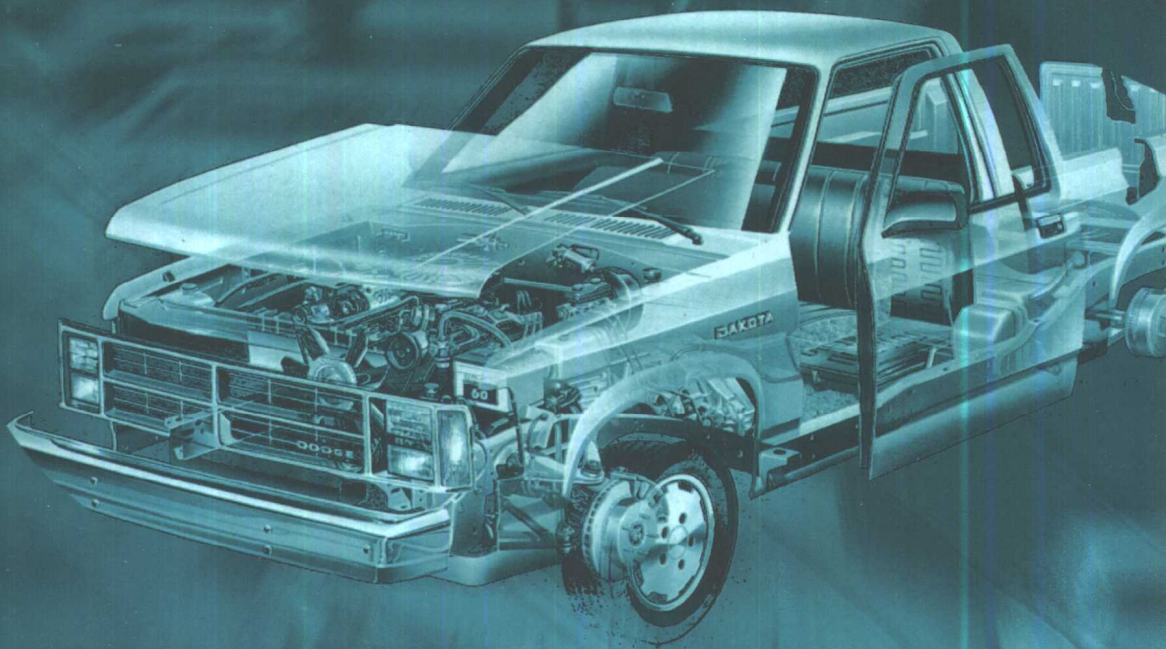


21  
世纪

21世纪高职高专系列教材

# 汽车构造

中国机械工业教育协会 组编



机械工业出版社  
China Machine Press

21世纪高职高专系列教材

# 汽车构造

中国机械工业教育协会 组编

主 编 山东工程学院 张为春  
副主编 天津理工大学 王永洲  
参 编 山东工程学院 刘瑞军 李 旭 徐家川 李晋善 秦 华  
天津理工大学 张爱臣  
武汉船舶职业技术学院 熊 健 王 琳  
主 审 江苏理工大学 毛务本



机械工业出版社

本书主要讲汽车构造,以东风EQ1090型汽车和桑塔纳轿车为例,内容有:发动机概论、曲轴连杆机构、配气机构、汽油机燃料系、柴油机供给系、发动机润滑系、冷却系、传动系、行驶系、转向系、制动系、驾驶室与驾驶座。

本书可作为交通运输专业、车辆工程专业、汽车运用与维修等专业高职高专教材,也可供从事汽车检测维修、汽车运输管理等行业的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造/中国机械工业教育协会组编. —北京:机械工业出版社, 2001.6  
21世纪高职高专系列教材  
ISBN 7-111-08389-X

I. 汽… II. 中… III. 汽车-构造-高等学校: 技术学校-教材 IV. U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第036016号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)  
责任编辑:朱华 版式设计:霍永明 责任校对:吴美英  
封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙  
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
2001年7月第1版·第1次印刷  
787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·14.25印张·348千字  
0 001—4 000册  
定价:21.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

## 21 世纪高职高专系列教材编委会名单

**编委会主任** 中国机械工业教育协会 郝广发

### 编委会副主任（单位按笔画排）

山东工程学院 仪垂杰

大连理工大学 唐志宏

天津大学 周志刚

甘肃工业大学 路文江

江苏理工大学 杨继昌

成都航空职业技术学院 陈玉华

机械工业出版社 陈瑞藻（常务）

沈阳工业大学 李荣德

河北工业大学 檀润华

武汉船舶职业技术学院 郭江平

金华职业技术学院 余党军

### 编委会委员（单位按笔画排）

广东白云职业技术学院 谢瀚华

山东省职业技术教育师资培训中心 邹培明

上海电机技术高等专科学校 徐余法

天津中德职业技术学院 李大卫

天津理工学院职业技术学院 沙洪均

日照职业技术学院 李连业

北方交通大学职业技术学院 佟立本

辽宁工学院职业技术学院 李居参

包头职业技术学院 郑刚

北京科技大学职业技术学院 马德青

北京建设职工大学 常莲

北京海淀走读大学 成运花

江苏理工大学 吴向阳

合肥联合大学 杨久志

同济大学 孙章

机械工业出版社 李超群 余茂祚（常务）

沈阳建筑工程学院 王宝金

佳木斯大学职业技术学院 王跃国

河北工业大学 范顺成

哈尔滨理工大学工业技术学院 钱恒录

洛阳大学 吴锐

洛阳工学院职业技术学院 李德顺

南昌大学 肖玉梅

厦门大学 朱立秒

湖北工学院高等职业技术学院 吴振彪

彭城职业大学 陈嘉莉

燕山大学 刘德有

# 序

1999年6月中共中央国务院召开第三次全国教育工作会议,作出了“关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定”的重大决策,强调教育在综合国力的形成中处于基础地位,坚持实施科教兴国的战略。决定中明确提出要大力发展高等职业教育,培养一大批具有必备的理论知识和较强的实践能力,适应生产、建设、管理、服务第一线急需的高等技术应用性专门人才。为此,教育部召开了关于加强高职高专教学工作会议,进一步明确了高职高专是以培养技术应用性专门人才为根本任务;以适应社会需要为目标;以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案;以“应用”为主旨和特征来构建课程和教学内容体系;高职高专的专业设置要体现地区、行业经济和社会发展的需要,即用人的需求;教材可以“一纲多本”,形成有特色的高职高专教材系列。

“教书育人,教材先行”,教育离不开教材。为了贯彻中共中央国务院以及教育部关于高职高专人才培养目标及教材建设的总体要求,中国机械工业教育协会、机械工业出版社组织全国部分有高职高专教学经验的职业技术学院、普通高等学校编写了这套《21世纪高职高专系列教材》。教材首批80余本(书目附书后)已陆续出版发行。

本套教材是根据高中毕业3年制(总学时1600~1800)、兼顾2年制(总学时1100~1200)的高职高专教学计划需要编写的。在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。基础理论课以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学。为了扩大使用面,在内容的取舍上也考虑到电大、职大、业大、函大等教育的教学、自学需要。

每类专业的教材在内容安排和体系上是有机联系、相互衔接的,但每本教材又有各自的独立性。因此各地区院校可根据自己的教学特点进行选择使用。

为了提高质量,真正编写出有显著特色的21世纪高职高专系列教材,组织编写队伍时,采取专门办高职的院校与办高职的普通高等院校相互协作编写并交叉审稿,以便实践教学和理论教学能相互渗透。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,在教材编辑出版方面有雄厚的实力和丰富的经验,出版了一大批适用于全国研究生、大学本科、专科、中专、职工培训等各种层次的成套系列教材,在国内享有很高的声誉。我们相信这套教材也一定能成为具有我国特色的、适合21世纪高职高专教育特点的系列教材。

中国机械工业教育协会

# 前 言

本书是高等职业技术教育教学用书，也可作为成人高校、高专、夜大、职大、业大、函大等层次的教学用书和广大自学者及工程技术人员的自学用书。也可作为普通高等院校有关专业的教学参考书。

在编写本书时，我们从高职教育的实际出发，结合教学和生产实际的需要，确定了编写的指导思想和教材特色。以应用为目的，强化应用为重点，力求内容系统、准确、新颖。本教材主要突出以下特点：

1. 坚持学以致用，理论与实践相结合的原则。各章节在讲解基本结构、工作原理时，尽量结合最新常见车型，并力求图文并茂，信息量大、可操作性强，以培养实际应用能力。

2. 在保证基本内容全面、系统的前提下，以国产汽车EQ1090和桑塔纳轿车的结构为例，全面介绍了汽车构造。随着汽车电子化的普及，汽车结构不断更新，重点介绍了电子燃油喷射系统、自动变速器、防抱死控制系统等内容。

3. 为满足多媒体教学的要求，编者为本教材配套制作了部分幻灯片、汽车构造CAI课件和光盘一套，各院校可根据实际需要选用。

本书由张为春任主编，王永洲任副主编。全书文稿由张为春进行了全面修订；由江苏理工大学毛务本教授负责全书的审定工作。

在本书的编写过程中，部分引用了国内出版的各种有关汽车教材等，在此向有关编著者表示感谢。

限于编者水平，加之时间仓促，书中难免有错误和不当之处，敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

序  
前言

## 第 1 章 发动机概论 ..... 1

### 1.1 发动机的基本组成和常用

术语 ..... 1

1.1.1 汽油机的基本组成 ..... 1

1.1.2 常用术语 ..... 1

### 1.2 四行程发动机的工作原理 ..... 3

1.2.1 四行程汽油机的工作原理 ..... 3

1.2.2 四行程柴油机的工作原理 ..... 4

### 1.3 二行程发动机的工作原理 ..... 4

### 1.4 多缸四行程发动机的工作

顺序 ..... 5

### 1.5 发动机的总体构造 ..... 6

### 1.6 内燃机产品的名称及型号编制

规则 ..... 6

### 1.7 发动机在汽车上的支承 ..... 7

复习思考题 ..... 8

## 第 2 章 曲轴连杆机构 ..... 9

### 2.1 气缸体曲轴箱组 ..... 9

### 2.2 活塞连杆组 ..... 12

### 2.3 曲轴飞轮组 ..... 16

复习思考题 ..... 21

## 第 3 章 配气机构 ..... 22

### 3.1 配气机构的总布置 ..... 22

3.1.1 配气机构的组成与工作

情况 ..... 22

3.1.2 配气机构的传动方式 ..... 23

3.1.3 气门排列及驱动装置 ..... 24

3.1.4 气门间隙及其调整 ..... 26

### 3.2 配气相位 ..... 27

3.2.1 进气门的配气相位 ..... 27

3.2.2 排气门的配气相位 ..... 28

3.2.3 气门的叠开 ..... 28

### 3.3 气门传动组与气门组 ..... 29

3.3.1 气门传动组 ..... 29

3.3.2 气门组 ..... 34

复习思考题 ..... 38

## 第 4 章 汽油机燃料系 ..... 39

### 4.1 汽油机可燃混合气的形成及

其对汽油机性能的影响 ..... 39

4.1.1 简单化油器的结构及可燃混合气

的形成 ..... 39

4.1.2 可燃混合气浓度与汽油机性能

关系 ..... 40

### 4.2 化油器的基本结构 ..... 43

4.2.1 供油装置 ..... 43

4.2.2 化油器的类型及产品型号 ..... 47

### 4.3 几种典型化油器介绍 ..... 49

4.3.1 CAH101 型化油器 ..... 49

4.3.2 KEIHIN (26-30DC) 化

油器 ..... 58

### 4.4 汽油供给装置 ..... 58

### 4.5 空气滤清器及进、排气装置 ..... 61

4.5.1 空气滤清器 ..... 61

4.5.2 进气管与排气管 ..... 61

4.5.3 排气消声器 ..... 61

### 4.6 电控燃油喷射系统的结构和

工作原理 ..... 62

4.6.1 燃油喷射技术发展概况及其

优越性 ..... 62

4.6.2 电喷系统的分类 ..... 62

4.6.3 电喷系统的结构和工作

原理 ..... 63

复习思考题 ..... 71

第5章 柴油机供给系 .....	72	8.1.2 传动系的组成和布置形式 .....	109
5.1 柴油机供给系的功用组成及 燃料 .....	72	<b>8.2 离合器</b> .....	111
5.1.1 柴油机燃油供给系的功用 .....	72	8.2.1 离合器的功用与类型 .....	111
5.1.2 柴油机供给系的组成 .....	72	8.2.2 常压摩擦式离合器的一般结构 和工作原理 .....	112
5.1.3 柴油的主要性能 .....	72	8.2.3 典型汽车离合器 .....	114
5.2 可燃混合气的形成与燃 烧室 .....	72	<b>8.3 变速器与分动器</b> .....	118
5.2.1 可燃混合气的形成与燃烧 .....	72	8.3.1 变速器的功用与要求 .....	118
5.2.2 柴油机燃烧室 .....	73	8.3.2 变速器的分类 .....	118
5.3 喷油器与喷油泵 .....	75	8.3.3 汽车变速器的一般结构 .....	119
5.3.1 喷油器 .....	75	8.3.4 变速器的操纵机构 .....	119
5.3.2 喷油泵 .....	76	8.3.5 同步器 .....	121
5.4 调速器 .....	83	8.3.6 典型汽车变速器 .....	125
5.4.1 调速器的功用和工作指标 .....	83	8.3.7 分动器 .....	131
5.4.2 调速器的种类 .....	84	<b>8.4 自动变速器</b> .....	133
5.4.3 机械式调速器的工作原理 .....	85	8.4.1 液力变矩器 .....	133
5.5 燃油的贮存、滤清和输送 .....	87	8.4.2 行星齿轮变速器 .....	137
5.6 废气涡轮增压 .....	89	8.4.3 操纵及控制机构 .....	143
复习思考题 .....	91	<b>8.5 主减速器与差速器</b> .....	143
第6章 发动机润滑系 .....	92	8.5.1 概述 .....	143
6.1 概述 .....	92	8.5.2 主减速器 .....	143
6.2 润滑系主要部件 .....	93	8.5.3 差速器 .....	145
6.3 润滑系的主要油路 .....	97	<b>8.6 万向传动装置</b> .....	147
复习思考题 .....	100	8.6.1 概述 .....	147
第7章 冷却系 .....	101	8.6.2 万向节 .....	147
7.1 概述 .....	101	8.6.3 传动轴与中间支承 .....	149
7.2 水冷系主要部件的结构和工作 原理 .....	102	复习思考题 .....	150
7.2.1 水冷系的组成及水路 .....	102	第9章 行驶系 .....	151
7.2.2 冷却系中的主要零部件和工作 原理 .....	103	9.1 概述 .....	151
复习思考题 .....	108	9.2 车架 .....	151
第8章 传动系 .....	109	9.2.1 边梁式车架 .....	151
8.1 概述 .....	109	9.2.2 中梁式车架与综合式车架 .....	152
8.1.1 传动系的功用 .....	109	9.3 车桥 .....	152
		9.3.1 转向桥 .....	153
		9.3.2 转向驱动桥 .....	154
		9.3.3 前轮定位 .....	154
		9.4 车轮与轮胎 .....	156
		9.4.1 车轮 .....	156
		9.4.2 轮胎 .....	157
		9.5 悬架 .....	160



9.5.1 减振器 .....	160	原理 .....	186
9.5.2 弹性元件 .....	162	11.1.4 对制动系的要求 .....	187
9.5.3 非独立式悬架 .....	163	<b>11.2 制动器</b> .....	187
9.5.4 独立式悬架 .....	163	11.2.1 鼓式制动器 .....	187
9.5.5 平衡式悬架 .....	163	11.2.2 盘式制动器 .....	193
<b>9.6 典型汽车的行驶系统</b> .....	166	<b>11.3 人力制动系</b> .....	194
<b>复习思考题</b> .....	167	11.3.1 机械制动系 .....	194
<b>第10章 转向系</b> .....	168	11.3.2 人力液压制动系 .....	195
<b>10.1 概述</b> .....	168	<b>11.4 伺服制动系</b> .....	197
<b>10.2 转向操纵机构和转向器</b> .....	169	<b>11.5 气压制动主要部件</b> .....	199
10.2.1 转向操纵机构 .....	169	<b>11.6 自动防抱死装置简介</b> .....	204
10.2.2 转向器 .....	170	11.6.1 机械柱塞式 ABS 液压制 系统 .....	204
<b>10.3 转向传动机构</b> .....	173	11.6.2 电磁阀式 ABS 液压制 系统 .....	205
10.3.1 与非独立悬架配用的转向传 动机构 .....	173	<b>11.7 典型汽车制动系</b> .....	206
10.3.2 与独立悬架配用的转向传动 机构 .....	173	11.7.1 桑塔纳轿车制动系简介 .....	206
<b>10.4 动力转向系</b> .....	174	11.7.2 东风汽车制动系简介 .....	209
<b>10.5 上海桑塔纳轿车转向系</b> 简介 .....	181	<b>复习思考题</b> .....	211
<b>复习思考题</b> .....	184	<b>第12章 驾驶室与驾驶座</b> .....	212
<b>第11章 制动系</b> .....	185	<b>12.1 驾驶室</b> .....	212
<b>11.1 概述</b> .....	185	12.1.1 货车驾驶室 .....	212
11.1.1 制动系的功用和组成 .....	185	12.1.2 轿车驾驶室 .....	213
11.1.2 制动系类型 .....	185	<b>12.2 座椅</b> .....	213
11.1.3 制动装置的基本机构和工作		<b>12.3 桑塔纳轿车驾驶室</b> .....	215
		<b>复习思考题</b> .....	215
		<b>主要参考文献</b> .....	216

# 第 1 章 发动机概论

发动机是汽车的动力来源。它是将某一形式的能量（如热能、电能、太阳能等）转变为机械能的机器。

将热能转变为机械能的发动机，称为热力发动机（简称热机）。热力发动机的能量是由燃料燃烧后产生的。内燃机是热力发动机的一种，其特点是燃料和空气混合后，在机器内部燃烧而产生热能，然后再转变为机械能。现代汽车用的内燃机绝大多数为往复活塞式内燃机。

汽车发动机可以根据不同的特征来分类：

1. 按使用的燃料分 有汽油发动机、柴油发动机和其他代用燃料发动机。汽油发动机是用电火花强制点燃由汽油与空气组成的可燃混合气，使之燃烧并产生热能，故汽油机又称强制点火式发动机。柴油机使用的柴油是直接喷入发动机气缸，在高温高压条件下自燃而产生热能，故柴油机又称压燃式发动机。

2. 按完成一个工作循环所需要的活塞行程数分 有四冲程发动机和二行程发动机。

3. 按结构特点分 有水冷发动机和风冷发动机；单缸发动机和多缸发动机。多缸发动机根据各缸的排列方式，又有直列式发动机和“V”形发动机等。汽车发动机大多采用水冷式多缸发动机。

发动机气缸的进气压力一般略低于周围大气压力，但也有某些发动机利用专门装置（增压器），使进气压力增高到周围大气压力以上。前者称为非增压发动机，后者称为增压发动机。

## 1.1 发动机的基本组成和常用术语

### 1.1.1 汽油机的基本组成

如图 1-1 所示为一单缸汽油机的基本结构，多缸发动机的各个气缸的结构是完全相同的。燃料与空气的混合气在气缸内燃烧，产生的高温高压气体膨胀推动活塞向下运动，经连杆将力传给曲轴，使曲轴旋转输出动力。进气门控制可燃混合气的进入；排气门控制废气的排出。

### 1.1.2 常用术语

为了研究发动机的构造和工作原理，先介绍发动机的常用术语（图 1-2）：

1. 上止点 活塞上下往复运动时活塞顶离曲轴旋转中心最远处，即活塞最高位置。

2. 下止点 活塞上下往复运动时活塞顶离曲轴旋转中心最近处，即活塞最低位置。

3. 活塞行程 ( $S$ ) 活塞上、下止点间的距离称为活塞行程。曲轴每转动半圈（即  $180^\circ$ ）相当于一个行程。若用  $R$  表示曲轴半径（等于曲轴臂长度），则活塞行程等于曲轴臂长度的两倍，即  $S=2R$ 。

4. 气缸工作容积 ( $V_h$ ) 活塞从上止点到下止点所扫过的气缸容积, 称气缸工作容积。

5. 发动机工作容积 ( $V_L$ ) 多缸发动机各气缸工作容积之和, 称发动机工作容积或发动机排量。

$$V_L = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} S i$$

式中  $D$ ——气缸直径 (cm);

$S$ ——活塞行程 (cm);

$i$ ——气缸数。

发动机排量是发动机的重要参数之一。排量越大, 进入气缸的可燃混合气或空气量就越多, 发动机可能输出的功率就越大。

6. 燃烧室及燃烧室容积 ( $V_c$ ) 活塞位于上止点时, 活塞顶上方的空间称为燃烧室, 其容积称为燃烧室容积。

7. 气缸总容积 ( $V_a$ ) 活塞位于下止点时, 活塞顶上方的整个空间称为气缸总容积。

$$V_a = V_h + V_c$$

8. 压缩比 ( $\epsilon$ ) 气缸总容积与燃烧室容积之比, 称为压缩比。通常用符号  $\epsilon$  表示。

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

压缩比是发动机的一个很重要的参数。它反映了在压缩行程中气缸内的可燃混合气被压缩的程度。排量相同的发动机, 压缩比越高, 作功行程时膨胀能力就越强, 输出功率越大。汽油机压缩比一般为 6~10, 柴油机为 15~22。

发动机工作时, 各气缸内每进行一次能量转换, 均要经过进气、压缩、作功和排气四个过程, 称为发动机的一个工作循环。发动机之所以能连续运转, 就因为各气缸内不断进行着这种周而复始的工作循环。凡是活塞往复四个行程完成一个工作循环的发动机, 称为四行程发动机; 活塞往复两个行程完成一个工作循环的发动机, 称为二行程发动机。

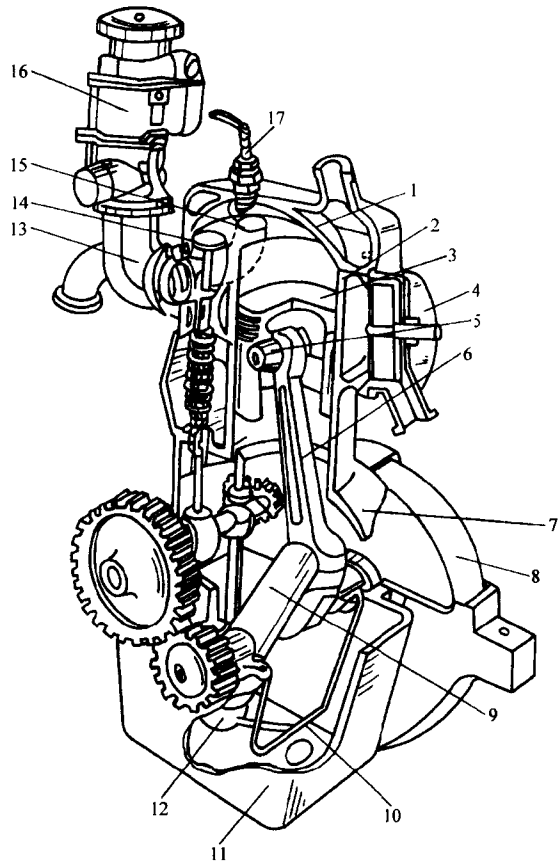


图 1-1 单缸四行程汽油机的构造

- 1—气缸盖 2—气缸 3—活塞 4—水泵 5—活塞销 6—连杆  
7—曲轴箱 8—飞轮 9—曲轴 10—机油管 11—油底壳  
12—机油泵 13—进气管 14—进气门 15—排气门  
16—化油器 17—火花塞

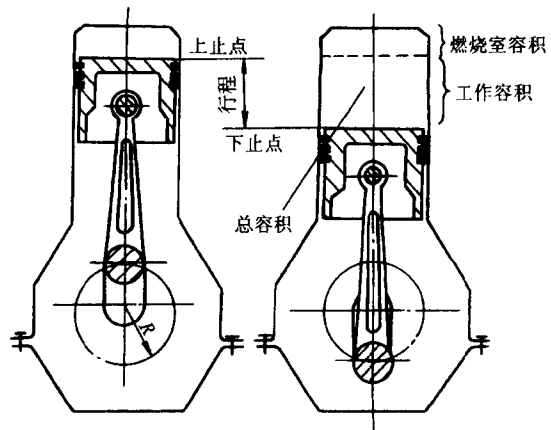


图 1-2 发动机常用术语

## 1.2 四行程发动机的工作原理

### 1.2.1 四行程汽油机的工作原理

汽油机是将汽油和空气混合成可燃混合气，然后进入气缸用电火花点燃。四行程汽油机的每个工作循环均经过如下四个行程，见图 1-3。

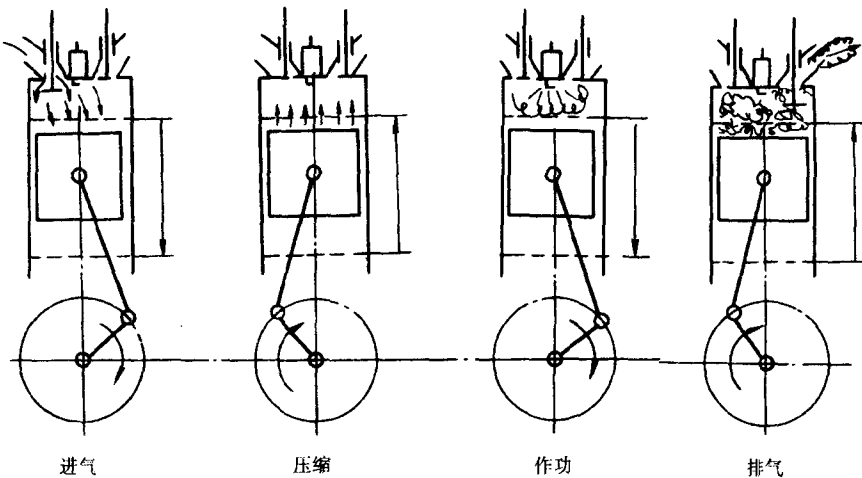


图 1-3 四行程汽油机工作循环示意图

1. 进气行程 在这个行程中，进气门开启，排气门关闭，气缸与化油器相通，活塞由上止点向下止点移动，活塞上方容积增大，气缸内产生一定的真空度。可燃混合气被吸人气缸内。活塞行至下止点时，曲轴转过半周，进气门关闭，进气行程结束。

由于进气道的阻力，进气终了时气缸内的气体压力稍低于大气压，约为  $0.07 \sim 0.09 \text{MPa}$ 。混合气进入气缸后，与气缸壁、活塞等高温机件接触，并与上一循环的高温残余废气相混合，所以温度上升到  $370 \sim 400 \text{K}$ 。

2. 压缩行程 进气行程结束后，进气门、排气门同时关闭。曲轴继续旋转，活塞由下止点向上止点移动，活塞上方的容积缩小，进入到气缸中的混合气逐渐被压缩，使其温度、压力升高。活塞到上止点时，压缩行程结束。

压缩终了时，混合气温度约为  $600 \sim 700 \text{K}$ ，压力一般为  $0.6 \sim 1.2 \text{MPa}$ 。混合气被压缩之后，密度增大，压力和温度迅速升高，为燃烧创造了良好条件。

3. 做功行程 当压缩冲程临近终了时，火花塞发出电火花，点燃可燃混合气。由于混合气迅速燃烧膨胀，在极短时间内压力可达到  $3 \sim 5 \text{MPa}$ ，最高温度约为  $2200 \sim 2800 \text{K}$ 。高温、高压的燃气推动活塞迅速下行，并通过连杆使曲轴旋转而对外做功。

在做功行程中，活塞自上止点移至下止点，曲轴转至一周半。随着活塞下移，活塞上方容积增大，燃气温度、压力逐渐降低。做功行程终了时，燃气温度降至  $1300 \sim 1600 \text{K}$ ，压力降至  $0.3 \sim 0.5 \text{kPa}$ 。

4. 排气行程 混合气燃烧后成了废气，为了便于下一个工作循环，这些废气应及时排出气缸，所以在做功行程终了时，排气门开启，活塞向上移动，废气便排到大气中。当活塞到达上止点时，排气门关闭、曲轴转至两周，完成一个工作循环。

由于废气受到流动阻力及燃烧室容积的影响，不可能完全排尽。所以排气终了时，气缸内废气压力总是高于大气压力，约为  $0.105\sim 0.115\text{MPa}$ ，温度为  $900\sim 1200\text{K}$ 。留在缸内的废气，称残余废气，它对下一循环的进气行程是有妨碍的，因此要求排气尽可能干净。

综上所述，四行程汽油发动机经过进气、压缩、燃烧做功和排气四个过程，完成一个工作循环。这期间活塞在上、下止点间往复移动了四个行程，相应地曲轴旋转了两周。

### 1.2.2 四行程柴油机的工作原理

柴油机和汽油机一样，每个工作循环也经历进气、压缩、做功和排气四个过程。但由于柴油粘度比汽油大，不易蒸发，但自燃温度却低于汽油，故柴油机可燃混合气的形成和燃烧方式与汽油机不同。

图 1-4 为四行程柴油机示意图。柴油机在进气冲程吸入的是纯空气，在压缩冲程接近终了时，柴油经喷油泵将油压提高到  $10\text{MPa}$  以上，通过喷油器以雾状喷入气缸，在很短时间与压缩后的高温空气混合，形成可燃混合气。因此，柴油机的可燃混合气是在气缸内部形成的。

由于柴油机的压缩比高，所以压缩终了时气缸内空气压力可达  $3.5\sim 4.5\text{MPa}$ ，温度高达  $750\sim 1000\text{K}$ ，大大超过柴油的自燃温度，故柴油喷入气缸后，在很短的时间内即自行着火燃烧，燃气压力急剧上升到  $6\sim 9\text{MPa}$ ，温度升高到  $2000\sim 2500\text{K}$ 。在高压气体推动下，活塞向下运动并带动曲轴旋转做功。废气同样经排气门、排气管等处排入大气。

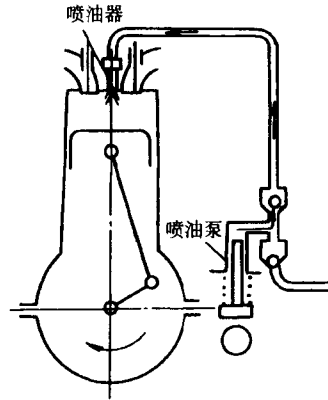


图 1-4 四行程柴油机示意图

由上可知，四行程汽油机或柴油机，在一个工作循环中，只有一个行程做功，其余三个行程都是为做功行程创造条件的辅助行程。因此，单缸发动机工作不平稳。现代汽车都采用多缸发动机，在多缸发动机中，所有气缸的做功行程并不同时进行，而尽可能有一个均匀的做功间隔。例如六缸发动机，在完成一个工作循环中，曲轴旋转两周即  $720^\circ$ ，曲轴转角每隔  $120^\circ$  就有一个气缸做功。因而多缸发动机曲轴运转均匀，工作平稳，并可获得足够大的功率。

### 1.3 二行程发动机的工作原理

二行程发动机的每个工作循环，是在曲轴旋转一周即  $360^\circ$ ，活塞上下两个行程内完成的。二行程柴油机的工作过程和二行程汽油机相似，不同的是：进入柴油机气缸的是纯空气。由于二行程柴油机的经济性差且排污严重，近几年在汽车上已趋淘汰。在此仅介绍二行程汽油机的工作原理。

图 1-5 是一种用曲轴箱换气的二行程化油器式汽油机的工作原理示意图。发动机气缸体上有三个孔，即进气孔、排气孔和换气孔，这三个孔分别在一定时刻由活塞关闭。进气孔与化油器相通，可燃混合气经过进气孔流入曲轴箱，继而从换气孔进入气缸；而废气则从排气孔排出。其工作循环包含两个行程：

1. 第一行程 活塞自下止点向上移动，三个气孔被关闭后，在活塞上方，已进入气缸的混合气被压缩；而活塞下方的曲轴箱内因容积增大，形成一定的真空度，在进气孔露出时，可燃混合气自化油器经进气孔流入曲轴箱内。

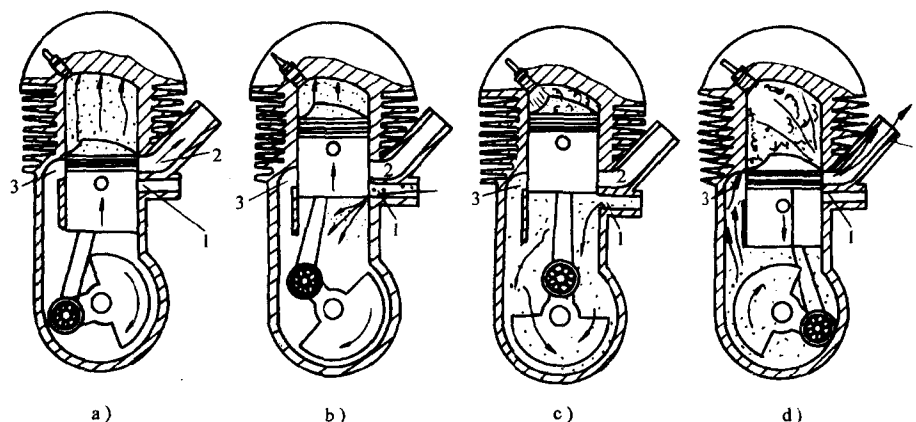


图 1-5 二行程汽油机工作循环示意图

1—进气孔 2—排气孔 3—换气孔

2. 第二行程 活塞压缩到上止点附近时，火花塞跳火点燃可燃混合气，高温高压的燃气膨胀，推动活塞下移作功。活塞下移作功时进气孔关闭，密闭在曲轴箱内的可燃混合气被压缩；当活塞接近下止点时，排气孔开启，废气冲出；随后换气孔开启，受预压的可燃混合气冲入气缸，驱除废气，进行换气过程。此过程一直进行到下一行程活塞上移，三个气孔完全关闭为止。

总之，活塞上行时进行换气、压缩、曲轴箱进气；活塞下行时进行作功、压缩曲轴箱混合气、换气。

从以上四行程和二行程发动机的工作循环可以看出，二行程发动机具有以下特点：

(1) 曲轴每转一周 ( $360^\circ$ ) 就有一个作功冲程，因此，在理论上相同排量的二行程发动机的功率，应等于四行程发动机的两倍。

(2) 和四行程发动机相比，由于作功频率较快，因而运转比较均匀平稳。

(3) 结构简单，使用维护方便。

但是，由于二行程发动机换气过程中新鲜气体损失较多，废气排除也不彻底，且气孔占据了一部分活塞行程，作功时能量损失较大，经济性较差。因此，实际上二行程发动机的功率并不等于四行程发动机的两倍，而是 1.5~1.6 倍左右。由于这个缺点，二行程汽油机在一般汽车上很少采用，仅在摩托车、少数微型汽车及其他工程机械上应用。

## 1.4 多缸四行程发动机的工作顺序

单缸四行程发动机一个工作循环（曲轴旋转两周）只有一个行程对外作功，必然造成内燃机和工作机械转动均匀性差。为了提高运转平稳性、改善平衡性，汽车发动机一般采用多个单缸机的组合。凡采用两个或两个以上气缸，且各缸的活塞连杆组共用一根曲轴的内燃机称为多缸内燃机。多缸内燃机每一个气缸内的工作过程，同前述单缸内燃机一样，但同一时刻各缸内工作行程的内容不同。为了满足回转均匀性要求，希望多缸内燃机一个工作循环内，各缸作功行程始点的时间间隔相等。由于气缸数目和排列方式的不同，即使满足上述要求也还存在各缸之间先后顺序问题。各缸作功行程顺序的排列，一般由多缸机的平衡性和各缸机械负荷、热负荷的均匀性来确定。如直列四缸四行程内燃机的工作顺序一般为 1-3-4-2，也有

部分采用 1-2-4-3。直列六缸发动机大都采用 1-5-3-6-2-4。

## 1.5 发动机的总体构造

发动机是一部由若干机构和系统组成的复杂机器，这些机构和系统之间协同工作，缺一不可。不同类型和用途的发动机，其机构和系统的结构形式可能不同，但其功用是完全一致的。汽车发动机一般由下列机构和系统组成：

1. 曲柄连杆机构 曲柄连杆机构由活塞组、连杆组、曲轴飞轮组三部分组成。它的功用是把活塞的往复直线运动转换为曲轴的旋转运动，对外输出功。由于该机构与机体组零件——气缸体、气缸盖、曲轴箱等在工作时关系非常密切，在结构分析时常放在一起，组成广义的曲柄连杆机构。

2. 配气机构 它的功用是按照发动机各缸的工作顺序，定时地开启和关闭各缸的进气门和排气门，以保证新鲜气体及时充入气缸、废气及时排除气缸。它由气门组、传动组和驱动组组成。

3. 供给系统 供给系统包括燃料供给、空气供给与废气排出三个系统。它的功用是将燃料和空气及时供给气缸，并将燃烧后的废气及时排出机外。燃料供给系的组成除进、排气系统、油箱、燃油滤清器和连接管路外，对于柴油机燃料供给系还包括有高压油泵、喷油器和调速器，对于化油器式汽油机供给系还包括化油器，对于电控燃油喷射式汽油机燃料供给系统还包括汽油泵、喷油器、压力调节器和电控单元等。

4. 冷却系统 它的功用是吸收内燃机工作中受热零件的多余热量并及时散发出去，保证内燃机各部位在最适宜的温度范围内工作。按冷却介质不同，冷却系统分为水冷系与风冷系两类。水冷系主要由水箱、水套、水泵、风扇、散热器、节温器等组成。风冷系由散热片、风扇、导流罩等组成。

5. 润滑系统 它的功用是将润滑油输送到内燃机各运动件的摩擦表面，以减小摩擦阻力和磨损，同时起到冷却、密封、清洗和防锈的作用。它主要包括机油泵、机油滤清器、机油散热器、机油压力表、机油温度表、以及阀门和润滑油道等。

6. 起动系统 它的功用是使内燃机由静止进入怠速运转状态。最简单的起动方式是人力起动，适用于小型内燃机，一般内燃机通常采用电动机起动。

一般的柴油机和汽油机都包含有上述两个机构及四个系统。

7. 点火系统 它是汽油机特有的一个系统。其功用是在一定的时刻产生电火花，点燃气缸内的可燃混合气。点火系分为蓄电池点火系、磁电机点火系及电子点火系。蓄电池点火系广泛应用于车用汽油机上，它由蓄电池、点火线圈、分电器和火花塞等组成；磁电机点火系由磁电机和火花塞等组成，主要用于二冲程摩托车及小型农、林业用汽油机上；现代轿车多采用电子点火系。

## 1.6 内燃机产品的名称及型号编制规则

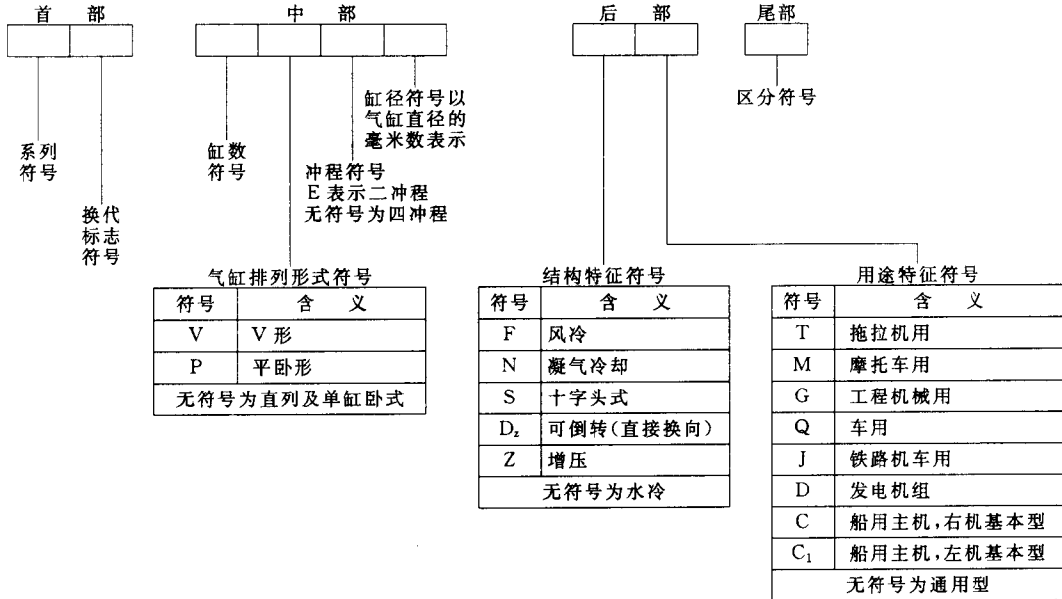
内燃机作为一种动力装置在各类机械中得到了广泛应用，为了便于内燃机产品的设计、生产、使用及维修，我国于 1982 年颁布了新的国家标准 (GB725—1982)，对内燃机产品的名称、型号及编制规则进行了规范。该标准的主要内容如下：

(1) 内燃机产品的名称均按所采用的燃料类型命名，例如柴油机、汽油机、石油天然气

发动机等。

(2) 内燃机型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。

(3) 内燃机型号由四部分组成，其排列顺序及符号意义如下面框图所示：



例如：12V110F——表示十二缸、V形排列、四行程、缸径110mm、风冷、不增压发动机；

1E65F——表示单缸、二行程、缸径65mm、风冷、通用型发动机；

4100Q-4——表示四缸、直列式、四行程、缸径100mm汽车用第四种变型发动机。

## 1.7 发动机在汽车上的支承

在汽车上，发动机一般与离合器、变速器三者安装成一体，通常称之为动力总成。是通过曲轴箱和离合器或变速器的壳体支承在车架上，其支承方式一般有三点支承和四点支承两种。图1-6a为三点支承，前端两点通过曲轴箱支撑在车架横梁上，后端一点通过变速器壳支

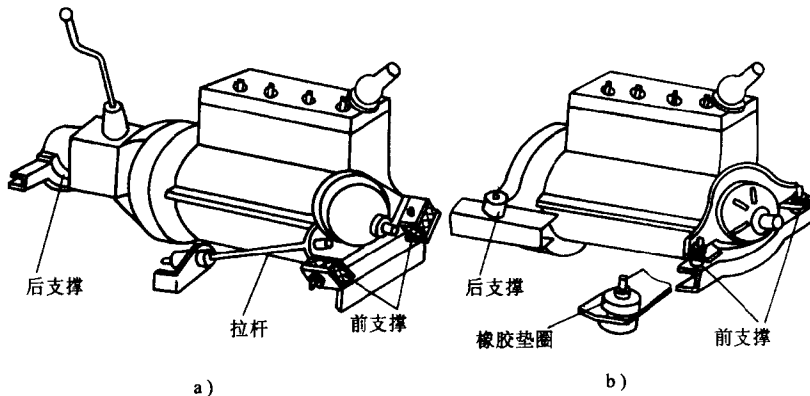


图 1-6 发动机的支承

a) 三点支撑 b) 四点支撑



承在车架上。图 1-6b 为四点支承，前端两点与上一种相似，后端两点通过飞轮壳支承在车架上。

为了减少振动、消除噪声，提高汽车的舒适性，发动机在车架上都采用弹性支承。有的发动机与车架之间还装有拉杆，以增加发动机的稳固性。

### 复习思考题

1. 解释下列术语：发动机排量、压缩比、发动机的工作循环、CA6102Q、BJ492Q。
2. 汽油机和柴油机通常有哪些机构和系统组成？它们各有什么功用？
3. 二行程发动机和四行程发动机在结构和工作原理上有什么不同？