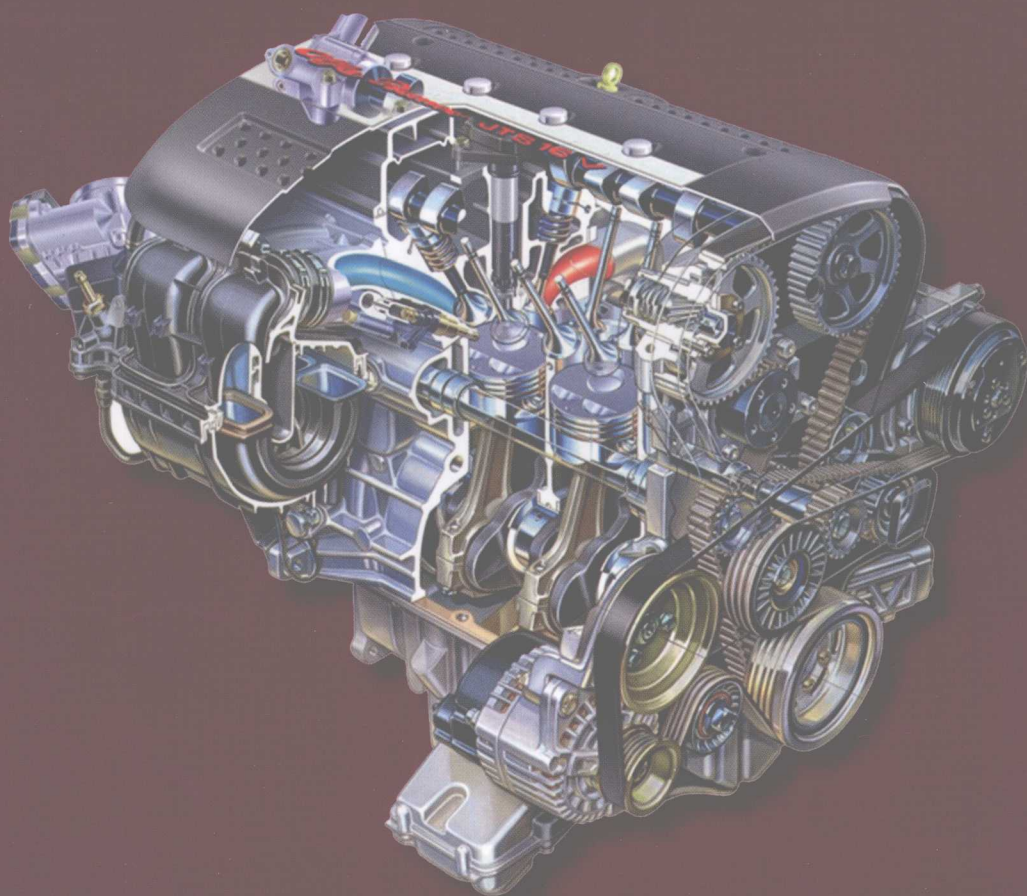


现代制造业职业教育集团公共实训基地  
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

# 汽车发动机检测与维修

衡卫军 主编



高等教育出版社  
Higher Education Press

现代制造业职业教育集团公共实训基地

工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

# 汽车发动机检测与维修

衡卫军 主 编

高等教育出版社

## 内容简介

本书是现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训系列教材之一,是中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书。

本书主要内容包括:汽车发动机的工作原理与总体构造;气缸体曲轴箱组的构造与修理;曲柄连杆机构的构造与修理;配气机构的构造与修理;润滑系的构造与修理;冷却系的构造与修理;供给系的构造与修理;发动机的装配与试验等。通过本书学习,一般可以达到中级维修工相关职业技能标准(或更高)要求。

本书可作为汽车维修类职业教育集团及职业教育公共实训基地工学结合、顶岗实习以及职业技能培训的教學用书,也可作为中等职业学校汽修类专业及相关岗位培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机检测与维修/衡卫军主编. —北京:高等教育出版社, 2008.9

ISBN 978-7-04-024788-6

I. 汽… II. 衡… III. ①汽车-发动机-故障检测-专业学校-教材②汽车-发动机-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 116279 号

|      |     |      |     |      |     |      |     |
|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 策划编辑 | 李新宇 | 责任编辑 | 贺 玲 | 封面设计 | 张 楠 | 责任绘图 | 朱 静 |
| 版式设计 | 张 岚 | 责任校对 | 王效珍 | 责任印制 | 韩 刚 |      |     |

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100120  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 850×1168 1/16  
印 张 10.25  
字 数 240 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 9 月第 1 版  
印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷  
定 价 17.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24788-00

现代制造业职业教育集团公共实训基地  
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书  
工作过程系统化核心教程

编写指导委员会

名誉主任 徐剑波

主任 李振江

副主任

王洪立 王 铨 刘振海 李一鸥 牛旭光

迟本理 蔡希岗 孙焕利 周厚斌

成 员

于万成 石俊寿 代明尧 刘庆才 李克华 邢大伟 陈玉水 张友波 陆仁发

陆威崑 段永田 贺刚林 武光亮 梁显宗 于德水 邱卫东 叶忠先 苗进国

尹洪旺 夏秀陶 刘常青 刘宗毅 黄 松

## 出版说明

职业教育集团化办学和推行工学结合、顶岗实习是我国职业教育发展过程中大力推进体制、机制创新，增强职业教育发展的生机与活力，推动中等职业教育又好又快发展的必然选择，是贯彻职业教育与生产劳动和社会实践相结合原则的生动体现和重大创举。

职业教育的集团化运作、职业教育公共实训基地的建立与运行，工学结合、顶岗实习的推行使得职业教育教学模式、教学方法等都必须进行相应的改革，教材建设作为这种改革的重要载体和支撑，其作用尤为重要。高等教育出版社以打造精品教学资源，引领教学改革潮流为己任，与青岛市现代制造业职业教育集团合作，组织来自企业、教育管理部门和学校的现代制造业相关专业领域的专家和教师深入企业、学校、实训基地，在广泛调研的基础上编写了“现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书”系列教材，该系列教材力求突出以下特色。

第一，该系列教材立足现代制造业职业教育集团公共实训基地的硬件环境，充分满足工学结合、顶岗实习职业教育体制、机制创新条件下对教材的需求，突出教材的实用性和针对性。

第二，该系列教材在“学中做，做中学”的教学原则下，按照“工作过程系统化”的活动课程模式，采用“模块—项目—任务”结构形式构建教材内容，结合不同课程教学内容的具体特点组织编写。

第三，该系列教材以最新的国家技术标准和相关国家职业标准及有关行业技能鉴定规范为编写的重要依据，融入了新知识、新技术、新工艺和新方法，贯彻了以就业为导向，以突出就业岗位能力培养为主的职业教育思想。

第四，该系列教材在编写过程中，遵循学生掌握知识、技能的认知规律和教学规律，语言表述平实，图文并茂，通俗易懂，具有较强的可操作性，便于学生学习和教师组织教学。

为了做好教材编写工作，促进教材的推广使用，由青岛市现代制造业相关专业领域的优秀教育管理专家、教师、学者，组成了现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书编写指导委员会，指导教材的编写工作。伴随职业教育教学改革的不深化，本套教材在推广使用中，将根据反馈信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社  
中等职业教育出版中心  
2008年5月

## 序

过去的几年,我国职业教育工作全面推进,取得了明显成效,党中央、国务院高度重视职业教育工作。2002年和2005年,国务院先后召开两次全国职业教育工作会议,都做出了大力发展职业教育的决定,明确了我国职业教育改革和发展的指导思想、目标任务和政策措施。教育系统认真贯彻落实科学发展观,坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨,以就业为导向的发展方针,职业教育的规模迅速扩大,改革不断深入,质量不断提高,促进了教育结构的战略调整和教育持续协调健康发展,为社会主义现代化建设做出了重要贡献。

近几年来,青岛市职业教育工作认真贯彻落实党和国家的教育方针,坚持以服务为宗旨、以就业为导向,面向社会、面向市场办学,大力推行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式,积极开展职业教育集团化办学,不断深化教育教学改革,职业教育的质量有了显著提高。2005年7月,我们对21家企业和27所学校进行整合,组建了以山东省轻工工程学校为龙头的青岛市现代制造业职业教育集团。2005年8月,教育部部长周济视察青岛市现代制造业教育集团时,对教育集团校企合作、工学结合、东西部联合办学等办学模式给予了充分肯定。

2007年10月,青岛市职业教育集团将其“政府统筹、名校主导”的鲜明特色作为重要案例写进了教育部课题《职业教育集团化办学的理论与实践研究》的相关研究报告之中。2006年,作为政府当年市办10件大事之一,青岛市在中央财政支持下投资1.3亿元,在山东省轻工工程学校实训中心的基础上建成了青岛市现代制造业职业教育公共实训基地。职业教育集团化办学和职业教育公共实训基地建设实现了教育资源的整合和共享,同时也对职业教育体制和机制创新提出了新要求。在职业教育集团和职业教育公共实训基地这样的平台上运作职业教育,硬件基础具备之后,与之相适应的教学模式、课程建设等软件的配套,是一个亟需解决的问题。

山东省轻工工程学校为此做了大量的研究和实践,取得了很多可喜的成果,其中之一就是这套现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习、职业技能培训教学用书。他们与高等教育出版社合作,邀请行业内许多知名专家、技术人员和相关专业教学专家、教育管理者,深入企业、学校进行了大量的调查研究,确定了教材的“模块—项目”结构框架。教材采用大量来自生产现场的工作任务作为承载教学内容载体的学习项目,完成这些学习项目的工作过程,将引领学生掌握操作技能、理解理论知识、积累工作经验和培养职业道德等。这套教材的推广使用,必将为职业教育改革创新提供强有力的支持,为青岛市制造业发展和山东半岛制造业基地建设培养更多高素质劳动者做出更大贡献。

徐剑波  
2008年4月

# 前言

本书是为了适应社会经济发展和汽车维修专业技能型紧缺人才培养的需要,借鉴先进职业教育观念,为“以项目为主体的模块化职业教育课程”配套的教材。本书力争突出“学习内容项目化,理论知识依附工作过程导向体系”的特点,便于指导学生实习实训,为职业学校学生在形象思维架构下掌握技术理论知识和具备职业能力创造条件。

根据社会需求和中职学生特点,结合汽车运用与维修专业的技能要求,将教材分为《汽车发动机检测与维修》、《汽车底盘检测与维修》和《汽车电气检测与维修》三个模块共三册。每个模块又由若干项目组成,教学过程通过各个项目的实施来完成。

项目内容注意保证专业技能的系统性,同时结合汽车维修工中级考核标准来制定,强调学生动手能力的培养。本书内容突出实践教学的主导地位,根据知识点和技能的要求来设计训练项目。

本书适用于中等职业教育汽车运用与维修及相关专业,也适用于汽车维修职业培训的相关工种。由于它的内容涵盖了职业技能鉴定的范围,因此也适用于在校学生、在职职工和农民工的职业资格培训。

使用本书的建议:

(1) 由具备较强动手能力的双师型教师任教。教学中宜采用练讲结合的教学方法,由学生按照操作步骤完成项目操作,达到规定的目标。需要的相关理论知识随练随讲。

(2) 理论与实践课程的比例约为1:2,应尽量留出更多时间让学生操作。

(3) 各学校可根据专业具体要求以及教学和培训条件,选择相应项目进行教学。

学时分配建议如下:

| 序号 | 教学内容                    | 学时数 |
|----|-------------------------|-----|
| 1  | 项目一 发动机的拆、装             | 10  |
| 2  | 项目二 发动机气缸垫的更换           | 8   |
| 3  | 项目三 气缸盖的检修              | 8   |
| 4  | 项目四 气缸体的检修              | 8   |
| 5  | 项目五 发动机活塞连杆的拆、装         | 10  |
| 6  | 项目六 发动机连杆(曲轴)轴承间隙的检查与调整 | 12  |
| 7  | 项目七 连杆的检修               | 10  |
| 8  | 项目八 活塞销响故障的诊断与排除        | 12  |
| 9  | 项目九 活塞环响故障的诊断与排除        | 12  |
| 10 | 项目十 发动机曲轴飞轮的拆、装         | 10  |
| 11 | 项目十一 发动机曲轴的检修           | 10  |

续表

| 序号 | 教学内容                      | 学时数 |
|----|---------------------------|-----|
| 12 | 项目十二 发动机配气机构顶置凸轮轴的拆、装     | 14  |
| 13 | 项目十三 发动机气门间隙的检查与调整        | 12  |
| 14 | 项目十四 发动机气门与气门座圈的检修        | 10  |
| 15 | 项目十五 凸轮轴响故障的诊断与排除         | 10  |
| 16 | 项目十六 发动机冷却系的拆、装           | 8   |
| 17 | 项目十七 发动机冷却液的检查与更换         | 8   |
| 18 | 项目十八 水泵及节温器的维护            | 8   |
| 19 | 项目十九 散热器的维护               | 8   |
| 20 | 项目二十 冷却液充足但发动机过热故障的诊断与排除  | 8   |
| 21 | 项目二十一 发动机润滑系的拆、装          | 8   |
| 22 | 项目二十二 机油的检查与更换            | 8   |
| 23 | 项目二十三 机油泵及集滤器的维护          | 8   |
| 24 | 项目二十四 发动机机油滤清器的维护         | 8   |
| 25 | 项目二十五 电子控制汽油喷射系统燃油供给系的拆、装 | 12  |
| 26 | 项目二十六 电子控制汽油喷射系统空气供给装置的维护 | 12  |
| 27 | 项目二十七 电子控制汽油喷射系统燃油供给装置的维护 | 12  |
| 28 | 项目二十八 电子控制汽油喷射系统控制装置的维护   | 12  |
|    | 合计                        | 276 |

本书由衡卫军担任主编，并负责统稿工作，段忠蕾担任副主编，王亮、张良伟参编。

代明尧、刘庆才、于万成审阅了本书，为本书的改进提出了宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，缺点和错误在所难免，敬请使用本书的教师及广大读者批评指正。

编者

2008年4月

# 目 录

|      |                               |    |            |                               |     |
|------|-------------------------------|----|------------|-------------------------------|-----|
| 项目一  | 发动机的拆、装 .....                 | 1  | 项目十七       | 发动机冷却液的检查与<br>更换 .....        | 84  |
| 项目二  | 发动机气缸垫的更换 .....               | 11 | 项目十八       | 水泵及节温器的维护 .....               | 87  |
| 项目三  | 气缸盖的检修 .....                  | 13 | 项目十九       | 散热器的维护 .....                  | 93  |
| 项目四  | 气缸体的检修 .....                  | 18 | 项目二十       | 冷却液充足但发动机过热<br>故障的诊断与排除 ..... | 97  |
| 项目五  | 发动机活塞连杆的拆、装 .....             | 24 | 项目二十一      | 发动机润滑系的拆、装 .....              | 103 |
| 项目六  | 发动机连杆(曲轴)轴承间隙<br>的检查与调整 ..... | 30 | 项目二十二      | 机油的检查与更换 .....                | 107 |
| 项目七  | 连杆的检修 .....                   | 34 | 项目二十三      | 机油泵及集滤器的维护 .....              | 111 |
| 项目八  | 活塞销响故障的诊断与排除 .....            | 39 | 项目二十四      | 发动机机油滤清器的<br>维护 .....         | 117 |
| 项目九  | 活塞环响故障的诊断与排除 .....            | 43 | 项目二十五      | 电子控制汽油喷射系统<br>燃油供给系的拆、装 ..... | 124 |
| 项目十  | 发动机曲轴飞轮的拆、装 .....             | 48 | 项目二十六      | 电子控制汽油喷射系统<br>空气供给装置的维护 ..... | 133 |
| 项目十一 | 发动机曲轴的检修 .....                | 52 | 项目二十七      | 电子控制汽油喷射系统<br>燃油供给装置的维护 ..... | 141 |
| 项目十二 | 发动机配气机构顶置凸轮轴<br>的拆、装 .....    | 58 | 项目二十八      | 电子控制汽油喷射系统<br>控制装置的维护 .....   | 147 |
| 项目十三 | 发动机气门间隙的检查与<br>调整 .....       | 65 | 参考文献 ..... |                               | 153 |
| 项目十四 | 发动机气门与气门座圈的<br>检修 .....       | 69 |            |                               |     |
| 项目十五 | 凸轮轴响故障的诊断与<br>排除 .....        | 74 |            |                               |     |
| 项目十六 | 发动机冷却系的拆、装 .....              | 79 |            |                               |     |

# 项目一 发动机的拆、装



**【项目背景】**轿车在使用一段时间后，发动机出现难以启动，排气管有蓝烟冒出，油耗超出标准，并且动力明显不足等问题。修理工诊断为气缸过度磨损，需要进行发动机大修。那么大修时应该如何进行发动机的拆、装呢？



**【项目内容】**熟练地按工艺过程要求进行发动机的拆、装。



## 【项目目标】

- (1) 掌握发动机的总体组成及机体组的组成。
- (2) 掌握发动机的基本术语。
- (3) 了解发动机的工作原理。
- (4) 能熟练地按工艺过程要求进行发动机的拆、装。
- (5) 掌握各类通用拆、装工具的使用。
- (6) 培养学生团结协作的工作作风。



## 【器材用具】

丰田发动机、通用工具、力矩扳手、丰田专用工具、活塞环压缩器、活塞环卡钳、机油、棉纱、汽油等。



## 【注意事项】

- (1) 在拆装气缸盖螺栓时，要严格按照规定工艺及技术参数进行。
- (2) 拆卸、安装活塞时一定要注意记号，若无记号，拆卸前必须做标记。
- (3) 注意气缸垫的安装方向。
- (4) 拆下的零部件按顺序放好，并注意不要损坏零件。
- (5) 严格按操作规程进行操作，并注意操作安全。
- (6) 保持环境卫生。



## 【操作步骤】

### 一、发动机机体组拆卸前的准备工作

- (1) 排放油底壳内机油。

- (2) 拆卸发动机机体外部零件。
- (3) 拆卸正时带和带轮（正时链轮或链条）以及带传动件。

## 二、发动机机体拆卸

- (1) 拆下油底壳，拆卸油泵总成。
- (2) 拆卸气门罩盖，更换气门室密封垫。
- (3) 拆卸凸轮轴，拆卸凸轮轴轴承盖螺栓顺序如图 1-1 所示。

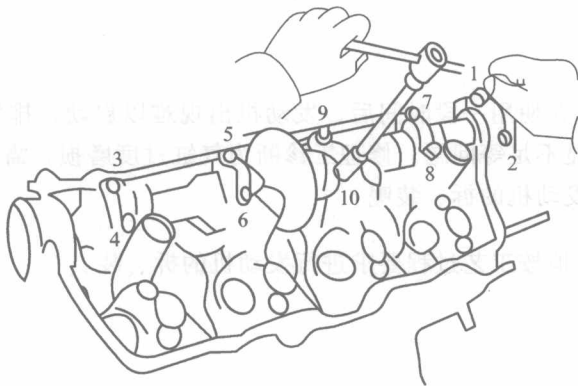


图 1-1 凸轮轴轴承盖螺栓拆装顺序

注意：拆卸下来的轴承盖一定要做好标记并按顺序放好。

- (4) 拆下气缸盖，注意应从两端向中间分次、交叉拧松。
- (5) 拆卸活塞连杆组，注意气缸号、朝前记号（图 1-2）及拆卸工艺。

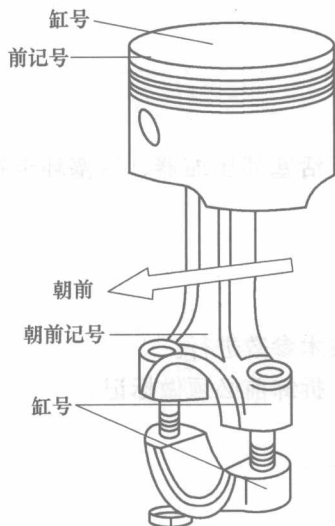


图 1-2 活塞连杆组标记号

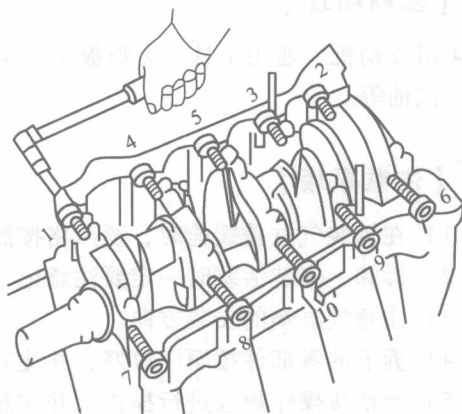


图 1-3 主轴承盖螺栓拧松的顺序

- (6) 按图 1-3 所示顺序拧松主轴承盖螺钉，卸下曲轴飞轮组。并注意主轴承盖的安装记号。

## 三、发动机机体装配

按照与拆卸时的相反顺序将各部件进行装配，注意各部件应按规定力矩拧紧。

- (1) 安装曲轴飞轮组。
- (2) 安装活塞连杆组, 注意缸号朝前记号。
- (3) 安装气缸盖, 注意气缸垫的安装方向。
- (4) 安装凸轮轴。
- (5) 安装气门罩盖。
- (6) 安装机油泵总成。
- (7) 安装油底壳。
- (8) 安装正时带和带轮(正时链轮或链条)以及其传动件, 注意核准正时标记。
- (9) 装复发动机的机体外部零件。



### 【相关知识】

发动机是将某一形式的能量转化为机械能的机械装置, 是汽车最主要的总成之一, 它是动力的来源。

内燃机汽车发动机的作用是将燃料与空气进行混合后在其机体内燃烧, 推动活塞往复运动再带动曲轴旋转, 从而将化学能转变为机械能向汽车提供动力。由于燃料是在气缸中燃烧, 因此又称内燃机。

#### 一、发动机的组成(两大机构五大系统)

发动机由曲柄连杆机构、配气机构、供给系、润滑系、冷却系、点火系和起动系组成, 如图 1-4 所示。

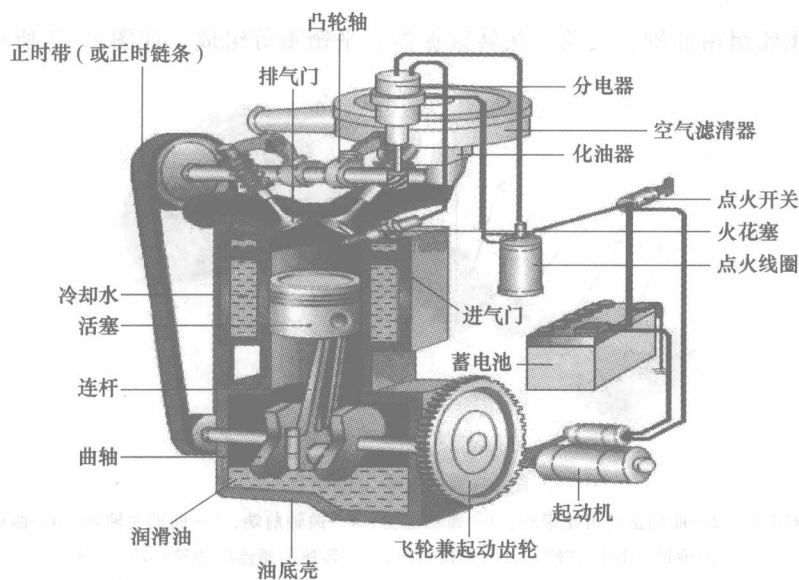


图 1-4 单缸四行程发动机总体构造

#### 1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由气缸体与曲轴箱组、活塞连杆组、曲轴飞轮组等三部分组成。

- (1) 气缸体与曲轴箱组由气缸体、曲轴箱、气缸盖、气缸套、气缸垫及油底壳等组成,

如图 1-5 所示。

(2) 活塞连杆组由活塞、活塞环、活塞销、连杆等组成，如图 1-6 所示。

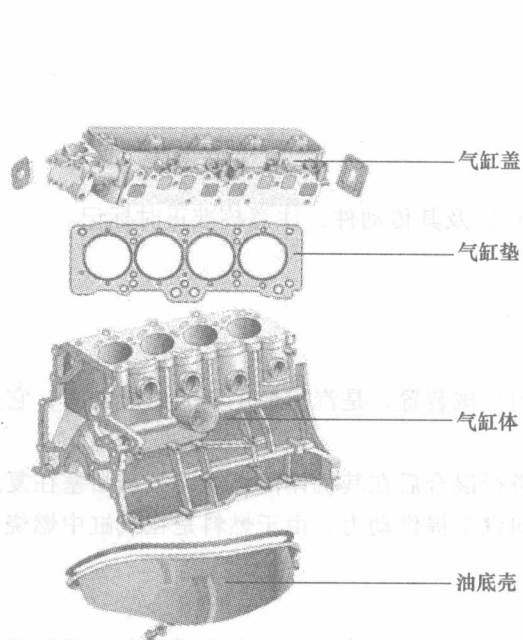


图 1-5 气缸体与曲轴箱组的组成

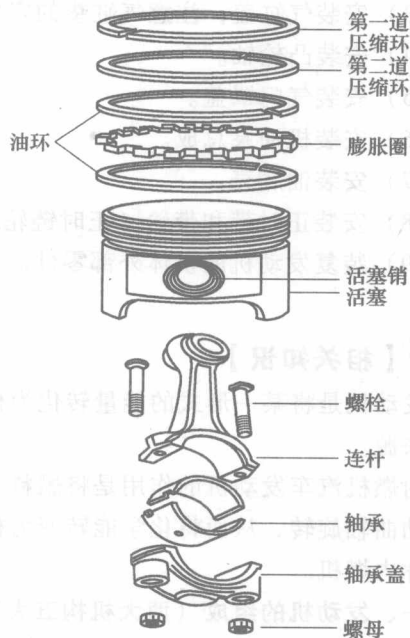


图 1-6 活塞连杆组的组成

(3) 曲轴飞轮组由曲轴、飞轮、扭转减振器、平衡重等组成，如图 1-7 所示。

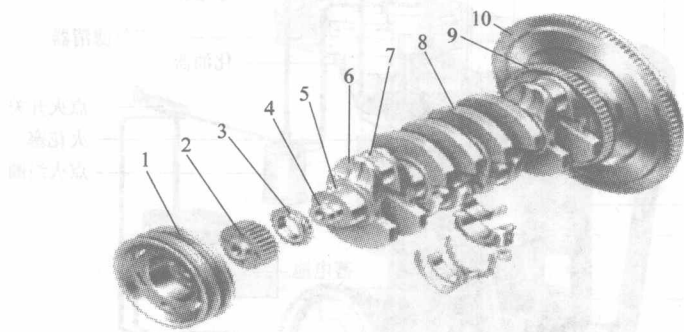


图 1-7 曲轴飞轮组件

1—曲轴带轮; 2—曲轴正时齿轮带轮; 3—曲轴链轮; 4—曲轴前端; 5—曲轴主轴颈; 6—曲柄臂;  
7—曲柄销 (连杆轴颈); 8—平衡重块; 9—转速传感器脉冲轮; 10—飞轮

## 2. 配气机构

配气机构由进气门、排气门、挺柱、推杆、摇臂、凸轮轴以及凸轮轴正时齿轮 (由曲轴正时齿轮驱动) 等组成，如图 1-8 所示。

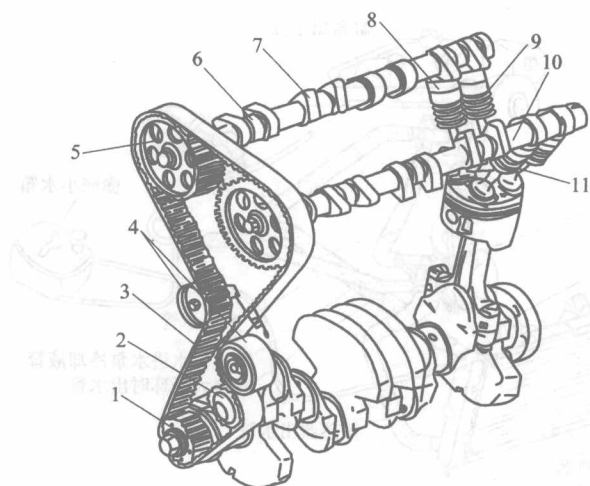


图 1-8 配气机构总体总成

1—曲轴正时带轮；2—中间轴正时带轮；3—同步带；4—张紧轮；5—凸轮轴传动带轮；  
6—进气凸轮轴；7—凸轮；8—液压挺柱；9—进气门组件；10—排气凸轮轴；11—排气门组件

### 3. 供给系

供给系由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器等组成，图 1-9 所示为桑塔纳轿车燃料供给系示意图。

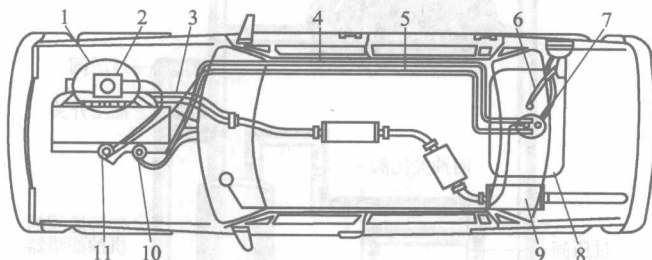


图 1-9 桑塔纳轿车燃料供给系示意图

1—空气滤清器；2—化油器；3—排气管；4—输油管；5—回油管；6—加油时排气管；  
7—油蒸气液化后回油管；8—汽油箱；9—后消声器；10—汽油泵；11—储油罐

### 4. 点火系

点火系由蓄电池、发电机、断电器（与分电装置等组合成为分电器）和点火线圈、火花塞等组成。

### 5. 冷却系

冷却系主要由水泵、散热器、风扇、分水管、气缸体放水阀以及气缸体和气缸盖里铸出的空腔——水套等组成，如图 1-10 所示。

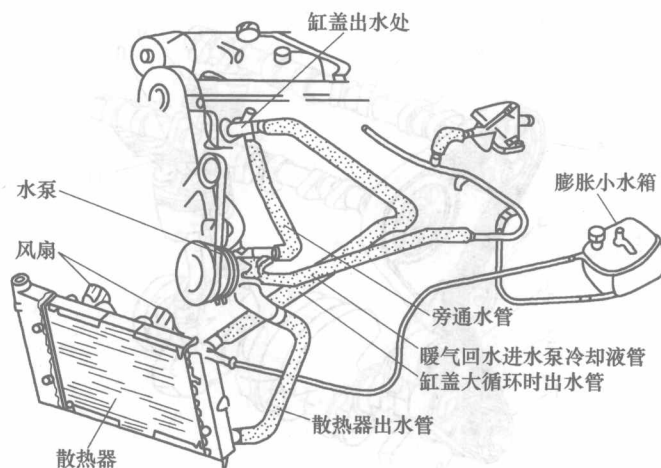


图 1-10 冷却系组成

## 6. 润滑系

润滑系由机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油粗滤器、机油细滤器和机油冷却器等组成，如图 1-11 所示。

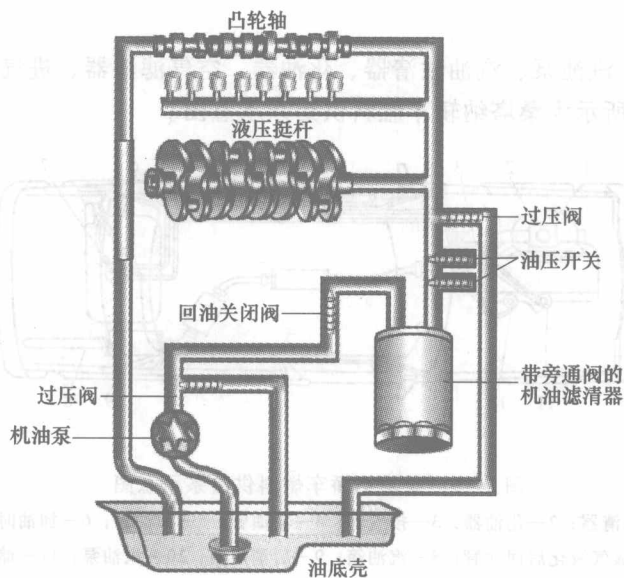


图 1-11 润滑系的组成

## 7. 起动系

起动系由起动机及其附属装置等组成。

汽油机一般都由上述两个机构和五个系统组成。对于汽车用柴油机，由于其混合气是自行着火燃烧的，所以柴油机没有点火系，因此柴油机由两个机构和四个系统组成。

## 二、发动机的基本术语

发动机的结构示意图如图 1-12 所示。

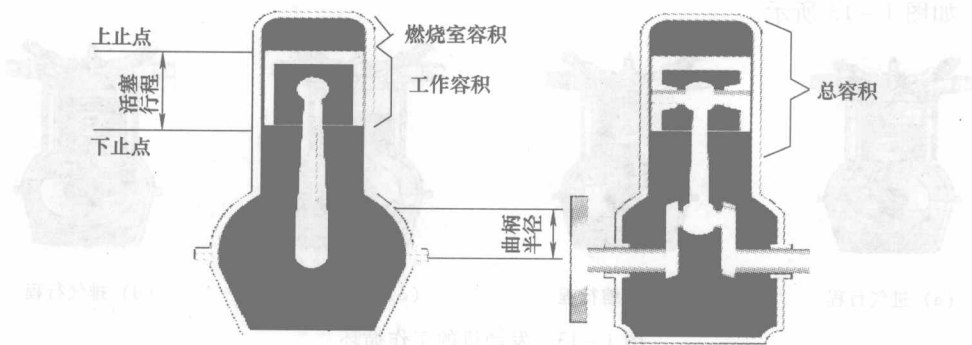


图 1-12 发动机结构示意图

(1) 上止点 活塞顶距离曲轴旋转中心最远的位置称为上止点。

(2) 下止点 活塞顶距离曲轴旋转中心最近的位置称为下止点。

(3) 活塞行程 上、下止点间的距离称为活塞行程，用  $s$  表示。

$$s = 2R$$

式中： $R$ ——曲柄半径。

上式表明曲轴每转一周，活塞完成两个行程。

(4) 燃烧室容积 活塞在气缸内作往复直线运动，当活塞位于上止点时，活塞顶上面的气缸空间为燃烧室容积，用  $V_c$  表示。

(5) 气缸工作容积 活塞从一个止点移到另一个止点所扫过的容积称为气缸工作容积，用  $V_h(L)$  表示。

$$V_h = \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2 s \times 10^{-6}$$

式中： $D$ ——气缸直径，cm；

$s$ ——活塞行程，cm。

(6) 气缸总容积 活塞位于下止点时，活塞顶上部的全部气缸容积称为气缸总容积，用  $V_a$  表示，即

$$V_a = V_c + V_h$$

(7) 发动机排量 多缸发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量，用  $V_L$  表示。

$$V_L = V_h i$$

式中： $i$ ——发动机的气缸数。

(8) 压缩比 气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比，用  $\varepsilon$  表示。

$$\varepsilon = V_a / V_c = 1 + V_h / V_c$$

$\varepsilon$  表示活塞从下止点移到上止点时，气缸内气体被压缩的程度。现代汽车发动机压缩比，汽油机一般为 6~9（有的轿车可达 9~11），柴油机一般为 16~22。

## 三、汽油发动机的工作原理

活塞在气缸内往复四个行程（相当于曲轴旋转两周）完成一个工作循环的发动机，称为

四冲程发动机。

四冲程发动机每个工作循环中的四个活塞行程分别为进气行程、压缩行程、作功行程和排气行程，如图 1-13 所示。

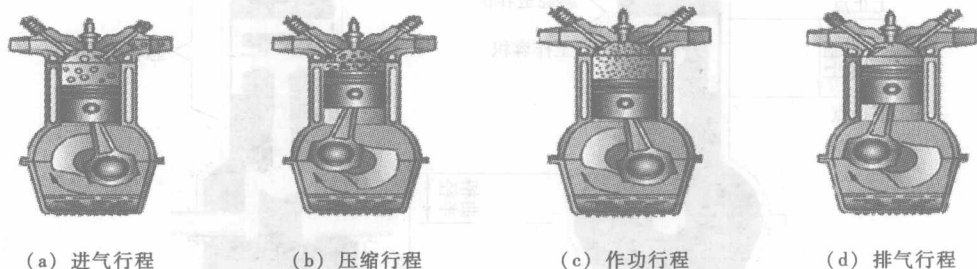


图 1-13 发动机的工作循环

### 1. 进气行程

进气行程将空气与燃料先在气缸外部的化油器中进行混合，形成可燃混合气后吸人气缸，如图 1-14 所示。

进气行程中，进气门开启，排气门关闭，曲轴带动活塞从上止点向下止点运动，活塞上方的气缸容积增大，从而气缸内压力降到大气压以下，即在气缸内造成真空吸力，这样，可燃混合气便经进气管道和进气门被吸人气缸。在这个过程中，曲轴转过了  $180^\circ$ 。由于进气系统有阻力，进气终了时气缸内气体压力为  $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。

流进气缸内的可燃混合气，因为与气缸壁、活塞顶等高温机件表面接触并与前一循环留下的高温残余废气混合，所以温度升高到  $370 \sim 400 \text{ K}$ 。

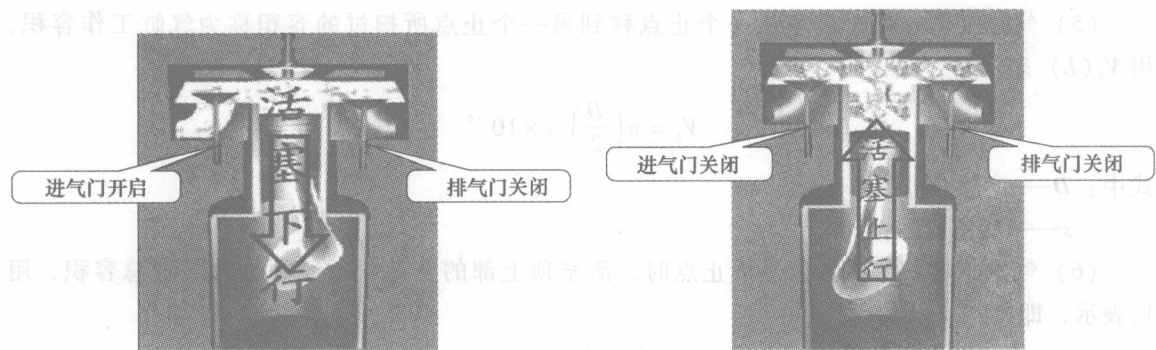


图 1-14 进气行程

### 2. 压缩行程

压缩行程如图 1-15 所示，为使吸入缸内的混合气迅速燃烧，放出更多的热量，从而使发动机发出更大的功率，必须在混合气燃烧前对其进行压缩，使其容积变小、温度升高。为此，在进气终了时便立即进入压缩行程。在此行程中，进、排气门均关闭，曲轴推动活塞由下止点向上止点移动一个行程。

压缩终了时，活塞到达上止点，混合气被压入活塞上方很小的燃烧室中。此时，混合气压力高达  $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$ ，温度可达  $600 \sim 700 \text{ K}$ 。

在发动机技术状况良好的情况下，发动机的压缩比大，则混合气燃烧迅速，发动机发出的

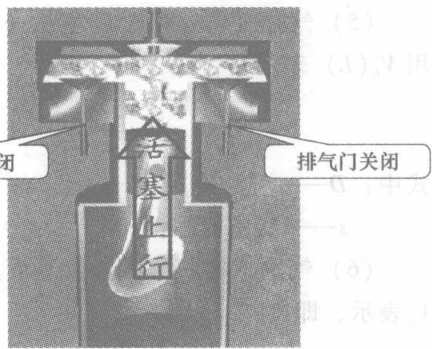


图 1-15 压缩行程