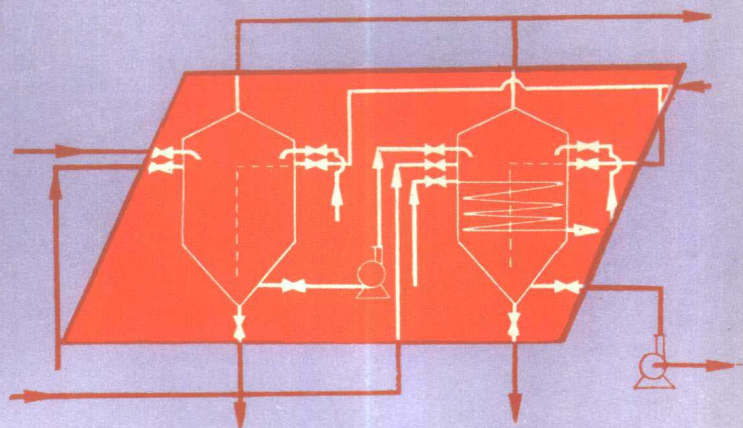




润滑油再生工艺

上海石油加工厂 编

上海人民出版社

润滑油再生工艺

上海石油加工厂编

上海人民出版社

内 容 提 要

本书主要介绍废润滑油的再生工艺及设备, 润滑油的试验方法; 同时也简单地介绍了润滑油的老化、再生机理, 润滑油的理化性质, 润滑油的添加剂, 以及“三废”的综合利用、安全生产和劳动保护等。可供有关厂的操作工人、技术人员及领导干部参考。

润滑油再生工艺

上海石油加工厂编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海日历印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.625 插页 1 字数 84,000

1977年1月第1版 1977年1月第1次印刷

统一书号: 15171·256 定价: 0.50 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国

序 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国广大石油工人以大庆为榜样，认真学习无产阶级专政理论，坚持党的基本路线，坚持以阶级斗争为纲，大力开发石油资源。我国石油工业迅猛发展，形势大好。

节约是社会主义经济的基本原则之一，因此，虽然我国石油资源丰富，石油大量增产，但节约石油的消费量仍是我们长期的任务。遵照伟大领袖毛主席关于“勤俭建国”的教导，对润滑油的再生利用必须予以重视。

润滑油是现代国民经济和国防中必不可少的石油产品。随着我国工农业生产的飞跃发展，对润滑油不仅数量要求越来越大，质量要求越来越高，而且品种要求也越来越多。润滑油经过使用，除部分损耗外，其绝大部分只是老化变质，如果回收起来，进行再生加工，仍可恢复其原有性能，继续应用。对再生润滑油能否保持原有的性能，长期以来存在着两种不同看法。一种认为，采取合理的再生工艺，是可以达到质量指标。另一种则认为再生的润滑油质量差，不值得搞，这两种看法实质上是用辩证唯物论的观点，还是用形而上学的观点去观察问题和分析问题的反映。实践证明，如果采用比较合理的再生工艺，是可以保证再生润滑油的质量，从而代替新油的。如果大量用过的润滑油得到再生利用，这就可以为我们社会主义祖国节约和提供更多的润滑油。同时，还可以大大减少环境污染。因此，是否开展润滑油的再生利用，关系到是否执行“厉行节约、反对浪费”这样一个

勤俭建国的方针问题。

润滑油再生利用的潜力是很大的。据有关资料介绍，润滑油的再生利用率可达38%。如果每一个单位，每个部门，每个地区都来重视这一工作，全国可节约润滑油的总量将是十分可观的。

润滑油的再生加工，应采取专业加工和厂矿企业自行加工两条腿走路的方针。只要始终坚持“自力更生，勤俭节约”的原则，就能在实践中创造条件，积累经验，逐步改进操作工艺，生产出符合质量要求的润滑油产品，为革命作出应有的贡献。

为了总结经验，交流技术，我们编写了这本“润滑油再生工艺”。

在本书编写过程中，得到了很多有关单位的大力帮助，特此致谢。但由于水平有限，书中很可能还存在不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

上海石油加工厂

1976.1

目 录

序 言	1
第一章 概 论	1
1-1 润滑油的化学组成	1
1-2 润滑油的炼制	4
第二章 润滑油的老化和再生机理	10
2-1 润滑油的应用和老化	10
2-2 润滑油的氧化机理	12
2-3 润滑油的再生机理	15
第三章 润滑油再生工艺和设备	22
3-1 原料油的准备	22
3-2 润滑油的酸碱精制和设备	30
3-3 带土蒸馏高温接触精制	41
3-4 过滤和灌装	62
3-5 轻油复馏	80
3-6 成品的质量控制	83
3-7 介绍几种其他润滑油再生工艺	85
第四章 具体油品的生产程序	100
4-1 机械润滑油类	100
4-2 内燃机润滑油类	105

4-3 变压器油和缝纫机油	106
4-4 稠化润滑油	108
4-5 精密机床用油	112
4-6 矿油代植物油	116
4-7 润滑油的掺合及质量的调整	119
第五章 润滑油的理化性质和试验方法	124
5-1 粘度	125
5-2 润滑油的低温性质和凝点	140
5-3 润滑油的安定性	144
5-4 润滑油的腐蚀性	155
5-5 润滑油的蒸发性和闪点	165
5-6 润滑油的油性	173
5-7 润滑油的其他品质	173
第六章 润滑油的添加剂	182
6-1 降凝添加剂	183
6-2 粘度添加剂	185
6-3 抗氧化添加剂	187
6-4 油性、抗磨添加剂	190
6-5 浮游多效添加剂	193
6-6 抗泡沫添加剂	198
6-7 其他添加剂	199
第七章 润滑油再生过程中“三废”的处理和综合利用	201
7-1 污水处理	201
7-2 废渣的综合利用	204
7-3 废气的控制	207

第八章 安全生产和劳动保护208

8-1 燃烧与爆炸208

8-2 防火、防爆、防毒214

8-3 各生产岗位的安全措施218

附 录

一、粘度指数计算基数表222

二、油品比重的换算227

三、硫酸密度及含量233

四、温度对硫酸密度的校正235

五、苛性钠溶液的密度236

六、温度对苛性钠溶液的校正236

七、轻、重油粘度—温度换算表237

第一章 概 论

石油是非常宝贵的资源。我们伟大的祖国蕴藏着极其丰富的石油资源。

大庆油田的建成,打开了我国地下石油资源的巨大宝库。我国广大石油工人,在毛主席革命路线的指引下,遵照伟大领袖毛主席关于“我们中华民族有同自己的敌人血战到底的气概,有在自力更生的基础上光复旧物的决心,有自立于世界民族之林的能力”的教导,以阶级斗争为纲,坚持党的基本路线,贯彻执行建设社会主义的总路线,发扬“独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国”的精神,“打破洋框框,走自己工业发展道路”,夺取了一个又一个的伟大胜利,彻底粉碎了帝国主义分子捏造的“中国贫油论”,在祖国辽阔的大地上,不断开发着新的油田,推动了我国石油工业的迅速发展,在二十世纪六十年代结束了我国使用“洋油”的时代。现在,我国不但实现了石油产品的全部自给,而且还能出口。

我国石油工业的飞跃发展是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利,全世界革命人民为之欢欣鼓舞,而帝、修、反则大为惊恐。

1-1 润滑油的化学组成

润滑油的品质决定于它的化学组成。

炼制润滑油时选择的方法要根据润滑油原料的化学成分而

定,以便在精制过程中除去有害物质,保留其中的优良成分。所以,要首先了解一些润滑油的化学成分。

润滑油的化学组成是极其复杂的,它是烷烃、环烷烃、芳香烃和环烷芳香烃,以及这些烃的含氧、含硫和含氮衍生物的混合物。其中烃类是润滑油的主要成分。

现就润滑油各类主要成分的性质简单分述如下:

1. 烷 烃

润滑油中含有的烷烃,其分子量都较大,凝点较高,常温时在润滑油中的溶解度也很小,常易呈固体析出,因此烷烃在润滑油中的含量不多,而且随着润滑油馏分沸点的升高而降低。在烷基石油制成的润滑油中,这些固体烃类(包括石蜡和地蜡)的含量可达8~10%,而环烷基和芳香基石油制成的润滑油中的含量则不高于1%。在润滑油中,这些烷烃部分溶解而呈液体状态,部分呈固体结晶。按其结构来讲,其中大部分(65~70%)是正构烷烃,小部分是异构烷烃。

石油中的固态烃类在工业上称为蜡。润滑油中的蜡通常又分为两类。一类是结晶颗粒较大,呈片状或带状,比重较小,熔点和沸点也较低,称为石蜡,多存在于轻质及中质润滑油馏分中。另一类,呈很小的针状结晶,比重较大,熔点和沸点都较高,称为地蜡,多存在于润滑油的高沸点馏分或残馏油中。它们的性质如表1-1所列。

润滑油中含有石蜡或地蜡,使润滑油的凝点升高。即在低温时,润滑油因所含的蜡结晶析出而失去流动性。因此,为使润滑油能在较低温度下使用,就必须脱除其中的蜡。润滑油中的蜡脱得愈净,润滑油的凝点也就愈低。

在所有的烃类中,以烷烃的粘度为最小。烷烃的粘度与其组成结构有关系,一般异构烷烃较正构烷烃的粘度大,同时异构

表 1-1 石蜡与地蜡的性质比较

	石 蜡	地 蜡
化 学 组 成	主要为正构烷烃，少量为 异构烷烃	主要为固体环烷烃或高熔 点烷烃的混合物
分 子 式	$C_{19}H_{40}-C_{36}H_{74}$	$C_{37}H_{76}-C_{53}H_{108}$
分 子 量	468~506	520~744
熔 点 (°C)	28~71	55~88
结 晶	结晶疏松呈片状、带状	结构较紧密呈针状
与发烟 H_2SO_4 作用	变黑	生成焦炭
与氯磺酸 $\begin{pmatrix} Cl \\ HO \end{pmatrix} SO_2$ 作用	无作用	生成大量 HCl

烷烃的支链愈多，粘度也愈大。但烷烃有很好的粘—温特性，即烷烃的粘度受温度的变化而变化为最小。这种粘—温特性常用粘度指数或粘度比来表示。粘度指数愈高，或粘度比愈小，表示其粘—温特性愈好。

烷烃在低温下性质安定，不易氧化，但当温度升高时，其抗氧化性能便急剧降低。在各类烃中以烷烃在高温下的安定性为最差。烷烃氧化后的主要产物为羧酸和羟基酸。

2. 环烷烃

环烷烃是润滑油中的主要成分。它在润滑油中的含量随石油产地的不同而异，一般为 40~80%。润滑油的环烷烃都系五元和六元环烷烃，主要是 2~3 个环的各种衍生物。

环烷烃的安定性一般比芳香烃差，在高温时容易被氧化。环烷烃的主要氧化产物如同烷烃一样仍为羟基酸及羧酸。除上

述氧化产物外,有时还生成聚合产物,如胶质沥青等。这些都能引起润滑油酸值增大,具有腐蚀性和沉淀物增加。

润滑油中的芳香烃含量较环烷烃少,一般随着润滑油馏分沸点的升高而增多。从烷基石油制成的润滑油中的芳香烃多系带长侧链的单环和双环芳香烃。带长烷基侧链的少环芳香烃和环烷烃在低温下具有最小的粘度,也就是有很低的凝点。但这些烃类的沸点一般也较低,因此只有在轻质润滑油馏分中才容易制取低凝点的润滑油产品。

芳香烃的抗氧化安定性比烷烃和环烷烃都好,特别是无侧链的芳香烃在液体状态时的氧化作用很小。

从以上分析即可看出,组成润滑油的烃类可以分为理想烃和非理想烃。环烷烃、液体烷烃和长侧链的少环芳香烃是属于润滑油的理想组分,这些烃类能够提高润滑油的质量。而多环芳香烃,短侧链的环烷—芳香烃,固体石蜡和地蜡等都属于润滑油的非理想组分,它们能够降低润滑油的质量。炼制润滑油的目的就是要除去这些非理想组分而保留其中的理想组分。

1-2 润滑油的炼制

润滑油的生产是由燃料—润滑油型的炼油厂担任。润滑油有三种不同来源:从石油中炼制的矿物性润滑油;从动、植物油加工制成的动植物性润滑油;用合成方法制成的合成润滑油。在这三种不同来源中,从石油炼制的矿物性润滑油可以大规模生产,产品种类多,可以根据不同机械的性能要求,生产各种各样规格的产品,生产成本低。

润滑油的炼制过程有:

1. 减压蒸馏

润滑油的组分均集中在常压蒸馏后的重油中，炼厂的部分重油即用作炼制润滑油的原料。常压重油的沸点很高，约为 $300\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，其中包含着各种润滑油的馏分。如在常压下将重油加热至 300°C 以上进行蒸馏，则会产生裂化现象，无法得到所需要的润滑油馏分。为了避免这种现象的发生，采用了减压蒸馏的办法，降低蒸馏温度。除采用减压蒸馏外，还可以用水蒸汽汽提等方法来达到分离液体混合物的目的。物质的沸点和压力有关系，如果压力低沸点相应降低。因此，降低压力，物质就可在比常压沸点低的温度下汽化蒸馏出来。用水蒸汽汽提的方法，其目的也是降低油品的沸点。常一减压蒸馏流程示意图1-1。

2. 润滑油的精制

润滑油的精制目的是脱除润滑油中各种不理想组分，如环烷酸、胶质、沥青、多环短侧链环烷—芳香烃、硫化物、氮化物及蒸馏时产生的少量烯烃等，以便得到品质优良的润滑油产品。

精制润滑油的方法很多，主要可分为硫酸精制和溶剂精制两大类。硫酸精制包括酸—碱精制及酸—接触精制或酸—白土处理。硫酸精制将在本书第三章详细讨论。

溶剂精制的基本原理是利用某些有机溶剂对润滑油馏分中所含的各种烃类具有不同的溶解度，从而在一定程度上把二者分开。这种溶解度的差别就称为溶剂的选择性。精制时，溶剂润滑油系统分为两层：上层为精制液，主要是精制润滑油及少量溶剂；下层为抽出液，主要是溶剂及被抽出的非理想组分。其流程如图1-2所示。

为了实现润滑油的精制过程，除要求溶剂具有一定的选择性外，还要求溶剂具有一定的溶解能力。此外，还要求溶剂具有性质安定，不易变质，易于使润滑油和抽出的杂质分离，无毒、价

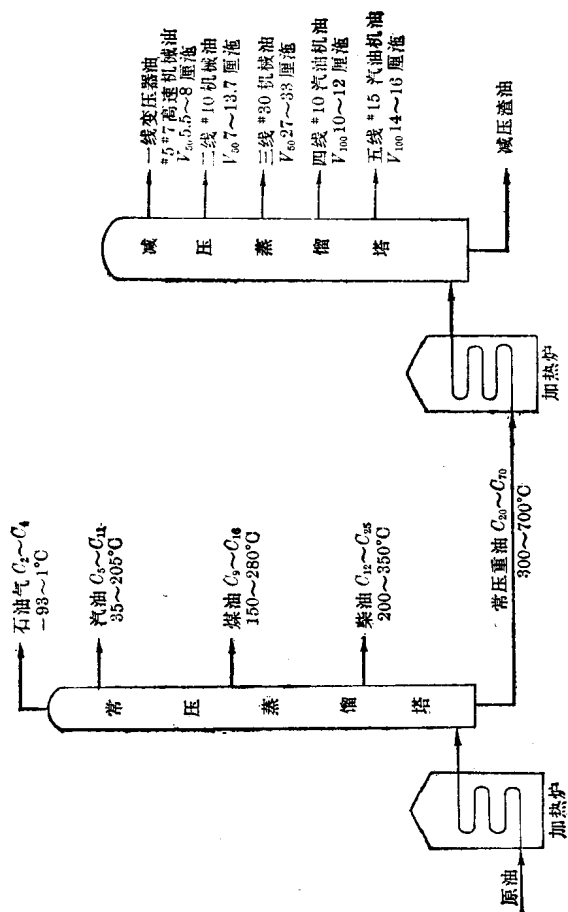


图 1-1 常一减压蒸馏流程示意

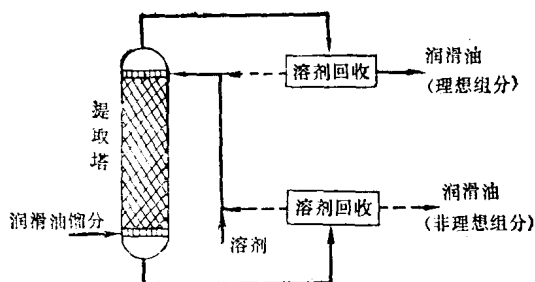
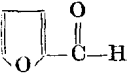


图 1-2 溶剂精制流程示意

廉等优点。目前工业上常用的溶剂有糠醛和苯酚等。它们的物理性质见表 1-2。

表 1-2 常用工业溶剂的物理性质

溶剂名称	分子式	结构式	比重(20℃)	沸点(℃)	闪点(℃)	凝点(℃)
糠 醛	C_4H_3OCHO		1.162	161.7	59	-38.7
苯 酚	C_6H_5OH		1.072	182	79	41

3. 润滑油脱蜡

大多数石油中都含有蜡(固体烃), 尤其是用烷基石油炼得的产品, 含蜡更多。蜡主要集中在柴油和润滑油馏分中。在低温时蜡从油中析出, 形成结晶网, 阻滞油品的流动, 所以必须将润滑油中的蜡分离出去。脱蜡主要是利用石蜡和地蜡在低温时易凝成固体结晶的性质来进行。脱蜡过程一方面是为了获得低凝点的润滑油, 另一方面脱出的蜡可作化工原料。脱蜡流程示

意见图 1-3。

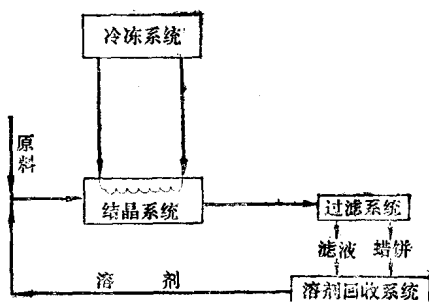


图 1-3 脱蜡流程示意

柴油、变压器油或高速机械油馏分可用冷榨法脱蜡。即将含蜡油进行冷却、过滤。但对于粘度大的润滑油馏分，因含有结晶很细的地蜡，故用冷榨法很难把油蜡分离，可用溶剂脱蜡。

溶剂脱蜡的原理就是用溶剂来稀释润滑油，使油与蜡分开。脱蜡用的溶剂有丙烷、狭馏分汽油(90~150°C)、酮类及卤代烷等。丙烷和汽油对润滑油有良好的溶解能力。但同时它们对蜡也有一定的溶解能力，这就使一部分蜡不能脱出，脱蜡温差就较大(脱蜡温差就是脱蜡对冷冻温度与产品凝点之差)，过滤速度也不理想，但它们价廉容易得到，所以在一定条件下仍被采用。

酮对蜡的溶解能力很小，其粘度也很小，工艺上是比较理想的溶剂。但酮类对润滑油的溶解能力也很低，在低温时甚至不能把润滑油完全溶解。为了提高酮的溶解能力，通常在其中加入一部分苯，但苯的冰点太高，所以还加入部分甲苯。工业上的酮苯脱蜡装置，其溶剂就是由丙酮、苯和甲苯组成的。

此外，工业上还有尿素脱蜡，分子筛脱蜡等多种。脱蜡过程