

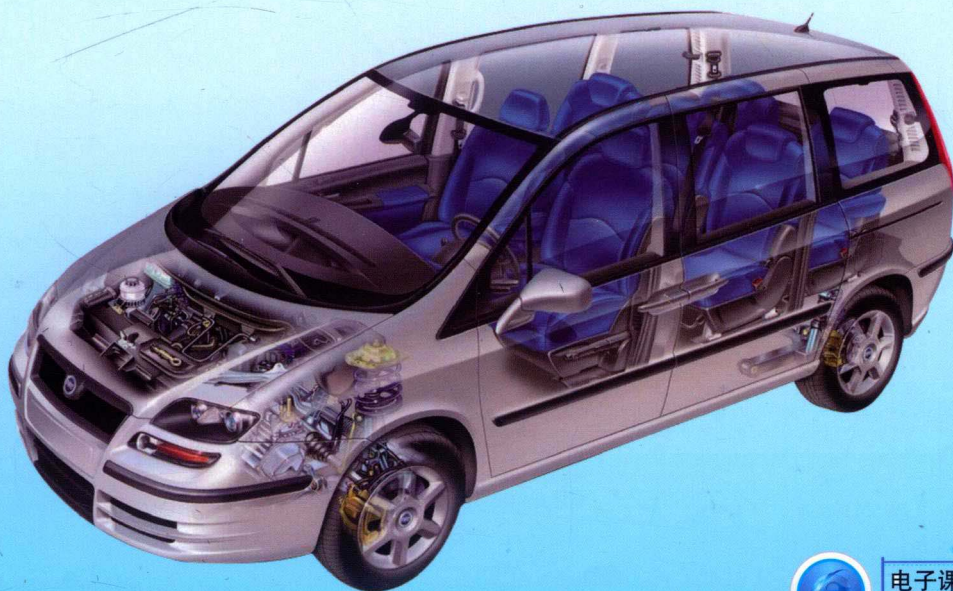


“十三五”普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

QICHE YUNXING CAILIAO
汽车运行材料
(第3版)

孙凤英◎主 编

李彦琦◎副主编



电子课件下载

www.ccpres.com.cn



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

汽车运行材料

(第3版)

孙凤英 主 编

李彦琦 副主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书主要阐述了汽车用汽油、乙醇汽油(E10)、普通柴油、B5生物柴油、发动机油、车辆齿轮油、自动变速器油、汽车润滑脂、制动液、发动机冷却液、铅酸蓄电池电解液、空调制冷剂、减振器油、车用添加剂、清洗液和汽车轮胎等运行材料的分类、性能、规格及技术要求、质量评定、正确选用、合理使用和实验指导。

本书可作为高等学校交通运输专业和汽车服务工程专业的教材,亦可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车运行材料 / 孙凤英主编. —3版. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2018. 10

ISBN 978-7-114-14970-2

I. ①汽… II. ①孙… III. ①汽车—运行材料—高等
学校—教材 IV. ①U473

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 186088 号

书 名: 汽车运行材料(第3版)

著 作 者: 孙凤英

责任编辑: 李 良

责任校对: 尹 静

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 12.5

字 数: 302千

版 次: 2007年9月 第1版

2012年9月 第2版

2018年10月 第3版

印 次: 2018年10月 第3版 第1次印刷 累计第9次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14970-2

定 价: 32.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

“十三五”普通高等教育汽车服务工程专业规划教材编委会

主任委员:许洪国(吉林大学)

副主任委员:

张国方(武汉理工大学)

简晓春(重庆交通大学)

李岳林(长沙理工大学)

关志伟(天津职业技术师范大学)

储江伟(东北林业大学)

王生昌(长安大学)

肖生发(湖北汽车工业学院)

付百学(黑龙江工程学院)

委员:

杨志发(吉林大学)

赵长利(山东交通学院)

李耀平(昆明理工大学)

李国庆(江苏理工学院)

周水庭(厦门理工学院)

方祖华(上海师范大学)

黄 玮(天津职业技术师范大学)

姚层林(武汉商学院)

李素华(江汉大学)

刘志强(长沙理工大学)

陈文刚(西南林业大学)

廖抒华(广西科技大学)

程文明(江西科技学院)

钟 勇(福建工程学院)

彭小龙(南京工业大学浦江学院)

陈庆樟(常熟理工学院)

田玉东(上海电机学院)

陈无畏(合肥工业大学)

马其华(上海工程技术大学)

杜丹丰(东北林业大学)

唐 岚(西华大学)

林谋有(南昌工程学院)

路玉峰(齐鲁工业大学)

宋年秀(青岛理工大学)

郭健忠(武汉科技大学)

邬志军(皖西学院)

田茂盛(重庆交通大学)

夏基胜(盐城工学院)

孟利清(西南林业大学)

王 飞(安阳工学院)

李军政(湖南农业大学)

鲁植雄(南京农业大学)

张新锋(长安大学)

姜连勃(深圳大学)

迟瑞娟(中国农业大学)

赵 伟(河南科技大学)

左付山(南京林业大学)

王国富(桂林航天工业学院)

秘书处:李 斌 李 良

前言

Qianyan

汽车运行材料不仅关系到汽车的可靠性和安全性,还关系到节能环保。汽车运行材料是汽车运行的保障材料和消耗材料,对汽车的运行成本和使用性能的影响较大。正确选用汽车运行材料,对汽车使用性能的正常发挥,车辆的耗损情况以及使用寿命都有直接的影响。然而,正确选用汽车运行材料又是一项专业性很强的事情,因此掌握汽车运行材料的专业知识,对汽车服务工程专业的学生来说,越来越重要。

本教材编写大纲经过汽车服务工程专业教指委审阅通过,全面系统地介绍了现代汽车运行材料知识,内容包括:汽车用汽油、乙醇汽油(E10)、普通柴油、生物柴油(B5)、发动机油、车辆齿轮油、自动变速器油、汽车润滑脂、制动液、其他工作液和轮胎等运行材料的分类、性能、规格、技术要求、质量评定、正确选用和实验指导等。内容力求科学性、先进性和完整性相结合,理论与实际相结合,把编者多年的科研、教学经验和体会融入其中,文字简洁、扼要,深入浅出;重点、难点突出,便于教学和理解。

为适应汽车运行材料的进步的要求,本次修订主要体现在以下几个方面:

- (1)为增强学生学习的目的性和趣味性,在每章前增加了引导性内容。
- (2)为便于学生学习和掌握教材内容,修改了复习思考题并全部配备了参考答案。
- (3)根据现代汽车运行材料的发展及使用情况,增加了车用添加剂与清洗液,铅酸蓄电池电解液等方面的内容。
- (4)为便于学生自主学习,增加了汽油机、柴油机燃烧过程及对燃料的要求,汽车轮胎的使用性能等内容。
- (5)根据国家标准和行业规范的变化情况,将涉及标准的相关内容全部更新。
- (6)修改了第2版中的文字错误,替换了部分图片。

本书由东北林业大学孙凤英主编,吉林大学李彦琦副主编,东北林业大学崔淑华教授主审。参加编写的人员有:宋彦(编写第一章、第九章和第十章)、李彦琦(编写第二章、第三章、第五章)、孙凤英(编写第四章、第六章、第十一章)、王宪彬(编写第七章)、武慧荣(编写第八章)。教材在编写过程中,参考了国家、



行业相关标准以及有关技术文献资料,在此,对文献资料的作者以及提供文献资料的同仁和朋友表示诚挚的感谢。

恳切希望使用本教材的高校师生与广大读者批评指正,以便教材再版时进一步完善。

编者
2018年6月

目 录

Mulu

第一章 汽车运行材料基本知识	1
第一节 石油的化学组成	1
第二节 汽车运行材料涉及的石油产品炼制方法	8
复习思考题	13
第二章 汽油	15
第一节 汽油机燃烧过程及对燃料的要求	15
第二节 汽油的使用性能	18
第三节 汽油使用性能的评定指标	20
第四节 汽油的标准及技术要求	29
第五节 汽油的合理选择与使用	40
复习思考题	40
第三章 普通柴油	42
第一节 柴油机燃烧过程及对燃料的要求	42
第二节 普通柴油的使用性能	44
第三节 普通柴油使用性能的评定指标	45
第四节 普通柴油的标准及技术要求	49
第五节 普通柴油的合理选择与使用	52
复习思考题	54
第四章 汽车的代用燃料	55
第一节 汽车燃料应具备的条件	55
第二节 现代汽车的代用燃料	55
复习思考题	68
第五章 发动机油	69
第一节 发动机油的使用性能	69
第二节 发动机油使用性能的评定	73
第三节 发动机油的分类	81
第四节 发动机油的使用性能	85
第五节 发动机油的选择	91

第六节 在用发动机油的更换	93
复习思考题	98
第六章 车辆齿轮油	99
第一节 车辆齿轮油的使用性能	99
第二节 车辆齿轮油的分类和规格	101
第三节 车辆齿轮油的选择和更换	105
复习思考题	106
第七章 汽车润滑脂	107
第一节 汽车润滑脂的结构特点和组成	107
第二节 汽车润滑脂的使用性能	109
第三节 汽车润滑脂的分类和规格	114
复习思考题	117
第八章 汽车制动液	118
第一节 汽车制动液的使用性能	118
第二节 汽车制动液的规格	120
第三节 汽车制动液的选择	126
复习思考题	127
第九章 自动变速器油	128
第一节 自动变速器油的使用性能	128
第二节 自动变速器油的规格	129
第三节 自动变速器油的选择	131
复习思考题	132
第十章 汽车其他工作液	133
第一节 汽车发动机冷却液	133
第二节 铅酸蓄电池电解液	142
第三节 汽车空调制冷剂	143
第四节 减振器油	145
第五节 车用添加剂与清洗液	146
复习思考题	150
第十一章 汽车轮胎	151
第一节 汽车轮胎的使用性能	151
第二节 汽车轮胎的分类和组成	156
第三节 汽车轮胎规格的表示方法	158
第四节 汽车轮胎的合理使用	178
复习思考题	188
参考文献	189



第一章 汽车运行材料基本知识

汽车在使用和运行过程中消耗的燃料、润滑油、特种液料和轮胎等非金属材料,统称为汽车运行材料。汽车燃料是为汽车提供动力的可燃性物质;汽车润滑油是用于汽车各相对运动零件摩擦表面间的润滑介质,具有减小摩擦阻力、保护摩擦表面的功能,并有密封、清洁和散热的作用;汽车特种液料主要有汽车制动液、汽车防冻液、空调制冷剂等。汽车轮胎是汽车的行驶部件,由橡胶和骨架材料制成,装于车轮轮辋的外缘,用以支承汽车质量、传递各种力和力矩。汽车运行材料主要来源于石油产品。

石油的生成过程大致是陆地上的动植物死亡后,随着泥沙被河流带到海盘地和湖盘地,与水中的生物一起混同泥沙沉积在盘地底部,形成有机淤泥。由于地壳的运动,盘地不断下降,有机淤泥就层层沉积下来,并与空气隔绝。在这种缺氧的环境下,有机淤泥中的有机物质随着沉积物的程岩过程,通过细菌、压力、温度、催化剂和放射元素等的协同作用,发生复杂的物理化学变化,逐渐变成石油。

第一节 石油的化学组成

一、石油的一般性状及组成

石油是一种由碳氢化合物组成的复杂混合物。实际上,各产油区所产石油的性质、外观,都有不同程度的差异。大部分石油是暗色,通常呈黑色、褐色或浅黄色,并有特殊的气味。石油在常温下多为流动或半流动的黏稠液体。相对密度为 0.80 ~ 0.98,个别产地的原油密度会超出这个范围,如伊朗某些石油的相对密度可高达 1.06,美国加利福尼亚州的石油相对密度低至 0.707。重质原油的相对密度一般大于 0.93,而且黏度较高,这类原油蕴藏也较丰富;轻质原油的相对密度一般小于 0.80,特点是相对密度小、轻油收率高,油渣含量少,这类原油目前储量较少。我国主要产油区原油的相对密度多为 0.85 ~ 0.95,凝点及蜡含量较高、庚烷沥青质含量较低,属于偏重的常规原油。

许多石油含有一些有臭味的硫化物,有浓烈的特殊气味。我国原油一般硫含量较低,通常在 0.5% 以下,只有胜利油田、新疆塔河和孤岛油田的原油硫含量较高。我国主要原油的一般性质见表 1-1。

我国主要原油的一般性质

表 1-1

原油指标	大庆	胜利	大港	孤岛	辽河	华北	中原	塔里木	塔河
密度(20℃)(g/cm ³)	0.855 4	0.900 5	0.869 7	0.949 5	0.920 4	0.883 7	0.846 6	0.864 9	0.926 9
运动黏度(50℃)(mm/s)	20.19	83.36	10.38	333.7	109.0	57.1	10.32	8.169	629.8

续上表

原油指标	大庆	胜利	大港	孤岛	辽河	华北	中原	塔里木	塔河
凝点(℃)	30	28	22	2	17(倾点)	36.0	33	-2	-17
蜡含量(%)	26.2	14.6	11.6	4.9	9.5	22.8	19.7	—	3.4
庚烷沥青质含量(%)	0	<1	0	2.9	0	<0.1	0	—	8.5
残碳(%)	2.9	6.4	2.9	7.4	6.8	6.7	3.8	5.1	12.17
灰分(%)	0.002 7	0.02	—	0.096	0.01	0.009 7	—	0.03	0.041
硫含量(%)	0.10	0.80	0.13	2.09	0.24	0.31	0.52	0.701	1.94
氮含量(%)	0.16	0.41	0.24	0.43	0.40	0.38	0.17	0.284	0.28
镍含量(μg/g)	3.1	26.1	7.0	21.1	32.5	15.0	3.3	2.98	27.3
钒含量(μg/g)	0.04	1.6	0.10	2.0	0.6	0.7	2.4	15.60	194.6

虽然石油的组成极其复杂,但是组成石油的主要化学元素并不多。最主要的元素是碳(C)和氢(H),占96%~99%,其中碳元素占83%~87%,氢元素占11%~14%,其余少量的为氧(O)、硫(S)、氮(N)和微量元素等,总共占1%~4%。少数石油中的硫含量较高,如墨西哥石油和委内瑞拉石油。大多数石油氮含量都较低,为千分之几到万分之几,但是,也有个别石油如阿尔及利亚石油和美国加利福尼亚州的石油,含氮量都较高。此外,在石油中还发现有极微量的氯、碘、磷、砷、钠、钾、钙、铁、铜、镁、铝、钒等元素。石油中的各元素不是以单质存在,而是以碳氢化合物的衍生物形态存在的。

石油是一种多组分的复杂混合物,沸点范围从常温一直到500℃以上,采用蒸馏方法制取石油产品。根据石油各组分沸点的差别,将石油划分为若干个馏分。馏分是一定沸点范围的分馏馏出物。馏分并不就是石油产品,因为馏分并没有满足石油产品的要求,还行将馏分进一步加工才能成为石油产品。原油直接分馏得到的馏分为直馏馏分。直馏馏分不含不饱和烃,基本保留石油原来的性质。一般把原油中从常压蒸馏开始馏出的温度(初馏点)到200℃(或180℃)的轻质馏分称为汽油馏分(也称石脑油馏分),常压蒸馏200(或180)~350℃的中间馏分称为煤、柴油馏分(也称常压瓦斯油馏分),简称AGO。由于原油从350℃开始有明显的分解现象,所以对沸点高于350℃的馏分,需在减压条件下进行蒸馏,所蒸出馏分的沸点再换算成常压沸点。一般将相当于常压下350~500℃的高沸点馏分称为润滑油馏分(也称减压瓦斯油馏分),简称VGO。而减压蒸馏后残留的大于500℃的馏分称为减压油渣,简称VR。将常压蒸馏大于350℃的馏分称为常压油渣,简称AR。表1-2是国内外某些原油的馏分组成。

国内外某些原油的馏分组成 表 1-2

原油产地	馏分组成(%)			
	初馏点~200℃	200~350℃	350~500℃	>500℃
大庆	11.5	19.7	26.0	42.8
胜利	7.6	17.5	27.5	47.4
孤岛	6.1	14.9	27.2	51.8
辽河	9.4	21.5	29.2	39.9
华北	6.1	19.9	34.9	39.1

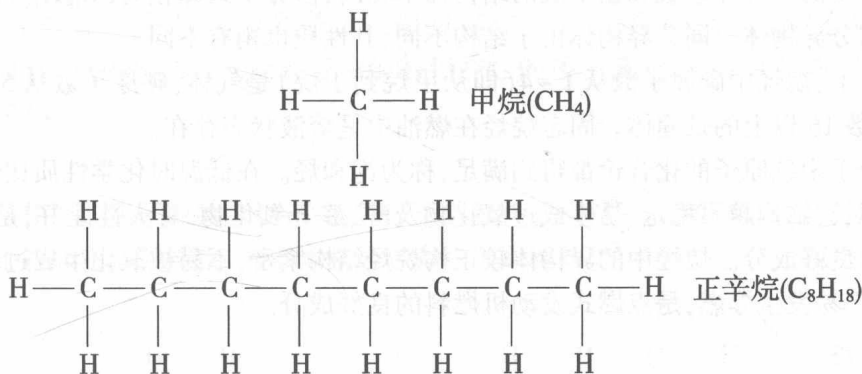
原油产地	馏分组成(%)			
	初馏点~200℃	200~350℃	350~500℃	>500℃
中原	19.4	25.1	23.2	32.3
塔里木	20.71	28.07	22.37	28.85
塔河	11.97	19.46	23.42	45.15
沙特(轻质)	23.3	26.3	25.1	25.3
沙特(混合)	20.7	24.5	23.2	31.6
英国(北海)	29.0	27.6	25.4	18.0

二、烃类

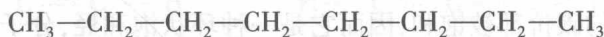
碳氢化合物常称为烃。石油产品中的烃类分布规律不同,油品的使用性能也不同。按其结构的不同,烃主要分为烷烃、环烷烃、芳香烃、不饱和烃4类。

1. 烷烃

烷烃是链状饱和烃,分子结构呈链状,其分子式通式为 C_nH_{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、癸命名,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为:



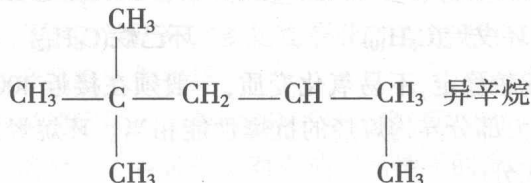
烷烃按其结构又可分为正构烷烃和异构烷烃两类。凡是烷烃分子中的主碳链上没有碳支链的称正构烷烃,而有支链结构的称为异构烷烃。异构烷烃按其总碳原子数命名为异“某”烷。例如异辛烷(分子式为 C_8H_{18})。

但分子式相同的异辛烷有多种结构形式。为了区别,我们制定了如下命名规则:

(1) 甲基:烷烃分子去掉一个氢原子所剩下的部分称为烷基,写成 R-。

如: CH_4 甲烷, CH_3 -甲基; C_2H_6 乙烷, C_2H_5 -乙基。

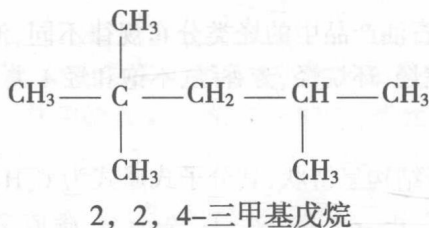
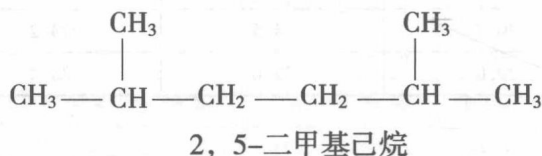
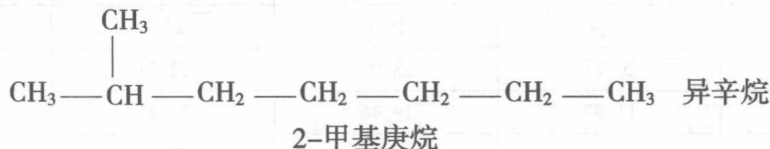
(2) 选择最长的碳链为主链,用主链的碳原子数来命名,称其为“某”烷。



(3) 将主链中离烷基最近一端作为起点,把碳原子依次编号,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为:



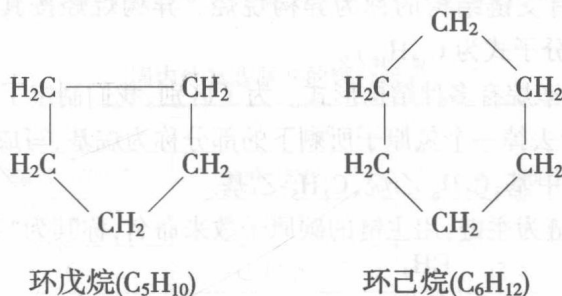
以上列举的3种异辛烷和正辛烷的结构互不相同,但分子式却相同($\text{C}_{18}\text{H}_{18}$),在有机化学中称为同分异构体。同分异构体由于结构不同,其性质也稍有不同。

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,烷烃的碳链越长,结构越不稳定,易生成过氧化物及醇、醛等氧化物,着火性能好,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,着火性能差,不易发生爆燃,是点燃式发动机燃料的良好成分。

2. 环烷烃

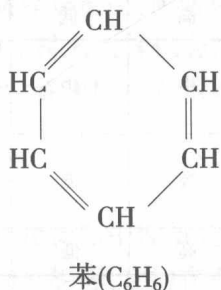
在环烷烃的分子结构式中,碳原子呈环状排列,并以一价互相结合,其余碳价都与氢原子相结合。由于所有的碳价都被饱和,因而它是一种环状饱和烃,分子通式是 C_nH_{2n} 。在燃油中,大都是单环的五碳环及六碳环的环烷烃。如:



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°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,是汽油和润滑油的理想成分。

3. 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。

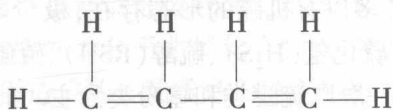
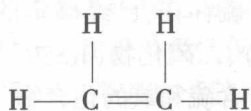


芳香烃是以苯环为基础组成的化合物,有单苯环、双苯环的芳香烃,还有三苯环和四苯环的芳香烃,带侧链的芳香烃,由环烷烃和芳香烃混合组成的芳香烃等,如甲苯、烷基苯、萘、联苯及蒽等。

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。但是,芳香烃的自燃温度高,例如:苯的自燃温度高达 $600^{\circ}C$,具有良好的抗爆能力。汽油中掺入少量的苯,就可以提高其抗爆性。但是,苯的发热量低(含氢原子少),凝点高($5.4^{\circ}C$),毒性也较大,对有机物的溶解力较强。目前,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。

4. 烯烃

烯烃与相同碳原子数的烷烃相比,氢原子数量少,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、二烯烃由于氢原子不能满足碳原子的四价需要,则其安定性最差,在一定条件下很容易氧化生成高分子黏稠物,特别容易进行加成反应、氧化反应和聚合反应。所以含烯烃较多的汽油或柴油,在长期存储中容易氧化变质。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等。

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。

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。各种烃类对石油产品性质的影响见表1-3。

各种烃类对石油产品性质的影响

表 1-3

烃类		密度	自燃点	辛烷值	十六烷值	化学安定性	黏度	黏温性	低温性
烷烃	正构	小	低	低	高	好	小	最好	差(高分子)
	异构		高	高	低	差			好
环烷烃	少环	中	中	中	中	好	大	好	中
	多环					差		差	
芳香烃	少环	大	高	高	低	好	大	好	中
	多环					差		差	
烯烃		稍大于烷烃	高	高	低	差			好

汽油中的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。

柴油中的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。

润滑油中的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布在润滑油中。

三、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物、含氧化合物，含氮化合物及胶状物质和沥青状物质。

1. 含硫化物

含硫化物在石油中的分布，一般是随着石油馏分沸点的升高而增加，其种类和复杂性也随着石油馏分沸点的升高而增加。大部分含硫化物在重馏分油和油渣中。

石油中的硫多以有机硫的形态存在，极少数以元素硫存在，已经确定的含硫化物包括：元素硫(S)、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，一般以硫醚类和噻吩类为主。此外，还有含硫和氧的化合物，如砒、亚砒和磺酸等。含硫化物按性质分，可分为酸性含硫化物、中性含硫化物和对热稳定含硫化物。

酸性含硫化物是活性硫化物，主要包括元素硫、硫化氢、硫醇等。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他硫化物，一般在 $200 \sim 250^{\circ}C$ 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的共同特点是对金属设备有较强的腐蚀作用。

中性含硫化物是非活性硫化物，对金属设备无腐蚀作用，但受热分解后会转变成活性硫化物。中性硫化物主要包括硫醚和二硫化物。硫醚是石油中含量较高的硫化物，轻馏分和中间馏分含量都较高，往往可以达到该馏分含硫量的 50% ~ 70%。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。对热稳定含硫化合物也是非活性硫化物,对金属设备无腐蚀作用。主要包括噻吩及其同系物。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。

硫化物的存在严重影响油品的储存安定性,使储存和使用中的油品易于氧化变质,生成胶质;含硫燃料燃烧后生成 SO_2 和 SO_3 排入大气也会污染环境;在炼油厂各种催化加工中,会使催化剂中毒丧失催化活性。因此,炼油厂常采用碱精制、催化氧化、加氢精制等方法去除油品中的硫化物。

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、吲哚、呋喃及它们的同系物、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复杂、分子量较大的物质,组成中除含有碳、氢外,还含有硫、氧、氮等元素。

胶质通常为褐色或暗褐色的黏稠且流动性很差的液体或无定形固体,受热时熔融。胶质是石油中相对分子质量及极性仅次于沥青质的大分子非烃化合物,胶质具有很强的着色能力,有品种的颜色主要是由于胶质的存在而造成的。胶质是不稳定的物质,在常温下易于被空气氧化而缩合成沥青质。胶质对热很不稳定,当温度升高到 350°C 以上时,胶质即发生明显的分解,产生液体或气体产物、沥青质、焦炭等。胶质很容易磺化而溶解在硫酸中。胶质是工程用沥青的重要组成部分。

沥青质是石油中平均分子量最大、结构最为复杂、含杂原子最多的物质,沥青质对不同的溶剂具有不同的溶解度。石油的颜色与所含胶质、沥青质的数量有关,含量越高,石油的颜色就越深。石油中的沥青质全部集中在渣油中,在制取高黏度润滑油时,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甚至百分之四十几。

四、油渣

减压油渣是原油中沸点最高、平均相对分子量最大、杂原子含量最多和结构最为复杂的

部分。我国大多数油田的原油减压油渣含量都较高,大于 500°C 的减压油渣产率一般为 $40\%\sim 50\%$ 。

五、微量元素

石油中所含的微量元素,一般都处于百万分级至十亿分级范围。微量元素含量虽然很少,但是有些元素对石油加工过程中,特别是催化剂的活性有很大影响。石油中有几十种微量元素,现在已经从石油中检测出59种微量元素,其中金属元素45种。石油中微量元素按其化学属性可以划分为三类:变价金属、碱金属和碱土金属、卤素和其他元素。石油中微量元素含量最多的是钒(V),其次是镍(Ni),而我国大多数原油的镍含量明显高于钒。石油中微量元素主要富集在大于 500°C 的减压油渣中,含量随着馏分沸程的升高而增加。原油几十种微量元素中,对石油加工影响最大的是钒、镍、铁、铜,它们是催化裂化中催化剂的毒物。

第二节 汽车运行材料涉及的石油产品炼制方法

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。目前,石油加工行业内主要通过一次加工、二次加工和三次加工过程,将原油炼制成满足需要的石油产品。通常一次加工是将原油用蒸馏的方法分离成轻重不同馏分的过程,常称为原油蒸馏,它包括原油预处理、常压蒸馏和减压蒸馏;二次加工主要是指将重质馏分油和渣油经过各种裂化生产轻质油的过程,包括热裂化、减黏裂化、催化裂化、加氢裂化、石油焦化等;三次加工主要指将二次加工产生的各种气体进一步加工(即炼厂气加工),以生产高辛烷值汽油组分和各种化学品的过程,包括石油烃烷基化、烯烃叠合、石油烃异构化等。

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、普通柴油、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馏,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烯等化工原料。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,便会蒸发出越来越重的石油组分。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称为轻馏分,较高温度范围下的石油馏分称为重馏分。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。蒸馏法分为常压蒸馏和减压蒸馏两种,如图1-1所示。