



普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

# 二手车鉴定与 评估实用教程

第2版

杜秀菊 纪世才 主编

VEHICLE



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

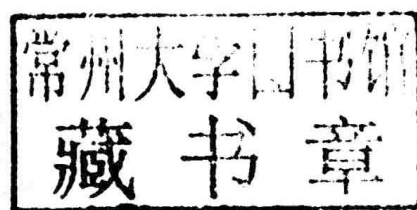


普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

# 二手车鉴定与评估实用教程

(第2版)

杜秀菊 纪世才 主 编



机械工业出版社

本书系统介绍了二手车交易与评估的知识,客观地反映了目前国内二手车市场运作的实际状况和具体方法,内容全面,实用性强。全书共分为八章,内容主要包括与评估相关的汽车基本知识以及二手车鉴定与评估的基本方法、车辆损耗指标及其计算方法、二手车技术状况鉴定、事故车损失评估、二手车交易实务等。本书所涵盖内容既有一定的理论深度,又有很强的实践性,是从事二手车交易的工作人员及鉴定评估人员学习和参考的实用教程和资料。

本书既可作为汽车服务工程专业的教材,也可以供有关管理人员和技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

二手车鉴定与评估实用教程 / 杜秀菊, 纪世才主编.

—2版. —北京: 机械工业出版社, 2018.2

普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

ISBN 978-7-111-58812-2

I. ①二… II. ①杜… ②纪… III. ①汽车-鉴定-高等学校-教材 ②汽车-价格评估-高等学校-教材  
IV. ①U472.9 ②F766

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 325398 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: 何士娟 李 军 责任编辑: 何士娟 丁 锋

责任校对: 潘 蕊

封面设计: 张 静

责任印制: 常天培

唐山三艺印务有限公司印刷

2018 年 2 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.5 印张·306 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-58812-2

定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线: 010-88379649

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

封面无防伪标均为盗版

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

# 前 言

近十年来,我国的汽车保有量以年均 24.5% 的速度快速增长。2016 年,我国汽车市场呈现平稳增长态势,产销量已连续八年居世界第一,平均每月产销突破 230 万辆,全年汽车销售超过 2800 万辆,再次刷新全球历史纪录。尽管如此,我国千人汽车保有量仍仅为 140 辆,还不及世界平均水平的三分之二,“十三五”期间我国汽车产业仍将保持快速发展势头。近几年如此大的年销量,使市场上二手车的存量也大幅增加,对于二手车经销商来说,二手车不仅占用资金和场地,还会因车辆的贬值而增加风险。二手车市场成熟的关键是让车辆市场中快速地流通起来,这样可以大大增加成交量,减少车辆在停滞过程中的价值损耗,更有力地促进二手车全国大流通,减少流通成本和流通环节,同时又使新车销售量大大增加,使二手车市场进入良性循环过程。

二手车鉴定与评估正是在这样的市场经济条件下应运而生的。所谓二手车鉴定与评估,就是由二手车鉴定与评估机构的专业评估人员,根据特定的目的,遵循客观经济规律和公正的原则,按照法定的标准和程序,运用科学的方法,对汽车的现时价格进行评定和估算。它是汽车服务产业的重要组成部分之一。

本书是汽车类专业技能型教育规划教材之一。其内容覆盖了当前我国二手车鉴定与评估工作中所需的基本理论、基本方法和基本技能。在编写本书中,我们力求体现以下特色:

1. 瞄准二手车市场对高素质二手车鉴定与评估人才岗位知识和技能的要求,以二手车鉴定与评估师国家职业标准为依据,以职业能力培养为核心进行课程内容的科学整合,科学地确定教材的知识目标和能力目标,合理安排教材的知识结构和能力结构。

2. 注重知识的针对性、新颖性与系统性。注重理论分析方法的实用性和可操作性,强调理论教学与技能训练的密切结合,强调学生创造性思维与实践动手能力的培养。

3. 注重现代轿车的新结构、新技术、新方法和新标准的介绍,题材与案例新颖丰富、图文并茂、实用性强。

本书第 2 版由河北师范大学汽车系杜秀菊和山东交通职业学院纪世才任主编,参编人员有胡仁喜、刘昌丽、康士廷、闫聪聪、孟培、卢园、解江坤、杨雪静、王敏。

本书在编写过程中,参考了有关文献资料,谨向这些作者表示诚挚的谢意。

由于水平所限,书中不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前 言

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第1章 汽车基本知识      | 001 |
| 1.1 汽车基本组成      | 001 |
| 1.1.1 发动机       | 001 |
| 1.1.2 发动机常用术语   | 006 |
| 1.1.3 发动机性能指标   | 010 |
| 1.1.4 发动机型号编制规则 | 012 |
| 1.2 汽车底盘构造与性能参数 | 013 |
| 1.2.1 底盘组成      | 013 |
| 1.2.2 底盘系统参数    | 019 |
| 1.2.3 底盘电控系统    | 019 |
| 1.3 车身          | 021 |
| 1.3.1 车身基本组成部件  | 022 |
| 1.3.2 车身安全防护装置  | 024 |
| 1.3.3 指示仪表和报警装置 | 026 |
| 1.3.4 照明及信号装置   | 027 |
| 1.3.5 车身防盗装置    | 028 |
| 1.4 电气设备        | 029 |
| 1.5 汽车类型        | 029 |
| 1.5.1 汽车分类      | 029 |
| 1.5.2 汽车型号编制规则  | 034 |
| 1.6 汽车使用寿命及报废标准 | 035 |
| 1.6.1 汽车使用寿命分类  | 036 |
| 1.6.2 汽车报废标准    | 037 |
| 第2章 二手车概述       | 039 |
| 2.1 二手车市场       | 039 |
| 2.2 国外成熟二手车市场   | 040 |
| 2.2.1 日本二手车交易市场 | 040 |
| 2.2.2 美国二手车交易市场 | 045 |
| 2.3 中国二手车市场     | 049 |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 2.3.1 中国二手车市场特征 .....         | 050        |
| 2.3.2 中国二手车流通行业存在的问题 .....    | 052        |
| 2.3.3 中国二手车市场发展方向、措施和建议 ..... | 055        |
| <b>第3章 二手车鉴定评估概述 .....</b>    | <b>059</b> |
| 3.1 二手车鉴定评估的八大要素 .....        | 059        |
| 3.1.1 二手车鉴定评估的主体 .....        | 060        |
| 3.1.2 二手车鉴定评估的客体 .....        | 062        |
| 3.1.3 二手车鉴定评估的目的和任务 .....     | 063        |
| 3.1.4 二手车鉴定评估的业务类型 .....      | 065        |
| 3.1.5 二手车鉴定评估的价值概念 .....      | 065        |
| 3.1.6 二手车鉴定评估的程序 .....        | 065        |
| 3.1.7 二手车鉴定评估的依据和原则 .....     | 066        |
| 3.1.8 二手车鉴定评估的方法 .....        | 067        |
| 3.2 二手车鉴定评估的特点 .....          | 067        |
| <b>第4章 二手车价格评估的基本方法 .....</b> | <b>069</b> |
| 4.1 二手车价格评估的基础知识 .....        | 069        |
| 4.1.1 二手车价格评估的前提条件 .....      | 069        |
| 4.1.2 二手车价格评估的方法 .....        | 070        |
| 4.2 现行市价法及其评估案例 .....         | 071        |
| 4.2.1 现行市价法的基本原理 .....        | 071        |
| 4.2.2 现行市价法的应用前提和适用范围 .....   | 071        |
| 4.2.3 现行市价法的优缺点 .....         | 072        |
| 4.2.4 现行市价法的评估方法 .....        | 072        |
| 4.2.5 现行市价法的评估案例 .....        | 074        |
| 4.3 收益现值法及其评估案例 .....         | 076        |
| 4.3.1 收益现值法的基本原理 .....        | 076        |
| 4.3.2 收益现值法的应用前提和适用范围 .....   | 076        |
| 4.3.3 收益现值法的特点 .....          | 076        |
| 4.3.4 收益现值法的评估方法 .....        | 077        |
| 4.3.5 收益现值法的评估实例 .....        | 079        |
| 4.4 清算价格法及其评估案例 .....         | 083        |
| 4.4.1 清算价格法的基本原理 .....        | 083        |
| 4.4.2 清算价格法的应用前提和适用范围 .....   | 083        |
| 4.4.3 影响清算价格的主要因素 .....       | 084        |
| 4.4.4 清算价格法的计算方法 .....        | 084        |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 4.4.5 清算价格法的评估案例 .....        | 085        |
| 4.5 重置成本法及其评估案例 .....         | 086        |
| 4.5.1 重置成本法的基本要素 .....        | 086        |
| 4.5.2 重置成本法的应用前提和适用范围 .....   | 087        |
| 4.5.3 重置成本法的优缺点 .....         | 087        |
| 4.5.4 重置成本法的评估方法 .....        | 088        |
| 4.6 二手车鉴定评估方法的选择 .....        | 090        |
| <b>第5章 车辆损耗指标及其计算方法</b> ..... | <b>094</b> |
| 5.1 车辆损耗指标参数 .....            | 094        |
| 5.2 车辆成新率计算方法 .....           | 097        |
| 5.2.1 使用年限法 .....             | 097        |
| 5.2.2 行驶里程法 .....             | 100        |
| 5.2.3 部件鉴定法 .....             | 100        |
| 5.2.4 整车观测法 .....             | 102        |
| 5.2.5 综合分析法 .....             | 103        |
| 5.2.6 综合成新率法 .....            | 106        |
| 5.3 重置成本—成新率法评估案例 .....       | 109        |
| <b>第6章 二手车技术状况鉴定</b> .....    | <b>118</b> |
| 6.1 静态检查 .....                | 118        |
| 6.1.1 静态检查内容 .....            | 118        |
| 6.1.2 静态检查中的识伪检查 .....        | 119        |
| 6.1.3 静态检查中的外观检查 .....        | 120        |
| 6.2 动态检查 .....                | 135        |
| 6.2.1 动态检查的主要内容 .....         | 135        |
| 6.2.2 路试前的准备 .....            | 136        |
| 6.2.3 发动机工作性能检查 .....         | 137        |
| 6.2.4 汽车路试检查 .....            | 138        |
| 6.2.5 自动变速器的路试检查 .....        | 140        |
| 6.2.6 路试后的检查 .....            | 141        |
| 6.3 仪器检测 .....                | 141        |
| <b>第7章 事故车损失评估</b> .....      | <b>144</b> |
| 7.1 机动车辆碰撞损失评估 .....          | 144        |
| 7.1.1 汽车碰撞事故分类及汽车碰撞损坏类型 ..... | 144        |
| 7.1.2 事故车车身碰撞损伤的诊断与测量 .....   | 148        |



|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 7.1.3 碰撞造成的受损零件修与换的把握 .....        | 150        |
| 7.1.4 汽车主要结构件的评估分析 .....           | 153        |
| 7.2 机动车辆水灾损失评估 .....               | 157        |
| 7.2.1 水灾评估时机动车辆的施救与保养 .....        | 158        |
| 7.2.2 水淹基本情况 .....                 | 160        |
| 7.2.3 水灾损失评估 .....                 | 161        |
| 7.3 机动车辆火灾损失评估 .....               | 164        |
| 7.3.1 汽车起火的分类 .....                | 164        |
| 7.3.2 汽车自燃的原因 .....                | 165        |
| 7.3.3 汽车火损的评估与定损 .....             | 166        |
| 7.4 机动车辆修复价格评估 .....               | 167        |
| 7.4.1 汽车维修企业的资质及开业条件 .....         | 168        |
| 7.4.2 汽车维修工时费确定 .....              | 168        |
| 7.4.3 汽车的修复价值 .....                | 173        |
| <b>第8章 二手车交易实务</b> .....           | <b>176</b> |
| 8.1 二手车鉴定评估流程 .....                | 176        |
| 8.2 二手车交易流程 .....                  | 177        |
| 8.2.1 二手车交易的证件和证件检查 .....          | 177        |
| 8.2.2 二手车交易过户、转籍的办理程序 .....        | 180        |
| 8.2.3 二手车转籍登记 .....                | 181        |
| 8.2.4 二手车过户 .....                  | 182        |
| 8.3 二手车销售实务 .....                  | 183        |
| <b>附录</b> .....                    | <b>186</b> |
| 附录 A 国务院办公厅关于促进二手车便利交易的若干意见 .....  | 186        |
| 附录 B 二手车流通管理办法 .....               | 187        |
| 附录 C 二手车交易规范 .....                 | 191        |
| 附录 D 机动车强制报废标准规定 .....             | 196        |
| 附录 E 车辆购置税征收管理办法 .....             | 198        |
| 附录 F 中华人民共和国车船税暂行条例 .....          | 202        |
| 附录 G 轿车类事故车修复工时费、拆检工时费和做漆工时费 ..... | 203        |
| <b>参考文献</b> .....                  | <b>207</b> |

# 第 1 章 汽车基本知识

汽车作为一种现代交通工具，在日常生活中发挥着重要作用。GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》中对汽车的定义为：由动力驱动，具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆，主要用于载运人员和（或）货物、牵引载运人员和（或）货物及其他特殊用途。本章对汽车基本组成做了详细介绍，同时根据 GB/T 15089—2001《机动车辆及挂车分类》对汽车进行了分类，最后按照国家发展和改革委员会、公安部、国家环境保护部各阶段制定的《汽车报废标准》明确汽车使用寿命及其报废标准。

## 1.1 汽车基本组成

现代汽车是由多个装置和机构组成的复杂系统，不同型号、不同类型以及不同厂家生产的汽车基本构造都是由发动机、底盘、电器设备和车身四大部分组成，如图 1-1 所示。

### 1.1.1 发动机

发动机是汽车的动力来源，是一部由许多机构和系统组成的复杂机器，因此工作原理和结构形式也多种多样，但应用最广的是往复活塞式内燃机。内燃机是一种热力机器，通过使液体或气体燃料在机器内部燃烧产生热能，并转变为发动机的输出转矩驱动汽车行驶。根据燃料不同内燃机分为汽油机、柴油机和压缩天然气发动机。其中水冷式多缸四冲程汽油机和柴油机最具代表性，它们一般由机体组、曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、点火系统（柴油机无此系统）、冷却系统、润滑系统和起动系统等组成，如图 1-2 所示。

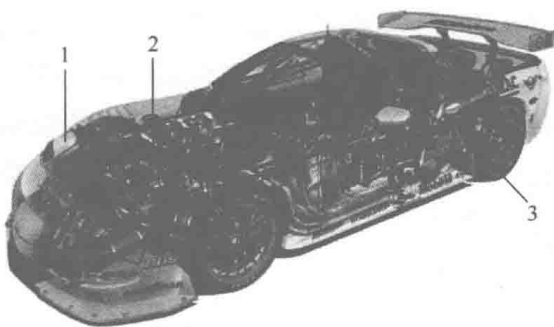


图 1-1 汽车结构组成  
1—车身 2—发动机 3—底盘

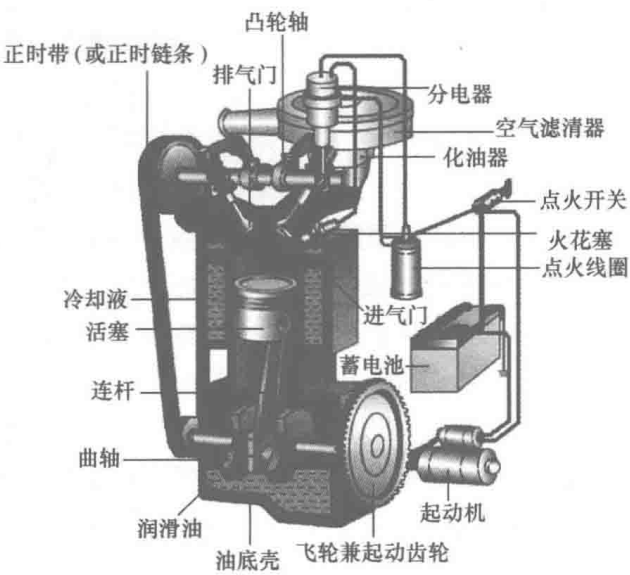


图 1-2 发动机的总体构造

### 1. 机体组

机体组一般由气缸体、气缸盖和油底壳组成，是发动机各机构、各系统的装配基体，同时也是这些机构和系统的组成部分。气缸体中的气缸一般有直列或V形排列两种方式，V形排列就是气缸中心线分别在两个平面内且两平面相交呈V形，这便是V形发动机名称的由来。气缸盖上有与进气门和排气门相通的孔、机油的油路、安装火花塞的孔等。油底壳用来储存机油，也起着为机油散热和封闭气缸体下部曲轴箱的作用。机油泵（常安装在曲轴箱内）将机油从油底壳中抽出并加压后源源不断地送至各运动零件表面进行润滑。

气缸体和气缸盖用螺栓连接，接合面间放密封垫片后紧固以防从接合面漏气。气缸体和气缸盖的内壁与活塞的上表面共同组成的燃烧室是承受高温高压的零件，因此气缸体和气缸盖内设有冷却液流动的水套防止活塞受热后烧伤和磨损。在油底壳的一侧装有一把机油尺用来检查油底壳内的机油量以及从机油尺端部粘附的机油的颜色判断机油滤清器过滤下的杂质、磨屑、油泥及水分等杂质对油底壳中机油的污染程度。

### 2. 曲柄连杆机构

燃油和空气混合后在气缸中燃烧产生高温高压气体，并形成冲击性的压力作用在活塞顶面，推动活塞向下做直线运动，曲柄连杆机构的作用就是将活塞的直线运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力。曲柄连杆机构包括活塞、连杆、带有飞轮的曲轴等部件，是发动机最主要的运动部件。活塞上装配有活塞环和活塞销，活塞环的主要作用是密封气缸内的可燃混合气或者废气，同时防止机油进入燃烧室而造成烧机油现象；活塞销则是将活塞和连杆相连接，把活塞承受的气体压力传给连杆，本身也承受很大的冲击载荷。

活塞环和活塞销润滑条件较差，是易磨损件。活塞环和活塞销磨损严重时，会导致气缸压力不足，起动困难，产生活塞敲缸声响，机油压力明显下降，大量烧机油，机油加油口和排气管冒蓝烟和白烟等故障现象。通过检查二手车是否出现了上述故障现象，也可判断发动机主要运动部件的技术状况。新车都需磨合，曲柄连杆机构的磨合主要是指活塞环和气缸之间的配合。

### 3. 配气机构

配气机构的作用是在发动机运行期间，适时地开启和关闭进气门与排气门，及时把可燃混合气（汽油机）或新鲜空气（柴油机）引入气缸，并充分排出燃烧后的废气，同时驱动分电器、汽油泵等零部件工作。现代汽车配气机构主要零部件有凸轮轴、进气门和排气门等。

凸轮轴在发动机上的布置方式有下置、侧置和顶置三种形式。现代发动机常采用顶置式，凸轮轴位于气缸盖上。按凸轮轴数目的不同可分为单顶置凸轮轴（SOHC）和双顶置凸轮轴（DOHC）两种。中高档轿车发动机一般是多气门及气缸V形排列，因此常采用双顶置凸轮轴分别控制进、排气门的开启与关闭。凸轮轴由曲轴驱动，一般采用链传动或带传动方式，传动链条或传动带又称正时链条和正时带，此处的正时即是指要在正确的时间开启或关



闭进、排气门。

气缸的进气压力一般略低于大气压力，借助于涡轮增压器可以压缩由空气滤清器送来的空气，使之增压进入气缸，从而增加气缸的进气量，这时可向气缸喷入更多的燃油并能充分燃烧，产生更多高温高压气体，以提高发动机的输出功率，增幅一般达 10% 以上。如果在轿车尾部看到单词“Turbo”，或其型号代码中有字母 T，即表明该车采用了涡轮增压发动机，如帕萨特 B5 1.8T。

#### 4. 燃料供给系统

燃料供给系统的功用是把燃油和空气送入发动机，以适当的比例相互混合形成可燃混合气，燃烧后再将废气排出发动机。汽油的沸点低、容易汽化，而柴油黏度大、蒸发性差、自燃温度低，因此柴油机不是利用电火花在气缸内将柴油点燃的，而是通过压缩气缸内的空气，使空气温度超过柴油的自燃温度，再及时喷入高压柴油，雾化的柴油与空气混合的同时自燃。汽油机和柴油机的上述差别也使它们的燃料供给系统不尽相同。

(1) 汽油机燃料供给系统 对于汽油机来说，首先需将汽油与空气混合形成一定浓度的可燃混合气，在气缸内被点燃燃烧产生动力。根据可燃混合气形成的地点不同，汽油发动机可分为缸外喷射和缸内喷射两种。缸外喷射式汽油发动机是将汽油和空气在节气门后的进气管道内混合后再送入气缸，而缸内喷射式汽油发动机，是将汽油直接喷入气缸内再与空气混合成可燃混合气。

电喷式汽油机燃料供给系统的主要组成部件包括燃油箱、油泵、燃油滤清器、节气门、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器等。汽油在油泵的作用下，自燃油箱流经燃油滤清器，滤去杂质后，进入油泵，经增压后再送到节气门。空气则经空气滤清器滤去所含灰尘后，导入节气门。汽油与空气在进气管道中混合形成可燃混合气，经进气管分配到各个气缸。可燃混合气在气缸内燃烧生成的废气，经排气管、排气消声器排放到大气中。

现代轿车采用的都是具有电子控制式燃油喷射系统的发动机，简称电喷发动机。如果喷油器安装在原来化油器的位置，即进气总管处，则称为单点电控燃油喷射装置，如果喷油器安装在每个气缸的进气支管上，则称为多点电控燃油喷射装置。电喷汽油机的喷油量是根据气缸的进气量、可燃混合气浓度和曲轴转速等精确计算的，以确保燃油和空气在气缸内形成理想的可燃混合气，进行燃烧产生动力。因此对于电喷汽油车来说，驾驶人在踩下加速踏板时，直接控制的是节气门开度，即进入气缸的空气量，而在柴油车上踩下加速踏板则是直接控制喷油量。

汽油中含有一种胶状物质，并且在储存和运输过程中由于氧的作用还会增加其含量，这些胶质随汽油通过汽车的燃料供给系统进入燃烧室，燃烧后就会在喷油器、燃烧室、活塞环、火花塞、进气门背部、进气管等部位产生积炭。另外，在拥堵的城市道路上，汽车长时间走走停停，发动机不能高速运转，燃油或窜入燃烧室的机油不能充分燃烧，未燃烧的部分油料在高温和氧的作用下也会形成胶质，粘附在发动机的零件表面上形成积炭。积炭过多时，会出现冷起动困难、起动后怠速抖动、加速不良和爆燃等故障现象，同时还会加剧相关零件的磨损。

(2) 柴油机燃料供给系统 柴油机燃料供给系统的作用是根据发动机的运行参数如转速、温度和压力等，定时、定量、定压地将柴油喷入气缸内，使其与空气混合，在高温高压条件下自燃并产生动力。柴油机燃料供给系统主要由柴油箱、柴油粗滤器、输油泵、低压油管、柴油细滤器、喷油泵、高压油管、喷油器和回油管、空气滤清器、进气管、气缸盖内的进气道和排气道、排气管和排气消声器等组成。

柴油箱储有经过沉淀和粗滤器过滤的柴油，输油泵将柴油从柴油箱泵出并进入低压油管，经柴油细滤器滤去对燃料供给系统会造成危害的微小颗粒杂质后，进入喷油泵，自喷油泵输出的高压柴油经高压油管和喷油器喷入燃烧室，由于输油泵的输油量比喷油泵的喷油量大，过量的柴油便经回油管回到输油泵。柴油机的空气供给过程与电喷式汽油机基本相同，为了增加进气量，提高发动机的输出功率，同样也可应用涡轮增压器。在柴油机燃料供给系统和曲轴通风装置内也会产生积炭，从而导致汽车加速能力变差。不论是汽油机还是柴油机，燃料供给系统出现积炭后都应及时采取除炭措施。标准的除炭费用是比较高的，因此在二手车鉴定评估工作中的发动机动态检测中要予以重视，如果发现有比较严重的积炭现象，应将相应的除炭费用考虑在二手车的交易价格中。

## 5. 点火系统

点火系统的作用是将电源提供的低电压（一般为 12V 或 24V）升高为产生电火花所需的高电压（10000~15000V），再按发动机点火顺序分配给各气缸的火花塞以产生电火花点燃可燃混合气。点火系统的主要零件包括蓄电池、发电机、点火开关、点火线圈、断电器、分电器、电容器、火花塞以及高压线和附加电阻等。只有汽油机需要点火系统，柴油机则不需要。

汽油机起动时，由蓄电池向点火系统供电，而在发动机正常工作时，则由发电机供电。点火开关又称为点火锁，用来接通和断开低压电路。点火线圈的作用相当于变压器，将蓄电池或发电机提供的低压电变为点火所需的高压电。断电器在点火开关接通的情况下，通过触点周期性地接通和断开，与点火线圈配合产生高压电。断路器的主要部分是一对触点：一个是固定的，另一个是活动的。活动触点随发动机曲轴的转动而开合，分电器将点火线圈产生的高压电分送给各个气缸的火花塞跳火。电容器用于保护断电器触点不被烧坏，同时也协助提高点火电压。火花塞将高压电变为能够点燃可燃混合气的电火花。火花塞承受高压、高强度负荷、化学腐蚀和热负荷，在忽冷忽热交变频率很高的环境下工作。它的电极和裙部长时间遭受高温可燃混合气的腐蚀，因此必须用传热性好、耐高温和耐腐蚀的材料制成。火花塞的主要性能是热特性。要使火花塞正常地工作，必须保持适当的温度。低于这个温度，火花塞会因积炭而漏电打不着火；高于这个温度，可燃混合气接触火花塞未点火而自燃引起爆燃。这个适当的温度被称为自净温度（500~600℃）。

触点式点火系统存在以下缺点：当断电器触点打开时，触点间产生火花使触点本身逐渐烧蚀，影响断路器的使用寿命；火花塞积炭时不能点火，发动机在高转速时易缺火。为了克服上述缺陷，便产生了无触点电子点火技术，它采用传感器代替断电器触点来产生点火信号。传感器感应的信号包括发动机转速、负荷、冷却液温度等，利用微机对这些信号进行处



理,计算出电路的最佳接通或断开时间,适时地为火花塞产生高压电流。

## 6. 冷却系统

冷却系统的作用是确保发动机在正常的温度下工作。当可燃混合气在气缸内由火花塞点燃燃烧时,气缸内的气体温度可高达  $1800\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。直接与高温气体接触的零件,如气缸体、气缸盖、活塞、气门等,如果温度过高,则各运动部件会因热膨胀而变形,使工作间隙不均匀,或因机油燃烧不起润滑作用而被烧损或卡滞,也会因高温而导致机械强度降低直至破坏。

冷却系统按冷却介质不同可分为风冷式和水冷式。风冷式主要用于摩托车发动机,而汽车均采用水冷方式。水冷式冷却系统既可以防止发动机温度过高,也能够在冷天加热水使发动机预热,便于发动机起动,还可以根据需要调节冷却强度。水冷式冷却系统的主要组成部件包括散热器、水泵、风扇、节温器、风扇离合器和温控开关等。冷却系统工作时,水泵将冷却液从机外吸入加压,先送入气缸体和气缸盖内的水套流动,带走邻近部件的热量,自身温度升高,然后进入散热器内。由于汽车前进以及风扇的作用,外界冷空气流经散热器,带走冷却液的热量,使其冷却,随后由水泵再次吸入加压并送入水套。如此循环便达到冷却发动机高温部件的目的。发动机正常工作时冷却液温度以  $80\sim 90^{\circ}\text{C}$  为宜。

发动机的冷却必须适度。冷却过度或不足都会造成气缸充气量减少、燃烧不正常、功率下降、油耗增加、润滑不良加剧磨损等。为了防止在气缸水套内产生水垢,冷却液应采用软水,如雨水、雪水或凉开水等。对于硬水则需进行碱化处理,否则会导致传热效率低、发动机过热的后果。为了降低冷却液的结冰温度,可以在冷却液中添加乙二醇或酒精,注意应按制造厂家规定的比例来配制。防冻液内如加入少量添加剂可得到长效防冻液,常年无须更换,也不会使发动机出现锈蚀、冻结或结垢。

## 7. 润滑系统

润滑系统的作用是不断地把机油送到各运动零件的相对运动表面,形成油膜,减少零件表面的摩擦和磨损,使发动机运转平稳。流动的机油还能够冷却摩擦表面,带走摩擦表面上磨下的磨屑等杂质,使零件的运动阻力减小,磨损减慢,而且机油流经的零件表面也不易生锈。在气缸壁和活塞环之间形成的油膜,还可起到密封气缸的作用。如果零件的运动表面得不到润滑,不但会消耗功率,使零件表面磨损加剧,甚至会出现烧蚀熔化,使发动机无法继续运转。润滑系统主要由机油泵和机油滤清器等组成。发动机的润滑方式主要有两种:一是强制性的压力润滑;二是随意性的飞溅润滑。强制性压力润滑方式主要用于承受较大负荷和运动速度的零件摩擦表面上,以形成足够厚的油膜,在曲轴轴承、连杆轴承和凸轮轴轴承等处都是这样。如果摩擦表面承受的负荷和运动速度较小,如气缸壁、活塞销以及凸轮等部位,便利用曲轴转动带起来的机油油滴和油雾进行飞溅润滑。此外,发动机的某些部位如水泵、发电机轴承等处可利用润滑脂(黄油)定期地予以润滑。有些轴承还使用含油轴承进行自润滑。

机油泵的作用是从油底壳吸入机油并加压送入油路。油底壳、输油管路以及在某些零件

上开通的油道共同形成循环油路，让机油能够循环流动。机油滤清器的作用是对机油进行过滤，避免各运动零件摩擦表面产生的磨屑和杂质进入机油泵油路。机油长期在高温条件下工作，会老化变质，黏度降低，不易形成油膜，因此应对机油进行冷却。一般是利用汽车行驶造成的前方迎风来冷却油底壳内的机油。汽车上都设有机油压力表和机油温度表，以便驾驶人随时掌握机油温度和压力。使用机油的品质，应严格按制造厂家所规定的规格使用。

## 8. 起动系统

起动系统的作用是把发动机由静止状态转入自行运转工作状态。起动系统由起动机、操纵机构和离合器三大部分组成。要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先依靠外力矩（起动力矩）使发动机曲轴转动起来，只有这样气缸才能吸入（或形成）可燃混合气并燃烧膨胀，让发动机的工作循环能够自动进行。

起动机的作用是产生能够让曲轴从静止状态转动起来的起动力矩，起动机的能量来自蓄电池。操纵机构的作用是接通蓄电池与起动机。通过操纵机构，起动机与蓄电池接通获得电力而转动，并通过起动机上的齿轮带动曲轴上的飞轮转动，从而使曲轴转动。离合器的作用是在发动机起动后，让起动机能够立即与飞轮齿圈分离，使自行运转的发动机不再与起动机接合。在寒冷的季节里，为了便于起动，往往需要将机油、汽油和冷却液加热。

### 1.1.2 发动机常用术语

#### 1. 发动机型号与制造厂家

发动机均按采用的燃料命名，如汽油机、柴油机、压缩天然气发动机、煤气发动机和双燃料发动机等。发动机型号按 GB/T 725—2008 的规定编写，由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。发动机制造厂家商标一般打刻（或铸造）在发动机气缸体外表面上，在产品铭牌上也有说明。下面为典型发动机型号代码解读实例：

1E65F：表示单缸、二冲程、缸径为 65mm、风冷、通用型。

4100Q：表示四缸、四冲程、缸径为 100mm、水冷、车用。

8V100：表示八缸、四冲程、缸径为 100mm、V 形、水冷、通用型。

CA6110：表示六缸、四冲程、缸径为 110mm、水冷柴油机，CA 为一汽集团的代表符号。

#### 2. 发动机类型

发动机类型是指发动机的冲程数、气缸数、气缸排列形式（直列用 L 表示，V 形排列用 V 表示），以及是汽油机还是柴油机等。

一般 5 缸以下的发动机气缸多采用直列方式排列，少数 6 缸发动机也有直列方式的。直列发动机的气缸成一字排开，气缸体、气缸盖和曲轴结构简单，制造成本低，低速转矩特性好，燃料消耗少，尺寸紧凑，应用比较广泛；缺点是缸数受限。直列 6 缸发动机的动平衡较好，振动相对较小。大多数 6~12 缸发动机采用 V 形排列，即气缸分两列错开角度布置，



形体紧凑。V 形发动机长度和高度尺寸小，布置起来比较方便。

### 3. 工作循环

工作循环是指发动机工作过程中，各气缸每进行一次能量转换所经历的进气、压缩、做功和排气四个过程的循环。发动机之所以能连续运转，就是因为各气缸自动地重复着这种工作循环。

### 4. 四冲程发动机

凡是活塞在气缸内运动四个行程或曲轴转两周完成一个工作循环的发动机，称为四冲程发动机。四冲程发动机将进气、压缩、做功和排气四个过程在活塞上下运动的四个行程内完成。四冲程发动机活塞的四个行程说明如下：

(1) 进气行程 进气门开启，排气门关闭。随着活塞从上止点向下止点移动，活塞上方的容积增大，气缸内压力降低，产生真空度，空气被吸入气缸。

(2) 压缩行程 进气门、排气门均关闭，活塞从下止点向上止点移动，压缩可燃混合气。

(3) 做功行程 压缩终了时，进气门、排气门仍关闭，火花塞发出电火花，点燃可燃混合气，燃烧后的气体猛烈膨胀，产生巨大的压力，迫使活塞迅速下行，经连杆推动曲轴旋转而做功。

(4) 排气行程 排气门开启，进气门关闭，活塞从下止点向上止点移动，将废气从排气门排出。

### 5. 二冲程发动机

凡是活塞在气缸内移动两个行程或曲轴转一周完成一个工作循环的发动机，称为二冲程发动机。二冲程发动机将进气、压缩、做功和排气四个过程在活塞上下运动的两个行程内完成。其中，活塞自下止点向上移动时完成进气、压缩过程，活塞自上止点向下移动时完成做功、排气两个过程。摩托车和农用车常采用二冲程发动机。

### 6. 活塞止点

活塞止点是指活塞顶部在气缸内做往复运动的两个极限位置，分别称为上止点和下止点。

1) 上止点是指活塞顶部离曲轴中心线最远的位置（最高位置）。

2) 下止点是指活塞顶部离曲轴中心线最近的位置（最低位置）。

### 7. 缸径

缸径是指气缸的直径，用  $D$  表示，单位为 mm。

### 8. 缸数

缸数指发动机气缸的数量。汽车发动机的缸数一般有 3、4、5、6 或 8 个。排量 1L 以下



的发动机常用3缸，排量1.0~2.5L的发动机一般有4个气缸，排量3L左右的发动机一般为6缸，4L左右的为8缸，5.5L以上的发动机采用12缸。一般来说，在同等缸径下，缸数越多，排量越大，功率越高；在同等排量下，缸数越多，缸径越小，转速和升功率越高。

### 9. 气门数

气门数是指一个气缸具有的气门数目。常见轿车发动机每缸有2个气门或4个气门，高级轿车发动机也有采用5气门的。若每缸有2个气门，则1个为进气门，1个为排气门；若每缸有4个气门，则2个为进气门，2个为排气门，提高了进、排气的效率；若每缸有5个气门，则一般为3个进气门，2个排气门，这有利于加大进气量，使燃烧更加彻底。

### 10. 活塞行程

活塞行程是指活塞上止点与下止点之间的距离，用 $S$ 表示，单位为mm。曲轴每转动半周（ $180^\circ$ ），对应活塞移动一个行程。

### 11. 曲柄半径

曲柄半径是指曲轴中心线到曲柄销中心的距离，用 $R$ 表示，单位为mm。通常，活塞行程为曲柄半径的两倍，即 $S=2R$ 。

### 12. 燃烧室容积

活塞在气缸内做往复运动时，气缸内的容积不断变化，当活塞位于上止点位置时，活塞顶部与气缸盖内表面所形成的空间称为燃烧室。这个空间的容积称为燃烧室容积，一般用 $V_c$ 表示。

### 13. 气缸工作容积

一个气缸中活塞运动一个行程所扫过的空间容积称为气缸工作容积，又称为单缸排量，它取决于缸径和活塞行程，一般用 $V_h$ 表示，单位为 $\text{mm}^3$ 。

### 14. 气缸总容积

当活塞在下止点位置时，活塞顶部与气缸盖之间的空间容积称为气缸总容积，一般用 $V_a$ 表示，单位为 $\text{mm}^3$ 。

### 15. 排气量

排气量简称排量，等于所有气缸工作容积的总和。它反映发动机将可燃混合气送入所有气缸的能力，一般用 $V_L$ 表示，单位为 $\text{mm}^3$ 。

设发动机气缸数为 $i$ ，则有

$$V_L = V_h i$$

发动机排量是最重要的结构参数之一，它比缸径和缸数更能代表发动机的大小，发动机



的许多指标如功率和最大输出转矩等都与其密切相关。

## 16. 压缩比

压缩比是指可燃混合气被压缩前的容积  $V_a$  与被压缩后的容积  $V_c$  的比值，即气缸总容积与燃烧室容积之比，一般用  $\varepsilon$  表示。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

一般来说，在发动机其他设计参数不变的情况下，压缩比越高，气体在气缸内受压缩的程度越大，在压缩终了时气体的压力和温度越高，发动机的功率也就越大，效率也越高，燃油经济性也越好。但是，压缩比也不能过高，因为可燃混合气的温度在压缩过程中会急剧升高，在点火前就已经超过可燃混合气的燃点而发生自燃，这就是常说的爆燃，此时可以听到明显的金属撞击声（俗称敲缸），严重的爆燃甚至会使发动机倒转，给发动机造成致命的伤害。

汽油的标号越高，表明汽油中抗爆燃性强的碳氢化合物的含量越高，其辛烷值也越高，抗爆燃性也越强。为了提高汽油的抗爆燃性，早期人们在汽油中添加了四乙基铅抗爆剂，这也是汽油中铅的由来。四乙基铅本身不是燃料，是一种镇静剂，它在燃烧室内分解，生成有毒的氧化铅，此外还有在燃烧室内壁上堆积等副作用。为了消除上述副作用，人们利用二氯化乙烯与二溴化乙烯混合的汽油精替代四乙基铅，生产出无铅的高标号汽油。柴油机要求具有较大的压缩比，一般压缩比在 16~29 之间，而汽油机的压缩比则比较小，一般在 6~11 之间。汽油机压缩比为 7.0~8.5 的汽车，应使用 92 号汽油；汽油机压缩比为 8.5~9.5 的汽车，应使用 95 号汽油；汽油机压缩比为 9.5 以上的汽车，则应使用 98 号汽油。若汽油标号（辛烷值）过低，就会产生爆燃。但也不是说汽油标号越高越好，若标号过高，不仅会造成经济上的浪费，还会因辛烷值过高而出现着火慢、燃烧时间长，致使热功转换不充分，并且会因废气的排放温度过高而烧坏排气门或排气门座。

## 17. 冷却方式

冷却方式是指冷却系统是采用风冷方式还是水冷方式。将发动机中高温零件的热量直接散入大气而进行冷却的装置称为风冷系统；而把这些热量先传给冷却液，然后再散入大气而进行冷却的装置称为水冷系统。由于水冷系统冷却均匀，效果好，而且使发动机运转噪声小，目前应用广泛。不论采用何种方式冷却，正常的冷却系统必须确保发动机在各种行驶环境下都不致过热。

## 18. 燃油供给系统

发动机燃油供给系统是以电子控制单元（ECU）为控制核心，以空气流量和发动机转速为控制基础，以喷油器为控制对象，保证发动机在各种工况下获得最佳的混合气浓度（空燃比为 14.7），以满足发动机动力性、经济性和排放性。发动机工作时，电动汽油泵把汽油从油箱中泵送出去，经汽油滤清器除去杂质和水分后，流入燃油分配管，然后分送到各