	润滑脂的取样方法	(279)
第二节	润滑脂的理化分析	(280)
第三节	润滑脂的组成分析	(289)
第四节	润滑脂的性能试验	(303)
第五节	润滑脂的模拟试验	(316)
参考文献		(332)

第一章 概 述

润滑脂属于石油产品的一大类。它是由稠化剂分散在液体润滑油内而得的半固体（或半流体）状材料，同时也可以加入赋予某些特殊性质的其他组分。

润滑脂的用途甚广，从人们日常生活用的自行车，农业用的拖拉机，交通运输用的汽车、火车、船舶、飞机，迅速发展中的信息网络产业，直到宇宙飞行器等，凡是有转动、滑动的部位都常使用各种润滑脂，以供机械摩擦部位润滑。润滑脂还兼有防水、防尘、防锈和密封防护等作用，工业上也生产多种专供防锈、密封等用的润滑脂品种。因此，在石油产品中，润滑脂类产品产量虽然不大，仅占万分之几；品种却很多，达到石油产品总品种数的1/4，是国民经济各部门必不可少而又广泛采用的、具有重大经济价值的一类产品。

建国以来，我国润滑脂工业发展很快，润滑脂的生产技术也取得了迅速进展。从手工作坊式、大锅人力操作到机械化定型设备生产，装置又经改进完善实现仪表控制，自大型工业规模向着连续化生产发展，从而在润滑脂产量、质量、品种上，不断满足了我国国民经济日益增长的要求。到目前为止，我国润滑脂的年产量已达（8~10）万吨，产量跃居世界第三位，产品品种亦达300余种。有些产品已进入国际市场，并享有一定声誉。

本书将系统地综述我国润滑脂生产技术情况，主要阐述通用润滑脂，即量大面广的一些润滑脂品种的生产，以及这些产品的性能和特点。

第一节 润滑脂的简史

我国是世界上最早发现和利用润滑材料的国家之一。远在3000多年前，我国商代甲骨文中有不少“车”、“舟”、“帆”字，这说明我国在商代就已有车和船，并会使用帆。在河南安阳殷墓的遗迹中，就有驾四匹马的战车，那时候的马车车轴和轴套是用木材制成的，是自润滑材料，只是干摩擦。

到了周代，即公元前约1066年~前771年，《诗经邶(bèi)风·泉水》中提到载脂载辖(xiá, 车轴末端的销子)，即记载了使用动物油脂作为车轴的润滑剂的史实。在罗马博物馆里也展出了古埃及战车上用动植物油脂润滑车轴的遗迹。由此可见，动植物油脂是人类用以减少摩擦的第一代润滑剂。当以脂肪润滑轮轴和轴套时，即是油脂层的内摩擦代替了干摩擦的重要开端。

由于人类历史的进步，以及农业、手工业工具及马拉车辆运输的进展，所以对润滑部位的要求逐渐提高，单纯使用动植物油脂就容易从摩擦表面流掉，因此人们找到向动植物油脂中加入石灰，通过冷混，缓慢地制成简易润滑剂的方法。加入石灰的结果是，一部分动植物油脂与石灰皂化形成了稠化剂，大部分未被皂化的动植物油脂作为分散介质。这种由钙皂稠化动植物油脂的产品，即为最原始的润滑脂，并可以耐热，在受热状况下不至流失，可以维持原来的状态。

18世纪末叶，随着蒸汽机的出现，纺织工业开始蓬勃兴起。特别是19世纪20年代，蒸汽机机车的发明，推动了生产技术的进一步改革，一些机械润滑部位的负荷、温度和转速迅

速增高。为了减少磨损，保证机器在正常状态下运转，迫使人们改变原有润滑剂的配方，注意寻找另一些润滑材料。于是，出现了用植物油和动物脂肪与苛性钠水溶液混合组成的“润滑脂”，即动物油脂和植物油部分地被苛性钠皂化，制得的以脂肪酸钠皂稠化动植物油脂的润滑材料。

从 19 世纪 60 年代开始，随着煤加工工业的兴起，植物油脂开始部分地被煤焦油和页岩油所代替。以后，由于石油工业的迅速崛起，石油炼制工业又成功地将提取石油润滑油投入了工业性生产。自 19 世纪后期起，原来作为润滑材料的分散介质，才逐渐地被石油润滑油所代替。

这以后，润滑脂的生产取得了迅速发展：19 世纪 70 年代，出现了钙基润滑脂；20 世纪初期，出现了钠基润滑脂；20 世纪 20 年代，出现了铝基润滑脂；20 世纪 30 年代，第二次世界大战前出现了钡基润滑脂；20 世纪 40 年代，第二次世界大战期间出现了锂基润滑脂。以后，又出现了各种复合皂基润滑脂，以及用无机稠化剂或有机稠化剂稠化石油润滑油制成的无机和有机润滑脂。为了满足高、低温，宽温度范围以及特殊使用要求的润滑，又采用合成润滑油代替石油润滑油，生产了合成油润滑脂。

到目前为止，润滑脂产品的品种主要还是用石油润滑油、脂肪酸皂类及其他添加剂和复合剂制成的。润滑脂产品的产量也主要稳定在上述这些皂基润滑脂之内。

第二节 润滑脂的结构和特点

润滑脂属于胶体分散体系。作为固 - 液胶体体系至少包括两种组分：一种是固相稠化剂；另一种是液态润滑剂；还有极少量胶溶物质存在。这两种组分既不是简单的溶解，也不是简单的混合，而是由稠化剂以胶团形态均匀地分散在液体介质之内的分散体系。所谓分散体系，是指一种物质以微粒状态分散到另一种物质内而形成的一种稳定体系。其中被分散的微粒称作分散相，包围着分散相的物质称作连续相或分散介质。分散微粒的尺寸在 $1 \sim 100\mu\text{m}$ 之间的分散体系，即为胶体分散体系。

作为润滑脂主要组分的稠化剂是脂肪酸金属皂，如脂肪酸钠、钙、铝、锌、铅、钡、锂、锶等金属皂类。这些皂是在润滑脂制造釜中、在润滑油存在下，由脂肪酸和金属氢氧化物进行皂化（也有预先制皂的）而得的，其中脂肪酸原料通常为 $\text{C}_{14} \sim \text{C}_{18}$ 酸的动物脂肪和植物油脂。非皂基稠化剂主要有无机稠化剂和有机稠化剂两类。具有代表性的无机稠化剂，如表面处理的膨润土和高纯度的二氧化硅等已被应用；有机稠化剂如聚脲、阴丹士林和酞青铜等。几种稠化剂的化学结构式如图 1-1 所示。

润滑脂内固态稠化剂作为分散相是以纤维状结构的形式分散到作为分散介质的液态润滑剂之内。在纤维的三维结构中，其尺寸大小至少有一维或二维落在 $1 \sim 100\mu\text{m}$ 之内。某些锂基产品和铝基产品的纤维或皂聚结物具有 $0.2\mu\text{m}$ 或更小的直径或宽度。细微的纤维通过彼此间的吸附力搭成了庞大的网络结构，吸附住全部液体润滑剂，其纤维形状只能借助电子显微镜才可分辨出来。图 1-2 是润滑脂中各类型稠化剂纤维的大致尺寸和形状。

由于润滑脂属于胶体分散体系，所以它也具有胶体的一系列特性。例如，不同的纤维结构会引起润滑脂不同的胶体特性和稠化能力；又如，随着温度的变化，体系的相状态和分散相的结构随之改变，并使润滑脂出现一系列相转变，如图 1-3 所示。当温度上升时，使胶体体系出现凝胶态或结构破坏的温度即为其使用温度上限，胶体体系存在着聚结稳定性和聚

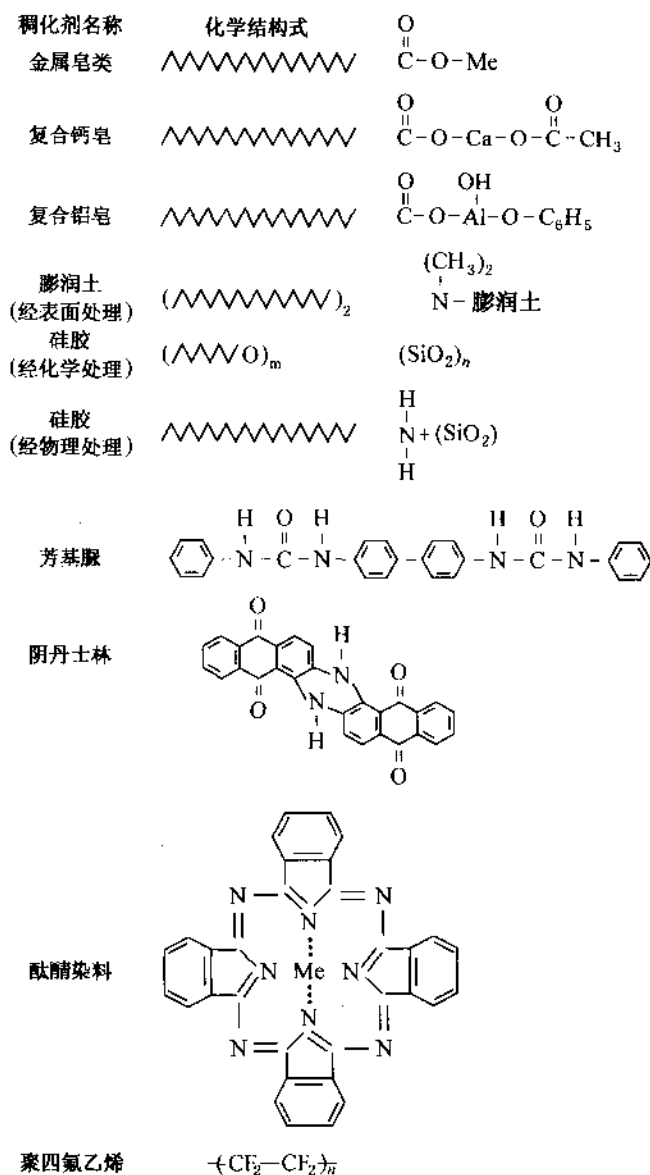


图 1-1 几种主要稠化剂的化学结构

沉稳定性，因而润滑脂也会随着少量胶溶剂的特性和数量的改变，随着接触极性介质或随着体系内部极性物质（如氧化产物）的出现，使润滑脂胶体安定性产生显著变化。在长期储存过程中润滑脂也会出现萎缩和离析（俗称分油）。从某种意义上说，润滑脂的生产过程实际上是采用合理的固-液组分、通过合理的生产工艺制备一个稳定的胶体分散体系的过程。

润滑脂又是一个流变结构体系。凡是胶体分散体系，都具有流变特性。润滑脂的流变性有以下几种表现：

(1) 当润滑脂不受外力作用时，能像固体一样保持一定形状，即在静止的工作表面上不会自动流失。当受微弱外力作用后，便产生弹性形变，移去微力，润滑脂就又能恢复到原来的位置和形状，呈现出宛如固体的弹性特性。

(2) 当施加的外力增大到足以使润滑脂发生形变和流动而不再能自动地恢复到原来的位置和形状时, 这个作用力的大小叫作润滑脂的强度极限。除去外力, 则又能保持在停止流动时的位置和形状。由于这个原因, 润滑脂在机械运转部件上的起动力矩比液体润滑油大。

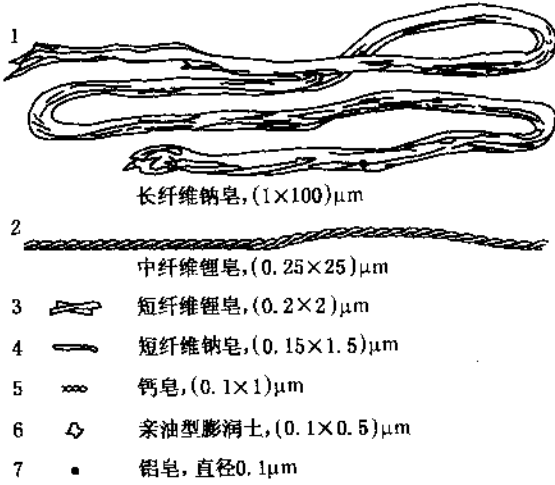


图 1-2 润滑脂稠化剂纤维的大小和形状

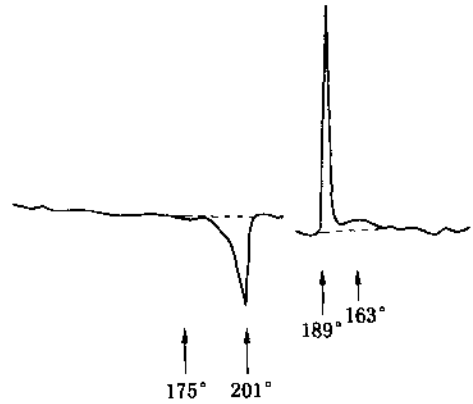


图 1-3 12-羟基硬脂酸锂基脂(皂 8%)相转变的差热分析图

(3) 在某一恒定低剪速下流动时, 其相似粘度或强度极限由逐渐下降至趋向恒定。此后当撤去剪力, 停止剪切, 则相似粘度或强度极限会缓慢回增, 这种现象称为润滑脂的触变性。图 1-4 示出在恒定低剪速下经长期剪切, 其强度极限由 τ_A 逐减至 τ_B ; 当 τ_B 稳定后撤去, 剪切力, 在静置期 t 内, 其强度极限由 τ_B 又渐增至 τ_C 并稳定下来。这种现象又称触变恢复性。如果 τ_A 至 τ_B 的时间越长、 $\tau_A - \tau_B$ 越小、 τ_B 至 τ_C 的时间越短、 $\tau_A - \tau_C$ 越小, 则表明这种润滑脂的使用性能好, 使用寿命长。触变性和触变恢复性与剪切速率的大小有密切关系。

(4) 在润滑脂流动过程中, 随着所经受剪切应力的增大, 由于纤维在不同程度上的定向排列, 或者出现皂纤维的断裂, 都会使体系的相似粘度随之减小。在较大的恒定剪切应力下, 相似粘度减小越少, 停止剪切后触变恢复性越好, 则这种润滑脂使用寿命越长。

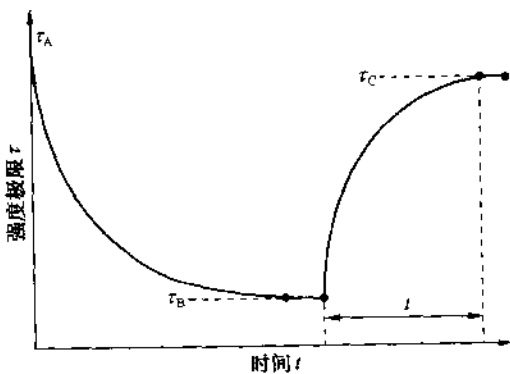


图 1-4 润滑脂的触变性示意图

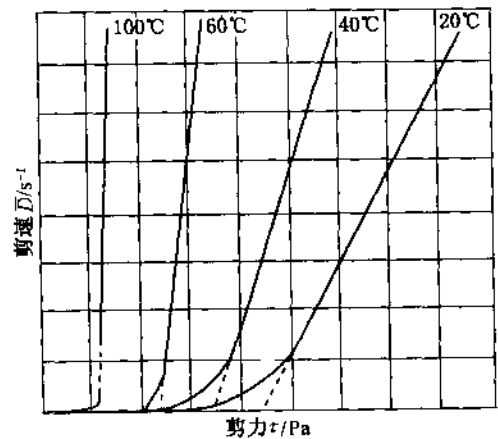


图 1-5 润滑脂流动曲线图

(5) 在经受极高的剪切应力的情况下，润滑脂的流动宛似理想液体，即相似粘度保持在一个恒定值，不再随剪速增高而改变。此时相似粘度值等于剪速与剪力之比值呈恒值，即图 1-5 上呈直线关系时的斜率。在这种流动状态下，或在长期高剪切作用之下，润滑脂内的皂纤维容易发生断裂和破坏。一旦出现皂纤维的严重断裂，润滑脂的纤维结构被破坏，使用寿命就很快终止。

润滑脂的结构流变特性随温度的变化而变化，润滑脂的典型流动曲线如图 1-5 所示。

某种润滑脂的结构流变性能同样也是与生产这种脂时所选用原料的组成及生产工艺条件有密切关系。流变性能直接影响着成品脂的使用性能，例如在低、高温下和低、高剪切下的流动特性、起动和运转力矩、强度极限、漏失量、泵送性、剪切安定性、触变恢复性乃至使用寿命。

第三节 润滑脂的分类

由于各种机械设备名目繁多，它们的运转条件和工作环境又错综复杂，因而对润滑脂的性能要求也各不相同。在润滑脂的生产和科学研究中还不可能生产出一种或少数几种具备各种特性的“万能润滑脂”，而只能生产各种不同使用性能的润滑脂来适应各种机械操作条件的要求。因此，出现了润滑脂品种很多、专用性很强的特点。目前所谓通用或多用途润滑脂，实际上是指使用范围比较宽、对多种操作条件适应性比较好、使用寿命比较长的一些润滑脂。即使今后生产润滑脂的技术得到了进一步的发展，润滑脂的品种还会以百种计数。

虽然润滑脂品种多种多样，但我们还是可以按它的组成、性能区分成不同的类型。目前润滑脂有四种分类方法。

一、按照稠化剂类型分类

如图 1-6 所示。这种分类方法实际是以皂基润滑脂为主体。

我们通常接触到的润滑脂，或人们泛指的润滑脂是指以石油润滑油为基础油的皂基润滑脂。这类产品无论从产量上、还是品种上都占润滑脂总数的绝大部分。在西方国家里，烃基润滑脂都不统计在润滑脂类里。

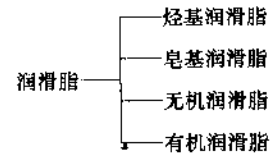


图 1-6 润滑脂按稠化剂分类

皂基润滑脂又可按照皂类稠化剂的不同分成各种皂基润滑脂，包括混合皂基脂、复合皂基脂等，如图 1-7 所示。同时，还出现了不同基组合的混合基润滑脂。例如，皂基-无机类润滑脂；皂基-烃基类润滑脂等。

因为润滑脂的性能特点主要是由稠化剂决定的，所以用稠化剂取名，就可以大致估计出这种名称的润滑脂的主要特性，也便于生产厂组织生产。目前许多国家还在采用这种分类法。但它也有一些缺点，如说出某一种皂基脂（例如锂基脂），虽然它的一般性能大致相似，但是用不同原料如合成脂肪酸、硬脂酸、十二羟基硬脂酸或者油脂直接制造时，它的性能却有明显的不同，而从命名上无法区分。同时，采用不同种类的润滑油和添加剂以后，性能特点还会有更大差异。因此，用稠化剂分类只能大致反映出性能特点，不能完全反映出性能特点。

二、按主要用途分类

如图 1-8 所示。在这种分类方法中，由于润滑脂主要是用于润滑机械摩擦部位，故减摩润滑脂占润滑脂的绝大部分。当泛指润滑脂时，主要还是指减摩润滑脂（实际上还是指皂基润滑脂）。

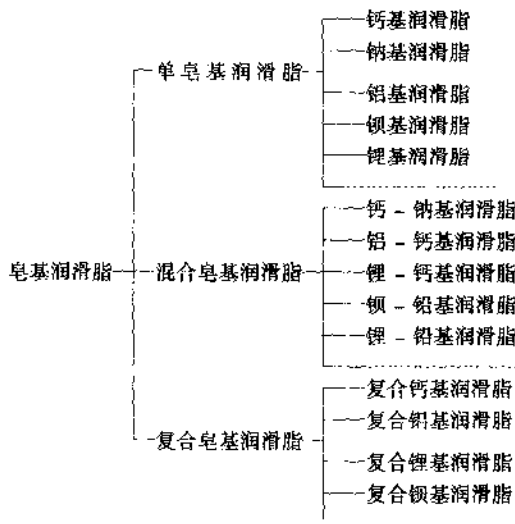


图 1-7 皂基润滑脂分类

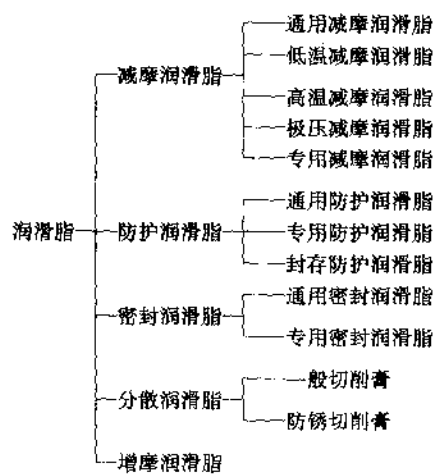


图 1-8 润滑脂按主要用途分类

这种分类方法比较笼统，常常使用途区分不清。因为每一种润滑脂几乎同时兼备上述几种用途，如以减摩为主，又作防护和密封之用，只是说，某种产品的主要用途即以某一种使用目的为主体而已。在同一类里还常常不易分档。

三、根据润滑脂的使用部门和应用部位分类

按这种分类法可将润滑脂划分成航空、军械、冶金、化工、铁路、汽车、船舶、仪表、机电、纺织、食品、矿山等专用润滑脂，或者按应用部位起名，如阀门脂、坦克脂、唧筒脂、高炉用脂、低温轴承脂、专用螺纹脂……等这种分类命名方法的优点是某一行业或设备可专门供用一套润滑脂，针对性比较强。缺点是各行各业各种设备都是互相联系和互相渗透的体系，加上各个行业之间许多品种相互重叠、相互重复，品种复杂化，在产、供、销上易引起混乱，也不利于润滑脂生产的连续化、大型化。

上述三种分类方法各有特点，也很有进一步探讨的价值。我国长期习惯采用的分类和命名方法，常常是以某一种分类法为主，并用其他分类法加以补充。如在生产某系统、装置或部位上专用的润滑脂时，常常以其专用的装置和部位加上主要特性来命名。目前，在我国国家标准中，关于润滑脂的分类和命名对于通用脂主要采用第一种方法，对于专用脂常用第二种、第三种方法。

四、按使用性能分类

世界各国对润滑脂分类方法都极为重视。为此，国际标准化组织（ISO）于 1987 年提出了润滑脂分类的国际标准 ISO6743-9:1987。此标准的特点是排除了按稠化剂类型、应用部门和应用部位作为分类命名的基础，而是完全按润滑脂应用场合的操作条件、操作环境、需要润滑脂具备的各种使用性能作为分类代号的基础，比较科学。使用性能包括：最低使用温度、最高使用温度、抗水和防锈水平、极压抗磨性能和稠度牌号等状况。因为润滑脂产品属类为润滑剂 I 系列中的 X 类，故首字母为 X，后面再用 4 个英文字母，分别表示使用性能水平，再用一个数字表示稠度等级，由此组成的代号可以反映这种润滑脂的使用性能水平。

我国于 1990 年接受 ISO6743-9:1987，等效采用并修订为我国国家标准 GB/T7631.8-90。此分类方法的主要内容见表 1-1、表 1-2 和表 1-3。

表 1-1 按使用性能的分类代号

使用要求					代 号	备 注				
操作温度范围			水污染 ^③	字 母 4			负 荷	字 母 5	稠 度	
最低温度 ^① /°C	字 母 2	最高温度 ^② /°C			字 母 3					
0	A	60	A	在 水 污 染 的 条 件 下, 润 滑 脂 的 润 滑 性、抗 水 性 和 防 锈 性	A	在 高 负 荷 或 低 负 荷 下, 表 示 润 滑 脂 的 润 滑 性 和 极 压 性。用 A 表 示 非 极 压 型 脂, 用 B 表 示 极 压 型 脂	A	或 选 用 如 下 稠 度 号: 000 00 0 1 2 3 4 5 6	由 代 号 润 滑 脂 的 字 母 X 与 其 他 4 个 字 母 及 稠 度 等 级 号 联 起 来 产 生	包 含 在 这 个 分 类 体 系 范 围 里 的 所 有 润 滑 脂 彼 此 相 容 是 不 可 能 的。而 由 于 缺 乏 相 容 性, 可 能 导 致 润 滑 脂 性 能 水 平 的 剧 烈 降 低。因 此, 在 允 许 不 同 的 润 滑 脂 相 接 触 之 前, 应 和 产 销 部 门 协 商

注: ①设备启动或运转时, 或者泵送润滑脂时, 可操作的最低温度。

②在使用时, 被润滑部位的最高温度。

③见表 1-2。

表 1-2 水污染 (抗水性和防锈性) 代号的确定

环境条件 ^①	防锈性 ^②	字 母 4	环境条件 ^①	防锈性 ^②	字 母 4
L	L	A	M	H	F
L	M	B	H	L	G
L	H	C	H	M	H
M	L	D	H	H	I
M	M	E			

注: ①L表示干燥环境, M表示静态潮湿环境, H表示水洗。

②L表示不防锈, M表示淡水存在下的防锈性, H表示盐水存在下的防锈性。

表 1-3 润滑脂稠度等级

稠 度 等 级	锥入度范围 (工作 60 次) / (1/10mm)	稠 度 等 级	锥入度范围 (工作 60 次) / (1/10mm)
000	445 ~ 475	3	220 ~ 250
00	400 ~ 430	4	175 ~ 205
0	355 ~ 385	5	130 ~ 160
1	310 ~ 340	6	85 ~ 115
2	265 ~ 295		

例如, 一种润滑脂适用于下述操作条件: 最低操作温度: -20°C; 最高操作温度: 160°C; 环境条件: 经受水洗; 防锈性: 不需要防锈; 负荷条件: 高负荷; 稠度等级: 00, 则这种润滑脂的代号经查表 1-1, 2, 3 后, 可定为 L-XBEGB 00。

此分类法适用于各种设备、机械部件、车辆等润滑和防护, 可用于所有种类的润滑脂, 但不适用于如接触食品、抗辐射、高真空用的特种润滑脂。由此可见, 以使用性能为基础的

分类法对于量大面广的绝大部分润滑脂品种和绝大部分应用场合均可适用,使用户可合理选脂,对于性能类同的产品,便于简化品种。此分类法也布设了品种框架,便于开发新产品,也指导我们不再研制性能类同的品种。另外,此分类法也有不足之处,例如,对极压性能部分分得不细。将有待于在应用发展过程中改进。

GB/T 7631.8—90 已代替 GB501—65,于 1991 年 11 月起付之实施,新制订和修订的产品标准已酌情给予代号,但对于老产品还有相当长一段过渡时期。因为此标准与我国长期执行和采用的分类方法差别很大。到目前为止,我国国家标准和行业标准中,绝大部分产品标准仍未按此分类法给予代号,只是 20 世纪 90 年代新制订或修订的产品标准按此分类法赋予代号。至于产品名称仍是各自为政,世界各国也大致如此。因而本书只能以目前我国长期习惯采用的分类方法,即通用脂以稠化剂命名,专用脂以用途和使用性能使用部位相结合的方法予以阐述。

第四节 国内外润滑脂生产概况

据估计,世界润滑脂总产量每年在 100 万吨以上。各地区产量不一,如前苏联约 30 多万吨;前东欧约 (5~7) 万吨、欧洲约 20 万吨;北美约 (20~25) 万吨,亚洲约 25 万吨;拉丁美洲约 (4~5) 万吨;非洲约 2 万吨;大洋洲约 2 万吨。各国产量差别很大,如美国 20 多万吨;俄罗斯 (15~20) 万吨;日本 (6~8) 万吨;印度 (6~7) 万吨;德国 (3~5) 万吨;英国、法国等约 (2~3) 万吨;我国估计约 10 万吨。

20 世纪下半叶,尤其是 90 年代,世界各地润滑脂产品有关产量、品种构成和生产规模的国内外文献报道增多,许多数字主要通过函件征询从应答份数中统计而得。由于征询范围有限,以知名企业为主而不是全部;函复应答率不够高(如美国有人对世界上 44 个国家和地区就 2000 年内润滑脂生产状况发出征询函件 261 份,收得应答函件 161 份,应答率为 62%,甚感满意)。另外各年的波动数值还很大。因为本节引用的各种数字都来自文献报道之统计数字,故均属不完全统计。

就世界范围而言,润滑脂的总产量有增加趋势。发达国家经济实力继续增加,新技术领域不断开拓,润滑脂产量仍是稳中有升。发展中国家的经济在蓬勃发展,润滑脂需求量日益增加。

润滑脂品种结构正在发生深刻的变化,因为产品品种构成的演变和新品种的不断开发可以扩大润滑脂的应用范围,延长了使用寿命,减少了润滑脂的用量,故受到世界各国的普遍重视。美国近 50 年来润滑脂品种构成的变迁和欧洲、日本、印度等 20 世纪 90 年代的产品品种构成如表 1-4~表 1-8。从表中数据可以看出国外润滑脂产品品种构成有如下演变:

一是钠基润滑脂占润滑脂总产量的比例下降幅度最大。这类产品主要被耐温性能更高的品种代替。

二是钙基脂(包括复合钙基脂)占润滑脂总产量的比例已经大幅度下降。这类产品大部分是被耐水性尚可的通用润滑脂所取代。

三是锂基润滑脂比例大幅度增长,因为这类产品具有通用多效能特性,成为 50 年来增长率最高的品种。以美国为例,从第二次世界大战后实现工业开发以来到 20 世纪 60 年代末已占近 50%,70 年代后期,锂基润滑脂占润滑脂总产量的 55% 以上,呈现鼎盛时期。但是,以后不是增多,而是递减。

表 1-4 20 世纪六七十年代美国润滑脂产品品种构成

单位: %

年 份	1957	1960	1965	1969	1971	1975	1977	1979
铝 基 脂	4.66	4.00	1.11	1.17	0.99	0.76	0.68	0.32
复合铝基脂				2.27	2.81	1.79	2.54	4.09
含水钙基脂	37.61	41.16	21.86	16.29	13.05	11.28	10.37	10.12
无水钙基脂				1.27	2.06	4.47	4.50	4.27
复合钙基脂				18.44	13.21	13.98	7.25	5.61
锂 基 脂	27.58	37.05	42.15	47.27	49.17	51.08	57.14	54.44
复合锂基脂				3.05	3.00	6.90	2.49	3.75
钠 基 脂	22.15	9.99	7.25	6.85	5.41	4.89	4.92	4.67
其他皂基脂	4.93	2.36	2.73	1.62	0.98	0.96	1.20	1.17
非皂基脂	3.07	5.44	6.46	7.00	8.55	10.62	10.55	11.47
总 计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表 1-5 20 世纪八九十年代美国润滑脂产品品种构成

单位: %

年 份	1981	1985	1990	1993	1995	1998	1999	2000
铝 基 脂	1.18	0.51	0.57	0.27	1.34	0.13	0.17	0.28
复合铝基脂	6.47	5.88	4.64	6.00	5.53	8.81	8.09	8.61
钙 基 脂	12.57	10.55	12.79	17.73	17.26	5.24	5.26	4.80
复合钙基脂	4.14	3.14	2.67	2.85	3.31	1.68	2.19	2.63
锂 基 脂	56.63	52.88	54.49	46.00	41.88	40.48	39.07	38.22
复合锂基脂	3.00	9.32	10.51	12.98	23.96	26.58	29.89	29.78
钠 基 脂	3.96	2.90	2.97	3.68	2.24	0.86	0.74	0.79
膨润土脂	4.93	6.40	3.48	3.26	1.82	7.44	6.51	6.16
聚 脲 脂	2.46	5.14	4.32	4.80	0.56	8.41	7.69	7.62
其 他	4.66	3.28	3.56	2.43	2.10	0.37	0.39	1.11
合 计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1-6 20 世纪 90 年代欧洲润滑脂产品品种构成

单位: %

年 份	1990	1993	1995	1997	1998	1999	2000
铝 基 脂	1.51	0.84	0.60	0.25	0.23	0.22	0.18
复合铝基脂	3.21	6.82	4.51	4.32	4.40	4.30	4.99
钙 基 脂	19.11	16.38	19.42	15.05	13.50	14.95	14.60
复合钙基脂	4.01	5.80	6.20	9.38	5.60	5.90	5.50
锂 基 脂	55.73	54.77	50.52	52.32	57.34	55.46	54.78
复合锂基脂	3.68	7.21	7.32	7.96	8.76	8.50	9.73
钠 基 脂	3.19	2.48	3.42	2.91	2.37	1.87	2.25
膨润土脂	4.53	2.01	1.90	1.72	2.33	2.21	2.31
聚 脲 脂	0.42	0.64	0.97	0.75	1.74	1.94	0.94
其 他	4.61	3.05	5.14	5.34	3.73	4.65	4.72
合 计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1-7 20 世纪 90 年代日本润滑脂产品品种构成

单位: %

年 份	1992	1995	1996	1997	1998	1999	2000
铝 基 脂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
复合铝基脂	3.34	2.19	2.91	3.28	3.14	2.73	2.88
钙 基 脂	12.75	14.95	16.28	15.16	14.52	13.1	11.74
复合钙基脂	0.29	0.87	0.35	0.67	0.36	0.30	0.28
锂 基 脂	64.79	58.80	58.08	58.16	59.64	60.03	58.31
复合锂基脂	0.14	0.34	0.31	0.47	0.36	0.23	0.18
钠 基 脂	0.03	0.35	0.35	0.34	0.24	0.11	0.07
膨润土脂	1.00	0.74	0.49	0.52	0.54	0.51	0.49
聚 脲 脂	14.49	12.76	12.45	14.59	18.41	19.86	22.57
其 他	3.17	9.00	8.78	6.81	2.79	3.13	3.48
合 计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1-8 20 世纪 90 年代印度润滑脂产品品种构成

单位: %

年 份	1992	1995	1997	1998	1999	2000
铝 基 脂	0.24	0.07	0.12	0.11	0.17	0.16
钙 基 脂	10.82	12.73	10.52	10.73	10.65	9.60
锂 基 脂	53.74	65.33	71.03	71.40	72.13	74.79
钠 基 脂	35.07	21.70	17.80	16.91	16.22	14.34
膨润土脂	0.12	0.15	0.27	0.63	0.63	0.95
其 他	0.01	0.02	0.26	0.22	0.20	0.16
合 计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

四是性能更佳、使用面更广泛的品种正在崛起。在 20 世纪八九十年代特别是 90 年代后期, 美国复合锂基润滑脂、复合铝基润滑脂、聚脲基润滑脂、膨润土润滑脂四类产品的加合总率已达 50%, 超过了锂基润滑脂。其中复合锂基润滑脂一马当先独占鳌头。欧洲以发展复合皂基润滑脂为主, 日本则重点开发聚脲基润滑脂。

当代世界润滑脂品种发展的主要特点是: 随着全球经济持续发展, 对润滑脂的需求不仅数量增加, 还要求质量高、效能多的品种。因而一些使用性能比较局限的钠基润滑脂、钙基

表 1-9 我国润滑脂历年产量

年 份	年产量/kt ^①	年 份	年产量/kt ^②
1953	约 2.5	1983	72.1
1955	8.4	1984	83.0
1957	10.7	1985	78.2
1958	17.9	1986	76.7
1959	33.0	1987	74.0
1960	44.8	1988	79.4
1961	25.0	1989	87.9
1963	约 20.0	1990	73.2
1965	32.9	1991	68.3
1969	42.8	1992	69.9
1971	52.2	1993	73.5
1973	66.4	1994	65.7
1975	72.0	1995	65.4
1977	83.3	1996	64.7
1979	97.1	1997	65.1
1980	89.2	1998	61.4
1981	75.3	1999	65.4
1982	77.0	2000	69.0

注: ①按全国绝大部分生产企业年产量统计。

②从 1983 年起, 按固定 27 个生产企业年产量统计。

润滑脂等, 不断被通用性强、使用寿命较长的润滑脂所代替。由于通用、长寿命润滑脂的发展, 拓宽了润滑脂的适用范围, 简化了通用润滑脂的品种, 延长了机械的润滑周期, 减少了装配和补充润滑脂的需要量; 加上润滑技术的改进, 提高了润滑脂的使用效率。正是这些因素, 导致润滑脂总产量并未继续大幅度增长。

据不完全统计, 我国润滑脂产品拥有设备总生产能力 20 万吨以上, 实际年产量约 10 万吨, 近 50 年来, 润滑脂年产量见表 1-9。在七八十年代的生产规模分布见表 1-10。

表 1-10 设备生产能力的分布

生产能力/ (t/a)	全国生产企业数 ^① /个							
	1963	1971	1975	1977	1979	1981	1983	1985
< 450	5	6	10	16	18	24	1	1
450 ~ 1500	13	11	6	27	24	25	3	3
1500 ~ 2500	2	3	10	6	5	5	3	2
2500 ~ 3500	5	7	2	3	7	4	} 9	9
3500 ~ 4500	—	2	—	1	1	—		
> 4500	2	7	11	11	12	14	11	12
合 计	27	36	39	64	67	72	27	27
设备生产能力合计/kt	2.37	109	138	162	174	195	156	153

注：①按全国绝大部分生产企业统计，但 1983 年和 1985 年按固定 27 个生产企业统计。

我国润滑脂生产企业较多，分布在全国各省市，各企业的生产能力和实际产量都各不相同，在生产和生产工艺过程方面通过技术交流目前某些厂之间已逐步类同。我国少数润滑脂生产厂已有近 50 年的生产历史，生产技术水平高，生产能力大，产量多，品种较齐全；新品种不断开发，品种构成不断演变，已成为我国润滑脂工业的主要产业，有些企业已进入世界极少数著名的生产企业之列。与此同时，还有分散于全国各地的中小型生产厂，其中不乏设备简陋、产量甚少、品种单一。这表明我国润滑脂生产既有集中，又有分散。就产品生产而言，适当分散是有好处的，便于因地制宜，就地取材，就地使用，减少了销售储运环节，这点在蓬勃发展和计划经济时代是适宜的。目前状况是过于分散，多处于简单重复生产，对提高全国润滑脂水平已经带来了负面影响。中小型生产厂宜适应形势，加速提高科学技术水平，通过兼并重组，引入竞争机制，形成多个具有较大生产和经营规模的地区性企业，研究并按照当地地区的市场需要，生产通用润滑脂并加强开发符合当地需要的新产品；或者宜转型，成为专营制造多个特种的专用的中小型企业。

从 2000 年对世界上 172 个润滑脂生产企业统计数字表明（表 1-11）：这些企业的总合产量为 705.24kt；平均单个企业的产量是 4100t/a。国外实际产量超过 2268t/a 的生产企业占 53.8%，其中日本、欧洲、北美和印度分别高达 75.0%、64.3%、52.4% 和 50.4%；其平均单个企业的产量也分别高达 7763 t/a、4318 t/a、5841 t/a，印度也达到 3666 t/a。但我国实际产量超过 2268 t/a 的生产企业仅占 22.2%，平均单个企业的产量仅为 2555 t/a，均甚低于世界平均水平 4100 t/a。

表 1-11 2000 年世界润滑脂生产企业的生产规模和平均年产量

国家或地区	统计生产企 业数/个	实际产量/t 及所占比例/%				平均年产量/ (t/个)
		≤ 454	454 ~ 2268	2268 ~ 4536	> 4536	
加拿大/美国	42	11 (26.2)	9 (21.4)	10 (23.8)	12 (28.6)	5841
欧洲	42	2 (4.8)	13 (31.0)	14 (33.2)	13 (31.0)	4318
中南美洲	15	5 (33.3)	5 (33.3)	3 (20.0)	2 (13.4)	2274
墨西哥	4	1 (25.0)	3 (75.0)	0 (0)	0 (0)	2163
印度	14	3 (21.4)	4 (28.6)	4 (28.6)	3 (21.4)	3666
非洲/中东	9	1 (11.1)	2 (22.2)	6 (66.7)	0 (0)	2571
大洋洲/东南亚	11	2 (18.2)	4 (36.4)	4 (36.4)	1 (9.0)	2615
日本	8	1 (12.5)	1 (12.5)	2 (25.0)	4 (50.0)	7765
中国	27	0 (0.0)	21 (77.8)	3 (11.1)	3 (11.1)	2555
合 计	172	26 (15.1)	62 (36.1)	46 (26.7)	38 (22.1)	≈ 4100

注：括号内的数为所占的百分比。