

21世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材



汽车构造

主 编 刘智婷

- 内容涵盖汽车发动机、底盘、车身、电器四大构造
- 模块化设计，注重实用性，增加汽车保养知识



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内容简介

21 世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材

汽车构造

主 编 刘智婷
副主编 龚晓燕
参 编 王佳妮
主 审 罗 双



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书内容涵盖了汽车发动机、底盘、车身、电器相关知识,主要包括汽车发动机总论、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、点火系统、润滑系统、冷却系统、传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统、汽车电源系统、汽车起动系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表与报警系统、汽车空调、汽车辅助电器设备等18个项目。

本书适合于高职高专汽车营销、汽车保险与理赔、汽车制造与装配等相关专业使用,也可用于成人高等教育以及培训教学使用,还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业专业人员以及汽车爱好者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造/刘智婷主编. —北京:北京大学出版社, 2012.1

(21世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19646-5

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—构造—高等职业教育—教材 IV. ①U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第216365号

书 名: 汽车构造

著作责任者: 刘智婷 主编

责任编辑: 张永见

标准书号: ISBN 978-7-301-19646-5/TH·0273

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16开本 22.25印张 516千字

2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

定 价: 42.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前言

随着我国汽车工业迅速发展、汽车技术不断更新,人们对汽车行业从业人员提出了更高的要求。为适应汽车行业人才的培养需要、提高职业技能和职业素养,我们组织编写了本书。

本书内容丰富,涵盖了汽车发动机、底盘、车身、电器相关知识。

本书具有以下特色。

(1) 内容具有先进性。目前汽车技术更新较快,为适应变化,本书内容上选择成熟技术规范,同时也注重新技术、新知识、新规范的介绍和应用,力求与时俱进。

(2) 注重实用性。鉴于对汽车维修和保养知识的重视,我们在相应章节中增加了较为实用的汽车保养知识,使本书功能更加完整、更为实用化。

(3) 有利于教学组织。与其他汽车构造书不同,增加了汽车电器部分,每一部分按照知识要点分为若干模块。采用模块化设计,每一模块之前都有相应的学习目标说明。

以下是本书的教学要点和课时分配建议表。

序号	课时内容	学时	
		理论	实践
1	汽车发动机总论	2	2
2	曲柄连杆机构	4	4
3	配气机构	4	2
4	汽油机燃油供给系统	4	2
5	柴油机燃油供给系统	4	4
6	点火系统	4	2
7	润滑系统	2	2
8	冷却系统	2	2
9	传动系统	13	14
10	行驶系统	8	8
11	转向系统	4	2
12	制动系统	4	4
13	汽车电源系统	6	4
14	汽车起动系统	4	2
15	汽车照明与信号系统	6	4
16	汽仪表与报警系统	2	2
17	汽车空调	4	2
18	汽车辅助电器设备	6	4
总 计		83	66

本书适合于高职高专汽车技术服务与营销、汽车保险与理赔、汽车制造与装配技术等相关专业使用,也可用于成人高等教育以及培训教学使用,还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业专业人员以及汽车爱好者阅读参考。



本书由湖南交通职业技术学院刘智婷主编，湖南交通职业技术学院龚晓燕任副主编。具体编写分工如下：刘智婷编写项目1~项目6、项目8~项目13、项目15~项目18，龚晓燕编写项目14，王佳妮编写项目7。本书由湖南交通职业技术学院罗双任主审。

在编写过程中，我们参阅了许多国内外公开出版的著作与文献，在此向其作者表示感谢。限于编者经历及水平，内容难免有不足之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者
2011年10月

项目	标题	页码
项目1	汽车的发展与分类	1
项目2	汽车的主要性能指标	2
项目3	汽车的主要组成	3
项目4	汽车的主要性能指标	4
项目5	汽车的主要组成	5
项目6	汽车的主要性能指标	6
项目7	汽车的主要组成	7
项目8	汽车的主要性能指标	8
项目9	汽车的主要组成	9
项目10	汽车的主要性能指标	10
项目11	汽车的主要组成	11
项目12	汽车的主要性能指标	12
项目13	汽车的主要组成	13
项目14	汽车的主要性能指标	14
项目15	汽车的主要组成	15
项目16	汽车的主要性能指标	16
项目17	汽车的主要组成	17
项目18	汽车的主要性能指标	18

目 录

第一部分 汽车发动机构造

项目 1 汽车发动机总论	1	项目 5 柴油机燃油供给系统	67
1.1 发动机的分类及总体构造	1	5.1 柴油机燃油供给系统的概述	67
1.2 发动机的基本术语和工作原理	4	5.2 柴油机燃油供给系统主要部件的构造	71
1.3 发动机性能指标	8	5.3 柴油机电控燃油喷射系统	81
1.4 发动机的编号规则	10	5.4 柴油机燃油供给系统的故障和保养	84
1.5 发动机的故障和保养	13	项目小结	87
项目小结	15	思考与练习	88
思考与练习	15		
项目 2 曲柄连杆机构	16	项目 6 点火系统	89
2.1 机体组的构造	16	6.1 传统点火系统	89
2.2 活塞连杆组的构造	21	6.2 电子点火系统	96
2.3 曲轴飞轮组的构造	24	6.3 微机控制点火系统	100
2.4 曲柄连杆机构的故障和保养	28	6.4 点火系统的故障和保养	103
项目小结	30	项目小结	104
思考与练习	30	思考与练习	105
项目 3 配气机构	32	项目 7 润滑系统	106
3.1 配气机构的布置形式	32	7.1 润滑系统的功用、组成及润滑方式	106
3.2 气门组的构造	35	7.2 润滑系统主要零部件的构造	109
3.3 气门传动组的构造	38	7.3 润滑系统的故障和保养	116
3.4 配气机构的故障与保养	40	项目小结	117
项目小结	42	思考与练习	118
思考与练习	42		
项目 4 汽油机燃油供给系统	43	项目 8 冷却系统	119
4.1 化油器式汽油机燃油供给系统	43	8.1 冷却系统的组成及工作原理	119
4.2 汽油机电控燃油喷射系统	48	8.2 冷却系统主要零部件的构造	122
4.3 汽油机燃油供给系统的故障与保养	63	8.3 冷却系统的故障和保养	128
项目小结	65	项目小结	130
思考与练习	66	思考与练习	130

第二部分 汽车底盘构造

项目 9 传动系统 131

- 9.1 离合器 132
- 9.2 手动变速器 138
- 9.3 自动变速器 154
- 9.4 万向传动装置 165
- 9.5 驱动桥 170
- 9.6 汽车传动系统的故障和
 保养 177
- 项目小结 183
- 思考与练习 184

项目 10 行驶系统 185

- 10.1 车架 185
- 10.2 车桥 188
- 10.3 车轮和轮胎 195
- 10.4 悬架 203

- 10.5 行驶系统的故障和保养 223
- 项目小结 225
- 思考与练习 226

项目 11 转向系统 227

- 11.1 机械转向系统 227
- 11.2 动力转向系统 236
- 11.3 转向系统的故障和保养 239
- 项目小结 241
- 思考与练习 241

项目 12 制动系统 242

- 12.1 常规制动系统 242
- 12.2 ABS 防抱死制动系统 250
- 12.3 制动系统的故障和保养 254
- 项目小结 257
- 思考与练习 258

第三部分 汽车电器构造

项目 13 汽车电源系统 259

- 13.1 蓄电池 259
- 13.2 发电机 265
- 13.3 汽车电源系统的故障和
 保养 270
- 项目小结 274
- 思考与练习 274

项目 14 汽车起动系统 276

- 14.1 起动机的构造及型号 276
- 14.2 起动机的工作原理与工作
 过程 281
- 14.3 汽车起动系统的故障和保养 284
- 项目小结 285
- 思考与练习 286

项目 15 汽车照明与信号系统 287

- 15.1 照明系统 287

- 15.2 信号装置系统 292
- 15.3 汽车照明与信号系统的故障
 与保养 296
- 项目小结 299
- 思考与练习 299

项目 16 汽车仪表与报警系统 300

- 16.1 仪表 300
- 16.2 报警装置 305
- 项目小结 310
- 思考与练习 310

项目 17 汽车空调 311

- 17.1 概述 311
- 17.2 汽车空调系统的构造 313
- 17.3 汽车空调系统的故障与
 保养 324
- 项目小结 327
- 思考与练习 327

**项目 18 汽车辅助电器设备** 329

18.1 风窗清洁装置 329

18.2 起动机预热装置 331

18.3 电动车窗 333

18.4 电动中央门锁与防盗装置 336

18.5 电动后视镜与电动座椅 339

项目小结 343

思考与练习 343

参考文献 344

第一部分

汽车发动机构造

项目 1 汽车发动机总论

发动机是汽车的动力源,即将某一种形式的能量转变为机械能的机器。目前,现代汽车采用的发动机大多是在发动机气缸内部将燃料燃烧的化学能转变为热能,然后再将热能转变为机械能的内燃机。内燃机可分为旋转式内燃机和活塞式内燃机两大类。旋转式内燃机也称为燃气轮机,这种内燃机主要用于航空方面;活塞式内燃机是指燃气直接作用在活塞上,动力由输出轴输出的内燃机。内燃机与外燃机相比,具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动等许多优点。因此,活塞式内燃机被广泛用作汽车动力。

1.1 发动机的分类及总体构造

学习目标
(1) 了解发动机的总体构造
(2) 能正确叙述发动机的类型及功用

1.1.1 发动机的分类

汽车发动机的分类方法很多,可根据不同的特征分成不同的类型。

1. 按汽车使用的燃油不同分

按汽车使用的燃油分,发动机可分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机三大类。使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机,使用柴油为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机的特点是转速高、质量小、噪声小、起动容易及制造成本低;而柴油机的特点是压缩比大、热效率高,经济性能和排放性能都比汽油机好。

2. 按汽车发动机完成一个工作循环所需要行程数的不同分

按汽车发动机完成一个工作循环所需要行程数,发动机可分为四行程发动机和二行

程发动机。曲轴旋转两周，活塞在气缸内上下往复运动四个行程完成一个工作循环的发动机称为四行程发动机；曲轴旋转一周，活塞在气缸内上下往复运动两个行程完成一个工作循环的发动机称为二行程发动机。目前，汽车发动机大多采用的是四行程发动机。

3. 按汽车发动机的气缸数目不同分

按汽车发动机的气缸数目不同，发动机可分为单缸发动机和多缸发动机。只有一个气缸的发动机称为单缸发动机；有两个或两个以上气缸的发动机称为多缸发动机（如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等）。现代车用发动机大多采用四缸、六缸、八缸发动机。

4. 按汽车发动机冷却方式的不同分

按汽车发动机冷却方式的不同，发动机可分为水冷式发动机和风冷式发动机。水冷式发动机是利用冷却液作为冷却介质进行冷却；而风冷式发动机则是利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却。水冷式发动机冷却均匀、工作可靠性高、冷却效果好，因此被广泛应用于现代汽车发动机上。

5. 按汽车发动机的气缸排列形式的不同分

按汽车发动机的气缸排列形式的不同，发动机可分为单列式和双列式两种。单列式发动机的各个气缸排成一行，通常是垂直布置的，但是为了降低高度，可将气缸布置成倾斜的或水平的。双列式发动机将气缸排成两列，两列之间的夹角小于 180° （一般为 90° ）时称为 V 形发动机，两列之间的夹角等于 180° 时称为对置式发动机。

6. 按汽车发动机点火方式的不同分

按汽车发动机点火方式的不同分，发动机可分为点燃式和压燃式两种。汽油机为点燃式发动机，而柴油机则为压燃式发动机。

7. 按汽车发动机进气方式的不同分

发动机可分为自然吸气式（非增压式）发动机和强制进气式（增压式）发动机两类。增压后可使柴油机的最大功率提高 $25\% \sim 50\%$ ，并且还可以降低噪声、排烟及燃油消耗率；近几年增压式汽油机受到了重视，并得到了较大、较好的发展。

1.1.2 发动机的基本构造

为了保证汽车持续稳定的行驶，发动机要实现工作循环，能量转换、动力输出，必须至少具备两大机构（曲柄连杆机构、配气机构）、五大系统（燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、起动系统、点火系统）。如果是柴油机，则应不具备点火系统。汽油机的结构如图 1.1 所示。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。它是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。在做功行程中，活塞承受燃气压力在气缸内做直线运动，通过连杆将运动形式转换成曲轴的旋转运动，并从飞轮向外输出动力。而在进气、压缩和排气行程中，飞轮释放能量，又将曲轴的旋转运动转化为活塞的直线运动。

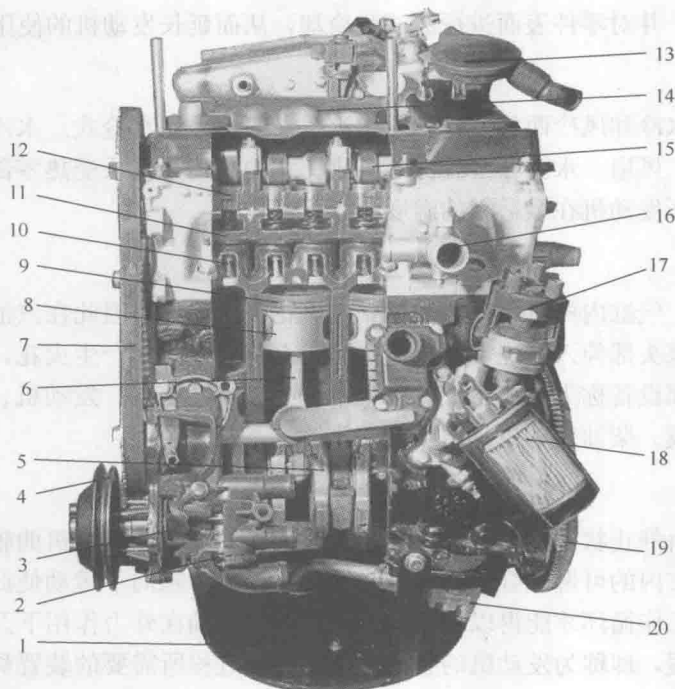


图 1.1 汽油机解剖图

- 1—油底壳；2—节温器；3—水泵；4—皮带轮；6—曲轴；7—正时齿形带；8—活塞；9—活塞环；10—气门；11—气缸盖；12—挺柱；13—加机油口盖；14—气缸盖罩；15—凸轮轴；16—缸盖出水管；17—分电器；18—机油滤清器；19—飞轮；20—机油泵

2. 配气机构

配气机构的功用是按照发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进、排气门，使可燃混合气或空气进入气缸，并使废气从缸内排出，从而实现换气过程。配气机构大多使用顶置式配气机构，通常由气门组、气门传动组和气门驱动组组成。

3. 燃油供给系统

汽油机燃油供给系统和柴油机燃油供给系统因供油和燃烧过程不同，所以在结构上也有很大的区别。

汽油机燃油供给系统主要由汽油箱、汽油滤清器、电喷装置、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器等组成。它的功用是按发动机不同工况的要求，配制一定数量和浓度的可燃混合气，供入气缸，并将燃烧做功后的废气从气缸排出到大气中去。

柴油机燃油供给系统主要由燃油箱、柴油滤清器、输油泵、喷油泵、进气管、排气管、排气消声器等组成。它的功用是向气缸内供给纯空气并在规定的时刻向缸内喷入一定量的柴油，以调节发动机的输出功率和转速，最后将燃烧后的废气从气缸排出到大气中去。

4. 润滑系统

润滑系统主要由机油泵、集滤器、限压阀、机油滤清器、油底壳和油道等组成。它的功用是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，实现液体摩擦，减小摩擦阻力、



减轻机件的磨损；并对零件表面进行清洁和冷却，从而延长发动机的使用寿命。

5. 冷却系统

冷却系统有水冷和风冷两种方式。现代汽车一般都采用水冷式。水冷式冷却系统主要由水泵、散热器、风扇、水套和节温器等组成。它的功用是将从受热零部件吸收的部分热量散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。

6. 点火系统

在汽油机中，气缸内的可燃混合气是靠电火花塞点燃的，因此在汽油机的气缸盖上装有火花塞，火花塞头部伸入燃烧室内。能定时在火花塞电极间产生火花，并点燃气缸内的可燃混合气的全部设备称为点火系统。点火系统一般由蓄电池、发动机、点火线圈、分电器和火花塞等组成。柴油发动机是压缩自燃，故没有点火系统。

7. 起动系统

要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力使发动机曲轴旋转，致使活塞做往复运动，气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功，推动活塞向下运动使曲轴旋转，发动机才能自行运转，工作循环才能得以自动进行。所以，曲轴在外力作用下开始转动到发动机怠速运转的全过程，即称为发动机的起动。完成起动过程所需要的装置称为发动机的起动系统。

1.2 发动机的基本术语和工作原理

学习目标	(1) 了解发动机常用的基本术语 (2) 能正确叙述四行程发动机和二行程发动机的工作原理
------	---

1.2.1 发动机的常用术语

发动机的常用术语如图 1.2 所示。

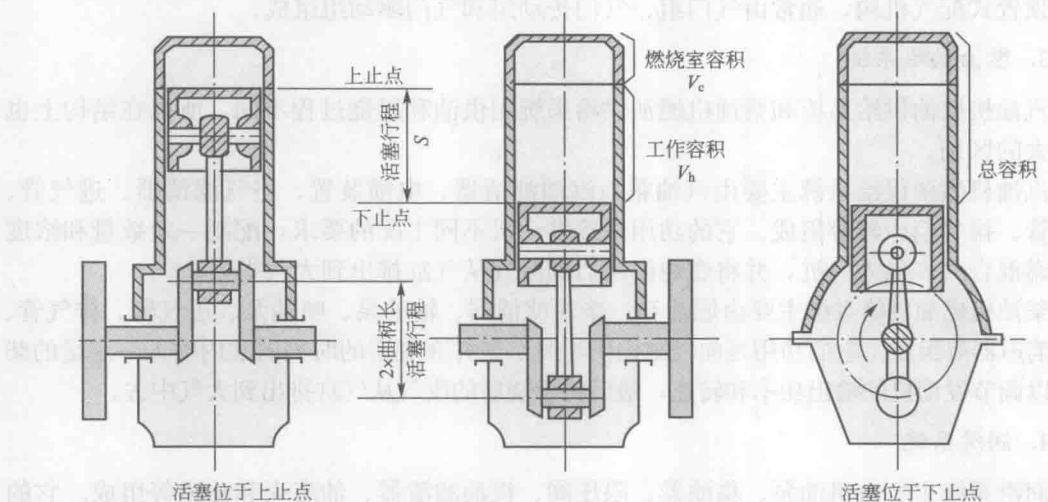


图 1.2 发动机基本术语示意图



1. 上止点

活塞在气缸内做往复直线运动时, 活塞向上运动到最高位置, 即活塞顶部距离曲轴旋转中心最远的极限位置称为上止点。

2. 下止点

活塞在气缸内做往复直线运动时, 活塞向下运动到最低位置, 即活塞顶部距离曲轴旋转中心最近的极限位置称为下止点。

3. 活塞行程

活塞从一个止点到另一个止点移动的距离, 即上、下止点之间的距离称为活塞行程(mm), 一般用 S 表示。

4. 曲柄半径

曲轴回转中心线与连杆轴颈中心线的垂直距离称为曲柄半径(mm), 一般用 R 表示。曲轴每旋转一周, 活塞移动两个行程, 即 $S=2R$ 。

5. 气缸工作容积

活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积称为气缸工作容积或气缸排量(L), 一般用 V_h 表示。

$$V_h = DS \times \pi / 4 \times 10^{-6}$$

式中: D 为气缸直径(mm); S 为活塞行程(mm)。

6. 燃烧室容积

活塞位于上止点时, 活塞顶部与气缸盖之间的容积称为燃烧室容积, 一般用 V_c 表示。

7. 气缸总容积

活塞位于下止点时, 活塞顶部与气缸盖之间的容积称为气缸总容积, 一般用 V_a 表示。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即 $V_a = V_h + V_c$ 。

8. 发动机排量

多缸发动机各气缸工作容积的总和称为发动机的排量(L), 通常用 V_L 表示。 $V_L = V_h \times i$, i 表示气缸数目。

9. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积的比值称为压缩比, 用 ϵ 表示。

$$\epsilon = V_a / V_c = (V_h + V_c) / V_c = 1 + V_h / V_c$$

此公式表示活塞由下止点运动到上止点时, 气缸内的气体被压缩的程度。压缩比越高, 压缩完成时气缸内的气体压力和温度就越高, 输出功率就越大, 燃烧速度也就越快, 易于发生爆燃, 所以应选择辛烷值高的汽油。通常汽油机的压缩比为 $7 \sim 10$, 柴油机的压缩比为 $15 \sim 22$ 。部分车型发动机压缩比见表 1-1。



表 1-1 部分车型发动机压缩比

车型	捷达	桑塔纳	红旗	奥迪	夏利	富康
压缩比	10	8.5	8.5	9.3	9.5	9.3

10. 工作循环

发动机完成进气、压缩、做功和排气 4 个行程称为一个工作循环。

11. 工况

发动机在某一时刻的运行状况简称工况, 以该时刻发动机输出的有效功率和曲轴转速(发动机转速)表示。

12. 负荷

内燃机在某一转速下发生的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率, 简称负荷。

13. 四行程发动机

曲轴旋转两周, 活塞上下往复运动四次, 完成一个工作循环的发动机称为四行程发动机。

14. 二行程发动机

曲轴旋转一周, 活塞上下往复运动两次, 完成一个工作循环的发动机称为二行程发动机。

1.2.2 发动机的工作原理

1. 四行程汽油机工作原理

汽车的工作过程可分为进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程 4 个行程, 如图 1.3 所示。

(1) 进气行程如图 1.3(a)所示。在进气行程开始时, 活塞位于上止点, 进气门开启, 排气门关闭。曲轴旋转, 活塞从上止点向下止点移动, 活塞上方容积增大、压力降低, 可燃混合气在压力差作用下进入气缸。

(2) 压缩行程如图 1.3(b)所示。在压缩行程开始时, 进气门、排气门关闭。活塞从上止点向下止点移动。活塞上方容积缩小, 压缩混合气, 使其压力和温度升高到易燃的程度。

(3) 做功行程如图 1.3(c)所示。在做功行程时, 进气门、排气门还是关闭的, 当压缩接近终了时, 火花塞发出电火花, 点燃混合气做功。

(4) 排气行程如图 1.3(d)所示。在排气行程开始时, 进气门仍然是关闭的, 排气门开启, 使活塞由下止点向上止点移动, 将燃烧后的废气挤出气缸。

由此可见, 曲轴旋转两周, 而发动机完成了四个行程的一个循环: 进气、压缩、做功、排气, 就这样周而复始、连续不断地工作。

但化油器式汽油机的充气及混合气分配不能得到理想控制, 对于提高它的动力性、经济性以及改善废气排放都会有一定的局限, 应运而生的汽油直接喷射系统解决了这些问题。

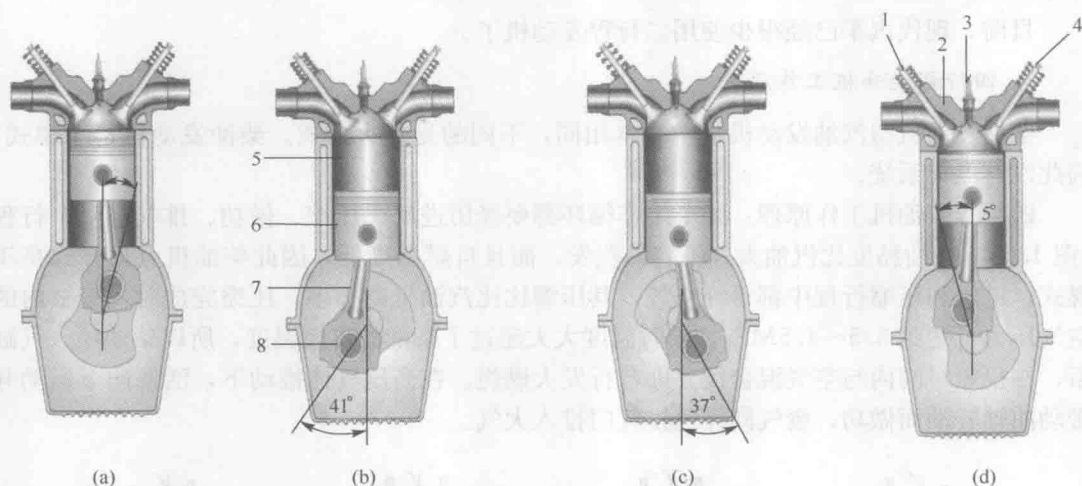


图 1.3 四行程汽油机工作原理示意图

(a) 进气行程；(b) 压缩行程；(c) 做功行程；(d) 排气行程

1—排气门；2—气缸盖；3—火花塞；4—进气门；5—气缸；6—活塞；7—连杆；8—曲轴；

2. 二行程汽油机的工作原理

二行程汽油机的工作循环也是由进气、压缩、燃烧膨胀、排气 4 个过程组成的，但它是在曲轴转动一周，活塞上下往复运动的两个行程内完成的。所以，二行程发动机与四行程发动机工作原理不同，结构也不一样。如曲轴箱换气式二行程汽油机，气缸有 3 排孔，利用这 3 排孔分别在一定的时刻被活塞打开或关闭进行进气、换气和排气的。

二行程汽油机工作原理(图 1.4)：活塞向上运动，将 3 排孔都关闭，活塞上部开始压缩，当活塞继续向上运动时，活塞下方打开了进气门，可燃混合气进入曲轴箱；活塞接近上止点时，火花塞点燃混合气，气体燃烧膨胀，推动活塞向下运动，进气门关闭，曲轴箱内的混合气受到了压缩；当活塞接近下止点时，排气孔打开，排出废气，活塞再向下运动，换气孔打开，受到压缩的混合气从曲轴箱经进气孔流入气缸里，并且扫除了废气。

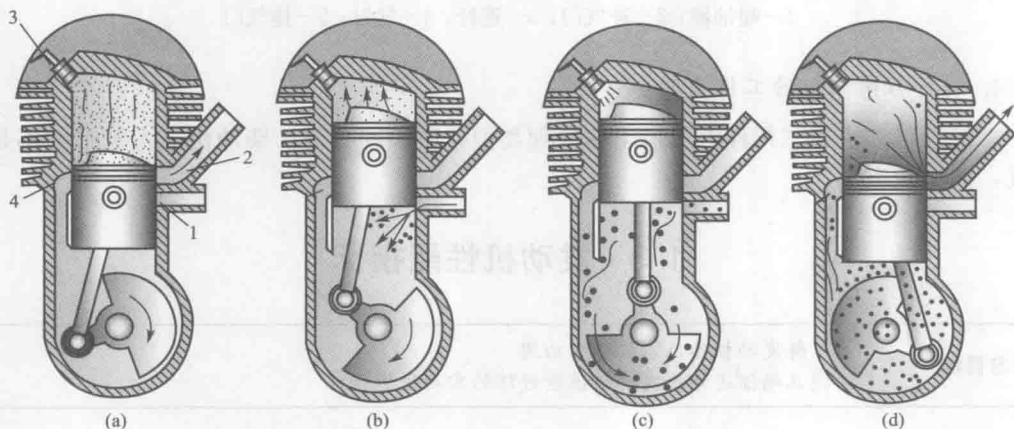


图 1.4 单缸二行程汽油机工作原理示意图

(a) 压缩；(b) 进气；(c) 燃烧；(d) 换气

1—进气孔；2—排气孔；3—火花塞；4—换气孔

目前,现代汽车已经很少使用二行程发动机了。

3. 四行程柴油机工作原理

柴油发动机与汽油发动机结构基本相同,不同的是点火方式。柴油发动机是压燃式,因此没有点火系统。

四行程柴油机工作原理:每个工作循环都要经历进气、压缩、做功、排气这4个行程(图1.5)。柴油黏度比汽油大,不容易蒸发,而且自燃温度低,因此柴油机点火方式是压燃式。进气和压缩行程中都是纯空气,其压缩比比汽油机高很多,压缩完成时,气缸内的空气压力可达到 $3.5\sim 4.5\text{MPa}$,同时温度大大超过了柴油的自燃温度,所以柴油喷入气缸后,在很短时间内与空气混合便立即自行发火燃烧。在高压气体推动下,活塞向下运动并带动曲轴转动而做功,废气同样经排气门排入大气。

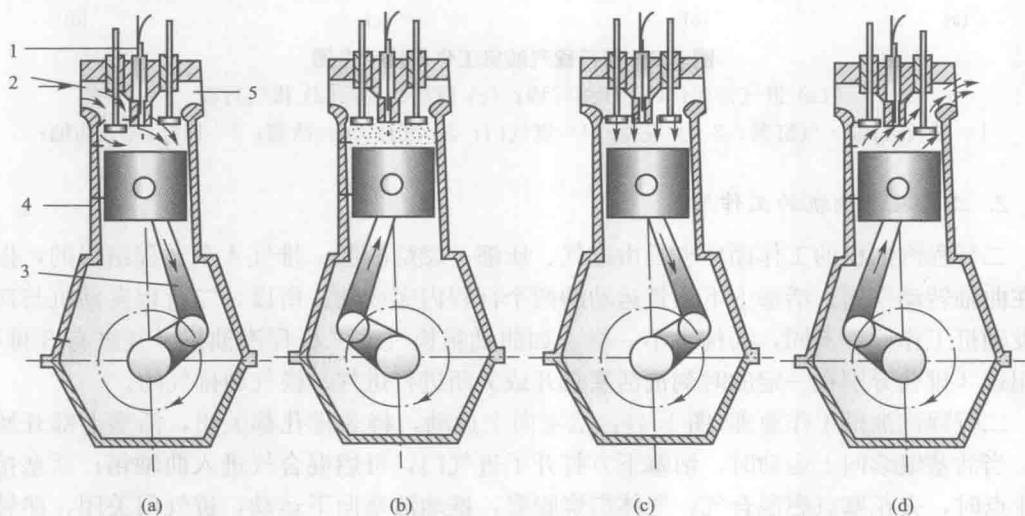


图 1.5 四行程柴油机工作原理示意图

(a) 进气行程; (b) 压缩行程; (c) 做功行程; (d) 排气行程;

1—喷油器; 2—进气门; 3—连杆; 4—气缸; 5—排气门

4. 二行程柴油机的工作原理

二行程柴油机和二行程汽油机工作原理类似,所不同的是,柴油机进入气缸的不是可燃气体,而是纯空气。

1.3 发动机性能指标

学习目标

- (1) 了解发动机各性能指标的功用
- (2) 能正确描述评价发动机性能好坏的常用性能指标

发动机的性能指标是用来衡量发动机性能好坏的标准的各种物理量的总称,主要包括动力性指标、经济性指标和排放性指标。它也可以用来评定发动机维修质量的好坏。



1.3.1 动力性指标

动力性指标是指曲轴对外做功能力的指标,主要包括有效转矩、有效功率和曲轴转速。

1. 有效转矩

有效转矩是指作用在活塞顶部的气体压力通过连杆传给曲轴产生的转矩,并克服了摩擦、驱动附件等损失之后从曲轴对外输出的净转矩,常用 M_e 表示,单位为 $N \cdot m$ 。

2. 有效功率

有效功率是指发动机通过飞轮对外输出的功率,一般用 P_e 表示,单位为 kW 。一般通过台架试验直接测量发动机的有效转矩 $M_e(N \cdot m)$ 和转速 $n(r/min)$,并根据下列公式计算出发动机的有效功率 P_e 。

$$P_e = M_e \cdot 2\pi n / 60 \times 10^{-3} = M_e n / 9550$$

3. 曲轴转速

转速是指发动机曲轴每分钟的转数,常用 n 表示,单位为 r/min 。发动机产品铭牌上标明的功率及相应转速称为额定功率和额定转速。根据汽车发动机可靠性试验方法的规定,汽车发动机应能在额定工况下连续运行 $300 \sim 1000h$ 。

特别提示

发动机工作时,有效转矩和有效功率是随工况变化而变化的。不同用途的发动机,为了保证其工作的可靠性和使用寿命,最大工作转速和与之相对应的有效功率都必须限制在一定范围内。

我国国家标准规定:在容许的最大使用转速下,容许使用的最大的有效功率称为额定功率。汽车发动机的额定功率一般用 $15min$ 功率表示。 $15min$ 功率是指发动机容许连续运转 $15min$ 的最大功率。

1.3.2 发动机的经济性指标

发动机经济性指标主要是指有效燃油消耗率和有效热效率。

1. 有效燃油消耗率

有效燃油消耗率是指单位有效功率的燃油消耗量,也就是发动机每发出 $1kW$ 有效功率在 $1h$ 内所消耗的燃油量,通常用 g_e 表示,单位为 $g/(kW \cdot h)$ 。可以用公式计算:

$$g_e = G_T / P_e \times 10^3$$

式中: G_T 是发动机每小时耗油量(kg/h)。

很明显,有效燃油消耗率越小,表示发动机曲轴输出净功率所消耗的燃油越少,其经济性越好。一般发动机铭牌上给出的有效燃油消耗率 g_e 是最小值。

2. 有效热效率

有效热效率是指燃料燃烧所产生的热量转化为有用功的百分数,用 η_e 表示, η_e 越高,发动机经济性能越好。

