

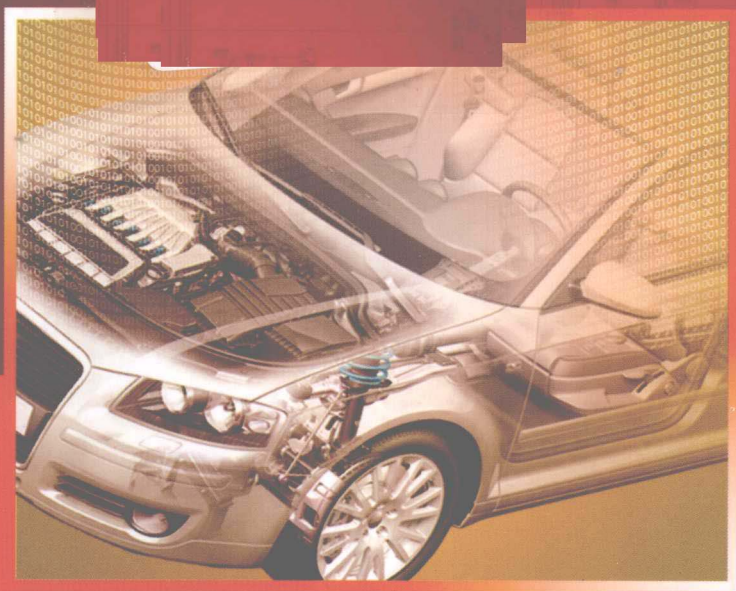


中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

汽车材料

qiche cailiao

■ 主编 郑 铨 王忠良



21 世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

汽车材料

主 编 郑 铨 王忠良

编 委

王鹏举	王海涛	王忠良	郑 铨
刘 猛	张立飞	张 云	马一飞
赵艳宏	李玉梅	鲁世金	文 方
何高俊	刘 哲	高 渠	刘冬梅

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书是依据教育部颁布的相关汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训方案等大纲的基础上编写的。本书共有十章,阐述了汽车燃料、汽车润滑材料、汽车工作油液、金属材料的力学性能、黑色金属、有色金属、典型汽车零件金属材料的选择、橡胶、塑料、玻璃和其他非金属材料。教材内容编排合理,理论联系实际,通俗易懂,符合中职教育教学特点。

本书适用于中等职业教育的师生,也适用于有需要的相关人员。

版权专用 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料 / 郑铉, 王忠良主编. —北京: 北京理工大学出版社,
2010. 4

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3101 - 5

I. ①汽… II. ①郑… ②王… III. ①汽车 - 工程材料 - 专业学校 - 教材
IV. ①U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 047031 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 9.625

字 数 / 243 千字

版 次 / 2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 17.00 元

责任校对 / 张沁萍

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

编委会

主 编	郑 铉	王忠良			
编委会	王鹏举	王海涛	王忠良	郑 铉	刘 猛
	张立飞	张 云	马一飞	赵艳宏	李玉梅
	鲁世金	文 方	何高俊	刘 哲	高 渠
	刘冬梅	洪兴丽	陈修山		

前 言



本书是根据教育部等相关部门颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》，并参照相关规定进行编写的。全书共有十章，第一章具体介绍了汽车燃料基本概念，第二章、第三章分别从汽车润滑材料、工作油液等角度介绍汽车的有关知识。其余章节则具体阐述了汽车使用材料的性能及应用。

本书根据学校的教学特点与汽车行业的发展趋势，按照教学规律和学生的认知规律，合理科学地编写了本书。本书内容上尽可能与职业岗位接近，力求体现新知识、新技术、新工艺、新方法，并尽量采用以图代文的表现形式来降低学生的学习难度，提高学生的学习兴趣。本书详略得当，将教材与科技发展前沿紧密联系，充分展示了汽车材料研究与应用的新信息、新成果、新趋势。

在本书编写过程中，得到了相关单位和出版社的大力支持，更有学术严谨的教师为基石，他们为本书的编写做出了巨大的贡献，在此表示衷心感谢。同时，恳切希望广大读者对本书提出宝贵的意见，以便及时修订完善。

编 者

目 录

第一章 汽车燃料	1
第一节 石 油	1
第二节 汽 油	6
第三节 柴 油	13
第四节 汽车代用燃料	17
第二章 汽车润滑材料	21
第一节 发动机润滑油	21
第二节 齿轮传动润滑油	29
第三节 润滑脂	32
第三章 汽车工作油液	36
第一节 液力传动油	36
第二节 汽车制动液	38
第三节 其他工作油液	44
第四章 金属材料的力学性能	53
第一节 强度与塑性	53
第二节 硬 度	57
第三节 冲击韧性	59
第四节 疲劳强度和断裂韧性	61
第五节 金属材料的物理化学性能	62
第五章 黑色金属	65
第一节 铁碳合金的相与组织组成	65
第二节 铁碳合金的成分组织与性能	70
第三节 碳 钢	72
第四节 钢的热处理工艺	77
第五节 合金钢	81
第六节 铸 铁	85
第七节 粉末冶金材料	91

第六章 有色金属	93
第一节 铝及铝合金	93
第二节 铜及铜合金	97
第三节 滑动轴承合金	102
第七章 典型汽车零件金属材料的选用	105
第一节 零件选材原则	105
第二节 汽车零件选材与工艺	108
第八章 橡 胶	112
第一节 车用橡胶材料	112
第二节 汽车轮胎	116
第九章 塑料、玻璃	124
第一节 塑 料	124
第二节 玻 璃	127
第三节 塑料、玻璃的回收	131
第十章 其他非金属材料	135
第一节 车用摩擦材料	135
第二节 车用复合材料	137
第三节 车用陶瓷	138
第四节 车用黏剂	140

第一章

汽车燃料



本章概述

汽车的主要燃料包括石油、汽油、柴油和其他代用燃料。石油的组成比较复杂,它既不是由单质组成的,也不是由单一化合物组成,而是由多种化合物组成的混合物,其中碳和氢组成的烃类化合物占95%以上。汽油的使用性能直接影响到汽油机的工作性能,因此要求汽油应具有适宜的蒸发性、良好的抗爆性、抗腐蚀性、氧化安定性和清洁性。柴油的使用性能要求有低温流动性、燃烧性、黏性、腐蚀性及清洁性等。虽然这两种燃料燃烧后的能量转化率和对环境有污染,但目前汽车上使用的燃料仍主要是汽油和柴油。汽车代用燃料的研究已经成为世界各国研究的课题,石油气、液化天然气、醇类燃料、二甲醚、生物燃料、氢气等也可用作汽车燃料。



教学目标

1. 掌握并了解石油、汽油、柴油等各种燃料的使用性能及注意事项。
2. 了解汽车的一些常用代用燃料。

* * * * *

第一节 石油

石油又称原油,是一种黏稠的液体,易燃烧,有特殊的气味,颜色非常丰富,有红、金黄、墨绿、黑、褐红、淡白色等;原油的颜色与它本身所含胶质、沥青质的含量有关,胶质、沥青质的含量越高原油的颜色越深,原油的颜色越浅其油质越好。原油的密度一般为 $0.8 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$,黏度范围很宽,凝固点差别很大,沸点范围为常温到 500°C 以上,可溶于多种有机溶剂,但不溶于水,可与水形成乳液。石油被誉为“黑色的金子”、“工业的血液”,在国民经济中的地位和作用十分重要,它对于经济、政治、军事和人民生活的影 响极大。日常生活中到处可见石油产品及其附属品的身影,如汽车上用到的汽油、柴油、石油气、润滑油、制动液以及塑料、纤维等,都是从石油中提炼出来的。

一、石油的种类

1. 化学分类

根据石油的密度、沸点等物理化学特性,通常将以烷烃为主的石油称为石蜡基石油;以

环烷烃、芳香烃为主的石油称环烃基石油；介于二者之间的石油称中间基石油。

2. 关键馏分特性分类

用特定的仪器将石油在常压 $250^{\circ}\text{C} \sim 275^{\circ}\text{C}$ 和减压 $275^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 下蒸馏出两个关键馏分，根据这两馏分测算出的特性因素，石油可分为：石蜡基、石蜡-中间基、中间-石蜡基、中间基、中间-环烷基、环烷-中间基和环烷基七种原油。

3. 工业分类

在工业上通常按原油密度 ρ 的大小分为四类。 $\rho < 0.830 \text{ g/cm}^3$ 为轻质原油； ρ 为 $0.830 \sim 0.904 \text{ g/cm}^3$ 为中质原油； ρ 为 $0.904 \sim 0.966 \text{ g/cm}^3$ 为重质原油； $\rho > 0.966 \text{ g/cm}^3$ 为特重原油。

4. 商品分类

(1) 按含蜡量分类 从石油中取出一馏分，其运动黏度为 $53 \text{ mm}^2/\text{s}$ (50°C)，然后测其凝点。当凝点低于 -6°C 时，称低蜡原油；当凝点在 $-6^{\circ}\text{C} \sim 21^{\circ}\text{C}$ 时，称含蜡原油；当凝点大于 21°C 时，称多蜡原油。

(2) 按含硫量分类 含硫量小于 0.5% 的原油称为低硫原油；含硫量在 $0.5\% \sim 2\%$ 的原油称为含硫原油；含硫量大于 2% 的原油称为高硫原油。

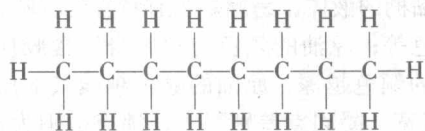
二、石油的化学构成

石油的主要组成元素是碳和氢。组成石油的各化学元素的含量依次是碳 ($83\% \sim 87\%$)、氢 ($11\% \sim 14\%$)、硫 ($0.06\% \sim 0.8\%$)、氮 ($0.02\% \sim 1.7\%$)、氧 ($0.08\% \sim 1.82\%$) 及微量金属元素镍、钒、铁等。各种元素在原油中不是以单质的结构存在，而是以相互结合的各种碳氢或非碳氢化合物存在，由碳和氢化合形成的烃类是石油的主要组成部分，约占 $95\% \sim 99\%$ 。不同产地的石油中，各种烃类的结构和所占比例相差很大，但主要有烷烃、环烷烃、芳香烃和不饱和烃四类。

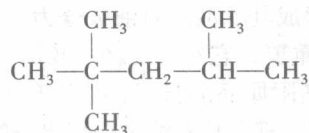
1. 烷烃

烷烃是开链的饱和烃，烷烃的分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。碳原子在 10 以内，以甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸命名，10 以上者直接用数字十一、十二……。烷烃按其结构的不同可分为正构烷烃和异构烷烃两类。凡碳链为直链者为正构烷，有支链者为异构烷。例如

正辛烷 C_8H_{18} 结构式：



异辛烷 C_8H_{18} 结构式：

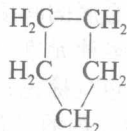


烷烃的沸点、密度、熔点和折射率随分子量的增大而升高。烷烃的化学性质稳定，不容易变质，发热量大。分子量相同的异构烷比正构烷的沸点低，但其黏度较大，黏温性较差。汽油中含的异构烷烃多，抗爆性较强；反之，含的异构烷烃少，抗爆性较弱。柴油中含正构烷烃多，燃烧性能好，发动机工作平稳；但若含量过多，会使柴油的凝点增高、低温流动性变差。

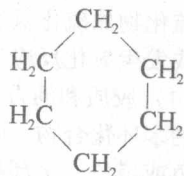
2. 环烷烃

环烷烃是闭链的饱和烃，环烷烃的分子通式是 C_nH_{2n} 。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

环戊烷 C_5H_{10} 结构式：



环己烷 C_6H_{12} 的结构式：

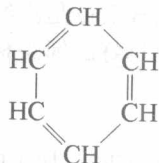


环烷烃的物理化学性质与烷烃近似，一般条件下性质稳定，不易氧化变质。其主要特点是凝点低，润滑性好，因此是燃料和润滑油的理想成分。汽油中环烷烃的抗爆性比正构烷烃好，仅次于异构烷烃和芳香烃；在柴油中环烷烃燃烧性能较正构烷烃差；少环长侧链的环烷烃是润滑油的理想成分。

3. 芳香烃

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

苯 C_6H_6 结构式：

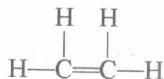


芳香烃化学性质较为稳定，不易氧化。其抗爆性好、辛烷值高，是汽油的良好组分。但因苯有毒、难于自燃、十六烷值低，因此在汽油中的含量应予以控制，是柴油的不良组分。

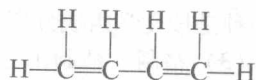
4. 烯烃

烯烃分子结构和烷烃相似，但烯烃碳原子中带有双键。一个双键的称为烯烃，两个双键的则称为二烯烃。烯烃的分子通式为 C_nH_{2n} 或 C_nH_{2n-2} 等。例如

乙烯 C_2H_4 结构式：



丁二烯 C_4H_6 结构式：



烯烃是不饱和烃，常温下性质不稳定，易氧化成胶质和有机酸，不是燃料的理想成分。石油产品中所含的不饱和烃，主要是在裂化加工过程中一些烷烃、环烷烃分解而成，可通过精制方法将其去除。

5. 石油产品中的非烃化合物

石油产品中还含有一些非烃化合物，在石油的炼制过程中，多数精制过程都是为了去除非烃化合物。他们对石油产品的使用性能和石油加工都有很大的影响，非烃化合物主要包括含氧化合物、含氮化合物、含硫化合物及胶质、沥青质等。石油产品中的非烃化合物主要是胶质和沥青质，其含量在石油中占 10% ~ 40%。

(1) 含氧化合物 石油中的含氧化合物包括酸性氧化物和中性氧化物。酸性氧化物中环烷酸占 90%，环烷酸是属于不溶于水的有机酸，对金属有腐蚀作用。在水存在的条件下，可与多种金属直接反应生成相应环烷酸盐，环烷酸盐对油的氧化起催化作用，在石油中可用碱洗法除去。

(2) 含氮化合物 石油中氮化物含量极少，含氮化合物性质很不稳定，易氧化叠合生

成胶质,使油品颜色变深、质量下降,并加速油品胶质的生成,影响油料的储存。含氮化合物还可使酸性催化剂中毒。燃料中若有较高的含氮量,燃烧时就会产生难闻的臭味。

(3) 含硫化合物 包括硫化氢、硫醇、硫醚、二硫化物、环硫醚、噻吩及其衍生物等。活性硫化物如硫化氢、硫醇等能直接腐蚀金属;而非活性硫化物如硫醚、噻吩等受热时,会分解或发生氧化反应生成硫酸、硫醇或硫化氢,形成对金属的间接腐蚀。

(4) 胶质和沥青质 石油中的胶质和沥青质是由多种元素(碳、氢、硫、氧、氮等)组成的多环化合物。胶质是树脂状黏稠物质,呈现深黄色或棕色;沥青质是非晶固体,呈现深褐色或黑色,全部集中在渣油中。胶质和沥青质可使石油的颜色变深,氧化安定性下降,黏温性变差,燃烧后形成积炭。

三、石油的馏分构成

石油中各种碳氢化合物都有不同的沸点,因此随着对石油逐步加热,不同的温度使不同沸点的成分蒸发出来。这些蒸发出来的成分,通常称为馏分。将某一温度范围内蒸发出来的成分积聚后再分离出来,就可以得到不同成分含量的石油产品。在低温范围内蒸发出来的称为轻馏分;在高温范围蒸发出来的称为重馏分。石油中的轻馏分是汽油,中馏分是柴油,重馏分是润滑油的原料,重油蒸发剩下的称为沥青,沥青是良好的铺路材料。

四、石油的提炼

组分不同的石油,其加工方法有差别,产品的性能也不同,加工时应当做到物尽其用。根据各炼油厂主要产品的不同,炼油厂可分为三种类型,即燃料型、燃料-润滑油型与燃料-化工型。以下仅介绍燃料-润滑油型炼油厂石油炼制的工艺和基本流程。

1. 石油炼制工艺

(1) 转化 转化工艺有两种。一种是将化学结构转化,如催化重整和异构化;另一种是将化学结构和沸点范围同时转化,如烷基化、热裂化、催化裂化和加氢裂化等。

(2) 分离 分离工艺有两种。一种是按沸点不同的范围来分离,即常压、减压蒸馏;另一种是按化学组成分离,如溶剂或分子筛脱蜡等。

(3) 精制 精制工艺也有两种。一种是净化除去硫、氧和氮的化合物,如电化学等;另一种是稳定,将不饱和烃转化为饱和烃,如加氢精制等。

2. 石油炼制的基本流程

以生产燃料和润滑油为目的的炼油厂里,通常是先将原油进行常压、减压蒸馏,依次分离为汽油、煤油、柴油、重柴油,以及轻质、中质和重质润滑油等各种沸点不同的馏分,上述过程属于物理过程,原油中的烃类化合物在结构上没有发生变化,称为一次加工。以一次加工得到的各种馏分为原料,按产品质量的要求,分别进行加工,可生产不同品种、规格的燃料和润滑油等石油产品。在加工过程中有化学反应发生且原料中的烃类化合物在结构上也发生变化,称为二次加工。石油炼制过程中属于一次加工工艺的主要是常压与减压蒸馏;属于二次加工中的转化工艺的主要有热裂化、催化裂化、加氢裂化、延迟焦化、催化重整与烷基化;属于二次加工中精制工艺的主要有酸碱精制、溶剂精制、加氢精制、润滑油加氢处理、白土补充精制、丙烷脱沥青、脱蜡等。

五、我国的主要石油产品

目前以原油为原料,我国已能制成 2 500 多种性能相异的不同石油产品,以及 3 000 多

种石油化学品。石油产品虽多,但可分成以下七大类:气体类产品、燃料类产品(F)、润滑油脂(L)、柏油类产品(B)、溶剂类产品(S)、石油化学品及其他产品。



石油炼制的基本方法

1. 常压蒸馏(直馏)

根据组成原油的各类烃分子沸点的不同,在常压下利用加热、蒸发、冷凝等工艺过程,直接将原油分馏出汽油、煤油、柴油、重油等馏分。常压蒸馏是制取轻质燃料的基本方法。一般 $35^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 的馏分为直馏汽油馏分; $75^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 的馏分为煤油馏分; $200^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ 的馏分为柴油馏分; 350°C 以上的馏分为润滑油或裂化原料。直馏馏分主要是由烷烃与环烷烃组成,一般不含饱和烃,所以直馏产品性质稳定,不易氧化变质,易于长期储存,但抗爆性较差。

2. 减压蒸馏

减压蒸馏是利用降低压力可以降低液体沸点的原理,将常压渣油在减压塔内进行分馏。减压可以制得各种润滑油馏分及部分燃料油。但用这种方法制得的润滑油组分还含有非理想组分,因此还需要进行精制。

3. 石油的精制

通过常压、减压蒸馏而得到的汽油、煤油、柴油和各种润滑油馏分,仍是半成品,含有硫化物、氧化物、胶状物及不饱和烃等非理想成分,不能直接使用。须经精制加工给予除去。精制的方法有酸碱精制、溶剂精制、加氢精制、白土精制、脱蜡等。

4 加氢裂化

在高温、高压、有催化剂和氢气存在的条件下,使原料油受热后通过裂化反应转化为轻质油的加工工艺,称之为加氢裂化。加氢裂化既有催化裂化反应,又有烃类的加氢反应,由于加氢反应,可使不饱和烃变为饱和烃,并使非烃类化合物也发生反应。因此,加氢裂化产品稳定性好,腐蚀性小。加氢裂化可以获得各种高品质的油品。如高辛烷值的汽油、低冰点的航空煤油、低凝点的柴油、黏温性好的润滑油等。此外,加氢裂化还具有原料范围广(从直馏重柴油到减压渣油等均可使用),生产灵活性大(汽油与柴油产率可依需要调整),产率高(以生产汽油为主时,汽油产率可达75%;以生产柴油为主时,柴油产率可达85%)等特点。但由于加氢裂化是在高压条件下操作,生产的条件要求较苛刻,投资大,故目前未能像催化裂化那样得到普遍应用。

5. 催化裂化

在催化剂的作用下使烃分子热裂化的过程称之为催化裂化。原料油是在合成硅酸铝催化剂的作用下,使大分子烃热裂化变成小分子烃,同时还使其分子结构改变,使不饱和烃大大减少,异构烷烃和芳香烃增加。催化裂化通常以重质馏分(如减压馏分、焦化柴油及蜡油等)为原料,也有用预先脱沥青的常压重油为原料的。催化裂化的产品主要有石油气、汽油与轻柴油。催化裂化的汽油产率高,约为46%~60%,不饱和烃含量少,异构烷烃与芳香烃含量高,故化学安定性好,辛烷值高,抗爆性好,可用作航空汽油与高辛烷值汽油的基本组分。催化裂化的柴油产率为20%~40%,但因含正构烷少,发火性较差。催化裂化是目前二次加工工艺中采用最为普遍的一种。

6. 催化重整

在有催化剂作用的条件下,对汽油馏分中的烃分子结构进行重新排列使其形成新分子结构的过程,叫做催化重整。将汽油馏分进行催化重整,可以得到高辛烷值的汽油、轻芳香烃和氢气三大产品。催化重整的原料油是直馏、裂化和焦化汽油馏分。

7. 燃料、润滑油的调和

现在市场上销售的商品燃料,都是将几种不同加工方法所得的燃料馏分进行调和后制成的产品。同时还有在燃料中加入各种添加剂,如抗爆剂、抗凝剂、防胶剂、防锈剂等,以满足现代汽车发动机的要求。这一工艺过程就是燃料调和过程。

经过精制方法所得到的润滑油馏分是调和商品润滑油的基础油,它不能直接作为润滑油产品,通常还需要按照产品油的性能要求,将不同黏度或不同加工方法所得到的基础油互相混合,并加入一定量用以提高润滑油各种使用性能的添加剂,如清净分散剂、抗氧化剂、抗腐剂、抗磨剂、抗泡沫剂、黏度指数改进剂等。这一工艺过程就是润滑油调和过程。

第二节 汽 油

汽油是点燃式发动机(即汽油发动机)的专用燃料,它是从石油中提炼而来的由碳、氢元素组成的烃类化合物。汽油是一种密度小而易于蒸发的液体燃料,自燃点高($510^{\circ}\text{C} \sim 530^{\circ}\text{C}$)。汽油的外观一般为水白色透明液体,密度一般在 $0.71 \sim 0.75 \text{ g/cm}^3$ 之间,有特殊的汽油芳香味。汽油发动机使用的是车用汽油,汽油分为航空汽油、工业汽油和车用汽油三种。

一、车用汽油的性能指标

1. 蒸发性能

汽油的蒸发性是指汽油由液体转化为气体状态的性能。

汽油发动机在工作时,汽油先由液体汽化,并与一定比例的空气混合成为可燃混合气后,才能在汽缸内燃烧。汽油的蒸发性越好,就越容易汽化,与空气混合越均匀,燃烧速度越快,燃烧越彻底,能保证发动机迅速启动、加速和正常运转;反之,蒸发性越差,就越不能完全燃烧,造成油耗增加,功率下降,同时未燃尽的油滴还附在汽缸壁上破坏润滑油膜,加剧磨损。但是汽油的蒸发性也不宜太好,否则易使汽油在储存、运输中大量蒸发消耗,并且也容易使汽油机在高原或夏季工作时油路产生“气阻”现象。因此,汽油应具有适宜的蒸发性能。

评定汽油蒸发性能的指标有两个:馏程和饱和蒸汽压。

(1) 馏程 将 100 ml 汽油倒入蒸馏烧瓶中,按规定的测定步骤和装置进行加热蒸馏时,流出第一滴汽油时的温度称为初馏点;馏出 10 mL、50 mL、90 mL 时的温度分别称为 10%、50%、90% 馏出温度;蒸馏完毕时的温度称为终馏点或干点。从初馏点到终馏点的温度范围,称为馏程。

● 初馏点和 10% 馏出温度——表示汽油中轻质馏分的含量。这两个温度关系到冬季发动机的启动性能和夏季是否会发生气阻。此两个温度低表明汽油中所含的轻质馏分多,蒸发

性好,发动机在低温易启动;但若过低,则在夏季或高原地区易产生气阻。一般车用汽油的初馏点约为 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$,10%馏出温度则以 $60^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ 为宜。10%馏出温度与汽油机可能启动的最低气温见表1-1。

表1-1 汽油机可能启动的最低气温和10%馏出温度

可能启动气温/ $^{\circ}\text{C}$	-29	-18	-7	-5	0	5	10	15	20
10%馏出温度/ $^{\circ}\text{C}$	36	53	71	88	98	107	115	122	128

•50%馏出温度——表示汽油的平均蒸发性。该温度低,对发动机启动后的预热时间、加速性能和工作的稳定性有利。国家标准要求该温度不高于 120°C 。

•90%馏出温度和终馏点——表示汽油中重质馏分的含量。90%馏出温度和终馏点愈高汽油的质量愈差。若汽油中的重质馏分多,蒸发性差,会使汽油燃烧不完全,耗油大,同时残留的重质馏分还会冲刷汽缸壁上的润滑油膜,加剧机件磨损。国家标准要求汽油的90%馏出温度不高于 190°C ,终馏点不高于 205°C 。

另外,汽油蒸发后仍有的少量不蒸发物称为残留物。它们会堵塞化油器或喷油器等,从而影响到发动机的正常工作。因此应严格将汽油的残留量控制在2%(V/V)以下。

(2) 饱和蒸汽压 它是表示汽油蒸发性的另一个指标。饱和蒸汽压又称蒸气压,是在一定的温度下与同种物质液态处于平衡状态时的蒸汽对容器壁产生的压强。主要用于判断汽油发生气阻现象的倾向和汽油在储存、运输过程中蒸发损耗的倾向。汽油的蒸气压越高,蒸发性越好,发动机就容易启动,但产生气阻的倾向和蒸发损失也越多。蒸汽压的大小与大气温度及压力有关,温度高、压力低,蒸汽压就高。汽油不产生气阻的最大饱和蒸汽压与气温的关系见表1-2。

表1-2 汽油不产生气阻的最大饱和蒸汽压与气温的关系

气温/ $^{\circ}\text{C}$	10	16	22	28	33	38	44	49
最大饱和蒸汽压/kPa	93.3	84.0	76.0	69.3	56.0	48.7	41.3	36.7

2. 抗爆性能

抗爆性是指汽油在发动机中燃烧时抵抗爆燃的能力。

混合气在汽缸内燃烧时,当过氧化物积聚到一定量后,在高温高压条件下不等正常火焰前沿到达混合气就自行爆炸性燃烧,引起局部区域压力过高,产生气体冲击波,撞击汽缸壁和活塞,发出尖锐的敲击声,这种现象成为爆震燃烧,简称爆震。爆震燃烧会使发动机过热,功率下降,甚至造成活塞、活塞环、气门等机件损坏。产生爆震的主要因素有燃料的质量、发动机的压缩比以及燃烧室的结构形状等。

辛烷值是表示汽油在汽油机中燃烧时的抗爆性指标。汽油辛烷值越大,表示汽油的抗爆性越好。辛烷值是指在标准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比表示的一个数值。辛烷值的常用测定方法有研究法(RON)和马达法(MON)两种。

(1) 国家标准 GB/T 5487—1995《汽油辛烷值测定(研究法)》 研究法辛烷值是指以较低的混合气温度(一般不加热)和较低的发动机转速(一般不超过 600 r/min)的中等苛刻条件为其特征的试验中,标准发动机测得的辛烷值。测定时按 GB/T 5487—1995 规定进

行。先选定两种标准液：一种是异辛烷，其抗爆性相当好，规定其辛烷值为 100；另一种是正庚烷，其抗爆性相当差，规定其辛烷值为零。这两种标准燃料以不同的体积比混合起来，可得到各种不同的抗爆性等级的参比用标准燃料。再把待测燃料加到标准的试验用可变压缩比单缸发动机中，通过改变汽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，在发动机相同的工作条件下选择辛烷值接近的标准燃料与之进行对比试验，当某种标准燃料与进行对比试验的待测燃料相同时，该标准燃料中的异辛烷的体积百分比即为待测燃料的辛烷值。

(2) 国家标准 GB/T 503—1996《汽油辛烷值测定（马达法）》 马达法辛烷值是指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试验中，标准发动机测得的辛烷值。其测定的方法与研究法基本相同。



同一种汽油用研究法测出的辛烷值比马达法测出的辛烷值要高 6~10 个单位。这一差值叫汽油的灵敏度，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，汽油的灵敏度越小越好。

(3) 我国抗爆性能研究 研究法辛烷值表示汽油机在轻负荷条件下低速运行时的抗爆性，而马达法辛烷值表示汽油机在重负荷条件下高速运转的抗爆能力，但它们都不能全面反映车辆运行中燃烧的抗爆性能。因此，我国增加了一个新的抗爆性指标——抗爆指数 AKI，它是同种汽油研究法和马达法辛烷值的平均数。抗爆指数表示在一般条件下汽油的平均抗爆性能。

$$\text{抗爆指数 AKI} = \frac{\text{研究法辛烷值 (RON)} + \text{马达法辛烷值 (MON)}}{2}$$

我国以前一直用马达法辛烷值来划分车用汽油的牌号，而现在则用研究法辛烷值表示汽油的牌号。美国用抗爆指数 AKI 作为抗爆性的评定指标，大部分国家和地区，如日本、欧盟等都采用研究法辛烷值作为汽油抗爆性的评定指标。

(4) 提高辛烷值途径 由于汽油的抗爆性对发动机的影响很大，所以必须提高汽油的辛烷值。以前采用在汽油中加入四乙基铅抗爆剂来提高汽油的辛烷值，但由于铅对人体有害，并能使三元催化器中毒，同时燃烧后还污染环境，因此已被禁止使用，由无铅汽油替代。目前提高汽油的辛烷值主要的途径有以下两种。

- 用先进的汽油炼制工艺。如催化裂化、加氢裂化和催化重整等。
- 汽油中加入辛烷值改善组分。如汽油加入甲基叔丁基醚后，具有提高辛烷值、降低油耗、改善发动机的加速性和低温启动性、降低有害物的排放等优点，且成本不高，所以是目前应用较广的一种方法。

3. 氧化安定性能

汽油的氧化安定性能是指汽油在储存和使用过程中抵抗氧化生胶的能力。

由于汽油在储存和运输过程中受到空气中氧气以及光线和温度的影响，氧化安定性差的汽油易发生氧化反应，生成酸性物质和胶质物，使汽油的颜色变深、酸性增加、辛烷值降低，易造成燃料供给系统堵塞，积炭量增加，气门关闭不严，气缸散热不良和引起爆震燃烧等。因此，汽油应具有良好的氧化安定性。

评定汽油氧化安定性的主要指标包括实际胶质和诱导期。

(1) 实际胶质 指在规定条件下测得燃料蒸发残留物。国家标准中规定汽油的实际胶质不大于 $5 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 。实际胶质用以判断汽油生成胶质量的多少,从而决定是否可以使用。

(2) 诱导期 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,其单位为 min 。国家标准中规定汽油的诱导期不小于 480 min 。汽油的诱导期越长,越不易氧化,安定性越好,生成胶质的倾向越小,越适宜长期储存。

4. 清洁性能

汽油的清洁性是指汽油在生产、运输、储存和使用过程中不应混入炼制工艺以外的杂质以提高汽油的清洁度。因此,汽油在运输、储存、罐装和使用过程中应做好防护措施,防止灰尘、水分和机械杂质等混入油中,从而减少汽油对发动机的损害。

5. 腐蚀性能

汽油中的各种烃本身是没有腐蚀性的,倘若汽油中含有硫及硫化物、有机酸和水溶性酸或碱、水等物质,就会腐蚀发动机机件。因此,汽油中应严格控制这些有害物质的含量,以降低汽油在使用、储存与运输过程中对金属的腐蚀,减少燃烧后对金属的腐蚀以及对环境的污染。

二、车用汽油的规格、牌号及选用

1. 汽油的规格、牌号

采用研究法辛烷值划分汽油可分为含铅汽油和无铅汽油两类,车用含铅汽油根据国家标准 GB 484—1993 规定,划分为 90 号、93 号、97 号三个牌号。从 2000 年 1 月 1 日起,我国所有汽油生产企业一律停止生产车用含铅汽油,2000 年 7 月 1 日,全国实现汽油无铅化,我国现在使用的车用汽油都是无铅汽油。车用汽油根据国家标准 GB 17930—2006《车用汽油》(表 1-3、表 1-4) 规定,划分为 90 号、93 号和 97 号三个牌号。在国家质量监督检验检疫总局发布的 GB 17930—2006《车用汽油》中做了修改,新标准更加关注环保问题,倡导在全国范围内使用高标准清洁汽油。高标准清洁汽油产品硫含量低、烯烃含量低、不含铅、辛烷值高、稳定性好、抗爆以及蒸发性能好,可以减少喷嘴以及汽缸的积炭和臭氧的生成,有利于排放和三元催化转化器长期稳定工作。

表 1-3 车用汽油(Ⅱ)的技术要求和试验方法

项 目	质量指标			试验方法
	90	93	97	
抗爆性:				
研究法辛烷值 (RON) 不小于	90	93	97	GB/T 5487
抗爆指数 $(\text{RON} + \text{MON})/2$ 不小于	85	88	报告	GB/T 503、GB/T 5487
铅含量 ^a /(g/L) 不大于	0.005			GB/T 8020
馏程:				GB/T 6536
10% 蒸发温度/℃ 不高于	70			

项 目	质量指标			试验方法
	90	93	97	
50% 蒸发温度/℃	不高于	120		
90% 蒸发温度/℃	不高于	190		
终馏点/℃	不高于	205		
残留量/% (体积分数)	不大于	2		
蒸汽压/kPa				GB/T 8017
11月1日至4月30日	不大于	88		
5月1日至10月31日	不大于	74		
实际胶质/(mg/100 mL)	不大于	5		GB/T 8019
诱导期/min	不小于	480		GB/T 8018
硫含量 ^b /% (质量分数)	不大于	0.05		GB/T 380、GB/T 11140、GB/T 17040、SH/T 0253、SH/T 0689、SH/T 0742
硫醇 (需满足下列要求之一):				
博士试验		通过		SH/T 0174
硫醇硫含量/% (质量分数)	不大于	0.001		GB/T 1792
铜片腐蚀 (50℃, 3h)/级	不大于	1		GB/T 5096
水溶性酸或碱		无		GB/T 259
机械杂质及水分		无		目测 ^c
苯含量 ^d /% (体积分数)	不大于	2.5		SH/T 0693、SH/T 0713
芳烃含量 ^e /% (体积分数)	不大于	40		GB/T 11132、SH/T 0741
烯烃含量 ^e /% (体积分数)	不大于	35		GB/T 11132、SH/T 0741
氧含量/% (质量分数)	不大于	2.7		SH/T 0663
甲醇含量 ^a /% (质量分数)	不大于	0.3		SH/T 0663
锰含量 ^f /(g/L)	不大于	0.018		SH/T 0711
铁含量 ^a /(g/L)	不大于	0.01		SH/T 0712
注: ^a 车用汽油中, 不得人为加入甲醇以及含铅或含铁的添加剂。 ^b 在有异议时, 以 GB/T 380 方法测定结果为准。 ^c 将试样注入 100 mL, 玻璃量筒中观察, 应当透明, 没有悬浮和沉降的机械杂质和水分。在有异议时, 以 GB/T 511 和 GB/T 260 方法测定结果为准。 ^d 在有异议时, 以 SH/T 0713 方法测定结果为准。 ^e 对于 97 号车用汽油, 在烯烃、芳烃总含量控制不变的前提下, 可允许芳烃的最大值为 42% (体积分数)。在含量测定有异议时, 以 GB/T 11132 方法测定结果为准。 ^f 锰含量是指汽油中以甲基环戊二烯三碳基锰形式存在的总锰含量, 不得加入其他类型的含锰添加剂。				