



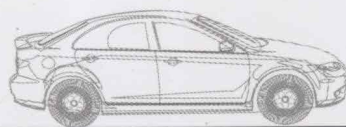
“十二五”普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

(第二版)

汽车运行材料

Qiche Yunxing Cailiao

孙凤英 强添纲 主编



人民交通出版社
China Communications Press



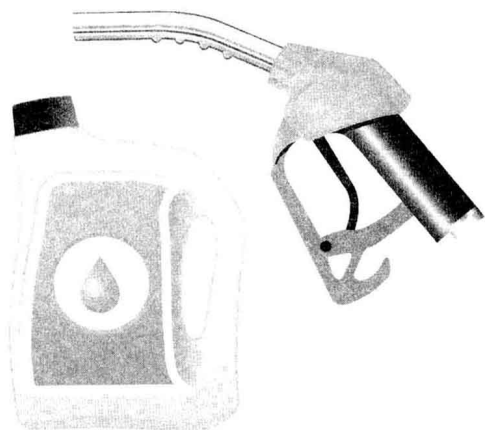
“十二五”普通高等教育汽车服务工程专业规划教材

(第二版)

汽车运行材料

Qiche Yunxing Cailiao

孙凤英 强添纲 主编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书主要阐述了石油的基本知识、汽车用汽油(含乙醇汽油)、普通柴油(含生物柴油)、发动机油、车辆齿轮油、自动变速器油、润滑脂、制动液、其他工作液和轮胎等,运行材料的分类、性能、规格及技术要求、质量评定、正确选用、合理使用和实验指导。本书是高等学校汽车服务工程专业和交通运输专业“十二五”规划教材,亦可供职业技术学院学生、技术工人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, 强添纲主编. --2 版. --
北京: 人民交通出版社, 2012.2
ISBN 978-7-114-09561-0
I. ①汽… II. ①孙…②强… III. ①汽车—运行材料 IV. ①U473
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 270311 号

“十二五”普通高等教育汽车服务工程专业规划教材
书 名: 汽车运行材料(第二版)
著 作 者: 孙凤英 强添纲
责任编辑: 智景安
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.ccpres.com.cn>
销售电话: (010) 59757969, 59757973
总 经 销: 人民交通出版社发行部
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京交通印务实业公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 9
字 数: 218千
版 次: 2007年9月 第1版
印 次: 2012年2月 第2版
2012年2月 第2版 第1次印刷 累计第5次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-09561-0
印 数: 10001-14000册
定 价: 16.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

Qianyan

汽车工业是国民经济发展的支柱产业,也是推动科学技术发展的龙头产业。随着汽车产业的快速发展,我国汽车的产销量迅速增加,已进入世界汽车产销量大国行列。汽车作为人们出行最便利的交通工具,人们对它的依赖性越来越大。近年来,汽车不仅作为生产和运输企业的交通工具,而且成为居民家庭的耐用消费品和代步工具。汽车消费主体日益多元化。

汽车产品是集机械、电子、计算机及化工技术于一体的产品,其运行条件和交通环境十分复杂。运用过程中,如何正确合理地使用,使汽车充分发挥性能,在满足用户要求的前提下,降低使用成本,提高可靠性和耐久性,保持汽车的技术状态良好,是近年来汽车后市场越发凸显的问题。在用汽车正确选用运行材料,是降低汽车燃料、轮胎等材料消耗的前提,是保障汽车正常工作,减少磨损和故障率,提高汽车使用寿命的关键。本书提供了汽车燃料、润滑材料、汽车的工作液和轮胎等的性能、规格及技术要求、质量评定和正确选用的知识与方法,为广大汽车用户提供技术支持。

为满足社会对汽车运行材料知识和汽车服务行业从业人员的迫切需要,我们在“十一五”规划教材的基础上,重新修订了此书,作为汽车类专业和交通运输类专业“十二五”规划教材。

修订后的教材更加注重新知识、新方法的应用,加强了理论与实践的有机结合,补充和强化了相关知识和内容,修改和新增了部分实验指导,更加注意动手能力的培养。涉及近 30 个新修订的国家和行业标准的相关内容,全部引用了新标准;补充和细化了第一、二章部分内容;充实了第三章中柴油冷滤点的内容,增加了柴油氧化安定性的实验指导;第四章增加了电动汽车的内容,补充了电池及电池特性内容;增加了第十一章中轮胎运输、储存、选择、装配和拆卸、维护等内容。

本教材是根据汽车服务工程和交通运输专业教学指导委员会审定的汽车运行材料课程教材编写大纲而编写的。教材共分十一章,从基本理论和基础知识入手,主要阐述了汽车用汽油、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、规格及技术要求、质量评定、正确选用和实验指导。注



重运行材料的分类、使用性能、技术要求及正确选用的方法,将正确运用汽车运行材料与交通安全、节能和人类的生存环境联系起来,全面贯彻执行国家“十二五”发展规划纲要精神和节能减排国策,力求把国家和行业新制定或新修订的内容融入教材,具有通俗、扼要、求新和实用等特点。

本教材由东北林业大学孙凤英教授、强添纲教授主编,编写分工为:吉林大学李彦琦(第一章)、东北林业大学孙凤英(第二、三、五章)、东北林业大学强添纲(第四章)、哈尔滨剑桥学院赵丽(第七、九章)、哈尔滨华德学院李长威(第八、十章)、哈尔滨旅游职业技术学院宋彦(第六、十一章)。

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,对提供文献资料的同仁、朋友及文献资料的作者表示诚恳的感谢。

由于作者水平有限,汽车运行材料发展迅速,书中难免有不当之处,敬请读者朋友批评指正。

编者
2012年1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	3
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	6
一、蒸馏法	6
二、热裂化法	7
三、催化裂化法	7
四、加氢裂化法	8
五、催化重整法	8
六、烷基化法	8
七、延迟焦化法	8
八、石油产品的精制	9
第二章 汽油	11
第一节 汽油的使用性能	11
一、蒸发性	11
二、抗爆性	11
三、化学安定性和物理安定性	12
四、腐蚀性	12
五、清洁性	13
第二节 汽油使用性能的评定指标	13
一、汽油蒸发性的评定指标	13
二、汽油抗爆性的评定指标	16
三、汽油化学安定性的评定指标	17
四、汽油腐蚀性的评定指标	21
五、汽油清洁性的评定指标	21

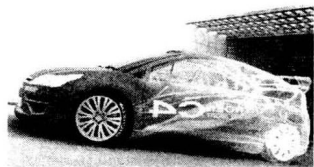


第三节 汽油的标准及技术要求	22
一、我国车用汽油标准	22
二、我国车用乙醇汽油(E10)标准	24
第四节 汽油的选择	26
第三章 普通柴油	27
第一节 普通柴油的使用性能	27
一、低温流动性	27
二、雾化和蒸发性	27
三、发火性	27
四、腐蚀性	28
五、安定性	28
六、清洁性	28
第二节 普通柴油使用性能的评定指标	28
一、低温流动性的评定指标	28
二、雾化和蒸发性的评定指标	29
三、发火性的评定指标	30
四、腐蚀性的评定指标	31
五、普通柴油安定性的评定指标	32
六、普通柴油清洁性的评定指标	32
第三节 普通柴油的规格	33
一、石油柴油	33
二、生物柴油调和燃料	33
第四节 普通柴油的选择	35
第四章 汽车的代用燃料	38
第一节 汽车燃料应具备的条件	38
第二节 现代汽车的代用燃料	38
一、电能	38
二、天然气	45
三、液化石油气	47
四、醇类	47
第五章 发动机油	51
第一节 发动机油的使用性能	51
一、润滑性	51
二、低温操作性	52
三、黏温性	52
四、清净分散性	53
五、抗氧化性	53
六、抗腐蚀性	54
七、抗泡沫性	54
第二节 发动机油使用性能的评定	54

一、发动机油使用性能的评定指标·····	54
二、发动机油使用性能的评定试验·····	61
第三节 发动机油的分类·····	63
一、国外发动机油的分类·····	63
二、国内发动机油的分类·····	64
第四节 发动机油的使用性能·····	66
一、汽油机油的使用性能及要求·····	66
二、柴油机油的使用性能及要求·····	70
第五节 发动机油的选择·····	72
一、使用性能级别的选择·····	72
二、黏度级别的选择·····	73
第六节 在用发动机油的更换·····	74
一、定期换油·····	74
二、按质换油·····	74
三、发动机油质量监控与更换·····	77
第六章 车辆齿轮油·····	80
第一节 车辆齿轮油的使用性能·····	80
一、润滑性和低温操作性·····	80
二、极压性·····	81
三、热氧化安定性·····	81
四、抗腐性和防锈性·····	81
第二节 车辆齿轮油的分类和规格·····	82
一、车辆齿轮油的分类·····	82
二、车辆齿轮油的规格·····	83
第三节 车辆齿轮油的选择和更换·····	86
一、车辆齿轮油的选择·····	86
二、车辆齿轮油的更换·····	86
第七章 汽车润滑脂·····	88
第一节 汽车润滑脂的结构特点和组成·····	88
一、基础油·····	88
二、稠化剂·····	88
三、添加剂·····	89
四、填料·····	89
第二节 汽车润滑脂的使用性能·····	89
一、稠度·····	89
二、胶体安定性·····	90
三、流变性能·····	90
四、机械安定性·····	91
五、防蚀性·····	91
六、抗水性·····	91

七、氧化安定性·····	92
第三节 汽车润滑脂的分类和规格·····	92
一、汽车润滑脂的分类和产品标记·····	92
二、汽车润滑脂的规格·····	93
第八章 汽车制动液·····	96
第一节 汽车制动液的使用性能·····	96
一、高温抗气阻性·····	96
二、与橡胶的配伍性·····	97
三、抗腐蚀性和防锈性·····	97
四、低温流动性·····	97
五、溶水性·····	98
六、稳定性·····	98
七、抗氧化性·····	98
第二节 汽车制动液的规格·····	98
一、国外汽车制动液的规格·····	98
二、国内汽车制动液规格·····	100
第三节 汽车制动液的选择·····	103
第九章 自动变速器油·····	104
第一节 自动变速器油的使用性能·····	104
一、低温性和黏温性·····	104
二、热氧化安定性·····	104
三、抗磨性或极压抗磨性·····	104
四、对橡胶材料的适应性·····	105
五、摩擦特性·····	105
六、抗泡沫性·····	105
第二节 自动变速器油的规格·····	105
一、国外自动变速器油的规格·····	105
二、国内自动变速器油的规格·····	106
第三节 自动变速器油的选择·····	107
第十章 汽车其他工作液·····	108
第一节 汽车发动机冷却液·····	108
一、汽车发动机冷却液的使用性能·····	108
二、乙二醇型汽车冷却液及其标准·····	109
三、汽车发动机冷却液的选择·····	112
第二节 减振器油·····	113
第三节 汽车空调制冷剂·····	114
一、汽车空调制冷剂的使用性能·····	114
二、汽车空调制冷剂的品种和使用·····	114
第十一章 汽车轮胎·····	116
第一节 汽车轮胎的分类和组成·····	116

一、有内胎的充气轮胎	116
二、无内胎的充气轮胎	117
三、活胎面轮胎	118
第二节 汽车轮胎规格的表达方法	118
一、基本术语	118
二、轮胎规格及其表示方法	119
三、轮胎负荷指数与负荷能力的关系	121
四、轮胎速度符号与最高行驶速度的关系	121
第三节 汽车轮胎的合理使用	123
一、轮胎的损坏	123
二、轮胎的使用与维护	124
参考文献	131



第一章 石油的基本知识

石油是古代一些被埋于地底的生物,在缺氧、高温和高压的条件下,经过复杂的化学变化后逐渐形成的产物。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石油称为原油。

据有关报道,世界石油产量分布如图 1-1 所示。世界石油储量和产量绝大部分来自于中东、拉美和俄罗斯。其中,中东拥有全球油气资源 39.6% 的油和 22.4% 的气,拉美拥有 17.7% 的油和 18.6% 的气,俄罗斯拥有 15.1% 的油和 32.7% 的气。

由于石油产品的特殊功能,目前,石油在发动机燃料和化工原料方面还占据主要地位。随着我国国民经济的快速发展,石油的地位日益突出。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及其产品。

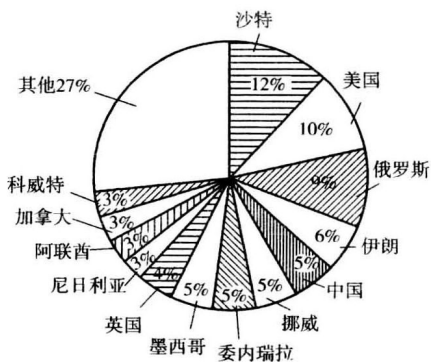


图 1-1 世界石油产量分布图

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 1g/cm^3 (多为 $0.80 \sim 0.98\text{g/cm}^3$)。但也有个别例外,如伊朗某些石油的密度高达 1.06g/cm^3 ,美国某些石油密度低至 0.707g/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,它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),其占 95% ~ 99.5%,其中碳元素占 83% ~ 87%,氢元素占 11% ~ 14%,其他少量的为氧(O)、硫(S)、氮(N)等元素,总共占 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。

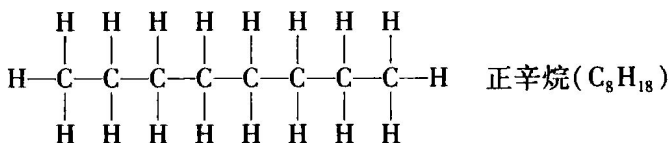
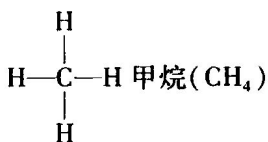
碳氢化合物常称为烃。按其结构不同,烃主要分为烷烃、环烷烃、芳香烃、不饱和烃 4 类。

一、烷烃

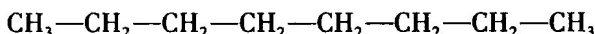
烷烃是链状饱和烃,分子结构呈链状,其分子式通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, n 为碳原子数。碳原子



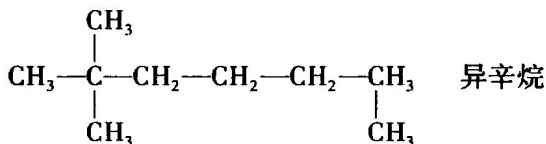
数在 10 以内的,以甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸命名,例如:甲烷、正辛烷,碳原子数在 10 以上的,用中文数字十一、十二、十三……命名。



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,命名规则如下。

(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 $\text{R}-$ 。

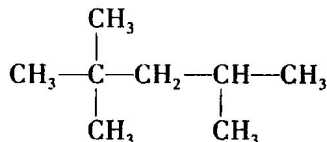
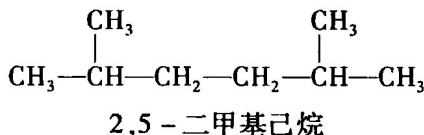
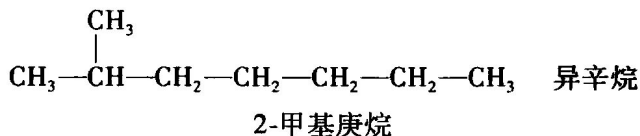
如: CH_4 是甲烷, CH_3- 即为甲基; C_2H_6 是乙烷, C_2H_5- 即为乙基。

(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是:



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。

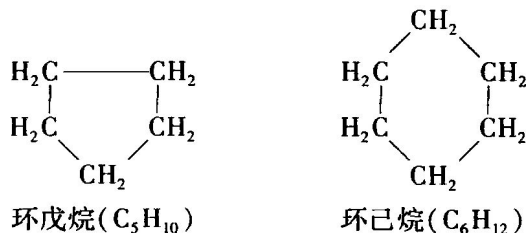
在常温下,烷烃中碳原子数从 1~4(即从甲烷到丁烷)是气体,碳原子数从 5~16 是液

体,碳原子数 16 以上的是固体。固态烷烃在燃油中以溶液状态存在。

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,发火性能好,是压燃式发动机燃料的理想成分。烷烃中的异构体较正构烷烃结构紧密,不易被氧化进而生成过氧化物,发火性能差,不易发生爆燃,是点燃式发动机燃料的理想成分。

二、环烷烃

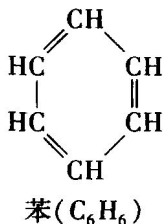
环烷烃分子结构式中的碳原子呈环状排列,并以一价互相结合,其余碳价都与氢原子相结合。由于所有的碳价都被饱和,因而它是一种环状饱和烃,分子通式是 C_nH_{2n} 。在燃油中,大都是单环的五碳环及六碳环的环烷烃,如:



环烷烃的化学性质比较稳定,不易氧化变质,一般须在 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。

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:



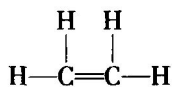
芳香烃是以苯环为基础组成的化合物,有单苯环、双苯环的芳香烃,还有三苯环和四苯环的芳香烃、带侧链的芳香烃、由环烷烃和芳香烃混合组成的芳香烃等,如甲苯、烷基苯、萘、联苯及蒽等。

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,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°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°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。

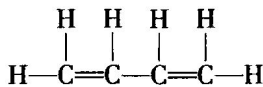
四、烯烃

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_nH_{2n})



丁二烯($\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$)

烯烃的分子通式是 C_nH_{2n} , 二烯烃的分子通式是 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 。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, 在长期储存中容易氧化变质。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, 由一些烷烃、环烷烃分解而生成的, 可通过精制石油产品把它们除去。

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、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 $200 \sim 250^\circ\text{C}$ 就能进行这种反应。硫醇在石油中含量不多, 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。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, 是石油中的主要含硫化合物。

2. 含氧化合物

石油中的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。非碱性氮化物主要有吡咯、吡啶、喹啉及它们的同系物、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。

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 $350 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 的馏分为润滑油。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。

油品中烃类的分布规律不同,油品的使用性能也不同。例如:汽油与普通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 ,普通柴油的密度为 0.830kg/L 。汽油的自燃点为 $415\sim 530^{\circ}\text{C}$,普通柴油的自燃点为 $240\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。

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、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

石油是由各种化合物组成的混合物,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。蒸馏法分为常压蒸馏和减压蒸馏两种,如图1-2所示。

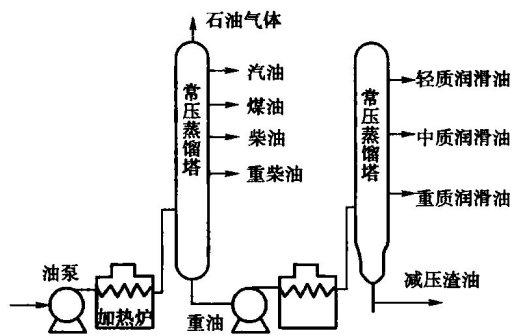


图 1-2 石油蒸馏流程图

常压蒸馏可直接从石油中得到汽油(蒸发温度范围为 $35\sim 200^{\circ}\text{C}$)、煤油(蒸发温度范围为 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$)和柴油(蒸发温度范围为 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$)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成液体。在分馏塔的上层塔盘中可以获得汽油馏分,在中部塔盘中可以获得喷气燃料和煤油馏分,在下部盘中可以获得柴油。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。

减压蒸馏是以重油为原料,将重油通过蒸馏分为不同黏度的润滑油馏分,是炼制润滑油的重要工艺。由于重油的沸点高达 $350 \sim 500^{\circ}\text{C}$,所以它不能采用常压蒸馏的方法。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,变成轻油,影响制取润滑油的馏分组成。

众所周知,大气压力降低,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(如在高原上),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,而不致引起重新裂解。减压蒸馏的目的是从常压蒸馏剩下的塔底油中,在适当降低压力的条件下蒸馏,从而获得润滑油和裂化原料油的原料。

减压蒸馏法的塔底油在管式炉中被加热至 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。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。用两种馏分润滑油或由一种馏分润滑油与残馏润滑油按不同比例进行调和,以生产出各种不同规格的润滑油,这些润滑油统称为调和油。一般黏度大的发动机油大多属于调和油。

利用直馏法获得的汽油、柴油产率较低,一般在 $25\% \sim 30\%$,远不能满足日益增长的燃料需求。因此,近代炼制工艺是采用各种二次加工,以获得更多更好的油品。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,储存易氧化变质,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的。催化剂主要是硅酸铝或合成泡沸石等。由于有催化剂的作用,使大分子烃在较低的温度(通常为 $450 \sim 590^{\circ}\text{C}$)和在常压或较低压力(压力为 $0.1 \sim 0.2\text{MPa}$)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),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以供民用。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,同时可得到大量制萘的原料。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。由于催化裂化法炼制的石油产品质量好,同时能综合利用,所