

 职业教育汽车类专业“互联网+”新生态创新示范教材

# 汽车运行材料

QICHE YUNXING CAILIAO

主 编 盛 姣 刘 星  
副主编 张 俊 刘 刚 丁丽娟  
编 写 程海波 顾晨逸 曾华娟  
王 亮 顾 胤 赵清泉  
主 审 郑军武



互联网+新生态教材



 江苏凤凰教育出版社  凤凰职教

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

汽车运行材料 / 盛姣, 刘星主编. —南京: 江苏凤凰教育出版社, 2019.8 (2022.1 重印)

ISBN 978-7-5499-8172-4

I. ①汽… II. ①盛… ②刘… III. ①汽车—运行材料—高等职业教育—教材 IV. ①U473

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 142533 号

## 书 名 汽车运行材料

---

主 编 盛 姣 刘 星  
责任编辑 汪立亮  
出版发行 江苏凤凰教育出版社  
地 址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009  
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司  
网 址 <http://www.fhmooc.com>  
照 排 江苏凤凰制版有限公司  
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司  
厂 址 北京市经济技术开发区经海三路18号, 邮编: 100176  
电 话 010-52249888  
开 本 889 毫米 × 1 194 毫米 1/16  
印 张 11.5  
版次印次 2019年8月第1版 2022年1月第3次印刷  
标准书号 ISBN 978-7-5499-8172-4  
定 价 48.80元  
批发电话 025-83658831  
盗版举报 025-83658873

---

图书若有印装错误可向江苏凤凰职业教育图书有限公司调换  
提供盗版线索者给予重奖

# 出版说明

面对新时代中国特色社会主义建设的宏伟蓝图，我国社会主要矛盾已经转化为人们日益增长的美好生活需要与发展不平衡、不充分之间的矛盾，这就需要有更高水平、更高质量、更高效益的发展，实现更加平衡、更加充分的发展，才能全面建成社会主义现代化强国。职业教育的发展必须服从服务于国家发展战略，以不断满足人们对美好生活需要为追求目标，全面贯彻党的教育方针，全面深化教育改革，全面实施素质教育，全面落实立德树人根本任务，充分发挥职业教育的优势，建立和完善职业教育课程体系，健全德能并修、工学结合的育人机制，着力培养学生的工匠精神、职业道德、职业技能和就业创业能力，创新教育方法和人才培养模式，完善人才培养质量监控评价制度，不断提升人才培养质量和水平，为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

教材建设是人才培养工作的重要载体，也是深化教育教学改革、提高教学质量的重要基础。教材编写应遵循教材建设规律和职业教育教学规律、技术技能人才成长规律，紧扣产业升级和数字化改造，满足技术技能人才需求变化，依据职业教育国家教学标准体系，对接职业标准和岗位（群）能力要求。目前，职业教育教材建设规划性不足、系统性不强、特色不明显等问题一直制约着内涵发展、创新发展和特色发展的空间。因此，我们紧密结合职业教育发展新形势，主动适应职业教育改革创新的需要，组织了一批具有先进教学思想和学术造诣较高的专业骨干教师，编写了本套教材。

本套教材在编写过程中，注重教材内容安排，符合学生认知特点，逻辑严谨，梯度明晰，严格对接职业标准和岗位能力要求；以典型工作任务为载

体，反映人才培养模式改革方向，将知识、能力和正确价值观的培养有机结合，有效激发学生学习和创新潜能。本套教材具有以下特点：

（1）坚持立德树人。本套教材以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，弘扬工匠精神，将工匠精神、爱国情怀等融入到教学全过程，力求培养更多高素质技能人才、能工巧匠、大国工匠，为全面建设社会主义现代化国家、实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强有力的人才支撑。

（2）将课程内容与职业标准对接。本套教材将职业标准融入到了教材内容中，根据职业资格考试和岗位要求，选择了与行业和职业需求接轨的教学内容。

（3）将教学过程与生产过程对接。本套教材理论上遵循适度、必需、够用的原则，将工作情境搬进课堂，强化工学结合。

（4）多样的呈现形式。根据目前职业院校学生特点，本套教材采用了全彩印刷，版式设计灵活，形式新颖，便于教师教学和学生使用。

（5）超强的编写团队。校园名师与行业专家强强联合，校企结合的编写模式保证了本套教材的前沿性和适用性。

（6）丰富的课程资源。本套教材配备了二维码、PPT、电子教案等多种资源，构建 O2O 立体化课程资源。

总的来说，本套教材较好地吸收了职业教育最新理论和实践研究成果，符合职业教育人才培养目标定位要求。教材内容深入浅出，难易适中，突出专业实践技能经验积累培养，重视启发学生思维和培养学生运用知识的能力。教材条理清楚，层次分明，结构严谨，图表美观、文字规范，是一套专门针对职业教育人才培养的教材。

编委会



# 前言

## preface

随着我国汽车工业的高速发展和社会汽车保有量的与日俱增，尤其是汽车进入家庭后，车辆运行材料越来越受到人们关注。随着近年来国内外汽车运行材料技术的迅猛发展和相关标准的不断修订，为此我们组织力量精心编写了本教材。通过学习本教材让学生了解汽车运行材料的使用性能，掌握正确选用汽车运行材料的方法，熟悉检测、更换汽车运行材料设备的使用。

本教材较好地吸收了职业教育最新理论和实践研究成果，符合职业教育人才培养目标定位要求。教材内容深入浅出，难易适中，突出专业实践技能经验积累培养，重视启发学生思维和培养学生运用知识的能力。教材条理清楚，层次分明，结构严谨，图表美观、文字规范，是一套专门针对职业教育人才培养的教材。

本书可作为职业教育汽车相关专业教材，也可作为汽车专业岗位培训教材。

与其他同类教材相比具有以下鲜明特色：

1. 编写理念先进：以就业为导向，以学生为主体，注重职业核心能力的培养，注重做中学、做中教，教学做合一，理实一体。

2. 教学内容超前：按照岗位要求、课程目标选择教学内容，体现“四新”、必须和够用。将国内外新知识、新技术引入教材，以体现内容上的先进性和前瞻性。

3. 教材结构合理：按照职业领域工作过程的逻辑确定教学单元；以项目、主题、任务、知识链接、知识拓展、项目测评等为载体组织教学单元，体现模块化、系列化。

4. 呈现形式多样：全彩印刷装帧精美，版式设计活泼新颖，实物图片清晰美观；二维码、精彩纷呈；图文声像并茂，直观鲜明，立体化呈现。

5. 编写队伍超强：编写人员构成合理，行业企业深度参与；编写团队汇聚职教汽车专业名校名师、全国大赛金牌教练、行业知名职教专家。

6. 课程资源丰富：以课程开发为理念，运用互联网+形式，通过二维码嵌入高清微视频、微课；开发多媒体 PPT、电子教案，与纸质教材无缝对接。

本教材基于企业典型工作任务设置了 11 个项目，全面系统地阐述了汽车行业相关人员从业所需掌握的，有关汽车运行材料的基础知识和基本技能。本书重点阐述和讲授了车用汽油、车用柴油、发动机润滑油、车用齿轮油、车用传动油、车用润滑脂、汽车制动液、车用发动机冷却液、汽车轮胎等汽车运行材料的使用性能指标、规格型号和正确选择、使用等实用知识，对车用替代燃料、车用特种工作液等内容也作了充分的介绍。

为方便教学，本教材配有课程说明，并配套教学视频、教学课件和教学设计参考。

本教材由盛姣、刘星担任主编；张俊、刘刚、丁丽娟担任副主编；程海波、顾晨逸，曾华娟，王亮，顾胤及赵清泉等资深企业专家，参与了本教材的编写。全书最后由郑军武副教授主审，并提出了宝贵意见。

由于编者水平有限，时间仓促，教材中难免有不妥和谬误之处，恳请广大读者批评指正。



汽车运行材料课程说明



# 目录

## 项目一

### 车用汽油

001

- 任务一 汽油使用性能 ..... 001
- 任务二 车用汽油标准与选用 ..... 006

## 项目二

### 车用柴油

017

- 任务一 柴油使用性能 ..... 017
- 任务二 车用柴油的标准及选用 ..... 026

## 项目三

### 车用替代燃料

032

- 任务一 醇类燃料 ..... 032
- 任务二 天然气 ..... 038
- 任务三 氢气 ..... 044
- 任务四 车用生物柴油 ..... 048
- 任务五 其他替代燃料 ..... 051

## 项目四

### 发动机润滑油

056

- 任务一 发动机润滑油认知 ..... 056
- 任务二 发动机润滑油的分类与规格 ..... 064
- 任务三 发动机润滑油的选用 ..... 071

## 项目五

### 车用齿轮油

086

- 任务一 车用齿轮油的使用性能及分类 ..... 086
- 任务二 车用齿轮油的选用与更换 ..... 090

## 项目六

### 液力传动油

096

- 任务一 液力传动油的特性与功能 ..... 096
- 任务二 液力传动油的分类及选用 ..... 099

## 项目七

### 车用润滑脂

111

- 任务一 润滑脂认知 ..... 111
- 任务二 车用润滑脂的特点和选用 ..... 115

## 项目八

### 汽车制动液

124

- 任务 汽车制动液正确选用 ..... 124

## 项目九

### 车用发动机冷却液

137

- 任务一 车用发动机冷却液的认识 ..... 137
- 任务二 车用发动机冷却液的合理使用 ..... 141

## 项目十

### 车用特种工作液

147

- 任务一 空调制冷剂 ..... 147
- 任务二 冷冻机油 ..... 150
- 任务三 风窗玻璃清洗液 ..... 152
- 任务四 铅酸蓄电池电解液 ..... 154

## 项目十一

### 汽车轮胎

159

- 任务一 汽车轮胎认识 ..... 159
- 任务二 汽车轮胎的合理使用 ..... 167



# 项目一

## 车用汽油

### 项目导入

一位车主开着自己的汽车，到一家私营加油站加油（图 1-1），加满 95 号汽油之后缴费离开。但是刚驶出加油站约 500 米，车辆突然抖动，然后很快熄火。这是什么原因造成的？请问怎样合理选用汽油？



图 1-1 加油站

### 任务一 汽油使用性能



#### 任务目标

##### 知识目标：

1. 了解汽油各项使用性能。
2. 了解汽油使用性能的评价指标。

##### 能力目标：

1. 熟悉影响汽油质量的因素。
2. 能正确评价汽油的使用性能。

参考学时：2 学时。



#### 任务描述

汽油作为大部分汽车的动力源泉，一直受到广大汽车用户的关注。在使用中，汽油质量的好坏是用户最为关心的问题之一。汽油质量的好坏与什么因素有关？平时加油时应该注意些什么？如何评价汽油的使用性能？



图 1-2 汽油的使用



汽油的燃烧



图 1-3 汽油的颜色



汽油的作用

目前全球汽车的主要能源依旧是汽油，汽油在人们的日常生活和工业生产中的作用暂时还无法彻底替代。车用汽油一般是通过石油提炼加工而来，主要成分是烃类化合物。

车用汽油是浅黄色透明液体（图 1-3），它的密度小，为  $0.70 \sim 0.78 \text{ g/cm}^3$ ，在正常大气环境中易于挥发，自燃点为  $415 \sim 530^\circ\text{C}$ 。车用汽油的炼制方法有直馏法、热裂化法、催化裂化法等。利用催化裂化法可以从石油中获得更多的优质车用汽油。

车用汽油作为汽油机的主要燃料（图 1-4），应满足汽油机的工作需求，即在短时间内由液体状态蒸发成气体状态，并与空气均匀混合，形成良好的可燃混合气，平稳、快速地燃烧，完成对外做功。同时，不允许出现供油系统气阻、爆燃、腐蚀发动机机件等影响发动机性能的现象。

车用汽油这种满足汽油机工作需求并保证汽油机正常发挥其性能的能力，称为车用汽油的使用性能。

汽油发动机对车用汽油的使用性能要求较为严格（图 1-5），尤其是采用电控燃油喷射系统、三元催化转化器，并采用闭环控制的现代汽车，对车用汽油使用性能的要求更为严格和苛刻。为满足汽油机的工作要求，保证汽油机的顺利启动、平稳运转，充分发挥汽油机的动力性能，对车用汽油使用性能的主要要求有：适宜的蒸发性、良好的抗爆性、良好的氧化安定性、对车辆机件无腐蚀性、对环境的友好性（无害性）和汽油本身的清洁性等。

了解车用汽油使用性能及其评价指标，是正确合理选用车用汽油的基础和前提。如果选用不当，不仅会造成浪费，而且还会劣化汽油发动机的性能，缩短汽油发动机的使用寿命。

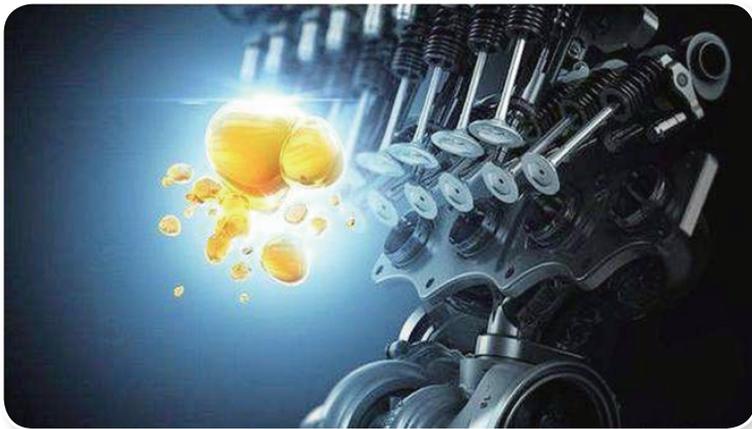


图 1-4 汽油是汽车的主要燃料

## 一、蒸发性

### （一）汽油为什么要有合理的蒸发性

汽油由液态转化为气态的性质，称为汽油的蒸发性。汽油在平时呈液态，而在发动机燃烧室内燃烧时，呈现气态。也就是说，汽油在燃烧前必须有蒸发过程。汽油的蒸发性好，容易汽化，与空气混合就均匀，可燃混合气的燃烧速度就快，且燃烧得也完全，所以发动机容易启动，加速及时，各工况间转换灵敏柔和，机械磨损减少，汽油消耗降低。汽油蒸发性不好，则混合气形成不良，低温时发动机启动困难，燃烧不完全，使发动机预热时间加长，油耗增加，碳氢化合物排放浓度增加，未蒸发的汽油冲刷发动机气缸油膜，流入曲轴箱后稀释发动机润滑油，加剧发动机润滑油变质，影响正常润滑。因此，要求汽油应具有良好的蒸发性。

汽油的蒸  
发性

但是,汽油的蒸发性过好也会出现许多问题:一是使汽油机供给系统容易产生气阻,即汽油蒸汽滞留于汽油机供给系中,阻碍汽油流动的现象。气阻会导致发动机不能正常工作或停机后不能起动;二是使汽油在保管和使用中的蒸发损失增加,增加汽油蒸汽的排放浓度;三是使电子控制汽油喷射发动机中的碳罐容易过载,且由于油路中气泡增多,影响喷油器流量的稳定,直接影响发动机的闭环控制进而影响发动机排放污染物的治理。

从不同角度对汽油蒸发性的要求是矛盾的,综合考虑的结果是要求汽油具有适当的蒸发性。为了保证在不同气温条件下对汽油蒸发性的不同要求,《世界燃料规范》把汽油的蒸发性分为A、B、C、D、E共5级,用户可根据不同季节和地区采用不同蒸发性的汽油。



图 1-5 汽油的使用

## (二) 汽油蒸发性的评定指标

汽油蒸发性的评定指标是馏程和饱和蒸汽压。

### 1. 馏程

用石油产品馏程测定仪对 100mL 油品蒸馏时,从初馏点到终馏点的温度范围和残留量,称为该油品的馏程。对于汽油,是以一定馏出量(百分比)的蒸发温度等表示馏程的,即用 10% 蒸发温度、50% 蒸发温度、90% 蒸发温度、终馏点和残留量来表示。

初馏点是对 100mL 汽油在规定条件下蒸馏时,流出第一滴汽油的气相温度。它是油的最低馏出温度,表示汽油中最轻组分的沸点;馏出 10mL、50mL、90mL 的温度分别称为 10% 蒸发温度、50% 蒸发温度、90% 蒸发温度;蒸馏结束时的温度称为终馏点。

对 100mL 汽油在规定条件下蒸馏时,在蒸馏瓶内所测得残留物质占试油的体积百分比,称为残留量。

### 2. 饱和蒸汽压

在规定的条件下,油品在要求的试验仪器中气液两相达到平衡时液面蒸汽所产生的最大压力,称为饱和蒸汽压。对于汽油,国内外均采用雷德饱和蒸汽压。汽油与其蒸汽的体积比为 1:4 以及在 38℃ 时所测得的汽油最大压力,称为雷德饱和蒸汽压。

汽油的饱和蒸汽压和馏程都是汽油蒸发性的评定指标。馏程是限制温度不高于某值,保证汽油具有良好的蒸发性,保证发动机正常工作;而饱和蒸汽压是限制压力不大于某值,防止汽油供给系统产生气阻和汽油蒸汽排放。

## 二、抗爆性

### (一) 汽油抗爆性概念

抗爆性是指汽油在汽油机内燃烧时不产生爆燃的性能。

汽油机在燃烧过程中,由于末端混合气完成焰前反应,在火焰锋面到达之前,引起自燃,并以极高速传播火焰,产生带爆炸性质的冲击压力波,发出尖锐的金属敲击声,这种现象叫作爆燃(或爆震),如图 1-6 所示。

爆燃的危害有:发动机功率下降;油耗增加;活塞、气缸垫、气门、火花塞、轴瓦等零件损坏,还会造成气缸的异常磨损。

爆燃对发动机会造成很大的伤害,所以要求汽油具有良好的抗爆性。为提高汽油的抗爆性,一是采用先进的炼制工艺,生产抗爆性好的基础油;二是添加抗爆剂。1921 年,美国的米奇利、凯特林和彼得发明在汽油中加四乙基铅( $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$ )可明显提高汽油的抗爆性,从而出现了含铅汽油。随着对汽车排放污染物日益严格的限制,车用汽油从含铅汽油发展到无铅汽油。使用含铅汽油,随发动机排气排放的铅微



92号与95号  
汽油的区别



如何鉴别汽油  
的品质

粒是对人体非常有害的污染物。另外,为了达到不断从严的汽车排放标准,汽车发动机必须安装三元催化转化器,并采用闭环控制保持严格的混合气空燃比,但铅会使三元催化转化器和氧传感器中毒,必须使用无铅汽油。无铅汽油不以四乙基铅为抗爆剂,而是添加抗爆性好的含氧化合物[甲基叔丁醚(MTBE)等],铅含量不可察觉或严格限制(我国无铅汽油目前铅含量不大于0.005g/L)。

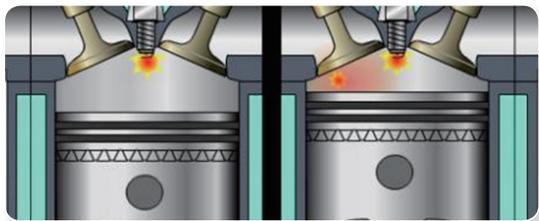


图 1-6 发动机爆燃(爆震)

## (二) 汽油抗爆性评定指标

### 1. 辛烷值

辛烷值是表示点燃式发动机燃料抗爆性的一个约定数。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,采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。

测定辛烷值的标准燃料,是用两种抗爆性相差悬殊的烷烃掺配而成的。一种是抗爆性良好的异辛烷(2,2,4-三甲基戊烷,  $C_8H_{18}$ ),规定其辛烷值为100;另一种是抗爆性极差的正庚烷( $C_7H_{16}$ ),规定其辛烷值为0。它们按不同比例掺和,便得到辛烷值从0~100之间各号标准燃料。辛烷值缩写为ON(Octane Number)。

按照试验条件,辛烷值分为马达法辛烷值和研究法辛烷值两种。测定辛烷值的试验条件不同,所得值也不一样。因此,引用辛烷值时应指明所采用的测定方法。

马达法辛烷值是在苛刻试验条件下所测得的辛烷值。例如,发动机转速较高,混合气温度较高,点火提前角较大等。马达法辛烷值缩写为MON(Motor Octane Number)。

研究法辛烷值是在缓和条件下所测得的辛烷值。例如,发动机转速较低,对混合气温度不限值,点火提前角较小等。研究法辛烷值缩写为RON(Research Octane Number)。

### 2. 抗爆指数

抗爆指数是汽油研究法辛烷值与马达法辛烷值之和的1/2,能够全面反映在车辆运行中汽油的抗爆性。

如果已知汽油的研究法辛烷值和抗爆指数,便可求出其马达法辛烷值。例如,89号汽油的研究法辛烷值为89,抗爆指数为84,则马达法辛烷值为79。

## (三) 汽油机的压缩比与汽油辛烷值的关系

研究表明,汽油发动机的压缩比与其热效率有如下关系

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{K-1}}$$

式中,  $\eta_t$ 为汽油发动机的热效率;  $\varepsilon$ 为汽油发动机的压缩比,  $K$ 为绝热指数。

从式中可以看出,汽油发动机的压缩比越大,其热效率越高,进而可提高汽油发动机的功率。也就是说,提高压缩比,可以显著提高汽油发动机的输出功率。提高压缩比也是现代汽油机的发展趋势之一。

但是,随着压缩比的提高,汽油发动机发生爆燃的倾向变大,燃烧过程会变得不稳定。为防止爆燃的出现,就要使用抗爆性好的汽油,即辛烷值高的汽油。现代汽车的高压缩比发动机都要求使用辛烷值高的汽油,即肇因于此。

## (四) 提高汽油辛烷值的措施

目前提高汽油辛烷值的方法主要有以下三种:

(1) 选择良好的原料和改进加工工艺,例如采用催化裂化、加氢裂化和催化重整等工艺,生产出高辛烷值的汽油。

(2) 向产品中调入抗爆性优良的高辛烷值成分,例如异辛烷、异丙苯、烷基苯醇类等。



图 1-7 汽油抗爆剂



汽油的辛  
烷值

(3) 加入抗爆剂, 如甲基叔丁醚 (MTBE)、巯基锰 (MMT) 等等, 见图 1-7。

### 三、氧化安定性

汽油的氧化安定性是指汽油在储存和使用过程中抵抗氧化生胶而保持自身性质不发生永久性变化的能力。汽油的氧化安定性是指热稳定性, 即防止生成高温沉积物的能力。

从喷油器、进气门到燃烧室, 汽油所处的温度越来越高, 汽油烃类的氧化深度也随温度升高而增加, 生成燃烧室沉积物和进气门沉积物等, 使化油器变脏, 使电喷发动机喷油器结胶堵塞, 使进气门粘着关闭不严等, 因此使电喷系统不能正常工作, 排气污染物浓度增加。

影响汽油氧化安定性的因素就汽油本身而言, 主要是汽油的烃组成和性质, 沉积物一般随烯烃含量、芳烃含量、胶质和 90% 蒸发温度的升高而增加。

汽油氧化安定性的评定指标一般是实际胶质和诱导期。

#### (一) 实际胶质

实际胶质是在规定的条件下, 对汽油进行快速蒸发后所测得的汽油蒸发残渣中的正庚烷不溶物, 以 mg/100mL 表示。

实际胶质能促进发动机沉积物的生成。

#### (二) 诱导期

诱导期是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, 以 min 表示。对于形成胶质过程是以吸氧的氧化反应为主的汽油来说, 诱导期可以代表其贮存安定性的相对数值。

#### (三) 提高汽油氧化安定性的措施

(1) 采用先进的炼制工艺。如催化重整和加氢精制等。主要作用是减少汽油中不饱和烃的含量和去除汽油中的非烃类组合。

(2) 向汽油产品中加入抗氧防胶剂, 达到提高汽油氧化安定性的要求。

(3) 向汽油中加金属钝化剂。这些金属钝化剂能够与具有氧化催化效应的可溶性金属化合物发生反应, 生成混合物, 从而使可溶性金属化合物失去氧化催化效应, 达到提高汽油氧化安定性的目的。

汽油的性能要求如图 1-8 所示。



图 1-8 汽油的性能要求

### 四、腐蚀性

汽油在运输、贮存和使用过程中, 不可避免地要与各种金属接触。如果汽油具有腐蚀作用, 就会腐蚀运输设备、贮油容器和发动机零部件, 因此要求汽油无腐蚀性。

如果汽油中有元素硫、活性或非活性硫化物、水溶性酸或碱等存在时, 就具有腐蚀性。

汽油腐蚀性的评定指标是硫含量、博士试验、硫醇硫含量、铜片腐蚀试验和水溶性酸或碱。

#### (一) 硫含量

硫含量是指存在于油品中的硫及其衍生物 (硫化氢、硫醇、二硫化物) 的含量, 以质量百分比表示。

汽油中含有的硫及其衍生物, 遇到水或水汽时, 会生成亚硫酸或硫酸等, 对发动机零件有强烈的腐蚀磨损作用。

#### (二) 水溶性酸或碱

水溶性酸或碱是存在于油品中可溶于水的酸性或碱性物质。主要是油品中存在的无机酸、低分子有机



加高标号的汽油  
对车子更好吗?



汽油中的铅

酸和能溶于水的矿物碱，例如硫酸、盐酸和氢氧化钠等。原油及其馏分中是不含水溶性酸或碱的。由于酸精制和用化学方法清洗盛油容器后，未把酸碱清除干净，就可能使成品油中残留水溶性酸或碱，也可能成品油贮存时间较长或保管不善，烃类被氧化则生成低分子有机酸。

## 五、无害性和清洁性

汽油的无害性是指汽油在发动机内燃烧后的燃烧产物不对机动车排放、人体健康和生态环境产生不利影响的性能。汽油的清洁性是指汽油中不应含有机械杂质和水分。

汽油的无害性与汽油的组分有关。引起燃烧产物对机动车排放产生不利影响的汽油组分有苯、烯烃、芳烃、锰、铁、铜、铅、磷、硫等。它们除了会增大排放废气中的有害物质外（图 1-9），还会引起三元催化转化器（图 1-10）中的催化剂中毒，使三元催化转化器这一排放控制装置丧失了长期有效地控制排放污染物的能力，进而使排入自然环境的排放污染物增多。所以，要严格控制汽油中这些组分的含量。引起燃烧产物对人体健康和生态环境产生不利影响的汽油组分有苯、烯烃、芳香烃等有机物。所以，对以上 3 类有机物要控制它们在汽油中的含量。但是，芳香烃和烯烃作为汽油中的高辛烷值组分，它们在汽油中的含量也不能限制得太低，以防削弱汽油的抗爆能力。

另外，汽油中不应含有机械杂质和水分。机械杂质会使喷油器堵塞，机械杂质进入燃烧室会使燃烧室沉积物增加，加速气缸、活塞环的磨损；水分混入汽油中，会加速汽油的氧化，能与汽油中的低分子有机酸生成酸性水溶液腐蚀零件；同时，水分本身对金属零件就有锈蚀作用；汽油中含有水分，低温时易结冰成为冰粒而堵塞油路。

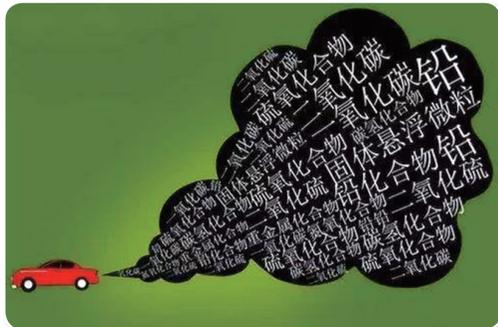


图 1-9 汽车尾气中的污染物



图 1-10 三元催化转化器的原理

## 任务二 车用汽油标准与选用



### 知识目标：

1. 了解最新汽油国家标准。
2. 了解汽油选择应遵循的原则。

### 能力目标：

1. 会根据发动机特性和原厂要求合理选择汽油牌号。
2. 掌握汽车燃料安全保管的方法。

建议参考学时：1 学时。



## 任务描述

通过本任务的学习,学生能够了解汽油的国家标准(图 1-11),选择汽油时要遵循的原则和安全保管汽车燃料的注意事项,主要以理论学习为主。



## 知识链接

汽车的大量使用,在给人们的出行带来便捷的同时,也给大气质量造成一定的影响,汽车排放的污染物分担率不断上升,为此,为了降低机动车的排放污染物数量,改善大气环境,我国大部分地区目前适用第 V 阶段(图 1-12)的汽车排放法规,部分地区已经开始执行《车用汽油》国 VI 标准,为了满足这一更加严格的排放要求,需要高质量的车用汽油与之相配套。

### 一、汽油标准

为了加快推进我国清洁汽油的标准化和规范化,《车用汽油》国 VI 标准的征求意见稿由国家能源局于 2016 年对外公布。标准中提出汽油硫含量降到 10mg/kg、芳烃含量降到 35%、要求苯含量小于 0.8%,烯烃含量要求第一阶段小于 18%,第二阶段小于 15%,并限制了各种氧化物的含量,该标准的苯含量、烯烃含量限制指标上优于欧 VI 车用汽油标准,其他指标均达到欧 VI 车用汽油标准。表 1-1 展示了国 V 和国 VI 标准中轻型汽车污染物排放限值的变化情况。

表 1-1 轻型汽车污染物排放限值对比(国 V 和国 VI 标准)

排放物 (mg/km)	国 V (GB/T 18352.6—2013)		国 VI (GB/T 18352.6—2016)	
	汽油车	柴油车	6a (第一类车)	6b (第一类车)
CO 一氧化碳	1000	500	700	500
THC 碳氢化合物	100	THC+NO <sub>x</sub> =230	100	50
NMHC 非甲烷碳氢化合物	68	—	68	35
NO <sub>x</sub> 氮氧化物	60	180	60	35
N <sub>2</sub> O 氧化亚氮	—	—	20	20
PM 细颗粒数	45	45	4.5	3.0
PN/km <sup>-1</sup> 颗粒数	—	6 × 10 <sup>11</sup>	6 × 10 <sup>11</sup>	6 × 10 <sup>11</sup>

《车用汽油》国 V 标准与国 VI 标准中关于汽油主要成分的数据指标对比,见表 1-2。

表 1-2 车用汽油国 V 标准与国 VI 标准对比(GB 17930—2016)

项目		国 V				国 VI A				国 VI B			
		89	92	95	98	89	92	95	98	89	92	95	98
抗爆性:	不小于												
研究法辛烷值 (RON)	不小于	89	92	95	98	89	92	95	98	89	92	95	98
抗爆指数 (RON+MON) / 2	不小于	84	87	90	93	84	87	90	93	84	87	90	93



图 1-11 汽油的标号



图 1-12 国 V 标准内容



江苏进入国 VI  
标准汽油时代

续表

项目	国 V				国 VI A				国 VI B				
	89	92	95	98	89	92	95	98	89	92	95	98	
馏程:													
10% 蒸发温度 /°C	不高于	70				70				70			
50% 蒸发温度 /°C	不高于	120				110				110			
90% 蒸发温度 /°C	不高于	190				190				190			
终馏点 /°C	不高于	205				205				205			
残留物 (体积分数) /%	不大于	2				2				2			
蒸气压 /kPa													
11月1日~4月30日	45~85				45~85				45~85				
5月1日~10月31日	40~65				40~65				40~65				
胶质含量 / (mg/100mL) :													
未洗胶质含量(加入清洁剂前)	不大于	30				30				30			
溶剂洗胶质含量	不大于	5				5				5			
诱导期 /min	不小于	480				480				480			
硫含量 (质量分数) /mg/kg	不大于	10				10				10			
硫醇 (博士实验)		通过				通过				通过			
铜片腐蚀 (50°C, 3h), 级	不大于	1				1				1			
水溶性酸或碱		无				无				无			
机械杂质及水分		无				无				无			
苯含量 (体积分数) /%	不大于	1.0				0.8				0.8			
芳烃含量 (体积分数) /%	不大于	40				35				35			
烯烃含量 (体积分数) /%	不大于	24				18				15			
氧含量 (质量分数) /%	不大于	2.7				2.7				2.7			
甲醇含量 (质量分数) /%	不大于	0.3				0.3				0.3			
锰含量 / (g/L)	不大于	0.002				0.002				0.002			
铁含量 / (g/L)	不大于	0.01				0.01				0.01			
密度 (20°C) /kg/m <sup>3</sup>		720~775				720~775				720~775			
备注: 车用汽油国 VI A 标准计划于 2020 年 7 月 1 日起在全国统一实施; 车用汽油国 VI B 标准计划于 2023 年 7 月 1 日起在全国统一实施。													



汽油标号的选择

## 二、汽油的选择



图 1-14 汽油的选择

车用汽油的选择应遵循以下原则:

(1) 按照汽车的使用说明书规定选用汽油的牌号(图 1-14)。选择汽油不要盲目的根据气缸压缩比选择,而是要根据车辆主机厂的建议以及引擎的技术性选择汽油,盲目的按照压缩比选择汽油标号是不科学的。例如马自达的创驰蓝天技术引擎压缩比可以高达惊人的 13:1,这种引擎使用了两种工作循环模式——即阿特金森循环与奥托循环,根据厂商规定它依旧可以使用 92 号汽油。所以,最简单的方式就是,按照油箱盖上厂家推荐的标号来选择汽油标号,如图 1-15 所示。



图 1-15 厂家推荐的标号会张贴在车辆显著位置上

(2) 装有三元催化转化器和氧传感器的汽车应该选择无铅汽油。

(3) 推广使用加入有效的汽油清净剂的无铅汽油。

(4) 注意无铅汽油低硫含量、低烯烃含量的发展趋势。

(5) 注意汽油质量是影响汽车技术状况和汽车排放的重要因素,如图 1-16 所示。

(6) 区分季节选择汽油的蒸发性,冬季应选择蒸气压较大的汽油,夏季应选择蒸气压较小的汽油。部分汽车汽油发动机主要技术特性和原厂要求的汽油牌号见表 1-3。



图 1-16 汽油质量是影响排放的重要因素



汽油的使用

表 1-3 部分汽车汽油发动机主要技术特性和原厂要求的汽油牌号

汽车型号	发动机型号结构特征	功率 (kW/r/min)	排量(L)	压缩比	无铅汽油牌号 (RON)
奥迪 A3 35TFSI	EA211	110/5000-6000	1.4	10.5	95
马自达昂科塞拉	skyactiv-G	116/6400	2.0	13.0	92
本田雅阁 260TURBO	L15BN	143/5500	1.5	10.3	92
宝马 320i	B48B20C	135/5000-6500	2.0	10.1	95
雷克萨斯 ES260	A25A-FKS	152/6600	2.5	13.0	92
别克君威 28T	LTC	192/5400	1.998	9.5	95
吉利帝豪 1.5L	JL4G15	80/6000	1.5	10.3	92
北京现代索纳塔 1.6T	G4FJ	132.4/5500	1.6	9.5	92
奔驰 C200	274 920	135/5500	2.0	9.8	95
保时捷 Macan2.0T	EA888	185/5000-6000	2.0	9.6	95

### 三、燃料管理和安全使用

#### (一) 燃料质量变化及其影响因素

燃料质量的变化表现为蒸发、氧化和脏污,如图 1-17 和图 1-18 所示。影响蒸发损失的因素首先



如何鉴别汽油的品质

与汽油的物理安定性有关。汽油的物理安定性是指汽油在贮存、运输和加注时，保持汽油不被蒸发损失的性能。它主要由汽油中所含的低沸点馏分所决定。为了改善汽油的低温起动性，汽油中含有一定量的低沸点馏分是必要的，但低沸点馏分容易蒸发逸散，导致蒸发损失增加。另外，温度、表面积、空气流速和充满程度也影响蒸发损失。温度高、面积大、流速快、充不满会加剧汽油蒸发损失。

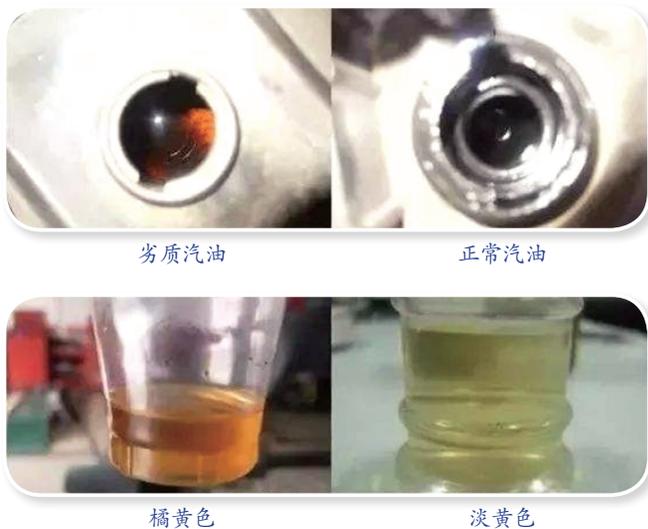


图 1-17 燃料质量的变化



图 1-18 汽油品质对汽车性能的影响

氧化安定性不好的汽油，在贮存、运输过程中容易氧化，使汽油实际胶质增加，诱导期缩短。影响汽油氧化安定性的因素主要是化学组成、温度、充满程度、容器密封性、金属和水分等。一般来说，饱和烃安定性好，不饱和烃安定性差。温度升高时，汽油氧化速度加快。空气与油面接触量大小以及液面上空变换的强度对汽油的氧化安定性也有很大影响。贮油容器中汽油装满的程度，决定汽油与空气的接触量。贮油容器盖是否密封，决定汽油液面空气的变换强度。金属也能对汽油的氧化速度起催化作用，但不同的金属所起的催化作用有很大差别，其中铜的催化作用

最强，其次是铅。水分存在对实际胶质的增长影响很大。燃油脏污是指混入机械杂质或其他油品。

## （二）预防燃料蒸发和变质的措施

针对影响燃料质量变化的因素，主要预防措施如下：

- （1）采用合理的贮存方式和正确选择贮油容器。尽可能采用地下油库，用油罐贮油。贮油容器要清洁，封闭严密，防止水和杂质混入。
- （2）采用正确的灌装方式。应采用浸没的灌装方式。
- （3）在保证预留的膨胀空间的前提下尽量充满。

## （三）燃料的安全保管

汽车燃料（尤其是汽油）易蒸发，易燃烧，易爆炸，易产生静电，有一定毒性。保管使用中应注意防火、防爆，避免中毒，如图 1-19 所示。

- （1）禁止烟火。易产生火种的作业区与油库距离应在 50m 以外，不能在油库附近检修车辆。
- （2）防止电火花。油库中的电气设备应采用防爆型，贮油区上空不能有电线通过，禁止在油库中使用金属工具。



汽油的运输

- (3) 清洁通风。油库内要有通风设施，不能存放其他易燃、易爆品。
- (4) 配备消防器材。
- (5) 贮油容器和油罐车要配备接地装置。



图 1-19 汽油的安全保管



## 乙醇汽油

2017年9月13日，由国家发展改革委、国家能源局、财政部等十五部委联合印发《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》，根据方案要求，到2020年，我国全国范围将推广使用车用乙醇汽油。

乙醇，俗称酒精，乙醇汽油（图1-20和图1-21）是一种由粮食及各种植物纤维加工成的燃料乙醇和普通汽油按一定比例混配形成的新型替代能源。按照我国的国家标准，乙醇汽油是用90%的普通汽油与10%的燃料乙醇调和而成。

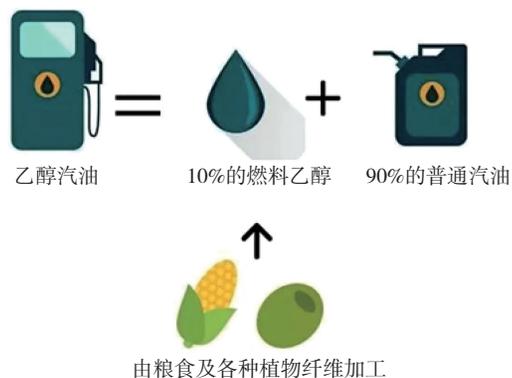


图 1-20 乙醇汽油

中国早在抗战时，就使用酒精作为汽车燃料，在解放战争的时候，解放军为了军用，建立了南阳酒精厂，这个厂还是生产乙醇汽油用酒精的主要工厂。解放之初，还有用酒精开汽车的，而且还不是用的现有的科学的乙醇汽油。



2020年全国普及  
使用乙醇汽油



图 1-21 乙醇汽油

我国国内乙醇汽油产量占世界第三位，2010 年国家发展与改革委员会上呈全国两会的报告统计，全国已有每年混配一千万吨乙醇汽油的能力，乙醇汽油的消费量已占全国汽油消费量的 20%，在全世界继巴西、美国之后成为生产乙醇汽油的第三大国。如全国都使用含 10% 的乙醇汽油，则每年可节省 450 万吨汽油。乙醇汽油是“十五计划”的重点工作之一。国内从 2003 年起陆续在黑龙江、吉林、辽宁、河南、安徽等省及河北、山东、江苏、湖北等其他省全面停用普通无铅汽油，改用添加 10% 酒精的乙醇汽油。乙醇汽油的推广和使用情况如图 1-22 所示。



图 1-22 乙醇汽油的推广和使用

乙醇汽油的环保性令人称道，在 9 个城市调查报告中，使用乙醇汽油期间，城市空气中的二氧化氮、一氧化碳季均值与使用普通汽油比较，二氧化氮下降了 8%，一氧化碳下降 5%。

乙醇汽油主要的缺点，是使用者感觉它比普通汽油动力下降，油耗增加（见图 1-23），天热时还易于气阻熄火。另外由于乙醇汽油一旦遇水就会分层，无法采用成本很低的管道输送，乙醇汽油储运



汽油里兑乙醇，对车到底有什么影响？

周期只有4~5天,这影响使用乙醇汽油的方便性。使用乙醇汽油的试验车进气阀上的堆积量要比使用93#车用无铅汽油的车平均高出33%。这是由于燃料乙醇的不稳定性造成发动机燃油进气系统上堆积物增加,使喷油嘴雾化不好、引起乙醇汽油燃烧效率下降,耗油量增加。



图 1-23 使用乙醇汽油的汽车油耗增加

## 一、主要优点

(1) 减少排放。车用乙醇汽油含氧量达35%,使燃料燃烧更加充分,据国家汽车研究中心所作的发动机台架试验和行车试验结果表明,使用车用乙醇汽油,在不进行发动机改造的前提下,动力性能基本不变,尾气排放的CO和HC化合物平均减少30%以上,有效地降低和减少了有害的尾气排放(图1-24)。



图 1-24 乙醇汽油可减少尾气污染

(2) 动力性好。乙醇辛烷值高(RON为111)可采用高压缩比提高发动机的热效率和动力性。加上其蒸发潜热大,可提高发动机的进气量,从而提高发动机的动力性(图1-25)。

(3) 积炭减少。因车用乙醇汽车的燃烧特性,能有效地消除火花塞、燃烧室、气门、排气管消声器部位积炭的形成,避免了因积炭形成而引起的故障,延长部件使用寿命。

(4) 使用方便。乙醇常温下为液体,操作容易,储运使用方便,与传统发动机技术有继承性,特别是使用乙醇汽油混合燃料时,发动机结构变化不大。

(5) 燃油系统自洁。车用乙醇汽油中加入的乙醇是一种性能优良的有机溶剂。具有良好的清洁作用,能有效地消除汽车油箱及油路系统中燃油杂质的沉淀和凝结(特别是胶质胶化现象),具有良好的油路疏通作用。

(6) 资源丰富。我国生产乙醇的主要原料含糖作物,含淀粉作物以及纤维类燃料,这些都是可再生资源且来源丰富,因而使用乙醇燃料可减少车辆对石油资源的依赖,有利于我国能源安全。



图 1-25 乙醇汽油的燃烧更为充分

## 二、主要缺点

(1) 热值低。同样体积的乙醇，其能量只有汽油的 2/3，当它与汽油进行混合时，实际上降低了燃料的含热量。因此，同样加满一箱油，混合乙醇的汽油只能行驶更少的里程，见图 1-26。



图 1-26 乙醇汽油的热值低

(2) 蒸发潜热大。乙醇的蒸发潜热是汽油 2 倍多，蒸发潜热大会使乙醇类燃料低温启动和低温运行性能恶化，如果发动机不加装进气预热系统，燃烧全醇燃料时汽车难以起动，但在汽油中混合低比例的醇，由燃烧室壁供给液体乙醇以蒸发热，蒸发潜热大这一特点可成为提高发动机热效率和冷却发动机的有利因素。

(3) 易产生气阻。乙醇的沸点只有 78℃，在发动机正常工作温度下，很容易产生气阻，使燃料供给量降低甚至中断供油。

(4) 腐蚀金属。乙醇在燃烧过程中，会产生乙酸，对汽车金属特别铜有腐蚀作用，有试验表明，在汽油中乙醇含量在 10% 以下时，对金属基本没有腐蚀，但乙醇超过 15% 时，则必须添加有效的腐蚀抑制剂。

(5) 与材料适应性差。乙醇是一种优良的溶剂，易对汽车密封橡胶及其他合成非金属材料产生一定的轻微腐蚀、溶胀、软化或龟裂作用。

(6) 易分层（图 1-27）。乙醇易于吸水，车用乙醇汽油的含水量超过标准指标后，容易发生液相分离，影响使用。



图 1-27 乙醇汽油的水油分层



### 一、选择题

- 引起汽油发动机三元催化转化器中毒是因为汽油中含有（ ）。
  - 氧
  - 铅
  - 水
  - 碳
- 汽油选用的原则是以发动机工作时不发生（ ）为前提。
  - 飞车
  - 表面燃烧
  - 爆燃
  - 共振
- （ ）馏出温度表示汽油中含重质成分的多少。
  - 10%
  - 50%
  - 90%
  - 100%

4. 提高汽油辛烷值的措施包括( )。
- A. 选择良好的原料  
B. 改进汽油加工工艺  
C. 加入高辛烷值成分  
D. 加入抗爆剂
5. 汽油的性能要求包括( )。
- A. 抗爆性强  
B. 动力强劲  
C. 燃烧值低  
D. 减少发动机磨损
6. 下列的国家汽油标准当中, 要求最严格的是( )。
- A. 国 III  
B. 国 IV  
C. 国 V  
D. 国 VI
7. 汽油蒸发性的评定指标包括( )。
- A. 馏程  
B. 饱和蒸汽压  
C. pH  
D. 抗爆性
8. 汽油腐蚀性的评定指标是( )。
- A. 硫含量  
B. 博士试验  
C. 硫醇硫含量  
D. 铜片腐蚀试验  
E. 水溶性酸或碱
9. 燃料质量的变化表现为( )。
- A. 蒸发  
B. 氧化  
C. 脏污  
D. 变色
10. 以下原因中, 会加剧汽油蒸发损失的是( )。
- A. 温度高  
B. 面积大  
C. 流速快  
D. 充不满

## 二、判断题

1. 使用安定性差的汽油, 会造成电喷发动机的喷嘴结焦。( )
2. 电喷发动机汽油牌号的选择要严格按照压缩比进行。( )
3. 汽油的挥发性越高越好。( )
4. 汽油的无害性与汽油的组分无关。( )
5. 《车用汽油》国VI标准中的苯含量限制指标上优于欧VI车用汽油标准。( )
6. 抗爆性是指汽油在汽油机内燃烧时不产生爆燃的性能。( )
7. 随着压缩比的提高, 汽油发动机发生爆燃的倾向变大, 燃烧过程会变得不稳定。( )
8. 水溶性酸或碱是存在于油品中不可溶于水的酸性或碱性物质。( )
9. 汽油的清洁性是指汽油中含有机械杂质和水分。( )
10. 选择汽油要根据气缸压缩比选择。( )

## 三、填空题

1. 车用汽油的使用性能包括蒸发性、\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_和清洁性。
2. 我国按\_\_\_\_来划分无铅汽油牌号, 共有\_\_\_\_、\_\_\_\_、\_\_\_\_三个牌号。

3. 评价汽油清洁性的指标是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
4. 汽油抗爆性的评定指标是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
5. 汽油氧化安定性的评定指标一般是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
6. 爆燃的危害是：使发动机功率\_\_\_\_\_；使油耗\_\_\_\_\_；使活塞、气缸垫、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、轴瓦等零件损坏，还会造成\_\_\_\_\_的异常磨损。
7. \_\_\_\_\_是表示点燃式发动机燃料抗爆性的一个约定数。
8. 按照试验条件，辛烷值分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。
9. 汽油发动机的压缩比\_\_\_\_\_，其热效率\_\_\_\_\_，进而可提高汽油发动机的功率。
10. 汽油的\_\_\_\_\_是指热稳定性，即防止生成高温沉积物的能力。

#### 四、问答题

1. 什么是汽油的辛烷值？辛烷值的测试有哪两种方法？
2. 汽油的使用性能有哪几种？分别有哪些评价指标？
3. 如何合理的选用汽油？汽油的使用有哪些注意事项？
4. 乙醇汽油的主要优点有哪些？
5. 乙醇汽油的主要缺点有哪些？
6. 什么是汽油的氧化安定性？氧化安定性的影响因素有哪些？
7. 预防汽油蒸发和变质的措施有哪些？
8. 汽油爆燃的危险有哪些？
9. 为什么汽油要有合理的蒸发性？
10. 提高汽油辛烷值的措施有哪些？