

现代汽车与工程机械 运行材料 实用技术

张铁 刁立福 刘波 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



现代汽车与工程机械

运行材料实用技术

张铁 刁立福 刘波 编著



机械工业出版社

本书系统讲述了现代汽车与工程机械运行材料的主要使用性能、规格、牌号及其合理选用,全书共分5篇13章,内容包括绪论、石油、汽油、柴油、石油代用燃料、发动机油、齿轮油、液力传动油、润滑脂、制动液、冷却液、制冷剂 and 冷冻机油、液压油、橡胶轮胎、附录等。

本书内容结构合理、层次清晰,突出了“全面”、“系统”、“新颖”、“实用”的特点,具有较高的理论参考和实用价值。本书主要以从事汽车与工程机械运行材料管理、使用和营销等方面的技术人员为对象编写而成,既可供相关技术人员使用,亦可用作相关专业院校师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车与工程机械运行材料实用技术/张铁等编著. —北京:机械工业出版社, 2005.7

ISBN 7-111-17128-4

I. 现… II. 张… III. ①汽车-运行材料②工程机械-运行材料
IV. ①U473②TU6

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第089436号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:郑铉 版式设计:张世琴

责任校对:李汝庚 封面设计:陈沛 责任印制:张世琴

保定市印刷厂印刷

2005年8月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·9 印张·347千字

0 001—5 000册

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版



前 言

现代汽车与工程机械运行材料是指车辆运行和使用过程中,所用的燃料、润滑剂、特种液和轮胎等非金属材料。若运行材料使用、管理不当,会出现车辆损坏、资源浪费、环境污染,甚至酿成事故。因此了解现代汽车与工程机械运行材料的主要性能、品种、规格和牌号,掌握使用技术与管理知识,对于提高车辆的动力性、经济性、制动性、操纵稳定性、舒适性、环保性、通过性及可靠性等有着十分重要的意义。

目前,有关系统介绍现代汽车与工程机械运行材料实用技术方面的资料还很少。为此,我们根据多年来的教学和实践经验,在参考大量相关资料的基础上编著了本书。本书重点讲述了汽车与工程机械运行材料的主要使用性能、规格、牌号及其合理选用,内容“全面”、“系统”、“新颖”、“实用”,包括绪论、石油、汽油、柴油、石油代用燃料、发动机油、齿轮油、液力传动油、润滑脂、制动液、冷却液、制冷剂 and 冷冻机油、液压油、橡胶轮胎及三个附录(国内石油添加剂分类、常用英语缩略语、世界燃油规范),力求从基本的使用性能出发,层次清晰,叙述深入浅出,使本书易读、易懂、易用。

本书可供从事汽车与工程机械运行材料方面管理、使用和营销人员使用,亦可供大专院校、高等职业技术学院相关专业的师生参考。

全书共分为5篇13章,由山东交通学院张铁、刁立福和辽宁省交通高等专科学校刘波编著。张铁编写第一、二、三及十一章,刁立福编写绪论、第四、五、六、七、八、九、十、十三章及附录,刘波编写第十二章。本书在编写过程中,参阅了许多文献资料,借此向所参阅文献资料的作者表示最衷心的感谢。

尽管作者对书稿进行了多次反复修改,但由于作者的学识、水平所限,书中的错误和不足之处在所难免,敬请使用本书的读者予以指正。

编著者

2005年7月于山东交通学院

目 录

前言

绪论.....	1
---------	---

第一篇 石 油

第一章 石油的基本知识.....	7
第一节 石油的组成.....	7
第二节 石油的炼制	12
第三节 燃料油、润滑油的调和	19

第二篇 燃 料

第二章 汽油	20
第一节 汽油的使用性能	20
第二节 汽油的标准	31
第三节 汽油的选择和使用	32
第三章 柴油	35
第一节 柴油的使用性能	35
第二节 柴油的标准	44
第三节 柴油的选择和使用	49
第四章 石油代用燃料	52
第一节 石油代用燃料概述	52
第二节 天然气	55
第三节 液化石油气	58
第四节 醇类燃料	61
第五节 乳化燃料	67
第六节 其他石油代用燃料	70

第三篇 润 滑 剂

第五章 发动机油	74
第一节 发动机油的作用、工作条件和性能要求	74
第二节 发动机油的使用性能	77
第三节 发动机油的分类和规格	84
第四节 发动机油的选择	100
第五节 发动机油的使用	105
第六节 在用发动机油的快速检测	108
第六章 齿轮油	114
第一节 车辆齿轮油的工作条件	114
第二节 车辆齿轮油的使用性能	115
第三节 车辆齿轮油的分类和规格	118
第四节 车辆齿轮油的选用	123
第七章 液力传动油	128
第一节 液力传动油的使用性能	128
第二节 液力传动油的分类和规格	130
第三节 液力传动油的选用	133
第八章 润滑脂	136
第一节 润滑脂概述	136
第二节 润滑脂的基本组成	137
第三节 润滑脂的使用性能	141
第四节 润滑脂的分类和规格	148
第五节 润滑脂的选择和使用	155

第四篇 特 种 液

第九章 制动液	158
第一节 制动液的作用与性能要求	158
第二节 制动液的类型与组成	159
第三节 制动液的使用性能	163
第四节 制动液的标准和发展趋势	175
第五节 制动液的选择和使用	187
第十章 冷却液	191

第一节	冷却液的作用	191
第二节	冷却液的组成	192
第三节	冷却液的性质及其标准	194
第四节	冷却液的选择和使用	204
第五节	冷却液的现场快速检测	207
第十一章	制冷剂 and 冷冻机油	210
第一节	制冷剂	210
第二节	冷冻机油	213
第十二章	液压油	215
第一节	液压油的使用性能	215
第二节	液压油的分类和规格	217
第三节	液压油的选择和使用	227

第五篇 轮 胎

第十三章	橡胶轮胎	231
第一节	轮胎的分类和规格	231
第二节	轮胎的组成和结构特点	237
第三节	轮胎的使用性能	245
第四节	轮胎的失效形式	247
第五节	轮胎的选择和使用	248
附录		260
附录 A	国内石油添加剂分类	260
附录 B	常用英文缩略语	261
附录 C	世界燃油规范	264
参考文献		278

绪 论

汽车和工程机械使用的燃料（汽油、柴油、代石油燃料）、润滑剂（发动机油、齿轮油、自动变速器油、润滑脂）、特种液（制动液、冷却液、液压油、空调制冷剂与冷冻机油）和轮胎等统称为汽车和工程机械运行材料。

一、燃料

当前，汽油仍然是汽车和工程机械的主要使用燃料，执行 GB 17930—1999《车用无铅汽油》标准，有 90、93 和 95 等 3 种牌号。柴油车所用柴油执行 GB/T 19147—2003《车用柴油》标准，有 10、5、0、-10、-20、-35、-50 等 7 种牌号。随着汽车和工程机械的发展，燃料的性能会不断地提高。汽油质量经过辛烷值升级、无铅化后，向着组分优化（新配方汽油）方向发展。柴油质量向着增加十六烷值、减小密度、降低硫含量方向发展。其总目标是提高汽车和工程机械使用的经济性，改善排放，保护环境。

已应用的代石油燃料主要有：天然气、液化石油气、醇类燃料（甲醇汽油、乙醇汽油）及乳化燃料。代石油燃料的比较，见表 0-1。

表 0-1 代石油燃料的比较

代石油燃料	主 要 优 点	主 要 缺 点	现状与发展趋势
电能	1. 来源非常丰富，且来源方式多；2. 直接污染及噪声很小；3. 结构简单，维修方便	1. 蓄电池能量密度小，汽车续航里程短，动力性较差；2. 电池质量大，寿命短，成本高；3. 蓄电池充电时间长	从总体看仍处于试验研究阶段，要完全解决技术上的难题并降低成本，还需要一定的时间；公认的未来汽车的能源
氢气	1. 来源非常丰富；2. 污染很小；3. 辛烷值高，热值高	1. 氢气生产成本高；2. 气态氢能量密度小且储运不便，液态氢技术难度大，成本高；3. 需要开发专用发动机	仍处于基础研究阶段，制氢及储带技术有待突破；有希望成为未来汽车的重要燃料，但前景尚难估量
天然气	1. 资源丰富；2. 污染小；3. 辛烷值高；4. 价格低廉	1. 建加气站网络要求投资强度大；2. 气态天然气的能量密度小，影响续航里程等性能；3. 与汽油车比动力性低；4. 储带有所不便	在许多国家获得广泛使用并被大力推广，是 21 世纪汽车的重要燃料

(续)

代石油燃料	主要优点	主要缺点	现状与发展趋势
液化石油气	1. 来源较为丰富; 2. 污染小; 3. 辛烷值较高	面临天然气汽车的类似问题, 但程度较轻	目前世界上液化石油气汽车获得广泛使用并被大力推广; 是 21 世纪汽车的重要燃料
甲醇 (乙醇)	1. 来源较为丰富; 2. 辛烷值高; 3. 污染较小	1. 甲醇的毒性较大; 2. 需解决分层问题; 3. 对金属及橡胶件有腐蚀性; 4. 冷起动性能较差	已获得一定程度的应用; 可以作为能源的一种补充, 在某些国家或地区可能保持较大的比例
二甲醚	1. 来源较为丰富; 2. 污染小; 3. 十六烷值高	面临与液化石油气类似的储运方面的问题	正在研究开发。采用一步法生产二甲醚成本大幅度下降后, 可望有较好的发展前景
太阳能	1. 来源非常丰富, 可再生; 2. 污染很小	1. 效率低; 2. 成本高; 3. 受时令影响	正在研究; 达到实用需要相当长的时间
生物质能	1. 来源丰富, 可再生; 2. 污染小	1. 供油系部件易堵塞; 2. 冷起动性能较差	可以作为能源的一种补充, 应用于某些国家或地区

由上可见, 未来燃料将呈现出汽油、柴油、天然气、液化石油气、电能、氢气、醇类、二甲醚以及生物质能等多种燃料活跃的多极模式。

二、润滑剂

机械工业的发展推动着车用润滑剂的进步。车辆在节能、环保方面的要求不断提高, 其所用的润滑油必然要求满足使用要求。因此, 节能环保型润滑油已成为润滑油的发展方向。随着节能环保要求的提高, 润滑油的规格标准越来越严格。润滑油的发展呈现出以下特点: 具有某些特殊性能的合成润滑油将逐步取代矿物油; 新的添加剂将不断出现; 基于纳米技术的添加剂受到广泛的重视。从发展趋势看, 我国润滑油需求总量将平缓上升, 高档润滑油增长速度较快。

1. 发动机油

汽油机油执行 GB 11121—1995《汽油机油》标准, 柴油机油执行 GB 11121—1997《柴油机油》标准。目前国内在载货汽车上主要使用 SD 和 SE 级油; 在轿车上主要使用 SE、SF 级油; 而 SH、SJ 级高档汽油机油占的比例很小。国产的许多柴油发动机使用 CC、CD 油。而国外轿车主要使用 SG、SH、SG/CD、SH/CD、CD 级油, 粘度等级主要为: 5W-30、10W-30。

在车用润滑油中, 柴油机油的比例会因柴油车的发展而逐步提高。随着发动机功率的不断提高, 燃料经济性将促使润滑油不断升级换代, 环境保护的要求将推动润滑油更加清洁。顺应世界潮流, 节能、低排放、无污染、长寿命将成为我

国润滑油发展的方向。因此,随着汽车和工程机械技术的发展,对车用润滑油发展提出了更新的、更高的要求:高档润滑油需求量增加,级别不断提高;为防止催化转化器催化剂中毒,润滑油必须低磷、低硫、低灰分;提高汽油机油和柴油机油的高温抗氧化性能、清净性和分散性;适应汽车和工程机械节能要求,使用低粘度油、多级油;开发清洁燃料发动机油。

2. 齿轮油

汽车和工程机械的机械式变速器和驱动桥主要使用 GL-4 和 GL-5 车辆齿轮油。PG-1 (MT-1) 主要用于重型车辆的手动变速器, PG-2 主要用于重型车辆的驱动桥。汽车载荷的增加使得驱动桥齿轮传动的功率增加,而驱动桥齿轮的几何尺寸并没有很大的变化,导致齿面压力增加,这要求车辆齿轮油有更大的承载能力。汽车车体设计不断改进,使空气动力学性能更趋合理,汽车行驶时空气阻力减小,流过驱动桥外壳表面的空气流量减少,散热性能变差,齿轮油的热负荷增加,这要求齿轮油有更好的热氧化安定性。国外汽车制造厂对驱动桥和变速器的保险期将提高至 1.2 万 km,与此相关,要求提高车辆齿轮油寿命。

3. 自动变速器油

一般轿车的自动变速器都选用符合通用汽车公司 Dexron 规格的油,常用的是 Dexron II E 和 Dexron III 型;或福特汽车公司的 Mercon 和 Mercon III 规格的油。自动变速器油将会以合成油为主,以长寿命作为主要要求,对于相应的润滑部件,能够作为全寿命润滑剂,终生不换油。因此,将来对自动变速器油总需求量减少,但质量档次要求会相当高。

4. 润滑脂

主要使用汽车通用锂基润滑脂或 2 号通用锂基润滑脂。开发高滴点(滴点 $> 180^{\circ}\text{C}$)、多用途的润滑脂是当今世界润滑脂发展的方向,最具代表性的高滴点、多用途品种是复合锂基脂和聚脲脂,在美国以复合锂基脂为主,在日本则以聚脲脂为主。近年来我国高滴点脂所占的比例有所提高,聚脲脂从无到有,逐年发展。但由于我国汽车工业发展及机械设备状况等原因,高滴点、多用途脂起步晚,发展较慢,估计将来二三十年仍以发展和推广复合锂基脂为主,聚脲脂仍待进一步发展和应用。

5. 添加剂

(1) 燃料添加剂

燃料添加剂按作用不同分为抗爆剂、金属钝化剂、防冰剂、抗氧防胶剂、抗静电剂、抗烧蚀剂、流动改进剂、防腐蚀剂、消烟剂、助燃剂、十六烷值改进剂、清净分散剂、热安定剂和染色剂等。

为了改善燃料的性能,常在燃料中加入适当的添加剂。其中汽油清净剂的发展经历了四代:第一代,20 世纪 60~70 年代,主要针对化油器沉积物起清洁作

用；第二代，20 世纪 80~90 年代，主要针对燃料喷嘴沉积物起清洁作用；第三代，20 世纪 90 年代至今，除了对喷嘴起作用外，还对进气门结胶、积炭起一定清净作用；第四代，现阶段，除对喷嘴沉积物及进气门沉积物有清洁作用外，还对燃烧室沉积物有清洁作用。随着科技的发展，使燃料成为不产生胶质、积炭并随时清净积炭的新型燃料添加剂将不断出现。在一定程度上，具有独特性能的新型燃料添加剂将是提高燃料内在质量的捷径。

燃料添加剂按添加剂的生产工艺不同可分为化学添加剂、生物添加剂、物理添加剂、化学添加剂为最早出现的、最古老的添加剂，是把化学药剂添加入燃油中，通过化学反应来达到某种作用的添加剂。但许多化学添加剂中的主要成分本身就是燃料中限制的成分，如含有铅、锰、铁、硅、苯、烯烃、硫、磷等，其使用将受到限制。生物添加剂是近几年来诞生的通过生物合成的一类添加剂，但目前产品稳定性很差，产品质量有待进一步提高。物理添加剂是以燃料为基质，不添加化学药剂，通过物理的作用来改善燃料特性，是比较有前途的燃料添加剂。

(2) 润滑剂添加剂

润滑剂添加剂按作用分为清净剂/分散剂、粘度指数改进剂、抗氧剂、抗氧抗腐剂、极压抗磨剂、抗泡沫剂、降凝剂、油性剂和摩擦改进剂、金属减活剂和防锈剂等。其中清净剂/分散剂、粘度指数改进剂在添加剂中占有很大的比例。

清净剂的主要作用是中和润滑油中的酸，增溶和分散油泥。随着汽车技术的发展和环保的要求，原来有毒的灰分高的含硫、磷、氯金属清净剂使用受到限制，各国纷纷研发新型的金属清净剂。

无灰分散剂的主要作用是控制汽油发动机油泥生成、控制柴油机油沉积、中和燃烧生成物中的酸。无灰分散剂的发展方向是更好的油泥和漆膜控制能力、优良的烟炱分散能力、改善低温性能、低温粘度小、与其他添加剂相容性好、耐水性好，并可生物降解。

研制增稠能力强、剪切稳定性好、不使清净剂变差的环保型可生物降解的高分子聚合物是粘度指数改进剂的发展方向。

二烷基二硫代磷酸锌（ZDDP）系列抗氧剂具有抗氧、抗磨、抗腐等多种性能，是润滑油中主要的添加剂之一，但其所含磷硫易使催化转化器中的催化剂中毒。降低润滑油中磷和硫的含量，无疑要减少 ZDDP 的用量。虽然可以用有机和无机化学品替代，可是 ZDDP 的性能价格都是其他替代品无法比拟的。因此，预计减少 ZDDP 的用量是逐步的。

三、特种液

1. 制动液

欧洲车辆主要使用 DOT4、超级 DOT4 制动液，很少使用 DOT3 制动液。日本车辆主要使用 DOT3、DOT4 制动液。美国车辆使用的制动液级别相对较低，主要

为 SAE J1703 或 DOT3 级制动液。

国内、外汽车制动液的发展趋势是：醇醚型合成制动液的使用量在一段时间内仍将占相当数量，但其比例将会逐渐减少。醇醚硼酸酯型合成制动液的使用量将会不断增加，最终将成为主要的汽车制动液产品。超级 DOT4（或 DOT4+），已在欧洲得到广泛应用，必将成为欧洲车辆使用的主要制动液产品。硅酮型 DOT5 制动液由于其生产成本低，以及与普通醇醚型、醇醚硼酸酯型合成制动液不相容，发展前景将受到一定限制。硅酯型制动液由于其优异的高温性能、优良的低温性能及与醇醚、醇醚硼酸酯型制动液的良好相容性，有一定发展前途。

2. 冷却液

主要使用乙二醇型冷却液。随着人们环境保护意识的增强，为了降低冷却液的毒性，冷却液中已经开始使用丙二醇型防冻剂，丙二醇型冷却液的使用量会逐步增加。

3. 空调制冷剂

主要使用 R134a 制冷剂，替代 R12 制冷剂。R134a 具有大气臭氧层破坏指数 (ODP) 为 0、温室效应指数 (GWP) 为 R12 的 1/6、不可燃、低毒性、制冷量和系统性能与 R12 相当等优点。R134a 与 R12 相比，它的运行压力高，制冷系数小，因此对空调系统提出更高的要求，但它仍然是目前发现的能替代 R12 的最好的制冷剂。如果从热力学角度来看，R134a 的性能在某些方面已经达到甚至已超过了 R12，应该说有其合理性的一面，但是从长远的环境保护（R134a 存在加速地球温暖化的问题）角度来看，这种替代近期已受到了天然制冷剂强有力的挑战。因为氨、丙烷、丁烷及二氧化碳等天然制冷剂有很多突出的优点，如热力性质好，不破坏臭氧层，不产生温室效应，价格低廉，可采用传统的润滑油等。在国外，已将二氧化碳（CO₂）作为未来汽车空调制冷剂的发展方向，其温室效应指数只有原来的 1/1300 左右。

4. 液压油

随着汽车和工程机械，特别是工程机械的液压装置向着高压、高速、高效、小型化方向发展，对液压油的抗磨性提出了更高的要求，各国都普遍采用抗磨液压油。抗磨液压油已在液压油中占主要地位。

四、轮胎

随着汽车和工程机械技术的进步和高速公路的发展，促进了轮胎的发展。汽车和工程机械轮胎向着子午线化（Radial）、无内胎化（Tubeless）和扁平化（Flat）方向发展，以提高传统轮胎的高速耐久性能和安全性能。

历史发展表明，汽车和工程机械总是与运行材料同步发展以及升级换代。汽车和工程机械使用性能与运行材料密切相关。若汽车和工程机械运行材料选用不当，汽车和工程机械会出现早期损坏、资源浪费、环境污染，甚至酿成事故。汽

车和工程机械运行材料关系到汽车和工程机械的动力性、经济性、制动安全性、操纵稳定性、舒适性（平顺性）、通过性、环保性（排放性）。

通常把燃料比作汽车和工程机械的粮食，把润滑剂比作汽车和工程机械的血液，把特种液比作汽车和工程机械的体液，把轮胎比作汽车和工程机械的鞋子，可见汽车和工程机械运行材料作用之大。汽车和工程机械运行材料已成为汽车和工程机械技术的重要组成部分，也是汽车和工程机械技术管理的主要内容。

我国汽车和工程机械运行材料正按照国际有关标准，迅速与国际接轨，步入标准化、系列化、高档化和发展轨道。

第一篇 石油

石油是重要的能源之一，汽车与工程机械所用燃料和润滑剂目前多为石油产品，它们的使用性能与石油的组成及炼制工艺有关。本篇主要介绍石油的组成及炼制方法等基本知识。

第一章 石油的基本知识

石油是从很深的地层内开采出来的一种粘稠液体，绝大多数是黑色，但也有暗黑、暗绿、暗褐色的，更有一些是赤褐、浅黄，乃至无色的，其密度一般小于 1g/cm^3 ，介于 $0.80 \sim 0.98\text{g/cm}^3$ 之间。但也有个别例外，如伊朗某种石油密度高达 1.016g/cm^3 ，而美国加利福尼亚州的石油低至 0.707g/cm^3 。石油未加工以前称为原油，经过炼制后的成品称为石油产品。

第一节 石油的组成

石油是古代动、植物和水中生物的遗体，由于地壳的运动被压在地层深处，在缺氧、高温和高压的条件下，经过复杂的化学变化，逐渐演变而成为石油。所以，石油的组成比较复杂。它既不是单一元素组成的单质，也不是由两种以上元素组成的化合物，而是由多种元素组成的多种化合物的混合物。

一、组成石油的元素

石油主要是由碳 (C)、氢 (H)、硫 (S)、氧 (O)、氮 (N) 五种元素组成，它们在原油中的含量 (质量分数)[⊙]一般是：C 占 $83.0\% \sim 87.0\%$ ，H 占 $10.0\% \sim 14.0\%$ ，S 占 $0.05\% \sim 8.00\%$ ，O 占 $0.05\% \sim 2.00\%$ ，N 占 $0.02\% \sim 2.00\%$ 。此外还有微量的金属元素和其他非金属元素。其中金属元素有钒、镍、铁、铜、铝以及钙、钛、镁、钠、钴、锌等，非金属元素有氯、硅、磷、砷等。

二、组成石油的烃类

由碳和氢两种元素组成的化合物，称为烃。石油主要是由烷烃、环烷烃和芳

⊙ 本书中，含量值凡未注明的皆为质量分数。

香烃三类烃组成，个别种类的石油中还含有极少量的烯烃。

1. 烷烃

烷烃是石油的主要组分，其分子结构特点是碳原子间以单键相连成链状，其余价键为氢原子所饱和。碳链呈直链的称为正构烷烃，如正戊烷、正庚烷、正辛烷等。带侧链或支链的烷烃称为异构烷烃，石油中的烷烃主要为液体和固体。液体烷烃（包括正构烷烃和异构烷烃）是燃料和润滑油的主要成分。其中异构烷烃是汽油的理想组分，正构烷烃是柴油的理想组分。

常温常压下， $C_1 \sim C_4$ （即分子中含 1~4 个碳原子）的烷烃为气体， $C_5 \sim C_{16}$ 的正构烷烃为液体，是液体燃料的主要组分； C_{17} 以上的正构烷烃为固态，大都存在于柴油和润滑油馏分中。除甲烷和乙烷是无色无味气体外，其他易挥发的低分子烷烃具有汽油味，碳数多的高分子烷烃无气味，挥发性很小。烷烃是非极性化合物，几乎不溶于水，但易溶于有机溶剂。

烷烃在常温常压下化学性质很稳定，很难被空气所氧化，与强酸、强碱、强氧化剂和强还原剂都不起作用或反应很慢。在高温下，烷烃能在空气或氧中燃烧而生成 CO_2 和水，并放出大量热量。如果空气不足，则燃烧不完全，生成 CO 及黑色的游离碳。在高温隔绝空气的情况下，大分子烷烃发生多种 C—C 键断裂而生成小分子烃类的裂化反应，分子量越大的烷烃越不稳定。裂化反应是由重质石油组分生产轻质油品或化工原料的一个重要反应。裂化反应随反应条件不同而变化，反应产物通常是混合物。烷烃在一定条件下，能同卤素或浓硫酸起取代反应而生成卤代烷或烷基磺酸。烷烃在不同催化剂作用下可以发生脱氢反应生成烯烃或发生脱氢环化反应生成芳香烃。后一反应是生产芳香烃和优质汽油的一个重要化学反应。含有等于和大于 C_6 的正构烷烃能和尿素结合，形成特殊结构的固体化合物，石油加工中的尿素脱蜡过程就是利用这一特性从馏分油中除去正构烷烃的。

烷烃在常温常压下化学性质不活泼，因而安定性好，在储存过程中不易氧化变质。

2. 环烷烃

环烷烃是饱和的环状化合物，即碳原子以单键相连接成环状而其他价键为氢原子所饱和的化合物。按环数多少，环烷烃分为单环、双环和多环三类，大都带有 1~2 个烷基侧链。石油中的环烷烃主要是环戊烷和环己烷。

环烷烃的沸点、熔点和密度比相同碳数的烷烃高，但密度仍小于 $1g/cm^3$ 。环戊烷等在常温常压下为液体，相对分子质量大的环烷烃为固体。

由于环烷烃是饱和烃，与烷烃相类似，在常温常压下比较安定，在储存过程中不易氧化变质。但在不同条件下，也可能发生氧化、裂化、芳构化、异构化和取代等反应。裂化、芳构化和异构化反应都是石油加工中的重要反应。单环环烷

烃主要存在于低、中沸点的馏分如汽油和煤油之中，双环烷烃和多环烷烃则大多在沸点较高的柴油和润滑油中出现。

环烷烃在汽油机中的燃烧性能介于正构烷烃和异构烷烃之间。在柴油机中的燃烧性能比烷烃差。

3. 芳香烃

分子中具有苯环结构的烃类称为芳香烃，一般苯环上带有不同的烷基侧链。根据苯环的多少和结合形式的差别，芳香烃分为单环、多环和稠环芳香烃三类。分子中含有两个和两个以上独立苯环的芳香烃称为多环芳香烃，如联苯、三苯甲烷等。分子中含有两个或两个以上苯环，且苯环彼此间通过共用两个相邻碳原子稠合而成的芳香烃称为稠环芳香烃，例如萘、菲、蒽等。

芳香烃在常温下呈液态或固态。苯及其同系物具有强烈的芳香气味，其蒸气对人体有毒害作用。芳香烃的密度一般为 $0.86 \sim 0.90 \text{g/cm}^3$ ，比相同碳数的其他烃类密度大。芳香烃对天然橡胶有较大的浸蚀作用。芳香烃在汽油机中燃烧性能很好，是汽油的良好组分，但在柴油机中因难以自燃而燃烧性能很差。

芳香烃中的苯环很稳定，即使强氧化剂也不能使它氧化，也不易起加成反应。在一定条件下，带侧链芳香烃上的侧链会被氧化成有机酸，带侧链的多环和稠环芳香烃很容易被氧化而生成胶状物质，这是油品氧化变质的重要原因之一。

4. 烯烃

分子中碳原子之间具有双键的烃称为烯烃。根据双键所在位置，数量等结构特点，烯烃可分为单烯烃（简称烯烃）、二烯烃和环烯烃等。烯烃难溶于水，易溶于有机溶剂。

石油中一般不含烯烃，但在石油加工过程中，大分子烷烃和环烷烃受热分解，生成烯烃和二烯烃，因而石油产品中含有不同数量的不饱和烃。

不饱和烃类分子中的双键不稳定，很容易发生加成、氧化和聚合等各种反应。分子中具有两个双键的二烯烃更容易发生上述反应。因而含烯烃和二烯烃的油品（如裂化汽油）在常温储存时容易氧化变质，生成胶质等高分子粘稠物，在储存管理中应特别注意采取必要的预防措施。不饱和烃在汽油机中的燃烧性能比相应正构烷烃好，在柴油机中的燃烧性能比芳香烃好，但比正构烷烃差。

组成石油的各种烃类对石油产品性能的影响见表 1-1。

表 1-1 各种烃类对石油产品性能的影响

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	小	低	低	高	好	小	最好	差 (高分子)
	异构		高	高	低	差			好

(续)

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
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

三、组成石油的非烃类化合物

石油中的硫、氮、氧元素以非烃化合物形式存在，这些元素的含量虽仅约1%~4%，但非烃化合物的含量却相当高，可高达百分之十几，这些化合物主要包括含硫化合物、含氧化合物、含氮化合物、胶质、沥青质、矿物质等。非烃化合物对石油加工、油品储存和使用性能影响很大，故在石油加工中都应尽量将其除掉。

1. 含硫化合物

硫是石油中常见元素之一。不同产地的石油中含硫量（质量分数）相差很大，例如，克拉玛依产石油含硫量为0.04%，而华北某地产的石油含硫高达9.5%~11.3%。石油按含硫量不同，分为低硫石油（含硫量低于0.5%）、含硫石油（含硫量介于0.5%~2%之间）和高硫石油（含硫量2%以上）。

硫在石油中的含量随馏分沸点升高而增加，从表1-2中可清楚地看到这一规律。

表 1-2 硫在不同馏分中的分布（%，质量分数）

	原油	< 200℃	200 ~ 350℃	350 ~ 500℃	> 500℃
大庆混合原油	0.10	0.02	0.045	0.055	0.17
胜利混合原油	0.80	0.15	0.32	0.47	1.26

石油中的硫化物可以分为两类：活性硫化物和非活性硫化物。

(1) 活性硫化物

活性硫化物主要有硫化氢（H₂S）和低分子硫醇（RSH）。

石油中的硫和硫化氢大多数是其他含硫化合物的分解产物，两者可以互相转变。硫化氢被空气氧化可以生成硫，硫与烃类在高于200℃以上反应也可以生成硫化氢等硫化物。硫化氢是无色有毒气体，其水溶液呈酸性，能强烈腐蚀金属。

硫醇不溶于水，呈弱酸性，能和铁直接作用，生成硫醇亚铁 [(RS)₂Fe]，从而腐蚀金属。硫醇受热能分解生成烯烃和硫化氢，硫化氢则更加剧了油品的腐蚀