

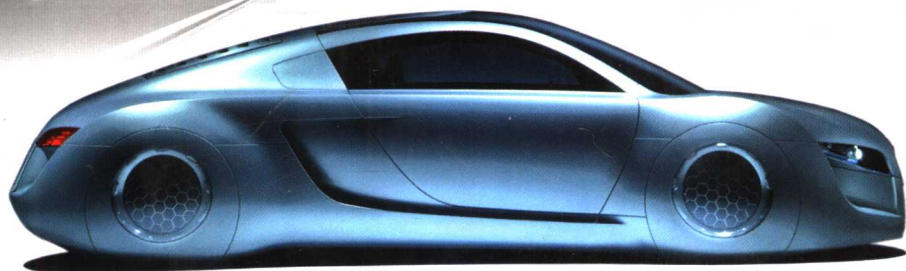
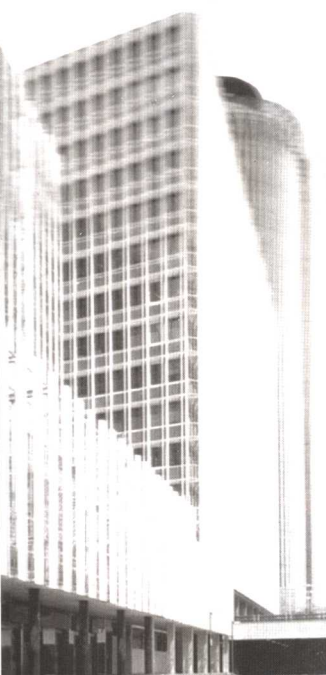


普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

汽车运行材料

QICHE YUNXING CAILIAO

● 孙凤英 主编 ● 王 瑛 主审



QICHE FUWU GONGCHENG

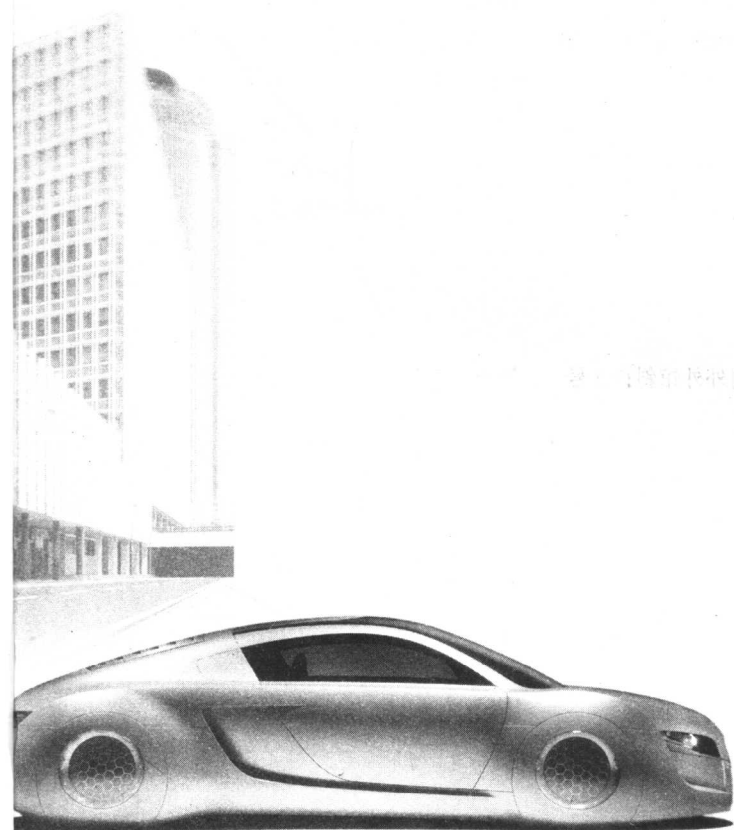


人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

汽车运行材料

● 孙凤英 主编 ● 王 瑛 主审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,全书共十一章,主要内容包括汽车用汽油、乙醇汽油、轻柴油、发动机油、车辆齿轮油、液力传动油、汽车润滑脂、制动液、其他工作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、正确选用和实验指导。

本书为高等学校汽车服务工程专业和交通运输专业的“十一五”规划教材,亦可供职业技术学校和技术工人相关专业培训及有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. —北京: 人民交通出版社,
2007.9

ISBN 978-7-114-06651-1

I. 汽… II. 孙… III. 汽车-运行材料-高等学校: 技
术学校-教材 IV. U473

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 093979 号

书 名: 汽车运行材料

著 作 者: 孙凤英

责任编辑: 李世华

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市吉祥印务有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 7.5

字 数: 166 千

版 次: 2007 年 9 月第 1 版

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06651-1

印 数: 0001-3000 册

定 价: 15.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

Qianyan

进入 21 世纪以来,伴随国家汽车产业发展政策的调整,我国汽车产业进入健康、持续、快速发展的轨道。在汽车工业大发展的同时,汽车消费主体日益多元化,广大消费者对高质量汽车服务的渴求日益凸现,汽车厂商围绕提升服务质量的竞争业已展开,市场竞争从产品、广告层面提升到服务层面,这些发展和变化直接催生并推进了一个新兴产业——汽车服务业的发展与壮大。

当前,我国的汽车服务业正呈现出“发展快、空间大、变化深”的特点。“发展快”是与汽车工业本身的发展和社会汽车保有量的快速增长相伴而来的。“空间大”是因为我国的汽车普及率尚不够高,每千人拥有的汽车数量还不及世界平均水平的 1/3,汽车服务市场尚有很大的发展潜力,汽车服务业将是一个比汽车工业本身更庞大的产业。“变化深”一方面是因为汽车后市场空前繁荣,蓬勃发展,大大拉长和拓宽了汽车产业链。汽车技术服务、金融服务、销售服务、物流服务、文化服务等新兴的业务领域和服务项目层出不穷;另一方面是因为汽车服务的新兴经营理念不断涌现,汽车服务的方式正在改变传统的业务分离、各自独立、效率低下的模式,向服务主体多元化、经营连锁化、运作规范化、业务集成化、品牌专业化、技术先进化、手段信息化、竞争国际化的方向发展,特别是我国加入 WTO 汽车产业相关的保护政策均以到期,汽车服务业实现全面开放,国际汽车服务商加速进入,以上变化必将进一步促进汽车服务业向纵深发展。

汽车工业和汽车服务业的发展,使得汽车厂商和服务商对高素质的汽车服务人才的需求比以往任何时候都更为迫切,汽车服务业将人才竞争视作企业竞争致胜的关键要素。在这种背景下,全国高校汽车服务工程专业教学指导委员会(筹)顺应时代的呼唤,组织全国高校汽车服务工程专业的知名教授,编写了汽车服务工程专业规划教材。

本套教材总结了全国高校汽车服务工程专业的教学经验,注重以本科学生就业为导向,以培养综合能力为本位。教材内容符合汽车服务工程专业教学改革精神,适应我国汽车服务行业对高素质综合人材的需求,具有以下特点:

1. 本套教材是根据全国高校汽车服务工程专业教学指导委员会审定的教材编写大纲而编写,全面介绍了各门课程的相关理论、技术及管理知识,符合各



门课程在教学计划中的地位和作用。教材取材合适,要求恰当,深度适宜,篇幅符合各类院校的要求。

2. 教材内容努力做到由浅入深,循序渐进,并处理好了重点与一般的关系;符合认知规律,便于学习;条理清晰,文字规范,语言流畅,文图配合适当。

3. 教材努力贯彻理论联系实际的原则。教材在系统介绍汽车服务工程专业的科学理论与管理应用经验的同时,引用了大量国内外的最新科研成果和具有代表性的典型例证,分析了发展过程中存在的问题,教材内容具有与本学科发展相适应的科学水平。

4. 教材的知识体系完整,应用管理经验先进,逻辑推理严谨,完全可以满足汽车服务行业对综合性应用人材的培养要求。

《汽车运行材料》是汽车服务工程专业规划教材之一,由东北林业大学孙凤英教授、强添纲副教授担任主编,编写分工为:李占胜(第一章)、孙凤英(第二至第六章)、马春蕾(第七章和第九章)、熊金凤(第八章和第十章)、强添纲(第十一章)。本教材由哈尔滨工业大学王瑛教授担任主审,并对书稿提出了具体修改意见,在此表示感谢。

本书作为普通高等学校汽车服务工程专业的规划教材,将对汽车服务工程专业和相关专业(方向)的教学起到促进作用。此外,本书也可以作为国内汽车服务业就业群体学习提高和职工培训的教材或参考读物使用。

由于时间仓促,本套教材定有许多不尽人意的地方,敬请广大读者和同仁使用后批评指正,以便教材再版时修正。

全国高校汽车服务工程专业教学指导委员会(筹)

2007年7月

目 录

Mulu

第一章 石油的基本知识.....	1
第一节 石油的化学组成.....	1
一. 烷烃	1
二. 环烷烃	2
三. 芳香烃	3
四. 烯烃	3
五. 石油中的非烃化合物	4
六. 烃类分布规律	5
第二节 石油产品提炼的基本方法.....	5
一. 蒸馏法	6
二. 热裂化法	7
三. 催化裂化法	7
四. 加氢裂化法	7
五. 催化重整法	7
六. 烷基化法	7
七. 延迟焦化法	8
八. 石油产品的精制	8
复习思考题.....	9
第二章 汽油	10
第一节 汽油的使用性能	10
一. 蒸发性	10
二. 抗爆性	10
三. 化学安定性和物理安定性	11
四. 腐蚀性	11
五. 清洁性	12
第二节 汽油使用性能的评定指标	12
一. 汽油蒸发性的评定指标	12
二. 汽油抗爆性的评定指标	14
三. 汽油化学安定性的评定指标	15
四. 汽油腐蚀性的评定指标	16



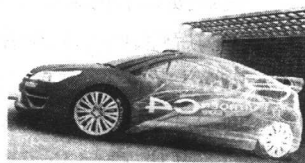
五. 汽油清洁性的评定指标	16
第三节 汽油的标准及技术要求	17
一. 我国车用无铅汽油标准	17
二. 我国车用乙醇汽油标准	18
第四节 汽油的选择	19
复习思考题	20
第三章 轻柴油	21
第一节 轻柴油的使用性能	21
一. 低温流动性	21
二. 雾化和蒸发性	21
三. 燃烧性	21
四. 腐蚀性	22
五. 安定性	22
六. 清洁性	22
第二节 轻柴油使用性能的评定指标	22
一. 低温流动性的评定指标	22
二. 雾化和蒸发性的评定指标	23
三. 燃烧性的评定指标	24
四. 腐蚀性的评定指标	25
五. 安定性的评定指标	25
六. 清洁性的评定指标	26
第三节 轻柴油的规格	26
第四节 轻柴油的选择	27
复习思考题	28
第四章 汽车的代用燃料	29
第一节 汽车燃料应具备的条件	29
第二节 汽车代用燃料	29
一. 电能	29
二. 天然气	31
三. 液化石油气	32
四. 醇类	32
复习思考题	33
第五章 发动机油	34
第一节 发动机油的使用性能	34
一. 润滑性	34
二. 低温操作性	35
三. 黏温性	35
四. 清净分散性	35
五. 抗氧化性	36
六. 抗腐蚀性	37

七. 抗泡性	37
第二节 发动机油使用性能的评定	37
一. 发动机油使用性能的评定指标	37
二. 发动机油使用性能的评定试验	41
第三节 发动机油的分类	43
一. 国外发动机油的分类	43
二. 我国发动机油的分类	44
第四节 发动机油的规格	46
一. 汽油机油的使用性能及要求	46
二. 柴油机油的使用性能及要求	50
第五节 发动机油的选择	52
一. 使用性能级别的选择	52
二. 黏度级别的选择	53
第六节 在用发动机油的更换	54
一. 定期换油	54
二. 按质换油	54
三. 发动机油质量监控与更换	55
复习思考题	57
第六章 车辆齿轮油	58
第一节 车辆齿轮油的使用性能	58
一. 润滑性和低温操作性	58
二. 极压性	59
三. 热氧化安定性	59
四. 抗腐性和防锈性	59
第二节 车辆齿轮油的分类和规格	60
一. 车辆齿轮油的分类	60
二. 车辆齿轮油的规格	61
第三节 车辆齿轮油的选择和更换	64
一. 车辆齿轮油的选择	64
二. 车辆齿轮油的更换	64
复习思考题	65
第七章 汽车润滑脂	66
第一节 汽车润滑脂的组成	66
一. 基础油	66
二. 稠化剂	66
三. 添加剂	67
四. 填料	67
第二节 汽车润滑脂的使用性能	67
一. 稠度	67
二. 胶体安定性	68

三. 流变性能	68
四. 机械安定性	69
五. 防蚀性	69
六. 抗水性	69
七. 氧化安定性	70
第三节 汽车润滑脂的分类和规格	70
一. 汽车润滑脂的分类和产品标记	70
二. 汽车润滑脂的规格	71
复习思考题	73
第八章 汽车制动液	74
第一节 汽车制动液的使用性能	74
一. 高温抗气阻性	74
二. 与橡胶的配伍性	75
三. 抗腐蚀性和防锈性	75
四. 低温流动性	75
五. 溶水性	76
六. 稳定性	76
七. 抗氧化性	76
第二节 汽车制动液的规格	76
一. 国外汽车制动液的规格	76
二. 国内汽车制动液规格	78
第三节 汽车制动液的选择	81
复习思考题	81
第九章 自动变速器油	82
第一节 自动变速器油的使用性能	82
一. 低温性和黏温性	82
二. 热氧化安定性	82
三. 抗磨性或极压抗磨性	82
四. 对橡胶材料的适应性	83
五. 摩擦特性	83
六. 抗泡沫性	83
第二节 自动变速器油的规格	83
一. 国外自动变速器油的规格	83
二. 国内自动变速器油的规格	84
第三节 自动变速器油的选择	85
复习思考题	85
第十章 汽车其他工作液	86
第一节 汽车发动机冷却液	86
一. 汽车发动机冷却液的使用性能	86
二. 乙二醇型汽车冷却液及其标准	87

三. 汽车发动机冷却液的选择	90
第二节 减振器油	91
第三节 汽车空调制冷剂	92
一. 汽车空调制冷剂的使用性能	92
二. 汽车空调制冷剂的品种和使用	92
复习思考题	94
第十一章 汽车轮胎	95
第一节 汽车轮胎的分类和组成	95
第二节 汽车轮胎规格的表示方法	97
一. 基本术语	97
二. 轮胎规格的表示方法	99
三. 新的汽车轮胎系列	102
第三节 汽车轮胎的合理使用	103
一. 轮胎的损坏	103
二. 轮胎的合理使用	104
复习思考题	106
参考文献	107

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

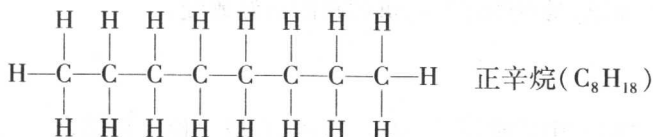
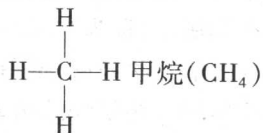
石油是一种黏稠的液体,通常是由红棕色到黑色,有的带绿色或蓝色的荧光,并有特殊的气味,密度一般都小于 $1\text{g}/\text{cm}^3$ (多为 $0.80\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.98\text{g}/\text{cm}^3$)。但也有个别例外,如伊朗某些石油的密度可高达 $1.06\text{g}/\text{cm}^3$,美国某些石油密度低至 $0.707\text{g}/\text{cm}^3$ 。

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%,其他少量的为氧(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、铜、镁、铝、钒等元素。

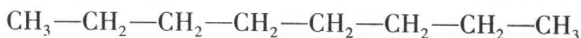
碳氢化合物常称为烃。按其结构不同,烃主要分为烷烃、环烷烃、芳香烃、不饱和烃等 4 类。

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、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:



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。

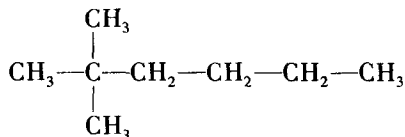
例如异辛烷(分子式为 C_8H_{18})。

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, 写成 R-。

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

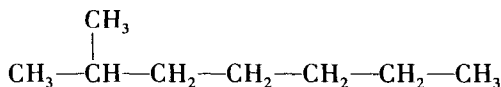
(2) 选择最长的碳链为主链, 用主链的碳原子数来命名, 称其为“某”烷。



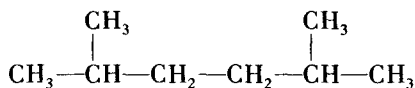
2,2-二甲基己烷

(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。

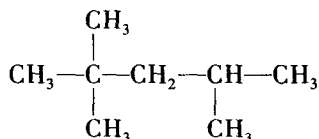
(4) 用阿拉伯数字表示烷基的位置, 中文数字表示烷基的数目, 并写在“某”烷的前面。
例如: 3 种不同结构的异辛烷的命名是:



2-甲基庚烷



2,5-二甲基己烷



2,2,4-三甲基戊烷

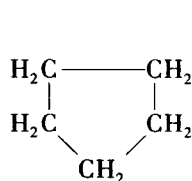
以上列举的 3 种异辛烷和正辛烷的结构互不相同, 但分子式却相同 (C_8H_{18}), 在有机化学中叫做同分异构体。同分异构体由于结构不同, 其性质也稍有不同。

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。

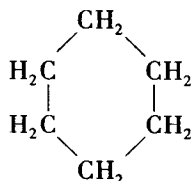
烷烃分子中碳原子的化合价都得到满足, 称为饱和烃。在低温时化学性质比较稳定, 烷烃的碳链愈长, 结构愈不稳定, 易生成过氧化物及醇、醛等氧化物, 发火性能好, 是压燃式发动机燃料的良好成分。烷烃中的异构体较正构烷烃结构紧密, 不易被氧化生成过氧化物, 发火性能差, 不易发生爆燃, 是点燃式发动机燃料的良好成分。

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:



环戊烷 C_5H_{10}

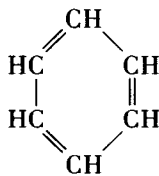


环己烷 C_6H_{12}

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:



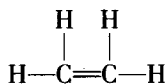
苯(C_6H_6)

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。

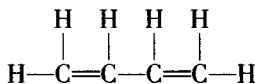
芳香烃分子式具有多种不同的通式,如 C_nH_{2n-6} 、 C_nH_{2n-12} 和 C_nH_{2n-18} 等。由于苯的分子结构中的单键和双键能相互作用,因此芳香烃具有非常高的稳定性,其自燃温度高达 600°C ,具有良好的抗爆性。汽油中掺入少量的苯可以提高其抗爆性,但是,苯的发热量低(含氢原子少),凝点高(5.4°C),毒性也较大,对有机物的溶解力较强。目前,国外车用汽油的发展趋势是限制芳香烃的掺入量,在实际使用中,应控制并采取相应的措施。

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,有两个双键的则为二烯烃。如:



乙烯(C_2H_4)



丁二烯(C_4H_6)

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黏稠物,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。

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、含氮化合物及胶状物质和沥青状物质。

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他硫化物,一般在 $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 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($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$)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,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、呋喃、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。胶质是树脂状黏稠物质,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。

六、烃类分布规律

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 $35 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 的馏分为汽油;蒸发温度为 $200 \sim 350^{\circ}\text{C}$ 的馏分为煤、柴油;蒸发温度为 $350 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 馏分的为润滑油。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	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

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 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{11}$,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 $\text{C}_{23} \sim \text{C}_{36}$,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 $\text{C}_{23} \sim \text{C}_{36}$,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°C 、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 $415 \sim 530^{\circ}\text{C}$,轻柴油的自燃点为 $240 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 。

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。

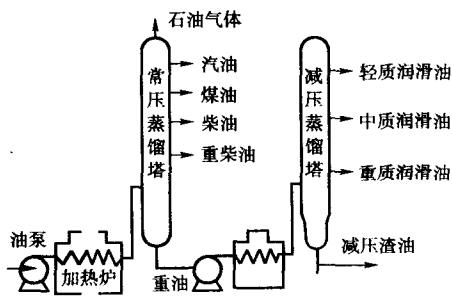


图 1-1 石油蒸馏流程

常压蒸馏可直接从石油中得到汽油(蒸发温度范围 $35 \sim 200^{\circ}\text{C}$),煤油(蒸发温度范围 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$)和柴油(蒸发温度范围 $300 \sim 350^{\circ}\text{C}$)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°C 以上,送入减压蒸馏塔中,塔内保持 1.33kPa 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渣油型润滑油;塔底残留的油料,经丙烷脱沥青、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、柴油的生产率较小,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°C ,最高压力为 7.0MPa 。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,主要用来掺和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,还改变其分子结构,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 $450 \sim 590^{\circ}\text{C}$,压力为 $0.1 \sim 0.2\text{MPa}$ 。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($370 \sim 430^{\circ}\text{C}$)和高压($10 \sim 15\text{MPa}$),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,生产的润滑油黏温性能好。

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、钨等贵金属)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,硫酸与原料之比为 $1:1.8$ 。反应器中的压力为 0.3MPa ,温度为 $4 \sim 10^{\circ}\text{C}$,原料处于液体状态下进行加成反应,反应时应进行