



高职高专汽车类“十二五”规划教材

精品力作



A  **UTOMOBILE**



汽车构造 (全一册)

王 珺 刘小斌 主 编

(第二版)

- 省级精品课程配套教材
- 配套课件、习题及答案等教学资源
- 教学资源请登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 免费获取



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高职高专汽车类“十二五”规划教材

汽车构造

(全一册)(第二版)

王 珺 刘小斌 主编

尹新权 王 彦 李万敏 参编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

“汽车构造”是高职高专院校汽车类专业的一门主要专业课程。本书以轿车为主线,全面系统地阐述汽车的结构、工作原理。全书共11章,主要内容包括:发动机基本知识、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃料供给系统、柴油机燃料供给系统、发动机润滑系统、发动机冷却系统、汽车传动系统、汽车行驶系统、汽车转向系统和汽车制动系统。本书在第1版的基础上增加了轿车的典型结构实例,删除了原书中一些中、重型载货汽车的陈旧结构图。增加了发动机涡轮增压、发动机排放控制等新内容。

本书可作为高职高专汽车制造与装配、汽车运用、汽车检测与维修、汽车电子、汽车技术服务与营销等专业的教材,也可作为汽车制造、营销、运输、检测、维修等企业的培训教材及相关行业的工程技术人员的参考书。

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。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造:全1册/王珺,刘小斌主编.—2版.—北京:电子工业出版社,2014.4

高职高专汽车类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-22648-9

I. ①汽… II. ①王… ②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(2014)第050563号

策划编辑:李 洁 特约编辑:钟永刚

责任编辑:李 洁

印 刷:北京市季峰印刷有限公司

装 订:北京市季峰印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:21.25 字数:537.6千字

印 次:2014年4月第1次印刷

定 价:39.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

<<<<< PREFACE

“汽车构造”是高职高专院校汽车类专业的一门主要专业课程。本教材是省级精品课程配套教材。本次教材修订以轿车为主线，讲授学生终身受用的基础理论、基本知识和基本技能，突出实用性和新颖性。按照学生的认知规律，选择由表及里、由浅入深组织教材体系。

全书共 11 章，主要内容包括：发动机基本知识、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃料供给系统、柴油机燃料供给系统、发动机润滑系统、发动机冷却系统、汽车传动系统、汽车行驶系统、汽车转向系统和汽车制动系统。

在选择典型实例时，尽量采用轿车的结构实例；删除了原书中一些中、重型载货汽车的陈旧结构图，保留了仅在货车上采用的结构图；替换了原书中不理想的图，修订了第 1 版中的一些错误和疏漏；舍弃了不再采用的结构（如化油器），增加了发动机涡轮增压、发动机排放控制等内容。

为便于学生对复杂汽车零部件的理解和想象，选用了多幅汽车零部件立体图、实物图和简图用来深入浅出地介绍整车及各个系统、总成、零部件的构造和工作原理。

配套的教学资源有 PPT 课件，包含主要结构及原理的动画演示、视频以及习题答案。如有需要，请登录电子工业出版社华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）注册后免费下载。

本书由王珺、刘小斌主编并统稿，其他参加编写人员有尹新权、王彦、李万敏。

本书在编写过程中，参考了一些相关资料，在此向所有相关资料的作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免出现疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为，歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目录

CONTENTS

第1章 发动机基本知识

1.1 概述	1	1.2.2 四冲程柴油机的工作原理	8
1.1.1 分类	1	1.2.3 二冲程汽油机的工作原理	9
1.1.2 汽车发动机的基本结构	4	1.2.4 二冲程柴油机的工作原理	9
1.1.3 汽车发动机的基本术语	5	1.3 发动机的总体结构	10
1.2 发动机的基本工作原理	6	1.4 发动机产品名称和型号编制规则	13
1.2.1 四冲程汽油机的工作原理	6	思考题	14

第2章 曲柄连杆机构

2.1 概述	15	2.3.1 活塞	23
2.1.1 功用与组成	15	2.3.2 活塞环	27
2.1.2 受力分析	15	2.3.3 活塞销	30
2.2 机体组	17	2.3.4 连杆	31
2.2.1 汽缸体	17	2.4 曲轴飞轮组	33
2.2.2 汽缸盖	20	2.4.1 曲轴	34
2.2.3 汽缸垫	22	2.4.2 飞轮	38
2.2.4 油底壳	22	2.4.3 曲轴扭转减振器	39
2.3 活塞连杆组	23	思考题	40

第3章 配气机构

3.1 概述	41	3.1.6 气门间隙	45
3.1.1 配气机构的功用及组成	41	3.2 配气机构的主要零部件	45
3.1.2 充气效率	41	3.2.1 气门组	45
3.1.3 配气机构的分类	41	3.2.2 气门传动组	49
3.1.4 每缸气门数及其排列方式	43	思考题	52
3.1.5 配气相位	44		

第4章 汽油机的燃料供给系统

4.1 概述	53	4.1.5 电控燃油喷射系统的类型	58
4.1.1 汽油机燃料供给系统的作用	53	4.2 电控汽油喷射系统主要部件的结构和 工作原理	61
4.1.2 汽油的主要使用性能指标	53	4.2.1 汽油机燃料供给系统主要部件的 结构与工作原理	61
4.1.3 发动机运转工况对可燃混合气 成分的要求	53	4.2.2 空气供给系统主要部件的结构与	
4.1.4 汽油机燃料供给系统的组成	55		

工作原理	64	4.4.2 排气消声器	78
4.2.3 电子控制系统主要部件的结构与 工作原理	69	4.4.3 启动预热装置	79
4.3 汽油机涡轮增压	71	4.5 发动机排放控制	81
4.3.1 汽油机涡轮增压的特点	72	4.5.1 三元催化转化器	81
4.3.2 汽油机涡轮增压系统的结构和 工作原理	72	4.5.2 废气再循环	82
4.4 进、排气系统	75	4.5.3 曲轴箱强制通风系统	85
4.4.1 进、排气管	76	4.5.4 汽油蒸发排放控制系统	86
		思考题	87

第5章 柴油机燃油供给系统

5.1 概述	88	5.3.1 VE分配泵的结构和工作原理	103
5.1.1 柴油机燃油供给系统的功用 和要求	88	5.3.2 调速系统	105
5.1.2 柴油	88	5.4 PT型燃油供给系统	106
5.1.3 柴油机可燃混合气的形成	89	5.4.1 PT型燃油供给系统的基本组成 与工作原理	106
5.2 柱塞喷油泵燃油供给系统	91	5.4.2 PTG调速器	107
5.2.1 柴油机燃油供给系统的组成	91	5.5 电控共轨燃油系统	108
5.2.2 直列柱塞式喷油泵	92	5.5.1 概述	108
5.2.3 调速器	97	5.5.2 柴油机电控系统的基本原理	109
5.2.4 喷油器	100	思考题	115
5.3 VE分配式柴油供给系统	103		

第6章 发动机润滑系统

6.1 概述	116	6.2.1 润滑系统的组成	117
6.1.1 润滑系统的功用	116	6.2.2 润滑系统的润滑油路	118
6.1.2 润滑方式	117	6.2.3 润滑系统的主要零部件	120
6.2 润滑系统的组成及润滑油路	117	思考题	125

第7章 发动机冷却系统

7.1 冷却系统的功用和分类	126	7.3.1 散热器	128
7.2 冷却系统的组成和工作过程	127	7.3.2 风扇	130
7.2.1 水冷系统的组成和工作过程	127	7.3.3 水泵	131
7.2.2 风冷系统的组成和工作过程	127	7.3.4 冷却强度调节装置	132
7.3 水冷系统主要部件的构造	128	思考题	135

第8章 汽车传动系统

8.1 传动系的功用与组成	136	8.2.3 电力传动系统	139
8.2 传动系统的类型及布置形式	137	8.2.4 汽车传动系统的布置形式	140
8.2.1 机械式传动系统	137	8.3 离合器	144
8.2.2 液力传动系统	137	8.3.1 概述	144

8.3.2 摩擦离合器的组成和工作原理	145	8.6.2 液力变矩器的结构和工作原理	184
8.3.3 摩擦离合器的构造	147	8.6.3 行星齿轮变速器	189
8.3.4 离合器的操纵机构	157	8.6.4 自动变速器的控制系统	197
8.4 普通齿轮变速器	160	8.7 电子控制系统	204
8.4.1 概述	160	8.8 万向传动装置	208
8.4.2 普通齿轮变速器的变速传动机构	161	8.8.1 概述	208
8.4.3 同步器	170	8.8.2 万向传动装置在汽车上的应用	210
8.4.4 变速器操纵机构	175	8.8.3 万向节	211
8.5 分动器	178	8.8.4 传动轴与中间支撑	216
8.5.1 齿轮传动机构	178	8.9 驱动桥	217
8.5.2 操纵机构	180	8.9.1 概述	217
8.6 自动变速器	180	8.9.2 主减速器	219
8.6.1 概述	180	8.9.3 差速器	225
		8.9.4 半轴与驱动桥壳	230
		思考题	233

第9章 汽车行驶系统

9.1 概述	234	9.3.2 轮胎	248
9.2 车桥	235	9.4 悬架	258
9.2.1 转向桥	235	9.4.1 悬架的结构组成及特性	258
9.2.2 车轮定位	237	9.4.2 普通悬架	259
9.2.3 转向驱动桥	240	9.4.3 非独立悬架	267
9.2.4 支持桥	242	9.4.4 独立悬架	269
9.3 车轮和轮胎	243	9.4.5 电控悬架	274
9.3.1 车轮	243	思考题	277

第10章 汽车转向系统

10.1 概述	278	10.2.4 转向传动机构	292
10.1.1 转向系统的功用、类型、组成和工作过程	278	10.3 动力转向系统	296
10.1.2 汽车转向的条件与转向半径	279	10.3.1 动力转向系统的类型	296
10.1.3 转向系统的角传动比	281	10.3.2 转向动力装置的结构和工作原理	298
10.2 机械式转向器	282	10.4 电动助力转向系统	303
10.2.1 转向器的功用、类型和传动效率	282	10.4.1 电动助力转向系统概述	303
10.2.2 转向器的构造和工作原理	283	10.4.2 电动助力转向系统的类型	304
10.2.3 转向操纵机构	286	思考题	305

第11章 汽车制动系统

11.1 概述	306	11.1.2 制动系统的分类	306
11.1.1 制动系统的功用	306	11.1.3 制动系统的组成	307

11.1.4 制动系统的工作原理.....	307	11.4 液压式制动传动装置.....	319
11.1.5 对制动系统的要求.....	308	11.4.1 组成及工作原理	319
11.2 制动器.....	308	11.4.2 制动主缸	320
11.2.1 鼓式制动器	308	11.4.3 制动轮缸	321
11.2.2 盘式制动器	313	11.5 真空液压式制动传动装置	322
11.3 驻车制动器.....	315	11.5.1 伺服制动传动机构的类型	322
11.3.1 中央制动器	315	11.5.2 真空助力伺服制动传动机构	323
11.3.2 强力弹簧驻车制动器	316	11.5.3 真空增压伺服制动传动机构	324
11.3.3 带驻车制动机构的鼓式制动器	317	11.6 电控制动防抱死系统	325
11.3.4 带驻车制动机构的盘式制动器	319	思考题	329

第 1 章 发动机基本知识

1.1 概述

1.1.1 分类

车用内燃机，根据其将热能转变为机械能的主要构件的形式，分为活塞式内燃机和燃气轮机两大类。前者又可按活塞运动方式分为往复式活塞式内燃机和旋转活塞式内燃机两种。往复式活塞式内燃机在汽车上应用最为广泛。

汽车发动机（主要指车用往复式活塞式内燃机）按照不同的特征来分类。

1. 按照所使用燃料分类

按照所使用燃料的不同，汽车发动机可以分为汽油机和柴油机，如图 1-1 所示。

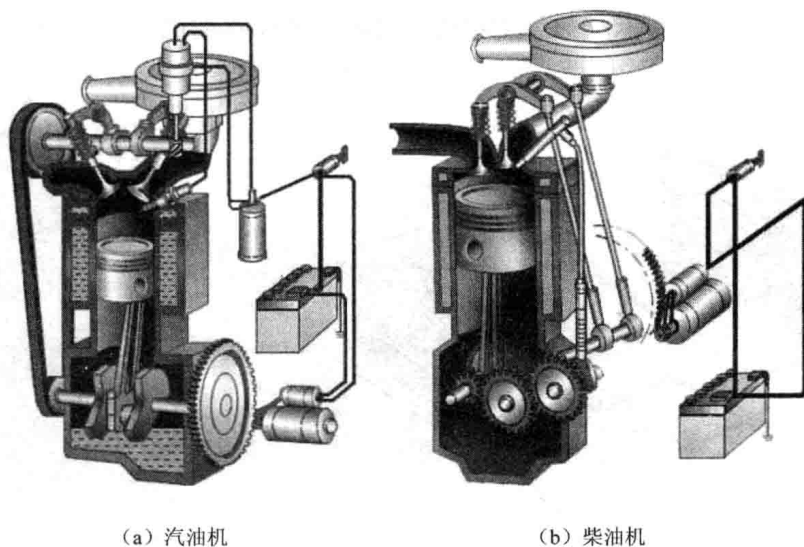


图 1-1 应用不同燃料的内燃机

以汽油为燃料的内燃机称为汽油机；以柴油为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机转速高，质量小，噪声小，启动容易，制造成本低；柴油机压缩比大，热效率高，经济性能和排放性能都比汽油机好。

2. 按照冲程分类

按照完成一个工作循环所需的行程数，汽车发动机可以分为四冲程内燃机和二冲程内燃机，如图 1-2 所示。

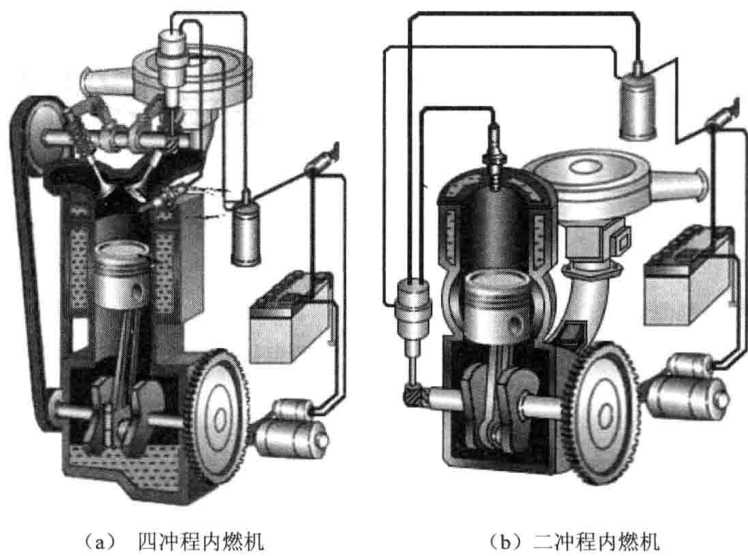


图 1-2 不同冲程的内燃机

曲轴转两圈（ 720° ），活塞在汽缸内上下往复运动四个行程，完成一个工作循环的内燃机称为四冲程内燃机；曲轴转一圈（ 360° ），活塞在汽缸内上下往复运动两个行程，完成一个工作循环的内燃机称为二冲程内燃机。汽车发动机广泛使用的是四冲程内燃机。

3. 按照冷却方式分类

按照冷却方式不同，汽车发动机分为水冷发动机和风冷发动机，如图 1-3 所示。

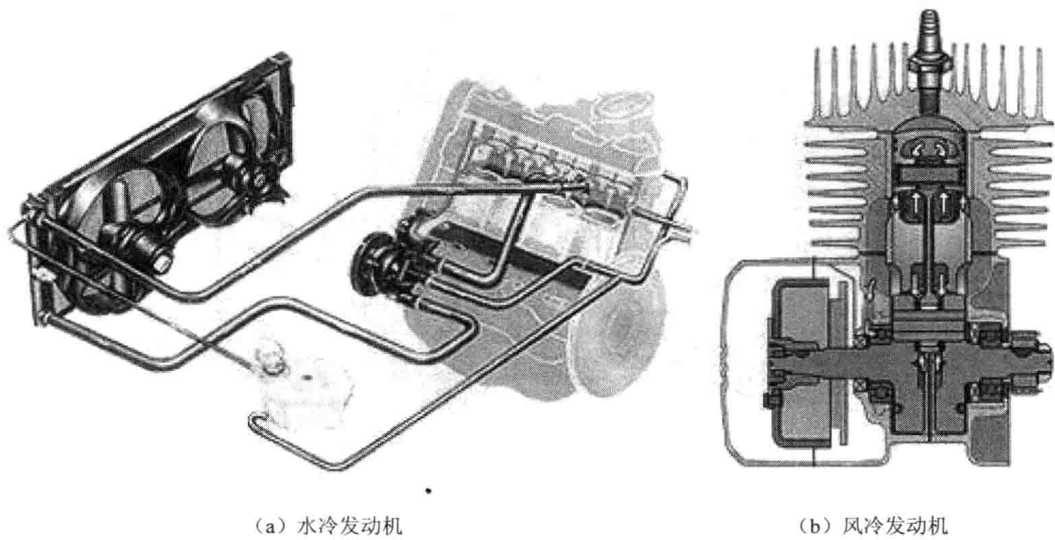


图 1-3 不同冷却方式的发动机

水冷发动机是利用在汽缸体和汽缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却的；风冷发动机是利用流动于汽缸体与汽缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。水冷发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛地应用于现代车用发动机。

4. 按照汽缸数目分类

按照汽缸数目不同，汽车发动机可以分为单缸发动机和多缸发动机，如图 1-4 所示。

仅有一个汽缸的发动机称为单缸发动机；有两个以上汽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、十二缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸发动机。

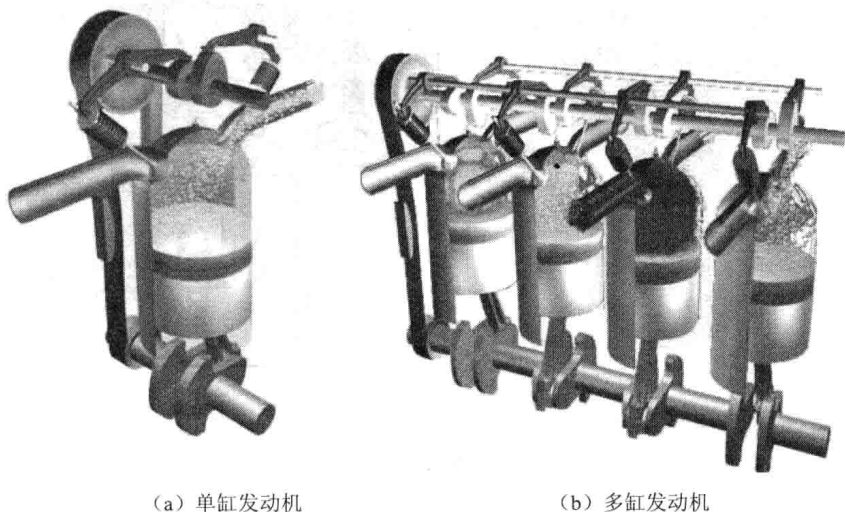


图 1-4 不同汽缸数目的发动机

5. 按照汽缸排列方式分类

按照汽缸排列方式不同，汽车发动机可以分为单列式和双列式，如图 1-5 所示。

单列式发动机的各个汽缸排成一列，一般是垂直布置的，但为了降低高度，有时也把汽缸布置成倾斜的甚至水平的；双列式发动机把汽缸排成两列，两列之间的夹角小于 180° （一般为 90° ），称为 V 形发动机 [见图 1-5 (b)]，若两列之间的夹角等于 180° ，称为对置式发动机。

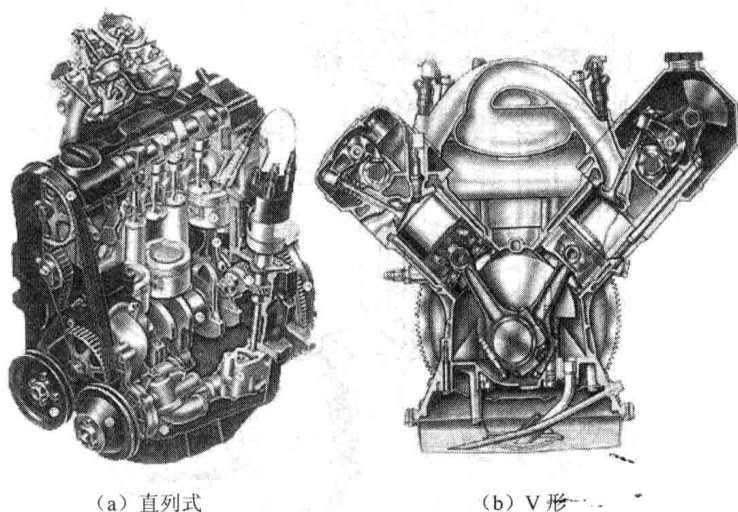


图 1-5 汽缸排列方式

6. 按照进气系统是否采用增压方式分类

按照进气系统是否采用增压方式，汽车发动机可以分为自然吸气（非增压）式发动机和强制进气（增压）式发动机，如图 1-6 所示。

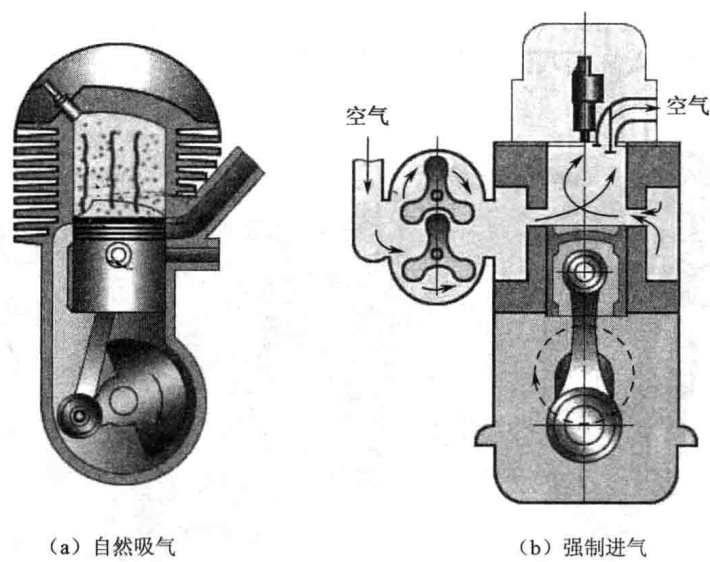


图 1-6 发动机的进气方式

1.1.2 汽车发动机的基本结构

汽车发动机的基本结构如图 1-7 所示。发动机的工作腔称做汽缸，汽缸内表面为圆柱形。在汽缸内做往复运动的活塞通过活塞销与连杆的一端铰接，连杆的另一端则与曲轴相连，构成

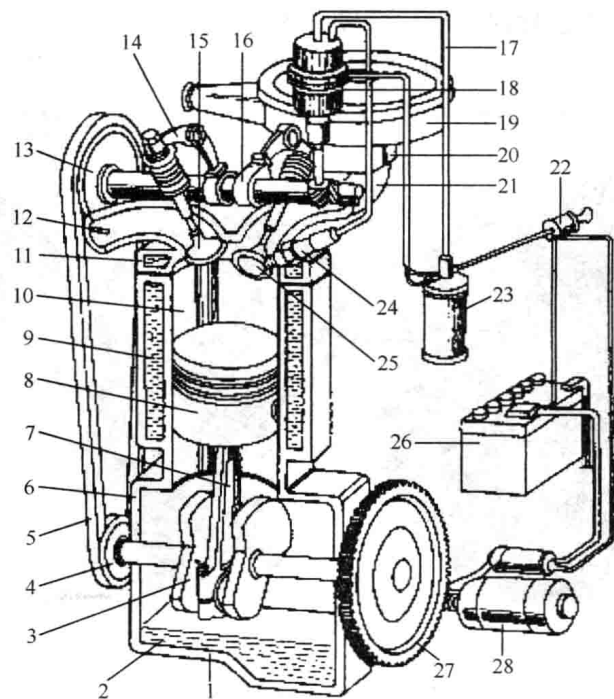


图 1-7 单缸汽油发动机的基本结构

1-油底壳；2-机油；3-曲轴；4-曲轴同步带轮；5-同步带；6-曲轴箱；7-连杆；8-活塞；9-水套；10-汽缸；11-汽缸盖；12-排气管；13-凸轮轴同步带轮；14-摇臂；15-排气门；16-凸轮轴；17-高压线；18-分电器；19-空气滤清器；20-化油器；21-进气管；22-点火开关；23-点火线圈；24-火花塞；25-进气门；26-蓄电池；27-飞轮；28-启动机

曲柄连杆机构。因此,当活塞在汽缸内做往复运动时,连杆便推动曲轴旋转,或者相反。同时,工作腔的容积也在不断地由最小变到最大,再由最大变到最小,如此循环不已。汽缸的顶端用汽缸盖封闭。在汽缸盖上装有进气门和排气门,进、排气门是头朝下尾朝上倒挂在汽缸顶端的。通过进、排气门的开闭实现向汽缸内充气和向汽缸外排气。进、排气门的开闭由凸轮轴控制。凸轮轴由曲轴通过齿形带或齿轮或链条驱动。进、排气门和凸轮轴以及其他一些零件共同组成配气机构。通常称这种结构形式的配气机构为顶置气门配气机构。现代汽车内燃机无一例外地都采用顶置气门配气机构。构成汽缸的零件称做汽缸体,支撑曲轴的零件称做曲轴箱,汽缸体与曲轴箱的连铸体称做机体。

1.1.3 汽车发动机的基本术语

1. 工作循环

活塞在汽缸内做往复运动所完成的进气、压缩、做功和排气四个过程叫做一个工作循环。

2. 上、下止点

活塞在汽缸里做往复直线运动时,当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;活塞在汽缸里做往复直线运动时,当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,如图 1-8 所示。

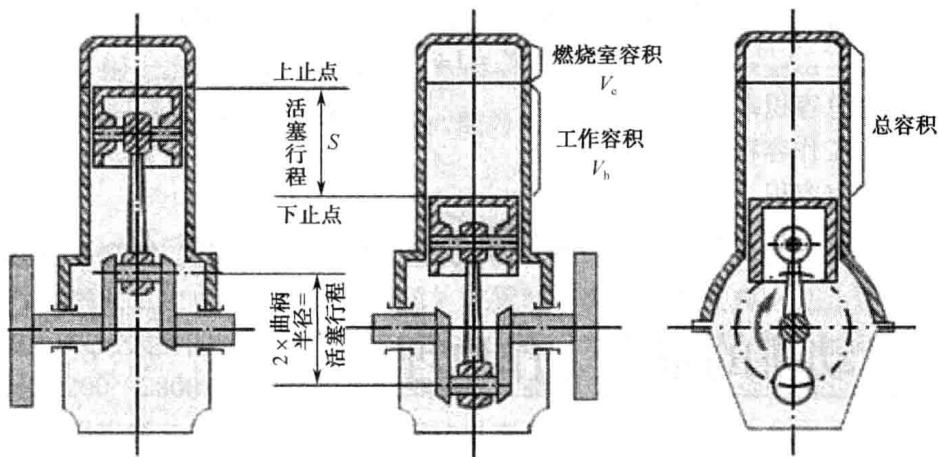


图 1-8 发动机的基本术语

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。一般用 S 表示,对应一个活塞行程,曲轴旋转 180° ,如图 1-8 所示。

4. 曲柄半径

曲轴旋转中心到曲柄销中心之间的距离称为曲柄半径,一般用 R 表示。通常活塞行程为曲柄半径的两倍,即 $S=2R$,如图 1-8 所示。

5. 汽缸工作容积

活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积,称为汽缸工作容积,如图 1-8 所示。一

般用 V_h 表示:

$$V_h = (\pi D^2 / 4 \times 10^6) \times S$$

式中, D ——汽缸直径, 单位 mm;

S ——活塞行程, 单位 mm。

6. 汽缸总容积

活塞位于下止点时, 其顶部与汽缸盖之间的容积称为汽缸总容积。一般用 V_a 表示, 显而易见, 汽缸总容积就是汽缸工作容积和燃烧室容积之和, 即 $V_a = V_c + V_h$, 如图 1-8 所示。

7. 发动机排量

多缸发动机各汽缸工作容积的总和, 称为发动机排量。一般用 V_L 表示:

$$V_L = i V_h$$

式中, V_h ——汽缸工作容积;

i ——汽缸数目。

8. 压缩比

压缩比是发动机中一个非常重要的概念, 压缩比表示了气体的压缩程度, 它是气体压缩前的容积与气体压缩后的容积之比值, 即汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。一般用 ε 表示:

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

式中, V_a ——汽缸总容积;

V_h ——汽缸工作容积;

V_c ——燃烧室容积。

通常汽油机的压缩比为 6~10, 柴油机的压缩比较高, 一般为 16~22。

1.2 发动机的基本工作原理

1.2.1 四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机的运转是按进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程的顺序不断循环反复的, 如图 1-9 所示。

1. 进气行程

由于曲轴的旋转, 活塞从上止点向下止点运动, 这时排气门关闭, 进气门打开。进气过程开始时, 活塞位于上止点, 汽缸内残存有上一循环未排净的废气, 因此, 汽缸内的压力稍高于大气压力。随着活塞下移, 汽缸内容积增大, 压力减小, 当压力低于大气压时, 在汽缸内产生真空吸力, 空气经空气滤清器与汽油混合成可燃混合气, 通过进气门被吸入汽缸, 直至活塞向下运动到下止点。在进气过程中, 受空气滤清器、进气管道、进气门等阻力影响, 进气终了时, 汽缸内气体压力略低于大气压, 约为 0.075~0.09MPa, 同时受到残余废气和高温机件加热的影

响, 温度达到 $370\sim 400\text{K}$ 。实际汽油机的进气门是在活塞到达上止点之前打开, 并且延迟到下止点之后关闭, 以便吸入更多的可燃混合气。

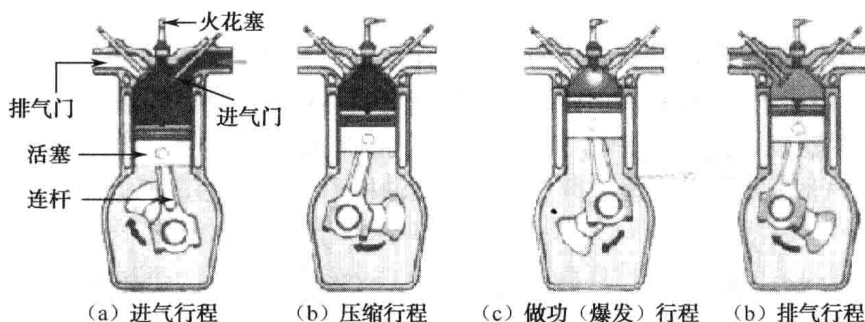


图 1-9 四冲程汽油机工作原理示意图

2. 压缩行程

曲轴继续旋转, 活塞从下止点向上止点运动, 这时进气门和排气门都关闭, 汽缸内成为封闭容积, 可燃混合气受到压缩, 压力和温度不断升高, 当活塞到达上止点时压缩行程结束。此时气体的压力和温度主要随压缩比的大小而定, 可燃混合气压力可达 $0.6\sim 1.2\text{MPa}$, 温度可达 $600\sim 700\text{K}$ 。压缩比越大, 压缩终了时汽缸内的压力和温度越高, 则燃烧速度越快, 发动机功率也越大。但压缩比太高, 容易引起爆燃。所谓爆燃就是由于气体压力和温度过高, 可燃混合气在没有点燃的情况下自行燃烧, 且火焰以高于正常燃烧数倍的速度向外传播, 造成尖锐的敲缸声, 会使发动机过热, 功率下降, 汽油消耗量增加以及机件损坏。轻微爆燃是允许的, 但强烈爆燃对发动机是很有害的, 汽油机的压缩比一般为 $\varepsilon=6\sim 10$ 。

3. 做功行程

做功行程包括燃烧过程和膨胀过程, 在这一行程中, 进气门和排气门仍然保持关闭。当活塞位于压缩行程接近上止点 (即点火提前角) 位置时, 火花塞产生电火花点燃可燃混合气, 可燃混合气燃烧后放出大量的热, 使汽缸内气体温度和压力急剧升高, 最高压力可达 $3\sim 5\text{MPa}$, 最高温度可达 $2200\sim 2800\text{K}$, 高温高压气体膨胀, 推动活塞从上止点向下止点运动, 通过连杆使曲轴旋转并输出机械功, 除了用于维持发动机本身继续运转外, 其余用于对外做功。随着活塞向下运动, 汽缸内容积增加, 气体压力和温度降低, 当活塞运动到下止点时, 做功行程结束, 气体压力降低到 $0.3\sim 0.5\text{MPa}$, 气体温度降低到 $1300\sim 1600\text{K}$ 。

4. 排气行程

可燃混合气在汽缸内燃烧后生成的废气必须从汽缸中排出去以便进行下一个进气行程。当做功接近终了时, 排气门开启, 进气门仍然关闭, 靠废气的压力先进行自由排气, 活塞到达下止点再向上止点运动时, 继续把废气强制排出到大气中去, 活塞越过上止点后, 排气门关闭, 排气行程结束。实际汽油机的排气行程也使排气门提前打开, 延迟关闭, 以便排出更多的废气。由于燃烧室容积的存在, 不可能将废气全部排出汽缸。受排气阻力的影响, 排气终止时, 气体压力仍高于大气压力, 约为 $0.105\sim 0.115\text{MPa}$, 温度约为 $900\sim 1200\text{K}$ 。曲轴继续旋转, 活塞从上止点向下止点运动, 又开始了下一个新的循环过程。可见四冲程汽油机经过进气、压缩、做功、排气四个行程完成一个工作循环, 这期间活塞在上、下止点往复运动了四个行程, 相应地曲轴旋转了两圈。

1.2.2 四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机和四冲程汽油机的工作过程相同，如图 1-10 所示。每一个工作循环同样包括进气、压缩、做功和排气四个行程；但由于柴油机使用的燃料是柴油，柴油与汽油有较大的差别，柴油黏度大，不易蒸发，自燃温度低，故可燃混合气的形成、着火方式、燃烧过程以及气体温度、压力的变化都和汽油机不同，下面主要分析一下柴油机和汽油机在工作过程中的不同点。

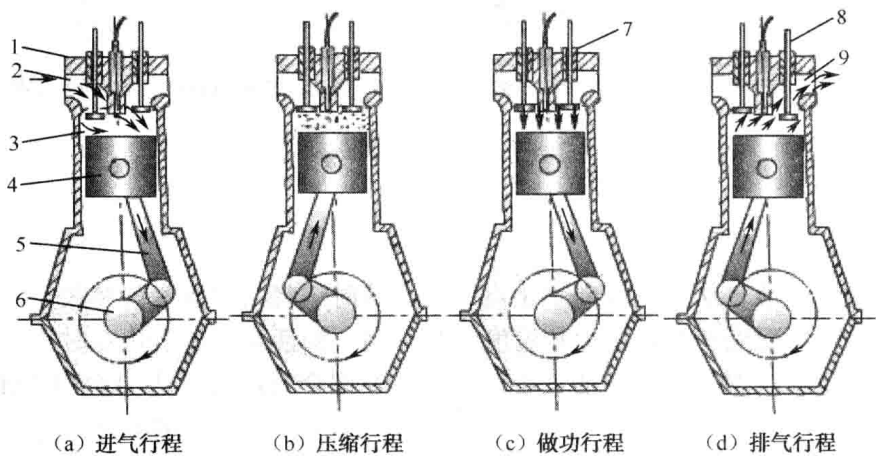


图 1-10 单缸四冲程柴油机工作原理示意图

1-进气门；2-进气道；3-汽缸；4-活塞；5-连杆；6-曲轴；7-汽缸盖；8-排气门；9-排气道

四冲程柴油机在进气行程中所不同的是柴油机吸入汽缸的是纯空气而不是可燃混合气，在进气通道中没有化油器，进气阻力小，进气终了时气体压力略高于汽油机而气体温度略低于汽油机。进气终了时气体压力为 $0.0785 \sim 0.0932 \text{ MPa}$ ，气体温度为 $300 \sim 370 \text{ K}$ 。

压缩行程压缩的也是纯空气，在压缩行程接近上止点时，喷油器将高压柴油以雾状喷入燃烧室，柴油和空气在汽缸内形成可燃混合气并着火燃烧。柴油机的压缩比比汽油机的压缩比大很多（一般为 $16 \sim 22$ ），压缩终了时气体温度和压力都比汽油机高，大大超过了柴油的自燃温度。压缩终了时，气体压力为 $3.5 \sim 4.5 \text{ MPa}$ ，气体温度为 $750 \sim 1000 \text{ K}$ ，柴油机是压缩后自燃着火的，不需要点火，故柴油机又称为压燃机。

柴油喷入汽缸后，在很短的时间内与空气混合后便立即着火燃烧，柴油机的可燃混合气是在汽缸内部形成的，而不像汽油机那样，混合气主要是在汽缸外部形成。柴油机燃烧过程中汽缸内出现的最高压力要比汽油机高得多，可高达 $6 \sim 9 \text{ MPa}$ ，最高温度也可高达 $2000 \sim 2500 \text{ K}$ 。做功终了时，气体压力为 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$ ，气体温度为 $1200 \sim 1500 \text{ K}$ 。

柴油机的排气行程和汽油机一样，废气同样经排气管排入到大气中去，排气终了时，汽缸内气体压力为 $0.105 \sim 0.125 \text{ MPa}$ ，气体温度为 $800 \sim 1000 \text{ K}$ 。

柴油机与汽油机比较，柴油机的压缩比高，热效率高，燃油消耗率低，同时柴油价格较低，因此，柴油机的燃料经济性能好，而且柴油机的排气污染少，排放性能较好。但它的主要缺点是转速低，质量大，噪声大，振动大，制造和维修费用高。在其发展过程中，柴油机不断发扬其优点，克服缺点，提高速度，有望得到更广泛地应用。