

交通中等专业学校统编教材

汽车运用工程专业用

473

55

交通中等专业学校统编教材

汽车运行材料

(汽车运用工程专业用)

陈中一 主编

张尔利 主审



人民交通出版社

U473
C65

437582

交通中等专业学校统编教材

Qiche Yunxing Cailiao

汽车运行材料

(汽车运用工程专业用)

陈中一 主编
张尔利 主审



2

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要包括:汽车用燃料、润滑剂、工作液和轮胎的性能、品种、牌号和规格,以及有关使用和管理知识,汽车运行材料及其使用技术的新发展,最新的国家标准和行业标准。

本书可作为中等专业学校汽车运用工程专业教材,也可作为职业高中及中高级技术工人岗位培训教材,还可供汽车、拖拉机、摩托车驾驶员、维修工及机务管理人员查阅参考。

DW78/32

图书在版编目(CIP)数据

汽车运行材料/陈中一主编. —北京:人民交通出版社,1998.2

交通中等专业学校统编教材

ISBN 7-114-02735-4

I. 汽… II. 陈… III. ①汽车-燃料-专业学校-教材
②汽车-润滑油-专业学校-教材③汽车轮胎-专业学校-教材 IV. U471

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 15944 号

交通中等专业学校统编教材

汽车运行材料

(汽车运用工程专业用)

陈中一 主编

张尔利 主审

责任印制:孙树田 版式设计:刘晓方 责任校对:梁秀青

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10.75 字数:262 千

1998 年 2 月 第 1 版

1998 年 11 月 第 1 版 第 3 次印刷

印数:13001—23100 册 定价:12.80 元

ISBN 7-114-02735-4

U · 61942

前 言

本书是根据普通交通中等专业学校汽车运用工程专业《汽车运行材料》课教学大纲要求编写的教材，也可供在职汽车机务干部、驾驶员和维修工，以及材料销售、采购和保管人员阅读参考。本书的主要内容包括：燃料、润滑剂、工作液和轮胎的性能、品种、牌号和规格，以及有关使用和管理知识。编写时注意到最近几年汽车运行材料及其使用技术的新发展，全部引用最新的国家标准和行业标准，这些标准对生产有重要的指导作用，本书还兼有材料手册的功能。

本书由陈中一主编，并编写绪论、第3、5、6章，姜玉波编写第1、2、4章，程玉光编写第7章；由张尔利主审，吴光杰参加审稿；宋敏德为责任编委。

本书在编写过程中，曾得到石油化工科学研究院杨秉陆、许美瑾和梁红，上海石油商品应用研究所郑亦敏和吴爱华等同志在技术和资料上的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。由于编者水平有限，难免存在一些缺点和错误，希望读者批评指正。

编 者

1997年4月

本书使用的计量单位

物理量名称	单位名称	单位符号	单位换算
长度	米	m	$1\text{ m}=10^2\text{ cm}=10^3\text{ mm}$ $1\text{ in (英寸)}=0.0254\text{ m}$
面积	平方米	m^2	$1\text{ m}^2=10^4\text{ cm}^2=10^6\text{ mm}^2$
体积	立方米	m^3	$1\text{ m}^3=10^6\text{ cm}^3=10^9\text{ mm}^3$
	升	L	$1\text{ L}=1000\text{ mL}=0.001\text{ m}^3$
质量	千克	kg	$1\text{ kg}=10^3\text{ g}$
温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	
时间	秒	s	$1\text{ h (小时)}=60\text{ min (分)}$ $=3\,600\text{ s}$
速度	米每秒	m/s	
	千米每小时	km/h	
旋转速度	转每分	r/min	
力	牛(顿)	N	$1\text{ kg}\cdot\text{f}=9.80\,665\text{ N}$
压力、压强	帕斯卡	Pa	$1\text{ Pa}=10^{-3}\text{ kPa}=10^{-6}\text{ MPa}$ $1\text{ mmHg}=133.322\text{ Pa}$ $1\text{ kg}\cdot\text{f}/\text{cm}^2=0.0980\,665\text{ MPa}$
功率	瓦(特)	W	$1\text{ kW}=10^3\text{ W}$ $1\text{ kW}=1.36\text{ PS (马力)}$
密度	千克每立方米	kg/m^3	
动力粘度	帕斯卡每秒	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	$1\text{ P (泊)}=10^{-1}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{ cP (厘泊)}=10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}=1\text{ MPa}\cdot\text{s}$
运动粘度	二次方米每秒	m^2/s	$1\text{ St (斯)}=10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$ $1\text{ cSt (厘斯)}=10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ $=1\text{ mm}^2/\text{s}$

目 录

绪论.....	1
第 1 章 石油的化学组成与炼制.....	2
第 1 节 石油的化学组成.....	2
第 2 节 石油的炼制.....	4
第 2 章 汽车燃料.....	7
第 1 节 车用汽油.....	7
第 2 节 轻柴油.....	13
第 3 节 汽车的代用燃料.....	19
第 3 章 润滑剂.....	21
第 1 节 内燃机油.....	21
第 2 节 车辆齿轮油.....	49
第 3 节 液力传动油.....	56
第 4 节 液压油.....	60
第 5 节 润滑脂.....	73
第 4 章 汽车用工作液.....	84
第 1 节 制动液.....	84
第 2 节 减振器液.....	90
第 3 节 发动机冷却液.....	90
第 4 节 制冷剂.....	92
第 5 章 在用润滑油的质量监测.....	96
第 1 节 润滑油的老化.....	96
第 2 节 在用润滑油的试验方法.....	101
第 6 章 油料的管理.....	105
第 1 节 油料的质量管理.....	105
第 2 节 油料的安全管理.....	106
第 3 节 节油管理.....	108
第 7 章 轮胎及其使用与管理.....	112
第 1 节 轮胎的类型与结构特点.....	112
第 2 节 轮胎的损坏.....	115
第 3 节 轮胎的选配.....	116
第 4 节 轮胎的使用.....	121
第 5 节 轮胎的维护.....	124
第 6 节 轮胎的修补及翻新选胎技术要求.....	128
第 7 节 轮胎的技术管理.....	132

附录 A 载货汽车轮胎系列.....	135
附录 B 轿车轮胎系列.....	150

绪 论

汽车运行材料是指汽车运行过程中所消耗的燃料、润滑剂、工作液和轮胎等材料。这些材料大多是石油产品,据统计,全世界石油产品的46%为汽车所消耗。一个具有100辆汽车的运输单位,平均每年消耗燃料油1 000 t以上,润滑油20t以上,润滑脂2t多,仅油料一项就占运输成本的25%左右;轮胎的消耗量也相当可观,以致世界上生产的橡胶(天然橡胶和合成橡胶)80%用来制造轮胎,轮胎费用约占运输成本的5%以上。汽车自问世以来,在给人类造福的同时,大量消耗地球上宝贵的资源,其排放物和废弃物还给环境带来危害,人类为此付出了巨大的代价。1993年全世界已有6亿3千万辆汽车,据预测,到2020年和2060年,全世界汽车保有量将先后达到12亿和25亿辆,汽车运行材料的消耗量也将翻两番和翻四番。如何合理使用如此大量的运行材料,不仅与汽车运输的经济效益有关,而且关系到资源利用和环境保护,从而影响社会效益和环境效益。

汽车运行材料及其使用技术是汽车运用工程学科的重要组成部分。最近几年,在汽车产品升级换代的同时,我国通过“八五”攻关,运行材料及其使用技术也有较大的发展,已经能生产许多新产品,并在标准化工作方面获得新进展。大部分产品已参照采用、等效采用或等同采用国际标准,同时废止了一些旧标准。但目前新标准还没有完全被使用者所掌握,部分老产品仍在流通和使用。在这个新旧交替时期,在运行材料的使用和管理上,难免出现一些混乱现象。最近几年因运行材料使用、管理不当,导致损坏车辆、浪费资源、污染环境,甚至造成事故等屡有发生,所以了解汽车运行材料的性能、品种、牌号和规格,掌握使用技术和管理知识,对于提高车辆装备素质,保证安全生产,降低运输成本,提高汽车运输的经济效益、社会效益和环境效益有着重要的意义。交通中等专业学校汽车运用工程专业把汽车运行材料课列为必修课之一,要求在学习本课程后,掌握必备的基础知识,达到对运行材料会认、会用、会测和会管等“四会”要求,同时注意阅读车辆使用说明书和维修手册等技术文件,在汽车产品和运行材料出现新品种时,能运用所学基础知识回答新的问题。学习本课程时,还要特别重视实验和演示,并在生产实践中不断积累经验和更新知识。可以预计,今后几年汽车运行材料会有更大的发展和变化。

第 1 章 石油的化学组成与炼制

石油是重要的能源之一，是工农业、交通运输业和国防事业各种设备所必需的材料，也是现代化学工业最重要的原材料，在国民经济中占有极重要的地位。车用汽油、轻柴油、润滑油和润滑脂均是石油产品，它们的使用性能都与石油的化学组成及炼制工艺有关。

第 1 节 石油的化学组成

石油未炼制前一般称为原油，呈液体或半液体状态，颜色多为黑色或深棕色，有特殊气味，密度因产地不同而不同，多数在 0.80~0.98 之间，凝点差异较大，有的高达 30℃ 以上，有的则低于 -50℃。原油这种外观和物理性质差异的内在原因是其化学组成不完全相同，原油是由多种元素组成的多种化合物的混合物，各种元素及化合物的配比不同，造成原油的性质不同。

一、石油的元素组成

石油的组成成分虽然很复杂，但其中所含的化学元素主要有碳、氢、硫、氧和氮五种。其中碳的含量约占 83%~87%，氢的含量约占 11%~14%，硫、氧、氮三种合计含量约占 1%~4%。另外，原油中也含有少量其它元素，如镍、钒、铁、钾、钠、钙、镁、铜、铝、氯、碘、磷、砷及硅等，但合计含量极微，一般在 0.003% 以下。上述各种元素在原油中并不是以单质的结构存在，而是以相互结合的各种碳氢化合物和非碳氢化合物形式存在。

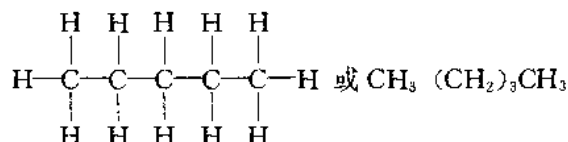
二、石油的烃类组成

石油基本由各种碳氢化合物组成，碳氢化合物简称烃。烃的种类很多，但组成石油的大多只有烷烃，环烷烃和芳香烃三类，少数原油中含有烯烃。不同烃类有不同的化学性质和物理性质，对石油及石油产品的影响也不相同。

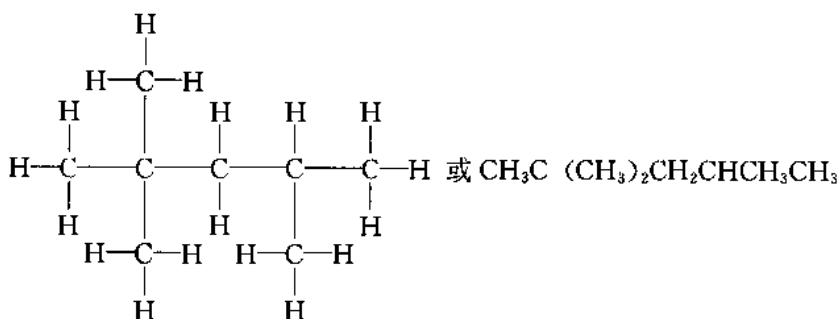
1. 烷烃（分子式通式为 C_nH_{2n+2} ）

烷烃是一种碳原子间均以单键结合，呈链状结构的饱和烃。它们按所含碳原子的数量，以甲、乙、丙、丁……为序命名，碳原子数超过 10 个的则以中文数字为序，如甲烷 CH_4 、乙烷 C_2H_6 、十六烷 $C_{16}H_{34}$ 等。其中碳原子在结构式中排列成直链的称为正构烷烃，在直链上带有支链的称为异构烷烃。

例如：



命名为正戊烷。

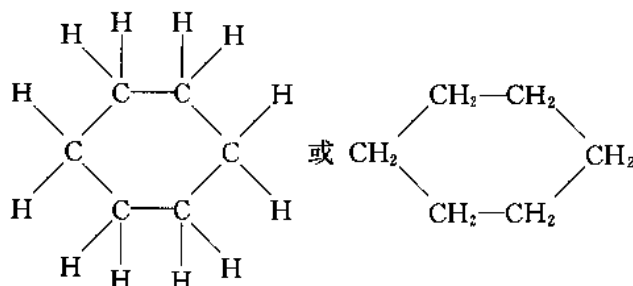


命名为异辛烷（又名 2，2，4-三甲基戊烷）。

正构烷烃由于碳原子呈直链排列，碳链易于破坏，容易发生化学反应而自燃，且碳链越长越易自燃，因此用做点燃式发动机燃料不够理想，而用做压燃式发动机燃料却很合适。异构烷烃性质与正构烷烃正好相反。烷烃与其它烃类相比，由于碳氢比 (C/H) 小，密度低，热值高，又是饱和结构，因此性质安定，不易变质。

2. 环烷烃（分子式通式为 C_nH_{2n} ）

环烷烃是一种碳原子以单键结合呈环状结构的饱和烃。它们的命名方法是在烷烃命名方法的基础上加一“环”字。例如：

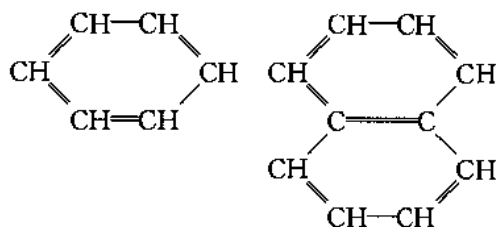


称为环己烷。

环烷烃的发火性介于正构烷和异构烷之间，相对密度比烷烃大，热值略小，凝点低，是汽油和润滑油的良好成分。环烷烃性质比较安定，不易氧化变质。

3. 芳香烃（分子式通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ 、 $\text{C}_n\text{H}_{2n-12}$ 等）

芳香烃是一种碳原子环状结合，单双键交替的不饱和烃。例如：

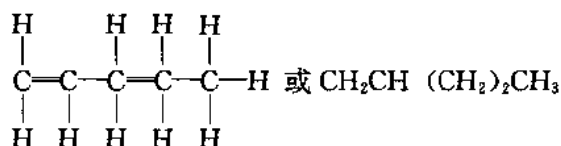


分别称为苯和 2-甲基萘。

芳香烃性质安定，有良好的抗爆性，但不容易燃烧完全，苯有毒，目前在点燃式发动机燃料中的含量已受到限制；由于发火性差，是压燃式发动机燃料中的不良成分。

4. 烯烃（分子式通式为 C_nH_{2n} 、 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 等）

烯烃分子结构和烷烃相似，即直链或直链上带有支链，和烷烃不同的是碳原子中有双键。例如：



称为 1-戊烯（1 表示第一个碳链为双键）。

烯烃为不饱和烃，性质不安定，易氧化生成胶质，密度略小，热值较低，发火性较差，不是燃料的理想成分。

三、石油的非烃类组成

石油中的非烃类组成对原油加工和产品质量会带来不利影响，是燃料和润滑油的有害成分。主要有：

1. 含硫化合物

存在于各种馏分中，通常馏分越重，含硫越多。它对金属有腐蚀作用，并促使燃料分解，氧化生胶，降低燃料使用性能和安定性。

2. 含氧化合物

主要是环烷酸，它是不溶于水的有机酸，对金属有腐蚀作用。

3. 含氮化合物

它的含量很少，其氧化安定性差，贮存中会发生氧化作用，使油的颜色变深，并加速胶质生成。

4. 胶质和沥青质

它们是一些多环化合物的混合物。胶质是深黄色至棕色的树脂状粘稠物质，沥青质是深褐色或黑色的非晶固体。胶质和沥青质可使油品颜色变深，氧化安定性变差，粘温性变差，燃烧后形成积炭，增加磨损。

第 2 节 石油的炼制

在以生产燃料和润滑油为目的的炼油厂里，通常先将原油蒸馏，依次分离为汽油、煤油、柴油、重柴油、轻质润滑油、中质润滑油和重质润滑油等各种沸点不同的馏分，上述过程被称作一次加工。然后以一次加工得到的各种馏分为原料，按生产的需要和产品质量要求，分别进行二次加工，以生产不同品种、规格的燃料和润滑油等石油产品。

一、常压、减压蒸馏

将原油加热气化，经分馏、冷凝和冷却，从而得到几个不同馏分的过程，叫做蒸馏过程。它包括常压蒸馏和减压蒸馏两个阶段（图 1-1）。

在蒸馏塔内的压力与大气压力相同的条件下对原油进行的蒸馏叫做常压蒸馏。常压蒸馏的目的是从原油中分离出汽油、煤油和柴油馏分。它们馏出的温度范围是：汽油 35℃～205℃，煤油 200℃～300℃，柴油 270℃～365℃。常压蒸馏剩余的渣油称作重油，是提取润滑油和裂化原料油的原料。

在减低蒸馏塔内压力的条件下对常压蒸馏剩余重油进行的蒸馏叫做减压蒸馏。减压蒸馏主要用于生产润滑油，因为润滑油馏分是由沸点较高的烃组或，要使这些烃气化，必须提高

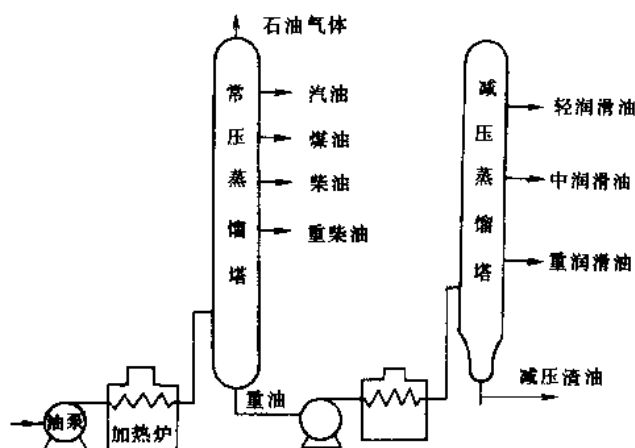


图 1-1 石油蒸馏流程示意图

加热温度，但当温度升高到 450°C 以上时，高沸点烃就会裂解为低沸点烃，同时发生缩合反应生成焦炭。因此要分馏出润滑油，就必须减低蒸馏塔内压力，使高沸点烃能在较低温度下气化，从而制得润滑油或供催化裂化用的原料油。

二、燃料油的生产

运用常压蒸馏获得的燃料油产量有限，其化学组成也不能满足实际要求，因此目前主要是采用各种二次加工工艺来提高石油的加工深度和产品质量。二次加工可分为转化和精制两类。

1. 转化工艺

(1) 热裂化 是利用高温使石油中的大分子烃受热分解裂化为小分子烃的加工过程。热裂化可以提高轻质石油组分的生产率，用热裂化获得的汽油及柴油由于含不饱和烃较多，化学安定性差，易产生胶质，汽油抗爆性及柴油发火性也较差，因此热裂化法已逐步被其它方法取代。

(2) 催化裂化 是在催化剂的作用下，使石油分子受热裂化的加工方法。它不仅使大分子烃裂化成小分子烃，并能改变烃分子结构，使不饱和烃如烯烃等大量减少，使烷烃和芳香烃增加。催化裂化生产的汽油化学安定性好，抗爆性好；生产的柴油发火性能较差。

(3) 加氢裂化 是将轻重不同的各种石油原料，在高温、高压并加入氢气在催化剂作用下进行加氢反应裂化的石油加工方法。可获得各种高品质的石油馏分，生产出高辛烷值汽油，低凝点柴油，粘温性好的润滑油等。加氢裂化可使不饱和烃变成饱和烃，油品安定性好，其缺点是生产条件苛刻，投资较大。

(4) 延迟焦化 是生产轻质燃料和焦炭的方法之一。使减压蒸馏剩余渣油等原料油快速通过高温炉管，一方面使大分子烃裂解为小分子烃，另一方面使原料在炉管内来不及结焦，而延迟到焦炭塔内再生成焦炭，可延长装置的运转周期。焦化汽油和柴油的安定性都较差，需要精制改善。

(5) 催化重整 是以汽油馏分为原料，在催化剂的作用和有氢存在的条件下芳构化和异构化。“重整”就是指对原料分子结构加以重新调整的意思。目前我国利用催化重整生产重要的化工原料苯、甲苯和二甲苯，以及高抗爆性和安定性好的优质汽油。

(6) 烷基化 在催化剂作用下，烷烃和烯烃的化学加成反应叫烷基化，它以异丁烷和丁烯等为主要原料，目前我国以浓硫酸为催化剂，主要产品是工业异辛烷（轻烷基化油），可作为汽

油组分使用,以提高汽油的抗爆性。其副产品是重烷基油,可作为轻柴油的组分。国外高级汽油中,烷基化油加入量达 28%。

2. 精制工艺

石油的精制是指用各种方法除去石油馏分中的不良成分(如硫、氧化物及杂质等)的深加工过程。燃料油的精制主要有以下方法:

(1)酸碱精制 是在电场作用下,进行酸洗和碱洗,可除去燃料油中的非烃类化合物。

(2)加氢精制 与加氢裂化反应类似,可以使不饱和烃转变为饱和烃,并能除去油中的硫、氮、氧及金属杂质等有害成分。

燃油精制后还应进行调合,调合是将几种不同的加工方法所得的燃料馏分进行混合后再加入适当的添加剂从而获得所需石油产品的方法。车用汽油是将催化裂化汽油、直馏汽油、焦化汽油、热裂化汽油等按一定比例混合后,加入抗爆剂或重整、烷基化油等优良组分。柴油在调和前还应进行脱蜡和溶剂精制,其工艺与下述润滑油生产有关工艺相同。

三、润滑油的生产

石油经减压蒸馏后,分割为 4~6 个轻重不同的馏分和渣油,可做为制取馏分型和渣油型润滑油的原料。经过精制,除去其中有害物质,可得到润滑油基础油,再加入添加剂进行调合,即可得到符合规格要求的各种润滑油产品。常用精制工艺有:

1. 脱蜡

含蜡原料油必须除去石蜡以降低凝点,改善其低温流动性。方法有:①冷榨脱蜡。将含蜡油冷却到希望的脱蜡油凝点以下 5℃~10℃,石蜡便从油中析出,加压过滤后即可得到脱蜡油。②溶剂脱蜡。在油中加入溶剂,降低油的粘度,经低温冷冻后,使油与蜡分离。③分子筛脱蜡。利用一种有选择性的吸附剂,吸附某些大分子正构烷烃分子,达到脱蜡目的。④尿素脱蜡。利用尿素与大分子正构烷烃作用,产生络合物再从油中分离出去,可得到凝点很低的油料。

2. 溶剂精制

用选择性好、溶解能力强的溶剂,将原料油中的胶状物、环烷酸和多环短侧芳香烃等有害物质和非理想组分溶解并抽取出来,提高油料质量。

3. 白土精制

白土是一种含氧化硅和氧化铝的天然陶土,吸附力强,选择性好,与油料混合后,可将油中胶质、沥青质、酸渣、残余溶剂等吸附,过滤后即得精制油。多做为酸碱精制和溶剂精制的补充方法。

4. 加氢精制

与燃料油加氢精制类似,可提高润滑油生产率和安定性。

5. 丙烷脱沥青

这是精制渣油型润滑油前的一道准备工序。丙烷在常压下为气态,但在较高压力下变成液态,烷烃、环烷烃易溶于丙烷,而沥青质基本不溶解,利用丙烷这一特性,可将沥青沉淀脱出。

生产润滑油还可以石蜡做原料,制取合成润滑油。其基本过程是将石蜡加热裂化后,再经聚合、蒸馏、精制等工艺,生产润滑油。这种油具有凝点低,粘度随温度变化小等特点。以蜡为原料,生产合成润滑油的工艺,具有广阔的发展前景。

第2章 汽车燃料

燃料通常是指能够将自身贮存的化学能通过化学反应（燃烧）转变为热能的物质，汽车燃料主要有汽油和轻柴油。此外，还有一些正在开发中的代用燃料。

第1节 车用汽油

一、车用汽油的性能指标

车用汽油是汽车汽油机的燃料，对其基本要求是：能在极短时间内由液态蒸发成气态，形成良好的可燃混合气，在油路中不挥发形成“气阻”，保证发动机正常工作，不发生爆燃，在贮存和使用过程中不发生显著的质量变化，燃烧后无沉积物，不应引起发动机零件的腐蚀，不含有机杂质及水分，以及对环境的污染少等，这些要求靠一系列性能指标来保证。

1. 汽油的挥发性

汽油由液体状态转化为气体状态的性能叫做汽油的挥发性。汽油挥发性好就易汽化，与空气混合均匀，燃烧速度快，燃烧完全，发动机易起动，加速及时，各工况间转换灵敏柔和。但挥发性太好则可能会在油管中形成气泡，产生“气阻”。挥发性不好的汽油气化不完全，造成燃烧不完全，增加油耗及排放污染，没有完全燃烧的油滴还可能破坏润滑油膜，增加磨损。评定汽油挥发性的指标有：

(1) 馏程 馏程是油品在规定条件下蒸馏所得到的，以初馏点和终馏点表示其蒸发特征的温度范围。

馏程的测定是按 GB/T 6536《石油产品馏程测定法》的规定进行的，它是将 100 mL 试样按规定条件进行蒸馏，系统观察温度计读数和冷凝液体积并根据这些数据计算和报告结果。一种采用电加热器的仪器如图 2-1 所示。

试验时将试样加入蒸馏烧瓶 4 中，按要求调节加热速度，从冷凝管下端滴下第一滴冷凝液所观察到的温度叫做初馏点；量筒 1 回收到 10 mL、50 mL、90 mL 冷凝液时的温度分别称为 10%、50%、90% 馏出温度；当全部液体从蒸馏烧瓶底部蒸发后的温度称为终馏点。

10% 馏出温度表示汽油中含轻质馏分的量，对汽油机冬季起动的难易程度和夏季是否发生“气阻”有很大关系。该温度低，发动机易起动，起动时间短，耗油少，所以要求不高于 70℃；但也不宜过低，过低时，在夏季易产生“气阻”。

50% 馏出温度表示汽油的平均挥发性。该温度低可改善发动机的加速性，工作稳定性和起动后的暖车升温性能，所以要求不高于 120℃。

90% 馏出温度和终馏点表示汽油中含重质馏分的数量，该温度高，汽油挥发性差，即汽油在点火爆发前处于未蒸发状态的数量多，将冲刷气缸壁上的油膜，稀释润滑油，加剧磨损。由于燃烧不完全，还会造成油耗大，污染增加。90% 馏出温度要求不高于 190℃，终馏点不高于 205℃。

汽油蒸发后仍有一些残留物，它表示汽油中重质馏分和
在贮存中氧化生成的胶质含量，这些物质会结胶或沉积在进
气门，化油器量孔或电喷发动机的喷嘴，影响混合气的配
制精度及发动机正常工作。

(2)饱和蒸气压 在一定温度下，汽油的液气两相达到
平衡时的汽油蒸气压强叫汽油的饱和蒸气压。汽油饱和蒸气压
主要用来控制车用汽油挥发性上限(下限由馏程控制)。汽
油的饱和蒸气压过高，会使汽车在夏季工作时，特别是在高
原地区易发生“气阻”，增大汽油在贮存与使用中的蒸发损
失。

2. 汽油的抗爆性

汽油的抗爆性是指汽油在发动机的气缸内燃烧时防止
产生爆燃的能力。爆燃是汽油机的一种不正常燃烧。它是在
特定的情况下，当混合气已燃烧了 $2/3 \sim 3/4$ 时，由于受到气
缸温度、压力上升的影响，在未燃部分的混合气中产生大量
不稳定的过氧化物，在正常火焰前锋未到达前，由于剧烈氧
化而自燃，产生许多火焰中心，火焰传播极快，形成压力脉
冲，使气缸内产生清脆的金属敲击声。爆燃使机件过快磨损，
热负荷增加，噪声增大，功率下降，油耗上升。影响爆燃的
因素很多，如发动机结构与工作条件等，其中最重要的是压
缩比，高压压缩比发动机易产生爆燃。抗爆性好的汽油允许发
动机采用较高的压缩比，从而提高了动力性和经济性。

汽油的抗爆性用辛烷值评定。辛烷值是代表点燃式发动
机燃料抗爆性的一个约定数值。在规定条件下的标准发动机

试验中，通过和标准燃料进行比较来测定，用和被测定燃料具有相同抗爆性的标准燃料中异
辛烷的体积百分数表示。测定的方法有研究法(RON[●])和马达法(MON[●])两种。

研究法辛烷值(RON)：以较低的混合气温度(一般不加热)和较低的发动机转速(一般
在 600 r/min)的中等苛刻条件为其特征的实验室标准发动机测得的辛烷值。测定时按 GB/T
5487 的规定进行。先选定两种标准液：一种是异辛烷(2, 2, 4-三甲基戊烷)，其抗爆性相当
好，规定辛烷值为 100；另一种是正庚烷，其抗爆性很差，规定辛烷值为 0。把它们按不同的
体积比混合即可获得各种不同的抗爆性的参比用标准燃料。再把试油加到标准的试验用可变
压缩比单缸发动机中，通过改变气缸高度逐渐加大压缩比使之发生爆燃，并达到标准的爆燃
强度(可从仪表上读出)。然后，在相同条件下选择辛烷值接近的标准燃料与进行对比试验，
当某种标准燃料与进行对比试验的试油相同时，该标准燃料中异辛烷的体积百分数即为试油
辛烷值。

马达法辛烷值(MON)：以较高的混合气温度(一般加热至 149 ℃)和较高的发动机转
速(一般达 900 r/min)的苛刻条件为其特征的实验室标准发动机测得的辛烷值。其测定的方

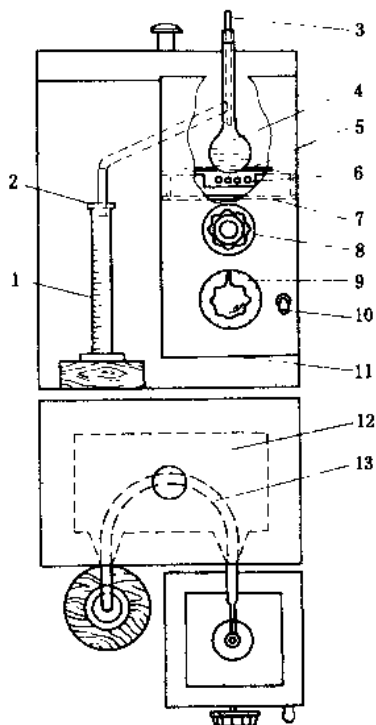


图 2-1 采用电加热的馏程测定器

1-量筒；2-吸水纸；3-温度计；4-蒸馏烧瓶；
5-石棉板烧瓶支架；6-电加热元件；7-烧
瓶支架平台；8-烧瓶调节旋钮；9-热量调
节盘；10-开关；11-无底罩；12-冷凝器；
13-冷凝器管

● RON—research octane number. 研究法辛烷值。

● MON—motor octane number. 马达法辛烷值。

法与研究法辛烷值基本相同。

从测定条件可知：马达法辛烷值表示汽油在发动机重负荷条件下高速运转的抗爆能力，它模拟载货汽车在公路条件下行驶的工况；研究法辛烷值表示汽油发动机在常有加速条件下低速运转时的抗爆能力，它模拟轿车在城市道路条件下行驶的工况。同一种汽油用研究法测定的辛烷值比马达法测定的辛烷值要高 6~10 个单位，这一差值叫做汽油的灵敏度，可用来反映汽油抗爆性随运转工况激烈程度的增加而降低的情况，汽油灵敏度越小越好。

由于研究法辛烷值和马达法辛烷值都不能全面反映车辆运行中燃料的抗爆性能，一些国家引用一个叫抗爆指数的指标，它是同一种汽油研究法辛烷值与马达法辛烷值的平均数。即：

$$\text{抗爆指数 AKI} = \frac{\text{RON} + \text{MON}}{2}$$

抗爆指数也叫平均辛烷值，可反映在一般条件下汽油的平均抗爆性能。

由于汽油的抗爆性对发动机工作影响很大，人们一直致力于提高汽油辛烷值。提高汽油辛烷值常用的方法有：

(1) 采用先进的汽油炼制工艺。汽油的各种组分辛烷值有很大区别。一般来说，用常压蒸馏法获得的直馏汽油辛烷值只有 40~55；用热裂化和延迟焦化制取的汽油，辛烷值达 50~65；催化裂化、加氢裂化和催化重整炼出的汽油辛烷值达 70~85 以上。因此，采用先进的炼油工艺是提高汽油辛烷值的有效途径。

(2) 加入抗爆添加剂。过去广泛采用的抗爆剂是四乙基铅 $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ，加入少量的四乙基铅便能显著提高汽油辛烷值。直馏汽油加入 0.13% 的四乙基铅后，辛烷值能提高 20~30 个单位。当四乙基铅的添加量很少时，辛烷值提高得很快，但随着加入量的增多，辛烷值的提高逐渐递减，上述性质叫做汽油的感铅性。汽油中加入四乙基铅提高抗爆性，是因为四乙基铅在 200℃ 以上可分解与未燃混合气中过氧化物反应，生成活性不强的有机氧化物和氧化铅，从而避免了爆燃。加入四乙基铅的汽油在燃烧时会生成高熔点氧化铅颗粒，沉积在燃烧室内造成表面点火，影响发动机正常工作，加剧机件磨损。因此，在汽油中加入四乙基铅的同时，要加入一定量的导出剂。但含铅化合物随废气排出后对环境会造成很大的危害，所以各国都在严格控制抗爆剂的使用范围和用量。汽油的整体含铅量在逐渐下降，西方发达国家早已大量使用无铅汽油，我国也已开始使用，北京等中心城市已全部供应无铅汽油。

(3) 在汽油中调入辛烷值改善组分。汽油中调入烷基化油、异构化油和适量的苯、甲苯等，它们都能提高抗爆性，但芳香烃的苯等不容易燃烧完全，有毒。70 年代起国外出现了新的高辛烷值汽油调合组分——含氧化合物，如甲基叔丁醚 (MTBE) 等。MTBE 的研究法辛烷值为 117，不仅抗爆性好，因含氧，燃烧性能好，可代替四乙基铅及减少芳香烃调入量，使车用汽油在有较高辛烷值的同时，排放更加干净。

3. 汽油的安定性

汽油在正常的贮存和使用条件下，保持其性质不发生永久变化的能力，称为汽油的安定性。安定性不好的汽油，容易发生氧化反应，生成胶状物质和酸性物质，使辛烷值降低，酸值增加，颜色变深。使用这种汽油，易堵塞电喷式发动机的喷嘴，气门粘结关闭不严，积炭增加，气缸散热不良，火花塞积炭导致点火不良等。评定汽油安定性的指标主要有实际胶质和诱导期。

实际胶质是指在规定的条件下测得的车用汽油蒸发残留物的正庚烷不溶部分。测定时按 GB/T8019《车用汽油和航空汽油实际胶质测定法（喷射蒸发法）》，使已知量的汽油在控制温

度和空气流的条件下蒸发，再在残留物中加入一定量正庚烷，按规定除去正庚烷溶液后剩余部分便为实际胶质，用 100 mL 试样中所含毫克数 (mg/100 mL) 表示。它可用来判断汽油在汽油机中生成胶质的倾向。国家标准规定实际胶质不超过 5 mg/100 mL。

诱导期是指在规定的加速氧化条件下，油品处于稳定状态所经历的时间周期，可评定汽油在贮存期间产生氧化和形成胶质的倾向。诱导期越长，汽油越不易被氧化。测定时，按 GB/T 256《汽油诱导期测定法》，把试样置于密闭容器 68.8 kPa 的氧气中，在温度为 100 °C 下，保持压力不下降所经历的时间，以 min (分钟) 计。要求车用汽油的诱导期不小于 480 min。为了提高汽油的安定性，一是通过炼制工艺，使易氧化的活泼的烃类及非烃类尽量减少；二是在汽油中加入抗氧防胶剂和金属钝化剂。

4. 汽油的防腐性

汽油的防腐性是指汽油阻止其相接触的金属被腐蚀的能力，用下列指标评定：

(1) 硫含量 硫含量是指存在于油品中硫及其衍生物的含量，以质量的百分数表示。汽油中的硫燃烧后生成 SO_2 和 SO_3 ，遇到冷凝水或水气时，会生成亚硫酸和硫酸，对金属有强烈的腐蚀作用，所以应严格控制硫含量。测定时按 GB/T 380《石油产品硫含量测定法（燃灯法）》，将试样放在灯中燃烧，用碳酸钠水溶液吸收生成的二氧化硫，并用容量分解法计算硫含量。国家标准规定车用汽油的硫含量不大于 0.15%。

(2) 硫醇硫含量和博士试验 石油中还有一些含硫化合物，其中硫化氢 (H_2S) 和低分子硫醇 (RSH)，同元素硫 (S) 一样，都能腐蚀金属，称为活性硫化物，汽油中不允许存在。测定时须按 SH/T 0714《芳烃和轻质石油产品硫醇定性试验法（博士试验法）》。将有亚硫酸钠溶液的试样加在量筒中，经摇动，观察混合液外观变化，判断其中是否存在硫醇和硫化物。再通过添加硫磺粉，摇动并观察溶液的最后外观变化，进一步确认硫醇的存在。1993 年车用汽油的国家标准还增加了对硫醇硫含量进行定量试验的要求。试验时按 GB/T 1792《馏分燃料中硫醇硫含量测定法（电位滴定法）》，要求硫醇硫含量不大于 0.001%。

(3) 铜片腐蚀试验 铜片腐蚀试验，是指在规定条件下，测定油品对于铜的腐蚀倾向，测定时按 GB/T 5096《石油产品铜片腐蚀试验法》，把一块已磨光的铜片浸没在一定量的试样中，并按要求维持 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度，保持 $3\text{ h} \pm 5\text{ min}$ ，待试验周期结束时取出铜片，经洗涤后与腐蚀标准色板进行比较，如铜片只有轻度变色为 1 级，中度变色为 2 级，深度变色为 3 级，4 级为腐蚀。

(4) 酸度 酸度是指中和 100 mL 油品中的酸性物质所需要的氢氧化钾毫克数，以 $\text{mgKOH}/100\text{ mL}$ 表示。测定时按 GB/T 379《含乙基液汽油酸度测定法》，用 85% 乙醇溶液抽出汽油中的有机酸，再用氢氧化钾乙醇溶液进行中和滴定。国家标准规定，车用汽油的酸度不大于 $3\text{ mgKOH}/100\text{ mL}$ 。

(5) 水溶性酸和碱 水溶性酸是指无机酸和低分子有机酸。水溶性碱是指氢氧化钠和氢氧化钾等。它们是在石油炼制过程中残留下来的，对金属有强烈腐蚀作用，汽油中不允许存在。测定时按 GB/T 259《石油产品水溶性酸及碱测定法》，用蒸馏水或乙醇水溶液抽提试样中水溶性酸和碱，然后分别用甲基橙或酚酞指示剂检查抽出液的颜色变化情况，或用酸度计测定其 pH 值，以判定有无水溶性酸或碱的存在。

5. 汽油的清洁性

汽油的清洁性是指汽油是否含有机械杂质和水分。机械杂质和水分会造成油路堵塞，磨损加剧等严重后果。最简单的检查方法是将 100 mL 汽油注入玻璃量筒中沉淀 12 h~18 h，然