

高等学校（专科）试用教材

# 汽车运行材料

（汽车运用工程专业用）

孙凤英 臧杰 主编  
郎全栋 主审



人民交通出版社

高等学校(专科)试用教材

**Qiche Yunxing Cailiao**  
**汽车运行材料**

(汽车运用工程专业用)

孙凤英 臧 杰 主编  
郎全栋 主审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书主要阐述汽车用汽油、轻柴油、发动机油、车辆齿轮油、汽车润滑脂、汽车制动液、汽车其它工作液和汽车轮胎等的分类、性能、规格、质量评定、正确选用等。本书为高等专科学校汽车运用工程专业和汽车检测技术专业的统编教材,亦可供技术工人培训和有关专业人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车运行材料/孙凤英,臧杰主编. —北京:人民交通出版社,1999. 9  
ISBN 7-114-03316-8

I. 汽… II. ①孙… ②臧… III. 汽车-车辆运行-材料  
IV. U473

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 09988 号

高等学校(专科)试用教材

汽车运行材料

(汽车运用工程专业用)

孙凤英 臧杰 主编

郎全栋 主审

版式设计:周园 责任校对:刘高彤 责任印制:张 凯

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京京华印刷制版厂印刷

开本:787×1092  $\frac{1}{16}$  印张:6.75 字数:158 千

1999 年 7 月 第 1 版

2000 年 8 月 第 1 版 第 2 次印刷

印数:3001-8000 册 定价:9.00 元

ISBN 7-114-03316-8

U·02370

# 前 言

随着汽车技术和汽车运输的发展,汽车产品不断升级换代,汽车保有量迅速增加,高等级公路和高速公路的发展,使汽车高速化。汽车结构、性能和运行条件的变化,对汽车运行材料提出了更高的要求,由于燃料、润滑剂和轮胎增加了很多新品种、新规格,其使用技术也有了新的发展。了解汽车运行材料的性能和规格,掌握使用技术和管理知识,对充分发挥汽车使用性能、保证安全运行、节约能源、减少环境污染、降低运输成本有着重要意义。

本书是根据全国高等学校汽车运用工程专业教学指导委员会审定的高等专科学校“汽车运行材料”课程教材编写大纲而编写的。本书主要阐述汽车用汽油、轻柴油、发动机油、车辆齿轮油、汽车润滑脂、汽车制动液、汽车其它工作液和汽车轮胎等的分类、性能、规格、质量评定和正确选用等。

本书较全面地采用了近年来新制订或新修订的有关汽车运行材料的分类、规格等国家或行业标准,如:GB/T 7631.3—1995《内燃机油分类》、GB 11121—1995《汽油机油》、GB 11122—1997《柴油机油》、GB/T 8028—94《汽油机油换油指标》、GB/T 7607—1995《柴油机油换油指标》、JT 224—1996《中负荷车辆齿轮油安全使用技术条件》、GB/T 2977—1997《载重汽车轮胎系列》、GB/T 2978—1997《轿车轮胎系列》等。本书具有通俗、扼要、求新和实用等特点,主要用于高等专科学校汽车运用工程专业和汽车检测技术专业的教材,亦可供技术工人培训和有关专业人员参考。

本书由黑龙江交通高等专科学校孙凤英、臧杰副教授主编,由东北林业大学郎全栋教授主审,并对书稿进行了具体修改,在此表示感谢。

由于作者水平有限,恳切希望读者提出宝贵意见。

编 者

1998年10月于哈尔滨

# 目 录

<b>第一章 石油的基本知识</b> .....	1
第一节 石油的化学组成 .....	1
第二节 石油产品提炼的基本方法 .....	5
<b>第二章 汽油</b> .....	10
第一节 汽油的使用性能 .....	10
第二节 汽油使用性能的评定指标 .....	12
第三节 汽油的规格 .....	16
第四节 汽油的选择 .....	19
<b>第三章 轻柴油</b> .....	20
第一节 轻柴油的使用性能 .....	20
第二节 轻柴油使用性能的评定指标 .....	21
第三节 轻柴油的规格 .....	26
第四节 轻柴油的选择 .....	26
<b>第四章 汽车新能源</b> .....	28
第一节 汽车能源应具备的条件 .....	28
第二节 汽车替代能源 .....	28
<b>第五章 发动机油</b> .....	31
第一节 发动机油的使用性能 .....	31
第二节 发动机油使用性能的评定 .....	34
第三节 发动机油的分类 .....	38
第四节 发动机油的规格 .....	41
第五节 发动机油的选择 .....	46
第六节 在用发动机油的更换 .....	47
<b>第六章 车辆齿轮油</b> .....	51
第一节 车辆齿轮油的使用性能 .....	51
第二节 车辆齿轮油的分类和规格 .....	52
第三节 车辆齿轮油的选择和更换 .....	56
<b>第七章 汽车润滑脂</b> .....	58
第一节 汽车润滑脂的结构特点和组成 .....	58
第二节 汽车润滑脂的使用性能 .....	59
第三节 汽车润滑脂的分类和规格 .....	62
第四节 汽车润滑脂的选择 .....	66
<b>第八章 汽车制动液</b> .....	68
第一节 汽车制动液的使用性能 .....	68

第二节	汽车制动液的规格 .....	69
第三节	汽车制动液的选择 .....	73
<b>第九章</b>	<b>液力传动油</b> .....	<b>74</b>
第一节	液力传动油的使用性能 .....	74
第二节	液力传动油的规格 .....	75
第三节	液力传动油的选择 .....	77
<b>第十章</b>	<b>汽车其它工作液</b> .....	<b>78</b>
第一节	汽车发动机冷却液 .....	78
第二节	减振器油 .....	83
第三节	汽车空调制冷剂 .....	84
<b>第十一章</b>	<b>汽车轮胎</b> .....	<b>87</b>
第一节	汽车轮胎的分类和组成 .....	87
第二节	汽车轮胎规格的表达方法 .....	88
第三节	汽车轮胎的合理使用 .....	94
<b>参考文献</b>	.....	<b>98</b>

# 第一章 石油的基本知识

石油在国民经济中占有极其重要的地位,车用燃料与润滑剂目前多为石油产品。我国是能源大国,总地质储量居世界第三,但从人均占有量来看,我国又是能源贫国,只有世界人均占有量的 1/2。所以为了取得较高的能源利用效率,就必须注意节约和合理使用石油产品。

## 第一节 石油的化学组成

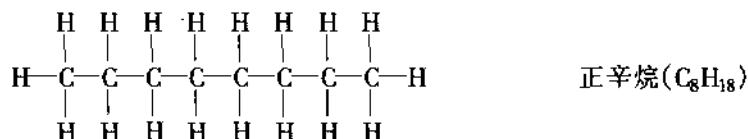
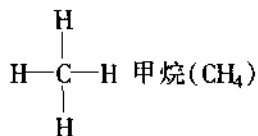
石油是一种粘稠的液体,通常是红棕色到黑色,有的带绿色或蓝色的萤光,并有特殊的气味,密度一般都小于  $1\text{g}/\text{cm}^3$  (多为  $0.80\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.98\text{g}/\text{cm}^3$ )。但也有个别例外,如伊朗某些石油的密度可高达  $1.06\text{g}/\text{cm}^3$ ,美国某些石油密度低至  $0.707\text{g}/\text{cm}^3$ 。

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,而是各种碳氢化合物的混合物。按元素分析,石油中的主要组成元素是碳(C)和氢(H),约占 95% ~ 99.5%,其中碳元素约占 83% ~ 87%,氢元素约占 11% ~ 14%,其它少量的为氧(O)、硫(S)、氮(N)等元素,总共不超过 0.5% ~ 5%。此外,在石油中还发现有极微量的氯、碘、磷、砷、钠、钾、钙、铁、铯、钒等元素。

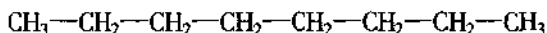
碳氢化合物常称为烃。按其结构不同,烃主要分为烷烃、环烷烃、芳香烃、不饱和烃等 4 类。

### 一、烷 烃

烷烃是链状饱和烃,分子结构呈链状,其分子式通式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ,  $n$  为碳原子数。碳原子数在 10 以内,以甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬命名,碳原子在 10 以上的,用中文数字十一、十二、十三……命名,例如:甲烷、正辛烷。

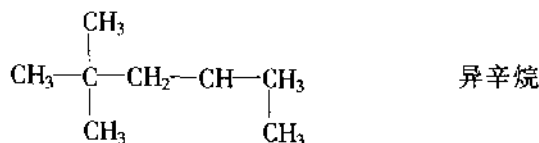


正辛烷也可用简化的结构式表示:



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烃,而有支链结构的称异构烷烃。异构烷烃按其总碳原子数命名为异“某”烷。

例如异辛烷(分子通式为  $C_8H_{18}$ ):



但分子式相同的异辛烷有多种结构型式。为了区别,我们制订了如下命名规则:

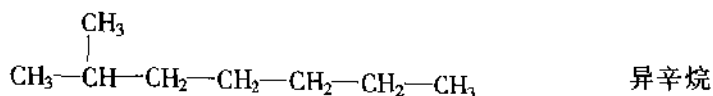
(1)甲基:烷烃分子去掉一个氢原子所剩下的部分称为烷基,简写成 R-。

如:  $\text{CH}_4$  甲烷,  $\text{CH}_3$ -甲基;  $\text{C}_2\text{H}_6$  乙烷,  $\text{C}_2\text{H}_5$ -乙基

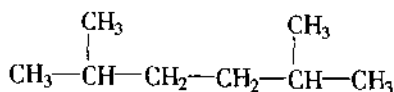
(2)选择最长的碳链为主链,用主链的碳原子数来命名,称其为“某”烷。

(3)将主链的碳原子依次编号,以确定烷基的位置。

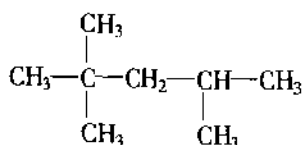
(4)用阿拉伯数字表示烷基的位置,中文数字表示烷基的数目,并写在“某”烷的前面。例如:3种不同结构的异辛烷的命名是:



2-甲基庚烷



2,5-二甲基己烷



2,2,4-三甲基戊烷

以上例举的3种异辛烷和正辛烷的结构互不相同,但分子式却相同( $C_8H_{18}$ ),在有机化学中叫做同分异构体。同分异构体由于结构不同,其性质也稍有不同。

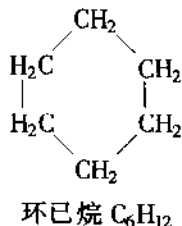
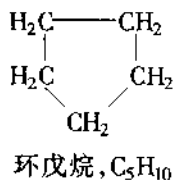
在常温下,烷烃中碳原子数从1~4(即从甲烷到丁烷)是气体,碳原子数从5~16是液体,碳原子数16以上的是固体。固态烷烃在燃油中呈溶液状态存在。

烷烃分子中碳原子的化合价都得到满足,称为饱和烃。在低温时化学性质比较稳定,烷烃的碳链愈长,结构愈不稳定,易生成过氧化物及醇、醛等氧化物,发火性能好,是压燃式发动机燃料的良好成分。烷烃中的异构体较正构烷烃结构紧密,不易被氧化生成过氧化物,发火性能差,不易发生爆燃,是点燃式发动机燃料的良好成分。



## 二、环 烷 烃

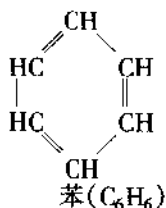
环烷烃的分子结构式中的碳原子呈环状排列,并以一价互相结合,其余碳价都与氢原子相结合,由于所有的碳价都被饱和,因而它是一种环状饱和烃,分子通式是  $C_nH_{2n}$ 。在燃油中,大都是单环的五碳环及六碳环的环烷烃。如:



环烷烃的化学性质比较稳定,不易氧化变质,一般须在接近  $400\text{ }^\circ\text{C}$  以上时才能自燃,其抗爆性比正构烷烃高,与大部分异构烷烃的抗爆性能相当。环烷烃的凝点低,润滑性较好,是汽油和润滑油的良好成分。

## 三、芳 香 烃

芳香烃最简单的分子结构是苯( $C_6H_6$ ),由 6 个碳原子和 6 个氢原子组成环状,其中碳原子之间以单键与双键交替连接:

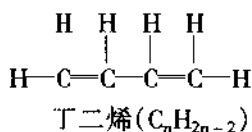
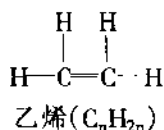


芳香烃是以苯环为基础组成的化合物,有单苯环、双苯环的芳香烃,还有三苯环和四苯环的芳香烃、带侧链的芳香烃、由环烷烃和芳香烃混合组成的芳香烃等,如:甲苯、烷基苯、萘、联苯及蒽等。

芳香烃分子式具有多种不同的通式如  $C_nH_{2n-6}$ 、 $C_nH_{2n-12}$ 、和  $C_nH_{2n-18}$  等。由于苯的分子结构中的单键和双键能相互作用,因此芳香烃具有非常高的稳定性,其自然温度高达  $600\text{ }^\circ\text{C}$ ,具有良好的抗爆性。汽油中掺入少量的苯可以提高其抗爆性,但苯的发热量低(含氢原子少),凝点高( $+5.4\text{ }^\circ\text{C}$ ),毒性也较大,对有机物的溶解力较强。目前,国外车用汽油的发展趋势是限制芳香烃的掺入量,在实际使用中,应控制并采取相应的措施。

## 四、烯 烃

烯烃较相当的烷烃缺少氢原子,不能满足碳的四价需要,所以分子中碳与碳原子之间有双键连接,为不饱和烃。有一个双键的称为烯烃,有二个双键的则为二烯烃。如:



烯烃的分子通式是  $C_nH_{2n}$ ，二烯烃的分子通式是  $C_nH_{2n-2}$ 。烯烃、二烯烃由于氢不能满足碳的四价需要，则其安定性最差，在一定条件下很容易氧化生成高分子粘稠物，特别易进行加成反应、氧化反应和聚合反应。所以含烯烃较多的汽油或柴油，在长期贮存中容易氧化变质。烯烃在工业上被广泛用来生产合成润滑油、合成橡胶、航空燃料和润滑油添加剂。

不饱和烃对于大多数石油产品都不是理想成分，因为它在氧化时，会形成胶质和有机酸。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，可通过精制石油产品把它们去掉。

## 五、石油中的非烃化合物

石油中还含有一些非烃化合物，它们对石油产品的使用性能和石油的加工都有很大的影响，在石油的炼制过程中，多数精制过程都是为了解决非烃化合物。非烃化合物主要包括含硫化合物、含氧化合物、含氮化合物及胶状、沥青状物质。

### 1. 含硫化合物

含硫化合物包括硫化氢( $H_2S$ )、硫醇( $RSH$ )、硫醚( $RSR'$ )、二硫化物( $RSSR'$ )、环硫醚、噻吩及其同系物等。硫化氢被空气氧化生成元素硫，硫与石油烃类作用又可生成硫化氢和其它硫化物，一般在  $200^\circ C \sim 250^\circ C$  以上就能进行这种反应。硫醇在石油中的含量不多，多存在于低沸点馏分中。硫醇中的 R 可为烷基，也可以是环烷基、芳香基(如苯硫酚)。硫醇不溶于水，低分子甲硫醇( $CH_3SH$ )、乙硫醇( $C_2H_5SH$ )具有极强烈的特殊臭味。元素硫、硫化氢和低分子硫醇都能与金属作用引起腐蚀，它们统称为活性硫化物。硫醚是中性液体，但稳定性较高，与金属没有作用，是石油中含量较多的硫化物之一。二硫化物在石油中含量较少，而且多集中于高沸点馏分中，也显中性，不与金属作用，但受热后能分解成硫酸、硫醇或硫化氢。噻吩及其同系物是一种芳香性的杂环化合物，物理化学性质与苯系芳香烃很接近，是石油中的一种主要含硫化合物。

### 2. 含氧化合物

石油中含氧化合物可分为酸性氧化物和中性氧化物。酸性氧化物有环烷酸、脂肪酸和酚类，总称为石油酸。中性氧化物有醛、酮等，它们在石油中含量一般极少，约在千分之几的范围内。

酸性氧化物中，环烷酸约占 90%，它的化学性质与脂肪酸相似，是典型的一元羧酸，具有普通羧酸的一切性质。在中和时，环烷酸很容易生成各种盐类，其中碱金属的盐能很好地溶解于水。由于环烷酸能对金属引起腐蚀，在石油产品的炼制过程中，一般可用碱洗法除去。

### 3. 含氮化合物

石油中的含氮化合物可分为碱性和非碱性两类。碱性氮化物含量较多，如吡啶、喹林、异喹林和吡啶的同系物。非碱性氧化物主要有吡咯、吡啶、咪唑及它们的同系物、金属的卟啉化合物。

含氮化合物的性质很不安定，容易氧化叠合生成胶质，影响石油产品的使用性能。燃料中若有较高的含氮量，燃烧时会产生难闻的臭味。

### 4. 胶质和沥青质

胶质、沥青质是石油中结构最复杂、分子量最大的物质，组成中除含有碳、氢外，还含有硫、氧、氮等元素。胶质是树脂状粘稠物质，呈深黄色至棕色。沥青质是非晶态粉末，呈深褐色或黑色。石油的颜色与所含胶质、沥青质的数量有关，含量愈高，石油的颜色就愈深。石油中的

沥青质全部集中在渣油中,在制取高粘度润滑油时,将它从渣油中脱出后,经氧化制成道路、建筑和电器绝缘用沥青。

石油中的非烃化合物,主要是胶质和沥青质,其含量在石油中可达百分之十几到四十几。

## 六、烃类分布规律

表 1-1 说明了各种烃类对石油产品性质的影响。

各种烃类对石油产品性质的影响

表 1-1

烃 类	密度	自燃点	辛烷值	十六烷值	化学安定性	粘度	粘温性	低温性	
烷 烃	正 构 异 构	小	低	低	高	好	小	最好	差 (高分子)
			高	高	低	差			好
环 烷 烃	少 环 多 环	中	中	中	中	好	大	中	好
									差
芳 香 烃	少 环 多 环	大	高	高	低	好	大	中	好
									差
烯 烃	稍大于烷烃	高	高	低	差				好

石油是混合物,没有固定的沸点,采用蒸馏方法制取油品时,各种油品是不同沸点的产物。蒸馏分离出来的各种成分,叫做馏分。一般情况下,蒸发温度为 35℃ ~ 200℃ 的馏分为汽油;蒸发温度为 200℃ ~ 350℃ 的馏分为煤、柴油;蒸发温度为 350℃ ~ 500℃ 的馏分为润滑油。

烷烃、环烷烃和芳香烃的碳原子个数少,分子量小和环数少的烃都分布在低沸点馏分中;反之则分布在高沸点馏分中。烷烃、环烷烃和芳香烃在石油产品(指后面讲到的直馏产品)中的分布规律如下:

### 1. 汽油

异构烷烃体积含量约占 21%,正构烷烃体积含量约占 29%,即烷烃含量约占 50%。正构烷烃的碳原子数为  $C_5 \sim C_{11}$ ,环烷烃和芳香烃多为单环的。

### 2. 柴油

正构烷烃和异构烷烃的体积含量约各占 20%。正构烷烃碳原子数为  $C_{23} \sim C_{36}$ ,环烷烃、芳香烃环数增多,除单环外,还有双环和三环的。

### 3. 润滑油

正构烷烃体积含量约占 10%,环烷烃体积含量约占 40%。正构烷烃碳原子数为  $C_{23} \sim C_{36}$ ,环烷烃均是三环以上的,芳香烃的环数、侧链数和侧链的长度均增加,三环以上的芳香烃都分布在润滑油中。

油品中的烃类分布规律不同,油品的使用性能也不同。例如:汽油与轻柴油的密度和自燃点(将油品加热到与空气接触因剧烈氧化而产生火焰自行燃烧的最低温度)不同。在温度为 20℃、气压为 100kPa 时,汽油的密度为 0.742kg/L,轻柴油的密度为 0.830kg/L。汽油的自燃点为 415℃ ~ 530℃,轻柴油的自燃点为 240℃ ~ 400℃。

## 第二节 石油产品提炼的基本方法

从地下开采出来的石油,是复杂的混合物,不能直接使用,需送到炼油厂加工,生产出符合

一定质量要求的石油产品,才能满足各方面的需要。由于各个炼油厂采用的原油性质和生产的石油产品不同,其生产设备及工艺也不相同。一般将炼油厂分为燃料油、燃料—润滑油和燃料—化工3种类型。燃料型炼油厂,通常是先采用一次加工,即将原油进行蒸馏,依次分离出汽油、煤油、轻柴油、重柴油和润滑油等各种沸点不同的馏分。燃料—润滑油型炼油厂,是通过一次加工将原油中轻质油品分出,余下的重质油品,再经过各种润滑油生产工艺,加工出润滑油。燃料—化工型炼油厂,是将原油首先经过一次加工,蒸馏出轻质组分,再通过对其余下的重质组分进行二次加工,使其转化为轻质组分。这些轻质组分一部分用作燃料油,一部分通过催化重整工艺、裂化工艺制取芳香烃和乙稀等化工原料。化工原料通过化工装置,制取醇、酮、酸等基本有机原料及合成材料等化工产品。

## 一、蒸 馏 法

石油是各种化合物的混合物,每一种化合物都有本身固有的沸点,利用这一点将石油逐渐加热,首先蒸发的是饱和蒸气压最高的最轻组分,然后在温度继续升高时,便会蒸发出愈来愈重的石油组分。在一定温度范围内收集的馏出物称为石油馏分。较低温度范围下的石油馏分叫轻馏分,较高温度范围下的石油馏分叫重馏分。这种利用石油中不同分子量和不同结构的烃具有不同沸点的性质,对石油进行一次加热,将一定沸点范围的烃分别收集,从而获得各种燃料和润滑油的加工方法,称为蒸馏法。蒸馏法分常压蒸馏和减压蒸馏两种,如图1-1所示。

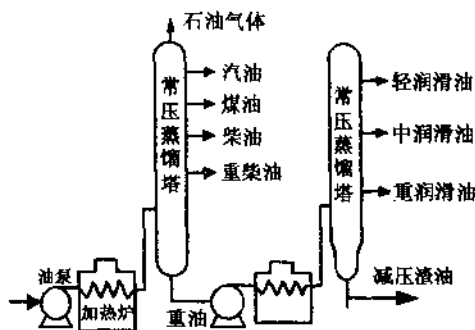


图 1-1 石油蒸馏流程图

常压蒸馏可直接从石油中得到汽油(蒸发温度范围  $35^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ),煤油(蒸发温度范围  $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ )和柴油(蒸发温度范围  $300^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ )等。其蒸馏流程是:首先将石油在管式炉中加热使之变成油蒸气,然后送入分馏塔中。分馏塔在不同的位置上安装着隔板,这些隔板称为塔盘,油蒸气在塔盘中冷凝结成液体。在分馏塔的上层塔盘中可获得汽油馏分,在中部塔盘中可获得喷气燃料和煤油馏分,在下部盘中可获得柴油馏分。塔顶上获得的石油气体,是良好的化工原料。塔底部残留的不能蒸发的

残油,称为塔底油。常压蒸馏的石油产品,主要由烷烃和环烷烃组成,由于蒸馏过程所发生的是物理变化,所以一般不含不饱和烃,产品性质安定,不易氧化变质,但抗爆性差。

减压蒸馏的目的是从常压蒸馏剩下的塔底油中,提取润滑油和裂化原料油的原料。如果将重油采用常压蒸馏,势必要提高加热温度,这将导致重油分子发生裂解,影响制取润滑油的馏分组成。因此必须适当采用减压降沸的蒸馏方法。减压蒸馏法塔底油在管式炉中加热至  $400^{\circ}\text{C}$  以上,送入减压蒸馏塔中,塔内保持  $10\text{mmHg}$  的压力,使重油蒸发成气体,并在各层塔盘中冷凝,则在减压塔上下不同高度的塔盘中,即可分别获得轻质润滑油馏分、中质润滑油馏分和重质润滑油馏分,这些油统称为馏分油。再经脱蜡和精制得到的各种油品称为馏分型润滑油;塔底残留的油料,经内烷脱沥青、脱蜡和精制后制得的各种油品称为渣油型润滑油。

利用直馏法获得的汽油、柴油产率较小,一般在  $25\% \sim 30\%$ ,远不能满足燃料日益增长的需求。因此,近代炼制工艺是采用各种二次加工,以获得更多更好的燃料油。二次加工法有热裂化、催化裂化、加氢裂化、催化重整、烷基化和延迟焦化等方法。

## 二、热裂化法

热裂化法是利用重质烃类在高温、高压下可发生裂解的性质,将一些大分子烃类分裂成为一些小分子烃类,从而获得更多的汽油、柴油等石油产品的一种加工方法。温度和压力视重油的组成而定,一般裂化温度高于 $460^{\circ}\text{C}$ ,最高压力为 $7.0\text{MPa}$ 。热裂化产品有裂化气、汽油、柴油、渣油等。汽油的产率约为 $30\% \sim 50\%$ ,柴油产率约为 $30\%$ 。由于裂化的汽油和柴油中,含有较多的烯烃和芳香烃,汽油抗爆性较直馏汽油强,柴油的十六烷值和凝点较直馏柴油低,性质不安定,贮存易氧化变质,所以一般不宜单独使用,主要用来掺合低辛烷值的车用汽油和高凝点的柴油。因此热裂化法在国外已被淘汰。

## 三、催化裂化法

催化裂化法与热裂化的区别是,重质烃类的裂解是在催化剂的作用下进行,由于催化剂的作用,除大分子烃变成小分子烃外,并改变其分子结构,使不饱和烃大为减少,异构烷烃和芳香烃的含量增高。催化剂主要成分是硅酸铝或泡沸石,反应温度为 $450^{\circ}\text{C} \sim 590^{\circ}\text{C}$ ,压力为 $0.1\text{MPa} \sim 0.2\text{MPa}$ 。催化裂化的产品主要是石油气、汽油和轻柴油。石油气主要是丙烯、丁烯、异丁烷等裂化气体,它们是宝贵的化工原料。催化裂化汽油性质安定,抗爆性好,是优质的汽油机燃料。由于催化裂化炼制的石油产品质量好,并能综合利用,所以是目前普遍采用的炼制方法。

## 四、加氢裂化法

加氢裂化法是20世纪60年代初期发展起来的新工艺。它与催化裂化的不同之处,是在高温( $370^{\circ}\text{C} \sim 430^{\circ}\text{C}$ )和高压( $10\text{MPa} \sim 15\text{MPa}$ ),并有催化剂和氢气(约为原料质量的 $2.5\% \sim 4.0\%$ )作用下,对原料进行加氢、裂化和异构化,从而获得各种高质量油品的一种炼制方法。加氢反应可使不饱和烃变成饱和烃,生产的汽油抗爆性好,安定性高,腐蚀性小;生产的柴油发火性能好,凝点也低,生产的润滑油粘温性能好。

加氢裂化的原料广泛,柴油、减压馏分甚至渣油以及含硫、含氮、含蜡很高的原料都可以用,而且产品的产率接近 $100\%$ 。但这种方法是在高压下操作,条件苛刻,需要合金钢材较多,投资大,故还没有像催化裂化法那样普遍应用。

## 五、催化重整法

指对直馏汽油的馏分,在催化剂(铂、锑等贵金属)作用下,使其烃分子结构进行重排形成新分子结构,从而获得高辛烷值和安定性好的汽油组分的工艺。

催化重整的汽油组分辛烷值高达85以上,抗氧化安定性好。

## 六、烷基化法

在催化剂作用下,烷烃与烯烃的化学加成反应叫做烷基化。烷基化的主要原料是催化裂化气体中的异丁烷和丁烯,其他如丙烯和戊烯也可做为原料,催化剂是浓硫酸或氢氟酸,我国目前采用的是浓硫酸。

烷基化加工流程是:将原料和硫酸同时送入反应器中,硫酸与原料之比约为 $1 \sim 1.8$ 。反应器中的压力为 $0.3\text{MPa}$ ,温度为 $4^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ ,原料处于液体状态下进行加成反应,反应时应进

行充分搅拌,以保证硫酸和烃类形成乳状液,使之充分接触,反应完全。反应过程中,硫酸浓度降至 85%时,应另换新酸。反应后的产物用沉降法分离出硫酸,再经碱洗和水洗,然后送入蒸馏塔提出轻烷基化油和重烷基化油。

烷基化主要产物是工业异辛烷(轻烷基化油),具有高的抗爆性,可作为汽油的组分使用,国外高级汽油中,烷基化汽油加入量达 28%。重烷基化油可作为轻柴油组分使用。

## 七、延迟焦化法

延迟焦化是为了充分利用能源以得到更多的轻质油,对减压油等重质油品进行深度加工的一种方法。其产品主要是轻质燃料、裂化原料油和石油焦等,石油焦作冶金工业电极等用。

将减压渣油预热后送入焦炭塔下部,和焦化生成的气体产物进行热交换,在塔内高温作用下,停留足够时间进行反应。从焦炭塔顶部引出高温油气进入分馏塔底部,在分馏塔内分离出焦化气、汽油、柴油和焦化蜡油,余下的重质油再送回加热炉加热,并和原料油一起送入焦炭塔重新循环进行焦化。在高温 500℃左右下,一方面使大分子的烃类裂化反应分解成为小分子烃类,直至成为气体,另一方面缩合成为石油焦。为了防止原料在炉管内生焦,应设法缩短原料在高温炉管内的停留时间,而延迟到进入焦炭塔后再给予充分时间进行反应生成焦炭,故称为延迟焦化。

延迟焦化汽油产率达 10%~20%,柴油产率达 25%~35%,裂化原料油为 25%~35%,石油焦为 15%~20%。焦化石油产品含有大量的烯烃,安定性很差,必须进行精制。

## 八、石油产品的精制

原油经蒸馏和各种二次加工得到的燃、润料产品大都是半成品,除含有少量杂质(如硫、氧、氮的化合物)外,还含有极不安定的不饱和和烃(如二烯烃)。为了保证油品质量,须经精制除去这些不良成分,常用的精制方法如下:

### 1. 电化学精制

在高压电场作用下,对油品进行酸洗和碱洗,以除掉产品油中非理想成分。浓硫酸对非烃化合物有溶解作用并可进行磺化反应,也可与烯烃、二烯烃进行酯化和叠合反应,其产物大部分都溶于酸中,生成酸渣,经沉淀与油分离。但油经浓硫酸处理后,呈酸性,故要用碱中和,从而得到腐蚀性小、安定性好的油品。因此电化学精制又称酸碱精制法。

### 2. 加氢精制

加氢精制与加氢裂化反应相似,是将油品在一定温度(300℃~425℃)、压力(约为 6MPa~15MPa)以及有催化剂和加氢的条件下,除去油中的硫、氮、氧、多环芳香烃和金属杂质等有害组分,并使不饱和和烃变为饱和烃,以改善油品质量的一种方法。

直馏、热裂化所得的汽油、煤油、润滑油、重油等,均可用加氢精制,得到的产品质量好,产率高(接近 100%),但投资较大,技术条件较严格。加氢精制是近年来发展较快的一种精制方法。

### 3. 溶剂精制

溶剂精制是利用一些溶剂在一定的条件下,能很好地溶解油品中的胶质、沥青质和带有短侧链的多环烃等不良物质,而对烷烃和带长侧链的环烷烃很少溶解的性能,使油品得到精制。

常用的溶剂有糠醛、酚和硝基苯等。溶剂精制较电化学精制的产品产率高,溶剂能回收重复使用,且没有酸、碱渣等污染物,所以得到较广泛使用。

#### 4. 白土补充精制

白土精制用作电化学精制及溶剂精制的补充,以进一步提高油品的质量。白土是表面积极大的多孔性陶土,能吸附油内的沥青树脂、硫、氮的化合物、无机酸和溶剂等。将磨细的白土与油品混合,在管式炉内加热到 $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ,送到接触塔内,让白土与油品接触处理 $5\text{min} \sim 15\text{min}$ ,待油冷却到 $150^{\circ}\text{C}$ 左右,滤除白土,即可获得精炼油。

白土精制的缺点是,废白土中含有约5%的油品,不易提出,所以目前国外大多数炼油厂已经用加氢补充精制代替。加氢补充精制和加氢精制原理相似,只是处理条件有所不同。

#### 5. 脱蜡

从煤油到各种润滑油馏分中,一般都含有不同数量的石蜡或地蜡。含蜡的油品凝点高,低温性能差,所以应将油品中的蜡分离出来,即脱蜡。脱蜡方法有溶剂脱蜡、尿素脱蜡、分子筛脱蜡和微生物脱蜡等几种。

## 第二章 汽 油

汽油是汽油机的主要燃料。汽油是从石油提炼而得到的密度小、易于挥发的液体燃料,自燃点为  $415^{\circ}\text{C} \sim 530^{\circ}\text{C}$ 。按照提炼方法,汽油可分为直馏汽油和裂化汽油。将石油加热,在  $35^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$  的温度范围内蒸发出来的轻馏分蒸汽冷凝后即成为直馏汽油。汽油的裂化法有热裂化和催化裂化。利用催化裂化法可以从石油中获得更多的优质汽油。在汽油机工作时,汽油应能在很短的时间内形成良好的可燃混合气,保证汽油机能在各种条件下可靠启动、平稳运转、正常燃烧,充分发挥汽油机的使用性能。

因此,了解汽油的性能、评价指标等内容对正确合理地选用汽油显得十分必要。

### 第一节 汽油的使用性能

汽油的使用性能虽多,但与轻柴油相比,特殊的方面表现在它的蒸发性和抗爆性。

#### 一、蒸 发 性

汽油由液态转化为气态的性质,叫做汽油的蒸发性。

汽油机工作过程中,要求燃料供给系必须在  $0.02\text{s} \sim 0.04\text{s}$  时间内形成均匀的可燃混合气。汽油机在进气行程中,由于活塞的下移运动,在进气歧管中产生真空度,使化油器喉管处产生压差,使汽油从主喷管中喷出。喷出的汽油被高速空气流击散,即雾化。雾化的汽油受热蒸发,并与空气混合,在气缸里即形成良好的混合气。若汽油的蒸发性不好,将有部分汽油以液态进入气缸,使可燃混合气品质变坏,汽油机功率下降,耗油增加,有害气体排放量增大,磨损加剧。汽油应具有适当的蒸发性,以保证汽油机在低温条件下容易启动,预热时间短,加速灵敏,运行稳定。但其蒸发性过好会使燃油系统在夏季产生气阻,使汽油在保管和使用中的蒸发损失增大。

评定汽油蒸发性的指标是馏程和饱和蒸气压。

#### 二、抗 爆 性

汽油抗爆性是表示汽油在汽油机燃烧室中燃烧时防止爆燃的能力。

汽油机正常的燃烧过程是火花塞跳火,产生高能量的电火花,使其电极间的可燃混合气温度急剧升高并被点燃,形成火焰中心。火焰前锋约以  $20\text{m/s} \sim 30\text{m/s}$  的速度迅速向燃烧室远离火花塞的各点传播,使混合气绝大部分燃烧完毕释放出热能。这样的正常燃烧过程,气缸内的压力升高率每度曲轴转角不大于  $200\text{kPa}$ ,温度上升也很均匀,汽油机工作柔和平稳,动力性能得到充分发挥。爆燃则是在正常火焰前锋到达之前,由于火焰前锋的压缩和热辐射作用,温度急剧地升高而自然着火,形成多个火焰中心,使火焰传播速度高达  $1\,000\text{m/s} \sim 2\,000\text{m/s}$ ,燃气压力在燃烧室壁、活塞顶和气缸壁产生金属敲击声,并引起发动机振动。

现代汽油机的压缩比都有不同程度的提高,增加压缩比可以提高汽油机的热效率。但是



压缩比越高,压缩终了气缸内混合气的压力和温度越高,越易产生爆燃,对汽油的抗爆性要求越高。

汽油的抗爆性决定于碳氢化合物的结构。正构烷烃的抗爆性随着碳原子数目的增加而下降,而异构烷烃随支链的增加而提高。芳香烃和主碳链长度不超过4~5个碳原子的异构烷烃的抗爆性最高,具有6个以上碳原子数的正构烷烃以及分子中有8个以上碳原子而只有一个支链的异构烷烃的抗爆性最低。所以,汽油的抗爆性决定于各种烃类的含量,若含抗爆性高的烃类多,则其抗爆性必然高。

评定汽油抗爆性的指标是辛烷值。

### 三、化学安定性和物理安定性

#### 1. 汽油的化学安定性

汽油的化学安定性是指汽油在贮存、运输、加注和其它作业时,抵抗氧化生胶的能力。安定性不好的汽油在使用过程中,受到空气中的氧、环境温度和光等的作用,会发生氧化缩合而生成胶质,使汽油颜色变黄并产生粘稠沉淀。这些胶状物粘附在滤清器、汽油管道、化油器量孔和化油器喷口处,不仅会破坏汽油的正常供给,甚至中断供油。还会使化油器量孔和喷口处的有效截面积变小,造成混合气变稀,化油器调整困难,耗油率增大。胶状物积聚在进气门头下方,会影响气门的正常启闭和进气通道的截面,如果在高温下进一步氧化,将导致气门上的胶质在高温下分解生成积炭,沉积在活塞顶、活塞环槽、燃烧室壁和火花塞上,使气缸散热不良,发动机过热,引起爆燃和加剧磨损。此外随着胶质的增多,会使汽油的辛烷值下降,酸度增加。

因此,为了保证汽油机可靠工作,要求车用汽油具有良好的化学安定性。

评定汽油化学安定性的指标是实际胶质和诱导期。

#### 2. 汽油的物理安定性

汽油的物理安定性是指汽油在使用过程中(如加注、运输、贮存),保持不被蒸发损失的性。要求车用汽油具有良好的物理安定性。汽油的物理安定性主要决定于汽油中所含低沸点烃类的多少。为了改善汽油机的起动机,希望汽油中含低沸点烃类多些,但这些烃类容易蒸发逸散,导致损耗增加,使汽油的物理安定性变差。

评定汽油物理安定性的指标是饱和蒸气压和馏程。

### 四、腐蚀性

汽油对贮油容器和机件应无腐蚀。

汽油机的燃料供给系是由许多金属零件组成的,如果汽油中有元素硫、活性或非活性硫化物、水溶性酸或碱等存在时,就会对金属产生直接或间接腐蚀作用。所以对汽油的腐蚀性应有严格的要求,汽油应无腐蚀性。

评定汽油腐蚀性的指标是硫含量、铜片腐蚀试验、水溶性酸或碱、酸度和博士试验。

### 五、清洁性

清洁性是指汽油中是否含有机械杂质和水分的性质。

炼油厂炼制的成品汽油是不含有机械杂质和水分的,但在运输、灌注、贮存和使用过程中。机械杂质(锈、灰尘、各种氧化物等)和水分会混入汽油中。机械杂质会加速化油器量孔和喷油