

高等学校试用教材

汽车燃料与润滑油

西安公路学院 编

人民交通出版社

高等学校试用教材

汽车燃料与润滑油

西安公路学院 编

人民交通出版社

高等学校试用教材
汽车燃料与润滑油
西安公路学院 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
北京市大兴县印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 18.25 字数: 453 千
1983年5月 第1版
1983年5月 第1版 第1次印刷
印数: 0001 - 4,900 册 定价: 1.90元

内 容 提 要

本书共分三篇。第一篇汽车发动机燃料，主要包括：石油的化学组成及其分类，汽车发动机燃料的技术要求及其加工方法，汽车发动机燃料的使用性能。第二篇汽车用润滑剂，主要包括：发动机润滑油及其添加剂，汽车齿轮油，汽车润滑脂，汽车液力传动油。第三篇汽车用液体，主要包括：汽车制动液，汽车防冻液，汽车液压油。

本书由西安公路学院徐元福主编，其中第一篇由徐元福编写，第二、三篇由王毓民编写。

本书为交通系统高等学校汽车运用与修理专业试用教材，也可供汽车、拖拉机、工程机械等专业的师生以及有关技术人员参考。

目 录

第一篇 汽车发动机燃料

第一章 石油的化学组成及其分类	1
第一节 概述	1
第二节 石油的烃类组成	3
第三节 石油中的非烃化合物	16
第四节 石油的分类	25
第二章 汽车发动机用燃料的技术要求及其加工方法	26
第一节 汽车发动机用燃料的技术要求	26
第二节 汽车用燃料的加工	26
第三节 燃料的精制	40
第四节 燃料的调合	43
第三章 汽油机燃料(汽油)的使用性能	44
第一节 汽油的蒸发性	44
第二节 汽油的抗爆性	58
第三节 汽油的化学安定性和物理稳定性	69
第四节 汽油的腐蚀性	76
第五节 汽油中的机械杂质和水分	80
第六节 汽油的规格与实际质量	80
第四章 柴油机燃料(柴油)的使用性能	82
第一节 影响供往气缸的柴油的性质	83
第二节 影响在气缸内形成良好混合气的柴油的性质	87
第三节 柴油的抗粗暴性	90
第四节 柴油的贮存安定性与热安定性	96
第五节 柴油的腐蚀性	98
第六节 轻柴油的规格与实际质量	100

第二篇 汽车用润滑剂

第一章 汽车发动机润滑油	102
第一节 发动机润滑油的作用及性能要求	102
第二节 发动机润滑油的分类及规格	107
第三节 发动机润滑油的评定方法	120
第四节 发动机润滑油的使用性能	135

第五节	国外发动机润滑油的发展趋势	146
第六节	正确选用原则及使用中的注意事项	154
第七节	限制环境污染所引起的发动机及油品的改进	159
第八节	发动机润滑油在使用过程中的化学变化	162
第二章	汽车用齿轮油	166
第一节	汽车齿轮润滑的特点	166
第二节	齿轮油的性质	168
第三节	汽车齿轮油的分类及性能	171
第四节	汽车齿轮油的试验方法	178
第五节	汽车齿轮油的选用	182
第六节	汽车齿轮油的使用性能	186
第三章	汽车用润滑脂	193
第一节	润滑脂的结构特点	193
第二节	润滑脂的组成	194
第三节	润滑脂的分类	200
第四节	润滑脂的主要质量指标及其在使用上的意义	201
第五节	常用润滑脂的特点和应用范围	205
第六节	润滑脂的选用原则	214
第七节	润滑脂在汽车上的应用	218
第四章	汽车液力传动油	222
第一节	液力传动油的性质和组成	222
第二节	液力传动油的规格	225
第三节	液力传动油的使用性能	230
第五章	润滑油添加剂	232
第一节	清净分散添加剂	232
第二节	无灰分散剂	236
第三节	抗氧化剂及抗氧化抗腐剂	239
第四节	增粘剂	242
第五节	降凝剂	246
第六节	极压抗磨剂	248
第七节	油性剂及摩擦改进剂	256
第八节	防锈添加剂及防锈油脂	260

第三篇 汽车用液体

第一章	汽车用刹车液	265
第一节	汽车刹车液的主要性能要求	265
第二节	汽车刹车液的分类及规格	267
第三节	汽车刹车液的应用	271
第二章	汽车防冻液	272

第一节	防冻液的组成和性能要求.....	273
第二节	防冻液的规格和试验方法.....	274
第三章	汽车用液压油.....	275
第一节	液压油在汽车及工程机械上的应用.....	275
第二节	液压系统对液压油的要求.....	277
第三节	液压油的使用性能.....	279
第四节	液压油的分类.....	281

第一篇 汽车发动机燃料

第一章 石油的化学组成及其分类

第一节 概 述

一、石油的外观性质和元素组成

石油是一种粘稠的液体，大多为黑色，也有黄色、褐色、暗褐色、暗绿色和淡白色等。绝大多数石油的密度介于0.8~0.98之间，个别例外，如伊朗某地的石油密度为1.016，美国加利福尼亚州的石油密度为0.707。表1-1-1所列为我国部分石油产地所产石油的密度及其主要性质。

我国部分石油产地所产石油的密度及其主要性质

表1-1-1

原油性质	大庆混合原油	胜利混合原油	大港混合原油	玉门原油	新疆克拉玛依原油	孤岛混合原油 ^①
相对密度, d_4^{20}	0.8552	0.9070	0.8696	0.8698	0.8678	0.9492
粘度, 50°C, cSt ^②	22.15	121.38	20.64	15.9	19.23	243.5
凝点, °C	24	20	20	8	-50	-4
残炭, %	2.7	6.60	3.5	5.1	3.7	7.81
含盐(NaCl), $\mu\text{kg}/\text{dm}^3$		140	74	1480	9	19.92
水分, %	0.21	0.8	1.4	6.5		1.2
酸值(KOH), $\mu\text{kg}/\text{mkg}$		0.56		0.4	0.78	1.7
灰分, %	0.016	0.02	0.018		0.005	
机械杂质, %		0.045				

① 孤岛混合原油为孤岛原油与垦利原油的混合油，其比例为7:1；

② 运动粘度的国际单位是米平方每秒，用 m^2/s 表示， $1\text{cSt} = 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。

石油的元素组成是指各种化学元素的百分含量。组成石油的主要化学元素是碳、氢、硫、氮、氧，见表1-1-2。其中碳的含量占83~87%，氢含量占11~14%，两者合计达

石油的元素组成

表1-1-2

石油产地	C	H	S	N	O
大庆混合原油	85.74	13.31	0.11	0.15	
大港混合原油	85.67	13.40	0.12	0.23	
胜 利	86.26	12.20	0.80	0.41	
克 拉 玛 依	86.1	13.3	0.04	0.25	0.28
孤 岛 原 油	84.24	11.74	2.20	0.47	
苏联杜依玛兹	83.9	12.3	2.67	0.33	0.74
墨 西 哥	84.2	11.4	3.6		0.80
美国宾夕法尼亚	84.9	13.7	0.5		0.9
伊 朗	85.4	12.8	1.06		0.74

96~99%。其余为硫、氮、氧及微量其它元素，总共不超过1~4%。这也是一般而言，个别的，如墨西哥石油仅硫元素含量就高达3.6~5.3%。大多数石油含氮很少，约千分之几到万分之几，但也有例外，如阿尔及利亚石油及美国加利福尼亚石油其含氮量竟达1.4~2.2%。

除上述五种主要元素外，在石油中还发现有微量的金属元素和其它非金属元素。其中，金属元素中主要的有钒、镍、铁、铜、铅，此外还有钙、钛、镁、钠、钴、锌等。在非金属元素中主要有氯、硅、磷、砷等，它们的含量都很少。

从元素组成可以看出，组成石油的元素主要是碳和氢，而且它们以各种化合物——烃的形式存在。现已确知，石油中的烃主要是烷烃、环烷烃、芳香烃三个族。其中硫、氮、氧各元素以含硫、含氮、含氧化合物以及兼含有硫、氮、氧的胶状和沥青状物质的形态存在于石油中，它们统称为非烃类。而我们通常所使用的汽油、柴油中的烯烃，在天然石油中一般是不存在的。

二、石油和石油馏分

在研究石油化学组成前，首先要弄明白有关石油馏分的一些概念。

在炼油厂里，石油加工的第一步是初馏。石油是一个多组分的复杂混合物，即不同分子量，不同结构的复杂化合物的混合物。在炼油厂中通常没有必要把石油分成单个组分，而是把整个石油“切割”成几个“馏分”（在一定温度范围内蒸出的石油组分称为馏分）。例如分成<200℃的馏分、200~300℃的馏分等等。“馏分”它还是一个混合物，只不过包含的组分数目比原油少的多了。

馏分前常冠以汽油、煤油、柴油、润滑油等石油产品的名称，但必须区别，馏分并不就是石油产品，石油产品一定要满足油品规格的要求。这就是说，还必须将馏分进一步加工，才能得到产品。同时，同一沸点范围的馏分，也可以因目的不同而加工成不同产品。例如航空煤油（150~280℃）、灯用煤油（200~300℃）、轻柴油（200~350℃），三者都有200~280℃的共同馏分范围，减压塔馏出的馏分既可加工成润滑油产品，也可作为催化裂化原料油。为统一名称，在本书中称<200℃的为汽油馏分或低凝馏分，200~350℃的为煤柴油馏分或中间馏分，350℃至500℃左右的为润滑油馏分或高沸点馏分。

由于人们使用石油一般都是先将其分成馏分，然后再加工成各种产品，因此，研究石油的化学组成，自然不是针对整个石油，而是以石油馏分作为研究对象。

由于在研究石油的化学组成时，我们不仅希望知道各种物质在石油中的总含量，而且更希望了解它们在各馏分中的含量，从而掌握其组成规律，因此，通常是采用馏分组成与化学组成相结合的方法来研究石油的组成，而且在研究中往往从不同角度来认识石油。例如，从元素组成角度了解石油中究竟存在哪些元素，其含量关系如何；从化学组成及馏分组成角度来认识石油，了解它究竟含有哪些族的化合物，这些化合物随馏分变化的分布情况如何。此外，还可从物态上了解石油含有哪些气态、液态、固态的化合物等。

为了进行更仔细的研究，有时还要在实验室的分馏设备中切割成沸点范围较窄的馏分，例如在研究汽油馏分组成时，将其分为<60℃、60~95℃、95~122℃、122~150℃和150~200℃几个窄馏分。同时，其窄馏分的沸点范围可根据不同需要选取。

从原油直接分馏得到的馏分，称为直馏馏分，其产品为直馏产品。直馏馏分的特点是，它基本上保留着石油化学组成的本来面目，例如基本上不含有烯烃。而石油直馏馏分经过二次加工（如催化裂化等）所得的馏分则与相应直馏馏分的组成不同，例如催化裂化产物的组

成中一般都含有烯烃。

第二节 石油的烃类组成

从化学组成来看，石油馏分可分为烃类和非烃类两大类。而在石油的各个馏分中，烃类和非烃类的含量，因石油的产地不同，其差别是很大的。有的石油（轻质石油），烃类含量高达90%以上；有的石油（重质石油），烃类含量仅占50%左右。同时，在同一原油中，随着沸程的增高，烃类含量降低，非烃类含量增加。此外，在最轻的汽油馏分中，非烃类含量很少，烃类占绝大部分，即使从含硫原油得到的汽油馏分，烃类含量也可达98~99%。反之，在高沸点的石油馏分及残油中，烃类含量就要少得多。

一、石油气态烃的化学组成

石油气体主要由气态烃组成，因其来源不同，可分为天然气和石油炼厂气两大类。天然气既可以形成纯粹的气田，也可以伴随着石油而部分地溶于石油中，形成油气田。当石油开采出来且压力下降后，这部分气体即从石油中逸出，称为伴生气。

天然气主要由甲烷及其低分子同系物组成，按其组成不同可分为干气（贫气）及湿气（富气）。在干气中，含有大量的甲烷和少量的乙烷、丙烷等气体。在湿气中，除含有较多的甲烷、乙烷外，还含有少量易挥发的液态烃。如戊烷、己烷直至辛烷的蒸气，以及少量的芳香烃和环烷烃。显然，纯气田的天然气，主要为干气。从油气田得到的天然气，因与石油分离时条件的不同，既可以是干气，也可以是湿气。干气与湿气之间并无严格界限，通常以天然气中丁烷以上的液态烃（称为气体汽油）含量来区分。当每立方米天然气中含有低于100克气体汽油时，称为贫气。而在富气中，一般含有100克以上的气体汽油，有些甚至达700~800克。

在天然气中经常混杂着非烃气体，其中主要是二氧化碳。它的含量可以从千分之几到百分之几，在个别天然气中可高达40%（体积）。除二氧化碳外，氮气也是天然气的经常组成部分。在含氮的天然气中，有时也有氮存在，它是有价值的惰性气体，因为工业上所需要的氮，主要来源于天然气。在含硫石油产地的天然气中，常有硫化氢存在，其含量有时可达百分之一到百分之几。个别产地天然气中，硫化氢含量达百分之十几。天然气中一般不含氧，也不含氢、一氧化碳和烯烃。某些天然气中还发现有氧存在，这是由于天然气中混入了空气所致。表1-1-3所列为我国部分气田的天然气组成。

我国部分气田的天然气组成%（体积）

表1-1-3

地 区	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	N ₂	CO ₂	H ₂ S
四川							
隆昌23井	95.5	0.8	0.2	—	0.8	0.9	—
巴县23井	97.9	0.3	—	—	1.1	0.2	—
自流井	87.8	← 7.15 →			2.3	0.6	0.5
柴达木							
盐 湖	95.5	0.2	0.3	—	3.5	—	—
油砂山	70.1	9.2	5.8	4.2	9.0	—	—
玉 门	82.7	8.5	2.7	1.0	4.7	—	—
延 长	82.4	5.2	4.0	2.6	3.3	—	—
上海							
江 湾	84.6	—	—	—	10.8	2.8	—

应当注意，同一产地的天然气，它的组成并不是固定不变的，尤其是油气田的天然气，它与取气时的条件有很大关系。表 1-1-4 所列为不同取气条件下的天然气组成。

不同取气条件下的天然气组成%(体积)

表 1-1-4

气 体 组 成	取自油气分离器	取自井口	气 体 组 成	取自油气分离器	取自井口
甲 烷 CH_4	81.6	64.04	正戊烷 C_5H_{12}	0.59	3.07
乙 烷 C_2H_6	8.23	7.32	碳 6 组分 C_6	0.34	13.01
丙 烷 C_3H_8	4.88	5.90	二氧化碳 CO_2	0.68	0.45
异丁烷 C_4H_{10}	1.63	3.06	氮 气 N_2	0.80	0.53
正丁烷 C_4H_{10}	1.20	3.62			

石油炼厂气的组成，因加工条件不同，可以有很大区别。石油热裂化及催化裂化加工的气体中，含有大量的热分解产物。这类气体的特点是除含有烷烃外，还含有烯烃、氢气、硫化氢、二氧化碳和一氧化碳。加工过程的温度愈高、压力愈低，则气体的产率愈高，同时气体中的氢、甲烷和烯烃的含量也越多。催化裂化的气体中则有较多的丙烷、异丁烷及正丁烷。催化重整及加氢裂化的气体中主要部分是氢气，它的含量达90%以上。

二、石油液态烃的化学组成

1. 石油馏分烃类组成的表示法

前面所谈到的石油的元素组成，对于石油馏分的烃类如果仅以元素组成来表示，那只有 $\text{C}\%$ 和 $\text{H}\%$ 。这种表示烃类组成的方法，远不能满足生产和科研上对烃类组成的要求。为了进一步认识石油中的烃类组成，现介绍下述三种组成表示方法。

1) 单体烃组成

所谓单体烃组成，系指石油馏分中每一种烃（单体化合物）类的含量。由于目前的分析和分离手段所限，以及石油高沸点馏分中单体烃类的数目极为繁多，而且性质也很相近，所以单体烃组成的表示法，目前只限于阐述石油气和石油低沸点馏分的组成时被采用。

2) 族组成表示法

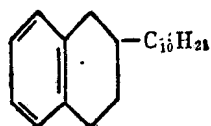
由于元素组成表示法太简单，而单体烃组成表示法又过于烦琐，所以还常采用一种介于这两者之间的烃类组成表示法即族组成。此法的特点是简单实用。至于分为多少族则取决于分析的方法。一般对汽油馏分的分析多以烷烃、环烷烃、芳香烃三族的含量来表示。如果是裂化汽油，还应再加上一项烯烃。如果对汽油馏分要求分析地更细致些，则可将烷烃再分成正构和异构，而环烷烃分为环己烷系和环戊烷系等。

煤油、柴油以上馏分，由于所用分析方法不同，族组成通常以饱和烃（烷烃加环烷烃）、轻芳香烃（单环芳烃）、中芳香烃（双环芳烃）、以及重芳香烃（多环芳烃）等项目来表示。

3) 结构族组成表示法

除了上述方法外，还有一种很有实际意义的烃类组成表示方法，称为结构族组成。

我们知道，高沸点馏分由于分子量大，分子结构复杂，在一个分子中同时含有芳香环、环烷环和相当长的烷基侧链，若再采用上述组成表示法，则其准确性就很差了。例如



这个化合物，就很难用族组成的概念准确地说明它究竟属于烷族、环烷族，还是芳香族。若以结构族组成概念，我们认为此烃分子是由芳香环、环烷环及烷基侧链三种结构单位组成。这三种结构单位在分子中所占的分量，可用芳香环上的碳原子占总碳原子数的% (C_A)，环烷环上碳原子占分子总碳原子数的% (C_N) 和烷基侧链上碳原子占分子总碳原子数的% (C_P) 来表示，即

$$C_A \% = \frac{6}{20} \times 100 = 30$$

$$C_N \% = \frac{4}{20} \times 100 = 20$$

$$C_P \% = \frac{10}{20} \times 100 = 50$$

此外，还应指出

$$\text{分子中总环数 } R_T = 2$$

$$\text{分子中芳香环数 } R_A = 1$$

$$\text{分子中环烷环数 } R_N = 1$$

上述这几个项目，就可以较准确地描述了此分子结构。

同样，石油馏分中的烃类组成也可以用这种方法表示，只是在这里要把整个馏分（各种烃分子的混合物）当作一个平均分子看待，即此时 C_A 、 C_N 、 C_P 、 R_T 、 R_A 、 R_N 的定义都是指平均分子而言。

2. 石油馏分中各族烃类的分布规律

各种结构不同的烃类在石油馏分中的分布，一般是：在汽油馏分中（低于200℃的馏分）含有 $C_6 \sim C_{11}$ 的正构烷烃；煤油和柴油馏分中（200~350℃）含有 $C_{11} \sim C_{20}$ 的正构烷烃；润滑油馏分中（300~500℃左右）含有 $C_{20} \sim C_{30}$ 左右的正构烷烃。这只是指对正构烷烃而言。至于异构烷烃，它的沸点则较相同碳原子数的正构烷烃低些。而对环烷烃而言，汽油馏分主要是包含单环环烷烃。在煤油和柴油馏分中除含有单环环烷烃外，还出现了双环及三环环烷烃；而在高沸点馏分中则包括了单、双、三环和三环以上的环烷烃。就芳香烃而论，汽油馏分中主要含有单环芳烃（苯系），而在煤油、柴油，乃至润滑油馏分中也含有单环芳烃，所不同的只是随沸点增高其侧链增长或侧链数目增多。双环和三环芳香烃，存在于煤油、柴油和更高沸点馏分中；三环及多环芳烃主要存在于高沸点馏分和残油中。

总之，随着馏分沸点的增加，其分子量、碳原子数，以及所出现的环数均增加。表1-1-5所示为某一代表性原油各馏分中其各族烃的相对含量。

3. 石油汽油馏分的烃类组成

1) 直馏汽油馏分的单体烃组成

近三、四十年来，由于各国运用了最新的物理分离及分析方法，如精密分馏，各种色谱、光谱和质谱分析等，因而对石油馏分，特别是对汽油馏分的单体烃研究取得了很大的进

表1-1-5

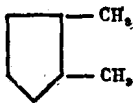
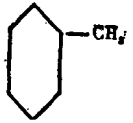
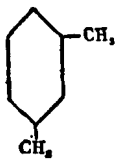
一种代表性原油各馏分中各族烃的相对含量

汽油		煤油		柴油		润滑油		胶质	
烷基苯	8.7%	双环芳烃2.5%	双环芳烃7.5%	三环芳烃	三环芳烃	三环以上芳烃	三环以上芳烃	三环以上芳烃	三环以上芳烃
烷基环己烷	19.5%	单环芳烃	单环芳烃	单环芳烃	单环芳烃	单环芳烃	单环芳烃	单环芳烃	单环芳烃
烷基环戊烷	21.8%	双环环烷11%	三环环烷4%	三环环烷	三环以上环烷 11%	三环以上环烷	三环以上环烷	三环以上环烷	三环以上环烷
异构烷	21%	单环环烷	双环环烷 17%	双环环烷	双环环烷	双环环烷	双环环烷	双环环烷	双环环烷
正构烷	29%	异构烷	单环环烷	异构烷	单环环烷	单环环烷	单环环烷	单环环烷	单环环烷
		正构烷	正构烷	正构烷	正构烷	正构烷	正构烷	正构烷	正构烷
沸点℃(0.1 MPa)	50°	100°	150°	200°	250°	300°	350°	400°	450°
正构烷	6	7	8	9	10	11	12	13	14
正烷基环戊烷	5	6	7	8	9	10	11	12	13
正烷基环己烷	6	7	8	9	10	11	12	13	14
正烷基苯	6	7	8	9	10	11	12	13	14
多环环烷									
多环芳烃									

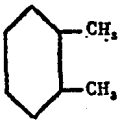
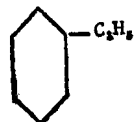
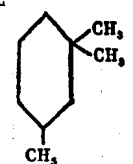
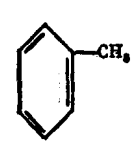
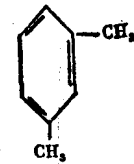
注：此种原油的汽、煤、柴油各馏分中含非烃类少，在图中未标出，自煤油至润滑油馏分都含有环烷芳烃，在图中将环烷芳烃归入各类芳烃中，未单独标出。

四种原油直馏汽油馏分中的主要单体烃

表1-1-6

烃 族	单体烃名称及结构式	分子式	沸 点 °C	单体烃占<150°C汽油馏分%(质)				
				大 庆	玉 门 <155°C	克 拉 玛 依	胜 利 <130°C	利
正构烷烃	正己烷 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_6H_{14}	68.74	8.9	4.7	4.7	6.37	
	正庚烷 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_7H_{16}	98.47	11.6	7.9	5.6	8.77	
	正辛烷 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_8H_{18}	125.6	9.0	7.7	5.2	5.40	
	正壬烷 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_9H_{20}	150.8		7.6			
异构烷烃	2-甲基戊烷 $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_6H_{14}	60.27	3.8	2.6	4.9	3.67	
	2-甲基己烷 $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_7H_{16}	90.05	2.6		6.0	2.73	
	2-甲基庚烷 $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	C_8H_{18}	117.6	2.6	4.8		3.04	
	2,4-二甲基, 3-乙基戊烷 $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$	C_9H_{20}			2.3			
	2,6-二甲基庚烷 $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_3$	C_9H_{20}				4.4		
烷基环戊烷	甲基环戊烷 	C_6H_{12}	71.8			1.4	6.21 (包括2,2-二甲基戊烷)	
	仅1,2-二甲基环戊烷 	C_7H_{14}	99.5		2.5			
烷基环己烷	环己烷 	C_6H_{12}	80.74	6.3	3.7	3.1	4.35	
	甲基环己烷 	C_7H_{14}	100.9	8.4	10.7	5.2	9.16 (包括2,2,3,3-四甲基丁烷)	
	1,3-二甲基环己烷 	C_8H_{16}	124.4	2.2		2.5		

续上表

烃 族	单体烃名称及结构式	分子式	沸 点 ℃	单体烃占<150℃汽油馏分%(质)			
				大 庆	玉 门 <155℃	克拉玛依	胜 利 <130℃
烷基环己烷	1,2-二甲基环己烷 	C_8H_{16}		2.3			
	乙基环己烷 	C_8H_{16}	131.7	2.3			
	1,1,3-三甲基环己烷 	C_9H_{18}	136.6	2.0	5.3	7.4	
烷基苯	甲 苯 	C_7H_8	110.6	3.1	1.3	4.98	
	间二甲苯 	C_8H_{10}	139.1		3.3	1.8	
主要单体烃个数 占汽油%(质) 占原油%(质) 已鉴定单体烃个数				12 62 4.02	13 66.2 53	13 53.5 71	12 54.64 50

展。同样,近十几年来我国通过对玉门、克拉玛依、大庆和胜利等地原油的轻馏分单体烃组成的研究,对直馏汽油馏分单体烃组成也取得了初步结论。

由实验得知,组成汽油馏分的单体烃十分繁多,例如从我国某原油的初馏点-130℃的馏分中,曾分离鉴定出103个单体烃。而且随着馏分的变重,实际所含的单体烃数目将远远超过此数。

虽然组成汽油馏分的单体烃数目繁多,但从分析的汽油结果来看,各种单体含量却相差很悬殊。绝大多数石油的汽油馏分中,仅仅十多个单体烃的含量就占所分析馏分的50%以上。表1-1-6所列为我国四种原油直馏汽油馏分(<150℃或130℃以前馏分)中所含的主要单体烃的数据。表1-1-7所列为玉门和克拉玛依直馏汽油馏分单体烃的结构比较。

从表中1-1-6中可以看出,大庆的直馏汽油中仅12个单体烃就占该汽油馏分(<150℃)重量的62%,而玉门、克拉玛依和胜利的直馏汽油馏分中,也是只有12~13个单体烃,就占汽油馏分的50%以上。这个分析结果,将大大方便于研究工作的进行,同时也具有一定实用价值。

单体烃结构的比较

表1-1-7

烃 族	玉 门				克 拉 玛 依			
	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
正 构 烷 烃	4.7	7.9	7.7	7.6	4.7	5.5	5.2	0.4
异 构 烷 烃								
一 甲 基	2.9	0.7	5.9		5.7	3.1	6.0	1.8
二 甲 基		0.5	1.2	1.4	0.9	1.9	1.3	6.1
三 甲 基				0.2				0.3
其 它				2.3		0.4	1.7	0.5
环 戊 烷 烃								
一 甲 基	0.7				1.4			
二 甲 基		4.6				2.5		
三 甲 基			3.2				1.4	
其 它		0.5		0.9		0.5		0.8
环 己 烷 烃								
环 己 烷	3.7				3.1			
一 甲 基		10.7				5.2		
二 甲 基			3.7				5.7	
三 甲 基				6.3				8.8
其 它			0.1	0.4			1.0	
芳 香 烃								
苯	0.3				0.2			
甲 苯		3.1				1.3		
二 甲 苯			3.9				3.1	
其 它								

另外,从表1-1-6及1-1-7的数据中还可看出,在烷烃中含量较高的是正构烷烃及分枝较少的异构烷(如一甲基、二甲基的异构烷),而高度分枝的异构烷烃含量则很少。汽油馏分中的环烷烃主要是六员环(环己烷系)和五员环(环戊烷系)的环烷烃,而其它类型的环烷烃含量较少。汽油馏分中芳香烃的含量一般都较少。苯及苯的同系物中苯的含量不高,而甲苯和二甲苯的含量比苯多。

2)直馏汽油馏分的族组成

在工业生产和科学研究工作中,往往需要简便而快速地分析汽油的组成。由于族组成分析法比单体烃分析简便得多,因此在一般情况下可采用族组成分析。汽油馏分的烃组成分析最常用的是吸附法,它是利用汽油馏分中烷烃、环烷烃和芳香烃在硅胶吸附剂上吸附能力的不同而得以分离的。分离后即可测定各族烃的含量。测定汽油馏分的族组成时,可以取整个汽油馏分,也可以将其分割成<60℃、60~95℃(苯馏分)、95~122℃(甲苯馏分)、122~150℃(二甲苯馏分)和150~200℃的五个馏分。首先将各馏分(除了<60℃的馏分以外)用硅胶吸附分离除去芳香烃,并测定除去芳香烃前后试样的苯胺点。然后即可根据有关公式和图表求出上述馏分中的烷烃、环烷烃和芳香烃的含量。表1-1-8所列用上述方法所得的我国部分原油汽油馏分的烃组成。

从表1-1-8中可以看出,汽油馏分中烷烃和环烷烃占馏分的绝大部分,而芳香烃含量一般不超过20%。就其分布规律来看,随着沸点的增高,芳香烃含量逐渐增加。芳香烃含量的这种分布规律,目前对绝大多数原油的汽油馏分都具有普遍意义。

上面所谈的是直馏汽油的烃族组成。而催化裂化、重整、焦化等二次加工的产物,其烃

我国几种石油汽油馏分的烃族组成

表1-1-8

沸点范围 ℃	大庆			胜利			大港			孤岛 ^①		
	烷烃 %(重)	环烷烃 %(重)	芳香烃 %(重)	烷烃 %(重)	环烷烃 %(重)	芳香烃 %(重)	烷烃 %(重)	环烷烃 %(重)	芳香烃 %(重)	烷烃 %(重)	环烷烃 %(重)	芳香烃 %(重)
60~95	56.8	41.1	2.1	52.9	44.6	2.5	51.5	42.3	6.2	47.5	51.4	1.1
95~122	56.2	39.0	4.8	45.9	49.8	4.3	42.2	47.6	10.2	36.3	59.6	4.1
122~150	60.5	32.6	6.9	44.8	43.6	11.6	44.8	36.7	18.5	27.2	64.1	8.7
150~200	65.0	25.3	9.7	52.0	35.5	12.5	44.9	34.6	20.5	13.3	72.4	14.3

① 沸点范围：初沸点~95℃。

族组成与直馏产品相比是有很大差异的。至于热破坏加工所得的汽油馏分则大多数含有程度不同的烯烃。另外，由于加工工艺的不同，各烃族含量也有所差异。例如，催化裂化汽油含有较多的异构烷，正构烷含量比直馏汽油要少得多，芳香烃含量比直馏汽油有显著增加；而铂重整汽油的芳香烃含量远比直馏汽油高得多。

近年来，由于色谱分析方法的广泛使用，对于<180℃的汽油馏分，在多数情况下都可以直接用气液色谱进行分析，同时不仅做到可按碳原子数目分族，而且速度快、结果准，因此，吸附法的应用已不那么广泛了。

4. 石油中间馏分（煤、柴油馏分）的烃类组成。

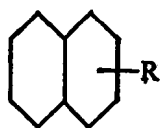
1) 中间馏分油的烃类类型

石油中间馏分的烃类中，除了含有烷烃、单环环烷烃和单环芳香烃外，还含有双环和三环的环烷烃及双环芳香烃（三环芳香烃在柴油的重馏分中可能有）。同时，在中间馏分中还会存在着环烷芳香烃的混合烃，如

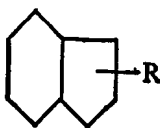


中间馏分中所含的烷烃、单环环烷和单环芳香烃与汽油馏分中这类烃的结构相似：烷烃也包括正构和异构两种，单环环烷烃主要也是环己烷系和环戊烷系，单环芳香烃也是苯的同系物（除烷基苯外，还包括环烷基苯型）。它与汽油馏分所不同的是：烷烃的碳原子较多，环烷烃和芳香烃侧链数目多且链较长。

中间馏分中的双环环烷烃，它主要是十氢萘型和茚满类的衍生物；双环芳香烃有萘类、茈类、茈类以及联苯类，它们大多数带有甲基取代基。



十氢萘型



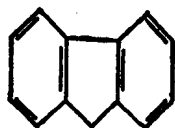
茈满类



萘类



茈类



茈类



联苯类