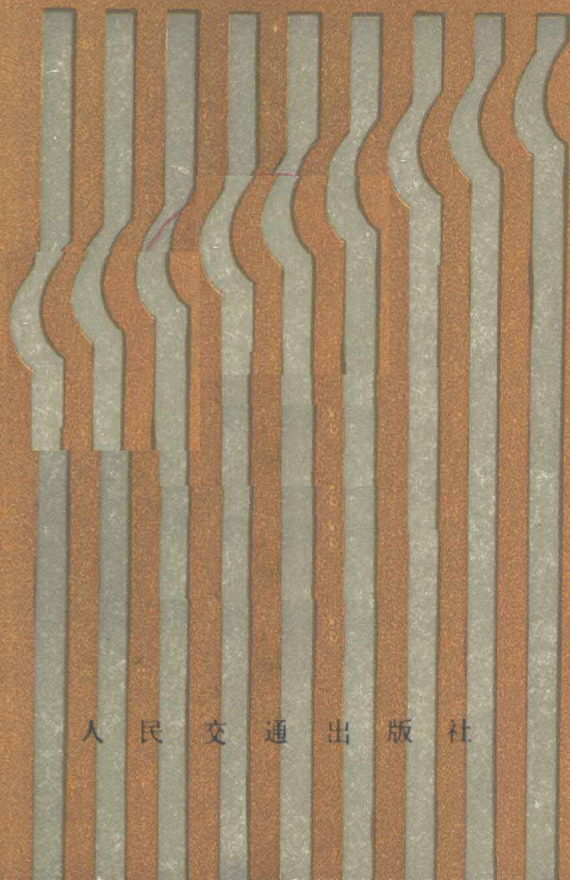


U473/2
12200

汽车用油常识

(第二版)

郑德维 贾明新 编



人 民 交 通 出 版 社

QI CHE YONG YOU
CHANG SHI

汽 车 用 油 常 识

(第 二 版)

郑德维 贾明新 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书从石油产品的提炼谈起，对汽车用油的基本知识作了系统、全面的介绍。主要包括：石油产品的提炼，汽油，轻柴油，机油，齿轮油，液力传动油，润滑脂及制动液、减震器油和防冻液等，可供汽车运输企业油料管理人员、汽车驾驶员和有关技术人员学习参考。

汽车用油常识

(第 二 版)

郑德维 贾明新 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：7 字数：150千

1977年6月 第1版

1987年12月 第2版 第4次印刷

印数：261,901—283,100册 定价：1.50元

目 录

一、石油产品的提炼.....	1
二、汽油.....	18
三、轻柴油.....	63
四、汽油机油和柴油机油.....	81
五、齿轮油.....	128
六、液力传动油.....	138
七、汽车用润滑脂.....	142
八、汽车制动液、减震器油和防冻液.....	165
九、废油再生.....	176
附录：一、常用汽车的润滑表.....	185
二、粘度指数计算基数表.....	192
三、几种油品的参考密度.....	198
四、体积单位换算表.....	198
五、油品的简易识别.....	199
六、国内外油品参照表.....	200
七、进口车辆用油参照表.....	214

一、石油产品的提炼

1. 石油在国民经济中的作用

远在古代，人们就发现了石油。我国早在晋、南北朝、唐等朝代就有利用竹管输送天然气来熬盐和利用石油点灯、润滑车轴、作防水材料、治疗皮肤病等等的记载。这充分表明我国劳动人民的聪明、智慧。

数千年来，石油一直是以其自然形态而被使用的，它的开采也是用简单的手工挖井法，用途以点灯照明为主。从十九世纪末，特别是二十世纪四十年代以来，随着内燃机的迅速发展，石油已取代煤炭一跃而成为最重要的能源之一。石油燃料具有许多优点，例如：发热量高；能在复杂形状的燃烧室内充分燃烧，之后又几乎没有灰份；能用管道远距离输送，补充方便；使用时机械化、自动化程度高等等。所以，它在照明、动力和热力等方面发挥了重要的作用，成为发展国民经济中的主要物资。在现代化的国防中，石油可说是除核能以外的唯一动力来源。现代的工、农、交通运输业所需的燃料和润滑剂，几乎全是从石油中提炼出来的。修路和建筑上使用的沥青、医药用的凡士林、生活用的蜡烛等，也是以石油为原料生产出来的。此外它还是重要的化工原料。

随着国民经济的飞速发展，石油的地位日益重要。可以设想，如果没有石油工业提供大量品质优良的燃料、润滑油和润滑脂，各种机械（汽车、拖拉机、农业排灌机械、发电

机组等)将无法运转。如果说煤是工业的食粮,那么把石油比作是现代工业的血液是毫不夸张的。在现代化的国防中,石油也是重要的战略物资,如飞机、导弹、火箭、坦克、装甲车辆及舰艇等,大多以石油产品为燃料。因此,可以说没有强大的石油工业,就没有现代化的国防。

石油和天然气不仅可提供燃料和润滑剂,还为人们生活提供了丰富、优质而又价廉的有机合成化学工业原料,如塑料、合成纤维、合成橡胶、合成肥料、合成洗涤剂、合成农药和杀虫药等。一些重要的工业原料,如酒精、甘油、苯、酚、丙酮、醋酸等,也都可以从石油中制取。这些产品过去大多是以昂贵的工业产品或农、林、牧等业产品为原料而生产的,不仅占用了较多的耕地和劳动力,而且制造过程也比较复杂。例如一个年产五万吨合成纤维的石油化工厂,就相当于二百万亩棉田或一百五十万头绵羊一年的收获量;一个年产五万吨合成橡胶的装置,就相当于占地一百五十万亩的一亿五千万株橡胶树的收获量。此外,从石油中还可以制取染料、炸药、涂料、粘合剂、溶剂、增塑剂、合成皮革、石油蛋白、合成木材等数以千计的产品。所以,石油工业的发展,已不再单纯是为国民经济部门提供燃料和润滑剂,而是通过综合利用,可以提供大量的化工原料,为新兴的石油化工的发展创造有利的条件,开辟广阔的前途,并将不断地丰富人民生活。

目前,从石油和天然气中所生产出来的化工产品已达五千多种,它们的应用范围正在逐渐扩展。而且这些产品,目前还难以找到更便宜、更合适的代用品。可以这样说,现在没有任何一个部门能够不与石油化工产品发生关系。

解放前,我国石油工业非常落后,所需的石油产品几乎

全部依靠进口（称为洋油）。解放后，我国石油工业迅速发展，建成了许多现代化油田和炼油厂，掌握了先进的生产工艺、新技术，石油生产已跨入世界先进行列。国产石油不但自给，而且大量出口，我国已成为重要的产油国之一。现在，我国石油工业基本满足了国民经济发展的需要。近年来，我国在近海地区和西部沉积盆地进行了大规模的地质勘探工作，初步发现储油前景良好，并已投入钻探和开发工作。相信我国石油工业，今后将会以稳健的步伐向前发展。

2. 石油的组成

古代一些低级动、植物和水中生物的遗体，由于地壳的运动被压在地层深处，在缺氧、高温和高压的条件下，经过复杂的化学变化，逐渐变成石油。通常石油蕴藏在从几十米到几千米深的地层下面，经过勘探，查明油层的范围、深度、厚度，并判断其蕴藏量具有开采价值后，就可以通过钻井将石油开采出来，刚开采出来未经加工的称为原油。原油一般是黑褐色的粘稠液体，但也有些地方的原油是黄色、淡红色、淡褐色的，易燃烧，有特殊臭味，经炼制后得到各种石油产品。

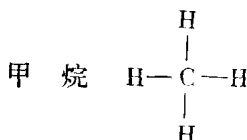
石油的化学成分比较复杂。它既不是由单一的元素组成，也不是由简单的化合物组成，而是由各种碳氢化合物组成的混合物。由于习惯上把含碳的化合物叫做有机化合物，所以，石油是一种有机化合物。石油成分中的碳约占85~87%，氢约占11~14%，其他少量的硫（S）、氧（O）、氮（N）等化合物的含量一般不超过1%。但某些原油的含硫量可达5%左右。硫、氧、氮等大都是石油中的不理想成分。此外，在石油中还发现有极微量的氯、碘、磷、砷、钠、

钾、钙、铁、镍、钒等元素。石油中主要成分是碳和氢，碳、氢元素结合所生成的化合物叫碳氢化合物，又称碳化氢，简称为“烃”。烃类按其结构的不同，分为烷烃（又称石蜡烃）、环烷烃、芳香烃和不饱和烃等类别。

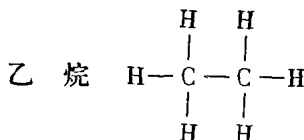
1) 烷烃

烷烃是石油中的重要成分。这一类烃的分子中的氢原子数量，是碳原子数量的两倍再加上 2，所以烷烃分子的通式是 C_nH_{2n+2} 。

由于碳原子的化合价是 4，氢原子的化合价是 1。可以这样比喻：碳原子具有四只手，氢原子具有一只手，一个碳原子在化合时必须拉上四样东西，一个氢原子在化合时只能拉一样东西。一个碳原子拉上四个氢原子，即一个碳原子与四个氢原子化合，这就组成了最简单的烷烃——甲烷。它的分子式是 CH_4 ，也可以写成这样的结构式：



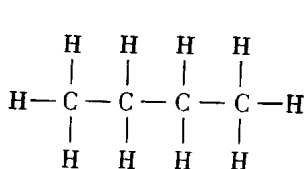
在有两个以上的碳原子的烃分子中，碳原子之间还可以相互结合，如由两个碳原子和六个氢原子组成的乙烷的分子式是 C_2H_6 ，它的结构式是：



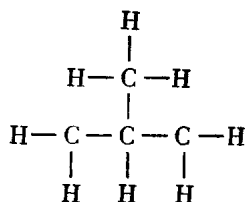
从上面可以看到，烷烃分子中的碳原子的化合价都得到了满足，即碳原子的四个手都拉了一样东西，这样我们称它

为饱和烃。由于它已经饱和，没有多余的手去拉别的东西来与它化合，所以其化学性质稳定，不容易氧化，在常温时甚至与硫酸、氢氧化钠（火碱）也不发生反应。但较大分子的烷烃可与发烟硫酸作用；把大分子烷烃加热到400℃以上时，可以裂解成为几个小分子烃。

烷烃按其结构又可分为：正构烷烃和异构烷烃两类。凡是烷烃分子中的主碳链上没有碳支链的称正构烷，而有支链结构的称异构烷。以丁烷为例，其正构体和异构体的结构式如下：



正 丁 烷



异 丁 烷

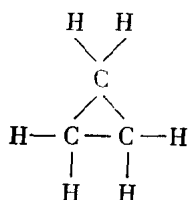
在常温下，烷烃中碳原子数从1~4（即以甲烷到丁烷）是气体，碳原子数从5~16是液体，碳原子数16以上的是固体。

烷烃是汽油的主要成分，它的性质安定，不易氧化，发热量大。汽油中含异构烷烃多，抗爆性就强，含正构烷烃多，抗爆性就弱。润滑油中含烷烃较多时，其粘温性能好。柴油中含正构烷烃多，燃烧性能良好，发动机工作平稳。但柴油和润滑油中如含正构烷烃过多，则凝点高，低温流动性差。

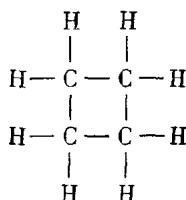
2) 环烷烃

环烷烃的通式是 C_nH_{2n} ，也就是说，它的分子中氢原子数量是碳原子的两倍。

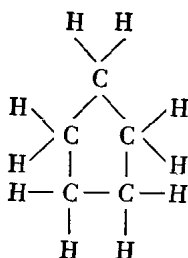
环烷烃也是一种饱和烃，它的性质和烷烃很相似，不同的是其分子中碳链结成一个环状结构，其结构式如下：



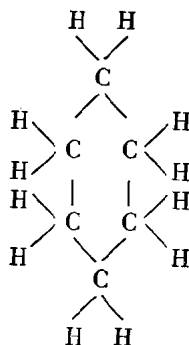
环 丙 烷



环 丁 烷



环 戊 烷

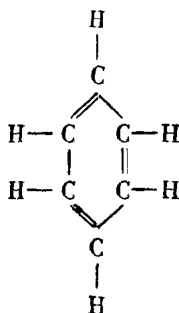


环 己 烷

环己烷的性质也比较安定，不易氧化变质，但在高温条件下环状结构也会断裂，生成烷烃和烯烃。环烷烃的凝点低，润滑性较好，是汽油和润滑油的良好组成成分。

3) 芳香烃

芳香烃具有多种不同的通式： C_nH_{2n-6} 、 C_nH_{2n-12} 、 C_nH_{2n-18} 等。它的分子结构很像含六个碳原子的环烷烃，但其氢原子少，碳和碳之间有双键，即碳和碳原子间是各由两只手互相拉在一起的。芳香烃中最简单的化合物是苯 (C_6H_6)，其结构式是：



为了简便，常将苯写成 , 也称它为苯环, 有的芳香烃

含有两个或三个苯环，如萘为 , 蒽为 ,

含有多个苯环的一般称为多环芳香烃。芳香烃的安定性比烷烃和环烷烃差，较易和其他物质发生反应，例如苯和硫酸反应生成苯磺酸。芳香烃的抗爆性强，是汽油的良好组成成分，但它能使柴油的燃烧性能变坏，是柴油的不良成分。

4) 不饱和烃

不饱和烃的分子通式是 C_nH_{2n-2} ，它的结构式和烷烃很相似，但由于氢少，不能满足碳的四价需要，所以分子中碳和碳原子之间有双键或三键互相连接着。可以这样比喻：碳原子的四只手没有都拉上一样东西，还有一些多余，这些多余的手暂时彼此拉着，但一有机会它们就会去拉别的东西，和别的东西（特别是空气中的氧）化合。所以它们在化学性上显得很活泼，不安定，在一定条件下很容易氧化，其分子间也可能叠合起来成为大分子，这些氧化或叠合产物会使油

品颜色变深，酸性物质增多，胶状物增大。不饱和烃在原油中含量极少，石油产品中所含的不饱和烃成分，主要是在裂化加工过程中，一些烷烃、环烷烃分解而生成的。不饱和烃在石油产品中是不理想成分，经过精制可以把它除去，但不饱和烃中的低分子烯烃，如乙烯、丙烯、丁烯等，是极有价值的化工原料。

此外，石油中还有少量氧化物、硫化物、氮化物、胶状物等，这些都是油料中的不良成分，在精制过程中要设法将其除去。

从上所述，我们知道，不同烃类对石油产品性质的影响也各不相同。了解这一点，对于我们合理地使用油料，有着极重要的作用。

3. 几种炼制方法的介绍

原油必须经过炼制以后，才能得到符合质量要求的各种石油产品。从油井中开采出来的原油，先经预处理脱去溶于油中的气体、泥沙、盐类和水分后，就可送到炼油厂进行炼制加工。炼制方法不同，所得产品性质也不同。一般采取以下几种炼制方法。

1) 常压蒸馏（直馏）

常压蒸馏又称直馏，它是制取轻质燃料的基本方法。根据原油中各种烃分子沸点的不同，在常压下利用加热、蒸发、冷凝等步骤，直接将原油分馏为汽油、煤油、柴油等馏分。一般 $35\sim 205^{\circ}\text{C}$ 的馏分为汽油； $175\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的馏分为煤油； $200\sim 350^{\circ}\text{C}$ 馏分为柴油； 350°C 以上的馏分为润滑油原料或裂化原料，如图1。

原油在管式炉中加热变成油蒸汽后进入分馏塔，分馏塔

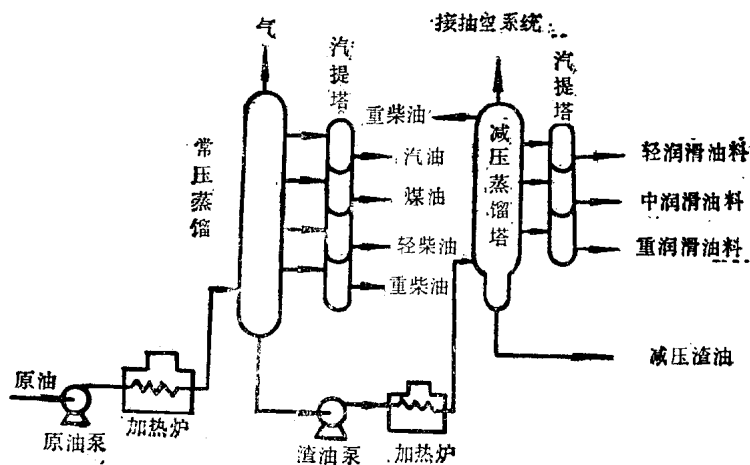


图1 常减压蒸馏流程示意图

在不同的高度上安装着隔板，这些隔板称为塔盘，油蒸汽在塔盘上遇冷凝结成液体。越轻的烃类的沸点越低，它们越不易冷凝为液体。所以在分馏塔中上升得越高。在塔的上层塔盘中可获得汽油馏分；中部塔盘获得喷气燃料和煤油馏分；底部塔盘获得柴油馏分。在塔顶上获得的石油气体，是良好的化工原料。在塔底部残留的不能蒸发的残油，称为重油。重油可作为减压蒸馏的原料，以制取各种润滑油，重油也可以作为裂化原料，以获得抗爆性好的汽油、凝点低的柴油。

常压蒸馏过程所发生的是物理变化，各种烃分子没有破坏，其产品主要是由烷烃和环烷烃组成，一般不含不饱和烃。所以直馏产品性质安定，不易氧化变质，宜于长期存放，但直馏法炼出的汽油中含有较多的正构烷烃，辛烷值很低，

通常只有40~50，还须待掺合高辛烷值汽油或加入抗爆剂后，才能使用。

常压蒸馏中获得汽油、喷气燃料、煤油、柴油的生产效率，根据不同性质的原油而各不相同。一般说来，原油中含有多少汽油、煤油或柴油的馏分，用常压蒸馏就只能蒸出这么多的汽油、煤油或柴油来。通常从原油中，用常压蒸馏的方法约能获得10%左右的汽油，10%左右的煤油，7%左右的柴油，其余三分之二以上是重油。有的原油成分轻，含汽油、煤油、柴油量可达50~60%以上。但总的说来，利用直馏的方法获得的汽油、柴油数量较少，远不能满足需要。目前炼制工艺中广泛采用热裂化、催化裂化等方法来提高燃料的生产效率。

2) 热裂化

裂化是将一些大分子烃类（如重油）分裂成为一些小分子烃类（如汽油、柴油）的炼制方法。用这样的方法可以把用途不广的重油变成广泛应用的内燃机燃料——汽油、柴油等，提高这些产品的生产效率。热裂化是最早采用的一种裂化方法，它是用加高温的办法使大分子烃断裂。一般热裂化的温度在500℃左右。为了防止在高温下大分子烃蒸发，热裂化还要在一定的压力下进行。通常热裂化的压力为2~2.5MPa，有的可达10MPa。这样的高温、高压下，重油一类的大分子烃就不会蒸发，而是受热裂化成汽油、柴油一类的小分子烃。

热裂化汽油的抗爆性较直馏汽油强，其辛烷值一般在60~70左右。热裂化柴油的凝点也比直馏柴油的凝点低。但因这些热裂化馏分中含有较多的不饱和烃，安定性不好，易氧化变质，故不宜单独使用。主要分别用来掺合低辛烷值的

车用汽油和高凝点的轻柴油。对于这些掺有热裂化馏分的产品，都不宜长期贮存。

热裂化法由于加工水平不高，产品质量和产量都不理想。所以在国内、国外均逐渐淘汰。但由于它的建设投资少，设备简单，也在一些小型炼油厂仍有采用。

3) 催化裂化

催化裂化是在硅酸铝或合成泡沸石等催化剂的作用下进行裂化。由于有催化剂的作用，使大分子烃在较低的温度（通常 460°C ）和在常压或较低压力的条件下就能裂化成小分子烃，并改变分子结构，发生异构化、芳构化和氢转移反应，使油品中不饱和烃大大减少，异构烷烃、芳香烃增多。因此，催化裂化汽油性质安定，辛烷值高（可达80左右），故用作航空汽油和高级车辆用汽油的基本组成成分。催化裂化过程还产生大量丙烯、丁烯、异丁烷等裂化气体。它们是宝贵的化工原料。催化裂化还能提供大量液化石油气，供民用。催化裂化所产的柴油，含有大量的重质芳香烃，经抽提后，不仅可改善柴油的燃烧性能，同时可得到大量制索的原料。用催化裂化可制得43%左右的汽油、33%左右的柴油、7%左右的焦炭、14%左右的化工合成原料和一些裂化气体。催化裂化，由于其产品质量好，同时能综合利用，所以是目前主要的炼制方法之一。

4) 加氢裂化

加氢裂化是在六十年代发展起来的一种新工艺，它可将各种轻重不同的原料（从直馏柴油到减压渣油），在高温（ $370\sim 430^{\circ}\text{C}$ ）、较高压力（ $10\sim 15\text{MPa}$ ）、有氢气存在和催化剂的作用下，进行加氢反应。它既可把原油中的硫、氧、氮等杂质除去，并能使不饱和烃饱和及一些大分子烃类

发生裂化和异构化反应，从而获得各种高质量的油品（如：高辛烷值汽油、低冰点喷气燃料、低凝点柴油、粘温性能良好的润滑油等），而且产品收率接近 100%。由于加氢裂化是在高压下操作，条件较苛刻，需较大量的合金钢材，设备投资高，操作技术要求严格，所以还没能像催化裂化等工艺那样得到普遍的应用。

5) 减压蒸馏

减压蒸馏是以重油为原料，将重油通过蒸馏分为不同粘度的润滑油馏分，是炼制润滑油的重要工艺。由于重油的沸点高达 $350 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 以上，所以它不能采用常压蒸馏的方法。因为常压时重油在这样的高温下，会裂化成轻油。因此重油的蒸馏要在减低压力的条件下进行，利用减低压力从而降低油料沸点的原理，进行减压蒸馏。

大家知道，随着大气压力的降低，液体的沸点也会降低。 100kPa (760mmHg) 大气压力下，水的沸点为 100°C ，而在大气压力降至 70.5kPa (529mmHg) 的地方（如在高山上），水的沸点即降至 90°C 。同样，在降低压力的条件下加热重油，重油就会在较低的温度下沸腾，蒸发成气体。这样就可以达到从重油中分离出各种不同润滑油馏分的目的，而不致引起重油裂解。

重油的减压蒸馏，如图 1 中的右部分所示。重油在管式炉中加热至 400°C 以上，送入减压塔中，塔内保持 $5.3 \sim 8.0\text{kPa}$ ($40 \sim 60\text{mmHg}$) 的压力，这时重油就蒸发成气体，在减压塔上不同高度的塔盘中，可以分别获得变压器油馏分、轻质润滑油馏分、中质润滑油馏分和重质润滑油馏分，这些油统称为馏分油。馏分油经脱蜡和精制后而制得的各种油品称为馏分润滑油，例如各种机械油和一些粘度较小和粘度中

等的内燃机油，大都是馏分润滑油。

在减压蒸馏中减压塔底残留的油料（即用减压蒸馏法也蒸不出去的最重质的油料），经丙烷脱沥青、脱蜡和精制后而制得的各种油品称为残馏润滑油，例如航空机油、气缸油等大多是残馏润滑油。

用两种馏分润滑油或馏分润滑油与残馏润滑油按不同比例进行调合，以生产出各种不同规格的润滑油，这些润滑油称为调合油。一般粘度大的内燃机油大多属于调合油。

6) 石油产品的精制

原油经过常压、减压蒸馏，将分成汽油、煤油、柴油和各种润滑油馏分。这些馏分大多还是半成品，仍含有一些硫化物、氧化物、胶状物等不良的成分，不能直接使用，须经精制除去。常用的精制方法有：

酸碱精制——用浓硫酸与油中的不良成分反应，生成酸渣，经沉淀与油分离。这样，可以将油中的硫、氧等化合物和不饱和烃、酸性物质、沥青胶质等除去，经酸处理后的油呈酸性，再用碱中和，即可获得符合要求的油品。

为了促使酸渣、碱渣从油中分离出来，减少精制中的损耗，出现了电化学精制，它是在高压电场的作用下进行酸碱精制。由于纯净的油是不导电的，但酸碱渣能导电，在电场作用下能加速酸碱渣液滴在油品中的运动，促使反应加快，并能促使酸渣、碱渣聚合，便于沉淀。电化学精制能提高质量，降低损耗，减少酸碱用量，因而在轻质油料中广泛应用。酸碱精制的优点是设备简单，操作容易；缺点是产品收率低，三废不易处理。

溶剂精制——是用一种只能溶解润滑油中的不良成分的溶剂，在一定条件下与润滑油中的不良成分进行反应，使油