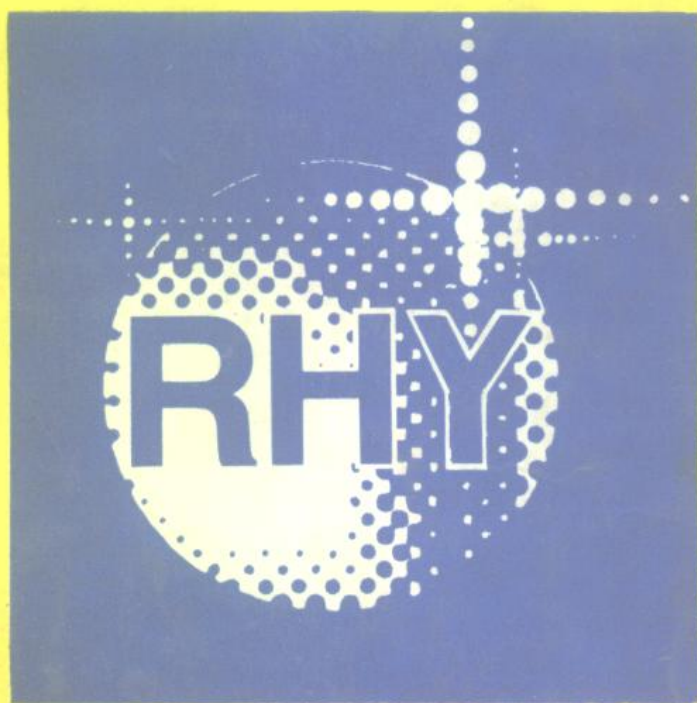


润滑油脂品种和应用

杨秉陆 主编



地震出版社

润滑油脂品种和应用

杨秉陆 主编

地震出版社

1994

(京)新登字095号

内 容 提 要

本书比较系统地介绍了内燃机油、齿轮油、液压油、压缩机油(包括冷冻机油)、汽轮机油、主轴轴承油和导轨油、电器用油、工艺用油、润滑脂和添加剂等十类产品的性能、分类、品种、规格、合理选择和应用,以及国内外发展的新动态。书中介绍的国家标准和行业标准都是经清理整顿后,新近修订和制订的。

本书主要为润滑油脂研制、生产、销售和使用人员用,也可作为高等院校、中等技术学校以及培训润滑技术人员的参考书。

DP57/12

润滑油脂品种和应用

杨秉陆 主编

*

地震出版社 出版

北京民族学院南路9号

北京市通县运河印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 29.25印张 730千字

1994年3月第一版 1994年3月第一次印刷

印数 0001—4000

ISBN7-5028-0859-0/TE·1

(1252)定价: 25 元

前 言

润滑油脂是主要的石油产品，是机械设备的主要润滑材料，不仅品种多，而且由于使用部位不同产品性能差异很大。由于这些产品研制、生产和使用中的复杂性，一直被世界各国视为高科技的产品，并对产品的性能、分类、牌号规格和应用很重视。ISO（国际标准化组织）在制定石油产品的分类标准时，首先公布了 ISO6743/0 润滑剂、工业润滑油和有关产品的分类标准。美国、英国、日本和前苏联也都对一些量大面广的润滑油产品分类标准进行研究，并公布了一些标准。我国于60年代制订了润滑油的分类标准和一些产品标准，这在当时，对润滑油产品的生产和品种的发展起了积极推动作用。但随着国民经济和国际贸易的发展，这些标准已不适应当前产品发展的新要求了。国家标准局提出我国产品标准应采用或积极采用国际标准和国外先进标准的方针，以使我国产品品种和质量达到国际水平和国际先进水平。原石油部和石油化工总公司认真执行了这个方针，于1982年成立了润滑油攻关组，对内燃机油、齿轮油、液压油三大类润滑油产品组织了技术攻关，研究工作从基础油、添加剂和评定方法开始，直到产品配方和应用试验，各方面同时进行，现有100多个配方被鉴定、投产。对其他产品如压缩机油、冷冻机油、工艺用油和润滑脂也都开展了工作。在此基础上参照国际标准和国外先进标准，制定了一批产品标准、产品分类标准和试验方法标准，基本上形成了我国润滑油脂产品体系，走向了产品系列化和标准化的轨道。相当一批产品质量达到国际水平和国际先进水平，无论是品种、质量和产量基本上满足了国民经济发展和改革开放的需要。

为了推动和指导产品的研制和生产，为了用好这些产品，提高其应用效率，需要了解一些系统的有关知识和参考数据。本书的编写，将有助于满足这方面的要求。

本书共分十一章，其中第一章概述、第三章齿轮油、第四章液压油和液力传动油由向永濂编写；第二章内燃机油、第七章主轴、轴承油和导轨油由杨秉陆编写；第五章空气压缩机油、气体压缩机油、冷冻机油和真空泵油，第六章汽轮机油由陈铁飞编写；第八章电气绝缘油，第九章工艺用油由杨大芬编写；第十章润滑脂由李文慧编写；第十一章润滑油添加剂由黄文轩编写。

原石油化工科学研究院院长卢成猷、副总工程师王锡础、技术顾问高泰对本书进行了审定。

1993年2月

目 录

✓第一章 概述.....	(1)
第一节 润滑油分类.....	(1)
第二节 润滑油的组成和加工.....	(4)
第三节 润滑油的基本性能.....	(13)
一、润滑油的主要性质——粘度.....	(13)
二、润滑油的氧化变质.....	(18)
三、润滑油的润滑性能.....	(20)
四、润滑油的其他性质.....	(21)
✓第二章 内燃机油.....	(27)
第一节 内燃机油的作用和主要性能.....	(27)
一、内燃机油的作用.....	(27)
二、内燃机油的主要性能.....	(28)
第二节 内燃机油的发动机台架试验和行车试验.....	(32)
一、评定润滑油的发动机台架试验条件.....	(32)
二、美国、欧洲评定润滑油的发动机台架试验方法.....	(33)
三、前苏联评定润滑油的发动机试验.....	(40)
四、我国评定润滑油的发动机试验方法.....	(41)
五、评定润滑油的道路行车试验.....	(42)
第三节 汽油机油和柴油机油的分类、品种和标准.....	(42)
一、美国内燃机油(发动机油)的粘度分类.....	(42)
二、国外汽油机油和柴油机油的质量分级.....	(44)
三、国外汽油机油和柴油机油品种和质量的新发展.....	(53)
四、我国汽油机油和柴油机油的质量分级.....	(59)
五、我国汽油机油的品种和标准.....	(61)
六、我国柴油机油的品种和标准.....	(70)
第四节 二冲程汽油机油分类和品种.....	(76)
一、二冲程汽油机油分类.....	(76)
二、二冲程汽油机油品种和标准.....	(76)
第五节 船用柴油机油品种.....	(80)
一、低速十字头发动机的船用气缸油.....	(80)

二、筒状活塞发动机用的船用内燃机油	(81)
三、十字头柴油机曲轴箱油	(83)
四、多用途柴油机油	(84)
第六节 汽油机油和柴油机油的选用	(84)
一、粘度牌号的选择	(84)
二、发动机油质量等级的选择	(87)
三、燃料经济性	(88)
第三章 齿轮油	(90)
第一节 车辆齿轮油	(90)
一、车辆齿轮油的分类	(90)
二、车辆齿轮油的技术指标和评定方法	(92)
三、车辆齿轮油的选用	(97)
四、车辆齿轮油的进展	(97)
第二节 工业齿轮油	(99)
一、工业齿轮油的分类	(99)
二、工业齿轮油的技术指标和评定方法	(100)
三、工业齿轮油的选用	(107)
第三节 油品的变质和更换	(108)
第四章 液压油和液力传动油	(111)
第一节 液压油	(111)
一、液压油的主要性能	(111)
二、液压油的分类	(115)
三、液压油的品种规格和评定	(118)
四、液压油的选用和更换	(136)
第二节 液力传动油	(138)
一、液力传动油的特性	(139)
二、液力传动油的分类和规格	(143)
第五章 空气压缩机油、气体压缩机油、冷冻机油和真空泵油	(149)
第一节 分类	(149)
第二节 空气压缩机油和气体压缩机油	(149)
一、压缩机类型	(149)
二、压缩机润滑系统及其特点	(154)
三、压缩机对润滑油的质量要求	(156)

四、压缩机油的基础油和添加剂的选择	(159)
五、压缩机油的品种和标准	(161)
六、压缩机油的主要质量指标或性能	(180)
七、压缩机油的选用	(184)
第三节 冷冻机油	(194)
一、制(致)冷	(194)
二、蒸汽压缩式制冷	(194)
三、制冷压缩机类型	(195)
四、制冷剂	(196)
五、冷冻机油的生产和冷冻机对润滑油的质量要求	(198)
六、冷冻机油的品种和标准	(199)
七、冷冻机油的特殊性能	(206)
第四节 真空泵油	(208)
一、真空泵类型	(208)
二、真空油脂的使用部门	(209)
三、机械真空泵对润滑油的质量要求	(209)
四、国内外真空泵油标准	(214)
五、机械真空泵油的特殊性能	(215)

✓第六章 汽轮机油 (221)

第一节 汽轮机油的分类	(221)
第二节 汽轮机的润滑系统和汽轮机油的作用	(222)
一、汽轮机的润滑系统	(222)
二、汽轮机油的作用	(223)
第三节 汽轮机对汽轮机油的质量要求	(223)
一、适宜的粘度	(223)
二、良好的氧化安定性	(223)
三、良好的水分离性能	(224)
第四节 汽轮机油的品种和标准	(224)
一、抗氧防锈型 (R&O) 润滑油	(224)
二、TSA 和 TGA	(225)
三、关于磷酸酯型难燃液	(230)
第五节 汽轮机油的选用	(233)
一、蒸汽汽轮机	(233)
二、燃汽汽轮机	(233)
三、水力汽轮机	(234)

✓ 第七章 主轴、轴承油和导轨油 (235)

第一节 主轴、轴承油 (235)

一、主轴及轴承对润滑油的要求 (235)

二、主轴、轴承和离合器用油的分类 (235)

三、主轴、轴承和离合器油的品种和标准 (236)

四、主轴和轴承油的选用 (243)

五、新旧油品对照 (245)

第二节 导轨油 (245)

一、导轨油的分类 (245)

二、导轨油的性能要求及评定方法 (246)

三、导轨油的规格标准 (247)

四、导轨油的生产 (249)

五、导轨油的选用 (250)

✓ 第八章 电器绝缘油 (251)

第一节 前 言 (251)

第二节 电器绝缘油的作用 (251)

一、变压器油在变压器中的作用 (251)

二、电容器油在电容器中的作用 (252)

三、电缆油在电缆中的作用 (252)

第三节 绝缘油的性能 (253)

第四节 绝缘油的分类及产品标准 (256)

一、变压器油和油开关油(断路器油) (257)

二、电容器油和电缆油 (261)

第五节 绝缘油的检验与维护 (262)

一、运行中变压器油质量监督 (262)

二、运行中变压器油的维护及防劣措施 (263)

三、关于补充油和混油 (268)

✓ 第九章 工艺用油 (275)

第一节 淬火油 (275)

一、前 言 (275)

二、淬火工艺 (275)

三、热处理介质的分类 (276)

四、淬火油的性能 (277)

五、国内外淬火油品种	(280)
六、淬火油的选用	(289)
七、淬火油使用中的注意事项	(290)
八、淬火油的换油期	(291)
九、淬火油的净化	(291)
第二节 金属加工润滑剂	(292)
一、前言	(292)
二、金属加工润滑剂的分类	(293)
三、金属加工工序	(296)
四、金属加工润滑剂的介质状态	(299)
五、金属加工润滑剂的作用及性能评定	(300)
六、金属加工润滑剂的管理	(304)
七、近年来发展趋势	(306)
第三节 防锈油	(307)
一、前言	(307)
二、金属腐蚀和防锈油(脂)的防锈作用	(307)
三、防锈油的分类	(308)
四、防锈油的主要性能指标	(309)
五、国内外防锈油产品标准	(312)
第四节 热传导油(液)	(329)
一、前言	(329)
二、热传导油(液)的种类及分类	(329)
三、对热传导油(液)的要求	(336)
四、国内外热传导油(液)的品种	(336)

✓ 第十章 润滑脂 (337)

第一节 润滑脂的概述	(337)
一、前言	(337)
二、润滑脂的特点	(337)
三、润滑脂的组成	(338)
第二节 润滑脂的主要性能及其评价方法	(345)
一、流变性能及评价方法	(345)
二、高温性能、轴承性能及评价方法	(348)
三、润滑性能及评价方法	(357)
四、防护性能、其他性能及评价方法	(358)
第三节 润滑脂的分类	(360)
一、前言	(360)
二、GB501-65润滑脂的分组、命名和代号的简介	(361)

三、GB763.8-90《润滑剂和有关产品(L类)的分类第8部分: X组(润滑脂)的简介	(363)
四、两种分类方法的对比	(365)
五、国外润滑脂的分类简介	(366)
第四节 我国润滑脂近年研究、发展的新产品及应用	(370)
一、复合皂基脂	(370)
二、非皂基脂	(377)
三、其他改进或新研制的皂基润滑脂	(381)
第五节 润滑脂的选用和保管	(389)
一、润滑脂的选用	(389)
二、润滑脂的保管	(394)
第六节 润滑脂的发展趋势和展望	(396)
一、润滑脂的世界市场情况(1986—1987年调查)	(396)
二、美国、加拿大和“世界其他国家”的润滑脂情况	(399)
三、前苏联润滑脂工业发展动态	(400)
四、我国润滑脂发展情况	(402)
五、润滑脂今后的展望	(405)
附录A 固体润滑剂	(408)
第十一章 润滑油添加剂	(410)
第一节 国内外润滑油添加剂的概况	(410)
第二节 润滑油添加剂的品种和作用	(416)
一、清净剂	(416)
二、分散剂	(419)
三、抗氧剂	(423)
四、粘度指数改进剂	(426)
五、降凝剂	(430)
六、油性添加剂和摩擦改进剂	(433)
七、极压抗磨剂	(434)
八、防锈添加剂	(439)
九、润滑油金属减活剂	(441)
十、抗泡剂	(444)
十一、抗乳化剂	(445)
第三节 石油添加剂的分类	(448)
一、国内石油添加剂的分类	(448)
二、国外石油添加剂的分类和添加剂产品商标的意义	(455)

第一章 概述

第一节 润滑油分类

ISO(国际标准化组织)1981年发布了 ISO6743/0-1981《润滑剂、工业润滑油和有关产品(L类)的分类——第0部分:总分组》。我国等效采用了这个分类标准,制订了GB7631.1《润滑剂和有关产品(L类)的分类——第1部分:总分组》。该标准根据产品的应用场合把产品分成19个组,与ISO6743/0相比,在分类中增加“特殊润滑剂应用场合”组,其组别字母符号为“S”(表1.1)。

每个组将单独制订一个分类标准,目前我国已制订出如下分类标准:

- (1) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第2部分: H组(液压系统) GB7631.2-87。
- (2) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第3部分: E组(内燃机) GB7631.3-89。

表1.1 润滑剂和有关产品分类第1部分,总分组 GB7631.1

组 别	应 用 场 合
A	全损耗系统 Total loss systems
B	脱模 Mould release
C	齿轮 Gears
D	压缩机(包括冷冻机和真空泵) Compressors(including refrigeration and vacuum pumps)
E	内燃机 Internal combustion engine
F	主轴、轴承和离合器 Spindle bearings, bearings and associated clutches
G	导轨 Slideways
H	液压系统 Hydraulic systems
M	金属加工 Metal working
N	电器绝缘 Electrical insulation
P	风动工具 Pneumatic tools
Q	热传导 Heat transfer
R	暂时保护防腐蚀 Temporary protection against corrosion
T	汽轮机 Turbines
U	热处理 Heat treatment
X	用润滑脂的场合 Applications requiring grease
Y	其他应用场合 Other applications
Z	蒸汽气缸 Steam cylinders
S	特殊润滑剂应用场合 Applications of particular lubricants

注:GB7631.1与ISO6743/0的差异为在分类中增加特殊润滑剂应用场合组,组别符号为“S”。

表1.2 工业用润滑油粘度等级分类

本标准采用的粘度等级	ISO采用的等级牌号	中心值运动粘度(mm ² /s) 40℃	运动粘度范围 (mm ² /s) 40℃
2	ISO VG2	2.2	1.98—2.42
3	ISO VG3	3.2	2.88—3.52
5	ISO VG5	4.6	4.14—5.06
7	ISO VG7	6.8	6.12—7.48
10	ISO VG10	10	9.00—11.0
15	ISO VG15	15	13.5—16.5
22	ISO VG22	22	19.8—24.2
32	ISO VG32	32	28.8—35.2
46	ISO VG46	46	41.4—50.6
68	ISO VG68	68	61.2—74.8
100	ISO VG100	100	99.0—110
150	ISO VG150	150	135—165
220	ISO VG220	220	198—242
320	ISO VG320	320	288—352
460	ISO VG460	460	414—506
680	ISO VG680	680	612—748
1000	ISO VG1000	1000	900—1100
1500	ISO VG1500	1500	1350—1650

(3) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第4部分: F组(主轴、轴承和有关离合器) GB7631.4-89。

(4) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第5部分: M组(金属加工) GB7631.5-89。

(5) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第6部分: R组(暂时保护防腐蚀) GB7631.6-89。

(6) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第7部分: C组(齿轮) GB7631.7-89。

(7) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第8部分: X组(润滑脂) GB7631.8-90。

(8) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第9部分: D组(压缩机) GB7631.9-92。

(9) 润滑剂和有关产品(L类)的分类——第10部分: T组(汽轮机) GB7631.10-92。

上述分类将在有关章节作详细介绍, 此处不再多叙。

1982年, 参照 ISO 3448-75 (工业液体润滑剂—ISO粘度分类) 标准制定了国标 GB3141-82工业用润滑油粘度分类标准。以40℃时运动粘度为基础, 在1—10, 10—100, 100—1000, 1000—10000各粘度值范围内分成6个相等的对数段, 其值经修约后取二位有效数字作为中心粘度值, 取最小值为2.2, 最大值为1500。各个中心粘度值最大偏差为±10%, 后一个中心值比前一个约增50%, 产品粘度等级以中心值厘斯数整数表示, 在2—1500范围内共分成连续的18个粘度等级, 粘度等级分类见表1.2。1990年ISO对3448标准又进行了修订, 增加了2200和3200两个等级。各粘度等级在不同粘度指数和不同温度时的运动粘度见表1.3。

表1.3 各粘度牌号在不同粘度指数和不同温度时的运动粘度

本标准采用的粘度等级	ISO采用 的粘度等级	在不同粘度指数和不同温度时的运动粘度											
		运动粘度 范围			粘度指数(VI) = 0			粘度指数(VI) = 50			粘度指数(VI) = 95		
		mm ² /s			mm ² /s			mm ² /s			mm ² /s		
		40℃	20℃	37.8℃	50℃	20℃	37.8℃	50℃	20℃	37.8℃	50℃	100℃	
2	ISO VG2	1.98—2.42	(2.82—3.67)	(2.05—2.52)	(1.69—2.03)	(2.87—3.69)	(2.05—2.52)	(1.69—2.03)	(29.2—3.71)	(206—2.52)	(1.69—2.03)	—	
3	ISO VG3	2.88—3.52	(4.60—5.99)	(3.02—3.71)	(2.37—2.83)	(4.59—5.92)	(3.02—3.70)	(2.38—2.84)	(4.58—5.83)	(3.01—3.69)	(2.39—2.80)	—	
5	ISO VG5	4.14—5.06	(7.39—9.60)	(4.38—5.38)	(3.27—3.91)	(7.25—9.35)	(4.37—5.37)	(3.29—3.95)	(7.09—9.03)	(4.36—5.35)	(3.32—3.99)	—	
7	ISO VG7	6.12—7.43	(12.3—16.0)	(6.55—8.05)	(4.63—5.52)	(11.9—15.3)	(6.52—8.01)	(4.68—5.61)	(11.4—14.4)	(6.50—7.98)	(4.76—5.72)	—2.2	
10	ISO VG10	9.00—11.0	20.2—25.9	9.73—12.0	6.53—7.83	19.1—24.5	9.68—11.9	6.65—7.99	18.1—23.1	9.64—11.8	6.78—8.14	2.47—2.80	
15	ISO VG15	13.5—16.5	33.5—43.0	14.7—18.1	9.43—11.3	31.6—40.6	14.7—18.0	9.62—11.5	29.8—38.8	14.6—17.9	9.80—11.8	3.17—3.58	
22	ISO VG22	19.8—24.2	54.2—69.8	21.8—26.8	13.3—16.0	51.0—65.8	21.7—26.6	13.6—16.3	48.0—61.7	21.0—26.5	13.9—16.6	4.00—4.50	
32	ISO VG32	22.8—35.2	87.7—115	32.0—39.4	18.6—22.2	82.6—108	31.9—39.2	19.0—22.6	76.9—98.7	31.7—38.9	19.4—23.3	4.97—5.60	
46	ISO VG46	41.4—50.6	144—189	46.6—57.4	25.5—30.3	133—172	46.3—56.9	26.1—31.3	120—153	47.9—56.3	27.0—32.5	6.22—7.05	
68	ISO VG68	61.2—74.8	242—315	69.8—85.8	35.9—42.8	219—283	69.2—85.0	37.1—44.4	193—244	68.4—83.9	38.7—46.0	7.90—9.09	
100	ISO VG100	90.0—110	402—520	104—127	50.4—60.3	356—454	103—126	52.4—63.0	303—383	101—124	55.3—66.6	10.3—11.8	
150	ISO VG150	135—165	672—862	157—194	72.5—86.9	583—743	155—191	75.9—91.2	486—614	153—188	80.6—97.1	13.5—15.5	
220	ISO VG220	198—242	1080—1390	233—286	102—123	927—1180	230—282	108—129	761—964	226—277	115—138	17.5—19.9	
320	ISO VG320	288—352	1720—2210	341—419	144—172	1460—1870	337—414	151—182	1180—1500	331—406	163—196	23.3—25.4	
460	ISO VG460	414—506	2700—3480	495—608	199—239	2290—2930	488—599	210—252	1810—2300	478—587	228—274	28.3—32.2	
680	ISO VG680	612—748	4420—5680	739—908	283—339	3700—4740	728—894	300—360	2880—3650	712—874	328—393	36.5—41.5	
1000	ISO VG1000	900—1100	7170—9230	1100—1350	400—479	5960—7940	1080—1380	425—509	4550—5780	1050—1290	466—560	46.6—52.9	
1500	ISO VG1500	1350—1650	11900—15400	1660—2040	575—688	9850—12600	1640—2010	613—734	7390—9400	1590—1960	676—812	60.1—68.1	

注:括号内数据为概略值。

第二节 润滑油的组成和加工

组成石油的主要元素是碳和氢。这二种元素占石油组成的 96%—99.5%，其中碳约占

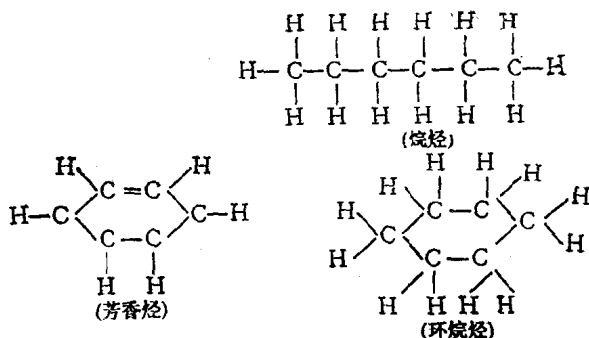


图1.1

85%—87%，氢占11%—12%。碳和氢的化合物简称烃。根据其组成结构的不同，可以分为如图1.1所示的各种烃类，如烷烃、环烷烃、芳香烃等。另外，石油中还含有硫、氮、氧等元素，组成含有硫、氮或氧的各种烃类衍生物。石油润滑油便是由这些烃类混合物所组成。其沸点一般高于300℃，碳原子数在20以上。由于烃类化合物的衍生物和

同分异构物很多，如 $\text{C}_{35}\text{H}_{72}$ 烃就有40亿个同分异构体，故润滑油中究竟含哪些烃类以及它的含硫、氮、氧的化合物至今尚无法说明。例如有人曾以一般润滑油的窄馏分，经多次物理方法的精细分割，包括高真空分馏、结晶、液相抽提、硅胶吸附分离等方法分离得到的馏分中，经过分析鉴定也只能测定出下述各种类型化合物：

- (1) 43%—51%的单、双或三环烷烃，带有烷基侧链；
- (2) 8.3%的带一个芳环的单、双、或三环烷烃，带有烷基侧链；
- (3) 8%的带有烷基侧链的双环烷和缩合三环芳烃；
- (4) 6.6%的带有烷基侧链单环烷和缩合三环芳烃；
- (5) 18%—20% 正构烷烃和一些可能含有的异构烷烃；
- (6) 8%的沥青组分。

润滑油的粘度、氧化性等主要性质，便是由这些烃类的组成而决定。

对于粘度来说，烷烃比环烷烃和芳香烃等环状烃的粘度要低，但却具有平滑的粘度温度曲线(即高的粘度指数)，烷烃中的异构烷烃粘度比正构烷烃大，且随其支链的增多，粘度相应增大而粘度指数变小。在环状烃中，粘度随分子中环数的增加而增加，粘度指数则变小。经过实验证明：具有一个或二个环状烃同时在其环上具有长的烷基侧链的芳香烃或环烷烃，是润滑油的合适粘度组份，因为这些烃类具有必须的粘度和较好的粘度指数。另外，沥青和胶质的存在，会显著地使油的粘度增加而粘度指数则降得很坏，必须于炼制过程中除去。

对于氧化安定性来说，环烷烃较芳香烃易被氧化，且在高温时极易氧化而生成羧酸和羧酸等氧化产物，同时出现粘稠性沉淀，环烷烃的氧化性随环数增加而氧化安定性变坏，环烷烃中短侧链的存在，或环烷烃的分子量愈大，均会增加其氧化倾向，使氧化产物增多，油品使用性质变坏，芳香烃或不带有烷基侧链的芳香烃是烃类中最不易被氧化的烃类。把芳香烃以适当比例与环烷烃混对时，则能增加环烷烃的抗氧化能力，所以芳香烃是油品中的抗氧化组份。但是，带有烷基侧链的芳香烃便是较易氧化的芳香烃，和环烷烃缩合在一起的环烷-芳香烃，很易氧化而生成大量酸性物质和氧化适合产物。润滑油中烷烃的氧化性接近于环烷烃，在高温下较易氧化，其氧化产物除羧酸外，还有醇、醛、酮等含氧化物；烷烃的分子量增加，和当烷烃中含有叔

碳原子 (CH基)时,其氧化性显著加快。润滑油中的胶质,是一种含有硫、氮或氧的多环化合物,其氧化性有多种表现:有的胶质在氧化时只生成少量羧酸,氧化后沉淀较少,有的胶质则氧化后生成大量沥青状黑色沉淀,研究工作曾发现,有一些胶质具有制止环状烃被氧化的能力,在油中加入0.2%左右的这种胶质,能使抗氧化安定性大为改善,有天然抗氧剂之称。

生产润滑油的原料为重油,是从原油中已蒸出汽油、煤油、柴油后的常压渣油。润滑油加工过程如图1.2 示意流程:

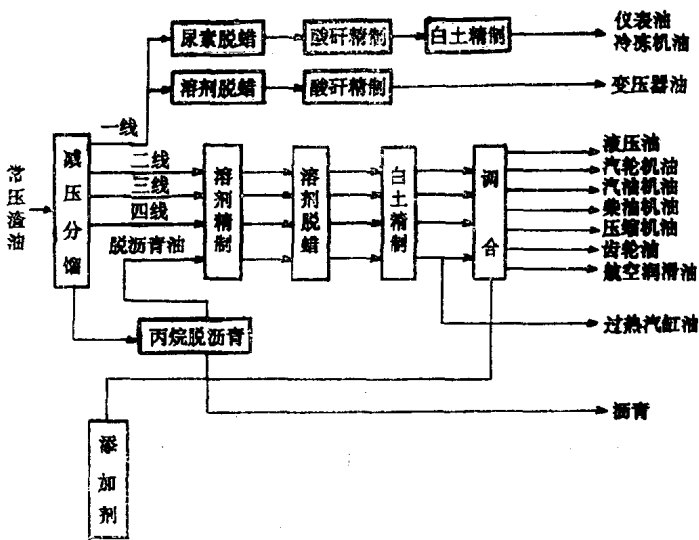


图1.2 润滑油加工示意流程

(1) 减压分馏。减压分馏的目的,是利用抽真空使润滑油原料可以在较低的温度下(避免油在蒸发过程中热分解变质的条件下),切割成各种轻、重馏分,亦即由低到高的不同粘度的润滑油原料,作为进一步加工提炼的原料油,即称作润滑油料。例如大庆润滑油原料在真空下可以分馏出如表1.4中各种粘度的润滑油馏分。

随着沸点范围的升高,润滑油的粘度增大,油的比重也明显增高,说明残炭等不纯杂质随之增多。从各段馏分的凝点数值,说明润滑油料中夹带有相当数量的蜡,且其含量的多少直接

表1.4 大庆润滑油各馏分的性质

沸点范围(℃常压)	比重 d_4^{20}	运动粘度(mm ² /s)		凝点(℃)	残炭%(m/m)
		50℃	100℃		
350—375	0.8034	5.99	2.37	24	—
375—400	0.8036	7.84	2.91	35	—
400—425	0.8130	10.97	3.61	40	—
425—450	0.8249	15.61	4.66	43	—
450—475	0.8363	—	6.31	47	0.09
475—500	0.8456	—	8.92	52	0.09
500—525	0.8502	—	11.25	55	0.38
>525渣油	0.9354	—	136	41	7.0

影响凝点的高低。

从图 1.3 可以看出：润滑油馏分的沸点范围一般在250—600℃或再高一点，它的平均碳原子数在15—50个碳，平均分子量在200—700范围内。应予指出，带环状烃的组成其平均沸点低于正构烷烃类。如前节所述，烷烃类的粘度比环状烃低，故从石蜡基原油中制取同粘度润滑油必须有较高的沸点范围，或者在较高的真空下才能得到。

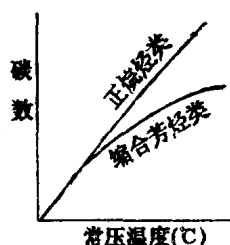


图1.3 烃类沸点和
烃类碳原子数关系

(2) 润滑油的精制。从图1.2中可以看出，包括溶剂精制，丙烷脱沥青，脱蜡，白土处理，以及调合等。

精制的目的在于通过各种工艺过程，去除润滑油料中的沥青、胶质、多环芳烃，各种含硫、氮、氧化合物和蜡等。以改善油的氧化安定性和低温流动性。表1.5、表1.6列出了一些代表性油品在加工过程前后的理化性质和化学组成的变化。

上述二表说明，润滑油经过溶剂精制和硫酸精制，改进和提高了它们的理化性质，这是由于精制前后的平均化学组成发生了变化。溶剂精制使油品的性质和组成的变化较显著。

但是，加工后油品的性质也受到了原油性质的限制。例如石蜡基原油、环烷基原油和混合基原油，它们的饱和烃类和单环芳香烃的粘度指数，由于原油性质的限制而在天赋的优劣上具有相当大的差异(表1.7)。故一般愿意选用石蜡基原油来提炼各种润滑油。

通过加工从不同原油中提炼所得到的各种润滑油，理化性质也是不同的，例如表1.8中所

表1.5 液体白油加工中性质和组成的变化

	原料油	中间制品 1 ⁺	中间制品 1 ⁺	成 品
发烟硫酸用量(%)	0	73	87	100
折 光 N_D^{20}	1.5117	1.4837	1.4702	1.4760
比 重 d_4^{20}	0.9219	0.8502	0.8742	0.8681
粘度(mm ² /s)37.8℃	15.7	13.4	12.8	12.6
98.9℃	3.0	2.8	2.8	2.8
粘度指数	18	36	55	61
分子量	288	284	290	292
平均碳原子分布(N-d-M法)				
% C _A	27.7	7.9	4.4	2.8
% C _P	45.6	49.5	50.8	52.7
% C _N	26.7	42.6	45.0	44.5
R _A	0.9	0.3	0.2	0.1
R _N	1.4	1.8	1.9	1.9
R _T	2.3	2.1	2.1	2.0
色谱法族组成 %(m/m)				
饱 和 烃	55.5	81.5	87.2	95.9
芳 烃	44.5	18.5	12.2	4.5

表1.6 溶剂精制润滑油的性质和组成

	SAE-10	SAE-20	SAE-30	光亮油料
折光 N_D^{20}	1.4782	1.4803	1.4834	1.4914
比重 d_4^{20}	0.8663	0.8716	0.8767	0.8901
粘度(mm^2/s)				
37.8℃	33.57	67.35	116.80	590.10
98.9℃	5.23	8.08	11.41	32.74
粘度指数	93	95	92	92
分子量	388	457	513	690
N-d-M环分析				
%C _A	4.6	3.1	4.0	6.2
%C _M	30.5	30.5	28.6	25.1
%C _P	64.9	66.4	67.4	68.7
R _A	0.22	0.17	0.25	0.52
R _M	1.75	2.11	2.27	2.87
R _P	1.97	2.28	2.52	3.39
色谱法族组成%(m/m)				
饱和烃	86.9	85.4	83.2	73.8
芳香烃	12.8	14.1	16.1	25.2
胶质	0.3	0.5	0.7	1.0

表1.7 各种原油中组成的粘度指数

原油种类	饱和烃粘度指数	单环芳烃粘度指数
石蜡基原油	120以上	80
混合基原油	100	30
环烷基原油	70	<0

表1.8 各种原油中所得油的性质

原油类别	密度(20℃) (g/cm^3)	粘度指数	残炭(%)	苯胺点(℃)	氢(%)
芳香基	0.920—0.950	40—80	>1.6	60—85	12—12.5
环烷基	0.900—0.930	30—80	>0.4	80—100	12.5—13
石蜡基	0.860—0.900	90—100	>0.35	100—130	13.0—14

表1.9 二种变压器油的平均化学组成

	加抗氧剂油	不加抗氧剂油
饱和烃类	70—80	70—80
单环芳烃	17—22	12—18
双环芳烃	3—5	5—7
三环芳烃	0.2—0.5	0.5—1.0
胶质类	0.5—1.5	1—2